

101-149-6158
MOTC-IOT-100-TDB005

智慧型運輸系統節能減碳與 成本效益評估工具暨資料庫之規劃



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 12 月

101-149-6158
MOTC-IOT-100-TDB005

智慧型運輸系統節能減碳與 成本效益評估工具暨資料庫之規劃

著者：李永駿、林維信、劉定一、蘇怡如
黃新薰、張芳旭、陳國岳、朱珮芸

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃 / 李永駿等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 101.12
面 ; 公分
ISBN 978-986-03-4884-2(平裝)

1. 運輸系統 2. 運輸規劃

557

101024393

智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃

著 者：李永駿、林維信、劉定一、蘇怡如、黃新薰、張芳旭、陳國岳、朱珮芸

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 101 年 12 月

印 刷 者：安頤企業社

版(刷)次冊數：初版一刷 100 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：330 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

GPN：1010103019

ISBN：978-986-03-4884-2 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-03-4884-2(平裝)	政府出版品統一編號 1010103019	運輸研究所出版品編號 101-149-6158	計畫編號 100-TDB005
本所主辦單位：綜合技術組 主管：黃新薰 計畫主持人：黃新薰 研究人員：張芳旭、陳國岳、朱珮芸 聯絡電話：02-23496869 傳真號碼：02-27120223	合作研究單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司 計畫主持人：林維信 研究人員：李永駿、劉定一、蘇怡如 地址：(11090)臺北市松山路 130 號 5 樓 聯絡電話：02-27488822	研究期間 自 100 年 3 月 至 100 年 11 月	
關鍵詞：智慧型運輸系統、節能減碳、成本效益評估			
<p>近年來，由於溫室氣體排放增加，造成地球日益暖化，節能減碳政策已成為世界各國重視之議題。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, 以下簡稱 ITS），期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率。</p> <p>有鑑於此，我國亦將節能減碳列為當前重要推動政策，並已將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」，列為「永續能源政策綱領」中運輸部門之節能減碳策略，期望藉由 ITS 導入而提升交通運輸之效能，進而協助達成交通運輸節能減碳的政策目標。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，有必要針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性、智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳實質效益，以及相關成本效益等課題進行探討。</p> <p>本計畫除了針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性進行探討以外，並規劃 ITS 節能減碳效益評估工具與相對應之成本效益資料庫，以及 ITS 節能減碳與成本效益評估機制。此外，亦選擇國內智慧交控/時制重整與聰明公車系統之實際案例，進行節能減碳效益之評估。</p> <p>ITS 成本效益評估工具與相對應之成本效益資料庫除可協助交通部與本所研訂 ITS 發展策略外，亦可提供地方政府相關單位使用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
101 年 12 月	412	330	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Planning for the Cost-Benefit Evaluation Tools and Database of ITS Energy Saving and Carbon Reduction			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-03-4884-2(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010103019	IOT SERIAL NUMBER 101-149-6158	PROJECT NUMBER 100-TDB005
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Hsin-Hsun Huang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsin-Hsun Huang PROJECT STAFF: Hsin-Hsun Huang, Fang-Hsu Chang, Kuo-Yueh Chen, Pei-yun Chu PHONE: +886-2-23496869, FAX: 02-27120223			PROJECT PERIOD FROM March 2011 TO November 2011
RESEARCH AGENCY: THI Consultants Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wei-hsin Lin PROJECT STAFF: Yong-chun Lee, Ting-I Liu, Yi-ru Su ADDRESS: 5F. No. 130 Sung-Shan Road, Taipei, Taiwan, R. O. C. 11047 PHONE: +886-2-27488822			
KEY WORDS: Intelligent Transportation Systems, Energy Saving and Carbon Reduction, Cost-benefit Evaluation			
<p>Due to the increase of greenhouse gas emissions and global warming, the policy of energy saving and carbon reduction has become an important issue internationally. In order to effectively reduce the amount of energy consumption and greenhouse gas emission of transportation, many countries are encouraging the development and deployment of Intelligent Transportation Systems (ITS) to improve the transportation efficiency.</p> <p>To keep pace with global developments, the MOTC has included the deployment of ITS to provide instant traffic information and enhance transportation management in the action plan of "Strategic Guidelines for Sustainable Development". It hopes to introduce ITS in order to upgrade the transportation efficiency and then achieve the the goals of energy saving and carbon reduction in the transportation sector. Thus, considering the efficiency and effectiveness of government resource allocation, it is necessary to identify the effect of ITS strategies on energy saving and carbon reduction, the relation among them, the costs involved and, the benefits.</p> <p>Therefore, this project studies the relevancy among ITS strategies, energy saving and carbon reduction, as well as plans and proposes the benefit evaluation mechanism, the tools and the correspondent database structure. Besides, it chooses some actual projects, such as smart traffic control, the restructuring of signal timing, and e-bus, to conduct case studies and apply the proposed evaluation mechanism and tools.</p> <p>It expects that the accomplishment of this project can provide important references not only for MOTC and IOT to draft the ITS policies and strategies for energy saving and carbon reduction, but also for local government agencies to take action.</p>			
DATE OF PUBLICATION December 2012	NUMBER OF PAGES 412	PRICE 330	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

第一章 緒論	1-1
1.1 計畫背景分析	1-1
1.2 研究範圍與對象	1-2
1.3 研究內容、項目與流程	1-2
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國內外運輸部門節能減碳發展政策與策略	2-1
2.1.1 我國政策	2-1
2.1.2 美國政策	2-4
2.1.3 歐盟政策	2-5
2.1.4 日本政策	2-11
2.1.5 小結	2-12
2.2 國內外 ITS 與節能減碳關聯研究與案例	2-13
2.2.1 國外	2-13
2.2.2 國內	2-65
2.2.3 小結	2-93
2.3 國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估工具	2-93
2.3.1 國外	2-93
2.3.2 國內	2-113
2.3.2 小結	2-119
2.4 國內外 ITS 節能減碳與成本效益資料庫	2-119
2.4.1 國外相關文獻	2-119
2.4.2 國內相關文獻	2-132
2.4.3 小結	2-134
2.5 國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估機制	2-135
2.5.1 國外相關文獻	2-135
2.5.2 國內相關文獻	2-139
2.5.3 小結	2-147
第三章 ITS 與節能減碳之關聯性分析	3-1
3.1 分析方式說明	3-1
3.2 ITS 策略定義	3-2

3.3 關聯性分析結果	3-10
第四章 ITS 節能減碳與成本效益評估工具之規劃	4-1
4.1 ITS 成本效益評估方式規劃	4-1
4.1.1 成本效益評估方式概述	4-1
4.1.2 ITS 評估指標與評估項目建議	4-4
4.1.3 節能減碳效益評估方式	4-9
4.2 ITS 成本效益評估工具研選之方法	4-23
4.3 ITS 成本效益評估工具之建議	4-26
第五章 ITS 節能減碳與成本效益資料庫與評估機制之規劃 ..	5-1
5.1 ITS 節能減碳與成本效益資料庫建置之重要課題	5-1
5.1.1 重要課題分析	5-1
5.1.2 因應對策	5-3
5.2 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統架構與內涵	5-3
5.2.1 資料庫系統功能需求之界定	5-4
5.2.2 資料庫系統功能架構與內涵	5-4
5.3 ITS 節能減碳與成本效益評估資料上傳暨正確性檢核之機制 ..	5-6
5.4 ITS 節能減碳與成本效益評估與中長程公共建設計畫、抑或中 程科技計畫審議結合之可行性	5-7
第六章 ITS 實際案例節能減碳效益評估	6-1
6.1 ATMS 案例評估	6-1
6.1.1 評估方案選擇	6-2
6.1.2 評估結果	6-4
6.2 APTS 案例評估	6-19
6.2.1 替代評估方案選擇	6-20
6.2.2 評估結果	6-24
第七章 結論與建議	7-1
7.1 結論	7-1
7.2 建議	7-4

參考文獻	參-1
英文縮寫對照表	G-1
附錄 1 評選會議意見彙整表	附 1-1
附錄 2 期中專家學者座談會審查意見處理情形表	附 2-1
附錄 3 期中審查會審查意見處理情形表	附 3-1
附錄 4 期末專家學者座談會審查意見處理情形表	附 4-1
附錄 5 期末報告審查意見處理情形表	附 5-1
附錄 6 英國 ITS 工具包之 ITS 決策樹.....	附 6-1
附錄 7 計畫摘要	附 7-1
附錄 8 簡報資料	附 8-1

圖 目 錄

圖 1.3.1 研究流程圖.....	1-4
圖 2.1.1 「國家節能減碳總計畫」之標竿方案與標竿型計畫.....	2-3
圖 2.2.1 EASYWAY 發展進程.....	2-37
圖 2.2.2 EASYWAY 短期與長期目標.....	2-37
圖 2.2.3 歐盟 eCoMove 願景.....	2-40
圖 2.2.4 eCoMove 運作概念示意圖.....	2-41
圖 2.2.5 歐盟 eCoMove 合作式技術架構示意圖.....	2-43
圖 2.2.7 Green ITS 之推動時程規劃.....	2-56
圖 2.2.8 日本能源 ITS 之施政體系.....	2-57
圖 2.2.9 自動駕駛/車隊運行之主要技術彙整圖.....	2-61
圖 2.2.10 能源 ITS 之 5 項開發評估技術之關係.....	2-62
圖 2.2.11 國際可信賴之 CO ₂ 排放量評估方法的確立.....	2-64
圖 2.2.12 節能減碳效益評估流程示意圖.....	2-73
圖 2.2.13 臺中市區公車年運量變化與相關措施.....	2-76
圖 2.2.14 運輸規劃模式與能源、污排推估模組整合架構-公路運輸部門....	2-85
圖 2.2.15 ITS 效益評估架構層級示意圖.....	2-88
圖 2.2.16 全國路況資訊中心即時路況圖.....	2-90
圖 2.2.17 TTIA 智慧巴士標準架構圖.....	2-92
圖 2.3.1 IDAS 整體架構圖.....	2-99
圖 2.3.2 IDAS 與傳統 TDM 關係示意圖.....	2-100
圖 2.3.3 DYNASMART-P version 1.3.0 DSPEd 套件.....	2-106
圖 2.3.4 TRANSIMS 人口合成模組(population synthesizer).....	2-108
圖 2.3.5 TRANSIMS 活動產生模組(activity generator).....	2-109
圖 2.3.6 TRANSIMS 路徑規劃模組(route planner).....	2-109
圖 2.3.7 TRANSIMS 交通微觀模擬模組(traffic microsimulator).....	2-110
圖 2.3.8 VISSIM 模擬畫面.....	2-111
圖 2.3.9 Paramics 模擬畫面.....	2-112
圖 2.3.10 Mobile-Taiwan 模式之發展歷程與應用.....	2-117
圖 2.4.1 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫首頁.....	2-120

圖 2.4.2 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-準則部分	2-120
圖 2.4.3 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-效益部分	2-121
圖 2.4.4 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-成本部分	2-121
圖 2.4.5 美國 RITA ITS 評估資料庫之系統建置數量統計範例	2-125
圖 2.4.6 英國運輸部 ITS 政策評估步驟.....	2-127
圖 2.4.7 英國運輸部 ITS 工具包-手冊部分	2-128
圖 2.4.8 英國運輸部 ITS 工具包-工具目錄部分	2-130
圖 2.4.9 英國運輸部 ITS 工具包-工具目錄部分(次目標選單)	2-131
圖 2.4.10 英國運輸部 ITS 工具包-案例研究部分	2-131
圖 2.4.11 本所運輸規劃整合資料庫.....	2-133
圖 2.4.12 本所 ITS 網站.....	2-134
圖 2.5.1 美國運輸署 RITA 組織架構	2-137
圖 2.5.2 中長程施政計畫制度運作概念圖.....	2-147
圖 3.2.1 號誌時制重整作業程序.....	3-3
圖 3.3-1 ITS 策略間之層級性與關聯性示意圖	3-20
圖 4.1.1 汽油小客車於不同道路型態之單位距離油耗	4-13
圖 4.1.2 路況資訊服務系統節能減碳效益評估流程	4-16
圖 4.1.3 號誌時制重整計畫節能減碳評估試算表(一).....	4-21
圖 4.1.4 號誌時制重整計畫節能減碳評估試算表(二).....	4-22
圖 4.3.1 IDAS 分析架構.....	4-29
圖 4.3.2 IDAS 模組流程架構.....	4-35
圖 4.3.3 試算表式 ITS 成本效益評估工具架構.....	4-37
圖 5.2.1 資料庫系統功能架構.....	5-4
圖 5.2.2 資料庫系統運作流程示意圖.....	5-5
圖 5.3.1 整體評估機制規劃之層級.....	5-7
圖 5.4.1 中長程個案計畫審議作業程序.....	5-8
圖 5.4.2 政府科技發展計畫先期作業流程.....	5-10
圖 6.1.1 ATMS 案例評估規劃	6-1
圖 6.1.2 99 年度臺北縣幹道時制重整路口位置圖	6-3
圖 6.1.3 臺北縣安康路及祥和路 VISSIM 模擬畫面	6-5
圖 6.1.4 安康路改善前後每秒累計小車車輛數曲線	6-9

圖 6.1.5 安康路改善前後小車每秒油耗累計曲線	6-10
圖 6.1.6 安康路改善前後小車每秒 CO ₂ 累計曲線	6-10
圖 6.1.7 祥和路改善前後每秒累計小車車輛數曲線	6-13
圖 6.1.8 祥和路改善前後小車每秒油耗累計曲線	6-14
圖 6.1.9 祥和路改善前後小車每秒 CO ₂ 累計曲線	6-14
圖 6.1.10 模擬車輛編號 7654 逐秒車速圖	6-15
圖 6.1.11 模擬車輛編號 3605 逐秒車速圖	6-15
圖 6.1.12 IDAS 路網模擬畫面	6-16
圖 6.2.1 設限資料示意圖	6-21
圖 6.2.2 以搭乘年期法計算聰明公車系統節能減碳效果之流程	6-28
圖 6.2.3 公車動態資訊系統問卷調查之有效及無效樣本示意圖	6-30
圖 6.2.4 性別與是否搭乘狀況之交叉分析圖	6-35
圖 6.2.5 年齡層與是否搭乘狀況之交叉分析圖	6-35

表 目 錄

表 2.1-1 國內運輸部門歷年能耗平均年成長率	2-1
表 2.1-2 能源使用與基礎設施削減排放-交通運輸項目	2-4
表 2.1-3 第二期歐洲氣候變遷計畫中運輸部門主要策略	2-7
表 2.2-1 ITS 策略之單位空污減量成本	2-15
表 2.2-2 ITS 與運輸管理策略之單位溫室氣體減量成本	2-16
表 2.2-3 實施 ITS/運作管理策略之累計溫室氣體減量百分比	2-18
表 2.2-4 實施 ITS/運作管理策略於 2030 之年減碳成本與效益	2-19
表 2.2-5 明尼亞波尼斯-聖保羅高速公路匝道儀控系統節能減碳效益	2-23
表 2.2-6 紐約州雪城號誌時制重整計畫節能減碳效益	2-25
表 2.2-7 TNO 評估之 ITS 清單	2-30
表 2.2-8 TNO 評估之 14 項具發展潛力道路運輸能源效率之 ICT 技術方案	2-31
表 2.2-9 TNO 之 14 項道路運輸能源效率 ICT 技術解決方案評估結果	2-31
表 2.2-10 eCoMove 計畫測試地點規劃	2-47
表 2.2.11 In-Time 計畫之整合式大眾運輸旅次規劃資訊	2-50
表 2.2-12 歐盟商用車綠色車載系統成本效益分析	2-51
表 2.2-13 日本能源 ITS 各項策略之 CO ₂ 最大削減率與普及率的試算	2-58
表 2.2-14 日本能源 ITS 各項策略與 ITS 服務領域之對應	2-59
表 2.2-15 桃園縣九十九年度幹道時制重整暨智慧號誌系統計畫 CO ₂ 排放率	2-68
表 2.2-16 縣市政府智慧交控計畫節能減碳效益評估彙整表	2-69
表 2.2-17 國內相關研究評估 ITS 節能減碳計算方式與參數	2-71
表 2.2-18 ATMS 案例分析彙整表	2-74
表 2.2-19 高速公路電子收費之各項效益	2-76
表 2.2-20 ETC 通行效益	2-77
表 2.2-21 ETC 通行百次之節時與節能經濟效益	2-77
表 2.2-22 計程車(全國地區)有沒有加入無線電或衛星派遣車隊之營業載客 方式	2-78
表 2.2-23 計程車(全國地區)有沒有加入無線電或衛星派遣車隊之營運情形	2-78
表 2.2-24 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果	2-80
表 2.2-25 運輸部門相關化石燃料溫室氣體排放係數	2-83

表 2.2-26 ITS 效益評估量化指標	2-87
表 2.3-1 IDAS 案例分析結果(一)	2-101
表 2.3-2 IDAS 案例分析結果(二)	2-102
表 2.3-3 IDAS 案例之參數修正	2-104
表 2.3-4 IDAS 案例分析結果(三)	2-105
表 2.3-5 國內外 ITS 效益評估相關技術/軟體比較	2-117
表 2.4-1 美國 RITA ITS 評估資料庫之單位成本範例	2-123
表 2.4-2 美國 RITA ITS 評估資料庫之系統成本範例	2-124
表 2.5-1 各國 ITS 成本效益評估機制比較	2-148
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果	3-15
表 4.1-1 ITS 目標及績效指標	4-4
表 4.1-2 ITS 策略之成本與效益評估項目建議	4-5
表 4.1-3 ITS 策略節能減碳效益評估方式	4-11
表 4.1-4 ETC 通行效益	4-14
表 4.1-5 不同車種燃油效率值(2008 年)	4-17
表 4.1-6 都市尖離峰小時年化效益放大係數	4-19
表 4.3-1 IDAS 可評估之 ITS 策略項目表	4-27
表 4.3-2 ITS 策略成本效益評估工具建議	4-31
表 4.3-3 試算表式評估工具績效指標規劃	4-38
表 4.3-4 SCRITS 之號誌系統成本效益評估案例	4-39
表 4.3-5 IDAS 與試算表評估工具之比較	4-41
表 5.4-1 不同 ITS 領域計畫之效益評估項目建議	5-11
表 6.1-1 智慧交控/時制重整案例節能減碳評估構想	6-4
表 6.1-2 安康路改善前後小汽車之速率分布	6-7
表 6.1-3 安康路改善前後路口油耗與 CO ₂ 排放差異	6-8
表 6.1-4 祥和路改善前後小汽車之速率分布	6-11
表 6.1-5 祥和路改善前後路口油耗與 CO ₂ 排放差異	6-12
表 6.1-6 VISSIM 模擬績效表(上午尖峰小時)	6-16
表 6.1-7 IDAS 輸出結果—交通績效值	6-18
表 6.1-8 IDAS 輸出結果—成本效益彙整	6-18
表 6.1-9 IDAS 模擬績效表	6-19

表 6.1-10 99 年新北市幹道時制重整績效不同模擬方式結果比較	6-19
表 6.2-1 聰明公車節能減碳評估案例選擇	6-24
表 6.2-2 高雄市樣本調查資料基本統計表	6-25
表 6.2-3 公車搭乘情形與動態資訊系統使用情形之交叉分析表	6-30
表 6.2-4 「高雄市民眾日常使用運具狀況調查」資料	6-32
表 6.2-5 不同性別乘客有無使用動態資訊系統之搭乘年期	6-36
表 6.2-6 不同年齡層乘客有無使用動態資訊系統之搭乘年期	6-36

第一章 緒論

1.1 計畫背景分析

近年來，由於溫室氣體排放增加，造成地球日益暖化，節能減碳政策已成為世界各國重視之議題，我國亦將其列為當前重要推動政策。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System,以下簡稱 ITS)，期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能，進而協助交通部達成交通運輸節能減碳的政策目標。

美國 AASHTO(The American Association of State Highway and Transportation Officials)運輸管理策略對於空氣污染減量效益的研究中，提出擁擠收費、號誌系統時制調整、旅行者資訊提供及道路交通事件管理等 4 項 ITS 策略進行空污減量成本分析；Moving Cooler 則從 ITS 相關策略實施程度等級來預估各年期累計溫室氣體減量百分比；MOVES(Motor Vehicle Emission Simulator)計畫發展汽車污染源排放係數推估模式，以資料庫管理方式來進行巨觀、中觀與微觀評估。日本亦成立能源 ITS 研究會進行能源 ITS 發展方向的分析檢討。

在節能減碳政策議題下，我國提出「永續能源政策綱領」及「國家節能減碳總計畫」作為節能減碳之行動指導方針，並將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」列為運輸部門之節能減碳策略。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，有必要針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性、智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳實質效益，以及相關成本效益等課題進行探討。

本計畫除將針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性進行探討，並建構 ITS 成本效益評估工具與相對應之成本效益資料庫外，亦將規劃 ITS 成本效益評估機制，藉以客觀評估智慧型運輸系統策略產生之效益，進而作為研訂我國運輸部門 ITS 行動方案之重要參據。

ITS 成本效益評估工具與相對應之成本效益資料庫除可協助交通部與本

所研訂 ITS 發展策略外，亦可提供地方政府相關單位使用。

1.2 研究範圍與對象

基於前述研究背景之認知，本計畫之具體研究範圍，包括：

- 1.文獻蒐集回顧
- 2.ITS 與節能減碳之關聯性分析
- 3.ITS 節能減碳與成本效益評估工具之規劃
- 4.ITS 節能減碳與成本效益資料庫之規劃
- 5.ITS 節能減碳與成本效益評估機制之規劃
- 6.ITS 實際案例節能減碳效益評估

依據上述之研究範圍，本計畫研訂規劃之研究對象，包括：

- 1.國內外推動節能減碳之運輸管理與 ITS 政策
- 2.ITS 成本效益評估程序
- 3.實務應用 ITS 節能減碳與成本效益之軟體工具

1.3 研究內容、項目與流程

本計畫研究內容及預期完成的工作項目如下，研究流程如圖 1.3.1：

- 1.文獻蒐集回顧
 - (1)蒐集回顧國內外運輸部門節能減碳發展政策與策略，以及 ITS 節能減碳政策與發展重點。
 - (2)蒐集回顧國內外運輸部門 ITS 與節能減碳關聯研究與案例。
 - (3)蒐集回顧國內外運輸部門 ITS 節能減碳與成本效益評估機制。
- 2.ITS 與節能減碳之關聯性分析

釐清 ITS 節能減碳重要課題，透過 ITS 系統架構(System Architecture)方法，針對 ITS 九大服務領域，個別歸納成數個子系統，並就各領域之子系統探討 ITS 與節能減碳之相互關聯性、因果關係與重要因素之互動關係。
- 3.ITS 節能減碳與成本效益評估工具之規劃

- (1)針對國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估工具進行回顧，並據以提出評估工具建置之相關重要課題，以及量化/非量化效益之估算程序與方法。
- (2)訂定 ITS 節能減碳與成本效益評估工具研選方法，並據以完成 ITS 節能減碳效益評估工具，以及 ITS 成本效益評估工具之規劃。
- (3)依據前揭研選方法，蒐集回顧國內外相關應用軟體，並探討引進國外既有或自行開發適合國內實務應用軟體之可行性。

4.ITS 節能減碳與成本效益資料庫之規劃

- (1)針對國內外 ITS 節能減碳與成本效益資料庫進行回顧，並據以提出資料庫建置之相關重要課題。
- (2)研提 ITS 節能減碳與成本效益資料庫之架構與組成內涵、細項。
- (3)蒐集國內 ITS 現有計畫節能減碳效益資料。

5.ITS 節能減碳與成本效益評估機制之規劃

- (1)探討 ITS 節能減碳與成本效益評估與中長程公共建設計畫，抑或中程科技計畫審議結合之可行性。
- (2)研擬各執行單位 ITS 計畫節能減碳與成本效益評估資料上傳暨正確性檢核之機制。

6.ITS 實際案例節能減碳效益評估

針對國內已有初步成效之 ITS 案例，包括：聰明公車（挑選單一都會區/縣市 1 條公車路線）、智慧交控/時制重整（單一都會區）等，蒐集、調查節能減碳評估所需相關參、變數資料，並進行前述各案例節能減碳效益評估。

前述第 1、2、6 項工作項目係針對 ITS 效益中的節能減碳部分進行資料蒐集、分析及案例評估，第 3、4、5 項工作項目則針對 ITS 成本與各層面效益進行評估工具、資料庫及評估機制進行規劃，效益部分涵蓋節能減碳與其他效益。

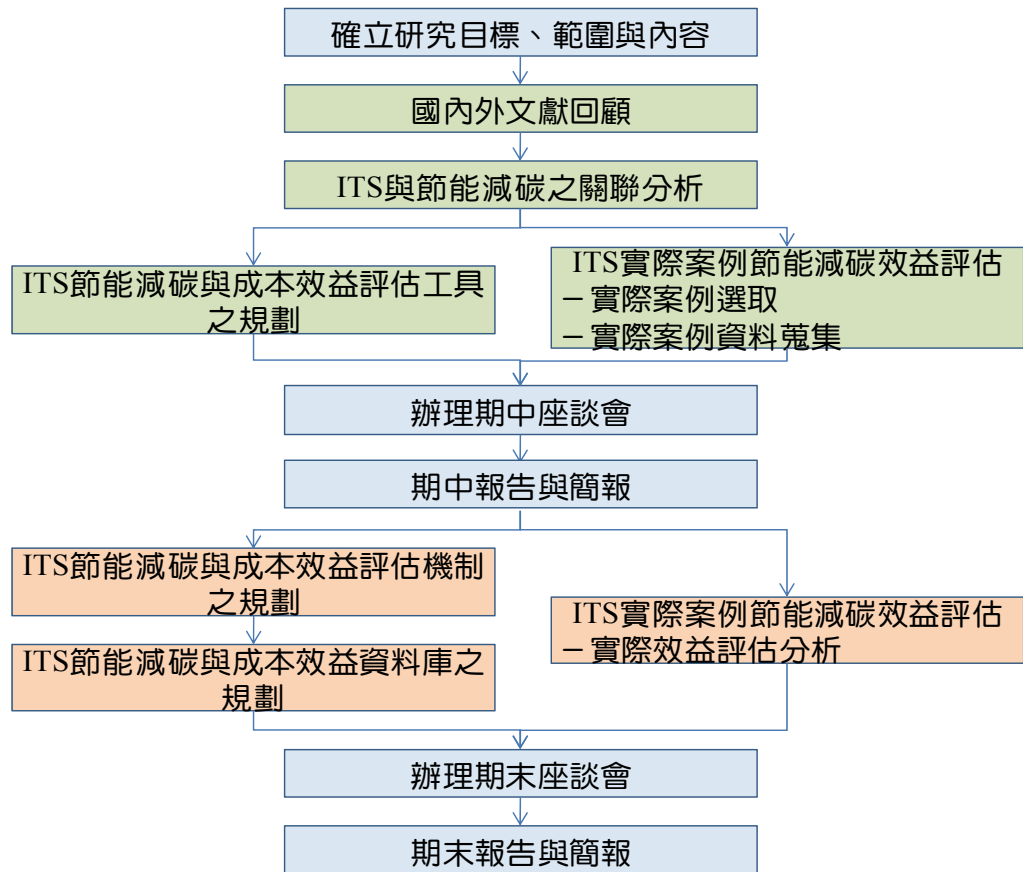


圖 1.3.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 國內外運輸部門節能減碳發展政策與策略

2.1.1 我國政策

我國各部門的能源消耗中，以工業部門消耗的比例最大，近年來約占我國能源消耗 50% 以上，98 年為 53.4%，而運輸部門（不含國際航空）的能源消費占全國能源消費占比歷年來係呈下降趨勢，由 82 年的 17.6% 下降至 98 年的 11.6%，相較於 82 年，98 年全國能源消耗整體成長約 86%，平均年成長率高達 3.95%，本期間工業部門成長 123%、運輸部門成長 38%、住宅部門成長 82%，運輸部門相較其他部門的成長偏低。

在運輸部門各系統的能源消耗中歷年均以公路系統為大宗，98 年佔 94.8%，整體而言，82 至 98 年國內運輸部門能源消耗年平均成長率為 1.79%，其中公路運輸為 1.87%，軌道運輸為 7.23%，而 94 至 98 年的運輸部門整體平均年成長率為 -1.79%，公路運輸為 -1.66%，軌道運輸為 17.20%，運輸部門內各系統除軌道系統外均呈現負成長，近年來軌道運輸能源消耗大幅成長主因為高雄捷運及高速鐵路陸續通車所致，運輸部門內部能源消耗平均年成長率如表 2.1-1。

表 2.1-1 國內運輸部門歷年能耗平均年成長率

年期	公路	軌道	國內水運	國內空運	整體
1993-2009	1.87%	7.23%	0.40%	-3.51%	1.79%
2003-2009	-0.02%	12.67%	-3.01%	-14.78%	-0.09%
2005-2009	-1.66%	17.20%	-8.29%	-20.68%	-1.79%

資料來源：運輸部門節能減碳發展策略，簡報資料，運輸研究所，民國 99 年。

我國行政院於 97 年 6 月通過「永續能源政策綱領」，在節能的目標上，希望達到每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上，在減碳的目標上，希望於 2020 年間回到 2005 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。經濟部於 97 年 9 月進一步擬定「節能減碳行動方案」，提出能源、產業、運輸、環境、生活等五大構面之節能減碳具體

措施。

馬總統指示行政院於 99 年成立「行政院節能減碳推動會」，由副院長擔任召集人，14 個部會首長擔任委員，制定出我國「國家節能減碳總計畫」，整併納入「節能減碳行動方案」，以整合國內各部會節能減碳相關計畫，交通部亦於 99 年 2 月 24 日成立「綠運輸推動小組」，統整交通部節能減碳相關政策之擬定及行動計畫推動管理作業。「國家節能減碳總計畫」共列出十大標竿方案，與交通運輸有密切相關的第五個標竿方案－構建綠色運輸網路，主辦單位為交通部，其下規劃五項標竿型計畫(如圖 2.1.1)，計畫名稱與負責部會如下：

1. 建構綠色無接縫公路運輸系統(交通部)

- (1) 公路公共運輸發展計畫。
- (2) 東部自行車路網示範計畫。

2. 推動建構便捷大眾軌道運輸網(交通部)

- (1) 高速鐵路後續工程建設計畫。
- (2) 臺鐵捷運化及改善計畫。
- (3) 都會區暨機場捷運建置計畫(其中「臺中捷運及機場捷運」為新增項目)。

3. 建構智慧化道路服務(交通部)

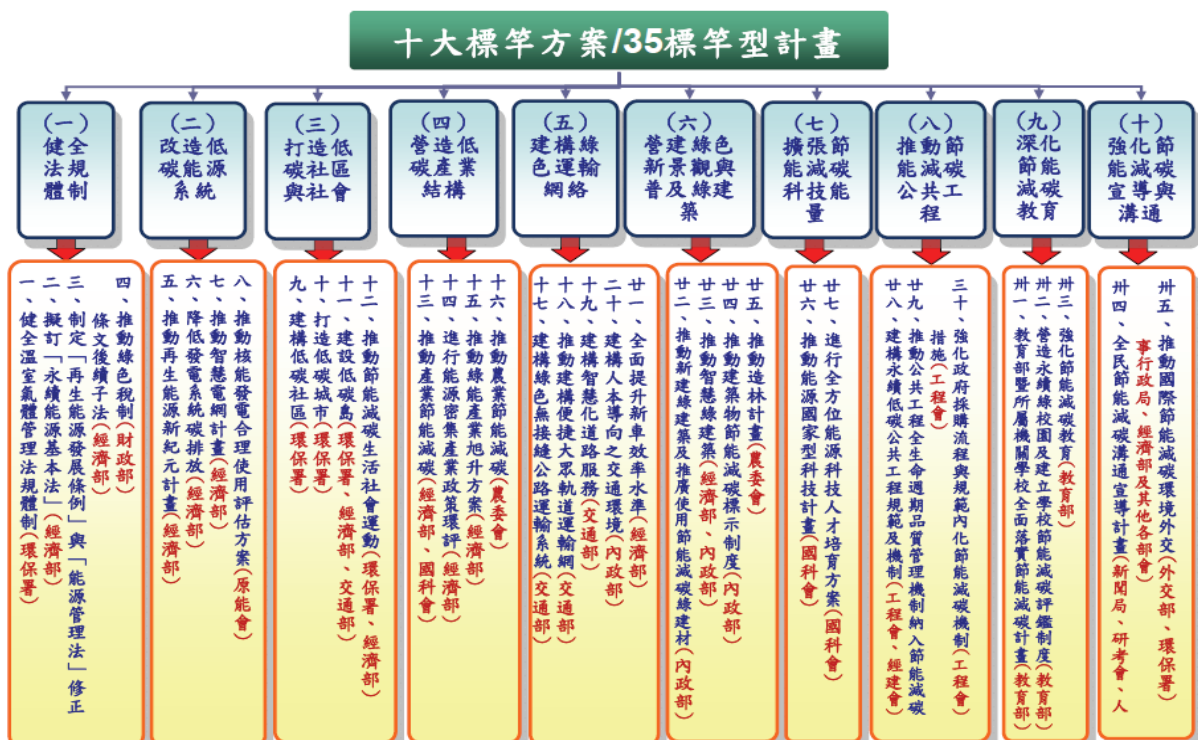
- (1) 高快速公路整體路網交通管理系統計畫。
- (2) 高速公路電子收費系統。
- (3) 智慧交控/時制重整計畫。

4. 建立人本導向綠色運具為主之都市交通環境：推動地方政府辦理市區道路人行及自行車環境建置與改善。(內政部)

5. 提昇私人運具新車效率水準：分期提高汽、機車能源效率標準。(經濟部)

由上述「國家節能減碳總計畫」的規劃內容可知，我國未來運輸部門的節能減碳政策主要在公共運輸服務、人行空間、自行車運具、智慧型運輸服務、運具效能及低碳島等 6 大方向進行改善與提昇，而在智慧型運輸服務方面，著重在高快速公路交通控制系統、即時交通資訊提供、高速公路電子收費、都市智慧交控/時制、智慧公車等部分，根據交通部對於智慧型運輸服務節能減碳發展策略的規劃，近年及未來推動重點包括：

1. 高快速公路交通控制系統：延續辦理高公局進行之整體路網交通管理系統工程。
2. 即時交通資訊提供：建立開放及標準化之車載資訊平台，與警廣合作建置調頻副載波即時交通資訊廣播(Radio Data System-Traffic Message Channel, RDS-TMC)，並讓民眾透過智慧型手機接收即時交通路況及停車位資訊，以推動個人化即時路況資訊系統。
3. 高速公路電子收費系統：延續推動高速公路電子收費系統。
4. 智慧交控/時制重整計畫：進行各縣市交通管理與資訊服務系統建置與推廣，持續推動全國路況資訊中心及 Kiosk 應用。
5. 智慧公車：推動公車捷運系統(Bus Rapid Transit, BRT)，延伸軌道運輸服務長度，作為培養捷運旅客市場的手段，透過電子票證整合建置及 ITS 技術使用推廣，營造跨公共運具服務整合之基礎環境，強化公車與客運管理、偏遠地區公共運輸服務執行監督與擴大旅行資訊加值應用，並透過優質的需求反應式(Demand Responsive)服務，提供經營效率與服務品質，擴大偏遠地區受公共運輸服務人口。



資料來源：國家節能減碳總計畫，行政院核定本，民國 99 年 5 月。

圖 2.1.1 「國家節能減碳總計畫」之標竿方案與標竿型計畫

2.1.2 美國政策

依據 2006 年公布的美國氣候變遷技術策略計畫，美國政府針對氣候變遷所帶來的衝擊，訂定出國家的短、中、長期策略計畫與目標，由訂定的五大目標來減少溫室氣體排放，包括能源使用與基礎設施減少排放、能源供給減少排放、二氧化碳捕捉與封存、其他溫室氣體減量、溫室氣體測量與監測等，針對各項目標訂定對應執行措施與策略。

其中在第一項目標規劃了運輸部門短、中、長期減量措施(詳如表 2.1-2)，簡要說明如下。

- 1.短期：進行中或即將採行的管制措施，如清潔燃料使用、清潔運具使用等。
- 2.中期：仍需投注較大資源進行開發的先進技術，如氫能源、酒精燃料運具的使用與開發等。
- 3.長期：發展極低排放的運具。

另外，透過精密的都市規劃與設計以及旅運管理，由源頭減少交通運輸需求達到減少排放的目的；以及航空運輸的逐步減量，則為各期皆須努力的管制策略。

表 2.1-2 能源使用與基礎設施削減排放-交通運輸項目

短期	中期	長期
<ul style="list-style-type: none">● 油電混合運具● 清潔柴油運具● 替代燃料與彈性燃料運具● 電池與能源儲存的改善● 提高電力轉換率● 進行都市設計工程● 削減運具旅運量● 改善航空運輸運作	<ul style="list-style-type: none">● 燃料電池運具與氫燃料● 高效率、清潔大貨車● 酒精燃料運具● 智慧運輸系統● 整合性區域計畫● 低排放航空器● 城際運輸系統	<ul style="list-style-type: none">● 零排放運具系統● 最佳化複合運具之城際與貨物運輸模式轉換● 廣泛使用都市設計工程與區域計畫● 極低空運排放(溫室氣體)

本計畫彙整

資料來源：美國氣候變遷技術策略計畫(U.S. Climate Change Technology Program Strategic Plan, September 2006)。

1.SmartWay 運輸夥伴計畫

由環保署與運輸業者合作的自願性夥伴計畫，目的為增加能源效率以大幅減少溫室氣體與空氣污染排放，環保署提供參與業者軟體與模式，以執行成本有效策略達到節省燃料與減少排放目的。目前有超過 500 家企業

與組織參加，通常水運業者共同使用載具來提昇效率，貨車與鐵路公司則由改善貨運效率著手。

(1)防怠速計畫(Idle Free Corridor Program)：削減長途駕駛貨車與車頭的怠速行為，並將超過 5,000 個停車位轉換成怠速禁止區域。

(2)SmartWay 升級套件：透過貨車經銷商與部分販售地點的推動，以車輛升級套件幫助貨運業者減少 15%的用油量與 CO₂ 排放。環保署並與中小企業管理局合作，提供相關貸款並提供各州推行指南。

(3)其他 SmartWay 計畫：使用由環保署指定的新型、清潔且有效率的貨運牽引式掛車，每年可減少 10~20%燃料使用與 CO₂ 排放；發展可提供水運、港口作業以及航運管理更多有效率的整體策略；鼓勵使用低碳的替代燃料的 SmartWay 成長向前計畫，目標為在 2012 年提昇 25%的參與夥伴使用生質燃料。

2.減緩擁擠與空氣品質改善計畫(Congestion Mitigation and Air Quality Improvement, CMAQ)

CMAQ 計畫主要目的是提供各州經費，透過運輸控制措施與其他策略，以減緩擁擠與改善空氣品質。經費額度主要以空氣品質問題嚴重與不符合空氣品質標準區域的人口數做考量，由各州與地方政府規劃補助計畫並透過都會計畫的組織進行相關運作。

CMAQ 在各地補助執行計畫內容各不相同，大致包括改善大眾運輸、推廣替代燃料、推動共乘制、改善交通流量、旅運需求管理策略、行人與自行車計畫、檢測與維護計畫等；其他補助項目則有減少怠速、改裝柴油引擎、教育與擴大服務計畫等；與空氣品質計畫有關的運輸控制措施為 CMAQ 的優先補助對象，如透過減少運具使用或改善車流量等。由 1992 年開始，CMAQ 基金已在全美各地補助將近 16,000 個空氣品質相關計畫。

2.1.3 歐盟政策

歐盟國家在針對京都議定書架構下，積極參與溫室氣體相關目標以及執行策略訂定，本研究針對執行的歐洲氣候變遷計畫策略，以及歐盟相關報告進行彙整與檢討。

1.歐洲氣候變遷計畫策略

歐盟各國長期以來，致力透過國際性的氣候變遷改善努力，且認為有必要為各國制定可作為範例的管制策略，故歐盟率先制定出的一套溫室氣體減量策略，稱為歐洲氣候變遷計畫(European Climate Change Programme, ECCP)，這套管制策略不但在歐盟 25 個會員國執行，且各國皆依據各自執行特性予以修正，因此增加了 ECCP 策略內容的完整性。

依照 2006 年彙整的歐洲氣候變遷計畫，其執行期程與內容分為第一期與第二期：

(1)第一期 ECCP (2000~2004 年)

在 2000 年，歐洲委員會以歐盟層級的 CO₂ 排放減量前提下建立了 ECCP，並確認各項策略與措施對環境最具影響性、最具經濟性。這項計畫的短期目標，是確立歐盟要達到京都議定書所訂定的削減目標，這表示到 2004 之前，歐盟 15 會員國(EU-15)在 2012 年必須將溫室氣體排放量削減到 1990 年(基準年)排放量的 8%。

第一期 ECCP 中，規劃在未來執行期間具有削減溫室氣體潛力的減量部門與減量方式，在 ECCP 指導委員會(Steer Committee)的規劃下，建立 11 個領域的工作群組，運輸部門為其中一項。

2003 年歐盟 25 國的溫室氣體排放量，較 1990 年基線減少 8%，以歐盟 15 個舊會員國(EU-15)計算削減 1.7%，以 1999 至 2003 年期間計算的平均削減比例則為 2.9%。

(2)第二期 ECCP (2005 年之後)

在京都議定書目標的期限(2012 年)之後，歐盟認為必須有持續性的全球作為來對抗氣候變遷，因此，歐盟即著手為 2012 年之後的後京都議定書時期，展開全球暖化規範制度的協商。雖然現行的許多策略都是為了要達到 2012 年的減量目標，如歐盟排放量交易計畫(EU Emissions Trading Scheme, ETS)，但為了要對抗全球暖化，歐盟認為需要更進一步的策略與方法，故歐洲委員會在 2005 年開始實施第二期歐洲氣候變遷計畫(簡稱 ECCP II)。

ECCP II 在 2005 年 10 月於比利時布魯塞爾(Brussels)的會議中公布實行，在增加經濟成長與創造就業的歐盟里斯本策略(Lisbon strategy)共同合作原則之下，第二期計畫將進一步探究成本有效性選項來削減

溫室氣體排放。

ECCP II 中針對運輸部門的策略主要有 7 項，其執行內容與檢討如下(詳如表 2.1-3)：

表 2.1-3 第二期歐洲氣候變遷計畫中運輸部門主要策略

策略與方法	內容	執行期程/備註
小客車新車 CO ₂ 減量	<ul style="list-style-type: none"> ●自願減量協議：由歐洲、日本及韓國等車輛製造廠商達成自願減量協議，將歐洲銷售小客車 CO₂ 排放量於 2008/2009 前降至 140 g CO₂/km (粗較 1995 年約降 1/4)。 ●提供消費資訊：推動能源標籤，提供消費者與新車有關燃油效率及 CO₂ 排放相關資訊，以鼓勵購買燃油效率較好車型。 ●稅費徵收：建議以 CO₂ 排放做為車輛稅費徵收計算基礎，以進一步影響消費者行為。 	<ul style="list-style-type: none"> ●已採行並執行中 ●1998 及 1999 年達成協議期為 10 年，自 2001 年 1 月 18 開始。 ●2006 年中提出檢討報告。
運輸工具轉移	<ul style="list-style-type: none"> ●非道路運輸貨運服務的啟動。 ●採用創新措施來克服市場上非道路運輸貨運的阻礙。 ●與貨運營運者合作並交換執行經驗，以改善運輸部門的環境成效 	<ul style="list-style-type: none"> ●執行期間為 2003 至 2006 年。 ●建議擴充預算為 740 百萬歐元。
重型貨車使用道路週邊設施之收費	<ul style="list-style-type: none"> ●將費用使用在道路基礎建設，整合車輛稅費及相關費用徵收，以 12 噸為起徵標準。 ●修正案改為 3.5 噸以上車輛起徵，並推動將相關徵收費用轉化為基礎建設使用的收費體系。 	2006 年初將採行。
石油產品、煤、天然氣及電力的最低稅率	<ul style="list-style-type: none"> ●原針對能源產品的最低稅率限定在礦物油、品，擴大範圍到引擎與加熱燃料用煤天然氣以及電力。 ●鼓勵使用更具能源效率能源，給予企業相關優惠稅率以減少排放。 	2003 年 12 月 31 日已截止。
空調系統全面禁用 HFC-134a	立法要求最大容許洩漏率，並推動於 2011~2017 年期間達成新車完全禁用。	執行中。
「掌舵計畫」(STEER)中的「歐洲智慧能源基金計畫」(Intelligent Energy-Europe)	支持運輸系統燃料的多樣化、生質燃料及運輸系統的能源效率提昇等。	<ul style="list-style-type: none"> ●2003 至 2006 年。 ●委員會建議 IEE 計畫於 2007-2013 年持續編列預算且擴充至 780 百萬歐元。
針對都會環境的「主題性」策略 (Thematic)	<ul style="list-style-type: none"> ●推動整合性環境管理方法，特別是在都會交通及能源需求的管理方面。 ●提供地方權責機關支持與指引，推動都市間的經驗交流以減少空氣污染、溫室氣體排放及交通壅塞等。 	2006 年 1 月開始執行。

本研究整理

參考文獻：The European Climate Change Programme ,EU Action against Climate Change, European Commission, 2006.01。

①小客車新車 CO₂ 減量

削減新車 CO₂ 排放量在歐盟氣候變遷策略中是關鍵措施，歐盟在 1995 即提出將歐洲境內銷售的小客車新車 CO₂ 排放量，由 1995 年之 186g/km 於 2010 年減少至 120gCO₂/km 的目標，這需要靠 3 項措施的執行。

a.執行內容

- (a)車輛製造廠商自願減量協定：將 CO₂ 排放在 2008/2009 年降至 120g/km，與 1990 年相較降低 25%排放，目前各車廠正向達一半減量目標前進中。
- (b)消費資訊：使消費者能挑選最具燃油經濟效益的車輛，強制要求使用能源標籤，並在銷售時使消費者瞭解每部車的燃油效益與 CO₂ 排放情形。
- (c)經濟補助：要求各國在車輛註冊稅、道路擁擠費等相關費用中，針對運具 CO₂ 排放課征至少 50%以上的稅率。

b.執行檢討

- (a)預估歐盟 15 國(EU-15)至 2010 年為止，自願減量措施減量潛力約 75~80 MtCO₂ 當量，其他兩項約可再減 32-35MtCO₂ 當量。
- (b)原承諾之減量目標(2008/2009 前降至 140gCO₂/km)未達成，未來各年每年需達未來 3~4 年每年需達 4~5%之減量，遠高於之前年份減量比例，故歐盟已考量採用立法方式訂定 CO₂ 排放標準。
- (c)能源標籤措施在提昇消費者選用效率較好車輛方面的意識確有提昇，但其實際成效仍未可見，各會員國差異大。
- (d)藉由稅率調整措施執行不佳，有幾個會員國已有提供 CO₂ 排放低之新車較低之稅費，但反應在新車平均 CO₂ 排放值上並無顯著成效。
- (e)歐盟委員會正檢討其他額外的方法希望達成 120g CO₂/km 的排放目標。

②運輸工具轉移

在 2001 年的歐盟運輸白皮書中建議措施包括將公路運輸轉移至鐵路及水運，其中一項主要行動為”馬可波羅計畫”(Marco Polo Programme)，以貨運為主要推動對象，預算約 1 億歐元，期程為 2003 至 2006，並與財政措施併行。

a.執行內容

- (a)非道路運輸貨運服務的啟動。
- (b)採用創新措施來克服非道路運輸貨運的阻礙。
- (c)與貨運營運者合作與交換經驗，以改善運輸部門的環境表現成效。

b.執行檢討

- (a)各計畫以提案審查方式爭取經費，所提計畫書需推估可能之效益，歐盟經評估後，建議將此項計畫擴充預算為 740 百萬歐元(2007 至 2013 年)。
- (b)航空部門排放亦有較其他部門增加顯著現象，故委員會建議將航空排放納入歐洲排放交易系統建議持續推動。

③重型貨車使用道路週邊設施之收費

a.執行內容

- (a)列在歐盟運輸策略白皮書第 21 項中。
- (b)歐洲委員會建議修正將費用使用在道路基礎建設，並建議整合車輛稅費及相關費用徵收，以 12 噸為起徵標準。
- (c)後經修正改為 3.5 噸以上車輛起徵，並推動將相關徵收費用轉化為基礎建設使用的收費體系，包括將環境成本轉嫁到使用者付費之中。

b.執行檢討：2006 年初將採行。

④石油產品、煤、天然氣及電力的最低稅率

a.執行內容

- (a)針對能源產品的最低稅率，長期以來限定在礦物油品範圍，後來擴大到引擎與加熱燃料用煤、天然氣以及電力。

(b)鼓勵使用更具能源效率能源，各國可給予企業相關優惠稅率以減少其排放。

b.執行檢討：2003 年 12 月 31 日已截止。

⑤空調系統全面禁用 HFC-134a

含氟溫室氣體 HFC-134a 的排放潛勢為 CO₂ 的 1,300 倍，通常使用於車輛空調系統中，此措施為歐盟委員會針對含氟溫室氣體的提議。

a.執行內容：立法要求最大容許洩漏率，並推動於 2011~2017 年期間達成新車完全禁用。

b.執行檢討：執行中。

⑥”掌舵計畫”(STEER)中的”歐洲智慧能源基金計畫”(Intelligent Energy-Europe)

a.執行內容

掌舵(STEER)計畫中歐洲智慧能源基金計畫，主要推動重點(項目 8 與 16)為支持運輸系統燃料的多樣化、生質燃料及運輸系統的能源效率提昇等。

b.執行檢討

(a)建議 IEE 計畫於 2007-2013 年持續編列預算，擴充至 780 百萬歐元。

(b)設定生質燃料目標 2010 年達 5.75%，目前大部分會員國均已將生質燃料的相關稅費給予優惠，2000 年至 2004 年佔比已由 0.2% 提昇至 0.8%。

⑦針對都會環境的”主題性”策略(Thematic)

為改善都會區環境的跨區域長期策略，主要為推動整合性環境管理方法，特別是在都會交通及能源需求的管理方面。

a.執行內容

提供地方權責機關支持與指引，推動都市間的經驗交流以減少空氣污染、溫室氣體排放及交通壅塞等。

b.執行檢討：2006 年 1 月開始執行。

2.1.4 日本政策

自 1970 年代以來，歐美各先進諸國之運輸部門所佔之能源消耗日見增加，尤其日本於 1990 年之後，運輸部門的排碳量約將近 9 成來自汽車，且其中小客車佔能源使用的比率亦顯著成長。為圖減少能源使用，並減少溫室氣體的排放，日本以小客車為主，進行減少汽車排碳量之相關措施，包括汽車燃油效率的改善、低公害車之普及化、大都市圈汽車行駛環境的改善、公共運輸的轉移、貨運輸送效率改善、實施道路定價，以及貨車運輸之鐵路或船舶轉移等策略。

以下參考日本經濟產業省資源能源廳(Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economics, Trade and Industry)之資料，整理上述策略之概要於後：

1. 實際燃油效率的改善

實際燃油效率的改善包括個別車輛的本身燃油效率改善、經由購入車輛的小型化帶來之燃油效率改善、減少延滯提昇車速、無怠速行駛等策略。

另外，針對 NOx 等大氣污染物質的削減已實施新的排放標準，因 NOx 等大氣污染物質的削減技術與燃油效率提昇間成正向關係，因此經由 NOx 等大氣污染物質的排放標準的強化，也可進一步改善燃油效率。

2. 促進低公害車的普及

促進油電混合車、天然瓦斯車、電動車等較無溫室氣體排放車輛的實用化，以及進行其他新世代低公害的能源技術的開發，均可有效減少能源之使用。另促進低公害車量普及化的同時，因也需要燃料供給等基礎建設的配合，因此也進行基礎建設相關課題之檢討。

3. 大都市圈汽車行駛環境的改善

在日本，汽車之能源消耗約有 3 成多係發生於東京及大阪都市圈。因此藉由智慧型運輸系統(ITS)、交通需求管理(TDM)以及號誌控制等策略的實施，改善大都市圈的汽車行駛環境，可望有效減少旅行時間，提昇平均車速，進而達到節能減碳的目標。

4. 公共交通之轉移

(1)都會區之公共運輸的充分應用

可行策略包括促進公車、捷運、輕軌以及其他新交通系統的使用，以減少大氣污染及噪音，並創造舒適之都市生活環境；另外推動低公害車輛的租賃或共乘使用，以減少私人運具之排碳量。

(2)觀光區之公共交通的應用

觀光區因私人運具之交通集中引發壅塞，也可利用公共運輸的運量轉移來達成節能減碳的目標。此外，低公害車之共同使用、觀光區私人運具的管制、停車轉乘等策略的組合應用也可提昇策略之實施效果。

5.貨運輸送效率的改善

藉由減少貨運輸送次數以提昇乘載率，可有效減少溫室氣體的排放，但因貨物種類多樣化、小量運送與及時及戶的需求增加，近年來無論自用或營業用車之貨運乘載率均有下降的趨勢，所以聯合物流中心的派遣輸送、運送車隊的監控管理與運送路線的即時規劃，均有利於促進輸送效率的改善。

6.道路定價

道路定價係指針對進入特定區域車輛徵收通行費之作法，可抑制道路壅塞及其週邊道路之車流量，目前日本東京都與阪神高速公路有導入之構想。

7.貨車運輸之鐵路或船舶轉移

由於平均噸公里之溫室氣體排放量，鐵路僅為貨車運輸的 1/8，而船舶為 1/5，可有效減少二氧化碳等溫室氣體的排放，因此應促進貨車運輸之鐵路/船舶運輸的轉移。另外，由於船舶速度的提昇，近年來，伴隨航海時間的縮短也增加貨運轉移的比率。

2.1.5 小結

由以上各小節分析可知，美國運輸部門節能減碳政策主要有四大方向：第一部分為管制措施，包括使用清潔燃料及清潔運具的使用、以及貨車防止怠速；第二部分為研擬先進技術，如氫能源、酒精燃料運具的開發；第三部分則為發展極低或零排放運具(含空運)；第四部分則為透過都市規劃及旅運管理，減少交通運輸需求。

歐盟運輸部門許多政策均與美國大同小異，較為不同者包括研擬 CO₂ 排放作為車輛稅費徵收基礎、徵收重型貨車道路使用費用、都會區擁擠收費等策略。

日本政策則有公共交通的應用(都會區與觀光區)、道路定價、貨物運輸從公路轉移至鐵路與船舶運輸等。

我國運輸部門重要節能減碳策略則包含提昇新車效率水準、智慧型運輸系統、大眾軌道運輸網、無接縫公路運輸服務等，對於貨物運輸節能減碳的措施較少。

2.2 國內外 ITS 與節能減碳關聯研究與案例

2.2.1 國外

長久以來，運輸策略對於空氣污染物(HC、CO、NO_x 及 PM)減量影響的評估受到重視，對於排碳量及耗油量的影響則是近幾年來才有許多案例的評估與研究，而其中大部分是屬於車輛與耗油科技的運輸策略，屬於運輸系統、運輸需求或是 ITS 策略的評估較為稀少，以下案例回顧分為美國、歐盟及日本三部分。

一、美國

1.美國 NCHRP(The National Cooperative Highway Research Program) 25-25 (Task 59): Evaluate the Interactions between Transportation - Related Particulate Matter, Ozone, Air Toxics, Climate Change, and Other Air Pollutant Control Strategies, AASHTO, 2010

美國 AASHTO(The American Association of State Highway and Transportation Officials)於 2010 年提出一項關於運輸管理策略對於空氣污染減量的研究，其做法係蒐集過去相關計畫評估結果以進行分析，研究內容共包含 34 項不同策略，區分為三大類：運輸需求管理(Transportation Demand Management, TDM)、運輸系統管理(Transportation System Management, TSM)及車輛與能源技術，空氣污染種類則包括 HC、CO、CO₂、NO_x 及 PM。該研究評析之 TDM 策略包含：

(1)區域共乘計畫

(2)雇主推動減量計畫

- (3)轉乘停車場設置
- (4)停車價格管理
- (5)在家上班與彈性上下班時間
- (6)大眾運輸票價管理(差別費率、票價優惠)
- (7)其他運輸需求管理
- (8)一般道路收費管理
- (9)自行車／人行道改善計畫
- (10)大眾運輸行銷推廣、資訊提供及設施改善
- (11)貨物轉運設施改善
- (12)增加公共運輸服務
- (13)廂型車共乘(Vanpool)計畫
- (14)土地使用

TSM 策略則包含：

- (1)擁擠收費
- (2)道路交通事件管理
- (3)號誌系統時制改善
- (4)旅行者資訊提供
- (5)車道管理(高乘載(High Occupancy Vehicle, HOV)車道、高乘載收費(High Occupancy/Toll, HOT)車道、大貨車禁行車道)
- (6)路口改建工程
- (7)減少貨車怠速
- (8)超速執法/速限降低
- (9)匝道儀控

在上述 23 項 TDM 及 TSM 策略中，與 ITS 有關策略包含擁擠收費、號誌系統時制改善、旅行者資訊提供及道路交通事件管理等 4 項策略，各策略的空氣污染物的減量單位成本如表 2.2-1，並與全部 34 項策略的單位減量成本中值(Median)進行比較，表中的值越高代表該策略的空污減量效益越差，以號誌系統時制改善策略而言，除兩種 PM 污染物外，其餘污染

物的單位減量成本均遠低於所有策略的平均值，其中 HC 更僅有平均值的 13%，旅行者資訊提供策略雖然 HC 的單位減量成本僅有各策略平均值的 0.5%，但因該研究僅蒐集到一項計畫的評估結果，故代表性較為不足。

表 2.2-1 ITS 策略之單位空污減量成本

單位：美元/公噸

	HC	CO	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀
擁擠收費	86,838	—	—	—	268,554
號誌系統時制改善	18,985	7,010	30,850	6,394,106	4,154,132
旅行者資訊提供	737 ¹	空污增加 ¹	空污增加 ¹	—	—
道路交通事件管理	36,907	12,752	17,708	68,168,367	279,456
34 項策略中值(median)	145,450	16,511	88,426	4,910,989	526,528

資料來源：NCHRP 25-25 (Task 59): Evaluate the Interactions between Transportation- Related Particulate Matter, Ozone, Air Toxics, Climate Change, and Other Air Pollutant Control Strategies, AASHTO, 2010.

註 1：僅依據一項計畫評估資料，其代表性可能較為不足。

AASHTO 2010 年的研究亦針對運輸管理策略於溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)減量方面進行分析，由於分析的計畫樣本數較低，因此不是採用各計畫平均值的統計方式分析單位減量成本，而是採用上下限範圍的方式分析，表 2.2-2 將 TDM 與 TSM 策略依照溫室氣體減量成本進行排序，單位減量成本越低者代表減碳效果越佳，表中與 ITS 有關之策略以黑體字表示，表中顯示匝道儀控策略的溫室氣體減量成本效益在所有 ITS 有關策略中為最高；交通事件管理策略為次高；號誌系統時制改善策略則在所有運輸管理策略的中值以下，由於號誌系統時制改善後可能因交通順暢誘發更多交通流量，因誘發需求增加的溫室氣體抵銷交通順暢減少的溫室氣體。

在傳統運輸管理策略中，管理貨車怠速策略的成本效益最佳，主因是美國公路貨運距離長，駕駛長時間待在車上，若貨車具備自動引擎關閉功能，並提供其他電源以供應車上冷暖氣及電器設備而讓引擎關閉，可大幅降低貨車怠速的情況。而在運輸需求管理策略中，有關雇主推動減量策略(如員工共乘提供免費停車位)、區域共乘計畫、廂型車共乘計畫等策略之減碳的成本效益亦佳，然而網路通訊上班策略則因考量在家上班所需的網路通訊設備及連線成本費用，減碳成本效益並不佳。

表 2.2-2 ITS¹ 與運輸管理策略之單位溫室氣體減量成本

運輸管理策略	單位減量成本 (美元/公噸)	備註
減少貨車怠速	20-50	
匝道儀控²	40-90	
區域共乘計畫	80	
廂型車共乘計畫	80	
其他運輸需求管理	90	
一般道路收費管理	60-150	VMT 費(每英哩 2-4 美分)
	30-90	按車輛里程收取保險費
雇主推動減量策略	30-180	
交通事件管理²	80-170	
自行車／人行道改善計畫	80-210	
旅行者資訊提供³	160-500	
貨物轉運設施改善	370-450	鐵路貨運
	730-1500	船舶貨運
擁擠收費	340-700	費率依維持服務水準 D 級制定 市中心區域擁擠收費
號誌系統時制改善²	340-830	適應性號誌控制系統
車道管理	1200	新設高乘載車道
	700	新設大貨車專用收費車道
大眾運輸票價管理	1300	25-50% 票價優惠
在家上班與彈性上下班時間	1200-2300	網路通訊上班(Telework)
增加公共運輸服務	1200-3300	公車服務範圍擴充或班次增加 新設捷運系統

資料來源：NCHRP 25-25 (Task 59): Evaluate the Interactions between Transportation- Related Particulate Matter, Ozone, Air Toxics, Climate Change, and Other Air Pollutant Control Strategies, AASHTO, 2010.

註 1：ITS 策略為表中黑體字部分。

註 2：包含誘發需求(Induced Demand)的估計。

註 3：僅依據一項計畫評估資料，其代表性可能較為不足。

2. 美國 Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions, Cambridge Systematics, Inc., 2009

Moving Cooler 是美國一個致力於運輸部門溫室氣體減量的團體組織，該計畫為 Moving Cooler 委託 Cambridge Systematics 公司進行運輸管理策略對於溫室氣體減量的影響分析，共分析 50 種運輸管理策略，每一種策略依策略於全美國的佈設或實施程度分為 3 種等級：擴充現有應用(Expended Current Practice)、積極實施(Aggressive)、最高程度實施(Maximum Effort)，預測 2015-2050 年實施該策略的溫室氣體減量，溫室氣

體減量再與基礎排放預估量進行比較，該基礎排放量的預估考量車輛與能源技術改進以及交通量自然成長等因素計算，所有運輸部門車輛的排放量而得，該預估值自 2005 年後即大致達到平衡，約每年 17 億公噸。

表 2.2-3 為 ITS/運作管理相關策略各實施程度等級與各年期的累計溫室氣體減量佔全體運輸部門產生溫室氣體之百分比，各策略中以環保駕駛策略的累積減量百分比最高，擁擠收費策略次之，匝道儀控與事件管理策略再次之，而資訊可變標誌、道路天候管理、車路整合及動態地磅篩選等策略之累積減量百分比極低。

表 2.2-4 為實施 ITS/運作管理策略於 2030 之年減碳成本與效益，效益包含能耗及非能耗兩部分之車輛運作成本，表中策略除擁擠收費與環保駕駛的效益均大於成本外，其餘策略絕大部分的成本均大於效益，擁擠收費達到的效益最大，最高程度實施(程度 C)的年效益達 389.9 億美元，擴充現有應用(程度 A)的年效益亦有 210.7 億美元，環保駕駛的減碳效益雖低於擁擠收費，然而其政府部門實施成本趨近於 0(僅含推廣與教育經費)，故其效益成本比遠大於擁擠收費策略。

該研究亦將 ITS/運作管理策略與其他運輸管理策略類別對於溫室氣體減量的效益進行比較，ITS/運作管理策略減量效益並不明顯，2010-2050 的累積效益介於 0.3%與 0.6%間(不含擁擠收費及環保駕駛策略)，其他策略方面，針對延車公里總量降低的策略(例如按車輛里程數收取保險費及道路收費管理策略)的累積效益介於 1.2%與 4.4%間，大眾運輸資本投資策略(例如都市捷運路網擴充及城際或高速鐵路建置策略)的累積效益介於 0.4%與 1.1%間，此外，相較於其他研究，Moving Cooler 得出的 ITS 策略減量效益也相對較低。

表 2.2-3 實施 ITS/運作管理策略之累計溫室氣體減量百分比

累計溫室氣體減量百分比 ¹	程度 A(擴充現有應用)			程度 B(積極實施)			程度 C(最高程度實施)		
	2010-2030	2010-2040	2010-2050	2010-2030	2010-2040	2010-2050	2010-2030	2010-2040	2010-2050
ITS/運作管理策略									
擁擠收費(Congestion Pricing) ²	0.08%	0.41%	0.75%	0.15%	0.87%	1.51%	0.34%	1.24%	1.83%
環保駕駛(EcoDriving)	1.09%	1.67%	2.20%	1.79%	2.59%	3.29%	3.03%	3.52%	3.95%
匝道儀控(Ramp Metering)	0.01%	0.01%	0.04%	0.01%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%
資訊可變標誌(Variable Message Signs)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
主動式交通管理(Active Traffic Management)	N/A	N/A	N/A	0.01%	0.01%	0.07%	0.01%	0.01%	0.12%
整合走廊管理(Integrated Corridor Management)	N/A	N/A	N/A	0.01%	0.01%	0.07%	0.01%	0.01%	0.12%
事件管理(Incident Management)	0.01%	0.01%	0.08%	0.02%	0.02%	0.11%	0.02%	0.02%	0.12%
道路天候管理(Road Weather Management)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
號誌控制管理(Signal Control Management)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.05%
旅行者資訊(Traveler Information)	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.05%
車路整合(Vehicle Infrastructure Integration)	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	-0.01%	0.02%	-0.01%	-0.01%	0.01%
動態地磅篩選(WIM Screening) ²	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

資料來源：Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions, Cambridge Systematics, Inc., 2009。

註 1：代表不同實施程度等級與不同年期的累計溫室氣體減量佔全體運輸部門產生溫室氣體之百分比。

註 2：在原報告中，擁擠收費及動態地磅篩選策略並非歸類於 ITS/運作管理策略類別，而是歸類於定價管理(Pricing)及多運具貨運(Multimodal Freight)策略。

表 2.2-4 實施 ITS/運作管理策略於 2030 之年減碳成本與效益

(單位：億美元)

建置成本與減碳效益 ITS/運作管理策略	程度 A(擴充現有應用)		程度 B(積極實施)		程度 C(最高程度實施)	
	實施成本	效益 ²	實施成本	效益 ²	實施成本	效益 ²
擁擠收費 ¹ (Congestion Pricing)	65.1	210.7	109.6	299.7	112.1	389.9
環保駕駛(Eco Driving)	0	39.5	0	65.3	0	110.0
匝道儀控(Ramp Metering)	0.2	0.5	0.6	0.2	1.4	0.2
資訊可變標誌(Variable Message Signs)	0.2	0	0.4	0	1.0	0
主動式交通管理(Active Traffic Management)	N/A	N/A	2.9	0.8	6.8	0.6
整合走廊管理(Integrated Corridor Management)	N/A	N/A	2.9	0.8	6.8	0.6
事件管理(Incident Management)	0.5	0.9	1.4	1.1	3.3	1.1
道路天候管理(Road Weather Management)	0.4	0	1.1	0.1	2.6	0.1
號誌控制管理(Signal Control Management)	0.7	0.1	1.6	0.1	4.5	0.1
旅行者資訊(Traveler Information)	0.4	0.1	1.1	0.1	2.6	0.1
車路整合(Vehicle Infrastructure Integration)	11.7	0.2	11.7	0.3	11.7	0.2
動態地磅篩選 ¹ (WIM Screening)	0	0	0	0	0	0

資料來源：Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions, Cambridge Systematics, Inc., 2009。

註 1：在原報告中，擁擠收費及動態地磅篩選策略並非歸類於 ITS/運作管理策略類別，而是歸類於定價管理(Pricing)及多運具貨運(Multimodal Freight)策略。

註 2：效益包含車輛能耗減少(含車公里減少與壅塞降低兩部分)及車輛成本降低(非能耗部分)。

3.VII (IntelliDriveSM)計畫

根據美國交通部的 VII(Vehicle Infrastructure Integration)建置時程規劃，2008 年以前已經完成的項目主要是概念測試、可行性研究，以及對主要缺點的修正。近期在 2009-2010，IntelliDriveSM 持續強化實驗平台、建立應用系統雛型、改善各項應用功能，並開始在實務上進行服務運作測試。透過從實務中獲得經驗，以幫助未來的實際建置與制度規劃。預計 2014 年將成果付諸大眾尋求可行性評估，由於基礎設施的費用龐大，因此若評估認為可行，則進行階段性的系統部署，第一階段的建設將著重於得到最大效益的市區道路，尤其高速公路、州際公路和號誌交叉路口處等，預計部署 131,800 個 RSU(Roadside Unit)，然後才進行第二階段，預計於 454 個市區道路部署約 70%的號誌路口，約 239,000 個 RSU。

因此，要實際看到支援 VII 的車輛普及，恐怕還需要等待一段時間，由於在 2011-2015 年仍是處在系統建置的時期，因此短期內還不易在車市中見到支援 VII 系統的車輛。預計要在 2012 年以後，才開始會有支援 VII 內裝車載系統(On-board Equipment, OBE)的新車開始量產，並且在隨後幾年將快速成長，而後 V2I 的應用才會開始逐步成長，至於車載 OBE 的量產及 V2V 的應用，則還需觀察至系統建置夠成熟，以及車廠配合投入發展，才有可能開始普及。相較之下，導航、交通資訊服務等項目，即使在 ITS 道路基礎建設與車載 OBE 系統尚未成熟時，仍有普及機會。

(1)節能減碳效益

根據德州運輸研究所(Texas Transportation Institute, TTI)的統計，美國公路使用者每年共需耗費長達 42 億小時塞車在公路上，全美因此共浪費掉的燃油達到了有 29 億加侖之多，浪費掉的燃油和損失的生產力總值 780 億美元，相當於平均每小時的雍塞消耗了 0.65 加侖汽油，每個人平均每年需額外負擔超過 750 美元。另外，全美的二氧化碳(CO₂)排放量，即所謂的溫室氣體(GreenHouse Gas, GHG)當中，有 22%是來自汽車，過多的 CO₂ 造成溫室效應與全球暖化問題，並且產生各種的疾病。

VII 或 IntelliDriveSM 的環境應用目的即是運用科技來減少汽車每趟旅程對環境的影響，讓用路人選擇對地球更有益的旅行方式。環境應用在提供車輛關於交通壅塞和其他旅行狀況等即時資訊的同時，可

幫助用路人做出更明智的決策，並減少對環境的影響，例如使用者在得知路段壅塞時，可能選擇替代道路或大眾運輸，或是重新安排他們的行程，這些都可以使他們的旅行更加省油和環保，車輛在與路側設施溝通的過程當中，也可取得號誌資訊來最佳化其駕駛的速度，減少不必要的煞車動作和廢氣的排放。

2008 年，VII 從白宮預算管理辦公室(The White House Office of Management and Budget, OMB)及環境保護局所制訂的標準，計算 VII 應用可減少的車輛排放量與其價值，評估 VII 是否為值得的投資。依據 VII 效益分析草案，2008 年全美小型車排放的氮氧化物(NO_x)約為 825 萬短噸，其中每噸潛在價值達到 1,500 至 9,500 美元，另外，空氣中懸浮微粒(Particulate Matter, PM)造成的污染約為 22 萬噸，平均每噸價值 1 萬至 10.8 萬美元，而碳氫化合物則為每噸 650 至 2,900 美元，二氧化硫為每噸 2,260 至 15,100 美元，在一氧化碳排放量方面估計為 5.1 億噸，以及揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds, VOC)共耗費 4.87 億噸。

VII 計算出各種可能造成的污染，以及 VII 的環境應用可能減少的排放量和對應價值，例如，匝道管控應用每年可節省超過 120 萬加侖的汽油，相當於 280 萬美元的價值，所減少的二氧化碳排放量每年超過 11,000 噸，相當於至少 6,000 美元，另外，為交通管理中心提供即時的交通流量、車速等車輛資訊，讓管理局根據資訊來改善號誌時間，有機會節省每年共 170 萬小時等待紅綠燈的時間、110 萬加侖的汽油、和 9,600 噸的 CO₂ 排放量。

在 VII 整合各計畫為 IntelliDriveSM 後，為了更進一步研究如何提升交通運輸系統的效率，進而達到環境保護的目的，於 2010 年由 USDOT 資助一個研究子計畫 AERIS(Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis)，IntelliDriveSM 將其中心思想環繞著「更安全」、「更智慧」與「更環保」三大概念，其對節能減碳的付出不遺餘力，除了確保更順暢的運輸系統減少資源浪費，更為用路人著想，提供方便且減少環境傷害的旅行方式，IntelliDriveSM 將為環境帶來的諸多利益，將是帶領 ITS 計畫的強大動力。其主要目標如下：

①自車輛或路側單元擷取環境相關的即時資訊，並與其他資料來源整合分析，運用於交通運輸管理與效能提昇。

②利用即時資訊創造新的環境應用，提供路人選擇更有益於環境保護的旅行方式。

(2)整體效益

USDOT 與美國 ITS 計畫辦公室(ITS Joint Program Office)曾於 2008 年針對 VII 進行的投資與效益進行全面性的評估分析，以協助瞭解大幅建置 RSU 與 OBU 是否符合其所能帶來的成效，其分析所需成本涵蓋 RSU 建置、OBU 設備購置、網路佈建、特殊應用研發及其他計畫所需成本等，並估計相關應用耗費的投資與成效，分析應用項目如車內號誌、ETC、安全性相關車內告警、匝道管控、旅行資訊等等，而實施車路整合的效益則包括旅行節省的時間、所能減少的意外事故、節省的燃油與降低的車輛耗損率、減少的空污排放量等，將所有的效益轉換為實際價值後，計算出總體投資與效益比。對美國境內而言，其所投資的項目在安全性與便利性所獲得的效益/成本比值為 1.6 倍。因此，可作為未來美國實施車路整合之參考。

4.明尼亞波利斯-聖保羅(Minneapolis-St. Paul)雙子城高速公路匝道儀控系統

(1)計畫概述

雙子城高速公路匝道儀控系統於 1969 年即開始建置，系統範圍涵蓋 430 個匝道、338 公里之高速公路主線路段，目前採用的控制邏輯基本上為 1972 年即開發出來。

(2)評估單位

明尼蘇達州運輸部。

(3)評估範圍

選擇兩條高速公路路段進行評估：

①Trunk Highway 169 (TH169)往北方向：路段長 20 公里，共有 24 個入口匝道(23 個儀控、1 個未儀控)及 25 個出口匝道(未儀控)。

②I-94 往東方向：路段長 18 公里，共有 19 個入口匝道(15 個儀控、4 個未儀控)及 14 個出口匝道(未儀控)。

(4)評估方式

採用 AIMSUN(Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks)微觀交通模擬軟體，每個路段選擇三天資料(14:00-20:00)進行評估，評估範圍為高速公路主線及匝道路段，其中匝道路段至連接之地方道路路口為止(不包含路口之模擬)，模擬實施與未實施匝道儀控兩種方案進行比較。

(5)評估項目

包含旅行時間、車公里、總延滯、平均延滯、總停等次數、平均停等次數、車流量、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC 及 NOx)等。

(6)節能減碳效益

如表 2.2-5 所示，兩條高速公路路段(含匝道)之總旅行時間降低 6-16%，耗油量降低 2-55%。

表 2.2-5 明尼亞波尼斯-聖保羅高速公路匝道儀控系統節能減碳效益

	I94			TH169		
	Day1	Day2	Day3	Day1	Day2	Day3
旅行時間	-16%	-14%	-13%	-6%	-16%	-7%
耗油量	-47%	-11%	-2%	-34%	-55%	-34%
CO 排放量	-27%	-11%	-7%	-18%	-32%	-20%

(7)資料來源：John Hourdakakis and Panos Michalopoulos, Evaluation of Ramp Control Effectiveness in Two Twin Cities Freeways, Paper presented at the 81st Annual Transportation Research Board Meeting, 13-17 January 2002.

5. ITE 的號誌時制重整效益回顧論文

(1)論文概述

該論文回顧美國與加拿大許多都市的號誌時制重整計畫，歸納出時制重整的成本與效益，在成本方面，每個路口設計出 4 套時制計畫(上午、中午、下午尖峰與離峰)所需的人力約 25-30 人-小時，成本約 2,500-3,500 美元。

主要效益包括(1)降低車輛延滯，特別是時制重整後的號誌連鎖幹道；(2)主要幹道號誌連鎖後，能夠避免車輛進入地區或住宅區街道，改善這些街道的行車安全與交通狀況；(3)減少空氣污染、溫室氣體排放與油料消耗。

(2) 節能減碳效益

該論文歸納市區幹道的油耗減量效益達 2%-9%，案例包括：

- ①德州艾柏靈(Abilene)的交通號誌同步化(連鎖)計畫(Traffic Light Synchronization Project)的延滯降低效益為 24.6%，停等次數減量效益為 14.2%，油耗減量效益為 9.1%，計畫整體之益本比高達 62。
- ②馬里蘭州華盛頓特區及蒙哥馬利郡(Montgomery County)245 個路口號誌時制重整的延滯降低效益為 13%，停等次數降低效益達 10%，油耗減量效益為 2%。
- ③佛羅里達州聖奧格斯汀(St. Augustine)US 1 號道路 11 個路口時制重整旅行時間降低效益達 10%，停等次數降低效益達 49%，延滯降低效益達 36%，油耗減量效益為每年 26,000 加侖(98,000 公升)，貨幣化的總效益達每年 110 萬美金。
- ④佛羅里達州蓋斯維爾(Gainesville)26 號州道 8 個路口的延滯降低效益高達 94%，停等次數降低效益達 77%，油耗減量效益為每年 3,300 加侖(12,500 公升)，貨幣化的總效益達每年 93,000 美元。
- ⑤加拿大伯靈頓(Burlington)62 個路口時制時整的旅行時間降低效益達 7%，停等次數降低效益達 11%，油耗減量效益達 6%，油耗與延滯減少的貨幣化效益達每年 106 萬美金。
- ⑥加州油耗效率號誌管理計畫(Fuel Efficient Traffic Signal Management, FETSIM)3172 個路口的延滯降低效益為 15%，停等次數減量效益為 16%，時制重整的油耗減量效益達 8.6%，計畫整體之益本比高達 58。

(3)資料來源：The Benefits of Retiming Traffic Signals, S. Sunkari, ITS Journal, April 2004.

6. 紐約州雪城(Syracuse)號誌時制重整計畫

(1) 計畫概述

本計畫於 1999-2000 針對雪城 145 個號誌化路口進行號誌時制重整及電腦化號誌系統建置，整個計畫建置成本為 830 萬美金，號誌時制重整效益評估研究範圍為 145 個路口中之 37 個路口，分佈於 5 條幹道。

(2) 評估單位

紐約州運輸部。

(3)分析與評估工具

本計畫採用 Synchro 軟體進行最佳化號誌之設計及效益評估，共評估三段尖峰時間：上午尖峰、午間尖峰及下午尖峰，旅行時間資料則由現場調查結果進行分析。

(4)評估項目

包含路口延滯、停等次數、旅行速率、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC 及 NO_x)等。

(5)節能減碳與其他效益

表 2.2-6 紐約州雪城號誌時制重整計畫節能減碳效益

		上午尖峰	午間尖峰	下午尖峰
耗油量		-8.8%	-10.6%	-13.0%
廢氣 排放量	CO	-8.7%	-10.5%	-13.0%
	NO _x	-8.8%	-10.6%	-12.9%
	VOC	-8.7%	-10.4%	-13.0%

整體路網各時段的停等延滯降低 14.29%-18.75%，停等次數降低 11.15%-15.89%，平均速度提昇 7.14%-16.67%。

(6)資料來源：Syracuse Signal Interconnect Project: Before and After Analysis, Final Report, New York State DOT, September 2003.

7.猶他州公園市(Park City)號誌時制設計計畫

(1)計畫概述

利用交通模擬 VISSIM、CMEM 及時制設計 VISGAOST 等軟體，對路口進行耗油量及排碳量最低之最佳化時制設計，評估範圍位於猶他州公園市(Park City)的 14 個路口。

(2)評估單位

University of Utah and the University of Michigan

(3)評估項目

CO, HC, NO_x, CO₂ 及耗油量。

(4)節能減碳效益

耗油量減少約 1.5%。

(5)資料來源：Optimizing Traffic Control to Reduce Fuel Consumption and Vehicular Emissions: Integrated Approach with VISSIM, CMEM, and VISGAOST, University of Utah and the University of Michigan, 2009

8.南加州高速公路環保駕駛模擬系統

(1)計畫概述

本計畫評估一種協助駕駛人在擁擠交通環境中採均勻駕駛、降低不必要加減速動作之環保駕駛系統的效益，該系統利用高速公路交通管理中心提供的路段旅行時間與天候資料，提供駕駛人即時的動態車速建議。

(2)評估工具

Paramics 微觀交通模擬軟體及整合式運具排放模式 (Comprehensive Modal Emissions Model, CMEM)。

(3)節能減碳效益

在 20%車輛採用環保駕駛的假設情況下，CO₂ 排放量可降低 34.9%，耗油量可降低 37.3%，而旅行時間僅增加 7.7%。若單一車輛採用環保駕駛，該車輛之 CO₂ 排放量減少 12.1%，耗油量減少 13.1%，而旅行時間僅增加 5.9%。

(4)資料來源：Barth, M. and K. Boriboonsomsin, Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 14, Issue 6, August 2009, Pages 400-410.

9.美國阿靈頓公車優先號誌系統

(1)計畫概述

本計畫評估在維吉尼亞州阿靈頓一條 3.95 英里(6.35 公里)的平面幹道實施公車優先號誌之效益。

(2)計畫範圍

本路段共有 21 個號誌化路口，日交通流量為 26,000 輛，公車運量為每日 9,000 人次，為維吉尼亞州最高運量之公車廊道，本計畫僅針對上午尖峰與白天離峰兩個時段評估。

(3)評估工具與方式

採用 INTEGRATION 微觀交通模擬軟體，分為 4 種情境：

- ①沒有公車優先
- ②僅快速巴士有公車優先
- ③一般及快速巴士均有公車優先
- ④一般、快速巴士及橫交道路巴士均有公車優先

(4)評估項目

旅行時間、延滯、車輛停等次數、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC、NO_x)，包含公車與所有車輛。

(5)節能減碳效益

公車耗油量節省達 1.8%(情境 2)至 2.8%(情境 4)，但對於該幹道所有交通而言，耗油量增加 0.3%(情境 2)至 2.9%(情境 4)。

(6)資料來源：Dion, Francois, et al., Evaluation of Transit Signal Priority Benefits Along A Fixed-Time Signalized Arterial, Paper presented at the 81st Annual Transportation Research Board Meeting, 2002.

10.紐澤西州 E-ZPass 電子收費系統

(1)計畫概述

本計畫蒐集紐澤西州 E-ZPass 電子收費系統 27 處收費站區尖峰時段的詳細資料，包含交通量、等候車隊長度、車道分佈、交易時間等，以評估能源消耗及空污減量之效益。

(2)評估單位

紐澤西道路收費局(New Jersey Turnpike Authority, NJTA)。

(3)評估工具

TOLLSIM 微觀交通模擬軟體。

(4)節能減碳效益

收費站區的停等延滯時間減少 85%，每年系統所節省的燃料達 120 萬加侖(454 萬公升)。

(5)資料來源：Operational and Traffic Benefits of E-ZPass to the New Jersey Turnpike, New Jersey Turnpike Authority, 2001.

二、歐盟部分

1.TNO 之 ICT 影響研究計畫

有鑒於 ITS 影響二氧化碳排放的機制相當複雜，歐盟委員會於 2009 年 9 月委託比利時的獨立研究機構 TNO 執行「資通訊科技對於道路運輸能源效率之影響」的研究 (Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport - Final Report)。該研究目標在於分析 ICT 如何利用創新科技而有助於減少二氧化碳及其他溫室氣體排放，評估出能夠因應運輸清潔與效率問題的主要系統與模型，以支持決策程序，並於 ICT 論戰中界定歐盟資訊與媒體委員會的角色。

該研究評析 ICT 的能源效率改善的解決方案，包括生態解決方案 (Eco-solutions)、先進駕駛輔助系統 (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)、交通管理解決方案 (Traffic Management solutions) 等 3 類，總計 57 個解決方案，如表 2.2-7；蒐集分析適合於計算 ITS 對於二氧化碳排放影響的排放模式；以及針對最有潛力應用於減少二氧化碳之 ICT 系統、服務之執行與建置，評估其相關之決策問題。主要研究內容如下：

(1) 分析基於 ICT 減少二氧化碳排放之 3 種解決方案效益 (含直接與間接)

(2) 綜合分析並產出下列結果

① 進行最有潛力系統與解決方案的優先順序排列

② 既有模式用於估算系統與解決方案能源效率的可用性評斷

③ 系統與解決方案執行的容易度評估

(3) 評估二氧化碳排放模式、以及其應用於道路運輸之現況，並評估其他潛在的模式。

經由初步分析 57 種 ICT 解決方案後，TNO 選定其中 14 種較具能源率發展潛力的解決方案進行更進一步分析，包括 CO₂ 排放量、實施難易度及旅行者服從程度等層面，CO₂ 排放量是預估解決方案實施後，在整體歐盟 27 個會員國最高能降低道路運輸 CO₂ 排放量的比例，CO₂ 預估方式除了由文獻回顧中取得 ICT 解決方案的 CO₂ 排放量降低比例外，CO₂ 排放量降低大致分為兩部分，一為根據方案實施後所降低的延車公里計算，一為交通績效影響層面，從交通績效改善幅度再利用 CO₂ 排放模式進行估計，包括速率、車流一致性、車流組成及引擎使用效率等，實施難易度則從目

前及未來方案預估的使用程度、方案成本、利害關係者阻撓、法令規定等議題中探討。需要注意的是，由於各方案的 CO₂ 減量效益是在全歐盟 27 個會員國所有道路運輸 CO₂ 排放量的減量百分比，因此雖然某些方案可能的 CO₂ 減量效果雖高，但因實施範圍十分有限(如擁擠收費僅在少數都會區實施)，放大到全歐盟後稀釋到整體效益相當低。

彙整上述 14 項道路運輸能源效率 ICT 技術解決方案之 ITS 主要領域類別，如表 2.2-8 示，其中許多解決方案除應用於一般小客車以外，亦可應用於大客車，例如(1)、(2)、(4)、(5)、(8)、(10)、(13)、(14)等項目。14 種解決方案的評估結果如表 2.2-9 各方案說明如下：

表 2.2-7 TNO 評估之 ITS 清單

Eco-solutions	ADA systems	Traffic management systems
Fuel-consumption/energy use indicators	Cruise Control (CC)	Real-time Traffic and Travel Information (RTTI) including multi-modal
Feedback and Pay As You Drive (PAYD) systems	Advanced/Adaptive Cruise Control (ACC)	Environmental zone access management
Gear shift indicator	Intelligent Speed Information (ISI)/Speed alert	Demand and access management
Active gas pedal	Stop-and-go / Full Speed Range Stop-and-Go	Road charging/Tolling
Map-enhanced eco-driving	Lane-departure warning/lane keeping assistant (LDWA)	Slot management
Automatic engine shutdown (PSA)/hybrid technology	Obstacle collision avoidance	Incident detection/eCall
Tyre pressure indicator	Emergency braking systems (EBS)	Traffic signalling optimization/ Homogenization
Fuel-efficient route choice	Electronic Stability Programme/Control (ESP/C)	Traffic light synchronization/Green waves
Remote diagnostics	Driver condition warning	Dynamic priority lanes for freight transport
Map-enhanced After-Treatment Control	Pre-Crash Protection of Vulnerable Road Users	V2I Heavy vehicle and public transport signal priorities
Map-enhanced Auxiliary Control	Lane Change Assistant (LCA)	Variable message signs
Map-enhanced (Advanced) Cruise-Control	Night vision	Emergency and bus lane allocation
Map-enhanced Hybrid-Electric Vehicle Energy Management	Cooperative ACC (CACC)	Reversible lanes due to traffic flow
Map-enhanced Fuel Saving Transmission Functions	Intelligent Speed Adaptation (ISA)	Dynamic navigation systems
Wheel Alignment Diagnosis	Integrated Full-Range Speed Assistant (IRSA)	Variable speed limits
	Curve speed warning	Cooperative Multi-modal traffic (information) system
	Cooperative Intersection Collision avoidance	Trip departure planning (freight)
	Local hazard warning / Wireless Local Danger Warning	Dynamic traffic light synchronization with actual traffic conditions
	Platooning	Parking availability and guidance
	Autonomous driving	
	Recommended Speed Profiles	
	Lane Keeping System	
	Congestion Assistant	

資料來源：Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport - Final Report, European Commissions, 16 September 2009.

