105-078- 2287
MOTC-IOT-104-PBB002

交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升

著者：蘇振維等(詳摘要表)

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 8 月

國家圖書館出版品預行編目資料

交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升 / 蘇振維等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民105.08
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-9414-3(平裝)

1.交通建設 2.運輸規劃

557 105013811

交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升

著　　者：蘇振維、楊幼文、張益城、溫蓓章、陳柏君、余秀梅、胡以琴、鄭正元、鍾佩儒、吳姿瑩
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 105 年 8 月
印 刷 者：九易數碼科技印刷有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 75 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：460 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：1010501455　　ISBN：978-986-04-9414-3（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：交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升

國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	計畫編號
ISBN 978-986-04-9414-3(平裝)	1010501455	105-078-2287	104-PBB002

本所主辦單位：運輸計畫組 主管：蘇振維 計畫主持人：蘇振維 研究人員：楊幼文、張益城 聯絡電話：02-2349-6816 傳真號碼：02-2545-0428	合作研究單位：財團法人中華經濟研究院 計畫主持人：溫蓓章 研究人員：陳柏君、余秀梅、胡以琴、鄭正元、鍾佩儒、吳姿瑩 地址：臺北市大安區長興街 75 號 聯絡電話：02-2735-6006 傳真號碼：02-2739-0610	研究期間 自 104 年 02 月 至 104 年 12 月

關鍵詞：經濟效益評估、交通建設計畫、節能減碳成效

摘要：

本研究目的在於整合檢討相關研究成果，並依據理論與實務運作需要，提出建議之節能減碳估算方式與效益參數，以回饋修訂 102 年 6 月版「交通建設計畫經濟效益手冊」(以下簡稱「102 年經效手冊」)，作為交通建設計畫經濟效益評估作業的依據。期使能夠充分反應公路系統之速率提升或效率改善的效益，以提升運輸部門朝向永續運輸發展之節能減碳政策評估能力，強化政策與計畫評估之說服力。

本研究應用「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」研究成果，導入本土實車道路調查資料所建構的能耗與碳排參數，使節能減碳成效推估更為貼近國內實際狀況，並克服原手冊中能耗與碳排係數計算基礎不一致的課題。其中，在油價推估方面，建議採用美國能源部能源資訊署（EIA）預測 Brent 實質油價，計算逐年價格差異，再應用到臺灣油價之稅前批售價，推估國內柴油與 92 無鉛汽油油價變動趨勢，加計稅費（貨物稅、空污/土污/石油基金、及營業稅等）估算國內實質油價（2015 年幣值），再根據手冊建議之社會折現率，估算未來年幣值的油料價格，藉以改善原手冊以現有價格加計國內物價上漲率的推估方式；在碳效益值推估方面，建議參考美國跨部會碳社會成本工作小組評估報告，選擇社會折現率最接近原手冊（5.35%）的 USG SCC 數值（5%實質價格）作為推估值參數，經過匯率之幣值轉換及物價上漲率調整成為實質價格（2015 年幣值），再根據手冊建議之社會折現率，估算未來年碳價格，並且參考 104 年 7 月 1 日施行溫室氣體減量管理法所訂定的事業排放超額量之罰鍰上限金額，設定每公噸 1,500 元新台幣為未來年碳價格推估值上限。至於在更新機制方面，則建議逐年根據本所整理之排放清冊資料、EIA 長期實質油價預測結果、國內最新年底油價、USG SCC 更新數值、國內長期油價推估、碳市交易參考價格等進行更新。

此外，為展現本研究成果之可操作性與對效益估值的影響，特選取國 1 五楊高架段興建案例和國 1 竹北交流道改善案例進行案例應用分析，並舉辦 2 場次教育訓練，以提升交通規劃與計畫評估相關業務人員之認知與觀念，正確運用本研究建議之最新資料與參數值，增進專案評估節能減碳效益之能力。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
105 年 8 月	382	460	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：

□密 □機密 □極機密 □絕對機密

（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，

□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）

☑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: The Study for Deployment and Improvement of Economic Appraisal Tool for Transport Project

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-04-9414-3 (pbk.)	1010501455	105-078-2287	104-PBB002

DIVISION: Planning Division
DIVISION DIRECTOR: Cheng-Wei Su
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng-Wei Su
PROJECT STAFF: Yu-Wen Yang, Yi-Cheng Chang
PHONE: 886-2-2349-6816
FAX: 886-2-2545-0428

PROJECT PERIOD
FROM February 2015
TO December 2015

RESEARCH AGENCY: Chung-Hua Institute for Economic Research
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Pei-Chang Wen
PROJECT STAFF: Po-Chun Chen, Hsiu-Mei Yu, Yi-Chin Hu, Jheng-Yuan Jheng , Pei-Ju Chung, Zi-Ying Wu
ADDRESS:75, Chang-Hsing St., Taipei, Taiwan, 106, R.O.C.
PHONE: 886-2-2735-6006
FAX: 886-2-2739-0610

KEY WORDS: economic appraisal, transportation project, energy saving and carbon emission

ABSTRACT:

The aim of this study is to propose a new version of estimation methodology and parameters of energy savings and carbon emission reductions, based on up-to-date knowledge of international literature and local practices, in order to enhance assessments of transport policy and project. It is a stockpile for the future revision of the Handbook of Economic Benefit Analysis for Transport Projects (2013/06 by IOT; below abbreviated as "the 2013 Handbook") to better estimate benefits of efficiency improvement of highway system. Subsequently, benefits of energy savings and carbon emission reductions can become parts of driving forces of transport policy and project toward sustainability.

Local parameters derived from the series of IOT studies of on-board measurements of fuel consumption and greenhouse gas emissions of vehicles are introduced in order to represent on-road dynamics of in-use vehicles. Moreover, estimation inconsistency between fuel savings and carbon emission reductions is eliminated in the newly suggested methodology with carbon emission reductions estimated in line with the above fuel savings estimations.

It is suggested to take the yearly variations of the forecast real-price of Brent by the Energy Information Administration, Department of Energy, USA (EIA) as the reference proxy. Domestic dealer real-prices are estimated based on the proxy and the most-updated end-year local fuel prices. The retail real-prices are the above dealer real-prices tapped with taxes and environmental fees, whereas the nominal prices are calculated from the real prices with the recommended social discount rate of the 2013 Handbook.

The replacement with the newly suggested methodology is expected to rectify the unjustified estimations of fuel price of the 2013 Handbook which makes use of domestic index of consumer price as multipliers for forecasting fuel prices. For the reference proxy for carbon value it is suggested to apply a 5% social discount rate to the real-price estimations, the closest to the recommended social discount rate of the 2013 Handbook, latest reported by the Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government (USG SCC).

Domestic social real-price of carbon is converted from the USG SCC with exchange rates and domestic inflation rates. Whereas the nominal prices are calculated from the real prices with the recommended social discount rate of the 2013 Handbook. However, 1,500 NTD/metric ton is set as the ceiling of nominal prices in compliance with the over-allowance monetary-penalty of the Greenhouse Gas Emission Reduction and Management Act which is launched in July 2015. It is further suggested to annually review estimations according to the most up-to-date references including the Annual Emission Inventory, IOT, Taiwan, the Annual Energy Outlook, EIA and the most recent end-year local fuel prices, updates of USG SCC if any, domestic long-term forecasts of fuel prices and carbon market prices, if available with credibility.

Finally, to display the operability and impacts of newly suggested methodology, the construction of Wu-Yang Viaduct of Highway 1 and the improvement of the Zhubei Interchange of Highway 1 were chosen as pilot cases for the new methodlogy. During two training sessions to promote awareness the newly suggested methodology, it was widely acknowledged that the suggested revision of this study to the 2013 Handbook are practically operable and helpful to equip professionals with methodology and parameters to better assess benefits of energy savings and carbon emission reductions of transport policy and projects.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
August 2016	382	460	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑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 計畫緣起 1-1
1.2 研究目的 1-2
1.3 工作項目 1-2
1.4 工作流程 1-3
第二章 文獻回顧 2-1
2.1 車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列 2-1
2.2 交通建設計畫經濟效益評估作業系列 2-17
2.3 交通建設計畫經濟效益之減碳評估案例 2-26
第三章 節能減碳之估算方法與效益參數檢討 3-1
3.1 節能減碳估算方式探討 3-1
3.2 節能減碳效益參數探討 3-15
3.3「102 年經效手冊」修訂建議方案與更新機制 3-53
第四章 案例實例 4-1
4.1 公路新建類案例 4-1
4.2 公路改善類案例 4-6
4.3 成果差異比較 4-13
4.4 教育訓練重要意見 4-21
第五章 結論與建議 5-1
5.1 結論 5-1
5.2 建議 5-4
參考文獻
附錄 1　期中、期末審查意見回覆表
附錄 2　專家座談會紀錄
附錄 3　動態能耗碳排實務應用查表（look-up table）
附錄 4　教育訓練課程教材與意見摘要紀錄
附錄 5　期末簡報

表 目 錄

表 2.1-1　車輛動態能耗碳排模式所考慮之車輛能耗、排放影響因素 2-5
表 2.1-2　車輛動態能耗碳排模式 CO_2 排放曲線之推估方法 2-7
表 2.1-3　2000-2013 年之全國車隊平均車輛燃油經濟性 2-9
表 2.1-4　車輛動態能耗與碳排模式之應用案例 2-16
表 2.1-5　交通策略對交通活動量與能耗碳排的影響 2-17
表 2.2-1　機車單位行車成本建議值 2-20
表 2.2-2　小客車單位行車成本建議值 2-21
表 2.2-3　小貨車單位行車成本建議值 2-21
表 2.2-4　大貨車單位行車成本建議值 2-21
表 2.2-5　機車對應車速之燃油消耗量建議公式 2-22
表 2.2-6　小客車對應車速之燃油消耗量建議公式 2-22
表 2.2-7　小貨車對應車速之燃油消耗量建議公式 2-23
表 2.2-8　大貨車對應車速之燃油消耗量建議公式 2-23
表 2.2-9　單位燃料價格建議值 2-24
表 2.2-10　二氧化碳（CO_2）排放係數建議值 2-25
表 2.3-1　減碳效益案例比較彙整 2-27
表 3.1-1　本年度經效手冊能耗推估及節能減碳內容更新建議彙整表 3-7
表 3.1-2　運輸部門軌道運具能源密集度 3-10
表 3.1-3　各類型交通策略之評估工具與能耗碳排推估方式 3-10
表 3.1-4　道路類型對照表 3-12
表 3.2-1　102 年經效手冊燃料價格設定參數 3-15
表 3.2-2　中油公司國內汽、柴油浮動價格調整機制沿革 3-22
表 3.2-3　國際機構之代表性預測報告 3-27
表 3.2-4　美國 EIA 模式假設：全球油儲量（2014 年初） 3-29
表 3.2-5　美國 EIA 模式假設：GDP 實質年均成長率（2010-2040 年） 3-29
表 3.2-6　美國 EIA 模式假設：三大情境 3-30
表 3.2-7　美國 EIA 模式假設：液體燃料需求年均成長率（參考情境，2010-2040 年） 3-31
表 3.2-8　二氧化碳損害參數建議值（2009 年幣值） 3-35

表 3.2-9　國外碳價格引用數值彙整表 3-39
表 3.2-10 國內碳價格引用數值彙整表 3-40
表 3.2-11 碳價格估值方法論彙整表 3-41
表 3.2-12 美國政府碳社會成本推估值(USG SCC estimates)對照表 3-43
表 3.2-13 國際碳權交易市場與商品標的關係彙整表 3-46
表 3.2-14 美國碳社會成本與碳市交易價格應用特性比較表 3-48
表 3.2-15 本計畫之碳價格推估值 3-52
表 3.3-1　本計畫研提之新版經效手冊修訂建議方案與更新機制彙整表 . 3-57
表 3.3-2　本計畫研提之新版經效手冊建議修訂項目中可能變動參數之更新資訊及其相關公告機制彙整表 3-59
表 4.1-1　國 1 五楊高速公路平日零方案交通量指派結果（目標年 120 年） 4-2
表 4.1-2　國道 1 號五楊高速公路各車種延車公里結果 4-2
表 4.1-3　國道 1 號五楊高速公路各車種能耗係數查表結果 4-3
表 4.1-4　國道 1 號五楊高速公路平、假日各方案能源消耗量 4-3
表 4.1-5　國道 1 號五楊高速公路目標年各方案能源消耗量 4-3
表 4.1-6　民國 120 年燃油價格 4-4
表 4.1-7　國 1 五楊高速公路能源節省效益 4-4
表 4.1-8　移動源燃料二氧化碳轉換係數 4-5
表 4.1-9　民國 120 年碳價格 4-5
表 4.1-10 國 1 五楊高速公路二氧化碳排放量 4-5
表 4.1-11 國 1 五楊高速公路二氧化碳節省效益 4-5
表 4.2-1　國 1 竹北交流道改善平日零方案交通量指派結果（目標年 120 年） 4-7
表 4.2-2　國 1 竹北交流道改善平日方案一交通量指派結果（目標年 120 年） 4-7
表 4.2-3　國道 1 號竹北交流道平日零方案改善各車種延車公里結果 4-8
表 4.2-4　國道 1 號竹北交流道平日方案一改善各車種延車公里結果 4-9
表 4.2-5　國道 1 號竹北交流道平日零方案各車種能耗係數查表結果 4-10
表 4.2-6　國道 1 號竹北交流道平日方案一各車種能耗係數查表結果 4-11
表 4.2-7　國道 1 號竹北交流道平日各方案能源消耗量 4-11

表 4.2-8　國道 1 號竹北交流道目標年各方案能源消耗量.....4-12
表 4.2-9　民國 120 年燃油價格（2015 年幣值）.....4-12
表 4.2-10 國 1 竹北交流道改善能源節省效益.....4-12
表 4.2-11 移動源燃料二氧化碳轉換係數.....4-13
表 4.2-12 國 1 竹北交流道改善二氧化碳節省效益.....4-13
表 4.3-1　前期與更新方法應用興建五楊高速公路能源節省量計算結果.4-14
表 4.3-2　前期與更新方法應用改善竹北交流道能源節省量計算結果.....4-14
表 4.3-3　前期與更新方法應用興建五楊高速公路碳節省量計算結果.....4-16
表 4.3-4　前期與更新方法應用改善竹北交流道碳節省量計算結果.....4-16

圖 目 錄

圖 1.4.1　整體工作流程圖 1-4
圖 2.1.1　小客車之實驗設計與模式建構流程 2-3
圖 2.1.2　車輛動態能耗碳排模式成果之概念 2-4
圖 2.1.3　小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）. 2-10
圖 2.1.4　小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）. 2-11
圖 2.1.5　大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）. 2-12
圖 2.1.6　大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）. 2-13
圖 2.1.7　機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）..... 2-14
圖 2.1.8　機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）..... 2-15
圖 2.2.1　行車成本節省效益的評估 2-19
圖 2.2.2　二氧化碳排放減少效益的評估 2-24
圖 3.1.1　動態能耗模式與 102 年經效手冊之推估比較：機車 3-3
圖 3.1.2　動態能耗模式與 102 年經效手冊之推估比較：小客車 3-4
圖 3.1.3　動態能耗模式之推估：大客車 3-5
圖 3.1.4　102 年經效手冊之推估：大貨車及小貨車 3-6
圖 3.1.5　運輸規劃模式與能耗碳排模式整合 3-8
圖 3.1.6　能耗綜合轉換率與能耗/碳排參數查找流程 3-13
圖 3.2.1　國內油價波動與物價指數變動（1986-2014 年）..... 3-16
圖 3.2.2　國內油價波動與工研院 Taiwan 2050 Calculator 使用推估值..... 3-19
圖 3.2.3　台電公司長期燃料價格預測流程圖 3-20
圖 3.2.4　國際油價變動趨勢 3-25
圖 3.2.5　美國能源部 EIA 國家能源模式之架構 3-26
圖 3.2.6　Brent 油價預測：美國能源部能源資訊署 2015 年年度能源展望（2015-2040 年）..... 3-28
圖 3.2.7　美國 EIA 模式假設：液體燃料產量 （參考情境之 OPEC 國家，2010-2040 年）..... 3-31
圖 3.2.8　美國 EIA 模式假設：液體燃料產量 （參考情境之非 OPEC 國家，2010-2040 年）..... 3-32
圖 3.2.9　我國油價長期預測（2015-2046 年）..... 3-33

圖 3.2.10 我國油價長期預測（2015-2046 年，未來年幣值）.....3-34
圖 3.2.11 國際碳價格（2014 年）.....3-38
圖 3.2.12 CERs 現貨市場價格變化趨勢示意圖.....3-48
圖 3.2.13 碳價格參數規劃流程示意.....3-49
圖 3.2.14 USG SCC 與溫管法上限推估值變化趨勢圖 3-51
圖 3.3.1 本計畫節能減碳量體、油價預測及碳價格推估之估算方式示意圖.....3-58
圖 4.3.1 小客車行駛於各道路類型及前期手冊能耗與速率關係圖 4-15
圖 4.3.2 機車行駛於各道路類型及前期手冊能耗與速率關係圖 4-15
圖 4.3.3 小客車行駛於各道路類型及前期手冊碳排係數與速率關係圖 .4-16
圖 4.3.4 小貨車及大貨車本計畫更新及前期手冊碳排係數與速率關係圖.....4-17
圖 4.3.5 大客車及機車行駛各道路類型及前期手冊碳排係數與速率關係圖.....4-18
圖 4.3.6 前期與本計畫更新小客車能耗係數之速率關係圖 4-20

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

面對政府整體財政日益窘困情況下，以經濟效益評估作為評斷公共建設計畫推動之優先順序，已為當前發展趨勢。因此，在公共建設計畫提出可行性或規劃報告時，均被要求需要進行經濟效益評估分析。由於政府辦理公共建設計畫之規模、性質迥異，不同類別之計畫各有其評估重點，本所遂於 96~100 年期間針對各類型交通建設辦理「交通建設計畫經濟效益評估作業」系列研究，除借鏡先進國家有關交通建設計畫效益評估作業規範或手冊，檢討國內既有作法外，並邀集技術顧問機構進行討論，同時辦理教育訓練課程，以提升我國交通規劃與計畫評估相關業務人員在經濟效益評估方面之知識與能力。經過意見反覆回饋修訂，已於 102 年 6 月編訂完成「交通建設計畫經濟效益評估手冊」供各界使用（以下簡稱「102 年經效手冊」）。

然而該手冊中對於公路運輸之溫室氣體 CO_2 參數設定，係以延人公里或延車公里之排放量為單位，此種以旅行距離計算公路運輸能耗排放方法，對於目前以提升速率或改善運作效率為主之交通建設計畫，可能無法充分反映其節能減碳效果。爰此，本所於 96~103 年辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究（以下簡稱「車輛動態能耗碳排模式」），針對上述傳統估算方式進行改善，其研究對象涵括小客車、大客車及機車等三大族群，除建構反映實際交通情境之車輛動態能耗碳排模式外，並與本所發展的運輸規劃模式充分整合，對於運輸部門節能減碳之政策評估有相當程度的助益。

鑑於上述兩項系列研究成果均有其貢獻與效益，若能適度將兩者之規劃評估工具加以整合應用，應可發揮更大綜效。例如連結車輛動態能耗碳排模式與運輸規劃模式，並整合於經濟效益評估，可更具體評估分析公路建設計畫（新建、改善）之節能減碳效益。爰此，本研究期能透過本所建構之車輛動態能耗碳排模式相關成果，針對傳統交通建設經濟效益評估中之節能減碳效益的估算方式進行改善，以強化運輸部門節能減碳政策與計

畫評估之說服力。此外，尚期透過相關教育訓練課程的推廣，提升交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念。

1.2 研究目的

1. 比較本所近年(96~103 年)建構完成之各車種車輛動態能耗碳排模式，及 102 年「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中有關節能減碳估算方式之差異，並進行相互整合。
2. 檢討經濟效益評估手冊中，有關節能減碳效益參數值，並提出修正建議。
3. 針對公路建設計畫之節能減碳效益，進行不同類型（如新建、改善）計畫之實例應用探討。
4. 研提推廣應用或教育訓練課程架構與教材，以為後續推廣之參考，並提升國內交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念。

1.3 工作項目

1. 文獻回顧
   （1）本所 96~103 年辦理之「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究。
   （2）本所 96~100 年及 102 年辦理之「交通通建設計畫經濟效益評估作業」系列研究。
2. 比較本所近年建構完成之各車種車輛動態能耗碳排模式，及 102 年度「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中有關節能減碳效益估算方式之差異，並進行相互整合。
3. 依據前項比較分析結果，檢討「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中，與節能減碳效益有關項之參數值，同時檢討其參數值並提出修正建議。
4. 針對公路建設計畫之節能減碳效益，進行不同類型（如新建、改善）計畫之實例應用探討。

5. 研提本研究成果之推廣應用或教育訓練課程架構與教材，並搭配前述實例應用，針對交通建設計畫主管機關，辦理教育訓練課程 2 場，以為後續全面推廣之參考。

1.4 工作流程

本研究之工作流程如圖 1.4.1 所示，主要工作包括：

1.文獻回顧，包括：

（1）車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列研究；

（2）交通通建設計畫經濟效益評估作業系列研究；

（3）重大交通建設計畫之經濟效益評估案例。

2.節能減碳效益估算方式探討。

3.節能減碳效益參數檢討與修正建議。

4.公路建設計畫之節能減碳效益之實例應用。

5.辦理教育訓練課程 2 場。

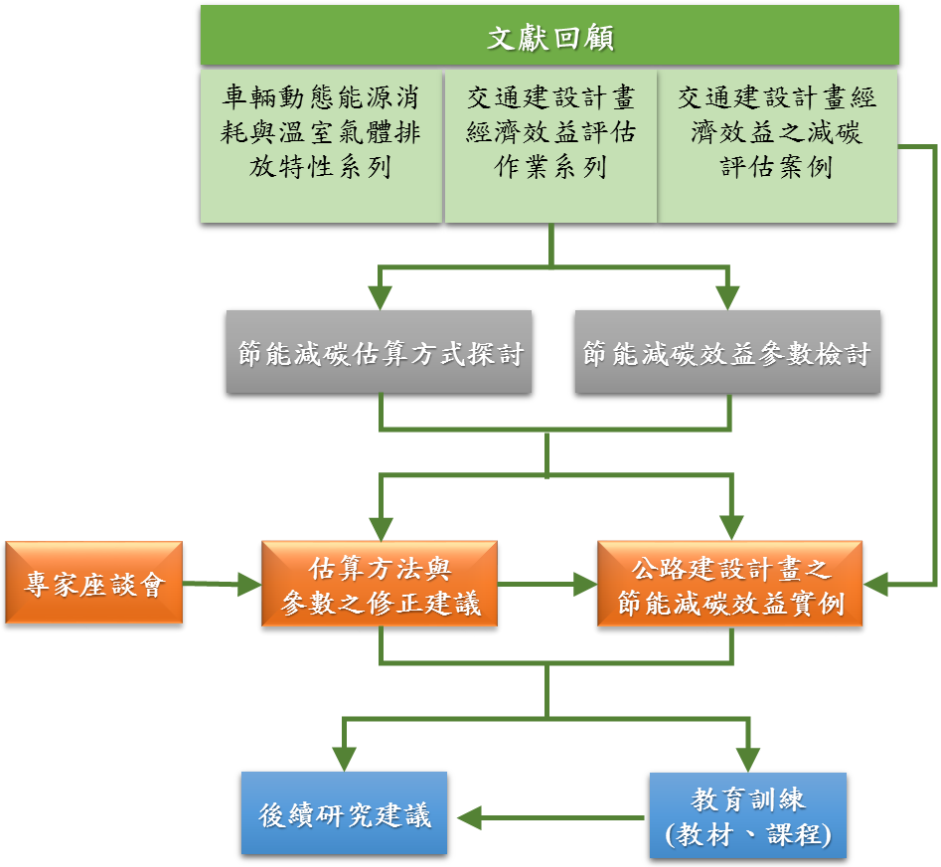


圖 1.4.1　整體工作流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列

2.1.1 發展沿革

國內運輸部門的能源消耗中，公路運輸約占 94%，為最大占比，明顯高於海、空及軌道運輸。傳統對於公路運輸的能耗、污染排放量計算方式，多以平均燃油經濟性（即每公升燃油的延車公里）及實驗室參數推估，無法明確得知實際於道路運行時，在不同速率或不同道路型態之能耗與污染排放量，實難以清晰地評估運輸計畫對環境面的影響。

有鑑於此，本所「運輸規劃與能源消耗、CO_2 排放整合型模式」系列研究由規劃面著手，考量於運輸計畫形成過程中，加強旅運行為與能源消耗、CO_2 排放之關聯性分析，可應用於分析不同運輸計畫方案、不同旅運行為等，對於能源消耗與 CO_2 排放之可能影響。換言之，未來重大交通建設在進行可行性分析時，除了考量旅行時間或旅行成本之外，亦可在運輸需求模式與方案規劃評估過程中，納入永續發展及能源消耗、碳排放間之關聯性評估，以促進運輸系統能朝「永續」方向發展。該系列研究建構運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性，發展出一套整合性評估架構，其成果可以提升運輸規劃模式之分析能力，使公路運輸計畫形成過程中，即能夠評量能耗與排放的影響，強化評估體系之完整性。

該系列研究自 96 年起，進一步藉由採用新式車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），先後針對小客車、大客車與機車，進行車輛之動、靜態能耗/排放特性蒐集與調查分析，採用車種、道路類型、坡度、車速等作為解釋變數，建構車輛之能耗/CO_2 排放推估模式，可於後續搭配交通模擬、運輸規劃模式應用時，能夠衡量出各交通運輸計畫/方案在能耗與溫室氣體排放的差異性，協助交通運輸計畫進行方案評估。該系列研究至 103 年止，已完成小客車、大客車（國道客運與市區公車）、機車等車種之模式建構，提供具有道路類型差異、隨速率變化的能耗/碳排參數，並已實際運用於多項微觀、巨觀問題之分析與評估，後續預計將分別於

104~105 年及 106~107 年繼續完成大、小貨車之能耗/CO_2 排放模式建構工作。

2.1.2 模式概念

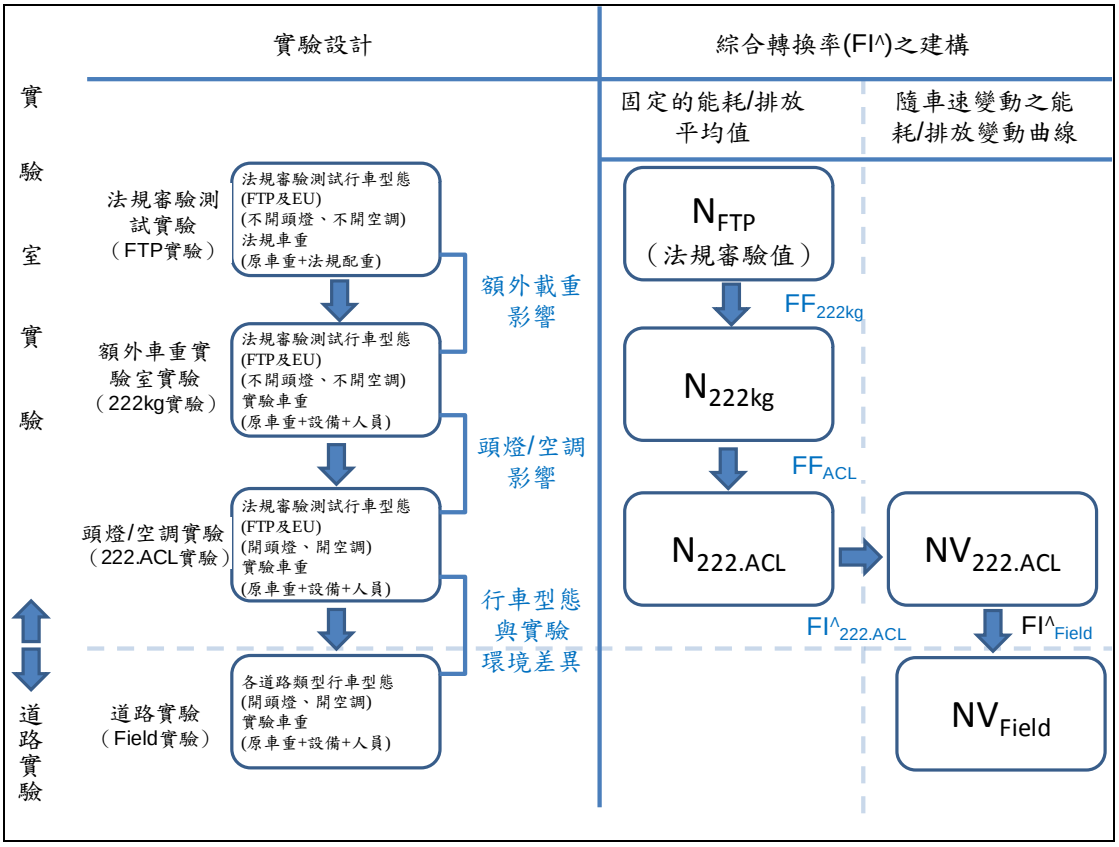
該系列研究基於實務應用目的來建構模式，計畫特色如下：

1.考慮交通部門計畫評估所重視的變數

在評估交通計畫方案、交通管理策略等實務應用的考量下，進行動態能耗與溫室氣體排放模式構建時，所考慮的影響因子著重能夠反應於交通部門可操作的變數，如道路類型、速率等；其他影響因素則設定為控制變數。

2.以綜合轉換率做為模式成果

考量國內車輛數難以進行全面性實測，在有限的研究資源下，以實驗設計方式，尋求法規審驗測試與道路實測情境的關聯。以小客車為例，以實驗室內的法規審驗為起始情境，再逐次變動載重、開啟頭燈空調、行車型態等狀態，最終為道路實測情境。在上述各別情境實驗間，可分別建構轉換率，整體來說，最初的情境與最終情境的綜合轉換率，即為該模式成果。



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，民國 99 年。

圖 2.1.1　小客車之實驗設計與模式建構流程

承上，如圖 2.1.2，模式成果為一套綜合轉換率（$CF^{\wedge}_{F.Cn}$），以此綜合轉換率再搭配車輛既有之平均值，即可展開成車輛於實際道路上之動態能耗特性（$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$），如式 2.1-1 所示；隨後可再透過碳排放轉換當量（FF_U），將車輛之動態能耗特性轉換成 CO_2 排放特性，如式 2.1-2 所示。

動態能耗推估值＝綜合轉換率 × 法規標準測試之能耗值

$$FUEL\left(g/s\right)=NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}=CF^{\wedge}_{F.Cn}(\%)\times N_T\left(g/s\right) \qquad （式 2.1-1）$$

動態CO_2排放推估值＝碳排放轉換當量(FF_U) × 動態能耗推估值

$$CO_2\left(g/s\right)=FF_U\times FUEL\left(g/s\right) \qquad （式 2.1-2）$$

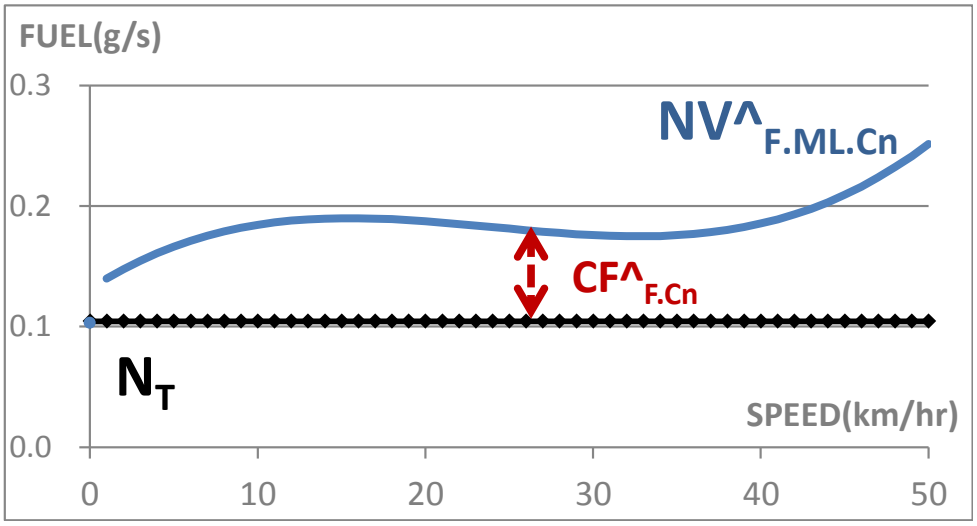
其中，

（1）各車種動態能耗推估值（$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$）：依據各車種、道路類型及速率改變之下，推估各車種能耗值，單位為 g/s。

（2）綜合轉換率（$CF^{\wedge}_{F.Cn}$）：依據各車種、道路類型及速率改變的綜合轉換率（%），此綜合轉換率與法規測試能耗平均值搭配，即可求得各車種動態能耗推估值。

（3）各車種法規標準測試能耗平均值（N_T）：為各車種法規標準測試能耗平均值（g/s），來源包含能源局之公告值、運輸部門排放清冊推估值及客運業者統計值等。

（4）碳排放轉換當量（FF_U）：將 IPCC 公告車用汽油CO_2排放係數（g/L），經由容積單位及油品密度轉換計算可得。



資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年 5 月。

圖 2.1.2　車輛動態能耗碳排模式成果之概念

2.1.3 模式內容

如上所述，該系列研究之模式構想（建構綜合轉換率）皆相同，惟因應下列因素，調整不同車種之研究與實驗設計如下：

1.不同車種之既有平均值的來源不同，需對應調整實驗設計

小客車與機車因有能源局公告之法規標準測試之能耗值（即在法規標準測試實驗室，依法規規定之執行程序進行測試），故可以該法規審驗值作為模式展開的基礎，但大客車僅有客運業者內部所統計的實際能耗值，故不同於機車與小客車之實驗設計，大客車僅在實際道路進行特性資料調查。

2.不同車種所考量的影響因子不同

從車種之既有平均值出發，其間透過實驗設計之方式，蒐集與分析不同條件下之實驗數據，可釐清各個影響因素對於車輛能耗/CO_2排放之影響，如頭燈、重量、道路類型等。惟因應不同車種能耗/碳排之受影響因素與應用重點的差異，所考慮的影響因子也略有不同。茲將機車、小客車與大客車所考慮的能耗與排放影響因素整理如表 2.1-1。

表 2.1-1　車輛動態能耗碳排模式所考慮之車輛能耗、排放影響因素

<table>
<tr><th colspan="3">車種
影響因素</th><th>小客車</th><th>大客車</th><th>機車</th><th>備註</th></tr>
<tr><td rowspan="5">動態特性</td><td rowspan="3">道路交通條件</td><td>道路類型</td><td>O</td><td>O
國道：國 1、國 5</td><td>O</td><td rowspan="3">● 小客車之坡度影響，係於實驗室內分析，結果顯示小客車之能耗/排放會受到坡度改變的影響，且坡度越陡（分別為 0%、2%、3%、4%），其能耗/排放也越高。惟受限於實驗室只能進行上坡實驗，加上當時無法取得國道 1 號之坡度資料，是故模式建構時無法將該影響因子納入考量。
● 坡度對大客車影響顯著，故以資料分組之方式將此影響因素納入考量，建立分坡模式。在資料分組時，是同時考慮上、下坡，且針對上、下坡又區分不同坡別。
● 機車多數行駛市區道路、坡度路段較少，故暫不納入模式（實驗僅調查平坡路段數據）。</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>V
實驗室：上坡</td><td>O</td><td>忽略</td></tr>
<tr><td>尖離峰/加減速</td><td colspan="3">調查資料充分涵蓋</td></tr>
<tr><td rowspan="3">行駛條件</td><td>車重</td><td rowspan="3">充分控制</td><td>實際營運狀態</td><td rowspan="3">充分控制</td><td rowspan="3">大客車受限於客運業者實際的營運狀態，部份影響因子無法分析差異，例如開頭燈空調與否（營運要求均為開啟狀態）、車重（乘客上下車影響車重）等。</td></tr>
<tr><td>開啟頭燈/空調</td><td rowspan="2">調查充分控制</td></tr>
<tr><td>駕駛人行為</td></tr>
<tr><td rowspan="4">靜態特性</td><td rowspan="3">車輛條件</td><td>引擎與車輛技術、引擎耗損程度（車齡、行駛里程）</td><td colspan="2">充分控制</td><td>O</td><td rowspan="3">考量機車的能耗/排放受車輛靜態特性影響較大，故納入考量的因素較多。</td></tr>
<tr><td>車體/車型</td><td colspan="3" rowspan="2">充分控制</td></tr>
<tr><td>保養程度差異</td></tr>
<tr><td colspan="2">油料技術差異</td><td colspan="3">列入控制變數</td></tr>
</table>

註：O 表示納為模式分類變數；V 表示有部分資料但尚未建立分類模式。
資料來源：本研究。

3.模式建構方法/路徑已因應資料當下分析結果與資料特性予以調整

受到資料特性與分析結果影響，該計畫之小客車、大客車與機車在求取車輛動態之CO_2排放曲線的方法上略有不同，茲以表 2.1-2 詳細說明之。

（1）小客車

由於目前市售之各式小客車，皆需通過法規審驗測試行車型態之能耗與排放標準測試（EU 或 FTP），始得上市銷售，同時檢測之能耗結果亦會公布於經濟部能源局「車輛能耗指南」，提供社會大眾查閱參考。因此，該計畫研究設計概念，係藉由車輛分別在實驗室與道路實驗中取得之分析結果，建構綜合轉換率，再以法規標準測試值為起始值，利用綜合轉換率展開成動態速率下之能耗/碳排係數。

（2）大客車

相較於小客車與機車模式有實驗室法規測試可做為模式基礎，國內大客車目前在上市前尚未有審驗機制，因此該計畫係直接以大客車道路實測資料建構綜合轉換率，起始值則可利用單一車輛或一組車隊的平均能耗值，做為模式應用出發點。

（3）機車

與小客車相同，機車上市前亦需通過法規審驗測試行車型態之能耗與排放標準測試，因此可同樣由法規標準測試值出發。然而，為配合環保六期法規標準測試（預計 106 年施行，將採用 WMTC 行車型態），機車模式需先將車輛之環保四期、五期法規標準測試結果轉換成環保六期標準測試值，再以類似小客車模式建構的作法，建立機車模式。主要差異在於環保四期、五期法規行車型態之最高速率為 50km/hr，難以推估速率高於 51km/hr 的能耗/碳排係數，因而改以有高速行車樣態設計之環保六期法規標準測試做為模式建構基礎。

表 2.1-2　車輛動態能耗碳排模式 CO_2 排放曲線之推估方法

車種	能耗及 CO_2 排放曲線之推估方法	實驗車與資料庫
小客車 （96~98 年）	• 有能耗標準，新車上市前需通過審驗；能源局每年公告當年度新車審驗測試結果。 • 依據實驗車在實驗室與道路實際量測資料，建構法規審驗與道路實測的綜合轉換率，並以道路類型、速率為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國小客車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。	• 實驗車型篩選原則： （1）國內主流車型 95 年底統計資料顯示，87.2%排氣量為 1,200-2,400c.c.自用轎式小客車。 （2）車內空間 可容納車載量測設備，復舊成本小。 （3）實驗操作性 車輛性能、後續維修保養。 • 實驗車： （1）中華三菱 Space Gear 廂型車（2400c.c.、3 期） （2）國瑞（豐田）YARIS 轎式（1500c.c.、4 期） （3）台灣本田 HONDA CIVIC LX 轎式（1800c.c.、4 期） • 資料庫：實驗室 85,598 秒，道路實驗 386,197 秒。
大客車 （99~100、103 年）	• 國內尚無能耗標準，客運業者自行紀錄各路線（或場站別）車隊之平均耗油率。 • 依據實驗車在道路實際量測資料，建構該車平均耗油率與道路情境之綜合轉換率，並以道路類型、速率、坡度為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國大客車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。 • 國 1 及國 5 因道路與車隊運行條件，速限、坡度占比、長隧道占比、車隊車齡（環保期別分布）等皆有顯著差異，故分別建構國 1 及國 5 客運動態能耗碳排模式。	• 實驗車型篩選原則： （1）客運業者配合度 99~100 年獲得首都客運支持；103 年則有統聯客運全力協助。 （2）公車營運主流車型 98 年底統計資料顯示，營業用大客車 35.3%排氣量為 7,201-8,000c.c.，21.8%為 11,001-13,000c.c.。 102 年底統計資料顯示，營業用大客車 46.7%排氣量為 7,201-8,000c.c.，9.7%為 11,001-13,000c.c.。 （3）車內空間 可容納車載量測設備，復舊成本小。 （4）環保期別 歐盟 4 期以上車輛配備 OBD，本研究盡可能選用。 • 實驗車： （1）首都客運 SCANIA K380（11,705c.c.、歐盟 4 期、臺北-羅東） （2）首都客運 DAEWOO BS120CN（7,640c.c.、歐盟 4 期、臺北市 262 線） （3）統聯客運 MITSUBISHI RP51JP3L（12,882 c.c.、美國 4 期、臺北-台中） • 資料庫：道路實驗 727,486 秒。

表 2.1-2　車輛動態能耗碳排模式 CO_2 排放曲線之推估方法(續)

車種	能耗及 CO_2 排放曲線之推估方法	實驗車與資料庫
機車 （101~102 年）	• 有能耗標準，新車上市前需通過審驗；能源局每年公告當年度新車審驗測試結果。 • 依據實驗車在實驗室與道路實際量測資料，建構法規審驗與道路實測的綜合轉換率，並以道路類型、速率為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國機車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。	• 實驗車型篩選原則： （1）國內主流車型 101 年底統計資料顯示，77.8%為普通重型機車（51~250c.c.）。 （2）主要廠牌 101 年底國內機車銷售量以「光陽（36.7%）」、「山葉（30.6%）」及「三陽（27.9%）」為前三大廠牌。 （3）車齡（環保期別） 以國內機車環保標準演進為基礎，自 93 年起實施 4 期與 97 年 7 月 5 期環保標準為優先，可兼顧環保期別和引擎技術差異。 • 實驗車 （1）三陽悍將 4V 125c.c.（4 期化油器） （2）光陽 V1 奔騰 125c.c（5 期噴射） （3）山葉 RS ZERO 100c.c（5 期噴射） （4）光陽 Racing 雷霆 150c.c（5 期噴射） （5）三陽悍將 4V 125c.c（4 期化油器） • 資料庫：實驗室 60,324 秒，道路實驗 389,172 秒。

資料來源：本研究整理。

2.1.4 模式成果

1.分析單位：可採用「距離」或「時間」

由於蒐集了時間基礎（time-base）之能耗/排放資料，在進行能耗率與碳排係數分析時，可提供距離（車公里）或時間（車時間）等不同單位的能耗/排放參數。對於傳統做法，可評估車公里變化之影響，還增加車輛原地停等下的能耗與碳排量分析能力，對於車輛動態能耗與碳排量之估計精準度可大幅提高，並提升道路、速率變化之敏感度。

2.分析對象：可以是「單一車輛」或「全國/特定車隊」

（1）單一車輛

以單一車輛之新車法規標準測試市區能耗平均值（能源局公布之新車審驗值）為輸入值，再結合綜合轉換率，可得到該車在實際道路上之動態能耗與 CO_2 排放推估曲線，得到各道路類型、各速率下的能耗率與碳排係數。

（2）全國/特定車隊

全國車隊之推估，係依據本所在「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」提供之歷年各車種燃油效率，如表 2.1-3 所示。該耗油率（以下簡稱為 N_{IOT}（km/l））,可代表全國車隊在真實道路上、實際運行狀態下之耗油平均值。以此值作為輸入值，再結合綜合轉換率，即可將 N_{IOT}（km/l）轉換成全國小客車、大客車（市區公車和公路客運）和機車在實際道路上之動態能耗與 CO_2 排放推估曲線，得到各道路類型、各速率下的能耗率與碳排係數。採用全國車隊的應用方法，更適合與運輸模型結合，用以分析路網問題。類比應用於大客車路線分析或縣市地區或特定案例分析時，亦可以該特定分析對象的車隊平均值代入，推估特定車隊的能耗/排放狀況。

表 2.1-3　2000-2013 年之全國車隊平均車輛燃油經濟性

單位：公里/公升

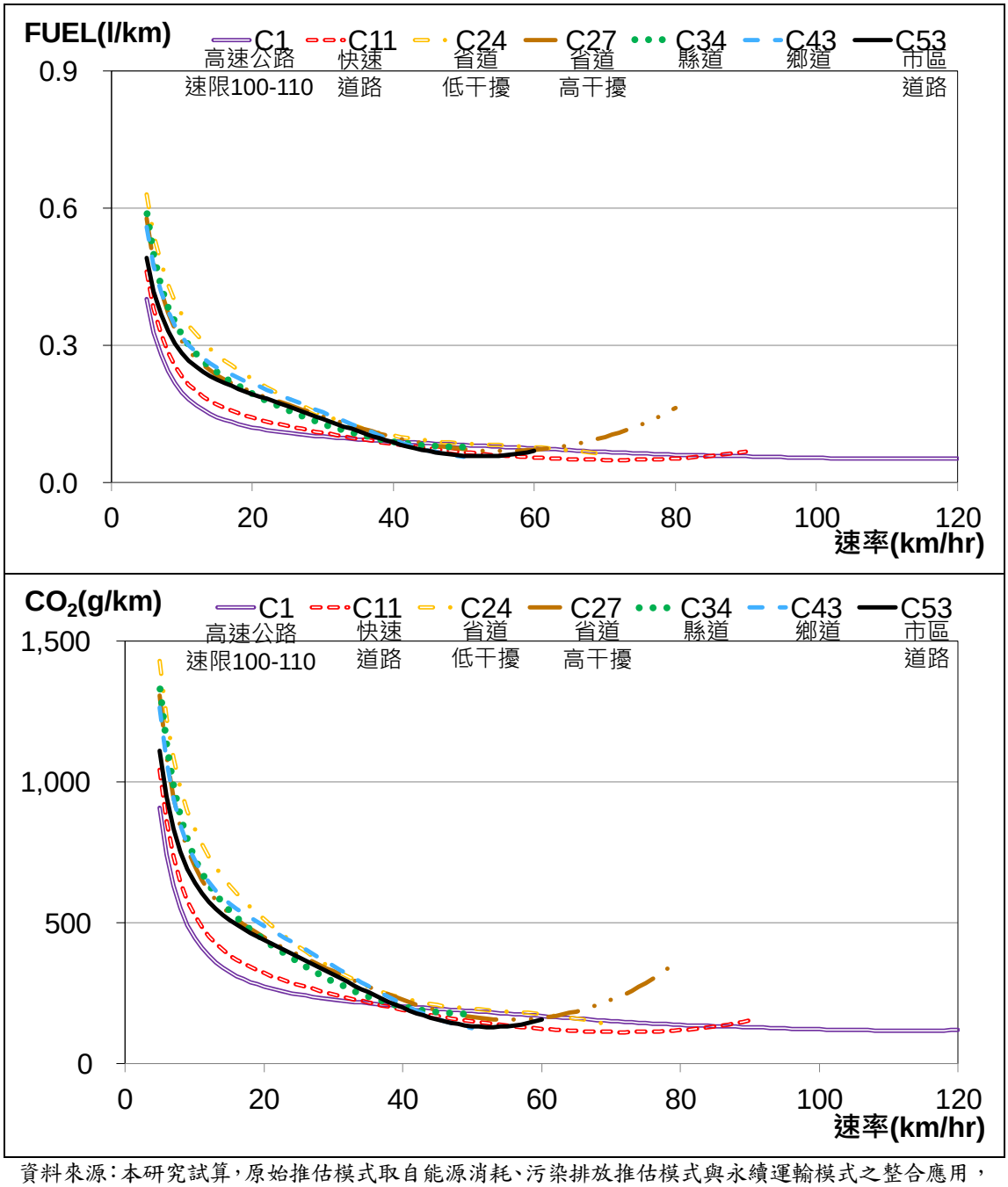
車種	自用小客車	營業小客車		自用小貨車		營業小貨車		大客車					大貨車		機車
年份	汽油	汽油	LPG	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車與客運車			自用	營業	
										公車+客運車	市區公車	公路客運			
2000	10.20	8.86	-	8.33	7.16	7.99	6.19	2.75	3.08	2.51	2.08	2.75	3.04	2.89	21.8
2001	10.00	8.86	-	8.33	7.23	7.95	6.30	2.95	2.92	2.63	2.08	2.95	2.77	2.63	22.3
2002	9.94	8.86	-	8.32	7.29	7.91	6.41	2.94	2.92	2.65	2.13	2.94	2.64	2.51	22.3
2003	9.94	8.69	-	8.32	7.35	7.88	6.51	2.98	2.83	2.69	2.16	2.98	2.60	2.47	21.8
2004	9.70	8.69	-	8.31	7.41	7.84	6.62	3.04	2.83	2.74	2.20	3.04	2.59	2.46	21.8
2005	9.70	8.69	8.55	8.31	7.48	7.81	6.73	3.08	2.98	2.77	2.21	3.08	2.49	2.37	21.7
2006	9.84	8.69	8.55	8.31	7.54	7.77	6.83	3.07	2.98	2.76	2.21	3.07	2.41	2.29	21.7
2007	9.84	9.15	8.21	8.30	7.60	7.73	6.94	3.09	3.02	2.78	2.22	3.09	2.40	2.28	22.0
2008	10.14	9.15	8.21	8.30	7.66	7.70	7.04	3.06	3.02	2.76	2.27	3.06	2.34	2.23	22.0
2009	10.14	8.69	7.66	8.29	7.72	7.66	7.15	3.03	3.30	2.74	2.29	3.03	2.21	2.10	22.4
2010	10.21	8.69	7.66	8.29	7.79	7.62	7.26	3.10	3.30	2.81	2.37	3.10	2.32	2.20	22.4
2011	10.21	8.79	8.28	8.28	7.85	7.59	7.36	3.19	3.40	2.81	2.32	3.19	2.31	2.20	22.3
2012	10.28	8.79	8.28	8.28	7.91	7.55	7.47	3.18	3.40	2.92	2.64	3.18	2.38	2.26	22.3
2013	10.28	8.79	8.28	8.28	7.97	7.51	7.58	3.27	3.40	2.79	2.34	3.27	2.87	2.73	22.30

註：公路客運包含國道客運、公路客運路線資料。
資料來源：本所。

3.各車種動態能耗與碳排曲線

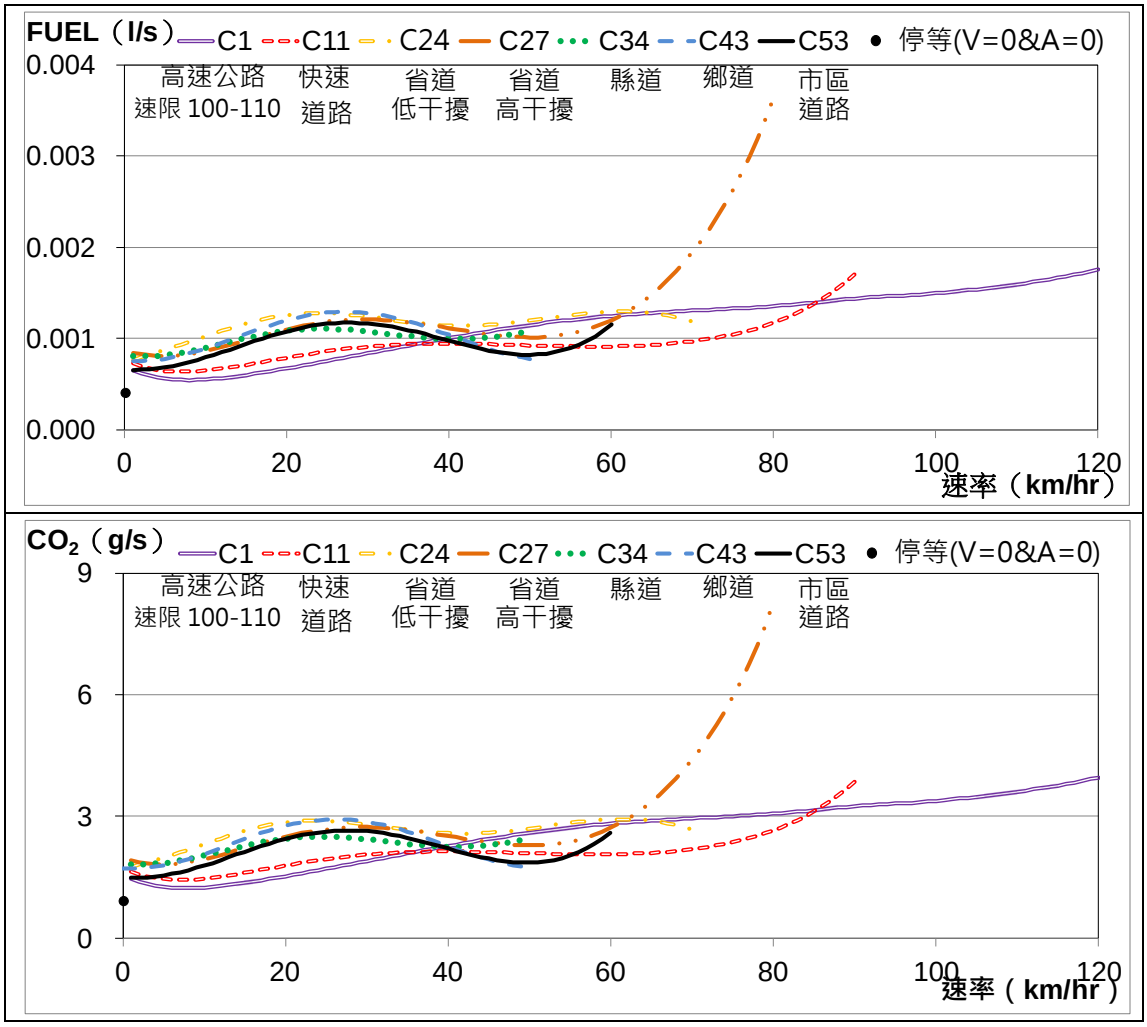
該計畫成果將全國車隊平均值代入模式之後的推估結果製成方便應用的查找表（lookup table，詳見 3.1.3 節），並依小客車、大客車及機車分別繪製圖示如圖 2.1.3 至圖 2.1.8 所示，可供各界參考使用。其中，由各車

種能耗及排放動態曲線圖顯示，當行駛速率在低速區間時，能耗表現敏感度較高；道路層級越高時，因停等、加減速情況較少，車流較為穩定，同速度下之燃油經濟性較佳；機車在不同道路類型之能耗表現差異性不大。



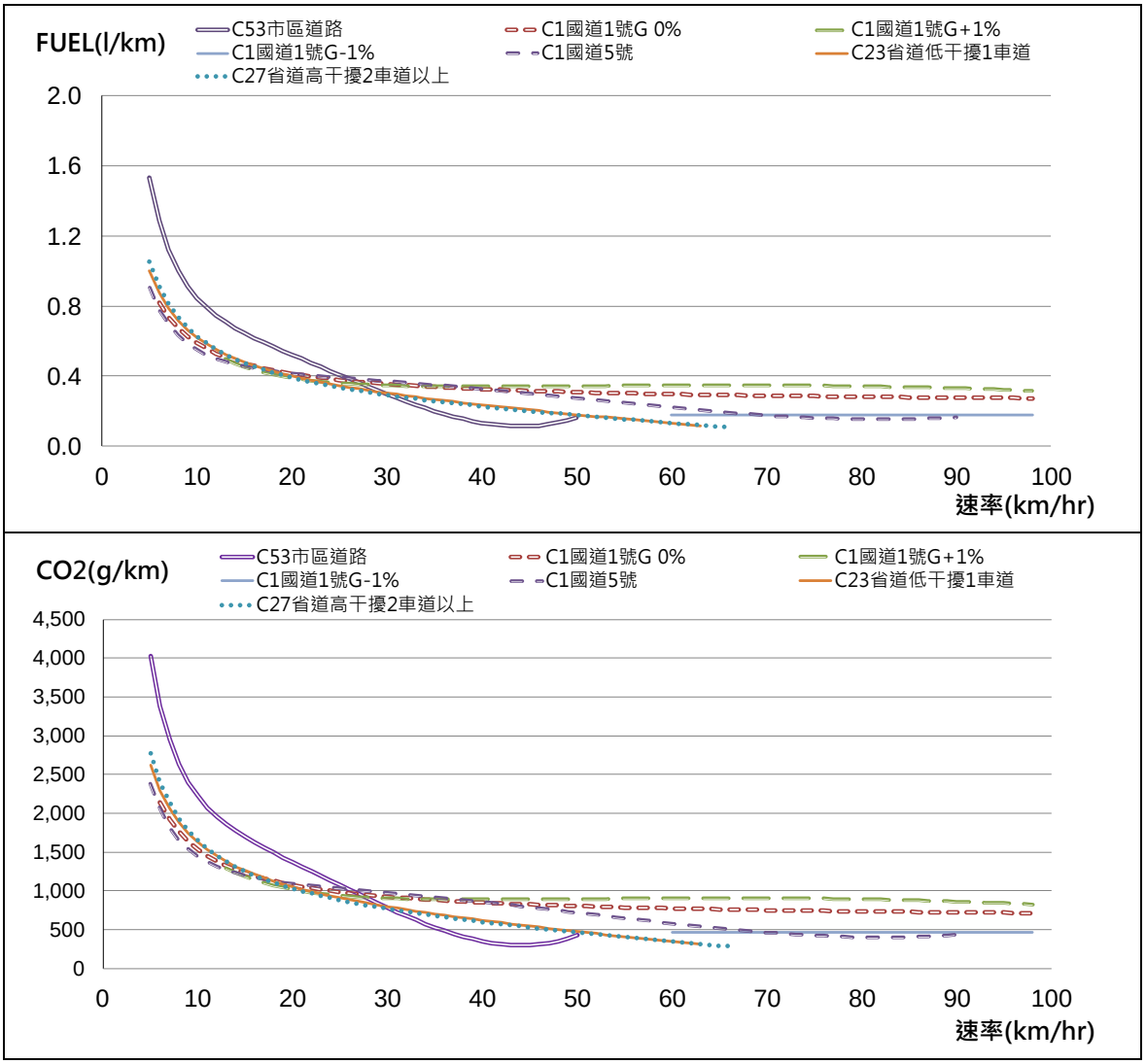
資料來源：本研究試算，原始推估模式取自能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，99 年。

圖 2.1.3　小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）



資料來源：本研究試算，原始推估模式取自能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，99 年。

圖 2.1.4　小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）



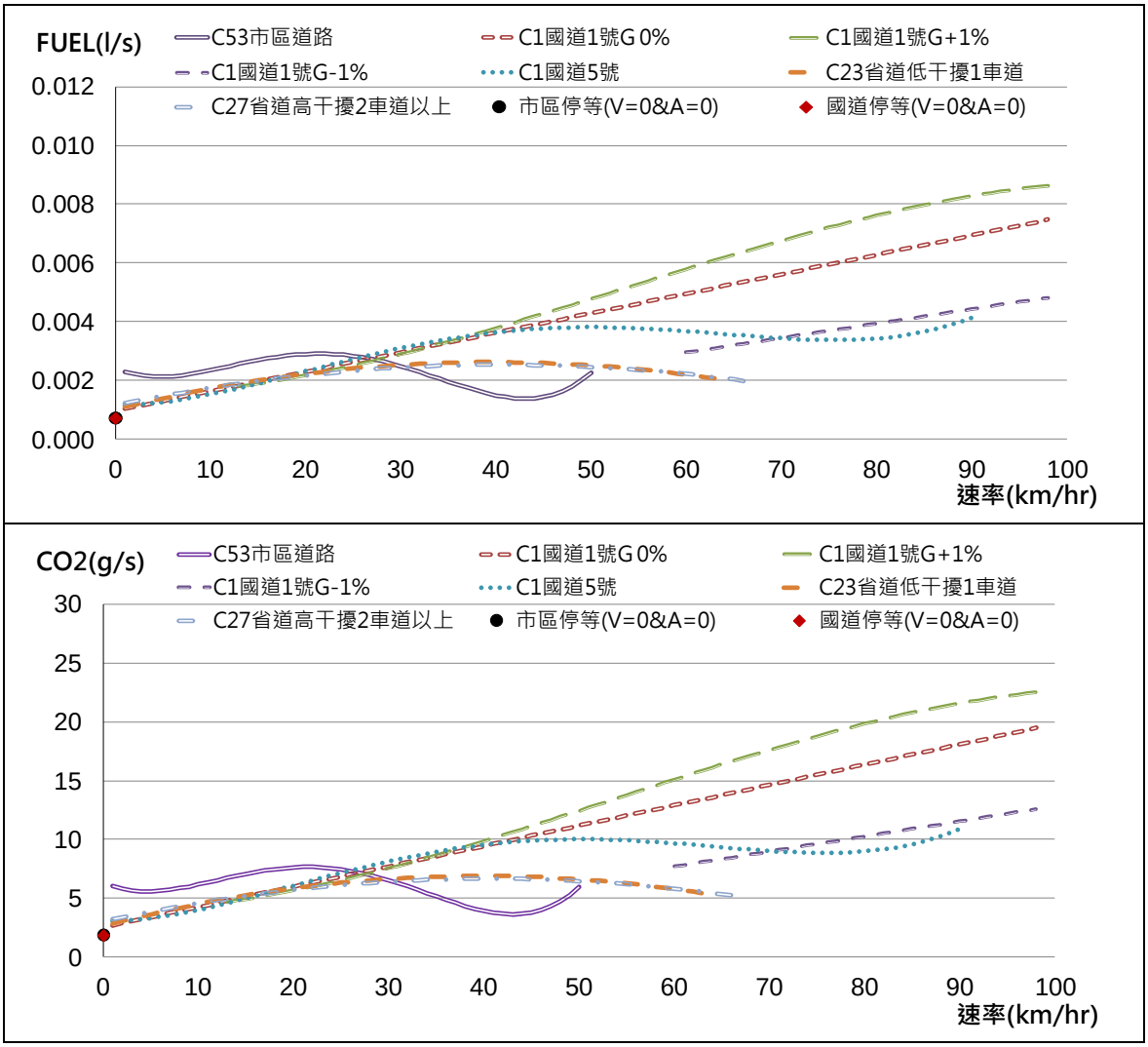
註：G+1%代表「1%≦坡度＜2%」；G 0%代表「-1%＜坡度＜1%」；G-1%代表「-2%＜坡度≦-1%」。

資料來源：1.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，本所，100 年。

2.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，本所，101 年。

3.本研究試算，原始推估模式取自大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討，本所，104 年。

圖 2.1.5　大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）



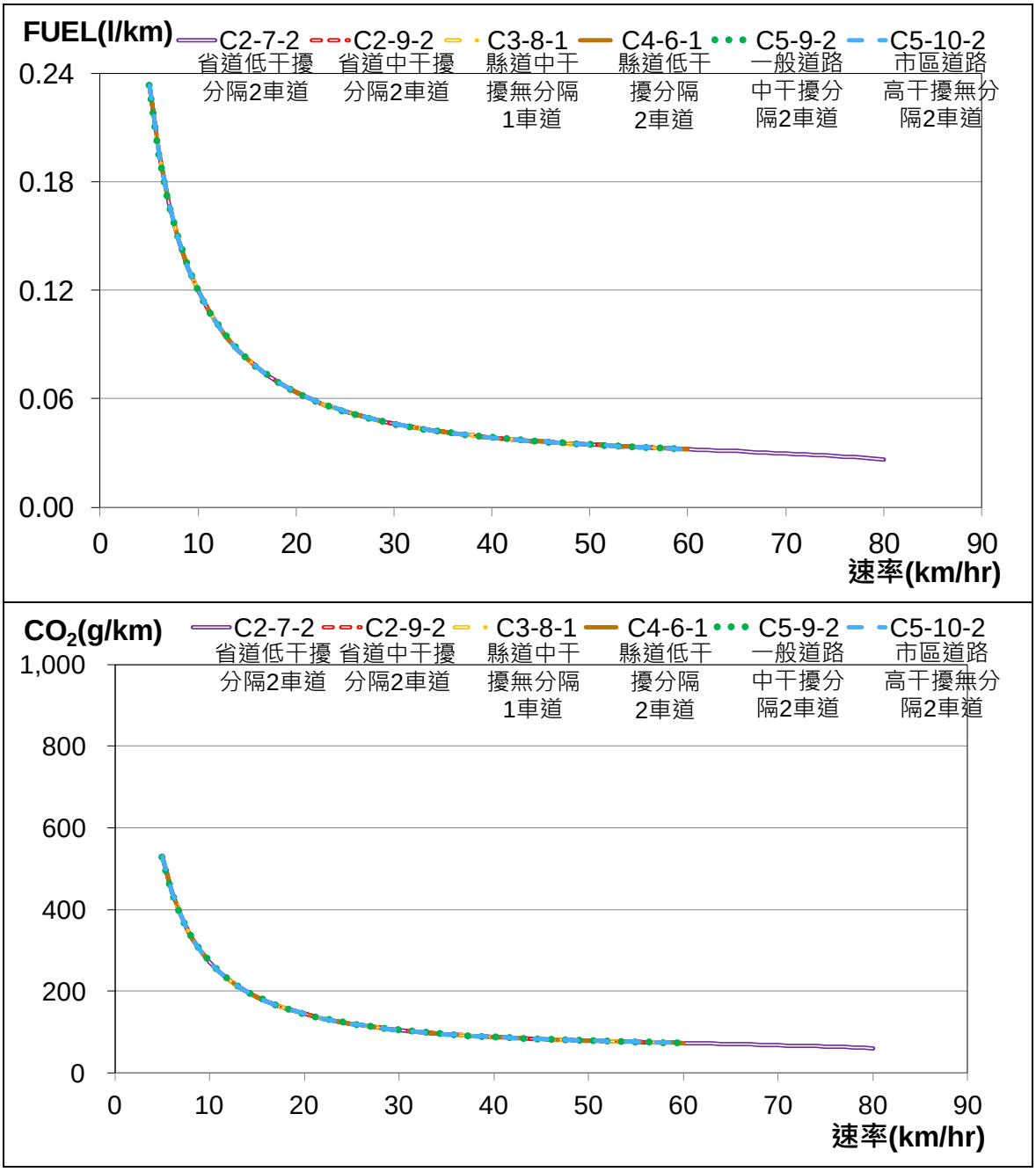
註：G+1%代表「1%≦坡度＜2%」；G 0%代表「-1%＜坡度＜1%」；G-1%代表「-2%＜坡度≦-1%」。

資料來源：1.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，本所，100 年。

2.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，本所，101 年。

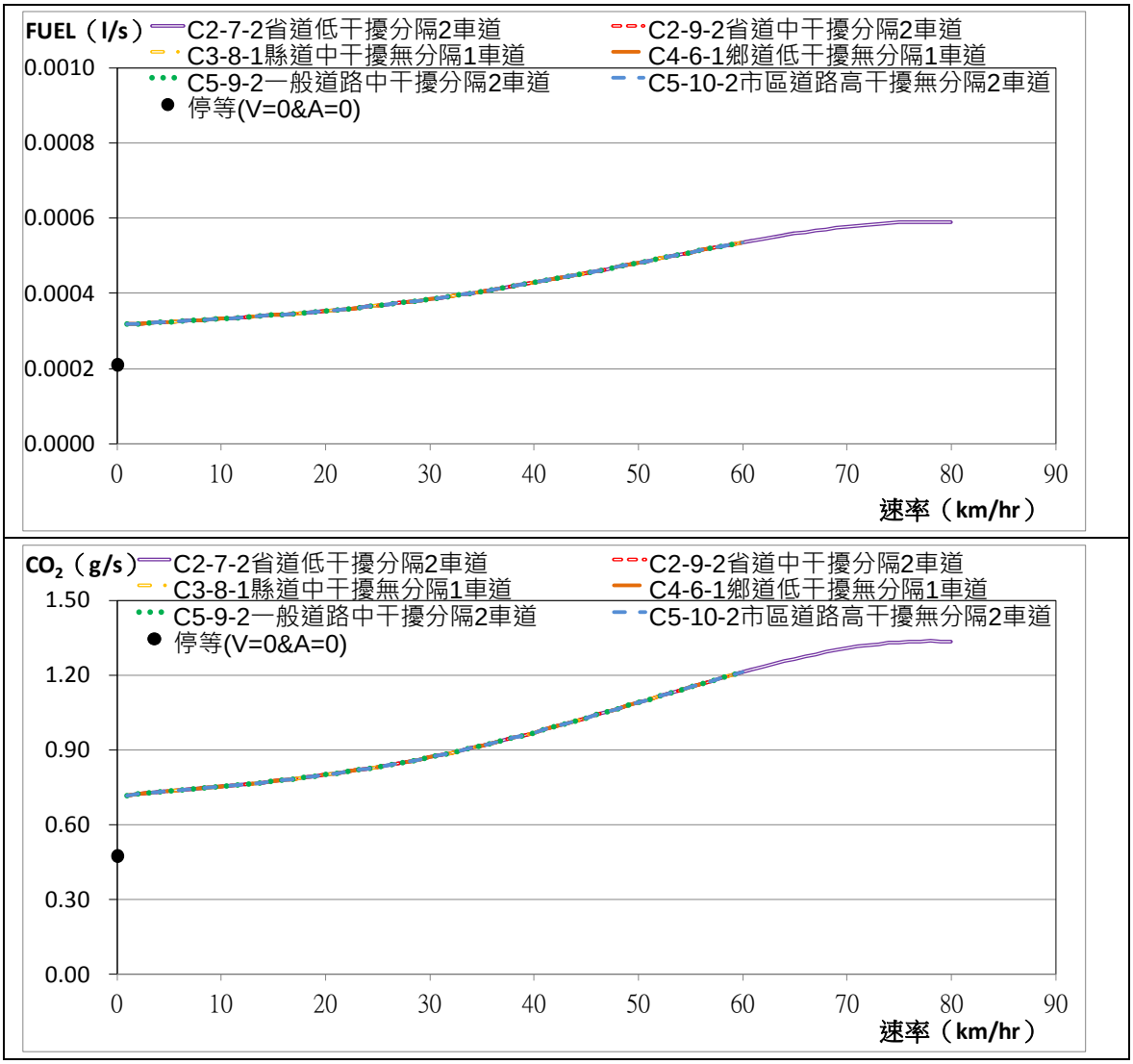
3.本研究試算，原始推估模式取自大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討，鼎漢國際工程顧問公司，103 年。

圖 2.1.6　大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）



資料來源：本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年。

圖 2.1.7　機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（距離版）



資料來源：本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年。

圖 2.1.8　機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2013N_{IOT} 值代入（時間版）

2.1.5 應用案例

該系列研究透過應用案例，展現模式在不同尺度（微觀、巨觀問題）、結合不同運輸模型（運輸規劃、交通模擬）進行案例分析，並配合本所「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫」系列研究擴大推廣應用範圍。茲將相關的案例彙整於表 2.1-4。

表 2.1-4　車輛動態能耗與碳排模式之應用案例

類型	運輸模型	案例名稱
巨觀	運輸規劃	■ 高速公路收費站實施 ETC 與人工收費之比較 ■ 高速公路實施里程計費並調漲費率 50%實施成效 ■ 國 1 五股-楊梅路段拓寬效益評估 ■ 臺北市各車種碳排當量之分析
	IDAS	■ i3 Travel 愛上旅遊計畫-推動低碳觀光與智慧旅遊服務 ■ 高快速公路整體路網交通管理系統 ■ 高速公路電子收費系統 ■ 99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程
微觀	交通模擬（VISSIM）	■ 95 年度桃園交流道連絡道（大興西路）E 化交通智慧交控 ■ 99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程 ■ 100 年度新北市時制重整及交控系統擴充計畫 ■ 100 年度台北市智慧化號誌時制設計及控制管理計畫
平台	ITS 節能減碳評估示範系統	■ 路徑節能減碳 KPI 預估模組 ■ 路測車輛節能減碳 KPI 計算模組

資料來源：本研究。

2.1.6 小結

該計畫以整合運輸模型為出發點，建構一套車輛動態能耗與碳排推估模式，主要變數為車種、道路類型與速率。對於交通計畫來說，可以評估不同方案間的敏感度。從節能減碳的計算方式可知：

耗油量=交通活動量 × 油耗率　　（式 2.1-3）

碳排量=交通活動量 × CO_2 排放率　　（式 2.1-4）

其中，交通活動量屬於交通模式評估的範疇；油耗率或 CO_2 排放率屬於能耗模式的範疇，兩者結合可計算能耗與碳排量。歸納各種交通建設計畫、交通管理策略對於交通活動量的影響方式，彙整如表 2.1-5 所示。

表 2.1-5　交通策略對交通活動量與能耗碳排的影響

交通策略	對能耗碳排之影響
運量改變	車行公里、車行小時減少，越節能減碳
車速改變	路網效率提升的提速效果使得耗油率更經濟，越節能減碳
運具改變	較耗能的私人運具移轉到較節能的大眾運輸，越節能減碳
路線改變	替代道路造成不同等級路網間之車流移轉，當移轉到速率較高的道路類型，越能節能減碳

資料來源：本研究。

2.2 交通建設計畫經濟效益評估作業系列

2.2.1 發展沿革

交通建設計畫是國家經濟發展的基礎，通常具有投資龐大，且建設期程長之特性，然而在政府有限的財政資源下，實有必要透過客觀的經濟效益評估，以促使國家整體資源達最有效的利用。因此，本所參考國家發展委員會(原行政院經濟建設委員會)於民國 94 年 12 月制訂之「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」，檢視交通建設計畫之特質並針對其經濟效益評估問題進行全面性的檢討，於民國 96 至 102 年間藉由「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」及「行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用」等 2 項研究計畫之執行，以社會福利觀點與相關理論基礎，建議成本效益分析模型並提出分析架構，其規範內容除了基本的經濟效益評估參數設定及定義說明外，更包含公路、軌道、航空及港埠四種不同運輸系統下的經濟效益評估準則及方法。

該系列研究於96至100年間持續探討交通建設計畫經濟效益評估作業相關參數及適用性，為評估規範與計算方法奠定良好基礎，續於 102 年開發完成新版本之評估工具軟體並編製使用手冊。其主要目的有二：

1.針對國內各類型交通建設計畫建立客觀、系統化、具有公信力的經濟效益評估原則與方法，以及簡潔易操作的實務評估作業規範，以提供運輸部門相關機關進行交通建設計畫經濟效益評估時之參考。主要內容包含評估過程使用之成本與效益項目及其定義說明，以及必要之參數設定與說明等。

2.除提供評估工具軟體使用外，亦針對評估分析者在進行經濟效益評估過程所可能產生的常見問題提供問答集（Q&A），期使交通建設計畫的經濟效益評估過程更具實務操作性。

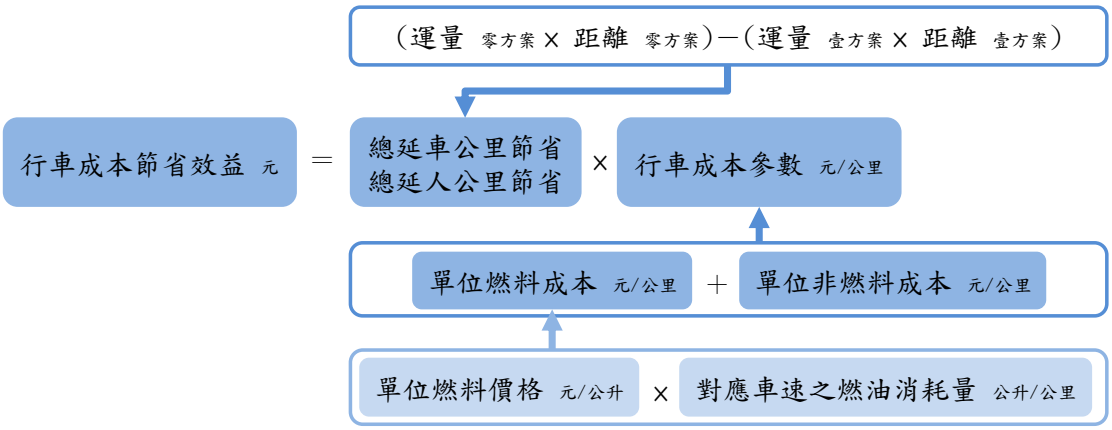
2.2.2 節能減碳計算方法

前期系列研究於節能減碳效益估算主要以交通運量作為運算基礎（例如延車公里、延人公里或延噸公里），茲將 98 至 102 年間採用之估算方式，以及相關參數值彙整說明如后。

其中，公路運輸之行車成本節省計算時考慮了車速差異下的耗油率，較為貼近現實，但在 CO_2 排放節省效益的估算時，公路運輸部分則引用固定的排放係數（參見表 2.2-4），與車速無關。二者計算方法不一致，且減碳效益的估算也無法適當反應公路系統車行速率改變（路網績效提升）的效益，實有整合調整之必要，即應建立具有內部一致性的公路運輸行車成本節省與減碳效益估算方法，此為本研究重要目標之一。

1.行車成本節省效益（節能效益）

行車成本指的是隨車輛使用（與行駛里程有關）而變化的成本，其評估原則係利用延車公里或延人公里的變化作為基礎，並乘以行車成本參數估算而得，詳圖 2.2.1 所示。其中，行車成本參數為單位燃料成本與單位非燃料成本之總和，相關建議的計算公式與參數，詳表 2.2-1~2.1-3 所示。



註：該系列計畫計算行車成本節省效益方法相同，故以 102 經效手冊內容做為示意。
資料來源：102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

圖 2.2.1　行車成本節省效益的評估

就單位燃料成本而言，如表 2.2-1~2.2-4，其評估方式為「單位燃料價格」乘以「對應車速之燃油消耗量」。其中，「對應車速之燃油消耗量」係依據運具的不同提供推算公式。該系列研究成果提出之推算公式彙整如表 2.2-5~2.2-8，說明如下：

(1)98~99 年「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）及（2/2）」

機車燃油消耗設定參考工研院機械所（2003）「機車車速對燃油經濟性差異比較研究」的推估公式，小客車與小貨車參考工研院機械所（2003）「使用中車輛能源效率評估與提升研究計劃」的推估公式；大貨車則參考英國「TAG 評估手冊」的推估公式。

(2)99 年「行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）」

機車燃油消耗設定同 98 年研究成果，參考工研院機械所（2003）「機車車速對燃油經濟性差異比較研究」的推估公式；小客車亦沿用 98 年研究成果，參考工研院機械所（2003）「使用中車輛能源效率評估與提升研究計劃」的推估公式；小貨車與大貨車則參考日本國土交通省道路局與都市地域整備局（2008）「單位時間價值與行車成本之推估方式」的推估公式。

(3)100 年「行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（2/2）」

機車燃油消耗設定同 98 年研究成果，參考工研院機械所（2003）「機車車速對燃油經濟性差異比較研究」的推估公式；小客車、小貨車、大貨車則均參考日本國土交通省道路局與都市地域整備局（2008）「單位時間價值與行車成本之推估方式」的推估公式。

(4)102 年「交通建設計畫經濟效益評估手冊」

同 100 年研究成果，機車燃油消耗設定參考工研院機械所（2003）「機車車速對燃油經濟性差異比較研究」的推估公式；小客車、小貨車、大貨車則均參考日本國土交通省道路局與都市地域整備局（2008）「單位時間價值與行車成本之推估方式」的推估公式。

單位燃料價格方面，98 年藉由 1999~2008 年、99 年則透過 2000~2009 年、100、102 年則係以 2007~2009 年「平均燃油價格」與「各運具燃料使用比例」提出估算值，如表 2.2-9 所示。

表 2.2-1　機車單位行車成本建議值

單位：元/公里

車速 (公里/小時)	98 年 (2007 年幣值)	車速 (公里/小時)	99 年 (2009 年幣值)	車速 (公里/小時)	100、102 年 (2009 年幣值)
20	2.9474	20	2.74	≦20	2.7562
30	2.7815	25	2.69	≦30	2.6667
40	2.7947	30	2.66	≦40	2.6718
50	2.9347	35	2.66	≦50	2.7418
60 以上	3.2204	40	2.67	≦60	2.8831
		45	2.69	>60	3.1124
		50	2.72		
		55	2.77		
		60	2.84		
		65	2.93		
		70	3.03		
		75	3.15		
		80	3.27		
		85	3.35		
		90	3.37		
		95	3.30		
		100	3.16		

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-2　小客車單位行車成本建議值

單位：元/公里

車速 (公里/小時)	98 年 (2007 年幣值)	車速 (公里/小時)	99 年 (2009 年幣值)	車速 (公里/小時)	100、102 年 (2009 年幣值)
30 以下	12.3603	20	6.79	≦20	7.5207
40	11.9784	25	6.53	≦30	6.9827
50	11.8580	30	6.37	≦40	6.6843
60	11.8983	35	6.28	≦50	6.5080
70	12.0587	40	6.23	≦60	6.4146
80	12.3165	45	6.22	≦70	6.3872
90 以上	12.6536	50	6.23	≦80	6.4175
		55	6.26	≦90	6.5009
		60	6.32	>90	6.6344
		65	6.40		
		70	6.50		
		75	6.63		
		80	6.78		
		85	6.95		
		90	7.15		
		95	7.36		
		100	7.56		

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-3　小貨車單位行車成本建議值

單位：元/公里

車速 (公里/小時)	98 年 (2007 年幣值)	車速 (公里/小時)	99 年 (2009 年幣值)	車速 (公里/小時)	100、102 年 (2009 年幣值)
30 以下	6.7103	20	5.69	≦20	5.4848
40	6.4812	25	5.55	≦30	5.1580
50	6.4401	30	5.44	≦40	4.9409
60	6.5217	35	5.35	≦50	4.8067
70	6.7128	40	5.27	≦60	4.7463
80	7.0153	45	5.22	≦70	4.7560
90 以上	7.4254	50	5.17	≦80	4.8339
		55	5.14	≦90	4.9789
		60	5.13	>90	5.1904
		65	5.12		
		70	5.13		
		75	5.16		
		80	5.19		
		85	5.24		
		90	5.30		
		95	5.38		
		100	5.46		

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-4　大貨車單位行車成本建議值

單位：元/公里

車速 (公里/小時)	98 年 (2007 年幣值)	車速 (公里/小時)	99 年 (2009 年幣值)	車速 (公里/小時)	100、102 年 (2009 年幣值)
30 以下	14.2144	20	13.67	≦20	15.6809
40	12.9012	25	13.06	≦30	14.1865
50	12.3469	30	12.53	≦40	13.0608
60	12.3469	35	12.07	≦50	12.3013
70	12.7367	40	11.67	≦60	11.9075
80	13.2550	45	11.35	≦70	11.8789
90 以上	13.7657	50	11.09		
		55	10.91		
		60	10.79		
		65	10.75		
		70	10.77		
		75	10.87		
		80	11.03		
		85	11.26		
		90	11.56		
		95	11.93		
		100	12.38		

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-5　機車對應車速之燃油消耗量建議公式

年度	燃油消耗量設定公式(公升/公里)	研究單位	建模方式
98 年 99 年 100、102 年	$FC = \frac{1}{(3.2672V - 0.0663V^2 + 0.00036V^3)}$	工研院	實驗室定速測試

註：FC 為燃油消耗量（公升/公里），V 為車速（公里/小時）。
資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-6　小客車對應車速之燃油消耗量建議公式

年度	燃油消耗量設定公式(公升/公里)	研究單位	建模方式
98 年 99 年	$FC = \frac{1}{(0.7709V - 0.0119V^2 + 0.00005V^3)}$	工研院	實驗室定速測試
100、102 年	$FC = 0.0641 + \frac{0.8293}{V} - 0.0009V + 0.0000077V^2$	日本	實驗室模擬行車型態

註：FC 為燃油消耗量（公升/公里），V 為車速（公里/小時）。
資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-7　小貨車對應車速之燃油消耗量建議公式

年度	燃油消耗量設定公式(公升/公里)	研究單位	建模方式
98 年	$FC = \frac{1}{(0.7300V - 0.0107V^2 + 0.00004V^3)}$	工研院	實驗室定速測試
99 年 100、102 年	$FC = 0.1027 + \frac{0.2145}{V} - 0.0016V + 0.000013V^2$	日本	實驗室模擬行車型態

註：FC 為燃油消耗量（公升/公里），V 為車速（公里/小時）。

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-8　大貨車對應車速之燃油消耗量建議公式

年度	燃油消耗量設定公式(公升/公里)	研究單位	建模方式
98 年	$FC = \frac{1}{(0.7683 + 0.0226V - 0.0003V^2 + 0.000001V^3)}$	英國 TAG	政府部門統計資料 (含車輛數、CO_2 排放量)
99 年 100、102 年	$FC = 0.5601 + \frac{0.0179}{V} - 0.0096V + 0.000073V^2$	日本	實驗室模擬行車型態

註：FC 為燃油消耗量（公升/公里），V 為車速（公里/小時）。

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

表 2.2-9　單位燃料價格建議值

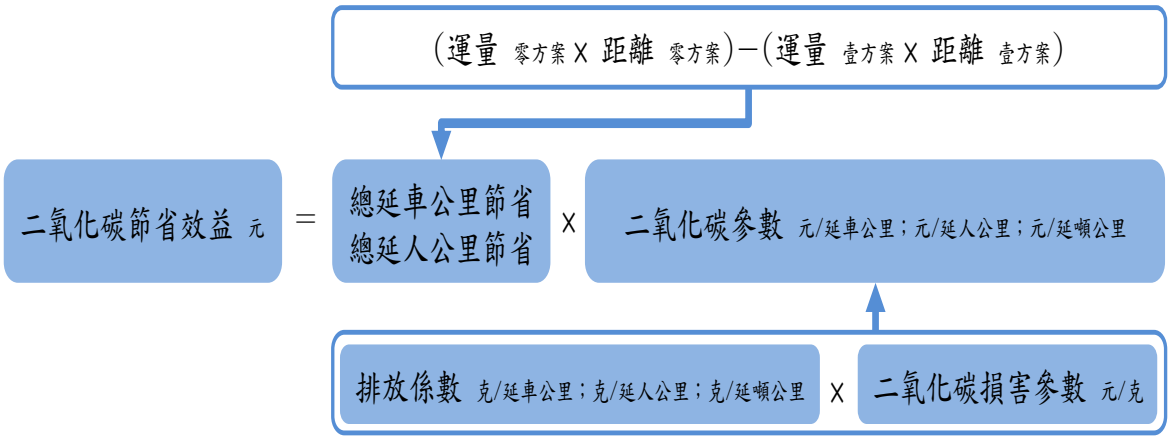
單位：元/公升

年度	機車	小客車	小貨車	大貨車
98 年 (參考 1999~2008 年平均油價)	25.17	25.17	22.92	20.66
99 年 (參考 2007~2009 年平均油價)	23.22	23.41	19.03	19.03
100、102 年 (參考 2007~2009 年平均油價)	28.20	28.36	24.99	24.99

資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用(1/2)、(2/2)，99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

2.CO_2 排放節省效益（減碳效益）

交通建設計劃推動改善後，車輛因減少化石燃料使用所減少 CO_2 排放的效益，其評估原則係利用延車公里、延人公里或延噸公里的變化作為基礎，並乘以 CO_2 參數估算而得，估算方式詳圖 2.2.2 所示。其中，CO_2 參數為各運具排放係數乘以 CO_2 損害參數，說明如后。



註：該系列計畫計算行車成本節省效益方法相同，故以 102 經效手冊內容做為示意。
資料來源：102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

圖 2.2.2　二氧化碳排放減少效益的評估

CO_2 排放係數為各運具驅動下，每公里排放的 CO_2 數量。在公路運具部分，前期研究皆根據國內各別車種的平均燃油效率調查值，再配合環保署公布的各別化石燃料 CO_2 排放係數，得到各別車種每延車公里的 CO_2 排放係數。若再以平均乘載率換算，可得各別車種每延人公里的 CO_2 排放係數。

由於各研究的平均燃油效率調查值引用文獻不同，加上環保署公布的化石燃料 CO_2 排放係數在 2008 年度有所調整（例如，汽油 CO_2 係數從 2,241 gCO_2/L 調整為 2,263 gCO_2/L；柴油 CO_2 係數從 2,702 gCO2/L 調整為 2,730 gCO_2/L），因此所換算推估的各別車種 CO_2 排放係數造成差異，如表 2.2-10 所示。

表 2.2-10　二氧化碳（CO_2）排放係數建議值

文獻		交通建設計畫經濟效益評估作業之研究	行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）	行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（2/2）、102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊
公路運輸	公車[1]	59.1069	59.1069	35.0853
	客運[1]	59.1069	59.1069	43.8566
	大貨車[2]	849.3711	849.3711	858.4906
	小貨車[2]	231.8011	231.8011	334.1493
	小客車[2]	45.974	45.974	236.1493
	機車[2]	44.334	44.334	83.2291
軌道運輸	臺鐵貨運[3]	77.5481	77.5481	40.3342
	臺鐵客運[4]	28.2915	28.2915	31.4882
	捷運[4]	96.9783	96.9783	34.8913
	高鐵[4]	49.4180	49.4180	46.4976
航空	國內航線起降[5]	2,680,000	2,680,000	2,680,000
	國際航線起降[5]	7,900,000	7,900,000	7,900,000
	航行[6]	155,232.1167	155,232.1167	51.1184

註：
[1]單位：克/延人公里；[2]單位：克/延車公里。
[3]單位：克/延噸公里；[4]單位：克/延人公里。
[5]單位：克/起降次數；[6]單位：克/延人公里。
資料來源：1.交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（1/2）、（2/2），98 年。
2.行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）、（2/2），99、100 年。
3.102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

2.3 交通建設計畫經濟效益評估之減碳效益評估案例

早期有關交通建設計畫之經濟效益評估，其效益項目多僅針對「旅行時間節省」及「旅行成本節省」兩大部分進行設算；隨著環保及節能減碳議題之漸受重視，運輸行為過程的「減少環境污染」、「減碳」等效益亦成為近年來重大交通建設計畫進行經濟效益評估之重要考量項目。

本研究彙整近年數個重大交通建設計畫研究報告之減碳效益估算情形(參見表 2.3-1)，在軌道運輸建設方面有「臺鐵南迴線鐵路電氣化可行性研究(以下簡稱南迴電氣化)」、「高雄捷運岡山路竹延伸線可行性評估(以下簡稱高捷延伸案)」、「花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫(以下簡稱花東鐵路改善)」；在公路運輸建設方面包括「國道 6 號南投段東延至霧社可行性研究(以下簡稱國 6 東延案)」、「台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫工程規劃報告(以下簡稱蘇花改)」、「交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究(以下簡稱工程排碳模式案)」等；而如「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程可行性研究-替代方案(以下簡稱五楊高架案)」、「桃園航空城北側聯外高(快)速公路可行性研究(以下簡稱國一甲案)」、「中山高速公路竹北交流道改善計畫成果報告(以下簡稱竹北交流道改善案)」等計畫則均未計算減碳效益。

表 2.3-1　減碳效益案例比較彙整

計畫名稱及年期		A:總效益[註1] (萬元)	B:減碳效益[註1] (萬元)	佔比 B/A×100	C:行車成本節省[註5] (萬元)	佔比 C/A×100	碳價格
臺鐵南迴線鐵路電氣化可行性研究[註2] 97 年 (南迴電氣化)	單軌	360,317 (96)	20,811 (96)	5.77%	30,821 (96)	8.55%	CO_2 價格 (美元/噸)＝ 1.1984×CO_2 減量數量 (百萬噸)+17.788
	雙軌	315,324 (96)	18,094 (96)	5.74%	28,386 (96)	9%	
台 9 線蘇花公路山區路段改善計畫工程規劃報告 99 年 (蘇花改)		5,314,738 (99)	-9,114 (99)	-0.17%	-384,837 (99,客) 20,689 (99,貨)	-7.2% (客) 0.4% (貨)	
國道 6 號南投段東延至霧社可行性研究,100 年 (國 6 東延)		1,854,610 (100)	1,390 (100)	0.07%	179,770 (100)	9.69%	
高雄捷運岡山路竹延伸線可行性評估,100 年 (高捷延伸)		2,892,995 (100)	1,564 (100)[註3]	0.05%	79,676 (100)	2.75%	1264 元/噸
交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究,101 年 (工程排碳模式)		5,325,619 (100)	1,767 100)	0.03%	該案僅就排碳效益進行分析		500 元/噸
		5,327,026 (100)	3,174 (100)	0.06%			900 元/噸
花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫 101 年 (花東鐵路改善)		7,523,100 (100)	18,600 (100)	0.2%	623,500 (100)	8.3%	NA
國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程可行性研究-替代方案,98 年 (五楊高架)		6,526,000 (97)	-	-	672,100 (97)	10.3%	未計算減碳效益
桃園航空城北側聯外高(快)速公路可行性研究 103 年 (國一甲)		4,471,908 (102)	-	-	1,379,612 (102)	30.85%	
中山高速公路竹北交流道改善計畫成果報告[註4] 103 年 (竹北交流道改善)		260,206 (102)			17,413 (102)	6.69%	

註 1：效益欄中括弧內數字為幣值年期。
註 2：為基礎情境數值。
註 3：合併空氣污染減少及減碳效益，為基礎情境數值。
註 4：該案目前提送交通部審議中
註 5：包含燃料與非燃料成本節省。
資料來源：本研究整理。

由表 2.3-1 之彙整顯示，在碳價格參數方面，「南迴電氣化案」首先依據邊際減量成本之觀念推導一組 CO_2 的價量關係式：

CO_2 價格(美元/噸)＝1.1984 × CO_2 減量數量(百萬噸) + 17.788

以動態價格估算減碳效益，而後包括「蘇花改案」及「國 6 東延案」則據以引用作為碳價格之計算基礎。

而「工程排碳模式案」之碳價格參數，係參考 2009-2011 年國際碳市排放減量權證（Certified Emmissions Reduction，以下簡稱 CER）的期貨交易價格、國際排放交易協會(International Emissions Trading Association，IETA)所推估之 2013~2020 年交易價格、以及相關研究機構所預測之 CER 推估價格等資訊，設定 500 元/噸及 900 元/噸兩組碳價格做為計算減碳效益之參數。此外，「工程排碳模式案」對於減碳效益評估之計算範疇係考量包含工程階段及營運管理階段之整體生命週期概念，即涵蓋施工減碳效益（增加排放）、運輸量移轉減碳效益（增加排放）以及維修養護減碳效益（增加排放）等項目；該案並以「蘇花改案」為案例，比較二者因估算範疇及引用參數之不同所呈現的成效差異。

而「高捷延伸案」引用的碳價格參數為 1,264 元/噸，係參考本所民國 98 年版本的「交通建設經濟效益評估軟體操作手冊」，而該手冊之數值係參考瑞典 2007 年的碳稅價格折算為新台幣。

另「花東鐵路改善案」以空氣污染減少效益之方式呈現，其計算過程並未使用碳價格，而是利用不同運具別之空氣污染控制成本參數，例如民國 115 年大客車為 0.09 元/車當量公里（pcu-km）、小客車為 0.05 元/車當量公里（93 年幣值）；該數值係依據行政院環保署「空氣污染物總量管制制度推行先期作業及空氣污染排放量推估標準方法建立」之參數推導並調整而得。

由前述各案可見各計畫估算減碳效益所引用的碳價格參數並不一致，亦將影響減碳效益估算數值之大小，惟進一步觀察表 2.3-1 所列示之減碳效益相對於總效益的佔比，除「南迴電氣化案」為 5.7%外，其餘計畫之值域範圍約為 0.02%~0.07%，均不及 1%。另「蘇花改案」之減碳效益呈現負值，主要是因為該案碳排量增減之計算係針對計畫興建前後之公路

交通量變化情形，且因計畫完成後將衍生更多的交通量，導致碳排量增加而造成負面的社會效益。

就表 2.3-1 羅列的計畫項目顯示，減碳效益對於計畫整體效益之貢獻看似甚微，但實際上涉及整體計畫評估所納計的效益項目為何。例如土地開發效益以及觀光產值效益近年來分別成為公路建設計畫以及軌道建設計畫佔比最大的效益項目，相對而言即弱化了減碳效益的貢獻與重要性。以同是軌道建設計畫的「南迴電氣化案」及「花東鐵路改善案」為例，兩案所估算的減碳效益值差異不大，但該數值佔總效益之比例卻是 5.7%與 0.02%多達 285 倍的差距，深究其因，兩案雖都納計觀光產值效益，但觀光產值採何種計算方式，其結果將明顯影響各項效益之於計畫貢獻的配比。相較而言，「南迴電氣化案」的效益估算結構較能適度呈現其減碳效益。

綜上，減碳效益之計算與評估，不在於扮演扭轉計畫通過與否的關鍵因素，亦非僅為因應國際熱議的潮流趨勢，而是為了環境永續，期望在推動交通計畫的過程中兼顧環境保護，藉由減碳效益之計算瞭解該計畫對於減少外部環境成本之貢獻度，同時做為發展綠色運輸之指標。減碳效益在交通建設計畫的占比雖不高、甚至過低的一大因素，係由於過度放大土地開發效益以及觀光產值效益，相對弱化了減碳效益之貢獻與重要性。但由於節能減碳為國發會所公布經效手冊之必要量化項目，所有交通建設計畫的經效評估都需評估該效益，加上「溫管法」推動後，各部會須具體落實減碳的績效檢討，因此，節能減碳量化分析確實有其必要性與重要性。而本研究之目的與成果，即在為交通建設計畫進行減碳效益之政策評估時，提供本土化且隨速率、道路類型變化之更具整合性的模式連結與計算流程，以及提供更為客觀合理的油價與碳價估值參數。

