

103-109-6171
MOTC-IOT-102-TAA010

地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨 節能減碳估算作業手冊之編定



交通部運輸研究所

中華民國 103 年 9 月

103-109-6171
MOTC-IOT-102-TAA010

地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨 節能減碳估算作業手冊之編定

著者：黃新薰、張瓊文、朱珮芸
陳怡妃、蕭為元

交通部運輸研究所

中華民國 103 年 9 月

地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業
手冊之編定 / 黃新薰等著. -- 初版. -- 臺北
市：交通部運研所，民 103.09

面；公分

ISBN 978-986-04-2549-9(平裝)

1.運輸規劃 2.能源節約

557

103020526

地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊之編定

著者：黃新薰、張瓊文、朱珮芸、陳怡妃、蕭為元

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)23496878

出版年月：中華民國 103 年 9 月

印刷者：京峯數位服務有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：155 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

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

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

GPN：1010301925

ISBN：978-986-04-2549 -9 （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。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：地方政府運輸系統 CO ₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊之編定			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-04-2549-9 (平裝)	政府出版品統一編號 1010301925	運輸研究所出版品編號 103-109-6171	計畫編號 MOTC-IOT 102-TAA010
主辦單位：綜合技術組 主管：張瓊文 計畫主持人：黃新薰(前任主管)、張瓊文 研究人員：朱珮芸、陳怡妃、蕭為元 聯絡電話：(02)23496878 傳真號碼：(02)27120223			研究期間 自 102 年 2 月 至 102 年 12 月
關鍵詞：節能減碳、CO ₂ 排放			
摘要： <p>依據本所推估我國 2010 年運輸系統 CO₂ 排放，以客運而言，都會及城際占比為 7:3，顯見都會運輸節能減碳的重要性。為強化都會運輸節能減碳責任，並發揮中央與地方合作推動節能減碳作為之綜效，確有探討地方(各縣市)運輸部門 CO₂ 排放狀況之必要。爰此，本研究蒐集國內、外運輸部門 CO₂ 管理及排放估算方式，依據前期相關研究成果，提出地方運輸系統 CO₂ 排放估算方法，以 2010、2011 及 2012 年數據為基礎進行各地方政府行政轄區內運輸系統 CO₂ 排放估算，並邀集地方政府交通主管機關召會研議，獲致共識，俾使所研訂之估算方法切合實際需求，俾利作為交通部及地方政府日後推動運輸部門節能減碳業務之參考。</p> <p>本計畫主要成果如后：1. 完成各直轄市、縣(市)政府 2010、2011 及 2012 年行政轄區內鐵路、公路、航空、水路運輸 CO₂ 排放量之推估，協助地方政府了解行政轄區內運輸系統排放狀況；2. 邀集各地方政府交通主管機關研議運輸系統 CO₂ 排放估算方式，並已就估算方法取得共識；3. 完成「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
103 年 9 月	196	155	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: The Estimation Manual of CO ₂ Emission and Carbon Reduction for Local Governments Transportation Sector			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-04-2549-9 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010301925	IOT SERIAL NUMBER 103-109-6171	PROJECT NUMBER MOTC-IOT-102-TAA010
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsin-Hsun Huang(former director), Chiung-Wen Chang PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Yi-Fei Chen, Wei-yuan Hsiao PHONE: 886-2-2349-6878 FAX: 886-2-2712-0223			PROJECT PERIOD FROM February 2013 TO December 2013
KEY WORDS: energy conservation and carbon reduction, carbon dioxide emission			
ABSTRACT: <p>According to estimates of carbon dioxide (CO₂) emissions of transportation systems made by this institute in 2010, we knew the CO₂ emission ratio of urban passenger transport to intercity passenger transport was 7:3, which explains the importance of energy conservation and carbon reduction in urban areas. To enhance the urban transportation sector's responsibility while maximizing the cooperation of the central and local governments on energy conservation and carbon reduction, it is necessary to examine the status of CO₂ emissions in local (various county and city) transportation departments. Hence, this study collected methods for managing and estimating CO₂ emissions used among domestic and foreign transportation departments. Based on the findings of previous studies, this study proposed a method for estimating CO₂ emissions of local transportation systems. It performed an estimation of CO₂ emissions of the transportation systems for various local governments in accordance with the 2010, 2011 and 2012 data. Competent transportation authorities of these local governments were invited to a meeting and a general consensus has been reached; that is, the estimation method has to meet the actual needs in order for the Ministry of Transportation and Communications and local governments to promote affairs concerning energy conservation and carbon reduction in their respective transportation departments.</p> <p>The major results of this project include: 1. Performing the estimation of CO₂ emissions of rail, highway, air and water transportation systems for each municipal and county (city) government in 2010, 2011 and 2012. 2. Holding a meeting with competent transportation authorities of various local governments on methods for estimating CO₂ emissions of transportation systems; a consensus has been reached. 3. Proposing the "Manual on Estimating CO₂ Emissions and Energy Conservation and Carbon Reduction of Transportation Systems for Local Government."</p>			
DATE OF PUBLICATION 2014 September	NUMBER OF PAGES 196	PRICE 155	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

第一章 緒論	1-1
1.1 研究緣起.....	1-1
1.2 研究目的.....	1-1
1.3 研究範圍.....	1-2
1.4 研究內容與研究流程.....	1-2
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國際城市層級溫室氣體管理	2-1
2.2 國內、外城市溫室氣體管理案例	2-3
2.2.1 國外.....	2-3
2.2.2 國內.....	2-4
2.3 運輸部門節能減碳推動策略	2-6
2.3.1 國外	2-6
2.3.2 國內	2-12
2.4 小結	2-13
第三章研擬地方政府運輸系統 CO₂ 暨節能減碳估算作業	3-1
3.1 運輸部門溫室氣體盤查作業	3-1
3.1.1 溫室氣體盤查程序.....	3-1
3.1.2 溫室氣體盤查計算方式及資料來源.....	3-7
3.2 溫室氣體盤查第一級(Tier1)估算方法	3-11
3.3 運輸部門節能減碳措施估算	3-31
3.4 地方政府交通主管機關意見	3-40
3.5 「地方政府運輸系統 CO ₂ 暨節能減碳估算作業手冊」編撰說明.....	3-42
第四章 結論與建議	4-1
4.1 結論.....	4-1
4.2 建議.....	4-2
參考文獻	參-1
附錄 1 2010 年及 2011 年地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算表	附 1-1
附錄 2 「地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法研商」會議紀錄	附 2-1

附錄3 地方政府運輸系統 CO ₂ 暨節能減碳估算作業手冊.....	附 3-1
附錄4 簡報資料.....	附 4-1
附錄5 計畫摘要.....	附 5-1

表目錄

表 2.1-1 地方層級溫室氣體盤查方法彙整表.....	2-3
表 2.3-1 各國運輸部門節能減碳措施－發展綠色運輸系統.....	2-7
表 2.3-2 各國運輸部門節能減碳措施－加強運輸需求管理.....	2-8
表 2.3-3 各國運輸部門節能減碳措施－提升運輸系統能源使用效率.....	2-9
表 3.1-1 地方政府運輸部門活動數據選用或優先順序建議表.....	3-3
表 3.1-2 溫室氣體排放源清查表範例	3-4
表 3.1-3 地方政府運輸部門溫室氣體盤查報告目錄範例	3-6
表 3.2-1 二氧化碳排放量化相關資料下載途徑	3-12
表 3.2-2 運輸部門能源平衡表(2012 年).....	3-13
表 3.2-3 運輸部門燃料燃燒及電力使用之二氧化碳排放係數	3-14
表 3.2-4 運輸部門 2012 年二氧化碳排放推估.....	3-15
表 3.2-5 鐵路運輸客貨運資料下載途徑.....	3-16
表 3.2-6 2012 年鐵路運輸系統二氧化碳排放量(電力部分).....	3-17
表 3.2-7 2012 年各縣市臺灣鐵路客/貨載運量	3-18
表 3.2-8 2012 年各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量推估	3-19
表 3.2-9 2012 年各縣市高速鐵路二氧化碳排放量推估	3-19
表 3.2-10 2012 年各縣市捷運系統二氧化碳排放量推估.....	3-20
表 3.2-11 2012 年各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量推估.....	3-20
表 3.2-12 各縣市加油站汽、柴油銷售量統計下載途徑.....	3-21
表 3.2-13 2012 年各縣市加油站汽油、柴油銷售量統計表.....	3-22
表 3.2-14 2012 年各縣市公路運輸二氧化碳排放量推估.....	3-23
表 3.2-15 國內航空運輸旅客統計資料下載途徑.....	3-24
表 3.2-16 2012 年各縣市航空運輸二氧化碳排放量推估.....	3-25
表 3.2-17 國內航線貨運統計資料下載途徑.....	3-26
表 3.2-18 2012 年各縣市水路運輸二氧化碳排放量推估.....	3-26
表 3.2-19 2012 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計.....	3-27
表 3.2-20 2010 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計.....	3-29
表 3.2-21 2011 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計.....	3-30
表 3.3-1 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化公式.....	3-32
表 3.3-2 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化參數說明.....	3-32
表 3.3-3 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化公式.....	3-33
表 3.3-4 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化參數說明.....	3-34
表 3.3-5 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化公式.....	3-35

表 3.3-6 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化參數說明.....	3-35
表 3.3-7 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化公式.....	3-36
表 3.3-8 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化參數說明.....	3-37
表 3.4-1 臺北市主要運具 CO ₂ 排放估算係數.....	3-41
表 3.4-2 臺北市主要運具 CO ₂ 排放估算結果.....	3-42

圖目錄

圖 1.4-1 研究流程圖.....	1-3
圖 2.2-1 地方政府溫室氣體盤查作業流程圖.....	2-5
圖 3.1-1 排放量計算決策樹.....	3-9
圖 3.3-1 路口流量、延滯示意圖	3-38
圖 3.3-2 路口號誌時制重整分析與「溫室氣體排放整合資訊平台」整合頁面..	3-39

第一章 緒論

1.1 研究緣起

因應氣候變遷環境生存之永續，減少溫室氣體排放及節省能源消耗已成為世界各國當前與未來重要的施政重點，而運輸部門在全球各國節能減碳施政上亦扮演重要角色。我國於 98 年 12 月成立「行政院節能減碳推動會」並擬訂「國家節能減碳總行動方案」，另於 100 年度第 2 次委員會中，正式通過各部門目標年允許排放量之責任分配。其中，運輸部門 2020 年 CO₂ 允許排放量為 34.5 百萬公噸，以同年期自然成長情境下排放量 43.5 百萬公噸計算，需減少 20.7% 排放量；至 2025 年允許排放量為 29.7 百萬公噸，以同年期自然成長情境下排放量 47.5 百萬公噸，則需減少 37.5% 排放量。

此外，依據本所推估，我國 2010 年運輸系統 CO₂ 排放以客運而言，都會與城際佔比為 7:3，顯見都會運輸節能減碳的重要性。為強化都會運輸節能減碳之責任，並協助地方政府了解行政轄區內運輸系統 CO₂ 排放狀況，作為地方政府制定與推動 CO₂ 減量之參據，本所於 100 年辦理「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究」，完成「地方政府運輸部門節能減碳估算作業手冊」，並於 101 年 9 月邀請地方政府舉辦作業手冊研習會，獲致良好的成效。本研究以前揭作業手冊為基礎，延續前其研究內容並以 102 年能源平衡表數據更新數據，邀集各地方政府交通主管機關開會檢視估算方法，提升地方政府應用便利性並取得地方政府對於減碳估算方法之認同，以做為後續地方政府運輸部門估算節能減碳措施減量效益之參考依據，並彰顯整體運輸部門之節能減碳成效。

1.2 研究目的

本研究主要研究目的為：

1. 研擬地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法，透過量化數據，可協助地方政府了解行政轄區內運輸系統 CO₂ 排放狀況，並作為擬定運輸部門節能減碳政策之評估參據。
2. 研擬地方政府運輸部門節能減碳估算作業手冊，協助地方估算節能

減碳措施效益，亦可作為中央預算或計畫經費補助之參據。

1.3 研究範圍

本研究針對國內地方政府運輸系統 CO₂ 排放及節能減碳措施之減量效益估算研擬作業手冊。

在地方政府運輸部門 CO₂ 排放估算部分，依據能源局公布之能源平衡表運輸部門之分類，包含公路、鐵路、航空及水路等 4 類運輸方式之 CO₂ 排放。

在地方政府運輸部門節能減碳估算部分，主要針對計畫型之節能減碳措施，研擬節能減碳效益估算作業規範。

1.4 研究內容與研究流程

本研究之研究流程詳圖 1.4-1 所示，具體工作項目說明如后：

1.文獻回顧

- (1)蒐集國內、外地方層級 CO₂ 盤查方式。
- (2)蒐集彙析國內、外運輸系統 CO₂ 排放估算方式。

2.修訂並更新地方政府運輸系統 CO₂ 暨節能減碳估算作業手冊內容

- (1)延續前期研究方法，以 2012 年能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之 CO₂ 量，自國家運輸部門排放總量由上而下分配至各地方政府轄區，計算各地方政府 2012 年轄區內各運輸系統 CO₂ 排放量。
- (2)依據能源局更新之電力排放係數及鐵路系統實際用電度數，更新前期研究已估算之各地方政府 2010 年轄區內各運輸系統 CO₂ 排放量；另考量資料呈現之連續性，新增 2011 年之估算。
- (3)編撰作業手冊，內容包括手冊製作緣起、目的、適用對象與範疇、製訂原則、製訂內容與範圍、名詞定義、盤查作業方式、減量評估方式、資料項目與來源等。

3.邀集各地方政府交通主管機關，召開運輸系統 CO₂ 估算方法研商會議，解說相關估算方式，並進行意見交換，做為後續手冊修訂之參考。

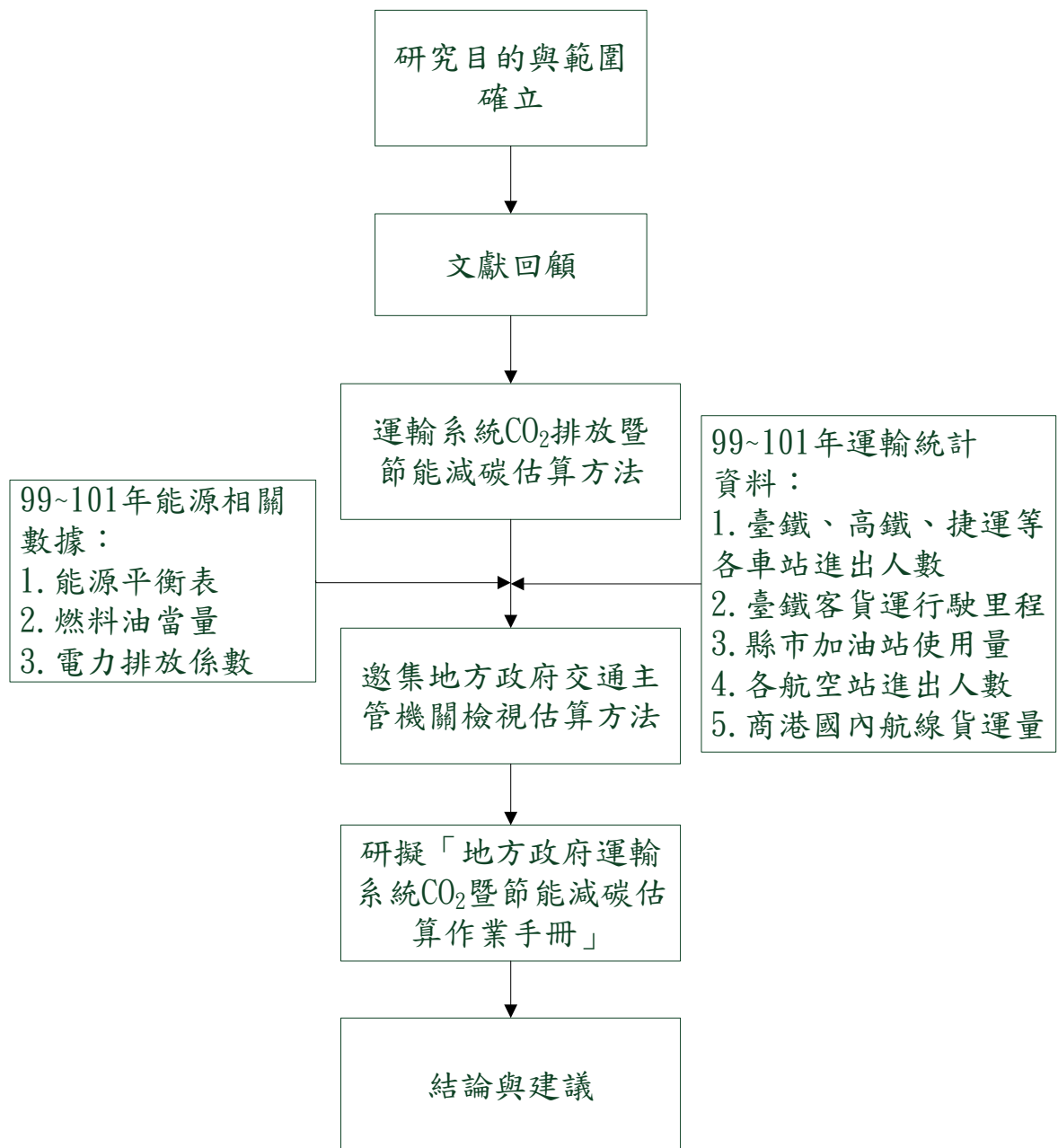


圖 1.4-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

由於全球約有三分之二以上之人口、商業活動聚集在城市，頻繁的經濟活動耗用了八成以上的能源、排放大量的溫室氣體，愈發顯示城市減量議題在溫室氣體管理環節上已經扮演舉足輕重的重要角色。本章除介紹國際城市層級溫室氣體管理相關作業文獻外，並探討國內、外運輸部門目前對於節能減碳之相關措施。

2.1 國際城市層級溫室氣體管理

一、國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(International Local Government Greenhouse Gas Emissions Analysis Protocol, IEAP)：

ICLEI 於 1990 年在紐約成立創立，由聯合國環境規劃署 (UNEP) 和世界城市暨地方政府聯合會(UCLG)支持，成立宗旨為促進國際間地方政府的合作，以提倡環境保護與永續發展是全球最大的城市聯盟，截至 2010 年 10 月為止已經有 1,200 多個城市加入。為落實地方政府溫室氣體管理，其藉由城市氣候保護行動(Cities for Climate Protection, 簡稱 CCP) 推動，提供城市盤查之工具(包括指引及軟體)，ICLEI 透過執行 CCP 的經驗，於 2009 年出版國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(IEAP)，提供城市排放量化的統一標準。為使地方政府了解轄區內排放狀況，以及因本身營運所產生排放之狀況，作為制定減量策略的參考依據，IEAP 特別要求將盤查邊界分為組織邊界(Organizational boundary)及地理邊界(Geopolitical boundary)，其中組織邊界的盤查可了解因地方政府營運而產生的排放，而地理邊界之盤查係為了解行政轄區排放量；通常組織邊界排放量多為地理邊界排放量當中的一部分。

IEAP 的訂定，除了協助城市了解地理邊界內之排放情形外，也協助城市掌握因地方政府營運之排放，可提供政策研擬之參考，預期效益如下：

- (一) 加強地方政府對於行政轄區因應氣候變遷的了解。
- (二) 提供使用者在區域層級上完整且正確的分析。
- (三) 使不同區域在排放量計算的標準一致。

- (四) 達到減量目標。
- (五) 提供簡單的計算方式。
- (六) 提供其他組織以此為標準，撰寫報告。
- (七) 做為現有法令與未來管理的資料庫。

二、國際城市溫室氣體排放計算標準(International Standard for Determining Greenhouse Gas Emissions for Cities, City-GHG)：

由聯合國環境規劃署(UNEP)於 2010 年 6 月公布，係為城市盤查所設立的國際共通標準。該標準要求將發生在邊界外的城市活動之資訊以額外表列方式處理，包括：城市產生之廢棄物於邊界外發生之排放、食物、水、及建材等資訊；其強調查邊界外之排放量的目的，並非是要將該排放量視為城市的責任，而是為突顯城市經濟發展與城市溫室氣體排放的關係。此外，該標準亦要求城市盤查之納入範圍應達到排放總量的 95%，若有排放不顯著之排放源則可考慮排除。

三、地方政府營運議定書(Local Government Operations Protocol, LGOP)：

由美國加州空氣資源委員會（California Air Resources Board, CARB）及地方環境行動國際委員會所於 2010 年共同訂定的地方政府營運議定書，其主要使用對象為地方政府，該議定書之內容主要參考 ICLEI、溫室氣體盤查議定書(GHG Protocol)、加州氣候行動登錄作業(The California Climate Action Registry)、北美洲的氣候登錄作業(The Climate Registry)等執行經驗而訂定，其主要的預期效益為：

- (一) 幫助地方政府依據國際計算與報告原則進行盤查。
- (二) 提升盤查之一致性、可比較性、相關性、透明及完整性。
- (三) 做為氣候議題管理目標之評估。
- (四) 促進地方政府在溫室氣體議題上扮演的角色。

表 2.1-1 地方層級溫室氣體盤查方法彙整表

項目	國際地方政府溫室氣體排放分析議定書 (IEAP)	地方政府營運議定書 (LGOP)	國際城市溫室氣體排放計算標準 (City-GHG)
制定單位	ICLEI	CARB、ICLEI	UNEP
指引功能	(1) 了解行政轄區排放基線 (2) 掌握地方政府營運排放	(1) 促進地方政府在溫室氣體議題上扮演角色 (2) 溫室氣體方案協調者	突顯城市經濟活動發展與碳排放的關係
特殊要求	分別統計政府營運產生的排放量，及所管轄行政區域內所有活動之排放量	可選擇性揭露飲用水處理量、運送水量、廢水部門馬達抽水量、廢水處理量、機場載運客量、道路車輛行駛總里程、非道路車輛數目、非道路車輛運作時數、清運之固體廢棄物量、回收再利用資源量、發電設施總發電量、政府設施總耗電量資訊	列入盤查之特殊考量： (1) 納入發生在邊界外的城市活動資訊 (2) 電力及加熱(含耗損) (3) 抵達及離境的班機和船舶 (4) 城市產生廢棄物於邊界外發生之排放 (5) 涵蓋食品、水、建材之額外資訊

資料來源：本研究整理。

2.2 國內、外城市溫室氣體管理案例

2.2.1 國外

為持續降低全球溫室氣體排放量，國際許多城市已著手開始進行溫室氣體的盤查與減量。各城市依照其城市特性，發展其適性之減量措施。本研究蒐集國外城市在運輸部門溫室氣體管理措施摘要如后：

表 2.2-1 國外主要城市運輸部門溫室氣體減量措施彙整表

城市	具體作法
多倫多	加強排氣管檢測，由專家學者提出交通能源使用計劃，並加入未來城市計劃中。在交通尖峰時間更有效地處理交通問題，推行騎腳踏車及步行，並鼓勵電力及天然氣汽、機車。
墨西哥	1. 改善燃料品質，規範新車配備淨化燃料轉換器。 2. 對比較老舊的汽車實行排氣檢測及驗證計畫，推展淨化燃燒的燃料。

表 2.2-1 國外主要城市運輸部門溫室氣體減量措施彙整表(續)

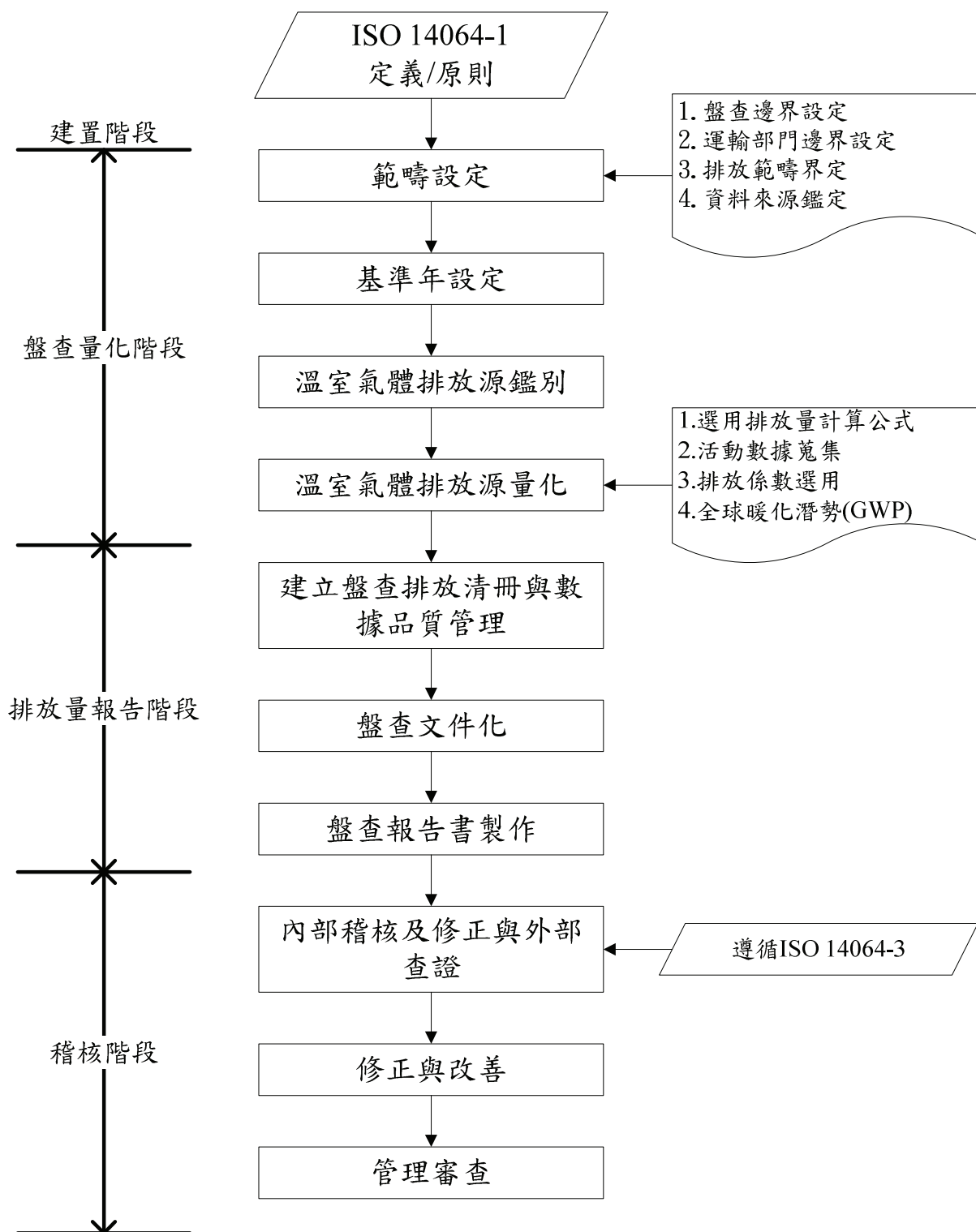
城市	具體作法
里約熱內盧	1. 設置自行車道(Cycle Ways)：從市中心至住宅區路道設置自行車專用道 使市民能夠盡量以自行車代替汽車以收降低空氣污染之效。 2. 淨化空氣行動：管制市區巴士 CO ₂ 排放量。
加州	減緩擁擠與空氣品質改善計畫(Congestion Mitigation and Air Quality Improvement, CMAQ)，透過運輸控制措施與其他策略，以減緩擁擠與改善空氣品質。由各州與地方政府規劃補助計畫並透過都會計畫的組織進行相關運作。與空氣品質計畫有關的運輸控制措施為 CMAQ 的優先補助對象，如透過減少運具使用或改善車流量等。

資料來源：本研究整理。

2.2.2 國內

我國行政院環境保護署於 2009 年出版「溫室氣體盤查與登錄指引」，以及 2011 年出版「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，將各地方政府溫室氣體盤查程序分為「盤查量化階段」、「排放量報告階段」及「稽核階段」等 3 階段。

盤查量化階段之作業流程為「範疇設定」、「基準年設定」、「溫室氣體排放源鑑別」及「排放源量化」；排放量報告階段之作業流程為「建立盤查排放清冊與數據品質管理」、「盤查文件化」、「盤查報告書製作」；在稽核階段為符合 ISO14064-1 標準要求，且對外公開盤查結果，則須另經外部查證，其作業流程為「內部稽核及修正與外部查證」、「修正與改善」及「管理審查」，如圖 2.2-1 所示。茲就以運輸部門為例，其溫室氣體盤查程序 3 階段之步驟分述如下：



資料來源：1.行政院環保署，溫室氣體盤查與登錄指引，2009。

2.行政院環保署，「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，2011。

圖 2.2-1 地方政府溫室氣體盤查作業流程圖

2.3 運輸部門節能減碳推動策略

2.3.1 國外

本研究蒐集美國、歐洲(英國、德國、法國)、亞洲(中國、日本、韓國、新加坡)等國家之運輸部門整體面節能減碳推動策略資料，發現各國之推動策略可概分為「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提升運輸系統能源使用效率」等三大面向，茲分別說明如次：

一、發展綠色運輸系統

在發展綠色運輸系統方面，大部分國家均從公共運輸、自行車與步行等 3 方面著手，由表 2.3-1 所示。有關推廣公共運輸部分，大致包括提升運量、健全軌道運輸服務、改善公車服務與設施，以及提高轉乘接駁服務品質等策略。其中，提升大眾運輸系統使用率與健全軌道運輸服務為許多國家採用的策略；此外，歐洲的英國與亞洲的日本、韓國與新加坡對改善公車服務品質亦相當重視，另中國與韓國則致力於公車專用道的開闢。在自行車部分，自行車零污染的特性使得歐洲國家大力推廣使用，日本更計畫將 5 公里以下的短程旅次都轉移至自行車。至於步行部分，優良的步行環境是改善生活品質、提高大眾運輸使用率的重要配套措施之一，所列的歐美國家及中國均將鼓勵步行交通納為推動策略。

表 2.3-1 各國運輸部門節能減碳措施－發展綠色運輸系統

策略/措施	美國	英國	德國	法國	中國	日本	韓國	新加坡
1.推廣大眾運輸								
(1)提升運量								
a.增進大眾運輸系統使用率	✓	✓		✓		✓	✓	✓
b.增加火車、船運等乘載量	✓			✓			✓	
(2)健全軌道運輸服務								
a.加強鐵路運輸品質		✓		✓	✓			
b.擴展都會區鐵路、輕軌、捷運線設置		✓	✓	✓		✓	✓	
c.增加鐵路路線、鐵路基礎建設			✓	✓	✓	✓		
d.興建、拓展高速鐵路				✓	✓			
(3)改善公車服務與設施								
a.改善公車服務品質		✓	✓			✓	✓	✓
b.改善停靠設施、引進低底盤公車、票價差異化、增加轉運點						✓		
c.開闢公車專用道					✓		✓	
(4)提高轉乘接駁服務品質								
a.停車轉乘結合清潔車輛接駁或免費接駁	✓							
b.建設轉乘與停車系統					✓	✓		
c.實施鼓勵停車轉乘	✓					✓	✓	✓
2.鼓勵使用自行車	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
3.鼓勵步行交通	✓	✓	✓	✓	✓			

資料來源：交通部運輸研究所(2008)

二、加強運輸需求管理

由表 2.3-2 可知，在加強運輸需求管理方面，各國主要係從整體規劃、交通管理與經濟手段三個面向著手。有關整體規劃部分，主要在進行運輸規劃時將環境影響因子納入考量，以及透過土地整體規劃減少旅運量。有關交通管理部分，包括提高小客車乘載量、實施交通量總量管制、實施交通離峰計畫及推廣資通訊技術運用等策略。有關經濟手段部分，主要從車輛持有成本、道路使用成本、運輸經營成本等面向制定相關的管制措施；由於涉及民眾行的權利，且會增加民眾的使用成本，通常在推動過程中會遭遇較大的阻力，此也是許多國家不願冒然推動經濟管制手段的原因之一。

表 2.3-2 各國運輸部門節能減碳措施—加強運輸需求管理

策略/措施	美國	英國	德國	法國	中國	日本	韓國	新加坡
1. 整體規劃								
(1)運輸規劃階段納入氣候因子的考量			✓					✓
(2)透過土地整體規劃減少旅運量	✓	✓	✓			✓		✓
(3)重大運輸建設考量環境議題	✓	✓	✓			✓		
2. 交通管理								
(1)提高小客車乘載量								
a.推廣共乘制	✓					✓	✓	✓
b.實施高乘載管制	✓						✓	
c.提高公路車輛承載率、里程利用率、降低空駛率					✓			
(2)實施交通量總量管制								
a.管制車輛數(特定活動、場所)		✓					✓	✓
b.實施地區通行證計畫								✓
c.高污染車輛限制進入					✓			✓
d.汽車星期制					✓		✓	
(3)實施交通離峰計畫				✓			✓	✓
(4)推動鼓勵資通訊技術使用以減少旅運需求	✓					✓		
3. 經濟手段								
(1)車輛持有成本								
a.實施車輛配額制、擁車證、額外登記費								✓
(2)道路使用成本								
a.徵收市區擁擠費、地區通行費		✓						✓
b.依據車輛排放標準實施差別費率	✓		✓					
c.依據重車軸數、行駛里程數實施差別費率			✓					
d.都會區上班場所徵收停車稅		✓						
(3)運輸經營成本								
a.減少鐵路營業稅	✓							
b.增加飛機降落費			✓					

