

102-32-7681

MOTC-IOT-101-H1DB005

臺灣港埠節能減碳效益提升 之研究(2/4)



交通部運輸研究所

中華民國 102 年 2 月

102-32-7681

MOTC-IOT-101-H1DB005

臺灣港埠節能減碳效益提升 之研究(2/4)

著者：陳桂清、柯正龍、胡啟文、葉雨松、洪雅琪
鍾耀州、吳明蒼、簡嘉霈、許茗凱、涂致曄
李偕發、張育菁、陳文川、林鶴盛、陳宗懋
許真瑜、洪雅琪、鍾耀州、吳明蒼

交通部運輸研究所

中華民國 102 年 2 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究. (2/4) / 陳桂清等著.

-- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所，民 102.02

面；公分

ISBN 978-986-03-6167-4(平裝)

1.港埠管理 2.能源節約

557

102003246

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)

著者：陳桂清、柯正龍、胡啓文、葉雨松、洪雅琪、鍾耀州、吳明蒼
簡嘉霈、許茗凱、涂致曄、李偕發、張育菁、陳文川、林鶴盛
陳宗懋、許真瑜、洪雅琪、鍾耀州、吳明蒼

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.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)

電話：(04)26587176

出版年月：中華民國 102 年 2 月

印刷者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 80 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定價：300 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 F1•電話：(02) 25180207

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

GPN：1010200326

ISBN：978-986-03-6167-4 (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份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)			
國際標準書號 ISBN978-986-03-6167-4 (平裝)	政府出版品統一編號 1010200326	運輸研究所出版品編號 102-32-7681	計畫編號 101-H1DB005
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：柯正龍 研究人員：陳桂清、胡啟文 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418	合作研究：瑩諮科技股份有限公司 計畫主持人：葉雨松 研究人員：許真瑜、洪雅琪、鍾耀州、吳明蒼、簡嘉霽、許茗凱、涂致曄、李偕發、張育菁、陳文川、林鶴盛、陳宗懋 地址：高雄市前鎮區新街路 288-4 號 8 樓-2 聯絡電話：(07)815-1591		研究期間 自 101 年 1 月 至 101 年 10 月
關鍵詞：節能減碳、溫室氣體、港埠、碳排放量、排放清冊、空氣污染、碳交易、碳稅			
摘要： 本計畫包括3項主要工作：(1)在第一年的基礎上，利用現場抽樣、檢測及分析，調整排放量推估參數或係數，修訂推估方法；(2)持續調查主要港口100年度的排放量，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港，並首度納入台北港，另利用修訂後的推估法修訂前二年度之排放清冊，並建立100年度排放清冊，再進行歷年比較；(3)進行碳交易在港埠地區推動之研究。 本年度以採氣袋採樣完成2件受泥船、1件漁船、4件門式機的排氣檢測，採集20艘遠洋船舶的重油及柴油分析硫含量，創新利用遙控直昇機檢測1艘冷藏船。另利用OBS測試散裝貨車實際在高雄港區行駛時之排放量。各檢測結果證實檢測方法可行，與係數法推估之排放量比較，顯示使用係數法推估之排放量與實測差距在可接受範圍。推估方法主要修訂船舶靠岸時之排放量，排除停靠修造碼頭之船舶，並假設港勤船靠岸時皆熄火，再重新計算各港98、99年度遠洋船舶排放量。 各港100年度排放量調查，增加納入臺北港。調查範圍涵蓋車輛、港勤船、漁船、遠洋船舶、機具與用電量，並導入排放量資料品質分級評估。各港100年度CO₂e排放量推估結果：高雄港1,473,369公噸最高，臺中港215,346公噸居次，基隆港138,460公噸排第3，臺北港54,232公噸排第4，花蓮港為23,932公噸規模最低。 針對國內外碳交易制度發展現況、趨勢及航運溫室氣體管理制度分析，包括交易制度、航運稅費、碳足跡及企業社會責任等。結果發現：(1)碳定價是海運溫室氣體排放管理的核心政策工具；(2)國際海運燃料稅制度較早實施；(3)國際海運實施碳交易制度尚未成熟；(4)我國已逐漸完成碳交易制度建置工作。 因此建議：(1)持續掌握國際海運溫室氣體排放管理政策發展(2)加強港埠綠色貿易管理(3)研擬港埠溫室氣體排放費(4)盤點港埠溫室氣體減量潛力。 本研究可提供航港局及港務公司等單位建立港埠節能減碳有效政策與管理機制參考。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
102 年 2 月	394	300	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密（解密條件： ☐ 年 ☐ 月 ☐ 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: The research to promote the benefit of energy conservation and carbon reduction in Taiwan harbor area (2/4)			
ISBN 978-986-03-6167-4 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010200326	IOT SERIAL NUMBER 102-32-7681	PROJECT NUMBER 101-H1DB005
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Yung-Fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jeng-Long Ko PROJECT STAFF: Kuei-Ching Cheng, Chi-Wen Hu PHONE: 04-26587188 FAX: 04-26564418			PROJECT PERIOD FROM January 2012 TO October 2012
RESEARCH AGENCY: Envimac Technology and Consultants Corporation PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yeh Yu-Song PROJECT STAFF: Hsu Jen-Yu, Hong Ya-Chi, Chung Yao-Chou, Wu Ming-Tsang, Chien Chia-Pei, Hsu Ming-Kai, Tu Chih-Yeh, Li Chieh-Fa, Chang Yu-Ching, Chen Wen-Chuan, Lin Ho-Sheng, Chen Tsung-Mao ADDRESS: 8F-2, No. 288-4, Sinya Rd., Cheng-Jeng District, Kaohsiung 80673, Taiwan PHONE: +886-7-815-1591			
KEY WORDS: energy conservation and carbon reduction, greenhouse gas, harbor, carbon emission inventory, inventory, air pollution, carbon taxes, carbon emissions trading			
ABSTRACT: This program includes 3 main topics. First of all, based on the 1st program, to revise the emission inventory methodology of ship, cargo handling equipment and truck. Second, to establish the emission inventory of 2011 including Keelung Harbor, Taichung Harbor, Kaohsiung Harbor, Hualien Harbor, and Taipei Harbor involved. Third, to study the carbon trading of harbor area. The project includes 3 main topics. First of all, based on the 1st year stage, the emission inventory methodology of ship, cargo handling equipment and truck were revised. Second, the emission inventory of 2011 including Keelung Harbor, Taichung Harbor, Kaohsiung Harbor, Hualien Harbor, and Taipei Harbor were established. Third, the carbon trading of harbor area was studied. This year, the emission of 2 crafts, 1 fishery boat, 4 RTGs were inspected. The sulfur contents of 20 OGVs were determined. We also used an innovative method to investigate the emission of a reefer by remote control helicopter. Trucks were tested by on-board-system equipment. All methods were proved to be available. The results were approved that the emission factors of the inventory methodology are acceptable. Some procedures are modified – the OGVs on maintaining were eliminated, and crafts were assumed all shut down while on berth. The default parameters of cargo handler were modified, too. Other than 4 main Harbors, the inventory of 2011 contained Taipei Harbor. The survey scope included vehicles, craft ships, fishery boats, ocean-going vessels, cargo handlers and electric power usage. The emission data quality classification assessment was conducted and evaluated to the investigation. The estimation of CO₂e was as follow: Kaohsiung Harbor: 1,473,369 ton; Taichung port 215,346 ton; Keelung Harbor 138,460 ton; Taipei Harbor 54,232ton; Hualien Harbor 23,932 ton. The study of carbon emission trading found that: (1) carbon pricing was the core tool of GHG emission management of maritime transportation; (2) international maritime fuel tax system was run earlier; (3) the carbon emission trading system of international maritime was not mature yet; (4) Taiwan already established the carbon emission trading system gradually. Therefore the proposals were as follow: (1) to notice the development of international maritime GHG emission management policy; (2) to enhance the green port business management; (3) to plan the port GHG emission fee; (4) to inventory the GHG reduction potential.			
DATE OF PUBLICATION February 2012	NUMBER OF PAGES 394	PRICE 300	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	XI
表目錄	XV
第一章 前言	1-1
1.1 計畫背景	1-1
1.2 研究範圍與對象	1-1
1.3 研究內容與工作項目	1-2
1.4 研究流程	1-2
第二章 背景分析與重要文獻回顧	2-1
2.1 節能減碳相關法規	2-1
2.1.1 溫室氣體減量法草案	2-2
2.1.2 能源管理法	2-9
2.1.3 政府機關及學校全面節能減碳措施	2-13
2.1.4 環保署國家溫室氣體登錄平台說明	2-14
2.1.5 國際公約	2-15
2.2 臺灣地區港埠空污及能源使用調查情形	2-18

2.2.1 交通部運輸研究所歷年相關計畫.....	2-18
2.2.2 環保署港區空氣污染物排放清冊建置.....	2-19
2.3 其它地區港埠空污及能源使用調查情形.....	2-21
2.3.1 中國大陸.....	2-21
2.3.2 美國港口空氣污染排放清冊調查.....	2-22
2.4 第一年計畫研究成果.....	2-23
第三章 船舶排放量推估.....	3-1
3.1 遠洋船舶推估方法.....	3-1
3.1.1 主引擎排放量估算方法.....	3-1
3.1.2 主引擎低負載排放係數校正方法.....	3-4
3.1.3 主引擎在調度階段的負載.....	3-5
3.1.4 輔助引擎排放量估算方法.....	3-7
3.1.5 輔助鍋爐排放量估算方法.....	3-8
3.1.6 資料來源.....	3-10
3.2 港勤船舶推估方法.....	3-11
3.2.1 從耗油量推估.....	3-11
3.2.2 從活動強度推估.....	3-13
3.3 漁船推估方法.....	3-16
3.4 前期計畫執行檢討.....	3-17
3.5 硫含量調查.....	3-18
3.5.1 採樣規劃.....	3-18
3.5.2 採樣情形.....	3-20

3.5.3 結果分析	3-22
3.6 船舶管道排放採樣與驗證	3-25
3.6.1 漁船及港勤船舶採樣	3-25
3.6.2 遠洋商船採樣	3-29
3.7 推估方法修訂	3-39
第四章 機具排放量推估	4-1
4.1 推估方法	4-1
4.1.1 從能源消耗量推估	4-1
4.1.2 從活動強度推估	4-1
4.2 前期計畫執行檢討	4-3
4.3 採樣與驗證	4-4
4.4 推估方法修訂	4-7
第五章 車輛排放量推估	5-1
5.1 推估方法	5-1
5.1.1 單位燃料係數法	5-1
5.1.2 單位活動強度係數法	5-3
5.2 前期計畫執行檢討	5-5
5.3 採樣與驗證	5-6
5.3.1 測試構想	5-6
5.3.2 檢測設備	5-7
5.3.3 檢測結果	5-10
5.4 推估方法修訂	5-12

5.4.1 汽油車數量推估	5-12
5.4.2 平均車速確認	5-12
5.4.3 車次推估	5-14
第六章 排放清冊建置	6-1
6.1 各港 100 年度排放量調查	6-1
6.1.1 調查範圍	6-1
6.1.2 調查流程	6-2
6.1.3 調查準備	6-3
6.1.4 資料蒐集	6-4
6.2 排放清冊彙整	6-5
6.2.1 資料彙整	6-6
6.2.2 排放量計算	6-6
6.2.3 品保品管	6-7
6.3 前期排放量修訂	6-7
6.4 各港 100 年度排放量推估結果	6-10
6.5 排放量資料品質分級評估	6-17
6.5.1 排放係數之分級	6-18
6.5.2 活動強度之分級	6-19
第七章 港埠溫室氣體減量經濟誘因機制研究	7-1
7.1 碳交易制度發展現況與趨勢	7-5
7.1.1 排放交易制度基本觀念介紹	7-5
7.1.2 2011 年全球碳市場現況	7-9

7.1.3	2012 年全球碳市場現況與未來趨勢	7-16
7.1.4	CDM 計畫型態	7-24
7.1.5	P-CDM 計畫發展	7-25
7.1.6	京都目標市場平衡	7-26
7.1.7	全球碳交易制度發展	7-27
7.2	我國碳交易制度發展現況	7-32
7.2.1	溫減法碳額度交易法律架構	7-32
7.2.2	環保署交易平台建置規劃	7-38
7.3	國際航運溫室氣體管理	7-41
7.3.1	歐盟綠色運輸發展策略分析	7-41
7.3.2	歐盟海運稅(費)發展趨勢分析	7-48
7.3.3	WWF 海運稅(費)倡議	7-51
7.4	國際海運溫室氣體交易制度倡議與可行性分析	7-53
7.4.1	德國方案	7-53
7.4.2	挪威方案	7-55
7.4.3	丹麥方案	7-55
7.4.4	三個方案比較及 METS 改進方向	7-56
7.5	碳稅(能源稅)與綠色租稅改革	7-57
7.5.1	碳(或能源)稅優、缺點分析	7-57
7.5.2	OECD 選樣國家實施環境稅之經驗	7-59
7.6	政策工具之相容性分析	7-64
7.6.1	政策工具並存原則分析	7-65

7.6.2 排放交易制度與環境稅(費)相容性分析	7-66
7.6.3 排放交易制度實施之潛在障礙分析	7-68
7.7 臺灣港區溫室氣體交易制度初步架構	7-70
7.8 本章小結	7-71
第八章 整體減碳策略規劃	8-1
8.1 政策現況	8-1
8.1.1 永續能源政策綱領－節能減碳行動方案	8-2
8.1.2 運輸政策白皮書	8-4
8.1.3 政策彙整	8-6
8.2 策略地圖規劃	8-9
8.3 減速計畫	8-10
8.3.1 背景分析	8-11
8.3.2 策略規劃	8-12
8.4 岸電	8-14
8.4.1 背景分析	8-15
8.4.2 策略規劃	8-15
8.5 設備改造	8-16
8.5.1 油改電補助	8-17
8.5.2 加裝能量回收設備	8-18
8.5.3 照明系統改善	8-19
8.5.4 建置能源管理系統	8-19
8.6 溫室氣體盤查與揭露	8-20

8.6.1 培養溫室氣體盤查人才	8-21
8.6.2 減碳輔導	8-21
8.6.3 碳揭露	8-21
8.7 資金規劃	8-22
第九章 結論與建議	9-1
9.1 結論	9-1
9.2 建議	9-3
參考文獻	參-1
附錄一 期中報告審查意見處理情形表	附錄 1-1
附錄二 期末報告審查意見處理情形表	附錄 2-1
附錄三 期末報告簡報資料	附錄 3-1
附錄四 各項會議辦理情形	附錄 4-1
附錄五 溫室氣體盤查及登錄管理原則	附錄 5-1
附錄六 溫室氣體先期與抵換專案推動原則	附錄 6-1
附錄七 溫室氣體減量額度帳戶管理要點草案	附錄 7-1
附錄八 港區溫室氣體排放量調查作業手冊	附錄 8-1
附錄九 機具、船舶採樣 QA/QC 資料	附錄 9-1
附錄十 抽樣實測推估排放量計算	附錄 10-1
附錄十一 修訂前後之排放量對照	附錄 11-1

圖 目 錄

圖 1.1 工作流程圖	1-3
圖 2.1 能源四法規關聯圖	2-2
圖 2.2 「溫室氣體減量法（草案）」架構	2-4
圖 2.3 推動溫室氣體三階段減量策略	2-5
圖 3.1 造洋船舶排放量推估流程圖	3-2
圖 3.2 利用活動強度推估港勤船排放量流程圖	3-14
圖 3.3 各船種燃料用油硫含量	3-24
圖 3.4 各航線船舶燃料用油硫含量	3-24
圖 3.5 各加油港船舶燃料用油硫含量	3-25
圖 3.6 拖船之採樣套管	3-26
圖 3.7 受泥船檢測情形	3-27
圖 3.8 從岸上監測船舶排煙以推導排放係數之範例	3-30
圖 3.9 遙控直昇機採樣示意圖	3-31
圖 3.10 直昇機遙控載具系統	3-32
圖 3.11 遙控載具實際飛行之尾氣排放情形	3-33
圖 3.12 遙控直昇機採樣之船舶	3-36
圖 3.13 遙控載具之監測結果	3-38
圖 5.1 Horiba OBS-2200 設備	5-8
圖 5.2 OBS 設備安裝情形	5-9
圖 6.1 調查流程圖	6-3

圖 6.2 花蓮港碳排放量（100 年）	6-14
圖 6.3 高雄港碳排放量(100 年).....	6-14
圖 6.4 基隆港碳排放量(100 年).....	6-14
圖 6.5 臺中港碳排放量(100 年).....	6-15
圖 6.6 臺北港碳排放量(100 年).....	6-15
圖 6.7 五大港歷年碳排放量比較.....	6-15
圖 6.8 五大港歷年範疇一、範疇二碳排放量比較.....	6-16
圖 6.9 五大港與洛杉磯港碳排放量比較.....	6-16
圖 6.10 五大港與洛杉磯港範疇一、範疇二碳排放量比較.....	6-16
圖 7.1 能源消費部門歷年溫室氣體排放變化情況比較	7-3
圖 7.2 航運溫室氣體排放變化情況比較.....	7-3
圖 7.3 全球目前碳交易市場結構.....	7-4
圖 7.4 全球碳交易市場發展現狀與趨勢.....	7-5
圖 7.5 排放交易制度運行機制.....	7-6
圖 7.6 未來全球達到多邊架構協議的問卷調查	7-11
圖 7.7 不同碳商品之交易量與交易價格變化趨勢比較	7-20
圖 7.8 CERs 價格與交易量變化趨勢比較	7-23
圖 7.9 不同國家 pCERs 銷售量變化趨勢比較	7-23
圖 7.10 非洲是新興 pCERs 供應區域.....	7-24
圖 7.11 DM 計畫型態變化趨勢	7-24
圖 7.12 再生能源 CDM 計畫占比型態變化趨勢.....	7-25
圖 7.13 PCDM 發展現狀	7-25

圖 7.14 碳交易制度對澳洲量目標達成的影響.....	7-29
圖 7.15 溫減法之排放額度核配法律架構.....	7-37
圖 7.16 溫減法排放額度登錄、交易與移轉之法律架構.....	7-38
圖 7.17 臺灣減量額度交易市場之供給與需求.....	7-39
圖 7.18 臺灣減量額度交易市場運行架構.....	7-40
圖 7.19 歐盟各部門 CO ₂ 排放趨勢比較	7-42
圖 7.20 全球碳稅收入再利用示意圖	7-52
圖 8.1 我國溫室氣體管理策略.....	8-2
圖 8.2 運輸政策目標、發展主軸與策略整體架構圖.....	8-5
圖 8.3 策略地圖	8-10

表 目 錄

表 2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準	2-11
表 2-2 能源用戶節約能源查核制度申報表	2-12
表 2-3 臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量	2-20
表 2-4 洛杉磯港 2008 年溫室氣體排放量比較	2-23
表 2-5 四大港平均年排放量	2-24
表 3-1 遠洋船舶主引擎排放係數表	3-3
表 3-2 低負載引擎排放係數迴歸校正係數	3-5
表 3-3 低負載時調校係數(LLA).....	3-5
表 3-4 調度負載組合係數	3-6
表 3-5 國內與文獻之船種對照表	3-7
表 3-6 遠洋船舶輔助引擎排放係數表	3-8
表 3-7 輔助鍋爐消耗能量預設值	3-9
表 3-8 遠洋船舶輔助鍋爐排放係數表	3-9
表 3-9 港勤船燃油排放係數表	3-12
表 3-10 港勤船負載係數預設值	3-14
表 3-11 港勤船活動強度排放係數表.....	3-15
表 3-12 中油供應之船用油硫含量	3-16
表 3-13 向漁業署索取資料	3-17
表 3-14 遠洋船舶硫含量採樣規劃	3-19
表 3-15 船舶用油採樣記錄表	3-19

表 3-16 燃油採樣船舶一覽表	3-20
表 3-17 油品採樣船舶航線及加油地點統計	3-21
表 3-18 船舶硫含量採樣結果	3-23
表 3-19 受測港勤船舶基本資料	3-28
表 3-20 受測港勤船舶檢測結果	3-28
表 3-21 受測港勤船舶檢測結果與係數推估比較	3-28
表 3-22 受測漁船檢測結果	3-29
表 3-23 受測漁船檢測結果與係數推估比較	3-29
表 3-24 採樣管設計測試	3-33
表 3-25 監測儀器基本資料	3-34
表 3-26 監測儀器基本資料	3-35
表 3-27 輪船各區段監測結果	3-38
表 3-28 輪船各污染物之排放係數	3-39
表 3-29 遠洋船舶停泊時數修訂前後比較	3-40
表 3-30 遠洋船舶參數預設值	3-41
表 4-1 港區裝卸機具負載係數	4-2
表 4-2 受測門式機基本資料	4-6
表 4-3 受測門式機檢測結果	4-6
表 4-4 受測門式機每小時排放量推估	4-6
表 4-5 機具參數設定值	4-7
表 5-1 國內各車種不同車速燃油效率(以 2005 年為參考基準)	5-2
表 5-2 各車種惰轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值	5-3

表 5-3 重型柴油車溫室氣體排放係數	5-4
表 5-4 柴油車惰轉排放係數	5-5
表 5-5 OBS 測試車輛基本資料	5-9
表 5-6 OBS 測試結果	5-10
表 5-7 以 OBS 測試結果推估之單位里程排放量	5-11
表 5-8 本研究採用之車輛排放係數	5-11
表 5-9 高雄港大、小型車進出數量統計	5-12
表 5-10 各港平均車速統計	5-13
表 5-11 高雄港重型柴油車車速分布	5-13
表 5-12 各港大型車進出數量推估資料來源	5-14
表 5-13 重型柴油貨車車次推估結果	5-15
表 6-1 排放源調查範疇	6-2
表 6-2 調查項目提供單位一覽表	6-4
表 6-3 各排放源使用公式及參數對照表	6-6
表 6-4 修訂後輔助引擎靠泊排放量	6-7
表 6-5 修訂後靠泊鍋爐排放量	6-8
表 6-6 修訂後機具排放量	6-8
表 6-7 修訂後重型卡車排放量	6-9
表 6-8 修訂後電力使用之二氧化碳排放量	6-9
表 6-9 車輛排放量(100 年).....	6-11
表 6-10 遠洋船舶排放量(100 年).....	6-11
表 6-11 遠洋船舶排放量(100 年)(續)	6-12

表 6-12 港勤船舶及漁船排放量(100 年).....	6-13
表 6-13 外購電力二氧化碳排放量(100 年).....	6-13
表 6-14 機具排放量(100 年).....	6-13
表 6-15 排放量資料品質綜合分級表	6-17
表 6-16 資料品質分級說明	6-18
表 6-17 排放係數等級之評定原則	6-18
表 6-18 港區各排放源－活動強度資料品質等級之評定原則	6-19
表 6-19 排放資料等級組成之分級評定對照表	6-20
表 6-20 船舶所需之基本資料	6-21
表 6-21 船舶所需之活動資料	6-21
表 6-22 船舶排放係數於 95%信賴區間下之不確定性評估	6-22
表 6-23 遠洋船舶之排放量資料品質分級評定表及說明	6-22
表 6-24 港勤船之排放量資料品質分級評定表及說明	6-24
表 6-25 漁船排放量資料品質分級評定表及說明	6-24
表 6-26 貨物裝卸設備之排放量資料品質分級評定表及說明	6-25
表 6-27 重型車輛之排放量資料品質分級評定表及說明	6-27
表 7-1 我國國家與部門排放總量規劃	7-4
表 7-2 國際排放權核配制度比較	7-9
表 7-3 近六年(2006-2010)全球碳市場發展趨勢	7-10
表 7-4 澳洲國內氣候政策	7-13
表 7-5 加拿大國內氣候政策	7-14
表 7-6 日本國內氣候政策	7-14

表 7-7 美國國內氣候政策	7-15
表 7-8 中國碳交易所.....	7-15
表 7-9 2010 與 2011 碳市場交易量與交易額比較.....	7-17
表 7-10 京都目標市場平衡表	7-27
表 7-11 澳洲碳交易制度內容.....	7-28
表 7-12 韓國碳交易制度內容	7-30
表 7-13 加州碳交易制度內容	7-31
表 7-14 歐盟綠色海運運輸發展策略	7-47
表 7-15 提高船運碳交易制度的基本準則	7-56
表 8-1 港埠節能減碳整體策略(1/2).....	8-7
表 8-2 港埠節能減碳整體策略(2/2).....	8-8
表 8-3 各港港外 20 哩船速分佈比例	8-12
表 8-4 各港港外 20 哩內錨泊比例	8-12
表 8-5 減速計畫排除條件	8-13
表 8-6 船舶減速計畫減收費用估算	8-14
表 8-7 經費規劃表.....	8-23
表 9-1 各港近三年排放量	9-3

第一章 前言

1.1 計畫背景

由於溫室效應引發的氣候變遷問題逐年加重，各國陸續推動節能減碳等因應措施，期減少溫室氣體產生。為因應此世界潮流，針對港埠地區，交通部運輸研究所港灣研究中心已先於 97 年度完成「臺灣港埠與船舶節能減碳現況與未來發展規劃先導型研究」，蒐集國內外港埠與船舶節能減碳之現況與相關法規，提出未來四年之中長程研究規劃，並已提出「臺灣港埠節能減碳效益提升之研究」四年計畫：第 1 年針對港區空氣污染物及能源消耗之量測方法進行研究，第 2 年則是對能源消耗之估算方法與營運機制進行研究，第 3 年是有效提升能源效率與降低二氧化碳排放之研究，第 4 年則是進行法規研擬與節能減碳經營管理之研究，預定在民國 100 年～103 年分年實施。並在 99 年度先行推動「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」，提供後續 4 年計畫參考，以加速節能減碳工作之推展。該計畫先針對國外有相關執行經驗之港埠進行案例研究，探討適當之溫室氣體調查程序，並先針對各項基礎資料的建置流程及方法進行研究，確定各項調查資料的類別、項目、蒐集管道，制訂所需表單，建置彙整程序。在「臺灣港埠節能減碳效益提升之研究」第一年計畫中，進一步納入遠洋船舶、漁用船舶的調查，並針對裝卸機具及柴油卡車排放量推估進行驗證及本土參數調查等。另訂定了港區溫室氣體排放量調查作業手冊，並輔導港口進行調查，完成了基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港 98 年及 99 年的空氣污染及二氧化碳排放量推估。另外也首度評估了臺灣地區遠洋船舶的岸電使用效益，讓港區節能減碳工作開始起步。

1.2 研究範圍與對象

本年度研究範圍包括港區空氣污染物與溫室氣體排放量推估方法的驗證與修訂，以及利用經濟手段提升港區節能減碳效益之作法評估。

在排放量推估部分，擬針對基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港調查 100 年度之排放量，並首度納入臺北港。調查範圍為各港行政管轄範圍，涵蓋在該範圍內之所有公家及民間營運機構。船舶部分，漁船和港勤船則將其所有活動範圍納入，而遠洋船舶則僅涵蓋距離港口半徑 40 浬範圍活動之排放量。

1.3 研究內容與工作項目

本研究為 4 年計畫的第 2 年計畫，本年度預計完成工作項目如下：

1. 建立船舶空污排放量及能源消耗的估算方法。
2. 船舶空污排放及能源消耗的抽樣檢測，校核估算參數。
3. 機具與運輸車輛空污排放量及能源消耗的估算方法建立。
4. 機具與運輸車輛空污排放及能源消耗的抽樣檢測，校核估算參數。
5. 排碳量的交易與收費機制。
6. 其他可行性行政管制配套措施。
7. 政府對港埠節能減碳的投入資金規劃。

1.4 研究流程

本研究之工作流程如下圖所示，分為 3 個主軸。第一個主軸是驗證及修訂排放量推估方法，針對前一年度缺漏、不足或有疑慮的部份，透過採樣分析、現地調查等各種方式修訂推估方法；第二個主軸是持續辦理各港口排放量調查，再根據修訂後之推估方法建立排放清冊。最後依據修訂的方法修訂前二年度的排放量調查結果，再做歷年比較。第 3 個主軸是研究利用經濟手段提升港區節能減碳效益之作法，包括排碳量交易的可行性評估等。最後整合所有研究成果，提出未來中長期策略之建議。