第三章 節能減碳之估算方法與效益參數檢討

3.1 節能減碳估算方式探討

本節比較本所車輛動態能耗與碳排放特性系列研究所建立之推估模式（以下簡稱「車輛動態能耗碳排模式」），及 102 年「交通建設計畫經濟效益評估手冊」（以下簡稱「經效手冊」）對於節能減碳估算方式之差異，並提出整合方法，以及對經效手冊內容的調整建議。

由於評估交通建設計畫或交通管理策略之節能減碳效果時，實務上常先運用運輸規劃（需求）模型或交通模擬軟體進行交通績效之評估結果，再結合運具能耗率、碳排係數進行節能減碳量之計算，因此本研究除就其間整合應用之方式進行探討與說明外，亦提供目前最新（2013 版）的能耗/碳排係數查表（look-up table）與綜合轉換率，俾利各界應用與後續年期更新參考。

3.1.1 經效手冊節能減碳估算之檢討

目前經效手冊節能減碳的計算方法，主要有以下的課題待克服：

1.能耗與碳排計算方法不一致，碳排係數過度簡化

如 2.2 節內容所述，102 年經效手冊節能減碳估算主要以交通運量作為運算基礎（延車公里或、延人公里或延噸公里）。其中，公路運輸之行車成本節省，計算時考慮了車速差異下的耗油率，較為貼近現實；但在 CO_2 排放節省效益的估算時，公路運輸部分則引用固定的排放係數（參見表 2.2-4），與車速無關。二者計算方法不一致，且碳排的估算也無法適當反映公路系統車行速率改變（路網績效提升）的效益。實應思考整合調整之，建立具有內部一致性的公路運輸行車成本節省與減碳效益估算方法。

2.能耗推估公式未符合本土特性

在經效手冊中，由於各車種的燃油消耗量設定公式多參考自國外文獻，

基於車種、車流、行車型態等差異性，不一定適用於國內。

3.以實驗室模擬測試推估能耗不符合車輛於道路實際行駛情形

102 年經效手冊中，各車種的燃油消耗量設定公式之建構方式，皆以實驗室模擬測試為之。其中，機車係採用定速巡航方式推估，無法反應實際行駛於道路時頻繁加減速行為下的真實情形；而小客車、小貨車和大貨車，則採用日本行車型態測試，亦不符合國內道路行車實況。

4.單以速率作為變數無法反映不同道路類型間的差異性

在經效手冊中，能耗推估隨速率改變，但卻無法反映不同道路類型間的差異性。由於高快速道路與其他道路最大的差異在於不受交通號誌、路口干擾，車流較能維持巡航狀態，與一般道路走走停停的行車樣態具有顯著差異。因此，不同道路層級（類型）的加減速度分布具有差異，儘管在同一速率下，亦可能產生能耗率的差異。

綜上所述，經效手冊之能耗與碳排估算，可改善的方向包括：

1.能耗與碳排應反映交通策略重要參數之關係，如車種、道路類型、速率等。

2.應符合本土車輛在道路上之實際運作情形。

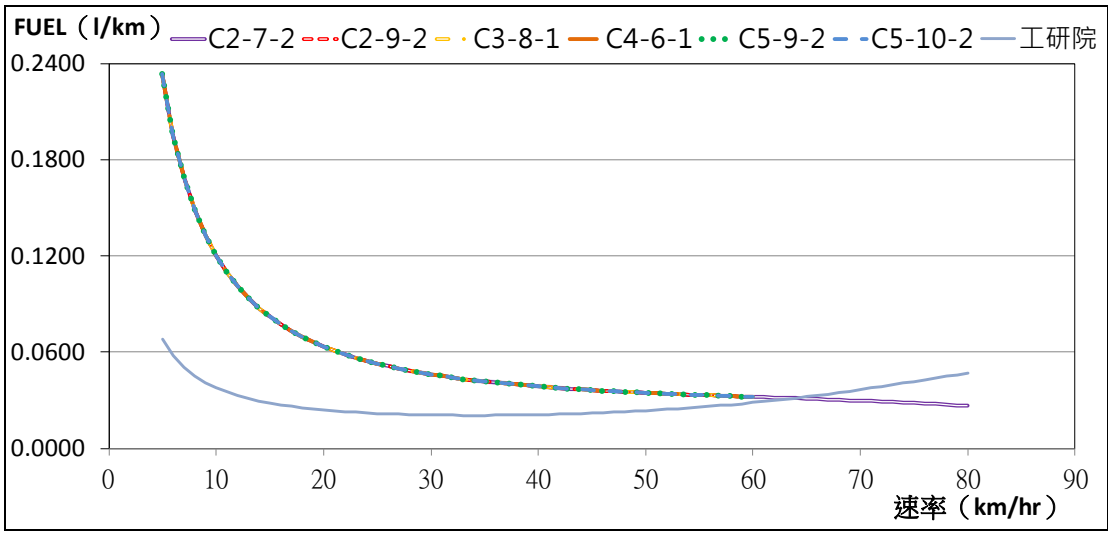
3.1.2 不同模式之比較

本節進一步將 2.1 節的本土研究成果（即車輛動態能耗碳排模式），與 102 年經效手冊中所列國外模式相比較，以瞭解模式成果之差異性。

1.機車能耗推估值比較

102 年經效手冊之機車燃油消耗量設定公式係引用財團法人工業研究院（以下簡稱工研院）93 年辦理之「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫」之成果。茲將工研院機車對應車速燃油消耗量建議公式及本所車輛動態能耗碳排模式進行比較，比較結果如圖 3.1.1 所示。由該圖可得知本所車輛動態能耗碳排模式推估機車在 6 種不同道路類型行駛能耗結果，經統計檢定結果發現，不同道路類型的能耗推估並無明顯差異性，且當時速

高於 25km/hr 時，機車行駛在不同道路類型之下，能耗推估值趨於平緩。而以工研院推估機車能耗而言，時速 60km/hr 能耗推估值低於本所能耗推估值，且在低速時能耗率敏感度較不明顯，時速達 40km/hr 能耗率才開始上升。整體而言，工研院模式推估結果低於本所車輛動態能耗碳排模式推估結果，亦即以工研院模式推估可能會顯著低估全國機車車隊的耗能結果。



註：C2-7-2 省道低干擾分隔 2 車道，C2-9-2 省道中干擾分隔 2 車道，C3-8-1 縣道中干擾無分隔 1 車道，C4-6-1 鄉道低干擾無分隔 1 車道，C5-9-2 一般道路中干擾分隔 2 車道，C5-10-2 一般道路高干擾無分隔 2 車道。

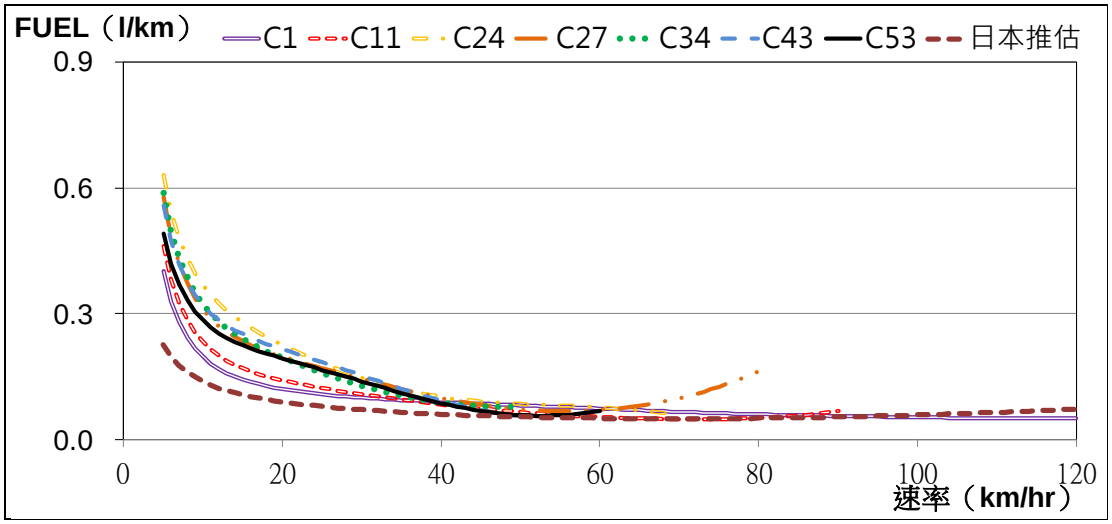
資料來源：1.動態能耗模式推估值係本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年。

2.工研院推估值依據 102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

圖 3.1.1　動態能耗模式與 102 年經效手冊之推估比較：機車

2.小客車能耗推估值比較

比較 102 年經效手冊採用之日本小客車對應車速燃油消耗量建議公式及本所車輛動態能耗碳排模式，結果如圖 3.1.2 所示。該圖顯示若依照日本小客車建議能耗推估公式估算，則在時速 40km/hr 以前，能耗率低於本所車輛動態能耗碳排模式，且在低速行駛能耗敏感度較不明顯；另以道路類型而言，高於時速 40km/hr 時，能耗曲線趨於平緩，C1（國道）道路類型之車流運行較平均，較少頻繁加減速情形；至於日本能耗推估公式則無法反映不同道路類型在低速區間行駛所表現的特性。



註：C1 為國道、C11 為快速道路、C27 為省道、C34 為縣道、C43 為鄉道、C53 為市區道路。
資料來源：1.動態能耗模式推估值係本研究試算，原始推估模式取自能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，99 年。
2.日本推估值依據 102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

圖 3.1.2　動態能耗模式與 102 年經效手冊之推估比較：小客車

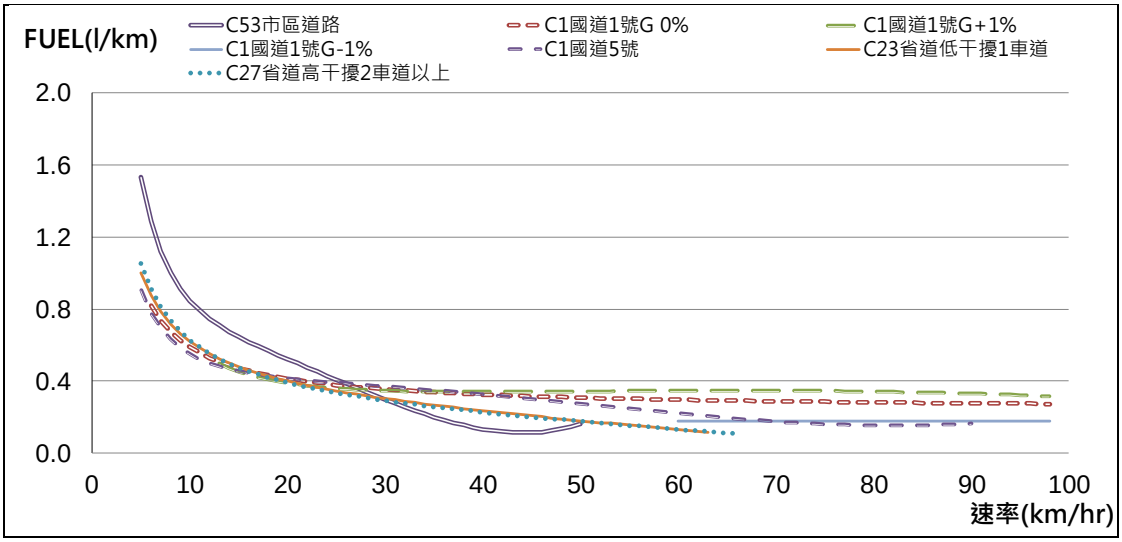
3.大客車能耗推估值比較

因經效手冊尚無提供大客車能耗推估模式，而本所車輛動態能耗碳排模式已完成大客車能耗之實車道路試驗，因此建議將該試驗結果納入本年度手冊更新。大客車動態能耗推估係依據道路類型、行車速率、坡度及車種等因素，推估結果如圖 3.1.3 所示。大客車分為市區公車及國道客運 2 種，經試驗蒐集行駛於市區道路、國 1 及國 5 之能耗率特性，結果顯示：

（1）在低速區間時，市區公車能耗率較國 1 及國 5 高，但時速達 25km/hr 時能耗率開始低於國 1 及國 5；

（2）市區公車及國道客運在不同速率下，能耗表現明顯不同，且由於國道車流較穩定，較少頻繁加減速情形，因此大客車行駛於國道上能耗曲線較平緩；

（3）以國道特性而言，國 5 多長隧道，車流運行較為均勻且速率穩定，加上速限較低情況下，從能耗角度觀察，大客車行駛於國 1 及國 5 的能耗率具差異性。

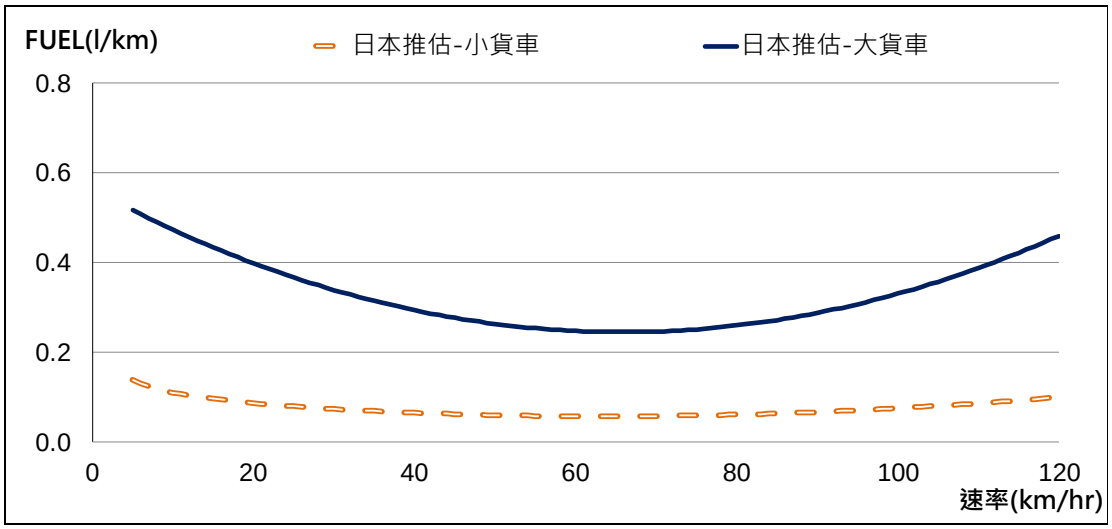


資料來源：1.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，本所，100 年。
2.本研究試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，本所，101 年。
3.本研究試算，原始推估模式取自大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討，鼎漢國際工程顧問公司，103 年。

圖 3.1.3　動態能耗模式之推估：大客車

4.大、小貨車能耗推估比較

根據 102 年經效手冊所採用日本大、小貨車對應車速燃油消耗量建議公式之推估結果（如圖 3.1.4 所示），小貨車在低速行駛及高速行駛的差異較不顯著，至於大貨車在低速行駛時能耗逐漸下降，但時速達 60km/hr 時能耗率逐漸上升，能耗曲線呈現下凹的現象。考量本所車輛動態能耗碳排模式尚未完成貨車的部分，因此經效手冊選取製造國市場佔有率較高的日本所用之推估模式作為設定參考。日本推估模式數值相比於國內類似車型，則大貨車能耗數值範圍約與國內測試大客車約略相近，惟低速區間敏感性較低、高速區間則能耗攀升較為顯著；至於小貨車能耗數值範圍則與國內測試小客車約略相近，但相較大貨車，其敏感性更低，亦即較難以顯現路網績效提升（速率提升）的減碳效益。



資料來源：102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊，本所，102 年。

圖 3.1.4　102 年經效手冊之推估：大貨車及小貨車

3.1.3 經效手冊節能減碳推估公式之調整建議

彙整經效手冊與車輛動態能耗碳排模式之推估方式，茲將兩者推估之能耗率比較及檢討如后，而有關經效手冊能耗推估及節能減碳推估方式之內容調整建議則如表 3.1-1 所示。其中，由於車輛動態能耗系列研究尚未完成貨車推估模式，因此針對大、小貨車僅能參考引用國外文獻所採用之方法與參數，惟仍可根據前述大客車、小客車、機車的檢討結果，歸納國外與本土模式之關係，做為貨車推估模式調整之參考，並保留後續更新之彈性。

表 3.1-1　本年度經效手冊能耗推估及節能減碳內容更新建議彙整表

車種	經效手冊既有內容		調整建議	
	能耗	碳排	能耗	碳排
機車	工研院推估	固定碳排係數	本所動態能耗碳排模式	本所動態能耗碳排模式（能耗×碳轉換當量）
小客車	日本推估	固定碳排係數	本所動態能耗碳排模式	本所動態能耗碳排模式（能耗×碳轉換當量）
城際客運	—	固定碳排係數	本所動態能耗碳排模式	本所動態能耗碳排模式（能耗×碳轉換當量）
市區公車	—	固定碳排係數	本所動態能耗碳排模式	本所動態能耗碳排模式（能耗×碳轉換當量）
小貨車	日本推估	固定碳排係數	日本推估能耗	日本推估能耗×碳轉換當量
大貨車	日本推估	固定碳排係數	日本推估能耗	日本推估能耗×碳轉換當量

資料來源：1.小客車動態能耗推估公式，「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 99 年。
2.機車動態能耗推估模式公式，「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以 150c.c. 以上機車為例」，本所，民國 103 年。
3.城際客運（國 5）動態能耗推估模式公式，「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以大客車為例（1/2）」，本所，民國 101 年。
4.城際客運（國 1） 動態能耗推估模式公式，「大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討」，鼎漢國際工程顧問公司，民國 103 年。
5.市區公車動態能耗推估模式公式，「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以大客車為例（2/2）」，本所，民國 103 年。
6.大、小貨車對應車速能耗推估公式，「行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣（2/2）」，本所，民國 100 年。

3.1.4 運輸與節能減碳之整合

根據實務經驗，提出節能減碳的評估方法如下：

1. 結合運輸規劃模型的巨觀議題

此類議題因新增路網使得旅運成本改變，因而需採用運輸規劃模式藉以分析成本變動後的旅運行為，且因分析範圍有相當的空間尺度，難以用簡便方式解析各種運具在不同方案間的交通量變異。因此，以傳統運輸規劃模式產出各車種在各類道路的車公里（或車小時），結合車輛動態能耗與碳排係數，即可得到總耗油量與排碳量。結合方式如圖 3.1.5 所示。

（1）運輸模型產出

運輸規劃模型中最小的分析單元為連結（link），因此亦採用逐 link 計算能耗與碳排量再累加為整體路網之能耗與碳排量。由圖 3.1.5 可知，

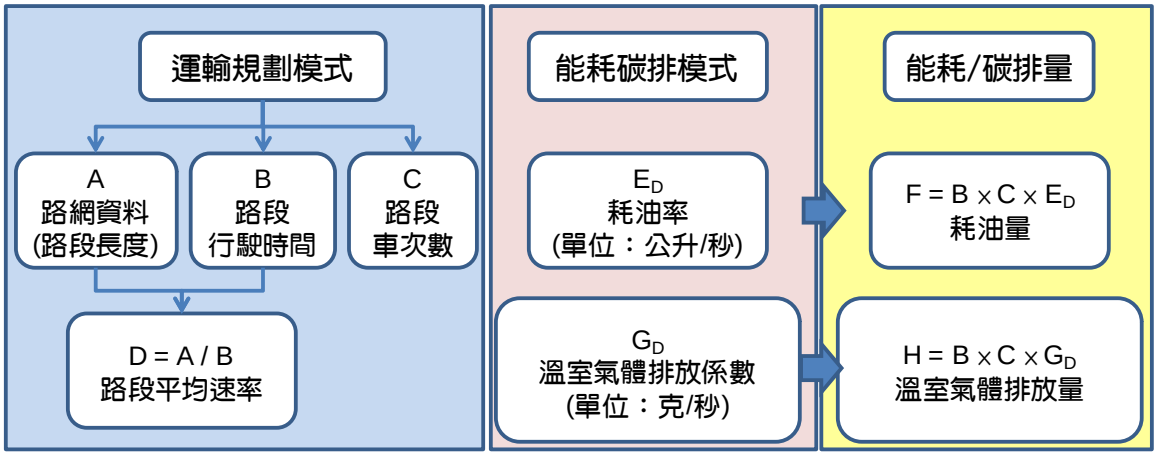
需輸出績效值包括 link 長度、各車種交通量、平均速率，利用查找表（look-up table）取得對應之能耗與碳排係數。

（2）道路類型之界定

車輛動態能耗與碳排模式的主要變數包括道路類型與速率，其中道路類型包含了國道、快道、省道、縣道、鄉道、市區道路等。由於運輸規劃模型的道路類型屬性較複雜，因此可另予整併為車輛動態能耗與碳排模式採用的道路分類，以方便查表使用。

（3）車種之界定

由於運輸規劃模型的車種分類相當單純，包含大客/貨車、小客/貨車、機車，而車輛動態能耗碳排模式已完成小客車、公車（分為國道客運、市區公車）、機車等車種，因此在大客車的車種界定上，若屬於城際類型或行駛於國道，應採用國道客運係數；若屬於都會區或行駛於省縣道、市區道路，則應採用市區公車係數。



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，99 年。

圖 3.1.5　運輸規劃模式與能耗碳排模式整合

2. 結合交通模擬模型的微觀議題

此類議題因交通管理措施，使得壅塞情形紓緩，延滯大幅下降，因而達到交通效率改善與節能減碳。因此，以交通模擬模式產出每秒每車的逐速資料，結合車輛動態能耗與碳排係數，即可得到總耗油量與排碳量。此部分與巨觀議題最大差異在於：停等時間減少、低速行車里程（行車時間）變化可能相當顯著，應該充分計算其對減碳效益的貢獻。

（1）運輸模型產出

交通模擬軟體中，可掌握每車逐秒動態，因此採用逐車逐秒計算能耗與碳排再累加為整體路網。需輸出績效值包括 link 長度、各車種交通量、瞬間速率，以及總停等時間，利用 look-up table 取得對應之能耗與碳排係數。

（2）道路類型之界定

車輛動態能耗與碳排模式的主要變數包括道路類型與速率，其中道路類型包含了國道、快道、省道、縣道、鄉道、市區道路等，由於交通模擬的道路屬性較單純，通常多為市區道路或幹道，因此在道路屬性上可選擇屬性最接近之道路類型(市區道路或省道等)，以方便查表使用。

（3）車種之界定

由於運輸規劃模型的車種分類相當單純，包含大客/貨車、小客/貨車、機車，而車輛動態能耗碳排模式已完成小客車、大客車（分為國道客運、市區公車）、機車等車種，實已涵蓋客運車種。至於交通模擬則多處理市區號誌或 ITS 改善評估，加上國內已自行建立機車車流行為模式，因此應個別分析汽、機車的績效。

3.運具能源效率改變的議題

此類議題因軌道建設的導入，或者公路運具有替代燃料型式或新的能耗規範，使得旅運行為由舊運具移轉至新運具。例如：

（1）汽、機車移轉至捷運

（2）汽、機車移轉至公車

（3）柴油公車移轉至電動公車

（4）汽油機車移轉至電動機車

（5）汽、機車能耗/環保規範加嚴

（6）環保四期公車移轉至五期公車

此類議題若已使用運輸規劃模式進行分析，則可沿用前述計算方式，惟需考慮私人運具移轉後，公路運具的能耗/碳排減量與捷運能耗/碳排增量的淨值才能視為效益。若並無使用運輸規劃模式，則可用車公里轉換概念，直接結合本所提供的排放清冊進行運算。有關公路運具的排放清冊請

參見表 2.1-3，軌道運具的能源密集度請參見表 3.1-2。

茲將上述各種交通評估軟體（工具）所適用的評估議題類型、與能耗/碳排結合應用方式等，彙整如表 3.1-3 所示。

表 3.1-2　運輸部門軌道運具能源密集度

	鐵路能源密集度（公升油當量/延人（噸）公里）					鐵路能源密集度（度/延人（噸）公里）				
	客運				貨運	客運				貨運
年份	台鐵	高鐵	北捷	高捷	台鐵	台鐵	高鐵	北捷	高捷	台鐵
2000	0.009	-	0.014	-	0.027	0.037	-	0.060	-	0.110
2001	0.009	-	0.013	-	0.027	0.039	-	0.055	-	0.114
2002	0.010	-	0.013	-	0.029	0.042	-	0.054	-	0.123
2003	0.011	-	0.013	-	0.026	0.046	-	0.053	-	0.110
2004	0.011	-	0.012	-	0.027	0.045	-	0.052	-	0.113
2005	0.010	-	0.012	-	0.026	0.044	-	0.052	-	0.110
2006	0.011	-	0.013	-	0.027	0.045	-	0.054	-	0.113
2007	0.011	0.018	0.013	-	0.027	0.048	0.075	0.054	-	0.116
2008	0.012	0.017	0.012	0.030	0.027	0.053	0.071	0.050	0.128	0.114
2009	0.013	0.015	0.012	0.030	0.028	0.055	0.064	0.052	0.127	0.118
2010	0.012	0.014	0.012	0.028	0.027	0.051	0.061	0.053	0.122	0.118
2011	0.012	0.013	0.013	0.026	0.026	0.051	0.055	0.056	0.114	0.112
2012	0.012	0.012	0.012	0.023	0.025	0.050	0.052	0.054	0.102	0.108
2013	0.012	0.011	0.012	0.021	0.024	0.053	0.050	0.054	0.093	0.105

資料來源：2000~2013 年運輸部門運具別排放清冊，本所，103 年。

表 3.1-3　各類型交通策略之評估工具與能耗碳排推估方式

改善手段	交通評估工具	適用策略	能耗碳排推估方法
容量提昇	巨觀模型(運輸規劃)	■ 軌道新建計畫 ■ 公路新建計畫 ■ 軌道改善計畫 ■ 公路改善計畫	公路路網交通量指派結果結合動態能耗/碳排係數(距離版)
效率提昇	微觀模型(交通模擬)	■ 號誌改善 ■ ITS 改善 ■ 交通工程改善	公路路網交通量指派結果結合動態能耗/碳排係數(時間版)
運具能耗效率提昇	手動計算	■ 公路運具移轉至軌道運具 ■ 公路運具之能耗效率提高(更省能)	以各運具延車公里結合能源密集度

資料來源：本研究整理。

3.1.5 實務應用查表（look-up table）

在公路評估計畫中，一般多以運輸規劃模式進行目標年交通量分析。由於運輸規劃軟體是以路段（link）為最小分析單元。因此，只要先確認路段屬性，並選擇在能耗碳排模型中相似的道路屬性，即可結合該類道路類型的動態能耗碳排係數，進行該路段能耗碳排量的計算，再經由加總個別路段，得到整體路網能耗/碳排總量。目前的運輸規劃軟體多可以透過外加模組功能進行運算。因此，就應用操作流程來看，需先進行道路屬性指認，與能耗碳排係數運算模組處理。

有關道路屬性指認方面，動態能耗碳排模式的道路分類多以國內最常見的道路層級為分類依據，都市地區道路再依路邊干擾程度區分高、低干擾，表 3.1-4 即為城際模型中原始道路屬性與動態能耗碳排模式道路屬性指認的案例。

由於動態能耗碳排模式的實務應用方式為：

①車隊平均能耗值 × ②綜合轉換率　其中，

①車隊平均能耗值可參考本所每年公布的運輸部門排放清冊各車種平均能耗值，目前最新版本為 2013 年；

②綜合轉換率為各車種隨道路類型、車速的轉換率

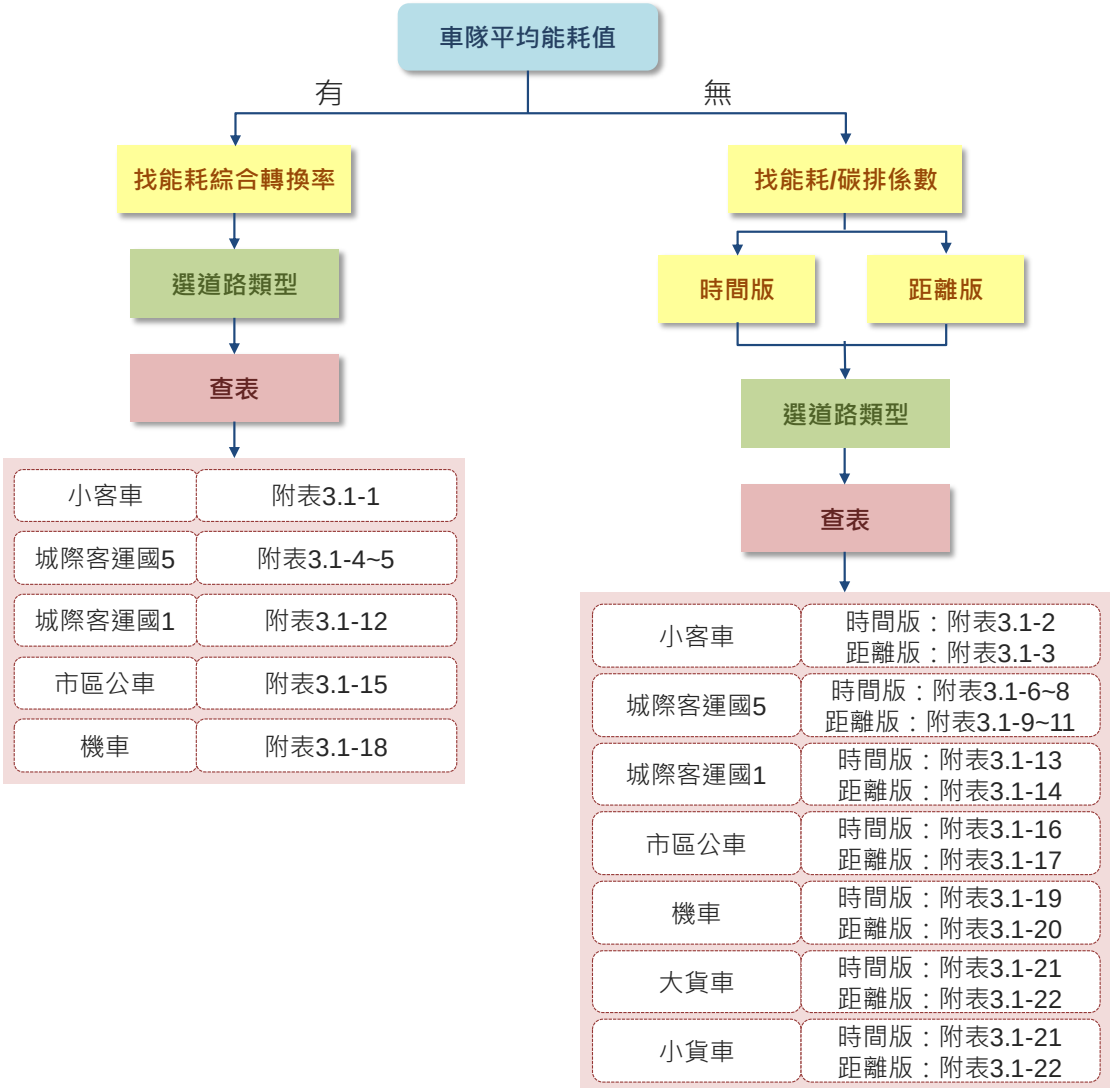
因此本研究已將 2013 年排放清冊各車種平均能耗值代入，得到各車種於各道路類型、各速率下的能耗率/碳排係數，並分別提供距離單位與時間單位版本，方便引用；同時，也提供綜合轉換率，使得未來年期可因應新版的排放清冊車種平均耗值進行更新。

有關各車種於各道路類型、各種車速下的綜合轉換率、以及 2013 版的能耗率、碳排係數查找流程如圖 3.1.6，相關參數請見附錄 3。

表 3.1-4　道路類型對照表

城際模型道路分類	道路屬性	對應代表道路類型之推估式
國道	速限 100~110 一般道路段	國 1 速限 100~110 國 5 速限 100~110
	速限 90 一般路段	國 5 速限 90
	長隧道	國 5 長隧道
快速道路	快速公路（完全進出管制）	快速道路
	快速公路（部分進出管制）	省道高干擾
	長隧道	快速道路長隧道
匝道	系統交流道	快速道路
	匝道-低干擾	
	匝道-高干擾	
省道	省道山區 1 車道	省道高干擾
	省道山區 2 車道	
	省道低干擾 1 車道	省道低干擾
	省道低干擾 2 車道	
	省道低干擾 3 車道以上	
	省道高干擾 1 車道	省道高干擾
	省道高干擾 2 車道以上	
	橋樑	省道低干擾
	隧道	
縣道	縣道山區 1 車道	縣道
	縣道山區 2 車道	
	縣道低干擾 1 車道	
	縣道低干擾 2 車道	
	縣道低干擾 3 車道以上	
	省道高干擾 1 車道	
	省道高干擾 2 車道以上	
鄉道	鄉道山區 1 車道	鄉道
	鄉道山區 2 車道	
	鄉道低干擾 1 車道	
	鄉道低干擾 2 車道	
	鄉道低干擾 3 車道以上	
市區道路	低干擾	市區道路
	中干擾	
	高干擾	
	中干擾	

資料來源：本研究彙整自第5期整體運輸規劃研究系列－城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(2/3)，本所，103 年。



資料來源：本研究繪製。

圖 3.1.6　能耗綜合轉換率與能耗/碳排參數查找流程

相關附表說明如下：

1.小客車

（1）小客車動態能耗綜合轉換率：附表 3.1-1

（2）小客車動態能耗/碳排係數（時間版、距離版）：附表 3.1-2~3

2.大客車

（1）城際客運國 5 動態能耗綜合轉換率（平坡、坡段）：附表 3.1-4~5

（2）城際客運國 5 動態能耗/碳排係數（主線平坡、主線坡段、長隧道坡段且分時間版、距離版）：附表 3.1-6~11

（3）城際客運國 1 動態能耗綜合轉換率：附表 3.1-12

（4）城際客運國 1 動態能耗/碳排係數（分時間版、距離版）：附表 3.1-13~14

（5）特別說明：城際客運國 3 動態能耗綜合轉換率、能耗係數/碳排係數，建議引用國 1 成果。

（6）市區公車動態能耗綜合轉換率：附表 3.1-15

（7）市區公車動態能耗/碳排係數（時間版、距離版）：附表 3.1-16~17

3.機車

（1）機車動態能耗綜合轉換率：附表 3.1-18

（2）機車動態能耗/碳排係數（時間版、距離版）：附表 3.1-19~20

4.大、小貨車

由表 2.2-2 公式可知，日本大、小貨車能耗推估結果單位為 l/km，本研究先計算以「距離」為單位之能耗/碳排係數（l/km），再乘以油品密度、速率換算成「時間」單位。

（1）大、小貨車動態能耗/碳排係數（時間版、距離版）：附表 3.1-21~22

3.2 節能減碳效益參數探討

3.2.1 油價長期預測

1.前期手冊建議做法與討論

102 年經效手冊之平均燃料價格，係採取 2007-2009 年平均油價，表現為 2009 年幣值，再根據各車種（機車、小客車、小貨車和大貨車）使用燃料比例建議值，估算各車種單位燃料建議值（參見表 3.2-1）。該估算方法隱含假設：油價變動率可由物價上漲率替代估算。。爰根據 1998-2007 年物價上漲率平均值 1.18%，建議估算各項貨幣化效益在未來年的幣值。

表 3.2-1　102 年經效手冊燃料價格設定參數

		92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	柴油
平均燃料價格建議值（元/公升，2009 年幣值，註 1）		27.71	28.39	29.97	24.99
使用燃料比例建議值（註 2）	機車	36.1%	60.4%	3.5%	—
	小客車	11.1%	82.9%	5.1%	0.9%
	小貨車	—	—	—	100.0%
	大貨車	—	—	—	100.0%
單位燃油成本建議值（元/公升，2009 年幣值）	機車	28.20			
	小客車	28.36			
	小貨車	24.99			
	大貨車	24.99			

註 1：以 2007-2009 年平均油價之平均值加以設定。

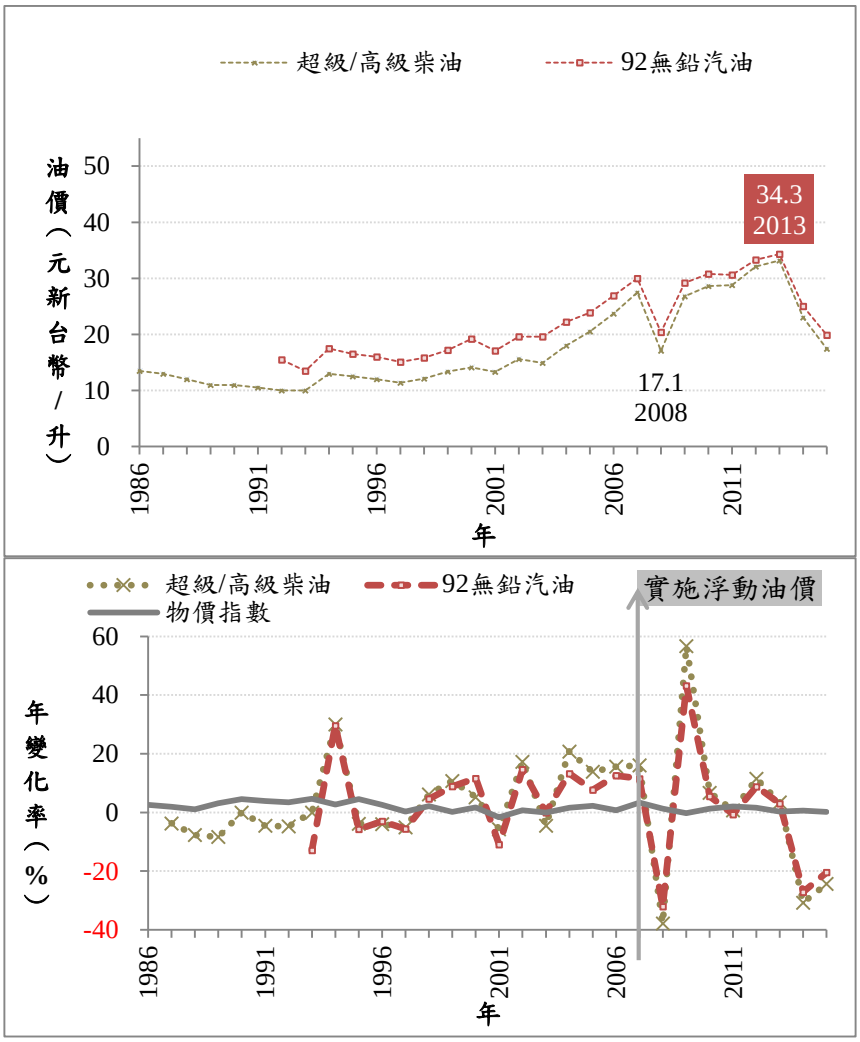
註 2：參考交通部統計處「機車使用狀況調查」與「自用小客車使用狀況調查報告」的統計資料。原表小客車使用 98 無鉛汽油比例誤植為 50.1%，此處修正為 5.1%。

資料來源：本研究綜整自「102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊」（本所，102 年）。

不過，實際的油價變動率顯著大於物價上漲率。以中油公司[1]歷史資料來看，圖 3.2.1 顯示 1986 年以來的油價（柴油、92 無鉛汽油）變化、年變化率與物價指數。觀察發現：(1) 油價波動幅度甚為顯著，但物價指數變化相對平緩；(2) 物價指數通常在正區間，油價變化率則約半數落在負區間。換言之，無論就波動幅度或趨勢別而言，物價指數與油價的變化趨勢

[1] 國內汽、柴油市場供應係由中油公司和台塑石化（2000 年起量產）2 家提供，並以中油公司居於國內領導地位。以汽油、柴油市場銷售量的占有率而言，中油公司 2014 年分別達到汽油 79.0%、柴油 84.5%（中油公司，2015a）。以定價策略而言，台塑石化始終追隨中油公司價格（略低或相當）。因此，本研究之油價討論與預測，主要考慮中油公司汽、柴油價格。又，中油公司各級汽油價格浮動調整機制，主要以 92 無鉛汽油為計算基準，再將調整金額適用於 95 和 98 無鉛汽油價格。故，除非特別說明，本研究以 92 無鉛汽油價格為主要分析討論對象。

均不一致。



資料來源：本研究。原始資料依據：（1）柴油及無鉛汽油價格：中油公司網站「油品價目 / 汽、柴、燃油歷史價格」http://www.cpc.com.tw/big5_bd/tmtd/ListPrice/ShowHisToryPrice.asp?pno=53（2016/05/04 擷取）；（2）物價指數：中華民國統計資訊網「消費者物價基本分類指數/總指數」http://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=PR0101A1（2016/05/04 擷取）。

圖 3.2.1　國內油價波動與物價指數變動（1986-2015 年）

事實上，從總體經濟角度而言，能源價格會透過實質產出（real balance channel）影響總體經濟，造成物價上漲與實質產出減少。不過，油價與總體經濟的變動關係是否具有對稱性（symmetric relationship），各國實證經驗並無定論。可能會因技術限制（technological constraint）生產要素的部門移轉，或是不確定性（uncertainty）影響投資決策，而呈現出油價與總體經濟變動關係的不對稱性（asymmetric）關係（陳虹均、郭炳伸、林信助，2012）。因此，102 年經效手冊以物價指數波動代表油價波動的作法，

就理論上而言，既不符合經濟體系運作邏輯（倒果為因）、亦不具有數值上的共線性（二者變動具有不對稱性）。

從國內經驗研究（empirical study）來看，近年國內關於油價與物價相關性之估算研究，列舉如后。無論採用那種模式、那個方法或是針對那個期間，實證研究結果估算的具體影響效果在數值上有所差異，但都證實油價變動對於物價波動有其影響，惟二者波動率並不一致。

梁啟源（2008、2009）以臺灣動態一般均衡模型（Dynamic General Equilibrium Model of Taiwan, DGEMT[2]）估算，若油價上漲 13%，消費者物價指數將增加 0.84%；但若油價下降-20.6%，消費者物價指數將降低-1.29%。顯示出油價與物價指數漲跌幅之間的不對稱性；周濟等（2010）採用總體經濟計量季模型，試算國際油價上漲透過進口對國內總體經濟的影響，估計國際油價上漲 10 美元（國內油價上漲 8 美元），相比於基礎情境（國際油價不上漲）預測結果，後續 3 年的消費者物價年增率累計衍生總計 0.02~0.03 的影響；黃瑎琇、趙明哲（2010）探討國際原油價格，透過 4 階段（海關進口原油價格、國內油品價格、躉售物價指數與消費者物價指數）傳遞影響物價，結果發現各階段的傳遞關係皆存在不對稱共整合關係（Asymmetric Cointegration）。其中，前 2 階段（海關進口原油價格、國內油品價格）呈現「漲慢跌快」、後 2 階段（躉售物價指數、消費者物價指數）則呈現「漲快跌慢」價格調整效果。

綜合上述理論與實證研究成果，本研究認為：應修訂 102 年經效手冊作法，務實分析預測未來國內油價變動狀況，引用具有參考價值的國內油價長期預估值，提供應用於交通建設計畫經濟效益評估，不宜再以物價上漲率估算油價變動率。而適宜採用的油價長期預估值，至少應提供未來 30 年預估值，同時宜有定期更新機制，較為符合交通建設計畫經濟效益評估所需。

2.國內油價長期預測相關研究

國內有關於油價長期預測的研究或機制，主要成果分述與評析如下。

[2] 結合梁啟源（2000）臺灣能源經濟模型、何金巡的行政院主計處總體經濟計量模型，及楊任徵的工研院 Markal 模型共 3 個模型而建立。其中投入產出係數並非固定，而會隨要素價格（如能源價格）而變動調整（梁啟源，2008）。

鑑於目前並無適當的油價預估數值或長期預測機制可供參考，本研究將另行尋找適當的推估方法，提供國內油價長期預測值，以供交通建設計畫經濟效益評估於計算節能減碳效益時參考。

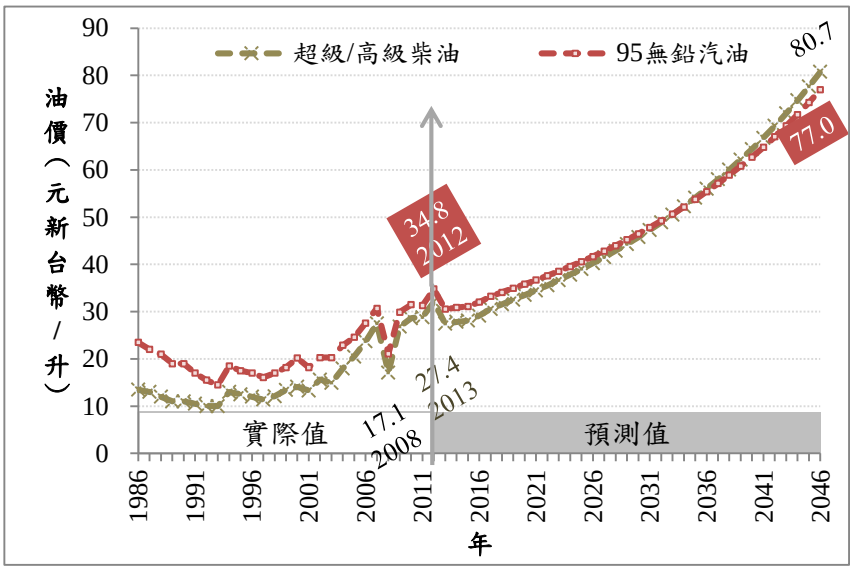
（1）經濟部「油價走勢研析小組」

2012 年 8 月經濟部能源局委託臺灣綜合研究院(以下簡稱「臺綜院」)成立「油價走勢研析小組」，定期召開會議討論，掌握國際油價走勢之變動，以提供政府相關政策決策之參考依據。中油公司提供資料，包括 WTI 跟 Brent 等未來 1 個月、當年及次年的均價預估值。臺綜院負責每月提供油市相關動態消息整理與分析，透過會議或問卷方式蒐集領域內專家前瞻看法，會後（或問卷調查結束）並摘錄重點刊登於網站（http://www.tri.org.tw/oil/index.php）。公布的每月「國際油價走勢概況分析與前瞻」之「三、國際油價走勢看法」提供國際油價變動區間展望，涵蓋期間包含：當年度、後續 3 個月及 1 個月。換言之，此一油價走勢研析僅係針對短期國際油價波動，提供資訊與前瞻看法，並無長期預測數值可供佐參。

（2）工業技術研究院 Taiwan 2050 Calculator

在經濟部能源局的支持下，工業技術研究院（以下簡稱「工研院」）導入 2050 能源供需模擬器（2050 Calculator）。該工具為英國能源及氣候變遷部（Department of Energy & Climate Change）在 2009 年開發，以情境分析為基礎的政策溝通工具。工研院在英國團隊協助之下，建置我國版本「臺灣 2050 能源供需情境模擬器」(Taiwan 2050 Calculator)，期能成為國內能源政策溝通的重要工具。該研究成果公開分析工具於網站（http://my2050.twenergy.org.tw/)，其中假設能源成本參數中，國際原油價格（Crude Oil）採用美國能源部能源資訊署（Energy Information Administration, Department of Energy, EIA, DOE）預估西德州中級原油（West Texas Intermediate, WTI）價格，國內油價（汽、柴油）則採用時間序列方式由工研院自行推估。茲以圖 3.2.2 展示國內油價歷史資料與工研院 Taiwan 2050 Calculator 使用的國內油價預測值。該工具推估 2046 年國內油價將達汽油 77.0、柴油 80.7 元/升（名目價格）。

本研究暫不建議使用此數值，原因有二：(1)該工具估算 2013、2014 年油價，與實際值差距甚大；2014 年推估值顯著高於實際值，使得長期預估趨勢存有相當程度的高估風險。(2) 該油價預估 2035 年起柴油價格將大於汽油價格，不符合國內長期燃料價格政策。目前國內柴油價格始終低於汽油價格，差距於 92（95）無鉛汽油的幅度約-0.9~ -2.3（-2.5~ -3.5）元/升。



註：當年幣值。工研院推估汽油數值為 95 無鉛汽油價格。

資料來源：本研究。原始資料依據：（1）實際值：中油公司網站「油品價目 / 汽、柴、燃油歷史價格」http://www.cpc.com.tw/big5_bd/tmtd/ListPrice/ShowHisToryPrice.asp?pno=53（2015/04/21 擷取）；（2）預測值：http://my2050.twenergy.org.tw/（2015/05/10 擷取）。

圖 3.2.2　國內油價波動與工研院 Taiwan 2050 Calculator 使用推估值

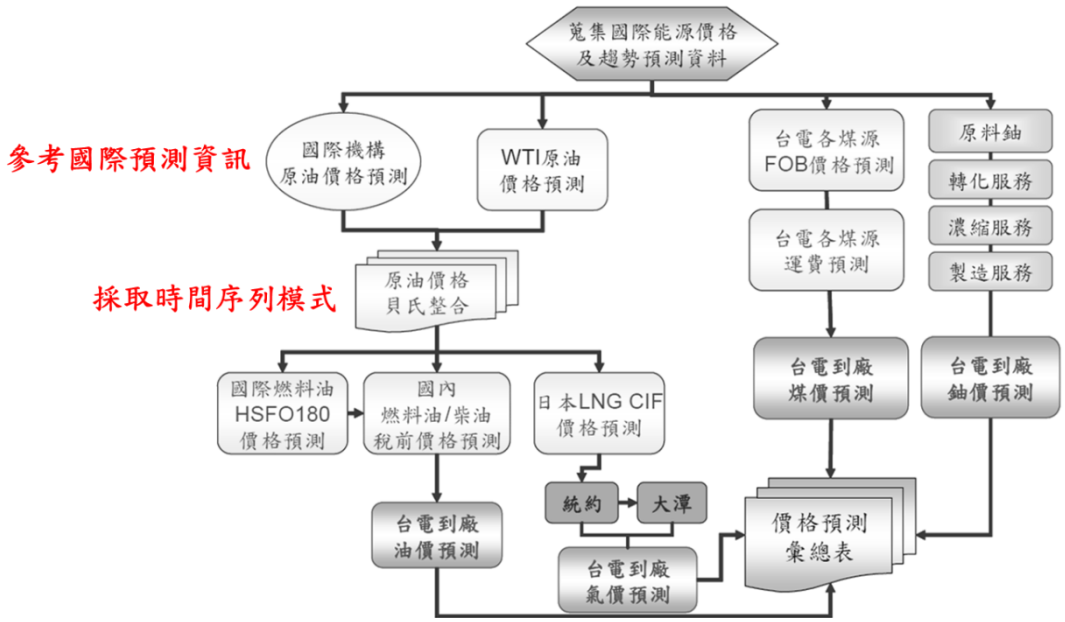
（3）原能會核能所執行中研究計畫

行政院原子能委員會核能研究所執行「我國能源科技及產業政策評估能力建置」計畫「能源科技策略分項」，預計 2012~2015 年間研究成果將建立模式「初級能源進口價格參數長期預測」。計畫尚未完成，目前缺乏細節可供參考。未來計畫完成後，可檢視其模式估算成果、預估期間與更新機制。如能符合交通建設計畫經濟效益評估需求，則可引用該研究成果作為油價參數。

（4）臺電公司「長期燃料價格預測」

另外一項值得參考的長期預測方法，則是臺灣電力公司 2011 年完成之「長期燃料價格預測」。該項預測僅能提供柴油價格的展望預測，無法完整提供國內汽、柴油價格預測數值，但其預測方法值得本研究參考。

臺電公司為能掌握國際燃料價格走勢，以「時間序列分析」及「貝式整合」（Bayesian Integration）方法進行長期燃料價格預測（參見圖 3.2.3）。臺電燃料中有關柴油價格的預測，係依據西德州中級原油（West Texas Intermediate, WTI）價格之國際機構所預估成長率推估。而 WTI 長期價格（2011-2035 年間）主要參考美國能源部能源資訊署（EIA）「2011 年度能源展望」（Annual Energy Outlook 2011, AEO 2011）參考價為中心，以 EIA 於 2011 年 7 月 12 日公告之短期能源展望（Short-Term Energy Outlook, STEO）之短期價格（2011、2012 年）作為貝式整合之專家意見，採用貝式 ARIMA 模型推估未來價格（陳玟如等，2011）。



註：流程圖外紅字為本研究所加。

資料來源：陳玟如等（2011）燃料成本變動對台電公司之影響評估及因應對策研擬。完成報告。臺灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4838-9901。臺灣綜合研究院執行。台電公司 101 年 1 月。（http://info.taipower.com.tw/TaipowerWeb//upload/files/33/C-100003.pdf，2015/04/21 擷取）

圖 3.2.3　台電公司長期燃料價格預測流程圖

3.中油公司國內浮動油價調整機制

由圖 3.2.1 可以看出，國內油價在 2006 年以後的變動幅度加劇。主要原因在於：2005 年 6 月舉行「全國能源會議」具體結論之一是「推動能源價格合理化」，從此改變過去長期抑制油電價格波動的作法。2006 年 9 月起中油公司試辦、2007 年 1 月起正式實施「汽、柴油浮動油價調整機制」、「國內低硫燃料油浮動油價調整機制」及「國內液化石油氣價格每月檢討調整機制」(經濟部，2009)。

「汽、柴油浮動油價調整作業原則」施行以來，歷經數次調整改革(參見表 3.2-2)；目前中油公司依據 2013 年 2 月 5 日修訂實施的「汽、柴油浮動油價調整作業原則」辦理。根據該作業原則揭示：稅前批售價之調價指標為「Platts 報導之 Dubai 及 Brent 均價，分別以 70%及 30%權重計算（70%Dubai＋30%Brent)，取小數 2 位，採四捨五入。」中油公司每週計算調價指標當週（週一至週五）國內價格（指標均價乘以匯率均價)，與前週比較，以變動幅度的 80%計算調價幅度（取小數 2 位，四捨五入)。以同一幅度適用於計算 92 無鉛汽油與高級柴油，計算稅前批售價之調價金額；再將調價金額應用於 95 及 98 無鉛汽油，超級柴油。不過，國內油價以亞洲鄰近國（日本、韓國、香港、新加坡）當週稅前之最低價，做為浮動油價調整的上限（中油公司，2013)。零售價則是稅前批售價再加計貨物稅、能源與環境負擔（含空污費、土污費、石油基金）及營業稅等稅費。

表 3.2-2　中油公司國內汽、柴油浮動價格調整機制沿革

項目	啟動時點	調價指標	調價指標變動幅度	調價指標反映程度	調價頻率	調價金額細部說明
95 年 9 月試辦版	95 年 9 月 26 日	WTI 現貨價格(Platts 報價)	本週一與上週一日價格漲幅，取小數二位，採四捨五入	100%反映	每週	1.95 及 98 無鉛汽油比照 92 汽油調價金額、普柴比照超柴調價金額、甲種漁船油則比照普柴調價金額同步調整。 2.調價金額在每公升 0.1 元以內，當週不調價。 3.維持油價為亞洲鄰近國家之最低價。
96 年 1 月正式版	96 年 1 月 1 日	NYMEX WTI 近月期貨收盤價		80%反映		
96 年 9 月修正版 01	96 年 9 月 1 日	現貨價格（Platts 報價）70% Dubai + 30% Brent	上月與上上月均價漲幅，取小數二位，採四捨五入	80%反映	每月	當國內稅前批售價持續上漲累計達 15%（11 月改為 12%）時，中油公司應陳述主管機關。實施凍漲政策。
97 年 5 月修正版 02	97 年 5 月 28 日		上月與上上月均價漲幅，取小數二位，採四捨五入，匯率納入計算			取消緩漲機制，改為多元吸收。
97 年 8 月修正版 03	97 年 8 月 9 日		上週與上上週均價漲幅，取小數二位，採四捨五入，匯率納入計算		每週	1.取消油價凍漲政策，採一次漲價多元吸收方案。 2.97 年 11 月 29 日起漸次補回貨物稅收中油自行吸收部分。 3.98 年 5 月 1 日因已全數回收多元吸收的油價，因此取消一次漲價、多元吸收方案。
99 年 1 月修正版 04	99 年 1 月 10 日					延長公布至生效日之時間，增加民眾加油時間並訂定春節及重大天然災害補強方式。

表 3.2-2　中油公司國內汽、柴油浮動價格調整機制沿革(續)

項目	啟動時點	調價指標	調價指標變動幅度	調價指標反映程度	調價頻率	調價金額細部說明
99 年 2 月修正版 05	99 年 2 月 10 日					空汙費及石油基金改按中油公司實繳費率計算。
99 年 9 月修正版 06	99 年 9 月 6 日					1.空汙費、土汙費及石油基金合併為能源與環境負擔。 2.99 年 12 月 6 日實施油價減半調漲、跌價吸收方案。 3.100 年 5 月 1 日~100 年 10 月 31 日實施大眾運輸業者和特殊弱勢族群油價補貼方案。惠及大眾運輸、計程車、離島載客船舶、復康巴士、農漁業用油等。 4.101 年 1 月 9 日~29 日實施油價凍漲。
101 年 4 月修正版 07	101 年 4 月 2 日					1.配合民國 101 年 4 月 1 日油氣價格合理化方案，一次調整應漲金額（含累積吸收）之 60%，並擴大 92/95 與 92/98 之價差。 2.101 年 7 月 2 日起恢復全漲全降。
102 年 2 月修正版 08	102 年 2 月 5 日					102 年 7 月完成新版「中油公司汽、柴油浮動油價機制研議報告」，擬區分油料費用（依國際指標油價與匯率週均價，百分百浮動調整）與營業費用（固定值，每年定期由學者專家檢討）。後奉經濟部核示繼續依原計價機制辦理。

資料來源：本研究。主要參採自（1）陳文生（2012），國內油品市場結構與訂價行為之研究。公平交易季刊，第 20 卷第 2 期（101/04），頁 65-116。（2）廖惠珠、陳筠淇（2013）浮動油價之檢討與因應。（http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/96812/2/%E6%B5%AE%E5%8B%95%E6%B2%B9%E5%83%B9%E4%B9%8B%E6%AA%A2%E8%A8%8E%E8%88%87%E5%9B%A0%E6%87%89.pdf，2015/06/14 擷取）。（3）中油公司（2015b）中華民國 103 年度中央政府總預算經濟部主管臺灣中油股份有限公司附屬單位預算（營業部分審定表）依立法院審定數編製。（new.cpc.com.tw/about/gfdownload.aspx?id=29，2015/06/14 擷取）。

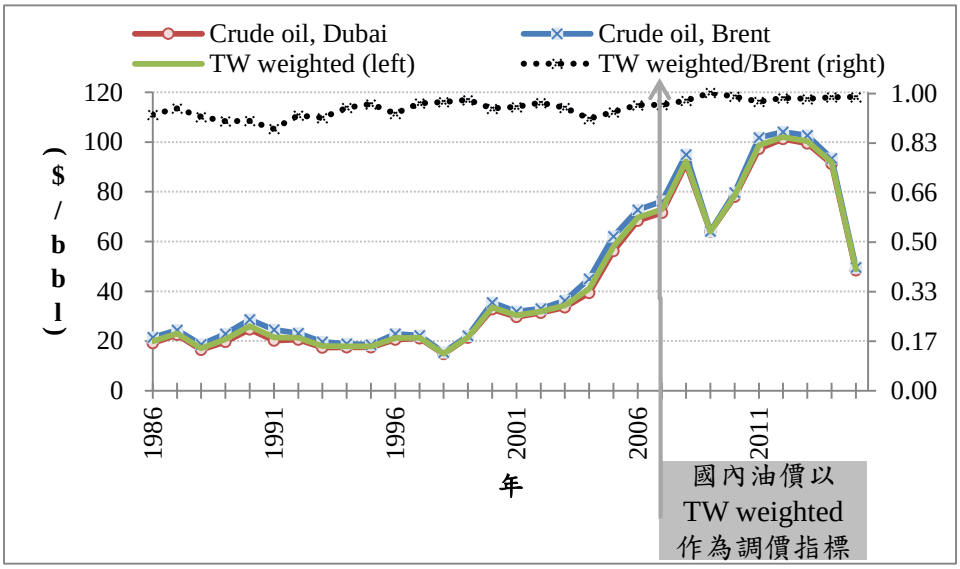
根據中油公司（2014、2015b）指出：此一浮動油價機制自實施以來雖然經過多次檢討修正，但公式本身有其侷限性，難以完全反映市場實際變動幅度，亦無法完全滿足各界對油價調整的看法。中油公司主張：國內油品市場已經自由化，油價調整宜盡量回歸市場，降低非市場因素干涉，讓國內油價與國際接軌。2013 年經濟部能源局曾委託研究，由臺灣綜合研究院及臺灣經濟研究院執行，並辦理多場座談會，提出新版浮動油價公式。新版計算公式先將汽、柴油稅前批售價格區分為油料費用與營業費用。其中，油料費用建議依每週國際指標油價與匯率週均價，採百分百浮動調整。營業費用則為固定值，每年定期由主管機關邀請專家學者檢討。但新版公式尚未奉核，目前仍依原計價機制辦理。

綜觀中油公司油價浮動調整機制，無論是現行作業原則（2013 年 2 月 5 日版）或擬提修正方案（2013 年委託研究後之新版），大致跟隨國際油價，依據杜拜（Dubai）和布蘭特（Brent）油價變動幅度，加權計算國內油價變動幅度，並以回歸市場、未來朝向 100%（目前僅 80%）反應國際油價變動幅度為原則方向。

4.國際油價參考數值與長期預測機制

由於國內油價浮動調整機制之現行作業原則或是後續修正方案的擬議方向，均以反應國際油價變動幅度為依歸，變動指標採取杜拜（Dubai）和布蘭特（Brent）油價加權計算方式。因此，本研究分析觀察國際油價長期預測研究成果，期望能尋求覓得適當參照。

就變動指標所採取的 Dubai 和 Brent 二者而言，國際上較常估計預測 Brent 油價，因其影響全球石油貿易量之 2/3；Dubai 油價主要影響亞洲市場；至於另一項全球三大油價指標 WTI，則主要影響美國市場。茲以世界銀行資料庫提供的數據分析（參見圖 3.2.4），觀察可以發現：Brent 和 Dubai 價格具有高度共線性。以 EXCEL 試算，二者線性相關係數高達 0.9989。因此，可以國際較常估計的 Brent 長期價格變化，合理替代 Dubai 價格波動。



註：TW weighted＝Dubai×0.7+Brent×0.3。
資料來源：本研究。原始數據來自 World Bank
（http://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets，2016/05/05 擷取）。

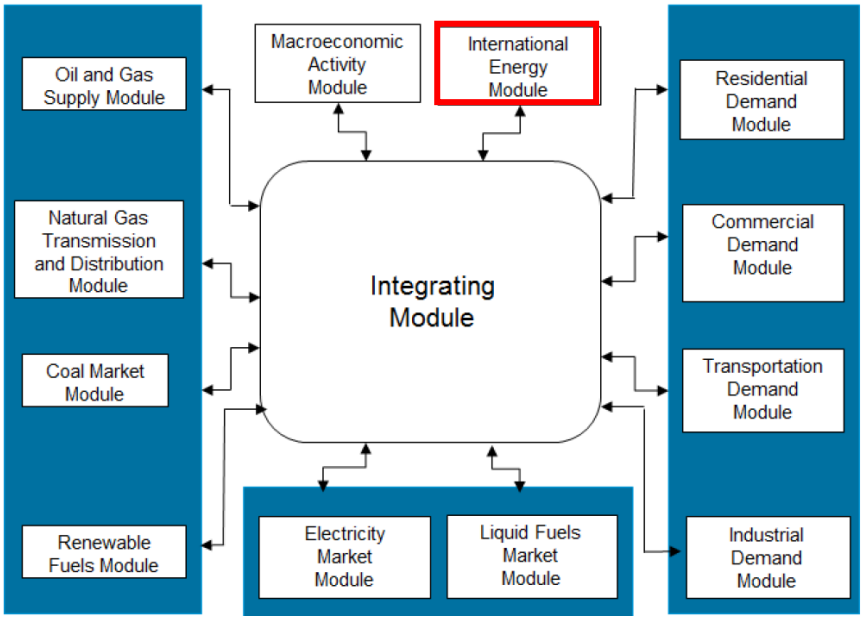
圖 3.2.4　國際油價變動趨勢

另外，若以國內油價浮動調整機制的調價指標計算權重（TW weighted＝Dubai×0.7+Brent×0.3），則此一我國權重值與 Brent 價格漸趨一致，在 2007 年 9 月以後，二者相除數值越來越接近於 1.0。因此，國際預估 Brent 價格變化可視為國內油價波動的參考數值。

國際上具公信力且受到廣泛引用的國際油價長期預測，主要由 2 組織提供：國際能源組織（International Energy Agency, IEA）和美國能源部能源資訊署（EIA）。其他機構，如世界銀行、日本能源經濟研究所（一般財団法人日本エネルギー経済研究所，the Institute of Energy Economics, Japan, IEEJ）等，也提供能源預測價格，為我國能源經濟研究經常採用。這些國際機構長期油價的推估基礎，仰賴其所建置的動態模型，根據所預測的全球能源供給（考慮產量、投資與競爭策略等）與能源需求（考慮各國經濟發展需求、能源政策與替代能源發展等），求得均衡值，所得到長期油價預測，並非以歷史資料建立時間序列模式的簡易估算方法。

以廣受引用的美國能源部 EIA 預測為例，採用「國家能源模式」（National Energy Modeling System, NEMS），整體模式架構如圖 3.2.5，其中「國際能源模組」（National Energy Modeling System International Energy Module, NEMS 之 IEM），可以模擬美國與全球石油市場的互動。運用 IEM 計算 Brent 與 WTI 價格，以及全球液體燃料的供給函數、全球各區的供需

平衡油價等。基本上，美國 EIA 模式提供至 2040 年之長期能源供需與價格預測，目的在分析美國能源市場，例如美國國內高、低經濟成長或是高資源開採率下，各類能源使用與價格變化狀況。



資料來源：EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

圖 3.2.5　美國能源部 EIA 國家能源模式之架構

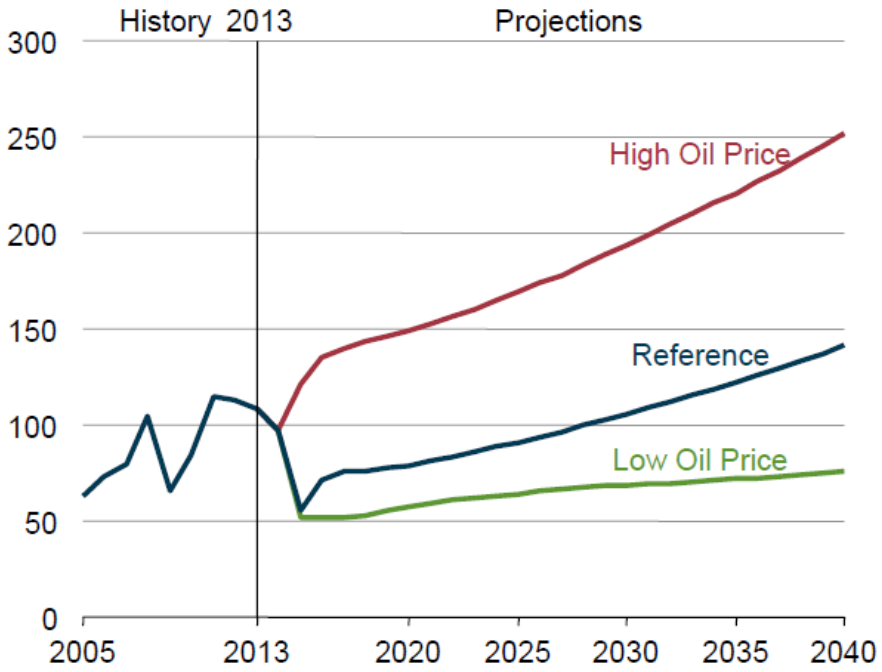
國際機構之代表性預測報告之預測標的、預測數值、最長預測年期與發佈時機等，請參見表 3.2-3。發布機制而言，以美國能源部 EIA 之年度能源展望（Annual Energy Outlook, AEO）報告最早，每年 4 月公布。其他報告則陸續於 9、10 甚至 11 月發布。因此，EIA 的預測結果，經常成為其他國際研究機構的重要參考，趨勢預測多與其他國際機構預測型態相近。各機構最長預測年期均為 2040 年，且 2013 年以來逐年下修未來年預測值，以短期下修幅度較大，但長期 2040 年推估值的修正幅度相對較少。

表 3.2-3　國際機構之代表性預測報告

預測機構	報告名稱	預測標的	2030 年預測價格（USD/Barrel）			2040 年預測價格（USD /Barrel）			最長預測年期	備註
			2013	2014	2015	2013	2014	2015		
國際能源組織（IEA）	世界能源展望（WEO）	IEA crude oil imports	205（註 5）	205（註 5）	NA	NA	NA	NA	2040	每年 11 月發布
美國能源部能源資訊署（EIA，註 4）	年度能源展望（AEO）	Brent WTI	130.47 128.47（註 1）	118.99 116.99（註 2）	105.64 99.48（註 3）	162.68 160.68（註 1）	141.46 139.46（註 2）	141.28 135.67（註 3）	2040	每年 4 月發布
	國際能源展望(IEO)	Brent	130（註 1）	119（註 2）	NA	163（註 1）	141（註 2）	NA	2040	2013/7、2014/9 發布
日本能源經濟研究所（IEEJ）	亞洲/世界能源展望（A/WEO）	國際平均價	122（註 2）	122（註 3）	NA	127（註 2）	127（註 3）	NA	2040	每年 10 月發布

註 1：2011 年幣值。
註 2：2012 年幣值。
註 3：2013 年幣值。
註 4：參考情境（reference case）預估值。
註 5：未來年當年幣值。
資料來源：本研究。WEO 數值轉引自柴蕙質（2015）近期油價下跌事件及國際機構之長短期預測，能源資訊平台。（http://webcache.googleusercontent.com/，2015/04/22 擷取）。

以 EIA 最新公布 AEO 預測值[3]而言（參見圖 3.2.6，2013 年幣值），參考情境預測 Brent 實質油價 2015 年將跌至 55.62 美元/桶，成為油價最低點；之後於 2016 年反彈至 71.07 美元/桶，再緩步上升至 2025 年恢復 90 美元/桶的水準，2033 年超過 2012 年之歷史油價高點達 115.43 美元/桶，並持續緩升至 2040 年。此一結果已經調整了前一年度（2014 年）的預測數值，將油價低點從 2017 年提前至 2015 年，但油價超過 100 美元/桶關卡的年期，卻從 2021 年往後延至 2029 年；惟二者對於 2040 年油價的預測值則差異不大。



註：2013 年幣值。
資料來源：EIA. （2015）. Annual Energy Outlook 2015 with projections to 2040. DOE/IEA-0383(2014). April 2015. U.S. Energy Information Administration.

圖 3.2.6　Brent 油價預測：美國能源部能源資訊署 2015 年年度能源展望（2015-2040 年）

綜觀 EIA 模式係依據過去趨勢預測，在既定技術、技術和社經成長趨勢之下，且假設既有法規維持不改變（僅納入 2014 年 10 月以前實施生效者、或是短期內確定生效較無延宕變數者）。模式引用外生變數包含：全球原油蘊藏量（參見表 3.2-4）、經濟成長率（全球各地經濟成長率平均為

[3] AEO 與 IEO 預測值相同，以下簡稱為「EIA 預測值」。

3.5%，分區成長率差異如表 3.2-5）等。對於美國、OPEC 以外國家的原油產量，逐一衡量主要的探勘與開採投資計畫，考慮產量、時程、實現率、當地國家地緣政治情勢、財務規劃、最終技術可開發率、全球原油蘊藏量等因素。

表 3.2-4　美國 EIA 模式假設：全球原油蘊藏量（2014 年初）

Region	Proved Oil Reserves
Western Hemisphere	544.9
Western Europe	11.1
Asia-Pacific	46.0
Eastern Europe and Former Soviet Union (F.S.U.)	120.0
Middle East	798.6
Africa	126.7
Total World	1,647.4
Total OPEC	1,200.8

單位：百萬桶

資料來源：原始數據來自 Pennwell Corporation, Oil and Gas Journal, Vol 112.12 (Dec. 1, 2014)，轉引自 EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

表 3.2-5　美國 EIA 模式假設：GDP 實質年均成長率（2010-2040 年）

Region	Average Annual Percentage Change
OECD	2.0%
OECD Americas	2.4%
OECD Europe	2.0%
OECD Asia	1.4%
Non-OECD	4.6%
Non-OECD Europe and Eurasia	2.9%
Non-OECD Asia	5.3%
Middle East	3.9%
Africa	4.8%
Central and South America	3.2%
Total World	3.5%

註：以 2005 年購買力平準指數計算。

資料來源：原始數據來自 Oxford Economic Model(February 2014)，轉引自 EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

在此基礎假設下，EIA 模式共提供 6 種情境預測，摘錄其中 3 大情境：「參考情境」、「高油價」與「低油價」之基本假設如表 3.2-6。參考情境下模式推估之全球液體燃料需求年均成長率如表 3.2-7，OPEC 與非 OPEC 國家（不含美國）的產量推估如圖 3.2.7 與圖 3.2.8。EIA 模式在這些假設之下，提供代表性的供需關係、生產與消費行為，惟能源市場有其不確定性，通常改變市場樣貌的事件多屬偶發性、無規則而無法預知，且未來的技術、社經與資源的發展，也不易準確預測。因此，模式推估數值雖可作為分析的參考基線，但仍具有高度不確定風險。

表 3.2-6　美國 EIA 模式假設：三大情境

情境	主要假設
參考情境	● Brent 油價：2015 年美國原油增產，使 Brent 原油價格下跌 43%，2015 年為 56 美元/桶。之後因非 OECD 國家需求成長，而使 Brent 價格緩步上升。但受到美國增產壓力，使 2020 年以前 Brent 價格維持在每桶 80 美元以下。2020 年以後，非 OECD 國家與 OPEC 國家均增產，使得 Brent 油價 2028 年仍維持在 100 美元/桶以下，2040 年 Brent 油價上漲至 141 美元/桶 ● OPEC 國家液體燃料之市場占比自 2014 年 39%降至 2020 年 37%，但 2040 年升至 41% ● 美國經濟：2013 至 2040 年間美國年均實質 GDP 成長率 2.4%。2025 年以前全球經貿成長疲弱，美國出口導向產業成長受阻。出口產業對 GDP 成長的重要性高，但長期的影響性逐步降低 ● 美國能源供需：美國國內能源供給漸增（主要是原油和天然氣），但需求年成長幅度僅為 0.3%（因車輛油耗標準提高與政策鼓勵提高能源使用效率，使運輸部門需求顯著降低；其他部門少量增加），降低美國對能源進口的依賴。出口主要是天然氣，液體燃料持續進口；2028 年美國能源進出口達到相互抵銷的均衡狀態。原油進口比例由 2013 年 33%降至 2040 年 17%
低油價	● Brent 油價：2015 年 Brent 原油價格較參考情境更低 7%，為 52 美元/桶。主因是非 OECD 國家需求偏低（經濟成長低於參考情境）、OPEC 國家開採投資偏高使全球供給偏高。輕質低硫原油（Brent）到 2017 年都維持 52 美元/桶以下，之後緩步上升至 2026 年 66 美元/桶、2040 年 76 美元/桶 ● OPEC 國家液體燃料之市場占比達 51%，其他液體燃料生產技術成本低於參考情境 ● 美國經濟與能源供需同參考情境
高油價	● Brent 油價：2015 年 Brent 原油價格較參考情境高，為 122 美元/桶。主因是非 OECD 國家需求高（經濟成長高於參考情境）、OPEC 國家產量與全球供給偏低。2040 年原油價格上升至 252 美元/桶 ● OPEC 國家液體燃料之市場占比為 32%，中短期內非 OPEC 國家石油生產緩步擴張，比參考情境產量高 ● 美國經濟與能源供需同參考情境

註 1：EIA 共分析 6 情境，除表列之外，另外三個情境為：高經濟成長、低經濟成長（僅改變美國經濟成長率，能源供需及其他條件與參考情境相當）、高油氣資源（假設美國可開採的油氣資源增加，海外能源供需及其他條件皆與參考情境相當）等。

註 2：所有價格均為 2013 年幣值。

資料來源：本研究彙整自 EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

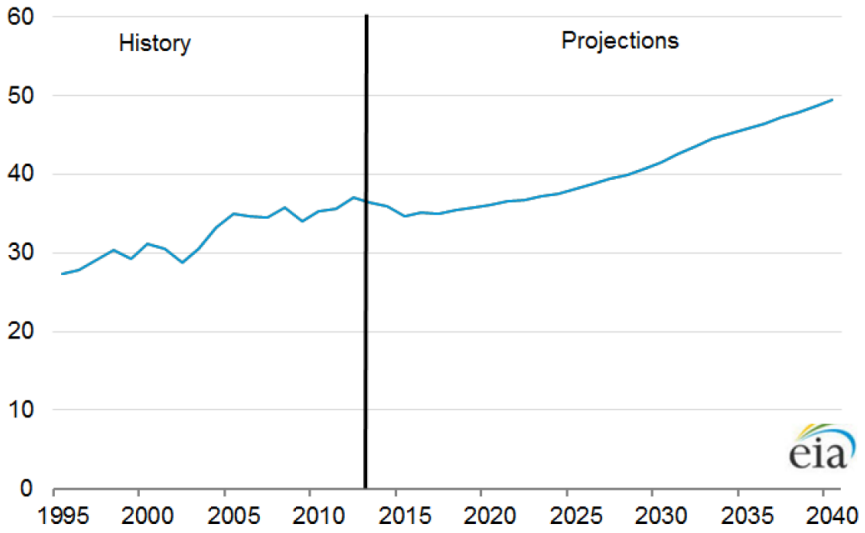
表 3.2-7　美國 EIA 模式假設：液體燃料需求年均成長率

（參考情境，2010-2040 年）

單位：每年%

Region	Demand Growth
OECD	-0.05%
OECD Americas	0.07%
OECD Europe	-0.16%
OECD Asia	0.07%
Non-OECD	2.07%
Non-OECD Europe and Eurasia	0.51%
Non-OECD Asia	2.66%
Middle East	1.69%
Africa	2.04%
Central and South America	1.27%
Total World	1.09%

資料來源：原始數據來自 US Energy Information Administration, National Energy Modeling System run REF2015.d010515A，轉引自 EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

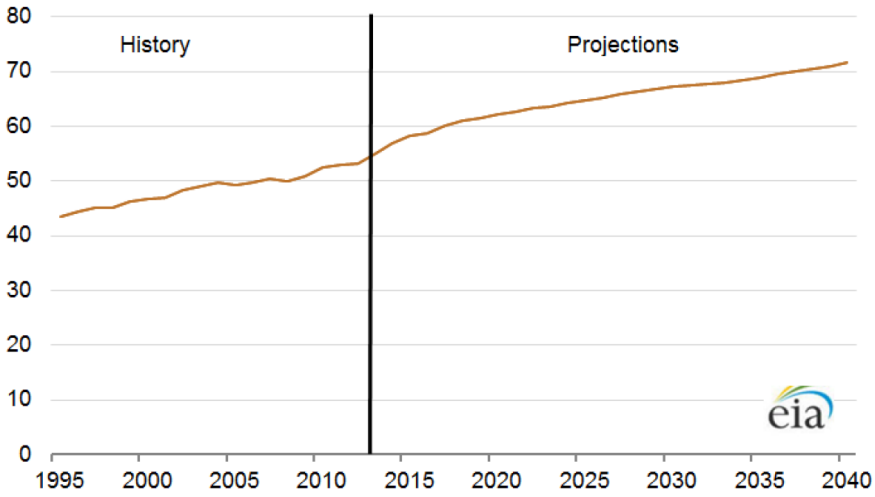


註：OPEC 表示石油輸出國組織，目前成員 12 國包括：沙烏地阿拉伯、委瑞內拉、科威特、伊拉克、伊朗、卡達、利比亞、阿爾及利亞、阿拉伯聯合大公國、奈及利亞、厄瓜多和安哥拉。

資料來源：原始數據來自 US Energy Information Administration, National Energy Modeling System run REF2015.d021915A，轉引自 EIA(2015), Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015, September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

圖 3.2.7　美國 EIA 模式假設：液體燃料產量

（參考情境之 OPEC 國家，2010-2040 年）



資料來源：原始數據來自 US Energy Information Administration, National Energy Modeling System run REF2015.d021915A，轉引自 EIA(2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554(2015).pdf，2015/10/31 擷取）。

圖 3.2.8　美國 EIA 模式假設：液體燃料產量
（參考情境之非 OPEC 國家，2010-2040 年）

5.建議方案

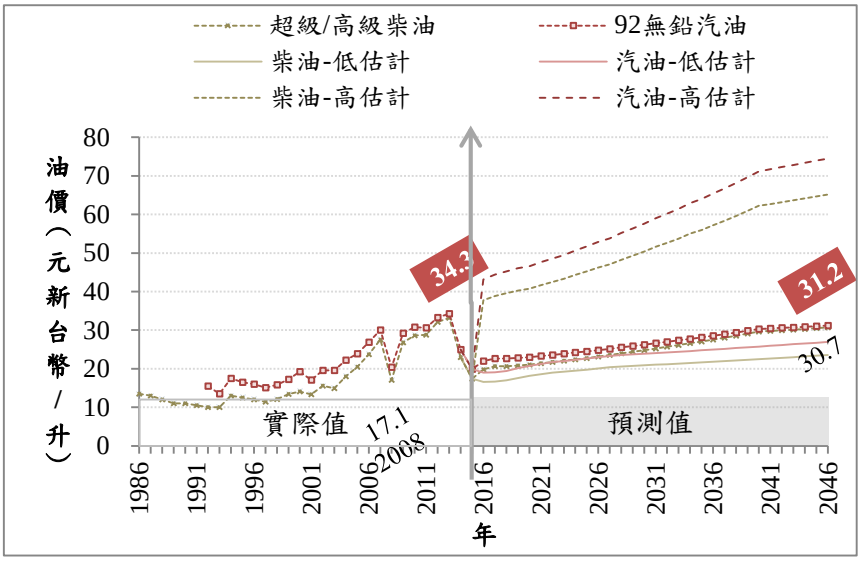
有鑑於美國能源部 EIA 之 AEO 預測結果較早公布、且經常成為其他國際研究機構的重要參考，趨勢預測多與其他國際機構預測型態相近。加以其預測標的為 Brent 油價，適合估算國內油價浮動調整機制之調整幅度的參考。因此，本研究建議採用 EIA 預測油價變化率，作為推估國內油價變動趨勢的參考。換言之，是拿 EIA 的預測結果，計算逐年的價格差異，然後把變動率應用到臺灣油價上，即藉由運用國際機構全球供需動態均衡模式預測油價的成果，提供國內長期油價預估的參考。

應用 EIA 於 2015 年 4 月公布的最新預測結果，計算 2015-2040 年間 Brent 油價逐年變動率，再以我國 2015 年底油價之稅前批售價為基準，應用前項變動率推估我國稅前批售價之長期預測，再加計稅費（以 2015 年現值計算[4]）成為零售價格預測，結果如圖 3.2.9。其中（1）採用 Brent 油

[4] 根據能源局網站資料（http://web3.moeaboe.gov.tw/oil102/oil1022010/A03/A0314/report_country_avg.asp，2016/05/04 擷取）計算，2012/07/22 起之「稅後零售價減去稅前批售價」（包含貨物稅、空污/土污/石油基金、及 5%營業稅）」約在：92 無鉛汽油 10.56-11.91、超級柴油 6.45-7.41 元/升，相對平穩。2015 年全年稅費平均值分別為：92 無鉛汽油 10.74、超級柴油 6.65 元/升。

價之 80%變化率[5]；(2) 為因應評估作業需求，交通建設計畫經濟效益評估經常需要 30 年期之預估值，故以 EIA（2015）預測低估計 Brent 油價推估值之 2036-2040 年成長率之平均值（1%），作為推估 2040-2046 年我國油價之成長率。

依據此推估結果，我國油價長期緩步攀升，2046 年達到 92 無鉛汽油 31.2 元/升、柴油 30.7 元/升[6]。而依據 2012 年 4 月 2 日以來維持的價格差異，未來 95、98 無鉛汽油均將較 92 無鉛汽油貴 1.5、3.5 元/升。



註 1：實際值原始資料來自於：中油公司網站「汽、柴、燃油歷史價格」http://new.cpc.com.tw/division/mb/oil-more4.aspx（2016/05/04 擷取）。

註 2：2016-2040 年預測值係依據 2015 年稅前批售價與稅費之實際值，與 EIA（2015）預測 2040 年油價之逐年成長率推估；2040-2046 年預測值係依據 EIA（2015）低估計預測 2036-2040 年成長率平均值推估。

註 3：2015 年幣值。

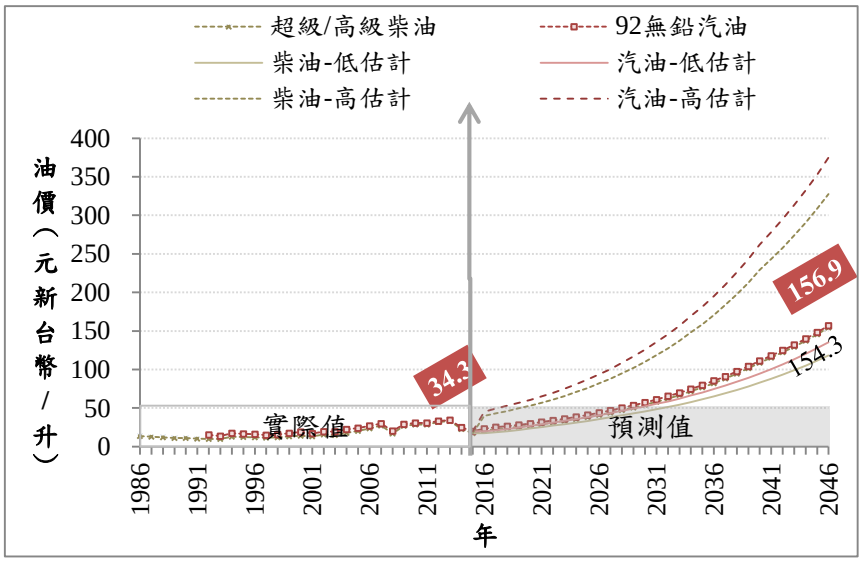
資料來源：本研究。

圖 3.2.9　我國油價長期預測（2016-2046 年）

[5] 經本研究討論與試算，決採行現行油價浮動調整機制之 80%變化率計算之。

[6] 如反映 100%國際油價變動幅度，2046 年預估油價將略高，分為 92 無鉛汽油 35.4 元/升、柴油 35.7 元/升。預測果柴油價格將高於 92 無鉛汽油價格，不符國情，故不採用。

不過，以上推估價格屬於 2015 年幣值，為便利經濟效益評估使用，轉換計算未來年幣值價格如圖 3.2.10。此處為了維持折現後價格符合基年推估數值，因此採用手冊建議之社會折現率 5.35%估算未來年幣值價格。未來，如調整社會折現率時，亦應對應調整未來年油料價格。



註：以社會折現率 5.35%估算。
資料來源：本研究。

圖 3.2.10　我國油價長期預測（2015-2046 年，未來年幣值）

綜言之，本研究建議可應用美國能源部 EIA 公布年度能源展望(Annual Energy Outlook, AEO）之長期油價預測結果，計算逐年油價變動率，再應用於推估我國柴油與 92 無鉛汽油油價未來年變動趨勢。95、98 無鉛汽油則依據 92 無鉛汽油推估值，加計 1.5、3.5 元/升。未來可依據 EIA 公布數值更新，發布油價預測結果（基年現值價格），並依據手冊建議之社會折現率（102 年版本建議值 5.35%），估算未來年幣值的油料價格。

同時，亦應定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，包含經濟部「油價走勢研析小組」、工業技術研究院 Taiwan 2050 Calculator、原能會核能所「初期能源進口價格參數長期預測」、台電公司「長期燃料價格預測」等。相關成果如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，則可作為替代方案，提供交通建設計畫經濟效益評估之用。

3.2.2 減碳效益推估值參數

1.前期手冊建議做法與討論

「102 年經效手冊」對於二氧化碳推估值參數（以下簡稱「碳價格」）之設定，建議採用「二氧化碳損害成本」概念，並以 0.00059 元/克（2009 年幣值，約為 17.9 美元/噸）進行估算（參見表 3.2-8）。該數值源自「行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（2/2）」，係參考國際碳排放交易市場（歐盟碳權交易所 ECX CFI Market 與美國芝加哥氣候交易所 CCX CFI Market）的交易價格，做為「二氧化碳衝擊損害的願付價格」。

表 3.2-8　二氧化碳損害參數建議值（2009 年幣值）

單位：元/克

項目	二氧化碳污染損害成本
建議值	0.00059

資料來源：102 年經效手冊。

然而，近年國際碳權交易市場結構丕變，已經完全不同於前期研究所參考的國際市場：（1）美國芝加哥氣候交易所因已達成階段性目標而於 2011 年 8 月關閉碳權交易市場；（2）歐盟碳權交易所雖然仍居全球最大交易量，惟是否適合做為我國的參考來源，需要進一步討論；（3）近年新加入國際碳權市場者眾，2014 年已達 40 個國家、超過 20 個行政區域實施碳訂價相關措施。新的趨勢下，與我國經貿互動緊密的中國大陸，已經成為全球第二大交易市場，且國際間也出現跨國市場連結的新機制（如美國加州與加拿大魁北克之連結案例）；（4）聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）啟動「新市場機制」（New Market Mechanism, NMM），在「多樣化方法架構」（Framework for Various Approaches, FVA）下，個別國家、區域可以實施特性化的市場機制推動減量。在此趨勢之下，我國如仍擬援引國際碳權交易價格做為減碳效益的代理價格，也必須順應當前時勢，分析選取較為適當的國際碳市交易價格據以參考。

目前，全球碳價格的數值範圍差異非常大，從 1 美元/噸到 168 美元/噸不等（如圖 3.2.11 所示）。表 3.2-9 為國外碳價格引用數值與估算方法之彙整，表中顯示各國乃至於同一國家在不同時期或不同計畫類型所採用的

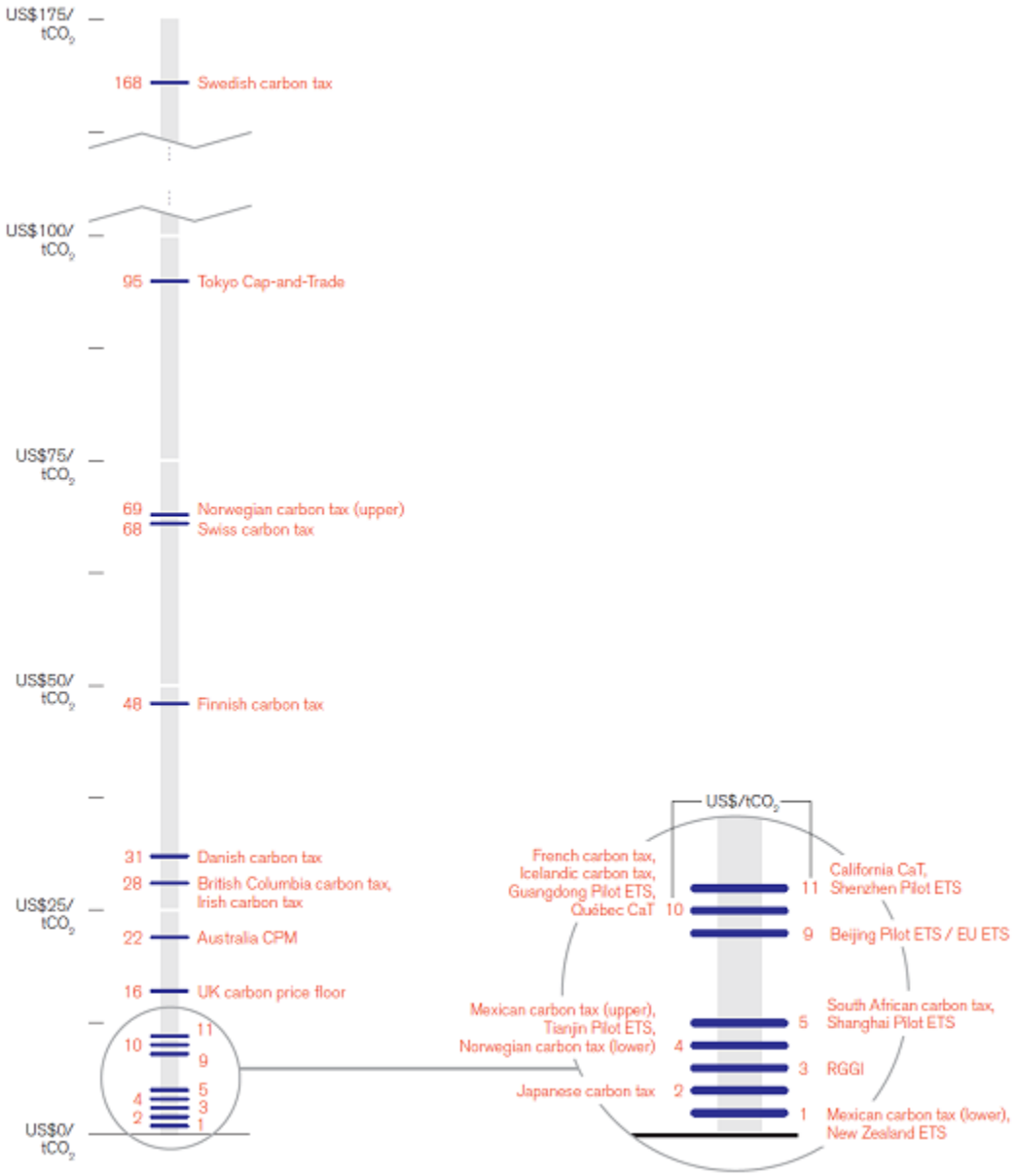
推估方法或技術皆有所差異。碳價格應用的計畫類型，主要為環境政策及運輸基礎建設。以德國為例，德國聯邦環境部門針對環境政策之評估提出碳價格，以量化環境衝擊，考量噪音和排放污染物對氣候變遷、植物損害、致癌氣體、健康和建物之影響，2010 年（基年）為 80 歐元/噸，2030 年預測值為 145 歐元/噸，而運輸部門亦據以評估聯邦運輸基礎建設之成本效益（CBA）。而經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）聯合交通研究中心（Joint Transport Research Centre, JTRC）在 2013-14 年的工作會議中，包括法國、美國、荷蘭及日本等各國代表均分別針對永續運輸的長期政策評估提出一組碳價格，據以計算成本效益的推估值參數；惟因估算方法、折現率、預測基年及成長率等項目參數之不同，各國所採用之碳價格並未一致。如法國 2010 年的基年碳價格為 32 歐元/噸，2030 年預測值為 100 歐元/噸；美國採用折現率 3% 的情境，2010 年基年碳價格為 32 美元/噸，2030 年預測值為 52 美元/噸；荷蘭則以減量成本法估算出 10~155 歐元/噸的值域範圍，並取其平均值 78 歐元/噸做為碳價格推估值參數；日本則提出每噸 10,600 日幣（2006 年幣值）的碳價格。

至於在估算方法上，例如法國曾陸續參考過碳稅、減量成本法及碳社會成本等方法；又如美國、德國和日本採用碳社會成本（Social Cost of Carbon, 以下簡稱 SCC），評估排碳增量之經濟損害，也用以代表排碳減量可以免除的損害價值（United States Inter-Agency Working Group, 2013）。SCC 估算全球尺度的長期價值，雖然期望能夠完整涵蓋所有重要損害，但是受限於推估技術的精確度與資料的完備性，仍傾向於低估（IPCC, 2007）。同時，SCC 深受折現率的影響，涵蓋的風險影響不完整、調適與技術變遷的估算也不完整，加上高溫損害外插估算具有高度不確定性及有關風險規避的假設等，都使其分析應用受到限制（Stanton, Ackerman, and Daniel, 2014）。而 Heyes, Morgan and Rivers（2013）則針對 SCC 指出以下問題：（1）SCC 通常排除可能的巨大災難或特殊型態的氣候損失，假設自然與人類資本之間存有完美永續性，因此傾向於低估成本，從而誤導決策。（2）SCC 衡量全球效益，但是「成本效益分析」計算的是國內的成本效益。（3）僅以單一向度的國外碳損害作為代理價格，可能會降低經濟效率，並使研究者感到混淆。（4）以 SCC 為基礎的決策，不容易具有延續性。

加拿大政府也曾採用 SCC 系統性應用於成本效益分析，但目前則改以碳稅制度為主；然澳洲卻是實施碳稅而又廢除的國家，主要的原因是，澳洲推行碳稅的減碳成效雖佳，卻因加重一般民眾的負擔，且衝擊企業的國際競爭力而廢除。

英國則混合兼用碳市交易價格與減量成本法（UK DECC, 2009）。針對英國參與歐盟碳權交易的部門，採用碳市交易價格。碳市交易價格以國際減量成本做為參考，與國際碳權交易市場活動相關；然而既有經驗顯示國際碳權交易價格波動劇烈、難以預估。至於未參與歐盟碳權交易的部門，則推定其國內達到減量目標所需花費的減碳成本：操作上係將部門內減量邊際成本排序，從最低者開始累計直至達成目標為止，藉以得到政策引導的碳價格。基本上，減量成本法主要關注國內的減量成本，與國內減量技術、政策減量目標相關。採行減量成本法的國家尚有荷蘭。

美、加、英等國顯然有其不同的考量，而採用不同的方法找出減碳效益的代理價格：美國著重全球尺度、單一價格應用於所有部門的減碳效益推估值；加拿大以碳稅制度取代 SCC 的應用缺陷；相對而言，英國則分別就區域尺度和國內尺度，對應不同部門的減碳效益推估值。綜上顯示有關推估方法之選擇，實與該國政策立場、應用的部門特性及國際碳權交易動向有關。



資料來源：World Bank. （2014）. State and Trends of Carbon Pricing 2014. May 2014. Washington, DC: World Bank. http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/05/19572833/state-trends-carbon-pricing-2014（2015/1/24 accessed）.