資料來源：交通部運輸研究所(2008)

三、提升運輸系統能源使用效率

在提升運輸系統能源使用效率方面，各國主要係從燃料效率、替代燃料、交通管理、經濟誘因與貨運管理等 5 個面向著手。在燃料效率部分，主要策略包括推動節能車輛、訂定耗油標準、推動車輛燃料效率標章、車輛防怠速，以及提升船舶、鐵路與航空能源使用效率等，如表 2.3-3 所示。

表 2.3-3 各國運輸部門節能減碳措施－提升運輸系統能源使用效率

策略/措施	美國	英國	德國	法國	中國	日本	韓國	新加坡
1. 燃料效率								
(1) 推動節能車輛								
a. 與業者協議生產節能車輛	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
b. 推動使用小型車輛				✓	✓	✓	✓	
(2) 訂定耗油標準								
a. 設立車隊燃油效率標準	✓						✓	
b. 提高小客車、小貨車及休旅車耗油標準	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(3) 推動車輛燃料效率標章								
a. 車輛燃料效率分級標章	✓	✓	✓					
b. 車輛節能認證標章		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(4) 車輛防怠速								
a. 車輛使用防怠速裝置	✓					✓		
b. 特定場所管制怠速	✓					✓	✓	
(5) 提升船舶、鐵路與航空能源使用效率								
a. 推動船舶汰舊更新					✓			
b. 提高鐵路能源使用效率				✓	✓	✓		
c. 提高航空能源使用效率	✓				✓	✓		

資料來源：交通部運輸研究所(2008)

表 2.3-3 各國運輸部門節能減碳措施－提升運輸系統能源使用效率(續 1)

策略/措施	美國	英國	德國	法國	中國	日本	韓國	新加坡
2.替代燃料								
(1)推動低污染燃料與車輛技術研發								
a.鼓勵替代燃料、創新技術研發	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
b.政府與民間合作發展替代燃料	✓	✓	✓					
c.促進氫燃料使用、研發以及相關基礎設施	✓		✓		✓	✓		
(2)推廣節能運具								
a.建立清淨車輛重點試行地點	✓			✓	✓		✓	✓
b.以節能公車汰換老舊公車	✓				✓		✓	
c.由公務部門率先購置替代燃料車輛	✓					✓		
(3)設置周邊設備								
a.設置加氣/油設施	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
(4)訂定新再生能源標準，提高酒精、生質柴油供給	✓	✓	✓			✓		✓
3.交通管理								
(1)推廣節省耗油駕駛習慣	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
(2)發展智慧型運輸系統	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
(3)降低高快速道車輛速限				✓	✓	✓		
4.經濟誘因								
(1)提高耗能車輛使用成本								
a.階梯式燃料稅制		✓	✓				✓	✓
b.提高老舊、高污染車輛稅率			✓			✓		
c.汽油燃料稅改以 CO ₂ 排放為基礎			✓	✓				

資料來源：交通部運輸研究所(2008)

表 2.3-3 各國運輸部門節能減碳措施－提升運輸系統能源使用效率(續 2)

策略/措施	美國	英國	德國	法國	中國	日本	韓國	新加坡
(2)鼓勵節能車輛使用								
a. 降低低耗能車輛牌照稅，依 CO ₂ 排放分級徵收		✓	✓	✓		✓	✓	✓
b. 購買節能運具減免所得稅率	✓			✓				
c. 補助節能車輛購置	✓			✓		✓	✓	✓
d. 污染減量升級套件之補助	✓					✓		
e. 補助企業降低商業用車 CO ₂ 排放量		✓		✓				
f. 運輸服務及加油站經營業者使用清淨燃料之稅費減免或補助				✓			✓	
g. 提供節能車輛免費停車，或提高高污染車輛停車費	✓	✓						
h. 節能車輛高速公路通行費、停車費折扣		✓	✓			✓	✓	
5. 貨運管理								
(1)改善物流管理績效								
a. 應用資訊科技，提昇貨物流通管理績效	✓					✓	✓	
b. 建置貨運與物流中心			✓	✓	✓	✓		
(2)提昇鐵路與船運運量								
a. 增加鐵路貨運量		✓	✓	✓		✓	✓	
b. 增進船運貨運量					✓	✓		
c. 增進國際港口設施，降低國內陸運						✓		
(3)建設燃料輸送管道					✓		✓	

資料來源：交通部運輸研究所(2008)

2.3.2 國內

有鑑於國際之間對城市溫室氣體排放管理的發展趨勢，我國各級縣市政府早在民國 94 年起即進行其行政轄區溫室氣體排放量估算，作為推動直轄市及縣市溫室氣體減量行動之基礎。為呼應國際潮流及國內節能減碳管理之目的，我國曾參與地方環境行動國際委員會 (International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI) 進行國際城市組織或相關減量倡議活動，包括臺北市、新北市、桃園縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣等 10 個縣市；另外，臺北市、新北市以及臺中市等，則為世界城市暨地方政府聯合會 (United Cities and Local Government, 簡稱 UCLG) 之會員。

然而，目前國內各直轄市及縣市政府針對溫室氣體的盤查尚屬起步階段，許多地方政府對於溫室氣體盤查程序及相關規定還不是很明確的瞭解，故造成地方政府對溫室氣體盤查產生很多的疑惑及擔心。有鑑於此，行政院環境保護署特別訂定「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，期使我國各地方政府能夠依照前述指引以符合一致性的要求進行推動盤查工作，推估各地方政府的溫室氣體排放量，進而對外與國際接軌，使我國做法能夠符合國際化的潮流；對內則可做為我國城市溫室氣體排放管理之參考，掌握城市排放基線作為制定符合城市特色之減量策略的參考基礎。

「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」之編撰係參酌國際間目前已經發展之地方層級溫室氣體盤查相關指引，包括以城市作為減碳主體的「地方環境行動國際委員會」(ICLEI) 於 2009 年公布國際地方政府溫室氣體分析議定書而研擬訂定。該指引主要為建置城市溫室氣體排放量盤查作業標準，協助定義及計算各縣市政府轄內之排放源及排放量，期藉由標準化的量化方法與透明之報告呈現方式，進而掌握直轄市及縣市政府的溫室氣體排放基線，確保直轄市及縣市政府所建置的排放基線符合國際間對於相關數據要求的可量測及可報告之發展趨勢，並期待未來在國內可行之環境條件下，進一步執行適當之查驗工作。

2.4 小結

為因應國際間對都市溫室氣體管理的發展趨勢，我國各級縣市政府亦於 2005 年起針對所轄行政區域進行溫室氣體排放量估算，作為推動直轄市及縣市政府溫室氣體減量行動之基礎。各縣市盤查作業雖然略有差異，但大致上均以國際地方環境行動理事會(ICLEI)於 2009 年出版國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(IEAP)為藍本，據此建置所轄行政區域之溫室氣體排放量清冊。

我國各直轄市及縣市政府運輸部門推動盤查工作，對外可達到國際接軌，消弭國內和國際間做法的差異；對內則可做為地方政府運輸部門溫室氣體排放管理之參考。本研究將參酌國內外已經發展之地方層級溫室氣體盤查相關指引，建立地方政府運輸部門溫室氣體盤查工作可遵循之作業程序，此舉將有助於各直轄市及縣市政府了解行政轄區內及政府機關自身營運責任範圍之排放狀況，作為制定與推動地方減量策略的參考依據。

第三章 研擬地方政府運輸系統 CO₂ 排放 暨節能減碳估算作業手冊

為因應國際間對城市溫室氣體管理之發展趨勢，我國各級縣市政府已於民國 94 年起就其所屬行政轄區進行溫室氣體排放量估算，作為推動地方政府溫室氣體減量行動方案之基礎。而在呼應國際潮流及國內減碳管理目的之前提下，我國參與地方環境行動國際委員會(ICLEI)之城市包括臺北市、新北市、桃園縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣等 9 個縣市，均參考「政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南」建置所轄行政區域溫室氣體排放量清冊。

為使我國地方政府在推動溫室氣體盤查作業及節能減碳行動方案時有可遵循的作業程序，本研究參酌國內外溫室氣體盤查方法及溫室氣體減量效益估算方法，制訂「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」，希冀減少地方政府在二氧化碳盤查執行上與節能減碳措施實施上之歧異與困擾，進而提升其在節能減碳之專業知能。

3.1 運輸部門溫室氣體盤查作業

訂定盤查作業之目的主要為建置地方政府運輸部門溫室氣體排放量盤查程序，協助其定義及計算行政轄區內運輸系統之排放源及排放量，以期藉由標準化的量化方法與透明化之報告呈現方式，協助直轄市及縣市政府掌握轄區內發展活動與溫室氣體排放之關係，以建立客觀的運輸部門排放基線，並確保盤查成果符合國際間可量測、可報告及可驗證(Measurable、Reportable and Verifiable, MRV)之發展趨勢。

3.1.1 溫室氣體盤查程序

本研究參酌地方環境行動國際委員會(ICLEI)於 2009 年出版之「國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(IEAP)各國地方政府盤查之指導手冊」、行政院環境保護署於 2009 年出版「溫室氣體盤查與登錄指引」，以及 2011 年出版「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，將各地方政府之運輸部門溫室氣體盤查程序分為「盤查量化階段」、「排

放量報告階段」及「稽核階段」等 3 階段。茲就溫室氣體盤查程序 3 階段之步驟分述如下：

1. 盤查量化階段

本階段為溫室氣體盤查作業之主幹，地方政府就轄區內運輸系統溫室氣體排放情形進行盤查，相關盤查作業項目包含「範疇設定」、「基準年設定」、「溫室氣體排放源鑑別」、「排放源量化」等 4 項作業，茲分別敘述如下：

(1) 範疇設定

範疇設定包含「盤查邊界設定」、「運輸部門邊界設定」、「排放範疇界定」及「資料來源鑑定」。其中，行政轄區的盤查邊界設定是界定盤查溫室氣體排放量及碳匯量所屬排放源之地理範圍。地方政府於釐清盤查邊界後宜界定排放範疇，排放範疇分為範疇一(Scope 1)係來自組織所擁有或控制的直接排放源；範疇二(Scope 2)係指組織所消耗的輸入電力、熱及蒸汽所間接導致之溫室氣體排放；範疇三(Scope 3)係指其他由該地方政府管轄或屬該行政區界範圍內之所有間接排放源。

其中，地方政府應完整計算運輸部門範疇一(Scope 1)的直接排放責任及範疇二(Scope 2)的能源間接排放責任，至於範疇三(Scope 3)屬邊界外非盤查者所能直接控制或影響之排放，可僅進行定性鑑別與描述，以掌握未來之減量潛力，現階段並未強制要求量化。而運輸部門盤查邊界之界定係參考國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(IEAP)中所建議，運輸部門盤查範圍僅限於轄區內之交通工具排氣管排放(範疇一)與電力使用(範疇二)，涵蓋公路運輸、鐵路(軌道)運輸、境內航空與內陸水運等四大類。

為確保地方政府運輸部門溫室氣體盤查數據之品質與準確性，是以資料來源須符合政府間氣候變遷專家小組(IPCC)於 2006 年所公布之溫室氣體 7 項盤查原則(及時性、完整性、一致性、可比較性、正確性、透明度與可改進性)，現階段本研究建議各地方政府在取得數據及採用係數時，宜參酌行政院環保署於 2011 年 7 月所公布之「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中「活動數據選

用或優先順序建議表」，其中，運輸部門活動數據選用及採用順序如表 3.1-1 所示。

綜合彙整範疇設定 4 項步驟之內容，為使地方政府有效掌握行政轄區內運輸系統之溫室氣體排放狀況，本研究建議可建置「溫室氣體排放源清查表」，範例如表 3.1-2 所示。以臺北市為例，軌道運輸包含臺灣鐵路、高速鐵路與臺北捷運，能源消耗種類有柴油與電力；公路運輸之能源消耗種類為車用汽油及柴油；航空運輸則是以航空燃油為主要能源消耗來源。其中，除電力係屬排放範疇二，其餘均為範疇一。而資料來源均以經濟部能源局公佈之「能源平衡表」數據為主，其他細部資料則參採相關主管機關所公布之資料。

表 3.1-1 地方政府運輸部門活動數據選用或優先順序建議表

部門	排放源	活動數據優先選用順序	資料來源
鐵路	燃料	1.經查證之活動數據	各縣市交通單位、官方出版報告書
		2.總燃料耗用量(能源平衡表)	經濟部能源局
	電力	1.經查證之活動數據	各縣市交通單位、官方出版報告書
		2.行車里程及占比、用電量	臺灣鐵路管理局、台灣高鐵公司
捷運	電力	1.經查證之活動數據	各縣市交通單位、官方出版報告書
		2.場站及軌道用電	捷運公司
道路	燃料	1.行車里程資料	監理所汽車定檢資料庫
		2.加油量	經濟部能源局各月份各直轄市及縣市政府汽車加油站統計表歷年資料
境內航運	燃料	1.總耗油量及進出站人口數推估	經濟部能源局 交通部統計月報
		2.加油量	民用航空局
		1.實際用油量	地方政府自行統計
境內海(水)運	燃料	2.加油量	
		3.吞吐量	交通部統計年報
		4.馬力數	直轄市及縣市政府統計要覽
			行政院農委會漁業署漁業統計
		5.每年返港次數	中華民國漁業經濟調查年報

資料來源：摘錄自行政院環保署「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」。

表 3.1-2 溫室氣體排放源清查表範例

行政 範圍	運輸部 門活動	可能產生溫 室氣體種類	主要 產生源	範 疇 一	範 疇 二	範 疇 三	資料數據來源
臺 北 市	軌道 運輸	二氧化碳 (CO ₂)	柴油	✓			經濟部能源局 交通部 臺灣鐵路局 臺北捷運公司
			電力		✓		
	公路 運輸	二氧化碳 (CO ₂)	車用汽油	✓			經濟部能源局 交通部公路總局
			柴油	✓			
		氧化亞氮 (N ₂ O)	車用汽油	✓			
			柴油	✓			
		甲烷(CH ₄)	車用汽油	✓			
			柴油	✓			
	航空 運輸	二氧化碳 (CO ₂)	航空燃油	✓			經濟部能源局 交通部

資料來源：本研究整理。

(2) 基準年設定

建立基準年排放量之主要目的在於建立溫室氣體管理的績效比較基準，評估其減量目標之達成狀況。基準年可能為單一年度或過去數年之平均表現，一般是以整體溫室氣體排放統計資料較為完整之年度設定為基準年，各地方政府可自行訂定基準年以比較其溫室氣體之管理績效。

(3) 溫室氣體排放源鑑別

溫室氣體排放源鑑別將依照政府間氣候變遷專家小組(IPCC)規範之 6 種溫室氣體種類為主，包含二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、全氟碳化物(PFCs)、氫氟碳化物(HFCs)與六氟化硫(SF₆)等。其中，二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)為運輸部門之主要排放源，故為地方政府運輸部門主要盤查之溫室氣體。

(4) 排放源量化

量化資料應優先以實際盤查取得之活動數據為優先，其次則

建議以國內較常使用之「排放係數法」進行估算。在排放量量化過程中，基於使用單位一致化之要求，應針對運輸部門產生之溫室氣體進行二氧化碳當量值(CO₂e)換算及各種排放量分開表列與加總，再分別乘以二氧化碳排放係數、全球暖化潛勢係數(Global Warming Potential, GWP)，即可得該縣市各運輸系統之年二氧化碳排放量。計算公式如(3-1)所示：

$$\text{溫室氣體年排放量(CO}_2\text{e)} = \text{年活動數據(能源消耗量)} \times \text{排放係數} \times \text{全球暖化潛勢係數(GWP)} \quad (3-1)$$

其中，活動數據之取得宜採最能直接反映地方政府實際狀況者，而活動數據之採用可參考行政院環保署 2011 年「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」所建議的「活動數據選用或優先順序建議表」，並且應於報告中註明資料取得來源及計算方式；為便利地方政府進行溫室氣體排放盤查作業，排放係數之選用建議參酌行政院環保署公布之「溫室氣體排放係數管理表」；且考量與國際規範一致，全球暖化潛勢係數(GWP)應統一採用「IPCC 國家溫室氣體盤查清冊指南」於 1995 年公布之第二次評估報告數值。

2. 盤查報告階段

對於提報排放量的方式，主要分為排放量清冊製作、文件化與盤查報告書製作為主。排放量清冊主要是對於地方政府行政轄區內各種排放源的類別、直接排放量、間接排放量與總排放量進行彙整編輯，提供作為公開所屬轄區溫室氣體排放資訊的依據。

(1) 建立盤查排放量清冊與文件化

排放量清冊之建立如同建置溫室氣體排放資料庫，地方政府可就盤查內容進行維護與更新。依據行政院環保署出版之「溫室氣體盤查與登錄指引」規定，排放量清冊之內容應包含：(a)溫室氣體組織/營運邊界調查；(b)溫室氣體排放源鑑別；(c)溫室氣體盤查活動數據管理；(d)溫室氣體排放係數管理；(e)溫室氣體排放量計算。

清冊之表單名稱不需與行政院環保署之「溫室氣體盤查與登錄指引」內容名稱完全一致，可自行訂定之，但其內容應涵蓋該

指引所規定之項目。

(2)盤查報告書製作

參酌行政院環保署 2011 年出版的「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，溫室氣體盤查報告書之撰寫內容應包含：報告書編製說明、組織與營運邊界描述、基準年設定、溫室氣體排放量、報告書查證與報告書管理等，報告建議目錄如表 3.1-3 所示。

表 3.1-3 地方政府運輸部門溫室氣體盤查報告目錄範例

目錄
第一章 前言
第二章 組織與營運邊界描述
2.1 盤查邊界
2.2 彙總方法
第三章 基準年設定
第四章 排放源量化
第五章 報告書查證
第六章 報告書管理
參考文獻

資料來源：1.行政院環保署，溫室氣體盤查與登錄指引，2009。

2.行政院環保署，縣市層級溫室氣體盤查計算指引，2011。

3.稽核階段

為確保溫室氣體盤查清冊與報告書之正確性，各縣市在完成排放量盤查工作、製作盤查清冊與撰寫溫室氣體報告書後，宜選擇合格查驗機構執行溫室氣體查證(verification)工作，相關溫室氣體查證執行政程、查證原則及相關技術規範內容，請參閱行政院環保署 2010 年出版之「溫室氣體查驗指引」，藉以掌握盤查與查證工作之重點，進而提升整體溫室氣體管理能力與盤查資訊正確性。

3.1.2 溫室氣體盤查計算方式及資料來源

溫室氣體量測一般是以能源消耗量來進行推估，是以「地方環境行動國際委員會(ICLEI)」於 2009 年出版「國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(IEAP)各國地方政府盤查之指導手冊」，並針對各國地方政府溫室氣體盤查推估依據方法複雜程度，分為第一級(Tier 1)、第二級(Tier 2)與第三級(Tier 3)計算，選用推估方法之決策流程如圖 3.1-2 所示，各方法所需資料茲分述如下：

1. 第一級(Tier 1)方法計算流程與資料蒐集

第一級(Tier 1)方法係利用各種燃料的排放係數建議值，乘上運輸工具的能源消耗量，推估盤查範圍內溫室氣體的排放量，推估公式如(3-2)所示。

$$\text{溫室氣體排放量} = \sum_j (\text{燃料消耗量}_j \times \text{排放係數}_j) \quad (3-2)$$

其中，「燃料消耗量_j」為盤查範圍內整年各種能源(j)的消耗量(單位：公秉石油當量/年)，包含汽油、柴油、電力等，而「排放係數_j」係指各種燃料單位使用量所排放出的溫室氣體(單位：噸/公秉)，國內可參酌行政院環保署溫室氣體登錄平台「溫室氣體排放係數管理表」。

2. 第二級(Tier 2)方法計算流程與資料蒐集

依據 2006 年政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南第二冊(Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2)內容，第二級(Tier 2)方法之溫室氣體係在資料便利取得的前提下，針對車輛種類及機具設備等項目，使用地方特定與特定燃料排放係數進行推估，推估公式如(3-3)所示。

$$\text{溫室氣體排放量} = \sum_{ijk} (\text{燃料消耗量}_{ijk} \times \text{排放係數}_{ijk}) \quad (3-3)$$

其中，「燃料消耗量_{ijk}」係指在盤查範圍內各種運輸工具或機具設備(i)所使用燃料型式(j)以及採用排放控制技術(k)的消耗量(單位：公秉石油當量/年)，而「排放係數_{ijk}」係指各種運輸工具或機

具設備所使用燃料之排放係數(單位：噸/公秉)。

3.第三級(Tier 3)方法計算流程與資料蒐集

第三級(Tier 3)方法對於數據資料的要求更加精細，主要是依據不同運具種類利用地方特定參數產生個別運具活動排放係數，其中甚至包含個別國家的運輸模型。是以，第三級方法計算排放量係利用車輛活動數據(內含運具種類與道路型式)乘上排放係數進行推估，其中，運具種類包含運具型式、車齡及排放控制技術等。推估公式如(3-4)所示。

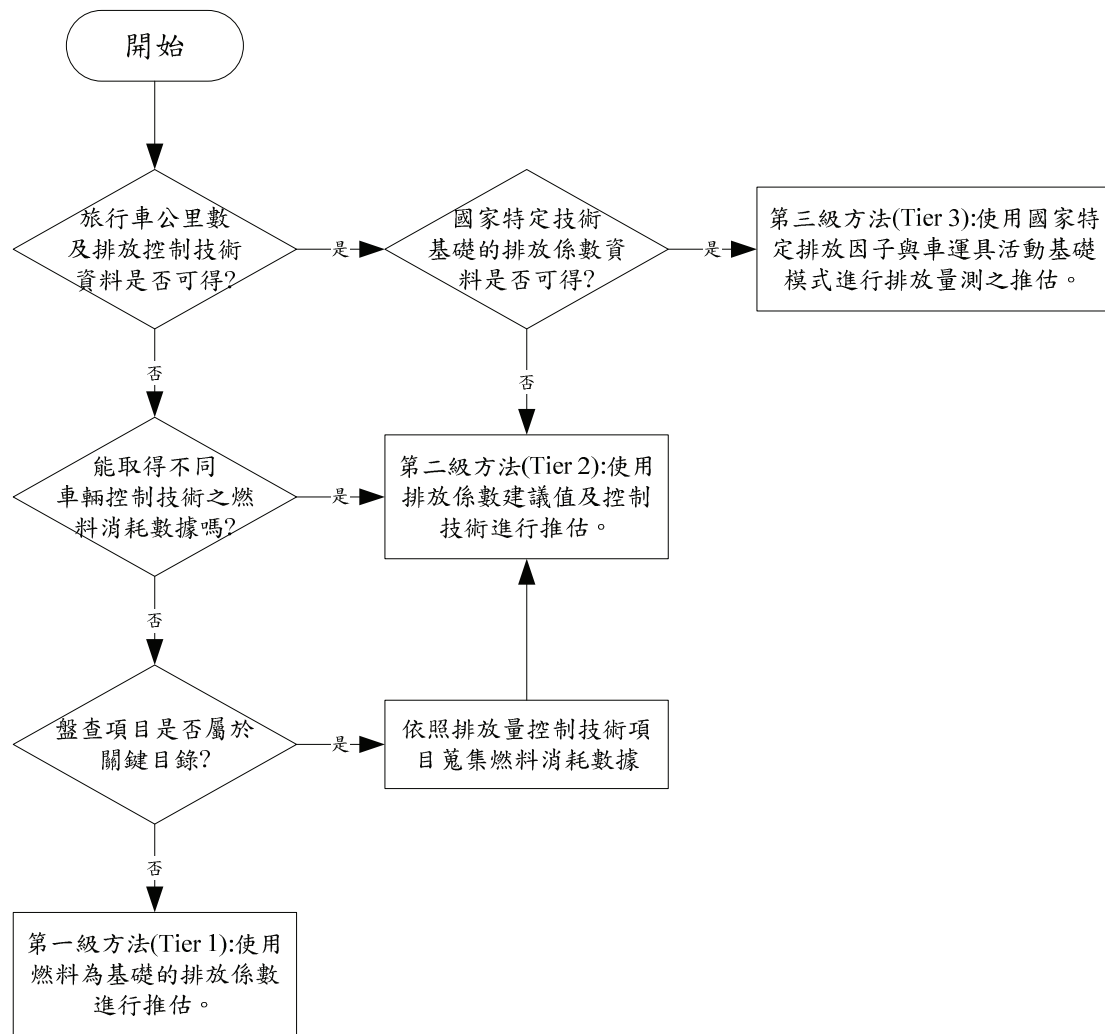
$$\text{溫室氣體排放量} = \sum_{ijkl} (\text{行駛距離}_{ijkl} \times \text{排放係數}_{ijkl}) + \sum_{ijkl} \text{運具啟動排放}_{ijkl} \quad (3-4)$$

其中，「行駛距離_{ijkl}」係指在盤查範圍內各種運具(*i*)使用不同之燃料(*j*)以及採用何種排放控制技術(*k*)、在引擎穩定運轉狀態於各種道路狀況(*l*)下的行駛距離(單位：公里)，「排放係數_{ijkl}」為各種運輸工具或機具設備所使用燃料之溫室氣體排放係數(單位：公斤/公里)，「運具啟動排放_{ijkl}」為運具啟動階段產生的溫室氣體排放量(單位：公斤)。

若資料具備足夠的完整度，排放量量測將會透過年運轉小時和特定設備參數進行推估，相關參數包含相關使用能源的功率(Rated Power)、負荷因子(Load Factor)、排放係數(Emission Factor)等，推估公式如(3-5)所示。

$$\text{溫室氣體排放量} = \sum_{ij} (\text{污染排放源}_{ij} \times \text{年運轉小時}_i \times \text{平均功率}_i \times \text{車輛負荷因子}_i \times \text{平均排放係數}_{ij}) \quad (3-5)$$

其中，「污染排放源_{ij}」為盤查範圍內使用各種燃料(*j*)之運具型式與機具設備(*i*)的數量，「年運轉小時_i」為各種運具(*i*)的年度運作小時數(單位：小時/年)，「平均功率_i」為各種運具(*i*)的平均功率(單位：千瓦/小時)，「車輛負荷因子_i」之設定值介於 0 與 1 之間，而「排放係數_{ij}」係指各種運輸工具或機具設備所使用燃料之排放係數(單位：公斤/千瓦小時)。



資料來源：IPCC 國家溫室氣體盤查指南第二冊

圖 3.1-1 排放量計算決策樹

4.小結

前述三級方法均可以推估盤查範圍內運輸工具的溫室氣體排放量，第一級方法與第二級方法主要是依據燃料消耗量，而第三級方法則是依據運具行駛距離(Vehicle Kilometers Travelled, VKT)來進行推估。其中，第一級(Tier 1)方法係利用國家統計資料或是國際資料依照燃料的種類，分別計算運輸工具燃料的使用量，再乘以溫室氣體建議的排放係數值，藉此推估各類溫室氣體的排放量；第二級(Tier 2)方法的推估步驟與第一級方法相近，惟在活動數據部分，係採用地方特定運具能源的實際消耗量，以及排放係數數值則是依照溫室氣體排放控制技術與運具型式來進行細部區分；第三級(Tier 3)方法之活動數據依照使用運具種類與道路型式進行盤查，而排放係數之選用則是考量運具型式、車齡及排放控制技術等，對於數據資料來源及詳細度之需求較為詳盡。

綜觀三種層級之溫室氣體排放盤查量化方法，第二級(Tier 2)方法的推估值應用地方特定數據資料降低第一級(Tier 1)方法因採用國家或國際之相關數據建議值而產生的不確定性，而第三級方法(Tier 3)則是進而將燃料消耗依照不同型式的使用燃料、排放控制技術、燃料消耗過程等進行細部劃分，故隨著推估方法層級越高，對於資料細緻度的要求亦隨之提高，在資料可取得性的考量下，各國地方政府層級之盤查作業程度均僅介於第一級方法與第二級方法之間。

參酌行政院環保署 2009 年公布之「溫室氣體盤查與登錄指引」與 2010 年所公布的「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」之量化方式，係建議地方政府利用排放係數法來推估溫室氣體排放量，並以各部會統計資料作為活動數據(Activity Data)參採來源，以及採用環保署公布之溫室氣體排放係數建議值(Default Emission Factor)，此法係屬政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南中的第一級(Tier 1)方法。是以，考量國內外目前溫室氣體盤查的作業方式，本研究採用第一級(Tier 1)方法於 3.2 節進行地方政府運輸部門溫室氣體(以二氧化碳為對象)排放量之試算，並據以編制盤查作業手冊。

3.2 溫室氣體盤查第一級(Tier1)估算方法

第一級(Tier 1)方法主要是彙集國家與國際統計資料，結合預設之排放係數與其他參數，即可求出排放量，對於個別污染源之計算，以國內較常使用之「排放係數法」進行溫室氣體排放量估算。惟若已建立本土化之係數，建議仍採用本土化係數進行計算，以求得較精確之排放量。此外，因目前行政院「節能減碳推動會」所訂定之我國減量目標係以二氧化碳為管制對象，爰此，本研究後續即以二氧化碳為溫室氣體盤查之對象。

地方政府運輸部門之「年活動數據(能源消耗量)」可從經濟部能源局網站下載整年度的能源平衡表，下載網址與路徑如表 3.2-1 所示，從中節錄運輸部門全年能源消耗量，並據以推估地方政府運輸部門之使用量。

而排放係數之選用可參採行政院環保署於 2011 年 10 月公布之「溫室氣體排放係數管理表 6.0 版」或「縣市層級盤查計算指引」之「附錄二我國常用排放係數」，或經濟部能源局公布之「燃料燃燒及電力使用之二氧化碳排放係數」(下載網址與路徑如表 3.2-1 所示)。將我國運輸部門年活動數據分類(表 3.2-2 之數據)乘上各種能源二氧化碳排放係數(如表 3.2-3 之數據)便可計算出該年度運輸部門全年二氧化碳排放。接續依照四大類運輸部門—「鐵路運輸」、「公路運輸」、「航空運輸」與「水路運輸」，分別計算各直轄市、縣(市)溫室氣體排放量。為與能源局公布之 2012 年部門別二氧化碳排放量數據一致，考量公路系統 CO₂ 排放量佔整體運輸部門排放量約達 95%，爰將與本研究推估排放總數據之差距量分攤至公路運輸系統；調整後 2012 年運輸部門 CO₂ 排放情形如表 3.2-4 所示。

表 3.2-1 二氧化碳排放量化相關資料下載途徑

能源平衡表
<p>網址： http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_balance/main/ch/default.htm 路徑：經濟部能源局網站→「政府資訊公開」→「施政計畫、業務統計、研究報告」→「綜合企劃」→「業務統計」→「能源平衡表」。</p>
我國常用排放系數
<p>網址：http://ghgregistry.epa.gov.tw/tool/tools.aspx?type=1 路徑：行政院環保署國家溫室氣體登錄平台→「資訊下載區」→「盤查登錄資訊」→「5 縣市層級盤查計算指引」或「7 溫室氣體排放係數管理表 6.0 版」。</p>

資料來源：本研究整理。

表 3.2-2 運輸部門能源平衡表(2012 年)

能源平衡表—OECD 能源統計格式 (原始單位)									
項目	13.原油及石油產品合計	18.液化石油氣(LPG)	22.車用汽油	23.(無鉛汽油)	26.航空燃油-煤油製	28.柴油	29.燃料油	40.電力合計	41.電力-發電廠小計
	公秉油當量	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	千度	千度
運輸部門	12,981,209	126,296	9,728,626	9,728,626	108,111	4,598,858	63,830	1,228,559	1,228,559
國內航空	96,101	—	—	—	108,111	—	—	—	—
公路	12,683,793	126,296	9,728,626	9,728,626	—	4,456,109	—	—	—
鐵路	30,006	—	—	—	—	32,150	—	1,228,559	1,228,559
管線運輸	—	—	—	—	—	—	—	—	—
國內水運	171,310	—	—	—	—	110,599	63,830	—	—

註 1：公秉油當量轉換值：液化石油氣(LPG)—0.7372；車用汽油—0.8667；航空燃油(煤油製)—0.8889；柴油—0.9333；燃料油—1.0667。

註 2：13.原油及石油產品合計為 18.液化石油氣(LPG)、22.車用汽油、26.航空燃油、28.柴油、29.燃料油之公秉油當量加總。

註 3：23.無鉛汽油相關供給、消費量已含於 Col.22Col.22(車用汽油)中，並自 89 年起所有車用汽油皆為無鉛。

資料來源：經濟部能源局

表 3.2-3 運輸部門燃料燃燒及電力使用之二氧化碳排放係數

類別	燃料別/電力	單位二氧化碳排放量	備註
燃料 燃 燒	航空汽油	2.198(kg/L)	供航空動力用
	航空燃油	2.395(kg/L)	供噴射式飛機用
	車用汽油	2.263(kg/L)	92、95 及 98 等無鉛汽油屬之
	液化石油氣 (LPG)	1.753(kg/L)	液化石油氣汽車用
電力使用	101 年度 100 年度 99 年度	0.530(kg/度) 0.534(kg/度) 0.5353(kg/度)	每使用 1 度電所產生之排放當 量