表 2.2-8 TNO 評估之 14 項具發展潛力道路運輸能源效率之 ICT 技術方案

ITS 領域	道路運輸能源效率 ICT 技術解決方案
ATIS	(1)環保駕駛輔助(Eco-driver Coaching) (2)環保駕駛支援(Eco-driver Assistance) (6)燃料效率的路徑選擇(Fuel-efficient route choice)
AVCSS	(3)里程計費保險制度(Pay As You Drive) (4)自動車隊駕駛(Platooning) (5)適應性巡航控制(Adaptive CC/ACC) (8)自動化引擎關閉(Automatic engine shutdown) (10)胎壓指示(Tyre pressure indicator) (13)車道維持(Lane Keeping) (14)緊急煞車(Emergency Braking)
ATMS	(7)動態交通號誌同步化(Dynamic traffic light synchronization)
CVOS	(9)貨運行程規劃(Trip-departure planning (freight)) (12)重車進出管理(Slot Management)
EPS	(11)擁擠收費(Congestion charging)

表 2.2-9 TNO 之 14 項道路運輸能源效率 ICT 技術解決方案評估結果

System	Potential CO ₂ effect EU27	Ease of implementation	Compliance issue	Expected future use
Eco-driver Coaching	15%	Medium	Medium	Large
Eco-driver Assistance	10%	Easy	Medium/Hard	Large
PAYD	7%	Medium	Medium	Medium
Platooning	6%	Very hard	Hard	Small
CC/ACC	3%	Easy	Easy	Large
Fuel-efficient route choice	2%	Medium/hard	Medium	Medium
Dynamic traffic light synchronization	2%	Medium	No issue	Large
Automatic engine shutdown	2%	Easy	Easy	Large
Trip-departure planning (freight)	2%	Medium	Medium	Large
Tyre pressure indicator	1%	Easy	Medium	Large
Congestion charging	0.5%	Medium	No issue	Medium
Slot Management	0.05%	Hard	No issue	Small
Lane Keeping	0.008%	Easy	Easy	Large
Emergency Braking	0.007%	Easy	No issue	Large

(1)具有極高 CO₂ 排放減少效益之方案

①環保駕駛輔助(Eco-driver Coaching) – ATIS 領域

此一解決方案的作用在於藉由強化的地圖資訊而提供環保駕駛所需要的資訊，例如速限、紅燈，以避免不必要的停等、減速、超速。根據過去文獻，環保駕駛輔助對於排碳量的降低比例約為 10-20%(平均 15%)，由於所有車輛於所有道路均可應用環保駕駛輔助系統，因此在全歐盟實施的排放量降低百分比估計為 15%。

②環保駕駛支援(Eco-driver Assistance) – AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由提供駕駛關於燃料消耗、能源使用效率、以及適當排檔選擇的資訊，輔助並促使車輛駕駛利用環保駕駛功能，以最佳化燃料消耗。根據過去文獻，環保駕駛支援對於排碳量的降低比例約為 5-15%(平均 10%)，由於所有車輛於所有道路均可應用環保駕駛支援系統，因此在全歐盟實施的排放量降低百分比估計為 10%。目前部分最新車型已有環保駕駛支援功能，且預估以後此功能亦會變成車輛生產之標準功能，因此 TNO 將本策略列為十分容易實施的等級。

這兩個方案具有極高 CO₂ 降低效應的主因係用路人在所有道路系統、不同環境下均採用高能源效率的駕駛方式，這兩個方案的成敗高度仰賴駕駛者本身的意願，而環保駕駛輔助方案的一項重要實施障礙是取得強化的地圖資訊，與環保駕駛支援方案相較，環保駕駛輔助方案需藉由強化的地圖資訊以達到部分功能，例如提供最佳速度建議以減少號誌化與非號誌化路口的停等次數以及避免超速行為。

(2)具有高 CO₂ 排放減少效益之方案

①里程計費保險制度(Pay As You Drive) – AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由讀取車輛里程錶，採用基於行駛里程的保險費用計算方式，以避免低行駛里程者補貼高行駛里程者事故成本的不合理現象。本方案在部分已實施的國家中(如美國、英國及荷蘭)遭遇實施上的困難，因為保險業者不易從此類保險方式中獲得傳統汽車保險的利潤。

②自動車隊駕駛(Platooning) – AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由兩輛以上車輛的同步移動控制方式，由電腦程式化控制引擎而進行加速或減速，使車隊以相同速度且較少車間距離而行駛，因車間距較低而降低風阻力，藉以減省油耗與CO₂排放。此方案較適用於重車車隊在高速公路的行進，然而此方案要達到高減碳效益必須有高的車隊使用率，且需要進行許多路段基礎建設的變更，如上匝道與交織路段，因此在TNO的評估中列為實施困難度很高，未來大幅實施的可能年期也在10年以上。

(3)具有中等CO₂排放減少效益之方案

①適應性巡航控制(亦稱為主動式巡航控制，Adaptive Cruise Control, ACC) – AVCSS 領域

巡航控制係由車輛駕駛先行設定車輛行駛速度，再藉助系統自動控制而保持此一行駛速度，巡航控制在高速公路或鄉間道路的自由車流狀況下能夠保持一定車速，最容易得到減碳效果，但巡航控制不適用在山區或急彎道路，因為容易產生危險，或是在急爬坡道路上使用低速檔而增加排碳量之反效果。適應性巡航控制(Adaptive CC)則基於CC並藉助雷達偵測跟車距離，主動介入調整油門與煞車，調節與前車之間的車距，輔助車輛駕駛的跟車工作。CC或ACC方案的實施較為容易，目前市面上已經有許多應用系統。

根據過去文獻顯示，CC/ACC的CO₂減少量達5-10%，由於部分道路(如市區平面道路、山區道路)不適用CC/ACC，評估在全歐盟實施的減碳百分比為3%。

②燃料效率的路徑選擇(Fuel-efficient route choice) – ATIS 領域

此一解決方案的作用在於採用最低能耗的最佳路徑選擇方式，以取代傳統最短行駛時間或距離的路徑選擇作法。此方案技術上已經能夠實施，但取決於即時交通資訊的取得，而且最具燃料效率的路徑選擇可能並非最快速或最短距離的路徑選擇，因此用路人是否遵從此路徑選擇方案亦是一個問題。

③動態交通號誌同步化(Dynamic traffic light synchronization) – ATMS 領域

此一解決方案的作用在於基於實際的交通狀況而進行動態的交通號誌控制，藉由即時控制路口綠燈時相長度等號誌方式，以最佳化旅行時間，並減少延滯，並進而降低油耗與 CO₂ 排放量。實施困難度主要在於建置與運作成本較高，但由於對於路網整體交通績效有很大助益，預期未來實施程度將會十分廣泛。

根據 TNO 的評估，都市地區動態交通號誌同步化能夠降低 5-15% 的排碳量(平均約 8%)，由於都市地區的延車公里約佔全歐盟道路之 26%，因此本策略在全歐盟實施後能夠降低之排碳量約為 2%(即 $8\% \times 26\%$)。

④ 自動化引擎關閉(Automatic engine shutdown, 又稱為引擎自動啟閉)-AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由自動關閉引擎並重新啟動汽車內燃機，以減少車輛完全停止且駕駛切換到空檔並放開離合器時的燃料消耗。此方案在市面上已有許多應用系統，因此實施困難度甚低，且因多半為自動控制方式，因此不會有駕駛服從率之問題。

⑤ 貨運行程規劃(Trip-departure planning (freight)) – CVOS 領域

貨運行程規劃亦可稱為車隊管理系統，此一解決方案的作用在於利用目前交通實際情形與預測資訊而進行運輸車隊行程規劃，減少行駛里程、旅行時間、營運成本、燃料消耗，以改善運輸效能及生產力。由於本方案對於貨運車隊營運效率改善幅度甚高，預期大多數車隊均會採用本方案。

根據 TNO 的評估，貨運行程規劃約可降低排碳量 5-15%，而全歐盟商用車隊約佔所有車輛的 17.5%，故本方案在全歐盟實施後的排碳量降低比率約 1.8% 或 2%。

⑥ 胎壓指示(Tyre pressure indicator) – AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由電子偵測胎壓系統並透過指針錶、符號、警示燈方式，提供駕駛關於車輛胎壓低於理想值的警告資訊，因此能夠降低油耗與 CO₂ 排放量。本方案應不會有實施上的困難，胎壓指示計未來應會十分普遍。

(4) 具有低 CO₂ 排放減少效益之方案

以下兩個方案具有較低的 CO₂ 排放減少效益，主要因素為未來方案實施的範圍十分有限，不易普遍實施到路網範圍各個部分。

①擁擠收費(Congestion charging) – EPS 領域

此一解決方案的作用在於藉由收取尖峰期間道路運輸路網用路人的費用，以減少尖峰交通擁擠及 CO₂ 排放過高的問題，本方案在 TNO 研究中只應用到大都會區，如目前已在實施中的倫敦、斯德哥爾摩及米蘭。

②重車進出管理(Slot Management) – CVOS 領域

此一解決方案的作用在於藉由重車行駛高速公路的預約系統，管制重車進入地點與時段，以有效改善既有道路容量的使用方式、以及擁擠程度，由於牽涉到重車業者的權益問題，未來大幅實施的可能性甚低，也造成本方案之整體 CO₂ 減量效益甚低。

(5)具有極低或無 CO₂ 排放減少效益之方案

下列兩個方案主要為車輛安全的系統，因此沒有直接的節能減碳效益，雖然實施的困難度不高，在整體 CO₂ 減量所佔的百分比極低。

①車道維持(Lane Keeping) – AVCSS 領域

此一解決方案的作用在於藉由主動式的方向盤操作，輔助駕駛操控車輛行駛保持於車道安全範圍內，並藉由辨識駕駛意圖與行為而檢查車道偏移。此一解決方案能夠減少事故及其連帶產生的交通擁擠量，具有相當間接的減碳效果。

根據 TNO 的計算，9%的發生在高速公路及鄉間道路事故可經由車道維持系統的使用而避免(市區道路無法使用車道維持系統)，而高速公路及鄉間道路交通事故所產生的排碳量佔整體道路運輸部門排碳量的 0.084%，是故車道維持系統在全歐盟實施的減碳百分比僅為 0.008%。

②緊急煞車(Emergency Braking) – AVCSS 領域

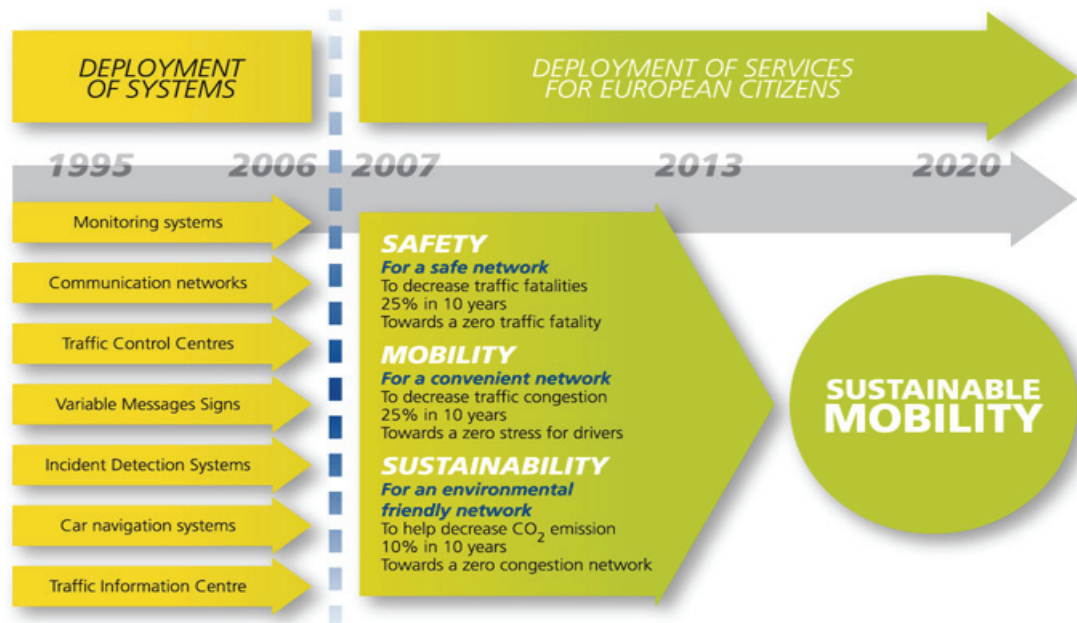
此一解決方案的作用在於提前警告車輛駕駛可能發生碰撞問題，並於事故無法避免之時，自動啟動煞車系統，以降低碰撞程度。此一解決方案能夠減少事故及其連帶產生的交通擁擠量，具有相當間接的減碳效果。

根據 TNO 的計算，7%的事故可經由緊急煞車系統的使用而避免，而交通事故所產生的排碳量佔 0.1%，是故緊急煞車系統在全歐盟實施的減碳百分比僅為 0.007%。

2. 歐盟 Easyway 計畫

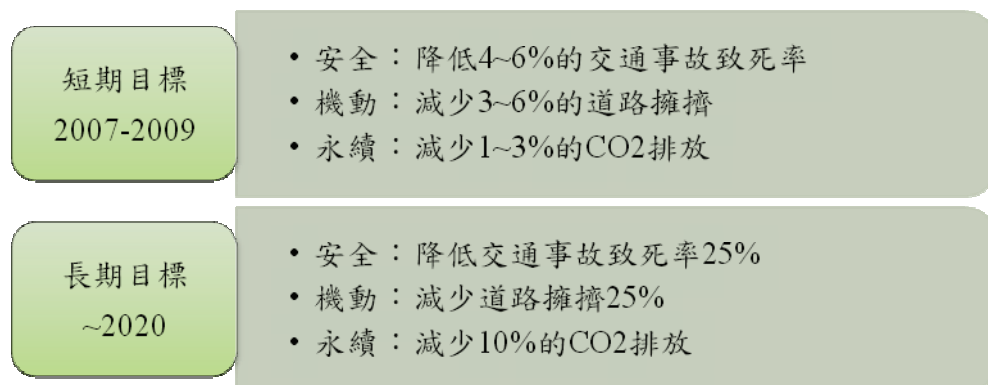
歐盟 Easyway(2007-2013)為 TEN-T(Trans-European Network- Transport)計畫之一，預計投入 225 億台幣，延續 TEMPO 計畫(for Trans-European intelligent transport systems Projects)歐洲重要運輸走廊之 ITS 基礎設施佈設，以提供用路人與貨運業者之跨國與複合運輸無縫服務。Easyway 發展進程如圖 2.2.1，短期與長期目標如圖 2.2.2，分兩階段進行，1995-2006 年進行 ITS 相關交通系統建置，2007-2020 年則開始推展 ITS 交通服務。參與單位包含汽車廠商、電信業者、道路交通管理機構等。

Easyway 範圍涵蓋 21 個會員國，概略分為 8 個區域，包括：西南歐 (Advanced Road Traffic in the South-west, ARTS)、中歐 (Central European Region Transport Telematics Implementation CO-ordination Project, CENTRICO)、中東歐 (CO-ordination and stimulation of iNNovative ITS activities in Central and Eastern European Countries, CONNECT)、中南歐 (CORVETTE)、東南歐 (Information Technology Advanced Corridor Applications, ITHACA)、南歐 (Southern European Road Telematics Implementation, SERTI)、歐陸外的大不列顛地區 (Seamless TRavel Environment for Efficient Transport in the Western ISles of Europe, STREETWISE) 及北歐 (VIKING) 等。



資料來源：<http://www.easyway-its.eu>

圖 2.2.1 EASYWAY 發展進程



資料來源：http://ec.europa.eu/transport/its/road/deployment_en.htm

圖 2.2.2 EASYWAY 短期與長期目標

(1)計畫目的與核心服務

在於針對交通管理、旅遊資訊管理、貨運管理訂定基本服務架構，使能與資通基礎設施相互銜接與整合。核心服務包括：

①全歐洲旅行者資訊服務

提供給歐洲的行者全面的即時交通資訊，在行前提供豐富的旅遊資訊同時也考慮在旅程途中的資訊。它包含了有關於全歐洲路網 (Trans-European road network, TERN) 的即時資訊，以及和郊區網路以及其他的運輸模式特別是在城市區內之間的界面。包括：行前或旅程中用路人資訊服務(例如即時事件服務、即時交通狀態與預測、即時

旅行時間與預測、即時天氣資訊與預測、永久與暫時速限資訊)、以及合作模式資訊服務等。

②全歐洲交通管理服務

提供即時導引資訊給歐洲的旅行者與運輸業，偵測交通事故與緊急事件，確保能安全有效率地使用公路網，尤其是著重於跨境運輸。包括：敏感道路區段資訊(例如動態車道管理、速度控制、匝道、路肩開放、事故告警、重型運輸車超車禁止等)、輸走廊和網路的交通管理、以及交通事故管理等。

③貨運及物流服務

主要在最佳化貨物運輸的容量與效率，藉由提供安全及容易存取的聯運碼頭（港口、鐵路及公路網等），提供歐洲運輸業者在 TERN 方面的專用無縫隙服務訊息，並建立在此部署活動中重點部分之危險或敏感貨物管理的度量指標。包括：智慧型貨車停車場、以及存取異常與危險運輸規則等。

④有效率連結的資通訊架構

是部署 ITS 的先決必要條件，從監控道路即時狀態的系統提供終端用戶服務資訊，並藉由此連結的系統所提供的協調資料，讓跨境的互用性和服務連續性變成可能。

(2)重點執行區域

- ①歐洲重要跨國與區域運輸廊道、地形障礙(阿爾卑斯山、庇里牛斯山)等路網
- ②各國管轄交界處
- ③跨都市路網與大眾運輸的連結
- ④外國駕駛者比率高於 40%之路段
- ⑤重車比率高於 30%之廊道
- ⑥系統與服務互通性未達一定水準路網
- ⑦季節性尖峰路網

3.歐盟 eCoMove

(1)計畫概述

全球 23%的二氧化碳排放係由運輸部門產生，其中 75%係由道路運輸導致，而貨運又佔道路運輸排放量的 30%~40%。1990 年至 2007 年間道路運輸二氧化碳排放成長率為 45%，且預期即使導入潔淨引擎，此一數值仍會持續增加。根據以往的研究，造成道路運輸能源浪費的因素及所佔比例如下：

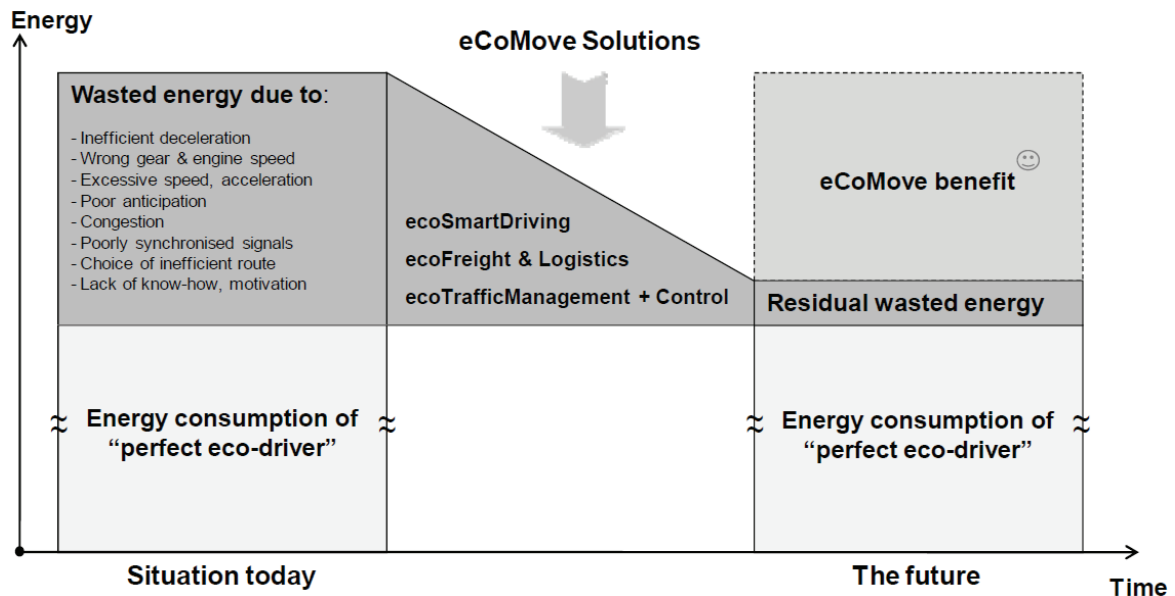
- ①缺少預先評估路況的不適當減速(22%)
- ②道路交通壅塞(15%)
- ③駕駛速度過快(11%)
- ④無效率的交通號誌控制(11%)
- ⑤不良的道路施工區管理及交通事件管理(11%)

上述因素亦為 eCoMove 計畫鎖定改善的主要項目，因此，一般相信類似 eCoMove 計畫針對降低能源消耗而研發的資通訊科技應用，具有能夠更加潔淨且節省能源地運輸貨物與民眾的發展潛力。

eCoMove 計畫是由歐盟所贊助，計畫經費達 2,250 萬歐元，其中 1,370 萬歐元由歐盟提供，計畫時程自 2010 年 4 月至 2013 年 3 月，為期三年。計畫參與者包含各大車廠、貨運公司、交通偵測與管理公司、政府交通管理單位、交通顧問公司等，分佈於 10 個國家，計畫由 ERTICO (ITS Europe)進行整合協調。截至 2011 年 8 月止，該計畫已完成系統邏輯與實體架構、各子系統使用案例(Use Case)與需求分析、通訊平台設計等規劃文件，正在構建通訊平台與各項應用服務，計畫時程預定如下：

- ①04/2010：計畫開始
- ②11/2010：完成使用案例與需求分析
- ③02/2011：完成系統架構與系統規格設計
- ④09/2011：通訊平台建構完成
- ⑤03/2012：個別應用服務建構完成
- ⑥07/2012：測試地點應用服務與測試車輛整合完成、開始進行測試
- ⑦03/2013：完成測試系統評估、計畫結束

eCoMove 之願景如圖 2.2.3，希望藉由應用先進的 V-to-I 車路 (vehicle-to-infrastructure)與 V-to-V 車間(vehicle-to-vehicle)通訊技術而發展整合性的解決方案，分為環保智慧駕駛(eco-Smartdriving)、環保貨物運輸(eco-Freight & Logistics)與環保交通管理(eco-Traffic Management & Control)等 3 個子系統，遏止乘客與貨物運輸的燃料浪費問題，該計畫的目標是減少 20%燃料消耗與二氧化碳排放量，也就是圖 2.2.3 右側未來階段的 eCoMove benefit 部分。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

圖 2.2.3 歐盟 eCoMove 願景

(2)目標

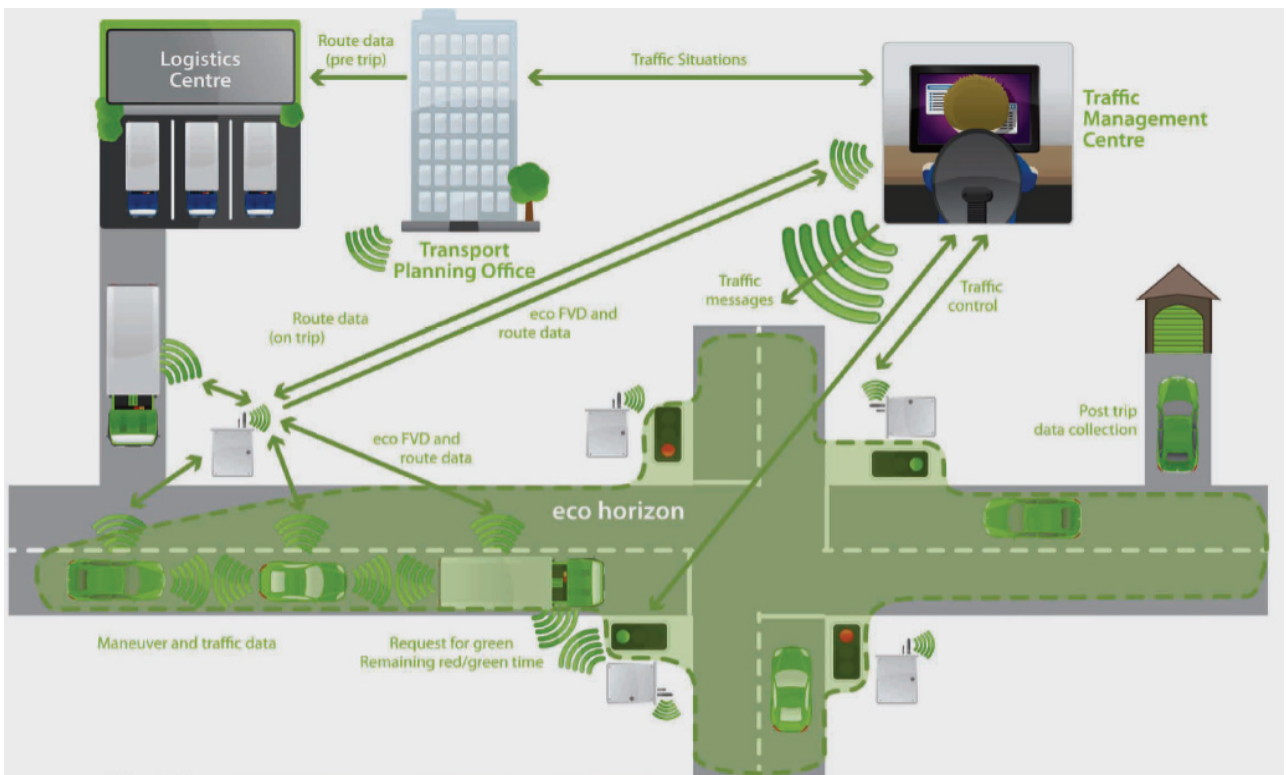
eCoMove 目標著重於尋找支援駕駛、車隊管理者、交通管理者的解決方案，以極小化 3 項道路運輸燃料損耗因素，包括無效率的路徑選擇、駕駛行為、交通管理與控制等。

- ①駕駛支援：係針對小客車駕駛，應用適當的駕駛策略而運用最少的燃料，包括：最長綠燈行駛路徑、最經濟的車輛控制、最佳通過擁擠交通的路徑、最少紅燈停等機率，裝設 OBU 以瞭解駕駛習慣，透過「虛擬教練」以加強環保駕駛行為。
- ②車隊管理者支援：採用一套能夠激勵能源使用效率、且自我學習的駕駛教練系統(Driver Coaching System)，以及一套能夠選擇最經濟運送路線的合作式規劃與路徑系統。

- ③交通管理者支援：最佳化號誌時制、以及應用其他交通控制手段，以極小化整體路網的車輛能源消耗，例如給予能源損耗量較大車輛優先通行權，以降低不必要的停等。

(3)運作概念

eCoMove 計畫的運作概念如圖 2.2.4 所示，其核心功能建立在 eco 整合式平台(ecoCooperativeHorizon)，該平台從 ecoMap 上取得道路狀況資訊，提供前方道路狀況給行駛中車輛之車上單元，ecoMap 除一般電子地圖所需資料外，還包含支援 eco Driving 的資訊，如道路坡度、歷史速率分佈及油耗資料。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

圖 2.2.4 eCoMove 運作概念示意圖

(4)合作式技術(Cooperative Technologies)

eCoMove 發展的核心技術與應用如圖 2.2.5，稱之為合作式系統 (Cooperative Systems)，以 V-to-V 與 V-to-I 通訊為基礎，其他車輛與交通控制者能夠藉此而分享有利於改善能源效率的車輛資訊，並回饋關於交通危險、最長綠燈行駛路徑、最少紅燈停等的駕駛輔助資訊；藉由合作式通訊網路而蒐集即時資訊，是具有能源效率的交通管理的基礎；eCoMove 發展交通狀態評估與預測模型，並地圖標示應該避免的

能源損耗地點。eCoMove 核心技術分為兩大部分：環保駕駛支援 (Eco-driving Support) 與環保交通管理 (Eco-traffic Management and Control)，其協調合作方式說明如下：

①環保駕駛支援(小客車與貨車)

a.綠色路徑規劃(Green Routing)

(a)利用靜態與動態交通資料最佳化路徑

(b)路徑地圖從過往經驗學習

b.智慧型環保駕駛支援(EcoSmart Driving Assistant)

(a)產生最具效率之駕駛策略

(b)由人機介面提供動態駕駛導引

c.行後駕駛分析(Post Trip Driving Analysis)

(a)駕駛行為回饋

(b)長期駕駛訓練策略

d.貨運特別考量(Freight Specific Measures)

(a)環保物流規劃

(b)教育及環保紅利計畫(Eco Bonus Scheme)

②環保交通管理

a.適應性平衡與控制(Adaptive Balancing and Control)

(a)環保綠波帶(eco Green Wave)

(b)平衡式優先號誌

(c)環保路徑分配(Route Distribution)

b.環保高速公路管理(Eco Motorway Management)

(a)匝道儀控優先號誌

(b)環保匯入(Merging)支援

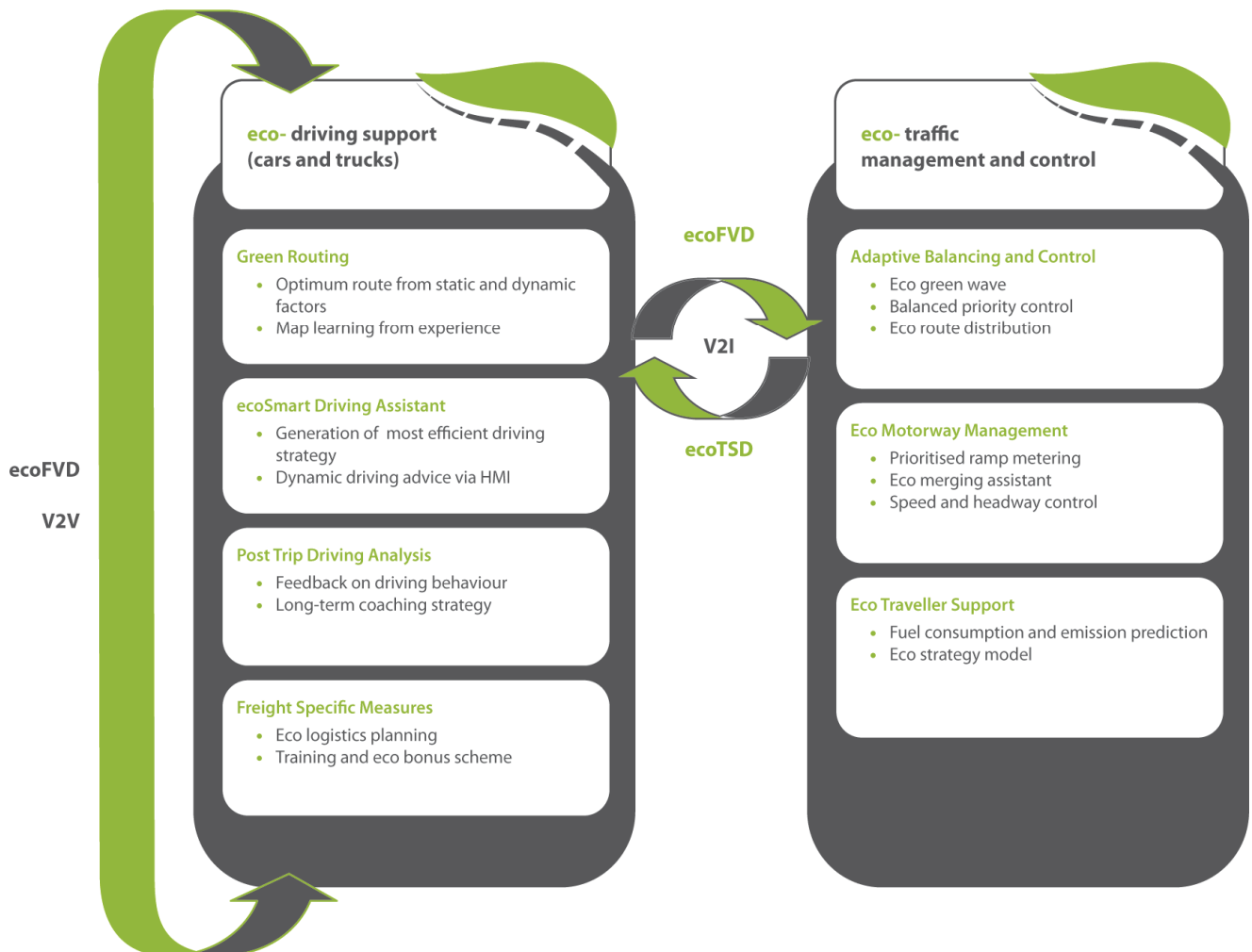
(c)速度與車間距控制

c.環保旅行者支援(Eco Traveller Support)

(a)油耗與碳排放量預估

(b)環保策略模式

圖 2.2.5 中車輛與環保交通管理間的資訊往來以 V to I 通訊為主，車輛與車輛間則以 V to V 通訊為主，其中來自於車輛的資訊稱為 ecoFVD(eco Floating Vehicle Data)，主要為車輛行進資料，包括車速、方向、位置、車種、油耗狀況等，來自於交通管理中心的資訊稱為 EcoTSD(eco Traffic Situation Data)，主要為道路即時交通資訊，包括道路車速、意外事故、號誌狀態、建議車速等。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

圖 2.2.5 歐盟 eCoMove 合作式技術架構示意圖

(5)各子系統之應用服務

①環保智慧駕駛

環保智慧駕駛子系統應用在個別車輛的使用，無論是電動車、油電混合車或一般燃油車，雖然主要對象為小客車，但商用車輛的個別使用並沒有排除。本子系統共提供下列應用服務：

a.環保路徑規劃(ecoTRipplanning)

在行前階段(pre-Trip)提供離線的起迄點路徑規劃服務，其規劃是以最小化油料消耗及 CO₂ 排放量為目標，所依據資料包括 eco 地圖、駕駛行為分析及交通預測資訊(由交通管理中心提供)，本服務產生多個替選方案供駕駛選擇，一旦選擇後，路徑資料將傳送到其他應用服務。

b.環保資訊提供(ecoInformation)

在行前及行中(on-Trip)階段提供駕駛關於車輛無效率狀態的資訊，例如使用空調、胎壓不足、行駛中車窗打開...等等。

c.動態環保路徑導引(dynamic ecoNavigation)

在行中階段本應用服務整合各方來源資訊，包括交通管理中心、其他車輛、eco 地圖、eco 整合式平台，以協助駕駛選擇並導引至最小油耗路徑，該路徑能即時依據交通狀況進行調整。

d.環保駕駛支援(ecoDriving Support)

在行中階段本應用服務提供駕駛動態駕駛行為建議(例如車速、加速、減速、油耗預估)，車輛即時位置、行駛方向、道路狀況等資訊由 eco 整合式平台所判定或提供。

e.環保行後分析(ecoPostTrip)

在行後(post-Trip)階段進行駕駛行為評估以提供回饋資訊做為未來駕駛行為改善的參考。

②環保交通管理

環保交通管理子系統的主要目的在平衡交通需求及道路容量、以和緩交通控制方式降低油耗與 CO₂ 排放、改善旅行者交通資訊以修正其駕駛行為。本子系統提供下列應用服務：

a.環保路徑建議(ecoRoute Advice)

本應用服務彙整目前及未來交通狀況，考量整體路網油耗最少的交通狀況，並依據各車的起迄點資料，以進行分派路徑建議。

b.環保綠波帶(ecoGreen Wave)

傳統綠波帶在連續的號誌化路口建立固定的時差關係讓車隊能夠在固定的車速下連續通過路口，環保綠波帶則根據即時車流量

與車種組成建立變動的時差關係，並且將建議車速提供駕駛依循，藉此降低耗油量。

c.環保平衡式優先號誌(ecoBalanced Priority)

本功能依據交通需求量與接近路口個別車輛特性(經由專用短距通訊)進行號誌優先控制，模式根據下列因素進行判斷：大眾運輸是否延遲、所有接近路口車輛的總 CO₂ 排放量及私人運具停等時間等，因此對於停等時產生高 CO₂ 排放量車輛如貨櫃車以及大眾運輸車輛有較高的優先權。

d.環保匝道儀控與主線匯入控制(ecoRamp Metering and Merging)

傳統匝道儀控控制車輛進入主線於每 5~15 秒一輛車，雖然對於主線交通順暢有所助益，但因在上匝道區走走停停過於頻繁而造成油耗浪費，環保匝道儀控採用車隊控制方式(如每 30 秒 5 部車)、通知駕駛於車輛儀控前後最佳行駛速度、降低匝道回堵對都市道路壅塞影響等，減輕匝道區的油耗浪費。環保主線匯入控制則告知駕駛(主線與匝道車輛)最佳行駛速度及車間距，讓主線匯入行為較為和緩以降低油耗浪費。

e.環保速度與車間距管理(ecoSpeed and Headway Management)

在車多但尚未壅塞的路況下，各車輛的速度及車間距行駛差異甚大，造成頻繁煞車及加減速行為，本功能蒐集個別車輛速度、車間距及其變異程度，以及整體道路的流量與密度，在穩定車流的目標下，系統提供最佳速度與車間距建議，包括整個路段車輛或是個別車輛的建議。

f.環保貨車停車管理(ecoTruck Parking)

歐盟因公路貨運成長速度甚快，許多高速公路沿線的大貨車停車區已不敷使用，許多駕駛需至鄰近交流道的休息區休息，因而產生許多不必要繞行距離及油耗浪費，因此本功能提供大貨車即時停車空位資訊，讓貨車駕駛及早規劃停車休息地點。

g.環保道路收費(eco Tolling)

當車輛接近收費站時，本功能藉由車上單元提供個別車輛行駛建議，並依據各收費孔道排隊狀況，建議最佳收費孔道。

③環保貨物運輸

本功能係針對貨運車隊駕駛及管理者所設計提供的服務，本子系统提供下列應用服務：

a.環保駕駛教練系統(ecoDriver Coaching System)

本服務讓駕駛之行為能夠符合環保駕駛的目標，由以下 3 個服務組成：

(a)環保駕駛訓練系統(ecoDriving Training System)

本系統為虛擬的駕駛模擬器，模擬實際道路情境以訓練駕駛行為能達到環保駕駛的程度。

(b)車上環保駕駛教練(In-cab ecoDriver Coach)

基於最佳油耗效率情況下，在車輛行駛時提供動態與即時交通資訊、駕駛行為建議及駕駛行為回饋。

(c)環保車隊運營系統(ecoFleet Business System)

屬於車隊公司的後台管理系統，讓車隊管理者管理車隊駕駛行為及產出車隊整體油耗指數與趨勢，以支援管理者設計省油相關激勵機制，以及提供外部單位車隊相關耗油資訊。

b.貨車環保路徑導引(Truck ecoNavigation)

利用環保駕駛支援子系統的動態環保路徑導引功能，考量貨車特有需求以規劃最佳油耗路徑，貨車特有需求包括：

(a)考量貨車之道路使用限制

(b)考量貨車必經之地點、時間(如上下貨地點、時間)

c.環保路徑規劃(ecoTour Planning)

為有效管理都市地區貨運車輛產生的 CO₂ 排放量，eCoMove 計畫規劃成立都市物流管理中心(City Logistics Management Center)，統籌所有車隊公司的運送計畫。環保路徑規劃依據貨物運輸需求及路網交通資訊，規劃出各貨車之運送路徑，這些路徑需經由都市物流管理中心核准，核准後運送路徑資料傳送到車上導引系統，在車輛行駛途中車隊管理者可依據即時狀況調整路徑，結束後

本服務進行規劃路徑與實際行駛路徑的比較分析，以得到規劃與實際 CO₂ 排放值差異。

(6)測試地點規劃

eCoMove 計畫將於柏林、杜塞多夫(德國)、慕尼黑、赫爾蒙德(荷蘭)、法國高速公路等五個測試地點進行系統整合測試，各測試地點的規劃如表 2.2-10 所示。

表 2.2-10 eCoMove 計畫測試地點規劃

測試地點	測試之應用服務	測試情境	地理範圍
柏林	模擬環境：測試與示範 eCoMove 系統	控制下的系統整合 測試情境 (系統確認測試地點)	1.2 公里長測試車道
杜塞多夫	環保智慧駕駛	都市道路 (系統確認測試地點)	杜塞多夫西北地區
慕尼黑	環保智慧駕駛 環保綠波帶 環保平衡式優先號誌 環保路徑建議	都市道路/城際道路 (系統確認測試地點)	慕尼黑市區道路及高速公路
赫爾蒙德	高速公路以外之所有 eCoMove 應用	都市道路 (系統驗證測試地點)	赫爾蒙德市區
法國高速公路	環保高速公路管理 (環保速度與車間距管理、環保貨車停車管理、環保道路收費、環保匝道儀控與主線匯入控制)	高速公路 (系統驗證測試地點)	高速公路不同型態路段

資料來源：D1. Project Presentation and Fact Sheet, eCoMove Project, 2010.

4.In-Time(Intelligent and Efficient Travel Management for European Cities)計畫

(1)計畫概述

現階段各種交通資訊由不同單位蒐集與提供，如路網靜態資料、動態交通資訊、大眾運輸靜態與動態資料、自行車道資料、航班資料、計程車資料等等，旅行者必須透過不同管道取得各種交通資訊，少數交通資訊服務提供者(Travel Information Service Providers, TISP)整合許多不同種類資訊，但通常僅包括一種運具，例如結合交通靜態與動態資訊、以小汽車為主的路徑導航系統，在目前缺乏整合各種運具資訊

的情況下，旅行者常無法比較與選擇運具組合，造成旅行時間與能源的浪費。

In-Time 計畫主要目標透過交通資訊交換平台與標準的制定，將整合後的交通資訊穩定、即時地傳送到旅行者與 TISP，而旅行者根據所收到的資訊，選擇最有環保效率或最快速的運具組合完成旅次，以改變原有的旅行行為，降低各種運具產生的能源消耗及 CO₂ 排放。In-Time 計畫將在 6 個示範城市建立整合式即時交通資訊服務(Real Time Traffic and Travel Information(RTTI) Services)，提供無縫運輸資訊，便利旅行者轉換不同運具，以取代高能耗與高 CO₂ 排放的私人運具旅次，這 6 個示範城市為佛羅倫斯、慕尼黑、維也納、奧斯陸、布加勒斯特(羅馬尼亞)及布爾諾(捷克)，計畫於 2011 年陸續於示範城市推出相關服務。

In-Time 計畫自 2009 年 4 月執行至 2012 年 3 月，計畫經費 458 萬歐元，其中歐盟資助 229 萬歐元，計畫成員包含 PTV、ERTICO、Tele Atlas... 等等 20 餘家公司、組織與研究單位，由 Austria Tech 組織擔任計畫整合。

(2)計畫內容

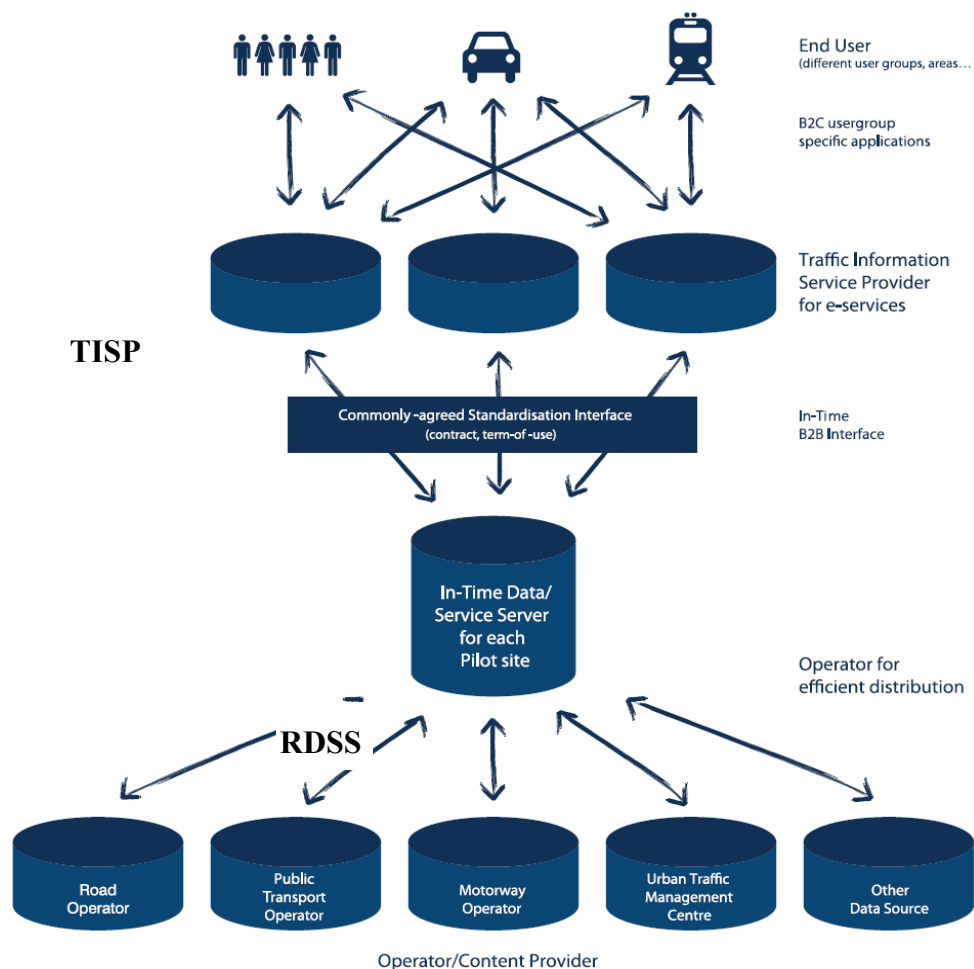
In-Time 計畫首先進行基礎設施提供者、服務提供者及用路人間的 B2B(Business to Business)平台與相關介面的建立，除了資料格式標準外，資料的品質及內容也在計畫中研訂，使最終服務的品質能夠達到用路人接受程度。所定義的提供資訊在道路交通部分包括靜態路網資料、動態交通流量與路況資料(旅行時間、道路施工、交通事故與壅塞資料)、停車場及大眾運輸轉乘停車場資料、即時停車位剩餘資料等；在大眾運輸部分包括所有大眾運具靜態資料(班次時刻、站位、票價)及動態資料(即時到站時間)；自行車及步行資訊亦需由都市交通主管單位提供，使得旅次規劃服務能達到及戶(Door to Door)程度；資訊則包括特殊活動及氣象資訊，其他影響旅次行為及旅次規劃的相關資訊亦須蒐集與提供。

In-Time 計畫的核心是一個稱為互通式多運具地區資料伺服器(the Interoperable and Multimodal Regional Data/Service Server, RDSS)，RDSS 直接服務用路人(以 web 基礎的 B2C 應用服務)或是經由標準介面針對 TISP 的 B2B 應用服務，其運作概念如圖 2.2.6，In-Time 計畫提供無縫

多運具運輸服務的重要關鍵，在於都會區、地區或甚至國家之內所有交通運輸服務與管理單位均必須經由 RDSS 提供符合標準的資訊，In-Time 計畫中每個示範地區均有一個 RDSS 營運單位，以確保用路人能得到都市或地區內詳細的及戶交通資訊，表 2.2.11 為 In-Time 計畫預計提供的多運具旅次規劃服務，內含大眾運輸轉車、等車、步行時間及所花費用，以便與小汽車旅次進行比較。

(3) 節能減碳效益

In-Time 計畫特別將一般路徑規劃系統較少涵蓋的自行車及步行部分，提供用路人更多環境友善的運具選擇。In-Time 計畫提供整合式大眾運輸旅次規劃服務，預期將能移轉部分私人運具旅次，達到節能減碳效益，該計畫亦將評估提供行前及途中的大眾運輸旅次規劃服務對於用路人運具選擇以及對於降低能源消耗的影響程度。



資料來源：Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.

圖 2.2.6 In-Time 計畫 RDSS 運作概念

表 2.2.11 In-Time 計畫之整合式大眾運輸旅次規劃資訊

	Individual vehicle	Train & public transport	Train & taxi	Taxi	Plane & public transport	Plane & taxi
Departure from home	11:16	10:58	11:07	11:20	09:11	09:23
Travel time (hours)	02:08	02:30	02:14	02:06	03:27	02:03
Expected arrival time	13:24	13:28	13:21	13:26	12:38	11:26
Costs (euros)	78.10	30.50	51.40	158	149.59	199.29

資料來源：http://in-time-project.eu/en/services/pre-trip_info/

5.PRE-DRIVE C2X 計畫

PRE-DRIVE C2X 計畫是由歐盟資助，是為了一個大型車輛通訊技術的實地測試計畫(DRIVE C2X 計畫)進行準備的計畫，C 是代表 Car 或 Vehicle，2 代表 To，X 代表多樣化對象，如車輛設備及路側設施，該計畫為未來的實測計畫開發詳細系統與功能之規格，亦包含模擬環境或現實環境所需的功能驗證與測試之工具及方法。該計畫的主要目標如下：

- (1)建立統合性系統(Cooperative Systems)的泛歐洲架構以確保車輛與車輛、車輛與路側設施間通訊等不同應用間的相互操作性，以達到安全與移動性目的
- (2)進行該統合性系統在道路安全及交通效率方面所產生效益之事前評估
- (3)為接續該計畫的統合性系統實地測試計畫預先進行準備
- (4)確認車輛通訊系統在導入市場時主要的有利及不利因素

該計畫總預算為 843 萬歐元，其中歐盟資助 502 萬歐元，計畫自 2008 年 7 月開始，為期 27 個月，參與者包含多家國際性車廠及其他業者，如 AUDI、BMW、FIAT、DAIMLER、OPEL、VW、VOLVO、NEC、Hitachi、PTV... 等等，由 DAIMLER 進行統合協調。該計畫已經結束，所完成的工作成果彙整如下：

- (1)鞏固歐洲統合性系統的 ITS 通訊架構：該計畫提供驗證系統架構觀念的重要方式，ETSI TC(Technical Committee) ITS 將該架構觀念列入標準化考量
- (2)提供能進行模擬與評估整合性系統效益的工具組合
- (3)發展目前能夠提供且已在一些示範車輛與路側設施運作的元件

- (4)提供能支援系統各層面確認與驗證的完整基礎設施
- (5)設計出能夠在車輛及路側設施安裝、測試與示範的使用案例(Use Case)，並於 2010 年 9 月公開進行示範
- (6)為整合性系統未來發展方向進行規劃：舉辦 3 場的 workshop 讓利害關係者主動參與

6.商用車綠色車載系統(Green Telematics)成本效益分析

(1)概述

本案例回顧是由 Frost & Sullivan 公司於 2010 年發表的歐洲車隊管理市場研究中所摘錄，該研究中分析一般商用車輛車載系統及綠色車載系統的成本與帶來之經濟與減碳效益。

(2)節能減碳效益

對於一般商用車載系統來說，其效益包括有效的駕駛管理、車輛管理(降低油耗)、符合法令要求(數位行車紀錄輸出)、改善顧客服務(有效的時間管理、降低空車時間)...等等，車載設備建置成本為每車 2,000 歐元，每月營運成本為 40 歐元，車載設備經濟效益為每月 233 歐元，約 11 個月即可回收投資成本，在節省油耗部分每月的效益為 35 歐元。

相較於一般車載系統為車輛管理的標準設備，綠色車載系統為車輛管理系統中的選擇性服務，包括連線之綠色路徑導航服務(Connected Navigation with Green Routing Feature)及專屬之 CANbus 設備(主要為整體的車輛與駕駛管理功能)，根據分析，對於一輛 40 噸、年里程 160,000 公里的長程重車，含綠色車載設備的車隊管理系統(中階)建置費用為 1,500 歐元，每月營運成本為 35 歐元，所帶來的節省油耗效益為一年 4,670 歐元，油耗節省比例達 8%，約 5 個月即可回收投資成本，換算之一年二氧化碳減量為 10.7 公噸。

表 2.2-12 歐盟商用車綠色車載系統成本效益分析

	Before	After	Saving/Reduction
Fuel Consumption	51,200 L	47,104 L	4096 L
Fuel Cost	€ 58,368	€ 53698.56	€ 4669.44
CO2 Emission tones	133.1	122.4	10.7

(3)資料來源：Strategic Analysis of European and North American Green Telematics Market for Passenger and Commercial Vehicles, Frost & Sullivan, 2009.

7.倫敦擁擠收費(Congestion Pricing)計畫

(1)計畫概述

倫敦擁擠收費計畫於 2003 年 2 月開始實施，平日每天早上 7 時到下午 6 時半生效(2007 年改為下午 6 時止)，進入此區汽車須每輛繳付 5 英鎊費用，範圍達 22 平方公里(倫敦市中心和威斯特敏斯主要部分)；2005 年 7 月，費用調漲為 8 英鎊；2007 年 2 月，往倫敦西方擴充計畫範圍達 40 平方公里。

擁擠收費系統是利用懸掛式攝影機辨認出汽車牌照，繳費方法有零售站、線上、文字通訊和電話付款等，整體計畫並包含公共運輸提昇計畫，其容量於 2011 年之前提昇 40%。

(2)評估結果

擁擠收費實施後區域內整體交通量減少 20%，尖峰時刻(上午 7~10 點)使用私人運具為旅次行為者只佔 12%，比原先政策實施前的比例減少 10%。整體車流延滯減少達 30%，公車延滯更減少 50%。旅行速率由 13km/hr 提高至 17km/hr，約增加 37%的旅行速率。

(3)節能減碳效益

2002 與 2007 間，CO₂ 排放量減少約 20%，NO_x 減少約 30%，PM₁₀ 減少約 31%。

(4)資料來源

①Lessons Learned from International Experience in Congestion Pricing, FHWA, 2008.

②Congestion pricing in urban areas-theory and case studies, Valfrid Jarl, 2009.

③Congestion charging: challenges and opportunities, Ed Pike, P.E., the international council on clean transportation, 2010.

8.斯德哥爾摩擁擠收費(Cordon Charging)計畫

(1)計畫概述

斯德哥爾摩擁擠收費計畫於 2006 年 1-7 月實施測試計畫，並於 2007 年 8 月正式實施，實施範圍達 34 平方公里。整體計畫並包含公共運輸服務路線擴充及新建停車轉乘停車場。擁擠收費系統是利用汽車偵測結合自動汽車牌照辨認，繳費方法有自動帳戶扣款、線上付款和人工收費(商家和銀行)等。

(2)評估結果

在測試期間，系統減少交通流量約 20%、增加汽車速度約 20km/hr 和運輸公共交通工具乘客成長 6-9%。

(3)節能減碳效益

CO₂ 排放量減少 15%，NOX 減少約 7%，PM 減少約 9%。

(4)資料來源

①Lessons Learned from International Experience in Congestion Pricing, FHWA, 2008.

②Congestion charging: challenges and opportunities, Ed Pike, P.E., the international council on clean transportation.

三、日本

日本政府於 1996 年 7 月頒布「推動先進道路交通系統之全體構想」之後，即開始進行促進 ITS 各項服務實用化與普遍化之相關策略的推動。而邁入 2000 年之後，因車輛導航、VICS、ETC 等 ITS 服務均已落實實施，日本 ITS 的發展也進入下一階段，除將 ITS 作為安全、環境、便利性等社會課題的解決對策外，也視為一項新興產業來尋求更高的發展。因此於 2006 年 1 月內閣官房研提之「IT 新改革戰略」中即包含「整合基礎建設促進安全駕駛支援系統的實用化」的策略，希透過公私部門的合作，進行相關策略之實證測試。

另一方面，由於京都議定書的簽署，日本政府益發重視地球環境的維護，也注意減少溫室氣體排放的相關課題，因此亦開始加強檢討應用先進科技於運輸部門節能減碳之相關作法。

1.日本 Green ITS

日本內閣官房 IT 戰略本部於 2010 年 5 月研提「新資訊技術戰略」，

作為國家推動資通訊技術應用的後續策略，其中於 ITS 部分，以「社會新課題的對應」為主題，研提「人與物移動的 Green 化」與「安全駕駛支援」兩項策略，此策略由內閣官房、內閣府、警察廳、總務省、經濟產業省以及國土交通省共同執行，並成立「ITS 專責小組」進行推動內容及其期程之規劃，而「ITS 專責小組」另於 2011 年 3 月完成規劃報告書，分別就此二項策略研提初步推動建議。以下彙整說明「人與物移動的 Green 化」(Green ITS)策略之概要於後。

(1)目標

Green ITS 策略之主要目標係為加速汽車排碳量的減少，亦即係應用 ITS 策略，以期日本全國主要道路之交通壅塞程度於 2020 年時可較 2010 年改善 50%，進而加速汽車排碳量的削減。

(2)策略內容

簡言之，經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，以促成人/物移動之 Green 化。

(3)期程規劃

策略主要期程為 2010 年~2014 年，分別由參與部會就其職掌進行相關的工作，整體時程如圖 2.2.7 所示，並簡述工作規劃如下：

①短期(2010 年~2011 年)

- a.2010 年度設置 ITS 專責小組，依據車輛的 IT 技術與國外經驗，進行 Green ITS 實用/普及化之工作內容與期程之規劃。
- b.2010 年度就大範圍道路交通資訊蒐集及傳送之成本分擔、共有資訊範圍等課題，進行 Green ITS 應用模式的檢討。
- c.於 2010 年度應用模擬分析，進行公私部門之交通資訊整合應用所帶來延滯與排碳量減少之評估，以及進行先進號誌控制相關技術的開發。
- (a)警察廳與國土交通省：整合應用道路交通資訊與探偵車行駛資訊之節能減碳效果的模擬分析。
- (b)總務省與經濟產業省：彙整公私部門資訊之模擬分析的相關支援。

(c)警察廳：號誌控制、交通資訊先進化等之應用技術的開發。

d.於 2011 年度利用實際車輛行駛進行實地測試的效果評估，另亦針對先進號誌控制的效果進行實測檢討。

(a)警察廳與國土交通省：道路交通資訊與探偵車行駛資訊之提供，以及前述事項的效果檢討，而後依據測試的檢討結果，開始實施應用探偵車資訊之道路交通壅塞對策。

(b)總務省與經濟產業省：前述事項之效果檢討的相關支援。

(c)警察廳：號誌控制、交通資訊先進化等之應用技術的實測檢討。

②中期

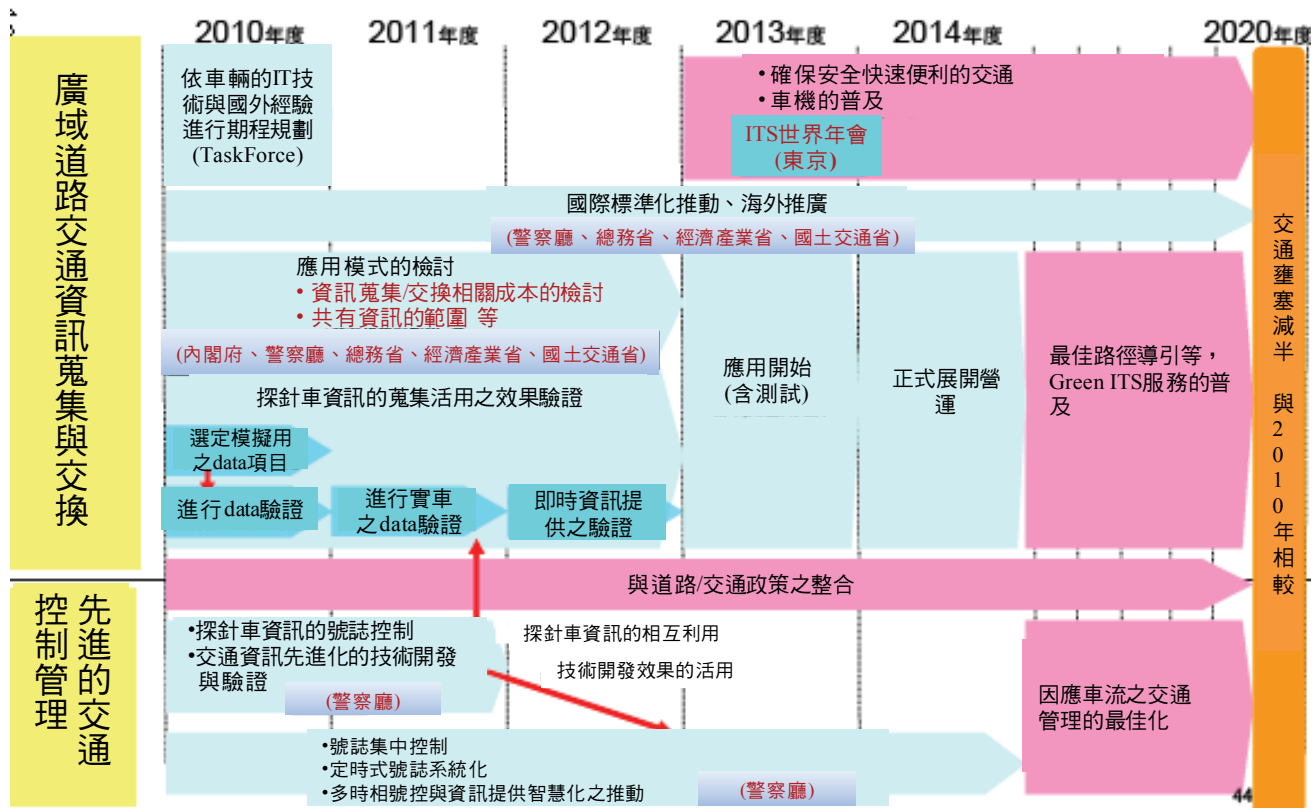
a.2012 年度確立 Green ITS 的應用模式。

b.2012 年度實施大規模即時資訊蒐集與傳送之效果的驗證。

(a)警察廳與國土交通省：於實際道路實施前述事項之效果驗證。而後依據測試的檢討結果，開始實施應用探偵車資訊之道路交通壅塞對策。

(b)總務省與經濟產業省：前述事項之效果檢討的相關支援。

c.於 2013 年度假東京 ITS 世界年會，進行 Green ITS 模式的行銷推動。而於 2014 年後即正式促進策略之實施與普及。



資料來源：內閣官房 IT 戰略本部，新たな情報通信技術戦略 工程表，2010 年 6 月。

圖 2.2.7 Green ITS 之推動時程規劃

2. 日本能源 ITS

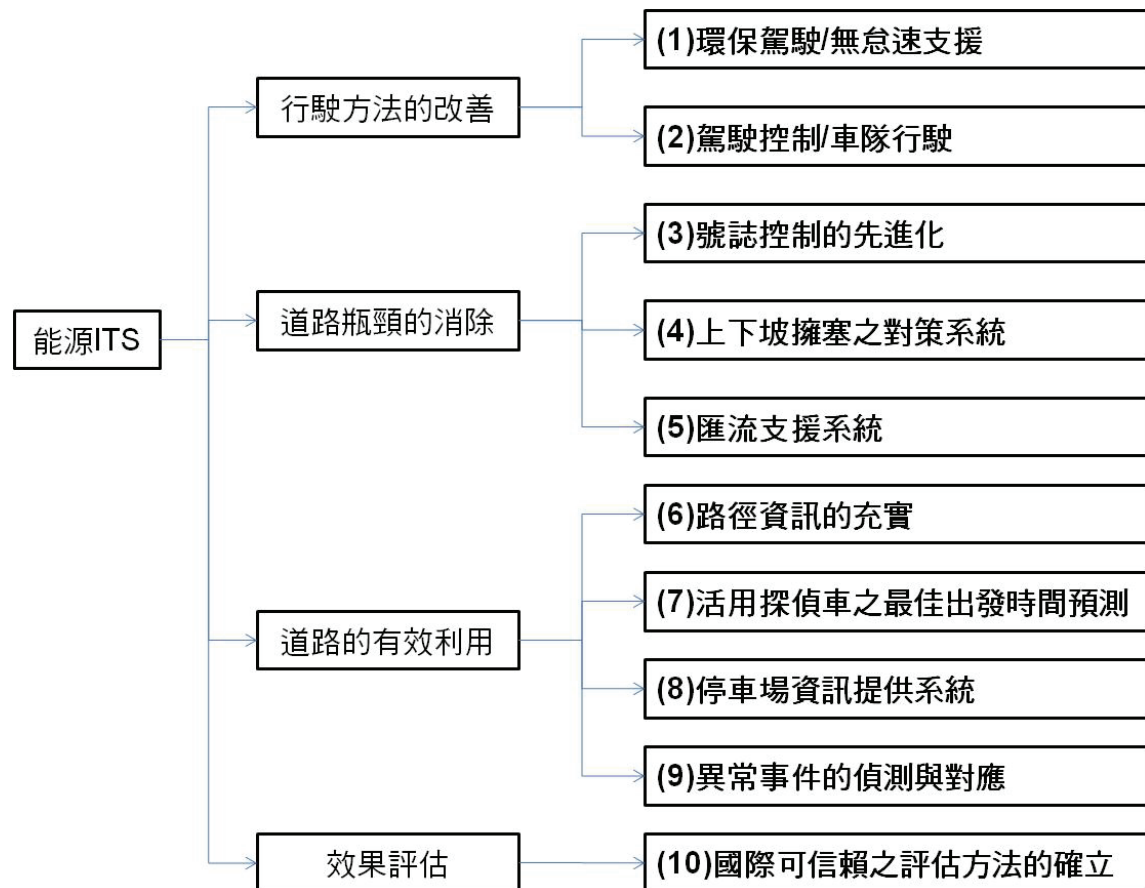
(1) 能源 ITS 策略規劃

能源 ITS 為經濟產業省主導之 ITS 計畫，該省於 2007 年 8 月先行成立「能源 ITS 研究會」，進行能源 ITS 發展方向的分析檢討，最後於 2008 年 4 月研提包括「行駛方法的改善」、「道路瓶頸的消除」、「道路的有效利用」、「輸送效率的提昇」以及評估 CO₂ 減少效果之「效果評估」等 5 項策略，之後再以汽車使用的觀點，選擇 10 項技術開發項目，以為能源 ITS 施政之參考。其策略內容彙整如圖 2.2.8 所示。

能源 ITS 研究會另進行各項策略實施時之最大排碳削減率的設定，以及依 VICS、車輛導航與 ETC 之逐年普及率的實際變化，進行各策略之不同年期普及率的推估，進而試算各項策略之實施效果，評估結果如表 2.2-13 所示。由表可知，排碳量削減之較佳對策包括環保駕駛、無怠速支援以及駕駛控制、車隊行駛等。若全體車輛皆實施時，可望減少 15~23% 的排碳量。

而日本能源 ITS 相關策略與 ITS 服務領域之對應可參見表 2.2-14，相關服務領域包括 ATMS、ATIS 以及 AVCSS 等。

而後，於 2008 年 4 月經濟產業省開始推動「能源革新方案」，設定 2030 年時之能源消費效率的改善目標為 30%，並將「能源 ITS 推動事業」列為「先進交通社會確立技術」的項目之一。



資料來源：「エネルギーITS 推進事業」事業原簿【公開】(2010 年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

圖 2.2.8 日本能源 ITS 之施政體系

表 2.2-13 日本能源 ITS 各項策略之 CO₂ 最大削減率與普及率的試算

能源 ITS 相關策略			上：CO ₂ 最大削減率 下：普及率			行駛 車公里比	備註
			2017 年	2030 年	2050 年		
行駛方法的改善	1.環保駕駛、無怠速支援		15% 20.8%	15% 40%	-	100%	全體車輛
	2.駕駛控制、車隊行駛	駕駛控制	18% 0.9%	18% 30.0%	23% 100%	100%	全體車輛
		車隊行駛	- 0%	15% 8.7%	15% 100%	1.4%	高速公路長距離(150km)使用之大型車
道路瓶頸的消除	3.號誌控制的先進化	利用探偵車之號誌控制	0.4% 20.8%	0.4% 100%	0.4% 100%	- (不使用行駛車公里比)	最大削減率係以號誌集中管理之效果計算
		號誌整合之車輛控制	2% 0.9%	2% 30.0%	2% 100%	74% (一般道路)	全體車輛
	4.上下坡壅塞之對策系統		-	-	-	-	效果包含於 2
	5.匯流支援系統		-	-	-	-	效果包含於 2
道路的有效利用	6.路徑資訊的充實		1.6~14% 20.8%	1.6~14% 100%	1.6~14% 100%	43%	一般道路偵測區間車輛
	7.活用探偵車之最佳出發時間預測		0.1~15.2% 20.8%	0.1~15.2% 100%	0.1~15.2% 100%	0.7%	尖峰時段於高速公路/一般道路 DID 區間行駛車輛
	8.停車場資訊提供系統		-	-	-	-	效果包含於 6
	9.異常事件的偵測與對應		-	-	--	-	效果包含於 6

資料來源：エネルギーITS 研究会、エネルギーITS の推進に向けて、2008 年 4 月。

註：期待效果(削減率)=CO₂ 最大削減率×普及率×行駛車公里比。

表 2.2-14 日本能源 ITS 各項策略與 ITS 服務領域之對應

能源 ITS 相關策略				ITS 服務領域
行駛方法的改善	1.環保駕駛、無怠速支援			—
	2.駕駛控制、車隊行駛	駕駛控制	道路環境配合	ATMS、AVCSS
			行駛輔助	
		車隊行駛		
道路瓶頸的消除	3.號誌控制的先進化			ATMS
	4.上下坡壅塞之對策系統			ATMS
	5.匯流支援系統			ATMS
道路的有效利用	6.路徑資訊的充實			ATIS
	7.活用探偵車之最佳出發時間預測			ATIS
	8.停車場資訊提供系統			ATIS
	9.異常事件的偵測與對應			ATMS、ATIS

資料來源：本研究整理。

(2)能源 ITS 推動事業

「能源 ITS 推動事業」即以前述研提成果為基礎，選擇減碳效果較高項目，並對外進行公開招募，協同產學界共同進行相關技術/系統及評估方法之開發檢討。

推動事業最後選擇「自動駕駛/車隊行駛技術的開發」以及「國際可信賴之評估方法的確立(CO₂ 減少效果之評估方法)」2 項工作進行相關研發，研究開發期間為 2008 年至 2012 年，並預定 2012 年可確認 CO₂ 減少效果之評估方法，2020 年可完成自動駕駛/車隊行駛基本技術的開發確認。以下分別說明此 2 項工作之概要與目前發展於後。

①自動駕駛/車隊行駛技術的開發

a.相關課題

(a)燃燒效率提昇與車輛驅動系統改善，與駕駛人自發的環保駕駛所帶來的節能減碳效果有其限度，若與道路環境、號誌及周邊車輛整合運用可望提昇效果，但相關系統仍有待開發。

(b)大型車輛行駛時，空氣阻力亦帶來耗能的增加，若車隊行駛可減少油耗，但相關技術亦有待開發。

b.策略目標

(a)與道路幾何條件整合之環保駕駛的功能

非車輛本身的感測器可知之道路幾何條件(如道路坡度、線型)，透過與電子地圖整合，由油耗與排能之觀點來自動控制車輛引擎與傳動系統維持最佳狀況。

(b)車隊行駛的控制功能

藉由大貨車與前方及周邊車輛之通訊，以車道、周邊車輛及道路結構等資訊為基礎，與前方大型車保持一定距離，進行自動跟車駕駛的車隊行駛控制，以減少後方的空氣阻力，進而達成節能減碳效果。

(c)與周邊車輛之協調控制功能

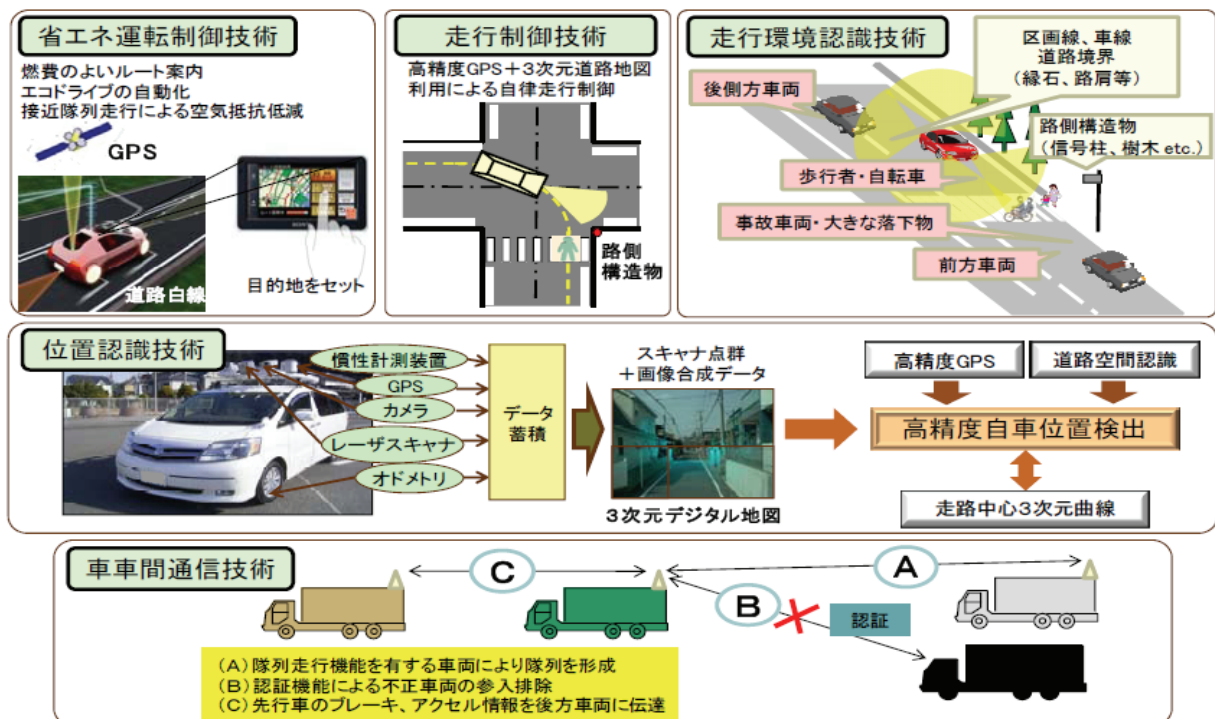
由個別車輛之環保駕駛控制進一步達成路網之最佳化。藉由車輛間通訊，進行考量路網車流之車輛自動控制，達到車隊/車流的最佳行駛狀況。

c.工作內容

為提昇幹線物流系統的效率化，可藉由高速公路上之車隊運行以及一般道路上之環保駕駛的自動化等策略的實施來完成。相關技術彙整如圖 2.2.9 所示，並簡要說明此事業之主要工作如下：

(a)全體規劃、實證測試以及評估工作

主要進行自動駕駛與車隊運行之基礎資料的蒐集與有效性的驗證，以及進行系統內容與開發至落實實施之時程規劃。



資料來源：「エネルギーITS推進事業」事業原簿【公開】(2010年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

圖 2.2.9 自動駕駛/車隊運行之主要技術彙整圖

(b)自動駕駛等之關鍵技術的開發

i.自動行駛技術

進行促進控制性、信賴性與安全性大幅提昇之控制演算法、以及整合多項控制組件之多重自動方向盤裝置、以及故障時之 fail safe 車輛控制裝置技術等之開發。

ii.行駛環境認識技術

進行偵知道路標線與車輛之演算法、以及高精度檢測車輛至標的物的距離/方向技術之開發。

iii.位置偵知技術

進行包括路側建築物之 3 次元地圖、利用 GPS 之車輛監控系統等技術之開發。

iv.車間通訊技術

為車輛控制以及車隊管理等資訊的交換，進行車間之高信賴性通訊技術之開發。

v.自動駕駛與車隊行駛控制技術

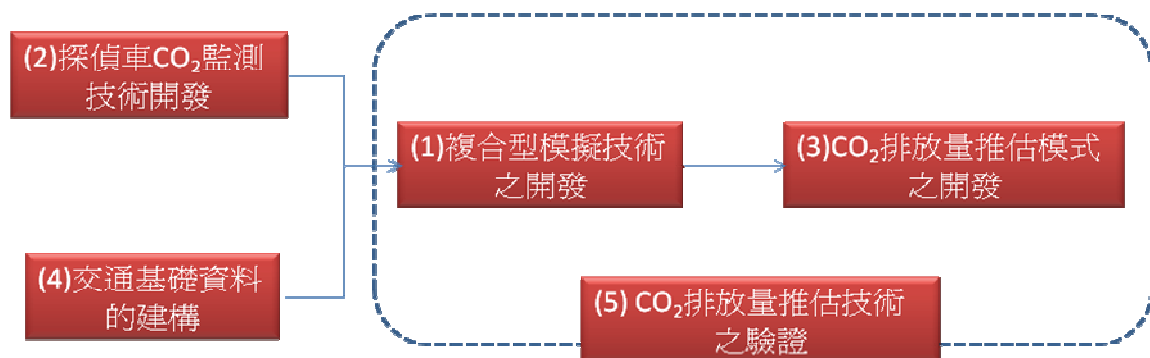
進行高精度與高信賴性之車道控制、車間距離控制、車輛間之衝突迴避等之演算法，以及車隊行駛之人機介面等控制技術技術的開發。

vi. 節能駕駛控制技術

將環保駕駛方法模式化，進行可適應車輛週邊交通環境之駕駛控制演算法之開發。

② 國際可信賴之評估方法的確立

經由日本與歐美之相關研究者的參與，進行都市圈至地方區域路網皆可應用之複合型(hybrid)車流模擬工具的開發，以及應用探偵車進行 CO₂ 排放量監測、以及車輛 CO₂ 排放量之推估等技術開發與實證，以確立國際間皆可認可之推估方法。其 5 項主要工作之關係如圖 2.2.10 所示。



資料來源：本研究整理。

圖 2.2.10 能源 ITS 之 5 項開發評估技術之關係

而相關工作內容整理如圖 2.2.11 所示，並簡述於後。

a. 複合型模擬技術的開發

都市圈之路網規模使用巨觀模式；而小地區路網則使用微觀模式，進行可合理推估全體 CO₂ 排放量之複合型模擬(hybrid simulation)模式的開發。

b. 探偵車 CO₂ 監測技術開發

融合既有之車輛偵測器與探偵車資料，進行可即時推估都市圈全體之 CO₂ 排放量之「CO₂ 排放量監測系統」的開發。

c.考慮車輛機制(mechanizm)以及行駛狀態之 CO₂ 排放量推估模式的開發

進行考慮車輛特性(車輛機制與駕駛特性等)之車輛模式與考量車流變化之車流模式的開發，以作為複合型模擬模式的 CO₂ 排放量的輸入資料參考依據。

d.交通基礎資料的建構

研提普遍性高之交通關聯資料庫的構建，同時建構國際間可統一管理之資料倉儲(data warehouse)，以促進效果評估方法的輸入、驗證資料等之有效率的使用。

e. CO₂ 排放量推估技術的驗證

進行上述第一項至第三項所求得之 CO₂ 排放量的妥適性及精確度的驗證，以期提昇評估技術之信賴性。

f.國際合作之效果評估方法的相互驗證

另外，為確立國際間均可信賴之評估方法，在前述 5 項主要工作外，積極進行與海外之政府與研究機構等的合作，並藉由互相認證，以建立統一且國際間皆認可之評估方法。



資料來源：「エネルギーITS 推進事業」事業原簿【公開】(2010 年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

圖 2.2.11 國際可信賴之 CO₂ 排放量評估方法的確立

3. 日本行動管理之個人化旅行輔助系統(Personalized Travel Assistance System for Mobility Management)

本示範系統由名古屋大學所開發，主要目的是發展一套整合式的個人化旅行輔助系統以協助通勤者制定更為環境友善之旅行行為決策。該系統包含 3 個子系統：

(1) Probe-person (PP)：利用手機之 GPS 定位功能追蹤與記錄個人之旅行路徑。

(2)Mobility Management (iMM)：與 PP 共同追蹤通勤者之旅行行為並提供通勤者環境友善的旅行路徑與運具建議。

(3)多運具路徑導引系統(PRONAVI)：結合即時交通路況資訊，利用互動式地圖顯示技術提供使用者選擇最快速路徑與運具之功能。

本計畫的評估單位為京都大學，由一家私人公司的 74 位員工參與測試計畫，測試期間為 2007 年 2 月 5 日~16 日，評估項目為使用小汽車、大眾運輸、步行或自行車之旅次以及 CO₂ 排放量，在使用本系統期間測試人員的 CO₂ 排放量平均減少 19.1%。

資料來源：Tomotaka Usui, et.al., Development and Validation of Internet-Based Personalized Travel Assistance System for Mobility Management, Paper presented at the 15th ITS Word Congress, New York City, 16-20 November 2008.

4.日本環保駕駛輔助系統(Ecological Driving Assist System)

本計畫發展一套利用 ITS 偵測與無線通訊技術以接收前方車輛行為及號誌狀態的環保駕駛輔助系統(Ecological Driving Assist System, EDAS)，提供駕駛人最佳的生態駕駛輔助資訊，本套系統目標為最小化單位距離之耗油量，提供駕駛輔助資訊以避免不需要的煞車與加速。

本計畫評估單位為福岡縣產業及科學技術振興財團及九州大學，評估工具為 AIMSUN NG 微觀交通模擬軟體，採用福特 Fiesta 小車進行模擬，模擬距離為 660 公尺，共模擬 15 不同行為車輛情境。評估項目是在 15 種不同情境下的平均耗油率(km/l)，沒有使用 EDAS 的耗油率為 9.84km/l，使用 EDAS 的耗油率為 10.96km/l，耗油率降低 11.39%。

資料來源：M.A.S. Kamal, et.al., Driving Assist System for Ecological Driving Using Model Predictive Control, Paper presented at the 2009 SICE Conference, Fukuoka, 18-21 August 2009.

2.2.2 國內

1.縣市政府智慧交控系統計畫之節能減碳效益評估

國內各縣市政府在交通部經費補助下，自 90 年初期即陸續進行智慧交控系統之建置、更新與擴充計畫，這些計畫除建立交控中心系統、設置路側設施如 CCTV、CMS、VD 外，多數計畫均針對許多瓶頸路段及路口進行號誌時制重整(Signal Retiming)，並進行時制計畫改善前後之績效分

析，包含節能減碳部分之評估，由於各縣市智慧交控計畫由不同廠商執行，雖然各計畫的績效評估均依照本所「交通號誌時制重整計畫（II）－績效評估模式建立」（96 年）建議之評估程序，然而節能減碳評估之計算方式仍有些許差異，本計畫選擇最新的 4 項計畫進行回顧，並彙整於表 2.2-16。

(1)台 64 線周邊平面道路交控設備擴充工程-交控中心系統整合計畫(98 年度)

主辦單位：臺北縣政府交通局

該計畫針對三重、蘆洲及三鶯地區許多幹道進行號誌時制重整，節能減碳之效益評估是採用號誌路口平均停等延滯的減少量(秒/PCU)，再乘上計算時間內經過該路口的總流量(PCU)，停等延滯總減少量再乘以小汽車怠速情況下的耗油率而得到總節能量，其中小汽車怠速之耗油率採用 1.2 公升/小時，此參數係採用「交通號誌時制重整計畫（II）－績效評估模式建立」之建議，惟該參數之資料來源並不明確，並非官方公布之正式資料，而空氣污染物減少量則是採用 Synchro 軟體提供的排放率參數：CO 為 18.5 克/公升、NO 為 3.6 克/公升、VOC 為 4.3 克/公升，CO₂ 則採用國內的研究數值 2,232 克/公升，由於該計畫之路口停等延滯僅進行平日尖峰的調查，故該計畫最後計算出平日尖峰 4 小時的節能量與空氣污染物減少量。

(2)嘉義縣 98 年度「交通管理與資訊服務系統建置與推廣計畫－智慧交控系統－智慧化號誌時制設計計畫案」

主辦單位：嘉義縣交通局

所採用的節能減碳計算方式與參數值均與「台 64 線周邊平面道路交控設備擴充工程-交控中心系統整合」計畫相同，但該計畫的結果呈現則轉換為整年的節能與減碳量，其中平假日的尖峰均採 2 小時計算，平假日離峰則放大為 8 小時，亦即平日一天採 12 小時、假日一天採 10 小時計算。

(3)99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程

主辦單位：臺北縣政府交通局

該計畫幹道時制重整部分利用 Synchro 軟體對新北市新店區安康路及祥和路 18 個路口進行最佳化時制設計。利用人工調查方式分析時制重整事前事後之路口停等延滯及路段旅行速率，再利用路口停等延滯之減少量及路口車流量推算耗油量及 CO₂ 之減量，其中耗油量之估算係採用「交通號誌時制重整計畫(II)－績效評估模式建立」之建議：小汽車怠速之耗油率採用 1.2 公升/小時，CO₂ 則由本所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)」計畫提供，汽油消耗之二氧化碳排放率為 2,263 克/公升進行計算。

節能減碳效益在平常日一天減少之耗油量為 383.5 公升、CO₂ 為 0.868 公噸，假日一天減少之耗油量為 235.8 公升、CO₂ 為 0.534 公噸，換算為全年之 CO₂ 減量為 279.33 公噸，油耗節省為 123,435 公升，若以尖峰與非尖峰時段分別估算減量百分比，尖峰時段耗油量與 CO₂ 減量達 24.0%，非尖峰時段減量達 7.2%。

(4)桃園縣九十九年度幹道時制重整暨智慧號誌系統計畫

主辦單位：桃園縣政府交通局

該計畫幹道時制重整部分利用 Synchro 軟體對桃園市與中壢市 7 條幹道、116 個路口進行最佳化時制設計。由於該計畫重整路口繁多，無法一一進行路口停等延滯之調查，因此利用人工調查方式分析時制重整事前事後之路段旅行速率，耗油量估算參酌本所「智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估」研究計畫，以及環保署所執行「台北地區溫室氣體減量規劃」研究計畫所推估小客車於不同車速下之耗油率，並利用路段旅行速率事前事後的變化值計算耗油率與 CO₂ 排放率，耗油率計算公式如下，CO₂ 排放率則如表 2.2.15 所示：

$$\text{小客車 } E = 0.001784842V^2 - 0.256157175V + 17.94117582$$

其中，E = 耗油率，1/100KM；V = 車速，KM/HR

表 2.2-15 桃園縣九十九年度幹道時制重整暨智慧號誌系統計畫 CO₂ 排放率

車速 (公里/小時)	CO ₂ 排放率 (公克/公里)
5	370.64
10	345.78
15	323.18
20	300.58
25	282.50
30	264.42
40	235.04
50	214.70
60	201.14

而 CO₂ 之減少排放效益＝路段全日交通量 × 路段里程 × 重整前後 CO₂ 減少之排放率。

時制重整前後各調查路段之總油耗量，平日減少幅度為 2.2%-5.4%、假日減少幅度為 0.3%-5.0%，CO₂ 排放量則換算為一年之減少總量，減少之 CO₂ 排放量約 3,178 公噸。

表 2.2-16 縣市政府智慧交控計畫節能減碳效益評估彙整表

計畫名稱	臺北縣台 64 線周邊平面道路交控設備擴充工程-交控中心系統整合	嘉義縣 98 年度交通管理與資訊服務系統建置與推廣計畫—智慧交控系統—智慧化號誌時制設計計畫案	99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程	桃園縣九十九年度幹道時制重整暨智慧號誌系統計畫
分析範圍	9 條幹道、62 個路口	5 條幹道、25 個路口	2 條幹道、18 個路口	7 條幹道、116 個路口
分析時段	平日上、下午尖峰各二小時	平日上、下午尖峰、平日離峰、假日離峰、假日下午尖峰各二小時	平日上、下午尖峰、平日離峰、假日離峰、假日下午尖峰各二小時	平日上、下午尖峰、平日離峰、假日離峰、假日下午尖峰各二小時
節能減碳效益計算方式	由路口平均停等延滯減少推估	由路口平均停等延滯減少推估	由路口平均停等延滯減少推估	由路段平均旅行速率增加推估
耗油率參數	小汽車空轉一小時消耗 1.2 公升汽油	同左	同左	以旅行速率為變數之耗油率公式(公升/公里)計算
CO ₂ 排放參數	汽油一公升 CO ₂ 排放量為 2,232 克	同左	汽油一公升 CO ₂ 排放量為 2,263 克	利用不同旅行速率對應之 CO ₂ 排放率(公克/公里)計算
效益結果呈現	計算平日上下午尖峰共四小時之效益(一日) CO ₂ 減量：2,198 公噸 油耗節省：985 公升 (29,945 元)	將平假日尖離峰效益轉換為整年效益 CO ₂ 減量：102.81 公噸 油耗節省：46,730 公升 (1,359,847 元)	將平假日尖離峰效益轉換為整年效益 CO ₂ 減量：279.33 公噸 油耗節省：123,435 公升 (3,925,236 元)	總油耗量，平日減少幅度為 2.2%-5.4%、假日減少幅度為 0.3%-5.0% CO ₂ 排放量則換算為一年之減少總量 3,178 公噸。

資料來源：本計畫整理。

2.車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究(99，本所)

整體而言，運輸部門對於節能減碳的推估方式如下式：

$$\text{CO}_2 \text{ 減量} = \text{節能量} \times \text{單位燃料排放係數}$$

其中節能量的推估來自於下列 4 種類別：

- (1)行駛中車輛燃油效率的變化：節能量＝措施影響範圍內行駛里程×(措施實施前耗油率－措施實施後耗油率)
- (2)活動量(交通量)的變化：節能量＝措施影響範圍內減少或移轉之行使里程×平均耗油率
- (3)活動量及車速變化：節能量＝措施影響範圍內[(實施前行駛里程×實施前平均耗油率)－(實施後行駛里程×實施後平均耗油率)]
- (4)效益來自減少車輛惰轉時間之變化：節能量＝措施影響範圍內減少之車輛惰轉時間×惰轉耗油率

該研究回顧國內不同計畫 ITS 節能減碳效益評估所採用之計算方式與使用參數如表 2.2-17，而計算所需之參數則可依其評估之 ITS 管理策略而加以選用及組合，曾經使用過之交通活動量參數包括：受影響車輛數、納管車輛數比例(裝置路口/總路口數)、總車輛數、收費站使用比例、影響長度(km)、智慧化號誌路口影響距離(Km)、總里程(百萬車公里/年)、旅次產生率(次/車輛·日)、平均旅次經過路口數(個/次)、路口平均停等時間(分鐘)、平均每車減少停等比率、運量(萬人次/年)、運具轉乘比例、平均承載人數、旅次長度、行車里程(公里/量)、總延車公里、交通量；耗油率參數包括：單位里程耗油率(1/Km)、單位時間耗油率(1/Hr)；耗油量參數包括：車種單位耗油量、油當量轉換率、軌道系統能源密集度(公升油當量/延人公里)；排放係數則為 CO₂ 排放係數(g/公升)。

表 2.2-17 國內相關研究評估 ITS 節能減碳計算方式與參數

ITS 策略	節能減碳計算方式	參數
推動高速公路電子收費系統	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能量＝通過收費站車輛數*電子收費站使用比例*影響長度*(措施實施前耗油率－措施實施後耗油率)/1000 2. CO₂減量＝節能量*CO₂排放係數 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車輛數 2. 收費站使用比例 3. 影響長度(km) 4. 耗油率(l/Km) 5. CO₂排放係數(g/公升)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能量＝總里程*(措施實施前耗油率－措施實施後耗油率)*1000 2. CO₂減量＝節能量*CO₂排放係數 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 總里程(百萬車公里/年) 2. 耗油率(l/時速 Km) 3. CO₂排放係數(g/公升)
建置高速公路整體路網交通管理系統	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能量＝總車輛數*納管車輛數比例*旅次產生率*平均旅次經過路口數*智慧化號誌路口影響距離*365*(措施實施前耗油率－措施實施後耗油率)/1000 2. CO₂減量＝節能量*CO₂排放係數 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 總車輛數 2. 納管車輛數比例(裝置路口/總路口數) 3. 旅次產生率(次/車輛・日) 4. 平均旅次經過路口數(個/次) 5. 智慧化號誌路口影響距離(Km) 6. 耗油率(l/時速 Km) 7. CO₂排放係數(g/公升)
持續推動智慧交通系統建置	<ol style="list-style-type: none"> 1. 節能量＝總車輛數*納管車輛數比例*旅次產生率*平均旅次經過路口數*路口平均停車時間*平均每車減少停車比率*365/24*耗油率/1000 2. CO₂減量＝節能量*CO₂排放係數 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 總車輛數 2. 納管車輛數比例(裝置路口/總路口數) 3. 旅次產生率(次/車輛・日) 4. 路口平均停車時間(分鐘) 5. 平均每車減少停車比率 6. 耗油率(l/Hr) 7. CO₂排放係數(g/公升)

表 2.2-17 國內相關研究評估 ITS 節能減碳計算方式與參數(續 1)

私人運具轉移至大眾運輸系統	<p>1. 節能量 = 原私人運具因轉乘大眾運輸系統減少之用油當量 - 大眾運輸系統增加之油當量</p> <p>原私人運具因轉乘減少之油當量 = 大眾運輸系統增加之運量 * 運具轉乘比例 ÷ 私人運具平均搭載人數 * 平均旅次長度 ÷ 平均燃油效率 * 油當量轉換率</p> <p>大眾運輸系統增加之油當量(軌道系統) = 增加運量 * 平均每人搭乘里程 * 軌道系統能源密集度</p> <p>大眾運輸系統增加之油當量(公車系統) = 增加運量 * 平均每人搭乘里程 ÷ 平均搭載人數 * 平均耗油率 * 油當量轉換率</p> <p>2. CO₂減量 = 節能量 * CO₂排放係數</p>	<p>1. 運量(萬人次/年)</p> <p>2. 運具轉乘比例</p> <p>3. 平均承載人數</p> <p>4. 旅次長度</p> <p>5. 軌道系統能源密集度(公升油當量/延人公里)</p> <p>6. 平均耗油率(公升/公里)</p> <p>7. 油當量轉換率</p> <p>8. CO₂排放係數(g/公升)</p>
電子收費政策 匝道儀控策略	<p>1. 耗油量 = 各車種單位耗油量 * 行車里程 * 車輛數</p> <p>2. CO₂排放量 = K * CO₂產生係數 * 耗油量 / 1000</p>	<p>1. 車種單位耗油量</p> <p>2. 行車里程(公里/量)</p> <p>3. K(汽油 K=1.26; 柴油 K=1.19)</p> <p>4. CO₂產生係數(汽油 2.241 Kg/公升; 柴油 2.702 Kg/公升)</p>
高速公路匝道儀控系統 高快速公路交控系統 智慧化電腦號誌系統 即時交通資訊 非觸控式智慧卡票證系統 高速公路電子收費系統 計程車管理系統 砂石車運輸管理系統	<p>1. 節能量 = 車輛數 * 總延車公里 / 總交通量 * (措施實施前耗油率 - 措施實施後耗油率)</p> <p>2. CO₂減量 = 節能量 * CO₂排放係數</p>	<p>1. 總延車公里</p> <p>2. 交通量</p> <p>3. 耗油率(公升/公里)</p> <p>4. CO₂排放係數</p>

資料來源：車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究(期末報告修定稿)，本所，民國 99 年 12 月。

該計畫提出的 ITS 節能減碳效益評估方法，其計算方式如下所示：

節能量 = 減少交通活動量 × 耗油率

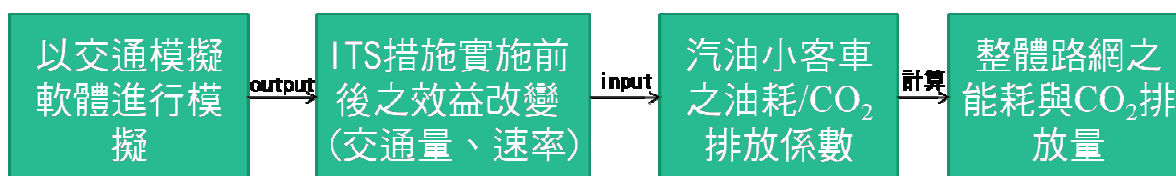
減碳量 = 節能量 × CO₂ 排放係數

上述計算公式中的交通活動量部分，以 ITS 對交通活動量之影響層面可區分為：

- (1)交通量改變：包括車公里或車小時減少，尤其是怠速改善不容忽視。
- (2)車速改變：提速效果對應不同的耗油率。
- (3)運具型態改變：係指私人運具移轉到大眾運具。
- (4)路線改變：替代道路造成不同等級路網間之車流移轉。

而分析的步驟如下，流程示意如圖 2.2.12：

- (1)以交通模擬軟體進行模擬
- (2)輸出 ITS 措施實施前後，整體路網之效益改變(交通量、速率、延滯等)
- (3)套用小客車油耗/CO₂ 排放係數，以前述彙整之計算方式進行節能減碳效益評估
- (4)得到整體路網之能耗與 CO₂ 排放量結果



資料來源：車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究(期末報告修定稿)，本所，民國 99 年 12 月。

圖 2.2.12 節能減碳效益評估流程示意圖

該計畫針對 ATMS、ATIS、APTS 等不同 ITS 領域，利用交通部相關專案既有成果進行節能減碳之案例評估，其中 ATMS 領域包含「高雄市 98 年度智慧化號誌時制設計計畫」以及「桃園縣 95 年度 E 化交通智慧交控系統計畫」，ATIS 領域為「動態交通資訊之技術開發與應用研究(四)－觀光遊憩區導入 ITS 策略之先期評估研究」，APTS 領域為「臺中市公車動態資訊系統」。

(1)ATMS 案例評估

ATMS 案例係評估時制計畫改善後之節能減碳效益，「高雄市 98 年度智慧化號誌時制設計計畫」案例透過 SimTraffic 軟體分別模擬同一

流量水準下之事前、事後兩套時制計畫之路網行車績效，得到路口總延滯時間的改善，再依據怠速情況下的汽車耗油率及 CO₂ 排放係數可分別得到節能量與減碳量。「桃園縣 95 年度 E 化交通智慧交控系統計畫」案例則是利用 Vissim 軟體模擬在同一流量水準下，進行逐車、逐秒的速率模擬，再依據不同速率水準下的汽車耗油率及 CO₂ 排放係數可分別得到節能量與減碳量，兩者案例之評估方式比較如表 2.2-18，軟體模擬結果可以顯示不同速率車輛的節能減碳效果，車速極低車輛(時速 2 公里以下)節能量(228.3 公升)佔全部車輛節能量(250.8 公升)之 91%，怠速車輛(時速為 0)節能量(194.5 公升)則佔全部車輛節能量之 78%，由此可見，都市智慧交控系統之交通改善績效中，路口停等延滯的減少佔了絕大部分，路段中行駛速率的改善效果並不顯著。

表 2.2-18 ATMS 案例分析彙整表

案例分析	案例 1 98 年度高雄市智慧化號誌時制設計及控制管理計畫	案例 2 桃園縣 95 年度 E 化交通智慧交控系統計畫
分析軟體	Synchro(號誌最佳化)、SimTraffic(模擬路口延滯)	Synchro(號誌最佳化) Vissim(逐車逐秒速率模擬)
分析範圍	24 條幹道、359 個路口	幹道連續 5 個路口
分析時段	平假日上下午尖峰 1 小時	平日尖峰 30 分鐘 (受限於記憶體容量)
交通輸出資料	路口延滯時間	逐車逐秒速率
節能減碳效益	路口延滯減少	路口延滯減少+路段速率提昇
節能量	平日晨峰 649.53 公升/小時 平日昏峰 883.91 公升/小時 假日中午 377.28 公升/小時 假日下午 1,476.94 公升/小時	平日尖峰 317.7 公升/30 分鐘
減碳量	平日晨峰 1.44 公噸/小時 平日昏峰 1.95 公噸/小時 假日中午 0.83 公噸/小時 假日下午 3.27 公噸/小時	平日尖峰 0.55 公噸/30 分鐘

資料來源：車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究(期末報告修定稿)，本所，民國 99 年 12 月。

(2)ATIS 案例評估

本所「動態交通資訊之技術開發與應用研究(四)－觀光遊憩區導入 ITS 策略之先期評估研究」(民國 100 年)以日月潭國家風景區為示範對象，其 ATIS 管制策略係於日月潭附近地區設置管制點，當進入日月潭地區人數達預設上限時，啟動 ATIS 策略將遊客導引至週邊替代景點，減少日月潭地區壅塞狀況，並假設此一策略發佈後，駕駛人的服從率為大客車 10%、小型車 20%、機車 20%。該計畫亦利用 Vissim 軟體模擬在同一流量水準下，進行逐車、逐秒的速率模擬，再依據不同速率水準下的汽車耗油率及 CO₂ 排放係數可分別得到節能量與減碳量，由於模擬範圍之路網規模十分龐大，受到電腦運算速度的限制，模擬時間僅為 15 分鐘，節能量為 421.7 公升/15 分鐘，改善幅度為 9%，減碳量為 0.93 公噸/15 分鐘，改善幅度亦為 9%。

(3)APTS 案例評估

該研究以臺中市公車動態資訊系統於 93 年建立至 98 年期間公車運量增加的數量，並假設汽機車之使用比率及乘載率，以及平均公車旅次長度，再根據汽機車耗油率及 CO₂ 排放係數可分別得到公車動態資訊系統之節能量與減碳量，節能量為 3,062,407 公升/6 年，CO₂ 降低量為 6,930 公噸/6 年。

惟公車運量改變為許多因素交互影響下的結果，公車動態資訊系統僅為其中一項因素，同期間其他因素包括票價免費或優惠(如高潛力公車、轉乘優惠)、公車候車設施改善、新增路線等因素，運量變化與相關因素之變化如圖 2.2.13，部分建置公車動態資訊系統縣市之公車總運量反而減少，因此以運量增減直接評估公車動態資訊系統效益之作法有待商榷。

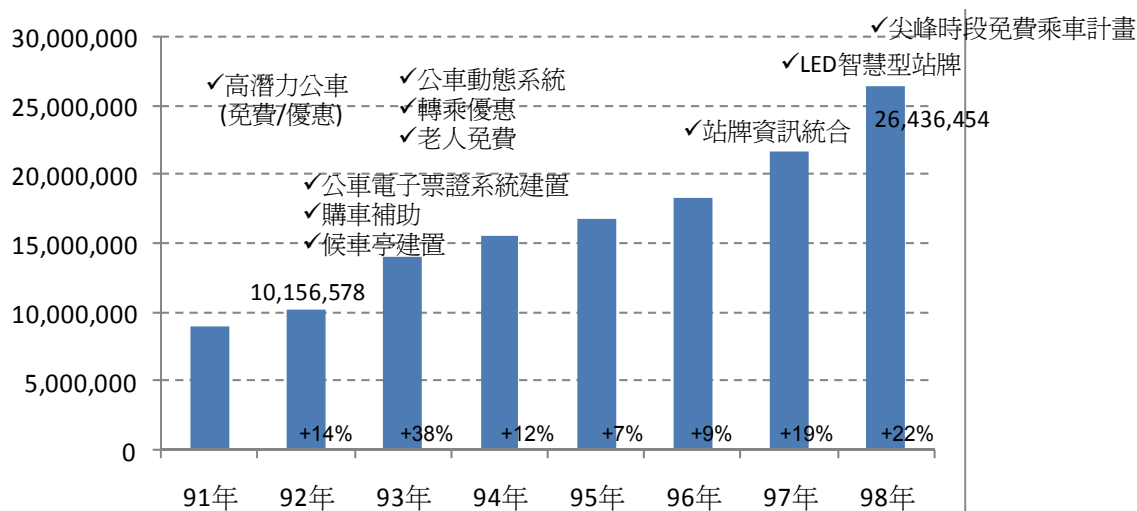


圖 2.2.13 臺中市區公車年運量變化與相關措施

3.高速公路電子收費節能減碳效益評估

高速公路局曾於 100 年提出 ETC 自 95 年營運至 100 年 6 月止以總通過交通量計算的各項效益，詳如表 2.2-19，其中減少 CO₂ 排放量由燃油節省與回數票節省兩方面求得，燃油節省係依據表 2.2-20 尖離峰大小型車分別計算，並假設 ETC 交通量之 25% 為尖峰時段、75% 為離峰時段，而表 2.2-20 之值由本所於 95 年針對泰山收費站進行評估而得，碳價值則參考台灣碳排放交易推廣協會網站(<http://www.teta.org.tw/>)的最新碳交易價格，參考時點的價格為 12.56 歐元或 550.8 元台幣/公噸(匯率為 1:43.85)。

表 2.2-19 高速公路電子收費之各項效益

項目	小型車	大型車	合計
交通量	506,263,031	297,253,241	803,516,272
節省時間(分)	569,545,910	334,409,896	903,955,806
節省燃油(公升)	8,226,774	7,802,898	16,029,672
節省回數票體積(cm ³)	303,757,819	178,351,945	482,109,763
減少 CO ₂ 排放(公噸)	18,596	21,322	39,918
節省碳價值(元)	\$10,241,777	\$11,743,468	\$21,985,245
節省時間價值(元)	\$1,404,500,214	\$824,654,804	\$2,229,155,018
節省燃油價值(元)	\$222,122,905	\$179,466,644	\$401,589,549
節省回數票印製 (元)	\$68,548,014	\$40,248,089	\$108,796,103
價值合計(元)	\$1,705,412,910	\$1,056,113,005	\$2,761,525,915

註：上述計算數據係以尖峰佔交通量 25%，離峰佔交通量 75% 之比例，並依據表 2.2-15 數據進行估算。

資料來源：高速公路局。

表 2.2-20 ETC 通行效益

車種時段項目	小型車		大型車	
	尖峰	離峰	尖峰	離峰
節省時間(min)	3	0.5	3	0.5
節省燃油(cc)	35	10	60	15
減少 CO ₂ 排放(g)-燃油部分	80	20	160	40
減少 CO ₂ 排放(g)-回數票部分	1.73	1.73	1.73	1.73

資料來源：節能減碳規劃設計參考原則(修訂版)，交通部，民國 99 年。

根據表 2.2-19，ETC 實施 5 年後，已節省燃油約 1,603 萬公升，已減少 CO₂ 排放量約 39,918 公噸，所帶來的總經濟效益(包含碳價值、時間價值、燃油價值及回數票印製等項目)達 27 億 6 千餘萬元。表 2.2-21 則是 ETC 帶給用路人經濟效益的統計，包含燃油與時間節省兩部分，小型車每百次 ETC 通行之效益達 150.30 元(離峰)及 834.30 元(尖峰)，大型車達 157.80 元(離峰)及 877.80 元(尖峰)。

表 2.2-21 ETC 通行百次之節時與節能經濟效益

	小型車	大型車
離峰	\$150.30	\$157.80
尖峰	\$834.30	\$877.80

註 1：時間價值依據本所城際運輸時間價值之研究推估為：147.96 元/小時。

註 2：汽柴油單價以汽油：27 元/公升、柴油：23 元/公升估算。

資料來源：高速公路局。

4.國內計程車加入無線電或衛星派遣車隊營運狀況調查

(1)計畫概述

交通部統計處曾於 98 年對於全國計程車進行詳盡的營運狀況調查，調查內容有一部分是針對計程車有無加入無線電或衛星派遣車隊之營運情形，調查結果顯示有加入無線電與衛星派遣車隊之計程車距離空車率及巡迴攬客比例皆有大幅下降，因此說明無線電與衛星派遣之 CVOS 功能對於計程車具有節能減碳效益。

(2)評估單位

交通部統計處及本研究分析。

(3)節能減碳效益

根據交通部統計處調查結果，計程車有無加入無線電或衛星派遣車隊之營業載客方式如表 2.2-22，營運情形則如表 2.2-23，由表中顯示加入無線電或衛星派遣車隊計程車之在街上空車巡迴攬客比例降低 22.9%，距離空車率降低 4.6%，時間空車率降低 4.2%。

表 2.2-22 計程車(全國地區)有沒有加入無線電或衛星派遣車隊之營業載客方式

有沒有加入無線電或衛星派遣車隊	巡迴攬客	定點排班	熟客電話(手機)叫車	招呼站等候	車行等候	其他
有	57.8%	38.3%	16.0%	15.2%	3.6%	0.2%
沒有	80.7%	33.7%	19.9%	25.2%	4.4%	0.2%

表 2.2-23 計程車(全國地區)有沒有加入無線電或衛星派遣車隊之營運情形

有沒有加入無線電或衛星派遣車隊	平均每天行駛里程(公里) (A)	平均每天空繞里程(公里) (B)	距離空車率(%) (B)/(A)	平均每天營業時數(小時) (C)	平均每天空車時數(小時) (D)	時間空車率(%) (D)/(C)	平均每天載客趟數(趟)
有	160.9	59.2	36.8	11.0	3.8	34.5	13.0
沒有	123.6	51.2	41.4	9.3	3.6	38.7	10.8

本計畫分析，對於有加入無線電或衛星派遣車隊的計程車而言，因加入無線電或衛星派遣車隊所減少的平均每天空車里程數為 7.4 公里 ($160.9 \times 4.6\%$)，乘以平均每月營業天數 27 天(根據調查計程車駕駛每月休息天數為 3.1 天)及每年 12 個月後，每輛車所減少的每年空車里程數為 2397.6 公里，依據國內營業用小客車燃油效率 9.15 公里/公升，每輛車每年減少之油耗達 389.9 公升，依據運輸部門使用汽油之二氧化碳排放係數 2263 克/公升，每輛車每年減少之二氧化碳排放為 0.882 公噸。

(4)資料來源：計程車營運狀況調查報告，交通部統計處，99 年。

5.能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(99，本所)

該計畫係一項先導研究(pilot study)，由運輸規劃角度出發，建構運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性，發展一套整合性評估架構。藉由調查分析車輛之能耗、污排相關特性參數，以建立公路運輸之能耗與排放模式，納入運輸規劃評估作業之中，以使運輸系統方案評選過程中，能將永續發展相關指標，如能耗、污排等，納入考量。研究主要重點包括下列各項：

(1)實驗設計蒐集各車種實驗數據

該計畫一系列研究屬「實驗設計」類之先導研究，透過3年期間，選出3輛實驗車，以微觀調查方法蒐集實驗車行駛中逐秒能耗與排放資料。透過實驗車資料庫之累積，未來可提供各車型之能耗/排放分布，當累積資料愈多，愈可涵蓋使用中車輛之分布。目前該系列計畫已完成汽油小客車之耗油率與排放係數，在單位時間內，不同車速之耗油率，不同道路種類亦會有不同耗油率，詳如表2.2-24。值得注意的是，該計畫目前正在修訂時速90公里以上之小客車耗油率數據，因此本計畫建議僅引用時速80公里以下之小客車耗油率，未來待最新數據公布後再行採用。

有關國內運輸部門使用石化燃料之溫室氣體排放係數彙整如表2.2-25，主要溫室氣體種類包括CO₂、CH₄及N₂O，根據該表國內最常見之車輛油品CO₂排放係數為汽油2,263克/公升，柴油2,606克/公升。

(2)釐清運輸部門能耗及污染排放模式發展趨勢

就國內執行之相關研究及國外發展系統，釐清能耗及污染排放推估模式與運輸規劃模式之關聯及整合作法，以及不同應用面使用之分析工具，以探究運輸部門能耗及污染排放模式之發展趨勢，並提出發展方向及作法建議。

(3)開發運輸規劃與能源消耗、污染排放整合型模式

依據運輸部門運輸規劃與能耗、污染排放整合做法，建構整合模式，並納入本所已開發之「TDM2008(臺灣城際運輸需求模式2008年版)」永續發展城際運輸需求模式及作業平臺中，進行更新；並利用此分析工具進行案例分析，以測試系統實用性。

(4)呼應運輸部門節能減碳之政策評估需求

透過實驗所蒐集之車輛動態資料包括：能耗、溫室氣體CO₂、空氣污染物CO、THC、NO_x等。有鑑於節能減碳為運輸部門目前最重視之政策目標，且溫室氣體CO₂較不受車齡、車行里程之影響，以實驗所採用的新車實驗建構之模式來代表使用中車輛之排放情況，因此，在案例分析中，有關能耗空污成果之展現，亦以方案間能耗、CO₂排放量為評估重點。