圖 3.2.11　國際碳價格（2014 年）

表 3.2-9　國外碳價格引用數值彙整表

國家	類型	碳價格	估算方法
德國	聯邦環境政策[1] 聯邦運輸基礎建設[2]	■ Y2010：80 歐元/噸 ■ Y2030：145 歐元/噸	碳社會成本
法國	運輸基礎建設[3]	■ Y1995：74 歐元/噸(2000 年幣值)	碳稅
		■ Y2005：100 歐元/噸(2000 年幣值) ■ Y2010 起，年成長率 3%	減量成本法
		■ Y2010-Y2030：100 歐元/噸(2000 年幣值),年成長率 5.8% ■ Y2030 以後依霍特林法則	碳社會成本
	基礎建設投資[4] 永續運輸,OECD[5]	■ Y2010：32 歐元/噸 ■ Y2030：100 歐元/噸 ■ Y2030 之後依霍特林法則，年成長率為 4.5%	碳社會成本
美國	官方版本 永續運輸,OECD[6]	■ Y2010：32 美元/噸 ■ Y2030：52 美元/噸 ■ 折現率 3%	碳社會成本
荷蘭	永續運輸,OECD[7]	■ 10~155 歐元/噸,平均 78 歐元/噸	減量成本法
日本	永續運輸,OECD[8]	■ 10600 日幣/噸(2006 年幣值)	碳社會成本
澳洲[9 註]	碳稅	■ Y2013：24.15 澳幣/噸	碳稅
加拿大[10]	碳稅	■ Y2012：30 美元/噸	碳稅
南非[11]	碳稅	■ Y2015-Y2019：120 南非幣/噸	碳稅

註：澳洲已於 2014.07.17 宣布廢除碳稅制度。

資料來源：

[1] Kilian Frey, Dr. Björn Bunger, Carbon Value, Discounting,uncertainty, Working group: Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, OECD/JTRC, 2014

[2] Catharina Horn, CBA of transport infrastructure projects in Germany, 2014

[3] CBA France: monetising non-priced effects

[4] CBA and sustainable development A French point of view

[5] Working group: Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport,OECD/JTRC,2014

[6] The Social Cost of Carbon:A Primer and Overview of the U.S.Government's SCC Estimates, Working group: Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport,OECD/JTRC,2014

[7] CO_2 in CBAs The Dutch practice

[8] Valuation of CO_2 Emissions in Cost-benefit Analysis of Transportation Projects: Report from Japan, Working group: Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, OECD/JTRC, 2014

[9] Point Carbon（16 March 2012）, Carbon Market Australia-New Zealand

[10] 台電公司碳資產管理及國際合作研究計畫完成報告，臺灣電力股份有限公司，中華民國 103 年 1 月

[11] National Treasury REPUBLIC of SOUTH AFRICA, PRESS RELEASE UPDATED CARBON TAX POLICY PAPER: REQUEST FOR PUBLIC COMMENTS, 2 May 2013

表 3.2-10 為國內研究計畫計算減碳效益對於碳價格引用數值之彙整。國內在計算減碳效益所參採的碳價格來源，交通建設相關計畫在早期是引用先趨國家的碳稅稅率，而後則以國際碳市交易價格為主要依據，亦有相關研究參考我國溫室氣體減量法草案之罰鍰金額（後更名為「溫室氣體減量及管理法」，已於 2015 年 7 月 1 日公告實施）；而近年環保署相關計畫對於碳價格推估值則主要參考美國 SCC 的推估值。上述計畫的碳價格值域範圍落在 500~1500 元/噸。

表 3.2-10　國內碳價格引用數值彙整表

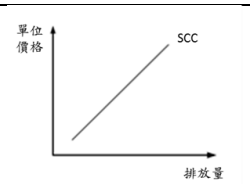
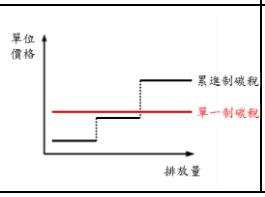
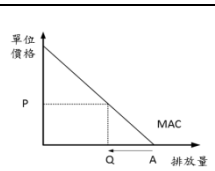
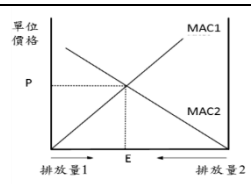
文獻	每噸碳價	資料來源
交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（2/2）（本所,2009）	1,264 元（2007 年）	參考瑞典 2007 年碳稅價格。碳稅先趨國家瑞典 1991 年開始徵收二氧化碳稅，當時稅率 250 瑞典克朗/噸二氧化碳，換算為新臺幣。
行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）（本所,2011）	800 元	依據國際市場上最常見的碳排放交易價格 14~17 歐元換算為新臺幣。
■102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊（本所,2013.06） ■交通建設計畫經濟效益評估手冊(本所, 2011） ■行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用(2/2)(本所, 2011）	590 元（2009 年）	參考歐盟碳權交易所（ECX CFI Market）與美國芝加哥氣候交易所（CCX CFI Market)2009 年的交易價格
交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究(期末簡報,中興工程,2011.12）	1,500 元	依溫室氣體減量法草案罰鍰金額
交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究（本所,2012.05）	500 元 900 元	提供兩組數值參考： （1）2009-2011 年 CER 期貨交易價格，以及 2013-2020 年 IETA 推估價格，換算為新臺幣； （2）研究機構對於未來 CER 推估價格。
台電公司碳資產管理及國際合作研究計畫之台電太陽光電計畫(台電,永智顧問,2014.01）	500~861 元（2013 年）	台電預估
產業溫室氣體排放趨勢及減量成本分析計畫之新設電廠排放標準管制政策影響評估（環保署,中經院,2014.02）	1,428 元（2025 年）	依據美國政府 SCC 估算值，並考慮不同折現率之平均值

資料來源：本研究。

2.碳價格推估值方法論

計算減碳效益的核心概念即是透過碳的貨幣化價格將外部成本內部化，其評估方式可從已造成損害之層面著手，亦可就防範於未然之角度出發，故對於減碳效益的推估值參數，可依前述學理區別為損害成本法及維護成本法兩類。損害成本法是予以適當的貨幣價值估算碳排放所造成的環境品質損害或負面效益；而維護成本法則是評估政府或生產者為了減少、甚或避免排碳而採取的行動所須支付的替代成本。依上述兩大方法論基礎所發展出的碳價格計算方式，在損害成本法方面主要為「碳社會成本」及「碳稅」，在維護成本法方面則包括「邊際減量成本」及「碳市交易價格」，彙整如表 3.2-11 所示。茲將各種推估方式之特性及應用情形概述如下。

表 3.2-11　碳價格推估值方法論彙整表

項目	損害成本法		維護成本法	
定義	評估碳排放所造成的損害 並予以貨幣化		評估避免或減少碳排放 所需支付的成本	
計算方式	碳社會成本 SCC	碳稅/罰鍰	邊際減量成本 MAC	碳市交易價格
	以全球尺度連結碳排放與環境關係，計算每單位碳排放量所造成的社會淨損害。	針對碳排放進行課稅/罰鍰，制訂單位排放量之稅率/罰金。涉及立法、稅率/單位罰金衡量不易。	以趨避概念計算欲減少一單位碳排放量所需投入的成本。減量措施通常透過設備投資方式達成，但計算不易。	仿金融商品掛牌交易模式，透過市場供需決定交易價格。
國外案例	美國、德國、日本、法國	芬蘭、挪威、瑞典丹麥、澳洲[註]、加拿大、南非	英國未參與歐盟碳交易的部門、荷蘭	英國參與歐盟碳交易的部門
價量關係示意圖				

註：澳洲已於 2014.07.17 宣布廢除碳稅制度。
資料來源：本研究，

（1）碳社會成本（Social Cost of Carbon, 以下簡稱 SCC）

SCC 係以貨幣價值來衡量溫室氣體排放對環境造成的衝擊，估算每單位碳排放量對全球所造成的淨損害。此法以全球尺度連結溫室氣體與環境的關係，故模式建置所需的資料規模與相關基礎研究量甚為龐大。目前國際上採用 SCC 估算碳價格之國家包括美國、德國、日本及法國，其中以美國為代表。

美國的碳社會成本推估值（USG SCC estimates，以下簡稱 USG SCC）之建立源自於美國法院要求國家高速公路安全管理局（NHTSA）計算因制訂燃油效率標準而減少二氧化碳排放的貨幣效益，故美國政府在 2009 年組成跨部會的碳社會成本工作小組（Working Group on Social Cost of Carbon），成員包括能源部、環保部、交通部、農業部、財政部等 11 個部會。工作小組已分別於 2010 年 2 月、2013 年 5 月、2013 年 11 月及 2015 年 7 月公布四次的 SCC 評估報告，其結果為政府相關部門制定法規影響評估中溫室氣體減量效益之依據。

USG SCC 係整合大氣、損害及經濟三大模型（DICE、PAGE 及 FUND），以全球尺度進行百年模擬，分別計算 SCC 後取平均值，做為單位碳價格的推估值參數。此三大模型對於溫室氣體損害的評估步驟相似，首先將碳排放的增減轉換為大氣中溫室氣體濃度的變化，進而造成溫度變化導致海平面上升，繼之對社會經濟或生態系統造成損害或影響，此影響以一噸碳的貨幣價值表示即為 SCC。此三大模型均以 GDP（國內生產毛額）的增減做為量化單位。USG SCC 的評估研究所須養護的資料量與模式規模龐大且複雜，一旦發現模式的計算上或背景資料有所偏誤，即進行修正並公告更新 SCC 的數據；但公告時程並未定期，故若欲引用 USG SCC，須持續追蹤該工作小組於美國政府網站發布的更新訊息。

USG SCC 之估算程序是比較基準與變動兩種不同情境的碳排放量變化結果，其中變動情境的長期變化資料，可以是各國為穩定大氣濃度所設定的各種排放情境，亦可以是經濟發展可能產生的排放量預估，其經由模型模擬所獲得的損害值相較於基準情境即可求得損害的變化量，進而計算 SCC。此外，USG SCC 分別提供 5%、3%與 2.5%三組折現率做為損害折現計算之用。USG SCC 以對照表的方式提供未來數十年在不同折現率情境下的推估值，如表 3.2-11 所示，表中數值為 2015 年 7 月之更新版本。表中數值顯示兩個趨勢：年期增加則 SCC 數值越大，反映溫室氣體的損害隨著累積的濃度越高而增加；此外，折現率愈低，SCC 越大，由於折現率的高低會影響將未來的損害轉換為現世的大小，折現率高，表示將未來的損害打折較多，淡化對後代的影響；反之，折現率低，隱含較顧及對後代的損害影響。由於溫室氣體所造成的環境損

害為長期效果，在評估氣候變遷的損害特性時，國際研究認為較不適宜選取一般常用的社會折現率，國際研究建議使用於 SCC 計算的折現率應相對較低，原則上以低於 3%是較可能且較合理的選擇。

USG SCC 對照表以 2007 年幣值呈現各預測年期的實質價格，已經應用所對應的折現率換算過，引用時不須再折現，但須參考該引用地區的通貨膨脹率將數值調整為效益所計算的基年幣值。我國若欲引用，則尚須參考 2007 年美元兌台幣的匯率經換算得到 2007 年台幣價格。2007 年的匯率價格，本研究參考中央銀行「我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料」的統計值，2007 年為 1 美元兌新臺幣 32.842 元。若效益估算年期並非以 2007 年為基年，則須再應用國內物價指數，將之轉換為效益計算基年的幣值。

整體而言，USG SCC 應用簡便，且數據由官方計算並公告更新，為美國官方認可據以評估減碳相關政策效益之主要方法，具公信力。我國環保署在 2012 年估算國光石化開發案的溫室氣體環境成本，以及 2014 年進行我國新設電廠排放標準草案之社會成本效益及經濟衝擊評估時，均曾參採 USG SCC 做為碳價格推估值參數。

目前 USG SCC 所使用的評估模型在精度上雖仍有改善空間，且其採全球尺度進行評估，較難反映區域特性；但我國目前並未自行建置，若要引用，則須認同排碳損害的全球性影響。此外，在應用時由於須經匯率轉換，尚隱含整體效益數值加總不一致性的問題。

表 3.2-12　美國政府碳社會成本推估值（USG SCC estimates）對照表

單位：美元/噸(2007年幣值)

西元年期	折現率		
	5%	3%	2.5%
2010	10	31	50
2015	11	36	56
2020	12	42	62
2025	14	46	68
2030	16	50	73
2035	18	55	78
2040	21	60	84
2045	23	64	89
2050	26	69	95

註：表中數值為 2015 年 7 月更新版本

資料來源：Technical Support Document: - Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis - Under Executive Order 12866 - Interagency Working Group on the Social Cost of Carbon, United States Government, July 2015

（2）碳稅（Carbon Tax）/罰鍰（Fines）

碳稅是針對碳的排放量進行課稅，制訂單位排放量之稅率，可採單一稅率或累進稅制。實施碳稅的國家包括芬蘭、挪威、瑞典、丹麥、加拿大、南非及澳洲等（其中澳洲已於 2014.07.17 宣布廢除碳稅制度，改採碳市交易價格）。惟碳稅的制訂涉及立法，且最適稅率衡量不易，稅率太低不具減量誘因，稅率過高則對總體經濟影響甚劇。臺灣對於碳稅之研議已討論多時，但仍未達社會共識。

罰鍰則是針對超量排碳額度課以罰金。我國為因應全球減碳發展趨勢所推動的「溫室氣體減量及管理法（簡稱溫管法）」已於 2015 年 6 月 15 日立法院三讀通過，並於 2015 年 7 月 1 日公告實施。目前循立法機制較有機會援引做為碳價格參考之依據者可能是「溫管法」的罰鍰金額。根據「溫管法」的精神，未來我國對於溫室氣體排放之管理將採企業配額方式，並設立企業帳戶，根據「溫管法」第三章第二十一條第一項之規定，事業排放量超過其核配額度之數量（以下簡稱超額量），得於規定移轉期限日前，以執行先期專案、抵換專案、符合效能標準獎勵、交易或其他方式，取得之排放額度，登錄於其帳戶，以供扣減抵銷其超額量；「溫管法」第五章罰則第二十八條的規定，若於移轉期限日，帳戶中未登錄足供扣減之排放額度者，每公噸超額量處碳市場價格三倍之罰鍰，以每一公噸新臺幣一千五百元為上限；其中碳市價格將參考國內外碳市場交易價格定期檢討並公告之。由於「溫管法」已實施，其罰鍰標準可做為我國制訂碳價格的參考指標。

（3）邊際減量成本

邊際減量成本則是以趨避的概念出發，計算欲減少一單位碳排放量所需投入的成本；減量措施通常透過設備投資方式來達成，但對於其邊際成本或效用不易知悉，量化數據不易求得，故實務上應用者有限，國際上採用邊際減量成本法計算碳價格的代表國家有荷蘭以及英國的部分未參與歐盟碳交易的部門。

（4）碳市交易價格

碳市交易活動源自「聯合國氣候變化綱要公約」於第三次締約國大會（COP3）所簽訂的京都議定書中主要三種減量機制之一的排放交易制度，以每噸二氧化碳當量（tCO_2e）為計算單位，仿金融商品掛牌交易模式，透過市場供需決定交易價格。碳市交易的標的物碳權依取得來源之不同,可區分為兩類型市場:一類是立基於總量管制(capand-trade）規範下的「排放配額」(allowance)；另一類則是以抵換機制為基礎（off-set)、透過獨立減量專案認定所核發的「減量抵換／信用額度」（credit)。完整的碳權市場應同時包含上述兩類交易標的，而成熟的碳市除現貨外通常也存在與各類交易標的相關的衍生性金融商品（如期貨、選擇權)。若欲採用碳市交易價格做為減碳推估值參數，因應國內產業環境需求而衍生的碳市交易價格應較能確切反映國內減碳的代價，故建議應以國內價格做為優先參考標的；惟當國內碳市未臻成熟之過渡階段，則可暫時參採國外的碳市價格。

現階段臺灣的碳交易市場是衍生自先期暨抵換專案所產生的減量額度，屬自願性市場，尚未推動總量管制基礎的強制性碳市交易。而目前的機制在供需結構上呈現供不應求的情形：供給量來自於申請先期專案或抵換專案所核發的減量額度，但因屬自願性、申請廠商不多且審核嚴格，致交易市場上之供給量有限；而需求量以衍生自環評的減量承諾為大宗，該部分具有強制性，需求面缺口較大。因此，臺灣目前表面上雖有碳交易市場，但未有實質的公開交易價格，亦即現階段在碳價格方面尚無具體的國內市場參考點。

目前國際碳市交易量以歐盟排放交易體系（European Union Emission Trading Scheme，EU ETS）為主且市場結構較為完整，其碳權交易市場區分為拍賣、現貨及衍生性金融商品三類，產品種類則包含歐盟碳交易配額（European Union allowance, EUA)、透過清潔發展機制（Clean Development Mechanism，CDM）認可的排放減量（certificated emission reduction, CER)，期貨、選擇權之商品則有 EUA、CER、發展自聯合履行機制（Joint Implementation，JI）的排放減量（Emission Reduction Unit，ERU）及歐盟航空配額((European Union Aviation Allowances，EUAA)。

若要參考國際碳市價格，尚須考慮交易對象之限制及市場性質與產品種類之適宜性。在商品交易對象方面，EUA 及 EUAA 為歐盟境內依法核配的碳權，其交易市場限定於歐盟成員及歐盟區域；CER 及 ERU 為執行 CDM 所得之減量額度，其抵換機制全球適用；此外，大多數的碳交易市場如中國大陸、韓國等基於經濟或技術誘發效果之本位保護主義，並不開放國外交易，故其碳價格無援引使用的意義。在市場與產品性質方面，拍賣市場交易對象主要為配額制商品（如 EUA、EUAA）；現貨市場則有 EUA、EUAA 以及 CER 三種商品；而衍生性金融商品市場中以期貨商品之交易為主，交易標的包括 EUA、EUAA、CER 及 ERU 等。有關國際碳權交易市場與商品標的關係之彙整如表 3.2-13 所示。

綜觀國際碳交易商品種類多元且價格各異，一般而言，現貨市場價格立基於具體的產業活動和生產行為，相較而言優於期貨或選擇權等衍生性金融商品價格的代表性。此外，考量上述碳權交易對象之限制，建議採用 CERs 的商品標的價格。依此原則對照表 3.2-13 之綜整，若欲參考國際碳市交易做為碳價格推估值參數之依據時，建議以現貨計價之 CERs 做為單位碳價格之估算基礎。

表 3.2-13　國際碳權交易市場與商品標的關係彙整表

商品標的	拍賣市場	現貨市場	期貨市場	說明
EUA[1]	V	V	V	EU ETS[2] ；配額制 歐盟會員及區域適用
EUAA[3]	V	V	V	EU ETS ；配額制 歐盟區域適用
CER[4]		V	V	CDM[5] 機制；抵換機制 全球適用
ERU[6]			V	JI[7] 機制；抵換機制 全球適用

註：
[1] 歐盟排放配額（European Union Allowances）
[2] 歐盟排放交易體系（European Union Emission Trading Scheme）
[3] 歐盟航空排放配額（European Union Aviation Allowances）
[4] 排放減量權證（Certified Emmissions Reduction）
[5] 清潔發展機制（Clean Development Mechanism）
[6] 排放減量單位（Emission Reduction Unit）
[7] 聯合履行（Joint Implementation）
資料來源：本研究。

目前國際間估算碳價格應用較廣的方法，主要為損害成本理論的碳社會成本法，以及維護成本理論的碳市交易價格。衡諸我國國情與社經法律條件，較有可能依 USG SCC 或碳市交易價格之方法制訂估算經濟效益之碳價格參數，表 3.2-14 即針對此二方法彙整其應用特性進行比較。

整體而言，USG SCC 具學理基礎及公信力、數據引用簡便、可預測且定期更新等優點，但實際應用時則必須考慮折現率的影響並認同全球尺度的計算基礎。而碳市交易價格具有公開透明易檢視的優點，常為具備碳交易市場的國家或地區所採用，例如英國早期本採 SCC 衡量減碳效益；但歐盟碳市交易普及後則改採碳市交易價格做為計算參數；惟碳市交易並非自由市場，深受政治因素或政策干擾，價格波動幅度大。圖 3.2.12 顯示 CERs 現貨市場價格自 2012 年 1 月~2015 年 12 月間月波動情形，價格變化最大幅度達 227 倍，預測不易，若要引用，可能須取適當的區間平均值。此外，碳市交易價格與 USG SCC 的值域差異甚巨，例如，2015 年的 USG SCC 在折現率為 5%之情境下的碳價格為 398 元/噸（2015 年幣值），而國際碳市 2015 年年底報價 CERs 的現貨交易價格為 14.67 元/噸，差距達 27 倍，而碳市交易價格的數值相對於 USG SCC 明顯偏低，實務應用上多將碳市交易價格視為碳價的下限推估值。綜整言之，為凸顯政策效果，若從事公部門計畫的減碳效益評估，應較適合採用 USG SCC 做為碳價格推估值參數。

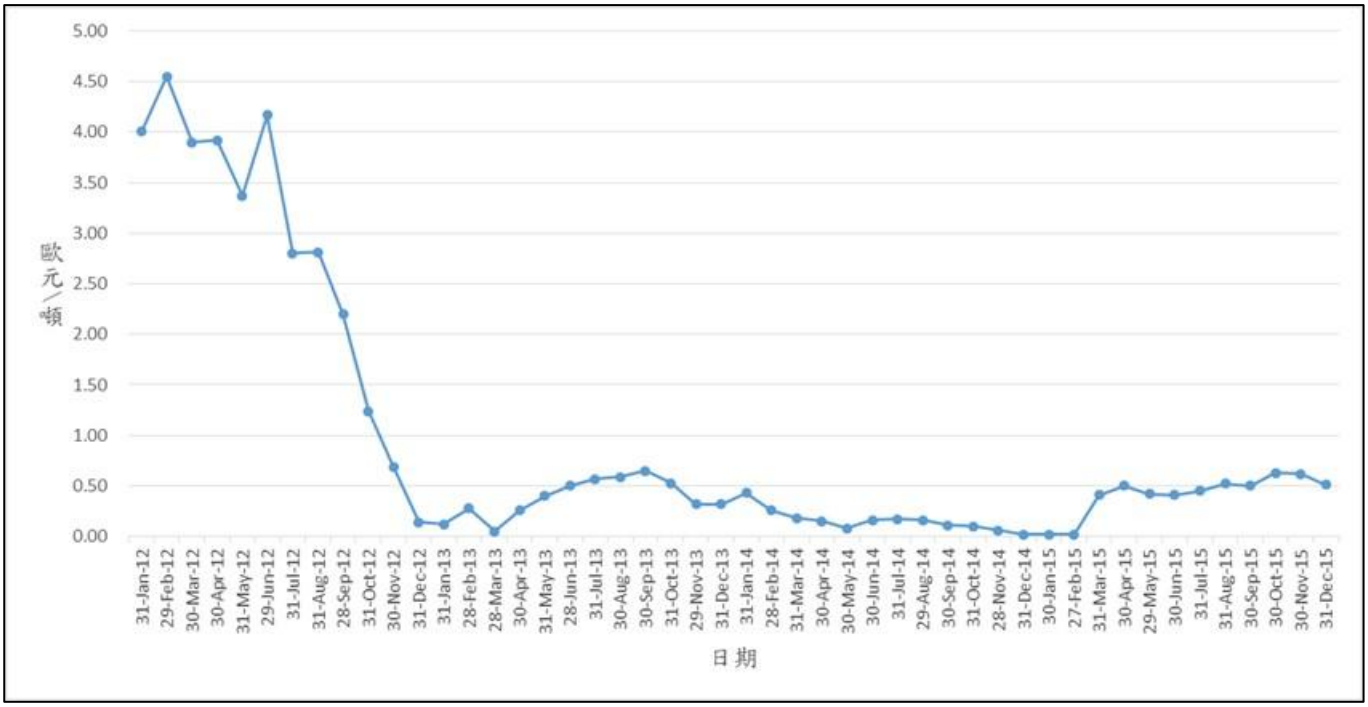
表 3.2-14　美國碳社會成本與碳市交易價格應用特性比較表

方法	損害成本法	維護成本法
實務應用	美國政府碳社會成本推估值	碳市交易價格
特性	■ 具學理基礎 ■ 應用簡便且普遍，具可預測性 ■ 官方公布，具公信力 ■ 數值定期更新	■ 公開透明易檢視
數值範圍（2015 年）	398(折現率 5%)~2027(折現率 2.5%)元/噸[註1]	14.67 元/噸[註2]（CER 現貨市場）
應用隱憂	■ 全球尺度，較難反映區域特性，若要引用，須認同排碳損害的全球性影響 ■ 模型精度尚待加強，但臺灣自行建置尚有困難 ■ 總體效益數值加總不一致性	■ 預測不易 ■ 非自由市場，易受政治/政策干擾，價格波動大 ■ 數值偏低，可視為下界值 ■ 國內現無市場，須引外部參數
適用範圍	■ 公部門計畫 ■ 可凸顯政策效果	■ 私部門專案 ■ 有利資產投資決策

註 1：視折現率而異；數值為 2015 年幣值；匯率依中央銀行「我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料」2007 年統計值，1 美元兌 32.842 元台幣估計。
http://www.cbc.gov.tw/content.asp?mp=1&CuItem=36599

註 2：中央銀行「我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料」2015 年統計值，匯率依 1 歐元兌 28.76 元台幣估計。

資料來源：本研究。



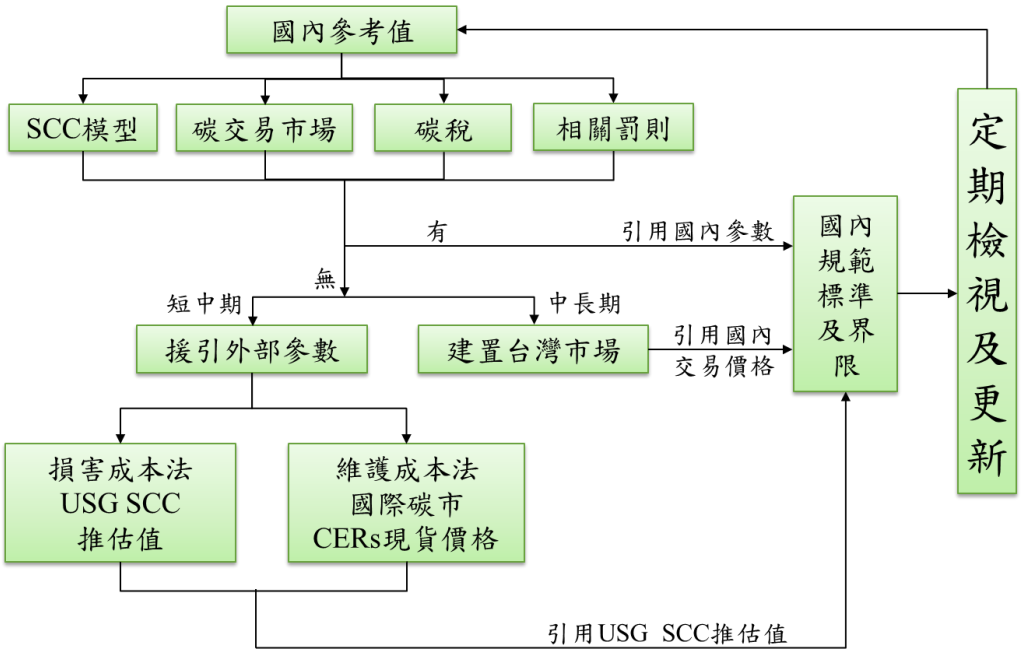
資料來源：https://www.theice.com/marketdata/reports/icefutureseurope/ECXCERIndex.shtml

圖 3.2.12　CERs 現貨市場價格變化趨勢示意圖

3.碳價格推估機制建議方案

本研究彙整前述碳價格推估原理與實務應用特性之探討而研提碳價格推估機制之建議如圖 3.2.13 之流程所示。應用於國內減碳效益評估的碳價格，為確切反映國內的減碳代價，理當以國內自有的 SCC 推估值、碳市交易價格、或碳稅稅率、超額量罰則等參考值為依據。倘若國內皆無任何參考點，在短中期間可適度援引外部參數，若採損害成本法可參採 USG SCC，若考慮維護成本法則以國際碳市 CERs 現貨價格為主。同時，應同步建置國內市場，據為國內長期的碳價參考值。而無論是援引外部參數抑或自有市場，碳價格推估值參數均應定期檢視及更新。

針對本研究擬檢討及修正「102 年經效手冊」之碳價格參數，依據圖 3.2.13 之規劃流程，首先檢視國內參考值之有無。由於「溫管法」甫於 104 年 6 月 15 日立法通過、並於 104 年 7 月 1 日公告實施，其罰鍰標準適可做為制訂碳價格的參考指標；惟該罰則標準僅明訂罰鍰上限金額為 1,500 元/噸，未達上限者參考國內外碳市場交易價格之三倍做為罰鍰依據，而對於「國內外碳市場交易價格」尚無明確之參考標準；易言之，目前「溫管法」僅規定之超排量罰鍰金額為 0~1,500 元之值域範圍，國內參考值並不明確，惟其上限金額應可做為國內制訂碳價格推估值上界之依據。



資料來源：本研究。

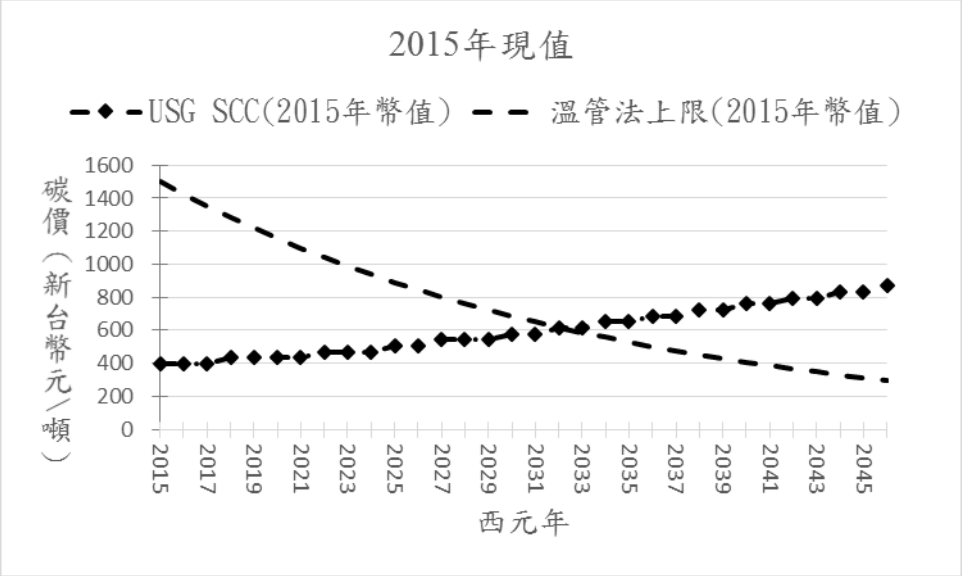
圖 3.2.13　碳價格參數規劃流程示意

因此，本研究對於「102 年經效手冊」設定之碳價格推估值，建議**現階段**以「溫管法」罰鍰上限金額 1,500 元/噸為碳價格高估值，至於「溫管法」0~1,500 元/噸之值域範圍內相關罰鍰細則尚未明訂前，先行援引外部參數制訂一明確數值為本研究之碳價格建議值，後續透過逐年檢視及調整之機制再行修正，同時，相關建議值之逐年調整均應以「溫管法」的罰鍰上限金額為推估值上界，目前的法規上限金額為 1,500 元/噸。

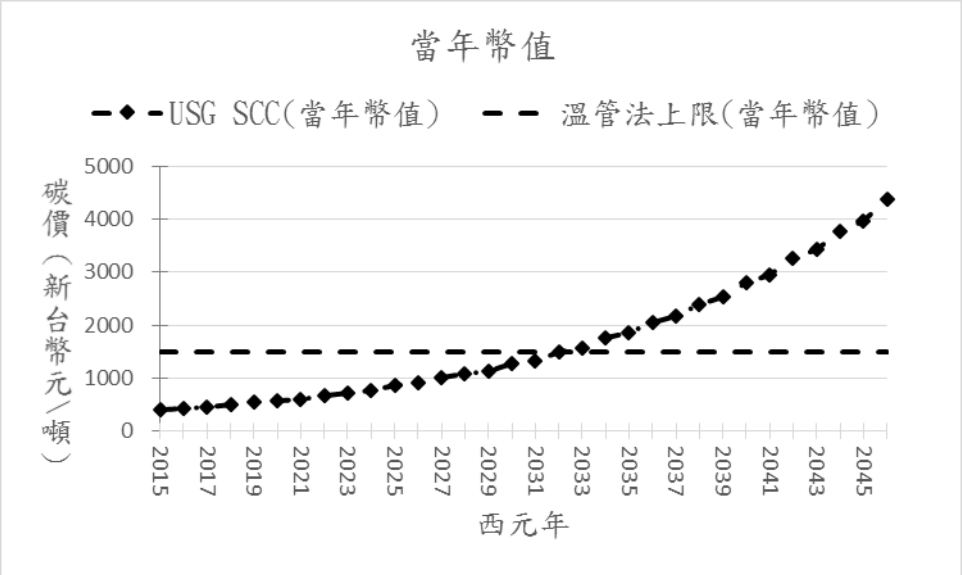
在建議值方面，考量「102 年經效手冊」為公部門交通建設計畫之效益評估依據，若採用國外碳市交易價格可能低估運輸計畫之導入致使環境改善的社會效益而影響政策之推動，建議參考 USG SCC 以彰顯節能減碳之效益值。現階段「102 年經效手冊」制訂之折現率為 5.35%之水準，建議可引用 USG SCC 在折現率為 5%水準下的推估值。以 2015 年 USG SCC 之數值 11 美元/噸為例（2015 年 7 月 USG SCC 的修訂版本，請參見前文列示的表 3.2-12），其數值為 2007 年美元幣值，故須參考 2007 年美元兌新臺幣之匯率水準進行幣別轉換。而進一步調整為 2015 年幣值之做法，建議參考「中華民國統計資訊網」中「消費者物價指數年增率資料」，計算自 2007 年至 2015 年以來的消費者物價指數成長倍數，做為通貨膨脹之調整因子。依此推演流程試算 2015 年碳價格推估值之建議值為新臺幣 398 元/噸(2015 年幣值)，高推估值則為 1,500 元/噸。

圖 3.2.14 分別顯示依「溫管法」高估值以及 USG SCC 建議值計算下之各年期碳價格推估值。圖中顯示，依據 USG SCC 所推算的碳價格推估值，自 2033 年起已大於「溫管法」的上限金額。由於「溫管法」甫於 2015 年中公告實施，其實施成效尚須經過一段時間才能顯見，且相關施行細則尚未周全，預期未來亦有可能就「溫管法」進行修正。因此，對於碳價格推估值參數，本研究建議在 2033 年之前以 USG SCC 為建議值，「溫管法」的罰鍰上限 1,500 元/噸為高推估值；在此期間，同步追蹤「溫管法」相關實施細則的立法進展，若已就 0~1,500 元/噸之值域範圍內相關罰鍰細則確定罰鍰標準，則碳價格建議值則改參照「溫管法」的標準；否則，即參採 USG SCC 之推估結果。自 2033 年起，依據 USG SCC 所推算的碳價格推估值其當年幣值即已大於「溫管法」1,500 元/噸的上限金額，故須規範於 1,500 元/噸的標準。亦即自 2033 年起，碳價格的建議值將等同高推估值。同理，未來若「溫管法」有所修訂，依據相關標準計算的碳價格參數亦須

同步調整。表 3.2-15 為本研究各年期碳價格推估值參數之彙整。



註：2015 年幣值。



註：當年幣值以社會折現率 5.35%估算。
資料來源：本研究

圖 3.2.14　USG SCC 與溫管法上限推估值變化趨勢圖

表 3.2-15　本研究之碳價格推估值

單位：新臺幣元/噸

西元年期	2015 年幣值		當年幣值	
	建議值	高推估值	建議值	高推估值
2015	398	1500	398	1500
2016	398	1424	419	1500
2017	398	1352	442	1500
2018	434	1283	508	1500
2019	434	1218	535	1500
2020	434	1156	564	1500
2021	434	1097	594	1500
2022	471	1041	678	1500
2023	471	989	714	1500
2024	471	938	752	1500
2025	507	891	853	1500
2026	507	845	899	1500
2027	543	803	1015	1500
2028	543	762	1069	1500
2029	543	723	1126	1500
2030	579	686	1266	1500
2031	579	652	1333	1500
2032	615	618	1492	1500
2033	**587**	**587**	**1500**	**1500**
2034	557	557	1500	1500
2035	529	529	1500	1500
2036	502	502	1500	1500
2037	477	477	1500	1500
2038	452	452	1500	1500
2039	429	429	1500	1500
2040	408	408	1500	1500
2041	387	387	1500	1500
2042	367	367	1500	1500
2043	349	349	1500	1500
2044	331	331	1500	1500
2045	314	314	1500	1500
2046	298	298	1500	1500
2047	283	283	1500	1500
2048	269	269	1500	1500
2049	255	255	1500	1500
2050	242	242	1500	1500

註：2007 年匯率水準 1 美元兌 32.842 元新臺幣；2007-2015 年通貨膨脹倍數為 1.089；幣值折現率為 5.35%。

資料來源：本研究推估彙整。

3.3「102 年經效手冊」修訂建議方案與更新機制

綜合前述分析成果，本研究針對「102 年經效手冊」有關節能減碳量體、油價預測和碳價推估等項目之預測方式所提出之修正建議方案及更新機制彙整如表 3.3-1 所示，各項目之估算概念及流程彙整如圖 3.3.1 所示，各項目中可能變動參數之更新資訊及其相關公告機制彙整如表 3.3-2 所示。摘述如下。

1.節能減碳量體

（1）估算方式

①參見前文表 3.1-1 之彙整，經道路屬性之指認後，小客車、機車及大客車等運具，建議採用本所建置之動態能耗碳排模式及碳轉換當量，估算能耗及排碳量；至於大貨車及小貨車等運具，由於動態能耗碳排模式尚未完成貨車研究，故暫以日本的動態能耗碳排模式估算能耗，復經碳轉換當量計算排碳量。亦可根據大客車、小客車、機車的檢討結果，歸納國外與本土模式之關係，做為貨車模式調整之參考，並保留後續更新貨車模式之彈性。

②為便於實務操作，「102 年經效手冊」將依運具別、道路類型及車速別，提供綜合轉換率，以及區分距離版和時間版的能耗/碳排係數應用查表（look-up table）。參見附表 3.1-4~3.1-25 之彙整。

（2）更新機制

能耗率（g/s）＝車隊平均能耗值（g/s） × 綜合轉換率（%）

碳排係數（g/s）＝能耗率（g/s） × 碳排放轉換當量

其中，「車隊平均能耗值」係參考本所每年公布的運輸部門各車種排放清冊；而「碳排放轉換當量」係利用 IPCC 公告之車用油品碳排係數（g/l），經由容積及油品密度單位轉換計算而得。故能耗率/碳排係數的實務應用查找表（Lookup table），可配合本所的新版排放清冊資料以及 IPCC 的油品碳排係數調整公告，每年定期更新。

2.油價預測

（1）估算方式

應用 EIA 公布年度能源展望（Annual Energy Outlook, AEO）之長期油價實質價格預測結果，計算逐年油價變動率，應用於我國油價稅前批發價，再加計稅費（92 汽油 10.7、柴油 6.7 元/升），以推估我國柴油及 92 無鉛汽油油價未來年變動趨勢。95、98 無鉛汽油則依據 92 無鉛汽油推估值，加計 1.5、3.5 元/升。而未來年名目價格則依據前述推測數值，採計手冊折現率（目前為 5.35%）推計之。

（2）更新機制

未來可依據 EIA 公布數值更新，發布新一年度油價預測結果。並定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，包含經濟部「油價走勢研析小組」、工業技術研究院 Taiwan 2050 Calculator、原能會核能所「初期能源進口價格參數長期預測」、台電公司「長期燃料價格預測」等。如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，可作為替代方案，提供交通建設計畫經濟效益評估之用。

3.碳價格推估

（1）估算方式

①參考「溫管法」罰則標準所規定之超排量罰鍰金額為 0~1,500 元之值域範圍，同步援引 USG SCC 之外部參數，於該值域範圍內制訂一明確數值。考量現階段「102 年經效手冊」制訂之折現率為 5.35%之水準，並將匯率水準以 2007 年 1 美元兌 32.842 元台幣設定之，復以自 2007 年至 2015 年之通貨膨脹倍數為 1. 089 進行幣值調整。故本研究建議參考 USG SCC 折現率為 5%之數值，將「102 年經效手冊」中之碳價格參數修訂為 2015 年新臺幣 398 元/噸（2015 年幣值）。其他年期數值請參見前表 3.2-15 之彙整。此外，依據「溫管法」之規範，各年期碳價格高推估值之當年幣值均應為此一法規之上限金額，目前為 1,500 元/噸。

②由於 USG SCC 之數值為 2007 年幣值，在以參考 USG SCC 做為碳價格參數之階段，若 USG SCC 公告之更新數值同步調整幣值年期（假設改變為 K 年），則須參考「中央銀行全球資訊網」之「我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料」進行匯率之轉換，選用 K 年匯率）。再透過「中華民國統計資訊網」之「消費者物價指數及其年增率資料」，掌握消費者物價指數之變化，以推估自 K 年至所欲修訂年期或計畫計算基年之通貨膨脹倍數，進行幣值調整，引用時即不須再折現。計算方式彙整如下。而未來年名目價格則依據前述推測數值，採計手冊折現率（目前為 5.35%）推計之。

A 年的基年幣值碳價格 = USG SCC 折現率 5%之 A 年的 K 年幣值數值
× K 年之美元兌台幣匯率
×(基年消費者物價指數/K 年消費者物價指數)

註：目前 K=2007。

（2）更新機制

①在「溫管法」針對超排量之罰則僅訂出罰鍰上限、而尚未就非上限值提出明確罰鍰金額的階段，且國內如碳交易市場、碳稅等參考點亦尚未建置或雖有市場卻尚未穩定運作之際，定期觀察 USG SCC 持續公布的更新數值，做為修正碳價格參數之依據。

②配合①，定期依據我國《溫室氣體減量及管理法》相關罰則以及 USG SCC 數值，推估並比對國內 2046 年碳價，若變動率大於 20%進行更新；若 2046 年價格變動率在 20%以內，則沿用本研究推估值，並外插至 30 年的所需評估年期；若 2046 年價格變動率大於 20%，則進行價格更新，並將比對年期調整為該基準年度起算的 30 年。

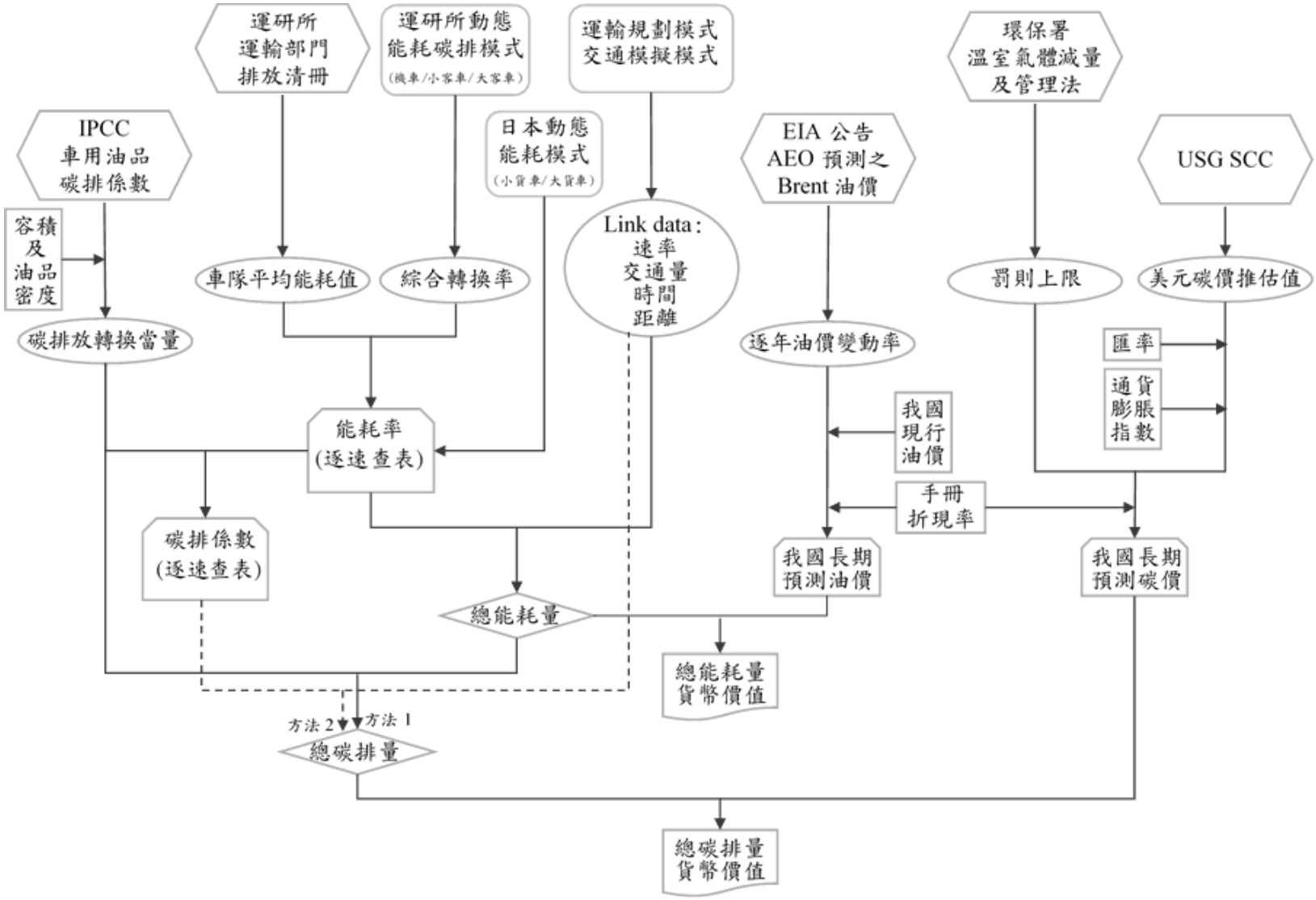
③倘若「溫管法」已具備相關實施細則，或國內已有如碳市交易等相關參考市場公開建置且穩定運作、具可預測性，則建議調整「102 年經效手冊」之碳價格引用國內市場參數，並定期更新。

④未來「102 年經效手冊」若針對如折現率等與碳價格相連動之參數進行更新，本研究所研議之碳價格等推估值參數亦應一併檢討及修正。

表 3.3-1　本研究研提之新版經效手冊修訂建議方案與更新機制彙整表

項目	原經效手冊	修訂建議方案	更新機制
節能減碳量體	1. 油耗推估：缺大客車車種、數據均為實驗室模擬值、參數本土化程度有限，無法反映停等狀態。 2. 碳排率：為固定數值，無法反映速率變化及路網層級差異、無法關聯油耗推估結果。	1. 油耗推估：小客車、機車及大客車三運具，改採本所建置之動態能耗碳排模式估算能耗。 2. 能耗率(g/s)＝車隊平均能耗值(g/s)×綜合轉換率（%） 3. 碳排率：改採碳排放轉換當量計算排碳量。 4. 碳排係數（g/s）＝能耗率（g/s）× 碳排放轉換當量 5. 提供能耗率/碳排係數之實務應用查表。	1. 追蹤本所「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」之新增車種 (約每 2 年會有階段性成果)。 2. 每年依據本所「運輸部門各車種排放清冊」之各車種平均能耗值更新車輛動態模式，與手冊最新年期相比（目前為 2015 年），單一車型數值差異率大於 20%時更新。 3. 定期檢視行政院環保署「國家溫室氣體登錄平台」公布「溫室氣體排放係數管理表」之碳轉換當量，與手冊最新年期相比（目前為 2015 年），單一油料數值差異率大於 20%時更新。
油價	以平均價格加計物價上漲率，不符合國內油價變動狀態。	參考美國能源部能源資訊署(EIA)AEO/IEO 預測 Brent 油價，計算逐年變動率，應用至國內推估實際油價（2015 年現值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值。	1. 每年依據美國能源部能源資訊署（EIA）AEO/IEO 對於 Brent 油價之預測，推估並比對國內 2046 年油價，若變動率大於 20%進行更新。 2. 定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，可作為替代方案。
碳價	參考國際碳權交易市場（ECX CFI 及 CCX CFI）交易價格加計物價上漲率，但近年國際碳權交易市場結構丕變，價格變動大、不易預測。	以《溫室氣體減量及管理法》之值域為界，搭配 USG SCC 折現率 5%之推估值（2007 年幣值），經匯率及通膨係數轉換，估算國內碳價（2015 年現值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值。	1. 定期觀察 USG SCC 數值、我國通貨膨脹指數及社會折現率等與碳價格相連動參數之更新數值，並據以推估並比對國內 2046 年碳價，若變動率大於 20%進行更新。 2. 定期追蹤《溫室氣體減量及管理法》施行細則對於相關罰則的立法進展，作為未來碳價推估基礎的替代方案。

資料來源：本研究。



資料來源：本研究。

圖 3.3.1　本研究節能減碳量體、油價預測及碳價格推估之估算方式示意圖

表 3.3-2　本研究研提之新版經效手冊建議修訂項目中可能變動參數之更新資訊及其相關公告機制彙整表

項目	可能變動參數	資料來源	資料單位	更新頻率	檢核標準	發布時機
節能減碳量體	車種別綜合轉換率	車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性	本所	約每 2 年	新增車種或更新既有車種轉換率	新增車種或更新既有車種轉換率
	車隊平均能耗值	運輸部門各車種排放清冊	本所	每年	相較於最新年期單一車種數值變動率	變動率達 20%
	碳排放轉換當量	國家溫室氣體登錄平台	環保署	不定期	相較於最新年期單一油料數值變動率	變動率達 20%
		更新網址：（環保署）首頁 ＞ 資訊下載區 ＞ 盤查登錄資訊 ＞ 溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版（102.11） http://ghgregistry.epa.gov.tw/Tool/tools.aspx?Type=1				
油價	逐年油價變動率	AEO 預測之 Brent 油價	美國能源部能源資訊署(EIA)	每年	相較於效益計算之目標年油價變動率	變動率達 20%
		更新網址：www.eia.gov/forecasts/aeo/				
	社會折現率	102 年經效手冊	本所	不定期		
碳價	CO_2 排放罰則	溫室氣體減量及管理法	環保署	不定期	罰則標準變更	罰則標準變更
	碳社會成本(SCC)	USG SCC	美國環保署	不定期	相較於效益計算之目標年碳價變動率	變動率達 20%
		EPA HomeClimate ChangeWhat EPA is DoingEconomicsSocial Cost of Carbon The Social Cost of Carbon 更新網址： http://www3.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html				
	匯率	我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料	中央銀行	每年		
		更新網址：http://www.cbc.gov.tw/content.asp?mp=1&CuItem=36599				
	通貨膨脹指數	消費者物價指數	行政院主計處	每年		
		更新網址：ttp://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=35375&CtNode=487&mp=4				
	社會折現率	102 年經效手冊	本所	不定期		

資料來源：本研究。

第四章 實例應用

為探討與前期「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中有關節能減碳估算結果之差異，並進行教育訓練與推廣，以下分別以「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程」及「竹北交流道改善計畫」為例，說明新建類及改善類交通建設計畫之節能減碳效益估算結果。

4.1 公路新建類案例

4.1.1 案例背景說明

本研究選用「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程可行性報告(替代方案)」案(以下簡稱五楊高速公路)做為公路新建類之案例，該案之計畫緣起為桃園近年重大開發及交通建設陸續進行，吸引大量人口就業及居住，國道 1 號行經桃園、中壢、楊梅等地區之交通量大幅提升，加上國道 1 號行經五股至楊梅段道路交織頻繁，各交流道間距小服務水準不佳，導致五股至楊梅段道路服務水準下降，因此提出拓寬工程之改善計畫。本研究利用興建五楊高速公路之目標年 120 年平、假日交通量指派結果，以預測大臺北及桃園地區各車種運量變化，探討節能與碳排放節省效益。

4.1.2 節能效益計算過程與結果

針對國 1 有無興建五楊高速公路方案，透過模擬取得各方案之交通量指派結果，再據以估算各方案能源消耗量。計算方法如下列公式所示，所需變數包含各路段行駛距離、道路等及、行駛速率、各車種運量，車種包含小客車、小貨車、大貨車及聯結車，指派輸出結果如表 4.1-1 所示，因模擬範圍包含大台北地區及桃園地區，路段數約 1 萬 1 千筆，因此以行駛於各道路等級之運量表列之。

$$\sum \text{節能效益}_{(\text{零方案}-\text{方案一})} = \left(\text{延車公里}_{ij} \times \text{能耗係數}_{ijkl}\right)_{(\text{零方案}-\text{方案一})} \times \text{燃油價格}_{j}$$

其中，

i：各路段；

j：車種；

k：速率；

l：道路類型；

零方案：無興建五楊高速公路；

方案一：有興建五楊高速公路。

表 4.1-1　國 1 五楊高速公路平日零方案交通量指派結果（目標年 120 年）

路徑	路名	道路等級	行駛里程（km）	速率（km/hr）	運量（PCU）			
					小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺 2	省道	0.44304	17	6725.123	3.19785	3.64453	75.17062
2	國 1	國道	0.11125	98	15930.92	1596.966	880.9119	1874.014
3	西濱快道	快速道路	7.89709	90	4615.054	227.2398	168.0684	514.8622
4	中正路	縣道	0.17902	30	9.12188	1.92689	1.83155	113.662
5	明燈路	鄉道	0.06276	48	2529.147	50.35391	0.45278	0.81345
6	文化三路	市區道路	0.16937	39	3170.654	869.3792	20.85887	76.54782
i	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

註：五楊高速公路交通量模擬範圍包含大臺北地區及桃園地區，模擬各路段數近 1 萬 1 千筆，因此以各道路等級之運量表列之。

1.延車公里

交通量指派模擬結果為各車種運量，以單位小客車（PCU）為單位，為計算延車公里須將各車種運量經由小客車當量（PCE）轉換成車輛數，本研究假設大、小貨車 PCE 為 1.5，聯結車 PCE 為 2.5，各路段行駛距離與各車種車輛數相乘即可得到延車公里，計算結果如表 4.1-2 所示。

表 4.1-2　國道 1 號五楊高速公路各車種延車公里結果

路徑	路名	道路等級	行駛里程（km）	延車公里（km×輛）			
				小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺 2	省道	0.44304	2979.5	0.94452	1.07645	13.3214
2	國 1	國道	0.11125	1772.31	118.442	65.3343	83.3936
3	西濱快道	快速道路	7.89709	36445.5	1196.36	884.834	1626.37
4	中正路	縣道	0.17902	1.633	0.22997	0.21859	8.1391
5	明燈路	鄉道	0.06276	158.729	2.10681	0.01894	0.02042
6	文化三路	市區道路	0.16937	537.013	98.1644	2.355244	5.18596

2.能耗係數

各車種能耗係數係依不同道路等級及速率下得到,依照附錄 3 小客車、小貨車、大貨車（聯結車）動態能耗碳排實務應用查表（2013 距離版）可得到能耗係數，查表結果如表 4.1-3 所示。

表 4.1-3　國道 1 號五楊高速公路各車種能耗係數查表結果

路徑	路名	道路等級	速率（km/hr）	能耗係數 （l/km）			
				小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺 2	省道	17	0.256232	0.091875	0.41905	0.41905
2	國 1	國道	98	0.054338	0.072941	0.320575	0.320575
3	西濱快道	快速道路	90	0.067873	0.066383	0.287599	0.287599
4	中正路	縣道	30	0.128875	0.07355	0.338397	0.338397
5	明燈路	鄉道	48	0.060542	0.060321	0.267865	0.267865
6	文化三路	市區道路	39	0.092156	0.065573	0.297192	0.297192

註：小客車請查小客車動態能耗/CO_2 排放係數（2013 年距離版）
小貨車請查小貨車動態能耗/CO_2 排放係數（2013 年距離版）
大貨車請查大貨車動態能耗/CO_2 排放係數（2013 年距離版）
聯結車請查大貨車動態能耗/CO_2 排放係數（2013 年距離版）

3.能源消耗量

將前述各車種延車公里與能耗係數相乘後加總，可得各車種能源消耗量，並以相同計算方法估算平、假日零方案及方案一各車種能源消耗量，如表 4.1-4 所示。平、假日能源消耗量經由年轉換天數得到目標年能源消耗量，平日假設 261 天，假日假設 104 天，如表 4.1-5 所示。

表 4.1-4　國道 1 號五楊高速公路平、假日各方案能源消耗量

能源消耗量（公升/日）		小客車（汽油）	小貨車（柴油）	大貨車（柴油）	聯結車（柴油）
零方案	平日	2,928,104	103,406	255,232	273,501
	假日	2,924,721	103,442	255,438	273,668
方案一	平日	1,331,722	103,739	272,736	283,685
	假日	2,792,868	104,817	260,757	278,273

表 4.1-5　國道 1 號五楊高速公路目標年各方案能源消耗量

能源消耗量（公升/年）	小客車（汽油）	小貨車（柴油）	大貨車（柴油）	聯結車（柴油）
零方案	1,068,406,222	37,746,943	93,181,181	99,845,338
方案一	638,037,701	37,976,970	98,302,788	102,982,297

4.能源節省效益

零方案和方案一目標年能源使用量相減可得到能源節省量，依照附錄4查詢油價表可得到目標年120年的油價，如表4.1-6所示。小客車油價選用95無鉛汽油，小貨車、大貨車及聯結車選用超級/高級柴油，各車種能源節省量與不同油品之油價相乘後，可得到能源節省效益，燃油價格提供兩種版本，分別為基年幣值及當年幣值，若選用基年幣值，則不用再折現轉換，若選用當年幣值，則需依據折現率轉換成現值，本次案例選用基年幣值試算。如表 4.1-7 所示，顯示興建五楊高速公路後，小客車能源節省量為正效益，反而貨車會更耗油，推論尚未興建前，貨車主要行走快速道路或省道，興建後，貨車選擇走國1主線以節省時間，相對於快速道路及省道係增加行駛距離，因此貨車延車公里增加，導致能源消耗量增加，整體而言，興建五楊高速公路能源節省效益11,875百萬元。

表 4.1-6　民國 120 年燃油價格

油品	燃油價格（元/公升）（2015 年幣值）	燃油價格（元/公升）（2031 年幣值）
95 無鉛汽油	28.09	64.7
超級/高級柴油	25.24	58.1

資料來源：請詳見附錄4。

表 4.1-7　國 1 五楊高速公路能源節省效益

項目	能源節省效益（百萬元,2015 年幣值）				
	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
零方案-方案一	12,089	-6	-129	-79	11,875

4.1.3 減碳效益計算過程與結果

將前述計算興建五楊高速公路後各車種能源消耗量與碳排放轉換係數相乘後，可得到二氧化碳排放量，各方案碳排放量相減後乘上碳價格可得到減碳效益，公式如下列所示。其中，碳排放轉換係數由行政院環保署定期公布索取資料，如表 4.1-8 所示；碳價格依照附錄 4 查詢碳價表可得到目標年120年碳價格，碳價格提供兩種版本，分別為基年幣值及當年幣值，若選用基年幣值，則不用再折現轉換，若選用當年幣值，則需依據折現率轉換成現值，本次案例選用基年幣值試算，如表 4.1-9 所示。若以碳價格建議值估算國1五楊高速公路碳節省效益為551.19百萬元，若以高估

值之碳價格試算，其增加減碳效益值之幅度與碳價格變化率相當，如表 4.1-11 所示。

$$\sum \text{二氧化碳節省效益}_{(\text{零方案}-\text{方案一})} = \left\{\left(\text{能源消耗量}_{\text{零方案}} \times \text{碳排放轉換係數}_{m}\right) - \left(\text{能源消耗量}_{\text{方案一}} \times \text{碳排放轉換係數}_{m}\right)\right\} \times \text{碳價格}$$

其中，

m：油品；

碳排放轉換係數單位：$kgCO_2/L$；

碳價格單位：元/克。

表 4.1-8　移動源燃料二氧化碳轉換係數

油品	碳排放轉換係數（$kgCO_2/L$）
車用汽油	2.263
柴油	2.606

資料來源：行政院環保署，溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版（105.02）

表 4.1-9　民國 120 年碳價格

項目	碳價格（元/公噸）（2015 年幣值）	碳價格（元/公噸）（2031 年幣值）
建議值	579	1,333
高估值	652	1,500

資料來源：請詳見附錄 4。

表 4.1-10　國 1 五楊高速公路二氧化碳排放量

項目	碳排放量（噸/年）			
	小客車	小貨車	大貨車	聯結車
零方案	2,417,803	98,369	242,830	260,197
方案一	1,443,879	98,968	256,177	268,372

表 4.1-11　國 1 五楊高速公路二氧化碳節省效益

碳價格(2015 年幣值)		碳節省效益（百萬元,2015 年幣值）				
		小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
建議值	579	564	-0.35	-7.73	-4.73	551.19
高估值	652	634.55	-0.39	-8.70	-5.33	620.13

4.2 公路改善類案例

4.2.1 案例背景說明

本研究選用「竹北交流道改善計畫」案做為公路改善類之案例，該案之計畫緣起為竹北交流道原本為鑽石型交流道，僅以光明六路為連絡道，需負荷竹北地區東西向道路功能，光明六路在尖峰時段已無法負荷交通量，造成周邊道路壅塞及增加肇事率。改善方案為將側車道串連形成分離式鑽石型交流道，將竹北交流道四個左轉匝道取消，以增加儲車長度。本研究利用改善竹北交流道之目標年 120 年平日交通量指派結果，以預測竹北交流道周邊道路各車種運量變化，探討節能與碳排放節省效益。

4.2.2 節能效益計算過程與結果

針對竹北交流道有無改善方案，透過模擬取得各方案之交通量指派結果，再據以估算各方案能源消耗量。計算方法如下列公式所示，所需變數包含各路段行駛距離、道路等及、行駛速率、各車種運量，車種包含小客車、小貨車、大貨車及機車，指派輸出結果如表 4.2-1 及表 4.2-2 所示。

$$\sum \text{節能效益}_{(\text{零方案}-\text{方案一})} = \left(\text{延車公里}_{ij} \times \text{能耗係數}_{ijkl}\right)_{(\text{零方案}-\text{方案一})} \times \text{燃油價格}_{j}$$

其中，

i：各路段；

j：車種；

k：速率；

l：道路類型；

零方案：無改善竹北交流道；

方案一：有改善竹北交流道。

表 4.2-1　國 1 竹北交流道改善平日零方案交通量指派結果(目標年 120 年)

路名	路段名稱	道路等級	行駛里程（公里）	運量（PCU）					速率（Km/hr）
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	
光明六路	光明六路東一段	市區道路	1.45	1,739	173	202	56	234	30
				1,730	183	202	48	299	32
縣政二路	縣政二路	市區道路	1.73	1,281	89	113	28	188	29
				962	95	139	23	161	31
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	2.6	687	49	76	20	488	33
				402	55	28	14	941	32
國道 1 號	國道 1 號	國道	3.1	3,618	621	1,476	206	0	76
				4,044	696	1,558	222	0	65
台 1 線	中華路	省道	2.81	1,577	406	299	63	1,265	27
				1,413	340	261	135	1,010	32
縣道 117 線	自強南路	縣道	1.88	994	169	167	26	244	36
				1,171	203	173	39	254	35
縣道 117 線	慈雲路	縣道	2.76	1,549	204	151	58	869	22
				1,493	187	153	41	765	25
縣道 118 線	中山路	縣道	1.46	434	54	88	15	119	36
				640	81	121	24	173	34
縣道 118 線	中正東路	縣道	1.92	1,211	123	128	27	391	25
				1,156	110	108	30	397	25
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	1.42	643	70	79	16	232	34
				731	80	87	20	303	33

表 4.2-2　國 1 竹北交流道改善平日方案一交通量指派結果(目標年 120 年)

路名	路段名稱	道路等級	行駛里程（公里）	運量（PCU）					速率（Km/hr）
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	
光明六路	光明六路東一段	市區道路	1.45	1,772	145	117	44	73	39
				1,741	172	196	42	65	38
縣政二路	縣政二路	市區道路	1.73	1,373	93	121	34	229	30
				1,069	112	160	27	182	32
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	2.6	1,008	77	113	29	613	30
				645	80	44	22	1,169	29
國道 1 號	國道 1 號	國道	3.1	3,055	518	1,208	169	0	78
				3,400	580	1,266	184	0	76
台 1 線	中華路	省道	2.81	1,048	321	165	35	1,200	37
				1,042	324	170	87	1,128	37
縣道 117 線	自強南路	縣道	1.88	1,080	196	191	29	286	35
				1,091	194	167	38	280	35
縣道 117 線	慈雲路	縣道	2.76	1,358	158	100	42	881	23
				1,409	182	126	23	890	25
縣道 118 線	中山路	縣道	1.46	531	63	114	18	154	41
				727	91	136	21	215	38
縣道 118 線	中正東路	縣道	1.92	1,405	136	136	30	423	28
				1,274	121	113	30	421	29
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	1.42	766	63	81	12	409	30
				612	76	74	12	456	35

1.延車公里

交通量指派模擬結果為各車種運量，以 PCU 為單位，為計算延車公里須將各車種運量經由 PCE 轉換成車輛數，本研究假設大、小貨車 PCE 為 1.5，大客車 PCE 為 1.5，機車 PCE 為 0.3，各路段行駛距離與各車種車輛數相乘即可得到延車公里，計算結果如表 4.2-3 及表 4.2-4 所示。

表 4.2-3　國道 1 號竹北交流道平日零方案改善各車種延車公里結果

路名	路段名稱	道路等級	行駛里程（公里）	延車公里（km×輛）				
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路	光明六路東一段	市區道路	1.45	2,522	167	195	54	1,131
				2,509	177	195	46	1,445
縣政二路	縣政二路	市區道路	1.73	2,216	103	130	32	1,084
				1,664	110	160	27	928
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	2.6	1,786	85	132	35	4,229
				1,045	95	49	24	8,155
國道 1 號	國道 1 號	國道	3.1	11,216	1,283	3,050	426	0
				12,536	1,438	3,220	459	0
台 1 線	中華路	省道	2.81	4,431	761	560	118	11,849
				3,971	637	489	253	9,460
縣道 117 線	自強南路	縣道	1.88	1,869	212	209	33	1,529
				2,201	254	217	49	1,592
縣道 117 線	慈雲路	縣道	2.76	4,275	375	278	107	7,995
				4,121	344	282	75	7,038
縣道 118 線	中山路	縣道	1.46	634	53	86	15	579
				934	79	118	23	842
縣道 118 線	中正東路	縣道	1.92	2,325	157	164	35	2,502
				2,220	141	138	38	2,541
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	1.42	913	66	75	15	1,098
				1,038	76	82	19	1,434

表 4.2-4　國道 1 號竹北交流道平日方案一改善各車種延車公里結果

路名	路段名稱	道路等級	行駛里程（公里）	延車公里（km×輛）				
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路	光明六路東一段	市區道路	1.45	2,569	140	113	43	353
				2,524	166	189	41	314
縣政二路	縣政二路	市區道路	1.73	2,375	107	140	39	1,321
				1,849	129	185	31	1,050
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	2.6	2,621	133	196	50	5,313
				1,677	139	76	38	10,131
國道 1 號	國道 1 號	國道	3.1	9,471	1,071	2,497	349	0
				10,540	1,199	2,616	380	0
台 1 線	中華路	省道	2.81	2,945	601	309	66	11,240
				2,928	607	318	163	10,566
縣道 117 線	自強南路	縣道	1.88	2,030	246	239	36	1,792
				2,051	243	209	48	1,755
縣道 117 線	慈雲路	縣道	2.76	3,748	291	184	77	8,105
				3,889	335	232	42	8,188
縣道 118 線	中山路	縣道	1.46	775	61	111	18	749
				1,061	89	132	20	1,046
縣道 118 線	中正東路	縣道	1.92	2,698	174	174	38	2,707
				2,446	155	145	38	2,694
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	1.42	1,088	60	77	11	1,936
				869	72	70	11	2,158

2.能耗係數

各車種能耗係數係依不同道路等級及速率下得到，依照附錄 3 小客車、小貨車、大貨車、大客車及機車動態能耗碳排實務應用查表（2013 距離版）可得到能耗係數，查表結果如表 4.2-5 及表 4.2-6 所示。

表 4.2-5　國道 1 號竹北交流道平日零方案各車種能耗係數查表結果

路名	路段名稱	道路等級	速率（km/hr）	能耗係數 （l/km）				
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路	光明六路東一段	市區道路	30	0.139437501	0.073550000	0.338396667	0.323638650	0.046173565
			32	0.128324200	0.071515125	0.328211375	0.313780990	0.044162615
縣政二路	縣政二路	市區道路	29	0.145010808	0.074629552	0.343710241	0.328735260	0.047306949
			31	0.133868670	0.072512355	0.333230419	0.318659850	0.045128238
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	33	0.122825944	0.070557000	0.323339424	0.308986390	0.043269299
			32	0.128324200	0.071515125	0.328211375	0.313780990	0.044162615
國道 1 號	國道 1 號	國道	76	0.063022210	0.059010368	0.252383526	0.284719740	0
			65	0.070809190	0.056925000	0.244800385	0.292501330	0
台 1 線	中華路	省道	27	0.168722080	0.076921444	0.354779963	0.343795870	0.049877143
			32	0.136497587	0.071515125	0.328211375	0.316821020	0.044162615
縣道 117 線	自強南路	縣道	36	0.101459475	0.067906333	0.309605222	0.296180490	0.040960815
			35	0.105285332	0.068753571	0.314036429	0.301312400	0.041673977
縣道 117 線	慈雲路	縣道	22	0.179685961	0.083542000	0.385045636	0.374397890	0.058709346
			25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
縣道 118 線	中山路	縣道	36	0.101459475	0.067906333	0.309605222	0.296180490	0.040960815
			34	0.109419037	0.069636824	0.318614471	0.306456500	0.042441713
縣道 118 線	中正東路	縣道	25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
			25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	34	0.109419037	0.069636824	0.318614471	0.306456500	0.042441713
			33	0.113854100	0.070557000	0.323339424	0.311622430	0.043269299

註：小客車請查小客車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
小貨車請查小貨車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
大貨車請查大貨車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
大客車請查城際客運國 1 動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
機車請查機車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）

表 4.2-6　國道 1 號竹北交流道平日方案一各車種能耗係數查表結果

路名	路段名稱	道路等級	速率（km/hr）	能耗係數 （l/km）				
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路	光明六路東一段	市區道路	39	0.092155609	0.065573000	0.297191974	0.281312100	0.039103426
			38	0.096867758	0.066316737	0.301183053	0.285843570	0.039679645
縣政二路	縣政二路	市區道路	30	0.139437501	0.073550000	0.338396667	0.323638650	0.046173565
			32	0.128324200	0.071515125	0.328211375	0.313780990	0.044162615
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	30	0.139437501	0.073550000	0.338396667	0.323638650	0.046173565
			29	0.145010808	0.074629552	0.343710241	0.328735260	0.047306949
國道 1 號	國道 1 號	國道	78	0.061901619	0.059742000	0.255661487	0.283540710	0.000000000
			76	0.063022210	0.059010368	0.252383526	0.284719740	0.000000000
台 1 線	中華路	省道	37	0.112814529	0.067094297	0.305320784	0.291052170	0.040297472
			37	0.112814529	0.067094297	0.305320784	0.291052170	0.040297472
縣道 117 線	自強南路	縣道	35	0.105285332	0.068753571	0.314036429	0.301312400	0.041673977
			35	0.105285332	0.068753571	0.314036429	0.301312400	0.041673977
縣道 117 線	慈雲路	縣道	23	0.172543878	0.082103087	0.378695261	0.367800350	0.056597220
			25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
縣道 118 線	中山路	縣道	41	0.087010875	0.064184707	0.289649585	0.270432370	0.038061866
			38	0.094745924	0.066316737	0.301183053	0.285919770	0.039679645
縣道 118 線	中正東路	縣道	28	0.140204492	0.075752714	0.349171286	0.338213110	0.048537868
			29	0.134416069	0.074629552	0.343710241	0.332743660	0.047306949
縣道 120 線	福興東路一段	縣道	30	0.128874765	0.073550000	0.338396667	0.327366810	0.046173565
			35	0.105285332	0.068753571	0.314036429	0.301312400	0.041673977

註：小客車請查小客車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
小貨車請查小貨車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
大貨車請查大貨車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
大客車請查城際客運國 1 動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）
機車請查機車動態能耗/CO_2排放係數（2013 年距離版）

3.能源消耗量

將前述各車種延車公里與能耗係數相乘後加總，可得平日零方案及方案一各車種能源消耗量，如表 4.2-7 所示；平日能源消耗量經由年轉換天數得到目標年能源消耗量，如表 4.2-8 所示。

表 4.2-7　國道 1 號竹北交流道平日各方案能源消耗量

項目	能源消耗量 （公升/日）				
	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	7,407	448	2,772	585	3,167
方案一	6,373	401	2,307	461	3,284

表 4.2-8　國道 1 號竹北交流道目標年各方案能源消耗量

項目	能源消耗量 （公升/年）				
	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	2,592,482	156,919	970,069	204,674	1,108,460
方案一	2,230,574	140,490	807,459	161,439	1,149,548

4.能源節省效益

零方案和方案一目標年能源使用量相減可得到能源節省量，依照附錄 4 查詢油價表可得到目標年 120 年的油價，如表 4.2-9 所示，小客車及機車油價選用 95 無鉛汽油，小貨車、大貨車及大客車選用超級/高級柴油，各車種能源節省量與不同油品之油價相乘後，可得到能源節省效益，本次案例選用基年幣值試算。如表 4.2-10 所示，顯示改善竹北交流道後，小客車、小貨車、大貨車、大客車能源節省量為正效益，反而是機車較耗油，推論竹北交流道改善後，平面道路速率提升，吸引機車運量至竹北交流道周邊道路，因此機車延車公里增加，導致能源消耗量增加，整體而言，改善竹北交流道後，能源節省效益為 14.74 百萬元。

表 4.2-9　民國 120 年燃油價格（2015 年幣值）

油品	燃油價格（元/公升）（2015 年幣值）	燃油價格（元/公升）（2031 年幣值）
95 無鉛汽油	28.09	64.7
超級/高級柴油	25.24	58.1

資料來源：請詳見附錄 4。

表 4.2-10　國 1 竹北交流道改善能源節省效益

項目	能源節省效益（百萬元）					
	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
零方案-方案一	10.17	0.41	4.10	1.09	-1.04	14.74

4.2.3 減碳效益計算過程與結果

將前述計算竹北交流道改善後各車種能源消耗量與碳排放轉換係數相乘後，可得到二氧化碳排放量，各方案碳排放量相減後乘上碳價格可得到減碳效益，公式如下列所示，碳排放轉換係數由行政院環保署定期公布索取資料，如表 4.2-11 所示，碳價格依照附錄 4 查詢碳價表可得到目標年 120 年碳價格，本案例選用基年幣值試算，若以碳價格建議值試算國 1 竹北交流道改善後碳節省效益為 0.76 百萬元，若以高估值之碳價格試算，其

增加減碳效益值之幅度與碳價格變化率相當，如表 4.2-12 所示。

$$\sum \text{二氧化碳節省效益}_{(\text{零方案}-\text{方案一})} = \left\{\left(\text{能源消耗量}_{\text{零方案}} \times \text{碳排放轉換係數}_{m}\right) - \left(\text{能源消耗量}_{\text{方案一}} \times \text{碳排放轉換係數}_{m}\right)\right\} \times \text{碳價格}$$

其中，

m：油品；

碳排放轉換係數單位：$kgCO_2/L$；

碳價格單位：元/克。

表 4.2-11　移動源燃料二氧化碳轉換係數

油品	碳排放轉換係數（$kgCO_2/L$）
車用汽油	2.263
柴油	2.606

資料來源：行政院環保署，溫室氣體排放係數管理表 6.0.2 版（105.02）

表 4.2-12　國 1 竹北交流道改善二氧化碳節省效益

項目	單位碳價格（元/公噸）	碳節省效益（百萬元）					
	2015 年幣值	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
建議值	579	0.47	0.02	0.25	0.07	-0.05	0.76
高估值	652	0.53	0.03	0.28	0.07	-0.06	0.85

4.3 成果差異比較

本節將針對估算節能減碳效益之更新方法（動態能耗模式）與前期經效手冊之節能減碳計算結果作差異比較，茲以能源及碳排放節省差異分別說明如下。

4.3.1 能源節省差異

利用本次更新及前期手冊方法估算五楊高速公路能源節省量結果如表 4.3-1 所示，估算竹北交流道改善後能源節省量結果如表 4.3-2 所示。其中：

1. 小貨車、大貨車及聯結車能源消耗量估算方法沿用前期建議模式，因此貨車能源節省量估算結果相同；

2. 本次更新方法估算五楊高速公路及竹北交流道小客車能源節省量皆高於前期計算結果，原因如圖 4.3.1 所示。前期建議小客車能源與速率趨勢線皆低於動態能耗模式，動態能耗模式在低速區間之能耗敏感度較高，亦即小客車動態能耗模式在有無方案速率差異越大時，能源節省量越顯著。

3. 圖 4.3.2 顯示機車動態能耗模式低於時速 65km/hr 時，能耗量皆高於前期建議模式，因此採用更新版本估算機車能源節省量高於前期結果。

4. 另前期估算能耗量不包含大客車，本次更新大客車動態能耗模式，估算結果如表 4.3-2 所示；

5. 整體而言，利用本次更新方法估算五楊高速公路及竹北交流道能源節省量相較於前期方法更具效益，分別節省 365,063 公秉油當量及 482,760 公升油當量。

表 4.3-1　前期與更新方法應用興建五楊高速公路能源節省量計算結果

新建類：五楊高速公路	能源節省量	小客車 (公秉;汽油)	小貨車 (公秉;柴油)	大貨車 (公秉;柴油)	聯結車 (公秉;柴油)	合計 (公秉油當量)
	前期手冊	136,990	-230	-5,122	-3,137	110,802
	更新版本	430,369	-230	-5,122	-3,137	365,063

表 4.3-2　前期與更新方法應用改善竹北交流道能源節省量計算結果

改善類：竹北交流道	能源節省量	小客車 (公升：汽油)	小貨車 (公升：柴油)	大貨車 (公升：柴油)	大客車 (公升：柴油)	機車 (公升：汽油)	合計 (公升油當量)
	前期手冊	99,391	16,429	162,610	-	-40,382	218,244
	更新版本	361,908	16,429	162,610	43,235	-41,089	482,760

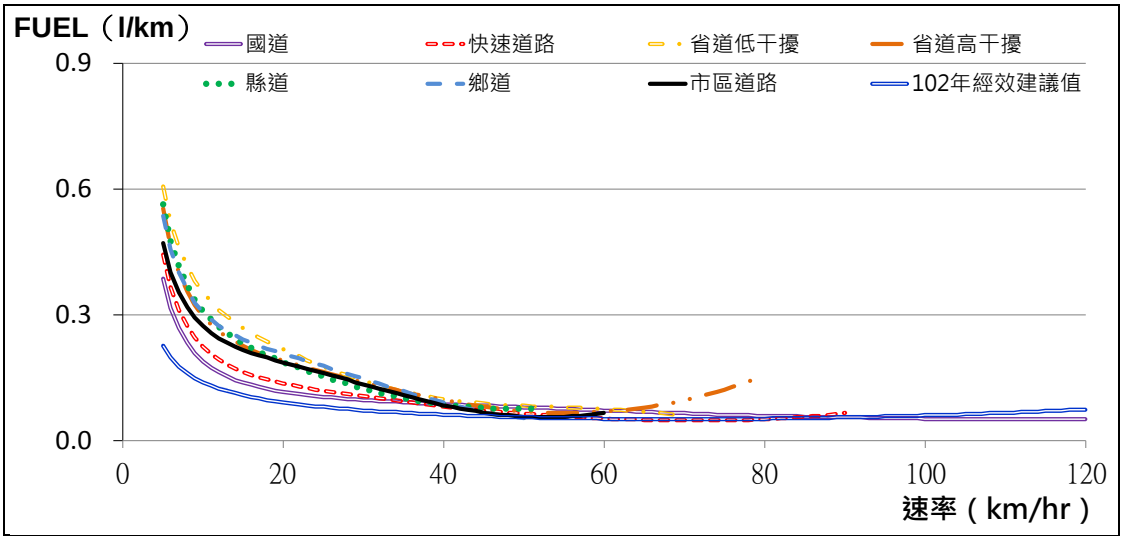


圖 4.3.1　小客車行駛於各道路類型及前期手冊能耗與速率關係圖

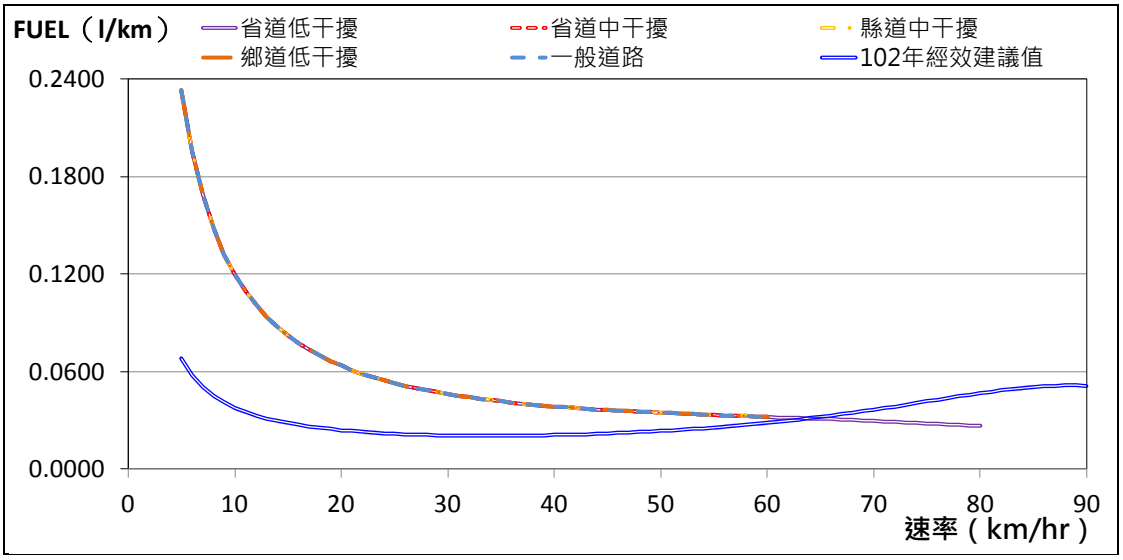


圖 4.3.2　機車行駛於各道路類型及前期手冊能耗與速率關係圖

4.3.2 碳排放節省差異

利用本次更新及前期手冊方法估算五楊高速公路碳排放節省量結果如表 4.3-3 所示，估算竹北交流道改善後碳排節省量結果如表 4.3-4 所示。其中：

1. 以小客車而言，動態能耗模式在低速區間能耗與速率敏感度較高，顯示各方案速率差異越大時，利用動態能耗模式相較於前期方法之估算碳排放節省量越顯著，如圖 4.3.3 所示；
2. 以小貨車及大貨車而言，時速超過 60km/hr 時，小貨車及大貨車行駛速率越高碳排放量越高，亦即方案一小貨車時速高於 60km/hr 時，碳排放

效益越低，如圖 4.3.4 所示，因此以本次更新方法估算五楊高速公路小貨車碳排效益為負值，大貨車碳排效益低於前期估算結果；

3. 整體而言，利用本次更新方法估算五楊高速公路及竹北交流道碳排放節省量相較於前期方法更具效益，分別節省 951,803 公噸及 1,305 公噸。

表 4.3-3　前期與更新方法應用興建五楊高速公路碳節省量計算結果

新建類：五楊高速公路	碳節省量（公噸）	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
	前期手冊	531,087	227	-3,145	-2,723	525,446
	更新版本	973,924	-599	-13,347	-8,175	951,803

表 4.3-4　前期與更新方法應用改善竹北交流道碳節省量計算結果

改善類：竹北交流道	碳節省量（公噸）	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
	前期手冊	353	69	485	120	-174	854
	更新版本	819	43	424	113	-93	1,305

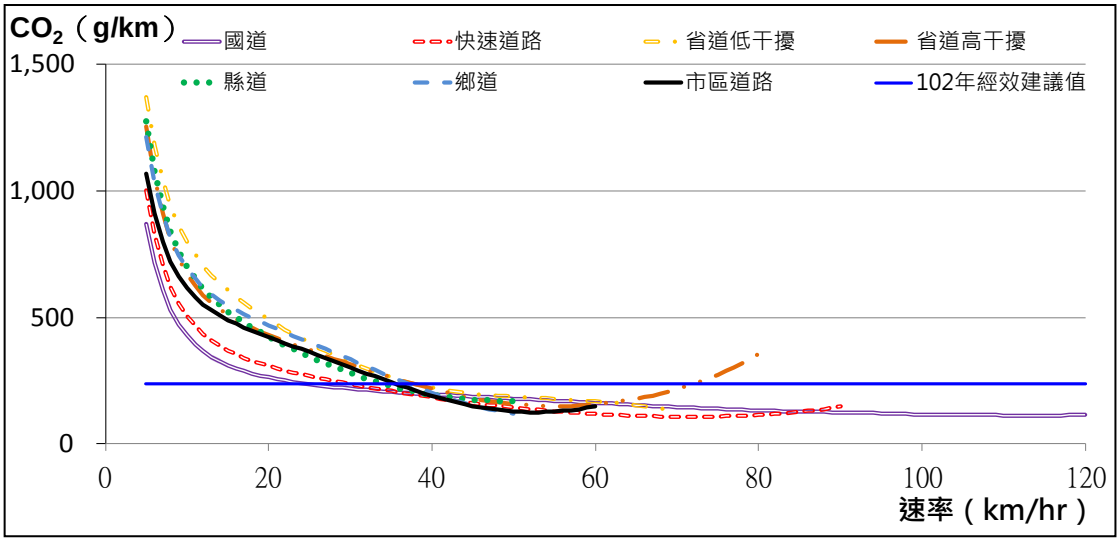
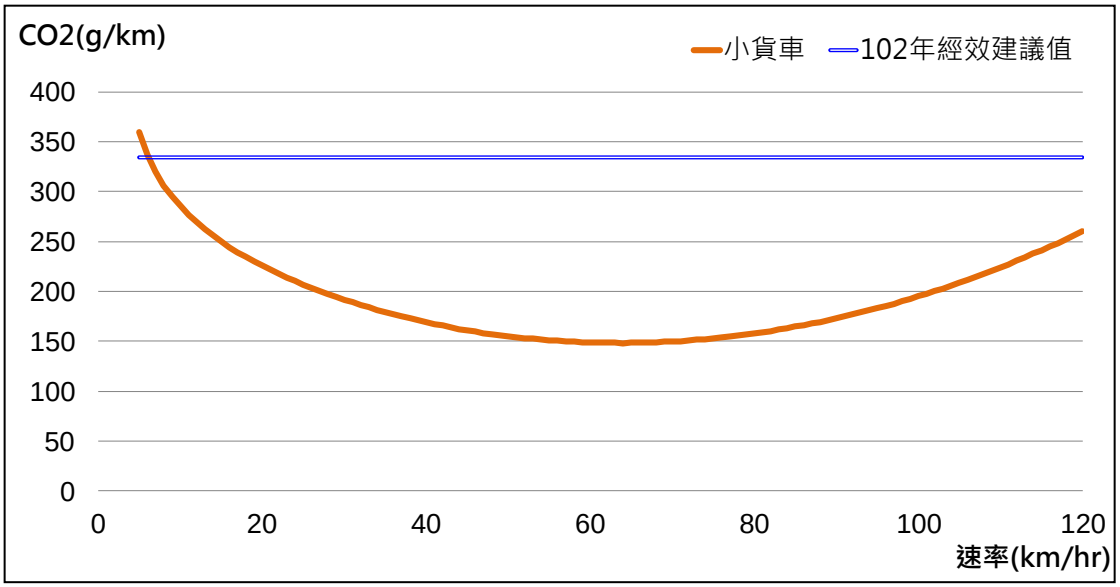


圖 4.3.3　小客車行駛於各道路類型及前期手冊碳排係數與速率關係圖



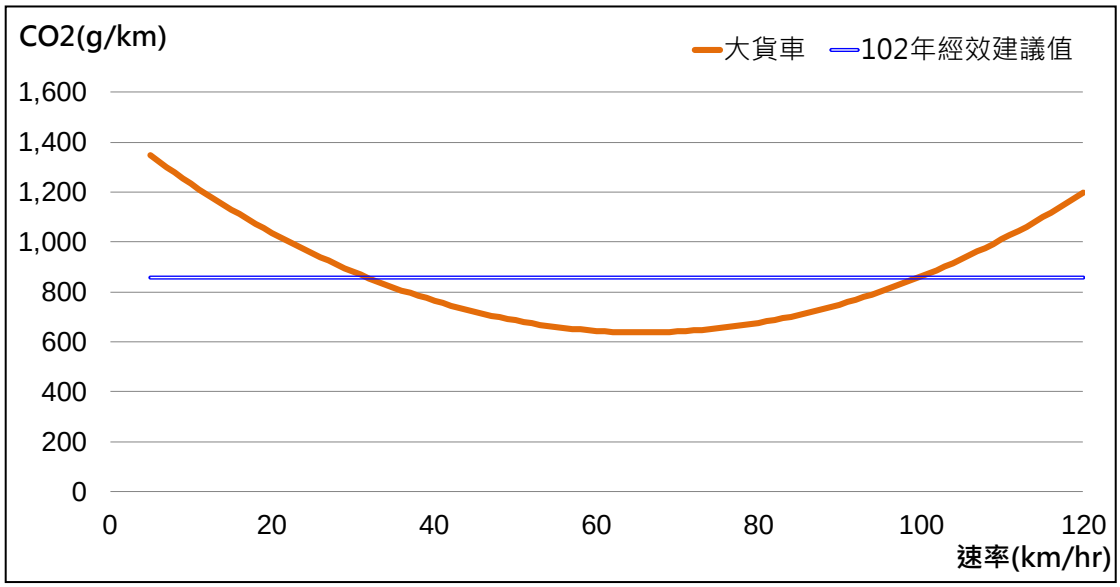


圖 4.3.4　小貨車及大貨車本研究更新及前期手冊碳排係數與速率關係圖

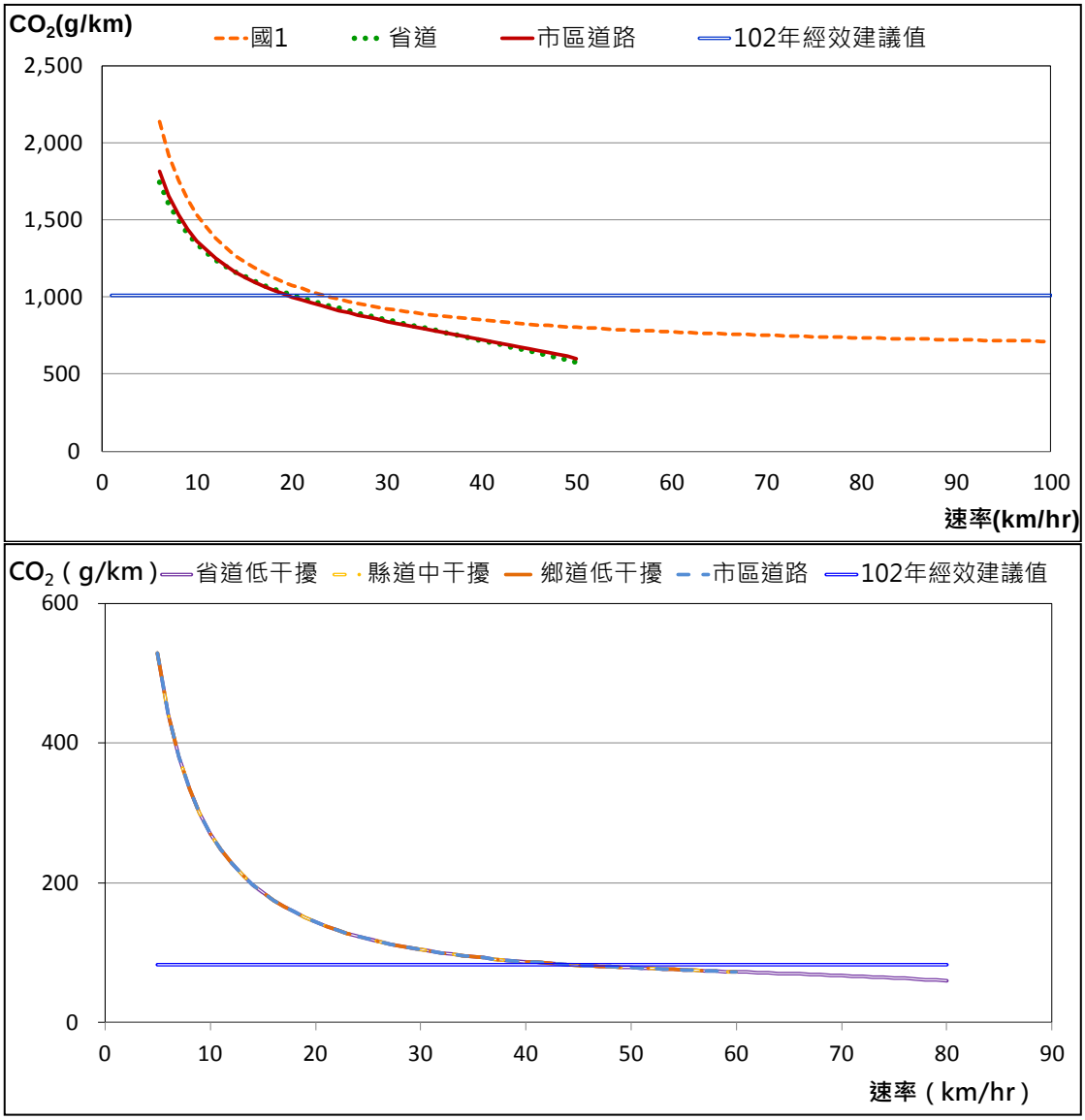


圖 4.3.5　大客車及機車行駛各道路類型及前期手冊碳排係數與速率關係圖

4.3.3 小結

1. 動態能耗/碳排係數較能反映低速與高速區間之效益差距

綜整本研究更新及前期方法差異關係，本研究估算能耗量方法係依據小客車、大客車及機車動態能耗模式，較能反映不同道路類型及低速區間的油耗敏感程度，且貼近實際型車型態；而碳排放係數係由能源消耗量與碳排放轉換係數而得，並能反映不同道路類型及速率之差異程度，與前期建議碳排係數為定值有所不同，因此公路建設興建及改善後若道路速率提升越高，以本次更新方法估算能耗及碳排放效益越有效益。

以小客車為例，說明動態能耗及前期手冊能耗係數與速率關係差異

性，以圖 4.3.6 所示，顯示動態能耗模式低於時速 40km/hr 時，速率越低，能耗有顯著的上升，相較於前期引用日本模式推估能耗值差異不明顯，因此本次更新越能反應低速能耗差異，由以下範例說明。

(1) 假設條件

假設某段道路全日平均速率為 10km/hr，經由交通建設改善後，此道路全日平均速率提升至 40km/hr，此路段長度假設為 0.1 公里。

(2) 節能效益估算方法

下列以前期手冊建議方法及本研究更新方法估算此路段節能效益估算過程及結果。

① 以前期手冊建議小客車能耗推估方法

小客車日本能耗推估公式

$$= 0.0641 + \frac{0.8293}{\mathrm{V}} - 0.0009\mathrm{V} + 0.0000077\mathrm{V}^2$$

其中，V 為行駛速率，單位為 km/hr；

當速率為 10 km/hr，代入小客車日本能耗推估公式：

$$0.0641 + \frac{0.8296}{10} - 0.0009 \times 10 + 0.0000077 \times 10^2 = 0.1388$$

當速率為 40 km/hr，代入小客車日本能耗推估公式：

$$0.0641 + \frac{0.8296}{40} - 0.0009 \times 40 + 0.0000077 \times 40^2 = 0.0611525$$

因此，此路段經由交通建設改善後，平均每一台車能源節省量為 0.007765 公升，估算過程如下：

$$\left\{0.1388\left(\frac{\text{公升}}{\text{公里}}\right) \times 0.1 \text{ 公里}\right\}_{\text{零方案}} - \left\{0.0611525\left(\frac{\text{公升}}{\text{公里}}\right) \times 0.1 \text{ 公里}\right\}_{\text{方案一}} = 0.007765 \text{ 公升}$$

② 以本研究更新小客車能耗推估方法

小客車動態能耗係數請詳見附錄 3，當速率為 10 km/hr 時，能耗率為 0.28400183 公升/公里，當速率為 40km/hr 時，能耗率為

0.087659845 公升/公里；因此，此路段經由交通建設改善後，平均每一台車能源節省量為 0.01963 公升，估算過程如下：

$$\left\{0.28400183\left(\frac{\text{公升}}{\text{公里}}\right)\times 0.1\ \text{公里}\right\}_{\text{零方案}} - \left\{0.087659845\left(\frac{\text{公升}}{\text{公里}}\right)\times 0.1\ \text{公里}\right\}_{\text{方案一}} = 0.01963\ \text{公升}$$