註 1：燃料別排放數據採用 IPCC2006 年原始數值與能源局提供之熱值計算所得。

註 2：每度電力 CO₂ 排放量採能源局公告資料換算。

資料來源：經濟部能源局、行政院環保署

表 3.2-4 運輸部門 2012 年二氧化碳排放推估

單位：噸

項目	液化石油氣 (LPG)	車用汽油	航空燃油-煤 油製	柴油	燃料油	電力合計	總計
運輸部門	221,381	21,940,609	258,910	11,984,770	198,573	651,136	35,255,379
國內航空	—	—	258,910	—	—	—	258,910
公路	221,381	21,940,609	—	11,612,762	—	—	33,774,752
鐵路	—	—	—	83,784	—	651,136	734,920
管線運輸	—	—	—	—	—	—	0
國內水運	—	—	—	288,224	198,573	—	486,797

資料來源：本研究推估。

一、鐵路運輸

參酌行政院環保署「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」之活動數據選用或優先順序建議表(如表 3.1-1 所示)中鐵路運輸盤查係依據經查證的活動數據或行駛里程及占比、用電量，用以盤查各縣市鐵路運輸排放量，惟鐵路運輸之排放量應與客、貨運使用量有關，若以各地方政府行政轄區內軌道里程數比例或列車班次數比例，作為計算各地方鐵路運輸排放量之分配基準，恐無法真實反映大臺北地區頻繁的鐵路通勤及高估東部地區之排放量。是以，本研究基於反映地方政府在軌道運輸之排放責任，建議以較易取得之各縣市所在鐵路車站(包含臺灣鐵路、高速鐵路、捷運系統等)進出客運量與裝載貨運量比例作為溫室氣體排放量計算之依據。

我國鐵路運輸包含臺灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運系統及高雄捷運系統。從臺灣鐵路管理局網站下載年度「各站客貨運起迄量」、交通部統計查詢網下載年度「高速鐵路各站旅客人數」與臺北市交通局網站下載「臺北捷運各站旅運量」，下載途徑如表 3.2-5 所示。

表 3.2-5 鐵路運輸客貨運資料下載途徑

臺灣鐵路客貨運資料
網址： http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886 路徑：交通部臺灣鐵路管理局首頁→資訊公開專區→臺鐵統計資訊→統計資料(○○年報)→營運→各站客貨運起迄量。
高速鐵路客運資料
網址： http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100 路徑：交通部統計查詢網→更多資料查詢→鐵路/高鐵/客運量→高速鐵路各站旅客人數(查詢「年」資料)
臺北捷運系統客運資料
網址： http://www.dot.taipei.gov.tw/lp.asp?ctNode=26475&CtUnit=14615&BaseDSD=7&mp=117001 路徑：臺北市政府交通局→業務資訊→統計資訊→交通統計年報→大眾運輸/臺北捷運各站旅運量。

資料來源：本研究整理。

由於能源平衡表「鐵路」項目尚未細分為鐵路、高速鐵路與捷運系統，且鐵路系統使用柴油與電力作為能源驅動，而高速鐵路與捷運

系統均以電力為能源驅動，是以，須就電力二氧化碳排放量按照鐵路系統、高速鐵路、捷運系統之能源消耗比例進行分配。

有關臺鐵年度用電量，可由臺灣鐵路管理局網頁統計資料->工務機務統計->機車車輛運轉實績及電、油消耗（網址：<http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886>）查詢，臺北捷運、高雄捷運及高速鐵路則需洽詢各單位取得。將能源平衡表「鐵路」之電力能源消耗總量(1,228,559 千度/年)予以分配，再乘上電力二氧化碳排放係數(詳表 3.2-3)，即可推估各項鐵路運輸系統使用電力部分之二氧化碳排放量，如表 3.2-6 所示。

表 3.2-6 2012 年鐵路運輸系統二氧化碳排放量(電力部分)

鐵路運輸系統 項目	臺灣鐵路	高速鐵路	臺北捷運	高雄捷運	總和
能耗 ¹ (千度)	469,228	442,729	266,923	40,366	1,219,246
調整百分比	38.49%	36.31%	21.89%	3.31%	100%
能源平衡表 ² (千度)	472,812	446,111	268,962	40,674	1,228,559
二氧化碳排放量 (噸)	250,590	236,438	142,550	21,558	651,136

資料來源：本研究推估。

註 1：實際運輸系統用電數；

註 2：為依據能源平衡表鐵路類別總用電數調整後之用電數。

臺灣鐵路部分，將全國運輸部門鐵路系統柴油二氧化碳排放量(83,784 噸/年)與電力排放量(250,590 噸/年)加總乘上各縣市鐵路客、貨運量比(詳表 3.2-7)，以及客車與貨車之總行駛里程比例(依據臺灣鐵路局 2012 年列車行駛里程資料，客車與貨車之總行駛里程比例為 0.85 與 0.15)，即可計算出該年度各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量，如表 3.2-8 所示。

高速鐵路部分，將高速鐵路電力排放量(236,438 噸/年)乘上各縣市旅運量百分比(詳表 3.2-9)，即可計算出該年度各縣市高速鐵路二氧化碳排放量，詳表 3.2-9 所示。

捷運系統部分，將捷運系統電力排放量(共為 164,108 噸/年)乘上各縣市捷運旅運量百分比(詳表 3.2-10)，即可計算出該年度各縣市捷運系統二氧化碳排放量，如表 3.2-10 所示。

彙整各縣市鐵路運輸系統之 2012 年二氧化碳排放量(表 3.2-8、表 3.2-9、表 3.2-10)進行加總，即可得各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量，詳表 3.2-11 所示。

表 3.2-7 2012 年各縣市臺灣鐵路客/貨載運量

縣市別	客運量 (進出總人次)	百分比	貨運量 (噸數)	百分比
基隆市	14,983,488	3.43%	2,361,234	10.93%
新北市	57,114,865	13.07%	898,029	4.16%
臺北市	67,359,302	15.42%	160	0.00%
桃園縣	58,284,183	13.34%	320,304	1.48%
新竹縣	11,922,507	2.73%	6,775	0.03%
新竹市	16,973,153	3.88%	65,880	0.30%
苗栗縣	14,277,924	3.27%	4,970	0.02%
臺中市	39,665,191	9.08%	1,007,898	4.66%
南投縣	1,235,045	0.28%	270	0.00%
彰化縣	21,080,304	4.82%	53,926	0.25%
雲林縣	7,182,051	1.64%	33,190	0.15%
嘉義縣	3,616,642	0.83%	385	0.00%
嘉義市	7,342,239	1.68%	12,428	0.06%
臺南市	37,476,371	8.58%	47,866	0.22%
高雄市	33,140,493	7.58%	117,935	0.55%
屏東縣	11,140,385	2.55%	86,762	0.40%
臺東縣	4,606,361	1.05%	44,547	0.21%
花蓮縣	14,048,865	3.22%	13,085,481	60.57%
宜蘭縣	15,514,729	3.55%	3,460,392	16.01%
總 和	436,964,098	100.00%	21,608,432	100.00%

資料來源：本研究整理。

表 3.2-8 2012 年各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	客運比例	貨運比例	二氧化碳排放量 (噸)
基隆市	3.43%	10.93%	15,231
新北市	13.07%	4.16%	39,233
臺北市	15.42%	0.00%	43,826
桃園縣	13.34%	1.48%	38,657
新竹縣	2.73%	0.03%	7,774
新竹市	3.88%	0.30%	11,178
苗栗縣	3.27%	0.02%	9,304
臺中市	9.08%	4.66%	28,144
南投縣	0.28%	0.00%	796
彰化縣	4.82%	0.25%	13,824
雲林縣	1.64%	0.15%	4,736
嘉義縣	0.83%	0.00%	2,359
嘉義市	1.68%	0.06%	4,805
臺南市	8.58%	0.22%	24,496
高雄市	7.58%	0.55%	21,820
屏東縣	2.55%	0.40%	7,449
臺東縣	1.05%	0.21%	3,089
花蓮縣	3.22%	60.57%	39,533
宜蘭縣	3.55%	16.01%	18,120
總 和	100.00%	100.00%	334,374

資料來源：本研究整理。

表 3.2-9 2012 年各縣市高速鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	進出總人次	百分比	排放量(噸)
新北市	5,855,475	6.58%	15,547
臺北市	25,290,883	28.4%	67,149
桃園縣	7,762,316	8.72%	20,610
新竹縣	8,418,596	9.45%	22,352
臺中市	16,348,718	18.36%	43,407
嘉義縣	4,367,522	4.9%	11,596
臺南市	6,158,112	6.92%	16,350
高雄市	14,849,886	16.68%	39,428
總 和	89,051,508	100%	236,438

資料來源：交通部、本研究整理。

表 3.2-10 2012 年各縣市捷運系統二氧化碳排放量推估

捷運系統	縣市別	進站(人次)	出站(人次)	總量(人次)	百分比	排放量(噸)
臺北捷運	新北市	161,001,086	158,802,529	319,803,615	26.59%	37,903
	臺北市	440,378,910	442,577,467	882,956,377	73.41%	104,647
總和		601,379,996	601,379,996	1,202,759,992	100.0%	142,550
高雄捷運	高雄市	56,480,381	56,480,381	112,960,762	100.0%	21,558

資料來源：臺北市政府交通局、高雄市政府交通局、本研究整理。

表 3.2-11 2012 年各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量推估

單位：噸

項目 縣市別	臺灣鐵路 排放量	高速鐵路 排放量	臺北捷運 排放量	高雄捷運 排放量	總計
基隆市	15,231	-	-	-	15,231
新北市	39,233	15,547	37,903	-	92,683
臺北市	43,826	67,149	104,647	-	215,622
桃園縣	38,657	20,610	-	-	59,267
新竹縣	7,774	22,352	-	-	30,126
新竹市	11,178	-	-	-	11,178
苗栗縣	9,304	-	-	-	9,304
臺中市	28,144	43,407	-	-	71,551
南投縣	796	-	-	-	796
彰化縣	13,824	-	-	-	13,824
雲林縣	4,736	-	-	-	4,736
嘉義縣	2,359	11,596	-	-	13,955
嘉義市	4,805	-	-	-	4,805
臺南市	24,496	16,350	-	-	40,846
高雄市	21,820	39,428	-	21,558	82,805
屏東縣	7,449	-	-	-	7,449
臺東縣	3,089	-	-	-	3,089
花蓮縣	39,533	-	-	-	39,533
宜蘭縣	18,120	-	-	-	18,120
總 和	334,374	236,438	142,550	21,558	734,920

資料來源：本研究整理。

二、公路運輸

國內公路運輸主要能源消耗有汽油、柴油及液化石油氣(LPG)，汽、柴油使用量資料可自經濟部能源局網站下載各月份「各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計表」(下載途徑如表 3.2-12 所示)；至液化石油氣佔公路運輸燃料消耗比例低，且無法取得各縣市消耗量統計，基於資料可取得性，並在對各縣市公路運輸能耗佔比影響甚低的前提下，本研究以「油當量轉換值」將全年汽、柴油銷售量換算成油當量單位進行加總(依據經濟部能源局 2012 年出版「能源統計手冊」之能源產品單位熱值表，車用汽油之公升油當量為 0.8667 千卡/公升，柴油為 0.9333 千卡/公升)，據此計算出各縣市汽、柴油使用量，進而推估公路運輸能源使用百分比，如表 3.2-13 所示。再將全國運輸部門公路系統二氧化碳排放量 (33,774,752 噸/年)分別乘以各縣市汽、柴油使用百分比，便可計算出該年度各縣市公路運輸二氧化碳排放量，如表 3.2-14 所示。

表 3.2-12 各縣市加油站汽、柴油銷售量統計下載途徑

網址： http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/oilgas/WorkStatisticsOG.aspx 路徑：經濟部能源局網站→「政府資訊公開」→「施政計畫、業務統計、研究報告」→「石油與瓦斯」→「業務統計」→各月份各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計表。

資料來源：本研究整理。

表 3.2-13 2012 年各縣市加油站汽油、柴油銷售量統計表

縣市別	汽油(公秉)	柴油(公秉)	總計 (公秉油當量)	百分比
基隆市	137,470	65,135	179,936	1.46%
新北市	1,399,675	416,510	1,601,827	12.97%
臺北市	843,878	96,973	821,894	6.66%
桃園縣	1,060,164	503,521	1,388,780	11.26%
新竹縣	311,059	116,932	378,728	3.07%
新竹市	207,731	41,187	218,480	1.77%
苗栗縣	277,471	152,036	382,379	3.10%
臺中市	1,315,264	543,069	1,646,786	13.35%
南投縣	260,482	130,543	347,596	2.82%
彰化縣	506,458	238,318	661,370	5.36%
雲林縣	314,992	197,321	457,163	3.71%
嘉義縣	228,678	142,285	330,990	2.68%
嘉義市	126,629	38,034	145,247	1.18%
臺南市	884,140	374,652	1,115,947	9.04%
高雄市	1,071,068	575,071	1,465,008	11.87%
屏東縣	361,829	209,626	509,241	4.13%
臺東縣	90,643	53,515	128,506	1.04%
花蓮縣	136,277	89,843	201,962	1.64%
宜蘭縣	196,509	119,238	281,599	2.28%
澎湖縣	23,183	18,003	36,895	0.30%
金門縣	16,407	19,348	32,277	0.26%
連江縣	2,098	4,653	6,162	0.05%
合 計	9,772,104	4,145,815	12,338,772	100%

資料來源：本研究整理。

表 3.2-14 2012 年各縣市公路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	二氧化碳排放量(噸)	百分比
基隆市	492,536	1.46%
新北市	4,384,659	12.97%
臺北市	2,249,758	6.66%
桃園縣	3,801,489	11.26%
新竹縣	1,036,686	3.07%
新竹市	598,042	1.77%
苗栗縣	1,046,682	3.10%
臺中市	4,507,726	13.35%
南投縣	951,469	2.82%
彰化縣	1,810,358	5.36%
雲林縣	1,251,385	3.71%
嘉義縣	906,015	2.68%
嘉義市	397,582	1.18%
臺南市	3,054,667	9.04%
高雄市	4,010,147	11.87%
屏東縣	1,393,939	4.13%
臺東縣	351,758	1.04%
花蓮縣	552,828	1.64%
宜蘭縣	770,816	2.28%
澎湖縣	100,992	0.30%
金門縣	88,352	0.26%
連江縣	16,866	0.05%
合 計	33,774,752	100%

資料來源：本研究整理。

三、航空運輸

依據行政院環保署 2011 年公布「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中指出，地方政府僅就起降皆於國內發生之境內航空運輸進行盤查，而不同國家起降之國際航運現階段僅需定性描述。由於國內航線貨運量佔總客、貨運量之比例低，對各縣市航空運輸二氧化碳排放量佔比並無顯著影響，且缺乏國內貨機各航線航班架次詳細資料，無法將航空客、貨運之二氧化碳排放量以個別總飛行里程之佔比進行分配。爰本研究參採行政院環保署「活動數據選用或優先順序建議表」，以「國內航線各機場進出旅客數」作為地方政府航空運輸二氧化碳排放量計算之依據。

自交通部統計查詢網下載年度「國內航線各機場進出旅客數」(下載途徑如表 3.2-15)，並依據縣市別分別彙總所在機場之客運量計算出航空運量百分比，再將全國運輸部門國內航空二氧化碳排放量(258,910 噸/年)乘以各縣市航空旅客數比，即可計算出該年度各縣市航空運輸二氧化碳排放量，如表 3.2-16 所示。

表 3.2-15 國內航空運輸旅客統計資料下載途徑

網址： http://210.69.99.21/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=defjspa 路徑：交通部統計查詢網→「常用資料查詢」→「航空/客運量/民航機場(全體)」→「進一步查詢」→「全體機場進出旅客人數—按機場分」。

資料來源：本研究整理。

表 3.2-16 2012 年各縣市航空運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內航空旅客數比例	二氧化碳排放量(噸)
臺北市	27.53%	71,283
臺中市	6.36%	16,463
嘉義縣	0.83%	2,138
臺南市	2.16%	5,588
高雄市	11.91%	30,827
屏東縣	0.02%	54
臺東縣	5.11%	13,242
花蓮縣	2.19%	5,658
澎湖縣	19.76%	51,165
金門縣	21.54%	55,775
連江縣	2.59%	6,717
合 計	100%	258,910

資料來源：本研究整理。

四、水路運輸

依據行政院環保署 2011 年公布之「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中指出，地方政府僅需計算境內海上運輸活動所產生之排放，並列入該地方政府行政轄區之排放。依據政府間氣候變遷專家小組 (IPCC) 之規定，國際海運歸屬範疇三 (Scope 3)，現階段僅需定性描述。由於國內水運客運量佔總客、貨運量之比例低，對各縣市水路運輸二氧化碳排放量佔比並無顯著影響，且缺乏國內商港進出客、貨輪艘次之常態性資料，無法將水路運輸客、貨運之二氧化碳排放量以個別總航行里程之佔比進行分配。爰本研究參採行政院環保署「活動數據選用或優先順序建議表」，以「國內航線各港口吞吐量」作為地方政府水路運輸二氧化碳排放量計算之依據。

是以，從交通部「交通統計月報」下載年度「國際商港國內航線貨運量」(下載途徑如表 3.2-17 所示)，並依據縣市別分別彙總所在商港之貨運量計算出海運貨運量百分比，再將全國運輸部門國內水運二氧化碳排放量(486,797 噸/年)乘以各縣市海運貨運量比，據此計算出年度縣市水路運輸二氧化碳排放量，如表 3.2-18 所示，

表 3.2-17 國內航線貨運統計資料下載途徑

網址：<http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/ct?xItem=4880&ctNode=545&mp=1>
 路徑：交通部首頁→「交通統計與刊物」→「交通統計」→「交通統計月報」→「港埠」
 →臺灣地區各國際商港國內航線貨運量。

資料來源：本研究整理。

表 3.2-18 2012 年各縣市水路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內海運貨運量比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	12.68%	61,672
新北市	5.72%	27,835
臺中市	17.90%	87,140
臺南市	1.74%	8,493
高雄市	25.84%	125,780
花蓮縣	25.29%	123,134
宜蘭縣	4.04%	19,673
澎湖縣	1.78%	8,687
金門縣	3.21%	15,609
連江縣	1.80%	8,773
合 計	100%	486,797

資料來源：本研究整理。

五、縣市二氧化碳排放量總計

彙整各地方政府運輸部門各運輸系統 2012 年二氧化碳排放量進行加總，各縣市運輸系統之年度二氧化碳排放總量分項內容詳見 3.2-19。

表 3.2-19 2012 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,231	492,536	-	61,672	569,439	1.62%
新北市	92,683	4,384,659	-	27,835	4,505,176	12.78%
臺北市	215,622	2,249,758	71,283	-	2,536,664	7.20%
桃園縣	59,267	3,801,489	-	-	3,860,755	10.95%
新竹縣	30,126	1,036,686	-	-	1,066,812	3.03%
新竹市	11,178	598,042	-	-	609,220	1.73%
苗栗縣	9,304	1,046,682	-	-	1,055,986	3.00%
臺中市	71,551	4,507,726	16,463	87,140	4,682,881	13.28%
南投縣	796	951,469	-	-	952,265	2.70%
彰化縣	13,824	1,810,358	-	-	1,824,182	5.17%
雲林縣	4,736	1,251,385	-	-	1,256,121	3.56%
嘉義縣	13,955	906,015	2,138	-	922,108	2.62%
嘉義市	4,805	397,582	-	-	402,387	1.14%
臺南市	40,846	3,054,667	5,588	8,493	3,109,594	8.82%
高雄市	82,805	4,010,147	30,827	125,780	4,249,559	12.05%
屏東縣	7,449	1,393,939	54	-	1,401,442	3.98%
臺東縣	3,089	351,758	13,242	-	368,089	1.04%
花蓮縣	39,533	552,828	5,658	123,134	721,153	2.05%
宜蘭縣	18,120	770,816	-	19,673	808,610	2.29%
澎湖縣	-	100,992	51,165	8,687	160,844	0.46%
金門縣	-	88,352	55,775	15,609	159,736	0.45%
連江縣	-	16,866	6,717	8,773	32,356	0.09%
總計	734,920	33,774,752	258,910	486,797	35,255,379	100.00%
百分比	2.09%	95.80%	0.73%	1.38%	100.00%	-

資料來源：本研究整理。

為瞭解近 3 年各地方政府轄管境內運輸系統二氧化碳排放情形，本計畫依據前述方法估算 2010 年及 2011 年各縣市運輸系統二氧化碳排放結果。因本所 2012 年「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究」計畫中已進行估算 2010 年地方政府運輸部門 CO₂ 排放，本次主要配合經濟部更新電力排放當量係數(由原 0.612CO₂e 修正為 0.535CO₂e)，以及軌道系統依據臺灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運及高雄捷運實際用電度數比例分配用電度數(原用電比例係以本所「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立」推估)進行相關數據更新。有關 2010 年及 2011 年各縣市運輸系統二氧化碳排放結果，如表 3.2-20 及 3.2-21 所示，其各年各運輸系統排放情形相關推估表格如附錄 1 所示。

表 3.2-20 2010 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,080	509,541	-	132,876	657,497	1.85%
新北市	82,649	4,413,771	-	51,938	4,548,358	12.80%
臺北市	200,411	2,284,497	62,567	-	2,547,475	7.17%
桃園縣	56,157	3,772,627	-	-	3,828,784	10.77%
新竹縣	27,247	1,019,082	-	-	1,046,328	2.94%
新竹市	8,419	617,523	-	-	625,942	1.76%
苗栗縣	8,224	1,042,703	-	-	1,050,927	2.96%
臺中市	70,947	4,467,762	16,854	139,282	4,694,844	13.21%
南投縣	440	961,716	-	-	962,156	2.71%
彰化縣	13,361	1,774,957	-	-	1,788,317	5.03%
雲林縣	4,591	1,204,676	-	-	1,209,267	3.40%
嘉義縣	13,919	894,227	2,309	-	910,455	2.56%
嘉義市	5,048	394,810	-	-	399,858	1.13%
臺南市	38,606	3,090,989	5,079	12,811	3,147,486	8.86%
高雄市	83,283	4,045,956	26,550	199,184	4,354,974	12.25%
屏東縣	7,402	1,390,270	231	-	1,397,903	3.93%
臺東縣	2,994	361,065	11,775	-	375,834	1.06%
花蓮縣	39,825	563,532	5,772	250,257	859,386	2.42%
宜蘭縣	17,613	749,126	-	49,774	816,513	2.30%
澎湖縣	-	94,484	44,328	12,379	151,191	0.43%
金門縣	-	74,238	49,638	13,331	137,206	0.39%
連江縣	-	16,872	5,772	3,809	26,453	0.07%
總計	696,217	33,744,424	230,873	865,641	35,537,155	100.00%
百分比	1.96%	94.96%	0.65%	2.44%	100.00%	

資料來源：本研究整理。

表 3.2-21 2011 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,114	499,451	-	109,227	623,792	1.73%
新北市	89,136	4,446,222	-	52,216	4,587,575	12.73%
臺北市	217,148	2,281,346	71,896	-	2,570,390	7.13%
桃園縣	58,354	3,854,864	-	-	3,913,218	10.86%
新竹縣	27,524	1,051,242	-	-	1,078,766	2.99%
新竹市	9,726	606,439	-	-	616,165	1.71%
苗栗縣	9,588	1,061,378	-	-	1,070,966	2.97%
臺中市	70,759	4,571,017	17,890	139,633	4,799,299	13.32%
南投縣	510	964,828	-	-	965,338	2.68%
彰化縣	13,743	1,835,777	-	-	1,849,520	5.13%
雲林縣	4,865	1,268,955	-	-	1,273,820	3.53%
嘉義縣	13,988	918,736	2,453	-	935,176	2.59%
嘉義市	4,905	403,164	-	-	408,069	1.13%
臺南市	40,556	3,097,556	5,729	13,307	3,157,149	8.76%
高雄市	83,107	4,066,452	28,687	203,157	4,381,403	12.16%
屏東縣	7,421	1,413,511	120	-	1,421,052	3.94%
臺東縣	2,999	356,697	13,188	-	372,884	1.03%
花蓮縣	38,870	560,590	5,802	215,341	820,603	2.28%
宜蘭縣	18,274	781,639	-	37,461	837,374	2.32%
澎湖縣	-	102,410	50,029	12,621	165,060	0.46%
金門縣	-	89,593	55,072	17,609	162,274	0.45%
連江縣	-	17,103	6,612	5,836	29,551	0.08%
總計	726,588	34,248,970	257,477	806,409	36,039,444	100.00%
百分比	2.02%	95.03%	0.71%	2.24%	100.00%	

資料來源：本研究整理。

3.3 運輸部門節能減碳措施估算

本節針對地方政府運輸部門可採行的溫室氣體減量策略，研擬二氧化碳減量計算公式並進行減量效益推估。依據政府間氣候變遷專家小組(IPCC)針對地方政府運輸部門之定義，運輸部門之能耗僅包含運具行駛過程中的能源消耗，而運輸場站部分則是歸類於其他部門下之商業或公共行政類別中，綜觀國內外航空及水路運輸之節能減碳措施多以航站設施及港埠機具為主，其減量效益不能歸屬於運輸部門之內，且航空及水路運輸權責不在地方政府。是以，本研究僅就地方政府軌道運輸與公路運輸之節能減碳措施部分，構建二氧化碳減量效益推估公式。

一、軌道運輸節能減碳估算公式

軌道運輸節能減碳措施之效益，係為使用較低能源密集度運具者(例如小客車)移轉搭乘軌道運輸，以降低私人運具使用排放之效益，其估算方式與參數說明如表 3.3-1。其中，臺鐵與高鐵二氧化碳減量效益將依照地方政府轄區內所屬的鐵路車站進出客運量比例(R_{ik})進行分配，而捷運系統減量效益部分，目前僅臺北都會區大眾捷運系統跨越臺北市及新北市，同樣採用轄區內所屬之捷運車站進出客運量比例(R_{ik})進行分配。其節能減碳估算參數之資料數據來源詳見表 3.3-2 所示。

本公式可應用於臺鐵捷運化、臺北都會區大眾捷運系統、高雄都會區大眾捷運系統，以及興建中之臺中都會區大眾捷運系統、桃園國際機場聯外捷運系統，亦可應用於其它有關軌道運量提升之相關計畫。

表 3.3-1 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化公式

節能及二氧化碳減量量化公式	
$C = A - B$	C=運量增量(延人公里)
1.各縣市節能量(公秉)	D=運具轉移比例(%)
$= \sum_i \left[\left(\frac{C \times D_i \times S_i}{G_i \times J_i} \right) - C \times U \right] \times R_{ik}, \forall k$	G=運具乘載率(人/車)
	J=運具燃油效率(公里/公秉)
	M=燃油 CO ₂ 排放係數(噸/公秉)
	O=電力 CO ₂ 排放係數(噸/度)
	E=軌道電力能源密集度(度/延人公里)
	S=燃油油當量轉換係數
	U=軌道能源密集度(公升油當量/延人公里)
	R=各縣市鐵路(軌道)運量百分比(%)
2.各縣市 CO ₂ 減量(噸)	
$= \sum_i \left[\left(\frac{C \times D_i \times M_i}{G_i \times J_i} \right) - C \times E \times O \right] \times R_{ik}, \forall k$	
其中，A 為預測年運量；B 為基準年運量；i=運具別(包含自小客、機車、公車)；k=縣市別。	

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 3.3-2 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
軌道運輸運量增量(C)	高速鐵路局、臺灣鐵路局、台灣高鐵公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司
運具轉乘軌道運輸比例(D)	
運具乘載率(G)	臺灣鐵路局、台灣高鐵公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司、各縣市政府交通單位
各縣市軌道運量百分比(R)	各縣市政府交通單位
二氧化碳排放係數(M、O)	經濟部能源局
燃油油當量轉換係數(S)	
各運具燃油效率(J)	
軌道能源密集度(E、U)	高速鐵路局、臺灣鐵路局、台灣高鐵公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司

資料來源：本研究整理。

二、公路運輸節能減碳估算公式

公路運輸節能減碳措施可分為「提升公路運具能源效率」、「降低私人運具使用率」與「路口號誌時制重整」等三部分，茲分別介紹如下：

1. 提升公路運具能源效率

分別透過「置換為燃油效率高之運具」、「購置替代能源運具」及「推廣大眾運輸系統」等措施所產生之效益，例如：以低污染大客車取代傳統柴油車、鼓勵市區公車汰舊換新等，其估算方式如表 3.3-3。其估算參數之資料數據來源詳見表 3.3-4 所示。

表 3.3-3 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化公式

節能及二氧化碳減量量化公式	
$\text{當年節能量} = (A - B) \times R_k, \forall k$ $A = \sum_i \left(\frac{a_i \times f_i}{g_i} \right) \times S_j$ $B = \sum_l \left(\frac{a_l \times f_l}{g_l} \right) \times S_j$ $\text{當年 CO}_2 \text{ 減量} = (A - B) \times K_j \times R_k, \forall k$ <p>$i = \text{傳統運具別}, j = \text{燃料別}, k = \text{縣市別}, l = \text{節能運具別}$</p>	$A = \text{汰換耗能運具減少之油量(公秉)}$
	$B = \text{使用節能運具增加之油量(公秉)}$
	$a = \text{汰舊換新車輛數(輛)}$
	$f = \text{年平均行駛里程(公里)}$
	$g = \text{燃油效率(公里/公秉)}$
	$S = \text{燃油油當量轉換係數}$
	$K_j = \text{二氧化碳排放係數(噸/公秉)}$
	$R_k = \text{新運具在該縣市使用(「營運運量」或「站牌數」或「營運路線長度」)百分比(\%)}$

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 3.3-4 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
公路運具車輛數(a)	各縣市交通單位、市區(公路)客運業者
各運具年平均行駛里程(f)	
新運具在該縣市使用百分比(R)	<p>各縣市交通單位，若汰舊換新之運具其營運範圍均在單一縣市，則 R=100%。若有跨區行駛，則需估算其在該縣市使用比例。依資料之取得可分為下列 3 種估算方式：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.營運運量：以節能運具在該縣市營運運量(如人次、延人公里)之佔比作為其節能減碳效益估算比例。 2.站牌數比：若有跨區行駛且無法取得其營運運量，則可考慮以站牌數作為比例估算依據。 3.營運路線長度比：若有跨區行駛且無法取得其營運運量，則可考慮以路線長度作為比例估算依據。
燃油油當量轉換係數(S)	經濟部能源局
公路運具燃油效率(g)	
二氧化碳排放係數(K)	

資料來源：本研究整理。

2.降低私人運具使用率

可透過「推動路邊停車收費制度」與「路外停車場附近地區道路禁止路邊停車」等加強停車管制措施，可有效降低私人運具使用，並改搭大眾運輸工具所產生之節能量，其估算方式及參數說明如表 3.3-5 所示。而節能減碳估算參數之資料數據來源詳見表 3.3-6 所示。

表 3.3-5 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化公式

節能及二氧化碳減量量化公式	
當年節能量 = $\sum_i (A_i) - B$ A = 私人運具因轉乘公共運輸後減少之油當量 $= \frac{P \times T \times L \times [U \times (1 + H) \times T_i]}{C_i \times G_i}$ B = 公共運輸(公車)增加之油當量 $= \frac{P \times T \times L \times U \times (1 + H)}{E \times G_2}$ 當年 CO ₂ 減量 = $\sum_{ij} (A_i \times K_j - B \times K_j)$ i 為運具別, j 為燃料別	P = 各縣市人口數
	T = 年平均旅次產生率
	L = 平均旅次長度
	U = 原公共運輸使用率
	H = 公共運輸使用率提高百分比
	T_i = 運具轉乘比例
	C_i = 運具平均搭載人數
	D_i = 運具平均行駛里程
	G_i = 運具燃油效率
	E = 公車平均搭載人數
	G_2 = 公車燃油效率
	K_j = 單位燃料 CO ₂ 排放係數

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 3.3-6 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
各行政區域人口數(P)	各縣市政府主計處
年平均旅次產生率(T)	各縣市政府交通單位
平均旅次長度(L)	
公共運輸使用率(U)	
公共運輸使用率提高百分比(H)	
各運具轉乘比例(T)	各縣市政府交通單位、市區(公路)客運業者
各運具平均搭乘率(C)	
各運具平均行駛里程(D)	
各運具燃油效率(G)	經濟部能源局
二氧化碳排放係數(K)	

資料來源：本研究整理。

3.路口號誌時制重整

都市路口推動號誌時制重整係因應都市交通環境隨都市成長日趨複雜，以及國內各縣市透過交通部「智慧交控系統」補助計畫，紛紛建立標準化交通控制系統，除透過事前交通量與現況績效調查，產生最佳化之路口群組劃分，以及號誌時制的時段型態與時制計畫之設計，並於路口號制控制器安裝交通控制系統，最後透過事

後績效調查，以評估號誌時制重整的整體量化績效。而號誌時制重整節能減碳效益將藉由「年總路口停等延滯節省時間」，推估「年總油耗減省量」與「二氧化碳減排量」，其估算方式如表 3.3-7 所示。

表 3.3-7 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化公式

$\text{節能量} = \sum_{ij} \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk}, \forall k$ $\text{減碳量} = \sum_{ij} \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk} \times K, \forall k$ <p>其中，i 為號誌化路口數，j 為尖離峰時段($j=1$ 表示上午尖峰，$j=2$ 為下午尖峰，$j=3$ 為假日尖峰，$j=4$ 為離峰時段)，k 為都市化程度($k=1$ 表示一般都市地區，$k=2$ 表示高都市化地區)。</p>	Q =尖離峰時段通過路口車流量(PCU)
	ΔT =路口平均停等延滯減少時間(秒/PCU)
	I =小汽車怠速耗油率(公升/小時)，其值為 1.54。
	F =尖離峰時段放大係數
	K =車用汽油二氧化碳排放係數(噸/公秉)，其值為 2.263。

