

**逢 甲 大 學**  
**交通工程與管理學系碩士班**  
**碩士論文**

**都市地區尖峰時段實施大貨車指定車道  
之系統規劃與最佳化研究**

**The Optimization of Traffic Flow System Where  
Freight Vehicles Are Assigned to A Specific Lane  
During Rush Hours In Urban Area**

**指導教授：楊宗璟**  
**研 究 生：蔡仁旭**

**中 華 民 國 九 十 一 年 六 月**

## 誌謝

我終於畢業了！二年研究所生活，令我與大學時期改變許多，除專業領域增長外，至少我不同大學時害怕電腦與英文了。二年研究所生活，首先感謝恩師楊宗璟老師的教導，感謝楊老師花了許多時間和心力，且非常細心的指導，甚至論文中每一個字的校閱，如今我才能順利完成我的論文。另外於校內初審時承蒙胡大瀛所長(也是我大學和研究所 6 年的班導)以及劉霈老師的細心指正；於口試時承蒙成大林佐鼎老師與運研所林國顯組長的不吝指教，才能使我的論文更加的完善。

研究所平日生活中，感謝班上同學阿 Vie、建昌、小飛象、俊豪、曉蘋、Van、百賢、達樟、仲偉、筱葳、學長(Hero)、亮哥及學妹 Anon 平日的相處照顧與課業上的互相幫忙(特別感謝小飛象無私的分享，為大家平淡生活添增心靈上的滋潤)。

感謝大學時代的同黨哲彰、小猴、志華、Honda、國慶、奇楠子、阿強、陰險洲等損友，平日無意義的玩樂與感情生活的交流，另外特別感謝季森當年甄試時的幫助。

感謝逢甲大學童軍團 89 級同屆夥伴，及所有野狼小隊的全體夥伴們，伴我度過最難忘的大學社團生活。另外特別感謝國徵夥伴在我論文程式上的大力鼎住。

感謝我的爸爸、媽媽養育之恩，以及奶奶與大叔叔的關懷照顧。最後我要感謝我最親愛的女友雅婷(也就是我研究所生活中最大的精神支柱)，謝謝婷對我的照顧，在我心煩時的扶持與傾聽，並陪我走過辛苦的二年研究所生涯，點滴生活內容，我將永遠謹記於心。

謹誌

於 逢甲大學交管碩二研究室

2002 年 7 月

## 摘要

為減少都市地區尖峰時段大貨車與其他車種混合行駛之危險，以及人與貨物延滯時間價值之差異，因而本研究提出大貨車指定車道之觀念。所謂「大貨車指定車道」是指大貨車必須行駛於指定車道上，但其他車種亦可在指定車道上行駛。而實施大貨車指定車道時最佳實施長度與車道位置之評估項目，則包括與社會成本相關之危險、時間價值(分路段與路口延滯)、污染、耗油四部分，以及與建設成本相關之指定車道鋪面加強成本與例行性維修成本、號誌、標誌、反光標鈕設置成本、路口員警指揮導引成本三部分。本研究資料來源為實際路口車流量調查及路段旅行時間調查，研究方法則包括基本統計分析、數學規劃、模糊專家問卷等。研究結果發現，在旅行時間模式選擇上，進城流向是以模式二、出城流向是以模式一較適合本研究路段旅行時間與流量關係。最佳解求解結果可分為兩階段，第一階段在大貨車剛完成指定車道時(不考慮變換車道)，進城流向最佳解為指派至外車道後之第一路段到第七路段；出城流向在原先限制條件組合下，除原方案(大貨車不指派)外，並無其他可行解；若同時考慮進、出城流向時，最佳解為指派外車道後之第一至第四路段。第二階段為指定車道後並考慮變換車道行為，進城流向最佳解為指派至外車道後之第一路段到第七路段；出城流向除原方案(大貨車不指派)外，並無其他可行解產生；同時考慮進、出城流向時，最佳解為指派至內車道後之第一至第二路段。最佳解求解過程中亦針對員警薪資與每日實施小時數，來進行敏感度分析。

關鍵字：大貨車指定車道、變換車道、最佳化

### Abstract

In order to reduce the danger from traffic mix of freight vehicles and others during rush hours in urban area, and think about different time cost between person and freight, the study brings up an idea - freight vehicles are assigned to a specific lane . The idea is that all freight vehicles can only drive on an assigned lane, but others can also drive on it. To obtain the optimization about length and lane position when freight vehicles are assigned to a specific lane, the estimates in society cost include danger, time cost (along road segments and intersections), pollution, and gasoline cost .The estimates in constructive cost include cost of the pavement and cost of the routine pavement repair, required traffic lights traffic signs, and reflective button cost, police commanded cost. The data of the study by observing car flows in intersection and travel time of section in a road. The methods of the study stand on basic statistic, mathematical program, fuzzy AHP etc. The more feasible relationship between travel time and flow for downtown direction is model two, for suburban direction is model one. The optimization procedure about assigned lane can be done in two ways. The first way is to study the result when freight vehicles are assigned to a specific lane without considering lane change behaviors. The found optimization in downtown direction is on the section from the first to seventh segments , where freight vehicles are assigned to the outer lane. Subject to reasonable constraints, suburban direction is not feasible to assigned any lane. When both directions are combined, the found optimization is on the section from the first to fourth segments where freight vehicles are assigned to the outer lane. The solution when lane change behaviors are involved in downtown direction, falls on the same section and the same lane as the one not involving. No feasible lane is found in suburban direction as before. While the optimization section is on the one from the first to second segments where the inner lane is the best when both directions are included. The process of optimization also changes police salary hour rates and spent hours in a day to accomplish a sensitivity analysis.

**Key words :** freight vehicles are assigned to a specific lane , lane change , optimization

## 目錄

<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究方法.....	2
1.4 研究範圍與對象.....	3
1.5 研究流程.....	4
<b>第二章 文獻回顧.....</b>	<b>7</b>
2.1 數學規劃中之整數規劃.....	7
2.2 模糊專家問卷系統.....	8
2.3 敘述性偏好或多元羅吉特方法.....	10
2.4 社會成本相關之文獻.....	11
2.4.1 安全方面之研究.....	11
2.4.2 時間價值方面之研究.....	13
2.4.3 污染與耗油之研究方法.....	16
2.5 專用車道或指定車道相關之文獻.....	19
2.5.1 公車專用道之文獻.....	19
2.5.2 機車專用道之文獻.....	24
2.5.3 腳踏車專用道之文獻.....	25
2.5.4 砂石車專用道之文獻.....	27
2.5.5 高乘載專用道之文獻.....	28
2.5.6 調撥車道之文獻.....	32
2.5.7 大貨車指定車道相關之文獻.....	32
2.5.8 其他相關之文獻.....	34
<b>第三章 資料蒐集與分析.....</b>	<b>38</b>
3.1 道路現況.....	38
3.2 調查資料蒐集.....	42
3.3 資料之初步整理與分析.....	43

3.3.1 車流量資料之調查.....	42
3.3.2 路段旅行速率之調查.....	54
<b>第四章 旅行時間模式的選擇與評估指標之計算.....</b>	<b>58</b>
4.1 旅行時間模式的選擇.....	58
4.1.1 旅行時間之模式.....	58
4.1.2 旅行時時模式之評選.....	60
4.2 評估指數之計算.....	65
4.2.1 社會成本之計算.....	67
4.2.2 建設成本資料.....	92
<b>第五章 大貨車指定車道最佳化分析.....</b>	<b>94</b>
5.1 最佳車道位置及最適實施長度之模式構建.....	94
5.1.1 模式之特性.....	94
5.1.2 模式之假設.....	95
5.1.3 模式之構建及說明.....	95
5.2 第一階段最佳指派路段及最適車道模式求解及敏感度分析.....	100
5.3 變換車道模式構建與模糊專家問卷分析.....	106
5.3.1 變換車道危險模式之構建.....	107
5.3.2 變換車道最大成本差模式構建.....	110
5.3.3 模糊專家問卷之整合求解.....	112
5.4 第二階段最佳指派路段與最適車道求解及敏感度分析.....	119
5.5 長期交通量引伸需求問題之探討.....	124
5.5.1 引伸需求之定義.....	124
5.5.2 引伸需求之求法.....	124
<b>第六章 結論與建議.....</b>	<b>127</b>
6.1 結論.....	127
6.1.1 交通量調查資料分析.....	128
6.1.2 旅行時間模式之評選.....	128
6.1.3 不同流向各路段間評估指數之計算.....	130

6.1.4 第一階段最佳指派路段與車道模式構建與結果分析.....	130
6.1.5 第二階段考慮變換車道之最佳指派模式構建與求解.....	132
6.1.6 長期交通量引伸需求.....	133
6.2 建議.....	133
參考文獻.....	138
附錄一.....	142
附錄二.....	147



## 圖目錄與表目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	5
圖 3.1 本研究調查路段之道路幾何型式.....	39
圖 4.1 評估指數相關架構圖.....	66
圖 4.2 研究地區每單位危險指數換算為成本之過程圖.....	67
圖 5.1 第二階段考慮變換車道後，最佳指派路段與車道求解流程圖....	107
圖 5.2 某車變換車道時，所產生之動作情形.....	108
圖 5.3 模糊評估值.....	115
圖 5.4 在 水準(程度)下有共同的交集.....	115
圖 5.5 兩位專家評估值重疊的部份.....	116
圖 5.6 模糊專家問卷之變換車道目標與評估項目架構圖.....	116
表 2.1 數學規劃中之整數規劃.....	8
表 2.2 模糊專家問卷系統 .....	10
表 2.3 敘述性偏好或多元羅吉特方法.....	11
表 2.4 安全方面之研究.....	13
表 2.5 時間價值方面之研究.....	15
表 2.6 污染與耗油之研究方法.....	18
表 2.7 公車專用道之文獻.....	22
表 2.8 機車專用道之文獻.....	25
表 2.9 腳踏車專用道之文獻.....	26
表 2.10 砂石車專用道之文獻.....	28
表 2.11 高乘載專用道之文獻.....	31
表 2.12 調撥車道之文獻.....	32
表 2.13 大貨車指定車道之文獻.....	34
表 2.14 與本研究相關之其他文獻.....	36
表 3.1 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 20 日).....	44
表 3.2 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 20 日) .....	44
表 3.3 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 20 日) .....	44
表 3.4 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 20 日) .....	45



表 3.5 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 20 日) .....	45
表 3.6 工業一路與福林路間大貨車佔比例(1 月 20 日).....	45
表 3.7 福林路與玉門路間大貨車佔比例(1 月 20 日).....	46
表 3.8 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 21 日).....	46
表 3.9 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 21 日) .....	47
表 3.10 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 21 日) .....	47
表 3.11 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 21 日).....	47
表 3.12 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 21 日) .....	48
表 3.13 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 21 日).....	48
表 3.14 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 21 日).....	48
表 3.15 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 23 日).....	49
表 3.16 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 23 日).....	49
表 3.17 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 23 日) .....	50
表 3.18 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 23 日).....	50
表 3.19 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 23 日) .....	50
表 3.20 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 23 日).....	51
表 3.21 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 23 日).....	51
表 3.22 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 25 日).....	52
表 3.23 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 25 日) .....	52
表 3.24 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 25 日) .....	52
表 3.25 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 25 日).....	53
表 3.26 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 25 日).....	53
表 3.27 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 25 日).....	53
表 3.28 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 25 日).....	54
表 3.29 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 20 日) .....	55
表 3.30 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 21 日) .....	56
表 3.31 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 23 日) .....	56
表 3.32 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 25 日) .....	57
表 4.1 進、出城流量各路段對照表.....	60
表 4.2 進城七路段旅行時間模式得分彙整.....	60

表 4.3 出城四路段旅行時間模式得分彙整.....	61
表 4.4 進城流向各旅行時間模式調整後 R 平方平均值.....	62
表 4.5 出城流向各旅行時間模式調整後 R 平方平均值.....	62
表 4.6 各旅行時間模式之流量(V)係數之 t 絕對值平均.....	63
表 4.7 出城流向第一路段常數(a 值)與變數之係數(b 值).....	64
表 4.8 進城流向第四路段常數項(a 值)與變數之係數(b 值).....	64
表 4.9 各車種 PCU、碰撞率、碰撞時嚴重程度、平均乘載人數對照表....	70
表 4.10 進、出城各路段長度對照表.....	71
表 4.11 進城四種指派措施下，各路段危險指數統計表.....	72
表 4.12 出城四種指派措施下，各路段危險指數統計表.....	73
表 4.13 各類型事故成本量化表(單位：千元) .....	74
表 4.14 1999-2000 年研究路段事故統計表.....	75
表 4.15 進城四種指派措施下，各路段時間價指數統計表(單位：秒).....	77
表 4.16 出城四種指派措施下，各路段時間價指數統計表(單位：秒).....	78
表 4.17 進城工業一路號誌化路口外車道延滯表.....	80
表 4.18 進城四種指派措施下，號誌化路口延滯(單位：秒).....	82
表 4.19 出城四種指派措施下，號誌化路口延滯(單位：秒).....	83
表 4.20 車種分類表.....	84
表 4.21 台北地區 86 年各車型車輛數統計.....	86
表 4.22 各車種在不同速率下污染物排放係數.....	86
表 4.23 進城四種指派措施下，各路段污染物指數(單位：克).....	87
表 4.24 出城四種指派措施下，各路段污染物指數(單位：克).....	87
表 4.25 污染物對濃度降低之健康效益評估比例結果.....	88
表 4.26 不同車種耗油量與行駛速率關係對照表(單位：公升/公里).....	89
表 4.27 進城四種指派措施下，各路段耗油指數統計表(單位：公升).....	90
表 4.28 出城四種指派措施下，各路段耗油指數統計表(單位：公升).....	91
表 4.29 不同油品之價格(單位：元/公升).....	92
表 4.30 各建設成本之單價與使用年限.....	92
表 4.31 支道路口大小與員警、標誌分配個數之關係.....	93
表 5.1 進城流向可行解區間與最佳解結果.....	102

表 5.2 員警每日路口導引小時數之方案選擇.....	103
表 5.3 員警每月薪資之方案選擇.....	103
表 5.4 進城流向敏感度分析結果.....	104
表 5.5 進、出城流向同時考慮時，可行解與最佳解之結果.....	105
表 5.6 進、出城流向同時考慮時敏感度分析結果.....	106
表 5.7 第二階段進城流向可行解區間與最佳解之結果.....	120
表 5.8 第二階段進城流向敏感度分析結果.....	121
表 5.9 第二階段進、出城流向同時考慮時，可行解區間與最佳解結果.....	122
表 5.10 第二階段進、出城流向同時考慮時，敏感度分析結果.....	123



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

台灣都市地區尖峰時段，偶爾可見大貨車與其他車種混雜行駛，然由於大貨車體積大於其他車種，佔用道路面積較大，被撞機率相對提高；又因其重量遠大於其他車種，煞車不易，一但撞擊到他車易造成他車嚴重損毀；或因道路擁塞時人的時間價值與貨的延滯成本存貨價值之差異，因而有需要考慮與他車使用不同車道的策略。然本研究由此考慮之觀點，與目前台北市實施之公車道仍有差異。都市地區公車給予專用道之意義，乃因為提倡大眾運輸，但通常大貨車只乘載 1-2 人，故應給予指定使用某車道之觀念，如此將大貨車與其他車種作一車道上之區分。所謂大貨車指定車道，是指大貨車必須行駛於指定車道上，但其餘車種亦可使用大貨車指定車道。研究在路段選擇上是參考先前學者之研究報告，指出台中市若實施大貨車指定車道，將以中港路及文心路較符合研究中模式，其中又以中港路符合模式之程度最高。由於受限於時間、人力及經費之限制，故本研究將僅針對改善效果最大之中港路，蒐集更大範圍之交通量資料以及進行問卷調查，來探討指定車道最佳實施長度與車道位置之研究。本研究期望能建立一套完整之都市地區尖峰時段大車指定車道系統規劃，其最終目的乃在於降低整體道路使用成本。本文未來研究結果將可作為都市交通相關管理單位施政時之參考依據。

## 1.2 研究目的

本研究之主要目的，在探求都市地區尖峰時段，實施大貨車指定車道之系統規劃與最佳化研究。期望藉由大貨車指定車道的實施，來改善都市地區尖峰時段的交通安全、並提高車輛旅行速率、減少污染與耗油，進而提高台中市民的生活品質，並達成以下目的：

### 1. 測試變換車道模式的正確性

實施大貨車指定車道後，將原本行駛於非指定車道之大貨車，指派至指定車道，此舉將造成指定車道大貨車數增加，因而導致評估指數變差；非指定車道因大貨車數減少，導致運輸系統評估指數變好(各車道因轉移之大貨車數不同，因此評估指數改善程度也不同)。非大貨車種將因此採取變換車道措施，以求得其本身最大利益(但仍須考慮變換車道所帶來之危險)。

### 2. 了解相同單位價值之社會成本評估準則間權重關係

本研究在進行變換車道效用評估時，考慮駕駛者評估是否變換車道之社會成本包括危險、時間價值、污染、耗油，然而是否駕駛者對於上述評估準則，在相同單位價值時權重一致？因此本研究試圖以模糊專家問卷系統，來了解相同單位價值之社會成本評估準則間相互權重關係。

### 3. 提出指定車道的建議供政府參酌應用

本研究在此所稱之大貨車指定車道，是指尖峰時段大貨車只能使用指定車道，而非大貨車之車種亦可在指定車道中行駛，此措施與大貨車專用車道不同。由於都市地區尖峰時段之專用車道適合大眾運輸使用，而大貨車平均只乘載 1-2 人，本研究為改善現今都市尖峰時段，仍存有少數大貨車對交通環境之負面影響，故提出指定車道的建議，供政府參酌應用。

## 1.3 研究方法

本研究首先蒐集冬季中港路交通量，利用基本統計求得各流向、各路段、各車道、各車種之車輛數、旅行時間等資料，再以回歸模式，分進、出城流向求出適合研究路段使用之旅行時間模式，並依此旅行時間模式探討指定車道實施前後，旅行時間與流量之關係。

利用最佳旅行時間模式(分流向)，以及實際車流調查資料，則可求出

調查路段社會成本評估指數，計有危險、時間價值(包括路段與路口延滯)、污染、耗油等指數。參考相關社會成本量化文獻，將調查路段計算出之社會成本指數，轉而量化為以金錢為單位之社會成本。

將量化為金錢單位之各路段社會成本與建設成本(包括號誌、標誌、反光標鈕成本、指定車道鋪面加強成本與例行性鋪面維修成本、員警路口導引成本)，帶入本研究構建之指定車道最佳指派路段與車道位置模式，求得指定車道第一階段之最佳實施解。

由於大貨車指派至某一特定車道後，所有車道的車種佔有率與旅行時間發生改變，各評估指數因而產生變動，駕駛人為追求本身最大利益，故會在路段內產生變換車道行為(變換車道行為會增加危險)。本研究在變換車道行為上，將利用「最大成本差指派法」，以求得各流向、各路段、各車道變換車道之車輛數。

在最大成本差指派模式構建中，由於駕駛者衡量變換車道時，相同單位價值之評估準則間權重不一定相同，因而利用模糊專家問卷之「相似性整合法」，求出相同單位價值之評估準則間權重關係。研究中不用傳統 AHP 法之原因，乃為傳統 AHP 法具有決策屬性偏好獨立性、及評估尺度的衡量是客觀的、精確的等假設缺失，故本研究採用模糊專家問卷，以符合問卷回答者回答時之不確定性。

本研究最後將模糊專家問卷所求得社會成本評估準則間權重關係，帶入變換車道最大成本差指派模式，依此模式求得之各流向、各路段、各車道車輛重新分配結果，與實施指定車道時所必須付出之建設成本費用，帶入構建之數學規劃模式中，求解出第二階段考慮變換車道後，最佳指派「路段」、與「車道」解。

## 1.4 研究範圍與對象

本研究實證研究地點，以台中市中港交流道以西之中港路與安和路交叉路口起，至工業區附近之中港路與玉門路交叉路口止。研究時間為冬季，蒐集日期為 2 月中某星期之星期一、三、五、日共 4 日(星期一、五、

別為例假日之結束後與開始前，星期三代表一般日，星期日代表例假日)，各天之上午(7:00-9:00)、下午(16:00-18:00)尖峰時段。本研究所花費之調查時間為 784 人/小時(4 日× 4 小時/日× 49 人/同時所有路段)。本研究由於受到時間、人力與經費之限制，僅能以冬季交通量調查資料作為短期交通量評估依據。本研究對象包括大貨車、大客車、小型車、機車。

## 1.5 研究流程

本研究之研究流程如下圖 1 所示，工作之進行可分為下列三步驟：

### 第一步驟：資料之蒐集與基本分析

本研究首先確認「計劃的目的與範圍」，進而進行「資料之收集與分析」工作。而資料之收集與分析項目，將分別探討「國內、外相關文獻」以及「台中市中港路之道路交通狀況與道路幾何分析」兩部份。其中在文獻回顧中，本研究將分為「研究方法(包括數學規劃理論、模糊專家問卷系統)」，以及「實務應用(與大貨車指定車道觀念相關之公車專用道、機車專用道、腳踏車專用道、砂石車專用道、高乘載專用道、調撥車道)」。

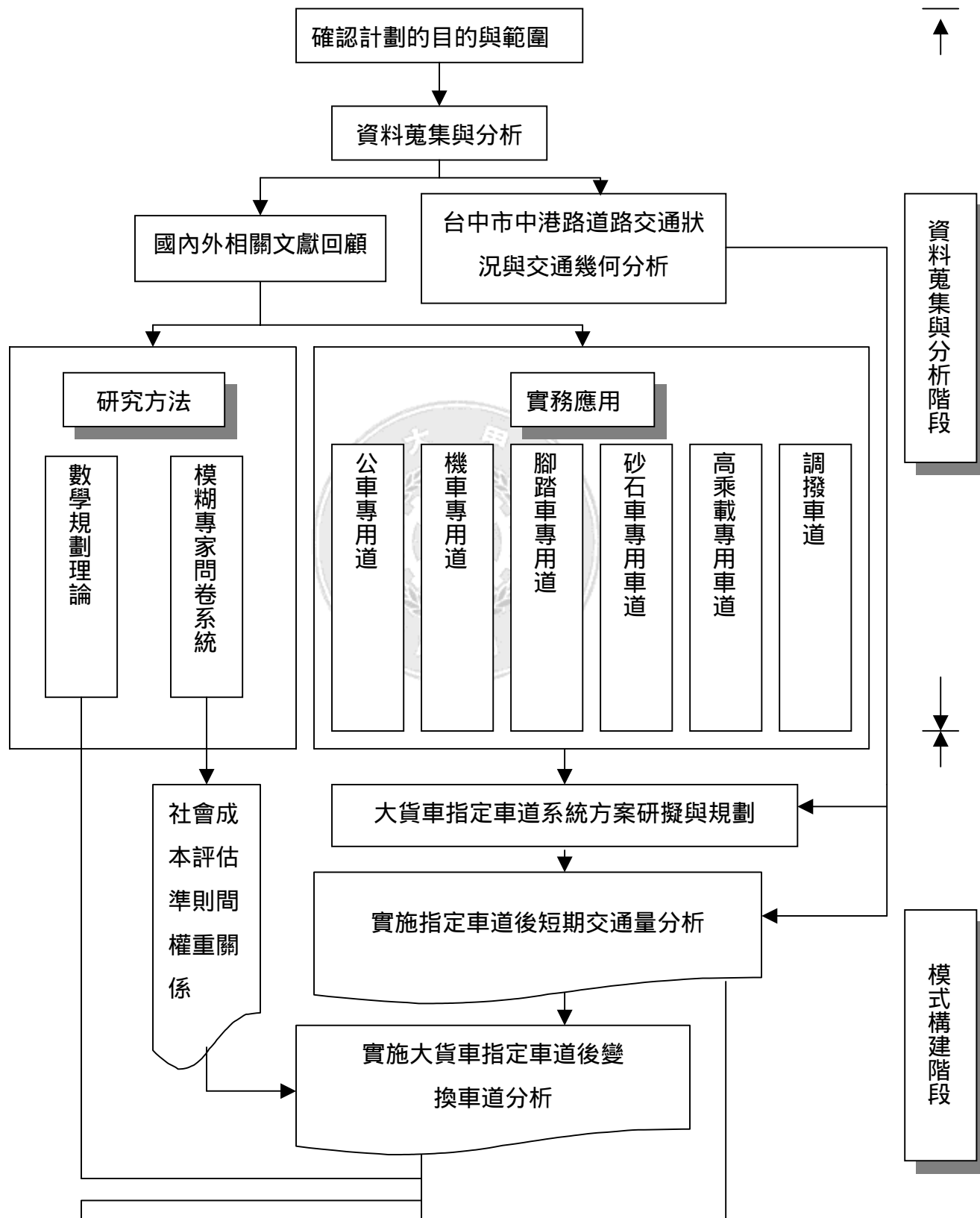
### 第二步驟：模式構建

由第一步驟之道路幾何狀況，並參考實務應用文獻後，進而接續「大貨車指定車道系統方案研擬與規劃」，並以第一步驟之交通量調查與規劃後之指定車道系統方案進行「實施指定車道後短期交通量分析」。利用變換車道危險模式，以及變換車道時最大成本差指派法，來得到「實施大貨車指定車道後變換車道分析」。為了了解變換車道時社會成本間權重關係，我們可以利用第一步驟之模糊專家問系統，即可得知相同單位價值之「社會成本評估準則間權重關係」。以此權重關係加上利用第一步驟之數學規劃理論所構建之實施前後成本改善最大模式，再加上變換車道分析後，進行「大貨車指定車道最佳指派路段及車道位置模式構建」。

### 第三步驟：方案選擇與相關配合措施

利用所構建之最佳指派車道路段及車道位置模式，進行「第一階段最適方案選擇」與「第二階段最適方案選擇」，最後則為「結論與建議」之

進行。





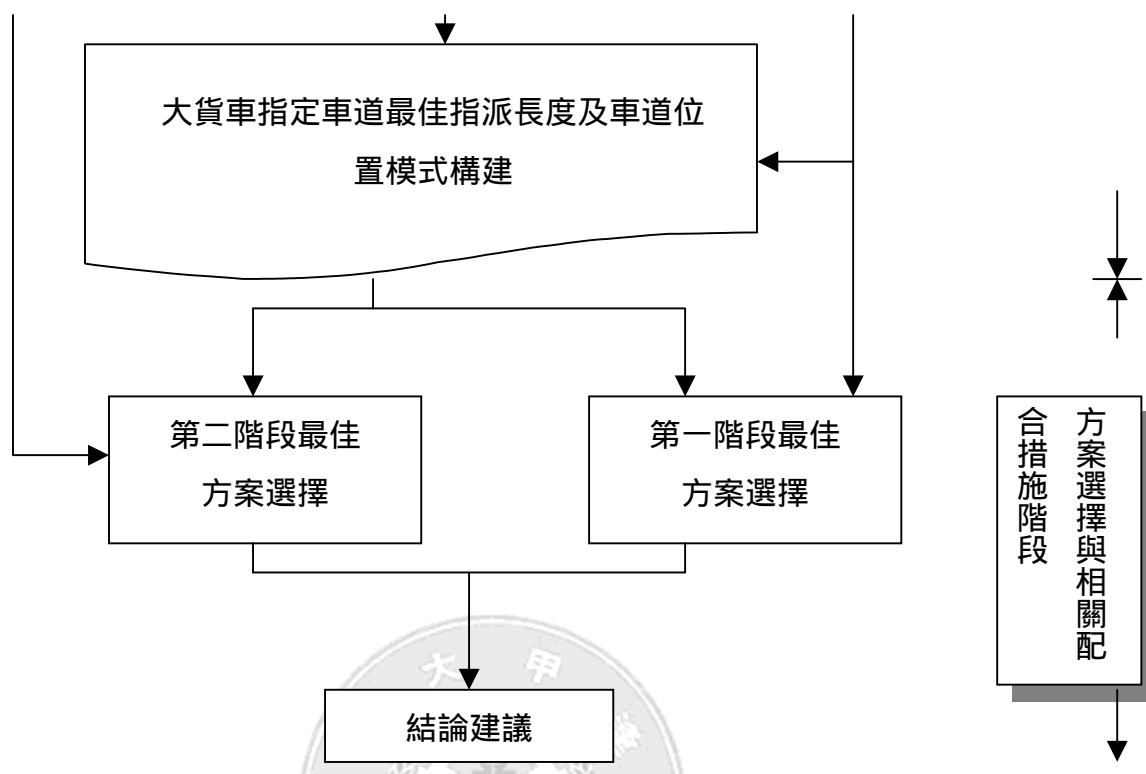


圖 1.1 研究流程圖

註：流程圖中，箭號上方表輸入之資料、或使用之方法、或上屬分類；  
下方表輸出之結果、或涵蓋之內容（即下屬分類）、或下一步的分類。

## 第二章 文獻回顧

本研究至目前為止共蒐集 37 篇相關之文獻，並將文獻分為研究方法與實務應用之回顧。其中研究方法包括三種研究理論，實務應用則由於目前國內並無大貨車指定車道直接相關之研究，故本研究僅從實施觀念相關上，選取 8 種相關研究措施之研究，來替代大貨車指定車道直接相關文獻之回顧整理與評析。

### 2.1 數學規劃中之整數規劃

數學規劃中之整數規劃方式由於可以解決現實世界中複雜問題，且求解過程中具效率性，故其方法被廣用在各不同領域。交通界的應用中，近年來廣為被應用在排班、路網規劃等問題，且測試之結果均達到不錯之成效。

李宇欣、陳立文(2000)研究中將列車排點與錯會車計劃，分解為錯會車問題與排點問題，並分別建立數學模式求解之。其中前者為一純 0-1 整數規劃問題，目標式為規劃人員對進出站事件發生時間早於進出站事件的發生時間希望程度最小化。限制式包括所有車站、軌道、列車行程、場站之到離事件所成之集合，以及目標函數的權重係數、最大列車容量與擁有的車輛數。這個問題係數矩陣的任一基底之行列式值均為 $\pm 1$ ，因此完全鬆弛整數限制仍能求得整數解。而後者為一純線性規劃問題，目標式為各進出站事件的規劃發生時間與期望時間之差絕對值最小化。二個模式的特性使得求解效率極高，測試結果顯示成效良好。

鄧振源、江文毅(2000)究提出護運保全車輛行駛路線規劃的決策支援系統，研究中不但考量路網的複雜性，同時也考量多目標的最適化，使得保全公司管理者在每次護運保全任務中，可以隨時決定不同的行使路線。目標式是以總運送成本最小化為目標，限制式的主成包括指定各路段成本、各站均只能服務一次、流量守恆。研究最後以一簡單自行假設路網為例，來說明模式建立與運用方式。

以上之文獻整理於下表 2.1 中。

表 2.1 數學規劃中之整數規劃

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
李宇欣 陳立文	數學規劃之整數規劃	自行假設之路網	鐵路排點與錯會車	利用二個模式的特性，提高模式求解效率	利用數學規劃方式可將繁瑣之問題簡化，並可提高求解效率
鄧振源 江文毅	數學規劃之整數規劃、多目標權重法	自行假設之路網	運鈔車護送路線之設計	構建出運鈔車護送路線決策支援系統，使護送過程獲得並控制、降低風險	針對不同目標可考慮加入不同權重觀念，並與數學規劃模式相結合

## 2.2 模糊專家問卷系統

有關「模糊專家問卷系統」之研究，近年來其理論的發展逐漸成熟。由於其可幫決策者解決資料來源的不確定性，故近年來廣為被國內外學者應用在不同領域，諸如包括機械、醫療、品管、交通等。在交通領域之研究上，國內則包括有交通運輸計劃評估、公共運輸區位選擇、公車路線規劃等方面研究。

陳振東、許錫美(1994)提出相似性整合法(Similarity Aggregation Method ; SAM)，藉以整合多位專家之評估值。文中相似性整合法乃是利用相似性函數(similarity function)來衡量認兩位專家彼此間的認同程度(agreement degree)，進而構建一認同矩陣(agreement matrix)以表示專家們彼此間評估值的認同程度。在同時考慮每位專家的重要程度(importance degree)及每位專家的相對認同程度(relative agreement degree)之後，定義每

位專家的共識程度係數(consensus degree coefficient degree) , 並利用此係數整合所有專家的模糊評估值。文章中亦對相似性整合法的重要性進行探討, 以舉一自行假設範例說明相似性整合法的計算程序。

鄧振源、蕭再安(1993)指出公共設施區位所欲達成之目標, 可構成目標層級結構, 而每一位決策群體的專家, 可利用 AHP 法求得各自判斷的權重。根據所有決策群體專家的判斷值, 利用模糊集合的概念, 可求得綜合後的模糊權重。各可能區位在每一目標的達成值, 可區分為可量化與不可量化部份, 前者須借統計分析或經驗法則加以衡量, 後者則要借助不同領域專家素養的評斷。不論是可量化與不可量化的衡量, 均可利用模糊集合表示不確定性的影響。最後根據模糊權重與模糊績效值, 即可進行模糊綜合評價與可能區位的排序。模糊數的排序方法, 文中應用重心法則找出最佳非模糊值, 再據以比較其優劣。