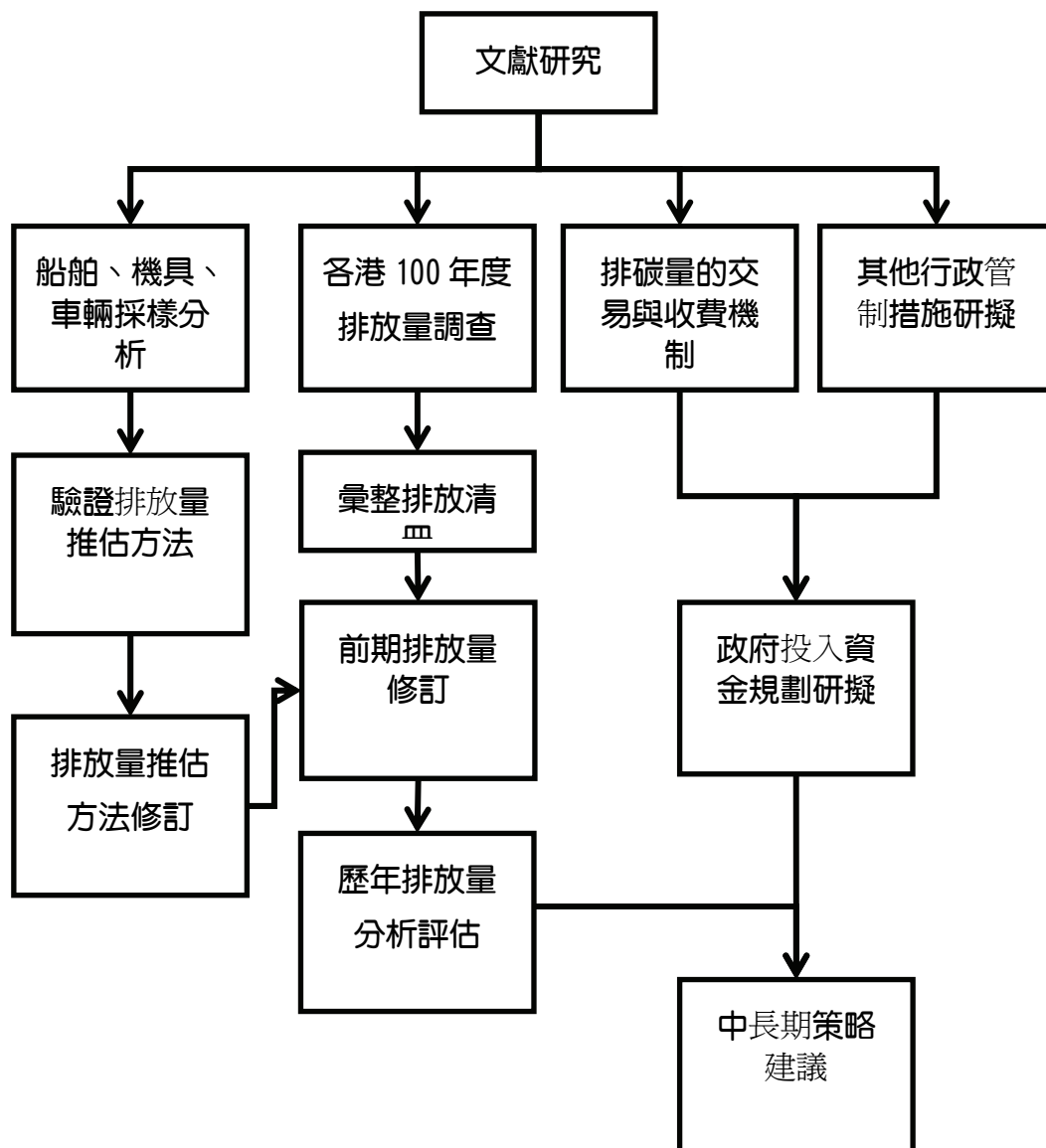


圖 1.1 工作流程圖

第二章 背景分析與重要文獻回顧

2.1 節能減碳相關法規

臺灣能源使用來源有 99.34 %以上透過國外進口，為穩定能源供給及開發再生能源以改變能源結構，政府有關單位規劃能源四法，包括「溫室氣體減量法」(草案)、「再生能源發展條例」、「能源管理法」及「能源稅條例」(草案)，現已分別於 2009 年 6 月完成「再生能源發展條例」之立法，及同年 7 月「能源管理法」部分條文修正，亦訂定罰則，能源四法關聯圖於 0。

在「溫室氣體減量法」(草案)部分，規定中央主管機關(能源、製造、運輸、住商及農業等五大部門)應擬定國家溫室氣體減量推動方案(簡稱推動方案)，依推動方案訂定所屬部門之溫室氣體排放管制行動方案(簡稱行動方案)，行動方案內容包括該部門溫室氣體排放管制目標、期程及經濟誘因的措施。「再生能源發展條例」以促進再生能源發展為目標，透過設置獎勵補助方案來增加再生能源使用之誘因，進一步達成能源結構調整並有效減少溫室氣體排放量。「能源管理法」推動有效提升能源效率進而減少溫室氣體排放量。「能源稅條例」(草案)則是讓消費者依產品所產生溫室氣體排放量徵稅，其針對能源產品使用及工業製程之溫室氣體排放，並不針對特定部門，稅額則是根據個別能源之熱值與含碳量訂定。本節先針對計畫研究相關之「溫室氣體減量法」(草案)和「能源管理法」進行說明，再介紹目前政府機關及環保署已在進行的節能減碳及溫室氣體調查的相關措施，最後介紹相關的國際公約。

國際管制溫室氣體排放趨勢將是愈趨嚴格，臺灣亦無法置身事外。政府所擬定相關能源法規，在未來執行時，將採漸進方式並考量兼顧臺灣產業在國際上之競爭力需求，及早實施可幫助臺灣產業及早因應^[1]。

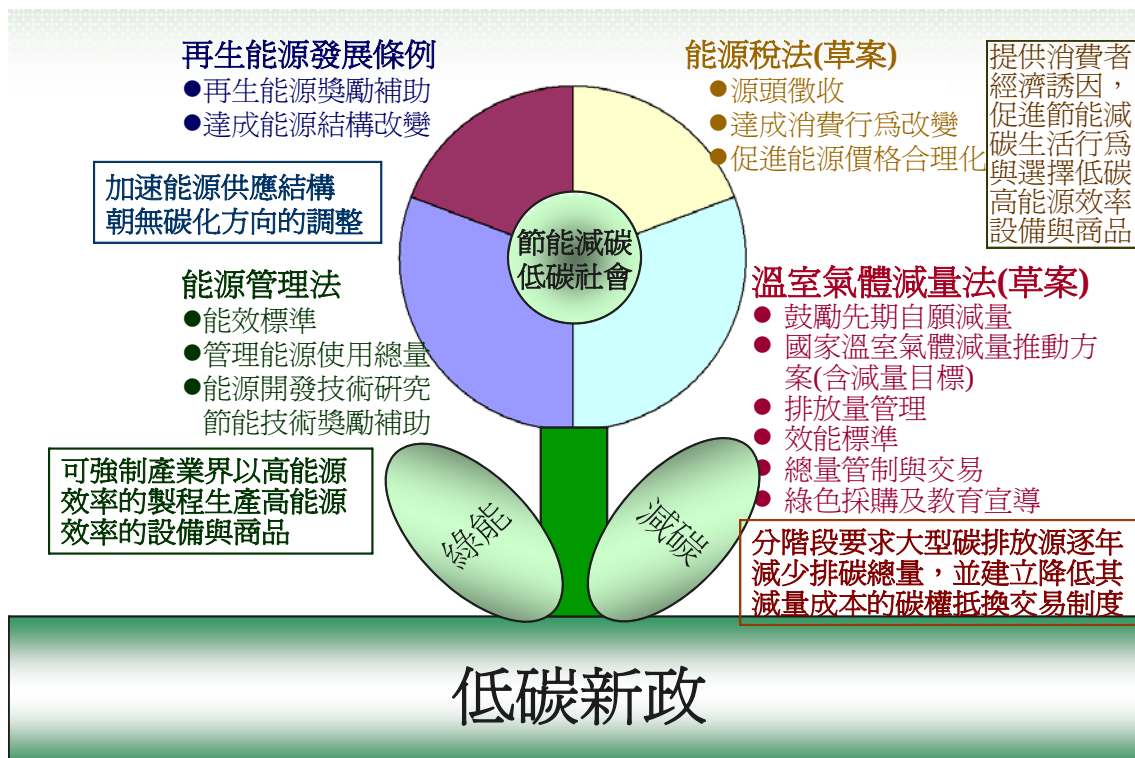


圖 2.1 能源四法規關聯圖

資料來源：行政院環境保護署^[2]

2.1.1 溫室氣體減量法草案

為因應京都議定書生效，對外宣示臺灣願意善盡共同保護地球環境之責任，對內落實經續會等重大會議立法共識，規範政府間跨部會推動溫室氣體減量機制、減量執行模式及執行工具，並以降低溫室氣體排放，並有助於國際認同臺灣對溫室氣體減量為目標之努力，行政院環境保護署推動「溫室氣體減量法（草案）」，目前仍在立法院條文審議階段，若能加速完成立法程序，除為開發中國家之立法首例外，亦將以國際公約因應、減碳機制設計、全民節能參與為訴求。

1. 建置期程

行政院環境保護署於 2006 年 2 月 16 日將「溫室氣體減量法(草案)」報請行政院審議，2007 年 5 月 7 日完成立法院（第 6 屆）逐條審查，計通過 22 條，10 條保留。惟因立法委員屆期不予續審法

案，已於 2008 年 1 月 25 日重行提報行政院，行政院於 2008 年 2 月 4 日再次送請立法院審議，於 2008 年 4 月 15 日至 16 日進行草案大體詢答及逐條審查，再於立法院（第 7 屆）2008 年 12 月 24 日至 25 日、12 月 31 日進行逐條審查。2009 年 4 月 27 日行政院與工商團體協商，行政院建議可接受版，計 30 條，交付黨團協商。2012 年 2 月 6 日函送行政院審議，經行政院法規會討論通過納入立法院第 8 屆第一會期優先審議法案。行政院於 2012 年 2 月 23 日經第 3287 次會議通過，函送立法院審議；業於 2012 年 4 月 6 日通過一讀，交付社會福利及衛生環境委員會進行審查。

該法目前仍在立法院審議階段，為落實行政院於 2008 年 6 月 5 日核定之「永續能源政策綱領」等立法共識，規範政府間跨部會推動溫室氣體減量機制、減量執行模式及執行工具，以降低溫室氣體排放，並增進於國際認同臺灣對溫室氣體減量之努力，行政院環境保護署已將該法列為優先審議法案之一，將來作為臺灣因應氣候變遷的重要法制基礎^[3]。

2. 法案架構內容

溫室氣體減量法（草案）重點如下：

- (1)由中央主管機關擬訂溫室氣體減量方案，報請行政院核定後實施；中央目的事業主管機關依溫室氣體減量方案訂定減量目標及行動計畫，並推動之。能源、產業、運輸及住商政策之中央目的事業主管機關應定期檢討及調整其溫室氣體減量政策；目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、登錄、查證、自願減量及參與國際合作減量，並得獎勵或補助之。
- (2)直轄市、縣（市）主管機關應配合推動溫室氣體減量政策方案及行動計畫訂修溫室氣體減量執行計畫，並推動之。
- (3)事業具有中央主管機關公告之排放源者，應每年進行排放量盤查及定期登錄經查驗機構完成查證之排放量；其排放之溫室氣體年

平均排放量應符合溫室氣體效能標準。

(4)中央主管機關得依國際管制溫室氣體排放的進度，於實施溫室氣體排放盤查、登錄、查證制度與建立排放量核配及交易制度後，分期公告實施溫室氣體總量管制。

「溫室氣體減量法（草案）」之架構，如圖 2.2 所示。



圖 2.2 「溫室氣體減量法（草案）」架構

資料來源:行政院環境保護署網站^[2]

3. 三階段減量策略

溫室氣體減量法(草案)規劃前期作業及三階段減量策略，三階段減量策略包括：第一階段的強制盤查與登錄、第二階段效能標準及排放交易及第三階段總量管制及排放交易，逐步建構臺灣溫室氣體減量及管理能力，並輔以經濟工具(如：排放交易等)，協助排放

源達到實質減量之目的，推動溫室氣體三階段減量策略期程如圖 2.3。

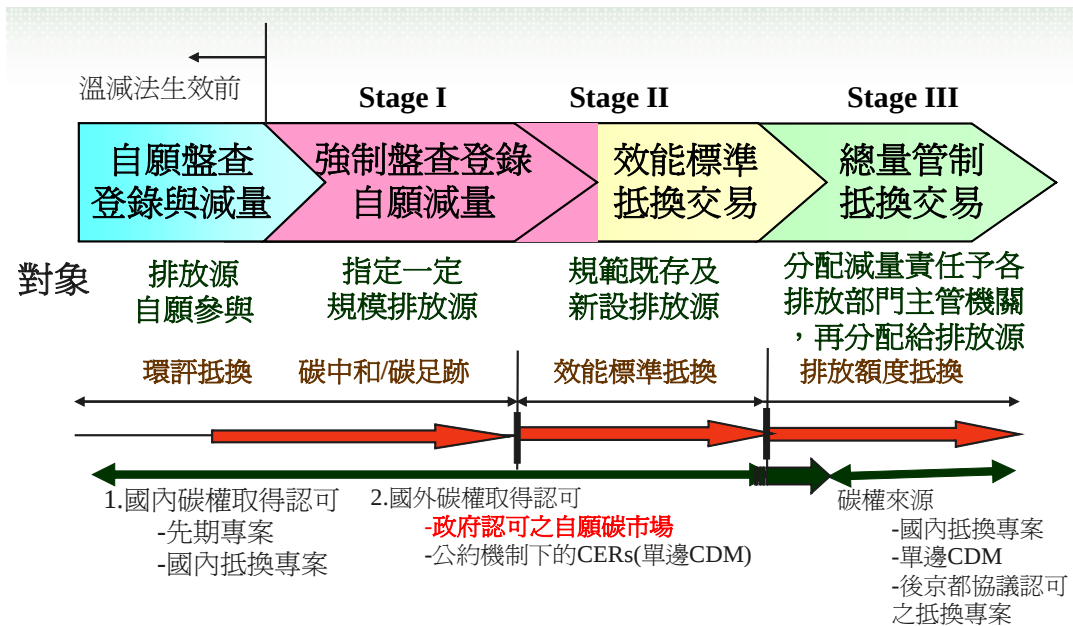


圖 2.3 推動溫室氣體三階段減量策略

資料來源：行政院環境保護署網站^[4]

(1)前期作業：溫減法實施前之先期管理

整體作業執行的規劃由自願走向強制，以總量管制與交易抵換等機制，做為未來溫室氣體管理運作之基石。但由於這兩項管理作業之運作在臺灣環保管理歷程上均為首次嘗試，因此現階段主管機關以推動先期減量專案管理機制規劃為基本目標，建立產業減量規劃與管理能力並奠定未來溫減法之執行基礎，降低產業適應之衝擊。

參酌國際溫室氣體管理之相關經驗，先期專案與抵換專案適用對象將採分流處理，分述如下：

- 先期專案之實施對象：針對高溫室氣體排放密集度之產業，將研擬「公告排放強度」作為減量額度計算基準。其「公告排放

強度」“計算式”所涵蓋之“製程”或“設施”，將被歸類為「適用先期專案排放源」，所執行之減量將以排放強度之形式計算，若排放強度低於「公告排放強度」，則其差值經過第三者查證及政府審查通過後，即可獲得「減量額度」。

b.抵換專案之實施對象：未被歸類為前項「適用先期專案排放源」之“製程”或“設施”則可執行「抵換專案」。此類製程或設施可依據行政院環境保護署公告之「減量方法」規劃減量專案執行專案型減量以獲得減量額度。在執行初期，「抵換專案」之「減量方法」將引用清潔發展機制（CDM）之「減量方法」，其後再依產業需求建立本土型減量方法。

整體先期減量專案管理機制之規劃，若對照 ISO 14064 係列標準來說明，「先期專案」可對應 ISO 14064-1，即可透過控管措施之方式進行組織型減量，並以排放強度之方式進行量化。而「抵換專案」則可對應 ISO 14064-2，以專案型減量方式針對製程或設施進行減量，並依據「減量方法」規範之計算方式進行量化。

「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則」已於 2012 年 7 月 17 日正式公告，盤查登錄平台已有 444 家登錄。雖然，在溫減法(草案)實施前，其推行仍以自願為基礎，不涉及強制管制與處罰，其減量額度可立即供環評審議機制及未來溫減法(草案)規範排放量管制抵換使用，其操作及執行經驗亦將成為未來溫減法(草案) 規範抵換作業及效能標準制訂及規劃之重要參考依據。

(2)第一階段：強制盤查與登錄

在此階段中，溫減法(草案)設計公告排放源須每年須進行排放盤查、排放源帳戶登錄管理。

盤查登錄為臺灣建立排放交易與核配的基礎，因此行政院環境保護署建立「國家溫室氣體登錄平臺」(www.ghgregistry.tw)，

以掌握臺灣溫室氣體排放情形，「國家溫室氣體登錄平臺」已於 96 年 6 月正式啟動，截至 98 年 12 月止，已有 224 家廠完成盤查資料提報。

為提升產業使用之便利性，整合經濟部工業局、能源局及行政院環境保護署盤查資料庫，第一階段整合工作已於 96 年 6 月完成，各部會之資料已可互相流通；第二階段整合作業，已於 98 年 10 月 7 日正式開放產業進行盤查線上登錄系統試行登錄，建立採設備層級進行登錄，並可展現單位產品溫室氣體排放量之統一登錄表單及盤查資料庫。

為減輕產業登錄負擔，以及增加平臺間一致與便利性，已完成盤查登錄系統與固定污染源資訊系統靜態資料整合作業，匯入固定源資訊系統之基本資料、製程、設備及原燃物料資訊，並配合「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則(草案)」，完成減量專案管理區各功能及登錄欄位規劃，提供產業減量績效認可之管道及配合產業溫室氣體認證及查驗管理制度推動，以進行查驗管理平臺規劃，供產業及管理部門掌握查驗資訊與現況。

(3)第二階段：效能標準及排放交易

排放強度觀念已逐步形成溫室氣體管理主流，主要原因為單純由溫室氣體排放量作為評比依據，無法公平反映業者規模、生產量、製程複雜性等因素，恐有影響決策訂定之虞。因此，新的全球性減量方式「部門別策略(Sectoral Approach)」正積極展開討論，目的係為透過設定行業別排放密集度標準(emission intensity standard)之方式執行部門管制，打破國界觀念並避免碳洩漏風險，以確實達到全球減量之目標。

行政院環境保護署為順應國際發展趨勢，達到與國際接軌目的，在溫減法(草案)第二階段導入「效能標準」，目前行政院環境保護署已著手規劃效能標準執行方式及計算原則，並以鋼鐵、電

力、水泥及半導體等 4 個行業作為優先研擬對象，選擇此 4 個行業別之主要考量因素包含(1)高排放量行業製程；(2)具高 GWP 值之排放源；(3)耗用電力高者；(4)產品/原燃物料複雜性低者；(5)減量潛力大者；(6)國際協會重視及供應鏈要求者；(7)國外列為主要管制對象者。

而為減輕產業減量壓力，溫減法(草案)此階段訂定了抵換機制，臺灣公告排放源仍須以境內執行溫室氣體減量計畫為優先，境外取得之碳權設有一定比例之抵換上限，來達成減量要求。

(4)第三階段：總量管制及排放交易

1992 年簽署的「聯合國氣候變化框架公約」及 1997 年通過的「京都議定書」為排放交易開啟了濫觴。「京都議定書」確立了三種機制，其中即包括了排放交易機制，允許排放源透過市場靈活機制完成減量任務，因此運用市場機製成為目前各國減量的主流方式，除相較於傳統上常使用的強制排放標準及稅賦，更具有減量誘因，因為排放交易等市場機制允許產業在市場交易碳排放額度，進而減輕減量成本，甚至促使產業願意進行更多的減量。現除了歐盟已推行多年，美國、日本、紐西蘭、澳大利亞等國也相繼跟進，儼然已成為全球因應氣候變遷與落實溫室氣體減量最關鍵策略措施之一。

全球碳權交易市場在過去幾年內係以倍增方式快速成長，市場活絡可見一斑，屬於備受矚目之新興市場。對於企業來說，盡早將碳權管理納入企業經營策略，未來獲取減排所能賦予的經濟效益(即碳權)，不僅可作為企業履行自身減碳責任，更是永續經營及未來全球佈局不可或缺之手段。

臺灣所訂定之總量管制係針對公告排放源分核配減量額度，公告排放源間可彼此交易減量額度以達到減量要求；而抵換係公告之排放源，可藉由協助非公告之排放源減量而取得減量額度，如此一來，臺灣的減量能力可在各部門均獲得提升，且臺灣

的減量努力將不侷限於公告排放源。另外，抵換亦是提供產業降低減量成本的機會，此作法可常見於國際間，如歐盟減量係透過會員國間的排放交易外，亦接受來自清潔發展機制的減量額度^[5]。

2.1.2 能源管理法

1. 建置期程

為因應全球能源供需情勢發展，並考量臺灣現行能源使用管制措施之不足，依據 94 年全國能源會議結論，在兼顧社會、經濟、生態、環境及國家永續發展之目標下，就能源使用應建立審查評估之機制。並基於「預防原則」之先期管理模式，建立一定之能源總體使用規範，對大型能源用戶使用能源情形之能源耗用總量、種類、效率及區位等進行先期審查，並予以後續追蹤，期能確保國家短、中、長期能源供需平衡及穩定。其次，考量現行法源對於提高能源效率及推動節約能源管制措施，尚有不足，特強制耗用能源產品製造及進口廠商完整標示其產品能源效率資訊之義務。

能源管理法於 1980 年公佈施行，歷經三次修正，立法院院會 2009 年 6 月 9 日三讀通過「綠能三法」之一的「能源管理法部分條文修正案」^[6]。中華民國 98 年 7 月 8 日公布總統華總一義字第 09800166461 號令修正第 1, 8, 11, 12, 14 至 16, 21, 23 至 25 條增訂第 15 之 1, 19 之 1 條刪除第 13, 28 條。

2. 法案架構內容

「能源管理法」能源管理法修正重點包括：

- (1)明確要求中央主管機關應擬定能源發展綱領，做為政府能源分區供給容量及效率規定、能源開發評估準則之審查準據。
- (2)對「能源使用大戶」新設或擴建能源使用設施，其能源使用數量若將對國家整體能源供需結構、區域平衡造成重大影響者，應先製作說明書送請核准。並規定中央主管機關得派員或委託專業機

構或技師，對能源用戶使用能源設備、器具或車輛之製造、進口或販賣業者，實施檢查或命其提供有關資料，相關用戶、廠商不得規避、妨礙或拒絕；違反者處 3 萬至 15 萬之罰鍰。

- (3)要求能源用戶需進行能源使用效率的自我管理，使用能源達規定數量以上者，須依其使用級距，設置「技師」或「能源管理人員」負責執行節能及申報能源使用情況等事項。
- (4)規定廠商製造或進口使用能源設備或器具及車輛，其能源效率須符合中央主管機關容許規範，不符規定者不准進口或銷售；前述商品亦應標示其能源耗用效能，未標示者依規定不得陳列販售。中央主管機關將就指定能源用戶所使用的照明、空調、動力、冷凍冷藏或其他能源設備訂定能源效率標準。未來完成立法後，將賦與經濟部對違法者開罰的權力^[7]。

3. 實行策略

能源管理法於 1980 年公佈施行，現已實行的方式包括：

- (1)於 2010 年 3 月開始依據能源管理法第十四條第四項逐步訂定窗（壁）型及箱型冷氣機、電冰箱、溫熱型開飲機、除濕機及影印機之能源耗用量與其能源效率分級標示事項、方法及檢查方式^[8]。
- (2)依據第十五條規定與交通部於 99 年 5 月 7 日共同修正發布「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，增訂汽、機車強制標示能源效率相關規定。
- (3)依據第 11 條修正條文，2010 年 6 月 18 日經濟部經能字第 09904603410 號及第 09904603420 號令訂定發布「能源用戶自置或委託技師或合格能源管理人員設置登記辦法」及「技師或能源管理人員辦理能源管理業務資格認定辦法」，並自發布日施行。

表2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準

分類	能源用戶	能源使用數量基準	應行辦理事項	法源依據	
				能源管理法	能源管理法施行細則
一	煤炭	年使用量超過六千公噸	1.每年十二月底前，將次年能源查核制度，節約能源目標及執行計畫，報請中央主管機關核備。	第九條	第六條至第八條
	燃料油	年使用量超過六千公秉	2.設置能源管理人員。	第十一條	第十條
	天然氣	年使用量超過一千萬立方公尺	3.每年一月底前彙集前一年使用能源資料，向中央主管機關申報。	第十二條	第十一條
	電能	契約用電容量超過八百瓩	4.新設或擴建應先經中央主管機關核准。	第十六條	
二	生產蒸汽	每小時超過一百公噸	應裝設汽電共生設備。	第十條	
三	裝設中央空調系統	屬非生產性質且冷凍主機容量超過一百馬力	1.設置能源管理人員。	第十一條	第十條
			2.應提供場所，並裝妥必要之結線、表箱，以備電能供應事業裝置分表。	第十八條	第九條

資料來源：經濟部能源局網站^{[9],[10]}

第 11 條規定能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者，應依其能源使用量級距，自置或委託一定名額之技師或合格能管員負責執行中央主管機關（經濟部）規定之業務，故經濟部據以就「技師及能管員設置登記」及「辦理能源管理業務資格認定」分別訂定上述 2 項辦法，規定用電契約容量超過 800 瓩之能源用戶（目前約 4,500 家），應自置或委託 1 名以上技師或合格能管員；且其中用電契約容量超過 10 萬瓩之「用電大戶」，應置 2 名以上技師或合格能管員，以規劃並執行能源用戶內部之節約能源相關工作。

(4)依據第七條、第九條至第十二條、第十六條及第十八條修正能源供應事業及能源用戶達應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量。

前述之「能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者」，依照經濟部 2006 年 10 月 5 日經授能字第 09520083170 號修正公

告之「公告能源供應事業及能源用戶應辦理能源管理法規定事項之能源供應數量、使用數量基準及應儲存之安全存量」之附表二，共分為三大類 6 種能源用戶，詳見表 2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準。

表2-2 能源用戶節約能源查核制度申報表

項目	細項
一、基本資料	-
二、能源查核專責組織	-
三、能源使用量	3.1 熱能使用量統計表
	3.2 電能使用量統計表
	3.3 單位能源使用效率因子
四、能源流程分析	-
五、建築資料	-
六、電能系統資料	-
七、能源設備統計	7.1 空調系統明細表
	7.2 照明系統明細表
	7.3 其它系統明細表
	7.4 系統耗電彙整統計表
八、節約能源目標及執行計畫	8.1 節約能源改善方案具體措施
	8.2 節約能源措施執行成效分析表
	8.3 節約能源措施及目標計畫表

資料來源：經濟部能源局網站^[10]

(5)根據能源管理法第十二條第二項，經濟部於 2010 年 1 月 8 日公告『訂定「能源用戶應申報使用能源之種類、數量、項目、效率、申報期間及方式」』^[10]，分為 13 種行業別，每年一月底需彙集前一年使用能源資料向中央主管機關申報。

前項申報資料表格式由中央主管機關定之；以非生產性質行業為例，其能源用戶節約能源查核制度申報表內容包括表 2-2 各項，而中央主管機關必要時，得指定能源用戶按期提供有關使用能源資料。

2.1.3 政府機關及學校全面節能減碳措施

行政院依據 97 年 6 月 5 日行政院第 3095 次會議通過之「永續能源政策綱領」第三、(二)、4、(1)項有關政府部門節能減碳措施，於 97 年 8 月 6 日以院臺經字第 0970030865 號函核定實施「政府機關及學校全面節能減碳措施」，並於 98 年 12 月 16 日修正。希望藉由政府機關及學校率先推動節約能源，以示範引導民間採行，落實全民節能減碳行動。

本案涵蓋所有行政院暨所屬各級行政機關及學校，以及各地方政府及所屬單位。各國際港口隸屬於交通部，因此也屬於本檔規範對象。而推動的目標是每年用電量與用油量以負成長為原則，至 104 年累計總體節約能源達 7%，包括節約用電目標，以及節約用油目標。

節約用電方面，以年用電量負成長為原則（國中以下學校排除），並訂定用電指標（簡稱 EUI），要求高於同類型機關學校 EUI 基準值（以下簡稱基準值）者，另應積極採行各項可行措施，最遲於 104 年前將 EUI 降至基準值。但目前公佈的指標，是將各單位的年度總用電量除以樓地板面積，因此如港埠這類作業地區可能使用到電動機具作業，並不適用此項 EUI 標準。

用油量部分也是每年以負成長為原則，但是排除警勤、消防、醫療救護、工程、國防戰備訓練、檢察、調查、矯正及關稅等執行單位。因此港埠地區是否納入，尚須進一步確認。

另外各執行單位為達到用電、用油量負成長或不成長之節能目標，應於每年 1 月 15 日前擬定當年度節能計畫後執行。

依行政院 97.8.6. 核定之「政府機關及學校全面節能減碳措施」，各機關學校填報週期為每年 1 月填報前 1 年度之用電、用油情形。填報時透過「政府機關及學校節約能源填報網站」填報，網址為

<http://egov.tgpf.org.tw/>，目前委託財團法人臺灣綠色生產力基金會維護網站及本專案執行事宜。

2.1.4 環保署國家溫室氣體登錄平台說明

依據溫室氣體減量法草案規劃，環保署於 2007 年 7 月正式啟動『國家溫室氣體登錄平台』（以下稱登錄平台）^{「錯誤！找不到參照來源。」}，為國內唯一之國家溫室氣體統一登錄平台及資料庫，登錄內容主要為六大溫室氣體排放量。以下就國家溫室氣體登錄平台之登錄內容、推動成果及後續規劃進行說明^[12]。

1. 國家溫室氣體登錄平台之登錄內容

(1) 登錄說明

於溫室氣體減量法尚未生效前，產業可採自願提報方式進行登錄，目前亦可接受未完成查證之事業(公司)或排放源(工廠)之盤查資訊。但若盤查登錄係為環境影響評估承諾事項或申請先期專案及抵換專案之必要資訊，則須完成查證後始可登錄。

只要登錄單位上網填寫相關資料，國家溫室氣體登錄平台即會發予登錄平台之帳號及密碼。

(2) 登錄範疇

包括範疇一及範疇二排放資料，亦可接受範疇三資料；登錄範疇需涵蓋二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、總氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF₆)六大溫室氣體排放。