資料來源：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃(初稿)，交通部運輸研究所，100 年 12 月。

在資料調查部分，尖離峰時段通過路口車流量(Q)採用號誌時制重整前的路口流量調查，除了可分車種進行流量與延滯時間調查，亦可乘上小客車當量(Passenger Car Equivalent, PCE)換算為小汽車當量數(Passenger Car Unit, PCU)作為路口流量計算單位，據以計算各時段路口交通績效值，但小客車當量數(PCU)係依據各車種對車流的影響相當於幾輛小客車而進行換算，與能源消耗及二氧化碳排放無關，亦即若以小客車當量數(PCU)為單位恐難精確地估算路口號誌時制重整之節能減碳效益，然路口流量調查之結果多以小客車當量數為單位，資料取得上較為便利，是以，地方政府可依路口流量資料取得的詳細程度，依各車種或是小客車當量數作為節能減碳估算之單位。其中，小客車當量(PCE)值請參閱本所 100 年 10 月出版之「2011 年臺灣公路容量手冊」。

而尖離峰時段放大係數(F)部分，則是依據本所「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」計畫研究結果，依據一般日、假日尖離峰時數，忽略深夜、凌晨時段(22 時至 6 時)，且分為一般都市地區與高都市化地區，其中，高都市化地區($k=3$)

包含臺北市與新北市；中度都市化地區($k=2$)包含臺中市、臺南市、高雄市、基隆市、新竹市、嘉義市、桃園縣、彰化市等 8 個縣市，其餘縣市則為一般都市地區($k=1$)。相關估算參數之資料數據來源詳見表 3.3-8 所示。

表 3.3-8 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
尖離峰時段通過路口車流量(Q)	各縣市政府交通單位
路口停等延滯減少時間(ΔT)	
小汽車怠速耗油率(I)	交通部運輸研究所計畫
尖離峰時段放大係數(F)	
二氧化碳排放係數(K)	經濟部能源局

資料來源：本研究整理。

路段部分則由路段平均行駛速率之油耗與 CO_2 排放係數，計算號誌重整事前及事後之排放量差異，即可得出路段號誌重整之節能減碳效益。

在計算路段所有車流總旅行時間上，必須依據路口交通轉向量估算各路口間的流量以便計算鄰近路口間的车流總旅行時間，且平均行駛速率需將路段旅行時間扣除路口停等時間。茲以圖 3.3-1 說明，往西方向路口 1、2 間的平均流量為 $(V_{1,\text{in},w}+V_{2,\text{out},w})/2$ ，其中 in 代表流入路口、out 代表流出路口、w 代表西向車流，幹道往西方向平均流量及平均行駛速率計算公式如下：

$$V_{\text{ave},w}=[L_1*(V_{1,\text{in},w}+V_{2,\text{out},w})+L_2*(V_{2,\text{in},w}+V_{3,\text{out},w})+..+L_{n-1}*(V_{n-1,\text{in},w}+V_{n,\text{out},w})]/[2(L_1+L_2+...+L_n)]$$

$$S_w=(L_1+L_2+...+L_{n-1})/(T_w-D_{1,w}-D_{2,w}-...-D_{n,w})$$

其中 L_1 =路口 1 與路口 2 間之距離；

$V_{1,\text{in},w}$ =往西方向幹道於路口 1 之流入流量；

$V_{\text{ave},w}$ =往西方向之幹道平均流量；

T_w =幹道往西方向之平均旅行時間；

S_w =幹道往西方向之平均行駛速率

油耗及 CO₂ 排放量計算公式如下：

$$FC_w = V_{ave,w} * (T_w - D_{1,w} - D_{2,w} - \dots - D_{n,w}) * FR_s + (D_{1,w} * V_{1,in,w} + D_{2,w} * V_{2,in,w} + \dots + D_{n,w} * V_{n,in,w}) * FR_0$$

$$CC_w = FC_w * CR$$

其中 FC_w = 往西方向幹道總油耗；

FR_0 = 怠速之小客車油耗率；

FR_s = 速率 S 下之小客車油耗率；

CC_w = 往西方向幹道總 CO₂ 排放量；

CR = CO₂ 排放率

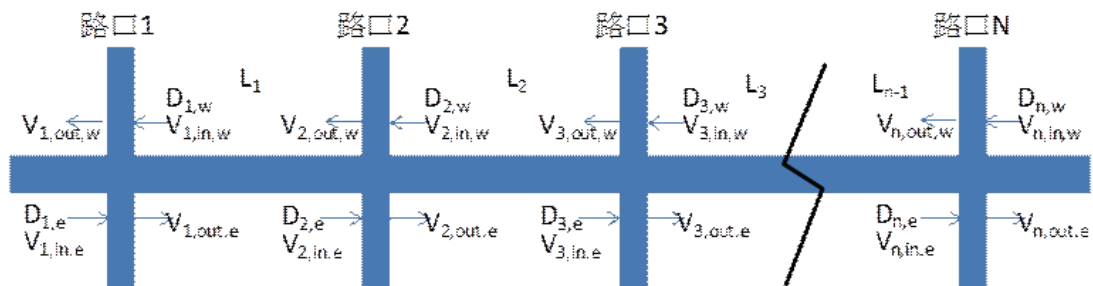


圖 3.3-1 路口流量、延滯示意圖

前述分析工具目前已整合於本所開發建置之「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，網址為 <http://greentransport2.xcom.tw/news/index.php>。該平台功能主要分為資料庫、知識庫及模式庫，本評估工具將整合納入模式庫之 ITS 節能減碳與成本效益評估模組中，如圖 3.3-2。



圖 3.3-2 路口號誌時制重整分析與「溫室氣體排放整合資訊平台」
整合頁面

3.4 地方政府交通主管機關意見

本研究依據 3.2 節運輸系統二氧化碳排放估算方法，於 103 年 1 月 28 日邀集各縣市政府交通主管機關召開「地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法研商會議」。

其中，臺北市政府交通局以透過問卷調查及「臺北都會區整體運輸需求預測模式建立旅次行為調查及旅次發生模組 IV (TRTS-4)」模式中相關資料，如平均旅次時間、平均行駛速率、運具市占率、旅次產生數等，分別計算汽車、機車、公車、步行及自行車之平均旅次長度，再乘上各運具延人公里排放係數，可推估各運具 CO₂ 排放量，以及目標年 CO₂ 排放情形，相關係數如表 3.4-1 所示。以該局計算結果，101 年臺北市公車、機車及自小客車總排放量為 207 萬噸，目標年 109 年排放量則為 188 萬噸，如表 3.4-2 所示。

表 3.4-1 臺北市主要運具 CO₂ 排放估算係數

運具別	平均每 趟旅次 通勤時 間(分) (A)	市區平 均速率 (公里/ 時) (B)	平均每 趟旅次 通勤長 度(公里) (C=A/60 *B)	101 年 運具市 占率 (%)	101 年全 日旅次產 生數(D)	109 年 市占 率目 標(%)	109 年全日 旅次產生 數(E)	延人公里增 加量 (延人公里) F=(E-D)*C	排放係 數(公克/ 公里) (G)	CO ₂ 減量 (萬噸/年) (H=F*G*36 5/10 ¹¹)
捷運	36.9	25	15.38	14.4%	876,697	21.7%	1,428,000	8,476,278	0	0
公車	33.4	20	11.13	18.9%	1,150,665	20.6%	1,355,613	2,281,752	40	3.33
機車	24.3	20	8.10	25.5%	1,552,484	16.7%	1,098,967	-3,673,486	66	-8.85
自小客車	35.1	30	17.55	15.7%	955,843	13.3%	875,226	-1,414,840	259	-13.38
自行車	18.2	10	3.03	5.5%	334,850	12.0%	789,677	1,379,644	0	0
步行	11.4	4	0.76	14.5%	882,785	15.7%	1,033,161	114,286	0	0

資料來源：臺北市政府交通局

表 3.4-2 臺北市主要運具 CO₂ 排放估算結果

	101 年碳排放量(萬噸/年)	109 年碳排放量(萬噸/年)
公車	18.70	22.04
機車	30.29	21.44
自小客車	158.58	145.21
總計	207.58	188.69

資料來源：臺北市政府交通局

臺北市政府交通局係以由下往上(down to top)方式進行排放量推估，將其結果與本所估算臺北市 101 年公路運輸排放量相較(約 225 萬公噸)，差異不大，差距約為 8%。推估原因可能來自於臺北市交通局未將貨運部分納入計算，且本研究計算部分尚包含 LPG 燃料使用量等因素。各地方政府交通主管機關對於本研究所提出估算方法，多數表示同意，且建議後續涉及溫室氣體減量責任議題或補貼款項分配比例時，應建立一套通用之評估方法。前述會議紀錄請參閱附錄 2 內容。

3.5 「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」編撰說明

本手冊製訂之目的旨在提供地方政府運輸部門進行節能減碳措施效益評估之估算依據，具體檢視二氧化碳減量行動方案的效果，並且有效掌握其運輸部門二氧化碳排放狀況，作為運輸部門推動相關措施之基礎，具體量化減量效益，強化地方政府運輸部門節能減碳政策實施。本手冊主要內容涵蓋「緒論」、「名詞定義」、「地方政府運輸部門二氧化碳盤查作業與範例」及「地方政府運輸部門節能減碳措施效益估算方式與範例」等四大部分，其內容分別說明如下：

1. 緒論

詳述地方政府運輸部門估算作業手冊之製作緣起、製作目的、適用對象與範疇、制訂原則，以及制訂內容與範圍。

2. 名詞定義

為增加節能減碳作業手冊的可讀性以及提高地方政府運輸部門之操作性，參考行政院環保署於 2009 年公布「溫室氣體盤查與

登錄指引」與 2010 年出版之「溫室氣體專用名詞手冊」，以及蒐集國內外相關文獻，編列溫室氣體盤查作業及節能減碳措施效益估算方式之相關專有名詞。

3. 地方政府運輸部門二氧化碳盤查作業與範例

為符合國際間二氧化碳排放量估算可量測(Measurable)及可報告(Reportable)之發展趨勢，且基於資料的可獲得性(Acquirable)，本研究以政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南第一級(Tier 1)方法，建立地方政府運輸部門二氧化碳盤查作業程序(包括界定盤查範圍、量化模式及資料參數之取得)，並依據作業程序，完成各直轄市、縣(市)政府 2011 及 2012 年度鐵路運輸、公路運輸、航空運輸、水路運輸二氧化碳排放量之推估，並配合能源局修正 2010 年電力排放係數及臺灣高鐵、臺灣鐵路、臺北捷運及高雄捷運實際用電度數等數據，更新前期「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳機制之研究」計畫中已估算之 2010 年數據。

4. 地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊與範例

針對地方政府之權責範圍內可採行的運輸部門節能減碳措施(軌道及公路運輸)，建構減量效益之量化推估公式，並詳述估算概念、操作步驟與流程、模式參數的意義，以及相關參數資料的取得來源，以便協助地方政府估算節能減碳措施之減量成效。此外，在實際範例推估部分，軌道運輸係以大臺北地區之公路運具轉乘臺北捷運系統為範例進行推估，公路運輸節能減碳措施則以大臺北地區公車汰舊換新及路口號誌時制重整為範例。

本作業手冊之章節編排如後，內容詳見附錄 2。

第一章 緒論

1.1 製作緣起

1.2 製作目的

1.3 適用對象與範疇

1.4 製訂原則

1.5 製訂內容與範圍

第二章 名詞定義

2.1 國際重要組織

2.2 溫室氣體盤查基本用語

2.3 能源計算單位

第三章 地方政府運輸部門二氧化碳估算方式

3.1 鐵路運輸

3.2 公路運輸

3.3 航空運輸

3.4 水路運輸

第四章 地方政府運輸系統節能減碳估算方式及範例

4.1 運輸系統節能減碳措施效益推估公式

4.2 運輸系統節能減碳措施效益推估範例

參考文獻

第四章 結論與建議

我國運輸系統二氧化碳排放量中以客運部分而言，都會及城際占比為 7：3，顯見都會運輸節能減碳的重要性。為使政府部門投入之資源達最有效率使用，透過中央與地方合作之方式，強化都會運輸節能減碳責任，方能達成運輸部門減碳目標。爰此，本研究以前期研究成果為基礎，延續其研究方法，以 102 年能源平衡表數據更新數據並重新更新修訂「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」內容，並就作業手冊內容採用之估算方法，邀集各地方政府交通主管機關共同檢視，提升地方政府應用一致性及便利性，並取得地方政府對於減碳估算方法之認同。此外，對於前期研究估算成果，亦配合能源局更新之電力排放係數及軌道運輸系統實際用電度，重新估算 99 年地方政府運輸部門排放數據；另考量資料呈現之完整性，亦完成 100 年地方政府運輸部門排放估算。本研究主要結論與建議說明如后：

4.1 結論

1. 本研究以 IPCC 公布之國家溫室氣體盤查指南第一級 (Tier 1) 方法及環保署「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」報告建議之運輸部門活動數據選用及採用順序，依據能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之 CO₂ 量，完成各直轄市、縣(市)政府 2010、2011 及 2012 年等 3 年各鐵路、公路、航空、水路運輸二氧化碳排放量之推估。可協助地方政府了解行政轄區內運輸系統排放狀況，作為地方制定與推動運輸減量策略之參據。
2. 以本研究估算全國 2012 年運輸系排放量結果顯示，以公路運輸系統排放量為最高，佔比為 95.8%；其次為鐵路系統，佔比為 2.09%；第三為水運系統，佔比為 1.38%。
3. 2012 年各地方政府運輸系統 CO₂ 排放量估算結果顯示，以臺中市排放量為最高(約 468 萬)，其次為新北市(約 451 萬)及高雄市(約 425 萬)。

4. 各縣市政府交通主管機關對於本研究估算運輸系統 CO₂ 排放量之方式大致無意見，部分縣市如臺北市及臺中市已有自行相關統計或模式參數可由運具旅次量推估運具 CO₂ 排放量，多數縣市仍表示後續涉及溫室氣體減量額配時，全國應有一致性估算方法。
5. 臺北市政府交通局估算 101 年該市汽車、機車、公車、步行及自行車(未含貨運)之 CO₂ 排放量約為 207 萬噸，與本所估算該市境內結果相近，差距約為 8%，顯示本研究估算方式與該局由下往上方式(bottom-up)推估方式差異不大。

4.2 建議

1. 為提升地方政府對於運輸政策中落實節能減碳之重視，建議中央應每年公布各直轄市、縣(市)政府 CO₂ 排放量，一方面可作為地方減量責任之分配，另一方面可作為中央補助地方之參據。
2. 臺北市交通局採 bottom-up 估算其汽車、機車、公車、捷運、步行及自行車之過程較為周延，惟因未必各縣市政府均有如此詳細之相關參數資料可據以推估，為求一致性，中央較難採用此方法進行各縣市運輸系統 CO₂ 排放推估，建議該方式可做為本研究估算方法之檢核。
3. 運輸系統 CO₂ 排放源具移動性，故中央目的事業主管機關與地方政府需共同合作，以達成減量目標。至何種運輸系統之減量責任屬中央，何種屬地方政府，負擔比例又如何分配等相關議題，建議後續中央與地方應持續溝通討論。
4. 為協助地方政府瞭解運輸行政措施與排放量之關係，建議後續可建立各年期地方政府運輸系統排放量統計資料庫，以利觀察分析。

參考文獻

1. 經濟部能源局，我國燃料燃燒 CO₂ 排放統計與分析，民國 102 年 7 月。
2. 經濟部能源局，中華民國 101 年能源統計手冊(再版)，民國 102 年 8 月。
3. 交通部運輸研究所，中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究，民國 101 年 7 月。
4. 行政院環境保護署，縣市層級溫室氣體盤查計算指引，民國 100 年 7 月。
5. 交通部運輸研究所，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，民國 99 年 12 月。
6. 行政院環境保護署，溫室氣體查驗指引，民國 99 年 12 月。
7. 行政院環境保護署，溫室氣體專用名詞手冊，民國 99 年 7 月。
8. 交通部運輸研究所，運輸設施節能減碳整體發展策略規劃與資訊平台建置，民國 99 年。
9. 「Energy Efficiency Governance：Handbook」, International Energy Agency (IEA), 2010.
10. 行政院，國家節能減碳總計畫，民國 99 年。
11. 溫室氣體盤查與登錄指引，民國 98 年 12 月，行政院環境保護署。
12. 行政院，永續能源政策行動方案，民國 98 年。
13. “International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol (IEAP)” Version 1.0, October 2009, ICLEI.
14. 交通部運輸研究所，國外運輸部門節能減碳措施彙整及其在我國可行性之研究，民國 97 年。
15. 經濟部標準檢驗局，國內溫室氣體盤查驗證現況報告，中華民國 95 年 11 月。

**附錄 1 2010 年及 2011 年地方政府
運輸系統 CO₂ 排放估算表**

表 1 運輸部門 2011 年能源平衡表

能源平衡表—OECD 能源統計格式（原始單位）									
項目	13.原油及石油產品合計	18.液化石油氣(LPG)	22.車用汽油	23.(無鉛汽油)	26.航空燃油-煤油製	28.柴油	29.燃料油	40.電力合計	41.電力-發電廠小計
	公秉油當量	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	千度	千度
運輸部門	13,246,026	128,432	9,837,621	9,837,621	107,513	4,662,453	166,915	1,203,064	1,203,064
國內航空	95,569	—	—	—	107,513	—	—	—	—
公路	12,839,434	128,432	9,837,621	9,837,621	—	4,519,971	—	—	—
鐵路	30,143	—	—	—	—	32,298	—	1,203,064	1,203,064
管線運輸	—	—	—	—	—	—	—	—	—
國內水運	280,883	—	—	—	—	110,184	166,915	—	—

註 1：公秉油當量轉換值：液化石油氣(LPG)—0.7372；車用汽油—0.8667；航空燃油(煤油製)—0.8889；柴油—0.9333；燃料油—1.0667。

註 2：13.原油及石油產品合計為 18.液化石油氣(LPG)、22.車用汽油、26.航空燃油、28.柴油、29.燃料油之公秉油當量加總。

註 3：23.無鉛汽油相關供給、消費量已含於 Col.22Col.22(車用汽油)中，並自 89 年起所有車用汽油皆為無鉛。

資料來源：經濟部能源局

表 2 運輸部門 2011 年二氧化碳排放推估

單位：噸

項目	液化石油氣 (LPG)	車用汽油	航空燃油-煤 油製	柴油	燃料油	電力合計	總計
運輸部門	225,126	22,244,656	257,477	12,150,501	519,266	642,418	36,039,444
國內航空	—	—	257,477	—	—	—	257,477
公路	225,126	22,244,656	—	11,779,188	—	—	34,248,970
鐵路	—	—	—	84,170	—	642,418	726,588
管線運輸	—	—	—	—	—	—	0
國內水運	—	—	—	287,143	519,266	—	806,409

資料來源：本研究推估。

表 3 2011 年鐵路運輸系統二氧化碳排放量(電力部分)

鐵路運輸系統 項目	臺灣鐵路	高速鐵路	臺北捷運	高雄捷運	總和
能耗 ¹ (千度)	461,637	446,315	259,657	39,733	1,207,342
調整百分比(%)	38.23	36.97	21.51	3.29	100
能源平衡表 ² (千度)	459,931	444,773	258,779	39,581	1,203,064
二氧化碳排放量 (噸)	245,633	237,481	138,162	21,142	642,418

資料來源：本研究推估。

註 1：實際運輸系統用電數；

註 2：為依據能源平衡表鐵路類別總用電數調整後之用電數。

表 4 2011 年各縣市臺灣鐵路客/貨載運量

縣市別	客運量 (進出總人次)	百分比	貨運量 (噸數)	百分比
基隆市	13,919,662	3.41%	2,266,773	10.70%
新北市	52,144,581	12.79%	1,155,173	5.45%
臺北市	64,376,014	15.79%	0	0.00%
桃園縣	55,827,327	13.70%	407,685	1.92%
新竹縣	9,138,715	2.24%	10,520	0.05%
新竹市	14,080,908	3.45%	63,821	0.30%
苗栗縣	14,086,035	3.46%	7,308	0.03%
臺中市	37,131,384	9.11%	1,202,287	5.68%
南投縣	750,071	0.18%	35	0.00%
彰化縣	20,000,174	4.91%	61,932	0.29%
雲林縣	6,812,569	1.67%	94,710	0.45%
嘉義縣	3,369,784	0.83%	1,180	0.01%
嘉義市	7,148,669	1.75%	19,315	0.09%
臺南市	35,146,187	8.62%	35,978	0.17%
高雄市	32,059,001	7.86%	116,428	0.55%
屏東縣	10,621,379	2.61%	82,135	0.39%
臺東縣	4,279,234	1.05%	36,689	0.17%
花蓮縣	12,579,855	3.09%	12,151,075	57.36%
宜蘭縣	14,150,399	3.47%	3,470,224	16.38%
總 和	407,621,948	100.00%	21,183,268	100.00%

資料來源：本研究整理。

表 5 2011 年各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	客運比例	貨運比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	3.41%	10.70%	15,114
新北市	12.79%	5.45%	38,310
臺北市	15.79%	0.00%	43,737
桃園縣	13.70%	1.92%	38,947
新竹縣	2.24%	0.05%	6,235
新竹市	3.45%	0.30%	9,726
苗栗縣	3.46%	0.03%	9,588
臺中市	9.11%	5.68%	28,228
南投縣	0.18%	0.00%	510
彰化縣	4.91%	0.29%	13,743
雲林縣	1.67%	0.45%	4,865
嘉義縣	0.83%	0.01%	2,292
嘉義市	1.75%	0.09%	4,905
臺南市	8.62%	0.17%	23,968
高雄市	7.86%	0.55%	22,072
屏東縣	2.61%	0.39%	7,421
臺東縣	1.05%	0.17%	2,999
花蓮縣	3.09%	57.36%	38,870
宜蘭縣	3.47%	16.38%	18,274
總 和	100.00%	100.00%	329,803

資料來源：本研究整理。

註：客車與貨車總行駛里程比例為 0.84 與 0.16。

表 6 2011 年各縣市高速鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	進出總人次	百分比	排放量(噸)
新北市	5,914,582	7.10%	16,870
臺北市	24,262,667	29.15%	69,205
桃園縣	6,804,050	8.17%	19,407
新竹縣	7,463,813	8.96%	21,289
臺中市	14,911,184	17.91%	42,532
嘉義縣	4,100,197	4.92%	11,695
臺南市	5,815,655	6.99%	16,588
高雄市	13,986,458	16.8%	39,894
總 和	83,258,606	100%	237,481

資料來源：交通部、本研究整理。

表 7 2011 年各縣市捷運系統二氧化碳排放量推估

捷運系統	縣市別	進站(人次)	出站(人次)	總量(人次)	百分比	排放量(噸)
臺北捷運	新北市	139,994,767	137,961,186	277,955,953	24.58%	33,956
	臺北市	425,484,294	427,517,875	853,002,169	75.42%	104,206
總和		565,479,061	565,479,061	1,130,958,122	100%	138,162
高雄捷運	高雄市	49,636,631	49,636,631	99,273,262	100%	21,142

資料來源：臺北市政府交通局、高雄市政府交通局、本研究整理。

表 8 2011 年各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量推估

單位：噸

項目 縣市別	臺灣鐵路 排放量	高速鐵路 排放量	臺北捷運 排放量	高雄捷運 排放量	總計
基隆市	15,114	-	-	-	15,114
新北市	38,310	16,870	33,956	-	89,136
臺北市	43,737	69,205	104,206	-	217,148
桃園縣	38,947	19,407	-	-	58,354
新竹縣	6,235	21289.2578	-	-	27,524
新竹市	9,726	-	-	-	9,726
苗栗縣	9,588	-	-	-	9,588
臺中市	28,228	42,532	-	-	70,759
南投縣	510	-	-	-	510
彰化縣	13,743	-	-	-	13,743
雲林縣	4,865	-	-	-	4,865
嘉義縣	2,292	11,695	-	-	13,988
嘉義市	4,905	-	-	-	4,905
臺南市	23,968	16,588	-	-	40,556
高雄市	22,072	39,894	-	21,142	83,107
屏東縣	7,421	-	-	-	7,421
臺東縣	2,999	-	-	-	2,999
花蓮縣	38,870	-	-	-	38,870
宜蘭縣	18,274	-	-	-	18,274
總 和	329,803	237,481	138,162	21,142	726,588

資料來源：本研究整理。

表 9 2011 年各縣市加油站汽油、柴油銷售量統計表

縣市別	汽油(公秉)	柴油(公秉)	總計 (公秉油當量)	百分比
基隆市	141,066	66,127	183,978	1.48%
新北市	1,427,455	398,165	1,608,783	12.95%
臺北市	855,976	93,066	828,733	6.67%
桃園縣	1,076,699	498,047	1,398,002	11.25%
新竹縣	311,837	119,491	381,789	3.07%
新竹市	213,215	42,768	224,709	1.81%
苗栗縣	278,167	155,995	386,677	3.11%
臺中市	1,326,607	541,876	1,655,504	13.32%
南投縣	257,104	133,693	347,607	2.80%
彰化縣	506,953	233,344	657,156	5.29%
雲林縣	311,794	194,221	451,498	3.63%
嘉義縣	228,802	142,848	331,622	2.67%
嘉義市	127,651	40,348	148,292	1.19%
臺南市	889,253	387,788	1,132,638	9.11%
高雄市	1,085,949	584,857	1,487,039	11.97%
屏東縣	366,450	210,995	514,524	4.14%
臺東縣	90,555	60,670	135,107	1.09%
花蓮縣	137,379	88,719	201,867	1.62%
宜蘭縣	197,789	114,429	278,220	2.24%
澎湖縣	22,897	17,530	36,205	0.29%
金門縣	15,926	18,856	31,402	0.25%
連江縣	2,244	4,035	5,710	0.05%
合 計	9,871,768	4,147,866	12,427,065	100%

資料來源：本研究整理。

表 10 2011 年各縣市公路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	二氧化碳排放量(噸)	百分比
基隆市	507,044	1.48%
新北市	4,433,804	12.95%
臺北市	2,283,986	6.67%
桃園縣	3,852,891	11.25%
新竹縣	1,052,211	3.07%
新竹市	619,298	1.81%
苗栗縣	1,065,682	3.11%
臺中市	4,562,566	13.32%
南投縣	958,006	2.80%
彰化縣	1,811,121	5.29%
雲林縣	1,244,329	3.63%
嘉義縣	913,951	2.67%
嘉義市	408,693	1.19%
臺南市	3,121,550	9.11%
高雄市	4,098,278	11.97%
屏東縣	1,418,027	4.14%
臺東縣	372,354	1.09%
花蓮縣	556,346	1.62%
宜蘭縣	766,774	2.24%
澎湖縣	99,781	0.29%
金門縣	86,543	0.25%
連江縣	15,737	0.05%
合 計	34,248,970	100%

資料來源：本研究整理。

表 11 2011 年各縣市航空運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內航空旅客數比例	二氧化碳排放量(噸)
臺北市	27.92%	71,896
臺中市	6.95%	17,890
嘉義縣	0.95%	2,453
臺南市	2.23%	5,729
高雄市	11.14%	28,687
屏東縣	0.05%	120
臺東縣	5.12%	13,188
花蓮縣	2.25%	5,802
澎湖縣	19.43%	50,029
金門縣	21.39%	55,072
連江縣	2.57%	6,612
合 計	100%	257,477

資料來源：本研究整理。

表 12 2011 年各縣市水路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內海運貨運量比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	13.54%	109,277
新北市	6.48%	52,216
臺中市	17.32%	139,633
臺南市	1.65%	13,037
高雄市	25.19%	203,157
花蓮縣	26.7%	215,341
宜蘭縣	4.65%	37,461
澎湖縣	1.57%	12,621
金門縣	2.18%	17,609
連江縣	0.72%	5,836
合 計	100%	806,409

資料來源：本研究整理。

表 13 運輸部門 2010 年能源平衡表

能源平衡表—OECD 能源統計格式（原始單位）									
項目	13.原油及石油產品合計	18.液化石油氣(LPG)	22.車用汽油	23.(無鉛汽油)	26.航空燃油-煤油製	28.柴油	29.燃料油	40.電力合計	41.電力-發電廠小計
	公秉油當量	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	公秉	千度	千度
運輸部門	15,259,644	133,141	9,722,109	9,722,109	96,404	4,557,410	184,819	1,150,423	1,150,423
國內航空	85,695	—	—	—	96,404	—	—	—	—
公路	12,643,889	133,141	9,722,109	9,722,109	—	4,414,000	—	—	—
鐵路	29,744	—	—	—	—	31,870	—	1,150,423	1,150,423
管線運輸	—	—	—	—	—	—	—	—	—
國內水運	301,245	—	—	—	—	111,540	184,819	—	—

註 1：公秉油當量轉換值：液化石油氣(LPG)—0.7372；車用汽油—0.8667；航空燃油(煤油製)—0.8889；柴油—0.9333；燃料油—1.0667。

註 2：13.原油及石油產品合計為 18.液化石油氣(LPG)、22.車用汽油、26.航空燃油、28.柴油、29.燃料油之公秉油當量加總。

註 3：23.無鉛汽油相關供給、消費量已含於 Col.22Col.22(車用汽油)中，並自 89 年起所有車用汽油皆為無鉛。

資料來源：經濟部能源局

表 14 運輸部門 2010 年二氧化碳排放推估

單位：噸

項目	液化石油氣 (LPG)	車用汽油	航空燃油-煤 油製	柴油	燃料油	電力合計	總計
運輸部門	233,380	22,008,009	230,873	11,876,755	574,964	613,519	35,537,155
國內航空	—	—	230,873	—	—	—	230,873
公路	233,380	22,008,009	—	11,503,024	—	—	33,744,424
鐵路	—	—	—	83,054	—	613,162	696,217
管線運輸	—	—	—	—	—	—	—
國內水運	—	—	—	290,677	574,964	—	865,641

資料來源：本研究推估。

表 15 2010 年鐵路運輸系統二氧化碳排放量(電力部分)

鐵路運輸系統 項目	臺灣鐵路	高速鐵路	臺北捷運	高雄捷運	總和
能耗 ¹ (千度)	438,493	458,124	220,503	38,411	1,155,531
調整百分比	37.95%	39.65%	19.08%	3.32%	100%
能源平衡表 ² (千度)	436,586	456,143	219,501	38,194	1,150,423
二氧化碳排放量 (噸)	232,678	243,095	117,006	20,382	613,162

資料來源：本研究推估。

註 1：實際運輸系統用電數；

註 2：為依據能源平衡表鐵路類別總用電數調整後之用電數。

表 16 2010 年各縣市臺灣鐵路客/貨載運量

縣市別	客運量 (進出總人次)	百分比	貨運量 (噸數)	百分比
基隆市	12,874,349	3.41%	2,282,954	11.00%
新北市	47,614,714	12.62%	1,442,406	6.95%
臺北市	60,215,106	15.96%	0	0.00%
桃園縣	51,728,454	13.71%	290,258	1.40%
新竹縣	7,943,035	2.10%	5,375	0.03%
新竹市	12,108,261	3.21%	40,117	0.19%
苗栗縣	11,964,453	3.17%	6,694	0.03%
臺中市	34,583,886	9.16%	1,347,440	6.50%
南投縣	624,858	0.17%	60	0.00%
彰化縣	19,274,840	5.11%	47,029	0.23%
雲林縣	6,373,852	1.69%	78,940	0.38%
嘉義縣	2,839,740	0.75%	2,590	0.01%
嘉義市	7,301,130	1.93%	19,330	0.09%
臺南市	31,402,257	8.32%	30,112	0.15%
高雄市	31,798,077	8.43%	87,964	0.42%
屏東縣	10,499,899	2.78%	74,279	0.36%
臺東縣	4,001,396	1.06%	90,515	0.44%
花蓮縣	11,236,910	2.98%	11,722,070	56.50%
宜蘭縣	12,976,974	3.44%	3,177,589	15.32%
總 和	377,362,191	100.00%	20,745,722	100.00%

資料來源：本研究整理。

表 17 2010 年各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	客運比例	貨運比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	3.41%	11.00%	15,080.04
新北市	12.62%	6.95%	36,623.14
臺北市	15.96%	0.00%	41,320.61
桃園縣	13.71%	1.40%	36,290.99
新竹縣	2.10%	0.03%	5,453.97
新竹市	3.21%	0.19%	8,418.71
苗栗縣	3.17%	0.03%	8,224.21
臺中市	9.16%	6.50%	27,409.42
南投縣	0.17%	0.00%	440.13
彰化縣	5.11%	0.23%	13,360.56
雲林縣	1.69%	0.38%	4,591.39
嘉義縣	0.75%	0.01%	1,947.44
嘉義市	1.93%	0.09%	5,047.94
臺南市	8.32%	0.15%	21,625.82
高雄市	8.43%	0.42%	22,064.06
屏東縣	2.78%	0.36%	7,402.05
臺東縣	1.06%	0.44%	2,994.41
花蓮縣	2.98%	56.50%	39,825.30
宜蘭縣	3.44%	15.32%	17,612.85
總 和	100.00%	100.00%	315,733