Ching-Hsue Cheng(1996)利用模糊層級分析法中之隸屬層級程度值, 來評估與選擇軍艦之導引系統。文中首先參考多位專家之意見, 以建立各項目評估準則之隸屬函數, 並利用實際軍艦導引系統資料計算隸屬函數之程度值, 最後則利用模糊層級分析法和熱力學方法來計算模糊權重值。本文主要提出以下兩點貢獻: 1.改良 AHP 方法並使得評估過程更加圓滑; 2. 解決決策者在績效值選擇上之主觀決定。

以上之文獻整理於下表 2.2 中。

表 2.2 模糊專家問卷系統

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
陳振東 許錫美	模糊專家問卷系統之相似型整合法	自行假設之數據資料	社會成本與建設成本權重	提出相似性整合法，藉以整合多位專家之評估值。	利用模糊專家問卷系統可分析每一塊錢之安全、時間價值、污染、耗油與建設成本之權重比值
鄧振源 蕭再安	模糊多目標決策方法	自行假設之數據資料	公共運輸區位選擇	在所假設之三區位 $A_1, A_2, A_3$ ，結果分析以 $A_2$ 區位為最佳地區，其次為 $A_2$ 與 $A_3$ 地區	若為多目標且模糊數各有優劣時，可利用重心法則求取模糊數之最佳非模糊值，如此便能找出最佳解
Ching-Hsue Cheng	演算法	專家意見	模糊層級分析法	建立一新的軍艦導引系統評估及選擇方法，並以實際軍艦導引系統選購案例加以分析。	可作為本研究在社會成本權重計算比較時之參考應用。

## 2.3 敘述性偏好方法

敘述性偏好通常是以問卷方式，問題的內容是以尚未發生之狀況，並以假設情境讓受訪者填答。敘述性偏好較顯示性偏好優點為問卷設計者可利用問卷設計方式問到設計者有興趣了解之項目，但其缺點為因事件尚未發生，受訪者不易感受，訪問到之結果較不具客觀性。

楊宗璟、田安里、蔡淑媛、潘忠陽(1996)在高速公路連續假日採取高乘載車輛(HOV)差別費率策略下，個人選擇行為分析中試圖從使用者個別

觀點著手，抽樣分析曾在此策略前，行駛於高速公路的個人小客車駕駛者，在此策略實施下的選擇行為(包含是否使用高速公路以及是否為 HOV 之調整)，與可能的因素(諸如性別、策略前後通行費率的改變)之關聯性。研究中採用的方法為個體選擇 Logit 模式。為了比較兩次選擇行為，於是影響變數的資料，除了性別之外，都與兩次之行為比較結果有關。研究中從個體的觀點取代總體的觀點，期能從策略相關條件的變化，探討影響策略成效的各項因素。

以上之文獻整理於下表 2.3 中。

表 2.3 敘述性偏好方法

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
楊宗璟 田安里 蔡淑媛 潘忠陽	二元羅吉特、敘述性偏好問卷	問卷調查	個人選擇行為分析	高速公路使用模式主要影響因素為方便性；高承載模式主要影響因素為費率之增減	可使用兩次選擇行為之結果觀念，可應用於指派車道後其他車輛之車道選擇行為

## 2.4 社會成本相關之文獻

近幾年來國內在社會成本方面之研究大多集中於生命價值與時間價值之探討，對於污染與耗油方面之研究則屬較少，尤其在污染方面之研究，大部分之學者僅提出污染物改善之數量，甚少研究將污染量轉換為成本觀念。各種社會成本的評估上，或因空間之差異、或因時間之差異、以及因研究者採用研究方法不同，導致目前各種社會成本並無一定值之共識。本研究嘗試選擇在空間與時間上與本研究較接近之文獻，來作為社會成本研究之參考。

### 2.4.1 安全方面之研究

陳高村、曾招雄(1999)以問卷方式，且問卷所抽樣的對象主要是發生

事故之當事人為抽樣的對象，樣本資料係從內政部警政署民國 86、87 年 1-12 月份「A1 類」交通事故中，14241 個事故當事人隨機抽樣出 6000 個樣本，以廣告回郵問卷採郵寄方式進行調查。研究方法乃為經由事故成本相關主題的分析，透過國內社經、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，並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。估算結果包括死亡成本、永久性傷害成本、非永久性傷害成本以及僅有財損事故成本。而研究所稱之「死亡」，則係指因交通事故發生所導致之死亡，與衛生主管機關所稱之死亡相同，不限於目前警政單位通報制度中訂定之事故發生後 24 小時內死亡標準者。

David J.Forkenbrock(1999)描述高運量列車、複合貨物列車、綜合運輸列車以及雙層列車之外部成本，並將列車貨運與卡車貨運作內外部成本之比較。其中列車貨運在外部成本上包括事故成本(與死亡、受傷以及財損有關)、發散(與空氣污染及溫室效應有關，且空氣污染之種類包括 VOC、NO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub>)。事故成本研究採用 Miller et al. (1991)之事故成本資料，包括死亡、受傷、財損成本。且在事故上並比較 Class I 的貨物列車在鐵路公司員工以及其他車輛之事故成本總和。在發散成本之空氣污染上，採用 Barth 與 Tadi(1996)在 VOC、NO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub> 之發散率在四種列車之研究結果。而溫室效應之 CO<sub>2</sub> 成本每噸採用美金 10 元，並求得三種列車(高運量列車除外)每噸-哩之溫室效應成本為 0.02cent。而在噪音上成本則採用 Forken-brock(1999)每噸-哩成本為 0.04cent。研究中最後並比較鐵路貨運與卡車之內、外部成本及其所佔比例之比較。

以上之文獻整理於下表 2.4 中。

表 2.4 安全方面之研究

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
陳高村 曾招雄	成本效益、風險補償	回郵問卷調查	交通事故成本推估	估算出死亡、永久性傷害、非永久性傷害以及僅有財損事故之成本	可作為危險指數換算為金錢單位時之參考。
David J.Forkenbrock	演譯法	交通局統計資料	社會成本	估計出高運量列車、複合貨物列車、綜合運輸車以及雙層列車之社會外部成本總和(包括事故成本、污染物發散成本、以及噪音成本)，最後並將鐵路貨物運送之外部成本與卡車貨運之外部成本做一比較。	其所估計出之鐵路貨運外部社會成本，可作為本研究估計社會成本時之參考比較。

## 2.4.2 時間價值方面之研究

蕭銘雄(2000)利用國科會(1997)研究所蒐集之台北往來台南城際運輸旅客運具選擇資料，共分 RP 與 SP 兩種數據，替選運具包括火車、公路巴士、以及飛機三種。並利用多元羅吉特來構建模式，且三數校估利用軟體 HCG(1992)所發展之 ALOGIT 套裝軟體。分析結果發現個人所得較高者，傾向有較高之 VOT、可使用時間較低者及工作時間較長者傾向有較高之 VOT、從事公務旅次者 VOT 高於非公務旅次者、男性之 VOT 高於女性、以及研究中以 20-40 歲者之 VOT 最高。另外研究中亦發現 SP 之估計效率確實較 RP 為佳。

David M. Levinson、David Gillen(1998)利用經濟學中之短期平均成



本、短期邊際成本、長期平均成本、長期邊際成本來探討城際公路運輸之總成本。研究中將城際運輸總成本分為使用者成本、基礎建設成本、時間與擁擠成本、噪音成本、事故成本、污染物成本六項。其中在基礎建設成本上，作者是以自己所購建之模式來衡量基礎建設成本；在事故成本上，作者以每人生命價值\$2.7 百萬，並採用 Miller(1992)都市與郊區之碰撞成本來加以計算；噪音成本上則是利用噪音毀壞集合(NDI)，估計每 db(A)造成房屋價格下降百分比；時間價值計算則是採用較保守之時間價值\$10/小時，並以 HCM(1985)對於旅行時間之估算方式；空氣污染與全球總體環境的改變則事採用 Small 與 Kazimi(1995)對污染物 VOC、PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>造成人類死亡與生病之研究。研究結果發現，城際公路運輸之總成本在長期平均總成本為\$0.34/每車公里。單獨最大成本總類為自由旅行時間成本。而在基礎建設成本上結果為邊際成本大於平均成本；在駕駛者上則為邊際成本小於平均成本。

以上之文獻整理於下表 2.5 中。



表 2.5 時間價值方面之研究

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
蕭銘雄	多元羅吉特、RP、SP	引用國科會(1997)問卷調查資料	時間價值方面之研究	個人所得較高者、可使用時間較低者及工作時間較長者，傾向有較高之 VOT。從事公務旅次者 VOT 高於非公務旅次者。男性 VOT 高於女性。20-40 歲者 VOT 最高。SP 之估計效率確實較 RP 為佳	不同運具之使用者需要區分不同之 VOT。可抽樣調查研究中上、下午尖峰時段駕駛者資料，最為不同 VOT 評定標準之依據
David M. Levinson、David Gillen	經濟學方法、歸納法	國家通路安全管理機構統計資料、過去研究資料蒐集	社會成本	城際公路運輸之總成本在長期平均總成本為\$0.34/每車公里。單獨最大成本總類為自由旅行時間成本。而在基礎建設成本上結果為邊際成本大於平均成本；在駕駛者上則為邊際成本小於平均成本。	研究中所採用之社會成本量化數字，可與本研究做一國內、外不同環境之相比較。

### 2.4.3 污染與耗油之研究方法

倪佩貞、白仁德、朱珮芸、劉國棟(2000)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，以其他各類排放源之排放狀況互相比較，以了解目前機動車輛排放佔整體污染排放之貢獻比例。經由推估結果，機動車輛之排放量除在  $PM_{10}$  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， $PM_{10}$ 、 $SO_x$  及  $NO_x$  方面之污染，汽柴油車之貢獻比率相當；而 NMHC、CO 及 Pb 方面則皆以汽油車之排放為最主要來源。

蕭代基、錢玉蘭(2000) 利用蕭代基(1993)與劉錦添等(1993)於民國 80 年所做的有關空氣污染之健康問卷調查資料，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調查。該研究係以願付價值法來分別估算若空氣品質的改善所導致減少歷時一天、沒看醫生、活動沒受影響的感冒價值與歷時 5.3 天、沒看醫生、活動沒受影響的感冒價值。

陳君杰、白仁德(2000) 之研究從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，用以估計交通事故發生前後之污染排放量與油耗量。

江渝生、王小娥、林月麗(2000)利用高雄縣住宅建設計劃於民國 83 年所從事高雄地區之住宅狀況問卷資料中之高雄部份，有效樣本數計 3682 筆，來作為空氣污染防制費對都市空氣品質改善直接效益之評估。研究中首先以住宅市場的房價，透過 Rosen 提出二階段價格特徵價格法，估算高雄地區居民對空氣污染(TSP、CO)邊際改善的願付價格，並由之推導出願付價格函數，在由羅吉特運具選擇模式推估用路人因油價上升而減少之行車旅程數，將之乘以排放係數可得廢氣減放量，則由此可求出空氣品質改善之前後濃度。再將願付價格函數對空氣品質前後濃度積分，可得空污費政策所造成之空氣品質改善效益。實證分析結果顯示，空污費徵收造成高雄地區因運具使用之改變，每日之 CO 減量排放為 91kg。經計算結果顯示，

空污費徵收為高雄市民帶來 8127 萬元之資本化效益，換算成年效益，每年僅約 406 萬元，計每年每戶約新台幣拾元，其值並不高。經與共乘政策對空氣品質改善比較，顯著較之為低。

Inge Mayeres、Sara Ochelen、Stef Proost(1996)主要是衡量布魯塞爾都市地區運輸系統之外部成本，包括擁擠、事故、污染以及噪音成本，而運具之種類則分為小汽車、巴士、火車、機車以及卡車等五類。在時間價值上作者引用 HCG(1990)、De Jonge et al.(1992)和 MVA Consulting et al.(1987)等人對於時間價值之研究文獻，運具上分小汽車、大眾運輸、卡車且分別探討其在尖峰及離峰之時間價值。在空氣污染部份，作者提及空氣污染主要是影響健康、植物、以及氣候方面。而空氣污染量化研究是參考 Small and Kazimi(1995)及 Metroeconomica(1994)在空氣污染量化之研究，其中污染物之種類包括  $PM_{10}$ 、 $NO_x$ 、VOC、 $SO_3$ 、C 等五種。事故成本研究則參考 Jansson(1994)之研究，事故類型包括死亡、重傷、輕傷及財物損失。噪音上則發現離峰時之噪音大於尖峰時之噪音(因為車輛在無擁擠行駛時噪音較大)，且重車之噪音約 10 倍小汽車之噪音。

以上之文獻整理於下表 2.6 中。

表 2.6 污染與耗油之研究

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
倪佩貞 白仁德 朱珮芸 劉國棟	數學 推導	蒐集台北市過去歷史資料	污染與耗油方面之研究	機動車輛排放量除 PM <sub>10</sub> 佔約 21% 外，在其餘污染物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，汽柴油車之貢獻比率相當；而 NMHC、CO 及 Pb 方面則皆以汽油車之排放為最主要來源	各車種之空氣污染推估結果數據可作為本研究各車種在不同速率下，污染排放量之引用數據
蕭代基 錢玉蘭	願付 價值 法	蒐集過去問卷調查之歷史資料	污染與耗油方面之研究	估算出空氣品質的改善所導致減少歷時一天、沒看醫生、活動沒受影響的感冒價值，與歷時 5.3 天、沒看醫生、活動沒受影響的感冒價值。	所推估出之空氣污染價值，可作為本研究之參考數據
陳君杰 白仁德	數學 推導	蒐集過去相關文獻	污染與耗油方面	構建發生事故前後污染物之排放量或油耗總變化量模式	此模式可應用於污染與耗油量之估算。
江渝生 王小娥 林月麗	二階段 價格 特徵 價格 法、 多元 羅吉 特	83 年高雄縣住宅建設局問卷調查、環保署監測站資料	污染與耗油方面之研究	空污費徵收造成高雄地區每日之 CO 減量排放 91kg、8127 萬元之資本化效益，換算成年效益，每年僅約 406 萬元，計每年每戶約新台幣拾元，期值並不高。經與共乘政策對空氣品質改善比較，顯著較之為低。	研究結果顯示徵收空污費對減少空氣污染成效改善並不顯著，故可嘗試以指定車道管制策略加以探討

Inge Mayeres Sara Ochelen Stef Proost	演譯 法	過去學 者蒐集 資料	社會 成本	衡量出 1991 及 2005 年都市地區運輸系統(包括小汽車、巴士、火車、機車、卡車)之外部成本，其中衡量評估準則包括擁擠、事故、空氣污染以及噪音成本。	所得到之都市系統外部運輸成本，可與本研究求出之外部成本作一國內、外不同環境之比較。
--	---------	------------------	----------	---	---

## 2.5 專用車道或指定車道相關之文獻

由於目前國內研究中尚無與大貨車指定車道直接相關文獻，故本研究將參考實施精神類似之專用道及其他相關文獻，作為大貨車指定車道文獻回顧探討。

### 2.5.1 公車專用道之文獻

交通部運輸研究所(1999)參考高雄市過去民國 76 年至 86 年交通量調查之料，以及 87 年 10 月問卷調查方式來進行高雄市公車專用道系統規劃與設置可行性研究。在道路幾何條件上提出道路寬度至少 25 公尺、單向 3 車道(單項至少 2 車道供一般車道行駛)、以及需配合有中央分隔或快慢分隔之道路路型作為遴標準。需求條件則因考量高雄市目前在大眾運輸之需求，及抑制私人運具成長，發展大眾運輸系統等相關措施，將尖峰小時公車班次設置標準降低為二十輛。在路網方案可行性評估分為財物與經濟效益兩部份，財物部份包括建造成本與財物來源分析，經濟效益分析包括時間節省(與公車、私人運具時間節省以及時間價值有關)、私人運具行車成本節省(與私人運移轉旅次長度及行車成本有關)以及降低空氣污染之節省效益(與公車及私人運具移轉旅次長度、燃油效率、每公升之空氣污染成本有關)。在財物可行性中以目前高雄市政府財政來源狀況進行財物可行性研究。研究中亦以問卷調查方式來進行社會接受行之探討。

楊士弘(2000) 在輕軌運輸系統對公車專用道成本及績效之比較研究

中，在佈設全天候中間車道公車專用道的標準上，根據美國交通工程手冊建議，提及公車專用道設置條件包括尖峰時段公車專用道之交通量至少每車道每小時七十五輛以上，或十二小時內超過五百輛以上。在單行道上，路幅寬度除公車專用車道外，其兩側至少需上有兩車道供其他運具行駛。在雙向道上，除公車專用道兩車道外，應至少上有四車道供其他運具行駛。且尖峰時間，公車載客至少應該較該道路所有其他車輛人數多出 50 % 以上，在 12 小時內，公車載客容量應超過其他車輛之所有乘客數。研究中評估準則上提出須同時考慮公車專用道成本與績效評估兩大類。在成本上須考慮車站土木及工程成本，其中工程成本包括道路施工、道路鋪面加強、標誌、號誌，並配合反光標、車道屏、安全防護島及回護式安全號誌等交通設施，其大小與專用道型式及長度有關。績效分析上則分運輸績效與環境績效兩大部份。其中運輸績效主要是針對使用者而言，指運輸系統所提供之服務水準，如運能、服務速率、班次、舒適性等，對公車業者而言，公車專用道的效益還有營運成本的減少、載客量提高等。而環境績效則是針對實施公車專用道前後，因公車行駛速率提高，對空氣污染、噪音、肇事率做事前、事後分析比較。績效分析研究結果發現，在空氣污染與噪音負面影響均有下降趨勢，而肇事率可能因公車專用道實施初期，因駕駛人尚在適應及熟悉動線，肇事率可能會有稍微上升，但適應期過後，將可達到提昇交通安全、降低肇事率的功效。研究中亦探討設置位置區分為路緣式、快車道式公車專用道、以及中央式公車專用道，並分別針對這三種專用道之缺點提出說明。

鄭賜榮(1992)提出台北市公車專用道規劃考量因素須考慮技術性(道路特性、交通特性、交通安全性)與需求性(民眾需要性、運輸功能性)兩大部份。在道路特性如路寬至少 25 公尺、車道數單向至少 3 車道、須能佈設公車專用道寬至少 3 公尺、道路路型(中央或快慢分隔)及其路基情形與快慢車道數、工程施工期或橋樑；交通特性包括尖峰小時之單向公車數至少須 60 班次、於 12 小時之單向公車數至少須 400 班次、大型巴士行駛車輛數、交通流量、車種組成、路口轉向及直行車流比例分佈、車流間相互干擾程度、以及車流交織現象及交織長度需求；交通安全性則包括潛在性

衝突、車流交織及乘客安全等。另外在需求性方面之民眾需要性包括街巷道出入、站位調整、車輛停靠及沿線土地使用活動影響；運輸功能特性上則須考慮尖峰小時單向公車班次數至少較同向高 60 班次、大眾運輸系統間轉乘方便性與運能成效等。

賴炳榮(1992)在公車專用道設置條件上與與上一篇文獻相似，另其在實施效率評估上提出專用道的實施不僅須對公車營運效率達到改善，亦應對市區道路交通達到改善。台北市公車專用道實施果改善項目包括公車之平均行駛速率約提高百分之三十五，而一般小汽車之平均行駛速率約提高百分之十(因減少公車停靠及上、下車之併入、分出等操作干擾)。文中並提出須針對不同對象進行各種不同宣導工作。

許添本、李昆振(1997)針對佈設分隔型式與佈設位置之變化，將公車專用道分為六種類型，分別是中央分隔島路型外側快車道、內側快車道、慢車道、以及快慢分隔島路型外側快車道、內側快車道、慢車道，實施時則只採中央分隔前二型與快慢分隔第一型，又兼描述順向與逆向之特性。研究分析結果發現大部分之交叉路口因中央分隔型公車專用道之設置而取消左轉車流，因此肇事次數明顯降低。但快慢分隔型之公車專用道則有些路口出現較多交織及路段上之車禍。同時對於有公車左右轉進出公車專用道之路口車禍則有增加的現象。公車專用道的設置可以簡化車流、減少車流衝突，但對於公車專用道在交叉路口部份，應對其轉彎動線整體調整交叉路口的幾何動線，方能避免公車專用道引發安全上的問題。

Andrew H Spencer 、Wang Andong(1996)蒐集 1993 與 1994 年北京西北地區交通量調查資料與北京交通運輸計劃研究之統計資料，以益本比方法分析北京西北區興建公車專用道、LTR、Skytrain 三種運具之可行性分析。研究中在評估準則尚包括建造成本、旅行時間節省、購車成本、營運及維修成本等項目。研究最後結果顯示，實施公車專用道具有正面效益，適合北京西北地區實施新運具優先參考。然而研究中亦提及，若實施公車專用道將減少道路上其他運距道路面積的使用，這對於北京地區日漸成長的機車運具而言，將是未來政府相關單位必須克服的重點。



以上之文獻整理於下表 2.7 中。

表 2.7 公車專用道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
交通部運輸研究所	基本統計	87 年問卷調查、引用過去高雄交通量調查資料	設置條件、評估準則、設置類型、實施地點	經由工程、經濟、財務及社會接受性之可行性評估結果，評選出高雄市最佳之公車專用道路網為由中山路、中正路、中華路及民族路所組成之路網方案，並評選中山路作為最優先推動之示範公車專用道	可加入社會接受性與財務可行性來進行更進一步之探討
楊士弘	歸納法、數學推導	台北市歷年營運資料及文獻整理	設置條件、評估準則、設置類型	由業者觀點，公車專用道較為業者接受；由政府觀點不僅公車專用道較為政府接受，推動上也較容易；由系統整體觀點，輕軌運輸系統較公車專用道為佳	參考設置區位優缺點研究，考慮指定車道設置於內、中、外快車道時對其他車輛變換車道的影響
鄭賜榮	歸納法	引用過去台北市交通量與道路幾何、問卷調查資料	設置條件、評估準則	研究結果發現大部分路段實施公車專用道後，公車載客人數、公車與一般小車在實施專用道後之速率均提升。問卷調查結果發現公車專用道實施成效已獲大部份市民肯定與認同	實施公車專用道後速率提升之結果，可與實施大貨車指定車道措施相比較

賴炳榮	基本統計	引用台北市交通量與道路幾何特性調查	設置條件、設置類型、宣導工作	公車之平均行駛速率約提高百分之三十五，而一般小汽車之平均行駛速率約提高百分之十	可進一步探討整體道路系統(大貨車與其他車輛同時考慮)平均行駛速率之改變
許添本 李昆振	基本統計	台北市84-85年公車專用道肇事資料	設置條件	交叉路口因中央分隔型公車專用道設置而取消左轉車流，因此肇事次數降低。快慢分隔型之公車專用道則有些路口出現較多交織及路段上之車禍。有公車左右轉進出公車專用道之路口車禍則增加。	可加入指定車道匯入、匯出口危險增加之探討
Andrew H Spencer、Wang Andong	益本比	車流量調查、過去研究資料統計	設置成本	以益本比方法評估北京西北地區興建興建一新運輸系統之可行性。評估方案有實施公車專用道、LTR、Skytrain 三種，評估項目包括建造、旅行時間、營運及維修成本等項目。最後結果顯示，實施公車專用道具有正面效益。	建造成本在評估新運具加入可行性時，為重要關鍵性之考慮因素，本研究所提出之大貨車指定車道無須龐大建設成本，因而在益本比評估上較為可行。

### 2.5.2 機車專用道之文獻

中華民國運輸學會(1999)考慮避免駕駛人因車道過窄產生之壓迫感、並且須提供適當的超車空間，以及避免車道過寬造成機車車速過快、以及防止汽車駕駛人誤闖機車專用道，故建議機車專用道之標準寬度為 1.5 公尺，但不得少於 1.0 公尺，不得大於 2.0 公尺。研究中亦針對台灣實務屆常用的旅行速率、路口延滯、流量容量比(V/C)三項效率性指標，及車輛行駛車道分佈、機車方向亂度、交通衝突、與肇事調查三項安全性指標，進行事前事後比較分析。而在時段限制上參考台北市實施公車專用道時段管制經驗，提出若資訊的提供不足，容易造成駕駛人的混淆，進而有安全上的顧慮。加上機車尖峰時段並非全市道路均有一致性，在實施上若不同路段採用不同管制時段，對駕駛人而言易造成困擾，故研究中不主張設置時段管制機車專用道。

蘇昭銘、洪啟源、李建昌(1998)文中彙整新竹市各路段的實質條件(路寬、汽車車道數、汽車寬度、機車專用道寬度、機車道分隔型外)，並以交通量調查方式來衡量機車專用道之使用率，以及利用車牌登入法來探討機車所受到之靜態與動態干擾。經調查結果發現，使用率與干擾程度呈反向關係。研究中以完全使用機車專用道與未完全使用機車專用道之比例為被解釋變數，汽車之干擾與平均停車延時為解釋變數，進行逐步回歸分析。也建議研擬設置標準之項目例如寬度、橫斷面設置位置、交叉路口或巷道口之處理、設置地點之適宜性以及建議建立機車專用道路權之權威性。

以上之文獻整理於下表 2.8 中。

表 2.8 機車專用道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
中華民國運輸學會	基本統計、交通衝突技術	台北市交通調查資料(人工與攝影調查)	設置條件、評估準則、設置類型、實施地點、法規研擬	完成台北市市民大道、復興南路北段、北平東路之機車專用道規劃，且先行試辦之北平東路，獲得八成民意支持	可於變換車道及指定車道進出口端點，加入衝突分析之研究
蘇昭銘 洪啟源 李建昌	回歸分析	新竹市實地調查資料	設置條件	機車專用道使用率偏低、專用道路權遭侵犯情形嚴重、當違規佔用車輛總數增加 10 % 時，未完全用機車專用道比例將增加 3.4 %。	可利用回歸方式探討實施指定車道後，原指定車道內其他車輛受干擾情形

### 2.5.3 腳踏車專用道之文獻

交通部運輸研究所(1999)蒐集南部地區包括嘉義市、台南市、永康市、新營市、鳳山市、屏東市之相關平均氣溫、平均降雨量、年降雨日數、都市計劃地區人口密度、10-29 歲人口佔總人口數之比例、中學生及學數佔人口之比例、大專院校學生及機車持有率等八項條件，作為選擇腳踏車專用區位之衡量標準。而在路線條件比較上，由於評估標準均屬較難量化之項目，故研究中僅以主觀之判斷尋找是否有合適之路線。調查結果發現台南市不僅各項區位條件均為優良，且可以找到合適路線進行腳踏車專用道之規劃，因而選定台南市作為腳踏車專用道可行性評估。其評估準則分為

成本與效益兩方面。成本方面包括建造成本與維修成本。效益上則考慮了使用成本的節省與污染排放量之減少兩項，並利用淨效益現值(PV)作為評估指標。另外在設置方式上歸納腳踏車道國外設置方式有混合車流型、臨街式、分離式、以及無干擾四種，國外路口設置方式有一般式、路口式、安全島式、環形、號誌化、以及立體化六種，又依通行之方向與道路實質路寬之條件可分成兩種標準等級，等級 2 之條件受限制且安全性較低。研究中亦以二元羅吉特模式來進行設置共用車道與腳踏車道下之汽車與機車運具移轉分析。

以上之文獻整理於下表 2.9 中。

表 2.9 腳踏車專用道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
交通部運輸研究所	二元羅吉特、數學推導、淨效益現值法	南部地區氣候觀測站、台南市實地調查資料、問卷調查	運具移轉需求預測、評估準則	研究出台南市適合實施腳踏車專用道之實施區段、採行方案以及建造經費	可利用羅吉特方式，作為變換車道之需求預測。另外大貨車指定車道是以每人平均總社會、建設成本最小化為目標，與淨效益現值法最大化效益目標相反，故方法可互為比較。

#### 2.5.4 砂石車專用道之文獻

周文生(2000) 文獻中提及由於為避免砂石車穿越人口密集都市造成危險，且因由於禁行路段之規劃，乃是基於公路之幾何設計、道路鋪面等級與交通環境等因素之考量，而重型車輛駛入禁行路段，不但嚴重破壞道路鋪面結構或橋樑，更增加了交通事故的風險，因而政府須公告並嚴格執行進行限制。

張新立、吳舜丞(1999)於砂石車安全管理方案成效評估中提出有關砂石車道路路網之限制。由於砂石車屬重型車輛，其尺寸與載重均與一般小車特性不同，因此規劃砂石車運送路線應有特殊的考量。若從道路工程觀點來看，則須從道路幾何特性、橋樑結構特性、以及道路鋪面特性等三方面加以考慮。而在路的管理中，建議有關單位規劃並公告砂石車行駛專用路線、選定砂石車經常違規之路段加強取締勤務、以及公告禁行砂石車路線，設置必要管制並嚴予取締重罰違反者。

林大煜(1999)針對砂石車路線之選擇規劃與上一篇文獻相同，研究中亦針對道路鋪面特性(包括剛性鋪面與柔性鋪面)進行說明，並根據研究指出影響鋪面使用的當量值與軸重比約以四次方冪成正比。因而建議砂石車經常行駛的路線，因對於路面之破壞比其他道路來的嚴重，宜採用不同之路面設計標準。

以上之文獻整理於下表 2.10 中。

表 2.10 砂石車專用道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
周文生	歸納法	行政院會議之決議	法規研擬	責成各地方政府，制定砂石車禁行路線	為減少砂石車通過都市地區之危險，故可研擬大貨車指定車道策略
張新立 吳舜丞	演譯法	過去資料蒐集	鋪面特性、法規研擬	建議有關單位規劃並公告砂石車行駛專用路線、選定砂石車經常違規之路段加強取締勤務、以及公告禁行砂石車路線，設置必要管制並嚴予取締重罰違反者。	指定車道之鋪面須採加強措施，指定車道措施成敗將與執法強度息息相關
林大煜	演譯法	過去資料蒐集	實施地點、鋪面特性	影響鋪面使用的當量值與軸重比約以四次方冪成正比。	指定車道之鋪面須採加強措施

### 2.5.5 高乘載專用道之文獻

交通部運輸研究所(1997)指出高乘載管制策略之實施條件須包括公路上發生嚴重之重線性壅塞、預期高乘載管制措施實施後要有足夠的使用量、以及高乘載管制措施必須能夠明顯的節省使用者的旅行時間三點。其中在第一點重線性擁塞的期間是指在尖峰期間內(這裡所謂的尖峰期間必須是週期性出現而且延續相當一段時間,建議至少一個小時)無意外事件影響狀態下,其路段上的平均服務水準會進入 E 級時( $V/C: \leq 1.00$ 、平均旅行速率 $\geq 60$ 、密度 $\leq 35$ 、佔量 $\leq 26.3$ )。在績效評估上引用國外研究常用之旅客運輸量速度(Speed of Person-Volume, SPV) 加權整合指標(與平均行駛

速率、單一車道管制期間內旅客通過量有關)以及人員輸送指標(Person-Movement Index, PMI)之加權整合指標(與平均行駛速率、管制實施期間內平均每車的乘載人數有關)來作為評估準則。而研究中亦指出高乘載路權型式分地面式與高架式,佈設方向分為順向佈設與逆向佈設,並針對其優缺點加以探討。研究中並針對小型車與大型車跟車視線問題,建議高乘載專用車道速限應考慮不同於一般車道之設計。

蘇志強、李政聰、婁自強(1998)提出高乘載專用車道執法區設置條件包括區位條件與幾何條件兩大部份。區位條件須包括必須提供觀察高乘載車道內交通及取締違規車輛的安全場所、違規、故障、交通事故車輛安全停放場所、設置執法區附近必須有較好視角及足夠照明以供執法所需、以及與高乘載專用設施型式等配合規劃。幾何條件包括執法區最好有 390 公尺(1300 呎)長,但是最少有 264 公尺(880 呎)長,執法區最少要有 4.2 至 4.5 公尺(14 至 15 呎)寬、接近執法區的漸變段至少必須符合 80:1 之一般高速公路設計原則,必須在高乘載的專用車道上,每隔 3 至 4 公里(2 至 3 英哩)設置一個執法區。

交通部運輸研究所(1993)蒐集台北-桃園間中山高速公路平常日(07:00-10:30、15:00-18:00)、例假日(14:00-17:00)、連續假日(08:00-11:00)各一天之交通量調查,調查之內容包括道路實際狀況、交通量調查(車種分為小客車、中型車、大客車、貨車)、行駛速率調查、平均載客量調查(分方向、小型車、中型客車、大型客車)、交通特性分析、交流道交織區段服務水準分析以及交通工程設施資料蒐集。在設置條件上參考國外相關經驗並整理出國內實施高乘載設施客觀條件,包括現有交通狀況在高速公路未實施 HOV 前「尖峰時段」交通量平均每車道每小時超過 1500 輛,以及高速公路未實施 HOV 前「尖峰小時」交通量平均每車道每小時超過 1600 輛;在現有交通服務水準狀況,須考慮高速公路服務水準現況若為 D 級或更惡化時。高速公路服務水準現況若已為 E 級或 F 級,則設置分離式的 HOV 設施應屬可行;在 HOV 設施之實施對車輛數減少之程度包括非隔離式的 HOV 設施,車輛數之減少應可達 5% 以上,以及隔離式的 HOV 設施,車輛數之減少應可達 10% 以上。而現有高速公路行駛速率包括高速公路未實