(3) 計算結果

前期建議方法估算結果：平均每一台車能源節省量為 0.007765 公升；本研究更新方法估算結果：平均每一台車能源節省量為 0.01963 公升；以相同道路條件下，以本研究更新方法估算節能效益較高於前期方法。

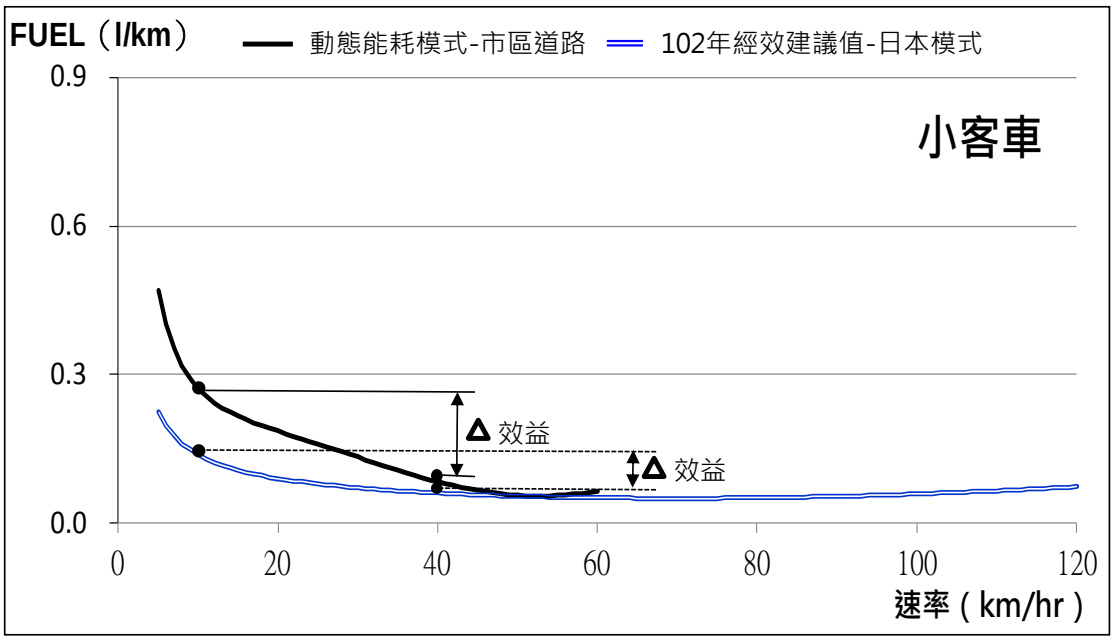


圖 4.3.6　前期與本研究更新小客車能耗係數之速率關係圖

2. 節能減碳估算應用面

(1) 本研究選用案例為交通建設計畫，以巨觀運輸需求模式觀察各路段交通量及速率變化，因此每一路段交通量、速率變化係以全日模式觀察為主，較難反應實際速率。若需觀察尖峰及離峰之交通及速率變化量，建議未來可精進運輸需求模型，以分時建構交通量、速率等參數設定，較能掌握速率敏感程度。

(2) 動態能耗/碳排模式顯示，時速 40 公里以下的低速區間，每公里耗油率隨速度下降而上升的趨勢非常明顯，因此當均速越低，表示各別車輛間能耗變動情形越大；均速越高，各別車輛間能耗的差異越小。當車流若有停等情形，採用均速估算能耗/碳排量勢必會低估停等能耗排放，若採用微觀軟體觀察個別車輛逐秒速率分析，則可克服上述誤差。

4.4 教育訓練重要意見

為提升國內交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念，使其進行交通建設計畫經濟效益評估時，能正確使用節能減碳效益成本之最新資料與參數值，增進其專案評估能力與素質，本研究於 104 年 10 月 26 日假財團法人中華經濟研究院舉辦 2 場次之教育訓練，對象包括公部門主管機關及民間顧問公司交通規劃與計畫評估相關業務人員，期藉由教育訓練的過程，回饋檢討修正經濟效益評估作業手冊及作業規範，以兼顧理論與實務運作之需要，茲就教育訓練回饋之重要意見整理回應說明如下。

4.4.1 與本年度研究內容相關之意見

1.意見提問

油價和碳價採用基年幣值方式提供未來參數，影響計畫評估報告無法呈現未來年現金流量表。是否考慮仍要提供當年幣值參數？

討論與回應

(1) 本年度考量油料和碳排的財貨特性，因此嘗試引用國際推估數值作為推估依據。國際推估模式係考慮社會折現等經濟發展情境之綜合影響結果，所提供數據為基年幣值，不宜後製加工再自行推估未來年的當年幣值。

(2) 僅有基年現值價格時，計算淨現值或益本比都不成問題；但計算內生報酬率（IRR）時，節油和減碳效益僅能以現值放在基年呈現，將略微影響 IRR 數值。

(3) 報告書內容通常會提供當年幣值的效益和成本流量，僅提供現值價格的油價和碳價，將無法完整呈現未來年現金流量。

(4) 需要再考慮碳價和油價的提供方式，兼顧操作面需求和參考數據引用的正確性。

4.4.2 對經效評估工具再精進之意見

1.意見提問

非新建工程計畫，如購車、安全、災後道路修復等之經效如何評估？在氣候變遷影響下，因災難產生的鐵公路損害日益頻繁，但目前手冊中亦缺乏分析方法與相關參數。

討論與回應

(1) 成本效益分析主要適用於新增建設計畫之間的比較，提升資源使用效率。目前取得共識可以量化計算的效益項目，確實不容易呈現「非容量擴增」的效益，例如：運輸系統整體完備、社會公平正義、營運設備更新、服務品質提升等。亦即，不是所有計畫都適合以成本效益分析衡量投資決策。

(2) 成本效益分析只是決策參考資訊之一，決策者還有很多重要的考慮因素，例如政策承諾、環境影響、財政負擔等。換言之，決策准駁不能完全依據成本效益分析結果。

(3) 目前社經發展重點已經從「容量不足」移轉到「效率和品質提升」的議題，需要探索和發展新的決策輔助方法，以為因應。例如，如何適當衡量新增投資計畫，對於重大需求尖峰（連假）或災難（風災水患）的因應效益，以提供決策參考。

(4) 若可蒐集鐵、公路受阻時間，大致可以用受阻時段段內的影響人次、時間來估計。有鑑於因天災導致的系統營運中段情形日益頻繁，建議手冊未來可探討評估方法與參數，以利於災後建設計畫效益之評估。

(5) 臺鐵建議經效評估內容可以讓審計部瞭解，例如購車計畫。

2.意見提問

有關案例應用中所提到的國 1 五楊高速公路計畫，並未考慮各交流道周邊所影響的機車，且若以全日時段來分析，其速率的意義是否無法凸顯能耗模型所強調實際運行速率的優點？

討論與回應

(1) 該案例是利用本所的城際運輸模型進行運量預測，由於此計畫評估的重點是在檢視公路系統的需供關係，因此模式必須採取適度的簡化。其中，因城際模型主要分析跨生活圈的運輸行為，並未把機車列為城際運輸運具，因此無法鑑別零方案、一方案間，機車行為的具體改變；再者，因為是全日模型，因此各路段速率未能代表實際運行速率。此為原先交通評估模式的限制。

(2) 在六都相繼升格後，區域運輸越來越重要，因此，也建議日後在模式精進方面，可考慮重大建設對於區域路網、區域運具、不同時段的影響效果，使得研究成果更臻完善。

(3) 考慮實際應用需求，建議明年區域規劃模式可由中部開始。

4.4.3 對經效評估之實務問題

1.意見提問

評估年期 30 年應如何界定？如果分期分階段完工，要如何計算？遇到分階段工程之安排，其優先順序應如何考慮？

討論與回應

(1) 效益項目由開始營運起計算 30 年；成本項目除了營運期間 30 年之外，需加計規劃與建造期。

(2) 分期分階段完工時，需先界定分期內所完成的設施內容與服務系統，再依據該期完成後營運 30 年為期，計算該期計畫完工前後的營運效益差異（效益項），成本項需計算營運期間的營運和重置成本，以及為了完成該期計畫所付出的規劃與建造成本。

(3) 分段施工順序之安排，初步認為可考慮瓶頸點先做；效益大者先做；有時間壓力者先做(例如災難重建)。

2.意見提問

時間參數（物價上漲率等）等未來價格變動率，需由使用者自行運用過去 10 年經驗值推估未來 30 年，是否適當？是否由本所統一公布、定期更新？又，國發會與交通部所採社會折現率標準不一致，造成困擾。

討論與回應

(1) 目前 102 年版的經效手冊提供物價上漲率等參數建議值，可供參考使用。本年度提出油價和碳價修訂方法，未來考慮由本所定期更新公布數值，並盡量維持重要參數（例如社會折現率）設定與國發會（最後決策單位）相一致。並建請本所儘速編訂評估手冊，以為學研機構依循。

(2) 參數更新頻率不宜過高，以維持計畫規劃評估送審期間（至少 3~5 年）的參數一致性。但可能需搭配敏感度分析，界定出「不會影響評估指標之建議」的重要參數變動範圍，提供決策者參考。

(3) 使用者可自行尋找佐證資料、合理推估重要影響因素的未來變動率。手冊目前建議方法係採用過去若干年的歷史資料推估。如屬於長期 30 年預測，參考使用的歷史趨勢不應過短。如確定未來趨勢與歷史資料不相一致（如總人口將轉變為負成長），可參考主要機構公佈的相關預測數值（如國發會等），合理引用。

3.意見提問

成本與效益之計算，是否應採用「邊際」成本和「邊際」效益的概念計算？

討論與回應

(1) 成本與效益均以「零方案與方案間的差距」來做計算，是為增量概念。

(2) 各項效益與成本節省係以消費者剩餘的概念計算，理論上應該計算補償變量或對等變量（CV 或 EV 值）。但由用受補償需求函數無法觀察得到，通常採用市場需求函數計算消費者剩餘方式替代。但市場需求函數也不易得到，故一般係就改善前及改善後之運量，區分為一般使用者、轉移使用者、衍生使用者（採用二分之一法則）三

類，分別計算後加總。實務上不容易如此細分、且假設衍生使用者占比不高（可忽略二分之一法則的影響），才以簡便的「建設前後方案差異」來做計算。

4.意見提問

運量預測影響計畫成效甚為顯著，是否應列入敏感度分析？此外，對未來年運量趨勢，是否應隨少子化因素下修處理？是否應規範敏感度分析項目？

討論與回應

(1) 一般均提供高、中、低估計的運量預測，以中估計計算成本效益。但應考慮當低估計運量發生時，對營收與計畫效益的影響。建議本所後續可以考慮將運量納入敏感度分析的重要因子，俾能提供充分資訊。

(2) 在國發會公布的全國人口預測中，已考慮少子化影響下，人口呈遞減趨勢。因此，交通計畫可將其趨勢納入預測情境。由於人口成長趨緩，對於交通系統需求強度的看法，須更謹慎處理。成本與效益之計算，是否應採用「邊際」成本和「邊際」效益的概念計算？

第五章 結論與建議

以經濟效益評估方法作為評斷公共建設計畫推動之優先順序，為當前發展趨勢。因此本所於 96 年起展開相關研究，檢討國內既有作法、邀集技術顧問機構進行討論、辦理教育訓練課程等，意見反覆回饋修訂後，於 102 年 6 月編定完成「交通建設計畫經濟效益評估手冊」(以下簡稱 102 年經效手冊）供各界使用。惟該手冊中對於公路運輸之溫室氣體 CO_2 參數設定，無法充分反應交通建設計畫的效益，且油價與碳價格設定假設，有需檢視更新的空間。本研究應用 96 年起賡續執行中的「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究成果，整合於經濟效益評估，以更具體評估分析公路建設計畫（新建、改善）之節能減碳效益，強化政策與計畫評估之說服力。此外，透過本研究之教育訓練課程推廣，提升交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念。茲將本研究重要結論與建議摘述如下。

5.1 結論

1.節能減碳估算方式

本所 96 年起賡續執行中的「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」研究成果，係以整合運輸模型為出發點，運用本土調查資料，建構一套車輛動態能耗與碳排推估模式。結合交通模式評估交通活動量（旅行時間或旅行距離)，運用油耗率或 CO_2 排放率推估能耗與排放，可以評估交建設計畫不同方案間的敏感度。

由於主要變數考慮車種（大客車、小客車、機車)、道路類型（國道、快速道路、市區道路、省道、縣道與鄉道）與速率（從停等到道路速限間之逐速)，可改善 102 年經效手冊中僅考慮旅行距離(車公里)，無法反應因運具移轉、路徑改變、怠速減少或速率提升的節能減碳效果，並且克服能耗與碳排係數計算不一致的課題。同時運用本土實車道路調查資料所建構的能耗與碳排參數，推估成效將更為貼近國內實際車型狀況。

後續建議可依據本所動態能耗碳排模式，計算機車、小客車、城際客

運與市區公車的節能減碳效益；大小貨車則暫時依據日本推估方式計算能耗，再依據碳轉換當量換算成碳排放量。實務應用時，可以查表（本報告書附表）估算，或將之撰寫成套裝軟體之參數矩陣，由程式自動計算。

2.油價推估方式

從歷史資料分析，國內油價波動顯然大於物價上漲率。且我國燃油均仰賴進口，國內浮動油價調整機制亦以國際油價變動幅度計算調價幅度。因此，交通建設計畫經濟效益評估所引用之未來油價長期預估，不宜以現有價格加計物價上漲率的方式推估；改以參考國際 Brent 油價之推估趨勢與變化率，較符合國內油價變動狀態。

國際油價推估模式主要來自於國際能源組織（IEA）和美國能源部能源資訊署（EIA），係考慮全球經濟成長、各國能源開採供給、替代能源發展應用等不同情境，求得供需均衡狀態的油價預測。各國際機構預測趨勢相近，以 EIA 公布時間較早，經常成為其他機構的重要參考。EIA 預測 2015 年之後，油價將緩步上升，至 2025 年恢復 90 美元/桶的水準，2033 年超過歷史高點達 115.43 美元/桶，並持續緩升至 2040 年（以上均為 2013 年幣值）。

本研究建議採用 EIA 預測油價變化率，計算逐年價格差異，應用到臺灣油價之稅前批售價，再加計稅費（貨物稅、空污/土污/石油基金及營業稅等），推估國內柴油與 92 無鉛汽油油價變動趨勢；95、98 無鉛汽油則依據 92 無鉛汽油推估值，加計 1.5、3.5 元/升。據此估算，2046 年柴油與 92 無鉛汽油價格分為 30.7 與 31.2 元/升（2015 年幣值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算未來年幣值的油料價格。同時，亦應定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，可作為替代方案，提供交通建設計畫經濟效益評估之用。

3.碳效益值推估方式

近年國際碳權交易市場結構丕變，已完全不同於前期研究所參考的國際市場。原先參考之美國芝加哥氣候交易所已經關閉碳權交易市場，而全球新加入國際碳權交易市場者眾，中國大陸成為全球第二大交易市場，再加上聯合國氣候變化綱要公約啟動「新市場機制」（NMM）。我國可援引

作為減碳效益推估值參數的代理價格，可有不同選項。

事實上，碳價格推估值參考方法，有從損害成本出發之社會成本法、碳稅/罰鍰等方式；與維護成本觀點之邊際減量成本或市場交易價格等；目前國際間應用較廣的方法，主要為碳社會成本法（SCC）與碳市交易價格。衡諸我國國情與社經法律條件、具學理基礎及公信力、數據引用簡便、可預測且定期更新等，本研究建議採用 USG SCC 作為碳價格推估值參數，可凸顯政策效果。該數值來自於美國跨部會碳社會成本工作小組的評估報告，整合大氣、損害及經濟三大模型（DICE、PAGE 及 FUND），以全球尺度進行百年模擬，分別計算 SCC 後取平均值。USG SCC 單位碳價格的推估值參數，為美國相關部門制訂法規時衡量溫室氣體減量效益之評估依據。

實務應用上，根據手冊建議之社會折現率選擇最接近的 USG SCC 數值（5%），需經過匯率之幣值轉換，以及物價上漲率調整為基年幣值。據此估算 2015 年碳價格為 398 元/噸，且逐年上漲；再依據手冊建議之社會折現率（目前為 5.35%），估算未來年幣值的價格。此為本研究碳價格之建議值。

惟考慮國內法規，本年度 104 年 7 月 1 日起實施溫管法，訂定事業排放超額量之罰鍰上限為每公噸 1,500 元新台幣。因此，另以 1,500 元/噸為未來年碳價格推估值上限。未來可定期觀測美國 USG SCC 報告數值更新，或我國溫管法罰則實施細則、碳市交易等資訊具備相關公開建置、穩定運作、具可預測性，可據以更新碳價格推估值參數。

4.案例應用

本研究根據前項研究成果，實際應用於公路新建與改善案例，分別計算案例計畫實施前後之節能減碳變化量與推估價值，以展現本研究成果之可操作性與對效益推估值的影響。

本研究選取近年重大建設案例國 1 五楊高興建案例和國 1 竹北交流道改善，依據本研究建議方式計算節油、減碳量，並與 102 年經效手冊計算方式比較。結果顯示：由於可以凸顯計畫建設前後之車速變化、使用路徑改變，本研究建議計算方式估算之節油量（及其效益推估值）與減碳量（及其效益推估值），均顯著高於 102 年經效手冊方法。惟就總效益占比而言，

不會顯著改變節能減碳效益在成本效益評估中的角色。

5.教育訓練

為提升國內交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念，使其進行公路運輸建設計畫經濟效益評估時，能正確使用節能減碳效益成本之最新資料與參數值，增進其專案評估能力與素質，本研究於 104 年 10 月 26 日舉辦「交通建設計畫經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練」，共 2 場次，相關議程、簡報資料與會議紀錄請參見附錄 4，重要意見除回饋修正計畫成果（提供未來年當年幣值參數），並作為提出後續研究建議之重要參考。

5.2 建議

1. 本研究依據國內本土研究之車輛動態能耗排放模式成果，整合於成本效益分析，提供修正後的能耗碳排效益推估作法，以及效益推估值參數，可供後續估算交通建設之節能減碳效益的參考，惟在研究執行過程中，發現目前僅以城際模式（較不重視機車的影響）、全日時段（速率較不敏感）來作分析，較難完整衡量建設計畫的效益，建議未來應朝向發展區域模型，以期納入全車種、分時段的評估內容。
2. 102 年經效手冊之重要參數亦有需要檢視修訂者，建議根據對評估結果影響程度，列出逐年檢討修正的順序。最受重視且影響最為廣泛的參數包括社會折現率、未來價格變動率(物價上漲率或其他關鍵價格變動率)，以因應國內社經變化與政策分析需求，而影響效益項中最大占比之時間價值，亦值得檢視。此外，需要提供軌道建設計畫或道路安全改善之相關參數，包括設備/設施妥善率、效率提升幅度、系統誤點改善幅度、財損成本減少幅度等，以衡量因應設施更新或設備重置所帶來的效益，包括營運效率提升或財損減少。
3. 在方法論方面，因為既有的成本效益分析方法，主要適用於新增建設計畫之間的比較，以提升資源投入的效率，惟目前取得共識可以量化計算的效益項目，不容易呈現「非容量擴增」的效益，例如運輸系統整體完

備、社會公平正義、營運設備更新、服務品質提升等，亦即並非所有計畫都適合以成本效益分析衡量投資決策。事實上，目前國內的社經發展重點，已經從「容量不足」(建設計畫）移轉到「效率和品質提升」(改善或更新計畫）的議題。政府交通建設投資的重點在於補足服務系統缺口、強化社會公平正義、營運設備之技術更新、回應社會對於服務品質的需求等，實需要積極探索和發展新的決策輔助方法，呈現政府投資的質性效益與社會價值。例如因天災導致的系統營運中段情形日益頻繁，建議未來可探討評估方法與參數，以利於評估防患災損之投資計畫的效益分析，或是針對重大需求尖峰（連假）的運輸服務需求，應以何種方法與參數，比較不同方案的投資效益，以利於政府決策參考。

4. 建議能將成本效益分析方法、其他決策評估方法等，列入政府文官教育訓練課程中，特別是要求政府相關決策部會（經建相關預算審編）或審計單位之相關人員具備相關知識，避免過度放大經濟效益分析成果在決策准駁上的重要性，並應使之理解成本效益分析只是決策參考資訊之一，決策者還有很多重要的考慮因素，例如政策承諾、環境影響、財政負擔等，且並非所有計畫屬性皆是以成本效益分析指標併同比較。換言之，決策准駁不能完全依據成本效益分析結果，亦不必因此扭曲誤導應納入分析的推估值參數或效益項目。

参考文献

参考文献

1. EIA. (2013a). Annual Energy Outlook 2013 with projections to 2040. DOE/IEA-0383(2013). April 2013. U.S. Energy Information Administration.
2. EIA. (2013b). International Energy Outlook 2013. DOE/EIA-0484(2013). July , 2014. U.S. Energy Information Administration.
3. EIA. (2014a). Annual Energy Outlook 2014 with projections to 2040. DOE/IEA-0383（2014）. April 2014. U.S. Energy Information Administration.
4. EIA. (2014b). International Energy Outlook 2014. DOE/EIA-0484(2014). September 9, 2014. U.S. Energy Information Administration.（http://www.eia.gov/forecasts/ieo/excel/figure1_data.xls，2015/4/28 擷取）。
5. EIA. (2015). Annual Energy Outlook 2015 with projections to 2040. DOE/IEA-0383(2015). April 2015. U.S. Energy Information Administration.（ http://www.eia.gov/oiaf/aeo/tablebrowser/#release=AEO2015&subject=3-AEO2015&table=12-AEO2015&region=0-0&cases=aeo2014full-d102413a,lowprice-d021915a,highprice-d021915a,ref2015-d021915a，2015/04/25 擷取）。
6. EIA. (2015). Assumptions to the Annual Energy Outlook 2015. September 2015.（http://www.eia.gov/forecasts/aeo/assumptions/pdf/0554.pdf，2015/10/31 擷取）。
7. Frey, Kilian, and Bunger, Björn. (2014). Carbon Value, Discounting, Uncertainty. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.（ http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/Frey.pdf ，2015/1/24 accessed）
8. Horn, Catharina. (2014). CBA of Transport Infrastructure Projects in Germany. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.（ http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/Horn-GermanyCBA.pdf，2015/1/24 accessed）.
9. IEEJ. （2013）. 第 413 回定例研究報告会「アジア/世界エネルギーアウトルック 2013」－シェール革命がもたらす変革をどう読むか？－本論。平成 25 年 10 月 21 日。（http://eneken.ieej.or.jp/data/5171.pdf，2015/06/15 擷取）。
10. IEEJ. （2014）.第 417 回定例研究報告会「アジア/世界エネルギーアウトルック 2014」－中国・インドの低成長シナリオ及び気候変動問題の分析－本論・付表 。平成 26 年 10 月 22 日 。（http://eneken.ieej.or.jp/data/5727.pdf，2015/06/15 擷取）。

11. KATO, Hironori. (2013). Valuation of CO_2 Emissions in Cost-benefit Analysis of Transportation Projects: Report from Japan. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.
（http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/KATO.pdf，2015/1/24 accessed）
12. KOPITS, Elizabeth. (2013). The Social Cost of Carbon: A Primer and Overview of the U.S.Government's SCC Estimates, Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.
（http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/KOPITS.pdf，2015/1/24 accessed）
13. MEUNIE, David. (2014). CBA France: Monetising Non-Priced Effects. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.
（ http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/MeunierCBAFrance.pdf，2015/1/24 accessed）.
14. Nijland, Hans. (2013). CO_2 in CBAs: The Dutch practice. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.
（http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/NIJLAND.pdf，2015/1/24 accessed）.
15. QUINET, Emile. (2013). CBA and Sustainable Development: A French Point of View. Presentation at the Working Group on Assessment of Policies for Long-Term Transition to Sustainable Transport, International Transport Forum, OECD.
（ http://internationaltransportforum.org/jtrc/environment/assessment/Quinet-CBA.pdf，2015/1/24 accessed）.
16. USIWG. (2013a). Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. May 2013. Revised November 2013. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government.
（http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/inforeg/technical-update-social-cost-of-carbon-for-regulator-impact-analysis.pdf，2015/1/25 accessed）

17. USIWG. (2013b). Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. May 2013. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government.
（https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/social_cost_of_carbon_for_ria_2013_update.pdf，2015/06/28 accessed）
18. USIWG. (2015). Technical Support Document: - Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis - Under Executive Order 12866 - Interagency Working Group on the Social Cost of Carbon, July 2015. Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, United States Government.
（ https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tsd-final-july-2015.pdf，2015/11/18 擷取）
19. World Bank. (2014). State and Trends of Carbon Pricing 2014. May 2014. Washington, DC: World Bank.
(http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/05/19572833/state-trends-carbon-pricing-2014，2015/1/24 accessed）
20. 中央銀行網站（2015）我國與主要貿易對手通貨之匯率年資料（http://www.cbc.gov.tw/content.asp?mp=1&CuItem=36599）
21. 中油公司（2013）國內汽、柴油浮動油價調整機制作業原則。102.02.05 修正實施。
（ http://cpc.demosite.tw/file/product/12_%E6%B5%AE%E5%8B%95%E6%B2%B9%E5%83%B9%E8%AA%BF%E6%95%B4%E6%A9%9F%E5%88%B6%E4%BD%9C%E6%A5%AD%E5%8E%9F%E5%89%87%E6%9B%B4%E6%96%B01020205.pdf，2015/04/22 擷取）。
22. 中油公司（2014）中華民國 102 年度經濟部主管台灣中油股份有限公司附屬單位決算（審定本）。（new.cpc.com.tw/about/gfdownload.aspx?id=27，2015/06/14 擷取）。
23. 中油公司（2015a）2014 CPC 台灣中油年報。
（http://www3.cpc.com.tw/AnnualReport/2014-c-online/files/assets/basic-html/page18.html，2015/06/14 擷取）
24. 中油公司（2015b）中華民國 103 年度中央政府總預算經濟部主管台灣中油股份有限公司附屬單位預算（營業部分審定表）依立法院審定數編製。
（new.cpc.com.tw/about/gfdownload.aspx?id=29，2015/06/14 擷取）。
25. 中華民國統計資訊網（2015）消費者物價指數年增率資料
（http://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=35375&CtNode=487&mp=4）
26. 中華經濟研究院（2015）「經濟前瞻」雜誌，第 159 期，2015 年 5 月。

27. 中興工程顧問股份有限公司（2011）交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究（期末簡報），2011 年 12 月。
28. 台綜院(2015)國際油價走勢概況與前瞻(http://www.tri.org.tw/oil/index.php，2015/04/22 擷取）。
29. 台灣電力股份有限公司（2012）台電公司碳資產管理及國際合作研究計畫完成報告。
30. 永智顧問有限公司（2014）碳市場趨勢－CDM 及碳交易，經濟部加工出口區節能減碳系列課程資料，2014 年 9 月。
31. 交通部運輸研究所（2009）交通建設計畫經濟效益評估作業之研究（2/2）。交通部運輸研究所，98 年。
32. 交通部運輸研究所（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。交通部運輸研究所，99 年 7 月。
33. 交通部運輸研究所（2011）交通建設計畫經濟效益評估手冊。交通部運輸研究所，100 年。
34. 交通部運輸研究所（2011）行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（1/2）。交通部運輸研究所，100 年。
35. 交通部運輸研究所（2011）行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用（2/2）。交通部運輸研究所，100 年。
36. 交通部運輸研究所（2011）車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以大客車為例（1/2）。交通部運輸研究所，100 年 8 月。
37. 交通部運輸研究所（2012）交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究。交通部運輸研究所，101 年 5 月。
38. 交通部運輸研究所（2012）車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以大客車為例（2/2）。交通部運輸研究所，101 年 8 月。
39. 交通部運輸研究所（2013）102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊。交通部運輸研究所，102 年 6 月。
40. 交通部運輸研究所（2013）交通建設計畫經濟效益評估手冊。交通部運輸研究所，102 年 6 月。
41. 交通部運輸研究所（2014）車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究－以機車為例。交通部運輸研究所，103 年 5 月。
42. 交通部運輸研究所（2015）大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討。交通部運輸研究所，104 年 9 月。
43. 交通部臺灣區國道高速公路局（2008），國道一號五股至楊梅段拓寬工程可行性研究報告（替代方案），97 年 8 月。
44. 交通部臺灣區國道高速公路局（2014），中山高速公路竹北交流道改善計畫成果報告，已於 103 年 10 月 28 日國道高速公路局召開高速公路增設交流道申請審核案件審議委員會同意，目前提送交通部審議中。
45. 行政院經濟建設委員會（2013），碳經濟雜誌，第 29 期，2013 年 5 月。

46. 行政院環保署國家溫室氣體減量法規資訊網（2015）溫室氣體減量及管理法。
47. 行政院環境保護署（2014）產業溫室氣體排放趨勢及減量成本分析計畫之新設電廠排放標準管制政策影響評估，2014 年 2 月。
48. 行政院環境保護署（2015）溫室氣體減量額度交易資訊網（http://www.ghginfo.org.tw/cbprice2.php?rid=2&date_due=2015-06-25&date_begin=2012-07-01&interval=0&type=Spot）
49. 行政院環境保護署，國家溫室氣體登錄平台，溫室氣體排放係數管理表 6.0.1 版。（http://ghgregistry.epa.gov.tw/Tool/tools.aspx?Type=1）。
50. 李明堅（2014）台灣推動碳交易制度機會、挑戰與可行策略，台灣氣候變遷與永續能源協會「碳排放交易機制」專題研討簡報資料。
51. 周濟、何金巡、周麗芳與林建甫（2010）油價高漲下油價政策對總體經濟及政府財政影響之模擬分析。臺灣經濟預測與政策第 41 卷第 1 期（2010）: 頁 47-84。
52. 洪志銘，碳社會成本（SCC），共築方舟氣候變遷調適入口網專家專欄（ http://www.tcap.ndc.gov.tw/climate-change-aspects/experts-column/item/650-cost.html）
53. 柴蕙質(2015)近期油價下跌事件及國際機構之長短期預測。能源資訊平台。（ http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kve7lsoyT88J:eip.iner.gov.tw/energy-chart/57-%25E8%2583%25BD%25E6%25BA%2590%25E4%25BE%259B%25E9%259C%2580/2900-%25E8%25BF%2591%25E6%259C%259F%25E6%25B2%25B9%25E5%2583%25B9%25E4%25B8%258B%25E8%25B7%258C%25E4%25BA%258B%25E4%25BB%25B6%25E5%258F%258A%25E5%259C%258B%25E9%259A%259B%25E6%25A9%259F%25E6%25A7%258B%25E4%25B9%258B%25E9%2595%25B7%25E7%259F%25AD%25E6%259C%259F%25E9%25A0%2590%25E6%25B8%25AC+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=tw，2015/04/22 擷取）。
54. 梁啟源（2000）溫室氣體排放減量無悔政策研擬報告。行政院環保署委託計畫報告。EPA-86-FA11-03-262。
55. 梁啟源（2008）能源價格波動對國內物價與經濟活動的影響。中央銀行經濟研究處委託計畫。97cbc-經 1（委託研究報告）。（http://www.cbc.gov.tw/public/Attachment/541513494371.pdf.，2015/06/13 擷取）
56. 梁啟源（2009）能源價格波動對國內物價與經濟活動的影響。中央銀行季刊第 31 卷第 1 期，民國 98 年 3 月。頁 9-34。
57. 陳文生（2012），國內油品市場結構與定價行為之研究。公平交易季刊，第 20 卷第 2 期（101/04），頁 65-116。

58. 陳玟如等（2011）燃料成本變動對台電公司之影響評估及因應對策研擬。完成報告。台灣電力股份有限公司 100 年度研究計畫 TPC-546-4838-9901。台灣綜合研究院執行。台電公司 101 年 1 月。（http://info.taipower.com.tw/TaipowerWeb//upload/files/33/C-100003.pdf，2015/04/21 擷取）
59. 陳虹均、郭炳伸、林信助（2012）能源價格衝擊與台灣總體經濟。臺灣經濟預測與政策第 42 卷第 2 期（2012）：頁 1-36。
60. 黃瑗琇、趙明哲（2010）原油價格對台灣物價傳遞效果的不對稱性。農業與資源經濟第 7 卷第 2 期（2010 / 12 / 01）頁 37-68。
61. 經濟部（2009）94 年全國能源會議結論執行成效與檢討。經濟部編印。98 年 3 月 12 日。（http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/meeting98/content/wHandMenuFile.ashx?menu_id=1428.，2015/06/13 擷取）。
62. 廖惠珠、陳筠淇（2013）浮動油價之檢討與因應。（http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/96812/2/%E6%B5%AE%E5%8B%95%E6%B2%B9%E5%83%B9%E4%B9%8B%E6%AA%A2%E8%A8%8E%E8%88%87%E5%9B%A0%E6%87%89.pdf，2015/06/14 擷取）。
63. 劉哲良（2015）溫室氣體管制策略評析：新設電廠碳排放標準，國家溫室氣體登錄平台電子報第三十五期，2015 年 2 月 12 日（http://ghgregistry.epa.gov.tw/epaper/35/35.htm）

附錄 1　期中、期末審查意見回覆表

附錄 1.1　期中審查意見回覆表

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

編號：MOTC-IOT-104-PBB002

計畫名稱：交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升

執行單位：財團法人中華經濟研究院

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
陳委員 敦基	1.　有關能耗推估方法 (1)所提供的能耗數據，係引用動態能耗研究成果,採用全國車隊平均耗能值推估,建議報告書中要說明清楚推估方法。	(1)報告 2.1.3 節已詳述模式內容，並於 2.1.4 節說明如何結合全國車隊平均能耗值推估模式成果。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(2)國道各區間碳排率（簡報 P22-23）的表達方式很好,但需要考慮怠速的碳排率、當南下／北上速率不同時,該如何選用？	(2)由於怠速之碳排率(單位：克/秒)不因國道區間有差異，已加註於該圖，方便引用。考量速率差異性，已改以各方向碳排率方式顯示，參見教育訓練的簡報。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(3)所提供的能耗數據，如何呈現車輛技術的差異？例如,如何反應未來車隊技術變化(油電混合車輛占比增多)？或是電動車應用的影響？	(3)目前模式所的能耗數據，係採用排放清冊所提供的國內車隊能耗平均值作為基準點，依據動態能耗系列研究的模式成果展開，成為隨道路類型、速率而有所不同的預測值。未來車隊技術變化如屬普遍性發生、少量改善全	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		國車隊能耗平均值（展開基準點），該模式應可反映（因展開基準點改變而改變各道路類型、各速率之預測值）。但若車隊技術變化屬於特殊性案例（僅限特定地區、特定車型車款），或變化率已達相當顯著的水準（例如新技術車輛占比超過車隊 30%以上，且新技術特性顯著不同於引擎技術特性），則需考慮針對新技術車輛建立動態能耗碳排模式。	
	2. 有關油價預測，認同研究團隊建議，採用 IEA 數據，因其為具國際公信力之預測值且與國內油價變動趨勢一致。	敬悉。	略。
	3. 碳價格建議值採用 1500 元/噸作為上限，宜謹慎權衡是否恰當？認同團隊建議採用 USG SCC 數值，因為其反應碳排放為全球尺度的議題；另簡報 P42 表達方式可以再更清楚一點。	由於碳價格之制訂，國內尚無官方標準，為求客觀，並考量符合國內民情，本團隊儘可能同步參酌國內相關法規以及引據合適的國外經驗，做為研提碳價格建議值之參考。本團隊衡諸國外經驗後參採	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		USG SCC 數值的做法普遍獲得委員認同，但若全然引用，未來年期在部分折現率之情境下，可能面臨碳價格估值相當高的情形而引發合適性的爭議；考量國內已有通過立法的「溫室氣體減量及管理法」，其中明定溫室氣體排放超額量以 1500 元/噸為罰鍰上限，這個天花板數據將會成為國內各界衡量所研提之碳價格數值是否合理的參考基準。故本團隊建議，在參採 USG SCC 數值制訂國內碳價格估值之同時，亦配合國內法規以 1500 元/噸做為碳價格估值上限。 又，簡報 P42 表達方式，感謝委員指正。為避免代號過多而導致報告不易解讀，簡報資料及報告正文中碳價格「Y 年幣值」的表達方式修正為「基年幣值」。修正結果參見期末報告3.3節。	
	4. 本次檢視經濟效益評估作業手冊係針對公路建設計畫，未來是否考慮	在前期研究中，已結合多種交通管理策略進行案例說	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	針對交通管理或服務類的計畫，提供類似評估作業參考方式？	明，並發表於歷年的成果發表會、專家座談會。本意見提供主辦單位做為後續推廣教育之參考。	
邱委員裕鈞	1. 有關碳價格，經濟效益評估引用的數值不應是財務評估用的數值，若要引用市場價格，則需要考慮該市場價格的代表性。例如：國內碳交易價格，不代表環境破壞的成本，而通常屬於低估值。因此贊成採用 USG SCC 價格，較具有公信力。	同意委員所言。然而各界對於排碳的代價並無一致的看法，畢竟它是非實體存在的；欲進行貨幣化計算，可能還是需要適時回歸國內環境，比較容易獲得國內各界的認同。故未來台灣若有自己的穩定且具體的碳價格參數(如「溫管法」法規細則、或碳交易市場、甚至是自建的 SCC 模型)，可能還是得捨 USG SCC 而採用之，畢竟這是國人所知悉的資訊。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 有關油價預測，贊成採用國際價格，既符合公信力且資料取得便利。	敬悉。	略。
	3. 有關能耗推估方法，目前提供逐速查表的作法，可能效益不大。建議宜納入同一速率下變異性的考量因素，以提供不同變化程度的推估值。	考量本年度可用資源，此意見將納入後續研究建議。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
廖委員祐君	1. 目前建議作法提供有依據、可遵循的操作性方	敬悉。	略。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	法，在使用上很有幫助。		
	2. 有關能耗推估方法 (1)係引用外部模式的成果，建議補充說明該模式的背景條件、應用環境等，讓使用者有所理解。例如，能耗推估模式的實驗車資料說明（車輛引擎技術）、在全國車隊的比例代表性等。	(1)報告書表 2.1-2 已詳列各實驗車輛之車型，並補充全國車隊的占比情形。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(2)建議比較新舊版本手冊在能耗推估方法的差異。	(2)於期末階段的案例實例、教育訓練案例中展現新舊推估方法之差異。請參見報告書 4.3 節及附錄 4。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 有關碳價格 (1)採用 USG SCC 建議值，應摘要說明該數值所採用模式的背景、假設條件等，讓使用者有所理解。同時，如以溫管法提供碳價格的上、下界，可以試算結果供使用者參考。	(1)遵照辦理。有關 USG SCC 之模式背景、假設條件等摘要說明，已補充於期末報告 3.2.2 節。至於分別提供碳價格上、下界試算情形之部分，已配合案例分析提供碳價格建議值及高估值之試算，以高估值之碳價格試算結果，其增加減碳效益值之幅度與碳價格變化率相當，參見 4.1.3 節、4.2.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(2)採用損害成本法通常傾向於高估、維護成本傾向於低估。目前建議作法，	(2)維護成本法係以趨避的觀點出發，期以最低成本投入	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	結果可能會高估提案計畫的效益。	設備防範於未然，通常無法真實反映環境破壞成本而偏向低估，較適用於資產投資評估。而損害成本法是針對已造成的損害進行量化計算，但貨幣化單位之數值各界看法不一，取決於對環境污染受到重視程度與否的影響。若政策發展著重於環境永續、綠色運輸的推動，對於環境損害的單位成本則可適度提高，以強調政策對該效益的重視程度。	
謝委員 慧娟	1. 能耗模式採用的實驗車，屬於新車，不符合全國車隊的平均車齡，故將該成果應用於全國車隊的作法，建議要有所說明。同時，能耗模式如何處理加減速率的影響，也應該有所說明。	能耗模式是以實驗車建構模式，以平均能耗值作為基準點，展開成為隨道路類型、速率（及其加減速率分布）而有所不同的預測值。於應用該模式時，以全國車隊能耗平均值來反映其他變數(含車齡)之綜合影響結果。加減速之影響已反映在各道路、個別速率的能耗值，因加減速分布的差異，造成不同道路但同速率下有不同的能耗率。模式應用的說明請見報告書	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		2.1.4 節。	
	2. 計算經濟效益時所引用的參數，包括影響因子、油價、碳價格等，在市場價格中變化幅度很大，在變異性大的情況下，若採用平均或線性成長的方式推估，可能無法反映其間的差異性問題。建議以高、低估值或區間值的方式呈現其差異性，仿財務分析的方式將其影響反映在經濟效益的敏感度分析上。	感謝提醒，油價與碳價格將提供推估值與上、下界，作為敏感度分析的參考。請參見報告書 3.1 及 3.2 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 有關折現率，運研所建議 5.35%，但國發會一般採用 3%，且經濟效益與財務計畫統一用此數值，未來則可能採用 3.5%。請說明 USG SCC 如何查表得到 3.5%折現率的數值？	折現率確實是經濟效益分析之重要參數，建議另案探討。有關 USG SCC 查表應用部分，由於 USG SCC 係透過繁複的氣候變遷損害評估模型進行運算，最後提供 5%、3%、2.5%三組不同折現率下各預測年期的碳社會成本查表值。惟該原始提供的資料表理論上並無法透過內插得到此三組折現率以外(例如 3.5%)的碳社會成本對應值。應用上建議選取最接近的折現率水準，引用該組 SCC 做為碳價格估值。例如折現率為 3.5%時，選用 USG	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		SCC 表中折現率為3%的該組數據做為碳價格。	
	4. 交通建設計畫的經濟效益評估，如何處理運量推估是否準確的議題？	由於交通建設計畫多為中長期方案，須根據社經變數、都市發展、交通政策等未來趨勢設定情境後得以預測運量。因此，運量的準確度會受情境的落實程度而影響。至於如何檢視運量推估是否合理，一般而言，對於未來的各項預測參數中，以人口預測值相對上較具公信力，因此，可將運量轉化為單位人口運量的型式(如旅次率)，而後與社經背景相近的國外經驗比較其成長率是否合理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
林委員 淑娟	1. 針對國際油價，中油內部有長期預測。建議可用 Brent 推估 Dubai，再依據 7D＋3B 比例推估國內價格。且可以稅前價格作為推估對象，再加計稅金，較為準確。	依據建議方式試算評估，選擇易於操作方式納入手冊。經試算結果：（1）Brent 與 Dubai 高度自相關（線性相關係數 0.9989），歷史資料試算 7D+3B 比例推估的變化率，與 Brent 油價變化率相當。就國際預測值公開易於取得、試算簡便考慮，建議採用 Brent	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		預估值價格變動率，以預測國內油價。(2)謹遵建議：改以「稅前批售價」推估現值，再加計稅費（以 2015 年現值計算）。請參見報告書 3.2.1 節 5.建議方案。	
	2. 簡報 P32 筆誤，請更正。文字：IEA 應為 EIA；圖下註 2 之 EIO 應為 AEO。	感謝指正，已修改，請參見報告書圖 3.2.9。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 報告書 (1)P3-15 提到的「油價走勢研析小組」，中油也參與其中，提供資訊包括：WTI 跟 Dubai、 Brent 一個月及當年及次年的年均價。	感謝指正，已增補納入報告內文。 (1) 請參見報告書 3.2.1 節 2.(1)。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(2)P3-21 以線性相關係數說明 Brent 和 Dubai 相關性，建議可做 VIF 檢定。	(2)感謝建議，納入參考。經檢定 92 無鉛、高級柴油價格，與 7D+3B 的關係式中，VIF 值均高達 120.4883。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(3)P3-22 每年 EIA 公布日期有所變動，不一定準時公布。	(3)感謝指正，已修改。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(4)P3-23 名目價格和實質價格不應相互比較。	(4)感謝指正，已刪除該比較文字。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(5)EIA 油價預測模式的基本條件和基礎情境，應摘要說明。	(5)遵照辦理。已增補於報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
張委員瓊文 (書面意見)	1. 本計畫對於交通建設計畫之經濟效益評估提供客觀具體的評估方法與工具，對於運輸部門在方案的評估比較上有相當的助益。	敬悉。	略。
	2. 本年度工作著重在節能減碳相關參數的檢討與修正，特別是結合利用運計組既有的調查資料，建議比較使用資料與原版資料之差異，亦可一併檢視對方案評估可能的影響。	遵照辦理，已呈現新舊版係數之差異比較，參見 4.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 有關油價之引用計算，目前版本是根據過去的油價平均水準計算，當然若能預估未來的油價，據以估算未來的經濟效益，好像比較合理，但是若是推估結果變動太多或頻繁，在評估方案的應用上，亦可能造成困擾。因此，配合未來油價的推估方式，可能要有一定的作業機制。	遵照辦理，已訂定作業機制建議方案。請參見報告書 3.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
經濟部能源局	1. 油價長期預測難以準確，建議提供上、下界。	遵照辦理。請參見報告書 3.2.1 節圖 3.2.10。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 車齡與油耗的關係，應充分考慮引擎技術、車輛排氣量（比車齡、里程數更重要）和保養狀況。	同意此看法。但運研所車輛動態模式主要為反映道路類型、速率等交通參數與能耗的敏感度，因此將其他因素固定不變動。車齡、引擎技術、排	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		氣量因素等對油耗的影響，可以展現在能耗平均能耗值的變化上，因此會得到不同的預測值。	
國工局	1. 過去經驗顯示減碳效益占比不高，且對於計畫通過與否似不具關鍵影響力。	敬悉。因節能減碳已列為手冊建議之效益量化項目，本研究乃提供本土化且隨速率、道路類型變化之計算流程與參數。 減碳效益之計算，不在於扮演扭轉計畫通過與否的關鍵因素，亦非僅為因應國際熱議的潮流趨勢，而是為了環境永續，期望在推動交通計畫的過程中兼顧環境保護，藉由減碳效益之計算瞭解該計畫對於減少外部環境成本之貢獻度，同時做為發展綠色運輸之指標。 減碳效益在交通建設計畫的占比不高、甚至過低的一大因素，係由於過度放大土地開發效益以及觀光產值效益，相對弱化了減碳效益之貢獻與重要性。 由於節能減碳為國發會公布經效手冊之必要量化項目，	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		所有交通建設計畫的經效評估都需評估該效益。此外，「溫管法」推動後，各部會須具體落實減碳的績效檢討，因此，節能減碳量化分析確實有其必要性與重要性。	
	2. 附錄提供數據是否正確？請檢核確認。	遵照辦理，已檢核並確認內容無誤。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
鐵工局	1. 目前缺乏鐵路的碳排係數。有關興建期間之碳排放，可參考正在執行南迴案的盤查結果；至於營運期間採延人公里為計算單位較不合理，應用延車公里較為合理；希望未來能夠提供相關參數。	敬悉。有關鐵路的碳排參數，可參考運研所綜技組每年更新的排放清冊，提供捷運、台鐵、高鐵的能源密集度。考量不同的計算目的，應有延人、延車等不同單位的統計量，將請運研所納入後續研究參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 手冊希望盡量簡化、便利使用，並請充分說明假設條件。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
運計組 (書面意見)	1. 報告內文同時出現「交通部運輸研究所」及「本所」，建議報告初稿階段可以採用前者，請全面檢視修正。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 有關本所「交通建設計畫經濟效益評估作業系列研究」之文獻回顧似僅著重於「102 年交通建設計畫經濟效益評估手	遵照辦理，左列文獻之能耗推估模式與碳排係數建議值已補充於 2.2 節。有關油耗推估，各車	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	冊」的部分，為求完整，建議此系列較先前的研究(100 年以前)亦應一併補充回顧。例如，98 年版「交通建設計畫經濟效益作業之研究(2/2)」表 2.5-4 公路二氧化碳排放係數表，及 100 年版「交通建設計畫經濟效益評估手冊」表 4.22 公路運輸之二氧化碳排放係數建議值，兩者有很大差異，請一併回顧檢視各類相關數值的計算方式、資料來源及差異的原因。	種分別引用國內外實驗室測試所建構之模式。有關碳排參數，參考國內相關調查所得到的各別車種平均燃油效率，再結合環保署公布各種化石燃料 CO_2 排放係數換算得知。左列兩篇文獻中所引用的車輛平均燃油效率調查值不同，且汽、柴油之 CO_2 排放係數也不同，造成差異。經本計畫檢視各車種的 CO2 排放係數後認為，100 年版之推估值較為合理，98 年版關於小客車、機車之推估值恐有誤值之虞，與 100 年版之差異甚大。	
	3. 目前節能減碳效益占交通建設計畫整體經濟效益雖未超過 5%，惟仍請於期末報告強化本計畫成果對於交通建設計畫之效益評估與決策影響的相關論述，以凸顯本計畫之必要性與重要性。	遵照辦理。由於節能減碳為國發會公布經效手冊之必要量化項目，所有交通建設計畫的經效評估都需評估該效益。此外，「溫管法」推動後，各部會須具體落實減碳的績效檢討，因此，節能減碳量化分析確實有其必要性與重要性。請參見報告書 2.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 報告書第 3.1.4 節，為讓	遵照辦理，已補	同意合作研究單位

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	使用者更容易瞭解及運用，建議可比照表 3.1-1 之方式，針對不同交通運輸議題適用之節能減碳評估方法列表呈現。	充，參見表 3.1-3。	回覆辦理情形。
	5. 報告書第 3.1.5 節，請以簡單圖示補充說明交通建設計畫能耗/碳排量及節能減碳效益估算之實務操作流程。	遵照辦理，以圖示補充說明能耗/碳排量查表之操作流程，參見圖 3.1.6。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 交通建設計畫之可行性評估或規劃報告經常需耗時多年的審查與修正，本計畫建議油價與碳價可採逐年浮動調整的方式處理，是否會造成實務推動上之困難？有無其他建議因應做法？例如：如果每年變動不大，則每 3 年或每 5 年再變動一次，以避免因交通建設計畫之經濟效益每年不同，而造成審議或決策上之困擾。	遵照辦理。請參見報告書 3.3 節，建議油價與碳價格目標年(目前為 2046 年)預測值變化幅度達 20%才公告新版參數，避免造成審議困擾。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 依據 104 年 5 月 29 日座談會之紀錄，本計畫對於碳價格估值之建議，顯然與環保署目前 CO_2 超額排放的相關裁罰標準有所差距，畢竟環保署為碳價之主管機關，有關與環保署溫減室討論此部分之結果請於期末報告中說明。	本計畫研提之碳價格值域，基本上係以環保署溫室氣體減量管理辦公室已立法通過並實施之「溫室氣體減量及管理法」(「溫管法」)罰則標準及值域範圍為主要依據，此為溫室氣體管理母法。除非修法，否則後續研訂相關子法與施行細則內容，均不會逾越 1500 元/噸的罰鍰	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		上限。以上說明於報告書 3.2 節。 而 104/05/29 舉辦座談會時，「溫管法」尚未通過立法，與會之空保處代表就其權責所提之小客車 CO_2 超額排放的相關裁罰數值，根據瞭解應為空保處研訂「交通工具空氣污染排放標準」的一種構想，但迄今相關條文僅有排放標準之制定，條文中尚無裁罰標準。現今「溫管法」已於 104 年 7 月 1 日實施，環保署有關溫室氣體管理之相關律令均回歸「溫管法」為依循之母法。	
	8. 報告書 3.3 節，有關新版經效手冊修訂建議方案與更新機制，請列表彙整說明建議更新項目、頻率、資料來源、發布時間…等資訊。	遵照辦理。彙整結果已補充於期末報告 3.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	9. 簡報資料第 21 及 22 頁，有關國道各區間大客車碳排率圖表(北上及南下)之呈現方式，請檢討其實際應用的難易度或可操作性。	一般多以運規模型進行運量預測，因此有關碳排係數只須外掛參數表，模式即可自動運算油耗、碳排量。該圖是以視覺化較容易理解的方式呈現。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	10. 本計畫目前共規劃 2 場各 3 小時教育訓練課	依據招標書揭示，本年度以公路計畫	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	程，且內容似侷限於公路次類別的案例，如此對於非公路主管機關部分，所規劃課程是否合適？	為宣導對象。由於鐵道計畫亦牽涉私人運具移轉到鐵路運具之分析，仍須了解公路運具碳排係數、量化分析方法。	
主席 結論	1. 本案目的在於提供統一參考數據，以便提升相關計畫在衡量經濟效益時之操作性，研究團隊所提計算方式（簡報P22）和長期預測的做法（簡報P27）符合計畫需求，惟細節仍需與本所進行討論。	已透過每月定期工作會議進行討論。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 請研究團隊依據與會委員所提意見進行檢討修正，並製表整理回覆辦理情形，送交主辦單位審閱同意後，作為後續撰提期末報告之依據。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 本計畫期中報告審查通過，請研究團隊依契約規定辦理相關作業及請款事宜。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

附錄 1.2　期末審查意見回覆表

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

編號：MOTC-IOT-104-PBB002

計畫名稱：交通建設計畫經濟效益評估工具之應用與效能提升

執行單位：財團法人中華經濟研究院

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
謝委員慧娟	1. 本研究所提供碳價格高估值建議方案，係引用「溫管法」為制定價格參據，建議報告書要說明引用原因為何？	為確切反映國內的減碳代價，本計畫利用圖 3.2.13 的規劃流程說明應優先參考檢視國內參考值之有無，並已於 3.2.2 節說明引用「溫管法」之原因及方法。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 在節能減碳案例試算中，五楊高速公路的小客車能耗相較於其他車種節省量差異大，反而貨車的節油量呈負值，建議應說明各車種油耗的變化趨勢。	五楊高速公路營運通車前，貨車主要行駛快速道路及省道，營運通車後，因國 1 道路容量增加，速率提升，因此貨車選擇行駛國 1 主線以節省時間，但相對於快速道路及省道，反而增加行駛距離，導致延車公里增加，能源消耗量增加之現象，詳見 4.2.1 節(P.4-4 頁)。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 節能減碳案例用前期與本計畫更新方法計算結果差異大，建議在報告書中說明差異為何？	前期與本計畫能耗/碳排推估模式差異在於，本計畫動態能耗模式較能反映低速區間能耗率之敏感度，因此有無方案道路平均速率差異越大時，能耗及碳排節省量越顯著，已補充說明於報告中，詳見 4.3.3 節(P.4-17 頁)。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	4. 報告書 p.3-45 與 p.3-47 所提折現率不同，請再做確認或說明。	期末報告書初稿 p.3-47 所提之 USG SCC 折現率 5%為 USG SCC 模式的折現率參數。USG SCC 模式依據美國社會條件及資料應用特性，提供 3 組折現率下的 SCC 數值，3 組折現率分別是 5%、3%、2.5%。 而期末報告書初稿 p.3-45 所提之折現率 5.35%為「102 經效手冊」制訂的社會折現率參數。 本計畫為配合「102 經效手冊」所制訂的折現率參數 5.35%，故在 USG SCC 的引用上，參採折現率最接近的該組資料，因而擇定引用 USG SCC 折現率 5%的數值。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 本計畫後續建議應納入軌道建設參數，請說明軌道建設參數所指為何？	軌道建設參數係指因應設施更新或設備重置所帶來的效益包括營運效率提升或財損減少。相關參數包括設備妥善率、效率提升幅度、系統誤點改善幅度、財損成本減少幅度等。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 目前國發會審查建設計畫時，考慮中長期債券殖利率，通常採用 3%，並希望經濟效益評估使用的折現率能與財務評估一致。雖然運研所在 102 年手冊折現率建議值為 5.35%，但並未詳細說明來源依據。建議運研所後續應檢討採用一致的折現率，或是召開研商會議。	感謝寶貴意見，納入後續研究建議，提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
林委員淑娟	1. p.3-16 中油公司提供資料並沒有 Dubai 的部分，請修正。	感謝指正，已修改。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. p.3-16 最後一行，請修正為：一個月、當年及次年的均價預估值。	感謝指正，已修改。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 本研究有關油價推估方法不清楚是用名目油價還是實質油價的變動率來推估國內油價？以美國能源部 EIA 來說，他們都有名目油價和實質油價的推估油價，但折現率都低於 3%，建議補充說明國內油價推估方式。	感謝指正。本計畫採用 EIA 推估之實質油價的變動率來推估國內油價。再以手冊建議折現率 5.35%轉換成為未來年當年幣值價格。已補充說明於報告書 3.2.1 節。主要考慮是以實質價格為重，因其涉及 B/C、淨現值等重要決策指標；且可與碳價格推估原則維持一致。而名目價格僅相關於 IRR，重要性相對較低。且（1）採用國際油價名目價格變動率推估，2038 年國內油價將出現柴油高於 92 無鉛汽油的狀況，不符合國內情境；（2）未來年幣值推估出來的 2040 年價格與 2012 年的比值（大約 1.4 倍），也與國際油價的共通趨勢（大約 2 倍）不盡相符；（3）稅費（空污/土污/石油基金等）僅有目前價格（約 3.5 年歷史資料），無法估計未來年名目價格。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 國內的油價是用稅前價為調整基準，用上週及上上週的油價變化率乘以稅前價，再乘以 80%，p.3-21 請修正為 80%反應國際	感謝指正，已遵照修改。採用「稅前批售價」，應用國際油價實質價格變化率 80%推估後，再加計稅費（以 2015 年現值計算，包括貨物稅、空污/土污/石油基金及 5%營業稅等），作	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	油價變動幅度為原則方向。如果用零售價為調整基準，當油價往上漲或下降，會有高估及低估的現象。因此建議用稅前價為推估基準，若要更謹慎，則建議進一步考量匯率的變化。	為國內油價實質價格預測值。 以上請參見報告書 3.2.1 節 5.建議方案。	
	5. 美國 EIA 模式假設與情境說明中，「能源儲備量」請修正為原油蘊藏量;「液體能源」應為「液態燃料」、「液體市場」應為「液態燃料市場」等。有關文字細節修正建議，會後提供書面資料給團隊更新，另提供最新版「世界銀行石油市場展望」、「原油價格分析與展望」給團隊參考。	感謝指正與提供資料，文字已修正。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
邱委員裕鈞	1. 肯定報告內容，團隊研究成果已達成計畫目的。	感謝肯定。	略。
	2. 動態能耗資料的精細度以每秒排放量為單位，但是以案例推估而言，卻用路段的平均速率為估算基礎。以某一路段而言，平均速率 60km/hr 和 30km/hr 的行駛行為會有差異。以平均速率 30km/hr 的	本計畫選用案例係以巨觀運輸需求模型觀察交通量變化，因此每一路段交通量、速率變化係以全日模式觀察為主，受限於模式精度，難以呈現尖離峰的路段平均速度。由於本計畫動態能耗/碳排模式顯示，40 公里以下的低速區間，每公里耗油率隨速度下降而上升的趨勢非常明顯，因此均速	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	路段而言，車輛行為通常是停停走走的現象，不可能每輛車的速率皆為30km/hr。所以量測實際道路油耗/碳排與以平均速率推估油耗/碳排應會有明顯差異，建議補充說明平均速率推估油耗的應用方法及需注意的地方。	越低，表示個別車輛間的能耗變動情形越大，且當車流若有停等情形，採用均速勢必低估油耗。若採用微觀軟體採用個別車輛逐秒速率分析，則可克服上述誤差，已補充說明於報告書 4.3.3 節中。	
	3. 經濟效益的評估與財務效益的評估需分別討論。財務效益係指財務的調度，所以會比較關心市場的價格及投入成本；經濟效益係指社會福利的感受，經濟效益比較重視資源的損失，當對環境破壞的價值無法量化時，才會用到市場價格。	感謝肯定。	略。
	4. 本研究因國內油價相關研究較不完善，所以引用國外數據，但國外推估油價範圍相當廣，引用平均值或參考情境數值會有風險。建議運研所在經濟效益評估方法中，提出敏感度分析的重要性。	感謝肯定，所提意見納入研究建議，提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 案例分析係用距離版為估算基礎，建議可以再試算時間	動態能耗/碳排係數係以時間版經由油品密度及速率轉換成距離版，因此以時間	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	版，檢視估算的結果是否相同，並建議說明距離版及時間版應用方式有何不同。	版或距離版試算結果會相同。但時間版將可提供停等能耗與碳排率，對於評估都會區案例，具有重要意義。	
	6. 低污染的車輛會越來越多，將逐漸改變車隊的平均耗油率。對於推估未來十年的能耗/碳排，要如何因應低污染車輛的趨勢。	感謝寶貴意見，納入後續研究建議，提供主辦單位參考。 事實上，目前模式所的能耗數據，係採用排放清冊所提供的國內車隊能耗平均值作為基準點，依據動態能耗系列研究的模式成果展開，成為隨道路類型、速率而有所不同的預測值。未來車隊技術變化如屬普遍性發生、少量改善全國車隊能耗平均值（展開基準點），該模式應可反映（因展開基準點改變而改變各道路類型、各速率之預測值）。但若車隊技術變化屬於特殊性案例（僅限特定地區、特定車型車款），或變化率已達相當顯著的水準（例如新技術車輛占比超過車隊30%以上，且新技術特性顯著不同於引擎技術特性），則需考慮針對新技術車輛建立動態能耗碳排模式。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 社會折現率高，將會較大幅度折減未來價值，並使現值估算的 B/C 低。因此，採用較低社會折現率，應對交通建設計畫評估結果會較有利。	感謝寶貴意見，納入後續研究建議，提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
陳委員敦基	1. 本研究計畫名稱易讓人誤解為是經濟效益評估整體參數檢討調整，建議可以再作調整(例如副加子標題)。	感謝寶貴建議，提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 同意油價參考國際 Brent 價格變動作法，但所提更新機制建議預估差異達 20%才更新，惟油價會因戰爭和時事變動大幅變動，其幅度可能超過 20%。雖然發生頻率不高，但應考量因應措施。	感謝肯定。所建議之預估差異 20%，係指未來目標年（2046 年）預估價格，並非短期價格。觀察 2013 年以來，短期油價大幅波動，但國際機構對於 2046 年長期油價預測值變化不大。本處主要考慮實務應用時，經常變更價格參數將造成困擾；再考慮節油效果在總效益占比約 15%以下，因此建議預估價格差異達 20%（對總效益值影響 3%左右）才更新參數。以上補充說明於報告書中，請參見報告書 3.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 碳價格是否有包含 CO_2、CH4、N_2O 等溫室氣體排放參數，建議補充說明。	本計畫所研議的碳價格參數主要為碳當量的價格。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 碳價格建議參考美國 USG SCC 社會折現率 5%推估值的現值，但國內價格卻採用 5.35%社會折現率推估未來年當年價格，是否一致？	USG SCC 模式依據美國社會條件及資料應用特性，提供 3 組折現率下的 SCC 數值，3 組折現率分別是 5%、3%、2.5%。「102 經效手冊」制訂的社會折現率參數為 5.35%。本計畫為配合「102 經效手冊」所制訂的折現率參數 5.35%，故在 USG SCC 的引用上，參採折現率最接近的該組資料，因而擇定引用 USG SCC 折現率 5%的數值做為國內現值價格。而	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		採用 5.35%國內的社會折現率推估國內未來年當年價格，符合國內社會條件，且為國內計算減碳效益之應用，應無不妥。未來若相關計畫有針對國內應用於計算經濟效益之社會折現率進行檢討修正時，本計畫之相關應用亦將進行調整。	
	5. 二種案例試算中，均以城際旅次為主，建議可試算都市旅次的能耗差異，並可檢視都市機車能耗/排放行駛樣態。此外，新舊版本評估方法的效益差異，應予說明。	由於此次範例採用的模型簡化處理機車車流，因此較難反映差異。本計畫前期研究中，曾就機車進行都會區號誌改善案例分析，以微觀軟體分析顯示確實對於機車節能減碳有顯著效果。新舊版本評估方法的效益差異說明，請參見報告書 4.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 節油和減碳在總效益中的占比，可能差異很大。例如 ETC 案例，依據個人實際估算之經驗，其節油占比之效益即超過 10%。	感謝寶貴意見。節油減碳之總效益占比，深受計畫性質及其所定義之效益範疇的影響。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
國工局	1. 附錄 p.3-5~p.3-13 小客車動態能耗查表，高速公路在時速 36~85km/hr 之間，能耗及 CO_2 的排放高於快速道路，另外省道低干擾時速 3~62km/hr 之間，能耗及 CO_2 的排放高於省道高干擾，上述的數據與一般認知不符，建議再檢核。	小客車動態能耗/碳排模式已檢核確認無誤，由於各速率樣本皆累積足夠樣本數建構模型，推測為實際車流影響所致。考量應用上簡易明瞭，將應用查表道路類型簡化成高速公路、快速道路、省道、縣道、鄉道及市區道路等，不再區分高低干擾。詳見附錄 3。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
臺鐵局	1. 肯定本研究成果。計畫成果顯示適用於公路興建及改善工程，不過臺鐵局所提的建設計畫多屬改善類及效能提升類，例如透過提高設備妥善率達到誤點率降低，實較難提升用路人移轉至臺鐵。所以建議後續是否能針對軌道建設類之效益評估參數進行探討。	感謝寶貴意見，納入後續研究建議，提供主辦單位參考。	
	2. P4-5 公式有錯誤，請更正。	遵照辦理，已修正，請詳見 P4-5 頁。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
經濟部能源局(書面意見)	1. 第 3-25 頁圖 3.2.6 所指 Brent 油價預測為名目價格預測結果，與第 3-30 頁圖 3.2.9 我國油價長期預測係指實質價格預測不同。建議於報告中說明，用於預測我國油價長期預測之參考來源是否係指 EIA 所作 Brent 實質價格變動率。	圖 3.2.6 為 2013 年實質價格預測值，已補充說明。並已修正報告，說明預測油價參考來源為 EIA 所作 Brent 實質價格變動率。請見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 中油公司現行汽、柴油浮動油價機制係以每週 7D3B 乘上匯率之變動率調整稅前批售價，再加上其餘稅費等參數後計算零售價。機制中所指 7D3B 均為名目價格，尚請考量是否宜以	感謝寶貴意見。經修訂後，本計畫建議以「稅前批售價」為推估基礎，以國際油價實質價格變動率預估未來價格，再加計稅費，為實質價格推估值。請參見報告書 3.2.1 節 5.建議方案。 採用 EIA 對 Brent 價格變動率，而非 7D3B 的考慮因素：Brent 與 Dubai 高度自	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	EIA 對 Brent 實質價格變動率之預測作為國內長期油價預測之依據。	相關（線性相關係數 0.9989），歷史資料試算 7D+3B 比例推估的變化率，與 Brent 油價變化率相當。就國際預測值公開易於取得、試算簡便考慮，建議採用 Brent 預估值價格變動率，以預測國內油價。 採用實質價格而非名目價格的考慮，請見下列說明。	
	3. 第 3-31 頁圖 3.2.10 係以圖 3.2.9 我國實質油價長期預測乘以社會折現率 5.35%，與直接以 EIA 對 Brent 名目價格變動率之預測推算國內汽柴油名目價格應有極大落差，建議分析兩者之差異，並評估適用之妥適性。	本計畫採用 EIA 推估之 Brent 實質油價的變動率，來推估國內油價之稅前批售價，加計稅費，成為實質價格推估值；再以手冊建議折現率 5.35%，轉換成為未來年當年幣值價格。 建議作法主要考慮是以實質價格為重，因其涉及 B/C、淨現值等重要決策指標；且可與碳價格推估原則維持一致。而名目價格僅相關於 IRR，重要性相對較低。 且（1）採用國際油價名目價格變動率推估，2038 年國內油價將出現柴油高於 92 無鉛汽油的狀況，不符合國內情境；（2）未來年幣值推估出來的 2040 年價格與 2012 年的比值（大約 1.4 倍），也與國際油價的共通趨勢（大約 2 倍）不盡相符；（3）稅費（空污/土污/石油基金等）僅有目前價格（約 3.5 年歷史資料），無法估計未來年名目價格。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 中油公司現行汽、柴油浮動油價機制中，每週零售價並非 100%完全反映	感謝指正。國際 Brent 油價變化率採用 80%反映於「稅前批售價」。 相關說明請參見報告書	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	7D3B 之變動率，建議補充說明 Brent 油價變動率如何(或以何種比例)反映於零售價上。	3.2.1 節 5.建議方案。	
	5. 中油公司汽、柴油浮動油價機制每年均隨國內外情勢變化定期檢討，經濟部張前部長亦於 102 年 2 月 19 日指示委由第三方專業團體進行檢討。隨後由台灣綜合研究院及台灣經濟研究院接受經濟部能源局委託，同年 7 月 10 日於「台電及中油公司經營改善小組」第 9 次委員會議提出研究報告。建議修正第 3-21 頁所述內容。	感謝指正，已修正。請參見報告書表 3.2-2 及相關文字。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
本所運計組(書面意見)	1. 有關期中審查意見回覆表之處理情形說明，請以「修正定稿」為參照主體，全面檢視修訂相關說明文字，並明確指出可參見之報告章節或頁碼。	感謝指正，已全面檢視修訂並指出報告章節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 研究團隊雖已針對本組期中審查意見進行處理及回覆說明，惟仍有幾點未見補正於報告書本文中，包括： (1) 有關強化本計畫成果對於交通建設計畫之	(1) 遵照辦理，請參見報告書 2.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	效益評估與決策影響的相關論述，以凸顯本計畫之必要性與重要性(建議可將回覆說明內容納入報告書本文中)。		
	(2) 報告書第3.1.4節，建議可比照表 3.1-1 之方式，針對不同交通運輸議題適用之節能減碳評估方法，整理成一張彙總表。	遵照辦理，已新增表 3.1-3。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	(3) 有關本計畫對於碳價格估值之建議顯然與環保署目前 CO_2 超額排放的相關裁罰標準有所差距，研究團隊回應將與環保署溫減室進行討論，請補充有關此部分之討論結果。	(3)本計畫研提之碳價格值域，基本上係以環保署溫室氣體減量管理辦公室已立法通過並實施之「溫室氣體減量及管理法」(「溫管法」)罰則標準及值域範圍為主要依據，此為溫室氣體管理母法。除非修法，否則後續研訂相關子法與施行細則內容，均不會逾越 1500 元/噸的罰鍰上限。以上說明於報告書 3.2 節。 而 104/05/29 舉辦座談會時，「溫管法」尚未通過立法，與會之空保處代表就其權責所提之小客車 CO_2 超額排放的相關裁罰數值，根據瞭解應為空保處研訂「交通工具空氣污染排放標準」的一種構想，但迄今相關條文僅有排放標準之制定，條文中尚無裁罰標準。現今「溫管法」已於 104 年 7 月	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		1 日實施，環保署有關溫室氣體管理之相關律令均回歸「溫管法」為依循之母法。 事實上，中經院本身即為溫管辦公室之智庫團隊，因此於本計畫研究期間即針對碳價格應用議題，多次內部討論以充分參考其建議與經驗、瞭解溫管法的立法走向和推動進度。	
	(4) 報告書 3.3 節，有關新版經效手冊修訂建議方案與更新機制，請列表彙整說明建議更新項目、頻率、資料來源、發布時間…等資訊。	已補充彙整於表 3.3-1、表 3.3-2。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 報告書 3.3 節，有關節能減碳量體、油價預測及碳價格推估等之估算方式(或概念)，可否透過簡單示意圖來表示？	已補充彙整於圖 3.3.1。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 報告書第 3-30 頁，圖 3.2.9 請註明為 2015 年幣值。	註 3 已標註。請參見報告書圖 3.2.9。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 報告書第 3-38 頁，文中提及 USG SCC 碳社會成本推估值對照表如表 3.2-8，經查應為表 3.2-12，請修正；另同一頁最後第三行，期中報告時曾	(1)表名編號誤植處已更正。 (2)後經查證，USG SCC 數據並未每年更新。USG SCC 的評估研究所須養護的資料量與模式規模龐大且複雜，一旦發現模式的計算上或背景資料有所偏誤，即進行修正並公告更新 SCC 的	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	述及 USG SCC 數據由美國官方計算並公告且「每年」更新，惟期末報告卻將「每年」刪除，請確認美方是否已非每年更新？	數據；但公告時程並未定期，故若欲引用 USG SCC，須持續追蹤該工作小組於美國政府網站發布的更新訊息。已補充說明於 3.2.2 節。	
	6. 報告書第 3-38 頁述及：「…在評估氣候變遷的損害特性，較不適宜選取一般常用的社會折現率，國際研究建議所使用之折現率應相對較低，原則上以低於 3%是較可能、合理的選擇。」依此，102 年經效評估手冊所建議採用之折現率 5.35%，就估算節能減碳效益之觀點是否合適或應檢討調降？	期末報告書初稿第 3-38 頁之引述為國際研究之建議與看法，或可提供國內參考。至於 102 年經效評估手冊所建議採用之折現率 5.35%，就估算節能減碳效益之觀點是否合適或應檢討調降？建議納入後續研究，提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 有關碳價格估值，因應「溫管法」1,500 元/噸之上限金額，須規範於該標準，爰本報告建議自 2033 年，碳價格的建議值將等同高推估值。請將此作法呈現於圖 3.2.13 碳價格參數規劃流程示意圖中。	已補正，參見圖 3.2.13。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	8. 報告書第 3-47 頁，有關碳價格估算方式，提及 2007 年至 2015 年之通貨膨脹倍數為 1.105，與期中報告所提 1.079 不同，請說明何者數據為真？	本計畫參採的通貨膨脹參數為消費者物價指數，而 2015 年全年平均的消費者物價指數理應至 2016 年年初才會公佈，期中報告階段與期末報告階段所引用的數據，係分別依據當時行政院統計處網站公告的最新數值(期中階段為 1-5 月之均值，期末階段為 1-10 月之均值)，均非全年資料，而僅為過渡階段的數字。待 2016 年年初公告 2015 年全年平均值後，將於本計畫報告定稿前依據 2015 年實際的年均資料進行數據更新。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	9. 依據工作計畫書工作項目要求，報告書第四章章名請修正為「實例應用」；另依據報告書第 2-25 頁表 2.3-1 顯示所舉兩案例(五楊高架新建工程及竹北交流道改善)於當初計畫總效益中並未計算減碳效益，今本案已明確估算有關節能減碳效益，請補充說明該效益相較於原總效益之影響(占比)為何？	1. 遵照辦理，已修正第四章名。 2. 五楊高速公路減碳效益估算引用 97 年報告之參數設定，以估算營運年期 30 年減碳效益占原總效益約 9.3%。竹北交流道減碳效益估算引用 102 年報告之參數設定，以估算營運年期 30 年減碳效益占原總效益約 0.43%。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	10. 依據本計畫發現與教育訓練與會先進的意見，前期手冊其他相關內容與參數亦有需要檢視修訂者，請研究團隊就後續檢討修正之優先順序提出看法	遵照辦理，請參見報告書 4.4 節與 5.6 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	或建議，俾利本所擬訂計畫參考。		
	11. 有關報告書附錄 4 針對 104 年 10 月 26 日教育訓練之意見交流與討論重點摘記，請從實務應用的觀點，整理相關重要課題與回應說明，於本文第四章增列 4.4 小節進行補充，第五章結論與建議同步修正。	遵照辦理，請參見報告書 4.4 節與 5.6 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
主席結論	1. 期中報告審查意見請確實補正回應。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 有關折現率的部分如果時間和經費允許的話，請運計組檢討明年可否納入研究修訂。	提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 有關本計畫題目是否增加副標題，請運計組詢問秘書室後依相關規定辦理。	提供主辦單位參考。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 油價推估方法請詳實說明來源及妥適性。	遵照辦理。請參見報告書 3.2.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 針對碳價格引用「溫管法」作為高估值，請研究團隊徵詢環保署意見，並將其看法納入期	遵照辦理。請參見報告書 3.2.2 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	末報告定稿版說明。		
	6. 教育訓練各單位的意見回饋對於後續的研究方向具有價值，請研究團隊彙整意見並提供相關課題及因應方式，回饋給本所。	遵照辦理。請參見報告書 4.4 節與 5.6 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 請研究團隊依據審查委員意見逐條回覆及製表，並納入期末定稿報告。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	8. 本期末報告審查通過，請研究團隊於本(104)年 12 月 18 日前提交修正定稿報告，並請依契約規定辦理相關作業及請款事宜。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

附錄 2　專家座談會紀錄

「經濟效益評估工具之應用與效能提升」專家學者座談會

會議紀錄

一、開會時間：104 年 5 月 29 日(星期五)上午 10 時 00 分

二、開會地點：交通部運輸研究大樓 10 樓會議室

三、主持人：本所蘇組長振維　中華經濟研究院溫蓓章博士

四、出／列席單位　　記錄：張益城

出席單位	職稱	簽到處
中原大學 廖祐君 教授		
世新大學 郭迺鋒 教授		(請假)
臺北科技大學 黃國修 教授		
臺灣師範大學 陳敦基 教授		
淡江大學 溫裕弘 教授		
臺北大學 李堅明 教授		(請假)
國家發展委員會	視察	
行政院環境保護署空保處	副研究員	

路政司		
公路總局	蔡工程司	邱國霖
臺灣區國道高速公路局	王工程司	張瑞文
臺灣區國道新建工程局	科長 副工程司	曾富祥 李華祝
臺灣鐵路管理局		劉博彥 徐牧益
鐵路改建工程局		(請假)
高速鐵路工程局	科長	陳宇佐
本所綜合技術組		
運輸計畫組		蘇振強 張益城
中華經濟研究院		潘春 許梅 張振華

鼎漢公司　　胡以芬 陳柏君 鍾佩儒

五、主席致詞：

1. 本所希望透過節能減碳參數的提供，提升交通建設計畫經濟效益評估的功效。另外，相關參數亦可以用來計算號誌或交管措施調整後有關停等延滯減少的效益，或是小客車與大客車間的轉移效益。
2. 經濟效益是要評估長時間的效益，因此希望本案能夠處理經濟效益評估參數的長期推估，例如油價、碳價等。此外，在經濟效益評估處理的過程中，有關財務折現率與經濟效益折現率，也希望以後有機會能夠探討兩者的差異。

六、簡報：(略)。

七、發言意見摘要：

(一) 臺灣師範大學陳敦基教授：

1. 本計畫屬基礎研究，有關參數及公式的研訂，對經濟效益評估運用上都是很重要的依據。
2. 交通建設的經濟效益評估，最主要的是時間效益，其次是節能減碳效益及其他社會成本節省，包括肇事等。
3. 經濟效益評估在使用上化繁為簡非常重要，總效益跟流量及平均速率有關，交通量跟車種別、運具別有關。建議可提供簡單列表，顯示在什麼樣的道路別、流量及流速下的對應參數。
4. 節能減碳大概可分成 4 類影響參數。一是油料，燃料標準越來越高，排放量也一直變動，要能掌握住未來的變動趨勢；第二是油價，要是台灣的資料跟杜拜（國際）的接近一致，由國際得來的資料就會很好應用。油價畢竟是國際市場去決定的，雖然國內有所調控，但就機會成本的角度，實際市場交易價格可以比較明顯真實的反應效益；最重要的是第三個參數-排碳率，應在不同流量、運具、道路別及流速下，都能夠有所對應；最後是碳價格及跟價格有關的參數(如折現率)。
5. 在評估方法方面有 2 種觀點，一是看市場交易價格，一是看損害成本。個人認為損害成本才是真正的經濟成本跟機會成本，而且

美國資料很容易取得，數值公告會不斷更新，對以後更新資料也很有幫助，藉以掌握碳價格的變化趨勢。至於碳交易市場本身則是被扭曲的，所以基本上須參考國際資料。

6. 折現率應採經濟的、社會的折現率，絕對不是財務的折現率，但是兩者之間存有關係，因為在經濟社會裡面仍有很多財務交易的衡量。折現率與長期的實質利率有關，亦與財務的報酬有關，個人認為折現率大約 5 年~10 年左右就需要去調整它。

(二) 臺北科技大學黃國修教授：

1. 應說明油料的影響，譬如用 95 的車子去加 98 的油，這樣變動不大，但如果用 92 的油，就會燃燒不好、損害車子。所以車輛都有用油的建議門檻值，朝上差異不大，朝下的話會燃燒不完全，影響到車輛排碳、油耗都會變差。
2. 個人覺得本計畫非常重要。不過，本案經濟效益所探討的內容是很窄的，僅針對油耗跟減碳，其他如旅行時間與交通量，才是更大格局的經濟效益評估。
3. 目前的經濟效益評估著重在交通建設對車輛的油耗及減碳效益，但是油耗推估的動態模型，準確度跟可用度的基礎要掌握好。
4. 手冊之前用的都是日本模式，建議可將國內的動態模式跟國外進行差異分析。一則可以做檢討，一則可能知道我們比國外的先進多少。
5. 現在車輛技術進步非常快，且因法規要求而推出新車型，有關國內動態模式後續怎麼修正、維持或微調，可以事先規劃。

(三) 本所蘇振維組長：

1. 節能減碳在經濟效益僅約占 5%，占比雖少但為直接效益，經濟效益的重點在於掌握直接成本節省；以前只能用日本模式，現在既然有國內動態模式的成果，就要把這個部份納進來。
2. 陳院長提到化繁為簡是很重要的，我們也一直朝這個目標。為讓顧問公司或是承辦人可以很容易計算，不同運具、不同速率之下有個 Lookup table，應用時可直接去查表找節能減碳參數。後續還有工具軟體會配合進行更新。
3. 黃老師提到技術進步是很好的提醒，後續會檢討處理。例如，我

們請經濟部能源局幫忙統計中油或台塑抓5公升以下的機車加油量，才能把機車跟汽車的用油量分離出來。經濟效益評估需要持續修正，就是因為這些參數一直在變，本所明年開始會陸續修正這些參數。另外，本所也在思考大數據的應用，包括如何撈出資料以回應剛黃老師提出的課題。

(四) 計畫主持人溫蓓章博士：

1. 整個經濟效益評估的架構如簡報第 45 頁，效益計算的項目共有7-8 項，今年是針對節能跟減碳相關參數來做檢視，後續運研所會再依據需求再處理其他的部份。

(五) 中原大學廖祐君教授：

1. 美國大型工程的經濟效益評估，後續檢討發覺整體經濟效益是over valued，為了要通過審查，常會誇大專案計畫的重要性與必要性。經濟效益全部都是移地、移時推估，能夠反應多少現實面、是否要作為計畫通過與否的角色，是值得思考的。節能減碳是一個努力的方向，但是做為一個專案計畫通過或補助與否，可能可以有不一樣的想法。
2. 簡化、可操作性是非常重要的，查表是一個很好的方法。21 頁的表格，有各車種，還可以逐速查表，雖然不簡單，但是可能要說明每個值都是 Average 值，每 range、每群組的 sample size 是如何。道路的代號，例如縣道、鄉道、市區道路，c34、43、53，它背後代表的意義，也要有所說明。美國用每英里的號誌數多少來做道路分類，容易反應需要多少停等。這是道路分群組的建議。
3. 建議不需要逐速，而是做分群 range 的速度，但不是單單就速度本身同質性分群，可能還要參考一些其他行為面、油耗等特性。
4. 有一些因素是控制的，應該做為查表分群的依據。例如除了速度外，二個最重要的因素就是開冷氣和地形。是否按照手冊上絕大部份的三種地形分類？坡度要用控制，還是要實質放入模式？個人覺得還是要討論一下該重視的影響因子。
5. 22 頁，車均、人均碳排量均為該起迄路段「雙向合計」結果，但是 2 個方向速度通常在尖峰時候差很多，如何處理？
6. 成長率推估的背後都有很多 big Something，都沒辦法 double

check。怎麼去 check 用 IEO 成長率的績效？

7． 35 頁運研所、工研院或台電所採用的碳價，最低 500 元，最多 1,400 多元，相較之下，38 頁 2015 年 SCC 每噸 360~1,740 元數值範圍很粗，同時也說明全球的尺度很難反應區域的特性。是否找出一個比較可能的區域（例如亞洲）縮小這個 range。或是興建工程時去說服國發會，如果零方案繼續會造成的損害是若干？若有新方案預先預防的話，維護成本是若干？如果不做，最後會如何？

(六) 計畫主持人溫蓓章博士：

1． 39 頁 2015 年美國 SCC 每噸 12~58 元，依據折現率不同。我們最後建議依據手冊目前折現率 5%，數值是美金 12 元，用 30 元的匯率轉換就會是 360 元。手冊裡面不會建議這麼大的 range，但需要知道折現率會有很明確的影響。

2． 有關成長率的部份，31 頁 IEO 油價預測模式不是時間序列模式，是因果模式。考慮了供給方產量、供油廠的競爭策略選項；需求方考慮全球經濟發展需求、替代能源競爭市場動態狀況等。IEO 國際油價是透過一個大模式預測往後油價的 3 個情境，其中 reference 是建議情境，是現在採用的成長率。也就是說，是倒過來拿 IEO 的預測結果，計算逐年的價格差異，然後把變動率 apply 到台灣油價上。32 頁把今年油價當基礎，然後乘上後續年度的逐年變動率。

3． 有關碳價，38 頁的維護成本是參考 CER 現貨市場。54 頁說明碳交易價格參考非常多，且市場價格也會有大幅度波動。所以參考點是哪裡，會有很大的差異。另外，因為不是自由競爭市場、是高度扭曲、高度管制的市場。所以站在公部門建設計畫評估立場，不建議採用市場價格，因為非常不穩定、也沒辦法預測未來 30 年。但要做財務估算時，也許可以用這樣的參考。

(七) 臺灣師範大學陳敦基教授：

1． 廖老師提到經濟效益被高估是經常有的事，但也有被嚴重低估時。其實很多經濟效益是看不到摸不著，所以很複雜。以後運研所應該會做時間價值研究，隱含了非常多內涵；客觀來講一般就

是工資率，用客觀的市場價值去反應；當然也可說節省下來的時間讓我得到了自在，而這部份怎麼算就是個人的感受。我要強調的是社會科學的複雜度，所以我們必須用很多的元素因素納入綜合考慮，試圖去找出大家可以感受的，很重要的是因為這部分不能驗證，所以沒人敢說正確與否。

(八) 淡江大學溫裕弘教授：

1. 相關計畫評估都會引用運研所之前的交通計畫經濟效益評估作業手冊，提供所有的參數、數據，運研所不斷的改版努力，現在又考慮到這些參數，讓我們非常佩服及肯定。
2. 成本效益評估中，節能減碳占比算是比較小的。如果是比較大的計畫通常都是用 Average 的 level 去考慮，用加總、總計的角度去計算；但是對於比較小的案子，例如只是一個交流道的改善，對於車流、速率變化的敏感性就會非常的明顯。建議研究團隊對於油耗的推估參數，可以針對不同的研究規模提供參數。
3. 油耗參數，可以參考經濟部能源局公布的各種車種油耗，高速油耗跟低速油耗的大分法。研究抽樣的實驗小客車，對應到函數校估結果有時候會影響很大，黃教授講車子技術越來越好，是否需要以市售車輛 distribution 做些調整？提供一個有公信力的資料和說法，可供研究者用來評估就好。黃老師也說是否可以跟國外資料比對，我也建議與能源局的資料做比對。
4. 動態瞬時油耗做得很細，但還是考慮要提供一段里程的平均油耗；當然速率會有影響，但是紅綠燈或是 stop and go 油耗也就會有差異。可以用統計的誤差項處理掉。也許有些研究計畫需要用到每公里油耗，但是一般評估是不需要的。而且那個表我是覺得彈性會不會有點大。道路類型是不是就簡化分為三、四種，再去對應到不同 condition 或是 Level of Service A/B/C/D/E，容量分析時能夠相比對，用起來可能會比較容易。
5. 之前做航空的碳排，一般都是計算碳交易的價值。小汽車跟路面車輛在算經濟效益就很複雜，因為碳交易的幅度跟範圍很大。有點像 weighting，用比較大的碳排效益的價值比較多。這也正是為什麼 benefit 估計起來都較高。

(九) 計畫協同主持人陳柏君經理：

1. 能耗參數是運研所從 96 年開始累積 8 年的能耗模型研究成果。用路人的節能減碳因素非常多，像開冷氣、山坡、遇到紅燈必須減速停下來，都影響能耗。當初我們協助運計組發展動態能耗模型的時候，希望可以應用於評估交通建設計畫或是交通管理策略，提供節能減碳貢獻值的量化基礎。
2. 模式想要評估的是同樣提供 2 個車道但道路等級不一樣，對節能減碳的貢獻值有多少、計畫之間有沒有差異性。另一種是在評估 ITS 的應用，不減少車公里，但是可能續進長度變長、停等時間變少，這種情況下怎麼去算節能減碳量。過去沒有參數可以估算，唯一可以仰賴的資料是運研所每一年公布的運輸部門的排放清冊值，用 Top Down 的方法試著把中油在交通部門所有的用油量拆到每個車種上，進而推算每個車種的平均耗油率；資料上只有一個值，很難反應速率變化對交通建設節能減碳的貢獻。所以動態能耗模型要處理這種車隊的、全國性的、路網性的問題，關心道路建設計畫或交管策略關心的因子，要興建什麼類型的道路、用什麼樣的速限、要怎麼設計坡度，不太關心單一車輛的變數、屬於駕駛人自己行為的，不是這一類型計畫可改變的，影響因素就沒有納入動態模式，所以模式變數就用交通建設計畫的變數，而且跟交通規劃或模擬軟體容易結合的方式。
3. 雖然大家看到的成果是非常複雜的 lookup table 查表，事實上可以在城際模型裡直接寫成一個模組化的表，也就是交通量指派完、可以對應到每個 link 速率、就直接自動化算出節能減碳量。但是地方政府用的時候，譬如說 ITS 的改善，可能只會調查出平均速率提升，提供一個表，可以用概算方式手算出來。
4. 我們的實驗設計是呼應交通部門的需求。在設計的時候就借鏡能源局新車能耗指南，這個值每個車都有，所以每輛實驗車就去做能源局的新車審驗值測試，之後再去模擬一般情況下開空調、平均載重，再跑一樣的行車型態，相互比較；最後再以道路實測值以真正反應在道路上的排放值。8 年來實際道路上蒐集 40 萬秒的資料。

5. 其實原先的轉換率用法，可以回答有沒有開空調的差異、載重的差異，可以有不同的 table。只是一般應用階段不會處理到這麼多細節，這些不是交通建設關心的變數。所以，N_{IOT}值就顯示了全國平均車隊狀況，模式只要處理道路跟速率的影響。這對做模型的人跟做交通建設評估的人就好用。以實務單位來講，動態能耗成果的圖形也顯示：在速率越低時油耗或碳排會越敏感，會飆高。所以很多的節能減碳的空間場域會在都會區；反而高速公路在速率 70、80、90 kph 對總體量的影響不大，但如果掉到 40kph 以下就很糟糕。所以對交管的人來說，要面對改善低速的問題，因為改善越多貢獻就越大。

6. 至於不同的道路類型，其實隱含的就是走走停停的頻率，所以同一個速率下會發現不同道路的值不一樣，是因為巡航比例不一樣。高速公路上相對的加減速頻率變化比較少，越接近 Local 道路、加減速一頻繁起來，就會發現油耗率就飆上來了。

(十) 本所蘇振維組長：

1. 本案最後會提供 lookup table 與軟體給大家參考，本次座談會目的是想讓大家知道這個背後其實是非常複雜而且嚴謹的。

2. 另外補充，之前多是針對新增計畫在做經濟效益評估，但是臺鐵一類舊設備更新計畫(例如月台拉高)的效益要怎麼辦？本所目前所做的先導研究計畫，還是以新建計畫為對象，但已細緻到交管的程度了，對於如臺鐵系統設備的 renew 這種類型的計畫，我們後面階段再來處理。

(十一) 國家發展委員會：

1. 關於交通部特別是運研所，在公共建設計畫經濟效益評估的項目跟技術這方面的進展，持續走在各部會的前端，表達肯定之意。

2. 國發會在 94 年已訂定公共建設計畫經濟效益和財務計畫之基本評估作業規範，架構清楚，包括基本假設跟參數設定、成本及收入面、現金流量分析、評估結果，以及重要參數的敏感性分析等，也請各部會推薦實際案例納入，以供各機關實務應用參考。基本上公共建設計畫財務效益評估已經很成熟，成本、收益估算都具有相當共識，淨現值、IRR、還本年限等指標也可透過電腦軟體

估算出來。但經濟效益評估就比較難，交通部不是只有公路建設，還有鐵路、捷運、港埠及觀光等不同類型的建設，經濟效益評估的項目與技術不盡相同。本研究計畫參酌國際間評估方法與技術等，進一步研究導入節能減碳之相關經濟效益評估內容，為形成共識，建議未來除了相關機關參與外，也要讓顧問機構有所瞭解，後續可能還需要辦理研討會與教育訓練等，俾利未來落實推動。

3. 剛才簡報提到可操作性部分，相當重要，也談到目前碳交易的價格差異很大，建請研究團隊再深入研究適合我國國情的合理估算方法。如果是合理且有所依據，我想國發會原則上都會尊重。

4. 最後一點，社會折現率是計畫效益評估很重要的參數，最近在國發會進行公共建設計畫審議過程中，特別是財主單位，均認為 98 年運研所研究報告中折現率建議值採用 5.2~5.5%，相對稍高了一點，建議可參考當前市場利率趨勢水準，例如中長期的公債值利率等，妥為訂定。

(十二) 環保署空保處：

1. 本署整個碳稅的經濟評估架構在溫減管理室，空保處在 CO_2 的權責只有車輛二氧化碳的管制標準。建議把環保署的溫減管理室放進來，因為整個碳交易平台、溫室氣體管制母法、架構還有未來的調和，全都在溫減管理室。

2. 主席提到請經濟部能源局協助把 5 公升的加油量去統計出來，工程非常浩大，能源局現在可以公告的數字是每個加油站的汽柴油的發油量。

3. 油品不是問題，國內的油品標準是全世界最嚴格的。比較擔心的是油耗數值，目前提出的燃油經濟性是低估的。運研所計畫累積的動態能耗推估公式，無法反應長時間演變的車型差異。工研院、ARTC 實驗室測試新車的能耗很低。例如機車，環保署推估用到每公升 40 公里，甚至有些單位建議用到 50 公里。1,800-2,400cc 小客車油耗每公升可以到 16-18 公里，現在用 10.28 公里其實低估 50%以上。如果低估油耗值、相對的 CO_2 排放就會變高很多。把這數據公開給大家使用，但因高估 CO_2、需要

更新溫減管理室的 data base，這個公式人家可能就不會拿去參考使用了。

4. 依據中華經濟研究院 100 年研究報告，碳的價格為一噸 6,000 元，而空保處正在訂小客車 CO_2 超額排放的裁罰準則，一克最便宜 1,500 元。空污法裁罰準則的罰金下限是 1,500 元，上限是 6 萬元。102 年本署已把 6 種溫室氣體公告為空氣污染物，104 年 1 月 1 日正式實施了小客車的車輛二氧化碳管制標準，106 年 1 月 1 日要開始裁罰。未來即使車廠沒有超額排放，賣的價格也不好，所以車廠一直問我們碳交易市場在哪裡，本署則表示已經建好平台，以後有機會可以賣給中鋼、台塑、中油。

(十三) 計畫主持人溫蓓章博士：

1. 本案採用的油耗數值為基準 N_{IOT} 小汽車 10.28 公里/公升、機車 22.3 公里/公升，即是全國車隊的平均值，跟新車實驗室測試必然有很大差別。小客車新車每年 40 萬輛、機車 70 萬輛進入市場，占總量比例僅約 3-5%；新車節能減碳的效果就會被稀釋。
2. 模式因應運用目的不一樣，會提供不同的數據。我們提供的模式是可以根據新車的排放值去計算新車的動態耗能跟排放率。
3. 我們應該要再跟溫減辦公室請教碳價格。裁罰準則罰金是比較穩健的價格，我們原先也考慮要用這個數值來做碳價格。
4. 希望可以得到交通部長官的協助及資訊，一是試算案例，如果有針對公路相關的節能減碳案例，覺得值得討論、或現在非常有代表性，希望用各種方式通知團隊，我們可以考慮用這案例來做試算；另外一個就是教育訓練的時候，也需要各位長官的協助。

八、主席結論：

感謝各位學者專家熱情參與和提供寶貴意見，請研究團隊納入後續計畫執行參考；與會各位如有意見還可用各種通訊方式補充和提供資料給研究團隊。

九、散會(下午 12 時 30 分)

(以下空白)

附錄 3　動態能耗碳排實務應用查表（look-up table）

附表 3.1-1　小客車動態能耗綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F.Cn}$（%）

速度（km/hr）	道路類型						
	高速公路 C1	快速道路 C11	省道低干擾 C24	省道高干擾 C27	縣道 C34	鄉道 C43	市區道路 C53
0	93%	77%	70%	71%	72%	60%	52%
1	82%	92%	97%	107%	102%	95%	83%
2	78%	88%	101%	104%	101%	95%	83%
3	75%	85%	104%	103%	102%	96%	84%
4	72%	83%	108%	102%	102%	97%	85%
5	70%	81%	111%	102%	103%	98%	86%
6	69%	80%	114%	102%	105%	100%	88%
7	69%	80%	118%	103%	106%	103%	91%
8	69%	80%	122%	104%	109%	105%	93%
9	69%	81%	125%	106%	111%	109%	97%
10	69%	82%	129%	109%	113%	112%	100%
11	70%	83%	133%	111%	116%	116%	103%
12	71%	84%	137%	114%	119%	120%	107%
13	73%	86%	141%	117%	122%	124%	111%
14	74%	88%	144%	121%	124%	128%	115%
15	76%	90%	147%	124%	127%	133%	119%
16	77%	92%	150%	127%	129%	137%	123%
17	79%	94%	153%	130%	132%	141%	126%
18	81%	96%	156%	134%	134%	145%	130%
19	83%	98%	158%	136%	135%	148%	133%
20	85%	100%	159%	139%	137%	152%	136%
21	87%	102%	160%	142%	138%	155%	139%
22	89%	104%	161%	144%	139%	157%	142%
23	91%	105%	162%	146%	140%	159%	144%
24	93%	107%	162%	148%	140%	161%	146%
25	95%	109%	162%	150%	140%	162%	147%
26	98%	110%	161%	151%	139%	163%	148%