(3) 登錄表單

環保署已建立符合工業及能源部門盤查登錄系統，採取設備層級進行登錄，登錄類別涵蓋一般產業、汽電共生業及電力業，登錄內容包括共用表單及專用表單。其中共用表單供盤查申報作

業使用，以掌握事業及排放源溫室氣體排放現況；專用表單供排放強度申報使用，以展現溫室氣體排放強度現況。

2. 國家溫室氣體登錄平台之登錄成果

截至 2011 年 10 月底，已有 401 家廠商自主性提報盤查資料，共有 75 家廠家願意公開排放量資訊，可於國家登錄平台的盤查登錄區點選公開資訊即可檢視相關資訊（網址：<http://ghgregistry.epa.gov.tw/>）。

參與自願性提報盤查之廠商涵蓋八大產業公會，提報家數則以 2005 年最多，總溫室氣體排放量計 222.89 百萬公噸二氧化碳排放當量(CO₂e)。因廠商提報之 2005 年盤查排放量數據較多，故以該年度資料分析，分析結果顯示，提報行業別排放量分布前三名之行業為電力、石化及鋼鐵業，分別約占 46.86%、25.48%及 11.85%，如圖 4-2 所示。其中範疇一(固定排放量)提報之排放量約 186.47 百萬公噸 CO₂e，約占該年工業及能源部門燃料燃燒排放量 203.41 百萬公噸 CO₂e 之 91.67%^[12]。

3. 國家溫室氣體登錄平台後續推動重點

為配合溫室氣體先期專案暨抵換專案推動方式及產業溫室氣體認證及查驗管理制度，國家登錄平台已規劃先期專案管理區、抵換專案管理區、公開資訊區及查驗管理區等系統介面，以因應未來產業使用及政府管理需求。

2.1.5 國際公約

1. 聯合國氣候變化綱要公約

聯合國總部於 1992 年 5 月 9 日在紐約通過「聯合國氣候變化綱要公約」(the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，其間並透過 1998 年制訂的京都機制(於 2005 年生效)，

使抑制全球溫室氣體增量之目標得以具體化與落實，也使得溫室氣體管制成為 20 世紀末以來全球最熱門之環境管理議題。

2. 京都議定書

京都議定書 (Kyoto Protocol)，全名為「聯合國氣候變化綱要公約的京都議定書」，是 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參加國第三次會議 (3rd Conference of the parties to UNFCCC, COP 3) 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」。

政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change，簡稱 IPCC) 已經預計從 1990 年到 2100 年全球氣溫將升高 1.4°C—5.8°C。目前的評估顯示，京都議定書如果能被徹底完全的執行，到 2050 年之前僅可以把氣溫的升幅減少 0.02°C—0.28°C，正因為如此，許多批評家和環保主義者質疑京都議定書的價值，認為其標準定得太低根本不足以應對未來的嚴重危機。而支持者們指出京都議定書只是第一步，為了達到 UNFCCC 的目標今後還要繼續修改完善，直到達到 UNFCCC 4.2(d)規定的要求為止。

1997 年 12 月該條約在日本京都通過，並於 1998 年 3 月 16 日至 1999 年 3 月 15 日間開放簽字，共有 84 國簽署，條約於 2005 年 2 月 16 日開始強制生效，到 2009 年 2 月，一共有 183 個國家通過了該條約 (超過全球排放量的 61%)，引人注目的是美國沒有簽署該條約。

條約規定，它在「不少於 55 個參與國簽署該條約並且溫室氣體排放量達到附件 I 中規定國家在 1990 年總排放量的 55%後的第 90 天」開始生效，這兩個條件中，「55 個國家」在 2002 年 5 月 23 日當冰島通過後首先達到，2004 年 12 月 18 日俄羅斯通過了該條約後達到了「55%」的條件，條約在 90 天後於 2005 年 2 月 16 日開始強制生效。

臺灣並未簽署京都議定書，亦未被列在附件 I 國家中。但行政院環境保護署以及部分地方政府皆積極希望能加入非附件 I 國家可參與的清潔發展機制（Clean Development Mechanism, CDM）。

3. MARPOL 73/78 公約附則 VI—船舶防止大氣污染規則

國際海事組織(IMO)轄下的海事環境保護委員會(MEPC)2008 年在倫敦總部舉行第 58 屆會議，一致通過防止船舶造成污染公約(MARPOL) 附則 VI 條例，就減低船舶污染物、溫室氣體排放取得重大突破。該條例於 2010 年 7 月 1 日生效，另核准拆船再循環使用公約草案。

會議一致通過以下各項船舶與環保相關議題：修訂並接受防止船舶污染國際公約(MARPOL)附件 6 條例，進一步減少船舶排放有害空氣污染物；核准拆船再迴圈使用公約草案；認可一些壓艙水處理系統，以助國際壓艙水管理公約(BWMConvention)的實施；就減少或限制船舶溫室氣體排放的措施，在技術和運作上取得實質性進展；履行溢油風險評估及預防公約。

附則 VI 主要針對船舶硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)和粒狀物的排放。新修訂條例與相關的 NO_x 技術規範於 2010 年 7 月 1 日起生效，逐步減少有害空氣污染物的排放，防止大氣污染。經修訂，在硫排放控制區(SECAs)內，SO_x 的排放上限將由現在的 1.5%減至 1.00%，再在 2015 年起降至 0.10%。另外，MEPC 同意減低在船用主機運作時排放的 NO_x，凡在 2016 年起新建船上安裝的主機，都必須受 MARPOL 要求的第三級標準嚴格管制，在排放控制區內的 NO_x 釋出為 3.4g/kW-hr。

國際間一直關注和應付氣候轉變和全球暖化的問題，根據 2005 年生效的聯合國氣候變化框架公約《京都議定書》，IMO 有責任向船舶提出限制或減少溫室氣體排放。MEPC 就該事項和措施持續進行研究，並取得實質性進展。其中包括發展新船節能設計指標和能源

效益運作指標。另外亦有適合所有船隻的效益管理計畫和最具能源效益運作的自願執行守則。

2.2 臺灣地區港埠空污及能源使用調查情形

2.2.1 交通部運輸研究所歷年相關計畫

交通部運輸研究所早在 94 年即辦理「運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」之研究，建立國內陸海空運溫室氣體排放基線資料及成長量趨勢。其中水運部分的排放推估，僅根據水運部門總能源消耗量進行推估，亦未針對港埠地區進行較深入的調查^[13]。

交通部運輸研究所在 97 年開始執行「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」三年計畫。第 1 年探討運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響，第 2 年則是建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制，99 年則是執行第 3 年計畫。在第 2 年度計畫的期末報告中，其中說明水運方面溫室氣體排放量推估，國家清冊中目前僅涵蓋國內線。此可直接摘取能源平衡表中水運部門總能源消耗量進行推估。國際水運部分，亦可直接採用能源平衡表中國際水運總能源消耗量進行推估，若欲進行不同船種的區分則需另行調查統計，但幾乎完全沒有提到推估方法^[14]。

直到 99 年執行「建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」研究計畫時，研究範圍中納入三個國際港的耗能調查，才開始有針對港埠地區較詳細溫室氣體排放量相關研究，該研究執行到 99 年底^[15]。同年 6 月，交通部運輸研究所港灣技術研究中心開始進行「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」，針對 CO₂, N₂O, CH₄ 等主要由柴油引擎直接排放及電力使用間接產生的溫室氣體建立調查推估方法，適用對象除電力外，直接排放源包含了 4 大直接排放源，亦即港勤船舶、裝卸機具、車輛、火車。但該計畫中並未將遠洋船舶及漁用船舶納入^[16]。另外依據 98 年度「臺灣港埠與船舶節能

減碳現況與未來發展規劃先導型研究」^[17]，擬定了「臺灣港埠節能減碳效益提升之研究」四年計畫，於 100 年開始執行。

2.2.2 環保署港區空氣污染物排放清冊建置

行政院環境保護署於 98 年開始執行「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬」計畫^[17]。本計畫源於中美環保技術合作協定第 8 號執行辦法(97-99 年)的第 6 項合作項目「減少美國西北岸與臺灣靠港海洋船舶的空氣污染與溫室氣體排放」。該項工作以技術訓練、研討會、資訊交流及示範專案的方式進行，分別在 97 年 11 月辦理「2008 中美港口空氣品質清淨夥伴會議系列活動」。在 97 年 11 月 21 日召集的「2008 中美環保技術合作協定—港口清淨空氣品質夥伴會議檢討與未來工作規劃會議」，討論到美方所提三項合作提案^[18]：

1. 在船舶停泊處，輔助引擎使用低硫含量的燃料油；
2. 貨物搬運裝置翻新改進策略與新興技術；
3. 速度最佳化。

行政院環境保護署經與會公、私部門代表討論之後，擬定未來可逐步規劃合作之項目包括：

- 細懸浮微粒（PM_{2.5}）與柴油引擎廢氣對健康影響的環境教育
- 發展港口或貨物處置柴油設備空氣污染物之排放清冊
- 發展遵守防止船舶污染國際公約(MARPOL)附錄六修正案規定的國內法令
- 發展低硫燃料轉換的認可與鼓勵計畫
- 綠色旗艦計畫
- 空污費策略

其中一項即為「發展港口或貨物處置柴油設備空氣污染物之排放清冊」，因此行政院環境保護署開始於 98 年起執行港區空氣污染物排放建置的二年計畫。主要目的是要建置空氣污染排放清冊，污染物調查種類包括 PM₁₀、PM_{2.5}、DPM、SO₂、NO_x、CO、VOC 等，另增列柴油燃燒後的主要溫室氣體 CO₂、CH₄、N₂O。第 1 年先納入高雄港、臺中港、基隆港、花蓮港四個港口，調查各項直接排放源，包括：

- 遠洋船舶
- 港勤船舶
- 柴油貨物裝卸機具
- 重型柴油車輛
- 鐵路火車頭
- 粒狀物逸散污染源

其中，前 5 項污染源包含了 CO₂、CH₄、N₂O 等溫室氣體。而根據其第 1 年執行結果，在遠洋船舶部分已建立適當的調查推估方法；港勤船舶、裝卸機具部分，因為民營化的關係，尚無法建立完整的排放清冊；重型柴油車在數量上僅能間接推估，火車部分因為港區的鐵路貨運式微，比例不高。

表2-3 臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量

單位：年 CO₂e 公噸/年

	基隆港	臺中港	高雄港	花蓮港	合計	分配比例
遠洋船舶(港區內)	165,035.8	173,405.9	416,664.5	29,251.3	784,357.5	87.31%
港勤船舶	4,349.4	6,964.3	18,190.3	2,308.9	31,812.9	3.54%
貨物裝卸設備	1,275.4	8,493.4	7,879.2	1,967.4	19,615.4	2.18%
鐵路火車頭	0.0	207.8	0.0	1,218.9	1,426.7	0.16%
重型柴油車輛	2,059.8	23,982.4	32,088.4	3,016.9	61,147.5	6.81%
總計	172,720.4	213,053.8	474,822.4	37,763.4	898,360.0	100%

資料來源：行政院環境保護署^[16]

表 2-3 係根據該研究整理結果，包括臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量，皆換算為二氧化碳當量。由於行政院環境保護署的出發點為空氣污染物的排放清冊建置，因此電力機具不含在裏面，亦即港區外購電力造成的範疇 2 溫室氣體排放，並未涵蓋在研究範圍中^[17]。

2.3 其它地區港埠空污及能源使用調查情形

2.3.1 中國大陸

中國大陸於 1996 年實施第二次全國港口普查以來，各港口業務量都有大幅增加，在基礎設施、裝備和規模等都有很大的變化。因此在 2008 年時，交通運輸部開始推動第三次全國港口普查工作。本次普查內容，特別增加港口能源消耗狀況，也是因應中國大陸大力推動綠色港口而進行的基礎資料建置工作。

在其「第三次全國港口普查方案」^[20]中，第 11 項普查內容為港口生產能源消費情況，調查內容包括調查港口經營者裝卸生產、輔助生產、生活管理等實際消費的柴油、汽油、燃料油、電力、煤炭及其它能源等資料。柴油、汽油、燃料油、煤炭等都以噸為單位，電力則以千瓦小時為單位。各港口普查後，將資料輸入資料庫，再進行審核作業。篩選出不合理數據，再要求各相關單位補正。

中國大陸亦於 2008 年 7 月 1 日公告實施了「港口能源消耗統計及分析方法」^[21]，適用於沿海、內河港口能源消耗統計及分析。統計指標包括港口吞吐量、貨物吞吐量、貨櫃（貨櫃）吞吐量、旅客吞吐量、滾裝汽車吞吐量等基本資料。在能源消耗量資料部分，需調查裝卸生產能源消耗量、輔助生產能源消耗量、附屬生活能源消耗量等。然後計算出各項能源單耗，亦即單位生產量的耗能。利用能源單耗的概念，可利於進行節能成效的比較。否則若以總消耗量來評估節能成效，則只要業務量增加便會使能源消耗總量增加，對節能工作的推動會造成困擾。

由於主要調查對象為能源消耗，因此逸散性部分的溫室氣體並沒有考慮在內。

2.3.2 美國港口空氣污染排放清冊調查

美國洛杉磯港(Port of Los Angeles, POLA)於 2004 年首度公布其海運相關空氣污染資料，並以 2001 年為基準年，完成空氣污染排放清冊調查。清冊中包含了 5 大類港區移動污染源，包括：遠洋船舶(ocean-going vessels)、港勤船舶(harbor craft)、裝卸機具(off-road cargo handling equipment)、鐵路機車頭(railroad locomotives)、重型柴油車(on-road heavy-duty vehicles)，評估了港區所有港埠相關運輸站(Port terminals)的排放量^[22]。在推估排放量的過程中，也開始進行溫室氣體的調查，主要是利用係數法，推估 CO₂、CO₄、N₂O 這些移動源排放的溫室氣體。

2006 年，洛杉磯港將溫室氣體部分的範圍擴大，將與港口有直接聯繫的國際貨物運輸納入，相當於納入跨國界的溫室氣體排放。而國內的陸上運輸部分，亦擴展到港區外，甚至擴展到加州以外的陸上運輸範圍。這些在地理上擴大調查的內容包括了遠洋船舶、重型柴油車、及鐵路機車頭。而擴大部分的排放量，則以 2006 年該年度為排放基準年，後續則每年更新一次排放清冊^[25-27]。

根據 Port of Los Angeles (POLA)公布的 2007 年及 2008 年溫室氣體排放清冊報告^[27]，在港區地理範圍內的排放量如表 2-4 所示。其中排放量依序分別是重型柴油車 45.9%、遠洋船舶 23.3%、貨物裝卸機具 13.9%，而鐵路運輸和港勤船分別佔了 7.0%及 5.1%，其餘排放源約僅佔 5%。

美國其它港口推估溫室氣體排放量，原則上皆依照 Port of Los Angeles (POLA)發展出來的方法，亦成為美國行政院環境保護署的建議方法，包括 San Pedro Bay Ports、Puget Sound Ports、Port of Charleston、Port of San Diego、Port of New York and New Jersey 等都採用此法建置排放量清冊^[20]。

表2-4 洛杉磯港 2008 年溫室氣體排放量比較

Scope	Category	CO ₂ (mtons)	N ₂ O (mtons)	CH ₄ (mtons)	CO ₂ e (mtons)	distribution
1	Municipal Operations	3,336	0.09	0.31	3,380	0.3%
2	Municipal Energy Consumption(SoCAB)	3,257	0.01	0.02	3,261	0.3%
3	遠洋船舶 Ocean-Going Vessel Operations (Within 24 nm/Inside SoCAB)	248,738	14.37	3.99	253,282	23.3%
3	重型柴油車 Heavy-Duty Vehicle	497,963	4.2	20.36	499,693	45.9%
3	鐵路 Rail Locomotive Operations	75,347	2.01	6.19	76,100	7.0%
3	貨物裝卸 Cargo Handling Equipment Operations	150,125	3.16	3.67	151,180	13.9%
3	港勤船舶 Harbor Craft Operations	55,119	2.47	1.31	55,912	5.1%
3	Port's Other Sources	46,463	0.3	0.93	46,576	4.3%
合計					1,089,384	100%

資料來源：Port of Los Angeles (POLA)^[27]

2.4 第一年計畫研究成果

在第 1 年（100 年度）計畫中^[31]，依據 99 年度交通部運輸研究所港灣技術研究中心的先期計畫「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」成果為基礎，擴大適用範圍，建立港埠地區溫室氣體及空氣污染排放清冊之推估程序。涵蓋遠洋船舶、漁船、港勤船、裝卸機具、車輛、外購電力等各項排放源，另進行岸電效益評估。

本年度透過實際調查建立了適用於本地的各項參數，包括柴油車的怠速惰轉排放係數、推估柴油車數量之參數、四大港口（基隆、臺

中、高雄、花蓮) 港區之車行里程、車速、怠速時間等，亦透過實際檢測驗證港勤船舶及裝卸機具之排放係數，確立了推估方法及各項使用之參數與排放係數。

為利於各港區未來持續建立年度溫室氣體排放清冊資料，以長期追蹤溫室氣體減量成效，制訂了「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」，提供各港區使用。本年度輔導四大港口進行調查，建立了 98 年與 99 年各港溫室氣體與空氣污染排放量之初步調查資料。

本計畫實際調查四大國際港口 98 年及 99 年度之溫室氣體及各項主要空氣污染物（不含港區工廠）結果，各排放量平均值如下表所示：

表2-5 四大港平均年排放量

港口	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂ e
基隆港	2,721	435	287	1,748	256	136,694
臺中港	4,282	187	463	3,274	440	229,058
花蓮港	996	35	92	828	105	60,913
高雄港	33,048	3,217	3,612	21,813	3,228	1,931,812

註：不含港區工廠

依此可以得到以下結論：

1. 高雄港區與高雄市之空污排放百分比比例約為：

SO_x 佔 67%

NO_x 佔 49%

2. 高雄港遠洋船舶與漁船佔高雄港區之排放比例為：

SO_x 佔 99.6%

NO_x 佔 96%

CO₂e 佔 91%

遠洋船舶使用岸電之效益經評估後，發現若僅以減碳的角度推動，成本效益完全無法相符；但是若納入空氣污染物減量的成本效益，則有機會達到成本效益相符合。且岸電的國際標準在 2011 年已陸續通過，技術規格不需再有疑慮，可開始積極推動。但由於岸電設置成本高，目前已裝置岸電的船舶又很少，因此應針對優先利用率高、停泊船型固定之碼頭優先建置。例如自有碼頭及船隊的航商便非常適合，高雄港第六貨櫃中心的高明貨櫃碼頭、洛杉磯港的中海公司專用碼頭優先設置岸電，都是相同模式下建置的案例。而由於靠岸船舶需電功率差異很大，而我國電費計價方式涉及契約容量。契約容量如何訂定，應訂多大，如何在罰款風險與基本電費之間取得最低點，應是岸電下階段研究的重點。

第三章 船舶排放量推估

3.1 遠洋船舶推估方法

參考美國 Puget Sound Maritime Air Emission Inventory, 2006 及 Port of Los Angeles Inventory of Air Emission-2007 報告，港區遠洋船舶排放量估算的基本公式為：

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF \dots\dots\dots (3.1)$$

其中，E：指引擎的排放量(此處單位為公克，統計時轉換為公噸)。

Energy：指所需要的能量，以 kW·h 表示。

EF：排放係數，以 g/kW·h 表示。

FCF：燃料校正係數。

其中能量需求項與各港口的實際運作有相當大的關聯性，它可以由以下公式計算：

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act} \dots\dots\dots (3.2)$$

其中，MCR:指最大引擎動力，以 kW 表示。

LF：指負載係數，無單位。

Act：指活動強度，以小時數表示。

如前一節所述，船舶的主引擎與輔助引擎的活動方式與運作時機並不相同，因此在推估方法的資料取得與計算方式亦有所不同。以下分別就主引擎與輔助引擎的推估方法進一步說明。

3.1.1 主引擎排放量估算方法

遠洋船舶主引擎排放量推估流程圖如圖 3.1 所示。

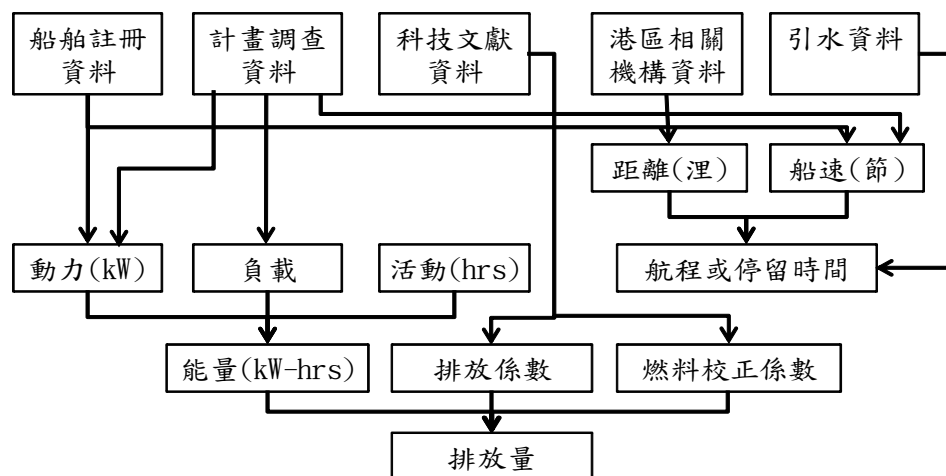


圖 3.1 遠洋船舶排放量推估流程圖

資料來源：行政院環境保護署^[18]

船舶的主引擎與船舶的大小型號有密切的關聯性，在船舶的註冊資料上一般可查到引擎的動力大小、年份等資料，因此建議可使用註冊資料抽樣調查單位提供之船舶主引擎資料來進行比對，以評估資料的正確性，另亦可作為無登錄資料船舶的預設值進行排放量推估。

船舶負載資料與船舶行進速度有密切關聯性，一般在 20% ~ 80% 的負載時，可估計為實際船速與最大船速比值的 3 次方值(Propeller Law)^[36]：

$$LF = (AS/MS)^3 \dots\dots\dots (3.3)$$

其中：AS 為實際船速，MS 為最大船速，單位均為節。

如此即可由調查所得船速估計主引擎負載進行排放量估算。

當負載小於 20%時，上述方程式會有少許誤差，故需另以低負載調整因子加以調校。

活動強度指船舶航行的小時數。當船舶在航道上航行時，可藉航道的距離及船舶行進速度調查資料，估算得各船舶航行的時間，即可求得航行的活動強度。通常船舶靠岸後主引擎是關閉的，只有輔助引擎(亦稱柴油發電機)來提供船上所需要電力及其他相關動力需求。

關於主引擎的排放係數，與引擎的製造年份、引擎型別及轉速快慢有關，在由船舶註冊資料查得引擎相關資料後，即可與文獻資料比對，以給定適當的排放係數。

本計畫之主要引擎排放係數將以環保署計畫^[18]採用之排放係數為基準，如有不足或不適合的情形時，再由其他相關文獻資料補充。表 3-1 為引擎年份在 1999 年（含）以前船舶適用的排放係數，以及引擎年份在 2000 年（含）以後出廠的船舶適用排放係數。此排放係數是以燃油(Residual Oil, RO)為燃料進行推估，含硫成分為 2.7%。若實際船舶採用的燃料不同時，則以燃料校正係數加以校正。

由於此推估方法是以個別船舶為推估主體，所以可以針對個別有加裝防制設備或採用乾淨燃料的船舶分別訂定其校正係數。如此既能更真實的推估出船舶的排放量，也同時易於反應出防制設備的成果，便於評估訂定相關措施以鼓勵航商加裝防制設備，再依其減量成效給予適當之優惠或獎勵。

其中 Slow Speed Diesel 指引擎最大轉速低於 130 rpm 的引擎，Medium Speed Diesel 指引擎最大轉速高於 130 rpm 的引擎；Gas Turbine 指氣體渦輪機引擎；Steam Turbine 指蒸汽渦輪引擎。另外，依資料來源說明，此處所參考之燃油為硫含量 2.7%之重油(Residual Oil)，以下所有排放係數表如未特別註明，均指以此參考燃油為基準所求得之排放係數。

表3-1 遠洋船舶主引擎排放係數表

單位：g/kW·h

Year type	Engine	NOx	VOC	CO	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
≤ 1999	Slow speed diesel	18.1	0.6	1.4	10.5	1	0.8	1	620	0.03	0.06
	Medium speed diesel	14	0.5	1.1	11.5	1	0.8	1	670	0.03	0.04
	Gas turbine	6.1	0.1	0.2	16.5	0.5	0.4	0	970	0.08	0.02
	Steam turbine	2.1	0.1	0.2	16.5	0.8	0.2	0	970	0.08	0.02
≥ 2000	Slow speed diesel	17	0.6	1.4	10.5	1	0.8	1	620	0.03	0.06
	Medium speed diesel	13	0.5	1.1	11.5	1	0.8	1	677	0.03	0.04

資料來源：Pugest Sound Maritime Air Forum, 2007.

3.1.2 主引擎低負載排放係數校正方法

一般來說，柴油引擎在低負載或非常高的負載時，其引擎效率並不好，EEIA(Energy and Environmental Analysis, Inc.)在其研究報告中建置一個計算柴油引擎在低負載運轉時，例如在港區內的移動及調度時引擎的排放係數校正公式。雖然引擎廢氣單位時間的總排放量在低負載時較低，然而排放係數其實是增加的（排放係數單位為 g/kW·h 而非 g/hr），這是因為柴油引擎在低負載時較沒有效率的原因。

為改善此效應，本計畫採用美國環保署發展的低負載校正公式^[37]，如式 3.4 所示。

此係數法將被應用於引擎負載介於 1%~20%之間的排放推估，其校正計算方法為：

$$y=a(LF)^{-x}+b \dots\dots\dots (3.4)$$

其中：

y = 排放值，g/kW-hr

a = 參數

b = 截距

x = 指數

LF = 式 3.3 負載公式所得之值

為方便推估時使用，可將此公式推估出 1%~20%的值，再除以 20%時的值，以作為低負載時的調校係數(LLA, Low-Load Adjustment foactor)。實際計算時，只要將式 3.1 計算所得結果(E 值)再乘以調校係數 LLA 即可得到正確的推估值。低負載調校係數 LLA 如表 3-3 所示。

表3-2 低負載引擎排放係數迴歸校正係數

污 染 物	指 數(x)	截 距(b)	參 數(a)
PM	1.5	0.25	0.0059
NO _x	1.5	10.45	0.1255
CO	1.0	0.15	0.8378
VOC	1.5	0.39	0.0667

資料來源：USEPA, 2002

表3-3 低負載時調校係數(LLA)

Load	PM	NO _x	SO _x	CO	HC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1%	19.17	11.47	1.00	19.32	59.28	1.00	59.28	11.47
2%	7.29	4.63	1.00	9.68	21.67	1.00	21.67	4.63
3%	4.33	2.92	1.00	6.46	11.95	1.00	11.95	2.92
4%	3.09	2.21	1.00	4.86	7.87	1.00	7.87	2.21
5%	2.44	1.83	1.00	3.89	5.73	1.00	5.73	1.83
6%	2.04	1.6	1.00	3.25	4.43	1.00	4.43	1.6
7%	1.79	1.45	1.00	2.79	3.59	1.00	3.59	1.45
8%	1.61	1.35	1.00	2.45	2.99	1.00	2.99	1.35
9%	1.48	1.27	1.00	2.18	2.56	1.00	2.56	1.27
10%	1.38	1.22	1.00	1.96	2.23	1.00	2.23	1.22
11%	1.3	1.17	1.00	1.79	1.98	1.00	1.98	1.17
12%	1.24	1.14	1.00	1.64	1.78	1.00	1.78	1.14
13%	1.19	1.11	1.00	1.52	1.61	1.00	1.61	1.11
14%	1.15	1.08	1.00	1.41	1.48	1.00	1.48	1.08
15%	1.11	1.06	1.00	1.32	1.36	1.00	1.36	1.06
16%	1.08	1.05	1.00	1.24	1.27	1.00	1.27	1.05
17%	1.06	1.03	1.00	1.17	1.19	1.00	1.19	1.03
18%	1.04	1.02	1.00	1.11	1.12	1.00	1.12	1.02
19%	1.02	1.01	1.00	1.05	1.05	1.00	1.05	1.01
20%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

3.1.3 主引擎在調度階段的負載

此處調度(manuevering)是指船舶進到港內後，到停泊在碼頭這段期間的運作，或由碼頭離開到出港這段期間亦是。這段期間主引擎通

常在極低負載的情況，在停靠時，船舶是靠輔助拖船來移動及定位，輔助拖船的排放量另外在港勤船舶排放量中計算。主引擎在此階段期間有幾種組合：

- 出入港不同航段的負載
- 出入港不同航段的航速
- 停靠動作時以 2% 負載計

根據這些組合可統計得一組調度的負載組合，以簡化在調度其間的排放量計算。此負載組合係數如表 3-4 所示。

其中入港負載組合明顯低於出港組合，這是因為船舶在入港時主引擎負載通常已降至非常低的狀況，並有輔助拖船提供移動的動力，出港時則主引擎已啟動以準備離開。

而由於國內各港口的船種名稱與各項參數相關文獻中的船種不同，因此整理出國內各港口的船種與文獻船種的對照表，以利挑選適當的調度負載組合係數（表 3-5）。

表3-4 調度負載組合係數

船種代號	船種	入港	出港
1	汽車船(Auto Carrier)	0.04	0.06
2	散裝船(Bulk)	0.04	0.05
3	貨櫃船(Container ship)	0.03	0.03
4	客船(Cruise)	0.03	0.04
5	一般貨船(General Cargo)	0.03	0.04
6	拖船(ITB)	0.04	0.06
7	其他(Misc)	0.03	0.04
8	冷藏船(Reefer)	0.02	0.03
9	駛上駛下船(RoRo)	0.02	0.02
10	油船(Tanker)	0.03	0.05

資料來源：Pugest Sound Maritime Air Forum, 2007.

