

# 交通事故與交通違規之社會成本 推估研討會論文集

著者：林大煜、薛立敏、吳珮瑛、李克聰、劉冠汝、陳昱豪、  
張新立、陳高村、曾招雄、蘇志強、莊弼昌、蘇政敏、  
藍武王、張瓊文、林良泰、李季森、周義華、許鉅秉、  
沈良珍、蕭銘雄、陳君杰、白仁德、倪佩貞、朱珮芸、  
劉國棟、蕭代基、錢玉蘭、陳立慧、曹昭懿、丁先玲、  
楊銘欽、劉錦添、王榮德、陳琇里、蔡明志、葉純志、  
陳建立、洪純隆、陳振祥、白璐、連錫卿、吳木富、  
陳廷才、楊淑娟、曾平毅、黃健星、溫杰炤、羅孝賢、  
劉建邦、陳子儀、劉韻珠、韓毓傑

交通部運輸研究所

中華民國八十九年四月

交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集

著者：林大煜等人

出版機關：交通部運輸研究所

地址：台北市敦化北路240號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國八十九年四月

印刷者：普林特印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷180冊

工本費：400元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496882

三民書局：台北市重慶南路一段61號2樓・電話：(02)23617511

正中書局：台北市衡陽路20號3樓・電話：(02)23821394

五南文化廣場：台中市中山路2號地下1樓・電話：(04)2260330

新進圖書廣場：彰化市光復路177號・電話：(04)7252792

青年書局：高雄市青年一路141號・電話：(07)3324910

GPN:009104890255

## 交通部運輸研究所出版品摘要表

|  |                           |                          |   |
|--|---------------------------|--------------------------|---|
| 出版品名稱：交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集   |                           |                          |   |
| 國際標準書號（或叢刊號）   | 政府出版品統一編號<br>009104890255 | 運輸研究所出版品編號<br>89-25-3201 |   |
| 主辦單位：運輸安全組<br>主管：林豐福<br>承辦人員：陳苑蕙、田養民<br>聯絡電話：02-23496863<br>傳真號碼：02-25450429   |                           |                          | 研究期間<br>自 88 年 03 月<br>至 89 年 01 月                            |
| 關鍵詞：交通事故、交通違規、社會成本   |                           |                          |   |
| 摘要：<br><p>有鑑於交通事故與交通違規之社會成本推估為一相當重要的工作，可使得駕駛者能經由成本面瞭解到交通事故與交通違規對社會所造成的負面影響程度，進而重視駕駛行為之改善，以增進交通安全，且由於交通事故與交通違規所涉及的社會成本面非常廣泛，國內目前並未對其進行有系統的彙整與研討，因此本所乃於民國八十九年一月十八日辦理『交通事故與交通違規之社會成本推估』研討會。本研討會的研討內容包括了許多相關的研究議題，以對此一主題進行完整且有系統的研討，相關研討議題包括社會成本含意、事故處理程序與文件、成本項目探討、交通影響成本、死亡成本、受傷成本、車損成本、公共設施成本、行政處理成本、違規成本、教育宣導與法規等研究議題。本研討會論文集共收錄了二十五篇論文，另外有二篇彙整性文章依研討議題分別摘要彙整上述二十五篇論文之內容而成，以供讀者參考。此外，本所亦針對該二十五篇論文辦理評估工作，其詳細內容請參見『交通事故與交通違規之社會成本推估研討會辦理成果與評估』報告書。</p> |                           |                          |   |
| 出版日期   | 頁數                        | 工本費                      | 本出版品取得方式  |
| 89 年 4 月   | 534                       | 400                      | 凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按工本費價購。 |
| 機密等級：<br><input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密<br>（解密【限】條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密，<br><input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密）<br><input checked="" type="checkbox"/> 普通  |                           |                          |   |
| 備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。   |                           |                          |   |

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <b>TITLE: Proceeding of the Conference on Cost Estimation of Traffic Accidents and Violations</b>   |   |   |   |
| <b>ISBN(OR ISSN)</b>  | <b>GOVERNMENT PUBLICATIONS NNMBER</b><br>009104890255 | <b>IOT SERIAL NUMBER</b><br>89-25-3201                                    |   |
| <b>DIVISION: Transportation Safety Division</b><br><b>DIVISION CHIEF: Fong-Fu Lin</b><br><b>PROJECT STAFF: Wan-Hui Chen and Yang-Min Tien</b><br><b>PHONE: 886-2-23496863</b><br><b>FAX: 886-2-25450429</b>   |   | <b>PROJECT PERIOD</b><br><b>FROM March 1999</b><br><b>TO January 2000</b> |   |
| <b>KEY WORDS: Road Accidents, Traffic Violations, Cost Estimation</b>   |   |   |   |
| <b>ABSTRACT:</b><br><p>Estimating the social costs of road accidents and traffic violations is an important task for road safety improvement. If drivers understood the costs resulting from accidents or traffic violations they might be encouraged to improve their driving behavior. The components of the costs are numerous. In addition, there is little research that systematically covers all relevant topics and determines objective and acceptable values for the costs. Therefore, the Institute of Transportation (IOT) initiated a conference on Cost Estimation of Traffic Accidents and Violations, which was held on January 18, 2000. In the interest of constructing a complete study, many relevant issues were addressed at the conference. The topics included: a definition of social costs; the police process in handling an accident or a traffic violation; determination of cost items; costs of traffic impact, fatalities, injuries, property damage, police administration, and traffic violations; driver education, and cost enforcement. A total of 25 papers were presented at the conference. In addition, the IOT and the Chung-Hua Institute for Economic Research had summarized papers on the proceedings. Each produced a paper summarizing the main findings of the papers. After the conference, the IOT conducted a questionnaire survey to determine the current status of these research topics and to obtain specific suggestions for further research. Please refer to the report, Achievements and Assessments of the Conference on Cost Estimation of Traffic Accidents and Violations for details.</p> |   |   |   |
| <b>DATE OF PUBLICATION</b><br><br>April 2000  | <b>NUMBER OF PAGES</b><br><br>534                     | <b>PRICE</b><br><br>400   | <b>CLASSIFICATION</b><br><input type="checkbox"/> SECRET<br><input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL<br><input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED |
| The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.   |   |   |   |



# 目錄

頁次

|  |       |
|--|-------|
| 「交通事故與交通違規之社會成本推估」研討會論文彙整及未來研究方向建議(林大煜)..... | i     |
| 「交通事故與交通違規造成死亡、受傷、財物損失成本之推估」論文彙整(薛立敏).....   | xviii |

## 一、社會成本介紹及事故處理程序

|   |    |
|---|----|
| 1. 交通事故與交通違規事件社會成本之意義與成本內部化之效率與公平性(吳珮瑛) .....         | 1  |
| 2. 反光車牌對車輛肇事影響之社會成本推估(李克聰、劉冠汝、陳昱豪) .....              | 11 |
| 3. 台灣地區公路長途客運旅行時間不確定性與相關成本分析—從旅客與運輸業者之角度觀之(張新立) ..... | 37 |
| 4. 道路交通事故損失貨幣價值估算之研究(陳高村、曾招雄) .....                   | 49 |
| 5. 標準化交通事故處理程序之研究(蘇志強、莊弼昌、蘇政敏) .....                  | 67 |

## 二、交通影響成本

|  |     |
|--|-----|
| 1. 交通事故對道路車流延滯影響之解析(藍武王、張瓊文) .....                           | 101 |
| 2. 交通事故對交通績效之影響評估(林良泰、李季森) .....                             | 119 |
| 3. 高速公路動態事故衝擊指標之建立(周義華、許鉅秉、沈良珍) .....                        | 133 |
| 4. 旅行時間價值衡量方式之探討(蕭銘雄) .....                                  | 171 |
| 5. 交通事故對污染排放及油耗影響之分析架構與課題(陳君杰、白仁德) ...                       | 187 |
| 6. 都會區機動車輛之空氣污染排放與燃油效率係數之推估及污染排放總量之估算(倪佩貞、白仁德、朱珮芸、劉國棟) ..... | 203 |
| 7. 交通運輸與交通事故管理策略減輕空氣汙染之健康效益評估(蕭代基、錢玉蘭) .....                 | 235 |

## 三、死亡、受傷、公共設施、行政處理成本

|   |     |
|---|-----|
| 1. 機動車意外事故之貨幣價值損失—以某教學醫院1990年住院及死亡個案為例(陳立慧、曹昭懿、丁先玲、楊銘欽、劉錦添、王榮德) ..... | 265 |
| 2. 台灣地區生命價值之再估計(薛立敏、陳琇里) .....  | 281 |
| 3. 道路交通安全生命價值之研究(張新立、蔡明志、葉純志) .....                                   | 297 |
| 4. 高雄市頭部外傷經濟成本分析(陳建立、洪純隆) .....                                       | 311 |
| 5. 台北市汽車交通事故傷害住院醫療費用分析與推估(陳振祥、白璐) .....                               | 327 |
| 6. 高速公路交通事故設施損壞處理概述(連錫卿、吳木富、陳廷才、楊淑娟) .....                            | 345 |
| 7. 交通肇事逃逸案件之警察行政成本分析(曾平毅、黃健星) .....                                   | 357 |

## 四、違規、教育、法規

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1. 違規停車裁罰標準之研究(曾平毅、溫杰炤) .....         | 375 |
| 2. 都市地區停車執法政策之研究(羅孝賢) .....           | 395 |
| 3. 交通違規行為嚴重性之探討(劉建邦) .....            | 409 |
| 4. 從道路交通事故國家經濟損失探討交通安全對策與社會責任(陳子儀) .. | 423 |
| 5. 我國宣導交通事故之社會成本觀念作法芻議(劉韻珠) .....     | 441 |
| 6. 論交通事故的責任與裁判(韓毓傑) .....             | 457 |

# 「交通事故與交通違規之社會成本推估」 研討會論文彙整及未來研究方向建議

交通部運輸研究所所長 林大煜

## 一、緣起

國人駕駛習慣不良，且交通事故的發生常是因為駕駛者不守法的行為所致，而一件交通事故不僅會對該事故所有的當事者造成負面影響，亦會對當事者的家人和其他用路人等之間接相關人造成負面影響，此一整體負面影響即為本研討會所稱之社會成本。交通違規雖不至於一定會發生交通事故，但其危險性及對其他用路人的不良影響亦會對社會造成社會成本。而交通事故與交通違規所造成之社會成本的損失，由社會大眾來共同分擔是不公平的。

為加強國人對個人肇事或違規行為所造成社會整體負面影響的認知，最直接的方法即是提供一個客觀合理的社會成本值，讓國人直接感受到肇事或違規行為的影響及嚴重性。目前很少有人將此一社會成本進行有系統的量化分析，因此需要相關領域的學者專家們投入相關的研究工作，以提出具有公信力的社會成本量化模式。除此之外，未來的工作還包括該社會成本觀念之教育與宣導，使社會大眾能經由簡單的社會成本數字瞭解到交通事故與交通違規的影響。另一個未來的重要工作為立法以求償，由執法面之相關法規的訂定（修改）與執行來改善交通。

為了推行此一工作，本所乃著手策劃本次的研討會，本研討會的主要特色是，由本所先依據本研討會的目的，撰寫『交通事故與交通違規之社會成本推估』計畫書，以擬定本研討會的研討架構及相關研討子題；然後召開諮詢座談會議，依據出席人員的意見修改本計畫書；俟該計畫書確定後，即廣邀相關的學者專家們撰寫論文，並請撰稿者自評其論文的子題類別之歸屬。本研討會期望能透過論文發表與討論的方式逐一地探討相關的子題（論文發表之安排乃依照研討架構的分類依序發表），讓參與者除了可對各項議題有一全面性的概念且獲取共識外，並可瞭解目前的研究成果及尚須加強之處，引導有興趣之學者專家們繼續投入後續的相關研究工作，以期能有完整且具體的成果，訂定出客觀且具公信力的社會成本量化估算模式，並有效地以教育、宣導及執法的方法，達成改善交通秩序促進交通安全的目的。

## 二、研討範圍

本研討會的探討內容架構及相關子題如圖一所示，第一個子題為闡述社會成本之含意，本研討會的探討範圍包括交通事故及交通違規二大部分，依各子題彼此間的相關性，探討內容包括：員警處理程序及文件、社會成本項目訂定、社會成本貨幣化、社會成本觀念宣導、求償金的法規面探討、以及求償金運用等議題。

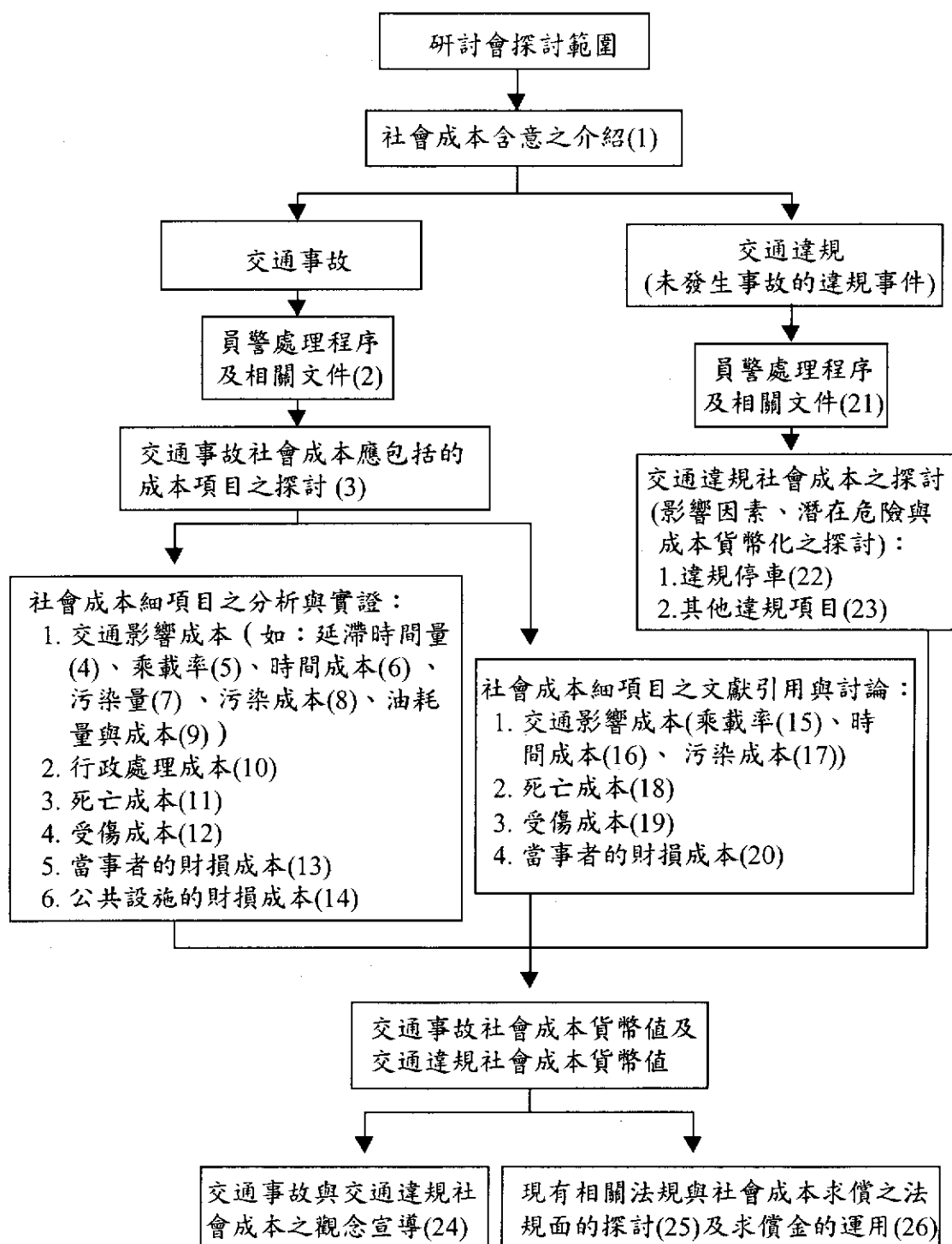
一般而言，社會成本可分為直接影響成本與間接影響成本二大類，例如當交通事故發生時，可能直接造成該事故當事者（即肇事的肇事者和與該事故有關的其他當事者）的生命或財產損失，經過事故地點的其他車輛也會因為該事故而產生如停等時間、油耗及空氣污染等間接的交通影響成本，這些直接的與間接的影響成本均可被納為社會成本。

交通事故及違規事件發生後係由員警在現場進行處理，此一部份的探討內容包括處理程序及所需的相關書表文件，處理程序與事故或違規事件之社會成本估算有關，例如處理時間的長短直接影響到交通衝擊的大小，而相關書表文件需配合社會成本計算的輸入項目進行修改，以提供社會成本計算的基本資料，為避免加重處理員警不必要的資料記錄負擔，社會成本計算的輸入項目應力求簡單且容易獲得。

社會成本值的推估方面，由於社會成本可能包括的項目非常的廣泛，例如從當事者的醫療費用至家人或其他用路者的精神損失都可被納為社會成本的項目，因此，必須對所有可能的社會成本項目進行分析，以確定那些項目是社會成本應該考慮的。而每一個成本項目也必須有完整的研究，方能獲得一個合理的社會成本貨幣值。

在交通違規方面（即未發生交通事故的違規行為），不同的違規行為會對道路使用者造成不同層面的影響，例如，違規停車將直接造成後面車輛的停等延滯，而闖紅燈雖不一定會直接造成停等延滯，但闖紅燈這個行為卻隱藏著不可忽略的危險性，因此本研討會以其對用路人的影響層面，將交通違規社會成本的探討分為違規停車及其他違規行為二大類。

最後，本研討會探討內容還包括教育、宣導與執法等子題。估算出交通事故及違規事件的社會成本值後，為了讓民眾能深刻地體會到其影響的層面及嚴重程度，必須積極地宣導此一成本觀念，另外，亦必須進一步進行立法的相關工作，以對當事者進行求償，從執法面來規範駕駛者的行為。而求償金的運用則是另一個探討的子題。



( )：論文所包含之探討子題的編號

圖一 交通事故與交通違規之社會成本推估研討會的  
研討內容架構及相關子題

### 三、研討會論文集整

本研討會論文集共計收錄了 25 篇論文，內容相當的豐富，表一彙整各篇論文所包括的相關子題，各議題的研究現況及結論彙整與後續研究建議分述如后。

#### ► 社會成本含意

吳珮瑛君、李克聰君等人、張新立君、以及陳高村君等人的四篇論文介紹了社會成本的意涵及如何界定某件事情導致的衍生成本（其他亦有數篇論文提及社會成本的含意）。不同的作者或許採用不同的名詞來說明社會成本的含意，如直接成本、間接成本、外部成本、衍生成本，或再加上主客體的考慮，簡而言之，交通事故社會成本的衡量是宏觀地考慮該事故直接或間接地對事故的主體或客體所造成的影響，方能真正反應出某件交通事故的影響程度，違規事件的社會成本考慮亦是如此。

#### ► 事故處理程序及相關文件

由蘇志強君等人的論文可知，事故處理的效率與事故處理程序有關，該篇論文對我國的事故處理程序有一詳盡的介紹，可為相關研究的重要參考。劉韻珠君之論文文獻中，提供依事故類型（即事故嚴重性）以及涉及車輛數分類之各類交通事故現場處理時間與紓解時間的彙總資料如表二所示，現場處理時間與紓解時間（以下簡稱事故影響時間）的範圍為 10 分鐘至 180 分鐘以上。

事故影響時間的長短會直接影響到事故的交通影響程度，30 分鐘事故處理時間之交通衝擊影響絕對遠大於 10 分鐘的影響（由交通影響的相關論文得知，其對交通衝擊的影響是平方比的關係）。因此為訂定一個統一且客觀的交通影響衡量標準（如明確地訂定出事故影響時間的上限值），尚需進行進一步的研究，其中考慮的因素除上述二個因素外，可再增加考慮道路類別及尖峰非尖峰等其他可能的影響因素。另外，事故處理的相關文件亦必須進行探討，瞭解是否需進行相關文件的修改，以登錄估算社會成本的基本資料。交通違規處理程序及相關文件亦然。上述建議為該議題需進一步加強的重點。

表一 各篇論文所包括的相關子題之彙整表

| 著作者     | 論文題目   |        | 論文子題 |       | 1   | 2    | 3   | 4    | 5      | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11    | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17     | 18   | 19   | 20   | 21    | 22   | 23    | 24 | 25 | 26 |  |
|---------|--------|--------|------|-------|-----|------|-----|------|--------|------|------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|------|-------|------|-------|----|----|----|--|
|         | 社會成本意義 | 事故處理程序 | 成本項目 | 延滯時間量 | 乘載率 | 時間成本 | 污染量 | 污染成本 | 油耗量與成本 | 行政成本 | 死亡成本 | 受傷成本 | 財損成本 | 公共設施 | 乘載率文獻 | 時間成本文獻 | 污染成本文獻 | 死亡成本文獻 | 受傷成本文獻 | 財損成本文獻 | 違規處理程序 | 違規停車 | 其他違規 | 教育宣導 | 現有法規與 | 求償法規 | 求償金運用 |    |    |    |  |
| 1.吳珮瑛   | ✓      |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 2.李克聰等  | ✓      |        | ✓    |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        | ✓    |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 3.張新立   | ✓      |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 4.陳高村等  | ✓      |        | ✓    |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      | ✓     | ✓      | ✓      |        |        |        |        |      | ✓    |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 5.蘇志強等  |        | ✓      |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 6.藍武王等  |        |        |      | ✓     |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       | ✓      |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 7.林良泰等  |        |        |      | ✓     |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 8.周義華等  |        |        |      | ✓     |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 9.蕭銘雄   |        |        |      |       |     | ✓    |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        | ✓      |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 10.陳君杰等 |        |        |      |       |     |      | ✓   |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 11.倪佩貞等 |        |        |      |       |     |      | ✓   |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 12.蕭代基等 |        |        |      |       |     |      |     | ✓    |        |      |      |      |      |      |       |        | ✓      |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 13.陳立慧等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      | ✓    |       |        |        |        | ✓      |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 14.薛立敏等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      | ✓    |       |        |        |        | ✓      |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 15.張新立等 |        |        | ✓    |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 16.陳建立等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      | ✓     |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 17.陳振祥等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      | ✓     |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 18.連錫卿等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        | ✓      |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    |    |  |
| 19.曾平毅等 |        |        | ✓    |       |     |      |     |      |        |      |      |      | ✓    |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 20.曾平毅等 |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 21.羅孝賢  |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 22.劉建邦  |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 23.陳子儀  |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    | ✓  |    |  |
| 24.劉韻珠  |        | ✓      |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    | ✓  |    |  |
| 25.韓毓傑  |        |        |      |       |     |      |     |      |        |      |      |      |      |      |       |        |        |        |        |        |        |      |      |      |       |      |       |    |    | ✓  |  |
| 合計      | 4      | 2      | 4    | 3     | 0   | 1    | 2   | 1    | 2      | 1    | 2    | 1    | 5    | 4    | 2     | 1      | 1      | 2      | 1      | 7      | 3      | 1    | 0    | 2    | 1     | 2    | 6     | 0  |    |    |  |

表二 各類交通事故之現場處理與紓解時間初估彙總表

| 事故類型   | 涉及之車輛數 | 對車流之影響 | 現場處理與紓解時間    |
|--------|--------|--------|--------------|
| 輕微交通事故 | 2 輛    | 較小     | 10-30 分鐘     |
| 一般交通事故 | 2 輛或以上 | 有影響    | 60 分鐘以上      |
| 重要交通事故 |        | 影響大    | 120~180 分鐘   |
| 重大交通事故 |        | 影響極大   | 180 分鐘以上     |
| 單車事故   | 1 輛    | 無或較小   | 10-20 分鐘     |
| 連環事故   | 2 輛以上  | 影響極大   | 120~180 分鐘以上 |

### ► 交通事故社會成本應包括之成本項目

社會成本可能包括的項目非常的廣泛，然而並不是所有成本項目都可以納入求償的社會成本而向當事者求償，因此為能獲得一個合理的社會成本值，首先需釐清社會成本應包括那些成本項目。由本研討會收集之論文所回顧之國外資料顯示，交通事故的社會成本所考慮的項目相當多，如陳高村君等人之論文的文獻中，綜合國外的研究資料，將事故成本項目分為以下五大類：主體直接成本（如醫療成本及突然之喪葬成本）、主體間接成本（如生產中斷成本及生活額外支出成本）、客體間接成本（如事故現場處理成本及勞力喪失成本）、間接社會成本（如行旅延滯成本及貨物運送延誤損失）、無形成本（如傷痛及精神折損）。此外，曾平毅君等人的「交通肇事逃逸案件之警察行政成本分析」論文中，亦收集了國外交通事故成本的分類方式。反觀我國目前雖有相關的社會成本之探討，但仍缺乏研究成果可以完整地提出社會成本應包含的成本項目，這是未來一個很基本且重要的研究重點，上述二篇論文及其他論文的相關資料可做為我國這方面研究的參考。

### ► 交通影響成本

本研討會論文所探討的交通影響成本主要為交通事故發生後，該事故對旅行者所造成之增加的時間延滯成本，以及增加的污染與油耗成本，其基本計算公式為：

$$\text{時間延滯成本 (元)} = \text{時間延滯增加量 (車小時)} \times \text{乘載率 (人/車)} \\ \times \text{時間成本 (元/人小時)}$$

..... (公式 1)

$$\begin{aligned}\text{污染成本 (元)} &= \Sigma \text{每種污染物增加成本 (元)} \\ &= \Sigma \text{每種污染物增加量 (噸)} \times \text{污染成本 (元/噸)} \\ &\dots\dots\dots \text{(公式 2)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{油耗成本 (元)} &= \text{油耗增加量 (公升)} \times \text{油耗成本 (元/公升)} \\ &\dots\dots\dots \text{(公式 3)}\end{aligned}$$

藍武王君等人論文之文獻中明白指出車道封閉所減少的容量非等比例的減少，如 4 車道封閉 1 車道，則服務率為原來服務率的 60%，約降低 40%，而非 25%，其相關資料如表三所示，顯而易見地，車道數的減少對道路使用者的影響是相當大的，即使是封閉路肩，亦會造成明顯的負面影響。

表三 高速公路車道封閉數與服務率關係表

| 作者 (年期；方法)             | 車道封閉數與服務率的關係   |
|------------------------|--|
| Moralws<br>(1987；等候模式) | 1) 2 車道封閉 1 車道，服務率約降低 65%，<br>封閉路肩則服務率降低約 20%。<br>2) 3 車道封閉 1 車道，服務率約降低 51%，<br>封閉路肩則服務率降低約 18%。<br>3) 4 車道封閉 1 車道，服務率約降低 40%，<br>封閉路肩則服務率降低約 15%。 |
| Goolsby<br>(1971；統計模式) | 1) 3 車道封閉 1 車道，服務率約降低 50%。<br>2) 3 車道封閉 2 車道，服務率約降低 80%。<br>3) 3 車道封閉路肩，服務率降低約 28%。  |

綜合藍武王君等人、林良泰君等人及周義華君等人的三篇論文可知，為計算因交通延滯量的增加所產生的延滯成本所需要的輸入資料包括以下八項：

1. 車輛服務率 (pcu/小時或車/小時)、
2. 車輛到達率 (pcu/小時或車/小時)、
3. 局部通車服務率 (pcu/小時或車/小時.)、
4. 道路搶通時間 (事故發生至員警到達時間；小時)
5. 局部通車時間 (員警現場處理時間；小時)、
6. 車種比例 (車)、
7. 車種乘載人數 (人/車)、
8. 時間成本 (元/人小時)。



上述的八個影響因素中，增加的時間延滯受事故處理時間的影響最大，是平方比的關係。由此可見，事故處理程序及事故處理時間必須有一個客觀的衡量標準，不受如處理人員、處理設備及處理技術等因素所影響，方能訂定出客觀一致的交通衝擊成本。

一般而言，交通衝擊的輸出項目為增加延滯車小時，若要計算出交通衝擊的延滯成本貨幣值，還需考慮車輛乘載率及時間價值，目前國內車輛乘載率方面資料非常缺乏，此為另一個研究課題。時間價值方面，蕭銘雄君所估算出的旅行時間價值約每小時 470 元，作者所提出的方法論及該時間價值均可作為延滯成本計算的參考。另外，藍武王君等人進行交通延滯量成本計算時，採用交通部統計處之「台灣地區旅運時間價值調查報告」(民國 85 年 7 月)的調查結果，每分鐘旅運時間價值為 1.36 元(即每小時約為 82 元)。旅行時間價值彙整資料如表四所示，由於研究的目的與方法均不同，此二時間價值的差距很大，值得再進一步探討。

表四 旅行時間價值受傷成本彙整表

| 作者     | 國家 | 旅行時間價值(新台幣) |
|--------|----|-------------|
| 蕭銘雄君   | 台灣 | 每小時四百七十元    |
| 交通部統計處 | 台灣 | 每小時八十二元     |

註：本表不考慮貨幣價值的年期問題

在空氣污染及油耗方面，相關的基本知識及研究成果在陳君杰君等人、倪佩貞君等人與蕭代基君等人的三篇論文中有非常詳細的敘述，機動車輛排放之污染物包括氮氧化物( $\text{NO}_x$ )、碳氫化合物(HC)、一氧化碳(CO)、粒狀物/懸浮微粒(TSP)、鉛(Pb)及硫氧化物( $\text{SO}_x$ )等，各種污染物或油耗與速度間的關係亦可參考其論文所提供的資料，惟該資料尚缺少車輛的速度降為零的各污染值，尚待補充。此外，為訂定出各污染物及油耗的估算模式及其貨幣值，在未來相關研究上，陳君杰等人的論文清楚的提出該課題之整體研究架構，在污染成本貨幣值方面，蕭代基等人的論文詳盡的介紹可能採用的方法及所需的資料項目，這些具體的建議均是後續研究的重要參考。

除了上述個別的課題需繼續努力外，在交通影響的社會成本值的實務應用方面，尚須以資料取得難易與否的角度來考慮交通影響成本的估算模式，此乃因為時間延滯量的影響因素非常多，污染與油耗的影響因素也很多，在資料輸入需求方面，若無法提出簡單且無資料取得問題的

社會成本值估算方法，則在實務應用上，恐將發生應用困難的問題，所以交通影響的社會成本估算模式需兼具公信力及簡單計算的特性是為相關研究者的一項挑戰。

## ➤ 死亡成本

本論文集集中，很多文章內容涵蓋了死亡成本的探討或死亡成本文獻的引用，或因國家不同，或因死亡成本的應用目的不同（如安全計畫評估之用或交通事故死亡求償之用）、或因方法不同（如人力資本法或願付價格法），死亡成本的估算結果差異相當的大，表五僅彙整部分的生命價值資料，以顯示其估算結果的差異。（請參見表一所列之與死亡成本有關的論文，以獲得更多的相關參考資料。若無特別註明，本文的貨幣值為新台幣值。）

表五 生命價值彙整表

| 作者                              | 國家           | 每個人的生命價值（新台幣）  |
|---------------------------------|--------------|----------------|
| 薛立敏君等人（1999）                    | 台灣           | 一億二千萬元         |
| 陳建立君等人（1992）                    | 台灣           | 一千一百二十萬元       |
| 陳高村君等人（1998）                    | 台灣           | 九百五十萬元         |
| 陳立慧君等人（1990）                    | 台灣           | 五百五十三萬元        |
| 蕭代基君等人引用 Fisher 君等人的研究（1989）    | 美國           | 五千萬元至一億二千萬元間   |
| 張新立君等人引用 Jones-Lee 等人研究資料（1992） | 英國           | 四千二百萬元         |
| 張新立君等人提供之英國 DETR 的資料（1998）      | 英國           | 五千萬元           |
| 蕭代基君等人引用 Viscusi 君的研究資料（1993）   | 美國、英國、加拿大、日本 | 一千八百萬元至四億八千萬元間 |
| 陳子儀君引用日本之「交通事故死亡求償金額案例」資料（1991） | 日本           | 八百萬元至一仟八百萬元    |

註：本表不考慮貨幣價值的年期問題

本論文集共有四篇文章有國內之死亡價值的實證結果，薛立敏君等

人之研究所估算的生命價值為一億二千萬元，陳高村君等人研究所得的生命價值為九百五十萬元，陳建立等人研究所得之死亡者的直接成本與死亡成本合計為一千一百二十萬元，陳立慧君等人研究所得的生命價值為五百五十三萬元。

至於國外資料方面，蕭代基君等人之論文文獻中曾引用 Fisher 君等人的研究結果指出，美國大部分生命的價值平均估計結果為一百六十萬至四百萬美元間（約新台幣五千萬至一億二千萬元間）。張新立君等人引用 Jones-Lee 等人研究資料顯示，英國的生命價值約為四千二百萬元。張新立君等人亦提供英國環境運輸區域部（Department of the Environment, Transport and the Regions, DETR）所公佈的公路肇事防止之死亡統計生命價值為 1.042 百萬英鎊（約新台幣五千萬元）。另外，蕭代基君等人之論文文獻中提供了 Viscusi 君研究結果資料，Viscusi 君回顧了 23 篇包括美國、英國、加拿大和日本等先進國家的研究，這些國家每個統計生命的價值從六十萬美元到一千六百二十萬美元不等（約新台幣一千八百萬至四億八千萬美元間）。由於每個國家的情況不同，蕭代基君等人之論文亦強調將已開發國家之生命價值的研究成果推論至開發中國家是不適當的。

在死亡賠償判決金額方面，陳子儀君所收集的日本死亡賠償金額資料顯示，日本死亡賠償判決金額約為新台幣八百萬元至一仟八百萬元。

大家都知道生命是無價的，但是交通事故死亡賠償金額也必須是合理的方具意義，因此，此一議題是非常值得再深入探討，並需以交通事故死亡求償的角度來進行分析。

## ► 受傷成本

受傷成本的彙整資料如表六所示，陳高村君等人的受傷成本推估值為：永久性傷害的成本高達一仟六百九十萬元，一般性傷害的成本約為五百八十萬元，所謂永久性傷害定義為因傷害造成需三個月以上在家休養無法外出工作者（該研究的死亡成本約九百五十萬元，該死亡成本值低於永久性傷害的成本，其推論基礎有待重新檢視。）。

陳立慧君等人以某教學醫院 1990 年住院及死亡個案為例進行相關成本研究，其研究結果為每人平均醫療損失為十三萬六千元，罹病損失為七十二萬元。陳振祥君等人曾對台北市汽車交通事故傷害進行醫療費用分析，其研究結果為：平均每人的醫療費用為六萬二千四百元。陳建立

君等人以高雄市頭部外傷為例進行頭部外傷成本分析，該研究的直接與罹病成本分析結果指出，重度頭部外傷的成本為七十二萬元，中度頭部外傷的成本為四十三萬元，輕度頭部外傷的成本為十七萬元。

國外相關資料方面，李克聰君等人論文中所收集的紐西蘭資料顯示，紐西蘭死亡成本為紐西蘭幣二百六十萬元（約新台幣四千萬元），重傷成本為紐西蘭幣四十六萬元（約新台幣七百萬元），輕傷成本為紐西蘭幣五萬八千元（約新台幣九十萬元）。張新立君等人所提供英國環境運輸區域部（DETR）所公佈的公路肇事防止之重傷統計生命價值為 0.125 百萬英鎊（約新台幣六百三十萬元），輕傷統計生命價值為 0.012 百萬英鎊（約新台幣六十萬元）。

上述研究均可作為訂定我國交通事故受傷成本之參考，惟仍需先探討受傷成本應包括的受傷成本項目，提出各項目的成本值，並考慮受傷類別與等級。

表六 受傷成本彙整表

| 作者                         | 國家  | 每個人的受傷成本（新台幣）  |
|----------------------------|-----|--|
| 陳高村君等人                     | 台灣  | 永久性傷害成本約為一仟六百九十萬，一般性傷害的成本約為五百八十萬元。                               |
| 陳立慧君等人                     | 台灣  | 醫療費用為十三萬六千元，罹病損失為七十二萬元。  |
| 陳振祥君等人                     | 台灣  | 醫療費用為六萬二千四百元   |
| 陳建立君等人                     | 台灣  | 直接成本與罹病成本之總和：<br>重度頭部外傷的為七十二萬元，<br>中度頭部外傷為四十三萬元，<br>輕度頭部外傷為十七萬元。 |
| 李克聰君等人引用紐西蘭之文獻             | 紐西蘭 | 重傷成本約七百萬元，<br>輕傷成本為九十萬元。   |
| 張新立君等人提供之英國 DETR 的資料（1998） | 英國  | 重傷成本約六百三十萬元，<br>輕傷成本為六十萬元。                                       |

註：本表不考慮貨幣價值的年期問題

## ► 車損成本

至於車損成本方面，現有的研究非常的少，僅有陳高村君等人與陳建立等人的研究此一成本項目，其研究結論如表七所示。陳高村君等人

的研究結果為：汽車之平均毀損損失約為十五萬元，機車則約為一萬五千元。陳建立君等人的研究結果為：重度頭部外傷的為五千六百元，中度頭部外傷為二萬四千元，輕度頭部外傷為六千六百元（惟需說明為何重度頭部外傷的車損成本最低）。

表七 車損成本彙整表

| 作者     | 國家 | 每部車的車損成本（新台幣）                            |
|--------|----|--|
| 陳高村君等人 | 台灣 | 汽車之平均毀損損失約為十五萬元，機車則約為一萬五千元。              |
| 陳建立等人  | 台灣 | 重度頭部外傷的為五千六百元，中度頭部外傷為二萬四千元，輕度頭部外傷為六千六百元。 |

### ► 公共設施成本

由連錫卿君等人的論文可知，與公共設施損壞求償有關的相關法規包括民法及下列行政命令：

- 一、高速公路交通管制規則
- 二、國營事業逾期欠款債權催收款及呆帳處理有關會計事務補充規定
- 三、國道高速公路交通設施損壞處理要點
- 四、高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業規定

目前索賠金額僅含設施損壞修復費用，而並未將辦理索賠之行政費用、設施損壞對他人之影響費用等納入索賠金額中。未來可再進一步探討公共設施損壞求償的範圍及金額。

### ► 行政處理成本

行政處理成本彙整資料如表八所示，曾平毅君等人的論文以民國 87 年台中市之交通肇事逃逸案件資料，求得平均每件已破案交通肇事逃逸案件之警察行政成本的額外支出為六千四百六十五元，每件未破案交通肇事逃逸案件之警察行政成本的額外支出為一萬五千一百七十五元。該篇文章的文獻中並提供 Elvik 的分析結論，1991 年挪威每件交通事故之行政成本佔每件事務總成本的比率：死亡事故為 0.3%（約新台幣十八萬元），非常嚴重受傷為 1.2%（約新台幣二十七萬元），嚴重受傷為 1.8%（約新台幣十四萬元），輕微受傷則為 9.8%（約新台幣七萬元）。該篇文章亦

提供 Al-Mashakbeh 等人研究的約旦警察行政成本，其成本值較 Elvik 的分析結果低很多。目前我國尚缺乏警察行政成本估算的研究，該課題亦是未來需再進一步進行探討的。

表八 行政處理成本彙整表

| 作者                            | 國家 | 每件事務行政處理成本（新台幣）  |
|-------------------------------|----|--|
| 曾平毅君等人                        | 台灣 | 已破案交通肇事逃逸案件之警察行政成本的額外支出為六千四百六十五元，未破案交通肇事逃逸案件之警察行政成本的額外支出為一萬五千一百七十五元。 |
| 曾平毅君等人引用 Elvik 的研究資料          | 挪威 | 死亡事故為十八萬元，<br>非常嚴重受傷為二十七萬元，<br>嚴重受傷為十四萬元，<br>輕微受傷為七萬元。               |
| 曾平毅君等人引用 Al-Mashakbeh 等人的研究資料 | 約旦 | 死亡事故為三千四百元，<br>受傷事故為一千五百元，<br>財損事故為二百元。                              |

### ➤ 違規成本

本論文集在違規成本探討方面共有三篇論文，由劉建邦君之研究成果可知，小汽車交通違規行為的嚴重程度排序為：1.闖紅燈、2.酒醉患病駕車、3.超速行駛、4.違規超車、5.無照駕駛、6.爭道行駛、7.高速公路行駛路肩、8.裝載違規、9.違規轉彎、10.違規迴車、11.違規停車。而目前「道路交通管理處罰條例」所規定的處罰標準，與本研究所得到的違規嚴重程度仍有部分差距，例如闖紅燈的嚴重程度明顯的高於裝載違規，但是闖紅燈罰金的額度（新台幣 1,800~3,600 元）卻低於裝載違規（新台幣 3,000~9,000 元），可見目前違規行為的罰金額度與民眾所感受的嚴重程度並不一致，有必要重新檢討目前違規的罰金額度或需加強民眾道路危險性教育。

羅孝賢君的論文提出違規停車罰鍰水準應依時（尖、離峰）、依地（市、郊區）或依路（主、次要道路）分別制訂之。曾平毅君等人的論文針對違規停車行為特性提出訂定罰鍰金額的計算模式，該模式考量的因素包括：違規停車類型（共七類）、時間（尖、離峰）、區位（市、郊區）、道路（主、次要道路）及車種（大型車、小型車、機車）。依該建議的違規

停車裁罰計算模式，大型車在市區、尖峰時段之快速道路尾端的交叉路口隨意停車的罰鍰金額約為新台幣五千五百元（目前違規停車罰鍰金額為新台幣 1,200~2,400 元）。

交通違規行為雖不一定會導致交通事故，但其隱藏的危險性是不容忽略的，如酒醉駕車及闖紅燈等危險的駕駛行為。除了危險性，交通違規行為亦會導致道路行駛環境變差，讓其他道路使用者覺得很不舒服，甚至有惡性循環的駕駛行為，因此，交通違規社會成本值的探討需要周延地考慮違規行為的影響。目前我國交通違規行為之社會成本值訂定社的相關研究非常少，尚有許多議題需要繼續努力，本論文集的三篇相關論文的方法及結果可做為未來研究的參考。

## ► 教育

就如同連錫卿君等人在其論文中的呼籲，目前撞壞道路上的公共設施是必須賠償的，但是用路人對於公共設施損壞的賠償問題普遍概念不足，大都是碰到了才知道必須賠償。因此，必須加強宣導與教育的工作，以加強民眾對於交通事故及交通違規之社會成本的認知。

## ► 法規

本論文集許多文章包括了各議題的相關現行法規的規定及可能的問題，韓毓傑君之論文特別針對道路交通事故所可能衍生的民事、刑事、行政責任與救濟方式進行探討，並提出若干建議，供作有關單位立法（修法）決策之參考。

此一社會成本之立法求償是未來執行面很重要的工作之一，以期能以實際求償金額及嚴格執法來規範民眾的駕駛行為，此一議題有待學者專家們繼續投入相關的研究。

本論文集並無論文探討求償金運用之子題，期望相關的學者專家們投入相關的研究工作，以使交通事故與交通違規社會成本之相關工作更加完備。

## 四、情境案例分析

雖然目前交通事故與交通違規之社會成本推估未臻成熟，為讓大家對交通事故與交通違規的社會成本推估值有一初步的概念，在此綜合本研討會論文的國內現有各項成本推估值資料，計算二虛擬案例之社會成本值，分別說明如下。

### 情境案例一：

假設某人於下午尖峰時段在市區雙排停車 15 分鐘，造成增加延滯 100 車小時，假設每部車的平均乘載率是 7 人（包括公車等車種），若以本論文集最低每小時的旅行時間價值 82 元（藍武王君等人論文引用之交通部統計處之旅運時間價值調查報告）為增加延滯的時間成本，則該違規事件增加他人的延滯時間成本約為六萬元。若以本論文集最高每小時的旅行時間價值 470 元（蕭銘雄君之研究結果）為增加延滯的時間成本，則該違規事件的增加延滯時間成本約為三十三萬元。

### 情境案例二：

假設中山高速公路圓山交流道與台北交流道間南下路段於上午 7:30 發生一人死亡一人受傷住院二個月的單車撞交通設施之事故，3 車道僅餘 1 車道可通行，警察於 20 分鐘後到達，封閉 1 車道，餘 2 車道可通行，事故處理時間（局部通車時間）為 30 分鐘。該事故所造成的延滯時間較平常延滯增加約 4,400 車小時，假設上午尖峰大客車的平均乘載率是 20 人/車，其餘車種的平均乘載率是 1.8 人/車，則增加延滯約為 9,500 人小時（詳細的交通衝擊計算方式及數值等相關資料，請參考藍武王君等人之論文的案例資料，本論文集第 112 至 114 頁。）。

另假設該事故撞毀的公共設施包括：金屬護欄 6 片、護欄枕木 6 塊、鋼筋混凝土欄柱 14 支、標誌牌 2 面、以及車輛偵測器 1 台，該事故的設施損壞修復費用約為八萬元（詳細計算資料請參考連錫卿君等人之論文的案例三資料，本論文集第 353 至 354 頁）。

表九彙整此一虛擬案例的社會成本資料，包含的成本項目計有：增加的交通延滯量、死亡、受傷、車損、公共設施損壞及行政處理等成本，若以本論文集各項目最低的成本值估計，則該事故之總社會成本為七



百五十六萬元。若以本論文集集中各項目最高的成本值估計，則該事故之總社會成本為一億三千零六十七萬元。(上述成本值尚未考慮污染與油耗等成本項目。公共設施成本僅考慮設施損壞修復費用。行政處理成本並無國內相關資料，因而採用挪威資料。)

表九 情境案例二之社會成本彙整表

| 社會成本項目                  | 最低成本值<br>(資料來源)                    | 最高成本值<br>(資料來源)                    |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 增加交通延滯 9,500 車小時        | 77 萬元<br>(82 元/人小時，<br>交通部統計處)     | 446 萬元<br>(470 元/人小時，<br>蕭銘雄)      |
| 污染油耗成本                  | (未估計)                              | (未估計)                              |
| 死亡成本                    | 553 萬元<br>(陳立慧君等人)                 | 12000 萬元<br>(薛立敏君等人)               |
| 受傷成本                    | 85 萬元<br>(陳立慧君等人)                  | 580 萬元<br>(陳高村君等人)                 |
| 車損成本                    | 15 萬元<br>(陳高村君等人)                  | 15 萬元<br>(陳高村君等人)                  |
| 公共設施成本<br>(僅考慮設施損壞修復費用) | 8 萬元<br>(連錫卿君等人)                   | 8 萬元<br>(連錫卿君等人)                   |
| 行政處理成本<br>(採挪威資料)       | 18 萬元<br>(曾平毅君等人引用<br>Elvik 之研究結論) | 18 萬元<br>(曾平毅君等人引用<br>Elvik 之研究結論) |
| 總計                      | 756 萬元                             | 13067 萬元                           |

## 五、小結

為提昇道路交通安全水準，讓肇事者及違規者知道個人的行為將造成龐大的社會成本，而能自主地遵守交通法規，本所特以『交通事故與交通違規之社會成本推估』為主題舉辦此次的研討會，本研討會共收集 25 篇論文，涵蓋的研討議題相當廣泛，包括社會成本的意涵、員警處理程序、社會成本項目、社會成本貨幣化、交通違規的社會成本、社會成本的宣導及法規面之探討等議題，這些文章的內容相當豐富，可提供相關學者專家們各相關議題之研究現況的資訊，然仍有許多後續研究議題需要相關領域的學者專家們繼續努力，例如：尚須明訂社會成本的細項目；

事故處理時間缺乏客觀衡量值；交通影響成本（包括延滯量、污染量與油耗量）計算之輸入項目多，需考慮影響因素之資料取得的難易度，訂定出簡單且無資料取得問題之交通影響估算模式；目前仍缺乏速度降為零的各種污染值，以及各種污染之成本值；不同研究所得之成本推估值不同（如死亡、受傷、車損與時間價值等成本值），這些議題仍需以交通事故與交通違規之社會成本值及求償主題進行探討，以獲得客觀且合理的社會成本求償值，此外，受傷成本值之估算需考慮受傷的類別與等級，車損成本值之估算需考慮車種及損壞程度；公共設施損壞成本尚需加上行政處理等成本；尚缺乏警察行政處理成本之探討；違規之社會成本的探討較少，許多相關議題仍需要加強；如何立法或修法以要求交通事故與交通違規的人負擔此一社會成本。

本研討會所收集的論文是未來相關研究的重要參考，希望透過相關領域的學者專家們的繼續努力，以期未來不僅能夠訂定出客觀合理的交通事故與交通違規之社會成本估算模式，更能透過教育與執法的方式改善交通秩序並促進交通安全。

子曰：「道之以政，齊之以刑，民免而無恥；  
道之以德，齊之以禮，有恥且格。」

# 「交通事故與交通違規造成死亡、受傷、財物損失成本之推估」論文彙整

中華經濟研究院研究員 薛立敏

## 一、緣起

交通事故造成肇事者或他人的死亡、受傷及財物的損失，是交通事故最直接可見的損失，因此相對於事故造成的旅行延滯成本、污染油耗等成本在資料的取得與研究方法上都比較沒有爭議，也比較容易推估到全體的損失。然而即使如此，對死亡、受傷及財物損失的估計，仍包含了許多的問題與可能低估的因素。本文對本研討會有關死亡、受傷及財物損失（第三研討主題）的七篇論文就其研究方法、估計結果做進一步的比較與彙整，希望能有助於釐清相關估計造成差異的原因。

## 二、醫療費用

在受傷的醫療費用方面，陳立慧、陳振祥、陳建立等人或利用問卷調查方式直接詢問當事人，或以健保局或就診醫院的紀錄來取得資料，陳高村對於醫療費用的推估則是引用他人的研究成果，這些都可以算是資源利用計算法。醫療費用的計算雖然是在理論上比就沒有爭議的，但是在實際運作上，仍會有困難。在直接的醫療費用上，如果僅使用健保給付記錄或醫院就醫記錄會漏失自費的部分，因此，陳建立等人也利用問卷調查取得當事人的其他花費。

在計算平均每人醫療費用時，會因為研究對象的不同及樣本的大小而有不同的結果。陳立慧等人及陳振祥等人均計算出平均每人的醫療費用，前者為 13 萬 6 千元，後者為 9 萬 6 千元，兩者相差 41.6%。但是陳立慧文中自己認為因受研究醫院特性的影響，可能會傾向嚴重度較高，所以在受傷者平均損失上可能有高估的情形。而陳振祥文在門診費用的估計方面則僅是以占總醫療支出 35% 粗略的估計。陳建立等人僅以頭部外傷的治療費用來估計，且分輕微、中度及重度三類。陳高村的估計分為死亡、永久性傷害及非永久性傷害三類。這兩個估計並未加以加權平均，算出平均數，所以無法與前兩個估計相比較。

嚴重程度的分類每個報告也不相同，陳立慧、陳振祥兩文並未區分嚴重程度，而陳建立、陳高村兩文的分法並不相同，到底哪一種分類較為合理可行，亦有待進一步的探討。

因此，即使在估計方法上最沒有爭議的醫療費用方面，仍有需要進一步的以全國性的代表性樣本，重新作一次估算，按受傷的嚴重程度非別算出所需醫療費用，再算出全樣本的加權平均。有這樣的數字之後，配合每年車禍受傷與死亡統計就很容易可以推算到全體每年因交通事故所損失的醫療成本了。

### 三、罹病與死亡成本

有關罹病與死亡成本方面，陳立慧、陳建立、陳高村三文皆以人力資本法推估台灣地區因交通事故造成受傷或死亡，在生產力上所造成的損失。陳建立的推估中還包含了照顧者的損失。以受傷來說，以陳建立的估計最低，以重度頭部受傷來說，僅 325.4 千元，陳立慧的估計居中是 720 千元，陳高村的估計最高，他對永久性傷害的估計是 9,375 千元，對非永久性的傷害是 5,562 千元。估計差異的因素，包括樣本年份的不同，對象的不同與折現率的不同。陳高村的研究是 1998 年，與陳立慧的 1990 年相比薪資已有 65% 的成長<sup>1</sup>。以折現率來說，陳立慧文受傷生產力的損失在折現率是 8% 時是 720 千元，折現率是 5% 時，估計值增加到 1,030 千元。

人力資本法最大的問題是未包括經濟以外的精神損失，即健康本身對當事人及親人不可取代的價值。此一問題，上述三位作者在文中也都承認，因此，他們都強調，人力資本法所估計的損失，只是最下限的估計。

以人力資本法來估計死亡的成本問題更大。以人力資本法來估計死亡與永久性傷害的成本其所獲之結果是非常相近的（見陳高村文）。其實，如純以經濟損失來看，成為重殘需要高昂的照顧成本，其經濟損失可能要較死亡還要高許多，但是生存本身的意義卻完全被忽略了。所以以人

---

<sup>1</sup> 以製造業平均每人每月薪資來看，1990 年時是 22048 元，1998 年是 36436 元，成長 65%。（主計處，台灣地區薪資與生產力統計月報）

力資本來估計死亡成本，比受傷的估計就更要低估了。

以人力資本法估計死亡成本的有陳立慧等，估計值 5,530 千元；陳建立等，11,060 千元；陳高村等，9,532 千元。而薛立敏等以 1998 年的資料以願付價值法所估計的生命價值則是 120,000 千元。比以人力資本法所估計的要高出 10 倍。

願付價值法是以個人面對極小危險時的反應，來推算一僅具統計意義的生命價值，雖然在理論上較人力資本法更具說服力，但是在實證估計上所面臨的問題則較人力資本法為多。不同的對象、資料、函數形式等所估計的值都會有極大的差異。如蕭代基等文中引用 Viscusi 回顧了 23 篇各先進國家以願付價值法所估計的生命價值，其值從 500 千美金到 1,6200 千美金（約台幣 1800 萬到 4 億 8 千萬），差異達 32 倍。以台灣地區的資料以願付價值法所估計的生命價值，依薛立敏等文中所引用者，為從 16,000 千元至 95,000 千元台幣，差異亦達 6 倍。

綜上所述，有關罹病成本與死亡成本的估計亦還沒有定論，有待學者的繼續努力。

茲將本研討會與受傷與死亡成本相關的估計數字彙整於表一。

#### 四、財務損失估計

相對而言，本研討會的論文在交通事故財物損失方面的討論並不太多。陳高村等依車輛廠牌、年份、市價、折舊及殘值等估計交通事故平均汽車的損失是 151 千元，而機車的損失是 15 千元。陳建立等人則是針對頭部外傷者估計其財物損失。頭部輕傷者的損失是 6,634 元，中度受傷者是 24,030 元，重度受傷者 5,605 元。中度受傷者的損失反而較重度受傷者為高，顯示樣本的代表性可能有所不足。

連錫卿等人則以 1997 及 1998 兩個年度向肇事者索賠的金額當作是高速公路交通事故造成道路交通設施損害的估計。86 年的損失金額是 22,694 千元，87 年是 16,088 千元，兩年金額相差 41%。連文中說明索賠之行政費用及設施損害對他人影響尚未包括在內。另外，高速公路之外其他道路交通事故對設施的損害則沒有論文加以討論。

曾平毅等人對肇事逃逸所增加的警察行政成本加以估計，他以民國 87 年台中市逃逸案件來加以分析，有破案者行政成本為 6465 元，沒破案者為 15,175 元。推估台中市全年的成本為 8,635 千元。此外，曾文中估計在正常情況下每件事務處理時間為 4 小時，警力平均時薪為 189.1 元，警

車使用成本爲人事費之 0.31%，則正常情況下的處理成本爲 759 元。然而曾文中僅將警車的保養與使用成本包含在內，平均每車每月 7472 元，而未將金額很大的折舊包含在內，警政的其他成本也未包括在內，因此，曾文對交通事故的處理成本的估計應該也是低估的。

茲將有關交通事故財物損失的估計數字彙整於表二。

## 五、結語

從上面的彙整報告看來，本研討會對於交通事故的成本已經有了很好的開始。在方法論方面，除對受傷與死亡的損失有人力資本法與願付價值法的爭議之外，其他方面，並沒有重大的歧異。然而在實際估算時，可能受到資料蒐集、樣本選擇、參數假設等的影響，估計結果仍會有不少的差異。此次研討會，應該可以對這些小的歧異達成共識。希望在主辦單位的支持之下，不久的未來與會的學者專家們能夠對台灣地區交通事故所造成的損失有一個更全面性與更精確的估計。

表一 交通事故受傷與死亡成本

| 研究者  | 研究方法             | 研究對象與資料來源   | 平均每人醫療費用                                | 平均每人罹病與死亡損失估計   | 推估全體                                   | 低估因素                |
|------|------------------|---|---|---|--|---------------------|
| 陳立慧等 | 人力資本法<br>資源利用計算法 | 1990年某教學醫院因車禍受傷住院者問卷追蹤                                | 136千元                                   | 受傷者：720千元<br>死亡者：5,530千元<br>(8%折現率)   | 全台灣：1,100億                             | 人力資源法<br>未顧及經濟以外價值  |
| 陳振祥等 | 資源利用計算法          | 1995年7月至1996年6月台北市交通事故肇事記錄及健保局給付記錄                    | 住院：62.4千元<br>門診：33.6千元<br>合計：96千元       |   | 全台北市<br>住院：3.83億<br>門診：2億<br>合計：5.83億元 | 未報案者                |
| 陳建立等 | 資源利用計算法<br>人力資本法 | 1991年7月至1992年6月高雄市頭部外傷患者(15~16歲)治療費用取自就診醫院、其他花費來自追蹤訪視 | 輕微：65.2千元<br>中度：238.6千元<br>嚴重：394.9千元   | 輕微：98.2千元<br>中度：192.2千元<br>重度：325.4千元<br>死亡：11,060千元<br>(包括照顧者的損失)<br>(6%折現率) | 全高雄市：3,006人<br>合計39億                   | 人力資本法<br>未顧及經濟以外價值  |
| 陳高村等 | 人力資本法            | 1997年至1998年AI類(死亡與重傷害)交通事故14,241當事人抽樣調查               | 死亡：16千元<br>永久性傷害：7,529千元<br>非永久性傷害：48千元 | 死亡：9,532千元<br>永久性傷害：9,375千元<br>非永久性傷害：5,562千元                                 | 全台灣每年死亡6000人，受傷20萬人<br>主體成本：1兆2千億      | 推估全體時<br>未使用永久性傷害數據 |
| 薛立敏等 | 願付價值法<br>特徵工資模型  | 台灣地區1998年人力運用調查及勞保局職業傷害發生率                            |   | 生命價值：1億2千萬元   |  |                     |

表二 交通事故之財物損失估計

| 研究者  | 財物種類         | 平均損失                                    | 研究對象及推估方法                                     | 研究年份           |
|------|--------------|---|---|----------------|
| 陳高村等 | 汽車<br>機車     | 151 千元<br>15 千元                         | 依車輛廠牌、年份、市價、折舊等推估而得                           | 1997 年至 1998 年 |
| 陳建立等 | 車輛修理及報廢損失    | 輕微：6,634 元<br>中度：24,030 元<br>重度：5,605 元 | 對頭部外傷者追蹤訪視                                    | 1991 年至 1992 年 |
| 連錫卿等 | 高速公路設施損害修復費用 | 86 年：22,694 千元<br>87 年：16,088 千元        | 向肇事者索賠金額、行政費用及設施損壞對他人影響未包括在內                  | 1997 年至 1998 年 |
| 曾平毅等 | 肇事逃逸警察行政成本   | 有破案：6,465 元<br>沒破案：15,175 元             | 台中市 87 年逃逸案件，破案：540 件；未偵破：339 件。推估全體 8,635 千元 | 1998 年         |



# 主題一

## 社會成本介紹 及 事故處理程序



# 交通事故與交通違規事件社會成本之意義與 成本內部化之效率與公平性

吳珮瑛\*

## 摘 要

一則交通事故與交通違規事件對社會整體所造成之損害，不僅是肇事雙方所付出的醫療與車輛財產之損毀成本，因此一交通事故而加諸於肇事者之外的社會所有其他成員身上之各種損害，對社會整體而言亦是一種成本，此一成本必須視為社會所有成員為此一交通事故所支付的花費，或對未獲得收入的一種損失衡量。

在此一認知下，本文由交通安全改善之願付價值、負面外部效果之內涵與交通運輸投資計畫效益等三種不同角度，分析探討交通事故與交通違規事件所產生之社會成本的意涵。進而，由規劃最佳道路流量設計之效率性，與肇事者應承擔社會成本之公平性觀點，討論肇事者未適當承擔此一成本的影響。

**關鍵詞：**內部化、願付價值、補償原則

## 壹、前言

每天在車水馬龍的大街小巷裡，總會發生嚴重程度大小不一的交通事故與違規事件，有些事故通常會在肇事雙方的一翻臉紅脖子粗之後隨即散去，有些在雙方的怒目相向、一陣拳打腳踢之後仍於事無補，此時則有勞警察人員主持公道，更嚴重時恐怕則需警察處理人員之傷亡、車輛損毀等鑑定工作。無論事故之嚴重程度，無論處理過程的簡單或繁瑣，交通事故一旦發生，對肇事者與相關當事人之傷害已經造成是無庸置疑的，只是傷害程度大小而已，這些傷害一般明顯可見的是受傷者的醫療、急救支出或

---

\* 台灣大學農業經濟學系教授  
聯絡：  
吳珮瑛  
台灣大學農業經濟學系  
台北市羅斯福路四段 1 號  
Tel: 2363-0231 轉 3084  
Fax: 2362-8496  
e-mail: piwu@ccms.ntu.edu.tw

交通工具之損壞等等。

然而，這些成本是否完整涵蓋了一起交通事故對社會整體的影響，相信一般人普遍是不會同意的。當交通事故特別是違規事件是發生在趕時間的上下班尖峰時刻，或者是發生在狹窄的巷道裡，加上一些人喜看熱鬧的心態下，對原本就狹窄的通路，無疑雪上加霜，來往的人勢必急如熱鍋上的螞蟻、氣得咬牙切齒，深恐上班遲到而被扣薪水，車輛開開停停對車子恐怕亦是一種損傷。所有這些由事故當事人之外的人所承受的不便與實質損失，如果折換成金額未必小於肇事雙方所支付的醫療費用與交通工具之損壞。

肇事雙方明顯付出的醫療與車輛財產之損毀成本，無疑是他/她們所應付的成本，然而由於此一交通事故而加諸於他/她們之外的所有其他人身上的各種損害，對社會整體而言亦是一種成本，此一成本必須視為社會所有成員為此一交通事故所支付的花費，或對未獲得收入的一種損失衡量。

因此，瞭解此一社會成本之意涵是重要的，是故本文之目的擬由不同角度分析探討交通事故與交通違規事件所產生之社會成本之意涵，進而，由效率性與公平性之觀點，討論肇事者未適當承擔此一成本的影響。

## 貳、社會成本之意義

### 1. 交通安全改善之願付價值

對於交通事故造成之成本，若只計算與事故最直接相關人員之傷害與交通工具財產之損失，如此將只涵蓋已發生事故對社會的影響。這些成本無法包括個人期待能存活更長久，更未能反應個人希望藉由交通安全的改善而保障生活品質所能獲得的效益(National Safety Council, 1997)。也就是說，只包含人員傷害與車輛財產損失的成本，並不能完全涵蓋人們對交通安全改善的願付價值(willingness to pay, WTP)，亦即，願付價值是人們對減低損害(damage)之發生，所反應出來的一種願意花費代價的表現。

以交通事故與意外事件所造成的影響而言，其對社會造成的損害，除了與事件直接有關人員之傷亡與車輛損毀等物質性的破壞之外，因事故帶來的影響尚不僅於此。譬如，事故的發生經常會造成交通的阻塞，其他車輛與人員因此必須停滯等待，上班可能因此而延誤，大批車輛在停開之間的油料耗費，等待人員此時直接曝露於污濁空氣中，對身體健康的不良影響，其代價並非如物質性之損毀顯而易見。此外，為處理事故與違規事件所須動用的警力與各種行政資源等等，都應屬於此一事故所帶來的損害。

如果進一步將事故產生的間接影響涵蓋在內，則交通事故對社會造成的損害層面將更為廣泛。例如，事故受傷人員與損害車輛如果有保險，私人保險公司可能因此而有一筆損害賠償支出，事故傷亡人員所需的醫療支出，在目前的全民健保制度下，亦是對其他所有保險人的一種負擔。又受傷人員若是有工作者，由於此一事故而必須調整其工作，其所屬公司之生產力因此多少亦會受波及。

由此可知，如果只以受害人員之醫療費用與車輛損害之財產損失做為交通事故帶來之成本，明顯地將低估其影響。這些成本不僅是不完整，且在某些狀況下會有不合理的現象發生。比如，如果事故的傷亡人員是一個領救濟金過活的人，如果該人因一起事故而過世，社會自此可免於支付此一救濟金，此人的死亡是否就可以不計入事故成本，甚而可計為社會的效益，果真以此觀點估算而得事故成本恐怕難以被接受(Field, 1994)。故而，以願付價值做為評估社會因此一事故所造成之成本不僅較完整，且願付價值是人們所表現出為了避免事故發生，而對可能帶來各種損害的一種願意支付額度，這些支付額度當然包含所有前述提及的各種直接與間接的損害。過去許多研究證據顯示，以願付價值表示為降低損害所帶來的效益之衡量結果，遠大於簡單直接的成本計算(Cropper & Freeman III, 1991)。

由前述的分析說明可知，以最直接明顯可見的醫療與交通工具之損毀，做為交通事故與意外帶來的總成本是不完整且有偏誤，這些成本不僅無法顯示社會整體為此事故所付出的代價，更重要的是，這部分的成本無法充分反應出人們希望由交通安全的改善，而對生活能有進一步保障所獲得的效益。

## 2. 負面外部效果之內涵

除此之外，可以由另一個觀點來剖析，何以用支付於交通事故肇事者與該事故有關的其他當事者之醫療費用及車輛財產損毀之總成本，不能做為衡量社會整體因此一事故所發生的損失與付出的代價。由前述以交通事故所造成之損害，應使用願付價值來衡量之說明中得知，事故發生後所產生的影響，不只來自與肇事者直接相關的種種支出，許多的影響更是因此一事故間接而來。比如前一節提及的交通壅塞、空氣污染與生產力的影響等等，均不是由事故有關的當事人完全承擔，這些不良影響有部分甚或全部，是加諸於他/她們之外的社會其他成員身上，此種現象稱之為外部性(externality)。

由此可引伸得知外部性的意義是指，一個個體的福祉或滿足程度(經濟

學家稱之為效用,utility)不只來自於其自身的活動,尚且受制於其他個體之行爲與活動。此種效果亦稱為外部效果(external effect)或第三人效果(third party effect)。外部效果有正面與負面,就交通事故造成對當事人之外的影響可說完全是負面的,因此是一種負的外部效果(negative externality)。相對於當事人所承擔的醫療與車輛財產損失成本,社會其他成員無辜承受的所有負面影響稱之為外部成本(external cost),當事人所承擔的所有成本與外部成本的總和稱之為社會成本(social cost)。由此一角度再一次說明,交通事故所造成之成本即是此一社會成本。

是故,不論以願付價值的概念衡量由損害減少所獲得之效益的觀點,或是由事故發生對社會整體造成之損害或支付之代價的觀點來看,二者對交通事故綜合影響的詮釋結果有其一致性。

### 3. 社會成本的另種解釋

由此得知,損害的減少與代價的付出事實上是一體兩面,亦即效益與成本是一體兩面(Freeman III,1979),以交通事故對社會所造成的損害而言,即是社會整體因此一事件所必須支付的成本。然由另一個角度來看,如果不發生此一事故,即可免除為此一事件付出任何代價,不論此一代價由誰付擔,避免此一事故社會整體即可由此獲得效益。

由此觀之,將交通事故所造成之成本的增加視為效益(benefit)減少之意涵可知,只包含醫療支出、交通工具損壞,甚而死亡者生命價值的成本,顯然無法完全反應為避免此一事故或意外發生所帶來的效益。然而,此種效益的衡量對於開發中地區與國家尤其重要,在這些國家,交通事故發生有比較大的可能是來自不良道路之規劃與設計,設計良好之高品質道路與高速公路之興建,並配合各種交通法規之執行,交通事故通常會因此而降低(Adler,1987)。是故,以醫療支出、交通工具損壞,及死亡者生命價值評估而得之成本,做為衡量道路興建與運輸投資計畫之效益勢必會有低估的現象。因而,評估一個涵蓋完整的交通事故與交通意外之成本,乃有助於正確估算衡量運輸投資計畫之效益。

評估衡量運輸投資計畫乃屬公共部門投資的一部分,而成本效益分析(benefit cost analysis, BCA)則是分析公共決策的重要工具,成本效益分析是以社會整體之觀點與角度,訂定有關大眾之政策與措施。此處所謂的社會可以由三個不同角度來解釋(Brent, 1996)。首先,社會是代表計畫所評估的不只包括受計畫直接影響的個體,而是指社會當中的所有成員。再者,社會的概念乃認為分配效果應包括在經濟效率(economic efficiency)的考量

之中，沒有顧慮到分配效果所完成的並非完整的評估。最後，計畫或政策影響與市場有關之財貨，其價格通常不是一個能代表計畫產生之利得或損失的良好指標，完整影響的衡量應由市場價格做某種的調整，甚至需包括市場沒有紀錄或記錄不完整的所有利得與損失。運輸交通計畫對社會的影響，在此三個層面上都有直接間接的牽連，完整社會成本正反應了此三種考量的一項指標。

成本效益分析既然是用來分析有關公共措施與計畫的工具，則必須瞭解此一分析工具所依據的原理原則，方知以此一工具決定社會整體對資源運用之合理性。成本效益分析基本上乃隱含社會整體是追求一個社會最大產出值(maximum value of social product) (Randall, 1987)，亦即追求一個社會整體最大的滿足程度或福利。然而，在此種原則下個人可能因計畫之執行而獲利或受害，但只要獲利之總和大於受害之總和，社會整體即可說因此一計畫而受益。故而，社會要確定是否值得執行特定道路之改善計畫，評估正確且完整的效益訊息是必要的。

### 參、外部成本內部化之必要性

#### 1. 最佳道路流量設計之依據

綜合前述得知，由各人實際支付之成本，只涵蓋了醫療與車輛財產損失計算所得之成本是不完整的。此外，事故的發生不論是肇事者之過或有其他因素，事故一旦發生，直接相關當事者加諸於其他人身上的負擔於焉造成。因此，站在社會的立場，事故帶來之總損害是當事人實際支付與其他他人負擔之和。誠然，每個事故發生的原因不一而足，一起交通事故之社會成本依交通事故與違規的嚴重性、事故處理所需時間之長短及品質、地區與道路特性、及事故發生當時交通的擁擠程度而有別，故而，欲估算出各個事故的社會成本並非易事。

在此將不討論如何估算各種類型之交通事故的社會成本<sup>1</sup>，此處所要強調的是，忽略考量完整社會成本對社會資源配置的影響。自 William Vickrey(1963)以來的經濟學家，對交通擁塞造成之問題即已提出解決之道，其中最為經濟學家所推崇的即是對容易阻塞之特定道路、橋樑與隧

<sup>1</sup> 尤於每個事故所包含的社會成本內容各不相同，因此無法一一列舉各事故成本估算之項目，然而，無論交通事故的類型，這些成本項目之估算，以牽涉受延滯時間成本、污染對人體健康、對其他動植物之影響、甚而人命價值之評估較具爭議。環境經濟學家在最近二十年之間發展了各種方法用於這些項目之評估，比較完整之討論可參閱 Freeman III(1993)和 Hanley 與 Spash(1993)等書。

道，依其擁塞程度而對使用者訂定所謂擁擠價格 (congestion pricing)(May, 1992)。此一理念對於理想交通流量達成的設計是，必須對每個使用者收取其應付之價格(費用)，然而付諸施行時，一則實際的操作運用成本過高，再則收費技術有相當之困難度，故而真正施行成功的例子遠不如理想預期的高(Arnott & Small, 1994)。雖是如此，此一概念在規劃各項交通運輸建設與道路改善計畫上，仍有一定的指引作用。

交通擁擠在道路一般正常的使用即隨處可見，如果遇上交通事故的發生擁塞更是無可避免。合理擁擠價格之訂定即是要讓每位使用者對於道路之使用，不僅知其個人所須支付的私人成本(private cost)，更要其納入由於他/她的使用，對其他人可能造成擁擠之不便所帶來的外部成本(external cost)，結合二者即可找出各道路使用最有效率(efficiency)之流量。因此，涵蓋所有這些成本即能做為規劃道路或橋樑流量大小設計的基礎。

一個包含私人成本  $P(C)$  及外部成本的社會總成本  $S(C)$  與道路使用之需求  $D$ ，所決定的合理流量如圖 1 所表示之流量  $F^e$ ，相對於只考慮私人成本的流量為  $F$ ， $F$  大於  $F^e$  表示道路設計時未考慮使用者對該道路流量潛在的負面影響，故而造成較高的交通流量，如此一來將使得事故發生的機率增加。

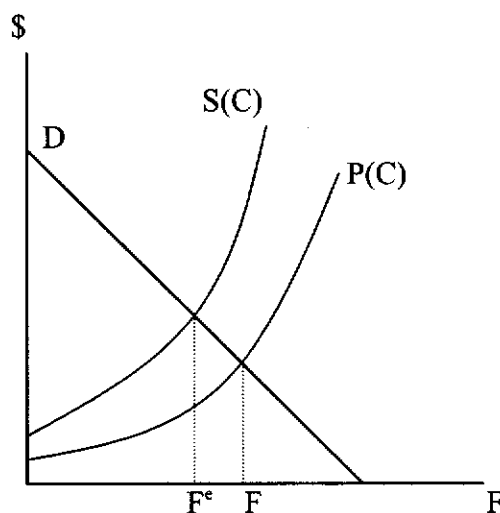


圖 1 考慮外部成本之最有效流量設計



如果在設計流量時即已將所有潛在的負面影響，並對任何交通事故一旦發生時可能衍生的各種成本包括在內，同時透過如收費等價格機制來達到流量的控制，則道路使用者可以選擇是否願意付出如此的代價以使用該道路。

根據過去的研究估算得知，在都會區之車輛使用所造成之外部成本，來自交通事故與意外所佔的比例約為 55% 至 73% 不等(Hanson, 1989; Khisty & Kaftanski, 1988)，這些是只包含事故本身所帶來最直接明顯的成本，如果涵蓋因事故而引起該地點之區域性空氣污染所帶來之健康損害，則交通事故造成的成本佔整體外部成本之比例將更高。而這些屬於社會成本部分的外部成本大小，即是在制定道路使用費(toll)或者稅率(tax)高低的一種依據(Arnott & Small, 1994; Decorla-Souza & Kane, 1992; Mohring, 1993; Walters, 1961)。由此可知，估算出正確的交通事故與一般正常狀況下的社會成本不僅重要更有其必要性。

前述此種將所有涵蓋交通事故可能造成之外部成本納入總成本，以做為道路設計、運輸工程規劃與道路使用訂價之根據的做法稱為外部成本內部化(internalization)。如果事故的發生與道路及號誌之不良設計有關，這種完整社會成本的考慮，能反應道路使用者對良好運輸設施之願付價值，因而可說是一種事前(ex ante)效益的顯示(reveal)。

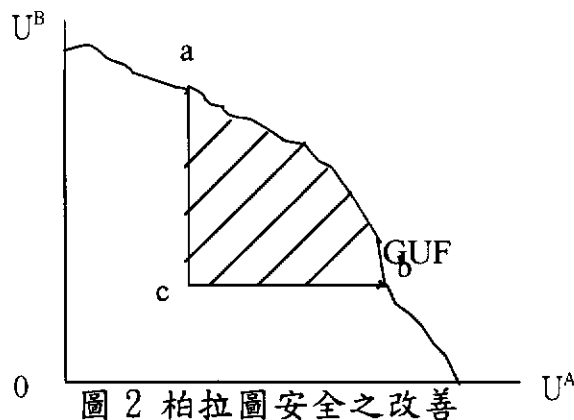
## 2. 肇事者承擔社會成本之公平性

然而，如果事故的發生確認是當事人之責，或者違規事件明顯的是駕駛人之錯，則對於此種事實已經發生的事件，肇事者事後(ex post)是否承擔應付的社會成本，對於社會其他受事故影響的個人(或任何對象)之損失截然不同。

由前述社會成本的另種解釋得知，降低一起交通事故對社會帶來之損害，可以視為社會整體由此獲得之效益，因此進行公共計畫之成本效益分析時，如果能區分出受損者該得到的補償，與造成損害者該付出的代價，即能以 Hicks-Kaldor 之補償原則(compensation principle)確定計畫之執行是否將帶來柏拉圖改善(Pareto improvement)。如果補償有發生或者說肇事者真正負擔了加諸於他人身上的成本，則此一計畫帶給社會的改善稱為柏拉圖安全 (Pareto Safety) (Randall, 1987) 之改善，此種改善在計畫執行後不會有人受損，即如圖 2 所示<sup>2</sup>的斜線面積所表示的範圍。圖中橫軸與縱軸分別

2 有關於此一圖形來源及相關之討論可參見 Boudway & Bruce (1984); Just, Hueth & Schmitz (1982); Randall(1987)與 Johansson (1991)等書。

代表 A 與 B 二人的滿足水準，斜線面積表示由原狀況 c 點變動至總效用邊界(grand utility frontier, GUF) ab 線段之部分，三者共同構成之範圍，是計畫執行且有補償之下，不會有人因計畫之執行而遭致損失的結果。



然而，有些(甚而大部分)的情況，並未真正有補償，如果沒有真正的補償，亦即計畫之執行帶給社會將只是一種潛在的改善，稱為潛在柏拉圖改善(potential Pareto improvement)，此時所強調的是所有效益之和，大於所需付出成本之總和。如果補償沒有真正執行，也就是說，事故的所有成本並未由肇事者承擔，則社會整體雖會因計畫的執行而潛在地變得更好，但由於事故肇事者並未承擔應付之成本，如此勢必會對某些人造成損失。

因而以補償原則雖能以效率面來評斷計畫之效益與成本的大小，但使用此一原則必須更加小心，因政策執行後若未有補償，部份人的損害將無可避免。因此，由事故肇事者承擔事故連帶而來的適當成本，不僅滿足效率性且符合這種不以他人之損害來成就某些人利得之公平原則。

## 肆、結語

本文由三個層面探討交通事故與交通違規之社會成本的意義，首先引進的一個概念是，完整的社會成本可做為個人對於改善運輸設施，或者由安全之交通運輸以獲得生活品質提升之願意支付的一種表現。再者，任一交通事故之直接當事者並未承擔所有事故所帶來之成本，是為一種負面外部效果的現象，由此產生的成本，加諸於當事人之外的所有其他人身上是一種無辜的承擔。最後，在效益與成本是一體兩面的概念下，對於可能來自道路不良設計所引起的交通事故，完整的社會成本可以做為成本效益分

析在評估衡量運輸計畫效益時的指標。

最後由效率與公平的觀點分析，讓民眾瞭解其行為對社會所產生的負擔，不僅可顯示出社會為降低此一總成本所能換得之損害的減少，以做為衡量避免事故再發生可能獲得之效益。同時，讓民眾明瞭肇事者若未承擔適當的社會成本，其間所隱含的不公平，是由其他所有無辜受事故影響人之犧牲，方得以換取其負擔之減輕。

## 參考文獻

1. Alder, H. A., 1987. *Economic Appraisal of Transport Projects: A Manual with Case Studies*. Revised and expanded edition. Baltimore, Ma.: The Johns Hopkins University Press.
2. Arnott, R. and K. Small, 1994. "The Economics of Traffic Congestion," *American Scientist*, 82: 446-455.
3. Boadway R. W. and N. Bruce, 1984. *Welfare Economics*. New York: Basil Blackwell Inc.
4. Brent, R. J., 1996. *Applied Cost-Benefit Analysis*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Pub. Co.
5. Cropper, M. L. and A. M. Freeman III, 1991. "Environmental Health Effects," in *Measuring the Demand for Environmental Quality*, edited by John Braden and Charles D. Kolstad. Amsterdam: Horth-Halland.
6. Decorla-Souza, P. and A. R. Kane, 1992. "Peak Period Tolls: Precepts and Prospects," *Transportation*, 19:293-311.
7. Field, B. C., 1994. *Environmental Economics: An Introduction*. New York: McGraw-Hill, Inc.
8. Freeman III, A. M., 1979. *The Benefit of Environmental Improvement: Theory and Practice*. The Johns Hopkins University Press.
9. Freeman III, A. M., 1993. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington, D. C.: Resources for the Future.
10. Hanley, N. and C. L. Spash, 1993. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. England: Edward Elgar Publishing Limited.
11. Hanson, M., 1989. "Automobile Subsidies, Land Use and Transportation Policy," Occasional Paper #32, Department of Urban and Regional

- Planning, University of Wisconsin. Cited by Decorla-Souza, P. and A. R. Kane, 1992. "Peak Period Tolls: Precepts and Prospects," *Transportation*, 19:293-311.
12. Johansson, P.-O., 1991. *An Introduction to Modern Welfare Economics*. Cambridge University Press.
13. Just, R. E., D. L. Hueth, and A. Schmitz, 1982. *Applied Welfare Economics and Public Policy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
14. Khisty C. J. and P. J. Kaftanski, 1988. "The Social Costs of Traffic Congestion During Peak Hours," Conference Proceedings, 3<sup>rd</sup> IRF Middle East Regional Meeting. International Road Federation, Washington, D. C. cited by Decorla-Souza, P. and A. R. Kane, 1992. "Peak Period Tolls: Precepts and Prospects," *Transportation*, 19:293-311.
15. May, A. D., 1992. "Road Pricing: An International Perspective," *Transportation*, 19:313-333.
16. Mohring, H., 1993. "Maximizing, Measuring, and Not Double Counting Transportation-Improvement Benefits: A Primer on Closed-and Open-Economy Cost-Benefit Analysis," *Transportation Research*, 27B: 413-424.
17. National Safety Council, 1997. "Estimating the Cost of Unintentional Injuries," <http://www.nsc.org/lrs/statinfo/estcost7/htm>.
18. Randall, A., 1987. *Resource Economics: An Economic Approach to Natural Resource and Environmental Policy*. Second edition. New York: John Wiley & Son.
19. Vickrey, W., 1963. "Pricing and Resource Allocation in Transportation and Public Utilities : Pricing in Urban an Suburban Transport," *American Economic Review*, 53: 452-465.
20. Walters, A. A., 1961. "The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highway Congestion," *Econometrica*, 29: 676-699.

## 反光車牌對車輛肇事影響之社會成本推估

李克聰<sup>1</sup> 劉冠汝<sup>2</sup> 陳昱豪<sup>3</sup>

### 摘要

車輛號牌是車輛的身分證明，也是車輛管理的重要依據。因此在進行車牌設計考量時，應實質考量車牌所應具備的功能來作設計，除了車牌之基本功能(容量、辨識等)外，應進一步分析車牌之附加功能，例如交通安全之提昇與防止偽造等。回顧國外以往研究反光車牌提昇車輛安全之文獻，多屬事後之分析研究，由於反光車牌尚未在我國實施，正適合建立一屬於我國實施反光車牌之事前事後分析研究。因此本研究進行反光車牌對車輛肇事影響之研究，利用反光車牌明顯性增加明視距離之特性，建立反光車牌對車輛肇事影響之社會成本推估方法，並估算未來採用反光車牌對車輛肇事減少而帶來之效益，研究結果顯示反光車牌之即使保守地估算交通肇事之相關社會成本，仍然有極高之益本比，因此建議我國在規劃未來新式車牌時應採用反光車牌，以增進交通安全。

**關鍵詞：**反光車牌、社會成本、事前事後分析

### 一、前言

在國外反光車牌已行之多年，以美國為例，1936年美國新墨西哥州[2]之車牌在漆裡添加反光玻璃珠，成為僅字體反光的反光車牌，雖然如此，但已使大眾意識到可能從反光車牌得到安全利益。隨著反光技術更趨進步，字體反光的反光車牌已改變為全反光車牌，美國康乃迪克州首先在1947年使用全反光車牌。今日，全美50州已皆採用反光車牌，其中43州使用全反光車牌，而有7州使用部份反光車牌，而這7州中的有些州則有發行全反光的特殊車牌。許多研究[3][4][5]指出反光車牌可增加車輛的明顯性，並因此減少肇事。執法方面發現反光車牌的優點可增進識別性[2]，即使原始車輛註冊號碼的目的在有助於執法的實行，不反光車牌僅可在白天較輕易辨讀。反光車牌大幅增加夜間車牌的識別性，而全反光車牌可增

1 私立逢甲大學交通工程與管理學系副教授

2 國立交通大學交通運輸研究所碩士

3 私立逢甲大學交通工程與管理學系四年級學生

進安全及執法的效率。

在美國由車輛註冊機構、執法單位、材料及車牌生產者、觀光部、特殊利益團體及一般民眾排列車牌所應具備的功能[2]為：1.車輛識別，2.車輛安全，3.執法效率，4.各州印象，5.收益，6.收益的防護。而在我國方面則較重視車輛識別、執法效率與收益，至於車輛安全則因較難具體衡量，因此較難受重視。雖然在車輛製造時裝上反射物即可增加車輛的明顯性，但在實際方法上較難檢驗其有效性[6]，且它們會隨著時間的增加而降低效能，而週期性更換牌照可防止過度的惡化情形發生。另外，車體植上反射物的方式在車禍時，它們可能被撞毀而無法在需要用時派上用場，而反光車牌則可能被彎曲或弄皺，但它們仍會持續地反射光線。因此反光車牌有其不可取代之重要性。

安全效益的衡量有以下幾種方式[2]：

- 1.實驗室光度測定
- 2.能見度研究(距離)
- 3.識別性研究：清楚地讀/比較不同材質的識別距離或字母結構——此類研究常作，並顯示反光車牌夜間較易識別的優點
- 4.駕駛反應研究
- 5.最可靠但也是最困難的研究是分析肇事率的降低，此種肇事型式預計顯示在夜間、後側、二者皆有動力，特別是停止車輛使用反光車牌減少之事故，須了解預期減少的肇事型態為一撞及、駐停車輛、夜間——在所有肇事中僅佔一小部份，而此使得分析更加的困難。

回顧國外已使用反光號牌之經驗而增進交通安全之實例如下：

- (1)美國緬因州( Maine )[7]1950 年使用反光號牌後，分析實施全反光牌照後的五年與未實施前的十四年比較，其背景資料為鄉下地區夜間肇事平均每年增加為 114%，鄉下地區總肇事增加為 155%，然而鄉下地區夜間撞擊停止車輛之車禍由 87%降至 37%，減少 58%，而意外災害則由 3.8%降至 1.6%，減少 58%，採用前 14 年與採用後 5 年於鄉村地區夜間撞及駐停車輛之肇事及死亡資料。
- (2)美國明尼蘇達州( Minnesota )[8]於 1956 年使用反光號牌後，由 1955 年與 1957 年之肇事資料進行事前事後分析，在這期間，日間總後撞肇事鄉間增加 16%，都市增加 25%，而夜間後撞肇事增加較少，大約增加 14~16%。由夜間追撞肇事死亡人數與交通肇事死亡人數之百分比分鄉間及都市道路來看，鄉間自 24%降至 9%；都市則由 28%降至 7%。

- (3)美國愛荷華州(Iowa)[4]於 1959 年曾對 100,000 輛汽車做試驗，收集一整年夜間駐停車輛事故資料，其中 60,000 輛汽車懸掛反光車牌，另 40,000 輛則使用不反光車牌，試驗結果顯示在所有從後部被追撞的駐停車輛中 76% 為懸掛不反光車牌車輛，使用反光車牌車輛僅 24%。
- (4)北卡羅來納州(North Carolina)[5]在 1967 年剛開始轉換不反光車牌為全反光車牌，紀錄統計約六週轉換期間的肇事情形，不反光車牌的車輛在夜間後撞事故的比例較高(21%)。即使令所有車輛裝置反光車牌，還是有總肇事率增加的現象。若以車輛裝設反光車牌之實際追撞肇事對期望值比較，則在總肇事 2,100 件下，有 43 比 111 的肇事是可以防止的。
- (5)維吉尼亞州[9]針對使用反光車牌與不反光車牌各 100,000 輛的車輛進行比較，雖然使用反光車牌的測試群在“日間”肇事增加 104 件(7.6%)，“夜間”肇事減少 22 件(4.4%)，標準化資料成為一般日比例，顯示反光車牌族群減少 60 件後撞(rear end)肇事，或者減少此類型態肇事 11.2%。
- (6)田納西州(Tennessee)[10]以 1976 及 1978 年肇事資料進行反光車牌之事前事後分析，在此期間，註冊車輛增加 9.2%，而總肇事也增加了 13.9%，由田納西州資料分析顯示在夜間及駐停車輛的肇事減少 144 件(8.9%)，信賴水準為 99%。
- (7)紐西蘭(New Zealand)[11]曾對使用反光車牌減少撞及停止車輛之效果進行研究，在紐西蘭地區發生撞及停止車輛之事故，每年約發生 300~500 件，佔所有事故的 3%，研究期間即 1986 年至 1995 年十年中共發生 3860 件，其中 1.6% 死亡，23% 重傷，75% 輕傷，而死亡之社會成本為 NZ \$ 2.6 百萬，重傷為 NZ \$ 46 萬，輕傷為 NZ \$ 5 萬 8 千元。經研究發現於夜間使用反光車牌可減少 33% 的事故，換算成每年約可減少 NZ \$ 3,665,000 元的事故成本，而使用反光車牌之額外成本每年不超過 NZ \$ 156,000 元，因此可節省 NZ \$ 3,509,000 元，益本比為 24:1。
- (8)Kenneth G. Cook[4]使用反光牌照除可增加識別性外，一般較受爭議的一點是車牌使用的主要目的是辨別車輛[12]，其次才是一個提供交通安全的功能，因此反光車牌需具備易讀性及易視性，幸運的是易讀性與被偵測能力是相關的[13]，而相關文獻[14][15][16][17]亦指出反光車牌的確較不反光車牌具易讀性。

在國外的經驗當中，反光車牌可增加車輛的明顯性，並因此減少肇事；於執法方面可增進識別性，不反光車牌僅可在白天輕易地被辨讀，而反光車牌可較不反光車牌大幅增加夜間的識別性。然而在搜集反光車牌對

肇事影響之調查資料方面，多是實施反光車牌實施後，再就某種型態之肇事改變情形進行比較分析，屬事後之分析研究，應在實施前就確立研究時需要什麼樣的資料，再就這方面的資料進行實施前後狀況搜集與分析，才不會有固限於資料缺乏而屈從某類型態資料來分析之狀況發生。

## 二、交通肇事之生命價值估算

歐美各國所謂的生命合理定價，乃是透過具備執照的專業精算師站在公正的立場，依據當事人目前的收入及考慮未來收入的調整幅度，利用生命表計算當事人此後每年的存活率，加上失能的可能性，考慮退休年限等種種要素，精確的估算出當事人一生可能收入並以合理的利率加以貼現。

一般公路交通肇事成本之估算[18]，包括以下各項：

1. 死亡價值成本：包括個人生命價值及死亡喪葬費用。
2. 受傷價值成本：包括救護過程費用、醫療費用。
3. 財物損失價值成本：包括車輛損失、公路設施被撞毀損失及其他方面之財物損失。
4. 肇事發生後對其他道路使用者之時間消耗損失衍生之價值。
5. 法院訴訟費用

交通事故的產生必然使社會付出相當的代價，也就是所謂社會成本的損失，其項目包括人員壽命的損失、工作能力的損失、所得的損失、傷殘醫療費用、傷痛的代價以及生活品質的降低等[19]。這些社會成本通常是很難加以估計的，若不幸在事故中造成人員死亡，則會牽涉到金錢的賠償問題，也是最受爭議的所謂“人命價值”的問題。

台灣地區許多交通工程的建設，規劃者多半只探討其成本的負擔，然而交通工程建設之效益(benefits)多是建立在人命的維護及意外傷殘的減少以及旅行時間的節省，然由於很少資料或文獻能提供客觀“令人信服”的有關價值的一個具體數量，致使人們常忽略了其實際所帶來的“價值”(金錢價值)，其後果則是社會大眾甚至規劃者與決策者本身只能感受到建設成本的壓力，而不能瞭解其效益的大小以及重要性，甚至由於缺乏價值上的評比，致使社會大眾忽視了安全價值的本源，而把“社會安全”歸諸於機率性(聽天由命)的事件，整個社會對交通安全無法建立正確的價值觀。

黃台心[23]以願付金額法(Willingness to Pay Approach)為理論基礎，採用問卷調查方式研究人們對於生命價值的主觀評價。其對生命價值的估計方法分為：(1)人力資本法(Human Capital Approach)，(2)願付金額法



(Willingness to Pay Approach)。其最後估計生命價值的範圍介於 3800 萬元至 6800 萬元之間，以中位數來看是介於 2100 萬元至 3200 萬元間。其 WTP 之意義在未來發生交通意外事故之前，人們願意支付之金額以避免遭受意外而死亡。以每個人都極為珍惜自身生命的立場，其金額當然會遠遠的超過肇事者所願意支付的賠償金額。

王藏[21]利用民國七十五年行政院主計處勞動力調查之數據以及台閩地區勞工保險局投保人數與死亡給付人件次的資料，以 OLS 回歸分析三種函數型式(線性、半對數、雙對數)的所得函數，進而推估台灣地區全職就業人口的統計生命價值約為每人 4000 萬元至 8000 萬元之間。

薛立敏等[22]利用工資風險貼水方法配合民國七十三年行政院主計處勞動力調查的資料進行實證研究，模型中除工資與風險的關係外，建立工資風險函數，並以生產活動的方式來評估生命價值，其所評估之生命價值每人在新台幣 1200 萬元至 3400 萬元之間。

詹方冠[23]以反應勞動市場上供應與需求的特徵性工資函數來估計工資與風險的關係，以民國七十一年至七十五年間台灣地區勞動力調查資料建立一工資率與個人特性、工作特性、地區特性的函數型式，藉此模型推估民國七十一年至七十五年間台灣地區勞動者之生命價值每人介於新台幣 1648 萬元至 2548 萬元之間。

邱沛俊[24]採用 WTA 法(Willingness to Accept approach)來評估人命價值，以站在受害人的立場，找出受害人願意接受賠償的合理項目及最低金額，以放棄對肇事者提出告訴的權利，同時也找出肇事者最高願意賠償受害人多少金錢，以免於民事責任，找出 WTP 與 WTA 的平衡點。

其所探討的人命價值並非是在未發生任何交通意外事故風險下的生命價值(事前之生命價值)，而是當在發生交通意外事故之後，受害人不幸致死，其兩造當事人在事後所妥協的賠償金額。其並對新竹市以及高雄市某些地區進行抽樣，以假設自身為肇事者和受害者的角度來作問卷調查。

其對於人命價值評估的項目，分成以下三類探討：

1. 壽命的損失加上直接之財物損失(years lost plus direct costs)

包括車禍現場的善後成本、醫療成本、財產的損失、工作中斷的損失、保險賠償損失等。

2. 綜合性損失(comprehensive costs)

包括事故發生後所引發在受害人週遭一切所有的損失，如事故發生之後收入的減少、受傷後所帶來精神上的痛苦(無形的成本)、緊急救護

服務的成本、旅行時間的延誤成本、法律訴訟成本、工作處所的成本損失、行政費用等的損失。

### 3. 人力資本損失(human capital)

此項為發生事故後所喪失工作的機會成本。

肇事者願意賠償的合理項目依序為緊急救護醫療成本、喪葬費用成本、財物損失成本、精神或傷痛損失成本、個人生產力損失成本及家庭教養成本。受害者(或其家屬)願意接受的合理賠償項目依序為緊急救護醫療成本、精神或傷痛損失成本、喪葬費用成本、個人生產力損失成本、財物損失成本、家庭教養成本。

依據問卷調查的結果,假設自身為交通意外事故的肇事者時(須負完全責任),其願意賠償的範圍額度以介於 0 至 300 萬元間為最高,此亦即肇事者願意賠償的最高金額 WTP 之值。就統計結果,在假設發生交通事故的狀態之下,肇事者願意賠償的最高金額約為 245 萬元。假設自身為交通意外事故的受害者時(無須負完全責任),其願意接受賠償的最低金額範圍以介於 100 至 300 萬元之間為最高,此亦即受害人或其家屬願意接受賠償的最低金額 WTA 之值。平均而言,假設發生交通事故的狀態之下,受害人或其家屬願意接受肇事者賠償以和解放棄追訴的權利的最低金額約為 321 萬元。就此資料 WTP 與 WTA 之平衡點在 0~500 萬元之間,但以肇事者立場來評估受害人的生命價值會產生低估的現象,有不合理的現象。

## 三、我國道路交通事故背景資料

台灣地區八十五年發生道路交通事故 3,619 件,死亡人數 2,990 人,受傷人數 2,939 人;財物損失約 12 億 4 千萬元,其中車輛損壞約 3 億 2 千萬元,醫療費約 2 億 9 千萬元,其他約 6 億 3 千萬元。將台灣地區發生交通事故肇事時間分為白天(06:00~18:00)與夜間(18:00~06:00)(表 1, 2),八十六年道路交通事故總肇事件數 3,162 件,依肇事時間資料來看,白天為 1,408 件,夜間為 1,754 件,因肇事發生時段晝夜比例為 1:1,夜間肇事之加權因子,可由(3-1)式計算而得為白天肇事的 1.25 倍,因此可見在相同時間單位條件下夜間肇事較白天肇事為多,由八十一年至八十五年度之肇事時間夜間加權因子(表 3),皆可看出夜間肇事較白天肇事為多的傾向。

表 1 台灣地區日夜肇事時間表

單位：件

| 年度<br>肇事時間  | 81    | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 06:00~18:00 | 1,656 | 1,255 | 1,637 | 1,534 | 1,519 | 1,408 |
| 18:00~06:00 | 1,833 | 1,441 | 1,966 | 1,994 | 2,100 | 1,754 |
| 總 計         | 3,489 | 2,696 | 3,603 | 3,528 | 3,619 | 3,162 |

[註]：資料來源[25]

表 2 台灣地區日夜肇事時間百分比表

| 年度<br>肇事時間  | 81     | 82     | 83     | 84     | 85     | 86     |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 06:00~18:00 | 47.46% | 46.55% | 45.43% | 43.48% | 41.97% | 44.53% |
| 18:00~06:00 | 52.54% | 53.45% | 54.57% | 56.52% | 58.03% | 55.47% |
| 總 計         | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |

$$\frac{55.47\% \times 1}{55.47\% \times 1 + 44.53\% \times 1} = 55.47\% \quad 55.47\% / (1 - 55.47\%) = 1.25 \quad (3-1) \text{式}$$

表 3 夜間肇事時間加權因子表

|            | 81 年 | 82 年 | 83 年 | 84 年 | 85 年 | 86 年 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 夜間肇事時間加權因子 | 1.11 | 1.15 | 1.20 | 1.30 | 1.38 | 1.25 |

我國道路交通事故肇事原因分為五類：(一)汽(機、慢)車駕駛人因素，(二)機件因素，(三)行人(或乘客)因素，(四)交通管制(設施)因素，(五)其他。各類底下包括更詳細之肇事原因，如表 4。

表 4 肇事原因表

|            |     |  |   |
|------------|-----|--|---|
| 汽(機、慢)車駕駛人 | 駕駛人 | 違規超車<br>爭(搶)道行駛<br>蛇行、方向不定<br>逆向行駛<br>未靠右行駛<br>未依規定讓車<br>轉向(或變換車道)不當<br>左轉彎未依規定<br>右轉彎未依規定<br>迴轉未依規定<br>橫越道路不慎<br>倒車未依規定<br>超速失控 | 未依規定減速<br>搶越行人穿越道<br>未保持行車安全距離<br>未保持行車安全間隔<br>停車(或暫停)時未注意其他車(人)安全<br>起步時未注意其他車(人)安全<br>吸食違禁物後駕駛失控<br>酒醉(後)駕駛失控<br>疲勞(患病)駕駛失控<br>未注意車前狀態<br>搶(闖)越平交道<br>違反號誌管制或指揮<br>違反特定標誌標線禁制 |
|            | 燈光  | 未依規定使用燈光<br>暗處停車無燈光標誌  |   |
|            | 裝載  | 裝載貨物不穩妥<br>載貨超重而失控<br>超載人員而失控<br>貨物超長寬高而肇事<br>裝卸貨不當<br>裝載未盡安全措施<br>未待乘客安全上下開車<br>其他裝載不當肇事  |   |
|            | 其他  | 違規停車不當而肇事<br>拋錨未採安全措施<br>開啓車門不當而肇事<br>故意肇事<br>其他引起事故之違規或不當行為<br>肇事逃逸<br>尚未發現肇事原因   |   |
|            | 機件  | 煞車失靈<br>方向操縱系統故障<br>燈光系統故障<br>車輪脫落或輪胎爆裂  |   |

表 4 肇事原因表(續)

|                  |   |
|------------------|---|
| 行人<br>(或乘客)      | 未依規定行走行人穿越道<br>未依標誌標線號誌或手勢指揮而穿越路口<br>穿越道路未注意左右來車<br>在道路上嬉戲或奔走不定<br>未待車輛停妥而上下<br>上下車輛未注意安全<br>頭手伸出車外而肇事<br>乘坐不當而跌落<br>在路上工作未設適當標誌<br>自殺<br>其他引起事故之疏失<br>尚未發現肇事原因 |
| (設施)<br>交通<br>管制 | 路況危險無安全(警告)設施<br>交通管制設施失靈或毀損<br>交通指揮不當<br>平交道看守疏失(未放柵欄)<br>其他交通管制不當   |
| 其他               | 突然災變<br>其他原因  |

[註]：資料來源[25]

依據國外採行反光車牌之經驗，反光車牌對道路交通事故肇事之影響為減少不良視線下之追撞交通事故及減少不良視線下撞擊停止車輛之肇事。雖依我國道路交通事故肇事原因紀錄未有與此二類肇事明確相同及相關，但還是有一定的關連性，茲將具有關連性之道路交通事故肇事原因選取出來，說明其與不良視線下之追撞交通事故及不良視線下撞及停止車輛之肇事以及反光車牌之關連性。

1. 未保持行車安全距離：車輛行進間未保持行車安全距離，一部分原因可能是因前方車輛車身顏色較暗且車尾燈照明不良，若又處於不良視線情況下，駕駛人可能較不易注意到前方車輛，使得後方車輛駕駛人不易判斷前後距離，而生追撞肇事。
2. 停車(或暫停)時未注意其他車(人)安全：停車時由於未注意其他車輛，加上其他車輛也未注意此停車車輛，而容易發生肇事情形。
3. 未注意車前狀態：車輛行駛中，由於駕駛人注意力不集中或精神狀態等因素，而較容易疏忽前方狀況，或由於前方視線不良，而使駕駛人不易

- 完整掌握前方路況，而易生追撞肇事，若前方車輛有使用反光車牌，可使後方車輛較早一步感知前方車輛，並及早作反應，減少事故之發生，或減輕事故發生之嚴重性。
4. 未依規定使用燈光：車輛未依規定使用燈光，使得本身或其他車輛暴露於事故之危險中，若能以反光車牌來輔助增加其被發覺之可能性，而增加安全，可減少事故之發生。
  5. 暗處停車無燈光標誌：此種情況容易致使其他車輛駕駛人較難發現駐停車輛，並作反應，而產生不良視線情況下撞及停止車輛之事故。
  6. 違規停車不當而肇事：由於違規停車不當，有時阻礙車流之行進，若於視線不良之情況下，容易致使其他車輛較不易發現有違規停車之車輛，易生肇事，而發生撞及停止車輛之事故。
  7. 拋錨未採安全措施：車輛拋錨停在路上或路邊，因未採取安全措施，使得其他車輛不易發現拋錨車輛，或發現而來不及應變，易生事故，而發生撞及停止車輛之肇事。若拋錨車輛使用反光車牌，則可因車牌本身的明視距離增加，而使其他車輛及早發現拋錨車輛而作應變，減少此類事故。
  8. 肇事逃逸：此種肇事型態雖與追撞或撞及停止車輛肇事不相關，但可推知肇事發生時由於缺乏目擊者或車牌號碼不易辨識及記憶，因而喪失追緝的機會，若採用反光車牌，可增加車牌的明視距離及辨識性，使其容易被清楚看到，而有利緝兇。
  9. 燈光系統故障：由於車輛本身燈光系統故障，使車輛在行駛中缺乏尾燈之照明以警示後方來車，若又處於不良視線情況下，則更大幅增加暴露於危險狀況之機會；另外，由於車頭燈故障，亦使前方照明之功能喪失，可能較平常緩慢發現前方路況，而易生突發事故。

茲將選取出來具有關連性之道路交通事故肇事原因，依八十一年至八十六年之肇事件數資料列表整理如表 5。

表 5 道路交通事故肇事原因次數表

單位：件

| 年 度  |                         | 81    | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 道<br>路<br>交<br>通<br>事<br>故<br>肇<br>事<br>原<br>因 | 未保持行車安全距離               | 123   | 129   | 114   | 103   | 105   | 83    |
|  | 停車(或暫停)時未注意其他車<br>(人)安全 | 2     | 1     | 0     | 0     | 1     | 21    |
|  | 未注意車前狀態                 | 695   | 476   | 609   | 620   | 544   | 557   |
|  | 未依規定使用燈光                | 1     | 0     | 0     | 2     | 1     | 0     |
|  | 暗處停車無燈光標誌               | 6     | 2     | 5     | 2     | 3     | 1     |
|  | 違規停車不當而肇事               | 29    | 20    | 51    | 42    | 33    | 32    |
|  | 拋錨未採安全措施                | 5     | 2     | 6     | 7     | 7     | 8     |
|  | 肇事逃逸                    | 514   | 452   | 505   | 541   | 646   | 232   |
|  | 其他肇事項目                  | 2,011 | 1,547 | 2,195 | 2,136 | 2,188 | 2,135 |
| 道路交通事故總肇事件數                                    |                         | 3,489 | 2,696 | 3,603 | 3,528 | 3,619 | 3,162 |

[註]：資料來源[25]

由表 5 得知未注意車前狀態、未保持行車安全距離及未保持行車安全間隔而發生道路交通事故肇事之情形較多。而肇事逃逸之情況平均每年約有四百多件發生。

表 6 道路交通事故肇事原因百分比表

單位：%

| 年 度  |                         | 81    | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 道<br>路<br>交<br>通<br>事<br>故<br>肇<br>事<br>原<br>因 | 未保持行車安全距離               | 3.53  | 4.78  | 3.16  | 2.92  | 2.90  | 2.62  |
|  | 停車(或暫停)時未注意其他車<br>(人)安全 | 0.06  | 0.04  | 0     | 0     | 0.03  | 0.66  |
|  | 未注意車前狀態                 | 19.92 | 17.66 | 16.90 | 17.57 | 15.03 | 17.62 |
|  | 未依規定使用燈光                | 0.03  | 0     | 0     | 0.06  | 0.03  | 0     |
|  | 暗處停車無燈光標誌               | 0.17  | 0.07  | 0.14  | 0.06  | 0.08  | 0.03  |
|  | 違規停車不當而肇事               | 0.83  | 0.74  | 1.42  | 1.19  | 0.91  | 1.01  |
|  | 拋錨未採安全措施                | 0.14  | 0.07  | 0.17  | 0.20  | 0.19  | 0.25  |
|  | 肇事逃逸                    | 14.73 | 16.77 | 14.02 | 15.33 | 17.85 | 7.34  |
|  | 其他肇事項目                  | 57.64 | 57.38 | 60.92 | 60.54 | 60.45 | 67.52 |
| 道路交通事故總肇事件數                                    |                         | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

由道路交通事故肇事原因統計之百分比表發現，未注意車前狀態之情況，六年平均佔所有道路交通事故總肇事件數的 17.45%。據警政署之統計，未注意車前狀態是台灣地區道路交通事故肇事原因發生之首位[32]。若以與追撞或撞及停止車輛相關之肇事為主，扣除肇事逃逸及其他肇事項目，則可發現與追撞或撞及停止車輛相關之交通事故肇事原因佔所有交通事故肇事原因約 22%。

#### 四、反光車牌對交通安全影響之估計

回顧反光車牌對於交通安全影響之估計方法，本研究選用有代表性之鄭賜榮與紐西蘭等二種方法。

##### 4.1 鄭賜榮之方法

鄭賜榮[18]對反光牌照增進交通安全之研究，定義採用反光牌照之直接效益係減少不良視線下之追撞交通事故，因此由警政署之道路交通事故調查報告表取得基本肇事資料，統計出各種天候與照明情形下行駛間車輛追撞肇事資料及各種天候與照明情形下行駛中車輛撞及停止車輛肇事資料。其對不良視線情況之處理是除「白晝」並且「晴朗」之情形外，其餘皆屬不良視線之情況，以民國 64 年至 69 年不良視線下追撞肇事次數、死亡人數及受傷人數統計資料為計算基礎。64 年至 69 年平均每年發生之總肇事次數為 12,108 件，追撞肇事次數為 1,414 件，不良視線下追撞肇事次數為 802 件；64 年至 69 年平均每年總肇事死亡人數為 3,516 人，追撞肇事死亡人數為 388 人，不良視線下追撞肇事死亡人數為 235 人；64 年至 69 年平均每年總肇事受傷人數為 17,110 人，追撞肇事受傷人數為 2,000 人，不良視線下追撞肇事受傷人數為 1,167 人。茲將其間關係整理如表 7。

表 7 相關肇事表

|                 |          |                   |         |                   |          |
|-----------------|----------|-------------------|---------|-------------------|----------|
| 年度總肇事<br>次數     | 12,108 件 | 年度總肇事<br>死亡人數     | 3,516 人 | 年度總肇事<br>受傷人數     | 17,110 人 |
| 追撞肇事<br>次數      | 1,414 件  | 追撞肇事<br>死亡人數      | 388 人   | 追撞肇事<br>受傷人數      | 2,000 人  |
| 不良視線下追撞<br>肇事次數 | 802 件    | 不良視線下追撞<br>肇事死亡人數 | 235 人   | 不良視線下追撞<br>肇事受傷人數 | 1,167 人  |

[註]：資料來源[18]



追撞肇事與不良視線下之追撞肇事次數、死亡人數及受傷人數占年度總肇事次數、死亡人數及受傷人數的百分比整理如表。另外，平均每年發生 802 次不良視線下追撞交通事故，造成死亡 235 人，受傷 1,167 人，分別占年總追撞肇事次數、死亡人數及受傷人數之比例為 56.7%、60.6%及 58.4%，其相關肇事比率如表 8 所示。

表 8 相關肇事比率表

|                 |        |                       |        |                       |        |
|-----------------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
| 年度總肇事次數         | 100%   | 年度總肇事<br>死亡人數         | 100%   | 年度總肇事<br>受傷人數         | 100%   |
| 追撞肇事<br>次數      | 11.68% | 追撞肇事<br>死亡人數          | 11.04% | 追撞肇事<br>受傷人數          | 11.69% |
| 不良視線下<br>追撞肇事次數 | 6.62%  | 不良視線下<br>追撞肇事死亡人<br>數 | 6.68%  | 不良視線下<br>追撞肇事<br>受傷人數 | 6.82%  |

[註]：資料來源[18]

台灣地區若採用反光車牌，約估每年可減少汽車追撞事故八百餘件，相當於年總追撞肇事之 56.7%，每年可能減少肇事死亡人數二百餘人以及受傷人數一千餘人。以死亡一人價值成本 450,000 元，受傷一人價值成本 150,000 元，每件肇事所有財物損失之價值成本 15,000 元計算，量化使用反光車牌後之直接效益為 2.93 億元。於反光車牌成本計算方面，反光車牌之成本約比油漆牌照成本高出 50%，然而其有效使用期限較長，約為油漆牌照之 170%，採用反光車牌之年平均成本比油漆牌照為低，因此建議採用反光車牌。

$$\$450,000 \times 235 \text{ 人} + \$150,000 \times 1,167 \text{ 人} + \$15,000 \times 802 \text{ 件} = \$292,830,000 \text{ (4-1) 式}$$

依據鄭賜榮[18]對反光牌照增進交通安全之研究方法，其利用警政署之道路交通事故肇事統計資料，推算採用反光車牌所帶來之效益，由於缺乏具體追撞肇事、撞及停止車輛肇事，以及不良視線下追撞及撞及停止車輛肇事之資料，因此選取具有關連性之道路交通事故肇事原因當成追撞肇事與撞及停止車輛肇事，這些肇事原因是未保持行車安全距離、停車(或暫停)時未注意其他車(人)安全、未注意車前狀態、未依規定使用燈光、暗處停車無燈光標誌、違規停車不當而肇事及拋錨未採安全措施，八十一年至八十六年相關之肇事件數平均約占年平均總肇事件數 22%。由台灣地區道

路交通事故死傷人數八十一年至八十六年之統計資料(表 9), 平均肇事件數 3,350 件, 死亡人數 2,825 人, 受傷人數 2,714 人, 估計不良視線下追撞交通事故占年總追撞肇事次數之 56.7%, 因此推估若採用反光車牌每年可減少不良視線下之追撞肇事件數 418 件。

表 9 台灣地區道路交通事故死傷人數

| 年 度  | 81    | 82    | 83    | 84    | 85    | 86    | 平均    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 肇事件數 | 3,489 | 2,696 | 3,603 | 3,528 | 3,619 | 3,162 | 3,350 |
| 死亡人數 | 2,717 | 2,349 | 3,094 | 3,065 | 2,990 | 2,735 | 2,825 |
| 受傷人數 | 2,929 | 2,115 | 2,937 | 2,933 | 2,939 | 2,428 | 2,714 |

$$3,350 \text{ 件} \times 22\% \times 56.7\% = 418 \text{ 件} \quad (4-2) \text{ 式}$$

依平均肇事件數與死亡人數及受傷人數之比例可知, 平均每件肇事死亡 0.84 人(4-3 式), 受傷 0.81 人(4-4 式), 因此在每年減少不良視線下之追撞肇事件數 418 件, 估計減少不良視線下追撞肇事死亡人數 352 人(4-5 式), 減少受傷人數 339 人(4-6 式)。

$$\text{死亡: } 2,825 \text{ 人} / 3,350 \text{ 件} = 0.84 \text{ 人/件} \quad (4-3) \text{ 式}$$

$$\text{受傷: } 2,714 \text{ 人} / 3,350 \text{ 件} = 0.81 \text{ 人/件} \quad (4-4) \text{ 式}$$

$$418 \text{ 件} \times \frac{2,825 \text{ 人}}{3,350 \text{ 件}} = 352 \text{ 人} \quad (4-5) \text{ 式}$$

$$418 \text{ 件} \times \frac{2,714 \text{ 人}}{3,350 \text{ 件}} = 339 \text{ 人} \quad (4-6) \text{ 式}$$

相關之肇事成本依下列較保守之標準計算：

死亡一人(包括重傷)之平均價值成本為 321 萬元[24]

受傷一人之平均價值成本以死亡之 1/3 計算為 107 萬元

每件肇事所有財物損失之價值成本則以 6 萬元估算之

量化使用反光車牌之平均每年直接效益, 可以(4-7)式計算而得約 15 億元。

$$418 \times 60,000 + 352 \times 3,210,000 + 339 \times 1,070,000 = 1,517,730,000 \quad (4.7) \text{ 式}$$

## 4.2 紐西蘭之方法

紐西蘭中央研究室進行反光車牌可能增進道路安全之研究，反光車牌已在紐西蘭使用約有 10 年的時間，用於所有新註冊車輛。新註冊車輛可能是新車或新引進紐西蘭之可使用狀況之車輛，一般車齡為 5 年，這些新註冊車輛也包括少部份私人號牌或經過重大修復而重新使用之車輛。

在此研究所涵蓋的研究期間，紐西蘭車隊組成包含平均車齡 10 年之 2 百萬輛車，相信在研究期間結束時有 50% 的車輛是使用白色反光背景黑色字體的反光號牌，其餘 50% 的車輛是使用黑色背景著色字體的舊號牌，使用反光號牌的車輛大約有 40% 在紐西蘭第一次註冊時的車齡式 4-5 年。

此方法決定反光號牌對任何道路安全的貢獻是調查反光號牌對可能受影響之肇事型態的改變，此即“撞及停止車輛”的肇事，紐西蘭每年發生此類型態的肇事約 300~500 件，佔所有肇事的 3%。

調查使用反光號牌車輛在夜間撞及與日間撞及的相對比例，反光號牌在白天肇事比例上應只有較少的影響，比較白天與夜間肇事的相對比例有助於減少在開始分析時其他道路安全因子的偏誤，因這些因子無法完全排除。肇事資料由紐西蘭道路運輸安全機構(LTSA)取得，包含所有列報損害的肇事。在 1986 年到 1995 年的十年間，發生 3,860 件“撞及停止車輛”的肇事，其中 1.6% 導致至少 1 人死亡，23% 重傷，75% 輕傷。即使法律規定所有的傷害肇事皆須呈報，但除了致命事故，還是有其餘兩類事故未呈報的情形。

因此肇事的社會成本價值考慮到未呈報的情形，使用的價值是致命肇事 NZ\$260 萬元，重傷 NZ\$460,000 元，輕傷 NZ\$58,000 元，使用反光號牌的邊際成本每一面是 NZ1.20 元，在研究期間每年有 80,000 到 130,000 輛新註冊車輛。在研究期間，“撞及停止車輛”肇事的傷害減少，此概略地與在此期間的其他肇事情形一致，部份可歸因於當時開始了其他的安全措施。撞及停止車輛的肇事資料選自 LTSA 的基礎資料，更進一步排除摩托車、腳踏車或拖車之附隨車，這些資料的排除使肇事資料由 3,860 件變為 3,452 件肇事。

假設前提：反光號牌在白天較無影響，但對夜間則有影響。若沒有夜間效果的資料，夜間比例可由日間使用反光及不反光車牌車輛撞擊比例預測，由日間車輛被撞擊比例預測出夜間比例的相對差異可歸於反光號牌，

相對比例的差異可進行統計的顯著分析，即其可合理被相信真正影響的程度。

在統計上有一些數學模式被使用來迴歸比較這些變數，為易於分析，這些模式以電腦來進行。在此研究中，主要變數是其他種類號牌車輛的肇事率，其他變數可包括每年的肇事、車齡及車輛顏色。以二項羅吉特迴歸模式進行，統計套裝軟體是“S-Plus”。

第一項分析是比較不同號牌形式的相對肇事率，發現肇事率降低 16% 到 42% 之間(在 95% 的信賴區間)。換言之，有 95% 的信賴水準確信使用反光號牌車輛夜間肇事率降低 16%~42%。此分析是假定車輛在夜間及日間是處於相同的風險程度，然而有可能是較新的車輛於夜間放入車庫，留下較舊的車輛停放在街道上，這些舊車有較高比例是使用不反光牌照。分析難包括車齡，因僅可獲得一半車輛的製造年期，車齡可由第一次註冊年期或車牌號碼推測而得，但注意混雜老舊進口車輛的影響。第二項分析指定車齡給所有車輛，並發現在 95% 的信賴水準，使用反光號牌車輛肇事減少大於 5%，小於 34%。若使用較低的信賴水準，例如 80%，則肇事減少 12% 到 34%。第三項分析僅使用可獲得製造年期的這些車輛，本質上產生與第二項分析同樣的結果。同樣試驗車輛顏色的影響，但無顯著影響。排除受影響的自行車因素，因其對結果的改變很小，且多數的自行車事故發生在白天，其日夜間肇事件數及比率如表 10 所示。

表 10 肇事件數表

|       | 日間肇事(件) | 夜間肇事(件) | 夜間%  |
|-------|---------|---------|------|
| 反光車牌  | 308     | 390     | 55.9 |
| 不反光車牌 | 953     | 1,801   | 65.4 |

[註]：資料來源[11]

※使用反光號牌夜間肇事減少

$[(\text{日間肇事比例}) \times (\text{夜間不反光車牌肇事數})] - \text{夜間反光車牌肇事數}$

減少比例%:  $\frac{\text{減少的肇事}}{\text{預測肇事數}} \times 100\%$  (4-8) 式

以上為例，減少  $\frac{308 \times 1,801}{953} - 390 = 582 - 392 = 192$  (4-9) 式

$$\text{減少比例為 } \frac{192}{582} \times 100\% = 33\% \quad (4-10) \text{ 式}$$

對車齡 10 年以上車輛的處理方式與較新車輛(少於 10 年)的處理大不相同，若排除車齡 10 年以上的車輛，肇事減少的百分比是 25%，相近於較早之分析之中間值。

另一分析是比較兩種車牌的夜間肇事比例，夜間肇事比例的計算方式如下，此結果顯示在上表，結果發現反光車牌比不反光車牌有較低的夜間肇事比例。

$$\frac{\text{夜間肇事}}{\text{日間肇事} + \text{夜間肇事}} \times 100 \quad (4-11) \text{ 式}$$

需注意此分析是以既有的資料來作分析，並非設計實驗的結果，因此不可完全確定發生的影響是完全歸因於反光車牌，此分析視肇事與反光車牌的關係是可接受的，取得某些程度上的影響及確定存在著影響。

估計使用反光號牌效益可由 10 年期間使用反光車牌車輛肇事減少 192 件肇事及先前之社會成本決定，撞及停止車輛肇事的傷害型態比例是 1.6% 死亡，23% 重傷，75% 輕傷(不包含沒有受傷之肇事)。十年減少 192 件肇事，等於 NZ\$36,650,000 的價值，或每年減少 NZ\$3,665,000 的價值，使用牌照的年增加成本不超過 NZ\$156,000，因此每年節省 NZ\$3,509,000，益本比為 24:1。

$$192 \times (\$2,600,000 \times 1.6\% + \$460,000 \times 23\% + \$58,000 \times 75\%) = 36,652,800 \quad (4-12) \text{ 式}$$

$$\$1.20 \times 130,000 = 156,000 \quad (4-13) \text{ 式}$$

依據紐西蘭對使用反光車牌減少撞及停止車輛效果之研究，其實施經驗發現夜間使用反光車牌可減少夜間肇事 33% 的事故，使用警政署八十一年至八十六年道路交通事故肇事式統計資料，選取與此具有關連性之道路交通事故肇事原因，假設我國採用反光車牌，可減少 33% 的夜間追撞肇事及撞及停止車輛肇事，因此，相關之肇事件數減少情形，如表(11)，六年平均減少 248 件。

表 11 道路交通事故肇事原因次數表

單位：件

| 年 度              |                         | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  |
|------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 道<br>路<br>交<br>通 | 未保持行車安全距離               | 41  | 43  | 38  | 34  | 35  | 28  |
|                  | 停車(或暫停)時未注意其他車<br>(人)安全 | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 7   |
|                  | 未注意車前狀態                 | 232 | 159 | 203 | 207 | 181 | 186 |
|                  | 未依規定使用燈光                | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
|                  | 暗處停車無燈光標誌               | 2   | 1   | 2   | 1   | 1   | 0   |
|                  | 違規停車不當而肇事               | 10  | 7   | 17  | 14  | 11  | 11  |
|                  | 拋錨未採安全措施                | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   | 3   |
| 道路交通事故減少之肇事件數    |                         | 288 | 211 | 262 | 259 | 230 | 235 |

依平均肇事件數與死亡人數及受傷人數之比例估計在每年平均減少 248 件肇事下，平均死亡人數減少 209 人(4-14 式)，受傷人數減少 201 人(4-15 式)。肇事成本之計算標準為每件肇事所有財物損失之價值成本為 6 萬元，死亡一人之平均價值成本為 321 萬元，受傷一人以死亡之 1/3 計算，因此受傷一人之平均價值成本為 107 萬元。量化使用反光車牌之直接效益，以每年計算，可以(4-16)式計算而得約 9 億元。

$$248 \text{ 件} \times \frac{2,825 \text{ 人}}{3,350 \text{ 件}} = 209 \text{ 人} \quad (4-14) \text{ 式}$$

$$248 \text{ 件} \times \frac{2,714 \text{ 人}}{3,350 \text{ 件}} = 339 \text{ 人} \quad (4-15) \text{ 式}$$

$$24 \times 60,000 + 209 \times 3,210,000 + 201 \times 1,070,000 = 900,840,000 \quad (4-16) \text{ 式}$$

## 五、反光車牌實施之效益成本分析

採用反光車牌之整體成本可視其施行方式之不同而有所不同，例如可以單一車種如計程車或機車或小客車或貨車施行，在視施行結果決定是否全面施行，或是一開始就全面施行。於此之成本計算是以全部機動車輛採用反光車牌之成本來計算首先決定未來年機動車輛總數(分汽車及機車)，至於未來年如何決定，是考量以往車牌更新週期大約為 7 年，而現行

車牌預計民國八十九年底呈現飽和狀態，因此若要更新車牌，則應以民國九十年起算，至九十六年共七年。搜集民國七十一年至八十六年之汽車總數與機車總數整理如表 12，利用 Excel 軟體預測至民國九十六年之汽車總數與機車總數，如表 13。

表 12 汽機車數量表

| 年度 | 汽車總數(輛)   | 機車總數       |
|----|-----------|------------|
| 71 | 944,768   | 5,100,500  |
| 72 | 1,079,526 | 5,594,609  |
| 73 | 1,233,718 | 6,109,083  |
| 74 | 1,361,139 | 6,588,854  |
| 75 | 1,501,843 | 7,194,202  |
| 76 | 1,733,896 | 5,805,373  |
| 77 | 2,089,267 | 6,337,596  |
| 78 | 2,524,387 | 6,760,076  |
| 79 | 2,905,941 | 7,145,625  |
| 80 | 3,201,862 | 7,409,175  |
| 81 | 3,618,942 | 7,649,311  |
| 82 | 3,989,132 | 7,867,394  |
| 83 | 4,342,574 | 8,034,509  |
| 84 | 4,684,447 | 8,517,024  |
| 85 | 4,989,551 | 9,283,914  |
| 86 | 5,294,130 | 10,051,613 |

表 13 預測未來年之車輛數

| 年度 | 汽車總數(輛)   | 機車總數       |
|----|-----------|------------|
| 90 | 6,418,884 | 10,247,127 |
| 91 | 6,729,792 | 10,510,742 |
| 92 | 7,040,070 | 10,774,357 |
| 93 | 7,351,608 | 11,037,972 |
| 94 | 7,662,516 | 11,301,587 |
| 95 | 7,973,423 | 11,565,202 |
| 96 | 8,284,331 | 11,828,817 |

反光車牌之製作成本計算是以向製造廠商詢價的方式而獲得，包括現行油漆車牌製作成本與反光車牌製作成本。在反光車牌方面，檢討國內車牌規格，在厚度方面為 2.0mm，美國、日本車牌厚度為 1.0mm，大陸車牌厚度為 1.2mm，因此 2.0mm 與 1.0mm 之反光車牌價格皆予以考慮，成本之計算是以每塊車牌來計算。

| 項 目     | 油漆車牌(汽車) | 單價    | 反光車牌(汽車) | 單價    | 反光車牌(汽車) | 單價    |
|---------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 1.鋁片    | 2mm 鋁片   | 34.30 | 2mm 鋁片   | 34.30 | 1mm 鋁片   | 18.40 |
| 2.材料    | 油漆       | 14.50 | 反光片      | 39.20 | 反光片      | 39.20 |
| 3.加工費   | 加工費      | 12.20 | 加工費      | 12.20 | 加工費      | 12.20 |
| 4.模具費   | 模具費      | 2.00  | 模具費      | 2.00  | 模具費      | 2.00  |
| 5.管理及税金 | 管理及税金    | 7.56  | 管理及税金    | 8.60  | 管理及税金    | 8.60  |
|         |          | 70.56 |          | 96.30 |          | 80.40 |

| 項 目     | 油漆車牌(機車) | 單價    | 反光車牌(機車) | 單價    | 反光車牌(機車) | 單價    |
|---------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 1.鋁片    | 2mm 鋁片   | 25.00 | 2mm 鋁片   | 25.00 | 1mm 鋁片   | 13.40 |
| 2.材料    | 油漆       | 10.57 | 反光片      | 28.58 | 反光片      | 28.58 |
| 3.加工費   | 加工費      | 12.20 | 加工費      | 12.20 | 加工費      | 12.20 |
| 4.模具費   | 模具費      | 2.00  | 模具費      | 2.00  | 模具費      | 2.00  |
| 5.管理及税金 | 管理及税金    | 7.56  | 管理及税金    | 8.60  | 管理及税金    | 8.60  |
|         |          | 57.33 |          | 76.38 |          | 64.78 |

採用反光車牌之成本是以增支成本來計算，即由不反光車牌改變達反光車牌所需增加之成本，計算在七年的使用期中，每年增加的成本，以車牌厚度 2.0mm 與 1.0mm 分別計算，如 5-19 式與 5-20 式，厚度 2.0mm 之反光車牌年增支成本為 6 千 5 百萬元，厚度 1.0mm 之反光車牌年增支成本為 2 千 4 百萬元。

$$2mm [8,284,331 \times (96.30 - 70.56) + 11,828,817 \times (76.38 - 57.33)] / 7 = 65,523,587 \text{ (5-1)式}$$

$$1mm [8,284,331 \times (80.40 - 70.56) + 11,828,817 \times (64.78 - 57.33)] / 7 = 24,234,643 \text{ (5-2)式}$$



進行效益成本分析時，以鄭賜榮與紐西蘭方法計算出之反光車牌效益分別進行比較。

效益：

方法一：鄭賜榮方法計算之效益約為 15 億元

方法二：紐西蘭方法計算之效益約為 9 億元

成本：

厚度 2.0mm 之反光車牌年增支成本為 6 千 5 百萬元

厚度 1.0mm 之反光車牌年增支成本為 2 千 4 百萬元

由三種方法計算之益本比皆極高，如表 14 所示，顯示反光車牌在我國有其實施之經濟可行性。

表 14 反光車牌效益成本比例

|              | 鄭賜榮算法 | 紐西蘭算法 |
|--------------|-------|-------|
| 2mm 增支成本之益本比 | 23.16 | 13.75 |
| 1mm 增支成本之益本比 | 62.63 | 37.17 |

## 六、結論與建議

本研究進行反光車牌對車輛肇事影響之研究，藉由反光車牌之反射效果，增加車輛明視距離之效果，分析其對於減少交通肇事之影響，並建立反光車牌對車輛肇事影響之社會成本推估方法，經由此研究可獲致以下之結論與建議。

### 6.1 結 論

經由反光車牌對車輛肇事影響之研究，可獲致以下幾點結論：

1. 本研究針對反光車牌進行反光車牌對車輛肇事影響之分析，在進行車牌設計考量時，應實質考量車牌所應具備的功能來作設計。因此除了考量原本應具有之基本功能(容量、辨識等)外，應進一步分析車牌之附加設計(例如反光車牌、防偽車牌之考量)，並綜合分析車牌之基本功能與附加設計，以使車牌設計考量之過程更為完整，並將車牌之功能發揮至極致。
2. 經由本研究建立之反光車牌對車輛肇事影響之推估方法，推估我國採用反光車牌之效益，因反光車牌之明顯性較不反光車牌增加，可促使後方車輛駕駛人在視線不良之情況下或道路照明狀況不佳之情形下，提早感知前方車輛之危險，即時應變，因而改變肇事嚴重性。因此我國採用反光車牌對減少車輛追撞或撞及停止車輛肇事而帶來之效益每年約為 9~15

億元，益本比為 13.75~62.63。由於本研究僅針對反光車牌對車輛肇事影響之效益進行研究，然而反光車牌實際之效益不僅於此，例如因反光車牌明顯性之增加，有助於執法取締等，因此，本研究建議我國應及早採用反光車牌。

## 6.2 建議

本研究對於未來反光車牌研究與實施有以下幾點建議：

1. 經由本研究分析結果，強烈建議我國未來應採用反光車牌，但在採行反光車牌之際，應進行事前事後分析研究，並全方位分析反光車牌可能帶來的效益，在事前分析研究時，應長期搜集建置分析資料庫，以利分析研究之進行，並應繼續搜集其實施之成果，進行事後分析，由反光車牌施行之事前事後分析研究，回饋修正事前研究不足之處，以建立完整之事前事後分析，獲致真正屬於我國實施反光車牌之成果經驗，此研究過程並可提供其他相關研究，進行事前事後分析時之參考依據。
2. 本研究經由反光車牌之效益成本分析，建議未來我國應採用反光車牌，以提升夜間或不良視線下之行車安全。反光車牌採行方式可考慮先試行某一車種，例如機車或計程車等，並於試行期間進行該特定車種使用反光車牌之事前事後分析研究，再視施行反光車牌之成效，考慮擴大使用車種，全面採用反光車牌，以提升夜間或不良視線下之行車安全。針對不同車種，實施反光車牌時，有不同之配套方式：
  - (1) 大型車輛：大型車輛由於車體龐大，在夜間不易完整辨別車身整體，常會因車燈不足或照明不佳而忽略某一部份，致生意外，因此在採用反光車牌時可搭配以下幾種方式進行：
    - ① 大車大牌，大型車輛採用較大牌面之反光車牌，在視線不良之情況或道路照明不佳之情形可更容易意識到大車，或由大牌面的反光車牌體認前方車輛為大型車輛而提高警覺。另外在執法方面，由於大型車輛使用較大牌面的反光車牌，有助行車管理以及執法之執行。
    - ② 車體上貼上反光貼紙，讓人更易辨別出整體車身。
    - ③ 車體上噴的車牌號碼可使用反光字體，以增加其識別性。
  - (2) 機車：由於機車體積小，且易流竄，有時因機車騎士忘了開燈或因燈光不足而易使人不易看清楚機車的存在，而易生危險，因此機車急需反光車牌來增加本身之明顯性，而除了使用反光車牌外，可搭配以下方式來增加機車安全：
    - ① 反光背心，機車其是可附加穿著反光背心來提昇不良視線情況下或

道路照明不良情形時本身之安全。

②安全帽加貼反光貼紙，此方法亦可增加整體之明顯性，而提昇機車本身之安全。

3.本研究在推估過程，囿限於諸多資料之缺乏，因此僅能以有限之資料架構推估方法；由於肇事原因眾多，而並未有單一肇因與研究明確且完全相關，因此對於未來資料之建置，建議應全面整合各研究單位及警察單位進行肇事資料之搜集及駕駛人行爲反應之相關研究。

## 參考文獻

1. 劉冠汝，「反光車牌對車輛肇事影響之研究」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
2. Erickson, R. L., "Reflectorized license plates in the United States," International Conference on Nighttime Traffic Safety, Yokohama, Japan, Oct. 29, 1993.
3. Richards, O. W., "Visual needs and possibilities for night automobile driving," Prepared by Research Group, American Optical Corporation, Partially supported under Contract CPR-11-3965, U. S. Bureau of Public Roads, August, 1967.
4. Campbell, B. J. & Rouse, W. S., "Reflectorized license plates and rear end collisions at night," Traffic Safety Research Review, 1968, 12 (2), pp.40-45.
5. Iowa Department of Public Safety, "1959 motor vehicle accident study," Polk County, Iowa, August, 1960.
6. Kenneth G. C., "Reflectorized license plates," January, 1970.
7. "A study of rural traffic accidents prior to, and science use of reflective registration plates," Maine State Police, 1963.
8. Michigan State University, Highway Traffic Safety Center, "Reflective plates reported effective," MSU Center Letter, 1959, 2 (7), p.2, Highway Research Abstracts, 1959, 29 (6), p.17.
9. Stoke, C. B., "Reflectorized license plates: Do they reduce night rear-end collisions?," Transportation Research Record 502, 1974.
10. Vanstrum, R. C. and Katnor, K. D., "Analysis of Tennessee accident data and the effect of reflectorized license plate," March, 1981.(unpublished)

11. Dravitzki, V. K., Tate, F. N., Davies, R. B., "Effectiveness of reflectorized Number Plate in Reducing 'Hit Parked Vehicles' in New Zealand," July, 1997.
12. Karmeier, D., "An evaluation of the purpose of motor vehicle license plates," Urbana, Illinois: The Engineering Experiment Station, University of Illinois, 1958.
13. Lauer, A. R. & Stone, J. A., "Legibility distance and visibility distance," Optometric weekly, 1955, XLVI, pp.727-728.
14. American Association of Motor Vehicle Administrators, "California tests reflectorized license plates," AAMVA Bulletin, 1963, 28 (11), pp.3.
15. Debons, A. & Crannell, C. W., "Facilitating identification of aircraft by use of reflex-reflective ("Scotchlite") material," Wright Air Development Center Technical Report 57-130, Wright-Patterson AFB, Ohio, April 1957.
16. Herrington, C. G., "Design of reflectorized motor vehicle license plates," Highway Research Board Proceedings, 39<sup>th</sup> Annual Meeting, Washington D. C., 1960, pp.441-446.
17. Allen, T. M., & Straub, A. L., "Sign brightness and legibility," Highway Research Board Bulletin No. 127, Night Visibility, 1955, Washington D. C., 1956, pp.1-4.
18. 鄭賜榮,「使用反光牌照增進交通安全之研究」,運數計劃季刊,第十一卷,第三期,361-371頁,民國七十一年九月。
19. "The costs of Highway crashes: Final Report", Federal Highway Administration, June 1991.
20. 黃台心,「生命價值的衡量」,台北銀行月刊,vol.24,民國七十二年。
21. 王葳,「生命價值之推估」,逢甲大學經濟研究所碩士論文,民國七十六年六月。
22. 薛立敏、王素鸞,「台灣地區就業人口生命價值之評估—工資、風險貼水法之理論與實證」,中華經濟研究院經濟專論 108 號,民國七十八年。
23. 詹方冠,「台灣地區勞動者工作安全與生命價值的研究」,政治大學經濟研究所碩士論文,民國七十九年六月。
24. 邱沛俊,「以 WTA 法分析因交通事故致死之人命價值」,交通大學交通運輸研究所碩士論文,民國八十六年六月。

25. 警政統計年報，內政部警政署，民國 87 年 6 月。

## 台灣地區公路長途客運旅行時間不確定性與相關 成本分析--從旅客與運輸業者之角度觀之

張新立<sup>1</sup>

### 摘 要

本研究利用系統分析方法剖析公路城際客運旅行時間延誤之形成原因，並透過資料收集，以台汽行駛於台北，台中與高雄間之國光號為實證研究對象，揭發我國城際公路客運旅行時間準點性之面紗。本研究所得之結果可以合理地反應台灣西部走廊公路運輸之情境，並可作為相關單位研擬相關對策或管理辦法之依據。此外，本研究亦試圖從旅客與運輸業經營者角度探索旅行時間不確定對其所造成之衝擊與可能衍生之成本，並提出一些改進旅行時間延誤之建議，足供運輸業者及政府相關單位參考使用，

### 一、緒 論

隨著國民所得之日益提昇，民眾對運輸服務品質之要求除了迅速、安全及舒適外，更希望能於預期時間準時抵達目的地。然而由於太多內在與外在因素之干擾，城際運輸中不論公路、鐵路、或航空，要讓每趟旅行均能準時抵達目的地確實非常不容易。這些干擾城際運輸無法準時抵達目的地之原因包括無法於旅次之起點準時出發，及旅行途中遭遇狀況而拖延了旅行時間。通常公共之城際客運服務大多僅提供起站之發車時間及預期抵達目的地之時間，至於有多少機會可能無法準時抵達目的地之資訊則完全付諸闕如。民眾對此無法準時抵達目的地之風險只好自行承受或設法規避，實不符公平交易之原則與精神，許多旅運糾紛也往往因此而發生。目前台鐵雖對班車延誤時間超過九十分鐘訂有賠償辦法，惟此延誤時間之理賠門檻是否合理則仍有待進一步之分析與評估。

中山高速公路自民國六十七年全線通車以來，快捷與方便之特性使中長程公路運輸之優勢凌駕鐵路，而逐漸成為台灣西部走廊客貨運送之最主要運輸型式。然而隨著國人車輛擁有數量快速成長所帶來之中長程公路城際運輸需求，及都會區湧入之大量借道車流，高速公路之交通阻塞現象已在沿線逐漸形成，並成為民眾活動旅運上最大之夢魘。高速公路由於路權

1 國立交通大學運輸工程與管理學系教授

封閉，一旦發生道路擁擠或因交通事故而導致交通阻塞，均需要冗長之時間營救始能恢復正常之運轉功能。近來先進運輸科技文明雖然陸續推出許多改善道路擁塞之技術，惟仍無法徹底免除民眾塞車之苦。民眾在日常生活中除了要時時面對常態性之交通擁塞外，也需要隨時有出現突發狀況而造成旅行時間延滯之心理準備。

旅行時間無法充分掌控不論對道路使用者或運輸業經營者均帶來極大之困擾與痛苦。民眾為免於塞車遲到而延誤辦事，只好採取提前出門之保守措施加以因應；運輸業者為維持其準時發車之服務品質，也只有增加人車以資應付。旅行時間不確定已是一項不爭之事實，然而究竟不確定至何種程度？造成何種之衝擊？其衍生之成本有多大？其形成原因是否有操控或改善之空間？卻似乎未曾嚴肅地被注意並深入探討，更缺乏積極謀求改善之企圖。

本研究基於上述理由，乃以旅行時間最具不確定性之中長程公路運輸作為研究對象，透過影響旅行時間準點性之因素分析，收集資料進行實證研究，並從旅客與運輸業經營者角度探索旅行時間不確定對其所造成之衝擊與可能衍生之成本。本研究以台汽公司台北往返高雄、台北往返台中、及台中往返高雄間之國光號旅行時間作為研究對象，所得之結果可以合理地反應台灣西部走廊公路運輸之情境，並可作為相關單位研擬相關對策或管理辦法之依據。

## 二、公路運輸旅行時間準點性量測與影響因素分析

過去有關公路運輸旅行時間可靠度之研究幾乎都集中於都市大眾運輸系統之探討，鮮少涉及城際公路運輸之議題。根據張有恆[1]所整理之資料顯示，影響都市大眾運輸系統可靠度(即本研究所言之旅行時間準點性)之因素包括交通號誌之影響、交通設施之狀況、旅客上下車之數量及靠停車數、大眾運輸系統以外運輸工具在路線上之數量、路線之長度及其他非預期因素等。由於都市運輸之旅行距離較短，民眾在大眾運輸服務品質之要求上，對候車時間準確性之要求遠勝於對車輛行駛時間之要求。相反地，長程城際運輸由於旅行距離較長，加以班表時間多以時刻表明確表達，在旅客心目中已有相當明確之發車時間，甚且明確之抵達時間。因此，城際運輸旅客對發車是否準點及車輛是否準時抵達目的地均具有明確的衡量標準，城際運輸旅客也因此而極易評鑑其準點性，進而影響其對各種運具之服務品質印象。

基於本研究之研究目的與上述城際運輸之服務特性，本研究乃嘗試將城際公路客運旅行時間之影響因素劃分成「發車時間之延誤」與「行車時間之延誤」兩大類，並分別說明如下：

## 2.1.發車時間之延誤

發車時間之延誤係指車輛實際從出發點出發之時刻與預期出發之時刻間之差距。由於大眾運輸必須遵守發車時刻之誠信以維護乘客之權利，因此即使車輛提前抵達出發點亦必須等到預定發車時刻始得發車，因此發車時間延誤基本上應都是正值。然而由於城際公路客運時刻表之表示方法各有差異，在發車時間延誤之認知與計算上可能有必要在本研究中加以澄清並定義。通常城際公路客運之發車時刻表之表示方法可分為「固定發車時刻表」與「固定發車班距」兩大類，茲說明如下：

### (一)固定發車時刻表

所謂「固定發車時刻表」是指運具的發車時刻在固定週期(如每天、每週等)內，將全部的班次發車時刻公告讓旅客明瞭，國內之航空班次表、鐵路時刻表及部份之公路客運時刻表均屬此類。採用固定發車時刻表之原因可歸納如下：(1)班次較少，時刻表之篇幅不大，不會造成乘客閱讀上之困擾；(2)班次較少、班距較大，為使旅客能適時抵站，避免久等之苦。固定發車時刻表之運作方式只要將實際發車時刻減去預定發車時刻，即可迅速獲得發車時間延誤資料。

### (二)固定發車班距

所謂「固定發車班距」是指不將運具的發車時刻明確公佈予旅客，只告知旅客相鄰兩班次間之時間(如每隔十分鐘一班)，旅客僅被告知每隔多久會有一個班次，並無法明確得知發車之時刻。此種發車班次時間之表示法適用於班距較短、車輛行駛時間較難掌控之運輸系統，如都市中之公車與捷運系統。固定發車班距表示法在計算發車時間延誤上較為繁瑣，對該班車是否延誤發車需有進一步之認定。事實上，運輸業本身都有一份固定時刻之發車時刻表。對業者本身而言，班車發車是否延誤實際上很容易就可以認定並計算；惟對旅客而言，因抵達車站之時間不同，不同之候車時間起算點讓旅客對發車時間是否延誤產生不同之認定。



造成公路客運發車時間延誤之因素基本上可以歸納成：(1)運輸業者管理與維護之缺失；(2)沿線停靠站頻繁或上下旅客太多，因而導致中途站之發車時間延誤；(3)外在因素影響車輛行駛速率，因而導致車輛無法準時抵達發車起點。茲針對上述三類因素分別說明如下：

(一)運輸業者管理與維護之缺失

車輛無法於發車起點準時發車可能緣自駕駛人無法準時上班，而又無法及時找到接替之駕駛員；或車輛臨時故障，而又缺乏及時救急之待命備用車輛。本項缺失所導致之發車時間延誤，基本上應屬運輸業者管理不當所造成之結果。

(二)沿線停靠站頻繁或上下旅客太多，因而導致中途站之發車時間延誤

沿途停靠站太多所導致中途站發車時間延誤之現象應屬業者規劃時刻表時之缺失，如果經常出現此類問題則應重新檢討中途站時刻表之編定。另因沿途上下旅客過多而導致之發車時間延誤之現象應屬突發事件方屬合理，如果此現象經常出現，則運輸業者有責任重新檢討中途站時刻表編排之合理性。

(三)外在不可預期因素影響車輛無法準時抵達發車地點

影響車輛無法準時抵達發車起點之不可預期外在因素包括不良之氣候、意外之交通事故、突發之事件因而導致交通延滯等，此類因素所導致之出發時間延誤基本上並非運輸業者所能掌控，惟運輸業者本身如果具有較佳之應變能力，仍可減少被此種外在因素影響之衝擊程度。

## 2.2.行車時間之延誤

行車時間之延誤係指實際車輛行駛時間與預期行駛時間之差距，是一項定義明確並容易量測之指標。公路之行車時間會因駕駛人所採取之行車速率而各有不同，此項行車時間可能較預期時間為高而為正值，亦可能較預期時間為低而為負值。影響行車時間延誤之因素包括車輛於行駛途中拋錨、沿途交通車流過高所導致之交通阻塞、惡劣天候所造成之交通阻塞、意外交通事故所導致之交通受阻、沿途上下車旅客過多所導致之延滯等因素。行駛時間延誤會因旅行距離之增長而增加，在長途公路運輸中它通常是影響旅次能否準時抵達目的地之最主要原因。

### 2.3.抵達時間之延誤

公路客運車輛抵達目的地之時間延誤實際上係發車時間延誤與行車時間延誤之結合。在公路客運車輛發車時間不得提前之前提下，提前抵達終點之情況主要來自於行車時間之縮短，惟在客運業者強烈要求駕駛員不得超速行車之情況下，提前抵達終點站之案例並不多。至於客運班車在發車時間延誤之情況下，可能借助較高之行駛速率以爭取準時抵達終點之機會，在不違規超速之原則下，如果路況良好仍然是可行的。根據研究結果顯示[2]，旅客對準時到達目的地之重要性、準時發車之重要性、及行駛時間固定之重要性所給予之評分權重分別為 0.42、0.31、與 0.27，明顯反應旅客對準時抵達目的地之最大期許。

## 三、長途公路客運旅行時間準點性之現況

有關公路旅客運輸旅行時間準點性現況之估算，本研究係利用台汽國光號班車之出發時間與到達時間加以推估。由於台汽公司「台北往返台中」及「台中往返高雄」兩路線係採開放式時刻表(例如:5:20—23:40 每隔 10-15 分鐘一班)，故發車時間延誤之計算乃缺乏明確之基準時刻以資使用。因此本研究乃嘗試重新對其是否延誤發車加以定義。本研究假設班車之間距小於其預期班距之上限時視為準點；發車延誤時間為實際發車班距超出預期最大班距之時間。本研究將台汽公司台北、台中與高雄三站於民國 87 年 10 月份公路客運班車之出發時間延誤與行駛時間延誤之資料整理出表 1 之結果。表 1 之統計資料顯示台汽之發車時間延誤並不大(平均值均在 2.5 分鐘以下)，主要之延誤係來自車輛行駛時間之延誤。「台北往返台中」及「台中往返高雄」等中距離公路運輸之平均行駛時間延誤約為 25-30 分鐘，而「台北往返高雄」之長距離公路運輸之平均行駛時間延誤則高達 48-56 分鐘。表 1 顯示「台北往返高雄間」假日班次之平均發車時間延誤較非假日為高；而「台北往返台中」與「台中往返高雄」之假日發車時間延誤卻都較非假日為低。而在行駛時間延誤上，除「台北至高雄」假日班次之行駛時間延誤較非假日略低外，其餘路線都顯示假日車輛行駛時間延誤較非假日為高。「台北至高雄」班次之異常現象應與西部運輸走廊需求之方向性變化有關。

表 1 台汽民國 87 年 10 月份台北、台中與高雄站間旅行時間延誤情況(分鐘)

| 班車起訖站 |     | 預定行駛時間 | 平均發車延誤 | 平均行駛延誤 | 平均抵達延誤 |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|
| 台北→台中 | 非假日 | 150 分鐘 | 1.11   | 24.5   | 25.61  |
|       | 假 日 | 150 分鐘 | 0.45   | 25.8   | 26.25  |
| 台中→台北 | 非假日 | 150 分鐘 | 1.42   | 20.4   | 21.82  |
|       | 假 日 | 150 分鐘 | 0.57   | 25.7   | 26.27  |
| 台中→高雄 | 非假日 | 160 分鐘 | 1.87   | 25.2   | 27.07  |
|       | 假 日 | 160 分鐘 | 1.33   | 26.1   | 27.43  |
| 高雄→台中 | 非假日 | 160 分鐘 | 2.45   | 25.3   | 27.75  |
|       | 假 日 | 160 分鐘 | 0.19   | 29.1   | 29.29  |
| 台北→高雄 | 非假日 | 270 分鐘 | 0.03   | 48.0   | 48.03  |
|       | 假 日 | 270 分鐘 | 0.45   | 47.9   | 48.35  |
| 高雄→台北 | 非假日 | 270 分鐘 | 0.17   | 50.8   | 50.97  |
|       | 假 日 | 270 分鐘 | 0.33   | 56.4   | 56.73  |

進一步對台汽發車時間延誤所作之分析發現(如表 2)，台汽往返台北與台中間國光號準時發車之比率均未達 95%，其中非假日準時發車之比率更較假日為低(甚且低至 86%)，其中亦不乏延誤 30 至 60 分鐘開車者。相較於其他運輸路線，台北往返高雄班車準時發車之比率似乎較高些，均能維持在九成七以上之水準。大致而言，除了往返台中與高雄之班車外，發車時間延誤超過十五分鐘之比率均可維持在 1%以下。而假日普遍具有較高準點發車比率之現象，亦反應出台汽集中火力搶攻假日城際運輸市場之決心與魄力。

表 2 台汽民國 87 年 10 月份台北、台中與高雄站間班車發車時間延誤累積機率表(%)

| 班車起訖站 |     | 樣本數  | 班車發車時間延誤(分鐘) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----|------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |     |      | 0            | 5     | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    | 60    | 60 以上 |
| 台北→台中 | 非假日 | 2172 | 0.904        | 0.955 | 0.990 | 0.990 | 0.992 | 0.993 | 0.995 | 1.000 | 1.000 |
|       | 假 日 | 558  | 0.943        | 0.984 | 0.984 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 台中→台北 | 非假日 | 2028 | 0.858        | 0.961 | 0.970 | 0.988 | 0.991 | 0.993 | 0.994 | 0.997 | 1.000 |
|       | 假 日 | 640  | 0.923        | 0.982 | 0.990 | 0.993 | 0.995 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 台中→高雄 | 非假日 | 363  | 0.953        | 0.961 | 0.961 | 0.964 | 0.970 | 0.973 | 0.979 | 0.996 | 1.000 |
|       | 假 日 | 105  | 0.943        | 0.943 | 0.962 | 0.972 | 0.982 | 0.982 | 0.982 | 0.999 | 1.000 |
| 高雄→台中 | 非假日 | 356  | 0.952        | 0.958 | 0.964 | 0.964 | 0.970 | 0.973 | 0.993 | 1.000 | 1.000 |
|       | 假 日 | 105  | 0.990        | 0.990 | 0.990 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 台北→高雄 | 非假日 | 604  | 0.990        | 0.990 | 0.990 | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
|       | 假 日 | 182  | 0.972        | 0.977 | 0.982 | 0.988 | 0.993 | 0.993 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 高雄→台北 | 非假日 | 604  | 0.988        | 0.988 | 0.991 | 0.993 | 0.993 | 0.995 | 0.995 | 1.000 | 1.000 |
|       | 假 日 | 182  | 0.984        | 0.984 | 0.984 | 0.984 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

基於旅客對準時抵達目的地之高度期許，本研究乃進一步將各路線班車抵達目的地之時間延誤情形統計如表 3 所示。該統計結果顯示，往返台北與台中之班車能在延誤十分鐘之範圍內抵達目的地者不及 2%；而能在延誤卅分鐘內抵達者也未超過九成。往返台中與高雄間國光號之準時抵達率亦不高，仍有近一成之班次無法在延誤一小時之範圍內抵達目的地。往返台北與高雄間之國光號由於行駛里程較長，相對地所產生之抵達時間延誤也較嚴重，仍有一成以上之班次無法在延誤九十分鐘內抵達目的地，顯示惡劣之道路交通環境已使公路運輸之服務品質無法有效提昇，終至市場之一再萎縮。

表 3 台汽民國 87 年 10 月份台北、台中與高雄站間班車抵達終點時間延誤累積機率表(%)

| 班車起訖站 |     | 樣本數  | 班車抵達時間延誤(分鐘) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-----|------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       |     |      | 0            | 5     | 10    | 15    | 20    | 30    | 60    | 90    | 120   |
| 台北→台中 | 非假日 | 2101 | 0.001        | 0.001 | 0.011 | 0.473 | 0.811 | 0.841 | 0.939 | 0.978 | 0.996 |
|       | 假 日 | 660  | 0.002        | 0.002 | 0.010 | 0.442 | 0.744 | 0.758 | 0.956 | 0.997 | 1.000 |
| 台中→台北 | 非假日 | 2052 | 0.004        | 0.004 | 0.015 | 0.831 | 0.848 | 0.882 | 0.967 | 0.994 | 0.999 |
|       | 假 日 | 640  | 0.002        | 0.002 | 0.013 | 0.746 | 0.754 | 0.768 | 0.929 | 0.988 | 0.993 |
| 台中→高雄 | 非假日 | 387  | 0.000        | 0.010 | 0.563 | 0.589 | 0.630 | 0.648 | 0.891 | 0.969 | 0.990 |
|       | 假 日 | 112  | 0.018        | 0.018 | 0.482 | 0.527 | 0.545 | 0.590 | 0.911 | 0.991 | 1.000 |
| 高雄→台中 | 非假日 | 380  | 0.137        | 0.137 | 0.519 | 0.530 | 0.551 | 0.630 | 0.904 | 0.988 | 0.997 |
|       | 假 日 | 112  | 0.125        | 0.125 | 0.473 | 0.473 | 0.491 | 0.571 | 0.848 | 0.973 | 1.000 |
| 台北→高雄 | 非假日 | 648  | 0.011        | 0.013 | 0.050 | 0.275 | 0.280 | 0.556 | 0.707 | 0.878 | 0.938 |
|       | 假 日 | 192  | 0.005        | 0.005 | 0.047 | 0.261 | 0.282 | 0.548 | 0.673 | 0.861 | 0.955 |
| 高雄→台北 | 非假日 | 641  | 0.008        | 0.011 | 0.117 | 0.125 | 0.269 | 0.517 | 0.679 | 0.837 | 0.938 |
|       | 假 日 | 191  | 0.016        | 0.016 | 0.131 | 0.141 | 0.267 | 0.482 | 0.618 | 0.822 | 0.895 |