速度（km/hr）	道路類型						
	高速公路 C1	快速道路 C11	省道低干擾 C24	省道高干擾 C27	縣道 C34	鄉道 C43	市區道路 C53
27	100%	111%	160%	152%	139%	164%	148%
28	102%	113%	159%	153%	138%	163%	148%
29	104%	114%	158%	153%	137%	163%	148%
30	106%	115%	157%	153%	136%	162%	147%
31	108%	116%	155%	153%	135%	160%	146%
32	110%	117%	154%	152%	133%	158%	144%
33	112%	117%	152%	151%	132%	156%	143%
34	114%	118%	151%	150%	131%	153%	140%
35	117%	118%	149%	149%	130%	150%	138%
36	119%	119%	148%	147%	128%	147%	135%
37	121%	119%	147%	146%	127%	143%	132%
38	123%	119%	146%	144%	127%	139%	129%
39	125%	119%	145%	142%	126%	135%	126%
40	127%	119%	144%	141%	126%	131%	123%
41	129%	119%	144%	139%	125%	127%	120%
42	131%	119%	144%	137%	126%	123%	117%
43	133%	119%	144%	135%	126%	119%	114%
44	134%	119%	145%	133%	127%	115%	112%
45	136%	118%	145%	132%	128%	111%	109%
46	138%	118%	146%	131%	129%	108%	107%
47	140%	118%	147%	130%	131%	105%	106%
48	142%	117%	148%	129%	133%	102%	105%
49	143%	117%	149%	128%	135%	100%	104%
50	145%	117%	151%	128%	137%	98%	104%
51	146%	116%	152%	128%			104%
52	148%	116%	154%	129%			105%
53	149%	116%	156%	130%			107%
54	151%	116%	157%	131%			110%
55	152%	115%	159%	133%			113%
56	153%	115%	160%	135%			118%
57	155%	115%	161%	139%			123%
58	156%	115%	162%	142%			129%

速度（km/hr）	道路類型						
	高速公路 C1	快速道路 C11	省道低干擾 C24	省道高干擾 C27	縣道 C34	鄉道 C43	市區道路 C53
59	157%	115%	163%	147%			137%
60	158%	115%	164%	152%			145%
61	159%	116%	164%	157%			
62	160%	116%	164%	164%			
63	160%	116%	163%	171%			
64	161%	117%	163%	179%			
65	162%	117%	162%	188%			
66	163%	118%	160%	197%			
67	163%	119%	158%	208%			
68	164%	120%	156%	219%			
69	164%	121%	153%	232%			
70	165%	122%	149%	246%			
71	165%	124%		261%			
72	166%	126%		277%			
73	167%	127%		294%			
74	167%	130%		313%			
75	168%	132%		333%			
76	168%	135%		355%			
77	169%	137%		378%			
78	170%	141%		404%			
79	171%	144%		432%			
80	171%	148%		462%			
81	172%	152%					
82	173%	157%					
83	174%	162%					
84	175%	168%					
85	176%	174%					
86	177%	181%					
87	178%	188%					
88	179%	196%					
89	181%	205%					
90	182%	215%					

速度（km/hr）	道路類型						
	高速公路 C1	快速道路 C11	省道低干擾 C24	省道高干擾 C27	縣道 C34	鄉道 C43	市區道路 C53
91	183%						
92	184%						
93	184%						
94	185%						
95	185%						
96	185%						
97	186%						
98	187%						
99	188%						
100	189%						
101	190%						
102	191%						
103	192%						
104	193%						
105	195%						
106	196%						
107	197%						
108	199%						
109	200%						
110	201%						
111	203%						
112	205%						
113	207%						
114	208%						
115	210%						
116	212%						
117	214%						
118	217%						
119	219%						
120	222%						

附表 3.1-2　小客車動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 0.689g/s

單位：FUEL（l/s），CO_2（g/s）

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00073520	1.66375251	0.00061161	1.38408156	0.00055566	1.25745751	0.00056304	1.27415500	0.00056884	1.28727996	0.00047153	1.06706384	0.00041020	0.92827156
1	0.00064614	1.46220967	0.00072402	1.63846260	0.00076402	1.72897806	0.00084384	1.90960821	0.00080224	1.81546059	0.00075445	1.70732210	0.00065268	1.47700971
2	0.00061430	1.39016585	0.00069348	1.56935342	0.00079499	1.79905835	0.00082410	1.86494566	0.00080146	1.81369619	0.00075380	1.70585170	0.00065524	1.48280250
3	0.00058937	1.33373986	0.00067003	1.51626872	0.00082315	1.86279338	0.00081084	1.83493188	0.00080336	1.81800766	0.00075714	1.71340425	0.00066091	1.49563262
4	0.00057051	1.29106963	0.00065288	1.47746778	0.00085011	1.92379296	0.00080362	1.81860202	0.00080828	1.82914100	0.00076458	1.73023688	0.00066988	1.51593575
5	0.00055699	1.26047187	0.00064133	1.45132873	0.00087693	1.98449039	0.00080199	1.81490422	0.00081632	1.84733219	0.00077609	1.75629874	0.00068221	1.54383796
6	0.00054813	1.24042926	0.00063471	1.43634355	0.00090427	2.04636147	0.00080544	1.82271983	0.00082740	1.87240389	0.00079155	1.79127455	0.00069783	1.57919878
7	0.00054334	1.22957825	0.00063240	1.43111306	0.00093244	2.11011732	0.00081347	1.84088225	0.00084130	1.90385214	0.00081070	1.83462536	0.00071659	1.62165137
8	0.00054207	1.22669740	0.00063382	1.43434214	0.00096150	2.17587310	0.00082554	1.86819417	0.00085768	1.94092373	0.00083324	1.88562640	0.00073824	1.67063992
9	0.00054383	1.23069635	0.00063846	1.44483497	0.00099129	2.24329448	0.00084112	1.90344351	0.00087613	1.98268464	0.00085877	1.94340229	0.00076246	1.72545447
10	0.00054821	1.24060524	0.00064582	1.46149041	0.00102153	2.31172379	0.00085966	1.94541794	0.00089619	2.02808032	0.00088686	2.00695968	0.00078889	1.78526299
11	0.00055482	1.25556479	0.00065546	1.48329751	0.00105183	2.38028757	0.00088065	1.99291804	0.00091736	2.07598812	0.00091702	2.07521722	0.00081712	1.84914109
12	0.00056333	1.27481681	0.00066696	1.50933108	0.00108174	2.44798722	0.00090357	2.04476929	0.00093914	2.12526263	0.00094876	2.14703319	0.00084671	1.91609917
13	0.00057344	1.29769524	0.00067996	1.53874740	0.00111082	2.51377436	0.00092790	2.09983272	0.00096101	2.17477416	0.00098154	2.22123065	0.00087720	1.98510732
14	0.00058490	1.32361772	0.00069411	1.57078004	0.00113858	2.57661230	0.00095317	2.15701444	0.00098252	2.22344113	0.00101486	2.29662042	0.00090814	2.05511792
15	0.00059747	1.35207765	0.00070912	1.60473577	0.00116462	2.63552513	0.00097891	2.21527401	0.00100321	2.27025662	0.00104818	2.37202175	0.00093906	2.12508604
16	0.00061098	1.38263663	0.00072470	1.63999059	0.00118853	2.68963570	0.00100470	2.27363174	0.00102267	2.31430968	0.00108099	2.44628085	0.00096950	2.19398777
17	0.00062524	1.41491751	0.00074060	1.67598588	0.00120998	2.73819381	0.00103013	2.33117489	0.00104057	2.35480175	0.00111281	2.51828750	0.00099904	2.26083647
18	0.00064012	1.44859776	0.00075662	1.71222460	0.00122872	2.78059564	0.00105482	2.38706295	0.00105659	2.39105870	0.00114317	2.58698954	0.00102726	2.32469720
19	0.00065550	1.48340334	0.00077254	1.74826770	0.00124454	2.81639570	0.00107845	2.44053192	0.00107050	2.42253881	0.00117163	2.65140559	0.00105378	2.38469919
20	0.00067128	1.51910295	0.00078821	1.78373054	0.00125732	2.84531213	0.00110071	2.49089763	0.00108212	2.44883717	0.00119781	2.71063593	0.00107824	2.44004656
21	0.00068736	1.55550274	0.00080348	1.81827947	0.00126700	2.86722649	0.00112132	2.53755836	0.00109133	2.46968682	0.00122133	2.76387169	0.00110032	2.49002741
22	0.00070369	1.59244138	0.00081822	1.85162849	0.00127361	2.88217878	0.00114008	2.57999643	0.00109808	2.48495701	0.00124189	2.81040235	0.00111976	2.53402121
23	0.00072019	1.62978548	0.00083232	1.88353607	0.00127722	2.89035848	0.00115677	2.61777923	0.00110236	2.49464897	0.00125922	2.84962175	0.00113633	2.57150478
24	0.00073682	1.66742548	0.00084569	1.91380200	0.00127799	2.89209259	0.00117126	2.65055934	0.00110424	2.49888942	0.00127310	2.88103265	0.00114983	2.60205669

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
25	0.00075354	1.70527179	0.00085827	1.94226443	0.00127611	2.88783101	0.00118342	2.67807414	0.00110381	2.49792225	0.00128336	2.90424980	0.00116012	2.62536047
26	0.00077033	1.74325132	0.00086999	1.96879693	0.00127182	2.87813020	0.00119317	2.70014468	0.00110124	2.49209865	0.00128988	2.91900184	0.00116713	2.64120638
27	0.00078714	1.78130438	0.00088082	1.99330575	0.00126542	2.86363551	0.00120047	2.71667397	0.00109671	2.48186582	0.00129259	2.92513190	0.00117079	2.64949207
28	0.00080397	1.81938179	0.00089073	2.01572712	0.00125721	2.84506268	0.00120532	2.72764481	0.00109048	2.46775484	0.00129147	2.92259706	0.00117111	2.65022218
29	0.00082079	1.85744241	0.00089970	2.03602470	0.00124754	2.82317916	0.00120774	2.73311704	0.00108280	2.45036759	0.00128655	2.91146682	0.00116814	2.64350675
30	0.00083758	1.89545090	0.00090773	2.05418709	0.00123676	2.79878534	0.00120779	2.73322440	0.00107396	2.43036328	0.00127791	2.89192054	0.00116198	2.62955887
31	0.00085434	1.93337577	0.00091481	2.07022550	0.00122523	2.77269640	0.00120556	2.72817097	0.00106427	2.40844458	0.00126568	2.86424404	0.00115276	2.60869134
32	0.00087105	1.97118770	0.00092098	2.08417153	0.00121331	2.74572479	0.00120116	2.71822722	0.00105406	2.38534367	0.00125003	2.82882530	0.00114066	2.58131257
33	0.00088770	2.00885809	0.00092624	2.09607496	0.00120135	2.71866380	0.00119475	2.70372585	0.00104366	2.36180842	0.00123118	2.78614959	0.00112590	2.54792186
34	0.00090427	2.04635790	0.00093062	2.10600181	0.00118969	2.69227230	0.00118650	2.68505725	0.00103340	2.33858876	0.00120937	2.73679384	0.00110875	2.50910393
35	0.00092075	2.08365669	0.00093417	2.11403235	0.00117864	2.66726101	0.00117661	2.66266484	0.00102361	2.31642354	0.00118490	2.68142046	0.00108949	2.46552305
36	0.00093713	2.12072184	0.00093692	2.12025933	0.00116848	2.64428022	0.00116529	2.63704018	0.00101459	2.29602791	0.00115810	2.62077076	0.00106846	2.41791662
37	0.00095339	2.15751802	0.00093892	2.12478627	0.00115948	2.62390926	0.00115277	2.60871798	0.00100666	2.27808143	0.00112932	2.55565791	0.00104600	2.36708844
38	0.00096951	2.19400684	0.00094022	2.12772583	0.00115185	2.60664766	0.00113932	2.57827102	0.00100010	2.26321694	0.00109897	2.48695963	0.00102249	2.31390166
39	0.00098548	2.23014666	0.00094087	2.12919839	0.00114578	2.59290815	0.00112519	2.54630507	0.00099514	2.25201038	0.00106744	2.41561060	0.00099835	2.25927154
40	0.00100128	2.26589258	0.00094093	2.12933058	0.00114141	2.58301141	0.00111067	2.51345381	0.00099203	2.24497159	0.00103517	2.34259484	0.00097400	2.20415810
41	0.00101688	2.30119652	0.00094046	2.12825412	0.00113883	2.57718262	0.00109606	2.48037376	0.00099096	2.24253612	0.00100262	2.26893785	0.00094987	2.14955869
42	0.00103226	2.33600757	0.00093951	2.12610453	0.00113811	2.57554973	0.00108163	2.44773939	0.00099207	2.24505819	0.00097026	2.19569896	0.00092643	2.09650067
43	0.00104740	2.37027232	0.00093814	2.12302019	0.00113926	2.57814344	0.00106771	2.41623838	0.00099549	2.25280474	0.00093856	2.12396366	0.00090412	2.04603412
44	0.00106228	2.40393535	0.00093643	2.11914131	0.00114224	2.58489878	0.00105460	2.38656699	0.00100130	2.26595067	0.00090801	2.05483618	0.00088344	1.99922490
45	0.00107686	2.43693989	0.00093443	2.11460915	0.00114700	2.59565809	0.00104261	2.35942578	0.00100953	2.28457522	0.00087911	1.98943229	0.00086485	1.95714781
46	0.00109113	2.46922843	0.00093220	2.10956524	0.00115341	2.61017546	0.00103204	2.33551560	0.00102018	2.30865947	0.00085235	1.92887249	0.00084882	1.92088034
47	0.00110506	2.50074353	0.00092981	2.10415078	0.00116134	2.62812241	0.00102321	2.31553384	0.00103318	2.33808498	0.00082823	1.87427563	0.00083584	1.89149666
48	0.00111862	2.53142863	0.00092731	2.09850613	0.00117061	2.64909457	0.00101643	2.30017116	0.00104845	2.37263349	0.00080723	1.82675305	0.00082636	1.87006235
49	0.00113178	2.56122885	0.00092478	2.09277038	0.00118101	2.67261940	0.00101198	2.29010859	0.00106584	2.41198765	0.00078984	1.78740328	0.00082087	1.85762956
50	0.00114454	2.59009196	0.00092226	2.08708110	0.00119230	2.69816460	0.00101017	2.28601516	0.00108517	2.45573261	0.00077654	1.75730749	0.00081981	1.85523305
51	0.00115686	2.61796926	0.00091983	2.08157408	0.00120422	2.72514719	0.00101129	2.28854597					0.00082364	1.86388688
52	0.00116872	2.64481650	0.00091754	2.07638329	0.00121650	2.75294301	0.00101562	2.29834092					0.00083278	1.88458203
53	0.00118011	2.67059477	0.00091544	2.07164091	0.00122885	2.78089646	0.00102343	2.31602397					0.00084767	1.91828498

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
54	0.00119102	2.69527148	0.00091360	2.06747743	0.00124098	2.80833032	0.00103500	2.34220312					0.00086873	1.96593728
55	0.00120142	2.71882111	0.00091207	2.06402194	0.00125257	2.83455562	0.00105058	2.37747110					0.00089636	2.02845627
56	0.00121132	2.74122612	0.00091092	2.06140241	0.00126331	2.85888108	0.00107044	2.42240674					0.00093095	2.10673698
57	0.00122071	2.76247769	0.00091018	2.05974622	0.00127292	2.88062239	0.00109482	2.47757721					0.00097289	2.20165535
58	0.00122960	2.78257639	0.00090993	2.05918067	0.00128109	2.89911075	0.00112397	2.54354110					0.00102257	2.31407271
59	0.00123797	2.80153281	0.00091022	2.05983370	0.00128754	2.91370092	0.00115813	2.62085235					0.00108035	2.44484185
60	0.00124585	2.81936808	0.00091111	2.06183461	0.00129199	2.92377842	0.00119755	2.71006512					0.00114663	2.59481449
61	0.00125325	2.83611426	0.00091264	2.06531502	0.00129420	2.92876589	0.00124248	2.81173971						
62	0.00126019	2.85181461	0.00091490	2.07040982	0.00129391	2.92812847	0.00129317	2.92644943						
63	0.00126669	2.86652379	0.00091792	2.07725828	0.00129093	2.92137820	0.00134988	3.05478858						
64	0.00127278	2.88030779	0.00092179	2.08600527	0.00128505	2.90807741	0.00141290	3.19738154						
65	0.00127850	2.89324384	0.00092656	2.09680261	0.00127611	2.88784099	0.00148250	3.35489305						
66	0.00128388	2.90542001	0.00093231	2.10981044	0.00126396	2.86033771	0.00155901	3.52803968						
67	0.00128897	2.91693473	0.00093911	2.12519881	0.00124847	2.82529048	0.00164278	3.71760256						
68	0.00129381	2.92789606	0.00094704	2.14314929	0.00122955	2.78247580	0.00173418	3.92444143						
69	0.00129846	2.93842075	0.00095619	2.16385676	0.00120712	2.73172236	0.00183363	4.14951003						
70	0.00130298	2.94863310	0.00096665	2.18753122	0.00118114	2.67290903	0.00194161	4.39387292						
71	0.00130741	2.95866353	0.00097852	2.21439983			0.00205865	4.65872364						
72	0.00131182	2.96864695	0.00099192	2.24470890			0.00218533	4.94540453						
73	0.00131627	2.97872086	0.00100695	2.27872617			0.00232233	5.25542793						
74	0.00132082	2.98902314	0.00102375	2.31674304			0.00247039	5.59049904						
75	0.00132554	2.99968956	0.00104246	2.35907696			0.00263038	5.95254039						
76	0.00133047	3.01085106	0.00106322	2.40607402			0.00280323	6.34371799						
77	0.00133567	3.02263054	0.00108622	2.45811148			0.00299004	6.76646921						
78	0.00134120	3.03513956	0.00111162	2.51560056			0.00319202	7.22353239						
79	0.00134709	3.04847445	0.00113963	2.57898921			0.00341051	7.71797828						
80	0.00135339	3.06271228	0.00117047	2.64876513			0.00364704	8.25324339						
81	0.00136010	3.07790631	0.00120436	2.72545875										
82	0.00136725	3.09408113	0.00124156	2.80964644										

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
83	0.00137482	3.11122743	0.00128235	2.90195372										
84	0.00138281	3.12929626	0.00132703	3.00305871										
85	0.00139116	3.14819298	0.00137591	3.11369554										
86	0.00139981	3.16777075	0.00142937	3.23465798										
87	0.00140867	3.18782350	0.00148776	3.36680312										
88	0.00141762	3.20807858	0.00155150	3.51105521										
89	0.00142651	3.22818878	0.00162104	3.66840952										
90	0.00143514	3.24772402	0.00169683	3.83993640										
91	0.00144329	3.26616239												
92	0.00145068	3.28288085												
93	0.00145698	3.29714524												
94	0.00146182	3.30809986												
95	0.00146476	3.31475648												
96	0.00146530	3.31598277												
97	0.00147214	3.33144531												
98	0.00147921	3.34744635												
99	0.00148654	3.36404005												
100	0.00149416	3.38128197												
101	0.00150209	3.39922907												
102	0.00151036	3.41793973												
103	0.00151899	3.43747376												
104	0.00152801	3.45789235												
105	0.00153745	3.47925813												
106	0.00154734	3.50163513												
107	0.00155771	3.52508879												
108	0.00156858	3.54968598												
109	0.00157998	3.57549497												
110	0.00159195	3.60258543												
111	0.00160452	3.63102847												

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
112	0.00161772	3.66089659												
113	0.00163158	3.69226372												
114	0.00164614	3.72520520												
115	0.00166142	3.75979776												
116	0.00167747	3.79611957												
117	0.00169432	3.83425020												
118	0.00171201	3.87427064												
119	0.00173056	3.91626328												
120	0.00175003	3.96031194												

附表 3.1-3　小客車動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 10.28km/l

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.40103391	907.539745	0.46175726	1044.956689	0.63138890	1428.833082	0.57743307	1306.731037	0.58775041	1330.079178	0.55878705	1264.535090	0.49119016	1111.563331
6	0.32888094	744.257557	0.38082463	861.806131	0.54256159	1227.816880	0.48326642	1093.631899	0.49643939	1123.442333	0.47492918	1074.764732	0.41870052	947.519269
7	0.27943196	632.354529	0.32523244	736.001004	0.47954184	1085.203191	0.41835592	946.739441	0.43266635	979.123959	0.41693399	943.521616	0.36853386	833.992131
8	0.24393011	552.013832	0.28522049	645.453965	0.43267472	979.142893	0.37149243	840.687375	0.38595478	873.415678	0.37495885	848.531879	0.33220856	751.787964
9	0.21753360	492.278539	0.25538400	577.933989	0.39651692	897.317792	0.33644605	761.377405	0.35045243	793.073856	0.34350902	777.360918	0.30498532	690.181787
10	0.19735656	446.617887	0.23249516	526.136549	0.36775102	832.220564	0.30947877	700.350457	0.32262877	730.108913	0.31926888	722.505486	0.28400118	642.694677
11	0.18157849	410.912114	0.21451296	485.442822	0.34423473	779.003203	0.28821375	652.227723	0.30022726	679.414294	0.30011578	679.162001	0.26742088	605.173447
12	0.16899914	382.445043	0.20008808	452.799324	0.32452327	734.396166	0.27106972	613.430788	0.28174052	637.578789	0.28462658	644.109956	0.25401226	574.829750
13	0.15879883	359.361758	0.18829636	426.114664	0.30761031	696.122131	0.25695631	581.492138	0.26612689	602.245152	0.27181177	615.110026	0.24291738	549.722027
14	0.15040161	340.358843	0.17848646	403.914867	0.29277837	662.557449	0.24509980	554.660856	0.25264781	571.742005	0.26096312	590.559538	0.23352139	528.458894
15	0.14339312	324.498635	0.17018850	385.136584	0.27950775	632.526031	0.23493847	531.665763	0.24076959	544.861589	0.25156218	569.285220	0.22537369	510.020651
16	0.13746940	311.093241	0.16305695	368.997883	0.26741849	605.168033	0.22605707	511.567141	0.23010149	520.719678	0.24322280	550.413192	0.21813842	493.647247
17	0.13240371	299.629590	0.15683370	354.914656	0.25623191	579.852807	0.21814431	493.660565	0.22035524	498.663900	0.23565374	533.284412	0.21156225	478.765370
18	0.12802455	289.719552	0.15132343	342.444920	0.24574420	556.119129	0.21096447	477.412591	0.21131760	478.211740	0.22863363	517.397908	0.20545269	464.939440
19	0.12420057	281.065896	0.14637681	331.250723	0.23580772	533.632869	0.20433786	462.416573	0.20283135	459.007353	0.22199363	502.371585	0.19966316	451.837741
20	0.12083011	273.438531	0.14187870	321.071498	0.22631736	512.156183	0.19812708	448.361574	0.19478157	440.790691	0.21560516	487.914468	0.19408236	439.208382
21	0.11783368	266.657613	0.13773975	311.705052	0.21720042	491.524542	0.19222713	435.010004	0.18708568	423.374883	0.20937100	473.806575	0.18862653	426.861842
22	0.11514862	260.581316	0.13389030	302.993753	0.20840886	471.629254	0.18655821	422.181235	0.17968596	406.629329	0.20321875	459.884020	0.18323377	414.658017
23	0.11272508	255.096857	0.13027589	294.814342	0.19991336	452.403936	0.18106026	409.739357	0.17254388	390.466795	0.19709578	446.027753	0.17785966	402.496400

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
24	0.11052312	250.113822	0.12685387	287.070301	0.19169858	433.813888	0.17568886	397.583901	0.16563562	374.833413	0.19096549	432.154897	0.17247393	390.308504
25	0.10851045	245.559137	0.12359084	279.686078	0.18375946	415.847665	0.17041214	385.642677	0.15894865	359.700805	0.18480423	418.211971	0.16705785	378.051908
26	0.10666074	241.373260	0.12046074	272.602651	0.17609825	398.510336	0.16520821	373.866186	0.15247893	345.059813	0.17859898	404.169486	0.16160208	365.705498
27	0.10495239	237.507250	0.11744326	265.774099	0.16872208	381.818068	0.16006328	362.223196	0.14622865	330.915443	0.17234538	390.017586	0.15610500	353.265610
28	0.10336744	233.920515	0.11452272	259.164915	0.16164108	365.793774	0.15497004	350.697190	0.14020449	317.282765	0.16604617	375.762479	0.15057130	340.742852
29	0.10189088	230.579058	0.11168709	252.747893	0.15486682	350.463619	0.14992642	339.283495	0.13441607	304.183563	0.15970988	361.423467	0.14501081	328.159459
30	0.10050999	227.454108	0.10892729	246.502450	0.14841107	335.854241	0.14493457	327.986928	0.12887477	291.643594	0.15334974	347.030465	0.13943750	315.547065
31	0.09921390	224.521057	0.10623654	240.413284	0.14228482	321.990550	0.13999994	316.819854	0.12359273	279.690338	0.14698272	332.621888	0.13386867	302.944801
32	0.09799320	221.758616	0.10360994	234.469297	0.13649759	308.894039	0.13513061	305.800562	0.11858204	268.351163	0.14062874	318.242846	0.12832420	290.397664
33	0.09683966	219.148155	0.10104407	228.662723	0.13105679	296.581505	0.13033668	294.951911	0.11385410	257.651827	0.13431003	303.943592	0.12282594	277.955112
34	0.09574600	216.673190	0.09853664	222.988427	0.12596736	285.064126	0.12562977	284.300180	0.10941904	247.615280	0.12805045	289.778171	0.11739718	265.669828
35	0.09470569	214.318974	0.09608631	217.443328	0.12123148	274.346847	0.12102258	273.874098	0.10528533	238.260707	0.12187505	275.803247	0.11206215	253.596656
36	0.09371285	212.072184	0.09369241	212.025933	0.11684844	264.428022	0.11652851	263.704018	0.10145947	229.602791	0.11580958	262.077076	0.10684563	241.791662
37	0.09276212	209.920672	0.09135482	206.735961	0.11281453	255.299279	0.11216138	253.821209	0.09794572	221.651166	0.10988007	248.658607	0.10177256	230.311308
38	0.09184855	207.853280	0.08907381	201.574026	0.10912310	246.945568	0.10793515	244.257254	0.09474592	214.410026	0.10411255	235.606701	0.09686776	219.211736
39	0.09096761	205.859692	0.08684993	196.541389	0.10576463	239.345368	0.10386370	235.043545	0.09185943	207.877881	0.09853267	222.979440	0.09215561	208.548143
40	0.09011504	203.930332	0.08468394	191.639753	0.10272692	232.471027	0.09996060	226.210843	0.08928301	202.047443	0.09316550	210.833535	0.08765984	198.374229
41	0.08928691	202.056280	0.08257671	186.871093	0.09999523	226.289205	0.09623903	217.788915	0.08701088	196.905610	0.08803527	199.223811	0.08340333	188.741739
42	0.08847955	200.229221	0.08052918	182.237531	0.09755254	220.761405	0.09271155	209.806234	0.08503471	192.433559	0.08316516	188.202768	0.07940789	179.700057
43	0.08768953	198.441403	0.07854230	177.741225	0.09537984	215.844567	0.08939007	202.289725	0.08334375	188.606908	0.07857720	177.820214	0.07569416	171.295880
44	0.08691366	196.685620	0.07661701	173.384289	0.09345635	211.491718	0.08628571	195.264572	0.08192486	185.395964	0.07429207	168.122960	0.07228146	163.572946
45	0.08614900	194.955191	0.07475419	169.168732	0.09175990	207.652647	0.08340878	188.754063	0.08076271	182.766018	0.07032902	159.154583	0.06918773	156.571825

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
46	0.08539283	193.243964	0.07295467	165.096410	0.09026717	204.274601	0.08076866	182.779482	0.07983990	180.677697	0.06670581	150.955238	0.06642941	150.329766
47	0.08464265	191.546313	0.07121918	161.168996	0.08895404	201.302993	0.07837386	177.360039	0.07913715	179.087360	0.06343859	143.561538	0.06402147	144.880596
48	0.08389622	189.857147	0.06954837	157.387959	0.08779589	198.682093	0.07623192	172.512837	0.07863346	177.947512	0.06054197	137.006479	0.06197732	140.254676
49	0.08315153	188.171915	0.06794280	153.754559	0.08676788	196.355711	0.07434948	168.252876	0.07830634	177.207256	0.05802891	131.319425	0.06030884	136.478907
50	0.08240681	186.486621	0.06640293	150.269839	0.08584527	194.267851	0.07273225	164.593092	0.07813201	176.812748	0.05591080	126.526140	0.05902642	133.576780
51	0.08166055	184.797830	0.06492914	146.934641	0.08500368	192.363331	0.07138507	161.544422					0.05813897	131.568486
52	0.08091148	183.102680	0.06352170	143.749612	0.08421934	190.588362	0.07031194	159.115910					0.05765403	130.471064
53	0.08015859	181.398890	0.06218084	140.715232	0.08346932	188.891080	0.06951606	157.314835					0.05757782	130.298602
54	0.07940113	179.684765	0.06090669	137.831829	0.08273178	187.222021	0.06899994	156.146875					0.05791537	131.062485
55	0.07863862	177.959200	0.05969935	135.099618	0.08198610	185.534549	0.06876548	155.616290					0.05867065	132.771683
56	0.07787083	176.221679	0.05855887	132.518726	0.08121309	183.785213	0.06881403	155.726147					0.05984670	135.433092
57	0.07709778	174.472275	0.05748530	130.089235	0.08039507	181.934046	0.06914651	156.478561					0.06144583	139.051917
58	0.07631977	172.711638	0.05647866	127.811214	0.07951604	179.944805	0.06976357	157.874965					0.06346977	143.632099
59	0.07553733	170.940985	0.05553900	125.684768	0.07856171	177.785141	0.07066567	159.916414					0.06591993	149.176791
60	0.07475125	169.162085	0.05466641	123.710077	0.07751953	175.426705	0.07185325	162.603907					0.06879756	155.688869
61	0.07396254	167.377235	0.05386100	121.887444	0.07637879	172.845200	0.07332688	165.938737						
62	0.07317244	165.589235	0.05312300	120.217344	0.07513052	170.020363	0.07508744	169.922870						
63	0.07238239	163.801359	0.05245271	118.700473	0.07376752	166.935897	0.07713626	174.559347						
64	0.07159404	162.017313	0.05185055	117.337797	0.07228429	163.579354	0.07947535	179.852712						
65	0.07080919	160.241197	0.05131710	116.130606	0.07067696	159.941963	0.08210758	185.809461						
66	0.07002981	158.477455	0.05085310	115.080570	0.06894318	156.018420	0.08503691	192.438528						
67	0.06925799	156.730821	0.05045947	114.189787	0.06708204	151.806653	0.08826857	199.751779						

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
68	0.06849592	155.006262	0.05013736	113.460845	0.06509392	147.307542	0.09180934	207.764546						
69	0.06774587	153.308909	0.04988815	112.896874	0.06298040	142.524645	0.09566778	216.496176						
70	0.06701016	151.643988	0.04971348	112.501606	0.06074410	137.463893	0.09985444	225.970607						
71	0.06629109	150.016742	0.04961530	112.279428			0.10438222	236.216973						
72	0.06559096	148.432348	0.04959587	112.235445			0.10926656	247.270227						
73	0.06491199	146.895823	0.04965777	112.375537			0.11452576	259.171788						
74	0.06425627	145.411936	0.04980398	112.706418			0.12018127	271.970224						
75	0.06362576	143.985099	0.05003787	113.235694			0.12625804	285.721939						
76	0.06302221	142.619261	0.05036320	113.971927			0.13278476	300.491905						
77	0.06244710	141.317792	0.05078422	114.924693			0.13979426	316.354405						
78	0.06190162	140.083364	0.05130563	116.104641			0.14732382	333.393803						
79	0.06138658	138.917823	0.05193264	117.523559			0.15541553	351.705339						
80	0.06090237	137.822052	0.05267098	119.194431			0.16411664	371.395953						
81	0.06044889	136.795836	0.05352696	121.131500										
82	0.06002550	135.837708	0.05450744	123.350331										
83	0.05963093	134.944804	0.05561992	125.867872										
84	0.05926323	134.112697	0.05687252	128.702516										
85	0.05891968	133.335232	0.05827405	131.874164										
86	0.05859671	132.604357	0.05983398	135.404287										
87	0.05828985	131.909938	0.06156252	139.315991										
88	0.05799363	131.239578	0.06347065	143.634077										
89	0.05770147	130.578423	0.06557009	148.385104										

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
90	0.05740564	129.908961	0.06787338	153.597456										
91	0.05709714	129.210820												
92	0.05676560	128.460555												
93	0.05639922	127.631429												
94	0.05598462	126.693186												
95	0.05550677	125.611825												
96	0.05494890	124.349354												
97	0.05463600	123.641269												
98	0.05433823	122.967417												
99	0.05405600	122.328729												
100	0.05378973	121.726151												
101	0.05353983	121.160640												
102	0.05330675	120.633167												
103	0.05309090	120.144714												
104	0.05289274	119.696274												
105	0.05271270	119.288850												
106	0.05255124	118.923457												
107	0.05240880	118.601118												
108	0.05228584	118.322866												
109	0.05218283	118.089742												
110	0.05210022	117.902796												
111	0.05203848	117.763086												

道路類型	高速公路 C1		快速道路 C11		省道低干擾 C24		省道高干擾 C27		縣道 C34		鄉道 C43		市區道路 C53	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
112	0.05199809	117.671676												
113	0.05197951	117.629641												
114	0.05198323	117.638059												
115	0.05200973	117.698017												
116	0.05205948	117.810607												
117	0.05213298	117.976929												
118	0.05223071	118.198087												
119	0.05235316	118.475192												
120	0.05250082	118.809358												

附表 3.1-4　城際客運國 5 動態能耗綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F,Cn}$（%）

速度（km/hr）	道路類型						
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1	國道 5 號速限 90 路段 C4	國道 5 號長隧道 C7	快速道路長隧道 C13	省道低干擾 1 車道以上 C23	省道高干擾 2 車道以上 C27	市區道路高干擾 C53
0	20%	20%	20%		20%	20%	20%
1	37%	27%	25%	42%	34%	38%	28%
2	37%	30%	28%	43%	37%	40%	31%
3	38%	32%	30%	44%	39%	42%	33%
4	39%	35%	33%	46%	42%	44%	35%
5	40%	38%	35%	47%	44%	46%	37%
6	41%	40%	38%	48%	46%	48%	39%
7	43%	42%	40%	49%	48%	50%	41%
8	44%	45%	42%	50%	50%	52%	43%
9	46%	47%	45%	52%	52%	53%	45%
10	48%	49%	47%	53%	54%	55%	47%
11	50%	51%	49%	54%	56%	57%	49%
12	53%	53%	51%	55%	58%	58%	51%
13	55%	55%	52%	56%	60%	60%	53%
14	57%	57%	54%	57%	62%	61%	54%
15	60%	59%	56%	59%	63%	63%	56%
16	63%	61%	58%	60%	65%	64%	57%
17	65%	62%	59%	61%	66%	65%	59%
18	68%	64%	61%	62%	68%	67%	60%
19	70%	66%	62%	63%	69%	68%	62%
20	73%	67%	64%	65%	70%	69%	63%
21	76%	69%	65%	66%	72%	70%	65%
22	78%	70%	66%	67%	73%	71%	66%
23	81%	72%	68%	68%	74%	72%	67%
24	84%	73%	69%	69%	75%	73%	68%
25	86%	74%	70%	71%	76%	74%	69%
26	89%	75%	71%	72%	77%	74%	70%
27	91%	77%	72%	73%	78%	75%	72%

速度（km/hr）	道路類型						
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1	國道 5 號速限 90 路段 C4	國道 5 號長隧道 C7	快速道路長隧道 C13	省道低干擾 1 車道以上 C23	省道高干擾 2 車道以上 C27	市區道路高干擾 C53
28	93%	78%	73%	74%	79%	76%	72%
29	96%	79%	74%	75%	79%	77%	73%
30	98%	80%	75%	77%	80%	77%	74%
31	100%	81%	76%	78%	81%	78%	75%
32	102%	82%	76%	79%	81%	78%	76%
33	104%	83%	77%	80%	82%	79%	77%
34	106%	84%	78%	81%	82%	79%	77%
35	108%	85%	78%	83%	82%	79%	78%
36	109%	86%	79%	84%	83%	80%	78%
37	111%	86%	80%	85%	83%	80%	79%
38	112%	87%	80%	86%	83%	80%	79%
39	114%	88%	81%	87%	83%	80%	80%
40	115%	89%	81%	89%	83%	80%	80%
41	116%	90%	81%	90%	83%	80%	80%
42	117%	90%	82%	91%	83%	80%	81%
43	118%	91%	82%	92%	83%	80%	81%
44	118%	92%	82%	93%	82%	80%	81%
45	119%	92%	83%	95%	82%	80%	81%
46	120%	93%	83%	96%	82%	79%	81%
47	120%	94%	83%	97%	81%	79%	81%
48	120%	94%	83%	98%	81%	79%	81%
49	120%	95%	83%	99%	80%	78%	81%
50	121%	95%	84%	100%	79%	78%	81%
51	120%	96%	84%	102%	79%	77%	81%
52	120%	97%	84%	103%	78%	77%	81%
53	120%	97%	84%	104%	77%	76%	80%
54	120%	98%	84%	105%	76%	75%	80%
55	119%	98%	84%	106%	75%	75%	79%
56	119%	99%	84%	108%	74%	74%	79%
57	118%	99%	84%	109%	73%	73%	78%
58	118%	100%	84%	110%	72%	72%	78%

速度（km/hr）	道路類型						
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1	國道 5 號速限 90 路段 C4	國道 5 號長隧道 C7	快速道路長隧道 C13	省道低干擾 1 車道以上 C23	省道高干擾 2 車道以上 C27	市區道路高干擾 C53
59	117%	101%	84%	111%	71%	71%	77%
60	116%	101%	84%	112%	69%	70%	77%
61	116%	102%	84%	114%	68%	69%	
62	115%	102%	84%	115%	67%	68%	
63	114%	103%	84%	116%	65%	67%	
64	113%	104%	83%	117%	64%	65%	
65	112%	104%	83%	118%	62%	64%	
66	112%	105%	83%	120%	60%	63%	
67	111%	106%	83%	121%	59%	61%	
68	110%	106%	83%	122%	57%	60%	
69	109%	107%	83%	123%	55%	59%	
70	109%	108%	83%	124%	53%	57%	
71	108%	108%	83%	126%			
72	108%	109%	83%	127%			
73	107%	110%	83%	128%			
74	107%	111%	83%	129%			
75	107%	112%	82%	130%			
76	107%	113%	82%	132%			
77	107%	113%	82%	133%			
78	107%	114%	82%	134%			
79	108%	115%	82%	135%			
80	108%	116%	82%	136%			
81	109%	117%	82%				
82	110%	119%	82%				
83	112%	120%	82%				
84	114%	121%	82%				
85	116%	122%	82%				
86	118%	123%	82%				
87	121%	125%	83%				
88	124%	126%	83%				
89	127%	127%	83%				

速度（km/hr）	道路類型						
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1	國道 5 號速限 90 路段 C4	國道 5 號長隧道 C7	快速道路長隧道 C13	省道低干擾 1 車道以上 C23	省道高干擾 2 車道以上 C27	市區道路高干擾 C53
90	131%	129%	83%				
91	135%	130%					
92	140%	132%					
93	145%	134%					
94	151%	135%					
95	157%	137%					
96	164%	139%					
97	171%	141%					
98	179%	143%					
99	188%	145%					
100	197%	147%					
101	207%						
102	218%						
103	229%						
104	241%						
105	254%						
106	268%						
107	283%						
108	298%						
109	315%						
110	332%						

附表 3.1-5　城際客運國 5 坡段動態能耗綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F.Cn}$（%）

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型												
	C1 G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡	C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡	C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡	C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡	C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡	C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡	C7G 0% 國道長隧道 平坡	C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡	C13G+2% 快速道路 長隧道 正 2 度坡	C13G+1% 快速道路 長隧道 正 1 度坡	C13G-1% 快速道路 長隧道 負 1 度坡	C13G-2% 快速道路 長隧道 負 2 度坡
0													
1	93%					105%	105%						
2	94%					105%	104%						
3	95%					105%	103%						
4	97%					105%	102%						
5	98%					105%	101%					123%	
6	99%					105%	100%					121%	
7	100%					105%	100%					120%	
8	102%	110%				105%	99%					119%	
9	103%	106%				105%	99%					117%	
10	105%	103%				105%	98%					116%	
11	106%	99%				105%	98%					115%	
12	108%	96%				105%	97%					113%	
13	109%	92%				105%	97%					112%	
14	110%	89%				105%	96%					110%	
15	112%	86%				105%	96%					109%	
16	113%	83%				105%	96%					108%	
17	115%	80%				105%	96%					106%	
18	117%	78%				105%	96%					105%	
19	118%	75%				105%	96%					103%	
20	120%	73%				105%	96%					102%	
21	121%	70%				105%	96%					101%	
22	123%	68%				105%	96%					99%	
23	125%	66%				105%	96%					98%	14%
24	126%	64%				105%	96%					97%	14%
25	128%	63%				105%	97%					95%	14%
26	130%	61%				105%	97%					94%	14%
27	131%	59%				105%	97%	98%				92%	14%
28	133%	58%				105%	98%	98%				91%	14%
29	135%	57%				105%	98%	98%				90%	14%
30	137%	56%				105%	99%	98%				88%	14%
31	138%	55%				105%	99%	98%				87%	14%
32	140%	54%				105%	100%	98%		194%		85%	14%

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型												
	C1 G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡	C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡	C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡	C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡	C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡	C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡	C7G 0% 國道長隧道 平坡	C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡	C13G+2% 快速道路 長隧道 正 2 度坡	C13G+1% 快速道路 長隧道 正 1 度坡	C13G-1% 快速道路 長隧道 負 1 度坡	C13G-2% 快速道路 長隧道 負 2 度坡
33	142%	53%				105%	101%	98%		194%		84%	14%
34	144%	52%				105%	102%	98%		194%		83%	14%
35	146%	52%				105%	102%	98%		194%		81%	14%
36	148%	51%				105%	103%	98%		194%		80%	14%
37	149%	51%				105%	104%	98%		194%		79%	14%
38	151%	51%				105%	105%	98%	38%	194%		77%	14%
39	153%	51%				105%	106%	98%	38%	194%		76%	14%
40	155%	51%				105%	107%	98%	38%	194%		74%	14%
41	157%	51%				105%	108%	98%	38%	194%		73%	14%
42	159%	52%				105%	109%	98%	38%	194%		72%	14%
43	161%	52%				105%	111%	98%	38%	194%		70%	14%
44	163%	53%	46%	30%		105%	112%	98%	38%	194%		69%	14%
45	165%	53%	47%	30%		105%	113%	98%	38%	194%		68%	14%
46	167%	54%	48%	30%		105%	115%	98%	38%	194%		66%	14%
47	169%	55%	48%	30%		105%	116%	98%	38%	194%		65%	14%
48	172%	56%	49%	30%		105%	118%	98%	38%	194%	171%	63%	14%
49	174%	58%	50%	30%		105%	119%	98%	38%	194%	161%	62%	14%
50	176%	59%	51%	30%		105%	121%	98%	38%	194%	152%	61%	14%
51	178%	60%	52%	30%		105%	122%	98%	38%	194%	143%	59%	14%
52	180%	62%	53%	30%		105%	124%	98%	38%	194%	135%	58%	14%
53	182%	64%	54%	30%		105%	126%	98%	38%	194%	128%	56%	14%
54	185%	66%	55%	30%		105%	128%	98%	38%	194%	121%	55%	14%
55	187%	68%	56%	30%		105%	130%	98%	38%	194%	115%	54%	14%
56	189%	70%	57%	30%		105%	131%	98%	38%	194%	110%	52%	14%
57	191%	72%	58%	30%		105%	133%	98%	38%	194%	105%	51%	14%
58	194%	75%	59%	30%		105%	135%	98%	38%	194%	101%	50%	14%
59	196%	77%	60%	30%		105%	137%	98%	38%	194%	98%	48%	14%
60	198%	80%	62%	30%		105%	140%	98%	38%	194%	95%	47%	14%
61	201%	82%	63%	30%		105%	142%	98%	38%	194%	93%	45%	14%
62	203%	85%	64%	30%		105%	144%	98%	38%	194%	91%	44%	14%
63	205%	88%	65%	30%		105%	146%	98%	38%	194%	90%	43%	14%
64	208%	91%	67%	30%	12%	105%	149%	98%	38%	194%	90%	41%	14%
65	210%	95%	68%	30%	12%	105%	151%	98%	38%	194%	90%	40%	14%
66	213%	98%	69%	30%	12%	105%	153%	98%	38%	194%	91%	38%	14%
67	215%	102%	71%	30%	12%	105%	156%	98%	38%	194%	93%	37%	14%
68	218%	105%	72%	30%	12%	105%	158%	98%	38%	194%	95%	36%	14%
69	220%	109%	73%	30%	12%	105%	161%	98%	38%	194%	98%	34%	14%

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型												
	C1 G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡	C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡	C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡	C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡	C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡	C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡	C7G 0% 國道長隧道 平坡	C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡	C13G+2% 快速道路 長隧道 正 2 度坡	C13G+1% 快速道路 長隧道 正 1 度坡	C13G-1% 快速道路 長隧道 負 1 度坡	C13G-2% 快速道路 長隧道 負 2 度坡
70	223%	113%	75%	30%	12%	105%	164%	98%	38%	194%	102%	33%	14%
71	225%	117%	76%	30%	12%	105%	166%	98%	38%	194%	106%	32%	14%
72	228%	121%	78%	30%	12%	105%	169%	98%	38%	194%	111%	30%	14%
73	230%	125%	79%	30%	12%	105%	172%	98%	38%	194%	116%	29%	14%
74	233%	130%	81%	30%	12%	105%	175%	98%	38%	194%	122%	27%	14%
75	235%	134%	82%	30%	12%	105%	178%	98%	38%	194%	129%	26%	14%
76	238%	139%	84%	30%	12%	105%	181%	98%	38%	194%	137%	25%	14%
77	241%	144%	86%	30%	12%	105%	184%	98%	38%	194%	145%	23%	14%
78	243%	149%	87%	30%	12%	105%	187%	98%	38%	194%	153%	22%	14%
79	246%	154%	89%	30%	12%	105%	190%	98%	38%	194%	163%	21%	14%
80	249%	159%	91%	30%	12%	105%	193%	98%	38%	194%	173%	19%	14%
81	251%	164%	92%	30%	12%	105%	196%	98%	38%				
82	254%	170%	94%	30%	12%	105%	200%	98%	38%				
83	257%	175%	96%	30%	12%	105%	203%	98%	38%				
84	260%	181%	98%	30%	12%	105%	206%	98%	38%				
85	262%	187%	99%	30%	12%	105%	210%	98%	38%				
86	265%	193%	101%	30%	12%	105%	213%	98%	38%				
87	268%	199%	103%	30%	12%	105%	217%	98%	38%				
88	271%	205%	105%	30%	12%	105%	220%	98%	38%				
89	274%	211%	107%	30%	12%	105%	224%	98%	38%				
90	277%	217%	109%	30%	12%	105%	228%	98%	38%				
91	279%	224%	111%	30%	12%	105%							
92	282%	231%	113%	30%	12%	105%							
93	285%	238%	115%	30%	12%	105%							
94	288%	244%	117%	30%	12%	105%							
95	291%	252%	119%	30%	12%	105%							
96	294%	259%	121%	30%	12%	105%							
97	297%	266%	123%	30%	12%	105%							
98	300%	273%	125%	30%	12%	105%							
99	303%	281%	127%	30%	12%	105%							
100	306%	289%	130%	30%	12%	105%							
101	309%	297%	132%	30%	12%								
102	313%	304%	134%	30%	12%								
103	316%	313%	136%	30%	12%								
104	319%	321%	139%	30%	12%								
105	322%	329%	141%	30%	12%								
106	325%	338%	143%	30%	12%								

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型												
	C1 G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡	C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡	C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡	C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡	C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡	C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡	C7G 0% 國道長隧道 平坡	C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡	C13G+2% 快速道路 長隧道 正 2 度坡	C13G+1% 快速道路 長隧道 正 1 度坡	C13G-1% 快速道路 長隧道 負 1 度坡	C13G-2% 快速道路 長隧道 負 2 度坡
107	328%	346%	146%	30%	12%								
108	332%	355%	148%	30%	12%								
109	335%	364%	151%	30%	12%								
110	338%	373%	153%	30%	12%								

附表 3.1-6　城際客運國 5 動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年 N_T 值為 2.656g/s）

單位：FUEL（l/s），CO2（g/s）

速度（km/hr）	道路類型													
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1		國道 5 號速限 90 路段 C4		國道 5 號長隧道 C7		快速道路長隧道 C13		省道低干擾 1 車道以上 C23		省道高干擾 2 車道以上 C27		市區道路高干擾 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00064792	1.70179821	0.00064792	1.70179821	0.00064792	1.70179821			0.00064792	1.70179821	0.00064792	1.70179821	0.00064792	1.70179821
1	0.00115594	3.03611242	0.00085398	2.24300242	0.00078634	2.06534165	0.00132727	3.48612621	0.00108660	2.85400701	0.00121069	3.17992075	0.00089799	2.35860622
2	0.00116946	3.07162491	0.00094145	2.47275892	0.00087302	2.29302543	0.00136502	3.58527478	0.00116512	3.06022364	0.00127670	3.35329369	0.00097054	2.54916351
3	0.00119125	3.12885557	0.00102637	2.69579799	0.00095705	2.51372535	0.00140277	3.68442334	0.00124157	3.26103344	0.00134102	3.52223020	0.00104148	2.73549208
4	0.00122071	3.20624822	0.00110878	2.91224572	0.00103846	2.72754626	0.00144052	3.78357191	0.00131597	3.45643641	0.00140365	3.68673027	0.00111081	2.91759192
5	0.00125728	3.30228614	0.00118872	3.12222818	0.00111729	2.93459303	0.00147826	3.88272048	0.00138830	3.64643256	0.00146459	3.84679389	0.00117853	3.09546304
6	0.00130038	3.41549206	0.00126626	3.32587146	0.00119357	3.13497054	0.00151601	3.98186905	0.00145858	3.83102188	0.00152384	4.00242108	0.00124464	3.26910543
7	0.00134947	3.54442820	0.00134142	3.52330165	0.00126736	3.32878363	0.00155376	4.08101761	0.00152680	4.01020437	0.00158140	4.15361183	0.00130914	3.43851910
8	0.00140401	3.68769623	0.00141427	3.71464483	0.00133870	3.51613719	0.00159151	4.18016618	0.00159296	4.18398003	0.00163727	4.30036614	0.00137204	3.60370404
9	0.00146350	3.84393729	0.00148485	3.90002708	0.00140761	3.69713607	0.00162926	4.27931475	0.00165707	4.35234886	0.00169146	4.44268400	0.00143332	3.76466026
10	0.00152742	4.01183198	0.00155321	4.07957450	0.00147414	3.87188515	0.00166701	4.37846332	0.00171911	4.51531087	0.00174395	4.58056543	0.00149299	3.92138776
11	0.00159529	4.19010038	0.00161940	4.25341316	0.00153833	4.04048928	0.00170476	4.47761189	0.00177910	4.67286605	0.00179476	4.71401042	0.00155105	4.07388653
12	0.00166664	4.37750203	0.00168346	4.42166915	0.00160022	4.20305334	0.00174251	4.57676045	0.00183702	4.82501440	0.00184388	4.84301897	0.00160750	4.22215657
13	0.00174101	4.57283592	0.00174544	4.58446856	0.00165986	4.35968219	0.00178025	4.67590902	0.00189289	4.97175592	0.00189131	4.96759107	0.00166234	4.36619789
14	0.00181796	4.77494052	0.00180539	4.74193746	0.00171727	4.51048069	0.00181800	4.77505759	0.00194670	5.11309062	0.00193705	5.08772674	0.00171557	4.50601048
15	0.00189706	4.98269377	0.00186337	4.89420195	0.00177250	4.65555372	0.00185575	4.87420616	0.00199845	5.24901849	0.00198110	5.20342597	0.00176719	4.64159435
16	0.00197789	5.19501306	0.00191940	5.04138811	0.00182560	4.79500613	0.00189350	4.97335472	0.00204815	5.37953953	0.00202346	5.31468876	0.00181720	4.77294950
17	0.00206007	5.41085526	0.00197356	5.18362201	0.00187659	4.92894279	0.00193125	5.07250329	0.00209578	5.50465374	0.00206413	5.42151511	0.00186560	4.90007592
18	0.00214321	5.62921670	0.00202587	5.32102976	0.00192553	5.05746858	0.00196900	5.17165186	0.00214136	5.62436113	0.00210311	5.52390502	0.00191239	5.02297361
19	0.00222694	5.84913317	0.00207640	5.45373743	0.00197244	5.18068835	0.00200675	5.27080043	0.00218488	5.73866168	0.00214041	5.62185848	0.00195757	5.14164258
20	0.00231090	6.06967994	0.00212518	5.58187111	0.00201737	5.29870697	0.00204450	5.36994900	0.00222633	5.84755541	0.00217601	5.71537551	0.00200114	5.25608283
21	0.00239478	6.28997172	0.00217227	5.70555688	0.00206036	5.41162931	0.00208224	5.46909756	0.00226574	5.95104232	0.00220993	5.80445610	0.00204310	5.36629435
22	0.00247823	6.50916272	0.00221772	5.82492082	0.00210146	5.51956023	0.00211999	5.56824613	0.00230308	6.04912239	0.00224215	5.88910025	0.00208346	5.47227714
23	0.00256095	6.72644658	0.00226156	5.94008903	0.00214069	5.62260460	0.00215774	5.66739470	0.00233836	6.14179564	0.00227269	5.96930796	0.00212220	5.57403121
24	0.00264266	6.94105644	0.00230386	6.05118758	0.00217810	5.72086729	0.00219549	5.76654327	0.00237159	6.22906206	0.00230154	6.04507923	0.00215933	5.67155656

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段 C1		國道5號速限90路段 C4		國道5號長隧道 C7		快速道路長隧道 C13		省道低干擾1車道以上 C23		省道高干擾2車道以上 C27		市區道路高干擾 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
25	0.00272308	7.15226487	0.00234466	6.15834257	0.00221373	5.81445315	0.00223324	5.86569183	0.00240275	6.31092165	0.00232870	6.11641406	0.00219485	5.76485318
26	0.00280193	7.35938394	0.00238400	6.26168006	0.00224762	5.90346706	0.00227099	5.96484040	0.00243186	6.38737441	0.00235417	6.18331245	0.00222876	5.85392108
27	0.00287898	7.56176516	0.00242194	6.36132616	0.00227981	5.98801389	0.00230874	6.06398897	0.00245891	6.45842035	0.00237795	6.24577440	0.00226106	5.93876025
28	0.00295400	7.75879952	0.00245852	6.45740694	0.00231034	6.06819849	0.00234649	6.16313754	0.00248390	6.52405945	0.00240004	6.30379991	0.00229175	6.01937069
29	0.00302677	7.94991746	0.00249379	6.55004849	0.00233925	6.14412574	0.00238423	6.26228611	0.00250683	6.58429173	0.00242044	6.35738898	0.00232083	6.09575242
30	0.00309707	8.13458891	0.00252780	6.63937690	0.00236657	6.21590050	0.00242198	6.36143467	0.00252771	6.63911719	0.00243916	6.40654161	0.00234830	6.16790541
31	0.00316474	8.31232324	0.00256060	6.72551824	0.00239236	6.28362763	0.00245973	6.46058324	0.00254652	6.68853581	0.00245618	6.45125780	0.00237416	6.23582968
32	0.00322960	8.48266930	0.00259223	6.80859861	0.00241664	6.34741201	0.00249748	6.55973181	0.00256328	6.73254761	0.00247152	6.49153755	0.00239841	6.29952523
33	0.00329149	8.64521540	0.00262275	6.88874408	0.00243947	6.40735849	0.00253523	6.65888038	0.00257797	6.77115258	0.00248516	6.52738086	0.00242105	6.35899205
34	0.00335026	8.79958933	0.00265219	6.96608075	0.00246087	6.46357195	0.00257298	6.75802895	0.00259061	6.80435072	0.00249712	6.55878773	0.00244208	6.41423015
35	0.00340580	8.94545832	0.00268061	7.04073469	0.00248089	6.51615725	0.00261073	6.85717751	0.00260120	6.83214203	0.00250739	6.58575816	0.00246150	6.46523952
36	0.00345798	9.08252908	0.00270806	7.11283200	0.00249957	6.56521926	0.00264848	6.95632608	0.00260972	6.85452652	0.00251597	6.60829215	0.00247932	6.51202017
37	0.00350672	9.21054779	0.00273459	7.18249875	0.00251695	6.61086283	0.00268622	7.05547465	0.00261618	6.87150418	0.00252286	6.62638971	0.00249552	6.55457209
38	0.00355194	9.32930009	0.00276023	7.24986103	0.00253306	6.65319284	0.00272397	7.15462322	0.00262059	6.88307501	0.00252806	6.64005082	0.00251011	6.59289529
39	0.00359355	9.43861108	0.00278505	7.31504493	0.00254796	6.69231416	0.00276172	7.25377178	0.00262293	6.88923901	0.00253157	6.64927549	0.00252309	6.62698976
40	0.00363153	9.53834534	0.00280909	7.37817653	0.00256167	6.72833165	0.00279947	7.35292035	0.00262322	6.88999618	0.00253340	6.65406372	0.00253446	6.65685551
41	0.00366581	9.62840690	0.00283239	7.43938191	0.00257424	6.76135017	0.00283722	7.45206892	0.00262145	6.88534653	0.00253353	6.65441551	0.00254422	6.68249254
42	0.00369640	9.70873925	0.00285501	7.49878716	0.00258571	6.79147459	0.00287497	7.55121749	0.00261762	6.87529005	0.00253197	6.65033086	0.00255237	6.70390083
43	0.00372327	9.77932538	0.00287699	7.55651837	0.00259612	6.81880978	0.00291272	7.65036606	0.00261174	6.85982674	0.00252873	6.64180978	0.00255891	6.72108041
44	0.00374645	9.84018771	0.00289838	7.61270161	0.00260550	6.84346061	0.00295047	7.74951462	0.00260379	6.83895661	0.00252380	6.62885225	0.00256384	6.73403126
45	0.00376594	9.89138815	0.00291923	7.66746298	0.00261391	6.86553193	0.00298821	7.84866319	0.00259379	6.81267964	0.00251717	6.61145828	0.00256716	6.74275338
46	0.00378179	9.93302804	0.00293958	7.72092856	0.00262137	6.88512862	0.00302596	7.94781176	0.00258172	6.78099585	0.00250886	6.58962787	0.00256887	6.74724678
47	0.00379406	9.96524824	0.00295949	7.77322443	0.00262793	6.90235554	0.00306371	8.04696033	0.00256760	6.74390523	0.00249886	6.56336102	0.00256897	6.74751145
48	0.00380281	9.98822902	0.00297901	7.82447668	0.00263362	6.91731755	0.00310146	8.14610889	0.00255142	6.70140779	0.00248717	6.53265774	0.00256746	6.74354740
49	0.00380813	10.00219015	0.00299817	7.87481139	0.00263850	6.93011953	0.00313921	8.24525746	0.00253318	6.65350351	0.00247379	6.49751801	0.00256435	6.73535463
50	0.00381011	10.00739086	0.00301703	7.92435465	0.00264259	6.94086634	0.00317696	8.34440603	0.00251289	6.60019241	0.00245873	6.45794184	0.00255962	6.72293313
51	0.00380886	10.00412984	0.00303564	7.97323254	0.00264594	6.94966284	0.00321471	8.44355460	0.00249053	6.54147448	0.00244197	6.41392924	0.00255328	6.70628290
52	0.00380453	9.99274525	0.00305405	8.02157115	0.00264859	6.95661390	0.00325246	8.54270317	0.00246612	6.47734972	0.00242352	6.36548019	0.00254533	6.68540395
53	0.00379725	9.97361470	0.00307229	8.06949655	0.00265057	6.96182439	0.00329020	8.64185173	0.00243964	6.40781814	0.00240339	6.31259470	0.00253577	6.66029628

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段 C1		國道5號速限90路段 C4		國道5號長隧道 C7		快速道路長隧道 C13		省道低干擾1車道以上 C23		省道高干擾2車道以上 C27		市區道路高干擾 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
54	0.00378717	9.94715529	0.00309043	8.11713485	0.00265193	6.96539917	0.00332795	8.74100030	0.00241111	6.33287973	0.00238156	6.25527278	0.00252460	6.63095988
55	0.00377448	9.91382357	0.00310851	8.16461211	0.00265271	6.96744310	0.00336570	8.84014887	0.00238052	6.25253448	0.00235805	6.19351441	0.00251182	6.59739475
56	0.00375936	9.87411555	0.00312657	8.21205443	0.00265294	6.96806107	0.00340345	8.93929744	0.00234787	6.16678242	0.00233285	6.12731960	0.00249743	6.55960090
57	0.00374202	9.82856674	0.00314467	8.25958788	0.00265268	6.96735792	0.00344120	9.03844600	0.00231317	6.07562352	0.00230596	6.05668836	0.00248143	6.51757833
58	0.00372267	9.77775206	0.00316285	8.30733857	0.00265195	6.96543853	0.00347895	9.13759457	0.00227640	5.97905780	0.00227738	5.98162067	0.00246382	6.47132703
59	0.00370156	9.72228595	0.00318116	8.35543256	0.00265079	6.96240776	0.00351670	9.23674314	0.00223758	5.87708524	0.00224711	5.90211655	0.00244460	6.42084701
60	0.00367892	9.66282227	0.00319965	8.40399594	0.00264925	6.95837047	0.00355445	9.33589171	0.00219670	5.76970587	0.00221515	5.81817598	0.00242377	6.36613826
61	0.00365502	9.60005439	0.00321836	8.45315480	0.00264737	6.95343155	0.00359219	9.43504028	0.00215375	5.65691966	0.00218150	5.72979898		
62	0.00363014	9.53471510	0.00323735	8.50303523	0.00264519	6.94769584	0.00362994	9.53418884	0.00210875	5.53872662	0.00214616	5.63698553		
63	0.00360458	9.46757670	0.00325667	8.55376330	0.00264274	6.94126821	0.00366769	9.63333741	0.00206170	5.41512676	0.00210914	5.53973564		
64	0.00357864	9.39945091	0.00327635	8.60546511	0.00264007	6.93425354	0.00370544	9.73248598	0.00201258	5.28612007	0.00207042	5.43804932		
65	0.00355266	9.33118896	0.00329645	8.65826673	0.00263722	6.92675669	0.00374319	9.83163455	0.00196140	5.15170655	0.00203002	5.33192655		
66	0.00352695	9.26368151	0.00331702	8.71229425	0.00263422	6.91888251	0.00378094	9.93078312	0.00190817	5.01188621	0.00198793	5.22136735		
67	0.00350189	9.19785870	0.00333811	8.76767376	0.00263112	6.91073589	0.00381869	10.02993168	0.00185288	4.86665903	0.00194414	5.10637171		
68	0.00347784	9.13469015	0.00335976	8.82453134	0.00262795	6.90242168	0.00385644	10.12908025	0.00179553	4.71602503	0.00189867	4.98693962		
69	0.00345519	9.07518491	0.00338201	8.88299308	0.00262476	6.89404476	0.00389418	10.22822882	0.00173612	4.55998420	0.00185151	4.86307110		
70	0.00343433	9.02039153	0.00340493	8.94318505	0.00262159	6.88570998	0.00393193	10.32737739	0.00167465	4.39853655	0.00180266	4.73476613		
71	0.00341567	8.97139802	0.00342855	9.00523335	0.00261847	6.87752221	0.00396968	10.42652595						
72	0.00339966	8.92933183	0.00345293	9.06926406	0.00261545	6.86958632	0.00400743	10.52567452						
73	0.00338672	8.89535989	0.00347811	9.13540327	0.00261257	6.86200718	0.00404518	10.62482309						
74	0.00337733	8.87068862	0.00350415	9.20377705	0.00260986	6.85488965	0.00408293	10.72397166						
75	0.00337195	8.85656387	0.00353108	9.27451150	0.00260736	6.84833859	0.00412068	10.82312023						
76	0.00337108	8.85427097	0.00355895	9.34773269	0.00260512	6.84245888	0.00415843	10.92226879						
77	0.00337521	8.86513472	0.00358783	9.42356672	0.00260318	6.83735537	0.00419617	11.02141736						
78	0.00338488	8.89051938	0.00361774	9.50213967	0.00260157	6.83313294	0.00423392	11.12056593						
79	0.00340061	8.93182866	0.00364875	9.58357761	0.00260034	6.82989645	0.00427167	11.21971450						
80	0.00342295	8.99050578	0.00368089	9.66800665	0.00259952	6.82775076	0.00430942	11.31886306						
81	0.00345246	9.06803338	0.00371422	9.75555286	0.00259916	6.82680075								
82	0.00348974	9.16593358	0.00374879	9.84634232	0.00259930	6.82715127								

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段 C1		國道5號速限90路段 C4		國道5號長隧道 C7		快速道路長隧道 C13		省道低干擾1車道以上 C23		省道高干擾2車道以上 C27		市區道路高干擾 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
83	0.00353536	9.28576797	0.00378464	9.94050112	0.00259996	6.82890720								
84	0.00358995	9.42913761	0.00382182	10.03815535	0.00260121	6.83217340								
85	0.00365412	9.59768302	0.00386038	10.13943109	0.00260307	6.83705473								
86	0.00372851	9.79308418	0.00390036	10.24445442	0.00260558	6.84365607								
87	0.00381379	10.01706054	0.00394182	10.35335143	0.00260879	6.85208227								
88	0.00391061	10.27137102	0.00398481	10.46624821	0.00261273	6.86243820								
89	0.00401967	10.55781399	0.00402936	10.58327083	0.00261745	6.87482874								
90	0.00414166	10.87822731	0.00407553	10.70454539	0.00262298	6.88935874								
91	0.00427730	11.23448829	0.00412337	10.83019797										
92	0.00442731	11.62851370	0.00417293	10.96035465										
93	0.00459245	12.06225979	0.00422424	11.09514152										
94	0.00477348	12.53772227	0.00427737	11.23468465										
95	0.00497116	13.05693631	0.00433236	11.37911015										
96	0.00518628	13.62197655	0.00438925	11.52854409										
97	0.00541966	14.23495709	0.00444810	11.68311255										
98	0.00567211	14.89803152	0.00450895	11.84294162										
99	0.00594447	15.61339286	0.00457186	12.00815739										
100	0.00623759	16.38327361	0.00463686	12.17888594										
101	0.00655233	17.20994575												
102	0.00688957	18.09572070												
103	0.00725021	19.04294937												
104	0.00763515	20.05402212												
105	0.00804533	21.13136878												
106	0.00848168	22.27745864												
107	0.00894515	23.49480047												
108	0.00943673	24.78594248												
109	0.00995739	26.15347238												
110	0.01050813	27.60001732												

附表 3.1-7　城際客運國 5 坡段動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 2.656g/s

單位：FUEL（l/s），CO2（g/s）

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00064792	1.70179821									0.00064792	1.70179821
1	0.00107137	2.81398951									0.00089753	2.35740983
2	0.00109858	2.88545072									0.00098947	2.59888538
3	0.00113421	2.97905445									0.00107872	2.83330086
4	0.00117804	3.09416022									0.00116533	3.06078880
5	0.00122980	3.23010863									0.00124936	3.28148170
6	0.00128923	3.38622109									0.00133084	3.49551208
7	0.00135608	3.56179969									0.00140984	3.70301247
8	0.00143007	3.75612720	0.00154616	4.06104199							0.00148641	3.90411537
9	0.00151091	3.96846708	0.00155594	4.08674556							0.00156059	4.09895330
10	0.00159833	4.19806376	0.00156768	4.11756629							0.00163244	4.28765878
11	0.00169201	4.44414285	0.00158063	4.15158544							0.00170200	4.47036432
12	0.00179168	4.70591161	0.00159418	4.18718588							0.00176933	4.64720244
13	0.00189701	4.98255946	0.00160783	4.22302944							0.00183447	4.81830565
14	0.00200768	5.27325856	0.00162116	4.25803490							0.00189748	4.98380647
15	0.00212339	5.57716461	0.00163384	4.29135686							0.00195841	5.14383742
16	0.00224380	5.89341763	0.00164565	4.32236526							0.00201731	5.29853100
17	0.00236857	6.22114296	0.00165641	4.35062573							0.00207422	5.44801975
18	0.00249737	6.55945232	0.00166603	4.37588058							0.00212920	5.59243617
19	0.00262987	6.90744495	0.00167446	4.39803066							0.00218231	5.73191277
20	0.00276570	7.26420892	0.00168173	4.41711786							0.00223358	5.86658208
21	0.00290451	7.62882250	0.00168789	4.43330846							0.00228307	5.99657661
22	0.00304597	8.00035568	0.00169306	4.44687710							0.00233083	6.12202888
23	0.00318970	8.37787175	0.00169736	4.45819166							0.00237692	6.24307140

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
24	0.00333535	8.76042907	0.00170098	4.46769872							0.00242138	6.35983669
25	0.00348256	9.14708281	0.00170411	4.47590992							0.00246425	6.47245725
26	0.00363097	9.53688698	0.00170696	4.48338893							0.00250560	6.58106562
27	0.00378022	9.92889642	0.00170976	4.49073928							0.00254548	6.68579431
28	0.00392995	10.32216894	0.00171275	4.49859287							0.00258392	6.78677582
29	0.00407980	10.71576764	0.00171617	4.50759928							0.00262099	6.88414268
30	0.00422943	11.10876324	0.00172029	4.51841573							0.00265674	6.97802740
31	0.00437847	11.50023656	0.00172535	4.53169794							0.00269121	7.06856250
32	0.00452660	11.88928114	0.00173159	4.54809160							0.00272445	7.15588050
33	0.00467345	12.27500590	0.00173926	4.56822466							0.00275652	7.24011390
34	0.00481871	12.65653800	0.00174857	4.59270034							0.00278747	7.32139523
35	0.00496205	13.03302571	0.00175976	4.62209091							0.00281734	7.39985700
36	0.00510316	13.40364144	0.00177303	4.65693218							0.00284619	7.47563172
37	0.00524172	13.76758493	0.00178856	4.69771881							0.00287407	7.54885192
38	0.00537745	14.12408641	0.00180652	4.74490028							0.00290102	7.61965011
39	0.00551007	14.47241005	0.00182707	4.79887766							0.00292711	7.68815880
40	0.00563931	14.81185733	0.00185034	4.86000112							0.00295237	7.75451051
41	0.00576491	15.14177069	0.00187645	4.92856820							0.00297686	7.81883776
42	0.00588666	15.46153716	0.00190548	5.00482277							0.00300063	7.88127306
43	0.00600432	15.77059218	0.00193751	5.08895483							0.00302373	7.94194893
44	0.00611772	16.06842348	0.00197260	5.18110099	0.00172305	4.52565578	0.00110693	2.90740743			0.00304621	8.00099788
45	0.00622666	16.35457511	0.00201076	5.28134570	0.00176164	4.62701118	0.00111269	2.45376806			0.00306813	8.05855243
46	0.00633101	16.62865155	0.00205202	5.38972327	0.00179977	4.72717933	0.00111738	2.45376806			0.00308952	8.11474509
47	0.00643064	16.89032191	0.00209638	5.50622059	0.00183741	4.82602757	0.00112100	2.45376806			0.00311045	8.16970838
48	0.00652544	17.13932434	0.00214380	5.63078066	0.00187449	4.92343282	0.00112359	2.45376806			0.00313095	8.22357482
49	0.00661535	17.37547037	0.00219426	5.76330677	0.00191099	5.01928366	0.00112516	2.45376806			0.00315110	8.27647692
50	0.00670032	17.59864957	0.00224770	5.90366753	0.00194685	5.11348262	0.00112574	2.45376806			0.00317092	8.32854720
51	0.00678034	17.80883413	0.00230406	6.05170260	0.00198206	5.20594863	0.00112538	2.45376806			0.00319048	8.37991818

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
52	0.00685544	18.00608371	0.00236327	6.20722915	0.00201658	5.29661954	0.00112410	2.45376806			0.00320982	8.43072236
53	0.00692567	18.19055025	0.00242526	6.37004913	0.00205040	5.38545491	0.00112194	2.45376806			0.00322900	8.48109227
54	0.00699113	18.36248299	0.00248995	6.53995718	0.00208352	5.47243882	0.00111897	2.45376806			0.00324806	8.53116042
55	0.00705195	18.52223362	0.00255726	6.71674945	0.00211593	5.55758295	0.00111522	2.45376806			0.00326706	8.58105932
56	0.00710831	18.67026138	0.00262712	6.90023298	0.00214767	5.64092976	0.00111075	2.45376806			0.00328604	8.63092150
57	0.00716043	18.80713850	0.00269946	7.09023598	0.00217874	5.72255579	0.00110563	2.45376806			0.00330506	8.68087947
58	0.00720856	18.93355553	0.00277423	7.28661881	0.00220921	5.80257518	0.00109991	2.45376806			0.00332417	8.73106574
59	0.00725301	19.05032695	0.00285139	7.48928563	0.00223912	5.88114333	0.00109367	2.45376806			0.00334342	8.78161283
60	0.00729416	19.15839676	0.00293093	7.69819694	0.00226856	5.95846061	0.00108698	2.45376806			0.00336285	8.83265325
61	0.00733240	19.25884428	0.00301286	7.91338274	0.00229762	6.03477640	0.00107992	2.45376806			0.00338252	8.88431953
62	0.00736821	19.35288997	0.00309721	8.13495654	0.00232640	6.11039313	0.00107257	2.45376806			0.00340248	8.93674418
63	0.00740210	19.44190146	0.00318409	8.36313002	0.00235506	6.18567055	0.00106502	2.45376806			0.00342278	8.99005970
64	0.00743465	19.52739957	0.00327360	8.59822852	0.00238376	6.26103012	0.00105736	2.45376806	0.00042814	1.12452129	0.00344347	9.04439863
65	0.00746650	19.61106456	0.00336591	8.84070725	0.00241267	6.33695956	0.00104968	2.45376806	0.00042503	1.11635464	0.00346459	9.09989347
66	0.00749836	19.69474239	0.00346127	9.09116819	0.00244200	6.41401759	0.00104208	2.45376806	0.00042195	1.10827826	0.00348621	9.15667674
67	0.00753099	19.78045115	0.00355996	9.35037788	0.00247201	6.49283873	0.00103468	2.45376806	0.00041896	1.10040342	0.00350837	9.21488096
68	0.00756524	19.87038756	0.00366234	9.61928579	0.00250297	6.57413837	0.00102757	2.45376806	0.00041608	1.09284613	0.00353113	9.27463864
69	0.00760199	19.96693364	0.00376885	9.89904355	0.00253517	6.65871789	0.00102088	2.45376806	0.00041337	1.08572711	0.00355452	9.33608229
70	0.00764225	20.07266340	0.00388002	10.19102490	0.00256896	6.74746999	0.00101471	2.45376806	0.00041087	1.07917180	0.00357860	9.39934444
71	0.00768705	20.19034971	0.00399646	10.49684637	0.00260471	6.84138416	0.00100920	2.45376806	0.00040864	1.07331037	0.00360343	9.46455760
72	0.00773755	20.32297125	0.00411888	10.81838874	0.00264285	6.94155231	0.00100447	2.45376806	0.00040672	1.06827770	0.00362905	9.53185429
73	0.00779494	20.47371960	0.00424811	11.15781918	0.00268383	7.04917450	0.00100065	2.45376806	0.00040518	1.06421340	0.00365552	9.60136701
74	0.00786054	20.64600637	0.00438509	11.51761426	0.00272814	7.16556491	0.00099787	2.45376806	0.00040405	1.06126181	0.00368288	9.67322829
75	0.00793572	20.84347051	0.00453090	11.90058359	0.00277634	7.29215789	0.00099629	2.45376806	0.00040341	1.05957196	0.00371118	9.74757065
76	0.00802196	21.06998571	0.00468674	12.30989423	0.00282901	7.43051420	0.00099603	2.45376806	0.00040331	1.05929765	0.00374048	9.82452659
77	0.00812083	21.32966788	0.00485395	12.74909593	0.00288681	7.58232739	0.00099725	2.45376806	0.00040380	1.06059735	0.00377083	9.90422864
78	0.00823398	21.62688277	0.00503406	13.22214702	0.00295043	7.74943031	0.00100011	2.45376806	0.00040496	1.06363430	0.00380227	9.98680930
79	0.00836319	21.96625370	0.00522872	13.73344109	0.00302063	7.93380184	0.00100475	2.45376806	0.00040684	1.06857641	0.00383486	10.07240110

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
80	0.00851031	22.35266937	0.00543979	14.28783442	0.00309821	8.13757369	0.00101135	2.45376806	0.00040951	1.07559636	0.00386864	10.16113656
81	0.00867731	22.79129182	0.00566931	14.89067416	0.00318405	8.36303739	0.00102007	2.45376806	0.00041304	1.08487152	0.00390367	10.25314818
82	0.00886625	23.28756446	0.00591951	15.54782723	0.00327909	8.61265145	0.00103109	2.45376806	0.00041750	1.09658400	0.00394000	10.34856848
83	0.00907933	23.84722022	0.00619283	16.26571000	0.00338432	8.88904866	0.00104457	2.45376806	0.00042296	1.11092062	0.00397768	10.44752998
84	0.00931884	24.47628985	0.00649193	17.05131871	0.00350082	9.19504350	0.00106070	2.45376806	0.00042949	1.12807292	0.00401676	10.55016520
85	0.00958718	25.18111027	0.00681972	17.91226063	0.00362973	9.53363978	0.00107966	2.45376806	0.00043717	1.14823717	0.00405728	10.65660664
86	0.00988690	25.96833304	0.00717933	18.85678597	0.00377228	9.90803837	0.00110164	2.45376806	0.00044607	1.17161436	0.00409931	10.76698683
87	0.01022065	26.84493298	0.00757416	19.89382055	0.00392975	10.32164508	0.00112683	2.45376806	0.00045627	1.19841020	0.00414288	10.88143829
88	0.01059121	27.81821686	0.00800788	21.03299917	0.00410353	10.77807879	0.00115544	2.45376806	0.00046785	1.22883512	0.00418806	11.00009352
89	0.01100148	28.89583222	0.00848443	22.28469984	0.00429507	11.28117955	0.00118766	2.45376806	0.00048090	1.26310428	0.00423488	11.12308504
90	0.01145453	30.08577627	0.00900808	23.66007859	0.00450594	11.83501705	0.00122371	2.45376806	0.00049550	1.30143754	0.00428341	11.25054538
91	0.01195353	31.39640496	0.00958337	25.17110521	0.00473775	12.44389905	0.00126378	2.45376806	0.00051172	1.34405950	0.00433369	11.38260704
92	0.01250179	32.83644205	0.01021519	26.83059958	0.00499226	13.11238008	0.00130811	2.45376806	0.00052967	1.39119949	0.00438577	11.51940253
93	0.01310279	34.41498844	0.01090875	28.65226887	0.00527130	13.84527025	0.00135690	2.45376806	0.00054943	1.44309153	0.00443971	11.66106439
94	0.01376013	36.14153148	0.01166963	30.65074539	0.00557678	14.64764423	0.00141038	2.45376806	0.00057108	1.49997439	0.00449554	11.80772512
95	0.01447759	38.02595441	0.01250376	32.84162528	0.00591076	15.52485035	0.00146879	2.45376806	0.00059473	1.56209156	0.00455334	11.95951723
96	0.01525907	40.07854601	0.01341747	35.24150785	0.00627538	16.48251989	0.00153235	2.45376806	0.00062047	1.62969123	0.00461313	12.11657325
97	0.01610865	42.31001023	0.01441746	37.86803577	0.00667288	17.52657649	0.00160131	2.45376806	0.00064839	1.70302633	0.00467498	12.27902569
98	0.01703058	44.73147598	0.01551088	40.73993592	0.00710564	18.66324575	0.00167590	2.45376806	0.00067859	1.78235451	0.00473894	12.44700707
99	0.01802924	47.35450707	0.01670527	43.87706103	0.00757615	19.89906495	0.00175637	2.45376806	0.00071118	1.86793813	0.00480505	12.62064989
100	0.01910922	50.19111219	0.01800865	47.30043209	0.00808703	21.24089292	0.00184297	2.45376806	0.00074625	1.96004429	0.00487337	12.80008669
101	0.02027526	53.25375505	0.01942948	51.03228144	0.00864100	22.69592009	0.00193597	2.45376806	0.00078390	2.05894479		
102	0.02153227	56.55536459	0.02097669	55.09609670	0.00924093	24.27167866	0.00203561	2.45376806	0.00082425	2.16491617		
103	0.02288538	60.10934536	0.02265973	59.51666534	0.00988984	25.97605297	0.00214216	2.45376806	0.00086739	2.27823968		
104	0.02433986	63.92958790	0.02448854	64.32012008	0.01059085	27.81728995	0.00225590	2.45376806	0.00091345	2.39920131		
105	0.02590118	68.03047936	0.02647361	69.53398504	0.01134725	29.80400982	0.00237709	2.45376806	0.00096252	2.52809174		
106	0.02757504	72.42691416	0.02862597	75.18722257	0.01216247	31.94521682	0.00250602	2.45376806	0.00101472	2.66520639		
107	0.02936728	77.13430471	0.03095719	81.31028087	0.01304009	34.25031019	0.00264296	2.45376806	0.00107017	2.81084541		

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 90 段 平坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
108	0.03128398	82.16859236	0.03347947	87.93514239	0.01398384	36.72909530	0.00278820	2.45376806	0.00112898	2.96531365		
109	0.03333141	87.54625838	0.03620558	95.09537291	0.01499760	39.39179484	0.00294204	2.45376806	0.00119127	3.12892071		
110	0.03551606	93.28433504	0.03914892	102.8261714	0.01608545	42.24906027	0.00310476	2.45376806	0.00125716	3.30198088		

附表 3.1-8　城際客運國 5 長隧道坡段動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 2.656g/s

單位：FUEL（l/s），CO_2（g/s）

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧道 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧道 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧道 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧道 負 2 度坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00064792	1.70179821												
1	0.00082189	2.15871628												
2	0.00090434	2.37529124												
3	0.00098296	2.58177086												
4	0.00105797	2.77879526												
5	0.00112962	2.96697925									0.00181575	4.76912795		
6	0.00119812	3.14691286									0.00184115	4.83585669		
7	0.00126370	3.31916190									0.00186551	4.89984369		
8	0.00132656	3.48426852									0.00188883	4.96108894		
9	0.00138690	3.64275174									0.00191111	5.01959246		
10	0.00144491	3.79510803									0.00193234	5.07535424		
11	0.00150076	3.94181185									0.00195252	5.12837427		
12	0.00155464	4.08331618									0.00197166	5.17865257		
13	0.00160670	4.22005311									0.00198976	5.22618913		
14	0.00165710	4.35243438									0.00200682	5.27098395		
15	0.00170599	4.48085191									0.00202283	5.31303702		
16	0.00175352	4.60567840									0.00203779	5.35234836		
17	0.00179981	4.72726781									0.00205172	5.38891796		
18	0.00184500	4.84595601									0.00206460	5.42274582		
19	0.00188920	4.96206122									0.00207643	5.45383194		
20	0.00193254	5.07588467									0.00208722	5.48217631		
21	0.00197511	5.18771107									0.00209697	5.50777895		
22	0.00201703	5.29780922									0.00210568	5.53063985		

速度（km/hr）	國道5號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正1度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負1度坡		C13G+2% 快速道路長隧道 正2度坡		C13G+1% 快速道路長隧道 正1度坡		C13G-1% 快速道路長隧道 負1度坡		C13G-2% 快速道路長隧道 負2度坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
23	0.00205839	5.40643250									0.00211334	5.55075901	0.00029541	0.77589661
24	0.00209927	5.51381951									0.00211995	5.56813643	0.00030057	0.78947058
25	0.00213977	5.62019453									0.00212552	5.58277211	0.00030574	0.80304454
26	0.00217997	5.72576814									0.00213005	5.59466605	0.00031091	0.81661851
27	0.00221993	5.83073774	0.00223127	5.86052710							0.00213354	5.60381825	0.00031608	0.83019248
28	0.00225974	5.93528809	0.00226115	5.93900455							0.00213598	5.61022871	0.00032125	0.84376645
29	0.00229945	6.03959192	0.00228944	6.01331528							0.00213737	5.61389743	0.00032641	0.85734042
30	0.00233913	6.14381042	0.00231619	6.08356193							0.00213773	5.61482441	0.00033158	0.87091439
31	0.00237883	6.24809382	0.00234143	6.14984713							0.00213704	5.61300965	0.00033675	0.88448836
32	0.00241861	6.35258194	0.00236519	6.21227352			0.00485106	12.74148856			0.00213530	5.60845316	0.00034192	0.89806232
33	0.00245852	6.45740474	0.00238753	6.27094372			0.00492438	12.93407270			0.00213252	5.60115492	0.00034709	0.91163629
34	0.00249860	6.56268288	0.00240848	6.32596038			0.00499770	13.12665685			0.00212870	5.59111494	0.00035225	0.92521026
35	0.00253890	6.66852826	0.00242807	6.37742612			0.00507102	13.31924099			0.00212383	5.57833322	0.00035742	0.93878423
36	0.00257946	6.77504457	0.00244635	6.42544357			0.00514435	13.51182514			0.00211792	5.56280976	0.00036259	0.95235820
37	0.00262030	6.88232788	0.00246336	6.47011538			0.00521767	13.70440928			0.00211097	5.54454457	0.00036776	0.96593217
38	0.00266147	6.99046714	0.00247913	6.51154418	0.00096452	2.53335635	0.00529099	13.89699343			0.00210297	5.52353763	0.00037293	0.97950614
39	0.00270300	7.09954477	0.00249371	6.54983259	0.00097019	2.54825269	0.00536431	14.08957757			0.00209393	5.49978895	0.00037809	0.99308010
40	0.00274492	7.20963717	0.00250713	6.58508325	0.00097542	2.56196718	0.00543763	14.28216172			0.00208384	5.47329853	0.00038326	1.00665407
41	0.00278725	7.32081534	0.00251944	6.61739880	0.00098020	2.57453974	0.00551096	14.47474586			0.00207271	5.44406638	0.00038843	1.02022804
42	0.00283001	7.43314536	0.00253066	6.64688186	0.00098457	2.58601031	0.00558428	14.66733001			0.00206054	5.41209248	0.00039360	1.03380201
43	0.00287324	7.54668900	0.00254085	6.67363508	0.00098853	2.59641881	0.00565760	14.85991415			0.00204732	5.37737684	0.00039877	1.04737598
44	0.00291696	7.66150424	0.00255003	6.69776108	0.00099211	2.60580518	0.00573092	15.05249830			0.00203306	5.33991947	0.00040393	1.06094995
45	0.00296118	7.77764582	0.00255826	6.71936249	0.00099531	2.61420934	0.00580425	15.24508244			0.00201776	5.29972035	0.00040910	1.07452391
46	0.00300592	7.89516582	0.00256556	6.73854196	0.00099815	2.62167123	0.00587757	15.43766659			0.00200141	5.25677949	0.00041427	1.08809788
47	0.00305121	8.01411419	0.00257198	6.75540211	0.00100064	2.62823078	0.00595089	15.63025073			0.00198402	5.21109690	0.00041944	1.10167185
48	0.00309706	8.13453929	0.00257755	6.77004558	0.00100281	2.63392791	0.00602421	15.82283488	0.00530517	13.93422967	0.00196558	5.16267256	0.00042461	1.11524582
49	0.00314349	8.25648848	0.00258232	6.78257500	0.00100467	2.63880256	0.00609754	16.01541902	0.00505978	13.28970674	0.00194610	5.11150649	0.00042977	1.12881979
50	0.00319051	8.38000865	0.00258633	6.79309300	0.00100623	2.64289465	0.00617086	16.20800317	0.00482728	12.67903272	0.00192558	5.05759867	0.00043494	1.14239376

速度（km/hr）	國道5號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正1度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負1度坡		C13G+2% 快速道路長隧道 正2度坡		C13G+1% 快速道路長隧道 正1度坡		C13G-1% 快速道路長隧道 負1度坡		C13G-2% 快速道路長隧道 負2度坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
51	0.00323816	8.50514678	0.00258961	6.80170222	0.00100750	2.64624412	0.00624418	16.40058731	0.00460839	12.10411210	0.00190401	5.00094912	0.00044011	1.15596773
52	0.00328643	8.63195046	0.00259220	6.80850530	0.00100851	2.64889090	0.00631750	16.59317146	0.00440384	11.56684940	0.00188139	4.94155782	0.00044528	1.16954169
53	0.00333537	8.76046851	0.00259414	6.81360485	0.00100927	2.65087491	0.00639083	16.78575560	0.00421435	11.06914913	0.00185774	4.87942479	0.00045045	1.18311566
54	0.00338497	8.89075145	0.00259547	6.81710352	0.00100978	2.65223609	0.00646415	16.97833975	0.00404065	10.61291582	0.00183304	4.81455001	0.00045561	1.19668963
55	0.00343526	9.02285213	0.00259623	6.81910394	0.00101008	2.65301437	0.00653747	17.17092389	0.00388346	10.20005396	0.00180730	4.74693350	0.00046078	1.21026360
56	0.00348627	9.15682623	0.00259646	6.81970875	0.00101017	2.65324967	0.00661079	17.36350804	0.00374351	9.83246809	0.00178051	4.67657525	0.00046595	1.22383757
57	0.00353801	9.29273284	0.00259620	6.81902057	0.00101007	2.65298193	0.00668412	17.55609218	0.00362152	9.51206270	0.00175268	4.60347525	0.00047112	1.23741154
58	0.00359052	9.43063497	0.00259548	6.81714204	0.00100979	2.65225108	0.00675744	17.74867633	0.00351822	9.24074232	0.00172380	4.52763352	0.00047629	1.25098551
59	0.00364381	9.57060018	0.00259436	6.81417580	0.00100935	2.65109704	0.00683076	17.94126047	0.00343433	9.02041145	0.00169388	4.44905004	0.00048145	1.26455947
60	0.00369791	9.71270105	0.00259285	6.81022447	0.00100876	2.64955976	0.00690408	18.13384462	0.00337059	8.85297461	0.00166292	4.36772483	0.00048662	1.27813344
61	0.00375285	9.85701580	0.00259101	6.80539070	0.00100805	2.64767914	0.00697741	18.32642876	0.00332770	8.74033632	0.00163091	4.28365788	0.00049179	1.29170741
62	0.00380867	10.00362878	0.00258887	6.79977710	0.00100722	2.64549514	0.00705073	18.51901291	0.00330640	8.68440109	0.00159786	4.19684919	0.00049696	1.30528138
63	0.00386540	10.15263107	0.00258648	6.79348632	0.00100629	2.64304768	0.00712405	18.71159705	0.00330742	8.68707343	0.00156377	4.10729875	0.00050213	1.31885535
64	0.00392308	10.30412102	0.00258386	6.78662100	0.00100527	2.64037668	0.00719737	18.90418120	0.00333148	8.75025786	0.00152863	4.01500658	0.00050729	1.33242932
65	0.00398174	10.45820478	0.00258107	6.77928375	0.00100418	2.63752208	0.00727069	19.09676534	0.00337930	8.87585889	0.00149245	3.91997267	0.00051246	1.34600329
66	0.00404144	10.61499691	0.00257814	6.77157723	0.00100304	2.63452381	0.00734402	19.28934949	0.00345161	9.06578103	0.00145522	3.82219702	0.00051763	1.35957725
67	0.00410221	10.77462084	0.00257510	6.76360405	0.00100186	2.63142179	0.00741734	19.48193363	0.00354913	9.32192879	0.00141695	3.72167962	0.00052280	1.37315122
68	0.00416411	10.93720952	0.00257200	6.75546685	0.00100065	2.62825597	0.00749066	19.67451778	0.00367259	9.64620670	0.00137764	3.61842049	0.00052797	1.38672519
69	0.00422720	11.10290591	0.00256888	6.74726827	0.00099944	2.62506626	0.00756398	19.86710192	0.00382272	10.04051926	0.00133728	3.51241962	0.00053313	1.40029916
70	0.00429153	11.27186354	0.00256578	6.73911094	0.00099823	2.62189260	0.00763731	20.05968607	0.00400023	10.50677099	0.00129588	3.40367701	0.00053830	1.41387313
71	0.00435716	11.44424710	0.00256272	6.73109750	0.00099704	2.61877492	0.00771063	20.25227021	0.00420586	11.04686641	0.00125343	3.29219266	0.00054347	1.42744710
72	0.00442416	11.62023294	0.00255977	6.72333057	0.00099589	2.61575315	0.00778395	20.44485436	0.00444033	11.66271001	0.00120994	3.17796657	0.00054864	1.44102107
73	0.00449261	11.80000967	0.00255694	6.71591278	0.00099479	2.61286721	0.00785727	20.63743850	0.00470437	12.35620633	0.00116541	3.06099874	0.00055381	1.45459503
74	0.00456257	11.98377866	0.00255429	6.70894679	0.00099376	2.61015705	0.00793060	20.83002265	0.00499869	13.12925987	0.00111983	2.94128917	0.00055897	1.46816900
75	0.00463414	12.17175466	0.00255185	6.70253520	0.00099281	2.60766258	0.00800392	21.02260679	0.00532403	13.98377515	0.00107321	2.81883786	0.00056414	1.48174297
76	0.00470740	12.36416629	0.00254966	6.69678067	0.00099196	2.60542375	0.00807724	21.21519094	0.00568111	14.92165668	0.00102555	2.69364481	0.00056931	1.49531694
77	0.00478244	12.56125661	0.00254776	6.69178582	0.00099122	2.60348047	0.00815056	21.40777508	0.00607065	15.94480897	0.00097684	2.56571002	0.00057448	1.50889091
78	0.00485935	12.76328372	0.00254618	6.68765329	0.00099061	2.60187268	0.00822389	21.60035923	0.00649339	17.05513654	0.00092709	2.43503349	0.00057965	1.52246488

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧道 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧道 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧道 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧道 負 2 度坡	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
79	0.00493826	12.97052122	0.00254498	6.68448570	0.00099014	2.60064031	0.00829721	21.79294337	0.00695004	18.25454390	0.00087629	2.30161522	0.00058481	1.53603885
80	0.00501925	13.18325885	0.00254418	6.68238570	0.00098983	2.59982329	0.00837053	21.98552752	0.00744133	19.54493557	0.00082445	2.16545521	0.00058998	1.54961281
81	0.00510246	13.40180301	0.00254382	6.68145591	0.00098969	2.59946155								
82	0.00518800	13.62647727	0.00254396	6.68179897	0.00098974	2.59959502								
83	0.00527600	13.85762302	0.00254461	6.68351751	0.00099000	2.60026363								
84	0.00536661	14.09559991	0.00254583	6.68671417	0.00099047	2.60150731								
85	0.00545996	14.34078648	0.00254765	6.69149158	0.00099118	2.60336599								
86	0.00555620	14.59358070	0.00255011	6.69795237	0.00099213	2.60587960								
87	0.00565550	14.85440050	0.00255325	6.70619918	0.00099336	2.60908807								
88	0.00575803	15.12368433	0.00255710	6.71633463	0.00099486	2.61303133								
89	0.00586395	15.40189172	0.00256172	6.72846137	0.00099665	2.61774932								
90	0.00597345	15.68950383	0.00256714	6.74268202	0.00099876	2.62328195								