表 2.2-24 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
0	0.57605959	0.47922599	0.43538354	0.44116489	0.44570930	0.36946141	0.32140581
1	0.50627716	0.56730318	0.59864335	0.66118494	0.62858716	0.59114517	0.51140154
2	0.48133262	0.54337473	0.62290804	0.64572093	0.62797626	0.59063606	0.51340724
3	0.46179562	0.52499463	0.64497572	0.63532893	0.62946906	0.59325106	0.51784956
4	0.44702143	0.51156014	0.66609629	0.62967486	0.63332389	0.59907921	0.52487934
5	0.43642723	0.50250973	0.68711224	0.62839453	0.63962243	0.60810290	0.53454023
6	0.42948766	0.49732125	0.70853455	0.63110061	0.64830328	0.62021296	0.54678360
7	0.42573059	0.49551023	0.73060945	0.63738919	0.65919196	0.63522280	0.56148244
8	0.42473312	0.49662828	0.75337681	0.64684570	0.67202767	0.65288145	0.57844429
9	0.42611772	0.50026132	0.77672086	0.65905047	0.68648701	0.67288585	0.59742334
10	0.42954859	0.50602812	0.80041391	0.67358375	0.70220486	0.69489203	0.61813151
11	0.43472820	0.51357864	0.82415351	0.69003024	0.71879252	0.71852560	0.64024874
12	0.44139404	0.52259253	0.84759391	0.70798327	0.73585338	0.74339124	0.66343238
13	0.44931549	0.53277767	0.87037213	0.72704850	0.75299631	0.76908146	0.68732584
14	0.45829092	0.54386869	0.89212921	0.74684716	0.76984682	0.79518450	0.71156640
15	0.46814492	0.55562556	0.91252725	0.76701902	0.78605627	0.82129154	0.73579224
16	0.47872570	0.56783223	0.93126256	0.78722487	0.80130925	0.84700310	0.75964885
17	0.48990267	0.58029528	0.94807538	0.80714868	0.81532927	0.87193476	0.78279462
18	0.50156416	0.59284262	0.96275664	0.82649943	0.82788292	0.89572224	0.80490584
19	0.51361528	0.60532222	0.97515209	0.84501258	0.83878263	0.91802572	0.82568099
20	0.52597595	0.61760092	0.98516415	0.86245126	0.84788820	0.93853371	0.84484453
21	0.53857906	0.62956318	0.99275180	0.87860713	0.85510721	0.95696612	0.86214996
22	0.55136874	0.64110998	0.99792890	0.89330094	0.86039438	0.97307694	0.87738242
23	0.56429880	0.65215770	1.00076105	0.90638289	0.86375013	0.98665632	0.89036077
24	0.57733132	0.66263701	1.00136147	0.91773272	0.86521835	0.99753206	0.90093911
25	0.59043527	0.67249187	0.99988593	0.92725947	0.86488348	1.00557079	0.90900783
26	0.60358534	0.68167851	0.99652712	0.93490120	0.86286711	1.01067856	0.91449434
27	0.61676088	0.69016448	0.99150846	0.94062432	0.85932408	1.01280104	0.91736319
28	0.62994484	0.69792768	0.98507778	0.94442288	0.85443828	1.01192337	0.91761598
29	0.64312300	0.70495553	0.97750080	0.94631759	0.84841810	1.00806962	0.91529082
30	0.65628310	0.71124410	0.96905466	0.94635476	0.84149178	1.00130190	0.91046149
31	0.66941425	0.71679726	0.96002159	0.94460506	0.83390262	0.99171915	0.90323629
32	0.68250630	0.72162595	0.95068291	0.94116212	0.82590414	0.97945573	0.89375664
33	0.69554934	0.72574741	0.94131328	0.93614115	0.81775527	0.96467964	0.88219540
34	0.70853332	0.72918449	0.93217546	0.92967731	0.80971566	0.94759065	0.86875503
35	0.72144769	0.73196500	0.92351552	0.92192414	0.80204115	0.92841811	0.85366554
36	0.73428117	0.73412103	0.91555863	0.91305183	0.79497935	0.90741868	0.83718223
37	0.74702152	0.73568844	0.90850536	0.90324552	0.78876554	0.88487394	0.81958343
38	0.75965545	0.73670624	0.90252869	0.89270352	0.78361884	0.86108776	0.80116798
39	0.77216855	0.73721610	0.89777150	0.88163560	0.77973867	0.83638380	0.78225278
40	0.78454525	0.73726187	0.89434485	0.87026114	0.77730155	0.81110273	0.76317024
41	0.79676893	0.73688916	0.89232668	0.85880746	0.77645829	0.78559965	0.74426568

表 2.2-24 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果(續 1)

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
42	0.80882195	0.73614488	0.89176130	0.84750811	0.77733153	0.76024133	0.72589480
43	0.82068582	0.73507695	0.89265935	0.83660116	0.78001371	0.73540362	0.70842121
44	0.83234134	0.73373393	0.89499833	0.82632770	0.78456537	0.71146885	0.69221393
45	0.84376887	0.73216471	0.89872364	0.81693030	0.79101395	0.68882333	0.67764511
46	0.85494849	0.73041830	0.90375016	0.80865161	0.79935291	0.66785503	0.66508782
47	0.86586032	0.72854359	0.90996413	0.80173310	0.80954123	0.64895135	0.65491398
48	0.87648476	0.72658918	0.91722555	0.79641391	0.82150335	0.63249708	0.64749254
49	0.88680282	0.72460323	0.92537082	0.79292984	0.83512938	0.61887257	0.64318780
50	0.89679642	0.72263336	0.93421562	0.79151252	0.85027568	0.60845217	0.64235803
51	0.90644869	0.72072660	0.94355810	0.79238879			0.64535434
52	0.91574431	0.71892934	0.95318216	0.79578021			0.65251985
53	0.92466981	0.71728733	0.96286079	0.80190280			0.66418920
54	0.93321390	0.71584577	0.97235952	0.81096711			0.68068839
55	0.94136775	0.71464933	0.98143980	0.82317833			0.70233503
56	0.94912529	0.71374234	0.98986228	0.83873690			0.72943904
57	0.95648346	0.71316890	0.99739001	0.85783919			0.76230368
58	0.96344245	0.71297309	1.00379144	0.88067860			0.80122720
59	0.97000595	0.71319919	1.00884316	0.90744693			0.84650486
60	0.97618125	0.71389199	1.01233241	0.93833607			0.89843156
61	0.98197947	0.71509705	1.01405928	0.97353999			
62	0.98741557	0.71686108	1.01383857	1.01325722			
63	0.99250850	0.71923230	1.01150135	1.05769351			
64	0.99728109	0.72226087	1.00689607	1.10706506			
65	1.00176008	0.72599935	0.99988939	1.16160203			
66	1.00597597	0.73050320	0.99036662	1.22155252			
67	1.00996284	0.73583128	0.97823183	1.28718699			
68	1.01375810	0.74204648	0.96340762	1.35880312			
69	1.01740219	0.74921626	0.94583469	1.43673113			
70	1.02093812	0.75741333	0.92547110	1.52133962			
71	1.02441107	0.76671635		1.61304184			
72	1.02786774	0.77721060		1.71230256			
73	1.03135574	0.78898877		1.81964542			
74	1.03492281	0.80215178		1.93566082			
75	1.03861597	0.81680952		2.06101444			
76	1.04248054	0.83308184		2.19645622			
77	1.04655908	0.85109935		2.34283009			
78	1.05089021	0.87100443		2.50108417			
79	1.05550730	0.89295219		2.67228169			
80	1.06043702	0.91711149		2.85761249			
81	1.06569782	0.94366598					
82	1.07129821	0.97281522					

表 2.2-24 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果(續 2)

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
83	1.07723497	1.00477580					
84	1.08349114	1.03978251					
85	1.09003396	1.07808953					
86	1.09681259	1.11997170					
87	1.10375568	1.16572579					
88	1.11076882	1.21567180					
89	1.11773180	1.27015433					
90	1.12449570	1.32954400					
91	1.13087983						
92	1.13666845						
93	1.14160736						
94	1.14540030						
95	1.14770510						
96	1.14812969						
97	1.15348346						
98	1.15902368						
99	1.16476910						
100	1.17073896						
101	1.17695299						
102	1.18343139						
103	1.19019487						
104	1.19726463						
105	1.20466234						
106	1.21241018						
107	1.22053080						
108	1.22904736						
109	1.23798349						
110	1.24736333						
111	1.25721148						
112	1.26755305						
113	1.27841364						
114	1.28981934						
115	1.30179670						
116	1.31437281						
117	1.32757520						
118	1.34143193						
119	1.35597151						
120	1.37122297						

註：單位為公克/秒，汽油密度為 0.75 公克/毫升。

資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，100 年 11 月。

表 2.2-25 運輸部門相關化石燃料溫室氣體排放係數

燃料別	碳排放係數 (T-C/TJ)	CH ₄ 排放係數 (kg/TJ)	N ₂ O排放係數 (kg/TJ)	原始單位	kcal/原始單位	熱值單位轉換		碳固定 化比率	2009 年起度計畫推估引用數值					排放係數單位
						J/cal			碳氧化率	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GHG	
汽油 (Gasoline)	18.9	25.0	8.0	L	7800	4.187		0	1	2263	0.816 ^a	0.261	2359	g/L
航空燃油(Jet Kerosene)	19.5 ^b	3.0	0.6	L	8000	4.187		0	1	2395	0.100	0.020	2403	g/L
柴油 (Gas/Diesel)	20.2	3.9	3.9	L	(1998 年以前) 8800	4.187	0	1	1	(1998 年以前) 2730	0.144	0.144	(1998 年以前) 2776	g/L
					(1999 年以後) 8400 ^c					(1999 年以後) 2606	0.137	0.137	(1999 年以後) 2650	
燃料油 (Residual Fuel)	21.1	3.0	0.6	L	(1998 年以前) 9200	4.187	0	1	1	(1998 年以前) 2981	0.116	0.023	(1998 年以前) 2991	g/L
					(1999 年以後) 9600 ^c					(1999 年以後) 3111	0.121	0.024	(1999 年以後) 3121	
煤油(Other Kerosene)	19.6	3.0	0.6	L	8500	4.187	0	0	1	2559	0.107	0.021	2568	g/L
液化石油氣 (LPG)	17.2	62.0	0.2	L	6635	4.187	0	0	1	1753	1.722	0.006	1794	g/L
天然氣 (Natural Gas (Dry))	15.3	1.0	0.1	m ³	(1990 年以前) 9000	4.187	0	1	1	(1990 年以前) 2114	0.038 ^a	0.004 ^a	(1990 年以前) 2116	g/m ³
					(1991 年以後) 8900 ^c					(1991 年以後) 2090	0.037	0.004	(1991 年以後) 2092	

資料來源：運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)——建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式，本所，99 年。

6.TDM2008(臺灣城際運輸需求模式 2008 年版)

94~97 年本所透過「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究」的 4 年期計畫，以城際運輸旅次為分析對象，臺灣本島為分析範圍，建構「臺灣城際運輸需求模式(2008 年版)」。

考量運輸在環保議題之重要性，模式首度將運輸規劃模式與空氣污染、能源消耗推估模式整合於同一模式中。推估方法如下：

- (1)能耗之推估，是以運輸規劃模式產出的「活動量強度」，配合交通部或能源局調查之燃油效率換算求得。
- (2)空氣污染物之推估，是以運輸規劃模式產出的「活動量強度」，配合環保署用 Mobile-Taiwan 2.0 所推估之「臺灣地區空氣污染物排放量資料庫」求得。
- (3)CO₂之推估，由於目前國內缺乏完整之實測結果，因此目前是以運輸規劃模式產出的「活動量強度」，配合聯合國氣候變化綱要公約採用 IPCC 準則公佈之「單位燃料二氧化碳排放係數」推估求得。

運輸系統下包含公路、軌道及航空等不同部門，其中又以公路部門之能耗與空污排放占比最高(約 92%)，因此針對公路部門建構之運算程序與引用參數較為繁複，建構能耗與空污排放推估模組，架構如圖 2.2.14 所示。

公路運具之能源消耗模組包括小汽車、公路客運及公路貨車，估算邏輯為「車輛使用量×行駛里程×能源耗用率」，能源耗用率主要以「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(1/3)-探討運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響」為基礎，並預留修正係數，以考量旅行時間、旅行距離、平均行駛速度、平均加速度、平均減速度、每次開始至停等之行駛長度、加減速變化之次數、停等次數比例、加速時間比例、減速時間比例、定速行駛時間比例及停等時間等 12 項因子的影響，以修正實驗室所測得之燃油效率；公路運輸部門的各項污染排放係數，主要以「空氣污染物排放量清冊更新管理及空氣品質質損推估計畫(II)」的研究成果為基礎，並預留車齡對污染排放之影響修正係數的輸入界面。

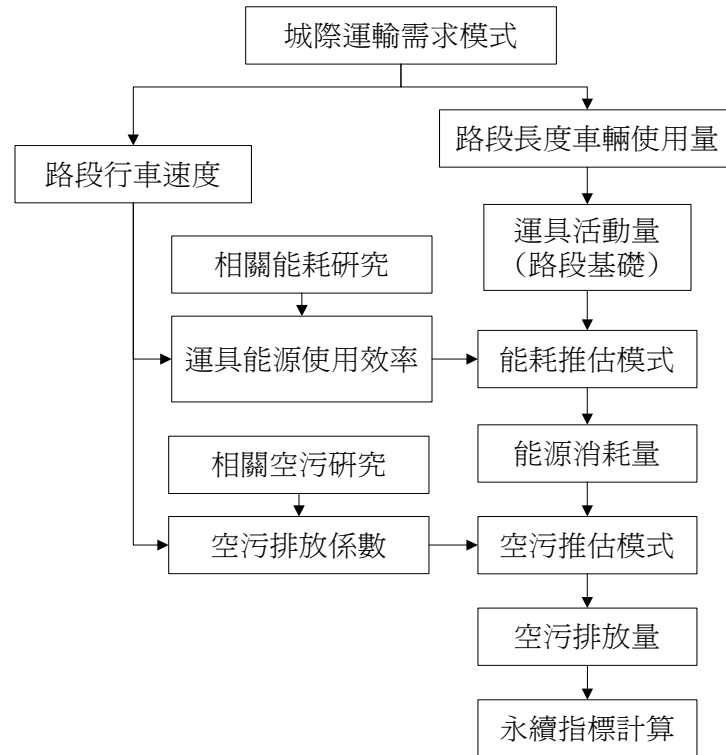


圖 2.2.14 運輸規劃模式與能源、污排推估模組整合架構-公路運輸部門

7. 智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估 (2004~2005，本所)

(1) 研究背景及目標

以往國內在制定交通運輸策略時，常常以減少壅塞、降低延滯、提高車行速度等結果，作為制訂交通策略時之參考指標，並朝新增交通硬體建設的方式著手，鮮少正視該策略對環境品質之影響程度，而忽略環境品質之衝擊納入考量，致使不斷成長之交通需求對於環境品質帶來了極大之負面衝擊。

近年來世界各先進國家便積極投入 ITS 之發展，爰此有必要針對 ITS 策略與空氣污染及能源使用之間的關係進行系統性的研究，以瞭解 ITS 策略對於空氣污染減量的整體效益與影響。該研究即希望借由國內外實際的發展經驗，將機動車輛（移動污染源）排放及能源需求預測之觀念與方法引進 ITS 架構中，以建立一套適用於國內評估 ITS 策略對節能及溫室氣體減量效益之模式。

(2) 主要研究內容與成果

①第一期

- a.蒐集國外各類範疇 ITS 措施之運作效益量化資料，並彙整目前國內運輸部門之能源使用情形與溫室氣體排放狀況。
- b.比較分析 ITS 效益評估軟體 IDAS、PRUEVIIN、TRANSIMS 及 SCRITS，並完成採購 IDAS 軟體提供作為本期計畫分析工具。
- c.針對本所「第三期整體運輸規劃」分析結果之適用性加以探討外，亦將其分析結果，依蒐集及調查之資料，加以調整，以獲得校正後之臺灣本島地區旅次分佈矩陣，另藉由 TRANSCAD 運輸規劃軟體進行交通量分派，以調整出更符合實際狀況之旅運需求。
- d.將模擬器 DYNASMART 所模擬出來每一車輛的車輛路徑資料，經統計整理後，計算模擬路網中的車輛路口轉向比，提供給無指派功能之微觀模擬平台 TSIS，以利迅速執行不同情境時的績效分析。
- e.以世界資源機構的溫室氣體協定計畫推出之移動源 CO₂ 排放量計算作業所指導的 Mobile v1.2 模組為基礎，將其推估部分轉移成中文，定名為 Mobile v1.2 版中文化介面模組(Mobile v1.2c)；另於本計畫亦開發一套 CO₂ 排放量計算模組，命名為 Mobile Taiwan CO₂ v1.0。

②第二期

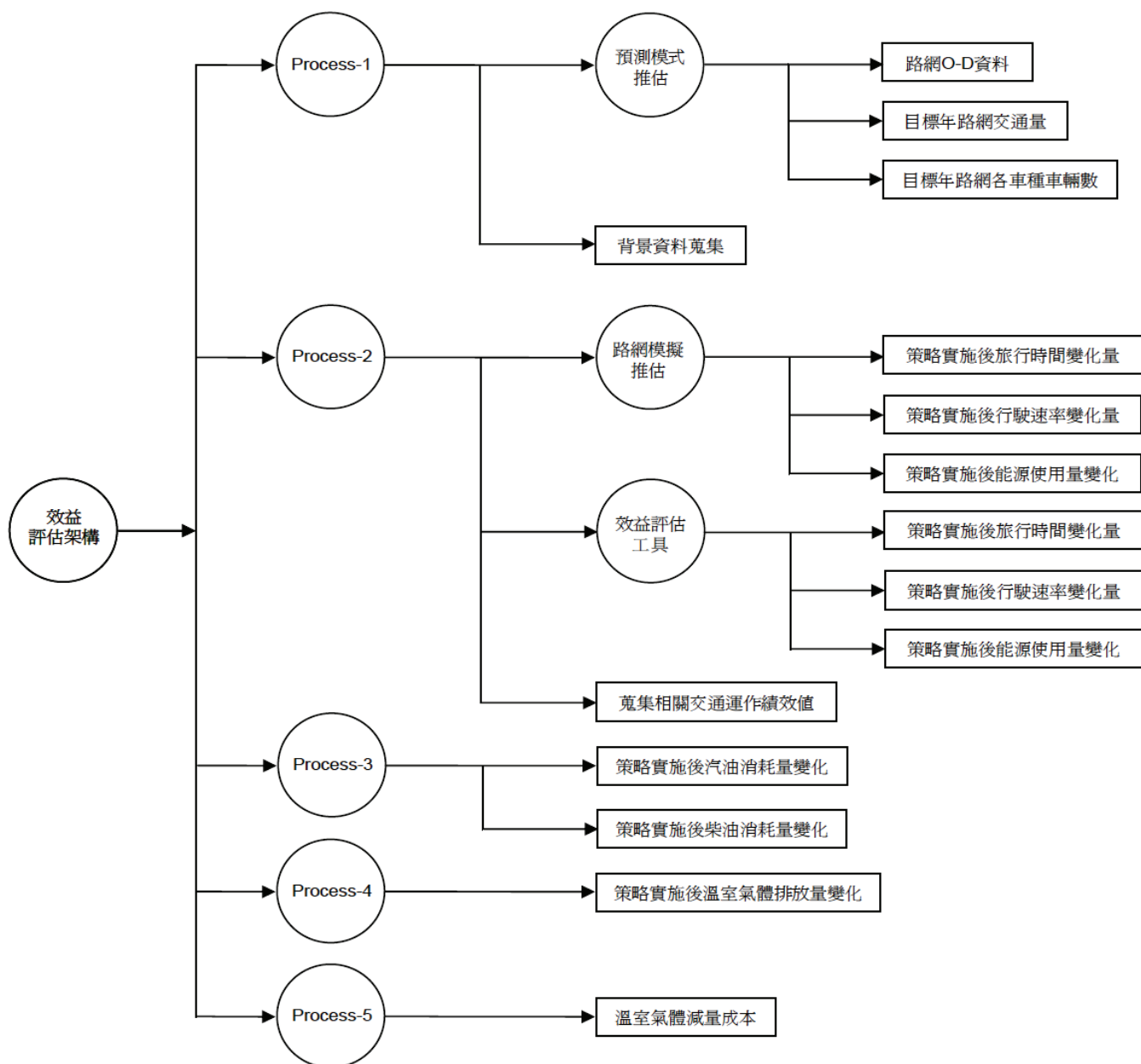
- a.國外 ITS 策略對於節約能源及減少溫室氣體排放的效益評估研究蒐集：賡續前期計畫，持續蒐集國內外 ITS 策略對於節約能源及溫室氣體減量效益的相關文獻，並著重於效益評估方法與模式之探討。
- b.建立效益評估量化指標：探討並分析 ITS 策略對節約能源及減少溫室氣體排放效益評估量化指標之構建方法，量化指標如表 2.2-26 所示，結合質化與量化之資料與數據，並配合前期研究所建立之效益評估量化模式，據以建立完整之綜合評估指標系統，同時建立指標資料庫以及其維護與更新機制。

表 2.2-26 ITS 效益評估量化指標

類 別	效益評估量化指標	單 位
旅行時間	1.平均每輛車的旅行時間節省或增加	分鐘、小時
	2.旅行時間差異所對應之耗油量變化	萬公秉油當量
	3.旅行時間差異所對應之 CO ₂ 排放量變化	萬公噸
行駛速率	4.平均每輛車行駛速率之提昇或降低	公里/小時
	5.行駛速率差異所對應之耗油量變化	萬公秉油當量
	6.行駛速率差異所對應之 CO ₂ 排放量變化	萬公噸
行駛里程	7.影響車里程	百萬行車公里
	8.影響車里程所應之耗油量變化	萬公秉油當量
	9.影響車里程對應之 CO ₂ 排放量變化	萬公噸
交通量	10.車輛數移轉變化	輛
	11.交通量移轉所對應之耗油量變化	萬公秉油當量
	12.交通量移轉對應之 CO ₂ 排放量變化	萬公噸
敏感度分析	13.不同情境下之量化指標	依「樂觀」、「中庸」及「悲觀」3 種不同情境所對應之效益指標單位

資料來源：智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(2/2)，本所，民國 95 年。

- c. 建立整合性的 ITS 策略節約能源及減少溫室氣體排放影響之評估架構：結合運輸規劃與交通模擬模式、能源需求預測模式以及車輛排放污染物推估模式，建立整合性的 ITS 策略節約能源及減少溫室氣體排放影響之評估架構，以作為未來評估 ITS 策略對環境品質影響之參考依據。評估架構如圖 2.2.15 所示。
- d. 案例分析與評估：利用所建立之效益評估模式及量化指標進行案例分析與評估，除 ATIS、ATMS 為重點分析之子系統外，亦選定與節約能源及減少溫室氣體排放有關之 ITS 子系統若干項策略進行評估，蒐集相關之變數資料，利用前述模式進行敏感度分析，並進一步評估不確定狀況下對各評估指標之影響。



資料來源：智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(第二期)，本所，民國 95 年。

圖 2.2.15 ITS 效益評估架構層級示意圖

8. 都會區安全駕駛行為與節能策略之研究(2011，本所)

該研究先以都會區大型車輛職業駕駛人為研究對象，配合記錄資料設備的可設置性，蒐集駕駛行為資料，據以分析能源消耗及不當駕駛行為，以作為宣導及矯正駕駛行為的依據，並研擬我國發展大型車輛職業駕駛人訓練制度可能對策。

該研究自澳洲引進 VigilVanguard 行車偵測系統，並且配合 OBDII 車

輛診斷設備針對 100 位不同的大客車職業駕駛者，以都會區的路線進行實車測試。蒐集駕駛行為資料，包含行車影像、車速、加速度和瞬間耗油量等，據以分析能源消耗及不當駕駛行為，以作為宣導及矯正駕駛行為的依據。

行車數據統計分析結果顯示，屬於直行的駕駛行為其燃油效率會受速度影響，亦會受加速/減速影響：於非加速行為中，燃油效率以最高平均速度時為最高，而在加速行為下，燃油效率則以未踩油門時的中度及重度減速、滑行時為最高。在其測試的 5 條城際國道路線中，每公升燃油可多行駛 0.3 公里(從 5.3L/km 增加為 5.6L/km)，柴油每公升以 30 元計算，國道客運車隊一年可節省燃油 87 萬元，減少約 78 公噸 CO₂ 排放；5 條城際非國道路線中，每公升燃油可多行駛 0.12 公里(從 2.43L/km 增加為 2.55L/km)，城際非國道客運車隊一年可節省燃油 90 萬元，減少約 81 公噸 CO₂ 排放。

9.國內近期 ITS 發展

(1)全國路況資訊中心

全國路況資訊中心為本所「交通服務 e 網通」的一環(其他兩部分為陸海空客運運輸中心及都市交通資訊中心)，於 93 年 11 月正式對外發布上線，並開放路況資訊加值使用。全國路況資訊中心系統功能包括即時路況查詢(如圖 2.2.16)、路徑規劃、可攜式地圖列印等，所整合的資訊包括：

- ①路況事件通報資訊，包括：警廣各分台、高速公路局、公路總局、國道公路警察局以及 23 個縣市政府之交通、工務、警政單位。
- ②交控中心資訊，包括：高速公路及各都市交控中心之速率、CCTV、CMS。
- ③整合探偵車隊資訊：5 家探偵車隊(環保署廢棄物清運車輛、亞通客運、豪泰客運、友好車隊、華碩物流)GPS 車機資訊。
- ④整合中央氣象局天氣資訊。



資料來源：交通服務 e 網通網站(http://210.69.172.86/EIntegration_new/TravelPlan.aspx)

圖 2.2.16 全國路況資訊中心即時路況圖

(2)交通領域應用之資訊服務共享研究

該計畫為支援與落實交通資訊服務共享，對於現行及未來各單位運用不同方式所蒐集之交通資訊，進行整體檢討分析及相關課題釐清，以落實資訊服務共享，提供未來交通資訊雲計畫之先期準備基礎與計畫執行參考，期能達成以下目的：(1)完成「路段之定義」與「路段之編碼實作」。(2)完成多資料來源之資訊篩選與呈現機制、路況資訊縫隙(空間與時間)調查作業機制與相關程序之研擬。(3)建立一個考量不同路段與區域特性、交通管理需求及成本效益等因素之未來通用性的交通資訊蒐集技術(VD/EVP/GVP/CVP)適用準則。(4)研擬不同交通資訊蒐集技術(VD/EVP/GVP/CVP)公私部門合作（資料蒐集、提供或管理維護）可行模式。其中 VD 為 Vehicle Detector(車輛偵測器)、GVP 為 GPS-Based Vehicle Probe(具有 GPS 之探偵車)、EVP 為 ETC-Based Vehicle Probe(採用 ETC 相關設施之探偵車)以及 CVP 為 Cellular-Based Vehicle Probe(以手機基地台為基礎的探偵車)。

該計畫由本所委託資拓宏宇公司團隊執行，自 100 年 6 月 24 日正式開始，101 年 3 月 31 日完成。

(3)Telematics 發展

Telematics(車載資通訊)係結合資訊、通訊及汽車電子與交通控制等技術之整合型應用，以滿足用路人行車之各項需求，而所謂「車載資通訊平台」係透過無線傳輸共通介面傳輸車載資通訊服務資訊與內容給使用者，並由車載資通訊業者負責車載資通訊平台、相關服務資訊與內容之營運。

行政院 2008 第 28 次科技顧問會議結論，指出推動車載資通訊產業及其產業鏈建構，政府應從政策制定、產業共構與合作、資源投入等方面規劃與積極推動，創造台灣競爭優勢。然而車載資通訊產業推動將面臨跨領域整合且涉及不同部會的職責，因此跨部會協調小組將扮演關鍵角色。應在行政院科技顧問組指導下，設立車載資通訊產業推動小組，俾利我國車載產業鏈之建構與發展。依據以上緣由，行政院科技顧問組於 98 年 1 月 23 日召集交通部與經濟部開會協商成立跨部會之「車載資通訊產業推動辦公室(Telematics Promotion Office, TPO)」相關事宜，未來 ITS/Telematics 之推動將由 TPO 負責。TPO 主要功能為規劃車載政策方向及其目的，推動國內產業並國際共構產業鏈，以及評估與分析各項策略之進度運作機制，運用我國 ICT 優勢，驅動全球智慧交通新風潮，發展多元車載價值服務，使台灣成為全球車載重要供應國及整體方案輸出國。

產業界則於 98 年 6 月成立「車載資通訊產業交流會」(Taiwan Telematics Industry Association, TTIA)，主要任務在於建立資通訊產業平台促進跨業合作，成立工作小組研擬產業標準，進行國內外車載資通訊產業資訊蒐集與研究，媒合研發聯盟產品及技術。TTIA 成立之初，將約略區分為車輛工業、汽車電子系統、車載服務發展及國際合作 4 大領域，朝向綜合智慧車電網絡、共同車機標準、車載通訊系統、多模載具服務、即時交通資訊、動態資訊導航、多元資訊平台、緊急保全救援 8 大系統主軸發展，營造全球智慧行車新風潮。目前 TTIA 共成立 9 個工作小組：

WG1：智慧巴士工作小組

WG2：行動導航及應用系統整合技術工作小組

WG3：建構 POI 相互交換共享平台工作小組

WG4：車載技術整合工作小組

WG5：車載通訊便捷應用技術工作小組

WG6：智慧物流車載設備與服務平台工作小組

WG7：智慧車聯網服務平台工作小組

WG8：智慧車載資通系統整合應用研究工作小組

WG9：車電通訊網路驗證平台技術工作小組(召集中)

TTIA 成立初期已協助擬定多項產業標準與驗證測試規範，包括：

- ①產業標準之驗證測試規範－數位行車紀錄模組 v1.5
- ②TTIA 營業大客車車載機與週邊產業標準 v1.5
- ③產業標準之驗證測試規範－車載機、智慧站牌、到站顯示系統 v1.5
- ④產業標準之驗證測試規範－多卡通電子票證模組 v1.2

以營業大客車來說，TTIA 制定的車載機與週邊產業標準包括此標準包含整合車機、多卡通票證讀卡機、到站播報系統、數位行車記錄模組和智慧站牌及其通訊介面...等等 10 項標準制定及上述 5 項「產業標準驗證流程」規劃，將其整合為智慧巴士產業標準，其架構如圖 2.2.17。



資料來源：智慧巴士 DM，TTIA 網站(<http://www.ttia-tw.org/news.php?id=124>)

圖 2.2.17 TTIA 智慧巴士標準架構圖

2.2.3 小結

本計畫分析國內外 ITS 效益評估案例，並歸納重要結果說明如下：

- 1.國內外案例 ITS 節能減碳評估方式大致相同，先進行交通績效分析(如車公里減少、停等延滯降低、行駛速率增加、私人運具旅次轉移至大眾運具比例增加)，由實際調查值計算或交通軟體模擬得出，再由交通改善績效推估節能量，減碳量則由節能量推估。
- 2.國內外 ITS 節能減碳效益評估案例時，因每個計畫規模大小不一，以「耗油量或 CO₂ 減量之百分比」較能比較不同案例之效益。
- 3.不同 ITS 策略節能減碳效益之評估基礎與方式不同，不易比較不同 ITS 策略間之節能減碳效益高與低，例如號誌時制重整策略節能減碳是針對整體交通路網評估，而貨運車隊管理系統通常僅針對該車隊節能減碳效益進行評估，兩者節能減碳百分比的比較基準不同而無法互相比較。
- 4.國外研究利用兩種方式比較不同策略節能減碳效益，一為納入系統建置與營運成本，利用 CO₂ 減量的單位成本(如美元/公噸)進行比較(如 AASHTO 2010 研究)；另一方式為假定在大範圍規模(如全美國或全歐盟)的系統建置下，分析不同 ITS 策略在整體公路運輸部門的 CO₂ 減少量或減少百分比(如美國 Moving Cooler 及歐盟 TNO 計畫)。

2.3 國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估工具

2.3.1 國外

ITS 之節能減碳評估需兩類資料：一為交通之活動強度；一為將交通績效轉換為能耗、空污/溫室氣體排放。前者之預測多仰賴運輸需求模型、交通模擬模型，後者則仰賴交通工具能耗、排放係數推估模型。以下就實務應用面之相關模型與其發展趨勢進行回顧；並依其模擬型態進行區分，並整理各軟體其系統特色、發展原則、應用範圍，如表 2.3-5 所示。

1.美國 MOVES(2001~)

MOVES(MOtor Vehicle Emission Simulator) 是美國環保署運輸與空氣

品質辦公室(EPA's Office of Transportation and Air Quality, OTAQ)，自 2001 年前後開始著手發展的新一代汽車污染源排放係數推估模式。美國環保署於 2009 年 4 月公布了測試版本 Draft MOVES2009，並規劃於 2012~2013 年取代 Mobile，成為官方規範。

(1)MOVES 模式特色

①為一個資料庫管理模式

MOVES 模式沒有煩瑣的數學公式，其數學運算以統計中所需的平均值、變異數為主。由於這類模式僅需將新資料納入資料庫便可達到更新的目的，很適用於能源排放模式，因為車輛技術快速發展，需要藉由頻繁的更新方能反映現實。

②引入功率密度作為在交通運轉方面主要分類變數

所謂功率密度(Vehicle Specific Power, VSP)，是指車輛單位重量的功率輸出。研究顯示，車輛排放之污染氣體或 CO₂ 與能耗有關，而能耗與車輛在道路上行駛所需克服的摩擦阻力、空氣阻力、坡度、加減速率等密切關連，因此車輛功率密度便成為代表各級車輛能耗與排放的共同複合性指標。

③可用於巨觀、中觀與微觀評估，故能支援交通改善減量措施的評估

MOVES 除了具備全國範圍之污染量推估與長期預測能力之外，為了因應更精細範圍之地區性污染排放推估的需求，模式中也納入區域性污染量推估分析模式，並用以評估小範圍中交通運輸系統改善所造成的影響程度。

(2)模式應用優勢

①善用車輛資料庫

MOVES 的使用中車輛資料庫，提供許多優化的分析，例如：

- a.透過 Arizona 驗車制度(I/M Program)，蒐集 1990 末到 2000 初總計 7 萬輛車之資料，掌握近期新技術車輛之排放情形
- b.Kansas 市 500 輛汽油客貨車，了解汽油車的 PM 排放情形
- c.400 輛使用中柴油重車，了解長期怠速下之排放情形

MOVES 以龐大的使用中車輛資料庫為基礎，更有助於主管機關了解策略執行之有效性。

②關聯資料庫架構

使用 MySQL 關聯資料庫系統架構，提供一個相當便利的優點：使得資料庫易於更新維護，隨時能夠取得最新的分析參數。MySQL 及 MOVES 所提供的介面，可以讓使用者便利地即時、局部更新資料庫內容，並據以計算更新後的推估參數（如排放率）；而無須受限於大規模、批次性的資料更新作業。因此，分析特定小範圍個案時，使用者可視分析需要輸入特定的相關資料，即可進行精細的分析。

③多重尺度推估

MOVES 除了具備全國範圍之污染量推估與長期預測能力之外，為了因應更精細範圍之地區性污染排放推估的需求，模式中也納入區域性污染量推估分析模式，並用以評估小範圍中交通運輸系統改善所造成的影響程度。以巨觀、中觀、微觀為例：

- a. 巨觀的分析範圍主要以全國為單位，MOVES 能夠推估與預測長期的污染排放量變化趨勢
- b. 中觀的分析範圍以路段(roadway link)或運輸需求模式輸出之車旅次為單位，以評估地區性的污染排放影響
- c. 微觀的分析範圍，則適用於分析與評估交控或各類改善計畫對於特定廊道或交叉路口之影響

為達到上述目的，MOVES 提供全美 50 州(外加華盛頓特區、波多黎各和維京群島)、3,222 區(1999 年行政區劃範圍)的資料。在時間軸上，則包括 1990、1999~2050 各年數據；其中將再可分為逐月、週末或平常日、24 小時。

(3)MOVES 模式相關研究課題

由於 MOVES 彙總了大量有關排放實測資料，並提出分析與建議，對於車輛能耗與排放特性提出許多有趣的觀察，或可作為臺灣後續研究發展的參考與借鏡。綜整如下：

①功率密度

功率密度(Vehicle Specific Power, VSP)，是指車輛單位重量的功率輸出。車輛污染性氣體或 CO₂ 排放，與能耗有著密切的關連，而能耗與車輛在道路上行駛所需克服的摩擦阻力、空氣阻力、坡度、加減速率密切關連，因此車輛功率密度便成為代表各種車輛能耗與排放的共同複合性指標。

北卡羅來那州立大學的研究報告中詳述了 VSP 與排放量的關係：

- a. 當 VSP 為負值時(減速或下坡)：不論是 HC、CO 或是 NO_x 的排放率都是微量且呈水平狀態，不受負值大小影響。而 CO₂ 仍然有少量排放，但也呈水平狀態。
- b. 在 VSP 正值部分：CO₂ 排放與 VSP 呈現明顯線性關係，而其他污染物方面，NO_x 仍然接近線性成長關係，HC 與 CO 則以某種指數曲線成長的趨勢漸趨明顯。所有氣體排放量在 VSP>40 以上區間方有不規律趨勢出現。

②行駛狀態與能耗排放量的比較

北卡羅來納州立大學在其排放率研究中特別對於車輛的行駛狀態，如巡航、減速、加速與急速加以分類研究。

在資料分析的基礎上，MOVES 模式所做的最大改變可說是：由過去「以距離為基礎的模式」(Distance-Based Model)改為「以時間為基礎的推估模式」(Time-Based Model)。雖然模式所使用的基本能耗/排放率係數，仍為平均每車行公里之能耗/排放量，但是不再以行車里程數(Vehicle Miles Traveled, VMT)來計算能耗/排放總量，而是改以「各平均速率下之行車小時比例」來計算能耗/排放總量。此舉可提高模式於低速情況下之分析敏感度，以改善過去 DBM 模式嚴重低估市區道路壅塞時所造成的能耗/排放的現象(例如：完全忽略急速的能耗/排放)。同時，藉由此新一模式的建構，期望能夠提供一套能夠用以評估交通管理策略效益的能耗/排放總量推估模式。

③道路類型對排放率的影響

北卡羅來那州立大學最近完成有關道路類型與排放量的相關影響得知，在 CO₂ 部分，雖然尚未完整顯示所有速度區間的排放率，然現有資料顯示各類道路在排放率上有顯著差異。特別顯著的是高速

公路上匝道與下匝道的不同，上匝道由於是加速區段故排放率高；而下匝道則顯著較低。本計畫未來發展值得持續觀察，應可作為國內研究的參考。

④實驗室與道路上速度與功率密度分布比較

比較實驗室中依照聯邦政府法定 FTP 程序行車型態的速度與功率密度的分布圖與在道路實測之速度與功率密度分布圖，可知與實測相比，實驗室的法定程序缺少每小時 30-50 英哩(相當於每小時 48-80 公里)的行駛速度部分，亦即，由 FTP 實驗行程所使用的行駛狀態，無法充分代表道路上的駕駛模式，所以排放率也會有相當偏差。可見未來若仍要持續使用實驗室中所得之排放量資料，應儘量取得逐秒分速的資料，然後依不同調整因子調整，方能正確推估道路上之排放量。

2. SCRITS

SCRITS(Screening for ITS)由美國聯邦公路局(FHWA)交通管理與智慧型運輸應用辦公室(Office of Traffic Management and ITS Applications)委託 Science Applications International Corporation 研發，於 1999 年 1 月提出。

SCRITS 屬於一種草圖層級(sketch-level)或篩選層級(screening-level)的表格式分析工具(spreadsheet analysis tool)，運用於粗略評估各種 ITS 應用所產生的使用者效益與初始指標，以因應 ITS 相關規劃初期階段所需的簡化估算，例如 ITS 分析、運輸走廊/次級區域運輸研究、區域規劃分析。但是，於精確度要求較高的情況下，可能必須改用其他較精細的模擬模式，例如 IDAS。SCRITS 運用範圍篩選係基於分析需求優先性、以及考量資料可得性的考量，因而僅涵蓋 16 種 ITS 應用而未包含所有可能性的評估。

關於 SCRITS 發展原則與基本應用範圍，分別說明如下：

(1)發展原則

- ①由 SCRITS 所得出的分析結果必須能與其他形式的交通分析工具相容，例如旅次需求模式或模擬應用，SCRITS 分析所需的基線資料，必須由其他的地方資源來提供。
- ②SCRITS 應該具有運用於區域、運輸走廊、設施、次級區域尺度的彈性，以便讓使用者決定地理區域或設施範圍，並提供相應的基線資料。

- ③SCRITS 以每日分析來作設計，因而分析者應該以日為單位來估算效益，且可放大至一年，以便能夠計算經濟效益，並與成本進行比較。
- ④分析者必須體認 ITS 應用效果具有相當的不確定性，例如僅有少數區域擁有良好的交通事件平均歷經時間與其所造成延滯資料，也無從得知事件管理策略對於交通延滯或用路人運具、路徑、時間選擇的影響程度，進行 ITS 應用分析仍需仰賴許多假設，甚至必須採用更細緻的方法。

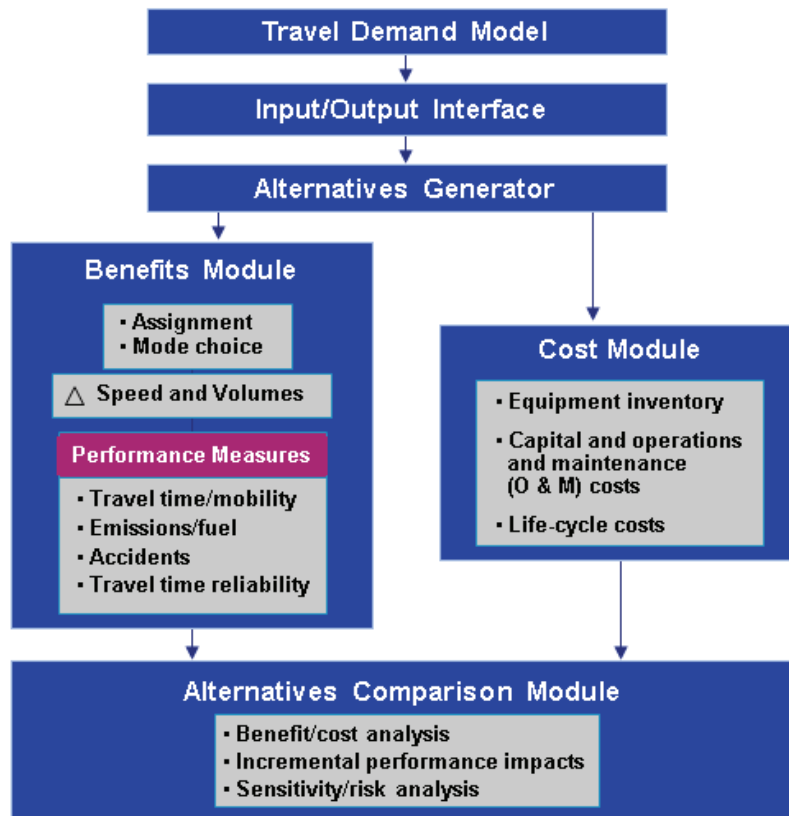
(2)基本應用範圍

- ①粗略評估運輸走廊/次級區域、區域規劃，以及其他類型運輸研究中各種運輸替代方案所產生的使用者效益。
- ②粗略評估 ITS 策略規劃所產生的使用者效益。
- ③藉由某種程度的輸入假設而進行 ITS 應用的敏感度分析。

3. IDAS

IDAS(ITS Deployment Analysis System)為一套 ITS 建置與應用策略之分析系統商用付費軟體，由美國聯邦公路局(FHWA, Federal Highway Administration)補助 Cambridge Systematics 公司進行研發，並由多個都會區規劃組織(MPO, Metropolitan Planning Organization)代表組成的委員會技術指導。

此一系統於 2000 年 5 月首次公布，目前發展至 2.3 版，屬於一套草圖式(sketch-level)規劃工具，作業系統需求為 Windows 2000/NT/XP，可用於估算 60 餘種 ITS 投資類型之效益與成本衝擊，以協助政府部門整合建置 ITS 於運輸規劃程序之中。同時，此一系統非屬於黑盒子，乃係採用開放格式來發展，並提供詳盡的使用手冊，容許使用者觀看及編輯模型內設值。系統整體架構如圖 2.3.1 所示。



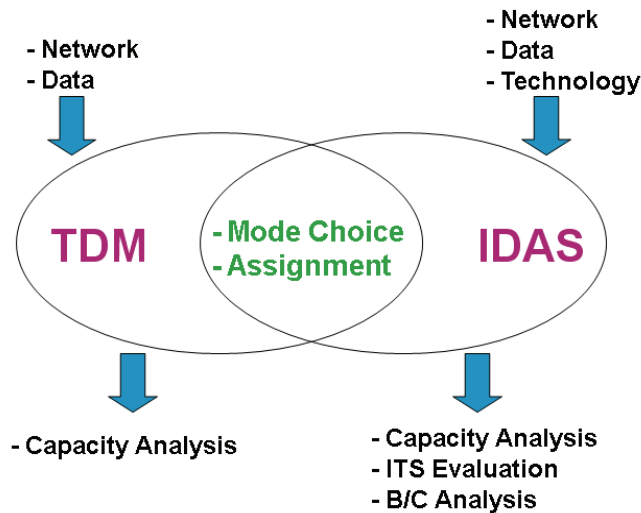
資料來源：<http://idas.camsys.com/documentation.htm>

圖 2.3.1 IDAS 整體架構圖

但是，此一系統並非設計來取代旅次需求模型，其建構之輸入資料仍須仰賴都會區規劃組織(MPO, Metropolitan Planning Organization)傳統旅次需求模型(TDM, Travel Demand Model)所產生之輸出資料，因而可視為傳統旅次需求模型之接續處理器，其與 TDM 之關係如圖 2.3.2 所示。

此一系統之主要特色如下：

- (1)可運用目前運輸規劃模型之產出資料；
- (2)可用於比較及篩選 ITS 建置計畫替選方案；
- (3)可估計 ITS 建置計畫產生之衝擊與用路人反應；
- (4)可建立 ITS 建置計畫所需之設備清單，並指出成本分攤機會；
- (5)可協助公私部門估計資本投入及營運費用之生命週期成本；
- (6)可提供進入設計及建置前所需之文件。



資料來源：<http://idas.camsys.com/documentation.htm>

圖 2.3.2 IDAS 與傳統 TDM 關係示意圖

回顧過去文獻，本計畫選擇 3 個應用 IDAS 軟體進行 ITS 策略之效益評估案例，分別說明如下：

(1)以智慧型運輸系統(ITS)減少機動車輛污染之效益評估研究計畫

選定臺北市內湖地區作為實例研究之對象，由內湖地區機動車輛空氣污染問題之認知、改善範圍之界定、改善機動車輛空氣污染之 ITS 策略研擬、至方案之產生與績效評估等系統性之分析與評估，從而產生 ITS 策略建議執行之優先順序。

①背景路網資料輸入

以臺北市交通局 89 年修訂之「北臺北都會區整體運輸規劃模式」DOTS II 為背景路網資料，以內湖地區為路網模擬範圍。

②參數輸入

- a.以 Mobile-Taiwan 2.0 針對國內機動車輛特性與環境特質，推估國內各種機動車輛之排放係數，再匯入 IDAS 程式中進行運算。
- b.系統建置所需經費係依據臺北市當時既有系統設備預估所需軟硬體建置經費成本。

③分析策略

- a.號誌動態控制
- b.行車路徑導引

c. 公車動態資訊及公車優先號誌

④ 評估因子

a. 空污減量成效(含 TSP、HC 與 NO_x)

b. 建置成本

⑤ 分析結果

該計畫以 TSP、HC 與 NO_x 3 種空氣污染物減量總和來計算不同 ITS 策略的減量成本，分析結果如表 2.3-1，減量成本最低的 ITS 策略為號誌動態控制 110,283 元/公噸，其次為公車資訊系統及公車優先號誌 240,541 元/公噸，最高者為用路人行車路徑導引 437,476 元/公噸。

表 2.3-1 IDAS 案例分析結果(一)

評估項目 建置方案	車輛總旅行公 里(VKT)	污染物種類					TSP+HC+NO _x	減量成本 (元/公噸)
		HC	CO	NO _x	TSP	SO _x		
ITS 建置前	9,548,109	41.276	267.851	12.013	2.544	0.882	55.833	
號誌動態控制(公噸/天)	9,448,913	40.440	262.667	11.872	2.495	0.858	54.807	110,283
用路人行車路徑導引(公噸/天)	9,213,302	41.062	266.295	11.854	2.506	0.866	55.422	437,476
公車資訊系統及公車優先號誌(公噸/天)	9,187,686	40.833	264.921	11.901	2.484	0.862	55.219	240,541

資料來源：以智慧型運輸系統(ITS)減少機動車輛污染之效益評估研究計畫，環保署，民國 90 年。

⑥ 執行問題

a. IDAS 屬於運輸規劃與交通模擬程式，適用於較大區域之交通績效與環境影響分析工作，較無法反映道路上較細微之車流特性與幾何特性。

b. 國內智慧型運輸系統建置對於運具移轉影響之基礎調查資料較少，無法依國內特性進行資料輸入，評估結果亦較不準確。

(2) 智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(I)、(II)

以新竹市轄區與科學工業園區主要路網為建置對象，以光復路及中華路兩條主要幹道作為分析對象，評估預設幹道連鎖、觸動幹道連鎖及中央控制連鎖等不同幹道號誌連鎖策略之節能減碳效益，案例特性整理如下：

① 背景路網資料輸入

以本所「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」為基礎，再經由該計畫利用 TransCAD 軟體進行路網構建與交通量分派。

②參數輸入

每一單項個別的 ITS 設備成本是由美國 ITS 系統架構(National ITS Architecture)與 IDAS 資料庫的預設值獲得。

③分析策略

號誌動態控制，包含定時式幹道連鎖、觸動式幹道連鎖及中央控制幹道連鎖。

④評估因子

估算各項 ITS 的節能量，包含受影響之車種及車數(交通量減少)、平均每車車行里程(里程減少)及不同速率下之耗油率(速率提昇)，再根據節能量及各種油類的單位燃料之 CO₂ 排放係數進一步估算 CO₂ 減量。

⑤分析結果

IDAS 分析結果如表 2.3-2 所示，依 CO₂ 排放量多寡，預設連鎖策略的改善效果最佳，其次為觸動連鎖策略，中央控制策略的改善效果最差。

表 2.3-2 IDAS 案例分析結果(二)

案例	CO ₂ 排放量(公噸/小時) = 能源消耗量(公秉/小時) × 單位燃料排放係數						
	小客車	汽油小貨車	柴油小貨車	大客車	大貨車	機車	合計
CO ₂ 排放係數(g/l)⇒	2241	2241	2702	2702	2702	2241	—
基準路網	10.268	1.087	0.570	0.813	5.474	1.223	19.435
預設連鎖	10.000	1.049	0.554	0.806	5.424	1.215	19.048
觸動連鎖	10.013	1.051	0.555	0.806	5.427	1.215	19.067
中央控制	10.138	1.067	0.562	0.811	5.463	1.221	19.263

資料來源：智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(II)，本所，民國 95 年。

⑥執行問題

a. 缺少 ITS 措施實施之後的真實統計結果

b.缺少策略執行效益資料

c.國內並無情轉狀態測試結果之 CO₂ 排放係數可供使用

(3)Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments' Evaluation of ARTIMIS and ITS Program Plan

該地區屬於辛辛那提都會區，共有 185 萬人口，日尖峰時段約 330 萬人旅次，ARTIMIS 計畫為 ATMS 及 ATIS 的大型 ITS 計畫，包含 VD、CCTV、CMS、511、HAR、Operation Control Center 等系統與設備，於 1998 年開始營運。

①背景路網資料輸入

以 OKI (Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments) 擁有的運輸需求模式(TransPlan)為背景路網資料。

②參數輸入

本計畫大幅修正 IDAS 的效益影響參數，利用當地調查值或根據以往經驗與相關官員討論後之參數值取代 IDAS default 值，以更符合當地現況，其修改參數如表 2.3-3 所示，其中修改幅度較大者包括高速公路事件管理策略中，有關事故延時降低比率，由 default 值 55% 降低為 22.5%，降低事故發生浪費之廢棄與油耗，由 default 值 42% 降低為 17.2%，而在公路廣播資訊方面，使用率由 default 值 25% 降低為 5%，惡劣天候發生率由 10% 降低為 2%。

表 2.3-3 IDAS 案例之參數修正

Comparison of Impact Values Used for the ARTIMIS Evaluation		
Impact Measure	IDAS Default	Adjusted Value
Incident Management (Freeway Service Patrol and Reference Markers)		
Reduction in incident duration	55%	22.5%
Reduction in fatalities	10%	10%
Reduction in emissions and fuel	42%	17.2%
Telephone and Web Information Services		
Market penetration (percent using the service)	1%	0.42%
Time savings per traveler	15%	15%
Dynamic Message Signs		
Percent time sign is on and disseminating information	10%	10%
Percent vehicles that save time	20%	24%
Time savings	3 minutes	17 minutes
Highway Advisory Radio		
Percent vehicles tuned into broadcast	25%	5%
Percent vehicles that save time	25%	25%
Percent time of extreme conditions	10%	2%
Time savings per traveler	4 minutes	4 minutes

資料來源：IDAS Case Study 1: Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments' Evaluation of ARTIMIS and ITS Program Plan, FHWA, 2002.

③分析策略

涵蓋 ATMS、ATIS、APTS、EMS、CVOS 等五大領域數十項 ITS 策略。

④評估因子

包括移動性(旅行時間節省)、旅行時間可靠性(因事故而時間延誤節省)、安全性(肇事率降低)及環境(空污量減少)，共分析 ARTIMIS、2006 ITS Program、2010 ITS Program 等 3 項計畫的成本效益，其中 2006、2010 ITS Program 為當地規劃的未來年期 ITS 計畫。

⑤分析結果

IDAS 分析結果如表 2.3-4 所示，其中 ARTIMIS 及 2006 ITS Program 的益本比均為 12:1，2010 ITS Program 的益本比為 6:1。

表 2.3-4 IDAS 案例分析結果(三)

ARTIMIS Evaluation – Benefits and Costs (Year 2000 Dollars)	
Performance Measure	Annual Value
Benefits	
User mobility	\$1,811,000
Travel time reliability	\$119,511,000
Fuel consumption	\$180,000
Accidents	\$2,596,000
Emissions	\$11,753,000
Total Annual Benefits	\$135,850,000
Total Average Annual Cost	\$11,160,000
Benefit/Cost Comparison	12:1

2006 ITS Plan – Benefits and Costs	
Performance Measure	Annual Value
Benefits	
User mobility	\$26,292,000
Travel time reliability	\$123,237,000
Fuel consumption	\$13,871,000
Accidents	\$2,487,000
Emissions	\$8,563,000
Total Annual Benefits	\$174,450,000
Total Average Annual Cost	\$13,985,000
Benefit/Cost Comparison	12:1

2010 ITS Plan – Benefits and Costs	
Performance Measure	Annual Value
Benefits	
User mobility	\$33,401,000
Travel time reliability	\$49,300,000
Fuel consumption	\$3,899,000
Accidents	\$6,688,000
Emissions	\$2,239,000
Total Annual Benefits	\$95,528,000
Total Average Annual Cost	\$10,665,000
Benefit/Cost Comparison	9:1

資料來源：IDAS Case Study 1: Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments' Evaluation of ARTIMIS and ITS Program Plan, FHWA, 2002.

⑥執行檢討

- a. 由於政府單位人力的缺乏，IDAS 評估作業委由顧問公司進行，評估作業花費 99,000 美金，執行 9 個月。
- b. IDAS 的效益影響參數及效益參數(如時間價值、事故成本)經由當地專家與政府官員相互討論後決定，大多數不採用 IDAS 提供的全國平均值，上述作法可增加評估結果的可信度。

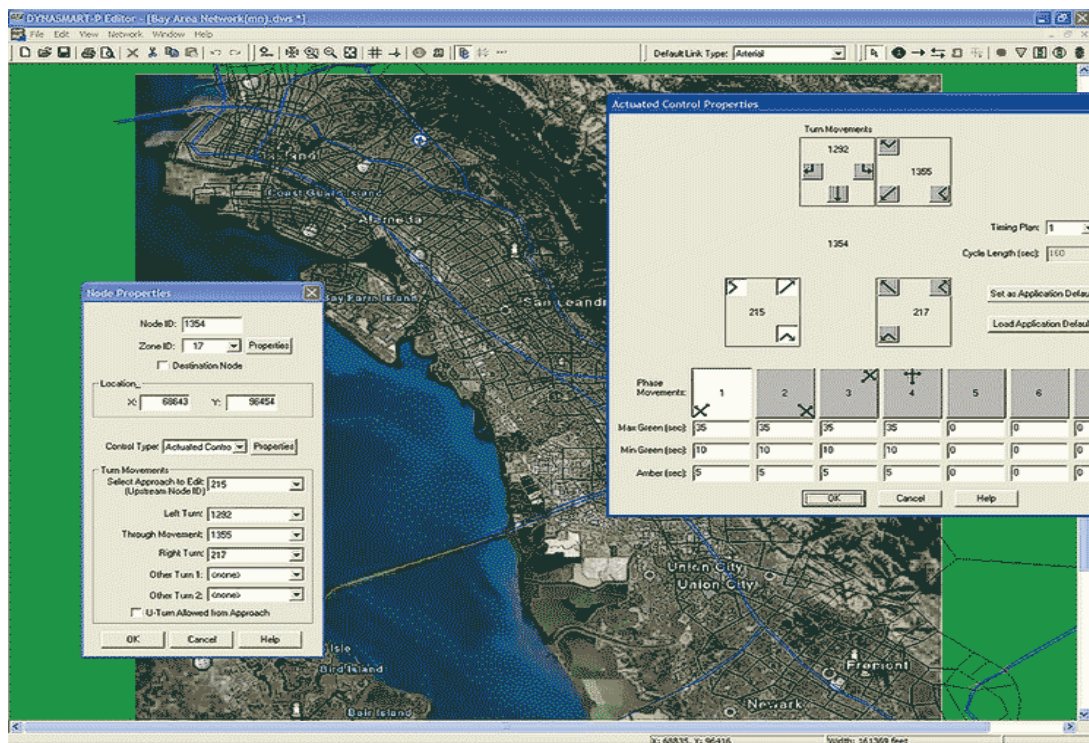
4. DYNASMART-P

DYNASMART-P(Dynamic Network Assignment-Simulation Model for Advanced Roadway Telematics (Planning version))係一商用付費軟體工具，由美國聯邦公路局(FHWA)動態交通指派(DTA, Dynamic Traffic Assignment)研究計畫主導研發而成，以作為交通營運規劃應用。

DYNASMART-P 包括兩個部分，第一部分為動態路網作業模式，作為結合規劃應用所需的需求預測程序之用；第二部分為交通模擬模式，作為交通營運研究之用。DYNASMART-P 已藉由先進的交通模式技術掌握動態交通壅塞狀況形成與消解，以及伴隨的時間變數需求與路網情況，突破了傳統靜態指派與模擬模式的限制。潛在應用包括：

- (1)提供傳統運輸規劃分析所需的動態交通指派方法
- (2)評估規劃過程中 ITS 與非 ITS 科技對於運輸路網的衝擊
- (3)評估不同交通營運與控制策略的衝擊
- (4)支援施工區規劃與交通管理的決策
- (5)評估事件管理策略
- (6)評估不同地點、時間、主要道路條件下的交通擁擠費率方案

目前最新版為 DYNASMART-P version 1.3.0，於 2007 年 2 月發布，此一版本附帶強大的 GIS 資料輸入與路網編輯工具 DSPeD 1.3.0，如圖 2.3.3 所示，可藉由滑鼠拖曳的圖形化使用者界面與 GIS 輸入功能而輔助 DYNASMART-P 的操作。功能特色包括：



資料來源：<http://mctrans.ce.ufl.edu/featured/dynasmart/>

圖 2.3.3 DYNASMART-P version 1.3.0 DSPEd 套件

- (1)可方便地從其他規劃模式引入路網與需求資料
- (2)基於背景影像的拖曳式路網與控制產生、編輯界面
- (3)可方便地將基線靜態 OD 矩陣轉換為時間 OD 矩陣
- (4)可產生快速建置所需的預設裝置與號誌控制資料
- (5)改善大尺度路網資料串的載入與顯示速度
- (6)計算與展示 HOT 或收費應用路段/路網層級的道路費年收入
- (7)可在車輛與道路資料中方便地重新分派使用者級別，因而容許各種不同規劃情境的彈性執行。
- (8)具有大尺度路網模式的能力

5. TRANSIMS

TRANSIMS(TRANsportation ANalysis and SIMulation System)係一套運用於區域運輸系統分析的整合式旅次模式程序工具，以滿足各州交通局與都會區規劃組織對於運輸規劃與車輛廢氣排放分析所需較精細與靈敏的旅次預測，並基於持續開放給運輸研究社群的目標，而經由 NASA Open Source Agreement Version 1.3 授權公眾使用。

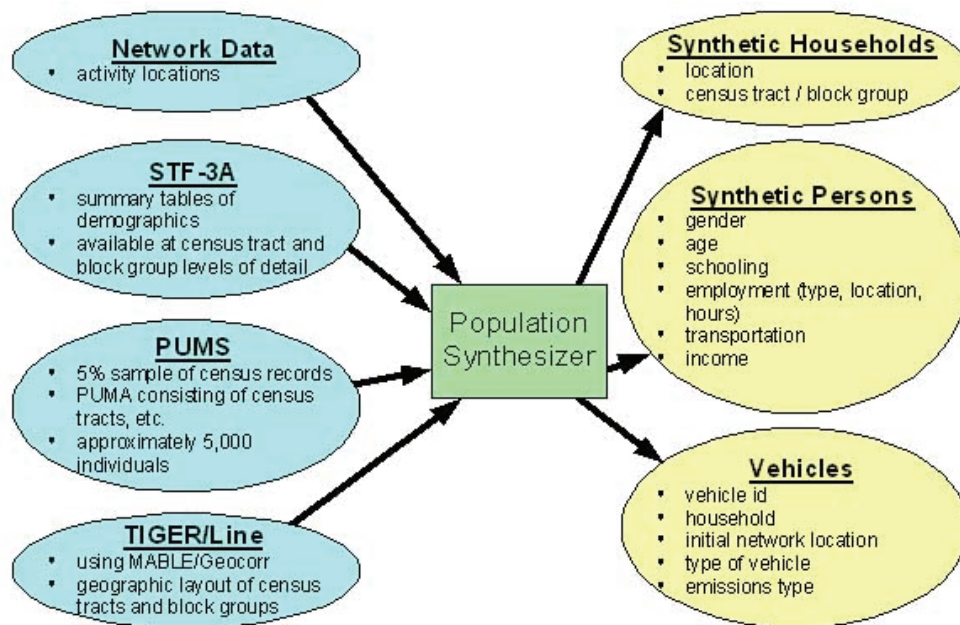
此軟體工具係基於美國 Intermodal Surface Transportation Efficiency Act、Transportation Equity Act for the 21st Century、以及 Clean Air Act Amendments 等 3 項法案的要求，由聯邦公路局(FHWA)、聯邦大眾運輸局(FTA, Federal Transit Administration)、聯邦運輸部的運輸政策辦公室(Office of the Assistant Secretary for Transportation Policy of the United States Department of Transportation)、以及環保署(EPA, Environmental Protection Agency)等單位共同支助 Los Alamos National Laboratory 研發，再經由 IBM TRANSIMS Solution Center 予以商業化，並曾應用於美國德州達拉斯與奧立岡州波特蘭地區。

TRANSIMS 與以往旅次需求預測方法的差異在於概念與結構，包括：前後一貫與延續地呈現時間、細節地呈現個體與家戶、時間依存的路徑、以及基於個人的微觀模擬等，並因而顯著地改變了旅次預測的程序。

TRANSIMS 可產生對於投資決策與政策制定越來越重要的旅次、交通壅塞、廢氣排放等細節資料，由於採用模擬與追蹤個體旅次的方式，而能夠評估對於不同地理區位與旅次市場的效益與衝擊。同時，TRANSIMS 也

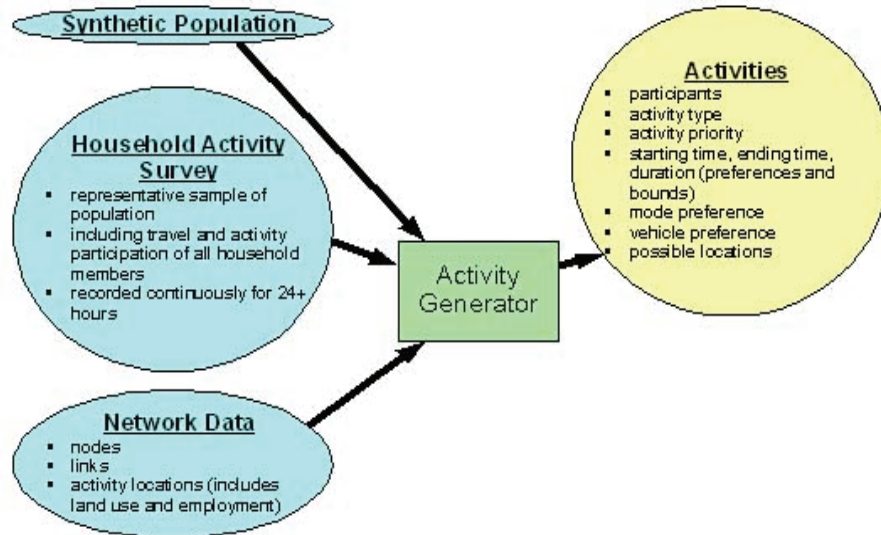
能夠評估高速公路與大眾運輸系統的高度擁擠情境、以及營運變化情形。

TRANSIMS 運作方式係植基於 4 個基本模組，包括：人口合成 (population synthesizer)、活動產生 (activity generator)、路徑規劃 (route planner)、以及交通微觀模擬 (traffic microsimulator)，各模組輸入/輸出資訊流如圖 2.3.4~7 所示。TRANSIMS 藉由這些組成而估計個體與家戶活動量、規劃這些活動產生的旅次、分派旅次到路徑上，以及進行研究地區內各種車輛、運輸系統、交通量的微觀模擬。



資料來源：http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm

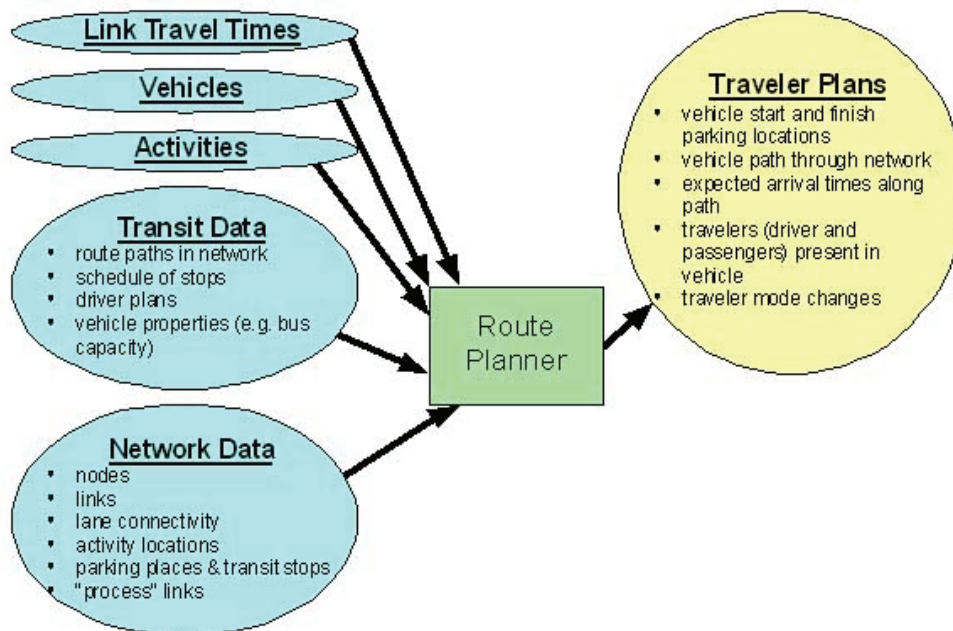
圖 2.3.4 TRANSIMS 人口合成模組(population synthesizer)



資料來源：

http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm

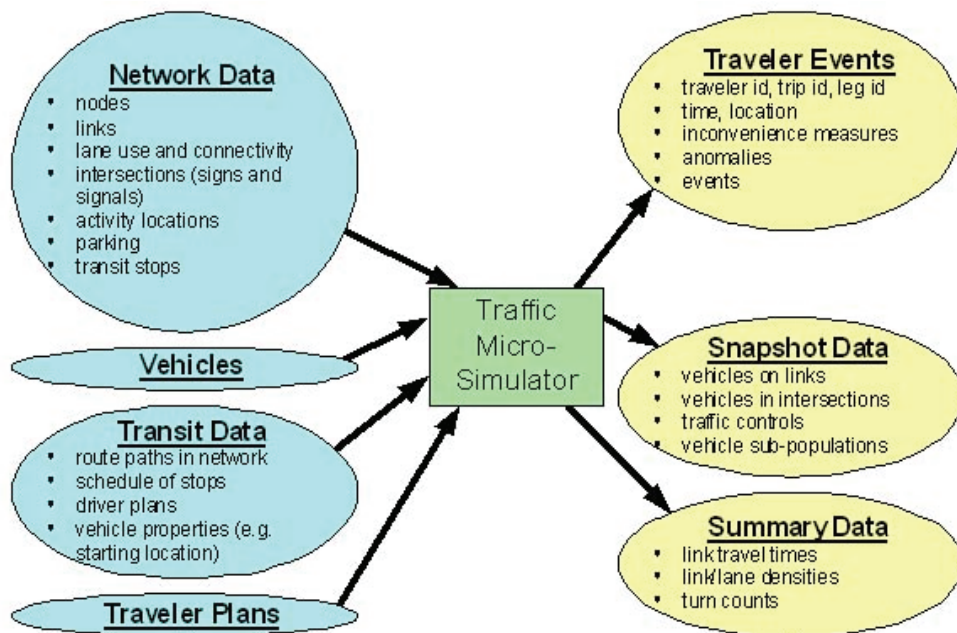
圖 2.3.5 TRANSIMS 活動產生模組(activity generator)



資料來源：

http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm

圖 2.3.6 TRANSIMS 路徑規劃模組(route planner)



資料來源：

http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm

圖 2.3.7 TRANSIMS 交通微觀模擬模組(traffic microsimulator)

6. VISSIM

(1)發展背景

VISSIM 為一微觀、定時掃描、駕駛行為基礎之模擬模式，用於模擬交通狀況與大眾運輸之營運，由德國卡斯魯爾大學(University of Karlsruhe)與德國 PTV 交通顧問公司共同發展而成。

(2)模擬架構

模擬系統本身包括了交通模擬模式及號誌控制模式。交通車流模式(主程式)包含跟車行為邏輯與變換車道邏輯，號誌控制模式(副程式)則根據每秒蒐集之偵測器資料決定目前的號誌時制，若配合外掛的號誌狀態產生器 VAP，則可用以分析使用者自設之號誌控制邏輯，而後將號誌資料值傳送回交通模擬模式。系統將兩模式互動運作結果之交通狀況、號誌顯示狀況即時展示於螢幕上，同時在離線上產生旅行時間、等候長度等統計資料之輸出檔案。

(3)功能特性

VISSIM 具有圖形使用者介面，允許使用者在現有的交叉路口、交流道與道路配置的基本圖加入交通與號誌的資料。VISSIM 為每秒鐘輸

出資料，其即時圖形展示介面讓使用者可以迅速地分析交通/大眾運輸系統的交互影響，如交織路段、匝道、高乘載車道、公車專用道等複雜的交通運作，模擬畫面如圖 2.3.8 所示。其他特色如下：

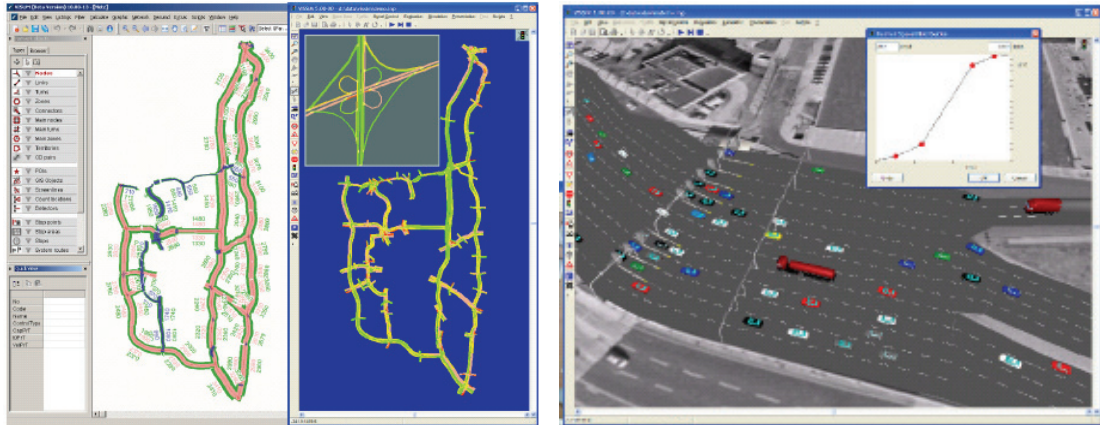


圖 2.3.8 VISSIM 模擬畫面

- ①以座標為單位，可模擬車輛在同一車道內並行行為。
- ②根據與前車或鄰車間距，適當反應速度與停等行為。
- ③可確實反映線性不良或交織複雜造成之交通問題。
- ④可模擬行人及機車真實行為。
- ⑤可就主次要幹道車輛設定路權高低，反映停讓行為。
- ⑥開放多項參數以供校正，較其他軟體具有彈性。
- ⑦與號誌軟體 SYNCHRO 及巨觀運輸規劃軟體 VISUM 可互相連結，匯入匯出相同格式檔案。

(4)模擬限制

VISSIM 因模擬細緻，需輸入較細的背景資料，運算速度受限於記憶體與顯示卡的功能影響。

7. Synchro

(1)發展背景

由美國 Trafficware 公司研發，根據美國交通部標準 HCM 規範編制，2000 年發表 Synchro 4.0，至今已有 Synchro 7(2006.08)，7.0 版新增 3D Viewer 功能，增加模擬動畫視覺效果。

(2)輸入參數

路口車道配置、路口交通流量、車道寬度、車道坡度、地區類型（CBD 或其他）、路邊停車區長度、路邊停車區車道數、轉彎速度、路口行人數量、公車數量、重車比例、是否設置紅燈右轉、最短綠燈時間、黃燈時間、全紅時間等。

(3)輸出結果

現況或最佳化之單一路口時制計畫、路網各路口時制計畫與時差、車輛延滯、路口服務水準、燃油消耗量、廢氣(CO、NO、VOC 等)排放量等。

(4)使用限制

無法呈現機車與自行車，需自行轉換 PCU，並且其服務水準為美國 HCM 之分類標準，必須自行轉換為臺灣適用之層級。

8. PARAMICS

(1)發展背景

Paramics (PARAllel MICroscopic Simulation)於 1992 年由英國所研發的模擬軟體，可應用在市區道路或高速公路。

(2)模擬架構

Paramics 可以直接由資料庫得到路網資訊以進行修改，提高模擬效率，並運用電腦平行運算的技術及軟體程式的高速執行，快速得到模擬結果，因此可模擬大型路網。模擬畫面詳見圖 2.3.9。



資料來源：http://www.Paramics-online.com/projects/CS_MiamiDownTown.pdf

圖 2.3.9 Paramics 模擬畫面

(3)功能特色

①Paramics 所包含之相關模組包括：

- a. Estimator：為 OD 矩陣預測模組，此過程為公開化，允許使用者針對本身需求進行修改。
- b. Monitor：為污染分析模組，可透過車輛數及距離等數值，計算路網中 CO、CO₂、HC、NO_x 等污染物，但並未詳列其計算機制與排放係數內容。
- c. Processor：為方案測試模組，將各種方案評估結果以統計圖表呈現，並進行敏感度分析。
- d. Analyser：為結果分析模組，將路網內路段及路口之績效及服務水準進行圖表分析。
- e. Programmer：為模式擴充工具，使用者可根據自己需求，撰寫程式，增進模式功能。
- f. Designer：為 3D 物件繪製模組，提供使用者設計車型、建築物或道路家具外觀，增加視覺效果。
- g. Viewer：為 3D 視窗模組，使用者可隨意調整觀看角度，並錄製影片。

②智慧型路徑選擇功能：Paramics 具有重新找尋行進路線的能力，可將路網的實際狀況回饋至實際路線成本中。

③車輛動力模式：跟車與變換車道模式已獲英國運輸部之確認，可在自由流與飽和流的巨觀狀況下使用。

(4)模擬限制

Paramics 因開放修改參數較少，故須透過 API 的撰寫，加強模擬真實度，以反映各種模擬情境結果；另一方面，Paramics 無法模擬機車行為，無法反映臺灣常見的汽機車混和車流。

2.3.2 國內

1. Mobile-Taiwan

此軟體為 Mobile 之改版。Mobile 是長期以來美國環保署唯一認可之模式，州政府提出之 State Implementation Plan(SIP)必須按照 Mobile6 之分

析程序，才能符合聯邦政府經費補助之條件。因其具有法定地位，美國環保署長期持續地維護並更新該模式，也被許多國家地區所廣泛應用，包括國內環保署。

中鼎公司於 81 年以當時美國環保署公開之 Mobile4.1 程式為基礎，參酌引用國內最新可得之數據，加以修改調整成為 Mobile-Taiwan 程式 (Mobile-Taiwan1.0,以下簡稱 MT1)。最新版之 Mobile-Taiwan 係中鼎公司於 85 年與美國 Energy and Environmental Analysis Inc.(EEA 公司)合作，根據臺灣車輛使用狀況將 Mobile5a 程式改寫成 Mobile-Taiwan 2.0 (簡稱 MT2)。

MT2 之輸入方式大多採 Mobile5a 功能，較 MT1 更具彈性。MT2 所修改的部分包括：輸出入之單位採用公制單位、車輛型式修正為 7 種，取消不適合臺灣地區之選項，包括加州低排放車輛計畫、低溫下 CO 標準及高緯度地區運算，設定公元 2001 年起全面使用無鉛汽油。

該模式中有多項重要的參數必須以臺灣地區本土之資料來決定方可減少其誤差，包括：各機動車輛之零里程排放係數(ZKL)、劣化率(DR)、車齡分佈、行車累積里程數、車種等，其中由於美國之車種與臺灣地區之分類不同，且各種車輛之產地、廠牌也不盡相同，加以法規實施年份及許可之機動車輛排放差異，是故不宜直接引用模式內設值。

針對預測能力、本土參數、國外參數、應用等主要內容，分別說明如下：

(1)預測能力

- ①可預測污染物：CO、NO_x、HC (包括尾氣排放與蒸發排放)等 3 種；
- ②排放係數的單位：g/km；
- ③污染來源：包括尾氣排放(Tail gas 或 Exhaust)、蒸發損失(Evaporation loss)(含熱浸排放(Hot soak)及晝間換氣(Diurnal))、行駛損失(Running loss)。
- ④在車種分類上，MT1 中分成 6 種，MT2 則分為 7 種，包括：汽油小客車(LDGV)(MT2 中將本項又分為自用及營業用二種)、汽油小貨車(LDGT)、柴油小貨車(LDDT)、柴油大客/貨車(HDDT)、二行程機車(MC-2S)、四行程機車(MC-4S)。

(2)本土參數內定值

①新車排放率(零里程排放率)及劣化率

零里程排放率(ZEL, Zero kilometer Emission Level)及劣化率(DR, Deterioration Rate)係指新車之基本排放率及行駛過後隨里程增加之污染劣化率，此參數主要需由車輛進行耐久測試(5 年 8 萬公里)之結果統計分析而得。國內目前有關實際使用中車輛之測試資料，僅汽油小客車及機車方面有車輛召回改正測試結果可供參考，其他車種則為新車審驗/抽驗之數值。

②年平均車行里程

國內目前常用來推估車行里程的方法有：燃油消耗法、問卷調查法、交通量調查法、指派模式法及參考交通部統計。交通部例行性之統計資料包括自用小客車使用狀況調查、計程車營運狀況調查、機車使用狀況調查等。分類方式包括各區域(全國分為臺北縣市、臺中縣市、高雄縣市、離島、其他縣市等五區)之分析車種(10 種)平均車行里程。

③車齡分佈

以交通統計要覽中車齡分布統計資料為主，輔以公路局監理所提供之資料，因通常高車齡污染排放值較高，會影響整體車對平均排放係數之推估結果。由統計結果顯示，除了臺北市公車外，其餘各車種都高車齡比例有增高的趨勢，勢必造成更多的污染排放。

④環境背景參數

a.油品成份

影響排放係數之油品參數為油品 RVP 及含氧率，國內 89 年以前之年份較缺乏實測數值故主要參考中油油品規範值進行設定，89 年起油品成份法規實施後有實際抽驗結果，未來年份則參考未來法規限值進行設定。而汽油含鉛量多採用中油之統計值，含硫量則以實際抽測之結果為主。

b.環境參數

環境背景參數主要為溫度資料，輸入之溫度參數包括年平均及最小平均日溫及最大平均日溫等項目。

⑤旅次分布

輸入資料為汽油車旅次的行駛時間分布，並區分為 10 分鐘以下、11~20 分鐘、21~30 分鐘、31~40 分鐘、41~50 分鐘、51 分鐘以上。資料來源包括環保署委託計畫之調查成果、交通部統計處之自用小客車使用狀況調查報告。此參數主要影響汽油車 HC 化合物排放係數之推估結果。

⑥行車型態調整

過去的版本中，多以法規規定之行車型態(美國 FTP 或歐洲 ECE)為準，但因未能符合國內實際行車型態之疑慮，於環保署 98 年公布之研究成果中已修正。修正方式為，參考環保署歷年進行西部主要縣市行車型態之調查研究結果，得到 FTP 與該縣市行車型態之排放值轉換公式。行車型態修正成果以汽油小客車、機車較完備，因此目前汽油小貨車先參考汽油小客車之結果。

⑦冷氣使用修正

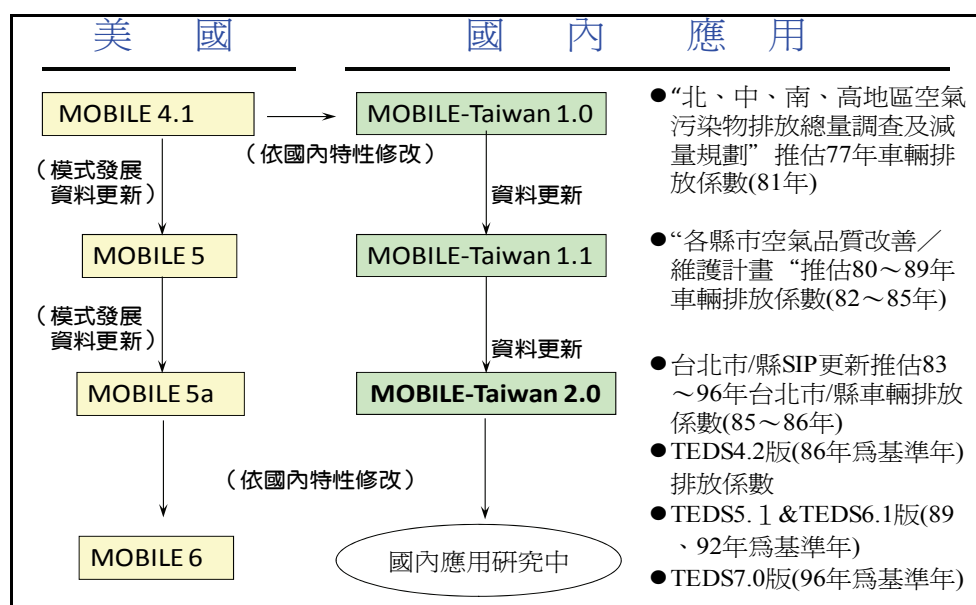
根據工研院歷年實測研究成果，對小客車與商用車冷氣使用修正採用不同之調整係數。

(3)國外參數-「速率校正」

實際的污染排放將隨速度變化，對於不同車速下的污染排放變化，目前仍引用美國 Mobile 的展開方程式，惟引用時需以平均行駛速率來作為調整基準，MT2 中假設平均速率為 40km/hr。

(4)應用

該模式在環保署主導之下，已持續完成更新與應用，如圖 2.3.10 所示。目前環保署針對移動污染源的總量推估「臺灣地區空氣污染物排放量資料庫」即是以 MT2 來進行。臺灣地區排放量資料庫(Taiwan Emission Data System，簡稱 TEDS)，是由環保署委託美國凱瑟工程公司與中鼎工程顧問公司進行排放量推估工作之研擬，目前最新之 TEDS7.0 為以 96 年為基準年建立之移動性污染源資料庫。TEDS 依照推估之方法與資料處理之特性，共分為點源、線源、面源及生物源 4 大類污染排放源，其範圍涵蓋臺灣地區各縣市之排放資料。其中，交通工具所產生的排放即屬線源污染排放源。



資料來源：空氣污染物排放清冊資料更新管理及排放量空間分佈查詢建置，環保署，民國 98 年 8 月；能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，民國 98 年。

圖 2.3.10 Mobile-Taiwan 模式之發展歷程與應用

表 2.3-5 國內外 ITS 效益評估相關技術/軟體比較

型態	軟體名稱	系統特色	發展原則	應用範圍
巨觀	SCRITS	草圖層級或篩選層級表格式分析工具	運用於粗略評估各種 ITS 應用所產生的使用者效益與初始指標，具有運用於區域、運輸走廊、設施、提供基線資料	因應 ITS 相關規劃初期階段所需的簡化估算
	IDAS	草圖式規劃工具	利用運輸規劃模式所產出之資料做為輸入資料，並建立 ITS 建置計畫之設備清單，以評估 ITS 策略之成本與效益	可估算 60 多種 ITS 投資型之效益與成本衝擊
中觀	DYNASMART-P	動態網路作業模式結合需求預測規劃及交通營運研究	附帶強大 GIS 資料輸入與路網編輯工具圖型化介面，可從其他規劃模式引入路網與需求資料	藉由先進的交通模式技術掌握動態交通壅塞狀況形成與消解，伴隨時間變數需求與路網情況，突破傳統靜態指派與模擬限制

表 2.3-5 國內外 ITS 效益評估相關技術/軟體比較(續 1)

型態	軟體名稱	系統特色	發展原則	應用範圍
中觀	DYNASMART-P	動態網路作業模式結合需求預測規劃及交通營運研究	附帶強大 GIS 資料輸入與路網編輯工具圖型化介面，可從其他規劃模式引入路網與需求資料	藉由先進的交通模式技術掌握動態交通壅塞狀況形成與消解，伴隨時間變數需求與路網情況，突破傳統靜態指派與模擬限制
微觀	TRANSIMS	區域運輸系統分析旅次模式程序工具	前後一貫與延續呈現時間、細節個體與家戶、時間依存的路徑，由微觀模擬改變旅次預測	4 個基本模組：人口合成、活動產生、路徑規劃及交通微觀模擬
	VISSIM	微觀、定時掃描、駕駛行為基礎之模擬模式	包括交通模擬及號誌控制模式，系統將兩種模式互動運作結果之交通狀況、號誌顯示狀況即時展示於螢幕上，同時在離線上產生旅行時間、等候長度等統計資料之輸出檔案	分析交通/大眾運輸系統的交互影響，如交織路段、匝道、高乘載車道、公車專用道等複雜的交通運作
	Synchro	可在單一路口或整個路網中，求得號誌時制之最佳時比、時差與週期	以美國交通部標準 HCM 規範編制為基礎，運算號誌時制與最佳容量關係的分析軟體	檢核單一路口或整體路網之號誌效益，及規劃其最佳化時制
	PARAMICS	直接由資料庫得到路網資訊以進行修改，提高模擬效率，可模擬大型路網	分為多種分析、擴充、測試、3D 物件、3D 視窗模組	應用於市區道路及高速公路之微觀車流模擬
	MOVES	車輛污染源排放係處推估模式	由美國環保署彙整全美車輛使用狀況，推估車輛在不同速率下之污染排放情形	應用於巨觀、中觀與微觀評估，能夠支援交通改善污染減量措施的評估
	Mobile-Taiwan	本土化計算車輛排放污染物	根據臺灣車輛使用狀況將 Mobile 5a 程式改寫成 Mobile-Taiwan 2.0	以臺灣地區本土之資料修改參數，減少模式結果誤差，應用於推估各縣市車輛排放係數

資料來源：本研究整理。

2.3.2 小結

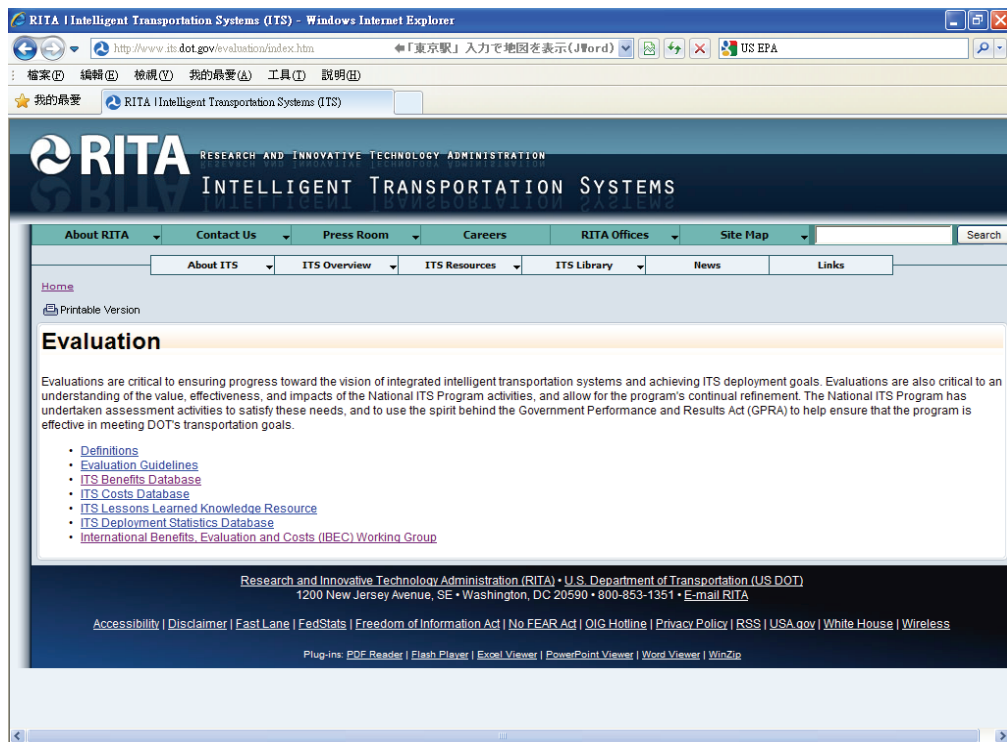
國內外 ITS 效益評估軟體大致可分為巨觀、中觀與微觀等 3 種型態，其中歸類於巨觀的 SCRITS 軟體雖可評估多種 ITS 策略，但屬於試算表式的分析工具，評估方式甚為粗略，IDAS 軟體評估的 ITS 策略多達 60 餘種，策略評估範圍甚為完整，且具有成本分析功能，可進行策略的投資效益分析，此為其他評估軟體不足之處；中觀或微觀軟體則屬於逐車、車隊的模擬型態，能夠得到個別車輛或車隊的詳細行駛行為紀錄，屬於路網細部的模擬，因此需要繁雜的路網建構與參數校估工作，大規模路網的 ITS 策略模擬較不適用。上述不同型態軟體之適用範圍有所差異，需視評估目的、路網範圍與評估策略的不同而採用適合的評估軟體。

2.4 國內外 ITS 節能減碳與成本效益資料庫

2.4.1 國外相關文獻

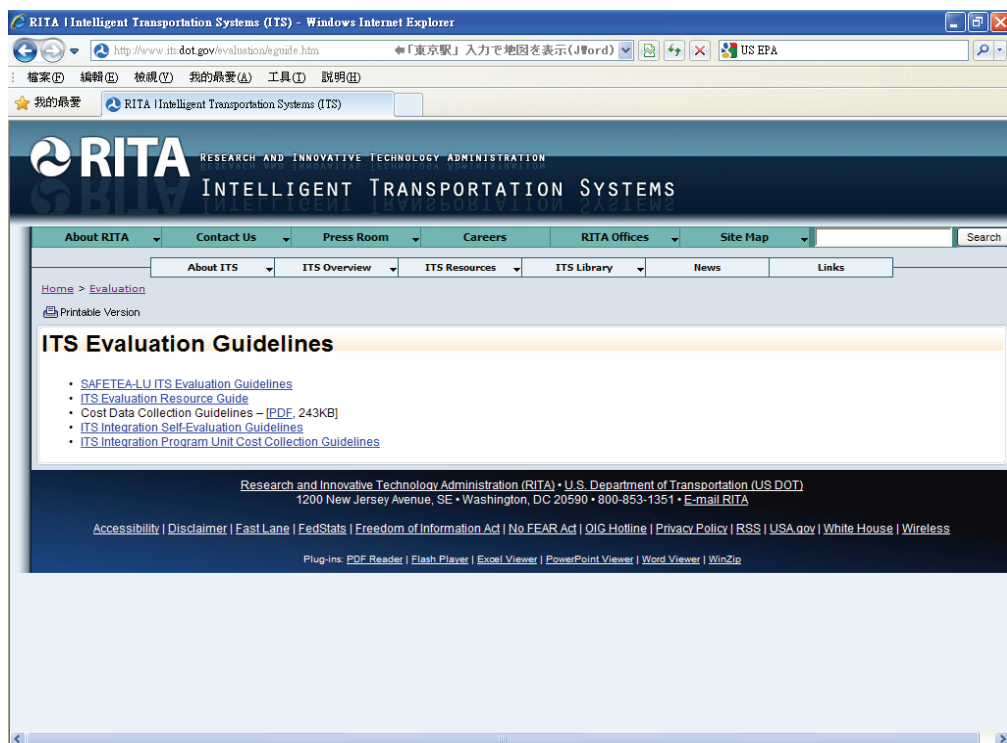
1. 美國 RITA 智慧型運輸系統評估資料庫

美國研究與創新科技署建立的 ITS 評估資料庫，主要包括：定義 (Definitions)、評估準則 (Evaluation Guidelines)、效益資料庫 (ITS Benefits Database)、成本資料庫 (ITS Costs Database)、經驗學習 (ITS Lessons Learned Knowledge Resource)、建置統計 (ITS Deployment Statistics Database)、IBEC 工作小組 (International Benefits, Evaluation and Costs (IBEC) Working Group) 等 7 個部分。各部分網頁如圖 2.4.1~圖 2.4.4 所示，分別描述如下：



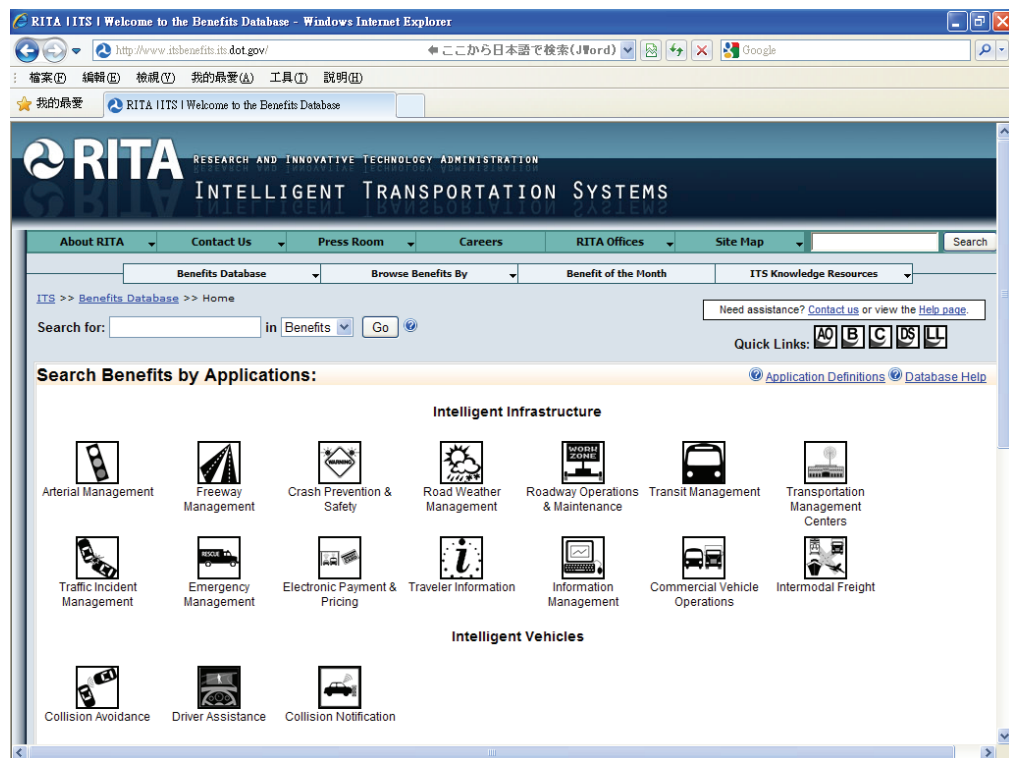
資料來源：美國運輸部研究與創新科技署(RITA)網站，
<http://www.its.dot.gov/evaluation/index.htm>，2011/1。

圖 2.4.1 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫首頁



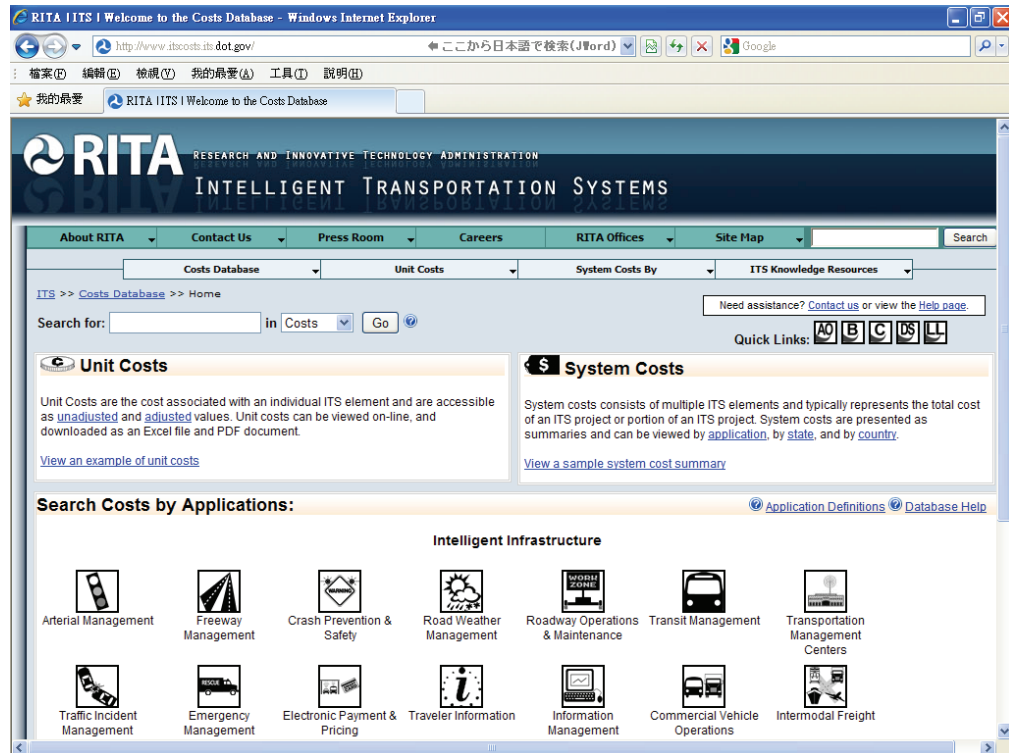
資料來源：美國運輸部研究與創新科技署(RITA)網站，
<http://www.its.dot.gov/evaluation/eguide.htm>，2011/1。

圖 2.4.2 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-準則部分



資料來源：美國運輸部研究與創新科技署(RITA)網站，
<http://www.itsbenefits.its.dot.gov/>，2011/1。

圖 2.4.3 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-效益部分



資料來源：美國運輸部研究與創新科技署(RITA)網站，
<http://www.itscosts.its.dot.gov/>，2011/1。

圖 2.4.4 美國運輸部研究與創新科技署 ITS 評估資料庫-成本部分

(1)定義(Definitions)

主要內容在於說明 ITS 評估工作係符合政府績效與成果行動法案(GPRA, Government Performance and Results Act)而進行，蒐集計畫成果為 ITS 整合建置的數量，範圍涵蓋全國 50 個州、75 個大型都會區、商車營運(Commercial Vehicle Operations)、30 個中型城市、30 個觀光城市，並係依據 ITS 策略目標而進行成果評估工作，包括安全性(Safety)、移動性(Mobility)、效率性(Efficiency)、生產力(Productivity)、能源與環境(Energy and the Environment)、顧客滿意度(Customer Satisfaction)等，以及進行與目標族群的溝通。

(2)評估準則(Evaluation Guidelines)

主要內容在於提供 5 種評估準則作為參考依據，包括：

- ①SAFETEA-LU ITS Evaluation Guidelines
- ②ITS Evaluation Resource Guide
- ③Cost Data Collection Guidelines
- ④ITS Integration Self-Evaluation Guidelines
- ⑤ITS Integration Program Unit Cost Collection Guidelines

(3)效益資料庫(ITS Benefits Database)

主要內容可依照應用領域而進行分類，並可搭配目標、地區而進行資料搜尋。其中，應用領域類別概分為智慧型基礎設施(intelligent infrastructure)、智慧型車輛(intelligent vehicles)等兩部分；智慧型基礎設施應用包括：幹道管理(Arterial Management)、高速公路管理(Freeway Management)、碰撞預防與安全(Crash Prevention & Safety)、道路天候管理(Road Weather Management)、道路營運與維護(Roadway Operations & Maintenance)、轉運管理(Transit Management)、運輸管理中心(Transportation Management Centers)、交通事件管理(Traffic Incident Management)、緊急管理(Emergency Management)、電子收付費(Electronic Payment & Pricing)、旅行資訊(Traveler Information)、資訊管理(Information Management)、商車營運(Commercial Vehicle Operations)、貨運轉運(Intermodal Freight)等 14 種；智慧型車輛應用包括：防撞(Collision Avoidance)、駕駛輔助(Driver Assistance)、碰撞通知

(Collision Notification)等 3 種。目標類別概分為安全性、移動性、效率性、生產力、能源與環境、顧客滿意度等 6 種。地區類別係以美國各州、其他國家進行分類。

各計畫效益網頁內容包含摘要(如計畫概述、評估方式、效益結果等)、計畫成本、資料來源、應用領域及效益目標等。

(4)成本資料庫(ITS Costs Database)

可依照單位成本或系統成本進行搜尋，單位成本是蒐集各計畫成本後，統計出各設備之成本上下限，除成本外，還包括使用年限、建置成本、維運成本、設備描述等，如表 2.4-1 之範例所示；系統成本則將各計畫成本由單一網頁顯示，顯示系統各部分成本，如表 2.4-2 之範例所示。

表 2.4-1 美國 RITA ITS 評估資料庫之單位成本範例

Unit Cost Element	Life Years	Capital Cost \$K, 2009 Dollars (Source Year)	O&M Cost \$K/year, Dollars (Source Year)	Description
Inductive Loop Surveillance on Corridor	5	2 - 6 (2001)	0.3 - 0.5 (2005)	Double set (four loops) with controller, power, etc.
Inductive Loop Surveillance at Intersection	5	7.5 - 13.3 (2005)	0.8 - 1.2 (2005)	Four legs, two lanes per approach.