表3-5 國內與文獻之船種對照表

船種代號	文獻船種	國內船種名稱
1	汽車船	汽車輪、汽車船
2	散裝船	礦砂輪、礦砂船、礦石船、穀類輪、穀類船、廢鐵輪、煤礦專用船、煤碳輪、煤炭船、散裝輪、散裝船、砂石船、拋石船、固體化學船、水泥輪、水泥船、水泥專用船、水泥拌合船、木屑船、木材船、化學輪、鹽類船
3	貨櫃船	貨櫃輪(無導槽)、貨櫃輪(有導槽)、貨櫃輪、貨櫃船、全貨櫃船、全貨櫃、半貨櫃輪、半貨櫃船、半貨櫃
4	客船	多用途輪、遊艇、載客小船、港勤交通船、客輪、客船、自用遊艇、交通船、人員運輸艦
5	一般貨船	雜貨輪、雜貨船、貨船、客貨輪、客貨船、多用途貨船、小貨船
6	拖船	推船、海洋拖船(拖帶)、拖船兼救難、拖船兼消防、拖船
7	其他	鯨鮪圍網船、醫務船、鮪釣船、錨船、魷釣船、緝私艦、漁業運搬船、漁業巡護船、電纜敷設船、電纜修理船、運輸駁船、補給船(軍用)、補給船、給水船、清潔船、救難船、帶纜船、起重船、訓練船、海洋研究船、海底整平船、浮塢船、浮沈台船、軍用船舶、挖泥船、抽砂船、延繩釣漁船、受泥船、巡邏船、巡視艦、巡視艇、低核廢料船、多用途船、多用途工作船、本國工作船、打樁船、外籍漁船、外籍工作船、工作駁船、工作船、工作平台船
8	冷藏船	冷藏船、冷凍船
9	駛上駛下船	駛上駛下船、駛上駛下、渡船
10	油船(Tanker)	液體化學船、液化輪、液化氣體船、液化石油氣船 LPG、液化石油氣、液化天然氣、油輪、油駁船、油散兩用船、油品船

資料來源：本計畫整理，船種代號為自編

3.1.4 輔助引擎排放量估算方法

輔助引擎的排放量估算公式與主引擎大致相同，不同的是操作時機與相關係數取得方式。

因船舶輔助引擎的資料一般只有少量有登記在船舶註冊資料中，只能由相關研究資料取得各類船型的輔助引擎馬力與年份的平均值，作為無資料船舶的預設值。

在操作時機上，輔助引擎主要用於停泊時的燈光、空調、通訊等船上電力的供應，在航道或開放水域上因為可由主引擎提供上述電力，輔助引擎的負載最低。在船舶調度移動時因需要提供船首推進器在備用狀態，輔助引擎的負載可能最高。負載資料亦僅就船舶在各個型態的時間來估計其負載的變化情形。

因此輔助引擎的活動強度是以船舶的調度時間加上停泊的時間作為其活動強度係數。負載因子則需要由文獻中查得一般船舶柴油引擎的操作負荷。

表3-6 遠洋船舶輔助引擎排放係數表

單位: g/kW·h

Year type	Engine	NO _x	VOC	CO	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
≤1999	Medium speed diesel : Residual oil	14.7	0.4	1.1	12.3	1.5	1.2	1.5	683	0.031	0.008
2000+	Medium speed diesel : Residual oil	13.0	0.4	1.1	12.3	1.5	1.2	1.5	683	0.031	0.008

資料來源: POLA, 2009

3.1.5 輔助鍋爐排放量估算方法

如同輔助引擎，船舶註冊資料無輔助鍋爐的資料，僅能由文獻值來推估其排放量。建議可採用 Puget Sound 2007 計畫所採用的輔助鍋爐消耗能量預設值來進行推估(表 3-7)，鍋爐排放係數如表 3-8 所示。由於鍋爐屬於外燃機，而非柴油機，因此 DPM (Disel Particle Material)之排放係數為 0。

表3-7 輔助鍋爐消耗能量預設值

船種代號	船種別	輔助鍋爐消耗能量預設值(kW)		
		海上	港內調度	停泊
1	汽車船(Auto Carrier)	0	371	371
2	散裝船(Bulk)	0	109	109
3	貨櫃船(Containership)	0	506	506
4	客船(Cruise)	0	1000	1000
5	一般貨船(General Cargo)	0	106	106
6	拖船(ITB)	0	0	0
7	其他(Misc)	0	371	371
8	冷藏船(Reefer)	0	464	464
9	駛上駛下船(RoRo)	0	109	109
10	油船(Tanker)	0	371	3000

資料來源:Puget Sound Maritime Air Forum, 2007

輔助鍋爐的作用是提供熱源，加熱管線中的油品，讓油泵浦能較輕易的把油打到要去的地方。當船在外海行進間，主引擎燃燒可提供足夠的熱加熱管線，但是當船舶靠岸時，主引擎熄火，提供發電的輔助引擎的餘熱不足以加熱，因此需要輔助鍋爐提供熱源。由於鍋爐需燃燒燃料，因此仍會排放污染物。

表3-8 遠洋船舶輔助鍋爐排放係數表

單位: g/kW·h

Engine	NO _x	VOC	CO	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Steam boilers	2.1	0.1	0.2	16.5	0.8	0.6	0.0	970	0.08	0.002

資料來源：POLA, 2009

3.1.6 資料來源

上述方法所需資料，依據圖 3.1 所列之管道，透過下列來源蒐集相關資料，並整理出所需之船舶排放量推估資料：

➤勞氏船舶註冊資料(Lloyd's Register of Ships)：取得有登錄船舶的基本資料。以洛杉磯港為例，實際比對結果，進出該港的遠洋船舶，100%皆有向勞氏船舶註冊登錄。但並非所有船舶皆有登錄，因此需設定各資料預設數值。

➤各港務股份有限公司船舶動態系統：包括基隆港務股份有限公司船舶動態系統、臺中港船舶動態系統、花蓮港船舶資料查詢系統、高雄港務股份有限公司港埠動態系統，取得的資料包括：

■基本資料

船名、IMO 號、呼號、總噸數、船籍港、船種

■進出港資料

進出港口、前一港、次一港、停靠碼頭（船席）、實際進港日期/時間、實際出港日期/時間、靠岸時間、離岸時間

■移泊資料

離岸日期/時間、靠岸日期/時間、停靠碼頭

➤交通部運輸研究所港灣技術研究中心：中心建置有臺灣海域船舶動態資訊系統，有各港口即時資料，可提供船舶航線、調度時間、航速等相關近港資料。

其餘若仍有無法取得之資料，則根據以下二種方式取得：

➤根據參考文獻

➤依照現有各船種資料取平均值作為預設參數

參考美國洛杉磯港公布的 2008 年度空氣污染排放量資料建置作法^[23]，最後彙整的資料項目如下：

- Vessel ID：船舶編號
- Vessel Type：船種
- Model Year：製造年份
- Flag：船旗國
- DWT (tons)：載重噸位(Deadweight Tonnage, DWT)
- Max Speed (knots)：最高航速
- Main Eng Count：主引擎數量
- Aux Eng Count：輔助引擎數量
- Engine Type：引擎類別，分為主引擎(Main Engine)、輔助引擎(Auxiliary Engine)及輔助鍋爐(Auxiliary boiler)。
- Power (kW)：額定功率

3.2 港勤船舶推估方法

港勤船舶的溫室氣體與空氣污染排放量推估，將採用以下二種方法推估。

3.2.1 從耗油量推估

根據耗油量，可以利用以下公式推估排放量。

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (3.5)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以 L 為單位

EF：排放係數，單位為 g/L 或 kg/L

FCF：燃料校正係數，計算溫室氣體時需將生質燃油的比例扣除。

每單位柴油燃燒後，各類型港勤船舶的污染排放係數如表 3-9。

表3-9 港勤船燃油排放係數表

單位：g/L

	引擎	kW	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
類別 1	≤1999	37	44	1.07	7.9	3.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		75	40	1.07	6.7	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		130	40	1.07	5.9	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		225	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		450	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		560	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		1,000	51	1.07	9.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
類別 2	≤1999		52	1.98	4.4	2.85	8.3	2,730	0.08	0.36
類別 1	≥2000	37	38.8	1.07	7.9	3.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		75	38.8	1.07	6.7	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		130	38.8	1.07	5.9	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		225	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		450	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		560	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		1,000	38.8	1.07	9.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
類別 2	1 期引擎		38.8	1.98	4.4	2.85	8.3	2,730	0.08	0.36

資料來源：根據行政院環境保護署^[18] (2010)資料，以柴油油耗係數 2,730.0 gCO₂/L 換算其它污染項目在 CO₂ 排放為 2,730.0 g 時的排放量。

類別 1：單一汽缸排氣量 1-5L

類別 2：單一汽缸排氣量 5-30L

類別 3：單一汽缸排氣量大於 30L

0 期(Tier0):1999 或更早引擎

1 期(Tier1):2000 及以後的引擎

SO₂ 以硫含量 0.5%計算

3.2.2 從活動強度推估

若無法直接取得耗油量資料，則需從活動強度推估。推估的基本公式如下：

$$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \dots\dots\dots (3.6)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

HP：指引引擎動力，以 kW 為單位

Act：活動強度，以工作時數表示，單位為小時(hr)

LF：指負載係數，無單位

EF：排放係數，單位為 kg/kW·h

FCF：燃料校正係數，計算溫室氣體時需將生質燃油的比例扣除。

一般引擎在操作時，不會使用最大馬力，在統計上會有一個平常操作時的馬力比例，即為負載係數。

負載係數（引擎全負荷百分比）可由引擎轉速和引擎額定最高轉速的比值而得，這是因為近海漁船引擎由曲軸輸出至螺旋槳軸為單一齒數比，若將風浪的影響視為平均定值則可將扭力視為定值，因此可簡單的由轉速比代表引擎輸出之負載係數。表 3-10 為參考洛杉磯港訂定的港勤船負載係數預設值。

各類型港勤船舶的污染排放係數如表 3-11 所示，為參考行政院環境保護署的報告^[18]中及美國聖地牙哥港^[30]所使用於港勤船舶之係數。該報告中，溫室氣體排放係數（CO₂、CH₄、N₂O）的值與排氣量、引擎期別、輸出馬力等無關。排放係數的單位為 g/kw-hr，引擎馬力需先轉換為以 kw 為單位。

表3-10 港勤船負載係數預設值

港勤船類別	輔助引擎	主引擎
輔助拖船(Assist tug)	0.43	0.31
商用漁船(Commercial fishing)	0.43	0.27
港勤交通船(Crew boat)	0.32	0.38
遊覽船(Excursion)	0.43	0.42
渡輪(Ferry)	0.43	0.42
政府船(Government)	0.43	0.51
遠洋拖船(Ocean tug)	0.43	0.68
拖船(Tugboat)	0.43	0.31
工作船(Work boat)	0.32	0.38

資料來源：POLA, 2010

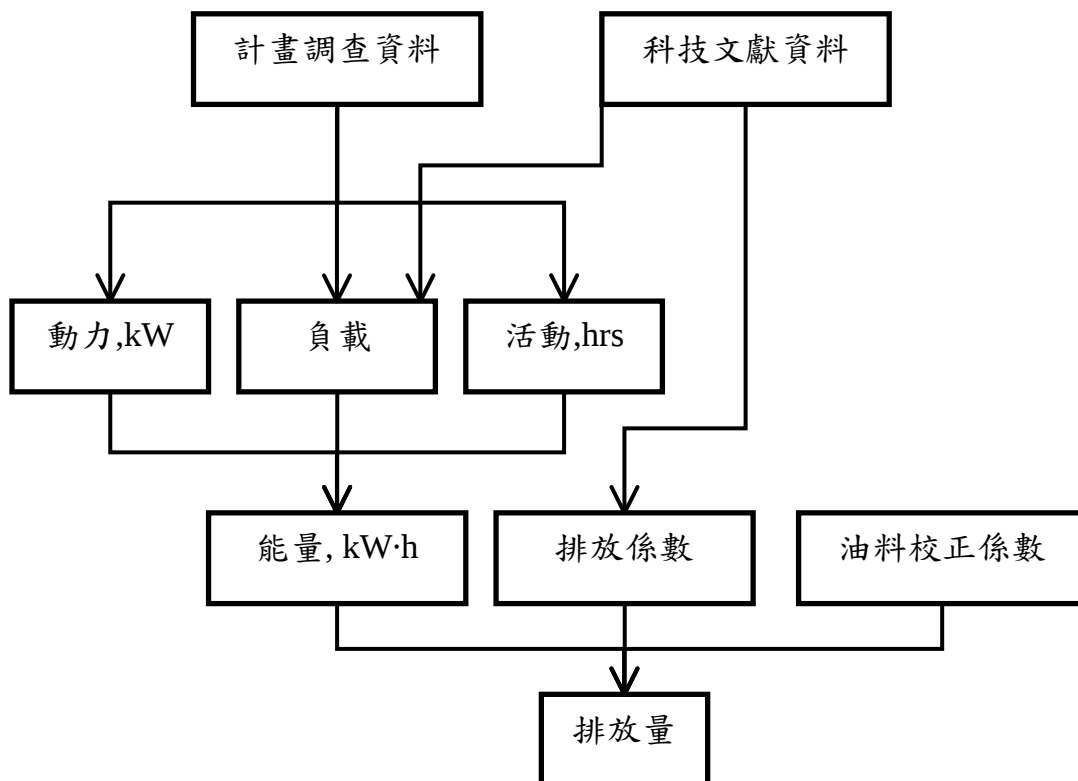


圖 3.2 利用活動強度推估港勤船排放量流程圖

資料來源：參考行政院環境保護署^[18]

表3-11 港勤船活動強度排放係數表

單位：g/kW·h

	引擎	kW	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
類別 1	≤1999 年	37	11	0.27	2	0.9	2.1	690	0.02	0.09
		75	10	0.27	1.7	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		130	10	0.27	1.5	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		225	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		450	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		560	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		1,000	13	0.27	2.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
類別 2	≤1999 年		13.2	0.5	1.1	0.72	2.1	690	0.02	0.09
類別 1	≥2000 年	37	9.8	0.27	2	0.9	2.1	690	0.02	0.09
		75	9.8	0.27	1.7	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		130	9.8	0.27	1.5	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		225	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		450	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		560	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		1,000	9.8	0.27	2.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
類別 2	≥2000 年		9.8	0.5	1.1	0.72	2.1	690	0.02	0.09

資料來源：行政院環境保護署^{[18], [30]}(2010)

類別 1：單一汽缸排氣量 1-5L

類別 2：單一汽缸排氣量 5-30L

類別 3：單一汽缸排氣量大於 30L

SO₂ 以硫含量 0.5%計算

表 3-11 中 SO₂ 的排放係數是以柴油硫含量為 0.5%時所推估。目前中油供應的船用油中，硫含量最低為甲種漁船油及海運輕柴油（表 3-12），硫含量皆在 1.0wt.%以下。實際中油供應的硫含量會更低，表中採用環保署的建議值 0.5 wt.%作推估。

表3-12 中油供應之船用油硫含量

產品編號	產品名稱	硫含量
113F 5200200	甲種漁船油	1.0wt.%以下
113F 5200500	乙種漁船油	4.5wt.%以下
113F 5200300	丙種漁船油	3.5wt.%以下
113F 5100700	海運輕柴油	1.0wt.%以下
113F 5100800	海運重柴油	1.5wt.%以下
113F 6113000	船用燃油 MF-30	3.5wt.%以下
113F 6117000	船用燃油 MF-80	4.0wt.%以下
113F 6118000	船用燃油 MF-180	4.5wt.%以下
113F 6119000	船用燃油 MF-380	4.5wt.%以下

資料來源：臺灣中油股份有限公司石油產品規範 6.6 版，2011 年 3 月

3.3 漁船推估方法

漁船排放量推估比照港勤船的方法，同樣分為從耗油量推估，以及從活動強度推估。但由於漁船的活動強度資料難以取得，一般都沒有引擎作業時數資料，因此以耗油量推估方法推估。

原則上，將設籍於各港內之漁船視為都在近海作業，並將所有的排放量納入（無論是否超出 20 海浬）。以洛杉磯港為例，該港係將漁船視為港勤船舶，推估範圍為了涵蓋南加州海岸空品區（SoCAB），因此雖然一般港勤船作業範圍在離港 25 海浬範圍內，港務股份有限公司仍要求將港勤船在 50 海浬範圍內行駛的排放量皆納入^[24]。我國環保署在推估漁船排放量時，僅計算在港區以內海域範圍內的排放量；而在推估遠洋船舶排放量時，則僅計算 20 海浬範圍內。若欲篩選出 20 海浬範圍內的航程記錄推估排放量，則需取得「漁船航程資訊系統」中所有的 GPS 數據。但由於無法取得相關資料，因此在第一年計畫中，參考審查委員意見，將漁船所有活動範圍內的排放量皆納入推估範圍，因此需利用表 3-9 以燃油量推估。

透過漁業署索取 100 年度各港口設籍漁船的補助用油量作為一整年的漁船用油量。需區分不同油種，直接代入排放係數公式。最後將

所有不同油種的排放量加總，即可得到總排放量。擬向漁業署索取的資料內容列於表 3-13 中。

表3-13 向漁業署索取資料

所需資料年度	100 年全年
資料範圍	高雄商港區：旗後漁港、旗津漁港、上竹里漁港、中洲漁港、小港臨海新村漁港、前鎮漁港、鼓山漁港 臺中商港區：梧棲漁港 基隆商港區：正濱漁港 花蓮商港區：花蓮漁港
資料欄位	船籍資料：船名、船籍地、船種、噸位、用途、引擎廠牌、引擎型式、引擎類別（主、副引擎）、最大額定馬力、轉速、出廠年份、排氣量、汽缸數。 活動資料：油種、油量（加油量）、年度總行駛里程數、年度進出港口次數

3.4 前期計畫執行檢討

在第一年計畫裡，遠洋船舶推估過程中，許多推估所需的資料缺漏，需以假設值帶入，可能因此造成誤差。以高雄港的推估結果為例，停泊時的排放量比例非常高，檢視結果發現平均停泊時間偏高，顯示取得的資料需進一步確認排除了維修船舶，並確認移泊船舶有納入做修正。而在行駛船速部分，港外可以切得更細，區分出每一航段的平均船速來帶入計算。在港外錨泊的部分亦未考量，應進一步評估。而部分基本資料缺乏之船舶，是利用有資料的同類型船舶之平均值代入，但即使是同類型船舶，也可能差異很大，亦應檢討做更細的區分。遠洋船舶也尚未進行排放係數之驗證。

港勤船的驗證檢測中，檢測了大、中、小型拖船各一艘，並進行了排放係數的驗證。由於檢測數量有限，應持續進行檢測，增加樣本數，尤其是其它類型工作船之採樣。另外在推估排放量時，CO₂e 採用油量推估，其餘空氣污染物則利用引擎作業時數做推估。在推估時，很多港勤船的數據僅有用油量資料而無作業時數資料，係將同型船舶之數據平均後帶入，應儘可能取得作業時數資料，並利用現有用油及

工作時數皆有資料的數據，建立以用油量推估空氣污染排放之係數，以因應部分船舶缺乏工作時數資料之問題。

漁船資料在向漁業署索取時，未包含出廠年份及汽缸數，應補充調查，以利於更細緻地套用係數，增加排放量推估的可信度。這部分主要影響空氣污染物的排放量推估，對 CO₂e 則沒有影響。而第一年計畫中，亦未針對漁船的排放量係數作驗證。

由 SO₂ 推估結果來看，船舶的 SO₂ 貢獻比重高，但是在套用推估係數時，係數值主要受油品中硫含量之影響，而與引擎的型式與使用無關，但是遠洋船舶於世界各地加油，未能掌握來臺灣船舶油中硫含量之各年度數據，因此若未能取得適當之代表數據，則應進行抽樣分析，再將硫含量數值代入公式中計算 SO₂ 排放量。另外冷媒亦屬於溫室氣體，但冷凍貨櫃或冷藏貨櫃之逸散量尚未進行評估。

3.5 硫含量調查

國內少有遠洋船舶之硫含量採樣調查，高雄市環保局^[38]曾於 2000 年委託高雄海洋科技大學進行抽樣調查，硫含量平均值為 0.95%；基隆市環保局^[39]則於 2008 年進行過調查，結果抽樣之 10 艘船中，柴油硫含量平均值為 0.47%，重油的平均硫含量為 2.46%。由於國際間開始注意到船舶用油硫含量的問題，因此到港船舶之硫含量平均值應會逐年降低，如果沒有每年的代表性採樣數據，則在推估歷年 SO_x 排放量時，將會失真。

3.5.1 採樣規劃

今年度擬以高雄港為主，其它港口為輔，針對遠洋船舶採樣 20 艘船為代表樣品，作為 100 年度硫含量代表值。另外向中油索取其提供的各類型船用油的硫含量數據，必要時自行採樣檢測。

採樣規劃依據 2010 年高雄港到港船舶的前一港地區分布比例選擇取樣對象。取樣時調查該船之加油地點，由當時在港中使用之油管

3.5.2 採樣情形

截至 5 月底，已完成 20 艘船舶採樣，採樣的船舶如表 3-16 所示。本次調查同步調查前次燃油加油地點，大部分船舶的柴油及重油加油地點都相同，20 艘船中，涵蓋了油輪、貨櫃輪及散雜貨輪，僅 3 艘的重油與柴油分別在不同地點加油（心明輪、震明輪與盛春輪）。

表3-16 燃油採樣船舶一覽表

採樣日期	船名	類型	前次柴油 加油港口	前次重油 加油港口	航線
2012/4/18	通運輪	油輪	高雄	高雄	國內
2012/5/3	布達珮斯輪	貨櫃	(韓)釜山	(韓)釜山	非洲
2012/5/3	康運輪	油輪	高雄	高雄	國內
2012/5/8	常明輪	貨櫃	(中)廈門	(中)廈門	歐洲
2012/5/8	竹明輪	貨櫃	(中)香港	(中)香港	北美
2012/5/10	APL GERMANY	貨櫃	(美)SAN PEDRO	(美)SAN PEDRO	北美
2012/5/13	宇明輪	貨櫃	臺中	臺中	兩岸
2012/5/14	長帝輪	貨櫃	(中)香港	(中)香港	北美
2012/5/15	立冠輪	貨櫃	(中)香港	(中)香港	東南亞
2012/5/16	石春輪	貨櫃	(日)COBE	(日)COBE	大陸
2012/5/16	德春輪	貨櫃	(泰)南加邦	(泰)南加邦	大陸
2012/5/16	波士頓輪	貨櫃	(泰)南加邦	(泰)南加邦	北美
2012/5/22	心明輪	貨櫃	新加坡	(法)FOS	歐洲
2012/5/22	震明輪	貨櫃	(中)香港	(中)鹽田	東地
2012/5/22	修明輪	散裝	臺中	臺中	兩岸
2012/5/23	高明輪	貨櫃	(中)鹽田	(中)鹽田	中東
2012/5/23	通明輪	貨櫃	(中)香港	(中)香港	大陸
2012/5/23	遠明輪	貨櫃	(中)香港	(中)香港	東南亞
2012/5/30	盛春輪	貨櫃	(中)香港	(泰)南加邦	大陸
2012/5/30	億春輪	貨櫃	新加坡	新加坡	大陸

表3-17 油品採樣船舶航線及加油地點統計

前次重油 加油地點	船舶數	前次柴油 加油地點	船舶數	航線	船舶數
(中)香港	5	(中)香港	7	大陸	5
(中)廈門	1	(中)廈門	1	中東	1
(中)鹽田	2	(中)鹽田	1	北美	4
(日)COBE	1	(日)COBE	1	兩岸	2
(法)FOS	1	(美)SAN PEDRO	1	東地中海	1
(美)SAN PEDRO	1	(泰)南加邦	2	東南亞	2
(泰)南加邦	3	(韓)釜山	1	非洲	1
(韓)釜山	1	臺中	2	國內	2
臺中	2	高雄	2	歐洲	2
高雄	2	新加坡	2		
新加坡	1				
總計	20	總計	20	總計	20

由於今年適逢港務局改組為港務公司，公權力部分則獨立由航港局行使職權。原本接洽高雄港務公司協助，因而請航港局協助，最後則是直接與各航商協調，採各船自願方式提供樣品，因此有多艘船舶屬同家公司。雖然如此，但分析其航線、加油地點，應該仍具代表性。

從表 3-17 來看，20 艘樣品船中涵蓋了 9 條航線，其中「兩岸」是僅來往於兩岸之航線，「大陸」則是會持續航往其他地方。重油加油地點有 11 處，僅 1 處於美國，1 處於法國，其餘皆在亞洲加油；柴油加油地點有 10 處，僅 1 處於美國，1 處於法國，其餘皆在亞洲加油。

採油時也同步調查各船入港前後是否由重油切換為低硫的柴油，結果 20 艘船全部都沒有切換。

3.5.3 結果分析

所採樣品送往瑩諮科技股份有限公司高雄實驗室進行分析。柴油檢驗方法參考波長分散式 X-射線螢光法(NIEA A447.72C)之柴油檢測進行分析。原始分析數據單位為重量百分比(wt%)，最後結果顯示以 ppmw 表示，且位數表示至整數位($\text{wt\%} \times 10^4$ 為 ppmw)，最多有效位數為三位。重油的檢驗方法參考能量分散式 X-射線螢光法(NIEA A443.74C) 之燃料油檢測進行分析，最終結果之位數表示至小數點以下一位，其進位採四捨六入五成雙進位法，最多有效位數為三位。分析結果列於表 3-18 中。

總計 20 艘船，柴油硫含量平均為 2,974ppm，重油硫含量平均為 2.4%，相當於 24,000ppm，濃度約為柴油的 8 倍。從船種來看(圖 3.3)，油輪燃油不論是重油還是柴油，平均硫含量都最低。重油硫含量以散裝貨輪最高，柴油則是以貨櫃輪最高。從航線來看(圖 3.4)，走歐洲和國內線的船舶，柴油和重油的硫含量都明顯偏低。然而從加油港來看(圖 3.5)，重油以新加坡與法國加油的硫含量明顯較低，僅有 1.5% 與 1.6%；其次是美國與高雄的 2%，以及廈門的 2.1%。柴油則是以高雄、廈門及釜山最低。

同一加油港，有出現硫含量差異很大的情形。例如重油部分，高雄出現了 2.6% 與 1.4%，有可能是不同批油品的硫含量不同，但也可能是前次加油的油品混合。一般不太可能油艙完全見底才加油，而是依據船舶載重耗油、各加油港油品價格等等的考量決定是否加油，因此會有油品混合的情形。因此不見得所採樣品能完全代表加油港的硫含量。

本研究在推估遠洋船舶重油的 SO_x 排放量時，使用的排放係數是以硫含量 2.6% 的假設基礎。由於所測得的重油平均硫含量為 2.4%，數值很接近，因此暫時不做係數的修訂。

表3-18 船舶硫含量採樣結果

	船種	航線	柴油		重油	
			硫含量 (ppmw)	加油港	硫含量 (wt%)	加油港
1	油輪	國內	524	高雄	2.6	高雄
2	貨櫃	非洲	980	(韓)釜山	2.4	(韓)釜山
3	油輪	國內	344	高雄	1.4	高雄
4	貨櫃	歐洲	615	(中)廈門	2.1	(中)廈門
5	貨櫃	北美	4,410	(中)香港	2.3	(中)香港
6	貨櫃	北美	5,680	(美)SAN PEDRO	2.0	(美)SAN PEDRO
7	貨櫃	兩岸	1,130	臺中	2.3	臺中
8	貨櫃	北美	1,060	(中)香港	2.7	(中)香港
9	貨櫃	大陸	1,150	(日)COBE	2.5	(日)COBE
0	貨櫃	大陸	5,080	(泰)南加邦	2.4	(泰)南加邦
11	貨櫃	北美	4,780	(泰)南加邦	2.6	(泰)南加邦
12	貨櫃	歐洲	565	新加坡	1.6	(法)FOS
13	貨櫃	東地中海	5,120	(中)香港	2.5	(中)鹽田
14	散裝	兩岸	2,880	臺中	2.6	臺中
15	貨櫃	中東	3,560	(中)鹽田	2.9	(中)鹽田
16	貨櫃	大陸	4,790	(中)香港	3.2	(中)香港
17	貨櫃	東南	4,880	(中)香港	3.0	(中)香港
18	貨櫃	大陸	4,800	(中)香港	2.3	(泰)南加邦
19	貨櫃	大陸	2,890	新加坡	1.5	新加坡
20	貨櫃	東南	4,250	(中)香港	3.0	(中)香港
		平均	2,974		2.4	