附表 3.1-9　城際客運國 5 動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 3.27km/l

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

速度（km/hr）	道路類型													
	國道 5 號速限 100~110 路段 C1		國道 5 號速限 90 路段 C4		國道 5 號長隧道 C7		快速道路長隧道 C13		省道低干擾 1 車道以上 C23		省道高干擾 2 車道以上 C27		市區道路高干擾 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.90523909	2377.646020	0.85588070	2248.004288	0.80444522	2112.906984	1.06435063	2795.558745	0.99957821	2625.431442	1.05450226	2769.691604	0.84854371	2228.733388
6	0.78022638	2049.295237	0.75975368	1995.522876	0.71614475	1880.982322	0.90960811	2389.121428	0.87514896	2298.613125	0.91430296	2401.452649	0.74678619	1961.463259
7	0.69401162	1822.848788	0.68987497	1811.983704	0.65178765	1711.945869	0.79907773	2098.809059	0.78521225	2062.390817	0.81329194	2136.143226	0.67327424	1768.381252
8	0.63180601	1659.463303	0.63642306	1671.590172	0.60241312	1582.261736	0.71617995	1881.074782	0.71683337	1882.791013	0.73677358	1935.164761	0.61741579	1621.666820
9	0.58539955	1537.574915	0.59394156	1560.010833	0.56304295	1478.854430	0.65170390	1711.725900	0.66282639	1740.939545	0.67658367	1777.073601	0.57332632	1505.864105
10	0.54987166	1444.259513	0.55915662	1468.646819	0.53069020	1393.878654	0.60012306	1576.246794	0.61887973	1625.511913	0.62782368	1649.003555	0.53747515	1411.699592
11	0.52209597	1371.305580	0.52998489	1392.026125	0.50345409	1322.341948	0.55792055	1465.400253	0.58224966	1529.301616	0.58737635	1542.767046	0.50761546	1333.271954
12	0.49999275	1313.250608	0.50503747	1326.500745	0.48006744	1260.916003	0.52275180	1373.028136	0.55110705	1447.504320	0.55316351	1452.905690	0.48224939	1266.646971
13	0.48212635	1266.323793	0.48335281	1269.545138	0.45965298	1207.296606	0.49299362	1294.867114	0.52418555	1376.793948	0.52374644	1375.640605	0.46033995	1209.100954
14	0.46747515	1227.841848	0.46424409	1219.355347	0.44158406	1159.837892	0.46748661	1227.871951	0.50058065	1314.794731	0.49809748	1308.272591	0.44114642	1158.688410
15	0.45529359	1195.846505	0.44720765	1174.608468	0.42540117	1117.332892	0.44538054	1169.809478	0.47962901	1259.764437	0.47546299	1248.822233	0.42412564	1113.982644
16	0.44502587	1168.877939	0.43186574	1134.312324	0.41075966	1078.876379	0.42603772	1119.004813	0.46083316	1210.396394	0.45527778	1195.804971	0.40887020	1073.913637
17	0.43625016	1145.828173	0.41792948	1097.708191	0.39739597	1043.776121	0.40897053	1074.177168	0.44381266	1165.691381	0.43710961	1148.085552	0.39506858	1037.663135
18	0.42864135	1125.843340	0.40517420	1064.205953	0.38510512	1011.493716	0.39379970	1034.330372	0.42827162	1124.872225	0.42062230	1104.781003	0.38247847	1004.594722
19	0.42194564	1108.256812	0.39342253	1033.339724	0.37372527	981.604108	0.38022579	998.677976	0.41397644	1087.325372	0.40555047	1065.194239	0.37090858	974.205963
20	0.41596271	1092.542389	0.38253256	1004.736800	0.36312697	953.767255	0.36800928	966.590819	0.40074024	1052.559975	0.39168178	1028.767592	0.36020589	946.094909
21	0.41053293	1078.280867	0.37238943	978.095465	0.35320541	927.707881	0.35695624	937.559582	0.38841174	1020.178683	0.37884437	995.049618	0.35024649	919.936174
22	0.40552819	1065.135718	0.36289915	953.168862	0.34387484	903.200765	0.34690802	911.167549	0.37686716	989.856391	0.36689760	963.670950	0.34092905	895.463532
23	0.40084499	1052.835117	0.35398407	929.753066	0.33506442	880.059850	0.33773356	887.070475	0.36600425	961.324534	0.35572530	934.326463	0.33216981	872.457059
24	0.39639935	1041.158466	0.34557950	907.678137	0.32671512	858.130093	0.32932364	864.981490	0.35573780	934.359308	0.34523066	906.761885	0.32389901	850.733484
25	0.39212288	1029.926142	0.33763109	886.801329	0.31877736	837.281254	0.32158652	844.659624	0.34599624	908.772717	0.33533236	880.763625	0.31605804	830.138858
26	0.38795979	1018.991622	0.33009286	867.001855	0.31120918	817.403132	0.31444456	825.900979	0.33671900	884.405687	0.32596160	856.150955	0.30859729	810.542918
27	0.38386456	1008.235355	0.32292562	848.176821	0.30397484	798.401852	0.30783163	808.531863	0.32785450	861.122713	0.31705976	832.769920	0.30147453	791.834700
28	0.37980012	997.559938	0.31609580	830.238035	0.29704370	780.196949	0.30169105	792.403398	0.31935850	838.807644	0.30857660	810.488560	0.29465354	773.919089

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段C1		國道5號速限90路段C4		國道5號長隧道C7		快速道路長隧道C13		省道低干擾1車道以上C23		省道高干擾2車道以上C27		市區道路高干擾C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
29	0.37573636	986.886305	0.30957446	813.109468	0.29038936	762.719057	0.29597396	777.387241	0.31119289	817.360353	0.30046880	789.193115	0.28810309	756.714093
30	0.37164899	976.150669	0.30333650	796.725228	0.28398892	745.908060	0.29063801	763.372161	0.30332463	796.694062	0.29269884	768.784993	0.28179615	740.148649
31	0.36751860	965.302053	0.29736008	781.027925	0.27782246	729.711596	0.28564632	750.261280	0.29572495	776.733191	0.28523401	749.178325	0.27570913	724.160866
32	0.36332992	954.300296	0.29162608	765.967343	0.27187252	714.083851	0.28096661	737.969829	0.28836866	757.411606	0.27804571	730.297974	0.26982143	708.696588
33	0.35907112	943.114407	0.28611769	751.499354	0.26612378	698.984563	0.27657051	726.423314	0.28123363	738.671190	0.27110880	712.077912	0.26411492	693.708224
34	0.35473340	931.721223	0.28082010	737.585020	0.26056271	684.378207	0.27243301	715.556006	0.27430036	720.460664	0.26440110	694.459877	0.25857362	679.153781
35	0.35031050	920.104284	0.27572017	724.189854	0.25517734	670.233317	0.26853194	705.309687	0.26755153	702.734609	0.25790296	677.392268	0.25318337	664.996065
36	0.34579833	908.252908	0.27080623	711.283200	0.24995702	656.521926	0.26484759	695.632608	0.26097179	685.452652	0.25159693	660.829215	0.24793157	651.202017
37	0.34119475	896.161407	0.26606787	698.837716	0.24489224	643.219086	0.26136240	686.478614	0.25454741	668.578785	0.24546742	644.729809	0.24280701	637.742150
38	0.33649922	883.828430	0.26149578	686.828940	0.23997451	630.302480	0.25806064	677.806410	0.24826615	652.080790	0.23950049	629.057446	0.23779963	624.590080
39	0.33171269	871.256408	0.25708160	675.234916	0.23519621	617.752077	0.25492820	669.578934	0.24211698	635.929755	0.23368365	613.779276	0.23290043	611.722132
40	0.32683733	858.451081	0.25281780	664.035887	0.23055046	605.549848	0.25195238	661.762832	0.23609000	620.099657	0.22800563	598.865735	0.22810129	599.116996
41	0.32187643	845.421093	0.24869760	653.214021	0.22603109	593.679527	0.24912173	654.328003	0.23017627	604.567013	0.22245627	584.290142	0.22339489	586.755442
42	0.31683427	832.177650	0.24471486	642.753185	0.22163247	582.126394	0.24642586	647.247213	0.22436770	589.310576	0.21702640	570.028360	0.21877460	574.620071
43	0.31171596	818.734218	0.24086400	632.638747	0.21734954	570.877098	0.24385539	640.495763	0.21865695	574.311076	0.21170766	556.058493	0.21423441	562.695104
44	0.30652740	805.106267	0.23713995	622.857405	0.21317766	559.919504	0.24140176	634.051196	0.21303736	559.550995	0.20649249	542.360638	0.20976888	550.966194
45	0.30127516	791.311052	0.23353812	613.397039	0.20911264	549.242554	0.23905717	627.893055	0.20750284	545.014372	0.20137398	528.916662	0.20537301	539.420270
46	0.29596641	777.367412	0.23005427	604.246583	0.20515062	538.836153	0.23681453	622.002659	0.20204786	530.686632	0.19634582	515.710007	0.20104226	528.045400
47	0.29060887	763.295610	0.22668456	595.395914	0.20128808	528.691062	0.23466731	616.362919	0.19666732	516.554443	0.19140225	502.725525	0.19677249	516.830665
48	0.28521073	749.117177	0.22342546	586.835751	0.19752182	518.798816	0.23260957	610.958167	0.19135658	502.605584	0.18653798	489.949330	0.19255987	505.766055
49	0.27978062	734.854787	0.22027372	578.557572	0.19384886	509.151639	0.23063581	605.774018	0.18611137	488.828830	0.18174816	477.368670	0.18840091	494.842381
50	0.27432757	720.532142	0.21722635	570.553535	0.19026648	499.742376	0.22874100	600.797234	0.18092775	475.213854	0.17702831	464.971813	0.18429238	484.051185
51	0.26886096	706.173871	0.21428060	562.816415	0.18677217	490.564436	0.22692050	596.015619	0.17580211	461.751140	0.17237433	452.747946	0.18023133	473.384675
52	0.26339048	691.805440	0.21143394	555.339541	0.18336361	481.611731	0.22517002	591.417911	0.17073109	448.431904	0.16778241	440.687090	0.17621501	462.835658
53	0.25792611	677.453074	0.20868401	548.116747	0.18003867	472.878638	0.22348560	586.993703	0.16571160	435.248024	0.16324904	428.780018	0.17224090	452.397483
54	0.25247811	663.143686	0.20602864	541.142323	0.17679535	464.359944	0.22186356	582.733353	0.16074078	422.191982	0.15877097	417.018185	0.16830664	442.063992
55	0.24705696	648.904815	0.20346582	534.410974	0.17363183	456.050821	0.22030050	578.627926	0.15581598	409.256803	0.15434518	405.393670	0.16441006	431.829475
56	0.24167336	634.764571	0.20099368	527.917785	0.17054639	447.946783	0.21879327	574.669121	0.15093474	396.436012	0.14996887	393.899117	0.16054914	421.688629

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段C1		國道5號速限90路段C4		國道5號長隧道C7		快速道路長隧道C13		省道低干擾1車道以上C23		省道高干擾2車道以上C27		市區道路高干擾C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
57	0.23633821	620.751583	0.19861046	521.658182	0.16753744	440.043658	0.21733892	570.849221	0.14609475	383.723591	0.14563943	382.527686	0.15672201	411.636526
58	0.23106258	606.894956	0.19631456	515.627911	0.16460350	432.337564	0.21593473	567.161042	0.14129388	371.113932	0.14135445	371.273007	0.15292692	401.668574
59	0.22585774	593.224227	0.19410447	509.823003	0.16174320	424.824880	0.21457813	563.597887	0.13653015	358.601812	0.13711165	360.129145	0.14916224	391.780495
60	0.22073507	579.769336	0.19197876	504.239756	0.15895526	417.502228	0.21326675	560.153502	0.13180170	346.182352	0.13290894	349.090559	0.14542645	381.968295
61	0.21570612	566.560587	0.18993613	498.874710	0.15623846	410.366452	0.21199837	556.822049	0.12710680	333.850996	0.12874434	338.152071		
62	0.21078254	553.628619	0.18797534	493.724626	0.15359169	403.414597	0.21077090	553.598062	0.12244381	321.603481	0.12461601	327.308837		
63	0.20597612	541.004383	0.18609525	488.786474	0.15101388	396.643898	0.20958241	550.476424	0.11781123	309.435815	0.12052221	316.556323		
64	0.20129876	528.719114	0.18429475	484.057412	0.14850407	390.051762	0.20843105	547.452336	0.11320762	297.344254	0.11646134	305.890274		
65	0.19676245	516.804312	0.18257285	479.534773	0.14606130	383.635755	0.20731512	544.521298	0.10863165	285.325286	0.11243186	295.306701		
66	0.19237927	505.291719	0.18092859	475.216050	0.14368473	377.393592	0.20623300	541.679079	0.10408206	273.375611	0.10843236	284.801855		
67	0.18816140	494.213303	0.17936107	471.098889	0.14137353	371.323123	0.20518319	538.921702	0.09955767	261.492127	0.10446149	274.372211		
68	0.18412108	483.601243	0.17786944	467.181071	0.13912692	365.422324	0.20416425	536.245425	0.09505737	249.671913	0.10051799	264.014451		
69	0.18027064	473.487908	0.17645291	463.460508	0.13694419	359.689292	0.20317485	533.646721	0.09058011	237.912219	0.09660067	253.725448		
70	0.17662247	463.905850	0.17511074	459.935231	0.13482465	354.122227	0.20221371	531.122266	0.08612491	226.210451	0.09270840	243.502258		
71	0.17318903	454.887787	0.17384221	456.603381	0.13276765	348.719436	0.20127966	528.668922						
72	0.16998283	446.466591	0.17264665	453.463203	0.13077258	343.479316	0.20037154	526.283726						
73	0.16701646	438.675282	0.17152343	450.513038	0.12883887	338.400354	0.19948831	523.963878						
74	0.16430252	431.547014	0.17047197	447.751316	0.12696597	333.481118	0.19862895	521.706729						
75	0.16185369	425.115066	0.16949168	445.176552	0.12515337	328.720252	0.19779250	519.509771						
76	0.15968268	419.412835	0.16858204	442.787338	0.12340058	324.116473	0.19697807	517.370627						
77	0.15780226	414.473831	0.16774253	440.582340	0.12170713	319.668563	0.19618479	515.287045						
78	0.15622521	410.331663	0.16697268	438.560292	0.12007259	315.375366	0.19541185	513.256889						
79	0.15496438	407.020040	0.16627202	436.719993	0.11849653	311.235787	0.19465847	511.278129						
80	0.15403263	404.572760	0.16564013	435.060299	0.11697856	307.248784	0.19392394	509.348838						
81	0.15344286	403.023706	0.16507658	433.580127	0.11551831	303.413367								
82	0.15320800	402.406840	0.16458099	432.278443	0.11411540	299.728592								
83	0.15334102	402.756201	0.16415299	431.154265	0.11276952	296.193565								
84	0.15385488	404.105898	0.16379220	430.206658	0.11148032	292.807431								

速度（km/hr）	道路類型													
	國道5號速限100~110路段C1		國道5號速限90路段C4		國道5號長隧道C7		快速道路長隧道C13		省道低干擾1車道以上C23		省道高干擾2車道以上C27		市區道路高干擾C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
85	0.15476262	406.490105	0.16349831	429.434728	0.11024749	289.569377								
86	0.15607726	409.943059	0.16327097	428.837627	0.10907076	286.478626								
87	0.15781186	414.499057	0.16310989	428.414542	0.10794982	283.534439								
88	0.15997950	420.192451	0.16301477	428.164699	0.10688441	280.736108								
89	0.16259328	427.057645	0.16298533	428.087360	0.10587428	278.082960								
90	0.16566632	435.129093	0.16302129	428.181816	0.10491918	275.574350								
91	0.16921174	444.441295	0.16312240	428.447392										
92	0.17324271	455.028797	0.16328842	428.883443										
93	0.17777240	466.926185	0.16351910	429.489349										
94	0.18281397	480.168087	0.16381423	430.264519										
95	0.18838065	494.789165	0.16417359	431.208385										
96	0.19448562	510.824120	0.16459697	432.320403										
97	0.20114212	528.307686	0.16508417	433.600053										
98	0.20836339	547.274627	0.16563500	435.046835										
99	0.21616267	567.759740	0.16624928	436.660269										
100	0.22455322	589.797850	0.16692684	438.439894										
101	0.23354831	613.423809												
102	0.24316122	638.672495												
103	0.25340524	665.578813												
104	0.26429366	694.177689												
105	0.27583980	724.504072												
106	0.28805696	756.592935												
107	0.30095848	790.479268												
108	0.31455767	826.198083												
109	0.32886788	863.784409												
110	0.34390245	903.273294												

附表 3.1-10　城際客運國 5 坡段動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 3.27km/l

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 900 段 平坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.88545343	2325.678213									0.89953607	2362.666822
6	0.77353979	2031.732652									0.79850595	2097.307250
7	0.69741302	1831.782699									0.72506298	1904.406413
8	0.64353016	1690.257239	0.69577063	1827.46889751							0.66888469	1756.851916
9	0.60436440	1587.386833	0.62237722	1634.69822393							0.62423636	1639.581320
10	0.57539705	1511.302952	0.56436386	1482.32386303							0.58767716	1543.557160
11	0.55375024	1454.446750	0.51729692	1358.70068790							0.55701749	1463.028322
12	0.53750328	1411.773484	0.47825508	1256.15576535							0.53079759	1394.160731
13	0.52532460	1379.785696	0.44524531	1169.45430657							0.50800688	1334.300025
14	0.51626137	1355.980773	0.41686917	1094.92325981							0.48792350	1281.550235
15	0.50961336	1338.519506	0.39212269	1029.92564552							0.47001809	1234.520980
16	0.50485404	1326.018966	0.37027133	972.53218408							0.45389364	1192.169476
17	0.50157959	1317.418510	0.35076916	921.30897805							0.43924654	1153.698300
18	0.49947491	1311.890464	0.33320504	875.17611653							0.42584066	1118.487233
19	0.49829030	1308.779043	0.31726579	833.31107250							0.41348958	1086.046631
20	0.49782526	1307.557605	0.30271057	795.08121566							0.40204416	1055.984775
21	0.49791684	1307.798143	0.28935251	759.99573541							0.39138366	1027.984562
22	0.49843119	1309.149111	0.27704547	727.67079822							0.38140931	1001.786544
23	0.49925736	1311.319057	0.26567427	697.80391143							0.37203951	977.176393
24	0.50030257	1314.064360	0.25514745	670.15480830							0.36320626	953.975503
25	0.50148876	1317.179925	0.24539173	644.53102828							0.35485243	932.033845
26	0.50274978	1320.492044	0.23634786	620.77692857							0.34692969	911.224471
27	0.50402934	1323.852856	0.22796736	598.76523723							0.33939688	891.439241
28	0.50527933	1327.136007	0.22021011	578.39051247							0.33221870	872.585463

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 900 段 平坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
29	0.50645853	1330.233224	0.21304233	559.56404810							0.32536472	854.583229
30	0.50753156	1333.051588	0.20643510	542.20988760							0.31880859	837.363288
31	0.50846806	1335.511342	0.20036315	526.26169652							0.31252733	820.865323
32	0.50924200	1337.544128	0.19480398	511.66030548							0.30650086	805.036556
33	0.50983115	1339.091553	0.18973704	498.35178143							0.30071151	789.830607
34	0.51021663	1340.104024	0.18514321	486.28591851							0.29514371	775.206554
35	0.51038254	1340.539787	0.18100436	475.41506457							0.28978365	761.128148
36	0.51031567	1340.364144	0.17730297	465.69321800							0.28461907	747.563172
37	0.51000524	1339.548804	0.17402189	457.07534384							0.27963903	734.482890
38	0.50944273	1338.071344	0.17114416	449.51686871							0.27483373	721.861589
39	0.50862166	1335.914774	0.16865284	442.97332251							0.27019440	709.676197
40	0.50753749	1333.067160	0.16653096	437.40010110							0.26571312	697.905946
41	0.50618749	1329.521329	0.16476142	432.75232953							0.26138276	686.532096
42	0.50457064	1325.274614	0.16332701	428.98480871							0.25719687	675.537691
43	0.50268757	1320.328647	0.16221042	426.05203236							0.25314959	664.907352
44	0.50054046	1314.689194	0.16139422	423.90826267	0.14097673	370.280928	0.09056738	237.878790			0.24923560	654.627099
45	0.49813304	1308.366009	0.16086097	422.50765578	0.14093103	370.160894	0.08901554	233.802819			0.24545005	644.684194
46	0.49547050	1301.372730	0.16059323	421.80442946	0.14085194	369.953165	0.08744701	229.682995			0.24178850	635.067007
47	0.49255946	1293.726785	0.16057368	421.75306656	0.14073773	369.653176	0.08586405	225.525304			0.23824692	625.764897
48	0.48940799	1285.449325	0.16078516	422.30854928	0.14058707	369.257462	0.08426910	221.336107			0.23482158	616.768112
49	0.48602554	1276.565170	0.16121085	423.42661954	0.14039908	368.763697	0.08266471	217.122105			0.23150908	608.067692
50	0.48242293	1267.102769	0.16183427	425.06406208	0.14017333	368.170749	0.08105354	212.890299			0.22830627	599.655399
51	0.47861236	1257.094174	0.16263949	427.17900701	0.13990985	367.478727	0.07943836	208.647967			0.22521028	591.523636
52	0.47460742	1246.575026	0.16361120	429.73124916	0.13960920	366.689045	0.07782204	204.402633			0.22221841	583.665394
53	0.47042302	1235.584545	0.16473486	432.68258225	0.13927242	365.804484	0.07620752	200.162045			0.21932822	576.074192
54	0.46607547	1224.165533	0.16599681	435.99714557	0.13890112	364.829254	0.07459784	195.934156			0.21653742	568.744028
55	0.46158243	1212.364382	0.16738443	439.64178200	0.13849748	363.769066	0.07299609	191.727103			0.21384387	561.669337
56	0.45696293	1200.231089	0.16888626	443.58640563	0.13806426	362.631199	0.07140544	187.549189			0.21124563	554.844954

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 900 段 平坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
57	0.45223739	1187.819274	0.17049217	447.80437794	0.13760486	361.424576	0.06982910	183.408876			0.20874086	548.266072
58	0.44742761	1175.186205	0.17219346	452.27289152	0.13712334	360.159839	0.06827035	179.314760			0.20632786	541.928218
59	0.44255680	1162.392831	0.17398307	456.97336039	0.13662443	358.849423	0.06673251	175.275572			0.20400503	535.827223
60	0.43764958	1149.503806	0.17585567	461.89181614	0.13611357	357.507636	0.06521896	171.300155			0.20177090	529.959195
61	0.43273197	1136.587531	0.17780785	467.01930928	0.13559696	356.150738	0.06373309	167.397463			0.19962408	524.320497
62	0.42783148	1123.716192	0.17983828	472.35231517	0.13508156	354.797021	0.06227836	163.576550			0.19756328	518.907726
63	0.42297703	1110.965798	0.18194784	477.89314401	0.13457514	353.466889	0.06085824	159.846561			0.19558729	513.717697
64	0.41819905	1098.416226	0.18413978	483.65035445	0.13408630	352.182944	0.05947626	156.216723	0.02408276	63.254323	0.19369496	508.747423
65	0.41352942	1086.151268	0.18641989	489.63917055	0.13362453	350.970068	0.05813595	152.696345	0.02354005	61.828873	0.19188523	503.994100
66	0.40900156	1074.258676	0.18879668	495.88190145	0.13320018	349.855505	0.05684088	149.294804	0.02301566	60.451542	0.19015710	499.455095
67	0.40465041	1062.830211	0.19128150	502.40836382	0.13282457	348.868947	0.05559466	146.021547	0.02251105	59.126154	0.18850962	495.127932
68	0.40051245	1051.961694	0.19388871	509.25630653	0.13250996	348.042619	0.05440089	142.886080	0.02202768	57.856560	0.18694191	491.010281
69	0.39662573	1041.753059	0.19663587	516.47183744	0.13226963	347.411368	0.05326323	139.897968	0.02156702	56.646632	0.18545314	487.099946
70	0.39302987	1032.308403	0.19954388	524.10985208	0.13211786	347.012742	0.05218533	137.066828	0.02113057	55.500264	0.18404250	483.394857
71	0.38976613	1023.736041	0.20263716	532.23446403	0.13207002	346.887084	0.05117088	134.402327	0.02071980	54.421371	0.18270926	479.893062
72	0.38687735	1016.148563	0.20594378	540.91943681	0.13214256	347.077615	0.05022357	131.914179	0.02033622	53.413885	0.18145273	476.592714
73	0.38440806	1009.662884	0.20949567	550.24861716	0.13235306	347.630523	0.04934712	129.612139	0.01998133	52.481757	0.18027222	473.492072
74	0.38240445	1004.400310	0.21332876	560.31636961	0.13272029	348.595050	0.04854525	127.506002	0.01965665	51.628953	0.17916712	470.589485
75	0.38091438	1000.486585	0.21748314	571.22801213	0.13326417	350.023579	0.04782171	125.605602	0.01936368	50.859454	0.17813683	467.883391
76	0.37998745	998.051955	0.22200325	583.10025289	0.13400589	351.971725	0.04718026	123.920806	0.01910394	50.177257	0.17718079	465.372312
77	0.37967497	997.231226	0.22693802	596.06162785	0.13496787	354.498423	0.04662467	122.461515	0.01887898	49.586370	0.17629847	463.054845
78	0.38003004	998.163820	0.23234107	610.25293931	0.13617387	357.666014	0.04615871	121.237659	0.01869030	49.090814	0.17548935	460.929660
79	0.38110751	1000.993839	0.23827083	625.82769517	0.13764894	361.540337	0.04578618	120.259199	0.01853946	48.694621	0.17475295	458.995493
80	0.38296405	1005.870122	0.24479076	642.95254894	0.13941951	366.190816	0.04551088	119.536119	0.01842799	48.401836	0.17408883	457.251145
81	0.38565816	1012.946303	0.25196948	661.80774038	0.14151342	371.690550	0.04533663	119.078431	0.01835743	48.216512	0.17349654	455.695475
82	0.38925018	1022.380879	0.25988095	682.58753673	0.14395993	378.116405	0.04526723	118.896170	0.01832933	48.142712	0.17297567	454.327397
83	0.39380232	1034.337263	0.26860465	705.50067451	0.14678977	385.549098	0.04530653	118.999394	0.01834525	48.184509	0.17252583	453.145879
84	0.39937870	1048.983851	0.27822573	730.77080175	0.15003518	394.073293	0.04545836	119.398179	0.01840672	48.345982	0.17214665	452.149937

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型											
	C1G+2% 國道速限 100~110 段 正 2 度坡		C1G+1% 國道速限 100~110 段 正 1 度坡		C1G 0% 國道速限 100~110 段 平坡		C1G-1% 國道速限 100~110 段 負 1 度坡		C1G-2% 國道速限 100~110 段 負 2 度坡		C4G 0% 國道速限 900 段 平坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
85	0.40604536	1066.494082	0.28883517	758.63692080	0.15372992	403.777685	0.04572657	120.102622	0.01851532	48.631221	0.17183776	451.338634
86	0.41387026	1087.046499	0.30052999	789.35383142	0.15790934	414.755094	0.04611499	121.122841	0.01867260	49.044322	0.17159883	450.711077
87	0.42292336	1110.824813	0.31341339	823.19257439	0.16261038	427.102555	0.04662750	122.468968	0.01888012	49.589388	0.17142954	450.266412
88	0.43327658	1138.017962	0.32759490	860.44087531	0.16787162	440.921405	0.04726796	124.151153	0.01913945	50.270528	0.17132956	450.003826
89	0.44500388	1168.820180	0.34319060	901.40358895	0.17373331	456.317375	0.04804023	126.179561	0.01945216	51.091858	0.17129861	449.922541
90	0.45818125	1203.431051	0.36032324	946.40314366	0.18023743	473.400682	0.04894820	128.564372	0.01981981	52.057502	0.17133641	450.021815
91	0.47288673	1242.055581	0.37912244	995.77998626	0.18742766	492.286116	0.04999574	131.315780	0.02024397	53.171585	0.17144268	450.300938
92	0.48920047	1284.904254	0.39972485	1049.89302708	0.19534950	513.093134	0.05118674	134.443991	0.02072622	54.438241	0.17161717	450.759230
93	0.50720471	1332.193101	0.42227432	1109.12008522	0.20405023	535.945945	0.05252509	137.959224	0.02126814	55.861608	0.17185962	451.396041
94	0.52698384	1384.143759	0.44692205	1173.85833416	0.21357899	560.973609	0.05401469	141.871711	0.02187130	57.445828	0.17216980	452.210749
95	0.54862440	1440.983536	0.47382682	1244.52474740	0.22398680	588.310119	0.05565943	146.191692	0.02253728	59.195048	0.17254749	453.202758
96	0.57221511	1502.945475	0.50315506	1321.55654443	0.23532658	618.094496	0.05746323	150.929422	0.02326766	61.113421	0.17299246	454.371497
97	0.59784692	1570.268421	0.53508114	1405.41163682	0.24765321	650.470880	0.05942997	156.095162	0.02406402	63.205101	0.17350451	455.716417
98	0.62561298	1643.197077	0.56978743	1496.56907443	0.26102355	685.588620	0.06156359	161.699183	0.02492795	65.474247	0.17408344	457.236994
99	0.65560873	1721.982075	0.60746454	1595.52949189	0.27549649	723.602362	0.06386798	167.751768	0.02586103	67.925023	0.17472905	458.932723
100	0.68793185	1806.880039	0.64831147	1702.81555508	0.29113296	764.672145	0.06634708	174.263205	0.02686485	70.561594	0.17544117	460.803121
101	0.72268237	1898.153645	0.69253577	1818.97240785	0.30799596	808.963488	0.06900479	181.243792	0.02794100	73.388131		
102	0.75996263	1996.071692	0.74035372	1944.56811882	0.32615064	856.647482	0.07184505	188.703835	0.02909106	76.408806		
103	0.79987730	2100.909158	0.79199049	2080.19412827	0.34566431	907.900880	0.07487177	196.653645	0.03031662	79.627795		
104	0.84253348	2212.947273	0.84768033	2226.46569517	0.36660643	962.906191	0.07808889	205.103544	0.03161928	83.049276		
105	0.88804062	2332.473578	0.90766674	2384.02234434	0.38904873	1021.851765	0.08150034	214.063856	0.03300062	86.677431		
106	0.93651064	2459.781990	0.97220260	2553.52831362	0.41306517	1084.931892	0.08511006	223.544914	0.03446225	90.516443		
107	0.98805789	2595.172869	1.04155038	2735.67300116	0.43873202	1152.346885	0.08892197	233.557058	0.03600574	94.570500		
108	1.04279920	2738.953079	1.11598232	2931.17141285	0.46612788	1224.303177	0.09294003	244.110632	0.03763271	98.843788		
109	1.10085392	2891.436057	1.19578056	3140.76460976	0.49533369	1301.013407	0.09716816	255.215986	0.03934474	103.340500		
110	1.16234388	3052.941874	1.28123732	3365.22015562	0.52643283	1382.696518	0.10161031	266.883474	0.04114343	108.064829		

附表 3.1-11　城際客運國 5 長隧道坡段動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 3.27km/l

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧 負 2 度坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.81332309	2136.225059									1.30733705	3433.772127		
6	0.71887282	1888.147714									1.10469089	2901.514014		
7	0.64990368	1706.997547									0.95940678	2519.919610		
8	0.59695312	1567.920832									0.84997397	2232.490024		
9	0.55476067	1457.100696									0.76444201	2007.836984		
10	0.52016694	1366.238892									0.69564066	1827.127525		
11	0.49115866	1290.047514									0.63900702	1678.377035		
12	0.46639122	1224.994853									0.59149916	1553.595771		
13	0.44493151	1168.630092									0.55101113	1447.252374		
14	0.42611105	1119.197411									0.51603868	1355.395872		
15	0.40943780	1075.404459									0.48547870	1275.128885		
16	0.39454108	1036.277639									0.45850385	1204.278381		
17	0.38113592	1001.068478									0.43448146	1141.182627		
18	0.36899932	969.191201									0.41291945	1084.549163		
19	0.35795392	940.180021									0.39342934	1033.357630		
20	0.34785668	913.659241									0.37570035	986.791737		
21	0.33859075	889.321898									0.35948089	944.190678		
22	0.33005950	866.914235									0.34456511	905.013794		
23	0.32218220	846.224218									0.33078297	868.814454	0.04623753	121.444686
24	0.31489075	827.072926									0.31799276	835.220465	0.04508617	118.420586
25	0.30812713	809.308013									0.30607545	803.919184	0.04402691	115.638414
26	0.30184154	792.798666									0.29493032	774.646069	0.04304914	113.070256
27	0.29599089	777.431698	0.29750311	781.403613							0.28447157	747.175767	0.04214379	110.692331

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧 負 2 度坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
28	0.29053762	763.108469	0.29071954	763.586299							0.27462567	721.315120	0.04130312	108.484258
29	0.28544878	749.742446	0.28420687	746.480517							0.26532922	696.897612	0.04052042	106.428466
30	0.28069531	737.257251	0.27794270	730.027431							0.25652726	673.778930	0.03978990	104.509726
31	0.27625137	725.585089	0.27190752	714.175796							0.24817195	651.833379	0.03910651	102.714777
32	0.27209396	714.665468	0.26608426	698.880770			0.54574377	1433.417463			0.24022141	630.950980	0.03846583	101.032011
33	0.26820241	704.444154	0.26045792	684.102951			0.53720489	1410.989749			0.23263885	611.035082	0.03786398	99.451232
34	0.26455812	694.872305	0.25501525	669.807569			0.52916829	1389.881313			0.22539180	592.000405	0.03729753	97.963439
35	0.26114430	685.905763	0.24974453	655.963829			0.52159093	1369.979073			0.21845149	573.771417	0.03676346	96.560664
36	0.25794568	677.504457	0.24463535	642.544357			0.51443453	1351.182514			0.21179237	556.280976	0.03625905	95.235820
37	0.25494837	669.631902	0.23967840	629.524740			0.50766497	1333.401984			0.20539164	539.469201	0.03578191	93.982589
38	0.25213968	662.254782	0.23486537	616.883132	0.09137582	240.002180	0.50125170	1316.557272			0.19922889	523.282512	0.03532988	92.795318
39	0.24950801	655.342594	0.23018880	604.599931	0.08955637	235.223325	0.49516731	1300.576391			0.19328583	507.672826	0.03490103	91.668933
40	0.24704270	648.867345	0.22564197	592.657493	0.08778740	230.577046	0.48938714	1285.394554			0.18754597	492.596868	0.03449363	90.598866
41	0.24473394	642.803298	0.22121881	581.039894	0.08606654	226.057148	0.48388893	1270.953295			0.18199445	478.015584	0.03410610	89.580999
42	0.24257271	637.126745	0.21691384	569.732731	0.08439167	221.658026	0.47865255	1257.199715			0.17661782	463.893641	0.03373702	88.611601
43	0.24055068	631.815824	0.21272209	558.722937	0.08276084	217.374598	0.47365971	1244.085836			0.17140387	450.198991	0.03338511	87.687291
44	0.23866018	626.850347	0.20863904	547.998633	0.08117230	213.202242	0.46889382	1231.568042			0.16634151	436.902502	0.03304919	86.804996
45	0.23689410	622.211666	0.20466056	537.548999	0.07962445	209.136747	0.46433975	1219.606595			0.16142063	423.977628	0.03272820	85.961913
46	0.23524588	617.882543	0.20078289	527.364153	0.07811582	205.174270	0.45998368	1208.165211			0.15663201	411.400134	0.03242117	85.155487
47	0.23370945	613.847044	0.19700260	517.435055	0.07664507	201.311294	0.45581298	1197.210694			0.15196721	399.147848	0.03212721	84.383376
48	0.23227920	610.090447	0.19331651	507.753419	0.07521098	197.544593	0.45181605	1186.712616	0.39788753	1045.067225	0.14741848	387.200442	0.03184549	83.643437
49	0.23094996	606.599154	0.18972175	498.311633	0.07381242	193.871208	0.44798227	1176.643030	0.37173882	976.386618	0.14297873	375.539252	0.03157527	82.933699
50	0.22971696	603.360623	0.18621564	489.102696	0.07244834	190.288415	0.44430184	1166.976228	0.34756394	912.890356	0.13864141	364.147104	0.03131587	82.252351
51	0.22857579	600.363302	0.18279573	480.120157	0.07111780	186.793703	0.44076573	1157.688516	0.32529798	854.407913	0.13440049	353.008173	0.03106663	81.597722
52	0.22752242	597.596570	0.17945974	471.358059	0.06981992	183.384754	0.43736564	1148.758024	0.30488098	800.781881	0.13025042	342.107849	0.03082698	80.968271
53	0.22655313	595.050691	0.17620559	462.810895	0.06855387	180.059428	0.43409384	1140.164531	0.28625756	751.866733	0.12618605	331.432627	0.03059637	80.362573
54	0.22566453	592.716763	0.17303132	454.473568	0.06731890	176.815739	0.43094323	1131.889316	0.26937641	707.527721	0.12220263	320.970001	0.03037431	79.779309

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧 負 2 度坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
55	0.22485355	590.586685	0.16993515	446.341349	0.06611432	173.651850	0.42790718	1123.915018	0.25418995	667.639896	0.11829573	310.708374	0.03016032	79.217254
56	0.22411738	588.653115	0.16691540	438.409848	0.06493946	170.566050	0.42497956	1116.225517	0.24065402	632.087234	0.11446125	300.636980	0.02995397	78.675272
57	0.22345352	586.909442	0.16397051	430.674984	0.06379374	167.556754	0.42215467	1108.805822	0.22872753	600.761855	0.11069540	290.745805	0.02975486	78.152308
58	0.22285970	585.349757	0.16109904	423.132955	0.06267657	164.622481	0.41942718	1101.641979	0.21837226	573.563316	0.10699460	281.025529	0.02956262	77.647376
59	0.22233394	583.968824	0.15829964	415.780218	0.06158745	161.761853	0.41679216	1094.720978	0.20955254	550.397987	0.10335557	271.467460	0.02937689	77.159561
60	0.22187449	582.762063	0.15557105	408.613468	0.06052587	158.973585	0.41424497	1088.030677	0.20223512	531.178477	0.09977520	262.063490	0.02919736	76.688007
61	0.22147985	581.725522	0.15291209	401.629615	0.05949139	156.256474	0.41178129	1081.559730	0.19638889	515.823127	0.09625062	252.806039	0.02902371	76.231913
62	0.22114874	580.855864	0.15032167	394.825767	0.05848357	153.609395	0.40939708	1075.297524	0.19198477	504.255547	0.09277913	243.688017	0.02885566	75.790532
63	0.22088013	580.150347	0.14779875	388.199219	0.05750201	151.031296	0.40708857	1069.234117	0.18899553	496.404196	0.08935819	234.702786	0.02869295	75.363163
64	0.22067319	579.606807	0.14534236	381.747431	0.05654634	148.521188	0.40485219	1063.360192	0.18739564	492.202005	0.08598543	225.844120	0.02853532	74.949149
65	0.22052731	579.223650	0.14295161	375.468023	0.05561620	146.078146	0.40268463	1057.667004	0.18716112	491.586031	0.08265865	217.106179	0.02838255	74.547874
66	0.22044210	578.999831	0.14062564	369.358758	0.05471127	143.701298	0.40058275	1052.146336	0.18826947	494.497147	0.07937573	208.483474	0.02823440	74.158759
67	0.22041736	578.934851	0.13836364	363.417531	0.05383123	141.389828	0.39854362	1046.790464	0.19069951	500.879756	0.07613472	199.970846	0.02809067	73.781260
68	0.22045310	579.028739	0.13616486	357.642363	0.05297578	139.142963	0.39656445	1041.592118	0.19443133	510.681531	0.07293378	191.563438	0.02795118	73.414863
69	0.22054955	579.282047	0.13402860	352.031388	0.05214465	136.959979	0.39464266	1036.544448	0.19944616	523.853179	0.06977115	183.256676	0.02781572	73.059087
70	0.22070709	579.695839	0.13195418	346.582848	0.05133759	134.840191	0.39277577	1031.640998	0.20572631	540.348223	0.06664520	175.046246	0.02768414	72.713475
71	0.22092633	580.271684	0.12994098	341.295084	0.05055434	132.782954	0.39096147	1026.875673	0.21325506	560.122804	0.06355438	166.928079	0.02755626	72.377599
72	0.22120806	581.011647	0.12798839	336.166528	0.04979467	130.787657	0.38919757	1022.242718	0.22201667	583.135501	0.06049722	158.898328	0.02743193	72.051053
73	0.22155324	581.918285	0.12609585	331.195699	0.04905837	128.853726	0.38748200	1017.736693	0.23199621	609.347162	0.05747234	150.953362	0.02731101	71.733454
74	0.22196304	582.994638	0.12426283	326.381195	0.04834522	126.980613	0.38581279	1013.352453	0.24317959	638.720751	0.05447843	143.089743	0.02719336	71.424438
75	0.22243879	584.244224	0.12248882	321.721690	0.04765503	125.167804	0.38418810	1009.085126	0.25555346	671.221207	0.05151426	135.304217	0.02707885	71.123663
76	0.22298202	585.671035	0.12077334	317.215927	0.04698761	123.414809	0.38260615	1004.930097	0.26910518	706.815316	0.04857864	127.593701	0.02696735	70.830802
77	0.22359442	587.279530	0.11911595	312.862714	0.04634279	121.721165	0.38106530	1000.882991	0.28382274	745.471588	0.04567047	119.955274	0.02685875	70.545549
78	0.22427787	589.074633	0.11751620	308.660921	0.04572040	120.086431	0.37956396	996.939657	0.29969479	787.160148	0.04278868	112.386161	0.02675293	70.267610
79	0.22503441	591.061726	0.11597370	304.609475	0.04512028	118.510191	0.37810063	993.096154	0.31671052	831.852634	0.03993229	104.883732	0.02664978	69.996707
80	0.22586628	593.246648	0.11448805	300.707356	0.04454228	116.992048	0.37667388	989.348738	0.33485968	879.522101	0.03710033	97.445484	0.02654922	69.732577
81	0.22677585	595.635689	0.11305888	296.953596	0.04398625	115.531625								

速度（km/hr）	國道 5 號坡度類型													
	C7G+1% 國道長隧道 正 1 度坡		C7G 0% 國道長隧道 平坡		C7G-1% 國道長隧道 負 1 度坡		C13G+2% 快速道路長隧 正 2 度坡		C13G+1% 快速道路長隧 正 1 度坡		C13G-1% 快速道路長隧 負 1 度坡		C13G-2% 快速道路長隧 負 2 度坡	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
82	0.22776571	598.235588	0.11168585	293.347272	0.04345207	114.128562								
83	0.22883858	601.053528	0.11036862	289.887507	0.04293959	112.782519								
84	0.22999737	604.097139	0.10910686	286.573465	0.04244870	111.493171								
85	0.23124516	607.374486	0.10790029	283.404349	0.04197927	110.260207								
86	0.23258517	610.894076	0.10674860	280.379402	0.04153120	109.083332								
87	0.23402081	614.664848	0.10565153	277.497897	0.04110438	107.962265								
88	0.23555565	618.696177	0.10460881	274.759144	0.04069870	106.896736								
89	0.23719343	622.997867	0.10362018	272.162482	0.04031407	105.886489								
90	0.23893804	627.580153	0.10268542	269.707281	0.03995039	104.931278								

附表 3.1-12　城際客運國 1 動態能耗綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F.Cn}$（%）

速度（km/hr）	國道 1 號 C1G+1%	國道 1 號 C1G 0%	國道 1 號 C1G-1%	省道高干擾 C27	市區道路 C53
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
0		17%		17%	17%
1		25%		17%	19%
2		26%		19%	20%
3		28%		21%	22%
4		29%		23%	24%
5		31%		25%	26%
6		32%		26%	27%
7		34%		28%	29%
8		36%		30%	31%
9		37%		32%	33%
10		39%		34%	34%
11		40%		36%	36%
12		42%		38%	38%
13	42%	43%		39%	39%
14	44%	45%		41%	41%
15	45%	46%		43%	43%
16	46%	48%		45%	44%
17	47%	50%		46%	46%
18	48%	51%		48%	48%
19	50%	53%		49%	49%
20	51%	54%		51%	51%
21	53%	56%		53%	52%
22	54%	57%		54%	53%
23	56%	59%		56%	55%
24	58%	61%		57%	56%
25	59%	62%		58%	58%
26	61%	64%		60%	59%
27	63%	65%		61%	60%

速度（km/hr）	國道 1 號 C1G+1%	國道 1 號 C1G 0%	國道 1 號 C1G-1%	省道高干擾 C27	市區道路 C53
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
28	65%	67%		62%	61%
29	66%	68%		63%	63%
30	68%	70%		65%	64%
31	70%	72%		66%	65%
32	72%	73%		67%	66%
33	74%	75%		68%	67%
34	76%	76%		68%	68%
35	79%	78%		69%	69%
36	81%	79%		70%	70%
37	83%	81%		71%	71%
38	85%	83%		71%	71%
39	87%	84%		72%	72%
40	90%	86%		72%	73%
41	92%	87%		73%	73%
42	94%	89%		73%	74%
43	96%	90%		73%	74%
44	99%	92%		74%	75%
45	101%	94%		74%	75%
46	103%	95%		74%	75%
47	106%	97%		74%	76%
48	108%	98%		74%	76%
49	111%	100%		73%	76%
50	113%	101%		73%	76%
51	115%	103%			
52	118%	105%			
53	120%	106%			
54	123%	108%			
55	125%	109%			
56	127%	111%			
57	130%	112%			
58	132%	114%			

速度（km/hr）	國道 1 號 C1G+1%	國道 1 號 C1G 0%	國道 1 號 C1G-1%	省道高干擾 C27	市區道路 C53
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
59	135%	116%			
60	137%	117%	70%		
61	139%	119%	71%		
62	142%	120%	72%		
63	144%	122%	73%		
64	146%	123%	74%		
65	149%	125%	76%		
66	151%	126%	77%		
67	153%	128%	78%		
68	155%	130%	79%		
69	158%	131%	80%		
70	160%	133%	81%		
71	162%	134%	83%		
72	164%	136%	84%		
73	166%	137%	85%		
74	168%	139%	86%		
75	170%	141%	87%		
76	172%	142%	88%		
77	174%	144%	90%		
78	176%	145%	91%		
79	178%	147%	92%		
80	180%	148%	93%		
81	182%	150%	94%		
82	184%	152%	95%		
83	185%	153%	97%		
84	187%	155%	98%		
85	189%	156%	99%		
86	190%	158%	100%		
87	192%	159%	101%		
88	193%	161%	102%		
89	195%	163%	104%		

速度（km/hr）	國道 1 號 C1G+1%	國道 1 號 C1G 0%	國道 1 號 C1G-1%	省道高干擾 C27	市區道路 C53
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
90	196%	164%	105%		
91	197%	166%	106%		
92	198%	167%	107%		
93	199%	169%	108%		
94	201%	170%	109%		
95	202%	172%	111%		
96	203%	174%	112%		
97	203%	175%	113%		
98	204%	177%	114%		
99	205%	178%	115%		
100	206%	180%	116%		

附表 3.1-13　城際客運國 1 動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 4.163g/s

單位：FUEL（l/s），CO_2（g/s）

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0			0.00072096	1.87882248			0.00072096	1.87882248	0.00072096	1.87882248
1			0.00103705	2.70255044			0.00071229	1.85623848	0.00078872	2.05540492
2			0.00110337	2.87536996			0.00079384	2.06875018	0.00086385	2.25119286
3			0.00116968	3.04818949			0.00087523	2.28085446	0.00093886	2.44666513
4			0.00123600	3.22100901			0.00095639	2.49234761	0.00101369	2.64166389
5			0.00130231	3.39382854			0.00103723	2.70302593	0.00108827	2.83603130
6			0.00136863	3.56664806			0.00111768	2.91268570	0.00116255	3.02960951
7			0.00143495	3.73946759			0.00119767	3.12112323	0.00123647	3.22224071
8			0.00150126	3.91228711			0.00127710	3.32813480	0.00130996	3.41376704
9			0.00156758	4.08510664			0.00135592	3.53351670	0.00138297	3.60403067
10			0.00163389	4.25792616			0.00143402	3.73706522	0.00145544	3.79287376
11			0.00170021	4.43074569			0.00151135	3.93857666	0.00152730	3.98013848
12			0.00176653	4.60356521			0.00158782	4.13784731	0.00159849	4.16566698
13	0.00179655	4.68180947	0.00183284	4.77638474			0.00166334	4.33467346	0.00166896	4.34930143
14	0.00184135	4.79855548	0.00189916	4.94920426			0.00173786	4.52885140	0.00173864	4.53088399
15	0.00188895	4.92261317	0.00196547	5.12202379			0.00181127	4.72017742	0.00180747	4.71025683
16	0.00193929	5.05379818	0.00203179	5.29484331			0.00188352	4.90844782	0.00187539	4.88726210
17	0.00199230	5.19192611	0.00209811	5.46766283			0.00195451	5.09345888	0.00194234	5.06174198
18	0.00204789	5.33681260	0.00216442	5.64048236			0.00202418	5.27500690	0.00200827	5.23353861
19	0.00210601	5.48827327	0.00223074	5.81330188			0.00209244	5.45288817	0.00207310	5.40249417
20	0.00216659	5.64612374	0.00229705	5.98612141			0.00215921	5.62689898	0.00213678	5.56845081
21	0.00222954	5.81017963	0.00236337	6.15894093			0.00222442	5.79683563	0.00219925	5.73125070
22	0.00229480	5.98025656	0.00242969	6.33176046			0.00228799	5.96249439	0.00226045	5.89073601
23	0.00236231	6.15617017	0.00249600	6.50457998			0.00234984	6.12367157	0.00232032	6.04674888
24	0.00243198	6.33773606	0.00256232	6.67739951			0.00240989	6.28016346	0.00237879	6.19913149
25	0.00250375	6.52476987	0.00262863	6.85021903			0.00246806	6.43176635	0.00243581	6.34772600

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
26	0.00257755	6.71708722	0.00269495	7.02303856			0.00252428	6.57827653	0.00249132	6.49237458
27	0.00265330	6.91450372	0.00276127	7.19585808			0.00257847	6.71949029	0.00254525	6.63291937
28	0.00273094	7.11683501	0.00282758	7.36867761			0.00263055	6.85520392	0.00259755	6.76920255
29	0.00281040	7.32389670	0.00289390	7.54149713			0.00268044	6.98521372	0.00264815	6.90106628
30	0.00289160	7.53550442	0.00296021	7.71431666			0.00272806	7.10931598	0.00269699	7.02835272
31	0.00297447	7.75147379	0.00302653	7.88713618			0.00277333	7.22730698	0.00274402	7.15090403
32	0.00305895	7.97162044	0.00309285	8.05995571			0.00281619	7.33898303	0.00278916	7.26856237
33	0.00314496	8.19575998	0.00315916	8.23277523			0.00285654	7.44414040	0.00283238	7.38116992
34	0.00323243	8.42370803	0.00322548	8.40559476			0.00289431	7.54257541	0.00287359	7.48856882
35	0.00332129	8.65528023	0.00329179	8.57841428			0.00292943	7.63408432	0.00291274	7.59060125
36	0.00341147	8.89029220	0.00335811	8.75123381			0.00296180	7.71846344	0.00294977	7.68710936
37	0.00350290	9.12855955	0.00342443	8.92405333			0.00299137	7.79550906	0.00298463	7.77793532
38	0.00359551	9.36989791	0.00349074	9.09687286			0.00301804	7.86501747	0.00301724	7.86292129
39	0.00368923	9.61412290	0.00355706	9.26969238			0.00304174	7.92678496	0.00304755	7.94190943
40	0.00378398	9.86105015	0.00362337	9.44251190			0.00306240	7.98060783	0.00307550	8.01474190
41	0.00387970	10.11049528	0.00368969	9.61533143			0.00307992	8.02628236	0.00310102	8.08126087
42	0.00397631	10.36227390	0.00375601	9.78815095			0.00309425	8.06360484	0.00312406	8.14130851
43	0.00407375	10.61620165	0.00382232	9.96097048			0.00310528	8.09237158	0.00314456	8.19472696
44	0.00417195	10.87209415	0.00388864	10.13379000			0.00311296	8.11237885	0.00316246	8.24135840
45	0.00427082	11.12976702	0.00395495	10.30660953			0.00311720	8.12342295	0.00317768	8.28104498
46	0.00437031	11.38903587	0.00402127	10.47942905			0.00311792	8.12530018	0.00319019	8.31362888
47	0.00447034	11.64971635	0.00408759	10.65224858			0.00311504	8.11780682	0.00319990	8.33895224
48	0.00457085	11.91162405	0.00415390	10.82506810			0.00310850	8.10073917	0.00320678	8.35685724
49	0.00467175	12.17457462	0.00422022	10.99788763			0.00309819	8.07389351	0.00321074	8.36718604
50	0.00477298	12.43838367	0.00428653	11.17070715			0.00308406	8.03706615	0.00321173	8.36978080
51	0.00487447	12.70286683	0.00435285	11.34352668						
52	0.00497615	12.96783972	0.00441917	11.51634620						
53	0.00507794	13.23311795	0.00448548	11.68916573						
54	0.00517978	13.49851716	0.00455180	11.86198525						
55	0.00528160	13.76385297	0.00461811	12.03480478						

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
56	0.00538332	14.02894099	0.00468443	12.20762430						
57	0.00548488	14.29359686	0.00475075	12.38044383						
58	0.00558620	14.55763619	0.00481706	12.55326335						
59	0.00568721	14.82087461	0.00488338	12.72608288						
60	0.00578785	15.08312774	0.00494969	12.89890240	0.00295131	7.69111344				
61	0.00588803	15.34421121	0.00501601	13.07172193	0.00300050	7.81929867				
62	0.00598770	15.60394062	0.00508233	13.24454145	0.00304969	7.94748389				
63	0.00608677	15.86213162	0.00514864	13.41736097	0.00309888	8.07566912				
64	0.00618519	16.11859982	0.00521496	13.59018050	0.00314806	8.20385434				
65	0.00628287	16.37316084	0.00528127	13.76300002	0.00319725	8.33203957				
66	0.00637975	16.62563031	0.00534759	13.93581955	0.00324644	8.46022479				
67	0.00647576	16.87582385	0.00541391	14.10863907	0.00329563	8.58841001				
68	0.00657082	17.12355708	0.00548022	14.28145860	0.00334482	8.71659524				
69	0.00666487	17.36864563	0.00554654	14.45427812	0.00339401	8.84478046				
70	0.00675783	17.61090511	0.00561285	14.62709765	0.00344319	8.97296569				
71	0.00684964	17.85015115	0.00567917	14.79991717	0.00349238	9.10115091				
72	0.00694021	18.08619938	0.00574549	14.97273670	0.00354157	9.22933613				
73	0.00702950	18.31886541	0.00581180	15.14555622	0.00359076	9.35752136				
74	0.00711741	18.54796487	0.00587812	15.31837575	0.00363995	9.48570658				
75	0.00720388	18.77331339	0.00594443	15.49119527	0.00368914	9.61389181				
76	0.00728884	18.99472657	0.00601075	15.66401480	0.00373833	9.74207703				
77	0.00737223	19.21202006	0.00607707	15.83683432	0.00378751	9.87026225				
78	0.00745396	19.42500946	0.00614338	16.00965385	0.00383670	9.99844748				
79	0.00753396	19.63351041	0.00620970	16.18247337	0.00388589	10.12663270				
80	0.00761218	19.83733852	0.00627601	16.35529290	0.00393508	10.25481793				
81	0.00768853	20.03630942	0.00634233	16.52811242	0.00398427	10.38300315				
82	0.00776295	20.23023873	0.00640865	16.70093195	0.00403346	10.51118837				
83	0.00783536	20.41894208	0.00647496	16.87375147	0.00408265	10.63937360				
84	0.00790569	20.60223508	0.00654128	17.04657099	0.00413183	10.76755882				
85	0.00797388	20.77993336	0.00660759	17.21939052	0.00418102	10.89574405				

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
86	0.00803985	20.95185254	0.00667391	17.39221004	0.00423021	11.02392927				
87	0.00810353	21.11780824	0.00674023	17.56502957	0.00427940	11.15211449				
88	0.00816486	21.27761610	0.00680654	17.73784909	0.00432859	11.28029972				
89	0.00822375	21.43109172	0.00687286	17.91066862	0.00437778	11.40848494				
90	0.00828014	21.57805073	0.00693917	18.08348814	0.00442696	11.53667017				
91	0.00833396	21.71830877	0.00700549	18.25630767	0.00447615	11.66485539				
92	0.00838514	21.85168144	0.00707181	18.42912719	0.00452534	11.79304062				
93	0.00843361	21.97798437	0.00713812	18.60194672	0.00457453	11.92122584				
94	0.00847929	22.09703318	0.00720444	18.77476624	0.00462372	12.04941106				
95	0.00852212	22.20864350	0.00727075	18.94758577	0.00467291	12.17759629				
96	0.00856202	22.31263095	0.00733707	19.12040529	0.00472210	12.30578151				
97	0.00859893	22.40881115	0.00740339	19.29322482	0.00477128	12.43396674				
98	0.00863277	22.49699973	0.00746970	19.46604434	0.00482047	12.56215196				
99	0.00866347	22.57701230	0.00753602	19.63886387	0.00486966	12.69033718				
100	0.00869097	22.64866450	0.00760233	19.81168339	0.00491885	12.81852241				

附表 3.1-14　城際客運國 1 動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 2.79km/l

單位：FUEL（l/km），CO2（g/km）

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5			0.93766560	2443.556547			0.74680686	1946.178667	0.78355431	2041.942533
6			0.82117760	2139.988837			0.67061068	1747.611422	0.69753097	1817.765709
7			0.73797190	1923.154759			0.61594363	1605.149090	0.63589884	1657.152364
8			0.67556761	1760.529200			0.57469711	1497.660659	0.58948395	1536.195167
9			0.62703095	1634.042655			0.54236634	1413.406679	0.55318967	1441.612267
10			0.58820162	1532.853418			0.51624846	1345.343480	0.52395800	1365.434554
11			0.55643217	1450.062225			0.49462346	1288.988727	0.49984297	1302.590774
12			0.52995762	1381.069563			0.47634466	1241.354194	0.47954723	1249.700093
13	0.49750617	1296.501085	0.50755609	1322.691158			0.46061823	1200.371113	0.46217265	1204.421934
14	0.47348974	1233.914266	0.48835477	1272.652524			0.44687713	1164.561789	0.44707769	1165.084455
15	0.45334887	1181.427162	0.47171363	1229.285708			0.43470552	1132.842582	0.43379188	1130.461639
16	0.43634098	1137.104590	0.45715263	1191.339745			0.42379154	1104.400760	0.42196238	1099.633973
17	0.42189820	1099.466706	0.44430469	1157.858012			0.41389671	1078.614822	0.41131938	1071.898301
18	0.40957886	1067.362520	0.43288429	1128.096472			0.40483553	1055.001381	0.40165300	1046.707722
19	0.39903429	1039.883356	0.42266605	1101.467725			0.39646155	1033.178812	0.39279757	1023.630474
20	0.38998552	1016.302272	0.41346963	1077.501854			0.38865764	1012.841817	0.38462055	1002.321146
21	0.38220675	996.030793	0.40514906	1055.818446			0.38132895	993.743250	0.37701463	982.500120
22	0.37551321	978.587437	0.39758490	1036.106257			0.37439789	975.680900	0.36989203	963.938619
23	0.36975229	963.574461	0.39067850	1018.108171			0.36780035	958.487724	0.36318022	946.447651
24	0.36479678	950.660409	0.38434763	1001.609926			0.36148293	942.024519	0.35681877	929.869724
25	0.36053985	939.566861	0.37852323	986.431541			0.35540075	926.174354	0.35075692	914.072545
26	0.35689111	930.058230	0.37314686	972.420723			0.34951584	910.838289	0.34495172	898.944172
27	0.35377353	921.933830	0.36816874	959.447744			0.34379587	895.932038	0.33936656	884.389249
28	0.35112112	915.021644	0.36354620	947.401407			0.33821311	881.383361	0.33397009	870.326042
29	0.34887697	909.173384	0.35924246	936.185851			0.33274366	867.129979	0.32873526	856.684090
30	0.34699176	904.260531	0.35522563	925.717999			0.32736681	853.117917	0.32363865	843.402326

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
31	0.34542254	900.171150	0.35146796	915.925492			0.32206453	839.300166	0.31865985	830.427564
32	0.34413173	896.807299	0.34794513	906.745017			0.31682102	825.635591	0.31378099	817.713267
33	0.34308630	894.082906	0.34463582	898.120934			0.31162243	812.088044	0.30898639	805.218536
34	0.34225711	891.922027	0.34152116	890.004151			0.30645650	798.625631	0.30426220	792.907287
35	0.34161834	890.257396	0.33858449	882.351183			0.30131240	785.220102	0.29959615	780.747557
36	0.34114705	889.029220	0.33581097	875.123381			0.29618049	771.846344	0.29497734	768.710936
37	0.34082278	888.184172	0.33318736	868.286270			0.29105217	758.481963	0.29039604	756.772085
38	0.34062722	887.674539	0.33070184	861.809007			0.28591977	745.106918	0.28584357	744.908332
39	0.34054394	887.457499	0.32834379	855.663912			0.28077637	731.703227	0.28131210	733.099332
40	0.34055814	887.494514	0.32610363	849.826071			0.27561577	718.254705	0.27679462	721.326771
41	0.34065649	887.750805	0.32397276	844.273004			0.27043237	704.746744	0.27228478	709.574126
42	0.34082690	888.194906	0.32194335	838.984368			0.26522108	691.166129	0.26777684	697.826443
43	0.34105843	888.798278	0.32000833	833.941715			0.25997731	677.500876	0.26326560	686.070164
44	0.34134113	889.534976	0.31816127	829.128273			0.25469689	663.740088	0.25874634	674.292960
45	0.34166591	890.381361	0.31639630	824.528762			0.24937599	649.873836	0.25421473	662.483599
46	0.34202450	891.315851	0.31470807	820.129230			0.24401115	635.893058	0.24966686	650.631825
47	0.34240932	892.318699	0.31309168	815.916912			0.23859918	621.789459	0.24509910	638.728257
48	0.34281343	893.371804	0.31154264	811.880108			0.23313716	607.555438	0.24050817	626.764293
49	0.34323045	894.458544	0.31005682	808.008071			0.22762241	593.184013	0.23589103	614.732036
50	0.34365450	895.563625	0.30863044	804.290915			0.22205248	578.668763	0.23124490	602.624217
51	0.34408018	896.672953	0.30725999	800.719530						
52	0.34450250	897.773519	0.30594225	797.285506						
53	0.34491684	898.853295	0.30467424	793.981068						
54	0.34531893	899.901144	0.30345319	790.799017						
55	0.34570481	900.906740	0.30227655	787.732676						
56	0.34607080	901.860492	0.30114192	784.775848						
57	0.34641346	902.753486	0.30004711	781.922768						
58	0.34672963	903.577419	0.29899005	779.168070						
59	0.34701633	904.324553	0.29796882	776.506752						
60	0.34727078	904.987665	0.29698164	773.934144	0.17707859	461.466807				

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
61	0.34749041	905.560006	0.29602682	771.445884	0.17707859	461.466807				
62	0.34767278	906.035262	0.29510280	769.037891	0.17707859	461.466807				
63	0.34781563	906.407521	0.29420811	766.706341	0.17707859	461.466807				
64	0.34791682	906.671240	0.29334139	764.447653	0.17707859	461.466807				
65	0.34797437	906.821216	0.29250133	762.258463	0.17707859	461.466807				
66	0.34798640	906.852562	0.29168673	760.135612	0.17707859	461.466807				
67	0.34795115	906.760684	0.29089644	758.076129	0.17707859	461.466807				
68	0.34786694	906.541257	0.29012940	756.077220	0.17707859	461.466807				
69	0.34773224	906.190207	0.28938459	754.136250	0.17707859	461.466807				
70	0.34754555	905.703691	0.28866107	752.250736	0.17707859	461.466807				
71	0.34730548	905.078087	0.28795792	750.418336	0.17707859	461.466807				
72	0.34701073	904.309969	0.28727430	748.636835	0.17707859	461.466807				
73	0.34666005	903.396103	0.28660942	746.904142	0.17707859	461.466807				
74	0.34625227	902.333426	0.28596250	745.218280	0.17707859	461.466807				
75	0.34578628	901.119043	0.28533284	743.577373	0.17707859	461.466807				
76	0.34526102	899.750206	0.28471974	741.979648	0.17707859	461.466807				
77	0.34467549	898.224314	0.28412257	740.423423	0.17707859	461.466807				
78	0.34402874	896.538898	0.28354071	738.907101	0.17707859	461.466807				
79	0.34331988	894.691614	0.28297359	737.429166	0.17707859	461.466807				
80	0.34254806	892.680233	0.28242064	735.988180	0.17707859	461.466807				
81	0.34171245	890.502641	0.28188134	734.582774	0.17707859	461.466807				
82	0.34081229	888.156822	0.28135520	733.211646	0.17707859	461.466807				
83	0.33984684	885.640861	0.28084173	731.873558	0.17707859	461.466807				
84	0.33881540	882.952932	0.28034049	730.567328	0.17707859	461.466807				
85	0.33771730	880.091295	0.27985105	729.291834	0.17707859	461.466807				
86	0.33655192	877.054292	0.27937299	728.046002	0.17707859	461.466807				
87	0.33531863	873.840341	0.27890591	726.828810	0.17707859	461.466807				
88	0.33401686	870.447931	0.27844946	725.639281	0.17707859	461.466807				
89	0.33264606	866.875620	0.27800326	724.476483	0.17707859	461.466807				
90	0.33120569	863.122029	0.27756697	723.339526	0.17707859	461.466807				

速度（km/hr）	道路、坡度類型									
	國道 1 號 C1G+1%		國道 1 號 C1G 0%		國道 1 號 C1G-1%		省道高干擾 C27		市區道路 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
91	0.32969526	859.185841	0.27714027	722.227556	0.17707859	461.466807				
92	0.32811427	855.065795	0.27672285	721.139760	0.17707859	461.466807				
93	0.32646227	850.760685	0.27631441	720.075357	0.17707859	461.466807				
94	0.32473882	846.269356	0.27591466	719.033601	0.17707859	461.466807				
95	0.32294348	841.590701	0.27552332	718.013776	0.17707859	461.466807				
96	0.32107585	836.723661	0.27514014	717.015198	0.17707859	461.466807				
97	0.31913554	831.667218	0.27476485	716.037210	0.17707859	461.466807				
98	0.31712218	826.420398	0.27439723	715.079180	0.17707859	461.466807				
99	0.31503541	820.982266	0.27403703	714.140504	0.17707859	461.466807				
100	0.31287487	815.351922	0.27368404	713.220602	0.17707859	461.466807				

附表 3.1-15　市區公車動態綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F.Cn}$（%）

速度（km/hr）	市區道路 C53 FUEL	速度（km/hr）	市區道路 C53 FUEL	速度（km/hr）	市區道路 C53 FUEL	速度（km/hr）	市區道路 C53 FUEL	速度（km/hr）	市區道路 C53 FUEL
0	41%	11	133%	22	161%	33	120%	44	77%
1	127%	12	137%	23	160%	34	114%	45	79%
2	122%	13	141%	24	159%	35	108%	46	83%
3	119%	14	145%	25	157%	36	102%	47	90%
4	118%	15	148%	26	154%	37	97%	48	99%
5	118%	16	152%	27	151%	38	91%	49	111%
6	118%	17	155%	28	147%	39	86%	50	125%
7	120%	18	157%	29	142%	40	82%		
8	123%	19	159%	30	137%	41	79%		
9	126%	20	160%	31	132%	42	77%		
10	130%	21	161%	32	126%	43	76%		

附表 3.1-16　市區公車動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 1.5186g/s

單位：FUEL（l/s），CO_2（g/s）

速度（km/hr）	市區道路 C53		速度（km/hr）	市區道路 C53		速度（km/hr）	市區道路 C53	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）		FUEL（l/s）	CO_2（g/s）		FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00073408	1.928089	17	0.00279985	7.353907909	34	0.00207004	5.437049
1	0.00230079	6.043106	18	0.00284272	7.466503387	35	0.00196015	5.148398
2	0.00221446	5.816357	19	0.00287591	7.553698109	36	0.00185211	4.864633
3	0.00215976	5.672701	20	0.00289854	7.613122164	37	0.00174839	4.592205
4	0.00213264	5.601464	21	0.00290988	7.642924577	38	0.00165164	4.338086
5	0.00212923	5.592493	22	0.00290945	7.641773302	39	0.00156471	4.109765
6	0.00214585	5.636153	23	0.00289691	7.60885523	40	0.00149065	3.915251
7	0.00217904	5.723328	24	0.00287217	7.543876179	41	0.00143271	3.763072
8	0.00222552	5.845421	25	0.00283531	7.447060904	42	0.00139433	3.662274
9	0.00228223	5.994354	26	0.00278661	7.319153092	43	0.00137916	3.622422
10	0.00234627	6.162567	27	0.00272656	7.16141536	44	0.00139103	3.653602
11	0.00241497	6.34302	28	0.00265583	6.975629261	45	0.00143398	3.766417
12	0.00248585	6.529191	29	0.00257529	6.764095279	46	0.00151225	3.971989
13	0.00255663	6.715079	30	0.00248602	6.529632829	47	0.00163027	4.281959
14	0.00262520	6.8952	31	0.00238930	6.275580262	48	0.00179266	4.708488
15	0.00268969	7.064589	32	0.00228658	6.00579486	49	0.00200425	5.264254
16	0.00274841	7.218801	33	0.00217954	5.724652836	50	0.00227008	5.962456

附表 3.1-17　市區公車動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 2.34km/l

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

速度（km/hr）	市區道路 C53		速度（km/hr）	市區道路 C53		速度（km/hr）	市區道路 C53	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）		FUEL（l/km）	CO_2（g/km）		FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	1.53304203	4026.595125	21	0.49883725	1310.2156	37	0.17011327	446.8091798
6	1.28750864	3381.692026	22	0.47609111	1250.472	38	0.15647076	410.9765862
7	1.12064802	2943.426046	23	0.45342983	1190.9513	39	0.14443452	379.3629385
8	1.00148495	2630.439572	24	0.43082600	1131.5814	40	0.13415851	352.3726026
9	0.91289002	2397.7415	25	0.40828507	1072.3768	41	0.12579902	330.4160588
10	0.84465669	2218.523985	26	0.38583896	1013.4212	42	0.11951436	313.9091742
11	0.79035457	2075.897322	27	0.36354125	954.85538	43	0.11546470	303.2725759
12	0.74575598	1958.757386	28	0.34146324	896.86662	44	0.11381178	298.9311104
13	0.70798881	1859.560412	29	0.31969093	839.68079	45	0.11471878	301.3133747
14	0.67505232	1773.051434	30	0.29832257	783.55594	46	0.11835015	310.8513084
15	0.64552675	1695.501356	31	0.27746665	728.77706	47	0.12487148	327.9798386
16	0.61839171	1624.230116	32	0.25724036	675.65192	48	0.13444938	353.1365683
17	0.59290876	1557.298145	33	0.23776822	624.50758	49	0.14725137	386.7615034
18	0.56854306	1493.300677	34	0.21918103	575.68758	50	0.16344580	429.2968125
19	0.54490980	1431.22701	35	0.20161494	529.54955			
20	0.52173672	1370.36199	36	0.18521075	486.46332			

附表 3.1-18　機車動態能耗綜合轉換率

單位：$CF^{\wedge}_{F.Cn}$（%）

速度（km/hr）	道路類型					
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2	省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2	縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1	鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1	一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2	一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
0	91%	91%	91%	91%	91%	91%
1	138%	138%	138%	138%	138%	138%
2	139%	139%	139%	139%	139%	139%
3	140%	140%	140%	140%	140%	140%
4	140%	140%	140%	140%	140%	140%
5	141%	141%	141%	141%	141%	141%
6	142%	142%	142%	142%	142%	142%
7	143%	143%	143%	143%	143%	143%
8	143%	143%	143%	143%	143%	143%
9	144%	144%	144%	144%	144%	144%
10	145%	145%	145%	145%	145%	145%
11	146%	146%	146%	146%	146%	146%
12	146%	146%	146%	146%	146%	146%
13	147%	147%	147%	147%	147%	147%
14	148%	148%	148%	148%	148%	148%
15	149%	149%	149%	149%	149%	149%
16	150%	150%	150%	150%	150%	150%
17	151%	151%	151%	151%	151%	151%
18	152%	152%	152%	152%	152%	152%
19	153%	153%	153%	153%	153%	153%
20	154%	154%	154%	154%	154%	154%
21	155%	155%	155%	155%	155%	155%
22	156%	156%	156%	156%	156%	156%
23	157%	157%	157%	157%	157%	157%
24	159%	159%	159%	159%	159%	159%

速度（km/hr）	道路類型					
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2	省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2	縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1	鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1	一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2	一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
25	160%	160%	160%	160%	160%	160%
26	161%	161%	161%	161%	161%	161%
27	163%	163%	163%	163%	163%	163%
28	164%	164%	164%	164%	164%	164%
29	166%	166%	166%	166%	166%	166%
30	168%	168%	168%	168%	168%	168%
31	169%	169%	169%	169%	169%	169%
32	171%	171%	171%	171%	171%	171%
33	173%	173%	173%	173%	173%	173%
34	175%	175%	175%	175%	175%	175%
35	176%	176%	176%	176%	176%	176%
36	178%	178%	178%	178%	178%	178%
37	180%	180%	180%	180%	180%	180%
38	182%	182%	182%	182%	182%	182%
39	184%	184%	184%	184%	184%	184%
40	187%	187%	187%	187%	187%	187%
41	189%	189%	189%	189%	189%	189%
42	191%	191%	191%	191%	191%	191%
43	193%	193%	193%	193%	193%	193%
44	195%	195%	195%	195%	195%	195%
45	198%	198%	198%	198%	198%	198%
46	200%	200%	200%	200%	200%	200%
47	202%	202%	202%	202%	202%	202%
48	205%	205%	205%	205%	205%	205%
49	207%	207%	207%	207%	207%	207%
50	210%	210%	210%	210%	210%	210%
51	212%	212%	212%	212%	212%	212%
52	214%	214%	214%	214%	214%	214%

速度（km/hr）	道路類型					
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2	省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2	縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1	鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1	一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2	一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2
	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL	FUEL
53	217%	217%	217%	217%	217%	217%
54	219%	219%	219%	219%	219%	219%
55	222%	222%	222%	222%	222%	222%
56	224%	224%	224%	224%	224%	224%
57	226%	226%	226%	226%	226%	226%
58	229%	229%	229%	229%	229%	229%
59	231%	231%	231%	231%	231%	231%
60	233%	233%	233%	233%	233%	233%
61	235%					
62	238%					
63	240%					
64	242%					
65	243%					
66	245%					
67	247%					
68	249%					
69	250%					
70	251%					
71	253%					
72	254%					
73	255%					
74	256%					
75	256%					
76	257%					
77	257%					
78	257%					
79	257%					
80	257%					

附表 3.1-19　機車動態能耗/CO_2排放係數（2013 時間版）

2013 年N_T值為 0.17227g/s

單位：FUEL（l/s），CO2（g/s）

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
0	0.00021007	0.47537952	0.00021007	0.47537952	0.00021007	0.47537952	0.00021007	0.47537952	0.00021007	0.47537952	0.00021007	0.47537952
1	0.00031741	0.71828848	0.00031741	0.71828848	0.00031741	0.71828848	0.00031741	0.71828848	0.00031741	0.71828848	0.00031741	0.71828848
2	0.00031920	0.72235638	0.00031920	0.72235638	0.00031920	0.72235638	0.00031920	0.72235638	0.00031920	0.72235638	0.00031920	0.72235638
3	0.00032095	0.72630537	0.00032095	0.72630537	0.00032095	0.72630537	0.00032095	0.72630537	0.00032095	0.72630537	0.00032095	0.72630537
4	0.00032265	0.73016555	0.00032265	0.73016555	0.00032265	0.73016555	0.00032265	0.73016555	0.00032265	0.73016555	0.00032265	0.73016555
5	0.00032433	0.73396586	0.00032433	0.73396586	0.00032433	0.73396586	0.00032433	0.73396586	0.00032433	0.73396586	0.00032433	0.73396586
6	0.00032600	0.73773411	0.00032600	0.73773411	0.00032600	0.73773411	0.00032600	0.73773411	0.00032600	0.73773411	0.00032600	0.73773411
7	0.00032766	0.74149697	0.00032766	0.74149697	0.00032766	0.74149697	0.00032766	0.74149697	0.00032766	0.74149697	0.00032766	0.74149697
8	0.00032933	0.74527994	0.00032933	0.74527994	0.00032933	0.74527994	0.00032933	0.74527994	0.00032933	0.74527994	0.00032933	0.74527994
9	0.00033102	0.74910739	0.00033102	0.74910739	0.00033102	0.74910739	0.00033102	0.74910739	0.00033102	0.74910739	0.00033102	0.74910739
10	0.00033275	0.75300256	0.00033275	0.75300256	0.00033275	0.75300256	0.00033275	0.75300256	0.00033275	0.75300256	0.00033275	0.75300256
11	0.00033451	0.75698752	0.00033451	0.75698752	0.00033451	0.75698752	0.00033451	0.75698752	0.00033451	0.75698752	0.00033451	0.75698752
12	0.00033632	0.76108320	0.00033632	0.76108320	0.00033632	0.76108320	0.00033632	0.76108320	0.00033632	0.76108320	0.00033632	0.76108320
13	0.00033818	0.76530941	0.00033818	0.76530941	0.00033818	0.76530941	0.00033818	0.76530941	0.00033818	0.76530941	0.00033818	0.76530941
14	0.00034012	0.76968478	0.00034012	0.76968478	0.00034012	0.76968478	0.00034012	0.76968478	0.00034012	0.76968478	0.00034012	0.76968478
15	0.00034212	0.77422682	0.00034212	0.77422682	0.00034212	0.77422682	0.00034212	0.77422682	0.00034212	0.77422682	0.00034212	0.77422682
16	0.00034421	0.77895189	0.00034421	0.77895189	0.00034421	0.77895189	0.00034421	0.77895189	0.00034421	0.77895189	0.00034421	0.77895189
17	0.00034639	0.78387520	0.00034639	0.78387520	0.00034639	0.78387520	0.00034639	0.78387520	0.00034639	0.78387520	0.00034639	0.78387520
18	0.00034866	0.78901081	0.00034866	0.78901081	0.00034866	0.78901081	0.00034866	0.78901081	0.00034866	0.78901081	0.00034866	0.78901081
19	0.00035103	0.79437166	0.00035103	0.79437166	0.00035103	0.79437166	0.00035103	0.79437166	0.00035103	0.79437166	0.00035103	0.79437166
20	0.00035350	0.79996951	0.00035350	0.79996951	0.00035350	0.79996951	0.00035350	0.79996951	0.00035350	0.79996951	0.00035350	0.79996951
21	0.00035608	0.80581501	0.00035608	0.80581501	0.00035608	0.80581501	0.00035608	0.80581501	0.00035608	0.80581501	0.00035608	0.80581501

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
22	0.00035878	0.81191764	0.00035878	0.81191764	0.00035878	0.81191764	0.00035878	0.81191764	0.00035878	0.81191764	0.00035878	0.81191764
23	0.00036159	0.81828575	0.00036159	0.81828575	0.00036159	0.81828575	0.00036159	0.81828575	0.00036159	0.81828575	0.00036159	0.81828575
24	0.00036453	0.82492654	0.00036453	0.82492654	0.00036453	0.82492654	0.00036453	0.82492654	0.00036453	0.82492654	0.00036453	0.82492654
25	0.00036759	0.83184606	0.00036759	0.83184606	0.00036759	0.83184606	0.00036759	0.83184606	0.00036759	0.83184606	0.00036759	0.83184606
26	0.00037077	0.83904923	0.00037077	0.83904923	0.00037077	0.83904923	0.00037077	0.83904923	0.00037077	0.83904923	0.00037077	0.83904923
27	0.00037408	0.84653981	0.00037408	0.84653981	0.00037408	0.84653981	0.00037408	0.84653981	0.00037408	0.84653981	0.00037408	0.84653981
28	0.00037752	0.85432041	0.00037752	0.85432041	0.00037752	0.85432041	0.00037752	0.85432041	0.00037752	0.85432041	0.00037752	0.85432041
29	0.00038108	0.86239253	0.00038108	0.86239253	0.00038108	0.86239253	0.00038108	0.86239253	0.00038108	0.86239253	0.00038108	0.86239253
30	0.00038478	0.87075649	0.00038478	0.87075649	0.00038478	0.87075649	0.00038478	0.87075649	0.00038478	0.87075649	0.00038478	0.87075649
31	0.00038860	0.87941147	0.00038860	0.87941147	0.00038860	0.87941147	0.00038860	0.87941147	0.00038860	0.87941147	0.00038860	0.87941147
32	0.00039256	0.88835553	0.00039256	0.88835553	0.00039256	0.88835553	0.00039256	0.88835553	0.00039256	0.88835553	0.00039256	0.88835553
33	0.00039664	0.89758555	0.00039664	0.89758555	0.00039664	0.89758555	0.00039664	0.89758555	0.00039664	0.89758555	0.00039664	0.89758555
34	0.00040084	0.90709729	0.00040084	0.90709729	0.00040084	0.90709729	0.00040084	0.90709729	0.00040084	0.90709729	0.00040084	0.90709729
35	0.00040516	0.91688537	0.00040516	0.91688537	0.00040516	0.91688537	0.00040516	0.91688537	0.00040516	0.91688537	0.00040516	0.91688537
36	0.00040961	0.92694324	0.00040961	0.92694324	0.00040961	0.92694324	0.00040961	0.92694324	0.00040961	0.92694324	0.00040961	0.92694324
37	0.00041417	0.93726322	0.00041417	0.93726322	0.00041417	0.93726322	0.00041417	0.93726322	0.00041417	0.93726322	0.00041417	0.93726322
38	0.00041884	0.94783649	0.00041884	0.94783649	0.00041884	0.94783649	0.00041884	0.94783649	0.00041884	0.94783649	0.00041884	0.94783649
39	0.00042362	0.95865308	0.00042362	0.95865308	0.00042362	0.95865308	0.00042362	0.95865308	0.00042362	0.95865308	0.00042362	0.95865308
40	0.00042850	0.96970187	0.00042850	0.96970187	0.00042850	0.96970187	0.00042850	0.96970187	0.00042850	0.96970187	0.00042850	0.96970187
41	0.00043348	0.98097060	0.00043348	0.98097060	0.00043348	0.98097060	0.00043348	0.98097060	0.00043348	0.98097060	0.00043348	0.98097060
42	0.00043855	0.99244587	0.00043855	0.99244587	0.00043855	0.99244587	0.00043855	0.99244587	0.00043855	0.99244587	0.00043855	0.99244587
43	0.00044371	1.00411313	0.00044371	1.00411313	0.00044371	1.00411313	0.00044371	1.00411313	0.00044371	1.00411313	0.00044371	1.00411313
44	0.00044894	1.01595669	0.00044894	1.01595669	0.00044894	1.01595669	0.00044894	1.01595669	0.00044894	1.01595669	0.00044894	1.01595669
45	0.00045425	1.02795971	0.00045425	1.02795971	0.00045425	1.02795971	0.00045425	1.02795971	0.00045425	1.02795971	0.00045425	1.02795971
46	0.00045961	1.04010420	0.00045961	1.04010420	0.00045961	1.04010420	0.00045961	1.04010420	0.00045961	1.04010420	0.00045961	1.04010420
47	0.00046503	1.05237104	0.00046503	1.05237104	0.00046503	1.05237104	0.00046503	1.05237104	0.00046503	1.05237104	0.00046503	1.05237104
48	0.00047050	1.06473996	0.00047050	1.06473996	0.00047050	1.06473996	0.00047050	1.06473996	0.00047050	1.06473996	0.00047050	1.06473996
49	0.00047600	1.07718954	0.00047600	1.07718954	0.00047600	1.07718954	0.00047600	1.07718954	0.00047600	1.07718954	0.00047600	1.07718954
50	0.00048153	1.08969721	0.00048153	1.08969721	0.00048153	1.08969721	0.00048153	1.08969721	0.00048153	1.08969721	0.00048153	1.08969721

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
51	0.00048707	1.10223927	0.00048707	1.10223927	0.00048707	1.10223927	0.00048707	1.10223927	0.00048707	1.10223927	0.00048707	1.10223927
52	0.00049262	1.11479087	0.00049262	1.11479087	0.00049262	1.11479087	0.00049262	1.11479087	0.00049262	1.11479087	0.00049262	1.11479087
53	0.00049816	1.12732602	0.00049816	1.12732602	0.00049816	1.12732602	0.00049816	1.12732602	0.00049816	1.12732602	0.00049816	1.12732602
54	0.00050368	1.13981757	0.00050368	1.13981757	0.00050368	1.13981757	0.00050368	1.13981757	0.00050368	1.13981757	0.00050368	1.13981757
55	0.00050916	1.15223724	0.00050916	1.15223724	0.00050916	1.15223724	0.00050916	1.15223724	0.00050916	1.15223724	0.00050916	1.15223724
56	0.00051461	1.16455560	0.00051461	1.16455560	0.00051461	1.16455560	0.00051461	1.16455560	0.00051461	1.16455560	0.00051461	1.16455560
57	0.00051999	1.17674207	0.00051999	1.17674207	0.00051999	1.17674207	0.00051999	1.17674207	0.00051999	1.17674207	0.00051999	1.17674207
58	0.00052530	1.18876494	0.00052530	1.18876494	0.00052530	1.18876494	0.00052530	1.18876494	0.00052530	1.18876494	0.00052530	1.18876494
59	0.00053053	1.20059134	0.00053053	1.20059134	0.00053053	1.20059134	0.00053053	1.20059134	0.00053053	1.20059134	0.00053053	1.20059134
60	0.00053565	1.21218726	0.00053565	1.21218726	0.00053565	1.21218726	0.00053565	1.21218726	0.00053565	1.21218726	0.00053565	1.21218726
61	0.00054066	1.22351756										
62	0.00054554	1.23454592										
63	0.00055026	1.24523492										
64	0.00055481	1.25554596										
65	0.00055919	1.26543931										
66	0.00056336	1.27487409										
67	0.00056730	1.28380829										
68	0.00057101	1.29219873										
69	0.00057446	1.30000111										
70	0.00057763	1.30716997										
71	0.00058049	1.31365871										
72	0.00058304	1.31941959										
73	0.00058524	1.32440372										
74	0.00058708	1.32856106										
75	0.00058853	1.33184043										
76	0.00058957	1.33418952										
77	0.00059017	1.33555485										
78	0.00059031	1.33588181										
79	0.00058998	1.33511464										

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
80	0.00058913	1.33319644										

附表 3.1-20　機車動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

2013 年N_T值為 22.30km/l

單位：FUEL（l/km），CO2（g/km）

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.23351985	528.455420	0.23351985	528.455420	0.23351985	528.455420	0.23351985	528.455420	0.23351985	528.455420	0.23351985	528.455420
6	0.19559897	442.640469	0.19559897	442.640469	0.19559897	442.640469	0.19559897	442.640469	0.19559897	442.640469	0.19559897	442.640469
7	0.16851140	381.341298	0.16851140	381.341298	0.16851140	381.341298	0.16851140	381.341298	0.16851140	381.341298	0.16851140	381.341298
8	0.14819972	335.375972	0.14819972	335.375972	0.14819972	335.375972	0.14819972	335.375972	0.14819972	335.375972	0.14819972	335.375972
9	0.13240961	299.642957	0.13240961	299.642957	0.13240961	299.642957	0.13240961	299.642957	0.13240961	299.642957	0.13240961	299.642957
10	0.11978830	271.080921	0.11978830	271.080921	0.11978830	271.080921	0.11978830	271.080921	0.11978830	271.080921	0.11978830	271.080921
11	0.10947475	247.741369	0.10947475	247.741369	0.10947475	247.741369	0.10947475	247.741369	0.10947475	247.741369	0.10947475	247.741369
12	0.10089481	228.324961	0.10089481	228.324961	0.10089481	228.324961	0.10089481	228.324961	0.10089481	228.324961	0.10089481	228.324961
13	0.09365083	211.931836	0.09365083	211.931836	0.09365083	211.931836	0.09365083	211.931836	0.09365083	211.931836	0.09365083	211.931836
14	0.08745866	197.918944	0.08745866	197.918944	0.08745866	197.918944	0.08745866	197.918944	0.08745866	197.918944	0.08745866	197.918944
15	0.08210978	185.814437	0.08210978	185.814437	0.08210978	185.814437	0.08210978	185.814437	0.08210978	185.814437	0.08210978	185.814437
16	0.07744771	175.264175	0.07744771	175.264175	0.07744771	175.264175	0.07744771	175.264175	0.07744771	175.264175	0.07744771	175.264175
17	0.07335267	165.997101	0.07335267	165.997101	0.07335267	165.997101	0.07335267	165.997101	0.07335267	165.997101	0.07335267	165.997101
18	0.06973140	157.802162	0.06973140	157.802162	0.06973140	157.802162	0.06973140	157.802162	0.06973140	157.802162	0.06973140	157.802162
19	0.06651017	150.512524	0.06651017	150.512524	0.06651017	150.512524	0.06651017	150.512524	0.06651017	150.512524	0.06651017	150.512524
20	0.06362992	143.994512	0.06362992	143.994512	0.06362992	143.994512	0.06362992	143.994512	0.06362992	143.994512	0.06362992	143.994512
21	0.06104274	138.139716	0.06104274	138.139716	0.06104274	138.139716	0.06104274	138.139716	0.06104274	138.139716	0.06104274	138.139716
22	0.05870935	132.859251	0.05870935	132.859251	0.05870935	132.859251	0.05870935	132.859251	0.05870935	132.859251	0.05870935	132.859251
23	0.05659722	128.079509	0.05659722	128.079509	0.05659722	128.079509	0.05659722	128.079509	0.05659722	128.079509	0.05659722	128.079509
24	0.05467918	123.738981	0.05467918	123.738981	0.05467918	123.738981	0.05467918	123.738981	0.05467918	123.738981	0.05467918	123.738981
25	0.05293232	119.785833	0.05293232	119.785833	0.05293232	119.785833	0.05293232	119.785833	0.05293232	119.785833	0.05293232	119.785833
26	0.05133718	116.176047	0.05133718	116.176047	0.05133718	116.176047	0.05133718	116.176047	0.05133718	116.176047	0.05133718	116.176047
27	0.04987714	112.871974	0.04987714	112.871974	0.04987714	112.871974	0.04987714	112.871974	0.04987714	112.871974	0.04987714	112.871974
28	0.04853787	109.841196	0.04853787	109.841196	0.04853787	109.841196	0.04853787	109.841196	0.04853787	109.841196	0.04853787	109.841196
29	0.04730695	107.055625	0.04730695	107.055625	0.04730695	107.055625	0.04730695	107.055625	0.04730695	107.055625	0.04730695	107.055625

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔2車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
30	0.04617357	104.490779	0.04617357	104.490779	0.04617357	104.490779	0.04617357	104.490779	0.04617357	104.490779	0.04617357	104.490779
31	0.04512824	102.125203	0.04512824	102.125203	0.04512824	102.125203	0.04512824	102.125203	0.04512824	102.125203	0.04512824	102.125203
32	0.04416261	99.939997	0.04416261	99.939997	0.04416261	99.939997	0.04416261	99.939997	0.04416261	99.939997	0.04416261	99.939997
33	0.04326930	97.918424	0.04326930	97.918424	0.04326930	97.918424	0.04326930	97.918424	0.04326930	97.918424	0.04326930	97.918424
34	0.04244171	96.045596	0.04244171	96.045596	0.04244171	96.045596	0.04244171	96.045596	0.04244171	96.045596	0.04244171	96.045596
35	0.04167398	94.308209	0.04167398	94.308209	0.04167398	94.308209	0.04167398	94.308209	0.04167398	94.308209	0.04167398	94.308209
36	0.04096081	92.694324	0.04096081	92.694324	0.04096081	92.694324	0.04096081	92.694324	0.04096081	92.694324	0.04096081	92.694324
37	0.04029747	91.193178	0.04029747	91.193178	0.04029747	91.193178	0.04029747	91.193178	0.04029747	91.193178	0.04029747	91.193178
38	0.03967964	89.795036	0.03967964	89.795036	0.03967964	89.795036	0.03967964	89.795036	0.03967964	89.795036	0.03967964	89.795036
39	0.03910343	88.491053	0.03910343	88.491053	0.03910343	88.491053	0.03910343	88.491053	0.03910343	88.491053	0.03910343	88.491053
40	0.03856525	87.273168	0.03856525	87.273168	0.03856525	87.273168	0.03856525	87.273168	0.03856525	87.273168	0.03856525	87.273168
41	0.03806187	86.134004	0.03806187	86.134004	0.03806187	86.134004	0.03806187	86.134004	0.03806187	86.134004	0.03806187	86.134004
42	0.03759027	85.066789	0.03759027	85.066789	0.03759027	85.066789	0.03759027	85.066789	0.03759027	85.066789	0.03759027	85.066789
43	0.03714772	84.065286	0.03714772	84.065286	0.03714772	84.065286	0.03714772	84.065286	0.03714772	84.065286	0.03714772	84.065286
44	0.03673165	83.123729	0.03673165	83.123729	0.03673165	83.123729	0.03673165	83.123729	0.03673165	83.123729	0.03673165	83.123729
45	0.03633972	82.236777	0.03633972	82.236777	0.03633972	82.236777	0.03633972	82.236777	0.03633972	82.236777	0.03633972	82.236777
46	0.03596971	81.399459	0.03596971	81.399459	0.03596971	81.399459	0.03596971	81.399459	0.03596971	81.399459	0.03596971	81.399459
47	0.03561960	80.607144	0.03561960	80.607144	0.03561960	80.607144	0.03561960	80.607144	0.03561960	80.607144	0.03561960	80.607144
48	0.03528745	79.855497	0.03528745	79.855497	0.03528745	79.855497	0.03528745	79.855497	0.03528745	79.855497	0.03528745	79.855497
49	0.03497148	79.140456	0.03497148	79.140456	0.03497148	79.140456	0.03497148	79.140456	0.03497148	79.140456	0.03497148	79.140456
50	0.03467000	78.458199	0.03467000	78.458199	0.03467000	78.458199	0.03467000	78.458199	0.03467000	78.458199	0.03467000	78.458199
51	0.03438141	77.805125	0.03438141	77.805125	0.03438141	77.805125	0.03438141	77.805125	0.03438141	77.805125	0.03438141	77.805125
52	0.03410421	77.177830	0.03410421	77.177830	0.03410421	77.177830	0.03410421	77.177830	0.03410421	77.177830	0.03410421	77.177830
53	0.03383698	76.573088	0.03383698	76.573088	0.03383698	76.573088	0.03383698	76.573088	0.03383698	76.573088	0.03383698	76.573088
54	0.03357836	75.987838	0.03357836	75.987838	0.03357836	75.987838	0.03357836	75.987838	0.03357836	75.987838	0.03357836	75.987838
55	0.03332707	75.419165	0.03332707	75.419165	0.03332707	75.419165	0.03332707	75.419165	0.03332707	75.419165	0.03332707	75.419165
56	0.03308188	74.864289	0.03308188	74.864289	0.03308188	74.864289	0.03308188	74.864289	0.03308188	74.864289	0.03308188	74.864289
57	0.03284160	74.320552	0.03284160	74.320552	0.03284160	74.320552	0.03284160	74.320552	0.03284160	74.320552	0.03284160	74.320552
58	0.03260513	73.785410	0.03260513	73.785410	0.03260513	73.785410	0.03260513	73.785410	0.03260513	73.785410	0.03260513	73.785410

速度（km/hr）	道路類型											
	省道低干擾分隔 2 車道 C2-7-2		省道中干擾分隔 2 車道 C2-9-2		縣道中干擾不分隔 1 車道 C3-8-1		鄉道低干擾不分隔 1 車道 C4-6-1		一般道路中干擾分隔 2 車道 C5-9-2		一般道路高干擾不分隔 2 車道 C5-10-2	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
59	0.03237137	73.256421	0.03237137	73.256421	0.03237137	73.256421	0.03237137	73.256421	0.03237137	73.256421	0.03237137	73.256421
60	0.03213930	72.731236	0.03213930	72.731236	0.03213930	72.731236	0.03213930	72.731236	0.03213930	72.731236	0.03213930	72.731236
61	0.03190791	72.207594										
62	0.03167623	71.683312										
63	0.03144334	71.156281										
64	0.03120833	70.624460										
65	0.03097034	70.085869										
66	0.03072850	69.538587										
67	0.03048199	68.980744										
68	0.03023001	68.410521										
69	0.02997178	67.826145										
70	0.02970653	67.225884										
71	0.02943352	66.608047										
72	0.02915200	65.970980										
73	0.02886127	65.313060										
74	0.02856063	64.632700										
75	0.02824938	63.928341										
76	0.02792685	63.198451										
77	0.02759237	62.441525										
78	0.02724529	61.656083										
79	0.02688496	60.840667										
80	0.02651076	59.993840										

附表 3.1-21　大、小貨車動態能耗/CO_2排放係數（時間版）

單位：FUEL（l/s），CO_2（g/s）

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
5	0.00019156	0.49921188	0.00071876	1.87308060
6	0.00021553	0.56167118	0.00084685	2.20689689
7	0.00023874	0.62215282	0.00097034	2.52871690
8	0.00026121	0.68071326	0.00108935	2.83885768
9	0.00028297	0.73740896	0.00120400	3.13763631
10	0.00030403	0.79229639	0.00131442	3.42536983
11	0.00032442	0.84543201	0.00142071	3.70237533
12	0.00034416	0.89687227	0.00152301	3.96896985
13	0.00036327	0.94667366	0.00162144	4.22547047
14	0.00038177	0.99489262	0.00171611	4.47219424
15	0.00039969	1.04158563	0.00180716	4.70945824
16	0.00041704	1.08680914	0.00189470	4.93757951
17	0.00043385	1.13061962	0.00197885	5.15687514
18	0.00045014	1.17307353	0.00205973	5.36766217
19	0.00046594	1.21422733	0.00213747	5.57025768
20	0.00048125	1.25413750	0.00221219	5.76497872
21	0.00049611	1.29286049	0.00228401	5.95214237
22	0.00051053	1.33045276	0.00235306	6.13206567
23	0.00052455	1.36697079	0.00241944	6.30506571
24	0.00053817	1.40247102	0.00248329	6.47145953
25	0.00055142	1.43700993	0.00254473	6.63156421
26	0.00056433	1.47064398	0.00260387	6.78569680
27	0.00057691	1.50342963	0.00266085	6.93417438
28	0.00058919	1.53542335	0.00271578	7.07731399
29	0.00060118	1.56668160	0.00276878	7.21543272
30	0.00061292	1.59726083	0.00281997	7.34884761
31	0.00062441	1.62721753	0.00286948	7.47787574
32	0.00063569	1.65660814	0.00291743	7.60283416