資料來源：本研究整理。

註：客車與貨車總行駛里程比例為 0.82 與 0.18。

表 18 2010 年各縣市高速鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	進出總人次	百分比	排放量(噸)
新北市	5,914,582	7.10%	17,269
臺北市	24,262,667	29.14%	70,841
桃園縣	6,804,050	8.17%	19,866
新竹縣	7,463,813	8.96%	21,793
臺中市	14,911,184	17.91%	43,537
嘉義縣	4,100,197	4.92%	11,972
臺南市	5,815,655	6.98%	16,980
高雄市	13,986,458	16.80%	40,837
總 和	83,258,606	100.00%	243,095

資料來源：交通部、本研究整理。

表 19 2010 年各縣市捷運系統二氧化碳排放量推估

捷運系統	縣市別	進站(人次)	出站(人次)	總量(人次)	百分比	排放量(噸)
臺北捷運	新北市	381,098,662	384,014,679	765,113,341	75.88%	28,757
	臺北市	122,708,770	120,482,753	243,191,523	24.12%	88,249
總和		503,807,432	503,807,432	1,008,304,864	100%	117,006
高雄捷運	高雄市	46,010,213	46,010,213	92,020,426	100.0%	20,382

資料來源：臺北市政府交通局、高雄市政府交通局、本研究整理。

表 20 2010 年各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量推估

單位：噸

項目 縣市別	臺灣鐵路 排放量	高速鐵路 排放量	臺北捷運 排放量	高雄捷運 排放量	總計
基隆市	15,080	-	-	-	15,080
新北市	36,623	17,269	28,757	-	82,649
臺北市	41,321	70,841	88,249	-	200,411
桃園縣	36,291	19,866	-	-	56,157
新竹縣	5,454	21,793	-	-	27,247
新竹市	8,419	-	-	-	8,419
苗栗縣	8,224	-	-	-	8,224
臺中市	27,409	43,537	-	-	70,947
南投縣	440	-	-	-	440
彰化縣	13,361	-	-	-	13,361
雲林縣	4,591	-	-	-	4,591
嘉義縣	1,947	11,972	-	-	13,919
嘉義市	5,048	-	-	-	5,048
臺南市	21,626	16,980	-	-	38,606
高雄市	22,064	40,837	-	20,382	83,283
屏東縣	7,402	-	-	-	7,402
臺東縣	2,994	-	-	-	2,994
花蓮縣	39,825	-	-	-	39,825
宜蘭縣	17,613	-	-	-	17,613
總 和	315,733	243,095	117,006	20,382	696,217

資料來源：本研究整理。

表 21 2010 年各縣市加油站汽油、柴油銷售量統計表

縣市別	汽油(公秉)	柴油(公秉)	總計 (公秉油當量)	百分比
基隆市	140,899	67,611	185,219	1.51%
新北市	1,429,310	393,240	1,605,794	13.08%
臺北市	858,072	92,271	829,808	6.77%
桃園縣	1,063,348	481,762	1,371,232	11.18%
新竹縣	300,738	117,431	370,248	3.02%
新竹市	212,543	42,710	224,072	1.83%
苗栗縣	270,925	154,203	378,729	3.09%
臺中市	1,305,821	526,512	1,623,149	13.24%
南投縣	252,267	139,950	349,255	2.85%
彰化縣	501,233	226,223	645,552	5.26%
雲林縣	306,821	183,910	437,565	3.57%
嘉義縣	224,648	138,932	324,368	2.65%
嘉義市	126,201	36,625	143,561	1.17%
臺南市	874,681	391,540	1,123,511	9.16%
高雄市	1,076,387	575,263	1,469,797	11.99%
屏東縣	363,164	203,854	505,011	4.12%
臺東縣	89,705	57,793	131,686	1.07%
花蓮縣	138,447	90,224	204,198	1.67%
宜蘭縣	194,404	110,646	271,756	2.22%
澎湖縣	22,510	15,663	34,128	0.28%
金門縣	14,955	14,873	26,843	0.22%
連江縣	2,216	4,843	6,441	0.05%
合 計	9,769,299	4,066,079	12,261,923	100.0%

資料來源：本研究整理。

表 22 2010 年各縣市公路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	二氧化碳排放量(噸)	百分比
基隆市	509,541	1.51%
新北市	4,413,771	13.08%
臺北市	2,284,497	6.77%
桃園縣	3,772,627	11.18%
新竹縣	1,019,082	3.02%
新竹市	617,523	1.83%
苗栗縣	1,042,703	3.09%
臺中市	4,467,762	13.24%
南投縣	961,716	2.85%
彰化縣	1,774,957	5.26%
雲林縣	1,204,676	3.57%
嘉義縣	894,227	2.65%
嘉義市	394,810	1.17%
臺南市	3,090,989	9.16%
高雄市	4,045,956	11.99%
屏東縣	1,390,270	4.12%
臺東縣	361,065	1.07%
花蓮縣	563,532	1.67%
宜蘭縣	749,126	2.22%
澎湖縣	94,484	0.28%
金門縣	74,238	0.22%
連江縣	16,872	0.05%
合 計	33,744,424	100.00%

資料來源：本研究整理。

表 23 2010 年各縣市航空運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內航空旅客數比例	二氧化碳排放量(噸)
臺北市	27.1%	62,567
臺中市	7.3%	16,854
嘉義縣	1.0%	2,309
臺南市	2.2%	5,079
高雄市	11.5%	26,550
屏東縣	0.1%	231
臺東縣	5.10%	11,775
花蓮縣	2.50%	5,772
澎湖縣	19.20%	44,328
金門縣	21.50%	49,638
連江縣	2.50%	5,772
合 計	100%	230,873

資料來源：本研究整理。

表 24 2010 年各縣市水路運輸二氧化碳排放量推估

縣市別	國內海運貨運量比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	15.35%	132,876
新北市	6.00%	51,938
臺中市	16.09%	139,282
臺南市	1.48%	12,811
高雄市	23.01%	199,184
花蓮縣	28.91%	250,257
宜蘭縣	5.75%	49,774
澎湖縣	1.43%	12,379
金門縣	1.54%	13,331
連江縣	0.44%	3,809
合 計	100%	865,641

資料來源：本研究整理。

附錄 2 「地方政府運輸系統 CO₂ 排放 估算方法研商」會議紀錄

「地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法研商會議」

會議紀錄

壹、 時間：103 年 1 月 28 日(星期二)下午 2 時

貳、 地點：交通部運輸研究大樓 2 樓會議室

參、 主席：運輸研究所綜合技術組張組長瓊文

肆、 出席單位及人員：略

伍、 主席致詞：略

陸、 簡報：詳附件

柒、 發言摘要

臺北市政府交通局

(一)臺北市目前自行估算運具 CO₂ 排放方式，係透過問卷調查

及「臺北都會區整體運輸需求預測模式建立旅次行為調查

及旅次發生模組 IV (TRTS-4)」模式中等相關資料，如平

均旅次時間、平均行駛速率、運具市占率、旅次產生數等，

分別計算汽車、機車、公車、捷運、步行及自行車之平均

旅次長度，再乘上各運具延人公里排放係數，即可推估各

運具 CO₂ 排放量，以及推估目標年 CO₂ 排放情形。

(二)建議各縣市對於運輸設施 CO₂ 排放量應有一致性推估方

法。

臺東縣政府觀光旅遊處

臺東縣目前尚未像北市已建置詳細資料庫可自行推估，後續將配合運研所建議方法估算。

本所綜合技術組朱副組長珮芸

(一)臺北市交通局採用 bottom-up 估算過程較為周延，惟因未必各縣市政府均有如此詳細之相關參數資料可據以推估，為求一致性，中央較難採用此方法進行各縣市運輸系統 CO₂ 排放推估，建議臺北市估算結果可做為本所估算方法之檢核。

(二)本次國內水運客運部分及航空貨運部分，因佔其總客、貨運量比例低，對於運輸系統整體 CO₂ 排放分配至各縣市無顯著影響，且受限細部資料取得可行性，因此未納入估算。

捌、 結論

(一)節能減碳不但是世界潮流，更是各國政府的施政重點。行政院節能減碳推動會已於 100 年核定，運輸部門至 2020 年 CO₂ 排放量須減至 34.5 百萬噸，2025 年則須減至 29.7 百萬噸。依據本所推估，至 2025 年運輸部門約須減量 17.76 百萬公噸。由於都會運輸與城際運輸 CO₂ 排放量約 7:3，

故亟需中央與地方共同合作以達成減量目標。

(二) 本次與會單位對於本所估算之方式無意見。以臺北市為例，

臺北市政府交通局估算 101 年該市汽車、機車、公車、捷運、步行及自行車(未含貨運)之 CO₂ 排放量約為 207 萬噸，與本所估算該市境內結果相近(公路系統 217 萬噸，捷運系統排放 10 萬噸，共計約 227 萬噸)，顯示本所估算方式與 bottom-up 推估方式差異不大。

(三) 本所依據能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之 CO₂ 量，

並參考環保署縣市層級溫室氣體盤查計算指引中建議之方式，將公路、軌道、國內空運、水運等 4 類運輸系統，自國家運輸部門排放總量由上而下分配至各地方政府轄區。對於各運輸系統 CO₂ 排放量分配至各縣市轄區之方式及估算結果，請各縣市政府交通主管機關於文到 1 週內表示意見回覆本所，作為本所後續研議各縣市運輸減量責任分配之參據。

地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法意見確認單

一、機關名稱：_____

二、承辦科室：_____

三、承辦人員：_____ 電話：_____

四、對於本次地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法是否有其他意見

☐ 無

☐ 有，請詳細說明如下

公路運輸：

軌道運輸：

航空：

水運：

附錄 3 地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨 節能減碳估算作業手冊

第一章 緒論

1.1 製作緣起

我國為配合聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)及國際發展趨勢，積極推動相關節能減碳行動方案，並於 2009 年 4 月召開第三次全國能源會議，亦積極推動相關立法。

2006 年 2 月京都議定書生效屆滿一週年的同時，行政院環境保護署提出「溫室氣體減量法(草案)」，目前正在立法院審議中，將可作為我國因應氣候變遷的重要法制基礎。2008 年 6 月 5 日行政院核定「永續能源政策綱領」，作為各部會節能減碳最高指導方針。2009 年行政院經濟建設委員會將「永續能源政策綱領」之政策內容結合第 3 次「全國能源會議」具體結論內容，彙整而成「永續能源政策行動方案」。為達成「全國二氧化碳排放減量，於 2020 年回到 2005 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量」之政策目標，2012 年 1 月行政院成立「節能減碳推動會」，於同年 5 月研擬「國家節能減碳總計畫」經行政院核定，同時整併「永續能源政策行動方案」，規劃成為「國家節能減碳總行動方案」；在「節能減碳推動會」中，針對交通部分成立「綠色運輸推廣組」，由交通部主政，辦理推動運輸相關節能減碳計畫。

依據溫室氣體減量法草案第十條規定「直轄市、縣(市)主管機關應配合溫室氣體減量政策方案及行動計畫，修訂溫室氣體減量執行計畫，並推動之」。交通部為協助地方政府具體掌握運輸部門的排放狀況，以及有效推估運輸部門二氧化碳減量的具體效益與評估未來相關政策應用的有效性，特彙集二氧化碳排放估算與節能減碳措施實施效益推估作業方式，據此編撰「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」。本手冊內容包含名詞定義、盤查作業流程與實例操作、節能減碳措施減量估算方式及範例，期望能做為地方政府推行節能減碳作業之參考。

1.2 製作目的

在目前國際積極推動節能減碳的趨勢下，行政院亦積極推動各種措施策略，地方政府若能進一步了解掌握行政範疇內之排放狀況與節能減碳行動方案的具體成效，將可作為運輸部門推動二氧化碳減量措施之重要基

礎。爰本手冊制訂之目的如下：

- 1.協助地方政府運輸部門有效掌握其運輸部門二氧化碳之排放狀況，作為地方制定與推動節能減碳策略之參據。
- 2.提供地方政府運輸部門進行節能減碳措施減量評估之估算依據，並具體檢視節能減碳措施的實施效果，強化地方政府運輸部門節能減碳政策實施的著力點，並提升地方政府推動節能減碳業務之專業知能。

1.3 適用對象與範疇

本作業手冊分為「二氧化碳估算」與「減量效益推估」兩部分，旨在協助地方政府計算運輸部門能源消耗量與二氧化碳排放量，以及檢視節能減碳措施之具體成效。本手冊中運輸系統涵蓋對象包含地方政府行轄區範圍內之運輸系統以及可推動之節能減碳措施。是以，盤查對象涵蓋轄管範圍內鐵路(軌道)運輸系統、公路運輸系統、航空運輸系統與水路運輸系統的運具能源消耗及二氧化碳排放為主；而減量推估則是針對地方政府運輸部門可採行的節能減碳措施，估算其實施的節能減碳量化成效。

依據我國 2006 年溫室氣體排放清冊調查能源燃燒所排放的二氧化碳(CO₂)接近我國整體溫室氣體結構之 86.8%，且目前行政院「節能減碳推動會」所訂定之我國減量目標係以二氧化碳為管制對象，爰此，本手冊之盤查與減量效益將以二氧化碳為探討對象。

1.4 製訂原則

為了協助地方政府具體掌握其運輸部門二氧化碳排放狀況及評估節能減碳措施之效益，本作業手冊依循 5 項原則予以製定，分別為「公認性」、「一致性」、「周延性」、「精確性」與「操作性」，內容說明如后：

1.公認性

由於二氧化碳排放量以及節能減碳措施之成效估算，將是國家節能減碳政策目標之決定因素，亦將影響政府部門在節能減碳投入資源之多寡。因此，各級政府及各部門所估算之二氧化碳排放量以及節能減碳措施之成效必須具有公認性，亦即必須清楚交代所使用的假設、引用的計算方法之參考文獻和使用數據來源。

2.一致性

運輸部門之二氧化碳排放具有流動性與跨區域等特性，因此各地區之估算方式必須要有一致性。本作業手冊定位為縣市運輸部門二氧化碳排放及節能減碳措施之估算規範，因此從效益評估的流程、估算分析的方法、評估內容的項目及相關資料的蒐集等作業方式，本手冊有一致性之程序可供依循。

3.周延性

為全面檢視地方政府運輸部門二氧化碳排放量以及評估節能減碳措施之成效，並與全國之二氧化碳排放及節能減碳行動方案銜接，其估算之方法必須具備周延性。依此原則，本作業手冊評估範圍包含地方政府運輸部門權責範圍內的鐵路(軌道)運輸系統、公路運輸系統、航空運輸系統與水路運輸系統所有運輸工具。

4.準確性

如同周延性之原則，為使各地方政府與全國之二氧化碳排放及節能減碳措施減量成效估算資料可以相互支援與比較，因此各項資料必須符合準確性之要求，並儘可能減少以不確定性或假設性之資料作為估算之依據。

5.操作性

為協助地方政府明確地估算溫室氣體減量的具體效益，是以評估流程與步驟須以清楚、真實且易了解的方式，來陳述溫室氣體減量效益評估程序與計算過程。

1.5 製訂內容與範圍

本手冊主要內容涵蓋「緒論」、「名詞定義」、「地方政府運輸部門二氧化碳排放估算」及「地方政府運輸部門節能減碳措施效益估算方式」等四大部分，其內容分別說明如下：

1.緒論

詳述地方政府運輸部門估算作業手冊之製作緣起、製作目的、適用對象與範疇、制訂原則，以及制訂內容與範圍。

2.名詞定義

為增加節能減碳作業手冊的可讀性以及提高地方政府運輸部門之操

作性，參考行政院環保署於 2009 年公布「溫室氣體盤查與登錄指引」與 2012 年出版之「溫室氣體專用名詞手冊」，以及蒐集國內外相關文獻，編列溫室氣體盤查作業及節能減碳措施效益估算方式之相關專有名詞。

3. 地方政府運輸部門二氧化碳排放估算方式

為符合國際間二氧化碳排放量估算可量測(Measurable)及可報告(Reportable)之發展趨勢，且基於資料的可獲得性(Acquirable)，本研究以政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南第一級(Tier 1)方法，建立地方政府運輸部門二氧化碳盤查作業程序(包括界定盤查範圍、量化模式及資料參數之取得)，並依據作業程序，完成各直轄市、縣(市)政府 2012 年度鐵路運輸、公路運輸、航空運輸、水路運輸二氧化碳排放量之推估。

4. 地方政府運輸部門節能減碳措施估算方式

針對地方政府之權責範圍內可採行的運輸部門節能減碳措施(軌道及公路運輸)，建構減量效益之量化推估公式，並詳述估算概念、操作步驟與流程、模式參數的意義以及相關參數資料的取得來源，以便協助地方政府估算節能減碳措施之減量成效。

第二章 名詞定義

本手冊之目的係協助地方政府計算實施運輸部門節能減碳措施的減量效益，然而為避免估計過程中所使用的專有名詞認知不一致，以及公式的變數、參數之採用缺乏一致性標準，是以參酌行政院環保署「溫室氣體專用名詞手冊」、「溫室氣體盤查基本用語」及本所相關研究報告，摘錄運輸部門二氧化碳盤查及節能減碳推估相關名詞，於本章彙整介紹。

2.1 國際重要組織

- 1.政府間氣候變遷專家小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC):聯合國政府間氣候變遷專家小組是有關全球暖化問題及其影響的最高科學權威機構，在 1988 年由聯合國世界氣象組織和聯合國環境規劃署設立，由約三千名大氣科學家、海洋學家、冰層專家、經濟學家以及其他專家所組成。
- 2.聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC):於 1992 年里約地球高峰會開放簽署，為氣候變遷公約上的指標性條約，其提供國際社會共同努力減緩全球氣候變遷的整體架構。
- 3.地方環境行動國際委員會(International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI):是一個以提供永續發展相關資訊的平台，並推行各類永續發展相關計畫與活動為主的國際組織，係由全球各地關心永續發展議題的的地方政府、國際以及區域性的地方政府組織，於 1990 年所共同參與成立的國際型聯盟，已從原 200 餘個會員城市參與的規模，成長至 1,080 個正式會員的規模，總計有 67 個國家的城市參與。
- 4.國際地方政府溫室氣體排放分析議定書(International Local Government GHG Emission Analysis Protocol, IEAP):提供城市溫室氣體排放量量化的統一標準，其目的是使地方政府了解其溫室氣體排放狀況，作為制定減量策略的參考依據，特別之處在於將盤查範疇分為組織(Organizational boundary) 及地理邊界(Geopolitical boundary)界定。
- 5.京都議定書(Kyoto Protocol):為聯合國氣候變化公約(UNFCCC)的補充條款。是 1997 年 12 月在日本京都由聯合國氣候變化綱要公約第三次會議

制定的。其目標是「將大氣中的溫室氣體含量穩定在一個適當的水平，進而防止劇烈的氣候改變對人類造成傷害」。

2.2 溫室氣體盤查基本用語

- 1.行動方案(Action Plan)：包含排放量分析、設定排放減量目標、擬定排放減量策略及訂定排放減量實施策略等。
- 2.基線(Baseline)：在沒有溫室氣體減量計畫或執行活動的情況下，溫室氣體的排放、清除或儲存之假設情境。
- 3.基準年(Base Year)：為比較溫室氣體之排放或移除，或其他溫室氣體的相關隨時間變化之情況，所指定作為比較參考基年之歷史年期。基準年排放或移除可依據指定期間(例如 1 年)或數個期間(例如數年)的平均值予以量化。
- 4.生質燃料(Biofuel)：由新近生物源(並非化石燃料)所組成的燃料，例如植物油、木材、稻草等。
- 5.混合燃料(Blended fuels)：由不同的燃料混合而成，大部分的情況是混合化石燃料與再生的生質燃料。例如：
 - (1)混合酒精(Ethanol Blend)：酒精混合一般汽油。
 - (2)生質柴油(Biodiesel, B20)：80%的化石柴油(Petroleum Diesel)混合 20% 植物油。
 - (3)甲醇柴油(Methanol Diesel)：將甲醇與化石柴油進行混合。
- 6.二氧化碳(Carbon Dioxide)：二氧化碳為最常見的人為溫室氣體，可藉由呼吸之間及燃燒化石燃料而產生。並可透過綠色植物行光合作用降低在空氣中的濃度。
- 7.二氧化碳當量(Carbon Dioxide Equivalent, CO₂e)：比較各溫室氣體相對於二氧化碳造成輻射之單位；係以已知的溫室氣體質量乘以全球暖化潛勢(GWP)計算之。
- 8.碳強度(Carbon Intensity)：每單位能源或燃料使用量所散發碳的總量。
- 9.氟氯碳化合物(Chlorofluorocarbons, CFCs)：又稱氟氯烴，是 1 組由氯、氟及碳組成的鹵代烴。其特性在常溫下為無毒且惰性氣體，加壓則易液化，是以常製成絕佳的冷媒(製冷劑)、溶劑(Solvent)等。

- 10.係數集合(Coefficient Set)：特定類型的所有排放因子的組合。例如，就特定區域針對歷年電力排放量進行分析即可構成 1 個係數集合。
- 11.直接排放(Direct Emission)：自組織所擁有或控制的溫室氣體源排放之溫室氣體，屬於範疇一(Scope 1)。
- 12.排放因子(Emission Factor)：給定化石燃料消耗量所產生的溫室氣體排放量測定值。這些因子是以特定污染源(例如：二氧化碳)排放量占燃料使用量(例如：多少公斤的煤碳)的百分比型式呈現。舉例來說，燃燒 1 噸的煤碳會產生 2.071 噸的二氧化碳。
- 13.排放分析(Emission Analysis)：針對所有的溫室氣體排放進行全面的量化估計。整體而言，排放分析應包含基年排放盤查及地方政府運作、社區的排放量預測。
- 14.排放盤查(Emission Inventory)：在特定 1 年的期間內，就管轄權限範圍內進行所有排放的量化作業。
- 15.預測年(Forecast Year)：根據基準年(Base Year)成長乘數來預測未來特定年份的排放層級。
- 16.全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)：敘述在一段期間內，單位質量的溫室氣體之輻射衝擊，相對於同等單位的二氧化碳之係數。舉例來說，假設二氧化碳的 GWP 值等於 1 的情況下，甲烷能吸收的熱超過二氧化碳的 23 倍，故其 GWP 值為 23； N_2O 所吸收的熱較 CO_2 多 296 倍，故其 GWP 值即為 296。溫室氣體的暖化潛勢會依氣體種類而有不同的值。
- 17.溫室氣體(Greenhouse Gases, GHG)：指任何會吸收或釋放紅外線輻射並存在於大氣中的氣體。於京都議定書中規範之 6 種溫室氣體包括：二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、全氟碳化物(PFCs)、氫氟碳化物(HFCs)，以及六氟化硫(SF_6)。
- 18.間接排放(Indirect Emissions)：組織所消耗的輸入電力、熱及蒸汽所產生之溫室氣體排放，屬於範疇二(Scope 2)。
- 19.過渡年(Interim Year)：於基準年與目標年之間，完成排放盤查的任何 1 年，其目的是便於檢視地方政府在管轄範圍內之排放量是否符合減量的目標。

20.目標年(Target Year)：預定達成排放減量目標的規劃年度。

2.3 能源計算單位

- 1.延人(噸)公里能源密集度：運具平均乘載 1 人(或 1 噸)行駛 1 公里所需的能源消耗量，單位為公升油當量/延人(噸)公里或度/延人公里。
- 2.公升油當量：以每公升的原油所能產生的熱量(9,000 千卡)為標準能源單位。
- 3.汽油油當量轉換係數：汽油每公升燃燒熱量轉換為原油的比例值，其值約為 0.8667。
- 4.柴油油當量轉換係數：柴油每公升燃燒熱量轉換為原油的比例值，其值約為 0.9778。
- 5.燃油二氧化碳排放係數：每單位燃油使用量所排放出二氧化碳的量，單位為公克/公升、噸/公秉。
- 6.電力二氧化碳排放係數：使用每單位電力所排放出的二氧化碳量，單位為公克/度、噸/千度。
- 7.運具燃油效率：運輸工具使用每單位燃油最多可以行駛的總里程數，單位為公里/公升、公里/公秉。
- 8.運具耗油率：運輸工具行駛單位距離所消耗的燃油數量，會受車速、胎壓及性能等因素影響其值大小，與燃油效率互為倒數，單位為公升/公里、公秉/公里。
- 9.運量增量：相較於基準年之運量增加數量，其單位為延人公里。
- 10.運具移轉比例：運量增量之來源中，各來源運具之佔比。
- 11.運具乘載率：各項運輸工具平均搭載的旅客人數，其單位為人/車。
- 12.惰轉：係指機動車輛停車時，維持引擎持續運轉的情形，又稱為怠速。
- 13.惰轉單位時間耗油率：運具處於停車狀態，引擎持續運轉所消耗的燃油量，其單位為公升/小時。
- 14.惰轉單位時間二氧化碳排放量：運具停車引擎不熄火時所排放出的二氧化碳量，其單位為克/小時。

第三章 地方政府運輸系統二氧化碳排放估算 方式

第一級方法(Tier 1)主要是彙集國家與國際統計資料，結合預設之排放係數與其他參數，即可求出排放量。對於個別排放源之計算，國內較常使用之「排放係數法」進行二氧化碳排放量估算，推估公式如式(3-1)所示。

$$\text{二氧化碳排放量} = \sum_j (\text{燃料消耗量}_j \times \text{排放係數}_j) \quad (3-1)$$

其中， j 為能源種類，包含汽油、柴油、電力等。

若已建立本土化之係數，建議仍採用本土化係數進行計算，以求得較精確之排放量。地方政府運輸部門之「年活動數據(能源消耗)」可從經濟部能源局網站下載整年度的能源平衡表，下載網址及路徑如表 3-1 所示，從中節錄運輸部門全年能源消耗量(以 2012 年為例，如表 3-2 所示)。

而排放係數之選用可參採行政院環保署於 2011 年 10 月公布之「溫室氣體排放係數管理表 6.0 版」、「縣市層級盤查計算指引」之「附錄二我國常用排放係數」或經濟部能源局公佈之「燃料燃燒及電力使用之二氧化碳排放係數」之數值，彙整於表 3-3，下載網址與路徑如表 3-1 及圖 3-1、3-2 所示。將年活動數據(表 3-2 之數值)分類乘上二氧化碳排放係數(表 3-3 之數值)便可計算出該年度運輸部門全年二氧化碳排放總量。

接續便依照四大類運輸系統—「鐵路運輸」、「公路運輸」、「航空運輸」與「水路運輸」，分別計算各地方政府二氧化碳排放量。為與能源局公布之 2012 年部門別二氧化碳排放量數據一致，考量公路系統 CO₂ 排放量佔整體運輸部門排放量約達 95%，爰將與本研究推估排放總數據之差距量分攤至公路運輸系統；調整後 2011 年運輸部門 CO₂ 排放情形如表 3-4 所示。

表 3-1 二氧化碳排放量化相關資料下載途徑

能源平衡表
<p>網址： http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/energy_balance/main/ch/default.htm 路徑：經濟部能源局網站→「政府資訊公開」→「施政計畫、業務統計、研究報告」→「綜合企劃」→「能源平衡表」。</p>
我國常用排放係數
<p>網址：http://ghgregistry.epa.gov.tw/tool/tools.aspx?type=1 路徑：行政院環保署國家溫室氣體登錄平台→「資訊下載區」→「盤查登錄資訊」→「5 縣市層級盤查計算指引」及「7 溫室氣體排放係數管理表 6.0 版」。</p> <p>資料來源：本手冊整理。</p>



圖 3-1 能源平衡表下載路徑圖



圖 3-2 我國常用排放係數下載路徑圖

表 3-2 運輸部門 2012 能源平衡表

能源平衡表—OECD 能源統計格式（原始單位）									
項目	13.原油及石油產品合計 公秉油當量	18.液化石油氣(LPG)	22.車用汽油	23.(無鉛汽油)	26.航空燃油-煤油製	28.柴油	29.燃料油	40.電力合計	41.電力-發電廠小計
運輸部門	12,981,209	126,296	9,728,626	9,728,626	108,111	4,598,858	63,830	1,228,559	1,228,559
國內航空	96,101	—	—	—	108,111	—	—	—	—
公路	12,683,793	126,296	9,728,626	9,728,626	—	4,456,109	—	—	—
鐵路	30,006	—	—	—	—	32,150	—	1,228,559	1,228,559
管線運輸	—	—	—	—	—	—	—	—	—
國內水運	171,310	—	—	—	—	110,599	63,830	—	—

註 1：公秉油當量轉換值：液化石油氣(LPG)－0.7372；車用汽油－0.8667；航空燃油(煤油製)－0.8889；柴油－0.9333；燃料油－1.0667。

註 2：13.原油及石油產品合計為 18.液化石油氣(LPG)、22.車用汽油、26.航空燃油、28.柴油、29.燃料油之公秉油當量加總。

註 3：23.無鉛汽油相關供給、消費量已含於 Col.22Col.22(車用汽油)中，並自 89 年起所有車用汽油皆為無鉛。

資料來源：經濟部能源局

表 3-3 燃料燃燒及電力使用之二氧化碳排放係數

類別	燃料別/電力	單位二氧化碳排放量	備註
燃料 燃 燒	航空汽油	2.198(kg/L)	供航空動力用
	航空燃油	2.395(kg/L)	供噴射式飛機用
	車用汽油	2.263(kg/L)	92、95 及 98 等無鉛汽油屬之
	液化石油氣 (LPG)	1.753(kg/L)	液化石油氣汽車用
電力使用	101 年度 100 年度 99 年度	0.530(kg/度) 0.534(kg/度) 0.5353(kg/度)	每使用 1 度電所產生之排放當 量

註 1：燃料別排放數據採用 IPCC2006 年原始數值與能源局提供之熱值計算所得。

註 2：每度電力 CO₂ 排放量採能源局公告資料換算。

資料來源：經濟部能源局、行政院環保署

表 3-4 運輸部門 2012 年二氧化碳排放推估

單位：噸/年

項目	液化石油氣 (LPG)	車用汽油	航空燃油-煤 油製	柴油	燃料油	電力合計	總計
運輸部門	221,382	21,940,609	258,910	11,984,770	198,573	651,136	35,255,379
國內航空	—	—	258,910	—	—	—	258,910
公路	221,381	21,940,609	—	11,612,762	—	—	33,774,752
鐵路	—	—	—	83,784	—	651,136	734,920
管線運輸	—	—	—	—	—	—	0
國內水運	—	—	—	288,224	198,573	—	486,797

資料來源：本手冊推估。

3.1 鐵路運輸

我國鐵路運輸包含臺灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運系統及高雄捷運系統。基於資料完整性與可取得性，在臺灣鐵路部分，本手冊建議以各縣市轄區內所在之鐵路車站進出客運量與裝載貨運量占總客貨量之比例，並以客貨運車輛行駛里程比例加權統計，據此計算各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量；而高速鐵路、捷運系統部分，則是以各縣市轄區內所在之車站進出客運量之比例，計算各縣市高鐵與捷運之二氧化碳排放量。資料下載途徑如表 3-5 與圖 3.3 所示。

有關臺鐵年度用電量，可由臺灣鐵路管理局網頁統計資料->工務機務統計->機車車輛運轉實績及電、油消耗（網址：<http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886>）查詢，臺北捷運、高雄捷運及高速鐵路則需洽詢各單位取得。將能源平衡表「鐵路」之電力能源消耗總量(1,228,559 千度/年)予以分配，再乘上電力二氧化碳排放係數(詳表 3-3)，即可推估各項鐵路運輸系統使用電力部分之二氧化碳排放量，如表 3-6 所示。

表 3-5 鐵路客貨運資料下載途徑

臺灣鐵路客貨運資料
網址： http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886 路徑：交通部臺灣鐵路管理局首頁→資訊公開專區→臺鐵統計資訊→統計資料(○○年報)→營運→各站客貨運起迄量。
臺灣高速鐵路客運資料
網址： http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100 路徑：交通部統計查詢網→更多資料查詢→鐵路/高鐵/客運量→高速鐵路各站旅客人數(查詢『年』資料)
臺北捷運系統客運資料
網址： http://www.dot.taipei.gov.tw/lp.asp?ctNode=26475&CtUnit=14615&BaseDSD=7&mp=117001 路徑：臺北市政府交通局→業務資訊→統計資訊→交通統計年報→大眾運輸/臺北捷運各站旅運量。

資料來源：本手冊整理。



圖 3-3 鐵路客貨運資料下載路徑圖

表 3-6 2012 年鐵路運輸系統二氧化碳排放量(電力部分)

鐵路運輸系統 項目	臺灣鐵路	高速鐵路	台北捷運	高雄捷運	總和
能耗推估 ¹ (千度)	469,228	442,729	266,923	40,366	1,219,246
調整百分比	38.49	36.31	21.89	3.31	100
能源平衡表調整 ² (千度)	472,812	446,111	268,962	40,674	1,228,559
二氧化碳排放量 (噸)	250,590	236,438	142,550	21,558	651,136

資料來源：1.運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

2.本手冊推估。

以下茲就「臺灣鐵路」、「高速鐵路」及「捷運系統」之二氧化碳排放量估算，分別介紹如下：

1.臺灣鐵路

將全國運輸部門二氧化碳排放量(表 3-2 與表 3-4 之數值)推估的原油(83,784 噸/年)與電力排放量(250,590 噸/年)加總乘上各縣市鐵路客、貨運