#### 四、旅行時間不確定所衍生之成本

公路長途客運旅客在長期面對發車時間延誤、行駛時間延誤、及抵達目的地時間延誤之情況下，本身對旅行時間之不確定性其實已經有了一個認定的尺度。本研究透過訪問調查，獲悉長途客運旅客對各項旅行時間不確定指標之認定標準如表 4 所示，其中發車時間延誤之認定門檻約為 10 分鐘、行車時間延誤之認定門檻約為 15 分鐘、抵達時間延誤之認定門檻則約為 17 分鐘。至於旅客對發車時間延誤、行車時間延誤、及抵達時間延誤之平均容忍極限則分別約為 18 分鐘、26 分鐘、及 28 分鐘。假日與非假日、長程與中程對延誤時間之認定門檻及容忍極限雖略有差異，惟其間之差異值並非很大。

表 4 公路客運長途旅客對發車誤點、行駛誤點、抵達誤點之平均認定門檻與平均容忍極限值

| 班車起訖站 |     | 發車延誤(分鐘) |      | 行駛延誤(分鐘) |      | 抵達延誤(分鐘) |      |
|-------|-----|----------|------|----------|------|----------|------|
|       |     | 認定門檻     | 容忍極限 | 認定門檻     | 容忍極限 | 認定門檻     | 容忍極限 |
| 台北 台中 | 非假日 | 12.8     | 23.4 | 16.4     | 28.8 | 18.6     | 30.8 |
|       | 假 日 | 11.1     | 20.8 | 14.3     | 25.8 | 13.3     | 24.1 |
| 台中 高雄 | 非假日 | 10.3     | 18.8 | 16.5     | 30.1 | 18.2     | 32.4 |
|       | 假 日 | 8.6      | 14.6 | 9.2      | 18.1 | 17.5     | 26.9 |
| 台北 高雄 | 非假日 | 9.1      | 16.3 | 16.3     | 30.9 | 17.7     | 32.4 |
|       | 假 日 | 10.8     | 15.2 | 14.0     | 22.3 | 14.4     | 20.9 |

#### 4.1.旅行時間不確定對旅客所衍生之成本

許多研究紛紛指出運具旅行時間不確定確實深深影響旅運者之運具選擇。公路客運雖有最高之可及性，惟亦是旅行時間不確定性最高之運輸工具[2]。公路大眾運輸旅客中強制性旅客(Captive Rider)佔有相當顯著之比率，這些強制性旅客可能為無法開車之老弱婦孺，或雖滿十八歲但經濟能力較為薄弱之族群。當然，大眾公路客運旅客中亦不乏捨棄自行開車之族群。總體而言，公路長途客運旅客具有對旅行時間較不敏感之特性，對旅行時間之可能延誤只能默默忍受，並以提前出門以資應付；而少數有能力改變者可能會因為在乎延誤而選擇其他運輸工具。

傳統在估算公路旅行時間延誤所造成之額外成本負擔時，通常多集中於事故(件)發生後所造成交通阻塞之影響。事實上，旅行所需時間不穩定所導致之旅客時間消耗成本才更可觀，因為乘客每趟旅次都得為可能之延誤付出相當高之代價，此項時間成本少則半個小時，多則甚至可達兩個小時。

#### 4.2.旅行時間不確定對運輸業者所衍生之成本

旅行時間不確定對運輸業者所造成之衝擊遠較旅客為高，其影響之範圍包括：(1)營運時間增長所帶來之營運成本壓力；(2)班車調度效率降低所帶來之成本負擔；(3)服務品質低落導致旅客流失之營運收入壓力；(4)旅客因旅行時間延誤要求退費(或賠償)所帶來之營運成本壓力。茲對運輸業者所遭遇之上述困境分別說明如下：

##### (一)營運時間增長所帶來之營運成本壓力

當公路客運班車遭遇行駛時間延誤時，很自然地車輛駕駛員就必需額外地增加工作時數，如果因而導致班車無法準時發車或收班時，勢將導致相關站務及後勤人員之留守待命以協助排解可能遭遇之困

境。因此，公路客運班車遭遇旅行時間延誤時不但造成運輸業者必須支付額外之超時工資，更需要支付車輛及場站延長使用時間之額外開銷。

#### (二)班車調度效率降低所帶來之成本負擔

在長程公路旅行時間不甚穩定之情況下，公路運輸業者為維持其準時發車之基本服務品質，通常採取較為寬鬆之班車排班策略，或增加備用車輛與駕駛人隨時待命之作法以資應付。上述降低車輛使用效率及增加備用車輛之作法，均將造成龐大之營運成本負擔。

#### (三)服務品質低落導致旅客流失之營收壓力

頻繁之車輛旅行時間延誤勢必造成民眾對公路客運之不良評價，進而導致民眾改用旅行時間延誤較低之其他運具，例如鐵路或航空運輸。旅客的流失將加深公路客運業之經營困境，造成旅客進一步流失之惡性循環現象。

#### (四)旅客因旅行時間延誤要求退費(或賠償)所帶來之營運成本壓力

在民意高漲之政治環境下，加以遍地彌漫「服務至上」之商業口號，旅客在遭遇旅行時間延誤時要求賠償之風氣已逐漸醞釀形成。公路客運業在缺乏辦法規範及公正仲裁機制之情況下，日後恐難逃旅客要求旅行時間延誤賠償或退費之案例。

### 五、公路客運業因應班車旅行時間延誤之對策研析

公路車輛旅行時間不確定不論對公路客運旅客或公路客運業者均造成極為重大之衝擊。針對此問題，客運業者所要排解之難題及所需面臨之抉擇均較旅客來得複雜。當公路客運旅客經歷公路客運車輛旅行時間一再延誤之後，他(她)們可能決然地放棄公路客運而改搭旅行時間可靠度較高之運具；也可能認同公路客運行車延誤之事實，默默接受公路客運行車延誤所增加之旅行成本負擔。然而公路客運業者則不然，業者均不願意奮鬥多年所累積之績業因公路運輸環境的變遷而暗然接受自然淘汰的命運，無不在艱難的處境中力求爭取一線之生機。而站在監督運輸業立場之政府交通主管單位，似乎也不願意強力推動大眾運輸政策而支持之公路客運業因抵不過外力之強大衝擊而逐漸凋零沒落。因此，要讓公路客運旅行時間之不確定性減至最低，除有賴公路客運業者自立自強外，政府相關政策之輔導協助亦屬絕對的必要。

公路客運業者試圖讓城際旅行時間延誤減至最低的作法，可從下列幾

個方向著手，試分別說明如下：

- (一)積極排解因營運管理或車輛維護不當而造成旅行時間延誤之原因，以便讓旅行時間延誤之風險減至最低。
- (二)建立詳實之營運與班車運行資料庫，明確登錄班車之營運與旅行時間資料，詳實說明發生班車旅行時間延誤之原因，既可提供業者內部檢討改進營運缺失之參考，更可作為未來旅客求償仲裁之證據。
- (三)善用先進運輸科技，有效掌握道路交通狀況及車輛定位資訊，即時彈性調度車輛排班，以減少外在因素對班車旅行時間延誤之衝擊。
- (四)探討於中部(台中交流道附近)設置客運轉運站之可行性，儘量利用中程轉運方式搭載長程旅客，減少路線過長可能導致之車輛調派困境。

而政府交通主管單位亦可借助下列交通管理措施之推動，以協助城際公路客運業者改善其旅行時間延誤，鞏固其既有之城際大眾公路運輸市場：

- (一)於城際運輸需求尖峰時段有效抑制高速公路上之小客車使用量，其方法如匝道儀控、高乘載管制、改採按行駛距離計價之收費方式以減少都會區短程借道旅次、提高小客車收費等方法。
- (二)提升高速公路交通事故搶救效率，降低交通受阻時間。
- (三)訂定客運業旅行時間延誤之旅客賠償辦法，並建立大眾運輸旅行時間延誤之理賠仲裁機制，以保護旅客及客運業者雙方之權利。
- (四)定期公佈各類城際運輸工具旅行時間之統計資料，明確規範旅行時間延誤之定義，俾讓運輸服務能符合公平交易之原則。

## 六、結論與建議

本研究利用系統分析方法剖析公路城際客運旅行時間延誤之形成原因，並透過資料收集，以台汽行駛於台北，台中與高雄間之國光號為實證研究對象，揭發我國城際公路客運旅行時間準點性之面紗。研究結果發現台汽長途城際公路客運之發車準點情況良好，平均發車時間延誤不到一分鐘；台北往返台中及台中往返高雄之平均行駛時間延誤約為 25 分鐘，而台北往返高雄之平均行駛時間延誤則為 51 分鐘。該結果顯示長程公路客運延遲抵達終點之主要原因乃係高速公路上無法預期之交通擁塞。

為使本研究能進一步了解旅行時間延誤對旅客及運輸業者之衝擊，本研究除透過旅行時間延誤變異之分析外，並嘗試分析旅行時間不確定對旅客及運輸業者所衍生之額外成本。本研究雖未實際估算城際公路旅行時間不確定對旅客與運輸業者所產生之成本，惟所勾勒出之成本項目應可引導後續相關研究之進行，並可提供運輸業者及交通主管單位研擬相關政策或

管理措施之參考。

本研究最後並針對公路客運業者如何減輕城際客運班車旅行時間延誤之作法提供數點建議，呼籲公路客運業者應從營運管理與車輛維護方面著手，率先將可歸責於業者之時間延誤因素降至最低。繼而建議業者應建立詳實之班車營運資料庫以作為檢討並改進旅行時間延誤問題之參考依據，另引進先進運輸管理科技及探討於台中交流道設置轉運站之可行性也是值得嘗試之方案。本研究最後亦提出一些政府交通主管單位可以協助業者減輕旅行時間延誤之建議，包括城際運輸需求尖峰時段有效抑制高速公路之上小客車使用量、訂定客運業旅行時間延誤之旅客賠償辦法並建立大眾運輸旅行時間延誤之理賠仲裁機制、及定期公佈各類城際運輸工具旅行時間之統計資料，明確規範旅行時間延誤定義以符運輸服務公平交易之原則。

### 參考文獻

1. 張有恆，「改善大眾運輸系統服務可靠度之策略」，運輸計劃季刊，第 13 卷，第 2 期，民國 73 年 6 月。
2. 張耀明，「台灣城際旅行時間可靠度之分析與量測研究」，國立交通大學運輸工程與管理學系碩士論文，民國 88 年 6 月，計 95 頁。



# 道路交通事故損失貨幣價值估算之研究

陳高村<sup>1</sup> 曾招雄<sup>2</sup>

## 摘要

近年來雖然車輛安全配備逐漸改良，道路服務水準不斷提昇，交通事故以及死傷人數卻未隨之減少，各國政府對於此一問題莫不重視，因此在國內「交通事故」也成為交通主管單位與警政部門評估交通安全成效的一項重要指標，且交通事故之多寡、嚴重程度直接影響民眾權益與交通安全績效，故目前各主管單位無不致力於交通事故防制，希望從安全改善措施之執行，減少交通事故發生。然而交通事故發生常會因時、地特性及涉入當事人之不同，而有不同之事故結果，除造成當事人生命財產損失與精神折磨外，整體而言更損及國家經濟力，亟需加以預防改善，如何將社會資源合理分配與運用，以期獲得最大效益與安全確保，實屬交通安全主管機關當務之急。

本研究從事故發生成本負擔的觀點，回顧國內、外相關文獻，探討事故發生所衍生成本之項目，並進行國內社經、事故善後等——人民所得、消費、保險給付、理賠求償之本土性資料調查蒐集，以經濟學理論之成本效益與保險學上風險補償觀念為基礎，探討交通事故相關成本損失，深入分析事故衍生之當事人傷亡、財物損失、家庭支出增加、醫療支出、工作損失、工作能力減損等實際(有形、直接)成本，和生活品質降低、精神負擔、名譽折損等無形成本，藉以作為理賠求償標準之擬定與制度建立、並供主管單位推估社會成本及交通事故所帶來整體經濟影響，與研擬交通事故防制(改善)措施之資本投入與效用評估之依據。

**關鍵詞：**事故成本、損害賠償

## 一、前言

隨著科技進步提昇人類之機動性，車輛工程、道路工程不斷改進，近年來車輛安全配備受到重視，道路服務水準不斷提昇，交通相關投資建設

1 中央警察大學交通學系副教授

2 中央警察大學交通管理研究所碩士、台中縣警察局交通隊分隊長

不只是在滿足行的需求而已，也更進一步在安全保障上講究，但交通事故發生及死、傷人數卻未隨之減少，故各國政府無不致力於交通事故防制的課題。然而交通事故發生時，除了直接造成事故的當事者生命、財產損失與道路設施之毀損外，也因此造成該事故地點的通行時間延誤、油耗、空氣污染及後續善後處理等間接社會成本支出，甚至損及國家整體經濟發展。

本研究希望能經由事故成本相關主題的分析，透過事故實際損失與國內社經概況、事故善後處理成本支出等——人民所得、消費水準、保險給付、理賠求償之本土性資料調查蒐集，以經濟學理論之成本效益與保險學上風險補償觀念為基礎，探討交通事故相關成本損失，深入分析事故衍生之當事人傷亡、財物損失、家庭支出增加、醫療支出、工作損失、工作能力減損等實際(有形、直接)成本，和生活品質降低、精神負擔、名譽折損等無形成本，訂定出交通事故衍生成本的量化估算模式，估算明確的事故成本，藉以作為理賠求償標準之擬定與制度建立、並供主管單位推估社會成本及交通事故所帶來整體經濟影響，與研擬交通事故防制與改善措施之資本投入與效用評估依據。

## 二、事故成本分析相關文獻評述

由於交通事故之善後事宜往往需要依現行法令之規定行之，故在國內事故成本研究相關文獻概可區分為兩大類，法學家和社會學家著重於事故發生後之善後賠償與處理之相關事宜，包括加害者的損害賠償與損害賠償的項目等之理論發展；另一類從經濟學的觀點探討事故發生所衍生成本之估算方式，包括生命價值、生活品質、時間價值、人力資源價值、社會成本等。而前者主要依據現行之民法，在理論發展上較無爭議，但後者由經濟學理論發展之價值貨幣化則存在較多之異見，近年來國內研究學者對於事故成本估算研究也多以國外發展之理論為基礎，積極從事本土性之理論發展與運用。

### 2.1 損害賠償項目分析方法

國內對於事故賠償的相關研究[1,2,3,4]，多依法學、法理探討損害之彌補，較少以經濟學成本理論進行分析，在賠償責任的追訴多以民法第一百九十二條～第一百九十六條，對於侵權行為造成被害人權利損害規定為依據，以填補被害人所受損害為目的，所謂的「損害」不以現實發生之不利益為限，即涵蓋將來可預測之利益，包括積極的損害與消極的損害、財

產損害與非財產損害，而損害必須與加害行為有相當的因果關係。損害內容包括：人格、生命、身體、健康、名譽、自由之損害、財物毀損或預期利益喪失，加害人應負賠償責任。故舉凡因交通事故造成被害人之人格、生命、身體、健康、名譽、自由之損害、財物毀損或預期利益喪失，得要求加害人賠償。

在事故賠償實務中，由於肇事者之侵權行為或過失行為，造成被害人之損害應負賠償責任，雖生命之戕害剝奪無法回復或身體財產之損害無法復原，縱使對加害人科以刑罰，無助於被害人之損失彌補。故對被害人而言法益遭受侵害，若能得到適度的賠償，雖然無助於精神上痛苦之解除，但物質上之賠償，對其因事故所造成之生活不便可稍獲紓解。根據民法中有關侵權損害賠償規定列舉如下：

#### 2.1.1 肇事者因侵權行為或過失行為致被害人死亡

肇事者因侵權行為或過失行為致被害人死亡，除醫療費、殯葬費支出外，被害人對於第三人負有法定扶養義務者，加害人對於該第三人亦應負損害賠償責任；被害人之父母、子女與配偶雖非財產上損害，但亦得請求相當金額之賠償。其所需負擔賠償項目與請求權行使對象如下說明：

- 1.醫療費：請求權人為支出醫療費之人。
- 2.殯葬費：請求權人為支出殯葬費之人。
- 3.扶養費：被扶養親屬為有請求權人。
- 4.贍養費：被害人父母為有請求權人。
- 5.預期收益(死亡補償費)：其繼承人得主張請求權。
- 6.精神慰藉金：被害人父母、子女與配偶皆可為有請求權人。
- 7.事故處理增加之生活費：有實際支出之被害人父母、子女與配偶皆可為有請求權人。
- 8.因處理事故善後所增加之生活、訴訟...等支出費用：有權請求上述費用之請求人。

#### 2.1.2 肇事者因侵權行為或過失行為致被害人身體傷害

肇事者因侵權行為或過失行為侵害他人之身體或健康者，除醫療費用外，對於被害人因此喪失或減少勞動能力或增加生活上之需要時，應負損害賠償責任。其所需負擔賠償項目與請求權行使對象如下說明：

- 1.醫療費：請求權人為支出醫療費之人。
- 2.工作收入損失：被害人為有請求權人。
- 3.預期收益折減：被害人為有請求權人。

- 4.精神慰藉金：被害人與其父母、子女與配偶皆可為有請求權人。
- 5.照顧病患增加之生活費：被害人得依實際支出請求。
- 6.因處理事故善後所增加之生活、訴訟...等支出費用：有權請求上述費用之請求人。

#### 2.1.3 肇事者因侵權行為或過失行為致被害人物之毀損

肇事者因侵權行為或過失行為毀損他人之財物，應賠償因毀損所減少之價額，或回復原狀。所謂他人財物包括對造當事人之車輛、與其所載運物品之直接損失與間接損失及因事故造成之公共設施或其他私人物品，應賠償項目應包括：

- 1.車輛毀損之修復費：被害人或車輛所有權人為有請求權人。
- 2.載運物品之碰撞毀損賠償與價值降低差額或延誤損失：被害人或物品之所有權人為有請求權人。
- 3.公共設施或私人物品毀損之賠償：所有權人或該設施之管理機關為有請求權人。
- 4.因處理事故善後所增加之生活、訴訟...等支出費用：有權請求上述費用之請求人。

### 2.2 經濟成本項目分析方法

針對交通事故成本研究部門與相關學者的對於事故成本項目均有不同之分析看法，根據 1994 年美國公路交通安全署(NHTSA, National Highway Traffic Safety Administration)之研究報告[5] 與 D.C. Andreassend [6], John B. Rollins and William F. Mefarland [7], Ted R. Miller, Stephen Luchter and C. Philip Brinkman [8], Rune Elivik[9]等之研究成果，在國內現有環境背景之下，事故成本項目概可歸納為主體直接成本、主體間接成本、客體間接成本、間接社會成本與無形成本等五大類，分別說明如下：

#### 1.主體直接成本

- 1)醫療成本：在事故發生後所造成人員身體傷害所進行之醫療處置，包括現場緊急救護、救護車運輸、急診室和住院醫療、身體治療、處方、復健、醫療輔助器材、義肢等。
- 2)財物損失成本：車輛毀損、貨物和道路設施損毀成本。
- 3)突然之喪葬成本：事故當事人在正常預期壽命結束前死亡，喪葬費提早付出的貼現價值。

#### 2.主體間接成本

- 1)生產中斷成本：事故當事人因傷必須治療或休養，暫時無法工作，造

成收入減損與從新恢復工作或找尋新工作期間所需成本。

- 2) 家庭生產力降低成本：事故當事人因傷、亡，其所負擔之活動或生產力，其價值是在市場價格上去雇用其他人代為完成這些勞務的費用。
- 3) 生產力喪失成本：事故當事人因傷、亡，無法繼續從事工作，所造成其預期收入與社會利益之損失。
- 4) 當事人生活額外支出成本：事故發生後所造成之生活不便與事故當事人為處理事故善後，諸如：就醫、原因調查、訴訟、鑑定、調解、理賠等事務，其生活額外的支出成本。

### 3. 客體間接成本

- 1) 事故現場處理成本：交通事故發生後，事故處理機關之事故現場處理、拖吊排除、恢復交通、緊急救護等的成本。
- 2) 事故當事人家屬生活額外支出成本：事故當事人家屬為處理事故善後，如死亡者之喪葬、受傷者之照顧、原因調查、訴訟、鑑定、調解、理賠等事務，其生活額外的支出成本。
- 3) 事故善後行政成本：警察機關、鑑定機關、司法機關、調解委員會、保險公司...等，因事故發生所需進行相關業務所需投入之成本。
- 4) 工作場所勞力喪失成本：工作場所因工作人力損失或缺席增加的成本，包括：因事故發生導致無法繼續工作，而工作場所因此需調整人力或重新訓練、雇用新進人員加入工作行列所需增加之成本。

### 4. 間接社會成本

- 1) 用路人行旅延滯成本：由於交通事故發生在等待排除過程或交通疏解所造成的交通阻塞與延誤，造成用路人行旅延滯所造成的損失與增加之成本。
- 2) 貨物運送因事故交通受阻致生延誤所引生之經濟損失。

### 5. 無形成本

- 1) 當事人傷痛、精神折損、生活品質降低與名譽損失。
- 2) 當事人家屬精神折損、生活品質降低與名譽損失。
- 3) 道路服務水準降低。
- 4) 政府施政形象。

## 三、事故損害賠償與成本項目比較分析

從前述事故損害賠償與事故經濟成本分析方法中發現，事故損失不一定只發生在事故當事人身上，成本的負擔包括事故當事人及其家屬、事故

處理單位、道路主管單位、交通管理單位、民刑事訴訟機關與事故善後處理相關機關以及道路使用人與社會大眾...等等，舉凡從事故發生到善後處理結束前被牽連到的相關人、車、機關都須為事故發生付出或多或少的成本。雖然目前在制度上有關事故處理、道路維護、交通管理、訴訟程序所需之成本耗費，多數為公部門之施政或管理的部分而由其直接負擔或吸收，但其支出存在是不爭的事實。在整體的交通安全改善計畫之中，必須透過成本的估算瞭解交通安全改善措施之益本分析，藉以作為交通安全推動與成本投入依據，方能獲取更大的社會福祉。在現有的研究環境中，由損害賠償與成本分析不同的角度探討問題，自會有不同的見解，以下就其分類與項目比較分析如表1所示。其中不難發現與事故被害當事人損失有關者，在實務上因造成損失之主、客體較易釐清，都有被列入損失賠償項目之中。

表1 交通事故衍生之成本分類

| 成本類別   | 成本項目          | 實務上求償之損失賠償項目 | 經濟成本分析項目 |
|--------|---------------|--------------|----------|
| 主體直接成本 | 醫療成本          | *            | *        |
|        | 財物損失成本        | *            | *        |
|        | 突然喪葬成本        | *            | *        |
| 主體間接成本 | 生產中斷成本        | *            | *        |
|        | 家庭生產力降低成本     | *            | *        |
|        | 生產力喪失成本       | *            | *        |
|        | 當事人生活額外支出成本   | *            | *        |
| 客體間接成本 | 事故現場處理成本      |              | *        |
|        | 當事人家屬生活額外支出成本 |              | *        |
|        | 事故善後行政成本      |              | *        |
|        | 工作場所勞力喪失成本    |              | *        |
| 間接社會成本 | 行旅延滯成本        |              | *        |
|        | 貨物運送延誤損失成本    |              | *        |
| 無形間接成本 | 當事人精神損失成本     | *            | *        |
|        | 當事人家屬精神損失成本   | *            | *        |
|        | 道路服務水準降低成本    |              | *        |
|        | 政府施政形象損失成本    |              | *        |

## 四、事故衍生成本調查與推估

道路交通事故發生所衍生之成本，既如前述分析包括有形成成本與無形成本，直接或間接發生在事故當事人身上或發生在與其相關之人或客體上，依經濟理論當然可以將其完整分類求算，但在資料取得或其對總成本估算仍有其限制，本研究參酌國內、外對於人命價值與事故成本分擔之相關文獻探討，針對事故當事人於事故發生前後之社會經濟活動變動情形，從事故當事人損失與親身之體認中進行成本估算調查，來評估因交通事故發生所導致損失的各項成本。

### 4.1 問卷調查結果樣本特性分析

本研究調查對象係以內政部警政署民國 86、87 年 1~12 月份「A」類交通事故中，14,241 個事故當事人隨機抽樣出 6,000 個樣本，以廣告回郵問卷方式進行調查。共回收 234 份問卷，回收率約為 3.9%，扣除問項填答不完整無法進行分析者，得有效樣本共 225 份，其地域性分佈尚稱平均，分佈最多者為高雄縣 9%，約佔總回收樣本 1/10，其次為南投縣 8%、台北市 8%、台北縣 8%與高雄市 7%，大致上和事故發生件數多寡有關，詳見表 2 所示。主要發生事故者基本資料分析結果統計詳見表 3 所示。

表 2 回收樣本分佈縣市表

| 縣市別         | 回收     | 發生      | 縣市別 | 回收     | 發生      | 縣市別 | 回收    | 發生       |
|-------------|--------|---------|-----|--------|---------|-----|-------|----------|
| 高雄縣         | 20(9%) | 168(6%) | 台中縣 | 12(5%) | 112(4%) | 台中市 | 4(2%) | 108(4%)  |
| 南投縣         | 19(8%) | 151(6%) | 台南市 | 10(5%) | 199(8%) | 屏東縣 | 3(1%) | 82(3%)   |
| 台北市         | 18(8%) | 198(8%) | 苗栗縣 | 9(4%)  | 123(5%) | 基隆市 | 3(1%) | 36(1%)   |
| 台北縣         | 18(8%) | 161(6%) | 嘉義縣 | 8(4%)  | 128(5%) | 雲林縣 | 3(1%) | 95(4%)   |
| 高雄市         | 16(7%) | 186(7%) | 花蓮縣 | 7(3%)  | 138(5%) | 嘉義市 | 3(1%) | 38(1%)   |
| 桃園縣         | 15(7%) | 173(7%) | 新竹縣 | 6(3%)  | 105(4%) | 新竹市 | 2(1%) | 52(1%)   |
| 彰化縣         | 15(7%) | 117(4%) | 台東縣 | 6(3%)  | 85(3%)  | 澎湖縣 | 2(1%) | 19(0.7%) |
| 台南縣         | 12(5%) | 86(3%)  | 宜蘭縣 | 5(2%)  | 93(4%)  | 未填答 | 9(4%) |          |
| 總計225(100%) |        |         |     |        |         |     |       |          |

#### 1. 主要發生事故者性別分布

回收樣本中主要發生事故者為男性者共169件，佔總件數75%，主要發生事故者為女性者49件，佔總件數22%，顯見在事故中男性佔有較大之肇事率，約為女性之3.5倍。

## 2. 主要發生事故者當事人別分析

就當事人別分析，主要發生事故者為第一當事人者共75件，第二當事人者共141件，約為第一當事人二倍，主要因事故記錄資料僅將主要肇事車輛駕駛人列為第一當事人，其餘包含乘客均列為第二當事人，故第二當事人之母體較大。

表3 主要發生事故者基本資料統計分析表

| 變數類    | 變數名稱    | 人數(%)    | 變數名稱     | 人數(%)    | 變數名稱     | 人數(%)  |
|--------|---------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 性別     | 男       | 169(75%) | 女        | 49(22%)  | 未填答      | 7 (3%) |
| 當事人    | 第一當事人   | 75(33%)  | 第二當事人    | 141(63%) | 未填答      | 9 (4%) |
| 年齡     |         | 教育程度     |          | 傷亡情形     |          |        |
| 10歲以下  | 3 (1%)  | 小學以下     | 12 (5%)  | 死亡       | 124(55%) |        |
| 10~20歲 | 7 (3%)  | 小學       | 27(12%)  | 受傷       | 75(33%)  |        |
| 20~30歲 | 61(27%) | 國中       | 48(21%)  | 無損傷      | 25(11%)  |        |
| 30~40歲 | 44(20%) | 高中職      | 88(39%)  | 未填答      | 1 (0%)   |        |
| 40~50歲 | 37(16%) | 五專       | 9 (4%)   |          |          |        |
| 50~60歲 | 18 (8%) | 大學       | 36(16%)  |          |          |        |
| 60~70歲 | 19 (8%) | 未填答      | 5 (2%)   |          |          |        |
| 80歲以上  | 4 (1%)  |          |          |          |          |        |
| 未填答    | 13 (6%) |          |          |          |          |        |
| 與填答者關係 |         | 家中涉及事故人數 |          | 駕駛車種     |          |        |
| 本人     | 65(29%) | 1人       | 154(68%) | 大貨車      | 9 (4%)   |        |
| 子女     | 49(22%) | 2人       | 40(18%)  | 小貨車      | 9 (4%)   |        |
| 配偶     | 40(18%) | 3人       | 4 (2%)   | 自小客      | 65(29%)  |        |
| 父母     | 38(17%) | 4人       | 4 (2%)   | 機車       | 86(38%)  |        |
| 兄弟姊妹   | 19 (8%) | 5人以上     | 14 (6%)  | 其他車種     | 8 (4%)   |        |
| 其他     | 11 (5%) | 未填答      | 9 (4%)   | 行人與乘客    | 39(17%)  |        |
| 未填答    | 3 (1%)  |          |          | 未填答      | 9 (4%)   |        |

## 3. 主要發生事故者年齡分布

在主要發生事故者事故當時年齡分布，以20~30歲間61件為最多，其次為30~40歲間44件，故20~40歲間為事故發生之主要年齡層，約佔總發生件數一半，該年齡層正值主要生產時期，其生產力損失對國家整體生產力有莫大之影響。

## 4. 主要發生事故者教育程度分析

在主要發生事故者教育程度分布，以國中與高中職者居多，約佔總



件數1/2。

#### 5.主要發生事故者傷亡情形分析

由於本研究所據以採樣的資料為警政署記錄有案之A1類事故資料，其特性本為死亡事故或重傷害事故，故就主要發生事故者傷亡調查結果，以最後仍死亡者居多，共124件，佔總件數55%。

#### 6.主要發生事故者與填答者關係分析

就問卷填答者分析，以本人親自填答者最多，故在回收樣本可信度方面頗有參考價值。

#### 7.主要發生事故者駕駛車種分析

在主要發生事故者駕駛車種方面，仍以自小客與機車佔大多數，行人或乘客次之。

#### 8.發生人數分析

本研究亦就同一事故中家中涉及人數進行調查，僅主要發生事故者一人佔一半以上。

### 4.2 事故成本推估

因受限於事故損失或成本資料調查及成本估算模式之建立，客體間接成本、社會間接成本、無形成本位在估算之列，僅對事故主體有關之成本進行估算，且主體成本中之道路設施毀損、貨物毀損與當事人生活額外支出之估算尚不包括在內，其詳細估算序號如表4所示。

表4 交通事故衍生之成本分類

| 成本類別       | 成本項目          |        | 實務上求償之<br>損失賠償項目 | 經濟成本<br>分析項目 | 本研究估算<br>項目之序號 |
|------------|---------------|--------|------------------|--------------|----------------|
| 主體<br>直接成本 | 醫療成本          |        | *                | *            | 1              |
|            | 財物損失成本        | 車輛毀損   | *                | *            | 2              |
|            |               | 道路設施毀損 |                  |              | 無              |
|            |               | 貨物損毀   |                  |              | 無              |
|            | 突然喪葬成本        |        | *                | *            | 3              |
| 主體<br>間接成本 | 生產中斷成本        |        | *                | *            | 4              |
|            | 家庭生產力降低成本     |        | *                | *            | 5              |
|            | 生產力喪失(預期收益)成本 |        | *                | *            | 6              |
|            | 當事人生活額外支出成本   |        | *                | *            | 無              |
| 客體<br>間接成本 | 事故現場處理成本      |        |                  | *            | 無              |
|            | 當事人家屬生活額外支出成本 |        |                  | *            | 無              |
|            | 事故善後行政成本      |        |                  | *            | 無              |
|            | 工作場所勞力喪失成本    |        |                  | *            | 無              |
| 間接<br>社會成本 | 行程延滯成本        |        |                  | *            | 無              |
|            | 貨物運送延誤損失成本    |        |                  | *            | 無              |
| 無形<br>間接成本 | 當事人精神損失成本     |        | *                | *            | 無              |
|            | 當事人家屬精神損失成本   |        | *                | *            | 無              |
|            | 道路服務水準降低成本    |        |                  | *            | 無              |
|            | 政府施政形象損失成本    |        |                  | *            | 無              |

#### 1. 醫療成本：

根據國內、外相關對事故傷害成本推估之研究，以及公勞保醫療給付計算方式，醫療費用之估算，最確實的方式應從醫療院所實際之醫療支出中進行調查，但醫療相關成本常因個案不同有甚大差異。為簡化其估算，本研究參酌陳立慧君[10]之研究，選擇以人命價值估算方法中，較為簡便且常為「賠償制度」理論所應用之「人力資本法」(或稱放棄所得法)，配合流行病學中之「盛行率法」觀念，假設一個人的薪資足以反應其能力，而對該人在傷害方面之所有醫療成本不超過該人之薪資能力，來加以估算而得。主要將事故傷害分為永久性傷害與非永久性傷害二大類，所謂永久性傷害定義為因傷害造成需三個月以上在家休養無法外出工作者。則一個人因事故受傷所需之醫療費用定義如下：

$$IHC = Wd \times (4D1 + 2D2 + D3) \dots\dots\dots (1-1)$$

其中

IHC：為一個人因事故受傷所需之醫療費用。

Wd：為該人之平均日薪資所得。

D1：為加護病房住院天數。

D2：為一般病房住院天數。

D3：為在家修養天數。

式1-1中D1、D2、D3係數比是依據湯淑貞君 [11]對住院成本之探討推估而來。一般病房住院成本為在家休養成本之二倍，加護病房成本等於一般病房成本加上護理成本，亦約為二倍。另對於永久性傷害之醫療成本估算，則以該人存活餘命為給付期間，其平均年薪資為給付標準，以5%貼現率折現後視為應給付之醫療成本。即：

$$IHCL = \sum_{Av=Age}^{75} W_y \times (1+r)^{-(Av-Age)} \dots\dots\dots (1-2)$$

其中

IHCL：為永久性事故傷害醫療成本。

Wy：為該人平均年薪資所得。

Av：為國人平均壽命。

Age：為事故發生當時年齡。

r：為貼現率。

## 2.財物損失成本：

有關財物損失成本僅僅針對車輛事故毀損項目進行估算，因車輛以外之財物(如貨物等)損失差異性大，而道路設施損毀成本目前除國道高速公路訂定有具體之道路設施毀損求償標準與辦法外，其他道路系統端賴各該地區政府路權管理單位之施政能力而定，通常未向肇事者要求理賠。車輛之損失成本則可區分為可修復者之修護成本、無法修復者之損失成本以及直接賣出肇事車輛導致之損失成本。其估算標準車輛廠牌、年份、排氣量、市售價格，按關稅總局公布之折舊標準推估車輛殘值。對於機車則以汽車折舊率之1/2為計算殘值標準。即在無法修復與直接賣出方面，其車損成本如下：

$$VC=VS \times R - SI \dots\dots\dots (2)$$

其中

VC : 為車損成本。

VS : 為車輛價值。

R : 為折舊率。

SI : 為賣車所得(無法修復者該項為0)。

### 3. 突然之喪葬成本：

主要以受害者預期壽命正常結束之喪葬費提早支付的貼現價值加以推估，根據內政部統計處88年公布之國人平均壽命75歲為計算基準，對於超過平均壽命者，本研究將其突然之喪葬成本設為0，故突然之喪葬成本可以下列公式表示：

$$DC = DV \times (1+r)^{-(75-\text{Age})} \dots\dots\dots(3)$$

其中

DC : 為突然之喪葬成本。

DV : 為目前之喪葬費用。

Age : 為事故發生當時年齡。

r : 為貼現率。

### 4. 生產中斷成本：

本研究運用人力資本法及盛行率法之觀念，以事故發生時之工作薪資乘上損失工作天數視為生產中斷成本。即：

$$RWC = Wd \times Ld \dots\dots\dots(4)$$

其中

RWC : 為生產中斷成本。

Wd : 為該人平均日薪資所得。

Ld : 為損失工作天數。

### 5. 家庭生產力降低成本：

家庭生產力降低成本則是事故當事人因事故受傷無法完成家庭勞務，需以市場價格上去雇用其他人代為完成的費用支出估算，參酌行政院勞委會統計處86年勞工工資之統計，僱工代為完成工作的支出以月薪25,000元計，並假設受傷者都能於三個月內康復，而永久性傷害者視同死亡者推估，則家庭生產力降低成本可以下列公式推估：

$$\text{死亡者：HC} = \sum_{Av}^{75} [Wu \times (Tf \times 4) \times 12 \times (1+r)^{-(Av-Age)}] \dots (5-1)$$

$$\text{受傷者：HC} = Wu \times [(Tf - Tb) \times 4] \times 3 \dots (5-2)$$

其中

HC：為家庭生產力降低成本。

Wu：為雇用代為完成損失家庭生產力之人平均時薪。

Tf：為事故發生前平均每週從事家事時數。

Tb：為事故發生後平均每週從事家事時數。

Av：為國人平均壽命年齡。

Age：發生事故當時年齡。

#### 6. 生產力喪失(預期收益)成本：

生產力喪失成本係以事故當事人未死亡時至其退休前之預期收入推估，對死亡之事故當事人而言，係以薪資損失之貼現值計算至正常退休年齡65歲；另受傷之當事人則以事故發生前後不同工作薪資差額貼現值估算，即：

$$\text{事故死亡者：WC} = \sum_{Aw=Age}^{65} [Wb \times (1+r)^{-(Aw-Age)}] \dots (6-1)$$

$$\text{事故受傷者：WC} = \sum_{Aw=Age}^{65} [(Wb - Wf) \times (1+r)^{-(Aw-Age)}] \dots (6-2)$$

其中

WC：為市場生產力成本。

Wb：為事故發生當時平均年薪資所得。

Wf：為事故發生後平均年薪資所得。

Aw：為正常退休年齡。

Age：為事故發生當時年齡。

### 五、事故當事人衍生成本估計結果

由於交通事故所造成之成本負擔複雜繁瑣，若欲完全掌控其對國家、社會、事故當事人之影響，是一件浩大的工程，從本研究分類結果顯示雖

概略劃分為五大類，其中主體的直、間接成本共有七大項，客體、社會的間接成本共有十大項，本研究因受限於事故損失或成本資料調查及成本估算模式之建立，僅對前者與事故主體有關之成本進行估算，其結果說明如下，並彙整如表5所示。

- 1.醫療成本：每一涉入事故死亡者之平均醫療成本為16,000元；每一涉入事故永久性事故傷害者平均總醫療成本為7,529,644元；每一涉入事故非永久性事故傷害者平均醫療成本約為48,475元。永久性傷害成本約為非永久性傷害成本之155倍。
- 2.財物損失成本：在事故中平均每一部涉入汽車之平均車損成本為151,242元，機車平均車損成本為15,375元。
- 3.突然喪葬成本：若發生事故死亡的年齡在國人平均壽命之前，其喪葬費用需提前支用，平均每一位涉入事故死亡之當事人的提前使用之喪葬成本為157,099元。
- 4.生產中斷成本：在假設非永久性傷害者都能夠在經過三個月治療恢復工作的情況下，平均每一個涉入事故傷害者其生產中斷成本為222,487元。
- 5.家庭生產力降低成本：每一個涉入事故死亡者或永久性受傷者因無法協助家庭勞務之完成，平均損失家庭生產力成本為506,662元，每一個涉入事故非永久性受傷者，其平均損失家庭生產力成本為6,180元。
- 6.生產力(預期收益)喪失成本：每一個涉入事故死亡者或永久性受傷者因生命被剝奪或工作能力喪失無法繼續工作，其未來之預期收益損失成本約為8,869,218元；而事故受傷者則是因傷癒後工作能力減損，其預期收益降低，其預期收益損失成本約為5,556,235元。

表 5 事故衍生各類成本一覽表

| 成本類別   | 成本項目          |        | 實務求償損失賠償項目 | 經濟成本分析項目 | 本研究估算結果(千元) |
|--------|---------------|--------|------------|----------|-------------|
| 主體直接成本 | 醫療成本          | 死亡     | *          | *        | 16          |
|        |               | 永久性傷害  |            |          | 7,529       |
|        |               | 非永久性傷害 |            |          | 48          |
|        | 財物損失成本        | 車輛毀損   | *          | *        | 151         |
|        |               | 汽車機車   |            |          | 15          |
|        |               | 道路設施毀損 |            |          | 無           |
|        |               | 貨物損毀   |            |          | 無           |
|        | 突然喪葬成本        |        | *          | *        | 157         |
| 主體間接成本 | 生產中斷成本        |        | *          | *        | 222         |
|        | 家庭生產力降低成本     | 死亡     | *          | *        | 506         |
|        |               | 永久性傷害  |            |          | 506         |
|        |               | 非永久性傷害 |            |          | 6           |
|        | 生產力喪失(預期收入)成本 | 死亡     | *          | *        | 8,869       |
|        |               | 永久性傷害  |            |          | 8,869       |
|        |               | 非永久性傷害 |            |          | 5,556       |
|        | 當事人生活額外支出成本   |        | *          | *        | 無           |
| 客體間接成本 | 事故現場處理成本      |        |            | *        | 無           |
|        | 當事人家屬生活額外支出成本 |        |            | *        | 無           |
|        | 事故善後行政成本      |        |            | *        | 無           |
|        | 工作場所勞力喪失成本    |        |            | *        | 無           |
| 間接社會成本 | 行旅延滯成本        |        |            | *        | 無           |
|        | 貨物運送延誤損失成本    |        |            | *        | 無           |
| 無形間接成本 | 當事人精神損失成本     |        | *          | *        | 無           |
|        | 當事人家屬精神損失成本   |        | *          | *        | 無           |
|        | 道路服務水準降低成本    |        |            | *        | 無           |
|        | 政府施政形象損失成本    |        |            | *        | 無           |
| 估計結果   | 每涉入一人之成本      | 死亡     | 9,548      |          |             |
|        |               | 永久性傷害  | 16,904     |          |             |
|        |               | 非永久性傷害 | 5,832      |          |             |
|        | 每涉入一汽車之財物損失成本 |        | 151        |          |             |
|        | 每涉入一機車之財物損失成本 |        | 15         |          |             |

由於事故發生規模大小不一，涉入人、車數各有不同，經上述估算，每件交通事故發生從事故當事人主體估算之成本概可如下式所述：

$$AC = 9,548N_F + 16,904N_{SJ} + 5,832N_J + 151I_V + 15I_M$$

其中

AC：每件交通事故發生之成本(千元/件)。

$N_F$ ：該件交通事故死亡人數。

$N_{SJ}$ ：該件交通事故永久性傷害人數。

$N_J$ ：該件交通事故非永久性傷害人數。

$I_V$ ：該件交通事故涉入汽車數。

$I_M$ ：該件交通事故涉入機車數。

## 六、結論與建議

### 6.1 結論

1. 本研究因受限於事故損失或成本資料調查及成本估算模式之建立，客體間接成本、社會間接成本、無形成本未在估算之列，僅對事故主體有關之成本進行估算，且主體成本中之道路設施毀損、貨物毀損與當事人生活額外支出之估算尚不包括在內。其估算結果交通事故每造成一人死亡其主體成本約950萬元，若造每一成永久性傷害則高達1,690萬元，一般性傷害則約為580萬元；每一涉入汽車之平均毀損損失約為15萬元，機車部分則約為1.5萬元。
2. 在目前警政署頒佈之事故處理規範中，雖有重傷與傷害之分類，但本研究之定義與其有不同，由於永久性傷害成本高出死亡成本甚多，若暫不加以考慮，僅以死亡與非永久性傷害進行估算，台灣地區每年交通事故死亡將近6,000人、受傷人數以20萬人、涉入車輛30萬輛估算，事故發生主體成本約1兆2千億元。
3. 事故成本估算其目的最直接被引用者應為損失賠償的索賠依據，對於政府部門而言，是交通安全管理部門進行交通安全改善計畫，益本分析的重要依據。
4. 交通事故發生相較於其他的公共安全災害，如火災、震災、水患、工安事故、社會犯罪...等，就單一案件而言，其嚴重性較低，但整體的風險、損失而言卻是最高的，也因為如此並未普遍受到重視，但可以預期的是若正是此一問題，在短期內將可獲致最大效益，最值得主管公共安全部門進行投資的工作。



## 6.2 建議

- 1.在整個事故成本結構中，本研究僅針對事故發生主體成本進行估算，尚有大部分之成本項目尚未列入估算當中，尤其牽涉到社會成本付出部分，更是從事交通管理的工作者應加重視者。在本研究未列入估算部分之道路設施毀損、貨物毀損、當事人或家屬生活額外支出等可透過市場調查進行估算；行旅與貨物延滯損失則可透過時間價值與延滯時間之推估進行估算；當事人或家屬精神損失、道路服務水準降低、政府形象等可透過假設性市場調查，進行願付(Willing to Pay)與願受(Willing to Accept)分析；至於有關事故成本與善後行政成本等則可由相關部門之成本分析釐清事故發生所應負擔的成本。
- 2.本研究主要對成本項目進行釐清，對於事故成本估算過程多引用文獻上既有之模式進行估算難免有所爭議，但這是一個開始而非結束，但願對交通安全研究有興趣者，能一起投入事故成本估算模式的構建研究，使交通安全工作的推動更具具體成果。

## 七、參考文獻

1. 張灝，中國刑法理論及實用，三民書局，民國69年2月，初版。
2. 鄭玉波，民法概要，東大圖書公司，民國69年8月，初版。
3. 陳高村，道路交通事故處理與鑑定，民國86年5月，初版。
4. 林天來，交通事故法律研究，五南圖書出版公司，民國76年9月，初版。
5. Lawrence J. Blicoe, "The Economic Cost of Motor Vehicle Crashes", Plans and Policy NHTSA Technical report 1994。
6. D.C. Andreassend, A.R.R.B., "A Framework for Costing Accidents and Accident Types", Nunawading Vic 3131 Australia。
7. John B. Rollins and William F. Mefarland, "Cost of Motor Vehicle Accident and Injuries", Transportation Research Record 1068。
8. Ted R. Miller, Stephen Luchter and C. Philip Brinkman, "Crash Costs and Safety Investment", Accident Analysis and Prevention Vol.21, No.4, pp. 303-315, 1989。
9. Rune Elivik, "The External Costs of Traffic Injury : Definition, Estimation, and Possibilities for Internalization", Accident Analysis and Prevention Vol.26, No.6, pp.719-732, 1994。

10. 陳立慧，機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及其貨幣價值，機動車意外事故之貨幣價值損失—以某教學醫院1990年住院及死亡個案為例，台灣大學公共衛生研究所碩士論文，民國82年6月。
11. 湯淑貞，住院成本分析與影響因素之探討，中國醫藥學院醫務管理學研究所碩士論文，民國82年6月。
12. 邱婉君，經生活品質標準化後之存活餘命(QALY)建構及應用—以中部地區一般民眾及職業災害患者為例，中國醫藥學院環境醫學法律研究所碩士論文，民國86年6月。
13. 林榮斌，以家庭生命週期為基礎分析家庭醫療費用的特性，交通大學管理科學研究所碩士論文，民國77年6月。
14. 呂宗學、李孟智、周明智，事故傷害研究資料收集與分析的相關問題，Chung. Shan & Med J., Vol.9, No.1, pp.25-33, 1998。
15. G. Maycock, Transport and Road Research Laboratory, Growthorne, U.K., "Accident Modeling and Economic Evaluation", Accident Analysis and Prevention, Vol.18, No.2, pp.169-174, 1986。
16. Haigh F. A., "Traffic Safety in Developing Countries", Journal of Safety Research Vol.12, No.2, 1980。
17. Lon-Li David Shen, "The Accident Hazard Index : A Method of Evaluating and Rating Highway Safety Performance", 運輸計劃季刊，第十一卷第二期，民國71年6月。

## 標準化交通事故處理程序之研究

蘇志強<sup>1</sup> 莊弼昌<sup>2</sup> 蘇政敏<sup>3</sup>

### 摘 要

道路交通事故處理效率與品質的提昇，有賴於健全完整的制度、程序、步驟與資料蒐集記錄系統的建立。因此，為強化事故處理人員對事故的處理能力，實有必要在不改變現有體制及勤務規範之要求下，提供處理人員具體、易解的處理程序與作業需求，俾強化各項科技性蒐證能力、減少現場調查時間，迅速有效完成各種交通事故現場處理工作。本研究針對交通警察處理交通事故之需求，將交通事故處理流程依四大步驟，分別建立其個別之標準化作業程序與具體之工作項目，其縱橫關係則考慮其邏輯性，分別以流程圖相互連結，並輔以相關制式之圖式與表格，以協助處理人員能迅速正確校核，有效完成各種技術性檢查工作。同時為客觀評估標準作業程序之功能及實用性，本研究乃將作業程序編印成手冊。分別針對不同層面之需求進行測試，結果本研究所構建之作業程序與功能，不論在操作性、表格的易填性、輔助性及處理品質之綜合提昇等方面，均獲得受測及審核人員之正面評價與肯定。

**關鍵詞：**事故偵查、標準化交通事故處理程序、交通事故調查手冊

### 一、前言

交通事故調查處理包括人、車、路、環境等四方面，唯有對此諸種現場特性資料加以綜合比對調查蒐證，方能於事故後進行現場肇事重建、責任鑑定、肇因分析、交通安全改善、防制肇事逃逸等各項工作，而此相關調查資料現行均由警察負責蒐集，面對此一複雜的工作，每位事故處理人員至少均應具備偵訊、法規、攝影、測繪、急救、管制、交通工程等專業學能，方能勝任。而對於提昇道路事故處理效能之策略除法規、人員教育

1 中央警察大學交通學系教授  
2 中央警察大學交通學系講師  
3 警政署公路警察局交通科科員

外，調查設備及技術等亦佔有重要地位，惟因囿於經費及時效性，在修定法規、加強人員教育及強化調查設備等方面可能無法立即達成，而提昇調查技術策略則可收立竿見影之效，故規劃出一套有效的標準化交通事故處理程序，使從未受專業訓練之處理員警亦能依樣操作，自我學習，順利調查現場各項跡證，以強化道路交通事故處理效能，是為本研究之主要目的。

故為有效提昇道路交通事故處理效能，標準化之交通事故處理程序預計可達成以下幾項功能：

- (一) 提供具體、易解的操作手冊，協助基層員警自我學習，依程序完成各種交通事故現場處理工作。
- (二) 有效掌握現場狀況，減少現場調查的時間，儘速排除事故現場。
- (三) 提供標準作業程序與圖表，強化各項科技性蒐證能力。
- (四) 提昇整體性交通事故現場調查報告品質，提供事故分析、責任鑑定、肇因分析之佐證與參考。

基於以上之功能需求，本研究首先問題先予以界定，再經由廣泛蒐集國內外資料，研訂標準化交通事故處理程序，將之編定為可攜帶式交通事故處理手冊初稿，經選擇實際從事道路交通事故處理之警察單位測試評估後，提出結論與建議。

## 二、各國交通事故處理特性分析

在整體道路交通事故處理運作中，其主要的工作事項可分為權責機關、作業系統及處理方式等三方面。各工作要項之內容如下：

- (一) 在處理機關方面，若依其職權可概分為調查機關、監理機關、協助機關、鑑定機關及審判機關等，其中調查機關為處理機關中最重要的一環，因為，各機關均需在調查機關的請求下予以協助，或依據調查的資料基礎，進行責任判決，故調查機關處理道路交通事故的品質之良窳，對日後責任追究之公正性影響至鉅。
- (二) 在交通事故作業系統方面，可分為通報系統及處理系統，通報系統係指交通事故發生後，受理機關為遂行交通事故之處理，需通報相關機關協助或報告處理情形，而處理系統則指調查機關在處理道路交通事故的流程。
- (三) 處理方式主要係針對處理交通事故的技術進行研討，其內涵則包括現場管制、緊急救護、現場調查等重要工作。

針對上述之各工作要項，本研究針對美國、日本及國內等交通事故處

現況進行分析，並對其處理特色進行比較，以提供研訂國內交通事故處理手冊參考。

國外對於道路交通事故處理主要也是由警察單位負責，以美國、日本為例，警察負責交通事故現場調查、交通管制、測繪照相、刑事及行政責任的追訴，但危險物品、障礙物及傷患急救等，則由技術單位負責。

## 2.1 美國交通事故處理特性分析

美國之警察體制，中央與各地方（州）的警察機關間並無直接之隸屬關係，中央相關政策之執行則以經費補助的方式交各州執行，地方得依其民意之依歸及地區特性，決定其是否接受聯邦之補助或建議，又因不同行政分區（如市、郡等），則各具有很高之自主性與獨立性，道路交通事故處理機關可概分為以都市或郡為範圍之警局與以公路系統為轄區之公路警察（Highway Patrol）兩大系統。交通事故發生後，可由公路事故偵測系統確認通報，或由用路人以電話向醫療通訊單位求援，醫療通訊單位收到訊息後，立即分別通報警察單位、運送單位、救護及救難人員，有關美國緊急救護系統流程詳如圖 1 所示。在美國鑑定工作是由鑑定證人進行，類似律師的工作，受雇於當事人為其辯護，而這些專家證人平日多隱藏在學校進行研究或在實務機關工作，並無類似台灣鑑定會的組織，專家證人受雇於當事人提出鑑定報告或出席聽證會或陪審會議，其商業氣息較為濃厚。美國交通事故處理程序詳如圖 2 所示。

交通事故現場調查項目不外乎人、車、路、環境的調查，人包括被害人受傷程度部位、關係人筆錄訊問；車包括車況調查、車損調查；路係指道路交通事故現場肇事車輛或被害人在道路設施所造成的損害痕跡；環境係指天候狀況、管制設施、視線障礙、道路缺失等，再輔以攝影、測量繪圖及記錄，即完成道路交通事故調查工作（RIVERS, 1981）。其大致調查項目與台灣相似，唯其較能運用各種輔助表格，如傷者檢視報告、環境調查指南、車輛檢視指南、煞車痕跡調查表等協助調查工作。

人的調查主要包括受傷檢查及筆錄詢問，在處理道路交通事故時，警察必須能將所有因事故受傷的人其傷勢作初步的分級，這主要是要評估該事故的嚴重度。

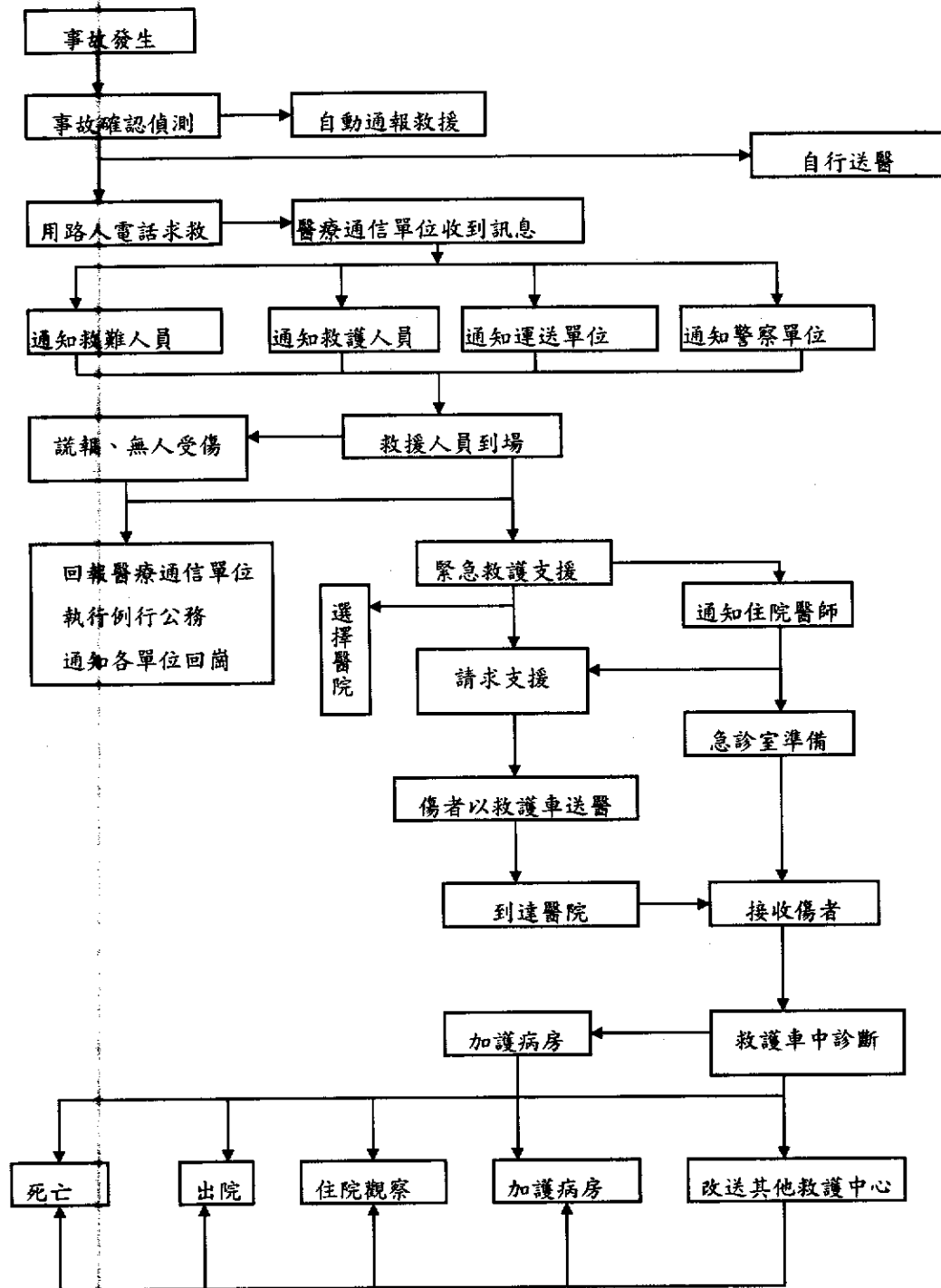


圖 1 美國緊急救護系統流程圖

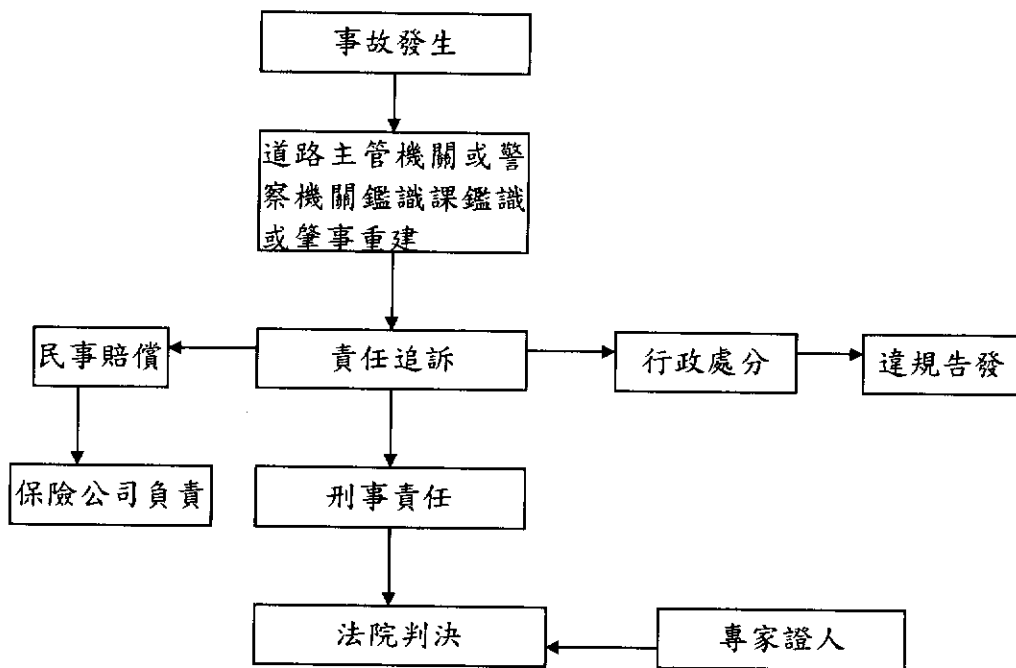


圖 2 美國交通事故處理程序圖

### (一)檢傷分級

在現場處理的員警，檢查事故中傷者之傷勢是檢傷分級的基本工作，一般檢傷分為五級：

- 1.無受傷：在外表上並無顯示因交通事故而有所損傷，這層級包括心理的作用(慌張、生氣)、事後才知的內傷。
- 2.死亡：在交通事故一年內死亡者。
- 3.行為能力喪失：未死亡但喪失以前可以自由行動的能力。
- 4.非行為能力喪失的明顯外傷：除2、3項外在現場就可判斷的外傷，如流血、骨折等。
- 5.可能性受傷：在現場並不明顯，但傷者聲稱某部疼痛等。

檢傷分級主要是提供警察作肇事紀錄分析，其將現場所觀察的受傷狀況填入適當的表格中或以代碼替代。因警察並無器材或能力去詳細檢視，故此項紀錄僅是初步的判斷。

### (二)製作筆錄方面：

一般應訊問的關係人包括駕駛人、乘客、證人、及其他可能對肇因有了解的人(車主、道路設計工程師、醫師等)。在事故現場所作的初步訊問，主要是要確認那些人是關係人，而執行訊問的員警必需是

在現場處理的員警，因為該員警已檢視過事故現場的痕跡，所以了解訊問的重點是什麼。筆錄的訊問可分為五級：

1. 關係人的基本資料及概述。
2. 現場詢問。
3. 簡式談話紀錄。
4. 正式筆錄。
5. 犯罪嫌疑人筆錄。

第三級僅供肇事紀錄之用，而第四、五級則供法庭審判之警訊筆錄，故當事人可要求律師在場。對於第四、五級的訊問特別注意駕駛人的狀況，包括事故前狀況、事故後狀況、駕駛狀況（飲酒、服用藥物、昏睡、突發性身心障礙、一氧化碳作用等）。

對車輛損壞檢查的蒐證主要工作有車輛基本資料的確認、車況描述、損壞分級、在現場的車輛資料、技術性車輛檢查等。對於車輛的描述主要三個原則是大小和一般構造、車體型態和外觀、自用或商用。交通事故調查在車損分類標準方面劃分有五級：第一級全毀、第二級機件損壞、第三級其他車體損壞、第四其他財物損失、第五無損壞，並設計有車輛檢查表，將車輛分成若干部份，損壞成度分為輕微、中度、嚴重三等級，其內容包括有車輛基本資料、裝載狀況、車燈狀況、安全帶檢查輪胎檢查、煞車系統、轉向系統、車損嚴重度等。在技術性車輛檢查部份，因涉及較高深的技術，並非一般的事故處理人員所能操作，而為能對事後技術性的檢查有所助益，在較嚴重的交通事故現場，處理人員仍可藉由輪胎檢查表、車燈檢查表的協助，達到較高深的技術性檢查。Baker (1986) 在調查輔助表格上亦提供輕微事故調查表、筆錄相片對照表、酒精效果調查表、格式化筆錄、車輛損壞調查表（現場、事後）、輪胎調查表、車燈調查表等，以有效提升事故現場處理效率。

在路面跡證調查方面，其主要調查項目有路面痕跡、道路損壞痕跡及散落物等。在道路鋪面上的各種輪跡，依其輪胎的制動狀態，可分為輪胎摩擦痕（Friction Mark）與印痕（Imprint）兩大類。滑痕是一般事故中最為常見的摩擦痕，滑痕依其形成原因，可分為煞車滑痕、撞擊滑痕與拖吊滑痕。印痕與事故的發生較無直接的關係，但印痕可確認輪胎種類，進而推判事故車輛，此點功能對於部份的肇事逃逸案件有很大的幫助。



在美國負責事故攝影的工作因地區而異，大多數的公路警察或州警處理道路交通事故，現場攝影係由其本身拍攝，但在市區警察則刑事單位負責事故現場攝影，也有部分地區是由警察指示專業攝影人員協助拍攝。其現場攝影的重點為：人車終止位置、在路面事故痕跡、在路邊事故痕跡、交通管制措施、第一次撞擊點、人車損傷狀況等。

## 2.2 日本交通事故處理特性分析

日本警察廳相當於我國警政署，由內閣的國家公安委員會所管制監督。警察廳設置官房長官及下列五個局：警務局、刑事局、交通局、警備局、通信局，其中以刑事局、交通局兩個部門最大。警察廳下面另外設有警察大學校、科學警察研究所與皇宮警察總部等附屬單位，同時在各都道府縣亦設有地方公安委員會。各縣市警察本部之下設有警察署（相當於我警察分局），其下又有派出所與駐在所等勤務單位。巡邏是結合治安與交通的重點勤務，其工作重點為交通事故處理與預防。警察署（分局）的交通課屬專業交通警察，負責交通事故處理、偵查、移送，全權負責，但巡邏（派出所）員警也會到達肇事現場保護與協助。交通企畫課專責交通事故防制對策，其中較為特殊者是，計算因交通事故而死亡的時間基準有三，一為 24 小時，二為 30 日，三為一年，可見其對人命的尊重與改善交通事故的決心，高速公路交通事故處理流程詳如圖 3 所示。

日本有關事故鑑定的立法背景與台灣地區非常類似，均在民事訴訟法與刑事訴訟法中規定，但其並未有類似鑑定委員會的組織，警察於交通事故的處理，除了現場調查外，尚包括跡證鑑識作業。至於事故處理完畢後，當事人必須向保險單位報出險、申請事故發生證明等，全國普設有事故調解會（相談所）以從事故之調解，當調解不成立，才將事故移送民事裁判所，其程序詳如圖 4 所示。

依據日本警視廳交通事故處理規程規定，道路交通事故處理包括事故現場跡證的保存與記錄、事故原因調查、駕駛者調查、事故車輛隨車人員、乘員、雇用者調查、事故調查報告表填寫與事故調查報告表的審查等。事故鑑定工作則由一般財團法人研究單位或學術研究機關進行。

日本道路交通事故調查之主要表格有搜查報告書、現場調查表、被害者一覽表（包括人、車損害情形）、格式化肇事者筆錄、被害人筆錄、證人筆錄等（交通警察實務研究會）。

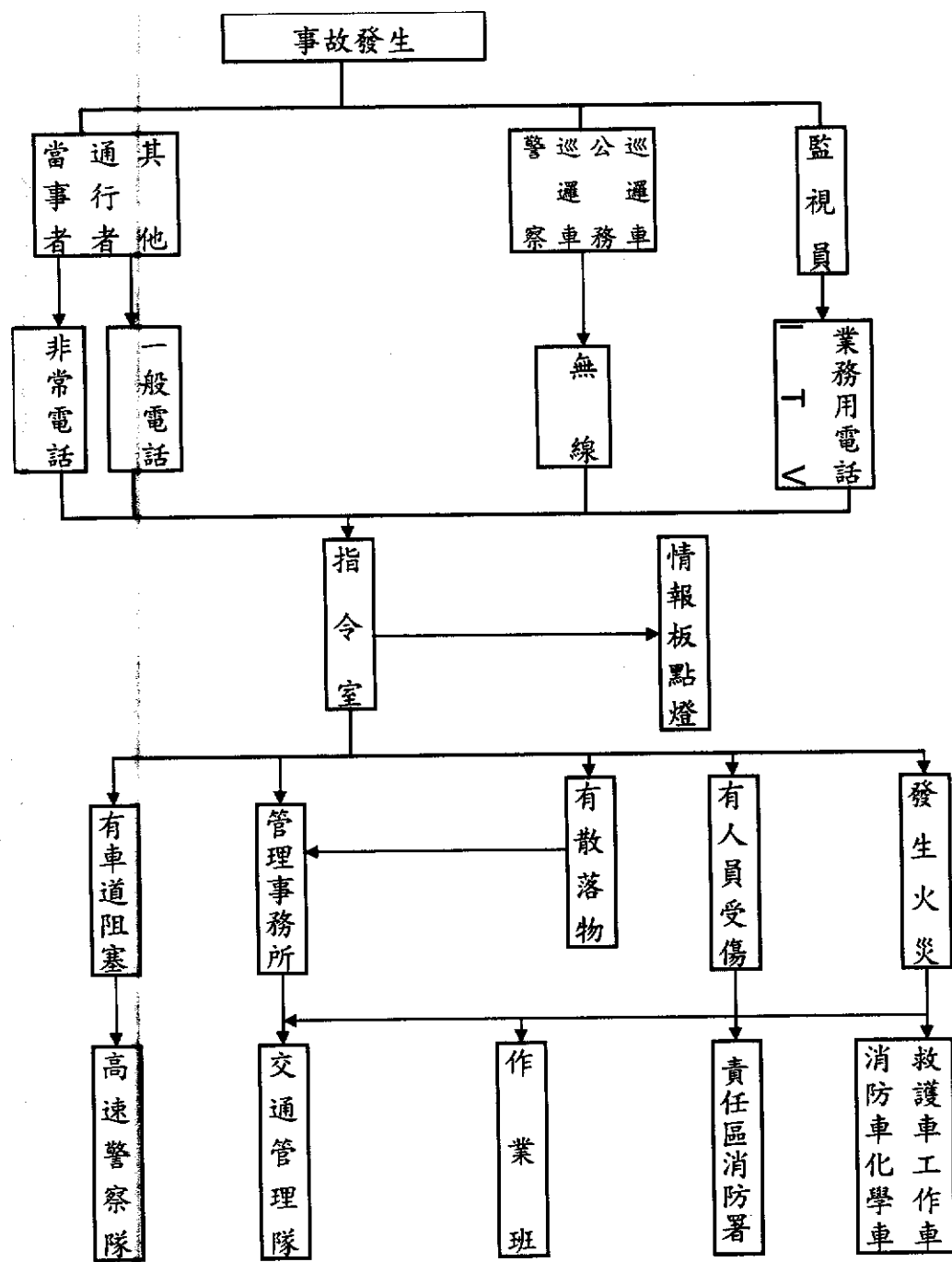


圖 3 日本高速公路交通事故處理流程圖

(蔡揮政, 1995)

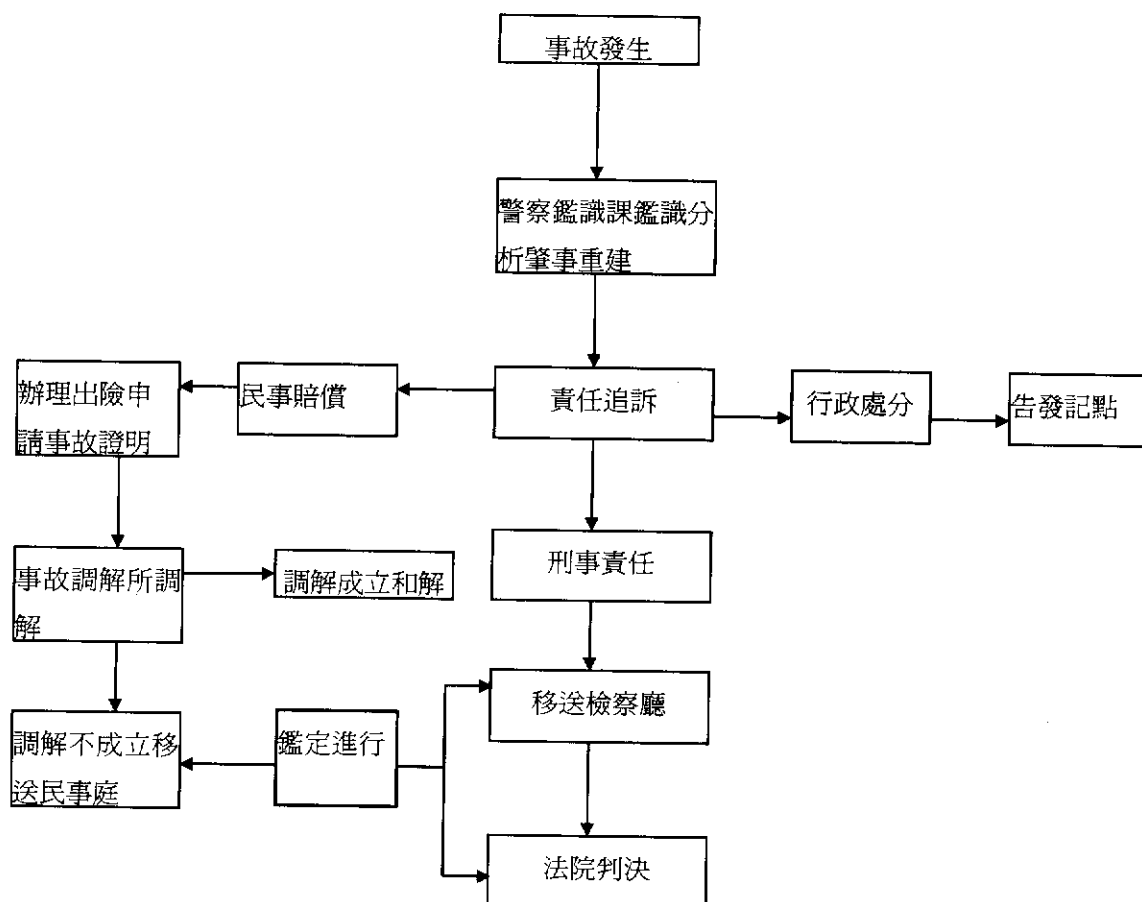


圖 4 日本交通事故處理程序圖

## 2.3 國內交通事故處理特性

### (一) 國內交通事故處理現況探討

經由上述的整理分析，並與國內施行現況相較，對於現行台灣地區交通事故處理工作上的盲點或缺失，可綜合歸納如下：

#### 1. 有關權責機關之分工方面

- (1) 大部份行車事故由分駐所、派出所處理，非由專業的交通警察單位處理致使在處理專業技術及處理態度上均欠缺專業素養。
- (2) 警政機關不重視行車事故處理，處理人員在欠缺獎勵與得不到重視的情形下，工作意願不高。

- (3)對案情複雜的行車事故案件（如重大交通事故、服用藥物毒品案件及危險物品運送有關案件），欠缺專門技術組織立即進行現場協助。
- (4)現行鑑定委員會的組織人力無法支援事故現場處理。
- (5)道路交通事故處理辦法之不完備，使重大交通事故現場在多單位支援處理下，欠缺標準作業程序以作為協調連絡工作指派之需。
- (6)現場救護無法專職化，在救護車管理及設備人員缺失下，往往無事先處理的功能。
- (7)沒有建立檢傷制度，徒浪費送醫的時間並造成醫療資源的浪費。

## 2. 有關現場跡證之蒐集方面

- (1)無法針對重點作現場跡證蒐集，往往只依原則性的方式處理，致常蒐證的項目並非調查之重點。
- (2)對於跡證的處理、送驗並無明確化之規定。

## 3. 有關調查作業表格化方面

- (1)各種技術性檢查紀錄表格設計不完整，以致無法協助現場處理人員對於肇事車輛、被害人、現場痕跡等進行整體性的檢查。
- (2)欠缺對現場照片依序加以說明整理的觀念，並對現場草圖及現場比例圖的製作技術亦未純熟。

## (二) 國內交通事故處理改進對策

整體的交通事故作業包括現場處理、肇事重建、責任鑑定肇因分析等，但製作交通事故調查手冊的主要目的在於有效協助警察機關能順利完成交通事故現場處理作業，其內涵則包括受理報案、臨場措施、交通管制、現場測繪、現場照像、筆錄製作、故障物排除及肇事逃逸查辦等要項，此外，必須強調的是，即便僅是現場處理工作，警察人員亦面臨諸多技術性調查工作之挑戰，故針對上述需求，應編訂交通事故處理手冊以供參考，並希望呈現下列精神：

1. 能將每個現場處理工作項目的具體步驟與前後邏輯關係充分顯現。
2. 能以標準圖式表格協助處理人員迅速正確校核，完成各種技術性檢查。
  - (1)各種車輛損壞檢查表
  - (2)現場照相輔助及審核表
  - (3)各種跡證調查表
  - (4)人體傷害檢查表
  - (5)現場照相輔助及審核表

### 3.能提供各種技術性整體作業程序

- (1)現場測繪作業程序
- (2)比例圖製作作業程序
- (3)現場調查報告整理作業程序

本研究即希望透過資料蒐集、整理、測試，將交通事故調查程序制度化，進而編制完整的交通事故調查手冊，期望此交通事故調查手冊能在簡單、明確易操作的原則下，充分有效地協助每一位處理人員順遂完成任務。

## 三、 道路交通事故處理前置作業研訂

警察人員在事故處理中，往往只重視如何迅速到達交通事故現場，而忽略了事前之準備工作或在趕赴現場過程中疏忽來往之人車安全，本章節即依實際需求，擬定有關前往事故現場前之標準作業程序，其主要工作項目計有：1.受理報案（確立管轄、報案紀錄）2.事故嚴重性初判（事故資料初步分析、進行通報）3.臨場前置措施（工具整備、選擇臨場路線），有關前置作業總流程如圖 5 所示。

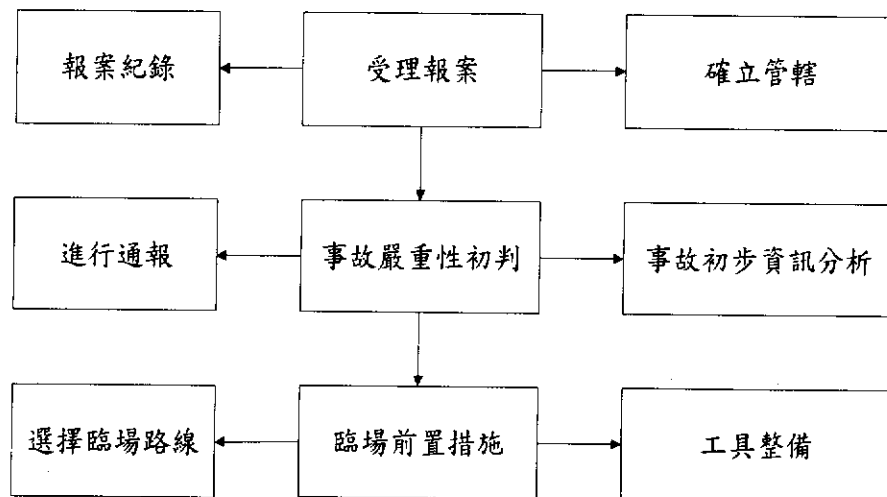


圖5 道路交通事故前置作業總流程

### 3.1 受理報案

交通事故發生後，均需經執勤員警通報處理或經報案程序，警方才能知悉派員處理，報案之方式有口頭報案、電話報案、委託報案、或當事人親自報案等，但無論以何種方式報案，警察機關均需予以受理，並迅速查證、登錄及通報。

## (一)確立管轄

交通事故因其發生的地點、車種、駕駛人的不同而隸屬於不同的管轄機關，有關交通事故權責劃分詳如圖 6 所示：

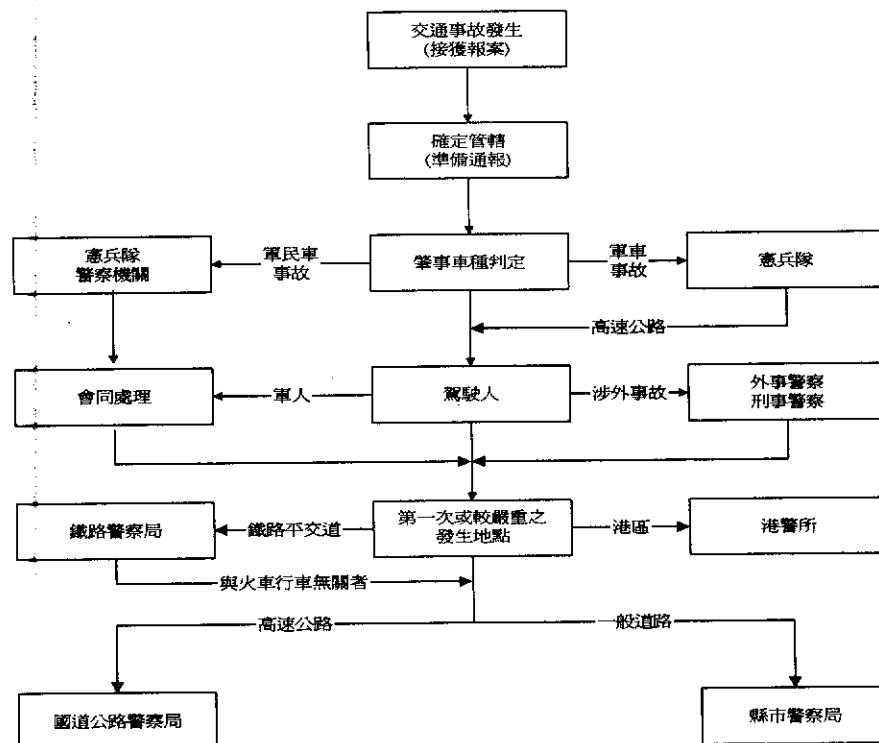


圖 6 交通事故管轄判定流程圖

## (二)報案紀錄

### 1.受理報案詢問事項：

- (1)何人：報案人之姓名、性別、住址、年籍、身分、關係。
- (2)何事：交通事故案件或其他案件。
- (3)何時：交通事故發生、發現及報案時間。
- (4)何地：交通事故發生之地點。
- (5)何物：肇事車輛車種、車號、顏色、廠牌等。
- (6)如何：交通事故型態。
- (7)為何：交通事故發生的原因。

2.來通事故報案紀錄表研訂：有關現行受理交通事故報案規定之應行注意事項，對於亟需趕赴處理的交通事故，規定恐過於繁瑣，易增加報案時間，且現受理報案多紀錄於工作紀錄簿，並無制式表格可

供使用，故受理程序不完整。處理自行至勤務單位備案的交通事故  
方需較詳細的登錄，若僅受理一般事故的報案，重點應僅在於事故  
位置的確認及現場初步的嚴重度詢問，其受理記錄表設計如表1所  
示。

表 1 受理交通事故報案單

|   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
|---|----|-----------------|----|----------------|----|---|------|-----|--|
| 警察局   |    | 分局              |    | 派出所受理交通事故報案紀錄單 |    |   |      | 編號  |  |
| 發生事故時間： 年 月 日 時 分   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
| 發生事故地點： 縣(市) 鄉鎮 村 路 巷 號 路口  |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
| 國(省)道 號公路 公里 公尺 向   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
| 報案人：  |    | 住址： 縣(市) 鄉鎮 村 路 |    |                |    | 身份： <input type="checkbox"/> 駕駛人車號____<br><input type="checkbox"/> 乘客車號____<br><input type="checkbox"/> 其他用路人 |      |     |  |
| 性別： <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女   |    | 市里 里 段 弄        |    |                |    |   |      |     |  |
| 報案方式：<br><input type="checkbox"/> 親自<br><input type="checkbox"/> 電話<br><input type="checkbox"/> 其他                                |    | 號               |    |                |    |   |      |     |  |
|   |    | 出生年月日： 年 月 日    |    |                |    |   |      |     |  |
|   |    | 連絡電話：           |    |                |    |   |      |     |  |
| 肇事車輛<br>(備案填寫<br>本欄)  | 車號 | 當事<br>車別        | 廠牌 | 顏色             | 車種 | 駕駛人   | 肇事經過 |     |  |
|   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
|   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
|   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
|   |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
| 處理情形： <input type="checkbox"/> 報告指揮中心 <input type="checkbox"/> 通知勤務人員處理 <input type="checkbox"/> 報告主管 <input type="checkbox"/> 其他 |    |                 |    |                |    |   |      |     |  |
| 受理時間： 年 月 日 時 分   |    |                 |    |                |    | 受理警員：   |      | 主管： |  |

### 3.2 交通事故現場嚴重性初步判斷

依事故嚴重性例如傷亡人數、現場損壞狀況、交通受阻情形、肇事地點等情形，決定以何種方式、攜帶何種之裝備、派遣多少人員、行經何種路徑，與何技術機關（醫院、消防、危險物品處理等單位）連絡支援與處理。一般交通事故發生後，其初步通報係依管轄原則及事故嚴重性認定之，有關通報之機關及流程，整理如圖 7 所示。

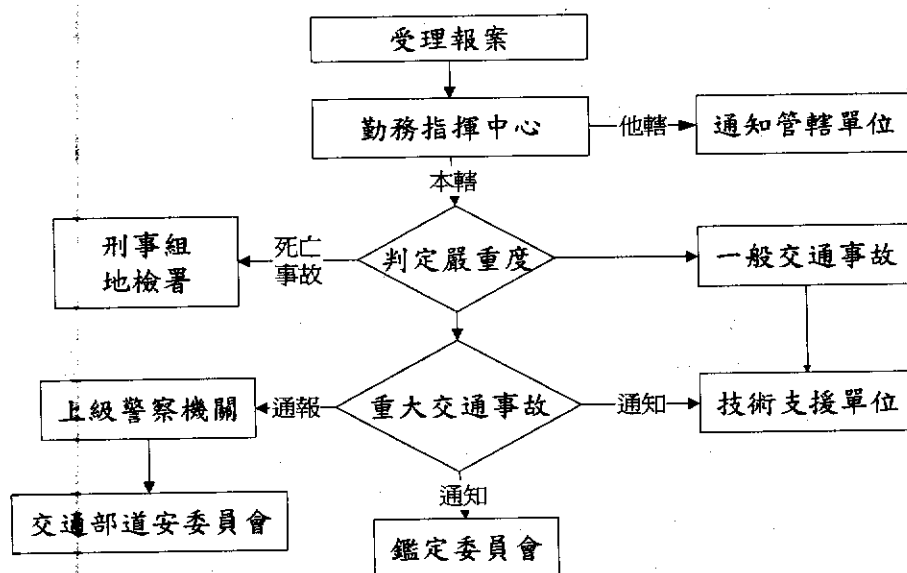


圖 7 交通事故通報之機關流程圖

### 3.3 臨場前置措施

可配合現有交通特性、車流特性、道路施工、特殊活動等因素，適時選擇最佳臨場路線。其主要工作包括：工具的整備及臨場路線的選取（如選擇適當及可用之交通工具及進場方向之選擇等）。



## 四、現場管制作業

管制考慮因素及現有之管制型態將決定採取管制之方式，現場人員所需的救護、危險狀況、車道的管制數量等因素則決定支援人力的多寡，有關現場管制作業總流程可表示如圖 8 所示。

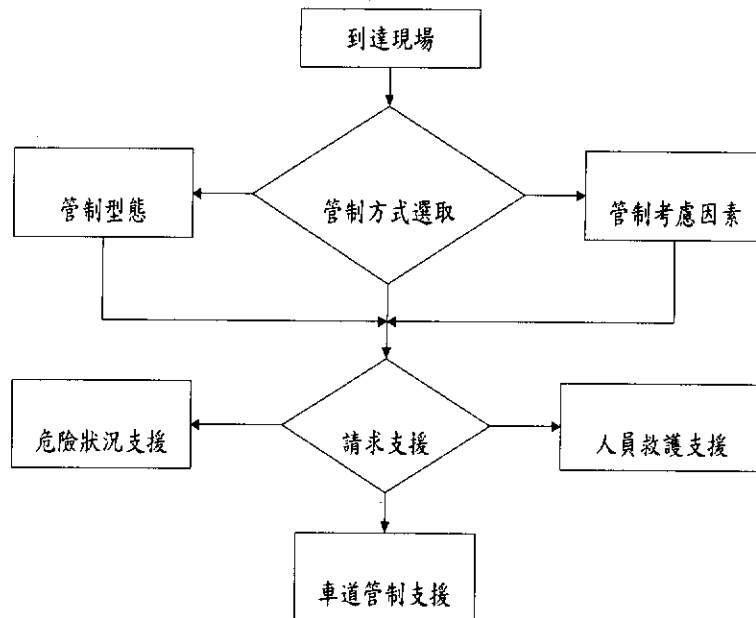


圖 8 現場管制作業總流程圖

### 4.1 管制型態：

一般道路管制型態可分為幹線管制、隧道管制、交叉路管制等三種型態。

(一) 幹線管制：其管制流程詳如圖 9 所示。

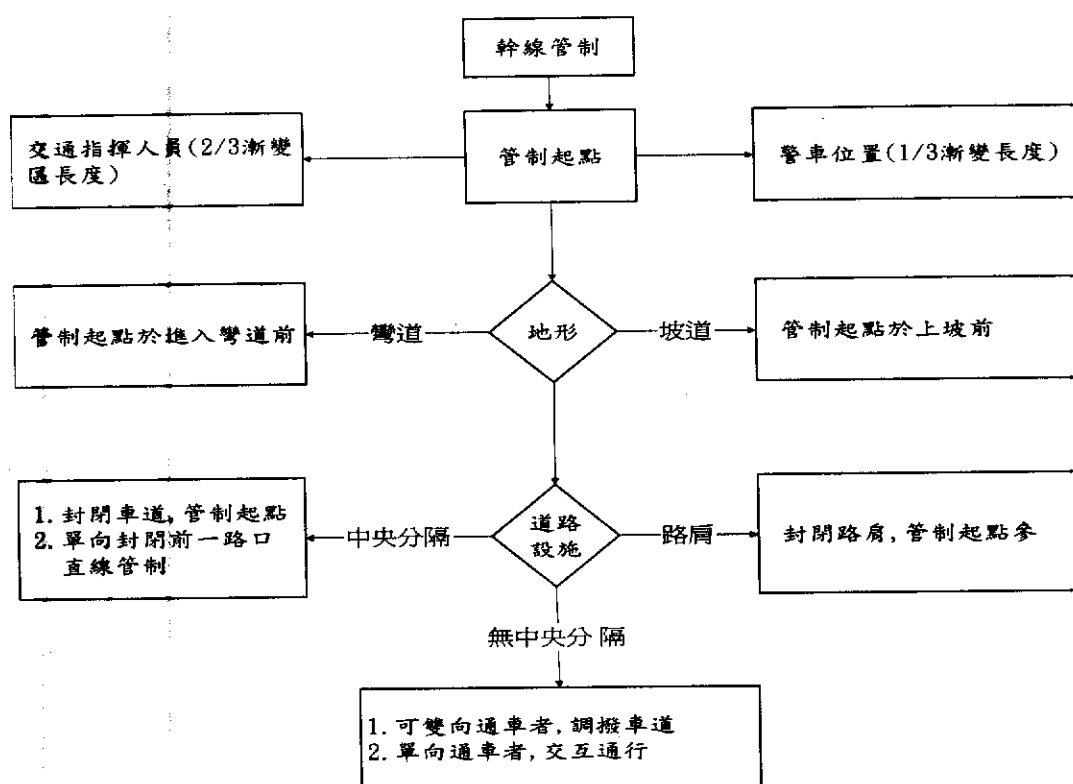


圖 9 幹線管制流程圖

## (二) 隧道內之管制：

肇事現場先控制交通狀況，以滅火為主，如隧道內一氧化碳之含量超過 200P.P.M 時，則指示隧道內所有車輛將引擎關閉，並立即疏散人員。

## (三) 交叉路口管制

交通事故可能發生於路口中間的任一部份，因此，其相關之交通管制工作，應就各行車方向分別考慮管制範圍與方式，一般依其可能發生之情形，可將路口分割成四部份，再以其發生於中央或側向之地點分別討論之，請參閱蘇志強等所著「交通事故處理工作手冊研編，1998年」乙書。

## 4.2 危險狀況支援需求

### (一) 隧道內車輛起火時：

1. 管制運行中的車輛停在隧道入口處，並確保消防車之通行空間。
2. 應確認隧道內停等之車輛全部熄火，並立即疏散乘客。
3. 調查隧道內停等之車輛有無載運危險物品。

4. 注隧意道內毒氣含量，請求支援毒氣測試裝備。

(二) 肇事車輛冒煙起火之處置：應立即通知消防隊處理，但若有人員受困時，應立即尋找大型滅火器材（大客車隨車裝備支援之）。

(三) 電桿折斷或電線掉落之處置：若為電力線應立即通知電力公司進行搶救。

(四) 危險物品：危險物品可分為爆炸性物質、易燃性氣體、易燃性液體、氧化性物質、易燃性物質、禁水性物質、毒性物質、放射性物質、腐蝕性物質。所採取的保護行動有確認危險物質種類辨識、封鎖現場、疏散、就地保護及溝通等。

## 五、 現場調查作業

有關現場記錄的方式依其現場操作順序有：現場攝影、現場測繪、肇事車輛調查、路面痕跡調查、詢問筆錄等。若警力許可下，攝影與測繪可同時進行，有關現場調查作業流程，可表如圖 10 所示。

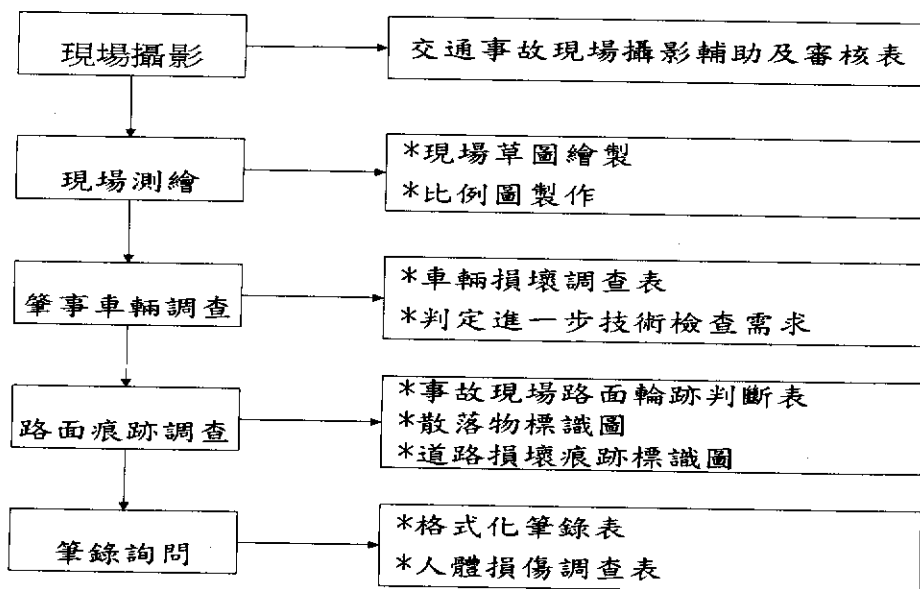


圖 10 現場調查作業流程圖

### 5.1 攝影照相

一般交通事故現場攝影相片可分為必要攝影及特定攝影，端視現交通事故之特性而定，有關現場照相應拍攝之項目及其拍攝重點，參考如表 2 所示。

表 2 交通事故現場攝影輔助及審核表

| 說明   |                 | 拍攝重點  | 備註                         |
|------|-----------------|---|----------------------------|
| 拍攝項目 |                 |   |                            |
| 必要項目 | 事故現場全景          | 1.道路幾何設計<br>2.肇事車輛相對位置<br>3.遠距離拍攝(由行車方向)              | ● 制高點拍攝尤佳<br>● 顯現進入現場狀況    |
|      | 路面痕跡            | 滑痕、拖痕、刮擦痕、輪胎印痕  | ● 注意高壓電線陰影錯覺、注意辨識新舊痕       |
|      | 散落物             | 落土、油漬、車體破片、玻璃碎片、車牌、裝載物散落情形                            |                            |
|      | 終止位置            | 1.車輛與標線之相對關係<br>2.車輛與路面痕跡相對關係<br>3.車輛與車輛相對關係          |                            |
|      | 主要車損痕跡          | 主要撞擊點特徵、車輛四面損毀狀況、肇事車輛烤漆                               | ● 近距離重點拍攝<br>● 號牌一併攝入      |
|      | 固定設施損壞情形        | 電線桿、交通管制設施受損情形<br>路緣、分向島、橋墩、護欄                        |                            |
|      | 標線              | 車道線、分向線、停止線、行人穿越線、車道劃分狀況(專用道)、停車規劃設施                  |                            |
| 特定項目 | 交通管制設施          | 號誌、標誌、槽化設施、臨時管制設施、各種夜間反光設施                            | ● 肇因與交通管制措施有關時             |
|      | 道路障礙            | 道路施工、違規停車、攤販、其他障礙物                                    | ● 肇因與視線障礙有關時               |
|      | 視距阻礙            | 樹木、農作物、彎道、斜坡、公共設施、建築物                                 |                            |
|      | 傷亡人員位置、血跡、人員遺留物 | 1.死亡人員倒地位置、姿勢、車體上肌肉或毛髮方向。<br>2.血跡噴灑情形、衣飾、安全帽、鞋子、手錶、眼鏡 | ● 有人傷亡時<br>● 已移離現場時應追查標示補照 |
|      | 燈光              | 大燈、方向燈、煞車燈、燈絲破壞情形                                     | ● 夜間肇事                     |
|      | 輪胎              | 胎面、側面、撕裂痕、胎溝數目  | ● 與輪胎有關事故                  |
|      | 車內狀況            | 時速表、燈光開關位置、方向盤、儀表板、操作板、行動電話、酒類物品                      | ● 超速、失控事故                  |
|      | 道路狀況            | 坑洞、路面鬆軟、路緣狀況  | ● 肇因與道路缺失有關                |
|      | 見證人視野           | 見證人位置、方向朝事故現場拍攝                                       | ● 有見證人時                    |

## 5.2 現場測繪

現場圖之繪製，其工作要項及流程如圖 11 所示。

## 5.3 肇事相關車輛調查

對肇事車輛進行調查時，需將車輛損壞程度、位置加以勘查分類，以明瞭接觸撞擊點位置。其檢查流程圖如圖 12 所示，而為節省時間並避免遺漏，另設計車輛損壞檢查表(如表 3 所示)，以輔助現場人員之調查。

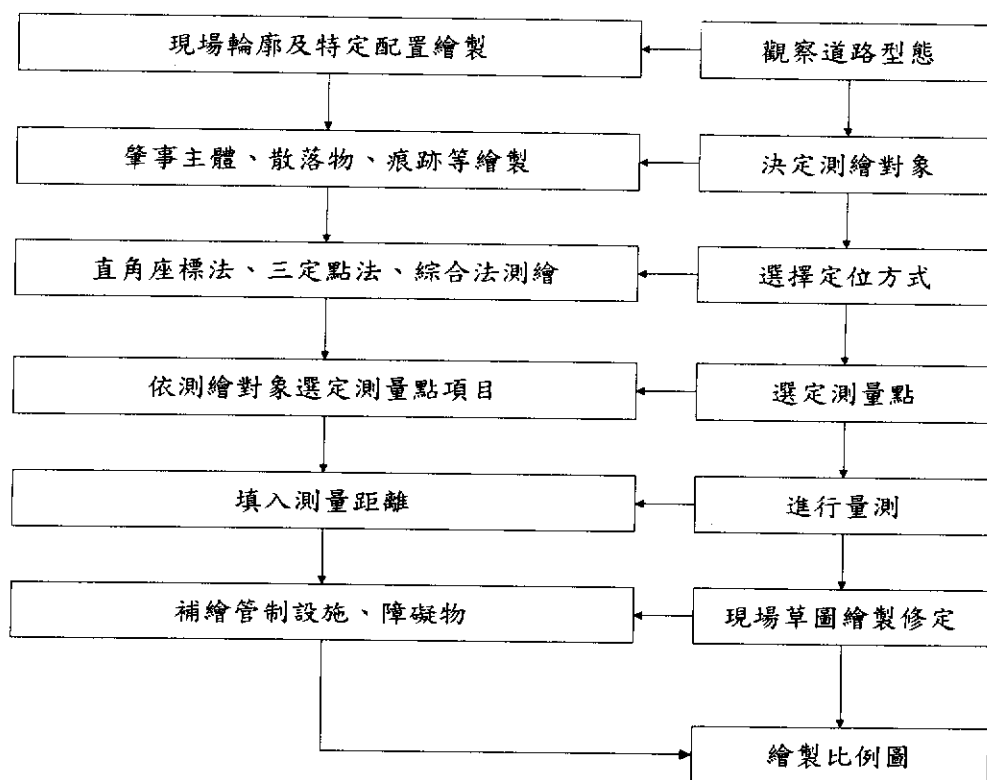


圖11 現場測繪流程圖

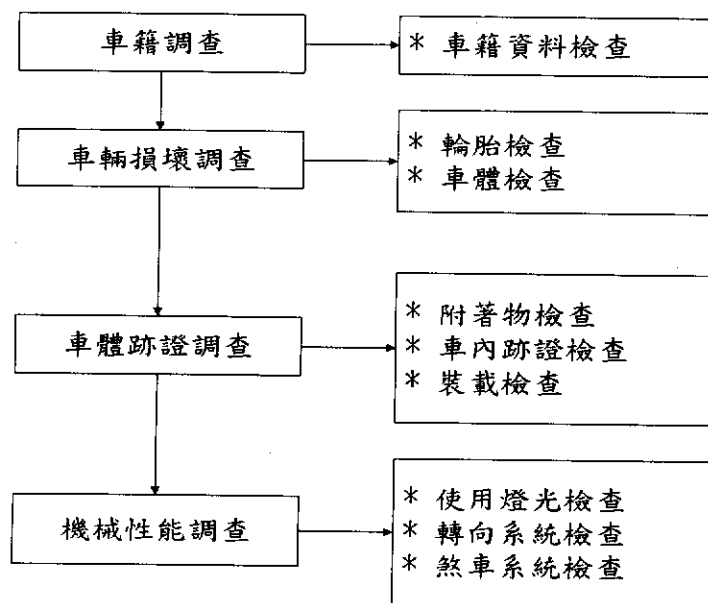


圖 12 車輛檢查流程圖

表 3 車輛損壞檢查表

→注意：圖示中數字區請劃出撞擊方向，車體中劃出接觸性撞擊凹陷範圍。

小客車 ( )

(半、全) 聯結車 (大、小) 貨車

大客車 ( )

機車 ( )

→車輛號碼： 廠牌： 車長： 車寬： 軸距：

| 調查項目<br>方位編號 | 損壞情形 |    |    | 痕跡性質 |    |    | 附著物 |    |    |    |    |    |    |    | 車內跡證  |  | 裝載 |    |
|--------------|------|----|----|------|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|----|----|
|              | 嚴重   | 中度 | 輕微 | 印痕   | 磨痕 | 刮痕 | 血跡  | 腦漿 | 肌肉 | 毛髮 | 衣服 | 纖維 | 車漆 | 泥土 | <input type="checkbox"/> 酒瓶<br><input type="checkbox"/> 藥物<br><input type="checkbox"/> 嘔吐物<br><input type="checkbox"/> 安全氣囊<br><input type="checkbox"/> 速度表里程 | <input type="checkbox"/> 沙石<br><input type="checkbox"/> 貨物<br><input type="checkbox"/> 貨櫃<br><input type="checkbox"/> 危險物品<br><input type="checkbox"/> 捆綁錯誤<br><input type="checkbox"/> 超載 |    |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |
| 輪胎橡膠         | 嚴重   | 中度 | 輕微 | 撕裂   | 穿孔 | 爆破 | 血跡  | 腦漿 | 肌肉 | 毛髮 | 衣服 | 纖維 | 車漆 | 泥土 | 鋼圈型狀  |  | 胎紋 |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    | 正常  | 變型   | 正常 | 不足 |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |
|              |      |    |    |      |    |    |     |    |    |    |    |    |    |    |   |  |    |    |

→檢查人員職名章：

## 5.4 路面痕跡調查

在事故發生的過程中，所遺留在道路表面或相關設施及環境中的跡證，稱之為路面跡證，包括輪跡、散落物、道路損壞痕跡等。以下分別以流程圖說明表示：

一、路面跡證調查：可依圖 13 所示之流程判斷之：

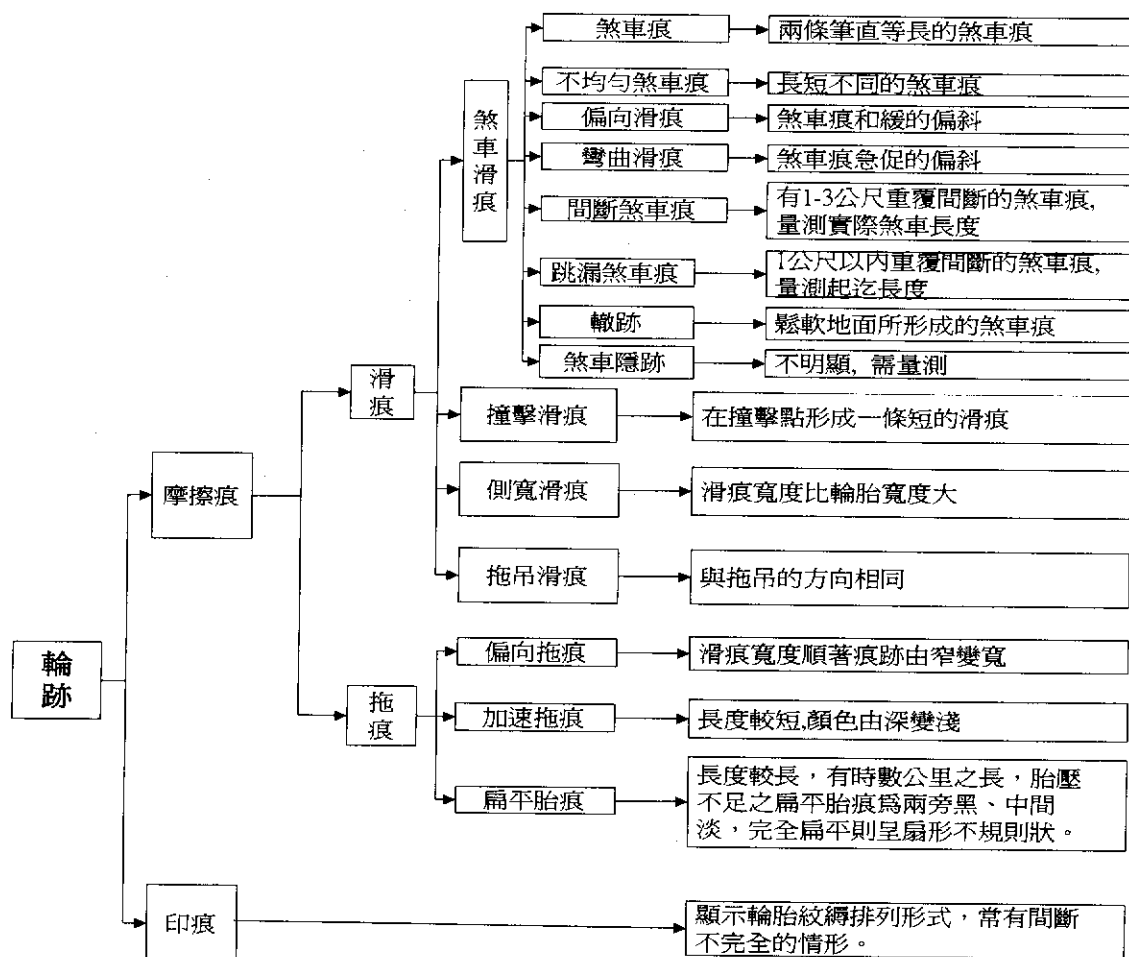


圖 13 交通事故現場路面輪跡判斷表

## 二、散落物之辨識

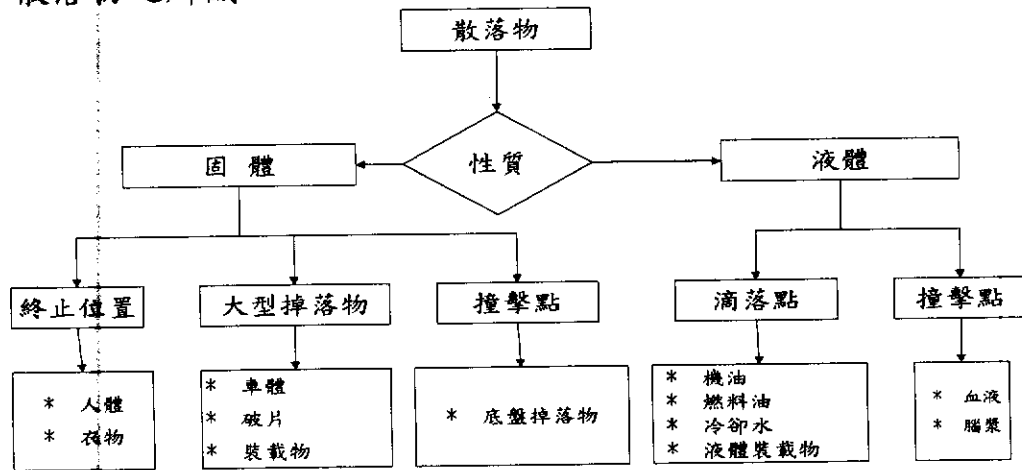


圖 14 散落物辨識圖

## 三、道路損壞痕跡之辨識

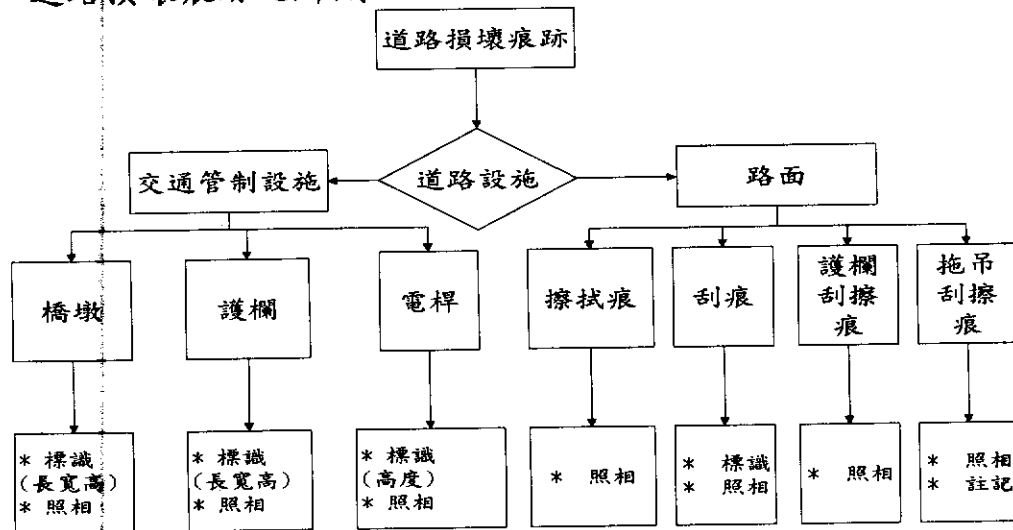


圖 15 道路損壞痕跡辨識圖

### 5.5 筆錄詢問

訊問對象可分為當事人、見證人及其他證人等。確認訊問對象並依詢問筆錄用紙及參考表 4 之詢問重點依筆錄特性執行之。



表 4 筆錄訊問重點

| 詢問重點                           | 人別 | 當事人 | 見證人 | 其他證人 |
|--------------------------------|----|-----|-----|------|
| ● 人別基本資料？                      |    | ✓   | ✓   | ✓    |
| ● 是否通知家屬或辯護人到場？                |    | ✓   |     |      |
| ● 所駕駛的車種、牌照號碼？事故當時你從何來？去那裏？    |    | ✓   |     |      |
| ● 你今天幾時離家？到過那些地方？              |    | ✓   |     |      |
| ● 事故發生的時間地點？                   |    | ✓   | ✓   |      |
| ● 事故發生前你行駛的車道、方向、速度？           |    | ✓   |     |      |
| ● 請詳述肇事經過？車輛相對撞擊部位？            |    | ✓   | ✓   |      |
| ● 發現危急時距對方約多遠？你採取何種閃避措施？       |    | ✓   | ✓   |      |
| ● 事故發生後，人、車第一次接觸位置？            |    | ✓   |     |      |
| ● 人、車損傷情形？                     |    | ✓   |     |      |
| ● 有無飲酒或因病服用藥物？飲用多少？酒精濃度測定多少毫克？ |    | ✓   | ✓   |      |
| ● 肇事後有無做何警示救護措施？如何向警察報案？       |    | ✓   |     |      |
| ● 你有無補充意見？是否提出告訴？              |    | ✓   | ✓   |      |
| ● 肇事車輛牌照？                      |    |     | ✓   |      |
| ● 你與交通事故當事人是否認識？               |    |     | ✓   |      |
| ● 如何察覺事故發生？你所在的位置、方向及正做何事？     |    |     | ✓   |      |
| ● 肇事現場是否已被移動？                  |    |     | ✓   | ✓    |
| ● 你有無補充說明？                     |    |     |     | ✓    |
| ● 作證事由？作證項目？                   |    |     |     | ✓    |
| ● 你現從事何項工作？                    |    |     |     | ✓    |
| ● 請針對作證項目提出證詞？                 |    |     |     | ✓    |
| ● 你有無補充意見？                     |    |     |     | ✓    |

## 5.6 人體損傷調查

人體傷害調查與筆錄訊問可同時進行，調查方式以詢問的方式進行：

(一) 背面圖之編號係背面身體部位與正面相對位置，以正面圖之編號前加「-」之形式編之。

(二) 若欲得到詳細的受傷報告，應再請負責治療醫師詳細提供之。

## 六、 道路交通事故處理後續作業

後續作業主要工作項目有：1.通報管轄單位處理；2.初步排除；3.刑事訴訟程序；4.扣留駕照、行照；5.舉發違規單；6.遺留物認領；7.扣留肇事車輛；8.現場跡證送驗等。有關後續作業總流程詳如圖 16 所示。

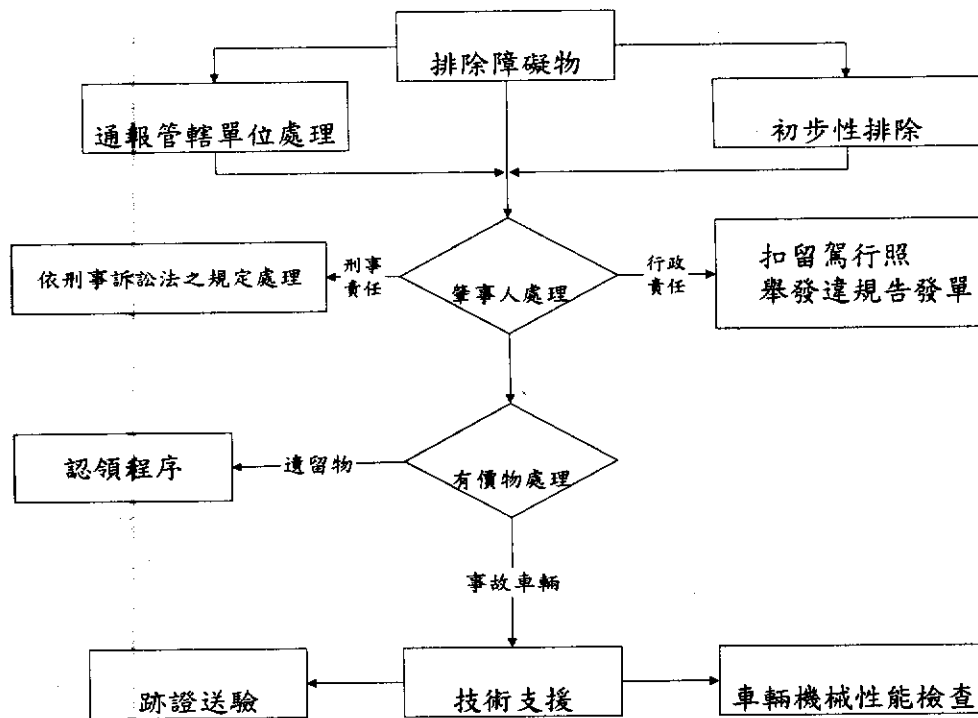


圖 16 交通事故後續作業工作總流程圖

### (一)障礙物排除

對於現場已無採證或保留價值之散落物、廢棄物及各種痕跡，必須沖掃乾淨，尤其影響行車安全的散落物應優先處理，如砂石、油漬等。

### (二)肇事人、有價物處理

- 1、有事責任者，留置之肇事人，應作必要之詢問、查證後，若涉有刑責即依刑事訴訟法之規定處理，對無再留置之必要者，應即釋回。有肇事行政責任處理流程，請依圖 17 規定辦理。

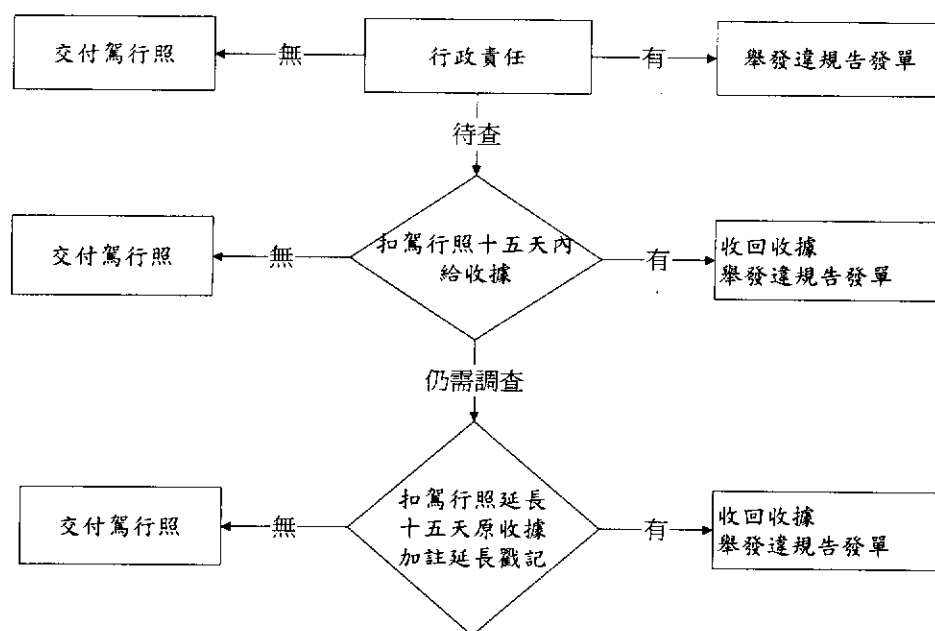


圖 17 行政責任處理流程圖

2、事故現場之各種有價物品處理，請依圖 18 辦理。

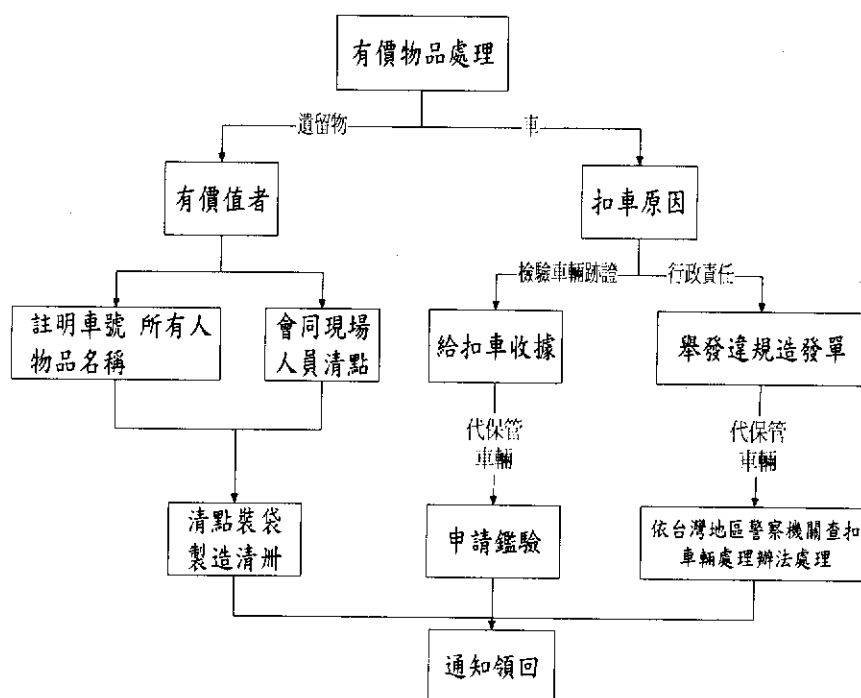


圖 18 有價物處理流程圖

### (三) 跡證檢驗

- 1、 交通事故現場採集之物證痕跡之送驗程序，依警察偵查犯罪規範之規定處理。
- 2、 跡證應儘速送往鑑定單位進行鑑定，有關鑑驗參考表，如表 5 所示。

表 5 跡證檢驗參考表

| 項目               | 內容  | 蒐集方式 | 注意事項            | 送驗單位                                |
|------------------|---|------|-----------------|-------------------------------------|
| 尿液               | ◆ 採集尿液 300cc 以上，注於清淨的玻璃瓶內，加栓塞，妥於封固。<br>◆ 容器封條由監採人註明被告姓名、案由、採尿時間、採尿地點及監採人，並由駕駛人捺印左拇指紋及簽名。  |      | 應於發生事故後六小時內採集   | ● 各縣市衛生局。                           |
| 血液               | ◆ 凝固之血液以棉花沾生理食鹽水擦拭送驗。<br>◆ 液態之血液以針筒吸取後簽封送驗。   |      | 冷藏              | ● 刑事警察局<br>● 醫學中心                   |
| 染料及色素            | ◆ 可分為粉末、固狀、液狀及附著物，採取時以 100 公克為原則。<br>◆ 粉末及固狀以白紙或塑膠袋分別包裝並置於信封袋內送驗。<br>◆ 液狀以玻璃瓶盛裝，塞緊瓶蓋送驗。   |      | 粉狀及固狀保持乾燥       | ● 刑事警察局<br>● 大學<br>● 專業學術機構         |
| 偽禁藥              | ◆ 各類分別包裝，連同原包裝盒（紙）一併送驗，散裝之偽禁藥品應標明偽造標的。<br>◆ 以白紙袋、塑膠袋包裝後外加封袋。<br>◆ 有潮濕性或液體者須裝入玻璃瓶密封。   |      | 防潮濕             | ● 刑事警察局                             |
| 煙毒品<br>麻醉藥品      | ◆ 搜獲可疑之煙毒品、麻醉藥品及其使用之器具時，承辦人應即當眾簽封，貼具標籤，註明嫌犯姓名、證物名稱、數量、日期，令嫌犯捺印左拇指指紋，並由承辦人及證人分別簽名蓋章。<br>◆ 以塑膠帶包裝後放入證物袋簽封。                          |      |                 | ● 送地檢署轉調查局化驗<br>● 刑事警察局<br>● 專業學術機構 |
| 布片<br>紙張<br>木片纖維 | ◆ 全量採取，視案情檢同比對檢材簽封送驗。<br>◆ 以白紙袋、塑膠袋封裝，碳化之木片應以玻璃瓶或塑膠袋封裝，附油漆或其他痕跡之證物，以乾淨玻璃瓶裝之，碳化之紙片應以二片透明玻璃片夾妥固定。                                   |      | 防止散落            | ● 刑事警察局<br>● 專業學術機構                 |
| 泥土               | ◆ 採取五十公克以上，並標明採證標的位置，在採取前應分別拍照存證。<br>◆ 以白紙袋、塑膠袋封裝。  |      |                 | ● 刑事警察局<br>● 專業學術機構                 |
| 油類               | ◆ 液體之包裝方法與尿液同，固體物質以廣口玻璃瓶栓封。   |      | 防震盪、破損、火氣、須隔離儲放 | ● 刑事警察局<br>● 中國石油公司營業所<br>● 專業學術機構  |
| 油漆片              | ◆ 案發後應即時採證，採證前先拍照留存，並連同附著物一併採取。<br>◆ 採取時以小刀刮取之，應連同油漆片之底層一併採取，並儘可能採取大片。<br>◆ 採取之油漆片以填有棉花之小盒盛裝。<br>◆ 布或其他物體上之油漆，以透明紙或塑膠布覆蓋後，再裝入證物袋。 |      |                 | ● 刑事警察局                             |
| 塑膠片<br>其他碎片      | ◆ 分別全量採取，檢同比對檢材簽封送驗。<br>◆ 布或紙包裝放入紙箱內，以泡棉物填充。  |      |                 | ● 刑事警察局                             |

#### (四)整理道路交通事故調查報告

- 1、一般交通事故在調查工作完成後三日內詳實填寫「道路交通事故調查報告表」，連同調查資料轉報上級。
- 2、重大交通事故，應於十日以書面專案檢討報告內政部警政署。

### 七、測試與評估

#### 7.1 實證測試分析

將上述各種現場處理之標準化程序研擬之可攜帶式交通事故處理手冊，詳請參閱蘇志強等（交通事故處理工作手冊研編，1998）。為了解其實際之效用為何，必須選擇實際處理道路交通事故基層單位，將手冊作實際的操作，以了解手冊之效用為何，並由操作中發現缺點，以修正手冊，使手冊更能符合實務操作之需。有關其施測之流程如圖 19 所示。

#### 7.2 改善效益評估

##### (一)問卷分析

本研究問卷分析主要係先利用變異數分析進行各群組間之一致性檢定，可分為二個步驟進行，第一步驟是對接受測試單位及諮詢顧問，在手冊準則評估上是否具有一致性的檢定，亦即各平均數是否相等，如果其平均數相等，即表示不存在有因子作用，亦即各群組之影響是相當的，則可以依 4 組的總平均數進行分析，第二步驟是如果各群組平均數並非相等，則進行個別群組平均數分析。

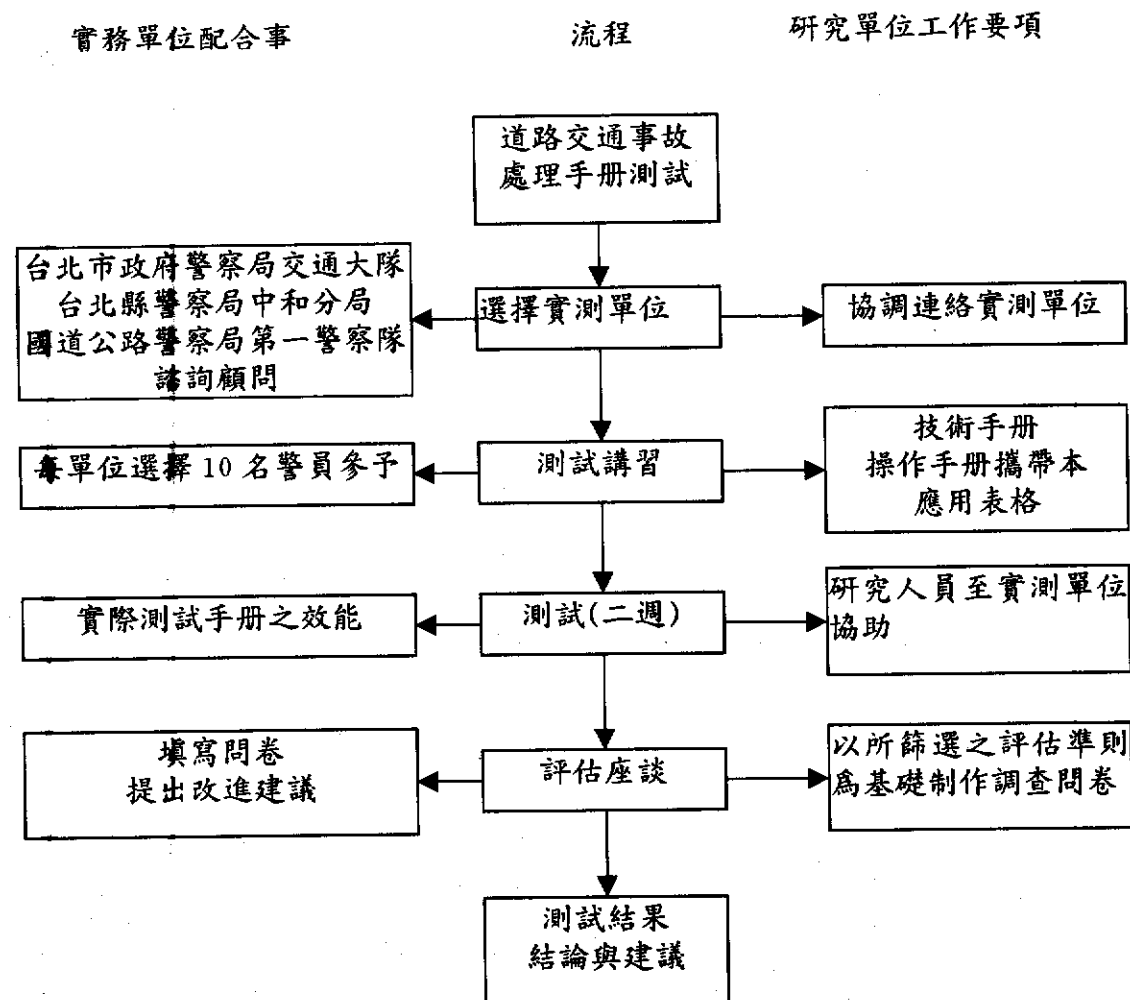


圖 19 手冊測試流程圖

### 1. 各組平均數相等檢定

進行變異數分析(ANOVA)平均數相等檢定時，主要需有 2 個假設成立：(1)每群組之機率分配有相同的變異數，亦即變異數同質性、

(2)每群組均為常態分配。

#### (1) 變異數同質性檢定

F 檢定其變異係數是否相等，假設三個測試單位及諮詢問在手冊準則評估上具變異數同質性，虛無假設為：

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$$

$\sigma_1$ ：國道公路警察局第一警察隊對手冊準則評價之標準差

$\sigma_2$ ：台北市政府警察局交通警察大隊對手冊準則評價標

### 準差

$\sigma_3$ ：台北縣警察局中和分局員山派出所手冊準則評價標準差

$\sigma_4$ ：諮詢顧問對手冊準則評價之標準差

在顯著水準為 0.05 下，若顯著水準大於 0.05，則無法棄卻虛無假設，亦即接受測試單位及諮詢顧問在手冊準則評估上具有變異數同質性的假設，若顯著水準小於 0.05，則棄卻虛無假設，亦即不接受測試單位及諮詢顧問在手冊準則評估上具有變異數同質性。經統計，除手冊之完備性未達變異數同質性外，餘均具有變異數同質性，詳如表 6 所示。

### (2) 群組常態性檢定

這是指樣本所來自的母群在實驗研究的依變數方面其分配是常態的，虛無假設為  $H_0$ ：群組為常態分配，經群組常態性檢定，僅有少數通過檢定，而對某一準則而言，並未有全部群組通過常態性檢定。

表 6 變異數同質性分析表

| 評估準則    |           | 各單位標準差 |       |       |       | 總標準差 | Levene statistics | 顯著水準   |
|---------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|-------------------|--------|
|         |           | $G_1$  | $G_2$ | $G_3$ | $G_4$ |      |                   |        |
| 手冊之易操作性 | 手冊之易攜帶性   | 4.83   | 5.37  | 3.94  | 8.63  | 5.52 | 1.412             | 0.257  |
|         | 手冊之易查閱性   | 5.27   | 4.68  | 4.21  | 5.66  | 5.01 | 0.323             | 0.809  |
|         | 手冊之完備性    | 6.25   | 5.44  | 2.44  | 8.10  | 5.87 | 3.191             | 0.036√ |
|         | 不易污損      | 12.74  | 5.39  | 4.86  | 11.9  | 9.11 | 1.893             | 0.150  |
| 便利性     | 表格之易解性    | 6.74   | 5.98  | 5.29  | 5.44  | 6.61 | 0.086             | 0.967  |
|         | 表格填寫之難易度  | 9.81   | 6.87  | 5.86  | 5.49  | 7.96 | 0.946             | 0.430  |
| 協助性     | 表格內容之週延性  | 6.22   | 5.79  | 5.40  | 8.46  | 6.72 | 0.092             | 0.964  |
|         | 表格之必要性    | 5.09   | 5.77  | 3.68  | 4.75  | 5.96 | 0.781             | 0.362  |
|         | 表格之可靠度    | 5.27   | 3.37  | 2.83  | 7.65  | 5.24 | 1.189             | 0.329  |
| 處理品質提昇  | 有助技術性蒐證完整 | 4.34   | 7.52  | 3.16  | 8.61  | 6.57 | 1.839             | 0.159  |
|         | 有助調查報告之完整 | 9.46   | 8.55  | 3.33  | 3.97  | 7.36 | 1.896             | 0.149  |
|         | 有助肇因分析    | 3.64   | 4.11  | 4.59  | 5.35  | 5.13 | 0.23              | 0.875  |
|         | 有助事故鑑定    | 3.21   | 3.61  | 4.76  | 4.29  | 4.96 | 1.301             | 0.290  |

## (二)個別平均數分析

對總體而言，在處理手冊之易操作性、表格填寫之便利性、表格之協助性及處理品質之提昇等方面，受測及審核人員均有正面的評價，評點經加權後分別為 85.5、83.4、85.7、87.2。但在變異數同質性及群組常態性檢定中，虛無假設  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ ，均未能通過檢定，亦即 4 個群組在 13 項評估準則中未有一致性評點，所以必需進行個別平均數分析，各組平均數及標準差詳如表 7 所示。

## (三)綜合分析

- 1.現場相片粘貼表改以檢索列表方式處理，較能節省表格用紙，降低交通事故處理時間。
- 2.增列整體的交通事故處理流程，使處理員警能大略了解事故處理流程及肇事人相關權責，利於民眾諮詢時解答。
- 3.操作手冊加強防濕處理，如加裝塑膠封套、紙張防濕處理等，利於外勤攜帶使用。
- 4.操作手冊精簡化，使內容表格能增加版面，以強化清晰度，若使用者有疑問時，可查閱技術手冊。
- 5.增列之表格與現有表格合併，以免徒增員警工作量，增加交通事故處理時間。
- 6.肇因分析及鑑定專業化，以專人專責常設機構處理交通事故肇因分析及鑑定檢驗事宜，以強化交通事故肇因分析及鑑定之能力。
- 7.由前述分析中可知，員山派出所對於道路交通事故處理手冊有較高的評價，故本交通事故處理手冊適用於較不常處理交通事故之行政警察單位參考。
- 8.較有交通事故處理經驗之單位（北市交大、國道一隊）對手冊亦持正面的肯定，顯示手冊確能提昇道路交通事故處理效能，惟因上述單位已熟稔於交通事故處理程序，故對於手冊所提供之表格及程序評點較低。



表 7 各組平均數及標準差分析表

| 評估準則         |                      | 各單位平均值          |                |                |                | 總平均值           |
|--------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              |                      | G <sub>1</sub>  | G <sub>2</sub> | G <sub>3</sub> | G <sub>4</sub> |                |
| 手冊之易操作性      | 手冊之易攜帶性<br>權重 24.7   | 88.0<br>(4.83)  | 88.0<br>(5.37) | 89.0<br>(3.94) | 89.0<br>(8.93) | 88.7<br>(5.52) |
|              | 手冊之易查閱性<br>權重 25.8   | 85.0<br>(5.27)  | 84.2<br>(4.68) | 88.0<br>(4.21) | 87.8<br>(5.66) | 86.1<br>(5.01) |
|              | 手冊之完備性<br>權重 26.1    | 86.5<br>(6.25)  | 84.4<br>(5.44) | 90.2<br>(2.44) | 86.4<br>(8.10) | 86.9<br>(5.87) |
|              | 不易污損<br>權重 23.4      | 76.3<br>(12.74) | 81.8<br>(5.39) | 82.0<br>(4.83) | 80.0<br>(11.9) | 80.0<br>(9.11) |
| 填寫之<br>便利性   | 表格之易解性<br>權重 51.4    | 83.0<br>(6.74)  | 79.5<br>(5.98) | 86.5<br>(5.29) | 88.4<br>(5.44) | 84.0<br>(6.61) |
|              | 表格填寫之難易度<br>權重 48.6  | 78.0<br>(9.81)  | 80.0<br>(6.87) | 87.0<br>(5.86) | 86.2<br>(5.49) | 82.8<br>(7.96) |
| 表格之<br>協助性   | 表格內容之週延性<br>權重 33.2  | 83.1<br>(6.22)  | 81.5<br>(5.79) | 87.5<br>(5.40) | 88.0<br>(8.46) | 84.7<br>(6.72) |
|              | 表格之必要性<br>權重 32.5    | 85.2<br>(5.09)  | 80.0<br>(5.77) | 89.5<br>(3.68) | 87.4<br>(4.75) | 85.3<br>(5.96) |
|              | 表格之可靠度<br>權重 34.3    | 85.0<br>(5.27)  | 87.2<br>(3.37) | 90.5<br>(2.83) | 85.0<br>(7.65) | 87.0<br>(5.24) |
| 事故處理品質<br>提昇 | 有助技術性蒐證完整<br>權重 25.3 | 86.2<br>(4.34)  | 83.0<br>(7.52) | 91.0<br>(3.16) | 88.4<br>(8.61) | 87.0<br>(6.57) |
|              | 有助調查報告之完整<br>權重 23.6 | 83.6<br>(9.46)  | 85.3<br>(8.55) | 90.0<br>(3.33) | 89.8<br>(3.97) | 86.9<br>(7.36) |
|              | 有助肇因分析<br>權重 25.5    | 86.2<br>(3.64)  | 83.5<br>(4.11) | 91.0<br>(4.59) | 89.0<br>(5.35) | 87.2<br>(5.13) |
|              | 有助事故鑑定<br>權重 25.6    | 86.1<br>(3.21)  | 84.2<br>(3.61) | 91.0<br>(4.76) | 90.8<br>(4.29) | 87.8<br>(4.96) |

G1：國道公路警察局第一警察隊

G2：台北市政府警察局交通大隊

G3：台北縣警察局中和分局員山派出所 G4：諮詢顧問

表中各單位平均值下之括號表示權重

## 八、結論與建議

### 8.1 結論

#### (一) 道路交通事故處理手冊可標準化國內交通事故處理程序

1. 本研究將事故處理流程分為道路交通事故處理前置作業、現場管制作業、現場調查作業、道路交通事故處理後續作業等四步驟，每步驟下分為數個主要作業程序，每個作業程序下又分為數個工作項目，共計分為三層次，層次間之關係以流程圖相連結，使前後邏輯充分展現。

2. 在現場調查作業中，本研究提供了交通事故現場攝影輔助及審核表、現場測繪程序、比例圖製作程序、車輛損壞檢查表、各種跡證調查表、筆錄詢問重點表及人體傷害檢查表等，其目的主要係希望以標準圖式表格協助處理人員迅速正確校核，完成各種技術性檢查。
3. 在簡單、明確易操作的原則下所完成的交通事故調查手冊，能協助每一位處理人員了解各工作項目的步驟與方法，正確、方便、迅速地進行現場記錄及以專業方式整理資料。

## (二) 手冊效能評估結果

1. 交通事故處理手冊經實地二週測試後，總體而言，在處理手冊之易操作性、表格填寫之便利性、表格之協助性及處理品質之提昇等方面，受測及審核人員均有正面的評價，評點分別為85.5、83.4、85.7、87.2。
2. 道路交通事故處理技術手冊提供標準作業程序與圖表，強化各項科技性蒐證能力，對道路交通事故處理品質的提昇有很好效果，對於非專業交通警察單位，道路交通事故處理手冊提供員警自我學習的範本。
3. 在員警道路交通事故操作手冊提供具體、易解的事故處理程序，協助基層員警完成各種交通事故現場處理工作，並能有效掌握現場狀況，減少現場調查的時間，儘速排除事故現場。

## 8.2 建議

### (一) 改進道路交通事故處理手冊

1. 操作手冊加強防濕處理，如加裝塑膠封套、紙張防濕處理等，利於外勤攜帶使用。
2. 增列之技術性調查表格與現有表格合併，以免徒增員警事故處理工作量。

### (二) 利用科技協助道路交通事故處理

1. 逐年編列預算進行相關專題研究，提供鑑識及研擬預防措施參考，並建立道路交通事故跡證檢驗系統，使跡證檢驗具有公信力。
2. 增購交通錐、交通事故指示牌、夜間警示燈，現場管制設備、採證型相機、手推測量器、白色標示板並編碼、酒精測量器、夜間照明設備、雨天處理設備、交通事故處理車等。
3. 建立轄區修車廠、零件廠、醫療機構等資訊化資料並予以管理。

## 參考文獻

1. 吳明德，「交通事故現場攝影之探討」，警政學報，第九期，第 227 頁至 238 頁，中央警察大學警政研究所，民國 75 年 06 月。
2. 林大煜，「現行台灣地區道路交通事故調查表之檢討、分析與應用」，全國車輛行車事故鑑定、分析與處理技術研討會論文集，第 1 頁至第 15 頁，交通部運輸研究所，民國 80 年 12 月。
3. 王文麟，「肇事鑑定技術發展沿革與新趨勢之評析」，中央警察大學交通學系，民國 85 年 06 月。
4. 程玉傑，「汽車肇事碰撞行為電腦動態模擬之研究」，中央警官學校警政研究所，碩士論文，民國 76 年 06 月。
5. 蘇志強，「道路交通事故處理理論與實務」，自印，民國 86 年 10 月。
6. 內政部警政署，交通警察工作手冊，民國 73 年 01 月。
7. 國道公路警察局，公路警察勤務規範，民國 79 年 07 月。
8. 內政部警政署，刑事鑑識規範，民國 82 年 07 月。
9. 陳高村，「道路交通事故處理與鑑定」，自印，民國 86 年 05 月。
10. 蘇志強、王文麟等，「交通事故處理工作手冊研編（I 研究報告、II 技術手冊、III 操作手冊）」，第六期院頒道路交通秩序與交通安全改進方案成果報告，民國 87 年 6 月。
11. Baker, J., Fricke, B.L., 「The Traffic Accident Investigation Manual」, Northwestern University Traffic Institute, Evanston, Illinois 60204, 1986。
12. River R.W., 「Traffic Accident Investigations' Handbook」, Charles C Thomas, ISBN 0-398-03917-8, 1980。
13. River R.W., 「On-Scene Traffic Accident Investigations' Manual」, Charles C Thomas, ISBN 0-398-04121-0, 1981。

## 主題二

交通影響成本



## 交通事故對道路車流延滯影響之解析

藍武王<sup>1</sup> 張瓊文<sup>2</sup>

### 摘要

當交通事故發生時，除了對當事者（包括肇事者及與該事故有關之其他當事者）直接造成生命或財產的損失外，間接地對當地或周遭的交通亦產生重大的影響，此部分未量化之社會成本極大，惟由於目前多數研究多著重於生命與財產損失之估算，對於交通受到影響而產生之成本較少分析，故本研究即針對「交通影響」部分做一有系統之量化分析。本研究以中山高圓山交流道—台北交流道南下路段於上午 7:30 發生事故，僅餘 1 車道可通行，警察於 20 分鐘後到達，封閉 1 車道，事故處理時間（局部通車時間）為 30 分鐘為案例分析結果，較平常延滯大幅增加約 4,400 輛時，時間價值約相當新台幣 77 萬元。

**關鍵詞：**交通事故、車流延滯、社會成本、等候理論

### 一、研究緣起與問題界定

交通事故之發生常伴隨著產生龐大的社會成本，基於公平原則，以及導正國人不遵守法規的觀念及行為之考量，所有因不守法而導致之社會成本應由該不守法者負擔。惟所謂的「社會成本」所涵蓋之項目及量化資料，在國內仍須進一步探討分析。其中，當交通事故發生時，除了對當事者（包括肇事者及與該事故有關之其他當事者）直接造成生命或財產的損失外，間接地對當地或周遭的交通亦產生重大的影響，此部分未量化之社會成本極大，惟由於目前多數研究多著重於生命與財產損失之估算，對於交通受到影響而產生之成本較少分析，故本研究即針對「交通影響成本」部分做一有系統之量化分析。

所謂的「交通影響成本」係指該地點因事故而導致車流行進狀況惡化的程度，一般可以「因事故而增加之停等時間」來衡量，亦即「因事故產生而增加之車流延滯」，有延滯資料後即可進一步估算延滯時間成本、油耗及空氣污染等社會成本。

1 國立交通大學交通運輸研究所教授兼所長

2 交通部運輸研究所研究員、交通大學交通運輸研究所博士班研究生

由於車流特性對延滯有相當的影響，故本研究首先回顧車流延滯估算方法之相關文獻，其次建立延滯分析模式，並探討不同車流率情況下之事故延滯情況，最後以中山高速公路圓山交流道至台北交流道南下路段作一案例分析，並估算其所相當之時間價值。

## 二、文獻回顧

交通事故對於道路所造成之影響主要與事故發生的頻率、地點、時間、嚴重程度等有關，而其影響之分析結果則會隨研究方法、資料收集方法、環境背景及事故種類而有所差異[1-5]。

交通事故延滯之分析模式大致有車流模擬模式(simulation model)、分析性模式(analytical model)及敘述性統計模式(descriptive statistical model)等三類，其中車流模擬模式係利用隨機產生車輛作為評估基礎，利用車流模擬中之旅行時間計算模組對有事故與無事故狀態下分別進行計算，並進一步推算出兩者的差異，而以增加量作為事故之影響程度代表。分析性模式以車流理論與等候理論為主要分析基礎，為一巨觀的模式，其中前者透過速率—流量關係推估實際旅行時間，並與理想旅行時間比較推估延滯[3]，後者則藉著時間與累計車流量關係圖可觀察分析不同時間下之道路車流變化情形，並了解等候車輛與車流延滯時間的多寡[2,5]；Moralws(1987)利用等候模式分析的結果，1)單向2車道之高速公路若因事故封閉1車道，服務率約降低65%，封閉路肩則服務率降低約20%，2)單向3車道之高速公路若因事故封閉1車道，服務率約降低51%，封閉路肩則服務率降低約18%，3)單向4車道之高速公路若因事故封閉1車道，服務率約降低40%，封閉路肩則服務率降低約15%。至於敘述性統計模式，則是以現場收集資料為主，藉由統計方法建立有無事故之車流與延滯關係式，以進一步分析後續相關問題[1,4]；Goolsby(1971)之研究即為利用電視監視系統連續2年收集日間高速公路有、無事故時之每分鐘流量資料，並進一步利用統計方法加以分析，研究結果發現該單向3車道之高速公路因事故封閉1車道時服務率約降低50%，封閉2車道時服務率約降低80%，而封閉路肩服務率降低約28%。由上述相關研究發現，事故對影響道路容量之研究結果非常一致，以高速公路3車道封閉1車道的交通事故為例，其服務實體設施雖僅減少約33%，但容量卻降低40%-45%，顯見發生事故對交通之影響。

圖1為一般化之交通事故車流延滯示意圖[2]，由圖中可以看出當事故

發生時，道路服務容量會突然降低(由  $s_1$  變為  $s_2$ )，持續  $T_1$  時間；其次全部車道無法通行  $T_2$  時間，此時服務流率為 0；待警察抵達處理時，可有局部車道可供通行，此時服務流率為  $s_3$ ，持續  $T_3$  時間；警察處理完畢事故排除後，恢復  $s_1$  服務容量，直到等候車隊消散為止；整個事件自事故發生至等候車隊消散所需的時間為  $T_5$ 。圖中  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、 $s_4$ 、 $s_5$  所圍成的區域即代表總計的車輛延滯(輛一時)，另圖 2 為各種可能情況下之延滯示意圖，由圖中可明顯看出總車流延滯所涵蓋之範圍，並可容易地計算其面積。

配合本研究以中山高速公路圓山交流道至台北交流道南下路段為實例研究路段，而其缺乏詳細之現場資料之考量，本研究採用分析性模式一等候模式進行分析。

### 三、模式構建

#### 3.1 基本說明

本研究係利用等候理論圖解方式來表現車流率與道路服務率之基本特性，茲就整個系統概念說明如下[6]：

(一)使用者 (customers，即道路上之車輛) 之特性：

1. 車輛為個別到達。
2. 不同時段有不同的車輛到達型態。
3. 車輛進入系統後，不會中途消失，符合守恆原則。

(二)服務者 (servers，即道路) 之特性：

1. 道路上任一點所提供之服務可視為一「單一服務者等候系統」(single-server queuing system)。
2. 道路的服務率 (容量) 隨著時間 (整個分析時段內) 而有不同。
3. 車輛可選擇任何車道行駛。

(三)服務法則為先進先出。



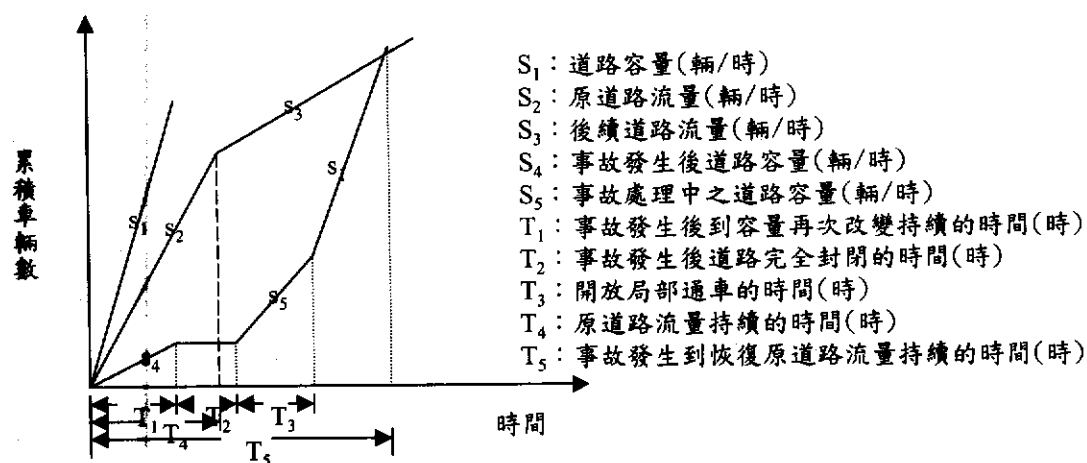


圖1、一般化事故車流延滯示意圖

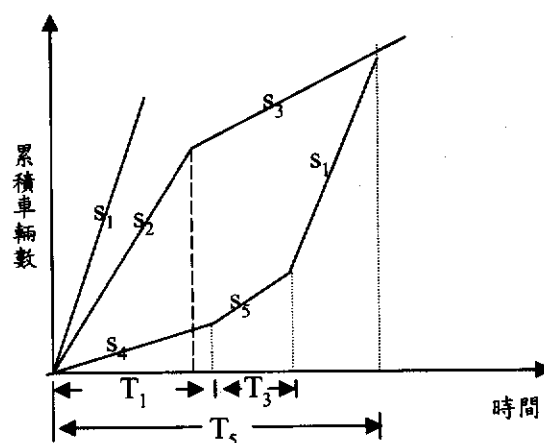
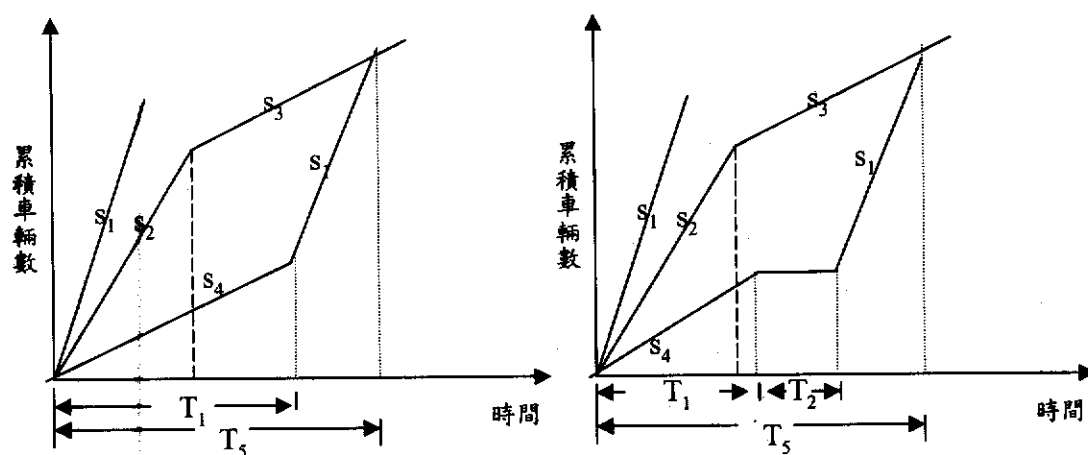


圖2、各種交通事故延滯可能示意圖

### 3.2 車流延滯模式構建

一般狀況及事故發生時段之車流延滯模式說明如下：

#### (一) 平常狀況

圖 3 為平常一般狀況下之道路服務狀況，假設一天中有  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、及  $\lambda_3$  等三種到達率，其中  $\lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_3$ ， $t_1$ - $t_2$  為主要的尖峰時段； $\mu$  為道路之服務率（即容量），且  $\lambda_2 > \mu > \lambda_1 > \lambda_3$ ， $t_1$  為等候車隊開始形成的時刻， $t_3$  為等候車輛消散的時刻。

$$\text{令 } T_1 = t_1 - 0, T_2 = t_2 - t_1, T_3 = t_3 - t_2, T_4 = t_4 - t_3$$

$$\text{則平常總等候時間為 } W = \frac{(\lambda_2 - \mu)T_2(T_2 + T_3)}{2} \quad (1)$$

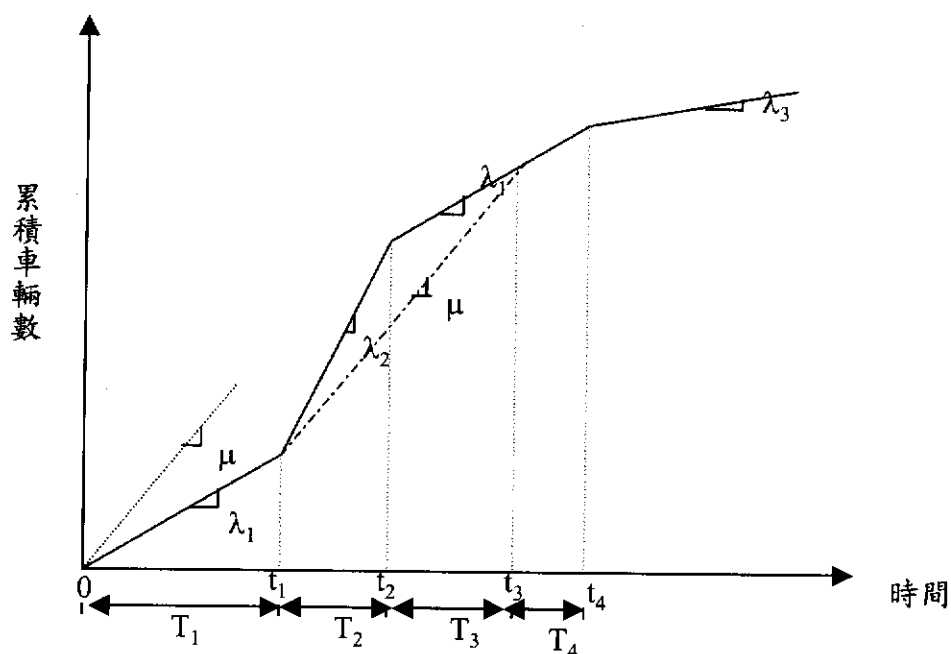


圖3、平常狀況下車流分佈與延滯關係示意圖

#### (二) 有事故發生之情況

假設有事故發生時，道路服務容量會先驟降為  $\mu_1$ （此時可能完全阻塞，即服務率為 0），而後警察抵達現場維持秩序才有局部通車，此時之服務率為  $\mu_2$ ，事故處理完畢後才會恢復原服務率  $\mu$ ， $\tau_1$ 、 $\tau_2$  分別為搶通時間（即事故發生後至警察到現場的時間）、局部通車時間（即警察現場處

理的時間)。圖 4 為尖峰時段內發生交通事故之車流延滯示意圖，斜線面積即為因事故而造成之延滯，因事故所增加之延滯  $\Delta W$  計算公式如下：

$$\Delta W = \frac{(\mu - \mu_1)}{2} [2(\tau_1 T_2 + \tau_1 T_3 + \tau_1 T_4) + \tau_1 (\gamma_2 - 2\gamma_1 - \tau_1)] + \frac{(\mu - \mu_2)}{2} [2(\tau_2 T_2 + \tau_2 T_3 + \tau_2 T_4) + \tau_2 (\gamma_2 - 2\gamma_1 - 2\tau_1 - \tau_2)] - \frac{(\mu - \lambda_1)}{2} [\gamma_2 + T_4] T_4 \quad (2)$$