施 HOV 前「尖峰時段」平均行駛速率低於每小時 30 英哩(48 公里)。高速公路未實施 HOV 前「尖峰小時」平均行駛速率低於每小時 25 英哩(40 公里)。另外須再考慮高速公路上現有大客車行駛數量尖峰時段至少每小時 40 輛；在車道所能運送乘客之效率上，HOV 設施每車道所運送的乘客數相對於非 HOV 設施之一般車道每車道所能運送之乘客數之比值大於 1；時間效益之節省上通常以每英哩(1.6 公里)可節省 1 分鐘之時間做為實施 HOV 設施之客觀條件；實施 HOV 設施之幾何現況條件上至少單向 3 車道之區段。而在方案效益評估項目(效益之估算主要根據各方案之運量預測與使用移轉模擬之運量資料，且須同時考慮 HOV 車道與非 HOV 車道)包括路段服務績效提升情形，諸如路段 V/C 值變化情形、路段服務水準等級變化情形、路段行車速率變化情形；路段小客車使用降低情形；路段旅行時間節省情形(與旅行時間、車輛數及乘載人數有關)；路段空氣污染排放量節省情形；路段耗油節省情形(與車輛耗油量與行駛速率有關)。

以上之文獻整理於下表 2.11 中。



表 2.11 高乘載專用道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
交通部運輸研究所	演譯法、數學推導	過去道路幾何與交通量蒐集	設置條件、設置型式、評估準則、車道變換	高乘載設置條件包括公路發生嚴重重線性壅塞 預期高乘載管制措施實施後要有足夠使用量 高乘載管制措施必須能夠明顯的節省使用者旅行時間 利用旅客運輸量速度加權整合指標與人員輸送之加權整合指標為評估準則	其評估準則可與指定車道之平均每人最小成本觀念相比較。
蘇志強 李政聰 婁自強	演譯法	引用美國高乘載佈設型式與違規率調查	設置類型、法規研擬	專用道違規率與佈設型式(有無分隔措施)有明顯相關,研究並提出執法區幾何限制條件	在路段上必須找尋適合之執法區域與執法型式
交通部運輸研究所	基本統計、敏感度分析	台北 - 桃園中山高速公路調查資料	設置條件、評估準則、設置類型、實施地點、法規研擬	研究發現專用道設置位置以內車道較適宜,北上五股三重、台北、圓山不考慮設HOV出口,小客車3人以上共乘而移轉 15 % 車輛至HOV車道時,小客車使用量、空氣污染與耗油會減少,但整體旅行時間為減少。當移轉量至 25 % ,兩方案均呈正效益。	可利用敏感度分析來做變換車道與加入引伸需求後之經濟效益評估

## 2.5.6 調撥車道之文獻

本研究由蒐集之網路新聞資料，得知調撥車道實施時間與方向均為上午尖峰時段之進城方向與下午尖峰時段之出城方向，其目的乃是為紓解考慮時間與空間不同特性下之車流。根據實施結果發現，周休二日關閉調撥車道的措施在剛實施時，少數駕駛人一時習慣難改，誤闖車道，但調撥車道號誌牌上均註明「例假日封閉」，且放置有交通錐。儘管誤闖情況不多，交通單位仍將加強宣導，提醒民眾行車安全。

以上之文獻整理於下表 2.12 中。

表 2.12 調撥車道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
喬慧玲	歸納法	實地採訪資料	調撥車道管制	周休二日關閉調撥車道措施再剛實施時，少數駕駛人誤闖車道，造成危險，故交通單位仍將加強宣導，提醒民眾行車安全。	大貨車指定車道若實施時須加強宣導工作，降低大貨車違規使用其他車道所造成之危險

## 2.5.7 大貨車指定車道相關之文獻

楊宗璟、張偉峻、林欣誼、林展民(1998) 蒐集當年度 8 月份某一週在尖峰時段上午 7 至 9 時、下午 4 至 6 時，台中市台中港路、文心路、中正路、民權路、三民路二段、自由路二段、市政路等多條單向 3 車道以上各路段之觀察。研究中指出大貨車限制車道設置條件在時段方面為早上 7 至 9 時與下午時 4 到 6 時的尖峰時段。在車道數方面，單項至少必須有三個快車道的道路。重車比方面，重車約可定在 0.05-0.15 之間。道路方面，依台中市現有條件選出進出工業區的道路，主要貨運公司的要道，砂石車、

油罐車或貨櫃車進出的道路，進出台中市的主要幹道，接近交流道的道路或員警進駐較多的路口或路段。最後在時段緩衝與路段緩衝方面，建議離峰與部份普通時段似不宜管制。研究中在其評估準則有安全、效率、污染、耗油四項。而在安全方面影響變數有各路段各車種尖峰小時的交通量、各車種的碰撞比例、各車種與不同大小之其他車種相撞時之可能潛在嚴重程度之比例、以及各車種在相同之撞擊力下所遭受人命損傷程度之比例；效率方面影響變數有各路段的長度、各路段各車種尖峰小時的交通量與平均速率、以及各車種駕駛者時間價值之比例；污染方面影響變數有各路段長度、各路段各車種尖峰小時交通量與平均速率、以及各車種在不同速率時所排放 HC、CO、NO<sub>x</sub> 之克數；耗油方面影響變數有各路段長度、各路段各車種尖峰小時交通量與平均速率、以及各車種在不同速率時每單位距離之耗油加侖數。另外在行駛路線管制時段建議訂在上下午尖峰各二小時，採順向管制，受管制之快車車道與其他之快車車道仍以標線區隔之，因此設置方案的重點將在受管制路段的區位、受管制車道的選擇、路段管制方式與路口管制方式以及上下游路口的連鎖管制、替代路段的區位。研究中亦列舉管制車道的選擇對交通干擾、視距、大車保護小車的影響做一探討，其中管制車道的選擇分為設置於內側快車道、設置於中間快車道、設置於外側快車道、以及設置於慢車道四種之優缺點探討。

以上之文獻整理於下表 2.13 中。

表 2.13 大貨車指定車道之文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
楊宗璟 張偉峻 林欣誼 林展民	回歸分析、數學推導	台中市六條主要道路交通量調查	設置條件、評估準則、設置類型、實施地點、法規研擬	建議原使用中港路之大貨車使用替代的市政路；光明路進城方向在早上受到負面影響，朝富路、河南路與文心路進城方向早上受到正面影響，朝富路出城方向下午受到負面影響，河南路與文心路下午出城方向受到正面影響；依車種比較，實施管制後大貨車均受到負面影響，非大貨車均受到正面影響；實施管制後以上午影響效果較為顯著	大貨車採行駛替代路線結果，對整體交通績效而言屬正面效益，故可思考採行指定車道方式，並與採行替代路線之績效做一比較。另外替代道路觀念亦可加入實施指定車道後之配套措施

#### 2.5.8 其他相關之文獻

吳水威、李文嶽(1995)蒐集民國 80 年台北市交通量資料，並以數學方法進行研究。提出一個有效率之都市道路系統必須包括質化與量化兩個條件。而在質化面須考慮都市內旅次時間分佈與旅次空間分佈兩項旅運特性；量化面則以平均旅行速率作為道路系統服務水準分析之效率量度。並利用上述兩項特性建立時間分佈指標與空間分佈指標，再以此二指標構建「都市道路系統交通使用效率」等級表。研究中並引用過去台北市交通量調查報告及車輛路邊訪問調查報告所得之資料，以台北市為例，嘗試從時間向度、空間向度兩個不同角度分析台北市現有之主次要道路路段交通量

於方向性與時間性之使用狀況是否有效率。

交通部運輸研究所(1997)以專家問卷方式與專家座談、訪談式來制定運輸系統績效指標的遴選。研究中將都市地區運輸系統分為公共運輸系統、市區道路系統、停車系統、行人系統四大部份，並提出都市運輸系統目標需求分析須針對系統的安全(肇事率、傷亡率)、迅速(平均旅行速率、路口總延滯、路段延滯)、經濟(養護成本)、便利(每車平均可使用之道路長度、道路密度)、舒適(道路負荷量、不良鋪面比率)、可靠(道路施工率、路口停等百分比)及社會責任(噪音、空氣污染)等目標需求間的相對重要程度進行分析，以作為績效指標研選時的考量基礎。

李克聰、陳昱豪、彭志文、顏宣旻(1998) 在改善大型車輛交通安全方案之評估效益分析中，首先分析有關大客車肇事因素包括與人為因素、車輛因素與道路因素三部份。研究中亦提出大客車安全改善方案之研擬須從教育、工程與執法 3E 方面之改善著手。

台中市政府交通局(2000)蒐集台中港路與安和路口、工業一路路口上下午尖峰時段交通量資料，包括進城與出城兩方向直行、左右轉車輛數與車種比率。調查結果發現上午尖峰時段從中港路往沙鹿方向左轉工業一路之大貨車佔所有左轉車流 5.5 %。進城方向從工業一路右轉中港路之大貨車佔所有右轉車流 13.4 %；而下午尖峰時段從中港路往沙鹿方向左轉工業一路之大貨車佔所有左轉車流 8.8 %。進城方向從工業一路右轉中港路之大貨車佔所有右轉車流 4.6 %。

Banihan Gunay (2001)研究中主要是匯整過去有關側向交通流量特性之文獻，其中最主要是探討變換車道對交通之影響。而影響變換車道之原因及頻率包括道路交通流量、車道旅行速率、車道種類(慢車道或快車道)以及駕駛人之駕駛行為。研究中歸納發現變換車道原因可能為原車道旅行速率較其他車道慢；變換車道之頻率首先會隨著流量的增加而提高，但變換車道頻率至最大時又將隨著流量的增加而減少。然而變換車道之結果，亦會造成危險的增加以及道路容量之降低。作者最後提出了解側向交通流量特性，將可作為未來道路交通設計時之參考。

以上之文獻整理於下表 2.14 中。

表 2.14 與本研究相關之其他文獻

作者	研究方法	資料來源	應用領域	分析結果	所得到之啟示或所用之概念
吳水威、李文嶽	數學推導聯合機率密度函數法	引用民國 80 年台北市交通量調查資料	評估準則	台北市主要道路上共 8 條系統交通效率指標等級為 級，25 條系統交通效率指標等級為 級；交通分區部份共 6 個分區為不良等級；整體都市部份台北市都市道路系統屬不良等級	可得知若以單一評估指標為評估準則，將有失評估公平性，故指定車道中須考慮因引伸需求增加造成社會成本產生負效益，但道路使用率為正效益之部分
交通部運輸研究所	腦力激盪法連鎖比例法	專家問卷與專家座談、訪談式	評估準則	除停車系統外，進行運輸系統績效評鑑時，系統安全性指標的權重應最高；此外運輸系統便利性指標的權重亦應較高	指標間的相互權重關係，可作為參考比較數據
台中市政府交通局	基本統計	台中市交通量調查	實施地點	上午尖峰時段中港路往沙鹿方向左轉工業一路之大貨車佔所有左轉車流 5.5 %。進城方向工業一路右轉中港路之大貨車佔所有右轉車流 13.4 %；下午尖峰時段從中港路往沙鹿方向左轉工業一路之大貨車佔所有左轉車流 8.8 %。進城方向工業一路右轉中港路之大貨車佔所有右轉車流 4.6 %。	使用中港路且旅次起訖點為工業區與中港交流道間之大貨車數佔一定比例，故構建指定車道長度模式時須加入實際交通條件為實施長度之限制式

Banihan Gunay	歸納 法	過去研 究資料	變換 車道	研究中匯整過去有關變換車道相關文獻，整理出有關變換車道原因、頻率等因素，而影響這些因素包括流量、車道旅行速率、駕駛行為、車道種類等。然而變換車道之結果亦會造成危險增加。	駕駛者變換車道原因，除為求得社會成本降低外，亦須考慮變換車道所帶來的危險。
------------------	---------	------------	----------	--	---------------------------------------





## 第三章 資料蒐集與分析

### 3.1 道路現況

本研究共蒐集連續進城 7 個路段 9 個路口(含工業二路)，以及出城 4 個路段 6 個路口(含世斌一巷)之路段旅行時間(分車輛行駛時無塞車與有塞車之旅行時間)，以及路口交通量資料(分內、中、外側快車道、慢車道資料，以及 3.5 噸以上大貨車、大客車、小型車、機車四種運輸工具)。本研究將說明挑選此地區路段之原因，並由東向西依序介紹調查資料之路段與道路狀況與幾何情形。

由於中港路屬台中都市地區主要幹道，於上下午尖峰時段車潮眾多，楊宗璟等人(2000)研究發現，在中港路中精機附近實施大貨車指定車道時，對於危險、時間價值、污染、耗油均能達到改善效益，故本研究將選擇中港路為實施大貨車指定車道之調查路段。分析中港路位置狀況，中港路於朝馬車站附近，連接中港交流道，為南北車輛之中繼點。尤其中部地區之大貨車行走高速公路至台中工業區時，部份之車輛須上、下中港交流道，並以中港路為主要行駛路段。中港路以西接臨台中工業區，終至台中港，而此路段途中行經澄清醫院、台中榮民總醫院、東海大學。工業區平時大貨車進出密集，且亦有多數其他車種行駛。中港路最西端之台中港地區，平日雖有大貨車進出，然此地區已遠離都市，其他車種數較都市地區為少，故大貨車對其他車種較無嚴重之影響。本研究為選擇符合都市地區路段，且須考慮上、下午尖峰時段仍有一定數目大貨車行駛，經由上述道路狀況分析，且由於受限人力與經費之考量，乃選擇中港交流道以西之福安路始，至中港路與玉門路交接路口止之中港路，作為本研究之調查路段。本研究之調查路段道路幾何型式，如下圖 3.1 所示。

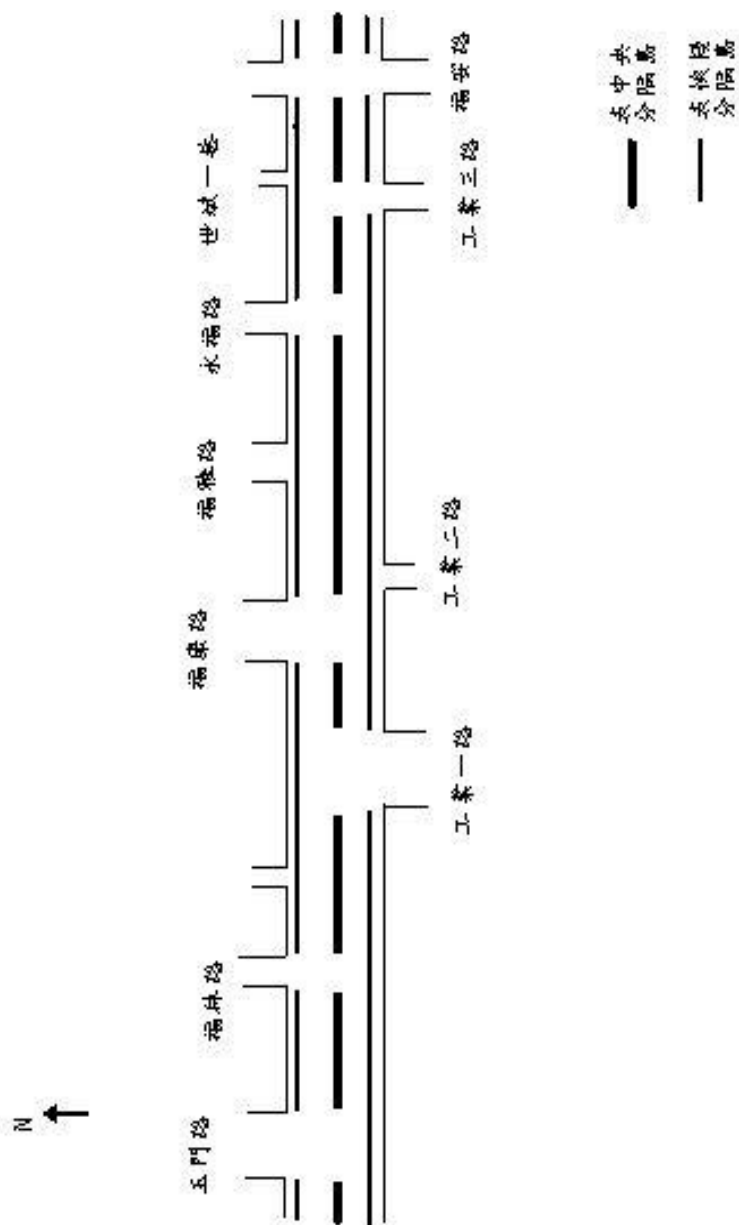


圖 3.1 本研究調查路段之道路幾何型式

### 1. 中港路上福安路與工業三路間

中港路與福安路為十字交叉路口，此區為一行車管制號誌路口。中港路與此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向間與快慢車道間均有實體分隔設施，福安路與中港路交叉口無實體分隔。此路段東向鄰近工業三路之路段，右方銜接世斌一巷(丁字路口)，世斌一巷進出中港路因受限中港路慢車道實體分隔，故進出世斌一巷之中港路車輛，僅能行駛中港路慢車道。本研究在此路段旅行時間之調查距離，為中央分隔島上兩根路燈之距離，共 38 公尺。

### 2. 中港路上工業三路與永福路間

中港路與工業三路為丁字交叉路口，此區為一行車管制號誌路口。中港路與此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向間與快慢車道間均有實體分隔設施，路口間無實體分隔。為避免中港路於此路段上之車流，受到上、下游兩路口號誌影響，故本研究在此路段旅行時間調查距離上，分為兩個不同路段之調查距離。東向調查距離為中央分隔島上，永福路口紅綠燈號誌桿至中央分隔島上行道樹間，共 23.1 公尺；西向調查距離為中央分隔島上路燈與行道樹間，共 28.3 公尺。

### 3. 中港路上永福路與福雅路間

中港路與福雅路為丁字交叉路口，且為一行車管制號誌化路口。永福路與工業三路之紅綠燈時制相同，且紅燈與綠燈燈號均同時亮起。中港路與此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向與快慢車道間均有實體分隔設施。永福路與中港路交叉口，因受中港路慢車道實體分隔，故進出永福路之中港路車輛，僅能行駛中港路慢車道。為避免中港路於此路段上之車流受到上、下游兩路口號誌影響，故此路段旅行時間之調查距離，分為兩個不同路段之距離。東向調查距離為中央分隔島上，兩根路燈間共 44.2 公尺；西向調查距離中央分隔島上，兩根路燈間共 44.2 公尺。

### 4. 中港路上福雅路與福康路間

中港路與福康路為丁字交叉路口，此區為一無號誌路口，路口間無實體分隔。中港路與此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向與快、慢

車道間均有實體分隔設施。此路段鄰近福康路設有澄清醫院，故此路段中港路慢車道及福康路之小型車與機車，轉向資料較多。往東方向過福康路口之中港路與工業二路相接，工業二路進出中港路由於受限中港路慢車道實體分隔，故進出工業二路之中港路車輛，僅能行駛中港路慢車道，且以汽、機車數居多。本研究在此路段旅行時間調查距離，為中央分隔島上兩棵行道樹間共 25.8 公尺。

#### 5. 中港路上福康路與工業一路間

中港路與工業一路為丁字交叉路口，此區為一行車管制號誌，路口路口間無實體分隔。中港路於此路段上，設有三個快車道與一個慢車道，雙向與快、慢車道間均有實體分隔設施。由於工業一路為台中工業區主要聯外道路，故中港路與工業一路間之大貨車及其他車種轉向資料，較一般路口為多。為避免中港路於此路段上之車流，受到上、下游兩路口號誌影響，故本研究在此路段旅行時間調查距離，分為兩個不同調查路段之距離。東向調查距離為工業一路口紅綠燈號誌桿，至天橋中心柱間共 34.3 公尺；西向調查距離為福康路口紅綠燈號誌桿，至天橋中心柱間共 34.8 公尺。

#### 6. 中港路上工業一路與福林路間

中港路與福林路為丁字交叉路口，且此區為一閃黃燈號誌路口，路口無實體分隔。中港路與此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向與快、慢車道間均有實體分隔設施。此路段西向鄰近工業一路之路段右方銜接福順路 456 巷(丁字路口)，福順路 456 巷內屬一住宅區。福順路 456 巷中之車輛進出中港路，由於受限台中港路慢車道實體分隔，故進出福順路 456 巷之中港路車輛，僅能行駛中港路慢車道。福林路上較無大型建築物，故轉向資料不多。本研究在此路段旅行時間調查距離，為中央分隔島上兩根路燈間共 37.0 公尺。

#### 7. 中港路上福林路與玉門路間

中港路與福林路為丁字交叉路口，且此區為一行車管制號誌路口，路口間無實體分隔。中港路於此路段上設有三個快車道與一個慢車道，雙向與快、慢車道間均有實體分隔設施。本研究在此路段旅行時間調查距離，

為中央分隔島上路燈與東海大學標示牌間共 64.1 公尺。

### 3.2 調查資料蒐集

由於受限於人力與經費之考量，本研究無法蒐集到一整個星期完整之上、下午尖峰時段交通流量資料，故考慮將一星期分為四個時段，分為假期中(星期六、日)、假期結束後(星期一)、一般上班時間(星期二、三、四)、假期開始前(星期五)之四個時段。本研究分別取此四個時段各一天作為調查資料之蒐集，使得本研究所蒐集之資料，較具一星期之代表性。本研究選擇調查日期為民國 91 年 1 月 20 日(星期日)、1 月 21 日(星期一)、1 月 23 日(星期三)、1 月 25 日(星期五)同一星期之中港路雙向、上下午尖峰時段之車流量調查。調查時間為調查日之上午尖峰時段 7:00AM 至 9:00AM，下午尖峰時段 4:00PM 至 6:00PM，每日共計 4 小時。調查之項目分為四種車種(3.5 噸以上大貨車、大客車、小型車、機車)、四個車道(中港路內、中、外側快車道與慢車道)之車流量調查(包括中港路直行與轉向交通量)，以及各路段上旅行時間之調查。車流量之調查是以各路段每 3 分鐘紀錄一次車流量資料，故每小時每車道 20 筆(分 4 車道)，且每日調查 4 小時、雙向車道、進城 9 路口、出城 6 路口、調查 4 天，故共計 23040 筆車流量資料(世斌一巷、福雅路、中工二路因受慢車道實體分隔影響，僅須調查單向交通量資料)。旅行時間之調查，是以每 3 分鐘選取一快車道上正常行駛車輛(無任意變換車道或超車等動作)，計算該車行經各調查路段兩標的物間時間。旅行時間之調查為每 3 分鐘一筆、每日 4 小時、雙向車道、進城 7 個路段、出城 4 個路段、調查 4 天，共計 3520 筆旅行時間調查資料。旅行時間標的物之位置，選擇時儘量遠離上、下游路口，原因為避免受到上、下游路口號誌之影響。且旅行時間之調查，又分為無塞車時之旅行時間，與受到塞車時之旅行時間兩種。本研究在車流量與旅行時間的調查，共計 784 (人/小時)。

### 3.3 資料之初步整理與分析

#### 3.3.1 車流量資料之調查

若都市地區尖峰時段大貨車佔所有車種的百分比愈高，則大貨車對其他車種負面影響(如危險、旅行時間等)將愈大，故若實施大貨車指定車道時將，預期可達到改善效果。然而若大貨車數過多時，則需考慮實施大貨車專用道，不適用實施大貨車指定車道措施。根據楊宗璟等(2000)人之研究發現，在大貨車車數佔內車道所有車種數 1.22%、中車道所有車種數 2.76%、外車道所有車種數 3.71%、慢車道所有車種數 0.71%(大貨車數佔所有車道之車種數 1.80 %)時，在危險、時間價值、污染、耗油上，均達到一定程度之改善。初步整理出本研究調查之大貨車數佔各車道及所有車道百分比，並與前述之參考文獻之研究做一比較。其中在福安路與工業三路間，因受道世斌一巷的影響(世斌一巷因受到中港路慢車道實體分隔，故只影響西向慢車道之流量)；福雅路與福康路間，因受道中工二路的影響(中工二路因受到中港路慢車道實體分隔，故只影響東向慢車道之流量)，本研究將列出此路段包含與不包含世斌一巷，以及包含與不包含工業二路轉向之中港路車流量。

經由資料初步整理，因福雅路與台中港路交叉口，受中港路慢車道實體分隔，故永福路與福雅路間，以及福雅路與福康路間(含中工二路轉向資料)，僅在東向慢車道方向之車流不同，然而受限於實際調查時各組人員計算車輛數之偏誤，故在實際調查資料上除慢車道外，快車道上之車輛數也會有所不同。本研究將車流量調查所得之觀測資料，整理如下所示：

表 3.1 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 福安路與工業三路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4403	14	28	0	0.63
中車道	4186	21	31	0	0.73
外車道	3587	55	41	0	1.11
慢車道	2468	145	3	5449	0.04
慢車道*	2442	145	3	5445	0.04
全部車道	14644	235	103	5449	0.50
全部車道*	14618	235	103	5445	0.51

\*表含世斌一巷轉向車輛

表 3.2 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 工業三路與永福路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	3861	13	23	0	0.59
中車道	4134	27	31	0	0.74
外車道	3500	59	51	0	1.41
慢車道	2762	153	2	5776	0.02
全部車道	14257	252	107	5776	0.52

表 3.3 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 永福路與福雅路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4197	26	65	0	1.52
中車道	4973	45	102	0	1.99
外車道	3493	43	82	0	2.27
慢車道	2762	153	10	5776	0.11
全部車道	14700	265	125	5776	0.60

表 3.4 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 福雅路與福康路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4197	26	65	0	1.52
中車道	4973	45	102	0	1.99
外車道	3493	43	82	0	2.27
慢車道	2540	153	35	5889	0.42
慢車道*	2540	153	31	5909	0.36
全部車道	15203	267	284	5889	1.31
全部車道*	15203	263	283	5909	1.29

\*表含工業二路轉向車輛

表 3.5 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 福康路與工業一路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	3824	11	90	0	2.29
中車道	4583	56	97	0	2.05
外車道	3472	40	73	0	2.04
慢車道	2676	134	59	6081	0.66
全部車道	14555	241	319	6081	1.51

表 3.6 工業一路與福林路間大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 工業一路與福林路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	3462	36	58	0	1.63
中車道	4510	57	111	0	2.37
外車道	3173	49	167	0	4.93
慢車道	3331	148	161	6442	1.60
全部車道	14476	290	497	6442	2.29



表 3.7 福林路與玉門路間大貨車佔比例(1 月 20 日)

1 月 20 日 福林路與玉門路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	3727	36	58	0	1.52
中車道	4549	57	112	0	2.39
外車道	3176	49	167	0	4.92
慢車道	3310	148	120	6507	1.19
全部車道	14762	290	457	6507	2.08

調查資料發現，1 月 20 日(星期日)大貨車之佔比例以外車道居多，福安路與工業三路間，若考慮世斌一巷轉向資料後，發現包含世斌一巷轉向資料比不包時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.01%。福雅路與福康路間，考慮工業二路轉向資料後，發現不包含工業二路轉向資料比包含時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.03%(此資料僅影響慢車道 15 公尺)。資料中亦可發現，工業一路與福林路大貨車所佔比例最高，且有愈往西之路段大貨車佔比例愈高之趨勢(福林路與玉門路間除外)，推測可能為愈靠近工業區之影響。另外 1 月 20 日(星期日)福安路至工業一路間大貨車佔比例資料，明顯低於楊宗璟(2000)研究中各車道大貨車佔比例，亦遠低於其他調查日各路段、各車道之大貨車佔比例。

表 3.8 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 福安路與工業三路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5856	12	105	0	1.76
中車道	5358	40	211	0	3.76
外車道	4492	54	172	0	3.65
慢車道	3846	174	8	7283	0.07
慢車道*	3793	174	11	7288	0.10
全部車道	19522	280	496	7283	1.80
全部車道*	19499	280	499	7288	1.81

\*表含世斌一巷轉向車輛

表 3.9 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日工業三路與永福路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4944	17	105	0	2.07
中車道	5992	48	208	0	3.33
外車道	5019	60	202	0	3.83
慢車道	4070	196	21	6053	0.20
全部車道	20025	321	536	6053	1.99

表 3.10 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 永福路與福雅路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5166	27	162	0	3.03
中車道	6084	41	194	0	3.07
外車道	4937	78	169	0	3.26
慢車道	3937	207	82	8153	0.66
全部車道	20124	353	607	8153	2.08

表 3.11 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 福雅路與福康路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5166	27	162	0	3.03
中車道	6084	41	194	0	3.07
外車道	4937	78	169	0	3.26
慢車道	4053	202	107	8349	0.84
慢車道*	3968	207	89	8153	0.72
全部車道	202470	348	632	8349	2.14
全部車道*	20155	353	614	8153	2.10

\*表含工業二路轉向車輛

表 3.12 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 福康路與工業一路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4156	22	144	0	3.33
中車道	6109	36	165	0	2.61
外車道	5117	32	207	0	3.86
慢車道	2348	194	78	7782	0.75
全部車道	17730	284	594	7782	2.25

表 3.13 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 工業一路與福林路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4757	30	86	0	1.76
中車道	5187	35	167	0	3.10
外車道	4450	28	171	0	3.68
慢車道	3484	228	285	8828	2.22
全部車道	17878	321	709	8828	2.56

表 3.14 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 21 日)

1 月 21 日 福林路與玉門路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4852	30	87	0	1.75
中車道	5118	35	167	0	3.14
外車道	4450	28	171	0	3.68
慢車道	3347	228	287	8758	2.27
全部車道	17767	321	712	8758	2.58

1 月 21 日(星期一) 大貨車之佔比例也是以外車道居多，福安路與工業三路間，若考慮世斌一巷轉向資料後，發現包含世斌一巷轉向資料比不

包含時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.01%；福雅路與福康路間，若考慮工業二路轉向資料後，發現不包含工業二路轉向資料，比包含時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.04%(此資料僅影響慢車道 15 公尺)。資料中亦可發現，福林路與玉門路間大貨車所佔比例最高，有愈往西之路段大貨車佔比例愈高之趨勢。與前述參考文獻之研究相比，本研究大貨車佔比例均明顯較高(除外車道大貨車佔比例外)。

表 3.15 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 福安路與工業三路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4403	14	28	0	0.63
中車道	4186	21	31	0	0.73
外車道	3587	55	41	0	1.11
慢車道	2468	145	3	5449	0.04
慢車道*	2442	145	3	5445	0.04
全部車道	14644	235	103	5449	0.50
全部車道*	14618	235	103	5445	0.50

\*表含世斌一巷轉向車輛

表 3.16 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 工業三路與永福路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5182	11	120	0	2.26
中車道	5862	87	172	0	2.81
外車道	4982	81	162	0	3.10
慢車道	4344	194	23	7173	0.20
全部車道	20370	373	477	7173	1.68

表 3.17 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 永福路與福雅路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4258	6	108	0	2.47
中車道	5000	49	201	0	3.83
外車道	4470	61	146	0	3.12
慢車道	3393	185	82	6900	0.78
全部車道	17121	301	537	6900	2.16

表 3.18 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 福雅路與福康路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4258	6	108	0	2.47
中車道	5000	49	201	0	3.83
外車道	4470	61	146	0	3.12
慢車道	3520	191	80	7144	0.73
慢車道*	3395	190	83	6900	0.79
全部車道	17248	307	535	7144	2.12
全部車道*	17123	306	538	6900	2.16

\*表含工業二路轉向車輛

表 3.19 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 福康路與工業一路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4243	8	142	0	3.23
中車道	5448	37	170	0	3.00
外車道	4837	54	132	0	2.63
慢車道	2316	230	45	6972	0.47
全部車道	16844	329	489	6972	1.99

表 3.20 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 工業一路與福林路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4234	23	59	0	1.37
中車道	5027	42	222	0	4.20
外車道	3839	64	155	0	3.82
慢車道	3625	215	203	7680	1.73
全部車道	16725	344	639	7680	2.52

表 3.21 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 23 日)

1 月 23 日 福林路與玉門路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4410	25	61	0	1.36
中車道	4977	42	221	0	4.22
外車道	3837	64	155	0	3.82
慢車道	4367	23	60	6507	0.55
全部車道	17591	154	497	6507	2.01

1 月 23 日(星期三)大貨車之佔比，例除福安路與工業三路間、工業三路與永福路間以外車道較高外，其他路段均以中車道所佔大貨車比例居多。福安路與工業三路間，若考慮世斌一巷轉向資料後，發現包含世斌一巷轉向資料，與不包含世斌一巷轉向資料，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上相等。福雅路與福康路間，若考慮工業二路轉向資料後，發現包含工業二路轉向資料比不包含時，在大貨車數佔所有車道比例上，多出 0.04%(此資料僅影響慢車道 15 公尺)。大貨車佔比例與路段地點相關性上，則無明顯愈往西愈高之傾向。與前述參考文獻之研究相比，本研究大貨車佔比例均明顯較高。

表 3.22 福安路與工業三路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 福安路與工業三路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5644	19	85	0	1.48
中車道	5740	49	185	0	3.10
外車道	4442	84	162	0	3.46
慢車道	3618	179	30	7492	0.27
慢車道*	3575	179	35	7516	0.31
全部車道	19444	331	462	7492	1.67
全部車道*	19401	331	467	7516	1.69