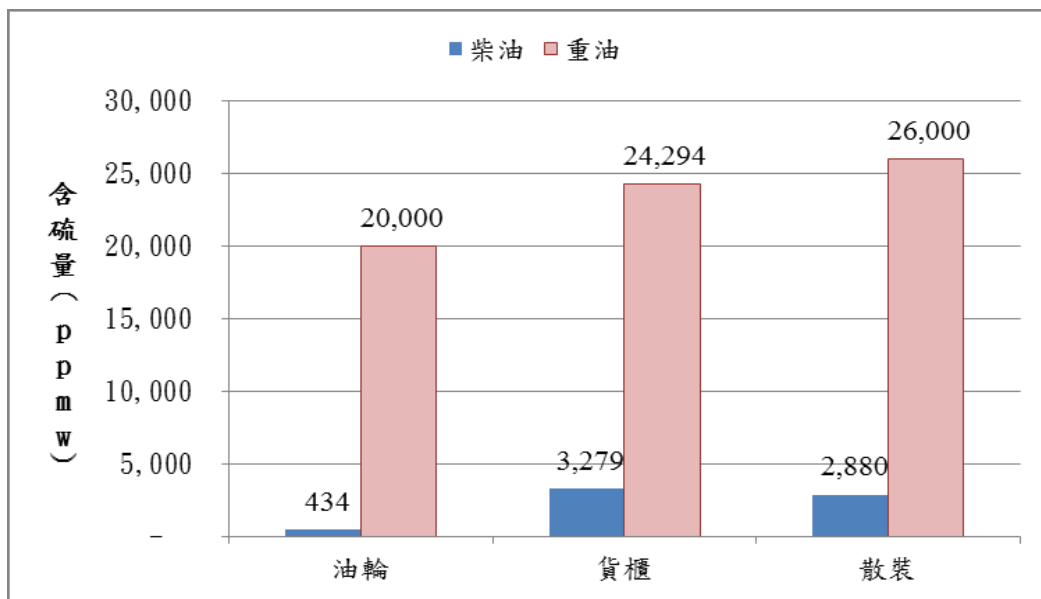


圖 3.3 各船種燃料用油硫含量

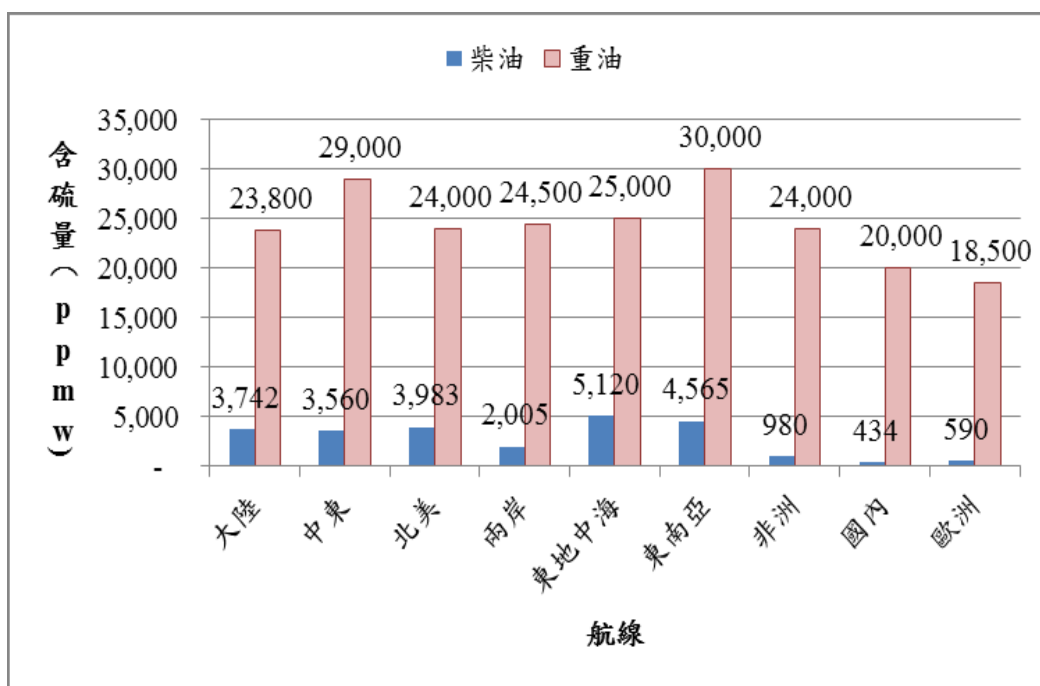


圖 3.4 各航線船舶燃料用油硫含量

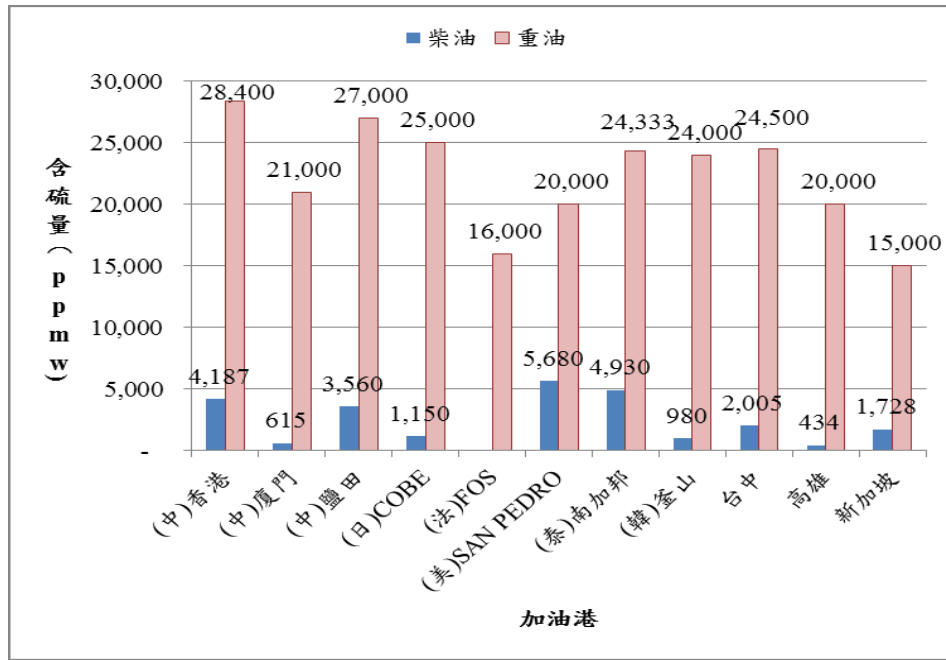


圖 3.5 各加油港船舶燃料用油硫含量

3.6 船舶管道排放採樣與驗證

船舶管道排放採樣的目的，是希望找出合理的檢測方法，並與推估方法所使用的係數進行比對，瞭解差異性是否合理。港勤船與漁船將使用相同的方式檢測，利用採氣袋採樣；遠洋商船的採樣則嘗試利用遙控直昇機進行採樣。

3.6.1 漁船及港勤船舶採樣

本計畫以氣體自動分析儀（HORIBA ENDA 600）進行船舶行駛狀態下氣體濃度量測實驗，以確認排放係數，分析項目包括：NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂ 以及流量。另以 Dual-FID GC（廠牌為中冠資訊，9800 型）分析有機物，項目包括：THC, CH₄, NMHC 等。本年度先針對高雄港範疇一排放量最大的高雄港務股份有限公司所屬港勤船進行檢測，港勤船檢測對象擬選定工作船、漁船各 1 艘。

拖船的排放口皆位於船艙外側，與船舷外側平面呈 90°，沒有外伸的排氣管，且由於接近海平面，為避免海水侵入排氣管內影響到引擎，

因此排氣口進入船艙後立即有大幅度的彎折。由於主、副引擎各有 2 顆，因此排氣孔也各有 2 個，合計 4 個排氣孔。本計畫針對主排氣孔，自行設計製作套管，將排氣口延伸至船舷外，以利採樣。工作船及漁船則需現勘後製作採樣設備。



圖 3.6 拖船之採樣套管

本計畫擬測試拖船行進時的排氣濃度，船舶行進間的震動頗大，為避免套管震動掉落，套管在伸入排氣口的部分，在管壁外側包覆一層防火棉，並裝設螺絲於套管管壁上，套入後可向外旋緊卡住排氣管壁，防火棉則可讓套管與排氣口密合。套管末端另打洞綁上安全繩，連結於船艙的鐵鍊上，即使套管脫落，也可避免掉落海中。採樣人員一律穿戴救生衣、安全繩以及隔熱手套，避免落海或遭尾氣燙傷，確保檢測人員的安全。

由於船艙甲板沒有護欄，加上海面作業風浪大，儀器容易遭海水潑濺而損毀，又有電源供應等問題，加上甲板晃動劇烈又會造成儀器不穩定，因此以採氣袋採氣，上岸後當天立即分析。

圖 3.6 左圖是拖船加裝採樣套管的情形，圖 3.6 右圖是 101 年 5 月 29 日於高雄港高 609 號受泥船煙囪加裝採樣套管的情形。該船煙囪雖然是在上方，但仍須加裝套管作為虛擬煙囪，以延伸煙囪長度，方便採樣。圖 3.7 是當天採樣情形。

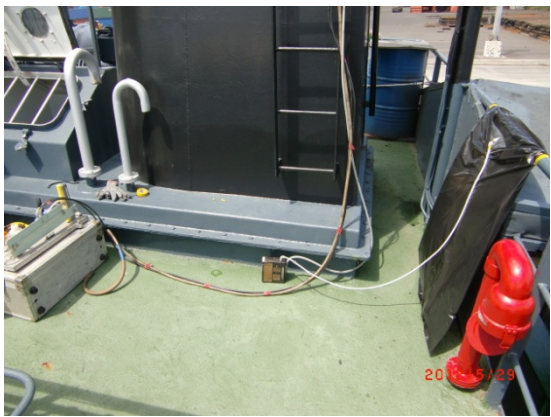
	
(A) 採樣套管	(B) 安裝採樣套管
	
(C) 安裝後之採樣套管	(D) 採氣套筒架設完成
	
(E) 儀器準備	(F) 同步紀錄溫度與流速

圖 3.7 受泥船檢測情形

表3-19 受測港勤船舶基本資料

船名	狀態	檢測代號	採樣/檢測日期	總排氣量(L)	主機總馬力(hp)	單顆引擎馬力(hp)	單顆引擎功率(kW)	轉速(rpm)
高 609	航行	D1	101/5/29	74	1,100	550	410	740
高 609	怠速	D2	101/5/29	74	1,100	550	410	460-500

表3-20 受測港勤船舶檢測結果

檢測代號	狀態	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO(ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC(ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC(ppm)
D1	航行	14.0	5.2	128.0	554.2	6.1	9.00	0.56	8.43
D2	怠速	18.3	2.0	236.5	273.9	8.8	11.89	0.79	11.05

表3-21 受測港勤船舶檢測結果與係數推估比較

單位(g/h)						
受泥船	CO ₂	CO(g)	NO _x	SO ₂	THC	CH ₄
D1 巡航	168,145	263	1,873	58	11	662
D2 怠速	43,697	329	626	56	9	628
活動係數法推估值	215,004	343	4,113	654	156	28

受測船舶之基本資料列於表 3-19，檢測結果列於表 3-20 中。換算為每小時的排放量，並利用 3.2.2 節之活動係數法推估受泥船 1 小時的排放量，結果並列於表 3-21 做比較。推估值應都還在可接受範圍，但 SO₂ 的推估值則明顯偏高。由於 SO₂ 的排放係數是以油品硫含量 0.5% 的基礎推估而得，顯示本次採樣的受泥船使用的柴油含硫份應低於 0.5%。經查詢，該船使用海運重柴油，中油提供的燃油規範含硫份為 1.5% 以下，因此應該高於 0.5%。但依據本計畫針對港區遠洋船舶油品採樣結果，有 4 件於臺灣地區加油之海運柴油，硫含量分別為 0.113%，0.288%，0.034% 及 0.052%，平均硫含量僅有 0.122%。其中 0.034% 及 0.052% 二件是在高雄加油。這顯示以 0.5% 硫含量來推估港勤船的 SO₂ 排放量將會造成高估。

比照同樣的模式檢測漁船。抽測漁船為設籍中洲的延繩釣漁船，船體為 FRP 結構，船重6.03 噸，主引擎廠牌為三菱，6 汽缸引擎，額定馬力為220hp。採樣時漁船於於原地運轉，轉速分別控制在 550rpm 及 1100rpm，比較高低轉速時之差異。

表 3-22 為檢測結果。O₂ 濃度較高，CO₂ 濃度不高，可能是無負載狀態下油耗較低，燃燒較少。且不同轉速下，各測值的變化不明顯。表 3-23 是將各測值換算為每小時排放量，與係數推估值比較。漁船採用的係數先以 MGO 油品校正係數校正，比較結果顯示 CO、SO₂、與 THC 數值相當，但係數推估的 CO₂ 與 NO_x 排放量較高。

本次採樣的漁船屬於噸位小的船舶，且為怠速狀態，可能 CO₂ 與 NO_x 因此排放量較係數推估為低。

表3-22 受測漁船檢測結果

檢測代號	狀態	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (ppm)	Nox (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC (ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC (ppm)
E1	550rpm	18.8	1.7	292.9	154.8	31.6	76.98	5.48	62.31
E2	1100rpm	18.8	1.7	289.3	94.6	33.1	75.80	5.02	70.74
E3	1100rpm	18.8	1.7	272.6	95.3	34.6	100.77	5.09	94.00

表3-23 受測漁船檢測結果與係數推估比較

檢測代號	單位(g/h)					
	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	THC	CH ₄
E1	2,938	32.5	28.2	16.0	13.4	0.3
E2	5,312	58.4	31.4	30.5	24.0	0.6
E3	5,410	55.6	31.9	32.3	32.3	0.6
活動係數法 推估值	30,564	88.6	438.5	16.7	12.0	4.0

3.6.2 遠洋商船採樣

今年度遠洋商船的採樣目的是測試可行的採樣方法。遠洋商船之煙囪沒有像工廠的煙囪有採樣平台及採樣口，董正欽等人^[40]以可連續偵

測之攜帶式煙道氣體分析儀分析碳氧化物(CO 及 CO₂)、硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO 及 NO₂)、O₂ 濃度及煙道溫度，採樣位置為船艙底部之鍋爐或引擎處，需依照不同引擎設計不同長度形狀之鋼管，以連結採樣口及氣體分析儀。E. J. Williamsd 等人^[41]則是將檢驗設備裝設在一個 20 呎標準貨櫃中，連接管路到排放管道口，在船舶航行時進行連續監測。E. Marmer 等人^[42]則是將空氣品質監測設備裝在客輪船首進行長時間的監測，另外也以衛星追蹤該船行駛時所在位置的排放濃度。其它文獻則皆須在引擎室的排放管道鑽孔採樣，並於現場立即分析。

前述方法都是從排放管道直接採樣，因為需要裝設設備，需花很長時間才能完成一艘船的採樣，因此也有發展出 2 種非直接採樣的方法。其一是在實驗室針對船舶引擎作各種詳細的測試，加州 ARB 即利用此種方法發展出各受管制船舶的排放係數；其二是在岸上監測水路經過的船舶的煙流^[43]。這種方法是利用固定污染源的監測儀器沿著水路架在岸上，需為下風處，且風向最好與船舶航向垂直。監測儀器開啟後，會顯示背景值，當船經過時，監測時會瞬間增加，便可分析出該船的排放濃度。這個方法甚至一天即可採樣超過 100 艘船。

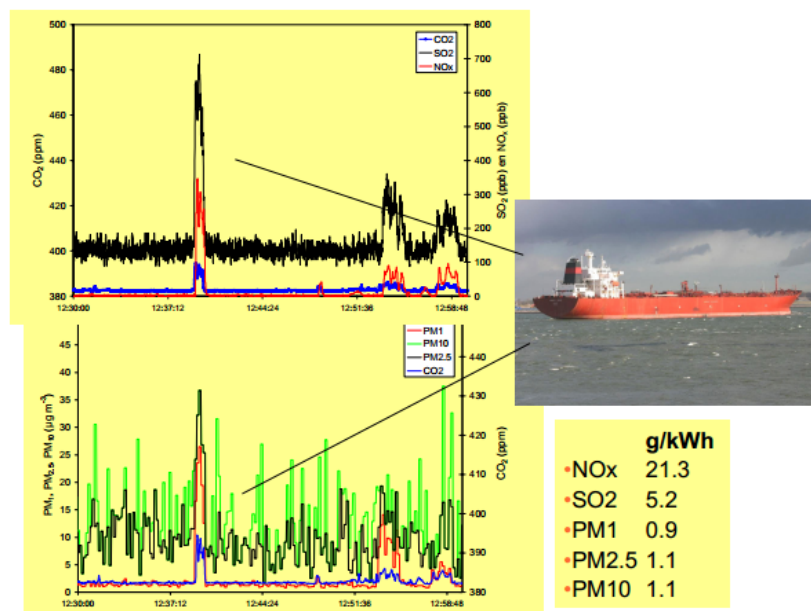


圖 3.8 從岸上監測船舶排煙以推導排放係數之範例

註：圖右下表為推導出之排放係數

資料來源：Jan Duyzer, et al., 2006^[43]

前述岸上監測方法較為被動，本計畫嘗試測試可以一體適用之方法。以遙控載具搭載氣體分析儀、熱線式風速儀及溫濕度測定儀，量測輪船煙道尾氣之 NO_x 、 CO 、 CO_2 及 SO_2 等物種濃度，最後配合風速、溫濕度等參數推算輪船之氣態污染物排放量。針對靠岸商船由下風處靠近排放管道，進行連續監測，所得數據利用數學處理進行積分，計算出採樣期間煙道排放的污染物總量，分析結果再與該船套用排放係數推估之結果進行比較。圖 3.9 為採樣示意圖。

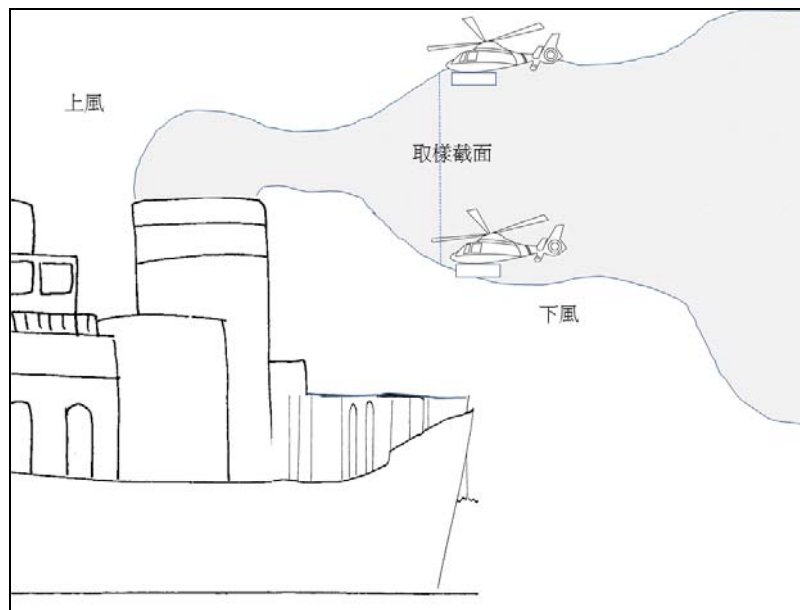


圖 3.9 遙控直昇機採樣示意圖

1. 採樣分析設備介紹

此直昇機遙控載具系統原用於廢氣燃燒塔尾氣量測，飛行距離約為煙囪下風處 3~5m 處，直升機可遙控距離可達數百公尺。其優點為具高機動性及操作便利性，所需人力少且要求的空間較小。

此載具主體為單翼長 90 cm 之遙控直昇機，機身以不鏽鋼及玻璃纖維組成，使用燃料為 92 無鉛汽油，容量為 26 c.c.，並搭配頻率為 2.4 G 之接收器及發收器為操作控制系統。系統主體分為四部份，分別為：(1)載具本體，(2)儀器搭載箱，(3)採樣管，(4)地面監測系統；分別說明如下：



圖 3.10 直昇機遙控載具系統

- (1)載具本體係以 26 cc之汽油引擎為動力，可負荷載重約為 8kg 之遙控直升機。
- (2)儀器搭載箱內包含氣體監測儀及風速計。
- (3)採樣管設計則經由實際實驗已伸出距離超出載具本體所產生氣流外，並確立採樣進氣口不受載具排氣影響。
- (4)地面監測系統則包含遠端遙控電腦及遠端影像系統，可即時觀看儀器分析情況及採樣點週遭之風速、溫度等氣候條件。

2. 採樣管設計

因遙控直昇機之尾氣排放有影響監測結果之疑慮，且螺旋槳所產生氣流亦會影響採樣數據，故本計畫設計一水平採樣管搭載於載具系統以去除干擾。首先於野外實際飛行，觀察遙控載具系統尾氣排放情形，如圖 3.11 所示。由圖顯示尾氣最大影響高度約為兩個機身長，寬度為 1 - 1.5 個機身長，且其產生之尾氣均往下風處擴散，機身右側無煙流。根據此結果，本計畫將採樣管設計於機身右側，再進行實地測試，測試結果如表 3-24 所示。此結果顯示監測結果將不再受本身排放尾氣之干擾，風速計亦不受機翼之氣流干擾。



圖 3.11 遙控載具實際飛行之尾氣排放情形

表3-24 採樣管設計測試

	背景值	尾氣測試 (排放後端)	尾氣測試 (空中)
CO ₂ (ppm)	平均：509	平均：668	平均：516
CO(ppm)	平均：0.31	平均：1.21	平均：0.39
VOC(ppm)	平均：0.51	平均：0.63	平均：0.58

3. 監測設備系統

本計畫之目標監測物種為 NO_x、CO₂、SO₂ 及 VOCs，所使用之儀器包括 Genesis Brochure、Multi RAE IR 及 VOC TRAQ。此外，

為取得計算排放量之參數，本研究亦於監測設備系統加入熱線式風速計及 Holux m-241，以獲得風速資料並利用 GPS 衛星定位標記採樣位置與高度。表 3-25 為本計畫監測設備系統基本資料。

表3-25 監測儀器基本資料

儀器名稱	偵測物種	分析範圍	偵測極限	偵測原理
Genesis Brochure	NO _x 、O ₂	NO: 0 -100 ppm NO ₂ : 0 – 9.9 ppm O ₂ : 0 – 30 %	NO: 1 ppm NO ₂ : 0.1 ppm O ₂ : 0.1 %	PID 光化學反應
Multi RAE IR	CO _x 、NMHC	CO: 0 – 500 ppm CO ₂ : 0 -20000 ppm NMHC: 0 – 250 ppm	CO: 1ppm CO ₂ : 10ppm NMHC: 0.1 ppm	PID 光化學反應
RAE PGM-2000E	SO ₂	SO ₂ : 0 – 20 ppm	0.1 ppm	電化學反應
VOC TRAQ	NMHC	NMHC: 0 – 200 ppm	0.2 ppm	電化學反應
Holux m-241	經緯度、高度			衛星定位
熱線式風速計	風速、氣溫	0.2 – 20 m/s	0.1 m/s	量測電阻變異

4. 採樣前整備

於採樣前 1~2 周進行遙控直升機試飛及維護，並搭載與儀器總重之物品進行試飛，委託業界專業遙控直升機空拍師進行操作及採樣，儀器進行 2 點校正、試採，並檢測狀況。

另外，為避免安全因素，需考量採樣當天可能遇到的天氣狀況(雨天或颱風)，並需進行現勘，避免採樣地點環境因素(管線、高壓電線等障礙物)造成危險。

5. 採樣船隻選擇

目前本直升機已實際採集數根燃燒塔，並無發生急降或墜落之問題。但由於機率性及使用汽油引擎動力導致部分石化工廠拒絕使用此方式進行量測，因部分廠址燃燒塔下方為管線及監控設備，所以讓廠方覺得安全性有疑慮。

考量安全因素，排除下列船舶：

- (1)貨櫃輪：因岸上有起重機，空域有限，且可能干擾視線。
- (2)散雜貨輪：此類船舶船上有起重設備，各類鋼索、機具會增加直昇機操作難度。
- (3)油輪：本直昇機使用汽油引擎，油輪卸油時需避免火花，船商有安全顧慮。
- (4)其它：經多次現勘，發現許多船舶的天線、雷達都在煙囪附近，船商擔心直昇機失誤可能造成設備損害。部分船舶到港頻率不定，即使現勘合適，也無法確定何時會再到港。

採樣當天，於高雄港實地探勘，找出適合測試的船舶進行測試，於碼頭邊進行測試。該船為冷凍船(Reefer)，總噸位 3,505 噸，煙囪位於船艏，不影響該船裝卸作業（圖 3.12）。採樣時該船裝卸作業正常進行，利於在常態下採樣，且船艏碼頭處空曠無作業進行，船艏端亦無其它船舶停放，安全顧慮可降至最低。表 3-26 為採樣目標船舶的基本資料。

表3-26 採樣船舶基本資料

項目	內容
主引擎類別	柴油引擎，4 行程，6 汽缸
MCR	3,678kW (5,001hp)
最高船速	16 節
出廠年份	1980 年 4 月
總噸位	3,505 噸
載重噸位	4,166 噸
船長	98 公尺
船籍	Kiribati
輔助引擎	2 顆，輸出功率 570kWx2=1140kW



圖 3.12 遙控直昇機採樣之船舶

6. 採樣步驟

本工作以遙控載具系統監測輪船煙囪煙流之污染物濃度，其監測流程如下：

1. 於採樣現場目測輪船所排放之煙流位置，決定採樣位置與遙控載具系統返航點。
2. 將氣體監測儀、風速儀及 GPS 系統等架設於遙控載具系統。
3. 採機頭面向煙流之方向，將遙控載具系統操控至煙流內，進行監測作業。
4. 溫度明顯上昇與相對溼度產生明顯不連續之高度處，即可能為煙流之下邊緣(Z_0)，持續上升遙控載具系統直到氣溫下降與溼度不連續再度出現之處，即為煙流之上邊緣(Z_1)，則煙流之直徑即為 $d=Z_1-Z_0$ 。
5. 於煙流中持續監測 10 – 15 分鐘，取得足量之污染物濃度資料。
6. 以監測資料計算輪船污染物排放量。

7. 污染物排放量計算

以遙控載具系統於煙流所監測得之污染物(濃度及風速資料),計算輪船污染物之排放量(pollutant g/s)。由於量測高度處於大氣混合層之下,故所有污染物為均勻混合分佈,且其擴散情形相同,故在煙流中所量測污染物濃度亦為均勻分佈。量測煙流內污染物濃度,求得煙流內平均濃度,如此排放量(pollutant g/s)即可由下式計算。

$$\text{Emission} = u_i \times c_i \times A_s \dots\dots\dots (3.7)$$

其中 u_i 為風速(m/s), C_i 為污染物濃度, A_s 為煙道截面積。

本工作以遙控載具系統在 2012 年 10 月 4 日於高雄某港口進行某輪船之污染物排放量監測與估算,考量直升機之工作負載,本次採樣共進行 15 分鐘,監測結果如圖 3.13 所示。分析中將直升機剛起飛至進入煙流前之監測結果作為背景值,並劃分相對溼度及各污染物監測值明顯高於背景值之區段共得三區段,做為輪船污染物排放量之計算資料。該三區段之時間分別為 08:39:01 – 08:40:56、08:41:31 – 08:43:49 及 08:46:57 – 08:49:48,各區段包括背景值之各項監測數據平均值如表 3-27。由結果發現,當直升機進入煙流時,風速、相對濕度、 CO_2 、 CO 、 SO_2 、 NO_x 及 NMHC 均發生數值明顯上升之情形,溫度則略有波動但與背景值相比差異不多。

本工作將三時段之監測結果應用前述之方法,計算輪船污染物之排放係數,所使用的煙道直徑為 0.8 m, CO_2 排放係數平均為 $14,270 \pm 3,500 \text{ mg/s}$ 、 CO 為 $22.6 \pm 3.7 \text{ mg/s}$ 、 SO_2 為 $4.37 \pm 1.27 \text{ mg/s}$ 、 NO_x 為 $66.8 \pm 14.4 \text{ mg/s}$ 及 NMHC 為 $2.76 \pm 0.24 \text{ mg/s}$,結果如表 3-28 所示。