由上式中可看出事故前後之服務率、到達率之變化及道路搶通時間與局部通車服務率等對車流延滯之大小均有影響，其中「時間」的影響呈現平方的關係。

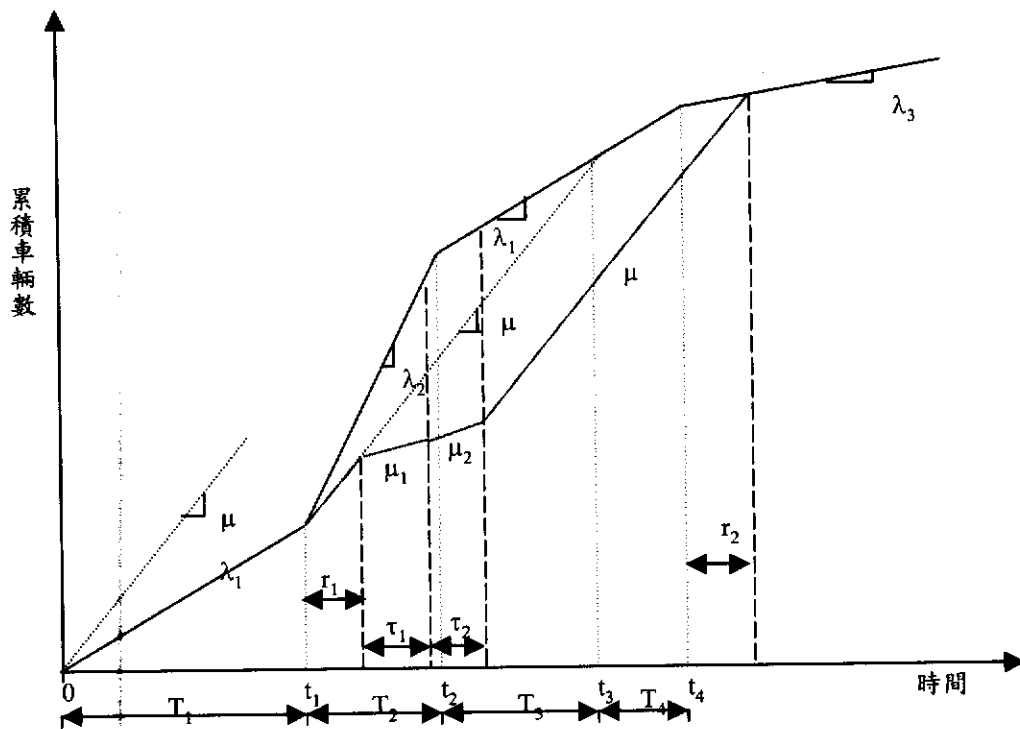


圖4、於尖峰時段發生交通事故之延滯示意圖

### 3.3 數值分析

事故發生於不同時段時亦會造成不同的影響，為利進一步比較上述各情況之延滯，設定基本交通特性型態為 $\lambda_1=1800$ pcu/hr.、 $\lambda_2=2500$ pcu/hr.、 $\lambda_3=500$ pcu/hr.、 $\mu=2200$ pcu/hr.、 $\mu_1=0$ 、 $\mu_2=1100$ pcu/hr.、 $T_1=4$ hr.、 $T_2=4$ hr.、 $T_3=4.5$ hr.（根據車流狀況所推估而得之車輛等候消散時刻）、 $r_1=0.4$ hr.、搶通時間=0.4hr.、局部通車時間=0.4hr.，進行下列數值分析。茲

就各種情況之定義先說明如下，以利後續比較分析。

1. 事故發生於  $0-t_1$  之間

狀況 1-1：於  $t_1$  前回復正常容量，因事故而產生之車輛等候於  $t_1$  前消散。

狀況 1-2：於  $t_1$  前回復正常容量，因事故而產生之車輛等候於  $t_3$  後消散。

狀況 1-3：於  $t_1$  後回復正常容量，且於  $t_4$  前等候車輛消散。

狀況 1-4：於  $t_1$  後回復正常容量，且於  $t_4$  後等候車輛才消散。

2. 事故發生於  $t_1-t_2$  之間

狀況 2-1：於  $t_2$  前回復正常容量。

狀況 2-2：於  $t_2$  後才回復正常容量。

3. 事故發生於  $t_2-t_3$  之間

狀況 3-1：於  $t_3$  前回復正常容量。

狀況 3-2：於  $t_3$  後才回復正常容量。

4. 事故發生於  $t_3-t_4$  之間

狀況 4-1：於  $t_4$  前回復正常容量。

狀況 4-2：於  $t_4$  後才回復正常容量。

表 1 為基本交通條件下之情況，由表可以發現若交通事故發生於尖峰產生之前，且所造成之車輛等候情況無法於尖峰之前完全消散，則其所增加之延滯遠大於其他狀況所增加之延滯；其中又以尖峰前可回復正常容量的情況所產生之延滯會稍微小一些。此外亦可知事故發生時間愈晚（即原交通尖峰已過時段），因交通事故所造成增加之延滯最小，如狀況 4-2 發生於深夜之交通事故，其所增加之延滯比較小。

表 1 基本交通條件下之各情況所增加之延滯

| 基本<br>條件 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             | 合計（延滯）        |                |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.50                           | 144                           | 344                      | 2,250                      | 0             | 0             | 0               | 2,738         |                |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.30                           | 144                           | 344                      | 1,232                      | 9,660         | 1,058         | 0               | 12,438        |                |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.80                           | 144                           | 558                      | 287                        | 11,424        | 1,568         | 0               | 13,981        |                |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.20                           | 144                           | 37                       | 332                        | 11,571        | 710           | 34              | 12,828        |                |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.31                           | 176                           | 440                      | 7,524                      | 1,840         | 80            | 0               | 10,060        |                |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.31                           | 176                           | 376                      | 5,544                      | 1,840         | 80            | 0               | 8,016         |                |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.31                           | 176                           | 440                      | 2,244                      | 1,840         | 80            | 0               | 4,780         |                |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.31                           | 176                           | 94                       | 297                        | 2567          | 80            | 0               | 3,213         |                |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.42                           | 144                           | 344                      | 602                        | 152           | 0             | 0               | 1,242         |                |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.36                           | 144                           | 76                       | 342                        | 109           | 0             | 0               | 671           |                |                  |

資料來源：本研究整理。

表 2 為微幅延長事故發生後之搶通時間及局部通車持續時間估算之車流延滯，由表中可看出若僅搶通時間延長 0.1 小時，則每一狀況延滯會增加 18%~27%，尖峰時段受到的影響較大；若延長局部通車時間則增加之車流總延滯在 5%~18.7%。此外，若同時將「搶通時間」及「局部通車持續時間」各延長 0.1 小時，則所增加之延滯將大幅提高至 23.3%~46.2%。

表 2 微幅延長搶通時間及局部通車持續時間之車流延滯

| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.5hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.95                           | 225                           | 416                      | 2,655                      | 0             | 0             | 0               |               | 3,296          |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.85                           | 225                           | 416                      | 1,596                      | 11,970        | 1,625         | 0               |               | 15,832         |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 3.35                           | 225                           | 538                      | 448                        | 13,534        | 2,245         | 0               |               | 16,989         |                  |
| 1-4      | 3.45                           | 0.31                           | 225                           | 46                       | 395                        | 13,398        | 1,070         | 80              |               | 15,213         |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.44                           | 275                           | 528                      | 8,624                      | 2,280         | 161           | 0               |               | 11,868         |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.44                           | 275                           | 448                      | 6,314                      | 2,280         | 161           | 0               |               | 9,478          |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.44                           | 275                           | 528                      | 2,464                      | 2,280         | 161           | 0               |               | 5,708          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.44                           | 275                           | 0                        | 440                        | 2944          | 161           | 0               |               | 3,820          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.55                           | 225                           | 416                      | 636                        | 260           | 0             | 0               |               | 1,537          |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.39                           | 225                           | 0                        | 488                        | 128           | 0             | 0               |               | 841            |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.5hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.68                           | 144                           | 448                      | 2,408                      | 0             | 0             | 0               |               | 2,999          |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.58                           | 144                           | 448                      | 1,365                      | 10,815        | 1,326         | 0               |               | 14,098         |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 3.08                           | 144                           | 558                      | 404                        | 12,423        | 1,891         | 0               |               | 15,420         |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.26                           | 144                           | 37                       | 451                        | 12,563        | 710           | 60              |               | 13,964         |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.37                           | 176                           | 578                      | 8,008                      | 2,060         | 117           | 0               |               | 10,938         |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.37                           | 176                           | 498                      | 5,863                      | 2,060         | 117           | 0               |               | 8,713          |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.37                           | 176                           | 578                      | 2,288                      | 2,060         | 117           | 0               |               | 5,218          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.37                           | 176                           | 94                       | 396                        | 2592          | 117           | 0               |               | 3,374          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.49                           | 144                           | 448                      | 570                        | 203           | 0             | 0               |               | 1,364          |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.32                           | 144                           | 76                       | 488                        | 89            | 0             | 0               |               | 796            |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.5hr. | 局部通車時間<br>0.5hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 3.13                           | 225                           | 538                      | 2,813                      | 0             | 0             | 0               |               | 3,575          |                  |
| 1-2      | 3                              | 3.13                           | 225                           | 538                      | 1,700                      | 13,125        | 1,953         | 0               |               | 17,541         |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 3.63                           | 225                           | 538                      | 588                        | 14,500        | 2,628         | 0               |               | 18,478         |                  |
| 1-4      | 3.45                           | 0.37                           | 225                           | 46                       | 532                        | 14,372        | 1,070         | 117             |               | 16,361         |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.50                           | 275                           | 688                      | 9,075                      | 2,500         | 213           | 0               |               | 12,750         |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.50                           | 275                           | 588                      | 6,600                      | 2,500         | 213           | 0               |               | 10,175         |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.50                           | 275                           | 688                      | 2,475                      | 2,500         | 213           | 0               |               | 6,150          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.50                           | 275                           | 0                        | 550                        | 2925          | 213           | 0               |               | 3,963          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.62                           | 225                           | 538                      | 575                        | 324           | 0             | 0               |               | 1,662          |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.35                           | 225                           | 0                        | 650                        | 106           | 0             | 0               |               | 981            |                  |

資料來源：本研究整理。

表 3 為微幅縮短事故發生後之搶通時間及局部通車持續時間之車流延滯，由表中可看出若僅搶通時間縮短 0.1 小時，則每一狀況延滯會減少 18%~26.5%，尖峰時段受到的影響較大；若縮短局部通車時間則減少之車流總延滯在 8.7%~16%。此外，若同時將「搶通時間」及「局部通車持續時間」各縮短 0.1 小時，則所減少之延滯將大幅提高至 26%~40%。整體而言，「搶通時間」變化所造成之延滯影響較「局部通車持續時間」變化所造成之延滯影響為大，主要係因「搶通時間」內道路之服務率降為 0 的緣故。

表 3 微幅縮短搶通時間及局部通車持續時間之車流延滯

| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.3hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.05                           | 81                            | 272                      | 1,845                      | 0             | 0             | 0               |               | 2,198          |                  |
| 1-2      | 3                              | 1.75                           | 81                            | 272                      | 828                        | 7,350         | 613           | 0               |               | 9,144          |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.25                           | 81                            | 550                      | 158                        | 9,270         | 1,013         | 0               |               | 11,071         |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.07                           | 81                            | 89                       | 196                        | 9,430         | 490           | 4               |               | 10,290         |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.18                           | 99                            | 352                      | 6,380                      | 1,400         | 26            | 0               |               | 8,257          |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.18                           | 99                            | 304                      | 4,730                      | 1,400         | 26            | 0               |               | 6,559          |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.18                           | 99                            | 352                      | 1,980                      | 1,400         | 26            | 0               |               | 3,857          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.18                           | 99                            | 154                      | 176                        | 2124          | 26            | 0               |               | 2,579          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.29                           | 81                            | 272                      | 528                        | 74            | 0             | 0               |               | 955            |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.33                           | 81                            | 122                      | 212                        | 92            | 0             | 0               |               | 507            |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.3hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.33                           | 144                           | 248                      | 2,093                      | 0             | 0             | 0               |               | 2,484          |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.03                           | 144                           | 248                      | 1,081                      | 8,505         | 820           | 0               |               | 10,798         |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.53                           | 144                           | 558                      | 180                        | 10,403        | 1,275         | 0               |               | 12,560         |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.14                           | 144                           | 37                       | 223                        | 10,558        | 710           | 16              |               | 11,687         |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.24                           | 176                           | 314                      | 7,018                      | 1,620         | 49            | 0               |               | 9,177          |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.24                           | 176                           | 266                      | 5,203                      | 1,620         | 49            | 0               |               | 7,314          |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.24                           | 176                           | 314                      | 2,178                      | 1,620         | 49            | 0               |               | 4,337          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.24                           | 176                           | 94                       | 198                        | 2520          | 49            | 0               |               | 3,037          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.36                           | 144                           | 248                      | 616                        | 109           | 0             | 0               |               | 1,117          |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.39                           | 144                           | 76                       | 212                        | 132           | 0             | 0               |               | 564            |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1100<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr. | 搶通時間<br>0.3hr. | 局部通車時間<br>0.3hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             |               | 合計 (延滯)        |                  |
| 1-1      | 1                              | 1.88                           | 81                            | 194                      | 1,688                      | 0             | 0             | 0               |               | 1,962          |                  |
| 1-2      | 3                              | 1.48                           | 81                            | 194                      | 648                        | 6,195         | 435           | 0               |               | 7,553          |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 1.98                           | 81                            | 550                      | 73                         | 8,216         | 780           | 0               |               | 9,700          |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.01                           | 81                            | 89                       | 109                        | 8,384         | 490           | 0               |               | 9,153          |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.11                           | 99                            | 248                      | 5,841                      | 1,180         | 11            | 0               |               | 7,378          |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.11                           | 99                            | 212                      | 4,356                      | 1,180         | 11            | 0               |               | 5,857          |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.11                           | 99                            | 248                      | 1,881                      | 1,180         | 11            | 0               |               | 3,418          |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.11                           | 99                            | 154                      | 88                         | 2033          | 11            | 0               |               | 2,385          |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.23                           | 81                            | 194                      | 513                        | 45            | 0             | 0               |               | 832            |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.36                           | 81                            | 122                      | 98                         | 113           | 0             | 0               |               | 414            |                  |

資料來源：本研究整理。

表 4 為微幅變動局部通車時段內服務率下之車流延滯，由表中可看出若局部通車時段之服務率由 1100pcu/hr. 提高為 1300pcu/hr. 時，則每一狀況延滯會減少 2.8%~9.71%；若服務率由 1100pcu/hr. 提高為 1200pcu/hr. 時，則每一狀況延滯會減少約 1.47%~4.87%。若局部通車時段之服務率由 1100pcu/hr. 降低為 1000pcu/hr. 及 900pcu/hr. 時，則每一狀況延滯分別會增加 1.61%~4.90% 及 3.37%~9.84%，顯見局部通車時段所提供之服務率對車流延滯之影響。

表 4 微幅變動局部通車時段內服務率之車流延滯

| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1300<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr.   | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             | 合計 (延滯)         |                |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.30                           | 144                           | 328                      | 2,070                      | 0             | 0             | 0               | 2,542           |                |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.10                           | 144                           | 328                      | 1,056                      | 8,820         | 882           | 0               | 11,230          |                |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.60                           | 144                           | 522                      | 272                        | 10,608        | 1,352         | 0               | 12,898          |                |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.15                           | 144                           | 37                       | 316                        | 10,759        | 550           | 20              | 11,825          |                |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.26                           | 176                           | 424                      | 7,068                      | 1,680         | 57            | 0               | 9,405           |                |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.26                           | 176                           | 360                      | 5,208                      | 1,680         | 57            | 0               | 7,481           |                |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.26                           | 176                           | 424                      | 2,108                      | 1,680         | 57            | 0               | 4,445           |                |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.26                           | 176                           | 93                       | 291                        | 2,397         | 57            | 0               | 3,013           |                |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.38                           | 144                           | 328                      | 546                        | 120           | 0             | 0               | 1,138           |                |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.31                           | 144                           | 75                       | 351                        | 83            | 0             | 0               | 652             |                |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1200<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2hr.   | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             | 合計 (延滯)         |                |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.40                           | 144                           | 336                      | 2,160                      | 0             | 0             | 0               | 2,640           |                |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.20                           | 144                           | 336                      | 1,144                      | 9,240         | 968           | 0               | 11,832          |                |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.70                           | 144                           | 540                      | 279                        | 11,016        | 1,458         | 0               | 13,437          |                |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.18                           | 144                           | 37                       | 324                        | 11,165        | 630           | 26              | 12,326          |                |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.28                           | 176                           | 432                      | 7,296                      | 1,760         | 68            | 0               | 9,732           |                |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.28                           | 176                           | 368                      | 5,376                      | 1,760         | 68            | 0               | 7,748           |                |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.28                           | 176                           | 432                      | 2,176                      | 1,760         | 68            | 0               | 4,612           |                |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.28                           | 176                           | 93                       | 294                        | 2,482         | 68            | 0               | 3,113           |                |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.40                           | 144                           | 336                      | 574                        | 136           | 0             | 0               | 1,190           |                |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.34                           | 144                           | 75                       | 347                        | 96            | 0             | 0               | 661             |                |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>1000<br>pcu/hr. | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2.0hr. | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             | 合計 (延滯)         |                |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.60                           | 144                           | 352                      | 2,340                      | 0             | 0             | 0               | 2,836           |                |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.40                           | 144                           | 352                      | 1,320                      | 10,080        | 1,152         | 0               | 13,048          |                |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 2.90                           | 144                           | 576                      | 294                        | 11,832        | 1,682         | 0               | 14,528          |                |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.22                           | 144                           | 37                       | 340                        | 11,977        | 790           | 42              | 13,330          |                |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.33                           | 176                           | 448                      | 7,752                      | 1,920         | 92            | 0               | 10,388          |                |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.33                           | 176                           | 384                      | 5,712                      | 1,920         | 92            | 0               | 8,284           |                |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.33                           | 176                           | 448                      | 2,312                      | 1,920         | 92            | 0               | 4,948           |                |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.33                           | 176                           | 94                       | 300                        | 2,652         | 92            | 0               | 3,314           |                |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.45                           | 144                           | 352                      | 630                        | 170           | 0             | 0               | 1,296           |                |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.38                           | 144                           | 76                       | 338                        | 124           | 0             | 0               | 682             |                |                  |
| 基本<br>狀況 | $\lambda_1$<br>1800<br>pcu/hr. | $\lambda_2$<br>2500<br>pcu/hr. | $\lambda_3$<br>500<br>pcu/hr. | $\mu$<br>2200<br>pcu/hr. | $\mu_2$<br>900<br>pcu/hr.  | $T_1$<br>4hr. | $T_2$<br>6hr. | $T_3$<br>4.5hr. | $T_4$<br>2.0hr. | 搶通時間<br>0.4hr. | 局部通車時間<br>0.4hr. |
| 情境       | $r_1$                          | $r_2$                          | (1)                           | (2)                      | (3)                        | (4)           | (5)           | (6)             | 合計 (延滯)         |                |                  |
| 1-1      | 1                              | 2.70                           | 144                           | 360                      | 2,430                      | 0             | 0             | 0               | 2,934           |                |                  |
| 1-2      | 3                              | 2.50                           | 144                           | 360                      | 1,408                      | 10,500        | 1,250         | 0               | 13,662          |                |                  |
| 1-3      | 3.5                            | 3.00                           | 144                           | 594                      | 302                        | 12,240        | 1,800         | 0               | 15,080          |                |                  |
| 1-4      | 3.55                           | 0.25                           | 144                           | 37                       | 347                        | 12,383        | 870           | 52              | 13,833          |                |                  |
| 2-1      | 4                              | 0.35                           | 176                           | 456                      | 7,980                      | 2,000         | 106           | 0               | 10,718          |                |                  |
| 2-2      | 5.5                            | 0.35                           | 176                           | 392                      | 5,880                      | 2,000         | 106           | 0               | 8,554           |                |                  |
| 3-1      | 2                              | 0.35                           | 176                           | 456                      | 2,380                      | 2,000         | 106           | 0               | 5,118           |                |                  |
| 3-2      | 4                              | 0.35                           | 176                           | 95                       | 303                        | 2,737         | 106           | 0               | 3,416           |                |                  |
| 4-1      | 0.50                           | 0.47                           | 144                           | 360                      | 658                        | 188           | 0             | 0               | 1,350           |                |                  |
| 4-2      | 1.5                            | 0.41                           | 144                           | 77                       | 333                        | 140           | 0             | 0               | 694             |                |                  |

資料來源：本研究整理。



## 四、案例分析

以下就中山高圓山交流道—台北交流道南下路段於上午 7:30 發生事故，僅餘 1 車道可通行，警察於 20 分鐘後到達，封閉 1 車道，事故處理時間（局部通車時間）為 30 分鐘的情況加以分析說明如下。

(一)道路設施現況：本路段有 3 車道，車道寬 3.75 公尺，於下午尖峰時段 16-19 時開放 3 公尺寬之路肩供車輛行駛。

(二)平常交通特性分析：本路段全日流量約有 94,000 輛左右，其中 85% 以上為小型車（含小客車與小貨車）[7-10]，圖 5 為其全日流量分佈情況，由圖可知一日中有兩個尖峰，分別為 7-8 時及 17-18 時。於高速公路基本路段平均每車道可達 2,100 輛/時，加上開放之路肩服務率為 1,600 輛/時[11]服務率的情況下，大概只有上午尖峰會產生輕微的塞車現象。

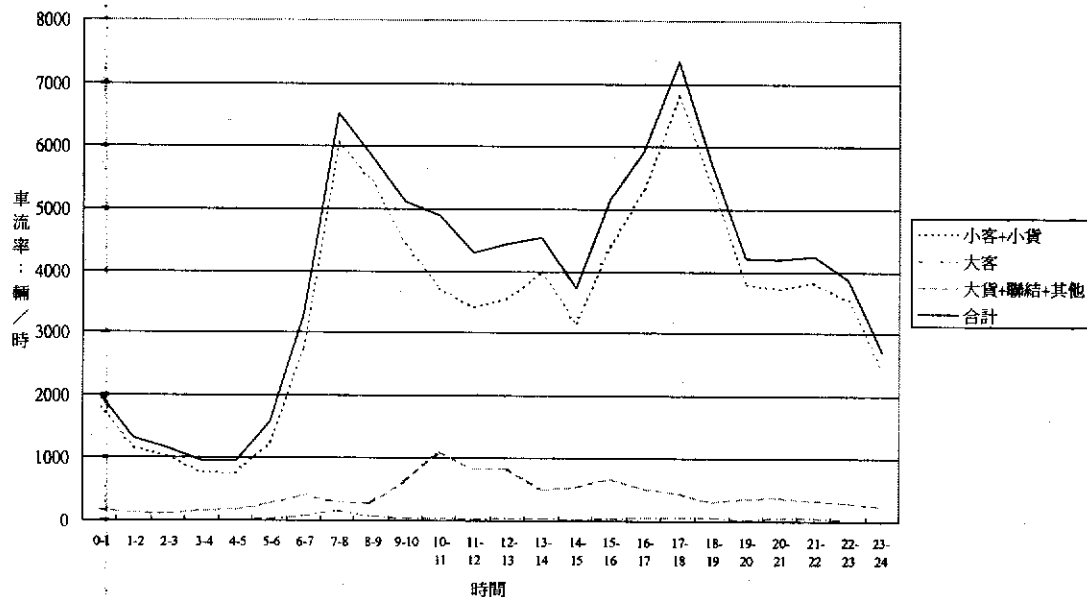


圖 5、中山高圓山交流道至台北交流道南下路段全日車流分佈圖

(三)發生事故之容量變化：根據 1994HCM 推估發生事故封閉車道時，整體容量除減少封閉車道容量外，另影響其餘車道，容量約降低達 10%[12]。於案例狀況下，事故期間內（50 分鐘）服務流量僅 1,785 輛，較原容量下 50 分鐘服務流量可達 5,250 輛，減少

達 3,465 輛。

(四)發生事故之延滯：為利於後續時間價值之估算，必須分別就各車種個別之延滯情形加以分析，圖 6 為總延滯與各車種延滯示意圖，其中 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 及 $\mu_0$ 所圍成的區域為一般平常的總延滯（不分車種），而 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\mu_1$ 、 $\mu_2$ 及 $\mu_0$ 所圍成的區域為有事故時的總延滯（不分車種），兩個面積相差的部分即為因事故而增加的延滯；若再依不同車種的到達率（ $\lambda_{11}$ 、 $\lambda_{21}$ 、 $\lambda_{12}$ 、 $\lambda_{22}$ ），在先進先出服務法則下，即可界定個別車種之延滯。經計算結果，於平常狀況下總延滯約 224 輛時，其中小客車與小貨車共約有 212 輛時之延滯，大客車約有 6 輛時之延滯，而聯結車與大貨車共約有 6 輛時之延滯；於案例假設狀況下，產生延滯約 4,625 輛時，較平常延滯增加約有 4,400 輛時。

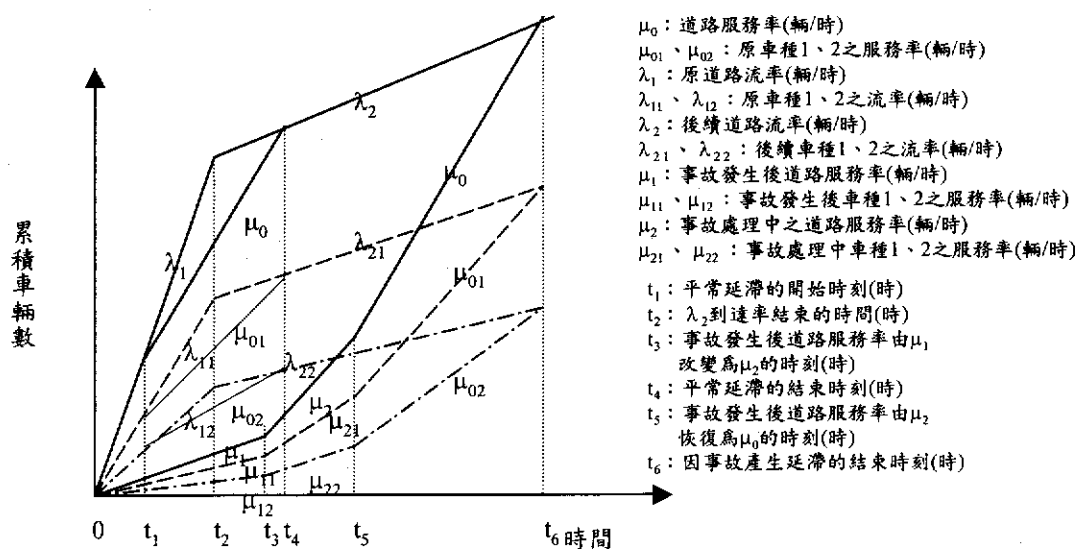


圖 6、不同車種車輛延滯示意圖（先進先出）

(五)相當之價值：此部分以時間價值作為量化之基礎，即推估延滯之量化時間效益。本研究以交通部統計處於民國 85 年之調查值 1.36 元/分鐘[13]為估算之基礎，再考量不同的車種有不同的乘載率，大客車以 20 人/輛，其餘車種以 1.8 人/輛計算，平常狀況下延滯約相當 41,812 元之時間價值；於案例假設狀況下，延滯約相當 817,436 元，較平常延滯增加約 775,624 元。

(六)敏感度分析：經變動「警察到達時間」、「處理時間」及「流量」等項影響因素，有如表 5 所列之變化。由表可知，於現況交通量下，只要發生事故所產生之延滯量必大幅增加，增加幅度達 10 餘倍以上；若流量持續增加，則問題將更形嚴重。此外，「時間」變化所產生之影響遠大於「流量」變化所產生之影響。因此，為降低交通事故所帶來之交通延滯，縮短「警察到達時間」與「處理時間」為一重要的努力方向。

## 五、結語

1. 本研究嘗試利用等候理論圖形解析方法，建立一估算因交通事故而增加車流延滯之模式，並比較不同情境下之延滯情形。由式中可看出事故前後之服務率、到達率之變化、警察到達時間、事故處理時間及前述二時段內局部通車服務率等對車流延滯之大小均有影響，其中「時間」對車流延滯的影響呈現平方的關係。
2. 經模式初步數值分析，可發現以下特性：
  - (1) 若交通事故發生於尖峰產生之前，且所造成之車輛等候情況無法於尖峰之前完全消散，則其所增加之延滯遠大於其他狀況所增加之延滯。
  - (2) 事故發生時間愈晚（尖峰已過時段），因交通事故所造成延滯增加較小。
  - (3) 改變「警察到達時間」所造成之延滯影響較「事故處理時間」變化所造成之影響為大，主要係因為「警察到達時間」內道路之服務率較低的緣故。

表 5 本研究案例各種情境下之總延滯變化與相當之時間價值變化表

| 車流      | 延滯(輛時)      | 狀 況     |         |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---------|-------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|         |             | 平常      | (10,20) | (10,30)   | (10,40)   | (20,20)   | (20,30)   | (20,40)   | (30,20)   | (30,30)   | (30,40)   |
| 現況流量    | 小型車         | 212     | 2,939   | 3,557     | 3,957     | 3,873     | 4,289     | 4,705     | 4,622     | 5,054     | 5,485     |
|         | 大客車         | 6       | 64      | 76        | 83        | 85        | 93        | 100       | 102       | 110       | 118       |
|         | 聯貨車         | 6       | 170     | 204       | 226       | 220       | 243       | 265       | 220       | 283       | 307       |
|         | 合計          | 224     | 3,173   | 3,837     | 4,266     | 4,178     | 4,625     | 5,070     | 4,984     | 5,447     | 5,910     |
|         | 與平常現況比較     | 0%      | 1317%   | 1613%     | 1804%     | 1765%     | 1965%     | 2163%     | 2125%     | 2332%     | 2538%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 0%      | 0%      | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        |
|         | 時間價值(元)     | 41,812  | 561,098 | 676,448   | 749,855   | 739,900   | 817,436   | 893,193   | 883,532   | 963,418   | 1,043,305 |
|         | 與平常現況比較     | 0%      | 1242%   | 1518%     | 1693%     | 1670%     | 1855%     | 2036%     | 2013%     | 2204%     | 2395%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 0%      | 0%      | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        | 0%        |
| 流量提高5%  | 小型車         | 513     | 3,580   | 4,593     | 5,004     | 4,922     | 5,348     | 5,774     | 5,692     | 6,133     | 6,573     |
|         | 大客車         | 14      | 75      | 95        | 102       | 104       | 112       | 120       | 121       | 130       | 138       |
|         | 聯貨車         | 14      | 208     | 263       | 286       | 280       | 303       | 326       | 321       | 345       | 369       |
|         | 合計          | 541     | 3,863   | 4,951     | 5,392     | 5,306     | 5,763     | 6,220     | 6,134     | 6,608     | 7,080     |
|         | 與平常現況比較     | 142%    | 1625%   | 2110%     | 2307%     | 2269%     | 2473%     | 2677%     | 2638%     | 2850%     | 3061%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 142%    | 22%     | 29%       | 26%       | 27%       | 25%       | 23%       | 23%       | 21%       | 20%       |
|         | 時間價值(元)     | 100,253 | 678,781 | 868,289   | 943,459   | 933,797   | 1,012,802 | 1,091,808 | 1,080,661 | 1,163,648 | 1,244,857 |
|         | 與平常現況比較     | 140%    | 1523%   | 1977%     | 2156%     | 2133%     | 2322%     | 2511%     | 2485%     | 2683%     | 2877%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 140%    | 21%     | 28%       | 26%       | 26%       | 24%       | 22%       | 22%       | 21%       | 19%       |
| 流量提高10% | 小型車         | 1,121   | 4,646   | 5,906     | 6,327     | 6,247     | 6,682     | 7,116     | 7,036     | 7,485     | 7,934     |
|         | 大客車         | 28      | 94      | 117       | 125       | 127       | 135       | 143       | 145       | 154       | 162       |
|         | 聯貨車         | 28      | 284     | 353       | 375       | 370       | 349       | 417       | 415       | 436       | 460       |
|         | 合計          | 1,177   | 5,024   | 6,376     | 6,827     | 6,744     | 7,211     | 7,676     | 7,593     | 8,075     | 8,556     |
|         | 與平常現況比較     | 425%    | 2143%   | 2746%     | 2948%     | 2911%     | 3119%     | 3327%     | 3290%     | 3505%     | 3720%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 425%    | 58%     | 66%       | 60%       | 61%       | 56%       | 51%       | 52%       | 48%       | 45%       |
|         | 時間價值(元)     | 214,461 | 877,526 | 1,110,266 | 1,188,389 | 1,179,168 | 1,259,642 | 1,339,823 | 1,330,602 | 1,414,764 | 1,497,295 |
|         | 與平常現況比較     | 413%    | 1999%   | 2555%     | 2742%     | 2720%     | 2913%     | 3104%     | 3082%     | 3284%     | 3481%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | 413%    | 56%     | 64%       | 58%       | 59%       | 54%       | 50%       | 51%       | 47%       | 44%       |
| 流量降低5%  | 小型車         | 0       | 2,329   | 2,588     | 2,977     | 2,891     | 3,296     | 3,702     | 3,616     | 4,038     | 4,460     |
|         | 大客車         | 0       | 53      | 58        | 65        | 67        | 74        | 82        | 83        | 91        | 99        |
|         | 聯貨車         | 0       | 133     | 148       | 169       | 163       | 185       | 207       | 202       | 225       | 247       |
|         | 合計          | 0       | 2,515   | 2,794     | 3,211     | 3,121     | 3,555     | 3,991     | 3,901     | 4,354     | 4,806     |
|         | 與平常現況比較     | -100%   | 1023%   | 1147%     | 1333%     | 1293%     | 1487%     | 1682%     | 1642%     | 1844%     | 2046%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | -100%   | -21%    | -27%      | -25%      | -25%      | -23%      | -21%      | -22%      | -20%      | -19%      |
|         | 時間價值(元)     | 0       | 448,115 | 496,520   | 568,164   | 557,916   | 632,057   | 707,977   | 696,243   | 774,661   | 852,933   |
|         | 與平常現況比較     | -100%   | 972%    | 1088%     | 1259%     | 1234%     | 1412%     | 1593%     | 1565%     | 1753%     | 1940%     |
|         | 與現況流量各狀況下比較 | -100%   | -20%    | -27%      | -24%      | -25%      | -23%      | -21%      | -21%      | -20%      | -18%      |

註：1.(x,y)中 x 為警察到達的時間(分)，y 為事故處理時間(分)。

2.小型車包括小客車與小貨車

3.聯貨車包括聯結車與大貨車

3. 中山高圓山—台北南下段每日車流於正常狀況下總延滯約 224 輛時，其中小客車與小貨車共約有 212 輛時之延滯，大客車約有 6 輛時之延滯，聯結車與大貨車約有 6 輛時之延滯，約相當 41,812 元之時間成本；於案例假設狀況下，一次交通事故產生延滯約 4,625 輛時，相當 817,436 元，較平常延滯增加約 4,400 輛時，相當於增加 775,624 元之時間成本。
4. 經案例分析亦知，中山高圓山—台北交流道南下路段於現況交通量下，只要發生事故所產生之延滯量必大幅增加，增加幅度達 10 餘倍以上；若流量持續增加，則問題將更形嚴重。
5. 由案例分析知，「時間」變化交通事故所產生之延滯影響遠大於「流量」變化所產生之影響。因此，為降低交通事故所帶來之交通延滯，宜以縮短「警察到達時間」與「處理時間」為優先努力方向。
6. 因時間限制，本研究僅探討某一基本交通條件下之情況，在分析其他問題時可以此模式為基礎，根據問題時際需要修正部分影響參數，以推估該交通條件下之各情境車流延滯。

## 參考文獻

1. Merrell E. Goolsby, "Influence of Incidents on Freeway Quality of Service," HRR No.349, pp.41-46, 1971.
2. Juan M. Morales, "Analytical Procedures for Estimating Freeway Traffic Congestion," ITE Journal, Vol. 57, No.1, pp.45-49, 1987.
3. Jeffrey A. Lindley, "A Methodology for Quantifying Urban Freeway Congestion," TRR 1132, pp.1-7, 1987.
4. Genevieve Giuliano, "Incident Characteristics, Frequency, and Duration on A High Volume Urban Freeway," Transp. Res. A, Vol. 23A, No.5, pp.387-396, 1989.
5. Edward C. Sullivan, "New Model for Predicting Freeway Incidents and Incident Delays," Journal of Transportation Engineering, Vol. 123, pp.267-275, 1997.
6. G.F. Newell, Applications of Queuing Theory, Chapman and Hall Ltd., London, 1982.
7. 國道高速公路局，八十四年度高速公路交通動態資料調查報告，民國 84 年 6 月。
8. 交通部運輸研究所，北部區域高速公路通車前後調查資料分析，民國

86 年 4 月。

9. 國道高速公路局，高速公路年報，民國 88 年 3 月。
10. 交通部運輸研究所，運輸資料分析，民國 88 年 6 月。
11. 交通部運輸研究所，高速公路基本路段容量分析手冊，民國 86 年 11 月。
12. TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, National Research Council, Washington, D.C., 1994.
13. 交通部統計處編印，台灣地區旅運時間價值調查報告，民國 85 年 7 月。

## 交通事故對交通績效之影響評估

林良泰<sup>1</sup> 李季森<sup>2</sup>

### 摘要

鑑於每凡道路發生交通事故時，均會直接影響駕駛者之行車安全與行駛速率，且於事故地點極易形成一瓶頸路段，如此將造成道路擁擠，並降低整體道路系統之服務水準，因此，本研究乃應用巨觀之車流理論，運用等候理論之原理，分析事故發生所造成瓶頸路段之車流特性與事故排除時間長短對車流延滯與等候線所產生之影響。其結果顯示，當交通需求超過路段容量時，延滯會隨著車道縮減之增加而急遽增加，且增加之幅度亦隨著事故排除時間成正比，其次，本研究所推求出之等候線長度、總延滯等交通績效值，即可作為制訂交通維持計畫及成本效益分析之依據。

**關鍵詞：**交通事故、延滯、等候線

### 一、前言

公路系統為用路者最常使用之運輸體系，因此其運作效率與安全性之良窳，往往最為駕駛者所重視，且就車流之順暢性而言，當交通事故發生時，於事故地點極易形成一瓶頸路段，如此將造成道路擁擠，並嚴重降低整體道路系統之服務水準，此外，亦對駕駛者之行車安全造成直接影響。有鑒於此，本研究乃透過等候分析之方法，考量交通事故之事故範圍及事故排除時間對延滯與等候線長度等交通績效之影響，且透過此類分析之結果，不僅可作為相關單位估算事故發生時，各交通績效值之變動程度，亦可據以擬定交通維持計畫，以降低事故影響區段對用路者所造成之交通衝擊及社會損失。

本研究乃應用巨觀之車流理論，運用等候理論之原理，分析事故發生所造成瓶頸路段之車流特性與事故排除時間長短對車流產生之影響，且藉由 May 之連續型模式(May's Continuum Model)於號誌化路口理論之應用，以此為理論基礎，透過常數到達率與變動服務率模型之推估，可得知事故

1 逢甲大學交通工程與管理學系副教授（聯絡地址：台中市文華路 100 號，電話及傳真：(04) 4512120，E-mail:ltlin@fcu.edu.tw）

2 逢甲大學交通工程與管理學系四年級學生

路段之排除時間與範圍對延滯與等候線之影響，藉由此類參數值之分析，即可了解事故區段之影響程度。

## 二、交通績效特性分析

一般而言，交叉路口績效評估所採用之指標大多以延滯和停等數為主，此乃因延滯與停等數較能充分反應車流受干擾時之嚴重程度，因此，本研究乃採用延滯與等候線長度作為衡量交通事故之交通衝擊影響的衡量指標，其相關特性茲分述如後：

### 2.1 延滯

有關延滯之狹義定義為「車流在路段行駛時，被某種因素(如對向或側向車輛、混合車流間摩擦干擾、車輛本身性能及交通管制設施等因素)所影響或阻礙，致使車輛無法以自由速率到達目的地，而使行駛時間發生阻延與失誤」【1】，至於較廣泛的定義為「駕駛者、乘客或行人為完成旅次，除合理的旅行時間外，所額外增加的旅行時間」【2】；依據國內以往對於車輛延滯之相關研究，延滯依其發生的原因與所在位置，大致分為六類【3,4,5,6,7,8,9,10,11,12】，茲分述如下：

1. 固定延滯：發生於路口之延滯，當車流於運行中，因遇到交通號誌之管制，必須停等時所耗費之時間，其與現有交通量或車輛間之干擾現象無關。
2. 等候線延滯：發生於路口之延滯，因車輛加入等候線至其離開停止線所造成之延滯。
3. 路口延滯：發生於路口之延滯，因車輛行經交叉路口時，於交叉路口臨近路段所產生之延滯。
4. 旅行延滯：發生於路段之延滯，因車流通過某一路段所需實際行駛時間，與車輛在該路段內不受任何阻延之情況下平均行駛時間之差。此種延滯除了停等延滯外，尚包括加、減速所造成的延滯。
5. 停等延滯：發生於路段或路口之延滯，因行進中之車輛受到某種因素的影響，導致必須使車輛停等所造成之延滯。
6. 運行延滯：發生於路段，因同向車流彼此間之互相干擾所造成之延滯。

以往有關延滯之相關文獻甚多，然其通常以巨觀法或微觀法進行車流模擬或建立模式方式，加以推導延滯與等候線長度等交通績效值，因此，本研究即擬引用等候理論加以建立交通事故發生時之延滯與等候線長度模式。



## 2.2 等候線長度

### 2.2.1 等候理論

當交通事故發生時，若交通需求超過服務流量，則車輛通過瓶頸或服務區段時均會產生延滯及等候線，因此，本研究欲採用等候理論加以準確推估此類績效值，至於等候分析中需輸入之基本資料包括平均到達率、到達分配、平均服務率、服務分配及等候法則等五項。再者，依到達與服務情形之分配可為確定性分配或是機率性分配兩種，至於等候法則亦可歸納為先進先出(FIFO)、先進後出(FILO)及服務依隨機順序(SIRO)等三類。然若依不同形式之到達率與服務率，則等候模型可分為常數之到達率與服務率、常數之到達率與變數之服務率、變數之到達率與常數之服務率、變數之到達率與變數之服務率等四種模型【13】，其最為簡化之應用即為常數之到達率與服務率，將其應用於車流運行時則可視該常數為每小時之車輛數，於此，本研究依交通事故之特性，擬採用常數到達率與變動服務率之模型，針對交通事故對車流延滯及等候線長度之影響做進一步之推估。

### 2.2.2 等候線分析

等候理論可應用於各種公路系統，諸如：號誌化交叉路口、收費站、停車場、肇事路段等，其皆可透過等候理論之應用針對延滯與等候線長度從事進一步分析，於此，本研究係參照相關文獻【14】，介紹等候理論應用於號誌化路口之推估，並以此概念作為本研究推導路段交通事故發生時，所造成之延滯與等候線長度。

號誌化路口有關延滯之推估，最常被應用者即為 May 之連續型模式(May's Continuum Model)，然該模式之應用則需滿足以下四項基本假設：

- (1)車流以均勻流率到達(Uniform Arrival)
- (2)等候車輛以飽和流率疏散，且不考慮損失時間
- (3)每一週期停等延滯，必在該週期之綠燈時間內疏散完畢
- (4)黃燈納入綠燈考慮，全紅則屬於紅燈時段

圖 1 則為時間與累積車輛數之相關曲線，茲將相關推導參數詳述如下。

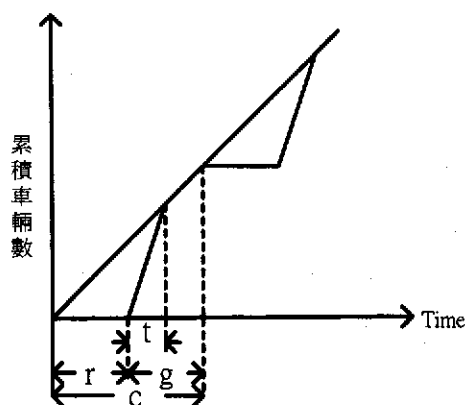


圖 1 時間與累積車輛數之相關曲線圖

1. 等候之消散時間( $t$ , sec)

$$q(r+t) = st$$

$$t = qr/(s-q)$$

2. 有等候車輛之時間比例( $P_q$ )

$$P_q = (r+t)/c$$

3. 車輛停等百分比( $P_s$ )

$$P_s = q(r+t)/q(r+g) = st/qc$$

$$= t/(q/s) * c = t/y * c$$

式中,  $y = q/s$  (or  $v/s$ ) 流率比

$x = q/c$  (or  $v/c$ ) 飽和度

4. 最長等候線長度( $Q_m$ , veh)

$$Q_m = q * r$$

5. 每週期總停等延滯( $T$ , veh \* sec)

$$T = 1/2 * r * (q(r+t))$$

$$= qr(r+t)/2$$

6. 每週期平均停等車輛數( $Q_a$ , veh)

$$Q_a = qr/2 * (r+t)/c$$

$$= (r+t)/c * qr/2$$

7. 每週期車輛之平均停等延滯( $D$ , sec)

$$D = (qr(r+t)/2) / qc \quad (\text{令 } t = qr/(s-q) \text{ 代入})$$

$$= sr^2/2c(s-q)$$

$$= r^2/2c(1-y)$$

### 三、績效值之推估

本研究係以等候模型中之號誌化路口為理論基礎, 進一步推導事故路段對交通績效之影響, 由於交通事故之處理會佔用原有道路寬度, 並縮減其容量, 進而造成事故區段產生等候線, 亦將產生平均車速降低及密度增加等現象, 且事故排除時間之長短對旅行時間之增加亦產生直接之影響, 因此, 本研究係將等候理論應用於事故路段, 並針對事故排除所產生之延

滯值與等候線長度做進一步之探討。

### 3.1 車道縮減對交通績效值之影響

本研究係應用巨觀之車流理論，並根據等候理論分析之基礎，探討事故所造成之車道縮減對延滯與等候線影響之程度，其相關分析如下：

假設單向單車道之容量為  $q(\text{veh/hr})$ ，則該容量即為服務率，且車流到達型態屬於均一到達並為連續型車流。現若有一單向  $n$  車道之路段，因此其道路容量為  $nq(\text{veh/hr})$ ，且由於交通事故發生佔據  $m$  車道，所以可使用之車道數縮為  $n-m$ ，再者，當車流由  $n$  車道之上游路段，進入  $n-m$  車道之事故路段時，將因交通需求之多寡而造成不同程度之交通衝擊，於此本研究針對交通需求( $d$ )小於等於事故路段之容量( $(n-m)q$ )與交通需求( $d$ )大於事故路段之容量( $(n-m)q$ )等兩種情形來加以討論。

#### 1. $0 \leq d \leq (n-m)q$

當車流於  $n$  車道之上游路段，由於該路段之服務率大於交通需求，因此無停等延滯(Stop Delay)產生，然當車流進入  $n-m$  車道之事故路段，由於該交通需求( $d$ )小於等於該瓶頸路段之容量，此時事故路段之服務率尚大於等於車流到達率，因此車流得以全部疏解且無停等延滯(Stop Delay)與等候線產生，其時間(Time)-流率(Flow rate( $\text{veh/hr}$ ))之關係圖如圖 2 所示，

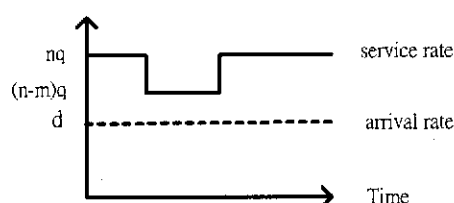


圖 2 交通需求小於事故路段容量之時間-流率關係圖

#### 2. $d > (n-m)q$

當車流於  $n$  車道之上游，且尚未進入  $(n-m)$  車道之事故路段前，由於服務率大於到達率，因此未有等候發生，然若車流由  $n$  車道駛至  $(n-m)$  車道之事故路段，則因交通需求( $d$ )大於該瓶頸路段之容量即服務率小於到達率，進而發生延滯並產生等候線，其時間-流率之關係如圖 3 所示，於此假設該公路系統為  $n$  車道，因發生交通事故致使該肇事路段封閉  $m$  車道，且  $(n-m)$  車道之事故路段之服務率為  $\mu_R$ ，則由相關文獻【13】可進一步推得延滯與等候線之公式，並整理如表 1 所示，且其時間(Time)-累積車輛數(Cumulative vehicles)之關係如圖 4 所示

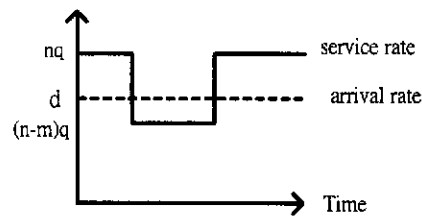


圖 3 交通需求大於事故路段容量之時間-流率關係圖

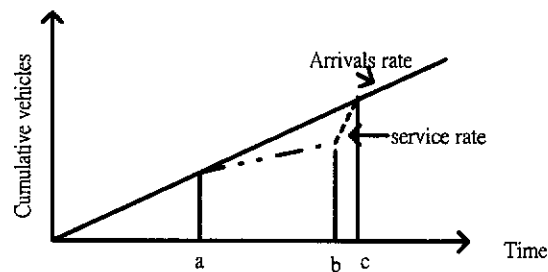


圖 4 時間(Time)-累積車輛數(Cumulative vehicles) 關係圖

上述圖 4 之相關變數定義如下：

- ：常數之平均到達率( $\lambda$ ，輛/小時)(ac 線段部份)
- - - -：瓶頸路段之平均服務率( $\mu_R$ ，輛/小時)(ab 線段部份)
- .....：原路段之服務率( $\mu$ ，輛/小時)(bc 線段部份)
- ab 線段：肇事路段排除之時間長度( $t_R$ ，分鐘)
- bc 線段：等候線疏散之時間長度( $t_q - t_R$ ，分鐘)
- ac 線段：等候之持續時間( $t_q$ ，分鐘)

由圖 4 可推得下列關係式：

$$\begin{aligned} (\lambda/60)t_q &= (\mu_R/60)t_R + (\mu/60)(t_q - t_R) \\ (\mu - \lambda)t_q &= t_R(\mu - \mu_R) \\ t_q &= t_R(\mu - \mu_R)/(\mu - \lambda) \end{aligned} \quad (1)$$

由式(1)可推得等候之車輛數( $N_q$ )即為平均到達率乘上等候的持續時間，並可進一步表示如式(2)：

$$N_q = \lambda t_q / 60 \quad (2)$$

圖 4 三角形之垂直距離即代表等候線長度，由於事故路段前之服務率大於到達率，因此未有等候線產生，直至車輛行駛至瓶頸路段時，等候線隨事故清除時間之增加而增加，進而當事故路段排除時產生平均最長之等候車輛數，其平均最長等候車輛數可由總停等車輛數得出，則平均最長等候車輛數( $Q_x$ ，veh)之推估即為該事故排除時間內到達之車輛數減去該時段

內離開之車輛數再除以車道數  $n$ ，由上述可進一步得出平均最長等候線長度( $Q_M$ ，公尺)，於此假設車輛之平均有效車長為  $L_e$ ，則平均最長等候線長度( $Q_M$ ，公尺)即為平均最長等候車輛數( $Q_x$ ，veh)乘上車輛之平均有效車長( $L_e$ )，並表示如式(3)及式(4)所示：

$$Q_x = (\lambda t_R - \mu_R t_R) / n$$

$$= t_R (\lambda - \mu_R) / n \quad (3)$$

$$Q_M = Q_x L_e$$

$$= L_e t_R (\lambda - \mu_R) / n \quad (4)$$

其次，每輛車之延滯值即為圖形中之水平距離，且於事故路段之車輛最大延滯( $d_x$ ，分)即為此水平距離之最長者，且總延滯(TD，車\*分)乃為圖 4 三角形之面積，以下即為總延滯(TD，車\*分)與車輛之平均停等延滯( $d_q$ ，分)之方程式：

$$TD = (t_q * t_q \lambda) / 2 - (t_R * \mu_R t_R) / 2 - \mu_R t_R * (t_q - t_R) - (t_q - t_R)^2 \mu / 2 =$$

$$(t_R t_q \lambda - t_R t_q \mu_R) / 2 = t_R t_q (\lambda - \mu_R) / 2$$

車輛之平均停等延滯( $d_q$ )之定義即為總停等延滯(TD，車\*分)除以等候之車輛數( $N_q$ ，veh)，並可表示如式(5)：

$$d_q = 60 t_R t_q (\lambda - \mu_R) / 2 \lambda t_q$$

$$= 30 t_R (\lambda - \mu_R) / \lambda \quad (5)$$

表 1 肇事路段之延滯值與等候線之整理表

| 項 目                    | 肇事路段之狀況                               |
|------------------------|---------------------------------------|
| 等候的持續時間( $t_q$ ，分鐘)    | $t_R (\mu - \mu_R) / (\mu - \lambda)$ |
| 等候之車輛數( $N_q$ ，veh)    | $\lambda t_q / 60$                    |
| 平均最長等候車輛數( $Q_x$ ，veh) | $t_R (\lambda - \mu_R) / n$           |
| 平均最長等候線長度( $Q_M$ ，公尺)  | $Q_x L_e$                             |
| 總延滯(TD，車*分)            | $t_R t_q (\lambda - \mu_R) / 2$       |
| 車輛之平均停等延滯( $d_q$ ，分)   | $30 t_R (\lambda - \mu_R) / \lambda$  |

### 3.2 變動服務率對肇事路段之推估

假設於一單向  $n$  車道之路段發生重大車禍而必須封閉所有車道長達  $T_1$  分鐘，此時服務率  $\mu_1$  為零，於  $T_1$  分鐘後，恢復一車道通車之時間為  $T_2$  分鐘，此時服務率為  $\mu_2$ ，且恢復單線通車  $T_2$  分鐘後，即可恢復兩線通車，假設恢復兩線通車之時間為  $T_3$  分鐘，此時之服務率為  $\mu_3$ ，經過  $T_3$  分鐘之兩線通車後，該路段之肇事即可全面排除進而恢復全面通車，此時之服務

率為  $\mu_4$ ，等候線之消散時間為  $T_4$  分鐘，上述相關變數可表示如圖 5 所示。

本研究係以上述 3.1 節之理論作為基礎，進一步推得等候的持續時間( $t_q$ , 分鐘)、等候之車輛數( $N_q$ )、平均最長等候車輛數( $Q_x$ , veh)、平均最長等候線長度( $Q_M$ , 公尺)、總延滯(TD, 車\* 分)及車輛之平均停等延滯( $d_q$ )等數值之通式，並將相關延滯值與等候線長度之推導過程詳述如下並整理相關公式成表 2。

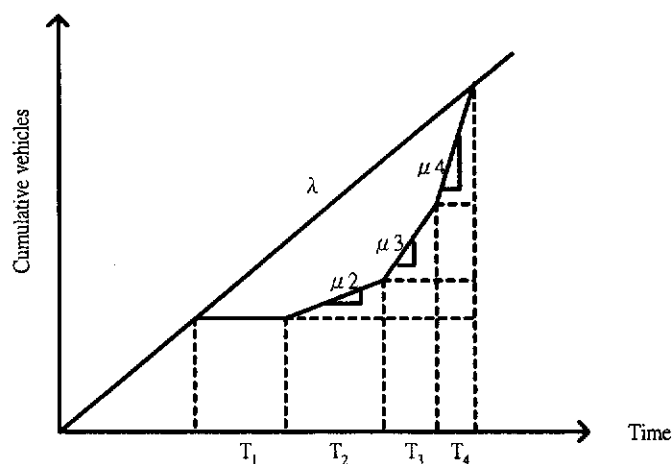


圖 5 變動到達率之時間(Time)-累積車輛數(Cumulative vehicles) 關係圖

$$\text{等候的持續時間}(t_q) = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)/60$$

$$\lambda t_q / 60 = (\mu_2 T_2 + \mu_3 T_3 + \mu_4 T_4) / 60$$

$$t_q = (\mu_2 T_2 + \mu_3 T_3 + \mu_4 T_4) / \lambda$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n u_i T_i}{\lambda} = \frac{u_n \sum_{i=1}^{n-1} T_i - \sum_{i=1}^{n-1} u_i T_i}{u_n - \lambda}$$

$$\text{等候之車輛數}(N_q) = \lambda t_q / 60 = \frac{\lambda \sum_{i=1}^n T_i}{60}$$

$$\text{平均最長等候車輛數}(Q_x) = \begin{cases} \lambda T_1 / n \\ (\lambda(T_1 + T_2) - U_2 T_2) / n \\ (\lambda(T_1 + T_2 + T_3) - U_2 T_2 - U_3 T_3) / n \end{cases} \quad \text{擇其較大者}$$

$$= (\sum_{i=1}^n \lambda T_i - \sum_{i=1}^n U_i T_i) / n$$

平均最長等候線長度( $Q_M$ ) =  $Q_x L_e$

$$\begin{aligned}
 \text{總延滯(TD)} &= \lambda \triangle - \mu_2 \triangle - \mu_3 \triangle - \mu_4 \triangle \\
 &\quad - \boxed{T_1 + T_4} \mu_2 T_2 - \boxed{T_4} \mu_3 T_3 \\
 &= (\lambda t_q^2)/2 - (\mu_2 T_2^2 + \mu_3 T_3^2 + \mu_4 T_4^2)/2 - \mu_2 T_2(T_3 + T_4) - \mu_3 T_3 T_4 \\
 &= \frac{\lambda t_q^2}{2} - \frac{\sum_{i=1}^n u_i T_i^2}{2} - \sum_{i=1}^{n-1} u_i T_i (t_q - \sum_{i=1}^{n-1} T_i)
 \end{aligned}$$

車輛之平均停等延滯( $d_q$ ) = 總停等延滯(TD) / 等候之車輛數( $N_q$ )  
=  $TD / N_q$

表 2 事故路段延滯值與等候線之通式表

| 項 目                        | 數學通式   |
|----------------------------|--|
| 等候之持續時間( $t_q$ , 分鐘)       | $\frac{u_n \sum_{i=1}^{n-1} T_i - \sum_{i=1}^{n-1} u_i T_i}{u_n - \lambda}$  |
| 等候之車輛數( $N_q$ )            | $\frac{\lambda \sum_{i=1}^n t_i}{60}$  |
| 平均最長等候車輛數( $Q_x$ , veh)    | $(\sum_{i=1}^n \lambda T_i - \sum_{i=1}^n U_i T_i) / n$  |
| 平均最長等候線長度<br>( $Q_M$ , 公尺) | $Q_x L_e$  |
| 總延滯(TD, 車* 分)              | $\frac{\lambda t_q^2}{2} - \frac{\sum_{i=1}^n u_i T_i^2}{2} - \sum_{i=1}^{n-1} u_i T_i (t_q - \sum_{i=1}^{n-1} T_i)$ |
| 車輛之平均停等延滯<br>( $d_q$ , 分)  | $TD / \lambda t_q$   |

## 四、實例應用

若有一單向三車道之道路，其車流到達型態屬於均一到達並為連續型車流，並假設其單車道容量為 1800(veh/hr)，因此該路段之最大服務率為 5400(veh/hr)，且車流之到達率為  $A_R$ (veh/hr)，現虛擬一交通事故如下：若因事故發生而造成單車道封閉，此時之服務率為 3600(veh/hr)，且於 30 分鐘( $T_1$ )後相關單位到達事故現場進行事故排除，進而封閉二車道，此時之服務率則為 1800(veh/hr)，且經過  $T_2$ (分)時間後才徹底將事故現場排除，進而恢復三車道通車，此時其服務率為 5400(veh/hr)。如此，依據 3.2 節之公式即可計算出車輛之等候的持續時間( $t_q$ , 分)、平均最長等候線車輛數( $Q_x$ , veh)、平均最長等候線長度( $Q_m$ , 公尺)、總延滯(TD, 車\*分)及車輛之平均停等延滯( $d_q$ , 分)，等交通績效值，若平均每輛車之有效車長為 6 公尺，則平均最長等候線長度( $Q_m$ , 公尺)即為平均最長等候車輛數( $Q_x$ , veh)乘上 6，其相關績效值之計算結果如下述表 3 及表 4 所示：

由上述實例可知，當車流之到達率小於雙車道之容量即到達率小於 3600(veh/hr)時，於發生交通事故之初，因服務率尚大於車流之到達率，因此未有延滯與等候產生，當因排除交通事故而需封閉兩車道，此時由於該路段之交通需求大於道路之服務率，因而造成延滯與等候線之發生，且由表 3 可知，當車流之到達率 $\leq$ 兩道之容量時，等候的持續時間、平均最長等候車輛數、平均最長等候線長度、車輛之平均停等延滯等交通績效值之增加比例與事故排除時間約成等比例增加。

表 3 車流到達率 $\leq$ 兩車道之容量時，不同事故排除時間之交通績效值

| 車流之到達率<br>( $A_R$ , veh/hr) | 事故排除時間<br>( $T_2$ , 分) | 等候的持續<br>時間<br>( $t_q$ , 分) | 平均最長等<br>候車輛數<br>( $Q_x$ , veh) | 平均最長<br>等候線長<br>度( $Q_m$ , M) | 總延滯<br>(TD, 車* 分) | 車輛之平均<br>停等延滯<br>( $d_q$ , 分) |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 2100                        | 30                     | 32.7                        | 50                              | 300                           | 2454.55           | 2.14                          |
|                             | 60                     | 65.5                        | 100                             | 600                           | 9818.18           | 4.29                          |
|                             | 90                     | 98.2                        | 150                             | 900                           | 22090.91          | 6.43                          |
| 2700                        | 30                     | 40                          | 150                             | 900                           | 9000              | 5                             |
|                             | 60                     | 80                          | 300                             | 1800                          | 36000             | 10                            |
|                             | 90                     | 120                         | 450                             | 2700                          | 81000             | 15                            |
| 3300                        | 30                     | 51.43                       | 250                             | 1500                          | 19285.7           | 6.82                          |
|                             | 60                     | 102.86                      | 500                             | 3000                          | 77142.86          | 13.64                         |
|                             | 90                     | 154.29                      | 750                             | 4500                          | 173571.43         | 20.45                         |



表 4 車流到達率 $\geq$ 兩車道之容量時，不同事故排除時間之交通績效值

| 車流之到達率<br>( $A_R$ , veh/hr) | 事故排除時間<br>( $T_2$ , 分) | 等候的持續時間<br>( $t_q$ , 分) | 平均最長等候車輛數<br>( $Q_x$ , veh) | 平均最長等候線長度<br>( $Q_m$ , M) | 總延滯<br>(TD, 車*分) | 車輛之平均<br>停等延滯<br>( $d_q$ , 分) |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------|
| 3900                        | 30                     | 108                     | 400                         | 2400                      | 121500           | 17.3                          |
|                             | 60                     | 180                     | 750                         | 4500                      | 310500           | 26.5                          |
|                             | 90                     | 252                     | 1100                        | 6600                      | 575100           | 35.1                          |
| 4200                        | 30                     | 135                     | 500                         | 3000                      | 182250           | 19.3                          |
|                             | 60                     | 225                     | 900                         | 5400                      | 452250           | 28.7                          |
|                             | 90                     | 315                     | 1300                        | 7800                      | 830250           | 37.7                          |
| 4500                        | 30                     | 180                     | 600                         | 3600                      | 283500           | 21                            |
|                             | 60                     | 300                     | 1050                        | 6300                      | 688500           | 30.6                          |
|                             | 90                     | 420                     | 1500                        | 9000                      | 1255500          | 39.9                          |

且由表 4 可知，當車流到達率 $\geq$ 兩車道之容量時，等候的持續時間、平均最長等候車輛數、平均最長等候線長度、總延滯及車輛之平均停等延滯等交通績效值增加為表 3 數值之數倍，且最長等候線隨事故排除時間之增加成等比例增加，即當事故排除時間增加一倍時，最長等候線亦隨之增加一倍，且當車流之到達率為 3900(veh/hr)而事故排除時間由 30 分鐘增為 60 時，總延滯值由 121500(車\*分)增加至 310500(車\*分)，即約為原總延滯值之 2.6 倍，再者若事故排除時間由 30 分鐘增至 90 分鐘時，總延滯值則由 121500(車\*分)增加至 575100(車\*分)，約為原總延滯值之 4.4 倍，由此可知事故排除時間乃為影響總延滯值之重要參數，故於事故發生時宜儘量縮短事故排除時間，以降低對車流之干擾程度。

## 五、結論與建議

交通事故所產生之車道縮減與旅行時間增加，於不同車況下之流量會造成不同之影響，本研究利用等候分析方式獲得下列結論與建議：

1. 由於交通事故對車道封閉之範圍與排除之時間皆不儘相同，於此本研究推估之通式如下所述，此類通式可作為交通工程師作為肇事路段績效評估之依據。

$$\text{等候之持續時間}(t_q, \text{分鐘}) = \frac{\sum_{i=1}^n u_i T_i}{\lambda}$$

$$\text{等候之車輛數}(N_q) = \frac{\lambda \sum_{i=1}^n T_i}{60}$$

$$\text{平均最長等候車輛數}(Q_x, \text{veh}) = (\sum_{i=1}^n \lambda T_i - \sum_{i=1}^n U_i T_i) / n$$

$$\text{平均最長等候線長度}(Q_M, \text{公尺}) = Q_x L_e$$

$$\text{個人之最大延滯}(d_x, \text{分}) = (\sum_{i=1}^n \lambda T_i - \sum_{i=1}^n u_i T_i) * 60 / \lambda$$

$$\text{總延滯}(TD, \text{車} * \text{分}) = \frac{\lambda^2}{2} - \frac{\sum_{i=1}^n u_i T_i^2}{2} - \sum_{i=1}^n u_i T_i (t_q - \sum_{i=1}^n T_i)$$

其相關變數意義如本文所示。

2. 由本研究得知，等候的持續時間、平均最長等候車輛數、平均最長等候線長度、總延滯及車輛之平均停等延滯等交通績效值隨車流到達率之增加而增加，且平均最長等候車輛數及平均最長等候線長度隨事故排除時間之增加約成等比例增加，即當事故排除時間增加一倍時，該類等候線長度亦隨之增加一倍。
3. 當車流到達率 $\leq$ 兩道之容量時，等候的持續時間、平均最長等候車輛數、平均最長等候線長度、車輛之平均停等延滯等交通績效值之增加比例與事故排除時間約成等比例增加，當車流到達率 $\geq$ 兩車道之容量時，相關交通績效值則增加為車流到達率 $\leq$ 兩道之容量時之數倍，由此可知，事故排除時間乃為影響總延滯值之重要參數，是故於事故發生時宜儘量縮短事故排除時間，以減少對車流之干擾程度。
4. 本研究係假設當交通需求超過容量之前提下，方才產生延滯與等候線，然忽略當車道縮減時，於交通需求較低之情況下，所產生之若干延滯與造成之車流衝突，因此建議後續研究者可考量使用衝擊波理論推估此類之交通績效值。
5. 鑒於事故排除範圍之大小與道路之服務率息息相關，並嚴重影響延滯與等候線等之交通績效值，於此建議未來之相關研究可針對事故區段，允許通過之車道數對交通績效值之影響做進一步之研究。
6. 本研究係以巨觀模式加以研究，且假設車流之到達型態為均一到達且為連續型車流，然後續之研究者若能進一步考量車流之到達型態與不同車輛之組成，對本研究相關交通績效值之影響，則較能推得與實際相符之結果。

## 參考文獻

1. 郭梅芬,「混合車流下號誌化交叉路口車輛延滯估計模式之研究」,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文,民國八十二年六月。
2. "Highway Capacity Manual", Special Report 209, Third Edition, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., 1994
3. 何美瑩,「號誌化交叉路口車輛延滯模式之研究」,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文,民國七十九年六月。
4. 魏健宏,「混合車流下 V/C 比值與車流延滯之關係研究」,國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文,民國七十四年六月。
5. T. C. Sutaria & J. J. Haynes, "Level of Services at Signalized Intersection", TRR 615, 1978, pp. 107-112.
6. 許添本,「號誌化交叉路口容量分析及運用之研究—臨界流動方法之研究」,國立台灣大學土木工程研究所碩士論文,民國七十一年六月。
7. 陳天賜,「公車佔位長度對車流延滯影響之研究」,國立台灣大學土木工程研究所碩士論文,民國七十一年六月。
8. 吳水威,「延滯、燃料及消耗空氣污染之準則下號誌系統定時時制分析」,國立台灣大學土木工程研究所博士論文,民國七十三年六月。
9. 林良泰,「在綠燈帶最大及負效用最小下動態幹道號誌時制之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國七十六年六月。
10. Werner Brilon & Ning Wu, "Delay at Fix-time Traffic Signals under Time-dependent Traffic Conditions", Traffic Engineering & Control, Vol.31, 1990.
11. M. E. Pitstick, "Measuring Delay and Simulating Performance at Isolated Signalized intersections Using Cumulative Curves", TRR 1287, 1990.
12. 吳水威、卓裕仁、謝錫鑪,「號誌化交叉路口車輛延滯模式之發展與理論探討」,交通運輸,第十二期,民國七十九年六月。
13. A.D.May, "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall, 1990
14. 蔡輝昇,「交通控制理論與實際」,生合成出版社,民國七十九年四月。

## 高速公路動態事故衝擊指標之建立

周義華<sup>1</sup> 許鉅秉<sup>2</sup> 沈良珍<sup>3</sup>

### 摘要

近年來國內高速公路的服務交通量漸趨飽和，不但常造成嚴重的重現性交通擁塞，一旦發生事故，更容易造成不可預期之車流延滯，甚至全面交通癱瘓。

本研究即針對高速公路事故發生後對車流擁擠所造成的衝擊，提出一動態即時預測的方法，以期供作發展先進高速公路交通控制與管理系統之基礎，以達高速公路交通管理與控制智慧化之終極目標。研究中主要為構建一非連續性、非線性動態隨機系統 (discrete-time nonlinear stochastic system) 及發展一遞迴式動態演算法，於事故發生後，只需輸入由點偵測器(point detector data) 所蒐集的交通資料，即可即時預測路段上，車道內與各車道間之動態車流行為；並利用所預測的動態車流變數，構建動態事故衝擊指標，以即時反應事故所造成之交通衝擊程度。

本研究經初步測試結果已顯示此方法之可行性。研究中所建立之動態事故衝擊預測模式，可在高速公路事故發生時，即時預測車流之衝擊，並利用事故衝擊指標，具體化表示車流所受影響之程度。未來則可以針對衝擊指標，作更進一步探討，並建立門檻值，在實際應用時，可作為發展即時交通管理與控制系統所需資訊之基礎，並進而使整個事故管理系統能夠對事故達到即時性之控制。

**關鍵詞：**自動事故偵測、動態隨機系統、卡門濾波理論、狀態變數、動態事故衝擊指標

1 國立台灣大學土木工程學研究所交通組教授

2 國立高雄第一科技大學運輸與倉儲營運系所助理教授

3 國立台灣大學土木工程學研究所交通組碩士

## 一、問題背景與文獻回顧

較之於一般市區道路，國內高速公路的肇事密度相當高（如表 1 所示），近年來高速公路的交通量已趨近最大服務容量，當高速公路發生意外事故時，會產生更大的延滯，且高速公路上的車輛行駛速率比市區道路高，所造成的人員傷亡與財物損失更大；由此可見高速公路事故發生所衍生的交通衝擊，儼然已成為解決高速公路交通問題，進而發展智慧型高速公路系統所必需面對的一項課題。

表 1 高速公路與台北市區道路肇事比較

| 項目         | 肇事件數 |      | 死亡人數 |      | 受傷人數 |      | 肇事密度<br>(件/平方公里) |       |
|------------|------|------|------|------|------|------|------------------|-------|
|            | 85 年 | 86 年 | 85 年 | 86 年 | 85 年 | 86 年 | 85 年             | 86 年  |
| 高速公路       | 275  | 226  | 183  | 189  | 379  | 302  | 20.25            | 16.64 |
| 台北市區<br>道路 | 262  | 217  | 173  | 134  | 146  | 99   | 13.65            | 11.07 |

近年來智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)已成為各國發展先進運輸系統，解決運輸問題之新趨勢。我國於運輸政策白皮書【1】中也指出我國交通建設須朝智慧型運輸系統發展；此外，交通部毛次長去年度(1998 年)曾宣示【2】：未來台灣發展智慧型運輸系統(ITS)，將以高速公路之智慧化為優先，其中又以事故管理為優先，故顯示高速公路的事件偵測、管理智慧化已勢在必行。

本研究所探究之領域係定位於即時事故偵測與事故管理之間，以下之文獻回顧主要針高速公路事故擁擠偵測之相關研究報告進行整理與探討。

事故發生對高速公路行車狀況之影響可由圖 1 表示【3】，該圖表示在非重現性擁塞(non-recurrent congestion)情況下，管制與無管制之累積流量變化示意圖。在無管制下，受意外事故影響，道路本身容量降低，以致累積到達車流超過最大可服務容量，於是擁塞現象就發生；此現象之紓解，只能靠到達事故路段的車輛減少，但主要還是有賴於高速公路上之障礙及早排除。在管制的情況下，可藉由車流預測及事故管理的方法，將累積車流量控制在最大可服務容量以下，因此良好事故管理策略所產生效益最直接就是總車流延滯時間的減少。因此必須計算事故發生所造成高速公

路車流之衝擊，再進而判斷應採取何種因應措施。

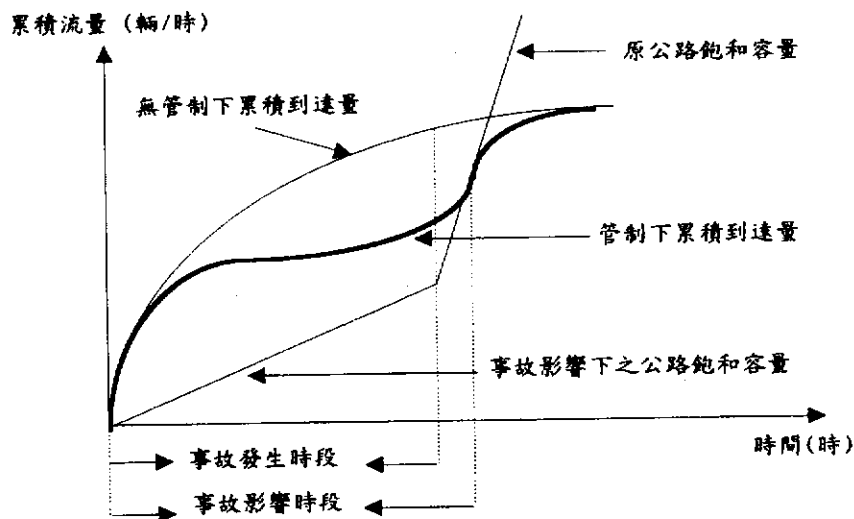


圖 1 事故發生後管制與無管制時之累積流量變化曲線【3】

吳麗敏【4】以時間為橫軸及累積到達車輛數為縱軸為圖，假設車流率固定，也就是累積到達車輛數與時間成線性關係，計算延滯及等候車隊。但假設車流率固定不合常理，且未考慮重現性交通擁塞（recurrent congestion）的情況。徐道國【5】以交通衝擊波（shock wave）理論推估車流延滯時間，其假設上游車流需求量不變，直到意外事故排除，恢復正常車流為止；但實際上上游車流需求量隨著時間不斷變化。因此若要正確估計意外事故車流之變化，必須建立車流量與時間之關係，如此可得到較精確之結果。

H. Al-Deek 等人【6】認為大部份分析只考慮在一時段內發生一事故的车流狀況；但實際上在同一時段內，可能不只發生一件事故，此時車流狀況非常複雜，等候車隊會合併一起，很難彼此區分。甚至有時事故會與重現性交通擁塞一起發生，但此部份目前並無解決之方法。在多重事故的分析中，作者採衝擊波（shock wave）理論，並為簡便假設衝擊波為線性，但並不符合實際的狀況。A. Skabardonis 等人【7】使用等候車隊圖（queue diagram），其模式基於事故發生與無事故發生之旅行時間不同而來。而所需資料均由測試巡邏車（probe vehicles）提供，因此有所限制。當測試巡邏車輛不夠或沒有在一定時間內派車，則準確度就會受影響。

綜觀以上各研究之優劣，本研究擬構建一動態隨機模式以即時預測出事故發生後對高速公路各車道內與車道間車流之衝擊，並據以訂出事故衝擊指標。一旦事故被偵測出之後，即可利用本研究所得之模式自動預測即時的（real-time）車流衝擊狀況，再將此即時資訊傳送事故管理單位，作妥善安排處理。於實務上，亦可配合智慧型高速公路系統的發展，提供即時性預測事故對高速公路交通之衝擊程度，並作為先進事故管理系統最適化決策之參考，以期使事故對交通之衝擊降至最低。

## 二、衝擊預測模式之介紹

本章節主要將介紹動態隨機預測模式架構、動態衝擊指標之構建及動態遞迴式演算流程。

### 2.1 動態隨機預測模式架構

本研究係以任一介於高速公路主線車道連續兩組偵測器之間的範圍為主；將偵測器分為上游偵測器及下游偵測器，位於這兩組偵測器間之單位區段定義為偵測區。當事故發生於偵測區內時，因為偵測區內位於事故上、下游路段之車流行為明顯不同，故進一步將偵測區分為兩個子系統，即子系統 1 及子系統 2（如圖 2）；子系統 1 是指在事故發生點之上游路段，子系統 2 是指在事故發生點之下游路段。

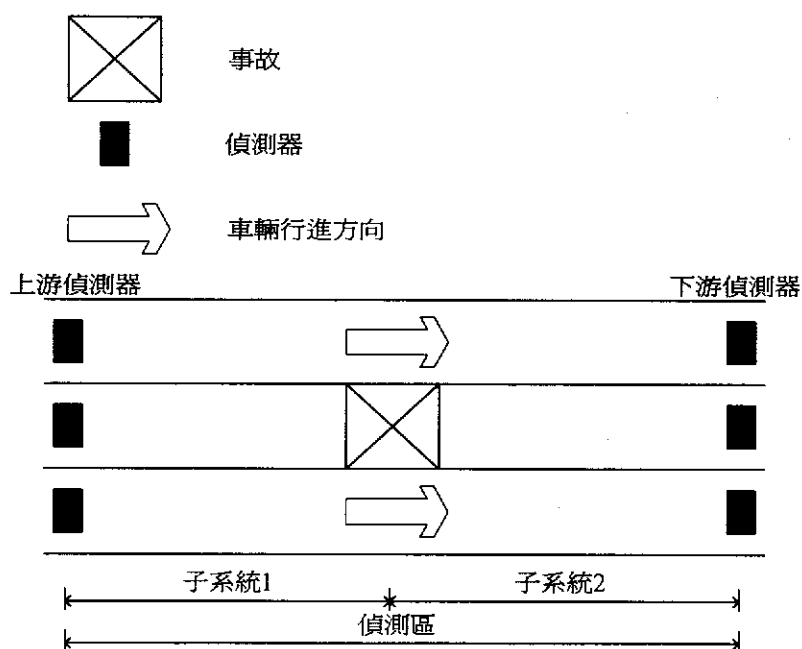


圖 2 研究系統界定

因偵測器所得資料為點交通資料，所提供資訊有限，所以必須透過數學預測模式才能進一步求得所需的路段中系統狀態變數。本研究擬使用上、下游偵測器於每一時段所蒐集之交通基本資料如流量、速率及佔有率等，以推估偵測區內，面的（area-wide）車流狀態及衡量車流衝擊的主要因素：延滯、在封閉車道上游之等候車輛及其他子系統之車輛數，進而構建動態事故衝擊指標。研究中，延滯包括停等延滯及加減速延滯兩種；等候車輛指在封閉車道上游未變換車道之車輛；車輛數包括封閉車道之下游及相鄰車道之上、下游三種，分別計算其每一時段之車輛數。

當高速公路有一事故發生時，在封閉車道上游之車輛會產生停等延滯，到達車輛會減速進入；而原本行駛於此封閉車道上之車輛會變換車道以避開此事故位置，因此相鄰車道之上游車輛速率減低，包括原本在相鄰車道上的車輛及變換車道的車輛兩種；相鄰車道的車輛在經過車故發生地點後，車輛會產生加速之現象；在封閉車道的下游車流量因事故而減少，會有部份車輛由相鄰車道轉換至封閉車道，再加速離去；因此在封閉車道與相鄰車道之下游，離去的車輛均會產生加速的情況，如圖 3 表示。因為有這些加減速的情況，所以會產生加減速延滯；且封閉車道上游有停等延滯，所以造成等候線的產生。

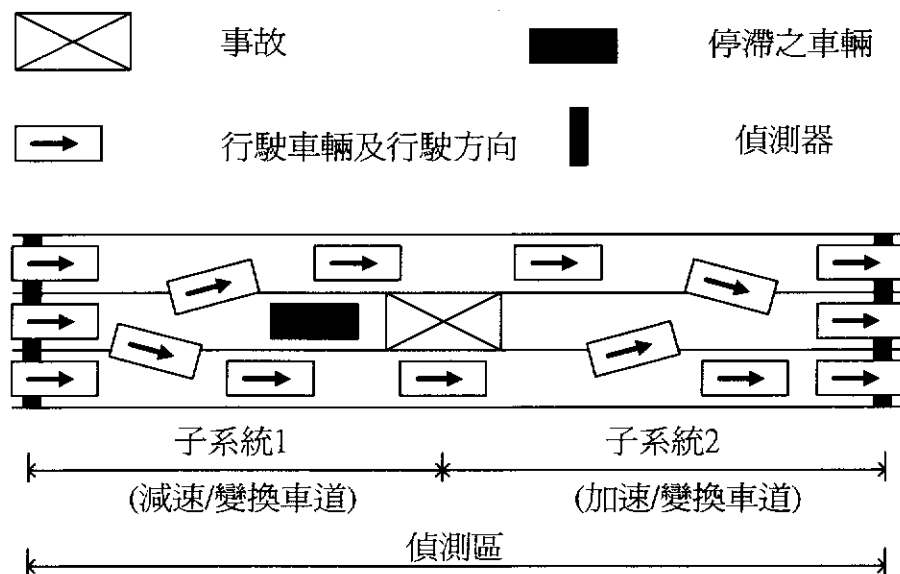


圖 3 事故發生後之車流行為現象



本研究中所謂系統變數主要包括四類：1) 系統狀態變數、2) 等候車輛數、3) 行駛中車輛數，及 4) 延滯。以上四種系統變數均為動態變數（即相關參數與變數本身均隨時間改變而改變），而系統狀態變數又為其他系統變數之自變數，於方法論中假設為具有馬可夫特性。

根據以上系統變數之設定後，本研究提出一非線性非連續性動態隨機預測模式，其模式主要包括四部分：

- 1) 系統遞迴模式：根據馬可夫特性假設而來，由此階段之系統變數值再推算出下一階段之系統變數值；
- 2) 偵測模式：利用偵測器資料修正前置預測值；
- 3) 延滯模式：利用系統遞迴模式所計算之系統變數值求得車輛數，再進一步求得每一車道間或車道內之延滯值；
- 4) 限制式：限制變數的範圍。

此四類模式一起配合，才能完整的考慮事故對交通衝擊影響，並加以計算，故缺一不可，其一般通式分別如下：

#### (一)系統遞迴模組 (Recursive Equations)

$$X(k+1)=f[x(k),k]+L[x(k),k]\times w(k) \quad (1)$$

#### (二)偵測模組 (Measurement Equations)

$$Z(k+1)=h[x(k+1),k+1]+v(k+1) \quad (2)$$

#### (三)延滯模組 (Delay Equations)

$$D(k+1)=G[x(k+1),k+1]\times y(k+1) \quad (3)$$

#### (四)限制式 (Boundary Constraints)

$$0 \leq \forall x(k+1) \leq 1 \quad (4)$$

$$0 \leq \forall y(k+1) \leq t \quad (5)$$

## 2.2 事故衝擊指標

最後整合這些數學模式之結果，建立動態事故衝擊指標。指標的建立除可讓事故處理單位快速掌握事故發生對道路交通的影響程度外，並可進

一步作為選擇交通管理與控制策略之依據。本研究中，動態事故衝擊指標構建之目的，主要為反映事故發生對高速公路車流所產生的衝擊程度，故分別建立以下五種指標：

1. 時段上延滯變化的衝擊指標， $TD^m(k)$ ：

$$TD^m(k) = \frac{D^m(k)}{D^m(k-1)} |D^m(k) - \tilde{D}^m(k)| \quad (6)$$

式中，

$D^m(k)$  表示事故位於  $m$  區段，車輛在第  $k$  時段的總延滯，包括停等延滯及加減速延滯；

$D^m(k-1)$  表示事故位於  $m$  區段，車輛在第  $(k-1)$  時段的總延滯，包括停等延滯及加減速延滯；

$\tilde{D}^m(k)$  表示無事故時，在  $m$  區段內，車輛在第  $k$  時段的總延滯，包括變換車道的延滯及加減速延滯。

$$\tilde{D}^m(k) = \lambda(k) \times E \times \eta \times \delta \times O_2 + \sum_{\forall v \in i, j} [\lambda_v(k) \times E] \times \text{Min.} \left\{ \frac{\text{Max} \{u_v^1(k), u_v^2(k)\} \times t}{\text{Min} \{u_v^1(k), u_v^2(k)\}} - t, t \right\} \quad (7)$$

式(7)中：

$\lambda(k)$  為在第  $k$  時段，無事故狀況下偵測區內之車輛密度；

$E$  為偵測區之長度，如式(8)；

$$E = e_1 + e_2 \quad (8)$$

$n$  為偵測區內封閉車道加相鄰車道之車道數；

$\delta$  為自由性變換車道之比率；

$O_2$  表示自由性變換車道時，變換車道行為受前行車輛及後隨車輛影響，根據王文麟【8】提到美國耶魯大學韋恩氏(F. H. Wynn)所作的研究，此變換車道行為所需延時為 3.9 秒鐘。

$TD^m(k)$  代表在同一  $m$  區段內，車輛在第  $k$  時段的總延滯與第  $(k-1)$  時段的總延滯之比率，再乘以發生事故與無事故之總延滯差。 $TD^m(k) > 0$  時，表示車輛因事故所產生的停等延滯及加減速所造成之延滯與無事故所產生之總延滯差不同，在總延滯中佔較重比率是停等延滯，因此若在封閉車道上游的等候車輛愈多， $TD^m(k)$  就愈大，此事故路段之衝擊就愈大； $TD^m(k) = 0$  時，代表車輛因事故所發生之停等延滯及加減速延滯與無事故時之總延滯相同。

## 2. 時段上總車輛數變化的衝擊指標, $TQ^m(k)$ :

$$TQ^m(k) = \frac{Q^m(k)}{Q^m(k-1)} [q_i^1(k) - \tilde{q}(k)] \quad (9)$$

式中,

$Q^m(k)$  表示事故位於  $m$  區段, 在第  $k$  時段的總車輛數, 包括停等車輛及其他子系統之車輛數;

$Q^m(k-1)$  表示事故位於  $m$  區段, 在第  $(k-1)$  時段的總車輛數, 包括停等車輛及其他子系統之車輛數;

$q_i^1(k)$  表示發生事故時, 在第  $k$  時段的偵測區內之等候車輛數, 也就是子系統 1 的封閉車道上游車輛數;

$\tilde{q}(k)$  表示在無事故時, 第  $k$  時段的偵測區內之等候車輛數, 暫設為 0。

$TQ^m(k)$  代表在同一事故區段  $m$  內, 第  $k$  時段的總車輛數與第  $(k-1)$  時段的總車輛數之比率, 再乘以在發生事故時與無事故時之等候車輛數差。當  $TQ^m(k) > 0$  時, 表示發生事故時, 在  $m$  區段內第  $k$  時段之等候車輛數比無事故時之等候車輛數多, 受到事故影響而停等之車輛數增加; 當  $TQ^m(k) = 0$  時, 則表示發生事故時, 在  $m$  區段內第  $k$  時段之等候車輛數與無事故時之等候車輛數一樣多, 則表示在  $m$  區段內受到事故影響而停等之車輛數並不多, 甚至沒有。由  $TQ^m(k)$  可得到在  $m$  偵測區內停等車輛數與無事故時之變化; 在事故發生時, 若事故管理單位採取管制措施, 則可用來判斷此措施之績效。

## 3. 總延滯變化的衝擊指標, $LD^m(k)$ :

$$LD^m(k) = \frac{D^m(k)}{\tilde{D}^m(k)} \quad (10)$$

$LD^m(k)$  代表於同一區段  $m$  於時段  $k$  中, 發生事故的總延滯與無事故時之總延滯的比率, 如式(10)。在事故發生時, 此值高時, 則表示在事故情況下延滯值比無事故時延滯值大許多, 因此交通所受衝擊較大; 若此值偏低, 則顯示此事故所造成之衝擊程度較低, 因此可判別出事故的嚴重程度。

#### 4. 總車輛數變化的衝擊指標， $AQ^m(k)$ ：

$$AQ^m(k) = \frac{Q^m(k)}{\tilde{Q}^m(k)} \quad (11)$$

式中，

$\tilde{Q}^m(k)$  代表偵測區內在  $k$  時段，無事故時之總車輛數，如式(12)；

$$\tilde{Q}^m(k) = \lambda(k) \times E \times \eta \quad (12)$$

$AQ^m(k)$  代表同一區段  $m$  於時段  $k$  中，封閉車道及相鄰車道上之總車輛數在發生事故與無事故時之比率，如式(12)。當事故發生時，最容易產生擁塞情形，也就是非重現性擁塞，此時因事故引起的停等車輛數大增，因此以總車輛數之變化來判斷此偵測區內受衝擊之大小。當  $AQ^m(k)$  偏高，則顯示因事故而無法疏解之車輛數增加，造成車輛無法順利行駛通過，因此所受影響大增；當  $AQ^m(k)$  偏低，則顯示無法疏解的車輛數較少，表示嚴重程度不高；此可能是因為事故本身的性質或是車流處於低流量狀況下，因變換車道容易，駕駛人可輕易由封閉車道變換至相鄰車道，因此停等車輛數就不如高流量狀況下多。

#### 5. 等候車輛與總運行車輛比的衝擊指標， $WT^m(k)$ ：

$$WT^m(k) = \frac{q_i^1(k) + \sum_{j \in J} q_j^1(k)}{q_i^1(k) + \sum_{j \in J} q_j^1(k) + q_i^2(k) + \sum_{j \in J} q_j^2(k)} \quad (13)$$

$WT^m(k)$  代表事故區段  $m$  中，在同一  $k$  時段內，在封閉車道及相鄰車道內，子系統 1 之車輛數與總車輛數的比值，如式(13)，可判斷事故對於此偵測區的影響。當發生事故時，不只封閉車道上游有等候車輛之產生，相鄰車道因變換車道之車輛及車道寬度縮減之影響，也會造成相鄰車道上游之車輛大增，因此在偵測區內之上、下游車輛密度明顯不同；位於事故上游之車輛明顯有等候線之產生，因此可由上游車輛之比率來判斷此事故造成之影響。當事故位於偵

測區之上游時，因長度較小，所以等候車輛會延伸至前面的偵測區，造成此偵測區的等候車輛的數目並不多，也就是事故在此偵測區內引發之影響較小；若事故位於偵測區下游時，因有足夠長度容納等候車輛，所以可知事故對於此偵測區的影響很大；如此可知此指標可充分反映事故發生的偵測區內所受到的衝擊影響。

## 2.3 衝擊指標之演算

在衝擊指標之演算過程中有幾個變數在每一時段都必須更新其值：系統狀態變數、狀態推估誤差之協方差(covariance)、各子系統之車輛數、總延滯值及事故衝擊指標。衝擊指標之演算流程如圖 4 所示。

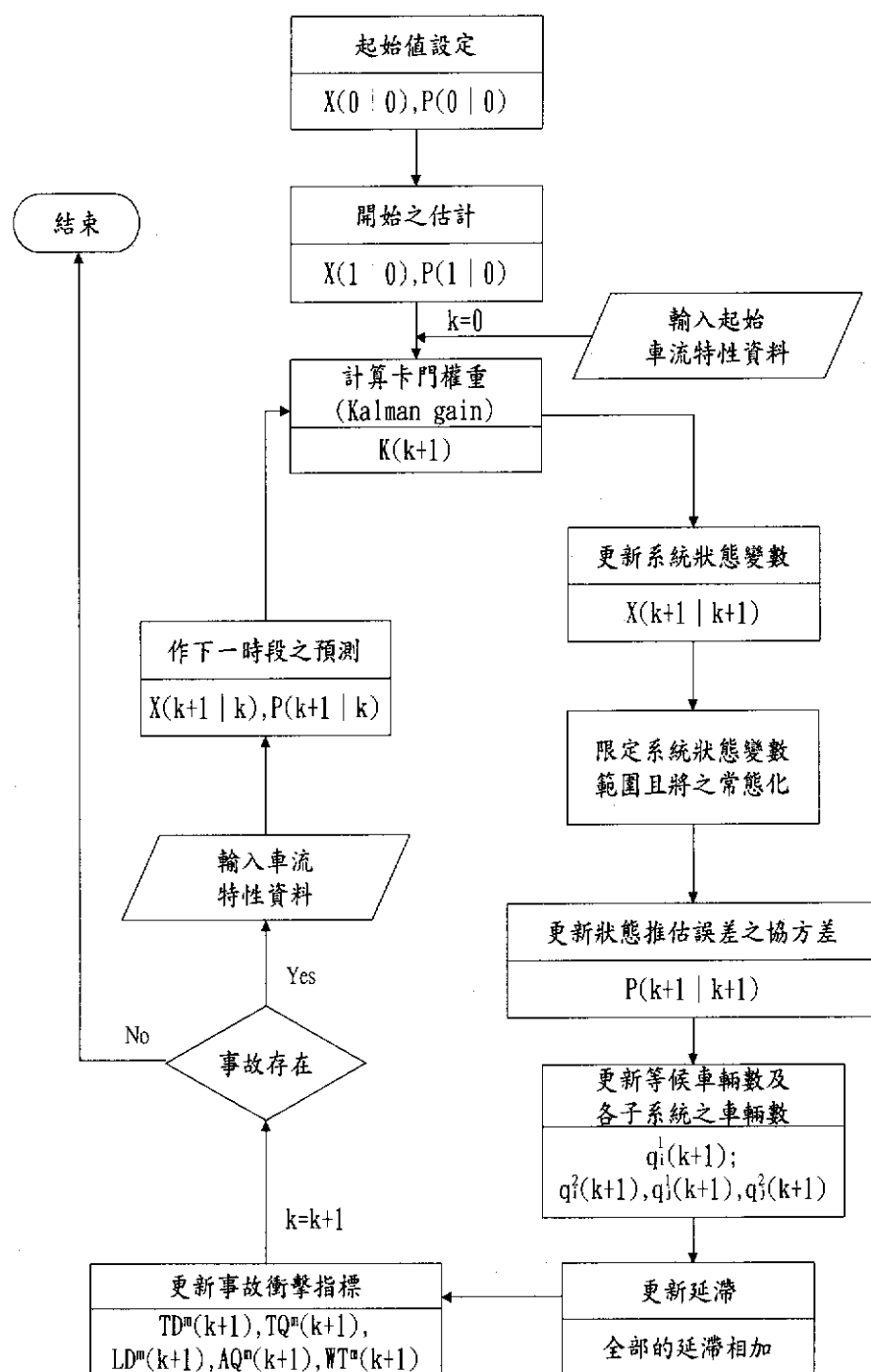


圖 4 衝擊指標之演算流程

### 三、模式驗證與應用

#### 3.1 資料蒐集

本研究於模式驗證所需之測試資料部分，因考慮台灣區國道高速公路局並無完整的真實事故發生之車流資料，且真實事故之發生機率相當低，相關車流資料不易取得，所以主要利用 CORSIM 模擬模式，模擬高速公路上事故發生之車流行為，藉以取得驗證所需之車流資料，來校估及驗證模式。

研究中有關 CORSIM 使用前之功能探討、參數校估與測試工作，已於前置相關研究中完成【9】，本研究中不再累述。

根據高速公路局的實質路段資料，本研究取用路段範圍為林口交流道與桃園交流道之間的南下路段，範圍只考慮主線車道，因此不包括上下匝道及其受影響之範圍；依據路線幾何特性與研究需要將此路段劃分為 15 個節點 (node) (如圖 5)；在節點 7 至節點 10，距離 1500 呎 (500 公尺) 為研究範圍，來蒐集所需之相關車流資料。

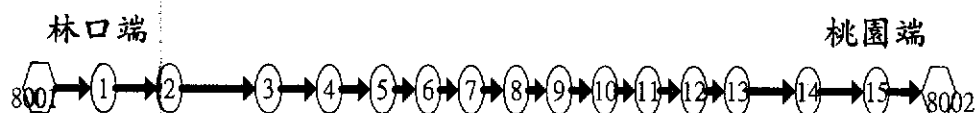


圖 5 模擬路段示意圖

模擬模式可依需要而模擬各種不同的事件狀況。本研究先將事故型態分別依車流量高、中及低三類來劃分，每一車流量中又分為事故位於外側車道、中間車道及內側車道三種，每一車道中又分為事故位於上游、中游及下游，因此共有 27 種事件型態。

在各種事故型態中，以每十秒鐘為單位，記錄偵測區內上游及下游各車道之車流量及速率、由封閉車道變換至相鄰車道之車道變換率、封閉車道上游之停等車輛及其他子系統之車輛數。其中蒐集偵測區內上游及下游各車道之車流量及速率是作為事故衝擊預測模式的輸入值；蒐集車輛變換車道率的值則是用來評估事故衝擊預測模式。

在本研究中，將車流量分別以高、中、低來區分。依 84 年國道高速公路局【10】所發佈之調查報告，在研究路段內，高流量取最高流量上午

九時至十時，每小時約 6000 輛，重車比率為 20%；中流量取晚上七時至十時之平均流量，每小時約 3200 輛，重車比率為 15%；低流量則取晚上十時至清晨六時之平均流量，每小時交通量為 1200 輛，重車比率為 30%。

事故發生於模擬時間之第 23 分鐘，事故的影響長度為 50 呎，且路段受影響而封閉車道；依事故地點不同，事故分別位於外側車道、中間車道及內側車道，在每一車道中又分為上、中、下游；事故總時間為 3 分鐘，也就是在第 26 分鐘時結束；所需要就是這三分鐘之資料。

### 3.2 模式驗證

本研究之測試資料依事故地點之不同，分為事故位於外側車道上、中、下游，中間車道上、中、下游及內側車道上、中、下游，共九種情況(如圖 6)，每一事故地點又分為高、中、低流量，因此共包括 27 種不同交通事故型態；每一種事故型態中事故發生時間為 3 分鐘，以 10 秒鐘為單位，有 18 個樣本數，因此總共有 486 筆樣本數；經篩選過後，將其中偏差較大者去掉，以有效樣本作預測模式之驗證。

事故發生時，最明顯不同是變換車道行為及封閉車道上游之累積車輛，因此分別以車道變換率  $p_{ij}(k)$  及封閉車道上游之停等車輛數  $q'_i(k)$  兩系統變數，各針對平均數及變異數作統計檢定，來完成預測模式之驗證。平均數檢定是利用兩母體均數差的統計推論方法(成對樣本)，若為大樣本，以 P-值作為判斷，若為小樣本，則利用 T 檢定統計量，以拒絕域方式作判斷；而變異數檢定則利用 F 檢定統計量，以拒絕域方式作判斷。有關車道變換率及封閉車道上游之停等車輛數之預測值與模擬值之比較與模式驗證，已於相關研究中完成【9】，得知系統變數預測值之可接受性，故本文中不再累述。以下僅就動態指標之預測與應用部分加以描述。



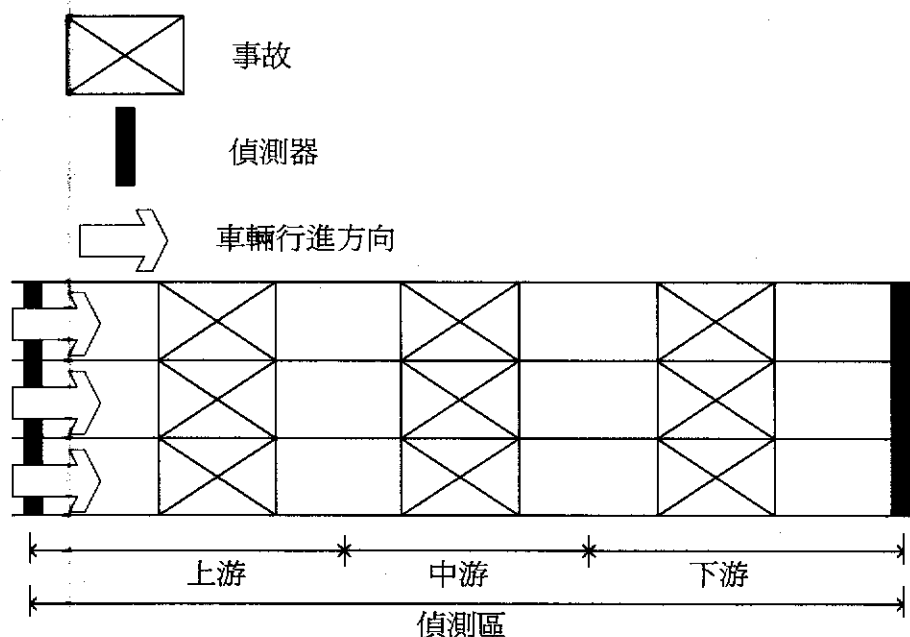


圖 6 事故地點分類

本研究將 27 種事故型態，一一計算出其五個衝擊指標，(1)時段上延滯變化的衝擊指標， $TD^m(k)$ ；(2)時段上總車輛數變化的衝擊指標， $TQ^m(k)$ ；(3)車道變換之延滯的衝擊指標， $LD^m(k)$ ；(4)總車輛數變化的衝擊指標， $AQ^m(k)$ ；(5)等候車輛與總運行車輛比的衝擊指標， $WT^m(k)$ 。詳細測試結果可參酌本研究其他相關研究論文[9]；以下僅提供高流量事故發生情況下，9 種事故案例之測試結果樣本供作應用參考，如表 2 至表 10 所示。

表 2 高流量情況下事故位於外側車道上游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.52                | 1.06                | 0.47                |
| 2  | 51.93               | 3.29                | 0.89                | 0.93                | 0.50                |
| 3  | 30.72               | 2.79                | 0.84                | 1.08                | 0.62                |
| 4  | 35.30               | 3.08                | 0.88                | 0.83                | 0.70                |
| 5  | 17.92               | 2.00                | 0.79                | 1.00                | 0.60                |
| 6  | 14.89               | 1.30                | 3.82                | 0.87                | 0.54                |
| 7  | 11.15               | 1.15                | 1.34                | 0.75                | 0.53                |
| 8  | 5.96                | 0.80                | 0.92                | 0.80                | 0.50                |
| 9  | 7.57                | 0.75                | 2.64                | 0.75                | 0.44                |
| 10 | 12.86               | 0.78                | 1.32                | 0.50                | 0.71                |
| 11 | 13.18               | 1.14                | 0.75                | 0.53                | 0.63                |
| 12 | 7.11                | 0.88                | 3.21                | 0.50                | 0.71                |
| 13 | 0.00                | 0.00                | 0.31                | 0.43                | 0.67                |
| 14 | 0.00                | 0.00                | 3.85                | 0.58                | 0.57                |
| 15 | 11.57               | 1.29                | 87.35               | 0.56                | 0.67                |
| 16 | 24.04               | 2.44                | 0.41                | 0.55                | 0.82                |
| 17 | 36.62               | 2.73                | 1.66                | 0.50                | 0.80                |
| 18 | 27.72               | 3.30                | 0.51                | 0.55                | 0.73                |

表 3 高流量情況下事故位於外側車道中游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.47                | 1.19                | 0.53                |
| 2  | 83.50               | 8.21                | 0.85                | 1.73                | 0.65                |
| 3  | 147.40              | 12.69               | 1.16                | 2.75                | 0.73                |
| 4  | 237.75              | 12.36               | 2.74                | 2.83                | 0.76                |
| 5  | 109.63              | 11.97               | 2.73                | 3.70                | 0.78                |
| 6  | 131.89              | 12.00               | 9.71                | 2.47                | 0.78                |
| 7  | 124.69              | 14.76               | 2.94                | 2.10                | 0.79                |
| 8  | 199.86              | 16.43               | 4.49                | 3.07                | 0.85                |
| 9  | 103.08              | 16.63               | 11.74               | 4.25                | 0.90                |
| 10 | 327.72              | 18.00               | 8.77                | 3.86                | 0.87                |
| 11 | 165.61              | 16.69               | 3.71                | 3.53                | 0.87                |
| 12 | 161.66              | 16.30               | 22.50               | 3.86                | 0.85                |
| 13 | 135.84              | 14.44               | 1.94                | 3.71                | 0.81                |
| 14 | 159.73              | 13.85               | 30.47               | 4.00                | 0.85                |
| 15 | 151.94              | 15.33               | 567.32              | 2.88                | 0.85                |
| 16 | 144.23              | 15.30               | 1.99                | 2.20                | 0.82                |
| 17 | 157.10              | 15.45               | 6.13                | 2.00                | 0.88                |
| 18 | 164.33              | 14.88               | 1.95                | 1.75                | 0.91                |

表 4 高流量情況下事故位於外側車道下游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.68                | 1.25                | 0.60                |
| 2  | 118.46              | 8.40                | 1.74                | 1.87                | 0.79                |
| 3  | 54.91               | 8.75                | 1.27                | 2.92                | 0.89                |
| 4  | 272.15              | 12.26               | 3.73                | 3.25                | 0.97                |
| 5  | 93.30               | 11.28               | 3.48                | 4.40                | 0.95                |
| 6  | 165.10              | 14.18               | 15.47               | 3.47                | 0.96                |
| 7  | 72.52               | 13.75               | 2.73                | 2.75                | 0.98                |
| 8  | 264.27              | 14.76               | 5.90                | 3.87                | 0.90                |
| 9  | 194.42              | 18.62               | 24.24               | 5.00                | 0.97                |
| 10 | 227.28              | 22.05               | 10.17               | 4.50                | 0.94                |
| 11 | 264.70              | 26.19               | 4.68                | 4.40                | 0.98                |
| 12 | 285.39              | 26.39               | 30.80               | 4.79                | 0.94                |
| 13 | 272.95              | 28.42               | 2.85                | 4.86                | 0.99                |
| 14 | 200.44              | 21.00               | 40.23               | 5.67                | 0.90                |
| 15 | 188.98              | 18.72               | 784.55              | 4.19                | 0.97                |
| 16 | 105.81              | 18.81               | 1.79                | 3.50                | 0.99                |
| 17 | 312.89              | 17.74               | 10.39               | 3.45                | 0.94                |
| 18 | 190.99              | 19.55               | 3.44                | 3.55                | 0.99                |

表 5 高流量情況下事故位於中間車道上游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.84                | 0.59                | 0.26                |
| 2  | 13.39               | 1.89                | 0.40                | 0.58                | 0.28                |
| 3  | 62.45               | 3.33                | 1.98                | 0.65                | 0.35                |
| 4  | 31.64               | 4.20                | 1.10                | 0.88                | 0.38                |
| 5  | 69.35               | 3.81                | 1.89                | 0.91                | 0.40                |
| 6  | 39.65               | 4.20                | 1.10                | 0.72                | 0.48                |
| 7  | 37.16               | 2.62                | 0.81                | 0.38                | 0.36                |
| 8  | 25.85               | 1.64                | 1.60                | 0.35                | 0.44                |
| 9  | 6.67                | 1.00                | 1.23                | 0.41                | 0.44                |
| 10 | 12.09               | 0.89                | 1.12                | 0.33                | 0.50                |
| 11 | 9.81                | 0.63                | 1.09                | 0.17                | 0.60                |
| 12 | 8.43                | 1.20                | 0.98                | 0.17                | 0.33                |
| 13 | 0.00                | 0.00                | 1.15                | 0.31                | 0.17                |
| 14 | 0.00                | 0.00                | 0.34                | 0.30                | 0.10                |
| 15 | 0.00                | 0.00                | 0.18                | 0.22                | 0.13                |
| 16 | 0.00                | 0.00                | 0.22                | 0.26                | 0.13                |
| 17 | 0.00                | 0.00                | 1.42                | 0.39                | 0.18                |
| 18 | 0.00                | 0.00                | 0.47                | 0.41                | 0.25                |

表 6 高流量情況下事故位於中間車道中游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 1.19                | 0.56                | 0.67                |
| 2  | 8.21                | 1.22                | 0.70                | 0.71                | 0.73                |
| 3  | 94.69               | 6.14                | 3.15                | 0.87                | 0.81                |
| 4  | 105.88              | 7.78                | 3.37                | 1.25                | 0.77                |
| 5  | 74.49               | 7.23                | 3.54                | 1.41                | 0.84                |
| 6  | 72.72               | 9.87                | 1.68                | 1.17                | 0.82                |
| 7  | 153.34              | 10.59               | 2.54                | 1.24                | 0.86                |
| 8  | 135.57              | 12.22               | 4.80                | 1.54                | 0.83                |
| 9  | 98.18               | 8.50                | 5.42                | 1.55                | 0.88                |
| 10 | 77.19               | 8.24                | 3.96                | 1.46                | 0.83                |
| 11 | 65.54               | 8.23                | 3.21                | 1.24                | 0.81                |
| 12 | 94.78               | 7.78                | 4.05                | 0.97                | 0.80                |
| 13 | 69.18               | 6.80                | 3.14                | 0.87                | 0.76                |
| 14 | 49.00               | 5.82                | 1.80                | 1.00                | 0.79                |
| 15 | 51.69               | 4.55                | 1.84                | 0.83                | 0.73                |
| 16 | 28.12               | 3.00                | 2.05                | 0.97                | 0.73                |
| 17 | 28.81               | 3.50                | 3.41                | 1.25                | 0.71                |
| 18 | 34.88               | 3.09                | 1.46                | 1.24                | 0.72                |

表 7 高流量情況下事故位於中間車道下游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 2.44                | 0.69                | 0.95                |
| 2  | 0.00                | 0.00                | 0.69                | 0.94                | 0.93                |
| 3  | 63.43               | 3.52                | 3.49                | 1.10                | 0.94                |
| 4  | 83.37               | 5.06                | 5.13                | 1.79                | 0.95                |
| 5  | 66.80               | 8.30                | 4.84                | 2.32                | 0.98                |
| 6  | 161.31              | 12.73               | 4.16                | 2.03                | 0.97                |
| 7  | 80.57               | 12.12               | 3.01                | 2.24                | 0.97                |
| 8  | 119.96              | 14.43               | 3.96                | 2.58                | 0.97                |
| 9  | 95.95               | 9.85                | 4.36                | 3.00                | 0.97                |
| 10 | 143.97              | 7.53                | 6.79                | 2.96                | 0.99                |
| 11 | 110.69              | 10.00               | 7.43                | 2.45                | 0.96                |
| 12 | 93.65               | 9.01                | 7.43                | 1.78                | 0.97                |
| 13 | 72.61               | 8.00                | 5.28                | 1.64                | 0.97                |
| 14 | 75.55               | 9.42                | 3.11                | 2.03                | 0.97                |
| 15 | 134.15              | 10.84               | 3.76                | 1.83                | 0.94                |
| 16 | 110.85              | 11.27               | 4.13                | 2.00                | 0.95                |
| 17 | 114.63              | 11.23               | 6.83                | 2.07                | 0.97                |
| 18 | 132.79              | 13.22               | 2.56                | 2.03                | 0.95                |

表 8 高流量情況下事故位於內側車道上游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.27                | 0.19                | 0.40                |
| 2  | 0.00                | 0.00                | 0.06                | 0.00                | 0.80                |
| 3  | 0.00                | 0.00                | 0.81                | 0.06                | 0.00                |
| 4  | 0.00                | 0.00                | 0.47                | 0.05                | 0.00                |
| 5  | 0.00                | 0.00                | 0.87                | 0.25                | 0.40                |
| 6  | 3.92                | 0.80                | 0.26                | 0.15                | 0.50                |
| 7  | 9.12                | 0.25                | 3.30                | 0.05                | 0.00                |
| 8  | 0.00                | 0.00                | 1.41                | 0.24                | 0.60                |
| 9  | 22.38               | 2.40                | 9.00                | 0.32                | 0.83                |
| 10 | 41.59               | 4.67                | 0.88                | 0.41                | 0.71                |
| 11 | 47.04               | 2.29                | 1.09                | 0.18                | 0.50                |
| 12 | 11.01               | 1.50                | 0.41                | 0.13                | 0.67                |
| 13 | 24.58               | 3.33                | 0.68                | 0.26                | 0.80                |
| 14 | 39.12               | 3.00                | 3.39                | 0.25                | 0.80                |
| 15 | 28.94               | 2.40                | 1.70                | 0.19                | 0.75                |
| 16 | 19.43               | 1.50                | 0.56                | 0.21                | 0.67                |
| 17 | 21.83               | 5.33                | 2.90                | 0.53                | 0.75                |
| 18 | 59.74               | 4.38                | 0.43                | 0.29                | 0.86                |

表 9 高流量情況下事故位於內側車道中游之衝擊指標

| 時段 | TD <sup>m</sup> (k) | TQ <sup>m</sup> (k) | LD <sup>m</sup> (k) | AQ <sup>m</sup> (k) | WT <sup>m</sup> (k) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1  | -                   | -                   | 0.29                | 0.19                | 1.00                |
| 2  | 35.86               | 1.80                | 0.31                | 0.13                | 1.00                |
| 3  | 30.78               | 12.00               | 0.97                | 0.75                | 0.92                |
| 4  | 335.47              | 11.25               | 3.21                | 0.75                | 0.87                |
| 5  | 113.52              | 16.87               | 1.87                | 1.15                | 0.87                |
| 6  | 152.45              | 15.00               | 1.45                | 0.88                | 0.87                |
| 7  | 185.81              | 19.96               | 22.10               | 1.29                | 0.81                |
| 8  | 236.57              | 20.74               | 5.23                | 1.33                | 0.86                |
| 9  | 233.58              | 20.43               | 31.63               | 1.37                | 0.92                |
| 10 | 140.09              | 17.00               | 2.44                | 1.53                | 0.81                |
| 11 | 141.22              | 13.46               | 2.61                | 1.14                | 0.80                |
| 12 | 118.71              | 13.92               | 1.75                | 1.21                | 0.83                |
| 13 | 135.82              | 10.24               | 2.93                | 1.42                | 0.78                |
| 14 | 91.09               | 10.37               | 10.22               | 1.40                | 0.79                |
| 15 | 110.09              | 11.07               | 5.84                | 1.48                | 0.87                |
| 16 | 125.71              | 10.65               | 2.27                | 2.14                | 0.83                |
| 17 | 96.65               | 11.00               | 10.38               | 2.20                | 0.85                |
| 18 | 92.42               | 10.61               | 1.18                | 1.46                | 0.91                |

表 10 高流量情況下事故位於內側車道下游之衝擊指標

| 時段 | $TD^m(k)$ | $TQ^m(k)$ | $LD^m(k)$ | $AQ^m(k)$ | $WT^m(k)$ |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | -         | -         | 0.69      | 0.52      | 1.00      |
| 2  | 120.68    | 6.86      | 1.23      | 0.70      | 0.94      |
| 3  | 37.12     | 9.00      | 2.30      | 1.50      | 0.96      |
| 4  | 255.65    | 13.33     | 5.25      | 1.60      | 0.94      |
| 5  | 94.77     | 14.25     | 2.34      | 1.90      | 0.95      |
| 6  | 154.42    | 16.58     | 1.84      | 1.62      | 0.95      |
| 7  | 232.32    | 17.50     | 39.71     | 2.33      | 0.96      |
| 8  | 163.36    | 18.37     | 7.21      | 2.38      | 0.96      |
| 9  | 270.41    | 17.60     | 69.41     | 2.89      | 0.95      |
| 10 | 175.91    | 18.98     | 6.35      | 3.41      | 0.97      |
| 11 | 188.76    | 18.97     | 6.37      | 2.50      | 0.96      |
| 12 | 185.48    | 18.33     | 4.44      | 2.33      | 0.96      |
| 13 | 209.24    | 19.00     | 6.64      | 2.95      | 0.96      |
| 14 | 192.35    | 20.36     | 24.41     | 2.85      | 0.96      |
| 15 | 216.39    | 23.16     | 12.46     | 2.86      | 0.97      |
| 16 | 281.94    | 25.13     | 4.59      | 4.14      | 0.95      |
| 17 | 221.42    | 23.59     | 20.06     | 3.80      | 0.96      |
| 18 | 237.17    | 22.19     | 2.55      | 2.29      | 0.96      |

本研究於應用測試結果中顯示，研究中所發展之五種動態事故衝擊指標，確可於 27 種事故案例中，根據其指標設計特性，即時反應出特定事故型態下之交通擁擠衝擊。以下即針對各衝擊指標之特性逐一討論：

#### 1. 時段上延滯變化的衝擊指標， $TD^m(k)$ ：

$TD^m(k)$ 代表在同一  $m$  區段內，車輛在第  $k$  時段的總延滯與第  $(k-1)$  時段的總延滯之比率，再乘以發生事故時與無發生事故之等候車輛所產生之停等延滯差。在高流量時，當事故位於下游時，因為所受衝擊之範圍最大，所以此值最大，大部分在 70-300 之內，依次為中游，大部分位於 50-200 之內，然後是上游，大部分位於 0-50 之內；在中流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 20-120 之內，依次為中游，大部分位於 0-100 之內，然後是上游，大部分位於 0-40 之內；在低流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 10-100 之內，依次為中游，大部分位於 0-25 之內，然後是上游，大部分是 0。

在高、中流量下，在前面時段時， $TD^m(k)$ 變化較大，因為速率在事故剛發生時，駕駛者須立即反應，由正常之行駛速率迅速下降，此時停等車輛數目並不一定，且延滯變化也較大；到後面時段時， $TD^m(k)$ 會趨於一定值，因為此時密度已達飽和狀況，速率比較穩定，而停等車輛數目也大致

維持一定，且總延滯變化較小。在低流量下，因車流量少，車輛不易受限，因此上述之情形並不明顯。

## 2. 時段上總車輛數變化的衝擊指標， $TQ^m(k)$ ：

$TQ^m(k)$ 代表在同一事故區段  $m$  內，第  $k$  時段的總車輛數與第  $(k-1)$  時段的總車輛數之比率，再乘以在發生事故時與無事故時之等候車輛數差。在高流量時，當事故位於下游時，因為所受衝擊之範圍最大，所以此值最大，大部分在 7-25 之內，依次為中游，大部分位於 5-20 之內，然後是上游，大部分位於 0-5 之內；在中流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 2-12 之內，依次為中游，大部分位於 0-6 之內，然後是上游，大部分位於 0-3 之內；在低流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 1-8 之內，依次為中游，大部分位於 0-1 之內，然後是上游，大部分是 0。

在高、中流量下，在前面時段， $TQ^m(k)$  變化較大，因停等車輛離開事故地點之機會大；到後面時段時，因事故上游之車流密度已達飽和狀況，且因變換車道較不易，事故下游車輛也持續較少，因此總車輛數較穩定， $TQ^m(k)$  會趨於一定值。在低流量下，因車流量少，車輛不易受限，所以上述之情形並不明顯。

## 3. 車道變換之延滯的衝擊指標， $LD^m(k)$ ：

$LD^m(k)$ 代表於同一區段  $m$  於時段  $k$  中，發生事故的總延滯與無事故時之總延滯的比率。此值在高、中流量時，因事故所在地點之不同， $LD^m(k)$  會有所不同。在高流量時，當事故位於下游時，因為所受衝擊範圍最大，所以此值最大，大部分在 3-8 之內，依次為中游，大部分位於 1-6 之內，然後是上游，大部分位於 0-4 之內；在中流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 2-16 之內，依次為中游，大部分位於 0-6 之內，然後是上游，大部分位於 0-4 之內；在低流量時，大部分位於 0-100 之內，但並無一定範圍，成分散狀。

在各流量下， $LD^m(k)$  變化並沒有一定之趨勢，因為當無事故時，若上、下游偵測所得之速度相差不多時，則總延滯值很小，發生事故與無事故之總延滯兩者相除時，會造成  $LD^m(k)$  很大；但在下一時段時，可能上、下游偵測所得之速度相差較大，則  $LD^m(k)$  就會較小，如此造成  $LD^m(k)$  變化大之情形。

## 4. 總車輛數變化的衝擊指標， $AQ^m(k)$ ：

$AQ^m(k)$ 代表同一區段  $m$  於時段  $k$  中，封閉車道及相鄰車道上之總車輛

數在發生事故與無事故時之比率。在高、中流量時，因事故所在地點之不同， $AQ^m(k)$ 會有所不同。在高流量時，當事故位於下游時，因為所受衝擊之範圍最大，所以此值最大，大部分位於 1.5-3.0 之內，依次為中游，大部分位於 1.0-2.5 之內，然後是上游，大部分位於 0-0.7 之內；在中流量時，當事故位於下游時， $AQ^m(k)$ 最大，大部分位於 1.0-4.0 之內，依次為中游，大部分位於 0.5-2.0 之內，然後是上游，大部分位於 0.5-1.5 之內；在低流量時，大部分位於 1.5-3.0 之內，但並無一定範圍，成分散狀。

在高、中流量時，因事故上游之車輛數隨時間增加，所以  $AQ^m(k)$  大部分有隨著時間而上揚之趨勢；但在高流量後面時段時，因為車流密度已達飽和狀況，所以會趨緩。

#### 5. 等候車輛與總運行車輛比的衝擊指標， $WT^m(k)$ ：

$WT^m(k)$ 代表事故區段  $m$  中，在同一  $k$  時段內，在封閉車道及相鄰車道內，子系統 1 之車輛數與總車輛數的比值。此值在高、中流量時，因事故所在地點之不同， $WT^m(k)$ 會有所不同。在高流量時，當事故位於下游時，因為所受衝擊之範圍最大，停等車輛最多，所以此值最大，大部分位於 0.9-1.0，依次為中游，大部分位於 0.7-0.9，然後是上游，大部分位於 0-0.7；在中流量時，當事故位於下游時，此值最大，大部分位於 0.9-1.0，依次為中游，大部分位於 0.5-1.0，然後是上游，大部分位於 0-0.7；在低流量時，大部分位於 0-1.0，但並無一定範圍，成分散狀。

在高、中流量下，子系統 1 之車輛數持續增加，因此  $WT^m(k)$  前面時段成明顯上揚之趨勢；但後面時段因車流密度已達飽和，所以有持平之趨勢。

為比較所設計之事故衝擊指標於事故與非事故發生情形下之特性差異，本研究依流量不同及依事故地點距離偵測器之長度不同分別作比較，各取一組無事故之情況與發生事故時作比較，討論其衝擊指標差異。

#### (一) 流量不同下衝擊指標之比較

以事故位於內側車道下游為案例，表 20 至表 22 中，分別表示在高、中、低流量下，一組事故發生與一組無事故時之衝擊指標比較。

由表 11 至表 13 中得知， $TD^m(k)$ 及  $TQ^m(k)$ 在無事故時指標值皆為 0， $LD^m(k)$ 及  $AQ^m(k)$  在無事故時指標值皆為 1。

在高流量時，由表 11 得知， $TD^m(k)$ 、 $TQ^m(k)$ 及  $AQ^m(k)$ 在事故發生時，就整個時間看來，變化有趨於定值之趨勢；主要是因為此時的車流量已漸漸達到飽和，因此等候車輛數或總車輛數皆會趨於一個最大值，所以指標值會趨於一定值。 $LD^m(k)$ 之變化並沒有一定之趨勢，主要是由於無事故時



之偵測所得速度差異所造成。而  $WT^m(k)$  在無事故時，此值在 0.8 至 0.9 之範圍，大約是假設的事故地點上游佔總偵測區之比率，所以可見車流是呈穩定狀況；而事故發生時，此值皆超過 0.95，主要是因為事故地點位於偵測區下游，因此事故上游所受影響範圍大，停等車輛更多，而事故下游的範圍小，還不足以讓通過事故點之車輛變換車道至封閉車道下游，因此整體看來， $WT^m(k)$  就很大。

表 11 高流量情況下事故位於內側車道下游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故        |           |           |           |           | 無事故       |           |           |           |           |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|    | $TD^m(k)$ | $TQ^m(k)$ | $LD^m(k)$ | $AQ^m(k)$ | $WT^m(k)$ | $TD^m(k)$ | $TQ^m(k)$ | $LD^m(k)$ | $AQ^m(k)$ | $WT^m(k)$ |
| 1  | -         | -         | 0.69      | 0.52      | 1.00      | -         | -         | 1         | 1         | 0.78      |
| 2  | 120.68    | 6.86      | 1.23      | 0.70      | 0.94      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.81      |
| 3  | 37.12     | 9.00      | 2.30      | 1.50      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.79      |
| 4  | 255.65    | 13.33     | 5.25      | 1.60      | 0.94      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.90      |
| 5  | 94.77     | 14.25     | 2.34      | 1.90      | 0.95      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.85      |
| 6  | 154.42    | 16.58     | 1.84      | 1.62      | 0.95      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.92      |
| 7  | 232.32    | 17.50     | 39.71     | 2.33      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.78      |
| 8  | 163.36    | 18.37     | 7.21      | 2.38      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.80      |
| 9  | 270.41    | 17.60     | 69.41     | 2.89      | 0.95      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.89      |
| 10 | 175.91    | 18.98     | 6.35      | 3.41      | 0.97      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.82      |
| 11 | 188.76    | 18.97     | 6.37      | 2.50      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.85      |
| 12 | 185.48    | 18.33     | 4.44      | 2.33      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.90      |
| 13 | 209.24    | 19.00     | 6.64      | 2.95      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.83      |
| 14 | 192.35    | 20.36     | 24.41     | 2.85      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.90      |
| 15 | 216.39    | 23.16     | 12.46     | 2.86      | 0.97      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.95      |
| 16 | 281.94    | 25.13     | 4.59      | 4.14      | 0.95      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.69      |
| 17 | 221.42    | 23.59     | 20.06     | 3.80      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 1.00      |
| 18 | 237.17    | 22.19     | 2.55      | 2.29      | 0.96      | 0         | 0         | 1         | 1         | 0.81      |

在中流量時與高流量之情形類似，由表 12 得知， $TD^m(k)$ 、 $TQ^m(k)$ 及  $AQ^m(k)$  在事故發生時，就整個時間看來，變化有趨於定值之趨勢，但可看出仍有可增加之空間，因車輛密度未達飽和總車輛數，且指標值皆比高流量時小； $LD^m(k)$  之變化並沒有一定之趨勢；而  $WT^m(k)$  在無事故時平均值 0.85 大約是假設的事故地點上游佔總偵測區之比率，但車流在中流量時較高流量不穩定，因此有時會偏離此值；而發生事故時， $WT^m(k)$  則明顯較大，大部分為 1.0。

表 12 中流量情況下事故位於內側車道下游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故                     |                        |                        |                        |                        | 無事故                    |                        |                        |                        |                        |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) |
| 1  | -                      | -                      | 1.34                   | 1.09                   | 1.00                   | -                      | -                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 2  | 53.74                  | 5.00                   | 1.43                   | 1.71                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.86                   |
| 3  | 29.15                  | 3.67                   | 0.94                   | 1.00                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 4  | 29.05                  | 2.55                   | 6.46                   | 1.56                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.78                   |
| 5  | 58.92                  | 3.64                   | 1.94                   | 1.42                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.82                   |
| 6  | 11.34                  | 2.82                   | 1.44                   | 1.60                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.78                   |
| 7  | 30.70                  | 2.38                   | 6.04                   | 2.71                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.71                   |
| 8  | 50.48                  | 3.00                   | 15.72                  | 1.73                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.91                   |
| 9  | 23.33                  | 2.42                   | 1.69                   | 1.64                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.93                   |
| 10 | 40.29                  | 3.39                   | 32.26                  | 4.33                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 11 | 18.14                  | 2.23                   | 3.20                   | 3.22                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 12 | 45.36                  | 3.86                   | 13.00                  | 2.55                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 13 | 18.55                  | 3.86                   | 2.59                   | 2.70                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.80                   |
| 14 | 73.81                  | 3.44                   | 12.56                  | 3.88                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 15 | 38.48                  | 4.13                   | 3.16                   | 2.46                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.77                   |
| 16 | 53.74                  | 5.78                   | 27.74                  | 3.36                   | 0.95                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.73                   |
| 17 | 50.60                  | 5.14                   | 7.82                   | 3.80                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.90                   |
| 18 | 47.06                  | 4.21                   | 6.17                   | 3.08                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |

在低流量時，由表 13 得知，TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k)及 AQ<sup>m</sup>(k) 在事故發生時，指標值變化較不穩定，但大致上仍是隨著時間而增加之情形；因此時等候車輛的離去更為容易，所以會有變化較大之情形發生。而 WT<sup>m</sup>(k)，在發生事故時反而較無事故時小，因為在低流量時，當事故發生在偵測區內下游時，車輛容易受限於事故，因此車輛通過事故點時，速度容易下降，而造成車輛較難在同一時段內通過偵測區；而無事故時，WT<sup>m</sup>(k) 介於 0.67-1.0 之間，由此可見在低流量時，車流量並不穩定，因此無事故之 WT<sup>m</sup>(k) 會偏離事故地點上游佔總偵測區之比率，但此時因車輛皆以自由流速率，因此車輛可迅速通過，所以在相同之下游範圍內幾乎無車輛，所以呈現出此種情形；但當低流量事故發生在上游時就不會有這種情形發生。

表 13 低流量情況下事故位於內側車道下游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故                     |                        |                        |                        |                        | 無事故                    |                        |                        |                        |                        |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) |
| 1  | -                      | -                      | 31.70                  | 2.25                   | 0.78                   | -                      | -                      | 1                      | 1                      | 0.75                   |
| 2  | 31.58                  | 4.00                   | 16.77                  | 3.00                   | 0.67                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.67                   |
| 3  | 21.63                  | 2.00                   | 20.95                  | 2.00                   | 0.50                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 4  | 11.28                  | 1.33                   | 7.66                   | 1.60                   | 0.50                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 5  | 16.36                  | 1.00                   | 10.60                  | 1.60                   | 0.50                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.80                   |
| 6  | 5.62                   | 1.00                   | 22.40                  | 2.00                   | 0.50                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 7  | 22.46                  | 1.38                   | 79.84                  | 11.00                  | 0.55                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 8  | 15.40                  | 1.45                   | 91.55                  | 8.00                   | 0.63                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 9  | 34.53                  | 3.75                   | 35.43                  | 5.00                   | 0.60                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 10 | 34.66                  | 2.70                   | 37.10                  | 1.50                   | 0.56                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 11 | 29.32                  | 3.00                   | 35.68                  | 3.00                   | 0.67                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 12 | 38.19                  | 4.44                   | 17.36                  | 3.33                   | 0.80                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 13 | 43.99                  | 3.50                   | 12.30                  | 1.17                   | 0.86                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.71                   |
| 14 | 39.42                  | 6.86                   | 62.72                  | 6.00                   | 0.92                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 15 | 139.28                 | 8.00                   | 47.99                  | 4.00                   | 0.83                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.67                   |
| 16 | 74.78                  | 6.67                   | 18.08                  | 1.67                   | 1.00                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.83                   |
| 17 | 90.50                  | 8.80                   | 32.54                  | 2.20                   | 0.91                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |
| 18 | 69.04                  | 10.18                  | 129.58                 | 7.00                   | 0.79                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 1.00                   |

由以上討論，在高、中、低流量時，以一組無事故與一組發生事故作比較，發現 TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k) 及 AQ<sup>m</sup>(k) 指標皆可明顯分辨有無事故，因此可充分說明車流因發生事故所受影響；而 WT<sup>m</sup>(k) 在高、中流量時，則可充分說明發生事故所造成之等候車流影響。

## (二) 事故地點距離偵測器之長度不同下衝擊指標之比較

以高流量時，事故位於中間車道為案例，表 14 至表 16 中，分別表示事故位於偵測區內上游、中游、下游，一組事故發生與一組無事故時之衝擊指標比較。

由表 14 至表 16 得知，TD<sup>m</sup>(k) 及 TQ<sup>m</sup>(k) 在無事故時指標值皆為 0，LD<sup>m</sup>(k) 及 AQ<sup>m</sup>(k) 在無事故時指標值皆為 1。

當事故位於上游，由表 14 中可看出，TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k) 及 AQ<sup>m</sup>(k) 在事故發生時變化不穩定。且 AQ<sup>m</sup>(k) 明顯可看出在事故發生時是小於無事故時之值，因為高流量情況下，車輛密度原本就較高，而事故發生時，偵測區內之事故上游範圍小，因此停等車輛有限，再加上只有少數車輛能夠通過事故點，因此總車輛數並沒有無事故時多。而 WT<sup>m</sup>(k) 在發生事故時，有不穩定跳動之情形，但數值仍明顯較無事故時大。

表 14 高流量情況下事故位於中間車道上游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故                     |                        |                        |                        |                        | 無事故                    |                        |                        |                        |                        |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) |
| 1  | -                      | -                      | 0.84                   | 0.59                   | 0.26                   | -                      | -                      | 1                      | 1                      | 0.25                   |
| 2  | 13.39                  | 1.89                   | 0.40                   | 0.58                   | 0.28                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.16                   |
| 3  | 62.45                  | 3.33                   | 1.98                   | 0.65                   | 0.35                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.19                   |
| 4  | 31.64                  | 4.20                   | 1.10                   | 0.88                   | 0.38                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.25                   |
| 5  | 69.35                  | 3.81                   | 1.89                   | 0.91                   | 0.40                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.27                   |
| 6  | 39.65                  | 4.20                   | 1.10                   | 0.72                   | 0.48                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.17                   |
| 7  | 37.16                  | 2.62                   | 0.81                   | 0.38                   | 0.36                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.17                   |
| 8  | 25.85                  | 1.64                   | 1.60                   | 0.35                   | 0.44                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.15                   |
| 9  | 6.67                   | 1.00                   | 1.23                   | 0.41                   | 0.44                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.23                   |
| 10 | 12.09                  | 0.89                   | 1.12                   | 0.33                   | 0.50                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.21                   |
| 11 | 9.81                   | 0.63                   | 1.09                   | 0.17                   | 0.60                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.24                   |
| 12 | 8.43                   | 1.20                   | 0.98                   | 0.17                   | 0.33                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.19                   |
| 13 | 0.00                   | 0.00                   | 1.15                   | 0.31                   | 0.17                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.15                   |
| 14 | 0.00                   | 0.00                   | 0.34                   | 0.30                   | 0.10                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.15                   |
| 15 | 0.00                   | 0.00                   | 0.18                   | 0.22                   | 0.13                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.17                   |
| 16 | 0.00                   | 0.00                   | 0.22                   | 0.26                   | 0.13                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.13                   |
| 17 | 0.00                   | 0.00                   | 1.42                   | 0.39                   | 0.18                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.14                   |
| 18 | 0.00                   | 0.00                   | 0.47                   | 0.41                   | 0.25                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.10                   |

當事故位於中游，由表 15 可看出，TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k)及 AQ<sup>m</sup>(k)在發生事故時，變化較事故位於上游時穩定。而 WT<sup>m</sup>(k)在發生事故時，數值大部分都接近 0.8，無事故時，因為車輛分佈較均勻，所以數值是在 0.5 附近跳動。

表 15 高流量情況下事故位於中間車道中游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故                     |                        |                        |                        |                        | 無事故                    |                        |                        |                        |                        |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) |
| 1  | -                      | -                      | 1.19                   | 0.56                   | 0.67                   | -                      | -                      | 1                      | 1                      | 0.53                   |
| 2  | 8.21                   | 1.22                   | 0.70                   | 0.71                   | 0.73                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.42                   |
| 3  | 94.69                  | 6.14                   | 3.15                   | 0.87                   | 0.81                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.50                   |
| 4  | 105.88                 | 7.78                   | 3.37                   | 1.25                   | 0.77                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.46                   |
| 5  | 74.49                  | 7.23                   | 3.54                   | 1.41                   | 0.84                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.59                   |
| 6  | 72.72                  | 9.87                   | 1.68                   | 1.17                   | 0.82                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.59                   |
| 7  | 153.34                 | 10.59                  | 2.54                   | 1.24                   | 0.86                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.45                   |
| 8  | 135.57                 | 12.22                  | 4.80                   | 1.54                   | 0.83                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.46                   |
| 9  | 98.18                  | 8.50                   | 5.42                   | 1.55                   | 0.88                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.57                   |
| 10 | 77.19                  | 8.24                   | 3.96                   | 1.46                   | 0.83                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.56                   |
| 11 | 65.54                  | 8.23                   | 3.21                   | 1.24                   | 0.81                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.55                   |
| 12 | 94.78                  | 7.78                   | 4.05                   | 0.97                   | 0.80                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.56                   |
| 13 | 69.18                  | 6.80                   | 3.14                   | 0.87                   | 0.76                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.49                   |
| 14 | 49.00                  | 5.82                   | 1.80                   | 1.00                   | 0.79                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.48                   |
| 15 | 51.69                  | 4.55                   | 1.84                   | 0.83                   | 0.73                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.54                   |
| 16 | 28.12                  | 3.00                   | 2.05                   | 0.97                   | 0.73                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.45                   |
| 17 | 28.81                  | 3.50                   | 3.41                   | 1.25                   | 0.71                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.54                   |
| 18 | 34.88                  | 3.09                   | 1.46                   | 1.24                   | 0.72                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.43                   |

當事故位於下游，由表 16 可看出，TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k)及 AQ<sup>m</sup>(k)在發生事故時有隨時間收斂之情形，且比事故位於中游時更為明顯，指標值也較大。而 WT<sup>m</sup>(k)在發生事故時，也是較無事故時大。

表 16 高流量情況下事故位於中間車道下游與無事故時之衝擊指標比較

| 時段 | 事故                     |                        |                        |                        |                        | 無事故                    |                        |                        |                        |                        |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|    | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) | TD <sup>m</sup><br>(k) | TQ <sup>m</sup><br>(k) | LD <sup>m</sup><br>(k) | AQ <sup>m</sup><br>(k) | WT <sup>m</sup><br>(k) |
| 1  | -                      | -                      | 2.44                   | 0.69                   | 0.95                   | -                      | -                      | 1                      | 1                      | 0.81                   |
| 2  | 0.00                   | 0.00                   | 0.69                   | 0.94                   | 0.93                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.90                   |
| 3  | 63.43                  | 3.52                   | 3.49                   | 1.10                   | 0.94                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.86                   |
| 4  | 83.37                  | 5.06                   | 5.13                   | 1.79                   | 0.95                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.79                   |
| 5  | 66.80                  | 8.30                   | 4.84                   | 2.32                   | 0.98                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.95                   |
| 6  | 161.31                 | 12.73                  | 4.16                   | 2.03                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.93                   |
| 7  | 80.57                  | 12.12                  | 3.01                   | 2.24                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.72                   |
| 8  | 119.96                 | 14.43                  | 3.96                   | 2.58                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.84                   |
| 9  | 95.95                  | 9.85                   | 4.36                   | 3.00                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.82                   |
| 10 | 143.97                 | 7.53                   | 6.79                   | 2.96                   | 0.99                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.88                   |
| 11 | 110.69                 | 10.00                  | 7.43                   | 2.45                   | 0.96                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.86                   |
| 12 | 93.65                  | 9.01                   | 7.43                   | 1.78                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.89                   |
| 13 | 72.61                  | 8.00                   | 5.28                   | 1.64                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.79                   |
| 14 | 75.55                  | 9.42                   | 3.11                   | 2.03                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.82                   |
| 15 | 134.15                 | 10.84                  | 3.76                   | 1.83                   | 0.94                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.86                   |
| 16 | 110.85                 | 11.27                  | 4.13                   | 2.00                   | 0.95                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.74                   |
| 17 | 114.63                 | 11.23                  | 6.83                   | 2.07                   | 0.97                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.79                   |
| 18 | 132.79                 | 13.22                  | 2.56                   | 2.03                   | 0.95                   | 0                      | 0                      | 1                      | 1                      | 0.82                   |

由以上討論及表 14 至表 16 得知，事故位於下游時，偵測區內所受衝擊較大，直接反映在五個衝擊指標上，包括 TD<sup>m</sup>(k)、TQ<sup>m</sup>(k)、LD<sup>m</sup>(k)及 AQ<sup>m</sup>(k)會隨時間趨於一定值，WT<sup>m</sup>(k)在事故發生與無事故之差值很大。事故位於中游時，衝擊指標之趨勢也有相同情形，但因為事故發生於偵測區中游時，此偵測區所受影響較事故位於偵測區內下游時小，因此衝擊指標的表現上也有較小之趨勢。事故位於上游時，因為受影響較大應該是偵測區之上游，因此對於整個偵測區來說，事故所造成之衝擊較事故發生於其他地方小，衝擊指標也反映出此種趨勢，但明顯與事故發生在中游及下游時不同；尤其是 AQ<sup>m</sup>(k)在發生事故時反而較無事故時小，但只限於高流量之情形，在中流量及低流量時就不同，主要是因為高流量原本的車輛密度就很大所造成的結果。

根據以上事故與無事故之衝擊指標計算，可分別繪製一衝擊指標比較圖。此衝擊指標圖以 TD<sup>m</sup>(k)為 X 軸，以 TQ<sup>m</sup>(k)為 Y 軸，以時段為 Z 軸；為顯示方便，Y 軸以 TQ<sup>m</sup>(k)×10 為單位。TD<sup>m</sup>(k)表示停等延滯的嚴重程度，

可代表時間上之損失，而  $TQ^m(k)$  表示等候車輛數累積之情況，代表空間上之擁擠程度，由此兩軸再加上時段軸來作圖，可清楚表示事故發生時，延滯及車輛數之嚴重情形，並可了解其趨勢。以下將衝擊指標圖依流量不同及依事故地點距離偵測器之長度不同分別作比較。

#### (一) 流量不同下衝擊指標圖之比較

以事故位於內側車道下游為案例，圖 7 至圖 9 中，分別表示在高、中、低流量下，事故發生時與無事故時之衝擊指標圖。

在高流量之情況下，由圖 7 可發現在事故發生時，不管是  $TD^m(k)$  或  $TQ^m(k)$  皆是上升之現象，在前面開始之時段，尤其明顯，到後面的階段則因為車輛已漸漸到達飽和狀況，延滯及車輛數增加有限，因此隨著時間增加會趨於一定值，因此圖形在理想狀況下是呈一螺旋線形，在圖 10 中，可明顯看出近似螺旋線形。而無事故時，線形是位於事故時的下方，明顯顯示  $TD^m(k)$  及  $TQ^m(k)$  皆比事故時小許多。

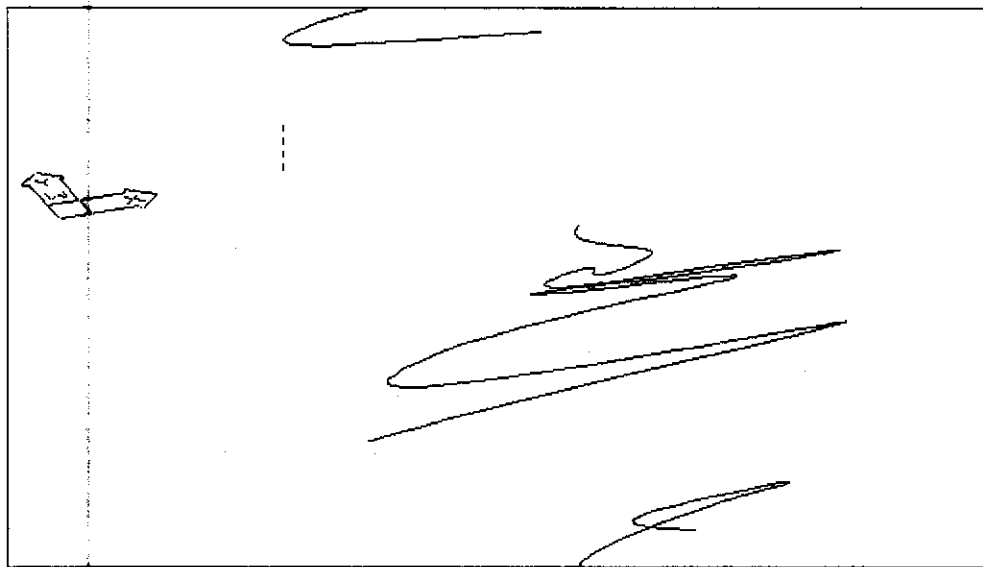


圖 7 在高流量情況下事故位於內側車道下游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

在中流量之情況下，由圖 8 中可發現在事故發生時， $TQ^m(k)$  是上升之情形，而  $TD^m(k)$  則稍微會有上下變動之情形。因為在開始時，中流量之車流量並不高，車輛的離去並不困難；但隨著時間的增加，等候車輛數漸漸增加，車輛就不容易變換車道或離開事故地點，因此延滯及車輛數是增加

的情況。在中流量時，車輛密度並沒有高流量高，因此延滯及車輛數仍有持續成長之空間，所以事故發生時之整體線形是往上升之一段曲線。而無事故時，之線形是位於事故時線形的下方，明顯顯示  $TD^m(k)$  及  $TQ^m(k)$  皆比發生事故時小。

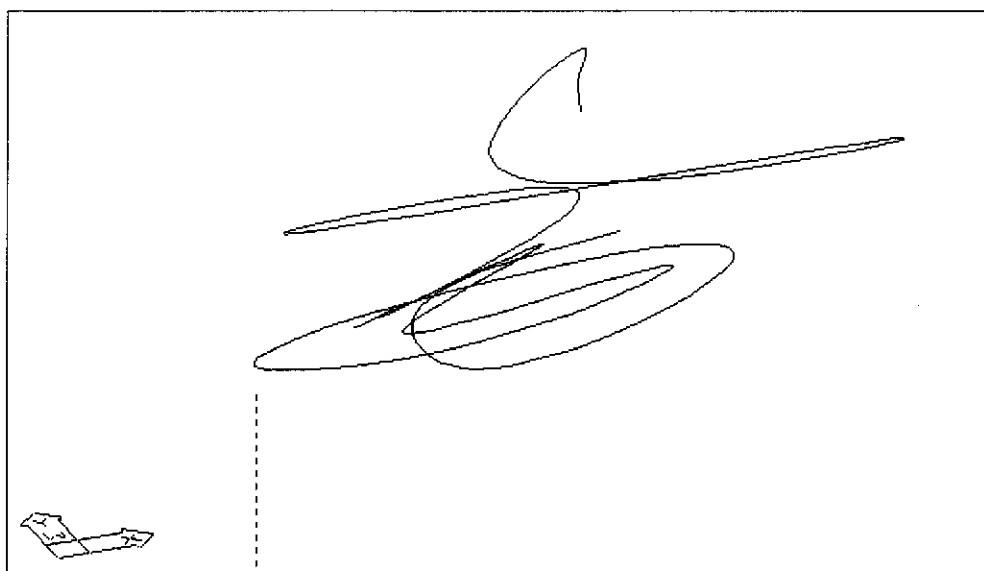


圖 8 在中流量情況下事故位於內側車道下游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

在低流量之情況下，由圖 9 中可發現事故發生時  $TD^m(k)$  及  $TQ^m(k)$  之趨勢為隨時間增加，在低流量時，在無事故之情況下，車輛幾乎以自由流速率行駛，且也無車輛延滯之情形，因此若此時發生事故，則車輛直接受影響，速度不能保持自由流速率，造成延滯增加，及少許等候車輛；因此產生如圖 9 中之情形。



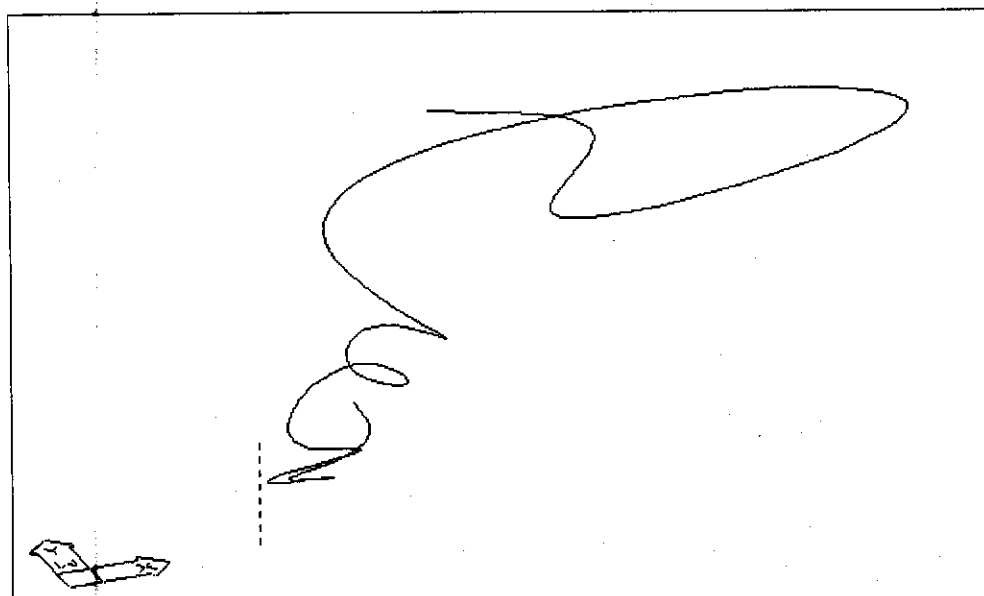


圖 9 在低流量情況下事故位於內側車道下游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

由以上討論得知，當事故發生在不同流量之情況下，衝擊指標的整體趨勢會有不同。在高、中、低流量時， $TD^m(k)$ 及 $TQ^m(k)$ 在發生事故與無事故之差值都很明顯。而高流量時， $TD^m(k)$ 及 $TQ^m(k)$ 會隨著時間而增加，但到後面時段會趨於平緩；中流量時， $TD^m(k)$ 及 $TQ^m(k)$ 會隨著時間而增加，但因車輛密度沒有高流量時大，因此整體會有持續上升之情形；低流量時，整體有增加的趨勢，但在相鄰時段之間會有上下變動之情形。

## (二) 事故地點距離偵測器之長度不同下衝擊指標圖之比較

以高流量情形下，事故位於中間車道為案例，圖 10 至圖 12 中，分別表示事故位於偵測區內上游、中游、下游，比較事故發生時與無事故時之衝擊指標圖。

在事故位於偵測區內上游時，由圖 10 可看出， $TD^m(k)$ 及 $TQ^m(k)$ 之變化，沒有一定趨勢。因為在此時，車輛聚集在事故上游地區，但上游地區只佔偵測一小部分，因此變化情形會較大。

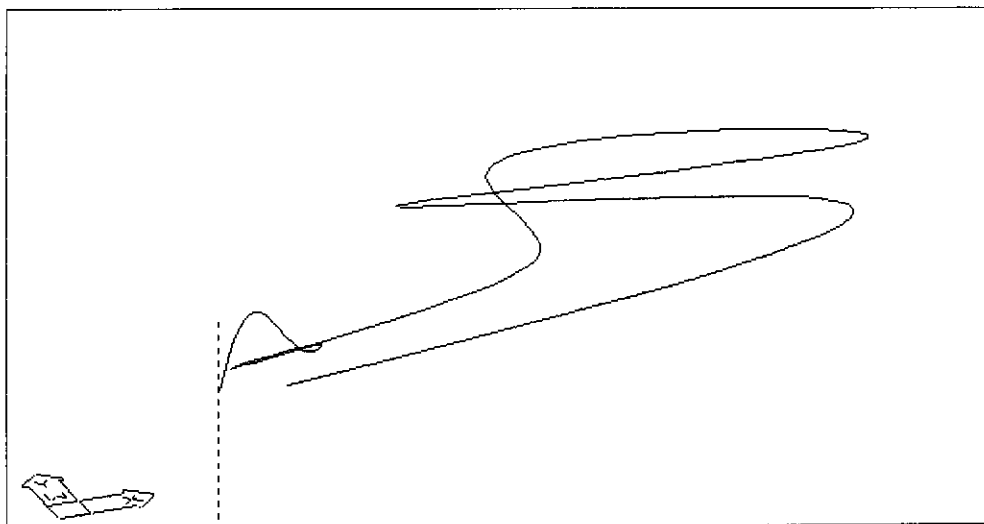


圖 10 在高流量情況下事故位於中間車道上游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

在事故位於偵測區內中游時，由圖 11 可看出， $TD^m(k)$ 及  $TQ^m(k)$ 在無事故之線形位於圖中之下方。且發生事故時，會有前面敘述的高流量時， $TD^m(k)$ 及  $TQ^m(k)$ 會隨著時間增加而稍有收斂之情形發生，而有類似螺旋線形的產生。

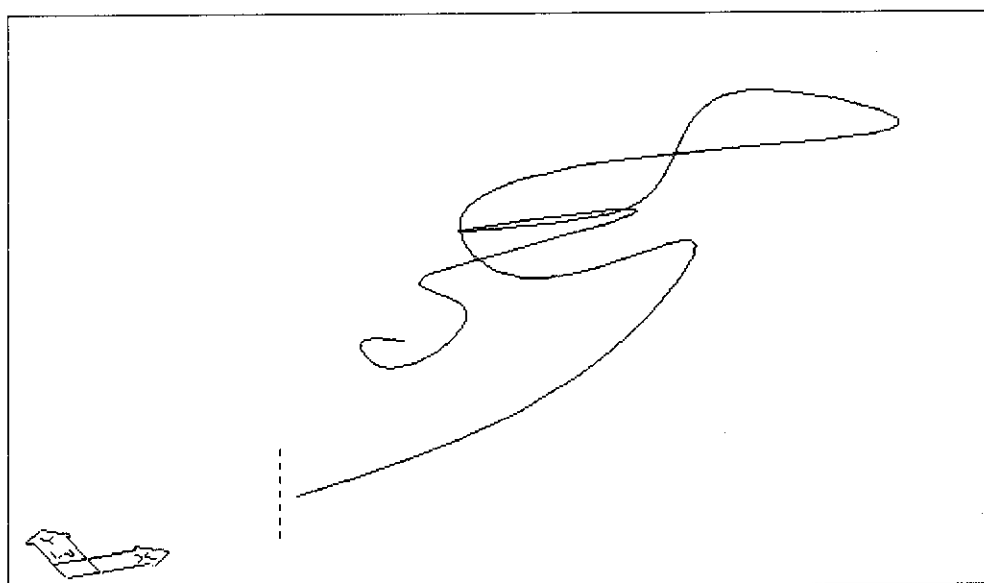


圖 11 在高流量情況下事故位於中間車道中游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

在事故位於偵測區內下游時，由圖 12 可看出， $TD^m(k)$ 及  $TQ^m(k)$ 在發

生事故時皆大於無事故之情形，且有隨著時間而收斂之情形，因此有螺旋線形產生，且比事故位於中游時更明顯。由圖 15 與圖 14 之比較，可明顯發現無事故時的線形位於發生事故時的更下方，也就是當事故發生於下游時，偵測區所受到之衝擊會更大。

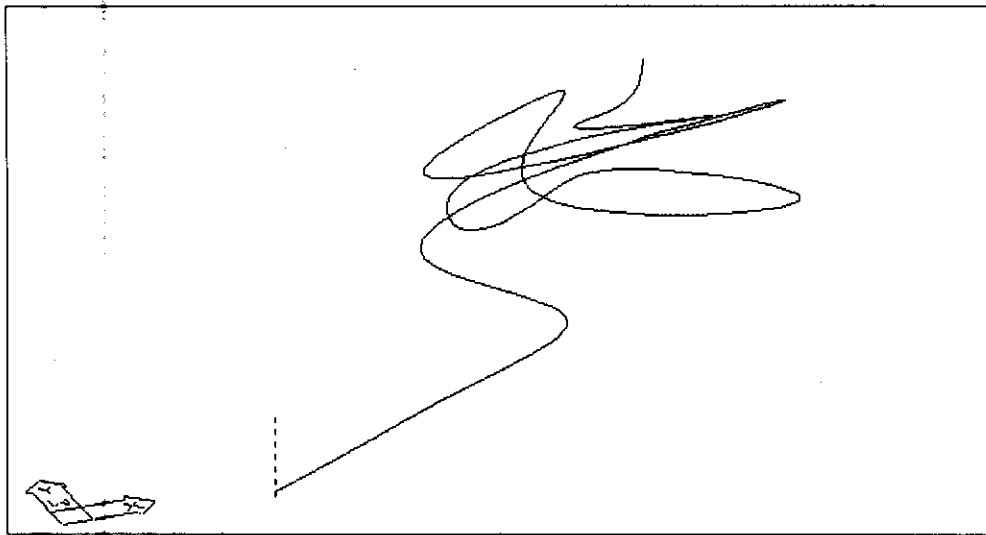


圖 12 在高流量情況下事故位於中間車道下游之衝擊指標圖  
(實線為事故發生時，虛線為無事故時)

由以上討論得知，在高流量時，事故位於偵測區內之地點不同，衝擊指標的表現也不同。 $TD^m(k)$ 及 $TQ^m(k)$ 之指標值會因事故發生地點而大小不同，當事故位於下游時，所受影響最大，其次為中游，最小為上游；因為事故位於偵測區下游時，偵測區內事故上游的區段較大，因此所受到的影響也較嚴重；而事故位於偵測區上游時，偵測區內事故上游區段小，因此所受較大影響應是整個偵測區的上游，因此偵測區所受衝擊就較小。

### 3.3 模式應用

為進一步確認方法論之實用性，本研究主要將針對所研究路段（三車道，1 公里長之主要路段）於高流量時，發生不同事故之情況下，進行模擬實驗，並運用所發展模式，針對不同案例，計算其即時事故衝擊，以提供後續研究分析探討之依據。

本實驗設計中，將對控制變因予以簡化，目前僅視事故之時間因子為唯一變數進行模擬實驗，亦即固定事故之空間因子，包括事故位置、發生車道，再針對不同之事故延時（incident duration），包括 10 分鐘、20 分鐘、30 分鐘及 1 小時等進行車流模擬，並利用所發展之模式分別估算其動態延

滯、等候線長度、及相關之動態衝擊指標。本實驗設計因考量上下午尖峰之高流量狀態常對國內高速公路事故造成巨大交通衝擊，故模擬之事故型態主要為高流量狀態下（1700vphl），事故發生於虛擬偵測區內之中間車道下游位置。表 17 為以上所述四種事故案例之屬性整理表；表 18 則為各案例動態衝擊預測值，包括延滯、等候線長度及相關指標之歸納整理。

表 17 事故案例之屬性整理表

| 事故屬性設定 |            |      |      |          |
|--------|------------|------|------|----------|
| 事故案例   | 車流量 (vphl) | 事故位置 | 發生車道 | 事故延時 (分) |
| 案例一    | 1700       | 下游   | 中間車道 | 10       |
| 案例二    | 1700       | 下游   | 中間車道 | 20       |
| 案例三    | 1700       | 下游   | 中間車道 | 30       |
| 案例四    | 1700       | 下游   | 中間車道 | 60       |

表 18 應用實例之事故衝擊預測值整理表

| 事故屬性設定 |               |                   |                         |
|--------|---------------|-------------------|-------------------------|
| 事故案例   | 平均延滯<br>(秒/輛) | 平均等候線<br>(輛/單位時階) | 衝擊指標期望值<br>$E[LD^m(k)]$ |
| 案例一    | 105.06        | 26                | 3.26                    |
| 案例二    | 135.44        | 62                | 4.20                    |
| 案例三    | 203.16        | 104               | 6.30                    |
| 案例四    | 268.61        | 110               | 8.32                    |
| 非事故情況下 |               |                   |                         |
| 無事故    | 32.27         | 0.8               | 1                       |

由以上初步之實驗設計中可歸納幾項重要結果與發現：

1. 車輛平均延滯隨事故延時增長，確有顯著增加之趨勢，增加之原因主要係由停等延滯突增所造成。
2. 事故發生時等候線長度隨事故延時增長亦有明顯增加之趨勢，然而當事故延時增加至某一程度（如 30 分鐘以上），則等候線長度增加程度有減緩之趨勢。
3. 實驗中所用之衝擊指標  $LD^m(k)$ ，確實具有反應衝擊嚴重程度之效果：其

每一單位時階所計算之動態預測值除可用於即時事故交通管理與控制策略設計外，整合後之期望值更直接可用以顯示相較於非事故情況下，事故對交通之衝擊程度（如表 18 所示），以進一步供先進用路者資訊系統及先進交通管理系統之用。

4. 本應用案例僅就事故延滯進行初步分析探討，未來於後續相關研究中，實可進一步針對事故位置、封閉車道數等其他影響因子進行分析探討，並結合其他已設計之衝擊指標，以確立本研究之實用價值。

## 四、結論與建議

### 4.1 結論

國內高速公路的交通量已趨近最大服務容量，一旦發生交通事故，容易造成嚴重之車流延滯及車輛停等情形，因此本研究針對高速公路事故發生所造成的車流衝擊影響去作即時預測。

綜觀本研究之方法論發展過程與測試，其具體結論可歸納如下：

1. 本研究所建立之事故發生對高速公路車流衝擊之預測模式，為一非連續性、非線性之動態隨機模式；用以即時預測事故發生後，車道內及各車道間之動態車流行為，再利用預測得的系統狀態變數，求得各子系統之車輛數及延滯，進一步預測即時之事故衝擊指標，以評估事故所造成之車流衝擊。車流衝擊指標主要依時間、空間上延滯及車輛數的變化來訂定，可充分表示事故對車流之衝擊。
2. 事故位於中間車道時，事故上游之總車道變換率較事故位於外側車道或內側車道之車道變換率高，而事故上游之停等車輛也因車道變換率高而較少。
3. 車道變換率在事故發生於上游地區時最大，其次為中游地區，最小為下游地區。因發生事故時，車輛通常會離事故點較近處變換車道；且偵測區內，事故位於上游之車輛數相對於事故位於中游及下游較少，因此車道變換之比率較高。
4. 本研究所建立之五種事故衝擊指標；在高、中流量時，車流密度漸漸接近飽和，因而  $TD^m(k)$  及  $TQ^m(k)$  就整個事故發生期間看來，有接近 1.0 之趨勢，因此與無事故時之情形明顯不同；而中流量時，車流密度之飽和程度並沒有高流量大，所以整體之  $TD^m(k)$  及  $TQ^m(k)$  績效表現並沒有高流量好；但低流量時，因車流密度不高，因此並沒有此種趨勢。在高、中、低流量下， $LD^m(k)$ 、 $AQ^m(k)$  及  $WT^m(k)$  會因為事故發生與否，

造成指標值相差很大，因此可區分事故之有無。故此五個衝擊指標皆能說明高速公路車流因事故所受之影響。

5. 由衝擊指標圖中，事故有無之線型比較，在高、中、低流量下，差異皆不同，可見衝擊指標在各流量下，皆可充分說明事故發生時對車流所造成之衝擊影響；且事故發生有無之衝擊指標比較，會因為流量之不同而有不同表現。在圖中，最明顯之線型是當事故發生在高流量情況下，因車流密度會趨於飽和，所以衝擊指標隨時間增加會趨於一定值，此時衝擊指標圖因而呈現向上之螺旋形。

## 4.2 建議

本研究之具體建議如下：

1. 本研究在高速公路事故衝擊方面，算是初步之研究，因此只針對高速公路車流狀況較為穩定之主線路段發生事故之情形予以討論，對於高速公路上、下匝道路段及交織路段因其車流行為複雜，並沒有考慮，所以未來後續研究可朝此方向，甚至擴充至平面道路系統。
2. 本研究中，利用 CORSIM 軟體所模擬得到之資料樣本數並不多，因此在模式驗證與案例分析時，只能運用有限之資料，來作分析與討論，因此較容易發生偏差之情形。未來在作此類分析時，可將交通資料加以擴充，使資料樣本數更為豐富，進而作更精緻之分析；如應用在衝擊指標圖方面，增加更多的樣本點，可更容易看出整體之趨勢及特殊處。
3. 本研究訂定之事故衝擊指標，只是在剛發展之階段，未來可針對這些指標之後續應用與實例進一步探討、修正或擴充，並訂定其門檻值，使事故管理系統在應用上更為方便。
4. 本研究所探索之領域實屬自動事故偵測與管理，目前該領域發展瓶頸之一即是事故偵測之功能僅局限於判斷事故發生之有無，而缺乏偵測與管理之間的功能鏈結，亦即即時事故衝擊預測；故本研究所發展之方法於應用上，實可視為國內外相關發展之先驅，更可提供後續相關學術研究發展之基礎。

## 參考文獻

1. 交通部運輸研究所，運輸政策白皮書，民國 84 年 5 月。
2. 毛治國，「智慧化運輸系統的特性與我國的推動策略」，民國 87 年 9 月 1 日。

3. 交通部運輸研究所，建立高速公路意外事故偵測系統之研究，民國 85 年 8 月。
4. 吳麗敏，臺灣地區現階段高速公路偵測與意外事件處理模式之分析，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 79 年 6 月。
5. 徐道國，高速公路意外事故車輛延滯時間之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
6. H. Al-Deek, A. Garib, and A. E. Radwan, "New Method for Estimating Freeway Incident Congestion", Transportation Research Record 1494, pp.30-39, July 1995.
7. A. Skabardonis, K. Petty, H. Noeimi, D. Rydzewski, and P. P. Varaiya, "I-880 Field Experiment: Data-base Development and Incident Delay Estimation Procedures", Transportation Research Record 1554, pp.204-212, Sep. 1996.
8. 王文麟，交通工程學-理論與實用，民國 69 年 9 月。
9. 沈良珍，高速公路事故發生對車流衝擊之即時預測，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
10. 國道高速公路局，八十四年度高速公路交通動態資料調查報告，民國 84 年。
11. J. B. Sheu, Stochastic Estimation of Lane-Changing Probabilities and Its Application to Incident Detection, Ph.D. Thesis, University of California, Irvine, U.S.A., 1997.
12. 邱顯鳴，結合車道變換率之事件偵測新演算法研究，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 84 年 6 月。
13. J. B. Sheu, "A Stochastic Modeling Approach to Dynamic Prediction of Section-Wide Inter-Lane and Intra-Lane Traffic Variables Using Point Detector Data", Transportation Research-Part A, 33A (2), pp. 79-100, Jan. 1999.
14. J. B. Sheu and S. G. Ritchie, "A New Methodology for Incident Detection and Characterization on Surface Streets", Transportation Research-Part C, 6C(5-6), pp.315-335, May 1999.
15. 龔哲弘，FRESIM 模式應用於中山高速公路新市-楠梓路段速限控制之模擬，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 86 年 7 月。
16. 李謀和，高速公路幾何設計方案之模擬評估-FRESIM 模式之應用，國

- 立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 84 年 6 月。
17. 許添本、邱顯鳴，「事件對高速公路之車流衝擊分析」，中華民國運輸學會第十屆論文研討會論文集，pp.421-428，民國 84 年 10 月。
  18. Federal Highway Administration, Traffic Software Integrated System 97 User's Guide, June 1997.
  19. 許添本，交通工程學講義，民國 87 年 10 月。
  20. 交通部運輸研究所，建立高速公路事件管理系統之研究，民國 84 年 10 月。
  21. 交通部台灣區國道新建工程局，先進交控系統與本土化之研究，民國 85 年 7 月。
  22. 許添本，交通模擬整合系統使用手冊，台灣大學土木工程學研究所，民國 87 年 5 月。
  23. 黃國平、吳麗敏，「中山高速公路意外事件處理分析」，中華民國運輸學會第七屆學術論文研討會論文集，pp.167-180，民國 81 年 12 月。
  24. 卓明君，突變理論應用在交通車流模式之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
  25. 交通部運輸研究所，台灣地區高速公路容量與服務水準評估指標之研究，民國 82 年 11 月。
  26. 交通部運輸研究所，高速公路基本路段容量分析手冊，1997 年 11 月。
  27. C. L. Dudek, "Freeway Incidents and Special Events: Scope of the Problem", Transportation Research Circular 326, pp.5-12, 1987.
  28. J. M. McDermott, "Incident Detection and Response", Transportation Research Circular 326, pp.13-18, 1987.
  29. H. M. Aldeek, S. S. Ishak, and A. A. Khan, "Impact of Freeway Geometric and Incident Characteristics on Incident Detection", Journal of Transportation Engineering, pp.440-446, Nov.-Dec. 1996.
  30. H. Zhang and S. G. Ritchie, "Real-Time Decision-Support System for Freeway Management and Control", Journal of Computing in Civil Engineering, pp.35-51, 1994.
  31. Merrell E. Goolsby, Wilbur Smith, "Influence of Incident on Freeway Quality of Service", Highway Research Record 349, pp.41-46, 1971.
  32. C. J. Messer, C. L. Dudek and J. D. Friebele, "Method for Predicting Travel Time and Other Operational Measures in Real-Time During Freeway



Incident Conditions", Highway Research Record 461, pp.1-16, 1973.