\*表含世斌一巷轉向車輛

表 3.23 工業三路與永福路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 工業三路與永福路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	5080	21	90	0	1.73
中車道	5968	50	211	0	3.39
外車道	4879	50	211	0	4.11
慢車道	4457	182	20	7885	0.16
全部車道	20384	303	532	7885	1.83

表 3.24 永福路與福雅路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 永福路與福雅路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4629	16	131	0	2.74
中車道	5698	44	245	0	4.09
外車道	4412	46	223	0	4.76
慢車道	3286	210	113	7825	0.99
全部車道	18025	310	712	7825	2.65

表 3.25 福雅路與福康路間大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 福雅路與福康路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4629	16	131	0	2.74
中車道	5698	44	245	0	4.09
外車道	4412	46	223	0	4.76
慢車道	3480	211	123	8097	1.03
慢車道*	3334	210	123	8078	1.05
全部車道	18219	317	722	8097	2.64
全部車道*	18073	316	722	8078	2.66

\*表含工業二路轉向車輛

表 3.26 福康路與工業一路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 福康路與工業一路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4131	25	130	0	3.03
中車道	4910	30	215	0	4.17
外車道	4632	52	111	0	2.31
慢車道	2505	224	44	8050	0.41
全部車道	16178	331	500	8050	2.00

表 3.27 工業一路與福林路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 工業一路與福林路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4172	17	61	0	1.44
中車道	5021	43	234	0	4.42
外車道	3876	51	166	0	4.06
慢車道	3490	219	179	7841	1.53
全部車道	16559	330	640	7841	2.52



表 3.28 福林路與玉門路間之大貨車佔比例(1 月 25 日)

1 月 25 日 福林路與玉門路間					
車道 \ 車數	小汽車數	大客車數	大貨車數	機車數	大貨車佔比例(%)
內車道	4250	17	63	0	1.46
中車道	5023	43	234	0	4.42
外車道	3880	51	164	0	4.01
慢車道	3479	219	180	7791	1.54
全部車道	16632	30	641	7791	2.52

1 月 25 日(星期五) 大貨車之佔比例在福安路口至福康路口間，是以外車道較高，而福康路口至玉門路口間，則以中車道佔比例較高。福安路與工業三路間，若考慮世斌一巷轉向資料後，發現包含世斌一巷轉向資料比不包含時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.02%；福雅路與福康路間，若考慮工業二路轉向資料後，發現包含工業二路轉向資料比不包含時，在大貨車數佔所有車道之車輛數比例上，多出 0.02%(此資料僅影響慢車道 15 公尺)。大貨車佔比例與路段地點相關性上，則無明顯愈往西愈高之傾向。與前述參考文獻之研究相比，本研究大貨車佔比例均明顯較高(除工業三路與永福路間外車道，以及福康與工一間外車道外)。

### 3.3.2 路段旅行速率之調查

本研究在路段旅行速率之調查方式，分別選取每個路段上某兩點標的物(例如兩根路燈間)，以人工方式每 3 分鐘追蹤快車道上一正常行駛車輛(無任意超車或任意變換車道)，行駛某一標的物到另一標的物間之距離，再除上兩觀測點測得之旅行時間，得到某路段某流向之平均路段旅行速率。然而由於本研究調查地區，某些路段路口與路口間過短，因而在調查車輛旅行時間時，易受下游路口號誌影響，因而產生塞車情形。故本研究在旅行時間上，分為無塞車時之路段旅行時間，與有塞車時之路段旅行時間。所謂無塞車之路段旅行時間，是指觀測車輛從某一標的物至另一標的物時，均很順暢的通過觀測範圍，未受到停等或減速之影響。而受到塞車

路段之旅行時間，是指觀測車輛從路段中某一標的物進入時，一開始可能無塞車(此路段之旅行時間算法，與無塞車時之路段旅行時間相同)，途中可能受到下游號誌影響，速度變得很慢或甚至停止後再啟動，此時觀測車輛以很慢速率「停停走走」之「走」的時間加總，稱為塞車之旅行時間。

本研究將此法將觀測所得之 4 天、7 個路段、雙向之路段平均旅行速率(動加動很慢的旅行時間，除上觀測距離)，整理如下表 3.29-3.32 所示：

表 3.29 平均旅行速率(km/hr)(1 月 20 日)

1 月 20 日				
路段地點	平均旅行速率(km/hr)			
	上午(東向)	上午(西向)	下午(東向)	下午(西向)
福安路與工業三路間	57.47	45.02	33.81	42.11
工業三路與永福路間	36.01	35.36	35.02	29.37
永福路與福雅路間	50.84	48.41	48.28	42.92
福雅路與福康路間	50.84	48.41	48.28	42.92
福康路與工業一路間	34.13	15.11	31.99	10.95
工業一路與福林路間	38.05	42.12	42.95	39.00
福林路與玉門路間	66.17	59.42	65.56	39.38

表 3.30 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 21 日)

1 月 21 日				
路段地點	平均旅行速率(km/hr)			
	上午(東向)	上午(西向)	下午(東向)	下午(西向)
福安路與工業三路間	57.18	40.11	49.63	49.51
工業三路與永福路間	30.77	30.79	26.47	32.27
永福路與福雅路間	49.05	24.65	53.10	50.89
福雅路與福康路間	56.36	37.14	47.90	43.94
福康路與工業一路間	34.05	22.03	33.39	15.73
工業一路與福林路間	49.96	39.84	40.62	37.13
福林路與玉門路間	71.90	44.44	72.63	30.48

表 3.31 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 23 日)

1 月 23 日				
路段地點	平均旅行速率(km/hr)			
	上午(東向)	上午(西向)	下午(東向)	下午(西向)
福安路與工業三路間	56.23	41.64	49.08	47.69
工業三路與永福路間	28.60	25.53	27.64	25.61
永福路與福雅路間	49.05	24.26	53.10	50.08
福雅路與福康路間	49.05	36.56	53.10	42.56
福康路與工業一路間	35.48	24.44	32.76	15.33
工業一路與福林路間	32.91	40.76	51.51	38.83
福林路與玉門路間	75.06	53.17	68.39	42.47

表 3.32 平均旅行速率(km/hr)( 1 月 25 日)

1 月 25 日				
路段地點	平均旅行速率(km/hr)			
	上午(東向)	上午(西向)	下午(東向)	下午(西向)
福安路與工業三路間	58.28	45.15	51.28	45.82
工業三路與永福路間	29.99	31.35	27.03	29.35
永福路與福雅路間	57.67	44.56	56.58	46.44
福雅路與福康路間	57.67	33.43	56.58	40.94
福康路與工業一路間	33.61	24.82	31.93	13.00
工業一路與福林路間	49.60	39.10	54.57	38.58
福林路與玉門路間	74.01	55.88	70.07	40.87

調查結果發現，平均旅行速率約集中於 30-55(km/hr)間，其中工業三路與永福路間路段、福康路與工業一路間路段，因上、下游路口距離過短，故車輛行駛時亦受到號誌影響，而降低路段平均旅行速率。受到塞車之旅行時間調查結果，發現以福康路與工業一路之路段間居多，福雅路與福康路段間則有少部份時間車輛，旅行時間受到塞車影響。

## 第四章 旅行時間模式的選擇與評估指數之計算

### 4.1 旅行時間模式的選擇

#### 4.1.1 旅行時間之模式

由於相同路段距離下，旅行時間之長短與路段上車輛數多寡有關，為求得較能表現本研究調查地點旅行時間與流量關係之旅行時間模式，因而本研究參考楊宗璟等人(2000)之研究，將傳統運輸規劃中之旅行時間模式(模式一)之等號右邊流量變數取指數(模式二)、將模式一改寫為 $(T_t/T_0)-1=a(V/C)^b$ ，將等號右邊取對數後，再將流量變數取指數(模式三)、將模式三等號左方取對數(模式四)、將模式三等號右方流量變數取對數(模式五)、將模式三等號左右方均取對數(模式六)等五種旅行時間模式，包含原本之旅行時間模式共六種，故本研究將探討所調查之資料較符合於此六種旅行時間模式之那一種，且分流向選取旅行時間模式。本研究在只分流向選擇旅行時間模式，而不分路段與車道之原因，除了在資料蒐集的階段，同一快車道路段旅行時間之調查不分車道外，乃確保不同路段、不同車道在相同之流量下，帶入旅行時間模式時會有相同之旅行時間，而且避免某特定路段不合理的流量與旅行時間之關係。分流向之原因為因進、出城特性不同，而需分開考慮。傳統運輸規劃之旅行時間模式(模式一)，與改寫後之旅行時間模式(模式二-六)之公式如下所示：

$$\text{模式一： } T_t = T_0[1 + a(V/C)^b] \quad (4-1)$$

$$\text{模式二： } T_t = T_0 e^{a(V/C)^b} \quad (4-2)$$

$$\text{模式三： } T_t = a + bV \quad (4-3)$$

$$\text{模式四： } \ln T_t = a + bV \quad (4-4)$$

$$\text{模式五： } T_t = a + b \ln V \quad (4-5)$$

$$\text{模式六： } \ln T_t = a + b \ln V \quad (4-6)$$

其中：

$T_t$ ：某特定路段車輛實際旅行時間

$T_0$ ：某特定路段車輛自由活動的旅行時間(本研究選用  $T_t$  最小值為  $T_0$ )

$V$ ：某特定路段實際流量

C：某特定路段飽和流量(本研究選用 V 最大值為 C)

a, b：待校估的參數

其次因本研究僅調查快車道(未區分內、中、外車道)之旅行時間，而無調查慢車道之旅行時間，故將以快車道之旅行時間，乘上快車道與慢車道之速限比值，作為慢車道之旅行時間推估(進城快車道速限 50km/hr、慢車道 40 km/hr；出城快車道速限 70km/hr、慢車道 40 km/hr)。而在進城方向福康路與福雅路間之慢車道，分別考慮加入工業二路與不考慮工業二路之轉向車輛資料；出城方向福安路與永福路間，分別考慮世斌一巷與不考慮世斌一巷之轉向車輛資料，來作為選擇旅行時間與流量關係之探討。本研究將所調查之資料分流向、路段、車道，考慮各車種車數(依不同車種之 pce 總計 pcu)，以及行駛於某固定長度之路段旅行時間，帶入上述六個旅行時間模式中，利用 LIMDEP 軟體校估出各流向、路段、車道之旅行時間與流量之關係，並以各模式調整後 R 平方值，及流量係數之 t 值與常數項之 t 值，利用四種方法來探討何種旅行時間模式，最適於本研究之調查資料。

本研究在路段數選擇上，進城流向共蒐集七個路段，出城流向為考慮工業一路口大貨車實際左轉需求(大貨車在此路口左轉數量眾多)，且法律規定車輛在路口左轉前須先變換至內側車道，因而出城方向考慮路段僅能由福安路口至福康路口間，故共四個路段。為增加說明之方便性，下列表格中將以第 n 路段名稱，代表中港路上某一路口到另一路口間之路段名稱。各路段名稱之對照表如下表 4.1：

表 4.1 進、出城流向各路段對照表

進城方向		出城方向	
玉門路與福林路間	第一路段	福安路與工業三路間	第一路段
福林路與工業一路間	第二路段	工業三路間永福路間	第二路段
工業一路與福康路間	第三路段	永福路與福雅路間	第三路段
福康路與福雅路間	第四路段	福雅路與福康路間	第四路段
福雅路與永福路間	第五路段		
永福路與工業三路間	第六路段		
工業三路與福安路間	第七路段		

## 4.1.2 旅行時間模式之評選

## 1. 調整後 R 平方得分法：

此法是考慮六種旅行時間模式在不同流向、不同路段、不同車道中之調整後 R 平方表現值，最高者給予 2 分，次佳者給予 1 分，並分流向加總六種旅行時間模式，在所有路段之總得分。整理後之結果如下表 4.2 與 4.3 所示。表格中之數字為該路段在該模式中，四個車道(內、中、外、慢車道)之得分小計，故每格最高為 8 分，最低為 0 分。

表 4.2 進城七個路段旅行時間模式得分彙整

路 段 旅行時間模式	第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	第五 路段	第六 路段	第七 路段	得分 總和
模式一	6	3	7	6	5	5	2	34
模式二	7	4	8	8	4	5	2	38
模式三	0	0	0	0	2	0	0	2
模式四	0	2	0	0	1	0	5	8
模式五	0	0	0	0	0	0	0	0
模式六	0	3	0	0	2	2	3	10

註 1：第四路段中之支道工業二路非常接近福康路口。

註 2：考慮工業二路轉向資料與不考慮時，調整後 R 平方得分相同。

表 4.3 出城四個路段旅行時間模式得分彙整

路段 旅行時間模式	第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	得分 總和
模式一	5	0	7	5	17
模式二	6	1	4	4	15
模式三	2	0	0	1	3
模式四	0	6	0	0	6
模式五	0	1	0	0	1
模式六	2	4	1	2	9

註 1：第一路段中之支道世斌一巷非常接近工業三路口。

註 2：考慮世斌一巷轉向資料與不考慮時，調整後 R 平方得分相同。

由表 4.2 可發現，進城流向以模式一和模式二較能表現本研究路段旅行時間與流量之關係，其中又以模式二表現最佳；同理，由表 4.3 可發現，出城流向也是以模式一和模式二較能表現本研究路段旅行時間與流量之關係，但以模式一表現最好。

## 2. 調整後 R 平方平均值法：

由於上述方法可能忽略調整後 R 平方平均值第 3 高之表現值(因為第 3 高之後其得分均為 0 分)，而影響旅行時間模式選擇之判斷，且第 1 高與第 2 高之間表現值不一定為倍數關係，故本研究再以調整後 R 平方平均值法加以探討。整理進、出城流向各旅行時間模式之調整後 R 平方平均值，如下表 4.4 與表 4.5 所示。



表 4.4 進城流向各旅行時間模式調整後 R 平方平均值

旅行時間模式	調整後 R 平方平均值	
	進城	進城(考慮工業二路慢車道轉向車輛)
模式一	0.074175	0.075711
模式二	0.074218	0.075807
模式三	0.063396	0.064446
模式四	0.064650	0.065600
模式五	0.062036	0.063354
模式六	0.067029	0.068150

註：工業二路非常接近福康路口

表 4.5 出城流向各旅行時間模式調整後 R 平方平均值

旅行時間模式	調整後 R 平方平均值	
	出城	出城(考慮世斌一巷慢車道轉向車輛)
模式一	0.117950	0.117906
模式二	0.111840	0.111800
模式三	0.101981	0.101969
模式四	0.107225	0.107200
模式五	0.090213	0.090163
模式六	0.101188	0.101138

註：世斌一巷非常接近工業三路口

由表 4.4 與表 4.5 調整後 R 平方平均值可得知，進城方向以模式二為最佳，出城方向則以模式一為最佳。另外本研究亦針對各旅行時間模式中流量(V)的係數之 t 絕對值平均，做一補充探討，如下表 4.6 所示。

表 4.6 各旅行時間模式之流量(V)係數之 t 絕對值平均

旅行時間模式	流量(V)係數之 t 絕對值平均	
	進城	出城
模式一	3.367	4.818
模式二	3.345	4.826
模式三	3.653	4.901
模式四	3.604	5.018
模式五	3.675	4.444
模式六	3.667	4.775

由上表 4.6 可發現，進城流向在旅行時間模式二、出城流向在旅行時間模式一中，其流量係數之 t 絕對值平均並非表現最好，然而本研究再將各模式中之「調整後 R 平方平均值」與「流量係數之 t 絕對值平均」比對，發現進城流向模式二，在「調整後 R 平方平均值」領先其他模式之比例，高於「流量係數之 t 絕對值平均」中，最佳模式與模式二差距之比例(例如調整後 R 平方平均值中，模式二與模式五的差距為模式五的 0.197 倍，而最高 t 絕對值平均與模式二 t 絕對值平均差距，僅為模式二之 0.096 倍)。同理，出城流向模式一，在「調整後 R 平方平均值」領先其他模式之比例，高於「流量係數之 t 絕對值平均」中，最佳模式與模式一差距之比例(例如調整後 R 平方平均值中，模式一與模式五的差距為模式五的 0.307 倍，而最高 t 絕對值平均與模式一 t 絕對值平均差距，僅為模式一之 0.042 倍)。然由於進、出城流向中，不管利用「調整後 R 平方平均值」或「流量係數之 t 絕對值平均」，模式一與模式二之差距均不大(t 絕對值平均皆達顯著)，且無法得知兩模式間之差距是否顯著。為考慮計算過程之方便，僅選擇「調整後 R 平方平均值」最高者作為本研究旅行時間模式。建議後續研究者，可利用「流向」與「旅行時間模式」之四種組合方式(進城流向模式一與出城流向模式二、或進城流向模式一與出城流向模式一、或進城流向模式二與出城流向模式一、或進城流向模式二與出城流向模式二)，探討不同流向

在不同旅行時間模式組合下，最佳指派解是否會有所不同。而本研究後續在計算旅行時間模式時，進城流向將選用模式二、出城流向將選用模式一，作為其旅行時間模式。

另外在旅行時間模式中，是否要考慮世斌一巷與工業二路轉向車輛資料上，本研究整理出城流向，第一路段考慮與不考慮世斌一巷轉向資料，以及進城流向，第四路段考慮與不考慮工業二路之轉向資料，旅行時間模式之常數(a 值)與變數之係數(b 值)，如下表 4.7 與 4.8 所示：

表 4.7 出城流向第一路段常數(a 值)與變數之係數(b 值)

值 \ 模式	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
a	0.304	0.266	28.369	3.432	30.300	3.409
a*	0.306	0.267	28.307	3.340	29.976	3.398
b	-0.062	-0.054	-0.001	-0.001	-0.415	-0.015
b*	-0.053	-0.046	-0.001	-0.000	-0.354	-0.013

註：\*表考慮世斌一巷轉向資料

表 4.8 進城流向第四路段常數項(a 值)與變數之係數(b 值)

值 \ 模式	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
a	0.4642	0.3831	23.8083	3.0683	54.7588	3.4468
a*	0.4195	0.3524	25.3766	3.1333	47.2121	3.7683
b	-0.4657	-0.3682	-0.0176	-0.0004	-5.0124	-0.0877
b*	-0.6710	-0.5335	-0.0241	-0.0007	-5.0667	-0.1481

註：\*表考慮中工二路轉向資料

在表 4.4 中可得知，進城方向考慮工業二路慢車道轉向車輛，調整後 R 平方平均值較不考慮時為高，且工業二路非常接近福康路口(位於該路段之前半段)，轉向資料影響該路段距離較長，在表 4.8 亦可發現，是否考慮工業二路轉向資料符號(正負號)均一致，故在後續進城第四路段計算旅行

時間模式時，採用考慮工業二路轉向車輛資料。同理，因出城方向不考慮世斌一巷慢車道轉向車輛，調整後 R 平方平均值較考慮時為高，且因世斌一巷非常接近工業三路口(位於該路段之後半段)，轉向資料影響該路段距離較短，在表 4.7 亦可發現，是否考慮世斌一巷轉向資料符號(正負號)均一致，故在後續出城第一路段計算旅行時間模式時，採用不考慮世斌一巷轉向車輛資料。

另外本研究為確保相同流向之相同流量，在不同路段、不同車道下會有相同的旅行時間，而且避免某特定路段不合理的流量與旅行時間之關係，依路段(進城 7 個、出城 4 個路段)統計進城不合理關係式佔 2/7，出城佔 2/4；依車道(內、中、外、慢車道)統計進城不合理關係式佔 8/28，出城佔 2/16；又甚至依路段與車道之各種可能組合統計，進城第五、六、七路段與車道組合均為不合理關係式，出城第一、四路段之慢車道為不合理關係式。推測不合理原因如受到路口影響、車流走走停停等，因而不適合用以描述路段特性。故利用同一流向之所有路段與車道的車輛數(轉換為 PCU 後)，與其相對應之實際旅行時間，分別帶入進城流向模式二(七個進城路段的所有車道，均使用此一模式)、出城流向模式一(四個出城路段的所有車道，均使用此一模式)之旅行時間模式，校估出旅行時間模式為進城流向模式二： $Tt = 7.22e^{0.989(V/362.8)^{0.267}}$ 、出城流向模式一之旅行時間模式為： $Tt = 8.63[1 + 1.579(V/528.6)^{0.341}]$ ，並以此二模式作為未來該路段雙向之旅行時間模式。

## 4.2 評估指數之計算

本研究在大貨車指定車道後是否具改善效益評估指數，共分為社會成本與建設成本兩方面來說明。其中在社會成本方面又分為四類，包括危險成本、時間成本(包括路段旅行時間成本與號誌化路口延滯成本)、污染成本、以及耗油成本。建設成本方面則分為三類，包括標誌、號誌、反光標鈕成本，以及因實施大貨車指定車道時之指定車道鋪面加強成本(不實施時則有指定車道例行性鋪面維修成本)、員警指揮導引成本。評估指數之架構

如下圖 4.1 所示：

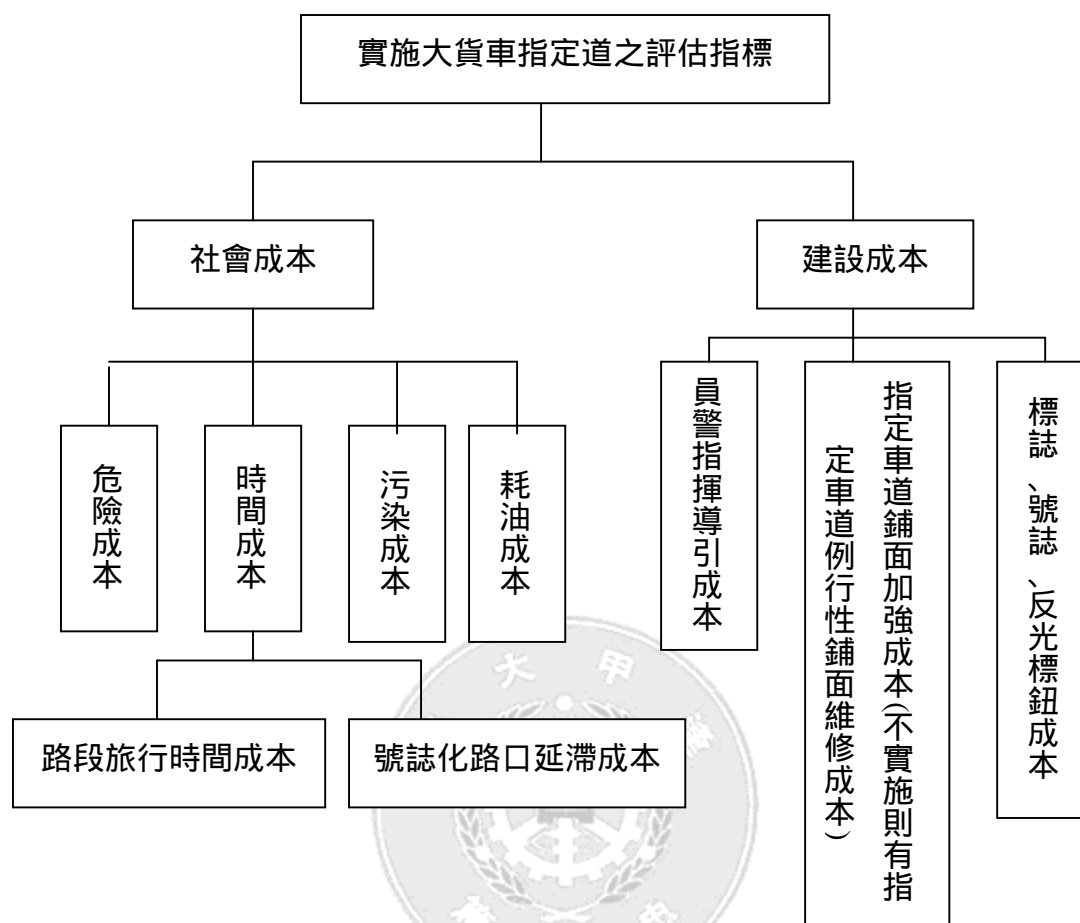


圖 4.1 評估指數之成本架構圖

由於評估指數之計算皆與旅行時間有關(評估指數中,危險指數的計算與旅行速率 4 次方有關,速率又與旅行時間相關;污染指數、耗油指數亦需考慮速率;時間價值指數需考慮旅行時間因素),故大貨車指派某一車道下評估指數是否具改善效果,須在指派車道前後旅行時間比較基準點一致假設下,才能進行相互比較(以實際調查流量,代入該流向旅行時間模式後,所得之值作為指派前計算評估指數時之旅行時間,而非原始調查資料之旅行時間。因指派車道後之旅行時間,是利用指派後流量代入旅行時間模式所求得)。再者,若利用實際調查資料,則可能會有流量愈小旅行時間反而愈大的情形。而評估指數包含社會成本與建設成本項目,其計算與參考資料說明如後。

## 4.2.1 社會成本之計算

本研究在計算路段危險價值時，首先採用楊宗璟等人(1998)所構建之危險指數計算公式，並標示變數符號予以模式化。利用此模式與本研究實際調查車流資料，即可求得研究路段危險指數。為求得每一單位危險指數成本(元)，本研究首先統計研究路段在民國 88、89 年上、下午尖峰時段事故資料，並將事故結果量化為生命價值，此量化數值即為本研究路段之總危險成本。然後將「總危險成本」除以利用危險模式求得研究路段之「總危險指數」，所得之值即為該路段每一單位危險指數所相對之金錢成本(例如研究路段總事故成本 100 元，總危險指數為 1000，則可得知該研究路段每一單位危險指數為 0.1 元)。以此成本乘上大貨車指派策略執行前後各路段危險指數，即可得到該流向、該路段之危險成本。危險指數與生命價值之換算概念，如下圖 4.2 所示。

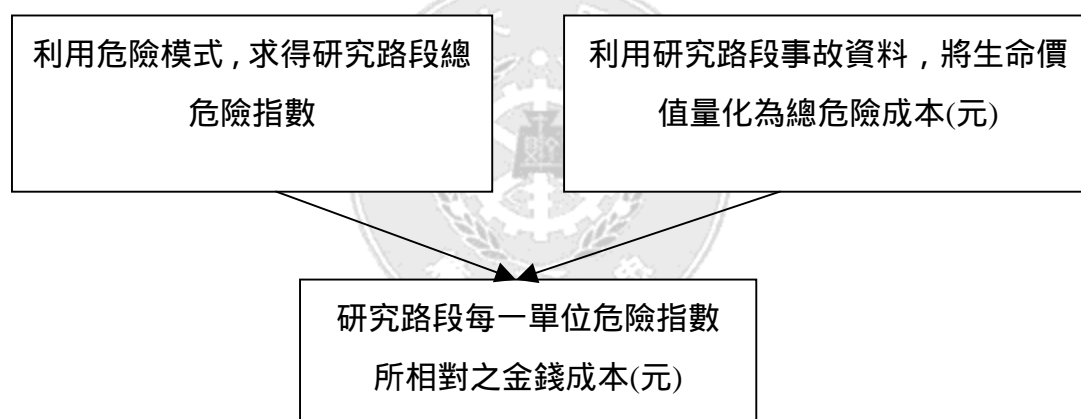


圖 4.2 研究路段每單位危險指數換算為成本之概念

本研究採用之危險指數模式與計算，說明如下。

## 1. 危險指數

## (1) 危險指數之模式特性

模式中首先將路段上某車種車輛數乘上其碰撞率，得到路段上該車種碰撞機率總和。將此碰撞機率總和乘上車輛碰撞時相對嚴重程度，即可得到路段上所有該車種碰撞時，「車」的相對嚴重程度。然後將車碰撞的相對嚴重程度乘上某車種平均乘載人數，即可得到碰撞時「人」的相對嚴重程度。最後再考慮因速率愈高，碰撞時相對嚴重程度將更大，因而將人碰

撞時相對嚴重程度乘上速率調整因子，即可得到路段上該車種之總危險指數。

## (2)危險指數之模式與符號說明

$$D_{hijk} = N_{hijk} \times C_k \times (S_{ka} \times U_{hija} + S_{kb} \times U_{hijb} + S_{kc} \times U_{hijc} + S_{kd} \times U_{hijd}) \times M_k \times F_{hij} \quad (4-7)$$

$$F_{hij} = (V_{hij} / V_{hij})^4 \quad (4-8)$$

$D_{hijk}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、k 車種之危險指數

$N_{hijk}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、k 車種之車輛數

$C_k$ ：k 車種碰撞率

$S_{kn}$ ：k 車種與 n 車種碰撞時，k 車種嚴重程度

$U_{hijn}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、n 車種車輛數(換算 PCU 後)佔所有車種車輛數(換算 PCU 後)之比率

$M_k$ ：k 車種每車平均乘載人數

$F_{hij}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道之速率調整因子

$V_{hij}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道之速率

i=1：表大貨車未指派策略

i=2：表大貨車指派至內車道策略

i=3：表大貨車指派至中車道策略

i=4：表大貨車指派至外車道策略

j=1：表內車道

j=2：表中車道

j=3：表外車道

j=4：表慢車道

k=1：表大貨車

k=2：表大客車

k=3：表小型車

k=4：表機車

n=a：表大貨車

n=b：表大客車

n=c：表小型車

n=d：表機車

h=1：表第一路段

h=2：表第二路段

h=3：表第三路段

h=4：表第四路段

h=5：表第五路段

h=6：表第六路段

h=7：表第七路段

各車種之 PCU、碰撞率、碰撞時嚴重程度、以及各車種之平均乘載人數，主要是參考楊宗璟(1998)之研究(此篇研究之數據是參考國、內外相關研究，並酌予調整之)，本研究整理如表 4.9 所示。其中在計算相對嚴重程度上，是以最大車(大貨車)撞上最小車(機車)時，大貨車之嚴重程度為最輕時之基準(等於 1)。





表 4.9 各車種 PCU、碰撞率、碰撞時嚴重程度、平均乘載人數對照表

某車種	PCU	碰撞率	與其他車種碰撞時， 該車種之相對嚴重程度	平均乘載人數
大貨車	1.5	3	大貨車—28 大客車—14 小型車—3.5 機車 —1	1.5
大客車	1.4	1	大貨車—70 大客車—56 小型車—14 機車 —4	20
小型車	1	1	大貨車—175 大客車—161 小型車—56 機車 —16	2
機車	0.4	1	大貨車—187 大客車—173 小型車—68 機車 —28	1

## (3)危險指數之計算

本研究利用(4-7)與(4-8)之危險指數公式，與表 4.9 及實際調查車流和旅行時間資料，則可計算出大貨車在未指派前、指派至內、中、外車道後之路段危險指數。由於在路段旅行時間調查時，僅測量該路段上兩觀測點間之旅行時間，因而依此旅行時間所算出之危險指數，僅代表該路段在某兩觀測點間之路段危險指數。為求得該路段總危險指數，則必須將某兩旅行時間觀測點之危險指數，等比例放大為該路段之總危險指數(例如出城第一路段，某兩旅行時間觀測點間距離 38 公尺，而第一路段全長 175.5 公尺，故須將兩觀測點所求得之危險指數乘上 175.5/38)。本研究將各流向、各路

段之實際距離列於表 4.10，以及求算出之四種指派措施下(含大貨車未指派)，各路段、各車道之危險指數，整理如下表 4.11(進城)與表 4.12(出城)所示。

表 4.10 進、出城各路段長度對照表

進城	第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	第五 路段	第六 路段	第七 路段
出城				第四 路段	第三 路段	第二 路段	第一 路段
路段長度 (m)	234.1	109.4	95.4	110.8	204.7	58.3	175.5



表 4.11 進城四種指派措施下，各路段危險指數統計表

進城		第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	第五 路段	第六 路段	第七 路段
大貨 車未 指派	內車道	6566832	3225280	3310241	4791826	5250541	3266973	5417167
	中車道	6566145	3411297	3793568	5449742	5971448	3648249	6043910
	外車道	5476972	2851038	303873	4541549	4976369	2951571	4869681
	慢車道	13089893	7210435	5264020	8522541	9338511	4889041	8946654
指派 至內 車道	內車道	7660507	4519375	3664366	5427624	5923064	3058009	5415931
	中車道	6160768	3017792	3589907	5243732	5743770	3745035	6268198
	外車道	5229732	2654491	2898478	4303618	4817510	2975679	5092658
	慢車道	12624719	6924131	5149134	8312208	9119080	4870797	8940741
指派 至中 車道	內車道	6335257	3023298	3217870	4647031	5096399	3295964	5409433
	中車道	7597511	5171802	4046939	5870455	6441284	3188342	5202905
	外車道	5229732	2654491	2898478	4303618	4817510	2975679	5092658
	慢車道	12624719	6924131	5149134	8312208	9119080	4870797	8940741
指派 至外 車道	內車道	6335257	3023298	3217870	4647031	5096399	3295964	5409433
	中車道	6160768	3017792	3589907	5243732	5743770	3745035	6268198
	外車道	6489935	3910206	3439600	5020430	5245143	2877969	4454764
	慢車道	12624719	6924131	5149134	8312208	9119080	4870797	8940741