量比(表 3-7 之數值)，以及客車與貨車之總行駛里程比例(依據臺灣鐵路局 2012 年列車行駛里程資料，客車與貨車之總行駛里程比例為 0.85 與 0.15)，即可計算出該年度各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量，如表 3-8 所示。各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量之計算公式如式(3-2)所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 鐵路運輸排放量} = \text{鐵路總排放量} \times \left[\frac{Q_j^{TRA}}{\sum_{k=1}^{22} Q_k^{TRA}} \times w + \frac{F_j^{TRA}}{\sum_{k=1}^{22} F_k^{TRA}} \times (1-w) \right] \quad (3-2)$$

其中， j, k 表示縣市別， $j, k = (1, 2, \dots, 22)$ ；

Q_k^{TRA} 為縣市 k 轄區內鐵路車站進出旅客總數；

F_k^{TRA} 為縣市 k 轄區內鐵路車站貨物裝卸總量；

$Q_j^{TRA} / \sum_{k=1}^{22} Q_k^{TRA}$ 為縣市 j 鐵路車站進出旅客數占所有縣市旅客總數之比例；

$F_j^{TRA} / \sum_{k=1}^{22} F_k^{TRA}$ 為縣市 j 鐵路車站貨物裝卸量占所有縣市貨物裝卸總量之比例；

w 為客運列車行駛里程占客、貨列車總行駛里程之比例。

2. 高速鐵路

將高速鐵路電力排放量(236,438 噸/年)乘上各縣市旅運量百分比(表 3-9 之數值)，即可計算出該年度各縣市高速鐵路二氧化碳排放量，詳表 3-9 所示。各縣市高速鐵路二氧化碳排放量之計算公式如式(3-3)所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 高速鐵路排放量} = \text{高鐵總排放量} \times \frac{Q_j^{HSR}}{\sum_{k=1}^{22} Q_k^{HSR}} \quad (3-3)$$

其中， Q_k^{HSR} 為縣市 k 轄區內高鐵車站進出旅客總數；

$Q_j^{HSR} / \sum_{k=1}^{22} Q_k^{HSR}$ 為縣市 j 高鐵車站進出旅客數占全國高鐵車站進

出旅客總數之比例。

3.捷運系統

我國目前僅臺北市、新北市與高雄市建置大眾捷運系統，其中，臺北都會區大眾捷運系統行經之行政區涵蓋臺北市與新北市，是以，建議將捷運系統電力排放量(表 3-6 之數值)乘上各縣市捷運旅運量百分比(表 3-10 之數值)，即可計算出該年度各縣市捷運系統二氧化碳排放量，如表 3-10 所示。各縣市捷運系統二氧化碳排放量之計算公式如式(3-4)所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 捷運系統排放量} = \text{捷運系統排放量} \times \frac{Q_j^{MRT}}{\sum_{k=1}^{22} Q_k^{MRT}} \quad (3-4)$$

其中， Q_k^{MRT} 為縣市 k 轄區內捷運車站進出旅客總數；

$Q_j^{MRT} / \sum_{k=1}^{22} Q_k^{MRT}$ 為縣市 j 捷運車站進出旅客數占全國捷運車站進出旅客總數之比例。

彙整各縣市鐵路運輸系統之 2012 年二氧化碳排放量(表 3-8、表 3-9、表 3-10)進行加總，即可得各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量，詳表 3-11 所示。

表 3-7 2012 年各縣市鐵路客/貨載運量

縣市別	客運量 (進出總人次)	百分比	貨運量 (噸數)	百分比
基隆市	14,983,488	3.43%	2,361,234	10.93%
新北市	57,114,865	13.07%	898,029	4.16%
臺北市	67,359,302	15.42%	160	0.00%
桃園縣	58,284,183	13.34%	320,304	1.48%
新竹縣	11,922,507	2.73%	6,775	0.03%
新竹市	16,973,153	3.88%	65,880	0.30%
苗栗縣	14,277,924	3.27%	4,970	0.02%
臺中市	39,665,191	9.08%	1,007,898	4.66%
南投縣	1,235,045	0.28%	270	0.00%
彰化縣	21,080,304	4.82%	53,926	0.25%
雲林縣	7,182,051	1.64%	33,190	0.15%
嘉義縣	3,616,642	0.83%	385	0.00%
嘉義市	7,342,239	1.68%	12,428	0.06%
臺南市	37,476,371	8.58%	47,866	0.22%
高雄市	33,140,493	7.58%	117,935	0.55%
屏東縣	11,140,385	2.55%	86,762	0.40%
臺東縣	4,606,361	1.05%	44,547	0.21%
花蓮縣	14,048,865	3.22%	13,085,481	60.57%
宜蘭縣	15,514,729	3.55%	3,460,392	16.01%
總 和	436,964,098	100.00%	21,608,432	100.00%

資料來源：交通部臺灣鐵路管理局，本手冊整理。

表 3-8 2012 年各縣市臺灣鐵路二氧化碳排放量

縣市別	客運比例	貨運比例	二氧化碳排放量 (噸)
基隆市	3.43%	10.93%	15,231
新北市	13.07%	4.16%	39,233
臺北市	15.42%	0.00%	43,826
桃園縣	13.34%	1.48%	38,657
新竹縣	2.73%	0.03%	7,774
新竹市	3.88%	0.30%	11,178
苗栗縣	3.27%	0.02%	9,304
臺中市	9.08%	4.66%	28,144
南投縣	0.28%	0.00%	796
彰化縣	4.82%	0.25%	13,824
雲林縣	1.64%	0.15%	4,736
嘉義縣	0.83%	0.00%	2,359
嘉義市	1.68%	0.06%	4,805
臺南市	8.58%	0.22%	24,496
高雄市	7.58%	0.55%	21,820
屏東縣	2.55%	0.40%	7,449
臺東縣	1.05%	0.21%	3,089
花蓮縣	3.22%	60.57%	39,533
宜蘭縣	3.55%	16.01%	18,120
總 和	100.00%	100.00%	334,374

資料來源：本手冊整理。

表 3-9 2012 年各縣市高速鐵路二氧化碳排放量推估

縣市別	進出總人次	百分比	排放量(噸)
新北市	5,855,475	6.58%	15,547
臺北市	25,290,883	28.4%	67,149
桃園縣	7,762,316	8.72%	20,610
新竹縣	8,418,596	9.45%	22,352
臺中市	16,348,718	18.36%	43,407
嘉義縣	4,367,522	4.9%	11,596
臺南市	6,158,112	6.92%	16,350
高雄市	14,849,886	16.68%	39,428
總 和	89,051,508	100%	236,438

資料來源：交通部、本手冊整理。

表 3-10 2012 年各縣市捷運系統二氧化碳排放量推估

捷運系統	縣市別	進站(人次)	出站(人次)	總量(人次)	百分比	排放量 ² (噸)
臺北捷運	臺北市	161,001,086	158,802,529	319,803,615	26.59%	37,903
	新北市	440,378,910	442,577,467	882,956,377	73.41%	104,647
總和		601,379,996	601,379,996	1,202,759,992	100%	142,550
高雄捷運	高雄市	56,480,381	56,480,381	112,960,762	100%	21,558

資料來源：臺北市政府交通局、高雄市政府交通局、本研究整理。

表 3-11 2012 年各縣市鐵路運輸二氧化碳排放量推估

單位：噸/年

項目 縣市別	臺灣鐵路 排放量	高速鐵路 排放量	臺北捷運 排放量	高雄捷運 排放量	總計
基隆市	15,231	-	-	-	15,231
新北市	39,233	15,547	37,903	-	92,683
臺北市	43,826	67,149	104,647	-	215,622
桃園縣	38,657	20,610	-	-	59,267
新竹縣	7,774	22,352	-	-	30,126
新竹市	11,178	-	-	-	11,178
苗栗縣	9,304	-	-	-	9,304
臺中市	28,144	43,407	-	-	71,551
南投縣	796	-	-	-	796
彰化縣	13,824	-	-	-	13,824
雲林縣	4,736	-	-	-	4,736
嘉義縣	2,359	11,596	-	-	13,955
嘉義市	4,805	-	-	-	4,805
臺南市	24,496	16,350	-	-	40,846
高雄市	21,820	39,428	-	21,558	82,805
屏東縣	7,449	-	-	-	7,449
臺東縣	3,089	-	-	-	3,089
花蓮縣	39,533	-	-	-	39,533
宜蘭縣	18,120	-	-	-	18,120
總 和	334,374	236,438	142,550	21,558	734,920

資料來源：本手冊整理。

以臺中市為例，第一步是彙整所屬轄區內的鐵路車站客貨運量，臺中市轄區內的鐵路車站包含日南站、大甲站、臺中港站、清水站、沙鹿站、龍井站、大肚站、追分站、泰安站、后里站、豐原站、潭子站、太原站、

臺中站、大慶站、烏日站、新烏日站及成功站，進出客運量加總(Q_j^{TRA})為 39,665,191 人佔總進出旅客數 436,964,098 人之 9.108%；裝卸貨運量加總(F_j^{TRA})為 1,007,898 噸，佔總貨運量 21,608,432 噸之 4.66%，分別乘以客車與貨車之總行駛里程比例，客運列車(w)與貨運列車($1-w$)分別為 0.85 與 0.15，再乘上鐵路運輸總排放量 334,374 噸/年，即為臺中市臺灣鐵路二氧化碳排放量，其值為 28,144 噸/年。

高速鐵路部分，依據交通部統計查詢網資料，高鐵臺中站 2012 年度進出旅客數為 16,348,718 人次，2012 年高鐵總運量為 89,051,508 人次，臺中地區載運比約為 18.36%，乘上高速鐵路總排放量 236,438 噸，其值為 43,407 噸，如表 3-12 所示。

表 3-12 各縣市鐵路運輸 CO₂ 估算範例－以臺中市為例

臺中市					
臺灣鐵路			高速鐵路		
載運量 (A)	客運量(人)	39,665,191	載運量 (A)	客運量(人)	16,348,718
	貨運量(噸)	1,007,898			
總載運量 (B)	客運量(人)	436,964,098	總載運量 (B)	客運量(人)	89,051,508
	貨運量(噸)	21,608,432			
載運比 (A÷B=C)	客運量(%)	9.08	載運比 (A÷B=C)	客運量(%)	18.36
	貨運量(%)	4.66			
列車行駛 比例(D)	客運量(%)	85	高速鐵路總排放量(噸) (D)		236,438
	貨運量(%)	15			
臺灣鐵路總排放量(噸) (E)		334,374			
縣市臺灣鐵路排放量 (噸)(C×D×E=F)		28,144	縣市高速鐵路排放量 (噸)(C×D=E)		43,407
軌道運輸總排放量(噸)		71,551			

資料來源：本手冊整理。

3.2 公路運輸

在公路運輸部分，本手冊建議以各縣市汽車加油站汽油與柴油銷售量之比例，作為計算各縣市公路運輸二氧化碳排放量之依據，計算公式如式(3-5)所示，相關資料下載途徑如表 3-13 與圖 3-4 所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 公路運輸排放量} = \text{公路總排放量} \times \frac{\sum_{i=1}^2 (G_{ij} \times S_i)}{\sum_{k=1}^{22} \sum_{i=1}^2 (G_{ik} \times S_i)} \quad (3-5)$$

其中， G_{ik} 為縣市 k 燃料 i 的使用量；

S_i 為燃油 i 油當量轉換係數；

i 為燃料種類($i=1$ 為汽油， $i=2$ 為柴油)；

$\frac{\sum_{i=1}^2 (G_{ij} \times S_i)}{\sum_{k=1}^{22} \sum_{i=1}^2 (G_{ik} \times S_i)}$ 為縣市 j 原油使用量占全國原油使用總量之比例。

表 3-13 各縣市加油站汽、柴油銷售量統計下載途徑

網址：<http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/oilgas/WorkStatisticsOG.aspx>
 路徑：經濟部能源局網站→「政府資訊公開」→「施政計畫、業務統計、研究報告」→「石油與瓦斯」→「業務統計」→各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計表。

資料來源：本手冊整理。



圖 3-4 各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計表下載路徑圖

以新北市為例，依據經濟部能源局統計資料顯示，2012 年新北市地區汽油使用量為 1,399,675 公秉，柴油使用量為 416,510 公秉，分別乘上油當量轉換係數(汽油 0.8667，柴油 0.9333)轉換為原油單位進行加總，其值為 1,601,827 公秉佔全國加油站銷售量 12,338,772 公秉之 12.98%，據此計算出各縣市公路運輸能源銷售比，如表 3-14 所示。。是以，2012 年新北市公路運輸二氧化碳排放量為公路運輸總排放量 33,774,752 噸乘以新北市能源銷售比例，其值為 4,384,659 噸，如表 3-15 所示。各縣市公路運輸二氧化碳排放量計算結果詳見表 3-16。

表 3-14 2012 年各縣市加油站汽油、柴油銷售量統計表

縣市別	汽油(公秉)	柴油(公秉)	總計 (公秉油當量)	百分比
基隆市	137,470	65,135	179,936	1.46%
新北市	1,399,675	416,510	1,601,827	12.98%
臺北市	843,878	96,973	821,894	6.66%
桃園縣	1,060,164	503,521	1,388,780	11.26%
新竹縣	311,059	116,932	378,728	3.07%
新竹市	207,731	41,187	218,480	1.77%
苗栗縣	277,471	152,036	382,379	3.10%
臺中市	1,315,264	543,069	1,646,786	13.35%
南投縣	260,482	130,543	347,596	2.82%
彰化縣	506,458	238,318	661,370	5.36%
雲林縣	314,992	197,321	457,163	3.71%
嘉義縣	228,678	142,285	330,990	2.68%
嘉義市	126,629	38,034	145,247	1.18%
臺南市	884,140	374,652	1,115,947	9.04%
高雄市	1,071,068	575,071	1,465,008	11.87%
屏東縣	361,829	209,626	509,241	4.13%
臺東縣	90,643	53,515	128,506	1.04%
花蓮縣	136,277	89,843	201,962	1.64%
宜蘭縣	196,509	119,238	281,599	2.28%
澎湖縣	23,183	18,003	36,895	0.30%
金門縣	16,407	19,348	32,277	0.26%
連江縣	2,098	4,653	6,162	0.05%
合 計	9,772,104	4,145,815	12,338,772	100%

資料來源：本手冊整理。

表 3-15 各縣市公路運輸 CO₂ 估算範例－以新北市為例

縣市別	燃料銷售 量(公秉)	油當 量轉 換係 數	原油銷售 量(公秉)	全臺總銷 售量 (公秉)	銷售百分 比(%)	公路運輸 總排放量 (噸)	公路運輸 各縣市排 放量(噸)
	A	B	$A \times B = C$	D	$C \div D = E$	F	$E \times F = G$
新 北 市	1,399,675	0.8667	1,601,827	12,338,772	12.98	33,774,752	4,384,659
	416,510	0.9333					

資料來源：本手冊整理。

表 3-16 2012 年各縣市公路運輸二氧化碳排放量

縣市別	二氧化碳排放量(噸)	百分比
基隆市	492,536	1.46%
新北市	4,384,659	12.98%
臺北市	2,249,758	6.66%
桃園縣	3,801,489	11.26%
新竹縣	1,036,686	3.07%
新竹市	598,042	1.77%
苗栗縣	1,046,682	3.10%
臺中市	4,507,726	13.35%
南投縣	951,469	2.82%
彰化縣	1,810,358	5.36%
雲林縣	1,251,385	3.71%
嘉義縣	906,015	2.68%
嘉義市	397,582	1.18%
臺南市	3,054,667	9.04%
高雄市	4,010,147	11.87%
屏東縣	1,393,939	4.13%
臺東縣	351,758	1.04%
花蓮縣	552,828	1.64%
宜蘭縣	770,816	2.28%
澎湖縣	100,992	0.30%
金門縣	88,352	0.26%
連江縣	16,866	0.05%
合 計	33,774,752	100%

資料來源：本手冊整理。

3.3 航空運輸

依據行政院環保署 2011 年公布「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中指出，地方政府僅就起降皆於國內發生之境內航空運輸進行盤查(範疇一)，而不同國家起降之國際航運現階段僅需定性描述(範疇三)。是以，自交通部統計查詢網下載年度「國內航線各機場進出旅客數」(下載途徑如表 3-17 與圖 3-5 所示)。

表 3-17 國內航空運輸旅客統計資料下載途徑

網址：<http://210.69.99.21/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=defjspa>
路徑：交通部統計查詢網→「常用資料查詢」→「航空/客運量/民航機場(全體)」→「進一步查詢」→「全體機場進出旅客人數—按機場分」。

資料來源：本手冊整理。



圖 3-5 國內航空旅客統計資料下載示意圖

並依據縣市別分別彙總所在機場之客運量計算出航空運量百分比，再將全國運輸部門二氧化碳排放量(表 3-4 之數值)推估中的國內航空總排放量(258,910 噸/年)乘以各縣市航空旅客數比，即可計算出該年度各縣市航空運輸二氧化碳排放量，計算公式如式(3-6)所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 航空運輸排放量} = \text{航空總排放量} \times \frac{Q_j^{AIR}}{\sum_{k=1}^{22} Q_k^{AIR}} \quad (3-6)$$

其中， Q_k^{AIR} 為縣市 k 所在機場國內航線進出旅客總數；

$Q_j^{AIR} / \sum_{k=1}^{22} Q_k^{AIR}$ 為縣市 j 所在機場國內航線進出旅客總數占全國機場國內航線進出旅客總數之比例。

以臺北市為例，松山機場 2012 年國內航線進出旅客數為 2,940,336 人，為全台國內航線總旅客數 10,679,761 人之 27.53%，是以，臺北市 2012 年航空運輸二氧化碳排放量為國內航空運輸總排放量 258,910 噸乘以松山機場 2012 年客運量比 27.53% 為 71,283 噸，如表 3-18 所示，全臺各縣市航空運輸二氧化碳排放量計算結果詳見表 3-19。

表 3-18 各縣市航空運輸 CO₂ 估算範例－以臺北市為例

機場名稱	縣市別	國內航線 進出旅客 數(人)	國內航線 進出旅客 總數(人)	國內航線 旅客數比 例(%)	航空運輸 總排放量 (噸)	航空運輸 各縣市排 放量(噸)
		A	B	$A \div B = C$	D	$C \times D = E$
松山機場	臺北市	2,940,336	10,679,761	27.53	258,910	71,283

資料來源：本手冊整理。

表 3-19 2012 年各縣市航空旅客數比例及航空運輸二氧化碳排放量

縣市別	國內航空旅客數比例	二氧化碳排放量(噸)
臺北市	27.53%	71,283
臺中市	6.36%	16,463
嘉義縣	0.83%	2,138
臺南市	2.16%	5,588
高雄市	11.91%	30,827
屏東縣	0.02%	54
臺東縣	5.11%	13,242
花蓮縣	2.19%	5,658
澎湖縣	19.76%	51,165
金門縣	21.54%	55,775
連江縣	2.59%	6,717
合 計	100	258,910

資料來源：本手冊整理。

3.4 水路運輸

依據行政院環保署 2011 年公布之「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中指出，地方政府僅需計算境內海上運輸活動所產生之排放，並列入該地方政府行政轄區之範疇一(Scope 1)排放，而依據政府間氣候變遷專家小組(IPCC)之規定，國際海運歸屬範疇三(Scope 3)，現階段僅需定性描述。是以，自交通部網站下載年度「國際商港國內航線貨運量」(下載途徑如表 3-20 與圖 3-6 所示)。

表 3-20 國內航線貨運統計資料下載途徑

網址：
http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/ct?xItem=4880&ctNode=545&mp=1
路徑：交通部首頁→「交通統計與刊物」→「交通統計」→「交通統計月報」→港埠→表 5-8 臺灣地區各國際商港國內航線貨運量。
資料來源：本手冊整理。



圖 3-6 國內航線貨運統計資料下載路徑圖

並依據縣市別分別彙總所在商港之貨運量計算出海運貨運量百分比，再將全國運輸部門二氧化碳排放量(表 3-4 之數值)推估中的國內水運

總排放量(486,797 噸/年)乘以各縣市海運貨運量比，即可計算出該年度各縣市水路運輸二氧化碳排放量，其計算公式如式(3-7)所示。

$$\text{縣市 } j \text{ 水路運輸排放量} = \text{水路總排放量} \times \frac{F_j^{NAV}}{\sum_{k=1}^{22} F_k^{NAV}} \quad (3-7)$$

其中， F_k^{NAV} 為縣市 k 所在港口國內航線裝卸貨物總量；

$F_j^{NAV} / \sum_{k=1}^{22} F_k^{NAV}$ 為縣市 j 所在港口國內航線裝卸貨物總量占全國港口國內航線裝卸貨物總量之比例。

以基隆市為例，基隆港 2012 年的貨運量為 3,560,673 噸，為國內航線總貨運量 28,105,632 噸之 12.67%。是以，基隆市 2012 年航空運輸二氧化碳排放量為國內水路運輸總排放量 486,797 噸乘以基隆港 2012 年貨運量比 12.67% 為 61,672 噸，如表 3-21 所示，各縣市水路運輸二氧化碳排放量計算結果詳見表 3-22。

表 3-21 各縣市水路運輸 CO₂ 估算範例－以基隆市為例

港口 名稱	縣市 別	國內航線 貨運量(噸)	國內航線總 貨運量(噸)	國內航線 貨運量比 例(%)	水路運輸 總排放量 (噸)	水路運輸 各縣市排 放量(噸)
		A	B	$A \div B = C$	D	$C \times D = E$
基隆 港	基隆 市	3,560,673	28,105,632	12.67	486,797	61,672

資料來源：本手冊整理。

表 3-22 2012 年各縣市水路貨運比例及水路運輸二氧化碳排放量

縣市別	國內海運貨運量比例	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	12.67%	61,672
新北市	5.72%	27,835
臺中市	17.90%	87,140
臺南市	1.74%	8,493
高雄市	25.84%	125,780
花蓮縣	25.29%	123,134
宜蘭縣	4.04%	19,673
澎湖縣	1.78%	8,687
金門縣	3.21%	15,609
連江縣	1.80%	8,773
合 計	100%	486,797

資料來源：本手冊整理。

3.5 縣市二氧化碳排放量總計

彙整各地方政府運輸部門各運輸系統 2012 年二氧化碳排放量進行加總，各縣市運輸系統之年度二氧化碳排放總量分項內容詳見 3-23。

表 3-23 2012 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,231	492,536	-	61,672	569,439	1.62%
新北市	92,683	4,384,659	-	27,835	4,505,176	12.78%
臺北市	215,622	2,249,758	71,283	-	2,536,664	7.20%
桃園縣	59,267	3,801,489	-	-	3,860,755	10.95%
新竹縣	30,126	1,036,686	-	-	1,066,812	3.03%
新竹市	11,178	598,042	-	-	609,220	1.73%
苗栗縣	9,304	1,046,682	-	-	1,055,986	3.00%
臺中市	71,551	4,507,726	16,463	87,140	4,682,881	13.28%
南投縣	796	951,469	-	-	952,265	2.70%
彰化縣	13,824	1,810,358	-	-	1,824,182	5.17%
雲林縣	4,736	1,251,385	-	-	1,256,121	3.56%
嘉義縣	13,955	906,015	2,138	-	922,108	2.62%
嘉義市	4,805	397,582	-	-	402,387	1.14%
臺南市	40,846	3,054,667	5,588	8,493	3,109,594	8.82%
高雄市	82,805	4,010,147	30,827	125,780	4,249,559	12.05%
屏東縣	7,449	1,393,939	54	-	1,401,442	3.98%
臺東縣	3,089	351,758	13,242	-	368,089	1.04%
花蓮縣	39,533	552,828	5,658	123,134	721,153	2.05%
宜蘭縣	18,120	770,816	-	19,673	808,610	2.29%
澎湖縣	-	100,992	51,165	8,687	160,844	0.46%
金門縣	-	88,352	55,775	15,609	159,736	0.45%
連江縣	-	16,866	6,717	8,773	32,356	0.09%
總計	734,920	33,774,752	258,910	486,797	35,255,379	100.00%
百分比	2.09	95.80%	0.73%	1.38%	100.00%	-

資料來源：本研究整理。

為瞭解近 3 年各地方政府轄管境內運輸系統二氧化碳排放情形，本計畫依據前述方法估算 2010 年及 2011 年各縣市運輸系統二氧化碳排放結果。因本所 2012 年「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究」計畫中已進行估算 2010 年地方政府運輸部門 CO₂ 排放，本次主要配合經濟部更新電力排放當量係數(由原 0.612CO₂e 修正為 0.535CO₂e)以及軌道系統依據臺灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運及高雄捷運實際用電度數比例分配用電度數(原用電比例係以本所「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立」推估)進行相關數據更新。有關 2010 年及 2011 年各縣市運輸系統二氧化碳排放結果，如表 3-24 及 3-25 所示。

表 3-24 2010 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,080	509,541	-	132,876	657,497	1.85%
新北市	82,649	4,413,771	-	51,938	4,548,358	12.80%
臺北市	200,411	2,284,497	62,567	-	2,547,475	7.17%
桃園縣	56,157	3,772,627	-	-	3,828,784	10.77%
新竹縣	27,247	1,019,082	-	-	1,046,328	2.94%
新竹市	8,419	617,523	-	-	625,942	1.76%
苗栗縣	8,224	1,042,703	-	-	1,050,927	2.96%
臺中市	70,947	4,467,762	16,854	139,282	4,694,844	13.21%
南投縣	440	961,716	-	-	962,156	2.71%
彰化縣	13,361	1,774,957	-	-	1,788,317	5.03%
雲林縣	4,591	1,204,676	-	-	1,209,267	3.40%
嘉義縣	13,919	894,227	2,309	-	910,455	2.56%
嘉義市	5,048	394,810	-	-	399,858	1.13%
臺南市	38,606	3,090,989	5,079	12,811	3,147,486	8.86%
高雄市	83,283	4,045,956	26,550	199,184	4,354,974	12.25%
屏東縣	7,402	1,390,270	231	-	1,397,903	3.93%
臺東縣	2,994	361,065	11,775	-	375,834	1.06%
花蓮縣	39,825	563,532	5,772	250,257	859,386	2.42%
宜蘭縣	17,613	749,126	-	49,774	816,513	2.30%
澎湖縣	-	94,484	44,328	12,379	151,191	0.43%
金門縣	-	74,238	49,638	13,331	137,206	0.39%
連江縣	-	16,872	5,772	3,809	26,453	0.07%
總計	696,217	33,744,424	230,873	865,641	35,537,155	100.00%
百分比	1.96%	94.96%	0.65%	2.44%	100.00%	

資料來源：本研究整理。

表 3-25 2011 年我國地方政府運輸部門二氧化碳排放量統計

單位：噸

項目 縣市	鐵路排放量 (噸)	公路排放量 (噸)	航空排放量 (噸)	水路排放量 (噸)	總計	百分比
基隆市	15,114	499,451	-	109,227	623,792	1.73%
新北市	89,136	4,446,222	-	52,216	4,587,575	12.73%
臺北市	217,148	2,281,346	71,896	-	2,570,390	7.13%
桃園縣	58,354	3,854,864	-	-	3,913,218	10.86%
新竹縣	27,524	1,051,242	-	-	1,078,766	2.99%
新竹市	9,726	606,439	-	-	616,165	1.71%
苗栗縣	9,588	1,061,378	-	-	1,070,966	2.97%
臺中市	70,759	4,571,017	17,890	139,633	4,799,299	13.32%
南投縣	510	964,828	-	-	965,338	2.68%
彰化縣	13,743	1,835,777	-	-	1,849,520	5.13%
雲林縣	4,865	1,268,955	-	-	1,273,820	3.53%
嘉義縣	13,988	918,736	2,453	-	935,176	2.59%
嘉義市	4,905	403,164	-	-	408,069	1.13%
臺南市	40,556	3,097,556	5,729	13,307	3,157,149	8.76%
高雄市	83,107	4,066,452	28,687	203,157	4,381,403	12.16%
屏東縣	7,421	1,413,511	120	-	1,421,052	3.94%
臺東縣	2,999	356,697	13,188	-	372,884	1.03%
花蓮縣	38,870	560,590	5,802	215,341	820,603	2.28%
宜蘭縣	18,274	781,639	-	37,461	837,374	2.32%
澎湖縣	-	102,410	50,029	12,621	165,060	0.46%
金門縣	-	89,593	55,072	17,609	162,274	0.45%
連江縣	-	17,103	6,612	5,836	29,551	0.08%
總計	726,588	34,248,970	257,477	806,409	36,039,444	100.00%
百分比	2.02%	95.03%	0.71%	2.24%	100.00%	

資料來源：本研究整理。

第四章 地方政府運輸系統節能減碳措施效益估算方式

本章針對地方政府運輸部門可採行的節能減碳措施，研擬節能減碳估公式並進行實例推估。

4.1 運輸系統節能減碳措施效益推估公式

依據政府間氣候變遷專家小組(IPCC)就地方政府運輸部門之定義，運輸部門之能耗僅包含運具行駛過程中的能源消費，而運輸場站部分則是歸於其他部門下之商業或公共行政類別中，綜觀國內外航空及水路運輸之節能減碳措施均以航站設施及港埠機具為主，其減量效益不能歸屬於運輸部門之內，且航空及水路運輸權責不在地方政府。是以，本手冊僅就地方政府軌道運輸與公路運輸之節能減碳措施部分，構建二氧化碳減量效益推估公式。

4.1.1 軌道運輸節能減碳措施效益推估公式

軌道運輸節能減碳措施之效益，係為使用較低能源密集度運具者(例如小客車)移轉搭乘軌道運輸，以降低私人運具使用排放之效益，其估算方式與參數說明如表 4-1。其中，地方政府鐵路運輸(臺鐵與高鐵)二氧化碳減量效益將依照轄區內所屬的車站進出客運量比例(R_{ik})進行分配，而捷運系統減量效益部分，目前僅臺北都會區大眾捷運系統跨越臺北市及新北市，同樣採用轄區內所屬之捷運車站進出客運量比例(R_{ik})進行分配。其節能減碳估算參數之資料數據來源詳見表 4-2 所示。

本公式可應用於臺鐵捷運化、臺北都會區大眾捷運系統、高雄都會區大眾捷運系統，以及興建中之臺中都會區大眾捷運系統、桃園國際機場聯外捷運系統，亦可應用於其它有關軌道運量提升之相關計畫。

表 4-1 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化公式

$C = A - B$	$C = \text{運量增量(延人公里)}$
1.各縣市節能量(公秉)	$D = \text{運具轉移比例(\%)}$
$= \sum_i \left[\left(\frac{C \times D_i \times S_i}{G_i \times J_i} \right) - C \times U \right] \times R_{ik}, \forall k$	$G = \text{運具乘載率(人/車)}$
2.各縣市 CO ₂ 減量(噸)	$J = \text{運具燃油效率(公里/公秉)}$
$= \sum_i \left[\left(\frac{C \times D_i \times M_i}{G_i \times J_i} \right) - C \times E \times O \right] \times R_{ik}, \forall k$	$M = \text{燃油 CO}_2 \text{ 排放係數(噸/公秉)}$
其中， A 為預測年運量； B 為基準年運量； i = 運具別(包含自小客、機車、公車)； k = 縣市別。	$O = \text{電力 CO}_2 \text{ 排放係數(噸/度)}$
	$E = \text{軌道電力能源密集度(度/延人公里)}$
	$S = \text{燃油油當量轉換係數}$
	$U = \text{軌道能源密集度(公升油當量/延人公里)}$
	$R = \text{各縣市軌道運量百分比(\%)}$

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 4-2 軌道運輸節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
軌道運輸運量增量(C)	高速鐵路局、臺灣鐵路局、台灣高鐵公司
運具轉乘軌道運輸比例(D)	臺北捷運公司、高雄捷運公司
運具乘載率(G)	臺灣鐵路局、台灣高鐵公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司、各縣市政府交通單位
各縣市軌道運量百分比(R)	各縣市政府交通單位
二氧化碳排放係數(M 、 O)	經濟部能源局
燃油油當量轉換係數(S)	
各運具燃油效率(J)	
軌道能源密集度(E 、 U)	高速鐵路局、臺灣鐵路局、台灣高鐵公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司

資料來源：本手冊整理。

4.1.2 公路運輸節能減碳措施效益推估公式

公路運輸節能減碳措施可分為「提升公路運具能源效率」、「降低私人運具使用率」與「路口號誌時制重整」等三部分，茲分別介紹如下：

1. 提升公路運具能源效率

本項措施分別透過「置換為燃油效率高之運具」、「購置替代能源運具」及「推廣大眾運輸系統」等所產生之效益，包含以低污染大客車取代傳統柴油車、鼓勵市區公車汰舊換新等，其估算方式如表 4-3。其估算參數之資料數據來源詳見表 4-4 所示。

表 4-3 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化公式

$\text{當年節能量} = (A - B) \times R_k, \forall k$ $A = \sum_{ij} \left(\frac{a_i \times f_i}{g_i} \right) \times S_j$ $B = \sum_{lj} \left(\frac{a_l \times f_l}{g_l} \right) \times S_j$ $\text{當年 CO}_2 \text{ 減量} = (A - B) \times K_j \times R_k, \forall k$ <p>$i = \text{傳統運具別}, j = \text{燃料別}, k = \text{縣市別}, l = \text{節能運具別}。$</p>	$A = \text{汰換耗能運具減少之油量(公秉)}$
	$B = \text{使用節能運具增加之油量(公秉)}$
	$a = \text{汰舊換新車輛數(輛)}$
	$f = \text{年平均行駛里程(公里)}$
	$g = \text{燃油效率(公里/公秉)}$
	$S = \text{燃油油當量轉換係數}$
	$K_j = \text{二氧化碳排放係數(噸/公秉)}$
	$R_k = \text{新運具在該縣市使用(「營運運量」或「站牌數」或「營運路線長度」)百分比(\%)}$