33. R. E. Walpole and R. H. Myers, Probability and Statistics for Engineers and Scientists, 5<sup>th</sup> ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

34. FHWA, ITRAF 2.0 User's Guide, April 1997.

## 旅行時間價值衡量方式之探討

蕭銘雄\*

### 摘要

本研究從時間價值的經濟理論著手，首先說明時間價值的內涵、以及其與工資率的關聯，並澄清衡量時間效益的一些問題。接著，本研究說明時間價值與個人所得、可使用時間資源、以及其他社經因素的關聯，並說明實務上常用的區隔分析方式。最後，本研究彙整實務上常用來估計時間價值的顯示性偏好與敘述性偏好資料之優缺點，並以一運具選擇實例作實證分析研究，證實敘述性偏好資料之估計效率確實較顯示性偏好為佳，且透過區隔分析，證實個人所得較高者、可使用時間較低者、以及從事公務旅次者，傾向有較高之時間價值，此結果與一般認知相符。

**關鍵詞：**時間價值，區隔分析，顯示性偏好，敘述性偏好。

### 一、前言

對個體來說，時間是有限資源，而且可以從時間的使用獲得滿足，所以會有它的價值存在。就此點而言，時間與商品是相同的，只是大部份商品的價值有市場價格可循，但時間卻沒有，因此會產生衡量時間價值的課題。

實務上衡量旅行時間價值 (value of travel time, VOT) 的方式有很多，例如早期的營運成本法，直接訪問法，以及個體選擇模式等。營運成本法大體上是利用兩替選方案 (例如收費公路與不收費公路) 的旅行成本差額與旅行時間差額的比值求得 VOT，因作法較為粗略，近來已不多見。

直接訪問法則較為常見，例如 Hensher (1976a; 1976b) 直接詢問旅客，在何種情況下 (例如旅行成本、旅行時間、或其它變數改變的情況下)，會考慮放棄目前所搭乘的運具，而改搭乘另一運具，目的在找出旅客對兩替選運具的偏好無差異時的屬性變數值，特別是旅行成本值與旅行時間值，由此衡量出 VOT。Hauer and Greenough (1982) 的方式是在車站訪問旅客，實際給予金錢補償，希望旅客能改搭下一班次，由此衡量出 VOT。另外，最近國內交通部統計處 (民國 85 年) 亦以直接訪問法作全國性的 VOT

\* 真理大學 企業管理系

調查。

然最爲普遍的是個體選擇模式，以運具選擇爲例，若其間接效用函數定義爲：

$$V_m = \beta_1 t_m + \beta_2 c_m + \varepsilon_m \quad (1)$$

其中， $V_m$  爲個體之間接效用函數， $t_m$  與  $c_m$  爲運具  $m$  的旅行時間與旅行成本， $\beta_1$  與  $\beta_2$  爲參數， $\varepsilon_m$  爲誤差項，則旅行時間價值(VOT)可推導爲：

$$VOT = \frac{\partial V / \partial t_m}{\partial V / \partial c_m} = \frac{\beta_1}{\beta_2} \quad (2)$$

此 VOT 便可用來評估運輸投資所產生的效益或其它社會成本。此一方式因以經濟理論爲基礎，在應用上較直接訪問法具說服力。

這些估計 VOT 之方式雖已普遍化，但實務上仍存在許多混淆之處有待釐清，例如：①早期估計出之 VOT 大多與工資率做比較，它的依據爲何？爲何現今較少做這樣的比較？②若實務上估計出之 VOT 爲 5 (元/分鐘)，則當旅運者節省 10 分鐘時，是不是代表他所獲得的利益是：5×10=50 元；又當他節省 100 分鐘時，是不是代表他獲得的利益是 5×100=500 元……？VOT 的計算可以這樣予以類推嗎？③由(2)式所估計出之 VOT 爲常數，代表所有旅運者的 VOT 都相同，如此合理嗎？④實務上用來估計 VOT 的資料不是顯示性偏好 (revealed preference, RP) 資料，便是敘述性偏好 (stated preference, SP) 資料，但這兩種資料在估計 VOT 時，真正的差異在哪裡？

本研究主要便是在探討這些目前存在的問題，在下一節中，我們首先說明運具選擇模式的經濟理論基礎，指出它所推導出之 VOT 與工資率的關係，並澄清效益計算上的混淆。接著，我們探討區隔分析問題，也就是如何按個體不同之社經情況，分別區隔估計其 VOT；此外，本研究亦探討 RP 與 SP 資料上的差異與缺失，最後並以一運具選擇實例說明些問題的實際情況。

## 二、旅行時間價值的經濟理論基礎

傳統的時間價值理論將個體的時間分爲工作與休閒兩部份，工作可以產生所得，供休閒所使用。由於所得與休閒都是個體所需要的，因此傳統時間價值理論的基本模式爲：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\{I, L\}} \quad & U(I, L) \\ \text{s.t.} \quad & wT_w = I \\ & L + T_w = T \end{aligned} \quad (3)$$

其中， $U(\cdot)$ 為個體的效用函數， $T_w$ 為工作時間， $L$ 為休閒時間， $w$ 為工資率， $I$ 為個體所得， $T$ 為個體可使用的時間。根據此一模式，工作時間的減少，可以使休閒時間增加，但必須以減少所得為代價；相對的，工作時間的增加，可以使所得增加，但必須以減少休閒時間為代價。因此不論工作時間或休閒時間，都可以用所得來衡量它的價值，如此稱為工作的時間價值或休閒的時間價值。

一般從事工作與休閒活動時，難免要花費一定的旅行時間與旅行成本從事旅運活動。在大多數情況下，人們於旅行期間無法從事他所需要的活動，因此旅行時間被視為是完全的浪費，人們也願意多花一些金錢來換取旅行時間的節省。在現實生活上，較快捷的旅運方式總伴隨著較昂貴的旅行成本，因此旅行時間可以用金錢來衡量它的價值是相當直接明確的。但旅行時間價值與休閒時間價值又有些差異，人們願意多花一些金錢換取旅行時間的減少，但願意多花一些金錢換取休閒時間的增加，因此旅行時間價值與休閒時間價值在數學上的「符號」是相反的。

如果把旅運的因素考慮在內，(3)式可改寫成：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\{G, L\}} \quad & U(G, L) \\ \text{s.t.} \quad & G + c_m = wT_w \\ & L + T_w + t_m = T \end{aligned} \quad (4)$$

其中， $G$ 為貨品消費量（價格為1）， $c_m$ 與 $t_m$ 為運具 $m$ 的旅行成本與旅行時間。由(4)式可瞭解，如果個體選擇較快捷的旅運方式（ $t_m$ 較小），必然可以增加他的可支配時間（ $T - t_m$ 增加），進而增加他的效用；但快捷的旅運方式所伴隨較昂貴的旅行成本（ $c_m$ 較高），也必然減少他的可支配所得（ $wT_w - c_m$ 減少），進而減低他的效用。因此，藉由旅行時間與旅行成本對個體效用函數的影響，可以衡量出「旅行時間」的價值，而這也說明了以運具選擇模式衡量 VOT 的理論依據。

(4)式的限制式可合而為一，成為： $G + wL = w(T - t_m) - c_m$ ，因此其最佳化之 Lagrangian 為： $\Lambda = U(G, L) + \lambda[w(T - t_m) - c_m - G - wL]$ ，最佳化之一階條件為： $\partial U / \partial G = \lambda$ ，以及 $\partial U / \partial L = \lambda w$ 。VOT 可推導為：

$$VOT = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} \Big|_{U^*} = w \quad (5)$$

由此推導出之 VOT 恰等於工資率，因此早期的實證研究大多以工資率作為衡量 VOT 的基準。

(3)式與(4)式皆假設個體可自由調整工作與休閒時間，以決定自己的所得水準。但實際上，個體的工作時間並非可完全自由調整，例如一個人即使偏愛所得，也不可能每天二十四小時工作；即使偏愛休閒，也必須要有起碼的工作時間，以賺取所得維持生計。

因此，我們假設工作時間有一定的變動幅度： $Z_0 \leq T_w \leq Z_1$ ，其中  $Z_0$  與  $Z_1$  分別為工作時間變動的下限與上限。由此，(4)式可改寫成：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\{G, L\}} \quad & U(G, L) \\ \text{s.t.} \quad & G + c_m = wT_w \\ & L + T_w + t_m = T \\ & Z_0 \leq T_w \leq Z_1 \end{aligned} \quad (6)$$

若將(6)式中的第一與第二條限制式合併為： $G + wL = w(T - t_m) - c_m$ ，第三條限制式分解為  $T_w \leq Z_1$  與  $Z_0 \leq T_w$  二條限制式，並以  $T - t_m - L$  取代  $T_w$ ，則(6)式可改寫成：

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\{G, L\}} \quad & U(G, L) \\ \text{s.t.} \quad & G + wL = w(T - t_m) - c_m \\ & L \leq (T - t_m) - Z_0 \\ & -L \leq Z_1 - (T - t_m) \end{aligned} \quad (7)$$

(7)式最佳化的一階條件為： $\partial U / \partial G = \lambda$ ，以及  $\partial U / \partial L = \lambda w + k_1 - k_2$ ，其中， $\lambda$  是第一條限制式的影價， $k_1$  與  $k_2$  為第二與第三條限制式的影價。

由(7)式可推導出 VOT 為：

$$VOT = \frac{\lambda w + k_1 - k_2}{\lambda} \quad (8)$$

由(8)式可知，只有在  $k_1 = 0$  且  $k_2 = 0$  的情況下，也就是個體最想要的工作時間確實落於  $Z_0$  與  $Z_1$  之間 ( $Z_0 \leq T_w^* \leq Z_1$ )，VOT 才會等於工資率。當個體最想要的工作時間大於  $Z_1$  或小於  $Z_0$ ，也就是 Moses and Williamson (1963) 所謂的偏好工作者或偏好休閒者，但受限於  $Z_0 \leq T_w \leq Z_1$  的限制而不可得，也就是  $k_1 > 0$  或  $k_2 > 0$  時，則由(8)式可知，以工資率作為衡量 VOT 的基準並不一定正確，對偏好工作者有高估的可能，對偏好休閒者則有低估的可能。

雖然傳統理論常假設個體的工作時間與所得是可變動，而以工資率作

為衡量 VOT 的基準，但根據 Jara-Diaz and Farah (1987)所提出的智利(Chile)數據，顯示這種假說並不適當，也就是以智利的情況而言，假設個體的工作時間與所得為固定不變顯然較為適當。當個體的工作時間與所得是固定不變時，個體追求效用最大化模式，(4)式，可改寫為：

$$\begin{aligned} \underset{(G,L)}{\text{Max}} \quad & U(G, L) \\ \text{s.t.} \quad & G + c_m = I \\ & L + t_m = T \end{aligned} \quad (9)$$

(9)式最佳化之 Lagrangian 為： $L=U(G, L) + \lambda(I - c_m - G) + \mu(T - t_m - L)$ ，其最佳化之一階條件為： $\partial U/\partial G = \lambda$ ，以及 $\partial U/\partial L = \mu$ ，而 VOT 可推導為：

$$VOT = \frac{\partial U / \partial L}{\partial U / \partial G} \Big|_{U^*} = \frac{\mu}{\lambda} \quad (10)$$

此為資源配置的 VOT，表示旅行時間的節省，使可用的時間資源 ( $T - t_m$ ) 增加，而將它用於  $L$  所產生的價值。由於 $\lambda$ 與 $\mu$ 是  $I$  與  $T$  的函數，因此此一 VOT 亦將隨個體所得與可使用時間資源的不同而有所差異。

由以上理論可獲致幾點結論：(1)從個體追求效用最大化的經濟理論，可證明以運具選擇模式衡量 VOT 的理論依據。(2)VOT 與個體所得（或工資率）、以及可使用時間資源多寡有密切的關聯，而非單一常數。(3)雖然 VOT 與工資率有關，但傳統上假設個體所得可自由變動，而以工資率作為衡量 VOT 的基準，並不一定正確，特別是以國內現況而言，大多數民眾可能是偏好休閒者，以工資率衡量 VOT 會有低估的可能。

在很多文獻中，我們常看到其研究主題是有關「旅行時間節省的價值 (the value of travel time savings, VOTS)」，這與「旅行時間價值(the value of travel time, VOT)」似乎有所不同。事實上，嚴格來說，以(2)式所衡量的 VOT 應稱之為「邊際的 VOT(the marginal value of travel time, MVOT)」，其意義是：在一定的所得與時間限制下，個體為節省一個邊際單位的旅行時間所願意付出的金錢；而「旅行時間節省的價值」則是指：當旅行時間節省若干單位時，這些節省的旅行時間帶給個體的價值，因此它是一種相當於 CV(compensating variations)與 EV (equivalent variations)的消費者剩餘觀念。當  $MVOT = \beta_1 / \beta_2$  時，並不代表節省  $k$  個單位的時間價值一定是： $VOTS(k) = k \cdot \beta_1 / \beta_2$ ，而必須由間接效用函數或需求函數去求算這  $k$  個單位的旅行時間節省所帶來的 CV 或 EV 效益。

在大多數的實證研究中，間接效用函數會被設定為線性加成性，如(1)式，在此情況下，節省  $k$  個單位旅行時間之價值， $VOTS(k)$ ，會等於

$k \cdot \beta_1 / \beta_2$ 。以(1)式為例，按 EV 的定義，下式必須成立：

$$V(-(t_m - k), -c_m) = V(-t_m, (-c_m + EV)) \quad (11)$$

其中， $V(\cdot)$ 為間接效用函數。將(11)式的 $V(-(t_m - k), -c_m)$ 與 $V(-t_m, (-c_m + EV))$ 分別代入(1)式，可得到：

$$-\beta_1(t_m - k) - \beta_2 c_m = -\beta_1 t_m - \beta_2 c_m + \beta_2 EV \quad (12)$$

由(12)式可求得： $EV = k \cdot \beta_1 / \beta_2$ ，此即為節省  $k$  個單位旅行時間之價值  $VOTS(k)$ （假設個體的運具選擇並未因旅行時間的變動而改變），此時  $VOTS(k) = k \cdot MVOT$ 。換言之，若實務上估計出之 VOT 為 5（元/分鐘），則當旅運者節省 10 分鐘時，他所獲得的利益便是： $5 \times 10 = 50$  元；當他節省 100 分鐘時，他所獲得的利益是  $5 \times 100 = 500$  元。但是當間接效用函數不是  $t_m$  與  $c_m$  的線性加減性時，情況便非如此。

### 三、旅行時間價值之區隔分析

VOT 通常並非單一常數值，個體不同的社經特性（如性別）、從事不同的活動（如旅次目的）、甚或不同的旅運情境（如車內與車外旅行時間）都會影響旅運者對 VOT 的評價。前述之 VOT 理論已證實，VOT 與個人所得（或工資率）與可使用時間資源多寡有密切的關聯，且直接反映於運具選擇模式的間接效用函數中。例如，常見將間接效用函數定義為： $V_m = \beta_1 t_m + \beta_2 (c_m / I)$ ， $I$  為個體所得，則所求得的 VOT 便受到個體所得之影響。然此舉畢竟只能解決所得的問題，並無法反映其他因素（如性別、旅次目的等）之影響力，此時區隔分析便成為解決此一問題的好方法。例如 Bradley and Gunn (1990) 曾按個人不同旅次目的、所得、性別、年齡、職業、家戶組成、與道路交通狀況等因素予以區隔，分別衡量 VOT。

根據以往文獻的區隔分析，最明顯且得到多數研究支持的看法是：「所得愈高者，其 VOT 愈高」，包括 Bradley et al. (1986)，Wardman (1988)，Bradley and Gunn (1990) 的研究都傾向這種結論。上一節的理論推導也說明所得是影響 VOT 的重要因素之一，因此以所得作為區隔的準則，是較被廣泛認同的。

除所得之外，第二個重要因素是個體對不同「類型」的旅行時間是否會有不同的評價，例如對不同的運具是否會有不同的 VOT 評價，或者對車內旅行時間與車外旅行時間有不同的評價。對於前者（不同運具類型），

Quarmby (1967)、Heggie(1976)<sup>1</sup>、Truong and Hensher (1985)、MVA Consultancy (1987)<sup>2</sup> 等研究係按不同運具別，分別衡量 VOT。Bradley and Gunn (1990)除了區分不同運具外，對於小汽車也按不同的行駛速率分別衡量，結果是行駛速率較低者普遍有較高的 VOT。即使如此，多數研究仍未刻意去區分這種運具類型上的差別。對於後者（車內與車外旅行時間），多數研究顯示車內旅行時間與車外旅行時間的時間價值確實有顯著不同，例如近期的 Truong and Hensher (1985)、Bradley et al. (1986)、Gaudry et al.(1989)等。

然而，是什麼因素造成不同類型的旅行時間會有不同的 VOT？是旅行時間本身，還是其它因素造成？例如上述 Bradley and Gunn (1990) 的研究發現行駛速率較低的小汽車駕駛者普遍有較高的 VOT，若推斷其原因，多數會認為是因為行駛速率愈低，待在車內的時間愈長，感受愈不舒適，因此駕駛者願意支付較高的代價來減少這種負效用，但這顯然是旅運的其它屬性所造成，而非旅行時間本身所造成，由此推斷：「不同類型的旅行時間會有不同的 VOT」並非適當。但現實存在的問題是，旅運的許多屬性很難加以量化，而且又與旅行時間密不可分，例如運具的舒適與安全的感受都是伴隨著旅行時間一起渡過的，因此用特定運具的旅行時間來表現特定運具的屬性，進而衡量不同運具的 VOT，在實務上應是可接受的。

第三個重要因素是不同「旅次目的」是否會有不同的 VOT。大部份研究顯示不同旅次目的會有不同的 VOT，但並無一定的結論說明那一類的旅次目的會有較高或較低的 VOT，例如 Bradley et al. (1986) 的文獻中，都市小汽車休閒旅次的 VOT 高於通勤旅次，但 Bradley and Gunn (1990) 的研究卻顯示相反的結果。但較為普遍一致的結果是：商務旅次的 VOT 高於其它旅次，這是因為商務旅次的 VOT 除了旅行者（受僱者）本身的時間價值之外，尚包含了雇主的時間價值。

第四個重要因素是「旅行時間長短」或「可支配時間長短」是否會影響 VOT。Bradley et al. (1986) 的研究顯示這些因素確實會影響 VOT，其結論是：旅行時間較長者、或可使用時間較長者，其 VOT 較低；Bradley and Gunn (1990) 的研究也顯示：可使用時間較長者，其 VOT 較低；Hensher (1976) 的研究（用直接訪問法）也顯示：旅行時間愈長，VOT 愈低。個體的可使用時間愈長，愈不重視時間資源，因此對 VOT 的評價較低是可接受

1 Quarmby 與 Heggie 的論點係摘錄自 Cherlow (1981)。

2 MVA Consultancy 的論點係摘錄自 Bradley and Gunn (1990)。



的，但旅行時間較長者何以有較低的 VOT 卻難以解釋。對此，Hensher (1976) 特別針對「旅行時間節省的長短」是否會影響 VOT 進行深入探討，結果發現：節省的旅行時間愈長，其每單位的時間價值愈低。根據 Hensher 的推斷，此一結果與時間不可儲存的特性有關，也就是如果節省的時間太長，這些時間會因無法儲存而浪費掉，因此個體願意付出的價格愈低。

Hensher 同時認為 VOT 有一定的門檻值，如果所節省的旅行時間佔全程旅行時間的比率太小，那麼它是沒有價值的，例如在一趟 30 分鐘的旅行中，節省 3 分鐘可能是沒有價值的。但對於 VOT 的門檻值問題，Fowkes and Wardman (1988) 則有不同的看法，他假設每個人身邊都會有一些餘絀時間，當他知道他可以節省旅行時間時，會將所節省的旅行時間與這些餘絀時間合併在一起運用，因此任何旅行時間的節省都有一定的價值，這也是本研究較同意的看法。

第五個重要因素是個體的其它社經特性，例如性別，年齡，職業，家戶組成等，是否會影響 VOT。包括 Wardman (1988)、Bradley and Gunn (1990)、與 Pekkarinen (1993) 的研究都顯示：不同社經特性的個體，其 VOT 有顯著的不同。由於個體的社經特性影響其偏好，進而影響其效用函數，因而影響其 VOT，因此此一結果是可以預期的，只是這些社經特性之間可能具有某種相關性，例如男性通常比女性有較高的所得，年齡愈高者通常也傾向有較高的所得，如此造成區隔分析上的困難。

#### 四、敘述性偏好與顯示性偏好資料

早期的個體選擇模式都以顯示性偏好(RP)資料，也就是觀察個體實際選擇行為所獲得的資料，作實證分析研究。但 RP 資料在應用上存在許多缺點(Kroes and Sheldon, 1988)，例如：(a)解釋變數之間常存在線性相關性，例如旅行時間愈短的運具，其費率或旅行成本也愈高，因此難以區分旅行時間與旅行成本對個體效用的個別貢獻。(b)替選方案太少，所能提供的資訊相當有限。(c)影響變數太複雜，難以有效掌握。(d)無法分析尚未實際存在的需求，例如新運具的需求。因此 RP 資料在應用上受到了相當的限制。

近來敘述性偏好(SP)資料，也就是實驗模擬所獲得的資料，逐漸被廣泛應用。SP 資料的優點正是克服 RP 資料的缺點(Pearmain et al., 1991, pp. 3-4)，例如：(a)透過適當的實驗設計，可有效減低解釋變數之間的線性相關性。(b)可模擬各種替選方案組合，提供比 RP 資料更充分的資訊。(c)可將重點集中於所關心的變數上，例如旅行時間與旅行成本變數，而不須考

慮其它變數。(d)透過影響變數的模擬，可分析尚未實際存在的需求。

對 VOT 的衡量而言，上述第一項優點尤其重要，因為解釋變數間的線性相關性直接影響到參數估計的不偏性與有效性，從而影響到 VOT 的衡量。SP 方法中的直交(orthogonal)屬性設計可提高替選方案變數間的獨立性，增進參數估計值的不偏性與有效性。但 Fowkes and Wardman (1993)以數學證明：在某些情況下，直交的屬性設計不一定對衡量參數比值（例如 VOT）的有效性有所助益。相反的，在某些情況下，維持一定程度的非直交屬性設計，對 VOT 的有效性反而有所助益。因此，就 VOT 的衡量而言，直交設計並非特別重要。

SP 資料最大的缺點就是因為它是實驗模擬所獲得的資料，與個體實際從事選擇行為的情境有所差異，無法反映民眾真實的選擇行為，因此在預測需求時，常產生偏差。但就 VOT 的衡量而言，到底 RP 資料或 SP 資料較為適當？Swait et al.(1994)與 Morikawa et al. (1991) 皆認為：即使 SP 資料在預測需求時會產生偏差，但它仍提供衡量屬性互補的正確資訊，也就是在衡量 VOT 方面並不會造成偏差。例如以 SP 資料，利用(1)式之間接效用函數預測實際的旅運需求，或許會導致偏差，但以(2)式所求得的 VOT 仍具可靠性，因為它仍真實反映了民眾對旅行時間與旅行成本兩項屬性的「相對」評價。因此，包括前述的 Bradley et al.(1986)、Wardman (1988)、Bradley and Gunn (1990)、與 Pekkarinen (1993)等針對 VOT 的研究，都以 SP 資料作實證分析研究。

## 五、實例分析

本研究之實例分析主要是驗證前述所提出之問題，包括：(1)估計台灣城際運輸的 VOT 值，並與目前的工資率比較；(2)驗證 RP 數據與 SP 數據的優劣；(3)區隔估計不同社經背景的 VOT。

實例分析所使用之資料來源為國科會(1997)，該研究蒐集台北往來台南之城際運輸旅客運具選擇資料，共分 RP 與 SP 兩種數據，其替選運具限定在大眾運輸工具，包括火車、公路巴士、以及飛機三種。抽樣方式是採擇基(choice based)抽樣方式，其中火車、巴士、與飛機的抽樣比例約為：100:60:100。所構建之運具選擇模式為多項羅機模式(multinomial logit model, MNL)，而間接效用函數的定義如(1)式所示，參數估計所使用的軟體為 HCG (1992)所發展之 ALOGIT 套裝軟體。

RP 與 SP 之估計結果列於表一，其中變數的意義如下：

- (1) 總旅行時間為車外與車內旅行時間之總合，實際支付之總旅行成本為扣除旅運者接受交通費補助後之實際支付成本，兩者皆為共生變數。
- (2) 巴士（或飛機）虛擬變數為替選運具特定變數，若替選運具為巴士（或飛機），則其值為 1，否則為 0。
- (3) 火車（或巴士、飛機）「慣性變數」為 SP 特有之變數，且為替選運具特定變數，若受訪者之實際選擇（即 RP 之選擇）為火車（或巴士、飛機），且替選運具為火車（或巴士、飛機），則其值為 1，否則為 0。
- (4) 「有到達時間限制」為替選運具特定變數，若受訪者有到達時間限制，且替選運具為火車，則其值為 1，否則為 0；或者，受訪者有到達時間限制，且替選運具為飛機，則其值為 1，否則為 0。
- (5) 「在運具內從事活動」為火車特定變數，若受訪者有在運具內從事活動，且替選運具為火車，則其值為 1，否則為 0。

而表中其它符號之意義如下：

- $LL(MS)$ ：市場佔有率模式之概似函數值 (likelihood with constants only)。
- $LL(\hat{\Omega})$ ：最終收斂之概似函數值 (final value of likelihood)。
- $\rho_m^2$ ：相對於市場佔有率模式之概似比指標 (rho-squared with respect to constants)。

表一 RP 與 SP 資料之估計結果

| 解釋變數                 | 參數估計值 (與 t 統計值) |               |
|----------------------|-----------------|---------------|
|                      | RP              | SP            |
| 巴士虛擬變數               | 0.317 (1.8)     | -0.703 (-4.2) |
| 飛機虛擬變數               | -0.786 (-1.9)   | -1.493 (-4.1) |
| 火車慣性變數               |                 | 0.546 (3.1)   |
| 巴士慣性變數               |                 | 1.534 (8.7)   |
| 飛機慣性變數               |                 | 1.362 (7.9)   |
| 總旅行時間 (百分鐘)          | -1.275 (-6.5)   | -1.283 (-7.3) |
| 實際支付之總旅行成本 (千元)      | -1.588 (-5.7)   | -1.651 (-7.7) |
| 運具內從事活動 — 火車特定變數     | 1.078 (5.6)     |               |
| 有到達時間限制 — 火車特定變數     | 0.809 (3.2)     |               |
| 有到達時間限制 — 飛機特定變數     | 0.982 (3.6)     | 0.392 (2.7)   |
| 樣本數                  | 621             | 1208          |
| LL(MS)               | -534.63         | -1171.37      |
| LL( $\hat{\Omega}$ ) | -468.45         | -965.98       |
| $\rho_m^2$           | 0.1237          | 0.1753        |
| VOT (元/小時)           | 482             | 466           |
| (估計標準誤)              | (109)           | (84)          |

- VOT 之估計標準誤：根據 Fowkes and Wardman (1993)，任二估計值，例如  $\hat{\mu}$  與  $\hat{\lambda}$ ，其比率值 (如  $VOT = \hat{\mu} / \hat{\lambda}$ ) 之變異數為：

$$Var(VOT) = Var\left(\frac{\hat{\mu}}{\hat{\lambda}}\right) = \frac{\hat{\mu}^2}{\hat{\lambda}^2} \cdot \left( \frac{Var(\hat{\mu})}{\hat{\mu}^2} + \frac{Var(\hat{\lambda})}{\hat{\lambda}^2} - \frac{2Cov(\hat{\mu}, \hat{\lambda})}{\hat{\mu} \cdot \hat{\lambda}} \right)$$

表中 VOT 之估計標準誤便由此計算而得。

值得一提的是，原先預期 RP 資料可能會有線性重合的現象並未出現，旅行時間與旅行成本兩變數之相關係數約僅 0.05 左右，因此 RP 之估計結果是頗為可靠的。但就估計效率而言，SP 之旅行成本與旅行時間參數估計值皆較 RP 顯著， $\rho_m^2$  值亦較高，VOT 之估計標準誤亦較小，顯示 SP 之估計效率整體仍優於 RP。

就 VOT 值之合理性而言，RP 之 VOT 估計值 (=482) 與 SP 值 (=466) 差距不大，且兩者誠如預期，皆高於國內目前之工資率，證實以工資率作為 VOT 的基準，將嚴重低估真正之 VOT 值。

此外，為瞭解不同社經特性對 VOT 之影響，本研究以區隔方法進行

VOT 估計，區隔後之 VOT 估計值彙整於表二。由表二之結果可發現：

- (1) 個人所得較高者，傾向有較高之 VOT，與一般認知相符。
- (2) 可使用時間較低者（即工作時間較長者），傾向有較高之 VOT，與一般認知相符。
- (3) 從事公務旅次者高於非公務旅次者。由於本研究是以旅運者實際支付之旅行成本(扣除公務補貼)替代一般旅行成本變數，因此公務旅次高於非公務旅次的原因應非成本補貼之故。本研究推斷可能是因從事公務旅次者往往在時間上較為緊迫，且公務活動之重要性通常亦高於非公務活動，因此有較高之 VOT。
- (4) 男性之 VOT 高於女性。然根據原始資料，我們發現男性之「個人所得」比女性來得高，工作時間亦來得長，因此此一結果是受到性別、或是個人所得與可使用時間之影響仍難以確定。
- (5) 26-40 歲者之 VOT 最高。然根據原始資料，我們發現年齡較高者傾向有較高之個人所得，且 26-40 歲者從事公務旅次的比率亦遠較其它年齡者為高，因此可能造成 26-40 歲者有較高之 VOT。

因此，我們發現真正影響 VOT 值高低的因素可能只有兩個：個人所得與可使用時間資源，其他因素雖然重要，但他們的影響力可藉由這兩個因素表現出來。

表二 VOT 之區隔估計結果

| 社經特性                    | VOT (元/小時) |       |
|-------------------------|------------|-------|
|                         | RP         | SP    |
| 所得與可使用時間*：              |            |       |
| 高所得與低可使用時間 <sup>#</sup> | 663        | 1,009 |
| 中所得與低可使用時間              | 599        | 539   |
| 低所得與低可使用時間              | 448        | 398   |
| 高所得與高可使用時間              | 587        | 922   |
| 中所得與高可使用時間              | 529        | 492   |
| 低所得與高可使用時間              | 396        | 363   |
| 所得：                     |            |       |
| 高所得                     | 611        | 973   |
| 中所得                     | 527        | 497   |
| 低所得                     | 397        | 367   |
| 旅次目的：                   |            |       |
| 公務                      | 640        | 601   |
| 非公務                     | 327        | 358   |
| 性別：                     |            |       |
| 男性                      | 581        | 488   |
| 女性                      | 328        | 441   |
| 年齡：                     |            |       |
| 25 歲以下                  | 331        | 292   |
| 26 - 40 歲               | 698        | 881   |
| 41 歲以上                  | 297        | 219   |
| 平均值                     | 482        | 466   |

\*：所得是指個人所得，而可使用時間=112-每週工作時間，其中 112(小時)為每週扣除睡眠後所剩餘之時間。

<sup>#</sup>：高、中、與低所得分別指 4 萬元以下、4 至 7 萬元、與 7 萬元以上，高與低可使用時間分別指每週 60 小時以下與 60 小時以上。

## 六、結論

旅行時間價值(VOT)是評估運輸投資效益、甚或社會成本的重要指標，但如何客觀且正確衡量 VOT，仍存在一些混淆，例如：(1)VOT 大多與工資率做比較，它的依據為何？(2)VOT 是單一常數嗎？若不是，他是隨什麼因素而改變？實務上要如何處理？(3)衡量 VOT 時常使用的顯示性偏好(RP)資料與敘述性偏好(RP)之間有何差異？何者較優？

本研究從 VOT 的經濟理論著手，首先說明 VOT 的內涵，以及其與工資率的關聯，並澄清一些時間效益的衡量問題。接著，隨著理論推導的結

果，本研究說明 VOT 與個人所得、可使用時間資源、以及其他因素的關聯，並說明實務上常以區隔分析方式，將這些因素的影響反映在 VOT 估計值中。

其次，本研究說明實務上常使用的 RP 與 SP 資料之優缺點，對 VOT 估計值而言，RP 最重要的缺點是其旅行時間與旅行成本常存在高度相關性，造成 VOT 估計值之偏誤與無效率，SP 則因是模擬狀況下所獲得的資料，無法反映旅運者的真實行為，但並不影響 VOT 估計值的真確性。最後，本研究以一運具選擇實例分析，證實 SP 之估計效率確實較 RP 為佳，且透過區隔分析，證實個人所得較高者、可使用時間較低者（即工作時間較長者）、以及從事公務旅次者，傾向有較高之 VOT，此結果確實與一般認知相符。

## 參考文獻

1. 交通部統計處，台灣地區旅運時間價值調查報告，交通部統計處，民國 85 年。
2. Bradley M.A. and Gunn H.F. (1990) Stated preference analysis of values of travel time in the Netherlands. *Transportation Research Record* 1285, pp. 78-88.
3. Bradley M.A., Marks P. and Wardman M. (1986) A summary of four studies into the value of travel time savings. *Proceedings of PTRC 14th Summer Annual Meeting*, Seminar M, pp. 271-85.
4. Cherlow J.R. (1981) Measuring values of travel time savings. *Journal of Consumer Research*, Vol. 7, pp. 360-371.
5. Fowkes T. and Wardman M. (1988) The design of stated preference travel choice experiments: with special reference to interpersonal taste variations. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 27-44.
6. Fowkes T. and Wardman M. (1993) Non-orthogonal stated preference design. *Proceedings of PTRC 21st Summer Annual Meeting*, Seminar D, pp. 91-97.
7. Gaudry M.J.I., Jara-Diaz S.R. and Ortuzar J. de D. (1989) Value of time sensitivity to model specification. *Transportation Research*, Vol. 23B, pp. 151-158.
8. Hague Consulting Group. (1992) *ALOGIT Users' Guide Version 3.2*. HCG

- Report, Dan Haag, The Netherlands.
9. Hauer E. and Greenough J.C. (1982) A direct method for value of time estimation. *Transportation Research*, Vol. 16A, pp. 163-172.
  10. Hensher D.A. (1976a) The value of commuter travel time savings. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 10, pp. 167-176.
  11. Hensher D.A. (1976b) Valuation of commuter travel time saving: an alternative procedure. in *Modal Choice and the Value of Travel Time*, ed. Heggie I.G., Oxford University Press, Oxford.
  12. Jara-Diaz S.R. and Farah M. (1987) Transport demand and users' benefits with fixed income: the goods/leisure tradeoff revisited. *Transportation Research*, Vol. 21B, pp. 165-170.
  13. Kroes E.P. and Sheldon R.J. (1988) Stated preference methods: an introduction. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 11-25.
  14. Morikawa T., Ben-Akiva M. and Yamada K. (1991) Forecasting intercity rail ridership using revealed preference and stated preference data. *Transportation Research Record 1328*, pp. 30-35.
  15. Moses L.M and Williamson H.F. (1963) Value of time, choice of mode and the subsidy issue in urban transportation. *Journal of Political Economy*, Vol 71, pp. 247-264.
  16. Pekkarinen S.M. (1993) Gender and life-cycle effects on the values of travel time in the mode choice model. *Proceedings of PTRC 21st Summer Annual Meeting*, Seminar D, pp. 123-138.
  17. Pearmain D., Swanson J., Kroes E. and Bradley M. (1991) *Stated Preference Techniques: A Guide to Practice*. Steer Davies Gleave, U.K.; Hague Consulting Group, The Netherlands.
  18. Swait J., Louviere J.J. and Williams M. (1994) A sequential approach to exploiting the combined strengths of SP and RP data: application to freight shipper choices. *Transportation*, Vol. 21, pp. 135-152.
  19. Truong T.P. and Hensher D.A. (1985) Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete-choice model. *The Economic Journal*, Vol. 95, pp. 438-451.
  20. Wardman M. (1988) A comparison of revealed preference and stated



preference models of travel behaviour. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 71-91.

## 交通事故對污染排放及油耗影響之分析架構與課題

陳君杰\*      白仁德\*\*

### 摘要

本研究針對交通事故對污染排放與油耗之影響提出一套分析架構，以作為估計交通事故對污染排放與油耗量之依據。本架構之理論基礎為車輛污染排放與油耗量和其行車型態密切相關，而車輛在交通事故前後之行車型態會改變。因此本研究由交通事故前後的代表性行車型態著手，選取具有代表性的使用中車輛進行此二代表性行車型態之車體動力計測試，於獲得交通事故前後之車輛平均排放係數與燃油效率後，若能進一步獲得事故期間之受影響車輛數，即可估計交通事故對污染排放與油耗量所造成的影響。

**關鍵詞：**交通事故、空氣污染排放、油耗、行車型態

### 壹、前言

根據交通部統計，87 年 7 月至 88 年 6 月的一年之中，台灣地區道路交通事故 2627 件（含重大事故 40 件，一般事故 2587 件），造成 2445 人死亡，1904 人受傷。交通事故發生時，除了對事故當事者直接造成生命財產損失外，經過事故地點的其他車輛也會因為該事故而產生時間（延滯）、油耗（fuel consumption）及空氣污染（emissions）等成本，尖峰時段在路口所發生之交通事故尤其嚴重。同樣地，類似併排停車等交通違規事件也會導致後方車輛無法通過，而產生龐大的交通影響成本。

鑑於國內以往較少有人對交通事故或違規事件所造成之油耗及空氣污染進行量化分析，因此本研究希望建立一套交通事故對污染排放與油耗之分析架構，並討論其中尚待解決之課題，以作為估計交通事故對污染排放與油耗量之依據。

本文首先為前言，說明研究之動機與目的；其次回顧影響車輛污染排放與油耗因素之文獻；第三部份就交通事故對污染排放與油耗影響之分析

\* 明新技術學院旅館事業管理系助理教授兼系主任

\*\* 交通部運輸研究所工程司

架構與方法提出探討；第四部份提出嚴重交通事故之簡易分析方法；最後為結論與建議。

## 貳、影響車輛污染排放與油耗之因素

就車輛的機械原理而言，車輛燃油之消耗主要是經由燃油系統(油箱、油管、油泵、化油器或噴嘴)通至引擎汽缸內與空氣混合燃燒之後，產生動力來推動活塞、曲軸，並將動能傳至傳動軸，使車輛能克服滾動阻力、風阻力、內部機械與慣性力、爬坡阻力，而在道路上順利行駛，並產生加速、等速、減速與怠速等作用。由於汽機車使用汽柴油為動力來源之緣故，行駛過程自然會因燃燒或不完全燃燒產生廢氣排放，而車輛主要的污染排放物包括有二氧化碳、一氧化碳、碳氫化合物與氮氧化合物等。

影響車輛污染排放與油耗之因素甚多，車輛特性、道路狀況、天候狀況、地區狀況、時段與駕駛人特性等，均可能對車輛污染排放與油耗造成影響，而上述各項影響因素之效應會最終反映在「代表性行車型態」(representative driving cycle)中。所謂代表性行車型態係「一個描述行駛過程每一秒鐘行車速率的函數，用以代表某一特定時段、地區或道路、駕駛人、車輛與天候環境時之行車特性，以作為評估車輛污染排放、油耗或車流特性之依據。」(陳君杰，民 86)。行車型態在國內外的主要用途係做為汽機車之新車型審驗與新車檢驗污染排放測試之依據，但也不乏用行車型態來研究污染排放與油耗的文獻。

知名行車型態包括美國環境保護署聯邦測試程序之行車型態(FTP72、FTP75)、日本 10 mode、11 mode、10.15 mode 行車型態、歐洲經濟同盟之市區行車型態(ECE)。其中，除了美國 FTP 行車型態是屬於形狀不規則的瞬時型態外，其他皆為規則型態。而台灣自 76 年 7 月 1 日起，開始採用 ECE 做為汽機車之新車型審驗與新車檢驗污染排放測試之依據，並自 79 年 1 月 1 日起，改採用 FTP75 做為汽車污染排放測試之依據。

在車輛特性中，一般而言汽缸越大、車體越重、車齡越老、累積行駛里程越長與配屬設備越多，其燃油效率越低，污染排放越大。Essenhigh (1979)在其研究中指出，車體越重、引擎汽缸數越大，油耗越高。王運銘(民 74)曾指出汽車之燃油效率隨著車重的增加而降低。盧啓文(民 76)指出，使用中之汽油引擎汽機車隨著車齡或行駛里程之增加，燃油效率隨之降低、污染排放隨之增加；冷起動之污染排放較熱起動為多，而燃油效率則較低；車輛經過調修後，污染排放與燃油效率均有所改善；此外，隨著車主

對車輛保養費用的增加，而有污染排放與燃油效率改善之效果。賴明堂(民 76)以小客車在台北市道路實際進行測試，以分析影響市區車輛油耗之主要因子，並建立油耗模式，其結論指出，廠牌對油耗有影響，而汽缸越大、車體越重、車齡越老、累積行駛里程越長，油耗越多。

此外，汽機車特性中之引擎型式亦會影響其污染排放。柴油引擎汽車由於空燃比較高，故通常 CO 與 HC 之排放較汽油引擎汽車為低，但排放 NOx 則與汽油引擎汽車相當；二行程引擎機車由於吸氣與排氣同時進行，其燃料混合氣常於吸氣時同時排放，故其排放之 HC 較多，但因其引擎燃燒溫度較低，故其排放之 NOx 較四行程引擎機車少(徐淵靜，民 81)。

國外過去不乏研究行車型態特性與污染排放、油耗關係之研究。Watson (1973)即將行駛狀態區分為定速、怠速、加速與減速，並以 FTP72 行車型態進行測試，結果發現油耗是行駛距離、怠速時間與停止起動次數的一次函數；Akcelik(1983)在墨爾本大學之測試結果也有同樣的發現。

有些研究顯示平均旅行速率是影響排放與燃油效率的重要因素。例如 Evans 等人(1976)利用 LA-4 行車型態對 12 輛車進行測試，發現 HC、CO 之排放與燃油效率為平均旅行速率倒數的一次函數，NOx 則沒有相關；Chang 等人(1976)也在其研究中發現燃油效率是平均旅行速率倒數的一次函數；國內韓復華(民 76)與賴名堂(民 76)也是基於這模式進行研究；Fwa 與 Ang (1992)在新加坡的道路上經過大規模的實驗調查，也發現每公里油耗量與速率之倒數成線性關係。

部份文獻指出瞬時速率是影響排放與燃油效率的重要因素。例如 Akcelik(1983)曾以墨爾本大學之測試結果進行分析，發現油耗為瞬時速率的多項式函數；Kunselman 等人(1974)利用車體動力計模擬各種不同行駛型態(包括固定加速率與固定減速率)，推導得到瞬時污染排放量為瞬時速率與瞬時加速率之多項式函數；Essehhigh (1974)在其研究中亦發現 HC 與 CO 排放為瞬時速率的多項式函數；Kent 與 Mudford (1979)曾經實際於各種不同道路及不同時段隨機跟車而建立行車型態，並於實驗室以 24 輛車對所建立之行車型態進行測試，結果發現 HC、CO 與 NOx 排放為瞬時速率的多項式函數。

類似的研究中亦曾以不同之定速進行測試，以瞭解速率與排放、燃油效率之關係。例如 Cohen 與 Euler(1978)在其研究中發現 HC、CO 之排放與燃油效率為速率之二次函數，NOx 則沒有相關；Pitt 等人(1987)以 Perth 地區之實測資料對進行校估；Akcelik(1983)曾以墨爾本大學之測試結果，

構建定速油耗模式。國內白仁德(民 78)抽取使用中各廠牌小客車及機踏車進行 ECE 行車型態及定速型態之污染排放測試，並用碳平衡法求得燃油效率，其研究結果亦發現燃油效率與污染排放係數均為速率之二次函數。

而在國外其他的研究也探討了行車型態特性中影響污染排放或油耗之特性。例如 Johnston 與 Trayford (1982)發現號誌時制(主要影響停等次數)對油耗會有顯著影響；賴明堂(民 76)亦曾指出停等次數與油耗成正相關；Chang 與 Herman (1981)發現單位距離之油耗與單位距離之旅行時間成正向線性關係，而且單位距離之旅行時間與單位距離之停等時間亦成正向線性關係。Watson (1995)曾以車輛分別針對五種不同行車型態進行燃油效率與污染排放測試，結果發現影響燃油效率與污染排放之最重要因素為平均旅行速率與正動能。綜合上述相關研究得結果可發現，行車速率是影響車輛污染排放與油耗之最重要因素。

此外，在本土性行車型態的研究方面，民國七十二年經濟部能源委員會曾委託工業技術研究院機械工業研究所辦理「車輛油耗及污染測試計畫」，進行為期五個月的行車型態樣本調查與污染、油耗測試，最後選擇了 ECE 作為國內小客車污染排放之標準測試型態(工研院機械所，民 72)。民國七十八年經濟部能源委員會委託國立成功大學交通管理科學研究所針對台北、台中、台南、高雄四個城市進行小客車行車型態與耗能關係之研究(成大交管所，民 78)。民國八十五年行政院環保署委託歐怡科技股份有限公司進行「台北都會區行車型態及平均排放係數建立所需計算模式之發展計畫」，以構建本土性之台北都會區汽機車行車型態，並瞭解其排放係數(歐怡公司，民 85)。類似研究在八十六年又做了一次，但以高雄都會區為研究對象(歐怡公司，民 86)。

由上述研究可以發現影響車輛污染排放與油耗的因素主要為車輛特性與行車速率、加速、減速、停等次數等反映行車型態特性的相關因素。一般而言，當交通事故發生完全阻塞時，原來行駛中的車輛必須煞車停止一段時間再行起動，其行車型態會增加一個減速、一個加速和一段長時間的怠速現象。但如果道路並未完全阻塞，車流極不穩定，則車陣中之車輛為脫離車陣，勢必頻繁的進行加速、減速、停止等動作，則怠速的時間縮短，而被加減速現象取代，而這些都會反映在其行車型態上。

因此本研究擬由交通事故前後的代表性行車型態著手，研擬交通事故對污染排放與油耗影響之分析架構。

## 參、交通事故對污染排放與油耗影響之分析架構與方法

交通事故對污染排放與油耗之影響主要來自交通事故發生後，其它車輛因事故造成道路阻塞所引發額外加減速及急速狀態(亦即延滯)之污染排放與油耗，而這些額外加減速及急速狀態就會反映在受影響旅次的行車型態中。因此如果能調查收集交通事故前後車輛行駛過程中之行車型態資料，並設法建立交通事故前後之代表性行車型態，再對這兩個代表性行車型態進行測試，獲取污染排放係數(emissions factor)與燃油效率(fuel economy)，進而估計因交通事故而受影響之車輛數，就能據以推估交通事故對污染排放與油耗之影響。

前節已述明影響車輛污染排放與油耗之因素包括車輛特性、地區或道路狀況、天候狀況、時段與駕駛人特性。當交通事故發生時，原來順暢的地區或道路特性改變成擁擠，甚至使車流停頓無法通行，這時原來的行車型態改變，因而也影響了污染排放與油耗。因此分析交通事故對污染排放與油耗之影響的理論架構可用圖 1 表示。

基於上述之理論架構，本研究研擬了交通事故對污染排放與油耗之影響的分析方法，依步驟分別說明如下：

### 步驟一：規劃與收集交通事故發生前之車輛行車型態資料

本步驟之目的在收集事故發生前之車輛行車型態資料，以便應用於後續作業步驟中所需構建之事故發生前的代表性行車型態。而歷來有關行車型態研究中之行車型態資料收集方法，依照路線之固定與否可以區分為固定路線與隨機路線，而依駕駛方式可以區分為車主自行駕駛與追車，因此可組合成車主自行在固定路線駕駛、固定路線追車、車主自行在隨機路線駕駛與隨機路線追車等四類。

陳君杰(民 86) 提出「隨機起訖追車」法，該法係事先依據旅次調查所得之 O-D 表，將研究區域劃分為數個大交通分區與一些小交通分區，依據各交通分區的旅次量佔總旅次量之比例來分配每一交通分區每日開始第一次調查的次數，並指派裝置磁感車速計之實驗車前往交通分區之主要路口附近，隨機選取一輛即將啟動之車輛進行追車，並追車至該車旅次完成為止。當每日第一個追車調查的旅次完成後，即以該旅次之迄點做為下一次追車調查的起點，並在該處以隨機之方式選取下一追車對象進行起訖追車。由於在該處已經隨機選擇了下一個旅次之目的地，因此在理論上將會反映整體旅次起訖點之分佈。此一方法由於是隨機路線，又採用追車方

式，所收集之旅次行車型態又為完整之旅次，因此命名為「隨機起訖追車」。

欲研究交通事故對污染排放與油耗之影響時，可依上述方法在選定之研究地區進行交通事故前之行車型態資料調查。

## 步驟二：構建交通事故發生前之代表性行車型態

本步驟之目的在找到一個事故發生前之代表性行車型態，以便後續進行車輛車體動力計測試，獲取事故發生前之車輛污染排放係數與燃油效率資料，並進一步評估交通事故發生前之車輛污染排放量與油耗量。

如何構建代表性行車型態已有很多文獻加以探討。由歷年來 Crause 等人(1989)、Lynos 等人(1986)、Lansell 等人(1983)、Watson 等人(1982)、Yoshizumi 等人(1980)、Kuhler and Karstens( 1978)、Kent 等人(1978)、李秉壬(民 78)與鄧金地(民 85)等所構建之代表性行車型態均為瞬時型態；Wang 等人(1985)、Perkin(1982)與 Gandhi 等人(1980)所構建者則為規則型態。

陳君杰(民 86) 也提出構建代表性行車型態的方法，命名為「旅次行車型態選取法」，主要概念是：「透過大量的隨機起訖追車技巧，蒐集具有代表性之旅次行車型態，並利用一些特性來描述這些行車型態，最後利用因子分析理論與計算樣本間距離之方法，由這些旅次行車型態中找出一個與全部行車型態樣本特性最吻合者，作為代表性行車型態」。由於代表性行車型態將會由旅次行車型態中抽取一個做代表，因此是實際曾在道路中所發生者，並且為瞬時型態。

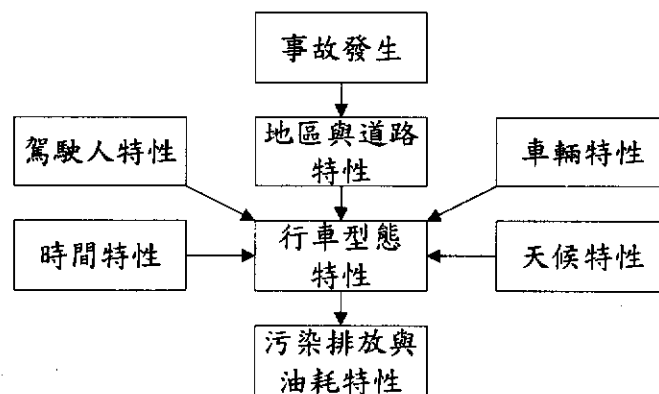


圖 1 理論架構

該研究所提出之代表性行車型態構建程序說明如下：

- 程序1：定義描述行車型態之特性
- 程序2：找出每一旅次行車型態特性值
- 程序3：由全部旅次行車型態找出特性值
- 程序4：應用因子分析方法，計算因子得點
- 程序5：由程序4所求得之因子得點，計算每一旅次行車型態與全部旅次行車型態之歐基里德距離
- 程序6：由程序5，找出旅次行車型態中與全部旅次行車型態之歐基里德距離最小者

### **步驟三：模擬交通事故發生所造成的交通衝擊，同時收集事故發生後之行車型態資料**

本步驟之目的在評估交通事故發生後的交通影響區域有多大？受影響車輛數有多少？其延滯為何？並同時收集交通事故發生後的行車型態資料，以構建交通事故發生後的代表性行車型態，以便後續進行車輛車體動力計測試，獲取交通事故發生後之車輛污染排放係數與燃油效率資料，並進一步評估交通事故發生後之車輛污染排放量與油耗量。

由於交通事故無法預知，因此推估交通事故發生所造成的交通衝擊必須利用模擬方式獲得。其模擬方式可在道路路網中選取某一地點(最好為易肇事地點)，利用人工障礙方式模擬交通事故，並在該點附近路網佈設延滯調查點。當人工障礙產生後，附近路網延滯調查點同時進行延滯調查，獲取產生延滯之車輛數與其延滯量。並且步驟一所進行的行車型態調查再一次同時執行，以獲得事故發生後的行車型態資料。

### **步驟四：構建交通事故發生後之代表性行車型態**

本步驟之目的在找到一個交通事故發生後之代表性行車型態，以便據以進行後續車輛車體動力計測試，藉由測試結果獲取交通事故發生後之車輛污染排放係數與燃油效率資料，並進一步評估交通事故發生後之車輛污染排放量與油耗量，其方法大致與步驟二相同。

### **步驟五：抽取具代表性車輛，進行車體動力計測試，獲取交通事故發生前後之污染排放係數與燃油效率**

本步驟主要在瞭解不同車輛在交通事故發生前後之代表性行車型態下的污染排放和燃油效率，以便總計所有車輛在交通事故發生前後之污染



排放量和油耗量。

建議於選取代表性車輛時，可依車輛之引擎型式、汽缸數與車齡分佈隨機抽取。而車體動力計測試時，建議除了依重量法測試外，也同時記錄瞬時排放濃度，以比較事故發生前後的排放濃度。

#### 步驟六：估計交通事故發生前後之污染排放量與油耗量

交通事故發生前後之總污染排放量或總油耗量可用下列公式估計：

$$TE_i^b = \sum_{j=1}^n N_j \times D_j \times E_{ij}^b \quad (1)$$

$$TE_i^a = \sum_{j=1}^n N_j \times D_j \times E_{ij}^a \quad (2)$$

式中  $TE_i^b$ ：事故發生前  $i$  污染物之總排放量或總油耗量，單位：公克或公升； $N_j$ ： $j$  車種之總數量； $D_j$ ： $j$  車種之平均旅次長度，單位：公里(如果代表性行車型態很具代表性，則此平均旅次長度會等於代表性行車型態的行駛距離)； $E_{ij}^b$ ：事故發生前  $j$  車種之平均排放係數或平均燃油效率，單位：公克/公里或公升/公里(由測試結果加權平均獲得)； $TE_i^a$ ：事故發生後  $i$  污染物之總排放量或總油耗量，單位：公克或公升； $E_{ij}^a$ ：事故發生後  $j$  車種之平均排放係數或平均燃油效率，單位：公克/公里或公升/公里。

#### 步驟七：計算交通事故發生前後污染排放量、油耗量之差值

將步驟六之(2)式計算值與(1)式計算值相減，即可瞭解交通事故對污染排放與油耗之影響。

前面雖已就交通事故對污染排放與油耗影響之分析架構與方法做一分析，但其中仍有若干課題有待解決，分述如下：

#### 課題一：交通事故影響範圍難以估計

交通事故的規模不一，有的將整個路口或路段全部阻塞；有的僅使通過之車輛變換車道而已，其影響範圍大小相差甚大。此外規模相同之交通事故在不同地點、路寬、時間發生，其影響範圍也會不同。甚至事故處理人員不同，導致處理時間不同，影響範圍也會不同。因此在研究規劃階段應對事故規模、地區、道路、發生時間與處理時間有所界定，較易有具體成果。

## 課題二：不易構建代表性行車型態

收集行車型態資料時，無論採車主自行駕駛或追車方式，都需要裝設車速計與記錄裝置。經驗顯示，設備裝設不佳與路面不平整常會造成記錄的不完整，造成調查失敗。而要構建具代表性之代表性行車型態又需很多的旅次行車型態，因此必須投入很多人力、車輛、設備和時間。不過這點可以藉由具經驗的研究人員而降低其困難性。

再者行車型態與車輛特性、地區或道路狀況、天候狀況、時段與駕駛人特性都有關，不同地區、時間、天候之行車型態特性都可能不同，甲地所做研究不一定適用於乙地。此外，不同行車型態的污染排放與油耗也會不同。因此需要長期地進行相關研究，方能更清楚瞭解台灣各地的行車型態特性與其污染排放與油耗狀況，也才能進一步評估交通事故對污染排放與油耗之影響。

## 課題三：國內欠缺相關基礎研究

近年國內對本土行車型態與排放、油耗特性的研究只有民國 85、86 年進行過台北、高雄兩大會區行車型態之研究(歐怡公司，民 85；歐怡公司，民 86)，其它都市還不曾進行，而交通事故對污染排放與油耗之影響似乎不曾研究過。

很有趣的是早期有關車輛排放與油耗特性研究多由經濟部支持，近來則由環保署支持，交通部門卻很少有類似研究。依據鄭福田等人之研究(民 75)，台北都會區的空氣污染排放量中，小型汽車貢獻了 44.83% 的 HC、65.50% 的 CO 與 48.06% 的 NO<sub>x</sub>，其中 CO 之排放量居各種交通污染源之第一位，而 HC 與 NO<sub>x</sub> 則分居第二位；機車對空氣污染的影響也相當大，其貢獻了 52.15% 的 HC、30.58% 的 CO 與 2.11% 的 NO<sub>x</sub>，其中 HC 與 CO 之排放量分別居第一與第二位。交通部門似乎應該投入更多的資源來進行相關的基礎研究，以解決因為交通而引發的能源與環境問題。

## 課題四：研究成本高昂

行車型態資料的收集必須購置車速計與記錄設備安裝於車上，為在短期內獲得資料，這些設備數量必須很多，因此設備成本很高。而無論是車主自行駕駛或採追車方式，車主或負責追車人員的人事成本都相當高，何況事前事後必須各執行一次；小型汽車與機車之車體動力計測試每次約需二至三萬元(含租車與人員接洽運送)，重型柴油引擎每次需四十萬元以

上，欲獲得具有代表性之測試結果非數千萬元無法完成。影響範圍內的延滯調查，也需要很多成本。研究成本高昂是相關研究欠缺的主要原因。

## 肆、嚴重交通事故之簡易分析方法

雖然前節所提出之分析步驟需耗費高昂的成本，但是某些「嚴重事故」在適當合理假設下，可用較為簡易的分析方法加以分析，而不會有很大的誤差。所謂「嚴重事故」是指交通事故發生時道路完全阻塞因而產生「夠長延滯」的狀況，所謂「夠長延滯」指受影響車輛因事故煞車與再行起動之時間相對於因事故而產生之延滯比例很低。事實上，一個道路完全阻塞的事故往往須花費數十分鐘甚至數小時才能排除，而車輛因事故煞車與再行起動之時間往往只有數秒鐘，因此這是合理的假設。

基於前述的假設，可推論交通事故所影響的污染排放與油耗絕大部份都是在延滯時所發生，因道路阻塞而增加的減速與加速對污染排放與油耗的影響相對較小，可略而不計（就排放總量而言）。故而分析的步驟可以簡化如下：

步驟一：規劃與收集交通事故發生前之車輛行車型態資料

步驟二：構建交通事故發生前之代表性行車型態

步驟三：模擬交通事故發生所造成的交通衝擊

步驟四：抽取具代表性車輛，進行車體動力計測試，獲取交通事故發生前之污染排放係數與燃油效率

步驟五：計算交通事故發生前後污染排放量、油耗量之差值

交通事故發生前後污染排放量、油耗量之差值可用下式計算：

$$\Delta TE_i = \sum_{j=1}^n N_j \times T_j \times \Delta E_{ij} \quad (3)$$

式中  $\Delta TE_i$ ：事故發生前後  $i$  污染物之排放或油耗總變化量，單位：公克或公升； $N_j$ ： $j$  車種之總數量； $T_j$ ： $j$  車種之平均延滯，單位：分鐘； $\Delta E_{ij}$ ：事故發生前後  $j$  車種怠速段之平均排放係數或平均燃油效率，單位：公克/分鐘或公升/分鐘，可以取行車型態車體動力計測試結果中怠速段之排放濃度資料積分而得。

若比較本節之步驟與前節之步驟，可發現交通事故發生後之車輛行車型態資料收集、代表性行車型態構建與車體動力計測試均被省略，也因此分析成本將大幅降低。

由於車輛在熱車狀態的排放狀況通常很穩定，如果研究的精確度可以

再放寬，不要去考慮車輛究竟是在冷車或熱車狀態下遇到交通事故的影響，而假設所有車輛都是在熱車狀態下遇到交通事故，則另一個更為簡略的方法是選取具有代表性的車輛在實驗室中進行急速排放測試，由排放重量計算排放係數(單位：公克/分鐘)，並用碳平衡法計算燃油效率(單位：公升/分鐘)，則仍可用(2)式來估計交通事故對污染排放與油耗之影響。

由於小客車或機車僅需五分鐘以內即可完全熱車，而根據陳君杰(民 86)的研究，台北都會區汽車的平均旅行時間(自啟動至關閉車輛)為 1122 秒，機車則為 890 秒，歐怡公司(民 86)之研究結果顯示，高雄都會區汽車的平均旅行時間為 1034 秒，機車為 826 秒。熱車時間佔旅行時間比例尚不高，故此一簡易方法假設條件的合理性尚可接受。另一方面，由於急速排放測試費用遠較車體動力計測試費用為低，本方法可藉著增加測試數量來增加精確度，而車體動力計測試費用高導致測試數量少、欠缺代表性的問題，正是第一種方法容易被批評的地方。

## 伍、結論與建議

本研究針對交通事故對污染排放與油耗之影響提出一套分析架構與方法，以作為估計交通事故對污染排放與油耗量之依據。本架構之理論基礎為車輛污染排放與油耗量和其行車型態密切相關，因此由構建車輛在交通事故前後之代表性行車型態著手，並選取具有代表性的使用中車輛進行事故前後代表性行車型態之車體動力計測試，獲得交通事故前後之車輛平均排放係數與燃油效率，佐以事故期間之受影響車輛數與延滯，即可估計交通事故對污染排放與油耗量。而事故發生後之行車型態資料與受影響車輛數，係由在道路上模擬事故發生而獲得。

由於交通事故影響範圍難以估計與評估作業成本高昂，本研究針對嚴重交通事故提出一套簡易分析構想。由於嚴重交通事故發生時道路完全阻塞，受影響車輛因事故煞車與再加速起動之時間相對於因事故而產生之延滯比例很低，所影響的污染排放與油耗絕大部份都是在延滯時所發生，因道路阻塞而增加的減速與加速對污染排放與油耗的影響相對較小，可略而不計。因此原來所提方法中之交通事故模擬、交通事故發生後之車輛行車型態資料收集、代表性行車型態構建與車體動力計測試均被省略，也因此分析成本將大幅降低。

若研究的精確度可以再放寬，不要去考慮車輛究竟是在冷車或熱車狀態下遇到交通事故的影響，本研究又提出一個更為簡略的方法，該法是選

取具有代表性的車輛在實驗室中進行怠速排放測試，由排放重量計算排放係數(單位：公克/分鐘)，並用碳平衡法計算燃油效率(單位：公升/分鐘)，配合事故發生後的延滯調查，即可據以估計交通事故對污染排放與油耗之影響。

由於交通事故的規模大小不一，其影響程度也有很大差異，若耗費大量成本進行小規模交通事故對污染排放與油耗影響研究，較不符效益。因此，本研究建議應優先研究嚴重交通事故對污染排放與油耗影響之研究。此外，國內對於車輛污染排放與油耗之相關研究比較欠缺，且相關計畫多由環保署或經濟部支持，建議交通部門應多支持此類基礎研究計畫，以改善交通對環境與能源的衝擊，並做為交通改善計畫之評估依據。

## 參考文獻

1. 陳君杰，「汽機車行車型態與其污染排放、油耗之研究-以台北都會區為例」，國立交通大學交通運輸研究所博士論文，86年6月。
2. 王運錫，「省油駕駛方法」，能源季刊，第15卷，第1期，民國74年一月。
3. 盧啓文，「使用中車輛污染與油耗特性之研究-汽油引擎車輛」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國76年。
4. 賴明堂，「市區小客車行車油耗模式建立之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國76年。
5. 徐淵靜，「道路交通環境工程」，民國81年。
6. 韓復華，市區小客車節約能源之道路措施研究—建立小客車行車耗油模型之研究，經濟部能源委員會委託，民國76年。
7. 白仁德，「小客車及機車之污染排放與油耗模式特性之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國78年。
8. 賴明堂，「市區小客車行車油耗模式建立之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國76年。
9. 工業技術研究院機械工業研究所，「車輛油耗及污染測試計劃研究報告書」，民國72年。
10. 國立成功大學交通管理科學研究所，「都會區小客車行車型態與耗能關係之研究」，經濟部能源委員會委託，民國78年。
11. 歐怡科技股份有限公司，「台北都會區行車型態及平均排放係數建立所需計算模式之發展計畫」，行政院環保署委託，民國85年。
12. 歐怡科技股份有限公司，「高雄都會區行車型態及平均排放係數建立所

- 需計算模式之發展計畫」，行政院環保署委託，民國 86 年。
13. 李秉壬，「市區小客車行車型態之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 78 年。
  14. 鄧金地，「台北都會區小型汽車與機車行車型態之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年。
  15. 鄭福田，「台北市非點源空氣污染排放特性調查研究」，台北市政府環保局委託研究計畫，民國 75 年。
  16. Akcelik, R. (1983), "Formulate for Predicting Fuel Consumption of Cars", *Traffic Engineering & Control*, Vol. 24, No. 3, pp. 115-118.
  17. Chang, M. F., Evans, L., Herman, R. and Wasielewski, P. (1976), "Gasoline Consumption in Urban Traffic," *Transportation Research Record*, No. 599, pp.25-30.
  18. Chang, M. F. and Herman, R. (1981), "Trip Time Versus Stop Time and Fuel Consumption in Cities," *Transportation Science*, Vol. 15, No. 3, pp.183-209.
  19. Cohen, S. L. and Euler, G. (1978), "Single Cycle Length and Fuel Consumption and Emissions," *Transportation Research Record*, No. 667, pp.41-48.
  20. Crauser, J. P., Maurin, M. and Joumard, R. (1989), "Representative kinematic Sequences for the Road traffic in France," *SAE paper* 890875.
  21. Essenhigh, R. H. (1974), "Evaluation of Fuel Consumption Rates and Thermal Efficiency of Automobiles by Application of Furnace Analysis," *Transportation Research*, Vol. 8, No. 4, pp.457-464.
  22. Essenhigh, R. H. (1979), "Effect of Vehicle Size and Engine Displacement on Automobile Fuel Consumption," *Transportation Research*, Vol. 13A, No. 3, pp.175-187.
  23. Evans, L., Herman, R. and Lam, T. (1976), "Multivariate Analysis of Traffic Factors Related to Fuel Consumption in Urban Driving," *Transportation Science*, Vol. 10, No. 2., pp.205-215.
  24. Fwa, T. F. and Ang, B. W. (1992), "Estimating Automobile Fuel Consumption in Urban Traffic," *TRR*, No. 1366, pp.3-10.
  25. Johnston, R. R. M. and Trayford, R. S. (1982), "Fuel Consumption in Urban Traffic: A Twenty Car Designed Experiment," *Transportation*

- Research*, Vol. 16A, No. 3, pp.173-184.
26. Kent, J. H., Allen, G. H. and Rule, G. (1978), "A Driving Cycle for Sydney," *Transportation Research*, Vol. 12A, No. 3, pp.147-152.
  27. Kent, J. H. and Mudford, N. R. (1979), Motor Vehicle Emission and Fuel Consumption modeling, *Transportation Research*, Vol. 13A, No. 6, pp. 395-406.
  28. Kuhler and Karstens (1978), "Improved Driving Cycle for Testing Automotive Exhaust Emissions," *SAE paper* 780650.
  29. Kunselman, P., McAdams, H. T., Domke, C. J. and Williams, M. (1974), "Automobile Exhaust Emission Analysis," Reports No. EPA-460/3-74-005, US Environmental Protection Agency, Ann Arbor, MI, January.
  30. Lansell, S. R., Watson, H. C. and Milkins, E. E. (1983), *Development of a Melbourne Cold-start Driving Cycle*, Department of Mech. And Ind. Engineering, University of Melbourne, Report T 59/83.
  31. Lyons, T. J., Kenworthy, J. R., Austin, P. I. and Newman, P. W. C. (1986), "The Development of a Driving Cycle for Fuel Consumption and Emission Evaluation, *Transportation Research*," Vol. 20A, No. 6, pp. 447-462.
  32. Gandhi, K. K., Zvonow, V. A. and Singh, H. (1980), "Development of a Driving Cycle for Fuel Economy in a Developing Country," *Transportation Research*, Vol. 17A, No. 1, pp.1-11.
  33. George C. H. Perkins, Jr. (1982), Analytic Process to develop a Local Truck Driving Cycle, *SAE paper* 821256.
  34. Pitt, D. R., Lynos, T. J., Newman, P. W. G. and Kenworthy, J. R. (1987), Fuel Consumption Model: an evaluation based on a study of Perth's traffic pattern, *Traffic Engineering & control*, Vol. 28, No. 2, pp. 60-68.
  35. Wang C. S., Huang Q. D., Ling R. S. and Zhang Y. T. (1985), "Measurement of Passenger Car Operation in Beijing Pertinent to Exhaust and Fuel Economy," *SAE paper* 852242.
  36. Watson H. C. (1973), "The Influence of Driving Pattern on the Localised Urban Emissions Sources," *SAE paper* 730566.
  37. Watson, H. C., Milkins, E. E. and Braunsteins, J. (1982), "Development of a Melbourne Peak Driving Cycle," SAE-A and ARRB Second Traffic Energy and Emissions Conference paper 82148.

38. Watson H. C., (1995), "Effects of a Wide Range of Drive Cycles on the Emissions from Vehicles of Three Levels of Technology," *SAE paper*, 950221.
39. Yoshizumi, K., Nakamura, K., Inoue, K. and Ishiguro, T. (1980), "Automotive Exhaust Emissions in an Urban Area," *SAE paper* 800326.



## 都會區機動車輛之空氣污染排放與燃油效率係數 之推估及污染排放總量之估算

倪佩貞<sup>1</sup>、白仁德<sup>2</sup>、朱珮芸<sup>3</sup>、劉國棟<sup>4</sup>

### 摘要

近幾年來隨著經濟之成長，都會區空氣污染問題日益受到重視，而許多大型的都會區，並非工業發展之都市，因此工廠污染排放很少，交通工具反而為都會區中主要之空氣污染來源。為瞭解都會區機動車輛對空氣污染排放及燃油消耗的影響，本研究以台北都會區為例，並以民國 86 年為基準年對台北市機動車輛排放量之分佈狀況進行推估，並與其他各類排放源之排放狀況相互比較，以瞭解目前機動車輛排放佔整體污染排放之貢獻比例。經由經推估結果，機動車輛之排放量除在 PM<sub>10</sub> 方面佔約 21% 外，在其餘污染物中皆佔約台北市一半以上排放量之幅度；以車輛種類來看，PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub> 及 NO<sub>x</sub> 方面之污染，汽柴油車之貢獻比例相當；而 NMHC、CO 及 Pb 方面則皆以汽油車之排放為最主要來源。而多年來在車輛空氣污染相關管制工作之努力下，確已有某程度之成效，本研究亦就各項管制措施效益及成本加以分析比較，以供相關單位決策之參考。

### 壹、前言

隨著經濟、人口的快速成長，都會區之交通日益擁擠，間接使得都會區交通所造成之空氣污染日趨顯著。在管制車輛空氣污染之工作上，雖然環保署有訂定階段性加嚴之車輛排氣標準，且與其他各國相較下，已屬較嚴格之標準，但若該地區交通成長率大於其因標準加嚴所降低之污染量時，則將使其空氣污染現象亦呈逐漸惡化之趨勢，此時，單僅藉由車輛技術面對污染減量之提昇來改善空氣污染似顯不足。而由各國之經驗顯示，對車輛污染的改善所採用之策略，除對車輛本身污染之管制外，交通運輸策略之運用亦為其主要手段之一。反觀國內對於車輛空氣污染之改善，過去所強調之重點皆

1 中鼎工程股份有限公司副組長

2 交通部運輸研究所工程司

3 交通部運輸研究所工程司

4 中鼎工程股份有限公司技術經理

僅於車輛本身污染之改善，針對交通運輸部份所造成之污染減量較少著墨，然就都會區而言，為改善日趨繁忙之交通擁擠現象，部份區域早已規劃實施許多相關之交通改善措施，這些措施之施行除具交通效益外，如何衡量其對改善空氣污染所衍生的效益也是值得深入探究的課題。基此，本研究即以台北市都會區為例，就機動車輛污染排放係數及燃油效率的推估方法進行深入的探討，並據以作為總量估算的依據。其次針對其近年來所執行各項交通改善措施對空氣污染產生之效益進行評估。由評估之結果做為未來擬定相關管制策略之參考，並建議未來執行進一步評估之工作重點。

## 貳、相關文獻回顧

### 2.1 機動車輛與空氣污染之關係

#### 1. 機動車輛污染物之種類及排放影響因素

交通工具之空氣污染主要來自於車輛燃料燃燒之尾氣排放，排放之污染物包括氮氧化物 ( $\text{NO}_x$ )、碳氫化合物 ( $\text{HC}$ )、一氧化碳 ( $\text{CO}$ )、粒狀物/懸浮微粒 ( $\text{TSP}$ )、鉛 ( $\text{Pb}$ ) 及硫氧化物 ( $\text{SO}_x$ ) 等，部份碳氫化合物尚包括曲軸箱蒸發逸散及行駛間之逸散排放，粒狀物/懸浮微粒則包含車輛輪胎磨損及煞車磨損排放等，各污染物排放情形視燃料種類及車輛特性而異，此外，其他環境之影響因素亦不小，如溫度及地形等。大致上而言，汽油車排放之主要污染物為碳氫化合物、一氧化碳、氮氧化物及鉛，而柴油車排放之主要污染物為粒狀物/懸浮微粒及硫氧化物。

影響機動車輛排放廢氣之因素，包括：車種、引擎種類、排氣管制法規、速率、車況、操作溫度、天氣、地形、燃料等，詳表 1 所示。由於影響車輛污染之因素複雜，因此對車輛污染排放量之估算亦較為困難。國外在此問題上，係經由累積相當多之車輛污染實測資料，由實測資料進一步發展出推估之模式。較常見之排放量推估模式種類包括有：MOBILE6 及 PART5(美國環保署)、EMFAC7G(美國加州 ARB) 及 COPERTII(歐洲環境保護署)<sup>[1]</sup>等，該模式中皆可依車種分別推估出在不同車速或其他不同環境條件下甚至不同年份之排放係數，各車種排放係數另乘上其相對之車行里程即等於車輛排放量。

排放係數推估模式中 MOBILE6 及 PART5 為國內較常引用之模式，MOBILE6 主要用以推估氮氧化物、碳氫化合物、一氧化碳排放量，

## PART5 用以推估粒狀物、鉛及硫氧化物之排放量。

表 1 機動車輛排放廢氣之影響因素

| 影 響 因 素 | 舉 例                       |
|---------|---------------------------|
| 車種      | 小客車、機車、大客車、...            |
| 引擎種類    | 汽油引擎、柴油引擎、二行程引擎、四行程引擎、... |
| 排氣管制法規  | 管制標準、測試方法、...             |
| 污染控制設備  | 觸媒轉化器、曲軸箱吹漏氣回導系統          |
| 平均旅行速率  | 影響引擎負荷和轉速                 |
| 車況      | 保養情況、里程、...               |
| 操作溫度    | 冷/暖引擎                     |
| 天氣狀況    | 室外溫度、濕度、...               |
| 地形      | 上坡、下坡、...                 |
| 燃料      | 辛烷值、添加劑、...               |

資料來源：行政院環保署，研訂各縣市空氣品質改善/維護計畫，民國 82 年。

## 2. 相關研究

曾國雄、盧啓文(民國 76 年)<sup>[2]</sup>以 ECE-15 行車型態作為測試之標準，選擇汽油引擎之小客車及機車測試其污染排放之情況。結果顯示大致上汽車之排放係數較機車為高。

白仁德、曾國雄、盧啓文(民國 78 年)<sup>[3]</sup>以汽機車進行定速測試，求取污染排放係數，並利用八種函數式型態來加以配適，結果顯示排放係數與速率之關係以二次曲線函數式來表現最為適當。

環保署為訂定本土化機動車輛之排放係數，陸續進行相關研究。民國 80 年<sup>[4]</sup>針對使用中車輛進行污染排放之測試，並進行定速之空氣污染排放係數之測定，結果顯示當車速愈快，空氣污染物中 CO 及 HC 會下降，NO<sub>x</sub> 則上升。該署於民國 82 年，在研訂各縣市空氣品質改善／維護計畫中<sup>[5]</sup>，採用美國環保署之 Compilation of Air Pollutant Emission Factors 第二冊移動源部分來訂定各車種之排放係數，並且利用美國環保署之 MOBILE4.1 排放係數模式所改寫之 MOBILE-TAIWAN 1.0 來計算各車種之排放係數。而於民國 85 年所進行台北都會區車輛行車型態及平均排放係數之建立<sup>[6]</sup>，乃以實際追車調查方式及資料統計來建立汽機車之行車型態，並利用此行車型態計算平均污染排放係數。唯於該計畫中所抽取之樣本數尚不足，對於其他影響排放係數之變數尚無法一一掌握。該研究並利用美國環保署針對機動車輛排放係數所研發出來之 MOBILE 5 模式及檢測之資料來決定台北都會

區機動車輛之排放係數，並推計旅行速率為 19 公里/小時時各車種之排放係數。

台北市環保局於民國 86 年進行之「台北市空氣品質改善維護計畫追蹤研究計畫」<sup>[7]</sup>，其中即針對台灣地區的特性，將 MOBILE 5a 修改為 MT 2.0，以估計台北市機動車輛之排放係數。MT2.0 模式所修改的部份包括：(1) 輸、出入之單位採用公制單位。(2) 車輛型式修正為七種。(3) 取消不適合台灣地區之選項，包括加州低排放車輛計畫、低溫下 CO 標準及高緯度地區運算等。(4) 設定公元 2001 年起全面使用無鉛汽油。

## 2.2 機動車輛與燃油消耗的關係

### 1. 燃油消耗影響因素

大致而言，影響行車耗油之因素有五大類，可分為(1)車輛因素：車重、引擎設計、汽缸容量、傳動系統、輪胎、暖車狀況等。(2)交通因素：行駛速率、停等次數、停等時間等。(3)道路因素：道路之鋪面狀況、幾何設計、坡度及曲率等。(4)天候因素：溫度、風速、晴雨等。以及(5)駕駛因素：駕駛行為、駕駛中使用車輛附屬配備之狀況等。

在於實際應用時，對於油品的消耗並不能利用很微觀的方式來進行耗油量的估計，只能夠以幾項較重要的因素來加以考量，依據相關研究顯示，車速、車輛停等、油品及車種與油耗甚為相關。當車速呈穩定狀態時，車速與燃油的消耗有一定的關係。當汽車車速介於 40-60km/hr 時，油耗(單位為每部車每公升燃油可以行走多少公里)最高。而當車速呈不穩定狀況時，即有加速或減速時，會增加額外的燃油消耗。當車輛遇到塞車、紅燈或公共汽車停車上下乘客時，會產生停等現象，此時燃油消耗會提高，當停等的次數越高其燃油消耗則持續上升。此外，不同的用油類別其引擎設計必須有所不同，其燃油消耗的情況也會有所不同。車輛較常使用的引擎為柴油引擎及汽油引擎，目前台灣地區汽車能源使用又增加了液態瓦斯，其引擎的設計是可以混用液態瓦斯或汽油。在低速運轉時柴油引擎會比汽油引擎消耗比較高的燃油，但在超過 35km/hr 後柴油引擎之燃油消耗則低於汽油引擎。兩者在 45-50km/hr 時可以到達效率最高的狀況。而各種運具因為所載運的旅客數不同，其單位能源消耗即有差別。尤其是都市運輸對能源消耗有很大的影響的情況下，如以單位能源消耗量來比較，應較為適當，電車之單位燃油消耗要比小汽車來的高。

## 2. 相關研究

國內對於車輛耗油模式的研究，以探討交通與車輛相關因素與油耗關係的研究較多，摘要將有關交通因素與油耗關係的研究予以簡述。

趙捷謙及邱盛生(民國 66 年)<sup>[8]</sup>以省道台一線為例，研究在水平路面下各種不同速率及加減速對燃油消耗之影響，研究結果各車種之油耗與速率為二次方程式之關係。韓復華等(民國 77 年)<sup>[9]</sup>以台北市為例，實地建立大客車之耗油模式，其與單位距離之行駛時間呈線性關係。韓復華、張靖(民國 78 年)<sup>[10]</sup>以國產小汽車為例，進行台北市區之行車型態之研究，分析各廠牌汽車之耗油模式，其研究結果顯示車輛之耗油模式與單位距離的平均行車時間與停等次數有關。白仁德(民國 78 年)<sup>[3]</sup>以行駛速率為解釋變數建立小客車與機車之油耗模式，配適八種函數型態，並選取最佳統計模型。張有恆、施宗佑(民國 80 年)<sup>[11]</sup>對不同道路系統之小客車進行行車耗油模式之建立，認為市區道路系統之車輛耗油與單位距離之行車時間可以建立相當好之關係；省公路部分則以旅行速率之二次方程式有比較高之解釋能力；高速公路因平均速率差不多，不易找出適當之耗油模式。環保署(民國 80 年)<sup>[4]</sup>委託工研院機械所進行使用中車輛之耗能測試，測試之行車型態包括 ECE-15 市區型態、10-100kph 定速型態、FTP-75 型態。在汽車定速之測試中，於車速在 40kph 時燃油效率最高，乘坐人數之增加則影響不明顯。

### 2.3 交通改善措施與空氣污染及燃油消耗的關係

早期對於交通污染問題的改善係著重於對車輛本身污染之減量管制，故主要之管制策略著重於對傳統石化燃料車輛排放之管制、油品管制及低污染車輛（其他低污染替代燃料）之推廣使用。但隨著經濟、人口的快速成長，交通量亦呈大幅之成長，尤其在都會地區，由於成長幅度過大，單以車輛本身污染排放減量之管制或低污染車輛推廣使用效益已不顯著，因此在先進國家中對其整體車輛空氣污染之管制上，除了透過各項污染控制技術或油品改善減少車輛之污染排放外，運輸管理策略的運用亦是主要手段之一。以往運輸管理的主要目的為改善交通擁擠之現象，但隨著都市交通惡化所引發日益嚴重的空氣污染及龐大的能源消耗，對都市環境品質及國人身體健康影響甚鉅，運輸管理措施對空污改善及能源節省之效益亦逐漸顯得重要。

就運輸管理策略而言，其對空氣污染及能源消耗方面之效益，主

要係透過各種運輸管理措施之運用使整體之車流狀況得到改善，以提昇車行速度、減少車輛停等延滯，並減少整體車輛行駛之里程，間接減少燃料消耗量，進而使得排至大氣之污染量減低。然並非所有交通運輸措施執行後皆可達此目的，表 2 係以美國都市大眾運輸總局所劃分的七類三十一項交通改善措施，來探討各項措施所能產生的交通改善效果，以及空氣污染及能源消耗減低效果。

表 2 交通改善措施對空氣污染與燃油消耗的影響

| 交通改善措施                | 交通管理效果 |      |        | 空氣污染及能源消耗減低效果 |
|-----------------------|--------|------|--------|---------------|
|                       | 減少行車里程 | 提高車速 | 減少停等延滯 |               |
| 改善道路車輛流動              |        |      |        |               |
| 交通號誌改善                | △      | ●    | ●      | ●             |
| 高速公路匝道儀控              | △      | ●    | ○      | ●             |
| 建立單行道系統               | △      | ●    | ○      | ○             |
| 禁止路邊停車                | △      | ○    | △      | △             |
| 調整車道                  | △      | ●    | ●      | ●             |
| 交通槽化措施                | △      | ○    | △      | △             |
| 建立街外裝卸貨物              | △      | ○    | △      | △             |
| 遷移大眾運輸場站              | △      | △    | ○      | △             |
| 高乘載車輛優先               |        |      |        |               |
| 設置公車與共乘車輛專用道          | ●      | ●    | ○      | ●             |
| 設置公車優先號誌控制            | △      | ○    | ●      | ○             |
| 通行收費政策                | ○      | △    | △      | △             |
| 減少尖峰時間交通量             |        |      |        |               |
| 調整工作時間                | ●      | ●    | △      | ●             |
| 擁擠定價收費                | ○      | ○    | △      | △             |
| 實施尖峰時間貨車管制            | ○      | △    | △      | △             |
| 停車管理                  |        |      |        |               |
| 實施停車管制措施              | ○      | ○    | △      | △             |
| 設置轉乘大眾運輸之停車場          | ○      | △    | △      | △             |
| 抑制小汽車使用，促進高乘載         |        |      |        |               |
| 推行車輛共乘                | ●      | ○    | △      | ○             |
| 鼓勵使用腳踏車及步行            | ○      | △    | △      | △             |
| 實施小汽車管制區              | ●      | ○    | ○      | ○             |
| 改善大眾運輸之服務水準           |        |      |        |               |
| 大眾運輸市場研究與銷售宣傳         | △      | △    | △      | △             |
| 增進安全措施                | △      | △    | △      | △             |
| 改善大眾站車服務設備            | ○      | △    | △      | △             |
| 改善大眾運輸場站設備與管理         | ○      | △    | △      | △             |
| 適當調整大眾運輸費率政策與改進收費系統技術 | ○      | △    | △      | △             |
| 增進副大眾運輸服務             | ○      | △    | △      | △             |
| 營運組織之協調配合             | ○      | △    | △      | △             |
| 提高大眾運輸之管理效率           |        |      |        |               |
| 路線評估                  | ○      | △    | △      | △             |
| 改善車輛及監督技術             | ○      | △    | △      | △             |
| 修護政策                  | ○      | △    | △      | △             |
| 系統營運績效之評估             | ○      | △    | △      | △             |

註：●：有直接且顯著之影響；○：影響程度中等；△：影響較不顯著。

本研究整理

## 參、空氣污染排放量推估

本研究對機動車輛空氣污染量推估之方式係以排放係數乘上車行里程進行估算，排放量估算之基準年為 1997 年，研究之範圍以台北市為主，除交通污染量外並與其他污染源排放狀況進行比較，進而探討各項交通管制措施可能之減量成效。對於車輛排放量推估之方法概要說明如下：

### 3.1 排放係數推估

車輛排放係數推估之方式至目前台灣地區尚未曾建立本土之推估模式，過去計算時主要採用之方法係引用美國之推估方式。就各排放係數的推估而言，大致上可分為兩部份：一為 CO、NO<sub>x</sub> 及 HC 之推估，主要採用 Mobile-Taiwan 模式或直接用美國 Mobile 之模式；二為 TSP、Pb 及 SO<sub>x</sub> 推估，主要採用美國 AP-42<sup>[12]</sup>之方法，即 PART5 模式。

#### 1.HC、CO 及 NO<sub>x</sub> 排放係數之推估

本研究主要採用 Mobile-Taiwan 進行推估，其係修改自美國環保署所發展之 MOBILE 程式，最新版之 MOBILE-Taiwan 係由中鼎公司於 85 年根據台灣車輛現況與美國 Energy and Environmental Analysis Inc.(簡稱 EEA 公司)合作，依據 MOBILE 5a 程式改寫成適用於台灣之模式 MOBILE-Taiwan 2.0，(簡稱 MT2.0)<sup>[13]</sup>。

不論應用美國 MOBILE 程式或 Mobile-Taiwan 程式，其影響較為顯著之主要之輸入參數包括：新車排放係數及劣化率(即零里程排放率及劣化係數)、年平均車行里程、車齡分佈及環境背景參數。

##### a. 零里程排放率及劣化係數

零里程排放率及劣化係數係指新車之基本排放率及行駛過後隨里程增加可能之污染劣化率，此參數主要需由實際車輛測試結果統計分析而得。國內目前有關實際使用中車輛之測試資料數仍不多，僅汽油小客車方面有部份之車輛召回改正測試結果可供參考，而大部份僅可引用到新車審驗之數值統計結果。表 3 為依據近年來上述相關資料統計分析之結果<sup>[14]</sup>。

表 3 車輛零里程排放率及劣化率輸入值

| 車種    | 年份<br>(民國) | HC    |       | NOx    |       | CO     |       |
|-------|------------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
|       |            | 零里程   | 劣化率   | 零里程    | 劣化率   | 零里程    | 劣化率   |
| 汽油小客車 | 76以前       | 2.460 | 0.110 | 1.870  | 0.019 | 13.380 | 2.150 |
|       | 77-79      | 1.560 | 0.074 | 1.870  | 0.019 | 7.330  | 2.150 |
|       | 80         | 1.231 | 0.059 | 1.491  | 0.017 | 5.905  | 1.678 |
|       | 81         | 0.903 | 0.045 | 1.111  | 0.016 | 4.480  | 1.206 |
|       | 82         | 0.574 | 0.030 | 0.732  | 0.014 | 3.055  | 0.735 |
|       | 83         | 0.163 | 0.012 | 0.258  | 0.012 | 1.273  | 0.145 |
|       | 84-87      | 0.081 | 0.008 | 0.163  | 0.012 | 0.917  | 0.027 |
|       | 88以後       | 0.090 | 0.006 | 0.153  | 0.009 | 1.045  | 0.056 |
| 汽油小貨車 | 76以前       | 2.140 | 0.030 | 1.020  | 0.000 | 23.130 | 0.410 |
|       | 77-79      | 1.090 | 0.030 | 0.930  | 0.010 | 13.240 | 0.500 |
|       | 80         | 0.900 | 0.025 | 0.777  | 0.008 | 10.951 | 0.405 |
|       | 81         | 0.710 | 0.021 | 0.625  | 0.007 | 8.662  | 0.311 |
|       | 82         | 0.519 | 0.016 | 0.472  | 0.005 | 6.373  | 0.216 |
|       | 83         | 0.282 | 0.010 | 0.281  | 0.003 | 3.512  | 0.098 |
|       | 84-87      | 0.234 | 0.009 | 0.243  | 0.003 | 2.940  | 0.074 |
|       | 88以後       | 0.093 | 0.003 | 0.134  | 0.002 | 1.701  | 0.043 |
| 柴油小貨車 | 81以前       | 0.534 | 0.031 | 1.137  | 0.031 | 1.224  | 0.039 |
|       | 82         | 0.340 | 0.016 | 1.057  | 0.016 | 1.001  | 0.098 |
|       | 83-87      | 0.146 | 0.000 | 0.976  | 0.000 | 0.778  | 0.156 |
|       | 88         | 0.117 | 0.000 | 1.035  | 0.000 | 0.749  | 0.150 |
|       | 89         | 0.088 | 0.000 | 1.093  | 0.000 | 0.719  | 0.144 |
|       | 90以後       | 0.088 | 0.000 | 1.093  | 0.000 | 0.719  | 0.144 |
| 柴油大貨車 | 81以前       | 2.430 | 0.023 | 15.808 | 0.073 | 7.096  | 0.062 |
|       | 82         | 1.668 | 0.016 | 11.781 | 0.051 | 4.850  | 0.051 |
|       | 83-87      | 0.905 | 0.008 | 7.754  | 0.028 | 2.604  | 0.039 |
|       | 88         | 0.594 | 0.008 | 7.243  | 0.029 | 2.592  | 0.039 |
|       | 89         | 0.283 | 0.008 | 6.731  | 0.030 | 2.579  | 0.039 |
|       | 90以後       | 0.283 | 0.008 | 6.731  | 0.030 | 2.579  | 0.039 |
| 二行程機車 | 76以前       | 4.160 | 0.960 | 0.043  | 0.000 | 7.040  | 3.690 |
|       | 77-80      | 3.230 | 0.960 | 0.029  | 0.000 | 7.040  | 3.690 |
|       | 81         | 2.327 | 0.569 | 0.022  | 0.000 | 4.524  | 2.016 |
|       | 82-86      | 1.424 | 0.178 | 0.015  | 0.000 | 2.007  | 0.341 |
|       | 87-92      | 0.760 | 0.061 | 0.008  | 0.001 | 1.331  | 0.142 |
|       | 93以後       | —     | —     | —      | —     | —      | —     |
| 四行程機車 | 76以前       | 1.150 | 0.108 | 0.240  | 0.000 | 13.031 | 1.243 |
|       | 77-80      | 1.150 | 0.108 | 0.095  | 0.000 | 6.801  | 0.950 |
|       | 81         | 0.832 | 0.106 | 0.171  | 0.002 | 4.610  | 0.563 |
|       | 82-86      | 0.513 | 0.104 | 0.244  | 0.004 | 2.418  | 0.179 |
|       | 87-92      | 0.304 | 0.055 | 0.145  | 0.014 | 1.307  | 0.148 |
|       | 93以後       | 0.305 | 0.055 | 0.145  | 0.014 | 1.277  | 0.145 |
| 二行程機車 | 76以前       | 4.160 | 0.960 | 0.043  | 0.000 | 7.040  | 3.690 |
|       | 77-80      | 3.230 | 0.960 | 0.029  | 0.000 | 7.040  | 3.690 |
|       | 81         | 2.299 | 0.617 | 0.022  | 0.002 | 4.473  | 2.099 |
|       | 82-86      | 1.367 | 0.273 | 0.014  | 0.003 | 1.906  | 0.308 |
|       | 87-92      | 0.760 | 0.061 | 0.008  | 0.001 | 1.331  | 0.142 |
|       | 93以後       | —     | —     | —      | —     | —      | —     |
| 四行程機車 | 76以前       | 1.150 | 0.108 | 0.240  | 0.000 | 13.031 | 1.243 |
|       | 77-80      | 1.150 | 0.108 | 0.095  | 0.000 | 6.801  | 0.950 |
|       | 81         | 0.802 | 0.156 | 0.156  | 0.026 | 4.479  | 0.781 |
|       | 82-86      | 0.454 | 0.204 | 0.217  | 0.051 | 2.156  | 0.611 |
|       | 87-92      | 0.304 | 0.055 | 0.145  | 0.014 | 1.307  | 0.148 |
|       | 93以後       | 0.305 | 0.055 | 0.145  | 0.014 | 1.277  | 0.145 |

註:1.單位:零里程-g/Km ; 劣化率-g/Km/10000Km

2.MT2.0(83)翻位下粗斜體字之資料係參考林達雄/蘇國澤報告結果

3.MT2.0(83)翻位下反黑底面之資料為自符合各期標準之車輛檢測值推算結果

其餘白底之數值為內插之結果

4.MT2.0(83)之柴油大客貨車及柴油小貨車係採用EEA之建議值

5.台北都會區係使用M.P. Walsh建議值,二、四行程機車則使用MOBILE5a內定值

6.高雄都會區之汽油小車、柴油車係使用M.P. Walsh建議值,二/四行程機車則使用實測值之迴歸數據



### b. 年平均車行里程

年平均車行里程資料為各車種之平均統計值，模式中可再細分成不同車齡車行里程之設定，但國內因相關資料並不完整，且經程式測試模擬比較結果，其對排放係數輸出結果之影響並不顯著，故本研究中各車齡皆採用相同之年平均車行里程。表 4 為本研究引用之數據<sup>[14]</sup>。

表 4 本研究推估所採用之車行里程

| 統計項目     | 自用    |             | 自用    | 營業  |       | 營業大客車       |       |             |     | 二行程機車     | 四行程機車     |
|----------|-------|-------------|-------|-----|-------|-------------|-------|-------------|-----|-----------|-----------|
|          | 小客車   | 營業計程車       |       | 小貨車 | 大客車   | 公車          | 遊覽車   | 大貨車         | 大貨車 |           |           |
| 車行里程     | 17626 | 56366       | 26532 |     | 28360 | 66523       | 32929 | 46467       |     | 6978      | 8701      |
| (數值可能範圍) |       | 15623-19164 |       |     |       | 18591-34714 |       | 35623-67611 |     | 6276-7876 | 8389-8882 |
| 耗油率      | 10.4  | 8.3         | 11.2  | 4.7 | 3.6   | 2.5         | 3.2   | 2.4         | 2.9 |           | 27.3      |

參考來源：A:臺灣地區公路車輛行車成本調查,交通部運研所,83.4  
B:台北市空氣品質改善/維護計畫之執行追蹤檢討,86.6  
C:台北縣空氣品質改善/維護計畫之執行追蹤檢討,86.6  
D:85年度台灣地區自用小客車使用狀況調查報告,86.5  
E:台灣地區計程車營運狀況調查報告,87.6  
F:台灣地區遊覽車營運狀況調查報告,87.6  
G:台灣地區機車使用狀況調查報告,交通部統計處,87.6  
H:86年交通統計要覽,87.8  
I:建立機動車輛延車公里統計資料蒐集體系之研究,87.6(蒐集經濟部能委會之車輛耗油測試結果)

### c. 車齡分佈

由於模式中所需之車齡解析度為 1~25 年逐年之分佈比例，但以目前一般統計報告中所列出之解析度皆不夠，故此乃蒐集其它相關調查統計結果，所引用各車種之車齡分佈見圖 1<sup>[14]</sup>。

### d. 環境背景參數

推估模式中需輸入之相關環境背景參數較重要者包括有：油品揮發度(RVP)、油品含氧率(ether-based 或 alcohol-based)、每日最低溫度及最高溫度及操作模式比例等。其中前兩項直接引用國內之汽油油品規範，溫度方面資料引用台北氣象站之資料統計而得。

目前國內中油之汽油油品規範中規定 RVP 值自 86 年起夏季為 9psi，冬季為 10 psi，含氧率自 85 年 8 月起在 0.35~2.0WT%之間，平均約 1.67%，在基準年(86 年)排放係數的推估輸入中採用 RVP 為 10psi，含氧率為 1.7%。

操作模式比例，因國內亦無相關測試統計，故採用國外之建議值：無觸媒冷啟動(PCCN):20.6%、觸媒 - 熱啟動(PCCN):27.3%及觸媒 - 冷啟動(PCCN):20.6%。

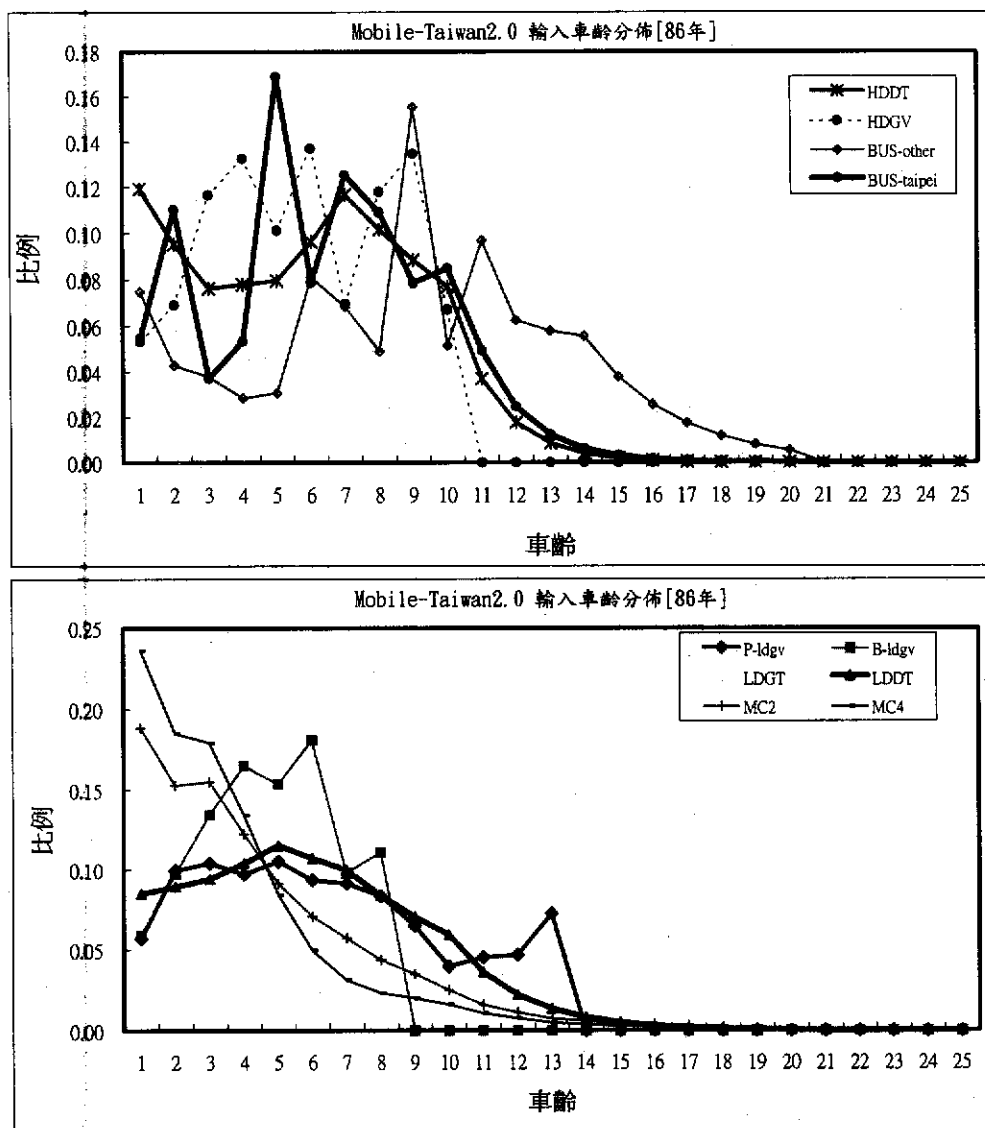


圖 1 本研究排放量推估採用之各車種車齡分佈狀況

## 2. TSP、Pb 及 SO<sub>x</sub> 排放係數之推估

a. 車輛總懸浮微粒之排放係數估算方法如下：

$$\text{TSP} = [\text{尾氣排放}] + [\text{輪胎磨損}] + [\text{剎車磨損}]$$

$$\bullet \text{汽油車尾氣排放} = [\text{鉛}] + [\text{有機物}] + [\text{硫酸鹽}]$$

$$\bullet [\text{輪胎磨損}] = f(\text{車種})$$

$$\bullet [\text{剎車磨損}] = \text{定值} = 0.0080 \text{ g/km}$$

(a). [尾氣排放] 排放係數(汽油車)：

■ 鉛之排放係數計算公式如下：

$$\text{EF} = \frac{(\text{燃料含鉛量, g/l}) \times (\text{排放率}) \times (1.557) \times (\text{粒徑係數})}{(\text{鉛的排放係數}) \times (\text{耗油率, km/l}) \times (\text{速度校正係數})}$$

■ 硫酸鹽排放係數之計算公式如下：

$$\text{sulfate} = (\text{基本排放係數}) \times (\text{粒徑係數}) / 1.609$$

■ 有機物的排放係數計算與硫酸鹽相似，基本排放係數亦查表得出。

(b). 柴油車及機車之尾氣排放係數

機車及柴油車缺乏硫酸鹽及有機物各別之排放係數，故僅計算其總尾氣排放係數(TEP)。

■ 對於 HDDV，其計算公式如下：

$$\text{TEPEF} = (\text{基本排放係數}) \times (\text{粒徑係數}) \times (\text{轉換係數}) / 1.609$$

■ LDDT 及 MC 的 TEP 計算公式除了沒有轉換係數外，其餘皆與 HDDV 相同。

(c). 輪胎磨損之排放係數

輪胎磨損之排放係數估算公式如下：

$$\text{EF}_{\text{Tires}} = 0.12 \times N / 4 \quad (\text{g/km})$$

$$N = \text{平均車輪數}$$

(d). 剎車磨損之排放係數

參考美國(1985)數據，所有車輛之剎車磨損排放係數皆以 0.008 g/km 計之。

(e). 參考國內研究結果之修正

國內蔣本基教授曾於「台北地區交通污染與營建工程對

空氣品質影響之研究及受體模式之確立」<sup>[15]</sup>中提出由隧道模式推估之柴油車懸浮微粒排放係數為 2.9965g/km，雖然由隧道模式推估之排放係數亦有其不確定性，但反觀國內大客貨車(HDDV)排放黑煙之狀況較國外嚴重，採用美國之排放係數可能會低估，故對於大客貨車推估結果，將以國內測定結果調整之，調整之方式考慮自 82 年 7 月後因二期排氣標準之施行，將對排放係數有所改善，故 83 年起之新車使用 AP-42 估算結果，其餘舊車則採國內測定結果，依新舊車比例加權計算總平均值。

b. SO<sub>x</sub> 排放係數推估：

SO<sub>x</sub> 排放係數之計算公式如下：

$$EF = (1/FE) \times D \times S \times W$$

EF = 排放係數 (g/km); FE = 各車種之平均耗油率; D = 燃料密度(kg/l)。

W = SO<sub>2</sub>/S 轉換比 = 2。

(1). 排放係數推估結果

依前述方法推估台北地區 86 年之排放係數結果見表 5，表中包含不同車速之排放係數結果。

表 5 台北地區 86 年車輛排放係數推估結果

| 車種        | 車速<br>(公里/<br>小時) | 86年排放係數(克/公里.輛) |       |       |       |         |       |             |             |        |
|-----------|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------------|-------------|--------|
|           |                   | TSP             | SOx   | Pb    | NOx   | CO      | HC-尾氣 | HC-蒸發<br>損失 | HC-行<br>駛損失 | THC    |
| 自用<br>小客車 | 5.00              | 0.173           | 0.067 | 0.007 | 1.510 | 91.360  | 7.120 | 0.530       | 5.460       | 13.110 |
|           | 10.00             | 0.170           | 0.067 | 0.005 | 1.330 | 50.180  | 4.000 | 0.530       | 1.560       | 6.090  |
|           | 15.00             | 0.169           | 0.067 | 0.003 | 1.260 | 34.080  | 2.760 | 0.530       | 0.970       | 4.260  |
|           | 20.00             | 0.168           | 0.067 | 0.003 | 1.230 | 26.260  | 2.140 | 0.530       | 0.740       | 3.410  |
|           | 25.00             | 0.168           | 0.067 | 0.002 | 1.230 | 21.850  | 1.790 | 0.530       | 0.580       | 2.900  |
|           | 30.00             | 0.168           | 0.067 | 0.002 | 1.250 | 19.040  | 1.570 | 0.530       | 0.450       | 2.550  |
|           | 40.00             | 0.167           | 0.067 | 0.001 | 1.320 | 14.600  | 1.230 | 0.530       | 0.330       | 2.090  |
|           | 50.00             | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 1.380 | 11.580  | 1.000 | 0.530       | 0.260       | 1.790  |
|           | 60.00             | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 1.430 | 9.540   | 0.850 | 0.530       | 0.210       | 1.590  |
|           | 70.00             | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 1.460 | 8.280   | 0.750 | 0.530       | 0.170       | 1.450  |
|           | 80.00             | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 1.580 | 7.730   | 0.700 | 0.530       | 0.130       | 1.360  |
| 營業<br>小客車 | 90.00             | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 1.910 | 9.170   | 0.740 | 0.530       | 0.110       | 1.380  |
|           | 100.00            | 0.165           | 0.067 | 0.001 | 2.240 | 18.840  | 1.030 | 0.530       | 0.090       | 1.650  |
|           | 5.00              | 0.157           | 0.085 | 0.008 | 1.530 | 100.310 | 5.860 | 0.120       | 6.650       | 12.630 |
|           | 10.00             | 0.154           | 0.085 | 0.005 | 1.300 | 55.630  | 3.280 | 0.120       | 1.840       | 5.240  |
|           | 15.00             | 0.153           | 0.085 | 0.004 | 1.230 | 39.920  | 2.380 | 0.120       | 1.130       | 3.630  |
|           | 20.00             | 0.152           | 0.085 | 0.003 | 1.190 | 32.250  | 1.930 | 0.120       | 0.860       | 2.910  |
|           | 25.00             | 0.152           | 0.085 | 0.002 | 1.180 | 27.790  | 1.660 | 0.120       | 0.670       | 2.450  |
|           | 30.00             | 0.151           | 0.085 | 0.002 | 1.170 | 24.860  | 1.490 | 0.120       | 0.530       | 2.140  |
|           | 40.00             | 0.151           | 0.085 | 0.002 | 1.210 | 18.200  | 1.140 | 0.120       | 0.390       | 1.650  |
|           | 50.00             | 0.149           | 0.085 | 0.001 | 1.240 | 13.720  | 0.920 | 0.120       | 0.310       | 1.350  |
|           | 60.00             | 0.148           | 0.085 | 0.001 | 1.260 | 10.730  | 0.770 | 0.120       | 0.250       | 1.140  |
| 汽油<br>小貨車 | 70.00             | 0.148           | 0.085 | 0.001 | 1.280 | 8.700   | 0.670 | 0.120       | 0.210       | 1.000  |
|           | 80.00             | 0.148           | 0.085 | 0.001 | 1.360 | 7.620   | 0.610 | 0.120       | 0.170       | 0.900  |
|           | 90.00             | 0.148           | 0.085 | 0.001 | 1.600 | 8.530   | 0.630 | 0.120       | 0.130       | 0.880  |
|           | 100.00            | 0.148           | 0.085 | 0.001 | 1.850 | 14.630  | 0.800 | 0.120       | 0.110       | 1.030  |
|           | 5.00              | 0.176           | 0.063 | 0.009 | 1.040 | 94.740  | 6.500 | 0.430       | 5.330       | 12.260 |
|           | 10.00             | 0.174           | 0.063 | 0.007 | 0.910 | 48.470  | 3.540 | 0.430       | 1.510       | 5.480  |
|           | 15.00             | 0.172           | 0.063 | 0.005 | 0.870 | 31.780  | 2.430 | 0.430       | 0.940       | 3.800  |
|           | 20.00             | 0.171           | 0.063 | 0.004 | 0.860 | 23.620  | 1.890 | 0.430       | 0.710       | 3.030  |
|           | 25.00             | 0.170           | 0.063 | 0.003 | 0.850 | 18.900  | 1.570 | 0.430       | 0.540       | 2.540  |
|           | 30.00             | 0.170           | 0.063 | 0.003 | 0.860 | 15.830  | 1.360 | 0.430       | 0.420       | 2.210  |
|           | 40.00             | 0.169           | 0.063 | 0.002 | 0.920 | 13.030  | 1.110 | 0.430       | 0.300       | 1.840  |
|           | 50.00             | 0.170           | 0.063 | 0.002 | 0.970 | 11.230  | 0.930 | 0.430       | 0.240       | 1.600  |
|           | 60.00             | 0.169           | 0.063 | 0.002 | 1.010 | 10.010  | 0.810 | 0.430       | 0.200       | 1.440  |
|           | 70.00             | 0.169           | 0.063 | 0.001 | 1.040 | 9.270   | 0.730 | 0.430       | 0.160       | 1.320  |
|           | 80.00             | 0.169           | 0.063 | 0.001 | 1.130 | 8.950   | 0.700 | 0.430       | 0.130       | 1.260  |
|           | 90.00             | 0.169           | 0.063 | 0.001 | 1.420 | 10.840  | 0.750 | 0.430       | 0.100       | 1.280  |
|           | 100.00            | 0.169           | 0.063 | 0.001 | 1.710 | 23.550  | 1.070 | 0.430       | 0.090       | 1.590  |

表 5 台北地區 86 年車輛排放係數推估結果(續 1)

| 車種                 | 車速<br>(公里/小時) | 86年排放係數(克/公里.輛) |       |       |        |        |       |             |             |       |
|--------------------|---------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------------|-------------|-------|
|                    |               | TSP             | SOx   | Pb    | NOx    | CO     | HC-尾氣 | HC-蒸發<br>損失 | HC-行<br>駛損失 | THC   |
| 柴油小貨車              | 5.00          | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 2.350  | 5.630  | 1.430 | 0.000       | 0.000       | 1.430 |
|                    | 10.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 2.060  | 4.400  | 1.220 | 0.000       | 0.000       | 1.220 |
|                    | 15.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.840  | 3.490  | 1.050 | 0.000       | 0.000       | 1.050 |
|                    | 20.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.660  | 2.830  | 0.910 | 0.000       | 0.000       | 0.910 |
|                    | 25.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.520  | 2.330  | 0.800 | 0.000       | 0.000       | 0.800 |
|                    | 30.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.410  | 1.950  | 0.710 | 0.000       | 0.000       | 0.710 |
|                    | 40.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.270  | 1.440  | 0.560 | 0.000       | 0.000       | 0.560 |
|                    | 50.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.210  | 1.150  | 0.470 | 0.000       | 0.000       | 0.470 |
|                    | 60.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.210  | 0.980  | 0.400 | 0.000       | 0.000       | 0.400 |
|                    | 70.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.280  | 0.890  | 0.360 | 0.000       | 0.000       | 0.360 |
|                    | 80.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.440  | 0.880  | 0.330 | 0.000       | 0.000       | 0.330 |
| 大貨車                | 90.00         | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 1.700  | 0.920  | 0.310 | 0.000       | 0.000       | 0.310 |
|                    | 100.00        | 0.625           | 0.770 | 0.000 | 2.130  | 1.040  | 0.300 | 0.000       | 0.000       | 0.300 |
|                    | 5.00          | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 24.250 | 20.790 | 4.940 | 0.000       | 0.000       | 4.940 |
|                    | 10.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 21.320 | 16.240 | 4.220 | 0.000       | 0.000       | 4.220 |
|                    | 15.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 19.010 | 12.910 | 3.630 | 0.000       | 0.000       | 3.630 |
|                    | 20.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 17.180 | 10.450 | 3.160 | 0.000       | 0.000       | 3.160 |
|                    | 25.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 15.740 | 8.600  | 2.760 | 0.000       | 0.000       | 2.760 |
|                    | 30.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 14.620 | 7.210  | 2.440 | 0.000       | 0.000       | 2.440 |
|                    | 40.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 13.150 | 5.330  | 1.950 | 0.000       | 0.000       | 1.950 |
|                    | 50.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 12.490 | 4.240  | 1.620 | 0.000       | 0.000       | 1.620 |
|                    | 60.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 12.530 | 3.610  | 1.390 | 0.000       | 0.000       | 1.390 |
| 大客車                | 70.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 13.280 | 3.300  | 1.230 | 0.000       | 0.000       | 1.230 |
|                    | 80.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 14.860 | 3.230  | 1.130 | 0.000       | 0.000       | 1.130 |
|                    | 90.00         | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 17.580 | 3.400  | 1.070 | 0.000       | 0.000       | 1.070 |
|                    | 100.00        | 2.401           | 1.374 | 0.000 | 21.960 | 3.840  | 1.050 | 0.000       | 0.000       | 1.050 |
|                    | 5.00          | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 22.280 | 18.200 | 4.310 | 0.000       | 0.000       | 4.310 |
|                    | 10.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 19.600 | 14.220 | 3.680 | 0.000       | 0.000       | 3.680 |
|                    | 15.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 17.470 | 11.300 | 3.170 | 0.000       | 0.000       | 3.170 |
|                    | 20.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 15.790 | 9.140  | 2.750 | 0.000       | 0.000       | 2.750 |
|                    | 25.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 14.470 | 7.530  | 2.410 | 0.000       | 0.000       | 2.410 |
|                    | 30.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 13.440 | 6.310  | 2.130 | 0.000       | 0.000       | 2.130 |
|                    | 40.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 12.080 | 4.670  | 1.700 | 0.000       | 0.000       | 1.700 |
| 公車/<br>客運車<br>(註a) | 50.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 11.480 | 3.710  | 1.410 | 0.000       | 0.000       | 1.410 |
|                    | 60.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 11.510 | 3.160  | 1.210 | 0.000       | 0.000       | 1.210 |
|                    | 70.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 12.200 | 2.890  | 1.070 | 0.000       | 0.000       | 1.070 |
|                    | 80.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 13.660 | 2.830  | 0.980 | 0.000       | 0.000       | 0.980 |
|                    | 90.00         | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 16.160 | 2.980  | 0.930 | 0.000       | 0.000       | 0.930 |
|                    | 100.00        | 2.381           | 1.111 | 0.000 | 20.180 | 3.360  | 0.910 | 0.000       | 0.000       | 0.910 |
|                    | 5.00          | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 25.760 | 23.090 | 5.500 | 0.000       | 0.000       | 5.500 |
|                    | 10.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 22.650 | 18.040 | 4.700 | 0.000       | 0.000       | 4.700 |
|                    | 15.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 20.190 | 14.340 | 4.040 | 0.000       | 0.000       | 4.040 |
|                    | 20.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 18.250 | 11.600 | 3.510 | 0.000       | 0.000       | 3.510 |
|                    | 25.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 16.720 | 9.550  | 3.070 | 0.000       | 0.000       | 3.070 |
|                    | 30.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 15.530 | 8.000  | 2.720 | 0.000       | 0.000       | 2.720 |
|                    | 40.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 13.970 | 5.920  | 2.170 | 0.000       | 0.000       | 2.170 |
|                    | 50.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 13.260 | 4.700  | 1.800 | 0.000       | 0.000       | 1.800 |
|                    | 60.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 13.310 | 4.010  | 1.540 | 0.000       | 0.000       | 1.540 |
|                    | 70.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 14.100 | 3.660  | 1.370 | 0.000       | 0.000       | 1.370 |
|                    | 80.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 15.790 | 3.590  | 1.250 | 0.000       | 0.000       | 1.250 |
|                    | 90.00         | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 18.680 | 3.780  | 1.190 | 0.000       | 0.000       | 1.190 |
|                    | 100.00        | 2.502           | 1.451 | 0.000 | 23.330 | 4.260  | 1.160 | 0.000       | 0.000       | 1.160 |

表 5 台北地區 86 年車輛排放係數推估結果(續 2)

| 車種                    | 車速<br>(公里/<br>小時) | 86年排放係數(克/公里.輛) |       |       |       |        |        |             |             |        |
|-----------------------|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------------|-------------|--------|
|                       |                   | TSP             | SOx   | Pb    | NOx   | CO     | HC-尾氣  | HC-蒸發<br>損失 | HC-行<br>駛損失 | THC    |
| 二<br>行<br>程<br>機<br>車 | 5.00              | 0.273           | 0.026 | 0.003 | 0.020 | 48.870 | 15.770 | 0.130       | 0.000       | 15.900 |
|                       | 10.00             | 0.273           | 0.026 | 0.002 | 0.020 | 26.800 | 9.250  | 0.130       | 0.000       | 9.380  |
|                       | 15.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 17.580 | 6.390  | 0.130       | 0.000       | 6.520  |
|                       | 20.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 13.040 | 4.950  | 0.130       | 0.000       | 5.080  |
|                       | 25.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 10.490 | 4.130  | 0.130       | 0.000       | 4.260  |
|                       | 30.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 8.880  | 3.610  | 0.130       | 0.000       | 3.740  |
|                       | 40.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 6.840  | 2.960  | 0.130       | 0.000       | 3.090  |
|                       | 50.00             | 0.273           | 0.026 | 0.001 | 0.020 | 5.480  | 2.510  | 0.130       | 0.000       | 2.640  |
|                       | 60.00             | 0.273           | 0.026 | 0.000 | 0.030 | 4.550  | 2.190  | 0.130       | 0.000       | 2.320  |
|                       | 70.00             | 0.273           | 0.026 | 0.000 | 0.030 | 3.980  | 2.000  | 0.130       | 0.000       | 2.130  |
|                       | 80.00             | 0.273           | 0.026 | 0.000 | 0.030 | 3.750  | 1.930  | 0.130       | 0.000       | 2.060  |
|                       | 90.00             | 0.273           | 0.026 | 0.000 | 0.030 | 4.570  | 2.060  | 0.130       | 0.000       | 2.190  |
| 四<br>行<br>程<br>機<br>車 | 100.00            | 0.273           | 0.026 | 0.000 | 0.040 | 10.040 | 2.920  | 0.130       | 0.000       | 3.050  |
|                       | 5.00              | 0.097           | 0.026 | 0.005 | 0.250 | 26.730 | 3.910  | 0.100       | 0.000       | 4.010  |
|                       | 10.00             | 0.097           | 0.026 | 0.003 | 0.220 | 14.610 | 2.300  | 0.100       | 0.000       | 2.400  |
|                       | 15.00             | 0.097           | 0.026 | 0.002 | 0.210 | 9.560  | 1.590  | 0.100       | 0.000       | 1.690  |
|                       | 20.00             | 0.097           | 0.026 | 0.002 | 0.200 | 7.070  | 1.230  | 0.100       | 0.000       | 1.330  |
|                       | 25.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.210 | 5.680  | 1.030  | 0.100       | 0.000       | 1.130  |
|                       | 30.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.220 | 4.790  | 0.900  | 0.100       | 0.000       | 1.000  |
|                       | 40.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.250 | 3.680  | 0.740  | 0.100       | 0.000       | 0.840  |
|                       | 50.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.280 | 2.930  | 0.630  | 0.100       | 0.000       | 0.730  |
|                       | 60.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.290 | 2.420  | 0.550  | 0.100       | 0.000       | 0.650  |
|                       | 70.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.300 | 2.120  | 0.500  | 0.100       | 0.000       | 0.600  |
|                       | 80.00             | 0.097           | 0.026 | 0.001 | 0.330 | 1.990  | 0.480  | 0.100       | 0.000       | 0.580  |
|                       | 90.00             | 0.097           | 0.026 | 0.000 | 0.400 | 2.420  | 0.520  | 0.100       | 0.000       | 0.620  |
|                       | 100.00            | 0.097           | 0.026 | 0.000 | 0.460 | 5.340  | 0.730  | 0.100       | 0.000       | 0.830  |

## (2). 車輛油耗之影響探討

利用質量不減定律且假設車輛引擎排出廢氣中的碳質量等於進入引擎汽油中的碳質量，可得下面之油耗計算方程式：

$$FE = \frac{N}{0.886 \times HC + 0.429 \times CO + 0.273 \times CO_2}$$

式中 FE 為燃油效率(mile/gal); N 為參考油料之碳克數 (g/gal); CO、CO<sub>2</sub> 的碳百分率係數是從每一複合物碳的分子量百分率所推導出來；HC 之係數為油料碳重的百分率。

由上述方法可知，在其他條件不變下，若 HC 或 CO 或 CO<sub>2</sub> 之排放係數愈大，則燃油效率愈低。

另由相關文獻研究結果顯示，燃油效率與車速間亦存在極高之相關性，故此乃以 Mobile-Taiwanw 推估不同車速之排放係數結果(見表 5)，與國內曾於 86 年所進行「我國都市地區運輸系統管理策略對於能源消耗與環境(空氣)污染之影響研究」<sup>[16]</sup>中整理之不同車速下之燃油效率變化進行比較。由於該研究中係以車速 20Km/hr 為基準計算之結果，故本研究中亦將排放係數推估結果均以 20Km/hr 為

基準計算出不同車速排放係數之比值；另其研究中因僅有區分汽油車及柴油車之結果，故本研究在比較時係分別將所有汽油車及柴油車不同車速下之比值平均後比較之。

圖 2 及圖 3 即比較之結果。在汽油車部份，車速 50Km/hr 以下比較結果除 NOx 差異較大，相關性很小外，CO 及 THC 部份其不同車速下排放係數變化率之倒數與燃油效率之變化率有極高之相關性，其相關係數達 0.9 以上。在柴油車部份，車速 40Km/hr 以下比較結果 NOx、CO 及 THC 部份其不同車速下排放係數變化率之倒數與燃油效率之變化率皆有高度之相關性，其相關係數達 0.85 以上。由此結果可知在 Mobile-Taiwan 程式中所反應之燃油效率對污染之影響已呈現在不同車速之推估結果中，且與國內不同車速燃油效率之變化有高度之相關性(除汽油車之 NOx 外，此與其燃燒之特性有關)，故應用在國內不同車速排放係數之推估上尚稱合理。

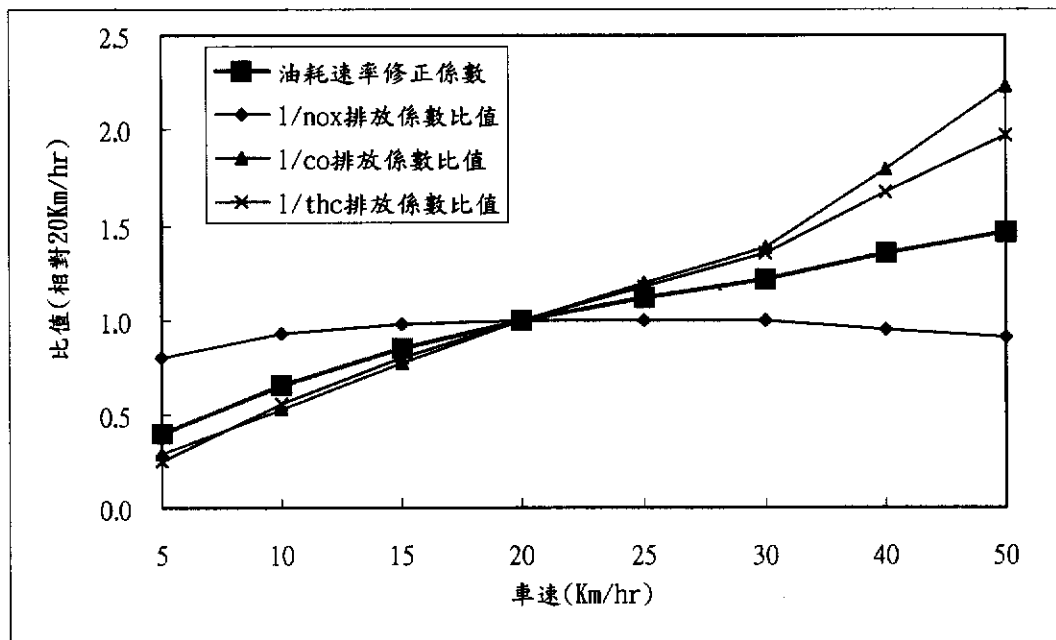


圖 2 汽油車行車速率與燃油效率及平均排放係數比值之比較



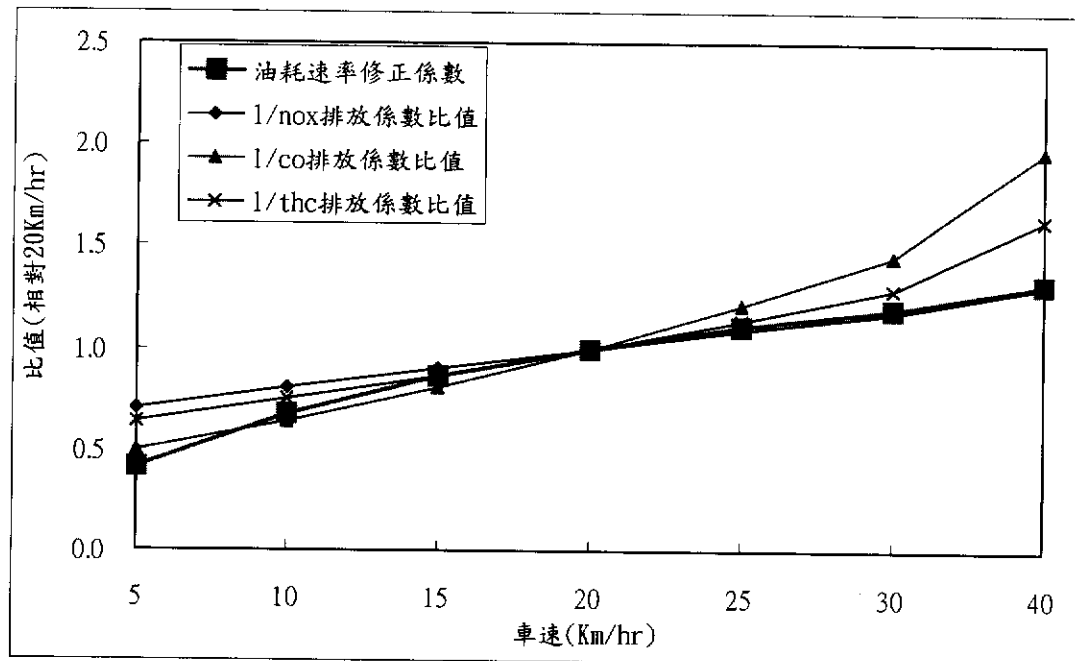


圖 3 汽油車行車速率與燃油效率及平均排放係數比值之比較

### 3.2 車行里程推估

車行里程推估之方法有多種，本研究係以用油量消耗推估方式為總車行里程推估之依據，另參考省縣國道交通流量及市/鄉道道路長度分佈資料做為不同類型道路排放量分佈計算之基礎。推估步驟如下：

#### 1. 各車種燃油使用量推估

目前中油公司有統計各縣市之售油資料<sup>[17]</sup>，故利用此資料估算縣市之耗油比例，全國總耗油量則以能源平衡表<sup>[18]</sup>所列之 86 年全國公路部門汽柴油用量為主，此總量乘上中油所統計台北市用油比例即台北市之總耗油量。唯能源平衡表中僅區分汽油或柴油，無法直接區分為各不同車種之用油量，故需進一步將其進行適當之分配，分配方式如下：

- 先利用各車種年平均行駛里程除以其平均耗油率求出各車種年平均之燃油使用量，再乘上其車輛數即初估之總用油量。
- 各車種車輛數=登記車輛數\*使用率。台灣地區針對車輛使用率的相關調查，目前僅有機車部份有調查統計數據，台北市平均使用率為 87% 左右。其他無使用率資料者皆假設為 1.0。
- 汽油車包括：自用小客車、計程車、汽油小貨車、二行程機車及四

行程機車;柴油車包括:公車/客運車、大客車、大貨車及柴油小貨車。其中二/四行程車輛比例參考地方縣市機車定檢/攔檢計畫之統計結果,台北市約 1:1.13。汽柴油小貨車比例主要參考汽車遙測之統計結果,約 1:0.15。

d.各車種實際用油量之估算,若車輛使用率資料準確時,依 a.計算結果加總將會接近能源平衡表所統計之公路部門總用量,但目前除機車外其他車種皆無使用率之資料,故 a.之結果將高估。因此,本研究之推估方式汽油部份係以能源平衡表汽油總用量先扣除 a.方式計算機車之總用油量,再以剩餘量依 a.方式所計算其他汽油車總用油量之比例分配至各車種。柴油部份因其各車種皆無使用率資料,故皆假設相同,直接以能源平衡表柴油總用量乘上 a.方式計算之各柴油車種總用油比例得之。

## 2. 各車種車行里程計算

總車行里程=各車種之總燃油用量\*各車種平均耗油率

## 3. 不同道路類別車行里程之分配

台北市內國道部份主要利用空間網格車流量推估之車行里程計算之,但此種方法對於市道之道路而言,需耗費相當之時間建立相關資料,目前尚無既有之交通流量地理資料庫可用,故本研究以前述燃油用量推估結果扣除台北市轄境內以交通流量推估之國道車行里程,即為市道之車行里程。

## 4. 不同道路類別平均車速

由於車輛排放係數隨車速而異,故需瞭解不同道路類別之平均車速,以抓取對應之排放係數進行排放量推估。平均車速資料,主要參考 87 年度運研所執行之公路行駛時間調查計畫<sup>[20]</sup>,其針對國、省、縣道等不同類型之道路均有抽樣進行平均行駛時間之調查,且可區分至各縣市,另市道部份係參考各縣市(85 或 87 年度)市區道路交通流量調查報告之結果。本研究所採用之車速國道部份假設為 80 公里/小時,市道則假設為 20 公里/小時。

## 3.3 車輛排放量推估結果

利用前述 2.(3)及(4)對應之排放係數即可求得不同道路類型下各車種之總排放量。經推估台北市 86 年車輛排放量之分佈見圖 4,各車種之貢獻依污染物而異。

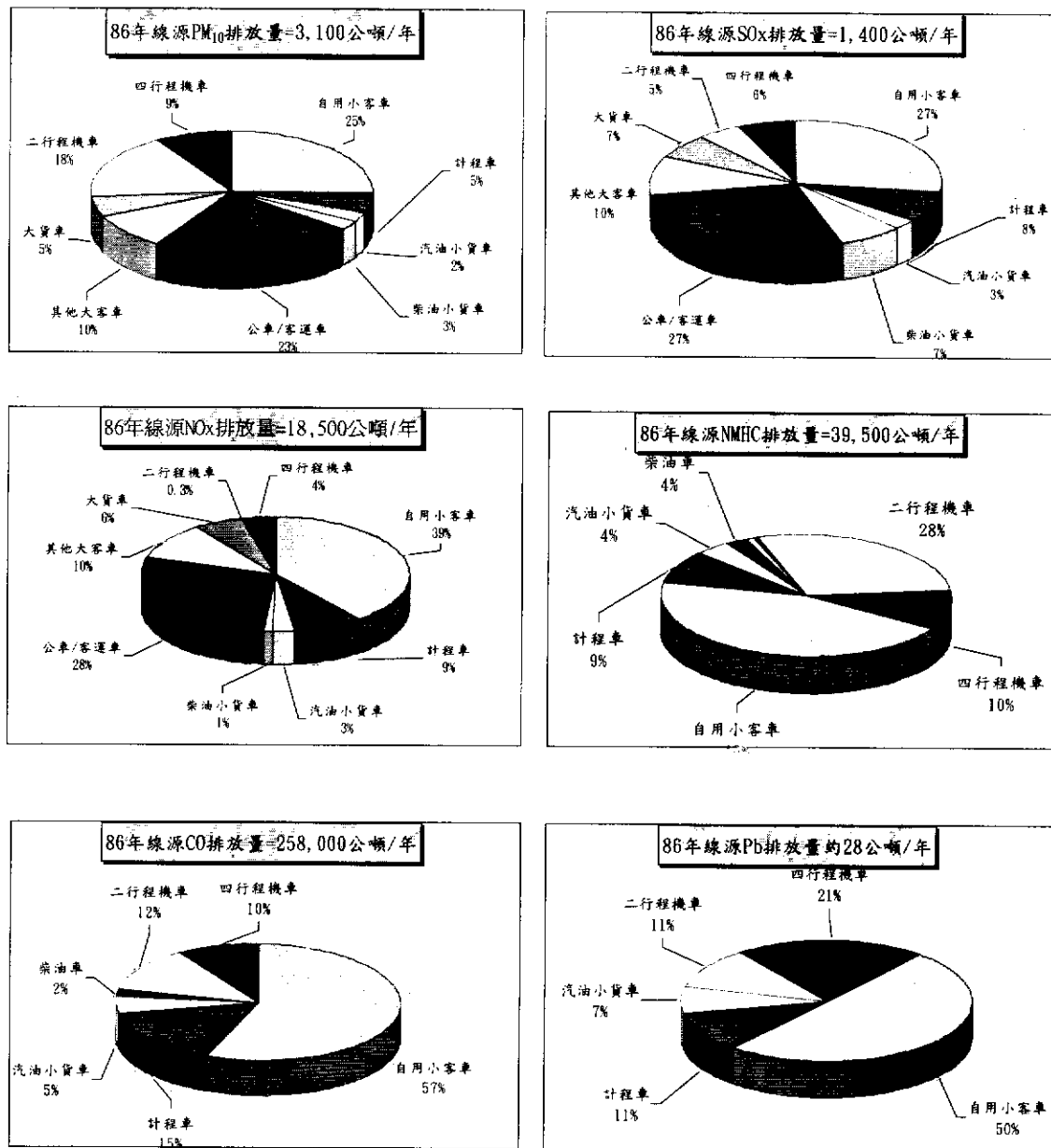


圖 4 台北市 86 年各車種排放量貢獻分佈圖

在懸浮微粒( $PM_{10}$ )、硫氧化物( $SO_x$ ) 及氮氧化物( $NO_x$ )部份汽油車輛污染排放比例皆略高於柴油車輛，各車種中亦皆以公車/客運車及自用小客車貢獻較大，分佔前兩名，所佔比例約在 20~40%間。至於非甲烷碳氫化合物(NMHC)、一氧化碳(CO)及鉛(Pb)方面則皆以汽油車之排放為最主要，其中自用小客車皆佔約一半左右，其次為二行程機車、四行程機車及計程車。

上述結果是假設定速狀況(國道部份假設為 80 公里/小時，市道則假設為 20 公里/小時)之推估結果，且係為全年之排放量。若進一步預推估其逐時之變化，則需瞭解其逐時之車流量及車速之變化方能較準確地推估。由於車流量及車速之調查相當費時費力，故一般在其相關調查報告中僅分為尖峰及非尖峰時段進行調查，極少進行逐時之調查。本研究採用之逐時車流量資料為民國 76 年「台北市公務員上下班時間與交通運輸配合之研究」<sup>[20]</sup> 調查結果，而車速部份則參考「台北市主次要幹道行駛時間及延滯調查」<sup>[21]</sup> 中 85 年 8 月至 86 年 6 月期間所進行四季之調查平均結果，尖峰時段與非尖峰時段平均行車速率之差異約為 5 Km/hr。

在逐時排放量推估上，本研究係將各車種年排放量先平均分配至每日，再依其逐時車流變化率分配至二十四小時，此為定速下推估之結果。為比較尖峰時段與非尖峰時段因車速不同所造成之影響，乃另參考表 5 不同車速排放係數推估結果，在非尖峰時段選取之排放係數較原估算時提高 5Km/hr，依此排放係數與原設定排放係數之比值修正非尖峰時段下之小時排放量。此兩種狀況之推估結果見圖 5。比較結果  $NO_x$  部份差異較小，有考慮車速變化結果日排放量較定速低約 1~2%；CO 及 NMHC 部份，有考慮車速變化結果日排放量較定速低約 9~10%。至於逐時間之差異則視其車速不同對應排放係數(見表 5)之差異。

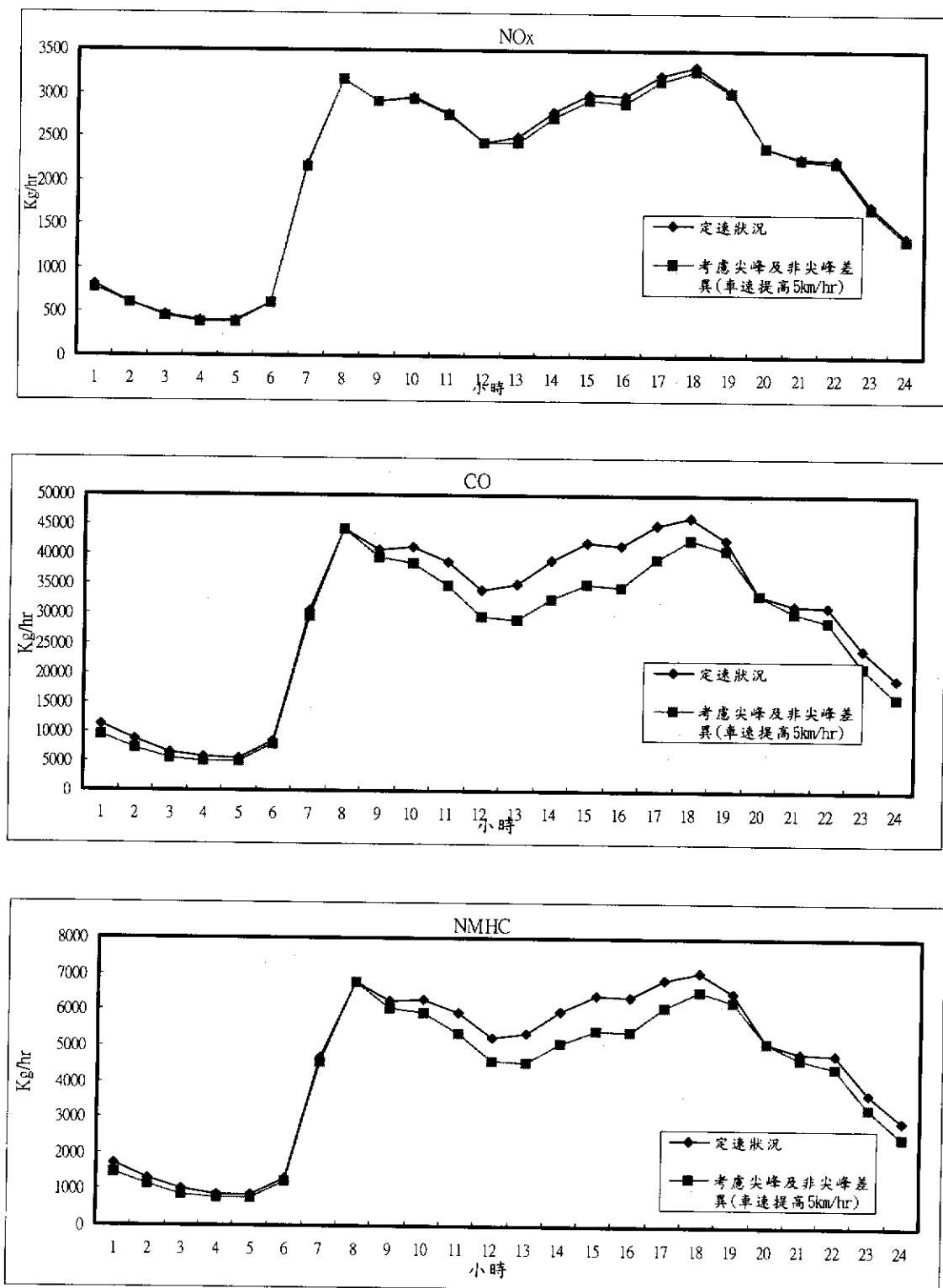


圖 5 台北市 86 年逐時車輛排放量變化比較

除日排放量之差異外，若比較尖峰小時與非尖峰小時排放量之差異，由圖 5 可知，二者之差異包括車流量變化及車速變化之影響。表 6 係整理出尖峰小時(7:00~9:00,17:00~19:00)及非尖峰小時(13:00~15:00)之平均小時排放量進行比較，由表 6 結果得知，當不考量車速變化時，尖峰小時平均排放量較非尖峰小時高約 5%，但若把車速變化因素同時考量時，尖峰小時平均排放量相較非尖峰小時 NO<sub>x</sub>、CO 及 NMHC 則分別高約 7%，20%及 18%。

表 6 尖峰時段及非尖峰時段排放量之比較

| 平均時排放量(Kg/hr)   |                    | NO <sub>x</sub> | CO    | NMHC |
|-----------------|--------------------|-----------------|-------|------|
| 定速下             | 上午尖峰(7:00~9:00)    | 2757            | 38614 | 5896 |
|                 | 下午尖峰(17:00~19:00)  | 3185            | 44610 | 6811 |
|                 | 非尖峰時段(13:00~16:00) | 2817            | 39458 | 6025 |
|                 | 尖峰/非尖峰             | 1.05            | 1.05  | 1.05 |
| 非尖峰時段車速提高5Km/hr | 上午尖峰(7:00~9:00)    | 2752            | 37823 | 5787 |
|                 | 下午尖峰(17:00~19:00)  | 3143            | 40850 | 6294 |
|                 | 非尖峰時段(13:00~16:00) | 2744            | 32869 | 5118 |
|                 | 尖峰/非尖峰             | 1.07            | 1.20  | 1.18 |

### 3.4 台北市整體污染排放量分佈狀況

綜合台北市所有污染源之排放貢獻狀況，如圖 6 所示，在 PM<sub>10</sub> 部份車輛污染佔約 21%，為次要之污染源，其主要以車行揚塵佔最大，約 54%。其他污染物方面皆以車輛污染排放之貢獻為首，尤其 CO 及 Pb 幾乎佔絕大部份。SO<sub>x</sub> 方面車輛佔約 43%，其次為商業之排放，佔 38%。NO<sub>x</sub> 方面車輛排放則佔了 83%，次為航空器，佔 8%。NMHC 方面車輛排放佔約 49%，其他污染源則分佈較為平均，建築/施工佔 20%，商業/消費佔 17%，工業排放則佔約 11%。