資料來源：美國 RITA 網站 Equipment Costs for Roadside Detection (RS-D)網頁
[http://www.itscosts.its.dot.gov/ITS/benecost.nsf/SubsystemCostsAdjusted?ReadForm&Subsystem=Roadside+Detection+\(RS-D\)](http://www.itscosts.its.dot.gov/ITS/benecost.nsf/SubsystemCostsAdjusted?ReadForm&Subsystem=Roadside+Detection+(RS-D))

表 2.4-2 美國 RITA ITS 評估資料庫之系統成本範例

Budget Item	Capital Cost
TMC PS&E (Plans, Specs. & Engineering) / Construction support (10%)	\$125,509
TMC Construction	\$1,255,089
Generator and Uninterrupted Power Supply	\$150,000
Video Wall	\$175,000
TMC Phones	\$4,650
TMC console	\$59,000
Office Furniture	\$22,400
Sub-Total TMC	\$1,805,048

資料來源：美國 RITA 網站 Lake County, Illinois TMC 系統成本網頁
<http://www.itscosts.its.dot.gov/its/benecost.nsf/SearchCosts?SearchView&Query=TMC&Start=1&Count=10&SearchFuzzy=FALSE&SearchWV=TRUE>

(5)經驗學習(ITS Lessons Learned Knowledge Resource)

主要內容可依照經驗學習內容而進行分類，並可搭配目標、地區而進行資料搜尋。其中，經驗學習內容區分為營運(Operations)、政策與規劃(Policy & Planning)、設計與建置(Design & Deployment)、領導與夥伴關係(Leadership & Partnerships)、補助(Funding)、技術整合(Technical Integration)、採購(Procurement)、法令問題(Legal Issues)、人資(Human Resources)等 9 種。目標類別概分為安全性、移動性、效率性、生產力、能源與環境、顧客滿意度等 6 種。地區類別係以美國各州、其他國家進行分類。

(6)建置統計資料庫(ITS Deployment Statistics Database)

主要內容係依照應用領域或地區(州或都會區)而進行分類，應用領域分類概分為幹道管理(Arterial Management)、高速公路管理(Freeway Management)、轉運管理(Transit Management)、大眾安全執法(Public Safety (Law Enforcement))、大眾安全消防救援(Public Safety Fire Rescue)、電子收費(Electronic Toll Collection)、都會區規劃組織(Metropolitan Planning Organization)、碰撞預防與安全(Crash Prevention & Safety)、營運與維護(Operations & Maintenance)、陸面運輸天候(Surface Transportation Weather)、交通管理(Traffic Management)、旅行

資訊(Traveler Information)等 12 種。地區則依各州或都會區之系統建置數量進行統計，圖 2.4.5 為各都會區 2007 年的號誌化路口統計。

2007 Metropolitan Summary

View 2004 Data

View 2005 Data

View Agency Summary

View 2006 Data

[Click here to show all metropolitan areas surveyed](#)

Click on a hyperlinked column header to sort the data by the column value.

Metropolitan Area	State	Number of Agencies Surveyed / Returned Survey	Number of Agencies with Technology	Signalized Intersections		
				Under Closed Loop or Central System Control	Total Operated	Percent
Albany, Schenectady, Troy	NY	5 / 3	3	116	436	27%
Albuquerque	NM	3 / 3	3	523	693	75%
Allentown, Bethlehem, Easton	PA	2 / 1	1	64	111	58%
Asheville	NC	2 / 2	2	93	573	16%
Atlanta	GA	10 / 8	6	2821	6099	46%
Austin	TX	1 / 1	1	665	842	79%

圖 2.4.5 美國 RITA ITS 評估資料庫之系統建置數量統計範例

(7) 國際成本效益評估工作小組(International Benefits, Evaluation and Costs (IBEC) Working Group)

國際成本效益評估工作小組 (IBEC, International Benefits, Evaluation and Costs Working Group)係一合作式的工作團體，主要工作在於整合並促進相關的國際活動，交換相關資訊與技術、以及評估 ITS 成本效益，並藉由知識與經驗交流，而有效運用 ITS 評估資訊，以提供 ITS 投資決策之參考。依據 IBEC 彙整資料，目前可供參考的各國 ITS 評估手冊或準則，包括：

- ①ITS Evaluation Resource Guide (online) (美國運輸部)
- ②FESTA (Field Operational Test Support Action) Handbook Version 2 (2008) (歐盟)
- ③Transport Canada's ITS Evaluation Framework (2008) (加拿大)
- ④Euro-Regional Projects Evaluation - Summary (2003) (歐盟)
- ⑤Finnish R&D Program on ITS Infrastructure (FITS)'s Guidelines for the Evaluation of ITS Projects (2002) (芬蘭)

3. 英國運輸部(DfT, Department of Transport)ITS 工具包(Toolkit)

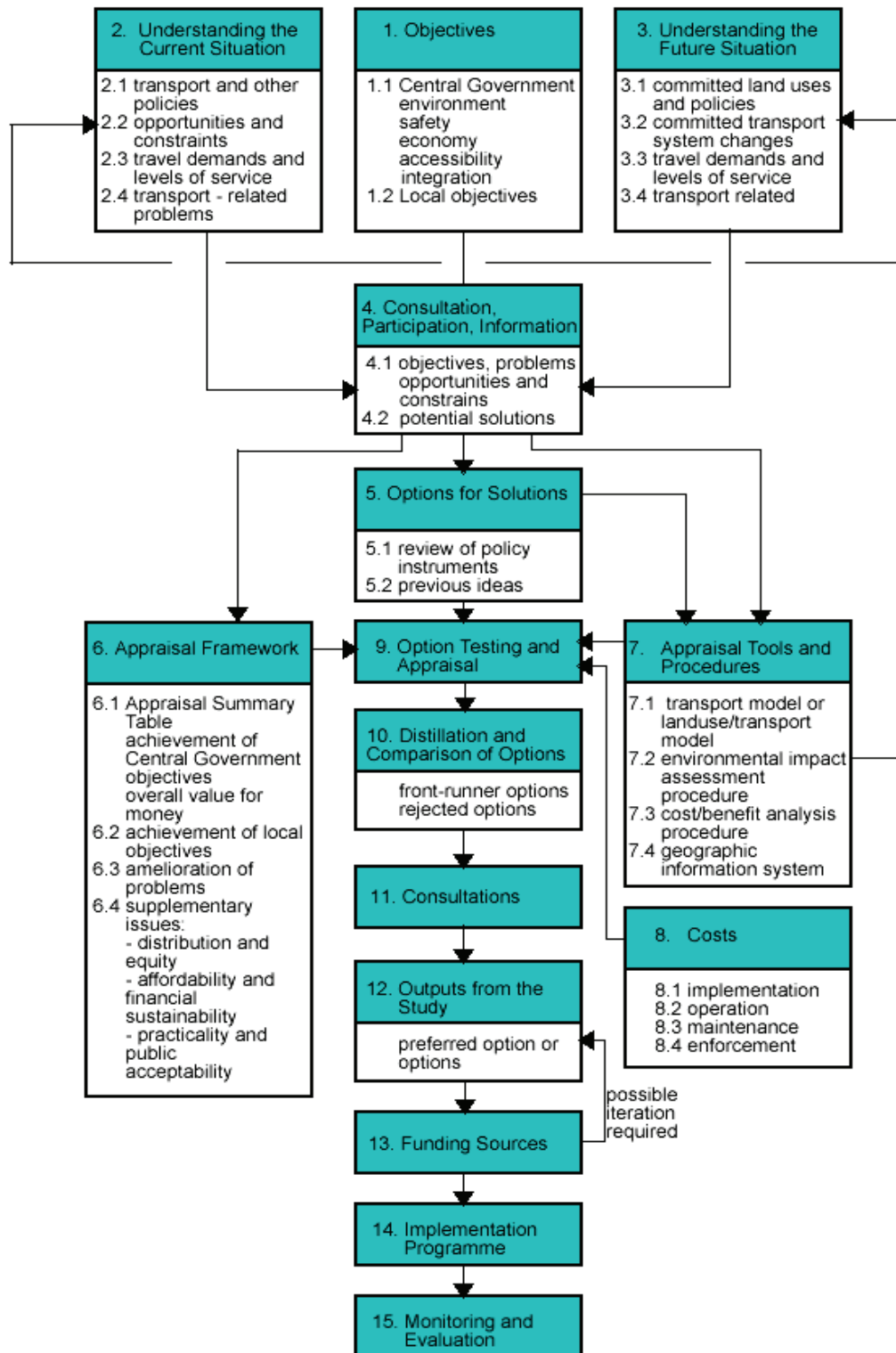
英國運輸部 ITS 工具包(Toolkit)乃藉由與傳統作法比較的方式，輔助運輸規劃師與工程師於選擇適合的 ITS 工具，以納入運輸規劃與投資的商

業投資，支援運輸部對於運輸研究(TAG Guidance)的指導，運輸研究指導則提供可能解決運輸問題的政策工具的 15 項評估步驟，如圖 2.4.6。

ITS 工具包的主要內容包括：手冊(Handbook)、使用導引(How To Use The Guide)、通用諮詢(Generic Advice)、工具目錄(ITS Tool Directory)、案例研究(Case Studies)、結果回饋(Feeding Back Results)、結果摘要(Digest of Results)等 7 個部分，分別說明如下：

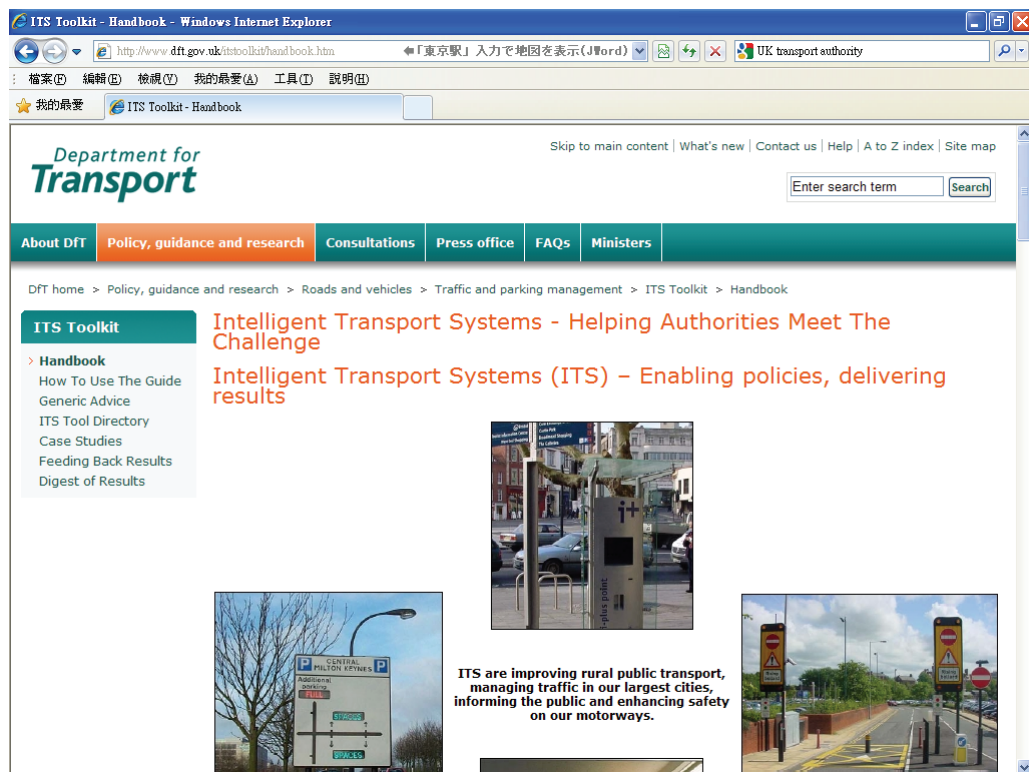
(1)手冊(Handbook)，主要說明事項包括：①什麼是 ITS；②ITS 的作用；③為何利用 ITS；④ITS 的效益；⑤如何於運輸規劃程序導入 ITS；⑥如何確保 ITS 工具獲得應有的考量；⑦運輸規劃師與工程師如何使用工具箱，如圖 2.4.7。

(2)使用導引(How To Use The Guide)，主要在於說明 15 個使用步驟(圖 2.4.6)，包括：①決定目標(Objectives)；②了解現況(Understanding the current situation)；③了解未來狀況(Understanding the future situation)；④諮詢、參與、資訊(Consultation, participation, information)；⑤解決方案選項(Options for solutions)；⑥評估架構(Appraisal framework)；⑦評估工具與程序(Appraisal tools and procedures)；⑧成本(Costs)；⑨替選方案測試與評估(Options testing and appraisal)；⑩替選方案萃取及比較(Distillation and comparison of options)；⑪諮詢(Consultation)；⑫研究成果(Outputs from the study)；⑬資金來源(Funding sources)；⑭執行程序(Implementation procedures)；⑮監督與評估(Monitoring and evaluation)。



資料來源：英國運輸部網站，<http://www.dft.gov.uk/its toolkit/how-to-use-the-guide.htm>

圖 2.4.6 英國運輸部 ITS 政策評估步驟



資料來源：英國運輸部網站，<http://www.dft.gov.uk/itstoolkit/handbook.htm>

圖 2.4.7 英國運輸部 ITS 工具包-手冊部分

(3)通用諮詢(Generic Advice)，主要在於提供關於選擇 ITS 工具並導入於運輸計畫的建議，支援運輸部既有關於運輸評估的運輸分析指導(TAG, Transport Analysis Guidance)，提醒尋求資金補助的使用者需配合最新版的運輸部指導文件，考量 2009 年提出的 4 項國家運輸目標(National Transport Goals)，以及私部門參與計畫、系統設計、團隊組成、關鍵成本趨力、關鍵風險、成本極小化與效益最大化、監督的要求、建置的成本效益評估、呈現評估成果給決策者等相關事項。

(4)工具目錄(ITS Tool Directory)，主要作法在於透過工具目錄的樹狀決策方式，由使用者連結決策目標與 ITS 工具，而獲得關於 ITS 工具的詳細輔助資訊。輸入選項包括：選擇多重目標(Select Multiple Objectives)、顯示樹狀(Show the tree view)、目標(Objective)、次目標(Sub-Objective)、機制(Mechanism)、工具(Tool)等，輸入之後即會顯示相關的 ITS 工具內容說明，包括：工具目標(Tool Objectives)、工具描述(Tool Description)、整合系統(Integrated Systems)、關鍵成本趨力(Key Cost Drivers)、成本(Costs)、效益(Benefits)、監督(Monitoring)，本工具包之 ITS 決策樹詳如附錄六。

(5)案例研究(Case Studies)，主要在於蒐集特定的 ITS 計畫內容，由於個別
的 ITS 計畫涵蓋多種 ITS 工具，因而可作為呈現透過 ITS 建置而滿足運
輸目標與成本效益評估的代表案例。

(6)結果回饋(Feeding Back Results)，主要作用在於為了促使 ITS 工具的規
範與採購更容易，英國運輸部希望各地方主管機關能夠評估本身計畫，
並分享評估結果的資訊，以充實 ITS 工具包的資訊內容。

(7)結果摘要(Digest of Results)

點選所希望查詢的 ITS 工具類型，即可看到各地區提報的此一類
型效益，彙整的工具類型包括：進入控制(Access Control)、適應性交通
號誌控制(Adaptive Traffic Signal Control)、資產管理資料庫(Asset
Management Databases)、擁擠資訊廣播(Broadcast Congestion
Information)、停車與路側保全(Car Park & Roadside Security)、通用資料
庫(Common Databases)、資訊蒐集與監測(Data Collection &
Monitoring)、專用道執法(Dedicated Lane Enforcement)、需求反應管理
(Demand Responsive Management)、緊急車輛優先(Emergency Vehicle
Priority)、環境的交通管理(Environmental Traffic Management)、貨運與
車隊管理(Freight & Fleet Management)、事件偵測(Incident Detection)、
智慧型道路標線(Intelligent Road Markings)、車道控制(Lane Control)、
多重運具旅運規劃(Multimodal Trip Planning)、停車管理(Parking
Management)、停車付費系統(Parking Payment Systems)、乘客資訊系統
(Passenger Information Systems)、大眾運輸付費系統(Public Transport
Payment Systems)、大眾運輸優先(Public Transport Priority)、大眾運輸
保全(Public Transport Security)、匝道儀控(Ramp Metering)、紅燈監測
(Red Light Monitoring)、用路收費(Road User Charging)、路徑導引與導
航(Route Guidance & Navigation)、超速偵測(Speeding Detection)、資訊
可變標誌(Variable Message Signs)、速限可變(Variable Speed Limits)、車
輛觸動型標誌(Vehicle Activated Signs)、弱勢用路人輔助(Vulnerable
Road User Facilities)等 31 項。

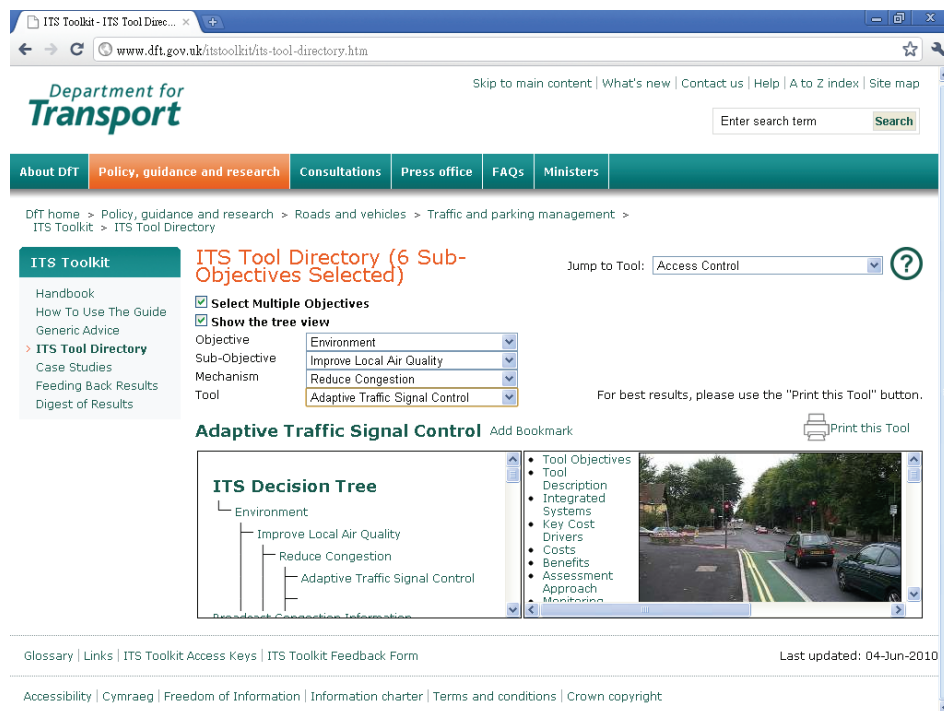
工具目錄下之政策目標主要可區分為五大類：安全、環境、效率、可
及性、整合。

- (1)安全：內含減少交通事故率、提昇事故存活率、公共運輸安全、路側安全等。
- (2)環境：內含改善空氣品質、減少溫室氣體排放、減少噪音、改善城市風貌、改善健康、改善旅程環境等。
- (3)效率：內含改善行車時間、提高可靠性、刺激革新(Stimulate Regeneration)等。
- (4)可及性(Accessibility)：降低因車流帶來之環境區隔(Reduce Severance)、改善大眾運輸價值、大眾運輸系統可及性
- (5)整合：改善運輸節點、連接到政府其他政策等。

利用工具目錄，可選擇政策目標與其次要目標，進而選擇相對應之機制，再從中選擇目前現有對應 ITS/交通措施，並可獲得以此 ITS/交通措施對應政策目標之簡述摘要內容，如圖 2.4.8 和 2.4.9 所示。

相對應的政策目標與其次要目標、對應機制與現有對應 ITS/交通措施，彼此之間從屬關係，如附錄五所示。

ITS 工具包亦提供著名案例研究之摘要說明，並標註相關個案分析之出處，如圖 2.4.10 所示。



資料來源：英國運輸部網站，<http://www.dft.gov.uk/its toolkit/its-tool-directory.htm>

圖 2.4.8 英國運輸部 ITS 工具包-工具目錄部分

The screenshot shows two browser windows. The left window displays the 'Department for Transport' ITS Toolkit homepage with navigation links like 'About DfT', 'Policy, guidance and research', and 'Consultations'. The right window shows the 'Combined Policy Matrix' for various ITS tools. Below the matrix, there is a section for 'ITS Tool Directory' with a tree view showing 'Environment' as the selected category.

Tool	Environment					
	Improve Local Air Quality	Reduce Greenhouse Gases	Reduce Noise	Improve Townscape	Improve Health	Improve Journey Ambience
Access Control	Yes	-	Yes	Yes	-	-
Adaptive Traffic Signal Control	Yes	Yes	-	-	-	-
Advanced Road Surface	-	-	Yes	-	-	-
Alter Parking Charges	Yes	Yes	-	-	-	-
Banning Vehicles	Yes	-	Yes	Yes	-	-
Broadcast Congestion Information	Yes	Yes	-	-	-	Yes
Build New Roads	Yes	-	Yes	Yes	-	-
Clean & Efficient Vehicles	Yes	Yes	-	-	-	-
Common Databases	Yes	Yes	Yes	Yes	-	-
Cycling Facilities	-	-	-	-	Yes	Yes
Data Collection & Monitoring	Yes	-	-	-	-	-
Dedicated Lanes	Yes	Yes	-	-	Yes	-
Environmental Traffic	Yes	Yes	Yes	Yes	-	-

資料來源：英國運輸部網站，<http://www.dft.gov.uk/itstoolkit/its-tool-directory.htm>

圖 2.4.9 英國運輸部 ITS 工具包-工具目錄部分(次目標選單)

The screenshot shows the 'Case Studies' section of the ITS Toolkit. It includes an introduction to the case studies, an overview of the schemes, and a table listing the case studies and the tools involved.

Case Study	Tools Involved				
Active Traffic Management	Car Park and Roadside Security	Data Collection and Monitoring	Incident Detection	Lane Control	Ramp Metering
	Speeding Detection	Variable Message Signs			
Centro Real Time Information	Freight & Fleet Management	Multimodal Trip Planning	Passenger Information Systems		

資料來源：英國運輸部網站，<http://www.dft.gov.uk/itstoolkit/case-studies.htm>

圖 2.4.10 英國運輸部 ITS 工具包-案例研究部分

2.4.2 國內相關文獻

1.運輸規劃整合資料庫

運輸規劃整合資料庫為運輸部門決策支援系統之核心，彙整本所既有之研究成果、資料庫與相關規劃工具箱資訊，同時結合與運輸議題相關之資訊系統，如國土資訊系統、經建會「政府公共建設計畫先期作業」交通次類別之相關審議資料。茲就整合資料庫建置架構說明如下：

整合資料庫建置之資訊，除提供單一整合查詢入口，給予查詢者一個完整且方便的運輸整合資料庫平臺，亦供一般查詢、分析應用外，資料庫之資訊需滿足運輸部門審議決策支援評估、輔助整體運輸發展評估作業、運輸部門發展展示之需求資料，因此，整合資料庫之建置係考量運輸規劃、展示、評估、審議所需之各項參數及可供研判之相關規劃支援資訊。

資料庫使用者可透過計畫資料庫了解計畫之內容及其執行狀況，並透過該計畫之指標，了解該計畫之相關指標，另可透過圖形資訊得知該計畫所在地之交通狀況、社經狀況等，而計畫資料在圖層資料上亦可呈現其區位，運輸需求模式、運輸諮詢、國土規劃及運輸相關政策資料庫提供計畫分析評估資訊，資料庫分類如圖 2.4.11 所示。

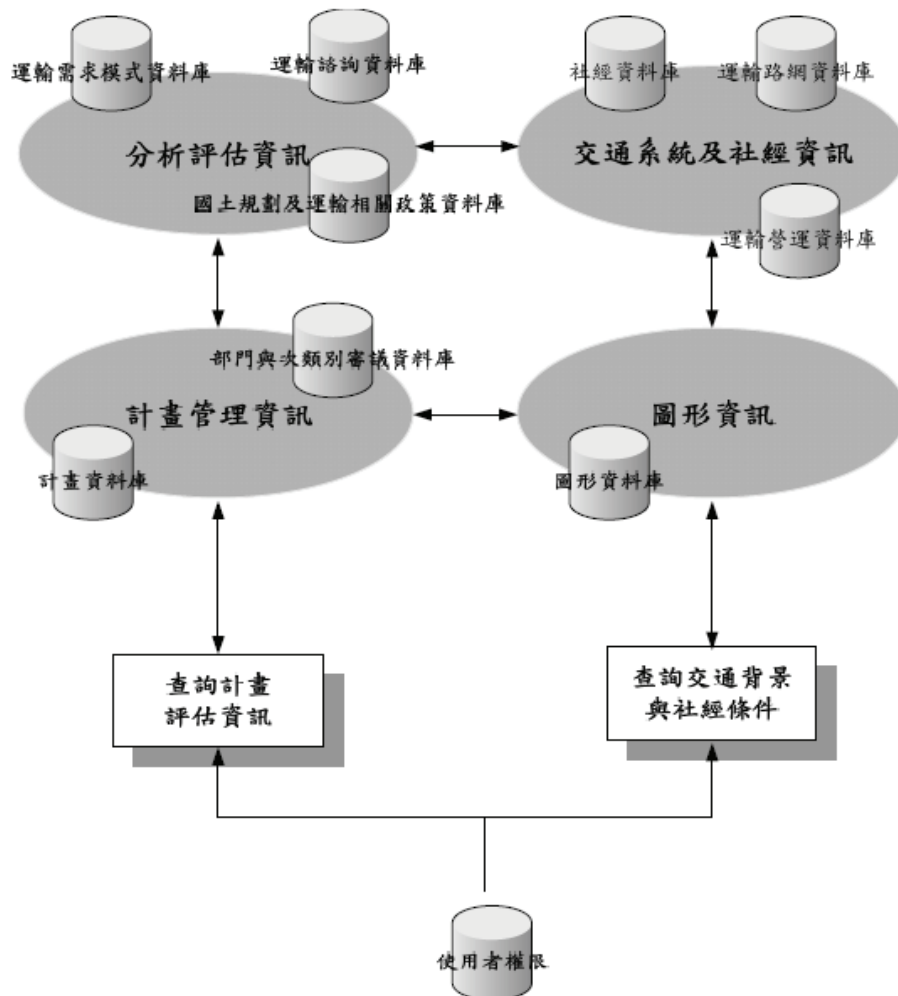
(1)資料庫建置內涵

- ①計畫管理資訊：提供計畫管理、計畫內容、期程及背景資訊。
- ②交通運輸及社經資訊：整合基礎背景環境資訊與運輸資訊。
- ③圖形資訊：空間展示之用，讓使用者迅速得知計畫所在位置之空間資訊，並了解與周遭相關設施之關係。
- ④分析評估資訊：整合政策資料、計畫審議評估資料、評估指標資訊，便利使用者了解相關指標成效。

(2)整合資料庫項目

- ①使用者權限管理資料庫
- ②計畫資料庫
- ③圖形資料庫
- ④社經資料庫

- ⑤運輸路網資料庫
- ⑥運輸營運資料庫
- ⑦運輸需求模式資料庫
- ⑧國土規劃及運輸相關政策資料庫
- ⑨部門與次類別審議資料庫
- ⑩運輸諮詢資料庫



資料來源：運輸部門中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫建置之研究(3/3)，本所 ITS 網站，<http://www.iot.gov.tw/mp.asp>，2009 年

圖 2.4.11 本所運輸規劃整合資料庫

2. 本所 ITS 網站

雖然目前我國尚未建立專門的 ITS 節能減碳與成本效益資料庫，但是本所已建立智慧型運輸系統網站並負責維運工作，如圖 2.4.12。網站資料

庫主要在於提供 ITS 簡介、國內 ITS 發展概況、ITS 相關網站、以及聯絡我們等 4 大類資訊內容，細項內容包括：ITS 定義、ITS 服務功能面內涵、應用對象與服務範圍、ITS 概念模式、為什麼要發展 ITS、ITS 願景與目標、九大服務領域、執行架構、本所 ITS 發展大事紀、綱要計畫、系統架構、發展現況、政府單位、國內交通資訊、公車動態資訊、學術單位、ITS 協會、ITS 報導及會議活動、國外交通資訊、國外官方及研究單位等類別的資訊。



資料來源：本所 ITS 網站，<http://www.iot.gov.tw/mp.asp>，2011 年 1 月

圖 2.4.12 本所 ITS 網站

2.4.3 小結

國內外不同 ITS 成本效益資料庫中，美國 RITA 資料庫蒐集過去 20 餘年美國及其他國家 ITS 計畫的成本與效益資料，並歸納許多重要計畫值得參考的經驗學習(Lessons Learned)供各界參考，以及提供美國國內各式評估準則作為參考依據，資料庫內容十分完整，對於各級 ITS 規劃單位助益甚大，可做為我國發展 ITS 成本效益資料庫的借鏡。而我國 ITS 九大領域中，許多建置計畫的效益評估資料尚稱完整(如 ATMS、ATIS 及 APTS)，但部分領域屬於私部門或是國內發展較為有限(如 CVOS、EPS、AVCSS 及 VIPS)，效益評

估資料較不完整或是取得資料困難，因此針對不同類型之 ITS 策略方案進行成本效益資料庫的規劃，將為本計畫主要課題之一。

2.5 國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估機制

2.5.1 國外相關文獻

1. 歐盟與日本聯合研究小組(EC-METI Task Force)

基於智慧型運輸系統有助於改善道路交通安全、運輸效率、以及降低環境衝擊的共識，歐盟資訊與媒體委員會(DG INFSO, Information Society and Media Directorate General)與日本經產省(METI, Ministry of Economy, Trade and Industry)於 2008 年 3 月在東京簽署合作協議，並以國際標準為目標，共同發展 ITS 節能減碳評估的方法論。

歐日雙方均認為發展方法論具有提昇道路運輸部門能源使用效率的價值，因而啟動一系列相關活動。第一步工作包括蒐集分析現行關於交通與排放模式建立的方法論與作法，希望提供後續相關行動方案進行研究時的方向參考索引。之後，於歐洲，歐盟已於 2006 年啟動「智慧車輛行動方案」(Intelligent Car Initiative)，並於 2008 年建立專案小組(EC-METI Task Force)，目標在於促使道路運輸更加安全、清潔、智慧。於日本，經產省已於 2008 年啟動五年期的 ITS 能源計畫，目標在於建立 ITS 效益評估的國際標準方法論。

為了建立通用的 ITS 效益評估方法論，透過歐盟及日本科學家共同參與而建立聯合研究小組(Joint Research Task Force)，並於 2009 年發行技術報告書，陳述研究結論與建議。未來後續，歐日雙方將評估各自區域內的現況，並收斂成為共同之作法，其中，歐盟著重於分析可用的方法論並確認需要填補的空隙，日本則著重於確認發展相關科技的時程。

目前聯合研究小組的歐盟成員已於 2009 年 3 月完成第一階段研究工作，並撰寫技術報告書作為討論基礎。該技術報告書摘述目前歐洲地區道路交通對於環境衝擊評估的方法論，討論微觀、中觀、巨觀交通模擬模式結合排放模式的應用方式，提供綠色 ITS 服務對於排放二氧化碳影響程度估計的可行作法摘述及適用性分析結論，指出既有方法論的缺點，並提出

未來研究的建議、以及可能達到統一評估作法的步驟。該技術報告書之主要內容包括：

- (1)彙整潛在中具有減少二氧化碳排放的 ITS 應用類型，並提供關於這些 ITS 應用影響評估的初步觀察。
- (2)檢視模式於評估二氧化碳排放的角色，描述常用的交通模式與排放模式，並確認優劣點、以及需要進一步改善的問題。
- (3)指出各種模式的資料需求，包括探偵車資訊。
- (4)確認主要議題，並指出既有方法論應用於需要精確、可靠評估 ITS 策略對於節能減碳評估的缺陷所在。
- (5)描繪未來歐日繼續共同合作的行動方案清單。

2.美國運輸部 RITA

美國運輸部研究與創新科技署(RITA, Research and Innovative Technology Administration)接受國會經費補助及監督，負責協調運輸部的研究計畫及促進跨領域科技建置，以改善全國的運輸系統，其任務在於協調運輸部的研究與教育計畫、致力於運輸系統導入先進科技、提供重要的運輸統計與分析、支援改善運輸相關領域的教育與訓練、以及確保運輸研究投資的產出符合人民利益。

RITA 組織架構如圖 2.5.1，轄下主要單位包括運輸統計局(Bureau of Transportation Statistics)、智慧型運輸系統聯合計畫辦公室(ITS Joint Program Office)、定位、導航與時制辦公室(Office of Positioning, Navigation and Timing)、研發與科技辦公室(Office of Research, Development and Technology)、運輸安全研究所(Transportation Safety Institute)、國家運輸系統研究中心(Volpe National Transportation Systems Center)等六個部門。

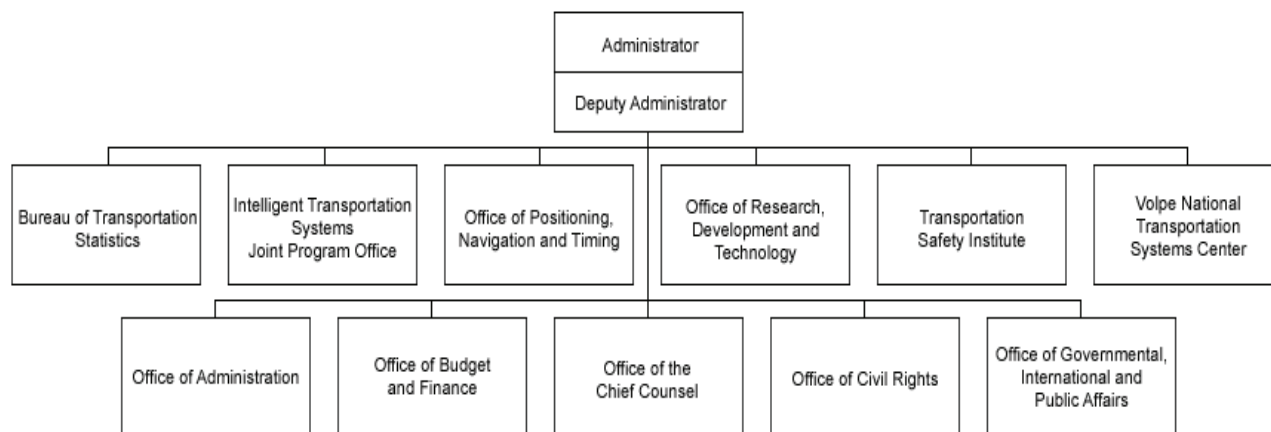


圖 2.5.1 美國運輸署 RITA 組織架構

RITA 的主要工作與執行方式，分別說明如下：

(1)主要工作

- ①協調、輔助及審核交通部的研發計畫與活動。
- ②促進創新科技，包括智慧型運輸系統。
- ③執行綜合性的運輸統計研究、分析及報告。
- ④提供運輸與相關領域的教育與訓練。
- ⑤彙整運輸部門重要的資料、研究與技術移轉資產，包括：
 - a.運輸統計局(Bureau of Transportation Statistics)的國家運輸圖書館(National Transportation Library)
 - b.智慧型運輸系統(Intelligent Transportation Systems)
 - c.定位、導航、時制(Positioning, Navigation and Timing)
 - d.大學運輸研究中心(University Transportation Centers)的研究、發展、科技(Research, Development and Technology)
 - e.運輸安全研究所(Transportation Safety Institute)
 - f.國家運輸研究中心(Volpe National Transportation Systems Center)
- ⑥提供智慧型運輸系統策略方向並監督運輸部的 ITS 計畫

(2)執行方式

RITA 在運輸部的主要協調機能乃藉由研發與技術規劃委員會(Research, Development and Technology (RD&T) Planning Council)進行

監督，此一諮詢委員會係由運輸部的運具行政主管組成，並由 RITA 行政主管擔任主席，透過在委員會的主導權，影響運輸部未來五年期的研發與科技策略計畫，並引導運輸部的研究議程。

運輸部獨立的營運行政部門基於職權及利益攸關者需求而持續進行研究，而前述的委員會工作則在於確保運輸部研究與科技計畫之整合性，以及符合策略目標，此工作乃由運輸部研究領導人員組成的研發與科技規劃小組來執行。小組工作項目主要包括：

- ①進行運輸研究計畫優先性的排序
- ②瞭解創新研發的空隙
- ③協調運輸部及運輸社群的研發與科技活動

3.英國運輸部評估小組(DfT Evaluation Team)

英國運輸部評估小組隸屬於運輸分析與經濟首長管轄的社會研究與評估部門(Social Research and Evaluation division)，任務在於發展並執行運輸部的評估策略，工作範圍廣泛地涵蓋策略與跨政策的領域。

(1)主要工作及執行方式

- ①執行運輸策略評估並檢視既有佐證資料

此項工作在於主導進行重要運輸策略的跨領域評估工作，涵蓋運輸影響程度、以及其進行的過程，以了解不同的運輸策略如何獲致成效，並檢視分析後的佐證資料，確保既有佐證資料可用於支援運輸決策。同時，該評估小組成員與運輸部的政策規劃、分析同僚合作，以確保藉由運輸評估所獲得的學習經驗可用於運輸決策過程。

- ②編製評估指導文件

此項工作在於提供評估建議給運輸部同僚與地方機構，以作為設計並執行計畫的參考；小組本身則設計評估文件，以提供給某些提出困難挑戰的特定性創新或複雜運輸計畫使用，例如道路收費、更佳利用既有運輸能量等類型計畫評估的指導。

- ③發展創新性的評估方法

與外部的評估專家合作改善運輸評估方法論，以確保政策評估工作更佳地執行，並更有效地利用佐證資料於評估與政策執行上。

④進行運輸策略評估的溝通工作

鑒於運輸策略評估工作包括許多參與者，包括運輸部、地方機構、評估者、運輸工程師與規劃師，以及廣泛的大眾，評估小組溝通並傳達關於目前運輸評估工作最佳的執行內容、運輸部的評估要求，以及運輸評估產生的最新佐證資料，並將資訊公告於網站上。

(2)評估要求、指導、以及架構

英國運輸部評估小組已撰寫指導文件，以協助地方主管機關與評估工作執行者評估地方主要的運輸計畫，其中某些運輸計畫基於特殊原因，有其替代的、或甚至更加細緻化的評估要求。相關的主要運輸計畫與一般指導包括：

①主要的運輸計畫評估要求(Major transport schemes evaluation requirements)(2010)

要求所有主要計畫都應該提出評估工作進行方式的大綱，目前對於地方主管機關的指導文件概述了運輸部的評估要求，以及應該內含於主要計畫委託案中的評估工作內容。

②主要運輸計畫評估指導(Major transport scheme evaluation guidance)(2010)

此文件係運用於支持地方主管機關對於主要運輸計畫評估工作。

③運輸衝擊評估指導(Guidance for transport impact evaluations)(2010)

此文件功能在於提供地方主管機關及其他評估工作執行者關於適當的評估工作設計步驟。

④邏輯對應提示與技巧指導(Logic mapping: hints and tips guide)(2010)

此項實用的文件係設計用於提供提示與技巧給決策者、評估工作執行者、地方主管機關、夥伴組織，以便於執行邏輯對應工作，並作為運輸衝擊評估指導的輔助文件。

2.5.2 國內相關文獻

1.運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立

(1)研究期間：96~98 年

(2)主辦單位：本所

(3)研究背景及目標

運輸部門溫室氣體排放是相關減量策略執行前後成效檢核評估的重要依據，由於自然環境的改變及相關減量措施之執行，使得溫室氣體排放情形呈動態改變狀態。為有效掌握溫室氣體排放狀況，建置溫室氣體排放資料庫有其必要性。過去運輸部門在溫室氣體減量成效有限，主要受到人口、生活水準及經濟活動等「不可逆」因素所影響，有鑑於未來運輸部門將是驅動全球溫室氣體排放的主力之一，為有效管理運輸能源使用效率，有必要掌握國際發展趨勢、調查及推估國內運輸部門溫室氣體排放、在不同減量情境下規劃運輸部門之試行計畫，以作為政策決策評估之參考依據。

環保署雖規劃每三年進行一次全國排放量更新工作，惟資料的蒐集主要係應用於一般空氣污染物管制成效的評估及管制策略規劃，對於發展運輸部門能源消耗與運輸規劃整合模式而言，並未深入發展建置。而本所過去雖亦也辦理「運輸部門能源及溫室氣體減量潛力分析與因應策略」(94年)、「智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(93~94年)」等計畫，但囿於經費，對建立運輸部門溫室氣體排放資料庫仍僅止於初步的機制規劃。

因此，此系列研究係賡續本所辦理「2005年全國能源會議」所規劃運輸部門節能及溫室氣體減量行動方案，進一步落實相關運輸能源基本資料庫的建立與擴充，以補足以往未充分掌握之能源消耗、污染排放等參變數資料，俾求評估體系之完整性，屬基礎研究之一。

(4)主要研究內容與成果

①探討運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響(96年)

a.蒐集及研析各主要國家對於運輸部門溫室氣體之減量發展近況

(a)京都議定書附件一國家至少包括：歐盟國家(德國及英國)、日本、美國。

(b)京都議定書非附件一國家至少包括：中國、新加坡、韓國。

b.運輸部門之溫室氣體排放量調查及推估

(a)檢討確認運輸部門溫室氣體清冊盤查之方法及程序。

- (b)統計運輸部門溫室氣體排放之清冊(至少至 2006 年)。
 - (c)推估未來運輸部門之溫室氣體排放量(至少至 2025 年)。
 - (d)建立基線建立、彙整交流之資料庫及網頁。
 - (e)檢討建立車隊盤查程序並篩選大型車隊進行盤查之試行。
 - c.現行運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響
 - (a)國內現行運輸部門溫室氣體減量措施與策略檢討。
 - (b)與國外運輸部門溫室氣體減量措施及策略之比較。
 - (c)探討行政院 2006 年 9 月通過之「溫室氣體減量法」中，對運輸部門溫室氣體排放減量策略規劃與推動事項，對運輸部門之衝擊及因應策略與作法。
 - d.規劃我國未來運輸部門之溫室氣體減量具體行動方案
 - (a)依不同情境假設進行策略分析，包括 Business as Usual(BAU)、Annex-I party style、post Kyoto 等可能減量情境。
 - (b)依不同減量技術、運輸管理策略、經濟工具等進行策略分析。
 - e.建立減量量化指標及成本效益分析
- ②建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制(97 年)
- a.建立運輸部門溫室氣體排放清冊盤查之方法及程序

建立運輸部門溫室氣體排放清冊盤查之方法及程序，主要工作包括調整修正盤查指引手冊、確認本年度盤查執行對象、建立車隊盤查查證程序、建立盤查所需之溫室氣體排放推估工具軟體，再檢討相關盤查登錄與查驗標準等相關機制並提出建議。
 - b.進行車隊溫室氣體盤查

執行車隊溫室氣體盤查工作，首先召開盤查說明及訓練輔導會議，協助車隊提報盤查資料，並進行盤查資料的彙整及 CO₂ 排放統計分析，規劃建議資料查驗與相關制度。
 - c.持續進行運輸部門溫室氣體排放清冊資料庫之更新建立

更新推估運輸部門溫室氣體排放資料，將資料更新至運輸部門溫室氣體排放查詢網頁，並製作運輸部門溫室氣體排放更新推估手冊供後續推估參考。

d.運輸部門行動方案執行成果檢討及因應策略研擬

(a)行動方案執行成果提報網頁檢討修正：檢討修正第 1 年已建置之行動方案提報網頁。

(b)彙整各單位填報資料，進行資料整合分析：配合交通部需要，適時提供相關議題之諮詢與評估分析，並檢討研擬因應達成減量目標之策略。

e.檢討未來運輸部門溫室氣體排放量推估方法：彙整國內外運輸部門成長預測相關文獻，檢討國內運輸部門成長預測所採用之方法並提出建議。

f.運輸部門因應氣候變遷之調適策略規劃：彙整國際運輸部門調適策略文獻，規劃國內運輸部門調適策略。

g.國外運輸部門節能及溫室氣體減量推動現況之參訪與資料蒐集：透過參加國際相關研討會，蒐集掌握國際最新趨勢資訊資料，並彙整其執行經驗。

③建立運輸能源效率指標與運輸能源成長預測模式(98 年)

a.辦理運輸部門能源消耗與溫室氣體排放資料之蒐集

(a)蒐集鐵路、航空及水運能源消耗與溫室氣體排放資料。

(b)繼續進行客貨運對象之能源消耗與溫室氣體排放資料之蒐集。

(c)進行鐵路、航空及水運相關資料調查輔導。

(d)國內運輸部門自願減量計畫策略推動之探討及規劃。

b.持續進行運輸部門溫室氣體排放清冊資料庫之更新建立

(a)運輸部門溫室氣體排放之更新推估統計(97 年)：結合應用前 2 年能源計畫建立相關參數。

(b)建置維護運輸部門溫室氣體排放查詢網頁。

c.回顧國內外能源模型，並探討與運輸規劃模式整合的可行性，進一步檢討從能源技術與總體經濟面，規劃如何開發與應用運輸系統節能減碳政策評估工具，以做為未來評估我國運輸部門溫室氣體減量目標與因應策略之參考。

d.運輸部門行動方案執行成果檢討及因應策略研擬

(a)配合第三次全國能源會議之召開，彙整及檢討行動方案之執行成效。

(b)檢討研擬因應達成減量目標之策略

e.運輸能源成長預測模式之建立

(a)國內外常用成長預測模式文獻彙整及比較。

(b)國內幾種常用模式輸入參數及與交通運輸模式結合應用之檢討。

(c)篩選可行之能源經濟模型結合交通運輸模式進行成長預測模擬分析。

(d)健全成長預測模式所需相關參數或模組建立相關需求規劃。

f.建立運輸能源效率指標

(a)國外常用運輸能源效率指標文獻彙整。

(b)國內運輸能源效率指標應用檢討。

(c)檢討建立國內適用之各類運具、措施(計畫)或區域型之能源效率指標。

g.國內外運輸部門節能及溫室氣體減量推動現況之參訪與資料蒐集

(a)參加國際相關研討會，掌握國際最新趨勢資訊。

(b)辦理國內專家學者座談會兩場，針對研究相關課題徵詢意見並凝聚共識。

2.運輸部門中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫建置之研究

(1)研究期間：96~98 年

(2)主辦單位：本所

(3)研究目的

運輸系統包括公路、軌道、港埠及航空等類別，各類別建設間具有競爭關係，亦有相輔相成的效果。由於政府財政日益緊縮，為避免重複投資，必須對於個別建設計畫間及次類別建設計畫間的競合加以分析探討，故有必要建立整體評估模式，支援辦理運輸部門中長程公共建設發展作業，以確實掌握運輸系統未來之發展方向，並提高整體資源分配效益。

本計畫之主要目的有三：

- ①規劃建置運輸規劃整合資料庫支援整體運輸發展評估作業
- ②配合國家政策及國土發展方向，支援整體運輸發展藍圖規劃之相關作業事宜
- ③規劃建置運輸部門中長程計畫審議決策支援系統

運輸系統各類別建設間具有競爭關係，必須就個別建設計畫間及次類別建設計畫間的競合加以分析探討，透過運輸部門審議決策支援系統之開發，可提高整體資源分配效益。

運輸部門審議決策支援系統之功能，包括：(1)建置「運輸規劃整合資料庫」，滿足運輸部門決策支援之需求；(2)開發「運輸部門發展展示系統」，具備運輸發展藍圖展示及製作規劃所需圖表功能；(3)支援「整體運輸發展評估作業」；(4)輔助「中長程計畫審議決策支援」分析功能。

(4)主要成果

①第一期主要工作成果

- a.研提整合資料庫主要架構
- b.探討運輸部門中長程計畫審議作業方式
- c.研擬決策系統主要架構及系統雛形
- d.完成運輸部門發展藍圖展示系統雛形

②第二期主要工作成果

- a.運輸規劃整合資料庫建置—完成其中 6 項資料庫建置作業，另計畫資料庫、諮詢資料庫、政策及資源分配等 3 資料庫將配合第 3 年系統開發工作完成建置。
- b.完成運輸部門發展展示系統開發，包括運輸發展藍圖展示系統、運輸規劃圖展示及出圖作業系統。
- c.開發整體運輸發展評估作業機制平台—依「國家永續發展之城際運輸需求模式研究」為基礎，輔以本研究所建置之「運輸地理資訊系統」、「永續指標標準化作業平台」，計算以永續發展理念為導向之相關指標，輔助整體運輸發展評估作業與計畫策略分析。

d.開發計畫審議決策支援系統—此計畫審議決策支援系統包括「部門與次類別審議模組」、「個案建設審議模組」、「年度概算審議模組」之作業流程與機制。本年期已完成系統基礎功能開發及計畫審議功能中之「年度概算審議模組」。

③第三期主要成果

主要工作項目包括(1)持續城際運輸資料庫維護與更新；(2)完成階段性整合型資料庫建置；(3)完成中長程計畫審議的決策支援系統；(4)配合進行個別政策方案的模擬與檢討。

所建立完成之系統涵蓋「運輸規劃整合資料庫」、「運輸部門發展展示系統」、「整體運輸發展評估作業」以及「中長程計畫審議決策支援」等子系統。透過建置運輸部門中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫，掌握國內運輸系統未來之發展方向，提高運輸部門整體資源使用效率，對於支援整體運輸發展評估作業、整體運輸發展藍圖規劃、計畫審議決策支援相關作業等有相當助益。

3.我國運輸部門中長程計畫審議制度

本節探討運輸部門計畫審議決策支援系統之審議對象，確認本系統界定支援審議決策的計畫類別與對象，作為系統建構基礎。依據「行政院所屬各機關施政績效管理要點(98.4.17)」指出，中程施政計畫係指各機關依其職掌，擇定施政重點及關鍵策略目標，訂定未來4年之綜合策略計畫；而依據「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點(98.9.30)」中之定義，「中長程個案計畫」係包含長程個案計畫(期程超過6年之個案計畫)及中程個案計畫(期程為2至6年之個案計畫)。

茲就中長程計畫制度運作流程、部門中長程計畫相關作業規定，說明如下：

(1)中長程計畫制度運作流程

為確認運輸部門計畫審議決策支援系統之審議支援標的，有必要先行探討我國中長程計畫制度之運作架構，確認運輸部門在整體制度中的角色，以釐清本審議決策支援系統支援的計畫範疇。依據我國中程施政計畫制度，並參酌先進國家公共建設經費籌編制度之優點，歸納中長程施政制度之運作流程如圖 2.5.2。於圖示制度架構下，國家中

長程財政規劃與年度預算分配、國家施政目標、衡量指標與施政計畫、以及部門層級的施政目標、衡量指標與施政計畫之間，呈現清楚的分工架構。

運輸部門於中程施政計畫制度中，上承國家級的政策、目標、計畫、方針之指導，在預期獲配的預算額度內，研擬部門中程施政計畫，並依據中程施政計畫之規劃，分年度研擬年度施政計畫，編列預算落實部門的個案計畫，同時，每年評估檢討計畫執行績效，滾動檢討施政計畫。

(2)部門中長程計畫相關作業規定

運輸部門中長程計畫相關之作業規定，包括：

- ①中央政府中程計畫預算編製辦法
- ②行政院所屬各機關施政績效管理要點
- ③行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點
- ④行政院所屬各機關中程施政計畫(99 年度至 102 年度)及 99 年度施政計畫編審作業注意事項
- ⑤政府公共建設計畫先期作業實施要點
- ⑥政府公共工程計畫與經費審議作業要點

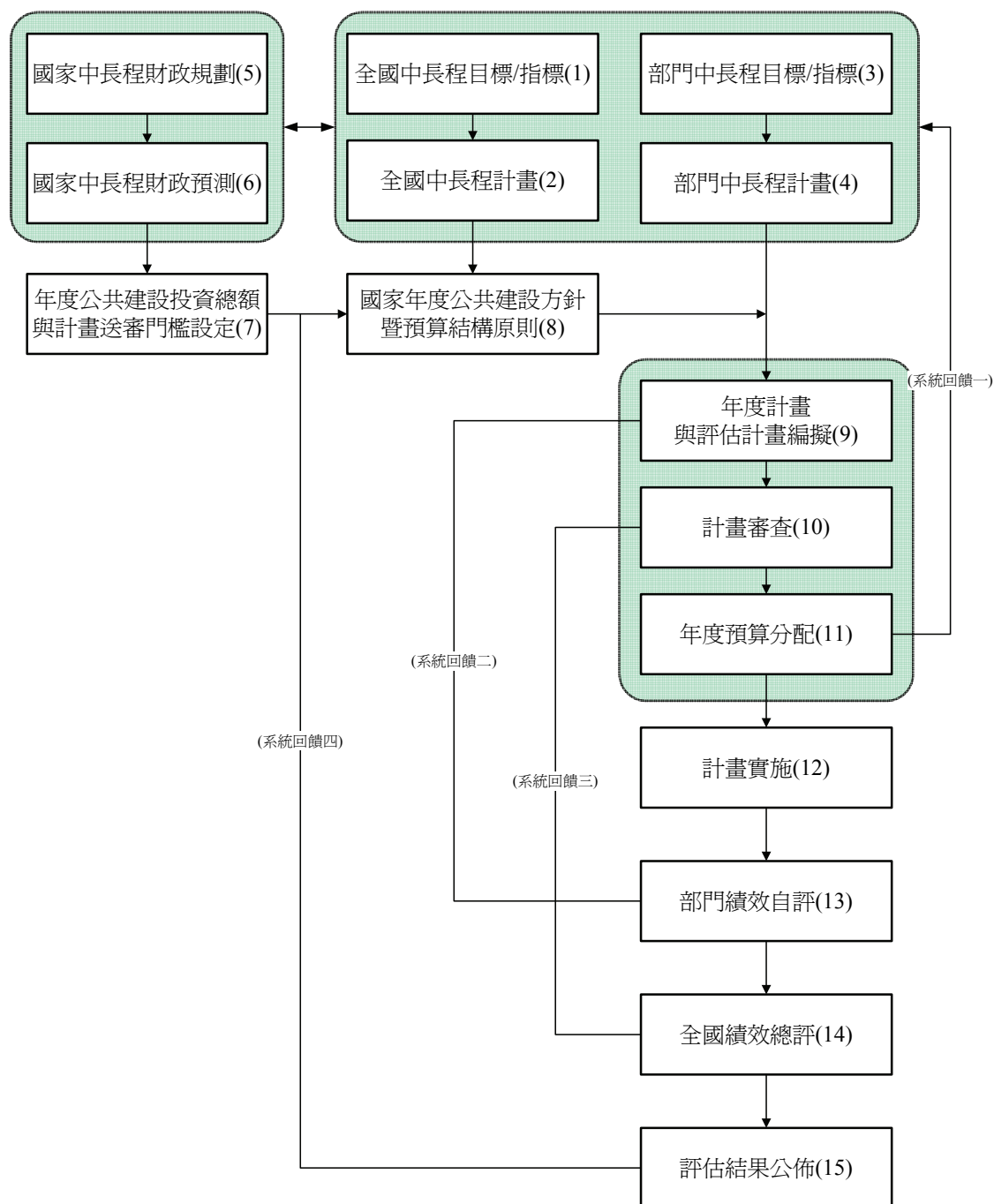


圖 2.5.2 中長程施政計畫制度運作概念圖

2.5.3 小結

根據國外文獻回顧結果，美國運輸部 RITA 與英國運輸部評估小組針對 ITS 計畫或運輸計畫之成本效益評估作業制訂評估準則相關文件，可作為我國研擬 ITS 成本效益評估機制之參考，而檢核我國運輸部門現行中長程計畫

審議制度後，發現計畫內容雖有績效評估項目，然而審議單位缺乏明確之計畫評估制度，使得各單位沒有遵循的依據，以致多半缺乏量化的評估結果，審議時無法客觀衡量各計畫間的效益。英美兩國與我國之評估機制比較如表 2.5-1 所示。

表 2.5-1 各國 ITS 成本效益評估機制比較

國家	美國	英國	我國
ITS 成本效益研究/彙整單位	運輸部 RITA 組織	運輸部評估小組	未確定
成本效益資料庫	RITA ITS 評估資料庫	ITS 工具包(Toolkit)	本所曾彙整各縣市交控計畫節能減碳效益，並未建置資料庫
成本效益查詢網頁	http://www.its.dot.gov/evaluation/index.htm	http://www.dft.gov.uk/its toolkit/its-tool-directory.htm	無
成本效益評估手冊	http://www.its.dot.gov/evaluation/eguide.htm	http://www.dft.gov.uk/its toolkit/handbook.htm	無

資料來源：本研究彙整。

第三章 ITS 與節能減碳之關聯性分析

3.1 分析方式說明

本計畫進行之 ITS 節能減碳關聯性分析，分析過程與方式說明如下：

- 1.在 ITS 各大領域分類下，納入國內外常用之 ITS 策略個別進行節能減碳關聯性分析

納入分析之 ITS 策略分為 3 大類共 17 項策略：

- (1)國內已實施、具初步成果之策略

包括號誌時制改善(號誌時制重整、動態號誌控制)、匝道儀控、高快速公路事件管理、公車優先號誌、路況資訊提供、公車動態資訊系統、電子收費、電子票證、緊急事故處理、車隊管理系統、動態地磅、行人支援輔助系統等 12 項 ITS 策略。

- (2)國內尚未實施，短期內有規劃實施之策略

包括需求反應式公車之策略。

- (3)國內尚未實施，國外經驗中具有較高節能減碳效益之策略

包括環保駕駛系統、擁擠收費、先進防撞式系統、自動車隊駕駛等 4 項 ITS 策略，其中環保駕駛系統傳統上並未納入 ITS 領域，但較高階之環保駕駛系統結合道路交通資訊如紅綠燈位置、即時路況等以提供駕駛建議，具有 ATIS 資訊提供與建議功能，故將其列為 ATIS 領域中進行節能減碳關聯性分析。

- 2.定義 ITS 策略之內涵，分析 ITS 策略包含的主要產品組合，使其與我國 ITS 系統架構相對應

定義 ITS 策略之內涵，並透過 ITS 策略涵蓋之產品組合分析，釐清 ITS 策略間的重複與重疊性，在進行後續節能減碳關聯性分析及成本效益分析時可避免成本與效益項目重複計算。

- 3.同一 ITS 策略下，區分不同層級，以利區分不同層級之節能減碳效益

將部分 ITS 策略區分為基本與進階策略，分析其節能減碳效益差異，包含號誌時制改善、匝道儀控、電子收費、擁擠收費及環保駕駛系統。

- 4.在節能減碳效益方面，分別探討不同 ITS 策略的正面與負面效益，分析節能減碳與 ITS 之因果關係，進行節能減碳效益的定性分析。
- 5.依不同 ITS 策略，彙整國內外 ITS 節能減碳案例之效益分析結果，提供為節能減碳效益的定量分析。
- 6.分析未來 ITS 策略實施的可能遭遇障礙，並在節能減碳的主要目標下，選擇國內未來 ITS 發展重點提出建議。

3.2 ITS 策略定義

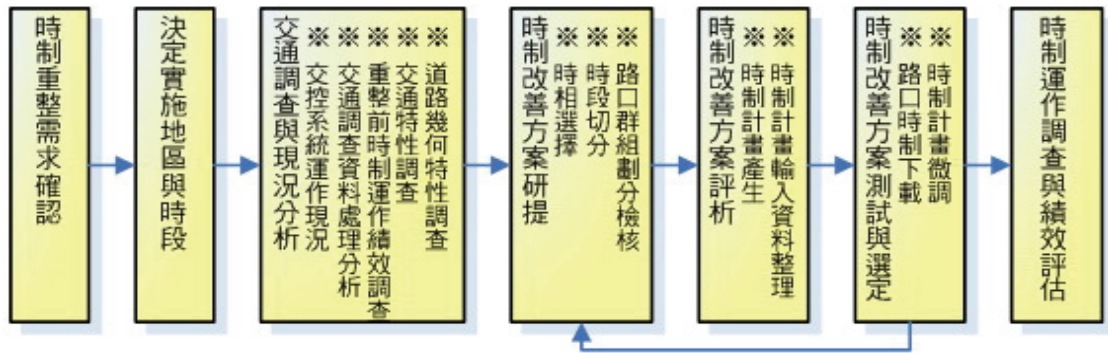
本計畫分析之 ITS 策略，其內容定義如下：

1.號誌時制改善

本策略採用具有自動對時功能之新式號誌控制器，以達到幹道連鎖與車輛續進效益，並依據交通流量及路口幾何資料(如車道數、轉向限制)設定時制計畫，依據我國國家級 ITS 系統架構的分類，本策略應用之產品組合包括 ATMS01 路網交通監視及 ATMS03 平面道路控制。依據控制程度之不同，本策略概分為號誌時制重整(靜態定時控制)及動態號誌控制兩類，號誌時制重整屬於基本的號誌時制改善策略，而動態控制牽涉到即時交通流量偵測與演算，因此屬於進階的號誌時制改善策略，以下分述兩種策略：

(1)號誌時制重整

號誌時制重整是採用定時式號誌控制方式，透過交通資料(道路幾何特性與交通量調查、交通系統運作現況...等等)的蒐集分析，進行路口群組劃分、時段切分及時相檢核，利用交通軟體之輔助產生最佳化時制計畫，再至路口進行時制計畫下載與微調，以達到時制改善效果，提昇路口與路段之服務績效。本所根據號誌時制重整的作業需求，於「交通號誌時制重整作業」系列計畫中建立一套標準作業程序，以供國內各界執行號誌時制重整之參考依據，如圖 3.2.1。



資料來源：交通號誌時制重整作業(I)－標準作業程序建立，交通部運輸研究所，民國 96 年。

圖 3.2.1 號誌時制重整作業程序

(2)動態號誌控制

動態號誌控制應用在交通量變化顯著而缺乏規律，或幹支道交通量具顯著差異之路口，由設於路段中或路口處之偵測器感應車輛到達狀況，以號誌控制器預設之程序即時變換燈號，或即時計算出最佳之時制計畫，使號誌控制能反映即時交通變化，本策略包含觸動控制、動態查表控制、動態計算控制、適應性(全動態)控制等，其中觸動控制又可分為左轉觸動、支道觸動、鐵路平交道觸動及行人觸動等。

2.高速公路匝道儀控

匝道儀控即運用相關的控制設備，如標誌、標線與號誌系統等，管制車輛進入高速公路主線，以達成道路管理上的目標，如交通量與容量之均衡以及提昇道路之安全性等。匝道儀控主要的關鍵即在於所謂的「儀控率」，而決定儀控率的因素則有匝道上、下游主線車道之流量、速度以及佔有率等。

本策略應用之產品組合包括 ATMS01 路網交通監視及 ATMS04 高速公路控制，由產品組合分析可知，路網交通監視設備均應用在高速公路匝道儀控、事件管理與路況資訊提供等策略，彼此具有重疊性，因此在進行上述 ITS 策略之成本效益分析及節能減碳關聯性分析時，必須避免成本與效益重複計算。

依據匝道控制程度之不同，本策略概分為定時式匝道儀控與交通感應式匝道儀控兩類，定時式匝道儀控屬於基本的匝道儀控策略，而交通感應式匝道儀控牽涉到即時交通流量偵測與演算，因此屬於進階的匝道儀控策

略，以下分述兩種策略：

(1)定時式匝道儀控

定時式匝道儀控係依據歷史交通資料計算出不同時段的最佳儀控率，事先予以設定以供執行，其優點為所需設備最少，其缺點是無法即時反映主線及匝道即時需求之變化，因此較適合車流穩定的狀況，匝道儀控應以不同幾何條件匝道、不同時段交通量研擬最適合之匝道儀控策略。

(2)交通感應式儀控

交通感應式儀控的儀控率係依據即時量測的交通變數值估算下一控制時段之儀控率，能反應匝道上、下游需求與容量間關係，對交通變異較大的狀況較能即時反應，惟需要較多即時資料蒐集設備，控制邏輯亦較為複雜。

3.高速公路事件管理

高快速道路事件管理主要由事件偵測與確認、緊急救援及交通控制三部分所構成：

(1)事件偵測與確認

①自動式事件偵測

傳統上利用車輛偵測設備傳回交控中心之車流資料，處理成車流績效評估值(MOE)後，經由事件自動偵測演算法，偵測事件之發生。近年來影像偵測技術逐漸成熟，影像式事件偵測器可藉由影像畫面直接判斷事件發生，如行人、散落物、異常停止、壅塞、車禍等事件。

②人工式事件偵測

非自動化的事件偵測與確認方式，可以彌補自動偵測方式之缺乏現場實際資料狀況，主要方式包括事件報案熱線、CCTV 影像、路邊緊急電話以及車隊通告等方式。

(2)緊急救援

利用事先規劃的緊急救援標準作業程序，緊急通知相關救援單位，包括醫院、消防隊、高速公路工程隊、高速公路警察局、拖吊車等，以加速救援時間，減少傷亡、加速事故排除。

(3)交通控制

事件交通控制係將交通控制技術應用於現場之處理與交通之恢復，應用技術包括：

①車輛改道規劃

事先規劃替代道路，當重大事故發生時，讓車輛改道行駛平面道路，並配合匝道管制的策略實施。

②用路人資訊顯示

對於事故現場的交通狀況及改道建議，可利用許多不同方式通知用路人，包括前述路況資訊提供之設備，或利用簡易之資訊可變標誌，裝設於工務車上，做為移動式之資訊顯示設備。

本策略應用之產品組合包括 ATMS01 路網交通監視、ATMS04 高快速公路控制、ATMS06 交通資訊發佈及 ATMS08 事件管理，由產品組合分析可知，路網交通監視設備均應用在高速公路匝道儀控、事件管理與路況資訊提供等策略，故上述策略彼此具有重疊性。

4.公車優先號誌

優先號誌控制(Signal Priority Control)主要應用在公車及緊急車輛，其原理是利用設置在路口及在公車/緊急車輛上設置感應設備，當上述車輛接近路口時，利用路口感應設備偵測出路口優先通行的需求，進而通知號誌控制系統提供適當控制方法(如延長綠燈、縮短或切斷紅燈)，另一種方式在上述車輛裝設具有定位與無線通訊功能之車機，車機能將車輛行駛資訊(如位置、方向、速度等)傳送到控制中心或路口號誌控制器，控制中心或號誌控制器根據車機資訊進行適當之號誌控制方法，公車優先號誌能減少路口停等時間，縮短車輛行駛時間，加速落後班表公車之行駛速度，因此對於公車營運甚有助益。

本策略應用之產品組合包括 ATMS03 平面道路控制、APTS01 大眾運輸車輛追蹤及 APTS07 複合運具協調，由產品組合分析可知，大眾運輸車輛追蹤設備均應用在公車優先號誌、公車動態資訊系統與需求反應式公車等策略，彼此具有重疊性，因此在進行上述 ITS 策略之成本效益分析及節能減碳關聯性分析時，必須避免成本與效益重複計算。

目前國內實施中公車優先號誌案例，主要有嘉義 BRT 及新北市台北大

學特定區公車好行計畫，嘉義 BRT 為國內第一條公車捷運系統，具有公車優先、公車動態資訊、公車專用道、專用站台及低底盤公車等先進設備與設施，公車優先部分共設置 10 座優先號誌系統，自 97 年營運至今，新北市公車好行計畫目前正在建置中，於 100 年 10 月通車，沿線共設置 5 座優先號誌系統。

5.路況資訊提供

路況資訊提供之目的在於建立一套預先告知用路人交通狀況的系統，以提供有意義且即時知路況資訊，必要時並可建議用路人改道行駛或改變出發時間，本策略概分為資訊可變標誌及互動式旅行者資訊兩類，以下分述兩種策略：

(1)資訊可變標誌

最常用的路況資訊提供管道為資訊可變標誌，提供即時交通資訊如道路壅塞狀況、旅行時間、意外事故、交通管制與施供資訊等，並可配合警示用閃爍燈提醒用路人調整行車路線或採取因應措施。本策略應用之產品組合為 ATMS01 路網監控與 ATMS06 交通資訊發佈。

(2)互動式旅行者資訊

根據國家級系統架構的定義，互動式旅行者資訊可依照旅行者提出要求，提供符合其需求之資訊，包含即時更新之路況、大眾運輸服務、共乘資訊、停車管理資訊、改道資訊和道路收費資訊。廣域、雙向的有線或無線通訊系統，可用來支援旅行者和資訊服務提供者間之資料通訊需求。旅行者可用各種互動式通訊器材來取得資料，例如：互動式電話語音查詢、公共資訊站(Kiosk)、智慧型手機、個人電腦和車機等，相較於利用資訊可變標誌提供路況資訊，互動式旅行者資訊較能滿足旅行者需求，但旅行者需具備額外器材以取得資訊。本策略應用之產品組合為 ATMS01 路網監控、ATMS06 交通資訊發佈與 ATIS02 互動式旅行者資訊。

由產品組合分析可知，路網交通監視設備均應用在號誌系統時制改善高速公路匝道儀控、高速公路事件管理、路況資訊提供等策略，彼此具有重疊性，因此在進行上述 ITS 策略之成本效益分析及節能減碳關聯性分析時，必須避免成本與效益重複計算。

6.環保駕駛系統

根據環保署「環保駕駛資訊網」(<http://ecodriving.itri.org.tw/>)的定義，環保駕駛為「訓練教導駕駛人，使其在實際交通狀況下，有較佳之駕駛行為，此駕駛行為在安全考量下，能帶來省油、以及降低廢氣污染的效果」。環保駕駛系統則是車上裝置的設備或系統，用以訓練或協助駕駛人達到省油、減碳的目的。傳統上的 ITS 領域並不包含環保駕駛系統，然而近年來國內外日益重視推動節能減碳的政策，且環保駕駛系統亦結合 ITS 技術以提高節能減碳效益，因此本計畫將環保駕駛系統納入 ITS 策略與節能減碳關聯性分析之一環，本策略應用之產品組合為 ATIS03 自主式路徑導引與 ATIS04 動態式路徑導引。環保駕駛系統大致分為兩種層級：

(1)基本環保駕駛系統

藉由提供駕駛關於燃料消耗、能源使用效率，以及適當排檔選擇的資訊，輔助並促使車輛駕駛利用環保駕駛功能，以最佳化燃料消耗，基本環保駕駛系統的車內輔助設備包括定速巡航、油耗計、換檔指示器、車內電腦等。

(2)進階環保駕駛系統

進階型的環保駕駛系統是藉由強化的地圖資訊而提供環保駕駛所需要的資訊，例如速限、紅燈、路段速率，提供最佳速度建議以減少號誌化與非號誌化路口的停等次數及避免車速過快而有過多加減速行為，並提供最低能耗的最佳路徑選擇，取代傳統的最短路徑或最少行駛時間的作法。

7.公車動態資訊系統

利用全球定位系統(GPS)或其他定位技術以取得公車即時位置、速度、方向等資訊，透過智慧型公車站牌、車上 LED 顯示牌或利用網際網路、手機傳輸等方式將公車位置、預估到站時間、下站名稱提供車內或候車民眾參考，以降低民眾候車之焦慮感並藉以提昇公車服務品質，並可利用車輛位置與速度資訊進行車隊管理與車輛派遣功能。

本策略應用之產品組合包括 APTS01 大眾運輸車輛追蹤、APTS02 固定路線式大眾運輸營運及 APTS08 大眾運輸旅行者資訊，由產品組合分析可知，大眾運輸車輛追蹤設備均應用在公車優先號誌、公車動態資訊系統

與需求反應式公車等策略，上述 ITS 策略彼此具有重疊性。

8.需求反應式公車

又稱為撥召公車，有別於一般公車路線行駛固定班表，此 ITS 服務利用公車車隊 AVL 資料庫以評估時刻表運作狀況，並配合交通狀況支援車輛派遣、駕駛排班及滿足乘客需求服務的作業，並對車隊做最佳化的運用。本策略應用之產品組合包括 APTS01 大眾運輸車輛追蹤、APTS03 播召式大眾運輸營運及 APTS08 大眾運輸旅行者資訊，由產品組合分析可知，大眾運輸車輛追蹤設備均應用在公車優先號誌、公車動態資訊系統與需求反應式公車等策略，而大眾運輸旅行者資訊設備均應用在公車動態資訊系統與需求反應式公車等策略，上述 ITS 策略彼此具有重疊性。

9.高速公路電子收費

電子收費系統分為 3 個子系統：自動車輛辨識系統(Automatic Vehicle Identification, AVI)利用車道設備與車上單元間的通訊，辨識車上單元並立即感應扣款(或經由後端系統扣款)，自動車種辨識系統(Automatic Vehicle Classification, AVC)則對車輛進行車種辨識以確定是否符合 OBU 的車種，違規執法設備(Enforcement System, EFS)則利用影像辨識軟體，將違規車輛車牌辨識後傳送至後端系統進行舉發。依據一般高速公路收費方式進行分類，電子收費可分為計次收費與里程收費兩種：

- (1)目前電子收費即為計次收費，僅是取代人工現金與回數票收費方式，因此對於節能減碳成效較為有限。
- (2)里程收費則是根據車輛於高速公路行駛距離計算費用，對於目前行駛短途或都會區內旅次不用收費的現象將可大幅改善，因此對於高速公路壅塞紓解及節能減碳更有效率。

本策略應用之產品組合包括 ATMS10 電子收費，由產品組合分析可知，電子收費相關設備(如車上單元)均應用在高速公路電子收費與擁擠收費等策略，彼此具有重疊性，因此在進行上述 ITS 策略之成本效益分析及節能減碳關聯性分析時，必須避免成本與效益重複計算。

10.擁擠收費

藉由電子收費技術，自動收取尖峰期間道路運輸路網中用路人的費用，擁擠收費屬於運輸需求管理策略，能夠減少尖峰時段交通壅塞及 CO₂

排放過高問題。擁擠收費可分為固定式與變動式費率：

(1)固定式依據事先公告的費率表進行收費。

(2)變動式則根據即時或預估短期未來(如一小時後)車流量或擁擠程度高低而收取不同費用，因此較固定式電子收費有較高彈性，對道路壅塞改善更有效率。

本策略應用之產品組合包括 ATMS10 電子收費，由產品組合分析可知，電子收費相關設備(如車上單元)均應用在高速公路電子收費與擁擠收費等策略，上述 ITS 策略彼此具有重疊性。

11.大眾運輸電子票證

利用無接觸式智慧卡進行公車及軌道運輸系統之收費，以取代傳統磁條卡或人工收費方式，加速收費程序、降低逃票率、蒐集乘客乘車資訊、提昇不同運具轉乘便利性，並可做為大眾運輸搭乘優惠的媒介工具，提昇運輸系統經營與運作效率，進而提高大眾運輸搭乘比例。本策略應用之產品組合包括 APTS04 大眾運輸乘客與收費管理。

12.緊急事故處理

應用最新技術如 GPS 定位、車輛偵測器及車隊管理系統進行式故偵測與通報程序之改善，並建立警消及交通單位之交通事件資訊共享平台，降低事故造成之成本，減輕道路交通之影響。本策略應用之產品組合包括 EMS01 緊急事件反應與 EMS02 緊急事件路線指派。

13.車隊管理系統

在商用車輛運輸過程中監控車輛所在位置與駕駛行為，提供最佳路徑與顧客位置最佳化路徑，依需要即時進行派遣及異常駕駛行為管理，並支援緊急救援之功能。本策略應用之產品組合為 CVOS01 車隊管理。

14.動態地磅

動態地磅提供高速度之行進間過磅(不論是否使用自動車輛辨識系統)，主要於路側使用固定式或移動式設備，若採用固定式，則視為電子化通關之附屬設施，並與自動車輛辨識系統、自動車輛分類系統等路側設施共同運作。本策略應用之產品組合為 CVO06 動態地磅。

15.先進式防撞系統

先進式防撞系統係提供車上感應器以監視車輛周遭的環境，評估發生碰撞的可能性，並設置防撞安全系統。包括車上感應器偵測車輛縱向及測向的間距，並輔以天候及道路情況的資訊，以研判車輛縱向及側向可能被撞擊的機率。

本策略應用之產品組合包括 AVSS03 縱向安全預警、AVSS04 側向安全預警與 AVSS08 先進式縱向控制，由產品組合分析可知，先進式縱向控制設備均應用在先進式防撞系統與自動車隊駕駛等策略，彼此具有重疊性，因此在進行上述 ITS 策略之成本效益分析及節能減碳關聯性分析時，必須避免成本與效益重複計算。

16.自動車隊駕駛

藉由兩輛以上車輛的同步移動控制方式，包含車道側向維持、車輛速度及方向控制以及進入與離開自動駕駛系統的切換等，由電腦化控制引擎而進行加減速，使車隊以相同速度且較少車間距離而行駛，因車間距較低而增加道路容量及降低風阻力，以減少道路壅塞及減少油耗與 CO₂ 排放。此產品組合使車輛在自動公路上能夠自動駕駛操作，包含車道側向維持、車輛速度及方向控制以及進入與離開自動公路系統的切換等組件。

本策略應用之產品組合為 AVSS08 先進式縱向控制，由產品組合分析可知，先進式縱向控制設備均應用在先進式防撞系統與自動車隊駕駛等策略，上述 ITS 策略彼此具有重疊性。

17.行人支援輔助系統

提供弱勢用路人一個安全運輸環境，加強無障礙交通設施推廣建置，以及行動不便、視障人士之導引設施之設置，透過個人輕便式設備，進而對弱勢使用者提出潛在危險的警告，個人輕便式設備可偵測出車輛接近狀況以及接收交叉路口資料，顯示及提醒使用者。本策略應用之產品組合為 VIPS01 行人安全警示。

3.3 關聯性分析結果

根據 2.2 節國內外 ITS 節能減碳案例回顧分析結果可知，各 ITS 案例節能減碳效益評估方式差異甚大，因此不同的 ITS 策略不易互相比較節能減碳效益的高低，本計畫將各 ITS 策略之關聯性分析結果彙整如表 3.3-1，而 ITS

策略間的層級性與關聯性彙整如圖 3.3-1，並且歸納具有較高節能減碳效果的 ITS 策略如下，說明其節能減碳之因素，並以節能減碳為主要目標，建議 ITS 策略的未來發展重點：

1. 號誌系統時制改善

(1) 節能減碳效益說明

號誌時制改善能夠減少路口停等延滯，提高幹道續進程度，減少車輛加減速次數與走走停停狀況，因而能夠減少油耗與排碳量，一般的號誌時制重整作業係採用定時化時制控制方式，而動態號誌控制方式則可因應道路交通需求即時調整時制計畫，因此節能減碳效益應較號誌時制重整策略為高。

道路交通改善後亦有可能帶來誘發性需求(Induced Demand)，造成更多旅次與交通量，抵銷部分的節能減碳效益，然而誘發性需求量十分難以估計，例如誘發性需求量是由原先使用大眾運輸工具還是由其他路徑交通量移轉而來，且誘發性需求需長期間才能引發出來，因而容易受到各種因素的影響而不易評估。

號誌時制改善是一個「持續性」的工作，路口交通量常隨時間或其他因素(如臨近大型開發案)而變化，因此號誌時制重整工作應定期更新時制計畫。

(2) 節能減碳案例

① 紐約州雪城幹道時制重整案例，耗油量改善 8-13%

② ITE 2004 彙整美加地區多個都市號誌時制重整分析計畫，耗油量降低 2-9%

(3) 建議未來發展重點

建議平面道路幹道路口號誌控制器應有 GPS 對時功能以便實施幹道號誌連鎖，依據本所「交通號誌時制重整」系列計畫之建議，一般路口應每 1~3 年實施時制重整，而交通量變化大之重要路口應設置動態號誌控制系統，因應實際交通變化即時調整時制計畫。

2. 高速公路匝道儀控

(1) 節能減碳效益說明

減少主線車輛加減速造成之油耗與排碳量，主線車速提高而降低油耗與排碳量，但可能因匝道車輛等候時間及加減速次數增加而提高匝道地區之油耗與排碳量，惟整體上仍具有正面之節能減碳效益，其中定時式匝道儀控因無法因應即時交通變化改變儀控率，因此節能減碳效益不如交通感應式匝道儀控。根據 AASHTO 2010 的分析，在其評估之五種不同 ITS 策略中，匝道儀控的減碳效益最高(減碳之單位成本最低)。

(2) 節能減碳案例

①明尼蘇達州雙子城高速公路匝道儀控案例，匝道區的耗油量減少 2-51%

②AASHTO 2010 研究，匝道儀控之溫室氣體單位減量成本為 40-90 美元/公噸

(3) 建議未來發展重點

建議高速公路之匝道儀控應與地方聯絡道路路口時制計畫互相配合，利用匝道儀控率及匝道停等長度以 C2C 方式進行路口時制計畫的調整，避免匝道儀控影響路口運作而造成平面道路壅塞。此外，針對實施匝道儀控易壅塞匝道，應採用交通感應式儀控模式，以減少地方性道路回堵之壅塞。

3. 高速公路電子收費

(1) 節能減碳效益說明

高速公路電子收費能夠減少收費站區之車輛停等時間及加減速次數，降低收費站區之油耗與排碳量，然而亦可能因收費站之人工收費車道減少，使得人工收費車道更為壅塞，造成沒有裝設 ETC 車輛的耗油與排碳量增加。現階段高速公路電子收費由於僅是取代人工或回數票收費方式，原則是屬於運輸系統管理策略(TSM)，而採里程計費的電子收費策略亦屬於一種價格管理的運輸需求管理策略(TDM)，對於目前不收費的都會區短程旅次具有降低需求的效果，因此能夠減少高速公路都會區路段的壅塞程度，更具有節能減碳的效果。

(2) 節能減碳案例

①紐澤西州 E-Zpass 系統降低收費站區延滯約達 85%，年耗油量減少 120 萬加侖(454 萬公升)。

②國內 ETC 系統小型車每次使用能降低燃油 35cc、CO₂ 80g(尖峰)或 10cc、CO₂ 20g (離峰)，大型車每次使用降低燃油 60cc、CO₂ 160g (尖峰)或 15cc、CO₂ 40g (離峰)

(3)建議未來發展重點

建議政府加強推廣 e-Tag 使用率，加速提昇電子收費的使用比例，並強力監督廠商建置 ETC 計程收費系統，積極向民意代表、媒體與一般大眾行銷既定之計程收費政策，推動相關行政配套措施，以達成 102 年全面計程收費之目標。

4.車隊管理系統

(1)節能減碳效益說明

車隊管理系統透過車輛行駛路徑與顧客位置最佳化以及駕駛行為管理，降低行駛距離、車輛急加減速與怠速行為，因而降低耗油與碳排放量。

(2)節能減碳案例

①Frost & Sullivan 公司對綠色商用車隊管理系統的效益評估，耗油量減少比例約 8%

②本計畫針對交通部 98 年調查之國內計程車營運資料進行分析，計程車之衛星或無線電派遣系統可降低約 4.6%之空車行駛距離

③根據車載資通訊產業推動辦公室(TPO)及台灣車載資通訊產業聯盟(TTIA)所提出的節能減碳效益，裝設數位式行車紀錄器取代傳統類比式行車紀錄器後，平均每輛車怠速熄火時間從每天 90 分鐘降低至 30 分鐘，超速比例降低 75~80%。

(3)建議未來發展重點

由於車隊管理系統對於車隊營運效益甚高，大型車隊業者多半已安裝相關系統以降低營運成本，建議政府應輔導中小型貨運業者及遊覽車業者裝設車隊管理系統，以減少不良駕駛行為、降低不必要的繞行距離。

5.環保駕駛系統(Eco Driving System)

(1)節能減碳效益說明

環保駕駛系統提供駕駛關於燃料消耗、能源使用效率、以及適當排檔選擇的資訊，以最佳化燃料消耗，本系統並能即時回饋駕駛行為的能源使用效率，因此能夠教育駕駛者最佳的環保駕駛行為。根據本計畫定義，相較於基本環保駕駛系統，進階環保駕駛系統能夠取得強化的地圖資訊(如因應號誌化路口之燈號而提供之最佳速度建議)以減少加減速次數，因此節能減碳效益較基本環保駕駛系統為高。

(2)節能減碳案例

- ①南加州環保駕駛模擬系統案例顯示，在 20%車輛採用環保駕駛的情況下，CO₂ 排放量降低 34.9%，耗油量降低 37.3%
- ②歐盟 TNO 之研究，實施環保駕駛輔助(Eco-driver Coaching)策略之 CO₂ 減量效益達 10-20%
- ③本所都會區安全駕駛行為與節能策略之研究(2011)顯示，於公路客運實施環保駕駛訓練及裝設行車紀錄設備後，國道城際客運油耗率下降 5.7%(由 5.3L/km 增加至 5.6L/km，非國道城際客運油耗率下降 4.9%(由 2.43L/km 增加至 2.55L/km)。

(3)建議未來發展重點

環保駕駛系統為節能減碳單位成本最為低廉、效果顯著的節能減碳策略，建議朝向下列重點發展：

- ①新車具備環保駕駛指示功能，顯示即時與平均之油耗率。
- ②車輛導航系統應增加最少耗油或排碳量路徑之節能減碳選項，以別於傳統距離或時間最短的路徑規劃功能。
- ③開發個人旅行行為的排碳量追蹤系統，提高大眾自主性的節能減碳行為。
- ④由於環保駕駛方式通常並非最快、時間最短的駕駛方式，駕駛是否遵循環保駕駛系統提供的指示是一大關鍵，因此有必要針對駕駛強力宣導環保駕駛的節能減碳效益。

表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果

ITS 領域	ITS 策略	應用之 ITS 產品組合	節能減碳正面效益	節能減碳負面效益	可能實施障礙	參考案例
ATMS	號誌系統改善	ATMS01 路網交通監視 ATMS03 平面道路路控制	<ul style="list-style-type: none"> ● 減少因路口停等延滯造成之引擎怠轉與加速造成之耗油與碳排放量 ● 提高幹道連續進程度，減少車輛加速造成之耗油與碳排放量 	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路交通改善後可能帶來誘發性需求(Induced Demand)，造成更多旅次與交通量 	無明顯實施障礙	<ul style="list-style-type: none"> ● 99 年度新北市時制重整案尖峰時段耗油量與 CO₂ 減量達 24.0%，非尖峰時段減量達 7.2% ● 99 年度桃園縣時制重整案之耗油量與 CO₂ 減量達 2%~4%，一年減少之 CO₂ 排放量約 3,178 公噸 ● 紐約州雪城時制重整案例(市區範圍，共 147 個路口)，耗油量改善 8~13% ● ITE 2004 對於美加地區許多都市的分析，號誌時制重整降低之耗油量達 2-9% ● 猶他州公園市時制設計案例(市區範圍、共 14 個路口)，耗油量改善 1.5% ● AASHTO 2010 研究，號誌系統時制改善之溫室氣體單位減量成本為 340-830 美元/公噸 ● 歐盟 TNO 之研究，實施動態交通號誌同步化(Dynamic traffic light synchronization)策略之 CO₂ 減量效益約 5-15%
	高速公路匝道儀控	ATMS01 路網交通監視 ATMS04 高速公路控制	<ul style="list-style-type: none"> ● 減少主線車輛加速造成之油耗與碳排放量，主線車速提高而降低耗油與碳排放量 	<ul style="list-style-type: none"> ● 因匝道車輛等候時間及加速次數增加而提高匝道地區之耗油與碳排放量 	無明顯實施障礙	<ul style="list-style-type: none"> ● 明尼蘇達州雙子城匝道儀控案例，高速公路主線與匝道區之耗油量減少達 2~55% ● AASHTO 2010 研究，匝道儀控之溫室氣體單位減量成本為 40-90 美元/公噸

表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 1)

ITS 領域	ITS 策略	應用之 ITS 產品組合	節能減碳正面效益	節能減碳負面效益	可能實施障礙	參考案例
ATMS	高快速公路事件管理	ATMS01 路網交通監視 ATMS04 高快速公路控制 ATMS06 交通資訊發佈 ATMS08 事件管理	● 減輕事故產生之交通壅塞、縮短事故處理時間而降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	● AASHTO 2010 研究之事件管理策略之溫室氣體減量成本為 80-170 美元/公噸
	公車優先號誌	ATMS03 平面道路路控制 APTS01 大眾運輸車輛追蹤 APTS07 複合運具協調	● 減少公車因路口號誌停等造成之耗油與碳排放量 ● 公車營運速率增加，提升公車旅次、減少私人運具運耗油與碳排放量	● 因路口其他方向車流之號誌停等增加而提高耗油與碳排放量	● 對於路口其他方向車流產生負面影響，不易在壅塞程度甚高的路口或路段實施	● 美國阿靈頓公車優先號誌案例，公車耗油量節省達 1.8-2.8%，但道路整體交通的耗油量增加 0.3-2.9% ● 巴西聖保羅市 BRT 系統效益分析顯示，道路整體碳排放量增加
ATIS	路況資訊提供	ATMS01 路網交通監視 ATMS06 交通資訊發佈 ATIS02 互動式旅行者資訊	● 減少主要幹道交通壅塞而減少耗油與碳排放量 ● 除非依循系統提供的路況資訊或改道建議用路人的比例高，否則節能減碳之效益較為有限	● 車輛改駛替代道路，增加 VKT 而增加耗油與碳排放量	無明顯實施障礙	● 聖安東尼奧市的研究顯示，高速公路 CMS 與事件管理系統整合後，能降低 1.2% 之耗油量，CMS 若與事件管理系統及平面道路交通控制系統整合，則能降低 1.4% 之耗油量 ● 本所 99 年研究，日月潭導入 ATIS 策略之耗油量與 CO ₂ 降低達 9%，惟該研究假設大客車、小型車與機車之 ATIS 資訊服務從率達 10%、20% 及 20% ● AASHTO 2010 研究之旅行者資訊提供策略之溫室氣體減量成本為 160-500 美元/公噸

表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 2)

ITS 領域	ITS 策略	應用之 ITS 產品組合	節能減碳正面效益	節能減碳負面效益	可能實施障礙	參考案例
ATIS	環保駕駛系統	ATIS03 自主式路徑導引 ATIS04 動態式路徑導引	<ul style="list-style-type: none"> ● 結合地圖資訊如速限，提供駕駛關於燃料消耗、能源使用效率、以及適當排檔選擇的資訊，以避免不必要的停等、加減速、超速，並提供最低能耗的最佳路徑選擇方式，以取代傳統最短行駛時間或距離的作法，因而減少耗油與排碳量 	無明顯負面效益	<ul style="list-style-type: none"> ● 用路人不一定遵從最具節能減碳效益的路徑導引建議(與最快速或最短距離路徑同) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 南加州高速公路環保駕駛模擬系統案例顯示，在 20%車輛採用環保駕駛的假設情況下，CO₂排放量可降低 34.9%，耗油量可降低 37.3% ● 日本環保駕駛輔助系統案例顯示，採用該系統車輛之耗油率降低 11.39% ● 日本行動管理之個人化旅行輔助系統案例顯示，使用本系統期間的 CO₂排放量平均減少 19.1% ● 歐盟 TNO 之研究，實施環保駕駛輔助(Eco-driver Coaching)系統之 CO₂減量效益達 10-20% ● 本所之研究，於公路客運實施環保駕駛訓練及裝設行車紀錄設備後，國道城際客運油耗率下降 5.7%，非國道城際客運油耗率下降 4.9%。
APTS	公車動態資訊系統	APTS01 大眾運輸車輛追蹤 APTS02 固定路線式大眾運輸營運 APTS08 大眾運輸旅行者資訊	<ul style="list-style-type: none"> ● 藉由大眾運輸效率及服務的提昇，使部分小客車旅次轉移至大眾運輸工具，進而降低耗油與排碳量 ● 路網車流量降低後，道路交通較為順暢，道路原車流量亦可降低耗油與排碳量 ● 若系統功能僅提供資訊，對私人運具旅次之移轉程度較有限，若能提高公車可信賴度(如公車準點率、班距均勻化)，可提高旅次移轉程度 	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	<ul style="list-style-type: none"> ● 英國 Hampshire 公車資訊系統 STOPWATCH 對於公車運量提昇達 5%，利物浦 TIMECHECKER 系統亦提昇公車運量達 5%，倫敦 COUNTDOWN 系統則提昇最少 1.5%的公車營收

表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 3)

ITS 領域	ITS 策略	應用之 ITS 產品組合	節能減碳正面效益	節能減碳負面效益	可能實施障礙	參考案例
APTS	需求反應式公車	APTS01 大眾運輸車輛追蹤 APTS03 播召式大眾運輸營運 APTS08 大眾運輸旅行者資訊	● 藉由大眾運輸效率及服務的提昇，在原來無大眾運輸服務區域提供大眾運輸服務，或是在服務頻率低區域提供更符合乘客需求之大眾運輸服務，使部分小客車旅客轉移至大眾運具，進而降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	無節能減碳評估案例
EPS	高速公路電子收費	ATMS10 電子收費	● 減少收費站區之車輛停車時間及加減速次數，降低收費站區的空氣污染	收費站之人工收費車道減少，可能造成沒有裝設 ETC 車輛的耗油與碳排放量增加	● 計程收費對於目前前各大都會區內部短程旅次影響較大，易造成反彈	<ul style="list-style-type: none"> ● 紐澤西州 E-Zpass 系統降低收費站區延滯約達 85%，年耗油量減少 120 萬加侖(454 萬公升) ● 國內 ETC 系統小型車每次使用能降低燃油 35cc、CO₂ 80g(尖峰)或 10cc、CO₂ 20g (離峰)，大型車每次使用降低燃油 60cc、CO₂ 160g (尖峰)或 15cc、CO₂ 40g (離峰)
	擁擠收費	ATMS10 電子收費	● 減少進出收費區之車旅次，使部分小客車旅客轉移至大眾運具，進而降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	<ul style="list-style-type: none"> ● 反對聲浪認為擁擠收費為不公平策略，是針對實施區域外圍地區居民的懲罰 ● 因偵測與執法系統複雜，實施成本較高 	<ul style="list-style-type: none"> ● 倫敦擁擠收費計畫產生之 CO₂ 減量達 20% ● 斯德哥爾摩擁擠收費計畫產生之 CO₂ 減量達 10-14% ● AASHTO 2010 研究，擁擠收費之溫室氣體單位減量成本為 340-700 美元/公噸 ● 歐盟 TNO 之研究，實施擁擠收費之 CO₂ 減量效益約 10%
	大眾運輸電子票證	APTS04 大眾運輸乘客與收費管理	● 電子票證效益之主要標的為提昇民眾便利性與滿意度以及業者帳務管理效率，與節能減碳關聯性較低	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	無節能減碳評估案例

表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 4)

ITS 領域	ITS 策略	應用之 ITS 產品組合	節能減碳正面效益	節能減碳負面效益	可能實施障礙	參考案例
EMS	緊急事故處理	EMS01 緊急事件反應 EMS02 緊急事件路線指派	● 減輕緊急事故產生之交通壅塞、縮短事故處理時間而降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	無節能減碳評估案例
CVOS	車隊管理系統	CVOS01 車隊管理	● 透過車輛行駛路徑與顧客位置最佳化以及駕駛行為管理，降低行駛距離、車輛急加減速與急速行為，降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	<ul style="list-style-type: none"> ● Frost & Sullivan 公司對綠色商用車隊管理系統的效益評估，耗油量減少比例約 8% ● 英國 Marks and Spencer 百貨公司貨運車隊(240 輛)裝設車隊管理系統(ISOTRAK)後，行駛里程降低 15%，油耗降低 8% ● 本計畫分析國內計程車營運調查資料，衛星或無線電派遣系統可降低空車行駛距離約 4.6%
	動態地磅	CVOS06 動態地磅	● 減少貨車經過地磅站之停等次數，降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	<ul style="list-style-type: none"> ● 根據美國 I-25 PrePass 系統的評估結果顯示，系統功能包含動態地磅、自動車輛定位、電子憑證及無線通訊等，一個月所節省貨運車隊的耗油量達 48,200 加侖
AVCSS	先進式防撞系統	AVSS03 縱向安全預警 AVSS04 側向安全預警 AVSS08 先進式縱向控制	● 因降低交通肇事率，能夠減少因事故造成的交通壅塞狀況，因而降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	無節能減碳評估案例
	自動車隊駕駛	AVSS08 先進式縱向控制	● 藉由車輛的同步移動自動控制加、減速方式，使車隊以相同速度且較少車間距離而行駛，因車間距離較低而降低風阻力，降低耗油與碳排放量	無明顯負面效益	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路基礎建設需要大幅改善(如上匝道及交織路段) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 歐盟 TNO 之研究，實施自動車隊駕駛(Platooning)之 CO₂ 減量效益約 6%
VIPS	行人支援輔助系統	VIPS01 行人安全警示	● 本系統主要標的為降低行人交通事故率，與節能減碳關聯性極低	無明顯負面效益	無明顯實施障礙	無節能減碳評估案例