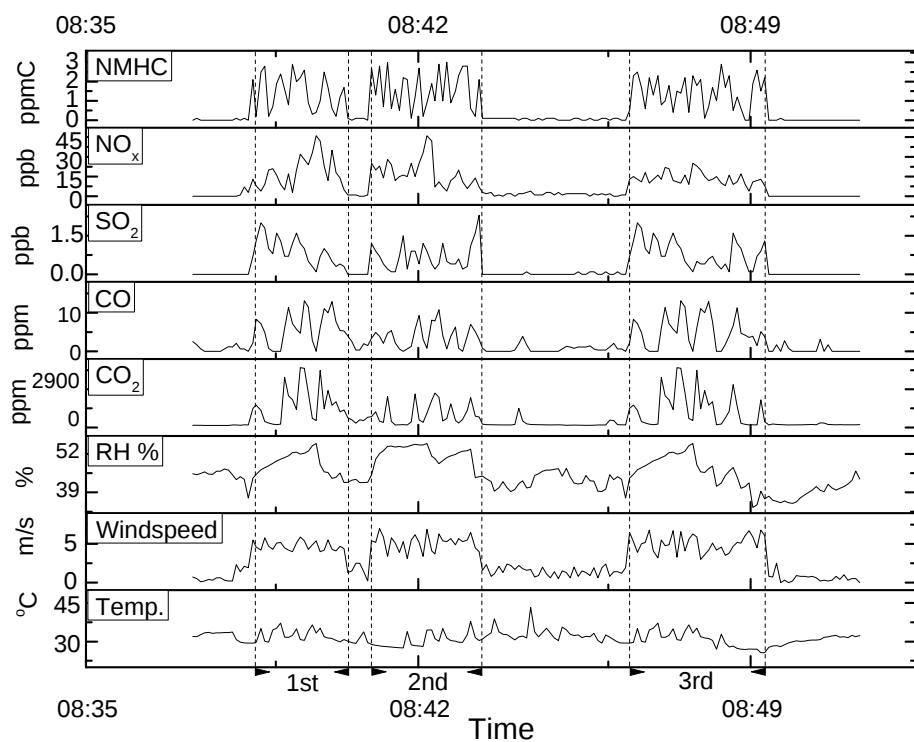


圖 3.13 遙控載具之監測結果

表3-27 輪船各區段監測結果

監測項目	氣溫 (°C)	風速 (m/s)	RH %	CO ₂ (ppm)
Background	32.5 ± 1.45	0.707 ± 0.71	45.3 ± 1.05	387 ± 23.8
1 st	32.4 ± 2.4	4.8 ± 0.6	48.7 ± 3.7	3938 ± 2980
2 nd	30.3 ± 2.7	5.2 ± 1.05	52 ± 3.3	2200 ± 1770
3 rd	30.7 ± 3.2	5.1 ± 1.1	46.1 ± 5.3	3390 ± 3150
監測項目	CO (ppm)	SO ₂ (ppb)	NO _x (ppb)	NMHC (ppmC)
Background	0.786 ± 0.83	0 ± 0	0.571 ± 1.87	0.021 ± 0.04
1 st	6 ± 4.2	0.9 ± 0.51	19 ± 12	1.5 ± 0.92
2 nd	3.9 ± 2.9	0.7 ± 0.5	17.9 ± 10.4	1.6 ± 0.98
3 rd	5.2 ± 3.7	0.9 ± 0.6	13.5 ± 4.6	1.4 ± 0.8

表3-28 輪船各污染物之排放係數

	CO ₂ (mg/s)	CO (mg/s)	SO ₂ (mg/s)	NO _x (mg/s)	NMHC (mg/s)
第一段	16,900	19.2	5.77	56.3	2.58
第二段	10,300	22.1	3.3	83.2	3.03
第三段	15,600	26.5	4.04	60.9	2.66
平均	14,270 ± 3500	22.6 ± 3.7	4.37 ± 1.27	66.8 ± 14.4	2.76 ± 0.24

3.7 推估方法修訂

由 SO₂ 的排放係數需以油中硫含量做校正。本計畫中，遠洋船舶之排放係數係以含硫成分 2.7% 為準，修訂時應依據該年度抽樣所得之平均濃度修訂之，將實際值與 2.7% 的比值作為推估 SO₂ 時的燃料校正係數。目前已完成採樣，待分析報告出爐。

港勤船根據檢測結果評估使用之國外排放係數是否妥適，若差異過大，則需依據第一年及本年度執行結果做調整。另外篩選引擎作業時數及用油量資料皆完整的數據，分別用燃料係數法及活動強度係數法做推估，比較其結果。其差異可以用負載係數作修正，即可得到本地港勤船的負載係數。根據本年度港勤船分析結果與原方法中活動強度法推估結果發現其排放係數與負載係數皆可合理使用於本地港勤船。

漁船部分，已向漁業署索取 100 年度資料時，並納入出廠年份及汽缸數，依據出廠年份及汽缸數區分不同類別漁船，重新修訂 98 年、99 年之漁船排放量。使用之係數亦需根據漁船採樣驗證結果，做必要之調整。由於漁業署自 95 年起，長期執行臺灣地區漁船溫室氣體排放量推估及更新工作，並以建置溫室氣體估算系統之資料庫，資料完整且詳盡。建議未來各商港排放量推估作業中，可排除漁船部分的調查，直接使用漁業署的排放量資料即可，各商港可將工作重點集中在商船、港勤船、機具及車輛上。

遠洋船舶部分，需要持續檢討基本資料的預設值。第一年計畫使用的預設值如表 3-31，將先篩選出所有資料皆有的船舶，區分各船種，分別探討總噸與最高轉速(rpm)、主引擎最大功率(kW)、最大船速(節)、輔助引擎功率(kW)之關係，修訂預設值。

在確認船舶停靠時間部分，針對高雄港停泊時間超過 1 個月以上之船舶進行瞭解，與港務股份有限公司接洽，確認該船之狀況。據以修訂統計資料庫篩選條件，以避免維修期都計算入靠泊之排放量。經實地調查，發現去年度在計算高雄港船舶排放量時，許多港勤船以及停靠船舶修造碼頭的船被納入計算。港勤船長期停靠岸邊，靠岸時一般會熄火或使用岸電。而維修的船舶一般也是所有引擎熄火，必要時使用修造廠的岸電。因此將此二類船舶排除後，修訂 98、99 年各港船舶停泊的平均時數如表 3-29，期中臺中港與基隆港幾乎沒有變化，花蓮港由平均 31.6 小時降為 22 小時；高雄港則是從 74.9 小時大幅降為 34.2 小時，與臺中港的停泊時數接近。

表3-29 遠洋船舶停泊時數修訂前後比較

單位：小時

	臺中港	花蓮港	高雄港	基隆港
修訂前	33.3	31.6	74.9	18.6
修訂後	33.1	22.0	34.2	18.4

第一年計畫未考慮船舶在不同碼頭間移泊的情形，因為移泊前後都是靠泊狀態，因此將入港到出港的時間皆視為靠泊狀態，僅扣除入港到碼頭，以及從碼頭到出港的時間。如此可能造成靠泊時的排放量偏高，而港內移泊的排放量偏低，應重新修正，將移泊情形納入考量。而移泊時主引擎應需啟動，亦應比照靠泊動作計算主引擎排放量。

行駛船速係依據臺灣海域船舶動態資訊系統的 AIS 資料推估。港內靠泊時主引擎熄火，但是港外錨泊時若時間不長，主引擎一般仍維持啟動狀態。因此應可計算出每艘船在港外的錨泊時間（若有），訂定

一時間標準，超過此時間則視為主引擎為熄火狀態。表 3-30 為修訂後之遠洋船舶參數預設值。

表3-30 遠洋船舶參數預設值

代號	船種	最高轉速 (rpm)	主引擎最大 功率(kW)	最大船 速(節)	輔助引擎 功率(kW)	總噸
1	汽車船 (AutoCarrier)	112	13,042	19	3,161	51,756
2	散裝船(Bulk)	123	8,373	14	1,486	31,027
3	貨櫃船 (Containership)	107	32,082	21	6,100	40,942
4	客船(Cruise)	174	21,848	19	6,752	35,915
5	一般貨船 (GeneralCargo)	178	4,540	13	1,195	10,966
6	拖船(ITB)	240	5,195	14	823	1,202
7	其他(Misc)	171	4,934	12	1,455	9,022
8	冷藏船(Reefer)	202	3,843	16	1,382	4,703
9	駛上駛下船(RoRo)	159	8,805	19	1,175	12,407
10	油船(Tanker)	156	7,055	14	2,179	20,052

第四章 機具排放量推估

4.1 推估方法

柴油機具的排放量推估方法亦有二種，說明如下。

4.1.1 從能源消耗量推估

直接調查各裝卸機具一整年的用電量或用油量，其中用油量需區分不同油種，直接代入排放係數公式。

用油機具主要的調查項目為用油種類及用油量，排放量基本公式如第3章式 3.5，重述如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (3.5)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升(L)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/L

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

4.1.2 從活動強度推估

若無法直接取得耗油或耗電量資料，則需從設備的操作時數、引擎動力及負載係數來推估。推估的基本公式如下：

$$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF \dots\dots\dots (4.1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

Pop：設備數量

HP：指引引擎動力，以 hp 為單位

Act：活動強度，以工作時數表示，單位為小時

LF：指負載係數，無單位

EF：排放係數，單位為 g/hp·h

FCF：燃料校正係數，因應不同燃料做修正

CF：控制係數，反應設備已加裝減量設備之減量係數

一般引擎在操作時，不會使用到最大的馬力輸出，在統計上會有一個平常操作時的馬力比例，即為負載係數。負載係數應採用本地係數，如無本地係數便只能參考文獻值。本計畫採用美國加州空氣資源局（California Air Resource Board, CARB）建議的數據，詳見表 4-1。

表4-1 港區裝卸機具負載係數

港區裝卸機具	負載係數(LF)
門式起重機	0.2
起重機	0.43
挖土機	0.57
堆高機	0.3
貨櫃裝載機	0.59
高空作業車、其它使用路外引擎之貨車	0.51
其它使用道路引擎之貨車	0.51
掃街車	0.68
鏟裝機、小山貓	0.55
使用路外引擎之拖車	0.39
使用道路引擎之拖車	0.39

資料來源：CARB Off Road Model 2008

裝卸設備的引擎排放係數（EF）是由引擎零小時排放率（ZH，指全新引擎的排放量），加上一個劣化率（DR）而得，代表了引擎的磨耗及控制設備效率降低等原因而增加的排放率。此劣化率可由引擎使用壽命及達到引擎使用壽命終點時的排放率檢測資料與零小時排放率檢測資料的比值來求得。公式如式 4.2 所示：

$$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Hours}) \dots\dots\dots (4.2)$$

其中：

ZH = 全新引擎時的排放率

DR = 劣化率（排放變化率，為設備機齡的函數）

Cumulative hours = 年操作時數 × 設備機齡

取得上述基本資料後，採用 CARB 發展的 Off Road 2007 模式來推估各污染物排放量，但該模式並未包含 SO₂、N₂O 及 CH₄。

4.2 前期計畫執行檢討

第一年計畫制訂的「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」係針對溫室氣體調查，為了盡量簡化，沒有要求填報設備出廠年份。但未來若欲推估空氣污染物排放量，則應納入填報，才可推估得更為精確。

在柴油機具排放量的推估上，有許多機具之額定功率資料有缺。另外各類機具工作時數空白者，直接採該類機具已有數據之平均值作為預設值，應可再更精確。而現有資料應可初步修訂本土之負載係數，以提高柴油機具排放量推估之準確度。

由於門式機在碼頭面上移動時動作劇烈，人員待在頂層採樣，雖然有配掛安全索，工安人員仍擔心會發生危安，不同意讓門式機移動，因此最後在原地重複吊放空櫃的狀態下採樣。故採樣結果無法包含門式機移動時的工況，也未包含有載重之貨櫃的吊放情形。

4.3 採樣與驗證

機具採樣擬延續前一年計畫，以同樣方法針對門式機採樣。執行時以氣體自動分析儀（HORIBA ENDA 600）進行機具怠速或作業狀態下氣體濃度量測實驗，以確認排放係數。分析項目包括：NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂ 以及流量。另以 Dual-FID GC（廠牌為中冠資訊，9800 型）分析有機物，項目包括：THC, CH₄, NMHC 等。

起重機屬於非道路移動污染源，其機具的排放係數一般是根據實驗室的檢測結果，很少有實測資料。採樣時，於柴油機作業狀態下，以 100L 採氣袋蒐集氣體約 20 分鐘，並同步量測其流速。由於一般吊掛一個貨櫃僅需 1~2 分鐘時間，預估每次採樣時可涵蓋至少 5 個以上的吊掛作業循環。最後將採氣袋攜回實驗室，用 HORIBA ENDA 600 氣體自動分析儀進行分析。

此種採樣方式有以下好處：

1. 不需調查起重機引擎屬於二行程或四行程引擎，僅需調查引擎排氣口型式、規格，以製作合適之套管。
2. 因檢測儀器設備皆須避免震動以維持穩定性，故作業時引擎若同時移動，則無法進行檢測。利用採氣袋則無此問題。
3. 引擎作業循環期間，轉速會有變化，因此需測出測試期間引擎的總轉數，才能推估總排氣量。若轉速計無此功能，則需自行設計軟體，取得此項資訊。以流量計直接測得流量，則不需以轉速推估排氣量。
4. 取樣需有該循環的代表性，因此每一個循環中取不同階段取樣將會影響最後計算的總排放量。100L 採氣袋可採約 20 分鐘，可跨至少三個吊掛作業循環，較具有代表性。

取得排氣濃度數據後，欲求取的排放係數為單位時間的氣體排放量，可以下列方程式取得：

$$\text{排放量} = \text{流量} \times \text{氣體排放濃度} \dots\dots\dots (4.3)$$

其中流量的單位為 L/min，氣體排放濃度單位需為 g/L。儀器量測的氣體濃度為體積濃度，需換算為重量濃度。常溫常壓下，每莫耳氣體體積為 24.5L/mol，因此重量濃度換算方式如下：

$$\text{氣體重量濃度(g/L)} = \text{氣體體積濃度(\%)} \div \text{莫耳體積 L/mol} \times \text{莫耳重 g/mol} \dots\dots\dots (4.4)$$

由於前一年度配合之航商僅願意在門式機靜止狀態下，提供原地吊掛空櫃進行採樣。今年度希望能包含實櫃，並涵蓋利用輪胎在碼頭平面上移動時的排放量。這個問題，擬以 3 個可能方式解決：

方式一：協調其它願意開放採樣的廠商。前一年度計畫邀請到高雄港航商現代公司配合，今年度若能協調到其它公司願意配合，則可直接採樣。若能直接進行採樣，則比照去年度模式執行。

方式二：設計一遙控啟動及關閉裝置，或是定時開關裝置做控制，以控制採氣袋開始採樣及終止採樣之時間。人員在架設好採樣裝置後即離開，在預定時間內遙控或自動啟動與停止。如此，人員不必留在門式機頂層，廠商應會同意配合採樣。

方式三：利用柴油車的車載型量測系統(On-Board emission measurement System, OBS)進行檢測。OBS 的優點是可以進行長時間的檢測，但缺點是設備太貴，且佔空間，不一定適用。若使用 OBS 檢測，需訂製專用框架，以固定設備、鋼瓶及電瓶，確保門式機作業時不會搖晃造成設備受損或影響準確性。

今年度協調結果，高雄港航商現代公司同意配合，因此最後以方式一進行採樣，分別於 101 年 3 月 27 日及 4 月 11 日針對門式機進行採樣。所採樣之門式機的工作狀態包括無吊掛貨櫃來回行駛，以及原地吊掛兩種。表 4-2 受測門式機基本資料的基本資料如表 4-2，檢測結果則列於表 4-3 中。本次測試以 TT-6 同一部機分別檢測了行進中測試不吊掛貨櫃，以及原地吊掛貨櫃二種形式進行比較，結果二種狀態下的排氣測值相當接近。

表4-2 受測門式機基本資料

檢測代號	設備	年份	平均年使用時數(h)	功率(hp)	採樣/檢測日期	最大吊重(T)	排氣量(cc)	轉速(rpm)
T001	TT-3A	1996	4,513	350-500	2012/3/27	40.6	16,000	1,800
T002	TT-10	2000	4,513	350-500	2012/3/27	40.6	16,000	1,800
T003	TT-6	1996	4,513	350-500	2012/4/11	40.6	16,000	1,800
T004	TT-6	1996	4,513	350-500	2012/4/11	40.6	16,000	1,800

註：T001~T003 為行進中測試不吊掛貨櫃，T004 則是原地吊掛貨櫃。

表4-3 受測門式機檢測結果

檢測代號	CO ₂ (%)	CO(ppm)	Nox(ppm)	SO ₂ (ppm)	THC(ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC(ppm)
T001	3.68	154.06	302.39	5.80	7.85	0.38	7.47
T002	3.56	66.48	125.66	5.11	16.67	0.62	16.05
T003	3.44	160.39	534.37	6.64	9.60	0.38	9.22
T004	3.53	134.64	568.10	5.59	6.89	0.38	6.51

註：T001~T003 為行進中測試不吊掛貨櫃，T004 則是原地吊掛貨櫃。

另外依據 4.1.2 節所述之活動強度係數法，推估該型門式機 1 小時之排放量，與實測值推估之小時排放量，列於表 4-4 中進行比較。從表中可看到，推估值與實測值極為接近，顯示所使用的文獻係數可適用於所採樣的設備上。

表4-4 受測門式機每小時排放量推估

依據	CO ₂ (g)	CO(g)	NO _x (g)	THC(g)
T001 樣品	62,456.55	166.38	536.53	4.84
T002 樣品	60,335.85	71.80	222.95	10.29
T003 樣品	58,330.80	173.22	948.12	5.92
T004 樣品	59,866.71	145.42	1,007.97	4.25
係數推估	51,147.00	193.69	1,196.16	97.04

4.4 推估方法修訂

機具的調查表單修訂增加填報設備廠牌、機型及出廠年份，以搭配空氣污染物排放量推估需求，可以選用較符合需求之排放係數。

在柴油機具排放量的推估上，有許多機具之額定功率資料有缺。廠牌、機型可以提供線索，搜尋網路上的資料，或是向原廠洽詢資料。

另外各類機具工作時數空白者，原本係直接採該類機具已有數據者之平均值作為預設值。由於大部分資料提供皆有用油量，因此將先建立各類機具的用油量與工作時數的關係式，再利用該關係式從用油量推工作時數，或從工作時數推用油量。

另外利用現有資料中，工作時數與用油量兩者皆有的機具，分別用燃料係數法及活動強度係數法做推估，比較其結果。其差異可以用負載係數作修正，即可得到本地機具的負載係數。修訂後之各項參數，列於表 4-5 中。

表4-5 機具參數設定值

機具	功率	年作業時數	功率	年作業時數	負載係數	油耗(L/h)
小山貓	95	700	700	-	0.55	5.06
卸貨機具	-	2,074	2,074	180	-	-
拖車	150	1,232	1,232	153	0.39	5.66
挖土機	-	-	-	-	0.57	10.29
軌道式門式起重機	455	5,216	10,997	455	0.20	-
起重機	300	43	43	300	0.43	35.87
堆高機	95	771	771	92	0.30	4.11
掃街車	131	74	74	132	0.68	10.22
貨櫃裝載機	228	3,381	3,381	228	0.59	9.79
發電機	20	300	-	20	0.50	-
跨載機	220	2,753	2,753	225	0.43	19.73
輪胎式門式起重機	508	5,216	5,216	494	0.20	12.44
橋式起重機	1,238	2,783	2,783	1,238	-	-
鏟裝機	180	643	643	180	0.55	13.34

第五章 車輛排放量推估

5.1 推估方法

根據《99 年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》^[16]中執行的經驗及限制，港埠地區車輛調查方法執行的準確性有所不足，在本計畫中持續進行改進研究。

在《99 年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》中，估算車輛排放量時，考量二種型態：一種是定車速行駛時，一是車輛靜止但引擎仍在怠速運轉。方法如下：

5.1.1 單位燃料係數法

以油耗直接推估排放量的公式第 3 章式 3.5 所示：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (3.5)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升為單位

EF：排放係數，單位為公斤/公升

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

耗油量資料透過現場調查，排放係數則參考及燃料校正係數則參考文獻建議值。

如無法取得耗油量資料，則可利用行駛里程數據和燃油效率推估。國內各車種的燃油效率如表 5-1 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。一般若無相關的車速資料，則高速公路行駛時速一般假設為 70 公里，平面道路則假設為 40 公里。但若能取得實測資料，則應以實測資料為主。

惰轉時的引擎運轉狀態與行駛時不同，油耗亦不相同。表 5-2 為各車種惰轉燃油效率及 CO₂ 排放係數推估值。該數據係參考國外

建議，以低速 5~10 公里/小時車速下之平均油耗（公升/公里）假設推估惰轉油耗。由於國內缺乏車輛惰轉的實測資料，因此表中的係數是採用 5 公里/小時車速平均油耗計算之，並配合相對燃料別之溫室氣體排放係數，推估出惰轉之單位時間排放係數。

表5-1 國內各車種不同車速燃油效率（以 2005 年為參考基準）

平均燃油效率(km/l)	小客車		小貨車		大貨車	公車/ 客運車	大客車 (非公車)	特種車	機車
車速	自用	營業	汽油	柴油					
5	5.68	5.49	4.93	4.44	1.97	2.15	2.31	2.32	8.52
10	6.10	5.89	5.40	4.82	2.06	2.25	2.42	2.43	15.28
15	6.55	6.32	5.90	5.23	2.15	2.35	2.52	2.54	20.45
20	7.02	6.78	6.44	5.65	2.24	2.44	2.63	2.64	24.16
25	7.50	7.25	7.00	6.09	2.33	2.54	2.73	2.74	26.60
30	8.00	7.73	7.59	6.52	2.41	2.63	2.82	2.84	27.90
35	8.51	8.21	8.17	6.94	2.48	2.71	2.91	2.93	28.24
40	9.00	8.69	8.72	7.32	2.55	2.79	3.00	3.01	27.76
45	9.47	9.14	9.22	7.64	2.62	2.85	3.07	3.08	26.63
50	9.56	9.23	9.30	7.69	2.63	2.86	3.08	3.10	26.34
55	9.90	9.56	9.62	7.88	2.67	2.91	3.13	3.14	25.01
60	10.26	9.91	9.90	8.03	2.71	2.95	3.18	3.19	23.04
65	10.55	10.19	10.04	8.06	2.74	2.98	3.21	3.22	20.90
70	10.75	10.38	10.01	7.99	2.75	3.00	3.22	3.24	18.73
75	10.84	10.47	9.83	7.81	2.75	3.00	3.23	3.24	16.70
80	10.83	10.46	9.51	7.54	2.74	2.98	3.21	3.23	14.96
90	10.70	10.34	9.07	7.20	2.71	2.96	3.18	3.19	13.67
100	10.16	9.81	7.99	6.38	2.62	2.86	3.07	3.09	13.08

1.不同車速變化推估公式：

- (1)汽油小客車燃油效率(km/l)=1/((0.001784842V²-0.256157175V+17.94117582)/100)(V:車速，km/hr)
- (2)汽油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002747382V²-0.339292954V+19.01195604)/100)(V:車速，km/hr)
- (3)柴油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002281351V²-0.270000162V+16.17830769)/100)(V:車速，km/hr)
- (4)大客/貨車燃油效率(km/l)=1/((0.003328248V²-0.45114234V+48.50518681)/100)(V:車速，km/hr)
- (5)機車燃油效率(km/l)=3.27V-0.0663V²+0.000364V³(V:車速，km/hr)

2.公式參考文獻：

- (1)行政院環境保護署，利用運輸預測模式技術減低台北都會由道路車輛造成之溫室氣體排放之行動計畫，RWDI，1998.6
- (2)經濟部能源局，使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫，工研院，民國 91 年~93 年。

資料來源：交通部運輸研究所^[14]

表5-2 各車種情轉燃油效率及 CO₂ 排放係數推估值

車種	小客車	汽油 小貨車	柴油 小貨車	大客車	營業-公車	大貨車	機車
燃料	汽油	汽油	柴油	柴油	柴油	柴油	汽油
燃油效率(L/km)	0.1763	0.2027	0.2254	0.4323	0.4649	0.5068	0.1174
CO ₂ (g/min)	33.2500	38.2167	51.2704	98.3387	105.7578	115.2881	22.1333
CH ₄ (g/min)	0.0014	0.0017	0.0027	0.0052	0.0056	0.0061	0.0010
N ₂ O(g/min)	0.0038	0.0044	0.0027	0.0052	0.0056	0.0061	0.0026
CO ₂ e(g/min)	34.4690	39.6178	52.1656	100.0556	107.6043	117.3010	22.9448

資料來源：交通部運輸研究所^[14]

- 1.以車速 5(Km/hr)行駛狀態當作情轉狀態
- 2.溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

5.1.2 單位活動強度係數法

此法不需換算為耗油量資料，而是直接從活動強度推估，一般以行駛里程作為活動強度。但若推估情轉時的排放量，則以情轉時間為活動強度。

1. 行駛間車輛

行駛間車輛排放的基本推估公式如下：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots (5.1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量(g)

Pop：車輛數量

BER：單一車輛單位行駛里程的排放係數(g/vkt)

Act：活動強度，此處以車輛的平均行駛里程(vkt)表示

CF：校正係數，若有污染防制設備或硫含量不同時需乘上 CF

若以此法調查港區所屬車輛，則可以將擁有所有權的車輛全部代入：

$$\text{車輛數} \times \text{年平均行駛里程} = \text{總行駛里程 (vkt)} \dots\dots\dots (5.2)$$

若要推估外來車輛，Pop 則以進出港區車輛的車次代入，Act 以每次進出港區的行駛里程代入：

$$\text{車次} \times \text{每次進出港區行駛里程} = \text{總行駛里程 (vkt)} \dots\dots\dots (5.3)$$

國內空氣污染排放係數可直接引用行政院環境保護署 TEDS7.0^[52] 提供之係數，重型柴油車行駛間的溫室氣體排放係數如表 5-3 所示。

若車輛加裝污染防治設備，需乘上校正係數。校正係數=1-改善率。若沒有加裝污染防治設備，則改善效率視為 0，校正係數則為 1。

表5-3 重型柴油車溫室氣體排放係數

車速範圍 (km/hr)	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO _{2e}	單位
怠速	4,640	0.037	0.183	4,655	g/hr
<8	2,388	0.00932	0.488	2,401	g/km
8-16	2,168	0.00932	0.377	2,179	g/km
16-24	1,781	0.00932	0.198	1,788	g/km
24-32	1,461	0.00932	0.090	1,466	g/km
32-40	1,311	0.00932	0.063	1,315	g/km
40-48	1,230	0.00932	0.051	1,234	g/km
48-56	1,163	0.00932	0.041	1,167	g/km
56-64	1,110	0.00932	0.035	1,114	g/km
64-72	1,071	0.00932	0.031	1,074	g/km
72-80	1,045	0.00932	0.030	1,049	g/km
80-88	1,033	0.00932	0.033	1,037	g/km
88-96	1,035	0.00932	0.039	1,039	g/km
96-104	1,050	0.00932	0.047	1,054	g/km
104-112	1,080	0.00932	0.058	1,084	g/km

資料來源：POLA, Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009, p158

溫室氣體潛力換算：CH₄:21；N₂O:310

由本計畫將英里換算為公里

2. 怠速惰轉車輛

怠速惰轉車輛排放的基本推估公式與 5-1 式相同，但是 Act 代表的意義不同：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots (5.2)$$

式中：E：引擎的排放量(g)

Pop：車輛數量

BER：單一車輛單位時間的排放係數(g/hr)

Act：活動強度，此處需代入車輛的怠速惰轉時間(hr)

CF：校正係數，污染防制設備或硫含量不同時需乘上 CF

重型柴油車怠速惰轉排放係數如表 5-4 所示。

表5-4 柴油車惰轉排放係數

車種	CO	CO ₂	HC	NO
大貨車	0.311	52.356	0.034	0.291
曳引車	0.427	70.094	0.046	0.455

資料來源：交通部運輸研究所(2011)^[31]。

5.2 前期計畫執行檢討

第一年計畫中，汽油車僅調查港區單位的自有車輛，外來車輛（如計程車、洽公車輛等）並未納入。目前僅取得高雄港的汽油車進出資料，將以高雄港為例，推估汽油車數量與港口營業量之關係。

各港重型柴油車輛在港區行駛時的平均車速，係直接利用搭載 GPS 車輛之資料統計 1 個月數據所得，應進一步抽樣車輛比對該值是否有變化。已實際觀測 9 部重型卡車進出港區之情形，未發現有問題之處。

在車次推估上，基隆港表示關稅總局掌握了所有貨櫃車的進出資料，應進一步洽詢實際情況。若有，應使用其資料，正確性較高。而

散裝貨車部分，係根據各貨種進出口量除以貨車平均載重量來推估，但是部分大宗貨物係利用管道或輸送帶輸送，第一年計畫中係使用推估值，應可向各港務股份有限公司洽詢是否有相關數據可提供。唯實際查詢結果，臺北港與臺中港提供全年貨櫃車進出資料，高雄港提供進出車輛資料涵蓋非貨櫃車及小型車，花蓮港則是 100 剛裝設自動車道系統，但系統尚不穩定，實際僅有約 3 個月資料，因此仍將使用花蓮仍將使用貨物裝卸量來推估車次。基隆關稅局與基隆港則皆表示沒有相關資料，此與常情不符，目前正在持續追蹤。

5.3 採樣與驗證

前年度計畫已完成了柴油車怠轉的採樣與驗證，今年度希望能探討行駛中車輛的排氣狀況。

排放量推估方法中的排放係數，其實包含了市區道路、高速公路等不同路況行駛時的排放狀況總和起來的結果，但是本計畫中僅推估重型柴油車輛在港區行駛之排放量，係數是否完全適用，值得探討。

5.3.1 測試構想

驗證方法目前有二個構想。實際落實時，希望能找到一家港區附近的貨櫃行，提供一輛貨櫃車作測試。該車係反覆行駛於港區外之貨櫃堆置場與港區之間，可在短時間內取得多筆資料。

構想的二個可能方式如下：

方式一：利用車載診斷系統(On Board Diagnostics, OBD)蒐集數據。重型柴油車輛符合歐盟四期環保法規車輛皆配備有 OBDII，主要是用來診斷車輛污染控制元件的劣化或失效。而透過 OBDII 亦可以獲得車輛的相關資訊，例如：引擎轉速、引擎負載、油耗、車速等等。車輛油耗由引擎控制單元(Engine Control Unit, ECU)計算噴油量而獲得，依照引擎製造廠的設定各有不同，一般來說，其輸出油耗與實際油耗誤差約 $\pm 5\%$ 左右。最大的好處是可以蒐集車輛實際行駛以及有負載時的排放量，且蒐集資料相對容易^[53]。