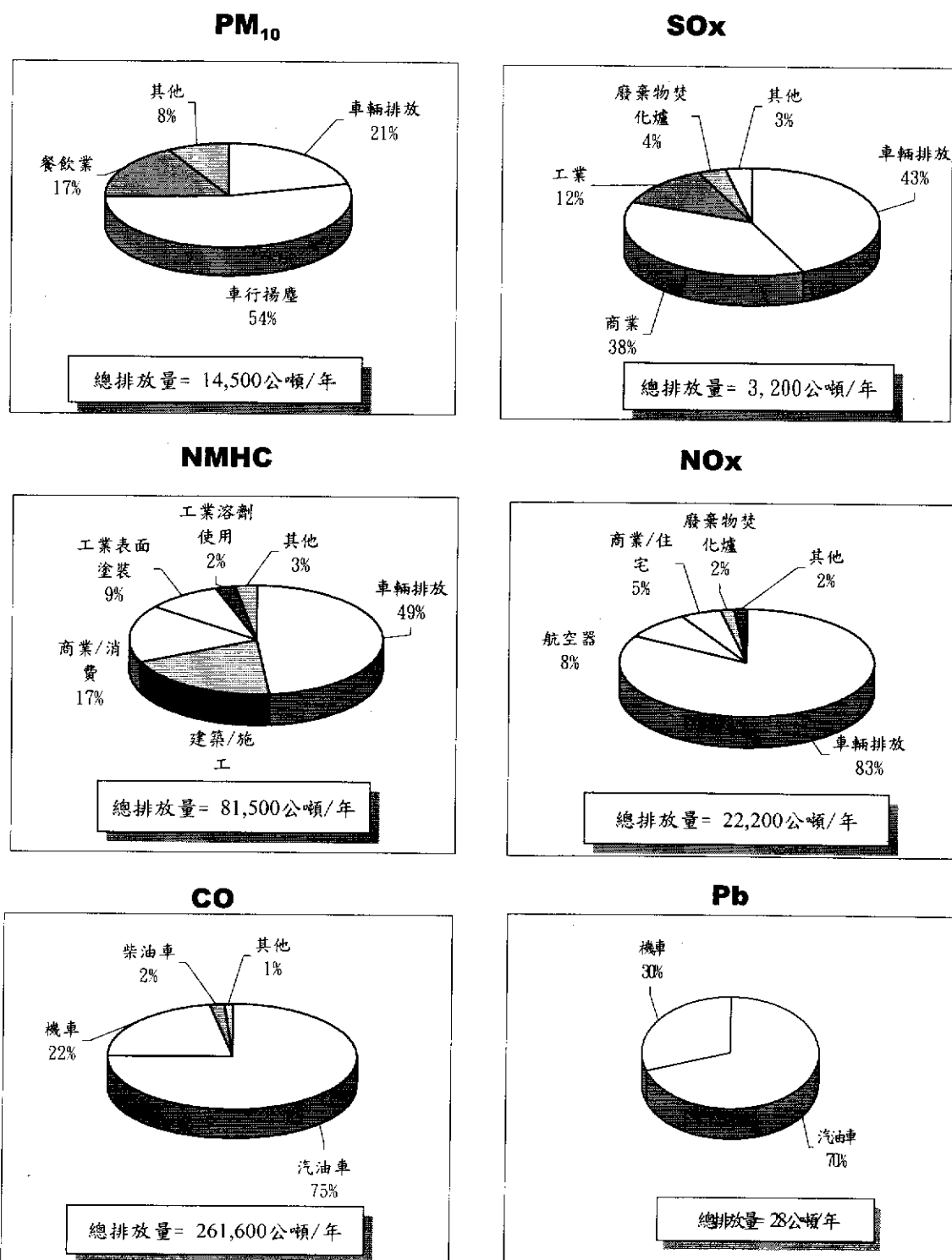


圖 6 台北市 86 年各空氣污染物主要污染源排放量貢獻分佈圖

## 肆、管制措施改善成效

交通擁塞問題一直為多年來台北市努力改善之重點，而原策略規劃之目標係為提高交通之順暢性，然近年來隨著對環境品質要求之提昇，污染問題逐漸受到重視，由前述污染排放之貢獻分析亦得知，交通排放實為台北市之主要空氣污染來源，而由國外相關經驗得知，除了對交通工具本身污染排放之管制外，交通管制策略的適當運用亦有助於空氣品質的改善，因此本研究乃針對台北市所採行之各項交通措施，以空氣污染排放減量之角度，探討其減量成效，以提供做為未來相關交通管制措施規劃之參考。

綜合台北市目前在交通方面相關之管制，包括環保署、環保局及交通局所執行的各項交通相關管制措施，可歸納如表 7 所示。相關措施減量效益估算結果如表 8 所示。由表 8 之計算結果可發現，民國 86 年各項措施對各污染物可達之減量成效，以排氣標準及油品限制所造成之減量最為顯著，其效應依污染物而異，可達減量比例分別自 44~100% 左右。分別說明如下。

1.  $PM_{10}$  部份：排氣標準造成之減量即佔其減量之 76%，其次為公車汰舊之影響，其餘效應皆不顯著，其中推動大客貨車污染排煙改善之措施因於 86 年尚未正式推動，故無減量，但若以其單位可達減量來看，當車輛數多時，其效應甚為可觀。
2.  $SO_x$  部份：其減量幾乎皆來自油品含硫份限制之效應，極少數為運輸管理措施方面之成效。
3.  $NO_x$ 、NMHC 及 CO 部份：其減量主要來自排氣標準造成之減量，佔 44~62%，其次則為公車專用道及棋盤式路網之影響，其效應佔約 22~52% (而此處所推算係假設此措施執行之後使台北市整體之車速皆提高 5Km/hr 之狀況下，不僅限該措施公車路線之範圍而已)，其他措施之效應則皆不顯著。
4. Pb 部份：之減量絕大部份亦來自油品含鉛份限制之效應，佔 86%，其他則為公車專用道及棋盤式路網之影響，因其車速之提高使 Pb 降低，佔減量之 14%。



表 7 台北市機動車輛相關管制措施表

| 管制策略         | 管制措施             | 執行單位    |
|--------------|------------------|---------|
| 一. 車輛排氣管制    | 1. 新車審驗/抽驗       | 環保署     |
|              | 2. 柴油車排煙檢測改善     | 環保局     |
|              | 3. 機車定檢/欄檢改善     | 環保署、環保局 |
|              | 4. 汽車遙測篩選高污染車回檢  | 交通局     |
|              | 5. 加速老舊機車之汰舊換新   | 環保署、環保局 |
|              | 6. 推動大客貨車污染排煙改善  | 環保署、環保局 |
|              | 7. 推動公車汰舊換新      | 環保署、環保局 |
| 二. 油品管制      | 1. 汽油含鉛量限制       | 環保署     |
|              | 2. 柴油含硫量限制       | 環保署、環保局 |
| 三. 低污染車量使用推廣 | 1. 電動機車          | 環保署、環保局 |
|              | 2. LPG車          | 環保署、交通局 |
|              | 3. CNG公車         | 交通局     |
|              | 4. 混合式電動公車       | 環保署、交通局 |
| 四. 運輸管理      | 1. 使用公車專用道及棋盤式路網 | 交通局     |
|              | 2. 捷運轉乘優待        | 交通局     |
|              | 3. 運用公車動態資訊顯示系統  | 交通局     |
|              | 4. 交通控制號誌改善      | 交通局     |
|              | 5. 中小型公車路網規劃運用   | 交通局     |

就各項運輸管理措施而言，各項措施中以可有效提昇車速之措施其減量成效較大。在 86 年所執行相關措施中，對於公車專用道及棋盤式路網<sup>[19]</sup>的實施若假設其可提昇車速 5Km/hr，由表 8 之估算結果顯示其減量效果將較其它措施顯著。至於捷運之成效對整體減量則僅約 0.1~6.2%，由於 86 年僅木柵線及淡水線通車，其成效尚不明顯，若依 2002 年所有捷運線皆完工通車後所預估之搭乘率進行推估，則此一措施之減量將增為目前之 3~4 倍，甚至至 2011 年時其將移轉約 16~17% 之車行里程，其成效將愈趨明顯。至於其他措施之搭配實施後實際上之成效亦將反應於車速及車行里程方面之變化，如中小型公車路網之運用可能降低車行里程 3%，其將使排放減量達 3%，其他措施部份因缺少此方面之數據較難估計可能之減量。

表 8 為除空污減量外尚蒐集彙整了各項措施相關之成本資料。表中減量成本之估算主要是以政府部份所執行之費用進行推估，依計畫性質分別包括建照、檢測、宣導及補助等，若其中含設備之裝設或建照費，則考慮其使用年限平均分攤成年費用計之，單位污染減量之成本即年費用除以所有污染物減量之總合，其中 CO 之減量以其原減量之 1/7 計算。如表中所示各項措施之成本差異相當大，範圍自 0.013~436 萬元/公噸間，成本較高之措施主要包括有動力計及加氣站等相關硬體設備設置之措施，如柴油車之排煙檢測若含動力計設置相關費用則單位成本達 400 萬元/公噸以上，如果僅估執行檢測之費用則約 45 萬/公噸左右；其他單位成本較高者為相關之補助措施，如大客貨車之補助及電動機車補助，尤其是電動機車，若以每輛車的補助估計時其單位減量成本將達 221 萬/公噸左右，而大客貨車之相關補助則約為 35~95 萬元/公噸。至於其他措施之成本大約在萬元/公噸之範圍或以下，其中以排氣標準管制措施之執行成本最低，僅約 0.013 萬元/公噸。

表8 台北市86年機動車輛相關管制措施減量成效推估表

| 控制措施      | 每輛單位里程削減減量                   |   |                  |       |       |      |      |       |                  |                    | 年行駛里<br>程數<br>km/yr.輛<br>相較於85年平均排放係<br>數狀態下之減量 | 削減量(公噸/年) |        |         |        |                      | 單位減量成<br>本<br>(萬元/噸) <sup>d</sup> |                   |                   |
|-----------|------------------------------|---|------------------|-------|-------|------|------|-------|------------------|--------------------|---|-----------|--------|---------|--------|----------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
|           | 單位                           | TSP   | PM <sub>10</sub> | SOx   | NOx   | NMHC | CO   | Pb    | PM <sub>10</sub> | SOx                |   | NOx       | NMHC   | CO      | Pb     |                      |                                   |                   |                   |
|           |                              |   |                  |       |       |      |      |       |                  |                    |   |           |        |         |        |                      |                                   |                   |                   |
| 車輛排氣管制    | 1.新車審驗/抽驗(新車排氣標準)            | %   | 3                | 4     | -     | 9    | 12   | 14    | -                | 114.2              | -   | 1923.0    | 5187.7 | 40938.6 | -      | 0.013 <sup>a</sup>   |                                   |                   |                   |
|           | 2.柴油車排煙檢測改善                  | g/km <sup>a</sup>                                   | 1.04             | 1.04  | 0.00  | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 110              | 6.5                | 0.0   | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 436 <sup>a</sup>     |                                   |                   |                   |
|           | 3.機車定檢/抽檢改善                  | g/km <sup>a</sup>                                   | 0.00             | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.88 | 3.17  | 0.00             | 7800               | 22542   | 0.0       | 0.0    | 154.0   | 557.2  | 3.6-6.3 <sup>a</sup> |                                   |                   |                   |
|           | 4.汽車還測篩選高污染車回檢               | g/km <sup>a</sup>                                   | 0.00             | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.26 | 4.53  | 0.00             | 18000              | 39600   | 0.0       | 0.0    | 182.0   | 3230.6 | 2.7 <sup>b</sup>     |                                   |                   |                   |
|           | 5.加速老舊機車之汰舊換新                | g/km <sup>a</sup>                                   | 0.00             | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.43 | 1.36  | 0.00             | 7800               | 0   | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 2.2 <sup>a</sup>     |                                   |                   |                   |
|           | 6.推動大客貨車污染排放改善               | g/km <sup>b</sup>                                   | 1.41             | 1.41  | 0.00  | 1.55 | 1.79 | 5.67  | 0.00             | 67000              | 0   | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 95 <sup>a</sup>      |                                   |                   |                   |
|           | 7.推動公車汰舊換新                   | g/km <sup>a</sup>                                   | 2.10             | 2.10  | 0.00  | 8.80 | 1.58 | 2.88  | 0.00             | 67000              | 190   | 26.8      | 0.0    | 112.0   | 20.2   | 36.7                 | 0.0                               | 35 <sup>a</sup>   |                   |
| 油品管制      | 1.汽油含鉛量限制                    | %   | -                | -     | -     | -    | -    | -     | 53               | 相較於85年平均排放係數狀態下之減量 | -   | -         | -      | -       | -      | 31.1                 | -                                 |                   |                   |
|           | 2.柴油含硫量限制                    | %   | -                | -     | 12    | -    | -    | -     | -                | 相較於85年平均排放係數狀態下之減量 | -   | 198.8     | -      | -       | -      | -                    | 3.4 <sup>a</sup>                  |                   |                   |
| 低污染車量使用推廣 | 1.電動機車                       | g/km <sup>a</sup>                                   | 0.19             | 0.15  | 0.03  | 0.13 | 1.95 | 6.05  | 0.00             | 4500               | 44  | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.4    | 1.2                  | 0.0                               | 226 <sup>a</sup>  |                   |
|           | 2.LPG車                       | g/km <sup>a</sup>                                   | 0.00             | 0.00  | 0.00  | 1.55 | 0.32 | 6.89  | 0.00             | 56000              | 4268  | 0.0       | 0.0    | 370.9   | 75.8   | 1646.6               | 0.0                               | 1.4 <sup>a</sup>  |                   |
|           | 3.CNG公車                      | g/km <sup>a</sup>                                   | 2.25             | 2.25  | 1.45  | 8.36 | 1.38 | 7.64  | 0.00             | 67000              | 0   | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 0.0                  | 0.0                               | 31 <sup>a</sup>   |                   |
|           | 4.混合式電動公車                    | g/km <sup>c</sup>                                   | 1.80             | 1.80  | -     | 3.80 | -    | -     | 0.00             | 67000              | 0   | 0.0       | -      | 0.0     | -      | -                    | 0.0                               | - <sup>c</sup>    |                   |
| 運輸管理      | 1.使用公車專用道及棋盤式路網 <sup>b</sup> | (假設整體車速<br>提升5km/hr)% <sup>a</sup>                  | 各車種減量比例不同        |       |       |      |      |       |                  |                    |   |           | 0.0    | 0.0     | 689    | 6046                 | 44243                             | 5.2               | 0.06 <sup>b</sup> |
|           | 2.捷運轉乘優待-小客車-機車              | g/km.人 <sup>b</sup>                                 | 0.084            | 0.067 | 0.034 | 0.62 | 1.60 | 13.13 | 0.0013           | 62415448人.km/年     | -   | 4.2       | 2.1    | 38.4    | 100.0  | 819.5                | 0.081                             | 6.4 <sup>b</sup>  |                   |
|           | 3.改善公車動態資訊顯示系統               | g/km.人 <sup>b</sup>                                 | 0.185            | 0.148 | 0.026 | 0.11 | 2.85 | 10.06 | 0.0014           | 37409856人.km/年     | -   | 5.5       | 1.0    | 4.1     | 106.7  | 376.2                | 0.052                             | -                 |                   |
|           | 4.交通控制標誌改善                   | 車速提升 <sup>b</sup><br>(小客車及機車<br>車行里程)% <sup>b</sup> | -                | -     | -     | -    | -    | -     | -                | 減量極微               | -   | 0.0       | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 0.0                  | 0.0                               | -                 |                   |
|           | 5.中小型公車路線規劃運用                | 車速提升 <sup>b</sup><br>(小客車及機車<br>車行里程)% <sup>b</sup> | 3                | 3     | 3     | 3    | 3    | 3     | 3                | 3                  | 尚未實施  | -         | 0.0    | 0.0     | 0.0    | 0.0                  | 0.0                               | 0.31 <sup>c</sup> |                   |
| 總計        |                              |   |                  |       |       |      |      |       |                  |                    | 157   | 202       | 3138   | 11873   | 91850  | 36                   | -                                 |                   |                   |

註: a. 參考來源:「環保署」空氣污染防制法施行細則及空氣污染防制法施行細則修正草案,中興公司,1990.6

b. 參考來源:「台北市交通空氣污染防制法」,中興公司,1999.6

c. 參考來源:「台北市交通空氣污染防制法」,中興公司,1999.6

d. 污染因子係以重量計算,其中CO減量係以重量計算,其中CO減量係以重量計算,其中CO減量係以重量計算

e. 以4000公噸為單位,假設其可使整體平均車速提升5km/hr時之減量效果

在運輸管理措施的成本估計中，主要以各措施於 86 年執行之總費用(如使用公車專用道及棋盤式路網、捷運轉乘優待)或其預估之執行經費除以減量估之。其中捷運轉乘優待措施中之費用係採轉乘優待補助總費用計算，而減量則包括來自於原搭乘小客車及機車轉搭捷運及因轉乘補助所增加搭乘者及轉乘公車者累計之減量；另對於使用公車專用道及棋盤式路網(與改善公車動態資訊顯示系統費用合併估計)及交通控制號誌改善之估算(以尚有 400 處之號誌改善費用估算)，減量皆以對整體車速會提高為 5km/hr 之狀況進行估算；中小型公車路網之運用以其未來所需相關營運費用及降低整體車行里程 3% 時所得減量進行估算。由前述估算結果，這些措施之單位成本以捷運轉乘優待之單位減量成本較高，約 6.4 萬元/公噸，此還尚未將捷運設置之費用納入，若將其加入則成本將更高；其次為中小型公車路網之運用單位減量成本約 1.1 萬元/公噸；其他皆小於 1 萬元/公噸，以使用公車專用道及棋盤式路網之單位減量成本最低，0.06 萬元/公噸。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

1. 在 Mobile-Taiwan 程式中所計算之不同車速平均排放係數結果已可適當反應出燃油效率之影響效應，然程式中此部份之相關參數因參考美國之設定值，故若預進一步評估其結果與實際之差異，需建立足夠之本土化代表性資料。
2. 尖峰時段及非尖峰時段車輛排放量之影響因素包括車流量及車速之變化，若其排放量依實際可能之車流量及車速變化進行概估，則平均尖峰時段之平均小時排放量在 CO 及 NMHC 部份將高出非尖峰時段平均小時排放量之 20% 及 18% 左右，NO<sub>x</sub> 較少，約 7% 左右。
3. 以台北市 86 年排放量分佈來看，機動車輛之排放量除在懸浮微粒方面佔約 21% 外，在其餘污染物中皆佔約台北市一半以上排放量之幅度，為其空氣污染管制的主要對象。另若以車輛種類來看，PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub> 及 NO<sub>x</sub> 方面之污染汽柴油車之污染比重相當；而 NMHC、CO 及 Pb 方面則皆以汽油車之排放為最主要。
4. 對於台北市在機動車輛污染方面之管制，過去係強調該管制措施可對車輛本身排放污染的減少，如對新車之加嚴標準訂定(在 1998~1999 年期間相繼實施汽機車及柴油車之第三期標準之後，我國的管制標準已屬世界最嚴格的標準之列)、使用中車輛排氣之稽查管制，另外則為油

品的管制。管制之手段亦由強制演變至經濟誘因工具(如補助)的使用。雖然這些管制措施已達相當之成效，但由於車輛快速之成長，原相關之措施成效已逐漸被成長所抵消，因此在相關管制部份，除傳統的管制方法外，如低污染車輛的使用及運輸管理措施之運用已日趨重要。

5. 就台北市 86 年所執行各項相關措施之減量成效，以油品限制及車輛排氣標準所得之減量較為顯著，其他措施方面除使用公車專用道及棋盤式路網及公車汰舊換新外其減量比例大多皆小於 5%，使用公車專用道及棋盤式路網措施之效益此處假設其對整體車速可提昇 5Km/hr，其結果可達之 NO<sub>x</sub>、NMHC、CO 及鉛減量約自 14~51%，86 年 190 輛公車之汰舊換新在 PM<sub>10</sub> 部份可達 17%之減量。
6. 各項措施之單位減量成本差異相當大，範圍自 0.013~436 萬元/公噸間，成本較高之措施主要包括有動力計及加氣站等相關硬體設備設置之措施。措施中以排氣標準管制措施之執行成本最低，僅約 0.013 萬元/公噸，最高則為柴油車排煙檢測改善，約達 436 萬元/公噸(含動力計設置費用)。

## 二、建議

1. 在車輛排放係數準確度的提高方面應逐年累積使用中車輛污染之檢測值，做為建立本土化排放係數推估模式之基礎，並應包括各種行車狀態下之數據，如惰轉、加速、定速及減速下之污染排放值與燃油效率等，此外並進一步建立不同速度之修正係數。如此才可針對路口停等時惰轉污染之排放影響做進一步之推估及探討。
2. 在排放量推估所用之車行里程部份，因並非每條道路均有交通流量之調查，故預推估所有道路之車行里程必需針對無車流量調查之道路進行適當之假設或推估，此外若預進一步提高排放推估之準確度則亦應建立各路段之對應車速資料。然目前因尚未建立各路段完整之車流量及車速之地理資料，因此本處係利用總用油量之消耗(無考慮地下用油)進行車行里程推估，且假設同一平均車速狀態下。此法應用在運輸管理相關措施成效之探討上有較顯著之缺失，因運輸管理方面措施之效應係反應於對車行里程及車速之影響，若可用各路段實際行駛速度之排放與相關措施實施後之差異進行比較將可提高其準確度。
3. 目前對於不同運輸管理措施影響之探討方面所呈現之結果，大多僅針對該措施實施之範圍進行評估，並無對台北都會區整體可能受到之影響做檢討(如全面性車行里程之車速在空間上之變化)，故預應用於對空污

減量之檢討時，在數據之應用上有所不足。故建議未來能利用巨觀之交通運輸模式模擬各措施實施前後之結果，以進一步進行較準確之排放影響推估。此外，亦應運用模式進一步探討不同運輸措施組合效應之影響，因實際調查數據所呈現結果可能為不同措施綜合影響之效應，若應用於比較不同措施之成效上可能會造成偏差。

4. 對其他車輛管制方面或低污染車輛減量之推估上，以目前相關數據而言亦顯得不足，因此在不同的假設推估下可能有所差異，而此差異進一步亦導致對減量成本推估結果有很大之差異。例如在一般稽查檢測中不合格車輛與合格車輛間污染值之差異，此部份檢測值極少，大多僅有情轉之濃度值。此外，因車輛之召回改正制度自 1999 年 1 月 1 日才正式實施，故對於車輛觸煤轉換器的維護資料或使用中車輛污染劣化率之資料缺乏，此將影響到對整體逐年平均排放係數變化推估之結果，以目前所採用之數據來看，大多車輛污染劣化率資料係依據其新車測試結果為依據，此可能對逐年可達之減量有高估現象，故未來應累積使用中車輛測試資料以進行適當之修正。

## 陸、參考文獻

1. 環保署，「南高屏地區空氣污染總量管制規劃-A1 子計畫-南高屏地區移動源排放量整合與推估」，台灣大學，民國 88 年。
2. 曾國雄，盧啓文，「使用中車輛污染與油耗特性之研究-汽油引擎車輛」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 76 年。
3. 曾國雄，白仁德，盧啓文，「小客車及機車之污染排放與油耗模式特性之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 78 年。
4. 環保署，「使用中車輛污染現況測試研究」，工研院機械所，民國 80 年。
5. 環保署，「研訂各縣市空氣品質改善／維護計畫」，中鼎工程公司，民國 82 年。
6. 環保署，「台北都會區車輛行車型態及平均排放係數之建立」，春鉅公司，民國 85 年。
7. 台北市環保局，「台北市空氣品質改善維護計畫追蹤研究計畫」，中鼎工程公司，民國 86 年。
8. 趙捷謙，邱盛生，「台灣地區各型車輛水平路面耗油之分析」，運輸計畫季刊，第六卷，第二期，民國 66 年。
9. 韓復華，「大客車市區行車耗油模式建立之研究」，經濟部能源委員會委

託，民國 77 年。

10. 韓復華等，「國產小客車市區行車耗油模式分析」，運輸計畫季刊，第十八卷，第四期，民國 78 年。
11. 張有恆，施宗佑，「不同道路系統小客車市區行車耗油模式之研究」，能源季刊，第 21 卷，第 1 期，民國 80 年。
12. U.S.EPA, "AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, FIFTH Edition", 1995。
13. 中鼎工程, User's Manual for Mobile-Taiwan v2.0, EEA, 1996。
14. 環保署，「空氣污染總量管制制度推行先期作業及空氣污染物排放量推估標準方法建立」，中鼎工程公司，民國 88 年。
15. 環保署，「台北地區交通污染與營建工程對空氣品質影響之研究及受體模式之確立」，蔣本基，民國 78 年。
16. 交通部運輸研究所，「我國都市地區運輸系統管理策略對於能源消耗與環境(空氣)污染之影響研究」，邱毅工程顧問有限公司，民國 86 年。
17. 中國石油公司民國 87 年所提供資料。
18. 經濟部能源委員會，「中華民國八十七年台灣能源平衡表」。
19. 交通部運研所，「公路行駛時間調查」，鼎漢國際工程顧問公司，民國 87 年。
20. 台北市政府研發考核委員會，「台北市公務員上下班時間與交通運輸配合之研究」，民國 76 年。
21. 台北市交通管制工程處，「台北市主次要幹道行駛時間及延滯調查」(第二季)，美商迪斯唐工程公司，民國 86 年。
22. 台北市交通局，「台北市公車專用道及棋盤式路網功能加強之研究」，民國 86 年。

## 交通運輸與交通事故管理策略 減輕空氣汙染之健康效益評估\*

蕭代基<sup>1</sup> 錢玉蘭<sup>2</sup>

### 摘要

隨著經濟發展，臺灣地區每年道路的總運輸量持續增加，因交通運輸而產生的空氣汙染約佔空氣汙染總排放量的比例相當大（參見表 1），其中包括因交通事故造成交通壅塞而加重的空氣汙染，受汙染的空氣品質對人類與環境皆會造成不良的影響，包括人體健康、植物、生態系、物質材料、氣味、清潔、視覺、與景觀等等。本文之目的在於介紹空氣汙染防治對健康之效益的評估方法論以及實證研究結果，以供評估交通運輸管理策略在減少交通事故與空氣汙染方面的效益之參考，首先介紹交通運輸產生的空氣汙染，以及因交通事故造成交通壅塞對空氣汙染的加重情形，其次說明環境經濟學中用以衡量空氣汙染對健康效益影響的理論基礎與評估方法，最後整理國內外應用相關評估方法衡量健康效益的實證結果。

### 一、交通運輸產生的空氣汙染

交通運輸產生的空氣汙染一般稱之為移動源空氣汙染，工廠產生者稱之為固定源空氣汙染，而因露天燃燒、營建工地灰塵、道路揚塵等所產生者則歸類為逸散性空氣汙染。臺灣地區民國 80-89 年各類來源的空氣汙染量與分配參見表 1。

移動源所產生的空氣汙染物質主要有懸浮微粒（TSP 與 PM<sub>10</sub>）、硫氧化物（SO<sub>x</sub>）、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）、碳氫化合物（THC 與 NMHC）、一氧化碳（CO）、與鉛（Pb）等，其中前二者以固定汙染源為主要排放源，而後四者則以移動汙染源為主要排放源。以民國 89 年為例，碳氫化合物中之 NMHC 移動汙染源佔 42.4%、THC 佔 44.3%、NO<sub>x</sub> 佔 52.9%、Pb 佔 84.2%、

\* 本文之主要內容為蕭代基、吳珮瑛、鄭蕙燕、錢玉蘭、溫麗琪等合著之環境保護之成本效益分析—理論與方法（華泰文化事業公司，將出版）之一章。

1 中興大學資源管理研究所教授、中央研究院經濟研究所研究員

2 中華經濟研究院能源與環境中心副研究員



CO 所佔比例更高達 87% 以上。各類空氣汙染物質對動植物健康與生長情形造成的影響請參見表 2。

## 二、交通事故造成的空氣汙染

因為交通事故造成道路壅塞，尤其是發生在上下班的尖峰時間，使得在同一時間內相同道路面積上的車輛數目遽增，而且車輛車行速度也因而減緩，依據當時不同道路壅塞程度導致車輛當時的車行速度，每輛不同型式車子排放各類空氣汙染物質的排放係數參見表 3。以汽油小客車為例，當車行速度減緩時，只有 NO<sub>x</sub> 呈現減少的趨勢，SO<sub>x</sub>、HC-EV、HC-RN 則沒有改變，而 TSP、CO、Pb、HC-EX 則呈現增加的趨勢；以四行程機車為例，當車行速度減緩時，也只有 NO<sub>x</sub> 呈現減少的趨勢，TSP、SO<sub>x</sub>、HC-EV、HC-RN 則沒有改變，而 CO、Pb、HC-EX 則呈現增加的趨勢。

在此僅粗略模擬交通事故造成三種道路壅塞情形，推估因而造成空氣汙染增加的情形。假設：(1) 民眾對於特定路段的隨機交通事故情形並沒有完全的資訊，(2) 民眾上下班有習慣的駕駛路線，(3) 車行速度與車輛間距離成反比；基於假設 (1) 與 (2)，由道路起始點至目的地（道路終點）的車輛總數不因交通事故而改變，又基於假設 (3)，當車行速度減緩一半時，相同時間內相同道路面積內的車輛數目增加為 2 倍。在上述假設下，以一般快速道路上之交通事故為例，如果道路壅塞情形使得原本之平均車行速度由原來的 70 公里分別減少為 50、30、10 公里，則為完成相同運輸量，在某段時間內相同道路面積所容納之車輛數目與到達目的地之駕駛時間參見表 4。依據表 3 與表 4 的結果，以汽油小客車與四行程機車為例，在不同道路壅塞情況下整條道路與單位面積空氣汙染總量增加之倍數情形（以平均時速為 70 公里為基準點）計算於表 5。

由表 4 與表 5 的結果得知，車輛在慢速度行駛下的單位空氣汙染物質排放量相對較高，而且排放量增加的倍數未必與車行速度減緩成同等比例；而車輛在慢速度行駛下，致使整個交通時間加長，所以產生之空氣汙染增加倍數比時間增加倍數要大得多。以汽油小客車為例，當車行速度減緩時，以 CO、Pb、HC-EX 排放量增加的情形最為顯著，當平均車行時速由 70 公里減緩至 10 公里時，CO 排放量約增加 57 倍，HCEX 約增加 36 倍多，Pb 約增加 22 倍；以四行程機車為例，以 CO、Pb、HC-EX 排放量增加的情形最為顯著，CO 排放量約增加 33 倍，HC-EX 約增加 32 倍多，Pb 約增加 22 倍。

在此特別說明，表 4 與表 5 的估算非常粗糙，若要精細計算不同道路壅塞情形下的空氣汙染情形必須透過複雜之道路運輸模型與大氣擴散模型。在此並不詳述。

### 三、健康變化的定義

空氣汙染對人體健康的影響包括死亡 (mortality) 與罹病 (morbidity) 兩種效果。有關死亡之衡量係指衡量每個群體在每個年齡層死亡之條件機率的改變量。至於一個人的罹病可以定義為因為疾病或傷害導致的身體或心裡偏離正常狀態，而且個人意識到這種不正常的情形。臨床研究顯示在控制的條件下，人體暴露於空氣汙染中會導致人體組織可察覺的改變，雖不必然會造成他們痛苦、阻礙其活動或降低其對生命的預期，這種改變是可治療的。如果這些效果是不可回復且具有累積性時，則會導致罹患慢性病的風險增加。

罹病有幾種不同的分類方法，(1) 依期間長短分類，如急性 (acute)、慢性 (chronic)；(2) 按影響活動的程度分類，如不能活動的日數 (restricted activity days)、臥病在床的日數 (bed disability days)、無法工作的日數 (work loss days)；(3) 按症狀或疾病的種類分類，有些研究常使用症狀持續日數 (symptom days) 衡量罹病之程度，症狀持續日數常用於沒有嚴重到會限制人們正常活動的疾病上；以及 (4) 一種疾病的病例數目。

### 四、空氣汙染對健康效益的影響

空氣汙染對人體健康的影響既然包括罹病與死亡兩種效果，就至少可透過下列五種途徑而降低人們的福利水準：(1) 治療因汙染造成疾病的醫療支出，包括就醫所花費時間的機會成本，(2) 損失的工資，(3) 為避免因空氣汙染而生病之防衛與趨避行為的支出，(4) 罹病的痛苦與減少休閒活動的負效用，以及 (5) 生命期望值的改變與提早死亡的風險。一個真正且完整的空氣汙染防制對健康效益之評估應該涵蓋所有層面，如果僅以醫療支出或工資損失來代表並不適當。

根據簡單的經濟學個人選擇模型，我們可以觀察個人在其所得與健康之間的取捨行為，解釋為個人對改善健康狀況的願付價值 (willingness-to-pay, WTP)，即願意付出多少錢以換取健康，但可能有兩個違背此原則的問題：(1) 國家與社會設置了能夠移轉部分個人生病成本給社會負擔的機能，例如醫療健康保險、帶薪病假。因此個人表達的願付價值並不會反

應此移轉給他人負擔的部分，但是避免他個人罹病的社會價值，卻應包含這些移轉出去的部分。(2) 個人對改善健康狀況的願付價值須視個人對自己生病的重視程度而定，但個人除了關心自己健康，也有關心他人健康與福利的利他行為。

## 五、降低死亡風險效益的衡量方法

文獻上衡量死亡風險降低之效益的方法，有市場價值評估法、替代市場價值評估法與假設市場價值評估法三類，在進入各種分析方法之前，有必要對幾個概念先加以解釋。

### (一) 降低死亡風險效益衡量的幾個重要觀念

死亡風險效益衡量經常應用「統計生命的價值」(the value of a statistical life) 的概念。一般而言，由於環境汙染造成的死亡風險是以較小的幅度在變動，所以此風險常以「這個汙染會造成多少統計生命的損失」來表示。例如有一個 100,000 人居住的社區，因為在其附近新設了一個汙染性工廠，使得居民面對的死亡率提高了 0.002%，如此該汙染造成了 2 個統計生命的損失。倘若每一個人都願意付出 20 元以降低 0.002% 的死亡風險（如裝置空氣濾淨器），則一個統計生命的價值，就是受此風險之改變影響的人願付價值的總和（ $20 \times 100,000$ ）除以因死亡風險降低而免於死亡的統計生命個數（2 個人），亦即統計生命的價值為 1,000,000 元。

其次是有關道德觀點的問題。從經濟學的角度看，人們在事前可以藉由趨避行為等方法來降低自身的死亡率，因此人們透過其自由選擇而真正「買賣」的並不是生與死的取捨，而是死亡機率的小改變，而經濟價值的計算也是基於事前的觀點，在不確定性尚未明確之前所做的計算，因此與事後的價值衡量會有出入。從事後的觀點，那些即將死亡的人可能會願意付出其所有的財富以換取生命，或者要求無限的補償而接受死亡，因此生命的價值於事後和事前所衡量者有巨大的差異。

批評者以為，以事前之願付價格或願受補償的經濟觀點衡量生命價值，都不是道德上所能接受的作法，因為生命是無價的。不過從現實的生活中我們可以發現，我們個人或社會並沒有給予生命無限的價值，例如社會並沒有在道路上做到所有可能的防護措施，而使道路死亡率為零的百分之百安全；又如我們仍然每天看電視、用電腦，接受輻射的照射…。這些情況顯示，生命的價值是有限的，我們忍受某種程度的死亡風險，換取其他的效用，並且也以一些趨避行為來降低我們面對的死亡率（如繫安全

帶、買裝置自動煞車系統與安全氣囊等安全裝置而較貴的汽車等)，也就是，我們每人是從事前觀點去衡量自己的每個行為對自己的效用以及對生命的影響，來選擇其行為。是故經濟學的作法符合個人偏好的抉擇結果，不能純以道德的觀念去反駁。

最後是有關死亡風險之實證價值的問題。從現實觀察以及選擇與價值的理論模型，我們可以知道每個人會因為其偏好、性別、年齡、財富、風險趨避程度和面對風險大小等因素的不同，而造成對小幅降低死亡機率之評價的不同。一個人通常皆面對多種死亡風險，如果個人可以用「購買」的方式（例如配備自動煞車系統的汽車）降低其中一種風險的機率，則此價格或降低風險的邊際成本可視為降低他種風險之願付價值的優良近似值。

## （二）降低死亡風險效益的衡量方法

衡量健康改善之貨幣效益的方法，可大分為兩類，一類是從觀察到的行為和選擇出發，即依據顯示性偏好進行分析；另一類則是從個人對假設性問題的回答來評估，如假設市場價值評估法等。以下簡單說明各類衡量方法。

### 1、市場價值評估法

常用於衡量降低死亡風險效益的市場價值評估法是人力資本法（human capital measure of value），以人力資本衡量死亡方面之健康效益乃基於兩個假設：（1）一個人之價值為產出的價值，（2）可以用工資來準確衡量個人的生產力。質言之，人力資本法在計算個人避免死亡的價值時，就是計算現年  $j$  歲的個人，其期望生命餘年之收入的現值，以公式表示為  $\sum_{t=j}^T q_{j,t} (1+r)^{j-t} y_t$ ，其中， $q_{j,t}$  是個人從  $j$  歲活到  $t$  歲的機率， $y_t$  是個人在  $t$  歲時的收入， $r$  為折現率， $T$  為從勞動力退休的年齡。

人力資本法不是正確的估計方法。首先，此法並沒有考慮到非市場生產的價值，因此忽略如家庭主婦等的貢獻而有誤差。其次，以收入來衡量生命價值，造成孩童、女性的價值較男性與事業有成的人為低。再者，已退休的人、殘障者或無工作能力者，其人力資本為零，因此若按人力資本法，則其生命價值為零。最後，成本效益分析中的效益價值是基於個人自身的偏好而定，而人力資本法與福利經濟學的理論相悖。

### 2、願付價值法

願付價值法是基於個人偏好的價值衡量方法，就死亡風險改變的效益而言，其衡量的是人們願意付出多少金額（接受多少補償）以降低（提高）

意外或疾病造成的死亡機率。應用上，是把生命當成是和其他財貨相類似的產品，即人們可以藉由金錢的支出來購買死亡率的降低。這種假設應屬合理，例如縱使開車上班較步行或搭公車危險，許多人仍會為了快速與方便而願意面對較高的死亡風險。又如有些職業的危險性較高，仍有人會明知風險而接受這些工作，因為這些工作提供了較高的報酬。

願付價值法包含兩大類方法——替代市場價值評估法與假設市場價值評估法，因為都由個人偏好出發，根據個人經過選擇後的行為去衡量個人對死亡率降低的願付價值，因此符合福利經濟學的理论基礎。

#### (1) 替代市場價值評估法

此類方法主要有特徵工資法、趨避行為法、以及特徵財產價值法三種，茲分別說明於下：

##### 特徵工資法 (hedonic wage method)

最常應用於評估因環境因素造成死亡風險改變的價值。有些地方的空氣汙染非常嚴重，或工作的危險性較高，所以當地的工廠會以較高的薪資來吸引人加入工作，而由於死亡風險的差異會造成工資的差異，我們就可以利用風險貼水 (risk premium--工人接受較高風險工作的補償)，來推論統計生命的價值。

依據 Fisher, Violette, and Chestnut (1989) 所做的文獻回顧顯示，美國統計生命價值的平均估計值，約在 160 萬到 900 萬元之間 (US\$1,986)，而大部分的平均估計結果則落於 160 萬到 400 萬美元間。表 6 所列是在不同之條件、假設與資料集的背景，一些文獻的研究結果。

在台灣方面的研究，首先是薛立敏與王素鸞 (1987) 從 1984 年勞動力調查資料中選出 4,628 個全時工人之個別觀察值，從勞工保險局取得二位數產業的死亡率統計值 (全部有 57 個產業)，估計台灣地區的工人因其工資差異所致之與工作相關之風險性貼水，也將年齡、性別、教育、婚姻狀況、工時、工作經驗、就業狀況等納入解釋性變數。結果發現統計生命的價值在新台幣 1,200 萬至 3,400 萬之間。其次，Liu, Hammitt 與 Liu (1997) 利用 1982-1986 之台灣勞動力調查報告進行探討。估計結果顯示隱含的生命價值為 US\$413,000 (經選擇性偏誤修正)，及 US\$461,000 (以 1990 年之幣值為基期)。

此兩研究的估計值相近，但遠低於先進國家的價值估計。Viscusi (1993) 回顧了 23 篇包括美國、英國、加拿大和日本等先進國家的研究，每個統計生命的價值從 60 萬美元到 1,620 萬美元不等。Liu 等認為這是由

於先進國家與開發中國家間，對於降低風險之價值有結構性的差異所致，也許是開發中國家的人民較難擁有職業風險的訊息，也許是所得彈性的不同所造成。因此想用簡單的效益移轉公式 (benefit-transfer equation)，將既有對已開發國家的研究成果推論開發中國家的生命價值，是不適當的。

#### 趨避行為法 (averting behavior approach)

使用安全帶、裝置自動煞車系統與安全氣囊的汽車、戴安全帽或裝置煙霧警報器等都是趨避行為的例子，而這些行為在一定成本下可以降低死亡的風險。Blomquist (1979) 利用裝置安全帶，Rachel Dardis (1980) 根據使用煙霧偵測器與否的資料，衡量生命價值。然而由於趨避行為 (例如是否戴安全帽，是否安裝煙霧警報器等) 常是一種 0-1 的決策 (即是、否，有、沒有等)，因此這些財貨的消費者，其邊際效益必然大於或等於購買的邊際成本 (只有邊際消費者的邊際效益才等於邊際成本)，造成這些研究以邊際購買成本來衡量生命價值時，其估計結果會低於前述特徵工資法者，因而低估統計生命的價值。

要嚴謹地估計願付價值時，我們需有每個人的邊際成本資料 (人與人之間可能有所不同，特別是包含時間成本的情況下)，以及趨避行為對降低死亡率的效果，可惜的是，這兩個變數都很難衡量。此外，如果一項趨避行為的產出是聯合產出 (joint products) 時 (例如戴安全帽除了提高生命安全外，也有帥氣、防風、避雨等效果)，則難以估計為降低風險的邊際願付價值。

台灣目前並無以趨避行為法探討空氣汙染防制降低死亡風險之效益的研究。

#### 特徵財產價值法 (hedonic property value method)

通常財產價值在高汙染地區要比低汙染地區的價值為低，因為人們在高汙染區要面對較高的死亡風險，所以除非有補償，否則在預算許可下，人們不會選擇住在高汙染區。而高汙染區與低汙染區房價的差別，就可視為是較高汙染地區的居民願意接受多少補償以面對較高的死亡風險。因此，與前述之特徵工資研究類似，我們可藉由估計特徵房價函數 (hedonic housing price function) 來推估降低死亡風險的願付價值。在過去的實證研究中，特徵房價函數曾使用過的應變數有空氣品質或有害性廢棄物之暴露量，但尚無以死亡風險為應變數。

替代市場法有兩個主要的限制，首先是市場價格要能表達個人對風險降低之偏好，須得到個人原先即擁有該風險的訊息。其次，該風險必須是

個人做決策時，自身對風險的認知。但一般而言，大部份替代市場的研究乃是使用客觀衡量的風險資料，而非個人對風險的主觀認知，因此如何衡量個人對死亡風險以及趨避行為造成風險改變的主觀認知，是未來研究的主要課題。

## 2、假設市場價值評估法 (contingent valuation method, CVM)

假設市場價值評估法的優點是其可以詢問出大多數人的願付價值，且可以評價特定環境危害造成的死亡案例。此外，如果我們要將從某一群人得到的風險評價移轉到其他群人，就必須知道願付價值如何在不同的個人特性間變化，而因為這些社經變數在 CVM 的問卷中很容易得到，所以可將願付價值表示為年齡、所得、家庭狀態與其他會影響到願付價值之變數的函數。

Gerking, de Haan, and Schulze (1988) 利用假設市場價值評估法，研究與工作相關的死亡風險降低之價值，Jones-Lee, Hammerton, and Philips (1985) 也用 CVM 估計降低車禍死亡風險的價值，二者之估計結果大概落在與特徵工資法研究相同的估計範圍內。

衡量降低死亡風險的效益，首先可利用流行病學法，估計劑量反應函數，以了解空氣汙染與死亡率之間的關係；其次，透過衡量死亡風險降低之效益的方法，推估出願付價值；最後結合二者的研究結果，便可衡量出降低空氣汙染對降低死亡風險之效益。蕭代基等 (1998) 在分析台灣地區六十五歲以上老人人口死亡率與空氣品質的關係時，同時控制氣候變數對死亡率的影響。首先發現每日死亡率與每日平均氣溫呈 V 字形的關係，其最適溫度約為 30°C，此最適溫度低於日本的最適溫度，故可驗證氣溫調適理論(adaptation theory)。接者，分析六十五歲以上老人人口死亡率與氣候及空氣品質的長期關係，結果發現空氣汙染程度與其變異程度對六十五歲以上老人人口死亡率有顯著的正影響，七月平均氣溫對六十五歲以上老人人口死亡率有顯著的負影響，而七月氣溫的變異程度對死亡率則有顯著的正影響。表 7 為迴歸估計結果。

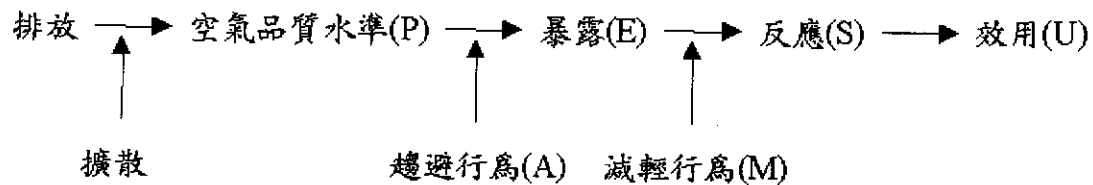
## 六、降低罹病率效益的衡量方法

估計降低環境汙染獲致的罹病降低效益時，使用的估計模型須能體現個人對汙染或疾病威脅的反應，亦即須能考慮個人的調適行為。否則如果模型只是預估病例降低的個數，和減少的醫療成本與損失的工資，可能會造成嚴重的錯誤估計，因為這種方法並無法反應人們對環境改變的調適行

為。

### (一) 罹病價值理論

汙染防制與健康之間的關係可以用健康生產與消費模型 (model of health production and consumption) 來檢視，其圖形模型為：



假設我們研究的健康變數是一個人在一月或一年中罹患與空氣汙染有關之病症的時數 (S)，健康生產函數表示一個人的 S 與其暴露於空氣汙染的暴露量 (E) 及其減輕行為 (M) 的關係。減輕行為 (M) 包括服用抗組胺劑或看醫生，其單位成本包括時間成本與實際支出的金錢成本為  $p_M$ 。一個人暴露於空氣汙染的暴露量 (E) 為空氣品質 (P) 與趨避行為 (A) 的函數，趨避行為 (A) 會影響一個人暴露於空氣汙染的暴露量 (E)，如裝置空氣濾淨器、減少外出。因此健康生產函數可寫為

$$S = S[E(A, P), M]$$

效用除了會受到財貨消費量 (X) 與休閒時間 (L) 之影響外，尚會受到其健康狀況 (S) 之影響：

$$U = U(X, L, S)$$

健康狀況 (S) 也會進入預算限制式，減少工作時間與所得：

$$I + w(T - L - S) = p_X X + p_A A + p_M M,$$

式中是  $p_A$  是趨避行為的單位成本，L 表休閒時間，I 為非勞動所得，w 表工資率，T-L-S 是工作的時間 (T 表個人所有的總時間)。

此健康生產與消費模型假設一個人分配其時間於工作與休閒，同時分配其所得於消費財貨或進行趨避行為與減輕行為，以求其效用達到最大。這是效用極大模型，也就是一個人的行為是在受到其預算式與健康生產函數之限制下，求其效用函數達到最大；另一模型為支出極小模型，即一個人的行為是在受到其效用函數與健康生產函數之限制下，求其支出達到最



小。根據對偶定理，此二模型所導出的個人行為是相同的。支出函數模型為：

$$\text{支出} = \min[p_x X + p_A A + p_M M - I - w(T - L - S) + m\{U^0 - U[X, L, S(A, P, M)]\}]$$

式中  $m$  為拉氏乘數， $U^0$  為個人所要求的最低效用水準。

一個人對於稍微降低空氣汙染程度的願付價值 (WTP) 可定義為其願意支付的最大金額以降低空氣汙染程度，而同時不影響其效用水準。從支出函數模型的一階條件可以導出降低空氣汙染的邊際願付價值：

$$\begin{aligned} \text{WTP} &= p_M (\partial M / \partial P) \\ &= p_A (\partial A / \partial P) \\ &= (\partial S / \partial P) \text{WTP}_S \end{aligned} \quad (1)$$

根據式(1)，在其他條件不變之條件下，邊際願付價值可以用達到原來的健康狀況，趨避或減輕行為支出因空氣汙染降低而減少的金額來計算，此外也可用最後一行等式的方法計算，降低空氣汙染的邊際願付價值等於在其他條件不變之條件下，減少一天（場）罹病的邊際願付價值 (WTPs) 乘以降低空氣汙染而減少的罹病數。

但是一般而言式(1)的估計並不容易，我們需要先估計一條健康生產函數，實證上除了健康與空氣汙染資料外，尚須認定那些是與問題相關的趨避或減輕行為，並且衡量其成本。這些工作不易進行，因為如避免外出這項趨避行為，時間成本要如何計算？又如趨避或減輕行為，通常有聯合產出的情形，如吃綜合維他命，除了能減輕感冒症狀外，也有美容的功用，則成本的那些部分要算是減輕行為的支出？所以式(1)的設定在實際應用上有其困難。

因此，可考慮另一種 WTP 的表達方式（亦由上述健康生產與消費模型推導得出）：

$$\text{WTP} = w \frac{dS}{dP} + p_M \frac{\partial M^*}{\partial P} + p_A \frac{\partial A^*}{\partial P} - \frac{\partial U / \partial S}{\lambda} \frac{dS}{dP} \quad (2)$$

式(2)中， $M^*$ 與 $A^*$ 為 $M$ 和 $A$ 的需求函數， $\lambda$ 是Lagrange乘數，表示所得的邊際效用。此式的意思是空氣汙染降低的WTP，為時間損失減少（包括工作時間與休閒時間）的價值（ $w \frac{dS}{dP}$ ）、觀察到的趨避和減輕行為支出減少

（ $p_M \frac{\partial M^*}{\partial P} + p_A \frac{\partial A^*}{\partial P}$ ）、以及因汙染降低而減少之罹病負效用的金錢價值

$(-\frac{\partial U/\partial S}{\lambda} \frac{dS}{dP})$  等三部分之總和。

欲計算  $dS/dP$  並不需要估計健康生產函數，而可以從劑量反應函數 (dose-response function) 推估，劑量反應函數是疾病 (健康) 與汙染以及其他影響趨避和減輕行為之變數間的縮減式關係，它包含了汙染對趨避和減輕行為的影響以及趨避和減輕行為對疾病的影響。實證上，式 (2) 的前三項可以用觀察到的疾病與趨避、減輕行為支出的變動為概似值，但因為尚有最後一項關於效用的部分，所以前三項的和為 WTP 之下界。

經濟學家通常使用三種方法來評價罹病效果的降低，首先是疾病成本法 (the cost of illness approach)，醫療等行為可以減輕疾病的嚴重性，所以此法估計因疾病造成的收入損失與醫療支出來推論降低空氣汙染的願付價值，但此估計值僅能作為真實願付價值的之下界。其次是趨避行為法，從人們為避免暴露於空氣汙染的環境或降低汙染效果所做之趨避行為 (前者如裝置空氣濾淨器、減少外出，後者如配戴太陽眼鏡、擦防曬乳液) 的支出，來推論降低汙染水準的願付價值。第三個方法是假設市場價值評估法，直接詢問人們願意付出多少錢以降低罹病的數目，或罹病後造成活動受限的天數。

一般研究健康的文獻中，「疾病成本」一詞通常只是指伴隨疾病而來的薪資損失和醫療減輕行為的支出，事實上，在現實社會中因為有醫療保險和帶薪病假等因素，因此「疾病成本」和社會真正負擔的成本即有所差異，而且「疾病成本」並沒有考慮趨避支出和效用降低的社會價值；「疾病成本」加上趨避支出為罹病的私人成本，即式 (2) 中前三項之和。是故，疾病成本法或趨避行為法，並非完善的健康效益衡量方法。而減輕與趨避支出的社會成本，加上損失的時間與疾病帶來的負效用等項目，才是有關罹病之完整的社會成本。

為擷取式 (2) 中最後一項的效果 (一般私人罹病成本只是代表 WTP 的下界)，研究者可藉由 CVM 的方法獲得，亦即直接詢問受訪者對於疾病改變之效用變化。或者研究者也可要求受訪者評價為減少生一天 (場) 的願付價值 (WTPs)，而使用式 (2) 的最後一條等式計算 WTP。

## (二) 健康效益估計之實證資料需求

在資料的需求方面，趨避行為法需要有下列各項橫斷面的資料：

1. 罹患汙染相關之症狀的次數、罹病時間與嚴重性。
2. 個人暴露的周遭汙染水準。
3. 個人據以趨避或減輕汙染效果的行為資料。

4. 趨避或減輕行為的成本。

5. 影響健康結果的其他變數資料（如年齡、一般健康狀態、慢性病罹患與否等）。

採用疾病成本法時需要相同的資料，而估計劑量反應函數時，則需要 1、2、4、5 的資料。這些間接方法的優點是其乃基於觀察到的行為去估計，較為明確可信，但是需要相當大量的資料則為其缺點。

假設市場價值評估法直接詢問受訪者願意付出多少金額以降低污染，或對症狀減少的評價為何，然後將此回答值乘上因污染降低而減少的症狀數，所以需要的資料較少（如果需要，從 CVM 問卷的回答結果，也可以另外再估計一條劑量反應函數）。不過如果要將 CVM 的回答用到其他的用途時，便須蒐集受訪者的年齡、健康狀態與所得等資料。是故，評估不同政策的罹病效果時，需要蒐集（1）受政策影響人口的關鍵變數分配，與（2）WTP 如何隨這些特性變化。

雖然 CVM 研究所需的資料較少，但這種對假設性問題的回答也有資料較不可信的缺點，主要是因為（1）受訪者不須對假設性問題做出真正的支出行為，所以回答問題時較不會審慎考慮預算限制的問題，（2）如果受訪者對標的商品的價值並不熟悉，回答也就較不可信，（3）在這種假設性的問題中，個人比較不會去思考趨避行為的可行機會。

### （三）健康效益之實證估計結果

研究台灣之罹病健康效益的文章，有多篇是利用蕭代基等（1993）與劉錦添等（1993）於民國 80 年所作的調查資料。該二研究係根據懸浮微粒  $PM_{10}$  和臭氧  $O_3$  在不同地區之間的相對高低關係，選取台北市松山、台北縣永和、高雄市三民、復興以及花蓮市等五個觀察區，進行與空氣污染有關的健康問卷調查。此外為使區內居民每日接觸到的污染劑量大致接近環保署空氣污染監測站的測量值，抽樣區域僅限於距測站半徑 750 公尺以內的地區，且樣本為在該五區居住、工作或就學者。樣本人數共 1300 人，每站以相同比例抽樣，各 260 人，男女人數參半。

有關之調查資料包含三個調查階段，第一次調查在民國 80 年 10 月進行，採親自訪問的方式對樣本進行背景調查，內容包括（1）社會經濟背景，如性別、年齡、所得、婚姻狀況、居住經歷、住宅設備、工作或學校環境之污染情形、交通方式等；（2）個人生活型態，如飲食、運動、抽煙習慣等；（3）健康背景，如慢性病資料、醫療保險等。資料的型態屬於橫斷面資料（cross-sectional data）。

第二次調查於 80 年 11 月 1 日到 81 年 1 月 31 日，針對第一次問卷樣本進行 92 天的急性病症反應之逐日調查，問卷採用電話訪問的方式，每週聯絡受訪人一次，要求受訪者回想過去一週內每天的身體情形，藉以逐日記載受訪人的健康狀況。問卷內容包括呼吸系統急性病症、非呼吸系統急性病症、活動受限情形、醫療紀錄以及抽煙、運動資料等，資料為 Panel 型態。

最後之第三次調查，是於民國 81 年 8 月先舉行兩次試訪，再於 9 月及 10 月，經過兩次的問卷面訪，完成 CVM 研究所需的資料，以了解受訪人對於病症消除的願付價值。在 CVM 研究中，採用雙界二分選擇問題 (double-bounded referendum survey) 之詢價方式，詢問受訪者對於問卷中所列，避免上一場急性病症再次發生的願付金額之支付意願。

由於資料相當完整，可以進行有關人體健康效益的研究。首先利用流行病學法，估計劑量反應函數，以了解疾病與空氣汙染物之間的關係；其次，透過 CVM 的研究，推估出願付價值；最後結合二者的研究結果，便可衡量出降低空氣汙染的健康效益。不過目前而言，無論是國內或國外，急性健康效果方面的研究都相對豐富，慢性健康效果的估計則不多見，這主要是研究慢性健康效果所需的資料相對不足或不完善所致。

### 1、急性健康效果

#### 劑量反應函數

Shaw et al. (1996) 利用流行病學法，探討空氣汙染物對 15 種急性病症的影響。其以人天為單位，採用 logit 模型估計劑量反應函數，被解釋變數為當天「有無病症反應」的二元屬值變數。結果顯示，懸浮微粒、二氧化硫、臭氧、一氧化碳、和二氧化氮等五種台灣主要的汙染物，個別而言均對急性病症罹病率有顯著的促發作用，而以空氣汙染指標 (PSI) 來測試，結果亦然。

Shaw et al. (1996) 的估計結果如表 8 所示。表中的 P 值顯示住在高雄的居民，其罹患 15 種急性病症的日機率為 5.2%，稍高於台北居民的罹病率；而花蓮之代表性個體的罹病率則最低。個別對懸浮微粒、二氧化硫和臭氧進行 50% 的管制，對台北分別產生罹病率減少 0.24%、0.27% 和 0.086% 的效果；而同時降低三種汙染物 50% 的濃度，則造成罹病率降低 0.58%，罹病人天減少了 575 萬，高雄罹病人天減少了 333 萬，花蓮罹病人天減少約 11 萬等效果。此外，由於汙染物間有合成效果存在，因此對單一汙染物進行管制後加總各效果，與同時對數個汙染物進行管制之罹病降

低效果，二者並不相等。

### 願付價值與急性健康效益

Alberini et al. (1996) 與 Alberini et al. (1997) 均利用該 CVM 問卷資料，推估計台灣民眾為避免一場平均歷時約 5.3 天，有 2.2 個症狀的急性病症，所願付出的代價和急性健康效益，兩篇文章之估計方法大抵相同，只是模型中變數的設定上略有差異，因此推估之數值也有些微不同，但結果均顯示罹病的時間愈長、經歷的症狀愈多、與疾病愈嚴重時，為避免急性病症的願付價值也較高。此外願付價值會隨疾病種類而有所不同，例如將感冒區分出來，表 9 與表 10 分別是 Alberini et al. (1996) 與 Alberini et al. (1997) 的估計結果。

Alberini et al. (1996) 以有無看醫生與平常之正常活動是否受到限制來代表疾病的嚴重程度。就一場歷時一天，且有兩個症狀的疾病而言，估計的願付價值從 17 元美金（感冒，但沒有嚴重到要看醫生或使活動受到限制）到 70 元美金（非感冒，但使得活動受到限制，且看醫生）不等；就一場歷時 5.3 天的疾病而言，平均每天的願付價值，則要比歷時一天之疾病的願付價值為低。反映出一場疾病的長短會影響每天願付價值的高低。

在降低空氣污染效益的衡量上，Shaw et al. (1996) 估計出，若將 1992 年台北與高雄之懸浮微粒、二氧化硫與臭氧的濃度，同時降到花蓮的空氣品質水準時，能夠減少 950 萬個急性病症人天數。如果我們將此數目，視為是減少了 950 萬場歷時一天、沒看醫生、活動沒受影響的感冒，則污染降低的罹病價值是一億六千六百萬元美金 ( $950 \text{ 萬} \times \$17.48$ )；但如果將 950 萬的人天數，換算為 179 萬場 ( $950 \text{ 萬} \div 5.3$ ) 沒看醫生、活動沒受影響的感冒，則急性健康效益降為 4,096 萬元美金，因為歷時 5.3 天的一場疾病，其每日之願付價值較歷時一天之疾病的願付價值為低。

Alberini et al. (1997) 在模型設定與 1996 文稍有差異下，估計出台灣民眾為避免一場平均歷時約 5.3 天，有 2.2 個症狀的急性病症，其中位數願付價值為 980 元新台幣。將感冒區分出來的估計結果如表 7-5 所列，對於一場歷時一天，且有 2.2 個症狀的疾病，感冒的願付價值是 20 美元，其他的疾病則是 31 美元；而歷時五天之疾病的平均每天願付價值，要較避免歷時一天的疾病之願付價值為低。

配合 Shaw et al. (1994)，該文估計將空氣污染指標 (PSI) 從既有的水準 (1992 年水準) 降低至 50 的水準時，可以減少 1,680 萬的急性病症

人天數，則如果假設汙染改善之效果，是由避免一天感冒的願付價值表現，則此 PSI 減少的罹病價值為二億六千二百五十八萬美元。如果以一場歷時五天的感冒來計算，則此空氣汙染改善效益只有一億零九百七十四萬美元。

在其他方法的估計結果方面，以趨避行為法研究減少罹病的健康效益，在水汙染方面的研究較為成功，因為趨避行為（例如買水），與水汙染較為密切相關。但是將此法用於空氣汙染對健康效益影響的研究則較為少見，因為趨避行為（例如裝空調設備）的功用，通常不只一個用途（一般裝設的原因，主要是為了降低室內溫度，其次才是減少空氣汙染等），所以採用此法進行分析會有誤差。另外，如果用不分類的「看病次數」來進行分析也有相同的問題，因為這種看病次數的資料，不只包含了由空氣汙染造成的疾病（通常是呼吸系統疾病），也包含了很多其他因素造成的疾病。

Berger et al. (1987) 利用疾病成本法進行研究，估出為消除一天的塵管阻塞 (sinus congestion)，平均願付價值是 27 美元；消除一天的喉嚨阻塞 (throat congestion) 是 44 美元。

## 2、慢性健康效果

研究降低空氣汙染對慢性健康影響效果的文章較少，並多用疾病成本法來衡量慢性健康效益。Viscusi, Magat, and Huber (1988) 估計，一個慢性支氣管炎的統計病例，其價值是 883,000 美元，約為一統計生命價值的三分之一。Cropper and Krupnick (1989) 的研究則顯示，每個慢性肺疾病的估計價值為 200,000 美元。而 Portney and Mullahy (1990) 假設，如果將美國都市區之臭氧平均小時濃度降低 10%，則對慢性鼻竇炎減少的效益是 1.35 兆美元。

相較於急性健康效果的研究，國內目前並無較為嚴謹之慢性健康效益研究，但亦不適於將國外的研究成果，直接套用到國內的成本效益分析上，畢竟已開發國家與開發中國家的所得型態、人民生活習性、體質、特性等等因素，都不相同。因此有關國內慢性健康效益的衡量，亟待學者進行研究。

另外，錢玉蘭、蕭代基、陳茲滢 (1996) 利用假設市場價值評估法推估空氣汙染對健康效益的影響，實證研究結果顯示（參見表 11）：在不考慮起價點偏誤的模型，受訪者「教育程度」與「個人所得」兩個變數分別通過 1% 及 5% 的顯著水準，顯示其仍為影響願付價值的重要解釋變數，且

估計係數的符號為正，符合預期，代表教育程度愈高或所得水準愈高的人，願意付較多的錢改善空氣品質。其他影響願付價值的變數尚有「是否處於工作狀態」、「暴露情形」、「防衛情形」等變數皆在 1% 的顯著水準之下顯著，「戶外旅遊次數」則在 5% 的顯著水準之下顯著，以上這些變數對願付價值仍是具有正的影響。另外，「家中孱弱人口數」也通過 10% 的顯著水準，表示受訪者家中若小孩及老人等容易罹病的人口愈多，願意付愈多的錢改善空氣品質。在健康效益的模型中，我們加入一些代表個人身體健康狀況的特徵變數，包括眼睛不舒服、呼吸道問題、頭痛等症狀，心臟血管疾病、氣喘及皮膚問題等。實證結果顯示，僅有呼吸道問題、皮膚問題和頭痛等症狀為影響願付價值的因素，分別通過 5%、1% 及 10% 的顯著水準，其中呼吸道愈不健康的人（指數愈高），願付的金額愈高，而愈常發生頭痛等症狀及皮膚問題的人（且嚴重程度亦愈高者），願付的金額則愈低。一般認為與空氣污染關係密切的氣喘及眼睛不舒服等症狀，經實證結果顯示，反而不是影響願付價值的重要因素，可能是樣本數不夠多或變數處理不適當所造成。

在健康效益這部份，不同地區的受訪者對改善空氣品質的願付金額有明顯的差異。當其他條件不變時，台北地區的受訪者願付的金額最高，台中地區次之，高雄地區則最低。另外空氣品質改善的程度不同，也會影響受訪者的願付金額，如果空氣品質不良的天數全部改善為普通，受訪者願付的金額，會比當空氣品質普通的天數全部改善為良好的情況下高。這同樣符合理論的預期，即健康的邊際效益遞減。

另外由模型二的實證結果可知，將組別虛擬變數引入模型中時，除了第四組金額以外，其餘代表組別的虛擬變數皆相當顯著，顯示不同的起價金額的確會影響受訪者最終的願付價值。模型中其餘各變數的符號，亦與未加入組別變數時一致。在變數的顯著性方面，所得、工作狀態、暴露情形、防衛行為、皮膚疾病、程式虛擬變數、空氣品質改變程度等變數，在 1% 的顯著水準之下顯著；教育、戶外旅遊次數、呼吸道疾病在 5% 的顯著水準下顯著；家中孱弱人口數及頭痛症狀則在此模型下變得不顯著。

## 七、結論

針對交通運輸管理策略在減少交通事故與空氣汙染方面的健康效益（死亡與罹病），本文首先模擬三種交通壅塞情形來說明交通事故造成道路壅塞致使空氣汙染總量倍增；其次說明環境經濟學中常用以衡量健康效益的方法，並歸納整理臺灣與國外相關的實證研究結果。從本文的討論中可以發現交通事故造成道路壅塞的情況，將使空氣汙染物質排放量的增加倍數遠大於行駛時間的增加倍數。因此，建議相關單位能夠就交通事故所造成的社會成本進行系統化的衡量，一方面使民眾瞭解交通意外事故除對個人造成金錢與時間的損失之外，也會對社會造成相當龐大的外部成本，另一方面也應在資料蒐集較充足時，考慮立法加重個人不當駕駛造成交通事故的罰鍰以涵蓋全部或部份的社會成本，使個人在進行駕駛車輛的同時，能夠更加警覺避免交通事故的產生。當然如果交通事故的發生若是屬於道路設計不良時，也應向相關單位要求國家賠償。

在此必須加以強調，雖然本文僅著重空氣汙染防治對健康效益的評估，但是空氣汙染事實上對景觀（能見度）、清潔、植物與生態系、與減少酸性腐蝕都會有影響（錢玉蘭等，1996）。因此，交通運輸與交通事故產生之空氣汙染對民眾整體福利造成的社會成本預計將會更大。

## 參考文獻

1. 薛立敏、王素鸞，1987，台灣地區就業人口「生命價值」之評估—工資風險貼水法之理論與實證，中華經濟研究院，經濟專論（108）。
2. 劉錦添、陳宜庭、蕭代基和傅祖壇，1993。「空氣汙染改善的健康效益評估—假設市場評價法之應用」，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫。
3. 蕭代基、傅祖壇、陳筆、劉錦添、李隆安和潘文涵，1993。「空氣汙染對人體健康之影響的調查研究」，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫。
4. 蕭代基、李隆安、潘文涵、賴靜瑤，1998。氣候變遷與空氣品質對死亡率之影響，區域科學學會八十七年度年會及論文研討會，台北市。
5. 錢玉蘭、蕭代基、陳茲滢，1996。臺灣大都會地區空氣品質改善之經濟效益分析，環保署委託研究報告。
6. Alberini, A., M. Cropper, T.-T. Fu, A. Krupnick, J.-T. Liu, D. Shaw, and W.



- Harrington, 1996. "What Is the Value of Reduced Morbidity in Taiwan?" in R. Mendelsohn and D. Shaw, eds., The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific, 108-49.
7. Alberini, A., M. Cropper, T.-T. Fu, A. Krupnick, J.-T. Liu, D. Shaw, and W. Harrington, 1997. "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: The Case of Taiwan," Journal of Environmental Economics and Management, 34, 107-26.
  8. Arnould, R.J., and L.M. Nichols, 1983. "Wage-Risk Premiums and Worker's Compensation: A Refinement of Estimates of Compensating Wage Differential," Journal of Political Economy, 91 ( 2 ) , 332-40.
  9. Berger, M.C. et al., 1987. "Valuing Changes in Health Risks: A Comparison of Alternative Measures," Southern Economic Journal, 53( 4 ), 967-84.
  10. Blomquist, G.C., 1979. "Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity," Journal of Political Economics, 87 ( 3 ) , 540-58.
  11. Chien, Yu-Lan, 1998. "Measuring the Benefit of Air Quality Improvement in Taiwan Metropolitan Areas", presented in a seminar of The World Conference of Natural Resource and Environment Economists, held at Venice 1998, June 24-27.
  12. Cropper, Maureen, and A. Myrick Freeman III (1991) "Environmental Health Effects," in John Braden and Chales Kolstad (eds) *Measuring the Demand for Environmental Quality*, Amsterdam: Elsevier.
  13. Cropper, M.L. and A.J. Krupnick, 1989. "The Social Costs of Chronic Heart and Lung Disease," Quality of the Environment Division Discussion Paper QE89-16, Washington, DC: Resources for the Future.
  14. Dardis, R., 1980. "The Value of a Life: New Evidence from the Marketplace," American Economic Review, 70 ( 5 ) , 1077-82.
  15. Dickie, M., S. Gerking, D. Brookshire, D. Coursey, W. Schulze, A. Coulson, D. Tashkin, 1987, "Reconciling Averting Behavior and Contingent Valuation Benefit Estimates of Reducing Symptoms of Ozone Exposure Draft," in Improving Accuracy and Reducing Costs of Environmental Benefit Assessments, US. EPA Report, Washington, D.C.
  16. Dillingham, A.E., 1985. "The Influence of Risk Variable Definition on

- Value-of-Life Estimates," Economic Inquiry, 23 ( 2 ) , 277-94.
17. Fisher, A., D. Violette, and L. Chestnut, 1989. "The Value of Reducing Risks of Death: A Note on New Evidence," Journal of Policy Analysis and Management, 8 ( 1 ) , 88-100.
  18. Freeman, A. Myrick III (1993) *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, Washington, D.C.: Resources for the Future.
  19. Gegax, D., S. Gerking, and W. Schulze, 1991. "Perceived Risk and the Marginal Value of Safety," Review of Economics and Statistics, 73 ( 4 ) , 589-96.
  20. Gerking, S., M. de Haan, and W. Schulze, 1988. "The Marginal Value of Job Safety: A Contingent Valuation Study," Journal of Risk and Uncertainty, 1 ( 2 ) , 185-99.
  21. Jones-Lee, M.W., M. Hammerton, and P.R. Philips. "The Value of Safety: Results of a National Sample Survey," Economic Journal, 95( 377 ), 49-72.
  22. Liu, J.T., J.K. Hammitt, and J.L. Liu, 1997. "Estimated Hedonic Wage Function and Value of Life in a Developing Country," Economics Letters, 57, 353-5-358.
  23. Loehman, E.T., S.V. Berg, A.A. Arroyo, R.A. Hedinger, J.M. Schwarty, M.E. Shaw, R.W. Fahien, V.H. De, R.P. Fishe, D.E. Rio, W.F. Rossley, and A.E.S. Green, 1979. "Distributional Analysis of Regional Benefits and Cost of Air Quality Control," Journal of Environmental Economic and Management, 6, 222-43.
  24. Marin, A. and G. Psacharopoulos, 1982. "The Reward for Risk in the Labor Market: Evidence from the United Kingdom and Reconciliation with Other Studies," Journal of Political Economy, 90 ( 4 ) , 827-53.
  25. Moore, M.J., and W.K. Viscusi, 1988. "Doubling the Estimated Value of Life: Results Using New Occupational Fatality Data," Journal of Policy Analysis and Management, 7 ( 3 ) , 476-90.
  26. Shaw, D., T.-T Fu, J.-Y. Liu, L.A. Lee, and W.H. Pan, 1996. "Acute Health Effects of Major Air Pollutants in Taiwan," in R. Mendelsohn and D. Shaw, eds., The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific, 78-107.
  27. Smith, R.S., 1976. "The Occupational Safety and Health Act," Washington,

D.C.: American Enterprise Institute for Public Policy Research.

28. Smith, V.K., 1983. "The Role of Site and Job Characteristics in Hedonic Wage Models," Journal of Urban Economics, 13 ( 4 ) , 296-321.
29. Thaler, R. and S. Rosen, 1976. "The Value of Life Savings," in Nester Terleckyj, ed., Household Production and Consumption, New York: Columbia University Press.
30. Tolley, G., L. Babcock, M. Berger, A. Bilotti, G. Blomquist, M. Brien, R. Rabian, G. Fishelson, C. Kahn, A. Kelly, D. Kenkel, R. Krumm, T. Miller, R. Oshfeldt, S. Rosen, W. Webb, W. Wilson, and M. Zelder, 1986. "Valuation of Reductions in Human Health Symptoms and Risks," Report ( USEPA grant CR-811053-01-0 ), U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
31. Viscusi, W.K., 1978. "Labor Market Valuations of Life and Limb: Empirical Evidence and Policy Implications," Public Policy, 26 ( 3 ) , 359-86.
32. Viscusi, W.K., 1981. "Occupational Safety and Health Regulation: Its Impact and Policy Alternatives," in J. Crecine, ed., Research in Public Policy Analysis and Management, 2, Greenwich, Conn.: JAI Press.
33. Viscusi, W.K., W.A. Magat, and J. Hubert, 1988. "Pricing Environmental Health Risks: Survey Assessments of Risk-Risk and Risk-Dollar Tradeoffs," in AERE workshop Proceedings: Estimating and valuing morbidity in a policy context.
34. Viscusi, W.K., 1993. "The Value of Risks to Life and Health," Journal of Economic Literature, 31, 1912-46.

表1 臺灣地區與金門縣民國80-89年空氣汙染源種類及其排放總量分配

| 汙染物<br>汙染源種類<br>年 | NO <sub>x</sub>         |        |        | SO <sub>x</sub> |                         |        | TSP    |         |        |
|-------------------|-------------------------|--------|--------|-----------------|-------------------------|--------|--------|---------|--------|
|                   | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源  | 移動汙染源  | 合計              | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源  | 移動汙染源  | 合計      | 合計     |
| 80                | 39.68%                  | 0.00%  | 60.32% | 100.00%         | 94.56%                  | 0.00%  | 5.44%  | 100.00% | 66.58% |
| 81                | 41.01%                  | 0.00%  | 58.99% | 100.00%         | 94.69%                  | 0.00%  | 5.31%  | 100.00% | 67.18% |
| 82                | 42.34%                  | 0.00%  | 57.66% | 100.00%         | 94.86%                  | 0.00%  | 5.14%  | 100.00% | 66.96% |
| 83                | 42.03%                  | 0.00%  | 57.97% | 100.00%         | 94.73%                  | 0.00%  | 5.27%  | 100.00% | 67.49% |
| 84                | 42.38%                  | 0.00%  | 57.62% | 100.00%         | 94.71%                  | 0.00%  | 5.29%  | 100.00% | 67.52% |
| 85                | 43.26%                  | 0.00%  | 56.74% | 100.00%         | 94.67%                  | 0.00%  | 5.33%  | 100.00% | 67.24% |
| 86                | 43.64%                  | 0.00%  | 56.36% | 100.00%         | 94.66%                  | 0.00%  | 5.34%  | 100.00% | 67.24% |
| 87                | 46.35%                  | 0.00%  | 53.65% | 100.00%         | 94.85%                  | 0.00%  | 5.15%  | 100.00% | 65.21% |
| 88                | 47.04%                  | 0.00%  | 52.96% | 100.00%         | 94.76%                  | 0.00%  | 5.24%  | 100.00% | 64.81% |
| 89                | 47.15%                  | 0.00%  | 52.85% | 100.00%         | 94.63%                  | 0.00%  | 5.37%  | 100.00% | 64.58% |
| 汙染物<br>汙染源種類<br>年 | PM10                    |        |        | THC             |                         |        | NMHC   |         |        |
|                   | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源  | 移動汙染源  | 合計              | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源  | 移動汙染源  | 合計      | 合計     |
| 80                | 25.78%                  | 63.23% | 10.99% | 100.00%         | 16.92%                  | 36.44% | 46.64% | 100.00% | 38.12% |
| 81                | 25.05%                  | 64.01% | 10.94% | 100.00%         | 16.94%                  | 36.64% | 46.42% | 100.00% | 38.33% |
| 82                | 25.05%                  | 63.78% | 11.17% | 100.00%         | 16.92%                  | 37.03% | 46.06% | 100.00% | 38.74% |
| 83                | 24.36%                  | 64.48% | 11.16% | 100.00%         | 16.61%                  | 37.39% | 46.01% | 100.00% | 39.08% |
| 84                | 24.22%                  | 64.52% | 11.26% | 100.00%         | 16.34%                  | 37.92% | 45.74% | 100.00% | 39.65% |
| 85                | 24.34%                  | 64.20% | 11.47% | 100.00%         | 16.10%                  | 38.42% | 45.48% | 100.00% | 40.19% |
| 86                | 23.98%                  | 64.34% | 11.68% | 100.00%         | 15.03%                  | 39.33% | 45.64% | 100.00% | 41.05% |
| 87                | 25.93%                  | 62.53% | 11.54% | 100.00%         | 15.02%                  | 39.81% | 45.17% | 100.00% | 41.62% |
| 88                | 26.16%                  | 62.04% | 11.80% | 100.00%         | 14.75%                  | 40.46% | 44.79% | 100.00% | 42.31% |
| 89                | 26.22%                  | 61.73% | 12.06% | 100.00%         | 14.47%                  | 41.23% | 44.30% | 100.00% | 43.11% |

.....續下頁

表 1 臺灣地區與金門縣民國 80-89 年空氣汙染源種類及其排放總量分配 (續)

| 汙染物<br>汙染源種類<br>年 | CO                      |       |        |         | Pb                      |       |        |         |
|-------------------|-------------------------|-------|--------|---------|-------------------------|-------|--------|---------|
|                   | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源 | 移動汙染源  | 合計      | 固定汙染源<br>(未包含逸<br>散汙染源) | 逸散汙染源 | 移動汙染源  | 合計      |
| 80                | 14.13%                  | 0.00% | 85.87% | 100.00% | 14.76%                  | 0.00% | 85.24% | 100.00% |
| 81                | 13.90%                  | 0.00% | 86.10% | 100.00% | 14.72%                  | 0.00% | 85.28% | 100.00% |
| 82                | 13.75%                  | 0.00% | 86.25% | 100.00% | 14.29%                  | 0.00% | 85.71% | 100.00% |
| 83                | 13.28%                  | 0.00% | 86.72% | 100.00% | 14.90%                  | 0.00% | 85.10% | 100.00% |
| 84                | 13.10%                  | 0.00% | 86.90% | 100.00% | 14.65%                  | 0.00% | 85.35% | 100.00% |
| 85                | 13.04%                  | 0.00% | 86.96% | 100.00% | 14.58%                  | 0.00% | 85.42% | 100.00% |
| 86                | 12.30%                  | 0.00% | 87.70% | 100.00% | 15.28%                  | 0.00% | 84.72% | 100.00% |
| 87                | 12.77%                  | 0.00% | 87.23% | 100.00% | 16.58%                  | 0.00% | 83.42% | 100.00% |
| 88                | 12.75%                  | 0.00% | 87.25% | 100.00% | 16.18%                  | 0.00% | 83.82% | 100.00% |
| 89                | 12.75%                  | 0.00% | 87.25% | 100.00% | 15.82%                  | 0.00% | 84.18% | 100.00% |

資料來源：溫麗琪整理增添自中鼎工程股份有限公司，「研訂各縣市空氣品質改善／維護計畫排放量相關電腦檔案及報表」，1995 年 9 月。

表 2 主要空氣污染物質之特性及對人體健康之影響

| 污 染 物         | CO  | NO <sub>2</sub>  | SO <sub>2</sub> 及 粒 狀 物   | O <sub>3</sub>  | Pb   |
|---------------|---|--|---|---|--|
| 特 性           | 1.無色、無味、無臭(但高濃度時有點臭味)<br>2.易與血紅素結合  | NO <sub>2</sub> :為具刺激性紅橘色氣體,及令人窒息的味道<br>NO:無色無味                      | 具刺激臭味之無色氣體易溶於水及引起酸雨   | 無色,有臭味,化學活性高,在液體及固體介質中的半衰期相當短   | 銀灰色柔軟金屬,用於汽油中以防震,但不易揮發   |
| 來 源           | 1.碳物質不完全燃燒<br>2.工業製程及生物生長過程   | 1.NO 氧化成 NO <sub>2</sub><br>2.燃料的燃燒及汽機車排放物、硝酸的製造及焊接過程亦會產生            | 1.SO <sub>2</sub> :火山、使用化石燃料<br>2.SO <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 即酸霧<br>3.懸浮微粒:火山、砂塵爆、及電力工廠、工業製程、家戶燃煤          | 陽光照射與 NO <sub>2</sub> 作用而形成   | 1.汽機車使用之有鉛汽油(佔80%~90%)<br>2.採鉛礦及融煉之過程<br>3.油漆、橡膠                         |
| 大自然濃度         | 0.23mg/m <sup>3</sup>   | 0.4~9.4 μg/m <sup>3</sup>  | <5 μg/m <sup>3</sup>  |   |  |
| 轉換因子          | 1ppm=<br>1.145mg/m <sup>3</sup>   | 1ppm=<br>1880 μg/m <sup>3</sup>                                      | 1ppm=<br>2860 μg/m <sup>3</sup>   | 1ppm=2 μg/m <sup>3</sup>  |  |
| 暴露途徑          | 吸入  | 吸入   | 吸入  | 吸入  | 空氣、飲水、食物   |
| 不良反應最低濃度及暴露標準 | 一氧化碳血紅素濃度:<2%<br>暴露標準:<br>60mg/m <sup>3</sup> (30min)<br>30mg/m <sup>3</sup> (1hr)<br>10mg/m <sup>3</sup> (8hr) | 暴露標準:<br>400 μg/m <sup>3</sup> (1hr)<br>150 μg/m <sup>3</sup> (24hr) | SO <sub>2</sub> 暴露標準:<br>500 μg/m <sup>3</sup> <10min<br>350 μg/m <sup>3</sup> <1hr<br>酸霧:目前以 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 及相等酸度的霧狀物濃度 10 μg/m <sup>3</sup> 作為預警值 | 不良反應最低濃度:<br>160~400 μg/m <sup>3</sup><br>暴露標準:<br>150~200 μg/m <sup>3</sup> (1hr)<br>100~120 μg/m <sup>3</sup> (8hr) | 血中鉛:<br>0.2 μg/m <sup>3</sup><br>空氣中鉛:<br><1 μg/m <sup>3</sup>           |
| 健康影響          | 1.心血管效應<br>2.神經行為效應<br>3.血纖維原溶解<br>4.周產期效應<br>5.缺氧現象引起腦、心、靜脈血管壁等功能缺陷  | 1.對呼吸道有影響<br>2.短期暴露:肺功能下降<br>3.長期暴露:產生多血質病於肺部、脾、肝及血液中                | 1.SO <sub>2</sub> :支氣管收縮及氣管炎,支氣管炎<br>2.酸霧:支氣管黏膜纖毛的清除沉澱顆粒能力減緩<br>3.增加呼吸道及疾病,使肺功能減退   | 1.短期暴露:眼睛、鼻子、咽喉刺激,增加呼吸器官疾病<br>2.暴露於 240 μg/m <sup>3</sup> 2.5 小時,有肺功能下降趨勢   | 1.血液系統:貧血為慢性鉛中毒常有之症狀<br>2.神經系統:由運動機能失調至昏迷<br>3.其它:危害血紅素合成、腎臟、生殖、心血管及免疫系統 |

資料來源:臺灣地區空氣污染對人體健康影響之流行病學研究子題(一)空氣污染對人體健康影響之資料庫建立,行政院環境保護署,1990。

表3 台北市不同型式車輛在不同行駛速度下排放各類空氣汙染物質的排放係數

| 車種    | 車速<br>RPH | 排 放 係 數 (g/km) |                 |                 |        |        |       |       |       |
|-------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|--------|--------|-------|-------|-------|
|       |           | TSP            | SO <sub>x</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | Pb     | HC-EX | HC-EV | HC-RN |
| 汽油小客車 | 10        | 0.2257         | 0.138           | 1.74            | 121.86 | 0.0291 | 8.52  | 0.93  | 0.52  |
|       | 15        | 0.2177         | 0.138           | 1.76            | 77.27  | 0.0211 | 5.77  | 0.93  | 0.52  |
|       | 20        | 0.2144         | 0.138           | 1.81            | 55.76  | 0.0178 | 4.40  | 0.93  | 0.52  |
|       | 30        | 0.2111         | 0.138           | 1.93            | 36.37  | 0.0144 | 3.14  | 0.93  | 0.52  |
|       | 40        | 0.2091         | 0.138           | 2.06            | 27.12  | 0.0125 | 2.51  | 0.93  | 0.52  |
|       | 50        | 0.2042         | 0.138           | 2.17            | 21.15  | 0.0085 | 2.08  | 0.93  | 0.52  |
|       | 60        | 0.2042         | 0.138           | 2.26            | 17.09  | 0.0085 | 1.78  | 0.93  | 0.52  |
|       | 70        | 0.2044         | 0.138           | 2.33            | 14.61  | 0.0087 | 1.60  | 0.93  | 0.52  |
| 汽油小貨車 | 10        | 0.2340         | 0.159           | 0.89            | 89.91  | 0.0333 | 5.65  | 1.12  | 0.51  |
|       | 15        | 0.2249         | 0.159           | 0.90            | 57.06  | 0.0242 | 3.84  | 1.12  | 0.51  |
|       | 20        | 0.2211         | 0.159           | 0.92            | 41.22  | 0.0203 | 2.94  | 1.12  | 0.51  |
|       | 30        | 0.2173         | 0.159           | 0.98            | 26.93  | 0.0165 | 2.10  | 1.12  | 0.51  |
|       | 40        | 0.2151         | 0.159           | 1.05            | 20.09  | 0.0143 | 1.69  | 1.12  | 0.51  |
|       | 50        | 0.2106         | 0.159           | 1.11            | 15.66  | 0.0097 | 1.41  | 1.12  | 0.51  |
|       | 60        | 0.2106         | 0.159           | 1.15            | 12.56  | 0.0097 | 1.21  | 1.12  | 0.51  |
|       | 70        | 0.2109         | 0.159           | 1.19            | 10.53  | 0.0100 | 1.09  | 1.12  | 0.51  |
| 柴油小貨車 | 10        | 0.6252         | 0.981           | 2.25            | 4.02   | 0.0000 | 1.63  | 0.00  | 0.00  |
|       | 15        | 0.6252         | 0.981           | 2.01            | 3.19   | 0.0000 | 1.41  | 0.00  | 0.00  |
|       | 20        | 0.6252         | 0.981           | 1.81            | 2.58   | 0.0000 | 1.22  | 0.00  | 0.00  |
|       | 30        | 0.6252         | 0.981           | 1.54            | 1.78   | 0.0000 | 0.94  | 0.00  | 0.00  |
|       | 40        | 0.6252         | 0.981           | 1.39            | 1.32   | 0.0000 | 0.76  | 0.00  | 0.00  |
|       | 50        | 0.6252         | 0.981           | 1.32            | 1.05   | 0.0000 | 0.63  | 0.00  | 0.00  |
|       | 60        | 0.6252         | 0.981           | 1.32            | 0.89   | 0.0000 | 0.54  | 0.00  | 0.00  |
|       | 70        | 0.6252         | 0.981           | 1.40            | 0.82   | 0.0000 | 0.48  | 0.00  | 0.00  |
| 柴油大客車 | 10        | 3.0000         | 1.869           | 28.21           | 23.30  | 0.0000 | 6.15  | 0.00  | 0.00  |
|       | 15        | 3.0000         | 1.869           | 25.15           | 18.52  | 0.0000 | 5.29  | 0.00  | 0.00  |
|       | 20        | 3.0000         | 1.869           | 22.73           | 14.98  | 0.0000 | 4.60  | 0.00  | 0.00  |
|       | 30        | 3.0000         | 1.869           | 19.34           | 10.34  | 0.0000 | 3.56  | 0.00  | 0.00  |
|       | 40        | 3.0000         | 1.869           | 17.39           | 7.65   | 0.0000 | 2.85  | 0.00  | 0.00  |
|       | 50        | 3.0000         | 1.869           | 16.52           | 6.08   | 0.0000 | 2.36  | 0.00  | 0.00  |
|       | 60        | 3.0000         | 1.869           | 16.57           | 5.18   | 0.0000 | 2.02  | 0.00  | 0.00  |
|       | 70        | 3.0000         | 1.869           | 17.57           | 4.73   | 0.0000 | 1.79  | 0.00  | 0.00  |
| 二行程機車 | 10        | 0.2731         | 0.043           | 0.04            | 42.98  | 0.0012 | 15.38 | 0.24  | 0.00  |
|       | 15        | 0.2731         | 0.043           | 0.03            | 29.34  | 0.0009 | 10.51 | 0.24  | 0.00  |
|       | 20        | 0.2731         | 0.043           | 0.03            | 22.52  | 0.0007 | 8.07  | 0.24  | 0.00  |
|       | 30        | 0.2731         | 0.043           | 0.03            | 16.26  | 0.0006 | 5.83  | 0.24  | 0.00  |
|       | 40        | 0.2731         | 0.043           | 0.03            | 13.25  | 0.0005 | 4.77  | 0.24  | 0.00  |
|       | 50        | 0.2731         | 0.043           | 0.04            | 11.20  | 0.0004 | 4.06  | 0.24  | 0.00  |
|       | 60        | 0.2731         | 0.043           | 0.04            | 9.73   | 0.0004 | 3.54  | 0.24  | 0.00  |
|       | 70        | 0.2731         | 0.043           | 0.04            | 8.86   | 0.0004 | 3.22  | 0.24  | 0.00  |
| 四行程機車 | 10        | 0.0966         | 0.043           | 0.15            | 58.44  | 0.0112 | 3.79  | 0.29  | 0.00  |
|       | 15        | 0.0966         | 0.043           | 0.13            | 39.89  | 0.0082 | 2.60  | 0.29  | 0.00  |
|       | 20        | 0.0966         | 0.043           | 0.13            | 30.62  | 0.0069 | 1.99  | 0.29  | 0.00  |
|       | 30        | 0.0966         | 0.043           | 0.13            | 22.11  | 0.0056 | 1.44  | 0.29  | 0.00  |
|       | 40        | 0.0966         | 0.043           | 0.14            | 18.01  | 0.0048 | 1.18  | 0.29  | 0.00  |
|       | 50        | 0.0966         | 0.043           | 0.15            | 15.22  | 0.0033 | 1.00  | 0.29  | 0.00  |
|       | 60        | 0.0966         | 0.043           | 0.16            | 13.33  | 0.0033 | 0.87  | 0.29  | 0.00  |
|       | 70        | 0.0966         | 0.043           | 0.16            | 12.05  | 0.0034 | 0.80  | 0.29  | 0.00  |

資料來源：行政院環境保護署，研訂各縣市空氣品質改善/維護計畫（第二期）空氣汙染排放量推估訓練教材，民國 82 年。

註：HC-EX 為尾氣排放之 HC；HC-EV 為揮發之 HC；HC-RN 為汽車行進中之 HC。

表4 不同道路壅塞情形下相同道路面積所容納之車輛數目  
與到達目的地之駕駛時間

| 道路壅塞情形<br>(平均車行速度)   | 單位面積<br>行駛<br>車輛數目<br>(倍數) | 相同道路<br>面積容納<br>車輛數目<br>(倍數) | 達目的地<br>駕駛時間<br>(倍數) | 車輛單位時間<br>內行駛速度<br>下之空氣汙染量<br>(量/速度,時間) | 整條道路<br>空氣汙染<br>總量<br>(倍數) | 單位面積<br>空氣汙染<br>總量<br>(倍數) |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| A                    | B                          | C                            | D                    | E                                       | F=E*D                      | G=E*B=F                    |
| 正常情況；<br>平均車行速度70公里  | 1                          | 1                            | 1                    | X0                                      | X0                         | X0                         |
| 壅塞情況一：<br>平均車行速度50公里 | 7/5=1.4                    | 7/5=1.4                      | 7/5=1.4              | X1/X0                                   | (X1/X0)*1.4                | (X1/X0)*1.4                |
| 壅塞情況二：<br>平均車行速度30公里 | 7/3=2.3                    | 7/3=2.3                      | 7/3=2.3              | X2/X0                                   | (X2/X0)*2.3                | (X2/X0)*2.3                |
| 壅塞情況三：<br>平均車行速度10公里 | 7/1=7                      | 7/1=7                        | 7/1=7                | X3/X0                                   | (X3/X0)*7                  | (X3/X0)*7                  |

- 註：1. 某輛車行速度(x)下之汙染量(y)，行駛公里數(z)時的汙染量= $x*y*z$ 。  
2. 一條道路共有車輛(1)，則該條道路之空氣汙染總量= $x*y*z*1$ 。  
3. 單位道路面積內之車輛數目與車速成反比。

表5 在不同道路壅塞情形下各空氣汙染物質在整條道路與單位面積  
空氣汙染增加的倍數

| 道路壅塞情形<br>(平均車行速度)   | TSP | SO <sub>x</sub> | NO <sub>x</sub> | CO   | Pb   | HC-EX | HC-EV | HC-RN |
|----------------------|-----|-----------------|-----------------|------|------|-------|-------|-------|
| 汽油小客車                |     |                 |                 |      |      |       |       |       |
| 正常情況；<br>平均車行速度70公里  | 1.0 | 1.0             | 1.0             | 1.0  | 1.0  | 1.0   | 1.0   | 1.0   |
| 壅塞情況一：<br>平均車行速度50公里 | 1.4 | 1.4             | 1.3             | 2.0  | 1.4  | 1.8   | 1.4   | 1.4   |
| 壅塞情況二：<br>平均車行速度30公里 | 2.4 | 2.3             | 1.9             | 5.7  | 3.8  | 4.5   | 2.3   | 2.3   |
| 壅塞情況三：<br>平均車行速度10公里 | 7.7 | 7.0             | 5.2             | 58.4 | 23.4 | 37.3  | 7.0   | 7.0   |
| 四行程機車                |     |                 |                 |      |      |       |       |       |
| 正常情況；<br>平均車行速度70公里  | 1.0 | 1.0             | 1.0             | 1.0  | 1.0  | 1.0   | 1.0   | 0     |
| 壅塞情況一：<br>平均車行速度50公里 | 1.4 | 1.4             | 1.3             | 1.8  | 1.4  | 1.8   | 1.4   | 0     |
| 壅塞情況二：<br>平均車行速度30公里 | 2.3 | 2.3             | 1.9             | 4.2  | 3.8  | 4.1   | 2.3   | 0     |
| 壅塞情況三：<br>平均車行速度10公里 | 7.0 | 7.0             | 6.6             | 33.9 | 23.1 | 33.2  | 7.0   | 0     |

- 註：1. 各空氣汙染物質在不同車行速度下，空氣汙染排放量增加的情形並不相同。



表 6 降低意外死亡風險之邊際願付價值估計

| 研究                                 | 樣本的平均<br>風險水準 <sup>a</sup> | 估計範圍<br>(百萬, US\$1986) |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------|
| <b>早期低區間的工資-風險估計</b>               |                            |                        |
| Thaler and Rosen (1976)            | 11.0                       | .44-84                 |
| Arnould and Nichols (1983)         | 11.0                       | .72                    |
| <b>早期高區間的工資-風險估計</b>               |                            |                        |
| R. Smith (1976)                    | 1.0 & 1.5                  | 3.6-3.9                |
| V.K. Smith (1983)                  | 3.0                        | 1.9-5.8                |
| Viscusi (1978)                     | 1.2                        | 4.1-5.2                |
| Olson (1981)                       | 1.0                        | 8.0                    |
| Viscusi (1981)                     | 1.0 到 1.5                  | 8.5-14.9               |
| a. 無風險互動項                          | 1.04                       | 5.4-7.0                |
| b. 有風險互動項                          | 1.04                       | 4.7-13.4               |
| <b>新的工資-風險研究</b>                   |                            |                        |
| Dillingham (1985)                  | 1.4-8.3                    | 2.1-5.8                |
| Marin and Psacharopoulos (1982)    |                            |                        |
| a. 手工                              | 2.0                        | 2.7-3.1                |
| b. 非手工                             | 2.0                        | 9.0                    |
| Gegax, Gerking, and Schulze (1991) |                            |                        |
| a. 所有工會員工                          | 2.2                        | 1.9                    |
| b. 工會藍領員工                          | 10.1                       | 1.6                    |
| Moore and Viscusi (1988)           | 0.79                       | 5.0-6.5                |

資料來源：Freeman (1993)。

註：a 每萬人的概似年死亡率。

表 7、六十五歲以上人口死亡率與氣候及空氣品質迴歸估計結果

| 變數                                    | 男性                     | 女性                     |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
| 常數項                                   | 0.012<br>(0.988)       | 0.024**<br>(2.881)     |
| 一月最低溫(°C)                             | -0.005**<br>(-3.909)   | -0.004**<br>(-4.120)   |
| 一月最低溫平方                               | -0.004**<br>(-5.573)   | -0.003**<br>(-5.394)   |
| 七月最高溫(°C)                             | -0.013**<br>(-7.016)   | -0.009**<br>(-7.490)   |
| 七月最高溫平方                               | 0.003*<br>(2.139)      | 0.004**<br>(3.645)     |
| 一月氣溫變異程度(°C)                          | 3.32E-5<br>(0.525)     | -5.57E-5<br>(-1.275)   |
| 七月氣溫變異程度(°C)                          | 0.004**<br>(2.681)     | 6.82E-5<br>(0.633)     |
| 一月雨量(mm)                              | -3.36E-6**<br>(-4.162) | -1.68E-6**<br>(-3.004) |
| 七月雨量(mm)                              | -3.26E-6**<br>(-2.961) | -3.05E-6**<br>(-3.994) |
| pm10 平均值( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  | 1.07E-5**<br>(3.012)   | 9.32E-6**<br>(3.783)   |
| pm10 變異程度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 5.12E-6**<br>(2.825)   | 5.37E-6**<br>(4.286)   |
| 人口密度(人/ $\text{km}^2$ )               | 6.31E-8<br>(1.343)     | 6.23E-8<br>(1.917)     |
| 離婚率(%)                                | -7.28E-5<br>(-0.325)   | -0.003<br>(-1.809)     |
| 女性就業率(%)                              | -5.15E-6<br>(-0.414)   | -8.11E-6<br>(-0.942)   |
| 醫生/人口比率(%)                            | 1.055<br>(1.227)       | 1.579**<br>(2.655)     |
| R <sup>2</sup>                        | 0.96                   | 0.98                   |

註：1. \*\*表在 5%的顯著水準下顯著；\*表在 10%的顯著水準下顯著。

2. 括弧中為 t 值。

表 8 空氣品質改善的預期效果

|  | 台北          | 高雄          | 花蓮         |
|--|-------------|-------------|------------|
| $P(ARD=1   \text{自變數=平均值})^a$                                | 0.0502      | 0.0520      | 0.0444     |
| $\Delta P_1$ (僅 $PM_{10}$ 減少 50%) <sup>b</sup>               | 0.0024      | 0.0032      | 6.30E-4    |
| $\Delta P_2$ (僅 $SO_2$ 減少 50%)                               | 0.0027      | 0.0017      | 5.58E-4    |
| $\Delta P_3$ (僅 $O_3$ 減少 50%)                                | 8.6E-4      | 0.0021      | 0.0015     |
| $\Delta P_4$ ( $PM_{10}$ 、 $SO_2$ 和 $O_3$<br>同時減少 50%)       | 0.0058      | 0.0067      | 0.0027     |
| $\Delta P_5$ ( $PM_{10}$ 、 $SO_2$ 和 $O_3$ 同時<br>減到花蓮之空氣品質水準) | 0.0058      | 0.0075      |            |
| 1991 年之人口  | 2,718,000   | 1,361,600   | 107,600    |
| 人口 $\times 365$ (人天)   | 992,070,000 | 496,984,000 | 39,274,000 |
| (人口 $\times 365) \times \Delta P_1$                          | 2,380,968   | 1,590,348.8 | 24,742.6   |
| (人口 $\times 365) \times \Delta P_2$                          | 2,678,589   | 844,872.8   | 21,914.9   |
| (人口 $\times 365) \times \Delta P_3$                          | 858,140.6   | 1,043,666.4 | 58,911     |
| (人口 $\times 365) \times \Delta P_4$                          | 5,754,006   | 3,329,792.8 | 106,039.8  |
| (人口 $\times 365) \times \Delta P_5$                          | 5,754,006   | 3,727,380   |            |

資料來源：Shaw et al (1996)。

- 註：1.  $ARD$  (acute respiratory disease)，表急性呼吸系統疾病等，問卷調查中包括 15 種症狀：眼睛不適、頭疼、經常性流鼻水、鼻竇炎或其他鼻病、喉嚨乾癢、喉嚨痛、乾咳、咳嗽、肺部有哮喘聲、呼吸器官過敏、胸部不適或疼痛、感冒、氣喘、發燒和窒息感。
2.  $\Delta P_1 = P(ARD=1 | \text{自變數=平均值}) - P(ARD=1 | \text{僅 } PM_{10} \text{ 減少 } 50\%)$ ；其他  $\Delta P$  的定義相類。

表 9 避免疾病之願付價值 (1992 之美元單位) <sup>a</sup>

|                          | 有看醫生      |             |           |             | 沒看醫生      |             |           |             |
|--------------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|                          | 感冒        |             | 感冒外的其他症狀  |             | 感冒        |             | 感冒外的其他症狀  |             |
|                          | 歷時<br>1 天 | 歷時<br>5.3 天 | 歷時<br>1 天 | 歷時<br>5.3 天 | 歷時<br>1 天 | 歷時<br>5.3 天 | 歷時<br>1 天 | 歷時<br>5.3 天 |
| 避免一場疾病的願付價值<br>(活動有受到限制) | \$44.02   | \$57.59     | \$70.26   | \$92.08     | \$23.97   | \$31.42     | \$38.26   | \$50.15     |
| 避免整場疾病的願付價值<br>(活動無受到限制) | \$32.10   | \$42.06     | \$51.22   | \$25.66     | \$17.48   | \$22.90     | \$27.89   | \$35.56     |

資料來源：Alberini et al. (1996)。

註：a. 每場疾病都包含 2.2 個症狀。

表 10 避免疾病之願付價值 (1992 之美元單位) <sup>a</sup>

|                  | 感冒      |         | 感冒外的其他症狀 |         |
|------------------|---------|---------|----------|---------|
|                  | 歷時一天    | 歷時五天    | 歷時一天     | 歷時五天    |
| 避免整場疾病的<br>願付價值  | \$20.45 | \$34.62 | \$30.73  | \$52.01 |
| 一場疾病中<br>每天的願付價值 | \$20.45 | \$6.53  | \$30.73  | \$9.81  |

資料來源：Alberini et al (1997)。

a. 每場疾病都包含 2.2 個症狀。

表11 空氣品質改善之健康效益的實證模型

| 變數名稱      | 模型一（不考慮起價點偏誤）     |            | 模型二（考慮起價點偏誤）      |            |
|-----------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|           | 迴歸係數（估計標準差）       |            | 迴歸係數（估計標準差）       |            |
| 常數項       | -0.4338           | (0.5085)   | -0.4413           | (0.3776)   |
| 性別        | 0.0235            | (0.1390)   | 0.0194            | (0.0976)   |
| 年齡        | -0.0080           | (0.0051)   | -0.0049           | (0.0036)   |
| 教育程度      | 0.1801***         | (0.0609)   | 0.0908**          | (0.0429)   |
| 個人所得      | 6.1179E-6**       | (2.555E-6) | 4.7786E-6***      | (1.795E-6) |
| 主觀認定      | 0.0390            | (0.0475)   | 0.0230            | (0.0336)   |
| 工作狀態      | 0.4486***         | (0.1492)   | 0.2851***         | (0.1057)   |
| 家中孱弱人口數   | 0.0776*           | (0.0449)   | 0.0409            | (0.0314)   |
| 戶外時間      | -0.0004           | (0.0003)   | -0.0002           | (0.0002)   |
| 戶外旅遊次數    | 0.0140**          | (0.0058)   | 0.0092**          | (0.0040)   |
| 暴露情形      | 0.6193***         | (0.1593)   | 0.4469***         | (0.1122)   |
| 防衛行為      | 1.0399***         | (0.3756)   | 0.8935***         | (0.2659)   |
| 環保態度      | -0.0987           | (0.3264)   | -0.2599           | (0.2318)   |
| 眼睛症狀      | -0.0203           | (0.0277)   | -0.0114           | (0.0195)   |
| 呼吸道病症     | 0.0902**          | (0.0381)   | 0.0635**          | (0.0269)   |
| 頭痛症狀      | -0.1073*          | (0.0566)   | -0.0610           | (0.0397)   |
| 心臟相關疾病    | -0.0064           | (0.0424)   | 0.0136            | (0.0301)   |
| 氣喘        | -0.0133           | (0.0558)   | -0.0488           | (0.0393)   |
| 皮膚疾病      | -0.0921***        | (0.0316)   | -0.0601***        | (0.0223)   |
| 城市虛擬變數    | 0.7668***         | (0.1388)   | 0.7865***         | (0.0980)   |
| （台中市）     | 0.4003**          | (0.1795)   | 0.5240***         | (0.1265)   |
| 空氣品質改善程度虛 | 2.1147***         | (0.1152)   | 1.9442***         | (0.0813)   |
| 組別金額虛擬變數  |                   |            | -1.0318***        | (0.1894)   |
| （第二組）     |                   |            | -0.4961***        | (0.1865)   |
| （第三組）     |                   |            | -0.4656***        | (0.1772)   |
| （第四組）     |                   |            | -0.0114           | (0.1773)   |
| （第六組）     |                   |            | 0.3855**          | (0.1741)   |
| （第七組）     |                   |            | 0.6069***         | (0.1793)   |
| （第八組）     |                   |            | 1.1177***         | (0.1769)   |
| （第九組）     |                   |            | 1.5871***         | (0.1800)   |
| （第十組）     |                   |            | 1.2415***         | (0.1793)   |
|           | Scale             | 2.0138     | Scale             | 1.4442     |
|           | Log-likelihood    | -2186.0508 | Log-likelihood    | -2081.2435 |
|           | Left Censored     | 391        | Left Censored     | 391        |
|           | Interval Censored | 572        | Interval Censored | 572        |
|           | Right Censored    | 771        | Right Censored    | 771        |
|           | Observations      | 1750       | Observations      | 1750       |

說明：\*表示該變數通過 10%顯著水準；\*\*表示該變數通過 5%顯著水準；\*\*\*表示該變數通過 1%顯著水準。

資料來源：錢玉蘭、蕭代基、陳茲溚（1996）。

### 主題三

死亡、受傷、公  
共設施、行政處  
理成本

## 機動車意外事故之貨幣價值損失

——以某教學醫院 1990 年住院及死亡個案為例

陳立慧<sup>1</sup> 曹昭懿<sup>2</sup> 丁先玲<sup>3</sup> 楊銘欽<sup>4</sup> 劉錦添<sup>5</sup> 王榮德<sup>6</sup>

### 摘要

本研究利用人力資本法(Human capital method)估計某教學醫院一年間因機動車意外事故(Motor vehicle accidents)住院或死亡者之一生貨幣價值損失(Lifetime monetary value loss)，並描述其分布特性。我們以 1990 年一年間，因機動車意外事故至某教學醫院急診，而後住院或死亡之個案為研究對象(軍職、軍保除外)。在 1179 名個案中，以存活的 1097 人進行追蹤，回收率 22.4%。發現全部個案之致死率為 6.96%，回覆問卷的個案致殘障率為 27.64%；時間損失上，未死亡住院個案，每人平均住院天數 25.8 天，休息療養年數 1.49 年，死亡者平均潛在生命年數損失 35.6 年；貨幣價值損失上，每人平均醫療損失 13.6 萬，罹病損失 72 萬，致死損失 553 萬。粗估全國的貨幣價值損失，則未包含死亡者之醫療損失為 120 億，64 歲(含)以下之致死損失為 340 億，15—64 歲包含學生之罹病損失 640 億，全部的損失則超過 1000 億。顯然政府應該採取更積極的態度，面對防治的投資。

**Key Words:** Motor vehicle accidents, Medical cost, Morbidity cost, Mortality cost

### 一、前言

意外災害死亡近年來一直居於國人十大死因之第三位，其中機動車意外事故(Motor vehicle accidents)又佔意外災害死亡人數一半以上，從 1987

1 Center for Injury Research and Policy, Johns Hopkins University. School of Hygiene and Public Health, Baltimore, M.D.

2 台灣大學醫學院物理治療學系暨研究所

3 國防醫學院三軍總醫院臨床醫學研究所

4 台灣大學公共衛生學院醫療機構管理研究所

5 台灣大學商學院經濟學系暨研究所

6 台灣大學公共衛生學院職業醫學與工業衛生研究所及台大醫學院內科部

通訊作者：王榮德，台灣大學公共衛生學院職業醫學與工業衛生研究所及台大醫學院內科部，北市 100 仁愛路 1 段 1 號，基礎醫學大樓 1443 室。電話：02-2356-2224，E-Mail: jdwang@ha.mc.ntu.edu.tw

年以來，每年死亡的人數均在七千人以上〔1〕。若以潛在工作年數損失將機動車交通事故，與十大死因之前兩位：惡性贅瘤(Malignant neoplasms)及腦血管疾病(Cerebrovascular disease)比較時，自 1986 年以後，機動車交通事故損失之潛在工作年數即已居於第一位；以 1990 年為例，約為每千人口損失 8.8 年；而以人力資本法粗估之事故死亡引起薪資所得損失，自 1986 至 1990 年，每年薪資損失最多的均為機動車交通事故，以 1990 年為例，總損失約為 183 億元〔2〕。至於受傷的部分，依據三總 1990 年之資料估算，全國因機動車意外事故受傷者，約為 33 萬人〔3〕。

一般常以人力資本法及願付金額法來估計生命價值的損失。人力資本法是將疾病的損失分為直接損失及間接損失(Indirect cost)，直接損失是指與疾病相關的實際金錢支出；間接損失則包括罹病及致死損失，罹病損失是指因疾病引起工作及家事產值減少的損失，致死損失則是指因疾病造成死亡，而引起的工作及家事產值減少的損失。就貨幣價值損失而言，美國 1985 年以人力資本法(Human capital)估計之資料，直接損失(Direct cost)及罹病損失(Morbidity cost)，約為致死損失(Mortality cost)的 2.7 倍，而以願付金額法(Willingness to pay)估計時，約為以人力資本法估計的 7 倍〔4〕。

人力資本法可以由盛行率式和發生率式兩種不同的方式評估。盛行率式是評估一段限定的時間內，所有處於某疾病狀態下的個案，在該時間內造成的經濟損失，也就是用該疾病的盛行率為基礎，進行估算；發生率式的評估方法則是以疾病的發生率為基礎，進行終生損失的估算〔5〕。願付金額法則是以當死亡傷殘的風險機率微小變動的時候，藉由人們願意支付的代價或願意接受補償的金額，來估計其對生命隱含的評價〔6〕。

本研究主要是藉著發生率式的人力資本法，來測量在 1990 年一年內，發生機動車意外事故，到過某教學醫院急診，後來住院或死亡的個案，其醫療、罹病及致死的貨幣價值損失；並簡單描述其住院日數、休養年數及潛在生命損失年數，期能對我國機動車意外事故造成的損失，有較清楚的了解，並進一步作為決策的參考。

## 二、材料與方法

### (一)資料來源

#### 1.問卷部分

本研究以 1990 年間，因發生機動車意外事故，而至某教學醫院急診，後來有住院或死亡之所有個案為研究對象(軍職及軍保除外)共 1179 名；以



問卷進行回溯性的調查。問卷內容包括：基本資料、車禍發生狀況、及傷害嚴重度。於個案出院後，再由該部人員用電話進行簡單的追蹤，了解復原的情形。再於 1992 年 10 月至 1993 年 4 月間，以郵寄問卷對未死亡個案進行回溯性的調查，調查內容主要是根據人力資本法提出的疾病成本估計模式中所需測量的各類變項而設計的，包括直接及間接成本，但是在直接成本上，限於研究之人力，只針對醫療成本進行調查。並於問卷回收後，就未填寫完全，或填寫不清楚者，以電話訪問補足。

## 2. 國家統計資料

本研究之部分資料，係引用自國家統計資料，共計有三處來源，包括 1990 年人力運用調查報告中，性別、年齡別平均薪資、勞動參與率、及失業率〔7〕，及該年台灣地區簡易生命表中，性別、年齡別存活率、及平均餘命〔8〕；保險部分的資料，則是引用自該年台閩地區勞工保險統計中，不同醫院等級別、及疾病別的平均住院及門診給付。

## (二) 計算方法

### 1. 嚴重度、功能損失及致死率

以某教學醫院醫學研究部所收集的問卷資料中，各部位之嚴重度及傷害嚴重指數(Injury severity score; ISS)作為嚴重度的指標〔10〕。以郵寄問卷中日常生活活動評估調查表，作為功能損失的指標。計算住院或死亡個案之嚴重度、致死率及致功能限制率。

### 2. 時間損失

#### (1) 潛在生命年數損失〔11〕：

以問卷追蹤獲得死亡年齡，再以 1990 年性別、年齡別的平均餘命計算損失的預期餘命，以每一年齡層死亡人數乘以該年齡層平均餘命之總和，即為死亡之潛在生命年數損失。

### 3. 貨幣價值損失

以人力資本法計算直接、罹病及致死之貨幣價值損失〔5〕。

#### (1) 直接成本的估計：只計算醫療損失，其他直接成本因資料不完備未估計。

包括住院及門診費用，計算分為兩部分 ① 自付費用：由問卷獲得資料；② 保險給付：住院部分，以勞保 1990 年機動車交通事故個案在不同等級醫院住院一天平均之醫療費用乘上住院天數；門診部分，西醫門診以勞保 1990 年職業傷害及普通傷害門診之費用加權平均，視為一次門診的花費，再乘上門診次數，中醫門診則以勞保中醫門診每次給付之價格乘以

門診次數。住院天數及門診次數均由問卷獲得資料。醫院等級由研究者查據研究對象所填之住院醫院名稱，再由衛生署資料，查得所屬等級〔12〕。

## (2)間接成本之估計：

### ①罹病部分

計算罹病期間的工作或家事損失，以及因死亡導致的工作或家事損失。

#### A.工作損失

未回復工作者，以受傷前一年的平均薪資，1990 年性別、年齡別的勞動參與率，失業率，存活率，6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率，計算至 65 歲。

回復工作者，比較受傷前及目前的差距，以 1990 年至 1992 年工業及服務業平均薪資年增率，計算加薪，若薪水未減少者，視為沒有損失，若薪水減少者則依減少的幅度，視為終生均維持此差距的損失，以 1990 年性別、年齡別的勞動參與率，失業率，存活率，6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率計算。

#### B.家事損失

未回復家事者，以 1990 年社會及個人服務業者的平均時薪，約為 108 元每小時，乘以受傷前從事家事時數，6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率，並考慮存活率計算至 65 歲。

回復家事者，比較受傷前及目前從事家事時數的差距，未減少者，視為沒有損失，減少者則依減少的幅度，乘以 1990 年社會及個人服務業者的平均時薪，視為終生均維持此差距的損失，以 6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率，並考慮存活率計算至 65 歲。

住院及療養期間的家事損失，以住院及療養總日數乘以 1990 年社會及個人服務業者的平均時薪，乘以受傷前從事家事時數，所得之受傷前一年的平均從事家事日薪，以 6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率計算。

### ②致死部分

#### A.工作損失

以 1990 年性別、年齡別的平均薪資，勞動參與率，失業率，存活率，6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率，計算至 65 歲。

## B. 家事損失

以美國 1985 年，家務價值與市場工作價值之比值，及台灣 1990 年性別、年齡別的平均薪資，勞動參與率，失業率，存活率，6.6%的加薪水準，5%、8%及 10%的折現率，計算至 65 歲。

## 三、結果

在 1097 名機動車意外事故未死亡的住院個案中，768 名為男性，329 名為女性，平均年齡為  $33.9 \pm 0.5$  歲，受傷嚴重度若以傷害嚴重指數(ISS)來看，平均分數為  $7.7 \pm 0.2$ ，各部位之受傷嚴重度約 80%以上屬於中度傷(含)以上；其中有 246 名有回覆郵寄問卷，回覆率為 22.42%，自發生至回覆期間平均為 2 年 7 個月，範圍為 1 年 10 個月至 3 年 4 個月。回覆者與 1097 名未死亡住院個案相比，無論在人口特性(年齡、性別、教育程度、職業、保險別)或受傷嚴重度(包括：皮膚、頭部、胸部、腹部、四肢及 ISS)上均無顯著差異。

為了比較未回覆問卷者，在收入、花費、住院及休養天數及目前活動能力上，與回覆者是否有差異，研究者另由未回覆的 851 名個案中隨機抽出 100 名個案，以電話訪問到 63 名，其在人口特性及受傷嚴重度上，均與 851 名未回覆之個案無差異，再將此 63 名個案與 246 名回覆者比較，則無論受傷前後收入、住院天數、住院花費、門診花費、休息療養天數及目前之日常生活活動評估上均無顯著差異。

在死亡的部分，82 名死亡個案中，59 名為男性，23 名為女性，平均年齡為  $41.5 \pm 2.5$  歲，傷害嚴重指數(ISS)的平均分數為  $17.8 \pm 1.8$ ，各部位之受傷以頭部最為嚴重，嚴重度為重傷有生命危險以上者占 76.8%。與 1097 名未死亡者比較時，發現死亡者的年齡較高，自費者較多，且在受傷嚴重度上，各部位均顯著的較嚴重(表 1, 2)。

在嚴重度為需住院或死亡的個案中，致死率為 6.96%，以 65 歲以上者最高為 15.79%，大致有隨年齡漸增的趨勢，但 25-34 歲的 7.29%則較鄰近的年齡組為高。而回覆問卷的 246 名個案中，致功能限制率為 27.64%，若以較嚴格的定義，將只有提舉重物一項無法獨立完成者排除時，則為 16.26%，致功能限制的高峰也是 65 歲以上，分別為 61.90%及 47.62%。

在時間損失方面，受傷者每人平均住院天數損失，以 55-64 歲最高，而總住院天數損失則以 15-24 歲最多，詳見表 3。休息療養年數的損失，若視調查時尚在休養者為一生無法回復則平均損失為 1.49 年，若僅計算至

調查時為其休養年數，則平均損失為 0.38 年。每一名死亡者之平均潛在生命損失年數為 35.60 年。

醫療部分的支出，以住院為最主要的支出原因，共占全部支出的 89.9%，如果是自費的個案，平均每一名受傷者，包括住院及門診，需支出 15.5 萬元，如果是有保險者，支出則為 12.1 萬。總計 1097 名受傷個案的損失約為 1.49 億(表 4)。

如果按性別、年齡別分析受傷者的醫療損失時，無論男女，每人平均損失最高的年齡層均為 15-24 歲，男、女的損失分別為 18.7 萬及 12.9 萬，全部年齡層合計時，每人平均醫療損失則分別為男 15.5 萬及女 9.1 萬。如果考慮 1097 名受傷個案之估計總損失時，則男性損失最高的年齡層為 25-44 歲的 5090 萬，約占男性總損失的 42.7%，女性則為 15-24 歲的 1310 萬，約占女性總損失的 43.8%。

以複迴歸分析影響住院醫療費用的重要變因，發現對自費的個案而言，ISS 每增加 1 分，則費用增加 7640 元，皮膚受到重傷以上的傷害，住院次數增加，腹部受到中度傷以上的傷害，頭部受到重傷／有生命危險以上的傷害，其住院醫療費用均較高；而有保險的個案，ISS、住院次數增加，受傷前薪資越高，頭部受到重傷／有生命危險以上的傷害，四肢受到輕傷以上的傷害，其住院醫療費用亦較高，而皮膚受到中度以上的傷害及教育程度為高中、職者，其住院醫療費用則較低。

如果將門診費用一起考慮時，影響自費個案總醫療支出的主要因素有：住院次數、皮膚受到重傷以上的傷害、頭部受到重傷／有生命危險以上的傷害與總醫療費用有正向相關，年齡及第一次住院所住醫院為醫學中心或準醫學中心則有負向相關；對有保險的個案而言，則住院次數增加，皮膚受到重傷以上的傷害，受傷前薪資越高，腹部受到重傷以上的傷害，頭部受到中度傷以上的傷害，均與總醫療費用成正向相關。

受傷對做家务的時數沒影響的有 50 人，受傷後估計家务的時數有減少的有 35 人；在考慮個案在加薪後應有的薪資水準後，受傷後薪資沒減少者 31 人，有減少者有 126 人。

受傷所致的工作及家事每人平均貨幣價值損失，有保險者明顯高於自費者，男性高於女性，在自費者中男女的差異更為顯著，以 8%折現率計算時，有保險及自費者每人平均損失各約為 76 萬及 63 萬(表 5)。分年齡層來看時，每人平均損失最高的年齡層為：男性 15-24 歲 125 萬，女性 25-44 歲 92 萬，估計總損失最高的年齡層均為 25-44 歲，總計損失均為 5.39 億。

死亡所致的損失列於表 6，每人平均貨幣價值損失，自費者高於有保險者，男高於女，以 8%折現率計算時，有保險及自費者的平均損失分別為 526 萬及 584 萬。分年齡層來看時，男女每人平均損失最高的年齡層均為 15-24 歲，分別為 850 萬及 600 萬，估計總損失最高的年齡層則均為 25-44 歲，總計損失約為 3.37 億。

#### 四、討論

本研究是從社會成本的觀點，以發生率式的人力資本法，來探討機動車意外事故由社會資源消耗及生產減少造成的貨幣價值損失。以人力資本法作評估時，基本上政府是扮演一個積極的角色，尋求社會資源最有效率的運用，並透過教育介入改變人們對健康的態度，重點則是放在尋求國民生產毛額(Gross National Product, GNP)的最大成長。因為本法是基於工作者的薪資可以反映他的邊際產出的假設，所以對青、壯年人、男性及教育程度較高者，有較高的加權，相對的忽視了小孩、老人、女性及無工作者的價值；再者，本法亦無法反映個人的變化及差異；而且因為只計算疾病造成的直接損失，及未來可能損失的薪資價值，並未考慮到疾病或死亡帶來的痛苦及苦難以及其他成本，所以結果會比福利經濟學理論所發展出的願付價值法低估〔13,14〕。雖然本法有上述的限制，但因其相關資料較易獲得，計算較方便，且有較客觀的標準，不同研究間較具可比較性〔15〕，所以本研究仍然採用本法進行估算。除了估計方法的限制外，本研究因有特定之研究對象，調查時間的限制，所得結果難免會有估計誤差之情況，但所得之各項損失，應依然具有參考價值。

就本研究之結果可以發現，在醫療支出上，以每人平均損失而言，自費者的支出顯然高於有保險者，可能的原因也許是自費者的年齡分布較傾向於 65 歲以上之老人，或 15 歲以下之兒童，而這兩群人在受傷後之復原能力較差，而造成醫療支出的增加，但詳細的原因則有待進一步的探討。至於男性的損失高於女性，損失年齡較高的年齡層為 15-24 歲，據推測可能的原因應該均與受傷的嚴重度有關。

而在工作損失上，每人平均損失呈現有保險者高於自費者，男高於女的情形，與現實的薪資差異一致，所以薪資差距是一個可能的解釋原因，但也可能是受到受傷特性或其他影響，因休養日數差距而造成，至於確實的原因，則有待未來進一步的研究。

從本研究可以看出，不論是醫療損失、工作損失或致死損失，損失最

高的族群都指向男性、25-44 歲，顯然如果本研究是全國情形的良好樣本，則我們從追求最大可能經濟成長的角度著眼時，應該在機動車意外事故的防治上，給予此一族群特別的重視，但是同時，我們也必需記得，這一族群也正是用人力資本法估計時，會有較高加權的族群，如何在這中間取得平衡，是我們必需注意的。

以本研究的結果與美國在 1985 年，同樣以發生率式的人力資本法所做的研究結果相比較時，本研究中住院者以 5%折現率計算時，每人平均損失約為 117 萬，以 8%折現率計算時約為 87 萬，而美國以 6%折現率計算時折合台幣約為 115 萬〔5〕，如果考慮美國與我國國民所得的差異，則本研究所計算出之住院者每人平均損失，可能對社會有更大的影響。致死者損失上，本研究以 5%之折現率計算出之結果約為 560 萬，而以 8%計算時則約為 340 萬，均遠低於美國 1985 年研究中，折合台幣後的 930 萬〔4〕。

雖然因為人力、經費及國內資料的限制，我們只能針對某一醫學中心，做比較深入的研究，探討機動車意外事故造成的貨幣價值損失，但是在目前國內並無針對發生機動車意外事故之個案進行研究，描述其終生薪資變化及家事損失的情形下，本研究提供了一個樣本，從經濟衝擊的角度，去了解機動車意外事故造成的損失。一方面，透過發生率、損失年數與貨幣價值的轉換讓一般大眾及政府不同單位的決策者，能有更具體的觀念；另一方面，透過本研究對人力資本法的應用，可對未來本法在國內其他病因或更大範圍的應用，提供一些參考。

如果以本研究結果粗估全國在 1990 年間因機動車意外事故所造成的損失，則未包含死亡者部分之醫療損失為 120 億，64 歲(含)以下之致死損失為 340 億，15-64 歲之罹病損失為 640 億，全部的損失則超過 1000 億。這只是非常粗略的估計，尤其是罹病損失部分，因為在我們的研究中並未涵蓋學生，但在群體中無法將學生排除，所以學生求學期間的損失可能高估了，但長期而言，同年齡中仍在求學者，未來薪資之期望值應不低於工作者，故應不致有嚴重的高估。如果我們假設全國 15-64 歲間受傷者中學生所佔的比率與此教學醫院類似為 16%，則將學生部分去除完全不予計算後，罹病損失約為 540 億。此外，研究族群未包含軍職、軍保者，因該族群特性偏向平均損失較高之族群，雖然中間包含了薪資較低之義務役軍人，但因義務軍人之薪資顯然非市場價格，而應以一般軍職之薪資估算，所以整體而言，應是造成結果的低估。就本研究醫院的特性而言，可能會傾向嚴重度較高，所以在以死亡、受傷比推估受傷人數時，可能造成受傷

人數的低估，而在受傷者的平均損失上則有高估的情形，其中何者的作用較強，限於資料我們無法做明確的推斷。面對如此龐大的損失，雖然對於應該採取何種介入方式防止機動車意外事故的發生，仍需要有進一步的評估，但顯然政府應該採取更積極的態度，進行防治的投資。

致謝：感謝三軍總醫院提供資料協助我們進行此研究。

## 參考文獻

1. 行政院衛生署編印：衛生統計 台北：行政院衛生署：1990。
2. 陳立慧，林茂榮，王榮德：機動車交通事故之死亡率、潛在生命年數損失及其貨幣價值，中華衛誌，1993；12(4)：368-379。
3. 丁先玲，王榮德，陳國東：交通意外傷害致死率及發生率之估計某醫學中心 4329 例之分析。台灣醫誌 1993；92：576-581。
4. Dorothy P.R. Ellen J.M. and Associates: Cost of Injury in the United States: A Report to Congress. San Francisco, CA: Injury Prevention Center, The Johns Hopkins University, 1989.
5. Wendy Max, Dorothy P. Rice and Ellen J. Mackenzie: The lifetime cost of injury. Inquiry 1990; 27(Winter): 332-43.
6. 劉錦添，詹方冠：台灣地區勞動者生命價值之推估——民國 71 年至民國 75 年。經濟論文 1989；17(2)：55-87
7. 行政院主計處、經濟建設委員會合編：中華民國台灣地區大力運用調查報告。台北：行政院經濟建設委員會：1990。
8. 內政部編印：台、閩地區簡易生命表。台北：內政部：1990。
9. 台、閩地區勞工保險局編印：台、閩地區勞工保險統計。台北：台、閩地區勞工保險局：1990。
10. Susan P. Baker and Brian O'neill : The injury serverity scorean update. J of Trauma, 1976; 16 (11):882-5.
11. Gardner JW. and Sanborn JS.: Years of potential life lost (YPLL)-what does it measure? Epidemiology 1990; 1:322-9.
12. 衛生署：民國八十年醫療機構現況調查表之原始磁片。
13. James C. Robinson: Philosophical origins of the economic valuation of life. The Milbank Quarterly 1986; 64(1): 133-55.
14. Kenkal D. Cost of illness approach in Tolley G, Kenkal D, Fabian R eds.

Valuing health for policy. Chicago : University of Chicago Press, 1994;  
42-71.

15. 楊銘欽等：我國吸菸經濟成本之研究。台北：行政院衛生署八十一年度  
委託研究計畫。計畫編號：DOH81-HP-100.



表 1 某教學醫院全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群受傷及死亡者  
之人口特性分布比較，1990 年

|           | 受傷者         | 死亡者        | P 值(註一) |
|-----------|-------------|------------|---------|
| 個案數       | 1097        | 82         |         |
| 年齡(歲)     | 33.9 ±0.5   | 41.5 ±2.5  | 0.00    |
| 14 歲(含)以下 | 81 (7.4%)   | 2 (2.5%)   |         |
| 15-24 歲   | 331 (30.2%) | 14 (17.7%) |         |
| 25-44 歲   | 399 (36.4%) | 28 (35.4%) |         |
| 45-64 歲   | 189 (17.2%) | 17 (21.5%) |         |
| 65 歲(含)以上 | 96 (8.8%)   | 18 (22.8%) |         |
| 性別        |             |            | 0.71    |
| 男         | 768 (70.0%) | 59 (72.0%) |         |
| 女         | 329 (30.0%) | 23 (28.1%) |         |
| 教育程度      |             |            | 0.40    |
| 大專以上      | 207 (18.9%) | 14 (20.9%) |         |
| 高中(職)     | 383 (34.9%) | 19 (28.4%) |         |
| 初中以下      | 463 (42.2%) | 34 (50.7%) |         |
| 職業        |             |            | 0.17    |
| 學生        | 236 (21.5%) | 7 (10.4%)  |         |
| 公、教       | 86 (7.8%)   | 7 (10.4%)  |         |
| 勞         | 393 (35.8%) | 22 (32.8%) |         |
| 商         | 132 (12.0%) | 10 (14.9%) |         |
| 家管(無)     | 170 (15.5%) | 16 (23.9%) |         |
| 其他        | 68 (6.2%)   | 5 (7.5%)   |         |
| 保險別       |             |            | 0.00    |
| 公保        | 97 (8.8%)   | 6 (7.5%)   |         |
| 勞、農、漁保    | 508 (46.3%) | 23 (28.8%) |         |
| 自費及其他     | 491 (44.8%) | 51 (63.8%) |         |

註一：除年齡為 T test 外，餘均為 Chi-Square test。

表 2：某教學醫院全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群受傷及死亡者  
之受傷部位及嚴重度分布，1990 年

| 個案數      | 受傷者<br>1097 | 死亡者<br>82  | P 值 (註一) |
|----------|-------------|------------|----------|
| 皮膚       |             |            | 0.00     |
| 無外傷      | 183 (16.7%) | 14 (17.1%) |          |
| 輕傷       | 666 (60.7%) | 30 (36.6%) |          |
| 中度傷      | 208 (19.0%) | 18 (22.0%) |          |
| 重傷       | 38 (3.5%)   | 13 (15.9%) |          |
| 重傷／有生命危險 | 2 (0.2%)    | 3 (3.7%)   |          |
| 病危       | 0           | 4 (4.9%)   |          |
| 頭部       |             |            | 0.00     |
| 無外傷      | 405 (36.9%) | 7 (8.5%)   |          |
| 輕傷       | 339 (35.8%) | 5 (6.1%)   |          |
| 中度傷      | 161 (14.7%) | 1 (1.2%)   |          |
| 重傷       | 83 (7.6%)   | 6 (7.3%)   |          |
| 重傷／有生命危險 | 52 (4.7%)   | 20 (24.4%) |          |
| 病危       | 3 (0.3%)    | 43 (52.4%) |          |
| 胸部       |             |            | 0.00     |
| 無外傷      | 954 (87.0%) | 60 (73.2%) |          |
| 輕傷       | 85 (7.8%)   | 8 (9.8%)   |          |
| 中度傷      | 38 (3.5%)   | 4 (4.9%)   |          |
| 重傷       | 18 (1.6%)   | 3 (3.7%)   |          |
| 重傷／有生命危險 | 2 (0.2%)    | 1 (1.2%)   |          |
| 病危       | 0           | 6 (7.3%)   |          |
| 腹部       |             |            | 0.00     |
| 無外傷      | 985 (89.8%) | 58 (70.7%) |          |
| 輕傷       | 56 (5.1%)   | 6 (7.3%)   |          |
| 中度傷      | 19 (1.7%)   | 3 (3.7%)   |          |
| 重傷       | 25 (2.3%)   | 2 (2.4%)   |          |
| 重傷／有生命危險 | 12 (1.0%)   | 6 (7.3%)   |          |
| 病危       | 0           | 7 (8.5%)   |          |
| 四肢       |             |            | 0.00     |
| 無外傷      | 265 (24.2%) | 29 (35.4%) |          |
| 輕傷       | 453 (41.3%) | 23 (28.1%) |          |
| 中度傷      | 153 (14.0%) | 6 (7.3%)   |          |
| 重傷       | 222 (20.2%) | 12 (14.6%) |          |
| 重傷／有生命危險 | 3 (0.3%)    | 4 (4.9%)   |          |
| 病危       | 1 (0.1%)    | 8 (9.8%)   |          |
| ISS      | 7.7±0.2     | 17.8±1.8   | 0.00     |

註一：皮膚、胸部、腹部為 Fisher's Exact test，頭部、四肢為 Chi-Square test，  
ISS 為 T test

表 3：某教學醫院全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群受傷者年齡別  
住院天數，1990 年

| 年齡層     | 樣本數 | 住院天數 | 每人平均<br>天數損失 | 估計總住院<br>天數(註一) | 百分比   |
|---------|-----|------|--------------|-----------------|-------|
| 15 歲以下  | 15  | 233  | 15.5         | 1255.5          | 4.53  |
| 15—24 歲 | 66  | 1540 | 23.3         | 7712.3          | 27.87 |
| 25—34 歲 | 56  | 1505 | 26.9         | 7182.3          | 25.95 |
| 35—44 歲 | 26  | 670  | 25.8         | 3405.6          | 12.31 |
| 45—54 歲 | 30  | 874  | 29.1         | 2968.2          | 10.73 |
| 55—64 歲 | 24  | 943  | 39.3         | 3419.1          | 12.35 |
| 64 歲以上  | 21  | 379  | 18.0         | 1728.0          | 6.24  |
| 總計      | 238 | 6144 | 25.8         | 27674.0         | 100.0 |

註一：為研究對象中各年齡層人數，乘以各年齡層每人平均天數損失。各年齡層人數分布如下：15 歲以下 81 人，15—24 歲 331 人，25—34 歲 267 人，35—44 歲 132 人，45—54 歲 102 人，55—64 歲 87 人，64 歲以上 96 人。

表 4：某教學醫院全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群受傷者醫療部分之貨幣價值損失

單位：NT10,000 元

| 身分別    | 損失類別 | 樣本數 | 樣本損失   | 每人平均<br>損失  | 估計總損<br>失(註一) | 百分比   |
|--------|------|-----|--------|-------------|---------------|-------|
| 自費(註二) | 醫療成本 |     |        | 15.5        | 7599.3        | 100.0 |
|        | 住 院  | 79  | 1114.1 | 14.1 (21.3) | 6924.1        | 91.0  |
|        | 門 診  |     |        | 1.4         | 675.2         | 9.0   |
|        | 中醫   | 93  | 17.4   | 0.2 (0.6)   | 91.8          |       |
|        | 西醫   | 82  | 97.4   | 1.2 (3.8)   | 583.4         |       |
| 保險(註三) | 醫療成本 |     |        | 12.1        | 7328.4        | 100.0 |
|        | 住 院  | 113 | 1214.0 | 10.7 (14.2) | 6500.0        | 88.7  |
|        | 門 診  |     |        | 1.4         | 828.4         | 11.3  |
|        | 中醫   | 141 | 75.6   | 0.5 (2.3)   | 324.5         |       |
|        | 西醫   | 124 | 103.3  | 0.8 (3.4)   | 504.0         |       |
| 總計(註四) | 醫療成本 |     |        | 13.6        | 14927.7       | 100.0 |
|        | 住 院  | 192 | 2328.1 | 12.1        | 13424.1       | 89.9  |
|        | 門 診  |     |        | 1.4         | 1503.6        | 10.1  |
|        | 中醫   | 234 | 93.0   | 0.4         | 416.3         |       |
|        | 西醫   | 206 | 200.7  | 1.0         | 1087.4        |       |

註一：自費及保險部分之估計總損失，為由樣本損失估計而得之每人平均損失，乘以該身分別之總人數。

註二：回覆問卷之自費總人數為 94 人，住院之自費總人數為 486 人，另有 5 人之保險類別為其他，亦歸入自費計算。

註三：回覆問卷之保險總人數為 152 人，住院之保險總人數為 605 人，包括公、勞、農、漁保。

註四：總計部分之各項損失為自費及保險相加之損失。

表 5：某醫學中心全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群(15 歲以下，  
65 歲以上及學生除外)受傷者工作及家事部分之貨幣價值損失

單位：NT 1,000,000 元

| 身分別    | 折現率 | 性別 | 個案數 | 工作及<br>家事損失 | 每人平均<br>損失 | 估計<br>總損失 |
|--------|-----|----|-----|-------------|------------|-----------|
| 自費(註一) | 5%  | 男  | 20  | 26.46       | 1.32       | 198.00    |
|        |     | 女  | 11  | 3.96        | 0.36       | 20.88     |
|        |     | 總計 | 31  | 30.42       | 0.98       | 218.88    |
|        | 8%  | 男  | 20  | 16.30       | 0.81       | 121.50    |
|        |     | 女  | 11  | 3.19        | 0.29       | 16.82     |
|        |     | 總計 | 31  | 19.49       | 0.63       | 138.32    |
|        | 10% | 男  | 20  | 12.66       | 0.63       | 94.98     |
|        |     | 女  | 11  | 2.84        | 0.26       | 15.08     |
|        |     | 總計 | 31  | 15.50       | 0.50       | 110.06    |
| 保險(註二) | 5%  | 男  | 97  | 103.92      | 1.07       | 398.55    |
|        |     | 女  | 35  | 33.86       | 0.97       | 156.17    |
|        |     | 總計 | 132 | 137.78      | 1.04       | 554.72    |
|        | 8%  | 男  | 97  | 74.91       | 0.77       | 286.44    |
|        |     | 女  | 35  | 21.03       | 0.71       | 114.31    |
|        |     | 總計 | 132 | 99.82       | 0.76       | 400.75    |
|        | 10% | 男  | 97  | 63.18       | 0.65       | 241.80    |
|        |     | 女  | 35  | 21.03       | 0.60       | 96.60     |
|        |     | 總計 | 132 | 84.21       | 0.64       | 338.40    |
| 總計     | 5%  | 男  | 117 | 130.38      | 1.11       | 596.55    |
|        |     | 女  | 46  | 37.82       | 0.81       | 177.05    |
|        |     | 總計 | 163 | 168.20      | 1.03       | 773.60    |
|        | 8%  | 男  | 117 | 91.21       | 0.78       | 407.94    |
|        |     | 女  | 46  | 28.10       | 0.61       | 131.13    |
|        |     | 總計 | 163 | 119.31      | 0.73       | 539.07    |
|        | 10% | 男  | 117 | 75.84       | 0.65       | 336.78    |
|        |     | 女  | 46  | 23.87       | 0.51       | 111.68    |
|        |     | 總計 | 163 | 99.91       | 0.61       | 448.46    |

註一：自費部分之男生總人數為 150 人，女生總人數為 58 人。

註二：保險部分之男生總人數為 372 人，女生總人數為 161 人，包括公、  
勞、農、漁保。

表 6：某教學醫院全年急診住院(扣除軍職、軍保外)研究族群(65 歲以上除外) 致死個案工作及家事部分之貨幣價值損失

單位：NT 1,000,000 元

| 身分別    | 新現率 | 性別 | 個案數 | 工作損失   | 家事損失  | 工作及家事<br>損失 | 每人平均損<br>失 |
|--------|-----|----|-----|--------|-------|-------------|------------|
| 自費     | 5%  | 男  | 26  | 276.47 | 32.88 | 309.35      | 11.90      |
|        |     | 女  | 9   | 22.57  | 27.91 | 50.48       | 5.61       |
|        |     | 總計 | 35  | 299.04 | 60.79 | 359.84      | 10.28      |
|        | 8%  | 男  | 26  | 154.73 | 18.95 | 173.68      | 6.68       |
|        |     | 女  | 9   | 14.13  | 16.72 | 30.85       | 3.43       |
|        |     | 總計 | 35  | 168.86 | 35.67 | 204.53      | 5.84       |
|        | 10% | 男  | 26  | 112.84 | 14.24 | 127.09      | 4.89       |
|        |     | 女  | 9   | 10.95  | 12.77 | 23.72       | 2.64       |
|        |     | 總計 | 35  | 123.79 | 27.02 | 150.81      | 4.31       |
| 保險(註一) | 5%  | 男  | 19  | 156.81 | 16.87 | 173.68      | 9.14       |
|        |     | 女  | 6   | 11.06  | 13.97 | 25.03       | 4.17       |
|        |     | 總計 | 25  | 167.87 | 30.84 | 198.71      | 7.95       |
|        | 8%  | 男  | 19  | 104.07 | 10.80 | 114.87      | 6.05       |
|        |     | 女  | 6   | 7.58   | 9.03  | 16.61       | 2.77       |
|        |     | 總計 | 25  | 111.65 | 19.83 | 131.48      | 5.26       |
|        | 10% | 男  | 19  | 82.62  | 8.43  | 91.05       | 4.79       |
|        |     | 女  | 6   | 6.15   | 7.12  | 13.28       | 2.21       |
|        |     | 總計 | 25  | 88.77  | 15.56 | 104.33      | 4.17       |
| 總計     | 5%  | 男  | 46  | 434.51 | 49.96 | 484.47      | 10.53      |
|        |     | 女  | 15  | 33.64  | 41.88 | 75.52       | 5.03       |
|        |     | 總計 | 61  | 468.15 | 91.84 | 559.99      | 9.18       |
|        | 8%  | 男  | 46  | 259.92 | 29.94 | 289.85      | 6.30       |
|        |     | 女  | 15  | 21.71  | 25.75 | 47.45       | 3.16       |
|        |     | 總計 | 61  | 281.63 | 55.68 | 337.31      | 5.53       |
|        | 10% | 男  | 46  | 196.51 | 22.85 | 219.36      | 4.77       |
|        |     | 女  | 15  | 17.10  | 19.89 | 37.00       | 2.47       |
|        |     | 總計 | 61  | 213.61 | 42.75 | 256.36      | 4.20       |

註一：包括公、勞、農、漁保。

## 台灣地區生命價值之再估計

薛立敏\* 陳琇里\*\*

### 摘 要

本研究以願付價值為理論基礎，探討人們在面對工作風險時所願意付的價值，並以此來推算生命價值。實證上，利用民國 87 年勞動力調查的資料，以經過樣本偏誤調整的特徵工資模型重新估計台灣地區的生命價值，所估得的平均每人生命價值為一億二千萬元。此一數字較利用民國 70 年中的資料所估計的高約二至四倍，但是與民國 75 年相比，台灣地區的平均工資已增加約三倍，工作死亡率則下降了 44%。加上近年來國人對風險的意識大為提高，因此一億二千萬元的估計應是十分合理的。

### 壹、前言

「生命價值」是進行公共政策成本效益分析時必須有的一個參數，然而對生命價值的估計也往往引來將生命物化的批評。面對此種批評，我們要強調的是所有有關的估計都是事前的估計，不涉及任何個人，也不涉及年齡、性別、所得階層或社會階層。它僅具有統計上的意義，可以作為政府公共政策分配資源的參考，但是不能落實到用來指涉任何特定的個人。這是在應用生命價值估計時必須要特別注意的。

台灣自薛立敏、王素鸞於民國 76 年首先估計台灣就業人口的生命價值後，也有其他的學者估計過「生命價值」。這些研究在理論基礎上多數是使用願付價值理論，所使用的實證方法有問卷調查法也有特徵工資法，所得的估計差異則頗大。同時這些估計多是使用民國 70 年代中的資料，距今已有 10 年以上，10 年以來台灣社經環境的變化很大，一般人民面對風險時的態度可能已有所改變。因此，利用「交通事故與交通違規之社會成本推估研討會」的機會，我們以民國 87 年的資料重新估計台灣地區的生命價值。

本文的安排除本節之外，第二節是討論生命價值估計理論的變遷及國

---

\* 為中華經濟研究院研究員。台北市長興街 75 號。Tel: 27356006 轉 634。  
e-mail: lmhsueh@rs930.cier.edu.tw

\*\* 為銘傳大學助教授。

內過去文獻估計值的比較。第三節是特徵工資模型理論的推演及其與生命價值估算之間的關係。第四節是實證估計，第五節是生命價值的估算，第六節則是結論。

## 貳、生命價值之理論與文獻探討

有關於探討生命價值之文章，一般可以分為兩個主流，其中一種稱為人力資本法，另一種則為願付價值法。以下我們分別就兩種方法之相關的理論模型作一簡單回顧之外，並將國內外文獻之實證結果作一重點摘錄。

### 一、人力資本法(Human Capital Approach)

人力資本法是最早用來作為估算生命價值的方法，其最初的目的是為了估算最適的生命保險（如 Woods and Metzger, 1927 及 Doblin and Lotka 1940）。適後又被用來估算因意外或疾病所產生的經濟損失（如 Reynolds 1956 以及 Weisbrod 1965），近來更廣泛的被用在估算拯救生命所獲得的利益（如 Fromm 1965 以及 Otway et al. 1971）。此方法的主要觀點為，一個人的生命價值，乃其未來期望收益（expected earnings）的折現值。一般常用的計算公式（Mishan 1971）如下：

$$L = \sum_{t=s}^n Y_t P_s^t (1+r)^{-(t-s)} \quad (1)$$

其中  $L$  為個人預期未來所得貼現總值，即個人生命價值。 $Y_t$  表示此人在第  $t$  年所能賺得的之所得； $P_s^t$  代表此人自  $s$  年至  $t$  年存活的機率； $r$  為預期第  $t$  年之社會貼現率； $n$  為預期死亡年。

另外我們也可以計算個人在  $s$  年死亡後，對他人所造成損失之貼現總值作為個人的生命價值，因此式（1）可以修正如下

$$L = \sum_{t=s}^n (Y_t - C_t) P_s^t (1+r)^{-(t-s)} \quad (2)$$

其中  $C_t$  為預期個人在  $t$  年之支出。

這種做法簡單易懂但卻被批評為僅考慮了國民所得上的社會損失，而忽略了生存本身對個人及其家人所具有的價值。此外該理論也隱含越會賺錢的人其生命價值也越高，並忽略了休閒生活以及其他非經濟性的活動。

儘管人力資本法具有不少缺點，仍有不少政策是採用此法所計算出來的生命價值來擬定。例如英國、澳洲、丹麥、芬蘭、法國、德國等，在估計交通事故所產生的損失時，就是採用此種方法（Hammerton, Jones-Lee



and Abbott 1982)。

國內文獻方面，陳立慧（1993）以行政院衛生署、台灣省衛生處、內政部以及行政院主計處的資料，利用人力資本法計算由 1972 年至 1990 年間，台灣地區因惡性贅瘤、腦血管疾病以及機動車交通事故所造成之死亡率、潛在生命、以及薪資的損失。該文發現機動車交通事故造成之累積死亡率有逐年上升的趨勢，而機動車在潛在薪資所得損失上，也以機動車事故最高。因此該研究建議政府應重視機動車交通事故防治，使有限資源能作更合理、更有效的分配。

在同一論文中，作者又以問卷訪問三軍總醫院急診部之病患，有關汽機車交通傷害的問題。該研究發現，死亡者平均潛在生命年數損失了 35.6 年，而總貨幣價值損失則超過 1000 億元。

## 二、願付價值法（Willingness to Pay）

願付價值法由 Schelling(1968)首先提出，該方法認為一個人的生命價值隱含在他所願意支付以降低某些很小的死亡機會的金額。在實證上有許多的作法，用以衡量風險趨避的價格，這些方法大致可分為特徵價格法（Hedonic Price Approach）、問卷調查法(The Questionnaire Approach)、以及終生效用函數法（Lifetime Utility Function）。以下我們分別予以說明。

### 1. 特徵價格法

此理論假設工作的風險與其相對的報酬具有抵換關係，例如在勞動市場上，勞工在選擇不同程度的危險工作時會要求不同的工資，不過此種假設必須建立在工人對於風險有正確的認知，並且能夠隨心所欲的改變職業。利用特徵價格法來估計生命價值的文獻頗多，其中 Smith(1974)以一模型估計當工人受傷時，會增加廠商多少生產成本，藉以鼓勵廠商改善工作環境。由於工人在事後無法得到全額的補償，因此他會在事前便以工資貼水(wage premium)的形式補償。而 Thaler 及 Rosen (1975)則利用 Rosen 在 1974 年所提出的特徵價格與隱含市場的理論，估計若要使一個工人願意從事具有風險性的工作時應給予多少補償？該研究以職業風險替代了 Smith 以行業風險作為衡量風險的變數。接下來是 Viscusi(1978)的研究，他也使用與 Smith (1974)相同的資料，但多了一項資訊來源，即工人自我判斷其所從事工作的危險性之高低。另外 V. K. Smith (1982) 則在其特徵工資模型中同時考慮不同工作間的變異與不同區位間的變異，並以區位間的生活成本來調整工資率，即為實質工資率，此種做法與過去文獻稍有不同。Dillingham (1985) 則利用 1977 年的勞工品質調查(Quality of

Employment Survey)，其所估算的生命價值介於 1.4 百萬美元至 3.2 百萬美元之間。

在國內的文獻方面，薛立敏及王素彎(1987)利用民國 73 年主計處人力運用調查資料進行分析，並將體力勞動者的樣本另外組成一組副樣本，以最小平方法進行三種不同函數形式的工資函數，即線性、雙邊對數、半對數，分別估計，再取最佳的估計值。該研究發現，台灣地區之生命價值介於新台幣 1,200 萬元與 3,400 萬元之間。王葳(1988)仍以 OLS 估計方法，但考慮解釋變數間的交叉關係，利用民國 75 年相同的資料進行推估，該文所得到的生命價值介於新台幣 4,000 萬元至 5,000 萬元之間。另外，Liu and Smith (1987)也利用特徵工資模型估計台灣地區的生命價值，該研究所得到的平均生命價值，在私人部門為新台幣 2,000 萬元至 3,600 萬元之間，而公部門則為新台幣 4,000 萬元至 5,000 萬元之間。

接下來，劉錦添與詹方冠(1989)仍以特徵工資模型分析台灣地區民國 71 年至 75 年 5 個年度的工資報酬與工作風險之間的關係。不過該文修正了過去所沿用的 OLS 估計方法而以 Heckman 二階段估計法來修正勞動者自我選擇勞動參與所產生的樣本選擇性偏誤，該文同時在工資回歸式中加入許多代表地區特性的變數，如：人口密度、平均氣溫、平均降雨量等，然而這些變數的估計係數大多在統計上不顯著異於零。該研究的結果證明代表樣本選擇偏誤的係數估計值皆為顯著，顯示有樣本選擇偏誤存在。此外，由該文所估計的五年平均生命價值大約為新台幣 2,332 萬元(民國 75 年幣值所表示)。

另外，J. T. Liu, Hammitt, and J. L. Liu (1997) 也同樣利用特徵價格的方法估計開發中國家的生命價值，該文發現以 1990 幣值計，台灣地區的生命價值為美金 413,000 (經樣本偏誤修正)及美金 461,000 元(未經樣本偏誤修正)。同時為了與先進國家的估計值作一比較，該文並以所估出來的生命價值作為被解釋變數，以所得及風險作為解釋變數，進行 OLS 分析。該文認為台灣地區生命價值較先進國家低的原因可能來自於對風險認知上的差異，而這或許是因為開發中國家的工人缺乏對於職業災害影響的資訊來源所致。

## 2. 問卷調查法

問卷調查以個人為調查單位，詢問他願意付出多少代價以降低本人或其他人死亡之風險。採用問調查法的文獻在國外有 Jones-Lee (1976)、以及 Jones-Lee, Hammerton, and Philips (1985)，該研究利用問卷調查法得到英

國主觀的生命價值約英鎊 15 萬元。

在國內文獻方面，黃台心(1993)以台灣地區成年人為抽樣對象，採二階段抽樣法依縣市分層抽樣。該文認為其所估計合理的生命價值為 5,600 萬元，因此而引伸出我國每年因交通事故所造成的社會總損失高達二仟餘億元。不過該文也強調，其所估計的生命價值只是經濟理論上的結果，並不能用來當作保險理賠的依據。另外，劉錦添與許績天(1998)則以問卷調查法對林園與大社石化工廠工人進行工資風險貼水與傷殘價值分析。該研究主要以受訪者的主觀判斷的風險知覺變數(包括傷殘風險與罹患肝病)作為工作風險指標來進行特徵工資的迴歸。依該文的估計，石化廠工人每一件殘廢在統計上的價值為 255 萬元。

另外，邱沛俊(1997)則以願付價值法(WPA)及願收價值法(WTA)作為理論基礎，利用問卷，以高雄地區為抽樣母體，瞭解台灣地區一般民眾對生命價值的主觀看法。該研究總共進行二次抽樣，第一次所得交通肇事致死的合理賠償金額為 375.9 萬元，第二次為 321.1 萬元，作者認為這個結果較以往研究更為合理可行，因為太高的賠償並不是一般人可以負擔的。

### 3. 終生效用函數法

此法將生存的機會改以人們的生命效用函數來替代。代表性的學者如 Usher (1971)、Jones-Lee (1974)、Cook and Graham (1975)等。其中 Usher 首次將死亡率的不確定性代進消費者選擇的模型中，假設消費者知道並且可以控制其生存的機率，而且終生效用即等於終生消費。其終生效用函數  $E(U^L)$  形式如 (3) 式所示

$$E(U^L) = \sum_{t=0}^n R_t U_t(C) \quad (3)$$

其中  $R_t$  為此人確定可以活到第  $t$  年之機率， $n$  為最長的生命年限。由此模型發現，一個人的終生消費與求生存的機率之間具有抵換關係。若我們假設終生消費只是生存效用中的一個起碼下限，則一個人的終生收益只是其願意支付以降低過早死亡機率的最低限度而已。Jones-Lee 以及 Cook and Graham 的模型則以狀態偏好理論(State preference)為基礎，依此理論，終生效用為財富的函數，而此財富則為生存或是死亡的條件機率。其函數形式如 (4) 式所示

$$E(U^L) = P_0 U_A(W) + (1 - P_0) U_D(W) \quad (4)$$

其中  $U_A(W)$  代表存活狀態下財富的效用函數， $U_D(W)$  則為死亡狀態下財富的效用函數。

表 1 為國內過去文獻所估計的生命價值之比較。若把幣值換算為民國 88 年當年幣值，則可發現生命價值的最低估計值為 1,689 萬元，最高為 11,262 萬元。另外以問卷調查法估計的交通事​​故人命損失金額，最高為 9,573 萬元，最低為 5,350 萬元。

表 1 台灣地區生命價值估計值之比較

| 作者                        | 理論基礎<br>或<br>論文名稱             | 實證方法                                   | 資料來源  | 生命價值估計值<br>(萬元)  |
|---------------------------|-------------------------------|--|---|--|
| 薛立敏、王蕭<br>鬱 (1987)        | 願付價值法                         | 特徵工資模型<br>OLS 回歸分析法                    | 民國 73 年行政院主<br>計處勞動力調查資<br>料與勞保局提供產<br>業別死亡率資料              | 1. 75 年幣值：1200-<br>3400<br>2. 88 年幣值：1689-<br>4786   |
| 王戴(1987)                  | 願付價值法                         | 特徵工資模型<br>回歸分析法                        | 民國 75 年行政院主<br>計處勞動力調查資<br>料                                | 1. 75 年幣值：4000-<br>8000<br>2. 88 年幣值：5631-<br>11262  |
| 劉錦添、詹方<br>冠 (1989)        | 願付價值法                         | 特徵工資模型<br>回歸分析法 &<br>Heckman 二階段估<br>計 | 民國 71-75 年行政<br>院主計處勞動力調<br>查資料與勞保局未<br>發佈之產業別死亡<br>與傷殘率之資料 | 1. 75 年幣值：1640-<br>3530 (平均為：<br>2332)<br>2. 88 年幣值：2309-<br>4970 (平均為：<br>3283)                               |
| 王榮德、楊錦<br>欽、陳立慧<br>(1992) | 機動車意外事故之<br>貨幣價值損失            |  |   | 1. 79 年幣值：553<br>2. 88 年幣值：703   |
| 黃台心 (1993)                | 願付價值法                         | 問卷調查                                   | 問卷調查  | 1. 75 年幣值：3800-<br>6800(算術平均)；<br>2100-3200 (中位<br>數)<br>2. 88 年幣值：5350-<br>9573(算術平均)；<br>2956-4505 (中位<br>數) |
| 謝尚行、邱清<br>俊 (1997)        | 以 WTA 法分析因<br>交通事故致死之人<br>命價值 | WTA 法                                  |   | 320 萬元   |
| 陳數基、張婉<br>君 (1998)        | 旅運者肇事生命損<br>失評價之研究            |  |   | 721 萬元   |
| 劉錦添、許績<br>天 (1998)        | 主觀工作風險知覺<br>與工資補償             | 主觀風險知覺評估<br>問卷調查<br>特徵工資模型             | 問卷調查林園及大<br>社石化工業區  | 1. 84 年幣值：傷殘<br>價值為 225.808  |

資料來源：本研究整理。

## 參、特徵工資模型與生命價值

### 一、特徵工資模型之理論架構

特徵工資模型在勞動市場的運用已久，該方法假設每個工作乃為一些具有不同屬性(attributes)與特徵的組合，這些特徵包括勞動者的人口統計變數、工作經驗、以及工作要求的技術；工作環境的狀況、工作的危險程度及工作地點的安全性等，而這些特質決定了工資率。亦即，我們可以由勞動市場不同的工作風險資料以及勞動者的工資率，即可估計由市場機能所產生出來之工資與風險的關係。由貨幣報酬與工作死亡傷殘機率之抵換關係，可以作為勞動者願意放棄降低工作風險之機率而要求額外補償或工資貼水。因此，在其他工作特性不變以及廠商求最大利潤與個人追求最大效用的情況下，我們可以得到在不同工作風險水準下，廠商願意提供之最高工資曲線(wage offer curve)以及個人願意接受之最低工資曲線(wage acceptance)(Smith 1979)相切而形成的市場工資曲線，此即為特徵工資函數。

根據以上說明，我們可以設定勞動供給與勞動需求函數如下：

#### 1. 勞動供給(工作安全需求)

假設一市場中勞動者的生產技術與個人特性是相同的，但對風險的偏好卻有所不同。若  $P$  為死亡的機率，且市場中均衡工資為  $P$  的函數，即  $w(P)$ ，且  $w'(P) > 0$ 。假設工人選擇  $P$  以極大化其效用  $E$ ，我們可以將預期效用  $E$  表示如下：

$$\text{Max } E = (1 - P)U(w(P) + A) + P\psi(A) \quad (5)$$

另一方面，工人在既定的效用函數下，預期效用可以表示為工人面對不同風險願意接受的最低工資之函數( $Q(p)$ )。

$$E = (1 - P)U(Q + A) + P\psi(A) \quad (6)$$

其中  $A$  為非勞動所得， $\psi(\cdot)$  為預期本人死亡後，其家屬或親人可自其死亡取得遺產帶給他的效用。對(5)式及(6)式微分，可得在均衡風險水準時，

$$Q'(P^*) = W'(P^*) \quad (7)$$

表示愈危險的工作，必須提高工資以作為風險的貼水。

## 2. 勞動需求（工作安全性供給）

在勞動需求方面，廠商在追求利潤最大的前提下，其利潤函數可寫為

$$\text{Max}\pi = g(P, L) - W \quad (8)$$

其中  $L$  為勞動投入量， $g$  為廠商生產函數，為意外事故發生率  $P$  及  $L$  的函數。

相同的，我們亦可得到在均衡風險水準時，

$$\phi(P^*) = W'(P^*) \quad (9)$$

$\phi(P)$  為提供函數，代表針對不同風險程度，願意付給工人的工資。合併式(7)及式(9)，可知在均衡時，接受函數、提供函數都與市場工資函數相切。市場工資函數是觀察不到的工資提供函數與接受函數的縮減式，可寫成式(10)，式(10)即是特徵工資函數。

$$W = w(P, X, Z) \quad (10)$$

式(10)中  $X$  代表就業者本身的特性， $Z$  則代表工作場所的特性。我們即以此理論基礎進行實證分析。

## 二、特徵工資模型與生命價值估算

式(10)中， $P$  對  $W$  的第一次微分 ( $\partial W / \partial P$ ) 就是當工作的死亡風險增加一單位時，市場工資所多付出以作為補償的金額，可稱之為風險貼水。如果死亡率是以千分率為單位，表示是死亡率增加千分之一時的風險貼水，將係數值乘上 1000 就可得在此死亡率下，一個不特定個人的價值。其意義以下面的例子來說會更清楚。

假定有一千人受雇於某項工作。其額外的死亡機率是每年千分之一，亦就是每年每千人中預期有一人因該項工作而死亡。每個人增加死亡機率的風險貼水每年假設是  $X$  元， $X$  元乘上 1000 就隱含著可以這麼多錢來換取一個不特定人的生命；也可以反過來說，一千個人集體願意放棄這個數額的工資來挽回他們之中某一個不特定人的生命。這就是本文所謂之「生命價值」。

## 肆、實證估計

### 一、資料來源

本研究所使用的資料來自行政院主計處民國 87 年台灣地區人力運用調查原始磁帶。該資料包括勞工人口統計變數、職業、工作情境、以及產

業等資料。

風險變數，主要得自內政部勞工保險局提供按大業別分之產業別台閩地區傷害、殘廢、與死亡現金給付職業災害發生率。

## 二、模型設定與回歸估計 (Censored Regression Model)

由於在進行估計特徵工資方程式時，我們僅考慮目前就業的樣本，但我們所關心的生命價值卻是全部人口的。僅以就業者的樣本來估計會產生偏誤，即所謂樣本選擇性偏誤 (sample selection bias)，這在計量經濟上是屬於使用 censored 資料的情況，我們利用 Heckman (1979) 所發展出來二階段估計法 (Heckman's two stage method；或稱 Heckit) 來處理此一問題。亦即我們首先利用 Probit 方法估計每一勞動者參與的機率，再計算 Mills 係數的倒數，即  $\lambda = \frac{\phi(\beta'y)}{\Phi(\beta'y)}$ 。接下來我們將引入引進原先的工資方程式中，以普通最小平方法加以推估。

根據以上說明，我們將 Probit 估計式設定為：

$$PROB_i(y=1) = F\left(a_0 + a_1 SEX + a_2 AGE + \sum_{k=1}^2 a_{3,k} MARR + \sum_{k=1}^2 a_{4,k} EDU + a_5 FMSE + a_6 CHILD\right) \quad (11)$$

其中  $PROB_i(y=1)$  表示第  $i$  個人選擇「就業」的機率， $F(\cdot)$  為常態累積分配函數。有關 Probit 模型所估計之結果，請參考附表 1。

接下來，我們將由 Probit 模型中所求得的  $\lambda$  代入工資迴歸式中，迴歸式之設定如 (12) 式所示：

$$WAGE_i = \delta_0 + \sum_{n=1}^{15} \delta_n Z_n + \delta_{16} \lambda_i + \epsilon_i \quad (12)$$

式 (12) 中的變數說明亦請見表 2；變數之平均值及標準差請見表 3。式 (12) 以雙對數、半對數及直線三種函數形式加以估計，其估計係數及 p-value 如表 4 所示。

將表 3 的資料與薛立敏、王素鸞 (1987) 的資料比較，可發現樣本平均年工資從民國 75 年的 140,880 元，增加到 87 年的 412,173 元，增加了約 3 倍。工作死亡率方面，則從民國 75 年的千分之 0.348，降低為 87 年的千分之 0.194，下降了 44%。這兩個變動應都會使得一般人對風險的態度趨於更保守。因此，所隱含的對生命價值的評估會增加。

從表 4 則可看出三種函數形式估計的結果，大部分的估計係數符號皆與預期相符，且統計上顯著異於零。死亡風險係數皆為正值，表示如理論預期，死亡風險高的工作，要有較高工資加以補償。此外，由於  $\lambda$  之參數估計值顯著，表示樣本的確存在偏誤性。

## 伍、生命價值之估算

經由工資迴歸估計式，我們可以進行生命價值的估算。由於模型設定不同，估計的方式也略有差異。以下是三種模型的推估方式及所推估的生命價值。

### (1) 半對數型

$$\text{生命價值} = \frac{\partial WAGE}{\partial RISK} \cdot 1000 = \hat{\beta}_R \cdot \bar{\hat{\omega}} \cdot 1000 = 142,741,976 \text{元}$$

其中  $\hat{\beta}_R$  為風險之迴歸係數。由於本研究所使用的資料是每千人死亡率，因此，將每增加千分之一的風險，應增加多少的工資（即  $\frac{\partial WAGE}{\partial RISK} \cdot 1000$ ），即可以得到估計的生命價值。同理我們可以推估雙邊對數與線型模型之情況。

### (2) 雙邊對數

$$\text{生命價值} = \frac{\partial WAGE}{\partial RISK} \cdot 1000 = \hat{\beta}_R \cdot \frac{\bar{\hat{\omega}}}{RISK} \cdot 1000 = 97,688,000 \text{元}$$

### (3) 線型模型

$$\text{生命價值} = \hat{\beta} \cdot 1000 = 13,640,000 \text{元}$$

從上面的計算可看出以半對數函數形式所估計的台灣地區平均每人生命價值約在一億四千萬元，以半對數形式所估計的約在一億元，而以線性函數形式估計的則僅有一千四百萬。與表 1 數個十年前的估計值比較，線性的估計明顯偏低。這可能與線性估計的配適度較低有關（adjusted  $R^2 = 0.23$ ），使得線性的估計結果偏低。如果放棄線性模式，而將另兩個模式的估計平均，可得民國 87 年台灣生命價值的估計值是一億兩千萬元。

## 陸、結論

本研究利用民國 87 年勞動力調查的資料，以經過樣本偏誤調整的特徵工資模型重新估計台灣地區的生命價值，所估得的平均每人生命價值為一億二千萬元。此一數字較利用民國 70 年中的資料所估計的高約二至四倍，但是與民國 75 年相比，台灣地區的平均工資已增加約 3 倍，工作死亡率則下降了 44%。加上近年來國人對風險的意識大為提高，因此一億二千萬元的估計應是十分合理的。



表 2 變數說明

| 變數             | 定義   |
|----------------|--|
| WAGE           | 主要工作的每月收入；元  |
| DSEX           | 性別虛擬變數，DSEX=1 表示男性；DSEX=0 表示女性。  |
| AGE            | 年齡   |
| DMAR1<br>DMAR2 | 婚姻狀態虛擬變數，其中 DMAR1=1 表示未婚，DMAR2=1 表示已婚；DMAR2=0 表示其他狀態。  |
| DEDU1<br>DEDU2 | 教育程度；其中 DEDU1=1 表示國中以下，DEDU=0 表示其他；DEDU2=1 表示高中程度及五專三年級以下，DEDU2=0 表示其他。  |
| DWK            | 如果是雇主及自營作業者，則 DWK=1，其他=0。  |
| DUR            | 工作經驗，從事目前工作的時間，以年為單位。  |
| OCC1~OCC5      | 分別代表職業分類。OCC1=1 代表民意代表、行政主管、企業主管及經理人員，OCC1=0 表示其他；OCC2=1 代表專業人員，OCC2=0 表示其他；OCC3=1 代表技術員、助理專業人員、事務工作人員、服務工作人員及售貨員，OCC3=0 表示其他；OCC4=1 代表農林漁牧工作人員，OCC4=0 表示其他；OCC5=1 代表技術工及有關人員、機械設備操作工，OCC5=0 表示其他。 |
| AD1<br>AD2     | AD1=1 表示台北市，AD1=0 表示其他。<br>AD2=1 表示高雄市，AD2=0 表示其他。   |
| RISK           | 按產業別之死亡年發生率  |
| FMSE           | 15 歲以上家庭人口數  |
| CHILD          | 家中未滿 15 歲小孩人口數   |

表 3 樣本描述

| 變數(樣本數=30113)                               | 平均數    | 標準差     |
|---|--------|---------|
| 平均薪資(元)                                     | 412173 | 27220.5 |
| 男性(%)                                       | 64.8   | 47.8    |
| 年齡  | 38.2   | 11.9    |
| 未婚(%)                                       | 28.9   | 45.3    |
| 已婚(%)                                       | 65.8   | 47.5    |
| 國中  | 22.4   | 41.7    |
| 高中  | 67.5   | 46.8    |
| 工作經驗(年)                                     | 8.5    | 9.2     |
| (1) 民意代表、行政主管、企業主管<br>及經理人員(%)              | 4.7    | 4.1     |
| (2) 專業人員(%)                                 | 6.2    | 24.0    |
| (3) 技術員、助理專業人員、事務工<br>作人員、服務工作人員及售貨員<br>(%) | 41.3   | 49.2    |
| (4) 農林漁牧工作人員(%)                             | 8.7    | 28.3    |
| (5) 技術工及有關人員、機械設備操<br>作工(%)                 | 33.8   | 47.3    |
| 台北地區(%)                                     | 9.6    | 29.5    |
| 高雄地區(%)                                     | 5.5    | 22.8    |
| 千人死亡發生率                                     | 0.194  | 0.139   |

註：表中之資料為有工作者之樣本。

表 4 工資方程式及 p-value 值

| 變數                                   | 模型一<br>(半對數)                         |         | 模型二<br>(對數)                          |         | 模型三<br>(線型)                          |         |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
|                                      | 估計係數                                 | p-value | 估計係數                                 | p-value | 估計係數                                 | p-value |
| 截距項                                  | 11.9164                              | 0.0001  | 11.1499                              | 0.0001  | 4393.6                               | 0.0592  |
| 年齡                                   | 6.73                                 | 0.0001  | 0.4675                               | 0.0001  | 348.4                                | 0.0001  |
| 男性                                   | 0.1388                               | 0.0001  | 0.0061                               | 0.7461  | 3426.8                               | 0.0001  |
| 婚姻狀態(離婚及鰥寡為對照組)                      |                                      |         |                                      |         |                                      |         |
| 未婚                                   | 0.1111                               | 0.0001  | 0.3109                               | 0.0001  | 4804.5                               | 0.0001  |
| 已婚                                   | -0.0232                              | 0.1833  | -0.1086                              | 0.0001  | -91.87                               | 0.8954  |
| 教育程度(大專以上為對照組)                       |                                      |         |                                      |         |                                      |         |
| 國中以下                                 | -0.3738                              | 0.0001  | -0.3743                              | 0.0001  | -17230                               | 0.0001  |
| 高中                                   | -0.2396                              | 0.0001  | -0.2379                              | 0.0001  | -12267                               | 0.0001  |
| 職業(非技術工及體力工為對照組)                     |                                      |         |                                      |         |                                      |         |
| 民意代表、行政主管、企業主管<br>及經理人員              | 0.5887                               | 0.0001  | 0.5384                               | 0.0001  | 28483                                | 0.0001  |
| 專業人員                                 | 0.4824                               | 0.0001  | 0.4221                               | 0.0001  | 16049                                | 0.0001  |
| 技術員、助理專業人員、事務工<br>作人員、服務工作人員及售<br>貨員 | 0.2532                               | 0.0001  | 0.2182                               | 0.0001  | 7079.1                               | 0.0001  |
| 農林漁牧工作人員                             | -0.8516                              | 0.0001  | -0.7968                              | 0.0001  | -18986                               | 0.0001  |
| 技術工作及有關人員、機械設備<br>操作及組裝工作人員          | 0.1573                               | 0.0001  | 0.1377                               | 0.0001  | 7153.5                               | 0.0001  |
| 主要工作身份(受僱用者為對照組)                     |                                      |         |                                      |         |                                      |         |
| 雇主                                   | 0.0548                               | 0.0001  | 0.0396                               | 0.0001  | 81.0                                 | 0.0001  |
| 工作年限                                 | 0.0042                               | 0.0001  | 0.0798                               | 0.0001  | 6845.9                               | 0.0001  |
| 區位(台灣省為對照組)                          |                                      |         |                                      |         |                                      |         |
| 台北市                                  | 0.1321                               | 0.0001  | 0.1157                               | 0.0001  | -76.98                               | 0.8995  |
| 高雄市                                  | 0.131                                | 0.3887  | 0.0054                               | 0.7184  | 9455.5                               | 0.0001  |
| 千人死亡發生率                              | 0.4111                               | 0.4023  | 0.0476                               | 0.0001  | 13640                                | 0.0001  |
| λ                                    | 0.4023                               | 0.0001  | 0.6396                               | 0.0001  |                                      |         |
| 樣本數                                  | Adj R <sup>2</sup> =0.2824<br>30,113 |         | Adj R <sup>2</sup> =0.3011<br>30,113 |         | Adj R <sup>2</sup> =0.2302<br>30,113 |         |

附表 1 工作選擇之 PROBIT 估計結果

| 變數             | 估計係數       | p-value |
|----------------|------------|---------|
| 截距項            | -1.1770    | 0.0001  |
| 男性             | -0.5529    | 0.0001  |
| 年齡             | 0.0282     | 0.0001  |
| 未婚             | 0.7889     | 0.0001  |
| 已婚             | -0.4378    | 0.0001  |
| 國中以下           | 0.1791     | 0.0001  |
| 高中             | -0.0285    | 0.1471  |
| 家庭人口數          | 0.0228     | 0.0001  |
| 15 歲以下小孩數      | 0.2046     | 0.0001  |
| Log-Likelihood | -37,417.83 |         |
| 樣本數            | 61,142     |         |

註: Probit 模型估計之樣本中，有工作者有 32,735 人，沒有工作者有 28,407 人。

## 參考文獻

### 一、中文

1. 王葳，『生命價值之推估』，逢甲大學經濟所碩士論文，民國 76 年 6 月。
2. 邱沛俊，『以 WTA 法分析因交通事故致死之人命價值』，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 86 年 6 月。
3. 陳立慧，『機動車意外事故之貨幣價值損失---以某教學醫院 1990 年住院及死亡個案為例』，台大公共衛生所碩士論文，民國 82 年。
4. 黃台心，『生命價值的衡量』，台北銀行月刊，v24:12，民國 72 年
5. 詹方冠，『台灣地區勞動者工作安全與生命價值的研究』，政治大學經濟研究所碩士論文，民國 79 年。
6. 劉錦添、許績天，『主觀工作風險知覺與工資補償---台灣石化工人的研究』，經濟論文，Vol. 20:1 頁 51-69，民國 87 年。
7. 劉錦添、詹方冠，『台灣地區勞動者生命價值之推估---民國 71 年至民國 75 年』，經濟論文，頁 55-87，民國 78 年 9 月。
8. 薛立敏、王素彎，『台灣地區就業人口生命價值之評估---工資、風險貼水法之理論與實證』，中華經濟研究院，經濟專論 108 號，民國 76 年 3 月。

### 二、英文

1. Dillingham, A. E., "The Inference of Risk Variable Definition on Value-of-Life Estimates," *Economic Inquiry*, Vol. 24, No.2, April 1985, pp. 227-294.
2. Dillingham, A. E., "The Injury Risk Structure of Occupation and Wages," Cornell University: Unpublished Ph. D. dissertation, 1979.
3. Hammerton, M., M. W. Jones-Lee and V. Abbott, "The Consistency and Coherence of Attitudes to Physical Risk", *Journal of Transport Economics and Policy*, May 1982, pp.181-99.
4. Heckman, J. J., "Sample Selection Bias as a Specification Error," *Econometrica*, Vol. 47, No. 1, January 1979, pp.53-162.
5. Jones-Lee, M. Hammerton, and P. R. Phillips, "The Value of Safety: Results of a National Sample Survey," *Economic Journal*, Vol.95, No. 1,

March 1985, pp. 49-72.