除了上述 ITS 策略外，國內尚有許多推動或規劃中的 ITS 策略，其節能減碳效益分析如下：

1. 公車動態資訊系統

藉由大眾運輸效率及服務的提昇，使部分小客車旅次轉移至大眾運輸工具，進而降低耗油與排碳量，而當路網車流量降低後，道路交通較為順暢，擁擠程度降低，道路原車流量亦可降低耗油與排放量，然而大眾運輸服務提昇的影響需經過長期觀察而非短期即有效益，且公車乘載率常受到很多外在因素影響，如票價調整、油價上漲、路線班次調整、車輛品質提昇、路網結構改變...等等，效益評估期間常有上述外在因素的干擾產生，因此不易單獨估算公車動態資訊系統的效益。一般針對公車動態資訊系統的評估多為系統使用率或滿意程度，部分案例對於運量提昇效益的進行評估(如英國 Hampshire, 利物浦及倫敦的系統)，但並未進一步分析節能減碳效益。

若公車動態資訊系統功能僅以即時公車資訊提供為主，對私人運具旅次之移轉程度較有限，若能提高公車可信賴度(如公車準點率、班距均勻化)，應可提高私人運具旅次移轉程度。

2. 公車優先號誌

本系統能夠減少公車因路口號誌停等造成之耗油與排碳量，而公車營運速率增加後，能夠提昇公車旅次、減少私人運具旅次，因而降低私人運具耗油與排碳量，然而本系統因路口其他方向車流之號誌停等增加而可能提高耗油與排碳量，本計畫蒐集的國外案例均顯示公車優先號誌對於路口整體節能減碳產生負面效益(美國阿靈頓及巴西聖保羅案例)。

由於公車優先號誌對於路口其他方向車流產生負面影響，所造成的民意反彈較大，因此不易在壅塞程度甚高的路口或路段實施。

3. 電子票證系統

電子票證效益之主要標的為提昇民眾便利性與滿意度以及業者帳務管理效率，並做為政府票價補貼依據，與節能減碳關聯性較低，國內外亦缺乏電子票證系統的節能減碳評估案例。電子票證系統本身雖然對節能減碳效益有限，但其為達成大眾運輸票價策略的重要手段，例如月票優惠、轉乘優惠、老人及兒童優惠等，而票價策略能夠影響大眾運具之運量，移

轉私人與大眾運具間之旅次，其節能減碳效果亦為重要，因此電子票證系統在運輸部門節能減碳策略中亦應扮演重要角色。

4.路況資訊服務

其功能在於協助用路人避開壅塞路段，減少主要幹道壅塞程度，因而減少耗油與排碳量，然而其效益取決於路況資訊提供的資訊正確性、即時性與完整性，故除非用路人依循服務系統提供的路況資訊或改道建議的比例高，否則節能減碳之效益較為有限，在效益評估實際操作上，該依循比例不易經由調查取得，因此實際效益也不易評估。在路況資訊服務的效益中，由於車輛改駛替代道路，可能增加車公里而提高耗油與排碳量，產生負面效益。

5.高快速公路事件管理

本系統藉由事件自動偵測技術及統合事故處理單位資源，能夠縮短事故偵測與處理時間，並配合路況資訊提供服務，提供用路人事故及改道資訊以避開壅塞路段，因而減輕事故產生之影響(即交通壅塞)，故對於耗油與排碳量之降低甚有幫助。

第三章 ITS 與節能減碳之關聯性分析.....	1
3.1 分析方式說明.....	1
3.2 ITS 策略定義.....	2
3.3 關聯性分析結果.....	10
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果	15
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 1).....	16
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 2).....	17
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 3).....	18
表 3.3-1 ITS 節能減碳關聯性分析結果(續 4).....	19
圖 3.2.1 號誌時制重整作業程序.....	3
圖 3.3-1 ITS 策略間之層級性與關聯性示意圖	20

第四章 ITS 節能減碳與成本效益評估工具之規劃

本章的目的在探討 ITS 策略成本效益評估方式，以及評估工具的規劃，其中 ITS 的效益包含各層面如安全、效率、環境等，並針對節能減碳效益特別予以探討。

4.1 ITS 成本效益評估方式規劃

4.1.1 成本效益評估方式概述

ITS 策略的評估包括成本面及效益面的考量，成本項目有建置與營運成本，效益項目則包含可量化與不可量化效益，而評估方法主要為成本效益分析法，即將各種投入與產出予以量化，並儘量予以貨幣化，據以進行成本與效益之比較，以提供較為精確的分析。

1. 成本估算

(1) 建置成本

建置成本包含設備/材料費、軟體費、測試費、施工費、電力通訊設施費...等等。

(2) 營運成本

營運成本係 ITS 營運時所需花費的成本，包括人事營運費、每月通訊電力費、場地租金、設備維修費、能源使用費用...等等。

2. 效益估算

(1) 可量化效益

將 ITS 專案執行後產出的效益予以量化及貨幣化，例如人事成本的降低、票價收入的提高、行車速度的提昇、空污及溫室氣體排放的減少、肇事率的降低...等等。

(2) 不可量化效益

指不易量化或貨幣化的效益項目，例如運輸系統的滿意度、舒適度及方便性、以及 ITS 系統的使用率等，通常使用問卷調查取得使用者對於上述特性的程度高低。此外，有關 ITS 計畫所衍生的經濟發展、國際聲譽之提昇、土地利用之改變等，因分析極為困難，亦可列為不可量化效益。

3. 成本效益分析法

成本效益分析法為最常見亦是應用最廣的方案評估方法，主要在於計算各方案成本與效益，然後根據一般投資原則，從各種標準選其最大者。

運輸系統的成本與效益，不論其價值多寡，所有成本不一定皆在建設時期同時發生，而是不規則的分布於該系統使用年限的每一年。一項公共工程建設對社會是否有利，初步可由其所產生的總成本與總效益來判斷。在評估過程中，往往將不同時空之成本與效益值轉換為同一基準，有了比較基礎，才能評估計畫總成本與總效益。

若已經估計出所有之成本效益，且利率及計畫使用年期已知，則下列 3 種方法適宜作整合性的比較分析：

(1) 淨現值法(Net Present Value, NPV)

此法是以機會成本為觀點，分析整體資源的使用效率是否合宜，利用成本投入所預計產生的各項效益加以貨幣化，並進行效益與成本的評比，其方法係將投資案壽命年期中各年的現金流入(即效益收入)與現金流出(即投資成本)全部貼現成現值，並加以總和求算其淨效益，其計算公式如下：

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + k)^t}$$

其中 NPV ：計畫方案的整體淨效益現值

B_t ：第 t 年的效益

C_t ：第 t 年的成本

n ：投資計畫壽命年期

k ：折現率

若淨現值大於零，則接受投資專案；若淨現值小於零，則拒絕該投資專案；若決策者有兩個以上互斥的專案可供選擇，則接受淨現值

專案；由於此方法詳細地探討各計畫方案成本與效益情形，各計畫方案的投資效率，可藉由貨幣化衡量清楚地呈現出來，因此對方案的評比也比較嚴謹，故本方法經常為財務規畫者、經濟學者所使用。

(2)內部報酬率法(Internal Rate of Return, IRR)

所謂內部報酬率法就是使公共投資計畫總效益現值相等於總成本現值的折算率，也就是使淨效益現值等於零的折現率。經濟學家所謂的內部回收報酬率即為貼現率(Discount Rate)，使現在及未來的成本現值與效益現值相等；然而工程上評估用的內部回收報酬率，與經濟學者所認為的略有不同。工程評估的內部回收報酬率法，是在於計算二個替選方案之年回收現值相等之利率，此內部回收報酬需大於合理利率 i 。內部回收報酬率以試誤及插補法解下式之 R 值。

其計算方法為求解下式的 R 值，即 $IRR=R$ 。

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+R)^t} = 0$$

$$\text{或 } \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+R)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+R)^t}$$

R 為內部報酬率，在進行某方案評估時，決策者可以利用 R 與其所設定的期望報酬率 K 相比較，若 $R > K$ 則該方案的資金使用效率甚高，表示該方案最具經濟可行性，因此 R 值最大的方案通常是決策者的最佳方案。

(3)成本效益比值法

所謂成本效益比值法(益本比法)即投資計畫的總效益現值對總成本現值的比值，其所得之商數愈大者，即為較佳的決策方案，決策準則是益本比大於 1 才具有經濟可行性，則表示該投資計畫有利於整體社會。成本及效益均同時考慮計畫經濟使用年期的貼現率，可單獨計算各替選計畫之成本效益比值，亦可成對計算成本效益比值做比較分析。此方法的好處在於，可看出投資計畫投資效率，其計算公式如下：

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

式中， i 為利率。

一般工程常採用益本比法做為方案間評估比較的方法，選取 B/C 做為經濟上最有利的方案，其缺點是從工程整體的利益為出發，缺乏考量方案間補充投資的益本比(即 $\Delta B/\Delta C$)， $\Delta B/\Delta C$ 大於 1 的增資方案比原方案在經濟上更為有利，這種採用 $\Delta B/\Delta C$ 的成本效益分析法稱為增資益本比法(Incremental Benefit-Cost Analysis)。

4.1.2 ITS 評估指標與評估項目建議

本計畫參考美國運輸部所訂定的 ITS 目標及衡量指標為基礎，並參酌我國交通特性加以調整修正，進行 ITS 策略效益評估所需的績效指標研擬，如表 4.1-1，其中滿意度是針對無法量化之效益項目的評估指標，例如即時資訊提供服務(如路況或大眾運輸動態資訊)的效益較適合採用滿意度的評估指標。

表 4.1-1 ITS 目標及績效指標

目標	績效指標	備註
安全	整體車禍肇事率 死亡車禍肇事率 受傷車禍肇事率	導致死亡的車禍肇事率的降低 導致受傷或死亡的車禍肇事率的降低
效率	旅行時間 停等延滯 車公里數 有效容量或流量通過率	如路網或路段平均旅行時間的減少 如路口平均停等延滯的降低 如研究範圍之路網總車公里數的減少 如幹道或收費孔道的有效容量或流量通過率的增加
生產力	營運成本降低 政府管理成本降低 營運收入增加	
能源與環境	廢氣排放量 油料使用	如路網整體廢氣排放量的降低 如車隊油料使用的降低
滿意度	系統滿意度 系統瞭解程度(Awareness) 系統使用率 系統效益 系統價值	使用者知道系統提供服務的比例 使用者利用系統提供服務的比例 使用者利用該系統後得到的效益(例如縮短旅行時間或候車時間 5 分鐘) 使用者是否願意付費得到系統服務

根據表 4.1-1 所規劃的效益評估指標，本計畫針對不同 ITS 策略的特性進行成本與效益項目的分析，提出進行成本效益評估時所需分析的成本與效益評估項目，詳如表 4.1-2，以下說明不同 ITS 策略的成本與效益評估建議，以供後續 ITS 評估計畫執行時之參考。

表 4.1-2 ITS 策略之成本與效益評估項目建議

ITS 領域	ITS 策略	使用者服務需求	成本項目	效益項目
ATMS	號誌時制重整	1.1.1 車流最佳化的控制	交通調查與資料蒐集 時制設計、下載與微調 號誌控制器更新建置	路口停等延滯降低 路段旅行時間減少 車禍肇事率降低 ¹ 油耗減少 空氣污染物減少
	適應性號誌控制系統	1.1.1 車流最佳化的控制 1.1.2 設備監控 1.2.1 即時正確偵測車流資訊 1.2.2 提供現況與預測的車流資訊	交通調查與資料蒐集 時制設計、下載與微調 路口設備建置 路口設備營運與維護 軟體開發	路口停等延滯降低 路段旅行時間減少 車禍肇事率降低 ¹ 油耗減少 空氣污染物減少
	匝道儀控	1.1.1 車流最佳化的控制 1.1.2 設備監控 1.2.1 即時正確偵測車流資訊 1.2.2 提供現況與預測的車流資訊	車輛偵測設備建置 匝道號誌設備建置 車輛偵測設備營運與維護 匝道號誌設備營運與維護 標誌標線施工 中心硬體建置與營運維護 軟體開發	主線旅行時間減少 匝道停等延滯增加 (負面效益) 車禍肇事率降低 ¹ 油耗減少 空氣污染物減少
APTS	公車動態資訊及車隊管理系統	3.2.1 電腦輔助控制車輛運作及相關設施 3.2.2 電腦輔助規劃排班 3.2.3 電腦輔助人車管理 3.2.4 雙向語音與數據之車輛通訊功能 2.4.3 提供旅行規劃服務 2.4.4 良好的資訊可及性 3.1.1 將資訊傳播至旅行者的傳播功能 3.1.2 更新行進間大眾運輸旅運資訊 3.1.3 蒐集大眾運輸資訊	路線與站牌資料調查與蒐集 中心硬體建置與營運維護 軟體開發 車上與車站設備建置 車上與車站設備營運與維護	系統使用率 系統價值 乘客滿意度 候車時間降低 公車運量增加 營運成本減少 政府管理成本減少 路網整體車公里數減少 油耗減少 空氣污染物減少

註 1：肇事率降低效益的評估需要蒐集長期資料，較不易進行。

表 4.1-2 ITS 策略之成本與效益評估項目建議(續 1)

ITS 領域	ITS 策略	使用者服務需求	成本項目	效益項目
ATIS	路況資訊提供系統	2.1.1 指引駕駛人行進方向 2.1.2 提供靜態資訊 2.1.3 使用者界面 2.2.2 提供多樣化旅客服務 資訊查詢功能 2.3.1 提供駕駛人路況等資 訊諮詢服務 2.4.2 提供運輸系統即時交 通路況與停車資訊 2.4.3 提供旅行規劃服務 2.4.4 良好的資訊可及性	路側設備建置 路側設備營運與維護 中心硬體建置與營運維護 軟體開發	路段旅行時間減少 油耗減少 空氣污染物減少 系統使用率 系統價值 系統滿意度
ATIS	環保駕駛系統	1.5.1 提供交通管理者使用 空污/噪音資料之介面 1.5.3 更新空污/噪音影響程 度之地圖顯示 1.5.6 提供空污/噪音資料庫 管理功能 2.1.1 指引駕駛人行進方向 2.1.2 提供靜態資訊 2.1.3 使用者界面 2.3.1 提供駕駛人路況等資 訊諮詢服務	車上設備建置與營運維護	停等次數減少 車公里數減少 油耗減少 空氣污染物減少
EPS	高速公路電子收費	5.1.1 提供電子付費服務 5.1.4 道路收費功能 5.1.5 電子收費服務整合	收費站及加值點設備建置 與營運維護 中心軟硬體建置與營運維 護(含場站系統、加值系 統、清算中心系統、金鑰 管理系統等) 智慧卡及車上單元購置	停等次數減少 旅行時間減少 油耗減少 空氣污染物減少 政府管理成本減少 收費孔道有效容量 增加
	電子票證系統	5.1.2 電子票證功能 5.1.3 電子停車付費功能 5.1.5 電子收費服務整合	車站、車上及加值點設備 建置與營運維護 中心軟硬體建置與營運維 護(含場站系統、運輸業者 系統、票證中心系統、加 值系統、金鑰管理系統等) 智慧卡購置	業者營運成本減少 業者營運收入增加 收費孔道有效容量 增加 系統使用率 系統滿意度
CVOS	車隊管理系統	4.2.1 稅務管理 4.2.2 路線管理 4.2.4 駕駛排程管理 4.2.5 商用車輛監控 4.2.6 裝運貨物管理 4.2.7 車輛駕駛介面	中心硬體建置與營運維護 軟體開發 車上設備建置	車公里降低 旅行時間減少 業者營運成本減少 業者營運收入增加 油耗減少 空氣污染物減少

1. 號誌時制重整

成本部分主要包括交通調查與資料蒐集及時制設計、下載與微調之人力成本，此外，若路口號誌控制器老舊而無法進行對時等功能，需考量號誌控制器之更新建置成本。

效益部分主要包括路口停等延滯降低及路段旅行時間減少，並可從上述兩項效益推算油耗及空氣污染物之減少，另因路口交通改善、停停等等次數減少、駕駛闖越紅燈次數減少，亦有路口肇事率降低之效益，惟肇事率改善需蒐集長期資料才能蒐集到足夠的肇事樣本，期間環境變化容易造成評估基準的差異，在一般的評估計畫中較難以執行，建議大型且重要之計畫再予以評估。

2. 適應性號誌控制系統

成本部分主要包括交通調查與資料蒐集及時制設計、下載與微調等人力成本，路口設備(主要包含路口車輛偵測器、路況攝影機、控制電腦等)建置、營運與維護成本，以及軟體開發成本等項目，其中營運部分包含所需監控人力及通訊、電力等成本。

效益部分需要計算的項目則與號誌時制重整策略相同。

3. 匝道儀控

成本部分包含主線與匝道之車輛偵測設備建置、營運與維護、匝道號誌設備建置、營運與維護、標誌標線施工、中心硬體建置與營運維護、軟體開發等成本，其中營運部分包含所需監控人力及通訊、電力等成本。

效益部分主要包括主線旅行時間減少及匝道停等延滯增加(負面效益)兩部分，並可從上述兩項效益推算油耗及空氣污染物之減少，另因高快速公路主線交通改善及停停等等次數減少，亦有肇事率降低之效益，惟肇事率改善需蒐集長期資料才能蒐集到足夠的肇事樣本，期間環境變化容易造成評估基準的差異，在一般的評估計畫中較難以執行，建議大型且重要之計畫再予以評估。

4. 公車動態資訊及車隊管理系統

成本部分主要包括公車路線與站牌資料調查與蒐集、中心硬體建置與營運維護、軟體開發、車上與車站設備建置、營運與維護等成本，其中營運部分包含所需監控人力及通訊、電力等成本。

乘客方面可以得到的效益主要為候車時間降低等具體可量化的效益，在不可量化的部分，評估乘客對於系統的滿意程度、系統使用比例、是否願意付費使用該資訊等，以描述系統的定性效益；業者方面的效益，因乘客滿意度增加後，搭乘公車運量提昇因而增加營收，亦可獲得營運管理及油耗成本的減少。在環境效益方面，公車運量增加後，所減少的私人運具車公里數，能夠降低空氣污染，減少路網壅塞程度。

5.路況資訊提供系統

成本部分主要包括路側設備建置、營運與維護、中心硬體建置與營運維護及軟體開發等成本，路側設備涵蓋資訊可變標誌、車輛偵測器、路況攝影機、自動車輛辨識系統等，而路側設備與中心營運部分包含所需營運人力及通訊、電力等成本，值得注意的是，路況資訊提供系統的成本大部分與交通控制系統重疊而無法區分開來，尤其是資料蒐集設備部分，因此可參考大部分路況資訊提供系統評估案例將資料蒐集設備成本歸類在交通控制系統中，而僅計算路況資訊提供的硬體設備與軟體部分。

效益部分主要包括路段旅行時間減少，以及由旅行時間減少計算之油耗及空氣污染物減少的效益，另外在不可量化效益方面，評估用路人對於系統的使用比例、滿意度以及是否願意付費使用該資訊等，以描述系統的定性效益。

6.環保駕駛系統

在成本計算方面，許多最新中、高階車型已包含基本的環保駕駛功能(如提供目前行駛狀況下的油耗資訊如公里/公升)，因此不需納入成本項目，進階型的環保駕駛系統則需配合地圖資訊提供最佳油耗與最低排碳的駕駛建議，需建置車上設備，因此成本項目應包含車上設備之建置與營運維護，其中營運部分含通訊及地圖更新費用。

效益部分主要包括停等次數減少及車公里數減少，並可從上述效益推算油耗及空氣污染物減少的效益。

7.高速公路電子收費

成本部分主要包括收費站及加值點設備建置與營運維護、中心軟硬體建置與營運維護(含場站系統、加值系統、清算中心系統、金鑰管理系統等)、智慧卡及車上單元購置，智慧卡及車上單元若由使用者付費或租用，

則不需列入成本項目。

效益部分主要包括停等次數減少、旅行時間減少、政府管理成本減少、收費孔道有效容量增加，並可從上述效益推算油耗減少及空氣污染物減少。

8. 電子票證系統

電子票證系統的成本項目較為複雜，自 98 年金管會開放電子票證使用在小額消費後，部分票證系統如悠遊卡系統，電子票證與小額消費兩者的成本已無法實際區分開來，因此本計畫僅針對傳統使用在大眾運輸票證之電子票證系統的成本項目進行分析，不包含應用在小額消費的成本部分。電子票證系統成本部分主要包括車站、車上及加值點設備建置與營運維護、中心軟硬體建置與營運維護及智慧卡購置等成本，而中心軟硬體包含場站系統、運輸業者系統、票證中心系統、加值系統、金鑰管理系統等軟硬體部分，智慧卡若由使用者付費或租用，則不需列入成本項目。

效益部分主要包含業者營運成本減少及政府管理成本減少等，其中業者營運成本減少主要來自於公車營運速率增加、自動化計票節省人力成本、收費孔道有效容量增加而減少收費孔道數量的設置等，政府管理成本減少主要來自於路線營收透明化可提高路線補貼效率、詳細乘客起迄點資料可提昇運輸規劃效率等，在不易量化的部分可進行系統使用率與滿意度調查，以分析電子票證對提昇公共運輸服務品質的效益。

9. 車隊管理系統

成本部分包含車上設備建置、中心硬體建置與營運維護、軟體開發等三部分，其中營運部分包含所需監控人力及通訊成本。

效益部分包含車公里降低及旅行時間減少，因而使得油耗減少、業者營運成本減少及業者營運收入增加，車公里降低及油耗減少可再推算空氣污染物減少的效益。

4.1.3 節能減碳效益評估方式

一般運輸管理策略的節能與減碳量計算方式歸納如下：

節能量 = 減少交通活動量 × 耗油率

減碳量 = 節能量 × CO₂ 排放係數

其中交通活動量估算的考量因素包括：

- 1.交通量改變：包括車公里或車小時減少，尤其是怠速改善不容忽視。
- 2.車速改變：提速效果對應不同的耗油率。
- 3.運具型態改變：係指私人運具移轉到大眾運具。
- 4.路線改變：替代道路造成不同等級路網間之車流移轉。

由於各 ITS 策略內涵與運作方式間的差異，上述算式之「減少交通活動量」或「耗油率」估算方式亦不相同，本計畫將 ITS 策略依節能減碳估算方式之不同區分為以下三大類別，各有不同之節能減碳評估程序(彙整如表 4.1-3)：

1.路網運作績效提昇

ITS 策略對於道路路網運作績效提昇有所助益，例如減少怠速時間、提昇速率、減少繞行距離等，進而達到節能與減碳效益，本類策略以 ATMS、ATIS、EPS(高速公路 ETC 部分)等領域為主，例如都市智慧交控系統能夠減少號誌路口停等延滯、增加路段旅行速率，高速公路 ETC 增加收費站路段之車速。

節能減碳評估程序首先進行策略實施前後路網之交通績效評估，得到之交通改善績效(停等延滯減少、行駛速率增加)再轉換為節能量與減碳量。而實施前後之交通績效計算可採用實際調查方式，或是經由評估工具軟體進行評估。

2.運具移轉

本類 ITS 策略的節能減碳效益主要為移轉私人運具旅次至大眾運具旅次，減少私人運具車公里，進而達到節能與減碳效益，本類策略以 APTS 及 EPS(電子票證及擁擠收費部分)領域為主，例如公車動態資訊系統能夠提昇大眾運輸服務品質，吸引私人運具旅次轉而搭乘大眾運具，而 EPS 之道路擁擠收費亦透過收費方式抑制民眾使用小汽車而改搭大眾運具，所減少的私人運具車公里將可轉換為節能減碳量。

節能減碳評估程序首先估算運具移轉之私人運具交通活動量(車公里)，再轉換為節能量與減碳量。

3.車隊本身效率提昇

本類 ITS 策略的節能減碳效益主要為車隊或車輛本身運作效率的提

昇，故以 CVOS、AVCSS 及 ATIS(環保駕駛系統部分)領域為主，例如計程車或貨運車隊之衛星派遣與管理系統能夠節省空車繞行距離(即車公里)、降低車輛怠速時間、減少急加減速次數，進而達到節能減碳效益。

節能減碳評估程序首先估算車隊運作效率的提昇(車公里減少、行駛速率增加、怠速時間減少)，再轉換為節能量與減碳量。

上述第 2、3 類的節能減碳效益評估方式僅計算運具移轉或車隊本身的交通活動量降低、或車隊本身的速率提高所產生的節能減碳效益，若降低的交通量或提高的車隊速率對於整體路網績效產生顯著的效益，則必須再納入整體路網效益改變所產生的節能減碳效益。

表 4.1-3 ITS 策略節能減碳效益評估方式

效益類別	ITS 領域	ITS 策略	節能減碳評估方式
路網運作 績效提昇	ATMS EMS	號誌系統時制改善 高速公路匝道儀控 公車優先號誌 緊急事故處理	整體路網之效益改變(交通量、速率、停等延滯)，轉換為節能減碳效益
	ATIS	路況資訊提供(CMS) 路況資訊提供(互動式系統)	
	EPS	高速公路 ETC	
運具移轉	APTS	公車動態資訊系統 車隊管理系統 需求反應式公車	估算運具移轉之私人運具交通活動量(車公里)，轉換為節能減碳效益
	EPS	大眾運輸電子票證 擁擠收費	
車隊或車輛本身效率提昇	ATIS	環保駕駛系統	對 ITS 策略之設置對象直接進行績效評估(如減少之車公里與怠速時間、提昇之車速值)，轉換為節能減碳效益
	CVOS	車隊管理系統 動態地磅	
	AVCSS	先進式防撞與定速系統 自動車隊駕駛	

整體路網之效益改變量
若降低的交通量大，需再計算

上述說明係依照不同 ITS 類別的節能減碳效益評估方式概述，以下針對國內較為重要的 ITS 策略節能減碳評估方式，以及評估所需的重要參數之數據兩部分提出建議。

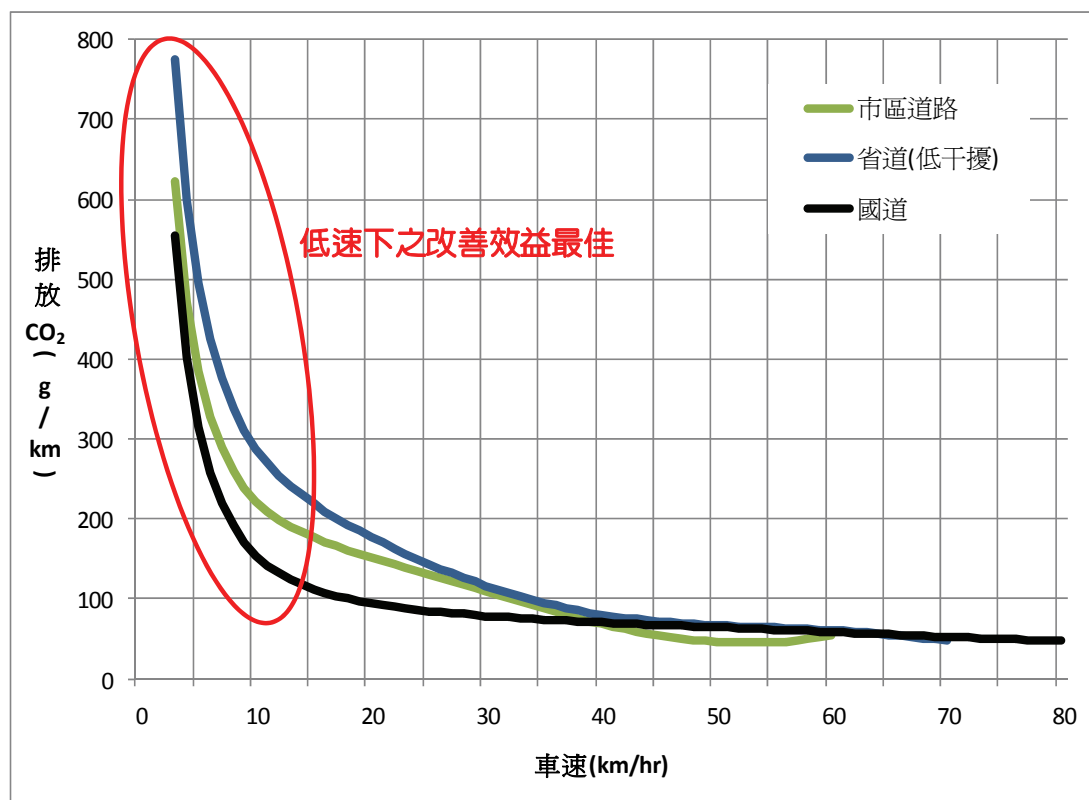
1.不同 ITS 策略之節能減碳評估

(1)平面道路號誌時制改善(號誌時制重整、適應性號誌控制、半觸動號誌控制等)

號誌時制改善的節能減碳績效可從降低路口停等延滯及提昇路段旅行速率兩部分進行評估，根據本所 2010 年車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究計畫對於桃園 95 年 E 化交控案之軟體模擬結果(詳見 2.2.2 節)，號誌時制改善在車速極低(時速 2 公里以下)節能量(228.3 公升)佔全部車輛節能量(250.8 公升)之 91%，怠速車輛(時速為 0)節能量(194.5 公升)則佔全部車輛節能量之 78%，由此可見，都市智慧交控系統之節能減碳改善績效中，怠速改善效果所佔比例相當高，由於都市道路車輛怠速之發生通常導因於路口號誌，故路口停等延滯減少所產生的節能減碳效益佔了絕大部分，路段中旅行速率的改善效果所佔比例極低。

以往部分縣市之號誌時制重整計畫係以整個時制改善路段的平均旅行速率提昇進行節能減碳績效計算，例如桃園縣九十九年度幹道時制重整暨智慧號誌系統計畫(詳見 2.2.2 節)，但是根據本所 2010 能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用計畫對於汽油小客車於不同道路型態之二氧化碳排放實測結果(詳如圖 4.1.1，本計畫將單位由 g/s 轉換為 g/km)，在全部型態道路低速(時速 5 公里以下)的單位距離排碳率值極高，各道路均在 600 g/km 以上，至時速約 40 公里以上，排碳率即趨於穩定，約在 50-80g/km 間，由此可見，低速或怠速狀況下的二氧化碳排放改善效益遠高於中、高速狀況，因此若以平均旅行速率提昇計算將大幅低估節能減碳改善績效，甚且一般之旅行速率調查僅針對實施號誌時制重整的幹道，並無法反映重整幹道之橫交道路因號誌時制重整的改善效益。

由於號誌時制改善的節能減碳績效大部分來自於路口停等延滯的減少，建議以路口停等延滯事前事後的改善績效即可掌握大部分節能減碳量，因此目前大部分縣市之號誌時制改善計畫績效評估部分可沿用既有評估方式，僅相關參數(耗油率及 CO₂ 排放率)需引用最新參數，並不需大幅變動評估方式。



原始資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，交通部運輸研究所，民國 99 年，本計畫依原始資料進行繪圖。

備註：該研究單位目前正進行時速 90 公里以上耗油率的修正，尚未公布最後版本，因此本計畫建議僅參考時速 80 公里以下的耗油率，除國道及快速公路外，其他等級道路應足夠使用。

圖 4.1.1 汽油小客車於不同道路型態之二氧化碳排放

號誌時制改善節能減碳績效評估，建議以下面兩種方式進行：

- ①採用交通軟體模擬，可選用微觀模擬軟體或 IDAS 巨觀模擬軟體
- ②利用人工調查事前事後的路口停等延滯

不管是交通模擬軟體或人工調查的績效評估方式，限於各計畫人力與時間之限制，通常僅選擇尖峰與非尖峰各一個小時進行績效模擬或調查，因此尖峰或非尖峰小時的節能減碳計算方式建議如下：

尖峰(非尖峰)時段節能量(公升/小時)=尖峰(非尖峰)時段通過路口車流量(PCU/小時)×路口停等延滯減少(秒/PCU)×小汽車怠速耗油率(公升/小時)/3,600

尖峰(非尖峰)時段減碳量(克/小時)= 尖峰(非尖峰)時段節能量(公升/小時)×CO₂ 排放率(克/公升)

(2)高速公路電子收費

本所 2010 年車路整合案所引用的國內高速公路 ETC 的節能減碳計算方式如下(如表 2.2-17)：

節能量(公升)=通過收費站車輛數*電子收費站使用比例*影響長度(公里)*(措施實施前耗油率(公升/公里)-措施實施後耗油率(公升/公里))

CO₂ 減量(克)=節能量(公升)*CO₂ 排放係數(克/公升)

上述節能量計算公式係將車輛通過收費站的加減速行為訂出一個影響長度範圍(如 600 公尺)，並估計在影響長度範圍內的 ETC 車輛平均旅行速率的提昇(如從 45 提昇到 50 公里/小時)，依照平均時速的耗油率計算節能效益，再由節能量計算減碳量。然而上述公式僅依據車輛平均旅行速率的提昇推估節能減碳量，而不考慮 ETC 車輛大幅減少走走停停狀況所帶來的效益，將大幅低估節能減碳改善績效，因此本計畫不建議採用上述以平均旅行速率提昇為估算基礎的節能減碳計算公式。

交通部 99 年的「節能減碳規劃設計參考原則」曾提出 ETC 節能減碳的簡易計算方式，其方式係分別以大、小型車兩類，以 ETC 車輛通過收費站平均節省的燃油及回數票消耗進行 CO₂ 排放量計算，ETC 車輛的通行效益如表 4.1-4 所示(與表 2.2-20 為同一資料來源)，計算方式如下：

表 4.1-4 ETC 通行效益

車種時段項目	小型車		大型車	
	尖峰	離峰	尖峰	離峰
節省時間(min)	3	0.5	3	0.5
節省燃油(cc)	35	10	60	15
減少 CO ₂ 排放(燃油部分, g)	80	20	160	40
減少 CO ₂ 排放(回數票部分, g)	1.73	1.73	1.73	1.73

資料來源：節能減碳規劃設計參考原則(修訂版)，交通部，民國 99 年。

① 節省燃油

節能量(公升) = (ETC 交通量×節省燃油(克)×尖離峰比例)/1,000

② 節省燃油 CO₂ 排放

節省燃油 CO₂ 排放量(克) = ETC 交通量×減少 CO₂ 排放量(克)×尖離峰比例。

③節省回數票 CO₂ 排放

節省回數票 CO₂ 排放量(克) = ETC 交通量×回數票每張排碳量(克)，其中回數票排碳量可根據 A4 大小紙張(21cm × 29.7cm)排碳量 18 克以及回數票紙張面積計算，一張回數票 CO₂ 排放量約 1.73 克。

④節省總 CO₂ 排放

總 CO₂ 減量(克) = 節省燃油 CO₂ 排放量(克) + 節省回數票 CO₂ 排放量(克)。

上述計算方式十分簡易，在缺乏詳細的流量分佈資料狀況下不失為一種便捷的計算方式，但 ETC 節能減碳效益應隨 ETC 使用比例的增減而有差異，例如在相同交通量水準及收費車道數分配之狀況下，ETC 使用率達到 80% 時每車的節能減碳量應較 ETC 使用率 40% 為低，因為車流狀況壅塞收費站(ETC 使用率 40%)每車的節能減碳量應較不壅塞收費站(ETC 使用率 80%)為高，以同一計算標準評估並無法反應不同車流狀況下的 ETC 節能減碳效益差異，而且表 4.1-4 的尖離峰定義並不明確，因此較為嚴謹的計算方式仍應採用交通微觀軟體進行收費站區逐車逐秒的速率變化模擬，再以不同速率下的耗油率與 CO₂ 排放率進行節能減碳量計算。

(3)公車動態資訊系統

公車動態資訊系統之主要效益包括：縮短乘客候車時間、提昇公車服務品質、吸引私人運具移轉至公車旅次等。其中，以縮短程客候時間最為明顯，但是此項效益在節能減碳效果較為有限，但當其優質服務吸引私人運具移轉至公車時，則會因節省私人運具耗油而有節能減碳之效果。然而大眾運輸服務提昇的影響需經過長期觀察而非短期即有效益，且公車乘載率常受到很多外在因素影響，不易單獨估算公車動態資訊系統的效益，因此若直接以公車動態資訊系統運作期間之公車運量提昇所移轉的私人運具交通活動量(車公里)做為節能減碳計算的依據，則嚴重忽略其他效益的影響，例如票價優惠、油價上升、路線班次調整等。

本計畫建議公車動態資訊系統對於公車運量的影響分析採用「公共運輸搭乘年期」評估方式，藉由問卷調查方式排除其他因素對於搭

乘年期造成的影響，利用「存活分析」方法檢驗影響民眾搭乘年期的各項因素，並推估使用公車動態系統對延長民眾搭乘年期的效果，再轉換為公車運量提昇及對應之節能減碳量，詳細作法詳見 6.2 節之說明。根據公車運量提昇所計算的節能減碳公式如下：

節能量(公升)=大眾運輸系統增加之運量*私人運具轉乘比例÷私人運具平均搭載率*平均旅次長度/平均耗油率(公里/公升)

CO₂ 減量(克)=節能量(公升)*CO₂ 排放係數(克/公升)

(4)路況資訊服務系統、高速公路匝道儀控、高速公路事件管理、緊急事故管理、公車優先號誌、道路擁擠收費等策略

節能減碳的分析步驟建議如下，流程如圖 4.1.2 所示：

- ①透過現況調查資料，利用交通模擬軟體架構現況路網
- ②利用交通模擬軟體，模擬策略實施前後整體路網之速率分佈，如逐車逐秒車輛速率(微觀模擬軟體)或路段平均速率(巨觀模擬軟體)
- ③套用小客車耗油率及 CO₂ 排放率，根據整體路網速率改善計算節能與減碳量

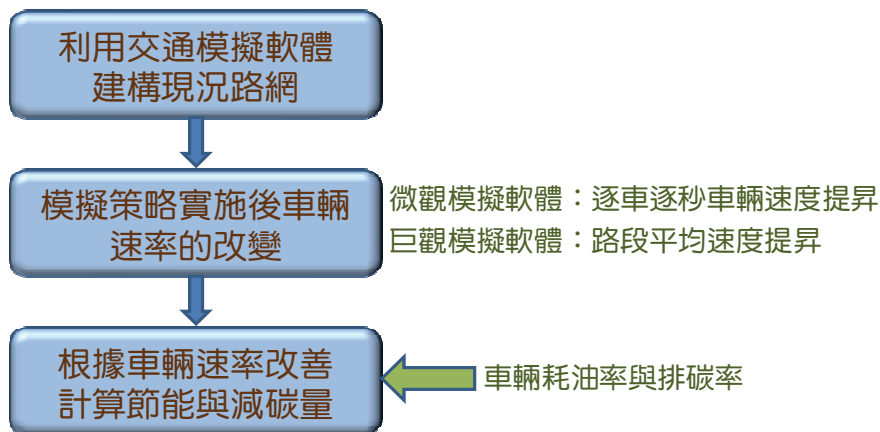


圖 4.1.2 路況資訊服務系統節能減碳效益評估流程

2. 節能減碳效益評估相關參數之建議

(1) 依車公里表示之車輛耗油率

建議引用本所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)—建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式(2010)」所制定不同車種之燃油效率，其中各車種最新(2008 年)燃油效率如表

4.1-5，其中自用小客車(汽油)為 9.84 公里/公升、大客車(公車)為 2.81 公里/公升、機車為 27.68 公里/公升。

表 4.1-5 不同車種燃油效率值(2008 年)

單位：公里/公升

車種	汽油小客車		LPG 小客車	汽油小貨車		柴油小貨車	
	自用	營業	營業	自用	營業	自用	營業
燃油效率值	9.84	9.15	7.78	8.73	8.44	7.37	6.26
車種	大客車			特種車	大貨車		機器腳踏車
	自用	遊覽車	公車與客運車		自用	營業	
燃油效率值	2.83	3.02	2.81	3.02	2.59	2.47	27.68

資料來源：交通部運輸研究所，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)—建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式，民國 99 年。

(2)隨車速變化之車輛耗油率

建議引用本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(2010)」所制定之車輛耗油率，該計畫的實驗車共有 3 輛，包括 Space Gear 2.4(7-9 人座廂型車)、Yaris 1.5E(5 人座小客車)、Civic LX1.8(5 人座小客車)，車齡均在 1 年以內，實驗道路共 7 種不同等級、總長度 4,375 公里，其中市區道路達 683 公里。該計畫採用 HORIBA OBS-2200 設備作為車載量測設備，進行實際道路與實驗室之能源消耗、排放特性之取樣分析，對於車輛所排放之廢氣進行連續取樣與分析，並以碳平衡法反推瞬間與累計之能源消耗量，應可代表小客車在不同車速、不同等級道路狀況下之耗油率。

由於目前僅完成汽油小客車之推估，故計算交通績效時需將其他車種轉換為小客車當量數(Passenger Car Unit, PCU)，於不同等級道路、不同速率下有不同之耗油率，詳見表 2.2-17，於市區道路、怠速狀況(車速為 0)下之小客車耗油率為 0.321 克/秒，依汽油密度 0.75 克/毫升轉換為 1.54 公升/小時，本所 95 年「交通號誌時制重整計畫(II)－績效評估模式建立」之建議值 1.2 公升/小時，該資料來源雖為能源局，但係從能源局內部刊物能源報導 2006.05 期「汽車駕駛應有的素養—省油習慣之養成」一文「...以一般小客車而言，引擎空轉 10 分鐘將消耗 200c.c 之燃料...」換算成 1 小時的油耗而得，因其屬於一般雜誌報導而非官

方資料來源，因此建議以本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(2010)」之小客車怠速耗油率 1.54 公升/小時取代。

(3)CO₂ 排放係數

建議引用經濟部能源局所制定之 CO₂ 排放係數(能源產業溫室氣體減量資訊網 http://verity.erl.itri.org.tw/eigic/knowledge_9_detail.aspx?PostID=366)，汽油之 CO₂ 排放係數為 2,263 克/公升、柴油為 2,606 克/公升、液化石油氣(LPG)為 1,753 克/公升。

(4)年化效益之放大係數

一般而言，具有路網運作績效提昇 ITS 計畫(如號誌時制改善、匝道儀控、ETC、路況資訊提供等策略)在進行交通績效評估時，通常僅施作平日尖峰時段之交通績效調查或軟體模擬，部分還包括平日離峰及假日尖峰時段之調查或模擬，節能減碳績效評估結果為尖峰或離峰小時之節能與減碳量，欲將尖離峰小時之節能減碳值放大至全年，必須制定統一之放大係數，以利各計畫評估結果匯入未來之節能減碳效益資料庫，以進行比較與彙整。

制定年化放大係數基本上分為兩種方式，一為依照交通量時間分布比例(由交通調查結果或車輛偵測器資料)，將尖峰或離峰節能減碳量依尖離峰小時所佔交通量比例放大至一個平常日及假日，再依照平假日天數放大至全年，惟此方式的缺點為節能減碳績效並非與交通量成正比，流量接近容量時段的容量改善一個百分比，節能減碳績效往往遠大於一個百分比，也就是說，雖然尖峰時段流量可能僅佔全日之 10%，節能減碳改善績效可能遠高於全日之 10%，因此本計畫不建議採用交通量比例放大方式計算年化效益。

另一種方式是將績效分為尖峰與離峰兩大時段，以代表性尖峰與離峰小時績效值乘上一天的尖峰與離峰小時數量，再乘上全年的平日與假日天數，在尖峰小時數量部分，一般平日尖峰小時為上下午各 2 小時，假日為下午 2 小時，離峰小時數量部分，由於深夜及清晨交通量甚低，ITS 績效改善幅度極低，故 22 時至 6 時的績效略而不計，因此平常日離峰小時計算數量為 12 小時，假日為 14 小時，在全年平假日天數部分，過去四年來(96~99 年)我國公務人員放假天數為 110-112

天不等(不含颱風假)，取整數為 110 天，上班日則為 $365-110=255$ 天，根據上述計算時數與天數得到年化放大係數如下：

平日上午尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $2*255=510$

平日下午尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $2*255=510$

假日尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $2*110=220$

離峰 1 小時績效值之放大係數為 $12*255+14*110=4,600$

上述放大係數係針對國內一般都市，但對於高都市化地區(如臺北市與新北市之市中心區)、觀光地區及高速公路路網，平假日之尖峰與離峰小時數量應與一般都市不同。高都市化地區平日上下午與假日尖峰時段通常定為 3 小時，因此年化放大係數修正如下：

平日上午尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $3*255=765$

平日下午尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $3*255=765$

假日尖峰 1 小時績效值之放大係數為 $3*110=330$

離峰 1 小時績效值之放大係數為 $10*255+13*110=3,980$

根據以上計算結果，在計算年化效益時，都市地區尖離峰小時之放大係數建議如表 4.1-6，有些都市假日尖峰亦分為上、下午兩次，或是無假日尖峰，放大係數值調整如放大係數 B、C、E、F。

表 4.1-6 都市尖離峰小時年化效益放大係數

地區別	一般都市地區 ¹				
時段別	平日上午尖峰	平日下午尖峰	假日尖峰	離峰	備註
放大係數 A	510	510	220	4600	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者
放大係數 B	510	510	440	4380	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者
放大係數 C	510	510	-	4820	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者
	高都市化地區 ²				
時段別	平日上午尖峰	平日下午尖峰	假日尖峰	離峰	備註
放大係數 D	765	765	330	3980	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者
放大係數 E	765	765	660	3650	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者
放大係數 F	765	765	-	4310	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者

註 1：一般都市地區係指實施都市計畫(包括市鎮計畫、鄉街計畫及特定區計畫)的地區。

註 2：高都市化地區係指臺北市、新北市實施都市計畫的地區。

高速公路屬於城際性路網，假日尖峰時段通常較平日更長，非都市地區平日通常無尖峰時段，觀光地區平日通常無尖峰時段，假日尖峰時段則較都市地區為長，這些地區的年化效益放大係數建議根據當地不同特性加以制定。

4. 號誌時制重整計畫節能減碳試算表評估工具

有鑑於以往縣市政府號誌時制重整計畫節能減碳評估作業所採用的評估方式不一，相關參數亦有所差異，如表 2.2-16 所示，因此本計畫根據所制定的參數及評估方式建議，開發試算表評估工具供縣市政府於未來號誌時制重整計畫使用，以統一各單位的評估方式與參數，本試算表共分為五步驟，畫面如圖 4.1.3、4.1.4，各步驟說明如下：

(1) 輸入與計算交通績效值

將人工調查或軟體模擬的路口停等延滯及路口總流量依序填入表中，包含事前與事後兩部分，表下方計算出各時段一小時的交通績效值(車-秒)。

(2) 計算油耗節省

根據本計畫建議之小客車的怠速油耗率 1.54 公升/小時，計算各時段一小時的油耗節省量(公升)。

(3) 計算 CO₂ 減少量

根據本計畫建議之 CO₂ 排放率 2,263 克/公升，計算各時段一小時的 CO₂ 減少量(克)，並轉換為公噸。

(4) 計算全年油耗節省

使用者輸入當時油價(中油九五，元/公升)，再根據本計畫制定之年化放大係數，計算全年的油耗節省及其費用。

(5) 計算全年 CO₂ 減少量

根據(3)結果及年化放大係數，計算全年的 CO₂ 減少量。

步驟一：輸入與計算交通績效值												
	平日上午尖峰小時			平日下午尖峰小時			離峰小時			假日尖峰小時		
	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)
路口1	5000	32.05	28.42	4800	29.55	24.26	3500	19.49	15.20	4400	32.55	25.68
路口2	4000	25.98	22.85	3700	26.85	24.98	2500	21.25	15.68	3500	29.25	21.54
路口3												
路口4												
路口5												
路口6												
路口7												
路口8												
路口9												
路口10												
路口11												
路口12												
路口13												
路口14												
路口15												
路口16												
路口17												
路口18												
路口19												
路口20												
	平日上午尖峰小時績效值(車-秒)			平日下午尖峰小時績效值(車-秒)			離峰小時績效值(車-秒)			假日尖峰小時績效值(車-秒)		
	30670			32311			28940			57213		

圖 4.1.3 號誌時制重整計畫節能減碳評估試算表(一)

步驟二：計算油耗節省量									
小客車急速油耗率(公升/小時)	1.54								
平日上午尖峰小時油耗節省(公升)	13.12	平日下午尖峰小時油耗節省(公升)	13.82	離峰小時油耗節省(公升)	12.38	假日尖峰小時油耗節省(公升)	24.47		
步驟三：計算CO2減少量									
汽油之CO2排放率(克/公升)	2263								
平日上午尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	平日下午尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	離峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	假日尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.06		
步驟四：計算全年油耗節省									
油價(元/公升)	30.5								
平日上午尖峰小時放大係數	510	平日下午尖峰小時放大係數	510	離峰小時放大係數	4600	假日尖峰小時放大係數	220		
平日上午尖峰小時全年油耗節省(公升)	6691.17	平日下午尖峰小時全年油耗節省(公升)	7049.18	離峰小時全年油耗節省(公升)	56947.49	假日尖峰小時全年油耗節省(公升)	5384.38		
全年油耗節省(公升)	76,072.22								
全年油耗節省(元)	2,320,203								

圖 4.1.4 號誌時制重整計畫節能減碳評估試算表(二)

4.2 ITS 成本效益評估工具研選之方法

本計畫對於 ITS 成本效益評估工具研選方法之規劃方式，首先定義該評估工具的適用範圍，再分析研選時需考量的重點，最後才提出 ITS 成本效益評估工具之研選原則，分別說明如下。

1. ITS 成本效益評估工具適用範圍之定義

本計畫定義之 ITS 成本效益評估工具，適用在策略尚未實施的可行性評估或先期規劃階段，用來比較與篩選 ITS 建置計畫之不同替選方案，例如號誌時制重整策略應用在市區 5 條幹道實施以及路況資訊提供策略應用在相同區域，兩者實施成本與效益之互相比較，亦可為單一策略在大範圍區域(如全台北市)實施的成本效益概估，其實施階段則包含事前規劃與實施後不同階段之評估。

本成本效益評估工具之評估範圍應涵蓋 ITS 各大領域策略，其產出應為概略性的成本效益分析以供後續決策之參考，因此本評估工具應能適用於國內外已實施或規劃中的 ITS 策略，評估範圍涵蓋 ITS 各大領域，至於單一計畫、小規模實施範圍(如市區範圍 20 個路口的號誌時制重整計畫)之成本效益分析，如要探討詳細車輛運作狀況(如某一路口停等延滯及停等車隊長度)，建議使用交通微觀模擬軟體如 Vissim、Paramics 等工具，以便求得輸出結果較為精確之效益，在無法量化部分，可經由問卷調查如使用者滿意度以分析其效益。

2. ITS 成本效益評估工具研選之考量重點

本計畫所規劃 ITS 成本效益評估工具在國內的潛在使用者，包含交通部科技顧問室、本所、公路總局及高速公路局等中央單位，各縣市交通局/處等縣市政府，以及協助上述政府單位進行規劃、建置的顧問公司與研究機構等。由於國內目前沒有上述所定義之 ITS 成本效益評估工具，因此可考慮引進國外評估工具或者國內自行研發兩種方式，需考量之重點歸納如下：

(1) 國外軟體之購置成本

軟體購置成本應能在潛在使用單位能夠負擔的成本之下，避免造成單位過多負擔。

(2)國外軟體在國內外使用之普遍性

除了是否獲得廣泛的使用外，軟體是否容易操作，還是需要經過密集的教育訓練，也是需要考量的重點。

(3)國外軟體的評估策略是否涵蓋國內 ITS 應用策略

國內常用的許多 ITS 應用策略(例如公車電子票證、公車動態資訊系統、智慧交控系統、高速公路電子收費)是否包含在軟體的評估範圍之內。

(4)國外軟體在國內的適用性(例如相關參數修改彈性)

國外軟體通常因發展環境特性的差異，以及引用參數的不同，在國內均有適用性的問題，因此軟體的修改彈性變得十分重要。

(5)國內自行發展軟體之時程與成本

本評估工具因牽涉策略極多，自行開發評估軟體所需時程較長、成本亦高，若以本所 96-100 年度進行之「臺灣地區公路容量分析軟體能量提昇計畫」為參考案例，我國既有之公路容量分析軟體由本所自行於 95 年完成，該計畫則委託顧問公司自 96 至 99 年度共開發 4 年，其中前兩年將既有分析軟體進行功能提昇，包含軟體除錯、操作介面提昇、檢核參數預設值及範圍等，後兩年則配合公路容量手冊 2010 新版內容進行軟體修訂，100 年度則為軟體推廣計畫，5 年之總經費達 945 萬元。

(6)未來使用單位之多寡，未來是否可能推廣至國外

根據上述之使用單位分析，國內潛在之使用單位應該在 20 至 40 個之間，若要推廣至國外，除中國大陸外，需開發英文化界面以利國外人士使用，現階段並非發展本評估工具的目標之一。

(7)國內 ITS 成本效益資料庫之完整性

由於國內長久以來並沒有一個單位持續蒐集與彙整所有 ITS 相關計畫之成本與效益資料，因此 ITS 成本效益資料庫尚未建立，無法做為評估工具之資料庫使用。

(8)軟體使用之難易程度

一般而言，交通微觀軟體牽涉多種交通參數設定與模式調校，專

業程度需求與複雜度較高，交通巨觀軟體操作人員運輸規劃專業程度需求亦高，兩者均需交通規劃專業人員進行使用操作。

(9)軟體估算之精確程度

不同階段、不同計畫範圍成本效益評估的精確程度需求不同，一般而言，在計畫編擬階段評估作業所需的精確程度不如計畫執行階段的精確程度，而大範圍計畫(如全台北市範圍)評估作業的精確程度亦不如小範圍計畫(如 20 個路口範圍)的精確程度，成本效益評估作業的精確程度需視計畫生命週期不同階段及計畫範圍大小而選用不同軟體工具。交通微觀軟體能夠追蹤每部車輛在不同時間的運作狀態，交通巨觀軟體通常輸出路段平均速率，因此微觀軟體精確程度大於巨觀軟體。

3. ITS 成本效益評估工具研選原則

基於以上考量重點的分析，本計畫建議採用國外之 ITS 成本效益評估工具，提出之 ITS 成本效益評估工具之研選原則說明如下：

(1)需具有完整的 ITS 建置方案/策略可供選擇

應包含我國國家級 ITS 系統架構所定義除 IMS 資訊管理服務以外之八大領域策略，即 ATMS、ATIS、APTS、EPS、EMS、CVOS、AVCSS 及 VIPS 等。

(2)不同策略可相互結合，能夠評估策略結合後之綜效

許多 ITS 策略彼此具有關連性，部分成本與效益項目彼此互相重疊，若分開進行不同策略的評估，成本與效益項目均有重複計算的可能，因此評估工具應具有效益互相結合的評估功能。

(3)能夠結合國內目前運輸規劃模式之路網與產出資料，避免資料重覆輸入工作

評估工具需引用到運輸路網的道路幾何、OD 旅次資料等，以便進行運具選擇及交通指派等運輸規劃步驟，故需結合運輸規劃模式之路網與產出資料，避免進行繁瑣的資料輸入工作。

(4)評估工具應自動提供需輸入之交通與成本參數，但允許使用者自行調整，成本項目應包含建置與維運成本

由於我國目前缺乏長期蒐集且完整的 ITS 成本與效益資料，使用者在使用軟體工具時，若需自行輸入交通與成本參數則相當不便，因

此評估工具應自動提供需輸入之相關參數，但因評估工具之參數引用國外長期累積的資料庫，故應允許使用者自行調整以符合國內現況。而在成本方面，因 ITS 系統不同於傳統公共工程，系統維運成本佔所有成本的比例甚為可觀，故應考量具生命週期概念的建置與維運成本。

(5)評估之效益項目需涵蓋效率、安全、環境與生產力等四大領域

根據交通部 90 年公布的台灣地區智慧型運輸系統綱要計畫，我國發展 ITS 的運輸目標有四：增進交通安全、降低環境污染、改善運輸效率、提昇經濟生產力等，因此成本效益評估工具之評估指標需包含效率、安全、環境與生產力等四大領域。

4.3 ITS 成本效益評估工具之建議

1.評估工具建議

依據 4.2 節 ITS 成本效益評估工具研選之方法，以及 2.3 節國內外 ITS 效益評估軟體的回顧，其中屬於巨觀的分析軟體 SCRITS 軟體是試算表類型的分析工具，分析結果過於簡略，且評估的績效指標有限，各種微觀模擬軟體不易模擬大區域範圍、缺乏系統建置與維運成本項目、應用範圍侷限於 ATMS 及 ATIS 領域特定的策略等等之因素，亦不適合做為本計畫定義之 ITS 成本效益評估工具，本計畫建議引用巨觀模擬軟體之 IDAS 為評估工具，IDAS 對於 4.2 節研選原則之符合程度說明如下：

(1)需具有完整的 ITS 建置方案/策略可供選擇

IDAS 可用於評估 12 種類型，共計 63 種 ITS 策略之效益與成本，應用範圍甚為全面，如表 4.3-1 所示，進行方案績效分析。

(2)不同策略可相互結合，能夠評估策略結合後之綜效

IDAS 分析架構分為專案、方案、控制方案、ITS 策略，如圖 4.3.1 所示，可組合多種方案，模擬運輸管理策略與 ITS 系統結合之情境，用於比較及篩選 ITS 建置計畫替選方案。

(3)能夠結合國內目前運輸規劃模式之路網與產出資料，避免資料重覆輸入工作

可匯入運輸規劃模型之產出資料，如台北都會區整體運輸規劃模式、台灣地區整體運輸規劃模式、各都會區的大眾捷運系統運輸規劃模式等。若為小範圍路網，IDAS 亦可自行建立路網資料，應用上甚為彈性。

(4)評估工具應自動提供需輸入之交通與成本參數，但允許使用者自行調整，成本項目應包含建置與維運成本

於 IDAS 系統中，使用者需輸入各策略相關之基礎資料及影響策略參數，成本項則依各策略特性分為設備需求及設備規格，可供使用者調整項目內容。

(5)評估之效益項目需涵蓋效率、安全、環境與生產力等四大領域

IDAS 之效益項包括旅行時間、通過量、旅行時間可靠度、肇事率、廢氣排放量、燃油消耗、噪音、營運成本及收入等，IDAS 並將所有成本與效益進行年化與貨幣化，易於進行益本比分析，具有微觀交通模擬軟體缺少的優點，因此符合研選原則。

表 4.3-1 IDAS 可評估之 ITS 策略項目表

ITS 類別	ITS 策略
1.幹道交通管理系統	-獨立路口觸動號誌 -定時式幹道號誌連鎖 -觸動式幹道號誌連鎖 -中央控制號誌連鎖控制 -緊急車輛優先號誌 -公車優先號誌
2.高速公路交通管理系統	-定時式匝道儀控 -觸動式匝道儀控 -中央控制匝道儀控
3.先進大眾運輸系統	-固定路線大眾運輸－自動排班系統 -固定路線大眾運輸－自動車輛定位 -固定路線大眾運輸－自動排班與車輛定位整合 -固定路線大眾運輸－安全系統 -副大眾運輸－自動排班系統 -副大眾運輸－自動車輛定位 -副大眾運輸－自動排班和車輛定位整合
4.事件管理系統	-事件偵測與確認 -事件反應與管理 -事件偵測/確認/反應/管理之整合
5.電子收費系統	-大眾運輸電子票證 -基本電子收費

表 4.3-1 IDAS 可評估之 ITS 策略項目表(續 1)

ITS 類別	ITS 策略
6.地區性多運具旅行者資訊系統	<ul style="list-style-type: none"> -公路路況廣播 -高速公路動態資訊標誌 -大眾運輸動態資訊標誌 -電話語音旅行者資訊系統 -網際網路旅行者資訊系統 -Kiosk 多運具旅行者資訊系統 -Kiosk 大眾運輸旅行者資訊系統 -手持式設備－旅行者資訊系統 -手持式設備－含路徑導引之旅行者資訊系統 -車上旅行者資訊系統 -車上含路徑導引之旅行者資訊系統
7.商用車輛營運	<ul style="list-style-type: none"> -電子篩選 -動態地磅 -電子通關－許可憑證 -電子通關－安全檢視 -電子篩選/通關整合 -安全資訊交換 -車上安全監視 -電子路側安全檢查 -危險物品事故反應
8.先進車輛控制與安全系統	<ul style="list-style-type: none"> -駕駛警告系統－匝道車輛翻覆 -駕駛警告系統－下坡超速 -縱向防撞 -側向防撞 -交叉路口防撞 -增強碰撞視野 -安全防護
9.鐵路平交道監視系統	
10.緊急事故處理服務	<ul style="list-style-type: none"> -緊急車輛控制服務 -緊急車輛自動定位 -車內求救系統
11.支援建置	<ul style="list-style-type: none"> -交通管理中心 -大眾運輸管理中心 -緊急事故管理中心 -交通監控－CCTV -交通監控－線圈偵測系統 -交通監控－探針車系統 -基本車輛通訊 -道路線圈偵測器 -資訊服務中心
12.整體建置	<ul style="list-style-type: none"> -以路徑為主 -以區域為主

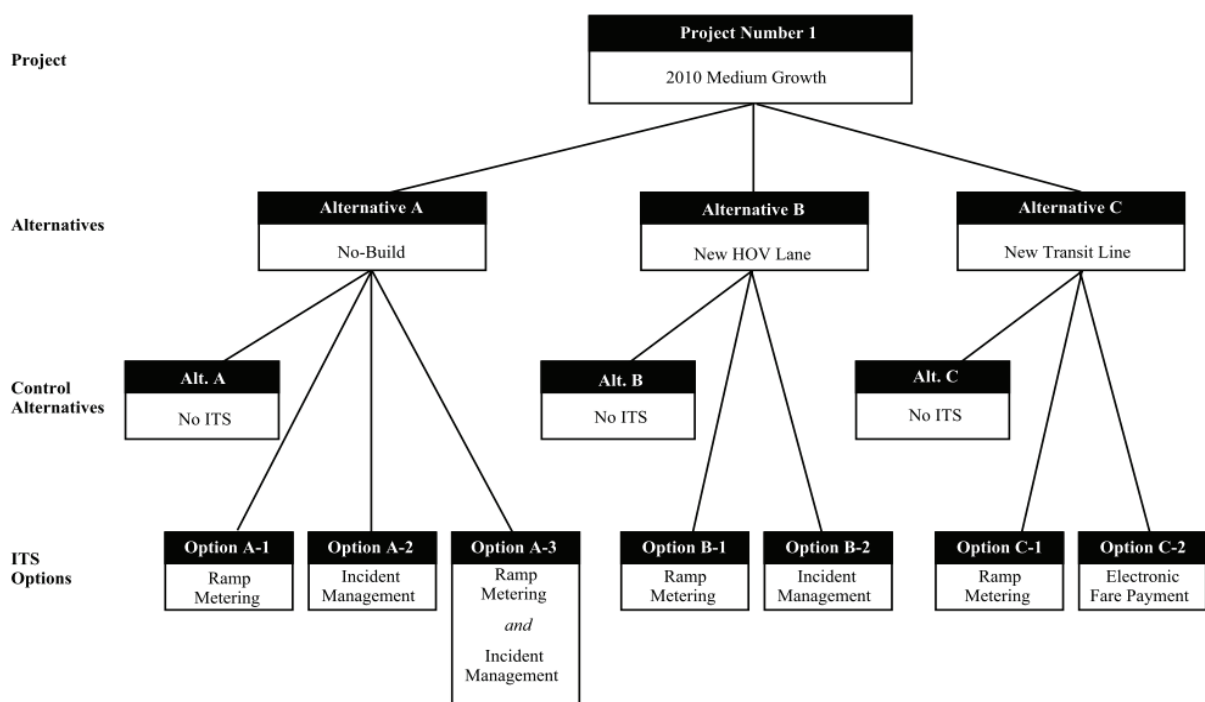


圖 4.3.1 IDAS 分析架構

整體而言，因應 ITS 計畫在生命週期不同階段的成本效益評估需求不同，在 ITS 整體規劃、ITS 個別計畫編擬或審議階段，此階段重點在於比較不同方案或實施範圍、決定計畫優先程度與經費分配、或是決定計畫是否執行，本階段屬於概略式成本效益分析，建議引用美國 IDAS 軟體做為 ITS 成本效益評估工具，但是在規劃階段若要探討細部路段或路口處的交通運作狀況，例如車流在特定路口的車速變化與停等狀況，由於 IDAS 屬於運輸需求規劃類型的分析工具，不易得到路網細部運作狀況，故可採用微觀交通模擬軟體做為效益評估工具，然而當分析的路網範圍較大(如 50 個路口以上)，或路網基本資料不易取得(如車道寬度、車道配置、路口時制計畫、路口轉向交通量、匝道儀控率等)，則應使用 IDAS、避免採用微觀交通模擬軟體以減少路網建立、參數校估等工作所耗費之人力與時程。除了上述路網規模大小、交通運作詳細程度的差異外，IDAS 具有成本與效益貨幣化分析的優點，容易進行成本效益的比較分析，IDAS 亦可分析多種效益，如肇事率降低、營運成本降低等，此外，許多非路網運作分析為主的 ITS 策略，如大眾運輸電子票證、公車動態資訊系統、公車車隊管理系統等，交通微觀模擬軟體無法直接進行模擬，而 IDAS 則可應用在這些 ITS 策略的成本效益分析。

在計畫實施階段，此階段之成本效益評估需求為詳細之成本效益分

析，以檢討計畫執行之成效與進行計畫實施之檢核，本計畫建議此階段採用之成本效益評估工具或方式如下：

- (1)大部分 ITS 策略均可使用 IDAS 軟體進行概略式成本效益分析，IDAS 尚無法評估者包括環保駕駛系統、商用車隊管理系統、自動車隊駕駛、行人支援輔助系統等策略
- (2)具有路網運作提昇效易策略者，且路網範圍不大(建議 50 個路口以下)，可應用交通微觀軟體(如 Synchro、VISSIM 及 Paramics)進行路網細部運作模擬分析，若實施範圍路網較大，交通微觀軟體模擬成本與複雜度甚高，則建議採用 IDAS 軟體進行模擬分析
- (3)具有路網運作提昇效益策略者，亦可實施計畫事前事後績效調查與分析，直接取得 ITS 計畫量化效益
- (4)採用使用者滿意度調查方式，評估無法量化之效益項目(如路況資訊系統、公車動態資訊系統之系統滿意度)
- (5)利用特定理論(如存活分析)評估 APTS 對增加大眾運輸運量之效益

綜上所述，不同階段的 ITS 成本效益評估工具建議如表 4.3-2 所示。

表 4.3-2 ITS 策略成本效益評估工具建議

效益類別	ITS 領域	ITS 策略	成本效益評估工具建議	
			計畫編擬與審議階段	計畫實施階段
路網運作績效提升	ATMS EMS	號誌系統時制改善 高速公路匝道儀控 公車優先號誌 緊急事故處理	1. 使用 IDAS 軟體 2. 路網範圍小，且欲探討路段或路口詳細車輛或行人通行狀況時採用微觀交通模擬軟體	1. 使用 IDAS 軟體 2. 路網範圍小，且欲探討路段或路口詳細車輛或行人通行狀況時採用微觀交通模擬軟體 3. 採用事前事後交通績效調查方式進行評估
		ATIS	路況資訊提供(CMS)	
		路況資訊提供(互動式系統)		
	EPS	高速公路 ETC		
大眾運輸/運輸需求管理	APTS	公車動態資訊系統 車隊管理系統 需求反應式公車	1. 使用 IDAS 軟體	1. 使用 IDAS 軟體 2. 公車動態資訊系統可採用存活分析評估大眾運輸運量增加之效益
	EPS	大眾運輸電子票證 擁擠收費		
車隊或車輛本身效率提升 其他	CVOS	動態地磅	使用 IDAS 軟體	
	AVCSS	先進式防撞與定速系統		
	ATIS	環保駕駛系統	IDAS 尚未支援此等 ITS 應用，建議使用其他分析方法	
	CVOS	車隊管理系統		
	AVCSS	自動車隊駕駛		
	VIPS	行人支援輔助系統		

2.IDAS 應用模組與特性

IDAS 為 ITS 建置與應用策略分析系統之商用軟體，屬於草圖式 (Sketch-level) 規劃工具，主要功能為協助政府部門將 ITS 計畫整合至運輸規劃程序之中，IDAS 的系統設計主要包括五個分析模組，其模組流程架構如圖 4.3.2 所示：

(1)輸入與輸出界面模組(I/O Interface Module, IOM)

輸入旅運需求模式所需的資料，包含節點座標資料、路網節線資料、分區資料、OD 矩陣資料以及禁止轉向資料等基本資料，另依 ITS 策略特性輸入相關影響策略效益參數，以幹道交通管理系統為例，所需參數如下：

①基礎參數

a.交通需求變異程度

受特殊事件、天氣、尖峰車流方向改變影響變異程度，變異度高之路網，其觸動式幹道號誌連鎖效益高於定時式幹道號誌連鎖。

b.整體擁擠程度

高擁擠度之路網，其中央控制式幹道號誌連鎖效益高於觸動式幹道號誌連鎖。

c.時制計畫修改時間間隔

決定交通號誌管制策略效益。

d.交通號誌密度

②系統預設參數，可供使用者依需求修改

a.路段參數：特殊路段可設定容量增加(8~25%)

b.ITS 建置設備

c.相關影響參數：肇事率、排放率、油耗率、時間價值、其他成本

輸出資料可透過運具別、地區別或路段種類輸出三種彙總資料表，輸出的項目包括以下項目：

a.旅行車哩(VMT)

b.旅行車小時(VHT)

- c.平均速率
- d.旅行人小時(PHT)
- e.人旅次數
- f.肇事件數：死亡、受傷與純財物損失
- g.旅行時間可靠度(非預期的延誤時數)
- h.油料損耗(加侖)
- i.廢氣排放量：碳氫化合物與有機反應氣體、一氧化碳、氮氧化物、懸浮物

(2)方案產生模組(Alternatives Generator module, AGM)

模擬不同的 ITS 策略組合以設計多個替選方案。

(3)效益模組(Benefits Module)

經由旅次指派與運具選擇推估各幹道的旅行速率與流量，並包含以下子模組，旅行時間總和/通過量、環境影響、安全性及旅行時間可靠度，推算出旅行時間、機動性、廢氣排放量、油料消耗量、事故發生數與旅行時間可靠度等，以便衡量該方案的效益。

(4)成本模組(Cost Module)

成本項包括資本投入及營運費用之生命週期成本，經由所建置 ITS 設備的數量來推算該方案的資本成本、維護成本與折舊成本，可估計每年的生命週期費用與建置 ITS 改善設施的年平均成本，其中包括公共資本成本（含號誌與建造費用）、公共營運與維護成本、私有資本成本，以及私有營運與維護成本等

(5)方案比較模組(Alternatives Comparison Module, ACM)

方案策略分析評估方面，包含益本比分析、敏感度分析、風險分析等，計算益本比值、增量變化的影響，以及敏感度與風險分析值等，並且遴選較佳的替代方案。具體來說，ACM 具有以下功能：

- ①讓使用者編輯價值參數(如旅行時間價值)
- ②將效益績效值從每天或每小時之值轉換為每年之值(即年化效益值)
- ③應用使用者定義的效益權數進行敏感度分析
- ④比較年化成本與年化效益

⑤彙整與顯示效益資訊

⑥彙整與顯示政府與民間成本

⑦執行與顯示風險分析結果

⑧產生益本比分析結果、績效值表格以及路段流量與平均車速路網圖

IDAS 系統提供使用者三種 ITS 分析資源，供使用者在缺乏相關資料時可使用預設資料進行方案評估：

(1)ITS 影響設定(ITS impact settings)

IDAS 提供各種 ITS 策略影響因素之預設參數設定，預設參數係經由檢視 ITS 資料館中相關影響因素進行設定，使用者應以地區性運輸供給及需求特性判斷 ITS 策略之影響因素。

(2)IDAS 設備資料庫表(IDAS Equipment Database Spreadsheet)

設備資料庫表提供各種 ITS 策略相關之設備及成本，使用者可應用此一資料清單推估 ITS 設備需求及成本，再依據自身策略性進行修正，在未有完整設備、成本資料時可減少蒐集資料時間。

(3)ITS 資料館(ITS Library)

資料館記錄 ITS 技術應用於美國及全球各地之影響因素，使用者可藉此了解 ITS 技術建置案例相關之影響因素。

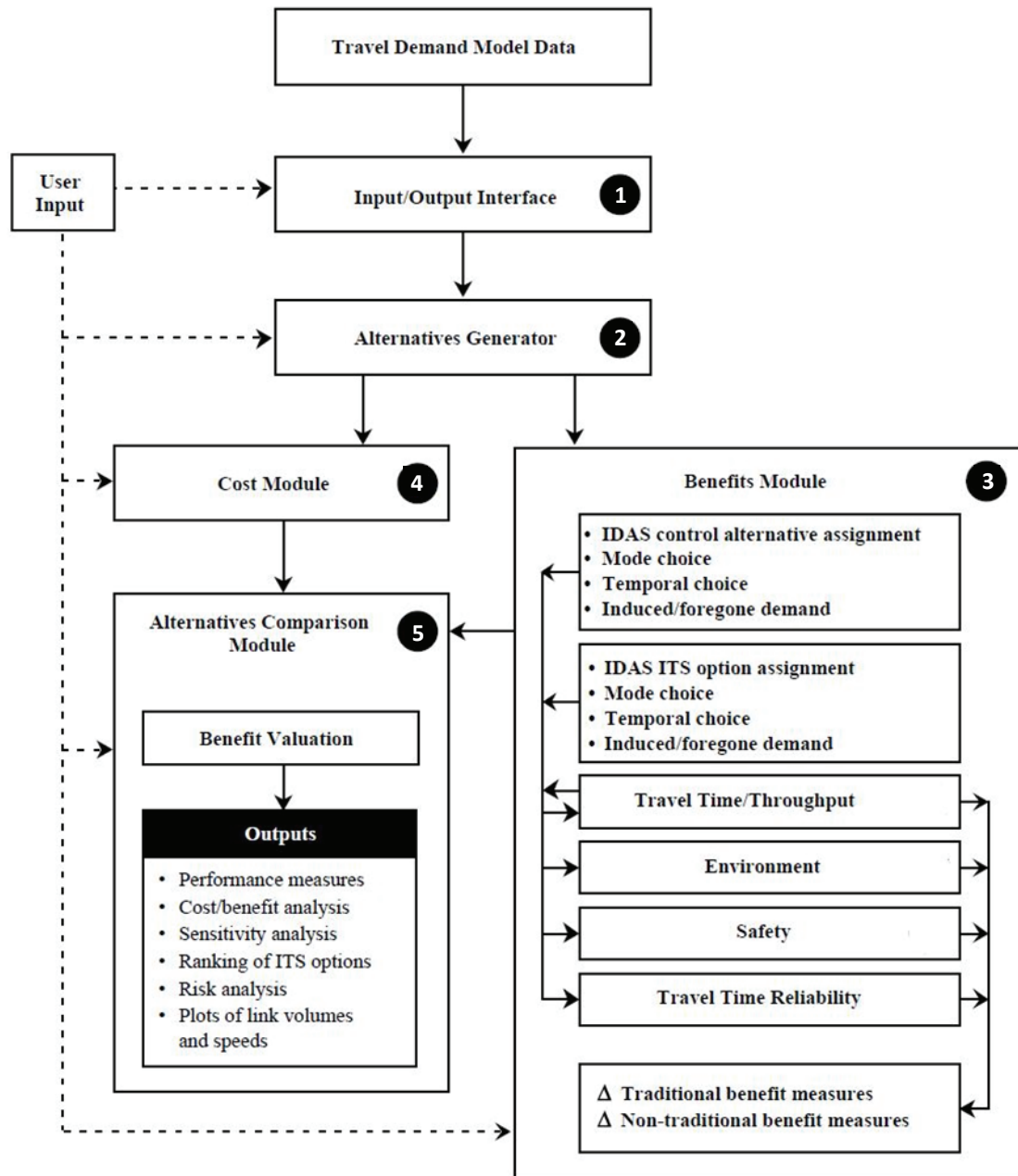


圖 4.3.2 IDAS 模組流程架構

資料來源：ITS Deployment Analysis System (IDAS), User's Manual, Cambridge Systematics, Inc., 2001.

3.IDAS 於國內之適用性

經由上述 IDAS 整體架構及相關輸入輸出資料介紹可知 IDAS 系統內已有內建資料庫可供使用，並可依使用者所設定方案特性進行調整，為使評估結果更符合國內特性，初步規劃可調整以下參數：

- (1)基礎參數：在平面道路管理策略方面(如定時式號誌時制改善、公車及緊急車輛優先號誌)，可依據各交控中心所建置之設備資料及長時間蒐

集獲得之交通量資料，推估如交通號誌密度、交通變異程度、道路擁擠程度(V/C)、道路容量、V/C 與平均車速之關係曲線等參數，以進行基礎參數調整。在時間價值方面，可引用經建會 97 年「公共建設計畫經濟效益評估及財務作業手冊」所提供之各車種時間價值。在碳價值方面，可引用台灣碳排放交易推廣協會網站(<http://www.teta.org.tw/>)提供的最新碳價值。

(2)方案效益：以本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(2010)」針對國內機動車輛特性與環境特質，推估國內機動車輛之耗油率及 CO₂ 排放係數，再匯入 IDAS 程式中進行運算；國內建置 ITS 系統多有進行績效評估，可藉此調整輸入參數，並與效益模組進行校估修正。此外，號誌時制改善對車道容量提昇、匝道儀控對高速公路主線容量提昇、公車動態資訊提供對乘客等車時間降低等之效益亦可經由國內資料蒐集後加以研訂。

(3)建置成本：依國內建置 ITS 系統經驗，可獲得相關軟硬體及人力建置經費，以修改成本模組參數，惟國內現階段較缺乏長期蒐集之建置成本資料庫，有賴本計畫規劃之 ITS 成本效益資料庫進行長期之資料蒐集與彙整。

IDAS 適用於規劃階段的成本效益評估，目前交通部補助縣市政府申請智慧交控與聰明公車計畫的運作機制，由科顧室成立評選委員會，縣市政府提出計畫書後，委員會進行評選，以決定補助縣市與經費分配，若在此階段利用 IDAS 評估 ITS 計畫的成本效益，將遭遇以下問題：

(1)計畫書撰寫時程較短，評估作業時間有限

(2)IDAS 路網輸入資料需由運輸需求模式輸出結果轉換，而部分地區運輸需求模式路網詳細度不足而缺少 ITS 計畫實施路段，需進行模式修正，且國內各生活圈運輸需求模式完成年期不一，許多生活圈模式完成時間已超過 10 年，模式需調校後才能應用

(3)縣市政府承辦單位人力與專業較為有限，而處理運輸需求模式軟體所需的專業度較高，承辦人員多半無法自行處理模式的調校、修正與輸出，需顧問公司協助

在目前智慧交控與聰明公車計畫申請機制不變情況下，IDAS 不適合

做為縣市政府計畫申請階段之 ITS 成本效益評估工具，為提供短期內縣市政府於計畫申請階段易於使用的評估工具，建議發展如美國 SCRITS 軟體之國內試算表(Spreadsheet)式評估工具，針對現行 ITS 計畫申請類別加以開發(即智慧交控及聰明公車兩類)，試算表式評估工具之假設條件較多，評估上甚為主觀，且因簡化的情況下能夠評估的績效項目十分有限，評估結果至為粗略，不建議做為正式評估工具，僅能提供計畫申請時簡易替代工具。上述計畫申請機制改善後，仍應回歸 IDAS 評估工具，才能取得較為完整與精確的成本效益評估數據，以做為決策評估之依據。建議各 ITS 計畫在建置前均應經過完整規劃與成本效益評估程序，比較不同替選方案成本效益做為決策依據之一，若縣市政府承辦單位評估資源有限，應委由顧問公司利用 IDAS 進行評估，以建立完整的 ITS 成本效益評估機制。

所謂短期替代評估工具為試算表式之 ITS 成本效益評估工具，主要做為縣市政府申請智慧交控與聰明公車計畫補助時替代 IDAS 軟體之用，由於試算表評估工具的開發較為簡易，為符合國內計畫特性，建議由國內自行開發。本計畫參考美國 SCRITS 軟體架構，依據我國 ITS 發展現況與相關資料取得難易度進行規劃(本期計畫僅進行試算表的規劃，並未實際開發出試算表)，規劃內容分為三個部分：

(1) 架構規劃

- ①本工具建立在 Excel 的工作表(Worksheet)之上
- ②每一工作表代表一項 ITS 策略或計畫，資料輸入與結果輸出均在該工作表
- ③其他工作表包括背景路網資料、參數表，提供各 ITS 策略工作表在計算成本效益時之用，其架構如圖 4.3.3。



圖 4.3.3 試算表式 ITS 成本效益評估工具架構

- ④工作表內提供的績效指標，規劃如表 4.3-3。

表 4.3-3 試算表式評估工具績效指標規劃

目標	績效指標
安全	車禍肇事率
效率	車公里數 速度、車小時、人小時
生產力	營運成本
能源與環境	油耗 廢氣排放量(CO、NO _x 、HC、CO ₂)

⑤ITS 成本項目因各計畫設備數量與系統功能差異較大，故由使用者自行輸入

⑥貨幣化成本與效益轉換為平均年化成本與效益，以求得益本比值

⑦美國 SCRITS 試算表之號誌系統改善案例如表 4.3-4，該案例需要輸入兩種參數

a.交通參數：預期之路段平均速度提昇比例(20%)、每車英哩停等次數(0.5)、停等次數減少比例(10%)。

b.成本參數：建置成本(1,000,000 美元)、使用年限(10 年)、年營運與維護成本(100,000 美元)、年單位人力成本減少(20,000 美元)

該案例算出的年化成本為 222,000 美元，年化效益為 9,418,847 美元，因此益本比為 $9,418,847/222,000=43.4$ 。

表 4.3-4 SCRITS 之號誌系統成本效益評估案例

ANALYSIS OF TRAFFIC SIGNAL SYSTEMS		
	User Input	Calculated Value
Date of analysis	1998/12/11	
Analyst	Register	
Description of improvement	Computerized signal system replacing uncoordinated signals	
TRAFFIC AND TRAVEL		
Current total weekday VMT on arterials in study area		200,000
Current total weekday VHT on arterials in study area		11,086
Average speed on arterials in study area		18.04
Percent improvement in avg. speed expected, based on evaluation data	20%	
Avg. speed expected after improvement		21.65
Total weekday VHT after improvement		9,239
Time (hrs.) saved per weekday		1,848
Time (hrs.) saved per year, weekdays only		461,936
Current no. stops per VMT	0.5	
Current no. stops in study area, average weekday		100,000
Percent reduction in stops expected	10%	
No. stops eliminated, average weekday		10,000
ENERGY AND EMISSIONS		
Annual gallons of fuel saved, weekdays only		50000
Annual change in weekday CO (tons/year)		-853
Annual change in weekday Nox (tons/year)		1.30
Annual change in weekday HC (tons/year)		-103
ACCIDENTS		
Current no. annual accidents in study area, weekdays only		290
Percent accident reduction		10%
No. accidents eliminated per year, weekdays only		29.0
COSTS AND BENEFITS		
Annual value of time savings, weekdays only		\$6,605,691
Annual accident savings (\$)		\$435,000
Annual operating cost savings, weekdays only		\$62,500
Total annual dollar benefits, weekdays only		\$7,103,191
Total annual dollar benefits, full week		\$9,640,847
Installation cost	\$1,000,000	
Service life (years)	10	
Annual operating/maintenance cost	\$100,000	
Savings in agency labor costs	\$20,000	
Annualization factor		0.142
Total annualized cost		\$222,000
Annualized benefits (weekday only) minus annualized cost		\$6,881,191
Annualized benefits (full week) minus annualized cost		\$9,418,847
Benefit/costratio, weekday		32.0
Benefit/costratio full week		43.4

(2) 案例規劃

① 幹道時制重整

a. 使用者輸入

(a) 幹道平常日平均車公里、日平均車公里/平常日平均車公里比值

(b) 幹道距離、幹道容量

(c)實施路段年肇事數量

(d)預估實施後平均車速提昇百分比、降低肇事比率

本項應提供國內參考值或引用國外建議值，以利使用者引用參考。

(e)油料價格

(f)時制重整成本、實施年限

b.系統參數

(a)平常日平均車流量與平均車速對應關係

本項需引用國內相關研究或美國 FHWA 研究資料。

(b)時間成本價值、碳價值

(c)耗油率、碳排放率

c.系統績效

(a)系統總績效=時間成本節省+肇事成本降低+油料成本節省+減碳效益

d.系統成本

(a)根據實施年限及時制重整成本計算年化成本

②聰明公車

a.使用者輸入

(a)系統建置成本、每年系統營運成本

(b)業者每年人力節省成本

(c)設備服務年限

(d)實施路線平均每日運量

(e)聰明公車使用率

(f)平均每位乘客等車時間(使用及沒有使用聰明公車)

本項應提供國內參考值或引用國外建議值，以利使用者引用參考。

b.系統參數

(a)時間成本價值

c.系統績效

(a)系統總績效=乘客時間成本節省+業者人力節省成本

(b)乘客時間成本節省：根據運量、聰明公車使用率、乘客等車時間減少、乘客時間價值等計算而得

d.系統成本

(a)根據設備服務年限計算年化建置成本

(b)系統總成本=系統年化建置成本+營運成本

(3)IDAS 與試算表評估工具之比較

表 4.3-5 IDAS 與試算表評估工具之比較

比較項目	IDAS	試算表評估工具
背景路網輸入	需從運輸需求模式輸出路網資料，路網常需要調整與補充，而部分都市運輸需求模式需要更新	需取得幹道流量/容量資料
評估方式	需輸入經驗值(如道路容量提昇與肇事率降低比例)，具有運具分配與交通量分派兩個階段分析過程	簡易式的經驗值計算，極粗略的評估過程
效益評估項目	含旅行時間/通過量、環境、安全、旅行時間可靠性等四大效益類別	因功能限制，僅能模擬部分效益項目
參數輸入	肇事率、肇事成本、耗油率、排放率、時間價值等，需調整成國內適用參數	所需參數較少，亦需調整成國內適用參數
使用限制	<ul style="list-style-type: none">● 使用者需具備運輸需求規劃模式基本概念● 輸出入操作程序較為複雜● 僅有英制單位(加侖、英哩、美元...)	<ul style="list-style-type: none">● 無法考慮運具移轉、交通量移轉等效益● 輸出入操作程序簡易，縣市政府 ITS 承辦人可自行操作

第五章 ITS 節能減碳與成本效益資料庫與評估機制之規劃

5.1 ITS 節能減碳與成本效益資料庫建置之重要課題

5.1.1 重要課題分析

1.與我國交通運輸部門既有資料庫與評估工具之結合運用

(1)既有資料庫之結合運用

雖然目前我國尚未建立專門的 ITS 節能減碳與成本效益資料庫，但是已建置且持續維運「運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」及「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」。前者除了整合本所既有之資料庫與相關規劃工具箱外，同時結合與運輸議題相關之資訊系統，如交通部所屬各機關資訊系統、國土資訊系統、行政院中長程計畫制度相關之作業系統等，並考量運輸部門之規劃分析、展示、決策與政策說明等需要，建置一國家運輸多功能整合資訊決策支援系統平臺，支援運輸發展展示、發展評估、輔助運輸部門中長程計畫審議決策分析，可配合規劃及運輸政策白書檢討之需要，提供相關圖表分析資料。後者掌握我國運輸部門能源溫室氣體排放狀況，以及推動節能減碳政策所需之相關資訊，並因應氣候變遷研究需要規劃資料庫擴充與更新機制，以支援政策評估決策支援系統。

因此，基於 ITS 節能減碳與成本效益評估所需資料與此一系統具有共通性之考量，於規劃、建置 ITS 節能減碳與成本效益資料庫之時，應優先評估藉由此一系統擴充發展 ITS 功能模組之可行性，以創造計畫綜效，並避免資源重複投入之問題。

(2)既有評估工具之結合運用

於資料庫系統建議採用之評估工具，雖然我國已發展「交通建設計畫經濟效益評估作業規範與評估軟體」、「Mobile-Taiwan」、「TDM2008(臺灣城際運輸需求模式 2008 年版)」、「Dyna Taiwan」等各

項評估工具，但是在結合運用時，不僅應該考量其適用範圍依評估目的、路網範圍與評估策略而定，且須注意參數值設定之一致性問題，例如行車成本、肇事成本、時間價值、折現率、物價上漲率、空氣污染排放、二氧化碳排放等。

2.計畫成果資料之蒐集、彙整，以及後續更新維護

資料庫系統建置包括初始階段及後續維運階段，其間之 ITS 計畫成果資料蒐集、彙整、以及後續更新維護涉及 ITS 計畫管理權責分散(空間)及執行年期長(時間)等兩方面之問題。說明如下：

- (1)在空間方面，由於 ITS 計畫執行單位包括交通部高公局、科顧室、本所，以及各縣市政府交通單位，因而在蒐集、彙整，以及更新維護各項計畫成果資料時，需要考量管理權責分散問題。
- (2)在時間方面，由於交通部自 90 年起即陸續展開各項 ITS 建置、擴充、維運計畫，且多數計畫皆跨越數個年期，因而在蒐集、彙整，以及更新維護各項計畫成果資料時，需要考量各單位承辦人員更替之影響。

3.計畫成果資料項目內容與格式之界定、正確性檢核

雖然 ITS 計畫成果資料可依據輸入/輸出概念而概略區分為輸入之原始基礎資料與成本資料、輸出之報告書與效益資料等 4 個部分，但是在界定資料項目內容與格式之時，必須考量各項計畫九大領域類型差異、規劃/建置/擴充/維運階段劃分，才有利於資料彙整與分析運用。

- (1)在輸入方面，包括基礎資料、成本資料等兩部分。基礎資料部分，雖然各類型 ITS 計畫於規劃/建置/擴充/維運階段取得基礎資料差異大，但是基礎資料畢竟屬於第一級原始資料，提供資料庫使用者參考性質之成份居多，不致於影響資料彙整與分析運用。成本資料部分，雖然 ITS 計畫成本可大致區分為中心端、路側端、車上端、使用端等硬體設備，以及軟體設計、通訊、電力等項目，但是由於目前尚未詳細規範計畫預算編列方式，以致於部分計畫沒有逐項列示或清楚地加以分類。
- (2)在輸出方面，包括報告書、效益資料等兩部分。報告書部分，係提供資料庫系統使用者參考性質之成份居多，不致於影響資料彙整與分析運用。效益資料部分，由於目前尚未依據 ITS 計畫領域及目標而訂定明確的績效指標及評估方式，以致於無法有效地檢核計畫效益計算之正確

性，不僅影響資料彙整及分析運用，同時也降低 ITS 計畫效益評估結果之可信度。

5.1.2 因應對策

- 1.建議由交通部統一規劃及建置 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統，並評估與「運輸部門決策支援系統」及「運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」結合之可行性，以利後續之維運管理。
- 2.藉由資料庫系統規劃建置過程，蒐集並分析國內既有之 ITS 計畫成果資料輸入/輸出問題，並訂定通用之成本、效益項目，以作為計畫成果資料項目內容與格式界定，以及正確性檢核機制研擬之參考依據。
- 3.基於 ITS 計畫九大領域類型差異、以及規劃/建置/擴充/維運階段劃分之認知，配合資料庫結構之規劃設計，訂定統一之資料項目內容與格式。
- 4.設計開發易於操作學習之資料庫系統介面，以利於各單位 ITS 計畫成果資料維護管理人員能夠協助填報計畫執行成果資料。
- 5.配合資料庫系統規劃建置，訂定相關作業之指導文件，包括預算編列方式與項目、績效指標及評估方式，以利於各單位 ITS 計畫承辦人員能夠規範廠商採取正確且一致化之作法，完成 ITS 計畫成果資料。
- 6.配合資料庫系統規劃建置，研擬各領域 ITS 計畫績效指標及評估方式，包括績效指標項目、評估方法、所需評估工具、參數、基礎資料來源等，以利於資料檢核，並確保評估過程之一致性，以及評估結果之正確性。

5.2 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統架構與內涵

本節目的在於界定 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統使用者需求，以及研擬功能架構，以作為未來資料庫規劃建置及發展之參考，並希望藉由 ITS 計畫成果資料之蒐集、彙整、分析、運用，滿足 ITS 規劃者經驗學習及支援施政者決策之需求。

5.2.1 資料庫系統功能需求之界定

本資料庫系統使用者包括內部之系統管理人員、資料庫管理人員、各單位資料維護管理人員，以及外部之使用者(包括政府單位、教育或研究機構、一般民眾等)，彙整本資料庫系統功能需求如下：

- 1.提供相關作業之指導文件，包括預算編列方式與項目、績效指標項目、評估方法、所需評估工具、參數、基礎資料來源等。
- 2.提供統一之計畫成果資料項目內容與格式。
- 3.能夠利於蒐集彙整計畫成果資料，包括報告書、原始基礎資料、成本資料、效益資料等。
- 4.提供易於操作及學習之資料庫系統人機介面，包括資料上傳與更新、查詢與輸入、統計與分析、不同使用者權限等級設定、系統維運等。
- 5.能夠支援規劃者經驗學習、施政者決策需求，以及國際交流。

5.2.2 資料庫系統功能架構與內涵

本計畫依據 5.2.1 節資料庫系統功能需求之界定，研擬 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統之功能架構如圖 5.2.1 所示，運作流程如圖 5.2.2 所示。各項功能之內涵如下：

1.範疇定義	• 說明本資料庫涵蓋之ITS領域、空間範圍、目標設定與評估項目之連結
2.入門導引	• 說明本資料庫使用、以及資料更新維護方式
3.評估準則及參數	• 提供統一之基準作法指導文件、以及所需之相關參數
4.基本資料及成果統計	• 依照ITS應用領域並搭配縣市分類而進行查詢
5.成本資料	• 依照系統規劃、開發設計、維運管理之單價成本，並可搭配應用領域、縣市分類而進行查詢
6.效益資料	• 依照ITS目標並搭配應用領域、縣市分類而進行查詢
7.經驗學習	• 依照經驗學習內容而進行分類，並可搭配目標、地區、應用領域而進行查詢
8.國際觀察	• 蒐集相關之國際活動、評估技術發展情況
9.後台管理	• 提供資料上傳與更新、系統維護、權限設定之介面

圖 5.2.1 資料庫系統功能架構

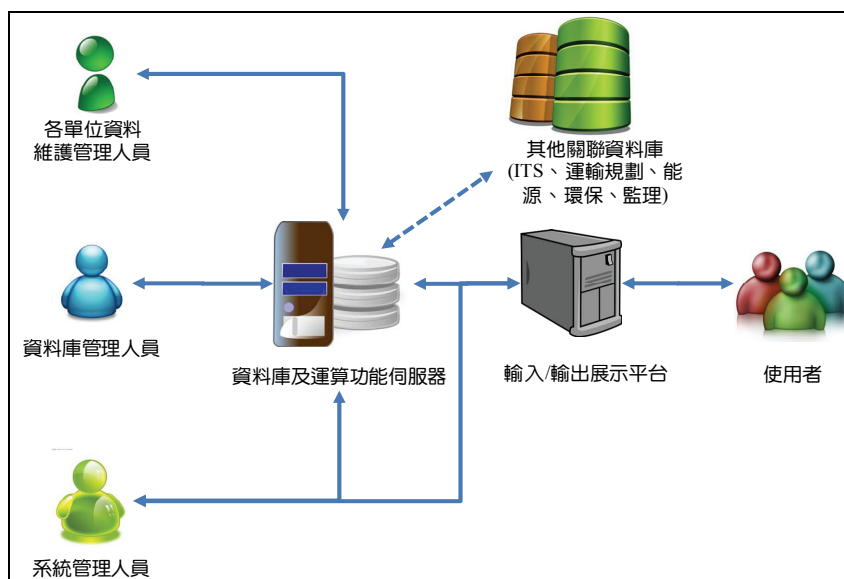


圖 5.2.2 資料庫系統運作流程示意圖

1. 範疇定義

本項功能在於說明本資料庫涵蓋之 ITS 領域、空間範圍、目標設定與評估項目之連結。

2. 入門導引

本項功能在於說明本資料庫使用，以及資料更新維護方式。

3. 評估準則及參數

本項功能在於提供統一之基準作法指導文件，以及所需之相關參數。

4. 基本資料及成果統計

本項功能在於讓使用者能夠依照 ITS 應用領域並搭配縣市分類而進行查詢。

5. 效益資料

本項功能在於讓使用者能夠依照 ITS 目標並搭配應用領域、縣市分類而進行查詢。

6. 成本資料

本項功能在於讓使用者能夠依照依照系統規劃、開發設計、維運管理之單價成本，並可搭配應用領域、縣市分類而進行查詢，以完成涵蓋所有成本，包括設施設置、搬運、維護與廢棄物處理成本…。等。

7.經驗學習

本項功能在於讓使用者能夠依照經驗學習內容而進行分類，並可搭配目標、地區、應用領域而進行查詢。

8.國際觀察

本項功能在於蒐集相關之國際活動、評估技術發展情況。於蒐集國外資料時，除了依照應用領域予以區分類別之外，也註明計畫背景，以及設定參數之條件。

9.後台管理

本項功能在於提供各單位資料管理維護人員進行資料上傳與更新、資料庫管理人員維護系統，以及系統管理人員進行權限設定之介面，以明確區分內、外部使用者權限範圍。

5.3 ITS 節能減碳與成本效益評估資料上傳暨正確性檢核之機制

本計畫建議配合 ITS 節能減碳與成本效益資料庫之規劃，建置一套含有查核管理作業及電子資料檔案檢核作業功能之系統，其中查核管理作業能提供內部辦理檢核之排程和控管使用，電子資料檔案檢核作業能提供檢查人員實地查核時，將各執行單位 ITS 計畫節能減碳與成本效益評估之電子資料檔案匯入、編輯、勾稽檢核、產生相關管理表報，及資料安全控管。

除了被動式地規劃各執行單位資料上傳暨正確性之檢核機制以外，應該主動式地進行評估機制規劃工作，從源頭開始確保資料正確性，本研究建議將整體評估機制規劃議題區分為 6 個層級，如圖 5.3.1。由第一至六層級，分別包括未來營運機制、組織與執行、方法論評析與指導原則建立、評估工具規劃、整體資料庫規劃建置、基礎資料及參數蒐集。其中，第一、二層級屬於支援活動的處理範疇，第三至六層級屬於評估技術的處理範疇，而第三層級的方法論評析與指導原則建立則為評估技術的基礎，必須最優先予以執行。



資料來源：本研究

圖 5.3.1 整體評估機制規劃之層級

5.4 ITS 節能減碳與成本效益評估與中長程公共建設計畫、抑或中程科技計畫審議結合之可行性

1. 現行作業程序

依據行政院「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」規定，長程個案計畫係以業務功能別，依據長程施政目標，訂定期程超過 6 年之個案計畫，中程個案計畫係以業務功能別，依據各機關中程施政計畫，並配合長程個案計畫，訂定期程為 2 年至 6 年之個案計畫。

中長程個案計畫按其計畫內容可分為社會發展計畫、公共建設計畫及科技發展計畫等 3 類，其中社會發展計畫(含行政資訊計畫)經行政院交議後，由研考會會同有關機關審議；公共建設計畫交由經建會會同有關機關審議；科技發展計畫交由國科會會同有關機關審議。審議結果由上開各機關函復行政院核定，其作業程序如圖 5.4.1 所示。