方式二：利用柴油車 OBS 車載型量測系統(On-Board Emission Measurement System, OBS)進行檢測。OBS 的優點是功能強大，可以進行道路實測並同時蒐集多排放物種，但缺點是體積龐大、設備費用昂貴，且需要攜帶氣瓶，只能進行少量與特定柴油車輛的研究。裝置於貨櫃車上須克服空間問題，裝置後若影響作業導致無法裝卸貨櫃，則無法達到原訂測試實際作業狀況時之排氣量的構想。

本研究原規劃以方式一優先進行。經查發現國內汽油車在 2008 年之後才要求設置 OBD-II；柴油車五期（2012 年 1 月 1 日起實施，相當於歐盟四期）才要求設置，因此目前僅有少數車廠的新車有裝設。再以方式二進行時，發現 OBS 系統需有適當空間放置設備、鋼瓶，國內重型柴油車目前僅有大客車使用採樣，貨櫃車沒有安全合適的裝設空間。因此另行尋找合作的一般重型貨車，經現勘後認為可行。由於分析設備需在 0-40℃ 環境下，因此設計將分析設備裝設在副駕駛座，氣體鋼瓶則設法固定在貨車斗上，再把採樣管拉到排氣管。

5.3.2 檢測設備

車輛測試中心曾利用 Horiba OBS-2200(圖 5.1)進行實車測試與大客車的 OBD II 輸出之油耗值進行比較，確認在總行駛里程下，OBDII 與 OBS 所量測到之車輛平均油耗，兩者極為接近，差異為-4.7%。在固定車輛速度下，引擎低轉速與低扭矩下，OBS 所量測到之油耗值明顯高於 OBDII 所輸出油耗；而在高扭矩與引擎高轉速下 OBDII 所輸出之油耗值則略低於 OBS 所量測到之油耗，並呈現穩定相關^[53]，因此應可利用 OBS 進行大貨車的實地測試。

本計畫即採用日本 Horiba OBS-2200 設備，分析範圍如下：

CO: 0-0.5 to 0-10 vol%

CO₂: 0-5 to 0-20 vol%

THC: 0-100 to 0-10000 ppmC

NOx: 0-1 to 0-3000 ppm



圖 5.1 Horiba OBS-2200 設備

資料來源：Horiba 網站

測試車輛為營業大貨車，車齡 18 年，依環保署法規排氣標準屬第 2 期車，基本資料如表 5-5 所示。最大載重 8.2 公噸，但實際測試時為空車。累積行駛里程 1,384,151 公里，平均年行駛里程 76,600 公里，與 96 年交通部統計全國營業大貨車的平均年行駛里程數 74,760 公里相當。

港區中主要卡車車種僅有曳引車與大貨車，約各佔一半，選用大貨車應合理；測試車平均年行駛里程與全國營業大貨車平均年行駛里程數相當。本車車齡 18 年，在全國大貨車車齡組成中約為 1.29% 似較不具代表性。但在車輛排放係數推估中，因為車齡越高排放值越高(CO₂ 例外)，反而可以減少污染濃度低造成相對誤差大的問題。由於環保署的排放係數係將各車齡組成加權計入，本研究的測試車車齡偏高，測試所得出之排放量應高於排放係數推估值。

圖 5.2 是 OBS 設備安裝的情形。測試路線包括高速公路、高雄港旗津港區、前鎮加工出口區等高雄港區實地測試。

表 5-5 OBS 測試車輛基本資料

資料	內容
廠牌名稱	中華
車型序號	FM557MS
車種類型	營業大貨車
出廠年月	1994 年 05 月
累積行駛里程	1,384,151 公里
排氣量	7,545cc
式樣	框式
能源種類	柴油
載重	8.2 噸
總重	15 噸



圖 5.2 OBS 設備安裝情形

5.3.3 檢測結果

OBS 測試結果整理如表 5-6，並以表 5-6 為基礎，計算出測試車輛在不同車速下的排放係數以及油耗如表 5-7。其中 CO、CO₂ 及油耗，很明顯隨著車速增加而增加；THC 與 NO_x 大致上也隨車速增加而增加，但是若換算成每公里的排放量(表 5-7)，則時速在 10-40 公里範圍反而有增高的趨勢。

將分析結果與本研究採用的排放係數比較(表 5-8)，則實測值中，CO 與油耗值偏高，THC 的值接近，NO_x 則偏低。一般燃燒不完全，可能造成 CO 偏高及 NO_x 偏低。

排放係數係利用多輛車輛測試取平均值做為代表，本研究限於資源，僅能做單筆測試。有可能採樣車輛剛好偏差較大，但測試結果顯示利用此方式進行柴油貨車的排氣與油耗實測是可行的。

表 5-6 OBS 測試結果

單位：g/s

車速(km/h)	CO	CO ₂	THC	NO _x	油耗
0-5	0.38	1.26	0.009	0.006	0.60
5-10	0.52	2.78	0.014	0.014	1.15
10-15	0.48	2.60	0.017	0.012	1.08
15-20	0.56	3.34	0.020	0.018	1.36
20-25	0.56	3.42	0.021	0.019	1.38
25-30	0.52	3.25	0.026	0.016	1.31
30-35	0.43	3.48	0.033	0.018	1.35
35-40	0.64	3.78	0.025	0.022	1.54
40-45	0.86	4.46	0.023	0.025	1.86
45-50	0.79	4.75	0.026	0.025	1.92
50-55	1.17	5.94	0.025	0.030	2.49
55-60	0.70	5.27	0.020	0.028	2.04
60-65	1.98	7.26	0.035	0.031	3.32
65-70	1.97	9.35	0.031	0.045	3.97
70-75	2.18	8.66	0.043	0.038	3.87
75-80	2.20	9.23	0.039	0.039	4.05
80-85	2.27	11.19	0.036	0.046	4.71
85-90	2.79	7.95	0.056	0.029	3.96

表 5-7 以 OBS 測試結果推估之單位里程排放量

車速(km/h)	單位里程排放量(g/km)				油耗 (km/L)
	CO	CO ₂	THC	NO _x	
5-10	243.1	1,312.0	6.6	6.5	1.5667
10-15	140.1	759.2	5.0	3.6	2.7000
15-20	114.9	681.9	4.0	3.7	3.0697
20-25	88.8	546.5	3.3	3.1	3.8567
25-30	67.4	421.2	3.4	2.1	4.9931
30-35	48.5	389.0	3.7	2.0	5.6334
35-40	61.6	361.7	2.4	2.1	5.7664
40-45	72.9	379.0	2.0	2.1	5.3747
45-50	59.8	361.1	2.0	1.9	5.8220
50-55	80.0	405.4	1.7	2.1	5.0072
55-60	44.2	332.6	1.3	1.8	6.6138
60-65	113.2	414.8	2.0	1.8	4.4836
65-70	103.8	493.6	1.7	2.4	4.0582
70-75	107.3	425.5	2.1	1.9	4.4718
75-80	103.0	430.9	1.8	1.8	4.4883
80-85	100.0	492.8	1.6	2.0	4.1019
85-90	115.8	329.9	2.3	1.2	5.1739

註：以柴油密度 0.85 換算油耗

表 5-8 本研究採用之車輛排放係數

車速(km/h)	CO (g/km)	HC (g/km)	Nox (g/km)	平均燃油效率 (km/l)
5	31.57	5.51	32.27	1.97
10	24.66	4.7	28.38	2.06
15	19.6	4.05	25.3	2.15
20	15.86	3.51	22.86	2.24
25	13.06	3.08	20.95	2.33
30	10.94	2.72	19.46	2.41
35	-	-	-	2.48
40	8.1	2.18	17.5	2.55
45	-	-	-	2.62
50	6.43	1.8	16.62	2.63
55	-	-	-	2.67
60	5.48	1.54	16.67	2.71
65	-	-	-	2.74
70	5.01	1.37	17.67	2.75
75	-	-	-	2.75
80	4.91	1.25	19.78	2.74
90	5.16	1.19	23.4	2.71
100	5.83	1.17	29.23	2.62

註 1：CO、HC、NO_x 排放係數為環保署 TEDS 7.0 數據

註 2：平均燃油效率依據交通部運研所資料^[14]

5.4 推估方法修訂

5.4.1 汽油車數量推估

今年度擬以高雄港為範例，先進行外來汽油車之數量推估。高雄港已全面設置自動車道，雖然仍有非自動車道提供一般車輛進出，但從去年度港務股份有限公司提供的資料庫來看，仍然有許多汽油車記錄。目前取得的資料中，仍只有高雄港提供小型車進出資料，分析如表 5-9。目前需進一步確認小車中，小客車、汽油小貨車與柴油小貨車的比例，將進行實地紀錄。

表 5-9 高雄港大、小型車進出數量統計

年度	總車輛數	小車數	大車數
98 年	7,068,335	429,189	6,639,146
99 年	7,414,027	467,602	6,946,425
100 年	7,833,580	520,499	7,313,081

註：不含車牌無法辨識車輛，車輛進與出各算 1 次

根據取得之三個年度高雄港小型車資料，假設其進出數量與該港業務量相關，分別與貨櫃裝卸量、貨櫃貨物量、散裝貨裝卸量、船舶停靠艘次與噸位數等作圖，皆未發現明顯相關性，因此尚無法推估出適用於其它各港的推估依據。

5.4.2 平均車速確認

各港重型柴油車輛在港區行駛時的平均車速，係直接利用搭載 GPS 車輛之資料統計 1 個月數據所得，本年度將繼續進行分析，取樣統計分析 1 個月數據，計算出各港的平均車速、怠速惰轉時間等數據。另外以抽樣方式，調出單一車輛的歷史紀錄，研究其實際行駛之相關變化，以確認所得之代表數據為合理值。

表 5-10 各港平均車速統計

單位：公里/小時

港口	車種	100 年	101 年
花蓮港	散貨	15.0	15.4
高雄港	貨櫃	21.9	20.6
	散貨	17.0	16.5
基隆港	貨櫃	16.5	16.4
	散貨	16.6	16.6
臺中港	貨櫃	30.0	29.6
	散貨	32.4	31.8
臺北港	貨櫃		24.5
	散貨		17.4

表 5-11 高雄港重型柴油車車速分布

速度(km/h)	百分比
<10	25.83%
11-20	30.24%
21-30	22.23%
31-40	12.02%
41-50	6.82%
51-60	2.34%
61-70	0.46%
71-80	0.04%
>80	0.01%
總計	100.00%

本年度各港重型柴油車平均車速已完成初步統計(表 5-10)，臺北港則因為 GPS 地圖範圍確定中，尚未完成。各港平均車速約為 20 公里，臺中港車速較快，時速達 31 公里。與去年度統計值相較，變化不大，顯示此統計有其穩定性。

以高雄港為例，進一步分析行車時的車速分布(表 5-11)，顯示車速集中在 11-20 公里/小時，因此平均車速為 20.1 公里/小時是合理的。

5.4.3 車次推估

經與基隆關稅局聯絡，對方表示並無貨櫃車進出資料，因此目前仍以各港自動車道資料作為車輛進出數量依據。若無，再以貨櫃量及散貨裝卸量分別推估貨櫃車與散裝貨車之進出數量。而推估的準確度，依序應為自動車道資料、裝卸貨櫃量推估、散裝貨裝卸量。目前各港推估的依據如表 5-12。

表 5-12 各港大型車進出數量推估資料來源

港口	資料來源
基隆港	貨櫃及貨量推估
臺北港	貨櫃及貨量推估
臺中港	貨櫃及貨量推估
高雄港	自動車道資料搭配貨量推估
花蓮港	貨量推估

散裝貨車車次推估部分，若無自動車道資料，則根據各貨種進出口量除以貨車平均載重量來推估，但是部分大宗貨物係利用管道或輸送帶輸送，第一年計畫中除臺中港提供管道輸送比例外，其餘係假設值。今年度向各港務股份有限公司調查相關數據結果，其餘各港表示無此類數據，因此仍先依照原先假設值計算。各港進出車次推估結果整理於表 5-13。花蓮港因無貨櫃碼頭，無貨櫃車進出數量。高雄港資料因僅 98 年分別提供貨櫃車與散裝貨車，後續資料無法區分，因此先以 98 年度資料推估出貨櫃車推估係數，再扣掉貨櫃車數視為散裝貨車數。依此方法計算所得之散裝貨車數，推估出高雄港煤碳有 35%由車輛運送之假設值。

表 5-13 重型柴油貨車車次推估結果

	類別	基隆港	臺中港	高雄港	花蓮港	臺北港
98 年度	貨櫃車	422,864	305,728	1,666,832	-	
	散裝貨車	421,986	1,193,347	1,809,972	425,532	
	車次合計	844,850	1,499,075	3,476,804	425,532	
99 年度	貨櫃車	485,752	364,721	1,270,542	-	
	散裝貨車	397,766	1,471,377	1,957,223	442,458	
	車次合計	883,518	1,836,098	3,227,765	442,458	
100 年度	貨櫃車	517,384	367,443	1,387,339	-	207,046
	散裝貨車	475,659	1,360,491	2,159,254	404,093	454,174
	車次合計	993,043	1,727,934	3,546,593	404,093	661,220

註：假設高雄港煤碳 35%，花蓮港水泥 50%由車輛輸送；臺中港煤依該港提供數據 23%由車輛輸送。

第六章 排放清冊建置

6.1 各港 100 年度排放量調查

各港排放量調查，原則上依據第一年計畫擬定之《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》進行。雖然主要是針對溫室氣體調查設計的表單，但亦可適用於空氣污染排放量推估之用。

6.1.1 調查範圍

本年度擬調查基隆港、臺北港、臺中港、高雄港、花蓮港，各港範圍說明如下：

1. 地理範圍

陸域限定於各港行政管轄範圍。

海域以 20 浬範圍為原則，各港可依據需求自行修訂，基準年訂定範圍後，即應以該年為準，不宜每年異動。

(1)所有權範圍

凡港務股份有限公司有所有權及管轄權之範圍皆應納入。以商港法賦予之權限為依據，下列對象即使位於港區行政範圍內，但屬商港法排除管轄者，不列入本程序調查對象。

(2)專用區之工廠，除碼頭以外之範圍。

(3)軍事用區

(4)漁港港區（本年度另行發展漁船排放量調查程序）

2. 排放源範圍

港區溫室氣體調查之排放源界定如表 6-1。

範疇 1 為直接排放源，包括港務股份有限公司所屬，直接使用燃料之排放源，或使用時逸散之排放源。

範疇 2 為間接排放源，主要為外購電力。

範疇 3 為其它間接排放源。所有港區承租商，行駛港區之外來船舶皆屬之。

範疇 1 及範疇 2 為必須調查範圍，範疇 3 得列入調查範圍。

表 6-1 排放源調查範疇

主要排放源	範疇 1 直接排放源	範疇 2 間接排放源	範疇 3 其它間接排放源
裝卸機具	●		●
重型柴油車	●		●
柴油火車頭			●
遠洋船舶			●
港勤船舶	●		●
外購電力		●	●
自有車輛	●		●
發電機	●		●
冷媒使用	●		●
其它	●		●

6.1.2 調查流程

本程序之調查流程如圖 6.1 所示。

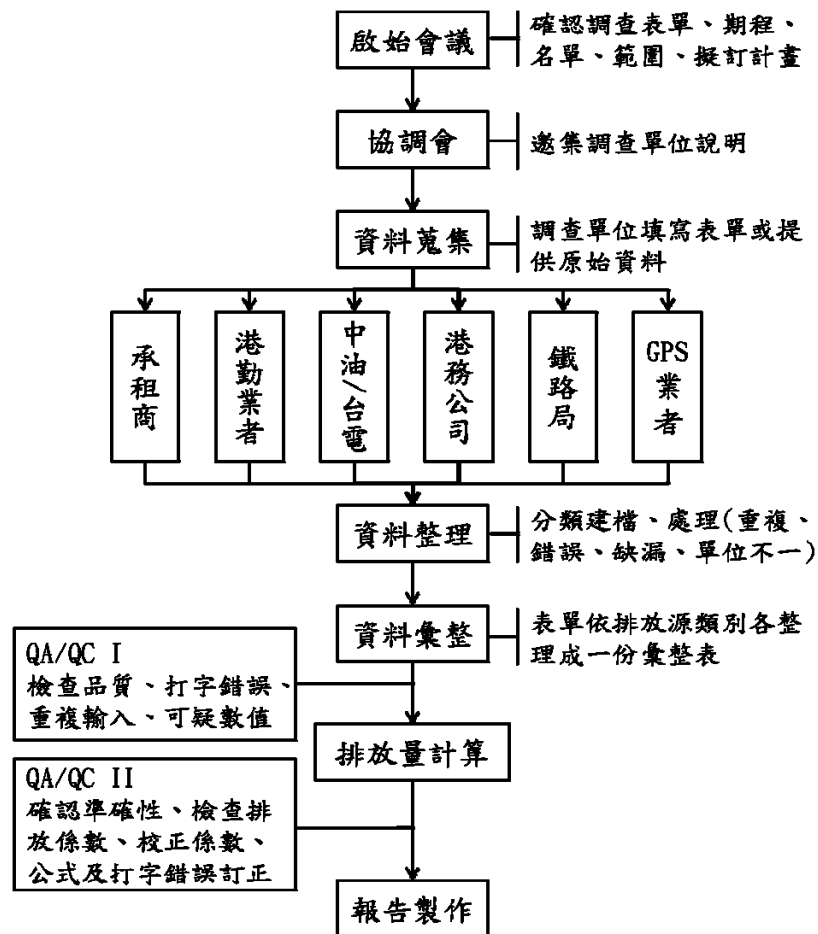


圖 6.1 調查流程圖

6.1.3 調查準備

調查作業執行前，先與各港務股份有限公司確認取得以下資料，以利制定調查計畫：

1. 取得機具、車輛、港勤船、發電機等財產清冊，以確認排放源沒有遺漏。
2. 取得範疇3之調查名單，含港區承租單位及民營港勤業者名單，包括代收代付承租戶之名單及電號，並作編號。
3. 調查計畫應確認以下各項計畫內容：
 - (1)調查年度
 - (2)調查範圍

(3)確認調查名單

(4)調查作業期程

(5)各項調查表單內容

6.1.4 資料蒐集

資料蒐集調查之來源包括港務股份有限公司、民營公司以及統計資料。資料提供單位整理如表 6-2 所示。

各單位依據提供之表單提報內容。若回報該管現有電子檔案，則由本計畫人員自行轉成統一格式。若提供原始書面資料、傳真或複印檔案，亦應由計畫人員自行建檔。

重型柴油車（卡車）無制式表格。由相關單位提供數據後，計算所需參數。

表 6-2 調查項目提供單位一覽表

類別	項目	調查項目	提供單位
場站用電	港務股份有限公司	電號、年度用電量	各秘書室 機務科 各廠商 台電網站
	承租商	電號、年度用電量	
裝卸機具	裝卸機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間	港務股份有限公司 機具所、碼頭承租商、裝卸業者
車輛	公家自有車輛	車種、數量、年度用油量、里程紀錄	秘書室、機具所、 工務組、環保組、 各承租商
	承租商自有車		
	重型柴油車	港區平均行駛距離、車速、怠速惰轉時間	GPS 服務公司 文獻資料
		貨櫃車進出數量、散裝貨運車進出數量	港務股份有限公司 資訊室、統計科
火車		車次、港區行駛里程、載運量	台鐵
港勤船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港勤科、工務組、 民間業者、中油

6.2 排放清冊彙整

1. 資料彙整：應依照調查計畫之預定期程，催收各單位繳交表單或資料。依照各表單分類整理。若有以下問題，應排除後再進行後續資料彙整。
2. 資料：未提供電子資料者，自行打字建檔。
3. 檔案名稱不一：依據廠商編號修改名稱，避免各廠商自行訂定之檔名造成混淆。
4. 資料重複：刪除。
5. 資料缺漏：請填表人補資料。
6. 資料不合理：與填表人確認後修訂。
7. 油品種類不清：例如僅填寫「柴油」，則無法確認是否含生質柴油。與填表人確認後修訂。
8. 填寫錯誤：與填表人確認後修正。
9. 單位不一：由整理人員換算後修訂。
10. 機具名稱不一：同類型機具，不同公司提報名稱可能不同，可以機具代號判斷，需統一名稱以利排放量推估後進行分析。

港務股份有限公司所屬單位提供之原始資料，應整理成冊備查。

若已取得各單位電號，後續年度即可根據電號由工作小組自行查詢。台電提供最近 12 期帳單用電量及電費查詢，網址為：
<http://wapp10.taipower.com.tw/naweb/apfiles/nawp300.asp>

由於港區用戶為每月繳交 1 次電費，因此若欲取得全年度用電量，至遲需在隔年 1 月查詢，並將網頁資料轉成 Execl 檔。可直接複製網頁上之表格，貼在 Execl 工作表上。

6.2.1 資料彙整

各單位之表單整理後，相同表單彙整成一張總表。

各類總表以 Excel 資料表建檔，除了 P9902～P9907 表中所列之項目外，另增加「填報單位」、「填報人」等資料。填報單位可供後續統計分析，填報人資料可在品保品管發現問題時，提供即時與填報人聯繫用。

彙整後之資料應與原始資料核對，以避免彙整過程中漏列、覆蓋原有資料、欄位錯植等。

6.2.2 排放量計算

相關使用公式及參數對照表如表 6-3 所示。

表 6-3 各排放源使用公式及參數對照表

排放源/表單	排放量公式	適用範圍	主要所需參數
1. 裝卸機具 (P9903 表)	$E = FL \times EF$	電力機具	用電度數、年度
	$E = FL \times EF \times FCF$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	內燃機機具	機具數量、馬力、工作時數、累積工作時數、負載係數、燃料校正係數、控制係數
2. 重型柴油車	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	行駛間	車輛數、車種、車速、行駛里程數、校正係數（如減排設施效率）
	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	怠速情轉	車輛數、車種、怠速情轉時間
3. 柴油火車頭 (P9906 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數
4. 遠洋船舶	$E = Energy \times EF \times FCF$ $Energy = MCR \times LF \times Act$ $LF = (AS/MS)^3$	主引擎、輔助引擎、輔助鍋爐	最大引擎動力、各航程船速/航行時間、負載調整因子、燃油種類
5. 港勤船舶 (P9902 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數
	$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF$	內燃機機具	引擎馬力、工作時數、負載係數、燃料校正係數
6. 外購電力 (P9904 表)	$E = FL \times EF$		用電度數、年度
7. 自有車輛 (P9905 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	可取得用油量	用油量、油品種類
	$E = FL \times EF \times FCF$	無法取得用油量	車種、里程數、車速、燃油效率

6.2.3 品保品管

本程序建立 2 個品保品管查核點。

第一個查核點為資料彙整後，數據品質檢查。由第 2 人針對打字錯誤、重複輸入、可疑數值等進行確認。

第二個查核點為排放量計算。由第 2 人確認計算準確性，包括檢查檢查排放係數及校正係數之適用性，公式引用及計算是否有誤，是否有打字及資料輸入錯誤，檢查 Excel 工具自動計算過程及結果是否有誤。

6.3 前期排放量修訂

前期計畫已先完成基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港 98 年、99 年排放量推估。今年度計畫依據前述方式分別修訂船舶、機具、車輛之推估方法，方法出來後，利用前期調查結果，重新計算排放量。

遠洋船舶部分排除港勤船以及維修船舶後，原碼頭靠泊時間下降，使得停泊時輔助引擎與輔助鍋爐的排放量也下降。98 年、99 年各港修訂後遠洋船舶靠泊排放量列於表 6-4，鍋爐排放量列於表 6-5 中。

機具部分修訂部分預設值，前期修訂後之排放量如表 6-6 所示。重型卡車修訂部分港口車速，修訂後之排放量如表 6-7 所示。另外因應能源局今年 10 月公布修訂歷年電力排放係數，重新計算範疇 2、3 之電力排放，如表 6-8 所示。

表 6-4 修訂後輔助引擎靠泊排放量

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	464	14.0	38.4	429	52	23,835	1.1	0.3	24,257
	99	709	20.9	57.5	643	78	35,688	1.6	0.4	36,320
臺中港	98	1,011	29.9	82.2	919	112	51,032	2.3	0.6	51,935
	99	1,197	35.4	97.4	1,089	133	60,453	2.7	0.7	61,523
高雄港	98	4,561	135.7	373.1	4,171	509	231,633	10.5	2.7	235,734
	99	4,142	123.0	338.3	3,783	461	210,052	9.5	2.5	213,771
花蓮港	98	112	3.3	8.9	100	12	5,556	0.3	0.1	5,654
	99	92	2.7	7.4	82	10	4,564	0.2	0.1	4,645

表 6-5 修訂後靠泊鍋爐排放量

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	85	4.1	8.1	668	0	39,293	3.2	0.08	40,322
	99	99	4.7	9.4	776	0	45,605	3.8	0.09	46,800
臺中港	98	228	10.9	21.7	1,793	0	105,419	8.7	0.22	108,181
	99	304	14.5	28.9	2,385	0	140,190	11.6	0.29	143,863
高雄港	98	895	42.6	85.3	7,034	0	413,528	34.1	0.85	424,365
	99	910	43.3	86.7	7,149	0	420,289	34.7	0.87	431,303
花蓮港	98	22	1.1	2.1	175	0	10,290	0.8	0.02	10,560
	99	20	1.0	1.9	158	0	9,279	0.8	0.02	9,523

表 6-6 修訂後機具排放量

港口	年度	單位	No _x (kg/yr)	THC (kg/yr)	CO (kg/yr)	PM (kg/yr)	CO ₂ e (t/yr)
基隆港	98	外單位	5,734	567	1,614	406	138
	98	港務局	43,298	4,083	10,497	2,662	711
	99	外單位	5,847	981	3,060	819	219
	99	港務局	44,846	4,300	10,889	2,799	255
臺中港	98	外單位	89,156	10,416	31,948	7,456	1,938
	99	外單位	101,693	12,252	36,554	8,938	2,124
高雄港	98	外單位	585,922	66,166	269,459	44,109	24,264
	98	港務局	272	26	97	18	10
	99	外單位	564,328	64,527	268,471	41,873	23,248
	99	港務局	343	29	113	20	14
花蓮港	98	外單位	176	29	91	23	667
	99	外單位	179	30	92	24	667

表 6-7 修訂後重型卡車排放量

港口	年度	排放源	Nox (t/yr)	THC (t/yr)	CO (t/yr)	Sox (t/yr)	PM (t/yr)	CO ₂ e (t/yr)
基隆港	98	散貨卡車	0.113	0.701	2.381	0.001	0.040	489
		貨櫃車	0.113	0.705	2.394	0.001	0.040	491
	99	散貨卡車	0.106	0.661	2.244	0.001	0.038	461
		貨櫃車	0.130	0.810	2.750	0.001	0.046	564
臺中港	98	散貨卡車	1.739	6.645	16.582	0.009	0.576	7,859
		貨櫃車	0.540	2.063	5.147	0.003	0.179	2,341
	99	散貨卡車	2.197	8.397	20.954	0.012	0.728	9,930
		貨櫃車	0.644	2.461	6.140	0.003	0.213	2,793
高雄港	98	散貨卡車	177.512	28.416	137.519	0.158	10.774	8,878
		貨櫃車	1.768	9.407	28.503	0.012	0.657	8,950
	99	散貨卡車	191.954	30.728	148.707	0.171	11.651	9,600
		貨櫃車	1.348	7.170	21.727	0.009	0.501	6,822
花蓮港	98	散貨卡車	0.218	1.360	4.616	0.002	0.078	1,062
	99	散貨卡車	0.227	1.414	4.799	0.002	0.081	1,104

表 6-8 修訂後電力使用之二氧化碳排放量

單位：公噸/年

地區	年度	外單位	港務局	總計
花蓮港	98	1,765	711	2,476
	99	1,807	906	2,713
高雄港	98	77,723	3,698	81,420
	99	69,778	4,266	74,044
基隆港	98	901	4,564	5,465
	99	1,741	3,853	5,594
臺中港	98	4,353	3,257	7,610
	99	4,906	3,220	8,125

6.4 各港 100 年度排放量推估結果

五大港的排放量 100 年度推估結果如後。

表 6-9 車輛排放量，自有車輛的排放量一般低於重型卡車。但自有車輛涵蓋車輛全年度的行駛里程，而重型卡車僅含蓋在港區的行駛里程。花蓮港自有車輛涵蓋部分重型卡車，因此自有車輛的排放量接近重型卡車。

表 6-10 及表 6-11 為遠洋船舶排放量。空氣污染物以船舶停泊時輔助引擎的排放量最高，停泊時鍋爐的排放量次之；CO₂e 排放量則以停泊時鍋爐的排放量最高，停泊時輔助引擎的排放量次之。主引擎因為運轉時間短，所以相對而言排放量較鍋爐及輔助引擎為低。

表 6-11 為港勤船舶及漁船排放量，包含民營的客船。表 6-12 為外購電力二氧化碳排放量，港務局部分的量屬於範疇二，而外單位的用電量則屬於範疇三。

表 6-13 為機具排放量。目前各港大部分將業務承租給民間業者，因此機具的所屬單位多為民間公司。以高雄港為例，雖然尚有少數機具，但多屬訓練性質用，因此排放量極低。

表 6-14 五港排放總量比較。各港 100 年度 CO₂e 推估結果：高雄港 1,473,369 公噸最高，臺中港 215,346 公噸居次，基隆港 138,460 公噸排第 3，臺北港 54,232 公噸排第 4，花蓮港為 23,932 公噸規模最低。