6. Jones-Lee, M. W., *The Value of Life: An Economic Analysis*, Martin Robertson, London, 1976.
7. Liu, Jin-Tan and V. K. Smith, "Can Hedonic Model Evaluate Job Risks and Amenities in Developing Economics?" paper presented at Annual Meeting of Southern Economics Association, Washington, D.C., 1987.
8. Rosen, S., "Hedonic Prices and Implicit Markets," *Journal of Political Economy*, Vol. 82, No. 1, January 1974, pp.34-55.
9. Schelling, T. C., "The Life You Save May Be Your Own", In Chase, S. B. (ed.): *Problems in Public Expenditure Analysis*, Brookings Institution, Washington, 1968.
10. Smith, R. S., "The Feasibility of an ' Injury Tax' Approach to Occupational Safety," *Law and Contemporary Problem*, Vol. 38, 1974, pp. 730-744.
11. Smith, V. K., "The Role of Site and Job Characteristics in Hedonic Wage Models," *Journal of Urban Economics*, Vol. 13, No. 3, May 1983, pp. 296-361.
12. Thaler, R. and S. Rosen, "The Value of Saving a Life: Evidence form the Labor Market," in Terlecky, N.E. ed., *Household Production and Consumption*, New York; National Bureau of Economic Research, 1975.

## 道路交通安全生命價值之研究

張新立\* 蔡明志\*\* 葉純志\*\*\*

### 摘要

對安全攸關計畫的經濟評估需求持續增加，尤其是道路交通安全計畫。道路交通安全計畫經濟評估中最重要的課題之一就是衡量、評價與納入安全變化的價值—包含包括防止人命死亡的價值與受傷的價值。本研究提供對各種不同評價道路交通安全價值方法的概述：人力資源法、願付價格法與願受價格法。人力資源法具有實際估算上的便利性，但未納入受計畫影響的群體成員之風險偏好與態度，並缺乏理論基礎。願付價格法具有堅強的理論架構基礎，但在實際執行此法時，必須考量與注意許多衍生的問題。願受價格法與願付價格法在某些嚴格的限制條件下是相類似的，實際上二者仍不一致；雖在安全改善估計上之可行性尚不如願付價格法，但某些狀況下其理論概念比願付價格法更恰當。本研究建議在進行與攸關道路交通安全的計畫事前評估時，具有降低安全風險者須以願付價格為基礎的生命價值為評估參數；反之，願受價格基礎的生命價值則可應用於對安全具負面影響的計畫上。

**關鍵字：**生命價值、人力資源法、願付價格法、願受價格法

### 一、前言

對道路交通安全計畫進行經濟評估的需求持續增加，因此在經濟評估中衡量、評價與納入安全風險改善價值成為最重要的課題之一。安全風險改善價值包括防止生命死亡與受傷二種價值項目 (Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b; O'Reilly *et al.*, 1994)。但死亡是安全風險中最差的狀況，且具有明確的研究界限，因此生命價值之研究受到多數研究者的關注與投入 (Jones-Lee *et al.*, 1994a)。在本研究所謂的生命價值 (對安全而言) 係指統計的生命價值 (value of a statistical life)，而非針對個別某特定人的生

\* 國立交通大學運輸工程與管理學系教授

\*\* 國立高雄第一科技大學運輸運輸與倉儲營運系助理教授

\*\*\* 國立交通大學運輸工程與管理學系博士候選人

命價值，以下討論的生命價值皆以此為準。

生命價值之決定牽涉到政治、經濟、社會與倫理等層面的衝突 (Elvik, 1995; Layard *et al.*, 1994)。但是在各項與安全相關的公共投資計畫決策上，生命價值是進行安全改善計畫經濟評估最重要的課題之一。雖然，避免使用明確的生命價值或不使用生命價值進行安全改善計畫經濟評估工作可避免此議題分歧所帶來的困擾 (Layard *et al.*, 1994; Hauer, 1994)，但在攸關安全計畫之經濟評估上仍受到其侷限 (Layard *et al.*, 1994; Blumenschein *et al.*, 1996)。因此，為有效評估安全改善計畫，決定適當的生命價值與減少受傷的價值是一項重要的研究課題。但如何估計生命價值與減少受傷的價值仍存在相當大的爭議 (Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b; O'Reilly *et al.*, 1994; Haight, 1994; Elvik, 1995)。

根據 (Haight, 1994) 文獻中指出最早進行生命成本貨幣化的計算可以回溯到十七世紀。雖然已有許多定義與估計安全或生命價值的方法被提出 (Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b; 曾招雄, 民 88 年)，但比較受重視者僅有人力資源法與願付價格兩種。

在 1950 年代美國與英國首先著手估計道路事故之生命成本，此時採用人力資源法 (Human Capital; HC) 估計生命價值 (Elvik, 1995)。Weisbrod 在 1961 年首先以此法進行一些先導性的研究 (Layard *et al.*, 1994; Blumenschein *et al.*, 1996)。人力資源法係將人視為生產過程的元素，以對其生產過程中未來的損失估計作為死亡或傷殘的評價方法，並加計直接損失的經濟成本與痛苦等設算金額。人力資源法發展過程中產生有些修正方式則包括扣除其未來的消費估計折現值等等。

此法約在 1970 年代左右即遭受到許多經濟學家如 Schelling (1968) 與 Mishan (1971) 的嚴重批判，指出人力資源法與成本效益分析法的理論原則不符 (Layard *et al.*, 1994; Elvik, 1995; Blumenschein *et al.*, 1996)。人力資源法會對於老人、窮人或非勞動市場的個體指派較低的生命價值，甚至在以扣除未來消費額折現值的修正方法中更可能產生死亡具有正面效益的謬誤 (如已經退休者) (Jones-Lee, 1994)。此外，人力資源法亦忽視生命存在的基本價值。雖然如此，目前尚有許多國家仍以此法估計道路肇事的生命價值 (Elvik, 1995)。

在人力資源法受到強力批判之際，Mishan 在 1971 年提出以願付價格法 (Willingness-to-Pay) 為基礎進行生命價值的估計 (Haight, 1994)。根據經濟理論，個體為降低死亡風險所願意支付的最大金額可作為生命價值的



評價方法 (Haight, 1994; Jones-Lee, 1994; Ball, 1994)。此評價方法具堅強的理論基礎，同時符合成本效益分析法 (Cost-Benefit Analysis; CBA) 理論架構。因此，受到此一領域大部分研究者的認可，同時不少國家如美國、英國引用願付價格法來更新其道路肇事之生命價值 (Sharp, 1988; Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b; Elivk, 1995)。

願付價格法主要有兩種量測方式，一為顯示性偏好，利用勞動市場薪資補償方式來估計生命價值；另外一種則是利用問卷調查個體願付價格，通稱為條件評價法 (contingent valuation method; CVM)。其中條件評價法逐漸被發展適合應用於健康照護與環境研究議題之評估 (Elivk, 1995; Feitelson *et al.*, 1996)。但在實際應用願付價格法來評價道路交通安全之生命價值仍有不少問題待克服 (Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b; O'Reilly *et al.*, 1994; Blumenschein *et al.*, 1996)。

與願付價格法具相似理論背景的是願受價格法 (Willingness to Accept; WTA)。以 WTA 法來量測生命價值之定義為個體所願意接受補償增加少量死亡風險的最小價格。按傳統經濟理論而言，在大部分的狀況下，幾乎會產生相等的價值估計 (Willig, 1976)。因此，在許多需要應用到非市場物品之評價的領域，往往採用 WTP 法來估計其價值 (Feitelson *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1999)，幾乎沒有採用 WTA 法來量測非市場物品的價值。但是 WTA 與 WTP 不一致的事實已被大部分學者所接受 (Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)。國內邱沛俊君 (民 86 年) 亦曾以 WTA 法衡量道路交通致死之生命價值。WTA 法應用生命價值估計應值得再度深入討論。

本研究主要目的在於對各種估計生命價值 (包括受傷的價值) 方法做一整體分析：人力資源法、願付價格法與願受價格法，此一分析主要著重在如何衡量生命價值與受傷價值，以及各方法之理論或實務應用之限制。最後，本研究討論進行道路交通安全攸關計畫經濟評估工作時，因應安全提昇或降低等不同類型計畫擇定適當的生命價值估計方法。

## 二、人力資源法

在估計個體因道路交通致死之人命成本時，可分割為貨幣成本或非貨幣化成本二項。第一項通常指行政、醫療等直接成本以及對社會造成的生產力損失兩類貨幣化成本。第二項則是指「痛苦、哀傷與傷害」等非貨幣化成本。

人力資源法係將人們因突然的死亡（或傷殘）所喪失的未來可能賺到的所得，經折現後計算其總和，並加上行政、醫療等直接經濟成本作為致死的人命成本，有些研究或國家並計入「痛苦、哀傷與傷害」等非貨幣化成本之設算金額。交通安全計畫評估時，以此致死成本作為安全改善效益減少致死的價值。其對社會生產力損失的計算方法主要有以下二種：

(1) 計算個人預期未來所得之貼現總值，以代表個人生命價值。計算公式如下：

$$L_1 = \sum_{t=s}^n Y_t P_s^t (1+r)^{-(t-s)}$$

$Y_t$  = 此人在第  $t$  年所能賺取之所得額

$P_s^t$  = 此人自  $S$  年至  $T$  年生存的機率

$r$  = 預期在第  $T$  年的社會貼現率

$N$  = 預期壽終年份

(2) 計算個人在  $S$  年死亡後，對社會所造成經濟損失的貼現總淨值，以此代表個人生命價值。計算公式如下：

$$L_2 = \sum_{t=s}^n P_s^t (Y_t - C_t) (1+r)^{-(t-s)}$$

其中  $C_t$  = 預期個人在  $T$  年的支出

人力資源法可視為一種衡量死亡或受傷對於國家目前或未來總產出水準的衝擊之方法。人力資源法比其他二種估計方式更容易執行。因此道路交通事故肇事預防價值被定義為減少肇事死亡之成本。以英國運輸部依照人力資源法估計之道路交通事故肇事致死成本為 180,330 英鎊（1985 年幣值），其中 28% 為「痛苦、哀傷與傷害」的金額（Jones-Lee *et al.*, 1994a）。

人力資源法受到不少批評，包括與成本效益分析法理論原則不一致、會產生對窮人、老人等生命價值之謬誤等等。除了理論與實務上的限制外，另外一項非常重要的反對意見：就安全評價的本質上而言，大部分人評價安全的觀點主要在於避免自己本身自己或其他人的死亡或受傷，而非因為關心目前與未來的產出與收入（Jones-Lee, 1994； Jones-Lee *et al.*, 1994a）。若此一論點成立或可被接受，則理想的安全價值應定義為可反映人們對於安全的純粹偏好，而非如人力資源法僅將安全價值定義為對產出

與收入的效果。

在進行道路交通安全改善計畫的經濟評估時，係屬於事前評估工作。因此事前評估的公共投資決策應能反應受影響群體成員對於風險變化的偏好與態度。則人力資源法所估計的生命價值或受傷的成本顯然無法符合此一論點。由於人力資源法之基本理念、理論基礎與實際執行都存在極大的限制與問題，因此逐漸退出學術領域之外。甚至在國家頒佈的道路交通致死人命之經濟價值（成本）亦浮現朝向願付價格基礎發展的趨勢（Elivk, 1995）。惟不可否認的是仍有大部分國家維持以人力資源法來估計道路交通安全之人命價值（Elivk, 1995）。此係因人命價值的法定值受到政治的影響遠勝於科學的力量，所以產生前述的結果並不足以令人驚訝。

### 三、願付金額法

就安全評價的本質上而言，大部分人評價安全的觀點主要為避免自己本身自己或其他人的死亡或受傷。由此觀點定義與量測安全價值，則必須衡量人們對安全的偏好，以及偏好強度的方法。個體對某一物品所願意支付的最大金額可作為衡量個體對於某一物品偏好強度的方法。此一金額不僅反應個體對所需要財貨或勞務相對於其他潛在支出的評價值，同時反應出個體的支付能力，此係社會總體資源限制的明證。此即為經濟理論中的願付價格法。

在應用評價安全的價值時，首先必須決定那些受影響者對於改善他或其他人的安全（通常僅是微量改善）所願意之支付價格。其次將這些金額簡單地以所得分配權重加以總和得到一安全改善的整體值。此一合成值清楚地反應出安全改善方法對於受影響群體的價值。願付價格法估計的避免一條統計生命的死亡價值（或更精確的說法為「統計的生命價值」）就是受影響群體之財富對風險的邊際替代率的平均值（Jones-Lee, 1994；Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b；Haight, 1994）。願付價格法為基礎的生命價值與受影響群體的實際規模以及個體風險降低比例獨立（Jones-Lee *et al.*, 1994a）。以願付價格法進行調查時，並不需要精確地估算出受影響群體的規模，以及每一個體精確的風險降低比例，因而可以降低量測過程之難度。此外，應用願付價格法去評估生命價值時，必須特別注意的是：大部分人在評估改善安全的願付價格時，並不會計入因安全改善措施所產生之直接的經濟效益，如淨產出損失、物質損失、醫藥與警察等成本的節省（Jones-Lee, 1994；Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b）。因此，必須在純粹的願

付價格之外加上直接成本節省的設算金額。

願付價格法量測生命價值的方法有二種，此二種方法分別為顯示性偏好（或稱為隱含價值）以及條件評估法（Contingent Valuation Method 或稱問卷法）。顯示性偏好法係以實地觀察處於風險下的人們，在財富與風險兩者間抵換（trade-off）的狀況，藉以估計生命價值。最常被應用的實例是以勞動市場的薪資與工作風險抵換狀況來估計生命價值。此法又稱為薪資補償法（compensating wage differential），許多學者引用此法來估算生命價值（Ford *et al.*, 1995）。顯示性偏好的優點在於處理實際的選擇而非假設性的選擇。

顯示性偏好法在理論面與實際執行過程上皆存在不少限制。理論面的限制係按 Ford *et al.* (1995) 的研究成果指出薪資補償法的理論基礎並不如純粹 WTP 來得穩固，因此不建議採用薪資補償法來估計生命價值。執行估計過程中的主要限制在薪資受到職業風險以外的許多因素所影響（Jones-Lee, 1994；Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b）。因此估計薪資與工作風險之間的關係時，必須分離出其他因素的效果，尤其是受到管制單位的干涉而扭曲的薪資與風險之間的關係。因此在薪資與風險研究中所取得的估計值可能是管制單位願意准許雇主與員工交易的財富風險比率，而非員工所願意接受的邊際替代比率。

條件評價法係以調查一樣本群體直接關於微量改善安全的願付價格。受訪個體所面對的是假設性的選擇，因此會出現其願付價格並非實際願付價格的問題。但比起顯示性偏好的限制，條件評價法在原則上允許研究者可以直接地、明確地取得所需的財富與風險抵換比率。因此，在交通安全相關的生命價值或防止受傷價值的估計主以願付價格的條件評估法進行（Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b；O'Reilly *et al.*, 1994）。

表 1 為各種道路交通風險之生命價值估計值。Blomquist 與 Miller 和 Guria 的結果與 Jones-Lee *et al.* 與 Persson 研究的中位數結果同樣落在 £500,000~£1,000,000 之間（1992 年幣值）。其他不同問卷以平均值進行道路風險的統計生命價值的估算工作，結果落在 £1,500,000 到 £2,000,000 之間。在總集個體的願付價格時，出現一個問題。那就是應該以邊際替代率的平均值抑或是中位數作為統計生命價值的估計值。如果堅持願付價值的理論論點，則使用邊際替代率的平均值才是最恰當的。但是有二種截然不同的主張支持以問卷調查獲得的邊際替代率中位數為生命價值估計值（Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b）。第一種是「中位投票者」主張，該論點

指出在個體評價分配呈現單峰且高度不對稱狀況下，中位數估計值比平均數更接近大部分人的希望。另一個主張比較簡單，因為條件評估法之回應值分配的頭尾兩端的極端值比其他觀測值具有令人存疑的可信度。根據 Jones-Lee *et al.* 研究，發現到在頭尾各刪去 10% 的極端值所產生的分配平均數比較接近原分配的中位數 (Jones-Lee *et al.*, 1994a)。

表 1 道路風險的統計生命價值

| 研究                      | 統計生命價值 (£ 英鎊, 1992)   |                     |
|-------------------------|-----------------------|---------------------|
|                         | 以邊際替代率平均數為基礎          | 以邊際替代率中位數為基礎        |
| Blomquist               | £530,000              | —                   |
| Jones-Lee <i>et al.</i> | £2,600,000            | £850,000            |
| Persson                 | £1,800,000~£2,200,000 | £500,000-£1,000,000 |
| Maier <i>et al.</i>     | £2,300,000            | —                   |
| Miller and Guria        | £780,000              | £590,000            |

註：參考文獻 (Jones-Lee *et al.*, 1994a)

按表 1 中各不同研究的估計結果顯示道路風險統計生命價值的可能範圍非常大。此乃因為以願付價值法進行道路安全之生命價值實證工作過程中之各種困難所導致的結果。此亦造成許多國家仍在使用人力資源法做為生命價值估計方法的原因之一。

願付價格應用在防止非致死傷害的價值估計時所遭遇的困難比致死的生命價值多。因在估計以願付價格為基礎的預防非致死傷害的價值時，最顯著的困難之一即是非致死傷害嚴重度等級由小小的瘀傷到永久的失能等廣大的範圍。在應用顯示性偏好法去估計非致死傷害預防價值時，最大的困難在於各種傷害風險彼此之間與致死風險皆具有高度相關性。因此要分離出風險降低的個別願付價格可謂極度困難。個體對非致死傷害風險降低的願付價格可能會被目前存在的法規或其他補償規定所困擾。因此條件評估法成為最具潛力的方法。

Miller 等人 (1988) 以願付價格法估計預防非致死傷害的估計價值 (Jones-Lee *et al.*, 1994a; Haight, 1994)。首先，由各種實證研究文獻中找出統計生命價值的最佳估計值。該研究採用的是 1986 年幣值美金 195 萬元。此值被以每年為 6% 的折現率轉換成每一生命年價值美金 120,000 元。最後，每一年生命價值應用到損失功能的生命年數估算。利用防止某種受傷種類時可以降低之損失功能的生命年數來估計其願付價值。其中損失功能的年數由專業醫學專家意見來估算。最後，Miller 等人在各種受傷型態的

純粹願付價格之外，加上減少受傷的直接成本如生產損失與醫療成本的設算金額。

英國則採取兩份截然不同的問卷調查法來量測(O'Reilly *et al.*, 1994; Jones-Lee *et al.*, 1994a)。第一種採用條件評估調查法。第二份則是以標準賭博法(standard gamble method)來進行調查。此法係淵源健康經濟學中的 QALYs 法(Quality-Adjusted life years)中量測權重的方法(Blumenschein *et al.*, 1996)。此問卷詢問受訪者，若假設他們已經發生非致命的傷害狀況下，去評估他們準備接受某種治療方式之失敗的最大風險，這種治療方式如果成功就會康復，如果失敗就會死亡。以  $\theta$  表示樣本平均回應值，因此預防受傷的價值為  $\theta$  乘上生命價值。因為避免非致死傷害並非改善生存問題，而是改善生命品質，所以單純地以條件評估法來評估價值會產生向上的偏誤(Jones-Lee *et al.*, 1994a)。但結合 QALYs 法權重與 WTP 價值具有較佳的估計效果(Blumenschein *et al.*, 1996)。

根據不同以願付價格法估計安全價值的研究，其結果顯示出不同運具使用者具有不同的安全價值(Jones-Lee *et al.*, 1994a, 1994b)，如鐵路使用者與道路使用者。因為願付價格基礎的研究方法係在反應不同群體成員對風險的偏好與強度，而此安全價值會被用在影響這些群眾的決策上。所以，鐵路使用者的願付價格一定不會與道路使用者的願付價格相同。

#### 四、願受價格法

此法之理論基礎與願付金額法大致相同，皆是利用補償變量與均等變量的概念來進行分析。主要差異在於願受價格法係調查個體因為增加死亡的風險所願意接受的最小補償法(Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)，以此估計生命價值。但在實際應用於估計非市場或非貨幣化財貨時，一般都以 WTP 法來估算，例如機場噪音、損失的生命價值等等(Feitelson *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1999)。但國內邱沛俊君(民 86 年)亦曾以 WTA 法衡量道路交通致死之生命價值。

就理論概念而言，對估計具增加死亡風險的交通投資或工程改善計畫時，以 WTA 法估計值作為安全成本輸入項才具有理論正當性。以「讓」取代「停」的交通工程計畫中即為此類實例，此交通工程計畫係以提高道路交叉路口的死亡風險來換取路口延滯時間的降低。在此一攸關道路交通安全的改善計畫之經濟評估中，應採用 WTA 為基礎的生命價值。但在許多牽涉到人命成本或損失的價值估計仍是以 WTP 為基礎。此係因按傳統

經濟理論而言，在大部分的狀況下，幾乎會產生相等的價值估計 (Willig, 1976)。因此，在許多需要應用到非市場物品之評價的領域，往往採用 WTP 法來估計其價值 (Feitelson *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1999)，幾乎沒有採用 WTA 法來量測非市場物品的價值。

但是 WTA 與 WTP 不一致的事實已被大部分學者所接受 (Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)。惟 WTA 與 WTP 間的不一致原因仍存在許多不同爭論 (Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)。WTA 與 WTP 間不一致原因的解釋分別來自經濟與心理兩種不同觀點。經濟解釋包括有所得效果 (或財富效果)、交易成本、暗示值與利潤動機；心理解釋包括有既有財產效果 (endowment effect)、合法性、模糊性與責任等 (Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)。Dubourg *et al.* (1994) 則以發生道路交通傷害風險的增減調查 WTP 與 WTA，並提出不正確偏好的解釋。Morrison (1998) 檢驗各種解釋 WTA-WTP 不一致原因，顯示既有財富效果是造成二者差異最主要的原因，並未肯定 Dubourg 等人的不正確偏好的解釋。因為，放棄在手上的財貨比未到手的財貨來得困難，所以要犧牲道路交通安全風險所產生的補償需求金額會高於願意支付來取得安全改善效益。

回到前述以「讓」取代「停」的交通工程計畫經濟評估案例時，若以 WTP 法估計的生命價值代入作為安全降低的成本值，將會因為低估道路交通肇事風險成本，造成不正確的決策。雖然，WTA 為基礎的生命價值並未受到重視，甚至被認為存在信度與效度問題 (Dubourg *et al.* 1994; Feitelson *et al.*, 1996; Brown *et al.*, 1999)。讓我們重新回到安全評估計畫的基本論點，如果大部分人評價安全的觀點主要在於避免自己本身自己或其他人的死亡或受傷成立，那麼攸關安全的計畫應該反應受影響大眾的風險偏好與偏好強度。在 WTP 與 WTA 相等條件下，則以 WTP 作為安全改善或降低時的價值估計方法並不會產生問題，反之亦成立。但各項實驗與調查結果顯示 WTP 與 WTA 法估計同樣的狀況並不相等 (Dubourg *et al.* 1994; Morrison, 1998; Brown *et al.*, 1999)。若安全評估必須要反映大眾的風險偏好與強度，則在增加肇事風險與降低肇事風險兩種不同類型計畫評估項目時，前者應以 WTA 法，後者則採取 WTP 法進行生命價值估計，如此才可正確的反應大眾對風險的偏好與偏好強度。

實際執行 WTA 法估計生命價值會產生一些信度與校度的問題，因此仍陷在以 WTP 法替代應以 WTA 法估計的狀況。因此，未來應該深入研究如何估計具信度與效度的 WTA 基礎的生命價值，才能真正反應增加風險

時的生命價值。如此，方可適切地評估對安全具負面影響的計畫。

## 五、討論與結論

在應用成本效益法針對道路交通安全攸關計畫進行經濟評估時，以人力資源法估計生命價值並非一個適當的方法，但卻是一個簡易的方法。

評估道路交通安全攸關計畫時，應區分為對安全具正面效益與負面成本兩大類型。因為將減少損失的生命價值直接視為會增加損失的生命價值，必須在大眾對此兩件事的偏好一致假設下（亦即在同樣狀況下 WTP 必須等於 WTA 才可以成立）。但實際上 WTP 與 WTA 存在並不相等的矛盾，因而並不可以直接將減少損失的生命價值直接視為增加損失的生命價值。因為，大眾對此二件事情的風險偏好並不一致，目前可接受的解釋之一為大眾對於既有的物品的犧牲產生的效用損失遠大取得尚未擁有的效用增加量。以此解釋大眾對道路交通安全風險增加與減少的偏好差異，即為讓大眾願意降低自身安全程度需要較大的補償；反之，大眾對於提高安全程度所願意支付價格較低。因此，本研究認為針對具正面安全效益的道路交通安全攸關計畫，應以 WTP 為基礎的生命價值為評估輸入參數。反之，針對負面安全效益的計畫時，則可以 WTA 為基礎的生命價值為評估輸入參數。

在估計防止非致死傷害的價值時，純粹的條件評估法調查 WTP 容易產生偏誤狀況。因此，WTP 法結合 QALYs 的標準賭博法求取各傷害等級的生命品質權重，可以有效精確地的估計防止非致死傷害的價值。但在估計防止非致死傷害價值時，必須將受傷等級進行適當的分類工作。在道路交通安全應用中，並不需要和健康照護經濟評估一般鉅細靡遺的針對健康或受傷等級進行分級工作。因此，適當的受傷嚴重度分級方式有助於估計防止非致死傷害的價值研究。

目前已經有許多國家公布其道路安全計畫評估時所需採用的生命價值 (Elvik, 1995)。在 1990 年所進行的道路生命價值調查顯示，歐洲各國的道路生命價值從最高芬蘭的 1.6 百萬歐幣(ecu)到最低西班牙之 0.037 歐幣不等，其資料值並於逐年不斷的更新與調整 (Evans, 1994)。國內每年因道路交通事故死傷的人數仍高居國人死亡前十大排行榜，同時由於國家財政狀況逐漸吃緊，投入道路交通安全改善的公共資源配置計畫必須更具效率。因此針對道路交通安全公布一法定的生命價值與減少受傷的價值作為道路交通安全改善計畫之經濟評估基礎具有高度迫切性，以 WTP 法為基



礎，以道路肇事的防止為依歸，所進行之生命價值的調查與估算作業，實為刻不容緩。由於國內在道路生命價值的相關研究與資料仍然較少，發展亦較不具系統性，本研究擬定下列三項具體發展道路肇事防止生命價值的工作內容，提供發展理論與實務相關課題的參考：

(1)研究定義道路死亡、重傷、輕傷：

傷亡本身必需有明確的法定定義，尤其重傷與輕傷，以便能較明確的指出肇事規模與其相對之肇事成本。由於受傷之意念表達較死亡來得模糊，因此校估道路使用者之非死亡性肇事的生命價值通常十分困難，其先決條件是必需對肇事之受傷程度給予較簡易及明確的定義。目前世界各國的傷亡定義多按實際傷亡部位及其嚴重程度列表說明，抑或有按滯留醫院時間長度為區分之例。

(2)定義車禍成本項目並調查列算肇事防止「統計生命價值」(Statistical Life Value)：

除傷亡之生命成本外，對公路肇事所發生的總成本項目，應加以定義，以為列算肇事防止「統計生命價值」的基礎。例如英國政府運輸單位將總公路肇事成本分為傷亡相關成本與車禍相關成本兩大類，其中傷亡相關成本項目包括醫護成本、生產損失、生命成本；車禍相關成本項目包括警務成本、保險成本及貨損成本等。英國政府按 WTP 法列算所最新公佈的公路肇事防止「死亡統計生命價值」為 1.042 百萬英鎊，「重傷統計生命價值」為 0.125 萬英鎊，「輕傷統計生命價值」為 0.012 萬英鎊 (DETR, 1998)。傷亡之「統計生命價值」亦可為新近列算死亡、重傷與輕傷的等值死亡權數(Equivalent Fatality)估算之參考依據。按英國所公佈的上述資料，其比例約可為 1: 0.13: 0.012 (其目前之實際法定比例為 1: 0.11: 0.0088)。

(3)發展公路運輸中不同運具與不同道路地點區位之肇事防止「統計生命價值」：

公路由於各運具使用者的狀況、曝露條件、實質運具條件及道路地點區位不同，使其所產生之肇事防止「統計生命價值」亦會有所差異。具體而言，曝露於風險愈高的運具與道路地上，愈傾向於給予較高的肇事防止「統計生命價值」。例如英國在 1998 年的研究顯示，行人、機車使用者有較高的「統計生命價值」，貨車、客車使用人的「統計生命價值」約略相當，而公車乘客的「統計生命價值」則較低；同時就道路地點區位而論，鄉村地區的道路肇事比高速公路肇事具有較高的「統計生命價值」，而高

速公路肇事則比都市道路肇事具有較高的「統計生命價值」( DETR, 1998)。制定不同運具與道路地點區位的肇事防止「統計生命價值」, 可針對公路不同運具與地點的安全提昇計畫, 進行更有效的考核評估。

由於上述道路「統計生命價值」的列算必需對相關資料庫的收集與建立, 與生命價值推估工作的設計與調查, 投入龐大的人力與物力, 本研究冀望在本文對道路生命價值研究的廣泛論述與相關具體作法的提議之後, 能由政府相關運輸部門召集學術與研究單位, 確實對道路「統計生命價值」的調查與估算進行規劃、設計與實作, 再從主客觀的角度, 從估算的生命價值範圍中, 研訂並公佈可較為各界廣泛接受的道路「統計生命價值」, 作為國家後續發展整體道路安全控制計畫的依據。

## 參考文獻

1. 邱沛俊, (民國 86 年), 「以 WTA 法分析因交通事故致死之人命價值」, 交通大學交通運輸研究所碩士論文。
2. 曾招雄, (民國 88 年), 「道路交通事故當量推估之研究」, 中央警察大學交通管理研究所碩士論文。
3. C. Sharp, (1988) "Developments in transport policy United Kingdom- The value of time savings and of accident prevention", *Journal of Transport Economics and Policy*, pp.235- 238, May 1988.
4. David J. Ball, (1994) "The perception of risk and its implications for evaluating safety measures", Conference on "Value for money in transport safety measures"
5. Deirdre O'Reilly, Jean Hopkin, Graham Loomes, Michael Jones-Lee, Peter Philips, Kate McMahon, Dawn Ives, Barbara Soby, David Ball and Ray Kemp, (1994) "The value of road safety—UK research on the valuation of preventing non-fatal injuries", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.28 No.1, pp.45-59.
6. DETR (Department of Environment, Transport, the Regions)(1998), 1997 Valuation of the Benefits of Prevention of Road Accidents and Casualties, *Highways Economics Note*, No.1, Londn.
7. E. Hauer, (1994) "Can one estimate the value of life or is it better to be dead than stuck in traffic", *Transportation Research: Part A*, Vol.28A, No. 2, pp. 109-118.
8. Eran I. Feitelson, Robert E. Hurd, and Richard R. Mudge, (1996) "The impact of airport noise on willingness to pay for residences", *Transportation Research Part D*, Vol.1 No.1, pp.1-14.
9. Evans, A. (1994), "Evaluating Public Transport and Road Safety

- Measures", *Journal of Accident Analysis and Prevention*, Vol.26 No.4, pp.411- 428.
10. Frank A. Haight, (1994) " Problems in estimating comparative costs of safety and mobility ", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.28 No.1, pp.7-30 .
  11. Gwendolyn C. Morrison, (1998) "Understanding the disparity between WTP and WTA : endowment effect, substitutability, or imprecise preferences? ", *Economics Letters* 59, pp.189-194.
  12. J. L. Ford, Prasanta K. Pattanaik and Xiangdong Wei, (1995) " On measuring the value of life ", *Economics Letters* 49, pp.223-230.
  13. Karen Blumenschein and Magnus Johannesson, (1996) " Incorporating quality of life changes into economic evaluations of health care: an overview ", *Health Policy* 36, pp.155-166.
  14. Michael Jones-Lee, (1994) " Safety and the saving of lives ", *Cost-Benefit Analysis*, edited by Richard Layard and Stephen Glaister, pp. 272-289, Cambridge University Press.
  15. Michael Jones-Lee and Graham Loomes, (1994a) " Valuing safety in transport project appraisal ", A Record of a One Day Conference" Value for Money in Transport Safety Measures" held at The Royal Society of Medicine, on July 1994.
  16. Michael Jones-Lee and Graham Loomes, (1994b) " Towards a willingness -to-pay based value of Underground safety ", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.28 No.1, pp.83-98.
  17. Rune Elvik, (1995) "An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries ", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 37, No. 2 , pp.237-247.
  18. Richard Layard and Stephen Glaister, (1994) *Cost-Benefit Analysis*, second edition, Cambridge University Press.
  19. R.D. Willig, (1976) " Consumer's surplus without apology", *Am. Econom. Rev.* 66, pp.587-597.
  20. Thomas C. Brown and Robin Gregory, (1999) " Why the WTA-WTP disparity matters ", *Ecological Economics* 28, pp.323-335.
  21. W. R. Dubourg, Michael, Jones-Lee, and Graham Loomes, (1994) " Imprecise preferences and the WTP-WTA disparity", *Journal of Risk and Uncertainty* 9, pp. 115-133.

## 高雄市頭部外傷經濟成本分析

陳建立 洪純隆\*

### 摘要

以高雄市頭部外傷發生率為基礎的經濟成本分析，探討如何將頭部外傷的直接、間接經濟損失，以及因早逝的潛在工作年數損失其生命的價值，用貨幣單位來衡量，已完成推估。1991 年 7 月至 1992 年 6 月，高雄市 15-64 歲勞動力人口中，有 3,117 例罹患頭部外傷，男性 2,164 例；女性 953 例，存活者 2,827 例；死亡者 290 例。應用流行病學資料與追縱訪視病人經濟損失，獲得該年度高雄市頭部外傷一年的經濟成本為新台幣 3,908,858,784 元，包括直接成本 349,342,045 元 (8.9%)、罹病成本 351,825,130 元 (9.0%)、死亡成本 3,207,691,609 元 (82.1%)。在開發中國家有關傷害的經濟損失資料還很少，從經濟成本的分析，可提供頭部外傷區域性防制策略的介入與成本效益分析的參考。

**關鍵詞：**頭部外傷、經濟成本、流行病學

### 一、前言

由疾病所帶來的全球損失 (Global Burden of Disease Study, GBDS) 之研究報告指出，1990 年事故傷害造成約 510 萬人的死亡，佔當年度全球死亡人口 5,047 萬人的 10.1%，但傷害卻常被忽略其嚴重性<sup>(1-5)</sup>。傷害是許多已開發國家 45 歲以下人口的主要死因，也是某些未開發國家 5-45 歲人口的主要死因。由於傷害之罹難者多屬年輕人，在美國、日本及某些歐洲國家，65 歲以下男性，因事故傷害所造成的生命損失人年，遠超過心臟、腦血管疾病或癌症的損失<sup>(6)</sup>。

台灣地區意外事故及不良影響，每十萬人口死亡率為 50.3 人，佔總死亡人口的 9%，也就是說平均每 11.1 名死亡的人當中，就有一人死於事故傷害。在國人十大死因之變遷趨勢中，從民國六十一年迄今，事故傷害就一直是國人十大死因的第三位，並為一至四十歲人口的第一死亡原因，如以潛在生命損失計算，意外災害則高居首位<sup>(7)</sup>。

國內意外災害可為下列四大類：(1)機動車災害 (2)職業災害 (3)家庭

\* 高雄醫學大學附設中和紀念醫院管理室、神經外科

災害 (4) 公共災害。在意外事故中，機動車交通事故為各年齡層人口意外事故死因的第一位，意外事故中有一半以上是由機動車交通事故所致。意外災害死亡年齡分佈，以 15-39 歲年齡層死亡人數為最高。每年意外事故所造成的醫療復健費用，因罹病導致生產力的減損，及早逝的潛在生命損失，費用龐大；且受傷者，大部分屬生產力人口，對個人、家庭、社會、國家的人力資源造成莫大損失。

意外事故及不良影響死因中，有一半以上是死於頭部外傷，依據國內頭部外傷流行病學的調查報告，發生率為世界較高的國家之一。罹患頭部外傷會遺留不同程度與持續期間的失能<sup>(8-9)</sup>，顯見頭部外傷是主要的健康問題。近年來已有許多相關的流行病學報告，試圖結合臨床醫療、流行病學、統計學、生物機能工程、公共衛生與經濟學等專家，共同發展出一個跨越不同學術領域的事故傷害控制機制<sup>(11-12)</sup>，期望能規劃設計出有效的預防措施，並提供最適當的健康照護計畫，諸如創傷的急性照護或失能者的復健設施等。

如果以經濟成本的觀點，來衡量意外事故對社會經濟衝擊程度，則現有資料只有直接成本中的醫療費用，可由醫療院所或保險機構的統計年報取得，而早逝的潛在工作年數損失，可應用人力資本法所喪失的生產力，來推估死亡成本，但其它相關直接成本與間接成本，則無法由現行資料獲得，未能看出整體的社會損失。故本研究的主要動機就是探討如何將頭部外傷的直接、間接經濟損失，以及因早逝的潛在工作年數損失其生命的價值，用貨幣單位來衡量，以喚起國人對事故傷害預防的重視。

## 二、材料與方法

### 研究對象

本研究對象以 1992 年 1 月至 12 月一年期間，因罹患頭部外傷入住高雄醫學院附設醫院，且年齡在 15 歲至 64 歲屬勞動力人口的病患。經治療出院後，追蹤其一年的經濟損失，將訪視調查資料，按頭部外傷嚴重度分類，分別計算不同嚴重程度頭部外傷的平均損失。再應用高雄醫學院附設醫院 1991-1992 年所登錄的高雄市頭部外傷流行病學資料<sup>(13)</sup>，以推估該年度高雄市區頭部外經濟成本。

### 頭部外傷定義及嚴重度

具有「頭部外傷」定義的病人，指有明顯的腦受傷，腦震盪或顱骨骨

折的現象，臨床上顯見意識喪失，外傷後的健忘症，神經障礙等症者(應用 ICD9-CM 疾病代碼的範圍包括：800,801,803,804, 805-854)。頭部外傷嚴重度以 Glasgow 昏迷度表(Glasgow Coma Scale, GCS)<sup>(14)</sup>分類，重度昏迷清醒為 3-15 分，3-8 分為嚴重頭部外傷；9-12 分為中等度頭部外傷；13-15 分為輕微頭部外傷。

## 經濟成本

衡量疾病的經濟成本<sup>(15-26)</sup>可分為直接成本與間接成本。直接成本指實際已發生的任何支出，原為可配置給其他不生病者使用的資源；間接成本係指任何資源的損失，為閒置資源的價值或減少的產出。間接成本又包括罹病成本與死亡成本，罹病成本指因疾病而不能完成在健康狀況下，從事正常的經濟活動；或不能完成全部的工作，所導致生產力損失的價值。死亡成本則是指因疾病的早逝所導致生產力損失的價值。

直接成本的衡量採用資源利用計算法(resource use accounting)，就是依實際花費多少資源或時間，然後計算出成本。直接成本由兩種要素組成：(1)每一服務項目的數量(Q)；(2)每一服務項目的單位價格(P)。本研究的直接成本包括如下八項：急性期醫療費用、住院期間看護費用、療養期間居家照護費用、門診及復健費用、再住院醫療費用、交通費用、輔助性器材衛材中藥等費用、以及修理或報廢車輛的財產損失。直接成本的衡量採用資源利用計算法(resource use accounting)，以每一服務項目的數量乘上每一服務項目的單位價格。其資料來源取自高醫附設醫院的醫療費用，審閱病歷及經由訪視調查取得。

罹病成本的衡量採用時間測定模式(timing model)，也就是測定生產力損失開始到恢復正常生產力的期間。罹病成本是由平均所得(average income)、生產力損失期間(duration)、及所得損失率(impairment rate)，也就是所得損失的百分比等三要素所組成。罹病成本可以分別計算罹病者與照顧者之損失，也就是將罹病成本劃分為核心成本與攸關成本。本研究的罹病成本包括：病患薪資損失、病患生產力損失、照顧者薪資損失、照顧者生產力損失以及旅行時間候診時間成本等五項。對於家庭主婦從事家務的價值，因無實際的工作所得，本研究以設算的市場價值(imputed market value)，來衡量其所喪失的生產力價格。其資料來源經由訪視取得，並參考該年度台灣地區薪資與生產力統計年報，及台灣地區就業與薪資統計提要等調查的平均工作所得。

死亡成本是指具有生產力的就業者或從事家務者，因早逝所導致生產

力損失的價值，其成本為工資、薪資、福利金及家事勞務的設算市場價值折現值，死亡成本的計算本研究採用人力資本法(human capital approach)，此方法視人力為資本，是生產要素之一，其工資代表勞動者的生產力，且工資等於邊際生產力。此方法是將受雇者視為不斷產出者，其生命價值，就是個人終身所得(lifetime earning)。因此，一個人如果沒有發生意外而早逝，則他將繼續從事生產許多年，而未來生產力損失價值的現值就是死亡成本。本研究以潛在工作年數損失(WYPLL)作為損失年<sup>(27)</sup>。此外，死亡成本現值的計算必需考慮：平均所得、勞動參與率、失業率、勞動生產力的增加率與採行的實值折現率(名目利率減通貨膨脹率)等資料加以調整，其估算方法詳如死亡成本現值之計算公式。

### 無形成本或移轉性支出

無形成本(intangible cost)或不可測量的成本(unmeasured cost)，係屬非經濟(non-economic)的損失，包括因疾病造成病人的痛苦、憂傷、日常活動的不便、生活品質的降低、以及因經濟上的依賴，所造成家庭經濟資源的耗竭，這方面的成本特別是指有關心理層面與社會層面的影響。此外，就業員工因疾病或傷害，導致公司生產力的減損(reduced productivity)或顧客滿意度(customer satisfaction)的降低，此種人力資源折耗的價值，所喪失的機會成本(lost opportunity cost)，雖然不會因員工生病或傷害而額外增加支出，(例如品質的降低，就難以衡量)，但對雇主而言，確是事實上的成本(real costs)。

移轉性支出(transfer payment)：係指因疾病所獲得的補助或給付，如工人的工作補償金、生病的現金給付、殘障給付、保險給付、以及法律和解補償金等。此種移轉性支出，為資源在不同個體間的流轉，例如員工因病或傷害所獲得補償金或現金給付，可能花費在治療疾病的各項相關費用上。因此，如計算移轉性支出，會重覆計算疾病的成本。但移轉性支出的金額，可作為衡量福利給付或個人負擔程度的參考。上述之無形成本或移轉性支出，在本研究中並未加以估算。

## 三、結果

符合本研究定義的頭部外傷病患，居住在高雄市年齡在 15 至 64 歲勞動力人口，因頭部外傷入住高雄醫學院附設醫院的個案數，計有 202 例，為本研究的基本訪視對象，其中存活者 176 例，完成訪視 133 例(76%)。訪視問卷 72% 由罹病者回答，28% 由照顧者回答，用以計算不同嚴重程度

的平均直接與罹病成本。另有 26 位病人經治療後死亡，則計算其治療期間的直接成本。本研究計蒐集有 159 例，作為分析經濟成本的樣本。

在人口學方面的描述性統計結果如下：男性 102 例(64.2%)、女性 57 例(35.8%)；年齡分布：15-19 歲有 22 例(13.8%)、20-29 歲有 41 例(25.8%)、30-39 歲有 31 例(19.5%)、40-49 歲有 31 例(19.5%)、50-59 歲有 23 例(14.5%)、60-64 歲有 11 例(6.9%)；就醫時 68.5%具有醫療保險，31.5%為自費病人；受傷前的工作狀況，74.4%為就業中、9%就學、8.3%從事家務、8.3%未就業；婚姻方面則有 59%為已婚、41%為未婚。就醫時的嚴重度按 Glasgow 昏迷度表分類，嚴重頭部外傷有 43 例(27%)，含 26 例治療後死亡，中等度頭部外傷有 30 例(19%)，而屬輕微頭部外傷有 86 例(54%)。

頭部外傷受訪存活者按嚴重度別，各項平均經濟成本如表 1 所示，輕微頭部外傷的損失為 167,690 元；中等度頭部外傷的損失為 430,745 元；嚴重頭部外傷則為 720,380 元。以存活者的經濟成本分布來看，以急性期醫療費用佔 57.9%為最高，其次為再住院醫療費用，再其次為購置補助器材衛材藥品中藥，門診及復健費用，修理或報廢車輛財產損失，各為 8.8%、6.7%、6.6%。罹病成本方面：病患薪資損失及生產力損失各為 49.4%、26.3%；照顧者薪資損失及生產力損失各為 11%、10.7%；而旅行及候診時間成本則為 2.6%。頭部外傷經治療後死亡的直接成本平均為 141,223 元。

為了估計高雄市頭部外傷的經濟成本，必須有該疾病的流行病學調查資料為依據，表 2 是 1991-1992 年高雄市頭部外傷 15-64 歲按性別年齡及嚴重度別的發生個案數，全部計有 3,117 例，其中存活者 2,827 例、死亡者 290 例。應用表 1 及表 2 兩項調查資料，據以估算不同嚴重度別的直接成本與罹病成本。死亡成本則先計算死亡者的潛在工作損失，採用 6%的折現率，依本研究方法所述公式，計算終身所得現值。表 3 是 1992 年高雄市頭部外傷推估的經濟成本，存活者(N=2,827)為 660,505,115 元，直接成本為 308,679,985 元(46.7%)、罹病成本則為 351,825,130 元(53.3%)。死亡者(N=290)其直接成本為 40,664,670 元、死亡成本計 3,207,691,609 元，潛在工作年數損失為 8,245 年。該年度高雄市因頭部外傷所引起的經濟成本損失為 3,908,861,394 元，包括直接成本 349,342,045 元(8.9%)、罹病成本 351,825,130 元(9.0%)、死亡成本 3,207,691,609 元(82.1%)。



## 四、討論

### (一) 研究方法

疾病的經濟成本可分為直接成本與間接成本兩種組合，取得每項發生費用最好的方式為直接由服務提供者獲得，再者由第三付費者，其次則經由訪視資料來估算其費用。本研究訪視個案的直接成本中，治療有關的費用，均直接取自就診醫院的電腦醫療費用明細檔案，並審閱病歷記錄；其他相關治療或照護花費，則經由訪視病人及其家屬取得，因此可衡量出不同嚴重度的平均損失程度。

社會的總財富包括人力資本與實質資本，兩者皆可用來生產貨物與勞務獲得經濟效益。罹病成本是由限制活動日數 (restricted-activity day)、工作喪失日數 (work-loss day)、以及臥病殘障日數 (bed-disability day) 所導致人力資本喪失的生產力，不只是罹病者本人的損失；照顧者 (caregiver) 所喪失的生產力，亦應合理的估算。同時對於家庭主婦從事家務並無工作所得，則採機會成本的觀念，以設算的市場價格 (imputed market value) 衡量其所喪失的生產力。罹病成本較不易衡量，且國內的研究尚少，但卻能反應出該疾病或事故對社會生產力損失的衝擊程度。

生命的經濟價值 (the economic of human life) 其衡量方法有人力資本法 (human capital approach) 與支付意願法 (willingness to pay approach) 或摩擦成本法 (friction cost method)<sup>(28)</sup> 等不同估算方式，本研究採用長久以來廣為用以推估生命價值的人力資本法，它提供一個較客觀的估計模式，以計算因早逝的生命損失年數，因為勞動力人口 (國內勞力指標為 15-64 歲) 為社會生產力的主流，其潛在工作年數損失，正可反應出社會實值生產力的損失。採用不同的折現率會影響死亡成本的大小，折現率越大，現值越小，反之亦然。本研究採用 6% 的折現率，因研究期間國內的平均名目利率約為 9-10%，平均通膨脹率 3-4%，所以實值利率約為 6% 左右，據以作為折現率之參考。

### (二) 性別

國內頭部外傷的流行病學研究，一致指出男性比女性有較高的發生率，1991 年 7 月至 1992 年 6 月高雄市頭部外傷男女發生率比例為 2.1 比 1。高雄市頭部外傷存活者的經濟損失，男性為女性的 2.5 倍 (直接成本與罹病成本各為 2.6 倍與 2.4 倍)。從本研究可知男性不僅有較高的頭部外傷

發生率且較嚴重，其經濟損失也因而加重。本研究頭部外傷個案致死率，男女性分別 10.5% 與 7.6%，男性高於女性，因此死亡者的經濟損失，男女性之經濟損失比為 3.23 倍，整體而言，男女損失比為 3.1 比 1。

### (三) 年齡

罹患頭部外傷絕大比例是屬年輕人，對經濟損失無疑最大。高雄市頭部外傷存活者的經濟損失以 15-24 歲年齡層為最多，計 2 億 1 仟萬，佔所有存活者經濟損失 6 億 6 仟萬的 32%，經濟成本亦與年輕人有較高的頭部外傷發生率相呼應，該年齡層個案數佔存活者 ( $n=2827$ ) 的 30%。

一般生命統計是以死亡率的高低，來決定死因的順位，但死亡率這一指標，卻無法直接反應出各項死因對生產力損失程度。死亡率的計算方式，只假定每個人的生命具有同樣重要，未能區分年輕人與老年人的死亡，對社會經濟所造成的影響。本研究以潛在工作損失計算死亡成本，年輕人因罹患頭部外傷早逝所放棄的終身所得，乃以 15-24 歲年齡層最多，再其次則為 25-34 歲年齡層的損失。

### (四) 直接成本、罹病成本與死亡成本

高雄市頭部外傷存活者的經濟成本為 660,505,115 元，其中 46.7% 為直接成本、罹病成本為 53.3%。存活者的罹病成本高於直接成本，這反應因頭部外傷導致全體社會生產力的減損程度，我們如以該年度工業與服務業的平均月報酬 29,739 元，估計罹病成本所喪失的生產力，則高達 11,830 人月的社會人力資源損失。罹病成本因為必須知道罹病者的住院日數，出院後在家療養日數，以及照顧者照護病患所花費的時間等項資料，目前國內較乏此方面的報告。本研究指出：罹患頭部外傷，不僅在治療上是國家醫療資源的一大損失，因頭部外傷而不能從事正常的經濟活動，對社會整體生產力而言，甚至高於直接的醫療相關支出。

死亡個案住院時，其平均醫療費用為存活者的兩倍，但每日的平均費用卻高達 5.6 倍，這反應出致死的頭部外傷病人，住院期日數，可能最短，但耗用最多的醫療資源。死亡者的直接成本較低，卻有不成比例的間接成本。本研究的死亡成本計 32 億元，佔總經濟成本 39 億的 82%。由此可知，因頭部外傷死亡的生產力損失，對社會經濟的影響衝擊很大。

依據台灣不同地區頭部外傷流行病學調查報告<sup>(29-37)</sup>顯示，頭部外傷最主要為機動車事故所引起，車禍所佔比率介於 66% 至 80% 之間；可見車禍引起的頭部外傷在台灣地區應屬全面性的問題；其中機動車事故中涉及機

車肇事比率在六成至八成之間，行人只佔二至三成，也就是說台灣地區有約一半左右的頭部外傷，是直接由機車事故所引起，台灣地區居民持有機車數與密度，為世界最高的國家之一。台灣地區車禍引起的頭部外傷，如此高的比率，為其他國家少見的現象。交通事故危險因子與人、車、環境等三方面，皆有不可分的關係，例如人之喝酒行為、安全帽(帶)的使用、身體功能狀態；車之車速、車況、大小以及環境之路況、速限、號誌等。高的機動車輛數量，相對有較高的風險；再加上人與社會行為因素(如飆車、喝酒)協同作用，導致台灣地區頭部外傷發生率一直居高不下。本研究以實際追蹤頭部外傷病人的經濟損失，再應用頭部外傷流行病學的調查資料，據以推估高雄市頭部外傷的經濟成本。因頭部外傷病人有七成是機動車輛所引起，本研究亦可作為交通事故所造成的社會損失之參考。

## 五、展望

本文之統計乃完成於 1993 年初，在健保實施前，如能獲得政府單位之支助，或者由健保單位之協助，可能可再比較，健保後，頭部外傷之有關經濟成本之資料。

死亡成本現值之計算公式

$$PV = \sum \frac{WYPLL_{iys} \times [Eys \times Lys \times (1 - Uys)] \times (1 + G)^{-i}}{(1 + R)^{-i}}$$

### 1. 潛在工作年數損失(Working Years of Potential Life Lost, WYPLL)

$$WYPLL = \sum_{i=0}^{w-1} di(N-W) + \sum_{i=w}^i di(N-i); \quad W=15, N=65$$

$i$  是死亡當時之年齡， $di$  是該年齡層死亡數

$W$  是最低工作年齡， $N$  是最高工作年齡

2.  $WYPLL_{iys}$ ：是性別為  $s$  且年齡為  $y$ ，第  $i$  年齡死亡之潛在工作年數損失

3.  $Eys$ ：是性別為  $s$  且年齡為  $y$  的人之每年平均所得

4.  $Lys$ ：是性別為  $s$  且年齡為  $y$  的人之勞動參與率

5.  $U_{ys}$ : 是性別為  $s$  且年齡為  $y$  的人之失業率

6.  $G$ : 是勞動生產力的增加率

7.  $R$ : 是實質折現率 (名目利率-通貨膨脹率)

8.  $t$ : 是勞動人口最高年齡

9.  $i$ : 是死亡時年齡

10.  $PV$ : 是死亡成本的現值

資料來源:

1. 經由訪視取得

2. 中華民國台灣地區就業與薪資統計提要

3. 中華民國台灣地區薪資與生產力統計年報

4. 台灣地區人力運用調查報告

5. 台灣地區職類別薪資調查報告

6. 台閩地區人口統計

7. 中華民國統計年鑑

8. 台灣地區婦女生活狀況調查報告

表 1 頭部外傷存活者按嚴重度別各細項成本平均損失一覽表

| 成本項目        | 輕微(GCS 13-15)  | 中度(GCS 9-12)   | 嚴重(GCS 3-8)    |
|-------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>直接成本</b> | <b>69,485</b>  | <b>238,575</b> | <b>394,949</b> |
| 急性期醫療費用     | 45,190         | 149,028        | 187,590        |
| 住院期看護費用     | 588            | 24,157         | 9,650          |
| 療養期居家照顧費用   | 1,058          | 1,285          | 32,712         |
| 門診及復健費用     | 6,089          | 16,879         | 19,047         |
| 再住院醫療費用     | 870            | 12,693         | 81,958         |
| 交通費用        | 1,180          | 4,313          | 5,835          |
| 輔助性器材等費用    | 6,746          | 6,187          | 52,550         |
| 修理車輛財產損失    | 6,634          | 24,030         | 5,605          |
| <b>罹病成本</b> | <b>98,205</b>  | <b>192,170</b> | <b>325,435</b> |
| 病患薪資損失      | 51,962         | 107,893        | 127,732        |
| 病患生產力損失     | 28,508         | 44,733         | 82,483         |
| 照顧者薪資損失     | 9,647          | 21,131         | 41,110         |
| 照顧者生產力損失    | 5,889          | 11,149         | 67,703         |
| 旅行時間成本      | 2,197          | 7,262          | 6,406          |
| <b>經濟成本</b> | <b>167,690</b> | <b>430,745</b> | <b>720,384</b> |

表 2 高雄市頭部外傷流行病學調查按性別、年齡別及嚴重度別發生個案數

|         | 輕微   |     | 中度  |    | 嚴重  |    | 死亡  |    | 全部   |     |
|---------|------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|------|-----|
|         | 男    | 女   | 男   | 女  | 男   | 女  | 男   | 女  | 男    | 女   |
| 15-24 歲 | 600  | 254 | 25  | 8  | 62  | 11 | 68  | 23 | 755  | 296 |
| 25-34 歲 | 485  | 187 | 42  | 19 | 48  | 6  | 46  | 9  | 621  | 221 |
| 35-44 歲 | 271  | 179 | 35  | 5  | 40  | 14 | 34  | 12 | 380  | 210 |
| 45-54 歲 | 133  | 106 | 25  | 2  | 26  | 17 | 38  | 13 | 222  | 138 |
| 55-64 歲 | 116  | 68  | 10  | 2  | 24  | 7  | 36  | 11 | 186  | 88  |
| 合計      | 1605 | 794 | 137 | 36 | 200 | 55 | 222 | 68 | 2164 | 953 |

表 3 高雄市頭部外傷按嚴重度別經濟成本

|      | 輕度<br>(n=2399) | 中度<br>(n=173) | 嚴重<br>(n=255) | 死亡<br>(n=290) | 全部<br>(n=3006) |
|------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| 直接成本 | 166,694,515    | 41,273,475    | 100,711,995   | 40,662,060    | 308,679,985    |
| 罹病成本 | 235,593,795    | 33,245,410    | 82,985,925    |               | 351,825,130    |
| 死亡成本 |                |               |               | 3,207,691,609 | 3,207,691,609  |
| 經濟成本 | 402,288,310    | 74,518,885    | 183,697,920   | 3,248,353,669 | 3,908,858,784  |

## 參考文獻

1. Meyer A : Death and disability from injury : A global challenge. J Trauma. 1998; 44: 1-12.
2. Murray C, Lopez A: Mortality by cause for eight region regions of the world: global burden of disease study. Lancet. 1997;349: 1269-1276.
3. Murray C, Lopez A: Regional patterns of disability - free life expectancy and disability - adjusted life expectancy: global burden of disease study. Lancet. 1997; 349:1347-1352.
4. Murray C, Lopez A: Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: global burden of disease study. Lancet. 1997;349:1436-1442.
5. Murray C, Lopez A: Alternative projections of mortality and disability by cause 1990-2020: global burden of disease study. Lancet. 1997;349:1498-1504.
6. Rockett IRH, Smith GS. Injury related to chronic disease: international review of
7. Health and Vital Statistic republic of China, Department of Health, the Executive Yuan, republic of China. 1998. (in Chinese)
8. Van Zomeren AH, Van Den Bury W: "Residual complaints of patients two years after severe head injury" J Neurol Neurosurg Psychiatry 48:21, 1985
9. Oddy M, Conghlan T, Tyerman A, et al: Social adjustment after closed head injury: a further follow-up seven years after injury. J Neurol Neurosurg Psychiatry 48:564, 1985
10. Dikmen S, McLean A, Temkin NR: Neuropsychological and psychosocial consequences of minor head injury. J Neural Neurosurg Psychiatry 49:1227, 1986
11. Rivara F, Grossman D, Cummings P: Injury prevention: first of two parts. N Engl J Med. 337:543-548. 1997
12. Rivara F, Grossman D, Cummings P: Injury prevention: second of two parts. N Engl J Med. 337:613-618. 1997
13. Chen CL, Howng SL: The incidence and mortality rates of head injuries in Kaohsiung City, Taiwan(1991-1992) The Kaohsiung Journal of Medical Sciences 11:537-545.1995 (in Chinese)
14. Teasdale G, Jennett B: Assessment of coma and impaired consciousness :a practical scale. Lancet 2:81, 1974



15. Rice DP, Hodgson TA, Kopstein AN: The economic costs of illness: A replication and update. *Health Care Financing Rev* 7:61, 1985
16. Landefeld ST, Seskin EP :The economic value of life: linking theory to practice. *Am J Public Health* 72:555, 1982
17. Rice DP, Mackenzie EJ, et al: Cost of Injury in the United States: A Report to Congress. San Francisco, Institute for Health and Aging, University of California and Injury Prevention Center, The Johns Hopkins University, 1989.
18. Rice DP, Kelman S, Miller LS: Estimates of Economic Costs of Alcohol and Drug Abuse and Mental Illness, 1985 and 1988. *Public Health Reports* 106:280, 1991
19. Hodgson TA, Meiners MR: Cost-of-Illness Methodology: A Guide to current practices and procedures. *Milbank Men Fund Quar* 60:429, 1982
20. Hartunian NS, Smart CN, Thompson MS: The incidence and economic costs of cancer, motor vehicle injuries, coronary heart disease, and stroke: a comparative analysis. *Am J Public Health* 70:1249, 1980
21. Scitovsky AA. Estimating the direct costs of illness. *Milbank Men Fund Quar* 60:462, 1982
22. Mackenzie EJ, Shapiro S, Siegel JH: The economic impact of traumatic injuries. *JAMA* 260:3290, 1988.
23. Harlan LC, Harlan WR, Parsons PE: The Economic Impact of Injuries: A Major Source of Medical Costs. *Am J Public Health* 80:453, 1990
24. Munoz E: Economic Costs of Trauma, United States, 1982. *J Trauma* 24:237, 1984
25. Grabow JD, Offord KP, Rieder ME: The Cost of Head Trauma in Olmsted County, Minnesota 1970-1974. *Am J Public Health* 74:710, 1984
26. Fischer RP, Flynn TC, Miller PW, et al: The economics of fatal injuries: Dollars and sense. *J Trauma* 25:746, 1985
27. Gardner JW, Sanborn JS: "Years of Potential Life Lost (YPLL)-What does it measure?" *Epidemiology* 1:322, 1990
28. Koopmanschap MA, Rutten FF, van Ineveld BM, van Roijen L. The friction cost method for measuring indirect costs of disease. *Journal of Health Economics*. 14:2, 171-89, 1995

29. Chiu WT, Dearwater SR, McCarty DJ, Songer TJ, LaPorte RE: Establishment of
30. accurate incidence rates for head and spinal cord injuries in developing and  
developed countries: A capture-recapture approach. *J Trauma* 1993; 35:206-211.
31. Lee ST, Louis TN, Chang CH, Lang D-J, Heimberger RF, Fai H-D. Features of  
head injury in a developing country--Taiwan (1977-1987). *J Trauma*  
1990;30:194-99.
32. Chiu WT. Epidemiology of head injury - a review of international study. *Bull T  
Med Coll* 1992, 21:1-16.
33. 李良雄、施養性、邱文達、林烈生等：台北市頭部外傷流行病學研究。中華  
醫誌，1992;50:219-25.
34. 洪慶章、邱文達、蔡瑞章、Laporte RE, 施純仁：花蓮地區頭部外傷之流行病  
學調查。台灣醫誌，1991;90:1227-33.
35. 邱文達、Laporte RE, 施純仁、洪慶章、林烈生、施養性：台北市 1983 年頭  
部外傷住院病患之調查報告。北醫學報，1992;21:17-23.
36. Chiu WT, Hung CC, Shih CJ. Epidemiology of head injury in rural Taiwan - a  
four year survery. *J Clin Neuroscience* 1995, 2(3):210-215.
37. Chiu WT, Hung CC, Le LS et al. Head injury in urban and rural population in a  
developing country. *J Clin Neuroscience* 1997, 4(4):469-472.
38. 洪純隆、陳建立：1981 及 1991 兩年高雄市區頭部外傷發生率原因及嚴重度  
之比較。中華衛誌，1996;15:134-144.

# 台北市汽車交通事故傷害住院醫療費用 分析與推估

陳振祥<sup>1</sup> 白璐<sup>2</sup>

## 摘要

本研究的目的，在藉由台北市汽車交通事故傷害，瞭解其所造成的住院醫療費用總額，及事故類型所造成的住院醫療費用比例狀況。研究對象以台北市政府交通警察大隊，民國八十四年七月一日至八十五年六月三十日肇事記錄電腦檔案為主，並以事故發生年月及受害人身分證號碼，與健保局台北分局住院醫療費用資料庫連結查詢，共得 2,810 人次 (2,612 人) 的相關資料進行分析，其連結率僅為 48.4%，結果如下：以台北市一年內因汽車交通事故所造成的住院總醫療費用，經推估後為 38,301 萬元；而超速失控及酒後駕駛失控行為所造成的住院醫療費用，在本研究樣本中的比率為 28.8% 及 19.8%，以此推估台北市一年內因超速失控及酒後駕駛失控行為的住院醫療費用，分別約為 11,031 萬元及 7,584 萬元。而無照駕駛所造成的住院醫療費用損失 (17.8%)，經推估亦有 6,807 萬元。

## 一、前言

台灣地區近幾十年來，由於工商業發達、經濟大幅成長，國民所得不斷提高，政府不斷投資改善交通建設，汽車市場亦隨蓬勃發展，截至民國八十六年十二月底，台灣地區汽機車車輛數已超過一千五百萬輛 (行政院交通部，民 87)，平均每一家戶即有 2.4 輛汽 (機) 車代步，不可否認對台灣的經濟繁榮扮演著重要的角色；相對地，在提供便利之外的負面效應，即是由於汽車的使用，往往會因駕駛人的疏忽或過失，造成自身或第三人生命及身體之傷害或毀損。在國內事故傷害所造成的死亡或殘障中，汽車交通事故是一大主因，

1 國防醫學院學指部，連絡人：陳振祥 (02) 23671047

2 國防醫學院公共衛生學系

尤其是頭部外傷及脊椎損傷，其傷害或殘廢所花費的醫療費用(林,民 83)，更是非常的龐大，造成社會的重大負擔。在美國等先進國家每年每百萬人口，約有 15-30 人發生外傷性脊髓損傷(The National committee for Injury Prevent and Control,1989)，在國內的研究估計每年每百萬人口台北市約有 10 人，花蓮地區更高達 62.3 人，其中因頭部或脊椎受傷住院的病人，50%以上的病例是汽車交通事故所造成(洪,民 80)。

而交通部定期對外公布之台灣地區交通事故發生概況統計表(行政院交通部,民88)中，其醫療費用項目是根據內政部警政署所提供，與醫療單位統計的結果，有相當的出入，在政策的訂定上難有確實的統計資料為依據。全民健康保險實施後，因係單一支付制度，應較能掌握詳細、正確的各類事故傷害所產生的醫療費用。

因此，本研究以台北市一年內汽車交通事故所造成的住院醫療費用，以得知汽車交通事故傷害與住院醫療費用的關係。以往因未有全民健康保險，無法正確得知住院醫療費用的金額多寡，但實施全民健康保險後，應可收集到較正確的醫療費用資料，以作為政府有效的施政作為。

## 二、材料與方法

### 2.1 資料來源

#### 2.1.1 汽車交通事故肇事記錄電腦檔案資料

為台北市政府交通警察大隊所登錄之肇事記錄電腦檔案，其內容包括事故發生的時間(年月日時分)、地點、案件類別(及死亡人數)、事故當事人類別、姓名、車種、身分證號碼、出生年月日、性別、受傷程度(死亡、輕、重傷及未受傷)、職業及主要肇因等資料。

#### 2.1.2 汽車交通事故傷害住院醫療費用申報記錄

再以事故年月及事故人員身分證號碼，與健保單位資料庫相連接，以獲得事故受害人的住院醫療費用及其相關的資料狀況。從交通大隊事故人員的發生日期及身分證號碼，可連接事故人員的住院醫療費用，以確定汽車交通事故所造成相關的醫療問題，內容項目有醫院代號、出生年月日、給付類別、是否為交通事故、就醫科別、入院日期、急(慢)性病房住院天數、病患來源、外圍分類、轉歸代碼(治癒出院、改門診治療或死亡等)、主(次)要診斷碼、主(次)要手術或處置、檢查費、放射線診療費、治療處

置費、手術費、特殊材料費、醫療費用總額及部分負擔等資料。

### 2.1.3 電話訪談資料

台北市政府交通警察大隊的肇事記錄，其受傷程度的判定分為四等級，其依據並非專業人員的標準，而是以交通警察單位內部自訂的判定標準，顯然與醫療單位不同，以事故受害人死亡為例，交通單位的肇事記錄在當場或 24 小時內死亡者，才登錄為死亡，但醫療單位的定義，則是當事故發生後住院，不管住院多久後死亡者，依然判定為汽車交通事故死亡，因此衛生與交通單位，每年公布的事故死亡人數都有很大的差距。而交通單位判定重傷者，其判定標準為：

(一) 刑法第 10 條所定的重傷者：

1. 毀敗一目或二目之視能。
2. 毀敗一耳或二耳之視能。
3. 毀敗語能、味能或視能。
4. 毀敗一肢以上之機能。
5. 毀敗生殖之機能。
6. 其他於身體或健康，有重大不治或難治之傷害。

(二) 受傷昏迷超過 24 小時以上者。

(三) 受傷住院超過 30 天以上者。

然事實上，此項認定標準仍有其困難之處，在肇事記錄上被判定為重傷者，仍並非完全需要住院，而輕傷記錄卻仍需要住院治療者的人數有多少仍是未知數。因此，本研究再以隨機抽樣電話訪問方式，依肇事登記輕傷、重傷及死亡的人數比例，排除已列出住院醫療費用者，詢問其是否有住院治療，以推估實際的住院人數比率。

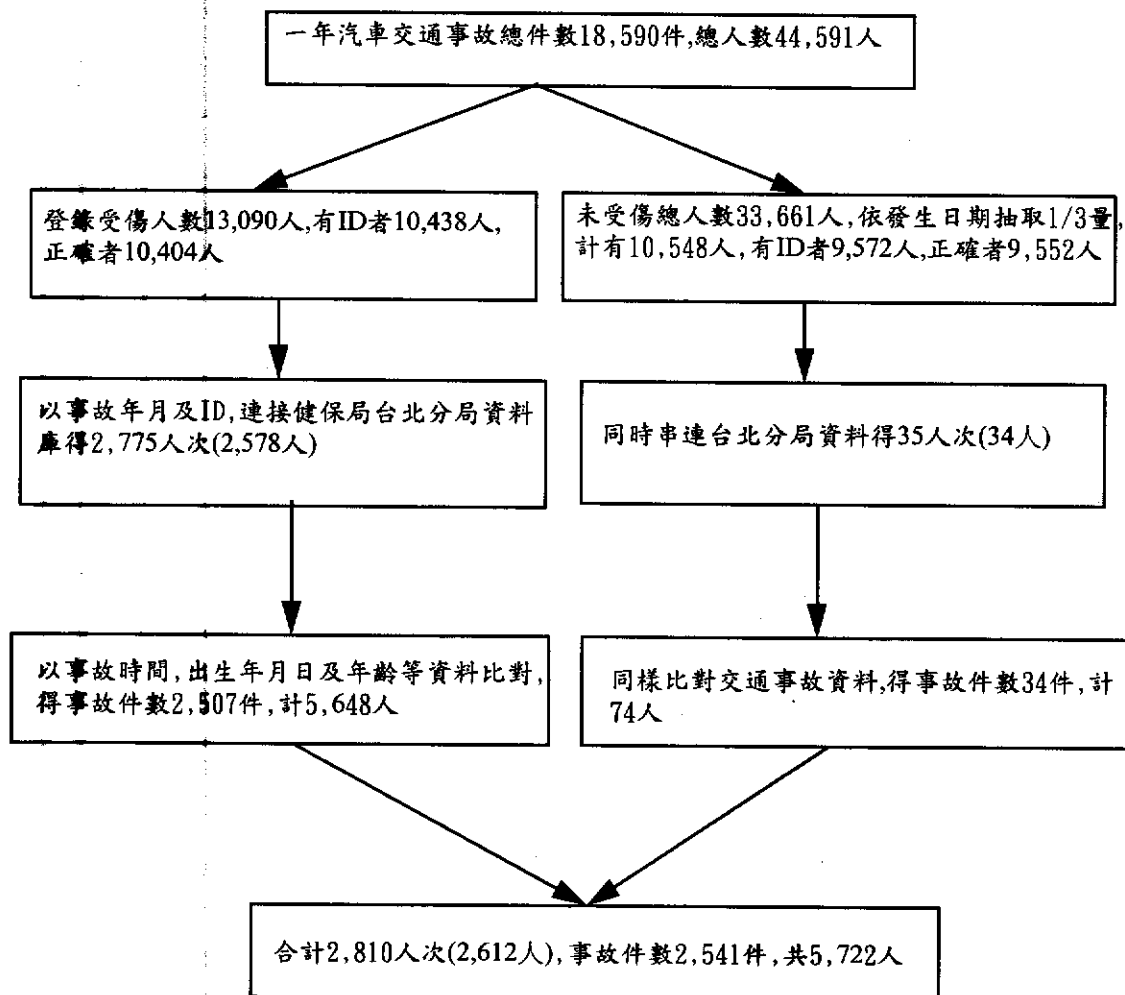
## 2.2 研究步驟

### 2.2.1 研究方式：

以台北市政府交通警察大隊，民國八十四年七月一日至八十五年六月三十日肇事記錄電腦檔案為主，分成受傷及未受傷部分，一年內曾因汽車交通事故受傷人員(包含輕、重傷及死亡人員)共有 13,090 人，但因有 2,686 位事故受害人身分證號碼未登錄或登錄錯誤，因此，身分證號碼正確且有受傷記錄者，有 10,404 位為研究對象；在未受傷者 33,661 人中，依日期按系統抽樣方法抽取每月前 10 天登錄未受傷人員，共計 10,548 人，有身分證號碼且

登錄完整者 9,572 人，扣除身分證號碼錯誤者 20 人，因此，身分證號碼正確且無受傷記錄者，有 9,552 人為研究參考對象。

#### 研究對象



以上列選取對象，所記錄的事故發生年月及身分證號碼，與健保局台北分局住院醫療費用電腦資料庫線上查詢，結果在肇事記錄有受傷人員中，得到 2,996 人次的住院醫療費用，但以臨床急診留觀的危險期：頭部外傷顱內慢性出血的觀察時間為 72 小時，判定與事故傷害所造成有直接關係為標準，住院日期與肇事日期相差三天以上，即不列入為本研究之對象，計有 221 人次，故實際得到事故住院醫療費用有 2,775 人次(2,578 人)。在肇事記錄未受傷人員部分，有 35 人次(34 人)的事故住院醫療費用，合計有 2,810 人

次(2,612 人)一併列入本研究之研究對象。而 2,810 人次，其住院日期在事故發生日期後，同一天有 2,054 人次(73.1%)、差一天 588 人次(20.9%)、差兩天 112 人次(4.0%)、差三天 56 人次(2.0%)。

### 2.2.2 資料查核及統計分析

本研究是以台北市政府交通警察大隊肇事受傷者身分證號碼及事故年月，連結健保局台北分局資料庫，以查詢其住院醫療費用，因此所查到受害人的住院醫療費用，是否都確定為汽車交通事故所造成，即有必要加以查證。本研究採用電話訪談方式，對所有不是以外科及骨科而住院者 122 人，實際訪談到 75 人(61.5%)，其他因搬遷或無電話號碼致無法查詢，但 75 人(100%)確實都是因汽車交通事故傷害而住院，或因有身體其他疾病等問題而轉至其他科治療，醫療院所即依中央健保局規定，以最後出院科別來申報費用；而記錄未受傷卻有住院醫療費用者 34 人，實際訪談 17 人(50%)，也確實都是因汽車交通事故所造成的傷害。而外科、骨科、神經外科及整形外科亦按住院人數比例分層隨機抽樣抽出 167 人作電話訪談，分別為 37、77、35 及 18 人，而實際訪視到 13(35.1%)、39(50.6%)、18(51.4%)及 9(50%)人，合計 79 人(47.3%)，確實都是在事故發生後住院接受治療。

而在交通大隊有登記受傷但未查到住院醫療費用者，亦分別依輕、重傷及死亡人數比例，以隨機抽樣方式選取 876 人，經以電話訪談到輕傷 402 人、重傷 36 人及死亡(由家人代答) 6 人，其中輕傷有 131 人(32.6%)、重傷 34 人(94.4%)及死亡 5 人(83.3%)，確實有到醫院接受住院治療且身分證號碼正確者，而將這 170 人的事故發生年月及身分證號碼，再經由健保局台北分局以同樣查詢方式，仍然未查到這些人之住院醫療費用等相關資料。

因住院醫療費用在性別、年齡及各項分類方式，均非常態分布，故統計分析是以無母數檢定方法，以瞭解住院醫療費用在各項分類間是否有差異存在；若分類只有兩個獨立樣本，則以曼-惠特尼 U 考驗(Mann-Whitney U test)方法，來檢定兩個樣本的差異，分類為 3 個獨立樣本以上，則採克-瓦二氏單因子等級變異數分析(Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks)(H 考驗)，以檢定住院醫療費用在各個不同分類上，是否有顯著差異存在。

### 三、結果與討論

#### 3.1 交通事故住院者基本資料分析及其醫療費用關係

##### 3.1.1 性別與住院醫療費用之關係

在台北市一年內汽車交通事故肇事記錄，有受傷登記且身分證號碼正確者，男性有 7,142 人 (68.6%)、女性 3,262 人 (31.4%)，男性與女性的比例為 2.19:1。

以身分證號碼及事故年月，與健保局電腦資料庫連線查詢，得 2,810 人次的住院醫療費用相關資料，其中男性有 1,807 人 (69.2%)、女性 805 人 (74.5%)，合計有 2,612 人，而男性與女性的比例為 2.24:1。由以上的資料均顯示：男性多於女性。在住院醫療費用方面，男性總住院醫療費用為 12,093 萬元 (74.1%)、女性為 4,214 萬元 (25.9%)，平均醫療費用亦是男性高於女性，分別為 6.69 萬元及 5.23 萬元，且以 U-test 考驗檢定結果轉換為  $Z = -4.35$ ，小於臨界值  $-1.96$ ,  $P < 0.05$ ，顯示住院醫療費用在不同的性別有顯著的差異存在，而女性住院醫療費用的中位數高於男性，但男性的平均住院醫療費用仍是高於女性。依保險理賠精算之投保費率 (行政院財政部, 民 85)，不管在那一年齡層男性的費率係數均高於女性，不只是男性之風險較高，其在傷害的理賠費用亦較女性高。且根據 Hendrie (1994) 在澳洲西部將年齡分為 15 歲以下、15-54 歲及 55 歲以上，所作的研究結果顯示：在前兩組分類中均為男性的平均費用高於女性，且有顯著的差異；但在 55 歲以上，則為女性的平均費用高於男性，並無顯著差異存在。而其原因是前兩組男性事故住院的發生率較高及受傷程度較嚴重，故其住院的平均費用較女性為高。而本研究並無受傷的嚴重度，只以主診斷碼仍難以確定其差異的原因。



表 1 84.7~85.6 一年內台北市交通事故中，有身分證號碼<sup>1</sup>之受傷人數、性別比例及其醫療費用狀況

| 性 別 | 交通事故登記<br>受傷人數(%) | 有健保住院<br>費用人數(%) <sup>2</sup> | 醫療費用<br>(萬元%) | 平均每人<br>費用(萬元) |
|-----|-------------------|-------------------------------|---------------|----------------|
| 男   | 7142(68.6)        | 1807(69.2)                    | 12,093(74.1)  | 6.69           |
| 女   | 3262(31.4)        | 805(30.8)                     | 4,214(25.9)   | 5.23           |
| 合 計 | 10404(100)        | 2612(100)                     | 16,307(100)   | 6.24           |

1.一年內台北市汽車交通事故肇事記錄登記受傷，但身分證號碼不正確或未登記者，有 2,652 人。

2.有住院費用人數為與健保局台北分局核對身分證號碼及事故年月所得結果。

3. $Z = -4.35$   $P = 0.000$ 。

### 3.1.2 年齡與住院醫療費用之關係

在事故住院者年齡分布及其醫療費用狀況方面(如表 2)，總住院醫療費用 16,307 萬元中，以 15-24 歲 4,609 萬元(28.3%)最多、25-34 歲 3,279 萬元(20.1%)次之，而 14 歲以下小孩 133 萬元(1.0%)為費用比率最少的年齡層；但每人平均住院醫療費用卻有相反趨勢，有隨著年齡的增加而增加的趨勢；除在 15-24 歲有超過兩個年齡層(25-34、35-44 歲)外，以 0-14 歲 2.95 萬元最低、65 歲以上的老人 8.31 萬元最高，且在 45 歲以上年齡組，其每人平均住院費用均較總平均費用 6.24 萬元為多，但在 45 歲以下之年齡組，卻都較總平均費用為低。因住院醫療費用在 7 個不同的年齡組，並非為常態分布，故以克-瓦氏單因子變異數分析方法檢定其差異，結果求得  $H_{.95(6)} = 57.55$ ，其值遠超過臨界值 12.59，顯示住院醫療費用在七個不同的年齡層有顯著的差異存在。依事故住院者年齡層區分，平均每人住院費用有隨著年齡層增加而遞增的趨勢，除在 15-24 歲仍有較 25-34 歲、35-44 歲高外，以 0-14 歲(2.95 萬元)最低、65 歲以上的老人(8.31 萬元)最高，顯示年齡亦是影響醫療費用的因素之一。在國內的分析報告(陳民 85)顯示：年齡與交通事故所引起的傷害程度有關，雖非為唯一要素，尚須考慮其受傷部位及嚴重度，而年齡在事故傷害上的醫療費用問題，確實有程度上的差異；財政部所公布的強制汽車保險費率(行政院財政部,民 85)，年齡亦是考量的重點。而本研究結果，65 歲以上的老人若再經交通事故的外力衝擊，自然可見其住院醫療費用會較高。而 14

歲以下小孩其平均住院醫療費用最低，由本研究事故肇事記錄得知，有些是在家人疏於注意，或玩耍時未注意車輛來往而遭受撞及，所幸大多為擦撞且並無小孩因而死亡，故其住院費用較低。

表 2 交通事故住院者年齡分佈及其醫療費用狀況

| 年齡    | 合計(%)        | 住院費用(萬元%)      | 每人平均費用(萬元) |
|-------|--------------|----------------|------------|
| 0-14  | 45 (1.70)    | 133 (1.00)     | 2.95       |
| 15-24 | 783 (29.90)  | 4,609 (28.30)  | 5.85       |
| 25-34 | 572 (21.90)  | 3,279 (20.10)  | 5.73       |
| 35-44 | 426 (16.30)  | 2,442 (15.00)  | 5.73       |
| 45-54 | 262 (10.10)  | 1,668 (10.20)  | 6.36       |
| 55-64 | 214 (8.20)   | 1,599 (9.80)   | 7.47       |
| 65 以上 | 310 (11.90)  | 2,577 (15.81)  | 8.31       |
|       | 2612(100.00) | 16,307(100.00) | 6.24       |

$H=57.55_{.95(6)}$   $P=.0000$

### 3.1.3 事故住院者所使用的交通工具與住院醫療費用的關係

在事故住院者所使用的交通工具來區分(如表 3)，在總住院醫療費用 16,307 萬元中，以騎乘機車事故住院者所花費的醫療費用 10,221 萬元(62.7%)最多，其次為行人 3,365 萬元(20.6%)，在平均每人住院醫療費用方面，以騎乘腳踏車或其他慢車事故住院者 8.70 萬元最高、行人 7.21 萬元次之，而機車乘客為 6.93 萬元，但騎乘機車卻反而較少為 5.85 萬元，且比每人總平均費用 6.24 萬元為低。因住院醫療費用在事故住院者所使用的交通工具，並非為常態分布，故以克-瓦氏單因子變異數分析(H 考驗)統計方法檢定其差異，結果求得  $H_{.95(4)}=12.03$ ，其值大於臨界值 9.488，顯示住院醫療費用在五個不同的交通工具使用者，有顯著的差異存在。依事故住院者所使用之交通工具區分，以騎乘腳踏車類事故住院者每人平均費用最高、行人次之；而在紐西蘭 Dunedin 區 (Langley et al.,1993)，對機動車事故傷害住院醫療費用的研究報告顯示：其中以行人的平均住院醫療費用最高，腳踏車次之，但行人與騎腳踏車兩類事故住院者，所花費的平均醫療費用遠較總平均費用為高。在澳洲西部所作的研究結果 (Hendrie et al.,1994)亦顯示平均住院費用以行人最高，騎腳踏車次之，而騎機車者僅次於前兩者。顯示騎乘腳踏車類及行人在交通

事故傷害中，均為較脆弱的一群，在無任何保護措施及受外力的撞擊下，會造成較嚴重的傷害，其平均住院費用即會較其他交通工具的住院者為高。

表 3 交通事故住院者所使用之交通工具及其醫療費用狀況

| 交通工具  | 受傷人數(%)      | 住院費用(萬元%)     | 每人平均費用   |
|-------|--------------|---------------|----------|
| 機車    | 1747 (66.9)  | 10,221 (62.7) | 5.85(萬元) |
| 機車乘客  | 110          | 761           | 6.93     |
| 自用車   | 282 (10.8)   | 1,884 (11.6)  | 6.68     |
| 自用車乘客 | 62           | 419           | 6.78     |
| 營業車   | 36 (1.4)     | 141 (0.9)     | 3.92     |
| 營業車乘客 | 12           | 29            | 2.47     |
| 腳踏車*  | 80 (3.1)     | 696 (4.2)     | 8.70     |
| 腳踏車乘客 | 1            | 1             | 1.13     |
| 行人    | 467 (17.9)   | 3,365 (20.6)  | 7.21     |
| 合計    | 2612 (100.0) | 16,307(100.0) | 6.24     |

\*此類工具包含其他慢車。H<sub>95(4)</sub>=12.03，P=0.017

### 3.2 事故類型與住院醫療費用的關係

#### 3.2.1 不同的事故類型所造成的住院醫療費用：

因事故類型的不同，所造成的住院醫療費用總損失為 16,307 萬元，其中以機車與自用車事故類型所造成的住院醫療費用 5,387 萬元(33.0%)最多，機車與營業車 2,163 萬元 (13.3%) 次之，機車與機車 1,743 萬元 (10.7%)，機車撞及行人、腳踏車及其他慢車 1,717 萬元 (10.5%)，與前者相差不多，而機車撞及障礙物亦有 955 萬元 (5.9%) 損失，因此與機車相關的事故住院醫療費用，高達 11,965 萬元 (73.4%)。而與自用車、營業車相關的住院醫療費用損失，分別為 8,907 萬元 (54.6%) 及 3,331 萬元 (20.4%)。在行人、腳踏車及其他慢車等，被機車、自用車或營業車撞及，所造成的住院醫療費用，為 1,867 萬元 (11.4%)。

而在平均每人住院醫療費用方面，以營業車撞及行人或腳踏車等類型 9.57 萬元最高，自用車撞及障礙物 8.92 萬元次之，機車撞及障礙物 7.23 萬元，均遠高於總平均 6.42 萬元；而機車與機車 5.99 萬元較總平均住院費用

為低，營業車與營業車相撞、營業車撞及障礙物等事故類型平均每人住院費用最低，分別為 2.33、2.20 萬元。若以各相關類型區分，則營業車事故 7.89 萬元最高、機車事故為 7.30 萬元次之，而行人、腳踏車或其他慢車被撞及事故 7.26 萬元，均高於每人總平均住院醫療費用，而自用車事故 5.86 萬元則較低。因住院醫療費用在不區分自用車或營業車等七個事故類型，並非為常態分布，故以克-瓦氏單因子變異數分析（H 考驗），結果求得  $H_{.95(6)}=32.25$ ，其值大於臨界值 12.59，顯示住院醫療費用在七個不同的事故類型，有顯著的差異存在。依事故類型區分而將自用車與營業車合併的情況下，分為七個類型，結果顯示以汽車(自用車或營業車)撞及障礙物，所造成的平均住院醫療費用最高，自用車或營業車撞及行人、腳踏車等次之，機車撞及障礙物再次之。各類型車在撞及橋墩、電線桿等障礙物，事故受害人所遭受的撞擊力必然很大，即使在自用車或營業車雖有車殼保護下，仍會造成嚴重傷害，自然其平均住院醫療費用即較高。而行人、腳踏車等事故受害人是屬於汽車交通事故較“脆弱”的一群，完全由肉體來承受其撞擊，因此無論是被機車、營業車或自用車撞及，其平均住院醫療費用亦較高。

若以使用性質區分，以營業車撞及行人的平均住院費用最高、自用車撞及障礙物次之，均較機車事故平均費用為高，因此在強制汽車保險費率上，除了依車型大小、使用性質及事故人數外，其住院平均費用亦以事故風險列為考量重點。

表 4 不同的事故類型，肇事次數、住院人數及其醫療費用狀況

| 事故類型                              | 肇事次數(%)     | 住院人數        | 金額(萬元)       | 平均每人<br>費用(萬元) |
|-----------------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------|
| 機車與汽車 <sup>1</sup>                | 1282 (50.4) | 1302 (49.9) | 7550 (46.3)  | 5.80           |
| 機車與自用車                            | 961 (37.8)  | 972 (37.2)  | 5387 (33.0)  | 5.54           |
| 機車與營業車                            | 321 (12.6)  | 330 (12.7)  | 2163 (13.3)  | 6.83           |
| 機車與機車                             | 282 (11.1)  | 291 (11.1)  | 1743 (10.7)  | 5.99           |
| 機車與行人 <sup>2</sup>                | 245 (9.6)   | 248 (9.5)   | 1717 (10.5)  | 6.92           |
| 機車與障礙物 <sup>3</sup>               | 129 (5.1)   | 132 (5.1)   | 955 (5.9)    | 7.23           |
| 汽車與汽車 <sup>1</sup>                | 178 (7.0)   | 185 (7.1)   | 822 (5.1)    | 4.44           |
| 營業車與營業車                           | 3 (0.1)     | 3 (0.1)     | 7 (0.1)      | 2.33           |
| 自用車與自用車                           | 100 (3.9)   | 104 (4.0)   | 469 (2.9)    | 4.51           |
| 自用車與營業車                           | 75 (3.0)    | 78 (3.0)    | 346 (2.1)    | 4.44           |
| 汽車 <sup>1</sup> 與行人 <sup>2</sup>  | 337 (13.2)  | 348 (13.3)  | 2608 (16.0)  | 7.49           |
| 自用車與行人 <sup>2</sup>               | 255 (10.0)  | 264 (10.1)  | 1804 (11.1)  | 6.83           |
| 營業車與行人 <sup>2</sup>               | 82 (3.2)    | 84 (3.2)    | 804 (4.9)    | 9.57           |
| 汽車 <sup>1</sup> 與障礙物 <sup>3</sup> | 88 (3.5)    | 106 (4.0)   | 912 (5.5)    | 8.60           |
| 自用車與障礙物                           | 84 (3.3)    | 101 (3.9)   | 901 (5.5)    | 8.92           |
| 營業車與障礙物                           | 4 (0.2)     | 5 (0.1)     | 11 (0.0)     | 2.20           |
| 總計                                | 2541(100.0) | 2612(100.0) | 16307(100.0) | 6.24           |

1.此類汽車為自用車與營業車。

2.此事故類型尚包括腳踏車及其他慢車等交通工具。

3.此事故類型尚包括機車自己摔倒者。

4.不區分自用車或營業車而分為七種類型：機車與機車、機車與汽車、汽車與汽車、機車撞及行人、汽車撞及行人、機車撞及障礙物、汽車撞及障礙物。

$H_{.95(6)}=32.25$   $P=0.000$ 。

### 3.2.2 肇事主因與住院醫療費用的關係

不同的肇事主因所造成的住院醫療總費用 16,307 萬元，其中以超速失控 4702 萬元 (28.8%) 最多，酒後駕駛失控 3,237 萬元 (19.8%) 次之，因疏忽未注意前方動態 1,973 萬元 (12.1%)，轉彎車未按規定 1,199 萬元 (7.4%)。

在平均每人住院醫療費用方面，以迴轉未依規定 7.73 萬元最高，違規超車行為 7.67 萬元次之，未保持兩車安全間隔距離 7.04 萬元次之，逆向行駛 6.92 萬元，而超速失控及酒後駕駛失控等主要肇因，其平均每人住院醫療費用均高於總平均住院醫療費用 6.24 萬元，分別為 6.65 及 6.49 萬元，在因轉彎車未按規定、違規停車等事故則低於總平均費用。而在十六類肇事主因中，因有些肇事主因住院人數較少，在性質歸類上不容易合併，故無法直接以檢定方法，得知住院醫療費用在這些肇事主因是否有差異存在；但因酒後駕駛失控、無照駕駛及部份超速失控在保險契約為除外不保項目，且住院醫療費用在這些肇事原因中並非為常態分布，以克-瓦氏單因子變異數分析（H 考驗），結果求得  $H_{.95(2)}=3.24$ ，其值小於臨界值 5.99，顯示住院醫療費用在這三個不同的肇事原因，並無顯著的差異存在。依肇事主因區分，其平均住院費用以迴轉未依規定最高、違規超車次之，但依交通單位肇事主因之分類項目多，有些項目其肇事次數較少，且在項目合併歸類較不易狀況下，以現今分類、肇事次數相差太大作檢定結果，必容易達到顯著意義。因此以強制汽車保險相對不保項目作比較，如酒後駕駛失控、無照駕駛及超速失控，經檢定結果並未達顯著意義。可能因國內在當時並未作酒精濃度測試，故在肇事主因判斷上較不一致。否則以國內並未對酒類實施管制及國人飲酒習慣，在台北市路況不良、人口密集的情況下，若是酒後駕車即很容易造成交通事故；且根據國內研究（朱，民 84）顯示：酒精對於事故受傷者有加成作用，酒後一旦發生汽車交通事故受創，受害人較容易造成嚴重傷害或導致死亡。而違規飆車或高速行使，若是被認定為故意行為則強制汽車保險即不予理賠；因此，除了較科學的方法，是由電子偵速照相器記錄車速外，可能仍需以傳統的事故煞車痕跡來判定其車速，再輔以事故現場的現況判斷，較不會有主觀上的認定。也因此在本研究中，住院醫療費用在酒後駕駛失控、無照駕駛及超速失控間，並無顯著的差異存在。

表 5 不同的肇事主因，肇事次數、住院人數及其醫療費用狀況

| 肇事主因                | 事故次數(%)     | 住院人數(%)     | 醫療費用 <sup>1</sup> | 平均每人<br>費用 <sup>2</sup> |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------|-------------------------|
| 超速失控                | 699 (27.5)  | 707 (27.0)  | 4702 (28.8)       | 6.65                    |
| 酒後駕駛失控              | 484 (19.0)  | 499 (19.2)  | 3237 (19.8)       | 6.49                    |
| 未注意前方動態             | 311 (12.2)  | 313 (12.1)  | 1973 (12.1)       | 6.30                    |
| 轉彎車未按規定             | 265 (10.4)  | 270 (10.4)  | 1199 (7.4)        | 4.44                    |
| 逆向行駛                | 150 (5.9)   | 156 (6.0)   | 1086 (6.7)        | 6.92                    |
| 未保持間隔距離             | 130 (5.1)   | 138 (5.3)   | 971 (5.9)         | 7.04                    |
| 違反號誌或指揮             | 108 (4.3)   | 112 (4.1)   | 692 (4.2)         | 6.18                    |
| 搶越行人穿越道             | 84 (3.3)    | 84 (3.2)    | 532 (3.3)         | 6.33                    |
| 不明(肇事逃逸)            | 71 (2.8)    | 72 (2.8)    | 443 (2.7)         | 6.15                    |
| 未依規定減速              | 51 (2.0)    | 55 (2.1)    | 285 (1.7)         | 5.18                    |
| 迴轉未依規定              | 45 (1.8)    | 51 (1.9)    | 394 (2.4)         | 7.73                    |
| 開車門不當肇事             | 43 (1.7)    | 43 (1.6)    | 154 (1.0)         | 4.74                    |
| 違規停車肇事              | 39 (1.5)    | 41 (1.6)    | 189 (1.2)         | 4.61                    |
| 倒車未依規定              | 27 (1.1)    | 30 (1.1)    | 176 (1.1)         | 5.87                    |
| 違規超車                | 17 (0.7)    | 21 (0.8)    | 161 (1.0)         | 7.67                    |
| 其他違規行為 <sup>3</sup> | 17 (0.7)    | 20 (0.8)    | 113 (0.7)         | 5.65                    |
| 合計                  | 2541(100.0) | 2612(100.0) | 163.07(100.0)     | 6.24                    |

1.2.醫療費用單位為萬元，無照駕駛者有 407 件，醫療費用支出 2,898 萬元。

3.其他違規行為包括未靠右行駛、起步未注意他車(人)安全等行為。

### 3.3 住院醫療費用總額推估

但若以肇事記錄有受傷登記但未查到住院醫療費用者，以輕、重傷及死亡依人數比率，隨機抽樣 876 人而電話訪視到 444 人，其結果：登記為輕傷者 402 人(確實有住院者 131 人 32.6%)，重傷者 36 人(有住院者 34 人 94.4%)，死亡者 6 人(有到醫院接受住院治療者 5 人 83.3%)，合計確實有住院者 170 人(但將此人數再由健保局的資料庫以同樣的方式查詢，其結果仍未有住院的醫療費用)。因此以此比率推算台北市汽車交通事故傷害，其應住院人數但未查到住院醫療費用人數狀況(如表 6)：

表 6 有肇事受傷記錄但並未查到住院醫療費用的人數狀況

| 登錄受傷程度 | 有受傷未查到住院費用人數 | 電話抽樣查詢確實住院比率(%) | 推估應住院但未查到住院費用人數 |
|--------|--------------|-----------------|-----------------|
| 輕傷     | 9867         | 32.6            | 3217            |
| 重傷     | 425          | 94.4            | 402             |
| 死亡     | 186          | 83.3            | 155             |
| 合計     | 10478        |                 | 3774            |

若以現已查到住院醫療費用，其受傷程度的平均費用為加權計算，據此推估台北市汽車交通事故的住院醫療費用。登記為輕傷者，其平均住院醫療費用為 5.35 萬元、重傷者平均住院醫療費用為 8.73 萬元、死亡者平均住院醫療費用為 5.32 萬元，則此部分推估的住院醫療費用為 21,524 萬元。而登錄未受傷但也有住院醫療費用者，以所查到 34 人的住院醫療費用為樣本比率，推估所有登錄未受傷，但其再接受住院醫療服務的費用總額有 553 萬元。因此台北市一年內，汽車交通事故所造成的住院醫療費用，即包含這三部分的總和，共約 38,301 萬元。其計算方式如下：

(一) 登記受傷且已查到住院醫療費用 2,578 人，總費用 16,209 萬元。

(二) 登記受傷但未查到住院醫療費用，且依受傷程度電話查證比例推估

輕傷..... 3,217 \* 53,488 元 = 17,207 萬元

重傷..... 402 \* 87,261 元 = 3,508 萬元

死亡..... 155 \* 53,179 元 = 824 萬元

(三) 登記未受傷，但 34/9,552 人查到住院醫療費用，合計費用 157 萬元。

登記未受傷，且未查到住院醫療費用，則依其比例推估總醫療費用為 553 萬元。

$$157 \text{ 萬元} * 33,661 / 9,552 = 553 \text{ 萬元}$$

台北市一年內汽車交通事故所造成的醫療費用約為 38,301 萬元，因本研究是以交通大隊肇事記錄電腦檔案資料，以確定是為交通事故，但若交通事故者未報案或自行和解，即會造成醫療費用低估問題；而以交通事故者之身分證號碼及事故發生年月，與中央健保局台北分局之住院醫療費用資料庫相連結，因門(急)診費用資料庫申報人次較多，且查詢數量太多、其考量人力設備而不予同意。而以隨機抽樣電話訪談未查到住院醫療費用部分，按肇事記錄登記為輕、重傷及死亡人數比例，得到各別應住院比例而未查到住院



費用人數約 3,774 人，再以本研究所得之各別平均住院費用加權推估，求得全部有登記受傷者的住院費用；而登記未受傷者則以查到之住院費用，按比例推估這部分的費用，因此三部分總計即推估出台北市一年內因交通事故所造成的住院費用。而未報案低估部分，可依不同的醫院等級各選取一家醫院，進行一年或半年的收案比對交通單位的肇事記錄，即可求出這部分費用。門(急)診費用部分，因有部分特約醫療院所將急診留觀費用，申報於住院費用，而大部分則申報於門診費用。但於留觀期間事故受害者即可作電腦斷層掃描，且有加成費用，因此在門診費用部分，並不一定比住院費用少；因此也可透過資料庫連結方式，但其查詢日期應縮小，且是否為交通事故所造成的傷害，即需作更進一步的確認；而根據 Langley(1993)在 1991 年於紐西蘭所作的分析指出：交通事故住院費用佔總費用 65%。換言之，門(急)診費用佔總費用的 35%；若以此比例推估台北市一年內，交通事故之門(急)診費用約為 2 億元。但因國內醫療情況不同，需要作更進一步的資料蒐集分析，才能較令人接受。至於可否推估全台灣地區交通事故醫療費用，理論上是可行，只要在推估的依據是合情合理；若以台北市一年內交通事故所造成的醫療費用，再根據各縣市車輛數及其肇事率，以外推方式可求得各縣市估計值，而高速公路則另外推估並考量其事故特性，如此應可求得台灣地區交通事故傷害醫療費用；但本研究因資料限制，所求得之台北市一年內交通事故住院醫療費用，是依據部分資料再推估所得，因此再據以推估台灣地區，所造成的誤差會更大。而各縣市及高速公路局之肇事記錄，與健保局各區分局資料庫連結方式，亦是查得事故醫療費用可行的方式。

## 四、結論與建議

### 4.1 結論

本研究是依據交通警察大隊的肇事記錄來核對其住院醫療費用，而肇事記錄是根據受害民眾報案，警方才有登記的記錄，如果民眾未報案處理，警方即不會有該次的事故記錄，因此本研究的研究對象會比實際的交通事故人數少。而兩單位資料庫是以身分證號碼作連結，若任一單位有身分證號碼錯誤或未登記，即會造成資料的漏失，相對影響每一事故的受傷住院人數，及一年內交通事故的件數及其完整性。因此，使用比例推估方法所得到的住院

醫療費用，會有低估的情形；若以台北市一年內因汽車交通事故所造成的住院總醫療費用，經推估後為 38,301 萬元；而超速失控及酒後駕駛失控行為所造成的住院醫療費用，在本研究樣本中的比率為 28.8% 及 19.8%，以此推估台北市一年內因超速失控及酒後駕駛失控行為的住院醫療費用，分別約為 11,031 萬元及 7,584 萬元。而無照駕駛所造成的住院醫療費用損失(17.8%)，經推估亦有 6,807 萬元。

## 4.2 建議

1. 目前全國已實施強制汽車責任保險，對事故傷害者有相當程度的保障；但對酒醉或超速駕駛之不良肇事者，也應負起相當責任。因此交通警察單位肇事記錄電腦檔案資料，應增加事故傷害者住院欄位，以利健保單位向強制保險公司求償事故傷害者醫療費用，而保險公司亦應向事故肇事者要求負起相關的責任。
2. 依各種不同的分類與住院醫療費用檢定的結果，事故住院者的性別、年齡、所使用的交通工具及事故類型，均有顯著的差異；因此強制汽車責任保險費率，除應考量被保險人之車型大小、被保險人之性別、年齡及肇事記錄外，亦應考量事故類型以計算其強制汽車保險費。

## 參考文獻

1. Elvik R.: The external costs of traffic injury: definition, estimation, and possibilities for internalization. *Accident Analysis and Prevention*. 26(5):719-31,1994.
2. Freeman M. et al.: Motor Insurance. The Education & Training Trust of the Chartered Insurance Institute. p1101-1123,1981。
3. Feldstein P.J. *Health Care Economics*,4th edition,p471-510,1993。
4. Guria J.C.: Length of hospitalization-An indicator of social costs of disabilities from traffic injuries. *Accident Analysis and Prevention* 21(2):379-89,1989.
5. Grossman D.C. et al.: The validity of police assessment of driver intoxication in motor vehicle crashes leading to hospitalization. *Accident Analysis and Prevention*. 28(4):435-42,1996.
6. Harlan L.C. et al.: The economic impact of injuries: A major source of medical

- costs. *America Journal of Public Health* 80(4):453-9,1990.
7. Hendrie D. et al.: Hospital inpatient costs resulting from road crashes in Western Australia. *Australian Journal of Public Health*. 18(4):380-8, 1994.
  8. Harris S.: The real number of road traffic accident casualties in the Netherlands: A year-long survey. *Accident Analysis and Prevention* 21(2):371-89,1989.
  9. Langley J. et al.: The severity of road traffic crashes resulting in hospitalization in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention* 26(4):549-54,1994.
  10. Langley JC.et al.: Inpatient costs of injury due to motor vehicle traffic crashes in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*. 25(5):585-91,1993.
  11. Miller T.R.: Costs and functional consequences of U.S. roadway crashes. *Accident Analysis and Prevention*. 25(5):593-607,1993a.
  12. Rosman D.L .and Knuiman M.W.:A comparison of hospital and police road injury data. *Accident Analysis and Prevention*. 26(2):215—22,1993.
  13. The National Committee for Injury Prevention and Control : Meeting the Challenge, *American Journal of Preventive Medicine*,p115—144,1989,5。
  14. 中央健保局編 全民健康保險醫療相關法規彙編,p1—52,台北,民84年3月。
  15. 台北市政府警察局「台北市警務統計年報」,24—5頁,民86年。
  16. 交通部「中華民國交通統計月報表」,80—1頁,民87年12月。
  17. 林淑梅、白璐 台北縣交通事故致殘之調查與直接花費之研究,中華民國第一屆運輸安全研討會,150—9頁,民83年11月。
  18. 洪慶章、邱文達等 花蓮地區頭部外傷之流行病學調查,台灣醫誌 90 : 1227—33,民80年。
  19. 洪慶章、邱文達等 交通意外傷害與頭部外傷,中華民國第三屆交通安全研討會25—30,民國85年10月。

## 高速公路交通事故設施損壞處理概述

連錫卿<sup>1</sup> 吳木富<sup>2</sup> 陳廷才<sup>3</sup> 楊淑娟<sup>4</sup>

### 摘要

有鑑於高速公路交通事故有不少比例除造成肇事當事者生命或財產的直接影響外，亦對公共設施造成損壞。國道高速公路局（以下簡稱本局）為高速公路管理機關，為確保國家權益，故須對肇事者進行索賠，本文將從法令依據、作業程序及修復成本等層面，對高速公路交通事故設施損壞處理做一概述，希望藉由本文為開端，吸引更多研究投入交通事故成本之研究，並喚起民眾對於該項成本之認知，促使小心行車，以提昇高速公路行車安全。

**關鍵詞：**設施損壞、賠償、索賠、修復成本

### 一、前言

交通事故除對該事故的當事者造成生命或財產的直接影響外，經過事故發生地點的其他車輛也因而發生如壅塞、停等、油耗及空氣污染等間接影響。此外，若撞損公共設施，亦將有公共設施損壞處理之問題產生。目前對於交通事故相關分析多著重於前面兩者，對於公共設施損壞處理部份極少著墨。

根據國道高速公路局（以下簡稱本局）統計（如表一），86 及 87 年高速公路發生交通事故案件分別為 10,385 件、12,762 件，而交通事故中造成設施損壞修復索賠案件分別有 604 件、572 件，故年設施損壞修復索賠案件佔全年交通事故件數分別約為 5.82%、4.48%。此外，以 86 年為例設施損壞修復索賠金額達 22,694,375 元、87 年達 16,087,777 元。由此可知，高速公路發生之交通事故中有不少比例對公共設施亦造成損毀，其每年修復金額更是高達千萬元，顯見該項事故成本不容忽視。

本局為高速公路管理機關，有必要維護國家權益，故須對肇事當事人索賠。因此，本文主要針對高速公路交通事故設施損壞處理進行概略探

1 國道高速公路局副總工程司

2 國道高速公路局交通管理組副組長

3 國道高速公路局交通管理組科長

4 國道高速公路局交通管理組工程員

討，其內容包括設施損壞賠償相關法令、現行索賠作業程序、設施損壞修復之成本分析等項目。

表一：86 及 87 年高速公路交通事故中發生設施損壞索賠統計表

| 項 目               | 86 年       | 87 年       |
|-------------------|------------|------------|
| 全 年 交 通 事 故 件 數   | 10,385 件   | 12,762 件   |
| 設 施 損 壞 索 賠 案 件 數 | 604 件      | 572 件      |
| 索 賠 比 例           | 5.82%      | 4.48%      |
| 索 賠 金 額           | 22,694,375 | 16,087,777 |

## 二、設施損壞賠償相關法令

本局為高速公路管理機關，如遇高速公路設施因交通事故損壞時，則需對肇事當事人尋求賠償，以確保國家權益。而設施損壞賠償需要有相關法令依據，才能依法要求肇事當事人予以賠償。本節將針對民法及行政命令中對於高速公路設施損壞賠償之相關依據及規定，予以敘明。

### 2.1 民法

民法主要係規範人民之權利、義務，而民法中與設施損壞賠償有關之條文，摘述如下：

#### 一、第一百八十四條：(一般侵權行為責任)

因故意或過失，不法侵害他人之權利者，負損害賠償責任。故意以背於善良風俗之方法，加損害於他人者亦同。違反保護他人之法律者，推定其有過失。

#### 二、第一百八十五條：(共同侵權行為責任)

數人共同不法侵害他人之權利者，連帶負損害賠償責任。不能知其中孰為加害人者，亦同。

造意人及幫助人，視為共同行為人。

#### 三、第一百八十八條：(僱用人之責任)

受僱人因執行職務，不法侵害他人之權利者，由僱用人與行為人連帶負損害賠償責任。但選任受僱人及監督其職務之執行已盡相當之注意或縱加以相當之注意而仍不免發生損害者，僱用人不負賠償責任。

如被害人依前項但書之規定，不能受損害賠償時，法院因其聲請，得斟酌僱用人與被害人之經濟狀況，令僱用人為全部或一部分之損害賠

償。

僱用人賠償損害時，對於為侵權行為之受僱人，有求償權。

#### 四、第一千一百五十三條：(債務之連帶責任)

繼承人對於被繼承人之債務，負連帶責任。

繼承人相互間對於被繼承人之債務，除另有約定外，按其應繼分比例負擔之。

#### 五、第一百九十七條：

因侵權行為所生之損害賠償請求，自請求人知有損害及賠償義務人時起，二年內不行使而消滅。

## 2.2 行政命令

為能執行設施損壞求償，確保國家權益，行政院主計處、交通部及本局訂定有相關規定，以使其有所依據及供遵循，茲摘述如下：

### 一、高速公路交通管制規則

「高速公路交通管制規則」係交通部於民國 63 年 4 月 10 日交參 (63) 字第 03137 號令訂定發布，其間歷經 9 次修訂，最新修訂時間為民國 87 年 10 月 26 日。

該規則第二十五條規定略以：在高速公路服務區、休息站或沿線路權範圍內，不得有損毀或搬移公路交通安全設施或通信設施及場站公共設備之行為。如有上述行為應責令回復原狀，修復或賠償，涉及刑責者，依法移送偵辦。

### 二、國營事業逾期欠款債權催收款及呆帳處理有關會計事務補充規定。

行政院主計處於民國 84 年 9 月 21 日頒佈「國營事業逾期欠款債權催收款及呆帳處理有關會計事務補充規定」，其係針對逾期欠款債權催收款及呆帳處理之會計作業程序作一明確規定。

### 三、國道高速公路交通設施損壞處理要點

「國道高速公路交通設施損壞處理要點」係由本局研擬並經交通部民國 68 年 1 月 2 日交路 (68) 字第 00818 號函核定備查，歷經 5 次修訂，最新修訂時間為民國 86 年 11 月，並經交通部民國 86 年 12 月 1 日交路 (86) 字第 86052697 號函備查。

該要點係依據「高速公路交通管制規則」第二十五條及「國營事業逾期欠款債權催收款及呆帳處理有關會計事務補充規定」訂定，其主要規範高速公路設施損壞，本局進行求償時之相關作業規定，其包括索賠各階段之工作項目、時程規定、文書文件等。

#### 四、高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業規定

「高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業暫行規定」亦由本局研擬並經交通部民國 73 年 2 月 14 日交路(73)字第 03423 號函核定，歷經一次修訂為民國 87 年 7 月 27 日交路(87)字第 034335 號函備查，並將名稱改為「高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業規定」。

主要規範高速公路設施遭受損壞，本局區工程處寄發償還修復費用通知書及償還修復費用催繳通知書後，於期限屆滿而仍不獲付款時，本局區工程處需依民事訴訟程序向債務人求償時之相關作業規定，其流程圖如圖一。

### 三、現行索賠作業程序

依據本局訂定之「國道高速公路交通設施損壞處理要點」及「高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業規定」，高速公路設施受損後至求償完成之索賠流程，可概分為三個階段：要求肇事當事人簽認償還修復費用承諾書、寄發償還修復費用通知書及催繳通知書、訴請法院請求償還。以下將針對各階段之程序、工作重點及項目予以說明，現行作業程序流程圖如圖二。

#### 3.1 償還修復費用承諾書

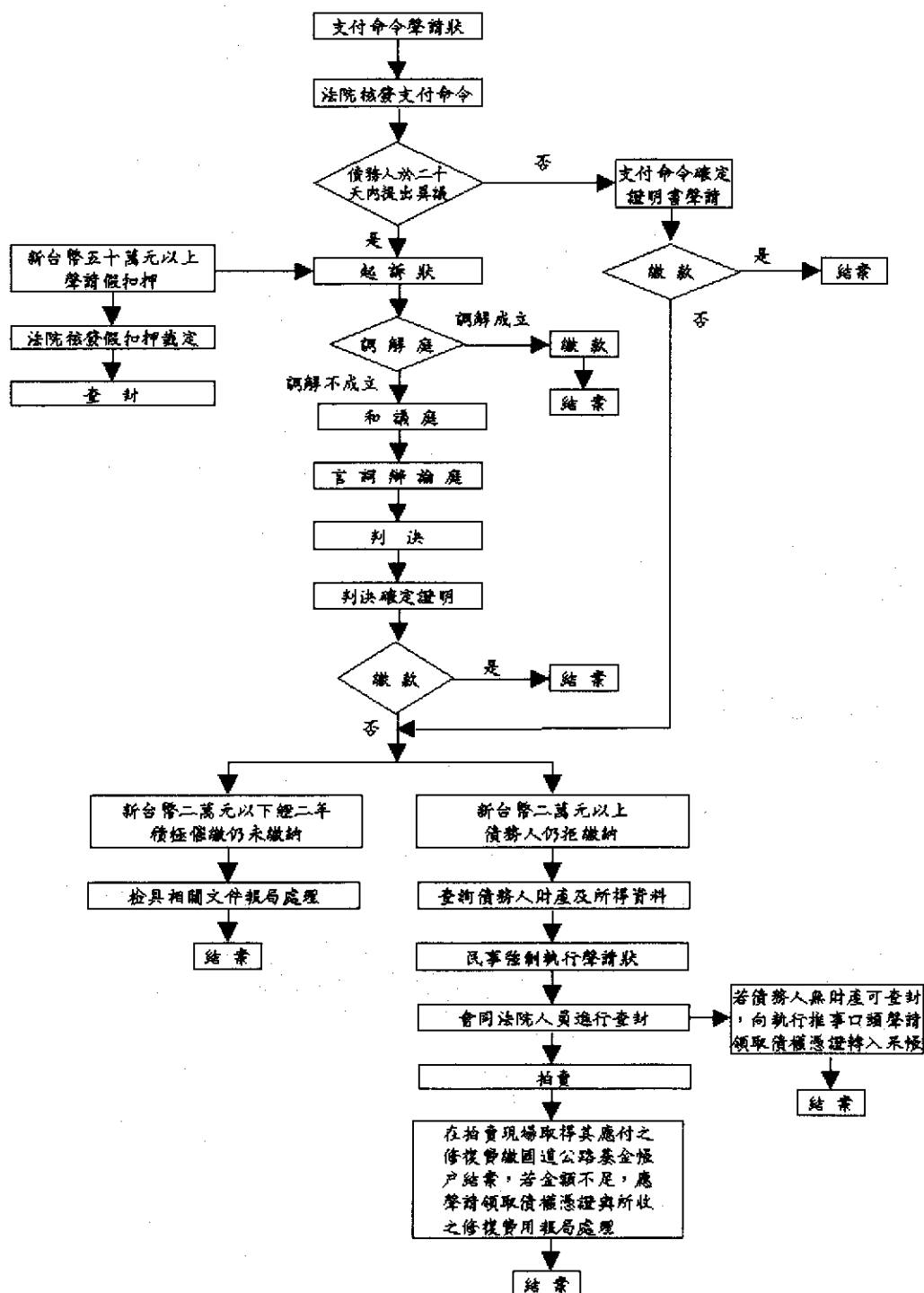
高速公路設施受損時，本局工務段人員應將設施損壞情形及初估賠償金額填寫於償還修復費用承諾書中，並請肇事當事人於承諾書上簽名，本局工務段及公安局人員亦於承諾書上簽名，並於肇事發生後七日內將償還修復費用承諾書送區工程處，以作為日後索賠之依據。

若損壞設施當事人因故未能簽具償還修復費用承諾書時，本局工務段人員則註明原因並將設施損壞事實拍照存證。且肇事責任未能釐清時，則要求相關當事人在償還修復費用承諾書簽名，並由本局工務段委託警察單位移送車輛行車事故鑑定委員會鑑定責任歸屬，以求償。另當事人死亡或嚴重受傷成殘、人力不可抗力因素、當事人家境清寒等則予以免賠償。

#### 3.2 償還修復費用通知書及催繳通知書

本局區工程處接獲工務段所送之償還修復費用承諾書後，則填具償還修復費用通知書連同承諾書以雙掛號寄肇事當事人、依法應負連帶賠償責任之車主或公司等單位。肇事當事人或依法應負連帶賠償責任之車主或公

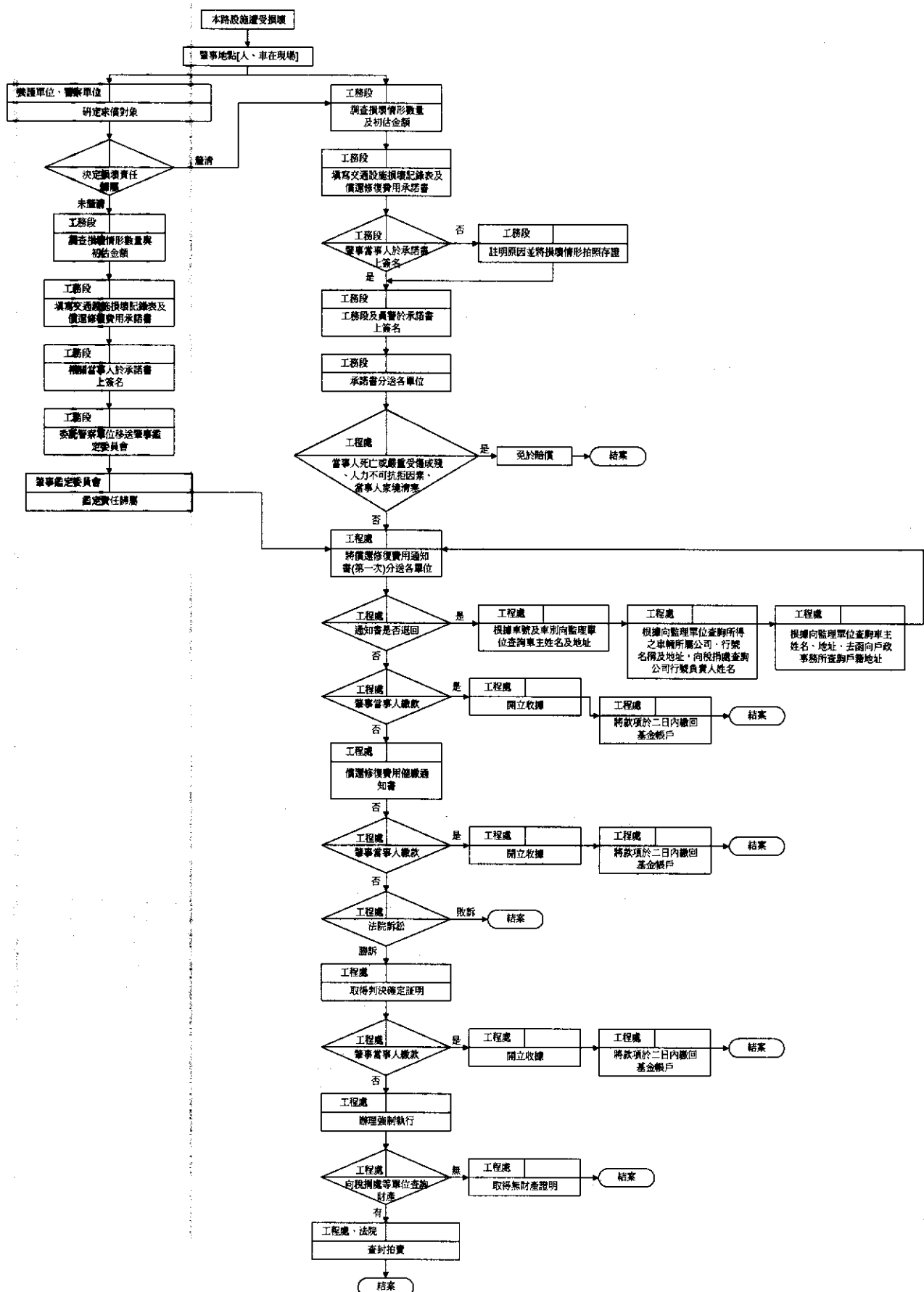
司應於接到通知書十日內向本局區工程處繳款。



圖一：交通設施損壞民事訴訟流程圖



交通事故與交通違規之  
社會成本推估研討會  
中華民國 89 年 1 月



圖二：交通設施損壞索賠作業流程圖

本局區工程處若發現承諾書之車主地址不詳、寄發之通知書遭退回時，則迅即向監理機關、稅捐處、縣市政府建設局、戶政事務所查詢肇事當事人或依法應負連帶賠償責任之車主或公司負責人之姓名及地址，再行寄發償還修復費用通知書及承諾書。

另如於期限（十日）內逾期未依承諾償還修復費用繳款者，本局區工程處則再行寄發償還修復費用催繳通知書，限期催款乙次。

### 3.3 訴請法院請求償還

經催繳當事人仍未繳款，本局區工程處則訴請管轄法院請求賠償，經向法院訴訟判決勝訴時，即可取得支付命令確定證明或判決確定證明書，而肇事當事人則應依據判決於限期內繳款。

若經判決確定勝訴，肇事當事人仍未繳款，則本局將向法院聲請強制執行，聲請強制執行前，本局工程處人員則至債務人營業所在地或住所查訪其正確地址及財產，如無法查詢則委託法院或國稅局提供債務人之財產及所得資料，以便會同法院人員一同前往查封、拍賣。

## 四、設施損壞修復之成本分析

上節已針對高速公路設施損壞修復索賠之作業程序予以詳細敘明，以下將進一步就設施損壞修復之成本項目作概略分析，之後則進行案例說明。

### 4.1 設施損壞修復之成本項目分析

本節將設施損壞修復依索賠過程區分為三類：第一類為未經法院訴訟程序即完成求償，第二類為需經法院訴訟程序但未經強制執行而完成求償，第三類為需經法院訴訟程序及強制執行而完成求償。而第二類亦包含經法院訴訟程序取得判決確定證明，但索賠金額為新台幣兩萬元以下依「高速公路交通設施損壞民事訴訟請求賠償作業規定」不需辦理強制執行而須積極催繳者。

由高速公路 86 及 87 年設施損壞索賠資料得知（如表二）：90%以上之設施損壞修復索賠案件未經法院訴訟程序，而由肇事者自動繳納賠款結案；另外約有 4~5%經法院訴訟取得判決確定證明後，肇事者即繳款結案；僅有極少比例須進行至強制執行階段進行求償。

表二：86 及 87 年設施損壞修復索賠各類別案件統計分析

| 分析項目                       |    | 86 年  | 87 年  |
|----------------------------|----|-------|-------|
| 第一類<br>(未經法院訴訟即完成求償)       | 件數 | 563   | 523   |
|                            | 比例 | 93.2% | 91.4% |
| 第二類<br>(經法院訴訟但未經強制執行而完成求償) | 件數 | 29    | 24    |
|                            | 比例 | 4.8%  | 4.2%  |
| 第三類<br>(經法院訴訟及強制執行而完成求償)   | 件數 | 0     | 2     |
|                            | 比例 | 0%    | 0.4%  |
| 尚在索賠中                      | 件數 | 12    | 23    |
|                            | 比例 | 2.0%  | 4.0%  |
| 合 計                        | 件數 | 604   | 572   |

交通事故致設施損壞而產生之設施損壞修復成本粗略可概分為行政費用、修復費用、設施損壞對他人之影響費用三項，各項成本分述如下：

- (一) 行政費用：人事費用(行政人員及律師)、事務費用(郵資、差旅費、文具)。
- (二) 修復費用：材料費、施工費、施工之交通維持費。
- (三) 設施損壞對他人之影響費用：設施故障或損壞無法提供服務，對他人之影響費用、設施修復時對他人之影響費用。

各類別因作業方式及時程不同而涵蓋成本項目亦不相同，愈後之類別涵蓋成本項目越多，各類別設施損壞修復案件之涵蓋成本詳如表三：因第二類及第三類須進行民事訴訟，故而較第一類行政費用中多出律師費及差旅費項目。此外，在行政費用與對他人造成影響費用兩項成本中，人事費用、事務費用、設施故障或損壞無法提供服務，對他人之影響費用等，均將依索賠時程長短不同而有不同成本，如第三類之行政人員費用必高於第二類，第二類高於第一類；第三類之設施故障或損壞無法提供服務，對他人之影響費用必高於第二類，第二類必高於第一類。

表三：設施損壞修復之成本項目

| 成 本 分 析                  | 第一類 | 第二類 | 第三類 |
|--------------------------|-----|-----|-----|
| 一、行政費用：                  |     |     |     |
| 1.人事費用：                  |     |     |     |
| 行政人員                     | ○   | ○   | ○   |
| 律師                       |     | ○   | ○   |
| 2.事務費用：                  |     |     |     |
| 郵資                       | ○   | ○   | ○   |
| 差旅費                      |     | ○   | ○   |
| 文具                       | ○   | ○   | ○   |
| 二、修復費用：                  |     |     |     |
| 1.材料費                    | ○   | ○   | ○   |
| 2.施工費                    | ○   | ○   | ○   |
| 3.施工之交通維持費               | ○   | ○   | ○   |
| 三、設施損壞對他人之影響費用：          |     |     |     |
| 1.設施故障或損壞無法提供服務，對他人之影響費用 | ○   | ○   | ○   |
| 2.設施修復時對他人之影響費用          | ○   | ○   | ○   |

註：有“○”記號者，則表示有該項之費用支出

### 4.3 案例說明

#### 一、案例一

發生時間：87 年 2 月 11 日上午 8 時 25 分

事故地點：國道一號南向 14K+500

事故概述：自小客車撞毀公共設施

設施損壞修復費用：

| 項目名稱 | 數 量 | 金 額     |
|------|-----|---------|
| 防眩板  | 1 組 | 1,000 元 |
| 合 計  |     | 1,000 元 |

設施損壞索賠費用：1,000 元

#### 二、案例二

發生時間：87 年 7 月 21 日下午 2 時 30 分

事故地點：國道一號南向 6K+700

事故概述：大營貨車撞毀公共設施

設施損壞修復費用：

| 項目名稱    | 數量   | 金額       |
|---------|------|----------|
| 金屬護欄    | 6 片  | 7,080 元  |
| 護欄枕木    | 6 塊  | 840 元    |
| 鋼筋混凝土欄柱 | 14 支 | 11,200 元 |
| 標誌牌     | 2 面  | 19,480 元 |
| 車輛偵測器   | 1 台  | 40,000 元 |
| 合 計     |      | 78,600 元 |

設施損壞索賠費用：78,600 元

### 三、案例三

發生時間：87 年 1 月 21 日中午 12 時

事故地點：國道一號北向 347K+480

事故概述：裝載苯乙烯之危險物品車輛爆炸

設施損壞修復費用：

| 項目名稱   | 數量                                   | 金額        |
|--------|--------------------------------------|-----------|
| 護欄板    | 3 片                                  | 3,540 元   |
| 鍊網     | 24 公尺                                | 20,400 元  |
| 鐵絲網水泥柱 | 6 支                                  | 4,500 元   |
| 黃心榕    | 14 株                                 | 7,000 元   |
| 限速標誌牌  | 2 支                                  | 17,868 元  |
| 道路路面   | 深度 6 公分：36 公尺平方<br>深度 1.5 公分：75 公尺平方 | 279,959 元 |
| 合 計    |                                      | 333,267 元 |

設施損壞索賠費用：333,267 元

由上述案例可知：目前索賠金額僅含設施損壞修復費用，而並未將辦理索賠之行政費用、設施損壞對他人之影響費用等納入索賠金額中。因此，目前設施損壞修復之行政費用由本局之人事及事務等費用支應，設施損壞對他人之影響費用則由本局、用路人及其他相關者共同承擔。

## 五、結論與建議

### 5.1 結論

- 一、高速公路年交通事故案件中牽涉公共設施損壞者約佔 4~5%，而賠償金額高達約 1 千~2 千萬元。
- 二、90%以上之設施損壞修復索賠案件未經法院訴訟程序，肇事者均自動繳款結案；約有 4~5%經法院訴訟取得判決確定證明後，肇事者即繳款結案；而僅有極少比例之案件須進行強制執行階段完成求償。
- 三、因行政費用及設施損壞對他人之影響費用難以估算，故目前索賠費用僅將修復費用列入求償。

### 5.2 建議

- 一、用路人對於交通事故將可能引發公共設施損壞索賠問題的概念普遍不足，大都為自身面臨時才知曉，故有必要加強民眾對於該項問題之認知，促使小心行車。
- 二、行政費用及設施損壞對他人之影響費用等成本之估算，目前尚無相關研究報告可供參考，故該項成本之應如何估算則有待進一步研討。
- 三、交通事故造成公共設施損壞之修復成本應包含行政費用、修復費用、設施損壞對他人之影響費用，目前僅將修復費用納入，至於行政費用及設施損壞他人之影響費用之社會成本是否應列入索賠且如何納入，則有待進一步研討。

## 參考文獻

1. 陳高村、曾招雄，「交通事故衍生成本之探討」，八十八年道路交通安全與執法研討會，pp.243~254，88 年 6 月 11 日。
2. 林大煜、王穆衡，「交通事故與社會成本之關聯性探討」，第七屆海峽兩岸都市交通學術研討會，pp342~351，88 年 8 月。

## 交通肇事逃逸案件之警察行政成本分析

曾平毅<sup>1</sup> 黃健星<sup>2</sup>

### 摘 要

交通肇事逃逸事件使得單純的交通事故演變成必須以刑事偵查方式的案件，增添了一般事故之社會成本以外的偵查人力、行政資源等社會成本損失，如無法順利偵破，易造成民眾的怨懟，嚴重影響政府形象。交通肇事逃逸案件所衍生之社會成本項目與一般交通事故大同小異，惟另須增加警察偵辦、處理之行政成本。本研究首先回顧並整理一般交通事故成本與其計算方式，而後以台中為對象，分析其民國 87 年之交通肇事逃逸案件特性，進而研提推估其所衍生之警察行政成本分析架構，並以民國 87 年台中市之資料，求得平均每件交通肇事逃逸案件之警察行政成本為 6,465 元，經估計民國 87 年偵破 540 件及未偵破 339 件肇事逃逸案件，共計約 864 萬元。

**關鍵詞：**肇事逃逸；社會成本；行政成本

### 一、前 言

交通事故的發生，輕者有時間、財物、精神的損失，重者則造成人員無法彌補的傷亡。依據「道路交通管理處罰條例」第六十二條第一項規定，汽車駕駛人駕駛汽車肇事致人受傷或死亡，應即採取救護或其他必要措施，並向警察機關報告，不得駛離。惟每當交通事故發生時，或因肇事者之內心恐懼不敢面對，或因狀況不易被人發現有利於逃逸，或因駕駛不曉得有事故發生等諸多情境，致使產生肇事者逃離現場，形成「肇事逃逸」案件[1,2]。依據內政部警政署統計資料顯示，台灣地區最近五年來之肇事逃逸案件數(如表 1)一直維持在 7.3%至 17.9%之間，平均值為 12.8%。交通肇事逃逸事件使得單純的交通事故演變成必須以刑事偵查方式的案件，增添了一般事故之社會成本以外的偵查人力、行政資源等社會成本損失，如無法順利偵破，易造成民眾的怨懟，嚴重影響政府形象。

1 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所副教授

2 中央警察大學交通管理研究所碩士班研究生

表 1 台灣地區近五年來肇事逃逸交通事故次數暨傷亡表

| 項目                      | 年期<br>數量 | 83年   | 84年   | 85年   | 86年  | 87年  | 合 計   |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 肇事逃逸交通事故                | 件數(件)    | 505   | 541   | 646   | 232  | 212  | 2136  |
|                         | 死亡(人)    | 399   | 445   | 414   | 194  | 196  | 1648  |
|                         | 受傷(人)    | 239   | 287   | 386   | 78   | 64   | 1054  |
| 總交通事故                   | 件數(件)    | 3603  | 3528  | 3619  | 3162 | 2720 | 16632 |
|                         | 死亡(人)    | 3094  | 3065  | 2990  | 2735 | 2507 | 14391 |
|                         | 受傷(人)    | 2937  | 2933  | 2939  | 2428 | 2007 | 13244 |
| 肇事逃逸所<br>佔 百 分 比<br>(%) | 件數       | 14.02 | 15.33 | 17.85 | 7.34 | 7.79 | 12.84 |
|                         | 死亡       | 12.90 | 14.52 | 13.85 | 7.09 | 7.82 | 11.45 |
|                         | 受傷       | 8.14  | 9.79  | 13.13 | 3.21 | 3.19 | 7.96  |

註：受傷係指重傷。

由於表 1 之資料僅限於重傷及死亡（即所謂 A1 類）情形，對於肇事逃逸問題的呈現仍有失偏頗，尚無法完全掌握肇事逃逸對交通安全的影響程度及無法正確反應衍生之社會成本。在學理上，何謂「肇事逃逸」係指汽機車駕駛人於交通事故發生後，對於被害人或受毀損之人車未採取救護或其他必措施，及未向警察機關報告，而逕自駕車逃離現場，企圖使交通事故所引起的行政、民事、刑事責任無從確定，以脫卸其肇事責任之謂也[3]。所以，本研究探討的肇事逃逸案件係指違反「道路交通管理處罰條例」第六十二條第一項規定且在警察機關登錄有案之事故紀錄，包括了人員傷亡、輕微受傷及僅財物損之案件。受限於資料之取得，本研究以台中市為研究對象，民國八十七年交通肇事逃逸案件 879 件，其中已偵破 540 件，近三年台中市之交通肇事逃逸案件資料如表 2 所示。



表 2 台中市近三年肇事逃逸事故次數暨傷亡表

| 項目           | 年期<br>數量 | 85年  | 86年   | 87年   |
|--------------|----------|------|-------|-------|
|              | 件數(件)    | 423  | 204   | 879   |
| 肇事逃逸事故       | 死亡(人)    | 6    | 10    | 11    |
|              | 受傷(人)    | 240  | 83    | 275   |
|              | 件數(件)    | 2879 | 7408  | 11713 |
| 總交通事故        | 死亡(人)    | 132  | 83    | 86    |
|              | 受傷(人)    | 1340 | 14090 | 5220  |
|              | 件數       | 15.0 | 3.0   | 8.0   |
| 肇事逃逸所佔百分比(%) | 死亡       | 4.5  | 12.0  | 12.8  |
|              | 受傷       | 17.9 | 0.6   | 5.3   |

資料來源：台中市警察局交通隊統計報表。

交通肇事逃逸案件所衍生之社會成本項目與一般交通事故大同小異，惟另須增加警察偵辦、處理之行政成本。由於以往的研究較少針對警察偵辦與處理交通肇事逃逸案件之行政成本進行推估，本研究之主要目的即在於進行「交通肇事逃逸案件之警察行政成本分析」。

本研究首先回顧與整理有關交通事故衍生之社會成本項目，並分析國內警察處理交通肇事案件之程序及所涉及成本項目，進而以台中市之資料，推估偵辦交通肇事逃逸案件之警察行政成本。

## 二、文獻回顧

### 2.1 交通事故成本項目

事故成本涵蓋的範圍，因研究方法的不同而有其不同之定義與範圍，但不外乎事故之直接成本與間接成本或有形成本與無形成本，國內外文獻皆有所探討。美國國家公路交通安全署(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)將事故的成本分為有形成本和無形成本，包括生產力損失、財物損失、醫療成本、復職成本、行旅延滯、訴訟成本、緊急事件服務成本、保險行政成本、喪葬成本等項[4]。

Rollins 與 Mefarland[5]將交通事故的成本分為三級：(1)A 級：財物損失。(2)B 級(直接成本)：財物損毀+醫療費用+法定費用+喪葬成本。(3)C 級(間接成本)：行政成本+因傷害或死亡損失之生產力成本+個別為降低死亡或傷害風險所願意付出之成本。Miller 等人[6]則將事故的貨幣成本分成五大類：(1)財物損失。(2)醫療損失。(3)家庭和工作生產損失。(4)警察、

消防和救護車的服務成本。(5)其他管理上和法定的活動。

Miller[7]進一步將交通事故受傷成本分為：(1)醫療和附屬的照顧(2)緊急救護(3)薪資和家庭生產力的損失(4)工作場所的中斷(5)保險行政(6)法律訴訟(7)生活品質的損失(8)財物的損失(9)行旅時間的延滯。我們稱這些成本為綜合成本(Comprehensive Cost)，如果刪除生活品質成本一項，其剩餘的成本稱為貨幣成本(Monetary Cost)。