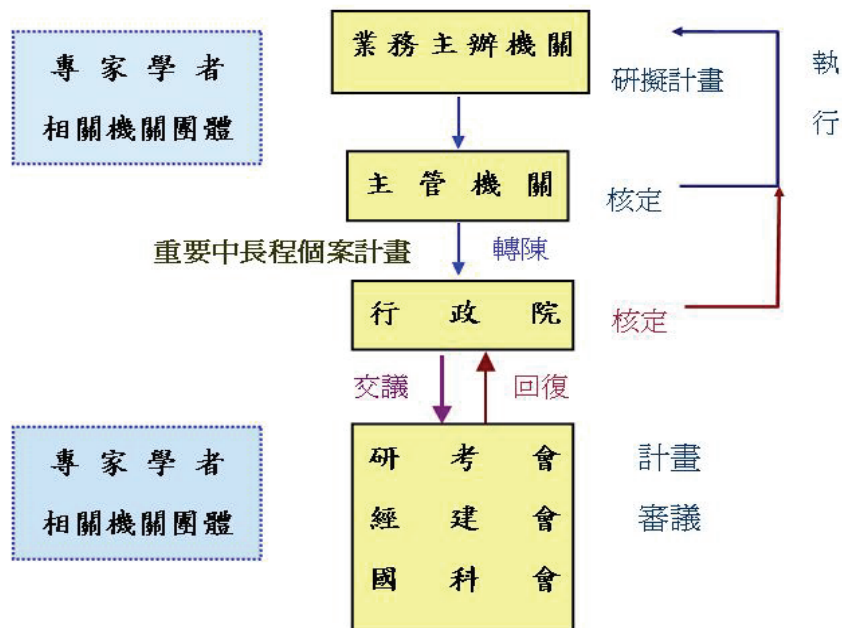


圖 5.4.1 中長程個案計畫審議作業程序

(1)計畫緣起

(2)計畫目標

(3)現行相關政策及方案之檢討

- ①主要工作項目。
- ②分期(年)執行策略。
- ③執行步驟(方法)與分工。

(5)期程與資源需求

- ①計畫期程。
- ②所需資源說明。
- ③經費來源及計算基準。
- ④經費需求(含分年經費)。

(6)預期效果及影響。

(7)附則

- ①替選方案之分析及評估。
- ②有關機關配合事項。
- ③中長程個案計畫自評檢核表。
- ④其他有關事項。

由上述中長程個案計畫審議作業程序可知，經建會負責中長程公共建設計畫審議，另依據「預算法」第 34 條「重要公共工程建設及重大施政計畫，應先行製作選擇方案及替代方案之**成本效益分析報告**，並提供財源籌措及資金運用之說明，始得編列概算及預算案，並送立法院備查。」因此相關政府單位已相當強調及重視成本效益分析報告之重要性。

在中程科技計畫方面，國科會制定的政府科技發展計畫先期作業流程如圖 5.4.2 所示，各部會需撰寫個別綱要計畫書提送國科會審議，個案計畫書內容如下，由此可瞭解計畫預期效果及影響亦為審議的重點：

壹、基本資料

貳、計畫緣起

參、計畫目標

肆、現行相關政策及方案之檢討

伍、執行策略及方法

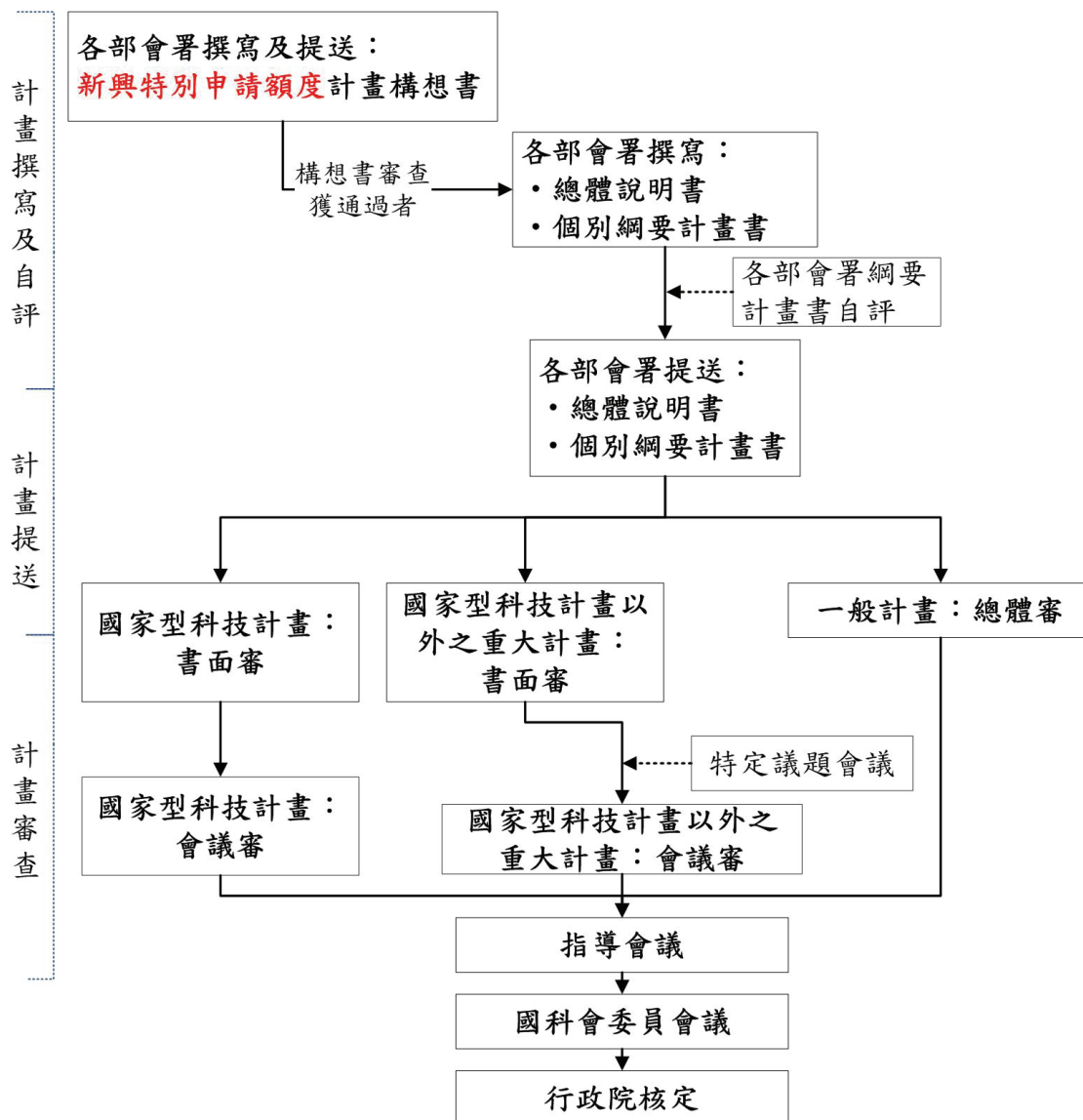
陸、資源需求

- 一、所需人力說明(含分年人力)
- 二、經費來源及計算基準
- 三、經費需求說明(含分年經費)

四、經費投入與預期績效產出評估

柒、預期效果及影響

捌、附則與附表



資料來源：101 年度政府科技發展計畫概算編製暨審議作業手冊，國科會，民國 99 年 12 月。

圖 5.4.2 政府科技發展計畫先期作業流程

2. 課題探討

- (1) 經建會對於重要公共建設計畫的審議，已要求在先期規劃報告或可行性評估階段製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，但缺乏一致性之成本效益分析項目

- (2)國科會的中程科技計畫審議作業，雖要求提出預期效果及影響，但亦缺乏效益評估項目與內容

3.未來建議

- (1)將成本效益評估納入中長程公共建設計畫或中程科技個案計畫書書寫項目，並列為審議制度重點項目
- (2)建立一致性之「ITS 效益評估項目」與評估技術手冊，並由交通部頒訂，以作為計畫審議作業之依循，表 5.4-1 為本計畫依不同 ITS 領域建議的效益評估項目建議

表 5.4-1 不同 ITS 領域計畫之效益評估項目建議

ITS 領域*	效益評估項目
ATMS、ATIS	路段旅行時間減少/速率增加 路口停等延滯降低 油耗/空氣污染物減少
APTS	運量增加/車公里數減少 營運成本減少 油耗/空氣污染物減少
EMS	路段旅行時間減少/速率增加 路口停等延滯降低
AVCSS	車禍肇事率減少
EPS(電子票證)	營運成本減少 有效容量增加
EPS(電子收費)	有效容量增加 旅行時間減少 油耗/空氣污染物減少
VIPS	車禍肇事率減少

備註：CVOS 屬私部門領域，故不列入效益評估項目。

第六章 ITS 實際案例節能減碳效益評估

本計畫選擇國內智慧交控/時制重整(屬 ATMS 策略)與聰明公車系統(屬 APTS 策略)之實際案例，蒐集與調查節能減碳評估所需之相關參、變數資料，並進行案例節能減碳效益評估。

6.1 ATMS 案例評估

本計畫選擇新近完成之都市智慧交控計畫進行評估，同時可資遴選計畫應已完成事前事後交通績效之實際調查分析，而本計畫則進行補充資料的蒐集與調查並行模擬分析，再與原計畫之評估結果進行比較分析。工作步驟條列如下，並彙整如圖 6.1.1：

- 1.選擇最新完成之都市智慧交控計畫進行評估，原計畫已實施改善績效評估
- 2.應用原計畫之交通現況調查資料，必要時另進行資料的補充調查，再利用本計畫第四章建議的交通模擬軟體(VISSIM 及 IDAS)架構現況路網
- 3.利用交通模擬軟體，VISSIM 模擬實施時制重整前後各車車速之改變，以為逐車逐秒計算耗油量之分析基礎，IDAS 模擬實施時制重整前後路網平均車速之改變，以計算耗油量與排碳量，耗油率與 CO₂ 排放率採用本計畫第四章建議值
- 4.將該計畫事前事後交通績效實際調查結果，與本計畫交通模式事前事後模擬結果，分別計算油耗與二氧化碳之減少量，再行分析比較，探討各結果間差異的因素

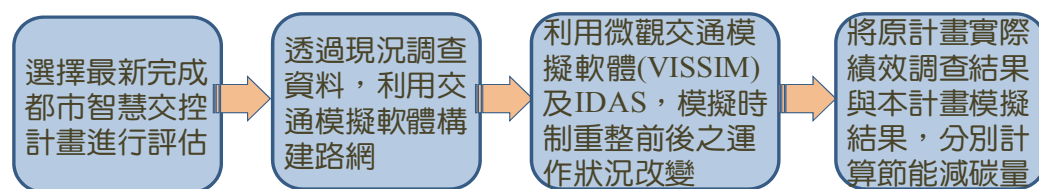


圖 6.1.1 ATMS 案例評估規劃

6.1.1 評估方案選擇

本計畫選擇最新完成之都市智慧交控系統進行評估，該計畫位於都會區、路網大小在 20 個路口以內(大型路網不易利用交通微觀模擬軟體 VISSIM 模擬)、並已完成事前事後交通績效實際調查為原則，本計畫補充進行事前事後之交通績效模擬，由於路網範圍較小，依照表 4.3-2 提出的評估工具規劃，本計畫選擇使用微觀交通軟體 VISSIM 及 IDAS 分別進行交通績效與節能減碳效益評估，其結果並與原計畫之實際績效調查結果進行比較。

在案例選取上，規劃採用「99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程」，該計畫時制重整範圍包含新店區安康路及祥和路共 18 個路口，路口位置如圖 6.1.2，其中安康路為市區幹道，街廓短、道路兩側商業活動多，祥和路屬臺北縣側環河快速道路之永和次系統，又稱為中安快速道路，全段均為河川加蓋後之道路，街廓長、兩側均無住家及商家，可算是接近快速道路等級之郊區幹道，因此本案例可同時提供市區與郊區幹道兩種道路型態績效分析結果之比較，智慧交控案例之評估方案如表 6.1-1 所示。在評估時段方面，由於該計畫範圍以平日上午尖峰壅塞較為嚴重，且時制重整後的改善效果較佳，因此以平日上午尖峰小時為模擬評估時段。

該計畫採用 Synchro 軟體進行時制計畫最佳化設計，油耗節省評估係依小汽車空轉怠速減少之時間計算，以人工調查之路口延滯降低時間代表汽車空轉怠速減少時間。二氧化碳減少量則是由汽油消耗之二氧化碳排放率所估算。

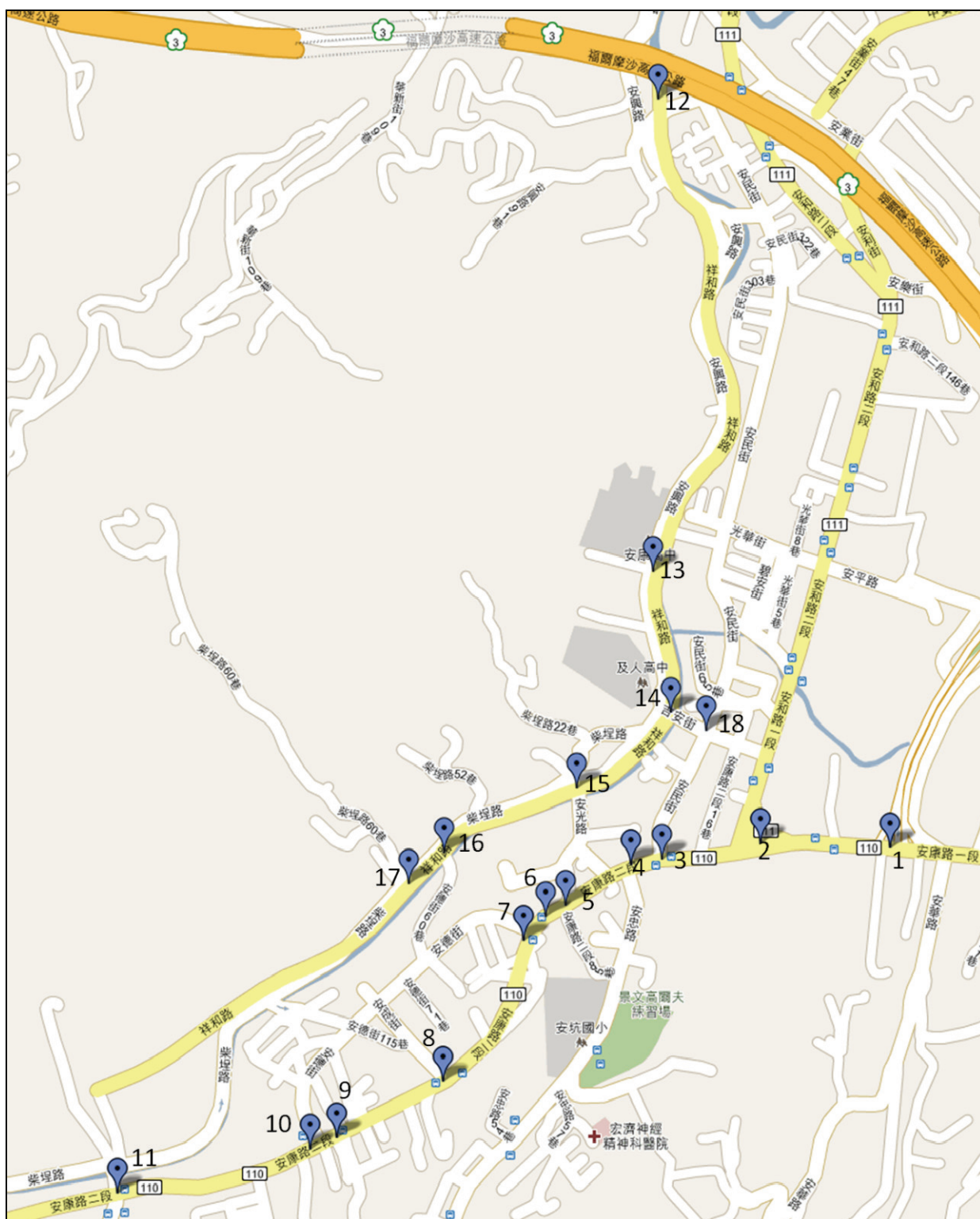


圖 6.1.2 99 年度臺北縣幹道時制重整路口位置圖

表 6.1-1 智慧联控/時制重整案例節能減碳評估構想

計畫	原計畫 (99 年度臺北縣幹道時制重整 及旅行時間系統工程)	本計畫 Vissim 模擬	本計畫 IDAS 模擬
分析軟體	Synchro (號誌最佳化)	Synchro (引用原計畫結果) Vissim(逐車逐秒速率模擬)	IDAS
交通輸出 資料	實際延滯調查取得之路口停 等延滯時間： 1.空轉時間減少之油耗節省 (公升/小時)=平日上下午 尖峰平均每車減少空轉時 間(小時/PCU) x 汽車空轉 1 小時油耗(公升/小時)x 實 施路口事後上下午尖峰車 流量(PCU/小時) 2.二氧化碳排放減少量(g/小 時)=平日上下午尖峰平均 每車油耗節省(公升/PCU) x2,263(克/公升) 實施路口 事後上下午尖峰車流量 (PCU/小時)	路網所有車輛逐車逐秒速 率，採用本所之小客車市區 道路油耗與能源局 CO ₂ 排放 係數進行計算，另考量怠速 係數。	各路段平均車速， 採用本所之小客車 市區道路油耗與能 源局 CO ₂ 排放係數 進行計算。
節能減碳 效益	巨觀角度： 平均延滯時間(空轉時間)減 少	微觀角度： 1.各車速率提昇 2.各車延滯時間減少(含低速 及空轉時間)	巨觀角度： 平均車速提昇

6.1.2 評估結果

1.VISSIM 模擬

(1)耗油率與 CO₂ 排放係數說明

VISSIM 之模擬結果為微觀逐車逐秒之改善結果，因此建議採用市區道路油耗與車速關係(表 2.2-24)來進行計算，CO₂ 排放係數則採用 4.1.3 節所建議的 2,263 克/公升。且因為微觀可考慮號誌與壅塞造成的延滯，故可充分反映怠速所造成的影響，因此在微觀中亦將 4.1.3 節所建議的怠速油耗係數 1.54 公升/小時納入計算油耗與 CO₂ 排放中。

(2) 計算步驟

- ① 透過現況調查資料，利用交通模擬軟體架構現況路網
- ② 利用交通模擬軟體，模擬再實施號誌重整前後，各路口之延滯改變
- ③ 取得汽車油耗與 CO₂ 排放係數表
- ④ 透過措施實施前後路口延滯時間改變(車速的改變) \times 汽車油耗與 CO₂ 排放係數，加總得到總節能減碳量

(3) 節能減碳效益計算

根據上述步驟，以 VISSIM 模擬「99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程」路網之畫面如圖 6.1.3 所示，安康路模擬時制重整前後車輛小時由 392 減少為 323，祥和路車輛小時則維持 270。

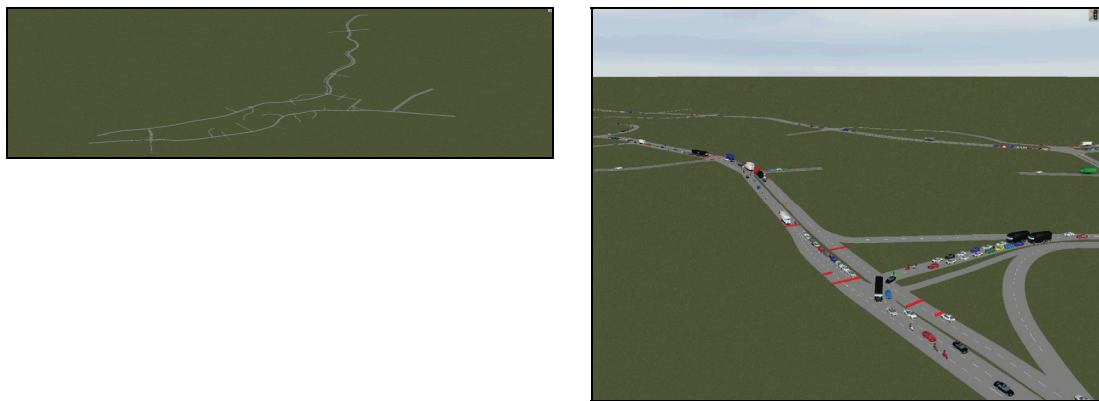


圖 6.1.3 臺北縣安康路及祥和路 VISSIM 模擬畫面

分析「99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程」之怠速改善績效結果安康路如表 6.1-2 所示，安康路之怠速(時速 0 公里/小時)在所有車速中比重皆最高，但改善前後安康路怠速所占比例由 41.75% 下降至 34.22%；祥和路由表 6.1-4 所示，則由 21.59% 略微增加至 22.45%，主要因重整後之時制係依據祥和路受學生上學穿越路口影響而設計，但因該案無進行人調查，故無法模擬行人干擾情形，遂無法反映其績效(當年度旅行速率調查結果祥和路往北方向由 33.6 km/hr 提昇至 40.1 km/hr，往南方向由 26.3 km/hr 提昇至 31.0 km/hr)；低速區間來看，10 公里/小時以下，安康路之占比亦從 49.30% 降低至 40.13%。

表 6.1-3 代表安康路在某一特定車速下所有車輛的耗油量與排碳量，整體而言，安康路改善前後總油耗與總 CO₂ 排放約各減少 13%，改善前之怠速與低速區(時速 0~10 公里/小時)之油耗與 CO₂ 排放占比

均較改善後為高(由 52%下降至 35%)，改善幅度達 33%；但高速區則略呈相反趨勢，時速 40~50 公里/小時以上之油耗與 CO₂ 排放占比由 41%上升至 45%，改善幅度達-6%；祥和路如表 6.1-5 所示，改善前後總油耗與總 CO₂ 排放僅微幅減少，改善前之低速區(時速 11~30 公里/小時)之油耗與 CO₂ 排放占比均較改善後為高，改善幅度達 12%。

各車速下的車輛數、油耗與 CO₂ 排放如圖 6.1.4~6.1.9 所示，改善後安康路之曲線分布為低速區間涵蓋面積較小；高速區間涵蓋面積稍大。亦即，因為車速提高導致低速情況減少，因此低速總油耗與排放量減少，高速排放總量增加。且怠速(車速為 0)之油耗與 CO₂ 排放量改善量最高，其改善幅度達 32%，可見改善後車流的怠速明顯改善，且行車車速分布明顯提高，是減少油耗與 CO₂ 排放的主因。

表 6.1-2 安康路改善前後小汽車之速率分布

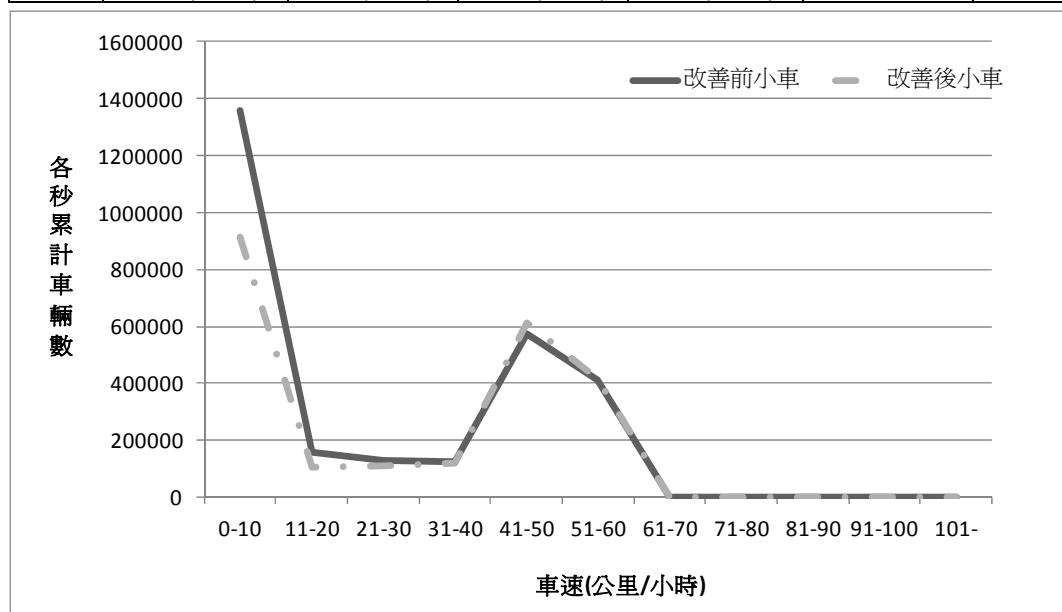
車速 (km/hr)	改善前 占比	改善後 占比	改善前 累計占比	改善後 累計占比	車速 (km/hr)	改善前 占比	改善後 占比	改善前 累計占比	改善後 累計占比
0	41.75%	34.22%	41.75%	34.22%	30	0.45%	0.49%	59.63%	49.44%
1	1.82%	1.58%	43.57%	35.80%	31	0.44%	0.47%	60.07%	49.91%
2	0.57%	0.51%	44.14%	36.31%	32	0.45%	0.49%	60.52%	50.41%
3	0.54%	0.47%	44.68%	36.78%	33	0.45%	0.50%	60.96%	50.91%
4	0.59%	0.47%	45.28%	37.25%	34	0.44%	0.51%	61.41%	51.42%
5	0.62%	0.47%	45.90%	37.73%	35	0.45%	0.52%	61.85%	51.93%
6	0.68%	0.49%	46.58%	38.22%	36	0.46%	0.53%	62.31%	52.46%
7	0.69%	0.49%	47.27%	38.70%	37	0.45%	0.52%	62.76%	52.98%
8	0.71%	0.49%	47.97%	39.19%	38	0.47%	0.55%	63.23%	53.54%
9	0.67%	0.47%	48.64%	39.66%	39	0.47%	0.56%	63.70%	54.10%
10	0.66%	0.47%	49.30%	40.13%	40	0.49%	0.60%	64.19%	54.70%
11	0.63%	0.44%	49.92%	40.57%	41	0.50%	0.62%	64.69%	55.32%
12	0.62%	0.45%	50.54%	41.02%	42	0.53%	0.67%	65.22%	55.99%
13	0.60%	0.44%	51.13%	41.46%	43	0.54%	0.69%	65.77%	56.68%
14	0.59%	0.46%	51.72%	41.92%	44	0.60%	0.77%	66.37%	57.46%
15	0.56%	0.46%	52.28%	42.38%	45	0.70%	0.90%	67.07%	58.35%
16	0.56%	0.47%	52.84%	42.85%	46	1.26%	1.66%	68.33%	60.02%
17	0.54%	0.47%	53.38%	43.31%	47	2.29%	2.97%	70.62%	62.98%
18	0.54%	0.47%	53.92%	43.78%	48	3.70%	4.79%	74.31%	67.78%
19	0.52%	0.45%	54.44%	44.23%	49	4.86%	6.33%	79.17%	74.11%
20	0.52%	0.46%	54.96%	44.70%	50	5.84%	7.48%	85.01%	81.59%
21	0.50%	0.46%	55.45%	45.16%	51	5.29%	6.67%	90.30%	88.26%
22	0.50%	0.48%	55.95%	45.64%	52	3.95%	4.75%	94.25%	93.01%
23	0.49%	0.46%	56.44%	46.10%	53	2.48%	2.99%	96.73%	96.00%
24	0.47%	0.48%	56.91%	46.58%	54	1.56%	1.93%	98.29%	97.93%
25	0.46%	0.46%	57.37%	47.05%	55	0.88%	1.10%	99.16%	99.03%
26	0.47%	0.48%	57.84%	47.53%	56	0.46%	0.55%	99.62%	99.58%
27	0.46%	0.47%	58.30%	48.00%	57	0.23%	0.24%	99.86%	99.83%
28	0.45%	0.48%	58.74%	48.48%	58	0.11%	0.12%	99.96%	99.95%
29	0.44%	0.47%	59.18%	48.96%	59	0.03%	0.05%	100.00%	100.00%

表 6.1-3 安康路改善前後路口油耗與 CO₂ 排放差異

車速	改善前		改善後		改善幅度	
	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油減少率	CO ₂ 減少率
0	133.8	296	90.4	200	32%	32%
1	7.2	16	5.1	11	28%	28%
2	2.4	5	1.7	4	27%	27%
3	2.4	5	1.7	4	29%	29%
4	2.7	6	1.8	4	34%	34%
5	3.0	7	1.9	4	37%	37%
6	3.4	7	2.0	4	41%	41%
7	3.6	8	2.1	5	41%	41%
8	3.8	8	2.2	5	43%	43%
9	3.7	8	2.2	5	42%	42%
10	3.8	8	2.3	5	41%	41%
11	3.8	8	2.2	5	42%	42%
12	3.8	8	2.3	5	40%	40%
13	3.8	8	2.3	5	39%	39%
14	3.8	8	2.5	5	35%	35%
15	3.7	8	2.5	6	33%	33%
16	3.8	8	2.6	6	31%	31%
17	3.7	8	2.6	6	29%	29%
18	3.7	8	2.7	6	28%	28%
19	3.6	8	2.6	6	29%	29%
20	3.6	8	2.6	6	27%	27%
21	3.5	8	2.7	6	23%	23%
22	3.5	8	2.7	6	21%	21%
23	3.4	7	2.7	6	21%	21%
24	3.3	7	2.8	6	16%	16%
25	3.2	7	2.7	6	17%	17%
26	3.2	7	2.8	6	14%	14%
27	3.2	7	2.7	6	15%	15%
28	3.1	7	2.7	6	12%	12%
29	3.0	7	2.7	6	11%	11%
30	3.1	7	2.8	6	10%	10%
31	3.0	7	2.7	6	12%	12%
32	3.1	7	2.8	6	9%	9%
33	3.0	7	2.8	6	8%	8%
34	3.0	7	2.9	6	6%	6%
35	3.0	7	2.9	6	5%	5%
36	3.1	7	3.0	7	4%	4%
37	3.1	7	2.9	6	5%	5%
38	3.2	7	3.1	7	3%	3%
39	3.1	7	3.1	7	1%	1%
40	3.3	7	3.3	7	-1%	-1%
41	3.3	7	3.4	8	-2%	-2%
42	3.5	8	3.7	8	-4%	-4%
43	3.6	8	3.8	8	-4%	-4%

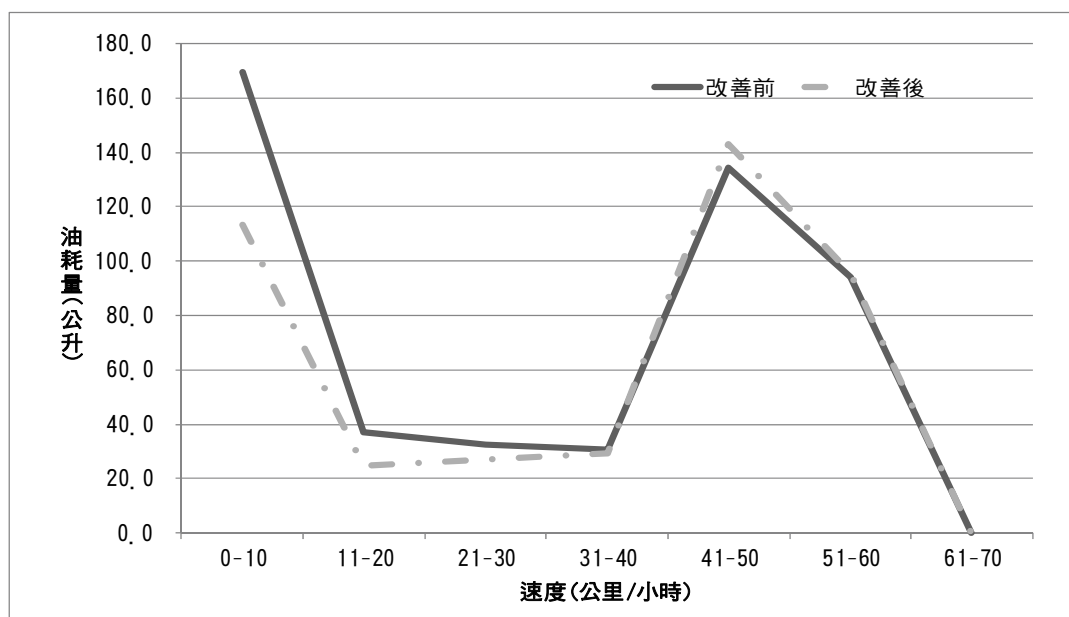
表 6.1-3 安康路改善前後路口油耗與 CO₂ 排放差異(續)

車速	改善前		改善後		改善幅度	
	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油減少率	CO ₂ 減少率
44	4.0	9	4.2	9	-6%	-6%
45	4.6	10	4.9	11	-5%	-5%
46	8.2	18	8.9	20	-9%	-9%
47	14.8	33	15.9	35	-7%	-7%
48	23.9	53	25.5	56	-7%	-7%
49	31.2	69	33.5	74	-7%	-7%
50	37.3	82	39.4	87	-6%	-6%
51	33.6	74	34.9	77	-4%	-4%
52	24.9	55	24.7	55	1%	1%
53	15.5	34	15.5	34	1%	1%
54	9.7	22	9.9	22	-2%	-2%
55	5.4	12	5.6	12	-4%	-4%
56	2.8	6	2.8	6	2%	2%
57	1.4	3	1.2	3	14%	14%
58	0.7	1	0.6	1	5%	5%
59	0.2	0	0.2	1	-20%	-20%
60	0.0	0	0.0	0	-7%	-7%
合計	499.2	1,103	433.2	957	13%	13%
0~10	169.7(52%)	375(52%)	113.2(35%)	250(35%)	33%	33%
11~20	37.3(11%)	82(11%)	24.9(8%)	55(8%)	33%	33%
21~30	32.4(10%)	71(10%)	27.1(8%)	60(8%)	16%	16%
31~40	30.9(9%)	68(9%)	29.4(9%)	65(9%)	5%	5%
40~50	134.5(41%)	297(41%)	143.1(45%)	316(45%)	-6%	-6%
50~	94.4(29%)	209(29%)	95.5(30%)	211(30%)	-1%	-1%



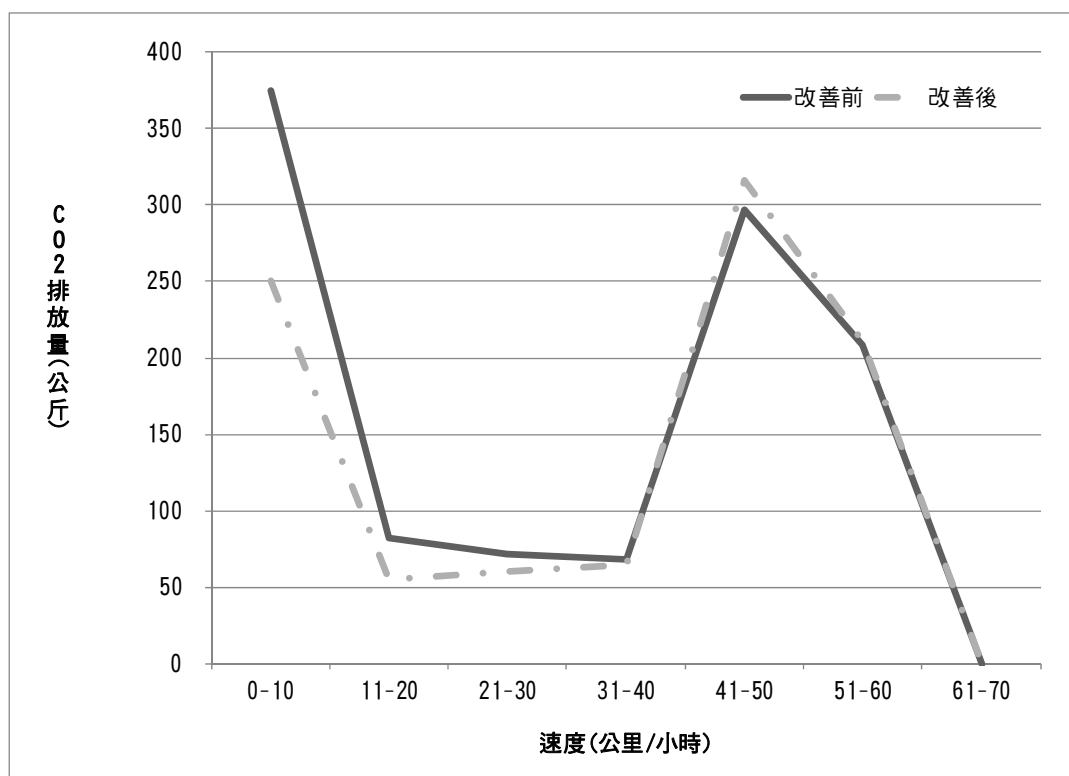
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.4 安康路改善前後每秒累計小車車輛數曲線



單位：L
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.5 安康路改善前後小車每秒油耗累計曲線



單位：kg
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.6 安康路改善前後小車每秒 CO₂ 累計曲線

表 6.1-4 祥和路改善前後小汽車之速率分布

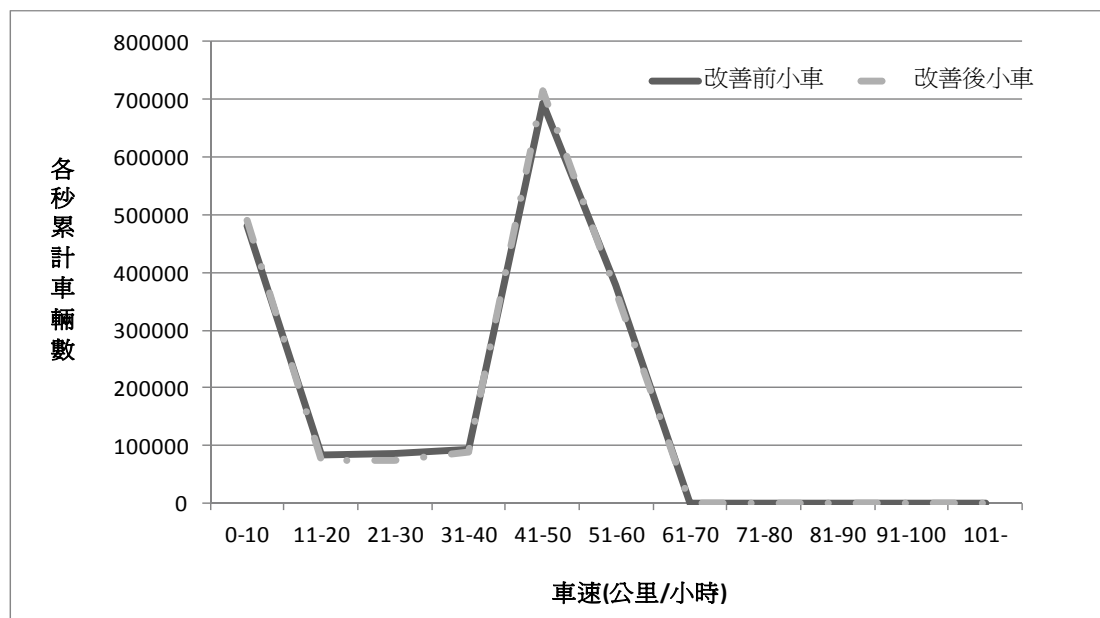
車速 (km/hr)	改善前 占比	改善後 占比	改善前 累計占比	改善後 累計占比	車速 (km/hr)	改善前 占比	改善後 占比	改善前 累計占比	改善後 累計占比
0	21.59%	22.45%	21.59%	22.45%	29	0.47%	0.42%	35.36%	34.89%
1	1.09%	1.18%	22.68%	23.63%	30	0.47%	0.43%	35.83%	35.32%
2	0.39%	0.37%	23.07%	24.00%	31	0.46%	0.43%	36.29%	35.75%
3	0.38%	0.34%	23.46%	24.34%	32	0.47%	0.44%	36.76%	36.19%
4	0.40%	0.36%	23.86%	24.70%	33	0.47%	0.43%	37.23%	36.62%
5	0.43%	0.39%	24.29%	25.09%	34	0.49%	0.46%	37.72%	37.08%
6	0.44%	0.41%	24.73%	25.51%	35	0.49%	0.45%	38.21%	37.53%
7	0.46%	0.42%	25.19%	25.93%	36	0.50%	0.47%	38.71%	38.00%
8	0.44%	0.40%	25.62%	26.33%	37	0.51%	0.48%	39.21%	38.49%
9	0.44%	0.39%	26.07%	26.72%	38	0.54%	0.53%	39.75%	39.01%
10	0.43%	0.40%	26.50%	27.13%	39	0.56%	0.55%	40.31%	39.57%
11	0.44%	0.41%	26.94%	27.53%	40	0.61%	0.59%	40.92%	40.16%
12	0.45%	0.42%	27.39%	27.95%	41	0.63%	0.62%	41.54%	40.78%
13	0.44%	0.40%	27.82%	28.35%	42	0.68%	0.71%	42.22%	41.49%
14	0.47%	0.41%	28.29%	28.76%	43	0.72%	0.74%	42.94%	42.23%
15	0.46%	0.40%	28.75%	29.15%	44	0.81%	0.85%	43.74%	43.08%
16	0.48%	0.41%	29.23%	29.56%	45	0.99%	1.05%	44.73%	44.13%
17	0.47%	0.40%	29.70%	29.96%	46	2.14%	2.25%	46.87%	46.38%
18	0.47%	0.41%	30.17%	30.38%	47	4.38%	4.55%	51.26%	50.94%
19	0.46%	0.39%	30.63%	30.77%	48	7.08%	7.25%	58.34%	58.19%
20	0.48%	0.41%	31.11%	31.18%	49	9.51%	9.90%	67.85%	68.09%
21	0.46%	0.40%	31.58%	31.57%	50	11.32%	11.58%	79.17%	79.67%
22	0.48%	0.41%	32.06%	31.98%	51	9.35%	9.28%	88.53%	88.95%
23	0.47%	0.41%	32.53%	32.39%	52	5.90%	5.75%	94.43%	94.69%
24	0.48%	0.41%	33.00%	32.80%	53	3.36%	3.18%	97.79%	97.87%
25	0.47%	0.41%	33.47%	33.21%	54	1.67%	1.59%	99.45%	99.46%
26	0.47%	0.41%	33.94%	33.62%	55	0.48%	0.47%	99.94%	99.92%
27	0.47%	0.42%	34.42%	34.04%	56	0.06%	0.07%	99.99%	99.99%
28	0.48%	0.43%	34.90%	34.47%	57	0.01%	0.01%	100.00%	100.00%

表 6.1-5 祥和路改善前後路口油耗與 CO₂ 排放差異

車速	改善前		改善後		改善幅度	
	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油減少率	CO ₂ 減少率
0	45.4	100	47.3	105	-4%	-4%
1	2.8	6	3.0	7	-8%	-8%
2	1.1	2	1.0	2	6%	6%
3	1.1	2	1.0	2	13%	13%
4	1.2	3	1.1	2	9%	9%
5	1.4	3	1.2	3	9%	9%
6	1.4	3	1.4	3	7%	7%
7	1.6	3	1.4	3	7%	7%
8	1.5	3	1.4	3	8%	8%
9	1.6	4	1.5	3	11%	11%
10	1.7	4	1.6	3	6%	6%
11	1.8	4	1.6	4	8%	8%
12	1.8	4	1.7	4	6%	6%
13	1.8	4	1.7	4	9%	9%
14	2.0	4	1.7	4	12%	12%
15	2.0	4	1.7	4	15%	15%
16	2.1	5	1.8	4	14%	14%
17	2.1	5	1.8	4	15%	15%
18	2.1	5	1.9	4	12%	12%
19	2.1	5	1.8	4	15%	15%
20	2.2	5	1.9	4	15%	15%
21	2.1	5	1.8	4	15%	15%
22	2.2	5	1.9	4	14%	14%
23	2.2	5	1.9	4	14%	14%
24	2.2	5	1.9	4	14%	14%
25	2.1	5	1.9	4	13%	13%
26	2.1	5	1.9	4	13%	13%
27	2.1	5	1.9	4	11%	11%
28	2.2	5	2.0	4	10%	10%
29	2.1	5	1.9	4	9%	9%
30	2.1	5	1.9	4	8%	8%
31	2.1	5	1.9	4	7%	7%
32	2.1	5	2.0	4	7%	7%
33	2.1	5	1.9	4	8%	8%
34	2.2	5	2.0	4	7%	7%
35	2.2	5	2.0	4	7%	7%
36	2.2	5	2.1	5	5%	5%
37	2.2	5	2.2	5	4%	4%
38	2.4	5	2.3	5	1%	1%
39	2.5	5	2.4	5	1%	1%
40	2.7	6	2.6	6	3%	3%
41	2.7	6	2.7	6	1%	1%
42	2.9	7	3.1	7	-5%	-5%
43	3.1	7	3.2	7	-4%	-4%

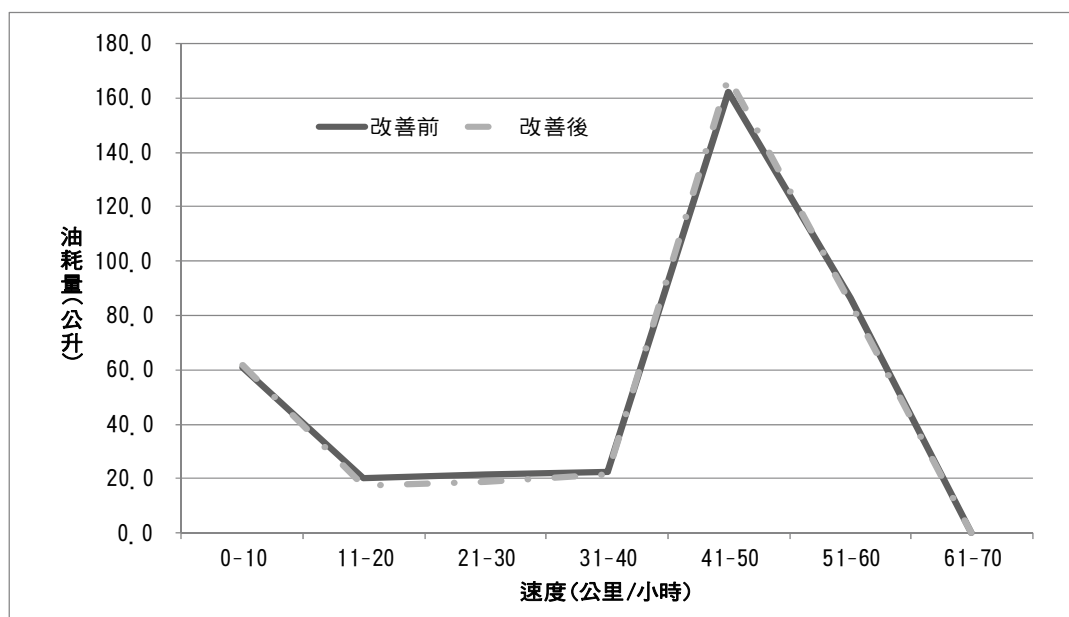
表 6.1-5 祥和路改善前後路口油耗與 CO₂ 排放差異(續)

車速	改善前		改善後		改善幅度	
	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油量(L)	CO ₂ (Kg)	耗油減少率	CO ₂ 減少率
44	3.5	8	3.7	8	-6%	-6%
45	4.3	9	4.5	10	-6%	-6%
46	9.2	20	9.7	21	-5%	-5%
47	18.7	41	19.4	43	-4%	-4%
48	30.0	66	30.8	68	-2%	-2%
49	40.1	89	41.8	92	-4%	-4%
50	47.5	105	48.6	107	-2%	-2%
51	39.0	86	38.7	86	1%	1%
52	24.5	54	23.8	53	3%	3%
53	13.8	31	13.1	29	5%	5%
54	6.8	15	6.5	14	5%	5%
55	2.0	4	1.9	4	4%	4%
56	0.2	0	0.3	1	-20%	-20%
57	0.0	0	0.0	0	-26%	-26%
合計	373.5	825	371.7	821	0%	0%
0~10	60.8(19%)	134(19%)	61.8(20%)	137(20%)	-2%	-2%
11~20	20.1(6%)	44(6%)	17.6(6%)	39(6%)	12%	12%
21~30	21.5(7%)	47(7%)	18.9(6%)	42(6%)	12%	12%
31~40	22.6(7%)	50(7%)	21.5(7%)	48(7%)	5%	5%
40~50	162.1(52%)	358(52%)	167.5(54%)	370(54%)	-3%	-3%
50~	86.4(28%)	191(28%)	84.4(27%)	187(27%)	2%	2%



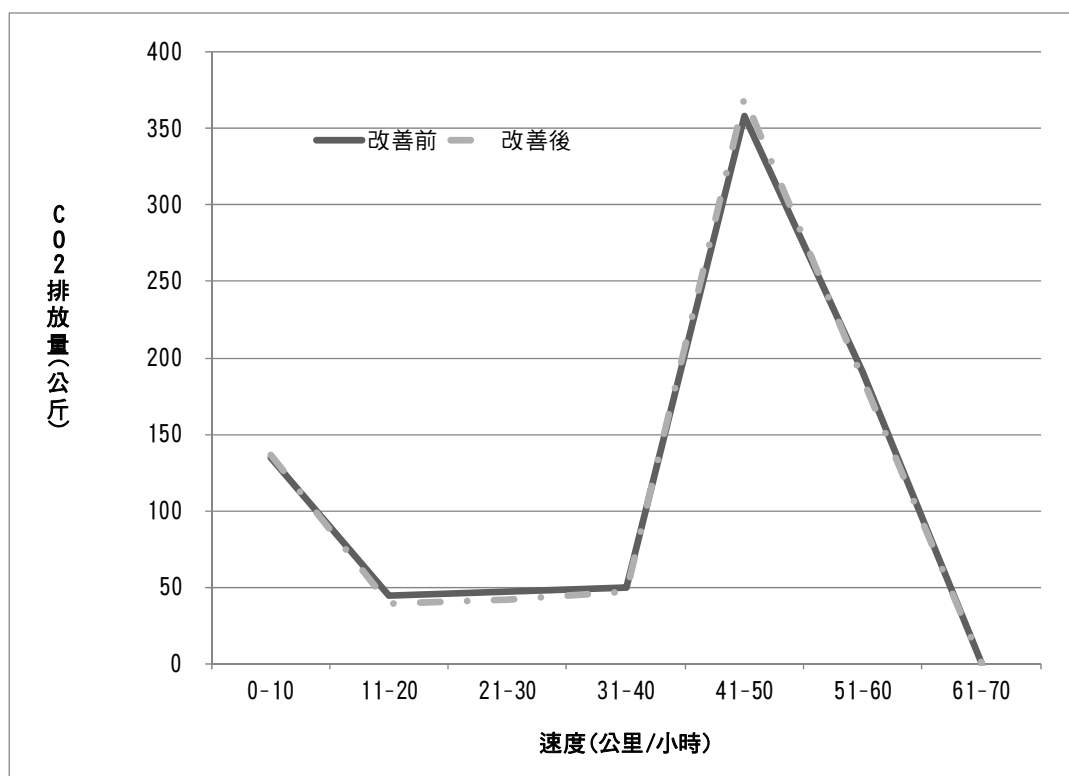
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.7 祥和路改善前後每秒累計小車車輛數曲線



單位：L
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.8 祥和路改善前後小車每秒油耗累計曲線



單位：kg
資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.9 祥和路改善前後小車每秒 CO₂ 累計曲線

因 VISSIM 係以逐車逐秒速率模擬，可輸出單一車輛車速行為，故抽樣車輛繪製其於模擬時間內每 0.2 秒車速變化情形，以微觀顯示時制改善前後車輛運作情形的變化，結果如圖 6.1.10、6.1.11 所示，時制重整後除減少怠速情形外，車速提昇後亦使車輛提早離開路網（#7654 提早 144 秒離開路網、#3605 提早 84 秒離開路網）。

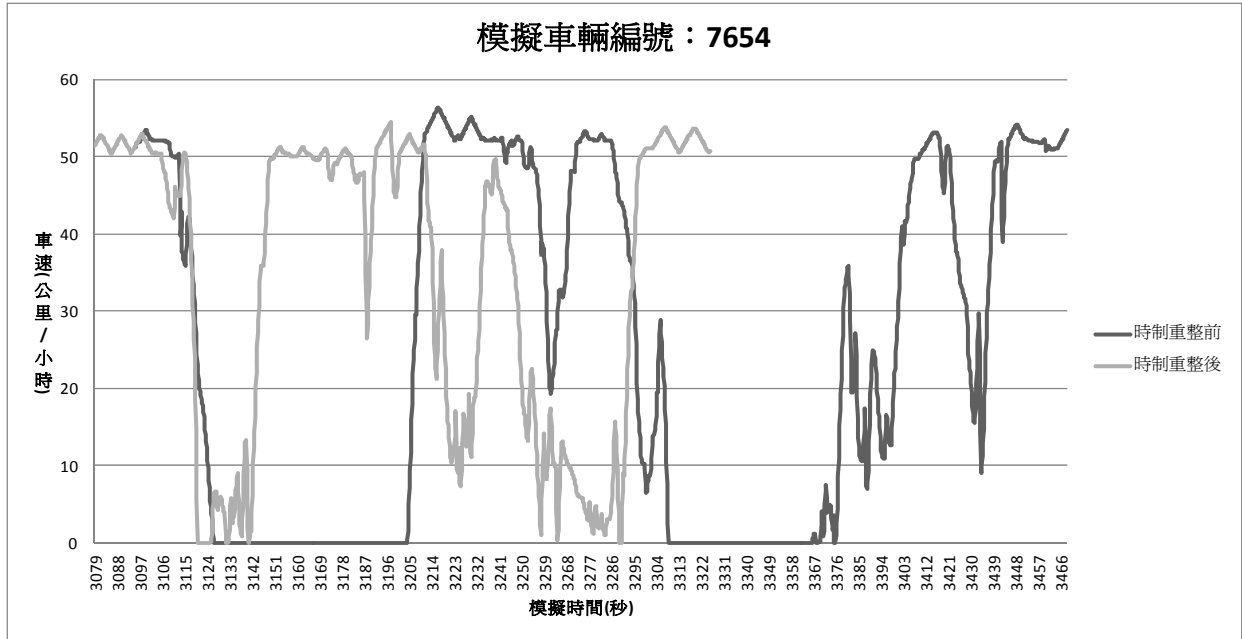


圖 6.1.10 模擬車輛編號 7654 逐秒車速圖

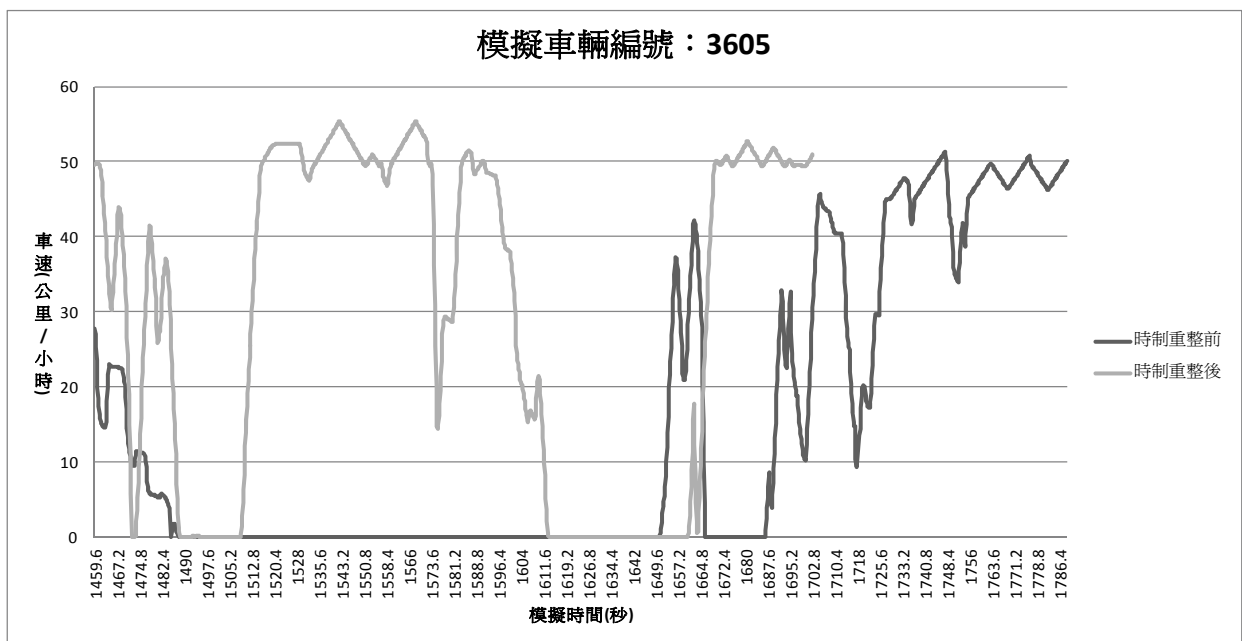


圖 6.1.11 模擬車輛編號 3605 逐秒車速圖

VISSIM 模擬的交通績效總表如表 6.1-6 所示，車輛小時由 662 降低至 593，降幅達 10.4%，耗油量由 1657.5 降低至 1568.9 公升，CO₂ 排放量由 3.751 降低至 3.550 噸，兩者降幅均為 5.4%，VISSIM 模擬原為 30 分鐘，表 6.1-6 的績效值放大為 1 小時。

表 6.1-6 VISSIM 模擬績效表(上午尖峰小時)

	重整前	重整後
車輛小時	662	593
耗油量(L)	1745.4	1609.9
CO ₂ 排放量(ton)	3.856	3.556

2.IDAS 模擬

(1)使用者輸入

使用者輸入的路網背景資料包括路網節點(node)、節線(link)、OD 車旅次矩陣、OD 行駛時間矩陣等，原計畫調查資料並無 OD 車旅次，係由本計畫依據各路口轉向交通量假設而得，IDAS 的路網畫面如圖 6.1.12。



圖 6.1.12 IDAS 路網模擬畫面

(2)成本模組

本計畫假設的成本參數如下：

- ①時制重整服務年限：3 年(依據本所時制重整系列計畫建議每 1~3 年需進行號誌時制重整)
- ②貼現率：1.5%
- ③美元匯率：30.6 元(因 IDAS 為美制單位，故需轉換為美元)
- ④建置成本：185 萬元，依據該計畫成本分析資料，惟僅包括時制重整人工作業及交通調查成本，不含號誌控制器更新、中心連線等費用。
- ⑤年維運成本：15 萬元。

(3)效益模組

本計畫假設的效益參數如下：

- ①時間價值：356 元/小車(經建會 97 年 10 月公共建設計畫經濟效益評估及財務作業手冊建議之 94 年時間價值為 330 元/小車，經轉換為 99 年幣值)
- ②油價：31.6 元/公升(100 年 10 月 6 日中油 95 無鉛價格)
- ③碳價值：550.8 元/公噸(100 年 10 月 6 日台灣碳排放交易推廣協會網站之碳價值)
- ④幹道容量提昇比例：17%(輸入條件由 IDAS 自動產生)

(4)結果輸出

IDAS 結果輸出如表 6.1-7 及 6.1-8 所示，在交通績效值方面，表 6.1-7 之結果為尖峰一小時的事前事後比較，路網平均車速由 36.9km/hr(22.9mi/hr)提昇至 43.0km/hr(26.7mi/hr)，改善 16.7%，車小時由 311 降至 269，改善 13.4%，整理成公制後的交通績效改善如表 6.1-9 所示。

表 6.1-8 為年化成本效益值之比較，效益項分為使用者時間價值、油料節省、CO₂ 成本降低 3 項，使用者時間價值年化效益達 1,007,745 美元，油料節省達 112,982 美元，CO₂ 成本降低達 4,767 美元，總效益達 1,125,494 美元，年化成本達 32,010 美元，因此益本比達 $1,125,494/32,010=35.16$ 。

表 6.1-7 IDAS 輸出結果－交通績效值

Project: Sindian, Alternative: alternative 2, ITS Option: A2 Signal Retiming		
By: Market Sector	Auto	Total
Vehicle Miles of Travel		
Control Alternative	7,104	7,104
ITS Option	7,176	7,176
Difference (%)	73 (1.0%)	73 (1.0%)
Vehicle Hours of Travel		
Control Alternative	311	311
ITS Option	269	269
Difference (%)	-42 (-13.4%)	-42 (-13.4%)
Average Speed		
Control Alternative	22.9	22.9
ITS Option	26.7	26.7
Difference (%)	4 (16.7%)	4 (16.7%)
Fuel Consumption (gallons)		
Control Alternative	437.91	437.91
ITS Option	414.51	414.51
Difference (%)	-23.40 (-5.3%)	-23.40 (-5.3%)

表 6.1-8 IDAS 輸出結果－成本效益彙整

Benefit/Cost Summary			
Project: sindian			
Benefits are reported in 2010 dollars			
Annual Benefits	Weight	alternative 2 A2 Signal Retiming	
Change in User Mobility	1.00	\$	1,007,745
Change In User Travel Time			
In-Vehicle Travel Time	1.00	\$	0
Out-of-Vehicle Travel Time	1.00	\$	0
Travel Time Reliability	1.00	\$	(0)
Change in Costs Paid by Users			
Fuel Costs	1.00	\$	112,982
Non-fuel Operating Costs	1.00	\$	(0)
Accident Costs (Internal Only)	1.00	\$	(0)
Change in External Costs			
Accident Costs (External Only)	1.00	\$	(0)
Emissions			
HC/ROG	1.00	\$	(0)
NOx	1.00	\$	(0)
CO	1.00	\$	(0)
PM10	1.00	\$	(0)
CO2	1.00	\$	4,767
Global Warming	0.00	\$	(0)
Change in Public Agencies Costs (Efficiency Induced)	1.00	\$	0
Other Calculated Benefits	1.00	\$	(0)
User Defined Additional Benefits	1.00	\$	0
Total Annual Benefits		\$	1,125,494
Annual Costs			
Average Annual Private Sector Cost		\$	0
Average Annual Public Sector Cost		\$	32,010
Total Annual Cost		\$	32,010
Benefit/Cost Comparison			
Net Benefit (Annual Benefit - Annual Cost)		\$	1,093,484
B/C Ratio (Annual Benefit/Annual Cost)			35.16

表 6.1-9 IDAS 模擬績效表

模擬績效 \ 重整前後	重整前	重整後
車輛小時	311	269
平均速率(km/hr)	36.8	43.0
耗油量(L)	1657.5	1568.9
CO ₂ 排放(ton)	3.751	3.550

3. 結果比較

表 6.1-10 為 99 年新北市幹道時制重整績效不同模擬方式結果比較，包括原計畫採用路口延滯之績效調查方式、VISSIM、IDAS 模擬結果，其中以 VISSIM 模擬結果的改善績效值最高，IDAS 模擬的改善績效值最低，原計畫採用事前事後人工調查的改善績效值居中，由於 VISSIM 模擬方式採用逐車逐秒方式模擬，因此得到路段中的車速提昇及路口處的停等延滯減少效益，故其改善績效值最高，原計畫績效調查係進行路口停等延滯減少效益，故其改善績效值居中，IDAS 屬於巨觀的運輸規劃模擬方式，且採用平均速率的降低以估算油料節省及 CO₂ 減量，故其改善績效值最低。改善值最高的 VISSIM 模擬結果與改善值最低的 IDAS 模擬結果相差約 35%。

表 6.1-10 99 年新北市幹道時制重整績效不同模擬方式結果比較

比較項目 \ 模擬方式	原計畫績效調查	VISSIM 模擬	IDAS 模擬
車小時降低	55.9	69.0	42.0
油料節省(公升)	116.9	135.5	88.6
CO ₂ 減量(公噸)	0.264	0.300	0.201

6.2 APTS 案例評估

近年來各縣市聰明公車系統(公車動態資訊系統)陸續開始營運，惟評估聰明公車計畫之績效評估方式多利用滿意度調查與實際運量提昇兩種方式進行，節能減碳績效則由實際運量提昇造成私人運具旅次移轉進行推估。然

而根據本所「車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究」計畫的分析，利用實際運量提昇的分析方式，聰明公車績效往往與其他大眾運輸策略綜效混雜而無法明確區分，不易單獨評估，例如票價轉乘優惠、新聞路線、班次增加等因素亦有運量提昇的效果，故直接由實際運量提昇的估算方式容易造成節能減碳績效值高估。

有鑑於此，本計畫研提兩種替代評估方案以進行聰明公車節能減碳評估案例的選擇。以下先行說明替代評估方案的選擇，進而說明選擇方案之工作構想與評估結果。

6.2.1 替代評估方案選擇

本計畫分別研提搭乘年期評估與微觀模擬兩項方法，進行聰明公車之節能減碳效果評估案例的選擇，以下分別說明兩替代評估方案於後：

1. 方案一(公共運輸搭乘年期評估方式)

(1) 評估方法

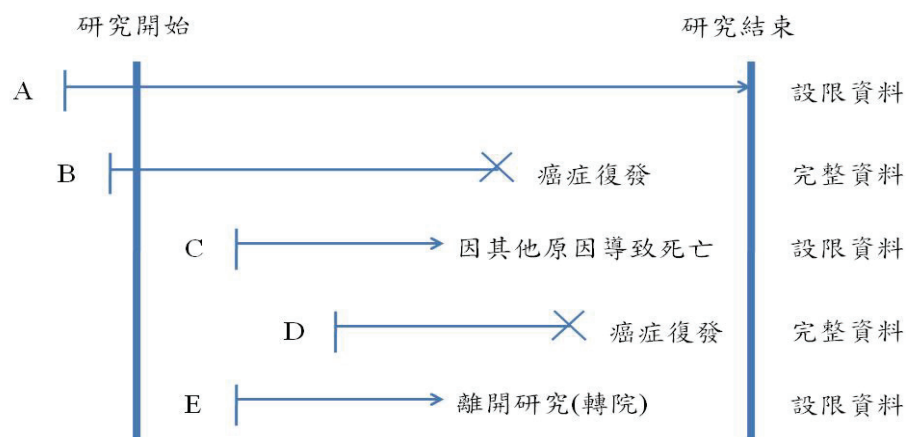
本計畫參考現行已應用於政府評估績效之「公共運輸搭乘年期」做為反映搭乘率的指標。搭乘年期指的是民眾以公共運輸為主要交通工具的平均時間長度。假設某位民眾從 10 歲開始以公車為主要交通工具，一直到 25 歲才改以私人運具為主要交通工具，則其搭乘年期為 15 年。

惟根據以往的相關研究經驗發現，在調查時部分民眾仍持續以公車為主要交通工具，意即該受訪者的公車使用年期尚未終止，故在調查資料中往往無法呈現民眾完整的公車搭乘年期。此一資料設限(censored)現象若未妥善加以處理，將會造成民眾搭乘公車年期被嚴重低估。因此為能正確分析聰明公車服務是否會延長民眾的搭乘年期，本計畫規劃利用存活分析(survival analysis)方法檢驗影響民眾搭乘年期的各項因素，並推估使用聰明公車服務對延長民眾搭乘年期的效果，進而驗證推動聰明公車系統的實質效益。

存活分析又稱為時間-事件分析(time-event analysis)，是利用統計方法研究某族群中，個體在經過特定時間後，會發生某種特定事件(event)的機率，而此特定時間的長度稱為存活時間(survival time)。若

發生特定事件則稱為失敗(failure)，在醫學或流行病學常以死亡、疾病發生、疾病復發代表特定事件；反之若在特定時間內並未發生特定事件則稱為設限(censored)。而一般而言產生設限資料的原因大致包含下列 3 點，設限資料之示意圖可如圖 6.2.1 所示，個體 A、C 及 E 為設限資料之範例，個體 B 及 D 為完整資料之範例。

- ①研究結束時，個體未發生失敗事件。(圖 6.2.1 之 A 個體)
- ②研究途中，因為不同原因使得無法繼續追蹤個體。(圖 6.2.1 之 C 個體)
- ③個體於研究期間內脫離。(圖 6.2.1 之 E 個體)



資料來源：鼎漢顧問，高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案 結案報告，高雄市政府交通局，中華民國 100 年 5 月。

圖 6.2.1 設限資料示意圖

因此，就公車搭乘年期之分析而言，民眾搭乘公車的年期代表存活時間，特定事件是指民眾不再以公車為主要交通工具。假設民眾搭乘公車的年期 T 是一非負之連續型隨機變數，則 T 之累積分配函數 (Cumulative Distribution Function, CDF)，即代表民眾搭乘公車之年期 T 小於特定時間點 t 的累積機率。

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(x)dx, \quad \forall t \geq 0 \dots\dots\dots (1)$$

而存活函數(survival function) 是指「民眾搭乘公車的年期大於特定時間點 t 的機率」。因此依據上述定義，存活函數 可以下列函數表示：

$$S(t) = P(T \geq t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(x)dx, \quad \forall t \geq 0 \dots\dots\dots (2)$$

而存活函數下的面積則代表民眾搭乘公車的平均壽命時間(Mean Lifetime)。

$$\mu = E(T) = \int_0^{\infty} S(t)dt \dots\dots\dots (3)$$

但由於現實問題之累積分佈函數(機率密度函數的積分式)(Probability Density Function, pdf) 不易得知，因此 Kaplan 與 Meier 提出無母數(Non- parametric)的統計分析方法 product-limit Estimate(或稱為 Kaplan-Meier estimate)來推估存活函數，其函數如式 4 所示。

$$\hat{S}(t_i) = \prod_{j=1}^i (1 - \frac{d_j}{n_j}) \dots\dots\dots (4)$$

計算式(4)中，分母 n_j 表示在第 j 年時持續搭乘公車的人數，分子 d_j 表示在第 j 年時停止搭乘公車的人數

(2)可資評估案例

高雄市公車動態資訊系統及高雄縣公車動態資訊系統分別已建置且運作多年，惟在 99 年 12 月 25 日高雄縣市整併後，應進行系統設備整合改善及強化維運管理，以提昇縣市公車動態系統整合後之整體效能，並吸引高雄地區民眾使用大眾運輸系統。於此背景下，高雄市政府交通局於 99 年 12 月至 100 年 6 月間執行「高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案」，計畫，進行「高雄縣市公車動態資訊系統改善及功能擴充」、「研擬高雄縣市公車動態資訊系統整合最佳方案」、「高雄市公車動態資訊系統績效評估營運評估」等工作的研擬。

本計畫擬以該計畫之系統評估結果為評估案例，進行更進一步之分析檢討。

2.方案二(BRT 計畫評估)

(1)評估方法

國內各都市捷運路線大都已定案，對於捷運系統無法服務、但大眾運輸需求量高的路廊，許多縣市政府紛紛以捷運公車系統(BRT, Bus Rapid Transit)作為捷運之替代方案，由於 BRT 將以公車專用道方式取代一般車道，且通常配合公車優先號誌方式以提昇 BRT 速率，因此對

於路網交通績效可能造成負面影響，然而一個良好的 BRT 系統將可移轉大量私人運具旅次，故具有節能減碳之效益。因此藉由交通模擬軟體(如 Vissim)進行引進 BRT 及公車專用道後之流量與速率變化的模擬分析，進行 BRT 建置的衝擊評估，之後再據此為基礎，可進行節能減碳效果評估。

(2)可資評估案例

臺中市政府交通局於今年度執行「中臺灣公車捷運系統(BRT) 服務規劃設計與可行性評估」計畫，就臺中市 BRT 的推動，進行「可行性評估」、「BRT 優先路線營運服務規劃」、以及「整體 BRT 優先路線細部規劃」等工作的檢討。而為了解 BRT 的營運帶來之運量轉移，以及公車專用道與優先號誌的導入所帶來之衝擊，該計畫針對 BRT 路線的台中港路應用 Vissim 軟體進行周邊路網的車流微觀模擬，本計畫擬以該計畫之評估成果，輔以相關資料之補充蒐集，更進一步進行 BRT 導入之效果評估分析。

3.方案選擇

以下將兩方案之概要整理如表 6.2-1 所示。上述兩項替選方案中，由於 BRT 計畫之效益主要來源除公車動態系統外，尚包括公車專用道、公車優先號誌及優質的 BRT 服務(如低底盤公車、密集班次等)，且受到未來年期開發計畫增加的人旅次與運具轉移等之不確定影響，不易將公車動態資訊系統的效益與其他策略產生的效益區分開來；而利用存活理論推估公車動態資訊系統對延長民眾搭乘年期之效果，則可排除其他非公車動態資訊系統的影響，因此本計畫選擇高雄縣市公車動態資訊系統為評估案例進行評估分析，於既有之公共運輸搭乘年期相關調查分析基礎上，進一步檢視其他因素的影響與相關參數的使用。

表 6.2-1 聰明公車節能減碳評估案例選擇

方案一：公共運輸搭乘年期評估方式	方案二：BRT 計畫評估
評估計畫：高雄市公車動態資訊系統	評估計畫：臺中市 BRT 評估計畫
利用存活分析方法 <ul style="list-style-type: none"> ● 推估聰明公車服務對延長民眾搭乘年期之效果 ● 再轉換為公車運量提昇及對應之節能減碳量 	利用交通模擬軟體(Vissim) <ul style="list-style-type: none"> ● 模擬分析台中港路引進 BRT 及公車專用道後之流量/速率變化，以行 BRT 建置的衝擊評估 ● 可據此為基礎，再行節能減碳效果評估。 問題 <ul style="list-style-type: none"> ● 該計畫非公車動態資訊系統之效益評估 ● 依據沿線未來年期開發計畫及 BRT 系統帶來之運量移轉，進行模擬輸入資料的建立，非考慮 APTS 效果

資料來源：本計畫整理。

6.2.2 評估結果

1.既有評估與相關課題

前述之「高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案」於 100 年 3、4 月間曾針對高雄市經常使用公車民眾(每周搭乘頻率至少 4 次以上)進行電話問卷調查，調查樣本之屬性統計分析整理如表 6.2-2 所示。該計畫依據此調查結果，利用存活理論之搭乘年期分析方式計算未使用及有使用公車動態資訊系統民眾的平均存活年期差異，兩者計算出來的存活時間差異為 1.92 個月，進而利用此存活時間的差異，進行公車動態資訊系統建置可帶來大眾運輸運量提昇量的計算，最後再依假設之運具移轉率與運具乘載率，進行系統之節能減碳效果的評估。

表 6.2-2 高雄市樣本調查資料基本統計表

類別	項目	樣本數	樣本比例	類別	項目		樣本數	樣本比例
性別	男性	206	41.04%	職業	無		109	21.71%
	女性	296	58.96%		學生		201	40.04%
年齡	10~19 歲	151	30.08%		軍公教		22	4.38%
	20~29 歲	95	18.92%		工		11	2.19%
	30~39 歲	31	6.18%		商		19	3.78%
	40~49 歲	49	9.76%		服務業		45	8.96%
	50~59 歲	56	11.16%		家管		61	12.15%
	60 歲以上	120	23.90%		其他		34	6.77%
學歷	國小(以下)	42	8.37%	APTS 使用 情形	有 使用	停止 搭乘	98	19.52%
	國中	69	13.75%			持續 搭乘	224	44.62%
	高中(職)	205	40.84%		無 使用	停止 搭乘	63	12.55%
	大學(專)	171	34.06%			持續 搭乘	117	23.31%
	研究所(以上)	15	2.99%					

資料來源：鼎漢顧問，高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案 結案報告，高雄市政府交通局，中華民國 100 年 5 月。

註：樣本數為 502，「年齡」為調查時之年齡。

惟因該計畫於運具移轉率與乘載率等相關參數的使用上，仍有改善空間，同時也可進一步檢視公車動態資訊系統對於不同屬性乘客的效果影響，因此，本計畫在上述分析結果的基礎上，進一步檢討相關參數的使用，以及其他因素的影響，以期研提聰明公車系統之節能減碳效果評估的作法建議。以下說明相關檢討課題於後：

(1) 運具移轉率及運具乘載率的假設與修正

「高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案」進行運具移轉評估時，運具移轉率與運具承載率分別假設如下：

- ① 運具移轉率：移轉至汽車、機車與捷運的比率為 1:1:1。
- ② 運具承載率：機車與汽車之乘載率皆為 1 人/運具。

為期評估可與現實狀況更加貼合，應蒐集相關資訊，進行運具移轉率及運具乘載率的修正設定。

(2)其他搭乘選擇因素的影響

聰明公車系統對於不同屬性乘客而言，應有不同的效果，因此應針對性別、年齡等個人屬性，進行相關性檢定分析，以進一步了解不同屬性乘客使用聰明公車系統的特性。

(3)不同屬性乘客之搭乘年期差異

為了解不同屬性乘客之特性，亦可延續前項選擇因素影響之評估結果，選擇差異顯著性較大的乘客屬性，進行不同屬性乘客之搭乘年期分析，以為推動聰明公車系統之參考。

(4)運具移轉後路網本身的節能減碳效益

一般而言，用路人轉移使用大眾運輸系統後，整體路網的交通量將隨之減少，亦將促進路網整體行駛速率的提昇，且若隨著運具轉移量增加，速率提昇的效果將更顯著。因此，若運具轉移達一定程度時，應進行路網速率提昇所產生之節能減碳效益，此時可利用巨觀模擬軟體如 IDAS 進行分析。

2.本計畫評估

(1)評估流程

聰明公車系統包括動態資訊系統以及車隊管理系統，而節能減碳效益主要來自因動態資訊系統建置，使得公車乘客增加，進而減少小汽車使用的運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網行駛速率的改善。車隊管理系統的效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化為運量提昇；至於應用車輛行駛狀態監控功能來促進公車司機駕駛行為的改善，其效果仍應歸類於環保駕駛範疇，而應分別討論避免重覆計算。因此本計畫建議僅就乘客運量改變進行聰明公車之節能減碳績效的評估。

應用搭乘年期法，計算聰明公車系統節能減碳效果的評估可分為4階段進行，評估流程圖可參見圖 6.2.2，並簡單說明於後。以下即依此流程進行高雄市聰明公車系統節能減碳效果之評估。

①搭乘年期分析

應用 Kaplan-Meier 計算式簡化存活函數(累積分佈函數)的計算，分別計算有無使用 APTS 服務之公車乘客的平均存活時間，再將兩者相減即為有無使用 APTS 服務之公車乘客的搭乘年期增減量。

②搭乘年期對節能減碳之影響分析

a. 計算公車旅次的增加量

蒐集公車搭乘人數(人次/年)之統計資料與動態資訊系統之使用率等數據，並以式(5)計算增加之公車旅次。

$$\begin{aligned} & \text{使用公車動態資訊系統之公車旅次增加量(人次)} = \\ & \text{搭乘人數(人次/年)} \times \text{公車動態資訊系統使用率} \times \text{使用公車動態資訊系統而增加之搭乘年期(年)} \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

b. 計算私人運具里程之減少量

蒐集平均旅次長度，並以式(6)進行私人運具里程之減少量的計算。

$$\begin{aligned} & \text{減少之私人運具里程(公里)} = \\ & \text{平均旅次長度(公里/旅次)} \times \text{增加之公車旅次(人次)} \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

c. 計算總節省耗油量

蒐集各相關運具(如機車、小客車、捷運等)之運具轉換率、乘載率以及平均燃油效率等數據，並以式(7)進行耗油總節省量的計算。此時若有各運具之平均旅次長度，亦可先行利用運具轉換率計算各運具運量，再計算其里程減少量，之後再進行油耗量的計算。

$$\begin{aligned} & \text{總耗油節省量(公升)} = \\ & \Sigma (\text{減少之私人運具里程(公里)} \times (\text{運具轉換率} / \text{運具乘載率}) / \text{運具燃油效率 (公里/公升)}) \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

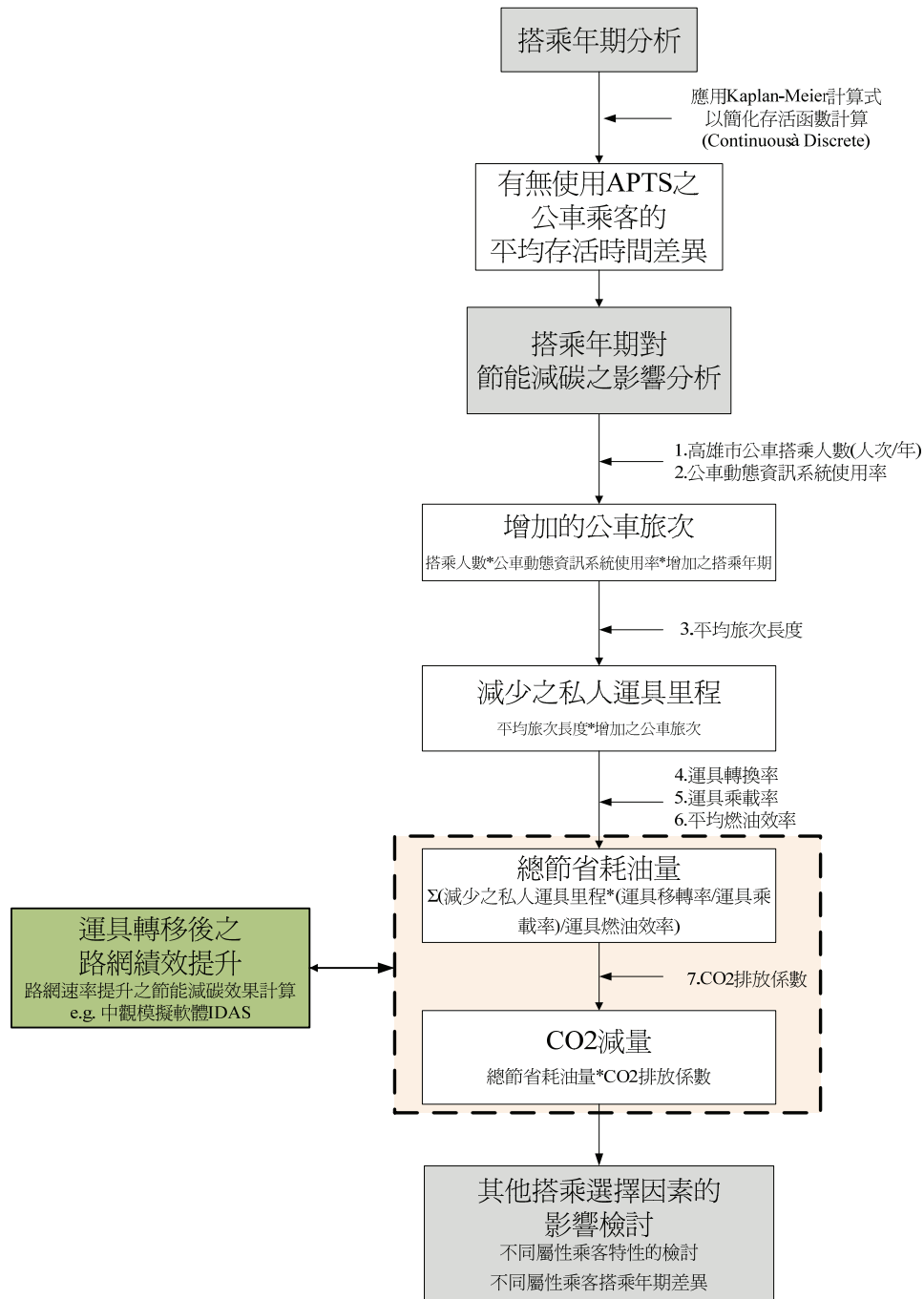
d. 計算 CO₂ 的減量

依據 CO₂ 排放係數與總節省耗油量相乘，計算 CO₂ 的減少量(式(8))。

$$\begin{aligned} & \text{CO}_2 \text{ 減量(公克)} = \\ & \text{總油耗節省量(公升)} \times \text{CO}_2 \text{ 排放係數(公克/公升)} \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

③運具轉移後之路網績效提昇

由於運量的轉移，除帶來路網車流量的減少，也將因壅塞程度減緩，促進整體路網平均速率的提昇，關於此部分之節能減碳效益建議可就其影響範圍，應用巨觀模擬軟體進行模擬評估。



資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.2 以搭乘年期法計算聰明公車系統節能減碳效果之流程

④其他搭乘選擇因素的影響檢討

於調查進行之際，蒐集乘客之個人屬性資料，如性別、年齡、收入，以及費率偏好等屬性，以行其他搭乘選擇因素的檢討分析。檢討內容可包括不同屬性乘客特性的檢討，以及不同屬性乘客搭乘年期差異評估等，以進一步釐清乘客特性，並作為相關推動策略研擬之參考。

(2)評估結果

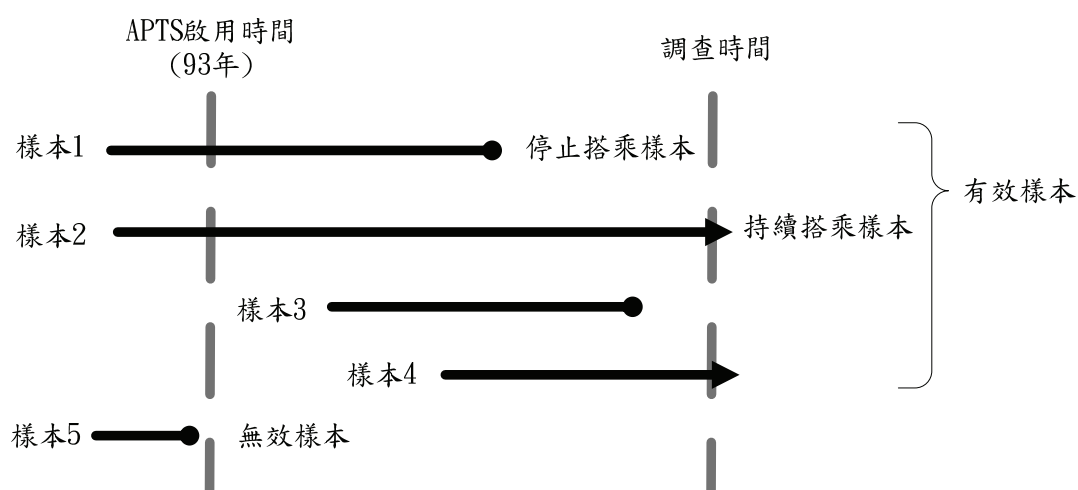
①搭乘年期的分析

如前述，高雄市政府於 100 年 3、4 月間曾針對高雄市經常使用公車民眾(每週搭乘頻率至少 4 次以上)進行電話問卷調查，調查樣本之屬性統計分析整理可參見表 6.2-2 所示，以下之評估分析主要應用此調查數據進行。

a.搭乘年期之界定

本計畫所定義的搭乘年期係自高雄市公車動態資訊系統啟用開始(93 年)至問卷調查日期(100 年 3 月 20 日至 100 年 4 月 14 日)為止，共計 7 年期間，民眾以高雄市公車為主要交通工具的平均時間長度，而民眾搭乘公車年期受到「開始搭乘公車時間」以及「是否仍在搭乘公車」兩項因素影響。

其中，有效樣本定義為持續以公車為主要交通工具之民眾(每周搭乘 4 次以上)，以及在 93 年後停止搭乘公車之民眾；而在 93 年前停止搭乘之民眾為無效樣本，如圖 6.2.3。



資料來源：鼎漢顧問，高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案 結案報告，高雄市政府交通局，中華民國 100 年 5 月。

圖 6.2.3 公車動態資訊系統問卷調查之有效及無效樣本示意圖

b. 使用公車動態資訊系統狀況

502 份有效樣本中，有使用過動態資訊系統之民眾為 322 人，其中已有 98 人不再搭乘公車，有 224 人仍持續搭乘公車，另未使用過公車動態資訊系統之民眾為 180 人，其中有 63 人不再搭乘公車，有 117 人仍持續搭乘公車；有 161 名使用者已經停止搭乘公車，341 名使用者截至調查結束為止，仍持續搭乘公車，整體資料中有 67.93% 的資料是仍持續搭乘公車。以上統計整理如表 6.2-3 所示。由統計結果知，使用動態資訊系統而持續搭乘公車乘客比率略多於未曾使用動態資訊系統而持續搭乘公車的乘客。

表 6.2-3 公車搭乘情形與動態資訊系統使用情形之交叉分析表

公車搭乘情形 動態資訊系統使用情形	持續搭乘 公車	不再搭乘 公車	合計
使用過動態資訊系統	224 (69.6%)	98 (30.4%)	322 (100.0%)
未曾使用過動態資訊系統	117 (65.0%)	63 (35.0%)	180 (100.0%)
合計	341 (67.9%)	161 (32.1%)	502 (100.0%)

資料來源：本計畫整理。

c. Kaplan-Meier 計算式推估搭乘年期

本計畫應用前述計算式(4)進行有無使用動態資訊系統民眾之搭乘年期的計算，計算過程如下：

(a)未使用公車動態資訊系統民眾搭乘年期計算

第一年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數})$

第二年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第二年停止搭乘人數} / \text{第二年持續搭乘人數})$

第三年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第二年停止搭乘人數} / \text{第二年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第三年停止搭乘人數} / \text{第三年持續搭乘人數})$

以此類推，計算至第七年搭乘機率

搭乘年期 $= \text{第一年搭乘機率} + \text{第二年搭乘機率} + \dots + \text{第七年搭乘機率} = 5.21 \text{ 年}$

(b)有使用公車動態資訊系統民眾之搭乘年期計算

第一年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數})$

第二年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第二年停止搭乘人數} / \text{第二年持續搭乘人數})$

第三年搭乘機率 $= (1 - \text{第一年停止搭乘人數} / \text{第一年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第二年停止搭乘人數} / \text{第二年持續搭乘人數}) * (1 - \text{第三年停止搭乘人數} / \text{第三年持續搭乘人數})$

以此類推，計算至第七年搭乘機率

搭乘年期 $= \text{第一年搭乘機率} + \text{第二年搭乘機率} + \dots + \text{第七年搭乘機率} = 5.37 \text{ 年}$

由計算結果知，高雄市公車在問卷調查有效期間內，使用公車動態資訊系統的民眾平均搭乘年期比未使用公車動態資訊系統的民眾多出 0.16 年，也就是增加了 1.92 個月，亦即可謂有使用公車動態資訊系統確實可延長搭乘公車年期。

②搭乘年期對節能減碳之影響

如前所述，在引入公車動態資訊系統後，對高雄市民平均增加了 1.92 個月，以下計算高雄市延長搭乘公車時間在節能減碳方面所達到的效果。

a. 相關參數設定

根據相關資料的蒐集，以以下數據進行評估計算：

(a) 97 年度高雄市公車搭乘人數：31,197,600 人次/年(資料來源：高雄市交通局提供)。

(b) 公車動態資訊系統使用率：37.35%(資料來源：高雄市交通局提供)。

(c) 平均旅次長度：9.526 公里(資料來源：高雄市交通局提供)。

(d) 不使用公車之後之運輸工具轉換：

原計畫之運具轉移率簡單假設為捷運、機車、汽車分別為 1/3，而為得到實際民眾運輸工具轉換情形，建議後續可在調查問項，增加若不搭乘公車，會移轉搭乘何種運具之問項，以作為運具轉換率。

本計畫參考 98 年交通部之「高雄市民眾日常使用運具狀況調查」資料(參見表 6.2-4)，暫且忽略其他運具部分，設定不使用公車之後之運輸工具轉換為捷運、機車、汽車分別為 2.8%(=2.3/(2.3+60.6+19.7))、73.4%(=60.6/(2.3+60.6+19.7)) 以及 23.8%(=19.7/(2.3+60.6+19.7))。

表 6.2-4 「高雄市民眾日常使用運具狀況調查」資料

運具別	公車	捷運	機車	自用車	其他	合計
百分比	1.8	2.3	60.6	19.7	15.6	100.0

(e) 乘載率：原計畫假設機車及汽車之乘載率均為 1 人/運具，本計畫參考「高雄都會區運輸需求模式」所使用的乘載率，修正高雄地區之汽機車乘載率為汽車:1.47 人/車、機車:1.33 人/車。

(f) 平均燃油效率：機車 27.68 公里/公升，汽車為 9.84 公里/公升(資料來源：經濟部能源局網頁)。

(g)汽油之 CO₂ 排放量：2,263(公克/公升)(資料來源：經濟部能源局網頁)。

b.計算步驟

根據以上的數據，可透過以下步驟逐步計算搭乘年期之增加對節能減碳帶來的效果：

(a)增加之公車旅次=承載人次*公車動態資訊系統使用率*增加搭乘年期

$$\begin{aligned} &=31,197,600*37.35\%*0.16 \\ &=1,864,368(\text{人次}) \end{aligned}$$

(b)減少之私人運具里程=平均旅次長度*增加之公車旅次

$$\begin{aligned} &=9.526*1,864,368 \\ &=17,759,969.6(\text{人公里}) \end{aligned}$$

(c)節省之機車耗油量=減少之私人運具里程*機車移轉率/機車乘載率/機車燃油效率

$$\begin{aligned} &=17,759,969.6*(73.4\%)/1.33/27.68 \\ &=354,095.6(\text{公升}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{同理，節省汽車耗油量} &=17,759,969*(23.8\%)/1.47/9.84 \\ &=292,217.8(\text{公升}) \end{aligned}$$

(d)總節省能量 =節省機車耗油量+節省小汽車耗油量

$$\begin{aligned} &=354,095.6+292,217.8 \\ &=646,313.3(\text{公升}) \end{aligned}$$

(e) CO₂ 減量=總節省能量*CO₂ 排放係數

$$\begin{aligned} &=646,313.3*2263/1000/1000 \\ &=1,462.6(\text{公噸}) \end{aligned}$$

經由上述公式計算後，公車動態資訊系統產生的節能量為 646,313.3 公升(汽油)、減碳量為 1,462.6 公噸(CO₂)，值得注意的是，此為高雄市公車動態資訊自 93 年實施至 100 年 3 月的節能減碳績效值，並非一年的績效值。

③運具轉移後之路網績效提昇

如前述，用路人轉移使用大眾運輸系統後，整體路網的交通量將隨之減少，亦將促進路網整體行駛速率的提昇，且若隨著運具轉

移量增加，速率提昇的效果將更顯著。因此，若運具轉移達一定程度時，應進行速率提昇所產生之節能減碳效益。以下先行進行本案例之運量改變程度的初步推估，若有一定程度再行模擬軟體之模擬分析。

a. 相關參數與基本假設

(a) 因聰明公車所增加之公車人旅次為 6.0% (=增加公車旅次/乘載人次 = $1,864,368 / 31,197,600$)

(b) 假設聰明公車系統增加之搭乘人次完全由私人運具(機車、自用小客車)轉移過來。另依據前述高雄市民眾日常使用運具狀況調查(參見表 6.2-3)，設定公車使用比率為 1.8%，私人運具為 80.3% (=機車比率+自用車比率 = $60.6 + 19.7$)。

(c) 假設路網交通量(pcu)中，機車與自用小客車的比率佔 85%，亦即其他 15% 為小貨車、計程車、大客車與大貨車等。

b. 初步推估

(a) 因聰明公車所增加的公車人旅次，亦即私人運具所減少的人旅次佔路網全部人旅次比率為

$$\text{公車使用比率} \times \text{公車增加人旅次} = 1.8\% \times 6\% = 1.1 \times 10^{-3}$$

(b) 路網交通量(車旅次)因聰明公車而下降之比率為

$$\text{私人運具所減少的人旅次佔路網全部人旅次比率} \times \text{私人運具於路網交通量中所佔比率} = 1.1 \times 10^{-3} \times 85\% = 9.2 \times 10^{-4}$$

c. 結果分析

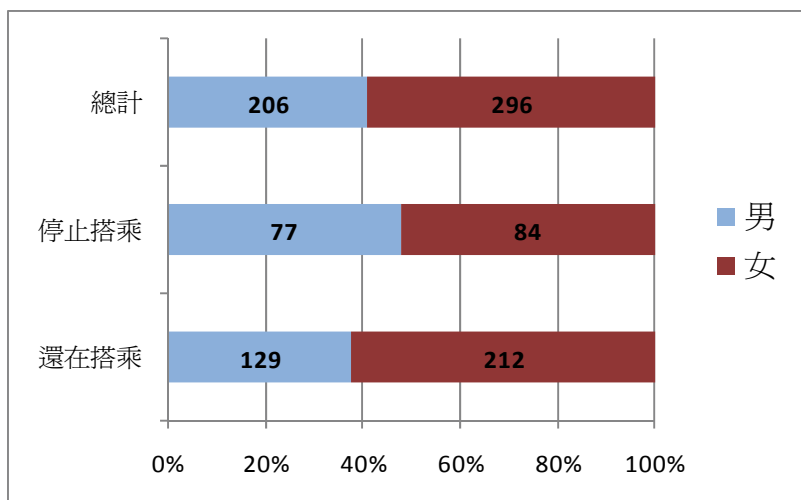
由上述結果知，交通量約僅降低萬分之 9.2，若以一個每小時總流量 4,000PCU 之標準十字路口而言，路口總流量每小時約減少 3.7 部車，亦即各方向減少尚不足 1 部車，對於路口運作績效實無明顯影響，因此本計畫不繼續進行模擬軟體之績效模擬分析。

④ 其他搭乘選擇因素的影響檢討

a. 不同屬性乘客特性之檢討

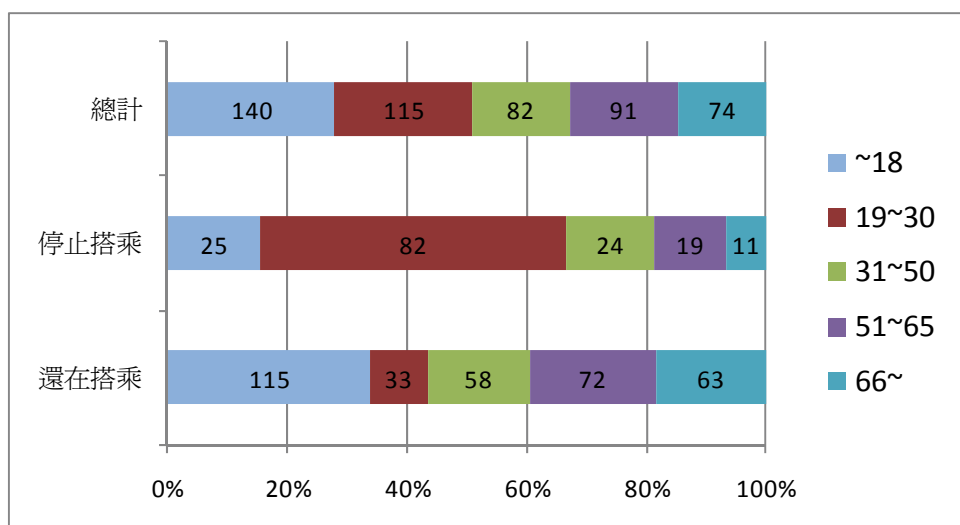
為檢討其他大眾運輸搭乘因素的影響，本計畫選擇性別、年齡等不同個人屬性與是否停止搭乘進行交叉分析，並行卡方檢定，在顯著水準(significance level) 0.05 的設定下，可謂不同性別、年齡層

與搭乘與否均有顯著性差異。性別、年齡交叉等個人屬性與是否停止搭乘分析圖可參見圖 6.2.4 與圖 6.2.5。



資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.4 性別與是否搭乘狀況之交叉分析圖



資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.5 年齡層與是否搭乘狀況之交叉分析圖

b. 不同屬性乘客之搭乘年期的差異分析

由前述結果知，不同性別與不同年齡層乘客公車搭乘與否的比率有顯著差異，以下針對此二類屬性，進行有無使用動態資訊系統的搭乘年期差異分析，以進一步了解動態資訊系統對於不同屬性乘客的效果。

搭乘年期的計算結果如表 6.2-5 與表 6.2-6 所示。

- (a)由表 6.2-5 可知，女性乘客的搭乘年期略長於男性乘客，而男性乘客本身，有使用動態資訊系統者之搭乘年期也略長於無使用資訊系統者。此外，男性乘客有使用動態資訊系統者搭乘年期較無使用者多 0.27 年，大於女性乘客 0.05 年，因此若提昇動態資訊系統建置效果，應可吸引更多男性乘客搭乘大眾運輸運具。
- (b)由表 6.2-6 可知，就各年齡層之搭乘年期分析而言，有使用動態資訊系統者之搭乘年期多較長，其中 51~65 歲者雖無此傾向，但兩者差異也不大。另可發現 19~30 歲間之搭乘年期較短，且由圖 6.2.4 可知，此年齡層民眾停止搭乘的比率最高，後續應針對此年齡層進行公車動態資訊系統使用之推動，以期減緩轉移的比率。

表 6.2-5 不同性別乘客有無使用動態資訊系統之搭乘年期
(單位：年)

	男	女
有使用動態資訊系統	4.54	5.26
無使用動態資訊系統	4.27	5.31

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-6 不同年齡層乘客有無使用動態資訊系統之搭乘年期
(單位：年)

	~18	19~30	31~50	51~65	66~
有使用動態資訊系統	6.68	2.79	5.50	5.81	6.50
無使用動態資訊系統	6.18	2.22	4.68	5.86	6.15

資料來源：本計畫整理。

第七章 結論與建議

在全球節能減碳議題下，我國已將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」列為運輸部門之重要節能減碳策略。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，本計畫目的即是針對 ITS 各領域與節能減碳關聯性進行探討，並建構 ITS 節能減碳效益評估工具與評估機制，藉以客觀評估 ITS 策略所能產生之節能減碳效益，進而作為研訂運輸部門節能減碳策略與行動方案之參考依據。

不同 ITS 策略對於節能減碳效益的評估方式有所不同，例如高速公路或都市幹道交通管理相關策略主要是因路網運作績效提昇，進而產生節能減碳效益，其評估工具需視在 ITS 計畫的規劃或執行階段、大範圍或小規模實施等條件的不同，採用微觀、巨觀模擬軟體或試算表等工具進行效益評估，公車動態資訊或車隊管理等公共運輸相關策略則是因旅次之運具移轉而產生節能減碳效益，本計畫應用存活理論評估其效益。茲將本研究之相關結論與建議分述如下：