註：本研究之進城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

表 4.12 出城四種指派措施下，各路段危險指數統計表

出城		第一路段	第二路段	第三路段	第四路段
大貨車未指派	內車道	6236236	1925155	4685665	4345059
	中車道	5603940	2551740	5891335	5463088
	外車道	5019302	2331619	5126177	4753550
	慢車道	7725633	3722928	7806181	7302070
指派至內車道	內車道	6468932	1986185	2586470	4263128
	中車道	5378224	2573100	7029266	5325997
	外車道	4804155	2253510	5909675	4642127
	慢車道	7701571	3722867	7835830	7224778
指派至中車道	內車道	6104755	1920208	6026739	4349599
	中車道	4187429	2396947	3213711	5435364
	外車道	4804155	2253510	5909675	4642127
	慢車道	7701571	3722867	7835830	7224778
指派至外車道	內車道	6104755	1920208	6026739	4349599
	中車道	5378224	2573100	7029267	5325997
	外車道	5399436	2259274	3667416	4934445
	慢車道	7701571	3722867	7835830	7224778

註：本研究之出城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

#### (4) 量化每單位危險指數之金錢成本

在每單位危險指數成本上，本研究首先蒐集台中市警察局交通隊在民國 88、89 年之道路事故調查報告表資料，挑選出研究路段之事故資料(包括事故發生時間、事故位置、受傷害程度、當事者駕駛車種等項目)，參考下表 4.13 資料換算研究路段之「總生命價值成本」，除上研究路段之「總危險指數」，即可得到路段上每一單位危險指數所代表之總危險成本。

目前國內、外在事故成本量化之文獻眾多，為了考慮研究地區與年代特性，本研究選擇「國內」、「近年來」之參考文獻，因而採用陳高村等人

(1999)在事故成本量化之研究。此篇文獻主要是利用經濟學理論之成本效益與保險學上風險補償觀念，探討交通事故衍生當事人之傷亡、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、精神負荷、名譽折損等無形成本。其研究中將事故成本量化後，分為死亡成本、永久性傷害成本、非永久性傷害成本、每涉入一汽車之財物損失成本、及每涉入一機車之財物損失成本等五類。然而本研究所蒐集到之事故調查報告表資料中，在受傷上並無「非永久性傷害」與「永久性傷害」之區分，同樣的，本研究亦參考「國內」、「近年來」相關文獻，選擇陳立慧(2000)在 1990 年對機動車輛意外事故之研究，將此篇文獻中的傷害區分為第一類「非永久性傷害」，包括無外傷、輕傷、中度傷；第二類「永久性傷害」，包括重傷、重傷/有生命危險、病危。而第一類與第二類件數的比例為 0.915117：0.084883。然後將陳高村等人(1999)研究中「非永久性傷害成本」乘上非永久性傷害所佔之比例(0.915117)，與「永久性傷害成本」乘上永久性傷害所佔之比例(0.084883)相加，則可得到事故調查表上每件「受傷」事故所需付出之加權平均成本，如下公式(4-9)。本研究利用上述換算過程，然後將陳高村等人(1999) 事故成本量化表中所定義之五類成本，歸納整理為四類如下表 4.13：

受傷成本=

$$(\text{非永久性傷害成本} \times 0.915117) + (\text{永久性傷害成本} \times 0.084883) \quad (4-9)$$

表 4.13 各類型事故成本量化表(單位：千元)

死亡成本	受傷成本 (含永久性傷害與 非永久性傷害)	每涉入一汽車之 財物損失成本	每涉入一機車之 財物損失成本
9548*	6772 <sup>#</sup>	151*	15*

註 1：\*表採用陳高村(1999)研究數值

註 1：#表經本研究換算後所推估之數值

依本研究所需之「路段」與「時間」(上午 7：00-9：00，下午 4：00-6：00)，對之台中市警察局交通事故資料(1999 與 2000 年)進行篩選，整理如

表 4.14 所示：

表 4.14 1999-2000 年本研究路段事故統計表

年份	事故件數	傷亡情形			事故車種
		死亡	受傷	僅有財損	
1999	8	2	4	19	12 汽 8 機
2000	6	0	2	12	10 汽 2 機

綜合上述表格資料後，故可以「總危險成本」(利用表 4.13 與表 4.14 資料)除以「總危險指數」(利用表 4.11 與表 4.12 資料)，然後即可得到本研究路段之「每單位危險指數成本」，等於 0.002268 元。利用先前求得之各流向、路段危險指數，乘上每單位危險指數之成本，則可求得該流向、該路段之危險成本。

## 2. 時間價值之計算

本研究在時間價值之計算上，分為路段之旅行時間價值與號誌化路口延滯時間價值兩部分。在路段部分，評估時間價值之計算是利用路段旅行時間指數，乘上每人每小時時間價值所獲得；在路口上延滯部分，評估時間價值之計算是利用號誌化路口延滯時間，乘上每人每小時時間價值所獲得。本研究所採用之路段旅行時間公式如下所示：

### (1)路段時間價值指數

$$TC_{hijk} = N_{hijk} \times M_k \times W_k \times T_{hij} \quad (4-10)$$

$TC_{hijk}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、k 車種之時間價值指數

$W_k$ ：某車型每人的時間價值與其他車型每人時間價值之比值(大貨車：大客車：小型車：機車=1：1：1：0.5)

$T_{hij}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道之旅行時間

$M_k$ 、 $N_{hijk}$ 之定義如公式 4-7 所示

本研究利用上述路段時間價值指數公式，以及實際調查所蒐集之車輛

數和旅行時間資料(含雙向、各路段、各車種),計算出大貨車在未指派前,以及大貨車在指派後(分別指派至內車道、中車道、外車道),在各流向、各路段、各車道之時間價值指數。由於在路段旅行時間調查時,僅測量該路段上兩觀測點間之旅行時間,因而依此旅行時間所算出之路段時間價值指數,僅代表該路段在某兩觀測點間之路段時間價值。為求得該路段總時間價值指數,則必須將某兩旅行時間觀測點之時間價值指數,等比例放大為該路段之總時間價值指數。本研究利用上述方式,分別計算出進、出流向在四種指派措施下(含大貨車未指派),各路段、各車道之時間價值指數,整理如下表 4.15(進城)及表 4.16(出城)所示。另外,本研究量化每單位時間價值指數為金錢成本,同樣採用「國內」、「近年來」相關之研究,因而選取蕭銘雄(2000)利用敘述性偏好資料(SP)所求得之旅行時間價值(平均每人每小時 466 元),以其作為本研究在時間價值指數換算為成本時之參考。



表 4.15 進城四種指派措施下，各路段時間價指數統計表(單位：秒)

進城		第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	第五 路段	第六 路段	第七 路段
大貨 車未 指派	內車道	5417167	3266973	5250541	4791826	3310241	3225280	6566832
	中車道	6043910	3648249	5971448	5449742	3793568	3411297	6566145
	外車道	4869681	2951571	4976369	4541549	3038733	2851038	5476972
	慢車道	8946654	4889041	9338511	8522541	5264020	7210435	13089893
指派 至內 車道	內車道	5415931	3058009	5923064	5427624	3664366	4519375	7660507
	中車道	6268198	3745035	5743770	5243732	3589907	3017792	6160768
	外車道	5092658	2975679	4817510	4303618	2898478	2654491	5229732
	慢車道	8940741	4870797	9119080	8312208	5149134	6924131	12624719
指派 至中 車道	內車道	5409433	3295964	5096399	4647031	3217870	3023298	6335257
	中車道	5202905	3188342	6441284	5870455	4046939	5171802	6160768
	外車道	5092658	2975679	4817510	4303618	2898478	2654491	6489935
	慢車道	8940741	4870797	9119080	8312208	5149134	6924131	12624719
指派 至外 車道	內車道	5409433	3295964	5096399	4647031	3217870	3023298	6335257
	中車道	6268198	3745035	5743770	5243732	3589907	3017792	6160768
	外車道	4454764	2877969	5245143	5020430	3439600	3910206	6489935
	慢車道	8940741	4870797	9119080	8312208	5149134	6924131	12624719

註：本研究之進城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。



表 4.16 出城四種指派措施下，各路段時間價指數統計表(單位：秒)

出城		第一路段	第二路段	第三路段	第四路段
大貨車 未指派	內車道	273968	169878	333494	164779
	中車道	310505	193995	304752	129405
	外車道	258572	159293	672960	367696
	慢車道	489739	358853	132308	464130
指派至 內車道	內車道	292710	185891	327849	159839
	中車道	298166	186327	298507	126613
	外車道	247626	153112	672170	367082
	慢車道	488062	373895	141052	608015
指派至 中車道	內車道	271408	167293	345515	173506
	中車道	335666	210034	298508	126613
	外車道	247626	153112	672170	367082
	慢車道	488062	351862	128414	421693
指派至 外車道	內車道	271408	167293	327849	159839
	中車道	298166	186327	317198	137493
	外車道	278715	169606	672170	367082
	慢車道	488062	351862	128414	421693

註：本研究之出城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

## (2) 號誌化路口延滯時間

本研究在路口延滯之計算上，採用「台中縣主要幹道交通績效評估之規劃與調查(2000)」對於路口延滯時間的計算公式。而與路口延滯相關之變數有各車種在路口時直行、左右轉之車輛數、號誌時相、尖峰小時交通因素(PHF)、行人流量、最短綠燈時間等因素。由於本研究所調查時間分為上、下午尖峰兩時段，故在計算路口延滯時除考慮不同流向、不同車道之因素外，尚須考慮不同時段時相及上、下午尖峰小時因素。由於在實施大貨車指定車道後，各車道會因為大貨車車輛數之改變，而造成各車道在路口延滯的狀況與原先不同。再者，實施指定車道後，大貨車在指定路段

行駛時並不能進行轉向行為(消除原先因大貨車轉向時,所造成之路口延滯部分),此舉會使得指派後路口延滯比減少。

本研究以某日上午之工業一路口、進城流向、進路口、外車道為例,說明計算路口延滯時所必須蒐集之資料,與大貨車指派前後路口延滯改變關係,舉例如表 4.17。



表 4.17 進城工業一路號誌化路口外車道延滯表

號誌化路口基本資料蒐集																
交叉路口：台中市中港路與工業一路口										調查日期：91 年 1 月 21 日						
地區型態：市區										調查時間：AM 7：00-9：00						
<div><div>工業一路</div><div>慢外中內1</div><div>3</div><div>2</div><div>中港路</div></div>																
道路交通狀況																
指派措施	坡度 %	行人量	路旁停車	公車	PHF	重車比例			機車比例			行人觸動號誌		到達型態		
						左轉	直行	右轉	左轉	直行	右轉	有或無	最短綠燈時間			
派前	0	50	0	11	0.95	0	0.036	0	0	0	0	無	12.8	3		
派內	0	50	0	11	0.95	0	0.011	0	0	0	0	無	12.8	3		
派中	0	50	0	11	0.95	0	0.011	0	0	0	0	無	12.8	3		
派外	0	50	0	11	0.96	0	0.155	0	0	0	0	無	12.8	3		
時相		東西向	南北向	大貨車指派前外車道路口延滯									567.7 (秒)			
時間	G=	90	90	大貨車指派內車道後外車道路口延滯									500.9 (秒)			
	Y + R=	90	90	大貨車指派中車道後外車道路口延滯									500.9 (秒)			
週期：180 秒					大貨車指派外車道後外車道路口延滯									1032.9 (秒)		

上表 4.17 由於是以外車道為例，故在大貨車指定車道實施後，大貨車在派內、派中車道時，外車道之路口延滯結果均會相同。再者，從表 4.17 可發現，大貨車被指定於外車道後，會造成其他車道之大貨車也必須改行駛於外車道，使外車道總車數增加，而導致路口總延滯增加。然在其他路段亦有可能因為限制指定車道大貨車轉向，使得該指定車道路口延滯反而減少。另外由表 4.17 亦可得知，在實施大貨車指派內或指派中車道措施時，會造成外車道之大貨車車數減少，使外車道路口總延滯與未指派前路口總延滯相比較，明顯降低。本研究將所求得之不同流向、不同路段、不同車道實施大貨車指定車道前後路口延滯關係，呈現如表 4.18 與表 4.19 所示。在本研究所調查的 8 個路口中(不含世斌一巷與工業二路口)，除福雅路與福林路外，其餘 6 個路口均為號誌化路口，故本研究將針對此 6 個路口進行號誌化路口總延滯的計算。但玉門路因屬於進城大貨車指定車道之起點，故號誌對於大貨車指派前與指派後並無影響；同理，福安路口屬於出城方向大貨車指定車道之起點，故本研究將不探討進城玉門路口與出城福安路口，在實施指定車道前後對路口延滯之影響。

表 4.18 進城四種指派措施下，號誌化路口延滯(單位：秒)

進城		工業一路口	福康路口	永福路口	工業三路口	福安路口
大貨車 未指派	內車道	20561	39690	28674	47472	29720
	中車道	31362	43001	45892	63873	37180
	外車道	15266	23252	24065	43597	19033
	慢車道	47190	188193	96437	116740	69361
指派至 內車道	內車道	29854	62393	46399	59489	39108
	中車道	25578	37814	40900	51738	33781
	外車道	12085	19508	19950	27628	15834
	慢車道	43331	162860	84180	101158	68199
指派至 中車道	內車道	19180	37343	26254	44939	28412
	中車道	401307	68511	59615	77184	46678
	外車道	12085	19508	19950	27628	15834
	慢車道	43331	162860	84180	101158	68199
指派至 外車道	內車道	19180	37343	26254	44939	28412
	中車道	25578	37814	40899	51738	33781
	外車道	24088	42947	33260	55636	23079
	慢車道	43331	162860	84180	101158	68199

註：本研究之進城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

表 4.19 出城四種指派措施下，號誌化路口延滯(單位：秒)

出城		工業三路	永福路	福康路
大貨車未指派	內車道	35486	9965	6470
	中車道	22697	23129	13985
	外車道	15825	18377	7774
	慢車道	30161	59490	20452
指派至內車道	內車道	47850	14835	9913
	中車道	19210	19699	11550
	外車道	14023	16297	7795
	慢車道	30244	59490	24052
指派至中車道	內車道	32578	8926	5636
	中車道	29794	30519	18802
	外車道	14023	16297	7795
	慢車道	30244	59490	24052
指派至外車道	內車道	32578	8926	5636
	中車道	19210	19699	11550
	外車道	21245	23743	13075
	慢車道	30244	59490	24052

註：本研究之出城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

### 3. 污染成本之計算

在污染物評估來源部分，選擇主要移動性污染物，其計有 CO、HC、NO<sub>x</sub> 三種。本研究採用之移動性車輛污染物排放量之計算公式如下：

$$P_{hijkc} = L_i \times N_{hijk} \times Z_{kc} \quad (4-11)$$

$P_{hijkc}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、k 車種、c 污染物之污染係數

$L_i$ ：i 路段長度

$Z_{kc}$ ：特定速率下某車種 c 污染物之排放係數(克/公里.輛)

c=1：表 HC

c=2：表 CO

c=3：表  $\text{NO}_x$

在污染物排放係數推估上，為考量地區與年代之條件，選擇「國內」、「近年來」倪佩貞等人(2000)之研究，參考其探討移動性車輛時，不同旅行速率之污染物排放係數研究數據(此文獻中污染物包含 HC、CO、 $\text{NO}_x$  等種類，且車輛旅行速率之範圍從 5km/hr 至 100km/hr，均包含本研究所需之污染物種類與車輛旅行速率範圍)。然此篇文獻將所有車種分類為自用小客車、營業小客車、汽油小貨車、柴油小貨車、大貨車、公共汽車、非公共汽車之大客車、二行程機車、四行程機車等九個類別，與本研究的分類方式並不相同(本研究將所有車種分類為大貨車、大客車、小型車、機車等四個類別)。為了將本研究所定義之車種，換算為不同旅行速率下各車種污染物排放係數，因而本研究將此篇文獻與本研究所定義之車種作重新整理分類，如下表 4.20 所示：

表 4.20 車種分類表

本研究車種之分類	倪佩貞等人(2000) 車種之分類
大貨車	一般大貨車、曳引大貨車、半拖大貨車、全拖大貨車
大客車	公共汽車、非公共汽車之大客車
小型車	自用小客車、營業小客車、柴油小貨車、汽油小貨車
機車	二行程機車、四行程機車

由於倪佩貞等人(2000) 的研究中，已將一般大貨車、曳引大貨車、半拖大貨車、全拖大貨車接歸類為「大貨車」，與本研究的歸類方式相同，故不需再進行排放係數加權平均計算。而在大客車污染排放係數之換算上，本研究參考 87 年交通統計月報「台北地區各車型統計之車輛數」(公共汽車 2958 輛，非公共汽車之大客車 2785 輛)，以及倪佩貞等人(2000)所提出之公共汽車與非公共汽車之大客車污染排放係數，進而加權平均計算。即以「公共汽車排放係數」乘上公共汽車佔大客車比例，與「非公共汽車之大客車排放係數」乘上非公共汽車之大客車佔大客車比例，將此兩

者相加，則可得到本研究所定義之大客車，在不同速率下污染物排放係數。換算之計算方式如下所示：

大客車污染物排放係數=

$$\text{公共汽車排放係數} \times [2958/(2958+2785)] + \text{非公共汽車之大客車排放係數} \times [2785/(2958+2785)] \quad (4-12)$$

在小型車污染物排放係數加權平均計算，本研究首先由倪佩貞等人(2000)之研究中得知，小貨車中柴油小貨車數與汽油小貨車數之比例為 1：0.15，進而再利用 87 年交通統計月報車輛數資料(只分成自小客、營小客、以及小貨車三類)，將小型車中各車種排放係數，乘上該車種佔所有小型車比例，全部加總後則可得到本研究所定義之小型車，在不同速率下污染物排放係數。換算之計算方式如下所示：

小型車污染物排放係數=

$$\begin{aligned} &\text{自用小客車排放係數} \times (542619/633094) + \text{營業小客車排放係數} \times \\ &(39285/633094) + \text{柴油小貨車排放係數} \times (1/1.15) \times (51190/633094) + \text{汽油小} \\ &\text{貨車排放係數} \times (0.15/1.15) \times (51190/633094) \end{aligned} \quad (4-13)$$

在機車排放污染之加權平均計算，可由倪佩貞等人(2000)之研究中得知，二行程機車數與四行程機車數之比例為 1：1.13，將兩種類型機車排放係數，乘上該車種佔所有機車比例，相加總後，則可得到本研究所定義之機車，在不同速率下污染物排放係數。加權平均計算方式如下所示：

$$\text{機車排放係數} = \text{二行程機車排放係數} \times (1/2.13) + \text{四行程機車排放係數} \times (1.13/2.13) \quad (4-14)$$

台北地區各車型車輛數統計結果，與本研究整理換算後之不同旅行速率下污染排放係數，如下表 4.21 與 4.22 所示：



表 4.21 台北地區 86 年各車型車輛數統計

台北地區 86 年各車型車輛數	
自用小客車	542619
營業小客車	39285
小貨車總計	51190
機車總計	842873
公共汽車	2958
非公共汽車之大客車	2785

註：資料來源 87 年 6 月交通統計月報

表 4.22 各車種在不同速率下污染物排放係數(單位：克)

速率 km/hr	大貨車			大客車			小型車			機車		
	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC
10	17.56	10.97	3.42	17.367	10.84	3.392	1.09	27.84	3.39	0.094	9.804	3.07
20	16.09	9.09	2.93	15.91	8.983	2.904	1.11	8.257	2.68	0.11	8.257	2.68
30	14.62	7.21	2.44	14.453	7.129	2.416	1.22	18.99	2.48	0.126	6.71	2.29
40	13.15	5.33	1.95	12.996	5.276	1.928	1.28	14.57	2.03	0.142	5.164	1.9
50	12.49	4.24	1.62	12.343	4.19	1.599	1.34	11.58	1.74	0.158	4.127	1.63
60	12.53	3.61	1.39	12.383	3.572	1.37	1.39	9.556	1.49	0.168	3.42	1.43
70	13.28	3.3	1.23	13.121	3.263	1.215	1.42	8.297	1.4	0.173	2.993	1.32
80	14.86	3.23	1.13	14.693	3.199	1.111	1.53	7.736	1.31	0.189	2.816	1.27

註：此表由本研究換算整理

由上表 4.22 可得知三種污染物中，CO、HC 在所有車種中，均會隨著旅行速率減少而使污染物排放係數增加。而 NO<sub>x</sub> 在車種為大貨車與大客車時，污染物排放係數也是隨著旅行速率減少而增加(除速率 60-80 km/hr 時，是隨著旅行速率的減少而下降)；但在車種為小型車與機車時，NO<sub>x</sub>

污染物排放係數反而是隨著旅行速率的減少而下降。由於中港路的車種是以小型車和機車居多，故預估若實施大貨車指定車道後，指定車道中的CO、HC會因旅行速率下降而增加，NO<sub>x</sub>則會隨著旅行速率的下降而減少；非指定車道之CO、HC會因旅行速率上升而減少，NO<sub>x</sub>則會隨著旅行速率的上升而增加。利用公式(4-11)及表 4.22 資料，本研究可計算出調查路段在不同流向、不同路段，四種指派措施下之污染物排放係數。如下表 4.23(進城)與表 4.24(出城)所示。

表 4.23 進城四種指派措施下，各路段污染物指數(單位：克)

進城 路段	大貨車未指派			指派至內車道			指派至中車道			指派至外車道		
	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC
一	17528	92474	27910	17529	92385	27886	17607	92256	27853	17599	92365	27863
二	8081	79825	13762	7983	79343	13687	7976	78751	13623	7989	79574	13712
三	6766	75728	13137	7020	75894	13184	6751	75753	13137	6749	75660	13127
四	7674	87089	15183	7646	86997	15170	8151	87438	15970	7499	85359	14881
五	13902	98416	16872	13873	97105	16437	13795	97035	16426	13771	97330	16458
六	4249	84122	9154.6	4255	84213	9135	4258	80860	9156	4253	80094	9144
七	12040	95649	17103	11930	91125	15528	11923	92252	15650	11943	91684	15592

註：本研究之進城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

表 4.24 出城四種指派措施下，各路段污染物指數(單位：克)

出城 路段	大貨車未指派			指派至內車道			指派至中車道			指派至外車道		
	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC	NO <sub>x</sub>	CO	HC
一	11775	116258	19618	11769	116430	19635	11758	119308	19950	11768	116194	19611
二	3504	48330	7545	3751	48541	7609	3762	48518	7604	3702	48469	7590
三	13724	147669	23866	13895	147942	24005	13814	151441	24384	13813	147906	24011
四	7484	84384	13487	7485	84415	13514	7481	84275	13499	7505	84143	13536

註：本研究之出城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

由於目前國內外研究中，探討以上三種污染物對人體危害且將污染量化成本之文獻甚少，故本研究乃利用所蒐集到之姜渝生等人(2000)之研究，其利用問卷方式，調查高雄市民在 CO 污染物改善 1ppm( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )時，所願意支付之成本。而其研究結果顯示，改善一單位(1ppm)之 CO 濃度時，高雄市每戶居民願意支付 49.99 萬元。故本研究將依據此文獻，加權平均計算出台中市每戶居民對於 CO 污染物改善 1ppm( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )時，所願意支付價格為何(台中市土地面積 163.4256 平方公里，民國 90 年戶口數 304591 戶)。加權平均計算過程如下所示：

實施指定車道後污染物 CO 改善效益=

$$\text{台中市戶口數} \times \text{改善 } 1\text{ppm}(1 \mu\text{g}/\text{m}^3) \text{ CO 每戶願意付出之價格} \times (\text{CO 改善量}(\mu\text{g})/\text{台中市面積}(\text{m}^3)) \quad (4-15)$$

本研究在每單位污染物成本上是參考行政院環保署(1998)在空氣污染防治上之研究，此篇研究是利用問卷方式，訪問 12 位內科醫生污染物對健康影響之嚴重程度。問卷之結果發現每位醫生對污染物影響健康比重均不相同，此三種污染物中均有醫生認為其對於健康之影響最大，而問卷結果乃為 12 位醫生問卷結果之平均值。其所評估之影響比例，如表 4.25 所示：

表 4.25 污染物濃度降低之健康效益影響比例評估

污染物種類	CO	HC	NO <sub>x</sub>
健康效益影響比例	50	35	61.7

資料來源：行政院環保署(1998)空氣污染防治費之執行效益評估期末報告

本研究利用各車種在不同旅行速率下之污染物排放係數、改善一單位 CO 時台中市每戶願意支付之價格 以及表 4.25 中 HC、NO<sub>x</sub> 相對於 CO 之健康效益，即可求得大貨車指派措施前後，研究路段污染改善效益。換算過程如下所示：

指定車道實施後污染物改善效益 =

$$\text{CO 改善一單位時台中市每戶願意支付之價格} \times [\text{CO 改善係數} + (\text{HC 相對 CO 之健康效益} \times \text{HC 改善係數}) + (\text{NO}_x \text{ 相對 CO 之健康效益} \times \text{NO}_x \text{ 改善係數})] \quad (4-16)$$

利用各車種車輛數(N)、旅行距離(L)、某特定速率下某污染物排放係數( $Z_C$ )、以及某污染物改善 1ppm 之效益，則可求得指定車道實施前後污染物改善成本。

#### 4. 耗油成本

本研究採用之耗油指數計算公式如下所示：

$$O_{hijk} = L_i \times N_{hijk} \times Y_k \quad (4-17)$$

$O_{hijk}$ ：h 指派策略、i 路段、j 車道、k 車種之耗油指數

$Y_k$ ：特定速率下 k 車種耗油指數(公升/公里.輛)

$N_{hijk}$ 之定義如公式(4-7)所示

$L_i$ 之定義如公式(4-11)所示

本研究在調查路段上各車種所產生耗油指數之計算，乃根據各路段的行駛速率，對「FREQ8PE 耗油與行駛速率對照表」進行換算(旅行速率在 8(km/hr)至 64(km/hr)間，是以內插法求得各車種在不同速率下之耗油指數；8(km/hr)以下、64(km/hr)以上時，則是利用外插法求得各車種在不同速率下之耗油指數)，以求得路段上每車種所須之耗油指數。然而在 FREQ8PE 中僅將車種分類為小型車與大型車兩類，故本研究亦將大貨車與大客車皆定義為大型車種。另外本研究從參考資料得知，小型車平均每公升可行駛 9.5 公里，機車平均每公升可行駛 22 公里。本研究假設機車在耗油指數上，隨著旅行速率提高所下降之比例與小型車相同，故將利用此資料作為推算機車在不同旅行速率下，相對小型車之耗油指數。

#### 4.26 不同車種耗油指數與行駛速率關係對照表(單位：公升/公里)

速率(km/hr) 車種	8	16	24	32	40	48	56	64
小型車	0.3407	0.2154	0.1726	0.1666	0.1397	0.1325	0.1253	0.1208
大客車	1.6655	1.0523	0.8479	0.7457	0.6851	0.6435	0.6132	0.6132
大貨車	1.6655	1.0523	0.8479	0.7457	0.6851	0.6435	0.6132	0.6132
機車	0.1471	0.093	0.0745	0.0719	0.0603	0.0572	0.0541	0.0521

註：此表由本研究整理

利用公式(4-17)與表 4.26，本研究即可計算出調查路段在不同流向、不同路段、不同車種，大貨車指派前後耗油指數改變程度。如下表 4.27(進城)與表 4.28(出城)姿所示。

表 4.27 進城四種指派措施下，各路段耗油指數統計表(單位：公升)

進城		第一 路段	第二 路段	第三 路段	第四 路段	第五 路段	第六 路段	第七 路段
大貨車 未指派	內車道	304.53	167.1	176.94	254.236	278.58	118	248.48
	中車道	318.63	185.14	211.41	295.61	323.91	138.1	294.57
	外車道	259.93	151.55	165.85	251.858	275.97	113.4	238.85
	慢車道	592.65	394.25	255.44	423.242	463.76	165.9	402.95
指派至 內車道	內車道	438.92	245.79	238.92	348.246	392.4	153.1	319.24
	中車道	272.58	162.17	181.32	263.819	290.46	120.9	255.03
	外車道	230.57	136.46	147.56	217.108	239.46	97.98	205.77
	慢車道	532.81	345.51	240.94	392.329	441.41	163.5	397.07
指派至 中車道	內車道	278.06	153.78	162.67	234.731	258.28	112.2	236.66
	中車道	272.58	249.16	257.55	378.921	425.35	163.4	341.48
	外車道	391.6	136.46	147.56	217.108	239.46	97.98	205.77
	慢車道	532.81	345.51	240.94	392.329	441.41	163.5	397.07
指派至 外車道	內車道	278.06	153.78	162.67	234.731	258.28	113	236.66
	中車道	272.58	162.17	181.32	263.819	290.46	120.9	255.03
	外車道	391.6	230.06	222.98	331.217	375.77	138.5	292.42
	慢車道	532.81	345.51	240.94	392.329	441.41	163.5	397.07

註：本研究之進城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

表 4.28 出城四種指派措施下，各路段耗油指數統計表(單位：公升)

出城		第一路段	第二路段	第三路段	第四路段
大貨車 未指派	內車道	310.97	89.79	338.25	194.534
	中車道	282.48	116.6	380.85	245.576
	外車道	256.6	100.6	339.08	218.588
	慢車道	517.33	188.4	555.16	427.407
指派至 內車道	內車道	375.27	116	501.57	264.344
	中車道	252.75	104.1	317.22	211.784
	外車道	225.48	89.31	283.51	189.849
	慢車道	513.39	187.1	542.89	417.183
指派至 中車道	內車道	281	79.55	282.1	167.714
	中車道	380.36	140.7	515.3	307.318
	外車道	225.48	89.31	283.51	189.849
	慢車道	513.39	187.1	542.89	417.183
指派至 外車道	內車道	281	79.55	282.1	167.714
	中車道	252.76	104.1	317.22	211.784
	外車道	318.69	123.4	461.68	285.697
	慢車道	513.39	187.1	542.89	417.183

註：本研究之出城調查期間為 91 年 1/20、1/21、1/23、1/25 共四日。

在耗油成本的計算部分，本研究先求出各車種在不同旅行速率下之耗油指數，然後再乘上每公升之油價，即可求得耗油成本。然由於各車種使用之油品種類不同，甚至同一車種亦會使用不同之油品種類(例如小型車與機車可能使用 92 或 95 或 98 無鉛汽油)，且無法得知同一車種使用不同油品比例為何，使得計算時無法得知確實需採用之油價，因而本研究採用大多數車種所使用之 95 與 92 無鉛汽油，並以較保守方法選擇 92 無鉛汽油(此種汽油成本較 95 無鉛汽油低，因而在計算指定車道實施後耗油成本上，改善效益會較低估)，來進行耗油成本之計算。不同油品之價格如下表 4.29

所示：

表 4.29 不同油品之價格(單位：元/公升)

98 無鉛汽油	95 無鉛汽油	92 無鉛汽油	高級材油
20.5	19.2	18.1	13.8

資料來源：2002 年 4 月 10 日中油公司油價調整公告

#### 4.2.2 建設成本資料

本研究中與建設成本相關之項目計有號誌、標誌、反光標鈕之成本、實施大貨車指定車道時鋪面加強成本，不管是否實施指定車道措施，均會有例行性鋪面維修成本、以及路口員警導引成本。而其中號誌、標誌、與員警導引成本則與實施路口數與實施路口大小有關；反光標鈕個數、鋪面成本與實施路段長度有關。故本研究在建設成本推估上，主要是採用台中市政府交通局與建設局養護課提供之資料(員警導引成本為本研究所自行假設)，各建設成本之單價與使用期限，整理如下表 4.29 所示：

表 4.30 各建設成本之單價與使用期限

大貨車指定車道建設成本項目	單價	使用期限
雙懸臂號誌桿(含安裝)	11490(元/個)	6 年
標誌成本	5938(元/m <sup>2</sup> )	6 年
反光標鈕	400(元/個)	3 年
一般鋪面成本	875 元/每單位距離 (每單位距離：長× 寬 =1× 3.5 公尺)	1 年
加強鋪面成本	1225 元/每單位距離 (每單位距離：長× 寬 =1× 3.5 公尺)	1 年
員警月薪	30000(元/人)	1 月

由於目前法規並無大貨車指定車道相關標誌設置規則，故本研究在標誌個數與員警人數上，主要是依照實施路口大小予以分配，分配之原則如下表 4.30 所示。在號誌設置上，由於考慮指定車道實施起點路口及實施終點路口大貨車車數較多，故除設置標誌外，另在此二路口各加設一個號

誌，以提醒大貨車駕駛者更加注意。而反光標鈕上，則假設每 5 公尺設置一個，目的是為了提醒駕駛者對指定車道與一般車道之區隔。

表 4.31 支道路口大小與員警人數、標誌個數分配關係

支道路口寬度(公尺)	員警分配人數(人)	標誌分配個數(個)
6 公尺以下	0	0
6 公尺以上，20 公尺以下	1	1
20 公尺以上，40 公尺以下	2	1
40 公尺以上	3	1

然由於福雅路口為一 T 字型路口，且慢車道受到實體分隔影響，大貨車無法在此路口進行轉向行為；福林路口屬一偏僻地區，經過實地觀測結果發現，此路口甚少有大貨車轉向，故本研究在此二路口不考慮加入員警之導引。根據台北市實施公車專用道之經驗，在初期時員警人數與實施小時數均較多，然實施一定期間待駕駛人習慣上軌道後，則有開始縮短員警實施小時數之措施。本研究在大貨車指定車道員警每日實施小時數上，是以每日 4 小時為單位(上、下午尖峰時段各二小時)，第五章部份將參照台北市經驗，對於員警每日實施小時數與員警薪資對大貨車指定車道可行性的影響，做一敏感度分析。