Miller 等人[8]則將交通事故之社會成本區分為：(1)直接成本，指關於事故受傷和損毀的金錢支出，包括醫療成本、驗屍和埋葬成本、法律和保險成本、警察成本、救護車和直昇機成本、修理車輛和替代損壞車輛成本、損毀財物彌補成本、短期工作損失成本、雇主生產力的損失、行旅延滯。(2)生命和功能損失的年期(Years of Life and Functioning Lost)，簡稱生命年期(Years' Life)，係指對致命受傷者生命損失的年期數和對非致命受傷者功能容量損失的年期數之和。功能容量損失的年期的由來，係取自於 Miller 的研究報告，他把它們的損失定義在七個項目：可動性、認知性、感官性、自我照顧、化妝、痛苦、有能力從事家務、有能力從事薪資工作。一般我們在計算未來生命和功能損失的年期時，採用 2.5%的折扣率。

Elvik[9]認為交通事故的經濟價值(即成本)包括(1)損失產出值或損失生產能力值(2)直接成本(財產損失和行政成本)(3)生活品質損失(疼痛、悲傷、死亡的責難)。

國內邱俊沛[10]曾以 WAT 法分析因交通事故致死之人命價值，邱君對於人命價值評估項目分為三類：(1)壽命的損失加上直接財物損失：包括車禍現場善後成本、醫療成本、財產的損失、工作中斷的損失、保險賠償損失等等。(2)綜合性損失：包括事故發生之後所引發在受害人週遭一切所有的損失，如事故發生後收入的減少、受傷後所帶來精神上的痛苦(無形的成本)、緊急救護的成本、旅行時間的延誤成本、法律訴訟成本、工作處所的成本損失、行政費用等等。(3)人力資本損失：只估計其發生事故之後所喪失工作的機會成本，一般而言，在評估人命價值時，將人的生命週期分為三個階段，第一階段從 0~19 歲視為教養投資階段，第二階段從 20~64 歲視為生產階段，第三階段從 65 歲到終老一生為止。

Guria[11]曾以多重屬性效用指標或一些其他健康狀況價值為基礎，來計算品質調整生命年數(QALY)。QALY 是生活品質與剩餘生命長度之乘積。假設傷害引起之損害減少了生活品質  $x$ ，而人們在這種損害情況下生活了  $y$  年；另假設人們在沒有損害的情況下可生活  $z$  年。則 QALY 應該為

z 減去  $(1-x)$  的 y 年貼現值。因此，QALY 是結合了病狀與死亡率在一起的指標。

Al-Mashakbeh 等人[12]曾依死亡、受傷的嚴重程度和僅有財物損失情形(PDO)來分類交通事故，而且事故的統計資料應包括每一件傷亡等級的人數和每一不同嚴重程度涉案車輛車種的數量。該研究以社會經濟的透視法來估算交通事故成本，其架構如(1)式所示：

$$UC_i = R1_i * UD + R2 * UI_s + R3 * UI_m + R4_i * UI_{si} + R5 * UPI + UPO_i + R5 * U_{ai} \quad (1)$$

$UC_i$ ：第 i 級交通事故平均成本

$R1_i$  到  $R4_i$ ：每一件事務等級第 i 級嚴重度之每一件事務涉案人數

$R5$ ：每一件事務第 i 級嚴重度涉案車輛數

$UD$ ：一人死亡單位成本

$UI_s$ ：第 i 級嚴重度事故每人嚴重度受傷的單位成本

$UI_m$ ：第 i 級嚴重度事故每人中度受傷的單位成本

$UI_{si}$ ：第 i 級嚴重度事故每人輕微受傷的單位成本

$UPI$ ：第 i 級嚴重度事故財物損失單位成本

$UPO_i$ ：第 i 級嚴重度事故警察活動單位成本

$U_{ai}$ ：第 i 級嚴重度事故保險行政單位成本

Elvik[9]則認為交通事故的經濟價值包括損失產出值或損失生產能力值、直接成本(財產損失和行政成本)、生活品質損失(疼痛、悲傷、死亡的責難)。Elvik[9]進一步比較各國對每一件交通事故之官方經濟價值與其計算方法，請參見表 4。

表 4 一件交通事故的官方經濟價值

| 國家別 | 損失生產力    | 直接成本 | 損失生活品質 | 總成本   |
|-----|----------|------|--------|-------|
| 澳洲  | 2.79     | 0.05 | -      | 2.84  |
| 奧地利 | 4.84     | 0.03 | -      | 4.87  |
| 比利時 | 3.13     | 0.03 | 0.12   | 3.28  |
| 加拿大 | 無法區分此三項目 |      |        | 1.98  |
| 丹麥  | 1.68     | 0.04 | 3.4    | 5.16  |
| 芬蘭  | 4.51     | 0.01 | 7.11   | 11.63 |
| 法國  | 1.78     | 0.02 | 0.13   | 1.93  |
| 德國  | 5.50     | 0.01 | -      | 5.51  |
| 英國  | 0.55     | 0.01 | 7.28   | 7.84  |
| 義大利 | 無法區分此三項目 |      |        | 1.39  |
| 日本  | 3.97     | 0.27 | -      | 4.24  |
| 盧森堡 | 無法區分此三項目 |      |        | 2.83  |
| 荷蘭  | 0.87     | 0.00 | -      | 0.87  |
| 紐西蘭 | 0.00     | 0.05 | 6.28   | 6.33  |
| 挪威  | 2.68     | 0.07 | -      | 2.75  |
| 葡萄牙 | 1.85     | 0.00 | -      | 1.85  |
| 西班牙 | 0.93     | 0.00 | 0.48   | 1.41  |
| 瑞典  | 1.00     | 0.05 | 10.55  | 11.60 |
| 瑞士  | 6.71     | 0.04 | 11.05  | 17.80 |
| 美國  | 3.82     | 0.94 | 12.80  | 17.56 |
| 平均數 | 2.74     | 0.01 | 5.92   | 5.69  |
| 中位數 | 2.72     | 0.04 | 6.70   | 3.76  |

註：1. “-”表示該項不包括在國家成本計算。

2. 表中貨幣單位為 1991 年百萬挪威幣，其數值乘以 0.139 等於 1994 年美金幣值。

3. 各國計算方法：(1)產出淨損失法：荷蘭。(2)產出總損失法：澳洲、奧地利、加拿大、德國、日本、挪威、葡萄牙。(3)結合產出損失法和法院頒布法之方法：比利時、法國、義大利、盧森堡、西班牙。(4)結合產出損失法和損失生活品質價值(基於公共決策)：丹麥、芬蘭、瑞士。(5)結合產出損失法和損失生活品質價值(基於用路者願付法)：英國、紐西蘭、瑞典、美國。

## 2.2 事故之行政成本

交通事故所涉及之成本項目繁多且計算複雜，各國亦有不同之計算方式，特別區隔行政成本之資料則較為少見，Elvik[13] 曾推估 1991 年挪威每件交通傷害的各項成本(請參見表 5)，若依據傷害嚴重度來計算行政成本佔總成本之比率，死亡事故為 0.3%，非常嚴重受傷為 1.2%，嚴重受傷

為 1.8%，輕微受傷則為 9.8%。

表 5 1991 年挪威每件交通傷害的成本表

| 傷害嚴重度  | 成本型態   | 各類團體成本分布 |         |        |         | 總成本      |
|--------|--------|----------|---------|--------|---------|----------|
|        |        | 用路者      | 家庭成員    | 私人第三團體 | 公共部門    |          |
| 死亡     | 損失生活品質 | 8279000  | 1250000 |        |         | 9529000  |
|        | 行旅時間延滯 |          |         | 5000   |         | 50000    |
|        | 醫療成本   |          |         |        | 6000    | 6000     |
|        | 損失生產力  | 1651000  | 1656000 |        | 1275000 | 4582000  |
|        | 財物損毀   | 44000    | 6000    | 80000  |         | 58000    |
|        | 行政成本   | 26000    | 3000    | 3000   | 10000   | 42000    |
|        | 小計     | 10000000 | 2915000 | 16000  | 1291000 | 14222000 |
| 非常嚴重受傷 | 損失生活品質 | 2500000  | 312000  |        |         | 2812000  |
|        | 行旅時間延滯 |          |         | 4000   |         | 4000     |
|        | 醫療成本   | 40000    | 40000   |        | 108000  | 188000   |
|        | 損失生產力  | 336000   | 337000  | 144000 | 1357000 | 2174000  |
|        | 財物損毀   | 33000    | 4000    | 7000   |         | 44000    |
|        | 行政成本   | 20000    | 3000    | 3000   | 36000   | 62000    |
|        | 小計     | 2929000  | 696000  | 158000 | 1501000 | 5284000  |
| 嚴重受傷   | 損失生活品質 | 800000   | 100000  |        |         | 900000   |
|        | 行旅時間延滯 |          |         | 3000   |         | 3000     |
|        | 醫療成本   | 13000    | 12000   |        | 81000   | 106000   |
|        | 損失生產力  | 55000    | 55000   | 94000  | 455000  | 659000   |
|        | 財物損毀   | 23000    | 3000    | 4000   |         | 30000    |
|        | 行政成本   | 14000    | 2000    | 3000   | 13000   | 32000    |
|        | 小計     | 905000   | 172000  | 104000 | 549000  | 1730000  |
| 輕微受傷   | 損失生活品質 | 100000   | 12000   |        |         | 112000   |
|        | 行旅時間延滯 |          |         | 1000   |         | 1000     |
|        | 醫療成本   | 2000     | 2000    |        | 9000    | 13000    |
|        | 損失生產力  |          |         | 5000   | 5000    | 10000    |
|        | 財物損毀   | 16000    | 2000    | 3000   |         | 21000    |
|        | 行政成本   | 11000    | 1000    | 2000   | 3000    | 17000    |
|        | 小計     | 129000   | 17000   | 11000  | 17000   | 174000   |

註：表中數值為 1991 年挪威幣，乘以 0.135 等於 1993 年美元幣值。

有關警察行政成本之分析，較為少見。Al-Mashakbeh 與 Qudah[12]曾推估從事故發生時起到事故檔案歸檔止之所有警察處理成本，其中包括警察薪資、警車耗損成本、與事故有關之警察行政成本，有關警力與警車平

均消耗時間如表 6。

表 6 警力與警車平均時間消耗

| 事故嚴重度 | 每件事務時間消耗 |      | 每件事務平均成本(美元) |
|-------|----------|------|--------------|
|       | 人-小時     | 車-小時 |              |
| 死亡    | 35       | 16   | 105.1        |
| 受傷    | 12       | 9    | 48.3         |
| 財物    | 2        | 1    | 5.7          |

註：專業警察估計這方面成本在每一警力和警車成本大約為 9.5 和 21.3 美元，而每天的工作時數為八小時，內勤警力的成本為上述成本的 25%。

### 三、交通肇事逃逸案件之特性與衍生成本

#### 3.1 交通肇事逃逸案件之一般特性

##### (一)交通肇事逃逸案件之跡証特性

##### 1. 肇事跡証易遭破壞

肇事逃逸案件之現場，大多發生於人煙稀少之偏僻路段，或天候不良、視線不佳之夜間等特殊環境，因此遺留在現場之跡証，較不易蒐集且不完整，且因為該類案件發生後，被發現時間均比一般未肇事逃逸案來得晚，証據易遭過往車輛破壞，而頻添偵查之困難。

##### 2. 肇事跡証多為細微之物

肇事逃逸案件發生後，肇事人臨時起意要逃，在此驚慌的情境下，肇事車體損壞之碎片(如車前方向燈、車前大燈、車前保險桿或前擋風玻璃等)，通常被列為偵查重要証物，尤其對這些玻璃碎片之年代、廠牌、種類、編號等，與肇事偵查車輛有關，只要能先確定遺留在現場跡証之廠牌來源，即可順利找到肇事車輛，因此，肇事現場之任何細微跡証，在勘查時亦應加以重視〔1,2〕。

##### (二)肇事逃逸者之特質

肇事逃逸案件成立與否，最主要因素在於肇事者本身之當場一念之間，因此肇事逃逸者肇事後之心態及決定處理的意志，其肇事逃逸者之特性可分為三方面：

##### 1. 肇事逃逸者本身人格發展方面

人格發展背景人不良者在肇事後，其心中即想儘量逃避或推卸該肇事責任，因此即使現場有人車經或有人發覺，也會設法儘速逃離現場，並企圖煙滅所有証據，如迅速修復車體損壞部份及製造不在場証

明或謊報車輛失竊等，以推卸責任。

## 2. 肇事者對現場情境之認知方面

肇事者於肇事後，在剎那間肇事者經過初步了解現場情境，會判斷逃逸是否會成功而不被查獲，亦即逃逸對其是否有利或現場情境是否有利於其逃逸；另肇事者對情境之外在考量及外在環境對其控制(約束)之力量，例如刑責很重、不易逃逸成功、巡邏密度綿密，警方對肇事逃逸案件偵破率高等因素，均為影響逃逸行為之一股力量。因此，肇事者對現場情境的認知及研判，也是決定逃逸與否之重要依據[1,2,14]。

## 3. 肇事者逃逸行為之動機方面

肇事逃逸者其逃逸行為之動機可分為[14]：

- (1)恐懼型：係一種慌張型、較怕事的駕駛人，對其逃逸行為，無論是道德上或法律的約束，其都會有罪惡感存在，該類肇事者之特性為：酒醉之駕駛人、是無照駕駛者、駕駛的車輛無保險、車內另載有其他人、竊車者、車內載有贓物、從另一肇事現場逃逸者、由另一犯罪現場逃離者、預備要犯罪者。
- (2)計畫性：肇事者於案發後有下車協助處理，但事後又後悔，在判斷現場情境下，佯稱要將傷者送醫，於送醫途中，計畫將之棄置湮滅証據，推卸責任之行為。
- (3)行為鬼祟：這類動機者其肇事情況大都屬於較輕為，或僅有財務損毀之案件，例如撞及停於路邊車輛之車門或保險桿等部位者。

## 3.2 交通肇事逃逸案件之衍生成本

鑑於交通肇事逃逸行為係一般交通肇事故所衍生之行為，其所造成的事故成本與一般交通事故較大差異之處，在於交通肇事逃逸案件需要員警處理事故之外，另必須以刑事偵查方式辦案，追查肇事逃逸者，故增添了警察行政成本。本研究參考國內外相關文獻[4,14]，嘗試將交通肇事逃逸案件之衍生成本區分為有形成本與無形成本兩類(請參見表7)，說明如下：

### 1. 有形成本

主要包括直接成本與間接成本兩項。直接成本係指事故當事人之各項支出或損失，包含事故當事人因事故衍生之醫療成本、復職成本、財損成本、喪葬成本、家庭生產力降低成本、市場生產力損失成本等。間接成本則是指除事故當事人外，因處理該事故所衍生，如緊急事件服務成本、事故處理成本(警察行政成本)、保險行政成本、工

作場所成本、訴訟成本，及行旅延滯成本、事故延誤所引生之經濟損失及商譽信用損失等。其中行旅延滯及其衍生之經濟、商譽、信用損失等類，亦常被稱為社會成本。

## 2. 無形成本

事故之無形成本則包括事故發生後所引起之間接損失，如傷痛的代價、精神損失及生活品質降低損失等。

目前國內在直接成本的推估方面，有一些民事賠償的相關資料可供參考；有關係險行政、工作場所、法院訴訟等成本，目前已有強制汽車責任保險費率及相關公共稅費支應，亦有參考數值；至於事故所衍生經濟、商譽、信用損失等間接成本（社會成本），則因資料蒐集不易且較難量化，資料較為缺乏；有關交通事故所衍生之行旅延滯，則有許多交通學者投入研究；至於事故處理行政成本或交通肇事逃逸所增加之警察行政成本，則尚無相關的參考數值，此即為本研究之主要目的。

表 7 交通事故衍生成本項目一覽表

| 事故成本項目    |                   |       |            |           |         |        |        |        |      |           |           |      |         |      |
|-----------|-------------------|-------|------------|-----------|---------|--------|--------|--------|------|-----------|-----------|------|---------|------|
| 無形成本      | 有形成本              |       |            |           |         |        |        |        |      |           |           |      |         |      |
|           | 間接成本(社會成本)        |       |            |           |         |        |        | 直接成本   |      |           |           |      |         |      |
|           | 精神損失、生活品質降低等損失之成本 | 等     | 經濟、商譽、信用損失 | 行旅延滯及其衍生之 | 法院或訴訟成本 | 事故處理成本 | 工作場所成本 | 保險行政成本 | 財損成本 | 家庭生產力降低成本 | 市場生產力損失成本 | 醫療成本 | 突然之喪葬成本 | 復職成本 |
| 按傷亡種類來分：  |                   |       |            |           |         |        |        |        |      |           |           |      |         |      |
| 死亡相關成本→   | ■ ■ ■             | ■ ■ ■ |            |           | ■       | ■      | ■      | ■      | ■    | ■         | ■         | ■    | ■       | ■    |
| 受傷相關成本→   | ■ ■ ■             | ■ ■ ■ |            |           | ■       | ■      | ■      | ■      | ■    | ■         | ■         | ■    |         | ■    |
| 財損相關成本→   | ■ ■ ■             | ■ ■ ■ |            |           | ■       | ■      | ■      | ■      | ■    |           |           |      |         |      |
| 按對象來分：    |                   |       |            |           |         |        |        |        |      |           |           |      |         |      |
| 用路者相關成本→  | ■ ■ ■             | ■ ■ ■ |            |           |         |        |        |        |      | ■         | ■         | ■    | ■       | ■    |
| 行政單位相關成本→ |                   |       |            |           | ■       | ■      | ■      | ■      | ■    |           |           |      |         |      |



## 四、警察行政成本推估

### 4.1 交通肇事逃逸案件處理程序

一般而言，當事故發生時，警察（分）局勤務中心及交通隊交通服務中心均可以受理報案，並依需要派遣轄區派出所或交通隊之員警抵達現場，進行事故現場調查（如測量、繪圖、照相、筆錄等）及事故現場跡證調查，如為死亡事故或交通肇事逃逸案件，則必須通知分局刑事組，由業務人員進行各項刑事偵查，增加處理事故的人力與時間，造成額外的行政成本支出（參見圖 1）。此項額外增加的警察行政成本包括從事故發生時起到事故檔案歸檔止，所有警察處理成本，主要包括警察人力成本、警車耗損成本與有關之行政業務成本。

### 4.2 台中市交通肇事逃逸案件特性

本研究以民國 87 年台中市警察局處理交通肇事逃逸案為對象，資料來源為台中市警察局受理民眾之報案電話，以警察局勤務中心 110 作業為主，交通隊交通服務中心為輔，此資料已包含在台中發生且有報案之之所有交通肇事逃逸案件。

#### (一) 肇事逃逸案件之原因

本研究統計民國 87 年全年台中市共發生 879 件交通肇事逃逸事件，已偵破計 540 件，經進行逐案資料檢核，研究發現肇事人逃逸的原因有酒後駕車，或被害車主未在场（即停放路邊之車輛）是有違規習慣傾向者，或肇事後發現引起重大傷亡時，或由肇事人之恐慌驚嚇，或肇事人通緝在案者，或肇事車輛為贓車，或肇事人畏懼停車處理遭毆打，或疲勞駕駛，或其他包含是有違規習慣傾向者及肇事人對法規認識不夠等（如表 8），這幾類肇事人是最有肇事逃逸傾向者，其中以肇事者酒後（醉）駕車及被害人路邊停車且不在場二種情況逃逸情形最普遍。

表 8 民國 87 年台中市肇事逃逸發生原因表

| 發生原因   | 酒後(醉)駕車 | 路邊停車車主不在場 | 恐慌驚嚇 | 畏懼停車遭毆打 | 自認非其肇事 | 疲勞駕駛 | 無照駕駛 | 重大傷亡 | 通緝或贓車 | 其他   | 合計    |
|--------|---------|-----------|------|---------|--------|------|------|------|-------|------|-------|
| 件數     | 93      | 76        | 54   | 48      | 39     | 29   | 11   | 3    | 4     | 183  | 540   |
| 百分比(%) | 17.2    | 14.0      | 10.0 | 8.9     | 7.2    | 5.4  | 2.0  | 0.6  | 0.7   | 34.0 | 100.0 |

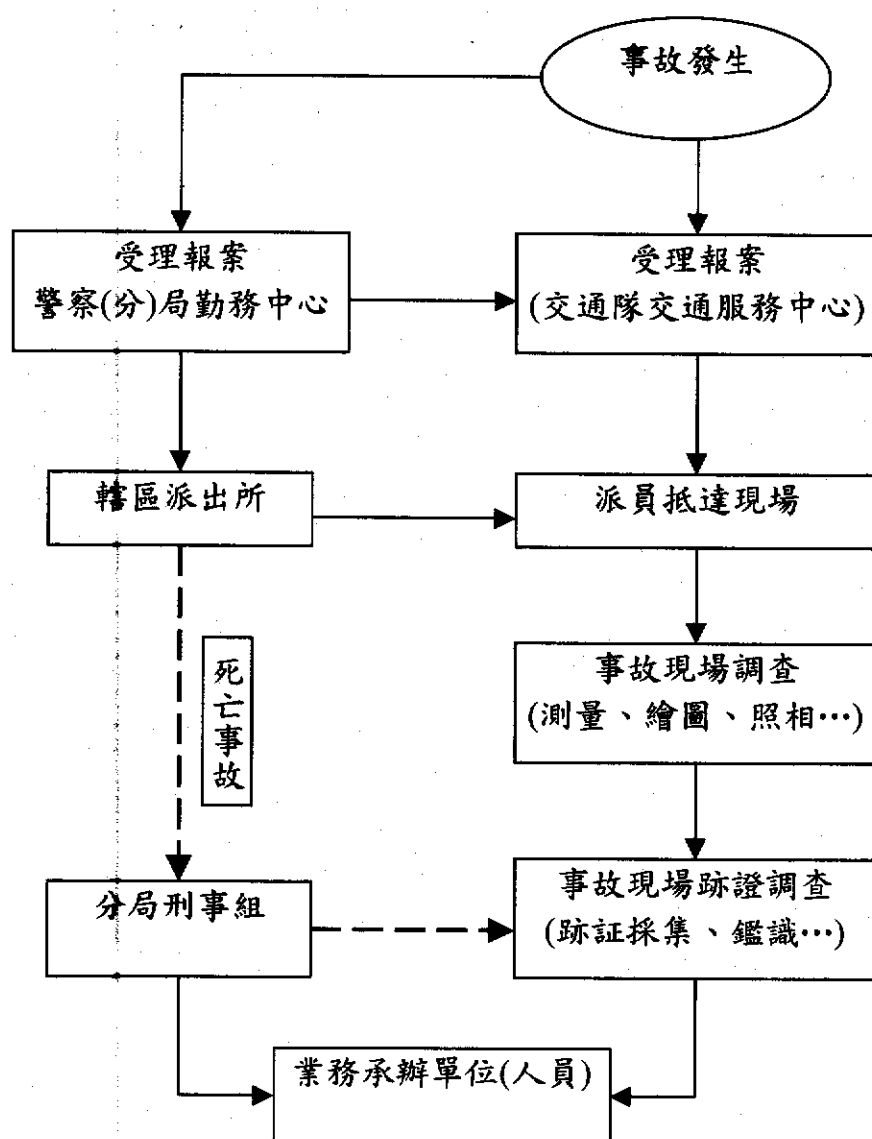


圖 1 交通肇事逃逸案受理報案處理流程圖

## (二)肇事逃逸案件之肇事人特性

依民國 87 年台中市已偵破交通肇事逃逸案件之肇事者基本特性資料，其年齡分佈如表 9，其中以 20 至 30 歲者 138 人最多，佔所統計人數 326 人數中 42%強，肇事者逃逸的情形並隨著年齡的增長而減少，年齡的增長人格愈趨成熟。

表 9 民國 87 年台中市肇事逃逸者年齡分佈表

| 年齡     | 19以下 | 20至30 | 31至40 | 41至50 | 51至60 | 61以上 | 合計     |
|--------|------|-------|-------|-------|-------|------|--------|
| 件數     | 13   | 138   | 95    | 64    | 11    | 5    | 326    |
| 百分比(%) | 3.99 | 42.33 | 29.14 | 19.63 | 3.37  | 1.53 | 100.00 |

## (三)肇事逃逸案件偵破時間

就處理交通肇事逃逸案件之時間而言，在案件發生與報案階段，從案件發生、報案、110 通報處理等時間，所佔時間甚短(約數分鐘即可完成)，且均為單人作業，其行政成本有限。在現場處理階段，員警被派遣至事故現場的時間一般要求在 20 分鐘之內，處理交通事故之時間與事故嚴重度有關，一般約 30 分鐘左右，且通常是交通隊一名員警和派出所一名員警共同處理，此兩項時間約在 1 個小時之內。當交通事故為肇事逃逸事件時，其後必須由刑事警察參與調查，至偵破時所需時間則較長(數以天計)，此為影響額外警察行政成本之主要項目。

為進一步瞭解台中市交通肇事逃逸案件偵辦至破案之時間，經統計台中市民國 87 年所有 540 件已偵破結案歸檔之交通肇事逃逸案件，整理如表 10 所示。該項資料係指案件從發生到結案所需日數，由表 10 之累積百分比關係得知，台中市所偵破的交通肇事案件有 79%在 6 天內偵破，85%在 7 天內偵破，89%在 8 天內偵破。就條件機率之觀念，如交通肇事逃逸案件會被偵破，當超過 7 天未偵破時，將會順利偵破之機率就快速地降低至 15%以內。

表 10 台中市民國 87 年交通肇事逃逸案結案天數統計表

| 結案天數(天)  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11以上 | 合計  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 案件數(件)   | 71   | 124  | 100  | 54   | 42   | 36   | 27   | 21   | 14   | 3    | 48   | 540 |
| 百分比(%)   | 13.1 | 23.0 | 18.5 | 10.0 | 7.7  | 6.7  | 5.0  | 3.9  | 2.6  | 0.6  | 8.9  | 100 |
| 累積百分比(%) | 13.1 | 36.1 | 54.6 | 64.6 | 72.3 | 79.0 | 85.0 | 88.9 | 91.5 | 92.1 | 100  | —   |

本研究依據表 10 之資料，嘗試計算台中市民國 87 年交通肇事逃逸案件之結案天數平均值為 4.26 天。

#### 4.3 警察行政成本分析

交通肇事逃逸案件之警察行政成本至少警察薪資、車輛支出及業務費用等項。其中警察薪資係指因交通肇事案件而必須新增工時之代價，車輛支出與業務費用係指因偵辦交通肇事案件而必須額外支出之車輛費用與行政上支出之紙張、文具費用。由於業務費用之支出較少，且多可以包含在一般的警察行政費用，本研究暫時予以忽略不計。又由於車輛使用成本與員警工作成本一般呈現固定之比例，故而本研究將先推估交通肇事案件所增加之警察人力成本，進而推估其所運用之警車使用成本，再進行警察行政成本之估計。

為便利於資料取得與分析，本研究以台中市警察局交通隊第二分隊全體成員之時薪表（如表 11）為警力時薪分析基礎。其中第二交通分隊中成員最大時薪為 241 元，最小時薪為 162 元，全體成員之平均時薪為 189.1 元。另經針對台中市警察局業務承辦人及交通隊各分隊承辦人之工作經驗，一般情況每位處理警員平均每天花費在同一件案件（交通肇事逃逸案件）平均時間約四小時（平均每件 2 人處理），其工作包含現場處理、後續偵查工作、陳核移送等時間。故而，平均每件交通肇事逃逸案之警察處理成本(C)如式(2)所示。

$$C = 8 \times \mu \times h \quad (2)$$

(元/件)    (人小時/天.件)    (偵破平均天數)    (元/人小時)

經本研究計算表 11 獲得警力之平均時薪 (h) 為 189.1 元/小時，考量由表 9 計算所得之 4.26 天，以式(2)計算得到平均偵破每件交通肇事逃逸案件之警察人力成本為 6,445 元/件。

由於警車使用成本與員警工作成本一般呈現固定之比例，經本研究調查台中市警察局交通隊第二分隊在民國 88 年 7 月之人事經費共計支出 2,418,300 元，每輛警車保養（每月約 3,583 元）與使用成本（每月油耗約 3,886 元）計平均每月 7,472 元，與每月警察人事經費支出相比較，約佔 0.31%。

經前述之分析，本研究推估其平均偵破每件交通肇事逃逸案之警察行政成本為  $6,445(1+0.31\%)=6,465$  元/件。以台中市民國 87 年所發生之 879

件交通肇事逃逸案中，偵破 540 件估共計 3,491,100 元。其餘的 339 件未能偵破結案(極有可能無法結案)，如平均每件以投入 10 天警力來估算(超過 10 天能偵破之機會低於 7.9%)，其所額外支出之警察行政成本約  $8 \times 10 \times 189.1 \times (1 + 0.31\%) \times 339 = 5,144,290$  元。兩者合計為 8,635,390 元。

## 五、結 語

1. 本研究將國內交通肇事逃逸案件成本分為有形成本與無形成本兩項：
  - (1) 有形成本。計包括直接成本與間接成本兩類。直接成本主要包括：事故當事人因事故衍生之醫療成本、復職成本、財損成本、喪葬成本、家庭生產力降低成本、市場生產力損失成本等；間接成本主要包括除事故當事人外因處理該事故所衍生，如緊急事件服務成本、事故處理成本(警察行政成本)、保險行政成本、工作場所成本、訴訟成本，及行旅延滯成本、事故延誤所引生之經濟損失及商譽信用損失。
  - (2) 無形成本。指事故之無形成本則包括事故發生後所引起之間接損失，如：傷痛的代價、精神損失及生活品質降低損失等。
2. 經本研究分析台中市民國 87 年所有 540 件已偵破結案歸檔之交通肇事逃逸案件，統計案件從發生到結案所需日數得知，台中市所偵破的交通肇事案件有 79% 在 6 天內偵破，85% 在 7 天內偵破，89% 在 8 天內偵破。就條件機率之觀念，如交通肇事逃逸案件會被偵破，當超過 7 天未偵破時，將會順利偵破之機率就快速地降低至 15% 以內。
3. 本研究求得平均每件交通肇事逃逸案之處理成本為 6,445 元。台中市所發生 879 件交通肇事逃逸案中，偵破 540 件估計需花費 3,830,300 元，另 339 件未能偵破結案部分，以平均每件投入 10 天警力計算，計需 5,144,290 元。兩者合計為 8,635,390 元。
4. 交通肇事逃逸案件所涉及之相關法律關係(如行政、刑事、民事等)相關複雜，如涉及人員傷亡，更是難為一般民眾接受。當然，其所涉及之衍生社會問題與社會成本也很複雜，本研究基於交通肇事逃逸案件與一般交通事故最差異點在於「警察行政成本」之假設，嘗試分析其所額外增加之警察行政成本項目與其數值，如能有較詳細之基礎資料，希望後續研究能再作較深入之探討。
5. 由於交通事故所衍生之問題與成本十分複雜，先進國家均投入相當多的人力與資源進行研究，這也顯示他們對人民財產與生命之尊重與關心。這些是值得我們學習的方向。

表 11 台中市警察局交通隊第二分隊全體成員之時薪表

| 成員代號 | 年功俸 | 本俸    | 主管加給 | 警勤加給  | 時薪  |
|------|-----|-------|------|-------|-----|
| 分隊長  | 450 | 33250 | 3850 | 20820 | 241 |
| 小隊長1 | 450 | 33250 | 3410 | 18195 | 229 |
| 小隊長2 | 450 | 33250 | 3410 | 18195 | 229 |
| 隊員1  | 390 | 30515 |      | 20820 | 214 |
| 隊員2  | 310 | 26870 |      | 18195 | 188 |
| 隊員3  | 245 | 23220 |      | 18195 | 173 |
| 隊員4  | 245 | 23220 |      | 18195 | 173 |
| 隊員5  | 330 | 27780 |      | 18195 | 192 |
| 隊員6  | 290 | 25955 |      | 18195 | 184 |
| 隊員7  | 410 | 31430 |      | 20820 | 218 |
| 隊員8  | 370 | 29605 |      | 18195 | 199 |
| 隊員9  | 310 | 26870 |      | 18195 | 188 |
| 隊員10 | 370 | 29605 |      | 18195 | 199 |
| 隊員11 | 330 | 27780 |      | 18195 | 192 |
| 隊員12 | 245 | 23220 |      | 18195 | 173 |
| 隊員13 | 310 | 26870 |      | 18195 | 188 |
| 隊員14 | 290 | 25955 |      | 18195 | 184 |
| 隊員15 | 275 | 25045 |      | 18195 | 180 |
| 隊員16 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員17 | 210 | 21090 |      | 17735 | 162 |
| 隊員18 | 350 | 28680 |      | 20820 | 206 |
| 隊員19 | 370 | 29605 |      | 18195 | 199 |
| 隊員20 | 290 | 25955 |      | 18195 | 184 |
| 隊員21 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員22 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員23 | 410 | 31430 |      | 18195 | 207 |
| 隊員24 | 290 | 25955 |      | 18195 | 184 |
| 隊員25 | 290 | 25955 |      | 20820 | 195 |
| 隊員26 | 350 | 28690 |      | 20820 | 206 |
| 隊員27 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員28 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員29 | 350 | 28690 |      | 18195 | 195 |
| 隊員30 | 220 | 21700 |      | 18195 | 166 |
| 隊員31 | 430 | 32340 |      | 20820 | 222 |
| 隊員32 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |
| 隊員33 | 260 | 24130 |      | 17735 | 174 |
| 隊員34 | 310 | 26870 |      | 20820 | 199 |
| 隊員35 | 275 | 25045 |      | 18195 | 180 |
| 隊員36 | 330 | 27780 |      | 18195 | 192 |
| 隊員37 | 275 | 25045 |      | 20820 | 191 |
| 隊員38 | 220 | 21700 |      | 18195 | 166 |
| 隊員39 | 260 | 24130 |      | 18195 | 176 |
| 隊員40 | 230 | 22310 |      | 18195 | 169 |

資料來源：台中市警察局。

## 參考文獻

1. 詹丙源，「從交通肇事逃逸案件談現階段防制策略」，八十四年度道路交通安全與執法研討會論文集，中央警官學校，民國 84 年 4 月。
2. 蔡中志，交通肇事逃逸防制策略之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，中央警官學校交通學系，民國 84 年 10 月。
3. 蘇志強，交通事故偵查理論與實務，一成印刷公司，民國 86 年 10 月。
4. Blicoe, L. J., "The Economic Cost of Motor Vehicle Crashes", Plans and Policy NHTSA Technical Report, 1994。
5. Rollins, J. B. and Mefarland, W. F., "Cost of Motor Vehicle Accident and Injuries", *Transportation Research Record* 1068。
6. Miller, T. R., Luchter, S. and Brinkman, C. P., "Crash Costs and Safety Investment", *Accident Analysis And Prevention*, Vol. 21., No. 4, P303-315, 1989.
7. Miller, T. R., "Cost and Function Consequence of U.S. Roadway Crash", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 25., No 5, P.593-607, 1993.
8. Miller, T. R. et al., "United States Passenger-Vehicle Crashes by Crash Geometry: Direct Cost and Other Losses", *Accident Analysis And Prevention*, Vol. 23, P.343-352, 1997.
9. Elvik, R., "An Analysis of Official Economic Valuations of Traffic Accident Fatalities in 20 Motorized Countries", *Accident Analysis And Prevention*, Vol. 27, No.2, P.237-247, 1995.
10. 邱沛俊，「以 WTA 法分析因交通事故致死之人命價值」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 86 年 6 月。
11. Guria, J. C., "Expected Loss of Life Quality from Traffic Injuries Requiring Hospitalization", *Accident Analysis And Prevention*, Vol.25, No.6, P.765-772, 1993.
12. Al-Mashakbeh, H. R. and Qudah, A. M., "Economic Costs of Traffic Accident in Jordan", *Accident Analysis And Prevention*, Vol. 31, P347-357, 1999.
13. Elvik, R., "The External Cost of Traffic Injury: Definition, Estimation, and Possibilities for Internalization", *Accident Analysis And Prevention*, Vol. 26, No. 6, P719-732, 1994.

14. 陳高村、曾招雄，「交通事故衍生成本之探討」，八十八年度道路交通安全與執法研討會論文集，中央警察大學，民國 88 年 6 月。



## 主題四

違規  
教育  
法規



## 違規停車裁罰標準之研究

曾平毅<sup>1</sup> 溫杰炤<sup>2</sup>

### 摘要

交通違規之裁罰標準應考量違規行為對交通之影響程度及所衍生之社會成本，但現行的處罰規定與裁罰方式未對不同違規情節給予適當之裁處。本研究主要探討各種違規停車行為對交通妨害程度及衍生之社會成本，據以擬訂公平合理之違規停車裁罰標準。藉由對違規停車行為對交通影響程度及所衍生之社會成本觀念之探討，可提供政府相關單位於未來修法時，依各類型違規停車行為情節輕重程度訂定不同罰則之參考，並作為警察機關取締違規停車行為重點執法之依據。本研究首先檢討現行違規停車之處罰規定，其次探討違規停車所衍生之社會成本與影響項目，並分析違規停車行為之類型，據以研擬不同違規停車行為之裁罰標準。

**關鍵詞：**裁罰標準；評估準則；社會成本

### 一、前言

交通違規之處罰應考量違規行為對道路交通妨害程度及社會成本損失[1,2]。但現行的處罰規定未對不同違規情節給予適當之裁罰。由司法院大法官會議釋字第四二三號解釋法理與精神知，目前依「道路交通管理處罰條例」（以下簡稱處罰條例）第九十二條之規定，授權由交通部會同內政部訂定「違反道路管理事件統一裁罰標準及處理細則」（以下簡稱裁罰細則），有關交通違規行為之處罰僅以當事人接到違規舉發通知書後之『到案時間及到案與否』，為設定裁決罰鍰數額下限之唯一準據，而非根據受處罰之違規事實情節，依立法目的所為之合理標準，如此作法顯然與立法目的不符，有違法律保留原則之精神。

以社會公平與正義的觀點而言，對於交通違規之裁罰標準，應依該違規行為對交通安全與秩序危害的程度來區分處罰輕重，以及造成社會成本損失多寡來訂定處罰標準；對於具惡質性、危險性高、社會成本大及違反

1 中央警察大學交通學系暨交通管理研究所副教授

2 國立台灣大學土木研究所交通組博士班研究生

社會正義倫理道德之違規行為，予以較重之處罰。由於國內目前對於各種不同型態的違規停車行為，並沒有一明確的衡量方式顯示不同違規停車行為對於交通的影響程度及社會成本之損失，以致於無法據以訂定輕重不同的罰則。因此，本研究之目的在於即探討各種違規停車行為對交通妨害程度及衍生之社會成本，據以擬訂公平合理之違規停車裁罰標準。藉由對違規停車行為對交通影響程度及所衍生之社會成本觀念之探討，可提供政府相關單位於未來修法時，依各類型違規停車行為情節輕重程度訂定不同罰則之參考，並作為警察機關取締違規停車行為重點執法之依據。

本研究之內容為：

1. 檢討現行違規停車之處罰規定。
2. 探討違規停車所衍生之社會成本與影響項目。
3. 分析違規停車行為之類型。
4. 研擬不同違規停車行為之裁罰標準及配合措施。

## 二、違規停車處罰規定之檢討

### 2.1 我國現行違規停車之處罰規定

依據處罰條例（第八條）規定及交通違規裁罰之處理權責劃分[3]，道路交通管理工作由公路主管機關與警察機關負責，其中汽車所有人或駕駛人違反證照管理、車輛不依規定裝載、行駛、高速公路違規及所有動態違規部分，均劃分由公路主管機關處罰（違反處罰條例第十二條至第六十八條者）；而行人、慢車及道路障礙部分，由警察機關處罰（違反處罰條例第六十九條至第八十四條者）。違反道路交通管理事件之舉發與裁罰，制度之設計雖分屬不同機關，但事實上兩者是密不可分的關係，違規行為經舉發後，必須經過裁罰，方完成處罰違規人之程序，若裁罰無法落實執行並發揮立即處罰之效果，則嚴重影響警察機關舉發之公權力與裁決機關之威信。

我國現行道路交通法規中有關違規停車之處罰，主要在處罰條例第五十五條（違規臨時停車）及五十六條（違規停車），而分別處以新台幣三百元以上六百元以下、六百元以上一千二百元以下之罰鍰。其他規定還包括處罰條例第五十四條第三款：「在鐵路平交道超車、迴車、倒車、臨時停車或停車者，處新台幣六千元以上一萬二千元以下罰鍰，並依處罰條例第六十三條一項三款規定記違規點數三點。」與處罰條例第五十七條一項：「汽車買賣業或汽車修理業，在道路上停放待售或承修之車輛者，處

新台幣二千四百元以上四千八百元以下罰鍰。」

有關違規停車行為之處罰，由警察機關告發，公路主管機關裁罰；違規人除特殊及逾期到案之違規事件必須親至應到案處所接受裁罰外，均可至郵局以郵政劃撥方式依最低罰鍰金額自動繳納罰款，除無法依個案情節妨害交通程度予以公正合理之裁罰外，並無法反應因交通違規所造成之交通事故、車流延滯、交通管制等所衍生之社會成本損失之缺失。

目前違規停車之裁罰標準與處罰規定，並無一定邏輯，且未依個案事實情節以及違規行為所衍生之社會成本作合理之裁罰。亦即，現行違規停車之處罰，不論其違規時段、區位、道路種類及違規車種等皆採同一裁罰標準，此作法無法反映不同違規停車行為所造成之不同交通危害與社會成本之差異，不符社會公平正義原則。

## 2.2 各國違規停車罰則之比較

本研究本著他山之石可以攻錯之精神，進行我國與新加坡、日本、韓國及德國等國之道路交通法令的處罰類型及違規停車罰則措施等加以比較[5-7]，以作為建立現代化交通管理法制之參考。經整理各國之違規停車罰則措施如表 1 所示，比較分析如后：

1. 以行政罰鍰而言，各國對於違規停車之處罰相較於我國而言均甚為嚴厲，其最高處罰金額相較於我國高達十六倍之多（如新加坡），亦有高達十三倍者（如日本）。
2. 以處罰種類而言，除我國與德國外各國除處罰鍰外亦可處以刑罰或其他行政強制措施，如新加坡對於初犯及累犯可處以不同之「刑罰」（自由刑），日本依駐、停車區位和不同車種可處以「懲役」，以及韓國對於違規停車可處以「拘留」、「罰金」、「違章罰款」等措施。

本研究進一步分析我國及國外有關違規停車處罰規定與相關文獻，說明如后：

1. 目前處罰條例的處罰規定無法因應社會環境變化[4,8]，例如違規停車、超速、超載等違規行為之處罰，未能根據違規行為嚴重程度訂定輕重不同之適當罰則，且許多規範內容不周延，易形成民眾投機心態。
2. 我國交通違規的行政罰鍰或處罰方式均較先進國家為低或輕[5-7]。
3. 交通裁罰之行政裁量程序與手段不合宜[9]。由於裁罰過程牽涉人民權益重大，而裁罰細則等相關規範又欠周詳，尤其是目前僅以到案時間為裁量標準，逾越繳納期限或經逕行裁決處罰者，一律處最高罰鍰，

此與司法院大法官會議第四二三號解釋意旨不符，有違立法授權行政裁量之目的且損及裁罰機關裁量權之行使。

4. 行政處罰之最高與最低限度必須合理。法務部「我國行政刑罰與罰鍰之分析檢討」[10]指出，罰鍰上限應以下限之三至五倍為宜，以免彈性過大，但目前處罰條例之罰鍰規定凌亂且無邏輯[4,6]。

表 1 各國違規停車罰則比較

| 項目                       | 國別 | 中華民國                               | 新加坡  | 日本                                   | 韓國                        | 德國  |
|--------------------------|----|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|---|
| 引用法條                     |    | 道路交通管理處罰條例第 55 條禁止臨時停車、56 條禁止停車。   | 道路交通法第 83 條違規停車。                                     | 道路交通法第 119 條第三款以及 119 條之 1。          | 道路交通法第 28 條禁止停車、29 條禁止駐車。 | 道路交通法第 26a 條有關罰鍰目錄之第 20 條。                          |
| 罰鍰額度                     |    | 違規臨時停車：新台幣三百至六百元。違規停車：新台幣六百至一千二百元。 | 第 131 條規定，初犯處三個月以下徒刑或一千元以下罰金。累犯或連續犯處六個月以下徒刑或二千元以下罰金。 | 依駐、停車區位和不同車種處十萬至十五萬日圓罰金、懲役或五萬日圓以下罰金。 | 處韓幣十萬元以下罰金、拘留或違章罰款。       | 違反道路交通秩序法第 12 條臨時停車及停車規定及第 18 條 8 項禁止路邊停車規定處八十馬克罰鍰。 |
| 最高罰鍰換算美元 <sup>[註一]</sup> |    | 372                                | 1176.4   | 1282                                 | 83.05                     | 47  |
| 相對處罰嚴重度 <sup>[註二]</sup>  |    | 1                                  | 16.2   | 13.5                                 | 3.99                      | 1.12  |
| 處罰種類                     |    | 罰鍰                                 | 自由刑<br>罰金  | 懲役<br>罰金                             | 拘留<br>罰金<br>違章罰款          | 罰鍰  |

註一：各國國民生活所得及美金匯率換算，以民國 87 年 12 月為基準。

註二：相對處罰嚴重度，乃假設我國違規停車罰鍰最高金額與國民生活所得之比值為 1 時，比較其他國家之罰款程度。

資料來源：本研究整理自[5-7]。

### 三、違規停車衍生之社會成本項目

#### 3.1 違規停車對道路交通之影響

前期研究[2]由法規面及實務面來探討各種違規停車之行爲，並整理出二十一項典型的違規停車行爲，並以多元尺度法(Multidimensional Scaling,

MDS)與群落分析法(Cluster Analysis)將違規停車行為分為七類(示如表 2)。

表 2 違規停車行為分類表

| 類型  | 各種違規停車行為   |
|-----|--|
| I   | *在橋樑、隧道、圓環、障礙物對面、人行道、行人穿越道、快車道停車者。<br>*在設有禁止臨時停車標誌、標線處所停車者。  |
| II  | *在交叉路口、公共汽車招呼站十公尺內或消防車出、入口五公尺內停車者。<br>*不依順行之方向，或不緊靠道路右側，或單行道不緊靠路邊停車者。  |
| III | *在設有禁止停車標誌、標線之處所停車者。<br>*於路邊劃有停放車輛線之處所停車營業者。<br>*停車時間、位置、方式、車種不依規定者。<br>*高速公路服務區、休息站或沿線路權範圍內不依規定停車。  |
| IV  | *在道路收費停車處所停車，不依規定繳費者。<br>*非殘障用車違規停放於殘障者專用停車標誌處所。   |
| V   | *在顯有妨礙他車通行處所停車者。<br>*在鐵路平交道臨時停車或停車者。<br>*高速公路車道中違規臨時停車或停車。<br>*高速公路路肩及路肩外、中央分隔帶、隧道內、交流道或收費站區違規停車。  |
| VI  | *在道路交通標誌前停車，遮蔽標誌者。<br>*在彎道、陡坡、狹路或道路修理地段停車者。  |
| VII | *在機場、車站、碼頭、學校、娛樂、展覽、競技、市場或其他公共場所出入口或消防栓之前停車者。<br>*自用汽車在營業汽車招呼站停車者。<br>*汽車買賣業或汽車修理業，在道路上違規停放待售或承修之車輛者。<br>*營業大客車、大貨車在市區道路違規停車。<br>*汽車洗車業佔用市區道路違規停車營業。 |

資料來源：[2]。

為瞭解各類違規停車行為對交通安全與秩序之影響程度，及其可能衍生社會成本，前期研究[2]考量違規停車行為之特性，於構建評估違規停車妨害交通程度之階層結構時，參考交通違規行為相關文獻，針對違規停車行為對交通安全與秩序所造成之影響，利用腦力激盪法(Brain Storming Method)之群體決策模式，共同集思廣義而提出四個影響層面以及十七項評估準則(請參見表 3)，這些評估準則正也是違規停車行為對道路交通環境之妨害程度或可能衍生之社會成本項目。



### 3.2 違規停車所衍生社會成本之決定

依據 1994 年美國公路交通安全署(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)對交通事故成本之分類與定義，違規停車行為可能衍生之社會成本主要分為：行旅延滯成本、醫療成本、市場生產力損失成本、緊急事件服務成本、交通事故處理成本、保險行政成本、法院或訴訟成本以及因交通違規行為所引生之經濟損失與商譽、信用損失等。

表 3 初擬評估準則及說明

| 考量層面 | 評估準則    | 說明  |
|------|---------|---|
| 安全層面 | 公共安全    | 係指因違規停車行為導致影響消防救災、救護傷患或其他損及公共利益等影響公共安全行為。                 |
|      | 行人安全    | 係指因違規停車行為影響行人正常行進或妨礙行人視線等，而造成行人安全顧慮。                      |
|      | 駕駛者安全   | 係指因違規停車行為影響駕駛者正常行進或妨礙駕駛者視線而造成駕駛者之安全顧慮。                    |
|      | 肇事成因    | 係指因違規停車行為妨礙駕駛者視線或遮蔽交通標誌以及必須改變行進動線等影響而引起肇事。                |
|      | 犯罪誘因    | 係指因違規停車行為引起用路人間或與民眾間之摩擦、傷害、互毆或毀損等導致犯罪之行為。                 |
| 交通層面 | 減少道路容量  | 係指因違規停車行為影響正常車流之行進，致使行車速率降低，導致道路容量減少。                     |
|      | 阻礙行車順暢  | 係指因違規停車行為，影響正常車流之行進，阻礙車輛順暢通行。                             |
|      | 妨礙行人通行  | 係指因違規停車行為影響，妨礙行人正常通行。                                     |
| 社會層面 | 法律尊嚴    | 係指違規停車之普遍及氾濫情形，造成社會大眾對相關交通法規之藐視，而傷害法律之尊嚴。                 |
|      | 國際形象    | 係指交通行為為人與人之間最頻繁最直接往來關係，如彼此爭先恐後任意違規，代表國民水準低落，將對國家社會形象造成傷害。 |
|      | 社會成本損失  | 係指因違規停車行為所引起之事故或人、車之延滯等，因而造成生命、時間與金錢等之總社會成本損失。            |
|      | 公平性與合理性 | 係指違規停車行為是否符合社會公平性與合理性。                                    |
|      | 社會大眾接受度 | 係指違規停車行為是否為社會大眾及輿論所接受。                                    |
| 執行層面 | 法規配合度   | 係指執行違規停車取締時，現行法令規定之配合情形或增修法令之難易度。                         |
|      | 執法成本增加  | 係指因違規停車行為，所需要增加取締之警力及其他相關人力、物力所負擔之成本。                     |
|      | 取締難易程度  | 係指員警執行取締任務時因民眾抗爭、標誌標線繪製不清或其他配合措施不當造成取締之困難。                |
|      | 執法者接受度  | 係指執法人員（員警、交通助理人員）執行違規停車取締勤務之接受程度。                         |

資料來源：[2]。



本研究為瞭解評估違規停車行為對交通影響程度及所衍生社會成本項目，乃採用模糊德菲法(Fuzzy Delphi Method)，透過問卷調查匯集十五位專家學者（學術界、執法單位、交通行政單位各五位）的價值判斷，由設定好之十個不同程度之評分標準，就表 3 初擬的十七項評估準則中，分別依其對評估違規停車對交通影響程度的「重要性」給予適當的評分。經整理各項評估準則之重要性評價值以及各評估準則之最高、最低評價值、中位數、算術平均數與幾何平均數等值(示如表 4)，本研究假設受訪者來自同一母體，而將決策群體的意見平均，且假設各準則之評價值皆成「三角模糊函數」。故可利用三角模糊函數來涵蓋決策群體之意見，經以一般化平均數函數中之最高值、最低值為決策群體共識三角模糊函數之兩端點；以「幾何平均數」代表決策群體對此影響因素評價值之共識。本研究參考各影響層面及評估準則評價值之幾何平均數和中位數值，審慎決定以幾何平均數的平均值 7.7137 作為評估準則門檻值，用以篩選出適當之評估準則（以此門檻值所選出之評估準則評點總和佔所有評項得點之 64.7%）。本研究共計篩選「安全層面」、「交通層面」與「社會層面」等三個影響層面，以及公共安全、行人安全、駕駛者安全、肇事成因、減少道路容量、阻礙行車順暢、妨礙行人通行、法律尊嚴、社會成本損失、公平性與合理性等十項評估準則。

表 4 違規停車行為對交通影響程度之各項評估準則「重要性」評價值

| 考量層面 | 評估準則    | 最低評價值 | 最高評價值 | 中位數 | 算術平均數    | 幾何平均數    |
|------|---------|-------|-------|-----|----------|----------|
| 安全層面 | 公共安全    | 6     | 10    | 10  | * 8.8000 | * 8.6748 |
|      | 行人安全    | 7     | 10    | 9   | * 9.0667 | * 9.0091 |
|      | 駕駛者安全   | 7     | 10    | 9   | * 8.8667 | * 8.8358 |
|      | 肇事成因    | 5     | 10    | 8   | * 8.0667 | * 7.9539 |
|      | 犯罪誘因    | 3     | 8     | 6   | 5.5333   | 5.3245   |
| 交通層面 | 減少道路容量  | 6     | 10    | 8   | * 8.4000 | * 8.3186 |
|      | 阻礙行車順暢  | 5     | 10    | 10  | * 9.3333 | * 9.2113 |
|      | 妨礙行人通行  | 6     | 10    | 8   | * 8.2000 | * 8.1035 |
| 社會層面 | 法律尊嚴    | 6     | 10    | 8   | * 8.0000 | * 7.8578 |
|      | 國際形象    | 3     | 8     | 6   | 6.2667   | 6.0001   |
|      | 社會成本損失  | 5     | 10    | 8   | * 8.0000 | * 7.8891 |
|      | 公平性與合理性 | 6     | 10    | 10  | * 9.0667 | * 8.9610 |
|      | 社會大眾接受度 | 3     | 10    | 7   | 7.2000   | 6.8925   |
| 執行層面 | 法規配合度   | 3     | 10    | 8   | 7.8667   | 7.5884   |
|      | 執法成本增加  | 3     | 10    | 7   | 7.0000   | 6.7283   |
|      | 取締難易程度  | 4     | 10    | 8   | 7.7333   | 7.5171   |
|      | 執法者接受度  | 2     | 10    | 8   | 6.8000   | 6.2668   |

註：「\*」表大於本研究所定之門檻值。

本研究進一步以模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)構建分析架構，並採成對比較(Pairwise Comparison)求算各層面及各評估準則之相對權重(示如表5)，其數值可以顯示各類型違規停車行為所衍生之社會成本大小。由表5知，妨礙行人通行、法律尊嚴、公平性與合理性與減少道路容量等四項，其準則模糊權重(三角模糊數)範圍較大，表示在決策人員中的共識性較低；而駕駛者安全及行人安全的共識性則較高。安全層面、交通層面及社會層面之權重值各為0.4435、0.3333及0.2232，顯見違規停車行為對安全層面影響最大，其次為交通層面，影響較小為社會層面。由相對權重大小知，在評估違規停車妨害交通程度時，主要考量之準則依序為公共安全、妨礙行人通行、減少道路容量以及行人安全等項目；而較不受重視之準則為社會成本損失及公平性與合理性。

表5 違規停車妨害交通程度評估準則之模糊權重值

| 層面間相對權重                          | 準則間相對權重                         | 整體準則權重                   |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 安全層面<br>(0.1429, 0.5214, 0.7471) | 公共安全 (0.0774, 0.3491, 0.6429)   | (0.0111, 0.1820, 0.4803) |
|                                  | 行人安全 (0.0714, 0.2845, 0.5120)   | (0.0102, 0.1484, 0.3825) |
|                                  | 駕駛者安全 (0.0617, 0.2209, 0.4237)  | (0.0088, 0.1152, 0.3166) |
|                                  | 肇事成因 (0.0468, 0.1454, 0.5605)   | (0.0067, 0.0758, 0.4188) |
| 交通層面<br>(0.1169, 0.3083, 0.6046) | 減少道路容量 (0.1111, 0.3168, 0.7306) | (0.0130, 0.0977, 0.4417) |
|                                  | 阻礙行車順暢 (0.0909, 0.3648, 0.6250) | (0.0106, 0.1125, 0.3779) |
|                                  | 妨礙行人通行 (0.0819, 0.3366, 0.7500) | (0.0096, 0.1038, 0.4535) |
| 社會層面<br>(0.0752, 0.1704, 0.4286) | 法律尊嚴 (0.0841, 0.3993, 0.7306)   | (0.0063, 0.0680, 0.3132) |
|                                  | 社會成本損失 (0.0731, 0.2944, 0.6571) | (0.0055, 0.0502, 0.2816) |
|                                  | 公平與合理性 (0.0769, 0.3064, 0.7049) | (0.0058, 0.0522, 0.3021) |

### 3.3 違規停車行為妨害交通程度

以表5之模糊權重，將調查所得之各類型違規停車行為之模糊績效評點，以模糊綜合評判，可求得各類型違規停車之三角模糊數，然因模糊數並非是明確的數值，無法直接用於方案的比較，因此若要對方案進行優劣比較，便須將模糊數轉換成非模糊值，以利方案之排序。一般模糊的排序方法有許多，本研究應用重心法則，求算各方案之最佳非模糊值(演算細節請參見[2])，如表6所示，此排序結果代表其妨害交通程度，可以作為研訂不同裁罰標準之參考。

表 6 各類型違規停車之近似模糊乘積及其排序

| 類型  | 近似模糊乘積<br>(TFN)        | 最佳非<br>模糊值<br>(DF) | 排序 | 交通法規中各種違規停車行為   |
|-----|------------------------|--------------------|----|---|
| I   | (0.0443,0.7825,3.6982) | 1.5083             | 2  | * 在橋樑、隧道、圓環、障礙物對面、人行道、行人穿越道、快車道停車者。<br>* 在設有禁止臨時停車標誌、標線處所停車者。   |
| II  | (0.0449,0.7974,3.7018) | 1.5147             | 1  | * 在交叉路口、公共汽車招呼站十公尺內或消防車出、入口五公尺內停車者。<br>* 不依順行之方向，或不緊靠道路右側，或單行道不緊靠路邊停車者。   |
| III | (0.0130,0.4550,3.2654) | 1.2445             | 6  | * 在設有禁止停車標誌、標線之處所停車者。<br>* 於路邊劃有停放車輛線之處所停車營業者。<br>* 停車時間、位置、方式、車種不依規定者。<br>* 高速公路服務區、休息站或沿線路權範圍內不依規定停車。   |
| IV  | (0.0099,0.2535,2.6598) | 0.9744             | 7  | * 在道路收費停車處所停車，不依規定繳費者。<br>* 非殘障用車違規停放於殘障者專用停車標誌處所。  |
| V   | (0.0358,0.6826,3.4478) | 1.3887             | 5  | * 在顯有妨礙他車通行處所停車者。<br>* 在鐵路平交道臨時停車或停車者。<br>* 高速公路車道中違規臨時停車或停車。<br>* 高速公路路肩及路肩外、中央分隔帶、隧道內、交流道或收費站區違規停車。   |
| VI  | (0.0369,0.7006,3.6684) | 1.4686             | 3  | * 在道路交通標誌前停車，遮蔽標誌。<br>* 在彎道、陡坡、狹路或道路修理地段停車者。  |
| VII | (0.0179,0.6760,3.5009) | 1.3983             | 4  | * 在機場、車站、碼頭、學校、娛樂、展覽、競技、市場或其他公共場所出入口或消防栓之前停車者。<br>* 自用汽車在營業汽車招呼站停車者。<br>* 汽車買賣業或汽車修理業，在道路上違規停放待售或承修之車輛者。<br>* 營業大客車、大貨車在市區道路違規停車。<br>* 汽車洗車業佔用市區道路違規停車營業。 |

## 四、違規停車裁罰標準之設計

### 4.1 違規停車裁罰應考量事項

交通違規處罰之裁罰標準必須有適用裁量之客觀基準，且必須考量交通處罰之立法目的，依據違規所導致之危險或損害（即違規行為對外界交通安全與秩序所生之影響）而訂定。亦即違規行為對交通上法益之危險及損害大者，自應科以較重之處罰，反之對於法益之危險及損害小者，自然可科以較輕之處罰。為訂定合目的性之裁罰標準，本研究針對違規停車行為特性，提出下列訂定違規停車裁罰標準應考量事項：

#### 1. 違規行為類型

不同的違規停車類型，例如併排停車、路口十公尺內違規停車、未依規定繳納停車費等，其對道路交通之危害程度並不相同。本研究即在於探討各類型違規停車行為妨害交通程度。

#### 2. 違規時間

尖峰時段車輛與行人均明顯比一般時段為多，因此在人車擁擠之尖峰時段違規停車較一般時段對道路交通所造成之危害為高。

#### 3. 違規區位

依據美國國家安全委員會（National Safety Council）就交通肇事與速率高低之相關性所做之研究顯示，在市區與郊區發生交通事故有很明顯之差異；事故在人車眾多之市區違規停車行為對道路交通所造成之危害自然與在郊區不同。

#### 4. 道路種類

不同道路之幾何設計、速限標準及對人、車之管制等不同，同樣的違規停車行為在不同道路狀況下所造成之交通危害程度自然不相同。

#### 5. 違規車種

車輛之大小與所形成之交通危害有高度相關性，如機車與大型貨車同在路口違規停車行為，則其所產生之後果顯然不同，不應全部採用單一罰則。

現行違規停車之處罰乃以罰鍰為主，當行政機關於做成罰鍰處分時，應有法律明確依據，尤其行政機關之裁量行為更應遵守合義務性之裁量，以落實憲法保障人民權利之精神。且為避免裁罰機關適用法律缺乏彈性，致使人民遭受不當之行政制裁，因而基於事實之需要，於處罰條例立法時，均明訂大部分罰鍰設有上限與下限，而不採單一罰則，其主要的目的

即在於授權主管機關就具體個案為適當之裁量，此乃因交通違規之行爲態樣及危害程度均屬多端，依個案之差異情形，需有為不同程度處罰之必要。故主管機關應就違反道路交通秩序者，考量違規行爲之一切情狀，依客觀、合理之認定，以訂定合目的性之裁罰標準。

本研究以為合法裁罰程序之規劃與合理裁罰標準之訂定應同時兼顧，以促使人權保障與行政效率兩大目標之達成，方能充分發揮行政裁量之功效。由於交通違規之處罰，在事實上無法對於眾多之違規行爲，逐一經過繁複的裁罰程序；且另一方面為避免犧牲違規者的權益，卻又必須儘量兼顧個別違規案件間之差異性，以促使交通行政目的之達成與違規者權益之保障獲得均衡。亦即，一方面要注重效能，另一方面要兼顧公平與正義，因而立法機關遂以授權行政機關以裁量的方式來克服這個問題。交通裁罰由行政機關裁量，主要的優點乃交通違規事件能夠得到迅速與經濟的審理；如將大量增加的交通違規事件，交由行政機關行使處罰裁量權，不但可以減輕司法機關沈重的工作負荷，並且可以增進行政效能。然而由行政機關行使處罰裁量權的立法目的不單祇在消極的「增進效能」，更應有「保障人權」、「確保公正」之積極作用，因此違規者得要求行政機關依法定程序，在法律規定之要件下行使處罰權，以保障其權益不受侵害，並得要求各種裁罰規範必須公正、合理，而使處罰能達公正、公平之目的，俾能促進行政之民主化及現代化。因此，行政機關在處理交通違規案件時，行政機關必須遵循立法機關授權之規定加以制裁，行政機關於裁決時，則必須遵循法律正當程序的要求。

## 4.2 問卷調查與分析

本研究針對違規停車裁罰標準之訂定所應考量之因素及其項目間裁罰輕重方面，利用問卷方式蒐集學者專家之意見，以作為研擬違規停車裁罰標準之依據。調查結果說明如下。

### (一) 影響因素之相對裁罰比例

有關違規停車妨害交通程度影響因素之重要程度，除違規類型外各項項目間之相對裁罰比例，從受訪者回收問卷中彙整分析如表 7 所示。由表 7 中知，影響違規停車行爲所需考量之因素，不論是「時間」、「區位」、「道路」及「車種」等因素，從受訪者意見調查顯示四項影響因子之重要程度均評價為「重要」（評點值大於 7）以上，均屬必須列入考量之因素。另就其各因素所考量項目之相對裁罰比例而言；在時間因素中，違規停車時間發生在尖峰與離峰之裁罰比例平均值為 1.98；其次在區位因素中，違規停

車發生於市區與郊區之裁罰比例平均值為 1.68；而在道路因素中，高速公路（含快速道路）與幹道之裁罰比例平均值為 1.73，幹道與非幹道之裁罰比例為 1.55；最後在車種因素中，大型車與小型車之裁罰比例平均值為 1.83，而小型車與機車之裁罰比值為 1.56。

## (二)違規停車之裁罰額度

受訪者對於違規罰則輕重之意見如表 8 所示，以處罰條例第五十五條違規臨時停車罰鍰標準而言，受訪者對於違規臨時停車之罰鍰額度，罰鍰下限平均值為新台幣 566 元，其眾數及中位數值均為新台幣 600 元；而罰鍰上限平均值為新台幣 1,220 元，其眾數與中位數值均為新台幣 1,200 元。相較於現行對於違規臨時停車之罰鍰額度（新台幣 300~600），由受訪者之意見顯示（平均值為新台幣 566~1,220），普遍較現行之裁罰額度為高（約為二倍）。以處罰條例第五十六條違規停車之罰鍰標準來看，受訪者對於違規停車之裁罰額度，罰鍰下限平均值為新台幣 947 元，其眾數為新台幣 1,200 元、中位數為新台幣 900 元；罰鍰上限平均值為新台幣 2,173 元，其眾數為新台幣 1,800 元、中位數為新台幣 2,000 元。相較於現行對於違規停車之裁罰額度（新台幣 600~1,200），受訪者之意見平均值為新台幣 947~2,173，普遍較現行之裁罰額度為高（約為二倍）。

表 7 違規停車考量因素重要性及裁罰比例調查分析

| 評點<br>項目 | 重要程度得點   |          |     |             | 裁罰比例       |          |          |
|----------|----------|----------|-----|-------------|------------|----------|----------|
|          | 算術<br>平均 | 幾何<br>平均 | 中位數 | 眾數          | 項目         | 算術<br>平均 | 幾何<br>平均 |
| 時間因素     | 8.133    | 7.866    | 8   | 8           | 尖峰<br>離峰   | 1.98     | 1.95     |
| 區位因素     | 7.466    | 6.862    | 8   | 10<br>(9,3) | 市區<br>郊區   | 1.68     | 1.61     |
| 道路因素     | 7.866    | 7.723    | 8   | 9           | 高快速路<br>幹道 | 1.73     | 1.67     |
|          |          |          |     |             | 幹道<br>非幹道  | 1.55     | 1.52     |
| 車種因素     | 7.000    | 6.485    | 7   | 7           | 大型車<br>小型車 | 1.83     | 1.78     |
|          |          |          |     |             | 小型車<br>機車  | 1.56     | 1.52     |

表 8 違規停車罰鍰額度調查分析表

| 評點<br>項 目 |      | 最小值  | 最大值  | 平均值  | 眾數   | 中位數  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| 違規臨時停車    | 罰鍰下限 | 100  | 1200 | 566  | 600  | 600  |
|           | 罰鍰上限 | 300  | 2400 | 1220 | 1200 | 1200 |
| 違規停車      | 罰鍰下限 | 300  | 2000 | 947  | 1200 | 900  |
|           | 罰鍰上限 | 1500 | 3000 | 2173 | 1800 | 2000 |

### (三)違規停車之有效處罰方式

欲減低違規停車行為的發生，除現行採罰鍰措施外，較有效的處罰方式，依受訪者問卷調查意見分析結果以「嚴重違規拖吊」最有效，其他依序為「連續處罰」、「嚴重違規道安講習」、「嚴重違規記點」、「累犯道安講習」及「累犯記點」，而「就地加鎖」效果最差。此一結果與台北市對於重大違規停車行為「加強執行拖吊」及「連續處罰」措施，並考慮調高拖吊移置費及要求「重大違規累犯強制道安講習」等措施之想法，不謀而合。

### 4.3 違規停車裁罰標準之設計

經本研究對於各種違規停車行為所衍生社會成本分析，及各影響因素之相對裁罰比例調查分析，本研究乃將現行違規停車之裁罰依其對交通影響程度以及所衍生之社會成本大小，分別從法理原則及違規停車各種影響因素方面考量，以訂定公正合理之裁罰標準。

本研究首先以各類違規行為之模糊綜合評判值正規化 (Normalize) 後的數據作為違規類型因素之權重 ( $r_1$ ) (參見表 6)；其他影響因素權重則以決策成員問卷調查意見為依據 (參見表 7)；其各項目間之相對裁罰權重值分別為：「尖峰」( $r_2$ ) 為非尖峰之 1.95 倍、「市區」( $r_3$ ) 為郊區之 1.61 倍、「高快速公路」( $r_4$ ) 為非幹道之 2.68 倍、「幹道」( $r_4$ ) 為非幹道之 1.52 倍、「大型車」( $r_5$ ) 為小型車之 1.78 倍、「機車」( $r_5$ ) 為小型車之 0.66 倍，如表 9 所示。

表 9 違規停車裁罰標準計算方式建議表

| 影響因素           | 違規類型                            | I 類  | II 類   | III 類  | IV 類        | V 類    | VI 類   | VII 類  |
|----------------|---------------------------------|--|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|
| 違規類型 ( $r_1$ ) |                                 | B×3.09   | B×3.15 | B×1.79 | 最低罰額<br>(B) | B×2.69 | B×2.76 | B×2.67 |
| 違規時間 ( $r_2$ ) | 尖峰=1.95<br>離峰=1.0               | $\text{裁罰金額 } F = B \times \sqrt{R} \times r_5 = B \times \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 r_i} \times r_5$ $(R = \prod_{i=1}^4 r_i = r_1 \times r_2 \times r_3 \times r_4)$ |        |        |             |        |        |        |
| 違規區位 ( $r_3$ ) | 市區=1.61<br>郊區=1.0               |  |        |        |             |        |        |        |
| 違規道路 ( $r_4$ ) | 高速公路=2.68<br>幹道=1.52<br>非幹道=1.0 |  |        |        |             |        |        |        |
| 違規車種 ( $r_5$ ) | 大型車=1.78<br>小型車=1.0<br>機車=0.66  |  |        |        |             |        |        |        |

註：違規停車類型請參見表 2。

表 9 中各類型違規停車行為之裁罰權重 ( $r_1$ )，乃指在基本狀況下（即小型車於離峰時段在郊區且非幹道之違規停車行為），以表 6 模糊綜合評判三角模糊數之中間值（平均值）為計算基礎，即以七種違規類型平均值模糊數之最小值設為 1（即違規類型 IV 之模糊數 0.2535 設為 1），如此可求出其他違規類型之相對裁罰權重值 ( $r_i$ ) 分別為：「類型 I」裁罰權重為 3.09、「類型 II」裁罰權重為 3.15、「類型 III」裁罰權重為 1.79、「類型 V」裁罰權重為 2.69、「類型 VI」裁罰權重為 2.76、「類型 VII」裁罰權重為 2.67。據此以法定最低罰額 (B) 為計算基準，乘上違規停車之各種影響因子權數，理論上即可求得應裁罰之金額，但考量所求得之裁罰金額過於龐大且不切實際，因此將類型、時間、區位及道路等不易量化因素權重，先予以四方根處理再乘上可量化之車種因素權重 ( $r_5$ )，進而求得各種違規停車行為之罰鍰金額。例如大型車以類型 II 之違規行為，在市區、尖峰時段之快速道路違規時（此乃假設最嚴重之違規情況），則其罰鍰金額為新台幣： $600 \times \sqrt[4]{3.15 \times 1.95 \times 1.61 \times 2.68} \times 1.78 = 5,498$  元；從而亦可求得小型車罰鍰金額為新台幣 3,088 元（即  $5,498/1.78$ ）、機車罰鍰額度為新台幣 2,038 元（即



3,088×0.66)。

依上述演算法則所求得之裁罰金額，其上、下限罰額差近十倍，足可依其不同車種及各種不同違規情狀而處以適當合理之裁罰標準；且若調整法定最低罰額 (B)，則可獲得高低不同之裁罰標準，以因應行政機關未來修法時採取不同裁罰策略之參考。如上述最低罰額改為新台幣 300 元時，則同樣違規狀況下所求得之罰鍰金額，大型車為新台幣： $300 \times \sqrt[3]{3.15 \times 1.95 \times 1.61 \times 2.68 \times 1.78} = 2,749$  元，小型車為新台幣 1,544 元，機車為新台幣 1,019 元。

綜合上述，考量違規停車妨害交通程度之所有影響因素時，各種違規行為之罰鍰額度計算法則如表 9 所示，經以類型 II 之違規停車行為為例說明，其各種不同情境下違規之裁罰金額如圖 1 所示。

此外，以違規『臨時』停車觀點而言，上述之違規裁罰標準均以「違規停車」妨害交通程度觀點說明，如以『臨時』停車之角度觀察，考量違規臨時停車與一般違規停車所侵害之法益及對交通安全與秩序所造成之影響不同。因此，本研究研擬違規臨時停車罰則時，建議依其個別違規類型因素訂定罰鍰額度即可（即不考慮其他影響因素之加權效果）。如以現行道路交通法規對於違規臨時停車之處罰標準（新台幣 300~600 元），相較於本研究依問卷調查受訪者認為之標準（其平均值、中位數、眾數均為新台幣 600~1200 元），絕大多數受訪者認為現行裁罰標準過於輕微。因此，本研究以上述兩種標準之罰額下限為標準設計，研擬違規臨時停車行為之裁罰標準如表 10 所示。據此可將現行違規臨時停車之裁罰金額分成四個不同等級（即 300、400、500、600）。

表 10 各類型違規臨時停車罰鍰額度表

| 違規類型<br>採行標準 | 類型 I | 類型 II | 類型 III | 類型 IV | 類型 V | 類型 VI | 類型 VII |
|--------------|------|-------|--------|-------|------|-------|--------|
| 現行裁罰標準       | 600  | 600   | 400    | 300   | 500  | 500   | 500    |
| 平均值標準        | 1200 | 1200  | 800    | 600   | 1000 | 1000  | 1000   |
| 眾數標準         | 1200 | 1200  | 800    | 600   | 1000 | 1000  | 1000   |

註一：單位為新台幣。

註二：部分數值係取用最接近之整數。

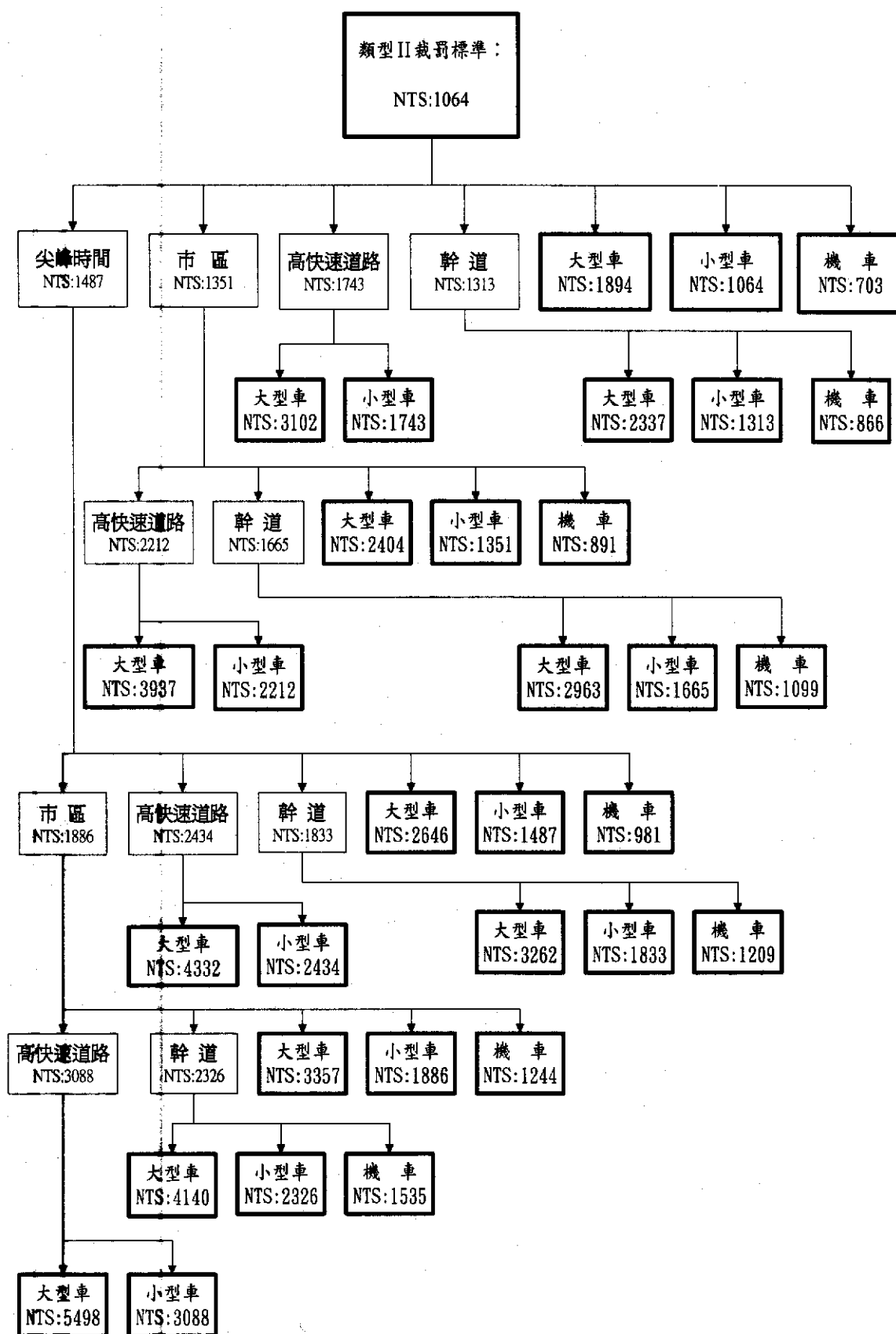


圖 1 違規類型 II 考量多項因素之裁罰建議金額

## 五、合理裁罰程序與配合措施

### 5.1 合理裁罰程序

有效的交通違規裁罰，除合理裁罰標準之訂定外，正當合理之裁罰程序亦不容忽視。基本考量如下：

1. 依處罰條例第八條：「於裁決前，應給予違規行為人陳述之機會」，就人權保障而言，在裁罰程序中，當事人之陳述意見權為正當程序之重點，故在一般情形下，應給予行為人充分陳述意見之機會。
2. 處罰條例第九條規定：「行為人認為舉發之事實與違規情形相符者，得不經裁決，逕依各該條款罰鍰最低額，自動向指定之處所繳納結案」；由此知「自動繳納」規定之立法用意，主要是為了便民以及減少裁罰機關處理之案件數量；然而立法機關並未授權裁罰機關對逾越繳納期限者及逕行裁決者，一律處以最高額罰鍰。本研究建議未來宜修改為「逕依該違規行為之違規程度」繳納罰鍰，以符合正義原則。
3. 依規定到案經裁決處罰者，與未到案逕行裁決者應有所區別。逕行裁決有如同刑事訴訟法上經依法傳喚之缺席審判，雖被告未出庭應訊，法官仍須依客觀犯罪事實量刑用法；故交通違規行為人未依規定到案接受裁罰，僅顯示其自願放棄申辯機會而已。故此狀況下裁決機關仍須依據具體違規事實裁量處罰。

基於此三項理由，本研究研擬以下三種建議的裁罰程序：

#### 1. 一般程序

行為人依規定時間到案接受裁決，裁決機關應依一般程序調查證據，給予行為人充分陳述意見之機會，尤其對於逕行舉發案件或裁處不利行政處分者，如有必要應進行聽證程序，再依據具體違規事實裁量處罰，以保障違規行為人合法之權益。

#### 2. 簡易程序

基於行政效率之觀點，在特定事由下，裁決機關不需再給予行為人陳述意見之機會，逕依據具體違規事實裁量處罰，以節省行政資源，增加行政效率。例如，下列情況即可依簡易程序裁決：(1)大量做成同種類之處分或違規事實，例如在道路收費停車處所停車，不依規定繳費者。(2)客觀上明白足以確認者，實不須再予行為人陳述意見之必要。例如以科學儀器取得違規證據資料，足資認定其違規事實者。(3)未依規定到案，逕行裁決者。

### 3. 自動繳納程序

依處罰條例第九條規定，：「行為人認為舉發之事實與違規情形相符者，得不經裁決，逕依各該條款罰鍰最低額，自動向指定之處所繳納結案」，以達便民與減少裁罰機關處理違規案件數量之目標，以及符合立法之精神。

## 5.2 配合措施

因應上述交通違規裁罰標準及程序之訂定，與考量裁罰機關執行之可行性，以及執法人員依法執行能力之提升等，必須有完整之配合措施，方能使交通違規裁罰作業，達到充分保障人權及提昇行政效率兩大目標，並充分發揮行政裁量之功效，以符合現代行政之需求。

1. 因違規行為個案妨害交通程度之影響不同（亦即所衍生之社會成本不同），導致有不同之罰鍰標準，如「時間」、「道路」及「區位因素」等，因所轄行政機關不同之交通狀況而有不同之規定，尤其以「時間因素」而言，各地區交通行為與狀況不同，而有不同之尖峰時間，宜由各行政機關權宜訂定之；至於違規行為發生之地點為市區或郊區，以及所在地點為高快速公路、幹道或非幹道等，各行政機關應先明確規範且公告週知，以使社會大眾有所遵循，並使裁罰機關能依法執行。
2. 配合交通裁罰業務電腦化之需求，與警察機關「舉發違反道路交通管理事件通知單」之簡單明確原則，以及便利裁罰機關電腦作業輸入、處理與建檔，宜將車輛種類（大型車、小型車或機車）、違規區位（市區或郊區）、道路種類（高快速公路、幹道或非幹道）以及違規程度（包括違規程度等級、初犯或累犯）等要件納入現行之交通違規告發單中，並以簡單明確為原則。
3. 對於一定時間內嚴重違規停車行為之累犯，本研究認為應納入記點制度，並藉由電腦化之作業與管理，對嚴重違規累犯行為加重處罰，而依處罰條例第六十三條：「汽車駕駛在六個月內，違規記點共達六點以上者，吊扣駕駛執照一個月；一年內經吊扣駕駛執照兩次，再違反相關規定者，吊銷其駕駛執照。」之規定裁處。
4. 配合「行政革新方案」中行政業務電腦化政策及辦公室自動化要求，應加強使用者充分參與系統分析需求及開發過程，提高電腦化推動過程中人員參與意願，以提升執法人員資訊應用能力及執法工作績效。
5. 監、警單位資訊系統之整合，依業務內容及權限劃分原則，於現有網路環境之架構與支援下，建立共通性資料庫，使資源可以共享並有效

利用，以利線上執勤同仁能運用現有網路架構連線作業方式，發揮資訊一致性、即時性之效能，有效提升執勤能力並充分發揮行政效率。

## 六、結 語

本研究探討各種違規停車行為對交通妨害程度及衍生之社會成本，並嘗試研擬一套公平合理之違規停車裁罰標準，並獲致以下結論與建議：

1. 為評量各類型違規停車對交通影響程度與所衍生之社會成本，本研究以模糊德菲法篩選得到三個影響層面及十項評估準則：
  - (1)「安全層面」：公共安全、行人安全、駕駛者安全、肇事成因。
  - (2)「交通層面」：減少道路容量、阻礙行車順暢、妨礙行人通行。
  - (3)「社會層面」：法律尊嚴、社會成本損失、公平性與合理性。
2. 由各影響層面間及各評估準則間之模糊相對權重得知，受訪者對駕駛者安全及行人安全的共識性較高；安全層面之權重值較大，顯示違規停車行為對安全層面影響最大，其次為交通層面，影響較小為社會層面；各準則之相對重要性，前四項依序為公共安全、妨礙行人通行、減少道路容量及行人安全等。
3. 各類型違規停車行為妨害交通程度以第Ⅱ類型之違規停車行為對交通之影響與所衍生之社會成本最為嚴重，其次為第Ⅰ類型，其他依序為第Ⅵ類型、第Ⅶ類型、第Ⅴ類型及第Ⅲ類型，而妨害交通程度最輕者為第Ⅳ類型之違規停車行為，由此可作為研擬違規停車罰則標準之參考。
4. 本研究探討違規停車行為對交通影響程度，主要是將非量化之違規停車行為妨害交通之程度予以量化後比較其差異，以作為研擬交通違規裁罰之依據。事實上，在交通違規行為中，尚有許多違規行為，應予探討其個案違規程度，而給予適當合理之裁罰標準，如最常見且對交通安全與秩序造成嚴重影響之「超速」、「超載」等違規行為，應予合理之評估與探討，以研擬公平合理之裁罰標準。
5. 本研究針對違規停車行為特性，提出五項違規停車行為對交通安全與秩序影響及所衍生社會成本大小之考量因素，即違規停車「類型」、「時間」、「區位」、「道路」及「車種」等影響因素，以作為訂定違規停車適當裁罰標準之依據。經由問卷調查顯示；以「時間」因素而言，違規停車時間發生在尖峰與離峰之裁罰比例平均值為 1.98；其次在「區位」因素中，違規停車發生於市區與郊區之裁罰比例平均值為 1.68；而在「道路」因素中，高速公路（含快速道路）與幹道之裁罰比例平

均值爲 1.73，幹道與非幹道之裁罰比例爲 1.55；最後在「車種」因素中，大型車與小型車之裁罰比例平均值爲 1.83，而小型車與機車之裁罰比例值爲 1.56。

6. 本研究研擬之違規停車裁罰標準，是依據各種違規停車行爲對交通安全與秩序所造成不同程度之差異，乃屬相對比較之值，而非絕對之裁罰標準值。因此，應依違規停車行爲對社會大眾所造成之社會成本，包括違規停車佔用道路成本、對車流干擾之成本、因而發生交通事故之成本以及妨害公共安全成本等考量，以做爲裁罰標準訂定之基礎。
7. 現行的交通違規處罰規定與裁罰方式，沒有針對不同違規情節給予適當之裁處。如何依據各種違規行爲對道路交通之影響程度及所衍生社會成本，研訂適當之處罰，進行提供未來修法參考，仍有許多研究議題有待研討，值得後續研究繼續共同努力。

### 參考文獻

1. 劉建邦，「交通違規嚴重性及罰則接受性之研究」，國立交通大學管理科學研究所碩士論文，民國 83 年 6 月。
2. 曾平毅、蔡以仁、溫杰炤，「違規停車行爲妨害交通程度之模糊多評準評估」，*都市交通季刊*（已接受）。
3. 內政部警政署，警察實用法令，民國 87 年 6 月。
4. 蔡中志，*道路交通管理處罰條例第五次修正之分析檢討*，*八十六年道路交通安全與執法研討會論文集*，1-15 頁，民國 86 年 6 月。
5. 蔡中志，「*道路交通法之國際比較*」，*第六屆海峽兩岸都市交通學術研討會論文集*，民國 87 年 9 月。
6. 蔡中志，「*中日道路交通法規處罰規定與執行之比較研究*」，*警學叢刊*，第二十五卷第三期，233-242 頁，民國 84 年 3 月。
7. 蔡中志，*道路交通法立法之研究*，中央警察大學交通學系，中華民國運輸學會委託，民國 86 年 6 月。
8. 交通部運輸研究所，「*道路交通管理處罰條例修正實施後對駕駛人行爲之影響評估*」，民國 78 年 6 月。
9. 藍應華，「*論交通裁罰之行政裁量*」，中央警察大學警政研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
10. 法務部，「*我國行政刑罰與罰鍰之分析檢討*」，民國 81 年 6 月。

## 都市地區停車執法政策之研究

羅孝賢<sup>1</sup>

### 摘要

停車問題已成為目前各大都市面臨之重大難題。以台北市而言，汽車登記數目高達六十餘萬輛，但合法車位僅有二十餘萬個。停車空間不足所導致之違規停車行為—如黃、紅線停車、併排停車、紅磚人行道停車及消防栓前停車等，不僅成為都市亂源，並造成交通失序、行車速率降低、駕駛及行人延滯時間增加、活動可及性減低、合法停車者之繞尋車位及步行至目的地時間加長與意外事故風險提高；同時形成較高之環境成本等社會負效益問題。

本研究自經濟學觀點處理違規停車相關課題，建立社會損失函數(Social Loss Function)，探討特定違規停車行為造成之社會損失，以決定違規停車罰鍰金額水準及執法取締水準。社會損失主要包括社會淨損害、執法成本及處罰的社會成本等項目，其大小主要與違規停車數量有關。欲達社會損失最小化，必須降低違規停車數量，而違規停車數量之多寡主要取決於處罰的確定性與處罰的嚴重性，前者指「取締機率」，後者即「罰鍰金額」，停車違規裁罰體系之設計應能達到遏阻違規之功能，同時亦須滿足「罰所當罰」之社會公平原則。利用經濟模式建立違規停車之執法策略，可充分考量各項違規停車行為所導致之社會成本，對於影響都市交通之違規停車行為課以適當之處罰。本研究建立違規停車執法之經濟模式，可做為政府主管機關制訂與調整違規停車執法政策之參考。

### 一、前言

停車問題已成為目前各大都市面臨之重大難題。以台北市而言，汽車登記數目高達六十餘萬輛，但合法車位僅有二十餘萬個。停車空間不足所

<sup>1</sup>淡江大學運輸交通管理學系副教授  
通訊地址：台北縣淡水鎮英專路151號  
電話：(886-2) 26299572  
E-Mail：aluo@mail.tku.edu.tw

導致之違規停車行為如黃、紅線停車、併排停車、紅磚人行道停車及消防栓前停車等，不僅成為都市亂源，並造成交通失序、行車速率降低、駕駛及行人延滯時間增加、活動可及性減低、合法停車者之繞尋車位及步行至目的地時間加長與意外事故風險提高等社會負效益問題。

由於目前國內違規停車之罰鍰金額並不合理，且因警力不足，致使執法成效偏低，都市違規停車亂象嚴重；加以罰鍰金額之制定與調整並無明確學理依據，缺乏說服力，交通主管當局提出調整方案時，每每遭遇多方質疑，常落入各說各話之窘境，導致方案胎死腹中，無法落實執行；另外，現行違規停車裁罰，不論其違規時段、地點及違規項目皆採同一費率，此一作法無法忠實反映不同違規停車行為所造成社會成本的差異，不符社會公平原則。

因此，本研究擬以經濟學觀點處理違規停車相關課題，建立社會損失函數(Social Loss Function)，探討特定違規停車行為造成之社會損失，以決定違規停車罰鍰金額水準及執法取締水準。社會損失主要包括社會淨損害、執法成本及處罰的社會成本等項目，其大小主要與違規停車數量有關。欲達社會損失最小化，必須降低違規停車數量，而違規停車數量之多寡主要取決於處罰的確定性與處罰的嚴重性，前者指「取締機率」，後者即「罰鍰金額」，違規停車裁罰體系之設計應能達到遏阻違規之功能，同時亦須滿足「罰所當罰」之社會公平原則。

本研究擬建立違規停車執法之經濟模式，探討在社會損失最小時之最適罰鍰金額水準及執法取締率，同時兼顧社會公平原則，提供政府制定與調整違規停車罰鍰金額之參考，以提昇取締效率，導正違規停車行為，重建都市交通秩序。

## 二、違規停車罰則制訂與執行問題分析

國內目前對於違規停車罰則的制訂與調整，係以道路交通管理處罰條例為基礎。有關罰鍰部分，依新聞局委託台大社教系辦理「違反交通規則之行為及量罰標準調查」之綜合結論，大都主張提高罰鍰三至五倍，惟於立法院審查時，審查會認為造成交通混亂之原因，不外車輛增加迅速，駕駛人、行人守法精神不夠，道路設施、標誌、標線、號誌不良，都市停車面積不足，計程車數量過多，公共汽車路線規劃不當，違規停車取締執行不力等種種因素造成，原草案對違規駕駛人之處罰係主張重罰原則，審查會委員認為重罰並非改善交通之唯一方法，且易遭民怨，一致主張罰則不



宜過重，因此各條罰鍰數額，大部分仍依行政院在民國 72 年 8 月發佈之標準制訂，未做大幅更動【1】。

黃翔麟【2】曾比較中日兩國有關違反交通法令之罰則，國內道路交通管理處罰條例對違規駕駛人之處罰明顯太輕，以「違規停車」為例，日本記兩點，最高（大型車）可處罰一萬五仟元日幣（約合新台幣三千元），而國內處罰新台幣三百元，不予記點，以我國目前國民平均所得超過一萬二千美元之水準，三百元的罰鍰實在無足輕重。道路交通管理處罰條例於民國 57 年制訂，在當時之農業社會，處以五十元之罰鍰，即能收制裁之效，然目前已進入工商社會，以此輕微之罰度，難令違規者生警惕之心，罰鍰之數額須能使受罰者產生畏懼，而收嚇阻之效果，若罰鍰數額太低，民眾不畏處罰，罰鍰即失去作用。

蔡中志【3】曾對中日道路交通法規處罰規定與執行進行比較研究，該研究認為，日本人口數為台灣的六倍，都市中的人車擁擠程度更甚台灣，其警察一年檢舉交通違規達八百六十萬件，台灣每年告發超過一千一百八十萬件，然而日本交通安全有秩，台灣卻混亂危險；法治國家政府依法行政，因此法規必需完備，執法要嚴正，日本即然。該研究以日本為比較對象，從處罰制度、罰則規定、執行現況等加以分析，發現國內「道路交通管理處罰條例」似乎為政府機關自己而定，其以處罰為主文，失去全民共識，加上內容疏漏頗多，無法達到規範交通行為之效果。

劉建邦【4】曾進行交通違規嚴重度及違規罰則接受性研究，該研究利用層級分析法(AHP)及模糊多屬性決策方法(FMADM)，將各項交通違規依嚴重程度加以排序；再以陳述性偏好實驗設計方法，組合各種違規處罰的情境，構成替選方案供受訪者評估。研究發現，經常性違規及偶爾違規的駕駛人對罰鍰、道安講習及違規記點的接受程度不同，就各種處罰方式而言，罰鍰的高低是影響違規駕駛人選擇處罰方式最重要的因素。

台北市為改善道路交通秩序，民國 60 年公布實施「台北市妨害交通車輛處理辦法」，開始執行違規停車拖吊，由警察局所屬公有拖吊車執行拖吊工作，當時小汽車違規停車者所繳拖運費係實際拖運里程計算，每公里收費三十元。該辦法於民國 69 年第一次修正，因拖運費以公里為計算標準，在計算上頗困難，易滋糾紛，故將拖運費改以車次計算，每輛次五百元。民國 71 年再次修正該辦法，將拖運費由每輛次五百元提高為每輛次一千元。民國 77 年 10 月為配合整頓台北市交通，租用民間拖吊車輛參與拖吊作業，由執行勤務警察指揮民間拖吊車拖吊違規停車，並從拖運費

一千元中，給付拖吊業者每輛租金五百五十元，其餘四百五十元，納入台北市停車場作業基金，做為台北市停車場建設之經費來源之一。民國 85 年，台北市政府交通局有感於路邊違規停車問題嚴重，為適當反映社會成本，以達社會公平原則，特將併排停車、公車站牌、消防栓前及人行道上違規停車視為嚴重違規行為，調整其拖運費為二千五百元，其餘違規停車行為之拖運費仍維持一千元。

台北市政府大幅提高違規拖吊費用的結果，導致民眾與議會等民意機關的強烈杯葛，違規停車罰鍰之計算因無完整之學理依據，未能獲得普遍支持，應為主要原因之一。因此，本研究擬自經濟學的角度切入，將違規停車行為視為經濟問題，以犯罪與處罰經濟模式為基礎，結合違規停車問題特性，探討都市有限道路資源之配置（Allocation），以社會損失最小化為目標，決定最適之路邊違規停車罰鍰水準，以及考慮執法成本之取締水準。

### 三、犯罪與處罰的一般化經濟模式

Becker【5】首先提出以經濟學觀點建立執法策略之理論，其作法係將犯罪視為一經濟問題，構建社會損失函數，在社會總損失最小的情況下，決定最適處罰方式及執法成本。模式表示如下：

$$L = D(O) + C(p, O) + bpfO$$

式中

$L$ : 犯罪所引起的社會總損失

$D$ : 犯罪所造成的社會淨損害

$C$ : 執法成本

$b$ : 處罰形式

$p$ : 定罪的機率

$f$ : 處罰對犯罪者的金錢等值效果

$O$ : 犯罪數

式中第一項表示犯罪造成的社會淨損害，定義為犯罪行為對社會造成的損害與犯罪行為為犯罪者本身帶來的利益兩者之間的差額。第二項表示執法成本，係指執法所需之相關成本，執法成本與犯罪數及逮捕機率有密切關係。第三項表示處罰的社會成本，指政府為處罰犯罪者所造成政府或

個人的額外支出。

犯罪數主要與處罰的確定性（定罪機率）及處罰的嚴重性（處罰的金錢等值效果）有關，亦與個人教育程度及家庭背景有關，其關係如下：

$$O = O(p, f, u)$$

式中

$O$ ：犯罪數

$p$ ：定罪的機率

$f$ ：處罰對犯罪者的金錢等值效果

$u$ ：除  $p$  與  $f$  外，其它會影響犯罪數的因素，如教育程度、家庭背景等

針對社會損失函數做一階微分並令其等於零，即可求得  $p$  與  $f$  的最佳解。

$$\frac{\partial L}{\partial f} = \frac{\partial D}{\partial O} \frac{\partial O}{\partial f} + \frac{\partial C}{\partial O} \frac{\partial O}{\partial f} + bpf \frac{\partial O}{\partial f} + bpO = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial p} = \frac{\partial D}{\partial O} \frac{\partial O}{\partial p} + \frac{\partial C}{\partial O} \frac{\partial O}{\partial p} + \frac{\partial C}{\partial p} + bpf \frac{\partial O}{\partial p} + bfO = 0$$

$$\because \frac{\partial O}{\partial p} \neq 0, \quad \frac{\partial O}{\partial f} \neq 0$$

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} + bpf = -bpO \frac{\partial f}{\partial O}$$

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial O} + bpf = -bfO \frac{\partial p}{\partial O}$$

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} = -bpf \left[ \frac{O}{f} \frac{\partial f}{\partial O} + 1 \right]$$

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial O} = -bpf \left[ \frac{O}{p} \frac{\partial p}{\partial O} + 1 \right]$$

$$\varepsilon_f = -\frac{f}{O} \frac{\partial O}{\partial f}$$

$$\varepsilon_p = -\frac{p}{O} \frac{\partial O}{\partial p}$$

式中

$\varepsilon_f$  表處罰嚴重性對犯罪數的彈性

$\varepsilon_p$  表處罰確定性對犯罪數的彈性

最後可得

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} = -bpf \left[ 1 - \frac{1}{\varepsilon_f} \right]$$

$$\frac{\partial D}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial O} + \frac{\partial C}{\partial p} \frac{\partial p}{\partial O} = -bpf \left[ 1 - \frac{1}{\varepsilon_p} \right]$$

上式左邊部分，分別表示每增加一個犯罪數的邊際損害及邊際執法成本，右邊則表示每增加一犯罪數的邊際處罰成本。假設邊際成本為正值，則處罰確定性 (p) 的彈性會大於處罰嚴重性 (f) 的彈性，而其最佳解會發生在邊際損害及邊際執法成本等於邊際處罰成本上。

Black 等人【6,7】針對上述一般化模式修正應用於違規停車執法上，分析違規停車所造成的社會總損失，從而構建模式，以求解社會總損失最小時之最適罰鍰金額與取締機率，其模式如下：

$$L = D(O) + E_1 + E_2 + E_3 + \{bp_1O - G(O)\}$$

式中

$D$ ：違規停車所造成的社會淨損害

$E_1$ ：警察取締成本

$E_2$ ：車輛拖吊成本

$E_3$ ：罰鍰收取成本

$b$ ：違規停車者因車輛被拖吊所造成不便的成本

$p$ ：車輛被取締的機率

$O$ ：違規停車數量

$G$ ：違規停車者的利得

Black 模式與 Becker 模式之主要差異在執法成本與處罰的社會成本上。就執法成本而言，Black 認為執法成本是由警察取締成本、違規車輛拖吊成本及違規罰鍰收取成本所構成，而此三項成本會隨不同的取締機率而有異，因此將取締機率分為：(1)警察取締機率，(2)違規車輛被拖吊之機率，(3)違規停車被告發之機率，(4)罰鍰收取之機率，其函數關係如下：

$$(1) \quad p_0 = f_0(E_1, O)$$

$$(2) \quad p_1 = f_1(E_2, O)$$

$$(3) \quad p_2 = f_2(p_0, p_1)$$

$$(4) \quad p_3 = f_3(p_2, E_3)$$

另就處罰的社會成本而言，Becker 模式中處罰的社會成本係指政府為處罰犯罪者所造成政府或個人的額外支出成本。模式中  $b$  表處罰方式，處罰方式若為罰鍰，可視罰鍰金額為移轉性支出， $b$  即等於零；處罰方式若為入獄、緩刑等刑罰，則每個犯罪者處罰的社會成本以  $bf$  表示，犯罪者被逮捕的數量為  $p_0$ ，因此所有犯罪者處罰社會的成本為  $bp_0$ 。Black 將此一觀念應用於違規停車執法上，若車輛違規停車被警察取締，就地開立罰單，則處罰的社會成本幾乎為零，但若是車輛違規被拖吊，處罰的社會成本將等於違規停車者因車輛被拖吊所造成不便之機會成本。

$$P_u = bp_1O - G(O)$$

式中

$P_u$ ：處罰的社會成本

$b$ ：違規停車者因車輛被拖吊所造成不便的成本

$p_1$ ：車輛被拖吊之機率

$G(O)$ ：違規停車者的利得

前述模式在推導過程中，僅考慮「效率」原則，而忽略了「公平正義」一亦即「罰所當罰」原則。本研究將加入適當之限制條件，並結合國內執法特性之考慮，確立模式之合理性，以進一步建立更周延之分析方式。

#### 四、以經濟觀點處理都市違規停車問題

本研究之主要工作為建立違規停車之社會損失 (Social Loss) 函數，據以求解社會總損失最小目標下的最適罰鍰金額與取締率。計算違規停車所造成的社會損失因素包括：違規停車所造成的社會損害 (Social Damage)、違規停車者因違規停車所獲致的利益、執法成本及處罰的社會成本等，其大小主要與違規停車數量有關，因此，為使社會總損失減少，必須降低違規停車數量。一般而言，減少違規停車數量的途徑有二：一為提高罰鍰金額，二為提高取締機率，然二者均有其限制，若罰鍰金額過高，並不符合社會公平原則；若提高取締機率，則將增加執法成本，其間的互動關係如圖 1 所示。本研究即基於公平正義及效率原則，在罰鍰金額與取

締率之間取得一均衡值，使罰鍰金額能符合「罰所當罰」的要求，而取締機率亦能維持一定的遏阻效用，以達到社會總損失最小的目標。

### (一) 違規停車之社會損失函數分析

違規停車之社會損失函數主要由違規停車所造成的社會損失成本所構成，而與社會淨損害、執法成本及處罰的社會成本有關，茲說明如下：

#### 1. 社會淨損害

社會淨損害(Net Damage)係指因違規停車行為所造成的社會損害成本與違規者個人因違規停車行為所得到利益間的差額；其中違規停車所造成的社會損害成本主要有減少道路容量成本、對車流干擾引起之延誤成本、肇事成本、妨害公共安全成本及行人延滯成本等；而違規停車者所得到的利益則包括減少繞尋時間及步行至目的地的時間等；社會淨損害可用下式表示之：

$$D(O) = H(O) - G(O)$$

式中

$D$ ：違規停車所造成的社會淨損害

$H$ ：違規停車者所造成的社會損害

$G$ ：違規停車者所得的利益

$O$ ：違規停車數量

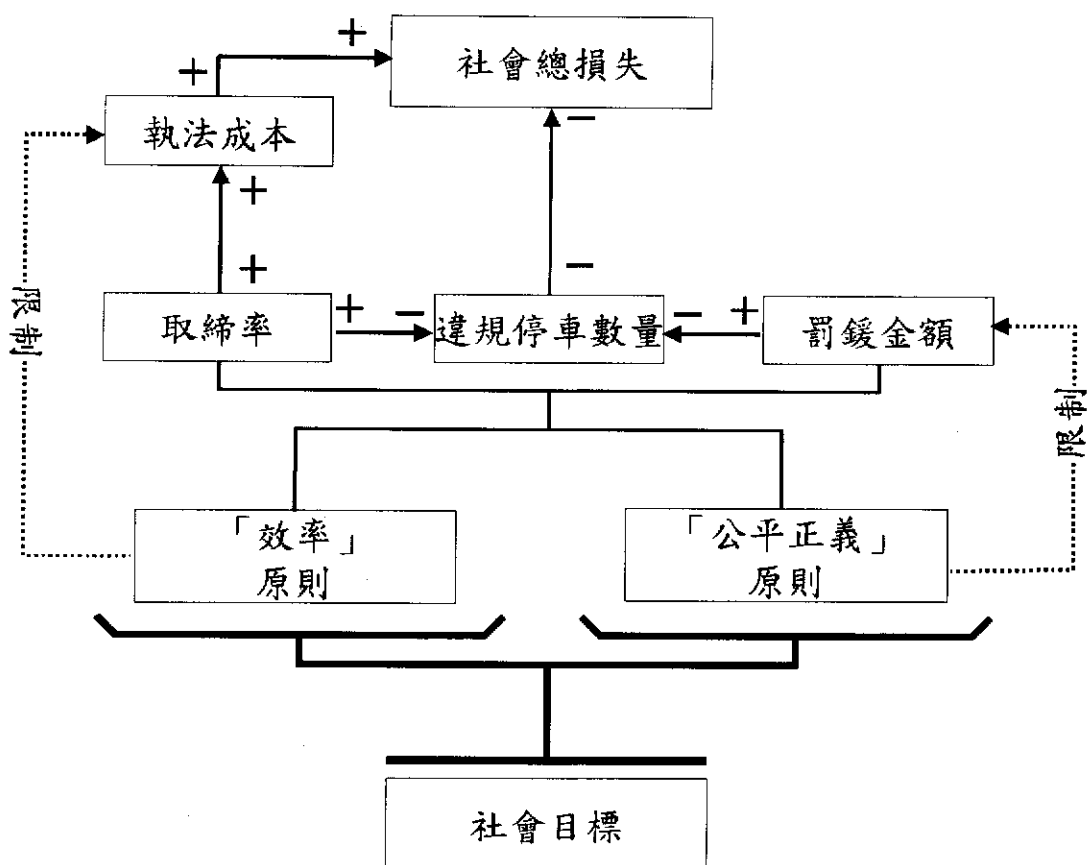


圖 1 違規停車社會總損失、取締率、罰鍰金額互動關係圖

違規停車所造成的社會損害及違規停車者所得到的利益，會隨著違規停車數量的增加而增加，即

$$H' = \frac{\partial H}{\partial O} > 0, \quad G' = \frac{\partial G}{\partial O} > 0$$

違規停車的邊際損害會隨著違規停車數量的增加而遞增，因為社會損害會隨著違規停車數量的增多而越顯嚴重；但違規停車者所得的邊際利益會隨著違規停車數量的增加而遞減，此係因為隨著違規停車數量的增加，違規停車者之繞行時間及步行時間會增加之故，可用下式表示之：

$$H'' = \frac{\partial^2 H}{\partial O^2} > 0, \quad G'' = \frac{\partial^2 G}{\partial O^2} < 0$$

$$D' = H' - G' > 0$$

## 2. 執法成本

執法成本主要指執法人員取締違規停車所需成本，主要包括執法人員

薪資、設備等。執法成本主要與取締機率及違規停車數量有關，其關係可用下式表示之；

$$C = C(p, O)$$

式中

$C$ ：執法成本

$p$ ：取締機率

$O$ ：違規停車數量

基本上，執法成本會隨著取締機率及違規停車數量的增加而增加，即

$$\frac{\partial C}{\partial p} > 0, \quad \frac{\partial C}{\partial O} > 0$$

另外，違規停車執法的邊際成本亦會隨著取締機率及違規停車數量的增加而增加，即

$$\frac{\partial^2 C}{\partial O^2} > 0, \quad \frac{\partial^2 C}{\partial p^2} > 0$$

### 3. 處罰的社會成本

處罰的社會成本主要指政府為處罰違規停車者所造成政府或違規停車者的額外支出。一般而言，若警察當場開立罰單，則處罰的社會成本幾乎等於零（ $b \cong 0$ ）；若違規車輛被拖吊，則不僅包括違規車輛拖吊成本及保管成本，尚包括違規停車者因車輛被拖吊所造成不便的成本（ $b > 0$ ），其函數如下：

$$P_u = bpfO$$

式中

$P_u$ ：處罰的社會成本

$b$ ：處罰方式

$f$ ：罰鍰金額

$p$ ：取締機率

### （二）違規停車數量

違規停車數量主要與罰鍰金額及取締機率有關，亦與時間、地點及個人冒險偏好因素有關；當罰鍰金額及取締機率提高時，違規停車數量會降低，反之則會升高。

$$O = O(p, f, u)$$



式中

$O$ ：違規停車數量

$p$ ：取締機率

$f$ ：罰鍰金額

$u$ ：除了取締機率及罰鍰外，其它影響違規停車數量的因素

$$\frac{\partial O}{\partial p} < 0, \frac{\partial O}{\partial f} < 0$$

### (三) 違規停車函數分析

由前述分析知，違規停車所造成的社會總損失包括社會淨損害、執法成本及處罰的社會成本等項，其中社會淨損害會隨著違規停車數量的增加而增加，執法成本則隨著取締機率及違規停車數量的增加而增加，因此就社會總損失而言，欲達到社會總損失最小，必須降低違規停車的數量。一般而言，降低違規停車數量的途徑有二，一為提高罰鍰金額，另則為提高取締機率，若過度提高罰鍰金額，並不符公平正義原則；至於提高取締機率，一方面會增加執法成本，將使社會總損失增加，另一方面可減少違規停車數量，降低社會淨損害，進而降低社會總損失。

### (四) 公平性的考慮

就社會公平目標而言，期望罰鍰水準 ( $pf$ ) 應不小於違規行為所造成之社會成本，即邊際社會損害成本與邊際執法成本之和，若取締機率 ( $p$ ) 小於 1，則最適罰鍰水準 ( $f$ ) 將大於違規所致之邊際成本。另外，「罰所當罰」尚隱含比例原則，即個別違規者違規所受處罰應與其犯行相當，不可無限提高罰鍰水準。在嚇阻效果方面，一般而言，駕駛者在理性的選擇行為下進行停車行為決策時，會衡量比較違規停車效用與合法停車效用，當違規停車效用大於合法停車效用時，駕駛者會選擇違規停車。駕駛者考慮違規停車行為時，主要是以罰鍰金額的期望值與違規所能得到的利益做比較，因此，期望罰鍰水準應大於鄰近地區之停車成本，包括停車費用、繞尋時間、步行時間等部分，此舉將可有效降低違規停車之意願與比例。

## 五、結論與建議

1. 停車執法問題在本質上可歸類於有限（道路）資源之配置問題。因此，本研究嘗試以經濟觀點，由效率（Efficiency）與公平（Equity）著眼，以社會總損失最小化為目標，同時以公平性的考量為限制，建立最適罰鍰水準與執法取締水準之求解架構，忠實反映違規停車行為應受之處罰；同時透過適當之設計，遏阻違規行為的發生。
2. 停車執法策略的制訂應同時考慮時間與空間的特性，前者反映路邊違規停車在交通尖離峰時間造成之社會成本不同；後者則反映不同地區或街道上違規停車的社會成本各異。因此，違規停車罰鍰水準應依時（尖、離峰）、依地（市、郊區）或依路（主、次要道路）分別制訂之。
3. 處罰確定性（取締率）之彈性大於處罰嚴重性（罰鍰水準）之彈性。因此，落實執法提高取締率，對於抑止違規停車行為會有較大效果，亦不致違背「罰所當罰」原則，然而執法成本不貲，特別是人力成本部分，應就執法技巧之改進，執法效率之提昇等課題深入研究。
4. 實證分析為後續研究重點，包括社會總損失之各成本項估算、違規停車數量與取締率、罰鍰水準關係等，本研究將以台北市為個案，進行實證。

## 參考文獻

1. 呂青霖，「道路交通管理處罰條例之立法特色之探討」，**警政學報**，第12期，頁431-頁458，民國76年。
2. 黃麟翔，「如何改善交通秩序促進交通安全」，**交通安全教育學會年刊**，民國79年2月。
3. 蔡中志，「中日道路交通違規處罰規定與執行之比較研究」，**第一屆運輸安全研討會論文集**，頁121-頁129，民國83年11月。
4. 劉建邦，**交通違規嚴重度及違規罰則接受性之研究**，國立交通大學土木工程研究碩士論文，民國84年6月。
5. Becker G.S., "Crime and Punishment: An Economic Approach." *Journal of Political Economy*, Vol. 76(2), p.p.169-217, 1968.
6. Black I., Cullinane K.P.B. and Wright C.C., "Parking Enforcement Policy Assessment Using an Economic Approach Part 1: Theoretical Background and the Development of an Economic Model", *Transportation Planning and Technology*, p.p.249-257, 1993.

7. Black I., Cullinane K.P.B. and Wright C.C., "Parking Enforcement Policy Assessment Using an Economic Approach Part 2: Practical Considerations in Applying an Economic Model", *Transportation Planning and Technology*, p.p.259-268, 1993.

## 交通違規行為嚴重性之探討

劉建邦<sup>1</sup>

### 摘 要

理想的交通違規罰則理應依據違規行為之嚴重度加以制定；而在警力不足的情況下，交通違規之取締亦應以情節較為嚴重之違規行為作為執法之重點。然而何謂情節較為嚴重之交通違規行為呢？是一個見人見智的問題。因此，如何制定輕重不同的罰則及篩選違規執法之重點，也就缺少了一套較為客觀之評比依據。

有鑑於上述問題之存在，本研究乃嘗試結合層級分析方法(AHP)及模糊多屬性決策方法(FMADM)，建立一套評比小客車交通違規行為嚴重程度之方法。

### 一、前言

違規的駕駛行為對於道路交通安全之危害極大，由於道路交通中只要有一方違反道路交通安全規則，勢必造成同在道路中其他車輛駕駛人甚或是無辜者之干擾與危險，因此常常為引起道路交通事故的主要原因。在現行交通法規中，規範交通安全與秩序的法規有公路法、道路交通管理處罰條例、道路交通安全規則、違反道路管理事件統一裁罰標準及處理細則、高速公路交通管制規則、道路交通標線號誌設置規則等，其中以「道路交通管理處罰條例」與駕駛人最為密切。

許多學者均建議，對於罰則之標準應依該行為對交通安全與交通秩序危害的嚴重性（程度）而定，對於具惡質性、危險性高反社會正義倫理道德之交通行為，規定較重之處罰；然因目前國內缺乏對此問題之研究，因此，本研究之主要目的為找出小汽車交通違規行為的嚴重程度排序，以作為政府主管當局罰則研擬的基礎。

目前對於交通違規罰則的研究[1][2][3][4]，大多是用敘述性的分析方法，對現行法規做比較分析；而鄧振源等[5]曾利用模糊理論方法對我國交通違規記點制度進行改善之研究。

由於每一交通違規行為對交通的影響均屬多元性，因此，欲將交通

<sup>1</sup> 任職於台北市政府交通局（聯絡電話：02-27256889）。

違規依其嚴重程度排序，為一多屬性決策問題，因此採用多屬性決策方法，其次未考慮個人感受常處於模糊狀態，故將模糊性納入多評準決策方法中，即為模糊多屬性決策方法(FMADM)。

## 二、研究方法

### 1. 方法的界定

由於一項交通違規行為發生後會產生許多的影響層面，因此欲評估各項交通違規的嚴重程度，其問題的本質基本上是屬於多屬性群體。

決策問題，為了能反映各屬性嚴重程度的模糊性，因此本論文將利用模糊理論，提供一個評估交通違規嚴重程度的演算法則。此演算法則是根據模糊集合概念與層級結構分析加以構建，在演算過程中對於各準則之權重採成對比較方式 (pairwise-comparison)，而對於各項違規對各準則的嚴重程度，受訪的評估者只要輸入語言值與模糊數即可。然後將這些決策者的意見經整合後，可得到各項違規嚴重程度的綜合評價。最後，再利用模糊數學上排序的方法，將各方案的綜合評價進行排序，即可得到各項交通違規嚴重程度的排序。

### 2. 演算法則

模式採兩層級結構分析，第一層用以評估決策準則之權重，第二層為各替代方案在各準則下之模糊評價。

演算法則如下：設有 $n$ 個決策者 ( $D_j, j=1,2,\dots,n$ )， $m$ 種違規行為 ( $A_i, i=1,2,\dots,m$ )，與 $k$ 個準則 ( $C_t, t=1,2,\dots,k$ )。決策小組欲從 $m$ 項交通違規中，找出嚴重程度的排序，以作為研擬違規罰則的基礎。

第一步：成立決策小組，選取國內目前在交通違規處罰方面有實務經驗或學有所長的人士作為決策小組成員，進行交通違規嚴重度分析。

第二步：界定研究範圍及評估準則。由於交通違規項目繁多，因此在第一階段將選取駕駛人常犯的一些違規項目，作為第一階段的研究範圍，針對這些違規項目進行嚴重度的排序；在排序的方法上，因為交通違規的影響層面很多，因此在進行問卷調查前，首先要找出交通違規的各種可能的影響層面，作為嚴重度評估的準則，然後根據這些準則進行第一階段問卷設計的工作。

第三步：計算每一專家學者的準則權重。假設經由評估準則的成對比較，得到成對比較矩陣 $A=a_{ij}$ ，由於此舉陣為正的(positive)及交互的(reciprocal)，因此，矩陣 $A$ 可表為：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk} \end{bmatrix}$$

上式中  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  for all  $i, j = 1, 2, \dots, k$ .

目前學者提出兩種方法計算權重：1.對數最小平方法、2.Saaty[8]的特徵向量方法，許多研究建議，當方案的真正排序結果尚未找到時，特徵向量方法是計算權重的最佳方法，且Saaty的方法還可以計算評估者的評估結果是否滿足一致性。其計算方法如下：

$$Aw = \lambda_{\max} w, (1)$$

$\lambda_{\max}$  是 $A$ 矩陣的最大特徵值，上式亦可表為：

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} w_j}{\lambda_{\max}} \quad \text{for all } i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

為了解評估者的判斷是否具有一致性，Saaty定義一致性指標(consistency index(C.I.))如下：

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}. \quad (3)$$

對任何一個隨機產生的 $n \times n$ 的矩陣，其平均的C.I.值稱為隨機指標(R.I.)，將矩陣 $A$ 的一致性指標除以隨機指標，即為一致性比例(consistency ratio(C.R.))， $C.R. = C.I./R.I.$ ；若 $C.R. > 0.1$ 則該評估的判斷不滿足一致性，應重新再做判斷。

第四步：計算各屬性的影響程度。將每一評估者的屬性權重值乘以各屬性嚴重程度的模糊數，並加總可得各屬性在各項違規的嚴重程度，目前整合的方式很多，如平均數、眾數、極大、極小與混合等方法。一般以平均數的方法較為常用，因此本論文亦採用此方法整合決策者的意見。計算方式如下：（分別以 $\oplus$ 與 $\otimes$ 分別表示模糊的加法及乘法）

$$S_{jk} = \left( \frac{1}{n} \right) \otimes (S_{1jk} \otimes W_{1k} \oplus S_{2jk} \otimes W_{2k} \oplus \cdots \oplus S_{njk} \otimes W_{nk})$$

$S_{jk}$  = 第 $j$ 項違規第 $k$ 個屬性嚴重程度的模糊數  
 $S_{ijk}$  = 第 $i$ 位評估者對第 $j$ 項違規第 $k$ 個屬性的嚴重程度評估值  
 $W_{ik}$  = 第 $i$ 位評估者對第 $k$ 個屬性的權重值

(4)

第五步：將各項交通違規對每一屬性嚴重程度的模糊數加總，得到各項違規嚴重程度的模糊適合指數（Fuzzy appropriateness indices），以 $A_j$ 表示第 $j$ 項違規的模糊適合指數。

$$A_j = (S_{j1} \oplus S_{j2} \oplus S_{j3} \oplus S_{j4} \oplus S_{j5}) \quad (5)$$

第六步：計算模糊適合指數的排序值，找出各項交通違規嚴重程度的排序。本篇論文將採用Chen[31]1985年所提出，以極大化集合與極小化集合方法進行模糊數的排序，其演算法如下：

令 $A_i = (c_i, a_i, b_i)$  ( $i=1, 2, \dots, m$ )為 $m$ 項違規的三角形模糊適合指數，其對應的隸屬函數可由下式求得：

$$f_{A_i}(x) = \begin{cases} (x - c_i) / (a_i - c_i), & c_i \leq x \leq a_i, \\ (x - b_i) / (a_i - b_i), & a_i \leq x \leq b_i, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (6)$$

定義1：極大化集合 $M$ 是隸屬函數為 $f_M$ 的模糊子集合，其數學式如下：

$$f_M(x) = \begin{cases} (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), & x_{\min} \leq x \leq x_{\max}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (9)$$

上式中， $x_{\min} = \inf S$ ,  $x_{\max} = \sup S$ ,  $S = \bigcup_{i=1}^m A_i$ ,  $A_i = \{x | f_{A_i}(x) > 0\}$ .

定義2：每一項違規極大化集合的效用值如下

$$U_M(i) = \sup_x (f_M(x) \wedge f_{A_i}(x)), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (10)$$

由圖1可看出，每一項違規的極大化集合效用值，為極大化集合 $f_M$ 與該項違規隸屬函數 $f_{A_i}$ 右邊交會點的y座標值。

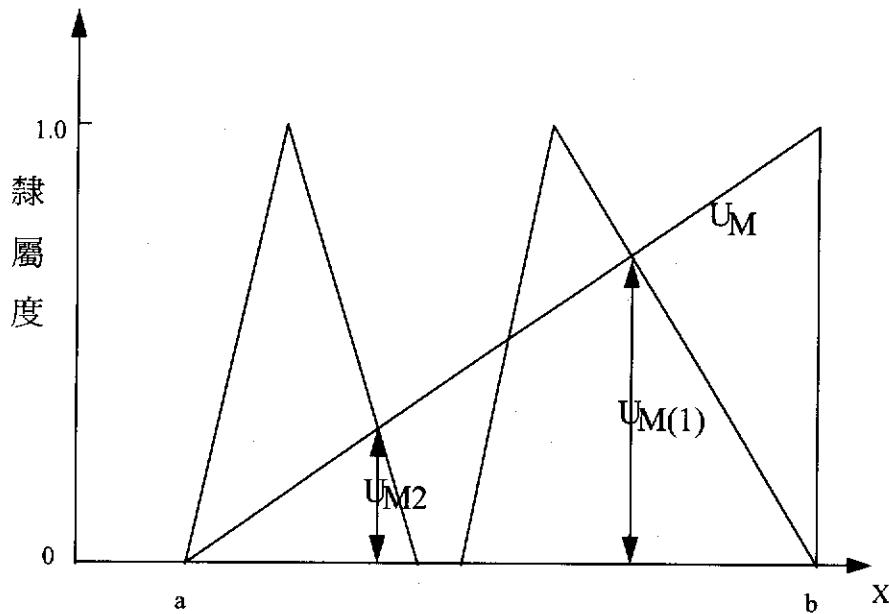


圖1 極大化集合效用值

定義3：極小化集合 $G$ 是隸屬函數為 $f_G$ 的模糊子集合，其數學式如下：

$$f_G(x) = \begin{cases} (x - x_{\max}) / (x_{\min} - x_{\max}), & x_{\min} \leq x \leq x_{\max}, \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

上式中 $x_{\max}$ 與 $x_{\min}$ 的意義與定義1相同 (11)

定義4：每一項違規極小化集合的效用值如下

$$U_G(i) = \sup_x (f_G(x) \wedge f_{A_i}(x)), \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (12)$$

由圖2可看出，每一項違規的極大化集合效用值，為極小化集合 $f_G$ 與該項違規隸屬函數 $f_{A_i}$ 左邊交會點的y座標值。



定義5：每一項違規嚴重度之模糊數的總效用值如下：

$$U_T(i) = [U_M(i) + 1 - U_G(i)] / 2 \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (13)$$

利用定義5所得到每一項違規嚴重度的總效用值，根據效用值得大小，我們可以很容易且很合理的將每一項違規依嚴重程度加以排序。

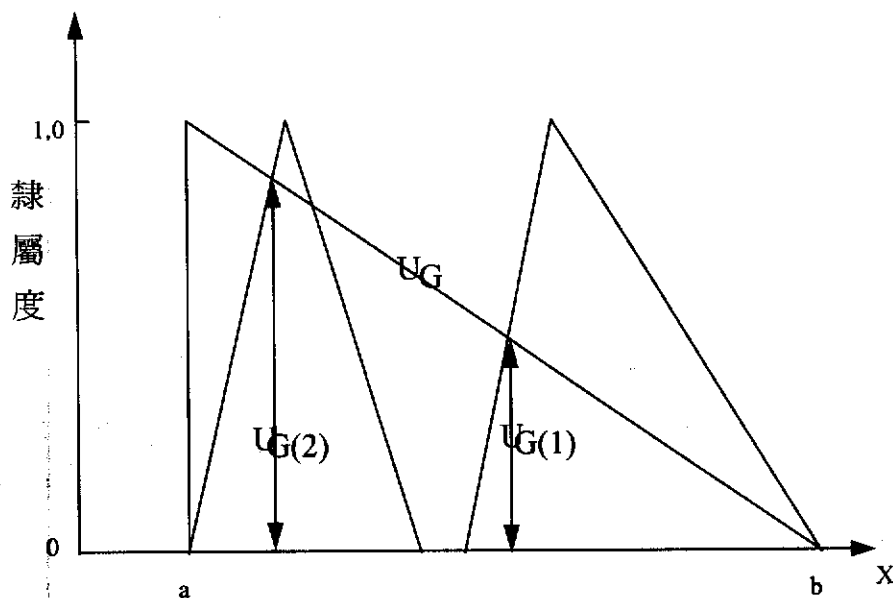


圖2 極小化集合效用值

### 三、研究範圍界定與評估準則的選取

現行「道路交通管理處罰條例」所處罰的對象主要分為五種：1.汽車所有人、2.汽車駕駛人、3.慢車所有人、4.慢車駕駛人、5.行人；本研究由於僅討論汽車的違規行為，因此不探討對後三者的處罰，然而，條例中對小汽車所有人的處罰，其原因大多是因為汽車本身牌照或零件故障等問題，並非由於駕駛行為不當，而採取處罰措施，使其改正，因此本研究亦不探討對汽車所有人的處罰，而主要針對笑汽車駕駛人之違規行為進行研究。

由上述可知本研究所選取的違規，主要針對駕駛人駕駛行為不當，對違規駕駛人進行處罰的違規項目。根據過去對各項交通違規取締次數的多寡及蔡中志[4]在中日重要交通違規罰則之比較所題各項違規，本研

究選取11項主要交通違規作為嚴重度分析的對象，11項違規分別為：1.超速行駛、2.無照駕駛、3.違規停車、4.高速公路行駛路肩、5.闖紅燈、6.酒醉患病駕車、7.裝載違規、8.違規超車、9.違規回車、10.違規轉彎、11.爭道行駛。

由於交通違規的影響層面為多元性，因此，擬利用多評準決策方法找出交通違規嚴重程度的排序，而使用多評準決策方法時，在界定出欲評估的各方案後，其次即須找出方案的影響屬性，而方案的影響屬性即為各項交通違規的影響層面。

所選取的屬性，除須能充分反映交通違規的所有影響層面外，各屬性間應保持獨立關係，即各屬性間不能有任何相關性。由於車輛一定要有駕駛者方能運行，而一旦因交通違規行為而發生交通事故，首當其衝者，即為車輛的駕駛者，因此交通違規的首要影響屬性為對駕駛者自己生命財產的影響。其次當違規行為釀成交通事故，一般而言，也會對車上其他乘客，或其他車輛造成傷害，因此，對他人生命財產的影響亦為一重要的屬性。

由於違規的駕駛行為將對行車效率，及整體的行車速率造成影響，例如：違規超車、爭到行駛、違規停車及行駛路肩等，因此，第三個屬性為對交通秩序的影響。此外，違規的駕駛行為亦會對法律的尊嚴造成傷害，使社會大眾無視交通法規的存在，增加違規行為的發生；同時，違規的駕駛行為會造成交通秩序的紊亂，影響到整體社會在國際間的形象。

經由以上對交通違規行為影響的簡要分析，本研究找出交通違規的五個主要影響層面作為方案屬性，五個屬性分別為：1.對駕駛者自己生命財產的影響、2.對他人生命財產的影響、3.對交通秩序的影響、4.對法律尊嚴的影響、5.對社會形象的影響。利用以上五個決策屬性，對所選取的十一項主要交通違規行為做嚴重程度的評估及排序，評估方式採用專家評估的方式，問卷設計及評估結果分述如後。

#### 四、問卷設計與資料收集

問卷設計是一個研究成功與否相當重要的關鍵，好的問卷應能讓受訪者很容易了解問卷的目的及內容，並且能很簡單的回答問題，同時在問題的研擬上，應能讓研究者得到所欲取得的資訊。

本研究在第一階段的問卷設計上，為了方便受訪者的填答，因此在

題目的設計上，多採用模糊語意的方式，受方者僅須勾選出其個人對該問題的感受即可。

在模糊多屬性決策方法上，經由問卷調查所欲取得的重要資訊主要有兩部份：1.各屬性的權重、2.各違規項目對各屬性的影響程度，就第一步份屬性權重的取得方面，由於層級分析方法中的成對比較(pairwise comparison)提供了一個完整的演算法則，因此在問卷設計上採用屬性間成對比較，以求算各屬性的權重。

為衡量屬性間相對的重要性，必需選取適當的衡量尺度，在層級分析法中，成對比較最常用的衡量尺度為1~9的尺度，各數字的定義如表1所示。此外，因為成對比較矩陣為交互的(Reciprocal)，因此在問卷設計上，任兩因素間僅須做一次比較即可，即若有n個屬性，只要做 $n(n-1)/2$ 次的比較。

其次就各違規對各屬性的影響程度方面，為了考慮個人感受常處於模糊狀態，故將模糊性納入多評準決策方法(MCDM)中。就問卷設計而言，有兩種方式供受訪者評估各違規對各屬性的影響程度：1.利用事先已設定好的語言值集，供受訪者勾選；2.讓受訪者採用自己主觀認知的模糊數進行評分。由於採用第二種方法，對受訪者而言填答不易，且許多受訪者對模糊數的觀念不甚了解，因此，本研究採用第一種方法，在問卷上設定好語言值集，供受訪者勾選；語言值集的設定分為五個等級(非常嚴重、嚴重、普通、不嚴重、非常不嚴重)，各等級所代表的模糊數如表2。

表1 屬性間重要性的衡量尺度

| 相對重要性數值 | 定義            |
|---------|---------------|
| 1       | 兩屬性同等重要       |
| 3       | 稍微重要          |
| 5       | 強烈重要          |
| 7       | 非常強烈重要        |
| 9       | 極端重要          |
| 2,4,6,8 | 為上述各重要性數值的中間值 |

表2 各語言值的模糊數

| 語言值   | 模糊數             |
|-------|-----------------|
| 非常不嚴重 | (0,0,0.25)      |
| 不嚴重   | (0,0.25,0.5)    |
| 普通    | (0.25,0.5,0.75) |
| 嚴重    | (0.5,0.75,1)    |
| 非常嚴重  | (0.75,1,1)      |

對於違規嚴重度的評估，是採用專家評估方式，調查對象分為專家及學者兩部份，就專家而言，針對各縣市交通隊隊長及政府相關部門主管共18人進行郵寄問卷調查，就學者而言，針對目前各大學交通運輸相關科系的老師中，對交通安全學有專長者共12人進行郵寄問卷調查，為使問卷能有效且迅速回收，因此在問卷寄出後，即採電話追蹤。在寄出的30份問卷中，共回收有效問卷20份。

## 六、資料處理與分析

### 1. 違規嚴重度的排序

首先利用Saaty的特徵向量方法計算各評估者的屬性權重，並計算各評估者的判斷是否滿足一致性，如(1)~(3)式所示，各評估者的屬性權重如表3所示。

其次將各評估者所評估，各種違規對各屬性的嚴重程度轉換成三角形模糊數，並乘上屬性權重，可以得到各項違規對各屬性嚴重程度加權後的評價值。

在得到每一評估者的各項違規對各屬性嚴重程度的加權評價值後，利用平均法整合每一位決策者的意見，得到每一項違規對各屬性嚴重程度的平均模糊數，計算方法如(6)式所示。

利用(7)式可以得到每一項違規嚴重程度的模糊適合指數。最後利用(8)~(9)式極大化集合及極小化集合方法進行各項違規嚴重程度的排序，其結果如表4所示。

由表4可看出，本研究所選出11項主要違規中，嚴重程度由最高至最低的排序依次為：1.闖紅燈、2.酒醉患病駕車、3.超速行駛、4.違規超車、5.無照駕駛、6.爭道行駛、7.高速公路行駛路肩、8.裝載違規、9.違規轉彎、10.違規迴車、11.違規停車。

將各項違規嚴重程度排序與現行的處罰標準做比較如表5，由表中可看出，目前「道路交通管理處罰條例」所規定的處罰標準，與本研究所得到的違規嚴重程度仍有部分差距，例如就罰金而言，闖紅燈的違規嚴重程度最高，但其罰金卻低於酒醉患病駕車及無照駕駛甚多；目前罰金最高的是酒醉患病駕車及無照駕駛，其原因為酒醉患病駕車對第三人造成相當大的社會成本，而無照駕駛者無法採取記點或參加道安講習的處分，因此其罰金最高。就爭道行駛、違規迴車及違規轉彎而言，其違規嚴重程度不同，但是罰金及記點的點數均相同；闖紅燈的嚴重程度明顯的高於裝載違規，但是其罰金的額度卻低於裝載違規。

此外，就高速公路違規的處罰，目前均由該條例第三十三條所規定，但是就高速公路超速行駛及行駛路肩，其嚴重程度有顯著的差異，但處罰標準卻相同，亦不甚合理，有必要加以檢討改進。

就違規記點而言，就本研究的11項違規中，除無照駕駛及違規停車外，其餘的違規項目均有記點的處分。目前對於違規記點之處分係依處罰條例第六十三條第三項，「汽車駕駛人在六個月內，違規記點共達六點以上者，吊扣駕駛執照一個月；一年內經吊扣駕駛執照二次，再違反第一項各款所列條款之一者，吊銷其駕駛執照。」，有關參加道路交通安全講習之規定係依據「道路交通安全講習辦法」第五條規定，講習時間以不超過一天為原則。目前除對酒醉駕車有延長講習時間外，其餘各項違規知道安講習時間均為二小時，若強迫參加道路交通安全講習對駕駛人而言亦是處罰的一種，則違規行為不同而僅依累積的違規點數而施以相同的講習時間亦不合理，不能反映出違規的嚴重度，對於嚴重度較高的違規項目(除酒醉駕車)無法達到遏止的功效。

經由以上分析可看出，現行「道路交通管理處罰條例」近年來雖幾經修正以符實需，然部分違規行為所訂定的罰則仍無法反映出違規行為嚴重程度的不同。

## 2.各項違規罰則輕重程度、取締情況及發生情況之比較

在第一階段問卷中對於罰則輕重程度、違規取締情況及發生頻次分析，亦採用事先設定好的語言值集供受訪者勾選，語言值集的設定如前節表2所述，而綜合各評估者意見的方法仍採用平均值的方法，以期能得到各評估者的完全資訊。綜合評估者對各項違規處罰的輕重程度、取締情況及發生頻次評價的模糊數，並利用重心法解模糊(Defuzzification)後可以得到評估者對各項違規處罰輕重程度、取締情況及發生情況的評價如

表6。由表6可看出就罰則輕重程度而言，評估者認為11項違規所訂定的罰則均偏低，由此可見，目前我國「道路交通管理處罰條例」所訂的罰則過輕而難以達到遏止交通違規行為發生的目的。

最後就各項違規發生頻次而言，除了違規停車評估者認為其發生情況非常氾濫，及違規迴車介於經常發生及偶爾發生外，其餘各項規的發生情況均為經常發生，因此目前交通違規情況嚴重已是不爭的事實，有必要透過執法、教育及交通工程(三E)三方面加以改善。

表3 各評估者屬性權重值

|    | D1    | D2    | D3    | D4    | D5    | D6    | D7    | D8    | D9    | D10   |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| W1 | 0.37  | 0.317 | 0.289 | 0.625 | 0.625 | 0.055 | 0.245 | 0.031 | 0.585 | 0.058 |
| W2 | 0.286 | 0.47  | 0.482 | 0.248 | 0.248 | 0.053 | 0.245 | 0.679 | 0.246 | 0.47  |
| W3 | 0.14  | 0.08  | 0.144 | 0.08  | 0.08  | 0.115 | 0.245 | 0.097 | 0.074 | 0.178 |
| W4 | 0.089 | 0.915 | 0.498 | 0.032 | 0.032 | 0.401 | 0.077 | 0.097 | 0.045 | 0.216 |
| W5 | 0.077 | 0.406 | 0.346 | 0.016 | 0.016 | 0.376 | 0.187 | 0.097 | 0.05  | 0.078 |
|    | D11   | D12   | D13   | D14   | D15   | D16   | D17   | D18   | D19   | D20   |
| W1 | 0.313 | 0.035 | 0.419 | 0.234 | 0.03  | 0.331 | 0.38  | 0.064 | 0.499 | 0.302 |
| W2 | 0.236 | 0.297 | 0.262 | 0.466 | 0.537 | 0.353 | 0.428 | 0.674 | 0.035 | 0.302 |
| W3 | 0.14  | 0.231 | 0.16  | 0.115 | 0.07  | 0.107 | 0.077 | 0.116 | 0.144 | 0.187 |
| W4 | 0.188 | 0.238 | 0.097 | 0.129 | 0.236 | 0.091 | 0.085 | 0.116 | 0.154 | 0.119 |
| W5 | 0.123 | 0.199 | 0.062 | 0.055 | 0.127 | 0.117 | 0.03  | 0.03  | 0.167 | 0.097 |

表4 違規嚴重程度排序

| 違規項目         | 極大化集<br>( $U_M$ ) | 極小化集<br>( $U_G$ ) | 模糊排序值<br>$[U_M+1-U_G]/2$ | 違規嚴重度 |
|--------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------|
| 超速行駛         | 0.8445            | 0.4220            | 0.7113                   | 3     |
| 無照駕駛         | 0.8118            | 0.4572            | 0.6773                   | 5     |
| 違規停車         | 0.5613            | 0.7120            | 0.4247                   | 11    |
| 高速公路行駛<br>路肩 | 0.7880            | 0.4823            | 0.6528                   | 7     |
| 闖紅燈          | 0.9547            | 0.3316            | 0.8115                   | 1     |
| 酒醉患病駕車       | 0.9762            | 0.3695            | 0.8034                   | 2     |
| 裝載違規         | 0.7101            | 0.5661            | 0.572                    | 8     |
| 違規超車         | 0.8398            | 0.4314            | 0.7042                   | 4     |
| 違規迴車         | 0.6949            | 0.5826            | 0.5662                   | 9     |
| 違規轉彎         | 0.6964            | 0.5783            | 0.5591                   | 10    |
| 爭道行駛         | 0.8036            | 0.4673            | 0.6682                   | 6     |

表5 違規罰則與違規嚴重度之比較

| 違規項目<br>(依嚴重程度排序) | 現行處款標準   | 罰款高低<br>排序 |
|-------------------|--|------------|
| 1.闖紅燈             | 新台幣1,800~3,600元、違規點數三點                                     | 6          |
| 2.酒醉患病駕車          | 新台幣6,000~12,000元、酒醉駕車記違規點數三點                               | 1          |
| 3.超速行駛            | 高速公路:新台幣3,000~6,000元、違規點數一點<br>一般道路:新台幣1,200~2,400元、違規點數一點 | 4<br>7     |
| 4.違規超車            | 新台幣:1,200~2,400元、違規點數一點                                    | 7          |
| 5.無照駕駛            | 新台幣:6,000~12,000元  | 1          |
| 6.爭道行駛            | 新台幣:600~1,800元、違規點數一點                                      | 8          |
| 7.高速公路行駛<br>路肩    | 新台幣:3,000~6,000元、違規點數一點                                    | 4          |
| 8.裝載違規            | 新台幣:3,000~9,000元、違規點數二點                                    | 3          |
| 9.違規迴車            | 新台幣:600~1,800元、違規點數一點                                      | 8          |
| 10.違規轉彎           | 新台幣:600~1,800元、違規點數一點                                      | 8          |
| 11.違規停車           | 新台幣:600~1,200元   | 11         |

註：根據「道路交通管理處罰條例」第九條規定若違規行為人認為舉發之事實與違規情形相符者，得不經裁決，逕依各該條罰款罰鍰最低額自動向指定之處所繳納結案。

表6 各項違規發生情況、處罰輕重程度及執法取締情況

| 違規項目   | 各項違規處罰輕重程度(隸屬度)          | 各項違規發生情況(隸屬度)              |
|--------|--------------------------|----------------------------|
| 超速行駛   | 輕(0.8148)<br>非常輕(0.1852) | 經常發生(0.816)<br>非常氾濫(0.184) |
| 無照駕車   | 輕(0.6481)<br>適當(0.3519)  | 經常發生(0.92)<br>偶爾發生(0.08)   |
| 違規停車   | 輕(0.6296)<br>非常輕(0.3704) | 非常氾濫(0.632)<br>經常發生(0.368) |
| 行駛路肩   | 輕(0.5741)<br>適當(0.4259)  | 經常發生(0.65)<br>偶爾發生(0.35)   |
| 闖紅燈    | 輕(0.8888)<br>非常輕(0.1112) | 經常發生(0.868)<br>偶爾發生(0.132) |
| 酒醉患病駕車 | 輕(0.6852)<br>非常輕(0.3148) | 經常發生(0.952)<br>偶爾發生(0.048) |
| 裝載違規   | 輕(0.852)<br>非常輕(0.148)   | 經常發生(0.868)<br>非常氾濫(0.132) |
| 違規超車   | 輕(0.9815)<br>非常輕(0.0185) | 經常發生(0.96)<br>非常氾濫(0.04)   |
| 違規迴車   | 輕(0.9815)<br>非常輕(0.0185) | 經常發生(0.5)<br>偶爾發生(0.5)     |
| 違規轉彎   | 輕(0.8888)<br>非常輕(0.1112) | 經常發生(0.952)<br>偶爾發生(0.048) |
| 爭道行駛   | 輕(0.8519)<br>非常輕(0.1481) | 經常發生(0.916)<br>偶爾發生(0.084) |

## 七、結論與建議

- 1.由於交通違規有許多的影響層面，因此本研究採用模糊多評準決策方法(MCDM)評估各種違規之嚴重程度，期能獲致更客觀的結果。
- 2.透過專家學者問卷調查資料分析，本研究所選取的十一項小汽車交通違規行為嚴重度由高至低排序依序為：1.闖紅燈、2.酒醉患病駕車、3.超速行駛、4.違規超車、5.無照駕駛、6.爭道行駛、7.行駛路肩、8.裝載違規、9.違規迴車、10.違規轉彎、11.違規停車。
- 3.由於「道路交通管理處罰條例」所規範之違規行為項目眾多，而根據研究顯示，評估者所能評估的方案數應已不超過11個方案為原則。由於目前沒有明確指標來判定各項違規的嚴重程度，建議可對各種違規行為



先進行分類研究後，再就各類別之違規項目進行嚴重度之分析，俾訂更合理、公平的罰則。此外透過對違規行為嚴重程度的分析，亦可據以作為交通安全宣導教育時優先順序選擇及執法面取締之參考，以促進交通安全及順暢。

## 參考文獻

1. 呂青霖，「道路交通管理處罰條例之立法特色之探討」，警政學報第十二期，民國76年，pp.431-458。
2. 蘇志強，「我國現行道路交通違規記點制度之探討」，警政學報第十一期，民國76年，pp.445-468。
3. 交通部運輸研究所，「道路交通管理處罰條例修正實施後對駕駛行為之影響評估」，民國78年。
4. 蔡中志，「中日道路交通違規處罰規定與執行之比較研究」，中華民國第一屆運輸安全研討會論文集，民國83年11月，pp.121-129。
5. 鄧振源、李名昌、曾國雄等，「我國交通違規記點制度改善之研究」，中華民國第一屆模糊理論與應用研討會，民國八十二年。
6. Bellman, R.E. and Zadeh, L.A., Decision-making in a fuzzy environment, Management Science 17(4)(1970), pp.141-164.
7. Baldwin, J.F. and Guild, N.C.F., Comparison of fuzzy sets on the same decision space, Fuzzy Sets and Systems, 2(1979), pp.213-231.
8. Saaty, T.L., A scaling method for priorities in hierarchical structure, Journal of Mathematical Psychology, 15(1977), pp.234-281.