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 4-4 提升運具能源效率節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
公路運具車輛數(a)	各縣市交通單位、市區(公路)客運業者
各運具年平均行駛里程(f)	
新運具在該縣市使用百分比(R)	<p>各縣市交通單位，若汰舊換新之運具其營運範圍均在單一縣市，則 $R=100\%$。若有跨區行駛，則需估算其在該縣市使用比例。依資料之取得可分為下列三種估算方式：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.營運運量：以節能運具在該縣市營運運量(如人次、延人公里)之佔比作為其節能減碳效益估算比例。 2.站牌數比：若有跨區行駛且無法取得其營運運量，則可考慮以站牌數作為比例估算依據。 3.營運路線長度比：若有跨區行駛且無法取得其營運運量，則可考慮以路線長度作為比例估算依據。
燃油油當量轉換係數(S)	經濟部能源局
公路運具燃油效率(g)	
二氧化碳排放係數(K)	

資料來源：本手冊整理。

2.降低私人運具使用率

本項措施透過「推動路邊停車收費制度」與「路外停車場附近地區道路禁止路邊停車」等加強停車管制措施，可有效降低私人運具使用，進而改搭或轉乘大眾運輸工具，其所產生的節能減碳量之估算公式及相關參數說明如表 4-5 所示。而節能減碳估算參數之資料數據來源詳見表 4-6。

表 4-5 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化公式

$\text{當年節能量} = \sum_i (A_i) - B$ $A = \text{私人運具因轉乘公共運輸後減少之油當量}$ $= \frac{P \times T \times L \times [U \times (1 + H) \times T_i]}{C_i \times G_i}$ $B = \text{公共運輸(公車)增加之油當量}$ $= \frac{P \times T \times L \times U \times (1 + H)}{E \times G_i}$ $\text{當年 CO}_2 \text{ 減量} = \sum_{ij} (A_i \times K_j - B \times K_j)$ $i \text{ 為運具別, } j \text{ 為燃料別}$	P = 各縣市人口數
	T = 年平均旅次產生率
	L = 平均旅次長度
	U = 原公共運輸使用率
	H = 公共運輸使用率提高百分比
	T_i = 運具轉移比例
	C_i = 運具平均搭載人數
	D_i = 運具平均行駛里程
	G_i = 運具燃油效率
	E = 公車平均搭載人數
	K_j = 單位燃料 CO ₂ 排放係數

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，交通部運輸研究所，99 年 12 月。

表 4-6 加強停車管制節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
各行政區域人口數(P)	各縣市政府主計處
年平均旅次產生率(T)	各縣市政府交通單位
平均旅次長度(L)	
公共運輸使用率(U)	
公共運輸使用率提高百分比(H)	
各運具轉移比例(T)	各縣市政府交通單位、市區(公路)客運業者
各運具平均搭乘率(C)	
各運具平均行駛里程(D)	
各運具燃油效率(G)	經濟部能源局
二氧化碳排放係數(K)	

資料來源：本手冊整理。

3.路口號誌時制重整

都市路口推動號誌時制重整係因應都市交通環境隨都市成長而趨向複雜，以及國內各縣市透過交通部「智慧交控系統」補助計畫，紛紛建立標準化交通控制系統，除透過事前交通量與現況績效調查，產生最佳化之路口群組劃分，以及號誌時制的時段型態與時制計畫之設計，並於路口號制控制器安裝交通控制系統，最後透過事後績效調查，以評估號誌時制重整的整體量化績效。而號誌時制重整節能減碳效益將藉由「年總路口停等延滯節省時間」，據此推估「年總油耗減省量」與「二氧化碳減排量」，其估算方式如表 4-7。

表 4-7 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化公式

$\text{節能量} = \sum_{ij} \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk}, \forall k$ $\text{減碳量} = \sum_{ij} \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk} \times K, \forall k$ <p>其中，i 為號誌化路口數，j 為尖離峰時段($j=1$ 表示上午尖峰，$j=2$ 為下午尖峰，$j=3$ 為假日尖峰，$j=4$ 為離峰時段)，k 為都市化程度($k=1$ 表示一般都市地區，$k=2$ 表示高都市化地區)。</p>	Q =尖離峰時段通過路口車流量(PCU)
	T =路口停等延滯減少時間(秒/PCU)
	I =小汽車怠速耗油率(公秉/小時)，其值為 1.54。
	F =尖離峰時段放大係數
	K =車用汽油二氧化碳排放係數(噸/公秉)，其值為 2.263。

資料來源：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃(初稿)，交通部運輸研究所，100 年 12 月。

在資料調查部分，尖離峰時段通過路口車流量(Q)採用號誌時制重整前的路口流量調查，除了可分車種進行流量與延滯時間調查，亦可乘上小客車當量(Passenger Car Equivalent, PCE)換算為小汽車當量數(Passenger Car Unit, PCU)作為路口流量計算單位，據以計算各時段路口交通績效值，但小客車當量數(PCU)係依據各車種對車流的影響相當於幾輛小客車而進行換算，與能源消耗及二氧化碳排放無關，亦即若以小客車當量數(PCU)為單位恐難精確地估算路口號誌時制重整之節能減碳效益，然路口流量調查之結果多以小客車當量數為單位，資料取得上較為便利，是以，地方政府可依路口流量資料取得的詳細程度，依各車種

或是小客車當量數作為節能減碳估算之單位。其中，小客車當量(PCE)值請參閱本所 100 年 10 月出版之「2011 年臺灣公路容量手冊」。

而尖離峰時段放大係數(F)部分，則是依據本所「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」計畫研究結果，依據一般日、假日尖離峰時數，忽略深夜、凌晨時段(22 時至 6 時)，且分為一般都市地區與高都市化地區，其中，高都市化地區($k=3$)包含臺北市與新北市；中度都市化地區($k=2$)包含臺中市、臺南市、高雄市、基隆市、新竹市、嘉義市、桃園縣、彰化市等 8 個縣市，其餘縣市則為一般都市地區($k=1$)。相關估算參數之資料數據來源詳見表 4-8 所示。

表 4-8 路口號誌時制重整節能及二氧化碳減量量化參數說明

量化參數	數據資料來源
尖離峰時段通過路口車流量(Q)	各縣市政府交通單位
路口停等延滯減少時間(ΔT)	
小汽車怠速耗油率(I)	交通部運輸研究所計畫
尖離峰時段放大係數(F)	
二氧化碳排放係數(K)	經濟部能源局

資料來源：本手冊整理。

路段部分則由路段平均行駛速率之油耗與 CO₂ 排放係數，計算號誌重整事前及事後之排放量差異，即可得出路段號誌重整之節能減碳效益。

在計算路段所有車流總旅行時間上，必須依據路口交通轉向量估算各路口間的流量以便計算鄰近路口間的车流總旅行時間，且平均行駛速率需將路段旅行時間扣除路口停等時間。茲以圖 4-1 說明，往西方向路口 1、2 間的平均流量為 $(V_{1,in,w}+V_{2,out,w})/2$ ，其中 in 代表流入路口、out 代表流出路口、w 代表西向車流，幹道往西方向平均流量及平均行駛速率計算公式如下：

$$V_{ave,w}=[L_1*(V_{1,in,w}+V_{2,out,w})+L_2*(V_{2,in,w}+V_{3,out,w})+...+L_{n-1}*(V_{n-1,in,w}+V_{n,out,w})]/[2(L_1+L_2+...+L_n)]$$

$$S_w=(L_1+L_2+...+L_{n-1})/(T_w-D_{1,w}-D_{2,w}-...-D_{n,w})$$

其中 L_1 =路口 1 與路口 2 間之距離；

$V_{1,in,w}$ =往西方向幹道於路口 1 之流入流量；

$V_{ave,w}$ =往西方向之幹道平均流量；

T_w =幹道往西方向之平均旅行時間；

S_w =幹道往西方向之平均行駛速率

油耗及 CO_2 排放量計算公式如下：

$$FC_w = V_{ave,w} * (T_w - D_{1,w} - D_{2,w} - \dots - D_{n,w}) * FR_s + (D_{1,w} * V_{1,in,w} + D_{2,w} * V_{2,in,w} + \dots + D_{n,w} * V_{n,in,w}) * FR_0$$

$$CC_w = FC_w * CR$$

其中 FC_w =往西方向幹道總油耗；

FR_0 =怠速之小客車油耗率；

FR_s =速率 S 下之小客車油耗率；

CC_w =往西方向幹道總 CO_2 排放量；

CR = CO_2 排放率

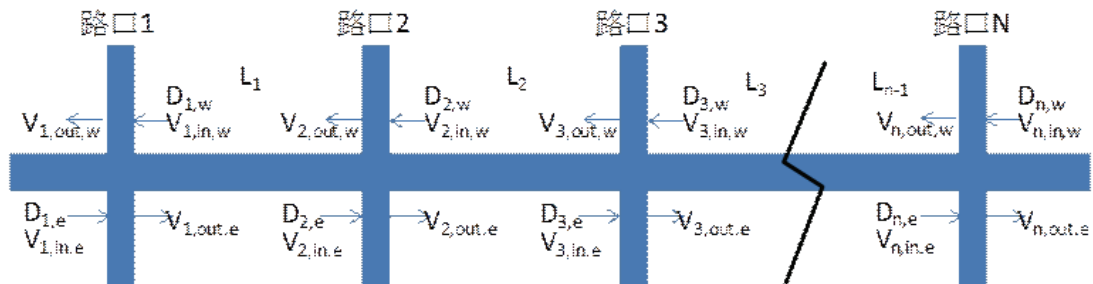


圖 4-1 路口流量、延滯示意圖

前述分析工具目前已整合在本所發建置之「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，網址為 <http://greentransport2.xcom.tw/news/index.php>。該平台功能主要分為資料庫、知識庫及模式庫，本評估工具將整合納入模式庫之 ITS 節能減碳與成本效益評估模組中，如圖 3.3-2。



圖 4-2 路口號誌時制重整分析與「溫室氣體排放整合資訊平台」整合頁面

4.2 運輸系統節能減碳措施效益推估範例

為具體呈現地方政府運輸部門推動節能減碳效益估算之作業流程，本手冊於軌道運輸節能減碳措施以大臺北地區之公路運具轉乘臺北捷運為範例進行推估，公路運輸節能減碳措施則以大臺北地區公車汰舊換新，以及路口號誌時制重整為範例進行推估。

4.2.1 臺北捷運節能減碳效益估算

自 99 年 11 月 3 日臺北捷運蘆洲線完工通車後，捷運信義線亦於 102 年 11 月 24 日完工通車，大臺北地區捷運初期路網也宣告正式完成。本手冊調整表 4-1 軌道運輸節能減碳量化公式，據以建置臺北捷運節能減碳效益估算公式，如式(4-1)與(4-2)所示。相關參數值詳見表 4-9。

$$\text{淨節能量} = \sum_{i=c,b,m} \left(\frac{C \times D_i \times S_i}{G_i \times J_i \times 10^3} \right) - \frac{C \times U}{10^3} \quad (4-1)$$

$$\text{淨減碳量} = \sum_{i=c,b,m} \left(\frac{C \times D_i \times M_i}{G_i \times J_i \times 10^4} \right) - \frac{C \times E \times O}{10^4} \quad (4-2)$$

本手冊以捷運信義線通車前後，估算大臺北地區的小客車、公車與機車轉乘臺北捷運之節能減碳量，以及捷運運量增加之耗能量與排放量，最後，計算淨節能減碳量。茲分別計算如后：

表 4-9 臺北捷運節能減碳估算參數表

參數名稱	參數單位	數值	資料來源
目標年運量(A)	延人公里	5,232,348,823	交通部統計處
基準年運量(B)		4,607,794,447	
小客車移轉比例(D_c)	%	21	臺北市政府捷運工程局
公車移轉比例(D_b)		16	
機車移轉比例(D_m)		22	
小客車乘載率(G_c)	人/車	1.74	交通部統計處
公車乘載率(G_b)		25.38	
機車乘載率(G_m)		1.33	
小客車燃油效率(J_c)	公里/公秉	9,840	交通部運輸研究所
公車燃油效率(J_b)		2,810	
機車燃油效率(J_m)		27,680	
汽油 CO ₂ 排放係數(M_1)	噸/公秉	2.263	經濟部能源局
柴油 CO ₂ 排放係數(M_2)		2.606	
電力 CO ₂ 排放係數(O)	噸/度	6.12×10^{-4}	
捷運能源密集度(E)	度/延人公里	0.054	交通部運輸研究所
捷運能源密集度(U)	公秉油當量/延人公里	1.2×10^{-5}	
汽油油當量轉換係數(S_1)	—	0.87	經濟部能源局
柴油油當量轉換係數(S_2)	—	0.98	

資料來源：本手冊整理。

1. 小客車轉乘臺北捷運節能減碳量推估

依據式(4-1)、(4-2)擷取小客車轉乘捷運系統之節能減碳推估公式，如式(4-3)、(4-4)所示。2012 年大臺北地區小客車轉乘臺北捷運之節能減碳量估算如表 4-10 所示。

$$\text{小客車節能量} = \left(\frac{C \times D_c \times S_1}{G_c \times J_c \times 10^3} \right) \quad (4-3)$$

$$\text{小客車減碳量} = \left(\frac{C \times D_c \times M_1}{G_c \times J_c \times 10^4} \right) \quad (4-4)$$

表 4-10 2012 年小客車轉乘臺北捷運節能減碳量

項目	單位	節能	減碳
運量增量(C)	延人公里	624,554,376	624,554,376
轉乘比例(D)	%	21	21
乘載率(G)	人/車	1.74	1.74
燃油效率(J)	公里/公秉	9,840	9,840
汽油油當量轉換係數(S)	—	0.87	—
汽油二氧化碳排放係數(M)	噸/公秉	—	2.263
推估值		6.664 (千公秉油當量)	1.734 (萬公噸)

資料來源：本手冊推估。

2. 公車轉乘臺北捷運節能減碳量推估

依據式(4-1)、(4-2)擷取公車轉乘捷運系統之節能減碳推估公式，如式(4-5)、(4-6)所示。2012 年大臺北地區公車轉乘臺北捷運之節能減碳量估算如表 4-11 所示。

$$\text{公車節能量} = \left(\frac{C \times D_b \times S_2}{G_b \times J_b \times 10^3} \right) \quad (4-5)$$

$$\text{公車減碳量} = \left(\frac{C \times D_b \times M_2}{G_b \times J_b \times 10^4} \right) \quad (4-6)$$

表 4-11 2012 年公車轉乘臺北捷運節能減碳量

項目	單位	節能	減碳
運量增量(C)	延人公里	624,554,376	624,554,376
轉乘比例(D)	%	16	16
乘載率(G)	人/車	25.38	25.38
燃油效率(J)	公里/公秉	2,810	2,810
柴油油當量轉換係數(S)	—	0.98	—
柴油二氧化碳排放係數(M)	噸/公秉	—	2.606
推估值		1.373 (千公秉油當量)	0.365 (萬公噸)

資料來源：本手冊推估。

3.機車轉乘臺北捷運節能減碳量推估

依據式(4-1)、(4-2)擷取機車轉乘捷運系統之節能減碳推估公式，如式(4-7)、(4-8)所示。2012 年大臺北地區機車轉乘臺北捷運之節能減碳量估算如表 4-12 所示。

$$\text{機車節能量} = \left(\frac{C \times D_m \times S_1}{G_m \times J_m \times 10^3} \right) \quad (4-7)$$

$$\text{機車減碳量} = \left(\frac{C \times D_m \times M_1}{G_m \times J_m \times 10^4} \right) \quad (4-8)$$

表 4-12 2012 年機車轉乘臺北捷運節能減碳量

項目	單位	節能	減碳
運量增量(C)	延人公里	624,554,376	624,554,376
轉乘比例(D)	%	22	22
乘載率(G)	人/車	1.33	1.33
燃油效率(J)	公里/公秉	27,680	27,680
汽油油當量轉換係數(S)	—	0.87	—
汽油二氧化碳排放係數(M)	噸/公秉	—	2.263
推估值		3.247 (千公秉油當量)	0.845 (萬公噸)

資料來源：本手冊推估。

4.轉乘臺北捷運增加用電耗能量與排放量推估

依據式(4-1)、(4-2)擷取因公路運輸轉乘大眾捷運系統，致使捷運運量上升所增加之能源消耗量與二氧化碳排放量之推估公式，如式(4-9)、(4-10)所示。2012 年大臺北地區轉乘臺北捷運增加耗能量與排放量估算如表 4-13 所示。

$$\text{捷運增加耗能量} = \frac{C \times U}{10^3} \quad (4-9)$$

$$\text{捷運增加排放量} = \frac{C \times E \times O}{10^4} \quad (4-10)$$

表 4-13 2012 年轉乘臺北捷運增加耗能量與排放量

項目	運量增量(C) 延人公里	捷運能源密集度		二氧化碳排放係數(O) 噸/度	推估值
		(U) 公秉油當量/延人公里	(E) 度/延人公里		
耗能	624,554,376	1.2×10 ⁻⁵	—	—	7.494 (千公秉油當量)
排放	624,554,376	—	0.054	5.3×10 ⁻⁴	1.787 (萬公噸)

資料來源：本手冊推估。

5.臺北捷運節能減碳量推估

加總各公路運具轉乘臺北捷運節能減碳量推估值(表 4-10~12)扣除臺北捷運增加耗能量與排放量(表 4-13)，即為大臺北地區捷運系統 2012 年之節能減碳量，如表 4-14 所示。

表 4-14 臺北捷運 2012 年節能量與二氧化碳減量推估結果

項目	節能量 (千公秉油當量)	項目	減碳量 (萬公噸)
小客車節能量	6.664	小客車減碳量	1.734
公車節能量	1.373	公車減碳量	0.365
機車節能量	3.247	機車減碳量	0.845
捷運增加用電耗能量	7.494	捷運增加用電排放量	1.787
淨節能量	3.790	淨減碳量	1.157

資料來源：本手冊推估。

4.2.2 公車汰舊換新節能減碳效益估算

本手冊調整表 4-3 公路運輸節能減碳量化公式，據以建置都會區公車汰舊換新節能減碳效益估算公式，如式(4-11)與(4-12)所示。

$$\text{公車汰舊換新節能量} = \sum_{ij} a_i \times r_i \times Q_j \times S_j \quad (4-11)$$

$$\text{公車汰舊換新減碳量} = \sum_{ij} \frac{a_i \times r_i \times Q_j \times M_j}{10^4} \quad (4-12)$$

其中， a_i 為全臺客運業累計前 5 年汰換的車輛數， r_i 為新車(i)較舊車之能源效率提高百分比， Q_j 為客運車輛年平均用油量， S_j 為燃油(j)油當量轉換係數， M_j 為燃油(j)二氧化碳排放係數， i 為汰舊換新的車種，可涵蓋替代能源車輛、低碳運具等， j 為汰舊車輛使用燃料種類，包含汽油、柴油等。本手冊以 2012 年全臺汰換市區客運及公路客運全新與 5 年新的車輛數，據以計算公路客運汰舊換新節能減碳量，相關參數值設定詳見表 4-15，估算結果如表 4-16 所示。

表 4-15 公路運輸汰舊換新節能減碳估算參數表

參數名稱	參數單位	數值	資料來源
累計前 5 年汰舊車輛數(a)	輛	1,621	交通部公路總局
新車較舊車能源效率提高百分比(r)	%	13.59	
客運車輛年平均用油量(Q)	公秉/輛	37.171	
柴油油當量轉換係數(S_2)	—	0.98	經濟部能源局
柴油二氧化碳排放係數(M_2)	噸/公秉	2.606	

表 4-16 公路運輸汰舊換新節能減碳量推估結果

項目	累計前 5 年汰舊車輛數(輛)	新車較舊車能源效率提高百分比(%)	客運車輛年平均用油量(公秉/輛)	柴油油當量轉換係數	柴油二氧化碳排放係數(公秉/噸)	推估值
節能	1,621	13.59	37.171	0.98	—	8,038 (公秉油當量)
減碳	1,621	13.59	37.171	—	2.606	2.1339 (萬公噸)

資料來源：本手冊推估。

4.2.3 路口號誌時制重整節能減碳效益估算

本手冊依據表 4-7 路口號誌時制重整節能減碳量化公式，據以估算臺北都會區路口號誌時制重整節能減碳效益，如式(4-13)與(4-14)所示。

$$\text{路口號誌時制重整節能量} = \sum_i \sum_{j=1}^4 \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk}, k=2 \quad (4-13)$$

$$\text{路口號誌時制重整減碳量} = \sum_i \sum_{j=1}^4 \frac{(Q_{ij} \times \Delta T_{ij})}{3600} \times \frac{I}{10^3} \times F_{jk} \times K, k=2 \quad (4-14)$$

其中，尖離峰時段通過路口車流量(Q)採用號誌時制重整前的路口流量調查，除了可分車種進行流量與延滯時間調查，亦可乘上小客車當量(PCE)換算為小汽車當量數(PCU)作為路口流量計算單位，據以計算各時段路口交通績效值，相關當量值設定詳見表 4-17。

表 4-17 一般區段各車種之小客車當量值

車種 地型	小型車	大客車	大貨車	聯結車	機車	
					混合車道	慢車道
平原區	1.0	2	2	3	0.5	0.5
丘陵區	1.0	3	3	5	0.5	0.5
山嶺區	1.5	5	5	7	1.0	1.0

資料來源：2011 年臺灣公路容量手冊，交通部運輸研究所，100 年 10 月。

而尖離峰時段放大係數(F)部分，由於交通改善計畫(如號誌時制重整、動態號誌控制)通常僅施做平日尖離峰時段之績效調查或軟體模擬，需要統一的放大係數將尖離峰績效值放大到整年，故以代表性尖峰與離峰小時績效值乘上平日與假日個別的尖峰與離峰小時數量，再乘上全年的平日與假日天數得之，其中尖離峰小時數量依據都市化程度不同而區分為兩大類—一般都市地區與高都市化地區，以及依照流量調查實施方式的差異，進而細分為三項—係數 A~C 與 D~F，且離峰小時均忽略深夜清晨時段(22-6 時)，一年之假日為 110 天、平日為 255 天，據以推估放大係數，相關數值詳見表 4-18 所示。

表 4-18 尖離峰時段放大係數

地區別	時段別 係數別	平日 上午 尖峰	平日 下午 尖峰	假日 尖峰	離峰	備註
一般都市地區 ¹	係數 A	510	510	220	4,600	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者。
	係數 B	510	510	440	4,380	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者。
	係數 C	510	510	—	4,820	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者。
高都市化地區 ²	係數 D	765	765	330	3,980	實施平日上、下午尖峰及假日尖峰(一次)調查或模擬者。
	係數 E	765	765	660	3,650	實施平、假日上、下午尖峰調查或模擬者。
	係數 F	765	765	—	4,310	實施平日上、下午尖峰調查或模擬者。

註 1：一般都市係指臺北市、新北市以外的縣市。

註 2：高都市化地區係指臺北市及新北市。

資料來源：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃，交通部運輸研究所，100 年 12 月。

本手冊引用本所「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」研究數據，據此估算路口號誌時制重整之節能減碳效益，相關參數值設定詳見表 4-19，路口交通績效值計算結果如表 4-20 所示，節能減碳效益估算結果如表 4-21 所示。

表 4-19 路口號誌時制重整節能減碳估算參數表

參數名稱	參數單位	數值	資料來源
尖離峰時段通過路口車流量(Q)	小汽車當量數(PCU)	調查值	各縣市政府交通單位
路口停等延滯減少時間(ΔT)	秒/PCU		
小汽車怠速耗油率(I)	公升/小時	1.54	運輸研究所,「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃」
上午尖峰時段放大係數($F12$)	—	765	
下午尖峰時段放大係數($F22$)		765	
假日尖峰時段放大係數($F32$)		330	
離峰時段放大係數($F42$)		3,980	
二氧化碳排放係數(K)	噸/公秉	2.263	經濟部能源局

資料來源：本手冊整理。

表 4-20 路口交通績效值計算

		路口 1	路口 2	績效值加總 (小汽車當量-秒)
平日上午尖峰小時	路口流量(PCU)	5,000	4,000	30,670
	事前停等延滯(秒)	32.05	25.98	
	事後停等延滯(秒)	28.42	22.85	
平日下午尖峰小時	路口流量(PCU)	4,800	3,700	32,311
	事前停等延滯(秒)	29.55	26.85	
	事後停等延滯(秒)	24.26	24.98	
離峰小時	路口流量(PCU)	3,500	2,500	28,940
	事前停等延滯(秒)	19.49	21.25	
	事後停等延滯(秒)	15.20	15.68	
假日尖峰小時	路口流量(PCU)	4,400	3,500	57,213
	事前停等延滯(秒)	32.55	29.25	
	事後停等延滯(秒)	25.68	21.54	

資料來源：智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃(初稿)，交通部運輸研究所，100 年 12 月。

表 4-21 路口號誌時制重整節能減碳量推估結果

交通績效值(PCU-秒)		小汽車怠速油耗率 (公升/小時)	二氧化碳 排放係數 (噸/公秉)	放大係數	節能量	減碳量
平日上午尖峰時段	30,670	1.54	2.263	765	10.04	22.71
平日下午尖峰時段	32,311	1.54	2.263	765	10.57	23.93
離峰時段	28,940	1.54	2.263	330	49.27	111.50
假日尖峰時段	57,213	1.54	2.263	3,980	8.08	18.28
總計					77.96 (公秉油當量)	176.42 (公噸)

資料來源：本手冊推估。

參考文獻

- 1.交通部運輸研究所，智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃(初稿)，100 年 12 月。
- 2.經濟部能源局，我國燃料燃燒 CO₂ 排放統計與分析，民國 100 年 6 月。
- 3.行政院環境保護署，縣市層級溫室氣體盤查計算指引，民國 100 年 7 月。
- 4.交通部運輸研究所，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立，民國 99 年 12 月。
- 5.行政院環境保護署，溫室氣體查驗指引，民國 99 年 12 月。
6. ICLEI, “International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol IEAP)” Version 1.0, October 2009.
- 7.行政院環境保護署，溫室氣體專用名詞手冊，民國 99 年 7 月。
- 8.行政院環境保護署，溫室氣體盤查與登錄指引，民國 98 年 12 月。
- 9.經濟部標準檢驗局，國內溫室氣體盤查驗證現況報告，民國 95 年 11 月。

附錄 4 簡報資料

地方政府運輸系統CO₂排放暨 節能減碳估算作業手冊之編定

簡報

報告單位：運輸研究所 綜合技術組
日期：103年9月

大綱

- 一、前言
- 二、運輸部門能耗與CO₂排放
- 三、縣市政府運輸系統能耗與CO₂排放
 - (一)縣市軌道系統CO₂排放推估
 - (二)縣市公路系統CO₂排放推估
 - (三)縣市航空系統CO₂排放推估
 - (四)縣市水運系統CO₂排放推估
- 四、結論與建議



緣起

■我國CO₂排放量管制目標

於2020年回到2005年排放量
於2025年回到2000年排放量

■部門CO₂排放量管制目標

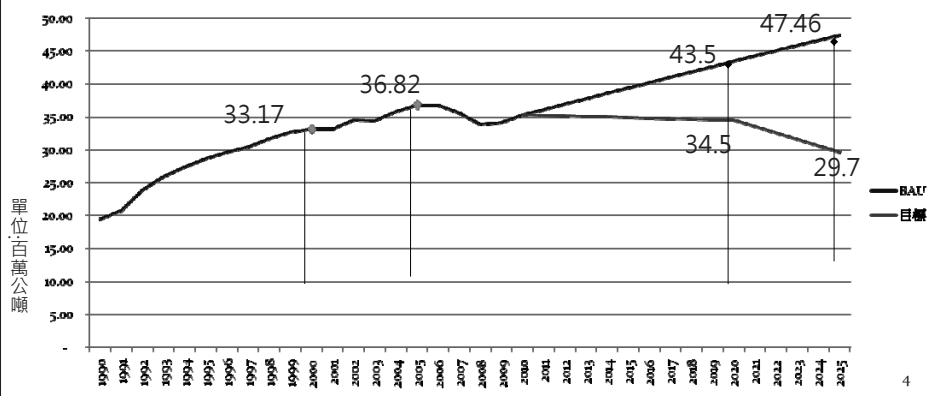
單位：百萬公噸

部門別	2000年	2005年	2010年	2020年	2025年
能源	18.4	22.0	26.3	20.6	17.6
工業	105.4	120.7	123.0	125.3	107.3
住宅	28.0	33.6	32.8	33.2	28.4
服務業	26.7	34.3	34.5	34.8	29.7
運輸	33.2	36.8	35.3	34.5	29.7
農業	3.8	4.3	2.6	3.3	2.8
合計	215.5	251.7	254.5	251.7	215.5

我國運輸部門減量目標

CO₂百萬公噸

	2000	2005	2010	2020	2025
BAU	33.17	36.82	35.32	43.50	47.46
排放目標	—	—	—	34.50	29.70
減量目標				9.00	17.76



緣起

• 溫室氣體減量法（草案）

中央主管
機關

- 擬訂減量方案
- 建立排放量核配額及交易制度

目的事業
主管機關

- 訂定減量目標及行動計畫
- 核配排放量至所屬事業

地方政府

- 執行減量計畫
- 對事業檢查、裁罰之做為

5

緣起

■ 以客運排放量為例

$$\text{都會} : \text{城際} = 7 : 3$$

■ 本次會議目的

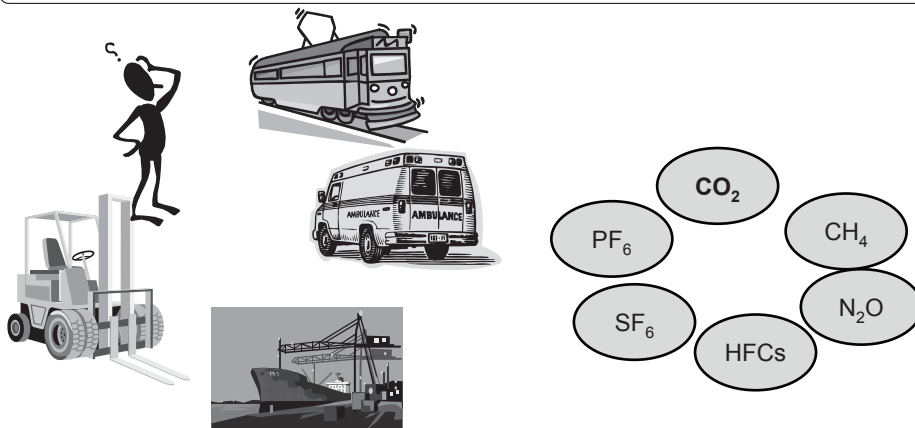
- ✓ 協助地方政府瞭解轄區運輸系統CO₂排放狀況
- ✓ 做為後續地方協商減量責任之參據

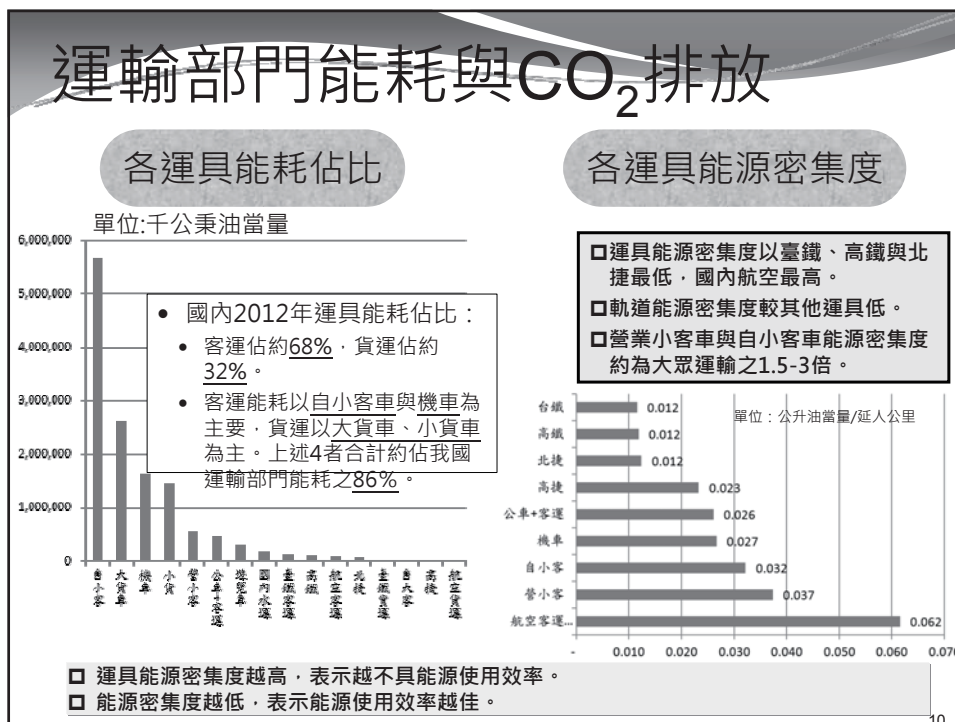
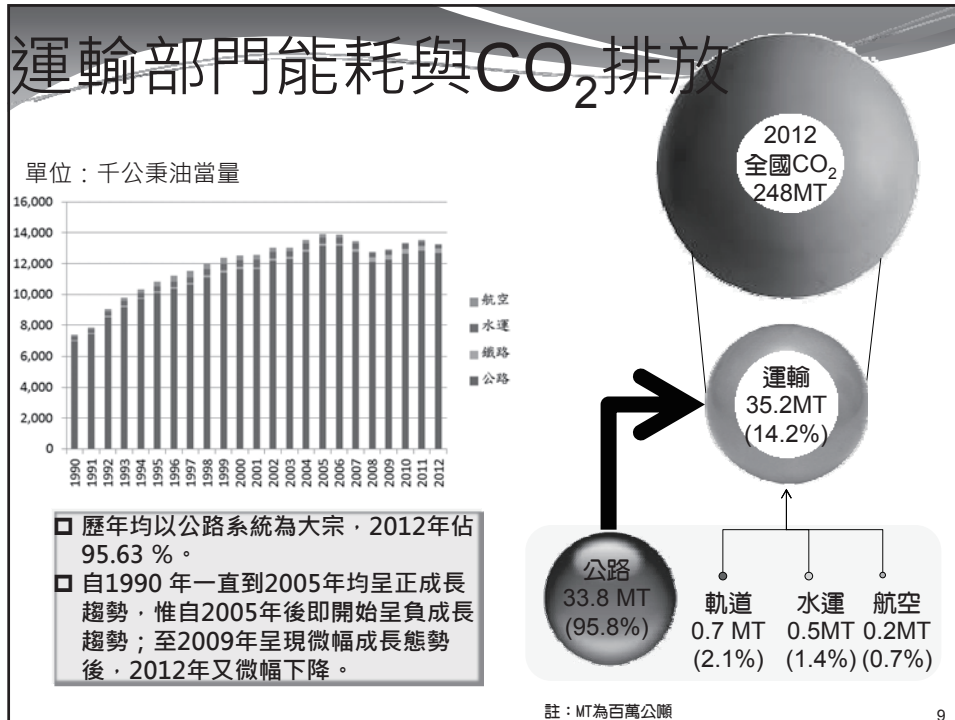
6