## 第五章 大貨車指定車道最佳化分析

本研究在大貨車指定車道措施方面，共分為大貨車指派至內車道、指派至中車道、指派至外車道，以及不考慮大貨車指派等四種措施。不考慮慢車道指派之原因，乃因法規訂定大貨車不能行駛慢車道。考慮之指派地點，分為進城方向七個路段(中港路上玉門路口至福安路口)，出城方向四個路段(中港路上福安路口至福康路口)。出城僅考慮四個路段之原因為出城第五路段之終點工業一路口，經研究者實地進行車流調查發現，大貨車在此路口左轉數量非常多，為顧及實際大貨車轉向需求，故剔除出城流向工業一路口後之路段。再者法律亦規定左轉車輛須於路口前匯入內側車道，以利進行左轉，故出城大貨車指定車道之路段選擇，必須退至福康路口止，所以出城方向僅有四個路段之選擇。

本研究在進行可行性分析時，將以兩階段方式來加以探討。第一階段是在大貨車剛完成指派車道後，初期指派路段長度與車道位置之最佳解(不考慮實施後各車道之車輛變換車道之情形)；第二階段則是考慮實施指派車道後，各車道之車輛因旅行速率與各車種車輛數改變，產生變換車道行為後系統穩定之最佳解。兩階段求解過程中所採用之大貨車指定車道最佳路段、車道位置之模式均相同，兩者差別，僅在於各路段的社會成本會因變換車道行為(各車道、各車種數重新分配，以及各車道旅行速率改變)而有所改變，本章針對兩階段之模式構建方式與結果，依序說明如下：

### 5.1 最佳車道位置及最適實施長度之模式構建

#### 5.1.1 模式之特性

首先將不同調查地點交通量資料帶入模式，模式中會先考慮要不要實施指派車道措施，進而再考慮以實施相同流向、相同路段條件下，探討指定於內車道或中車道或外車道哪一方案成本會最小，則所得之方案即為「指定車道最佳指派路段與車道」之答案。由於指定路段的選擇必須以路

段為最小實施長度單位，故本研究屬 0-1 整數規劃問題，且模式中尚須考慮指定車道路段與車道間必須互為連接之特性。模式之目標式選取，則為相同路段實施指定車道前後總成本(社會與建設成本)改善最大為目標。因若是指定車道實施長度太短，大貨車駕駛者可能貪圖方便性而降低守法比例，且指定車道在下游結束路口，因大貨車想匯出指定車道，將可能導致車流會回堵至上游路口，為避免因模式最佳解選到太短之路段長度，因此模式中須考慮實施指定車道最短長度之限制。

### 5.1.2 模式之假設：

1. 大貨車指定車道實施時間長度為 6 年。
2. 假設鋪面維修一次可使用 1 年。
3. 假設大貨車指定車道每 5 公尺設置 1 個反光標鈕。
4. 本研究不考慮不同年度幣值增減之換算，亦不考慮每年員警薪水之調薪幅度。原因為計算社會成本評估指標時，每個評估指標資料來源年度不同，甚至同一指標，因資料蒐集之困難，亦有不同之年度資料來源，故不易做相同年度幣值之換算。
5. 假設 6 年內平均每日特定尖峰時段之各車道 各車種數與調查日相同(交通量無增減)。

### 5.1.3 模式之構建及說明

目標式：

$$\begin{aligned}
 Max\Delta TC_{gst} = & \left( \sum_{i=s}^{i \leq t} C_{gli} + Z_{gst}^* \right) - \left\{ f_2 \times \left( f_3 \times \sum_{i=s}^{i \leq t} C_{g2i} + f_4 \times \sum_{i=s}^{i \leq t} C_{g3i} + f_3 \times \sum_{i=s}^{i \leq t} C_{g4i} \right) + (E_{gst} + W_{gst} + Z_{gst}) \right\} \\
 & + f_1 \times \left( \sum_{i=s}^{i \leq t} C_{gli} + Z_{gst}^* \right) \quad (5-1)
 \end{aligned}$$

其中：

$$C_{gli} = C_5 \times S_{gli} + C_6 \times TC_{gli} + C_7 \times P_{gli} + C_8 \times O_{gli} \quad (5-2)$$

$$C_{g2i} = C_5 \times S_{g2i} + C_6 \times TC_{g2i} + C_7 \times P_{g2i} + C_8 \times O_{g2i} \quad (5-3)$$

$$C_{g3i} = C_5 \times S_{g3i} + C_6 \times TC_{g3i} + C_7 \times P_{g3i} + C_8 \times O_{g3i} \quad (5-4)$$

$$C_{g4i} = C_5 \times S_{g4i} + C_6 \times TC_{g4i} + C_7 \times P_{g4i} + C_8 \times O_{g4i} \quad (5-5)$$

$$E_{gst} = (6/6) \times (Cb \times Nb_g + Ce \times \sum_{i=s}^{i \leq t+1} Ne_{gi}) + (6/3) \times Cu \times \sum_{i=s}^{i \leq t} \left[ \frac{L_{gi}}{5} \right] \quad (5-6)$$

$$Ne_{gi} = \begin{cases} 0 & M_{gi} < 6 \\ 1 & 6 \leq M_{gi} < 20 \\ 1, \text{if} & 20 \leq M_{gi} < 40 \\ 1 & 40 \leq M_{gi} \end{cases} \quad (5-7)$$

$$W_{gst} = (I/H_1) \times H_2 \times 365 \times 6 \times \sum_{i=s}^{i \leq t+1} Np_{gi} \quad (5-8)$$

$$Np_{gi} = \begin{cases} 0 & M_{gi} < 6 \\ 1 & 6 \leq M_{gi} < 20 \\ 2, \text{if} & 20 \leq M_{gi} < 40 \\ 3 & 40 \leq M_{gi} \end{cases} \quad (5-9)$$

$$Z_{gst} = Cz \times (6/1) \times \sum_{i=s}^{i \leq t} L_{gi} \quad (5-10)$$

$$Z_{gst}^* = Cz^* \times (6/1) \times \sum_{i=s}^{i \leq t} L_{gi} \quad (5-11)$$

限制式：

$$f_1 + f_2 = 1 \quad (5-12)$$

$$f_3 + f_4 + f_5 = 1 \quad (5-13)$$

$$f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 \in (0,1) \quad (5-14)$$

if:  $g = 1$

$$1 \leq s \leq t \quad (5-15)$$

$$s \leq t \leq 7 \quad (5-16)$$

if:  $g = 2$  或  $g = 3$

$$1 \leq s \leq t \quad (5-17)$$

$$s \leq t \leq 4 \quad (5-18)$$



$$\sum_{i=s}^{i \leq t} L_{gi} \geq 200 \quad (5-19)$$

其中數學符號的意義為：

$\Delta TC_{gst}$ ：表 g 流向從第 s 路段到第 t 路段實指定車道施前後 6 年改善成本

$C_{gli}$ ：表 g 流向大貨車不指派時第 i 路段 6 年成本，1 表大貨車不指派

$C_{g2i}$ ：表 g 流向大貨車指派至內車道後第 i 路段 6 年成本，2 表大貨車指派至內車道

$C_{g3i}$ ：表 g 流向大貨車指派至中車道後第 i 路段成本 6 年，3 表大貨車指派至中車道

$C_{g4i}$ ：表 g 流向大貨車指派至外車道後第 i 路段 6 年成本，4 表大貨車指派至外車道

$C_5$ ：一單位危險指數成本

$C_6$ ：一單位時間價值指數成本

$C_7$ ：一單位污染指數成本

$C_8$ ：一單位耗油指數成本

$S_{gli}$ ：表 g 流向大貨車不指派時第 i 路段 6 年危險指數總和，1 表大貨車不指派

$S_{g2i}$ ：表 g 流向大貨車指派至內車道後第 i 路段 6 年危險指數總和，2 表大貨車指派至內車道

$S_{g3i}$ ：表 g 流向大貨車指派至中車道後第 i 路段 6 年危險指數總和，3 表大貨車指派至中車道

$S_{g4i}$ ：表 g 流向大貨車指派至外車道後第 i 路段 6 年危險指數總和，4 表大貨車指派至外車道

$TC_{gli}$ ：表 g 流向內大貨車不指派時第 i 路段 6 年時間價值指數總和，1 表大貨車不指派

$TC_{g2i}$ ：表 g 流向大貨車指派至內車道後第 i 路段 6 年時間價值指數總和，2 表大貨車指派至內車道

$TC_{g3i}$ ：表 g 流向大貨車指派至中車道後第 i 路 6 年段時間價值指數總和，3 表大貨車指派至中車道

$TC_{g4i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至外車道後第  $i$  路段 6 年時間價值指數總和，4 表大貨車指派至外車道

$P_{g1i}$ ：表  $g$  流向大貨車不指派時第  $i$  路段 6 年污染指數總和，1 表大貨車不指派

$P_{g2i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至內車道後第  $i$  路段 6 年污染指數總和，2 表大貨車指派至內車道

$P_{g3i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至中車道後第  $i$  路段 6 年污染指數總和，3 表大貨車指派至中車道

$P_{g4i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至外車道後第  $i$  路段 6 年污染指數總和，4 表大貨車指派至外車道

$O_{g1i}$ ：表  $g$  流向大貨車不指派時第  $i$  路段 6 年耗油指數總和，1 表大貨車不指派

$O_{g2i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至內車道後第  $i$  路段 6 年耗油指數總和，2 表大貨車指派至內車道

$O_{g3i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至中車道後第  $i$  路段 6 年耗油指數總和，3 表大貨車指派至中車道

$O_{g4i}$ ：表  $g$  流向大貨車指派至外車道後第  $i$  路段 6 年污染指數總和，4 表大貨車指派至外車道

$E_{gst}$ ：表  $g$  流向實施指定車道時從第  $s$  路段到第  $t$  路段時 6 年之號誌、標誌、反光標鈕成本

$W_{gst}$ ：表  $g$  流向實施指定車道時從第  $s$  路段到第  $t$  路段 6 年之員警成本

$Z_{gst}$ ：表  $g$  流向實施指定車道時從第  $s$  路段到第  $t$  路段 6 年之指定車道鋪面加強成本

$Z_{gst}^*$ ：表  $g$  流向實施指定車道時從第  $s$  路段到第  $t$  路段 6 年之指定車道例行性鋪面維修成本

$C_b$ ：單一個號誌成本， $b$  表單一號誌

$C_e$ ：單一個標誌成本， $e$  表單一標誌

$C_u$ ：單一個反光標鈕成本， $u$  表單一反光標鈕

$C_z$ ：每一單位長例行性鋪面維修成本

$C_z^*$ ：每一單位長鋪面加強成本

$Nb_g$ ：表實施指定車道時  $g$  流向所需之號誌個數

$Ne_{gi}$ ：表實施指定車道時  $g$  流向  $i$  路口所需之標誌個數

$M_{gi}$ ：表  $g$  流向第  $i$  路口之寬度(公尺)

$L_{gi}$ ：表  $g$  流向第  $i$  路段之長度(公尺)

$I$ ：每一員警月薪

$H_1$ ：每一員警每月工作小時數

$H_2$ ：客貨分流每日實施小時數

$M_i$ ：表第  $i$  路口寬度(m)

$Np_{gi}$ ：表  $g$  流向第  $i$  路口員警個數

$s$ ：實施指定車道之開始路段

$t$ ：實施指定車道之結束路段

$g$ ：大貨車指定車道之實施流向

$g = 1$  表僅考慮進城流向

$g = 2$  表僅考慮出城流向

$g = 3$  表同時考慮進出城流向

$[ ]$ ：表高斯符號

目標式(5-1)表實施指定車道前後改善最大成本(與是否指派、指派至何車道、指派車道之社會與建設成本有關)，模式中首先選擇是否實施指派車道  $f_1 + f_2 = 1$ ，且二變數為 0,1 變數，若選擇到指定車道則再考慮指派於內、中、外哪一車道之社會成本，並與號誌、標誌、反光鈕及員警導引、指定車道鋪面加強等建設成本搭配；反之若選到不指定車道，則未指派之社會成本與指定車道例行性鋪面維修成本搭配。公式(5-2)表示大貨車不指派時之社會成本(與危險、時間價值、污染、耗油評估指數及每單位評估指數價值有關)。(5-3)、(5-4)、(5-5)式分別表示指派至內、中、外車式道之社會成本(與危險、時間價值、污染、耗油評估指數及每單位評估指數價值有關)。(5-6)式表示號誌(指定車道開始與結束各設置一個)、標誌(與實施路段數、標誌成本有關)、反光標鈕(與實施長度、反光標鈕成本有關)成本有關，而

方程式最前方  $6/6$  與  $6/3$  分別表示號誌、標誌與反光標鈕之使用次數週期，而高斯符號則為確保該路段所需之反光標鈕為整數個。(5-7)式表示每路口所需標誌個數，與該路口寬度有關。(5-8)式表示員警成本(與實施路口數、每路口員警人數、每一員警每月工作小時數、實施小時數、月薪有關)。(5-9)式表示路口大小與員警分派人數之關係。(5-10)式表示指定車道鋪面加強成本(與使用年限、路段長度、每單位鋪面加強成本有關)。(5-11)式表示指定車道例行性鋪面維修成本(與使用年限、路段長度、每單位鋪面維修成本有關)。限制式(5-12)為是否實施指定車道。限制式(5-13)表示僅能選擇指定車道實施於內車道或中車道或外車道。限制式 5-14 為實施措施之選擇 0、1 整數限制。限制式(5-15)表若僅考慮進城流向實施指定車道時，起點路段位置之限制。限制式(5-16)表若僅考慮進城流向實施指定車道時，結束路段位置之限制。限制式(5-17)表若僅考慮出城或同時考慮進出城流向實施指定車道時，起點路段位置之限制。限制式(5-18)表若僅考慮出城流向或同時考慮進出城流向實施指定車道時，結束路段位置之限制。限制式(5-19)為指定車道最短實施路段長度之限制。

## 5.2 第一階段最佳指派路段與最適車道求解及敏感度分析

模式求解過程中，因考慮不同流向道路環境特性，將進城流向與出城流向分開探討(進城共個 7 路段、出城共個 4 路段)，使得各自流向能求得其流向之最佳解。另外為考慮駕駛者習性(進、出城在實施指定車道時，若起訖點不同，易造成駕駛者對於指定車道位置之混淆)，因此本研究將進城與出城同時考慮(考慮之路段數及路段地點與出城相同)，期望在二流向同時結合考慮下，求得不分流向時最佳解。本研究將求解過程分為以下三種求解方式：

1. 尋求進城單一流向最佳解。
2. 尋求出城單一流向最佳解。
3. 同時考慮進出城雙向最佳解。

求解過程為將第四章所求出之評估成本(包括社會與建設成本)換算成使用 6 年所需付出之成本(因號誌、標誌使用年限為建設成本中最長之年限，故以 6 年為一評估循環單位年)，帶入最佳指派路段、車道模式中。本研究求得之結果，若僅考慮進城單一流向，最佳解為當大貨車指派至外車道時，第一路段至第七路段(玉門路口至福安路口間)。此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 199108 元，員警導引總成本為 6570000 元，指定車道鋪面加強成本為 1576000 元，6 年期間該路段改善總效益為 12979855 元。次佳解為當大貨車指派至外車道時，第二路段到第七路段間(福林口至福安路口間)，實施大貨車指定外車道方案後，6 年期間該路段改善總效益為 12867789 元。另外經由模式結果發現，可行解區間全部為選擇大貨車指派至外車道方案，推測原因為原本在實際道路上，大貨車均偏向行駛外車道居多，此時若將其他車道之大貨車指派至外車道時，相較於其他指定車道方案，指派於外車道時指定車道的社會成本增加數會較少(因較少大貨車加入指定車道)。本研究將只考慮進城流向時，所有路段組合可行解與最佳解結果(這些可行解由連續路段與三種車道組合列舉產生，直接將各個可行解的相關或成本帶入目標式，即可算出其改善成本)，列舉於下表 5.1 所示：



表 5.1 進城流向可行解區間與最佳解結果

實施路段數	指派後,該路段組合改善最大成本(元/6 年)	最佳指派車道	備註
1-4	2533195	外車道	
1-5	3218861	外車道	
1-6	7335497	外車道	
1-7	12979855	外車道	最佳解
2-3	19099233	外車道	
2-4	2421129	外車道	
2-5	3106795	外車道	
2-6	7223432	外車道	
2-7	12867789	外車道	
3-4	1667466	外車道	
3-5	2353132	外車道	
3-6	6469769	外車道	
3-7	12114126	外車道	
4-5	2359940	外車道	
4-6	6476576	外車道	
4-7	12120933	外車道	
5-6	4799622	外車道	
5-7	10443980	外車道	
6-7	8657376	外車道	

為了考慮因給定不同限制條件下，導致可能求得不同之最佳解果，故本研究利用敏感度分析，探討限制條件改變時，對最佳解的影響。由於實際狀況可加以調整、且可能會影響最佳解之因素為建設成本相關項目，其中又以員警相關因素影響最大。因而本研究將選擇員警每日路口導引小時數、與員警每月薪資，來作為進城流向敏感度分析。員警導引小時數與薪

資之變動情形，如下表 5.2 與表 5.3 所示。

表 5.2 員警每日路口導引小時數之方案選擇

員警每日路口導引小時數	
原方案	4
方案一	3.5
方案二	3
方案三	2

表 5.3 員警每月薪資之方案選擇

員警每月薪資(元)	
原方案	30000
方案一	25000
方案二	35000
方案三	40000

敏感度分析之結果發現，在表 5.2 與表 5.3 方案組合下，均不影響最佳解的選擇結果。必須直到員警每日導引 3 小時、月薪 45000 元，最佳模式才會改為指派外車道後，進城第二到第七路段；或是員警每日導引 3 小時、月薪 70000 元時，最佳模式改為指派外車道後，進城第四到第七路段。若員警每日導引 4 小時，月薪 35000 元至 50000 元之間，最佳解均為指派外車道後，進城第二到第七路段。而直到員警每日導引 4 小時，月薪 51000 元時，最佳解將改為指派外車道後，進城第四到第七路段。進城流向敏感度分析結果，如下表 5.4 所示。

表 5.4 進城流向敏感度分析結果

員警每日路口 導引小時數	員警每月薪資 (元)	最佳解路段數	最佳解車道	改善最大成本(元/6 年)
2	25000	1-7	外車道	16813450
	30000	1-7	外車道	16264855
	35000	1-7	外車道	15716260
	40000	1-7	外車道	15170950
3	25000	1-7	外車道	15445247
	30000	1-7	外車道	14622355
	35000	1-7	外車道	13799462
	40000	1-7	外車道	12981497
	45000	2-7	外車道	12183414
	70000	4-7	外車道	8837029
4	25000	1-7	外車道	14077044
	35000	2-7	外車道	11953464
	40000	2-7	外車道	11044614
	45000	2-7	外車道	10130289
	51000	4-7	外車道	9054934

若僅考慮出城單一流向時，在原本給定的員警每日導引小時數與薪資下(每日導引 4 小時，月薪 30000 元)，計算結果顯示除原不指派方案外，並無其他可行解的產生。另外經由模式結果發現，出城路段大貨車指派車道後，社會成本上僅在第二段與第四路段會有下降情形，且下降幅度並不高，進而若再考慮建設成本，則反而會使得總成本會增加。考慮員警相關敏感度分析發現，縱使出城各路口不加派員警時，仍除原不指派方案外，無法求得出城流向其他可行解(當員警每日導引 1.5 小時、月薪 25000 元，與每日導引 1 小時、月薪 30000 元，第四路段指派外車道後，改善最大成本為正值，但第四路段路長僅 110.8 公尺，並不符合本研究最短指派

路段之限制)。

同時考慮進、出城流向時，可實施指定車道之路段數組合為出城流向第一至四路段之間。模式所得到之最佳解為大貨車指派至外車道時，出城流向算起第一至第四路段(中港路上福安路口至福康路口)。此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 280304 元，員警導引總成本為 4380000 元，指定車道鋪面加強總成本為 1750400 元，實施 6 年後改善改善總效益為 10052315 元。進、出城流向同時考慮時，可行解與最佳解之結果，如下表 5.5 所示：

表 5.5 進、出城流向同時考慮時，可行解與最佳解之結果

實施路段數	指派後該路段組合改善最大成本(元/6 年)	最佳指派車道	備註
1-2	8238529	外車道	
1-3	8095806	外車道	
1-4	10052315	外車道	最佳解
2-3	2609704	外車道	
2-4	4566213	外車道	
3-4	653310	外車道	

相同的，本研究針對進、出城流向同時考慮時，進行員警導引小時數與薪資之敏感度分析。敏感度分析結果發現，員警導引小時數與薪資必須到達每導引 4 小時，以及月薪 80000 元時，最佳指派解才會改變為大貨車指派外車道後，出城流向第一到第二路段。進、出城流向同時考慮之敏感度分析結果，如表 5.6 所示。

表 5.6 進、出城流向同時考慮時，敏感度分析結果

員警每日路口 導引小時數	員警每月薪資 (元)	最佳解路段數	最佳解車道	改善最大成本(元/6 年)
2	25000	1-4	外車道	12608045
	30000	1-4	外車道	12242315
	35000	1-4	外車道	11876585
	40000	1-4	外車道	11513045
3	25000	1-4	外車道	11695910
	30000	1-4	外車道	11147315
	35000	1-4	外車道	10598720
	40000	1-4	外車道	10053410
4	25000	1-4	外車道	10783775
	35000	1-4	外車道	9320855
	40000	1-4	外車道	8593775
	80000	1-2	外車道	2762434

### 5.3 變換車道模式構建與模糊專家問卷分析

大貨車在指派車道後，由於各路段、各車道、各車種車輛數改變，導致路段旅行時間也隨之改變，駕駛者為求得本身最大效益，因而會產生變換車道之行為。本研究在第二階段考慮變換車道行為後，最佳指派路段與車道之求解流程，如下圖 5.1 所示：

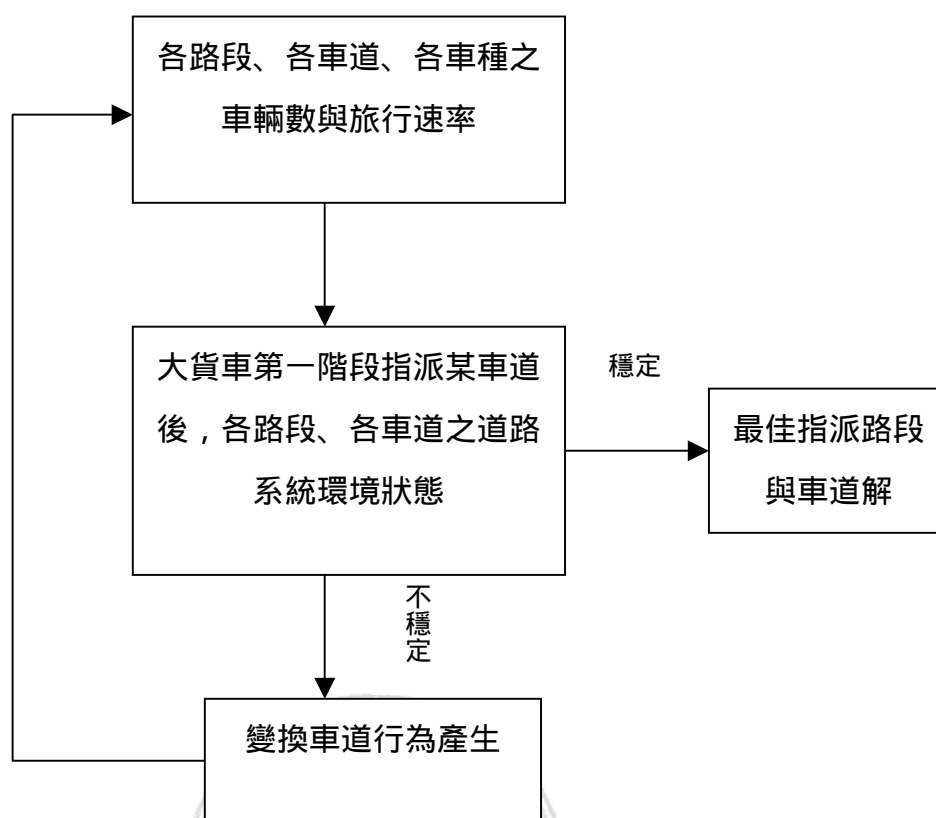


圖 5.1 第二階段考慮變換車道後，最佳指派路段與車道求解流程圖

### 5.3.1 變換車道危險模式之構建

#### 1. 模式特性：

大貨車指定車後，造成指定車道之車輛數增加，因大貨車全部指派至此車道(大貨車未依規定行駛在指定車道上之不守法情況暫不考慮)，導致指定車道的道路環境變差。因此指定車道中之其他車種，為求得本身最大利益，會變換至對其利益最大之車道；而非指定車道之車輛，也因大貨車減少數不相同，造成道路環境改善程度不同，因而非指定車道之其他車種，亦會考慮其最大利益而採取變換車道行為。歸納中港路道路幾何條件，中港路主要分為內側快車道、中側快車道、外側快車道、以及慢車道，其中快、慢車道間有快、慢分隔島作為實體分隔，因此路段上之車輛，只有快車道上(內、中、外車道)之車輛可以進行變換車道。而在車種方面，因大貨車已指派到某車道，故無法變換車道(大貨車未依規定行駛在指定車

道上之不守法情況暫不考慮)；中港路之機車，也因受慢車道實體分隔(機車也只能行走慢車道)，因此也無法進行變換車道之行為。歸納以上中港路道路幾何條件與車種狀況，最後能變換車道之車種，僅為小型車與大客車，能變換車道之範圍，在內車道、中車道、外車道之間。本研究在變換車道危險模式之構建上，主要是參考楊宗璟等人(1998)的路段危險指數模式(因變換車道之危險結果，與變換車道之車輛數、撞時相對嚴重程度、各車種換算 pcu 後所佔比率、平均每車乘載人數有關)，以及林良泰等人(1998)對於號誌化路口衝突量之研究(因此篇文獻中已推導出分出、交叉、併入之衝突模式)。變換車道動作方面，本研究中舉例由內車道變換至外車道時，車輛之動作情形，如圖 5.2 所示。

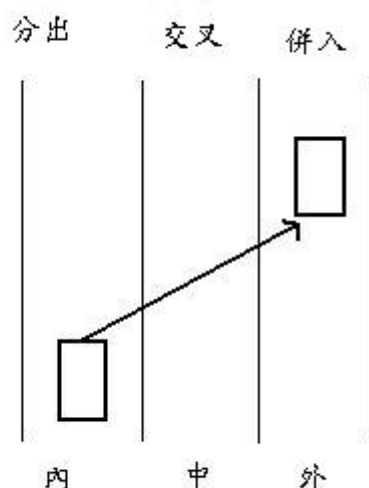


圖 5.2 某車變換車道時，所產生之動作情形

如上圖 5.2，假設中港路快車道上有一輛車自最左方之內車道，欲變換至最右方之外車道，此車輛首先需從內車道變換至中車道(分出)，進而穿越中車道(交叉)，再轉入至外車道(併入)，方能完成整個變換車道之動作。本研究依此變換車道行為及參考相關文獻觀念，所構建之變換車道危險模式，如下所示。

## 2. 模式之構建與符號說明

$$\begin{aligned} \hat{D}_{gikmnq} = & \{\tilde{D}_{gikm} \times (S_{ka} \times U_{gima} + S_{kb} \times U_{gimb} + S_{kc} \times U_{gimc}) + \bar{D}_{gikn} \times (S_{ka} \times U_{gina} + S_{kb} \times U_{ginb} \\ & + S_{kc} \times U_{ginc}) + D_{gikq}^* \times (S_{ka} \times U_{giqa} + S_{kb} \times U_{giqb} + S_{kc} \times U_{giqu})\} \times M_k \end{aligned} \quad (5-20)$$

其中

$$\tilde{D}_{gikm} = (N_{gim} - 1) \times X_{gikm} / 2 \quad (5-21)$$

$$\bar{D}_{gikm} = (N_{gin} - 1) \times X_{gikn} / 2 \quad (5-22)$$

$$D_{gikq}^* = (N_{giq} - 1) \times X_{gikq} / 2 \quad (5-23)$$

$\hat{D}_{gikmnq}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種，由 m 車道分出，在 n 車道交叉，進而併入 q 車道之變換車道危險指數

$$\hat{D}_{gik000} = 0$$

m：表分出之車道位置

m=0：表無分出

m=1：表由內車道分出

m=2：表由中車道分出

m=3：表由外車道分出

n：表交叉之車道位置

n=0：表無交叉情形

n=1：表在中車道交叉

q：表併入之車道位置

q=0：表無併入

q=1：表併入內車道

q=2：表併入中車道

q=3：表併入外車道



$\tilde{D}_{gikm}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種由 m 車道分出之衝突量

$\bar{D}_{gikn}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種在 n 車道交叉之衝突量

$D_{gikq}^*$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種併入 q 車道之衝突量

$N_{gim}$ ：表 g 流向 i 路段 m 車道被分出之流動車輛數

$N_{gin}$ ：表在 g 流向 i 路段 n 車道被交叉之流動車輛數

$N_{giq}$ ：表被併入之 g 流向 i 路段 q 車道之流動車輛數

X：欲分出、交叉、或併入之流動車輛數

$X_{gikm}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種欲從 m 車道分出之流動車輛數

$X_{gikn}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種欲在 n 車道交叉之流動車輛數

$X_{gikq}$ ：表 g 流向 i 路段 k 車種欲併入 q 車道之流動車輛數

$U_{gima}$ ：表 g 流向 i 路段 m 車道內 a 車種數佔所有車種數比例

$U_{gimb}$ ：表 g 流向 i 路段 m 車道內 b 車種數佔所有車種數比例

$U_{gimc}$ ：表 g 流向 i 路段 m 車道內 c 車種數佔所有車種數比例

$U_{gina}$ ：表 g 流向 i 路段 n 車道內 a 車種數佔所有車種數比例

$U_{ginb}$ ：表 g 流向 i 路段 n 車道內 b 車種數佔所有車種數比例

$U_{ginc}$ ：表 g 流向 i 路段 n 車道內 c 車種數佔所有車種數比例

$U_{giqa}$ ：表 g 流向 i 路段 q 車道內 a 車種數佔所有車種數比例

$U_{gimb}$ ：表 g 流向 i 路段 q 車道內 b 車種數佔所有車種數比例

$U_{gimc}$ ：表 g 流向 i 路段 q 車道內 c 車種數佔所有車種數比例

g 之符號定義，與公式(5-1)相同

$S_{ka}$ 、 $S_{kb}$ 、 $S_{kc}$ 、 $M_k$ 、i、k 之符號定義，與公式(4-7)相同

### 5.3.2 變換車道最大成本差模式構建

#### 1. 模式之特性說明：

車道變換之原因，乃是由於大貨車指定某車道後，指定車道與其他車道之車輛數及車種組成比例改變，在原車道行駛之車輛，為追求更大利

益，因而採行變換車道行為。衡量變換車道之評估項目，包括危險(與各車種車輛數、碰撞率、碰撞時相對嚴重程度、各車種換算 pcu 後所佔比率、平均每車乘載人數及速率有關)、時間價值(分路段旅行時間與路口延滯，路段旅行時間與車輛數、平均每車乘載人數、各車型每人的時間價值、及旅行時間有關；路口延滯則與各車種在路口時直行、左右轉之車輛數、號誌時相、尖峰小時交通因素、行人流量、最短綠燈時間等因素有關)、污染(與距離、車輛數、某特定速率下，某污染物之排放係數有關)、耗油(與距離、車輛數、某特定速率下，耗油係數有關)、以及變換車道本身之危險(與換車道之車輛數、衝突量、碰撞時相對嚴重程度、各車種換算 pcu 後所佔比率、平均每車乘載人數有關)。其中在變換車道危險中，又分為不變換車道、只變換一次車道，及連續變換兩次車道。因變換車道之行為，乃為前後兩次成本差所造成(本研究假設某駕駛者，若變換至其他車道後，會比在原先車道的道路環境系統更好時，此駕駛者會採取變換車道行為，以追求其本身最大利益)，故本研究將採用最大成本差法。

## 2. 模式構建與符號說明：

$$\begin{aligned} \text{Max}(\bar{C}_{giuk} - \bar{C}_{giu'k}) = & W_1 \times C_5 \times (D_{giuk} - D_{giu'k} - \hat{D}_{gikmnq}) + W_2 \times C_6 \times \{(TC_{giuk} - TC_{giu'k}) + \\ & (TC_{giuk} - TC_{giu'k})\} + W_3 \times C_7 \times (P_{giuk} - P_{giu'k}) + W_4 \times C_8 \times (O_{giuk} - O_{giu'k}) \end{aligned} \quad (5-24)$$