7.1 結論

1. 國內外不同 ITS 成本效益資料庫中，美國 RITA 資料庫蒐集過去 20 餘年美國及其他國家 ITS 計畫的成本與效益資料，並歸納許多重要計畫值得參考的經驗學習(Lessons Learned)供各界參考，以及提供美國國內各式評估準則作為參考依據，資料庫內容十分完整，對於各級 ITS 規劃單位助益甚大，可作為我國發展 ITS 成本效益資料庫的借鏡。
2. 英國運輸部評估小組針對 ITS 計畫或運輸計畫之成本效益評估作業制訂評估準則相關文件，可作為我國研擬 ITS 成本效益評估機制之參考。
3. 國內外案例 ITS 節能減碳評估方式大致相同，先由實際調查值計算或交通軟體模擬估算交通改善績效 (如車公里減少、停等延滯降低、行駛速率增加、私人運具旅次轉移至大眾運具)，再由交通改善績效推估節能量，減碳量則由節能量推估。
4. 在 ITS 策略節能減碳關聯性分析中，具有較高節能減碳效果的策略包括號

誌系統時制改善、高速公路匝道儀控、高速公路電子收費、車隊管理系統、環保駕駛系統等，其中以環保駕駛系統的節能減碳效益最高，政府需投資建置之成本相對低廉。

5.本計畫對於 ITS 策略的節能減碳計算方式分為 3 種類別：

- (1)具有路網運作績效提昇效益策略，首先進行策略實施前後路網之交通績效評估，得到之交通改善績效(停等延滯減少、行駛速率增加)再轉換為節能量與減碳量。
- (2)具有運具移轉效益的策略，首先估算運具移轉至大眾運具之私人運具交通活動量(車公里)，再轉換為節能量與減碳量。
- (3)車輛或車隊本身效益提昇的策略，首先估算車隊運作效率的提昇(車公里減少、行駛速率增加、怠速時間減少)，再轉換為節能量與減碳量。
- (4)若二、三類策略降低的交通量或提高的車隊速率對於整體路網績效產生顯著的效益，則必須再納入整體路網效益改變所產生的節能減碳效益。

6.本計畫定義之 ITS 成本效益評估工具，適用在策略尚未實施的可行性評估或先期規劃階段，用來比較與篩選 ITS 建置計畫之不同替選方案，依據所訂定的評估工具研選原則，本計畫選定 IDAS 做為 ITS 策略成本效益評估工具，惟 IDAS 係概略式評估工具，若要進行 ITS 策略實施後路網細部(如特定路口、路段、車輛)運作狀態分析，則建議使用交通微觀模擬軟體。由於 IDAS 屬巨觀交通模擬工具，若要進行大規模路網 ITS 策略實施前後的績效評估，由於交通微觀軟體進行模擬的成本與時間需求甚高，此時亦可使用 IDAS 取代微觀軟體而得到概略式之績效分析。

7.在縣市政府向交通部申請 ITS 補助計畫階段，建議採用試算表式評估工具供縣市政府承辦人填報使用，本計畫已完成都市號誌系統改善計畫的節能減碳效益評估工具，該工具係採用 EXCEL 簡易試算表，輸入各路口實施改善策略前後的績效差異與交通流量後，即可自動計算節能減碳效益，在節能減碳績效計算上增加不少便利性。

8. ITS 節能減碳與成本效益資料庫建置之因應對策，包括：

- (1)統一規劃及建置 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統。
- (2)蒐集分析國內既有之 ITS 計畫成果資料輸入/輸出問題。
- (3)訂定通用之成本、效益項目，以及統一之資料項目內容與格式。

- (4)設計開發易於操作、學習之資料庫系統介面。
 - (5)訂定相關作業之指導文件。
 - (6)配合研擬各領域 ITS 計畫績效指標及評估方式。
9. ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統功能需求，包括：
- (1)提供相關作業之指導文件。
 - (2)提供統一之計畫成果資料項目內容與格式。
 - (3)能夠利於蒐集彙整計畫成果資料。
 - (4)提供易於操作及學習之資料庫系統人機介面。
 - (5)支援規劃者經驗學習、施政者決策需求，以及國際交流。
10. ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統功能架構內涵，主要包括：範疇定義、入門導引、評估準則及參數、基本資料及成果統計、效益資料、成本資料、經驗學習、國際觀察，以及後台管理等九大項。
- 11.本計畫選定「99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程」的幹道時制重整部分進行兩種評估工具的試用－VISSIM 及 IDAS，並與原計畫實施人工績效調查結果進行比較，其中以 VISSIM 模擬結果的改善績效值最高，原計畫採用事前事後人工調查的改善績效值次之，IDAS 模擬的改善績效值最低。由於 VISSIM 模擬方式採用逐車逐秒方式模擬，因此得到路段中的車速提昇及路口處的停等延滯減少效益，故其改善績效值最高；原計畫績效調查係進行路口停等延滯減少效益，故其改善績效值居中；IDAS 屬於巨觀的運輸規劃模擬方式，且採用平均速率的增加以估算油料節省及 CO₂ 減量，故其改善績效值最低。
- 12.如以 VISSIM 等微觀模擬軟體進行評估時，因需大量細部資料及相關參數設定，並依方案特性需要如行人流量等特殊調查資料，加之模擬及校估過程耗時，需先考量時程及成本，在蒐集完整資料下，方能獲得有效之評估結果。
- 13.本計畫針對聰明公車進行實例評估，重要結果分述如下：
- (1)聰明公車系統之節能減碳績效往往與其他大眾運輸策略綜效混雜而無法明確區分，不易單獨評估。而利用存活理論推估公車動態資訊系統對

延長民眾搭乘年期之效果，進而評估其節能減碳效果與相關特性檢討，則可排除其他非聰明公車系統的影響。

- (2)由於聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改善，而車隊管理效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化於運量提昇。至於利用車輛行駛狀態監控帶來之環保駕駛的效果則應分別討論，避免重覆計算。
- (3)應用搭乘年期法，計算聰明公車系統節能減碳效果可分為 4 階段進行，依次為搭乘年期分析、搭乘年期對節能減碳之影響分析、運具轉移後之路網績效提昇，以及其他搭乘選擇因素的影響檢討。
- (4)依據本計畫對於高雄市聰明公車系統節能減碳效果之評估可知，聰明公車系統自 93 年實施至 100 年 3 月調查日期止，共約節省 646,313 公升汽油的燃油消耗，並減少約 1,463 公噸之 CO₂ 排放。

7.2 建議

- 1.本計畫已提出都市地區交通績效的年化效益放大係數，建議於後續計畫中研擬於非都市地區、觀光地區及高快速公路年化效益放大係數，以臻完備。
- 2.本計畫已完成不同 ITS 策略在不同階段的成本效益評估工具規劃，惟相關單位對於特定策略的評估方式仍不甚清楚，建議後續計畫選定不同 ITS 策略，採用所規劃的評估工具進行實例操作，並建立統一之成本效益評估方法及相關參數，以確保 ITS 成本效益資料庫之資料來源可用性及正確性，再配合完整之資料庫分類，以利於資料蒐集、分析與運用。
- 3.為提供簡易的 ITS 計畫成本效益評估工具，作為縣市政府申請補助之用，並提供各縣市統一的計算標準，建議開發試算表式的 ITS 成本效益評估工具，初期可先針對號誌時制重整與公車動態資訊系統兩項 ITS 計畫進行開發。
- 4.IDAS 為美國 FHWA 採用的成本效益評估工具，其參數制定均以美國為應用對象，為使評估結果更符合國內特性，建議後續計畫調整以下參數：
 - (1)基礎參數：道路容量、V/C 與平均車速之關係曲線、時間價值、碳價值、耗油率、CO₂ 排放係數、空污排放係數等。

- (2)效益與成本參數：號誌時制改善(時制重整、幹道連鎖、動態控制)對車道容量提昇效益、匝道儀控對高速公路主線容量提昇效益、公車動態資訊提供對乘客等車時間降低之效益，以及 ITS 系統、設備與人力之建置與營運成本、使用年限等。
- 5.本計畫已針對 ITS 節能減碳與成本效益資料庫進行初步規劃，後續應辦理資料庫之建置工作，建議工作項目如下：
- (1)分析既有資料庫系統及評估工具之結合運用方式。
 - (2)分析 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統使用者需求。
 - (3)研擬資料庫系統功能架構與內涵。
 - (4)設計資料庫結構。
 - (5)開發資料庫系統介面。
 - (6)蒐集彙整既有計畫成果資料。
 - (7)研擬評估作業指導文件。
 - (8)研擬資料庫系統操作手冊。
 - (9)研擬資料維護更新作業指導文件。
 - (10)研擬未來分期發展及資料庫維護計畫。
- 6.建議 ITS 成本效益資料庫納入國外資料做為參考，國外資料除了依照應用領域予以區分類別外，也應註明計畫背景以及設定參數之條件。
- 7.建議未來建置之 ITS 成本效益資料庫除了考量結合既有「交通建設計畫經濟效益評估軟體」之外，亦可結合「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」及「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」，以發揮計畫綜效。
- 8.將成本效益評估納入中長程公共建設計畫或中程科技個案計畫書書寫項目，列為審議制度重點項目，並建立一致性之「ITS 效益評估項目」與評估技術手冊，由交通部頒訂，以作為計畫審議作業之依循。
- 9.未來針對聰明公車進節能減碳效益評估時，評估資料的蒐集及評估方式可作更細緻的處理，建議如下：

- (1)應用搭乘年期法，進行聰明公車系統節能減碳效果評估時，建議應同時蒐集乘客之個人屬性資料，如性別、年齡、收入，以及對於費率偏好等個人屬性，以行其他的搭乘選擇因素之檢討分析。
 - (2)本計畫以市區公車為例進行公車動態資訊系統對於大眾運具搭乘年期延長效益評估之應用參考，而公路客運與市區公車屬性不同，建議後續計畫亦可以公路客運使用者為例，調查蒐集乘客屬性與搭乘狀況之資料，應用搭乘年期評估法進行乘客特性之分析檢討。
 - (3)後續若欲評估建置範圍較大之聰明公車系統的節能減碳效果，亦建議進行大規模問卷調查，蒐集使用者特性與搭乘狀況，再應用搭乘年期評估法，以期進行較明確且深入之分析檢討。惟若囿於資源分配，無法進行大規模問卷調查時，建議亦可擇區實施，在一定信心水準與誤差的控制下，進行抽樣分析。
 - (4)因私人運量轉移至大眾運具後對整體路網的改善評估，建議先行估算運量改變的程度，若影響達一定程度再行模擬軟體之模擬分析。
- 10.透過本計畫針對聰明公車個人屬性特性檢討分析結果，未來推動重點建議如下：
- (1)建議應提昇公車動態資訊系統建置效果，以期吸引更多男性乘客搭乘公車。
 - (2)19~30 歲族群之搭乘年期較短，且此年齡層民眾停止搭乘之比率最高，後續建議應針對 19~30 歲之族群進行公車動態資訊系統使用之推動，以期減緩其運具轉移的比率。

參考文獻

國內部分

1. 高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案結案報告，高雄市政府交通局，民國 100 年 5 月。
2. 99 年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程修正報告，新北市政府，民國 100 年 4 月。
3. 都會區安全駕駛行為與節能策略之研究，交通部運輸研究所，民國 100 年。
4. 車路整合系統發展趨勢與 ITS 節能減碳關聯之研究(期末報告修訂稿)，交通部運輸研究所，民國 99 年 12 月。
5. 動態交通資訊之技術開發與應用研究(四)－觀光遊憩區導入 ITS 策略之先期評估研究(期末報告修定稿)，交通部運輸研究所，民國 99 年 12 月。
6. 國家節能減碳總計畫，行政院核定本，民國 99 年 5 月。
7. 能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，交通部運輸研究所，民國 99 年。
8. 計程車營運狀況調查報告，交通部統計處，民國 99 年。
9. 臺北縣台 64 線周邊平面道路交控設備擴充工程-交控中心系統整合，臺北縣政府，民國 98 年。
10. 嘉義縣 98 年度交通管理與資訊服務系統建置與推廣計畫－智慧交控系統－智慧化號誌時制設計計畫案，嘉義縣政府，民國 98 年。
11. 高雄市 98 年度智慧化號誌時制設計計畫，高雄市政府，民國 98 年。
12. 空氣污染物排放清冊資料更新管理及排放量空間分佈查詢建置，環保署，民國 98 年 8 月；能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，交通部運輸研究所，民國 98 年。
13. 運輸部門中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫建置之研究(3/3)，交通部運輸研究所，民國 98 年。
14. 能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究(2/2)，交通部運輸研究所，民國 98 年。
15. 運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)-建立溫室

- 氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制，交通部運輸研究所，民國 98 年。
16. 運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(1/3)-探討運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響，交通部運輸研究所，民國 97 年。
 17. 能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究(1/3)，交通部運輸研究所，民國 97 年。
 18. 能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究(1/2)，交通部運輸研究所，民國 97 年。
 19. 運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(1/3)，交通部運輸研究所，民國 96 年 12 月。
 20. 交通號誌時制重整計畫（II）－績效評估模式建立，交通部運輸研究所，民國 96 年。
 21. 運輸部門中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫建置之研究，交通部運輸研究所，民國 96~98 年。
 22. 桃園縣 95 年度 E 化交通智慧交控系統計畫，桃園縣政府，民國 95 年。
 23. 國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究，交通部運輸研究所，民國 94~97 年。
 24. 空氣污染物排放量清冊更新管理及空氣品質損量推估計畫(第二年)，環保署，民國 95 年。
 25. 智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(第二期)，交通部運輸研究所，民國 95 年。
 26. 運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃，交通部運輸研究所，民國 95 年。
 27. 智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(第一期)，交通部運輸研究所，民國 94 年。
 28. 台中市公車動態資訊系統建置計畫，台中市政府，民國 93~98 年。
 29. 智慧型運輸系統之效益評估與供需調查計畫，交通部運輸研究所，民國 90 年。
 30. 交通部國道高速公路局網站之電子收費專輯網頁，

<http://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=604>，民國 100 年 7 月。

31. 交通部運輸研究所 ITS 網站，<http://www.iot.gov.tw/mp.asp>，民國 100 年 1 月。

32. 能源產業溫室氣體減量資訊網

http://verity.erl.itri.org.tw/eigic/knowledge_9_detail.aspx?PostID=366，民國 100 年。

33. 台灣碳排放交易推廣協會網站，<http://www.teta.org.tw/>，民國 100 年。

34. 環保駕駛資訊網，<http://ecodriving.itri.org.tw/>，民國 100 年。

35. 交通服務 e 網通網站

http://210.69.172.86/EIntegration_new/TravelPlan.aspx，民國 100 年。

36. 研考會網站，

<http://www.rdec.gov.tw/lp.asp?ctNode=12975&CtUnit=2458&BaseDSD=7&mp=100>，民國 100 年。

國外部分

37. 運輸部門における炭酸ガス排出量と今後の温暖化防止対策

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=01-08-02-07。

38. 日本の運輸部門における省エネルギー対策

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=01-06-03-04。

39. 内閣官房、ITS に関するタスクフォースにおける検討課題、2010 年 9 月(簡報資料)。

40. 内閣官房 IT 戦略本部、新たな情報通信技術戦略 工程表、2010 年 6 月。

41. ITS 専責小組網站(ITS に関するタスクフォース)

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/its/>。

42. エネルギーITS 研究会、エネルギーITS の推進に向けて、2008 年 4 月。

43. 「エネルギーITS 推進事業」事業原簿【公開】(2010 年資料)

<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

44. NCHRP 25-25 (Task 59): Evaluate the Interactions between Transportation-Related Particulate Matter, Ozone, Air Toxics, Climate Change, and Other Air Pollutant Control Strategies, AASHTO, 2010.
45. D1. Project Presentation and Fact Sheet, eCoMove Project, 2010.
46. Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.
47. Congestion charging: challenges and opportunities, Ed Pike, P.E., the international council on clean transportation, 2010.
48. Barth, M. and K. Boriboonsomsin, Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 14, Issue 6, August 2009, Pages 400-410.
49. Moving Cooler: An Analysis of Transportation Strategies for Reducing Greenhouse Gas Emissions, Cambridge Systematics, Inc., 2009.
50. Methodologies for Assessing the Impact of its Applications on CO2 Emissions – Technical Report V1.0, EC-METI Task Force, European Commission, March 2009.
51. Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport - Final Report, European Commission, 16 September 2009.
52. M.A.S. Kamal, et.al., Driving Assist System for Ecological Driving Using Model Predictive Control, Paper presented at the 2009 SICE Conference, Fukuoka, 18-21 August 2009.
53. Strategic Analysis of European and North American Green Telematics Market for Passenger and Commercial Vehicles, Frost & Sullivan, 2009.
54. Optimizing Traffic Control to Reduce Fuel Consumption and Vehicular Emissions: Integrated Approach with VISSIM, CMEM, and VISGAOST, University of Utah and the University of Michigan, 2009.
55. Tomotaka Usui, et.al., Development and Validation of Internet-Based Personalized Travel Assistance System for Mobility Management, Paper

- presented at the 15th ITS World Congress, New York City, 16-20 November 2008.
56. Lessons Learned from International Experience in Congestion Pricing, FHWA, 2008.
 57. The European Climate Change Programme ,EU Action against Climate Change, European Commission, 2006.01.
 58. U.S. Climate Change Technology Program Strategic Plan, US Department of Energy, September 2006.
 59. The Benefits of Retiming Traffic Signals, S. Sunkari, ITS Journal, April 2004.
 60. Syracuse Signal Interconnect Project: Before and After Analysis, Final Report, New York State DOT, September 2003.
 61. John Hourdakis and Panos Michalopoulos, Evaluation of Ramp Control Effectiveness in Two Twin Cities Freeways, Paper presented at the 81st Annual Transportation Research Board Meeting, 13-17 January 2002.
 62. Dion, Francois, et al., Evaluation of Transit Signal Priority Benefits Along A Fixed-Time Signalized Arterial, Paper presented at the 81st Annual Transportation Research Board Meeting, 2002.
 63. IDAS Case Study 1: Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments' Evaluation of ARTIMIS and ITS Program Plan, FHWA, 2002.
 64. Operational and Traffic Benefits of E-ZPass to the New Jersey Turnpike, New Jersey Turnpike Authority, 2001.
 65. ITS Deployment Analysis System (IDAS), User's Manual, Cambridge Systematics, Inc., 2001.
 66. IDAS web, <http://idas.camsys.com/documentation.htm>, 2011.
 67. Incorporating Intelligent Transportation Systems Into Planning Analysis - Summary Of Key Findings From A Seattle 2020 Case Study - Improving Travel Time Reliability With ITS, http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/repts_te/13605.html, website of US DOT,

2011.

68. DYNASmart-P version 1.3.0 - Dynamic Network Assignment-Simulation Model for Advanced Roadway Telematics (Planning version),
<http://mctrans.ce.ufl.edu/featured/dynasmart/>, website of McTrans, 2011.
69. TRANSIMS Background,
http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm,
website of TMIP, FHWA, US DOT, 2011.
70. Paramics, <http://www.paramics-online.com/>, website of Paramics, 2011.
71. RITA website, <http://www.itsbenefits.its.dot.gov/>, 2011.
72. http://in-time-project.eu/en/services/pre-trip_info/, 2011.
73. ITS Toolkit, <http://www.dft.gov.uk/>, DfT website, U.K., 2011.

英文縮寫對照表

英文縮寫對照表

英文縮寫	英文全名	中文
AASHTO	The American Association of State Highway and Transportation Officials	美國國家州公路與運輸官員協會
ACC	Adaptive Cruise Control	適應性巡航控制
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems	先進駕駛輔助系統
AERIS	Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis	環境應用：綜合性即時資訊計畫
AIMSUM	Advanced Interactive Microscopic Simulator for Urban and Non-Urban Networks	先進互動式微觀都市與非都市模擬軟體
ARTIMIS	The Advanced Regional Traffic Interactive Management & Information System	先進區域互動式交通管理與資訊系統
AVC	Automatic Vehicle Classification	自動車種辨識系統
AVI	Automatic Vehicle Identification	自動車輛辨識系統
BAU	Business as Usual	排放總量比排放基線
BRT	Bus Rapid Transit	公車捷運系統
CMAQ	Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program	減緩擁擠與空氣品質改善計畫
CMEM	Comprehensive Modal Emissions Model	整合式運具排放模式
CVP	Cellular-Based Vehicle Probe	以手機基地台為基礎的探針車
DfT	Department of Transport	(英國)運輸部
DG INFSO	Information Society and Media Directorate General	歐盟資訊與媒體委員會
DR	Deteriorate Rate	劣化率
DTA	Dynamic Traffic Assignment	動態交通指派
DYNASMART-P	Dynamic Network Assignment-Simulation Model for Advanced Roadway Telematics (Planning version)	先進道路資通系統之動態路網指派模擬軟體
ECCP	European Climate Change Programme	歐洲氣候變遷計畫
EDAS	Ecological Driving Assist System	環保駕駛輔助系統

英文縮寫	英文全名	中文
EFS	Enforcement System	違規執法系統
EPA	Environmental Protection Agency	(美國)環保署
ETS	Emissions Trading Scheme	排放量交易計畫
EVP	ETC-Based Vehicle Probe	採用 ETC 相關設施之探偵車
FETSIM	Fuel Efficient Traffic Signal Management	油耗效率號誌管理計畫
FHWA	Federal Highway Administration	(美國)聯邦公路局
FTA	Federal Transit Administration	(美國)聯邦大眾運輸局
FVD	Floating Vehicle Data	浮動車輛資料
GHG	Greenhouse Gas	溫室氣體
GPRA	Government Performance and Results Act	(美國)政府績效與成果行動法案
GVP	GPS-Based Vehicle Probe	具有 GPS 之探偵車
HAR	Highway Advisory Radio	公路交通資訊廣播
HDDV	Heavy-Duty Diesel Vehicle	柴油大客/貨車
HDGV	Heavy-Duty Gasoline Vehicles	汽油大客/貨車
HFC	Hydrofluorocarbons	氟碳化物
HOV	High Occupancy Vehicle	高乘載車輛
HOT	High Occupancy Toll	高乘載收費
IBEC	International Benefits, Evaluation and Costs	國際成本效益評估
IDAS	ITS Deployment Analysis System	ITS 建置分析系統軟體
IEE	Intelligent Energy-Europe	歐洲智慧能源
IRR	Internal Rate of Return	內部報酬率
LDDT	Light-Duty Diesel Trucks	柴油小貨車
LDGT	Light-Duty Gasoline Trucks	汽油小貨車
LDGV	Light-Duty Gasoline Vehicles	汽油小客車
LNG	Liquefied natural gas	液化天然氣
LPG	Liquefied petroleum gas	液化石油氣
MC-2S	Motorcycle-2 Stroke	二行程機車
MC-4S	Motorcycle-4 Stroke	四行程機車
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	(日本)經產省
MOE	Measurement of Efficiencies	績效評估值
MOVES	Motor Vehicle Emission Simulator	機動車輛排放模擬計畫

英文縮寫	英文全名	中文
MPO	Metropolitan Planning Organization	都會區規劃組織
NCHRP	The National Cooperative Highway Research Program	國家公路研究合作計畫
NJTA	New Jersey Turnpike Authority	紐澤西道路收費局
NPV	Net Present Value	淨現值
OBE, OBU	On-board Equipment/Unit	車上設備/單元
OMB	Office of Management and Budget	(白宮)預算管理辦公室
OTAQ	Office of Transportation and Air Quality	(美國環保署)運輸與空氣品質辦公室
Paramics	PARAllel MICROscopic Simulation	平行微觀模擬軟體
PCU	Pessanger Car Unit	小客車當量數
PHT	Person Hour Traveled	旅行人小時
PM	Particulate Matter	懸浮微粒
RDS-TMC	Radio Data System-Traffic Message Channel	調頻附載波即時交通資訊廣播
RDSS	Regional Data/Service Server	地區資料伺服器
RITA	Research and Innovative Technology Administration	(美國運輸部)研究與創新科技署
RSU	Roadside Unit	路側單元
RTTI	Real Time Traffic and Travel Information	整合式即時交通資訊
SAFETEA-LU	Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users	(美國)獻給用路人的安全、可靠、彈性、高效且公平的運輸法
SIP	State Implementation Plan	州建置計畫
TAG	Transport Analysis Guidance	(英國)運輸分析指導
TDM	Transportation Demand Management Travel Demand Model	運輸需求管理 旅次需求模型
TEDS	Taiwan Emission Data System	臺灣地區排放量資料庫
TERN	Trans-European road network	泛歐洲公路路網
TISP	Travel Information Service Providers	交通資訊服務提供者
TMC	Traffic Management Center	交通管理中心
TPO	Telematics Promotion Office	車載資通訊產業推動辦公室
TRANSIMS	TRansportation ANalysis and SIMulation System	運輸分析模擬軟體

英文縮寫	英文全名	中文
TSD	Traffic Situation Data	交通狀況資料
TSM	Transportation System Management	運輸系統管理
TTI	Texas Transportation Institute	德州運輸研究所
TTIA	Taiwan Telematics Industry Association	車載資通訊產業交流會
USDOT	US Department of Transportation	美國運輸部
VHT	Vehicle Hour Traveled	旅行車小時
VII	Vehicle Infrastructure Integration	車路整合
VKT	Vehicle Kilometer Traveled	旅行車公里
VMT	Vehicle Mile Traveled	旅行車英里
VOC	Volatile Organic Compounds	揮發性有機化合物
VSP	Vehicle Specific Power	車輛功率密度
ZEL	Zero kilometer Emission Level	零里程排放率

附錄 1 評選會議意見彙整表

「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」

評選會議意見處理情形表

意見編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
1.	在國外文獻回顧部分，請補充歐盟 eCoMove 計畫發展狀況及分析值得國內借鏡之處。	遵照辦理，將補充國外文獻回顧部分。	同意執行 單位說明
2.	未來國外現況應納入日本、美國與歐洲之 Smartway、VII、Easyway 等系統供未來參考。	遵照辦理，將補充國外現況回顧部分。	同意執行 單位說明
3.	請補充說明本研究對於效益評估，如何進行巨觀、中觀與微觀模擬之整合與應用。	根據本計畫初步分析，ITS 主要效益如為路網運作績效提昇者(如號誌時制重整)，應進行微觀之交通模擬，若主要效益具有大規模運具移轉效益者(如市中心徵收擁擠費)，則需先進行巨觀或中觀模擬，再進行微觀之交通模擬。	同意執行 單位說明
4.	請補充說明本研究未來效益評估中所計劃分析之案例、區域、分析工具等。	ATMS 效益評估案例將選擇最新完成的縣市交控計畫，初步選定新北市 99 年度交控計畫，將以 Vissim 軟體做為效益評估分析工具；APTS 效益評估案例則有兩個替選方案，一為聰明公車、一為 BRT 計畫，聰明公車將選擇穩定運作中的都市公車動態資訊系統，以「公共運輸搭乘年期」評估方式，利用「存活分析」方法進行效益評估，初步選定高雄市公車動態資訊系統進行分析，BRT 方案將講選擇可行性評估或規劃中，並同時具有優先號誌、公車動態資訊系統及電子票證等 ITS 策略之 BRT 計畫，應用交通模擬軟體進行績效分析。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
5.	請補充說明 P3-4 之 ITS 與節能減碳之關聯性分析，其中 APTS、EPS、AVCSS 列為「主要標的與節能減碳較無關聯者」分類，但是如大眾運輸營運管理、ETC、定速巡航等產品組合、設備或服務係目前交通部政策重點，對於節能減碳有明顯正面效益、ATIS 於世界各國均列入節能發展政策。表 3-2-1 列出關聯性應再詳述	大眾運輸營運管理對於減少車輛繞行、降低車輛急加減速狀況有所幫助，經檢討後對於節能減碳應有明顯正面效益，ETC 則在原服務建議書即列為與節能減碳高度關聯，Eco Driving 及定速巡航等原不在 SA 範圍內之 ITS 策略，將檢討納入本研究之分析範圍，本計畫將重新界定納入分析之 ITS 策略，以便進行節能減碳關聯性分析。	同意執行 單位說明
6.	本計畫建立的 ITS 成本效益評估機制，地方政府需要填報部分應在現行流程即可完成，盡量利用既有資料，不應增加太多額外工作。	本計畫主要工作重點為統一各計畫績效評估方式，提供相同參數以供引用，未來將考量各地方政府執行能力規劃績效評估工作。	同意執行 單位說明
7.	有關評估工具之規劃，請更具體及詳細說明可能引進或修改之模式或工具、前提假設，並分析在國內交通環境之適用性及改進辦法。	本計畫分析國內外相關評估工具後，初步建議引進美國專門針對 ITS 策略成本效益分析所開發之評估軟體 IDAS，惟該軟體資料庫係基於美國過往 ITS 計畫成本與效益，未必符合我國交通環境與特性，因此對於我國之適用性與相關改進方式將於本計畫深入研究，亦將提出我國自行開發 ITS 評估工具之可行性。	同意執行 單位說明
8.	有關成本效益評估機制除從計畫及社會層面考量外，建議也應對於運輸業者或用路人提供建議或可採行之辦法，以助於落實節能減碳政策之推動。	本計畫工作重點除了從政策角度來考量與中長程公共建設計畫或中程科技計畫審議結合之外，也將從業者、用路人角度切入，瞭解藉由使用者落實推動節能減碳政策的方式。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
9.	本研究未來工作重點應與當前發展方向結合，如電子收費、車載資通訊、聰明公車等相結合，探討整體節能減碳效益。	遵照辦理，本計畫工作重點將與 ITS 發展方向相結合。	同意執行 單位說明
10.	有關未來完成之成本效益資料庫架構尚不夠具體及明確，應檢討國內現有調查資料之可用性，並提出具體補強作法與建議。	本計畫將藉由蒐集與回顧國內外文獻、案例經驗，建立未來希望完成成本效益資料庫的架構圖像，並分析國內資料可用性與未來需要填補縫隙、以及建議未來補強作法。	同意執行 單位說明
11.	研究團隊在車輛耗能、車載資通訊、能源技術及成本效益經濟評估、評估工具研發等方面之人力似較薄弱，建議加以補充。	本計畫已重新調整人力組織規劃，並補充相關人力。團隊成員曾參與運研所車路整合與 ITS 節能減碳關聯研究、能源消耗與污染排放推估模式研究、車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究等案，與本案相關經驗豐富。	同意執行 單位說明
12.	SA 為多年前提出，建議探討時可不局限在 SA 所定出之範圍內。	將檢討納入其他非 ITS SA 定義範圍之 ITS 策略，如定速巡航、Eco Driving。	同意執行 單位說明
13.	成本效益分析應不局限於節能減碳，應同時考量效率與安全。	本計畫 ITS 成本效益分析將同時考量效率、安全、環保等不同層面效益。	同意執行 單位說明
14.	對成本估算方式之著墨似乎略為偏低。	初期 ITS 評估工具將引用國外成本資料(如 IDAS)，後續則待各地方政府或 ITS 建置維護單位協助填報 ITS 成本資料，以建立國內本土之 ITS 成本資料庫。	同意執行 單位說明
15.	ITS 與節能減碳之關聯性部分仍需加強說明。	本計畫 ITS 與節能減碳關聯性分析將重新檢討與說明。	同意執行 單位說明
16.	人車路之 ITS 部分，比較忽略人之 Eco Driving 及車之定速操控等項目，應補充此部分。	遵照辦理，將納入後續資料蒐集與分析。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
17.	在成本效益評估規劃部分之B&A，必須具體說明如何取得事前與事後之資料。	在成本效益資料庫建置部分，本計畫將規劃資料庫架構及建立指導文件，未來協請各縣市政府或 ITS 建置維運單位依照指導文件協助填報 ITS 計畫資料；在實際案例分析部分，將挑選新近完成計畫驗收之 ITS 計畫，藉以取得完整之路網現況與績效評估資料。	同意執行 單位說明

附錄 2 期中專家學者座談會 審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期中專家學者座談會議意見處理情形表

計畫名稱：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
成功大學 胡大瀛教授			
1.	近幾年來因能源使用與氣候變遷議題，需考量油耗及排放量與 ITS 之間的關係。	此為本計畫主要背景因素之一。	同意執行 單位說明
2.	因核能發展與運輸部門在節能減碳作為上有其相關性，建議對於近一年來核能政策發展方向進行了解，以討論 ITS 在節能減碳上能負擔多少效用。	國內核能發展方向在日本 311 地震後受到部分人士之質疑，惟主管單位尚未對未來政策做出發展方向調整最後定案，本計畫將持續關注後續之發展。	同意執行 單位說明
3.	歐盟目前正在準備執行 Eco-driver 計畫，討論如何給予駕駛人相關資訊、該給予哪些資訊，因應用範圍廣泛，所預估之效益很高，建議可參考歐盟之計畫內容。	遵照辦理，已於期末報告 2.2 節補充說明歐盟 eCoMove 計畫之相關內容。	同意執行 單位說明
4.	評估 ITS 的油耗及排放量的工具不足，而資料庫方面有歷史油耗紀錄，但排放量紀錄不足，國外亦缺乏油耗與排放量之關連性，建議完整回顧國內資料庫情形，並考量估算方式，及各種估算方法之一致性；如以規劃層級計算節能減碳量會顯粗略，無法計算出加減速等行為效益，建議從 operational 角度進行細部推估；目前國外推估工具多為交通模擬軟體，本身不包含油耗及排放量思維，係將交通資料配合油耗及排放量進行推估，在使用上需予以注意。	單位油耗的 CO2 排放量甚為穩定，因此一般在計算節能減碳量時，均先計算耗油量，再依據 CO2 排放係數計算 CO2 排放量。耗油量之計算，在規劃層面建議採用「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)—建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式(2010)」所制定不同車種之燃油效率，在運作層面的細部推估上，可採用交通微觀軟體或人工調查方式計算交通績效值，交通績效值轉換為耗油量，建議引用「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(2010)」所制定之車輛耗油率，而 CO2 排放係數則建議引用「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)—建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式(2010)」所制定的排放係數。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
5.	計畫需考量臺灣實際運具使用狀況，如機車在油耗上較為節能，且具有高度機動性，是否需規劃推動機車政策，或其他大眾運輸工具，所選用之評估工具是否能反應國內交通相關特性，如腳踏車、機車之分析，並能考量未來各種能源狀況，非單一油耗評估計算；評估工具建議要能讓使用者簡單操作，不需投入大量人力及時間方可得到評估結果。	(1)VISSIM 微觀模擬軟體中包含機車、腳踏車車型，故可進行模擬評估。 (2)評估工具設定由交通部、運研所在規劃階段使用，各縣市政府則可在執行計畫時採用如 Vissim、Synchro 等微觀模擬軟體，係為專業人士應可操作使用。	同意執行 單位說明
6.	實際案例應說明主要目的、使用評估工具之單位、評估工具之操作方式。	遵照辦理。實際案例之初步選擇與評估構想說明於期中報告第 5 章。	同意執行 單位說明
7.	在個人旅行行為排碳量追蹤方面，在最近研究發現以健康因素當作誘因之節能減碳效果較佳，建議將宣導、教育納入資料庫規劃設計。	本計畫將在環保駕駛之推動策略上，將個人健康因素誘因納入宣導、教育中。	同意執行 單位說明
8.	歐盟已估算出節能減碳相關數據，建議可了解其所使用之工具。	歐盟 TNO 的 ICT 影響研究計畫中，估算 ICT 解決方案的節能減碳效益，係引用過去文獻的減量百分比資料後，再推估實施到全歐盟的減量百分比，並沒有使用特定的評估工具。	同意執行 單位說明
逢甲大學 李克聰教授			
1.	ITS 應定義為符合人性、環保、科技，其定義標準應一致，建議考量計畫條列方案之代表性，適地置宜的方案方可稱為 ITS。	本計畫將重新定義條列之 ITS 方案，並考量其代表性。	同意執行 單位說明
2.	請將事前事後分析之情境特性說明清楚，資料庫中亦應有相關資料，方可定義其關聯性。	本計畫 ITS 節能減碳實際案例分析中，將詳細說明事前事後分析之情境特性，資料庫規劃亦將考量相關資料。	同意執行 單位說明
3.	在方案篩選上建議先從成本最低方案進行篩選，由宣導、執法、教育等基本方案，再發展至先進設備、技術、資訊等漸增方案。	本計畫將在 ITS 節能減碳之關聯性分析中，區分不同實施等級進行方案之關聯性分析。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
4.	簡報 26 頁提到平面道路壅塞會產生負面效益，但簡報 21 頁未提及地方道路，內容應給予一致性。	已修正。	同意執行 單位說明
5.	聰明公車方案間之相關性十分重要，與其他策略間之關連性如何處理，以避免重覆運算效益。	本計畫擬應用存活分析方法，使用搭車年期作為反映搭乘率的指標。亦即經由比較有無使用公車動態資訊系統之使用者的公車使用年期，進而推估系統效果，以排除其他非公車動態資訊系統的影響。	同意執行 單位說明
6.	AVCSS 先進式防撞與定速系統，其效益未提及可使肇事率下降，肇事率下降之後亦可減少延滯，是否忽略相關效益。	已修正該策略之效益說明。	同意執行 單位說明
7.	簡報 22 頁應評估 ETC 節能減碳正負效益，如減少 ETC 車道延滯，但增加一般車道延滯；以及如何與主線門架式等不同方案進行比較。	已修正該策略之效益說明。	同意執行 單位說明
8.	書面資料中有 BRT 方案內容，但簡報中未提及，將來是否會進行 BRT 方案。	本計畫經評比，擬以高雄市公車動態資訊系統為例，進行節能減碳效果的評估。案例選擇的理由說明於期中報告 5.2.1 節。	同意執行 單位說明
9.	建議請高公局提供實施方案前後之成本效益資料，包含其評估工具、指標內容、評估結果。	根據本計畫瞭解，近年來高公局並未進行國內匝道儀控之效益評估作業。	同意執行 單位說明
清雲大學 朱松偉教授			
1.	會議資料 11 頁表 4，各執行單位對於 ITS 節能減碳策略效益重視程度不相同，就此一部分建議請高公局提供匝道儀控實施數據，並蒐集各單位的節能減碳相關數據，增加關聯性分析之說服性。	根據本計畫瞭解，近年來高公局並未進行國內匝道儀控之效益評估作業，有關 ETC 效益評估資料，本計畫已蒐集高公局 100 年最新評估資料，詳如 2.2 節。	同意執行 單位說明
2.	會議資料 11 頁表 4，各 ITS 策略是否能用不同評估工具得到節能減碳效益，而 IDAS 是否能涵蓋國內所有 ITS 策略，建議依各種 ITS 策略特性，以評估整合性角度，評估工具的組合	於大型路網之評估案時可採用 IDAS 進行分析，小型路網則可採用 Vissim、Synchro 進行細部評估或規劃設計。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	性。		
3.	現行號誌重整模擬前後之交通量相同，如何呈現因號誌重整導致交通輛改變之情形，評估建置過程中之投入、產出之比較標準是否能一致，其關聯性如何解釋。	現行號誌重整計畫績效評估多針對計畫範圍路口進行交通模擬或人工績效調查，並無法反應因時制重整導致交通量移轉之情形，亦即誘發性交通需求部分，此部分需經運輸規劃軟體重新考量旅次產生、運具分配與交通指派等階段之分析，因資源及時程有限，在一般時制重整計畫無法深入分析，建議另案辦理研究。	同意執行 單位說明
4.	IDAS 於國內目前運輸規劃環境上之應用與 VISSIM 之差異性為何，需考量其參數校估之相關費用。	IDAS 係以成本效益作為方案評估方式，適用大型路網；Vissim 則為微觀模擬軟體，作為細部評估規劃使用，在參數校估費用考量下，適用於小型路網。	同意執行 單位說明
5.	簡報 39 頁提到以 Synchro、VISSIM 進行分析，與 IDAS 間是否有差異性。	IDAS 係以成本效益作為方案評估方式，適用大型路網；Vissim 則為微觀車流模擬軟體，作為細部評估規劃使用，適用於小型路網；Synchro 則為號誌最佳化軟體，適用於中小型路網。	同意執行 單位說明
6.	請蒐集歐盟於節能減碳效益之評估工具。	遵照辦理，相關回顧將補充於期末報告。	同意執行 單位說明
交通部公路總局			
1.	國外文獻回顧中號誌時制重整於整體 ITS 效益值為中間偏下，於後續發展則列為建議項目，是否有其他研究案例顯示號誌時制重整效益值為較佳。	AASHTO 2010 計畫顯示之號誌系統時制改善策略在所有 ITS 策略中之溫室氣體減量成本最高，主要原因為該研究考量的號誌系統時制改善案例為適應性號誌控制系統，因系統建置成本高，故其單位減量成本亦高，但依據美國 ITE 論文蒐集的評估案例，號誌時制改善策略的節能減碳效益達 2%-9%，而紐約雪城案例的效益高達 8%~13%，顯示號誌時制改善的節能減碳效益甚佳。	同意執行 單位說明
2.	簡報中建議號誌時制重整於	經重新評估後，本計畫改用運	同意執行

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	2~3 年需重新調整，其 2~3 年是否有相關研究訂定出該時程。	研所「交通號誌時制重整」系列計畫之 1~3 年重新實施號誌時制重整建議時程。	單位說明
3.	所建議選用效益評估工具適用於策略尚未實施之可行性評估或規劃階段使用，但計畫所選用案例已實施完成，是否可用於評估。	若 ITS 計畫已實施完成，因能夠取得較詳細、完整的績效與路網資料，建議使用交通微觀軟體或人工調查方式進行評估，本計畫建議的評估工具適用於策略尚未實施之可行性評估或規劃階段。	同意執行 單位說明
4.	計畫為 ITS 成本效益評估工具，但報告中多為耗油量減少數據，比較少關於成本方面評估。	由於節能減碳僅為 ITS 眾多效益項目之一環，因此國內外案例在進行節能減碳效益評估時，多半缺少成本的分析與比較，且因 ITS 成本項目複雜，不同型態計畫的 ITS 成本項目差異甚大，因此本計畫列出不同 ITS 策略的成本項目供各界參考使用，詳見 4.1.3 節。	同意執行 單位說明
5.	後續研究是否能將公車動態資訊系統績效量化，或評估如 BRT 建置之減碳量，以供推動提升公車使用率之策略方案時使用。	遵照辦理。 本計畫擬以高雄市公車動態資訊系統為例進行評估，將試算運具轉移及路網行駛速率提升所帶來節能減碳效益。評估構想參見期中報告 5.2.2 節說明。	同意執行 單位說明

新北市政府交通局

1.	評估時以路網績效提升計算 CO2 減碳量，多以平均停等延滯、平均旅行速率進行計算，建議加上變異數之討論，以提升準確度。	國內外在進行 ITS 實際案例之效益評估時，因限於計畫之人力與時程等因素，不易進行多次的績效模擬或人工調查，因此無法進行績效變異數的討論分析。	同意執行 單位說明
2.	因節能減碳量高無法代表該政策為最佳方案，計畫後續是否能評估其方案執行之優先順序。	政府單位在評估 ITS 方案之優先順序時，節能減碳僅為其中一項目標，尚有許多因素如安全性、路網效率、建置營運成本、政府規劃與營運人力、實施障礙、民眾感受程度...等等，本計畫範圍僅限於節能減碳效益的考量，建議相關單位應綜整相關因素以統一考量方案優先順序。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
本所綜合技術組 朱珮芸副組長			
1.	本案所提出之評估工具，是作為計算輔助，非作為最後決策工具。	本案規劃之評估工具，其輸出成果係提供決策單位之參考。	同意執行 單位說明
2.	APTS 為國家發展重點技術，後續將與研究團隊討論是否納入 APTS。	APTS 的實際案例評估係邀標書所列工作項目之一，後續將與主辦單位討論是否納入或排除。	同意執行 單位說明
3.	未來 ETC 可能與相關交通管理措施結合，故依據實施方式不同，節能減碳評估方式亦應有所不同。	ETC 未來將採里程收費方式，故其效益評估方式與計次收費方式有所差異，ETC 亦可與擁擠收費管理政策相結合，其評估方式亦將有所不同，例如 ETC 計次收費的交通需求量是依照現行車流量，擁擠收費的交通需求量將因費率高低而不同。	同意執行 單位說明

附錄 3 期中審查會審查意見處理 情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
交通大學 王晉元教授			
1.	第三章 ITS 與減碳之關聯性如何導出，建議更加清楚描述。	將於 3.1 節補充說明。	同意執行 單位說明
2.	本研究所預計探討的成本與效益之範圍為何？預計包含哪些項目，建議可更加具體說明。	將於 4.1 節補充成本與效益評估範圍、項目之說明與文章架構，並重新調整內容編排方式，讓讀者更容易閱讀。	同意執行 單位說明
3.	IDAS 需要的輸入資料為何？國內可否蒐集到，建議具體說明。	(1)輸入資料包含節點座標資料、路網節線資料、分區資料、OD 矩陣資料以及禁止轉向資料等基本資料，另依 ITS 策略特性輸入相關影響策略效益參數，於期末報告 4.3 節補充 IDAS 之輸入資料。 (2)於國內使用時，將由交控中心所蒐集之道路歷史資料、各建置案之建置成本及事前事後績效調查等相關資料作為輸入資料。	同意執行 單位說明
4.	IDAS 可提供之輸出資料項目為何？是否滿足決策者所需，請更清楚說明。	藉由 IDAS 方案比較模組，可進行益本比分析、敏感度分析、風險分析等，依據方案目標，比較如減少旅行時間、減少排放量、增加駕駛安全等績效值，以遴選較佳的替代方案，詳如期末報告 4.3 節。	同意執行 單位說明
成功大學 胡大瀛教授			
1.	請釐清課題內容方向，評估工具及資料庫的使用單位或使用者為誰，以及本資料庫是屬於政策上規劃或實際上執行使用。	本計畫規劃之成本效益評估工具與資料庫為中央政府之規劃單位，即交通部及運研所，故其性質屬於政策上的規劃使用。	同意執行 單位說明
2.	在本案研究課題下，資料庫規劃內容為何？所規劃內容中何者為國內現有資料？何者需規劃未來進行蒐集？如 CO2 計算	ITS 節能減碳與成本效益資料庫規劃係本計畫期末工作。 目前初步構想資料庫內容應包括基礎資料庫、成果資料庫、	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	式所需參數、Eco-driving 加減速行為。	成本資料庫與效益資料庫等。至於資料如何取得，將視資料特性與國內發展情形進行資料的初步蒐集，並研擬後續蒐集建議，以供實際開發建置時的參考。	
3.	報告中回顧多種評估工具，應完整釐清其 CO2、油耗等計算方式差異，以及將採用之計算方式，請補充說明。	補充於期末報告 4.1.3 節。	同意執行 單位說明
4.	未來驗證時是用調查資料、模擬資料或是用模擬資料校估調查資料等方式，請補充說明。	本計畫號誌重整績效的評估擬以模擬分析進行。亦即以實際調查資料進行模擬模式的建立與校估，再行模擬時制重整前後各車速度之改變，進而計算節能減碳的效果。	同意執行 單位說明
5.	關於國內車輛使用及能耗特性著墨不足，如機車、電動機車之使用方式，所選擇之評估工具是否能反應其特性。	本計畫建議在計畫執行階段使用之 VISSIM 微觀模擬軟體可進行機車行為模擬，評估不同策略對機車之影響程度。	同意執行 單位說明
6.	對於未來節能減碳策略之應用範圍，所選擇之評估工具是否能分析如 Eco-driving 等項目，如未能分析，則應提出未來改善方式。	評估工具現無針對 Eco-driving 等項目進行分析模擬之功能，但未來可針對其中特定項目如有無事前規劃行車路線、均速行駛等駕駛行為於微觀模擬軟體中進行設定，以分析減碳效果。	同意執行 單位說明
7.	報告中包含許多如 CO2、油耗數據資料，其中 2008 年小車耗油量為每公升 9.84 公里，該數據應為新車資料，建議予以釐清確認。	最新之小客車燃油效率(2008)係引用運研所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)－建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」(民國 100 年)之資料(期末報告書 4.1-5 頁)，該數據並非新車資料，而是自用小客車之平均值，另依據交通部統計處「自用小客車使用狀況調查報告」(民國 98 年)，97 年臺灣地區自用小客車在使用空調時行駛於一般道路之每公升燃油可行駛 9.2 公里，行駛高速公路、快速道路則為 11.6 公里，於所	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		有道路之平均值與 9.84 公里接近。	
8.	報告書第二章文獻回顧完整，但應有一概述說明回顧內容與本案課題之相關性；第三章應強化釐清其關聯性；第四章部分為回顧內容應納入第二章。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
逢甲大學 李克聰教授			
1.	期中專家學者座談會之各項建議，請補充回應。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
2.	ITS 方案之定義應更清楚，號誌時制重整及一般性匝道儀控(未與地方道路整合及動態控制)，算不算 ITS 方案？	於 ITS 節能減碳關聯性分析章節中定義各 ITS 策略內涵，如期末報告 3.2 節。	同意執行 單位說明
3.	ITS 方案應建立層級性與關聯性，以釐清方案間之重複性。	於 3.2 節補充說明 ITS 策略的層級性，及不同層級策略與節能減碳之關聯性。	同意執行 單位說明
4.	ITS 方案之成本效益評估，應以最基本方案(成本最低、效益最高)為基準再以遞增方式評估，如工程經濟之遞增成本效益評估。	本計畫於 ITS 策略定義上，將補充同類型策略不同層級之區分，如號誌時制改善可分為定時式號誌時制重整(基本)及適應性號誌系統(進階)，不同層級策略之成本效益比較方式，可採用 4.1.1 節所列之成本效益分析法，如淨現值法、益本比法。	同意執行 單位說明
5.	應分析國內已有 ITS 方案之成本效益評估方式，如匝道儀控，並評估其在節能減碳效益評估之應用性。	根據本計畫瞭解，近年來高公局並未進行國內匝道儀控之效益評估作業，僅有運研所於民國 82 年針對中山高連續假期匝道儀控試辦案進行之績效評估。	同意執行 單位說明
6.	國外已有 ITS 方案之節能減碳成本效益評估案例，可再補充加強其評估方式，並評估其在臺灣地區之適用性，如明尼蘇達州匝道儀控案例，評估結果耗油量減少 2-51%，惟並無法確認是否納入地方道路因匝道儀控所造成之負面影響。	明尼蘇達州匝道儀控評估案例係採用 AIMSUM 模擬軟體進行評估，評估範圍包括高速公路入口及出口匝道與主線，並沒有納入地方道路，詳如期末報告 2.2.1 節說明。	同意執行 單位說明
7.	實際案例之聰明公車案例之適合性、代表性應再評估；評估	(1)基於評估方法與其分析資料的需求，本計畫擬選擇既	同意執行 單位說

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	新北市之時制重整效益時應與其他區域作比較分析。	已實施存活分析的系統(高雄市公車動態資訊系統)為分析對象，在現有調查基礎上，進行補充調查並行深入分析。 (2)依據工作計畫書，選擇單一都會區進行智慧交控/時制重整評估的要求，本計畫擬以99年新北市號誌重整結果為例，進行更深入的逐車逐秒的模擬分析。	明
8.	IDAS 評估工具之適用性應再檢討，如方案產生模組與效益模組 ITS 方案組合時方案間的關聯性，是否會有效益重複計算的問題(簡報 P51)。	IDAS 係可組合不同方案策略，計算其組合效益，如欲避免效益重複計算之情形發生，則可於方案組合時予以釐清，再進行方案評估。	同意執行 單位說明
9.	匝道儀控建議應以不同幾何條件匝道，不同時段交通量研擬最適合之匝道儀控策略。	補充於期末報告 3.2 節。	同意執行 單位說明
10.	簡報 23 頁未見高速時上升之耗油率(80KPH 以上)。	該圖係直接引用運研所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫之測試結果，根據該計畫研究團隊回應，該計畫正進行小客車時速 90 公里以上耗油率資料的修正，目前修正結果尚未定案。	同意執行 單位說明
11.	Eco-Driver Coaching 應翻成節能駕駛宣導教育，Eco-Driver Assistance 為節能駕駛輔助。	「Eco-Driver Coaching」及「Eco-Driver Assistance」係 TNO 之 ICT 影響研究計畫所使用關於環保駕駛的兩種策略名稱，其對於「Eco-Driver Assistance」策略之說明，是車輛裝置能夠提供駕駛關於燃料消耗、能源使用效率及適當排檔選擇資訊，屬於較基本的環保駕駛功能，而「Eco-Driver Coaching」則是在基本的「Eco-Driver Assistance」功能上，再藉由強化的地圖資訊提供環保駕駛所需的進階資訊，如道路速限、紅綠燈位置等，	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		以減少不必要的停等及加減速行為，故「Eco-Driver Coaching」是結合 ATIS 路網資訊、屬於較進階的環保駕駛策略，並非環保駕駛宣導教育策略，詳如期末報告 2.2.1 節。	
高速公路局 吳木富副總工程司			
1.	文獻回顧中所提及英文縮寫專業名詞，建議予以解釋說明。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
2.	請說明環保駕駛的實體內容、完整定義。	於 3.2 節中定義各 ITS 策略內涵。	同意執行 單位說明
3.	請說明資料庫的目的、架構、內容，如何建立資料庫，以及其應用面。	資料庫的功能需求、架構及內容詳見 5.1、5.2 節。	同意執行 單位說明
4.	請考量規劃節能減碳與成本效益的評估機制，如規範未來計畫需具備相關內容等方式。	ITS 節能減碳與成本效益評估機制詳見第四章說明。	同意執行 單位說明
5.	在探討 ETC 之節能減碳課題上，未考量碳交易、能源製造過程所減少之 CO2、減少回數票紙張消耗、減少人工車道等候長度等節能項目。	有關 ETC 效益評估資料，本計畫已蒐集高公局 100 年最新評估資料，詳如 2.2.2 節。	同意執行 單位說明
6.	報告 2-69 頁，表 2.2-17 節能減碳項目，其計算公式減碳量為節能量乘 CO2 排放率，其節能量所包含項目為何？	節能量即車輛行駛所減少的耗油量。	同意執行 單位說明
7.	績效指標部分除安全效率，是否需再包含經濟面、產業面等指標。	經濟與產業面效益係針對 ITS 整體產業(或 ATMS、ATIS...等領域)之效益進行分析，與本計畫進行個別 ITS 策略效益分析的對象並不相同。	同意執行 單位說明
8.	報告書 4-25 頁流程圖編號應與內文說明相符。	流程圖係引用自 IDAS 軟體使用者手冊，其中編號係為對照其使用者手冊章節使用，將會於期末報告中將編號修改與內文說明相符。	同意執行 單位說明
9.	請說明選擇號誌重整及聰明公車案例之原因。	分別選擇一處號誌重整及聰明公車案例進行節能減碳評估係工作計畫書的要求。 本計畫於號誌重整部分選擇 99 年新北市的案例，進行逐車逐秒的模擬評估；於聰明公車	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		評估部分，擬應用存活分析，排除其他因素影響，以確切得到聰明公車系統所帶來運量轉移效果，再輔以路網本身效益的模擬。 相關評估詳見期末報告第六章。	
交通部公路總局			
1.	報告書 4-5 頁效益項目，如滿意度等抽象項目是否能納入計算。	系統滿意度為 ITS 績效指標之一，是針對傳統上不易量化之效益項目的評估指標，可用來評估計算如即時交通資訊提供服務的品質。	同意執行 單位說明
2.	存活理論是否能應用在不同規模大小及建置方式的縣市範圍，請給予應用建議。	遵照辦理，將於期末報告時就評估結論與檢討等成果，研擬後續之應用建議。	同意執行 單位說明
臺北市府交通局			
1.	節能減碳應以整體觀點來看，不能單就各運具或智慧型運輸系統使用階段的節能減碳效果來評定系統效益，目前節能減碳之最新定義係綜合生產、運輸、維護及回收等階段，以產品生命週期來檢視碳足跡計算。	本計畫主要探討不同 ITS 策略的節能減碳效益，研究範圍不包含燃油之完整生命週期各階段的碳足跡變化，建議另案辦理研究。	同意執行 單位說明
2.	請說明如何確認或校估相關係數或數值是否能反映或趨近真實情形(如各種車輛實際使用里程、速率變化與車輛承載率等)，以及反映隨技術進步所產生之變化(如車輛耗油率降低)。	本計畫在節能減碳效益評估方式規劃上，係提出不同策略的評估方式建議，以供後續計畫評估之參考，而各車種實際使用里程與車輛乘載率等參數，有賴實際進行調查或採用交通模擬/運輸規劃軟體之計算結果，車輛耗油率之引用則建議採用其他計畫最新研究成果或官方公佈數據，以反應最新車輛技術之進步。	同意執行 單位說明
3.	於各種運輸工具或智慧型運輸系統之間比較節能減碳效益時，應將效益轉化成單位效益，如以運送每延人公里數或延噸公里所節省之效益，才能彼此作比較。	若將節能減碳效益換算為每延人公里節省的效益，則大眾運輸相關策略因所影響的延人公里數較高，節能減碳效益將會低估。國外在比較不同策略的節能減碳效益時，常採用兩種	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		方式，一為納入系統之建置與營運成本，利用節能減碳量的單位成本進行比較，一為在大規模系統建置下(如全歐盟)，分析不同 ITS 策略在整體公路運輸部門的油料或 CO2 減量百分比，本計畫已回顧這兩種比較方式的效益評估結果。	
4.	報告書第 2-1 頁內容顯示，雖然在 2005-2009 年軌道運輸系統因高鐵與高雄捷運通車能源消耗大幅成長，但整體國內運輸部門能源消耗為下降，顯示單就某項運具總消耗能源，而未考慮運具轉移效果的情況下，無法反映出節能效果。	從 82 至 98 年數據顯示，國內運輸部門能源消耗之平均年成長率為 1.79%，遠低於整體成長率 3.95%，運輸部門能源低成長率的一大因素為軌道運輸的快速成長(北捷、高鐵、高捷的先後通車)，單從此項數據並無法反應運輸部門其他系統(公路系統)的節能效果。	同意執行 單位說明
5.	各項運輸工具或智慧型運輸系統因運作所需能源來源不同(電力或燃油，電力又包含火力、水力與核能發電)，其耗能與碳排放各有不同，因此發展策略上應配合我國能源政策。	本計畫工作範圍是探討 ITS 策略方案之節能減碳效益，並未涵蓋車輛使用能源來源之探討，此部分應屬車輛能源技術對於節能減碳效益之研究範圍，建議另案考量。	同意執行 單位說明
6.	各項智慧型運輸系統所適合的城市規模不一，智慧型運輸系統基礎設施需投資經費龐大，若使用者過少或效益過低，將不適合投資，因此我國各城市所適合發展智慧型運輸系統項目不一，建議本案研究中提出相關發展建議。	本計畫關聯性分析係針對 ITS 的節能減碳效益進行分析，故提出的發展策略所考量的效益僅限於節能減碳層面，而各縣市政府發展 ITS 應考量多方面效益、專業規劃人力、建置與維運成本及人力、實施障礙、民眾感受等等層面，非僅節能減碳效益而已，故建議另案考量。	同意執行 單位說明
7.	節能與減碳應為一體兩面，節能成效應能反映一定的減碳效果。	敬悉。	同意執行 單位說明
8.	第 2.1 節國內外運輸部門節能減碳發展政策與策略：建議加入韓國政策以及各國政策之優劣比較。	本計畫已納入美國、歐盟及日本的運輸部門節能減碳政策，將補充國外與我國政策之相互比較。	同意執行 單位說明
9.	第 2-13 至 2-14 頁，23 項 TDM 與 TSM 策略中與 ITS 有關策略	在該研究所蒐集的節能減碳案例中，與 ITS 較為相關的策略	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	應不只有擁擠收費、號誌系統時制改善等 4 項，其他如大眾運輸資訊提供、車道管理、共乘資訊提供...等，為何排除。	包括匝道儀控、號誌系統時制改善、擁擠收費旅行者資訊提供及交通事件管理等 5 項，其他策略的案例與 ITS 關係甚低，例如車道管理僅為高乘載車道及大貨車收費車道等交通工程設施，共乘計畫僅提供媒介平台或提供誘因給雇主鼓勵員工共乘，均缺少先進之車流控制及即時資訊提供功能，因此不納入 ITS 策略之比較。	
10.	第 2-15 頁，表 2.2-2ITS 與運輸管理策略之單位溫室氣體減量成本，是否考量所列運輸系統之承載率(量)。	該表的單位為一公噸溫室氣體減量所需的 ITS 策略成本(美元)，故與運輸系統承載率(量)無關。	同意執行 單位說明
11.	第 2-19 頁，由美國的研究中，擁擠收費之減碳效益最佳，但事實上，在我國民眾多抱持反對態度，政府部門後續如何執行。	雖然擁擠收費相關案例之節能減碳效益甚佳，但考量擁擠收費在國內的接受程度及爭議性，本計畫並未將擁擠收費列為未來 ITS 重點發展策略，另一方面，未來高速公路 ETC 的里程收費政策在都會區路段從免費改變為收費，雖其費率為固定而未隨擁擠程度而調整，但仍隱含部分擁擠收費的概念，將可達到都會區節能減碳效果，政府部門應全力支持此一既定政策，加強宣傳、行銷與教育。	同意執行 單位說明
12.	第 2-123 頁，2.5.3 小節，提出我國運輸部門現行中長程計畫審議制度存在 3 點問題，惟後續章節並未針對問題提出相關改善建議。	有關 ITS 成本效益評估與中長程計畫審議制度結合之議題，詳見 5.4 節說明。	同意執行 單位說明
13.	為何僅選擇「號誌系統時制改善」、「高速公路匝道儀控」、「高速公路電子收費」、「車隊管理系統」與「環保駕駛系統」等 5 項作為我國 ITS 策略未來發展重點，其依據與理由為何？	此等策略為具有較高的節能減碳效益，且於我國的適用性亦高，因此在節能減碳為主要目標的政策下，列為 ITS 未來發展重點，另外 5 項 ITS 策略在國內已有實施經驗(公車動態資訊系統、公車優先號誌、電子票證系統、路況資訊服務及	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		高快速公路事件管理)，為提高其節能減碳效益，本計畫亦建議未來發展方向。	
14.	第 4-16 頁與 4-17 頁，「ITS 成本效益評估工具研選原則」係基於「ITS 成本效益評估工具研選之考量重點」，惟兩者之間關聯性似乎不高。	「ITS 成本效益評估工具研選之考量重點」係在考量該工具引用國外工具軟體或由國內自行發展時，所需評估的重點，而「ITS 成本效益評估工具研選原則」是經由前述考量已建議引用國外工具軟體後，在國外不同評估工具軟體間的研選原則，兩者的目的不同，因而內容亦不相同。	同意執行 單位說明
15.	本計畫建議選擇 IDAS 軟體的過程，至少應將各種軟體依據第 4.2 節篩選 5 點原則逐一作優劣分析，以支持選擇 IDAS 軟體。	IDAS 對於 4.2 節篩選 5 點原則之符合程度說明於 4.3 節。	同意執行 單位說明
16.	請說明為何僅選擇 ATMS 與 APTS 做為 ITS 節能減碳案例分析，且以智慧型交控/時制重整為 ATMS 案例與聰明公車為 APTS 案例，其在 ITS 九大領域及其子項目領域之代表性如何？	分別選擇一處號誌重整及聰明公車案例進行節能減碳評估係工作計畫書的要求。	同意執行 單位說明
17.	第 5.1 節 ATMS 案例評估：係引用已完成 Synchro 軟體模擬之 99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程報告為範例內容進行評估。 (1)建議除安康路及祥和路外增加多個市區及郊區幹道案例進行分析。 (2)第 4-19 頁第 4.3 節所建議以 IDAS 做為 ITS 成本效益評估工具，惟於案例分析時卻直接引用原計畫以 Synchro 軟體模擬結果並以 VISSIM 逐車逐秒速率模擬，請說明原因。 (3)該號誌時制重整計畫新北市已於 100 年 1 月開始實	(1)ATMS 案例評估將進行既有計畫的績效調查結果與本計畫的模擬結果進行比較分析，故僅能沿用既有計畫已進行時制重整及績效調查的路段，本計畫並無法取得未實施時制重整路段的交通量、時制計畫、路口延滯等資料，故無法增加其他路段的評估。 (2)本計畫規劃之 IDAS 評估工具係應用在計畫擬定階段的概略性評估，而計畫執行後的績效評估階段則規劃採用 VISSIM 等微觀模擬軟體，本計畫的案例評估屬於後者，兩者並無衝突。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	行，建議可調查實施後實際車流流量與旅行速度，以檢討實施前之模擬成果。	(3)該計畫有進行實施前與實施後的流量、旅行速度及路口停等延滯調查，其資料可作為本計畫 VISSIM 於模擬過程中之校估資料。	
18.	第 5.2 節 APTS 案例評估，僅以公共運輸搭乘年期評估方式與 BRT 計畫評估兩種方案進行評估方案選擇，且均為國內案例，建議再研究是否有其他國內外評估案例可供參考。	APTS 相關評估案例可參見期末報告第二章文獻回顧 p2-27、p2-73 之內容；另可參見第三章關聯性分析中對 APTS 效益的討論說明 (p3-17、18、20)。	同意執行 單位說明
19.	節能減碳資料庫之規劃，建議加入資料庫使用功能及分析方式等。	資料庫功能需求及架構內容詳見期末報告 5.2 節。	同意執行 單位說明
本所綜合技術組 黃新薰組長			
1.	請團隊補充釐清 ITS 與節能減碳之關聯性。	遵照辦理，補充於期末報告 3.2、3.3 節。	同意執行 單位說明
2.	請研究 IDAS 輸入輸出內容是否能滿足國內需求。	IDAS 依美國運輸部門所蒐集之各種 ITS 策略實施的成本與效益建置案例資料庫，供使用者能在缺乏資料的情形下進行評估，而若使用者有其方案相關資料，則可進行資料參數修改，故可依國內歷年來 ITS 建置經驗及資料，進行模擬，並可產出成本效益以進行方案評估。	同意執行 單位說明
3.	本案規劃之評估工具是由交通部、運研所在規劃階段使用，各縣市政府在執行計畫時則建議可採用如 Vissim、Synchro 等微觀模擬軟體。	敬悉，ITS 成本效益評估工具規劃補充於期末報告 4.3 節。	同意執行 單位說明
本所 林繼國主任秘書			
1.	關於 IDAS 成本效益評估工具，請補充說明國外是否有實際應用案例。	IDAS 目前已應用在俄亥俄州\肯德基州\印地安那州地區政府議會評估先進地區交通互動管理資訊系統與 ITS 規劃計畫、密西根州運輸部門評估 I-496 重建過程採用應用臨時性 ITS、評估維吉尼亞州漢普頓道路事件管理系統對排放量影響、美中地區委員會強化擁	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		擠管理系統，詳細內容補充於 期末報告 2.2 節。	
2.	聰明公車僅就乘客使用量進行 分析，是否應結合車隊管理， 以完整呈現節能減碳效益。	由於聰明公車系統的節能減碳 效益主要來自運量轉移，以及 因運量轉移後對整體路網的改 善，而車隊管理效益主要為排 班調度的效率化，其效益可內 化於運量提升。至於利用車輛 行駛狀態監控帶來之環保駕駛 的效果建議仍應分別討論，避 免重覆計算。 因此本計畫僅就乘客運量改變 進行聰明公車之節能減碳績效 的討論。	同意執行 單位說明
本所綜合技術組(書面意見)			
1.	報告書中所有英文縮寫均應提 供完整全稱及翻譯（如 P2-5 CMAQ、P2-10 STEER、P2-13 AASHTO 等）。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
2.	表 2.2-9 與 2.2-12、2.2-17、2.3-1 等應按本所規定之格式進行編 輯，P2-24、2-26 及 P2-57 之表 格應加以編號。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
3.	P2-21 頁中，關於 VII 介紹應增 加其投資建設部分、技術發展 方向、目前遭遇之困難與因應 方式。	已補充蒐集 VII 計畫節能減碳 效益相關資料，詳見報告 2.2 節。	同意執行 單位說明
4.	P2-40 頁中，關於 Eco move 說 明應與 P2-41 內容相符，並就 歐洲 Eco move 實施之條件、所 需提供之交通資訊與必要之投 資建設等項目等加以介紹分 析。	遵照辦理，已補充於報告 2.2 節。	同意執行 單位說明
5.	P2-46 中所介紹之日本能源 ITS 應納入與先前 VICS 或 Smartway 之關聯分析，並針對 能源 ITS 成本效益方面進行補 充。	日本能源 ITS 的發展，於 2007 年先行進行發展方向的討論， 最後選擇減碳效果較高項目進 行開發，實與 VICS 或 Smartway 的發展較無關係。能 源 ITS 發展之相關說明可參見 期中報告 P2-46~p2-53 的說明。 能源 ITS 之減碳效益可參見表 2.2-9 說明(期中報告 p2-47)，後	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		續盡可能蒐集能源 ITS 事業經費，以期得以補充於期末報告。	
6.	國內案例介紹請納入全國範圍的計畫如全國路況中心，針對交通資訊與 Telematics 加強介紹，並納入交通部目前推動之資訊雲端計畫。	已補充於期末報告 2.2.2 節。	同意執行 單位說明
7.	2.3 節說明評估工具研選方法應加入國內汽機車混合車流特性、道路與環境特性等因素，據以判斷合適之評估工具。	本計畫研選的評估工具屬於概略式的成本效益分析工具，為計畫編擬及審議階段所使用的工具，並非微觀之交通模擬工具，因此研選時應著重在評估策略的涵蓋面與完整性、成本效益資料庫完整性、參數調整彈性等方面，而汽機車混流、道路與環境特性等國內特有之因素，則可在引用參數的國內適用上進行調整。	同意執行 單位說明
8.	P2-95 頁中，各效益評估軟體型態(巨觀、中觀、微觀)應加以定義說明分類標準。	將補充以下定義於期末報告(2.3.2 節)： (1)巨觀：以整體車流、車隊的移動及延滯狀況為主，對於車輛行為以平均數值處理，並不模擬單一車輛狀況，適用大型路網。 (2)中觀：以車隊為主進行模擬，對於車輛的行進行為，以事先調查或分析的平均數值處理，不處理車與車之間的干擾行為，適用較大型的路網。 (3)微觀：以單一車輛為模擬對象，記錄車輛在路口、路段的軌跡及駕駛特性，利用跟車模式進行車輛模擬，適用中小型路網。	同意執行 單位說明
9.	請增加蒐集及追蹤國外與本案密切相關，且正在進行示範及測試之計畫如 In-time 等之進度與成果。	已補充於期末報告 2.2.1 節。	同意執行 單位說明
10.	表 4.1-2 等應按本所規定之格式	已補充於期末報告表 4.1-2。	同意執行

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	進行編輯，所選定之策略應和我國目前九大領域及各服務單元加以對應說明。		單位說明
11.	第五章之案例選擇應納入所需成本、人力、設備、時間等之評估說明。	第五章主要說明後續號誌重整與聰明公車案例之節能減碳效果之評估構想，實與該計畫建置所需成本、人力、設備、時間等項目無關，因此本計畫僅就節能減碳的評估進行分析探討。	同意執行 單位說明
12.	附錄 2 專家座談會議紀錄應按本所規定格式編輯。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
13.	請研究團隊於會後依規定至「GRB 政府研究資訊系統」填報有關本案相關研究成果並上傳成果效益報告，報告格式請至國科會「政府科技計畫績效管考平台(http://stprogram.stpi.org.tw/index.htm)」下載，或逕洽本計畫本所承辦人。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
主席結論			
1.	請列表整理各委員與單位代表以及本所主辦單位之審查意見妥為回應處理，並據以修訂期中報告。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
2.	有關期中座談會專家學者所提之意見請予回應並補充納入報告書說明。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
3.	關於 ITS 節能減碳與成本效益之評估無論是規劃或操作層面之評估工具，均需考量國內之適用性與可行性，請於後續座談會再深入探討。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
4.	請於後續舉辦之座談會提出資料庫之規劃成果並加以研討。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
5.	請於適當章節界定 ITS 策略方案之定義、節能減碳效益與成本評估範圍以及項目。	補充於期末報告 3.2、4.1.2、4.1.3 等各節。	同意執行 單位說明
6.	本期中報告原則審查通過，請依契約辦理後續相關作業。	遵照辦理。	同意執行 單位說明

附錄 4 期末專家學者座談會議意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期末專家學者座談會議意見處理情形表

計畫名稱：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃

意見編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
逢甲大學 李克聰教授			
1.	請釐清 ITS 方案間之關連性、層級性，以明確評估其成本效益。	ITS 方案的層級與關聯性補充於期末報告 3.2、3.3 節。	同意執行單位說明
2.	小客車耗油率於 80km/hr 以上之資料請再確認修正圖表，除低速車輛改善外，亦應著重於減少車輛加減速情形，以均速達到節能減碳目的。	已修訂表 2.2-24 及圖 4.1.1，根據該計畫研究團隊表示，該計畫未來將修訂時速 90 公里以上之小客車耗油率，故本計畫建議僅引用 80km/hr 以下數據。	同意執行單位說明
3.	請定義不同 ETC 之節能減碳評估方式。	已補充於 3.2 節。	同意執行單位說明
4.	在以尖離峰資料擴大至年化效益課題上，建議以自動化資料蒐集方式，如 VD 等設備獲得一天資料，以落實 ITS 策略。	由於各縣市自動化資料收集設備(如 VD、AVI)布設情況不一，不一定每個縣市時制重整路段均有布設資料收集設備，為統一各縣市之效益計算方式，因此制定年化效益放大係數。	同意執行單位說明
5.	請說明 IDAS 參數調整之正面發展。	IDAS 參數的調整建議包含基礎參數、方案效益參數及建置成本參數等三大類，其中基礎參數包括號誌密度、道路擁擠程度均可由國內現地資料調查取得，方案效益則可參考國內相關計畫調整耗油率及 CO2 排放係數，建置成本則依國內建置 ITS 經驗獲得軟硬體及人力建置經費參數。	同意執行單位說明
6.	簡報 27 頁，請補充說明各 ITS 策略如何使用所規劃之評估工具。	基本上大部分 ITS 策略均可使用 IDAS 進行概略式成本效益評估，惟 IDAS 係策略規劃工具，小路網的細部交通績效應採用交通微觀軟體進行評估，本計畫已針對號誌時制改善策略採用 IDAS 進行成本效益評估，並與 VISSIM 模擬及人工績效調查結果進行比較分析，建議後續計畫選定其他策略案例使用 IDAS 進行評估，以提供使	同意執行單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		用單位參考依據。	
7.	簡報 34 頁，也許有所低估其系統績效，如聰明公車之動態資訊對於車輛調度排班之效益，請再考量補充。	由於聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改善，而車隊管理效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化於運量提升。 因此本計畫就乘客運量改變的效果進行聰明公車節能減碳績效的討論。	同意執行 單位說明
淡江大學陶冶中教授			
1.	請考量資料庫架構中可獲得之資料內容，以進行巨觀或微觀模擬評估工具。	本計畫已針對不同 ITS 領域與策略之節能減碳評估方式，依照三大效益類別而分別進行規劃，並透過案例分析而建議適合之評估工具及所需參數。	同意執行 單位說明
2.	美國環保署現正推動 MOVES 2010 微觀模型，供研究團隊參考。	美國 MOVES 計畫的回顧如 2.2.1 節所示。	同意執行 單位說明
3.	IDAS 僅可進行策略規劃評估工具，細緻度上較為不足，建議參考美國一結合環境、土地使用、都市計畫及交通之 MEASURE 整合軟體，可結合現有 GIS 軟體。	本計畫對於 ITS 策略的成本效益評估工具規劃，建議 IDAS 做為策略規劃評估工具，而詳細的事前事後評估工具，可採用微觀交通模擬工具如 VISSIM、Paramics、Synchro 等軟體。	同意執行 單位說明
4.	建議從資料庫資源思考，以現有資源整合參數供軟體應用。	本計畫建議除了考量結合既有之「交通建設計畫經濟效益評估軟體」以外，也可結合「運輸部門決策支援系統」，以發揮計畫綜效。	同意執行 單位說明
5.	VISSIM 為逐車逐秒之微觀模擬結果，但報告以整體巨觀呈現，未凸顯其角色。	將於模擬中抽樣單一車輛，於報告中補充其逐秒車速圖，以檢視其車速變化情形。	同意執行 單位說明
6.	請於報告中說明基於何種準則選用 IDAS，因 IDAS 不適用於所有評估指標，故建議某些指標以 IDAS 為核心，再搭配如 VISSIM、存活理論等其他軟體或評估方式，發展台灣本土 ITS 評估軟體。	IDAS 選用的評估準則詳見 4.2 及 4.3 節，IDAS 為適用在大多數 ITS 策略的策略規劃評估軟體，若要詳細評估路口或路段的車流運作情況，則適用微觀交通模擬軟體。而存活理論分析則是配合問券調查作業，適用於公車動態資訊系統對於運	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		量成長的效益評估，公車動態資訊系統的其他效益，例如營運成本降低、乘客候車時間成本降低、路網交通績效提昇等仍須透過 IDAS 分析。	
清雲大學 朱松偉教授			
1.	關於年化效益放大係數，建議應提出其標準 SOP，以供評估者獲得相對應之係數。	年化效益放大係數詳如表 4.1-6 所示。	同意執行 單位說明
2.	關於 IDAS 參數校估，建議開放其參數值供評估者使用，以避免產出資料誤差。	建議後續計畫針對 IDAS 各項參數進行國內應用之調校，以供各評估單位使用。	同意執行 單位說明
3.	報告中所提及之試算表是已開發完成或為後續建議，試算表之內容適合哪些 ITS 領域使用，另應避免無標準作業流程、或無公信參數取得下所發生資料有誤之情形。	本計畫的試算表評估工具僅為規劃，並未實際開發出來，建議後續計畫針對目前縣市政府 ITS 計畫補助申請作業的兩種 ITS 策略一號誌時制改善及公車動態資訊系統進行開發，並一併研擬試算表評估作業之標準流程。	同意執行 單位說明
4.	資料庫規劃時請考量資料來源之可用性，以及資料進入資料庫進行分類之完整性。	建議未來應著手於先行建立統一之評估方法及相關參數，以確保資料來源之可用性及正確性，再配合完整之資料庫分類，以利於資料蒐集、分析、運用。	同意執行 單位說明
5.	節能減碳案例評估效益方面，請考量說明 IDAS 之適用性，是否可取代實際調查資料與 VISSIM 模擬方式。	由於 IDAS 的適用性較為全面，如號誌時制改善的肇事成本降低、公車動態資訊系統對營運成本的降低、商用車隊管理系統的各項效益等，上述績效 VISSIM 無法模擬，然而 IDAS 屬於概估式的評估工具，因此 IDAS 並非取代人工調查與 VISSIM 模擬的績效評估工具，小路網的號誌時制改善的細部績效評估應採用人工調查或 VISSIM 模擬而不適合採用 IDAS 模擬。	同意執行 單位說明
6.	APTS 公車動態部份，存活分析法應為另一交大與中華大學合作計畫，而本計畫所使用之存	由於聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	活分析法是否可評估所有 APTS 之節能減碳效益，如業者端之節能減碳效益評估方式。	善，而車隊管理效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化於運量提升。至於利用車輛行駛狀態監控帶來之環保駕駛的效果建議仍應分別討論，避免重覆計算。 因此本計畫就乘客運量改變的效果進行聰明公車節能減碳績效的討論。	
高速公路局吳木富副總工程司			
1.	從制度面對於不同 ITS 領域之不同參數應有其規範，並規劃使用時機、前提假設需一致，應有其檢核機制。	本計畫規劃的評估工具 IDAS、試算表的參數，建議於後續計畫加以規範，而評估時的前提假設亦建議於後續計畫之評估作業準則中加以研定。	同意執行 單位說明
2.	簡報 27 頁，針對各 ITS 策略建議評估工具規劃，建議未來將每一個 ITS 策略個案進行操作練習，以深入探討。	建議後續計畫針對不同 ITS 策略個案進行效益評估操作練習，以深入探討 IDAS 於不同策略之適用性。	同意執行 單位說明
3.	對於尖離峰效益放大係數，應有一換算共同係數，建議未來對於觀光地區及高速公路部分予以訂定。	本計畫已提出都市地區的年化效益放大係數，對於非都市地區、觀光地區及高速公路部分建議於後續計畫研擬。	同意執行 單位說明
4.	資料庫如包含國外資料時，應將其計畫背景、設定參數予以註明，以避免資料誤用之情形。	納入資料庫規劃參考，建議於蒐集國外資料時，除了依照應用領域予以區分類別之外，也註明計畫背景、以及設定參數之條件。	同意執行 單位說明
5.	未來對於成本應定義清楚，是為路側端，亦或包含車上使用端；部份建置經費是包含於某一大型建設中，則需於計畫成立時即予以釐清。	根據本計畫 3.2 節的分析，不同 ITS 策略間彼此具有重疊性，尤其在 ATMS 與 ATIS 策略及 APTS 策略彼此間最為明顯，因此在進行 ITS 策略成本與效益的計算時，對於重疊的部分應說明清楚，避免後續引用時造成誤解與誤用。	同意執行 單位說明
6.	P13 耗油率之曲線顯示車輛在高速公路時速大於 35 公里以上較其他等級道路耗油，與一般認知有所差異，請再予以說明。	本計畫根據該耗油率研究團隊提供的最新耗油率資訊修改該曲線，如報告書圖 4.1.1，修正後的耗油率曲線三種不同道路等級在時速 35 公里以上已趨近一致。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
中華經濟研究院溫蓓章副研究員			
1.	報告中所引用之油耗參數係由本研究院在貴所支持下之研究結果，係以國內實車進行測試，轉換成共通性模式，再套用至國內平均油耗排放係數下展開，今年底將會提出一完整資料，包含大客車參數，建議未來能將小客車與大客車作一評估區分。	由於目前僅有小客車不同車速耗油率的情況下，本計畫的油耗計算方式係將不同車種交通量轉換為小客車當量，再用小客車耗油率計算油耗，但不同車種耗油率與小客車當量並非成正比關係，因此大客車耗油率參數公布後將可使大客車部分的耗油率更為準確。	同意執行 單位說明
2.	本團隊5年研究結果與MOVES 2010所提供之簡易轉換參數在趨勢及絕對數值轉換率為一致，故在後續應用上有其代表性。	敬悉。	同意執行 單位說明
3.	對於時速 80 公里以上油耗降低之疑慮，依國內調查結果小車 140 公里為最適油耗區間，之後油耗曲線出現由上反轉，表示以台灣現有小車特性而言，引擎特性提升顯著將最適油耗區間由過去大家習慣的 50~70 公里往後延，此與美國(MOVES)及歐盟(2009、2010)數據一致。	本計畫建議暫時引用該計畫時速 80 公里以下的小客車耗油率，80 公里以上耗油率仍有待後續確認。	同意執行 單位說明
4.	本研究院所提出之油耗數據有兩個版本，報告中所採用之版本是以距離(車公里)為基礎，因 10 公里以下越逼近於 0 公里時，在計算上會使計算結果趨近無限大，故不建議採用車速 10 公里以下之數值，未來評估低速時應採用以時間(g/秒)為基礎之版本。	本計畫提供的小客車耗油率表格係採用單位為 g/秒的數據，如表 2.2-24，因此不會有趨近無限大的問題。	同意執行 單位說明
5.	以實務角度考量評估工具，試算表模式對地方政府承辦人員在操作上有其簡便性、可操作性，可作一基本概估，在同一標準下獲得評估結果，而所發展出之試算表則需配合適當之教育訓練、諮詢窗口。	建議以本計畫規劃的試算表評估工具為基礎，後續計畫將試算表開發完成供地方政府承辦人員自行使用操作。	同意執行 單位說明
6.	資料庫在國內需作一整合，如交通部內部有一交通建設成本	本計畫建議除了考量結合既有之「交通建設計畫經濟效益評	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	效益分析的模式，其中建置了成本效益分析所需採用的參數與資料庫，故本計畫可與該資料庫作一結合，會有更好的資料基礎。	估軟體」以外，也可結合「運輸部門決策支援系統」，以發揮計畫綜效。	
7.	國內推動 ITS 已行之有年，但在成效評估上仍很困難，主要原因在於執行 ITS 建置計畫時未配置資源進行事前事後調查，故建議未來 ITS 建置案應進行事前事後調查以獲得國內參數進行成本效益評估。	本計畫所建議的評估工具及各項參數，均是提供未來 ITS 計畫的事前事後評估使用，而各計畫評估結果將納入本計畫規劃的成本效益資料庫中，持續蒐集各計畫評估結果以利未來成本效益評估作業能更為完善。	同意執行 單位說明

交通部公路總局

1.	報告中所提出評估高雄聰明公車之方式係以問卷調查配合計算步驟，但如欲應用在全國性公路客運將有其困難度，若針對大規模公路客運是否有其他評估模式可供參考使用。	經由大規模問卷調查，蒐集公路客運使用者特性與搭乘狀況，再應用搭乘年期評估法，可行較明確且深入之分析檢討。 若囿於資源分配，無法進行大規模問卷調查，建議可擇區實施，或應用 IDAS/試算表等評估工具，輸入系統建置/維運成本、系統服務年限、運量、使用率等資料及相關參數進行效果之試算。節能減碳與成本效益評估工具之應用規劃可參見期末報告 4.3 節。	同意執行 單位說明
2.	此次案例研究對象為市區客運，因市區客運與公路客運屬性不同，建議未來可再將公路客運納入研究案例。	本計畫以高雄市聰明公車系統為例，進行大眾運具搭乘年期評估法的應用檢討。 為進一步探究公路客運使用者之屬性，建議後續亦可以公路客運使用者為例，調查蒐集乘客屬性與搭乘狀況之資料，應用搭乘年期評估法，進行乘客特性之分析檢討。	同意執行 單位說明

台北市政府交通局

1.	研究成果是否可應用到全國，如何在各縣市政府不同特性下使用資料庫進行評估。	本計畫的成本效益資料庫係針對全國各地方的資料進行蒐集與彙整，因此所提供的成本效益參數適用全國各地，惟縣市	同意執行 單位說明
----	--------------------------------------	--	--------------

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		政府在資料引用時仍需進行專業判斷，依據當地特性或以往調查數據進行各項參數修正。	
2.	高雄市聰明公車案例是否有考量運具轉移之後各車種的旅行時間變化。	根據簡單計算，高雄市聰明公車對於運具移轉後降低的當地路網交通量約為萬分之 6.7，由於比例甚低因此對於路網交通績效(如旅行時間)的影響可以忽略。	同意執行 單位說明
3.	<p>有關選擇節能減碳與成本效益評估工具：</p> <p>(1)請說明 IDAS 軟體主要之應用與功能，交通模擬軟體？若僅輸出交通模擬結果與簡單減碳數據，且需輔以其他計算（軟體），其他交通模擬軟體似乎也均具相同功能。</p> <p>(2)IDAS 軟體可用於評估 12 種類型共計 63 種 ITS 策略，而無法完全應用所有 ITS 策略（ATIS、CVOS、AVCSS、VIPS 等，第 12 頁），且，另未來若有新的 ITS 策略是否仍可應用，擴充性如何。</p> <p>(3)本計畫為何選擇 IDAS 軟體作為工具之理由，並補充與其他相同功能軟體之比較以佐證選擇 IDAS 軟體之合理性。</p> <p>(4)以模擬方式估計 ITS 未來實施效益，應輔以實際運作效益分析來佐證模擬參數、模擬結果之正確性。</p> <p>(5)P.15 可否提出 IDAS 及 Excel 試算表兩者以外之自行開發網頁系統(其處理能力介於 IDAS 及 Excel 之中間)，並比較分析，以利後續相關單位操作。</p>	<p>(1)IDAS 為適用在大多數 ITS 策略的策略規劃評估軟體，但若詳細評估路口或路段的車流運作情況，則適用微觀交通模擬軟體，而某些策略則可應用特定理論，如公車動態資訊系統的運量提昇效益可採用存活理論分析。然而微觀交通模擬軟體與存活理論僅能評估特定效益，其他效益如肇事成本降低、公車營運成本降低則必須應用 IDAS 軟體或其他計算方式，因此整體而言，IDAS 的適用性較為全面，交通微觀軟體或特定理論僅能應用在部分策略的部分效益評估。</p> <p>(2)IDAS 可應用在 ITS 7 大服務領域、12 種類型、63 種策略(表 4.3-1)，部分策略無法應用(如 VIPS)，由於 IDAS 軟體係由國外軟體公司所開發，因此未來擴充性非本團隊能掌握。</p> <p>(3)本計畫選用 IDAS 的評選原則與理由詳見 4.2、4.3 節，與其他 ITS 效益評估軟體相較詳見表 2.3-5。</p> <p>(4)IDAS 及 VISSIM 模擬軟體與實際運作效益分析的比較結果如 6.1.2 節所示。</p> <p>(5)本計畫提出的 Excel 試算工具係替代 IDAS 在計畫申請階段使用，小型路網的細部</p>	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		交通運作績效分析則建議使用微觀交通模擬軟體，目前並無其他評估工具的規劃。	
4.	應以「人」為單位取代以「車」為單位探討效益，如以人延滯減少取代車延滯，以反映整體運輸系統效益。	IDAS 軟體的效益評估已將「車-小時」單位轉換為「人-小時」單位，並輸入時間價值參數，藉以估算交通改善的整體經濟效益。	同意執行 單位說明
5.	有關資料庫建置： (1)資料庫建置時，應確認各項成本效益項目之完整性，例如成本是否已涵蓋所有成本，包括設施設置、搬運、維護與廢棄物處理成本....等。 (2)P.17 資料庫規劃可否於外部使用者更明確分類區分各使用者權限範圍。	考量本計畫範疇及未來將有另案進行資料庫規劃及建置之相關事宜，本計畫將彙整左列各項意見並提出原則性之功能需求建議，以作為後續資料庫規劃及建置之參考依據。	同意執行 單位說明
6.	有關聰明公車或公車動態系統效益分析，節省油耗之效益，除車輛減少使用外產生之效益外，應包含運具轉移造成之各車輛旅行時間變化，所增減之油耗。高雄市之案例，僅以年齡和性別來統計大眾運輸工具轉移，建議進一步分析轉移之原因。	聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改善，惟本計畫之高雄市案例於運具轉移帶來之路網績效改善並不甚明顯，因此本計畫就此部分忽略不計，僅就乘客運量改變進行聰明公車之節能減碳績效的討論。詳細說明可參見期末報告 6.1.2 節。 本計畫係使用「高雄縣市公車動態資訊系統整合、改善暨擴充規劃案」之調查資料進行搭乘年期評估法的應用檢討，並於調查資料中選擇性別與年齡等個人屬性為例(該調查之調查項目可參見表 6.2-2)，進一步分析運具轉移特性，建議後續計畫可於調查時增加其他運具選擇之影響因素的問項，以行深入分析探討。	同意執行 單位說明
7.	(1)相同車速應有相同耗油量與 CO2 排放量，惟表 4.1-2 呈現出相同車速卻有不同耗油量	(1)會議資料表 4.1-2 確指某個車速下所有車的油耗與 CO2 排放總量，將加強說明以避	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	<p>與 CO2 排放量，「耗油量」與「CO2 排放量」似乎是指某個車速下所有車總量，資料表達易使讀者混淆。</p> <p>(2)P.22 祥和路若屬郊區型快速道路，後續研究建議可提出市區型快速道路較為準確。</p>	<p>免讀者混淆。</p> <p>(2)相關建議納入未來計畫參考。</p>	

附錄 5 期末報告審查意見處理 情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

□期中☑期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
中華智慧型運輸系統協會黃文鑑秘書長			
1.	本報告仍參照歐美以車輛觀點進行節能減碳之分析，缺乏運具、空間(共乘)及時間轉移(浮動費率)所產生之效益分析，即減少壅塞，提高能源效率；而對於轉換至低耗能運輸工具(如電動汽機車)之分析也較少著墨，如低耗能優先停車等，以及其他 ITS 可增加之節能效益。	本研究所分析的 ITS 策略包含擁擠收費之固定(運具轉移)及變動費率(時間轉移)所產生的效益；另本研究以 ITS 策略為主，故低耗能車輛(如電動車或油電混合車)等國家及 ITS 系統架構分類上非屬 ITS 範疇之相關策略並未納入研究範圍。	同意執行 單位說明
2.	ITS 於資訊科技演進可帶來不同之節能效應，如利用智慧型手機查詢路況、停車場位置、剩餘停車位及大眾運輸資訊，減少車輛運轉時間，並移轉用路需求至低耗能之大眾運輸，建議納入資料庫中。	ATIS 路況資訊提供的節能減碳效益詳見表 3.2-1：路況資訊提供能夠減少主要幹道交通壅塞而減少耗油與排碳量，然除非依循系統提供的路況資訊或改道建議用路人的比例高，否則節能減碳的效益較為有限。而提供停車資訊雖然能減少車輛運轉時間，但因利於開車行為，亦有可能減少大眾運輸搭乘率，進而造成節能減碳負面效益，未來路況資訊提供計畫的評估資料亦將納入成本效益資料庫中。	同意執行 單位說明
3.	計畫執行項目之資料庫建立至為重要，因可藉以分析記錄汽車相關之耗能資料。此外，應納入其他 ITS 科技可帶來之節能效益，並應建立長期紀錄公私部門投資 ITS 與其生產之能源節省效益。	敬悉，此為本計畫的主要目標之一。	同意執行 單位說明
國道高速公路局吳木富副總工程司			
1.	P2-65 之(1)請補充說明計畫主辦單位及辦理年度。	已於期末報告補充。	同意執行 單位說明
2.	P2-74 之(2)請補充說明計畫主辦單位及辦理年度，(3)請補充說明研究案名稱及主辦單位。	已於期末報告 P2-79 補充。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
3.	P2-77 表 2.2-23 之(C)(D)欄位名稱一樣? 5.建議增列計畫主辦單位。	已於期末報告表 2.2-23 修正、P2-82 補充。	同意執行 單位說明
4.	P2-84 之 7.及 P2-87~89 各項研究案，建議增列計畫主辦單位及辦理年度。	已於期末報告 P2-89 補充。	同意執行 單位說明
5.	P2-129 美國 RITA 資料庫、P2-142 英國運輸部評估小組等可供借鏡之說明建議摘錄增列至第七章之結論與建議中。	已於期末報告 7.1 節補充。	同意執行 單位說明
6.	P3-10 最末行、P3-15 表頭應為表 3.3-1。	已於期末報告修正。	同意執行 單位說明
7.	P3-12 對未來匝道儀控之建議，除 C2C 資訊交換外，應再包括朝向交通感應式儀控模式運作，以減少地方回堵之壅塞。	已於期末報告 P3-12 補充。	同意執行 單位說明
8.	P4-8 缺少「高速公路電子收費」之評估項目與說明。	已於期末報告 P4-8 補充。	同意執行 單位說明
9.	P4-13 之(2)高速公路電子收費，ETC 節能減碳計算方式如下(如表 2.2-12)，該表是否為 4.1-4? 表 4.1-4 與表 2.2-20 相同，但資料來源不同，請釐清。	兩個表格相同，已於期末報告修正資料來源。	同意執行 單位說明
10.	P4-24 表 4.3-1 所列基本電子收費，所指為何?適用於高速公路?人工與 ETC 可以併行?計次或計程 ETC?主線或匝道式?及其效益計算模式建請補充。	IDAS 的基本電子收費(Basic Electronic Toll Collection)策略為高速公路主線、需減速、分車道之電子收費，人工收費與 ETC 可併行，與目前我國高速公路 ETC 相似。	同意執行 單位說明
11.	P4-35、4-36 能否各舉一實際案例，列入附錄供使用單位參考。	該兩頁為試算表式的成本效益計算工具，包括幹道時制重整及聰明公車兩種策略的評估，由於本計畫僅提出試算表的規劃，並未實際將試算表開發出來，故未能提供實際試算案例。	同意執行 單位說明
12.	P6-20 幹道重整績效評估結果差異達 35%，在不同交通情境下 IDAS 是否均比較低?對於試算表評估工具可否一併增列試算結果並比較其差異。	由於 IDAS 輸出結果為路段平均速率，VISSIM 則為逐車逐秒車速，因此 VISSIM 節能減碳績效值較 IDAS 高出 35%，可預期利用 IDAS 計算節能減碳應將 VISSIM 為低。另該計畫原績效調查結果與本計畫開發之試算	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
		表評估結果相同，較 VISSIM 低約 15%。	
13.	分析工具之選定並統一，宜再作更多之案例分析，並與各公務單位、顧問公司溝通以取得共識，並加強說服力，此一部分可列為下一階段之工作中辦理。	敬悉。	同意執行 單位說明
14.	本案已收集國內、外 ITS 節能減碳效益評估工具，資料庫基本規劃，後續宜有實質之資料庫建置與制度之建立，以使各項 ITS 投資之申請經費、建置、事後評估均能產出節能減碳之統計數據供檢討與決策之參採。	已納入期末報告 7.2 節建議事項。	同意執行 單位說明

逢甲大學運輸科技與管理學系李克聰教授

1.	ITS 策略建議在定稿時仍應加強各策略之層級性(垂直)及關聯性(橫向)，表 3.2.1 可考量以圖來表示各策略之層級性及關聯性。	補充 ITS 各策略間的層級性與關聯性彙整如圖 3.3-2，其中層級性顯示 ITS 策略中之基本與進階式作法，關聯性則以 ITS 各策略包含之 ITS 產品組合進行分析。	同意執行 單位說明
2.	不論應用何種評估工具在成本效益評估中，應以工程經濟之遞增益本比法評估。	關於遞增或增資益本比法之介紹詳見 4.1.1 節。	同意執行 單位說明
3.	請說明各重要 ITS 策略以案例實際應用如何評估成本效益，如匝道儀控等可以前述遞增益本比法進行評估。	本計畫研究範圍所定之實際案例分析為智慧交控及聰明公車計畫，分析結果詳見 6.1、6.2 節，其他案例建議由後續計畫進行分析。	同意執行 單位說明
4.	簡報 15 頁「明尼蘇達州雙子城高速公路匝道儀控案例，匝道區的耗油量減少 2-51%」，匝道應會受號誌設置而增加車輛啟動、停等延滯，前述案例之效益說明請再予以確認。	根據參考文獻內容，耗油量減少 2-55%係為高速公路主線與匝道區整體評估結果，並非僅匝道區的評估，但評估範圍不包含匝道前之平面道路號誌化路口。	同意執行 單位說明
5.	簡報 18 頁 ITS 策略之成本與效益評估項目建議應與國內外應用案例、及將來評估工具作一檢視，以達到前後一致。	遵照辦理，表 4.1-2 之成本與效益評估項目已與國內外案例及未來評估工具進行檢核。	同意執行 單位說明
6.	簡報 20 頁所列出之節能量與減	詳細之節能減碳效益評估方式	同意執行