運輸部門能耗與CO₂排放

運輸部門能耗與CO₂排放

- 範疇：運輸使用之能源消耗與其燃料燃燒所排放之CO₂





運輸部門能耗與CO₂排放

- 能源平衡表：全國能源、工業、運輸、農業、服務、住宅等部門能源使用情形

經濟部能源局
Bureau of Energy
Ministry of Economic Affairs

網站地圖 · 回首頁 · 繁體中文 · 能源業務 · ENGLISH · PDA · 意見信箱 · 常見問答 · 便民服務 · 部定站 · 徵求字跡 · 中文字體 · 0

認識能源局 | 新聞與公告 | 政策與措施 | 宣導推廣 | 車庫(報)業務 | 常見問答

再生能源

目前位置：首頁>出版品>統計刊物>能源平衡表

影音專區

公開資訊

- 出版品
- 能源法規
- 政府資訊公開
- 國際事務

能源平衡表

壹、原始單位 | 貳、熱值單位 | 參、油當量單位 | 肆、能源產品單位熱值表 | 伍、能源平衡表圖表說明

檔案下載(原檔檔)

2012-05-31更新

壹、原始單位		TOP
國 71年(1982)	國 72年(1983)	
國 73年(1984)	國 74年(1985)	
國 75年(1986)	國 76年(1987)	
國 77年(1988)	國 78年(1989)	
國 79年(1990)	國 80年(1991)	

能源平衡表-原始單位

項 目	液化石油氣 (公秉)	車用汽油 (公秉)	航空燃油- 煤油型 (公秉)	柴油 (公秉)	燃料油 (公秉)	電力-發電廠 (千度)
運輸部門	126,296	9,728,626	108,111	4,598,858	63,830	1,228,559
國內航空	-	-	108,111	-	-	-
公路	126,296	9,728,626	-	4,456,109	-	-
鐵路	-	-	-	32,150	-	1,228,559
國內水運	-	-	-	110,599	63,830	-

運輸部門能耗與CO₂排放估算

■ 能源平衡表(原始單位) X CO₂排放係數 = CO₂排放量

溫室氣體排放係數管理表

能源別	液化石油氣	車用汽油	航空燃油	柴油	燃料油	電力合計
CO ₂ 排放係數	1.753	2.263	2.395	2.606	3.111	0.530
單位	KgCO ₂ /L					KgCO ₂ /度

單位：公噸

項目	液化石油氣	車用汽油	航空燃油	柴油	燃料油	電力	合計
國內航空	-	-	258,910	-	-	-	258,910
公 路	221,382	21,940,609	-	11,612,762	-	-	33,774,752
鐵 路	-	-	-	83,784	-	651,136	734,920
國內水運				288,225	198,573		486,797

13

縣市運輸系統CO₂排放估算

(一)縣市軌道系統CO₂排放推估

(二)縣市公路系統CO₂排放推估

(三)縣市航空系統CO₂排放推估

(四)縣市水運系統CO₂排放推估

縣市運輸系統CO₂排放估算方法

- 依據ICLEI-國際地方政府溫室氣體排放分析議定書
環保署-縣市層級溫室氣體盤查計算指引
- 原理：依各縣市使用量相關資料之比例，分配至各縣市



15

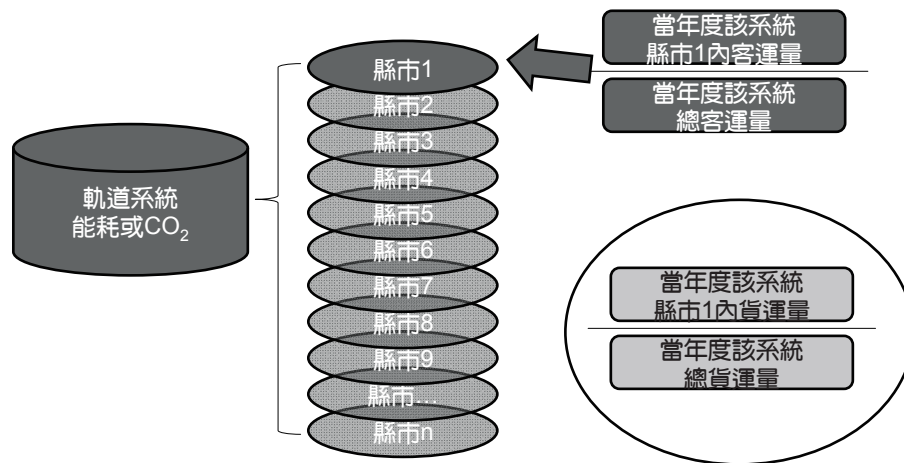
縣市軌道系統CO₂排放推估

- 包含：臺灣鐵路、高速鐵路、臺北捷運系統及高雄捷運系統
- 分配依據
 - 高鐵、捷運：轄區內所在之車站進出客運量之比例。
 - 臺鐵：
 - 客運：轄區內鐵路車站進出客運量占總客運量之比例。
 - 貨運：轄區內鐵路車站裝載貨運量占總貨運量之比例。
 - 客運與貨運：以客、貨運車輛行駛里程比例加權

客運行駛里程：貨運行駛里程 = 85%: 15%

16

縣市軌道系統CO₂排放推估



17

軌道運輸統計資料下載

台鐵客貨運

■ <http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886>
 ■ 交通部臺灣鐵路管理局首頁→資訊公開專區→臺鐵統計資訊
 →統計資料(○○年報)→營運→各站客貨運起迄量

高鐵客運

■ <http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>
 ■ 交通部統計查詢網→更多資料查詢→鐵路/高鐵/客運量→高速
 鐵路各站旅客人數(查詢『年』資料)

台北捷運

■ <http://www.dot.taipei.gov.tw/lp.asp?ctNode=26475&CtUnit=14615&BaseDSD=7&mp=117001>
 ■ 臺北市政府交通局→業務資訊→統計資訊→交通統計年報→大眾運輸/臺北捷運各站旅運量

18

軌道系統CO₂排放---台中市

單位：公噸

臺灣鐵路			高速鐵路		
載運量(A)	客運量(人)	39,665,191	載運量(A)	客運量(人)	16,348,718
	貨運量(噸)	1,007,898			
總載運量(B)	客運量(人)	436,964,098	總載運量(B)	客運量(人)	89,051,508
	貨運量(噸)	21,608,432			
載運比(A÷B=C)	客運量(%)	9.08	載運比(A÷B=C)	客運量(%)	18.36
	貨運量(%)	4.66			
列車行駛里程比例(D)	客運量(%)	85	高速鐵路總排放量(噸)(D)		
	貨運量(%)	15			
臺灣鐵路總排放量(噸)(E)		334,374			
縣市臺灣鐵路排放量(噸)(C×D=E)		28,144	縣市高速鐵路排放量(噸)(C×D=E)		
軌道運輸總排放量(噸)			71,551		

19

縣市軌道系統CO₂排放

單位：公噸

縣市別	臺灣鐵路 排放量	高速鐵路 排放量	捷運 排放量	總 計
基隆市	15,231	-	-	15,231
新北市	39,233	15,547	37,903	92,683
臺北市	43,826	67,149	104,647	215,622
桃園縣	38,657	20,610	-	59,267
新竹縣	7,774	22,352	-	30,126
新竹市	11,178	-	-	11,178
苗栗縣	9,304	-	-	9,304
臺中市	28,144	43,407	-	71,551
南投縣	796	-	-	796
彰化縣	13,824	-	-	13,824
雲林縣	4,736	-	-	4,736
嘉義縣	2,359	11,596	-	13,955
嘉義市	4,805	-	-	4,805
臺南市	24,496	16,350	-	40,846
高雄市	21,820	39,428	21,558	82,805
屏東縣	7,449	-	-	7,449
臺東縣	3,089	-	-	3,089
花蓮縣	39,533	-	-	39,533
宜蘭縣	18,120	-	-	18,120
總 和	334,374	236,438	164,108	734,920

20

縣市公路系統CO₂排放推估

- 分配依據：以各縣市汽車加油站汽油與柴油銷售量作為分配權重。

http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wfrmStatistics.aspx?type=2&menu_id=1300

路徑：經濟部能源局網站→「政府資訊公開」→「施政計畫、業務統計、研究報告」→「石油與瓦斯」→「業務統計」→各縣市汽車加油站汽油柴油銷售統計表。



人口?

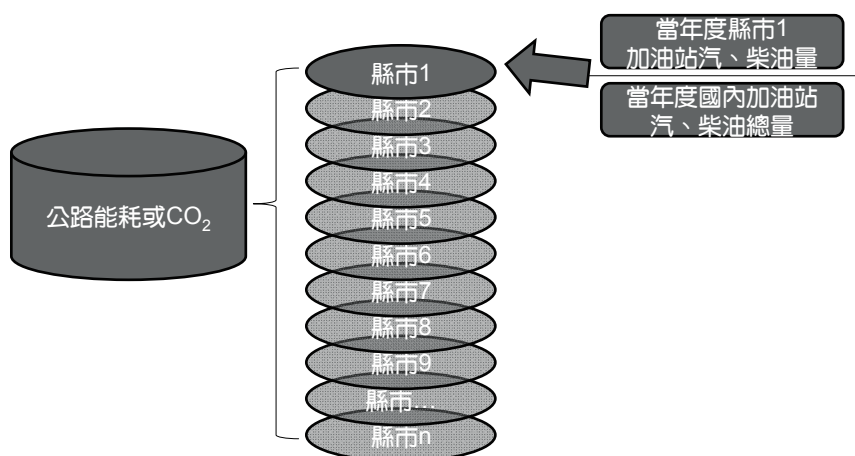
道路長度?

車輛數?

交通量?

21

縣市公路系統CO₂排放推估



22

頁次 23

縣市公路系統CO₂排放推估---新北市

縣市別	燃料銷售量(公秉) A	油當量轉換係數	原油銷售量(公秉)	全臺總銷售量(公秉) D	銷售百分比(%)	公路運輸總排放量(噸) F	公路運輸各縣市排放量(噸)
		B					
新北市	汽:1,399,675	0.8667	1,601,827	12,338,772	12.98	33,774,752	4,384,659
	柴:416,510	0.9333					

23

縣市公路系統CO₂排放

單位：公噸

項目	二氧化碳排放量(噸)	百分比
基隆市	492,536	1.46%
新北市	4,384,659	12.98%
臺北市	2,249,758	6.66%
桃園縣	3,801,489	11.26%
新竹縣	1,036,686	3.07%
新竹市	598,042	1.77%
苗栗縣	1,046,682	3.10%
臺中市	4,507,726	13.35%
南投縣	951,469	2.82%
彰化縣	1,810,358	5.36%
雲林縣	1,251,385	3.71%
嘉義縣	906,015	2.68%
嘉義市	397,582	1.18%
臺南市	3,054,667	9.04%
高雄市	4,010,147	11.87%
屏東縣	1,393,939	4.13%
臺東縣	351,758	1.04%
花蓮縣	552,828	1.64%
宜蘭縣	770,816	2.28%
澎湖縣	100,992	0.30%
金門縣	88,352	0.26%
連江縣	16,866	0.05%
合計	22,017,173	11,612,762

24

縣市航空系統CO₂排放推估

- 國際航空不計入，僅採計國內航線。
- 分配依據：轄內機場國內航線客運量作為分配權重。

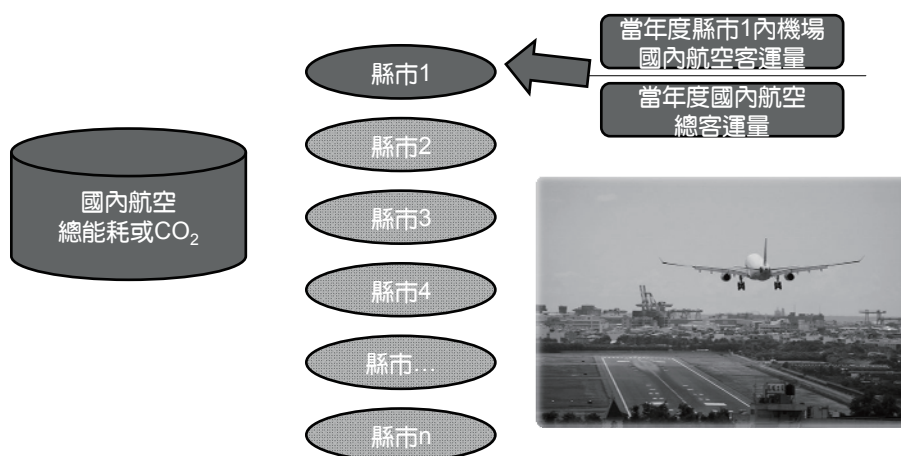
網址：<http://210.69.99.21/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=defjspa>

路徑：交通部統計查詢網→「常用資料查詢」→「航空/客運量/民航機場(全體)」
→「進一步查詢」→「全體機場進出旅客人數—按機場分」。



25

縣市航空系統CO₂排放推估



26

機場名稱	縣市別	進出旅客數(人)	進出旅客總數(人)	旅客數比例(%)	航空運輸總排放量(噸)	航空運輸各縣市排放量(噸)
		A	B	A/B=C	D	C x D= E
松山機場	臺北市	2,940,366	10,679,761	27.53%	258,910	71,283

縣市別	國內航空旅客數比(%)	航空二氧化碳排放量(噸)
臺北市	27.53	71,283
高雄市	11.91	30,827
臺中市	6.36	164,63
嘉義縣	0.83	2,138
臺南市	2.16	5,588
屏東縣	0.02	54
臺東縣	4.1	10,603
花蓮縣	2.19	5,658
澎湖縣	19.76	51,165
金門縣	21.54	55,775
連江縣	2.59	6,717
合 計	100.0	258,910

27

縣市水運系統CO₂排放推估

■分配依據：轄內商港國內航線貨運量作為分配權重。

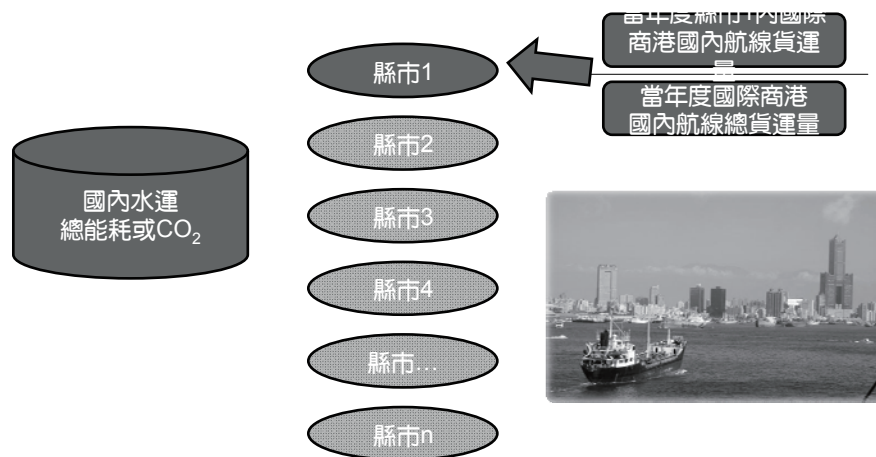
<http://www.motc.gov.tw/mocwebGIP/wSite/ct?xItem=4880&ctNode=545&mp=1>

路徑：交通部首頁→「交通統計與刊物」→「交通統計」→「交通統計月報」→港埠→表 5-8 臺灣地區各國際商港國內航線貨運量。



28

縣市水運系統CO₂排放推估



29

機場名稱	縣市別	貨運量 (噸)	貨運總量 (噸)	貨運比例(%)	水路運輸 總排放量 (噸)	水路運輸 各縣市排 放量(噸)
		A	B	A/B=C	D	C x D= E
基隆港	基隆市	3,560,673	28,105,632	12.67%	486,797	61,672

項目	國內海運貨運量比(%)	二氧化碳排放量(噸)
基隆市	12.67	61,672
新北市	5.72	27,835
高雄市	25.84	125,780
臺中市	17.9	87,140
臺南市	1.74	8,493
花蓮縣	25.29	123,134
宜蘭縣	4.04	19,673
澎湖縣	1.78	8,687
金門縣	3.21	15,609
連江縣	1.8	8,773
合計	100.0	486,797

30

四、結論與建議

■結論(1/2)

- 本研究以IPCC公布之國家溫室氣體盤查指南第一級(Tier 1)方法及環保署「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」報告建議之運輸部門活動數據選用及採用順序，依據能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之CO₂量，完成各直轄市、縣(市)政府2012年度鐵路、公路、航空、水路運輸二氧化碳排放量之推估。可協助地方政府了解行政轄區內運輸系統排放狀況，作為地方制定與推動運輸減量策略之參據。
- 以本研究估算全國2012年運輸系排放量結果顯示，以公路運輸系統排放量為最高，佔比為95.8%；其次為鐵路系統，佔比為2.09%；第三為水運系統，佔比為1.38%。

31

四、結論與建議

■結論(2/2)

- 2012年各地方政府運輸系統CO₂排放量估算結果顯示，以臺中市排放量為最高(約468萬)，其次為新北市(約451萬)及高雄市(約430萬)。
- 各縣市政府交通主管機關對於本研究估算運輸系統CO₂排放量之方式大致無意見，部分縣市如臺北市及臺中市已有自行相關統計或模式參數可由運具旅次量推估運具CO₂排放量，多數縣市仍表示後續涉及溫室氣體減量額配時，全國能有一致性估算方法。
- 臺北市政府交通局估算101年該市汽車、機車、公車、步行及自行車(未含貨運)之CO₂排放量約為207萬噸，與本所估算該市境內結果相近，差距約為8%，顯示本所估算方式與bottom-up推估方式差異不大。

32

四、結論與建議

■建議(1/2)

- 1. 為提升地方政府對於運輸政策中落實節能減碳之重視，建議中央應每年公布各直轄市、縣(市)政府CO₂排放量，一方面可作為地方減量責任之分配，另一方面可作為中央補助地方之參據。
- 2. 臺北市交通局採bottom-up估算其汽車、機車、公車、捷運、步行及自行車之過程較為周延，惟因未必各縣市政府均有如此詳細之相關參數資料可據以推估，為求一致性，中央較難採用此方法進行各縣市運輸系統CO₂排放推估，建議該方式可做為本研究估算方法之檢核。

33

四、結論與建議

■建議(2/2)

- 3. 運輸系統CO₂排放源具移動性，故中央目的事業主管機關與地方政府需共同合作，以達成減量目標。至何種運輸系統之減量責任屬中央，何種屬地方政府，負擔比例又如何分配等相關議題，建議後續中央與地方應持續溝通討論。
- 4. 為協助地方政府瞭解運輸行政措施與排放量之關係，建議後續可建立各年期地方政府運輸系統排放量統計資料庫，以利觀察分析。

34

附錄 5 計畫摘要

計畫摘要

一、研究緣起與目的

因應氣候變遷環境生存之永續，減少溫室氣體排放及節省能源消耗已成為世界各國當前與未來重要的施政重點，而運輸部門在全球各國節能減碳施政上亦扮演重要角色。我國於 98 年 12 月成立「行政院節能減碳推動會」並擬訂「國家節能減碳總行動方案」，另於 100 年度第 2 次委員會中，正式通過各部門目標年允許排放量之責任分配。其中，運輸部門 2020 年 CO₂ 允許排放量為 34.5 百萬公噸，以同年期自然成長情境下排放量 43.5 百萬公噸計算，需減少 20.7% 排放量；至 2025 年允許排放量為 29.7 百萬公噸，以同年期自然成長情境下排放量 47.5 百萬公噸，則需減少 37.5% 排放量。

此外，依據本所推估，我國 2010 年運輸系統 CO₂ 排放以客運而言，都會與城際佔比為 7:3，顯見都會運輸節能減碳的重要性。為強化都會運輸節能減碳之責任，並協助地方政府了解行政轄區內運輸系統 CO₂ 排放狀況，作為地方政府制定與推動 CO₂ 減量之參據，本所於 100 年辦理「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究」，完成「地方政府運輸部門節能減碳估算作業手冊」，並於 101 年 9 月邀請地方政府舉辦作業手冊研習會，獲致良好的成效。本研究以前揭作業手冊為基礎，延續前其研究內容並以 102 年能源平衡表數據更新數據，邀集各地方政府交通主管機關召會檢視估算方法，提升地方政府應用便利性並取得地方政府對於減碳估算方法之認同，以做為後續地方政府運輸部門估算節能減碳措施減量效益之參考依據，並彰顯整體運輸部門之節能減碳成效。本研究主要研究目的為：

1. 研擬地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方法，透過量化數據，可協助地方政府了解行政轄區內運輸系統 CO₂ 排放狀況，並作為擬定運輸部門節能減碳政策之評估參據。
2. 研擬地方政府運輸部門節能減碳估算作業手冊，協助地方估算節能減碳措施效益，亦可作為中央預算或計畫經費補助之參據。

二、研究內容

本研究計畫主要工作項目敘述如后：

1. 文獻回顧：蒐集彙析國內、外運輸部門節能減碳推動策略、以及運輸部門溫室氣體估算及節能減碳措施效益估算方法等相關

文獻資料。

2. 延續前期研究方法，以 2012 年能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之 CO₂ 量，自國家運輸部門排放總量由上而下分配至各地方政府轄區，計算各地方政府 2012 年轄區內各運輸系統 CO₂ 排放量。
3. 依據能源局更新之電力排放係數及鐵路系統實際用電度數，更新前期研究已估算之各地方政府 2010 年轄區內各運輸系統 CO₂ 排放量；另考量資料呈現之連續性，新增 2011 年之估算。
4. 編撰作業手冊，內容包括手冊製作緣起、目的、適用對象與範疇、製訂原則、製訂內容與範圍、名詞定義、盤查作業方式、減量評估方式、資料項目與來源等。邀集各地方政府交通主管機關召會研議，針對本研究所研擬之估算方法進行討論，俾使其符合實務應用。

三、重要研究成果

(一)2010~2012 年地方政府轄管範圍內運輸系統 CO₂ 估算

本研究以政府間氣候變遷專家小組(IPCC)公布之國家溫室氣體盤查指南第一級方法(Tier 1)，建立地方政府運輸部門二氧化碳盤查作業程序(包括界定盤查範圍、量化模式及資料參數取得)，並依據作業程序，完成各直轄市、縣(市)政府 2010~2012 年度鐵路運輸、公路運輸、航空運輸、水路運輸二氧化碳排放量之推估，推估結果詳圖 1 至圖 3 所示。

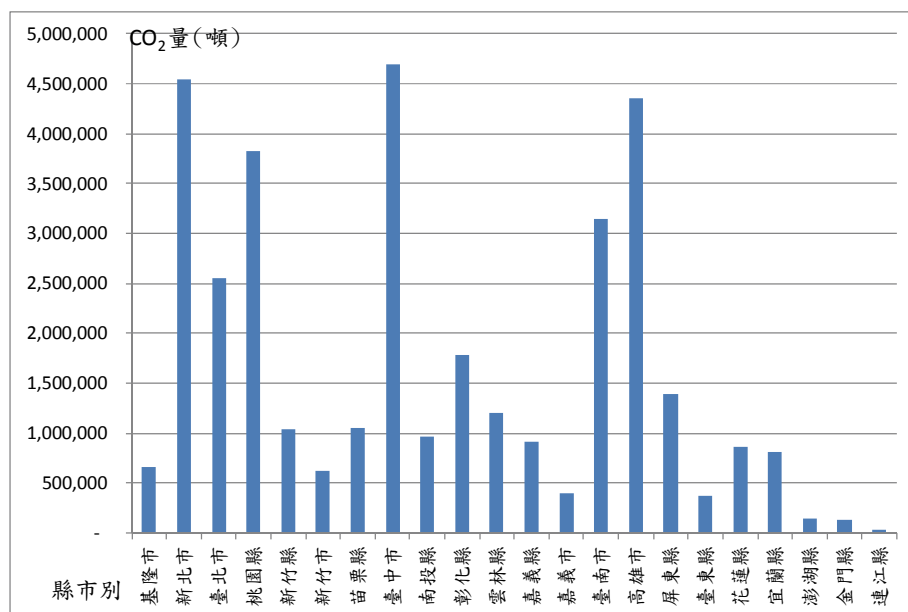


圖 1 各直轄市、縣(市)政府 2010 年度運輸系統二氧化碳排放量

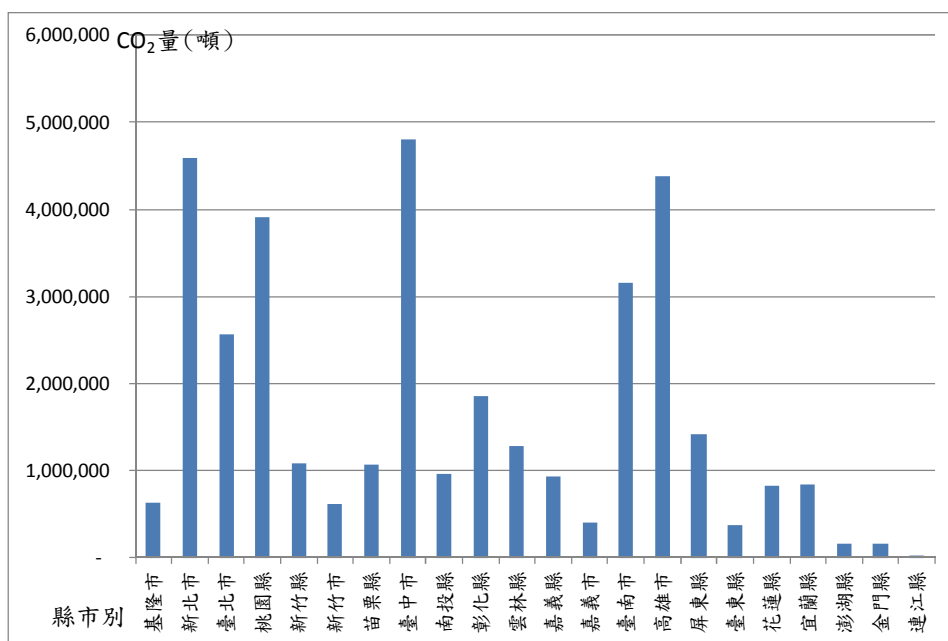


圖 2 各直轄市、縣(市)政府 2011 年度運輸系統二氧化碳排放量

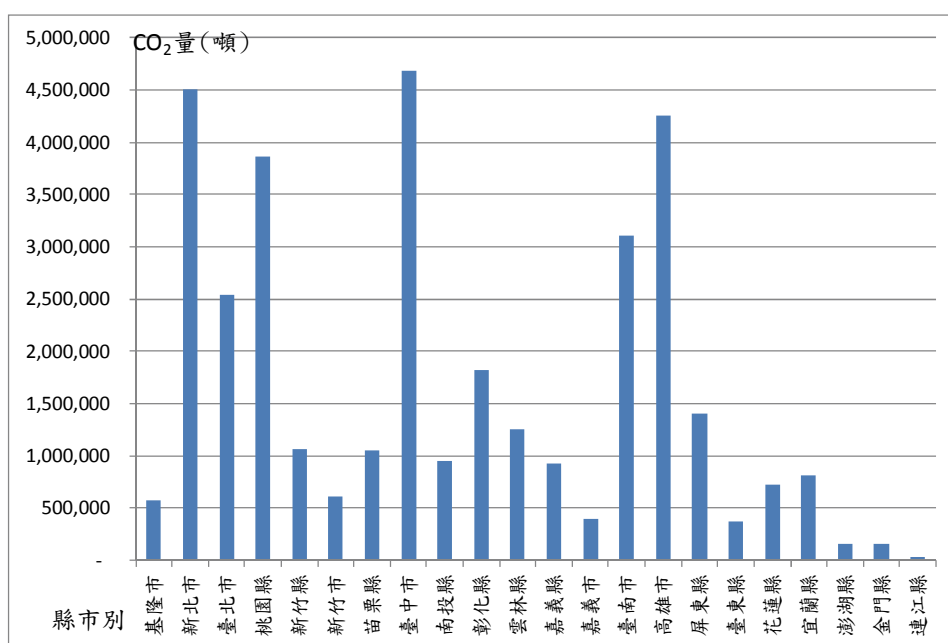


圖 3 各直轄市、縣(市)政府 2012 年度運輸系統二氧化碳排放量

(二) 擬定地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊內容

作業手冊內容涵蓋「緒論」、「名詞定義」、「地方政府運輸系統 CO₂ 排放估算方式」及「地方政府運輸部門節能減碳措施效益估算方式及範例」等四大部分。

四、結語

本研究重點在於研擬「地方政府運輸系統 CO₂ 排放暨節能減碳估算作業手冊」，並邀集地方政府交通主管機關召開會議研商，俾使所研訂之作業手冊切合實際需求，作為交通部及直轄市、縣(市)政府日後推動運輸部門節能減碳業務之參考依據。主要成果如后：

1. 本研究以 IPCC 公布之國家溫室氣體盤查指南第一級 (Tier 1) 方法及環保署「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」報告建議之運輸部門活動數據選用及採用順序，依據能源平衡表中運輸部門燃料燃燒排放之 CO₂ 量，完成各直轄市、縣(市)政府 2010、2011 及 2012 等 3 年各鐵路、公路、航空、水路運輸二氧化碳排放量之推估。可協助地方政府了解行政轄區內運輸系統排放狀況，作為地方制定與推動運輸減量策略之參據。
2. 以本研究估算全國 2012 年地方政府運輸系排放量結果顯示，以公路運輸系統排放量為最高，佔比為 95.8%；其次為鐵路系統，佔比為 2.09%；第三為水運系統，佔比為 1.38%。
3. 2012 年各地方政府運輸系統 CO₂ 排放量估算結果顯示，以臺中市排放量為最高(約 468 萬)，其次為新北市(約 451 萬)及高雄市(約 430 萬)。
4. 各縣市政府交通主管機關對於本研究估算運輸系統 CO₂ 排放量之方式大致無意見，部分縣市如臺北市及臺中市已有自行相關統計或模式參數可由運具旅次量推估運具 CO₂ 排放量，多數縣市仍表示後續涉及溫室氣體減量額配時，全國應有一致性估算方法。
5. 臺北市政府交通局估算 101 年該市汽車、機車、公車、步行及自行車(未含貨運)之 CO₂ 排放量約為 207 萬噸，與本所估算該市境內結果相近，差距約為 8%，顯示本研究估算方式與該局由下往上方式(bottom-up)推估方式差異不大。

本研究之相關建議如后：

1. 為提升地方政府對於運輸政策中落實節能減碳之重視，建議中央應每年公布各直轄市、縣(市)政府 CO₂ 排放量，一方面可作為地方減量責任之分配，另一方面可作為中央補助地方之參據。

2. 臺北市交通局採 bottom-up 估算其汽車、機車、公車、捷運、步行及自行車之過程較為周延，惟因未必各縣市政府均有如此詳細之相關參數資料可據以推估，為求一致性，中央較難採用此方法進行各縣市運輸系統 CO₂ 排放推估，建議該方式可做為本研究估算方法之檢核。
3. 運輸系統 CO₂ 排放源因具移動性，故中央目的事業主管機關與地方政府需共同合作，以達成減量目標。至何種運輸系統之減量責任屬中央，何種屬地方政府，負擔比例又如何分配等相關議題，建議後續中央與地方應持續溝通討論。
4. 為協助地方政府瞭解運輸行政措施與排放量之關係，建議後續可建立各年期地方政府運輸系統排放量統計資料庫，以利觀察分析。