$\bar{C}_{giuk}$ ：表 g 流向 i 路段 u 車道 k 車種變換車道前之成本

$\bar{C}_{giu'k}$ ：表 g 流向 i 路段 u' 車道 k 車種變換車道後之成本

$TC_{giuk}$ ：表 g 流向 i 路段 u 車道 k 車種變換車道前之號誌化路口延滯指數

$TC_{giu'k}$ ：表 g 流向 i 路段 u' 車道 k 車種變換車道後之號誌化路口延滯指數

u：變換車道前某車所在之車道位置

u'：變換車道後某車所在之車道位置

u 與 u'=1 表內車道

$u$  與  $u'=2$  表中車道

$u$  與  $u'=3$  表外車道

$W_1$ ：相同金錢價值之危險成本，相對相同金錢價值之時間、污染、耗油成本權重

$W_2$ ：相同金錢價值之時間成本相對相同金錢價值之危險、污染、耗油成本權重

$W_3$ ：相同金錢價值之污染成本相對相同金錢價值之危險、時間、耗油成本權重

$W_4$ ：相同金錢價值之耗油成本相對相同金錢價值之危險、時間、污染成本權重

$D_{giuk}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u$  車道  $k$  車種之危險指數

$D_{giu'k}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u'$  車道  $k$  車種之危險指數

$TC_{giuk}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u$  車道  $k$  車種之時間價值指數

$TC_{giu'k}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u'$  車道  $k$  車種之時間價值指數

$P_{giuk}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u$  車道  $k$  車種之污染指數

$P_{giu'k}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u'$  車道  $k$  車種之污染指數

$O_{giuk}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u$  車道  $k$  車種之耗油指數

$O_{giu'k}$ ：表  $g$  流向  $i$  路段  $u'$  車道  $k$  車種之耗油指數

$C_5$ 、 $C_6$ 、 $C_7$ 、 $C_8$  之定義如公式(5-2)至(5-5)所示

$g$  之符號定義，與公式(5-1)相同

$i$ 、 $k$  之定義如公式(4-7) 所示

$m$ 、 $n$ 、 $q$  之定義如公式(5-20) 所示

而其中  $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$ 、 $W_4$  可能會因不同駕駛者，而有不同之權重比例。然而本研究中因受限於時間、人力與經費之限制，無法利用實際問卷方式，詢問每位駕駛者此比重為何，因而採用時間、人力與經費較少之專家問卷方式，以模糊專家問卷所求得之比重，代替實際駕駛者之比重。模糊專家問卷整合法計算過程，本研究將於以下 5.3.3 文章中加以詳細說明。

### 5.3.3 模糊專家問卷之整合求解

#### 1. 模糊專家問卷系統之相似性整合法(Similarity Aggregation Method ; SAM) 介紹

相似性整合法乃是陳振東與許錫美(1994)首先提出，其目的乃是為了整合多位專家之模糊評估值。相似性整合法是利用相似性函數，來衡量任兩位專家彼此間的認同程度，進而構建一認同矩陣，以表示專家們彼此間評估值的認同程度。考慮(或不考慮)每位專家的重要程度，及每位專家的相對認同程度之後，定義每位專家的共識程度係數，並利用此係數整合所有專家的模糊評估值。相似性整合法之研究方法，本研究詳述如下：

若每位專家  $E_i (i=1,2,\dots,n)$  依據其所蒐集的不完整資訊，憑其經驗在給定的準則下，認為某方案的評估值最有可能的範圍  $[b_i, c_i]$ ，與最大的範圍  $[a_i, b_i]$ ，其中  $a_i \leq b_i \leq c_i \leq d_i$ 。依據所給定的區間，可以構建專家  $E_i (i=1,2,\dots,n)$  在給定的準則下，某方案的評估值隸屬函數為  $\mu_{\tilde{R}_i}(x)$  (如圖 5.3

所示)。假設任兩位專家之模糊評估值  $\tilde{R}_i, \tilde{R}_j (i,j=1,2,\dots,n)$  在某個  $\alpha$  水準下 ( $\alpha \in (0,1]$ ) 必需存在共同的交集區間。若專家間的模糊評估值沒有交集情形，可利用德菲法(Delphi method)進行意見交換，然後調整自己的模糊評估值，使其在某一可接受的  $\alpha$ -水準下具有共同的交集(如圖 5.4 所示)。

#### (1)相似度衡量(similarity measure)

每位專家  $E_i (i=1,2,\dots,n)$  在給定的準則下，認定某方案的評估值可利用一正梯形模糊數  $\tilde{R}_i = (a_i, b_i, c_i, d_i)$  表示，其隸屬函數為  $\mu_{\tilde{R}_i}(x)$ 。若兩位專家有相同之評估值，則他們有相同之正梯形模糊數。假設兩位專家評估值不相同，但在  $\alpha$ -水準下有交集，亦即他們的正梯形模糊數的隸屬函數有重疊的部份(如圖 5.5 所示)，很明顯的，重疊的部份愈大，則兩位專家的評估值愈相近，亦即兩位專家彼此間的認同程度愈高。因此兩位專家  $E_i$  和  $E_j$  之模糊評估值認同程度(agreement)， $S(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j)$ ，可利用定義 1 加以計算。

定義 1：認同程度衡量函數(Agreement degree measure function)定義如下：

$$S(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j) = \frac{\int_x (\min\{\mu_{\tilde{R}_i}(x), \mu_{\tilde{R}_j}(x)\})dx}{\int_x (\max\{\mu_{\tilde{R}_i}(x), \mu_{\tilde{R}_j}(x)\})dx} \quad (5-25)$$

分子部份表示重疊面積，分母部份表示聯集面積。重疊面積佔聯集面積的比例，即表示兩位專家之認同程度。

## (2) 認同矩陣(agreement matrix)

利用認同程度衡量函數，可計算任二位專家彼此間的認同程度。根據這些認同程度值，可以定義一  $n \times n$  階的認同矩陣，以表示所有專家彼此間的認同程度情形。認同矩陣定義如下：

$$AM = \begin{bmatrix} 1 & S_{12} & \dots & S_{1j} & \dots & S_{1n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ S_{i1} & S_{i2} & \dots & S_{ij} & \dots & S_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \dots & S_{nj} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (5-26)$$

其中如果  $i \neq j$ ，則  $S_{ij} = S(\tilde{R}_i, \tilde{R}_j)$ ，如果  $i = j$  則  $S_{ij} = 1$ 。任一專家對自己的評估值是完全認同的，因此在認同矩陣中的對角線值均為 1。

利用認同矩陣，可以計算每一位專家  $E_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) 與其他專家們的平均認同程度(average agreement degree)。計算方法如下：

$$A(E_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1, j \neq i}^n S_{ij} \quad (5-27)$$

利用平均認同程度，可以計算每一位專家  $E_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) 的相對認同程度(relative agreement degree)，計算方法如下：

$$RAD_i = \frac{A(E_i)}{\sum_{i=1}^n A(E_i)} \quad (5-28)$$

## (3) 共識程度係數(consensus degree coefficient)

在實際決策問題當中，每位專家的重要程度並不全然相同。故首先挑選最具重要性的人選，並設定相對權重為 1，其他決策者與他比較後，可得此人的相對權重  $r_i$ ，因此所得之  $r_1, r_2, \dots, r_n$  滿足  $\max\{r_1, r_2, \dots, r_n\}=1$  與  $\min\{r_1, r_2, \dots, r_n\}>0$ 。最後計算每一位決策者或專家的重要性權重為

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_i r_i}, i=1, 2, \dots, n. \quad (5-29)$$

如果每位專家的相對重要程度均相同，則  $w_1=w_2=\dots=w_n=1/n$ 。

考慮每位專家的每位專家本身的重要程度與相對認同程度後，每位專家  $E_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ) 的共識程度係數(consensus degree coefficient)可定義如下所示。

$$CDC_i = \beta \cdot w_i + (1 - \beta) \cdot RAD_i \quad (5-30)$$

其中， $0 \leq \beta \leq 1$  表示線性結合的係數(linear combination coefficient)。

假設不考慮每位專家的重要性程度，即  $\beta = 0$  (亦即每位專家的意見都相同重要)，則每位專家的共識程度與相同相對認同程度。

$$CDC_i = RAD_i \quad (5-31)$$

利用每一位專家的共識程度係數( $CDC_i$ )，來整合多位專家的模糊評估值，整合後的評估值  $\bar{R}$  的計算方式如下：

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n (CDC_i (\cdot) \bar{R}_i) \quad (5-32)$$

其中， $(\cdot)$  乃是模糊乘數算子(fuzzy multiplication operator)。

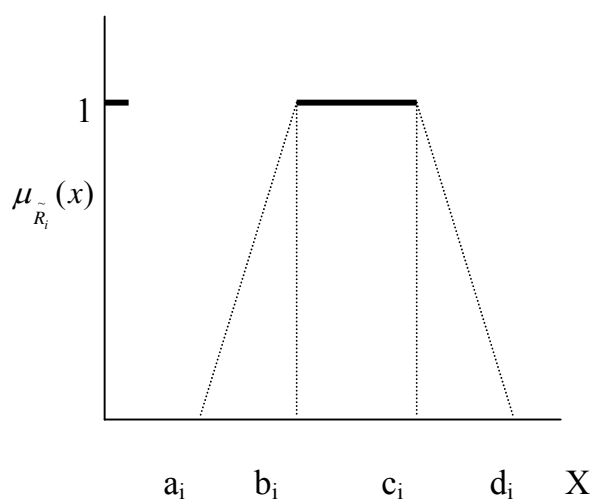


圖 5.3 模糊評估值

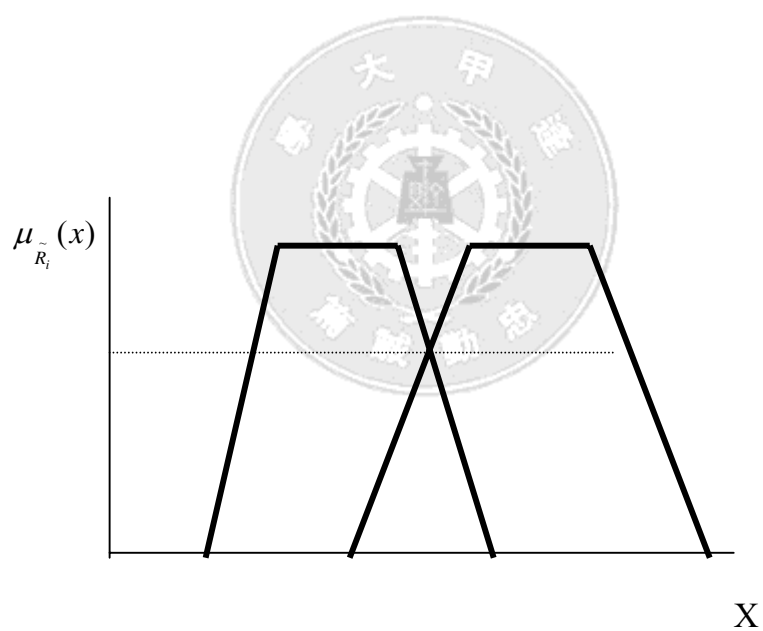


圖 5.4 在 水準(程度)下有共同的交集

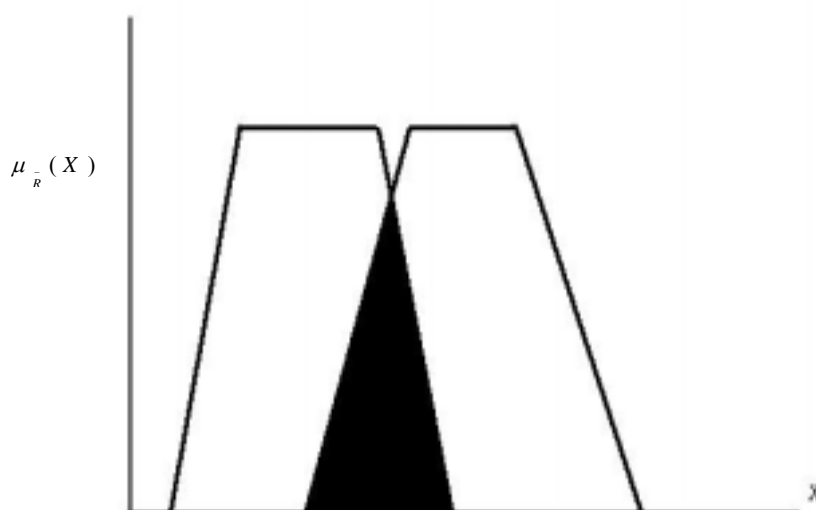


圖 5.5 兩位專家評估值重疊的部份

## 2. 實際模糊問卷之求解

本研究評估駕駛者變換車道行為時，雖然已將評估指標轉換為金錢單位，然而是否每個人對於危險、時間價值、污染、耗油等四個相同金錢價值之評估項目權重性一致？例如因空氣污染導致呼吸系統疾病就醫所須付出之 1000 元(空氣污染)；旅行塞車，與過去經驗相比，相同距離上卻多花 1000 元的油錢消耗(耗油)；旅行途中發生車禍，花了 1000 元看醫生或修車(危險)；旅行時無塞車，利用旅行節省時間去工作，賺了 1000 元(時間價值)。因此本研究欲透過專家問卷，來了解以上四種 1000 元之間之權重關係，本研究之目標與項目，如下圖 5.6 所示。



圖 5.6 模糊專家問卷之變換車道目標與評估項目架構圖



透過上述變換車道評估項目架構之設計，本研究總共蒐集 4 位專家對於變換車道時，所必須付出相同金錢價值之評估指標權重關係，包括路段危險之改變、變換車道危險成本、路段時間成本之改變、路段污染成本之變、與路段耗油成本之改變。4 位專家之評估結果如下所示。

4 位專家對於危險成本之評估值：

$$R_1=(6,7,9,10) \quad R_2=(4,4,6,8) \quad R_3=(5,6,8,10) \quad R_4=(6,8,9,9)$$

4 位專家對於時間價值之評估值：

$$R_1=(2,3,6,8) \quad R_2=(2,3,5,7) \quad R_3=(2,3,5,6) \quad R_4=(3,5,6,7)$$

4 位專家對於污染成本之評估值：

$$R_1=(5,6,8,9) \quad R_2=(4,5,8,9) \quad R_3=(4,5,7,8) \quad R_4=(4,5,6,7)$$

4 位專家對於耗油成本之評估值：

$$R_1=(0,2,5,6) \quad R_2=(4,4,6,8) \quad R_3=(2,3,5,6) \quad R_4=(3,3,4,6)$$

本研究以危險為例，計算 4 位專家之模糊評估值，說明如下。

本研究首先假設不考慮每位專家的重要性程度，即  $w_i = 0$  (亦即每位專家的意見都相同重要)。

步驟 1：計算 4 位專家彼此間模糊評估值的認同程度。

$$S(R_1, R_2) = S(R_2, R_1) = 0.125$$

$$S(R_1, R_3) = S(R_3, R_1) = 0.625$$

$$S(R_1, R_4) = S(R_4, R_1) = 0.667$$

$$S(R_2, R_3) = S(R_3, R_2) = 0.257$$

$$S(R_2, R_4) = S(R_4, R_2) = 0.111$$

$$S(R_3, R_4) = S(R_4, R_3) = 0.467$$

步驟 2：根據上述 4 位專家彼此間模糊評估值的認同程度，構建認同矩陣 (AM)。

$$AM = \begin{bmatrix} 1 & 0.125 & 0.625 & 0.667 \\ 0.125 & 1 & 0.257 & 0.111 \\ 0.625 & 0.257 & 1 & 0.467 \\ 0.667 & 0.111 & 0.467 & 1 \end{bmatrix}$$

步驟 3：根據認同矩陣(AM)，計算 4 位專家的平均認同程度。

$$A(E_1) = 0.472$$

$$A(E_2) = 0.170$$

$$A(E_3) = 0.450$$

$$A(E_4) = 0.415$$

步驟 3：根據 4 位專家的平均認同程度，分別計算每位專家的相對認同程度。

$$RAD_1 = 0.472 / (0.472 + 0.170 + 0.450 + 0.415) = 0.313$$

$$RAD_2 = 0.170 / (0.472 + 0.170 + 0.450 + 0.415) = 0.113$$

$$RAD_3 = 0.450 / (0.472 + 0.170 + 0.450 + 0.415) = 0.299$$

$$RAD_4 = 0.415 / (0.472 + 0.170 + 0.450 + 0.415) = 0.275$$

步驟 4：由於不考慮 4 位專家的重要程度，則可得出 4 位專家的共識程度係數與相對認同程度相同。

$$CDC_1 = RAD_1 = 0.313$$

$$CDC_2 = RAD_2 = 0.113$$

$$CDC_3 = RAD_3 = 0.299$$

$$CDC_4 = RAD_4 = 0.275$$

步驟 5：利用每位專家的共識程度係數，整合 4 位專家的模糊評估值。

$$\begin{aligned}\tilde{R} &= 0.313( )R_1 + 0.113( )R_2 + 0.299( )R_3 + 0.275( )R_4 \\ &= (5.475, 6.637, 8.362, 9.499)\end{aligned}$$

步驟 5：將模糊數轉換為明確值。

$$R = (6.637 + 8.362) / 2 = 7.50$$

同理，利用相同方式亦可整合 4 位專家的時間價值、污染成本、耗油成本模糊評估值，並得到 3 個評估值之明確值分別為(4.421, 6.262, 3.885)。

## 5.4 第二階段最佳指派路段與最適車道求解及敏感度分析

利用專家問卷所求得相同單位價值下，評估準則間權重關係，以及公式(5-20)、(5-24)，即可求得第二階段考慮變換車道系統穩定後(當甲車道中一輛 A 車變換至乙車道時，甲車道成本降低而乙車道成本增加，若此結果使得乙車道中一輛 A 車又變回甲車道，導致乙車道成本降低而甲車道成本增加，又使得甲車道中一輛 A 車變回乙車道，此種循環將永無終止。故本研究利用電腦程式，將其強迫終止於產生此循環狀況之「第一次甲車道中一輛 A 車變換至乙車道」，定義此時為道路系統達到穩定狀態)，最佳指派路段與車道解。第二階段求得之結果，若僅考慮進城單一流向時，最佳解為大貨車指派至外車道，第一路段到第七路段(玉門路口至福安路口間)。此時號誌 標誌 反光標鈕總成本為 1991080 元，員警導引總成本為 6570000 元，指定車道鋪面加強成本為 1576000 元。實施指定車道 6 年期間，該路段改善總效益為 28612684 元。本研究將只考慮進城流向時，所有路段組合可行解與最佳解之結果，列舉於下表 5.7 所示：

表 5.7 第二階段進城流向可行解區間與最佳解之結果

實施路段數	指派後,該路段組合改善最大成本(元/6 年)	最佳指派車道	備註
1-2	11207999	外車道	
1-3	12533174	外車道	
1-4	16636329	外車道	
1-5	19773576	外車道	
1-6	21593370	外車道	
1-7	28612684	外車道	最佳解
2-3	10865284	外車道	
2-4	14968439	外車道	
2-5	18105686	外車道	
2-6	19925480	外車道	
2-7	26944794	外車道	
3-4	4324712	外車道	
3-5	7461959	外車道	
3-6	10192400	外車道	
3-7	17113182	外車道	
4-5	6136784	中車道	
4-6	8724452	中車道	
4-7	15645235	內車道	
5-6	6111702	外車道	
5-7	13032484	內車道	
6-7	8688825	內車道	

相同的，本研究針對員警每日路口導引小時數、與員警每月薪資，來作為變換車道後進城流向敏感度分析，員警導引小時數與薪資之變動情形，與表 5.2 與表 5.3 相同。

進城流向敏感度分析結果發現，在表 5.2 與表 5.3 方案組合下，均不影響最佳解的選擇結果，必須員警每日導引 4 小時、月薪 76000 元，最佳模式才會改為指派外車道後，進城第二到第七路段。第二階段進城敏感度分析結果，如下表 5.8 所示。

表 5.8 第二階段進城流向敏感度分析結果

員警每日路口 導引小時數	員警每月薪資 (元)	最佳解路段數	最佳解車道	改善最大成本(元/6 年)
2	25000	1-7	外車道	32446279
	30000	1-7	外車道	31897684
	35000	1-7	外車道	31349089
	40000	1-7	外車道	30803779
3	25000	1-7	外車道	31078077
	30000	1-7	外車道	30255184
	35000	1-7	外車道	29432292
	40000	1-7	外車道	28614327
4	25000	1-7	外車道	29709874
	35000	1-7	外車道	27515494
	40000	1-7	外車道	26424874
	76000	2-7	外車道	18551619

第二階段變換車道後，僅考慮出城單一流向時，在原本給定的員警每日導引小時數與薪資下，計算結果顯示除原不指派方案外，並無其他可行解的產生。本研究繼續進行員警相關敏感度分析發現，必須直到員警每日導引 1 小時、月薪 19000 元，最佳模式才會改為指派內車道後，出城第一至第二路段，此時實施指定車道 6 年改善總效益為 14488 元。

第二階段變換車道後，同時考慮進、出城流向時，路段方案組合為出

城方向第一至四路段之間。模式結果所得到之最佳解為大貨車指派至內車道時，出城流向算起第一至第二段(中港路上福安路口至永福口)。此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 116028 元，員警導引總成本為 3285000 元，指定車道鋪面加強總成本為 745600 元，實施 6 年後改善總效益為 9174925 元。第二階段進、出城流向同時考慮時，可行解與最佳解之結果，如下表 5.9 所示：

表 5.9 第二階段進、出城流向同時考慮時，可行解區間與最佳解結果

實施路段數	指派後該路段組合改善最大成本(元/6 年)	最佳指派車道	備註
1-2	9174925	內車道	最佳解
1-3	4511288	內車道	
1-4	8012284	內車道	
2-4	715868	內車道	

相同的，本研究針對變換車道後第二階段進、出城同時考慮時，進行員警導引小時數與薪資之敏感度分析。分析結果發現，員警導引小時數與薪資在每日導引 4 小時，以及月薪 80000 元時，最佳指派解仍然為大貨車指派至內車道後的出城流向第一到第二段。第二階段進、出城流向同時考慮之敏感度分析結果，如表 5.10 所示。

表 5.10 第二階段進、出城流向同時考慮時，敏感度分析結果

員警每日路口 導引小時數	員警每月薪資 (元)	最佳解路段數	最佳解車道	改善最大成本(元/6 年)
2	25000	1-2	內車道	11091722
	30000	1-2	內車道	10817425
	35000	1-2	內車道	10543127
	40000	1-2	內車道	10270472
3	25000	1-2	內車道	10407621
	30000	1-2	內車道	9996175
	35000	1-2	內車道	9584729
	40000	1-2	內車道	9175746
4	25000	1-2	內車道	9723520
	35000	1-2	內車道	8626330
	40000	1-2	內車道	8081020
	80000	1-2	內車道	3702115

第一階段與第二階段最佳指派解，在進城流向均為大貨車指派外車道後，第一至第七路段(玉門路至福安路間)，且所需之建設成本相同。兩階段之不同在於社會成本因變換車道後，各路段、各車道之車輛數與旅行速率改變，導致社會成本改變。出城流向在原本給定的員警每日導引小時數與月薪下，均無任何可行解的產生。第一階段進行敏感度分析發現，甚至每路口都不加派員警，仍無可行解；但第二階段在員警每日導引 1 小時、月薪 19000 元，最佳解為指派內車道後，出城第一至第二路段。推測原因為第二階段變換車道後指派結果，在第一、二、四路段社會成本均較指派前降低(第一階段僅第二、四路段降低)，且以指派內車道改善效益最大，故第二階段敏感度分析後會有最佳解產生。在進、出城流向同時考慮時，第一階段最佳解為指派外車道後，出城流向算起第一至第四路段；而第二階段最佳解為指派內車道後，出城流向算起第一至第二路段。推測原因第

二階段考慮變換車道後指派結果，社會成本在第三路段反而增加，因而使得最佳解會選擇第一至第二路段，且因指派於內車道時，此路段組合社會成本降低最大(只考慮第一路段是以指派外車道社會成本降低最大，只考慮第二路段是以指派內車道社會成本降低最大，但同時考慮第一至第二路段時，指派內車道社會成本較指派外車道社會成本降低更多)。

## 5.5 長期交通量引伸需求問題之探討

### 5.5.1 引伸需求之定義

在大貨車指定車道實施一段時間後，由於道路上車種重新指派結果，造成同一車道上車種組成較為單純，故在道路危險、時間價值、空氣污染、耗油成本上，預估將會達到降低成效。社會成本降低之結果，將導致更多道路使用者加入此道路系統使用，使得社會成本增加；社會成本增加的結果，將又導致部份道路使用者退出此一道路系統，社會成本因此減少又將吸引部份使用者加入，此一循環過程預估將會到達均衡狀態，因為指定車道措施所增加之交通量，本研究定義為「引伸需求」。

### 5.5.2 引伸需求之求法

在引伸需求探討上，本研究建議未來可利用「逐步問卷調查方式」加以探討。所謂逐步問卷調查，乃是以每次訪問 10 人，探討在交通狀況改變後，是否願意加入此道路系統的使用？或原使用此道路系統者，因道路狀況改變而退出使用此道路系統。而未來在引伸需求問卷設計上，本研究定義引伸求增減的對象為大貨車、小型車及機車。大客車因其路線與班次均屬固定，故並不會因路段中旅行速率的增加而產生引伸需求，故此部份為未來問卷設計時需加以考慮之處。另外未來問卷設計主要考量四大因素(以下問題 1 為研究對象之確認。問題 2 為使用車種之區分。問題 3 為引伸需求之探討。問題 4 為變換車道行為之探討)：

問題 1：尖峰時段旅次起迄點是否為中港交流道與工業一路？

問題 2：駕駛者使用車種為何？

問題 3：若起迄點為中港交流道與工業一路，且原本未使用中港路者，實



施指定車道後，是否會加入使用中港路?或原本使用中港路者，實施指定車道後會退出使用中港路?(新加入或退出使用中港路之增減量，即為引伸需求)

問題 4：加入此道路系統者(或原在此道路使用，指派後仍繼續使用此道路系統者)，得知大貨車指派於某車道後，會變換至哪一車道?(此部份可與利用變換車道模式所求算之變換車道結果相比較)

由於受限於時間、人力、與經費關係，本研究在長期交通量引伸需求上，僅能提出初步架構供後續研究者參考。本研究中亦有將所設計出之引伸需求及變換車道行為問卷，附於文章後之附表一。



## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論

本研究主要是探討都市地區尖峰時段，實施大貨車指定車道系統規劃與最佳化之研究。資料來源是實際道路車流量調查，調查範圍為台中市中港路上交流道與工業區間進城 7 個路段、出城 4 個路段之內、中、外、慢車道的車輛數，以及快車道旅行時間。調查之車種包括 3.5 噸以上大貨車、大客車、小型車、與機車四種。而調查時間是選取代表一星期特性之星期日、一、三、五的上午(AM7：00-9：00)、下午(PM4：00-6：00)各兩小時交通量資料。

本研究主要之貢獻，包括利用實際調查資料，選擇出較適合本研究地區之旅行時間模式，求算出調查路段社會成本之危險指數、時間價值指數(包括路段與路口延滯)、污染指數、耗油指數，並整理國內、外相關文獻，將各評估指數量化為金錢單位。另外本研究亦整理出實施指定車道時，所需之建設成本項目其單價。利用社會成本與建設成本項目，進而構建出大貨車指定車道最佳實施路段長度與車道位置模式，分別求得指派後初期進城流向最佳解、出城流向最佳解、以及因考慮駕駛者習性，而在進、出城流向採用同一起迄點路口之最佳解。另外本研究亦求算出實施指定車道時，所需之號誌、標誌、反光標鈕個數及其成本、指定車道鋪面加強成本、例行性鋪面維修成本、各路口所需員警導引人數與經費等建設成本。

研究中在大貨車指派後第二階段，繼續加入考量因指派後各車道車輛數及旅行速率改變，所造成之變換車道行為。並利用所構建之變換車道危險模式，以及最大成本差法，推導出變換車道成本差模式，以及求解出考慮變換車道後，各流向之最佳解。而在變換車道成本差模式中，各個評估指數在相同單位價值之權重關係，是利用模糊專家問卷法求得。最後本研究提出未來若實施指定車道後，長期交通量引伸需求觀念，以及提出未來在引伸需求上，可利用逐步問卷調查法加以探討。而問卷之內容與設計方式，本研究也已經完成，可供後續研究者進行問卷調查時之參考。本研究

中各階段貢獻可整理如下：

### 6.1.1 交通量調查資料分析

經由車流調查結果發現，調查地區大貨車數佔所有車種數之比例，在一星期中以星期日所佔比例最低。在行駛車道位置上，發現大貨車集中行駛於外車道與中車道，但以行駛於外車道所佔比例最高(出城流向最接近工業一路口之第四路段，大貨車在內、中、外車道之佔比例則相近，約在 3.21-3.34% 之間，但以中車道所佔比例最高)。在路段區分上發現，愈靠近工業一路口，大貨車直行與轉向比例，均為所有路段中最高。

### 6.1.2 旅行時間模式之評選

#### 1. 旅行時間模式評選方法

##### (1)調整後 R 平方得分法

此法是將六個旅行時間模式，分流向、分路段、分車道評估，於調整後 R 平方最高之旅行時間模式給予 2 分、次高者給予 1 分。利用此法求得進城流向以模式二為最佳(38 分)、出城流向以模式一最佳(17 分)。

##### (2)調整後 R 平方平均法

此法是利用六個旅行時間模式，分流向將各路段、各車道旅行時間模式之調整後 R 平方，做一平均。結果發現進城流向也是以模式二最高(考慮工業二路轉向時為 0.075807，不慮時則為 0.074218)，出城流向亦是以模式一之最高(考慮世斌一巷轉向時為 0.117906，不慮時則為 0.117950)。

##### (3)流量係數之 t 絕對值平均法

利用此法所求得之進城流向模式二，在所有旅行時間模式中並非為最高，其值為 3.345(最高者為模式五之 3.675)；出城流向模式一也並非為所有旅行時間模式中最高，其值為 4.818(最高者為模式四之 5.018)，但利用此法所求得之最高與最低間差距比

例,較利用「調整後 R 平方平均法」之最高與最低值差距比例小。

## 2. 單一路段上,支道轉向流量與旅行時間模式關係

由於進城第四路段考慮與不考慮工業二路轉向資料時,流量差異不大(但工業二路非常靠近福康路口,影響第四路段較多),且經由旅行時間模式中常數項(a)與變數之係數(b)符號方向判斷均屬一致;出城第一路段考慮與不考慮世斌一巷轉向資料時,流量差異不大(但世斌一巷非常靠近工業三路口,影響第一路段較少),且經由模式中常數項(a)與變數之係數(b)符號方向判斷均屬一致,故建議在旅行時間與流量關係上,進城流向第四路段需考慮工業二路轉向資料,出城流向第一路段則不需考慮世斌一巷轉向資料。

## 3. 不同流向之模式選擇

由於進、出城流向特性之不同,本研究在旅行時間模式選擇上,須將近城與出城流量之旅行時間模式做一區分。但同一流向之不同路段上,為確保不同路段、不同車道在相同之流量下,帶入旅行時間模式時會有相同之旅行時間,以及避免某特定路段不合理的流量與旅行時間之關係,依路段(進城 7 個、出城 4 個路段)統計進城不合理關係式佔 2/7,出城佔 2/4;依車道(內、中、外、慢車道)統計進城不合理關係式佔 8/28,出城佔 2/16;又甚至依路段與車道之各種可能組合統計,進城第五、六、七路段與車道組合均為不合理關係式,出城第一、四路段之慢車道為不合理關係式。推測不合理原因如受到路口影響、車流走走停停、調查時人為誤差等,因而不適合用以描述路段特性。故本研究在相同流向,不分路段與車道均採用同一旅行時間模式。

綜合以上結果,本研究建議調查路段進城流向旅行時間採用模式二( $Tt = 7.22e^{0.989(V/362.8)^{0.267}}$ ),且第四路段需考慮工業二路轉向資料;出城流向旅行時間採用模式一( $Tt = 8.63[1 + 1.579(V/528.6)^{0.341}]$ ),且第一路段不用考慮世斌一巷轉向資料。

### 6.1.3 不同流向各路段間評估指數之計算

本研究在與大貨車指定車道相關評估指數上，分為社會成本與建設成本兩類，其中在社會成本中包括危險成本、時間價值成本(路段與路口延滯)、污染成本、以及耗油成本四大類；建設成本上則包括號誌、標誌、反光標鈕成本、指定車道鋪面加強成本與例行性鋪面維修成本、路口員警導引成本三大類。不同流向間各路段、各評估指數及每一單位評估指數與金價值之換算，其重點結論為每一單位危險指數成本 0.002268 元、每一單位(秒)時間價值指數成本 0.1294 元、每一單位(克)HC、CO、NO<sub>x</sub> 污染指數成本分別為 1.395、1.993、2.459 元、每一單位(公升)耗油指數成本 18.1 元。而建設成本中以員警導引成本最大，其次為鋪面成本，最低者為號誌、標誌、反光標鈕成本。

### 6.1.4 第一階段最佳指派路段與車道模式構建與結果分析

本研究構建出大貨車最佳指派路段與車道之模式，並將各路段評估值帶入此模式中，同時考慮道路特性與駕駛習慣特性，將指定車道分為進城流向、出城流向、以及進出城流向同時考慮等三個方案，各方案最佳解與敏感度分析結果，如下所示：