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	碳量較為粗略，而 24 頁則指出低速下之改善效益最佳，有前後內容不一致之情形。	詳見 4.1.3 節，簡報 24 頁所指低速改善效益較佳，是因低速下的油耗量遠高於高速狀況，因此降低車輛低速狀況會有較高的節能減碳效益。	單位說明
7.	Eco Driving 可考量以 B&A 之巨觀車流速率分配進行評估，及微觀之各車因加減速減少而使耗油率減少等。	敬悉。	同意執行 單位說明
臺北市府交通局			
1.	P3-17 所提及英國利物浦與倫敦之公車資訊系統有具體提升運量之案例，請再補充說明其評估方式以供參考。	本計畫所收集到的文獻，僅提供利物浦及倫敦公車之運量提升數據，未能有評估方式之說明。	同意執行 單位說明
2.	公車動態資訊系統採用公共運輸搭乘年期的評估方式，因對此評估方式較不熟悉，請補充相關案例或理論基礎說明。	公共運輸搭乘年期的評估方式及案例，詳見期末報告 6.2 節。	同意執行 單位說明
3.	結論中提及建議採用試算表式的評估工具，供各縣市政府人員填報使用，請詳細說明其填報方式或使用情形。	試算表式的評估工具，係提供縣市政府進行號誌時制重整計畫的節能減碳效益評估作業，其填報方式詳見期末報告 4.1.3 節。	同意執行 單位說明
國道高速公路局			
1.	簡報 15 頁提及匝道儀控案例績效，請提供國外在此一部分較為詳盡之輸入輸出數據內容。	詳見期末報告 2.2.1 節美國部分的 5. 明尼亞波利斯-聖保羅 (Minneapolis-St. Paul) 雙子城高速公路匝道儀控系統。	同意執行 單位說明
2.	除了節能減碳指標外，在運輸決策評估時傾向以旅行時間作為匝道儀控之目標值，用路人較能切身體會。	敬悉。	同意執行 單位說明
3.	高公局會以資料庫產出之 XML 資料交換至交通部，包含車速、流量及高速公路行車狀況，如採用研究團隊所研發 IDAS 之 Excel 表單評估節能減碳，是否可作成自動化系統，將未來每分鐘之資料，透過研發出之系統直接產出數據。	IDAS 係一巨觀交通評估軟體，需輸入資料包含路網基本資料、OD 交通需求量、成本項目資料...等等，個案間彼此差異度相當高，以自動方式輸入資料的困難度甚高。	同意執行 單位說明
4.	簡報 30 頁說明本計畫規劃之 ITS 成本效益評估工具包含高	已納入期末報告 7.2 節之建議事項。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	公局，但在效益放大係數中將高速公路列為除外研究對象，建議後續研究可考量與以納入。		
5.	P3-12 關於節能減碳效益說明，「高速公路電子收費能夠減少收費站區之車輛停等時間及加減速次數」，缺少考量人工收費車道擁擠情形，是否需再檢討計算方式。	期末報告4.1.3節(2)高速公路電子收費部分建議二種節能減碳計算方式，第一種為簡易計算，並沒有考量人工收費車道擁擠情形，第二種為微觀交通軟體模擬評估，此方式有考量人工收費車道擁擠情形。	同意執行 單位說明
運研所書面審查意見			
1.	P2-20 有關 MOVES 資料請更新至 2010 年版。		同意執行 單位說明
2.	P2-113 表 2.3-5 格式錯誤，並請補充資料來源、P2-115 表 2.4.2~2.4.5 請補充資料來源。	格式已修正，並補充資料來源。	同意執行 單位說明
3.	請蒐集及追蹤國外與本案密切相關，如歐盟整合系統號誌結合車上顯示及路側設施測試計畫(PRE-DRIVE C2X)之規劃及實測之可行性，並建議評估國內實施之可行性及預期效果。本所除運計組相關研究外，請納入運安組環保駕駛近年來相關研究計畫成果。	已補充 PRE-DRIVE C2X 計畫內容回顧，詳如 2.2 節第 5 點。另補充運安組有關環保駕駛計畫，詳如 2.2 節第 8 點。	同意執行 單位說明
4.	P2-130~P2-142 有關回顧國內外評估機制部分，應將這些機制製表分析，比較其差異性。	補充於 2.5.3 節之表 2.5-1。	同意執行 單位說明
5.	請於第二章補充有關環保駕駛、主動式定速巡航裝置、怠速引擎自動啟閉(START & STOP SYSTEM)等裝置或配備之節能減碳成效。	補充說明於 2.2.1 節歐盟部分之 1.TNO 之 ICT 影響研究計畫。	同意執行 單位說明
6.	P3-12 有關建議高速公路電子收費未來發展重點應係現行權宜之作法，與未來計程電子收費政策不符，請作必要之修訂。	已依據未來計程電子收費政策修改 3.3.節內容。	同意執行 單位說明
7.	P3-13 提到之車隊管理系統效益部分，建議納入車載資通訊產業推動辦公室(TPO)與台灣車載資通訊產業聯盟(TTIA)所提出之	已於 3.3 節車隊管理系統效益部分加入 TPO 及 TTIA 的最新數據。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	節能減碳效益，包括結合數位式行車紀錄器，進行超速與怠速熄火等管理措施所獲得之效益。		
8.	表 4.1-1 目標及績效請補充各績效指標之衡量標準。	已補充表 4.1-1 的內容。	同意執行 單位說明
9.	國道速限為 90~110KM/HR，第 4 章圖 4.1-1 顯示之車速油耗僅至 80KM/HR，無法判讀 80~110KM/HR 之油耗狀況，請補充說明。	已於圖 4.1-1 之備註補充時速 80 公里以上耗油率的狀況說明。	同意執行 單位說明
10.	P4-17 怠速油耗由 1.20 升/小時提昇至 1.54 升/小時，請補充調查資料所代表之車輛類型、引擎排氣量、資料取得之程序，並說明其代表性。	該計畫的實驗車共有三輛，包括 Space Gear 2.4(7-9 人座廂型車)、Yaris 1.5E(5 人座小客車)、Civic LX1.8(5 人座小客車)，車齡均在一年以內，實驗道路共七種不同等級、總長度 4375 公里，其中市區道路達 683 公里。該計畫採用 HORIBA OBS-2200 設備作為車載量測設備，進行實際道路與實驗室之能源消耗、排放特性之取樣分析，對於車輛所排放之廢氣進行連續取樣與分析，並以碳平衡法反推瞬間與累計之能源消耗量，應可代表小客車在不同車速、不同等級道路狀況下之耗油率。	同意執行 單位說明
11.	建議將期中報告書整理之評估軟體之比較分析予以納入，另請將「使用之難易程度」、「估算之精確程度」納入 4.2 評估工具選擇方法說明。	各評估軟體的比較分析如表 2.3-5，「使用之難易程度」、「估算之精確程度」兩者已納入 4.2 節之 2. ITS 成本效益評估工具研選之考量重點。	同意執行 單位說明
12.	請補充表 6.1-9 及表 6.1-10 表格欄位名稱。	已補充。	同意執行 單位說明
13.	附錄一~四審查意見回覆表格式錯誤，回覆內容中若以遵照委員或出席單位代表意見修改者應適度加入報告書章節。	已修改。	同意執行 單位說明
主席結論			
1.	本期末報告原則審查通過，請研究團隊依據各與會委員及與會	遵照辦理。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
	代表意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情形，於文到 1 週內送本所承辦單位。		
2.	請於 100 年 12 月 23 日前將修正後之定稿報告送達本所，俾利辦理後續驗收作業。	遵照辦理。	同意執行 單位說明

附錄 6 英國 ITS 工具包之 ITS 決策樹

ITS Decision Tree

Safety

Reduce Road Traffic Collisions

Reduce Speed

- [Reduced Speed Limits](#)
- [Road & Junction Design](#)
- [Speeding Detection](#)
- [Variable Speed Limits](#)
- [Vehicle Activated Signs](#)

Reduce Dangerous Driving

- [Dedicated Lane Enforcement](#)
- [Lay-bys / Service Areas](#)
- [Red Light Monitoring](#)
- [Speeding Detection](#)
- [Variable Message Signs](#)
- [Vehicle Activated Signs](#)

Safer Infrastructure

- [Advanced Road Surface](#)
- [Asset Management Databases](#)
- [Common Databases](#)
- [Data Collection & Monitoring](#)
- [Dedicated Lanes](#)
- [Intelligent Road Markings](#)
- [Lighting](#)
- [Ramp Metering](#)
- [Road & Junction Design](#)
- [Safer Routes to Schools](#)
- [Vulnerable Road User Facilities](#)

Displace Vehicles from an Area

- [Access Control](#)
- [Alter Parking Charges](#)
- [Banning Vehicles](#)
- [Build New Roads](#)
- [Common Databases](#)
- [Dedicated Lanes](#)
- [Reduced Parking Provision](#)
- [Resigning Routes](#)
- [Road User Charging](#)

Reduce Secondary Incidents

- [Data Collection & Monitoring](#)
- [Incident Detection](#)
- [Intelligent Road Markings](#)
- [Lane Control](#)
- [Variable Message Signs](#)
- [Variable Speed Limits](#)

Improve Accident Survival

Improve Response Times

- [Car Park & Roadside Security](#)
- [Common Databases](#)
- [Dedicated Lane Enforcement](#)
- [Emergency Vehicle Priority](#)
- [Incident Detection](#)

Public Transport Security

Reduce Crime and Fear of Crime

- [Public Transport Security](#)

Roadside Security

Reduce Crime and Fear of Crime

- [Car Park & Roadside Security](#)
- [Lighting](#)
- [Road & Junction Design](#)

Environment

Improve Local Air Quality

Reduce Congestion

- [Adaptive Traffic Signal Control](#)
- [Broadcast Congestion Information](#)
- [Build New Roads](#)
- [Common Databases](#)
- [Environmental Traffic Management](#)
- [Freight & Fleet Management](#)
- [High Quality Public Transport Vehicles](#)
- [Incident Detection](#)
- [Lane Control](#)
- [Parking Management](#)
- [Ramp Metering](#)
- [Road & Junction Design](#)
- [Route Guidance & Navigation](#)
- [Safer Routes to Schools](#)
- [Variable Message Signs](#)
- [Variable Speed Limits](#)

Encourage Modal Shift

- [Alter Parking Charges](#)
- [Common Databases](#)
- [Dedicated Lanes](#)
- [Environmental Traffic Management](#)
- [High Quality Public Transport Vehicles](#)
- [Multimodal Trip Planning](#)
- [New Public Transport Corridors](#)
- [Passenger Information Systems](#)
- [Public Transport Priority](#)
- [Public Transport Security](#)
- [Reduced Parking Provision](#)
- [Road User Charging](#)
- [Safer Routes to Schools](#)
- [Subsidise Public Transport](#)

Displace Vehicles from an Area

- [Access Control](#)
- [Banning Vehicles](#)
- [Build New Roads](#)
- [Common Databases](#)
- [Resigning Routes](#)
- [Road User Charging](#)

Monitor and Predict Air Quality

- [Data Collection & Monitoring](#)
- [Environmental Traffic Management](#)

Reduce Vehicle Emissions

- [Clean & Efficient Vehicles](#)

<ul style="list-style-type: none"> Reduce Greenhouse Gases Reduce Congestion <ul style="list-style-type: none"> Adaptive Traffic Signal Control Broadcast Congestion Information Common Databases Environmental Traffic Management Freight & Fleet Management High Quality Public Transport Vehicles Incident Detection Lane Control Parking Management Ramp Metering Road & Junction Design Route Guidance & Navigation Safer Routes to Schools Variable Message Signs Variable Speed Limits Encourage Modal Shift <ul style="list-style-type: none"> Alter Parking Charges Common Databases Dedicated Lanes Environmental Traffic Management High Quality Public Transport Vehicles Multimodal Trip Planning New Public Transport Corridors Passenger Information Systems Public Transport Priority Public Transport Security Reduced Parking Provision Road User Charging Safer Routes to Schools Subsidise Public Transport Reduce Vehicle Emissions <ul style="list-style-type: none"> Clean & Efficient Vehicles Reduce Noise <ul style="list-style-type: none"> Displace Vehicles from an Area <ul style="list-style-type: none"> Access Control Banning Vehicles Build New Roads Common Databases Environmental Traffic Management Resigning Routes Road & Junction Design Road User Charging Reduce Vehicle Noise <ul style="list-style-type: none"> Advanced Road Surface Freight & Fleet Management High Quality Public Transport Vehicles Lane Control Reduced Speed Limits Road & Junction Design Speeding Detection Variable Speed Limits 	<ul style="list-style-type: none"> Improve Townscape <ul style="list-style-type: none"> Displace Vehicles from an Area <ul style="list-style-type: none"> Access Control Banning Vehicles Build New Roads Common Databases Environmental Traffic Management Freight & Fleet Management Resigning Routes Road & Junction Design Road User Charging Improve Health <ul style="list-style-type: none"> Encourage Physical Fitness <ul style="list-style-type: none"> Cycling Facilities Dedicated Lanes Safer Routes to Schools Vulnerable Road User Facilities Improve Journey Ambience <ul style="list-style-type: none"> Reduce Driver Stress <ul style="list-style-type: none"> Broadcast Congestion Information Parking Management Route Guidance & Navigation Variable Message Signs Improve Traveller Care <ul style="list-style-type: none"> Broadcast Congestion Information Cycling Facilities High Quality Public Transport Vehicles Lay-bys / Service Areas Passenger Information Systems Variable Message Signs Efficiency <ul style="list-style-type: none"> Improve Journey Times <ul style="list-style-type: none"> Reduce Congestion <ul style="list-style-type: none"> Adaptive Traffic Signal Control Broadcast Congestion Information Build New Roads Common Databases Freight & Fleet Management Incident Detection Lane Control Parking Management Ramp Metering Road & Junction Design Route Guidance & Navigation Variable Message Signs Variable Speed Limits Reduce the Effects of Collisions <ul style="list-style-type: none"> Adaptive Traffic Signal Control Broadcast Congestion Information Common Databases Data Collection & Monitoring Emergency Vehicle Priority Incident Detection Variable Message Signs
--	--

- Other Benefits
 - Enhanced Profile
 - Reduce Speed
 - [Reduced Speed Limits](#)
 - [Road & Junction Design](#)
 - [Speeding Detection](#)
 - [Variable Speed Limits](#)
 - [Vehicle Activated Signs](#)
 - Improve Infrastructure
 - [Asset Management Databases](#)
 - [Dedicated Lanes](#)
 - [Lighting](#)
 - [Vulnerable Road User Facilities](#)
 - Displace Vehicles from an Area
 - [Access Control](#)
 - [Banning Vehicles](#)
 - [Common Databases](#)
 - Reduce Car Usage
 - [High Quality Public Transport Vehicles](#)
 - [Lane Control](#)
 - [New Public Transport Corridors](#)
 - [Reduced Parking Provision](#)
 - [Road User Charging](#)
 - Reduce Crime and Fear of Crime
 - [Passenger Information Systems](#)
 - [Public Transport Security](#)
 - Reduce Congestion
 - [Common Databases](#)
 - [Variable Message Signs](#)
 - Encourage Modal Shift
 - [New Public Transport Corridors](#)
 - [Passenger Information Systems](#)
 - Improved Network Maintenance
 - Collect Traffic Data
 - [Common Databases](#)
 - [Data Collection & Monitoring](#)
 - [Intelligent Road Markings](#)
 - [Parking Management](#)
 - Asset Management
 - [Asset Management Databases](#)

附錄 7 計畫摘要

「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」摘要

1.研究目的

近年來，由於溫室氣體排放增加，造成地球日益暖化，節能減碳政策已成為世界各國重視之議題，我國亦將其列為當前重要推動政策。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System,以下簡稱 ITS)，期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能，進而協助交通部達成交通運輸節能減碳的政策目標。

在節能減碳政策議題下，我國提出「永續能源政策綱領」及「國家節能減碳總計畫」作為節能減碳之行動指導方針，並將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」列為運輸部門之節能減碳策略。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，有必要針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性、智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳實質效益，以及相關成本效益等課題進行探討。

本計畫除針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性進行探討，並建構 ITS 成本效益評估工具與相對應之成本效益資料庫外，亦規劃 ITS 成本效益評估機制，藉以客觀評估智慧型運輸系統策略產生之效益，進而作為研訂我國運輸部門 ITS 行動方案之重要參據。

ITS 成本效益評估工具與相對應之成本效益資料庫除可協助交通部與本所研訂 ITS 發展策略外，亦可提供地方政府相關單位使用。

2.研究內容

(1)文獻蒐集回顧

- ①蒐集回顧國內外運輸部門節能減碳發展政策與策略，以及 ITS 節能減碳政策與發展重點。
- ②蒐集回顧國內外運輸部門 ITS 與節能減碳關聯研究與案例。
- ③蒐集回顧國內外運輸部門 ITS 節能減碳與成本效益評估機制。

(2)ITS 與節能減碳之關聯性分析

釐清 ITS 節能減碳重要課題，透過 ITS 系統架構(System Architecture)方法，針對 ITS 九大服務領域，個別歸納成數個子系統，並就各領域之子系統探討 ITS 與節能減碳之相互關聯性、因果關係與重要因素之互動關係。

(3)ITS 節能減碳與成本效益評估工具之規劃

- ①針對國內外 ITS 節能減碳與成本效益評估工具進行回顧，並據以提出評估工具建置之相關重要課題，以及量化/非量化效益之估算程序與方法。
- ②訂定 ITS 節能減碳與成本效益評估工具研選方法，並據以完成 ITS 節能減碳效益評估工具，以及 ITS 成本效益評估工具之規劃。
- ③依據前揭評估模型，蒐集回顧國內外相關應用軟體，並探討引進國外既有或自行開發適合國內實務應用軟體之可行性。

(4)ITS 節能減碳與成本效益資料庫之規劃

- ①針對國內外 ITS 節能減碳與成本效益資料庫進行回顧，並據以提出資料庫建置之相關重要課題。
- ②研提 ITS 節能減碳與成本效益資料庫之架構與組成內涵、細項。
- ③蒐集國內 ITS 現有計畫節能減碳效益資料。

(5)ITS 節能減碳與成本效益評估機制之規劃

- ①探討 ITS 節能減碳與成本效益評估與中長程公共建設計畫，抑或中程科技計畫審議結合之可行性。
- ②研擬各執行單位 ITS 計畫節能減碳與成本效益評估資料上傳暨正確性檢核之機制。

(6)ITS 實際案例節能減碳效益評估

針對國內已有初步成效之 ITS 案例，包括：聰明公車（挑選單一都會區/縣市 1 條公車路線）、智慧交控/時制重整（單一都會區）等，蒐集、調查節能減碳評估所需相關參、變數資料，並進行前述各案例節能減碳效益評估。

3.研究成果

- (1)國內外不同 ITS 成本效益資料庫中，美國 RITA 資料庫蒐集過去 20 餘年美國及其他國家 ITS 計畫的成本與效益資料，並歸納許多重要計畫值得參考的經驗學習(Lessons Learned)供各界參考，以及提供美國國內各式評估準則作為參考依據，資料庫內容十分完整，對於各級 ITS 規劃單位助益甚大，可作為我國發展 ITS 成本效益資料庫的借鏡。

- (2)英國運輸部評估小組針對 ITS 計畫或運輸計畫之成本效益評估作業制訂評估準則相關文件，可作為我國研擬 ITS 成本效益評估機制之參考
- (3)國內外案例 ITS 節能減碳評估方式大致相同，先進行交通績效分析(如車公里減少、停等延滯降低、行駛速率增加、私人運具旅次轉移至大眾運具)，由實際調查值計算或交通軟體模擬得出，再由交通改善績效推估節能量，減碳量則由節能量推估。
- (4)在 ITS 策略節能減碳關聯性分析中，具有較高節能減碳效果的策略包括號誌系統時制改善、高速公路匝道儀控、高速公路電子收費、車隊管理系統、環保駕駛系統等，其中以環保駕駛系統的節能減碳效益最高，政府需投資建置之成本相對低廉。
- (5)本計畫對於 ITS 策略的節能減碳計算方式分為 3 種類別：
- ①具有路網運作績效提昇效益策略，首先進行策略實施前後路網之交通績效評估，得到之交通改善績效(停等延滯減少、行駛速率增加)再轉換為節能量與減碳量。
 - ②具有運具移轉效益的策略，首先估算運具移轉至大眾運具之私人運具交通活動量(車公里)，再轉換為節能量與減碳量。
 - ③車輛或車隊本身效益提昇的策略，首先估算車隊運作效率的提昇(車公里減少、行駛速率增加、怠速時間減少)，再轉換為節能量與減碳量。
 - ④若二、三類策略降低的交通量或提高的車隊速率對於整體路網績效產生顯著的效益，則必須再納入整體路網效益改變所產生的節能減碳效益。
- (6)本計畫定義之 ITS 成本效益評估工具，適用在策略尚未實施的可行性評估或先期規劃階段，用來比較與篩選 ITS 建置計畫之不同替選方案，依據所訂定的評估工具研選原則，本計畫選定 IDAS 做為 ITS 策略成本效益評估工具，惟 IDAS 係概略式評估工具，若要進行 ITS 策略實施後路網細部(如特定路口、路段、車輛)運作狀態分析，則建議使用交通微觀模擬軟體。由於 IDAS 屬巨觀交通模擬工具，若要進行大規模路網 ITS 策略實施前後的績效評估，由於交通微觀軟體進行模擬的成本與時間需求甚高，此時亦可使用 IDAS 取代微觀軟體而得到概略式之績效分析。
- (7) 在縣市政府向交通部申請 ITS 補助計畫階段，建議採用試算表式評估工具供縣市政府承辦人填報使用，本計畫已完成都市號誌系統改善計畫的節能減碳效益評估工具，該工具係採用 EXCEL 簡易試算表，輸入各路口

實施改善策略前後的績效差異與交通流量後，即可自動計算節能減碳效益，在節能減碳績效計算上增加不少便利性。

(8) ITS 節能減碳與成本效益資料庫建置之因應對策，包括：

- ①統一規劃及建置 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統。
- ②蒐集分析國內既有之 ITS 計畫成果資料輸入/輸出問題。
- ③訂定通用之成本、效益項目，以及統一之資料項目內容與格式。
- ④設計開發易於操作、學習之資料庫系統介面。
- ⑤訂定相關作業之指導文件。
- ⑥配合研擬各領域 ITS 計畫績效指標及評估方式。

(9) ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統功能需求，包括：

- ①提供相關作業之指導文件。
- ②提供統一之計畫成果資料項目內容與格式。
- ③能夠利於蒐集彙整計畫成果資料。
- ④提供易於操作及學習之資料庫系統人機介面。
- ⑤支援規劃者經驗學習、施政者決策需求、以及國際交流。

(10) ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統功能架構內涵，主要包括：範疇定義、入門導引、評估準則及參數、基本資料及成果統計、效益資料、成本資料、經驗學習、國際觀察、以及後台管理等九項。

(11) 本計畫選定「99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程」的幹道時制重整部分進行兩種評估工具的試用－VISSIM 及 IDAS，並與原計畫實施人工績效調查結果進行比較，其中以 VISSIM 模擬結果的改善績效值最高，原計畫採用事前事後人工調查的改善績效值次之，IDAS 模擬的改善績效值最低。由於 VISSIM 模擬方式採用逐車逐秒方式模擬，因此得到路段中的車速提昇及路口處的停等延滯減少效益，故其改善績效值最高；原計畫績效調查係進行路口停等延滯減少效益，故其改善績效值居中；IDAS 屬於巨觀的運輸規劃模擬方式，且採用平均速率的增加以估算油料節省及 CO₂ 減量，故其改善績效值最低。

(12) 如以 VISSIM 等微觀模擬軟體進行評估時，因需大量細部資料及相關參數設定，並依方案特性需要如行人流量等特殊調查資料，加之模擬及校估過程耗時，需先考量時程及成本，在蒐集完整資料下，方能獲得有效之評估結果。

(13) 本計畫針對聰明公車進行實例評估，重要結果分述如下：

- ①聰明公車系統之節能減碳績效往往與其他大眾運輸策略綜效混雜而無法明確區分，不易單獨評估。而利用存活理論推估公車動態資訊系統對延長民眾搭乘年期之效果，進而評估其節能減碳效果與相關特性檢討，則可排除其他非聰明公車系統的影響。
- ②由於聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改善，而車隊管理效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化於運量提昇。至於利用車輛行駛狀態監控帶來之環保駕駛的效果則應分別討論，避免重覆計算。
- ③應用搭乘年期法，計算聰明公車系統節能減碳效果可分為 4 階段進行，依次為搭乘年期分析、搭乘年期對節能減碳之影響分析、運具轉移後之路網績效提昇，以及其他搭乘選擇因素的影響檢討。
- ④依據本計畫對於高雄市聰明公車系統節能減碳效果之評估可知，聰明公車系統自 93 年實施至 100 年 3 月調查日期止，共約節省 646,313 公升汽油的燃油消耗，並減少約 1,463 公噸之 CO₂ 排放。

4.建議

- (1)本計畫已提出都市地區交通績效的年化效益放大係數，對於非都市地區、觀光地區及高快速公路部分建議於後續計畫中研擬，以提供地方單位成本效益評估作業之參考依據。
- (2)本計畫已完成不同 ITS 策略在不同階段的成本效益評估工具規劃，惟相關單位對於特定策略的評估方式仍不甚清楚，建議後續計畫選定不同 ITS 策略，採用所規劃的評估工具進行實例操作，並建立統一之成本效益評估方法及相關參數，以確保 ITS 成本效益資料庫之資料來源可用性及正確性，再配合完整之資料庫分類，以利於資料蒐集、分析與運用。
- (3)為提供簡易的 ITS 計畫成本效益評估工具，作為縣市政府申請補助之用，並提供各縣市統一的計算標準，建議開發試算表式的 ITS 成本效益評估工具，初期針對號誌時制重整與公車動態資訊系統兩項 ITS 計畫進行開發。
- (4)IDAS 為美國 FHWA 採用的成本效益評估工具，其參數制定均以美國為應用對象，為使評估結果更符合國內特性，建議後續計畫調整以下參數：
 - ①基礎參數：道路容量、V/C 與平均車速之關係曲線、時間價值、碳價值、耗油率、CO₂ 排放係數、空污排放係數等。

- ②效益與成本參數：號誌時制改善(時制重整、幹道連鎖、動態控制)對車道容量提昇效益、匝道儀控對高速公路主線容量提昇效益、公車動態資訊提供對乘客等車時間降低之效益，以及 ITS 系統、設備與人力之建置與營運成本、使用年限等。
- (5)本計畫已針對 ITS 節能減碳與成本效益資料庫進行初步規劃，後續應辦理資料庫之建置工作，建議工作項目如下：
- ①分析既有資料庫系統及評估工具之結合運用方式。
 - ②分析 ITS 節能減碳與成本效益資料庫系統使用者需求。
 - ③研擬資料庫系統功能架構與內涵。
 - ④設計資料庫結構。
 - ⑤開發資料庫系統介面。
 - ⑥蒐集彙整既有計畫成果資料。
 - ⑦研擬評估作業指導文件。
 - ⑧研擬資料庫系統操作手冊。
 - ⑨研擬資料維護更新作業指導文件。
 - ⑩研擬未來分期發展及資料庫維護計畫。
- (6)建議 ITS 成本效益資料庫納入國外資料做為參考，國外資料除了依照應用領域予以區分類別外，也應註明計畫背景以及設定參數之條件。
- (7)建議未來建置之 ITS 成本效益資料庫除了考量結合既有「交通建設計畫經濟效益評估軟體」之外，亦可結合「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」及「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，以發揮計畫綜效。
- (8)將成本效益評估納入中長程公共建設計畫或中程科技個案計畫書書寫項目，列為審議制度重點項目，並建立一致性之「ITS 效益評估項目」與評估技術手冊，由交通部頒訂，以作為計畫審議作業之依循。
- (9)未來針對聰明公車進節能減碳效益評估時，評估資料的蒐集及評估方式可作更細緻的處理，建議如下：
- ①應用搭乘年期法，進行聰明公車系統節能減碳效果評估時，建議應同時蒐集乘客之個人屬性資料，如性別、年齡、收入，以及對於費率偏好等個人屬性，以行其他的搭乘選擇因素之檢討分析。

- ②本計畫以市區公車為例進行公車動態資訊系統對於大眾運具搭乘年期延長效益評估之應用參考，而公路客運與市區公車屬性不同，建議後續計畫亦可以公路客運使用者為例，調查蒐集乘客屬性與搭乘狀況之資料，應用搭乘年期評估法進行乘客特性之分析檢討。
 - ③後續若欲評估建置範圍較大之聰明公車系統的節能減碳效果，亦建議進行大規模問卷調查，蒐集使用者特性與搭乘狀況，再應用搭乘年期評估法，以期進行較明確且深入之分析檢討。為若囿於資源分配，無法進行大規模問卷調查時，建議亦可擇區實施，在一定信心水準與誤差的控制下，進行抽樣分析。
 - ④因私人運量轉移至大眾運具後對整體路網的改善評估，建議先行估算運量改變的程度，若影響達一定程度再行模擬軟體之模擬分析。
- (10)透過本計畫針對聰明公車由個人屬性特性檢討分析結果，未來推動重點建議如下：
- ①建議應提昇公車動態資訊系統建置效果，以期吸引更多男性乘客搭乘公車。
 - ② 19~30 歲族群之搭乘年期較短，且此年齡層民眾停止搭乘之比率最高，後續建議應針對 19~30 歲之族群進行公車動態資訊系統使用之推動，以期減緩其運具轉移的比率。

附錄 8 簡報資料



簡報大綱

- 壹、計畫背景分析
- 貳、ITS與節能減碳之關聯性分析
- 參、ITS節能減碳與成本效益評估工具之規劃
- 肆、ITS節能減碳與成本效益資料庫與評估機制之規劃
- 伍、ITS實際案例節能減碳效益評估
- 陸、結論與建議
- 柒、審查意見回應

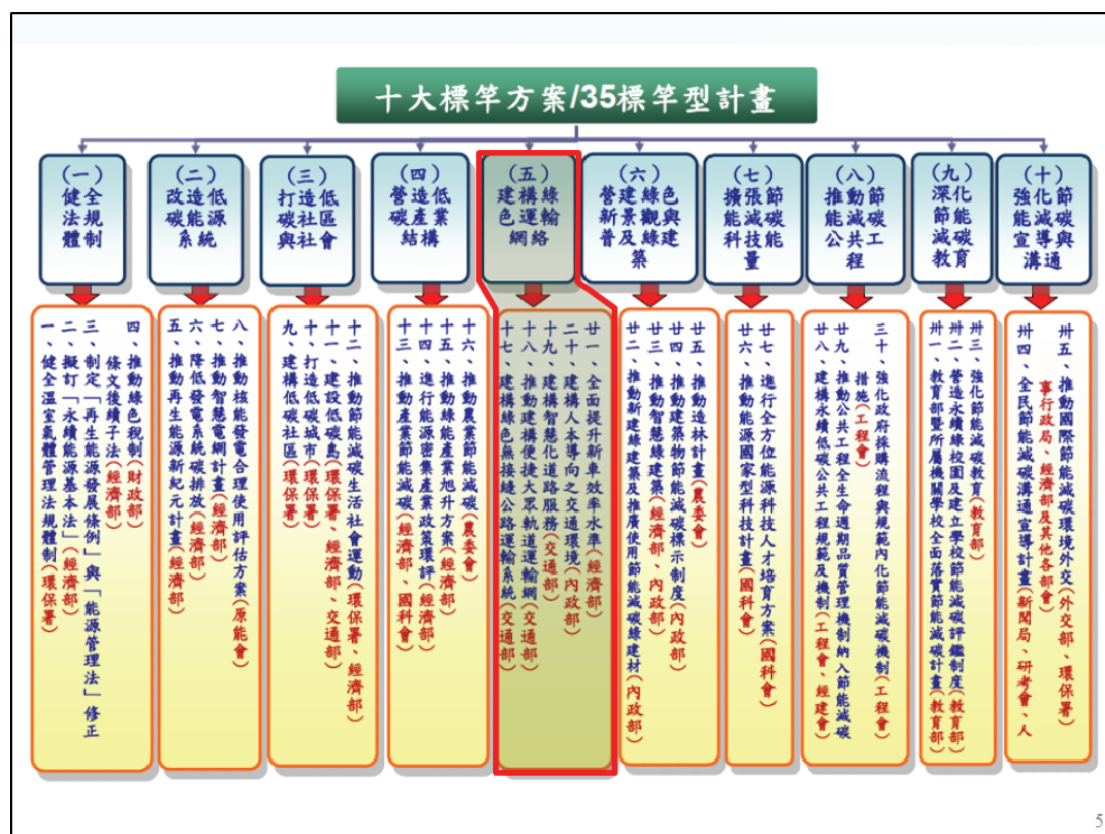
壹、計畫背景分析



計畫背景與目的

- ◆ 我國能源消耗成長十分迅速，自82至98年平均年成長高達**3.95%**，而各部門的能源消耗中，以工業部門消耗的比例最大，約佔50%以上，運輸部門佔11.6%，其中以**公路系統**佔最大宗，達94.8%，自82至98年能源消耗平均年成長達**1.87%**
- ◆ 行政院於97年6月通過「**永續能源政策綱領**」
 - 節能目標：希望達到每年提高能源效率2%以上，使能源密集度於2015年較2005年下降20%以上
 - 減碳目標：希望於2020年回到2005年排放量，於2025年回到2000年排放量
- ◆ 行政院於99年制定「**國家節能減碳總計畫**」整合國內各部會節能減碳相關計畫，總計畫共提出10大標竿計畫、35個標竿型計畫

4



5

計畫目的與工作內容

- ◆ ITS被列為運輸部門節能減碳的標竿型計畫，但不同ITS策略之節能減碳效益有所差異，故有必要針對ITS與節能減碳的關聯性、ITS節能減碳實質效益、以及ITS成本與效益等課題進行研討，作為未來政策研擬之參考
- ◆ 本計畫除相關文獻回顧外，共有五項主要工作
 - ITS節能減碳效關聯性分析
 - ITS節能減碳與成本效益評估工具之規劃
 - ITS節能減碳成本效益資料庫之規劃
 - ITS節能減碳與成本效益評估機制之規劃
 - ITS實際案例節能減碳效益評估(號誌時制重整與聰明公車案例)

6

工作流程與重要時程



貳、ITS與節能減碳之關聯性分析

納入關聯性分析之ITS策略

◆ 國內已實施、具初步成果之策略

- 號誌時制改善(號誌時制重整、動態號誌控制)、匝道儀控、高快速公路事件管理、公車優先號誌、路況資訊提供、公車動態資訊系統、電子收費、電子票證、緊急事故處理、車隊管理系統、動態地磅、行人支援輔助系統

◆ 國內尚未實施，短期內規劃實施之策略

- 需求反應式公車

◆ 國內尚未實施，國外經驗中具有較高節能減碳效益之ITS策略

- 環保駕駛系統(非傳統ITS策略)、擁擠收費、先進防撞式系統、自動車隊駕駛

9

ITS節能減碳之關聯性導出方式

◆ 補充定義ITS策略之內涵，並區分不同層級、分析效益差異(定性化分析)

- 號誌時制改善：號誌時制重整(基本)及動態號誌控制(進階)
- 匝道儀控：定時式儀控率(基本)、動態式儀控率(進階)
- 擁擠收費：固定式費率(基本)、動態式費率(進階)
- 環保駕駛系統：基本型環保駕駛、進階型環保駕駛(結合地圖資訊如前方速限、紅綠燈位置、即時路況等以即時提供駕駛建議)

10

ITS節能減碳之關聯性導出方式

◆ 關聯性導出方式

- 定性分析：探討不同ITS策略正面與負面效益，分析節能減碳與ITS策略因果關係
- 定量分析：彙整國內外ITS節能減碳案例分析結果

◆ 進行ITS策略彼此間關聯性分析，釐清方案間的重複性

- 以ITS策略內涵的產品組合為基礎進行分析，可釐清方案間的重複性，在成本效益分析時可避免成本項目重複計算
 - 公車優先號誌：ATMS03平面道路控制、**APTS01大眾運輸車輛追蹤**、APTS07複合運具協調
 - 公車動態資訊系統：**APTS01大眾運輸車輛追蹤**、APTS02固定路線式大眾運輸營運、APTS08大眾運輸旅行者資訊

11

號誌系統時制改善

◆ 策略定義

- 採用具有自動對時功能之新式號誌控制器，以達到幹道連鎖與車輛續進效益，並依據交通流量及路口幾何資料(如車道數、轉向限制)設定時制計畫

◆ 策略層級

- 概分為**號誌時制重整**(靜態定時控制)及**動態號誌控制**兩類，號誌時制重整屬於基本的號誌時制改善策略，而動態控制牽涉到即時交通流量偵測與演算，屬於進階的號誌時制改善策略

◆ 產品組合

- ATMS01路網交通監視
- ATMS03平面道路控制

12

號誌系統時制改善(續)

◆ 節能減碳效益說明

- 減少路口停等延滯、提高幹道續進程度、減少車輛加減速次數與走走停停狀況，故能減少油耗與排碳量
- 交通改善後亦可能帶來**誘發性需求(Induced Demand)**，造成更多旅次與交通量，抵銷部分的節能減碳效益
- 號誌時制改善是**定期性**的工作，交通量常隨時間成長或其他因素而變化(如附近大型基地開發)，因此需要定期更新時制計畫，否則節能減碳效益會隨時間增加而遞減

◆ 節能減碳案例

- 紐約州雪城幹道時制重整案例，耗油量改善8-13%，猶他州公園市時制設計案，耗油量減少1.5%
- ITE 2004彙整美加地區多個都市號誌時制重整分析計畫，耗油量降低2-9%

◆ 未來建議

- 都市幹道**號誌時制重整**對減少路口停等延滯及節能減碳益甚有效益，建議各地方政府選定重要之易擁塞主次要幹道，每一至三年進行時制計畫更新(運研所交通號誌時制重整系列計畫建議)

13

高速公路匝道儀控

◆ 策略定義

- 運用相關的控制設備，如標誌、標線與號誌系統等，管制車輛進入高速公路主線，以達成道路管理上的目標，如交通量與容量之均衡以及提昇道路之安全性等，決定儀控率的因素則有匝道上下游主線車道之流量、速度以及佔有率

◆ 策略層級

- 概分為**定時式匝道儀控**與**交通感應式匝道儀控**兩類，定時式匝道儀控屬於基本的匝道儀控策略，而交通感應式匝道儀控牽涉到即時交通流量偵測與演算，屬於進階的匝道儀控策略

◆ 產品組合

- ATMS01路網交通監視
- ATMS04高快速公路控制

14

高速公路匝道儀控(續)

◆ 節能減碳效益說明

- 減少主線車輛加減速造成之油耗與排碳量，**主線路段**車速提高而降低耗油與排碳量
- 因匝道車輛等候時間及加減速次數增加而提高**匝道與平面道路**之耗油與排碳量
- 根據AASHTO 2010的分析，五種不同ITS策略中，匝道儀控的減碳效益最高(減碳之單位成本最低)

◆ 節能減碳案例

- 明尼蘇達州雙子城高速公路匝道儀控案例，匝道區的耗油量減少2-51%

◆ 未來建議

- 加強與地方聯絡道路號誌路口時制計畫整合協調，避免匝道儀控影響路口運作而造成平面道路擁塞，產生節能減碳負面效益

15

參、ITS節能減碳與成本 效益評估工具之規劃

ITS成本效益評估方式規劃

ITS節能減碳評估方式規劃

ITS成本效益評估工具規劃

ITS績效評估指標之建議

目標	績效指標	備註
安全	整體車禍肇事率 死亡車禍肇事率 受傷車禍肇事率	導致死亡的車禍肇事率的降低 導致受傷或死亡的車禍肇事率的降低
效率	旅行時間 停等延滯 車公里數 有效容量或流量通過率	如路網或路段平均旅行時間的減少 如路口平均停等延滯的降低 如研究範圍之路網總車公里數的減少 如幹道或收費孔道的有效容量或流量通過率的增加
生產力	營運成本降低 政府管理成本降低 營運收入增加	
能源與環境	廢氣排放量 油料使用	如路網整體廢氣排放量的降低 如車隊油料使用的降低
滿意度	系統滿意度 系統瞭解程度(Awareness) 系統使用率 系統效益 系統價值	使用者知道系統提供服務的比例 使用者利用系統提供服務的比例 使用者利用該系統後得到的效益(例如縮短旅行時間或候車時間5分鐘) 使用者是否願意付費得到系統服務

17

ITS策略之成本與效益評估項目建議

ITS領域	ITS策略	成本項目	效益項目
ATMS	號誌時制重整	交通調查與資料蒐集 時制設計、下載與微調 號誌控制器更新建置	路口停等延滯降低 路段旅行時間減少 車禍肇事率降低 油耗減少 空氣汙染物減少
	適應性號誌控制系統	交通調查與資料蒐集 時制設計、下載與微調 路口設備建置 路口設備營運與維護 軟體開發	路口停等延滯降低 路段旅行時間減少 車禍肇事率降低 油耗減少 空氣汙染物減少
	匝道儀控	車輛偵測設備建置 匝道號誌設備建置 車輛偵測設備營運與維護 匝道號誌設備營運與維護 標誌標線施工 中心硬體建置與營運維護 軟體開發	主線旅行時間減少 匝道停等延滯增加(負面效益) 車禍肇事率降低 油耗減少 空氣汙染物減少
APTS	公車動態資訊及車隊管理系統	路線與站牌資料調查與蒐集 中心硬體建置與營運維護 軟體開發 車上與車站設備建置 車上與車站設備營運與維護	系統使用率 系統價值 乘客滿意度 候車時間降低 公車運量增加 營運成本減少 政府管理成本減少 路網整體車公里數減少 油耗減少 空氣汙染物減少

18

ITS策略之成本與效益評估項目建議(續)

ITS領域	ITS策略	成本項目	效益項目
ATIS	路況資訊提供系統	路側設備建置 路側設備營運與維護 中心硬體建置與營運維護 軟體開發	路段旅行時間減少 油耗減少 空氣汙染物減少 系統使用率 系統價值 系統滿意度
	環保駕駛系統	車上設備建置與營運維護	停等次數減少 車公里數減少 油耗減少 空氣汙染物減少
EPS	電子票證系統	車站、車上及加值點設備建置與營運維護 中心軟硬體建置與營運維護(含場站系統、運輸業者系統、票證中心系統、加值系統、金鑰管理系統) 智慧卡購置	業者營運成本減少 業者營運收入增加 政府管理成本減少 公共運輸運量增加(路網整體車公里數減少) 收費孔道有效容量增加 系統使用率 系統滿意度
CVOS	車隊管理系統	中心硬體建置與營運維護 軟體開發 車上設備建置	車公里降低 旅行時間減少 業者營運成本減少 業者營運收入增加 油耗減少 空氣汙染物減少

19

ITS節能減碳評估方式規劃

◆ 運輸管理策略的節能減碳計算方式

- 節能量 = 減少交通活動量 × 耗油率；OR
交通活動量 × 因運作績效提昇的耗油率差異
- 減碳量 = 節能量 × CO₂排放係數

效益類別	ITS領域	ITS策略	節能減碳評估方式
路網運作績效提昇	ATMS	號誌系統時制改善	整體路網之效益改變(交通量、速率、停等延滯)，轉換為節能減碳效益
	EMS	高速公路匝道儀控	
		公車優先號誌	
		緊急事故處理	
	ATIS	路況資訊提供	
	EPS	高速公路ETC	
運具移轉	APTS	公車動態資訊系統	估算運具移轉之私人運具交通活動量(車公里)，轉換為節能減碳效益
	EPS	大眾運輸電子票證 道路擁擠收費	
車隊或車輛本身效率提昇	ATIS	環保駕駛系統	對ITS策略之設置對象直接進行績效評估(如減少之車公里與怠速時間、提升之車速值)，轉換為節能減碳效益
	CVOS	車隊管理系統、動態地磅	
	AVCSS	先進式防撞與定速系統	

計算整體路網之效益改變量
若降低的交通量大，需再

20

ITS節能減碳評估方式規劃

◆ 號誌時制改善

- 包含號誌時制重整、適應性號誌控制、半觸動號誌控制等策略
- 採用交通模擬軟體模擬路網運作狀況計算事前事後的交通績效改善值，再轉換為耗油量與排碳量
- 利用人工調查ITS策略事前事後的路口停等延滯減少值，再轉換為耗油量與排碳量
 - 尖峰(非尖峰)時段節能量(公升/小時)=尖峰(非尖峰)時段通過路口車流量(PCU/小時)×路口停等延滯減少(秒/PCU)×小汽車怠速耗油率(公升/小時)/3,600
 - 尖峰(非尖峰)時段減碳量(克/小時)=尖峰(非尖峰)時段節能量(公升/小時)×CO₂排放率(克/公升)

21

ITS節能減碳評估方式規劃

◆ 公車動態資訊系統

- 採用「公共運輸搭乘年期」評估方式
- 由問卷調查方式排除其他因素對於搭乘年期造成的影響
- 利用「存活分析」方法推估所延長之民眾搭乘年期
 - 大眾運輸系統增加之運量(人次)=公車動態資訊系統使用率*延長之民眾搭乘年期*平均公車年運量(人次/年)
 - 節能量(公升)=大眾運輸系統增加之運量*私人運具轉乘比例÷私人運具平均搭載率*平均旅次長度*平均耗油率(公升/公里)
 - CO₂減量(克)=節能量(公升)*CO₂排放係數(克/公升)
- 採用交通模擬軟體(如IDAS)進行效益評估

22

ITS節能減碳評估方式規劃

◆ 高速公路ETC

➤ 現階段計次收費

- 參考運研所提出訂定的簡易計算方式(節能減碳規劃設計參考原則)

- $\text{CO}_2\text{排放量減少} = \text{節省燃油排放之}\text{CO}_2 + \text{節省回數票排放之}\text{CO}_2$

車種時段項目	小型車		大型車	
	尖峰	離峰	尖峰	離峰
節省時間(min)	3	0.5	3	0.5
節省燃油(cc)	35	10	60	15
減少 CO_2 排放-燃油部分(g)	80	20	160	40
減少 CO_2 排放-回數票部分(g)	1.73	1.73	1.73	1.73

- 採用交通模擬軟體模擬收費站區的運作狀況計算事前事後的交通績效改善值，再轉換為耗油量與排碳量

➤ 未來計程收費

- 都會區及短程旅次從不收費改變為收費，故屬TDM範疇
- 利用巨觀運輸規劃軟體(如TransCAD)評估高速公路移轉車流(替代道路、大眾運輸)
- 原收費站拆除後，利用微觀模擬軟體評估各路段速率改變量，計算減少之耗油量，再轉換為排碳量

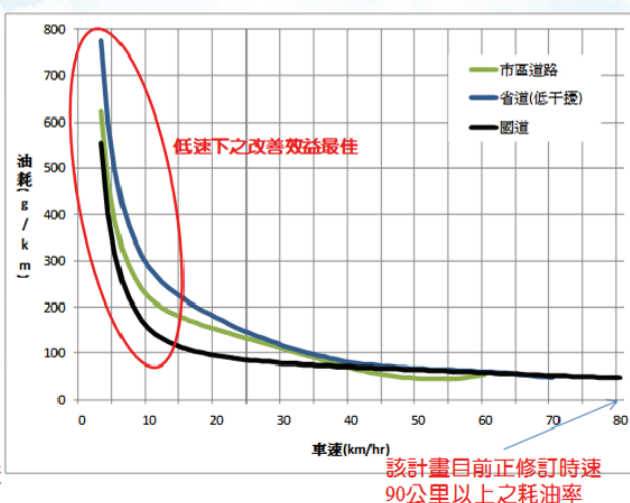
23

ITS節能減碳效益相關參數制定

◆ 車輛耗油率－隨車速變化(微觀計算)

- 引用運研所99年「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫制定之小客車耗油率

- 需將其他車種轉換為小客車當量(大客車耗油率預計今年底公布)
- 依不同道路等級、不同速率有不同耗油率
- 低速情況下，速率提昇油耗改善效益最佳，故路口停等延滯減少帶來之改善效益高
- 怠速的油耗率為1.54公升/小時，取代運研所時制重整系列計畫建議之1.20公升/小時(該資料來源為經濟部能源報導2006.05期「汽車駕駛應有的素養—省油習慣之養成」，非正式資料)



24

ITS節能減碳效益相關參數制定

◆ 車輛耗油率－依車公里(巨觀計算)

- 運研所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」計畫彙整之耗油率

單位：公里/公升

車種	汽油小客車		LPG 小客車	汽油小貨車		柴油小貨車	
	自用	營業	營業	自用	營業	自用	營業
燃油效率值	9.84	9.15	7.78	8.73	8.44	7.37	6.26
車種	大客車			特種車	大貨車		機器腳踏車
	自用	遊覽車	公車與客運車		自用	營業	
燃油效率值	2.83	3.02	2.81	3.02	2.59	2.47	27.68

◆ CO₂排放係數

- 引用經濟部能源局制定之CO₂排放係數
 - 汽油－2,263克/公升
 - 柴油－2,606克/公升
 - 液化石油氣(LPG)－1,753克/公升

25

ITS節能減碳效益相關參數制定

◆ 年化效益放大係數

- 通常交通改善計畫(如號誌時制重整、動態號誌控制) 僅施做平日尖離峰時段之績效調查或軟體模擬，欲將尖離峰小時績效值放大至全年，需有統一之放大係數
- 方法：以代表性尖峰與離峰小時績效值乘上平日與假日個別的尖峰與離峰小時數量，再乘上全年的平日與假日天數
- 一般都市地區尖峰小時數量：平日尖峰小時為上下午各2小時，假日為下午2小時
- 一般都市地區離峰小時數量：深夜清晨(22-6時)不計，平常日離峰小時計算數量為12小時，假日為14小時
- 一年之假日為110天，平日為255天

26

ITS節能減碳效益相關參數制定

◆ 年化效益放大係數(續)

地區別	一般都市地區(實施都市計畫地區)				備註
時段別	平日上午尖峰	平日下午尖峰	假日尖峰	離峰	
放大係數A	510	510	220	4600	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者
放大係數B	510	510	440	4380	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者
放大係數C	510	510	-	4820	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者
地區別	高都市化地區(台北市、新北市實施都市計畫地區)				備註
時段別	平日上午尖峰	平日下午尖峰	假日尖峰	離峰	
放大係數D	765	765	330	3980	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者
放大係數E	765	765	660	3650	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者
放大係數F	765	765	-	4310	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者

- 部分地區具有AVI或VD等自動蒐集設備，可長時間蒐集車流績效資料，年化放大係數應另外計算
- 高速公路及觀光區等特殊地區應依當地特性採用不同放大係數

27

號誌時制重整計畫節能減碳試算表

步驟一：輸入與計算交通績效值

	平日上午尖峰小時			平日下午尖峰小時			離峰小時			假日尖峰小時		
	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)	路口流量 (PCU)	事前停等延滯 (秒)	事後停等延滯 (秒)
路口1	5000	32.05	28.42	4800	29.55	24.26	3500	19.49	15.20	4400	32.55	25.68
路口2	4000	25.98	22.85	3700	26.85	24.98	2500	21.25	15.68	3500	29.25	21.54
路口3												
路口4												
路口5												
路口6												
路口7												
路口8												
路口9												
路口10												
路口11												
路口12												
路口13												
路口14												
路口15												
路口16												
路口17												
路口18												
路口19												
路口20												
平日上午尖峰小時績效值(車-秒)		30670		平日下午尖峰小時績效值(車-秒)	32311		離峰小時績效值(車-秒)	28940		假日尖峰小時績效值(車-秒)	57213	

28

號誌時制重整計畫節能減碳試算表

步驟二：計算油耗節省							
小客車怠速油耗率(公升/小時)	1.54						
平日上午尖峰小時油耗節省(公升)	13.12	平日下午尖峰小時油耗節省(公升)	13.82	離峰小時油耗節省(公升)	12.38	假日尖峰小時油耗節省(公升)	24.47
步驟三：計算CO2減少量							
汽油之CO2排放率(克/公升)	2263						
平日上午尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	平日下午尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	離峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.03	假日尖峰小時二氧化碳減少量(公噸)	0.06
步驟四：計算全年油耗節省							
油價(元/公升)	30.5						
平日上午尖峰小時放大係數	510	平日下午尖峰小時放大係數	510	離峰小時放大係數	4600	假日尖峰小時放大係數	220
平日上午尖峰小時全年油耗節省(公升)	6691.17	平日下午尖峰小時全年油耗節省(公升)	7049.18	離峰小時全年油耗節省(公升)	56947.49	假日尖峰小時全年油耗節省(公升)	5384.38
全年油耗節省(公升)	76,072.22						
全年油耗節省(元)	2,320,203						
步驟五：計算全年CO2減少量							
平日上午尖峰小時全年CO2減少量(公噸)	15.14	平日下午尖峰小時全年CO2減少量(公噸)	15.95	離峰小時全年CO2減少量(公噸)	128.87	假日尖峰小時全年CO2減少量(公噸)	12.18
全年CO2減少量(公噸)	172.15						

29

ITS成本效益評估工具之定義與應用範圍

◆ 本計畫規劃之ITS成本效益評估工具

- 可行性評估或規劃階段
 - 用來比較與篩選ITS建置計畫之不同替選方案，作為未來施政計畫之參考依據
- 其產出應為概略性成本效益分析以供後續決策或計畫執行檢討之參考
- 使用者包含中央單位(科顧室、運研所、高公局、公路總局)、縣市政府交通單位、顧問公司及學術研究單位

- ◆ 若要進行ITS策略細部範圍的運作分析(如20個路口號誌時制重整前後的路口詳細運作狀況)，建議使用交通微觀模擬軟體如Vissim、Paramatics、Synchro等工具，以便求得較為精確之效益

30

IDAS於國內之適用性評估

評估準則	IDAS評估	評估準則	IDAS評估
軟體購置成本	800美金，成本負擔不高	資料輸入複雜性	<ul style="list-style-type: none"> 可結合國內運輸需求模式路網與產出資料 國內部分地區運輸需求模式老舊(十年以上)，需重新調校*
該軟體在國內外使用之普遍性	IDAS由美國FHWA所發展與推薦使用，美國政府單位普遍使用，近年來亦仍有許多應用案例	效益涵蓋項目	<ul style="list-style-type: none"> 效率(車公里、車小時、平均速率、營運成本降低...) 安全(事故、傷亡) 環保(油耗、空污) 將所有效益貨幣化，易於益本比分析
可評估之ITS策略完整性	具有七大領域(不含IMS及VIPS)、共63個ITS策略	調整彈性	IDAS成本與效益參數雖參考美國案例制定，但使用者可自行輸入修改

備註：國內基隆、新竹、彰化、南投、嘉義、屏東、澎湖等生活圈之運輸需求規劃模式的分析基年均超過10年以上

31

IDAS與交通微觀軟體之比較

比較項目	交通微觀軟體	IDAS
適用策略	ATMS及ATIS部分策略	ITS七大領域共63項策略
購置成本	多達數千或一萬美金以上	800美元
評估方式	1.微觀 2.可得到路口或路段細部運作狀況資料(如逐車逐秒車輛速率) 3.多數具有3D車流模擬功能	1.巨觀 2.以路段平均速率表示績效，無法得到路口及路段細部運作狀況資料 3.無3D模擬功能
路網大小	適用於小路網，大型路網之路網背景資料建立及校估作業需耗費大量人力	路網大小基本上不受限制，至少可達1750交通分區
成本效益計算	1.效益項目較有限 2.無成本項目，需另外計算	1.效益項目較全面 2.具成本評估功能 3.將所有成本與效益貨幣化，易於進行各方案益本比分析

32

IDAS於國內引用之規劃

國內常用ITS策略	IDAS策略組合
號誌時制重整(定時)	定時式幹道號誌連鎖
適應性號誌(獨立路口)	獨立路口感應式號誌
適應性號誌(幹道)	感應式幹道號誌連鎖
匝道儀控	定時式匝道儀控/感應式匝道儀控
公車動態資訊系統	固定路線大眾運輸－自動車輛定位 大眾運輸動態資訊標誌
大眾運輸電子票證	大眾運輸電子票證
高速公路電子收費	基本電子收費
車上導航系統	車上含路徑導引之旅行者資訊系統
高速公路事件管理系統	事件偵測與確認 事件反應與管理 事件偵測/確認/反應/管理之整合
動態地磅	動態地磅

33

IDAS輸入/輸出資料說明

輸入

資料來源	資料檔	資料內容
使用者自定	專案及策略名稱	-
	分析年期	-
	市場對象	-
運輸需求模式	路口節點座標檔	節點編號、XY軸座標
	路網節線檔	起迄節點編號、距離、旅運模式、區域型態、車道數、道路型態、流量、車道容量、自由流速度或旅行時間、分區編號
	轉向資料檔	起點、經過點、迄點
	分區資料檔	分區編號
	矩陣資料檔	起迄點分區、旅次/時間/成本資料
	大眾運輸資料檔	建立ITS應用策略，如自動排程系統
成本模組	使用者輸入或預設	設備成本(資本、營運、維護)、重貼現率、國民生產額平減指數、ITS設備分享假設
其他IDAS模組資料	旅行時間	-
	流量	-

34

IDAS輸入/輸出資料說明

輸出

模組	子模組	輸出項目
方案產生模組	-	控制路網、控制方案(ITS)
效益模組	旅行時間/生產力	路網旅行時間、交通量
	安全	路網系統安全性
	環境	排放量、耗油
成本模組	-	平均每年成本(ITS項目/整體)、每年成本流(資本成本/營運成本/維護成本)(公/私部門)
方案比較模組	-	使用者效益

35

IDAS國內外應用案例分析

- ◆ 國內外案例均使用**運輸需求規劃模式之輸出**做為IDAS所需輸入的路網背景資料，且模擬路網規模較大(如都會區或單一行政區)
- ◆ IDAS輸入參數雖可採用軟體內建之Default值，但應**經過專業判斷或採用當地調查之參數值**加以調整，國內基礎參數參考資料較為欠缺，未來應加強資料之蒐集
- ◆ 由於IDAS所需專業知識高以及政府單位人力不足，所蒐集之IDAS應用案例，均由顧問公司執行
- ◆ IDAS並非交通微觀模擬軟體，與國內外車流與道路環境特性差異(如機車問題)的關聯性甚低，然而在效益及成本模組需調整為國內參數以符合國內特性，如車道容量、自由流車速、各種系統、設備與人工作業成本、旅行時間成本、肇事率與肇事成本...等等

36

ITS成本效益評估工具之建議

效益類別	ITS領域	ITS策略	成本效益評估工具建議	
			計畫編擬與審議階段	計畫實施階段
路網運作績效提昇	ATMS EMS	號誌系統時制改善 高速公路匝道儀控 公車優先號誌 緊急事故處理	1. 使用IDAS軟體 2. 路網範圍小，且欲探討路段或路口詳細車輛或行人通行狀況時採用微觀交通模擬軟體	1. 使用IDAS軟體 2. 路網範圍小，且欲探討路段或路口詳細車輛或行人通行狀況時採用微觀交通模擬軟體 3. 採用事前事後績效調查方式進行評估
	ATIS	路況資訊提供(CMS) 路況資訊提供(互動式系統)		
	EPS	高速公路ETC		
大眾運輸/運輸需求管理	APTS	公車動態資訊系統 車隊管理系統 需求反應式公車	使用IDAS軟體	1. 使用IDAS軟體 2. 公車動態資訊系統可採用存活分析評估公車運量增加之效益
	EPS	大眾運輸電子票證擁擠收費		
車隊或車輛本身效率提昇	CVOS	動態地磅	使用IDAS軟體	
	AVCSS	先進式防撞與定速系統		
其他	ATIS	環保駕駛系統	IDAS尚未支援此等ITS應用，建議使用其他分析方法	
	CVOS	車隊管理系統		
	AVCSS	自動車隊駕駛		
	VIPS	行人支援輔助系統		

37

IDAS國內應用之調整

◆ 基礎參數

- 道路容量
- V/C與平均車速之關係曲線
- 時間價值、碳價值
- 耗油率、CO₂排放係數、空污排放係數

◆ 效益與成本參數

- 號誌時制改善(時制重整、幹道連鎖、動態控制)對車道容量提昇效益
- 匝道儀控對高速公路主線容量提昇效益
- 公車動態資訊提供對乘客等車時間降低之效益
- ITS系統、設備與人力之建置與營運成本、使用年限
- 蒐集國內過去與未來之ITS計畫成本與評估資料，根據建立之成本效益資料庫加以調整

38

縣市政府ITS計畫申請階段之評估工具

- ◆ 現階段各縣市智慧交控與聰明公車計畫補助申請是由科顧室成立評選委員會，縣市政府提出計畫書後，委員會進行評選，以決定補助縣市與經費分配，若在此階段利用IDAS評估ITS計畫成本效益，將遭遇以下問題
 - 計畫書撰寫時程較短，評估作業時間有限
 - IDAS路網輸入資料需由運輸需求模式輸出結果轉換，而部分地區運輸需求模式路網詳細度不足而缺少ITS計畫實施路段，需進行模式修正，且國內各生活圈運輸需求模式完成年期不一，許多生活圈模式完成時間已超過10年，模式需調校後才能應用
 - 縣市政府承辦單位人力與專業較為有限，而處理運輸需求模式軟體所需的專業度較高，承辦人員多半無法自行處理模式的調校、修正與輸出，需顧問公司協助

39

縣市政府ITS計畫申請階段之評估工具

- ◆ 在目前智慧交控與聰明公車計畫申請機制不變情況下，IDAS不適合做為計畫申請階段之ITS成本效益評估工具
- ◆ 為提供短期內縣市政府於計畫申請階段易於使用的評估工具，建議發展國內試算表(Spreadsheet)式評估工具，針對現行ITS計畫申請類別加以開發(即智慧交控及聰明公車兩類)
- ◆ 試算表式評估工具之假設條件較多，評估上甚為主觀，且因簡化的情況下能夠評估的績效項目十分有限，評估結果至為粗略，不建議做為正式評估工具，僅能提供計畫申請時簡易替代工具
- ◆ 建議各ITS計畫在建置前均應經過完整規劃與成本效益評估程序，比較不同替選方案成本效益做為決策依據之一，若縣市政府承辦單位評估資源有限，應委由顧問公司利用IDAS進行評估，以建立完整的ITS成本效益評估機制

40

短期替代評估工具(試算表式ITS成本效益評估工具)之規劃

◆ 試算表績效評估指標規劃

目標	績效指標
安全	車禍肇事率
效率	車公里數 速度、車小時、人小時
生產力	營運成本降低
能源與環境	油耗 廢氣排放量(CO、NO _x 、HC、CO ₂)

- ◆ ITS成本項目因各計畫設備數量與系統功能差異較大，故由使用者自行輸入
- ◆ 貨幣化成本與效益轉換為平均年化成本與效益，以求得益本比值

41

試算表式ITS成本效益評估工具

◆ 工具架構

- 建立在Excel的工作表(Worksheet)
- 每一工作表代表一項ITS策略
- 其他工作表包括背景資料、參數表



42

案例說明(幹道時制重整)

◆ 使用者輸入

- 幹道平常日平均車公里、日平均車公里
- 幹道距離、幹道容量
- 實施路段年肇事數量
- 預估實施後平均車速提昇百分比、降低肇事比率
- 油料價格
- 時制重整成本、實施年限

◆ 系統參數

- 平常日平均車流量與平均車速對應關係
- 時間成本價值、碳價值
- 耗油率、碳排放率

提供國內參考值或引用國外建議值，以利使用者引用

引用國內相關研究或FHWA研究資料

◆ 系統績效

- 系統總績效=時間成本節省+肇事成本降低+油料成本節省+減碳效益

◆ 系統成本

- 根據實施年限及時制重整成本計算年化成本

43

案例說明(聰明公車)

◆ 使用者輸入

- 系統建置成本、每年系統營運成本
- 業者每年人力節省成本
- 設備服務年限
- 實施路線平均每日運量
- 聰明公車使用率
- 平均每位乘客等車時間(使用及沒有使用聰明公車)

◆ 系統參數

- 時間成本價值

提供國內參考值或引用國外建議值，以利使用者引用

◆ 系統績效

- 系統總績效=乘客時間成本節省+業者人力節省成本
- 乘客時間成本節省：根據運量、聰明公車使用率、乘客等車時間減少、乘客時間價值等計算而得

◆ 系統成本

- 根據設備服務年限計算年化建置成本
- 系統總成本=系統年化建置成本+營運成本

44

IDAS與試算表評估工具之比較

比較項目	IDAS	試算表評估工具
背景路網輸入	需從運輸需求模式輸出路網資料，路網常需要調整與補充，而部分都市運輸需求模式需要更新	需取得幹道流量/容量資料
評估方式	需輸入經驗值(如道路容量提昇與肇事率降低比例)，具有運具分配與交通量分派兩個階段分析過程	簡易式的經驗值計算，極粗略的評估過程
效益評估項目	含旅行時間、環境、安全、旅行時間可靠性等四大效益類別	因功能限制，僅能模擬部分效益項目
參數輸入	肇事率、肇事成本、耗油率、排放率、時間價值等，需調整成國內適用參數	所需參數較少，亦需調整成國內適用參數
使用限制	1.使用者需具備運輸需求規劃模式基本概念 2.輸出入操作程序較為複雜 3.僅有英制單位(加侖、英哩...)	1.無法考慮運具移轉、交通量移轉等效益 2.輸出入操作程序簡易，縣市政府ITS承辦人可自行操作

45

肆、ITS節能減碳與成本效益 資料庫與評估機制之規劃



資料庫系統重要課題

計畫成果資料之蒐集、彙整、以及後續更新維護

- 空間：執行與管理權責分散
- 時間：計畫皆跨越數個年期、承辦人員更替

計畫成果資料項目內容與格式之界定、正確性檢核

- 輸入：成本資料未逐項列示或清楚地加以分類
- 輸出：績效指標及評估方式尚未依據ITS計畫領域及目標而明確訂定

47

資料庫系統功能需求界定

- ◆ 使用者：內部系統管理人員、資料庫管理人員、各單位資料維護管理人員、以及外部之使用者(包括政府單位、教育或研究機構、一般民眾等)

提供相關作業之指導文件

提供統一之計畫成果資料項目內容與格式

能夠利於蒐集彙整計畫成果資料

提供易於操作及學習之資料庫系統人機介面

能夠支援規劃者經驗學習、施政者決策需求、以及國際交流

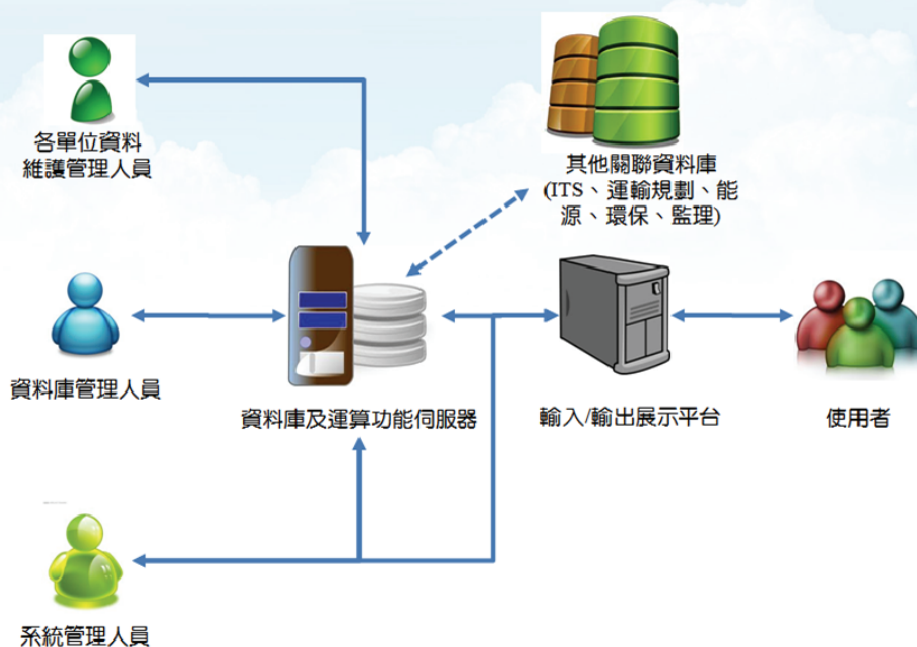
48

資料庫系統功能架構

1.範疇定義	• 說明本資料庫涵蓋之ITS領域、空間範圍、目標設定與評估項目之連結
2.入門導引	• 說明本資料庫使用、以及資料更新維護方式
3.評估準則及參數	• 提供統一之基準作法指導文件、以及所需之相關參數
4.基本資料及成果統計	• 依照ITS應用領域並搭配縣市分類而進行查詢
5.成本資料	• 依照系統規劃、開發設計、維運管理之單價成本，並可搭配應用領域、縣市分類而進行查詢
6.效益資料	• 依照ITS目標並搭配應用領域、縣市分類而進行查詢
7.經驗學習	• 依照經驗學習內容而進行分類，並可搭配目標、地區、應用領域而進行查詢
8.國際觀察	• 蒐集相關之國際活動、評估技術發展情況
9.後台管理	• 提供資料上傳與更新、系統維護、權限設定之介面

49

資料庫系統運作流程



50

◆ 中長程個案計畫審議作業程序



52

與中長程公共建設計畫或中程科技計畫審議結合之可行性

◆ 現行制度主要課題

- 重要公共建設計畫於先期規劃報告或可行性評估階段，已要求製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，但缺乏一致性之成本效益分析項目
- 中程科技計畫審議作業則缺乏效益評估項目

◆ 規劃建議

- 將成本效益評估納入中長程公共建設計畫或中程科技個案計畫書書寫項目，並列為審議制度重點項目
- 建立一致性之「ITS效益評估項目」與評估技術手冊，並由交通部頒訂，以作為計畫審議作業之依循

53

與中長程公共建設計畫或中程科技計畫審議結合之可行性

◆ 不同ITS領域計畫之效益評估項目建議

ITS領域*	效益評估項目
ATMS、ATIS	路段旅行時間減少/速率增加 路口停等延滯降低 油耗/空氣污染物減少
APTS	運量增加/車公里數減少 營運成本減少 油耗/空氣污染物減少
EMS	路段旅行時間減少/速率增加 路口停等延滯降低
AVCSS	車禍肇事率減少
EPS(電子票證)	營運成本減少 有效容量增加
EPS(電子收費)	有效容量增加 旅行時間減少 油耗/空氣污染物減少
VIPS	車禍肇事率減少

備註：CVOS屬私部門領域，故不列入效益評估項目

54

伍、ITS實際案例節能減碳 效益評估



ITS實際案例之節能減碳效益評估

◆ 評估目的

- 選擇國內普遍實施的ITS建置計畫，依據本計畫建議之評估工具與方式，進行節能減碳效益**評估**及**相關參數**的確立
- 不同評估方式與結果進行比較與檢討

◆ 依RFP要求，選定**號誌時制重整(ATMS)**及**聰明公車(APTS)**兩種策略各一案例進行節能減碳評估

號誌時制重整案例

◆ 號誌時制重整案例

- 根據本計畫建議的三種方式進行評估(計畫已實施階段)：交通微觀軟體、IDAS、實際績效調查



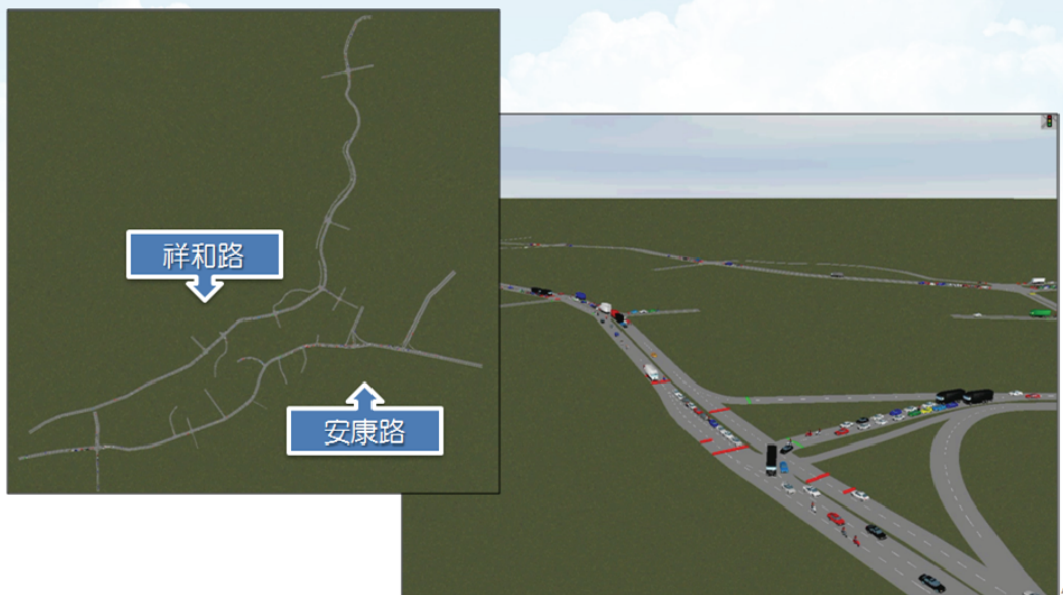
➤ 案例選擇

- 99年度臺北縣幹道時制重整及旅行時間資訊系統
 - 時制重整範圍
 - » 市區幹道(安康路-11路口)
 - » 郊區幹道(祥和路-7路口)
 - 完整調查資料
 - » 路網交通現況、路口號誌時制計畫與績效

57

號誌時制重整案例 – VISSIM模擬

◆ VISSIM模擬畫面



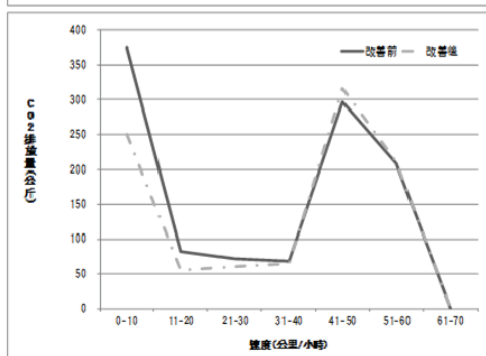
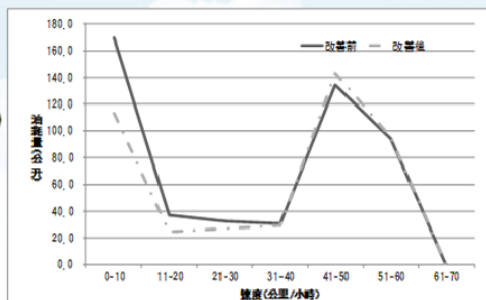
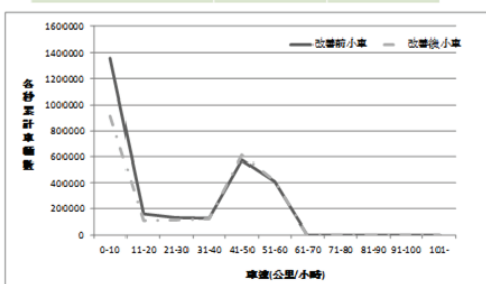
58

號誌時制重整案例－VISSIM模擬

◆ VISSIM模擬績效

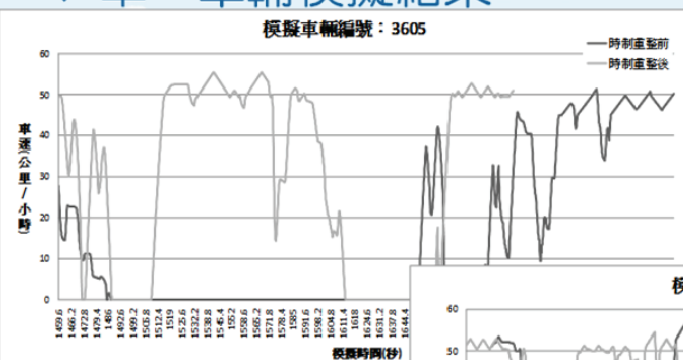
- 模擬平常日晨峰小時(模擬30分鐘，輸出結果放大為1小時)
- 逐車逐秒速率模擬

	重整前	重整後
車輛小時	662	593
耗油量(L)	1745.4	1609.9
CO2排放(ton)	3.856	3.556



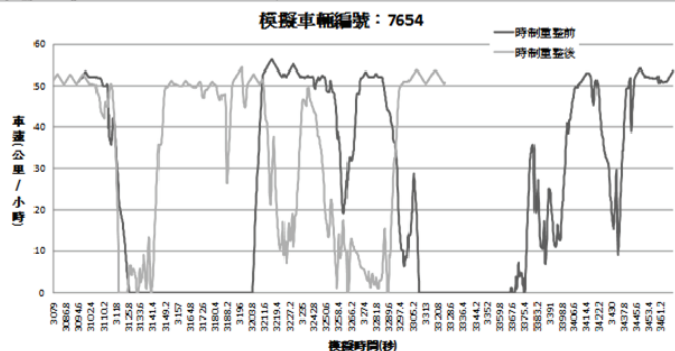
號誌時制重整案例－VISSIM模擬

◆ 單一車輛模擬結果



行駛時間減少144秒

行駛時間減少84秒



號誌時制重整案例－IDAS模擬

◆ IDAS模擬畫面



61

號誌時制重整案例－IDAS模擬

◆ 成本模組

- 服務年限：3年
- 貼現率：1.5%
- 建置成本：185萬元，年維運成本：15萬元(僅含時制重整人工作業成本，不含號誌控制器更新、維護及連線費用)

◆ 效益模組

- 時間價值：356元/小車(經建會97/10公共建設計畫經濟效益評估及財務作業手冊)，經轉換為99年幣值
- 油價：31.6元/公升(10/6中油95無鉛價格)
- 碳價值：550.8元/公噸(10/6台灣碳排放交易推廣協會網站)
- 幹道容量提昇比例：17%(輸入條件由IDAS自動產生)

62

號誌時制重整案例－IDAS模擬

◆ IDAS模擬績效

	重整前	重整後
車輛小時	311	269
平均速率(km/hr)	36.8	43.0
耗油量(L)	1657.5	1568.9
CO2排放(ton)	3.751	3.550

- 年化成本：98萬元
- 年化效益：3444萬元(包含旅行時間、碳排放及油料減少之效益)
- 益本比：35.16

Benefit/Cost Summary		單位：美元	
Project: sindian		alternative 2	
Benefits are reported in 2010 dollars		A2 Signal Retiming	
Annual Benefits	Weight		
Change in User Mobility	1.00	\$	1,007,745
Change In User Travel Time			
In-Vehicle Travel Time	1.00	\$	0
Out-of-Vehicle Travel Time	1.00	\$	0
Travel Time Reliability	1.00	\$	(0)
Change in Costs Paid by Users			
Fuel Costs	1.00	\$	112,982
Non-fuel Operating Costs	1.00	\$	(0)
Accident Costs (Internal Only)	1.00	\$	(0)
Change in External Costs			
Accident Costs (External Only)	1.00	\$	(0)
Emissions			
HC/ROG	1.00	\$	(0)
NOx	1.00	\$	(0)
CO	1.00	\$	(0)
PM10	1.00	\$	(0)
CO2	1.00	\$	4,767
Global Warming	0.00	\$	(0)
Change in Public Agencies Costs (Efficiency Induced)	1.00	\$	0
Other Calculated Benefits	1.00	\$	(0)
User Defined Additional Benefits	1.00	\$	0
Total Annual Benefits		\$	1,125,494
Annual Costs			
Average Annual Private Sector Cost		\$	0
Average Annual Public Sector Cost		\$	32,010
Total Annual Cost		\$	32,010
Benefit/Cost Comparison			
Net Benefit (Annual Benefit - Annual Cost)		\$	1,093,484
B/C Ratio (Annual Benefit/Annual Cost)			35.16

本計畫模擬成果與原計畫調查結果比較

	原計畫調查	VISSIM模擬	IDAS模擬
車小時降低	55.9	69.0	42.0
油料節省(L)	116.9	135.5	88.6
CO ₂ 減量(ton)	0.264	0.300	0.201

約85% 約65%

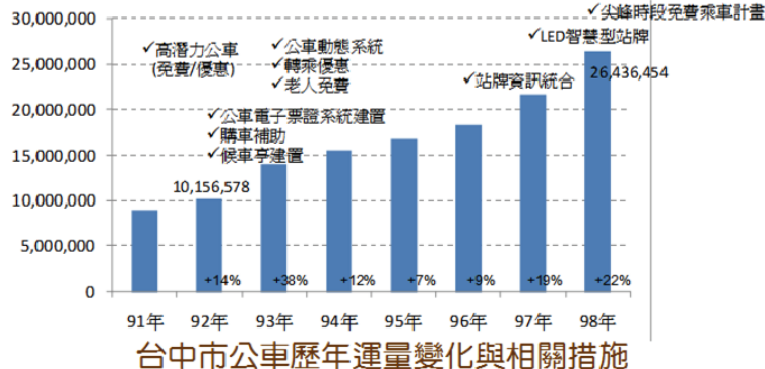
號誌時制重整案例－不同評估方式比較

- ◆ VISSIM為逐車逐秒計算速率提昇效益
 - 其效益評估最為全面(包含路口與路段速率提昇)
 - 需具備詳細路網資訊(如號誌時制計畫、轉向車流量、車道數、寬度、轉向限制、行人流量等等)，所耗費之路網建立與模式調校人力甚大
 - ➔ 較不適合進行大型路網績效模擬
- ◆ 原計畫使用人工調查方式得到路口延滯績效改善
 - 其績效改善值約為VISSIM模擬結果之85%，差距有限
 - ➔ 現行各縣市智慧號誌案以路口停等延滯之績效分析方式仍可延用，但需更新為本計畫建議之耗油率、CO2排放率及年化效益放大係數
- ◆ IDAS模擬績效約為VISSIM模擬之65%
 - 都市道路行駛主要時間在於路口停等，而IDAS是計算路段平均速率改善，無法得到路口停等延滯改善效益，屬於概估式之績效評估工具
 - IDAS能將所有效益與成本予以貨幣化，方便進行益本比分析
 - ➔ 適用在ITS計畫執行前之可行性評估與規劃階段，以及微觀交通軟體不易模擬的大型路網ITS計畫事後評估階段

65

聰明公車案例評估

- ◆ 以往聰明公車計畫多採乘客滿意度調查、系統使用率或運量提昇等績效評估方式
 - 公車搭乘率易受外在環境影響(如票價優惠、油價上漲、營運路線與班次擴充、公車專用道開闢等)，直接利用運量提昇的估算方式易高估或低估節能減碳績效
 - 公車動態資訊使用率及滿意度調查無法確切計算節能減碳績效



66

聰明公車案例評估

◆ 本計畫建議方法—存活分析法

- 採用「公車搭乘年期」作為反映搭乘率的指標
- 推估聰明公車服務對延長民眾搭乘年期之效果
- 再轉換為公車運量提昇及對應之節能減碳量
- 聰明公車其他效益(如調度排班對業者營運效率提昇、乘客候車時間降低的時間價值)不屬於節能減碳效益，建議另案辦理評估

存活分析法

又稱時間-事件分析，是利用統計方法研究某族群中，個體在經過特定時間後，會發生某種特定事件的機率，而此特定時間的長度稱為存活時間，若發生特定事件則稱為失敗。

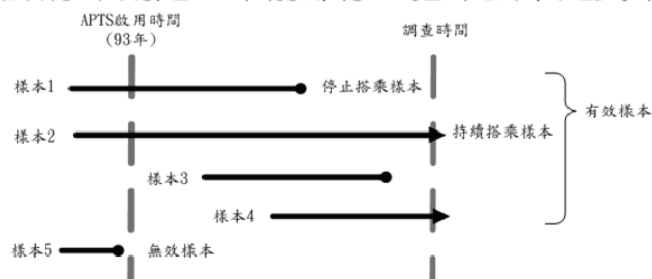
搭乘公車年期：存活時間；不再搭乘公車：特定事件

67

聰明公車評估之分析案例選擇

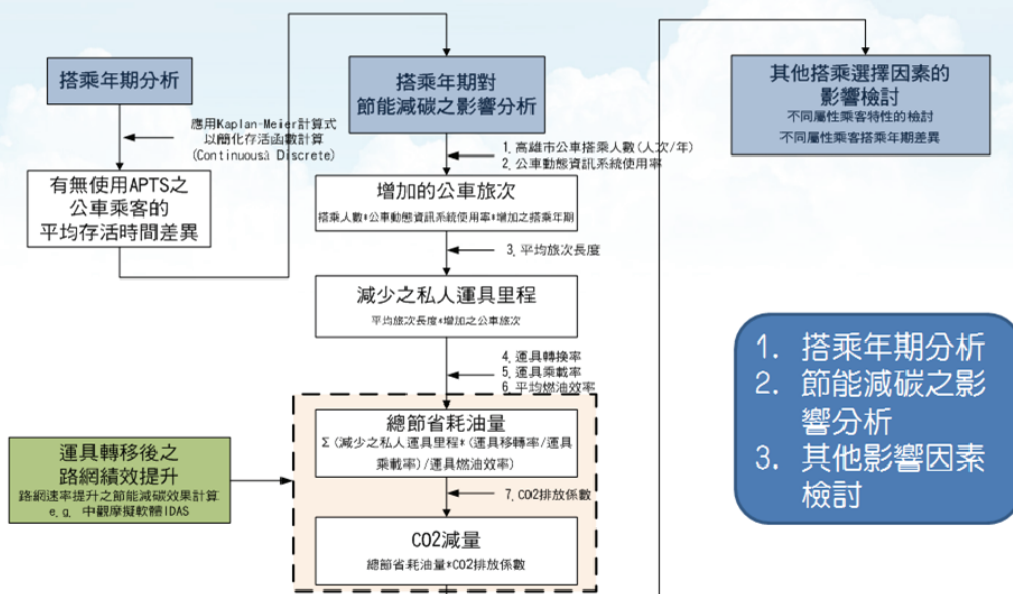
- ◆ 分析案例：以**高雄市公車動態資訊系統**為分析案例
- ◆ 分析資料：以高雄縣市公車動態資訊整合案之調查資料進行分析(電訪調查分析)

- 調查時間：100年3月20日~100年4月14日
- 有效樣本定義
 - 持續以公車為主要交通工具(每週搭乘4次以上)之民眾
 - 93年系統啟用後停止搭乘或至今持續搭乘公車之民眾
- 無效樣本則是93年前即停止搭乘公車之民眾



68

聰明公車節能減碳評估流程



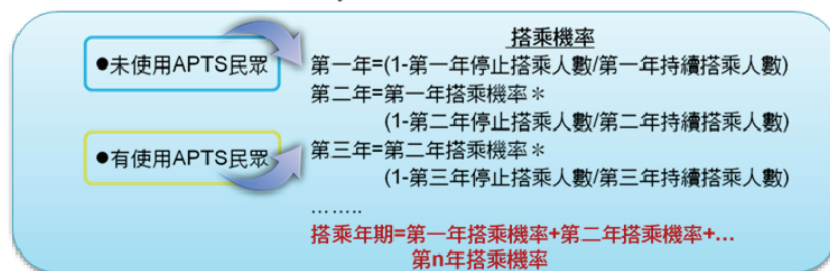
69

搭乘年期之計算方式

- ◆ 存活函數($S(t)$)是指「民眾搭乘公車的年期大於特定時間點 t 的機率」，故存活函數下的面積即代表民眾搭乘公車的**平均壽命時間**

$$\mu = E(T) = \int_0^{\infty} S(t) dt \quad (S(t) = P(T \geq t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(x) dx, \quad \forall t \geq 0)$$

- ◆ 應用Kaplan-Meier計算式簡化累積分佈函數的計算 $\hat{S}(t_i) = \prod_{j=1}^i (1 - \frac{d_j}{n_j})$ (n_j 表示在第 j 年時持續搭乘公車的人數， d_j 表示在第 j 年時停止搭乘公車的人數。)



70

相關參數設定

- ◆ 公車搭乘人數：31,197,600人次/年
- ◆ 公車動態資訊系統使用率：37.35%
- ◆ 平均旅次長度：9.526公里
- ◆ 運具轉換率：捷運：機車：汽車=2.8: 73.4: 23.8
(98年交通部「高雄市民眾日常使用運具狀況調查」)
- ◆ 運具乘載率：機車1.33人/車，小汽車1.47人/車
(高雄都會區運輸需求模式)
- ◆ 平均燃油效率：機車27.68公里/公升，汽車為9.84公里/公升
- ◆ 汽油之CO₂排放量：2,263(g/l) 經濟部能源局資料

高雄市教育局資料

高雄市民眾日常使用運具狀況

運具別	公車	捷運	機車	自用車	其他	合計
百分比	1.8	2.3	60.6	19.7	15.6	100.0

71

節能減碳評估結果

◆ 平均存活時間

平均存活時間(年)	
未使用公車 動態資訊系統	有使用公車 動態資訊系統
5.21年	5.37年

增加1.92個月
(0.16年)約3%

◆ 節能減碳評估

- 總節省油耗
646,313.3升
- CO₂減量
1,462.6噸
- 為93年實施至今
七年的總效益，
非一年效益

問卷基本統計

類別	項目	樣本數	樣本比例	類別	項目	樣本數	樣本比例
性別	男性	206	41.04%	職業	無	109	21.71%
	女性	296	58.96%		學生	201	40.04%
年齡	10~19 歲	151	30.08%		軍公教	22	4.38%
	20~29 歲	95	18.92%		工	11	2.19%
	30~39 歲	31	6.18%		商	19	3.78%
	40~49 歲	49	9.76%		服務業	45	8.96%
	50~59 歲	56	11.16%		家管	61	12.15%
	60 歲以上	120	23.90%		其他	34	6.77%
學歷	國小(以下)	42	8.37%	APTS 使用 情形	有使用 停止 搭乘 持續 搭乘	98	19.52%
	國中	69	13.75%		有使用 停止 搭乘 持續 搭乘	224	44.62%
	高中(職)	205	40.84%		無使用 停止 搭乘 持續 搭乘	63	12.55%
	大學(專)	171	34.06%		無使用 停止 搭乘 持續 搭乘	117	23.31%
	研究所(以上)	15	2.99%				

註：樣本數：502；「年齡」為目前之年齡

72

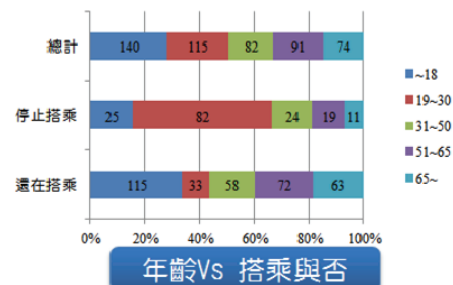
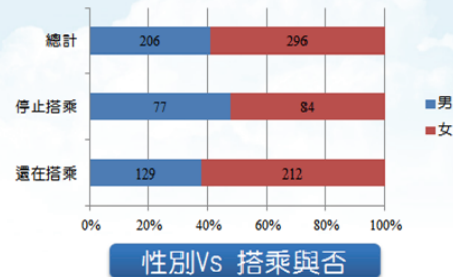
其他搭乘選擇因素的影響檢討

其他搭乘選擇因素的影響檢討
e.g. 性別, 年齡等

不同屬性乘客之搭乘年期的
差異分析

檢討相對應對策

由卡方檢定結果, 可謂不同性別
及不同年齡層與搭乘與否均有顯
著差異(significance level = 0.05)



73

不同屬性乘客搭乘年期的差異分析

◆ 不同性別乘客之使用特性

- 女性乘客的搭乘年期較男性乘客長
- 使用動態資訊系統之男性的搭乘年期也較無使用者長

➔ 提升動態資訊系統建置效果，應可吸引更多
男性乘客

不同性別乘客之搭乘年期比較

	男性	女性
有使用動態資訊系統	4.54	5.26
無使用動態資訊系統	4.27	5.31

註：表格內數字為年。

74

不同屬性乘客搭乘年期的差異分析

◆ 不同年齡層之使用特性

- 有使用系統者之搭乘年期多較長
- 19~30歲間之搭乘年期較短，且此年齡層民眾停止搭乘的比率最高

➔ 可針對19~30歲間乘客進行公車動態資訊系統使用之推動，以期減緩停止搭乘的比率

不同年齡層乘客之搭乘年期比較

	~18	19~30	31~50	51~65	66~
有使用動態資訊系統	6.68	2.79	5.50	5.81	6.50
無使用動態資訊系統	6.18	2.22	4.68	5.86	6.15

註：表格內數字為年

75

陸、重要結論與未來建議



重要結論

- ◆ 國內外ITS案例節能減碳評估方式大致相同，均先進行**交通績效分析**(車公里、停等延滯、運具移轉)，由實際調查值或交通軟體模擬得出，再由交通改善績效推估節能量，減碳量由節能量直接推估
- ◆ 在ITS與節能減碳關聯性分析中，具有較高節能減碳效益的策略包括**號誌時制改善、匝道儀控、電子收費、車隊管理系統、環保駕駛系統等**
- ◆ 本計畫規劃之ITS成本效益評估工具適用在策略尚未實施的**可行性評估或先期規劃階段**，並選定**IDAS**作為評估工具，若要進行ITS策略實施後的路網細部運作分析，則建議使用**交通微觀模擬軟體**

77

重要結論(續)

- ◆ 本計畫利用VISSIM及IDAS對新北市幹道重整計畫進行效益評估，結果以VISSIM模擬的改善績效值最高，因其採**逐車逐秒方式**模擬，可得到最完整節能減碳效益，IDAS模擬的改善績效值最低，因其為**巨觀運輸規劃模擬方式**，採用平均速率增加以得到節能減碳效益，故其改善績效值最低
- ◆ 聰明公車系統節能減碳績效往往與其他策略綜效混雜而不易單獨評估，利用**存活理論**推估其對延長民眾搭乘年期的效果，進而評估節能減碳效果，則可排除其他因素的影響
- ◆ 根據高雄市聰明公車節能減碳效益評估結果可知，該系統**自93年實施至今**共節省約646,313公升汽油，減少約1,463公噸之CO₂

78

後續計畫建議

- ◆ 本計畫已提出都市地區的年化效益放大係數，對於**非都市地區、觀光地區及高快速公路**等部分建議於後續計畫中研擬，以提供地方單位成本效益評估作業之參考依據
- ◆ 本計畫已完成不同ITS策略在不同階段的成本效益評估工具規劃，鑒於部分單位對於特定策略的評估作業細節仍不甚清楚，建議後續計畫選定不同ITS策略，採用所規劃的評估工具IDAS進行**實例操作**，並建立**統一之成本效益評估方法及參數**，以確保ITS成本效益資料庫之資料來源可用性及正確性，再配合完整之資料庫分類，以利於成本效益資料蒐集、分析與運用
- ◆ 為提供縣市政府ITS計畫承辦人簡易的成本效益評估工具作為計畫申請補助之用，並提供各縣市統一計算標準，建議開發試算表式的ITS成本效益評估工具，初期針對**號誌時制重整與公車動態資訊系統**兩項ITS計畫進行開發

79

後續計畫建議(續)

- ◆ IDAS為美國FHWA採用的成本效益評估工具，其參數制定均以美國為應用對象，為使評估結果更符合國內特性，建議後續計畫調整以下參數：
 - 基礎參數：道路容量、V/C與平均車速之關係曲線、時間價值、碳價值、耗油率、CO2排放係數、空污排放係數
 - 效益與成本參數：號誌時制改善(時制重整、幹道連鎖、動態控制)對車道容量提昇效益、匝道儀控對高速公路主線容量提昇效益、公車動態資訊提供對乘客等車時間降低之效益、ITS系統、設備與人力之建置與營運成本、使用年限等
- ◆ 後續計畫另案辦理資料庫系統開發建置工作，包括
 - 設計資料庫結構
 - 開發資料庫系統介面
 - 蒐集彙整既有計畫成果資料
 - 研擬成本效益評估作業指導文件
 - 研擬資料庫系統操作手冊
 - 研擬資料維護更新作業指導文件
 - 研擬未來分期發展及資料庫維護計畫

80

後續計畫建議(續)

- ◆ 將**成本效益評估**納入中長程公共建設計畫或中程科技個案計畫書書寫項目，列為審議制度重點項目，並建立一致性之「ITS效益評估項目」與評估技術手冊，由交通部頒訂，以作為計畫審議作業之依循
- ◆ 應用**搭乘年期法**，進行聰明公車系統節能減碳效果評估時，建議應同時蒐集乘客之個人屬性資料，如性別、年齡、收入，以及對於費率偏好等個人屬性，以行其他的搭乘選擇因素之檢討分析
- ◆ 由個人屬性特性檢討分析可得以下建議
 - 建議應提升公車動態資訊系統建置效果，以期吸引更多男性乘客搭乘公車
 - **19~30歲族群**之搭乘年期較短，且此年齡層民眾停止搭乘之比率最高，後續建議應針對19~30歲之族群進行公車動態資訊系統使用之推動，以期減緩其運具轉移的比率

81

後續計畫建議(續)

- ◆ 本計畫以市區公車為例進行公車動態資訊系統對於大眾運具搭乘年期延長效益評估之應用參考，而公路客運與市區公車屬性不同(如行駛距離長、站間距離長、班次少)，建議後續計畫亦可以**公路客運使用者**為例，調查蒐集乘客屬性與搭乘狀況之資料，應用搭乘年期評估法進行乘客特性之分析檢討
- ◆ 後續若欲評估建置範圍較大之聰明公車系統的節能減碳效果，建議進行大規模問卷調查，蒐集使用者特性與搭乘狀況，再應用搭乘年期評估法，以期進行較明確且深入之分析檢討。惟若囿於資源分配，無法進行大規模問卷調查時，建議亦可擇區實施，在一定信心水準與誤差的控制下，進行抽樣分析
- ◆ 因**私人運量轉移至大眾運具**後對整體路網的改善評估，建議先行估算運量改變的程度，若影響達一定程度再利用交通模擬軟體進行分析

82

後續計畫建議(續)

- ◆ 聰明公車系統節能減碳效益主要來自於私人運具之運量移轉，以及運量移轉後對整體路網績效的改善，其**車隊管理效益**主要為排班調度的效率化，其效益一部分已顯現在運量的提昇，對於營運效率提昇(如營運成本降低)及**候車時間降低之時間價值**可利用IDAS進行評估，建議另案辦理評估
- ◆ 本計畫規劃的評估工具IDAS對**Eco-driving**尚無法評估，但未來可針對其中特定項目如有無事前規劃行車路線、均速行駛等駕駛行為於微觀模擬軟體中進行設定，以分析其節能減碳效益

83

柒、審查意見回應



主要審查意見回應

項次	審查意見	回應
1	ITS方案之定義應一致，方案間應有層級性，需考量提列ITS方案之代表性	本計畫首先定義ITS方案內涵，並將方案區分為不同等級(如時制重整、適應性號誌)，而方案的選擇則考慮國內已實施、即將實施及國外經驗具有高節能減碳效益之方案
2	ITS方案間的重覆與關聯性要如何處理，以避免重複計算效益	本計畫首先定義ITS方案內涵，再以ITS系統架構的產品組合分析ITS方案，以確認方案間的重複性，本計畫選用的評估工具IDAS係可組合不同方案策略，計算其組合效益，如欲避免效益重複計算之情形發生，則可於方案組合時予以釐清，再進行方案評估
3	所選用的成本效益評估工具是否反應國內交通特性，如汽機車混流情況	本計畫選用的評估工具IDAS為巨觀交通模擬軟體，與國內外車流與道路環境特性差異的關聯性甚低，唯相關參數需調整適合國內使用

85

主要審查意見回應(續)

項次	審查意見	回應
4	IDAS是否能涵蓋國內所有ITS策略，建議依ITS策略特性，考量評估工具的組合性	IDAS能模擬63種策略，涵蓋大部分國內ITS評估案例，本計畫提出不同階段ITS成本效益評估工具，小路網的詳細車流運作評估則適合微觀交通模擬軟體，特定策略評估如聰明公車對運量提昇效益則須採用特定理論進行分析(如存活分析)
5	本計畫建議的評估工具能否應用在Eco-driving的分析上	IDAS及交通微觀軟體如VISSIM現無針對Eco-driving的分析模擬功能，但未來可針對其中特定項目如有無事前規劃行車路線、均速行駛等行為於微觀軟體中設定，以分析節能減碳效果
6	ITS方案之成本效益評估，應以最基本方案(成本最低、效益最高)為基準再以遞增方式評估，如工程經濟之遞增成本效益評估	本計畫於ITS策略定義上，已進行同類型策略不同層級之區分，不同層級策略之成本效益比較方式，可採用淨現值法、益本比法等進行比較
7	應蒐集國內最新ITS策略的效益評估資料	高速公路ETC已更新至今年六月止之節能減碳效益，近年來則無匝道儀控相關效益評估案例，本計畫亦收集多個縣市號誌時制重整評估案例並進行比較

86

主要審查意見回應(續)

項次	審查意見	回應
8	請說明環保駕駛的實體內容、完整定義	已補充各ITS方案之定義與內涵
9	績效指標部分除安全效率，是否需再包含經濟面、產業面等指標	經濟與產業面效益係針對ITS整體產業(或ATMS、ATIS...等領域)之效益進行分析與本計畫進行個別ITS策略效益分析的對象並不相同
10	在以尖離峰資料擴大至年化效益課題上，建議以自動化資料蒐集方式，如VD等設備獲得一天資料，以落實ITS策略	由於各縣市自動化資料收集設備(如VD、AVI)布設情況不一，不一定每個縣市時制重整路段均有布設資料收集設備，為統一各縣市之效益計算方式，因此制定年化效益放大係數
11	聰明公車之動態資訊對於車輛調度排班之效益，請再考量補充	由於聰明公車系統的節能減碳效益主要來自運量轉移，以及因運量轉移後對整體路網的改善，而車隊管理效益主要為排班調度的效率化，其效益可內化於運量提升。因此本計畫就乘客運量改變的效果進行聰明公車節能減碳績效的討論

87



簡報結束 敬請指教