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
33	0.00064677	1.68548914	0.00296394	7.72403995
34	0.00065768	1.71391698	0.00300914	7.84181015
35	0.00066844	1.74194813	0.00305313	7.95646185
36	0.00067906	1.76963905	0.00309605	8.06831209
37	0.00068958	1.79704620	0.00313802	8.17767795
38	0.00070001	1.82422606	0.00317915	8.28487648
39	0.00071037	1.85123508	0.00321958	8.39022476
40	0.00072069	1.87812972	0.00325942	8.49403983
41	0.00073099	1.90496646	0.00329879	8.59663878
42	0.00074129	1.93180174	0.00333781	8.69833865
43	0.00075161	1.95869204	0.00337661	8.79945652
44	0.00076197	1.98569382	0.00341531	8.90030944
45	0.00077240	2.01286354	0.00345403	9.00121449
46	0.00078291	2.04025767	0.00349290	9.10248871
47	0.00079353	2.06793267	0.00353202	9.20444919
48	0.00080428	2.09594499	0.00357153	9.30741297
49	0.00081518	2.12435112	0.00361155	9.41169713
50	0.00082625	2.15320750	0.00365219	9.51761872
51	0.00083752	2.18257061	0.00369359	9.62549482
52	0.00084900	2.21249690	0.00373586	9.73564247
53	0.00086072	2.24304284	0.00377912	9.84837876
54	0.00087270	2.27426489	0.00382349	9.96402073
55	0.00088497	2.30621951	0.00386910	10.08288546
56	0.00089753	2.33896318	0.00391607	10.20529000
57	0.00091042	2.37255235	0.00396452	10.33155143
58	0.00092365	2.40704348	0.00401458	10.46198679
59	0.00093726	2.44249305	0.00406635	10.59691317
60	0.00095125	2.47895750	0.00411997	10.73664761
61	0.00096565	2.51649331	0.00417556	10.88150719
62	0.00098049	2.55515694	0.00423323	11.03180896
63	0.00099578	2.59500485	0.00429312	11.18787000

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
64	0.00101155	2.63609351	0.00435534	11.35000735
65	0.00102781	2.67847938	0.00442001	11.51853810
66	0.00104460	2.72221891	0.00448725	11.69377929
67	0.00106192	2.76736859	0.00455719	11.87604800
68	0.00107981	2.81398486	0.00462995	12.06566128
69	0.00109828	2.86212420	0.00470565	12.26293621
70	0.00111736	2.91184306	0.00478442	12.46818983
71	0.00113707	2.96319791	0.00486636	12.68173923
72	0.00115742	3.01624521	0.00495161	12.90390145
73	0.00117845	3.07104142	0.00504029	13.13499357
74	0.00120017	3.12764302	0.00513251	13.37533264
75	0.00122260	3.18610646	0.00522841	13.62523574
76	0.00124577	3.24648820	0.00532810	13.88501991
77	0.00126970	3.30884472	0.00543170	14.15500224
78	0.00129441	3.37323246	0.00553933	14.43549977
79	0.00131992	3.43970790	0.00565112	14.72682958
80	0.00134625	3.50832750	0.00576719	15.02930872
81	0.00137343	3.57914772	0.00588766	15.34325427
82	0.00140147	3.65222503	0.00601266	15.66898327
83	0.00143040	3.72761589	0.00614229	16.00681281
84	0.00146024	3.80537675	0.00627669	16.35705993
85	0.00149101	3.88556410	0.00641598	16.72004171
86	0.00152273	3.96823438	0.00656027	17.09607520
87	0.00155543	4.05344407	0.00670970	17.48547748
88	0.00158912	4.14124962	0.00686438	17.88856559
89	0.00162383	4.23170750	0.00702443	18.30565662
90	0.00165958	4.32487417	0.00718997	18.73706761
91	0.00169640	4.42080609	0.00736113	19.18311564
92	0.00173429	4.51955974	0.00753803	19.64411776
93	0.00177329	4.62119157	0.00772079	20.12039105
94	0.00181341	4.72575804	0.00790954	20.61225255

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）	FUEL（l/s）	CO_2（g/s）
95	0.00185469	4.83331563	0.00810438	21.12001935
96	0.00189713	4.94392078	0.00830545	21.64400849
97	0.00194076	5.05762997	0.00851287	22.18453705
98	0.00198561	5.17449966	0.00872675	22.74192208
99	0.00203169	5.29458631	0.00894723	23.31648066
100	0.00207903	5.41794639	0.00917442	23.90852983

附表 3.1-22　大、小貨車動態能耗/CO_2排放係數（距離版）

單位：FUEL（l/km），CO_2（g/km）

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
5	0.13792500	359.43255000	0.51750500	1348.61803000
6	0.12931800	337.00270800	0.50811133	1324.13813467
7	0.12277986	319.96430771	0.49903414	1300.48297629
8	0.11754450	306.32096700	0.49020950	1277.48595700
9	0.11318633	294.96358467	0.48160189	1255.05452244
10	0.10945000	285.22670000	0.47319000	1233.13314000
11	0.10617300	276.68683800	0.46496027	1211.68647073
12	0.10324700	269.06168200	0.45690367	1190.69095533
13	0.10059700	262.15578200	0.44901392	1170.13028354
14	0.09816943	255.82953086	0.44128657	1149.99280514
15	0.09592500	249.98055000	0.43371833	1130.26997667
16	0.09383425	244.53205550	0.42630675	1110.95539050
17	0.09187465	239.42533024	0.41904994	1092.04414671
18	0.09002867	234.61470533	0.41194644	1073.53243422
19	0.08828247	230.06412642	0.40499511	1055.41724432
20	0.08662500	225.74475000	0.39819500	1037.69617000
21	0.08504729	221.63322657	0.39154538	1020.36726276
22	0.08354200	217.71045200	0.38504564	1003.42892836
23	0.08210309	213.96064461	0.37869526	986.87984983
24	0.08072550	210.37065300	0.37249383	970.71892967
25	0.07940500	206.92943000	0.36644100	954.94524600
26	0.07813800	203.62762800	0.36053646	939.55801877
27	0.07692144	200.45728422	0.35477996	924.55658348
28	0.07575271	197.41157343	0.34917129	909.94037057
29	0.07462955	194.48461179	0.34371024	895.70888903
30	0.07355000	191.67130000	0.33839667	881.86171333
31	0.07251235	188.96719671	0.33323042	868.39847284
32	0.07151513	186.36841575	0.32821138	855.31884325

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
33	0.07055700	183.87154200	0.32333942	842.62253958
34	0.06963682	181.47356212	0.31861447	830.30931035
35	0.06875357	179.17180714	0.31403643	818.37893286
36	0.06790633	176.96390467	0.30960522	806.83120911
37	0.06709430	174.84773876	0.30532078	795.66596254
38	0.06631674	172.82141621	0.30118305	784.88303516
39	0.06557300	170.88323800	0.29719197	774.48228518
40	0.06486250	169.03167500	0.29334750	764.46358500
41	0.06418471	167.26534727	0.28964959	754.82681946
42	0.06353914	165.58300629	0.28609819	745.57188438
43	0.06292537	163.98351967	0.28269328	736.69868526
44	0.06234300	162.46585800	0.27943482	728.20713618
45	0.06179167	161.02908333	0.27632278	720.09715889
46	0.06127104	159.67233930	0.27335713	712.36868191
47	0.06078083	158.39484243	0.27053785	705.02163987
48	0.06032075	157.19587450	0.26786492	698.05597283
49	0.05989055	156.07477596	0.26533831	691.47162576
50	0.05949000	155.03094000	0.26295800	685.26854800
51	0.05911888	154.06380741	0.26072398	679.44669290
52	0.05877700	153.17286200	0.25863623	674.00601738
53	0.05846417	152.35762653	0.25669474	668.94648162
54	0.05818022	151.61765911	0.25489948	664.26804874
55	0.05792500	150.95255000	0.25325045	659.97068455
56	0.05769836	150.36191871	0.25174764	656.05435729
57	0.05750016	149.84541147	0.25039104	652.51903744
58	0.05733028	149.40269890	0.24918062	649.36469752
59	0.05718859	149.03347393	0.24811639	646.59131190
60	0.05707500	148.73745000	0.24719833	644.19885667
61	0.05698939	148.51435931	0.24642644	642.18730948
62	0.05693168	148.36395135	0.24580071	640.55664942
63	0.05690176	148.28599152	0.24532113	639.30685692

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
64	0.05689956	148.28025988	0.24498769	638.43791363
65	0.05692500	148.34655000	0.24480038	637.94980231
66	0.05697800	148.48466800	0.24475921	637.84250679
67	0.05705849	148.69443155	0.24486416	638.11601185
68	0.05716641	148.97566906	0.24511524	638.77030318
69	0.05730170	149.32821887	0.24551242	639.80536728
70	0.05746429	149.75192857	0.24605571	641.22119143
71	0.05765413	150.24665434	0.24674511	643.01776363
72	0.05787117	150.81226033	0.24758061	645.19507256
73	0.05811536	151.44861816	0.24856221	647.75310748
74	0.05838665	152.15560638	0.24968989	650.69185827
75	0.05868500	152.93311000	0.25096367	654.01131533
76	0.05901037	153.78102011	0.25238353	657.71146958
77	0.05936271	154.69923343	0.25394947	661.79231239
78	0.05974200	155.68765200	0.25566149	666.25383559
79	0.06014819	156.74618281	0.25751958	671.09603142
80	0.06058125	157.87473750	0.25952375	676.31889250
81	0.06104115	159.07323207	0.26167399	681.92241183
82	0.06152785	160.34158663	0.26397029	687.90658273
83	0.06204134	161.67972513	0.26641266	694.27139887
84	0.06258157	163.08757514	0.26900110	701.01685419
85	0.06314853	164.56506765	0.27173559	708.14294294
86	0.06374219	166.11213684	0.27461614	715.64965963
87	0.06436252	167.72871993	0.27764275	723.53699901
88	0.06500950	169.41475700	0.28081541	731.80495609
89	0.06568311	171.17019081	0.28413412	740.45352609
90	0.06638333	172.99496667	0.28759889	749.48270444
91	0.06711014	174.88903229	0.29120970	758.89248679
92	0.06786352	176.85233765	0.29496657	768.68286896
93	0.06864345	178.88483490	0.29886947	778.85384695
94	0.06944991	180.98647821	0.30291843	789.40541694

速度（km/hr）	小貨車		大貨車	
	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）	FUEL（l/km）	CO_2（g/km）
95	0.07028289	183.15722368	0.30711342	800.33757526
96	0.07114238	185.39702925	0.31145446	811.65031842
97	0.07202834	187.70585458	0.31594154	823.34364303
98	0.07294078	190.08366098	0.32057465	835.41754588
99	0.07387967	192.53041133	0.32535381	847.87202386
100	0.07484500	195.04607000	0.33027900	860.70707400

附錄 4　教育訓練課程教材與意見摘要紀錄

交通建設計畫經濟效益之節能減碳評估應用

教育訓練（第一場）

時間：104 年 10 月 26 日(星期一)上午 9 時至 12 時

地點：中華經濟研究院 B003 會議室

簽到單

服務單位	姓名	職稱	簽名
中興工程顧問股份有限公司	李春春	工程師	李春春
中興工程顧問股份有限公司	楊伊萍	主任	楊伊萍
中興工程顧問股份有限公司	董建宏	工程師	董建宏
中興工程顧問股份有限公司	曠永銓	環一部技術經理	曠永銓
內政部營建署	鄭惠心	正工程司	鄭惠心
內政部營建署	蘇素娥	副工程司	蘇素娥
內政部營建署道路組	于維靜	正工程司	陳琛瑜
台灣世曦工程顧問股份有限公司	花玉如	正工程師	

服務單位	姓名	職稱	簽名
台灣世曦工程顧問股份有限公司	張淑貞	正工程師	
台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳曼栖	工程師	陳曼栖
台灣世曦工程顧問股份有限公司	甘幸佳	工程師	甘幸佳
台灣世曦工程顧問股份有限公司	薛旭吾	工程師	薛旭吾
交通部公路總局	林宥辰	工務員	林宥辰
交通部高公局拓建處	朱長君	副工程司	朱長君
交通部高速鐵路工程局	陳靄	副工程司	陳靄
交通部高速鐵路工程局	陳宇俊	科長	陳宇俊
交通部國道新建工程局	彭繼賢	工程員	彭繼賢
交通部運輸研究所	陳怡妃	副研究員	
交通部臺灣鐵路管理局	蕭國文	科員	蕭國文
交通部臺灣鐵路管理局	陳勝國	幫工程司	陳勝國

服務單位	姓名	職稱	簽名
交通部臺灣鐵路管理局	蘇順帆	幫工程司	蘇順帆
交通部臺灣鐵路管理局	徐淑盈	科員	徐淑盈
交通部臺灣鐵路管理局	黎世俊	工務員	黎世俊
交通部鐵路改建工程局	李宜儒	技術員	李宜儒
亞聯工程顧問股份有限公司	朱玲萱	規劃師	朱玲萱
亞聯工程顧問股份有限公司	翁正文	技師	翁正文
易緯工程顧問股份有限公司	王振霖	協理	王振霖
易緯工程顧問股份有限公司	洪清貴	總經理	洪清貴
易緯工程顧問股份有限公司	謝秉叡	經理	謝秉叡
林同棪工程顧問股份有限公司	簡利貞	交通工程師	簡利貞
林同棪工程顧問股份有限公司	沈元中	副理	
美商美聯	許祐瑀	規劃工程師	許祐瑀

服務單位	姓名	職稱	簽名
鼎漢國際工程顧問(股)公司	林建文	副總經理	林建文
鼎漢國際工程顧問(股)公司	陳柏君	經理	陳柏君
鼎漢國際工程顧問(股)公司	林大鈞	規劃師	林大鈞
運研所	歐陽恬恬		歐陽恬恬
	楊幼文		楊幼文
	呂悅青		呂悅青
	林延樹		林延樹

交通建設計畫經濟效益之節能減碳評估應用

教育訓練（第二場）

時間：104 年 10 月 26 日(星期一)下午 1 時 30 分至 4 時

地點：中華經濟研究院 B003 會議室

簽到單

服務單位	姓名	職稱	簽名
中興工程顧問股份有限公司	董建宏	工程師	董建宏
中興工程顧問股份有限公司	李春春	工程師	李春春
中興工程顧問股份有限公司	曠永銓	環一部技術經理	曠永銓
中興工程顧問股份有限公司	楊伊萍	主任	楊伊萍
內政部營建署	蘇素娥	副工程司	蘇素娥
內政部營建署	鄭惠心		鄭惠心
內政部營建署道路組	于維靜	正工程司	陳保瑜
台灣世曦工程顧問有限公司	花玉如	正工程師	

服務單位	姓名	職稱	簽名
台灣世曦工程顧問股份有限公司	張淑貞	正工程師	
台灣世曦工程顧問股份有限公司	陳曼栖	工程師	陳曼栖
台灣世曦工程顧問股份有限公司	張起豪	工程師	
台灣世曦工程顧問股份有限公司	甘幸佳	工程師	甘幸佳
台灣世曦工程顧問股份有限公司	薛旭吾	工程師	薛旭吾
交通部公路總局	林宥辰	工務員	林宥辰
交通部高公局拓建處	朱長君	副工程司	朱長君
交通部高公局拓建處	張鈺華	書記	張鈺華
交通部高速鐵路工程局	陳靄	副工程司	陳靄
交通部國道新建工程局	彭繼賢	工程員	彭繼賢
交通部臺灣鐵路管理局	蕭國文	科員	蕭國文

服務單位	姓名	職稱	簽名
交通部臺灣鐵路管理局	徐淑盈	科員	徐淑盈
交通部臺灣鐵路管理局	陳勝國	幫工程司	
交通部臺灣鐵路管理局	黎世俊	工務員	黎世俊
交通部臺灣鐵路管理局	蘇順帆	幫工程司	蘇順帆
交通部鐵路改建工程局	李宜儒	技術員	李宜儒
亞聯工程顧問股份有限公司	翁正文	技師	翁正文
亞聯工程顧問股份有限公司	朱玲萱	規劃師	朱玲萱
易緯工程顧問股份有限公司	王振霖	協理	王振霖
易緯工程顧問股份有限公司	洪清貴	總經理	洪清貴
易緯工程顧問股份有限公司	謝秉叡	經理	謝秉叡
林同棪工程顧問公司	簡利貞	交通工程師	簡利貞

服務單位	姓名	職稱	簽名
林同棪工程顧問股份有限公司	沈元中	副理	
美商美聯	許祐瑀	規劃工程師	許祐瑀
鼎漢國際工程顧問(股)公司	林建文	副總經理	林建文
鼎漢國際工程顧問(股)公司	陳柏君	經理	陳柏君
鼎漢國際工程顧問(股)公司	林大鈞	規劃師	林大鈞

運研所　　邢還櫂　　邢還櫂

運研所　　歐陽恬恬　　歐陽恬恬

交通建設計畫經濟效益之節能減碳評估應用

教育訓練（第一場）

時間：104 年 10 月 26 日(星期一)上午 9 時至 12 時

地點：中華經濟研究院 B003 會議室

簽到單

服務單位	姓名	職稱	簽名
交通部運輸研究所	蘇振維	組長 副組長	楊幼文
交通部運輸研究所	張益城	研究員	張益城
中華經濟研究院	溫蓓章	研究員	溫蓓章
鼎漢國際工程顧問(股)公司	陳柏君	經理	陳柏君
鼎漢國際工程顧問(股)公司	鍾佩儒	分析師	鍾佩儒
鼎漢國際工程顧問(股)公司	吳姿瑩	分析師	吳姿瑩
中華經濟研究院	孫淑華	研究助理	孫淑華

交通建設計畫經濟效益之節能減碳評估應用

教育訓練（第二場）

時間：104 年 10 月 26 日(星期一)下午 1 時 30 分至 4 時

地點：中華經濟研究院 B003 會議室

簽到單

服務單位	姓名	職稱	簽名
交通部運輸研究所	楊幼文 蘇振維	副組長 組長	楊幼文
交通部運輸研究所	張益城	研究員	張益城
中華經濟研究院	溫蓓章	研究員	溫蓓章
鼎漢國際工程顧問(股)公司	陳柏君	經理	陳柏君
鼎漢國際工程顧問(股)公司	鍾佩儒	分析師	鍾佩儒
鼎漢國際工程顧問(股)公司	吳姿瑩	分析師	吳姿瑩
中華經濟研究院	孫淑華	研究助理	孫淑華

議程

時間	項目	主講人
第一場	交通建設計畫經濟效益評估理論	
9:00-9:20	報到	
9:20-9:30	主席致詞	交通部運輸研究所 蘇振維組長
9:30-10:30	交通建設計畫經濟效益評估概論	中華經濟研究院 溫蓓章博士
10:30-10:50	休息	
10:50-12:00	經濟效益節能減碳評估方法	鼎漢公司 陳柏君經理
12:00-13:30	午餐休息	
第二場	交通建設計畫經濟效益評估實務	
13:30-14:30	案例應用	鼎漢公司 吳姿瑩分析師
14:30-14:50	休息	
14:50-16:00	意見交流與討論	

交通部運輸研究所

交通建設計畫

經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

交通建設計畫經濟效益評估概論

簡報人：中華經濟研究院 溫蓓章博士

104年10月26日

中華經濟研究院 CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH

鼎漢國際工程顧問 thi consultants inc.

簡報大綱

壹 經濟效益的重要性與國內規範

貳 交通建設計畫之經濟效益分析

參 經濟效益與財務評估

壹

經濟效益的重要性與國內規範

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

- 經濟效益評估的重要性
- 經濟效益評估的必要性
- 經濟效益評估的參考文件及工具

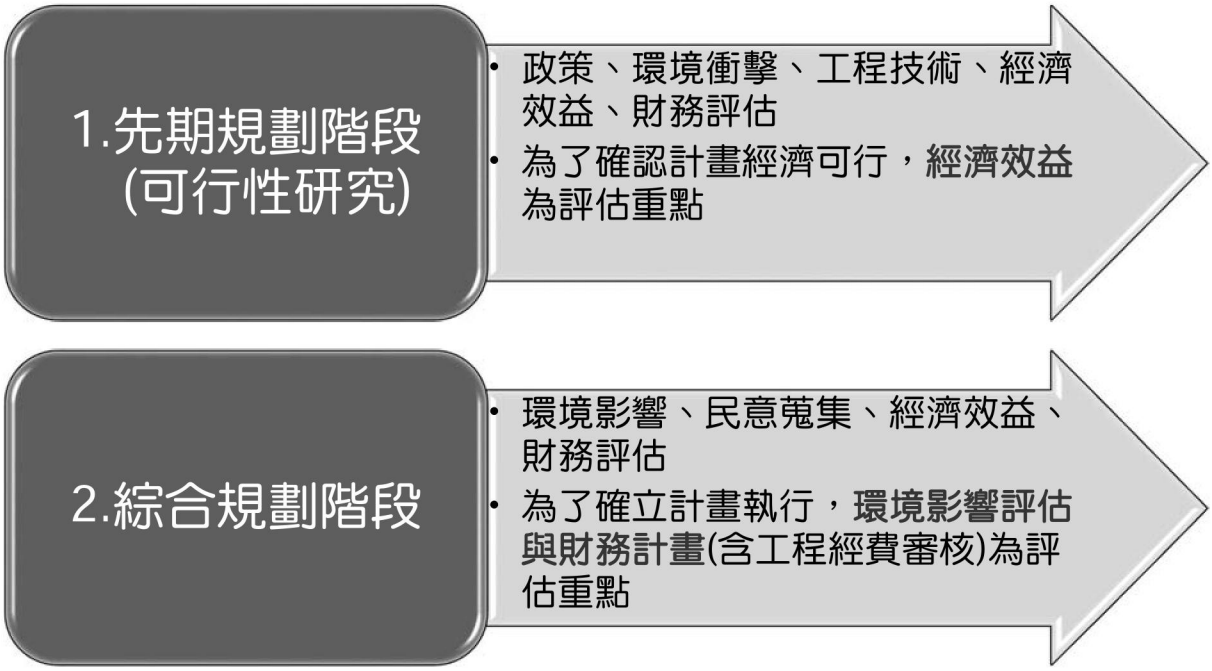
經濟效益評估的重要性

- 交通建設計畫是國家經濟發展的基礎，通常具有**投資龐大**，且**建設期程長**之特性，然而在政府有限的財政資源下，實有必要透過客觀的經濟效益評估，以促使**國家整體資源達最有效的利用**。

- 經濟效益評估的目標乃是從**社會經濟**的觀點來評估交通建設計畫的經濟效益相對於投資成本的有效性，藉由**系統化**與**科學化**的方法篩選出**最具經濟效率**的交通建設投資計畫。

1.2經濟效益評估的必要性

- 公共建設計畫規劃之行政程序



經濟效益評估的參考文件與工具

項　目	年期
行政院國發會(經建會)	
■公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊(97年版)	97
交通部運輸研究所	
■交通建設計畫經濟效益評估作業之研究(1/2)、(2/2)	98
■行車成本調查分析與交通建設計畫經濟效益評估之推廣應用(1/2)、(2/2)	99、100
■交通建設經濟效益評估作業規範暨技術手冊	99
■交通建設計畫經濟效益評估手冊	100、102
■經濟效益評估軟體	100

貳

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

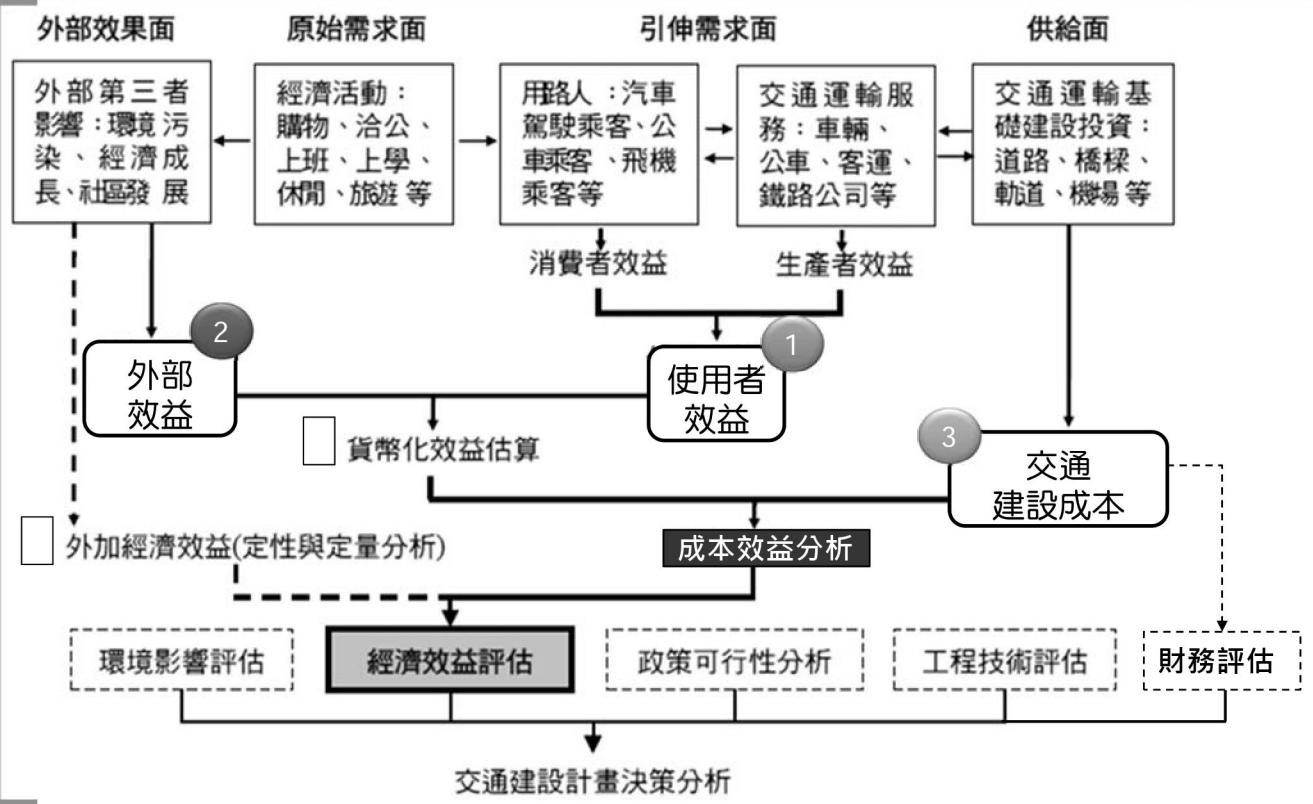
交通建設計畫之經濟效益分析

- 評估方法與流程
- 成本與效益項目
- 評估期間與參數
- 評估指標與決策判準
- 敏感度分析
- 成本效益評估流程

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

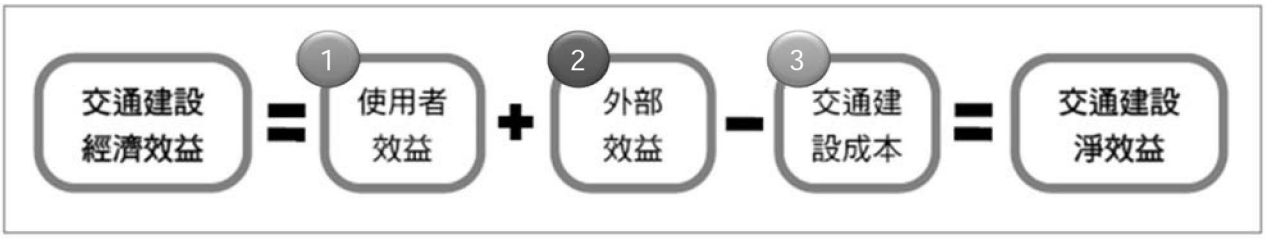
評估方法與流程

交通計畫經濟效益評估的分析架構



經濟效益的衡量

- 交通建設計畫經濟效益從整體社會觀點出發，所衡量的結果代表整體社會的福利

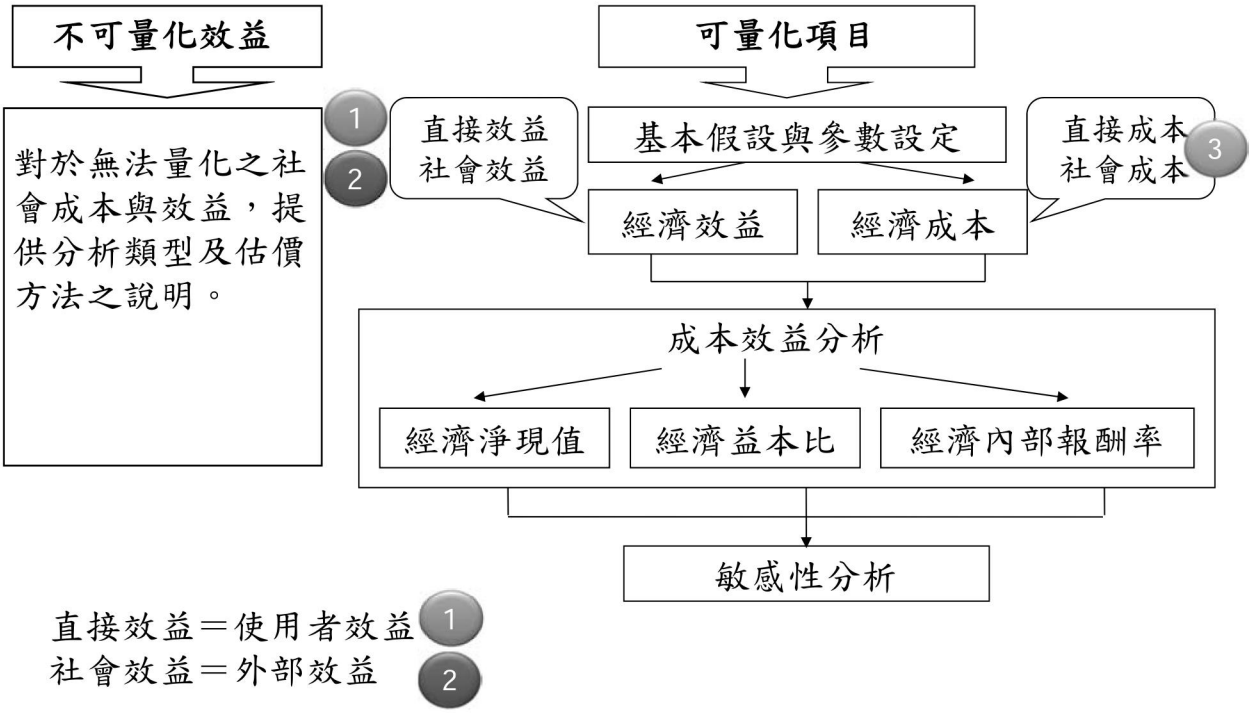


- 成本是指交通建設所投入的社會資源
- 效益包括直接(使用者)效益與間接的外部效益
- 將總效益扣除成本後得到的淨效益即為經濟效益

經濟效益評估的主要方法

- 以成本效益分析為主軸
  - 將交通建設計畫在未來一段期間內的成本流量與效益流量，分別以特定的折現率計算出折現值，再分別計算出成本效益指標，以作為決策參考的依據
  - ◆ 優點
    - 所有的成本與效益項目皆有貨幣化的數值，可以建立客觀的衡量指標
  - ◆ 缺點
    - 部分項目不具有市場價格或無法貨幣化時，無法列入分析，因此無法完全周延考量所有的影響衝擊層面
- 其他輔助評估方法
  - 產業關聯模型、總體經濟模型、多目標（多準則）決策、專家德爾菲法…
  - 質性分析：如生物多樣性、環境永續、系統脆弱度等

經濟效益評估流程



直接效益＝使用者效益 1
社會效益＝外部效益 2

13

2.2成本與效益項目

成本與效益的範疇

成本效益分析		
II 效益面		③ I 成本面
② 外部效益	① 使用者效益	
II-5 產業經濟外溢效果 II-6 空氣污染減少效益 II-7 CO_2排放減少效益	II-1 旅行時間節省效益 II-2 行車成本節省效益 II-3 肇事成本節省效益 II-4 營運成本節省效益	I-1 規劃設計成本 I-2 建造期成本 I-3 營運期成本 I-4 結束成本

第三者觀點　需求面觀點　供給面觀點

15

成本項目

1.規劃期
- 規劃設計成本

2.建造期
- 建造成本
- 用地取得及拆遷補償費

3.營運期
- 營運成本
- 維護成本
- 重置成本

效益項目（營運階段）

2

外部效益

觀光產值增加
- 衍生觀光人次×消費額

土地增值
- 影響土地面積×土地增值

空污減少
- 節省車公里×污染排放×貨幣化價值

噪音減少
- 節省車公里×噪音排放×貨幣化價值

碳排減少
- 節省車公里×碳排放×貨幣化價值

1

使用者效益

旅行時間節省
- 節省時間×時間價值(工資率)

旅行成本節省
- 節省車公里×行車成本

行車肇事節省
節省車公里×肇事率×肇事成本

營運成本節省
節省人力×工資率

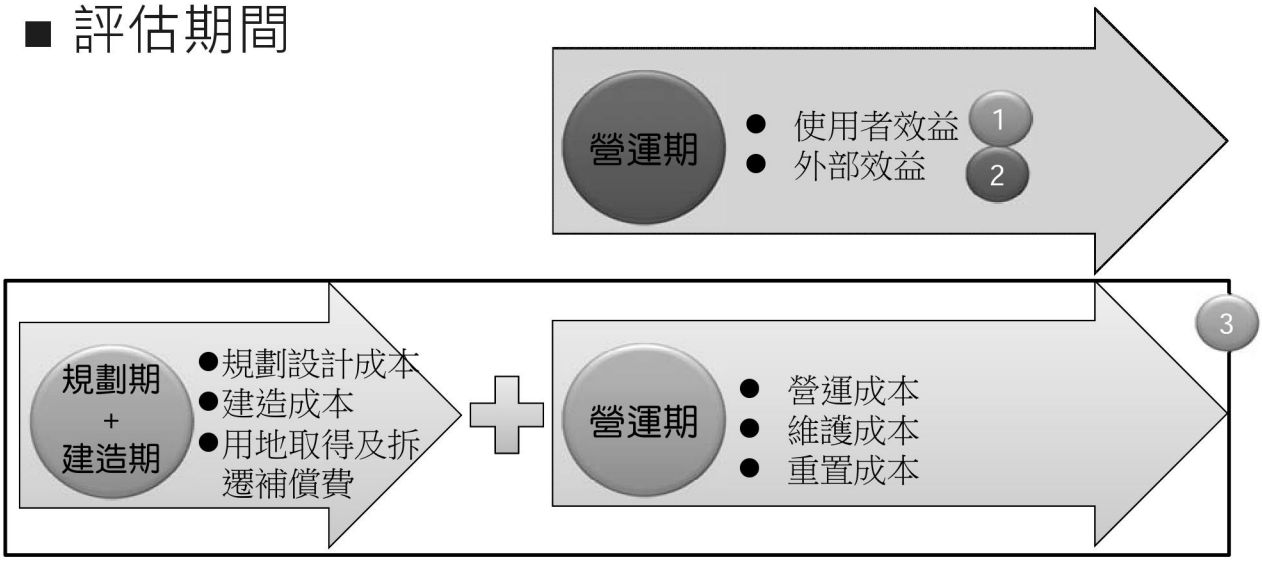
17

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

評估期間與參數

評估期間與參數

■ 評估期間



- 建造期間依照工程進度編列
- 營運期間多設定為30年，亦可考慮基礎設施壽年進行評估

時間參數(　　)

■ 社會折現率

- 交通建設經濟效益評估在於反映整體經濟社會的福利效果，所採用的折現率應該反映整體社會願意以目前消費來換取未來消費的比例，即社會折現率的概念
- 從社會觀點所採用的社會折現率(Social Discount Rate)還必須考慮跨世代永續經營與國家投入之外部性的效果
- **政府公債利率**為我國公共建設折現率的重要參考依據，它代表政府借款利率，亦可作為反映社會機會成本，考量我國政府公債發行與流通量，**採用政府　年期公債之　年平均利率水準為基礎**

時間參數(　　)

- 物價上漲率
  - 交通建設計畫的成本與效益流量必須考量未來物價波動的影響，因此必須設定物價上漲率參數作為物價波動的調整基準
  - 由於所估算之效益值所採用之貨幣化轉換參數通常為評估基準年的幣值，並未包含未來物價上漲的因素。因此，必須將貨幣化轉換參數由t=0年度調整至t=1年度的幣值(貨幣化轉換參數t=0×物價調整)，所估的效益值才會是t=1年度的幣值
  - 本手冊之物價上漲率的推估，為避免受到某一特定年度短期物價巨幅波動影響，建議**參考臺灣過去　年移動平均水準作為物價上漲率的參考值**
- 不同項目的價格變動率可能不同：薪資上漲率、躉售物價上漲率、消費者物價上漲率

2.4評估指標與決策判準

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

經濟效益評估指標與決策判準（　）

- 淨現值(Net Present Value，NPV)

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}$$

註：其中Bt:第t年之效益；Ct:第t年之成本；i:折現率；T:評估年期

- 將評估期間內，所有成本值及效益值予以貨幣化，並將折現後效益總現值減去成本總現值，因此淨現值不僅可估計效益超過成本的部分，更可考量資金的時間價值，客觀地評估計畫的真實淨效益

- 淨現值大於零，即表示此計畫對整體社會而言具有正面效益，**淨現值愈大表示投資方案愈具經濟效益及社會公共利益**

經濟效益評估指標與決策判準（　）

- 益本比(Benefit/Cost Ratio，B/C)

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

註：其中Bt:第t年之效益；Ct:第t年之成本；i:折現率；T:評估年期

- 益本比係指評估期間內計畫總效益現值與投入總成本現值之比值，用以評估投資方案的優劣，公共建設計畫可接受之準則必為效益大於成本
- 當　　大於或等於　時，顯示可考慮投資

經濟效益評估指標與決策判準（　）

■ 內部報酬率(Internal Rate of Return，IRR)

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

註：其中Bt:第t年之效益；Ct:第t年之成本；T:評估年期

- 內部報酬率係指未來效益產生之現值等於成本投入時之折現率，亦即使計畫之淨效益現值等於 時之折現率，其為評估整體效益報酬率的指標，相當於一可行計畫效益的最低收益率底限；藉由比較計畫的內部報酬率與資金成本，可以瞭解整體社會效益
- 內部報酬率愈高，此投資計畫越具公共效益

經濟效益評估指標與決策判準（　）

指標	定義	計算公式(註)	決策判準
淨現值(NPV)	估計每期淨現金流量，以適當折現率將各期現金流量折現並加總	$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t}$	NPV≧0接受 NPV<0 拒絕
經濟益本比(B/C)	產出效益總額/投入成本總額，即投入成本之單位效益	$B/C\ Ratio = \frac{\sum_{t=0}^{T} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^{T} \frac{C_t}{(1+i)^t}}$	B/C≧1 接受 B/C<1 政策決定
內部報酬率(IRR)	使NPV=0的折現率，評估互斥計畫時，可能會與NPV法相反	$\sum_{t=0}^{T} \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t}$	IRR>RRR接受 IRR<RRR拒絕 RRR:最低可接受報酬率

註：其中Bt:第t年之效益；Ct:第t年之成本；i:折現率；T:評估年期

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

敏感度分析

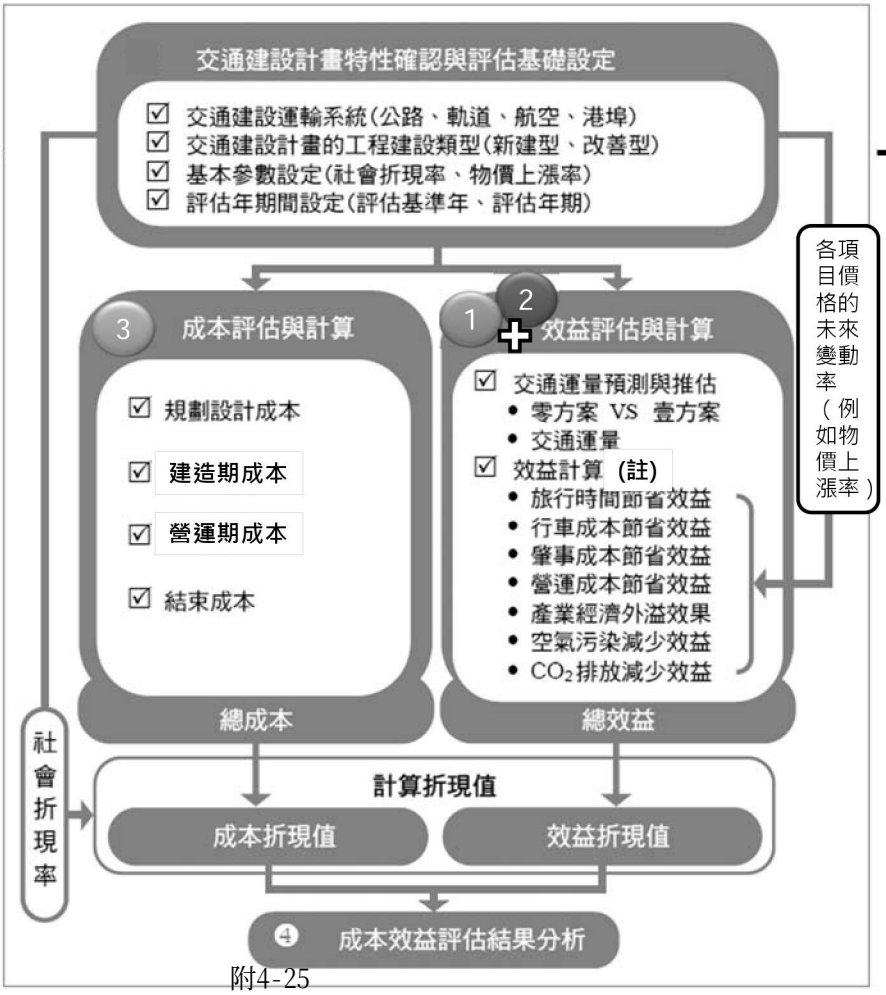
敏感度目的

- 敏感度分析為針對特定參數的變動，分析交通建設計畫評估結果的變動風險，藉此檢視交通建設計畫面對**不確定因素的影響方向與變動程度**
- 敏感度分析可視交通建設計畫的特性，挑選會高度影響計畫效益的可能變動因素，分析試算各評估指標的變動範圍，**以辨認和衡量決策風險**

敏感度分析做法

- 選取主要參數、主要成本或主要效益項目分析
  - 參數
    - 折現率
    - 物價上漲率或關鍵項目的價格變動率（例如油價）
  - 成本項
    - 建造成本
  - 效益項
    - 旅行時間節省(時間價值)

2.6成本效益評估流程



註：部分效益可能僅能以現值參數直接估算現值。

叁

經濟效益與財務評估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

經濟效益與財務評估

■ 經濟與財務評估之不同及折現率之處理

經濟評估	財務評估
以公共建設投資的觀點來看，經濟效益評估乃是將交通運輸等公共建設的**社會效益減去社會成本**。	以傳統的企業投資觀點來看，財務評估乃是將企業投資後的**銷售收入減去營運成本以及最初投資成本。**
經濟效益評估反映的是**影子價格(Shadow Price)或是機會成本(Opportunity Cost)**，並且將其轉化為貨幣化的市場價格，其中並不包含稅或補貼等移轉性支付。	財務評估強調**貨幣化的收入與成本**，這些成本收入通常具有市場價格。

簡報結束 敬請指教

交通部運輸研究所

交通建設計畫

經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

經濟效益節能減碳評估方法

簡報人：鼎漢公司 陳柏君經理

104年10月26日

中華經濟研究院 CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH

鼎漢國際工程顧問 thi consultants inc.

簡報大綱

壹 交通計畫如何達到節能減碳

貳 節能減碳量推估

參 節能減碳貨幣化價值推估

壹 交通計畫如何達到節能減碳

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

- 運輸系統與節能減碳的關係
- 運輸部門計算能耗與碳排的基本概念
- 經效手冊節能減碳內容修訂

運輸系統三元素與節能減碳的關係

人	•旅次需求 •運具選擇 •環保駕駛	交通、環保部門主導
車	•車輛燃料型式 •車輛耗能、碳排標準 •車輛節能技術與設備	經濟、環保部門主導
路	•鐵公路建設與改善 •交控(號誌、ITS) •交通管理	交通部門主導

運輸部門計算能耗與碳排的基本概念

耗油量=交通活動量 × 油耗率

排放量=交通活動量 × CO_2排放率

交通模式　　能耗模式

交通策略對交通活動量之影響層面(方案差異)

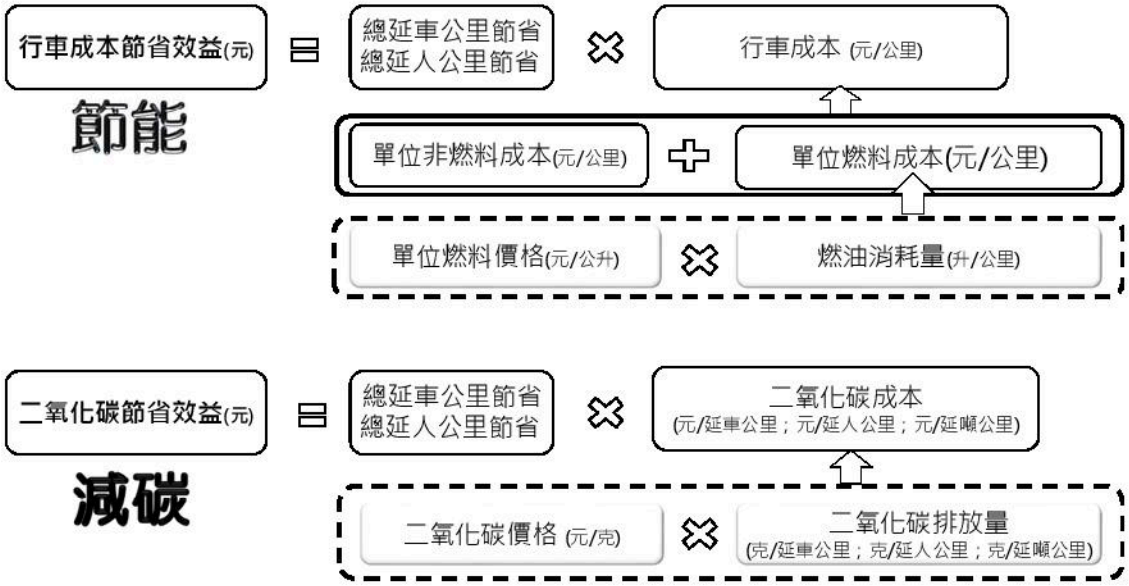
- ✓ 運量改變 (車行公里、車行小時)
- ✓ 車速改變 (提速效果對應不同的耗油率)
- ✓ 運具改變 (私人運具移轉到大眾運具)
- ✓ 路線改變 (替代道路造成不同等級路網間之車流移轉)

5

經效手冊節能減碳內容修訂

- 運研所96~100年期間辦理「交通建設計畫經濟效益評估作業」系列研究，102年6月編訂完成「交通建設計畫經濟效益評估手冊」
  - 設定公路運輸之溫室氣體CO_2參數以旅行距離計算（延人公里或延車公里之單位排放量），無法充分反應交通建設計畫提升速率或改善運作效率之節能減碳效果
- 運研所96~103年持續辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究
  - 已建立小客車、大客車及機車等模式，提供反映實際交通情境之車輛能耗與碳排放推估方法，與運輸規劃模式充分整合
- 加以整合應用，可具體評估分析公路建設計畫(新建、改善)之節能減碳效益，強化運輸部門節能減碳政策與計畫評估

經濟效益中的節能減碳推估參數



貳 節能減碳量推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

- 102年版經效手冊之油耗與碳排推估
- 車輛動態能耗碳排推估模式
- 經效手冊節能減碳更新
- 節能減碳成果應用

2.1 102年版經效手冊之油耗與碳排推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

油耗推估公式(經效手冊102年版)

■ 油耗推估模式

車種	燃油消耗量推估公式 (公升/公里)	研究單位	建模方式
機車	$FC = \frac{1}{(3.2672V - 0.0663V^2 + 0.00036V^3)}$	工研院	實驗室定速測試
小客車	$FC = 0.0641 + \frac{0.8293}{V} - 0.0009V + 0.0000077V^2$	日本	實驗室模擬行車型態
小貨車	$FC = 0.1027 + \frac{0.2145}{V} - 0.0016V + 0.000013V^2$	日本	實驗室模擬行車型態
大貨車	$FC = 0.5601 + \frac{0.0179}{V} - 0.0096V + 0.000073V^2$	日本	實驗室模擬行車型態

註：FC為燃油經濟性(公升/公里)，V為車速(公里/小時)。
資料來源：交通建設計畫經濟效益評估手冊(102年版)。

應用課題

- ✓缺大客車車種
- ✓皆為實驗室模擬結果，未必符合道路實際情形
- ✓國外實驗結果，未必符合國內情形
- ✓無法模擬車輛停等狀態下的油耗

碳排推估(經效手冊102年版)

■ 碳排推估模式

車種	CO_2排放係數
機車	83.2291克/延車公里
小客車	236.1493克/延車公里
小貨車	334.1493克/延車公里
大貨車	858.4906克/延車公里
客運	43.8566克/延人公里
公車	35.0853克/延人公里

課題

- ✓排放率與車公里呈固定關係，無法反映速率變化、路網層級改變的敏感度
- ✓碳排與油耗推估方法無關連

其他調查、統計資料

■ 鐵公路運具能源密集度(運輸部門排放清冊)

公路運具燃油效率(公里/公升)													
年份	自小客	營業小客車		自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車
									營業				
	汽油	汽油	LPG	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車與客運車	自用	營業	
2013	10.28	9.1	7.97	8.28	7.97	7.51	7.58	3.27	3.3	2.81	2.88	2.74	22.3

年份	公路客運能源密集度(公升油當量/延人公里)							公路貨運能源密集度(公升油當量/延噸公里)					
	自用小客車	營業小客車		大客車			機車	自用小貨車		營業小貨車		大貨車	
	汽油	汽油	LPG	自用	遊覽車	公車+客運		汽油	柴油	汽油	柴油	自用	營業
2013	0.033	0.059	0.076	0.018	0.011	0.028	0.029	0.224	0.206	0.191	0.191	0.037	0.039

年份	鐵路能源密集度 (公升油當量/延人(噸)公里)					鐵路能源密集度 (度/延人公里)			
	客運				貨運	客運			
	台鐵	高鐵	北捷	高捷	台鐵	台鐵	高鐵	北捷	高捷
2013	0.012	0.011	0.012	0.021	0.024	0.053	0.050	0.054	0.093

節能減碳推估改進方向

- 採用本土化車輛資料與推估模式
- 貼近實際道路情境
- 反映速率、道路間的敏感度，加強交通方案差異的評估能力

2.2 車輛動態能耗碳排推估模式

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

能耗推估模式

- **運研所車輛能耗排放推估模式研究(96迄今)**
  - 實測設備
    - 應用**車載量測系統**，蒐集**道路實際運行**之車輛動態能耗/排放值，據以建立推估模式
  - 模式變數
    - 採用**車種**、**道路類型**、**坡度**、**車速**等作為解釋變數，易於與運輸規劃/交通模擬模式整合，可評估運輸方案的能耗/排放結果，提升決策品質
  - 建立以**時間**為基礎的模式（Time-based model）
    - 可評估動態（行駛中）與靜態（停等）的能耗/碳排

能耗推估模式

- **運研所車輛能耗排放推估模式研究(96迄今)**
  - 車種
    - 已完成**小客車**、**大客車(城際、市區)**、**機車**(96~104年)
    - 刻正進行**大貨車**(105~106年)
  - 應用尺度
    - 適用單一車種、整體車隊：結合單一或車隊油耗值
    - 分析微觀、巨觀問題：結合交通模擬、運輸規劃等軟體

2.3 經效手冊節能減碳更新

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

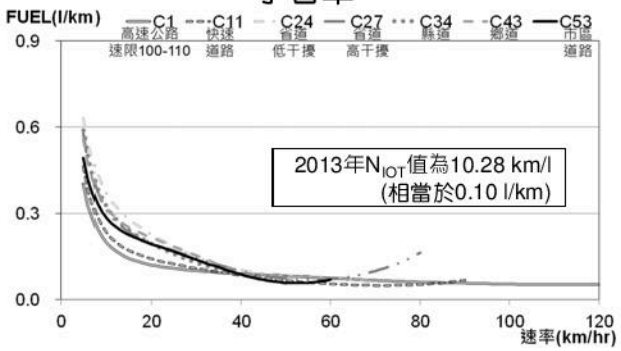
手冊節能減碳內容更新建議

	既有內容		本年度更新做法	
	油耗	碳排	油耗	碳排
小客車	日本動態模式	固定碳排率	運研所動態模式	運研所動態模式 (油耗×碳轉換當量)
機車	工研院動態模式	固定碳排率	運研所動態模式	運研所動態模式 (油耗×碳轉換當量)
城際公車	×	固定碳排率	運研所動態模式	運研所動態模式 (油耗×碳轉換當量)
市區公車	×	固定碳排率	運研所動態模式	運研所動態模式 (油耗×碳轉換當量)
小貨車	日本動態模式	固定碳排率	日本推估式	日本推估式× 碳轉換當量
大貨車	日本動態模式	固定碳排率	日本推估式	日本推估式× 碳轉換當量

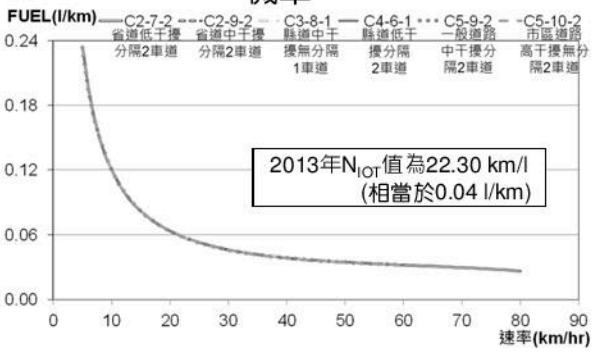
能耗模式推估成果

N_{IOT}值：為運輸部門排放清冊中，代表該車種的平均燃油效率表現

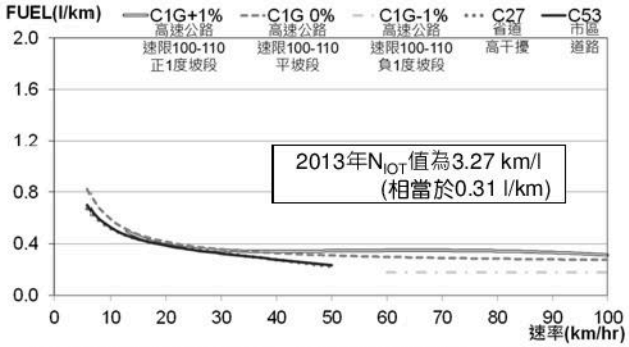
小客車



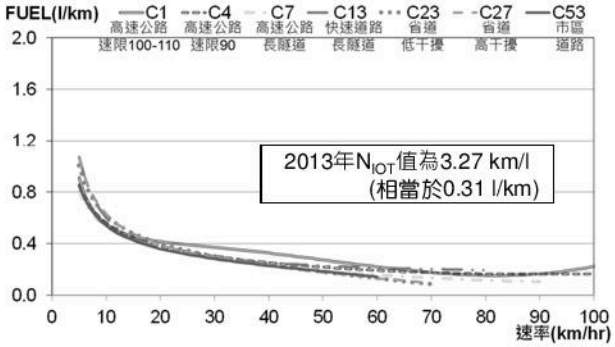
機車



國1大客車



國5大客車

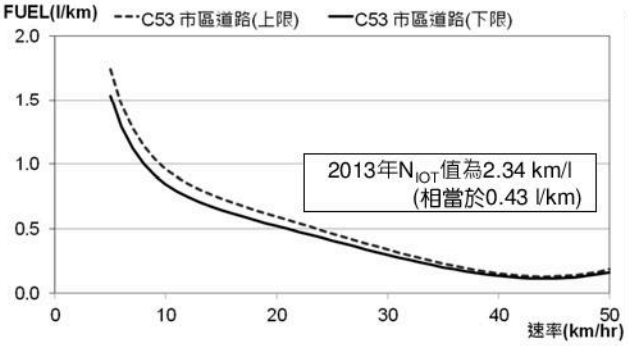


註：因排放清冊提供之N_{IOT}值未區分國道客運，因此國道客運N_{IOT}改以公路客運燃油效率代入。

能耗模式推估成果

N_{IOT}值：為運輸部門排放清冊中，代表該車種的平均燃油效率表現

■ 市區公車



註：因各縣市公車速限不同，因此上限參考高雄市市區公車(速限50km/hr)平均速率17.31km/hr，下限則參考臺北市市區公車(速限40km/hr)平均速率15.23km/hr。

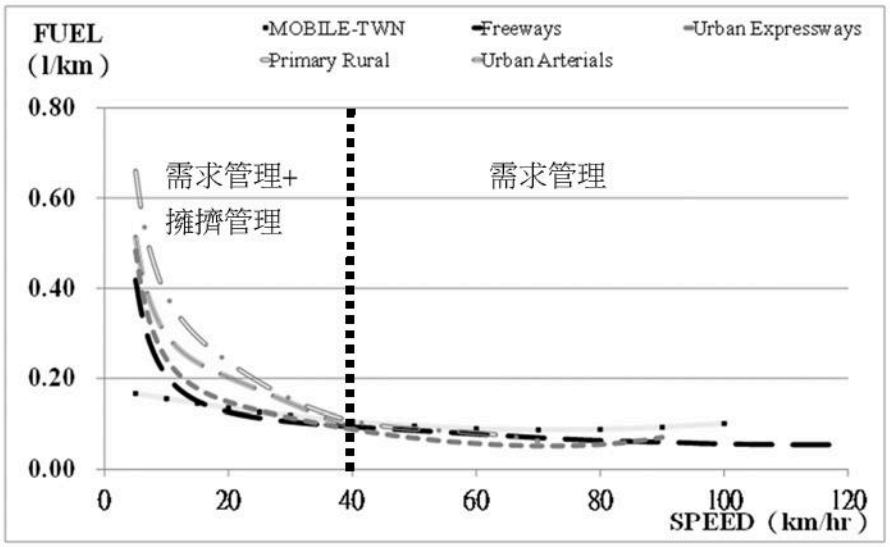
■ 停等能耗&排放值

車種	FUEL(g/s)	CO_2(g/s)
市區公車(上限)[註]	0.70084110	2.19141271
市區公車(下限)[註]	0.61662680	1.92808871
國5大客車	0.54425628	1.70179821
國1大客車	0.60827418	1.87882248
小汽車	0.30764634	0.90685819
機車	0.15754955	0.47537952

註：因各縣市公車速限不同，因此上限參考高雄市市區公車(速限50km/hr)平均速率17.31km/hr，下限則參考臺北市市區公車(速限40km/hr)平均速率15.23km/hr。

能耗模式成果對交通管理之啟示

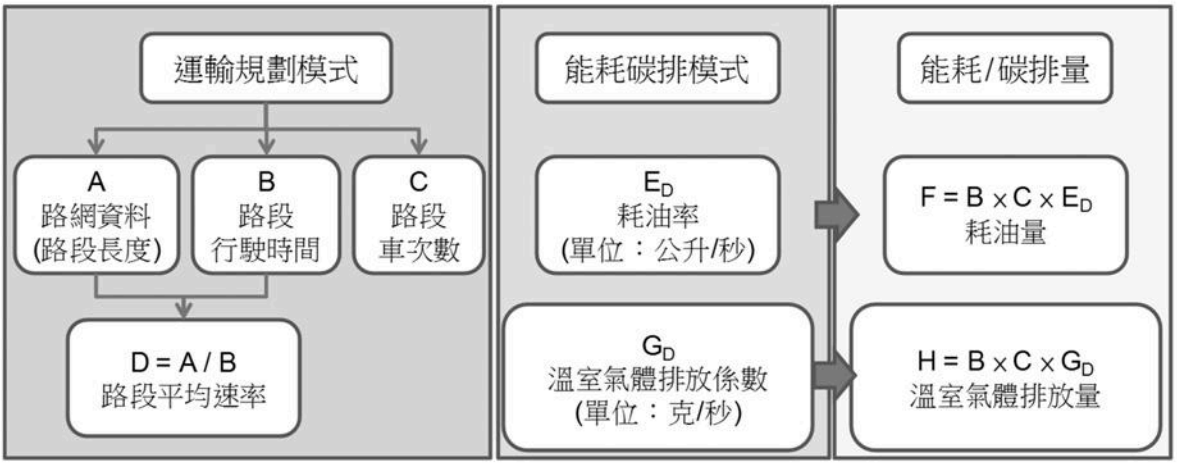
- 實測顯示，低速區間(時速40公里以下)的耗油率較過去模式高出甚多，亦即都會區在節能減碳方面實應負擔更大的責任，擁擠管理與環保駕駛對節能減碳發揮應有顯著功效。



2.4 節能減碳成果應用

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

運輸規劃與能耗碳排模式整合



交通計畫多採用運輸規劃模式進行運量預測，能耗碳排模式可用外加模組處理，於交通量指派後自動運算路網總耗油、碳排量

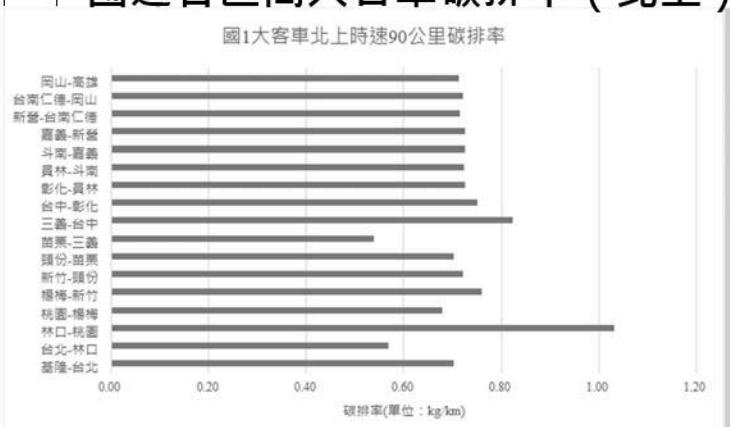
能耗應用查表範例一：逐速查表

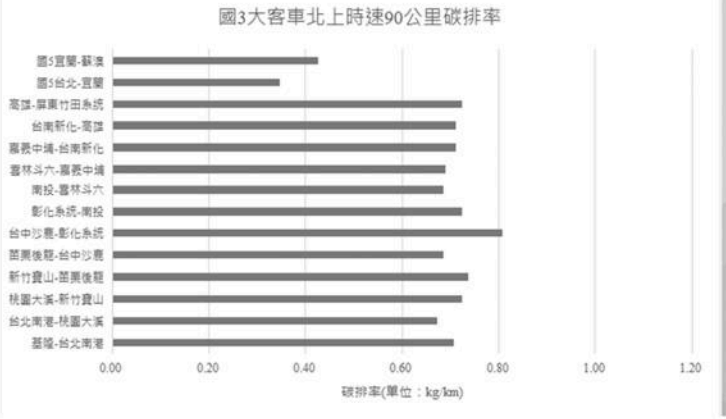
■ 小客車範例

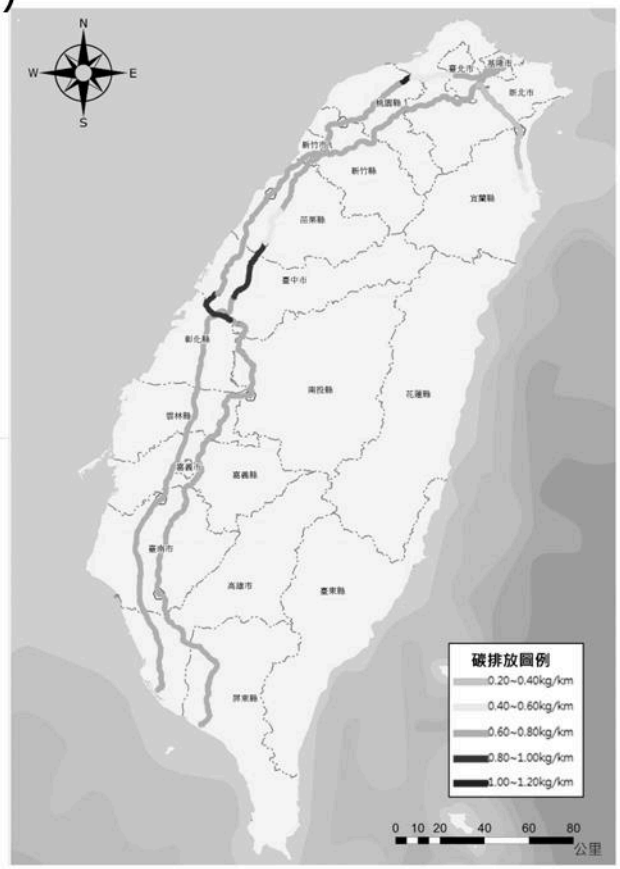
道路類型	高速公路C1		快速道路C11		省道低干擾C24		省道高干擾C27		縣道C34		鄉道C43		市區道路C53	
速度 (km/hr)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO2 (g/km)
5	0.401	907.540	0.462	1,044.957	0.631	1,428.833	0.577	1,306.731	0.588	1,330.079	0.559	1,264.535	0.491	1,111.563
6	0.329	744.258	0.381	861.806	0.543	1,227.817	0.483	1,093.632	0.496	1,123.442	0.475	1,074.765	0.419	947.519
7	0.279	632.355	0.325	736.001	0.480	1,085.203	0.418	946.739	0.433	979.124	0.417	943.522	0.369	833.992
8	0.244	552.014	0.285	645.454	0.433	979.143	0.371	840.687	0.386	873.416	0.375	848.532	0.332	751.788
9	0.218	492.279	0.255	577.934	0.397	897.318	0.336	761.377	0.350	793.074	0.344	777.361	0.305	690.182
10	0.197	446.618	0.232	526.137	0.368	832.221	0.309	700.350	0.323	730.109	0.319	722.505	0.284	642.695
≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀

能耗應用查表範例二：國道路段查表[25]

國道各區間大客車碳排率（北上）

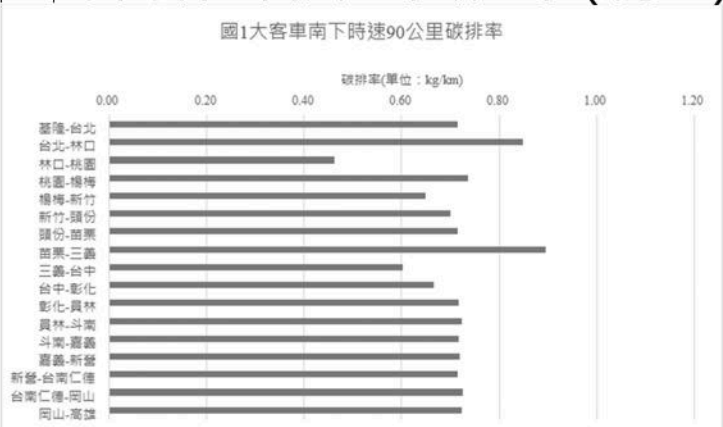


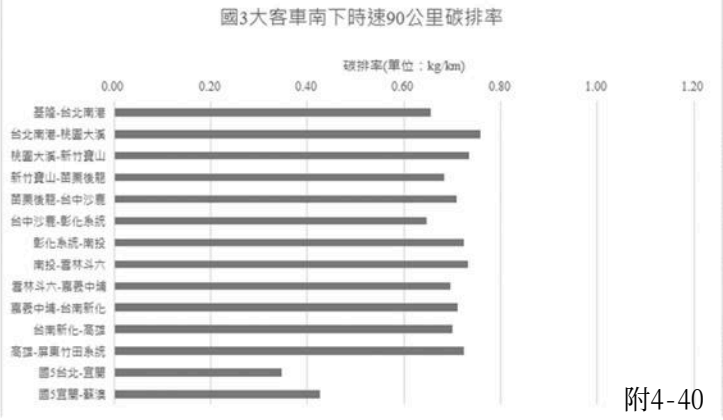


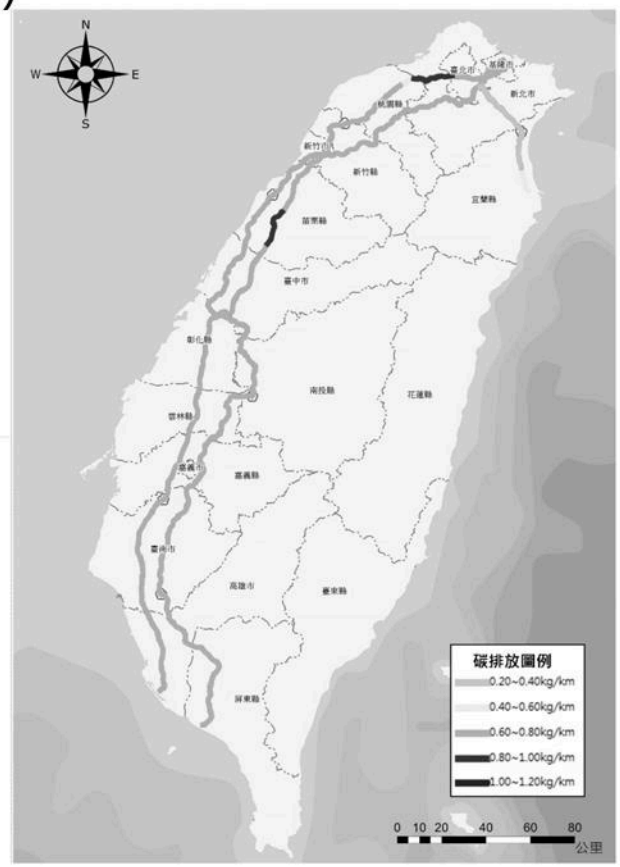


能耗應用查表範例二：國道路段查表[26]

國道各區間大客車碳排率（北上）







能耗碳排係數更新機制

- 車種研究
  - 運研所車輛動態能耗排放模式仍持續擴充車種(大貨車、小貨車、使用中車輛…)
- 車隊平均耗油率
  - 運研所運輸部門排放清冊每年更新
- 能耗碳排係數更新
  - 可每年更新，以排放清冊的各車種車隊平均耗油率代入車輛動態能耗排放模式，提供新的係數表
  - 建議將車輛動態能耗排放係數表公布於網路平台，方便各單位下載參考

參 節能減碳貨幣化價值推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

- 102年經效手冊之油價推估
- 油價推估之更新作法
- 102年經效手冊之碳價推估
- 碳價推估之更新作法

3.1 102年經效手冊之油價推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

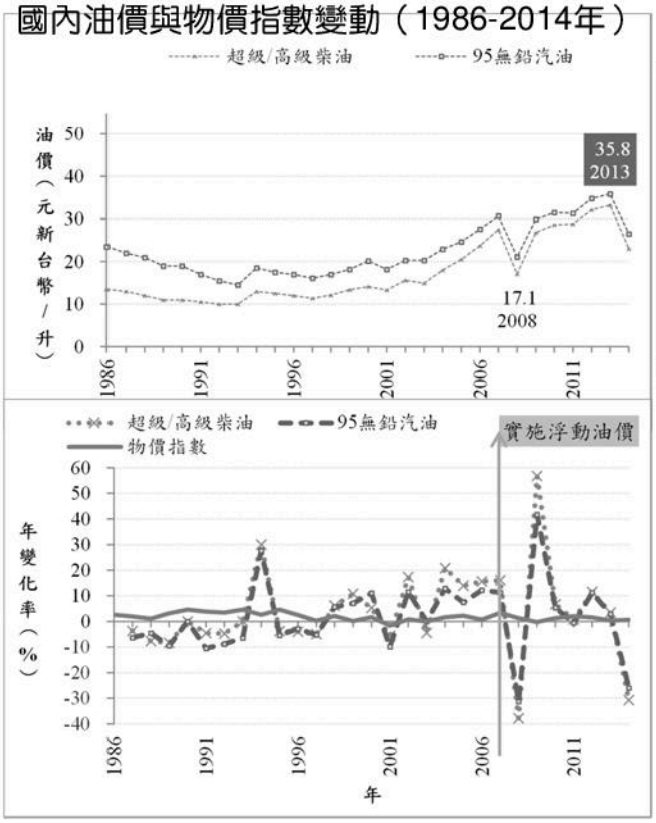
油價推估方法

- 以2007-2009年平均油價設定基年水準
- 以1998-2007平均物價上漲率1.18%估算未來年

		92無鉛汽油	95無鉛汽油	98無鉛汽油	柴油
平均燃料價格建議值（元/公升，2009年幣值，註1）		27.71	28.39	29.97	24.99
使用燃料比例建議值（註2）	機車	36.1%	60.4%	3.5%	–
	小客車	11.1%	82.9%	5.1%	0.9%
	小貨車	–	–	–	100.0%
	大貨車	–	–	–	100.0%
單位燃油成本建議值（元/公升，2009年幣值）	機車	28.20			
	小客車	28.36			
	小貨車	24.99			
	大貨車	24.99			

註1：以2007-2009年平均油價之平均值設定。
註2：參考交通部統計處「機車使用狀況調查」與「自用小客車使用狀況調查報告」的統計資料。原表小客車使用98無鉛汽油比例誤植為50.1%，此處修正為5.1%。
資料來源：本計畫綜整自「102年交通建設計畫經濟效益評估手冊」（運研所，2013）。

油價推估課題



課題

- ✓油價波動甚為顯著，但物價指數變化相對平緩
- ✓物價指數變化率多在正區間，但油價變化率約半數落在負區間，兩者波動率不一致

資料來源：本計畫。原始資料依據：（1）柴油及無鉛汽油價格：中油公司網站「油品價目/汽、柴、燃油歷史價格」http://www.cpc.com.tw/big5_bd/tmtd/ListPrice/ShowHisToryPrice.asp?pno=53（2015/04/21擷取）；（2）物價指數：中華民國統計資訊網「消費者物價基本分類指數/總指數」http://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=PR0101A1（2015/06/13擷取）。

油價推估之改進方向

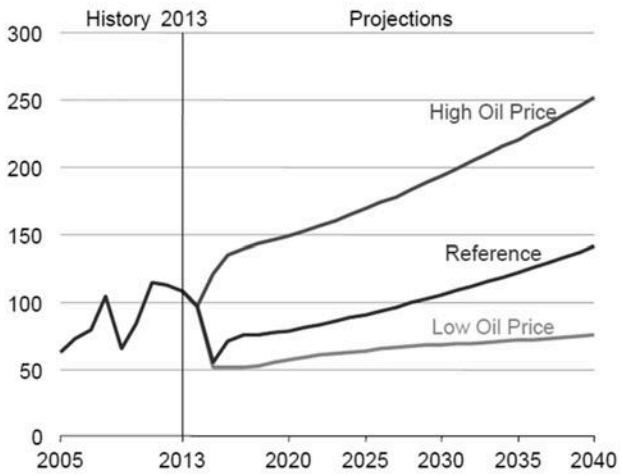
- 加強趨勢預測
  - 參考國內油價浮動調整機制所引用的國際指標
  - 參考國際機構對上述國際指標所做的長期油價預測
  - 參考國際長期油價的"變動趨勢"
  - 盡可能選擇定期更新的預測報告
  - 持續更新的機制

3.2 油價推估之更新作法

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

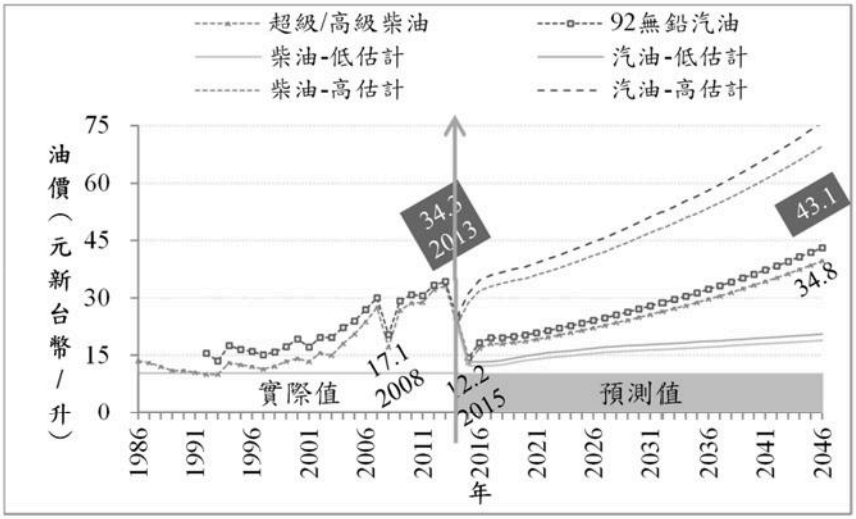
油價推估之更新作法

- 基期
  - 2014年底92無鉛汽油價格
- 趨勢預測(未來年)
  - 參考美國能源部能源資訊署(EIA)於2015.4公布的**國際能源展望報告(IEO)**
  - 2015-2040年間**Brent油價逐年變動率**



資料來源：EIA.（2015）. Annual Energy Outlook 2015 with projections to 2040. DOE/IEA-0383（2014）. April 2015. U.S. Energy Information Administration.

油價推估結果



- 其它油品價格
  - 95無鉛汽油：依據92無鉛汽油推估值加計1.5元/升
  - 98無鉛汽油：依據92無鉛汽油推估值加計3.5元/升
  - 超級柴油＝高級柴油

油價推估結果(中推計)

單位：元/升

年	超級/高級柴油	92無鉛汽油	95無鉛汽油	98無鉛汽油
2015	24.1	25.9	27.4	29.4
2016	17.0	18.4	20.0	22.0
2017	18.2	19.8	21.3	23.4
2018	18.2	19.8	21.3	23.3
2019	18.6	20.2	21.7	23.7
2020	18.9	20.5	22.0	24.1
2021	19.4	21.1	22.6	24.6
2022	20.0	21.7	23.2	25.2
2023	20.6	22.3	23.8	25.9
2024	21.2	23.0	24.5	26.5
2025	21.8	23.6	25.2	27.2
2026	22.4	24.3	25.9	27.9
2027	23.1	25.1	26.6	28.6
2028	23.8	25.8	27.3	29.4
2029	24.5	26.6	28.1	30.1
2030	25.2	27.4	28.9	30.9
2031	26.0	28.2	29.7	31.8
2032	26.8	29.1	30.6	32.6
2033	27.6	29.9	31.5	33.5
2034	28.3	30.8	32.3	34.3
2035	29.2	31.7	33.2	35.2
2036	30.0	32.6	34.1	36.2
2037	30.9	33.5	35.1	37.1
2038	31.8	34.5	36.1	38.1
2039	32.8	35.6	37.2	39.2
2040	33.7	36.6	38.2	40.2

年	超級/高級柴油	92無鉛汽油	95無鉛汽油	98無鉛汽油
2041	34.7	37.7	39.2	41.3
2042	35.7	38.8	40.4	42.4
2043	36.8	40.0	41.5	43.5
2044	37.9	41.1	42.7	44.7
2045	39.0	42.4	43.9	45.9
2046	40.1	43.6	45.1	47.1
2047	41.3	44.9	46.4	48.4
2048	42.5	46.2	47.7	49.8
2049	43.8	47.6	49.1	51.1
2050	45.1	49.0	50.5	52.5
2051	46.4	50.4	51.9	54.0
2052	47.8	51.9	53.4	55.4
2053	49.2	53.4	55.0	57.0
2054	50.6	55.0	56.5	58.5
2055	52.1	56.6	58.1	60.2
2056	53.6	58.3	59.8	61.8
2057	55.2	60.0	61.5	63.6
2058	56.8	61.8	63.3	65.3

油價更新機制

- 每年6-9月依據新版IEA預測值更新
- 觀測國內相關研究成果，是否提供長期預測值作為替代方案

3.3 102年經效手冊之碳價推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

碳價推估方法

- 參考歐盟碳權交易所與美國芝加哥氣候交易所的交易價格
- 2009年幣值為0.00059元/克

課題

- ✓美國芝加哥氣候交易所，已於2011年8月關閉碳權交易市場
- ✓國際碳權交易市場結構丕變：
  - 中國大陸已成為第大二大交易市場
  - 聯合國氣候變化綱要公約起動「新市場機制」，個別國家、區域可以實施特性化的市場機制推動減量
- ✓各國碳價格估算方法不同(碳稅、減量成本法、碳社會成本法、碳市場交易價格等)，與該國政策立場、應用特性、國際碳權交易動向有關

碳價推估之改進方向

- 預測方法之考量因素
  - 主要國家採用的方法
  - 適用於公部門計畫可凸顯政策效果
  - 具學理基礎，應用簡便且普遍，具可預測性
  - 具公信力

3.4 碳價推估之更新作法

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

碳價推估之更新作法

- 參考美國政府碳社會成本推估值(USG SCC)
  - 採用折現率5%情境
  - ◆ 學理基礎
    - 連結溫室氣體與環境的關係
    - 整合DICE、PAGE與FUND三大氣候變遷損害評估模型，以百年模擬，分別計算SCC後取平均值，做為單位碳價格參數
  - ◆ 資料特性
    - 評估結果適用全球，但無法顯示對區域的影響
    - 美國跨部會共識、官方認可
    - 定期更新

年份	折現率		
	5%	3%	2.5%
2010	11	32	51
2015	11	37	57
2020	12	43	64
2025	14	47	69
2030	16	52	75
2035	19	56	80
2040	21	61	86
2045	24	66	92
2050	26	71	97

單位：美元/噸（2007年幣值）；2013年11月修訂版本

資料來源：United States Inter-Agency Working Group, (2013). Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866, 2013. (http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/inforeg/technical-update-social-cost-of-carbon-for-regulator-impact-analysis.pdf, 2015/1/25 accessed)

碳價推估之更新作法

- 估值參數基礎
  - 參考美國政府碳社會成本推估值(USG SCC) ，且採用折現率5%情境
- 匯率水準
  - 匯率換算(2007年1美元兌32.842元台幣)
- 幣值調整
  - 根據物價指數，調整為計畫所需要的基年幣值(2007年至2015年之通貨膨脹倍數為1.079)
- 計算公式

A年的Y年幣值碳價格 = USG SCC折現率5%之A年的K年幣值數值
× K年之美元兌台幣匯率
× (Y年消費者物價指數/ K年消費者物價指數)

註：目前K=2007。

碳價推估結果

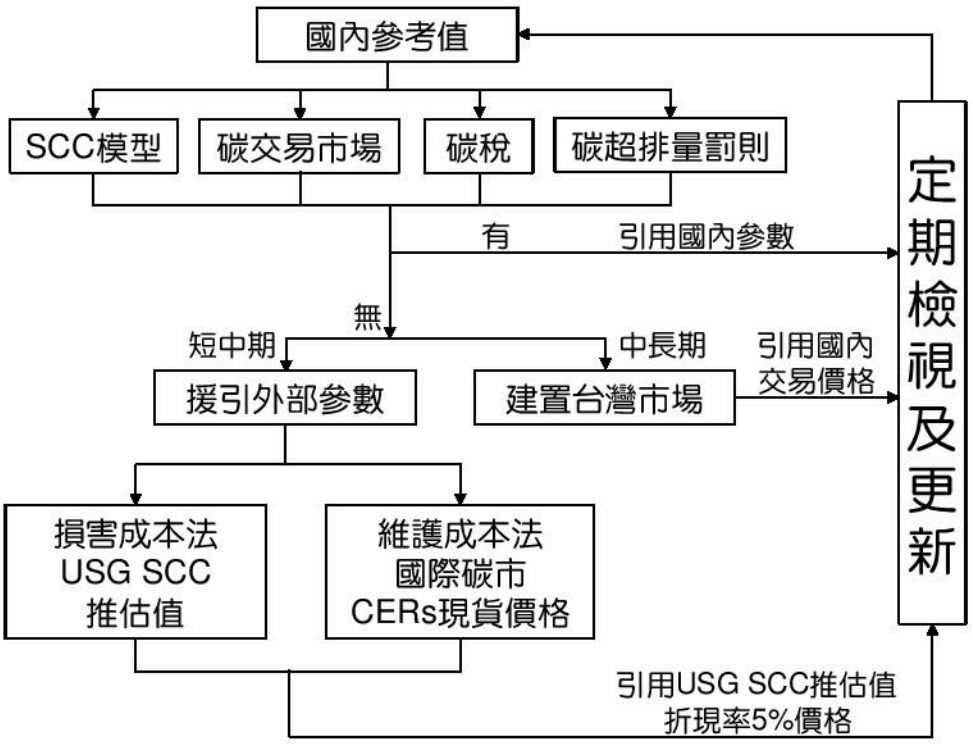
年	建議值(已折現)
2015	399
2016	436
2017	436
2018	436
2019	436
2020	436
2021	436
2022	472
2023	472
2024	508
2025	508
2026	545
2027	545
2028	545
2029	581
2030	581
2031	617
2032	617
2033	587
2034	557
2035	529
2036	502
2037	477
2038	452
2039	429
2040	408

單位：元/噸

年	建議值(已折現)
2041	387
2042	367
2043	349
2044	331
2045	314
2046	298
2047	283
2048	269
2049	255
2050	242
2051	230
2052	218
2053	207
2054	196
2055	187
2056	177
2057	168
2058	160

碳價更新機制

■ 碳價格參數規劃流程



碳價更新機制建議

■ 更新機制建議

- 在「溫管法」相關罰則施行細則尚未明確，且國內如碳交易市場、碳稅等參考點亦尚未建置、或雖有市場卻尚未穩定運作之階段，定期觀察USG SCC、匯率及我國通貨膨脹率之更新數值，做為定期修正碳價格參數之依據
- 倘若「溫管法」已具備相關實施細則，或國內已有如碳市交易等相關參考市場公開建置且穩定運作、具可預測性，則建議引用國內市場參數調整手冊之碳價格，並每年更新
- 未來手冊若針對如折現率等與碳價格相連動之參數進行更新，碳價格等估值參數亦應一併檢討及修正

簡報結束 敬請指教

交通部運輸研究所

交通建設計畫

經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

交通建設計畫經濟效益評估實務案例應用

簡報人：鼎漢國際工程顧問　吳姿瑩

104年10月26日

中華經濟研究院 CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH

鼎漢國際工程顧問 thi consultants inc.