## 從道路交通事故國家經濟損失 探討交通安全對策與社會責任

陳子儀<sup>1</sup>

### 摘要

現今社會不論是個人或企業，在日常生活及企業活動上已無法不使用汽車。但各國每年也在道路交通上使約百萬人受到傷害，國家經濟也因而損失 10 位數至 13 位數財力。雖然各國都很積極地在推展道路交通安全，也獲得實質效果，交通事故死亡人數都呈遞減現象。但各國經濟損失卻未見減少反而在增加。假設以受害者本身或家庭為中心推估其家庭財力損失時，則最高可達到無限大數字，因而造成社會嚴重問題。本來道路管理上的順暢與安全都應屬政府的行政責任。可是，如果以現今社會為背景做思考時，目前所有企業都受到汽車很大恩惠，其企業活動也都使用國民在社會活動中最基本的移動空間道路獲取利益。所以企業為本身求得更高利潤及取得社區的肯定與認同，在企業活動中應自我約束維持交通順暢與安全的同時，也應帶動社區促使道路交通更順暢與安全應是現今企業的責任。

### 一、回顧汽車誕生與交通事故歷史

道路交通事故的發生依據記載是與汽車的發明為同期出現。即 1769 年英國 James Watt 獲得蒸氣車專利的同年，法國砲兵技術士官 Nicolas Joseph Cugnat 也成功的製造出能行駛於道路的蒸氣車。在試車時該車就衝撞營區牆壁，成為世界第一起汽車事故。

對於道路交通安全問題，其實也與汽車的歷史同時起步。當蒸氣車被發明後，英國及美國就不斷進行研發，於 1820 年後達到實用階段。同時 Walter Hancock 也完成大眾運輸用客車車體，開始進行營業活動。由於蒸氣車不但排放濃煙，且煙中帶有火星，蒸氣噪音又大，常常驚動牽引馬車的馬，導致馬車翻覆發生事故。於是英國在 1896 年，不但對蒸氣車規定其行駛最高速率為郊外 4 mile/h(6.4km/h)，市區 2 mile/h(3.2km/h)，並制定

1 國立台灣師範大學工教系兼任教師

「紅旗法」，這是全球最早實施的交通法律。

另道路交通事故成為社會問題被重視者，係於第二次世界大戰結束後，工業先進國家為加速發展國家經濟，不僅提高汽車性能，對道路也積極進行興建與改善，同時汽車數量又大幅的增加，致使道路交通事故死亡人數也隨著上昇，以美國為例，原先已呈下降狀態的，卻從 1962 年起又折還而上昇。1964 年美國道路交通事故死亡人數為 48,000 人，受傷人數是 160 萬人，翌(1965)年死亡人數增加為 49,000 人，受傷人數上昇到 180 萬人。這是由當時的 2,000 萬輛汽車發生 1,800 萬件次事故的結果。美國推估國家經濟損失是 85 億美元，係佔當年美國國民總生產額 1.2%。另依據有關資料記載，美國自從蒸氣車行駛於道路起至今，因道路交通事故死亡的累計人數，遠超過美國建國以來死於戰場上的官兵。

其實，世界各國自從 1980 年起，道路交通事故死亡人數每年都呈下降趨向。尤其美國在 1980 年以前，每年都有 5 萬人以上死於道路交通事故，自從 1981 年以後就減到 5 萬人以下，1989 年更減少到 4 萬 5 千人以下，1996 年是 41,907 人。雖然每年平均減少死亡人數約 5 千人，但國家經濟損失在此間卻增加將近 20 倍。故美國在 1996 年提出道路交通安全對策目標，期望 2008 年後能將道路交通事故耗損的醫療費減到 23 億以下。類同這種交通安全對策目標，歐洲及日本都有訂定，並都在積極推展。

## 二、道路交通事故原因與特徵

### (一)道路交通事故原因之探究

#### 1.我國狀況

依據警政主管機關統計資料加以分析比較，道路交通事故發生原因仍以汽車駕駛人的過失為主，如表 1。表中顯示，道路交通事故發生件數、死亡人數、受傷人數都是駕駛人因素最高，所佔比例均在 90%以上。

表 1 民國 87 年我國道路交通事故發生原因分析比較

| 事故狀況 |     | 駕駛人因素 |      |      |       |       | 機件因素 |      |      |      | 行人或乘客疏忽 | 交通管制失當 | 其他原因 | 總計    |
|------|-----|-------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|---------|--------|------|-------|
|      |     | 駕駛疏忽  | 燈光不當 | 裝載不當 | 其他    | 小計    | 煞車失靈 | 車輛故障 | 其他   | 小計   |         |        |      |       |
| 發生   | 件數  | 2,214 | 4    | 10   | 410   | 2,638 | 14   | 22   | 5    | 41   | 38      | 3      | 0    | 2,720 |
|      | 百分比 | 81.40 | 0.15 | 0.37 | 15.07 | 96.99 | 0.51 | 0.81 | 0.18 | 1.50 | 1.40    | 0.11   | -    | 100.0 |
| 死亡   | 人數  | 2,060 | 4    | 9    | 361   | 2,434 | 15   | 20   | 3    | 38   | 32      | 3      | 0    | 2,507 |
|      | 百分比 | 82.17 | 0.61 | 0.36 | 14.40 | 97.09 | 0.60 | 0.80 | 0.12 | 1.52 | 1.27    | 0.12   | -    | 100.0 |
| 受傷   | 人數  | 1,696 | 2    | 6    | 176   | 1,880 | 57   | 48   | 4    | 57   | 13      | 5      | 0    | 2,007 |
|      | 百分比 | 84.50 | 0.10 | 0.30 | 8.77  | 93.67 | 2.84 | 2.39 | 0.20 | 5.43 | 0.65    | 0.25   | -    | 100.0 |

## 2. 外國狀況

從各國學者專家所發表的道路交通安全相關文獻及統計資料中得知，道路交通事故發生主要原因是人為因素。例如，英國道路交通研究所為探求實際情形，特別於 1970 年至 1974 年間及 1987 年至 1991 年間二次，對數千件道路交通事故案例做調查並進行微細分析。經分析結果獲得所調查的事故發生原因，屬於人為單一因素者分別於第一次調查(1970~1974)為 65.0%，第二次調查(1987~1991)為 76.5%。對於人與路的雙重因素者分別於第一次調查為 24.0%，第二次調查為 16.0%。其他人與車的雙重因素及人車路的三重因素所佔比例則較低，均在 5% 以下。

經英國二次 8 年的調查與微細分析結果，也許年代不同而受到社會背景影響，在人車路的單一因素、或雙重、或三重因素的分析值都略有變化，但其排列順序卻大致維持同一狀態未變。特別涉及人為因素的分析總值可說完全相同，如表 2。

表 2 英國道路交通研究所之事故原因微細分析 (單位：%)

| 調查期別 \ 事故因素    | 人  | 人與車 | 車   | 車與路  | 路   | 路與人  | 人車路  | 合計    |
|----------------|--|-----|-----|------|-----|------|------|-------|
| 第一次(1970~1974) | 65.0   | 4.5 | 2.5 | 0.25 | 2.5 | 24.0 | 1.25 | 100.0 |
| 第二次(1984~1991) | 76.5   | 2.0 | 3.0 | 0.10 | 2.0 | 16.0 | 0.30 | 99.9  |
| 備 註            | 涉及人為因素累計值：<br>第一次 $65.0+4.5+24.0+1.25=94.75=94.8$<br>第二次 $76.5+2.0+16.0+0.30=94.8$ |     |     |      |     |      |      |       |

另一方面，從統計分析比較上也可發現英國政府對道路交通安全不但重視，所訂交通安全政策及政策的推行都有實質成果呈現，相當成功。英國自從 1980 年以後的道路交通事故死亡人數，在統計數字上每年都維持穩定遞減現象。這是世界各國中僅有的國家。

英國雖然能維護絕頂的道路交通安全狀態，但人為因素導致發生道路交通事故者仍佔九成以上。由此得理解，欲想降低道路交通事故，則必須從人為因素著手改善，同時也可證明我國的統計值仍相當接近實際狀態。

## (二) 道路交通事故的特徵

### 1. 現有車種與車數的比較

依據交通主管機關統計資料，我國截至民國 87 年 12 月底止，汽車共有 5,461,513 輛，機車則有 10,530,042 輛，兩者合計有 15,990,553 輛。將以車種加以區分，計算各種車擁有率時，則大客車佔總車數的 0.14%，小客車是佔 28.0%，大貨車佔 4.07%，聯結車(含曳引車)佔 0.20%，重型機車佔 38.77%，輕型機車佔 27.08%，其他汽車佔 0.50%。詳請參看圖 1。

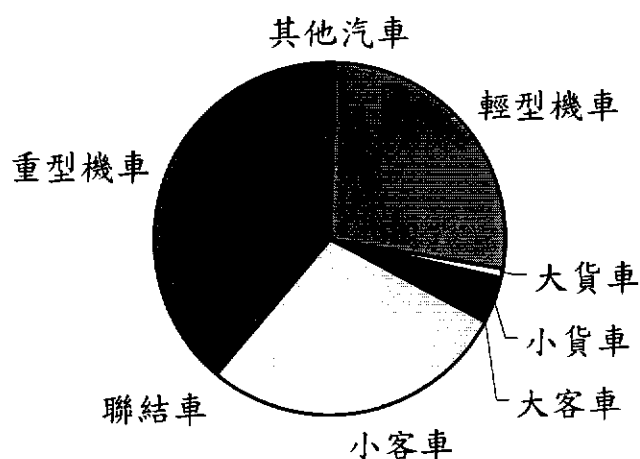


圖 1 各車種佔有率

從上面所述數值得知大型車(指大客車、大貨車及聯結車等)只佔總車數 1.11%。如只計大型貨車(指大貨車及聯結車)時，其車數只有總車數的 0.97%，尚未達 1%。

## 2. 不同車種的事故傷害(死亡)率比較

依據警政主管機關統計資料，民國 87 年間因道路交通事故死亡者計有 2,507 人。如果以道路交通事故第一當事者車種做區分，分別計算其所發生道路交通事故死亡人數比率時，則大客車事故導致死亡人數係佔總死亡人數 2.59%，小客車是佔 42.60%，大貨車佔 7.02%，小貨車佔 10.93%，聯結車佔 7.70%，其他汽車是佔 0.36%，重型機車佔 14.64%，輕型機車佔 4.39%，動力機械及慢車等佔 9.73%。詳參看圖 2。

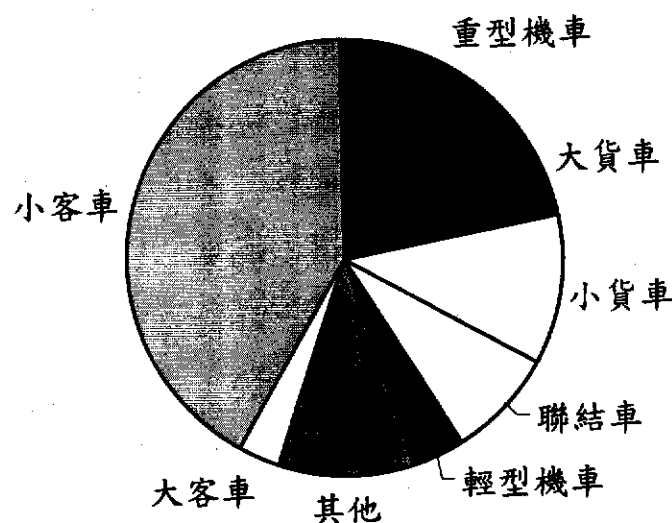


圖 2 車種死亡率比較

由上述數值計大型車(指大客車、大貨車及聯結車等)發生道路交通事故導致死亡人數，則佔總死亡人數 17.31%。該值已很接近總死亡人數的五分之一。如果僅計大型貨車(指大貨車及聯結車等)時，該車發生道路交通事故導致死亡人數係佔總死亡人數的 14.72%。是總死亡人數的七分之一。

### 3. 各種車每萬輛事故傷害(死亡)比較

依據道路交通事故統計資料，將道路交通事故死亡者分別以車種計算其平均每萬輛車發生事故之死亡人數時，則大客車是 41.1 人，小客車是 4.5 人，大貨車是 31.6 人，小貨車是 15.1 人，聯結車(含曳引車)是 59.4 人，其餘汽車是 0.01 人，重型機車是 0.6 人，輕型機車是 0.3 人。詳請參看表 3。

表 3 各種車平均每萬輛車事故死亡人數比較

| 車種<br>摘要           | 大客車    | 小客車       | 大貨車     | 小貨車     | 聯結車    | 其他汽車   | 重型機車      | 輕型機車      |
|--------------------|--------|-----------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| 現有車數               | 22,871 | 4,545,488 | 123,687 | 657,855 | 32,552 | 79,060 | 6,199,613 | 4,329,427 |
| 交通事故<br>死亡人數       | 65     | 1,068     | 176     | 274     | 193    | 9      | 368       | 110       |
| 平均每萬<br>輛車死亡<br>人數 | 41.1   | 4.5       | 31.6    | 15.1    | 59.4   | 0.01   | 0.6       | 0.3       |

從上述數值得知，聯結車平均每萬輛事故死亡人數是將近大客車及大貨車 2 倍，而是小貨車的約 4 倍。大貨車又是小貨車的 2 倍。小貨車則是重型機車的 25 倍，輕型機車的 50 倍。

#### 4. 涉及事故之車輛比率

依據警政主管機關統計資料分析各種車涉及道路交通事故的比率時，則聯結車有 1.12%，大客車有 0.57%，大貨車有 0.27%。其他車種則都在 0.1% 以下。詳如表 4。

表 4. 涉及交通事故車在同一種車中之比率

| 車種    |          | 大客車    | 小客車       | 大貨車     | 小貨車     | 聯結車    | 其他汽車   | 重型機車      | 輕型機車      |
|-------|----------|--------|-----------|---------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
| 摘要    |          |        |           |         |         |        |        |           |           |
| 現有車數  |          | 22,871 | 4,545,488 | 123,687 | 657,855 | 32,552 | 79,060 | 6,199,613 | 4,329,427 |
| 涉及事故車 | 車數       | 130    | 1,656     | 336     | 501     | 364    | 29     | 1002      | 447       |
|       | 佔同類車種百分比 | 0.57   | 0.04      | 0.07    | 0.08    | 1.12   | 0.04   | 0.02      | 0.01      |

從上述數值得知，涉及交通事故車比率是聯結車為大客車的 2 倍，大貨車的 4 倍。大客車是大貨車的 2 倍。而大貨車卻是重型機車的 13.5 倍，輕機車的 27 倍。

#### 5. 道路交通事故的特徵

依據統計分析比較結果，得發現下列道路交通事故特徵：

- (1) 大型車發生道路交通事故的比率較其他車為高，尤其聯結車更為顯著(車數只佔總車數的 0.20%，交通事故致人死者佔總死亡人數的 7.7%，事故死亡人數是車數的 38.5 倍)
- (2) 大型車發生交通事故時的加害狀況(衝擊能、死亡人數)也比其他車種為嚴重，尤其聯結車更為顯著(平均每萬輛車事故死亡人數為總平均值的 396 倍，而且持有其他車種所沒有的行駛特性，如 jack-knifing 等)。
- (3) 各種車涉及道路交通事故者，其數值雖然均甚低，但大型車涉及交通事故者比其他車種為高。尤其聯結車最為突顯(聯結車涉及交通事故者有 1.02%，輕型機車只有 0.01%，小客車 0.04%)。
- (4) 另依其他(國內外資料)資料佐證，大型車發生交通事故時的衝擊能比其他車種為大，尤其聯結車則高出甚多。行駛高速道路中發生交通事故，其事故型態則以追撞案例為多(約佔八成)。



### 三、道路交通事故傷害與國家經濟損失

#### (一)各國道路交通事故發生狀況

依據歐美亞洲較具代表性國家(或地區)，於 1996 年間發生的交通事故資料加以彙整製成如表 5。

表 5 歐美亞洲代表性國家之道路交通事故狀況(本表係 1996 年發生之資料)

| 傷<br>害<br>狀<br>況<br>國別 | 人身傷害<br>事故(件) | 死亡人<br>數(人) | 受傷人數<br>(人) | 平均每件<br>事故之死<br>傷數(人) | 死傷比率<br>(死：傷) | 備 考         |
|------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 德國                     | 373,082       | 8,758       | 493,158     | 1.35                  | 1：56          | 以 30 日內死亡計  |
| 英國                     | 235,939       | 3,598       | 320,302     | 1.37                  | 1：89          | 以 30 日內死亡計  |
| 法國                     | 125,406       | 8,080       | 170,117     | 1.42                  | 1：21          | 以 6 日內死亡計   |
| 義大利                    | 183,415       | 6,193       | 264,213     | 1.47                  | 1：43          | 以 7 日內死亡計   |
| 美國                     | 2,293,351     | 41,907      | 3,511,000   | 1.55                  | 1：84          | 以 30 日內死亡計  |
| 加拿大                    | 158,973       | 3,082       | 230,885     | 1.47                  | 1：75          | 各州定義未統一     |
| 日本                     | 771,084       | 11,674      | 940,471     | 1.25                  | 1：81          | 以 30 日內死亡計  |
| 中華民國                   | 3,619         | 2,990       | 2,939       | 1.64                  | 1：1(0.98)     | 以 24 小時內死亡計 |
| 南韓                     | 256,052       | 12,653      | 355,962     | 1.44                  | 1：28          | 以 72 小時內死亡計 |
| 香港                     | 14,397        | 263         | 18,879      | 1.33                  | 1：72          | 以 30 日內死亡計  |

由表 5 探討各國道路交通事故引起的傷害狀況如下：

##### 1.人身傷害交通事故件數

表中各國每年發生的人身傷害交通事故，除我國為 3 千餘件，香港 1 萬 4 千餘件外，其他國家都在 10 萬件以上。美國則發生 229 萬餘件，日本發生 77 萬餘件。

##### 2.交通事故死亡人數

各國每年因道路交通事故導致人的死亡者，除香港是 2 百餘人外，其他各國都在 2 千人以上。超過 1 萬人以上則有美國、日本、韓國等，其中美國的死亡人數高達 4 萬餘人。

##### 3.交通事故受傷人數

各國每年因道路交通事故導致人身受傷者，除我國是 2 千餘人，香港 1 萬 8 千餘人外，其他各國都在 10 萬人以上。美國受傷人數則有 351 萬人，

日本是 94 萬餘人。

#### 4. 統計上的特徵

(1) 表 5 中所列各國，對道路交通事故之死亡定義並不完全相同，請參看表 5 之備考。故部分統計基準相同的國家得以直接做比較外，不同統計基準部分只供參考，或得以還算方式修正後才能夠再做比較。

(2) 表 5 中各國發生道路交通事故其受害比例(死亡對受傷的比)值，除我國呈顯 1:1(實值是 0.98)外，其他各國都在 1:20 以上。其中英國是 1:89，美國是 1:84，日本是 1:81 等。

### (二)各國道路交通事故的經濟損失

#### 1. 道路交通事故傷害與損失的定義

道路交通事故與汽車的誕生幾乎在同時出現。而道路交通事故問題也早就被社會重視。這種狀態已歷經將近一個世紀，但對道路交通事故所延伸的幾些定義至今都尚未獲得共識，取得統一釋義。以道路交通事故死亡為例，一般認為「死亡」的釋義較無爭議，可是事實證明，至今全球尚存有多種釋義。更進一步，以加拿大為例，該國對道路交通事故死亡的認定基準，並未做統一規範。

由此可見，對於道路交通事故所導致的社會性損失或國家經濟性損失評估，更難取得共識的評估基準。尤其在國家、社會背景、面對事物的價值觀就有很大的差異。假使再將個人對社會、國家的關係因素融入，則會形成更複雜的結果。

故本文中所提及各國交通事故損失推估金額，係僅做為探討問題依據，不作彼此間之比較或分析。

#### 2. 各國對道路交通事故損失的評估

從各國政府或組織，為訂定國家或地區道路交通安全對策，勘查過去發生道路交通事故狀態，以推估方式取得的經濟性損失資料，予以彙整如表 6。

表 6 各國道路交通事故之經濟損失及安全對策目標

| 國別                       | 傷害損失 | 傷 害 狀 況            |                     | 損失狀況(概述)  | 安全對策目標(概述)  |
|--------------------------|------|--------------------|---------------------|---|---|
|                          |      | 死亡人數               | 受傷人數                |   |   |
| 歐洲 EU(15 國)              |      | 45,000 人/年         | 1,600 萬人/年          | 直接費用+死傷者<br>生產損失 150 億<br>+150 億=300 億<br>(EUR) | 至 2010 年，死亡人<br>數減至 18,000 人以<br>下                    |
| 美國促進交通<br>安全計畫<br>(1998) |      | 41,967 人<br>(1997) | 345 萬人<br>(1997)    | 1,500 億美元(USD)                                  | ◆至 2008 年幹線道<br>路死傷人數減<br>20%。<br>◆醫療費減少 23 億<br>美元   |
| 日本(1999)                 |      | 9,211 人<br>(1998)  | 989,297 人<br>(1998) | 國家預算之 5%，約<br>4.7 兆丹(JPY)                       | ◆第 6 次交通安全基<br>本計畫(1996~2000)<br>◆建立尊重人命理<br>念，根絕死傷事故 |
| 中華民國<br>(交通月報)           |      | 2,507 人<br>(1998)  | 2,007 人<br>(1998)   | 1,242,810,300(NTS)                              |   |

(1)歐洲 EU：ACEA 報告

歐盟(15 國)提出的資料指稱，歐盟 15 個國家，平均每年約有 45,000 人死於道路交通事故，另有 1,600 萬人受傷。其所受國家經濟損失，直接費用有 150 億 EUR，另死傷者的生產損失亦有 150 億 EUR。即歐盟 15 國每年損失於道路交通事故則有 300 億 EUR。

(2)美國：NHTSA，1998 計畫

美國 National Highway Traffic Safety 向 21 世紀之交通安全促進計畫(1998)中提出，1997 年美國有 41,976 人死於道路交通事故，另有 345 萬人受傷。所受經濟損失是 1,500 億美元(USD)。

(3)日本：TOTOTA ASV II 開發中間報告

日本 1998 年有 9,211 人死於道路交通事故，另有 989,297 人受傷，經濟損失推定為國家預算額之 5%，約 4.7 兆圓(JPY)。

(4)我國：交通月報

我國 1998 年有 2,507 人死於道路交通事故，另有 2,007 人受傷。經濟損失部分 1997 年及 1998 年統計欄中空白，1996 年記載 1,242,810,300 元(NTS)。

### 3. 理解經濟性損失與社會性傷害

上述各國道路交通事故經濟損失，不予考量彼此間幣值關係，僅就表 6 中顯示數字做檢討時，則不難可算出各國都在 10 位數以上，甚至達到 13 位數的數字。除此之外，尚存有無法用數值表達的受害人本身與家庭傷害(社會問題)。國內道路交通事故受害者，往往只能取得新台幣數 10 萬或 100 萬上下賠償，對加害者而言只是輕微處罰，卻給受害者帶來一個無限大損失與傷害。此現象恰好與先進國家社會形成相反狀態。

## 四、對道路交通安全對策之投資與責任

### (一)對道路交通安全應有的理念

維護社會秩序，確保道路交通安全並非以口號「交通安全人人有責」或「快快樂樂出門平平安安回家」就能達到目的地。以工業先進國家過去推展道路交通安全對策經驗為例陳述時，從各項記載中得知，各國都先訂定道路交通安全對策基本法求取國家預算，同時立即以既存資料加以分析探求交通事故所藏在的因素。然後依據分析結果擬訂對策，透過政府與民間組織積極推動抑止交通事故的漫延。當推動的政府政策獲得國民的認同與支持後，不但能維持良好的社會秩序，也能確保國民生命與財產。

### (二)早期與現今之道路交通安全對策的變移

早期各國都以整個巨集(Macro)分析獲得道路交通事故發生主因(90%以上)是人為因素。因此以最基本的教育與執法，對人從小培育守法及養成良好安全行為做基礎，然後不斷隨其年齡的成長及和社會不同層面活動關係下，施予必要的教育與訓練。使其理解人體工學與道路交通事故間所存在各種因素。例如，速度與視野、視力的變化，人的反應時間與判斷，另汽車及道路在結構上所存在的死角(盲點)。又如妨礙視線位置，汽車回轉向時的前後輪內輪差(軌跡)，在坡道上一定會發生的行駛阻力與加速度，速度慣性與衝擊力及肉眼發生的錯覺等問題。尚有天候、交通環境直接影響人車路諸多因素等，均藉教育與訓練機會讓用路人徹底理解，並能知道如何迴避與防範交通事故。

但在長年累積的調查分析資料中，工業先進國家發現很多事故原因是含有複雜因素，似難於從教育及執法所能突破不同階段的需求(如近 50 年來汽車性能提高數倍，道路里程不斷在延伸，結構也明顯的有所改善，汽

車普及化，汽車駕駛人老年化等等)。因此，工業先進國家從 80 年代起重新檢討道路交通事故調查方法，進入微細(micro)分析，以加深探究交通事故的發生緣由與過程及應有對策。最後確認必須運用其他輔助設施或加裝輔助裝置幫助人體功能的不足才能達到突破早期的交通安全對策，方能達成更進一步的減少道路交通事故傷害目的。

因此，歐、美、日都在 80 年代起陸續由政府本身及指導汽車製造業者推展 ITS 及研發 ASV。經費都由政府及汽車製造業者依開發既定計畫進度分別編列預算支應。

### (三)汽車製造業對道路交通安全對策之投資

#### 1. 美國

##### (1)推展 ITS 計畫

- ◆ ISTE A1991：  
5 年投資 12.9 億美元於 ITS 相關設施。
- ◆ TEA21：  
1998~2003 年間提出 12.8 億美元進行研究、開發與推展。
- ◆ 交通事故現況：  
每年約 40,000 人以上死亡，損失 1,500 億美元。衝撞交通事故中約 90%是駕駛人駕駛疏失引起。
- ◆ 對策：  
假使能夠迴避追撞、脫逸車道、道路而衝撞，則可以減少衝撞交通事故 1/60。

##### (2)1994 年設立國家自動化先進高速道路系統協會

- ◆ 組織：  
政府指導下，有 GM 等 10 家汽車製造業者參與開發。
- ◆ 活動：  
第 1 階段 1995~1997，係性能、設計目標的設定明確化。  
第 2 階段 1998~2002，實現明確化，原型標準試驗室，完成系統規範。
- ◆ 經費：  
660 億美元(1992~1997)由連邦政府預算支應。

#### 2. 歐洲

##### (1)1984 年汽車製造業主導進行歐洲交通高效力新安全計畫 (PROMETHEUS)。

(2)同期政府主導歐洲汽車安全道路基礎要素技術開發第 1 階段(DRIVE I)，於 1990 年進入第 2 階段(DRIVE II)。

### 3. 日本

#### (1)推展計畫

- 1995 年日本政府設立高度情報通信社會推進本部。由建設省、運輸省、警察廳、郵政省、通產省等 5 省廳分別進行推展。
- 1991 年政府指導設立 ASV 研究開發組織，由汽車製造業 9 家加入開發。

#### (2)預期效果

預期在 2000~2015 年間 ITS 累積經濟效益可達 60 兆圓。

### (四)現今社會企業對道路交通安全應有的責任

#### 1.現今社會的企業活動

企業的基本要素當然是 3M(money, man, material)。而現今社會企業所生產的產品是有成形(如鋼鐵成品、木材成品、食品、衣料等)與不成形(運輸、教育、醫療、保險等對人服務)產品。企業活動是從環境調和取得生產諸要素投入(input)於生產過程，產生(output)各種商品。即從出資者(或金融機構)獲得資金，由勞動力市場取得人力，再購進原料、資材，經由行政、監督機關的指導、規約，同時也需獲得地方社區的理解與協助，方能獲得長久性企業活動。

早期企業活動原理是以最低投資獲最大利潤。但現今社會環境主體已形成多元化，對企業的社會性或公共性都隨時會被社會關切與監視。因此，現今社會企業活動必須追求長期穩定性，取得合理利潤為其目的。

#### 2.企業對交通安全應有的責任

現今任何企業活動，只因企業種類、業態、規模不同致使用汽車頻繁度有差異，但不能不使用汽車是事實。即現今社會企業都必須運用汽車為企業活動手段，所以汽車交通安全對企業係存有積極性與消極性的利潤關係，同時也存有其責任。

因為道路是人民在社會生活中最基本的移動空間，維持其順暢與安全當然是政府的責任。但利用國民社會生活用道路獲得利益的個人或企業，也應負起社會責任。另企業是構成社區的重要成員之一，因此，當使用道路作企業活動時，除應自我要求確保交通安全外，亦能引導社會是非常重要的企業責任。

### 3. 汽車的使用成本

購置汽車在使用過程中所必須支付的費用是可分為固定費(汽車稅費、保險費、人事費等)及變動費(燃料、油脂費、修理費、汽車折舊費、事故處理費等)二種。這些費用中得以管理方式抑止不予浪費者，計有保險費、燃料費、修理費、及事故處理費(尤其人身傷害賠償)。

因此，企業活動中，能掌握平穩的行駛，不但能節省燃料費，又可減少修理費，更重要的是亦能夠迴避交通事故。這樣不但能獲得社會、社區的肯定，又能獲得合理的高利潤。問題是企業本身對員工的要求(管理)是否完善而定。

### (五)道路交通事故的民事賠償

本文曾陳述道路交通事故導致國家經濟及社會損失，其數字都在 10 位數到 13 位數。但對個人或家庭的損失而言，其數字似為無限大。舉例，國內則曾有因遭遇道路交通事故導致其家庭破碎落魄二、三代人。另對加害人而言，除應負刑事責任外，尚應負民事賠償。以鄰國日本為例說明。

表 7 是抄錄日本交通事故紛爭(糾紛)處理中心於平成 3 年(1991)間所處理的死亡事故事件(共 29 件)資料。表中被告應賠償額是經法院判決的賠償額。

表 7 交通事故紛爭處理中心編集交通事故裁定例集中死亡事故資料(單位:日圓)

| 職 業     | 性 別 | 年 齡<br>(歲) | 損害賠償額      |           |            |            |            |
|---------|-----|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
|         |     |            | 合 計        | 葬儀費       | 慰撫金        | 利益損失       | 其 他        |
| 中學生     | 男   | 12         | 46,650,773 | 800,000   | 15,000,000 | 30,850,773 |            |
| 中學生     | 女   | 13         | 43,141,375 | 800,000   | 15,000,000 | 25,288,155 | 2,053,220  |
| 高中生     | 男   | 18         | 38,421,897 | 900,000   | 14,000,000 | 22,943,687 | 578,210    |
| 高中生     | 男   | 17         | 42,142,433 | 900,000   | 14,000,000 | 26,769,593 | 472,840    |
| 高中生     | 男   | 18         | 49,203,590 | 900,000   | 15,000,000 | 33,303,590 |            |
| 高中生     | 女   | 16         | 44,682,916 | 1,000,000 | 15,000,000 | 28,662,916 |            |
| 高中生     | 女   | 15         | 41,065,336 | 900,000   | 16,000,000 | 23,763,496 | 401,840    |
| 家庭主婦    | 女   | 49         | 19,103,785 | 0         | 14,000,000 | 5,103,785  |            |
| 家庭主婦    | 女   | 88         | 17,713,090 | 1,000,000 | 14,000,000 | 2,713,090  |            |
| 家庭主婦    | 女   | 61         | 37,075,259 | 1,000,000 | 16,000,000 | 19,924,509 | 150,750    |
| 家庭主婦    | 女   | 44         | 40,647,768 | 1,000,000 | 16,000,000 | 23,647,768 |            |
| 公司主管    | 男   | 68         | 54,249,651 | 1,000,000 | 16,000,000 | 36,931,051 | 318,600    |
| 公司主管    | 男   | 52         | 86,108,060 | 1,500,000 | 20,000,000 | 64,568,280 | 39,780     |
| 給予所得者   | 男   | 66         | 31,296,884 | 1,000,000 | 18,000,000 | 12,296,884 |            |
| 給予所得者   | 男   | 40         | 50,628,880 | 1,000,000 | 18,000,000 | 31,628,880 |            |
| 公司職員    | 男   | 24         | 54,754,108 | 900,000   | 14,000,000 | 960,000    | 38,894,108 |
| 公司職員    | 男   | 17         | 37,694,104 | 915,000   | 15,000,000 | 21,185,744 | 393,360    |
| 公司職員    | 男   | 57         | 40,796,021 | 1,200,000 | 18,000,000 | 20,237,725 | 1,358,296  |
| 公司職員    | 男   | 48         | 53,767,450 | 1,000,000 | 20,000,000 | 32,767,450 |            |
| 土木季節勞務者 | 男   | 63         | 28,842,045 | 830,587   | 18,000,000 | 10,011,458 |            |
| 公司職員    | 男   | 31         | 65,512,677 | 900,000   | 18,000,000 | 38,512,677 |            |
| 業務員     | 男   | 20         | 62,410,296 | 1,000,000 | 16,000,000 | 45,410,296 |            |
| 給予所得者   | 女   | 55         | 58,973,636 | 1,000,000 | 16,000,000 | 37,006,963 |            |
| 公司職員    | 女   | 21         | 45,826,754 | 800,000   | 14,000,000 | 31,026,754 |            |
| 公務員     | 男   | 58         | 42,803,893 | 1,000,000 | 19,500,000 | 21,978,093 | 325,800    |
| 公務員     | 男   | 54         | 60,601,178 | 1,000,000 | 20,000,000 | 39,601,178 |            |
| 農業從事者   | 男   | 43         | 69,731,327 | 1,000,000 | 20,000,000 | 48,731,327 |            |
| 食品卸賣業者  | 男   | 65         | 38,802,434 | 1,000,000 | 14,000,000 | 23,737,957 | 64,477     |
| 農業從事者   | 男   | 68         | 70,725,124 | 1,200,000 | 18,000,000 | 50,418,344 | 1,106,780  |

由表 7 中不難看出，道路交通事故被害死亡者申請民事賠償經法院判決被告應賠償金額都在 8 位數。其實被害原告者提出申請賠償金額都高於法院判決額。如將表 7 中損害賠償額以不同金額區分統計如表 8 時，得理解日本法院判決被告應賠償金額，普遍都在 3,000 萬日元至 6,999 萬日元間。

本資料是日本平成 3 年(1991)發生，已有 9 年，在此暫不考量時光背景，僅以民國 88 年 6 月 12 日公布匯率換算為新台幣，則上述賠償金額係在新台幣 786 萬元至 1,834 萬元中間，詳參看表 8。



表 8 以判決金額區分統計比較

| 判決金額區分(萬圓)  | 摘要<br>判決件數 | 折合新台幣<br>(萬元) | 備 註                      |
|-------------|------------|---------------|--------------------------|
| 未滿 3,000    | 3          |               | 以 88.6.14 匯率<br>0.2561 計 |
| 3,000~3,999 | 5          | 786~1,048     |                          |
| 4,000~4,999 | 10         | 1,048~1,310   |                          |
| 5,000~5,999 | 5          | 1,311~1,572   |                          |
| 6,000~6,999 | 4          | 1,573~1,834   |                          |
| 7,000 以上    | 2          | 1,535 以上      |                          |

## 五、結論與建議

### (一)結論

- 1.各國因道路交通事故而每年受到傷害人數都在百萬人(歐洲 EU15 國死 4.5 萬人，重度受傷 1,600 萬人，各國每年平均約 107 萬人。美國約 350 萬人。日本約 99.8 萬人)。國家經濟損失都在 10 位數至 13 位數金額(歐洲 EU300 億 EUR，美國 1,500 億美元，日本約 4.7 兆日圓)。如以受害者個人或家庭而言，其損失高達無限大。加害者賠償金額依日本為例約在新台幣 800 萬元至 1,800 萬元(以日本 1991 年法院判例)。
- 2.道路交通事故一詞係與汽車一詞幾乎在同一時期出現，英國為抑止道路交通事故，早在 1896 年就訂定交通法律並限制汽車行駛最高速率(規定指派人員舉紅旗在車前引導，最高速率為 4mile/h)措施。但道路交通事故仍繼續發生，故其中必含有車速以外因素。
- 3.由各國累積之事故調查與分析，証實道路交通事故發生主因是人為因素，佔事故總數 90%以上。在調查統計資料中也呈現，道路交通事故發生較高者是大型汽車，尤其是聯結車。另學者在研究過程中也發現並不是駕駛汽車就必定會發生交通事故，而是駕駛者中有一小群交通事故高頻率者，佔據絕多數交通事故案件，但同樣也有一大群駕駛者是零事故及低事故頻率者。因此部分學者專家指前者是帶有交通事故癖的人。
- 4.先進國家在近半世紀為加速經濟發展，對汽車性能、道路興建與修繕都呈現顯著的成效(以我國為例汽車最高速限為 100km/h，是早期 4mile/h 的 15 倍，載重量也提高約 20 倍)，另汽車及汽車駕駛執照已將成為全民化，用路人(含汽車駕駛者)亦成老年化等，使現今道路交通環境更加複雜化。故延用早期道路交通事故調查、分析方法與對策，似已無法滿足現今社會的需求。

5. 由於道路交通三要素的結構，各自不斷的在變化與更新。要求三要素間隨時維持均衡狀態確實不容易，務須借用輔助設施幫助人體功能的不足。故工業先進國家已投入國家或企業預算 11 位數至 13 位數金額積極進行推展 ITS 及研發 ASV。初期功效已有浮顯。預期效益約在 2000 年後會較明顯的呈現於社會。
6. 現今任何企業活動都無法不使用汽車是事實，尤其以汽車為企業活動手段者，受到汽車恩惠更大。反言之，現今企業都必須以道路作為企業活動工具，道路也是人民在社會生活中最基本的移動空間，維持其順暢與安全當然是政府行政責任。但利用國民社會生活用道路獲取利益的企業，為其本身利益及能獲得社區的認同，確保交通安全的責任更大。

## (二)建議

1. 每年的道路交通事故比鐵路、航空、航海為高。就如美國為例，死於道路交通事故的人比美國建國以來死於戰場的官兵為多，且每年因道路交通事故而國家經濟損失 1,500 億美元。所以各國元首及國會都很關心。我國每年人口損失也都在 4,000~6,000 人之間，受傷人數如參照表 5 推估，最少有死亡人數的 30 倍。建議行政院能照工業先進國家，在行政院設置交通安全中央主管單位，由各部會配合整頓交通秩序維護交通安全，確保國民生命與財產。
2. 大型車，尤其聯結車之事故發生率及傷害率都甚高，對申請考驗該等駕駛執照者之資格及管理均應予加強。為落實其管理應在交通法規上明文規定，持有大型車駕駛執照者，每年最少應接受在職訓練 20 小時以上，其內容應為駕駛實務為主。汽車原理及交通法令，則以汽車安全裝置及行車安全直接有關或新修正條文為主。
3. 交通法規應增列企業體領有汽車牌照車輛 5 輛以上者應設置交通安全管理員 1 人(得兼任)。領有汽車牌照車輛 30 輛以上者應設置交通安全管理師 1 人(得兼任)。汽車運輸業持有汽車未滿 100 輛者，應設置專任交通安全管理員或管理師 1 人。持汽車 100 輛以上者，應設置專任交通安全管理師 1 人及交通安全管理員 1 人。負責企業體或運輸單位之交通安全相關事宜。其証照由中央主管機關核發，管理不善或不適任該職務者立即註銷其資格，並規定永遠不再錄用以確保其優質。政府亦應以定期招訓，每年最少接受訓練 1 次，訓練時數為 40 小時(一週)，未到訓或結訓成績不及格者應補訓，經通知仍未到或成績仍不及格者，應註銷其資格。

4. 政府應速予設置道路交通事故分析中心，專責進行事故調查與分析，並定期彙整後提供政策主管單位做為擬訂對策依據。在未成立事故調查分析中心前，似應先對目前之交通事故調查方法及使用表格重新檢討，以能應付逐漸複雜化的交通事件及取得較合理的調查結果。

# 我國宣導交通事故之社會成本觀念作法芻議

劉韻珠<sup>1</sup>

## 摘 要

交通事故不僅造成當事人的死傷與家庭的破碎，車輛毀壞與財產損失，也衍生交通阻塞的社會成本，影響至為深遠。

依據近年來統計，國人發生道路交通事故之主要原因中約九成五係駕駛人為因素，且部分原因為駕駛人以個人之便利、或逞一時之快，不顧多數人交通之順暢違規導致。

本文從加強道路交通事故教育宣導之角度，首先說明近年來道路交通事故之分類，以初估其現場處理時間之長短；接著說明近年來道路交通事故之件數，來估算交通事故所造成的時間延滯；再以近年來交通事故中違規所肇致之件數，以突顯其對道路交通壅塞之影響；最後說明道安體系現行教育宣導之作法，並研議今後加強事故社會成本之宣導措施，作為相關單位之參考。

**關鍵詞：**道路交通事故(Road Traffic Accident)、社會成本(Social cost)、宣導(promulgation)、媒體(media)

## 一、前 言

近年來我國由於經濟繁榮、國民所得提昇，汽機車平均每年約以 80 萬輛的速度快速成長，平均年成長率約為 7%，迄八十八年八月底止，汽機車已達 1,625 萬餘輛；惟我國道路面積近六年來約增加 3,890 公里，每年僅以 2.2% 的速度成長。以台灣有限之土地與道路面積而言，實難以負荷如此龐大之交通成長需求，因而在都市地區及重要道路常發生交通壅塞、交通秩序紊亂之現象，而道路交通事故亦在所難免。

交通事故對當事人而言，不僅造成當事人的死傷與家庭的破碎，車輛毀壞與財產損失，也衍生交通阻塞的社會成本。根據一項研究結果顯示：我國平均一個交通事故死亡者所衍生之社會成本項目包含有：醫療成本、復職成本、財產損失、喪葬成本、家庭生產力降低、市場生產力損失、及交通阻塞損失等，其影響面之大，並非從單一車禍所能估算出來。[1]

依據近年來統計，國人發生道路交通事故之主要原因中約九成五係駕

1 交通部道路交通安全督導委員會組長

駛人爲因素，且部分原因爲駕駛人以個人之便利、或逞一時之快，不顧多數人交通之順暢違規導致。再加上非當事人對於道路交通事故之發生，常有事不關己、湊近觀看熱鬧之舉，反而造成事故現場周遭交通之紊亂，不僅影響救援車輛的緊急搶救作業，而且對交通造成干擾。

因此爲有效進行道路交通事故之救援，以及儘速恢復交通順暢，實有賴加強對所有用路人教育宣導交通事故或個人違規所造成的交通延滯、人員死傷與財務損失，非僅當事人的「痛」，而係轉嫁全民負擔的社會成本，期使用路人瞭解，以遵守交通規則爲己任，儘量避免事故之發生。

## 二、交通事故之分類與現場處理時間

本節首先說明近年來道路交通事故之分類，並初估其現場處理時間之長短；接著說明近年來道路交通事故之件數，以突顯其對道路交通壅塞之影響。

### 1. 道路交通事故之分類

道路交通事故(以下簡稱交通事故)係指因汽車或動力機械在道路上行駛，致有人傷亡或車輛財務損壞之事故。在道路上可能發生的交通事故類型計有下列四類：[2]

#### (1) 人與機動車輛：

指行人或乘客與機動車輛之間所發生的各種交通事故型態，機動車輛不僅指汽(機)車，凡能於道路上行駛之動力機械亦包括在內。火車因非行駛於道路，故不屬汽(機)車。

#### (2) 車與車：

包括各型車輛(不含火車)間互相碰撞之事故類型如下：

- ①對撞(Head-on Collision)：係車與車對向行駛中，車頭與車頭部分對撞。
- ②擦撞(Side-swipe Collision)：專指幾近於平行之兩股車流中，車體側面部位互撞，依行車方向劃分成對向與同向二種情形。
- ③追撞(Rear-end Collision)：係指同方向行車，後車車頭部位撞及前車車尾部位之情形。
- ④倒車撞(Backing Collision)：專指前方倒車時，車尾撞及後方車任何部位之情形。
- ⑤路口交岔撞(Angle Collision)：專指發生於交岔路口內兩不同方向車，直線通過路口時之撞擊情形。

⑥側撞：某車於轉向過程中(不含變換車道)與其他直行車之側面相撞情形。

⑦其他：不屬於上述各種事故類型之其他概括肇事型態。

(3) 汽(機)車本身事故(單車事故)：

指因汽(機)車駕駛人本身駕駛或裝載不當，或其他因素致其自己一方發生交通事故而言。

(4) 平交道事故：

係指一般車輛與火車在平交道上所發生之交通事故。

若依事故所牽涉到的車輛多寡，分為下列二類：

(1) 單車事故(Single-vehicle Accident)：

係指單一車輛失去控制所發生之事故，通常為衝出路外或撞及其他固定物之型態。

(2) 連環事故(Chain-reaction Accident)：

在前述各型態事故發生後，各車輛或當事人尚未到達肇事終止位置之前，又有其他車輛或當事人涉入之事故視為一件連環事故，通常為同時或先後發生，而且結合兩起或兩起以上前述各型態之事故。

另依事故的嚴重性，一般可分為重大交通事故、重要交通事故、一般交通事故、輕微交通事故等四類，而有關各類交通事故的構成要件，分述如下：

(1) 重大事故：

指一件交通事故發生而有下列情形之一者：

- ①死亡三人以上。
- ②傷亡十人以上。
- ③受傷十五人以上。
- ④重要道路之橋樑、涵洞因交通事故致交通嚴重受阻。
- ⑤重要鐵路平交道因交通事故致交通嚴重受阻。
- ⑥如遇未達上列①、②兩項標準，但事故嚴重而影響安全或造成群眾事件者。
- ⑦「砂石車」發生傷亡事故(不限重大事故)。

上述①~⑤項之構成要件，係依據「道路交通事故處理辦法」第二條之規定，而有關第⑥、⑦項之構成要件，乃交通部根據現今群眾事件

繁多，砂石車肇事日益嚴重，特別由警政署於八十三年三月九日八三警署交字第一七七七六會函轉所屬各警察局，將第⑥、⑦項特予列入重大交通事故構成要件，並列為有關重大交通事故處理及報告的規定加以管制。而就警政署本身而言，其所增列的重大交通事故第⑥、⑦項的要件則分別為：「事故當事人身份特殊者」，與「重大交通(海、陸、空)障礙」等兩項，此又與交通部所增列之項目有所差別。

## (2) 重要事故：

指一件交通事故發生而有下列情形之一者：

- ①死亡人數在一人以上。
- ②受傷人數在十五人以上。
- ③事故當事人有身份特殊者。
- ④警察人員肇事或受傷。
- ⑤肇事情節特殊影響社會觀感。
- ⑥肇事致人受傷或逃逸。
- ⑦重要道路之橋樑、涵洞因交通事故致交通嚴重受阻。
- ⑧重要鐵路平交道因交通事故致交通嚴重受阻。

有關重要交通事故之構成要件亦為警政署配合警察執勤及社會期待之需，特予重要交通事故前述之構成要件。另該署於民國七十五年二月二十七日警署交字第九八七號規定重要交通事故之構成要件，其原意應屬對交通事故的嚴重性採從嚴規定之主張，以便有效掌握並監督特殊的交通事故，例如對身份特殊之警察人員、或肇事逃逸等事故，其報告及處理規定與重大交通事故相同。

## (3) 一般交通事故

- ①有人傷亡。
- ②財務損失在新台幣五仟元以上者。

## (4) 輕微交通事故

- ①指無人傷亡僅有財務損失之交通事故。
- ②財務損失未滿新台幣五仟元者。

所謂一般交通事故或輕微交通事故，在現有法規上並未明確加以界定，而係由現場處理人員就有無人員傷亡來加以確認。至於財務損失之估計，亦由現場處理人員依個人經驗來加以判斷。

## 2. 道路交通事故之處理時間初估

茲依據前述交通事故之分類，初估其現場處理與紓解壅塞所需時間如下：

- (1)輕微交通事故：由於僅係輕微車損，並無人員傷亡，故無論員警是否到場，雙方當事人均可先將車輛位置註記、標繪，即可將車輛先行移至路旁，以避免干擾交通，故初估其處理與紓解時間約為 10~30 分鐘以內。
- (2)一般交通事故：由於有人員傷亡，且車輛亦有毀損，故除爭取將受傷人員送醫、或請法醫來對死者驗屍外，雙方當事人不可將車輛位置移動，儘速通知員警前往處理。現場作業在員警尚未到達前應包括：疏散未受傷人員、報案、搶救現場傷患人員、尋找目擊證人、拍照等；等警察人員到達現場後處理作業包括：協助搶救傷患、肇事現場相關資料之蒐集、雙方當事人協助警方繪製現場圖、進行筆錄、及其他曾附註事項；至於肇事現場之撤離則應經處理警察人員許可方得為之。由於現場處理作業複雜，故初估其處理與紓解時間至少約需 1 小時。
- (3)重要事故：因有人員傷亡，且車輛毀損在一定程度，除需前述各項複雜之現場作業外，現場交通嚴重受阻，故初估其處理與紓解時間約需 2 小時以上。
- (4)重大事故：由於人員傷亡頗多，且車輛毀損嚴重，故除前述各項複雜之現場作業外，現場交通嚴重受阻疏散費時，故初估其處理與紓解時間約需 3 小時以上。
- (5)單車事故：由於僅單一車輛失去控制所發生之事故，通常為衝出路外或撞及其他固定物之型態，其影響層面較少，若車輛毀損不嚴重，則車主可自行駛離現場前往修理；否則車主必須連絡拖吊車前來拖往修車場。一般而言，單車事故除現場故障擋路影響交通外，對車流之影響較少，故初估其處理與紓解時間約需 10-20 分鐘。
- (6)連環事故：由於牽連之車輛或當事人眾多，增加事故現場處理之困難程度與複雜性，且其對現場交通之影響層面擴大，故初估其處理與紓解時間視涉入之車輛多寡而定，至少約需 2 至 3 小時以上。

茲將各類交通事故之現場處理與紓解時間彙總如表 1.所示：



表 1. 各類交通事故之現場處理與紓解時間初估彙總表

| 事故類型   | 涉及之車輛數 | 對車流之影響 | 現場處理與紓解時間    |
|--------|--------|--------|--------------|
| 輕微交通事故 | 2 輛    | 較小     | 10-30 分鐘     |
| 一般交通事故 | 2 輛或以上 | 有影響    | 60 分鐘以上      |
| 重要交通事故 | 2 輛或以上 | 影響大    | 120~180 分鐘   |
| 重大交通事故 | 2 輛或以上 | 影響極大   | 180 分鐘以上     |
| 單車事故   | 1 輛    | 無或較小   | 10-20 分鐘     |
| 連環事故   | 2 輛以上  | 影響極大   | 120~180 分鐘以上 |

### 3. 近年來道路交通事故之統計分析

雖然近年來我國汽機車數量呈快速成長，但所發生之道路交通事故件數除某幾年略有增加外，卻呈逐年下降之趨勢。[3]

以民國八十年為例，依據內政部警政署資料顯示，道路交通重大事故件數由 4,729 件減至八十二年的 2,696 件、隨後增至八十三年 3,606 件、再減至八十四年的 3,528 件、又升至八十五年的 3,620 件、接著連續減為八十六年的 3,162 件、八十七年的 2,720 件。

有關死傷人數亦呈相同趨勢，自民國八十年之受傷 4,308 人、死亡 3,305 人，至八十二年受傷 2,115 人、死亡 2,349 人為降至最少外，自八十三年起雖略有增加，但隨後即逐年遞減；若依衛生署資料顯示，自民國八十年之死亡 7,322 人，至八十二年略增至死亡 7,367 人，八十四年略增至死亡 7,427 人外，隨後即逐年遞減，詳如表 2. 所示。

表 2. 我國近年來汽機車交通事故統計一覽表

| 年份 | 事故件數<br>(件) | 受傷人數<br>(人) | 死亡人數<br>(人) | 萬輛車輛<br>受傷人數 | 萬輛車輛<br>死亡人數 | 衛生署事故<br>死亡人數 | 萬輛車輛<br>死亡人數 |
|----|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 80 | 4,729       | 4,308       | 3,305       | 4.06         | 3.11         | 7,322         | 6.89         |
| 81 | 3,489       | 2,929       | 2,717       | 2.60         | 2.41         | 7,216         | 6.4          |
| 82 | 2,696       | 2,115       | 2,349       | 1.78         | 1.98         | 7,367         | 6.21         |
| 83 | 3,603       | 2,937       | 3,094       | 2.37         | 2.50         | 7,250         | 5.86         |
| 84 | 3,528       | 2,933       | 3,065       | 2.22         | 2.32         | 7,427         | 5.62         |
| 85 | 3,620       | 2,939       | 2,990       | 2.05         | 2.10         | 7,077         | 4.96         |
| 86 | 3,162       | 2,428       | 2,735       | 1.59         | 1.79         | 6,516         | 4.26         |
| 87 | 2,720       | 2,007       | 2,507       | 1.3          | 1.6          | 5,903         | 3.69         |

資料來源：內政部警政署，行政院衛生署事故統計資料。

註：內政部警政署事故死亡係以 24 小時統計，衛生署則追蹤至終身。

目前員警赴事故現場處理時，填寫的「道路交通事故調查表」類別計分下列三種：

- (1)「A1」類：凡有人員死亡或重傷(含超過 24 小時死亡者)之事故。
- (2)「A2」類：僅有輕微傷害及財務損失之事故。
- (3)「A3」類：無人傷亡、僅有財務受損之事故。

由於內政部警政署前述之統計分析主要以重大交通事故為基礎，亦即針對「道路交通事故調查表」A1 類部分進行統計，至於「A2」、「A3」兩類事故則並未加以統計，茲為說明國內道路交通事故之嚴重性，特別依據交通部運輸研究所建檔之「A2」、「A3」事故資料庫加以統計，民國八十六年 A2 與 A3 合計約 46,000 件(由電腦計數)，民國八十七年 A2 與 A3 合計約 53,000 件，故民國八十六年 A1、A2 與 A3 合計約近 50,000 件；民國八十七年 A1、A2 與 A3 合計約近 55,000 件。

若依表 1. 之初估各類交通事故之現場處理與紓解時間，並以八十六、八十七年之 A1、A2 與 A3 合計事故件數分別計算，其中 A2 與 A3 之分配暫依 1:2 計算，則該兩年因事故導致之交通延誤時間分別為 39,986 小時以及 41,660 小時，整個社會付出之延滯成本實為可觀：

民國八十六年：@180 分鐘/件 x 3,162 件 + @60 分鐘/件 x 15,000 件  
+ @30 分鐘/件 x 31,000 件 = 569,160 分鐘 + 930,000 分  
鐘 + 900,000 分鐘 = 2,399,160 分鐘 = 39,986 小時

民國八十七年：@180 分鐘/件 x 2,720 件 + @60 分鐘/件 x 17,000 件  
+@30 分鐘/件 x 33,000 件 = 489,600 分鐘 + 1,020,000 分  
鐘 + 990,000 分鐘 = 2,499,600 分鐘 = 41,660 小時

### 三、交通違規之嚴重程度與事故之關聯

#### 1. 交通事故多係人為因素肇禍

依據內政部警政署資料顯示，「機動車輛駕駛人過失」仍是道路交通事故的主因，近年來國人交通事故中約九成以上係人為疏失，以八十七年為例，發生事故計 2,720 件、導致死亡 2,507 人、2,007 人受傷，其中仍以車輛駕駛人疏失計 2,638 件(約佔 97%)、導致 2,434 人死亡(約佔 97.8%)、1,880 人受傷(約佔 93.7%)為主要肇事因素；其死亡人數雖較八十六年之 2,646 人減少，但其佔所有死亡人數之比率卻較八十六年之 96.75% 為高(詳如表 3. 所示)，值得注意。

表 3. 近二年來我國道路交通事故肇事原因統計分析

| 年 \ 項目  |    | 車輛駕駛人 | 機件  | 行人或乘客 | 交通管制設施 | 不可抗力之意外 | 總 計   |
|---------|----|-------|-----|-------|--------|---------|-------|
| 86<br>年 | 件數 | 3,062 | 34  | 58    | 6      | 2       | 3,162 |
|         | 死亡 | 2,646 | 40  | 39    | 8      | 2       | 2,735 |
|         | 受傷 | 2,313 | 64  | 30    | 18     | 3       | 2,428 |
| 87<br>年 | 件數 | 2,638 | 41  | 38    | 3      | 0       | 2,720 |
|         | 死亡 | 2,434 | 38  | 32    | 3      | 0       | 2,507 |
|         | 受傷 | 1,880 | 109 | 13    | 5      | 0       | 2,007 |

資料來源：內政部警政署

若再就「機動車輛駕駛人過失」五項分類分析發現：近二年來均以駕駛人疏失約佔八成以上，以八十七年為例，事故因車輛駕駛人疏失計 2,638 件、導致 2,434 人死亡、1,880 人受傷，其中駕駛人疏失則為 2,214 件(約佔 83.9%)、死亡 2,060 人(約佔 84.6%)、受傷 1,696(約佔 90.2%)；若與八十六年駕駛疏失事故計 2,570 件(約佔 83.9%)、導致 2,241 人死亡(約佔 84.7%)、2,075 人受傷(約佔 89.7%)相比，雖然比率相仿，但無論事故件數、人員死傷均顯著減少。至於其他如燈光、裝載之因素則均在少數，詳如表 4. 所示。

[4]

表 4. 近二年來我國道路交通事故肇事原因中車輛駕駛人過失因素分析

| 年       | \項目   | 駕駛疏失  | 燈光不當 | 裝載不當 | 其他過失 | 總 計   |
|---------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 86<br>年 | 件 數   | 2570  | 1    | 13   | 478  | 3,062 |
|         | 死亡(人) | 2241  | 1    | 11   | 393  | 2,646 |
|         | 受傷(人) | 2,075 | 0    | 11   | 227  | 2,313 |
| 87<br>年 | 件 數   | 2,214 | 4    | 10   | 410  | 2,638 |
|         | 死亡(人) | 2,060 | 4    | 9    | 361  | 2,434 |
|         | 受傷(人) | 1,696 | 2    | 6    | 176  | 1,880 |

資料來源：內政部警政署

## 2. 交通事故多係違規行為肇禍

再依據車輛駕駛人「駕駛疏失」之 26 項因素分析發現，主要肇事因素為「超速失控」、「未注意車前狀態」、「酒醉(後)駕駛失控」、等違規行為肇禍。以八十七年為例，「超速失控」事故計 437 件、導致 486 人死亡、397 人受傷；「未注意車前狀態」事故計 489 件、死亡 452 人、受傷 279；「酒醉(後)駕駛失控」事故計 265 件、導致 236 人死亡、236 人受傷，茲將近二年肇事因素排行前十名之違規行為包括「未依規定減速」、「逆向行駛」、「未保持行車安全距離」、「違規超車」、「左轉彎未依規定」、「未保持行車安全距離」、「違反號誌或指揮」等項列舉如表 5. 所示，以突顯用路人因個人違規造成事故發生，人員死傷、車輛毀損、設施破壞、以及周邊交通受阻之影響。

表 5. 道路交通事故肇因駕駛疏失因素分析

| 年       | 因素\項目 | 未注意車前<br>前狀態  | 超速<br>失控 | 酒後駕<br>駛失控  | 未依規<br>定減速    | 逆向<br>行駛    |
|---------|-------|---------------|----------|-------------|---------------|-------------|
| 86<br>年 | 件 數   | 357           | 436      | 344         | 170           | 77          |
|         | 死亡(人) | 515           | 461      | 302         | 150           | 87          |
|         | 受傷(人) | 279           | 362      | 384         | 154           | 73          |
| 87<br>年 | 件 數   | 489           | 437      | 265         | 176           | 93          |
|         | 死亡(人) | 452           | 486      | 236         | 168           | 82          |
|         | 受傷(人) | 225           | 397      | 236         | 84            | 94          |
| 年       | 因素\項目 | 未保持行車<br>安全距離 | 違規<br>超車 | 左轉彎<br>未依規定 | 未保持行車<br>安全間隔 | 違反號誌<br>或指揮 |
| 86<br>年 | 件 數   | 63            | 63       | 107         | 93            | 109         |
|         | 死亡(人) | 61            | 77       | 63          | 74            | 59          |
|         | 受傷(人) | 100           | 65       | 84          | 42            | 90          |
| 87<br>年 | 件 數   | 93            | 58       | 72          | 62            | 77          |
|         | 死亡(人) | 72            | 65       | 60          | 52            | 56          |
|         | 受傷(人) | 155           | 66       | 55          | 26            | 63          |

資料來源：內政部警政署

### 3. 交通事故死亡年齡層降低且青少年無照駕駛嚴重

依據內政部警政署資料顯示，交通事故的死亡年齡層中以 15 歲至 25 歲為最嚴重。以八十七年為例，青少年無照駕駛漸趨嚴重，除 15 歲之死亡為 37 人、16 歲為 44 人外，自 17 歲至 19 歲均為六十餘人、而 20 歲更高達 71 人居第一位，詳如表 6. 所示。顯示交通事故死亡年齡層降低，使社會生產力受到影響。

表 6. 八十七年我國道路交通事故死亡年齡層統計

|      |        |       |       |       |       |       |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 年齡   | 6-14 歲 | 20 歲  | 18 歲  | 19 歲  | 22 歲  | 17 歲  |
| 死亡人數 | 74     | 71    | 69    | 67    | 67    | 65    |
| 百分比  | 2.95%  | 2.83% | 2.75% | 2.67% | 2.67% | 2.59% |
| 年齡   | 25 歲   | 21 歲  | 16 歲  | 5 歲以下 | 15 歲  | 總 計   |
| 死亡人數 | 57     | 53    | 44    | 42    | 37    | 2,507 |
| 百分比  | 2.27%  | 2.11% | 1.76% | 1.68% | 1.48% | 100%  |

註：警政主管機關事故調查表內年齡係自 0 歲至 92 歲分別統計，本表僅就死傷較多之前二十名列入。資料來源：內政部警政署

#### 四、我國現階段道安教育宣導之策略與作法

我國現行道安體系教育宣導之策略與作法，係以交通部道路交通安全督導委員會(簡稱道安會)為中央主導機構，經召開道安委員會議策定年度教育宣導重點後，即由直轄市與各縣市提報各項執行計畫，由道安經費補助實施。茲將教育與宣導分工作法說明如下：

##### 1. 加強交通安全教育之普及與推廣作法

由於交通安全教育之範疇涵蓋學校交通安全教育及社會交通安全教育，交通部每年均結合教育部及省、市政府有關單位(含各級學校及社教機構)共同推行，茲摘要近年來所採措施如下：

##### (1) 學校交通安全教育：

- ①會同教育部推動全國十二所師範院校，每學年分別辦理為期七週之應屆結業生交通安全教育實習，除了落實交通安全教育師資培訓外，並逐次推展其輔導區內學校建立交通安全教學及活動輔導模式。
- ②會同教育部中部辦公室(原省教育廳)及北、高兩市教育局策辦高中(職)以下各級學校交通安全教育人員研習會，加強其交通安全認知及交通守法觀念，並建立工作推行之共識。
- ③推動各縣市舉辦國民中、小學媽媽(家長)交通導護觀摩及績優人員表揚，擴大民力運用並加強親職教育。
- ④推動各縣市學校舉辦多項交通安全藝文活動，並配合院頒道路交通改進方案年度工作重點納入教育宣導主題實施，如：交通安全常識測驗、演講比賽、作文比賽、常識搶答、相聲比賽等等。

- ⑤印製國民小學交通安全學習手冊，分送全國各國小學生人手一冊，並納入相關教學課程定時施教，強化國人交通安全基礎教育。
- ⑥會同教育部於辦理全國交通安全教育評鑑，促使大專院校以下各級學校及社教機構落實推行交通安全教育工作。
- ⑦每年委託國立教育資料館印製「交通安全教育資訊年刊」，分送各級學校作為補充教材。

## (2)社會交通安全教育：

- ①推動各縣市政府教育局結合各地區社教館、社教站分別舉辦交通安全巡迴施教展示，部分縣市並同時配合辦理交通安全講座及座談，擴大社區民眾參與。
- ②推動年度專案工作系列活動，全面實施社會交通安全教育宣導事項，其重點項目包括透過電視、廣播（警廣交通網、公民營各廣播電台）、電影院片頭插播、報紙（各報雙週刊）、雜誌及各縣市主要幹道、陸橋懸掛看板等。

## 2.加強交通安全宣導作法

### (1)依據年度重點工作舉辦宣導活動：

交通部道安會針對本年度各項道路交通安全改善重點工作舉辦宣導活動，重點工作如：酒後不開車、騎乘機車戴安全帽、駕乘汽車請繫安全帶、無照駕駛與防制事故發生等事項，運用大眾傳播媒體宣導，提昇民眾對各項年度專案的配合，落實執行績效。

### (2)擴大大眾傳播媒體的宣導：

- ①聯合新聞局製播道路交通安全宣導短片與宣導短語，在公民營電台之道路交通安全節目隨時播報。
- ②聯合新聞局將年度製播之道路交通安全宣導短片拷錄成輯五萬套，分送學校、機關、加工區公司及第四台播放。
- ③於報章刊物報導道路交通安全事項，在政府刊物、報紙積極報導道路交通安全事項及開闢道路交通安全專欄。
- ④結合民間力量舉辦各項道路交通宣導活動：  
配合年度重點工作項目在民間各項節慶舉辦道路交通安全宣導活動，增進民眾之參與程度，俾落實宣導之普及性。

### (3)印製道路交通安全宣導品：

- ①編印道路交通事故案例「愛的啓示」五萬套，分送學校、機關、工廠做為教案。

②配合年度重點工作項目、印製文宣品、海報，送全台灣地區各公共場所、學校機關張貼。並印製精美貼紙分送民眾宣導。

③補助各相關單位於航空站、車站、陸橋及各監理所站等適當地點製作懸掛戶外道路交通安全宣導看板、燈箱。

(4) 強化路況報導功能：

經費補助建立即時路況報導資訊網路，發揮路況報導的功能，及時提供用路人交通資訊，俾疏解車流以維持順暢的道路交通秩序。

### 3. 加強高速公路交通秩序與安全宣導專案

由於高速公路行車特性與一般道路不同，故其交通秩序與安全宣導係由交通部高速公路局自行研議，其八十八年度作法如下：

(1) 加強宣導高速公路交通安全行車規則

①印製「勿任意變換車道」宣導布條 44 幅。

②印製新修訂「高速公路交通管制規則」五萬冊。

(2) 加強路況資訊提供與報導

①印製替代路線圖一萬份。

②印製八十八年年曆卡十五萬份，宣導高速公路服務電話與管制措施。

③印製八十八年春節連續假期高速公路交通疏導措施宣導品五十萬份。

④印製八十八年清明連續假期高速公路交通疏導措施宣導品五十萬份。

⑤懸掛高速公路替代道路宣導布條六幅。

⑥印製高速公路「行車指南」五萬冊。

(3) 加強隧道行車安全宣導

①於北二高關西服務區設置交通宣導專區，利用電動模型、電腦查詢、動重、電話語音及燈箱等展示宣導隧道行車安全事項外，另規劃設置實體消防栓及緊急電話供操作使用。

②印製隧道行車安全 DM 一萬份。

## 五、宣導交通事故之社會成本觀念作法芻議

有鑑於國人遵守交通規則之觀念尚待加強，為有效改善國內交通秩序與安全，目前交通部道安會現階段正積極進行「全面推廣路權觀念實施方



案」，其目的在於透過道安體系的工程、監理、執法、教育與宣導分工，運用各種措施與方法，教導民眾有關路權之觀念，使民眾普遍了解路權之意義及其重要性，以導正用路人不當之行為舉止，建立「尊重路權」之觀念。現行作法在宣導路權觀念上，較注重在法規規定之告知，未來將注重從文化與需求之角度，提升人的內在價值觀，提倡尊重人身的理念，進行各宣導道路交通秩序與法紀觀念。相信該方案的推動，將有助於加強用路人之守法觀念，預期將能減少交通事故之發生或減輕其人員死傷與財產損害之嚴重程度。

同時為呼應交通部積極修訂「道路交通安全規則」以及「道路交通管理處罰條例」內容，向所有用路人聲明政府加強取締違規之決心與加重違規之處罰。

在未來國內欲加強交通事故與交通違規之社會成本觀念宣導時，首要之務即為將其社會成本做有系統的量化分析，依照交通影響成本、行政處理成本、死亡成本、受傷醫療成本、當事人或交通設施的財務損失成本等加以估算，以提供教育宣導的基本文宣素材。具備該項基本資料後，研議教育宣導部門採取之作法如下：

(1) 學校教育方面：

- ① 將該社會成本資料印製於國民小學交通安全學習手冊內，分送全國各國小學生人手一冊，並納入相關教學課程定時施教，自小即培養國人交通事故與違規之社會成本基本觀念。
- ② 會同教育部在全國十二所師範院校每學年分別辦理為期七週之應屆結業生交通安全教育實習中，加強交通事故與違規社會成本觀念之師資培訓。
- ③ 會同教育部中部辦公室(原省教育廳)及北、高兩市教育局在辦理高中(職)以下各級學校交通安全教育人員研習會中，加強其對交通事故與違規之社會成本觀念，並建立工作推行之共識。
- ④ 會同教育部於辦理全國交通安全教育評鑑時，促使大專院校以下各級學校及社教機構加強對交通事故與違規之社會成本觀念之落實與推廣。
- ⑤ 在每年委託國立教育資料館印製的「交通安全教育資訊年刊」，加強對交通事故與違規之社會成本觀念相關資料，分送各級學校作為補充教材。

## (2) 社會交通安全教育：

- ①在各縣市政府教育局結合各地區社教館、社教站於舉辦交通安全巡迴施教展示，以及部分縣市配合辦理交通安全講座及座談時，向社區民眾宣導交通事故與違規之社會成本觀念。
- ②在推動年度專案工作系列活動時，透過電視、廣播（警廣交通網、公民營各廣播電台）、電影院片頭插播、報紙（各報雙週刊）、雜誌加強宣導交通事故與違規之社會成本觀念，並將其宣導標語置於各縣市主要幹道、陸橋懸掛看板等。

## (3)加強交通事故與違規之社會成本觀念宣導作法：

- ①結合年度重點工作舉辦活動時加強宣導：

交通部道安會舉辦年度道安重點工作宣導活動時，充分運用大眾傳播媒體宣導，提昇民眾對各項年度專案的配合，以及增進對交通事故與違規之社會成本觀念的瞭解。

- ②聯合新聞局製播交通事故與違規之社會成本觀念宣導短片與宣導短語，除在公民營電台之道路交通安全節目隨時播報外，並將其宣導短片拷錄成輯五萬套，分送學校、機關、加工區公司及第四台播放。
- ③於政府刊物、報章雜誌報導道路交通安全事項時，加強對交通事故與違規之社會成本觀念之報告與專文說明，以廣週知。
- ④配合年度重點工作項目在民間各項節慶舉辦道安宣導活動時，加強對交通事故與違規之社會成本觀念之宣導，以增進民眾之瞭解與共識。
- ⑤於編印新版道路交通事故案例「愛的啓示」中，加入對交通事故與違規之社會成本觀念之宣導，並分送學校、機關、工廠做為教案。
- ⑥配合年度重點工作項目，將交通事故與違規之社會成本觀念，印製文宣品、海報，送全台灣地區各公共場所、學校機關張貼，並印製精美貼紙分送民眾宣導。
- ⑦將交通事故與違規之社會成本觀念之文宣，於航空站、車站、陸橋及各監理所站等適當地點製作看板或燈箱懸掛戶外，以普及宣導層面。

## 六、結 語

推動交通安全工作著重所謂的「三E」：交通安全教育(Education)、交通工程(Engineering)、交通執法(Enforcement)。由於宣導為社會教育之一環，交安教育宣導之成功與否，可從交通事故有無顯著減少窺知。交通事故與違規之社會成本觀念宣導，除向用路人宣導保命之常識外，亦期望喚

起社會大眾重視交通事故與違規行為對社會之影響，來共同營造一個安全的環境。「交通安全由我作起」不僅是一個口號，人人應以「遵守交通規則為榮」，以「違反交通規則為恥」，減少交通事故發生之機會，除了明哲保身外，也是對社會的貢獻。

## 參 考 文 獻

- [1]汽車安全協會委託交通大學運工管系，「交戰手冊--道路完全求生寶典」初稿，第 33 頁，八十八年九月。
- [2]蘇志強，交通事故偵查理論與實務，第 6 頁至 14 頁，八十六年十月。
- [3]交通部道安會專案報告，八十六年道路交通事故探討分析與今後推動道安之重點工作，第 3 頁至 10 頁，八十七年六月。
- [4]交通部道安會專案報告，八十七年道路交通事故探討分析與今後推動道安之重點工作，第 5 頁至 10 頁，八十八年六月。

## 論道路交通事故的責任與救濟

### — 兼從經濟分析角度論道路交通相關法規統整之可能性 —

韓毓傑\*

#### 摘要

道路交通事故不但可造成個人（或多數人）生命、身體、自由、財產、權利的直接損害，亦能使社會因此付出相當可觀的成本與代價，為有效減少個人、家庭、社會因此所受的損失，除了最根本的方法—減少道路交通事故以外，尚可藉由提高罰則、有效的行政介入、更合理完善的強制汽機車責任保險、適切而迅速的裁判等途徑予以保障或強化，尤其應該將道路交通相關的各種法規與機制加以統整，使其不致相互矛盾，又能符合時代與社會所需，尤其重要的是能夠化繁為簡，有效管理交通事故，以降低社會成本的支出。本文主以道路交通事故所可能衍生的民事、刑事、行政責任與救濟方式為探討對象，另亦兼及以法的經濟分析觀點論述道路交通相關法規之統整可能性（必要性），並提出若干建議，供作有關單位立法（修法）決策之參考。

**關鍵詞：**1. 道路交通事故 2. 道路交通案件 3. 民事責任 4. 刑事責任 5. 行政責任 6. 強制汽車責任保險 7. 包裹立法

#### 壹、前言

需要為發明之母，人類為滿足「行」的需要，發明了代步的工具—車；隨著科技昌明，各式各樣的車不斷推陳出新，其性能愈來愈好，速度也愈來愈快。伴隨著車的發展，亦使得道路交通事故與日俱增，而且使個人、家庭、社會付出的代價愈來愈大。然而，車是沒有自主沒有生命的「工具」，它的「利益」與「危害」係取決於人類的操作；善於使用，固能為吾人帶來便捷，但若使用不當，則將為吾人造成禍害。

時至今日，交通事故<sup>1</sup>已經是當代社會相當普遍而嚴重的問題，其為社會、家庭與個人帶來的損失之大亦是眾所周知的。本文旨在藉由交通事故

\* 國防管理學院法律研究所所長

1 本文所稱交通事故與「交通違規」之概念不同；交通違規係指違反相關交通（行政）法令規定之交通事件而言，交通事故是指發生生命、身體、財產等損害之交通事件而言。

責任態樣與救濟方式之探討，檢討我國道路交通事故相關法令的周延性，並從經濟分析觀點與視角試論道路交通相關法規整合的可能性，進而提出若干建議，供作有司在立法或修法決策之參考，期能有效管理交通安全，降低因交通事故所付出的社會、家庭與個人成本。

本文擬採用法解釋學、法的經濟分析與法社會學觀點進行研究。惟限於篇幅，本文研究範圍僅限於道路交通事故，不包括海上與空中交通事故之探討，併先予陳明。

## 貳、道路交通事故的意義

### 一、道路交通事故的涵義

若要以現行交通法令界定什麼是「道路交通事故」，確實頗滋困擾，原因是法令規定或不周延、不一致，或未能與時俱進地配合社會變遷作全面性、統整性修正。例如：公路法、鐵路法、大眾捷運法等法與道路交通管理處罰條例間是什麼關係？大眾捷運法（第三條）中的「專用動力車輛」與公路法（第二條第九款）中的「電車」有無關係？「電車」、「專用動力車輛」和電氣化的「火車」、「電聯車」有無關係？「電車」、「專用動力車輛」和鐵路法（第二條第七、六款）中的「電化鐵路」、「捷運系統鐵路」有無關係？大眾捷運法中的「大眾捷運系統」與鐵路法中的「捷運系統鐵路」是否相同？道路交通管理處罰條例（第三條第一款）中的「道路」是否包含「鐵路」及「鐵路平交道」？鐵路平交道是道路還是鐵路？公路法（第二條第七款）、道路交通管理處罰條例（第三條第八款）、高速公路交通管制規則（第十七條）、道路交通事故處理辦法（第二條）等法令中的「車輛」是否相同？公路法（第二條第七款）中的「其他行駛於公路或市區道路之動力車輛」是哪些車輛？公路法（第二條第八款）與道路交通安全規則（第二條、第三條）中的「汽車」是否相同？道路交通事故處理辦法（第二條）中的「動力機械」所指為何？．．．在在都令人混迷不清。

又道路交通事故處理辦法第二條規定：「道路交通事故，指因汽車或動力機械在道路上行駛，致有人傷、亡或車輛、財物損壞之事故。」<sup>2</sup>根據本條規定，道路交通事故的構成要件包括以下四項：

（一）發生事故的主體為「汽車」或「動力機械」。

2 同辦法第三條規定：「重大道路交通事故，指因道路交通事故致有左列情形之一者：一、死亡人數在三人以上，或死傷人數在十人以上，或受傷人數在十五人以上。二、重要鐵路平交道或重要道路之交通嚴重受阻者。」

(二)發生事的地點為「道路」。

(三)發生事故的狀態為「行駛」。

(四)發生事故的結果為有人傷、亡或車輛、財物損壞。

但主體是否只限於「汽車」或「動力機械」？汽車或動力機械是否僅限「行駛」狀態發生事故才算是道路交通事故？結果是否僅限於有人傷亡或車輛財物損壞？此外，本辦法係依據道路交通安全規則第一百四十五條規定而訂定，可見該規則是本辦法的母法<sup>3</sup>，但關於本辦法本條所稱的「動力機械」、「道路」等關鍵要素，在母法當中卻未見定義（未見規定）；又道路交通安全規則係根據道路交通管理處罰條例第九十二條規定而訂定，但母法當中亦無有關「動力機械」的定義規定，亦未對「汽車」加以定義。<sup>4</sup>所以，究應如何界定「道路交通事故」，並不容易，也就是說，「道路交通事故」仍為不確定法律概念。

本文認為，道路交通管理處罰條例第三條第一款規定之「道路」：「指公路、街道、巷弄、廣場、騎樓、走廊或其他供公眾通行之地方。」其定義尚不足以涵蓋全面，應將「鐵路」、「大眾捷運系統」、「高速公路」與「鐵路平交道」包括明定在內（亦即最廣義的道路）；同條例第三條第八款規定之「車輛」：「指在道路上以原動機行駛之汽車（包括機器腳踏車），或以人力、獸力行駛之車輛。」其定義亦不足以涵蓋全面，應將「火車」、「電車」、「專用動力車輛」、「其他動力機械」（若認為動力機械並非車輛，應加以定義說明何謂動力機械，以明示其與車輛之區別）．．．包括明定在內（亦即最廣義的車輛）<sup>5</sup>。從而，本文認為，「道路交通事故」宜定義為：「指因車輛（或動力機械）在道路上不當行駛，或行人在道路上不當行走，或製造道路障礙，或所有人未盡看管之責而使動物不當出現於道路，致發生有人傷、亡或財物、權利損失之事故。」較為周延、合理。

3 道路交通事故處理辦法是中央法規標準法第三條所稱的命令（法規命令），依中央法規標準法第七條與行政程序法第一百五條第一項規定，應基於「法律」授權始可訂定，但本辦法卻是基於「法規命令」授權而訂定，適法性值得商榷。

4 雖然道路交通安全規則第三條對於「汽車」有定義（指在道路上不依軌道或電力架線而以原動機行駛之車輛《包括機器腳踏車》），但其母法並未定義，而於子法中定義之，是否恰當，頗值商榷。又公路法第二條第八款對於「汽車」雖有定義（指在公路及市區道路上，不依軌道或電力架設，而以原動機行駛之車輛），但與道路交通安全規則之定義不同；前者是法律，後者是命令，依憲法第一百七十二條、中央法規標準法第十一條等規定，命令不得牴觸法律，否則應屬無效。

5 若「動力機械」在性質上不屬於「車輛」，則應於「車輛」之外，另加定義「動力機械」，並與車輛、行人、道路障礙者、動物所有人共同列於「道路交通管理」應受規範之標的。

## 二、道路交通事故案件的涵義

道路交通事故與道路交通事故案件是否相同概念？道路交通事故案件處理辦法第二條規定：「本辦法所稱之交通案件<sup>6</sup>如左：一、違反道路交通管理處罰條例經公路主管機關或警察機關或其聯合設置之裁決機關處罰後，聲明異議之案件。二、道路交通刑事案件。」根據本條規定，所謂「道路交通事故案件」係指：違反道路交通管理處罰條例不服行政機關行政處罰而向法院（交通法庭）聲明異議（司法程序）的案件，以及涉及刑事責任的道路交通刑事案件<sup>7</sup>。至於涉及民事責任的道路交通案件，並非本辦法所稱的「道路交通事故案件」，雖然本辦法第四條第二項規定：「道路交通刑事案件，其處理程序除仍適用刑事訴訟有關規定外，依本辦法之規定處理之。」<sup>8</sup>依該項規定亦可適用刑事訴訟法的附帶民事訴訟程序<sup>9</sup>，但仍以有道路交通刑事案件為前提。

若就上述道路交通事故案件的定義而言，顯然不等同於道路交通事故，蓋道路交通事故因違反道路交通管理處罰條例遭行政機關裁罰者，未必皆會對處罰不服而聲明異議（此其一）；而且道路交通事故中涉及單純財產損失者，並不屬於道路交通事故案件；也就是說，道路交通事故未必皆能成為道路交通事故案件，但道路交通事故可以說是道路交通事故案件的前因，故二者並不同。

此外，本文認為在詮釋道路交通事故案件時，應與解釋道路交通事故一樣，對於「道路」與「車輛」採取最廣義的解釋，且應移送的違反道路交通管理主體包括車輛所有人、駕駛人、行人、道路障礙者及其他人，因為道路交通事故案件處理辦法係依道路交通管理處罰條例<sup>10</sup>訂定。

## 參、道路交通事故的態樣

若根據前述分析，本文認為道路交通事故，以不同分類標準為區分，

6 本辦法名為道路交通事故案件，應限於道路交通，而不及於海上、空中交通，然本條卻稱「交通案件」而非「道路交通事故案件」（同辦法第三條亦然），頗值商榷。

7 道路交通事故案件處理辦法第二十七條規定：「涉及刑事責任之道路交通事故刑事案件，警察機關或公路主管機關應依職權移送該管檢察官偵查，但告訴乃論之罪，未經合法告訴者，不在此限。」

8 道路交通管理處罰條例第八十九條前段規定：「法院受理有關交通事件，準用刑事訴訟法之規定。」

9 雖然如此，但法院（例如台北地方法院）實務上作法，仍將之移送民事庭審理。

10 該辦法係依道路交通管理處罰條例第八十九條並參照同條例第十條及八十八條之規定訂定之（第一條）。雖然道路交通事故處理辦法是根據道路交通安全規則訂定，但道路交通安全規則亦係根據道路交通管理處罰條例訂定；故道路交通事故的相關構成要素應與道路交通事故一致，否則道路交通事故便無法謂為道路交通事故案件的前因。

可有以下各種態樣：

一、以造成事故（肇事）的道路種類為分類標準，可區分為：

（一）、鐵路交通事故<sup>11</sup>；（二）、公路交通事故<sup>12</sup>；（三）、高速公路交通事故<sup>13</sup>；（四）、大眾捷運系統交通事故<sup>14</sup>；（五）、鐵路平交道交通事故；（六）、街道交通事故；（七）、巷弄交通事故；（八）、廣場交通事故；（九）、騎樓交通事故；（十）、走廊交通事故；（十一）、其他供公眾通行地方之交通事故。

二、以造成事故（肇事）的主體為分類標準，可區分為：

（一）、車輛交通事故<sup>15</sup>；（二）、人員交通事故；（三）、動物交通事故；（四）、障礙物交通事故<sup>16</sup>。

三、以造成事故（肇事）的結果為分類標準，可區分為：

（一）、人員死亡交通事故；（二）、人員受傷交通事故；（三）財物（車輛）、權利受損交通事故；（四）、人員死亡與受傷交通事故；（五）、人員死亡與財物（車輛）、權利受損交通事故；（六）、人員受傷與財物（車輛）、權利受損交通事故；（七）、人員死亡與受傷與財物（車輛）、權利受損交通事故。

## 肆、道路交通事故的責任

責任（Schuld；responsibility）亦可稱為有責性，通常係指在吾人營社會生活中，就自己的行為而應接受來自他人或社會的制裁甚至於不利益而言。就一定的行為而科其行為人應負責任之關係，即所謂「歸責性」或「答責性」。雖然責任可有道德責任、政治責任．．．等等各種形態，但本文

11 依鐵路法第二條第一款規定：「鐵路：指以軌道或於軌道上空架設電線，供動力車輛行駛及其有關之設施。」

12 依公路法第二條第一項規定：「公路：指國道、省道、縣道、鄉道及專用公路，供車輛通行之道路。」同條第二項規定：「國道：指聯絡兩省（市）以上，及重要港口、機場、邊防重鎮、國際交通與重要政治、經濟中心之主要道路。」

13 依高速公路交通管制規則第二條第一款規定：「高速公路：指其出入口完全控制，中央分隔雙向行駛，除起訖點外，並與其他道路立體相交，專供汽車行駛之公路。」依此定義，高速公路與國道之概念尚非一致，但現皆將其列為國道。

14 大眾捷運法第三條規定：「本法所稱大眾捷運系統，係指利用地面、地下或高架設施，不受其他地面交通干擾，使用專用動力車輛行駛於專用路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。」

15 如前所述，此所謂車輛，應係指本文所主張的最廣義車輛，若動力機械不能定義為車輛的一種，便應另將其列為交通事故的態樣之一。

16 雖然動物交通事故、障礙交通事故一如車輛交通事故皆係因不當人為因素而造成，負責的主體或為自然人或為法人或為國家。



欲探討的是「法律責任」，亦即所謂「違法」(Rechtswidrigkeit)的概念<sup>17</sup>。一般言法律上「責任」者，可大別為刑事責任、民事責任、行政責任三大類，並非吾人每個行為的結果都會產生法律責任，亦非每個具有法律責任的行為都成立刑事、民事、行政三種責任<sup>18</sup>。以下，即分就上述三種法律責任加以說明：

## 一、刑事責任

若就前述責任的涵義演繹，刑事責任可說是吾人因犯罪行為而接受國家的刑罰。什麼是犯罪？什麼是刑罰？分述之：

### (一)犯罪

犯罪 (crime) 有刑事政策上的意義與刑法上的意義二種涵義，前者係指吾人對國家所保護社會利益為侵害或威脅的一切重大行為，因此無責任能力人的行為亦包含在其中；後者係指在刑罰法令中有預告其刑的行為，亦即該當刑法各條所規定構成要件的違法且有責的行為<sup>19</sup>。本文探討的是刑法上的犯罪。

就犯罪成立要件而言，必須具備一般成立要件與特別成立要件，分述之：

#### 1. 一般成立要件

又稱作犯罪共同成立要件，包含以下三項：

##### (1) 構成要件該當性 (Tatbestandsmäßigkeit)

即某一行為必須符合刑法 (或刑事特別法) 規定的任何一個犯罪構成要件，而且必須符合構成要件充足的類型性，若行為不具備該類型性，便非犯罪 (罪刑法定主義)。此種類型行為因具內容有害性 (法益侵害性)，故應被禁止；從而，構成要件該當性又可稱為「行為侵害性」，其係以符合有害性的實質性內容為條件以及法規禁止的對

17 所謂違法，係相對於合法的概念，雖然是不為法令所承認或允許的行為，但違法的價值判斷係以何為標準？何者可以作為違法的對象？一般而言，形式上的違法係指行為 (乃至事實) 客觀上違反法令規範的要求而言，亦即依據法令規範，不欲形成該行為及該行為可能伴隨而生的結果；就實質的違法性而言，係指侵害法規範保護的共同利益。判斷違法不能以單純的條理、文化規範等為基準，而應以法規範為基準，對應於各種法規範而成立應附帶各種不同違法效果的違法性。參閱杉村敏正著編，「新法學辭典」(東京：日本評論社，一九九三年三月十日，第一版第二刷發行)，第三二頁。

18 例如甲無照駕車被交警攔檢查獲，僅負行政責任；又例如甲逆向駛撞壞他人依規定停放於路邊的汽車，需負行政責任與民事責任；又例如甲酒醉駕車撞傷機車騎士乙，需負刑事責任、民事責任與行政責任。

19 參閱杉村敏正等編，「新法學辭典」，第八九二頁。

象。<sup>20</sup>

以犯罪構成要件該當性就道路交通事故態樣加以觀察，分析如下：

A. 其犯罪主體為自然人<sup>21</sup>。

B. 其犯罪客體包括被害者<sup>22</sup>與被害法益<sup>23</sup> (Rechtsgut)，但從行為客體<sup>24</sup>來看，則包括人 (含自然人、法人)、物。

C. 其犯罪行為<sup>25</sup>包括作為犯與不作為犯，茲說明如下：

(A) 作為犯

作為犯係須以身體積極的動作才能實踐犯罪構成要件內容的犯罪，例如甲駕車闖紅燈撞死正在過馬路的行人即是。

(B) 不作為犯

不作為犯係行為人違反法律規定其應作為的義務，而以身體消極的不動作實踐犯罪構成要件內容的犯罪。又可分為純正不作為犯與不純正不作為犯，前者係以 (只能以) 消極的不動作違反法律上應作為義務而構成的犯罪，例如甲糾集乙、丙、丁、戊共同將計程車停於某計程車行。

D. 其犯罪行為與結果間的因果關係，若係作為犯，行為與結果間必須有相當因果關係；至於不純正不作為犯，行為與結果間仍應有準因果關係，茲說明如下：

(A) 相當因果關係

因果關係是犯罪行為與結果間必要的原因或連結關係，在學說上向有：Ⅰ、條件說，Ⅱ、原因說，Ⅲ、相當因果關係說。其中，以相當因果關係說為晚近之通說，此說認為依社會生活知識與經驗客觀地觀察，通常若在相同的條件下皆可發生相同之結果，則此條件與結果間便具有相當因果關係。相當因果關係如何

20 參閱杉村敏正等編，「新法學辭典」，第三一二頁。

21 但在理論上亦可及於「法人」，如為貫徹行政目的而於交通法規設置行政刑罰，規定處罰法人 (罰金刑)，亦非不可。

22 即法益遭受侵害之人，包括自然人與公、私法人在內。

23 法益乃法律保障的利益，依其內容概可區分為個人法益、社會法益、國家法益；被害法益係指前述法益遭受侵害而言。

24 犯罪客體是犯罪直接侵害的對象；行為客體是法定構成犯罪事實的要素，亦即行為所侵害的對象。行為客體與犯罪客體不盡相同，例如刑法第一百三十五條之妨害公務罪，其行為客體為「執行職務之公務員」，而犯罪客體則係「國家法益」(公權力)。參閱黃仲夫著，「刑法精義」(台北：三民書局，八十四年十二月，修訂版)，第四一至四二頁。

25 犯罪行為係基於行為人意思之發動，繼而表現於身體之動靜，最後造成外界發生法益遭受侵害或危險之謂。

認定？在學說上又有：Ⅰ、主觀的相當因果關係說，Ⅱ、客觀的相當因果關係說，Ⅲ、折衷說。其中，以客觀的相當因果關係說為通說，此說係依吾人的知識與經驗客觀判斷行為當時的一切情況，若可確信通常只要有此行為，皆可產生相同結果，則此行為與結果間便具有相當因果關係（69 年台上字第三一一九號判例、76 年台上字第一九二號判例均可參照）。

(B)準因果關係

因為純正不作為犯不以發生結果為要件，故無因果關係的問題。但不純正不作為犯的不作為與結果間是否應具有因果關係？在學說上有：Ⅰ、消極說，Ⅱ、積極說。其中，以準因果關係說為我國刑法典與實務所採之學理，此說認為雖然並無身體的積極的動作，但因違反積極作為的法定義務，故其不作為應與積極的作為等價看待，故亦準用作為犯的因果關係（65 台上字第三六九六號判例可參照）。

E.其犯罪行為所造成的結果，包括實害犯、危險犯、加重結果犯，茲說明如下：

(A)實害犯

實害犯又稱侵害犯，即行為須對法益造成客觀可見的侵害結果方構成犯罪。例如甲酒後駕車撞死機車騎士即是。

(B)危險犯

危險犯不須行為對法益造成客觀可見的現實侵害結果方構成犯罪，只須行為對法益造成客觀上「可能遭受侵害的危險狀態」，便已成立犯罪。

危險犯在學理上可就其危險狀態的不同而區分為「具體危險犯」與「抽象危險犯」，前者係將危險狀態（即「法益危險」）作為犯罪構成要件要素而規定於刑法條文當中，法官必須就具體案情逐一審的判斷，須認定構成要件保護的法益危險果真具體存在，才成立犯罪；後者是構成要件要素中不包含危險狀態，只要行為符合構成要件即成立犯罪，無須法官就具體案情一審酌判斷<sup>26</sup>。例如刑法第一百八十三條（傾覆或破壞現有人所在之交通工具罪）、同法第一百八十四條（妨害舟車航空行使安全罪）、同法第一百八十五條（妨害公眾往來安全罪）、同法第一百八十五條

26 參閱林山田著，「刑法通論」（台北：三民書局，七十五年二月，再版三刷），第一〇六頁。

之三（服用藥物酒類不能安全駕駛罪）<sup>27</sup>等均係危險犯<sup>28</sup>的道路  
交通犯罪事故。

#### (C)加重結果犯

加重結果犯又稱結果加重犯，即行為人實施某特定犯罪行為，卻產生超越原本預期的較重結果之謂；其雖係以行為人能預見結果之發生為要件，但所謂能預見乃指客觀情形而言，與主觀上有無預見之情形不同，若主觀有預見，而結果之發生又不違背其本意時，則屬故意範圍<sup>29</sup>。又刑法第十七條規定：「因犯罪致發生一定結果，而有加重其刑之規定者，如行為人不能預見其發生時，不適用之。」所謂能預見，乃指行為人加重結果之發生須無故意，但有預見之可能，而行為人不預見者，則有過失；申言之，結果加重犯須行為人對基本行為之罪具有故意，對所生之加重結果具有過失才能成立<sup>30</sup>。例如刑法第二百七十七條第二項、第二百七十八條第二項、第二百八十四條第一項後段等規定均屬之。

#### (2)違法性

違法係相對於合法的概念，也就是在法律上不被承認或允許的行為。在刑法上，何者為違法係表現在構成要件中，故於形式上，只要行為具備各種犯罪的構成要件，便可認為其具備違法性<sup>31</sup>。但學說與判例大致上肯定若具有「阻卻違法事由」（*Rechtswidrigkeitsausschlussgründe*）

27 本罪係八十八年四月二十一日修正公布的刑法增訂條文，該條規定：「服用麻醉藥品、酒類或其他相類之物，不能安全駕駛動力交通工具而駕駛者，處一年以下有期徒刑、拘役或三萬元以下罰金。」

28 其中，第一百八十三條為「抽象危險犯」，其餘均屬「具體危險犯」。雖然論者有謂第一百八十五條之三為「抽象危險犯」者，其立論或以所謂呼氣酒精濃度測試值超過每公升 0.55 毫克便具有「不能安全駕駛動力交通工具」之標準為行政機關的規定，而認為於法無據。惟本文認為，縱令行政機關此一規定於法無據，亦無解於本條屬於「具體危險犯」之性質，因犯罪構成要件包括「不能安全駕駛動力交通工具而駕駛」（「法益危險」）之要素在內，所以是否成立犯罪，法官必須就具體案情加以審酌判斷，如行為人被查獲時已撞上安全島（不論酒精濃度測試值是否超過每公升 0.55 毫克），便可認定本條構成要件保護的法益已存在具體危險，而成立犯罪；反之，若行為人無任何足供判斷為「不能安全駕駛」的客觀表現與結果，便不能因為臨檢出其酒測（酒精濃度測試值）超過每公升 0.55 毫克，而認為其「不能安全駕駛」；因為有的人一杯啤酒就會喝醉，有的人喝半打啤酒仍能安全駕駛而無任何影響。

29 47 年台上字第九二〇號判例。

30 法務部八十五年檢（二）字第二一八一號函。

31 此又可稱為形式的違法性。若係針對行為的實質內涵加以判斷而認為其具有法價值上客觀的可難性，便屬於實質的違法性，例如，行為（如竊取信紙三張）雖具有形式的違法性，但進而客觀評價其實質內涵，其侵害法益甚微，在一般社會倫理觀念上尚難認有科以刑罰之必要，且該行為不予追訴處罰，亦不違反社會共同生活秩序，自可視為無實質的違法性，而不應繩之以法（74 年台上字第四二二五號判決）。

<sup>32</sup> 即可排除違法性，此種阻卻違法事由又可分為法定阻卻違法事由與超法規阻卻違法事由兩類，前者係指刑法第二十一條至第二十四條明定的事由，後者乃超乎法律規定的事由，通常認為包括得被害人承諾之行爲、自力救濟行爲、義務相衝突的選擇較高義務行爲在內。

以違法性要件觀察道路交通事故，茲舉一例說明：刑法第二十一條第一項規定：「依法令之行爲，不罰。」故若在執勤警員有合理懷疑之情形為前提（如行爲人面有酒容、言語中散發濃烈酒味，走路搖晃不穩、駕駛蛇行等），對駕駛人實施酒精測試，在不超過必要之程度時，應認其係執行勤務之依法令行爲，自不構成刑法上強制罪<sup>33</sup>。

### (3) 有責性 (Schuld)

前已言及，有責性又稱為歸責性或答責性。刑法上的有責性係指對行爲人犯罪行爲的意思形成具有非難可能性而言，換言之，某一事實雖已具備構成要件該當性與違法性，但若不能歸責於行爲人，其犯罪便仍不成立，此種歸責可能性或非難可能性，即為有責性<sup>34</sup>。

以有責性要件觀察道路交通事故，分析如下：

#### A. 其犯罪行爲人應具有責任能力

責任能力係行爲人對其所實施違法行爲負擔刑事制裁的資格。依我國刑法規定予以分類，其態樣包括：

##### (A) 無責任能力

包括：Ⅰ、未滿十四歲人，Ⅱ、心神喪失人二種。依據刑法第十八條第一項與第十九條第一項規定，此二種人為無責任能力人，其行爲不罰，故若此二種人係道路交通事故的犯罪主體，則其行爲不罰。

茲應加以論明者，即所謂「心神喪失」係指行爲時之精神狀態已達到對外界事務全然缺乏知覺理會與判斷作用，而無自由決定意思之能力的程度<sup>35</sup>；然而刑法上所稱心神喪失，非以心神喪失狀態毫無間斷為必要，如果行爲當時確在心神喪失狀態，即令其在事前事後偶回常態，仍然可說是心神喪失人<sup>36</sup>。此外，行爲

32 又稱為阻卻違法原因，即行爲在形式上雖符合犯罪構成要件，但如此行爲具有特殊事由，如為法律所允許，或為法律所放任，便足以否定違法性的存在（違法自始不成立），此種事由便稱為阻卻違法事由。參閱黃仲夫著，前揭書，第五八頁。

33 法務部八十四年檢（二）字第一〇三七號函。

34 參閱黃仲夫著，前揭書，第八六頁。

35 26年渝上字第二三七號判例。

36 24年上字第二八四四號判例。

人雖於實施構成要件行為時達到心神喪失程度，但此一狀態係基於可歸責於行為人本身心態而招致者，此種行為便稱作「原因自由行為」(Actio Libera in Causa)亦稱為可控制之原因行為。我國學說與判例<sup>37</sup>均認為此種行為不得主張「無責任能力」。例如甲於尚未飲酒前即已知道不得酒後駕車，仍於酒醉駕車，而肇事撞死路人，雖當時甲已呈現心神喪失狀態，亦不得免責。

#### (B)限制責任能力

包括：Ⅰ、十四歲以上未滿十八歲人，Ⅱ、滿八十歲人，Ⅲ、精神耗弱人，Ⅳ、瘡啞人等四種。依據刑法第十八條第二、三項、第十九條第二項、第二十條等規定，此四種人為限制責任能力人，得減輕其刑。

茲應加以說明者，即刑法上所謂「精神耗弱」，係指行為時之精神狀態，已達到對外界事務之判斷能力較普通人之平均程度顯然減退者而言<sup>38</sup>。至於精神是否已達到耗弱程度，則應由專家予以鑑定<sup>39</sup>，而且精神耗弱是否減輕其刑乃法院之職權<sup>40</sup>。此外，若係原因自由行為而引致於精神耗弱狀態下犯罪的結果，並不能主張減輕其刑。

#### (C)完全責任能力

係指十八歲以上而未滿八十歲，精神健全且無瘡啞之人。依據刑法第十八條至第二十條的反面解釋可知，此種人為完全責任能力人，行為不得減輕或免除其刑。

#### B.其犯罪行為人應具有責任條件

責任條件又稱為責任意思，係指行為人除具有理解責任的能力外，亦具有決定其意思的心理之謂。換言之，行為人違法行為的責任成立要素，不但包括行為人應具有責任能力，而且包括行為人應具有故意、過失的責任條件<sup>41</sup>，所以刑法第十二條第一項規定：「行為非出於故意或過失者，不罰。」

37 如被告於尚未飲酒之先，即已具有犯罪之故意，其所以飲酒至罪，實欲憑藉酒力增加其犯罪之勇氣者，固不問其犯罪時之精神狀態如何，均應依法處罰。(28年上字第三八一六號判例)

38 48年台上字第一四八六號判例。

39 精神是否耗弱，乃屬醫學上精神病科之專門學問，非有專門精神病醫學研究之人予以診察鑑定，不足資以斷定(47年台上字第一二五三號判例)。

40 精神耗弱人之為，依刑法第十九條第二項之規定，僅係得減輕其刑，並非必減，即係法院依職權自由裁量之事項(78年台上字第三九四九號判例)。

41 故意、過失的責任條件可以顯示行為人具有反社會之危險性，亦即應受社會非難的心理狀態，此種心理狀態即稱為責任條件。參閱黃仲夫著，前揭書，第九三頁。

## (A)故意

又可區分為直接故意（確定故意）與間接故意（不確定故意）：

### I、直接故意

刑法第十三條第一項規定：「行為人對於構成犯罪之事實，明知並有意使其發生者，為故意。」此種故意乃行為人具有實現犯罪構成要件的積極、確定決意。例如甲明知在高速公路上方交叉橋樑向高速公路來往車輛投擲石塊可造成車禍及傷亡，仍決意投擲石塊即是。

### II、間接故意

刑法第十三條第二項規定：「行為人對於構成犯罪之事實，預見其發生，而其發生並不違背其本意者，以故意論。」此種故意乃行為人僅消極地容任犯罪構成要件之實現，而未積極地去實現構成要件，但因其對犯罪事實之發生，已有預見，而竟容認其發生（不違背其本意），故論以故意（不確定故意）。此種故意又可分為客體不確定故意<sup>42</sup>與結果不確定故意<sup>43</sup>，通常所稱的不確定故意係指後者而言，例如甲對於酒後駕車可能危害公眾安全，而且知道自己已經喝了不少酒，駕車可能危害安全，但仍於宴會後駕車返家，即是具有未必故意，若有具體事實足證其已不能安全駕駛（例如蛇行、撞安全島、撞毀路燈...），應構成刑法第一百八十五條之三（服用酒類不能安全駕駛）罪責。

## (B)過失

又可區分為懈怠（無認識）過失與疏虞（有認識）過失：

### I、懈怠過失

刑法第十四條第一項規定：「行為人雖非故意，但按其情節應注意，並能注意，而不注意者，為過失。」亦即行為人雖在主觀上缺乏故意（明知、有意），但在客觀上卻負有注意義務；且其本身亦具有注意能力，卻懈怠注意而發生犯罪事實<sup>44</sup>。

42 客體不確定故意即行為人對犯罪事實之發生雖有確定認識，但對發生在哪個客體並無確定認識之謂。又可分為概括故意與擇一故意。

43 結果不確定又稱未必故意，即行為人對構成犯罪之事實是否發生雖不確定，但若發生亦不違背其本意之謂。

44 懈怠過失與疏虞過失雖同為犯罪之責任要件，然前者係應注意能注意而不注意，對於犯罪事實之發生並無預見；後者則為預見其發生，而確信其不發生，對於犯罪事實之發生本有預見，

例如計程車行經巷口轉彎處，怠於注意機車騎士而將其撞傷，應負刑法第二百八十四條第二項前段業務過失傷害罪責即是<sup>45</sup>。

## II、疏虞過失

刑法第十四條第二項規定：「行為人對於構成犯罪之事實，雖預見其能發生而確信其不發生者，以過失論。」亦即行為人對於已經發生的犯罪事實，原本便預見其有發生之可能，但因過度自信而疏於防虞而發生犯罪事實。例如某甲預見逆向行駛可能發生車禍，但自信運氣不會如此差，而加速行駛，致與來車對撞，致人於死即是。

## III、信賴原則（Vertrauensgrundsatz）

係被運用認定交通事故是否有過失責任的方法，向來的理論係將預見可能性（即注意義務的內容）作為事實上預見可能性的構成結果，但在今日的德國，學說與判斷上都承認交通參與者可信賴其他交通參與者，應於交通秩序上採取適切的行為，故若因其他交通參與者之不適切行為而發生結果，則交通參與者可不負責任<sup>46</sup>。在日本的學說與判例亦均採用之。我國在學說上雖有主張採用者，但實務上仍趨向折衷說，亦即對於其他參與交通之對方違規行為所導致的危險，若屬已可預見，且依法律、契約、習慣、法理及日常生活經驗等，在不超越社會相當性之範圍應有注意義務者，自仍有以一定之行為避免結果發生之義務<sup>47</sup>。

### 2. 特別成立要件

又稱為處罰條件，也就是刑法分則或刑事特別法各個條文所規定的犯罪構成要件。就道路交通事故的犯罪類型來看，可以包括妨害公務罪（如刑法第一百三十五條、第一百三十六條）、妨害秩序罪（如刑法第一百四十九條）、公共危險罪（如刑法第一百七十三條、第一百七十四條、第一百八十三條、第一百八十四條、第一百八十五條、第一百八十五條之三、第一百八十五條之四）、殺人罪（如刑法第二百七十一條、第二百七十六

由於自信不致發生疏於防虞，終於發生，二者態樣顯不相同（56年台上字第一五七四號判例）。  
45 31年台上字第二七〇號判例、65年台上字第三六九號判例參照。

46 參閱洪福增著，「撞車事故與信賴原則」，刑事法雜誌，第三十一卷第三期，第九六頁以下參照。

47 74年台上字第四二一九號判例參照。



條、第二百七十七條、第二百八十四條、第二百九十四條)、傷害罪(如刑法第二百七十七條、第二百七十八條、第二百八十四條)、毀棄損壞罪(如刑法第三百五十四條)等不同的態樣與犯罪,其處罰條件則依法律條文規定各罪的構成要件不同而有差異。

## (二)刑罰

刑罰(punishment)是國家對於犯了罪的犯罪人所科以剝奪其法益的制裁。刑罰與其他公法的制裁方法不同,蓋刑罰係依據刑法或特別刑法規定而科加刑事犯(「犯罪人」)的制裁;其他公法上的制裁如懲戒罰、強制罰、秩序罰等係依據行政法或其他法規規定科予的制裁。刑罰就其種類而言,可區別為主刑與從刑,分述之:

### 1.主刑

乃依法可獨立科處的刑罰,包含以下五種:

- (1)死刑(生命刑)
- (2)無期徒刑(長期自由刑)
- (3)有期徒刑(自由刑,二月以上十五年以下,但得減至二月未滿或加至二十年)。
- (4)拘役(自由刑,一月以上二月未滿,但得加重至四月)。
- (5)罰金(財產刑,一元以上,但最高額由分則訂定)。

### 2.從刑

乃除法律有特別規定外<sup>48</sup>,不得獨立科處,而應附屬於主刑而宣告的刑罰,包含下列二種:

- (1)褫奪公權(能力刑或稱資格刑,依刑法第三十七條規定處理)。
- (2)沒收(財產刑,依刑法第三十八條規定處理)。

再就刑的加重與減輕而言,分述如下:

### 1.刑的加重

刑的加重可區分為以下二種態樣:

#### (1)依法酌加

即由審判官依法審酌予以加重之謂。如刑法第五十八條規定:「科罰金時,除依前條規定外,並應審酌犯人之資力及因犯罪所得之利益。如所得之利益超過罰金最多額時,得於所得利益之範圍內酌量加重。」即是。

<sup>48</sup> 例如,刑法第四十條規定:「沒收,於裁判時併宣告之。但違禁物得單獨宣告沒收。」

## (2) 依法加重

即法律明文規定，於某種情況下必須加重犯罪處罰之謂，又可分為普通加重、特別加重二類：

### A. 普通加重

即規定於刑法總則的各種加重規定，例如累犯（刑法第四十七條）、連續犯（刑法第五十六條）規定即屬之。

### B. 特別加重

即規定於刑法分則或其他特別刑法的各種加重規定，例如刑法第一百三十四條、第一百七十條、第二百三十一條第四項、……道路交通管理處罰條例第八十六條第一項等規定均屬之。

以刑的加重規定就道路交通事故態樣加以觀察，分析如下：

- (1) 汽車駕駛人若無駕駛執照駕車、酒醉駕車、吸食毒品或迷幻藥駕車、行駛人行道或行經行人穿越道不依規定讓行人優先通行，因而致人受傷或死亡，依法應負刑事責任者，加重其刑至二分之一<sup>49</sup>。
- (2) 道路交通管理處罰條例中規定的處罰都是行政罰，唯獨於第八十六條第一項規定刑罰的法定加重要件，將使道路交通管理處罰條例成為具有「特別刑法」性質的法律，是其他刑事特別法所未見之情況。

## 2. 刑的減輕

刑的減輕可分為以下二種態樣：

### (1) 依法酌減

即審判官依法酌予減輕之謂，如刑法第五十九條規定：「犯罪之情狀可憫恕者，得酌量減輕其刑。」而且刑法第六十條規定：「依法加重或減輕者，仍得依前條之規定酌量減輕其刑。」

### (2) 依法減輕

即法律明文規定，於某種情況下必須減輕犯罪處罰之謂，又可分為普通減輕、特別減輕二種：

#### A. 普通減輕

即規定於刑法總則的各種減輕規定，例如「不知法令」（刑法

49 實務上，例如：「……依前揭道路交通安全規則規定，應有職業駕駛執照，始符規定，其僅領有普通駕駛執照，顯係逾級駕駛，揆諸上開說明，應與無照駕車無異，原判決認被告並非無照駕駛，未依道路交通管理處罰條例第八十六條第一項之規定加重其刑，自有不適用法則之違誤。」（最高法院 87 年台上字第三二九五號判決）「被告酒醉駕車，因而致人死亡，依法應負刑事責任者，應依道路交通管理處罰條例第八十六條第一項規定，加重其刑。」（台灣彰化地方法院 86 年交訴字第二〇八號刑事判決）

第十六條，得減輕，亦即相對減輕）、十四歲以上未滿十八歲人（刑法第十八條第二項，得減輕）、滿八十歲人（刑法第十八條第三項，得減輕）、精神耗弱人（刑法第十九條第三項，得減輕）、瘡啞人（刑法第二十條，得減輕）、正當防衛過當（刑法第二十三條，得減輕）、緊急避難過當（刑法第二十四條，得減輕）、未遂犯（刑法第二十六條、第二十七條，得減輕或必減輕）、自首（刑法第六十二條，必減輕）．．．等等規定皆是。

#### B.特別減輕

即規定於刑法分則或其他特別法的各種減輕規定，例如刑法第一百二十條、第一百二十二條第三項、第一百六十六條．．．道路交通管理處罰條例第八十六條第二項等規定均屬之（有得減有必減者）。

以刑的減輕規定就道路交通事故態樣加以觀察，分析如下：

- (1)汽車駕駛人若在快車道依規定駕車行駛，因行人或慢車不依規定，擅自進入快車道，而致人受傷或死亡，依法應負刑事責任者，減輕其刑。
- (2)本條僅規定行人或慢車不依規定擅入快車道之情形，未將高速公路、鐵路、大眾捷運等情形納入。
- (3)本規定雖然與信賴原則無關，也就是說即使不能符合信賴原則（亦即汽車駕駛人仍有預見車禍發生之可能），也必須減輕其刑，但若完全符合信賴原則，即無須負責，而不必援引本條項規定。
- (4)道路交通管理處罰條例中規定的都是行政罰，唯獨於第八十六條第二項規定刑罰的法定減輕要件，將使道路交通管理處罰條例成為具有「特別刑法」性質的法律，為其他特別刑法所未見。

## 二、民事責任

在民法的通常用語上，雖然責任係與債務、義務等作為同義字使用，但就嚴密的意義而言，它們是不同的概念，也就是說，若某人基於一定原因而必須甘受法律上不利益或居於必須居此甘受此種不利益的地位者，此即可說是某人的民事責任。若就前述責任的涵義演繹，民事責任可說是吾人因民事上違法行為而必須接受法律上的不利益，或居於此不利益地位者而言。我國民法債編通則雖有契約、代理權之授權、無因管理、不當得利、侵權行為等五種獨立發生債之原因的規定，但就民法上的違法行為

(Widerrechtliche Handlung) 而言，係以債務不履行<sup>50</sup>與侵權行為為主，就道路交通事故的民事責任態樣看，應屬於侵權行為<sup>51</sup>(民事違法行為)。什麼是侵權行為？侵權行為的效果為何？分述之：

### (一)侵權行為

民法上關於侵權行為可大別為一般侵權行為與特殊侵權行為兩大類，分述之：

#### 1.一般侵權行為

民法第一百八十四條第一項規定：「因故意或過失，不法侵害他人之權利者，負損害賠償責任。故意以背於善良風俗之方法，加損害於他人者，亦同。」同條第二項規定：「違反保護他人之法律者，推定其有過失。」即為一般侵權行為的規定，其成立要件有七：

##### (1)須有加害行為

- A.加害行為不一定要是自己的行為，利用他人(為工具)的行為亦屬之。
- B.加害行為包含作為及不作為；但若以不作為而加害，須以行為人於法律上有積極的作為義務為前提。
- C.加害須出於有意識的行為，若係無意識狀態所為的加害行為便不該當。

##### (2)須侵害他人權利或利益

- A.權利係指法規、習慣性、判例等法體系所明認的權利，如財產權、(包括物權、準物權、無體財產權)、非財產權(包括生命權、身體權、健康權、名譽權、自由權...)即是。
- B.利益係指權利以外，法規及公序良俗所保護的一切利益(本文認為亦包括債權)。
- C.所謂權利，應指一切私權而言，故因身體上所受損害致生財產上之損害者，當然包括在內(39年台上字第九八七號判例)。
- D.實際上有無妨害他人的利益，當以客觀的一般之見解為斷(19年上字第三〇四一號判例)

##### (2)須致被害人受有損害

50 債務不履行者，乃指債之內容未能實現。其情形可分為四種，即：(一)、給付不能，(二)、給付拒絕，(三)、不完全給付，(四)、給付遲延。但不論何種情形都須有「可歸責於債務人事由」，債務人始負責任。參閱陳瑞和編著，「民法關鍵詞彙」(台北：考用出版社，民國八十五年九月初版一刷)，第一三二頁。

51 侵權行為係因故意或過失，以不法或違背善良風俗或違反保護他人之法律等方式，侵害或損害他人權利或利益也。

A. 民法第一百八十四條並未明定一般侵權行為要有結果發生（即受損害）。

B. 通常民事責任係以填補損害為目的，若無損害發生，便無法構成侵權行為損害賠償。

C. 實務上亦認為：關於侵權行為損害賠償之請求權，以受有實際損害為成立要件，若絕無損害亦即無賠償之可言（19 年上字第三六三號判例）。

(4) 須侵害為違法行為

A. 違法行為亦謂為不法行為，若加害行為並無阻 違法事由存在，而違反法律規定為之，便是違法行為<sup>52</sup>

B. 實務上認為：違警裁決書之送達，應向當事人為之（否則不生送達之效力）。茲警局將應送達於上訴人之裁決書誤送被上訴人，僅生送達不合法之效果，自難謂被上訴人代收裁決書為不法侵害上訴人權利之行為（56 年台上字第一八一五號判例）。

(5) 須侵害與損害間有相當因果關係

A. 所謂相當因果關係乃指若無此行為，雖必不生此損害，但若一有此行為，通常即足生此種損害之謂。

B. 實務上認為：損害賠償之債，以有損害發生及有責任原因之事實，並二者之間，有相當因果關係為成立要件（48 年台上字第四八一號判例）。

(6) 須行為人有故意或過失

A. 民法上並無規定故意或過失的立法解釋，係援引刑法關於故意、過失的基本定義。

B. 民法上關於過失，因其欠缺注意的程度不同，可分為：

(A) 抽象輕過失（即欠缺善良管理人的注意）。

(B) 具體輕過失（即欠缺與處理自己事務相同的注意）。

(C) 重大過失（即欠缺一般人應有的注意）。

C. 因故意或過失不法侵害他人之權利者，負 損害賠償責任（39 年台上字第九八七號判例）。

D. 違反保護他人之法律者，推定其有過失，民法第一百八十四條第二項有明文規定。又交通部會同內政部依道路交通管理處罰條例第九十二條所訂定之道路交通安全規則第一百二十二條第一款及第一

52 其態樣包括：一、保護法律之違反，二、權利之侵害，三、利益之侵害等三類。

百二十八條分別規定：「腳踏車載物寬度，不得超過把手」，「慢車（包括腳踏車）在夜間行車，應燃亮 光」，旨在保障公眾之安全，倘被上訴人夜間乘腳踏車未燃亮 光，而其後載竹簍復超過規定寬度，即難謂其未違反保護他人之法律（66 年台上字第一 0 一五號判例）<sup>53</sup>。

E. 無照機車駕駛人，因發生交通事故傷亡時，肇事者是否應對之負賠償責任，仍應由司法機關依肇事者是否有故意過失為調查認定，限制無照駕駛人一概不得請求對方賠償，與現行法律規定不合（司法行政部 69.4.1 台六九函民字第三三八三號函參照）。

#### (7) 須行為人有責任能力

A. 此所謂責任能力，其有無，須視侵權行為人能負擔損害賠償責任之資格而定，故亦稱侵權行為能力。

B. 依民法第一百八十七條規定解釋，責任能力之成立，以行為人於行為時有識別能力者為限，此識別能力即認識其行為在法律評價上應負責任之能力；惟此所謂認識，並不以其對於違反法律之禁止、強制，或違背公序良俗有具體認識為必要，僅須抽象上知道其在法律上應被評價為非即可。

C. 我國文獻與實務通說認為，責任能力之有無，僅就行為時有無識別能力而具體決定之，殊無年齡限制問題；惟我國學者邱聰智博士認為前述看法有待商榷，而主張日本學說及判例通說（學說多認為未滿十二歲，不宜認有責任能力；判例則大體游移於十一至十四歲間）有相當參考價值<sup>54</sup>，實較合理。

#### 2. 殊侵權行為

一般侵權行為之成立，係採過失責任；特殊侵權行為所以別於一般侵權行為者，在於其係採取介乎過失責任與無過失責任之中間責任。所謂中間責任係指責任人所負責任標準，在過失責任之上，無過失責任之下之意。蓋「責任人如能證明其於損害之防止已盡相當注意，或縱加以相當注意，仍不免發生損害者，不負賠償責任。」（民法第一百八十七條第二項、第一百八十八條第一項但書、第一百九十條第一項但書、第一百九十一條

53 上訴人明知加害人張某未領駕駛執照，仍將該小客車交其駕駛，顯違道路交通管理處罰條例第二十一條第一項第一款、第二十八條之規定，亦即違反保護他人之法律，應推定其有過失（67 年台上字第二一一一號判例）。

54 參閱邱聰智著，「民生債篇通則」（台北：自行，民國八十二年八月，修訂版），頁第一 0 六至一二三頁。

第一項但書)即屬之。

我民法典上之特殊侵權行為，就責任性質以觀，並非完全屬於中間責任，如共同侵權行為、公務員侵權責任、定作人責任等，均係過失責任，其成立要見與一般侵權行為並無不同，第以其侵權行為主體特殊，而將其規定為特殊侵權行為，故其並非固有意義上之特殊侵權行為，而係便宜規定之特殊侵權行為；至於固有意義上之特殊侵權行為，如法定代理人責任、僱用人責任、動物占有人責任、工作物所有人責任、商品製造人（商品輸入等）責任、汽車機車或其他非依軌道行駛之動力車輛駕駛人責任、危險事業工作活動人及工具使用人責任均屬之。惟揆諸現代侵權行為法之發展，無過失責任業已相當發達，我國亦有此趨勢，如礦害責任、航空責任、核子損害責任、強制汽機車責任等皆屬之。以下，即分別列述各種特殊侵權行為之規定：

(1)共同侵權行為

- A.民法第一百八十五條規定：「數人共同不法侵害他人之權利者，連帶負損害賠償責任；不能知其中孰為加害人者，亦同。造意人及幫助人，視為共同行為人。」
- B.原本最高法院 55 台上字第一七九八號判例認為：本件車禍係計程車與卡車司機駕駛不慎肇事，依司法院第二三八三號解釋，無共同過失之侵權行為，法院僅得就各該機司機應負過失責任程度之範圍內，令其與僱用人連帶賠償。
- C.但上揭判例業經司法院於六十六年六月一日以（66）院台 字第 0 五七八號令變更：民事上之共同侵權行為（狹義的共同侵權行為，即共同加害行為）與刑事之共同正犯，其構成要件並不完全相同，共同侵權行為人間不以有意思聯絡為必要，數人因過失不法侵害他人之權利，各行為人之過失行為均為其生損害之共同原因，即謂行為關連共同，亦足成立共同侵權行為。最高法院五十五年台上字第一七九八號判例應予變更（66 年 6 月 1 日例變字第一號）。

(2)公務員侵權責任

- A.民法第一百八十六條第一項規定：「公務員因故意違背對於第三人應執行之職務，致第三人之權利受損害者，負損害賠償責任。其因過失者，以被害人不能依他項方法受賠償時為限，負其責任。」是為公務員侵權責任之規定。
- B.同條第二項規定：「前項情形，如被害人得依法律上之救濟方法除去

其損害，因而故意或過失不為之者，公務員不負賠償責任。」是為公務員責任免除之規定。

C.前所舉公務員對酒後駕駛之人實施酒測的行為（註 33 參照），並不構成侵權行為。

### (3)定作人責任

A.民法第一百八十九條規定：「承攬人因執行承攬事項，不法侵害他人之權利者，定作人不負損害賠償責任。但定作人於定作或指示有過失者，不在此限。」

B.例如甲將汽車送交乙廠商保養維護，乙於保養維護期間因倒車不當而撞及路人丙，甲不負損害賠償責任。

C.但定作人於定作或指示有過失，仍不能免除賠償義務，蓋此時承攬人好比是定作人的使用人。

### (4)法定代理人責任

A.民法第一百八十七條第一項規定：「無行為能力人或限制行為能力人，不法侵害他人之權利者，以行為時有識別能力為限，與其法定代理人連帶負損害賠償責任。」

B.同條第二項規定：「前項情形，法定代理人如其監督並未疏懈，或縱加以相當之監督，而仍不免發生損害者，不負賠償責任。」是為法定代理人之中間責任。

C.但若無行為能力人或限制行為能力人，於行為時無識別能力，而法定代理人又具備免責要件時，被害人即無損害賠償請求權，對被害人而言，殊屬不公，故同條第三項規定：「如不能依前二項規定受損害賠償時，法院因被害人之聲請，得斟酌行為人與被害人之經濟狀況，令行為人為全部或一部之損害賠償。」

D.同條第四項規定：「前項規定，於其他之人，在無意識或精神錯亂中所為之行為，致第三人受損害時，準用之。」是為無行為能力人或限制行為能力人之衡平責任。

E.例如，未成年人甲、乙各駕駛一車不慎相撞，致丙受傷，丙可以請求甲、乙及甲、乙之法定代理人丁、戊四人連帶損害賠償（71.6.14（71）廳民一字第 0 四五二號函復台灣高等法院）。

### (5)僱用人責任

A.民法第一百八十八條第一項前段規定：「受僱人因執行職務，不法侵害他人之權利者，由僱用人與行為人連帶負損害賠償責任。」是



為僱用人之代負責任，通稱僱用人責任。

B.「但若僱用人選任受僱人，及監督其執行職務已盡相當之注意，或縱加以相當之注意，而仍不免發生損害者，僱用人不負賠償責任。」

(同條第一項後段)，是為僱用人的中間責任。

C.惟若僱用人具備免責要件時，被害人之損害賠償請求權極可能因受僱人無資力而難以實現，對被害人而言殊屬不公，故同條第二項規定：「如被害人依前項但書之規定不能受損害賠償時，法院因其聲請，得斟酌僱用人與被害人之經濟狀況，令僱用人為全部或一部之損害賠償。」是為僱用人的衡平責任。

D.但僱用人賠償損害時，對於為侵權行為的受僱人有求償權（同條第三項）。

E.公路法第六十四條第一項規定：「汽車運輸業者遇有行車事故，致人、客傷害、死亡時，應負損害賠償責任，但經證明其事故之發生係因不可抗力或非由於汽車運輸業者之過失所致者，不負損害賠償責任。」此與汽車運輸業者之受僱人因執行職務不法侵害他人之權利者，被害人得依民法第一百八十八條第一項規定請求汽車運輸業者賠償損害，兩者之損害賠償構成要件、賠償金額、及舉証責任均不相同，即不得因前者之規定而排除後者之適用（81 年台上字第一八八二號判例）。

#### (6) 動物占有人責任

A.民法第一百九十條第一項規定：「動物加損害於他人者，由其占有人負損害賠償責任。但依動物之種類及性質，已為相當注意之管束，或縱為相當注意之管束，而仍不免發生損害者，不在此限。」是為動物占有人之中間責任。

B.但同條第二項規定：「動物係由第三人或他動物之挑動，致加損害於他人者，其占有人對於該第三人或該他動物之占有人有求償權。」

C.例如甲於人行道上溜狗，竟疏於將狗拴緊，致狗掙脫狗鏈，闖入快車道，致乙駕車閃避不及撞傷機車騎士丙，甲應負動物占有人責任。

#### (7) 工作物所有人責任

A.民法第一百九十一條第一項規定：「土地上之建築物或其他工作物，因設置或保管有欠缺，致損害他人之權利者，由工作物之所有人負損害賠償責任。但於防止損害之發生，已盡相當之注意者，不

在此限。」是為工作物所有人之中間責任。

B.但同條第二項規定：「前項損害之發生，如別有應負責之人時，賠償損害之所有人，對於該應負責者，有求償權。」

C.例如甲修繕房屋，搭蓋鷹架，惟未設圍籬或任何警示設施，致乙於夜間騎乘機車經過時，撞及鷹架傷重死亡，甲應負工作物所有人責任。

#### (8)商品製造人責任

A.民法第一百九十一條之一第一項規定：「商品製造人因其商品之通常使用或消費致他人之損害，負賠償責任。但其對於商品之生產製造或加工、設計並無欠缺，或其損害非因該項欠缺所致，或於防止損害之發生已盡相當之注意者，不在此限。」是為商品製造人的中間責任。

B.商品製造人的定義，依同條第二項規定：「前項所稱商品製造人，謂商品之生產、製造、加工業者。其在商品上附加標章或其他文字、符號，足以表彰係其自己所生產、製造、加工者，視為商品製造人。」

C.同條第三項規定：「商品之生產、製造或加工、設計，與其說明書或廣告內容不符者，視為有欠缺。」

D.同條第四項規定：「商品輸入業者，應與商品製造人負同一責任。」

E.例如，甲向乙代理商購買丙公司生產之汽車一輛，因設計不良，致甲行駛時發生暴衝現象，撞死路人丁，則乙、丙均應負商品製造人責任。

#### (9)汽車機車或其他非依軌道行駛之動力車輛駕駛人責任

A.民法第一百九十一條之二規定：「汽車、機車或其他非依軌道行駛之動力車輛，在使用中加損害於他人者，駕駛人應賠償因此所生之損害。但於防止損害之發生已盡相當之注意者，不在此限。」是為汽車、機車、或其他非依軌道行駛之動力車輛駕駛人的中間責任。

B.本條是汽車、機車或其他非依軌道行駛之動力車輛駕駛人的特殊侵權行為責任規定。

#### (10)危險事業工作活動人及工具使用人責任

A.民法第一百九十一條之三規定：「經營一定事業或從事其他工作或活動之人，其工作或活動之性質，或其使用之工具或方法，有生損害於他人之危險者，對他人之損害應負賠償責任，但損害非由於其工作或活動或其使用之工具或方法所致，或於防止損害之發生已盡

相當之注意者，不在此限。」是為危險事業活動人及工具使用人之中間責任。

B.例如甲於高速公路實施道路鋪設工作，未明確設置警示標誌及相當防範措施，致使乙駕車撞及甲所駕駛操作之壓路機而死亡，甲應負本條責任。

#### (11)汽車或電車運輸業責任

公路法第六十四條第一項規定：「汽車或電車運輸業遇有行車事故，致人、客傷害、死亡或財物毀損、喪失時，應負損害賠償責任。但經證明其事故之發生係因不可抗力，或非由於汽車或電車運輸業之過失所致者，不負損害賠償責任。」是為汽車或電車運輸業之中間責任。

#### (12)鐵路行車及其他事故責任

A.鐵路法第六十二條第一項規定：「鐵路因行車及其他事故致人死亡、傷害或財物毀損喪失時，負損害賠償責任。但如能證明其事故之發生非由於鐵路之過失者，對於人之死亡或傷害，仍應酌給卹金或醫藥補助費。」是為鐵路行車及其他事故之中間責任。

B.鐵路雖無過失仍於死亡者給卹、傷害者給醫藥補助費，並非「損害賠償」而是基於社會福祉的法理予以救助，而且對於財物之毀損喪失不予補助。

#### (13)大眾捷運系統營運機構責任

A.大眾捷運法第四十六條第一項規定：「大眾捷運系統營運機構，因行車及其他事故致旅客死亡或傷害，或財物毀損喪失時，應負損害賠償責任。」根據本項規定，對於旅客死亡或傷害或財物損失，應係採取無過失責任，但是否僅限於旅客？值得商榷。

B.同法第四十六條第二項規定：「前項事故之發生，非因大眾捷運系統營運機構之過失者，對於非旅客之被害人死亡或傷害，仍應酌給卹金或醫療補助費。但事故之發生係出於被害人之故意行為者，不予給付。」本項僅適用於非旅客，亦即縱使大眾捷運營運機構無過失而造成旅客之被害人死亡或傷害，仍應本於社會福祉的法理給予救助。但本文認為，誠如上項所述，若係因大眾捷運營運機構之過失而造成非旅客之被害人死亡或傷害或財物損失，大眾捷運營運機構仍應依前項負損害賠償責任，必須能證明其無過失才可適用本項。

#### (14)強制汽機車責任

- A.強制汽車責任保險法第五條規定：「因汽車交通事故致受害人體傷、殘廢或死亡者，加害人不論有無過失，在相當於本法規定之保險金額範圍內，受害人均得請求保險賠償給付。」是為限定賠償金額的強制汽車無過失責任。
- B.強制汽車責任保險法第四十八條規定：「本法公布施行後，財政部會同交通部得視實際需要，另定機車所有人投保本保險之施行日期，或按車種分期施行。」茲兩部已會銜公告自八十八年一月一日起施行，是為限定賠償金額強制機車無過失責任。
- C.同法第二十五條第一項規定：「本保險之給付項目如下：一、傷害醫療給付。二、殘廢給付。三、死亡給付。」

#### (二)損害賠償

侵權行為(民事上違法行為)的制裁效果是填補損害，亦即損害賠償，以回復原狀為原則，以金錢賠償為例外，道路交通事故的損害賠償，除民法定有明文外，尚有其他交通法規(例如公路法、鐵路法、大眾捷運法等)以及強制汽車責任保險法對之為規定，茲敘述如下：

##### 1.民法上的損害賠償規定

###### (1)侵害生命權之損害賠償

- A.民法第一百九十二條第一項規定：「不法侵害他人致死者，對於支出醫療及增加生活需要之費用或殯葬費之人亦應負損害賠償責任。」
- B.同條第二項規定：「被害人對於第三人負有法定扶養義務者，加害人對於該第三人亦應負損害賠償責任。」
- C.同條第三項規定：「第一百九十三條第二項之規定，於前項損害賠償適用之。」

###### (2)侵害身體健康致財產損害的賠償

- A.民法第一百九十三條第一項規定：「不法侵害他人之身體或健康者，對於被害人因此喪失或減少勞動能力，或增加生活上之需要時，應負損害賠償責任。」
- B.同條第二項規定：「前項損害賠償，法院得因當事人之聲請，定為支付定期金，但須命加害人提出擔保。」

###### (3)被害人親屬之非財產損害賠償

民法第一百九十四條規定：「不法侵害他人致死者，被害人之父、

母、子、女及配偶，雖非財產上之損害，亦得請求賠償相當之金額。」

(4)侵害身體健康或人格自由的損害賠償

A.民法第一百九十五條第一項規定：「不法侵害他人之身體、健康、名譽、自由、信用、隱私、貞操或不法侵害其他人格法益而情節重大者，被害人雖非財產上之損害，亦得請求賠償相當之金額。其名譽被侵害者，並得請求為回復名譽之適當處分。」

B.同條第二項規定：「前項請求權，不得讓與或繼承。但以金額賠償之請求權已依契約承諾，或已起訴者，不在此限。」

C.同條第三項規定：「前二項規定，於不法侵害他人基於父、母、子、女或配偶關係之身分法益被侵害者，準用之。」

(5)毀損物品的損害賠償

民法第一百九十六條規定：「不法毀損他人之物者，被害人得請求賠償其物因毀損所減少之價額。」

以上係民法債篇關於各種侵害的損害賠償規定，至於損害賠償之方法、範圍、所受利益之扣除、過失相抵、因賠償義務人生計關係而酌減賠償金額、負賠償責任人得向受賠償人請求讓與物上（或權利上）請求權等規定，分別規定於民法第二百十三條至二百十八條之一，茲予省略。

2.交通法規上的特別損害賠償規定

(1)汽車運輸業行車事故賠償規定

依據公路法第六十四條第二項訂定「汽車運輸業行車事故損害賠償金額及醫藥補助費發給辦法」第三條規定：「汽車運輸業之車輛，因行車事故致人、客傷害、死亡、財物毀損、喪失，依法應負損害賠償責任者，除醫療費用由汽車所有人或駕駛人負責支付外，其賠償金額之標準如左：一、死亡者，最高金額新台幣一百二十萬元。二、重傷者，最高金額新台幣八十萬元。三、非重傷者，最高金額新台幣四十萬元。四、財物毀損者，喪失之賠償金額由雙方協議定之。汽車運輸業已投保汽車第三人責任險者，前項第一款至第三款賠償金額應減除保險給付額。第一項事故由於汽車駕人違反道路交通管理處罰條例所致者，第一款至第三款之賠償金額提高至二分之一。」

(2)鐵路行車及其他事故賠償規定

依據鐵路法第六十二條第二項訂定「鐵路行車及其他事故損害賠償暨補助費發給辦法」第三條規定：「鐵路因行車及其他事故，致人死亡、傷害或財物毀損、喪失，應歸責於鐵路機構者，除治療期間之

醫療費用，由鐵路機構負責支付外，其賠償標準如左：一、死亡者，最高金額新台幣一百二十萬元。二、重傷者，最高金額新台幣八十萬元。三、非重傷者，最高金額新台幣四十萬元。四、託運人託運之貨物、行李、包裹，按鐵路運送規則之規定賠償，旅客未託運之隨身攜帶物品，除依照規定之免票孩童不予補償外，每一旅客最高金額不超過新台幣一萬元。五、前款以外非運送財物毀損喪失者，由雙方協議定之。」

### (3)大眾捷運系統行車及其他事故賠償規定

A.依據大眾捷運法第四十六條第三項訂定「大眾捷運系統行車及其他事故卹金及醫療補助費發給辦法」，但該辦法係對於非大眾捷運營運機構過失而造成非旅客之被害人死亡或傷害所給予的卹金或醫療補助費，並非侵權行為的損害賠償。

B.此外，大眾捷運法並無其他特別賠償規定，亦無其他法令為特別規定<sup>55</sup>。

### 3.強制汽車責任保險法上的損害賠償規定

(1)依據強制汽車責任保險法第二十五條第二項規定訂定的「強制汽車責任保險給付標準」第二條規定：「受害人因汽車交通事故致身體傷害，保險人或財團法人汽車交通事故特別補償基金（以下簡稱特別補償基金）就其必須且實際支出之相關醫療費用，為傷害醫療給付。但每人每一事故傷害醫療給付總額，以新臺幣二十萬元為限。前項所稱之相關醫療費用，係指下列各款費用：一、急救費用：指救助搜索費、救護車費。二、診療費用：指全民健康保險之給付及其部分負擔、病房費差額、掛號費、膳食費及義肢裝置費差額。受害人為全民健康保險法規定不得參加該保險者，屬於全民健康保險之給付項目，準用全民健康保險醫療費用支付標準。三、接送費用：指轉診、出院及往返門診之合理交通費用。四、看護費用：指特別護理費、看護費等，但以傷情嚴重並經主治醫生證明確有必要者為限。前項第二款規定之病房費差額，每日以新臺幣一千二百元為限，膳食費每日以新臺幣一百三十元為限；第四款規定之看護費用，每日以新臺幣一千元為限，最高以三十日為限。受害人接受全民健康保險提供之給付，由全民健康保險之保險人依全民健康保險法第八十二條規定，向強制汽車責任保險

55 相較於鐵路法、公路法及其相關法令的規定，大眾捷運法對於旅客及非旅客侵權行為的賠償規定顯然不夠周延。

之保險人代位請求。」

(2)同標準第三條規定：「受害人因汽車交通事故致身體殘廢，其殘廢程度分為十五等級一百六十項，並依附表強制汽車責任保險殘廢給付標準表定之。前項各等級殘廢程度之給付標準如下：一、第一等級：新臺幣一百二十萬元。二、第二等級：新臺幣一百萬元。三、第三等級：新臺幣八十四萬元。四、第四等級：新臺幣七十四萬元。五、第五等級：新臺幣六十四萬元。六、第六等級：新臺幣五十四萬元。七、第七等級：新臺幣四十四萬元。八、第八等級：新臺幣三十六萬元。九、第九等級：新臺幣二十八萬元。十、第十等級：新臺幣二十二萬元。十一、第十一等級：新臺幣十六萬元。十二、第十二等級：新臺幣十萬元。十三、第十三等級：新臺幣六萬元。十四、第十四等級：新臺幣四萬元。十五、第十五等級：新臺幣三萬元。」

(3)同標準第六條規定：「受害人因汽車交通事故所致死亡者，其死亡給付為每一人新臺幣一百二十萬元。」

(4)同標準第七條規定：「本保險每次因汽車交通事故致每一人死亡、殘廢及傷害醫療給付金額，合計最高以新臺幣一百四十萬元為限。」

## 二、行政責任

行政責任乃對於懈怠行政上義務而應負責任之總稱；而對於懈怠行政上義務者，泛稱為行政罰<sup>56</sup>。

關於道路交通事故的行政不法行為態樣，以及對於行政不法行為的制裁（處罰）方式為何？分述之：

### （一）行政違法行為的態樣

現行關於道路交通事故的行政違法態樣，由於法令相當混雜，並不易釐清，蓋基本上（就法理而言），應以「道路交通管理處罰條例」為統一法典，但事實不然，現行交通法令中關於行政違法的規定，除「道路交通管理處罰條例」外，散見於「公路法」<sup>57</sup>、「鐵路法」<sup>58</sup>、「大眾捷運法」<sup>59</sup>、「專用公路管理規則」<sup>60</sup>、「強制汽車責任保險法」<sup>61</sup>、「道路交通安全講習

56 參閱 野宏著，劉宗德、賴恆盈譯，「行政法」（台北：月旦出版社，一九九六年五月出版），第二二一頁。就行政上的違法行為而言，係指行為違反行政法令之作為或不作為強制規定；就行政上的違法行為制裁（效果）而言，泛指行政罰。

57 規定於該法第五章（獎勵與處罰）。

58 規定於該法第七章（罰則）。

59 規定於該法第七章（罰則）。

60 規定於該規則第十條、第十九條。

61 規定於該法第五章（罰則）。

辦法」<sup>62</sup>、「違反道路交通管理事件統裁罰標準及處理細則」<sup>63</sup>、「道路交通安全規則」<sup>64</sup>、「高速公路交通管制規則」<sup>65</sup>、「道路交通事故處理辦法」<sup>66</sup>... 等等法令當中，凡違反上揭各法令之規定者，均係行政違法的行為，為節省篇幅（而且其類型化亦不容易），僅略述如下：

#### 1. 道路交通管理處罰條例

本條例規範行政違法的態樣包括：

- (1) 汽車違規（第二章，第十二條至第六十八條）。
- (2) 慢車違規（第三章，第六十九條至第七十七條）。
- (3) 行人違規（第四章，第七十八條至第八十一條）。
- (4) 道路障礙者違規（第五章，第八十二條至第八十四條）。
- (5) 此外，附則另有補充規定，如第八十五條規定：「本條例關於車輛所有人之處罰，如應歸責於運送人、利用人或使用人，亦適用之。本條例關於車輛所有人之處罰，如應歸責於車輛駕駛人者，處罰車輛駕駛人。本條例關於車輛駕駛人之處罰，如應歸責於車輛所有人者，處罰車輛所有人。本條例關於車輛所有人之處罰，其為吊扣或吊銷車輛牌照者，不因處分後該車輛所有權移轉、質押、租賃他人或租賃關係終止而免於執行。」

#### 2. 公路法

本法規定處罰的態樣包括：

- (1) 第七十一條規定：「違反第十五條、第十六條之規定者，處三千元以上三萬元以下罰鍰；公路主管機關並應勒令其停止建築。違反第十八條、第十九條、第二十條之規定者，處三千元以上三萬元以下罰鍰。」
- (2) 第七十二條規定：「擅自挖掘、破壞公路用地，或損壞其設施者，處五千元以上五萬元以下罰鍰；公路主管機關並應責令其回復原狀，償還修復費用或賠償。公路計畫用地，經公告、立定界樁並禁止或限制建築後，仍擅自建築者，由公路主管機關會同有關機關拆除之。」
- (3) 第七十三條規定：「車輛擅自通行於限制或禁止通行之公路，致公路路基、路面、橋樑、橋涵遭受損壞者，處四千元以上四萬元以下罰鍰；公路主管機關並應責令其修復、償還修復費用或賠償。」

62 例如該辦法第五條規定即是。

63 例如該標準及處理細則第十二條、第十九條、第二十二條、第二十三條、第二十五條... 均是。

64 例如該規則第二十九條、第三十條、第三十三條... 均是。

65 例如該規則第九條至第二十七條規定均是。

66 例如該辦法第十五條、第十六條規定。



- (4)第七十五條規定：「汽車所有人不依規定繳納汽車燃料使用費者，公路主管機關應限期通知其繳納；逾期不繳者，處一百元以上一千元以下罰鍰，並停止其辦理車輛異動或檢驗。」
- (5)第七十六條規定：「汽車或電車所有人不依規定投保責任險或提繳保證金者，公路主管機關不予受理登記、檢驗、發照；已領有牌照者，吊銷其車輛牌照。汽車或電車未投保責任險或提繳保證金而行駛者，處所有人一千元以上一萬元以下罰鍰，並禁止其行駛。」
- (6)第七十七條規定：「公路經營業、汽車或電車運輸業，違反本法及依本法所發布之命令者，除本法另有規定外，處三千元以上三萬元以下罰鍰；公路主管機關並得按其情節，吊扣其營業車輛牌照一個月至三個月，或定期停止其營業之一部或全部，或報請交通部撤銷其汽車運輸業營業執照及吊銷全部營業車輛牌照。未依本法申請核准，而經營公路經營業、汽車及電車運輸業者，處五千元以上五萬元以下罰鍰；公路主管機關並應勒令其停業，吊扣其非法營業之車輛牌照一個月至三個月，或吊銷其車輛牌照。」
- (7)此外，第七十八條規定：「本法規定之罰鍰，由該管公路主管機關處罰。並得於執行無效時，移送法院強制執行。本法規定汽車、電車牌照之吊扣或吊銷處分，不因處分後該汽車或電車所有權移轉、租賃他人或租賃關係終止而免於執行。」

### 3.鐵路法

本法規定處罰的態樣包括：

- (1)第六十五條規定：「購買車票加價出售圖利者，處拘役或科或併科一千元以下罰金。」
- (2)第六十六條規定：「地方營、民營、專用鐵路有左列情形之一者，處二千元以上一萬元以下罰鍰，情節重大者，並得停止其營業之一部或全部或撤銷其立案：一、違反本法致有害公益、公安之行為者。二、私收外股或私借外資者。三、非由不可抗力，停止運輸，繼續至三個月以上者。四、違反第三條第二項之規定者。前項處分停止營業期間，或撤銷立案時，應採取適當措施，繼續維持客貨運輸業務。」
- (3)第六十七條規定：「地方營、民營、專用鐵路有左列情形之一者，處一千元以上五千元以下罰鍰：一、依本法應經核准事項而未經核准或報請核准時有虛偽情弊者。二、依本法應經公告之事項而不公告或公告中有虛偽情弊者。三、依本法應報告事項而不報告或報告不實者。

四、經通知改正之事項，逾期仍不辦理者。」

- (4)第六十八條規定：「擅自占用、破壞鐵路用地或損壞其設施者，除涉及刑責依刑法處理外，並應責令其行為人或雇用人負責回復原狀，或償還修復費用，或依法賠償。依第七條規定編為鐵路使用之土地，經公告、立定界樁並禁止或限制建築後，仍擅自建築者，鐵路得會同有關機關拆除之。」
- (5)第六十九條規定：「擅自設置平交道者，除責令拆除外，處一千元以上五千元以下罰鍰。」
- (6)第七十條規定：「旅客、託運人、受貨人及行人、車輛等，違反第五十七條之規定者，處二百元以上二千元以下罰鍰。」
- (7)第七十一條規定：「有左列行為之一者，處一百元以上一千元以下罰鍰：一、列車行駛中，攀登、跳車或攀附隨行者。二、列車行駛中，坐立出入臺階或妨礙關閉或擅自開啓車門不聽禁止者。三、在列車內乘坐非供旅客乘坐之車廂或機車者。四、不按規定處所出入車站或上下車者。五、未經許可在車上或站區內向旅客或公眾募捐、銷售物品者。六、拒絕鐵路站車人員查票者。七、在鐵路軌道或有關設備上堆積、放置或拋擲物品足以妨害行車安全者。八、未經允許攜帶或隱匿託運危險物品者。有前項情事之一者，鐵路站、車人員並得視情節強制其離開站、車或鐵路區域；其未乘車區間之運費，不予退還。」
- (8)此外，本法第七十二條規定：「前三條規定之處罰，得由警察機關為之。」第七十三條規定：「依本法規定所處之罰鍰，於執行無效時，得移送法院強制執行。」

#### 4.大眾捷運法

本法規定處罰的態樣包括：

- (1)第五十條規定：「有下列情形之一者，處新臺幣一千五百元以上七千五百元以下罰鍰：一、車輛行駛中，攀登、跳車或攀附隨行者。二、占用非供旅客乘坐之車廂不聽禁止者。三、妨礙車門、月臺門關閉或擅自開啓者。四、不按規定處、所出入車站或上下車者。五、未經許可在車上或站區內向旅客或公眾募捐、銷售物品或為其他商業行為者。六、拒絕大眾捷運系統站、車人員查票或妨害其執行職務者。七、未經許可攜帶動物進入站區或車輛內者。八、於大眾捷運系統禁煙區內吸煙，或於禁止飲食區內飲食，或隨地吐痰、檳榔汁、檳榔渣，拋棄紙屑、煙蒂、口香糖、瓜果或其皮、核、汁、渣或其它一般廢棄物。」

九、滯留於車站出入口、驗票閘門、售票機、電扶梯或其他通道，致妨礙旅客通行或使用，不聽勸離者。十、非為乘車在車站之旅客大廳、穿堂層或月臺層區域內遊蕩，致妨礙旅客通行或使用，不聽勸離者。十一、躺臥於車廂內或月臺上之座椅，不聽勸阻者。十二、違反第四十四條第二項或第三項規定者。有前項情事之一者，大眾捷運系統站、車人員得視情節會同警察人員強制其離開站、車或大眾捷運系統區域，其未乘車區間之票款，不予退還。」

(2)第五十條之一規定：「有下列情形之一者，處新臺幣一萬元以上五萬元以下罰鍰：一、未經許可攜帶危險或易燃物進入大眾捷運系統路線、場、站或車輛內者。二、任意操控站、車設備或以他法妨害系統設備正常運作者。有前項情形之一者，適用前條第二項規定；其行為涉及刑事責任者，並應依法移送偵辦。」

(3)第五十一條規定：「大眾捷運系統營運機構有下列情形之一者，處新臺幣十萬元以上五十萬元以下罰鍰：一、違反第三十條規定，雇用未經技能檢定合格之技術人員擔任設施之操作及修護者。二、違反第三十四條所定監督實施辦法，經地方主管機關通知改善而未改善者。三、違反第三十五條第一項或第三十九條規定者。四、違反第三十五條第二項或第三十六條規定，經主管機關通知改正而未改正者。五、規避、妨礙或拒絕中央主管機關依第三十五條第二項之檢閱文件帳冊者。六、違反第三十七條規定，未經核准兼營其他附屬事業者。七、違反第四十一條規定或未依第四十二條規定對行車人員施予訓練與管理致發生行車事故者。八、違反第四十四條第一項規定，未於適當處所標示安全規定者。九、未依第四十七條規定投保責任保險或提存保證金者。有前項第一款、第二款、第六款至第九款情形之一。並通知其限期改正或改善，屆期未改正或改善者，按日連續處罰；情節重大者，停止其營運之一部或全部或撤銷其營運許可。」

(4)此外，第五十二條規定：「本法所定之罰鍰，由地方主管機關處罰；經通知而逾期不繳納者，移送法院強制執行。」

## (二)行政違法行為的制裁

行政上違法行為的制裁和違法態權相同，其規定亦相當混雜，就上述各種法令規定當中加以歸納，約可列出以下幾種制裁類型：<sup>67</sup>

67 參閱葉積明撰，「汽車交通事故責任之研究—兼探法社會學理論與經驗性研究方法—」，國防管理學院法律研究所，八十八年五月二十三日，碩士論文，第八五至八十六頁。

1. 罰鍰：指使用道路之人違反道路交通法規之義務所科予之金錢罰。<sup>68</sup>
2. 註銷牌照：指對違規之汽車所有人處以永久停止使用汽車牌照之處罰。
3. 吊扣牌照：指對違規之汽車所有人處以暫時停止使用汽車牌照之處罰。
4. 禁止駕駛：係指無照加駕駛或其駕駛執照種類不符時，對違規之汽車駕駛人處以禁止使用該類車種之附加處罰。
5. 註銷駕駛執照：指對違規之汽車駕駛人處以永久停止使用汽車駕駛執照之處罰。
6. 吊扣駕駛執照：指對違規之汽車駕駛人處以暫時停止使用汽車駕駛執照之處罰。
7. 違規記點：指汽車駕駛人違規時，依其行為對於行車安全與交通秩序危害之程度，分別情節輕重，記以不同之點數；並在一定之期間內，若其點數累積達特定點數時，則予以相當之處罰。
8. 安全講習：指使用道路之人違反道路交通法規，所實施之定期或臨時講習。
9. 其他如責令改正、禁止通行、註銷營業登記、吊銷營業登記證、汽車違規紀錄及拖吊等等。

## 伍、道路交通事故的救濟

關於道路交通事故，除了依據前述民、刑、行政責任予以訴訟求償、課罰以獲取救濟外，對於事故的被害人最直接而有效的救濟便是透過社會保險予以分擔風險，並加強補償或補助，以落實社會福祉的要，求而且在相當多的情況下，事實上並無法藉由民、刑事訴訟得到迅速而適切的救濟，更需要有訴訟以外的制度資為協助。以下，即就各項法令關於道路交通事故的救濟規定分述之：

### 一、強制汽車責任保險法上的救濟規定

該法第一條即明文規定：「為使汽車交通事故所致體傷、殘廢或死亡之受害人迅速獲得基本保障，並維護交通安全，特制定本辦法。」所以該法除規定加害人能如何獲得賠償（已如前述）外，更有「汽車交通事故特別補償金」的規定。茲分述如下：

68 所謂罰鍰乃國家基於一般統治關係，為維護公共秩序，確保行政法規之實效，對於行政權之客體課以行政上之義務，於其違反義務時，所為科以一定數額金錢的制裁。此種狹義的行政罰又可稱為「秩序罰」(Ordnungsstrafe)。參閱陳朱貴著，「罰金罰鍰之研究」(台北：司法院秘書處，八十七年六月出版)，司法研究年報第十八輯第十六篇，第四〇頁。

### (一)汽車交通事故特別補償基金

該法第三十六條第一項規定：「為使汽車交通事故之受害人均能依本法規定獲得基本保障，應設置汽車交通事故特別補償基金。」

### (二)受害人或其繼承人的補償請求

該法第三十八條規定：「汽車交通事故發生時，受害人或其繼承人因下列情事之一，未能依本法規定向保險人請求給付保險金者，得在相當於本法規定保險金額範圍內，向特別補償基金請求補償：一、肇事汽車無法查究者。二、肇事汽車非保險汽車者。三、肇事汽車之保險人無支付能力者。受害人有第二十六條<sup>70</sup>各款情事之一者，不適用前項之規定。第一領受特別補償基金之權利及未經繼承人具領之特別補償金，不得扣押、讓與或提供擔保。」

### (三)特別規定

該法第三十九條規定：「特別補償基金依前條規定為補償者，視加害人或汽車所有人損害賠償金額之一部分。特別補償基金於補償金額範圍內，得直接向加害人或汽車所有人求償。特別補償基金於加害人或汽車所有人償還全部補償金額前，得通知公路主管機關吊扣其汽車牌照或駕駛執照，並停止辦理車輛異動。受害人或其繼承人已自加害人或汽車所有人獲得賠償或自社會保險獲得給付者，特別補償基金於補償時，應扣除之。前四項對汽車所有人之規定，於加害人未經汽車所有人允許使用其汽車者，不適用之。」

## 二、交通法規上的救濟規定

### (一)汽車運輸業行車事故賠償規定

依據公路法第六十四條第二項訂定的「汽車運輸業行車事故損害賠償金額及醫藥補助費發給辦法」第四條規定：「汽車運輸業之車輛，因行車事故致人、客傷害或死亡，除因不可抗力不負損害賠償責任外，如能證明其事故之發生非由於其過失所致者，仍得依左列標準酌給喪葬或醫藥補助費：一、死亡者，最高金額新臺幣十萬元。二、受傷者，按實補助醫藥費，最高金額新臺幣七萬元。」

### (二)鐵路行車及其他事故賠償規定

依據鐵路法第六十二條第二項訂定的「鐵路行車及其他事故損害賠償

70 該法第二十六條規定：「保險人對於受害人保險人對於受害人因下列情事所致之體傷、殘廢或死亡，不負給付保險金之責任：一、受害人或受益人與被保險人或加害人串通之行為所致者。二、受害人或受益人之故意行為所致者。三、受害人或受益人從事犯罪之行為所致者。」

暨補助費發給辦法」第四條規定：「鐵路因行車及其他事故，致人死亡、傷害或財物毀損、喪失。如能證明其事故之發生非由於鐵路機構之過失者，對於人之死亡、傷害仍應酌給恤金或醫藥補助費，其標準如左：一、非由於受害人之過失所致者。(一) 旅客死亡者，最高金額新臺幣一百二十萬元；重傷者，最高金額新臺幣八十萬元；非重傷者，最高金額新臺幣四十萬元。(二) 非旅客按前目旅客之標準減半辦理。二、由於受害人之過失所致者。(一) 旅客：死亡者，最高金額新臺幣十萬元。受傷者，按實補助醫藥費，最高金額不超過新臺幣七萬元。(二) 非旅客不予補助，但得按實際情形酌給慰問金，其最高額金額不得超過新臺幣五萬元。」

### (三)大眾捷運系統行車及其他事故賠償規定

依據大眾捷運法第四十六條第三項訂定的「大眾捷運系統行車及其他事故卹金及醫療補助費發給辦法」第二條規定：「大眾捷運系統非因營運機構過失發生行車及其他事故致非旅客被害人（以下簡稱被害人）死亡、傷害之卹金或醫療補助費發給，依本辦法之規定。」第三條規定：「前條卹金或醫療補助費之發給金額如左：一、死亡者，新臺幣四十萬元。二、傷害者，依實際發生之必要醫療支出費用為準，其最高金額，重傷者為新臺幣三十萬元，非重傷者為新臺幣二十萬元。前項事故之發生，係由於被害人之過失所致者，得酌給卹金或醫療補助費，其最高金額新臺幣三萬元；如係出於被害人之故意行為者，不予給付。」

## 三、犯罪被害人保護法上的救濟規定

### (一)立法目的

該法第一條規定：「為保護因犯罪行為被害而死亡者之遺屬或受重傷者，以保障人民權益，促進社會安全，特制定本法。」第二條規定：「犯罪被害人之保護，依本法之規定。但其他法律另有規定者，從其規定。」

### (二)各項定義

該法第三條規定：「本法用詞定義如下：一、犯罪行為：指在中華民國領域內，或在中華民國領域外之中華民國船艦或航空器內，故意或過失侵害他人生命、身體，依中華民國法律有刑罰規定之行為及刑法第十八條第一項、第十九條第一項及第二十四條第一項前段規定不罰之行為。二、犯罪被害補償金：指國家依本法補償因犯罪行為被害而死亡者之遺屬或受重傷者損失之金錢。」故若係刑事被害的交通事故被害人，亦符合本法之規定，自可依本法申請犯罪被害補償金。

### (三)申請原因

該法第四條第一項規定：「因犯罪行為被害而死亡者之遺屬或受重傷者，得申請犯罪被害補償金。」

#### (四)補償金種類及支付對象

該法第五條規定：「犯罪被害補償金之種類及支付對象如下：一、遺屬補償金：支付因犯罪行為被害而死亡者之遺屬。二、重傷補償金：支付因犯罪行為被害而受重傷者。前項補償金應一次支付，但得因申請人之申請分期支付。」

#### (五)補償項目金額

該法第九條規定：「補償之項目及其最高金額如下：一、因被害人受傷所支出之醫療費，最高金額不得逾新台幣四十萬元。二、因被害人死亡所支出之殯葬費，最高金額不得逾新台幣三十萬元。三、因被害人死亡致無法履行之法定扶養義務，最高金額不得逾新台幣一百萬元。四、受重傷被害人所喪失或減少之勞動能力或增加之生活上需要，最高金額不得逾新台幣一百萬元。因犯罪行為被害而死亡者之遺屬，得申請前項第一款至第三款所定補償金；因犯罪行為被害而受重傷者，得申請前項第一款及第四款所定補償金。得申請補償金之遺屬有數人時，每一遺屬均得分別申請，其補償數額於各款所定金額內酌定之。申請第一項第三款補償金之遺屬如係未成年人，於其成年前，其補償金額得委交犯罪被害人保護機構信託管理，分期或以其孳息按月支付之。」

#### (六)得不補償的情形

該法第十條規定：「有下列各款情形之一者，得不補償其損失之全部或一部：一、被害人對其被害有可歸責之事由者。二、斟酌被害人或其遺屬與犯罪行為人之關係及其他情事，依一般社會觀念，認為支付補償金有失妥當者。」

#### (七)補償金的減除

該法第十一條規定：「依本法請求補償之人，已受有社會保險、損害賠償給付或因犯罪行為被害依其他法律規定得受之金錢給付，應自犯罪被害補償金中減除之。」所以，被害人可以比較其他相關賠償與補償規定孰為優厚而申請之。總之，補償的目的在於社會救濟，而非填補損害，此一原則應該掌握。

#### (八)補償金的返還

該法第十三條規定：「受領之犯罪被害補償金有下列情形之一者，應予返還：一、有第十一條所定應減除之情形或復受損害賠償者，於其所受

或得受之金額內返還之。二、經查明其係不得申請犯罪被害補償金者，全部返還之。三、以虛偽或其他不正當方法受領犯罪被害補償金者，全部返還之，並加計自受領之日起計算之利息。」

## 陸、道路交通法規的統整

「法律經濟分析」又可稱為「法律和經濟學」(Law and Economics)，係以經濟分析的概念及方法，檢討現行法律規範的目標與內容，研究法律與其所規範之社會現象間之互動關係，探求法律規定是否有助經濟效率的提昇，蓋支出最低成本以獲取最大效益，乃人類共趨的行為模式，故此一法律學與經濟學間的科際整合學科遂應運而生。尤其於一九七三年的Posner的「法律經濟分析」(“Economic Analysis of Law”)乙書問世以來，更將法律分析的範圍拓展至整個法律體系。在Posner的法律經濟分析理論當中，尤值矚目的地方是，他將「效率」作為法律的準繩(取代了正義)，這種理論固然非常實用，但自然無法避免產生「忽略公平正義」與「無法解釋非市場行為」的窘境與缺陷<sup>71</sup>。故現代的法政策學的要求是：不應「僅著眼於以現實社會的經濟諸情事去肯定法構造的正義性、合目的性、安定性」，更應「致力於在對現實社會經濟諸情事的認識下改造法構造。」

若從法律經濟分析的角度觀察，吾人不難發現現行道路交通法規的諸多問題，例如：

### 一、道路的定義不明確

現行法至少就區分了鐵路、公路、大眾捷運系統三種以上的路，有無必要？

### 二、車輛的定義不明確

現行法至少就區分了汽車、動力機械、電車、專用動力車輛四種以上的車，是否必要？有無重要？

### 三、法令既多且亂

公路法、鐵路法、大眾捷運法、道路交通管理處罰條例、道路交通安全規則、道路案件處理辦法、道路交通事故處理辦法...太多的道路交通相關法令，不但疊床架屋，而且也有許多相互矛盾。

### 四、主管機關眾多

因為法令多，而主管各該法令之執行的行政機關也就相對地增加，不

71 參閱史政知撰，「刑事訴訟上訴訟經濟原則之研究—兼論簡易程序的修正」，國防管理學院法律研究所，八十七年六月，碩士論文，第十四至二十六頁。



但包含警政單位（還細分為公路警察、鐵路警察、大眾捷運警察），而且還包含交通單位（還結分為監理單位、鐵路單位、高速公路單位、大眾捷運單位．．．），甚至還涉及中央與地方的管理權責，不但管理的行政機關多，而且業務相當繁雜。

#### 五、罰則規定凌亂

在各種各樣的道路交通法令當中，規定了或多或少的罰則規定，然而這些行政罰有不少非以「法律規定之」（或以「法律明確授權的法規命令之」），而且行政罰的態樣凌亂，不但有違法律保留原則，亦有可能違反比例原則。

綜觀以上缺失，本文認為應以「道路交通管理處罰條例」為統一法典，將所有道路交通事故的處罰明定於其中（各別性的與交育事故無關的處罰規定才分別規定於鐵路法、公路法、大眾捷運法當中），並統一所有交通法令當中的用語定義，廢止違反法律保留的法令另訂合法的規定，而且應盡量朝向以最少的法令規範道路交通的目標努力，更要簡化行政管理機關的範圍與層級，使法律的效率得以彰顯，社會正義得以實現，蓋所謂「遲來的正義不是正義」，無效率的正義亦不是正義。為達成上述目的，有司應該邀集學者專家朝此目標研究修法，在立法技術上，可以採行「包裹立法」（Gesetzgebungspakete）或稱為「綜合立法」（Querschnittgesetzgebung）的方式進行修法與立法（同步進行）。因為它可兼具以下四個特性<sup>72</sup>：

- (一)政策性：將同一政租目標相關之法律一併送請審議，較能彰顯政策目標。
- (二)全面性：將所有相關法律同時進行審議，審議者得一窺全貌，較能作全局性之考量。
- (三)同步性：同步檢討各相關法律，避免發生遺漏或前後矛盾之現象。
- (四)經濟性：將各法律修正案納為單一法案審議，可在不變更立法程序原則下節省立法時間。

此外，就交通法庭的機制而言，應再加強其功能，使其成為真正的專門特種法庭，不但要強調交通法庭法官對於道路交通法令的專業性，更要強調其能迅速、兼具民刑與行政訴訟的功能性，以資因應二十一世紀即將來到的更多道路交通事故的挑戰。因此，關於交通法庭機制（包括體制與

72 參閱陳新民主特，「我國採行『包括立法』可行性之研究」，行政院研考會委託研究報告，八十六年六月三十日。

運作模式)的相關法規亦應作有效的統整，朝前述目標整備改善，以有效確保道路交通事故責任的追究，並能迅速實踐社會正義。

最後，在道路交通事件的救濟上，除應強化各項社會福利制度以外，更應再加提升汽車強制責任保險理賠的額度，並且應加強義於肇事人的賠償追索，因為沒有道理要社會大眾為肇事者負擔危險與不利益，而肇事者本身卻可置身事外，或根本不必承受太大的壓力，反而應該是肇事者一生之力尚無法彌補(補償或賠償)，然後再以社會力協助被害人或其家屬(而非肇事者)渡過難關才對；所以，相關的法規宜再朝此目標檢討修正。

## 柒、結論

道路交通事故造成的權利損害，在現代乃至下一世紀都可說是「文明社會不可避免的要害」，除了藉助傳統民事、刑事、行政等訴訟方式進行救濟外，在福祉國家<sup>73</sup>(welfare state; Wohlfahrtsstaat)，為增進公共福祉，國家不但有必要擴大其行政權力，而且亦可限制人民的自由(但是要合乎比例原則，不應超出必要的程度，而且亦應符合程序正當(due process of law)原則。尤其為落實福祉國家的精神，在民事責任上強化「無過失責任」，在保險制度上強化社會保險，在社會福祉上強化各種補償救助(包含被害者補償)，均係必要的作為。

為達成前述目的，法令必須完備與周延，而且不可煩雜與疊床架屋，或相互扞格矛盾；此外，法律係為滿足社會需要而制定，自應隨著社會變遷而適時配合修正或另訂新的規範，我現行道路交通相關法令自應朝前述目標進行統整，如此才能有效管理道路交通事故，使交通事故產生的後遺降至最低。但本文必須特別強調，法制再造，化繁為簡，以強化法制的功能只是治標一種有效的手段與方法，並非最終解決交通相關問題的萬靈丹，要徹底根治或改善交通的品質確保國人行車走路的安全，除更有賴其他有效手段(例如管制車輛進口數量、管制車輛使用年限)，尤其是採取重罰的手段(因為我國國民性的緣故)以外，仍必須在各級教育體系中強化有效的交通教育。換言之，欲減少交通事故，一定要採取「整體預防」、「全方位治療」的策略進行，只修法而不教育，只教育而不重罰違規，只重罰違規而不改善交通品質(汽機車太多)．．．都會使交通安全工作落

73 係為國民福祉而積極地策劃國民經濟以行社會保障的國家，與消極地維持秩序的夜警國家甚至自由國家有別，其係以積極地確保國民生活的安定為任務，在這一層意義上，福祉國家與積極國家、社會國家(Sozialstaat)同義。參閱杉村敏正等編，「新法學辭典」，第九二六頁。

空，唯有整體配合，全方位努力，才能有效預防交通事故之發生、降低道路交通事故事件為社會帶來的成本付出，增進個人、社會與國家的共同利益。