#### 1. 進城單一流向最佳解

經由模式結果顯示，進城流向第一階段最佳解為當大貨車指派至外車道時，第一路段到第七路段(玉門路口至福安路口間)，此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 199108 元，員警導引總成本為 6570000 元，指定車道鋪面加強成本為 1576000 元，6 年期間該路段改善總效益為 12979855 元。且經由敏感度分析之結果發現，在員警路口導引 2-4 小時、月薪 25000-40000 元方案組合下，均不影響最佳解的選擇結果，必須直到員警每日導引 3 小時、月薪 45000 元，此時最佳模式改為指派外車道後，進城第二到第七路段；或員警每日導引 3 小時、月薪 70000 元，此時最佳模式改為指派外車道後，進城第四到第七路段。若員警每日導引 4 小時，月薪 35000

元至 50000 元時，最佳解均為指派外車道後，進城第二到第七路段；而直到員警每日導引 4 小時，月薪 51000 元時，最佳解將改為指派外車道後，進城第四到第七路段。

## 2. 出城單一流向最佳解

出城流向在原先限制條件組合下，除原方案(大貨車不指派)外，並無其他可行解的產生，故建議若未來單只考慮出城流向時，則無實施大貨車指定車道之必要。且經由敏感度分析顯示，縱使出城各路口不加派員警時，依然除原方案外，並無其他可行解。另由模式結果顯示，出城在大貨車指定車道後，除了第二、第四路段之社會成本與未指派前相比有降低外，第一、三路段指派車道後，均較指派前社會成本增加。

## 3. 進、出城流向同時考慮

若同時考慮進、出城方向時(路段數與位置與出城流向相同)，最佳解為大貨車指派外車道時，出城流向算起第一至第四路段(中港路上中福安路口至福康路口)，此時號誌標誌、反光標鈕總成本為 280304 元，員警導引總成本為 4380000 元，指定車道鋪面加強成本為 1750400 元，實施 6 年後改善總效益為 10052315 元。經由敏感度分析結果發現，員警導引小時數與薪資必須到達每導引 4 小時，以及月薪 80000 元時，最佳指派解才會改變為大貨車指派外車道後的出城第一到第二路段。

## 4. 建設成本分析

模式求解結果發現，大貨車指定車道可行與否，除了考慮指定車道後社會成本是否降低外，在建設成本上，影響比例最大者為員警成本，其次為指定車道鋪面加強成本。

### 6.1.5 第二階段考慮變換車道之最佳指派模式構建與求解

#### 1. 變換車道危險模式之構建

本模式利用路段危險指數模式，以及路口分出、交叉、併入等衝突量概念，構建出大貨車指定車道後，各路段、各車道間，因車輛數與旅行速率改變，而產生變換車道危險模式。此模式幫助我們可了解駕駛者變換車道時，所需付出成本為何。

#### 2. 變換車道最大成本差模式

本研究利用最大成本差法，及與變換車道有關之路段危險成本、時間價值成本、污染成本、耗油成本、變換車道本身所帶來的危險成本，與變換車道時，相同單位價值之社會成本評估指數間權重關係，構建出變換車道最大成本差模式。此模式幫助我們可了解駕駛者在道路環境改變時，是否會採取變換車道措施。

#### 3. 相同單位價值之社會成本評估指標間權重關係

本研究將有關變換車道時，相同單位價值之危險成本、時間價值、污染成本與耗油成本，利用模糊專家問卷之相似性整合法，求算出相同單位價值之上述四種成本，相互權重關係為(7.50：4.42：6.26：3.89)。此法與駕駛者問卷調查相比較，較節省時間、人力、與經費之付出。

#### 4. 第二階段變換車道後，進城單一流向最佳解

第二階段求得之結果，若僅考慮進城單一流向時，最佳解為大貨車指派至外車道時，第一路段到第七路段(玉門路口至福安路口間)。此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 1991080 元，員警導引總成本為 6570000 元，指定車道鋪面加強成本為 1576000 元。實施指定車道 6 年期間，該路段改善總效益為 28612684 元。敏感度分析結果發現，在員警路口導引 2-4 小時、月薪 25000-40000 元方案組合下，均不影響最佳解的選擇結果，必須直到員警每日導引 4 小時、月薪 76000 元，最佳模式才會改為指派外車道後，進城第二到第七路段。

### 5. 第二階段變換車道後，出城單一流向最佳解

第二階段變換車道後，僅考慮出城單一流向時，在原本給定的員警每日導引小時數與薪資下，計算結果顯示除原方案外(大貨車不指派)，並無其他可行解產生。敏感度分析發現，必須直到員警每日導引 1 小時、月薪 19000 元，最佳模式才會改為指派內車道後，出城第一至第二段，此時實施指定車道 6 年改善總效益為 14488 元。

### 6. 第二階段變換車道後，進出城同時考慮最佳解

第二階段變換車道後，同時考慮進、出城流向時，路段方案組合為出城方向第一至四路段之間。模式最佳解為大貨車指派至內車道時，出城流向算起第一至第二段(中港路上福安路口至永福口)。此時號誌、標誌、反光標鈕總成本為 116028 元，員警導引總成本為 3285000 元，指定車道鋪面加強總成本為 745600 元，實施 6 年後改善總效益為 9174925 元。敏感度分析結果發現，員警導引小時數與薪資在每日導引 4 小時，以及月薪 80000 元時，最佳指派解仍然為大貨車指派至內車道後，出城流向第一到第二段。

#### 6.1.6 長期交通量引伸需求

本研究最後提出長期交通量引伸需求觀念，且建議未來可採用「逐步問卷法」來求得引伸需求交通量。而本研究亦完成引伸需求與變換車道行為問卷架構，未來有興趣者可依此架構，求得實施指定車道後長期交通量引伸需求之結果。

## 6.2 建議

### 1. 旅行時間模式的選擇

本研究在旅行時間模式的選擇上，同一流向採用相同旅行時間模式，此法可能造成有些路段只選擇到描述該路段旅行時間與流量關係



之次佳模式，而無法選擇到最佳模式。但若不同路段採用不同旅行時間模式時，則可能造成相同流量卻有不同旅行時間，且某特定路段有不合理的流量與旅行時間關係結果。權衡得失後，本研究是採用同一流向使用相同旅行時間模式。建議未來研究者可進行不同路段，甚至分不同車道(本研究在旅行時間調查上僅調查快車道，且無分內、中、外車道之旅行時間，故無法進行分不同車道之比較)，採用各路段、各車道之最佳旅行時間模式與本研究相比較，以便了解使用兩種不同方法之結果差距，而且若當採用錄影的方式來調查旅行時間資料，也可技術上的改善此一問題。

## 2. 很慢的旅行速率之問題

在很慢的旅行速率耗油評估效益上，因查表時最低速率為 8 公里，但很慢的旅行速率可能低於 8 公里，故若利用外插法求得之值可能會有所偏差。未來是否可利用延滯與很慢速率關係推得(延滯愈長，很慢的旅行速率愈低)，值得後續研究深入探討。

## 3. 旅行時間之調查問題

本研究在選擇最佳模式時，為求得  $T_t$  與  $V$  之關係，是利用路段旅行時間之動的旅行時間，與動很慢的旅行時間相加總，但此法可能會與旅行時間模式之原意違背。因在旅行時間模式中， $T_t$  與  $V$  應為正相關，若加入很慢旅行速率後， $T_t$  與  $V$  有可能變為負相關。但若在旅行時間上不加入很慢的旅行速率，則會導致在有很慢旅行速率之路段，總旅行時間變少，因而造成旅行速率之高估。

## 4. 指派車道之開始與結束路口

本研究在指派車道之開始與結束路口，並無考慮因大貨車匯入與匯出指定車道時所造成之衝突，而未來此衝突之研究則需要加以考慮。

## 5. 其他車種路口變換車道

本研究假設快車道上小型車與大客車，可以自由意志變換車道。然在現實生活中愈接近路口時，其他車種可能會受到指定車道之大貨車影響，而無法進行自由意志之變換車道行為。

## 6. 變換車道之最大成本差法

本研究在變換車道時是以最大成本差法來探討，然而此法是否真正符合駕駛者習性，仍有待進一步研究。建議未來研究者可利用逐步問卷調查法所求得駕駛者變換車道結果，與最大成本差法相比較，使本研究方法更具可靠性。

## 7. 指定車道速限問題

由於實施大貨車指定車道後，該指定車道內大貨車數增多，考慮大貨車重量與操作特性與一般車種之不同，未來可進行指定車道給予不同速限之研究。

## 8. 非號誌化路口問題

本研究在評估路口延滯時，因受限於軟體關係，只探討號誌化路口之延滯，然而對於非號誌化路口(福雅路與福林路)，則無路口延滯之探討。建議後續研究者可利用非號誌化車流模擬軟體來加以探討。

## 9. 事故調查資料蒐集困難

本研究在事故調查上，僅在台中市警局交通隊蒐集到民國 88、89 兩年資料，由於樣本數偏少，故在進行危險評估指數量化為金錢單位時，可能會有偏誤情形。建議後續研究者能蒐集更多年之事故資料，才能使危險評估指數量化為金錢單位時更精確。

## 10. 車流調查資料之取得不易

本研究由於受限於時間、人力與經費之限制，在車流調查上僅蒐集到冬季交通量資料，然而是否不同季節會影響交通量之變化，本研究中無法做更深入說明。建議後續研究者可蒐集不同季節調查資料，來探討是否不同季節會影響最佳指派解。

## 11. 駕駛者變換車道時，對各評估準則重要性的衡量

每一位駕駛者變換車道時，對各評估準則重要性的衡量應會不同，但由於受限人力、時間、與經費考量，無法以實際問卷調查出每位駕駛者比重為何。因而本研究採用耗費人力、時間、與經費較少之

專家問卷方式，期望透過模糊專家問卷，了解大多數駕駛者變換車道時對評估準則之比重。專家意見是否能真實反應駕駛者意見，未來須與實際問卷方時詢問駕駛者之結果相比較，方能驗證此法之正確性。

#### 12. 模糊問卷數需增加

本研究在進行模糊問卷時，只蒐集四位專家之評估結果，對於評估結果顯然存有較大之誤差。建議後續研究者可依本研究模糊問卷架構，蒐集更多專家意見，使得研究之結果更為精確。

#### 13. 駕駛者守法行為

本研究中假設於指定車道後，大貨車百分之百走所指定之車道，然而現實狀況中，可能存有部分大貨車駕駛者會違法行走非指定車道，而此比例為何？本研究中並未加以探討。故建議後續研究者可針對守法比例進行敏感度分析，以了解不同守法比例時最佳指派解是否會改變。

#### 14. 大貨車數佔所有車數比例

指定車道中若大貨車數佔所有車數比例太高時，則不宜實施指定車道(可考慮設置專用車道)；大貨車數佔所有車數比例太低時，實施指定車道後改善效益不大，故亦不宜實施指定車道。本研究中並未探討大貨車在何種佔比例下適宜設置專用車道、指定車道、禁止進入、或是維持現狀(不採任何措施)，建議未來研究者能繼續探討大貨車佔比例與指派措施間關係。

#### 15. 旅行時間調查方式

本研究在旅行時間調查上是以人工目測方式，調查快車道上一輛正常行駛車輛通過兩觀測點間時間。然而此法可能因調查人員目視及手動馬錶之誤差(某些較短距離之路段更因此造成更大誤差)，導致本研究中旅行時間模式調整後 R 平方值很小。因此建議未來研究者可利用路口同步攝影方式，以求得更精準之路段旅行時間。

## 16. 時間價值

本研究在時間價值上是採用蕭銘雄(2000) 每人 466 元/小時之研究，但若依照民國 91 年台灣每人每年國民所得新台幣 412507 元，換算工作小時價值(假設每人每天工作 8 小時且考慮週休二日)之時間價值每人為 180 元/小時，若以此數值與本研究採用每人 466 元/小時相比，本研究所採用之數值較為偏高。若時間價值採用每人 180 元/小時是否會影響最佳解，建議後續研究者再加以深入探討。



## 參考文獻

### 一、中文部份：

1. 中華民國運輸學會，「台北市設置機車專用道研究規劃及試辦計劃期末報告書」，民國 88 年 5 月。
2. 台中市政府交通局，「台中市交通瓶頸及易肇事路口交通改善方案八十九年九月份指派路口」，民國 89 年 11 月。
3. 台中縣政府，「台中縣主要幹道交通績效評估之規劃與調查期末報告」，民國 89 年 8 月。
4. 交通部運輸研究所，「高速公路高乘載管制策略之研究」，民國 86 年 6 月。
5. 交通部運輸研究所，「高雄市公車專用道系統規劃與設置可行性研究」，民國 88 年 9 月。
6. 交通部運輸研究所，「腳踏車專用道之規劃研究」，民國 88 年 1 月。
7. 交通部運輸研究所，「台北-桃園中山高速公路高乘載率車輛專用設施(HOV)可行性之研究」，民國 82 年 9 月。
8. 交通部運輸研究所，「制定都市地區運輸系統績效指標及建立定期監測制度之研究」，民國 86 年 12 月。
9. 交通部統計處，「中華民國交通統計月報」，民國 87 年 6 月。
10. 行政院環保署，「空氣污染防制費之執行效益評估期末報告」，民國 87 年。
11. 李宇欣、陳立文，「以鄰近搜尋法求解鐵路排點與錯會車問題」，新世紀軌道運輸國際學術研討會論文集，pp267-278，民國 89 年 10 月。
12. 李克聰、陳昱豪、彭志文、顏宣旻，「改善大型車輛交通安全方案之評估效益分析」，中華民國第六屆運輸安全研討會論文集，。
13. 林大煜，「砂石安全運送路線與卸貨分裝之整合規劃」，砂石車安全管理研討會論文集，p 1-16，民國 88 年 9 月。
14. 林良泰、朱純孝、吳淵展，「以期望值觀點推導路口衝突量」，運輸學刊第十卷第三期，pp21-38，民國 86 年 9 月。
15. 周文生，「砂石車管理問題掃描與對策」，八十九年道路交通安全與執法

- 研討會論文集，民國 89 年 6 月 8 日。
- 16.吳水威、李文嶽，「都市道路系統交通效率評估之研究」，中華民國運輸學會第十屆論文研討會論文集，pp233-240，民國 84 年 10 月。
  - 17.姜渝生、王小娥、林月麗，「空氣污染防治費對都市空氣品質改善直接效益之評估」，運輸計劃季刊第二十九卷第三期，pp635-664，民國 89 年 9 月。
  - 18.倪佩貞、白仁德、朱珮芸、劉國棟，「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」，交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集，pp203-233，民國 89 年 1 月。
  - 19.許添本、李昆振，「公車專用道實施前後交通安全比較分析」，中華民國第四屆運輸安全研討會論文集，pp297-306，民國 86 年 11 月。
  - 20.陳君杰、白仁德，「交通事故對污染排放及油耗影響之分析架構與課題」，交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集，pp 187-201，民國 89 年 1 月。
  - 21.陳振東、許錫美，「多位專家模糊評估值整合方法之研究」，中華民國第二屆模糊理論與應用研討會論文集，pp72-77，民國 83 年 9 月。
  - 22.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論文集，pp243-254，民國 88 年 6 月。
  - 23.張新立、吳舜丞，「砂石車安全管理方案成效評估」，砂石車安全管理研討會論文集，p 1-24，民國 88 年 9 月。
  - 24.楊宗璟、田安里、蔡淑媛、潘忠陽，「高速公路連續假日採取高乘載車輛(HOV)差別費率策略之下個人選擇行為分析」，中華民國運輸學會第十一屆論文研討會論文集，pp947-958，民國 85 年 12 月。
  - 25.楊宗璟、張偉峻、林欣誼、林展民，「限時限制都市貨運路段與車道對交通管理的影響」，中華民國運輸學會第十三屆論文研討會論文集，pp483-492，民國 87 年 12 月。
  - 26.楊宗璟，「尖峰時段客貨分流措施之永續評估---以都市地區為例」，尚未發表。
  - 27.楊士弘，「輕軌運輸系統對公車專用道成本及績效之比較研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國八十九年六月。

- 28.鄭賜榮,「台北市公車專用道之規劃與設計」,都市交通,pp1-9,民國91年。
- 29.賴炳榮,「台北市公車專用道績效分析」,都市交通,pp10-14,民國91年。
- 30.蕭銘雄,「旅行時間價值衡量方式之探討」,交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集,pp171-186,民國89年1月。
- 31.鄧振源,「公共設施區位選擇之模糊多目標決策方法」,中華民國第一屆FUZZY理論與應用研討會,pp356-364,民國82年6月。
- 32.鄧振源、江文毅,「運鈔車護運路線決策支援系統建立之研究」,中華民國第五屆運輸路網研討會論文集,pp137-146,民國89年10月。
- 33.蕭代基、錢玉蘭,「交通運輸與交通事故管理策略減輕空氣污染之健康效益評估」,交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文集,pp235-264,民國89年1月。
- 34.蘇志強、李政聰、婁自強,「高速公路高乘載車道交通執法策略研究」,八十七年道路交通安全與執法研討會論文集,pp73-85,民國87年6月。
- 35.蘇昭銘、洪啟源、李建昌,「機車專用道設置現況之檢討」,八十七年道路交通安全與執法研討會論文集,p255-266,民國87年6月。

## 二、英文部份

- 1.Banihan Gunay(2001), An overview of the lateral properties of road traffic flow, Traffic Engineering& Control, December, pp401-405.
- 2.Ching-Hsue Cheng(1996), Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function, European Journal of Operational research, pp343-350.
- 3.David J. Forkenbrock, Comparison of external costs of rail and truck freight transportation, Transportation Research part A, pp321-337.
- 4.David M. Levinson、David Gillen(1997), The full cost of intercity highway transportation, Transportation Research Part-D, Vol. 3, No 4, pp207-223.
- 5.Inge Mayeres、Sara Ochelen、Stef Proost(1996), The marginal external costs of

- urban transport , Transportation Research Part-D, Vol. 1, No 2 , pp111-130。
6. Wang Andong(1996) , Light rail or busway ? A comparative evaluation for a corridor Beijing , Journal of Transport Geography Vol. 4, No. 4 , pp239-251。





## 附錄一：引伸需求及變換車道問卷調查表格

由於本研究在此問卷上僅有初步架構之建立，並無實際調查之結果，故在以下在問卷評估總成本上僅做假設之數字(將四個評估成本換算為耗油成本)，其真正結果仍需進一步實地問卷訪問後才能獲得。

您好我們是逢甲大學交通工程與管研究所，目前我們正在進行一份中港路實施大貨車指定車道可行性問卷調查，非常感謝您撥出寶貴時間幫我們完成這份問卷，您提供給我們的答案將是未來我們研究時重要參考資料。非常謝謝您！

逢甲大學交通工程管理研究所

**大貨車指定車道：**在尖峰時段指定大貨車只能使用某車道，但非大貨車之其他車種亦可在指定車道中行駛。

以下問題，我們將您開車在路上付出的四項社會成本(耗油、安全、時間損失、空氣污染)，依您下題所給比重，統一換算成耗油成本，提供您答題時的參考。

+++++  
1.下面四種 1000 元，以污染為基礎，其他三種與污染比較，您覺得它們相對重要程度為何？

- (1)假設您旅行時無塞車，利用旅行節省時間去工作，賺了 1000 元(時間價值)  
(2)您旅行塞車，與過去經驗相比，相同距離上卻多花 1000 元的油錢消耗(耗油)。  
(3)假設旅行途中發生車禍，花了 1000 元看醫生或修車(危險)。發生車禍，對您可能會有精神損失或無車可用不方便或其他\_\_\_\_\_ (請敘述)之負面影響。  
(4)開車排放黑煙，造成自己或別人產生呼吸系統疾病，看醫生花 1000 元(污染)癩此種病會造成您身體不舒服、吃藥或其它\_\_\_\_\_ (請敘述)之負面影響。  
(非常重要=3 分，重要=2 分，一樣=1 分，不重要=-1 分，非常不重要=-2 分)

安全 1000 元比耗油 1000 元：	非常重要	重要	一樣
	不重要	非常不重要	
時間價值 1000 元比耗油 1000 元：	非常重要	重要	一樣
	不重要	非常不重要	
污染 1000 元比耗油 1000 元：	非常重要	重要	一樣
	不重要	非常不重要	

1.請問您交通尖峰時段在中港路(中港交流道至工業區間)使用什麼交通工具?

☐ 大貨車 ☐ 大客車 ☐ 小型車 ☐ 機車

2.請問您平時交通尖峰時段旅次目的為中港路(中港交流道至工業區間)兩端點時,您會走中港路到達目的地嗎?

☐ 不會(請跳至 3 繼續回答)

☐ 會 (請跳至 4 繼續回答)

3.若我們提供中港路現況四種客觀評估指標資料,和未來中港路實施大貨車指定車道後大貨車指派至內、中、外其中之一車道資料,請問您會選擇哪一方案?

中港路現況交通資料 行走此地區需耗油 10 元

☐ 大貨車指派至內車道後 行走此地區需耗油 8 元(請跳至 5 繼續回答)

☐ 大貨車指派至中車道後 行走此地區需耗油 11 元(請跳至 6 繼續回答)

☐ 大貨車指派至外車道後 行走此地區需耗油 9.5 元(請跳至 7 繼續回答)

☐ 依然不使用中港路(選擇此項者,結束問卷訪談)

4.實施大貨車指定車道後,您會選擇哪一方案

本研究提供中港路現況資料 行走此地區需耗油 10 元

...大貨車指派至內車道後 行走此地區需耗油 8 元

...大貨車指派至中車道後 行走此地區需耗油 11 元

...大貨車指派至外車道後 行走此地區需耗油 9.5 元

...退出中港路,改行駛其他道路(選擇此項者,結束問卷訪談)

5.本研究提供大貨車指派至內車道後之各車道評估資料,請問您會選擇哪一車道進入

本研究提供大貨車指派至內車道後

...內車道 行走此地區需耗油 10 元

...中車道 行走此地區需耗油 8 元

...外車道 行走此地區需耗油 11 元

...慢車道 行走此地區需耗油 9.5 元

(請跳至 8 繼續回答)

**6.本研究提供大貨車指派至中車道後之各車道評估資料,請問您會選擇哪一車道進入**

本研究提供大貨車指派至中車道後

- ...內車道 行走此地區需耗油 8 元
- ...中車道 行走此地區需耗油 10 元
- ...外車道 行走此地區需耗油 11 元
- ...慢車道 行走此地區需耗油 7 元

(請跳至 9 繼續回答)

**7.本研究提供大貨車指派至外車道後之各車道評估資料,請問您會選擇哪一車道進入**

本研究提供大貨車指派至外車道後

- ...內車道 行走此地區需耗油 9.2 元
- ...中車道 行走此地區需耗油 10 元
- ...外車道 行走此地區需耗油 8 元
- ...慢車道 行走此地區需耗油 11 元

(請跳至 10 繼續回答)

**8.請問您剛才利用中港路的哪一車道行經中港交流道至工業區之間?**

- ...內車道    ...中車道    ...外車道    ...慢車道

**9.若您剛剛得知大貨車指定於內車道,您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道?**

- ...變換至內車道            行走此地區需耗油 10 元(不包含變換車道危險成本)
- ...變換至中車道            行走此地區需耗油 11 元(不包含變換車道危險成本)
- ...變換至外車道            行走此地區需耗油 8 元(不包含變換車道危險成本)
- ...變換至慢車道            行走此地區需耗油 9 元(不包含變換車道危險成本)

內車道 ◀→中車道變換車道危險成本

內車道 ◀→外車道變換車道危險成本

內車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

中車道  $\longleftrightarrow$  外車道變換車道危險成本

中車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

外車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

**10.若您剛剛得知大貨車指定於中車道，您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道？**

...變換至內車道 行走此地區需耗油 11 元

...變換至中車道 行走此地區需耗油 10 元

...變換至外車道 行走此地區需耗油 8 元

...變換至慢車道 行走此地區需耗油 12 元

從某車道變換至某車道之變換車道危險成本與第 9 小題相同

**11.若您剛剛得知大貨車指定於外車道，您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道？**

...變換至內車道 行走此地區需耗油 9.5 元

...變換至中車道 行走此地區需耗油 10 元

...變換至外車道 行走此地區需耗油 8.5 元

...變換至慢車道 行走此地區需耗油 7 元

從某車道變換至某車道之變換車道危險成本與第 9 小題相同

**12.若重新改變評估指標總成本與變換車道危險成本情況下，若您剛剛得知大貨車指定於內車道，您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道？**

...變換至內車道 行走此地區需耗油 10 元(不包含變換車道危險成本)

...變換至中車道 行走此地區需耗油 12 元(不包含變換車道危險成本)

...變換至外車道 行走此地區需耗油 11 元(不包含變換車道危險成本)

...變換至慢車道 行走此地區需耗油 8 元(不包含變換車道危險成本)

內車道  $\longleftrightarrow$  中車道變換車道危險成本

內車道  $\longleftrightarrow$  外車道變換車道危險成本

內車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

中車道  $\longleftrightarrow$  外車道變換車道危險成本

中車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

---

外車道  $\longleftrightarrow$  慢車道變換車道危險成本

13.若您剛剛得知大貨車指定於中車道，您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道？

...變換至內車道                      行走此地區需耗油 10 元

...變換至中車道                      行走此地區需耗油 11 元

...變換至外車道                      行走此地區需耗油 12 元

...變換至慢車道                      行走此地區需耗油 13 元

從某車道變換至某車道之變換車道危險成本與第 9 小題相同

14.若您剛剛得知大貨車指定於外車道，您會從剛才行駛之車道變換至哪一車道？

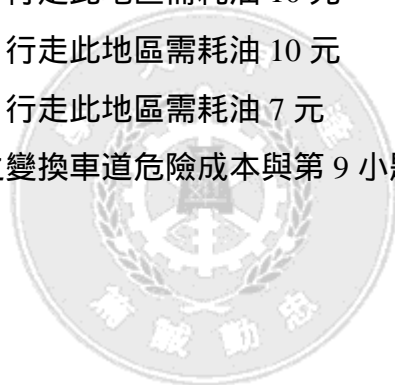
...變換至內車道                      行走此地區需耗油 13 元

...變換至中車道                      行走此地區需耗油 10 元

...變換至外車道                      行走此地區需耗油 10 元

...變換至慢車道                      行走此地區需耗油 7 元

從某車道變換至某車道之變換車道危險成本與第 9 小題相同



## 附錄二：模糊專家問卷

先進 勛鑑

這是一份有關於【都市地區尖峰時段大貨車實施指定車道之系統規劃與可行性研究】之研究問卷。本研究希望藉由您的寶貴意見，來了解實施大貨車指定車道後所產生之變換車道所必須付出之安全、時間價值、空氣污染、耗油成本間權重關係。敬請您撥冗填寫，並請於 91 年 3 月 15 日前寄回，以利後續研究之進行。非常感謝您對本研究之支持與協助。

逢甲大學交通工程與管理研究所

指導教授： 楊宗璟

研究生： 蔡仁旭

敬啟

聯絡電話：

日：(04)24517250 4676 分機

夜： 0915472537

### 壹、本問卷之架構與說明

本研究中所定義之「大貨車指定車道」，其意義為尖峰時段大貨車只能行駛於某一車道(如中港路之外側快車道)，但非大貨車之車種亦可在指定車道中行駛。

本研究探討實施大貨車指定車道後，因原本非指定車道之大貨車，必須至指定車道行駛。受指定車道因車輛數增加之結果，造成指定車道內交通環境惡化，因此指定車道之非大貨車種可能採取變換車道措施，以求得最佳車道環境；而非受指定之車道，也可能因各車道大貨車減少數不同，非大貨車之車種亦會變換車道至最佳車道環境。本研究為分析此種變換車道之行為，列出與變換車道相關之評估項目，分為安全、時間價值、空氣污染、耗油成本。由於本研究中已經求得各個評估項目之價值，其中各評估項目之成本量化計算方法，如下附表 1 所示。雖然本研究已將評估指標轉換為金錢單位，然而是否每個人對於

以上四個相同金錢價值之評估項目權重性一致？例如因空氣污染導致呼吸系統疾病就醫所須付出之 1000 元(空氣污染)；旅行塞車，與過去經驗相比，相同距離上卻多花 1000 元的油錢消耗(耗油)；旅行途中發生車禍，花了 1000 元看醫生或修車(安全)；旅行時無塞車，利用旅行節省時間去工作，賺了 1000 元(時間價值)。因此本研究欲透過專家問卷，來了解以上四種 1000 元之間之權重關係，本研究之目標與準則，如下附圖 1 所示。

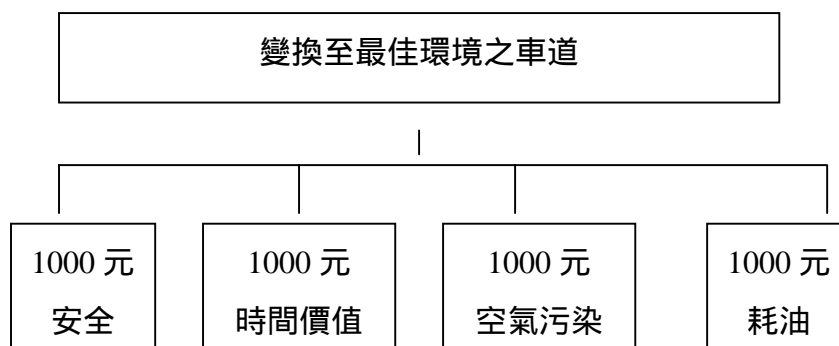
附表 1 各評估準則成本量化計算方法

與安全價值之計算有關項目(詳細計算過程如下範例所示)	某車種車輛數× 某車種碰撞率× $\sum$ (某車種與他車種碰撞時，某車種之嚴重程度× 他車種數(換算 PCU 後)在各車種數(換算 PCU 後)中所佔比例)× 某車種平均乘載人數、路段平均旅行速率調整因子× (車禍時死亡、受傷、僅有財損之成本與安全指標相對權重關係)
與時間價值之計算有關項目	某車種車輛數× 某車種平均乘載人數× 某車的旅行時間× 每人的時間價值
與空氣污染成本之計算有關項目	某車種車輛數× 旅行距離× 某特定速率下某污染物排放係數× 某污染物改善 1ppm 之成本
與耗油成本之計算有關項目	某車種車輛數× 旅行距離× 某特定速率下耗油係數× 每公升油價

安全價值計算之範例：以小型車、內車道、調查時間內該路段一人車禍僅有財損為例

中港路內車道大貨車 4 輛、大客車 5 輛、小型車 100 輛、機車 0 輛；各車種(依序為大貨車、大客車、小型車、機車)的碰撞率假設為 3 : 1 : 1 : 1；小型車與其他車種碰撞時可能潛在嚴重程度比例 175 \ 161 \ 56 \ 16；四車種 PCU 依序為 1.5 : 1.4 : 1 : 0.4；四車種平均乘載人數依序為 1.5 : 20 : 2 : 1；指派前內車道平均速率 50km/hr，指派後內車道平均速率 55km/hr；車禍一人僅有財損成本 10000 元；安全指標定義為上述在安全價值未乘上「車禍時死亡、受傷、僅有財損之成本與安全指標相對權重關係」前之公式結果。本範例之安全價值之計算如下所示：

$$100 \times 1 \times \{ 175 \times [4 \times 1.5 / (4 \times 1.5 + 5 \times 1.4 + 100 \times 1 + 0 \times 0.4)] \} \times 2 \times (55/50)^4 \times \{ 100 \times 1 \times \{ 175 \times [4 \times 1.5 / (4 \times 1.5 + 5 \times 1.4 + 100 \times 1 + 0 \times 0.4)] \} \times 2 \times (55/50)^4 / 10000 \}$$



附圖 1 本問卷之目標與評估準則架構圖

## 貳、填答方式說明

本研究所設計之填答表格如下附表 2 所示，分別將各欄的意義及其填答方式說明如下：

附表 2 本研究評估準則權重填寫格式

評估準則	最有可能估計範圍	最大估計範圍

欄位一為欲評估項目之準則，意即變換至最佳環境之車道評估準則，如 1000 元的安全、1000 元的時間價值、1000 元的空氣污染、1000 元的耗油成本。

欄位二為估計該準則之最有可能範圍〔B,C〕，評定分數由「0~10 分」表示，分數愈高表示愈重要。須注意該範圍必定落於欄位三的最大估計範圍〔A,D〕之間(A B C D)，如附表 4 即為一個錯誤的填答方式。

欄位 3 為該評估準則最大估計範圍〔A,D〕，評定分數由「0~10 分」表示，分數愈高表示愈重要。須注意該範圍必定落於欄位二的最有可能估計範圍〔B,C〕之外(A B C D)。



表 3 以『安全』為範例之正確填答結果

評估準則	最有可能估計範圍	最大估計範圍
1000 元的安全	5~7	3~9

表 4 以『安全』為範例之錯誤填答結果

評估準則	最有可能估計範圍	最大估計範圍
1000 元的安全	5~7	6~9

### 參、請您填答的部份

評估準則	最有可能估計範圍	最大估計範圍
1000 元的安全		
1000 元的時間價值		
1000 元的空氣污染		
1000 元的耗油		