簡報大綱

壹　節能減碳計算方法

貳　節能減碳效益評估範例

參　與前期評估手冊成果差異比較

肆　油價與碳價使用方法說明

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

壹 節能減碳計算方法

- 前期與本計畫更新節能效益計算方法
- 前期與本計畫更新減碳效益計算方法
- 差異說明

1.1 前期節能效益計算方法

$\sum_i$ 節能效益(零方案-方案一) ＝ 延車公里 $_{ij}$ × 單位燃油成本 $_{ij}$

＝ (延車公里×單位燃油成本)零方案 - (延車公里×單位燃油成本)方案一

i：各路段

j：車種

以2007~2009年平均油價設定

以實驗室模擬行車型態、缺大客車

單位燃料價格 (元/公升) × 對應車速燃油消耗量 (公升/公里)

＝ 單位燃油成本 (元/公里)

1.1 本計畫更新節能效益計算方法

燃油節省效益(元) = $\sum$ 能源消耗量(零方案-方案一) × 油價格(元/公升)

= (延車公里$_{ij}$ ×能耗係數$_{ijkl}$)零方案 - (延車公里$_{ij}$ ×能耗係數$_{ijkl}$)方案一

i：各路段　j：車種　k：速率　l：道路類型

逐年浮動調整油價

能耗係數

小客車、大客車、機車

依道路類型、速率計算能源消耗量
(公升/公里)

小貨車、大貨車

依日本模式計算能源消耗量(l/km)

✓透過查表可得到

1.2 前期減碳效益計算方法

$\sum$CO2排放減少效益 = 總延車公里節省$_j$ × 二氧化碳參數$_j$

= [(延車公里)零方案 - (延車公里)方案一] ×二氧化碳參數

j：車種

排放係數為定值　　2009年幣值

各車種CO2排放係數
(克/延車公里) × CO2損害參數
(元/克)

= 單位CO2排放成本
(元/延車公里)

1.2 本計畫更新減碳效益計算方法

CO_2節省效益(元) = **$\sum$ 總CO_2排放量(零方案-方案一)** × **碳價格(元/克)**

= **[能源消耗量(零方案)×碳排放係數 m]-[能源消耗量(方案一)×碳排放係數 m]**

m: 油品

逐年浮動調整碳價

碳排放係數

- ✓ 車用汽油CO_2排放排放係數為2.263kgCO_2/L
- ✓ 柴油CO_2排放排放係數為2.606kgCO_2/L

資料來源

能源局環保署公布溫室氣體排放係數管理表2.6.1(102.11)

7

差異說明

項目	參數	前期手冊	本計畫更新	說明
能源節省效益	燃油消耗量	小客車、小貨車、大貨車、機車能耗引用工研院、日本實驗室推估模式，缺大客車	小客車、大客車、機車選用動態能耗模式。	依據不同道路類型、速率，道路實驗，貼近實際行車型態。
	油價格	以2007~2009年三年平均油價及使各車種使用燃油比例設定之	參考EIA每年公布長期油價預測結果，每年公布更新數值(基年幣值和當年幣值)。	EIA預測較早公布，常成為國際研究機構重要參考，
二氧化碳節省效益	碳排放係數	單位碳排放量參考溫室氣體排放係數管理表5.0版(98.11)，為固定值。	依據動態能耗模式之油耗量經由排放係數轉換碳排放量，參考溫室氣體排放係數管理表6.0.1版(102.11)。	依據不同道路類型、速率，道路實驗，貼近實際行車型態。
	碳價格	參考國際歐盟碳權交易所與美國芝加哥氣候交易所平均交易價格(2009年幣值)	參考USG SCC碳價格，定期觀察USG SCC公布更新數值(基年幣值和當年幣值)。	USG SCC定期更新、美國官方認可，具公信力。

貳

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

節能減碳效益評估範例

- 新建公路建設計畫-五楊高速公路
  - 節能效益
  - 減碳效益
- 改善公路建設計畫-竹北交流道改善
  - 節能效益
  - 減碳效益

交通建設計畫
經濟效益評估工具之應用與效能提升

2.1 新建公路建設計畫-五楊高速公路

案例背景說明

- 計劃名稱：國道1號五股至楊梅段拓寬工程可行性報告(替代方案)
- 計畫內容：國1行經五股~楊梅道路服務水準下降，原因在於交織頻繁、交流道間距小、道路容量不足。
- 興建方案：北接汐五高架，南止楊梅收費站北端。
- 分析年期：目標年為120年。
- 評估範圍：預測大台北及桃園地區運量變化。
- 分析內容：平、假日運量預測有無方案運量變化，模型輸出包含各路段道路等級、行駛距離、運量等。
  - **零方案：無五楊高速公路**
  - **方案一：有五楊高速公路**
- 預期效益：道路容量增加，各路段速率提升。

節能效益計算過程說明

節能效益

減碳效益

$$\sum \text{節能效益}_{(\text{零方案-方案一})} = (\text{延車公里} \times \text{單位燃油成本})_{(\text{零方案 - 方案一})}$$

$$= [(\text{運量/PCE} \times \text{行駛里程})_{ij} \times \text{能耗係數}_{ijkl}]_{(\text{零方案 - 方案一})} \times \text{燃油價格}_{j}$$

i：各路段　j：車種　k：速率　l：道路類型

零方案平日運量需求產出表

路徑	路名	道路等級	A = 行駛里程 (km)	速率 (km/hr)	B = 運量(PCU)			
					小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺2	省道	0.44304	17	6725.12256	3.19785	3.64453	75.17062
2	國1	國道	0.11125	98	15930.91504	1596.96619	880.91193	1874.01355
3	西濱快道	快速道路	7.89709	90	4615.05420	227.23984	168.06837	514.86218
4	中正路	縣道	0.17902	30	9.12188	1.92689	1.83155	113.66195
5	明燈路	鄉道	0.06276	48	2529.14746	50.35391	0.45278	0.81345
6	文化三路	市區道路	0.16937	39	3170.65381	869.37915	20.85887	76.54782
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

節能效益計算過程說明

節能效益 | 減碳效益

- 車種別：小客車、小貨車、大貨車(包含聯結車)
- 依照不同道路等級、 車種、速率查表，可得到能耗係數。
  - 請依照不同車種查動態能耗/CO_2排放係數(2013距離版)

路徑	路名	道路等級	A = 行駛里程(km)	速率 (km/hr)	C = 能耗係數 (l/km)			
					小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺2	省道	0.44304	17	0.25623191	0.091874647	0.419049941	0.419049941
2	國1	國道	0.11125	98	0.05433823	0.072940776	0.320574653	0.320574653
3	西濱快道	快速道路	7.89709	90	0.06787338	0.066383333	0.287598889	0.287598889
4	中正路	縣道	0.17902	30	0.12887477	0.073550000	0.338396667	0.338396667
5	明燈路	鄉道	0.06276	48	0.06054197	0.060320750	0.267864917	0.267864917
6	文化三路	市區道路	0.16937	39	0.09215561	0.065573000	0.297191974	0.297191974

節能效益計算過程說明

節能效益 | 減碳效益

- 延車公里單位為車公里，將運量PCU經由PCE轉換成車輛數。
- 將各路段各車種的車輛數×行駛里程可得到延車公里。
  - 大、小貨車PCE=1.5
  - 聯結車PCE=2.5

路徑	路名	道路等級	A=行駛里程 (km)	延車公里(km*輛) D = A × B / PCE				C = 單位能源消耗量(l/km)			
				小客車	小貨車	大貨車	聯結車	小客車	小貨車	大貨車	聯結車
1	臺2	省道	0.44304	2979.5	0.94452	1.07645	13.3214	0.25623191	0.091874647	0.419049941	0.419049941
2	國1	國道	0.11125	1772.31	118.442	65.3343	83.3936	0.05433823	0.072940776	0.320574653	0.320574653
3	西濱快道	快速道路	7.89709	36445.5	1196.36	884.834	1626.37	0.06787337	0.066383333	0.287598889	0.287598889
4	中正路	縣道	0.17902	1.633	0.22997	0.21859	8.1391	0.12887477	0.073550000	0.338396667	0.338396667
5	明燈路	鄉道	0.06276	158.729	2.10681	0.01894	0.02042	0.06054197	0.060320750	0.267864917	0.267864917
6	文化三路	市區道路	0.16937	537.013	98.1644	2.355244	5.18596	0.09215561	0.065573000	0.297191974	0.297191974

節能效益計算過程說明

節能效益 減碳效益

- 延車公里×能耗係數＝每一路段各車種的能源消耗量
  - 零方案平日情境下能源消耗量＝∑各車種、各路段能源消耗量
- 欲合計各車種能源消耗量，須經油當量轉換係數轉為等值單位
- 車用汽油＝0.8667油當量、柴油=0.9333油當量

路徑	路名	道路等級	能源消耗量(公升) E＝C ×D				能源消耗量(公升油當量) I＝E×油當量轉換係數				
			小客車	小貨車	大貨車	聯結車	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
1	臺2	省道	763.44	0.09	0.45	5.58	661.6	0.08	0.42	5.21	667.36
2	國1	國道	96.3	8.64	20.94	26.73	83.5	8.06	19.54	24.95	136.02
3	西濱快道	快速道路	2473.67	79.42	254.48	467.74	2143.8	74.13	237.51	436.56	2892.04
4	中正路	縣道	0.21	0.02	0.07	2.75	0.2	0.02	0.07	2.57	2.83
5	明燈路	鄉道	9.61	0.13	0.01	0.01	8.3	0.12	0.01	0.01	8.47
6	文化三路	市區道路	49.49	6.44	0.7	1.54	42.9	6.01	0.65	1.44	50.99
≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀	≀
合計			零方案平日情境下，各車種能源消耗量								

節能效益計算過程說明

節能效益 減碳效益

- 依照前述計算方法，將零方案、方案一分別以平、假日運量計算能源消耗量。
- 燃油價格請查表(以基年幣值為範例)
  - 小客車油價選用95無鉛汽油
  - 貨車油價選用超級/高級柴油
- 小客車能源節省量為正效益
- 貨車能源節省量為負效益，推論貨車原本行駛快速道路或省道，五楊通車後，選擇縮短行駛時間，繞路選擇國1平面道路。

E＝能源消耗量(公升/日)		小客車(汽油)	小貨車(柴油)	大貨車(柴油)	聯結車(柴油)
零方案	平日	2,928,104	103,406	255,232	273,501
	假日	2,924,721	103,442	255,438	273,668
方案一	平日	1,331,722	103,739	272,736	283,685
	假日	2,792,868	104,817	260,757	278,273

項目	能源消耗量(公秉/年) F＝E×平、假日天數				G＝燃油價格(元/公升)				能源節省效益(百萬元) H＝∑(F×G)零方案 - ∑(F×G)方案一				
	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
零方案	1,068,406	37,747	93,181	99,845	28.09	25.24	25.24	25.24	12,089	-6	-129	-79	11,875
方案一	638,037	37,977	98,303	102,982									

減碳效益計算過程說明

CO_2節省效益(元) = **$\sum$ 總CO_2排放量(零方案-方案一)** × **碳價格(元/克)**

= **[能源消耗量(零方案)×碳排放係數 m]-[能源消耗量(方案一)×碳排放係數 m]**

- ✓ 車用汽油CO_2排放排放係數為2.263kgCO_2/L
- ✓ 柴油CO_2排放排放係數為2.606kgCO_2/L

m: 油品

E = 能源消耗量(公升/日)		小客車(汽油)	小貨車(柴油)	大貨車(柴油)	聯結車(柴油)
零方案	平日	2,928,104	103,406	255,232	273,501
	假日	2,924,721	103,442	255,438	273,668
方案一	平日	1,331,722	103,739	272,736	283,685
	假日	2,792,868	104,817	260,757	278,273

		小客車(汽油)	小貨車(柴油)	大貨車(柴油)	聯結車(柴油)
零方案	平日	6,626,300	269,476	665,135	712,744
	假日	6,618,643	269,570	665,671	713,179
方案一	平日	3,013,686	270,344	710,750	739,283
	假日	6,320,261	273,153	679,533	725,179

減碳效益計算過程說明

- 依照前述計算平、假日碳排放量，轉換成年碳排放量。
- 單位碳價格請查表
  - 民國120年碳價格為579元(2015年幣值)

		小客車(汽油)	小貨車(柴油)	大貨車(柴油)	聯結車(柴油)
零方案	平日	6,626,300	269,476	665,135	712,744
	假日	6,618,643	269,570	665,671	713,179
方案一	平日	3,013,686	270,344	710,750	739,283
	假日	6,320,261	273,153	679,533	725,179

項目	碳排放量(噸/年) G = F ×平、假日天數/1000				H = 單位碳價格(元/噸)					
	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	2015年幣值	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
零方案	2,417,803	98,369	242,830	260,197	579	564	-0.35	-7.73	-4.73	551.19
方案一	1,443,879	98,968	256,177	268,372						

交通建設計畫
經濟效益評估工具之應用與效能提升

2.2 改善公路建設計畫-竹北交流道

案例背景說明

- 計畫名稱：國道1號竹北交流道改善工程可行性報告
- 計畫內容：因竹北交流道進出匝道僅以光明六路為聯絡道，儲車長度不足，造成交通量在平日尖峰間段路口回堵情況．
- 改善方案：交流道側車道串聯形成分離式鑽石型交流道
- 分析年期：目標年為120年。
- 評估範圍：預測竹北交流道周邊道路變化。
- 分析內容：平日運量預測有無方案運量變化，模型輸出包含各路段道路等級、行駛距離、運量等。
  - ✓零方案：無竹北交流道改善
  - ✓方案一：有竹北交流道改善
- 預期效益：道路容量增加、增加儲車長度，國道及平面道路速率提升。

節能效益計算過程說明

節能效益

減碳效益

零方案平日運量需求產出表

路名	路段名稱	道路等級	A=行駛里程(公里)	B=運量(PCU)					速率(Km/hr)
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	
光明六路	光明六路東一段	市區道路	1.45	1,739	173	202	56	234	29
				1,730	183	202	48	299	32
縣政二路	縣政二路	市區道路	1.73	1,281	89	113	28	188	29
				962	95	139	23	161	31
縣政二路	縣政二路南段	市區道路	2.6	687	49	76	20	488	32
				402	55	28	14	941	32
國道1號	國道1號	國道	3.1	3,618	621	1,476	206	0	75
				4,044	696	1,558	222	0	65
台1線	中華路	省道	2.81	1,577	406	299	63	1,265	27
				1,413	340	261	135	1,010	32
縣道117線	自強南路	縣道	1.88	994	169	167	26	244	35
				1,171	203	173	39	254	34
縣道117線	慈雲路	縣道	2.76	1,549	204	151	58	869	22
				1,493	187	153	41	765	24
縣道118線	中山路	縣道	1.46	434	54	88	15	119	36
				640	81	121	24	173	33
縣道118線	中正東路	縣道	1.92	1,211	123	128	27	391	24
				1,156	110	108	30	397	24
縣道120線	福興東路一段	縣道	1.42	643	70	79	16	232	34
				731	80	87	20	303	33

節能效益計算過程說明

節能效益

減碳效益

路段名稱	道路等級	A = 行駛里程(公里)	速率(Km/hr)	C = 能耗係數(l/km)				
				小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路東一段	市區道路	1.45	30	0.139437501	0.073550000	0.338396667	0.323638650	0.046173565
			32	0.128324200	0.071515125	0.328211375	0.313780990	0.044162615
縣政二路	市區道路	1.73	29	0.145010808	0.074629552	0.343710241	0.328735260	0.047306949
			31	0.133868670	0.072512355	0.333230419	0.318659850	0.045128238
縣政二路南段	市區道路	2.6	33	0.122825944	0.070557000	0.323339424	0.308986390	0.043269299
			32	0.128324200	0.071515125	0.328211375	0.313780990	0.044162615
國道1號	國道	3.1	76	0.063022210	0.059010368	0.252383526	0.284719740	0
			65	0.070809190	0.056925000	0.244800385	0.292501330	0
中華路	省道	2.81	27	0.168722080	0.076921444	0.354779963	0.343795870	0.049877143
			32	0.136497587	0.071515125	0.328211375	0.316821020	0.044162615
自強南路	縣道	1.88	36	0.101459475	0.067906333	0.309605222	0.296180490	0.040960815
			35	0.105285332	0.068753571	0.314036429	0.301312400	0.041673977
慈雲路	縣道	2.76	22	0.179685961	0.083542000	0.385045636	0.374397890	0.058709346
			25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
中山路	縣道	1.46	36	0.101459475	0.067906333	0.309605222	0.296180490	0.040960815
			34	0.109419037	0.069636824	0.318614471	0.306456500	0.042441713
中正東路	縣道	1.92	25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
			25	0.158948654	0.079405000	0.366441000	0.355400750	0.052932317
福興東路一段	縣道	1.42	34	0.109419037	0.069636824	0.318614471	0.306456500	0.042441713
			33	0.113854106	0.070557000	0.323339424	0.311622430	0.043269299

✓小客車請查表：小客車動態能耗/CO2排放係數(2013距離版)
✓大、小貨車、聯結車請查表：大、小貨車動態能耗/CO2排放係數(2013距離版)
✓大客車請查表：城際客運國1動態能耗/ CO2排放係數(2013距離版)
✓機車請查表：機車動態能耗/ CO2排放係數(2013距離版)

節能效益計算過程說明

節能效益

減碳效益

路段名稱	道路等級	A = 行駛里程(公里)	延車公里(km*輛) D = A × B / P C E					能源消耗量(公升) E = C × D				
			小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
光明六路東一段	市區道路	1.45	2,522	167	195	54	1,131	352	12	66	18	52
		1.45	2,509	177	195	46	1,445	322	13	64	15	64
縣政二路	市區道路	1.73	2,216	103	130	32	1,084	321	8	45	11	51
		1.73	1,664	110	160	27	928	223	8	53	9	42
縣政二路南段	市區道路	2.6	1,786	85	132	35	4,229	219	6	42	11	183
		2.6	1,045	95	49	24	8,155	134	7	16	8	360
國道1號	國道	3.1	11,216	1,283	3,050	426	0	707	76	770	121	0
		3.1	12,536	1,438	3,220	459	0	888	82	788	134	0
中華路	省道	2.81	4,431	761	560	118	11,849	748	58	199	40	591
		2.81	3,971	637	489	253	9,460	542	46	160	80	418
自強南路	縣道	1.88	1,869	212	209	33	1,529	190	14	65	10	63
		1.88	2,201	254	217	49	1,592	232	17	68	15	66
慈雲路	縣道	2.76	4,275	375	278	107	7,995	768	31	107	40	469
		2.76	4,121	344	282	75	7,038	655	27	103	27	373
中山路	縣道	1.46	634	53	86	15	579	64	4	27	4	24
		1.46	934	79	118	23	842	102	6	38	7	36
中正東路	縣道	1.92	2,325	157	164	35	2,502	370	12	60	12	132
		1.92	2,220	141	138	38	2,541	353	11	51	13	134
福興東路一段	縣道	1.42	913	66	75	15	1,098	100	5	24	5	47
		1.42	1,038	76	82	19	1,434	118	5	27	6	62

✓大、小貨車PCE=1.5
✓大客車PCE=1.5
✓機車PCE=0.3

節能效益計算過程說明

節能效益

減碳效益

- 將零方案、方案一平日情境分別計算能源消耗量
  - 平日能源消耗量經由轉換係數得到年能源消耗量
- 燃油價格請查表(以基年幣值為範例)
  - 小客車、機車油價選用95無鉛汽油
  - 貨車、大客車油價選用超級/高級柴油
- 小客車、小貨車、大貨車、大客車能源節省量為正效益
- 機車能源節省量為負效益，推論竹北交流道改善後平面道路速率提升，吸引機車運量至鄰近道路。

項目		E = 能源消耗量 (公升/日)					能源消耗量(公升/年) F = E ×350天				
		小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	平日	7,407	448	2,772	585	3,167	2,592,482	156,919	970,069	204,674	1,108,460
方案一	平日	6,373	401	2,307	461	3,284	2,230,574	140,490	807,459	161,439	1,149,548

項目	G = 單位燃油價格(元/公升)					能源節省效益(百萬元) H = ∑ (F × G)零方案 - ∑ (F × G)方案一					
	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
零方案	28.09	25.24	25.24	25.24	28.09	10.17	0.41	4.10	1.09	-1.04	14.74
方案一											

減碳效益計算過程說明

CO_2節省效益(元) = **$\sum$ 總CO_2排放量(零方案-方案一)** × **碳價格(元/克)**

= **[能源消耗量(零方案)×碳排放係數 m]-[能源消耗量(方案一)×碳排放係數 m]**

- ✓ 車用汽油CO_2排放排放係數為2.263kgCO_2/L
- ✓ 柴油CO_2排放排放係數為2.606kgCO_2/L

m: 油品

項目		E = 能源消耗量 (公升/日)				
		小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	平日	7,407	448	2,772	585	3,167
方案一	平日	6,373	401	2,307	461	3,284

項目						
		小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	平日	16,762	1,168	7,222	1,524	7,167
方案一	平日	14,422	1,046	6,012	1,202	7,433

減碳效益計算過程說明

- 依照前述計算平日碳排放量，轉換成年碳排放量。
- 單位碳價格請查表
  - 民國120年碳價格為579元(2015年幣值)

項目		碳排放量(噸/年) G = F×日轉年係數/1000				
		小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車
零方案	平日	5,867	409	2,528	533	2,508
方案一	平日	5,048	366	2,104	421	2,601

項目	H = 單位碳價格 (元/公噸)						
	2015年幣值	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
零方案	579	0.47	0.02	0.25	0.07	-0.05	0.76
方案一							

叁

與前期評估手冊成果差異比較

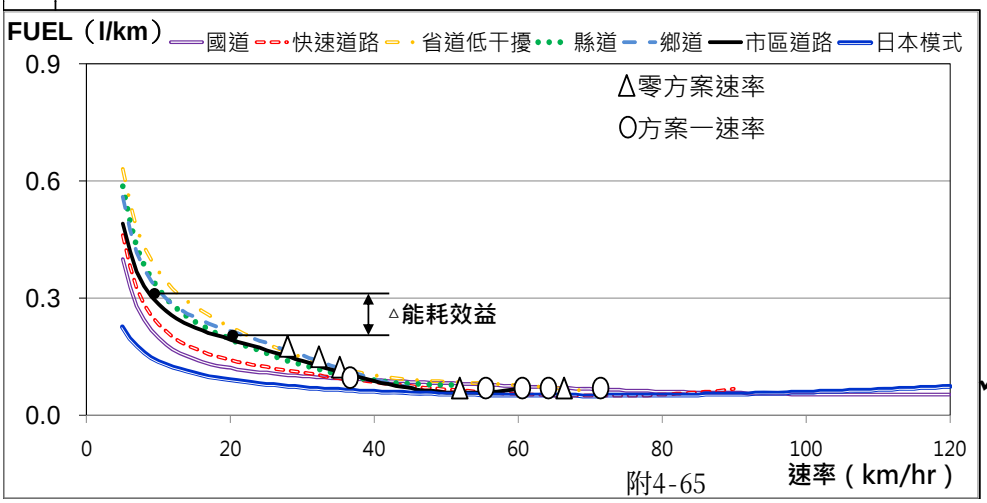
- 新建公路建設計畫-五楊高速公路
- 改善公路建設計畫-竹北交流道改善

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

前期與更新版本節能效益比較-新建類

新建類：五楊高速公路	小客車(公秉;汽油)	小貨車(公秉;柴油)	大貨車(公秉;柴油)	聯結車(公秉;柴油)	合計(公秉油當量)	小客車(公秉;汽油)
	前期手冊	136,990	-230	-5,122	-3,137	110,802
	更新版本	430,369	-230	-5,122	-3,137	365,063

✓ 相當於每年減少36.6萬台車(平均每天一台車消耗3.15公升油當量)
✓ 前期手冊小客車日本油耗推估值低於更新版本，低速區間油耗較不顯著．
✓ 五楊高主要節油效益為汽油．



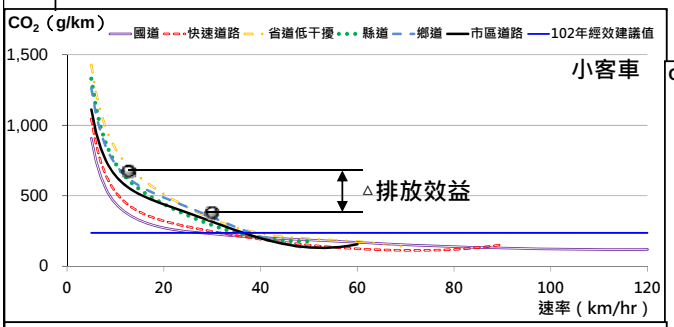
道路等級	平均速率	
	零方案	方案一
國道	54	64
快速道路	65	72
省道	37	60
縣道	35	58
一般道路	30	38

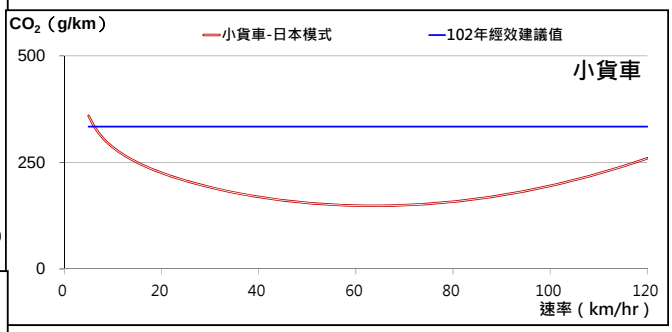
✓ 貨車油耗量計算方式沿用前期日本模式，因此數值相同．

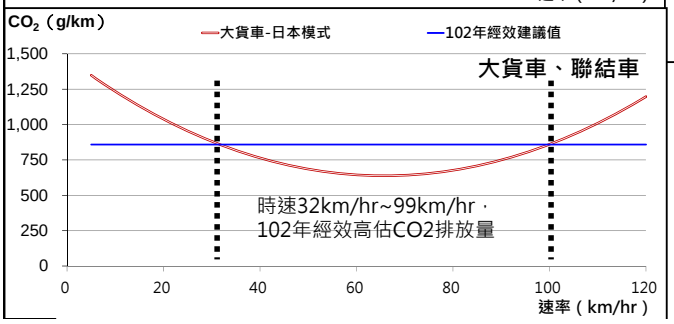
前期與更新版本減碳效益比較-新建類

新建類：五楊高速公路	碳節省量(公噸)	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
	前期手冊	531,087	227	-3,145	-2,723	525,446
	更新版本	973,924	-599	-13,347	-8,175	951,803

✓ 相當於大安森林公園每年吸附2,565座數







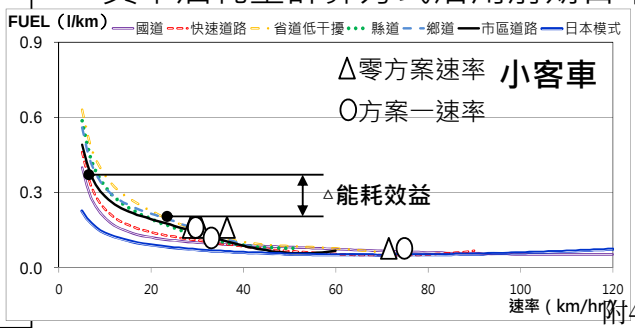
✓ 小客車動態能耗模式相較於前期定值，較能反應低速區間敏感度．
✓ 前期小貨車碳排放量較高估

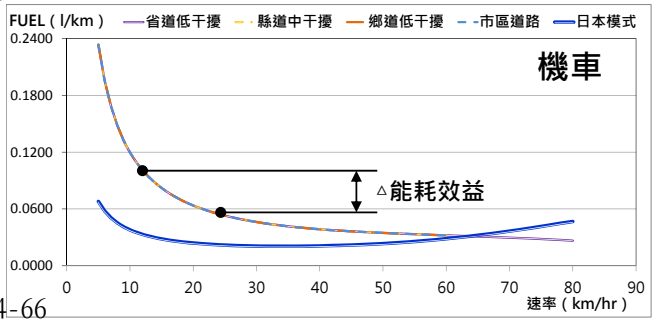
前期與更新版本節能效益比較-改善類

改善類：竹北交流道	能源節省量(公升)	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
	前期手冊	99,391	16,429	162,610	-	-40,382	218,244
	更新版本	361,908	16,429	162,610	43,235	-41,089	482,760

✓ 前期手冊小客及機車油耗推估值低於更新版本，低速區間油耗較不顯著．
✓ 大客車能耗推估模式更新。
✓ 相當於每年減少420台車(平均每天一台車消耗3.15公升油當量)
✓ 竹北交流道汽油及柴油節油效益相當。
✓ 貨車油耗量計算方式沿用前期日本模式，因此數值相同。

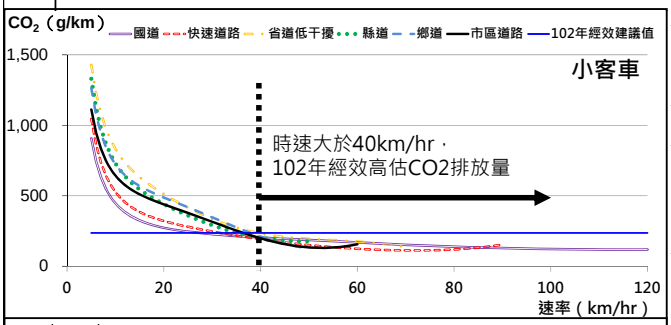
道路等級	平均速率	
	零方案	方案一
國道	70	77
省道	29	36
縣道	30	31
一般道路	31	32

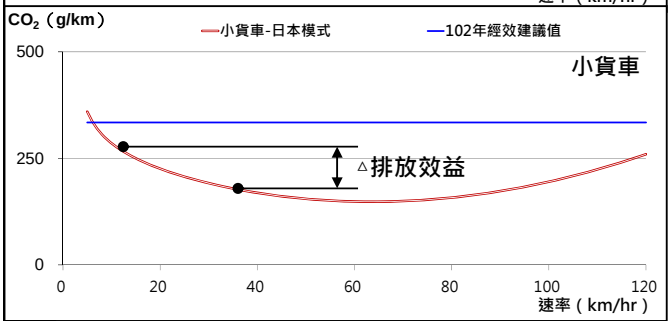




前期與更新版本減碳效益比較-改善類

改善類：竹北交流道	碳節省量(公噸)	小客車	小貨車	大貨車	大客車	機車	合計
	前期手冊	353	69	485	120	-174	854
	更新版本	819	43	424	113	-93	1,305

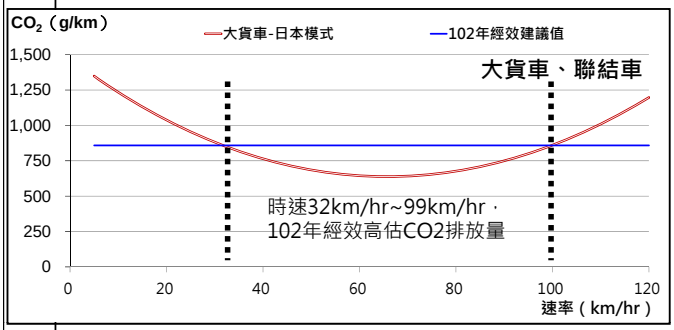


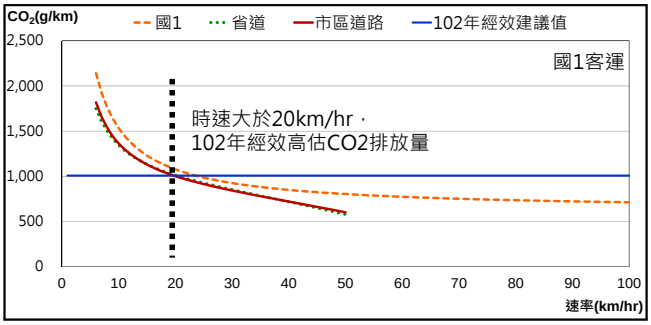


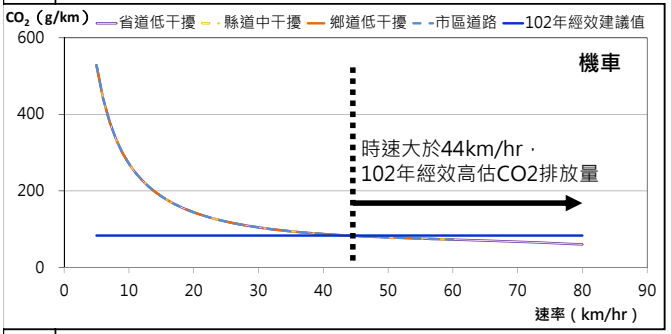
- ✓ 前期手冊小貨車碳排放推估高於動態能耗模式
- ✓ 小客車及機車在低速區間之碳排放較敏感。
- ✓ 當有無方案速率差異越明顯時，碳排放量效益越顯著。
- ✓ 相當於大安森林公園每年吸附3.5座數

道路等級	平均速率	
	零方案	方案一
國道	70	77
省道	29	36
縣道	30	31
一般道路	31	32

前期與更新版本減碳效益比較-改善類







- ◆ 動態能耗模式在低速區間有顯著的敏感度
  - ✓ 若零方案及方案一行駛速率有越有差異性，以動態能耗模式推估碳排值相較前期版本經效手冊越有效益，以小客車、大客車及機車為例。

肆 油價與碳價使用方法說明

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

油價及碳價使用說明

- 推估基礎
  - 油價：依據EIA每年公布的長期油價預測值，參考其逐年成長率，推估我國油價之逐年預測值。
  - 碳價：以「溫管法」之值域為界，搭配USG SCC公布的碳價格參數，並經匯率及通膨係數轉換，計算我國碳價格之逐年預測值。
- 本計畫公布逐年油價及碳價，資料分為基年幣值及當年幣值
  - 基年幣值資料，係同步於EIA/USG SCC等外部參數之基礎。可直接應用於淨現值之計算，不須再折現。
  - 當年幣值資料，係將基年幣值經由折現率反推，可應用於IRR之計算。

簡報結束 敬請指教

附錄

- 各車種動態能耗/CO_2排放係數
- 油價及碳價查表

交通建設計畫
經濟效益評估工具之應用與效能提升

交通建設計畫
經濟效益評估工具之應用與效能提升

意見交流與討論

- Q&A

一、油價表(2015 年幣值)

單位：新台幣元/升

參考值					低估計					高估計				
年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油
2015	24.1	25.9	27.4	29.4	2015	24.1	25.9	27.4	29.4	2015	24.1	25.9	27.4	29.4
2016	17.0	18.4	20.0	22.0	2016	12.3	13.4	14.9	16.9	2016	32.2	35.0	36.6	38.6
2017	18.2	19.8	21.3	23.4	2017	12.4	13.5	15.0	17.0	2017	33.4	36.3	37.9	39.9
2018	18.2	19.8	21.3	23.3	2018	12.7	13.8	15.3	17.3	2018	34.2	37.2	38.7	40.7
2019	18.6	20.2	21.7	23.7	2019	13.3	14.4	15.9	17.9	2019	35.0	38.0	39.5	41.5
2020	18.9	20.5	22.0	24.1	2020	13.8	15.0	16.5	18.5	2020	35.5	38.6	40.1	42.1
2021	19.4	21.1	22.6	24.6	2021	14.2	15.4	16.9	18.9	2021	36.5	39.6	41.1	43.2
2022	20.0	21.7	23.2	25.2	2022	14.6	15.8	17.3	19.4	2022	37.4	40.6	42.1	44.2
2023	20.6	22.3	23.8	25.9	2023	14.8	16.1	17.6	19.6	2023	38.3	41.6	43.1	45.2
2024	21.2	23.0	24.5	26.5	2024	15.0	16.3	17.9	19.9	2024	39.4	42.8	44.3	46.4
2025	21.8	23.6	25.2	27.2	2025	15.3	16.7	18.2	20.2	2025	40.4	43.9	45.5	47.5
2026	22.4	24.3	25.9	27.9	2026	15.6	17.0	18.5	20.5	2026	41.5	45.1	46.7	48.7
2027	23.1	25.1	26.6	28.6	2027	15.9	17.3	18.8	20.9	2027	42.5	46.2	47.7	49.7
2028	23.8	25.8	27.3	29.4	2028	16.1	17.5	19.0	21.1	2028	43.8	47.6	49.1	51.2
2029	24.5	26.6	28.1	30.1	2029	16.3	17.7	19.2	21.2	2029	45.0	48.9	50.4	52.5
2030	25.2	27.4	28.9	30.9	2030	16.4	17.8	19.4	21.4	2030	46.3	50.3	51.8	53.8
2031	26.0	28.2	29.7	31.8	2031	16.6	18.0	19.5	21.6	2031	47.6	51.8	53.3	55.3
2032	26.8	29.1	30.6	32.6	2032	16.7	18.1	19.7	21.7	2032	48.8	53.1	54.6	56.6
2033	27.6	29.9	31.5	33.5	2033	16.9	18.3	19.9	21.9	2033	50.1	54.5	56.0	58.0
2034	28.3	30.8	32.3	34.3	2034	17.0	18.5	20.0	22.0	2034	51.6	56.1	57.6	59.6
2035	29.2	31.7	33.2	35.2	2035	17.2	18.7	20.2	22.2	2035	52.7	57.3	58.8	60.8
2036	30.0	32.6	34.1	36.2	2036	17.4	18.9	20.4	22.4	2036	54.1	58.9	60.4	62.4

單位：新台幣元/升

參考值					低估計					高估計				
年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油	年	超級/高級柴油	92 無鉛汽油	95 無鉛汽油	98 無鉛汽油
2037	30.9	33.5	35.1	37.1	2037	17.5	19.0	20.5	22.5	2037	55.6	60.4	61.9	63.9
2038	31.8	34.5	36.1	38.1	2038	17.7	19.2	20.7	22.8	2038	57.0	62.0	63.5	65.6
2039	32.8	35.6	37.2	39.2	2039	17.9	19.4	20.9	22.9	2039	58.6	63.7	65.2	67.2
2040	33.7	36.6	38.2	40.2	2040	18.0	19.6	21.1	23.1	2040	60.2	65.4	66.9	69.0
2041	34.7	37.7	39.2	41.3	2041	18.2	19.8	21.3	23.3	2041	61.8	67.2	68.7	70.7
2042	35.7	38.8	40.4	42.4	2042	18.4	20.0	21.5	23.5	2042	63.4	69.0	70.5	72.5
2043	36.8	40.0	41.5	43.5	2043	18.6	20.2	21.7	23.7	2043	65.1	70.8	72.4	74.4
2044	37.9	41.1	42.7	44.7	2044	18.7	20.4	21.9	23.9	2044	66.9	72.7	74.3	76.3
2045	39.0	42.4	43.9	45.9	2045	18.9	20.5	22.1	24.1	2045	68.7	74.7	76.2	78.3
2046	40.1	43.6	45.1	47.1	2046	19.1	20.7	22.3	24.3	2046	70.6	76.7	78.2	80.3
2047	41.3	44.9	46.4	48.4	2047	19.3	20.9	22.5	24.5	2047	72.5	78.8	80.3	82.3
2048	42.5	46.2	47.7	49.8	2048	19.5	21.1	22.7	24.7	2048	74.4	80.9	82.4	84.5
2049	43.8	47.6	49.1	51.1	2049	19.6	21.3	22.9	24.9	2049	76.4	83.1	84.6	86.6
2050	45.1	49.0	50.5	52.5	2050	19.8	21.6	23.1	25.1	2050	78.5	85.3	86.8	88.9
2051	46.4	50.4	51.9	54.0	2051	20.0	21.8	23.3	25.3	2051	80.6	87.6	89.1	91.2
2052	47.8	51.9	53.4	55.4	2052	20.2	22.0	23.5	25.5	2052	82.7	90.0	91.5	93.5
2053	49.2	53.4	55.0	57.0	2053	20.4	22.2	23.7	25.7	2053	85.0	92.4	93.9	95.9
2054	50.6	55.0	56.5	58.5	2054	20.6	22.4	23.9	25.9	2054	87.3	94.9	96.4	98.4
2055	52.1	56.6	58.1	60.2	2055	20.8	22.6	24.1	26.1	2055	89.6	97.4	99.0	101.0
2056	53.6	58.3	59.8	61.8	2056	21.0	22.8	24.3	26.4	2056	92.0	100.1	101.6	103.6
2057	55.2	60.0	61.5	63.6	2057	21.2	23.0	24.6	26.6	2057	94.5	102.7	104.3	106.3
2058	56.8	61.8	63.3	65.3	2058	21.4	23.3	24.8	26.8	2058	97.0	105.5	107.0	109.1

二、碳價表(2015 年幣值)

單位：新台幣元/噸

年	建議值(已折現)	高推估值(已折現)
2015	399	1500
2016	436	1424
2017	436	1352
2018	436	1283
2019	436	1218
2020	436	1156
2021	436	1097
2022	472	1041
2023	472	989
2024	508	938
2025	508	891
2026	545	845
2027	545	803
2028	545	762
2029	581	723
2030	581	686
2031	617	652
2032	617	618
2033	587	587
2034	557	557
2035	529	529
2036	502	502
2037	477	477
2038	452	452
2039	429	429

單位：新台幣元/噸		
年	建議值(已折現)	高推估值(已折現)
2040	408	408
2041	387	387
2042	367	367
2043	349	349
2044	331	331
2045	314	314
2046	298	298
2047	283	283
2048	269	269
2049	255	255
2050	242	242
2051	230	230
2052	218	218
2053	207	207
2054	196	196
2055	187	187
2056	177	177
2057	168	168
2058	160	160

一、 小客車動態能耗/CO_2排放係數（2013距離版）

道路類型	高速公路		快速道路		省道低干擾		省道高干擾		縣道		鄉道		市區道路	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
5	0.40103391	907.539745	0.46175726	1044.956689	0.63138890	1428.833082	0.57743307	1306.731037	0.58775041	1330.079178	0.55878705	1264.535090	0.49119016	1111.563331
6	0.32888094	744.257557	0.38082463	861.806131	0.54256159	1227.816880	0.48326642	1093.631899	0.49643939	1123.442333	0.47492918	1074.764732	0.41870052	947.519269
7	0.27943196	632.354529	0.32523244	736.001004	0.47954184	1085.203191	0.41835592	946.739441	0.43266635	979.123959	0.41693399	943.521616	0.36853386	833.992131
8	0.24393011	552.013832	0.28522049	645.453965	0.43267472	979.142893	0.37149243	840.687375	0.38595478	873.415678	0.37495885	848.531879	0.33220856	751.787964
9	0.21753360	492.278539	0.25538400	577.933989	0.39651692	897.317792	0.33644605	761.377405	0.35045243	793.073856	0.34350902	777.360918	0.30498532	690.181787
10	0.19735656	446.617887	0.23249516	526.136549	0.36775102	832.220564	0.30947877	700.350457	0.32262877	730.108913	0.31926888	722.505486	0.28400118	642.694677
11	0.18157849	410.912114	0.21451296	485.442822	0.34423473	779.003203	0.28821375	652.227723	0.30022726	679.414294	0.30011578	679.162001	0.26742088	605.173447
12	0.16899914	382.445043	0.20008808	452.799324	0.32452327	734.396166	0.27106972	613.430788	0.28174052	637.578789	0.28462658	644.109956	0.25401226	574.829750
13	0.15879883	359.361758	0.18829636	426.114664	0.30761031	696.122131	0.25695631	581.492138	0.26612689	602.245152	0.27181177	615.110026	0.24291738	549.722027
14	0.15040161	340.358843	0.17848646	403.914867	0.29277837	662.557449	0.24509980	554.660856	0.25264781	571.742005	0.26096312	590.559538	0.23352139	528.458894
15	0.14339312	324.498635	0.17018850	385.136584	0.27950775	632.526031	0.23493847	531.665763	0.24076959	544.861589	0.25156218	569.285220	0.22537369	510.020651
16	0.13746940	311.093241	0.16305695	368.997883	0.26741849	605.168033	0.22605707	511.567141	0.23010149	520.719678	0.24322280	550.413192	0.21813842	493.647247
17	0.13240371	299.629590	0.15683370	354.914656	0.25623191	579.852807	0.21814431	493.660565	0.22035524	498.663900	0.23565374	533.284412	0.21156225	478.765370
18	0.12802455	289.719552	0.15132343	342.444920	0.24574420	556.119129	0.21096447	477.412591	0.21131760	478.211740	0.22863363	517.397908	0.20545269	464.939440
19	0.12420057	281.065896	0.14637681	331.250723	0.23580772	533.632869	0.20433786	462.416573	0.20283135	459.007353	0.22199363	502.371585	0.19966316	451.837741
20	0.12083011	273.438531	0.14187870	321.071498	0.22631736	512.156183	0.19812708	448.361574	0.19478157	440.790691	0.21560516	487.914468	0.19408236	439.208382
21	0.11783368	266.657613	0.13773975	311.705052	0.21720042	491.524542	0.19222713	435.010004	0.18708568	423.374883	0.20937100	473.806575	0.18862653	426.861842
22	0.11514862	260.581316	0.13389030	302.993753	0.20840886	471.629254	0.18655821	422.181235	0.17968596	406.629329	0.20321875	459.884020	0.18323377	414.658017
23	0.11272508	255.096857	0.13027589	294.814342	0.19991336	452.403936	0.18106026	409.739357	0.17254388	390.466795	0.19709578	446.027753	0.17785966	402.496400
24	0.11052312	250.113822	0.12685387	287.070301	0.19169858	433.813888	0.17568886	397.583901	0.16563562	374.833413	0.19096549	432.154897	0.17247393	390.308504
25	0.10851045	245.559137	0.12359084	279.686078	0.18375946	415.847665	0.17041214	385.642677	0.15894865	359.700805	0.18480423	418.211971	0.16705785	378.051908
26	0.10666074	241.373260	0.12046074	272.602651	0.17609825	398.510336	0.16520821	373.866186	0.15247893	345.059813	0.17859898	404.169486	0.16160208	365.705498
27	0.10495239	237.507250	0.11744326	265.774099	0.16872208	381.818068	0.16006328	362.223196	0.14622865	330.915443	0.17234538	390.017586	0.15610500	353.265610
28	0.10336744	233.920515	0.11452272	259.164915	0.16164108	365.793774	0.15497004	350.697190	0.14020449	317.282765	0.16604617	375.762479	0.15057130	340.742852
29	0.10189088	230.579058	0.11168709	252.747893	0.15486682	350.463619	0.14992642	339.283495	0.13441607	304.183563	0.15970988	361.423467	0.14501081	328.159459
30	0.10050999	227.454108	0.10892729	246.502450	0.14841107	335.854241	0.14493457	327.986928	0.12887477	291.643594	0.15334974	347.030465	0.13943750	315.547065
31	0.09921390	224.521057	0.10623654	240.413284	0.14228482	321.990550	0.13999994	316.819854	0.12359273	279.690338	0.14698272	332.621888	0.13386867	302.944801
32	0.09799320	221.758616	0.10360994	234.469297	0.13649759	308.894039	0.13513061	305.800562	0.11858204	268.351163	0.14062874	318.242846	0.12832420	290.397664
33	0.09683966	219.148155	0.10104407	228.662723	0.13105679	296.581505	0.13033668	294.951911	0.11385410	257.651827	0.13431003	303.943592	0.12282594	277.955112
34	0.09574600	216.673190	0.09853664	222.988427	0.12596736	285.064126	0.12562977	284.300180	0.10941904	247.615280	0.12805045	289.778171	0.11739718	265.669828
35	0.09470569	214.318974	0.09608631	217.443328	0.12123148	274.346847	0.12102258	273.874098	0.10528533	238.260707	0.12187505	275.803247	0.11206215	253.596656
36	0.09371285	212.072184	0.09369241	212.025933	0.11684844	264.428022	0.11652851	263.704018	0.10145947	229.602791	0.11580958	262.077076	0.10684563	241.791662
37	0.09276212	209.920672	0.09135482	206.735961	0.11281453	255.299279	0.11216138	253.821209	0.09794572	221.651166	0.10988007	248.658607	0.10177256	230.311308
38	0.09184855	207.853280	0.08907381	201.574026	0.10912310	246.945568	0.10793515	244.257254	0.09474592	214.410026	0.10411255	235.606701	0.09686776	219.211736
39	0.09096761	205.859692	0.08684993	196.541389	0.10576463	239.345368	0.10386370	235.043545	0.09185943	207.877881	0.09853267	222.979440	0.09215561	208.548143
40	0.09011504	203.930332	0.08468394	191.639753	0.10272692	232.471027	0.09996060	226.210843	0.08928301	202.047443	0.09316550	210.833535	0.08765984	198.374229
41	0.08928691	202.056280	0.08257671	186.871093	0.09999523	226.289205	0.09623903	217.788915	0.08701088	196.905610	0.08803527	199.223811	0.08340333	188.741739
42	0.08847955	200.229221	0.08052918	182.237531	0.09755254	220.761405	0.09271155	209.806234	0.08503471	192.433559	0.08316516	188.202768	0.07940789	179.700057
43	0.08768953	198.441403	0.07854230	177.741225	0.09537984	215.844567	0.08939007	202.289725	0.08334375	188.606908	0.07857720	177.820214	0.07569416	171.295880

道路類型	高速公路		快速道路		省道低干擾		省道高干擾		縣道		鄉道		市區道路	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
44	0.08691366	196.685620	0.07661701	173.384289	0.09345635	211.491718	0.08628571	195.264572	0.08192486	185.395964	0.07429207	168.122960	0.07228146	163.572946
45	0.08614900	194.955191	0.07475419	169.168732	0.09175990	207.652647	0.08340878	188.754063	0.08076271	182.766018	0.07032902	159.154583	0.06918773	156.571825
46	0.08539283	193.243964	0.07295467	165.096410	0.09026717	204.274601	0.08076866	182.779482	0.07983990	180.677697	0.06670581	150.955238	0.06642941	150.329766
47	0.08464265	191.546313	0.07121918	161.168996	0.08895404	201.302993	0.07837386	177.360039	0.07913715	179.087360	0.06343859	143.561538	0.06402147	144.880596
48	0.08389622	189.857147	0.06954837	157.387959	0.08779589	198.682093	0.07623192	172.512837	0.07863346	177.947512	0.06054197	137.006479	0.06197732	140.254676
49	0.08315153	188.171915	0.06794280	153.754559	0.08676788	196.355711	0.07434948	168.252876	0.07830634	177.207256	0.05802891	131.319425	0.06030884	136.478907
50	0.08240681	186.486621	0.06640293	150.269839	0.08584527	194.267851	0.07273225	164.593092	0.07813201	176.812748	0.05591080	126.526140	0.05902642	133.576780
51	0.08166055	184.797830	0.06492914	146.934641	0.08500368	192.363331	0.07138507	161.544422					0.05813897	131.568486
52	0.08091148	183.102680	0.06352170	143.749612	0.08421934	190.588362	0.07031194	159.115910					0.05765403	130.471064
53	0.08015859	181.398890	0.06218084	140.715232	0.08346932	188.891080	0.06951606	157.314835					0.05757782	130.298602
54	0.07940113	179.684765	0.06090669	137.831829	0.08273178	187.222021	0.06899994	156.146875					0.05791537	131.062485
55	0.07863862	177.959200	0.05969935	135.099618	0.08198610	185.534549	0.06876548	155.616290					0.05867065	132.771683
56	0.07787083	176.221679	0.05855887	132.518726	0.08121309	183.785213	0.06881403	155.726147					0.05984670	135.433092
57	0.07709778	174.472275	0.05748530	130.089235	0.08039507	181.934046	0.06914651	156.478561					0.06144583	139.051917
58	0.07631977	172.711638	0.05647866	127.811214	0.07951604	179.944805	0.06976357	157.874965					0.06346977	143.632099
59	0.07553733	170.940985	0.05553900	125.684768	0.07856171	177.785141	0.07066567	159.916414					0.06591993	149.176791
60	0.07475125	169.162085	0.05466641	123.710077	0.07751953	175.426705	0.07185325	162.603907					0.06879756	155.688869
61	0.07396254	167.377235	0.05386100	121.887444	0.07637879	172.845200	0.07332688	165.938737						
62	0.07317244	165.589235	0.05312300	120.217344	0.07513052	170.020363	0.07508744	169.922870						
63	0.07238239	163.801359	0.05245271	118.700473	0.07376752	166.935897	0.07713626	174.559347						
64	0.07159404	162.017313	0.05185055	117.337797	0.07228429	163.579354	0.07947535	179.852712						
65	0.07080919	160.241197	0.05131710	116.130606	0.07067696	159.941963	0.08210758	185.809461						
66	0.07002981	158.477455	0.05085310	115.080570	0.06894318	156.018420	0.08503691	192.438528						
67	0.06925799	156.730821	0.05045947	114.189787	0.06708204	151.806653	0.08826857	199.751779						
68	0.06849592	155.006262	0.05013736	113.460845	0.06509392	147.307542	0.09180934	207.764546						
69	0.06774587	153.308909	0.04988815	112.896874	0.06298040	142.524645	0.09566778	216.496176						
70	0.06701016	151.643988	0.04971348	112.501606	0.06074410	137.463893	0.09985444	225.970607						
71	0.06629109	150.016742	0.04961530	112.279428			0.10438222	236.216973						
72	0.06559096	148.432348	0.04959587	112.235445			0.10926656	247.270227						
73	0.06491199	146.895823	0.04965777	112.375537			0.11452576	259.171788						
74	0.06425627	145.411936	0.04980398	112.706418			0.12018127	271.970224						
75	0.06362576	143.985099	0.05003787	113.235694			0.12625804	285.721939						
76	0.06302221	142.619261	0.05036320	113.971927			0.13278476	300.491905						
77	0.06244710	141.317792	0.05078422	114.924693			0.13979426	316.354405						
78	0.06190162	140.083364	0.05130563	116.104641			0.14732382	333.393803						
79	0.06138658	138.917823	0.05193264	117.523559			0.15541553	351.705339						
80	0.06090237	137.822052	0.05267098	119.194431			0.16411664	371.395953						
81	0.06044889	136.795836	0.05352696	121.131500										
82	0.06002550	135.837708	0.05450744	123.350331										
83	0.05963093	134.944804	0.05561992	125.867872										

道路類型	高速公路		快速道路		省道低干擾		省道高干擾		縣道		鄉道		市區道路	
速度（km/hr）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
84	0.05926323	134.112697	0.05687252	128.702516										
85	0.05891968	133.335232	0.05827405	131.874164										
86	0.05859671	132.604357	0.05983398	135.404287										
87	0.05828985	131.909938	0.06156252	139.315991										
88	0.05799363	131.239578	0.06347065	143.634077										
89	0.05770147	130.578423	0.06557009	148.385104										
90	0.05740564	129.908961	0.06787338	153.597456										
91	0.05709714	129.210820												
92	0.05676560	128.460555												
93	0.05639922	127.631429												
94	0.05598462	126.693186												
95	0.05550677	125.611825												
96	0.05494890	124.349354												
97	0.05463600	123.641269												
98	0.05433823	122.967417												
99	0.05405600	122.328729												
100	0.05378973	121.726151												
101	0.05353983	121.160640												
102	0.05330675	120.633167												
103	0.05309090	120.144714												
104	0.05289274	119.696274												
105	0.05271270	119.288850												
106	0.05255124	118.923457												
107	0.05240880	118.601118												
108	0.05228584	118.322866												
109	0.05218283	118.089742												
110	0.05210022	117.902796												
111	0.05203848	117.763086												
112	0.05199809	117.671676												
113	0.05197951	117.629641												
114	0.05198323	117.638059												
115	0.05200973	117.698017												
116	0.05205948	117.810607												
117	0.05213298	117.976929												
118	0.05223071	118.198087												
119	0.05235316	118.475192												
120	0.05250082	118.809358												

二、 城際客運國 1 動態能耗/CO_2排放係數（2013 距離版）

速度(km/hr)	道路、坡度類型									
	國道 1 號 G+1%		國道 1 號 G 0%		國道 1 號 G-1%		省道高干擾		市區道路	
	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
5			0.93766560	2443.556547			0.74680686	1946.178667	0.78355431	2041.942533
6			0.82117760	2139.988837			0.67061068	1747.611422	0.69753097	1817.765709
7			0.73797190	1923.154759			0.61594363	1605.149090	0.63589884	1657.152364
8			0.67556761	1760.529200			0.57469711	1497.660659	0.58948395	1536.195167
9			0.62703095	1634.042655			0.54236634	1413.406679	0.55318967	1441.612267
10			0.58820162	1532.853418			0.51624846	1345.343480	0.52395800	1365.434554
11			0.55643217	1450.062225			0.49462346	1288.988727	0.49984297	1302.590774
12			0.52995762	1381.069563			0.47634466	1241.354194	0.47954723	1249.700093
13	0.49750617	1296.501085	0.50755609	1322.691158			0.46061823	1200.371113	0.46217265	1204.421934
14	0.47348974	1233.914266	0.48835477	1272.652524			0.44687713	1164.561789	0.44707769	1165.084455
15	0.45334887	1181.427162	0.47171363	1229.285708			0.43470552	1132.842582	0.43379188	1130.461639
16	0.43634098	1137.104590	0.45715263	1191.339745			0.42379154	1104.400760	0.42196238	1099.633973
17	0.42189820	1099.466706	0.44430469	1157.858012			0.41389671	1078.614822	0.41131938	1071.898301
18	0.40957886	1067.362520	0.43288429	1128.096472			0.40483553	1055.001381	0.40165300	1046.707722
19	0.39903429	1039.883356	0.42266605	1101.467725			0.39646155	1033.178812	0.39279757	1023.630474
20	0.38998552	1016.302272	0.41346963	1077.501854			0.38865764	1012.841817	0.38462055	1002.321146
21	0.38220675	996.030793	0.40514906	1055.818446			0.38132895	993.743250	0.37701463	982.500120
22	0.37551321	978.587437	0.39758490	1036.106257			0.37439789	975.680900	0.36989203	963.938619
23	0.36975229	963.574461	0.39067850	1018.108171			0.36780035	958.487724	0.36318022	946.447651
24	0.36479678	950.660409	0.38434763	1001.609926			0.36148293	942.024519	0.35681877	929.869724
25	0.36053985	939.566861	0.37852323	986.431541			0.35540075	926.174354	0.35075692	914.072545
26	0.35689111	930.058230	0.37314686	972.420723			0.34951584	910.838289	0.34495172	898.944172
27	0.35377353	921.933830	0.36816874	959.447744			0.34379587	895.932038	0.33936656	884.389249
28	0.35112112	915.021644	0.36354620	947.401407			0.33821311	881.383361	0.33397009	870.326042
29	0.34887697	909.173384	0.35924246	936.185851			0.33274366	867.129979	0.32873526	856.684090
30	0.34699176	904.260531	0.35522563	925.717999			0.32736681	853.117917	0.32363865	843.402326
31	0.34542254	900.171150	0.35146796	915.925492			0.32206453	839.300166	0.31865985	830.427564
32	0.34413173	896.807299	0.34794513	906.745017			0.31682102	825.635591	0.31378099	817.713267
33	0.34308630	894.082906	0.34463582	898.120934			0.31162243	812.088044	0.30898639	805.218536
34	0.34225711	891.922027	0.34152116	890.004151			0.30645650	798.625631	0.30426220	792.907287
35	0.34161834	890.257396	0.33858449	882.351183			0.30131240	785.220102	0.29959615	780.747557
36	0.34114705	889.029220	0.33581097	875.123381			0.29618049	771.846344	0.29497734	768.710936
37	0.34082278	888.184172	0.33318736	868.286270			0.29105217	758.481963	0.29039604	756.772085
38	0.34062722	887.674539	0.33070184	861.809007			0.28591977	745.106918	0.28584357	744.908332
39	0.34054394	887.457499	0.32834379	855.663912			0.28077637	731.703227	0.28131210	733.099332
40	0.34055814	887.494514	0.32610363	849.826071			0.27561577	718.254705	0.27679462	721.326771
41	0.34065649	887.750805	0.32397276	844.273004			0.27043237	704.746744	0.27228478	709.574126
42	0.34082690	888.194906	0.32194335	838.984368			0.26522108	691.166129	0.26777684	697.826443

速度(km/hr)	道路、坡度類型									
	國道1號G+1%		國道1號G 0%		國道1號G-1%		省道高干擾		市區道路	
	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
43	0.34105843	888.798278	0.32000833	833.941715			0.25997731	677.500876	0.26326560	686.070164
44	0.34134113	889.534976	0.31816127	829.128273			0.25469689	663.740088	0.25874634	674.292960
45	0.34166591	890.381361	0.31639630	824.528762			0.24937599	649.873836	0.25421473	662.483599
46	0.34202450	891.315851	0.31470807	820.129230			0.24401115	635.893058	0.24966686	650.631825
47	0.34240932	892.318699	0.31309168	815.916912			0.23859918	621.789459	0.24509910	638.728257
48	0.34281343	893.371804	0.31154264	811.880108			0.23313716	607.555438	0.24050817	626.764293
49	0.34323045	894.458544	0.31005682	808.008071			0.22762241	593.184013	0.23589103	614.732036
50	0.34365450	895.563625	0.30863044	804.290915			0.22205248	578.668763	0.23124490	602.624217
51	0.34408018	896.672953	0.30725999	800.719530						
52	0.34450250	897.773519	0.30594225	797.285506						
53	0.34491684	898.853295	0.30467424	793.981068						
54	0.34531893	899.901144	0.30345319	790.799017						
55	0.34570481	900.906740	0.30227655	787.732676						
56	0.34607080	901.860492	0.30114192	784.775848						
57	0.34641346	902.753486	0.30004711	781.922768						
58	0.34672963	903.577419	0.29899005	779.168070						
59	0.34701633	904.324553	0.29796882	776.506752						
60	0.34727078	904.987665	0.29698164	773.934144	0.17707859	461.466807				
61	0.34749041	905.560006	0.29602682	771.445884	0.17707859	461.466807				
62	0.34767278	906.035262	0.29510280	769.037891	0.17707859	461.466807				
63	0.34781563	906.407521	0.29420811	766.706341	0.17707859	461.466807				
64	0.34791682	906.671240	0.29334139	764.447653	0.17707859	461.466807				
65	0.34797437	906.821216	0.29250133	762.258463	0.17707859	461.466807				
66	0.34798640	906.852562	0.29168673	760.135612	0.17707859	461.466807				
67	0.34795115	906.760684	0.29089644	758.076129	0.17707859	461.466807				
68	0.34786694	906.541257	0.29012940	756.077220	0.17707859	461.466807				
69	0.34773224	906.190207	0.28938459	754.136250	0.17707859	461.466807				
70	0.34754555	905.703691	0.28866107	752.250736	0.17707859	461.466807				
71	0.34730548	905.078087	0.28795792	750.418336	0.17707859	461.466807				
72	0.34701073	904.309969	0.28727430	748.636835	0.17707859	461.466807				
73	0.34666005	903.396103	0.28660942	746.904142	0.17707859	461.466807				
74	0.34625227	902.333426	0.28596250	745.218280	0.17707859	461.466807				
75	0.34578628	901.119043	0.28533284	743.577373	0.17707859	461.466807				
76	0.34526102	899.750206	0.28471974	741.979648	0.17707859	461.466807				
77	0.34467549	898.224314	0.28412257	740.423423	0.17707859	461.466807				
78	0.34402874	896.538898	0.28354071	738.907101	0.17707859	461.466807				
79	0.34331988	894.691614	0.28297359	737.429166	0.17707859	461.466807				
80	0.34254806	892.680233	0.28242064	735.988180	0.17707859	461.466807				
81	0.34171245	890.502641	0.28188134	734.582774	0.17707859	461.466807				

速度(km/hr)	道路、坡度類型									
	國道1號G+1%		國道1號G 0%		國道1號G-1%		省道高干擾		市區道路	
	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）	FUEL（l/km）	CO2（g/km）
82	0.34081229	888.156822	0.28135520	733.211646	0.17707859	461.466807				
83	0.33984684	885.640861	0.28084173	731.873558	0.17707859	461.466807				
84	0.33881540	882.952932	0.28034049	730.567328	0.17707859	461.466807				
85	0.33771730	880.091295	0.27985105	729.291834	0.17707859	461.466807				
86	0.33655192	877.054292	0.27937299	728.046002	0.17707859	461.466807				
87	0.33531863	873.840341	0.27890591	726.828810	0.17707859	461.466807				
88	0.33401686	870.447931	0.27844946	725.639281	0.17707859	461.466807				
89	0.33264606	866.875620	0.27800326	724.476483	0.17707859	461.466807				
90	0.33120569	863.122029	0.27756697	723.339526	0.17707859	461.466807				
91	0.32969526	859.185841	0.27714027	722.227556	0.17707859	461.466807				
92	0.32811427	855.065795	0.27672285	721.139760	0.17707859	461.466807				
93	0.32646227	850.760685	0.27631441	720.075357	0.17707859	461.466807				
94	0.32473882	846.269356	0.27591466	719.033601	0.17707859	461.466807				
95	0.32294348	841.590701	0.27552332	718.013776	0.17707859	461.466807				
96	0.32107585	836.723661	0.27514014	717.015198	0.17707859	461.466807				
97	0.31913554	831.667218	0.27476485	716.037210	0.17707859	461.466807				
98	0.31712218	826.420398	0.27439723	715.079180	0.17707859	461.466807				
99	0.31503541	820.982266	0.27403703	714.140504	0.17707859	461.466807				
100	0.31287487	815.351922	0.27368404	713.220602	0.17707859	461.466807				

教育訓練「意見交流與討論」重點摘記

意見提問	討論與回應
1. 評估年期 30 年應如何界定？如果分期分階段完工，要如何計算？遇到分階段工程之安排，其優先順序應如何考慮？	(1) 效益項目由開始營運起計算 30 年；成本項目除了營運期間 30 年之外，需加計規劃與建造期。 (2) 分期分階段完工時，需先界定分期內所完成的設施內容與服務系統，再依據該期完成後營運 30 年為期，計算該期計畫完工前後的營運效益差異（效益項），成本項需計算營運期間的營運和重置成本，以及為了完成該期計畫所付出的規劃與建造成本。 (3) 分段施工順序之安排，初步認為可考慮瓶頸點先做；效益大者先做；有時間壓力者先做(例如災難重建)。
2. 時間參數（物價上漲率等）等未來價格變動率，需由使用者自行運用過去 10 年經驗值推估未來 30 年，是否適當？是否由運研所統一公布、定期更新？又，國發會與交通部所採社會折現率標準不一致，造成困擾。	(1) 目前 102 年版的運研所手冊提供物價上漲率等參數建議值，可供參考使用。本年度提出油價和碳價修訂方法，未來考慮由運研所定期更新公布數值，並盡量維持重要參數（例如社會折現率）設定與國發會（最後決策單位）相一致。並建請運研所儘速編訂評估手冊，以為學研機構依循。 (2) 參數更新頻率不宜過高，以維持計畫規劃評估送審期間（至少 3~5 年）的參數一致性。但可能需搭配敏感度分析，界定出「不會影響評估指標之建議」的重要參數變動範圍，提供決策者參考。 (3) 使用者可自行尋找佐證資料、合理推估重要影響因素的未來變動率。手冊目前建議方法係採用過去若干年的歷史資料推估。如屬於長期 30 年預測，參考使用的歷史趨勢不應過短。如確定未來趨勢與歷史資料不相一致（如總人口將轉變為負成長），可參考主要機構公佈的相關預測數值（如國發會等），合理引用。
3. 成本與效益之計算，是否應採用「邊際」成本和「邊際」效益的概念計算？	(1) 成本與效益均以「零方案與方案間的差距」來做計算，是為增量概念。 (2) 各項效益與成本節省係以消費者剩餘的概念計算，理論上應該計算補償變量或對等變量（CV 或 EV 值）。但由用受補償需求函數無法觀察得到，通常採用市場需求函數計算消費者剩餘方式替代。但市場需求函數也不易得到，故一般係就改善前及改善後之運量，區分為一般使用者、轉移使用者、衍生使用者（採用二分之一法則）三類，分別計算後加總。實務上不容易如此細分、且假設衍生使用者占比不高（可忽略二分之一法則的影響），才以簡便的「建設前後方案差異」來做計算。

4. 油價和碳價採用基年幣值方式提供未來參數，影響計畫評估報告無法呈現未來年現金流量表。是否考慮仍要提供當年幣值參數？	(1) 本難度考量油料和碳排的財貨特性，因此嘗試引用國際推估數值作為推估依據。國際推估模式係考慮社會折現等經濟發展情境之綜合影響結果，所提供數據為基年幣值，不宜後製加工再自行推估未來年的當年幣值。 (2) 僅有基年現值價格時，計算淨現值或益本比都不成問題；但計算內生報酬率（IRR）時，節油和減碳效益僅能以現值放在基年呈現，將略微影響 IRR 數值。 (3) 報告書內容通常會提供當年幣值的效益和成本流量，僅提供現值價格的油價和碳價，將無法完整呈現未來年現金流量。 (4) 需要再考慮碳價和油價的提供方式，兼顧操作面需求和參考數據引用的正確性。
5. 運量預測影響計畫成效甚為顯著，是否應列入敏感度分析？此外，對未來年運量趨勢，是否應隨少子化因素下修處理？是否應規範敏感度分析項目？	(1) 一般均提供高、中、低估計的運量預測，以中估計計算成本效益。但應考慮當低估計運量發生時，對營收與計畫效益的影響。建議運研所後續可以考慮將運量納入敏感度分析的重要因子，俾能提供充分資訊。 (2) 在國發會公布的全國人口預測中，已考慮少子化影響下，人口呈遞減趨勢。因此，交通計畫可將其趨勢納入預測情境。由於人口成長趨緩，對於交通系統需求強度的看法，須更謹慎處理。
6. 非新建工程計畫，如購車、安全、災後道路修復等之經效如何評估？在氣候變遷影響下，因災難產生的鐵公路損害日益頻繁，但目前手冊中亦缺乏分析方法與相關參數。	(1) 成本效益分析主要適用於新增建設計畫之間的比較，提升資源使用效率。目前取得共識可以量化計算的效益項目，確實不容易呈現「非容量擴增」的效益，例如：運輸系統整體完備、社會公平正義、營運設備更新、服務品質提升等。亦即，不是所有計畫都適合以成本效益分析衡量投資決策。 (2) 成本效益分析只是決策參考資訊之一，決策者還有很多重要的考慮因素，例如政策承諾、環境影響、財政負擔等。換言之，決策准駁不能完全依據成本效益分析結果。 (3) 目前社經發展重點已經從「容量不足」移轉到「效率和品質提升」的議題，需要探索和發展新的決策輔助方法，以為因應。例如，如何適當衡量新增投資計畫，對於重大需求尖峰（連假）或災難（風災水患）的因應效益，以提供決策參考。 (4) 若可蒐集鐵、公路受阻時間，大致可以用受阻時段段內的影響人次、時間來估計。有鑑於因天災導致的系統營運中段情形日益頻繁，建議手冊未來可探討評估方法與參數，以利於災後建設計畫效益之評估。 (5) 臺鐵建議經效評估內容可以讓審計部瞭解，例如購車

	計畫。
7. 有關案例應用中所提到的國 1 五楊高架段拓寬計畫中，並未考慮各交流道周邊所影響的機車，且若以全日時段來分析，其速率的意義是否無法凸顯能耗模型所強調實際運行速率的優點？	(1) 該案例是利用運研所的城際運輸模型進行運量預測，由於此計畫評估的重點是在檢視公路系統的需供關係，因此模式必須採取適度的簡化。其中，因城際模型主要分析跨生活圈的運輸行為，並未把機車列為城際運輸運具，因此無法鑑別零方案、一方案間，機車行為的具體改變；再者，因為是全日模型，因此各路段速率未能代表實際運行速率。此為原先交通評估模式的限制。 (2) 在六都相繼升格後，區域運輸越來越重要，因此，也建議運研所日後在模式精進方面，可考慮重大建設對於區域路網、區域運具、不同時段的影響效果，使得研究成果更臻完善。 (3) 考慮實際應用需求，建議明年區域規劃模式可由中部開始。

附錄 5　期末簡報

交通部運輸研究所

交通建設計畫

經濟效益評估工具之應用與效能提升

簡報

運研所5樓會議室

中華經濟研究院

鼎漢國際工程顧問

簡報大綱

壹 前言

貳 節能減碳量推估

參 節能減碳貨幣化價值推估

肆 案例應用與教育訓練

伍 結論與建議

壹 交通計畫如何達到節能減碳

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

1.1 計畫背景
1.2 計畫目的
1.3 探討參數
1.4 期末進度
1.5 期中審查意見處理情形

1.1 計畫背景

- **運研所96~100年期間辦理「交通建設計畫經濟效益評估作業」系列研究，102年6月編訂完成「交通建設計畫經濟效益評估手冊」**
  - 設定**公路運輸之溫室氣體CO_2參數以旅行距離計算**（延人公里或延車公里之單位排放量），無法充分反應交通建設計畫**提升速率或改善運作效率**之節能減碳效果
- **運研所96~103年持續辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究**
  - 已建立小客車、大客車及機車等模式，**提供反映實際交通情境之車輛能耗與碳排放推估方法**，與運輸規劃模式充分整合
- 加以整合應用，可具體評估分析公路建設計畫(新建、改善)之節能減碳效益，強化運輸部門節能減碳政策與計畫評估
- 透過教育訓練課程推廣，提升交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念

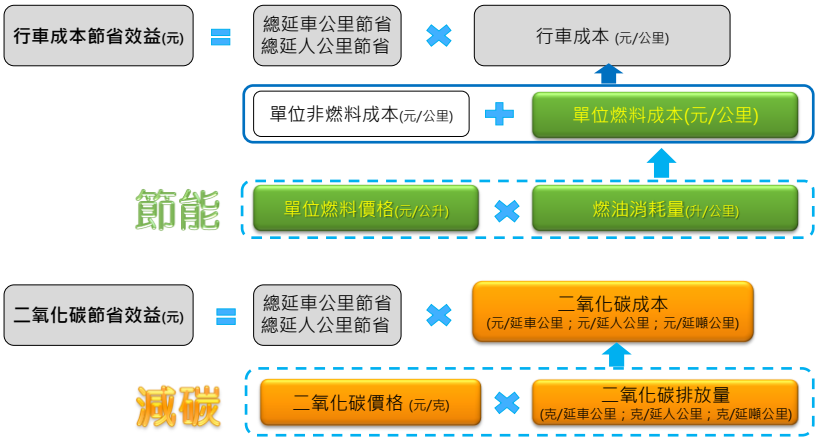
4

1.2 計畫目的

- 比較(96~103年)建構完成之各車種車輛能耗與碳排放推估模式，及前期「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中有關**節能減碳估算方式之差異**，並進行相互整合。
- 檢討經濟效益評估手冊中，有關**節能減碳參數值**，並提出修正建議。
- 針對公路建設計畫之節能減碳效益，列舉不同類型(如新建、改善)計畫之**實例應用**。
- 研提**推廣應用或教育訓練課程架構與教材**，以為後續推廣之參考並提升國內交通規劃與計畫評估相關業務人員對經濟效益評估之認知與觀念。

5

1.3 探討參數



6

1.4 期末進度

工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第10月	第11月
1. 文獻回顧											
2. 節能減碳估算方式探討											
3. 節能減碳效益參檢討											
4. 公路建設計畫之節能減碳效益實例											
5. 教育訓練(教材、課程)										※	
6.專家座談會					※						
期中報告初稿						※					
期末報告初稿										※	
期末報告定稿											※
工作進度估計百分比(累積數)		5%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	75%	85%	95%	100%
預定查核點	第1季:											
	第2季:104年6月專家座談會 (5月29日) 104年7月期中報告 (報告6月30日送達、期中簡報7月17日)											
	第3季:104年9-10月訓練課程(10/26於中經院B003會議室舉辦)											
	第4季:104年11月期末報告初稿(報告11月13日送達)、 12月期末報告定稿											

1.5 期中審查意見處理情形(1/3)

審查意見	處理情形
USG SCC反應全球尺度的碳排放議題，較具有公信力，認同團隊建議採用其數值。碳價格建議值採用1500元/噸作為上限，宜謹慎權衡是否恰當？	若全然引用USG SCC數值，未來年期在部分情境下可能面臨碳價格估值相當高的情形。 各界對於排碳的代價並無一致的看法，欲進行貨幣化計算，需適時回歸國內環境較容易獲得國內各界的認同。「溫室氣體減量及管理法」明定溫室氣體排放超額量以1500元/噸為罰鍰上限，將成為國內的參考基準。 故建議，在參採USG SCC數值之同時，亦配合國內法規以1500元/噸做為碳價格估值上限。

1.5 期中審查意見處理情形(2/3)

審查意見	處理情形
請說明USG SCC如何查表得到3.5%折現率的數值？	由於USG SCC係透過繁複的氣候變遷損害評估模型進行運算，最後提供5%、3%、2.5%三組不同折現率情境下各預測年期的碳社會成本查表值。應用上建議選取最接近的折現率水準，引用該組SCC做為碳價格估值。例如折現率為3.5%時，選用USG SCC折現率為3%的數據做為碳價格。
計算經濟效益時所引用的參數，在變異性大的情況下，若採用平均或線性成長的方式推估，可能無法反映其間的差異性問題。建議以高、低估值或區間值的方式呈現其差異性。	感謝提醒，油價與碳價格將提供推估值與上、下界，作為敏感度分析的參考。

9

1.5 期中審查意見處理情形(3/3)

審查意見	處理情形
建議比較新舊版本手冊在能耗推估方法的差異。	已補充新舊推估方法之差異。整體來說，舊推估方法多低估燃油節省與減碳效益，低估幅度達30~69%。
本次檢視經濟效益評估作業手冊係針對公路建設計畫，未來是否考慮針對交通管理或服務類的計畫，提供類似評估作業參考方式？	在前期研究中，已結合多種交通管理策略進行案例說明。納入後續研究建議。
交通建設計畫之可行性評估或規劃報告經常需耗時多年的審查與修正，本計畫建議油價與碳價可採逐年浮動調整的方式處理，是否會造成實務推動上之困難？有無其他建議因應做法？	遵照辦理，已提出手冊更新機制與參數公布機制建議，避免造成審議困擾。

10

貳 節能減碳量推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

2.1 原經效手冊作法
2.2 經效手冊更新建議
2.3 更新機制

2.1 原經效手冊作法

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

12

油耗推估公式(經效手冊102年版)

■ 油耗推估模式

車種	燃油消耗量推估公式 (公升/公里)	研究單位	建模方式
機車	$FC = \frac{1}{(3.2672V - 0.0663V^2 + 0.00036V^3)}$	工研院	實驗室定速測試
小客車	$FC = 0.0641 + \frac{0.8293}{V} - 0.0009V + 0.0000077V^2$	日本	實驗室模擬行車型態
小貨車	$FC = 0.1027 + \frac{0.2145}{V} - 0.0016V + 0.000013V^2$	日本	實驗室模擬行車型態
大貨車	$FC = 0.5601 + \frac{0.0179}{V} - 0.0096V + 0.000073V^2$	日本	實驗室模擬行車型態

註：FC為燃油經濟性(公升/公里)，V為車速(公里/小時)。
資料來源：交通建設計畫經濟效益評估手冊(102年版)。

應用課題

- ✓缺大客車車種
- ✓皆為實驗室模擬結果，未必符合道路實際情形
- ✓國外實驗結果，未必符合國內情形
- ✓無法模擬車輛停等狀態下的油耗

13

碳排推估(經效手冊102年版)

■ 碳排推估模式

車種	CO_2排放係數
機車	83.2291克/延車公里
小客車	236.1493克/延車公里
小貨車	334.1493克/延車公里
大貨車	858.4906克/延車公里
客運	43.8566克/延人公里
公車	35.0853克/延人公里

課題

- ✓排放率與車公里呈固定關係，無法反映速率變化、路網層級改變的敏感度
- ✓碳排與油耗推估方法無關連

14

2.2 經效手冊更新建議

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

15

經效手冊更新建議

	既有內容		本年度更新做法	
	油耗	碳排	油耗	碳排
機車	工研院推估	固定碳排率	運研所動態能耗碳排模式	運研所動態能耗碳排模式 (油耗×碳轉換當量)
小客車	日本推估	固定碳排率	運研所動態能耗碳排模式	運研所動態能耗碳排模式 (油耗×碳轉換當量)
城際公車	–	固定碳排率	運研所動態能耗碳排模式	運研所動態能耗碳排模式 (油耗×碳轉換當量)
市區公車	–	固定碳排率	運研所動態能耗碳排模式	運研所動態能耗碳排模式 (油耗×碳轉換當量)
小貨車	日本推估	固定碳排率	日本推估能耗	日本推估能耗×碳轉換當量
大貨車	日本推估	固定碳排率	日本推估能耗	日本推估能耗×碳轉換當量

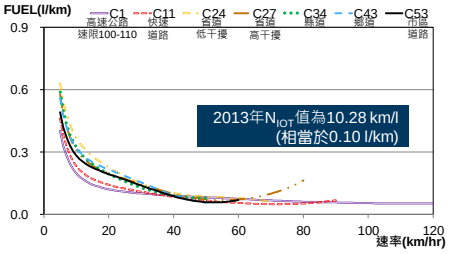
資料來源：本計畫。

16

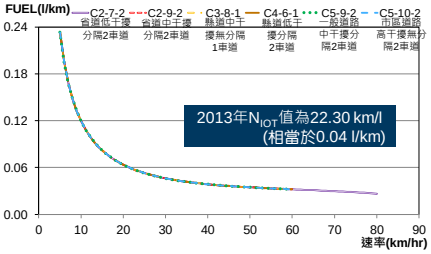
運研所動態模式：小客車與機車

N_{IOT}值：為運輸部門排放清冊中，代表該車種的平均燃油效率表現

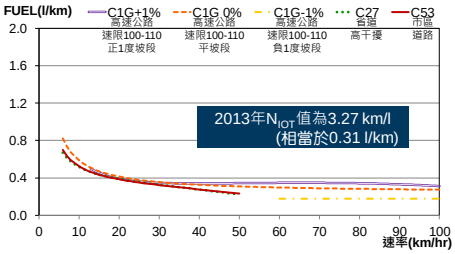
小客車



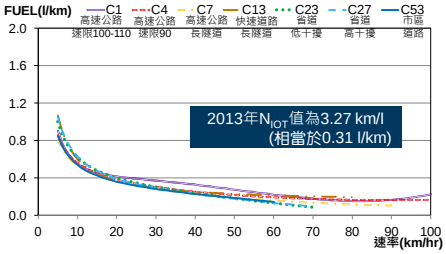
機車



國1大客車



國5大客車

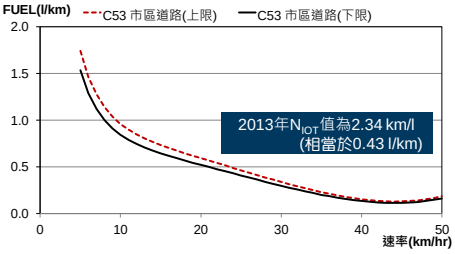


註：因排放清冊提供之N_{IOT}值未區分國道客運，因此國道客運N_{IOT}改以公路客運燃油效率代入。

運研所動態模式：大客車與停等

N_{IOT}值：為運輸部門排放清冊中，代表該車種的平均燃油效率表現

■ 市區公車



註：因各縣市公車速限不同，因此上限參考高雄市市區公車(速限50km/hr)平均速率17.31km/hr，下限則參考臺北市市區公車(速限40km/hr)平均速率15.23km/hr。

■ 停等能耗&排放值

車種	FUEL(g/s)	CO_2(g/s)
市區公車(上限)[註]	0.70084110	2.19141271
市區公車(下限)[註]	0.61662680	1.92808871
國5大客車	0.54425628	1.70179821
國1大客車	0.60827418	1.87882248
小汽車	0.30764634	0.90685819
機車	0.15754955	0.47537952

註：因各縣市公車速限不同，因此上限參考高雄市市區公車(速限50km/hr)平均速率17.31km/hr，下限則參考臺北市市區公車(速限40km/hr)平均速率15.23km/hr。

能耗應用查表範例一：逐速查表

■ 小客車範例

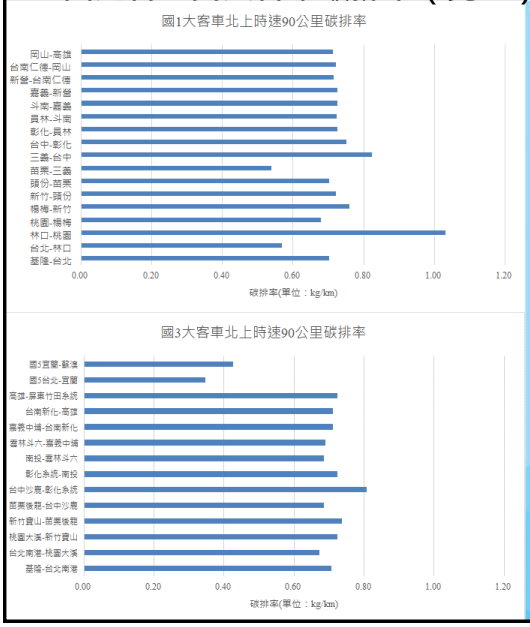
道路類型	高速公路C1		快速道路C11		省道低干擾C24		省道高干擾C27		縣道C34		鄉道C43		市區道路C53	
速度 (km/hr)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)	FUEL (l/km)	CO_2 (g/km)
5	0.401	907.540	0.462	1,044.957	0.631	1,428.833	0.577	1,306.731	0.588	1,330.079	0.559	1,264.535	0.491	1,111.563
6	0.329	744.258	0.381	861.806	0.543	1,227.817	0.483	1,093.632	0.496	1,123.442	0.475	1,074.765	0.419	947.519
7	0.279	632.355	0.325	736.001	0.480	1,085.203	0.418	946.739	0.433	979.124	0.417	943.522	0.369	833.992
8	0.244	552.014	0.285	645.454	0.433	979.143	0.371	840.687	0.386	873.416	0.375	848.532	0.332	751.788
9	0.218	492.279	0.255	577.934	0.397	897.318	0.336	761.377	0.350	793.074	0.344	777.361	0.305	690.182
10	0.197	446.618	0.232	526.137	0.368	832.221	0.309	700.350	0.323	730.109	0.319	722.505	0.284	642.695
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

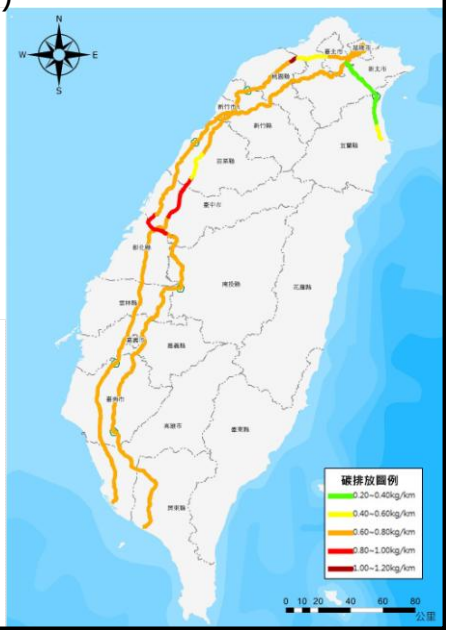
19

能耗應用查表範例二：國道路段查表

20

國道各區間大客車碳排率（北上）

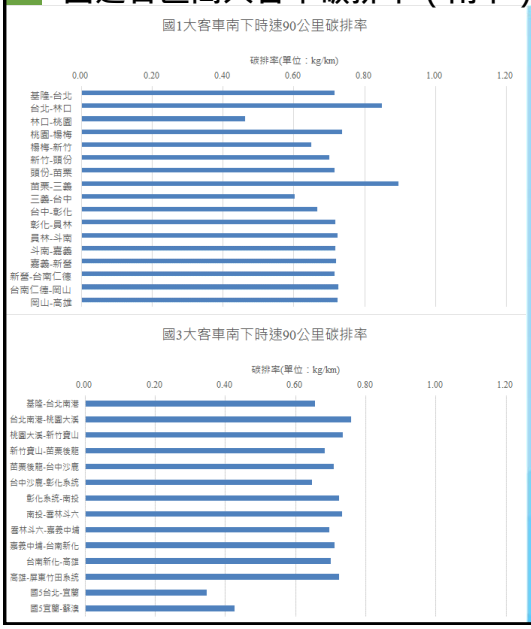


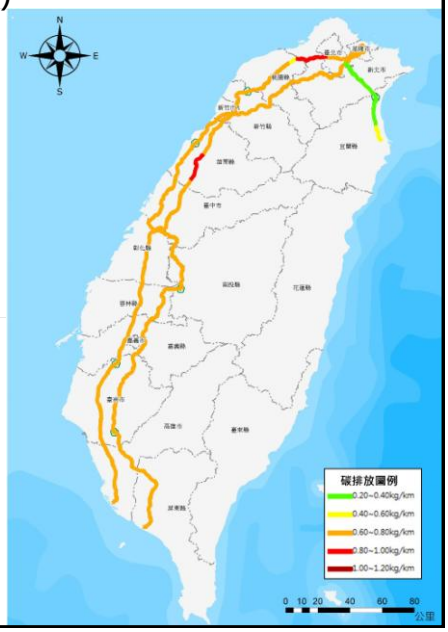


能耗應用查表範例二：國道路段查表

21

國道各區間大客車碳排率（南下）





2.3 更新機制

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

22

更新機制

- 後續更新(運研所)
  - 追蹤交通部運研所「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」之新增車種 (每2年會有階段性成果)
  - 依據交通部運研所「運輸部門各車種排放清冊」之各車種平均能耗值更新車輛動態模式 (每年)
  - 檢視行政院環保署「國家溫室氣體登錄平台」公布「溫室氣體排放係數管理表」之碳轉換當量

參

節能減碳貨幣化價值推估

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

3.1 原經效手冊作法
3.2 經效手冊更新建議
3.3 更新機制

3.1 原經效手冊作法

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

102年經效手冊作法

- 油價

		92無鉛汽油	95無鉛汽油	98無鉛汽油	柴油
平均燃料價格建議值（元/公升，2009年幣值，註1）		27.71	28.39	29.97	24.99
使用燃料比例建議值（註2）	機車	36.1%	60.4%	3.5%	–
	小客車	11.1%	82.9%	5.1%	0.9%
	小貨車	–	–	–	100.0%
	大貨車	–	–	–	100.0%
單位燃油成本建議值（元/公升，2009年幣值）	機車	28.20			
	小客車	28.36			
	小貨車	24.99			
	大貨車	24.99			

註1：以2007-2009年平均油價之平均值加以設定。
註2：參考交通部統計處「機車使用狀況調查」與「自用小客車使用狀況調查報告」的統計資料。原表小客車使用98無鉛汽油比例誤植為50.1%，此處修正為5.1%。
資料來源：本計畫綜整自「102年交通建設計畫經濟效益評估手冊」（運研所，2013）。

- 碳價

項目	二氧化碳污染損害成本
建議值	0.00059

資料來源：102年經效手冊。

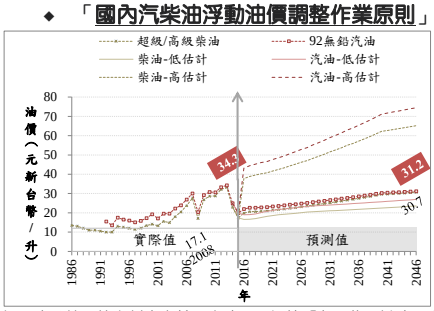
- 油價為固定價格，以物價指數（通貨膨脹率）推估，不符合國內實情
- 碳價為固定數值，且因國際碳交易市場鉅變，難以比照參考

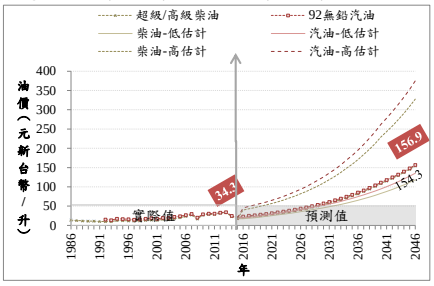
3.2 經效手冊更新建議

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

油價推估值

- 採用美國能源部能源資訊署（EIA）AEO/IEO預測Brent油價**變動率**，應用至國內稅前批售價推估長期預測，再加計稅費（包含貨物稅、空污/土污/石油基金及5%營業稅）成為零售價格預測（2015年現值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值
  - 國際預測對象多為Brent，且Brent與Dubai價格具高度相關性
  - 「**國內汽柴油浮動油價調整作業原則**」指標為Dubai（70%）及Brent（30%）





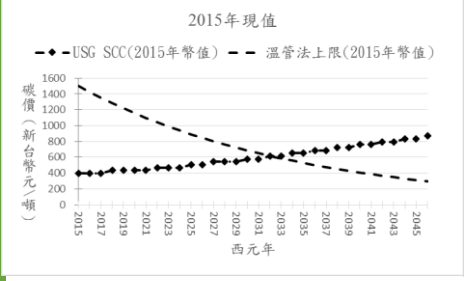
註1：實際值原始資料來自於：中油公司網站「汽、柴、燃油歷史價格」http://new.cpc.com.tw/division/mb/oil-more4.aspx（2016/05/04擷取）。
註2：2016-2040年預測值係依據2015年稅前批售價與稅費之實際值，與EIA（2015）預測2040年油價之逐年成長率推估；2040-2046年預測值係依據EIA（2015）低估計預測2036-2040年成長率平均值推估。
註3：2015年幣值。
資料來源：本計畫。

註：以社會折現率5.35%估算。
資料來源：本計畫。

碳價推估值

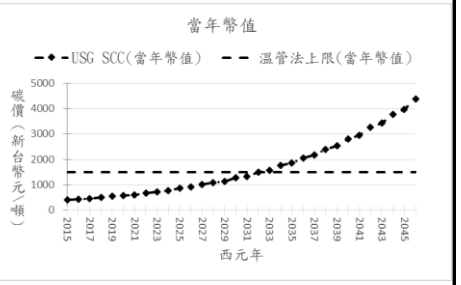
- 以《溫室氣體減量及管理法》之值域為界，搭配美國政府碳社會成本折現率5%之估值（USG SCC estimates，2007年幣值）經**匯率及通膨係數**轉換，推估國內碳價 (2015年幣值)。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值
  - USG SCC為美國制訂法規影響評估中溫室氣體減量效益之依據，採用**全球尺度**之整合評估模式，連結碳排放與環境關係，整合三大模型（DICE、PAGE及FUND）之百年模擬（每年1萬個測試模擬），考量社經發展與排放變化（5情境）與氣候敏感度（IPCC AR4）
  - 數值穩定、可預測、可凸顯政策效果

2015年現值



註：2015年幣值。
資料來源：本計畫。

當年幣值



註：當年幣值，以社會折現率5.35%估算。
資料來源：本計畫。

29

3.3 更新機制

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

30

更新機制

- 油價後續更新 (運研所)
  - 每年依據EIA AEO/IEO對於Brent油價之預測，推估國內油價
  - 定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，可作為替代方案，提供交通建設計畫經濟效益評估之用
- 碳價後續更新(運研所)
  - 定期觀察USG SCC、匯率及我國通貨膨脹率之更新數值，據以修正碳價格參數
  - 定期追蹤《溫室氣體減量及管理法》施行細則對於相關罰則的研訂進展，作為未來碳價推估基礎的替代方案

31

肆 案例應用與教育訓練

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用教育訓練

4.1 新建類公路建設計畫-五楊高拓寬
4.2 改善類公路建設計畫-竹北交流道改善
4.3 教育訓練

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

4.1 新建類公路建設計畫-五楊高拓寬

33

案例背景說明

- 國道1號五股至楊梅段拓寬工程
  - 路線範圍：北接汐五高架，南止楊梅收費站北端
  - 評估範圍：大台北及桃園地區公路系統
  - 分析內容：平、假日運量變化，分析參數包含各路段道路等級、行駛距離、運量
    - 零方案：無五楊高速公路
    - 方案一：有五楊高速公路
  - 目標年：120年
  - 預期效益：
    道路容量增加，
    各路段速率提升

34

方案評估結果

	小客車	小貨車	大貨車	聯結車
拓寬後車公里變化	減少	減少	增加	增加
車公里減少量 (公里/年)	2,245,915,430	679,673	-3,663,820	-3,171,959

	國道	快速道路	省道	縣道	市區道路
拓寬前平均速率 (km/hr)	54	65	37	35	30
拓寬後平均速率 (km/hr)	64	72	60	58	58
速率變化	提速	提速	提速	提速	提速

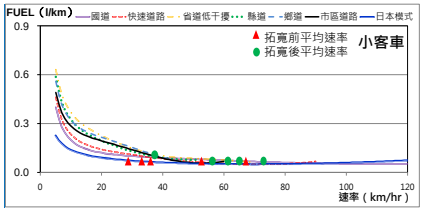
35

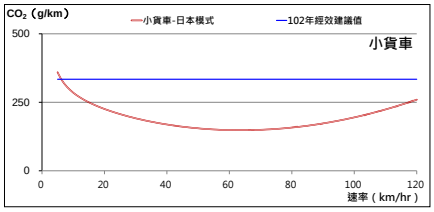
節能減碳效益評估結果

節能量	小客車 (公秉；汽油)	小貨車 (公秉；汽油)	大貨車 (公秉；柴油)	聯結車 (公秉；柴油)	合計 (公秉油當量)
前期手冊	136,990	-230	-5,122	-3,137	110,802
本次更新	430,369	-230	-5,122	-3,137	365,063

減碳量 (公噸)	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	合計
前期手冊	531,087	227	-3,145	-2,723	525,446
本次更新	973,924	-599	-13,347	-8,175	951,803

- 前期手冊版節能量低估69%，低估小客車
- 新版節能效果相當於每年減少36. 6萬台車（平均每天一台車消耗2. 73公升油當量）
- 前期手冊版減碳量低估44%，低估小客車、高估小貨車
- 新版減碳效果相當於2, 565座大安森林公園





36

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

4.2 改善類公路建設計畫-竹北交流道改善

37

案例背景說明

- 國道1號竹北交流道改善工程
  (交流道側車道串聯形成分離式鑽石型交流道)
  - 計畫範圍：竹北交流道
  - 評估範圍：竹北交流道周邊道路
  - 分析內容：平日運量運量變化，輸出參數包含各路段道路等級、行駛距離、運量
    - 零方案：無竹北交流道改善
    - 方案一：有竹北交流道改善
  - 目標年：120年
  - 預期效益：道路容量增加、增加儲車長度，道路速率提升

38

方案評估結果

	小客車	小貨車	大貨車	聯結車	機車
拓寬後車公里變化	減少	減少	減少	減少	增加
車公里減少量(公里/年)	1,494,346	207,912	564,898	119,278	-2,090,553

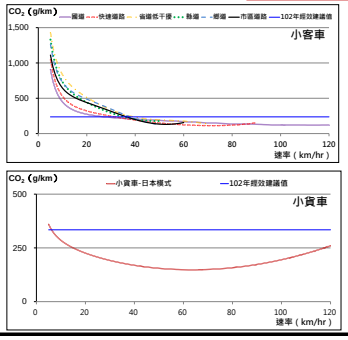
	國道	省道	縣道	市區道路
拓寬前平均速率(km/hr)	70	29	30	31
拓寬後平均速率(km/hr)	77	36	31	32
速率變化	提速	提速	略為提速	略為提速

39

節能減碳效益評估結果

節能量	小客車 (公升；汽油)	小貨車 (公升；汽油)	大貨車 (公升；柴油)	大客車 (公升；柴油)	機車 (公升；汽油)	合計 (公升油當量)
前期手冊	99,391	16,429	162,610	-	-40,382	218,244
本次更新	361,908	16,429	162,610	43,235	-41,089	482,760
減碳量 (公噸)	**小客車**	**小貨車**	**大貨車**	**大客車**	**機車**	**合計**
前期手冊	353	69	485	120	-174	854
本次更新	819	43	424	113	-93	1,305

- 前期手冊版節能量低估55%，低估小客車、機車
- 新版節能效果相當於每年減少470台車(平均每天一台車消耗2. 73公升油當量)
- 前期手冊版減碳量低估35%，低估小客車、高估小貨車
- 新版減碳效果相當於3. 4座大安森林公園



40

4.3 教育訓練

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

41

教育訓練議程

- 舉辦日期：104年10月26日
- 舉辦地點：中華經濟研究院

時間	項目	主講人
第一場	交通建設計畫經濟效益評估理論	
9:00-9:20	報到	
9:20-9:30	主席致詞	交通部運輸研究所 楊幼文副組長
9:30-10:30	交通建設計畫經濟效益評估概論	中華經濟研究院 溫蓓章博士
10:30-10:50	休息	
10:50-12:00	經濟效益節能減碳評估方法	鼎漢公司 陳柏君經理
12:00-13:30	午餐休息	
第二場	交通建設計畫經濟效益評估實務	
13:30-14:30	案例應用	鼎漢公司 吳姿瑩分析師
14:30-14:50	休息	
14:50-16:00	意見交流與討論	

42

教育訓練過程

43

教育訓練重要意見(1/2)

	與本年度研究內容相關之意見
1.	油價和碳價採用基年幣值方式提供未來參數，影響計畫評估報告無法呈現未來年現金流量表。是否考慮仍要提供當年幣值參數？ ➔本計畫已納入考慮，並提供當年幣值參數。

	對經效評估工具再精進之意見
1.	非新建工程計畫，如購車、安全、災後道路修復等之經效如何評估？在氣候變遷影響下，因災難產生的鐵公路損害日益頻繁，但目前手冊中亦缺乏分析方法與相關參數。
2.	有關案例應用中所提到的國1五楊高架段拓寬計畫中，並未考慮各交流道周邊所影響的機車，且若以全日時段來分析，其速率的意義是否無法凸顯能耗模型所強調實際運行速率的優點？ ➔建議運研所發展區域模型，納入全車種、分時段之評估內容。

44

教育訓練重要意見(2/2)

	對經效評估之實務問題
1.	評估年期30年應如何界定？如果分期分階段完工，要如何計算？遇到分階段工程之安排，其優先順序應如何考慮？
2.	時間參數（物價上漲率等）等未來價格變動率，需由使用者自行運用過去10年經驗值推估未來30年，是否適當？是否由運研所統一公布、定期更新？又，國發會與交通部所採社會折現率標準不一致，造成困擾。
3.	成本與效益之計算，是否應採用「邊際」成本和「邊際」效益的概念計算？
4.	運量預測影響計畫成效甚為顯著，是否應列入敏感度分析？此外，對未來年運量趨勢，是否應隨少子化因素下修處理？是否應規範敏感度分析項目？

伍 結論與建議

交通建設計畫
經濟效益之節能減碳評估應用
教育訓練

5.1 節能減碳估算方式
5.2 油價推估方式
5.3 碳效益值推估方式
5.4 經效參數公布機制
5.5 案例應用
5.6 教育訓練
5.7 後續研究建議

5.1 節能減碳估算方式

- 原經效手冊
  - 油耗推估缺大客車車種、均為實驗室模擬、部分為國外結果，未必符合國內道路實際情形，也缺乏停等油耗參數
  - 碳排率為固定數值，與油耗推估方式無關聯
- 運研所「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」研究成果
  - 以道路實測資料建構車輛動態能耗與碳排推估模式，提供油耗率或CO_2排放率，可以評估交建設計畫方案間，受車種、道路、速率影響下的節能減碳效益
  - 可改善原先手冊中僅考慮旅行距離（車公里），無法反應因路徑改變、怠速減少或速率提升的節能減碳效益，且克服原先手冊中能耗與碳排係數計算不一致的課題

47

- 本期經效手冊更新建議
  - 車種別係數更新
    - 依運研所前期成果更新機車、小客車、城際客運與市區公車
    - 依日本推估方式推估大、小貨車；並依碳轉換當量換算碳排
  - 能耗與碳排係數表
    - 提供查表，並建議撰寫成套裝軟體之參數矩陣以利自動運算
- 後續更新(運研所)
  - 追蹤交通部運研所「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」之新增車種 (約每2年會有階段性成果)
  - 依據交通部運研所「運輸部門各車種排放清冊」之各車種平均能耗值更新車輛動態模式 (每年)
  - 檢視行政院環保署「國家溫室氣體登錄平台」公布「溫室氣體排放係數管理表」之碳轉換當量

48

5.2 油價推估方式

- 原經效手冊
  - 以平均價格加計物價上漲率，不符合國內油價變動狀態
- 國際油價推估模式
  - 考慮全球經濟成長、各國能源開採供給、替代能源發展應用等不同情境，求得供需均衡狀態的油價預測
  - 各國際機構預測趨勢相近，以美國能源部能源資訊署（EIA）Brent油價之公布時間較早，經常成為其他機構的重要參考

49

- 本期經效手冊更新建議
  - 採用美國能源部能源資訊署（EIA）AEO/IEO預測Brent油價**變動率**，應用至國內稅前批售價推估長期預測，再加計稅費（包含貨物稅、空污/土污/石油基金及5%營業稅）成為零售價格預測（2015年現值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值
- 後續更新 (運研所)
  - 每年依據EIA AEO/IEO對於Brent油價之預測，推估國內油價
  - 定期觀測國內油價長期預測相關研究成果，如可提供國內油價之合理預測數值，且已昭公信、又具有定期更新機制者，可作為替代方案，提供交通建設計畫經濟效益評估之用

50

5.3 碳效益值推估方式

- 原經效手冊
  - 參考國際碳排放交易市場（ECX CFI及CCX CFI）交易價格（維護成本觀點），加計物價上漲率
  - 近年國際碳權交易市場結構丕變，價格變動大、不易預測
- 碳社會成本法（SCC）
  - 損害成本觀點，以全球尺度連結碳排放與環境關係，常用於公部門計畫、可預測且可凸顯政策效果
  - 美國政府碳社會成本（USG SCC）為美國制訂法規影響評估中溫室氣體減量效益之依據，考量社經發展與排放變化與氣候敏感度，具學理基礎及公信力、數據引用簡便
- 碳稅/罰鍰
  - 2015年7月1日我國實施《溫室氣體減量及管理法》，罰鍰上限為新台幣1,500元/噸

51

- 本期經效手冊更新建議
  - 以《溫室氣體減量及管理法》之值域為界，搭配USG SCC折現率5%之估值（2007年幣值），經**匯率及通膨係數**轉換，估算國內碳價（2015年現值）。再依據手冊建議之社會折現率，估算當年幣值
- 後續更新(運研所)
  - 定期觀察USG SCC、匯率及我國通貨膨脹率之更新數值，定期修正碳價格參數
  - 定期追蹤《溫室氣體減量及管理法》施行細則對於相關罰則的研訂進展，作為未來碳價推估基礎的替代方案

52

5.4經效參數公布機制

- 前期經效手冊歷經多年研究已累積多版本
- 經效參數發布機制之建議
  - 所內研究
    - 個別參數、推估模型研究(大約2年1主題)
    - 參數檢核更新(大約每年可更新社會、經濟、環境參數)
  - 對外發布
    - 管道：建議透過網路平台公布所有的經效建議參數
    - 更新時間：每2~3年公布最新版本
    - 參數版本：與前版相較，可考慮達一定變動幅度(例如，20%以上)才須公布新版參數

53

5.5 案例應用

- 建議更新方法實際應用於公路新建（國1五楊高拓寬）與改善（國1竹北交流道改善）案例，具可操作性
- 節油、減碳量及其效益值均高於原經效手冊，可以凸顯計畫建設前後之車速變化、使用路徑改變的效益
- 就總效益占比而言，不會顯著改變節能減碳效益在成本效益評估中的占比

54

5.6 教育訓練

- 104年10月21日舉辦「交通建設計畫經濟效益枝節能減碳評估應用教育訓練」共2場次
- 肯定本計畫所建議之更新作法，建議將各項參數公布於網路平台，方便各單位下載參考
- 意見交流討論涉及範疇廣，顯示原經效手冊需檢視修訂
  - 時間參數：未來價格變動率、社會折現率（跨部門統一）
  - 運量預測之敏感度分析、規範敏感度分析項目
  - 非新建工程計畫，如購車、安全、災後道路修復等，如何評估？
  - 評估範圍（受影響路網、車流種類）、全日分析之適切性

55

5.7後續研究建議(1/2)

- 系統性檢視前期手冊，依據對評估結果影響程度，列出逐年檢討修正的優先順序
  - 社會折現率、未來價格變動率
  - 軌道建設參數
  - 時間價值
- 將成本效益分析方法、其他決策評估方法等，列入政府文官教育訓練課程中
  - 特別要求交通建設相關決策部會（經建相關預算審編）或審計單位，相關人員應具備知識
  - 成本效益分析只是決策參考之一，決策者還有其他重要考慮因素

56

5.7後續研究建議(2/2)

- 需要探索和發展新的決策輔助方法，呈現政府投資的質性效益與社會價值
  - 成本效益分析不容易呈現「非容量擴增」的效益，例如運輸系統整體完備、社會公平正義、營運設備更新、服務品質提升等
  - 國內發展已從「容量不足」（建設計畫）移轉到「效率和品質提升」（改善或更新計畫議題），當前投資重點在於：補足服務的系統缺口、強化社會公平正義、營運設備之技術更新、回應社會對服務品質的期待
  - 探討評估方法與參數：天災導致的系統營運中斷、針對重大需求尖峰（連假）服務需求之方案效益評估

57

報告完畢　敬請指教