各港的溫室氣體排放量百分餅圖分別列於圖 6.2 ~圖 6.6 。

圖 6.7 是花蓮港 CO₂e 的排放組成。根據今年度漁業署提供的船舶用油資料，花蓮港 100 年的用油量較前 2 年暴增，造成排放量遠高於其它排放源。已向漁業署提出質疑，目前尚未回覆。其餘各港的排放量，則都是以遠洋船舶為主。若有漁港者，則以漁船排放量居次。

表 6-9 重型卡車排放量(100 年)

港口	排放源	類別	NO _x (t/yr)	THC (t/yr)	CO (t/yr)	Sox (t/yr)	PM (t/yr)	CO ₂ e (t/yr)
花蓮港	散貨卡車	外單位	0.207	1.291	4.383	0.002	0.074	1,008
高雄港	貨櫃車	外單位	1.472	7.830	23.724	0.010	0.547	7,150
	散貨卡車	外單位	2.176	13.560	46.036	0.017	0.778	10,591
基隆港	貨櫃車	外單位	0.138	0.863	2.929	0.001	0.050	674
	散貨卡車	外單位	0.127	0.791	2.684	0.001	0.045	617
臺中港	貨櫃車	外單位	0.649	2.479	6.186	0.003	0.215	2,615
	散貨卡車	外單位	2.919	11.154	27.833	0.016	0.967	11,767
臺北港	貨櫃車	外單位	0.106	0.479	1.311	0.001	0.038	478
	散貨卡車	外單位	0.212	1.323	4.491	0.002	0.076	1,033

表 6-10 遠洋船舶排放量(100 年)

單位：t/yr

港口	狀態	引擎	NO _x (t/yr)	THC (t/yr)	CO (t/yr)	Sox (t/yr)	PM (t/yr)	CO ₂ e (t/yr)
花蓮港	停泊	鍋爐	18.2	0.9	1.7	143.2	-	8,640.8
	停泊	輔助引擎	82.3	2.4	6.5	73.1	8.9	4,129.5
	港外	輔助引擎	6.6	0.2	0.5	6.0	0.7	336.3
	港外	主引擎	1.9	0.1	0.2	1.5	0.1	89.3
	調度	鍋爐	0.2	0.0	0.0	1.2	-	72.7
	調度	輔助引擎	9.6	0.3	0.8	8.6	1.0	486.5
	調度	主引擎	3.8	0.1	0.3	2.8	0.2	169.4
高雄港	停泊	鍋爐	881.6	42.0	84.0	6,926.7	-	417,876.1
	停泊	輔助引擎	3,323.6	97.9	269.3	3,011.3	367.2	170,174.9
	港外	輔助引擎	174.4	5.2	14.2	158.6	19.3	8,965.1
	港外	主引擎	956.7	45.1	98.0	573.1	60.5	35,691.5
	調度	鍋爐	4.1	0.2	0.4	32.5	-	1,957.9
	調度	輔助引擎	320.3	9.5	26.1	292.2	35.6	16,511.3
	調度	主引擎	117.8	4.1	9.6	76.2	7.1	4,683.2
基隆港	停泊	鍋爐	77.8	3.7	7.4	611.7	-	36,901.6
	停泊	輔助引擎	565.9	16.7	45.9	513.2	62.6	29,002.6
	港外	輔助引擎	64.8	1.9	5.2	58.3	7.1	3,295.3
	港外	主引擎	313.1	15.9	33.3	184.7	20.2	11,538.1
	調度	鍋爐	1.2	0.1	0.1	9.3	-	558.7
	調度	輔助引擎	76.6	2.2	6.2	69.0	8.4	3,900.0
	調度	主引擎	23.2	0.8	1.9	15.8	1.4	967.1

港口	狀態	引擎	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	CO _{2e}
臺中港	停泊	鍋爐	221.6	10.6	21.1	1,741.1	-	102,355.4	105,037.7
	停泊	輔助引擎	924.5	27.4	75.3	841.7	102.6	46,735.8	47,563.1
	港外	輔助引擎	53.7	1.6	4.3	48.1	5.9	2,669.6	2,716.8
	港外	主引擎	252.4	9.3	21.1	166.5	15.6	9,800.6	10,220.2
	調度	鍋爐	2.0	0.1	0.2	15.4	-	904.4	928.1
	調度	輔助引擎	90.9	2.6	7.3	81.2	9.9	4,511.0	4,590.9
	調度	主引擎	26.3	0.9	2.1	17.9	1.6	1,055.1	1,097.7
臺北港	停泊	鍋爐	54.1	2.6	5.1	424.7	-	24,966.2	25,620.4
	停泊	輔助引擎	280.0	8.2	22.5	251.4	30.7	13,959.0	14,206.0
	港外	輔助引擎	24.1	0.7	1.9	21.7	2.6	1,205.8	1,227.1
	港外	主引擎	111.8	5.0	11.1	67.1	7.0	3,953.8	4,168.4
	調度	鍋爐	0.4	0.0	0.0	3.3	-	196.8	201.9
	調度	輔助引擎	28.5	0.8	2.3	25.7	3.1	1,424.6	1,449.8
	調度	主引擎	9.9	0.3	0.8	6.6	0.6	388.2	404.2

表 6-11 港勤船舶及漁船排放量(100 年)

單位：t/yr

港口	排放源	單位	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	CO _{2e}
花蓮港	港勤船	港務局	14.6	0.6	1.3	2.5	0.9	828	838
	漁船	漁船	67.7	3.5	7.6	14.5	5.0	4,767	4,823
高雄港	港勤船	外單位	118.0	4.5	10.1	6.5	19.0	6,254	6,328
		港務局	196.3	9.3	20.7	13.4	39.0	12,832	12,984
	漁船	漁船	9,753.0	497.6	1,094.7	2,089.9	716.5	686,689	694,740
基隆港	港勤船	港務局	64.6	2.6	5.8	3.8	11.0	3,619	3,662
	漁船	漁船	464.3	23.7	52.1	99.5	34.1	32,690	33,074
臺中港	港勤船	外單位	29.0	1.2	2.7	1.7	5.1	1,667	1,687
		港務局	49.4	2.5	5.5	3.6	10.4	3,408	3,449
	漁船	漁船	144.2	7.4	16.2	30.9	10.6	10,155	10,274
臺北港	港勤船	外單位	36.9	1.5	3.2	2.1	6.1	2,014	2,037

表 6-12 外購電力二氧化碳排放量(100 年)

單位：公噸/年

地區	外單位	港務局	總計
花蓮港	1,819	611	2,430
高雄港	70,368	3,867	74,235
基隆港	4,419	7,226	11,645
臺中港	4,974	3,379	8,353
臺北港	289	1,640	1,930

表 6-13 機具排放量(100 年)

單位：t/yr

港口	範疇	單位	NO _x	THC	CO	PM	CO ₂	CO ₂ e
高雄港	3	外單位	380.0	46.4	427.2	32.8	10,977	11,162
	1	港務局	0.47	0.05	0.16	0.03	14	14
基隆港	3	外單位	174.2	22.1	310.5	17.8	2,522	2,564
臺中港	3	外單位	274.4	35.8	142.0	28.4	4,057	4,125
臺北港	3	外單位	29.3	4.2	12.7	3.7	1,449	1,473

表 6-14 五港排放總量比較(100 年)

單位：t/yr

港口	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	CO ₂ e
花蓮港	205	9	23	253	17	23,535	23,932
高雄港	16,230	783	2,124	13,180	1,299	1,448,954	1,473,369
基隆港	1,826	91	474	1,565	163	136,166	138,460
臺中港	2,072	113	332	2,948	191	211,778	215,346
臺北港	575	25	66	803	54	53,333	54,232
總計	20,908	1,022	3,019	18,750	1,724	1,873,767	1,905,340

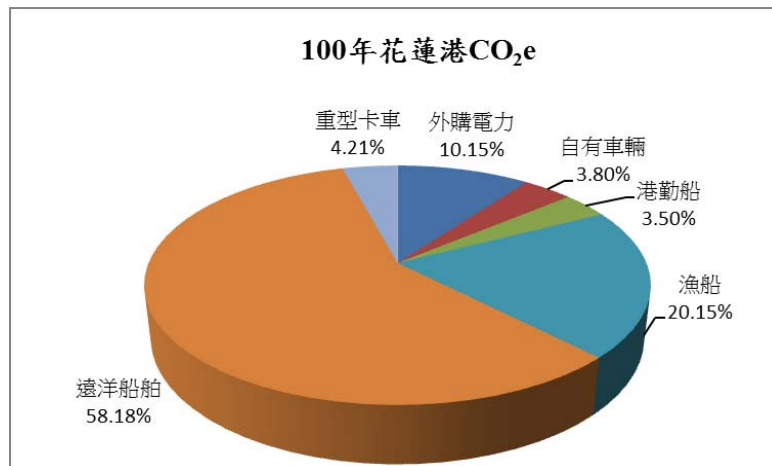


圖 6.2 花蓮港碳排放量(100 年)

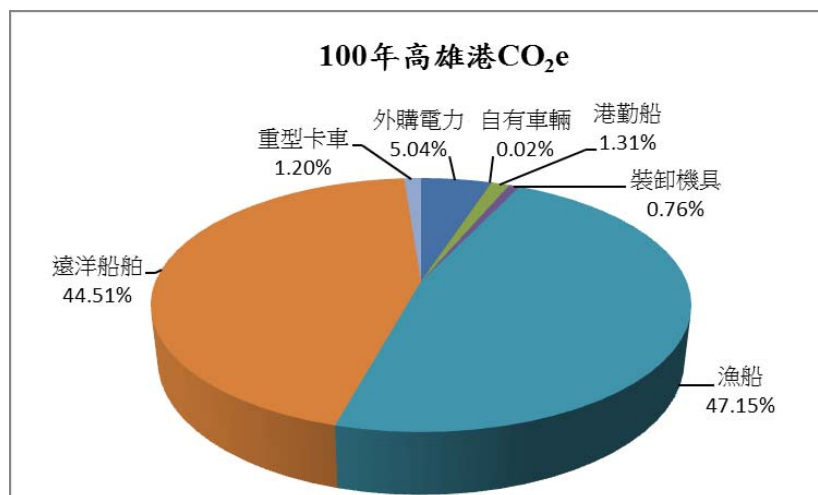


圖 6.3 高雄港碳排放量(100 年)

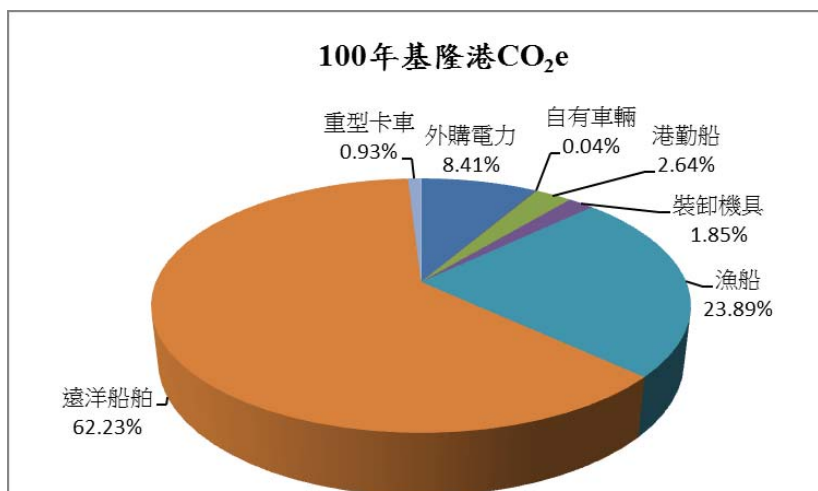


圖 6.4 基隆港碳排放量(100 年)

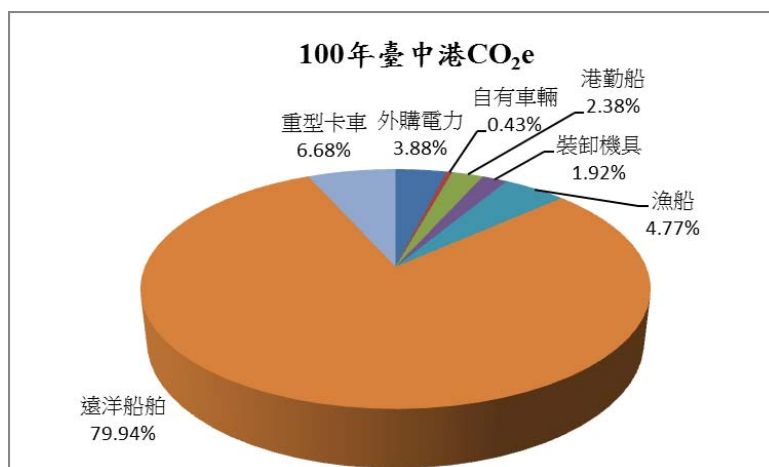


圖 6.5 臺中港碳排放量(100 年)

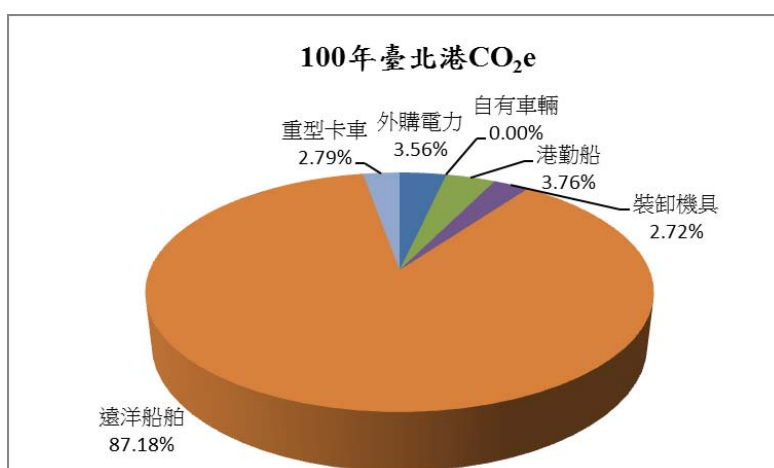


圖 6.6 臺北港碳排放量（100 年）

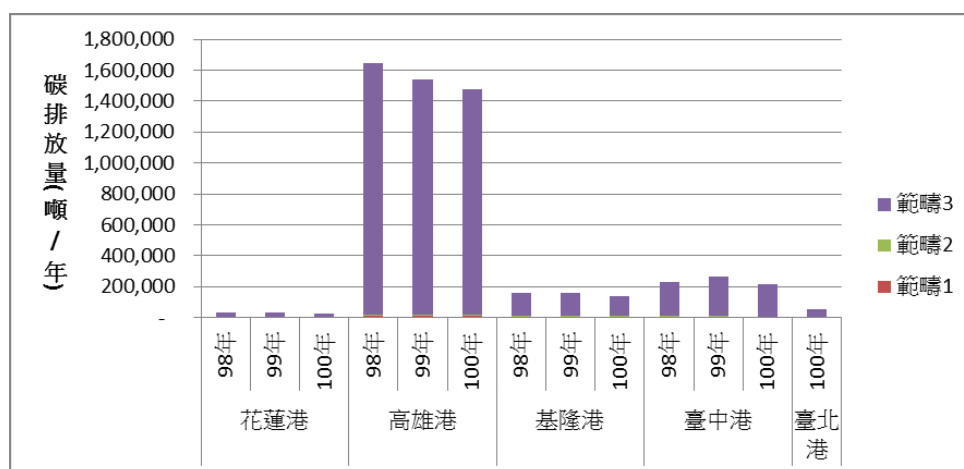


圖 6.7 五大港歷年碳排放量比較

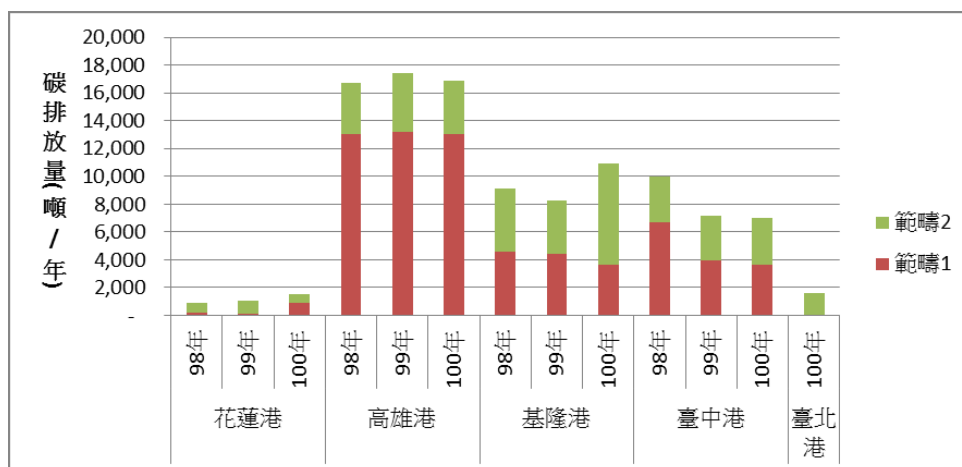


圖 6.8 五大港歷年範疇一、範疇二碳排放量比較

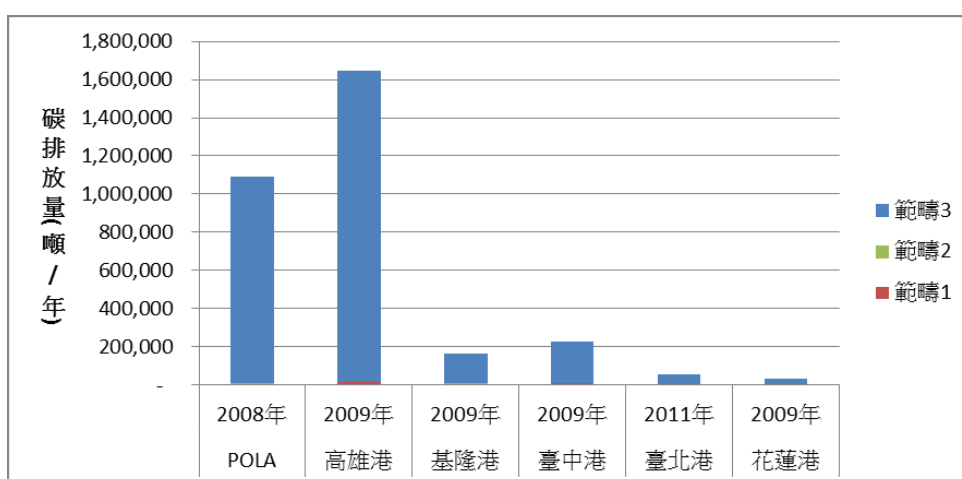


圖 6.9 五大港與洛杉磯港碳排放量比較

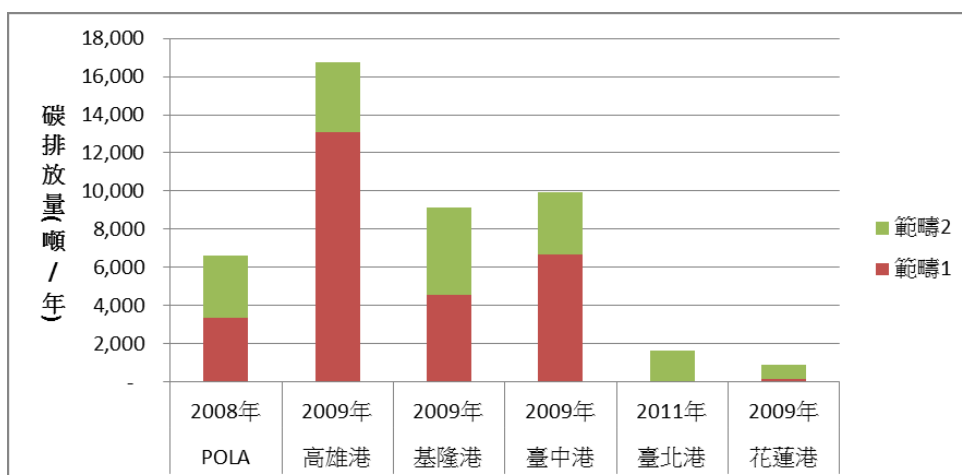


圖 6.10 五大港與洛杉磯港範疇一、範疇二碳排放量比較

圖 6.7 是修訂排放量後，各港歷年的範疇一、範疇二與範疇三的碳排放量比較，其中範疇 3 都佔了絕大多數，主要原因是各港主要業務大多外包給民間廠商。圖 6.8 將範疇三剔除後比較，仍以高雄港的排放量最高，範疇一與範疇二合計約每年有 1 萬 6 千多公噸。臺中港與基隆港歷年有所變動，但排放量相近，二港大約在 8 千公噸上下。花蓮港與臺北港則都在 2 千公噸以下。

圖 6.9 比較 2008 年洛杉磯港的 CO₂e 排放量，國內五大港取年度最接近的數據比較。洛杉磯港三個範疇合計年排放量約 110 萬公噸，較高雄港為低，而範疇一與範疇二所佔比例約為 0.6%，與高雄港的 1.0% 相近。扣除範疇三進行比較（圖 6.10），洛杉磯港的排放量甚至低於基隆港與臺中港。主要原因是洛杉磯港所有業務皆出租給港勤廠商，港務局與廠商間純粹為租約關係。港內多項減碳措施（如岸電等），都是透過租約要求廠商，並配合補助等方式達成，因此本身的碳排放量（範疇一、範疇二）不高。

6.5 排放量資料品質分級評估

港區排放量推估結果依照 A~E 五個等級評定品質等級，各等級對應之典型誤差範圍參考環保署報告，如表 6-15。此評定原則屬經驗判斷，因此實際之不確定性範圍不一定落在此誤差範圍內，僅能做為綜合評估之參考。此評估方式應用在港區遠洋船舶、港勤船舶、裝卸機具、重型柴油車輛之排放量推估結果品質等級評估。

表 6-15 排放量資料品質綜合分級表

等級	誤差範圍
A	10~30 %
B	20~60 %
C	50~150 %
D	100~300 %
E	> 300 %

6.5.1 排放係數之分級

本計畫使用之各項排放係數公式及數值來源，主要參考美國相似計畫如聖佩德羅灣海域空氣污染排放清冊，洛杉磯港及長堤港的港區排放清冊及我國 TEDS 7.1 等，其他相關參數則盡可能直接蒐集文獻中各港區之資料，或蒐集實際數據。美國與環保署的相關計畫，以及我國 TEDS 的數據資料品質分級制度大致依照 AP-42 的分級方式做修訂，本計畫則採用環保署修訂後之方法進行分級評估^[63]。

評估時首先評估資料品質，即所用資料是否能適用於發展排放係數；第二則是評估排放係數是否足夠代表平均年排放特性。故先針對資料品質做分級制度如表 6-16，再依據資料品質及數據代表性，將排放係數分為 A 到 E 共 5 級，如表 6-17 所示。

表 6-16 資料品質分級說明

等級評定	等級評估說明
A	藉由健全的方法計算，並有足夠的資料以資驗證
B	藉由一定水準的方法，但缺乏完整的資料來佐證
C	藉由未經證實或新開發的方法，或是缺乏足夠的背景資料
D	使用不被接受的方法，但此方法計算之值仍可提供做為數量級資訊

表 6-17 排放係數等級之評定原則

等級	等級評定	說明
A	最好的	排放係數由足夠多的特定組群污染源類別隨機樣本取樣結果計算而得，且數據品質主要落於 A~B 級。
B	平均以上水準	排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~B 級。雖無顯著的偏差，但並不清楚是否為該類污染源的隨機採樣，故歸於 B 級。
C	平均水準	排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~C 級。雖無顯著的偏差，但並不清楚是否為該類污染源的隨機採樣，故歸於 C 級。

等級	等級評定	說明
D	平均水準以下	排放係數由少量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~C 級。有理由懷疑這些少量取樣無法代表該特定組群污染源類別的隨機採樣結果，且有跡象顯示此群組類別有變異性。
E	不好的	數據品質主要落於 C~D 級。且有理由懷疑這些取樣無法代表該特定組群污染源類別的隨機採樣結果，且有跡象顯示此群組類別有變異性。

6.5.2 活動強度之分級

活動強度分級使用環保署使用之分級表(如表 6-18)。該表為環保署參考美國 EIIP 建議之資料分級系統(DARS,data attribute rating system)中活動強度－資料來源種類分級流程表，並依據資料實際應用情況進行修正之分級。最後再將排放係數與活動強度之個別排放資料等級組成合併，合併則依照辦法如表 6-19 分級評定對照表。

表 6-18 港區各排放源－活動強度資料品質等級之評定原則

活動強度分級說明	分數	等級
活動強度能完全地代表港區真實型態	10	A
活動強度相當貼近港區真實型態	9	B
資料來源為與港區在活動強度特性上有高度關聯性的其他地區	7	C
資料來源為與港區在活動強度特性上有些微關聯性的其他地區	5	D
活動強度使用其他替代性類別之資料來源，作為預設值	3	E
資料來源為較無相關性的其他地區，須經由專家判斷	1	U

表 6-19 排放資料等級組成之分級評定對照表

最高等級 最低等級	A	B	C	D	E	U
A	A					
B	A	B				
C	B	B	C			
D	C	C	C	D		
E	C	C	D	D	E	
U	C	C	D	E	U	U

1. 遠洋船舶

(1) 資料完整性

推估船舶柴油引擎之排放資料分為船舶基本資料以及船舶活動資料兩部分。船舶須取得之基本資料如表 6-20，以 2010 年勞氏船舶資料作為推估基礎。但是該資料庫中，輔助引擎及輔助鍋爐之動力資料僅少部分有，因此以文獻建議值或同類型船舶的平均值作為預設值。船舶活動資料如表 6-21 所示，配合各港提供之船舶數量及停泊時間資料估算船舶之活動強度。另外利用船舶自動辨識系統(AIS)之船舶航行速度與最大航速計算船舶引擎負載係數，再利用航行距離與速度計算出航行時間。

(2) 排放資料品質分級評估

本計畫之船舶活動強度資訊來自各港之船舶進出資料，船舶之航行速度及船舶航行時間資料由 AIS 系統資料提供，因此在活動強度中港外活動強度部分由速度及距離計算而得。本計畫無實際監測數值，均由參數計算而得。

表 6-20 船舶所需之基本資料

船舶類型	動力來源	所需資料
遠洋船舶	主引擎	引擎製造年份 最大動力 最大轉速 最大航速 引擎型式
	輔助引擎	引擎製造年份 最大動力
	鍋爐	鍋爐消耗能量
港勤船舶	主引擎	引擎動力及個數 出廠年份 引擎類別
	輔助引擎	

表 6-21 船舶所需之活動資料

船舶類型	資料來源	所需資料
遠洋船舶	船舶自動辨識系統	經緯度位置 航速 紀錄時間
港勤船舶	各港港務局	船舶活動時間 使用燃油量

(3)遠洋船舶資料查核及排放量資料品質分級評估結果

本計畫遠洋船舶所引用之排放量推估係數之不確定性分析於 95%之信賴區間下結果如表 6-22 所示。由於不確定之因素係因不同污染物實際排放之測量方法及多種污染物與不同之活動型態、所涵蓋調查之船隻數之多寡與一些必要之假設。根據環保署使用之 AP-42 品質評估分級原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~B 級。雖無顯著的偏差，但並不清楚是否為該類污染源的隨機採樣，故歸於 B 級。

表 6-22 船舶排放係數於 95%信賴區間下之不確定性評估

	港外	調度	港內
NO _x	±20%	±40%	±30%
SO _x	±10%	±30%	±20%
CO ₂	±10%	±30%	±20%
HC	±25%	±50%	±40%
PM	±25%	±50%	±40%

資料來源：環保署，2011

在船舶活動強度方面，100 年度各港到港船次及船隻數量皆為官方提供之資料，由於船舶進出各商港皆有一定之報到程序及把關，因此在進出港資料蒐集上，可以說是非常完整。本計畫之船舶辨識系統 AIS 資料係由交通部運輸研究中心提供，此資料亦屬官方資料，經本計畫對 AIS 資料作細部分析後發現資料中有部分缺漏之狀況，但可使用之資料尚屬完整。因此參照表 6-18 活動強度之分級，評定等級為 B，表示其活動強度相當貼近港區真實型態。

最後依照表 6-19 排放資料等級組成之分級評估，本計畫遠洋船舶排放量資料品質分級結果如表 6-23，活動強度資料最高等級為 B 級及排放係數等級為 B 級，兩者組合後等級評定為 B 級，表示誤差範圍介於 20%至 60%。

表 6-23 遠洋船舶之排放量資料品質分級評定表及說明

分級項目	等級評定	說明
活動強度	B	活動強度相當貼近港區真實型態
排放係數	B	使用 AP-42 評定原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，平均於水準以上。
組合之排放量	B	誤差範圍 20~60%

2. 港勤船舶

(1) 資料完整性

港勤船舶之柴油引擎排放如同遠洋船舶可分為船舶基本資料如表 6-20 及船舶活動資料如表 6-21。各港之港勤船舶船籍資料包含引擎資料、作業時數及用油量。資料由各船所屬之港務公司、民營港勤公司、輪船公司提供，漁船資料則由漁業署提供。整體而言，港勤船舶船籍與活動資料取得上較遠洋船舶更為複雜，且較容易遺漏。

(2) 排放資料品質分級評估

蒐集資料之項目如 3.2 節所述，對於使用不同油品，必須使用燃料校正係數作修正。港勤船舶引擎排放不確定性分級同樣由排放係數及活動強度加以評分，推估係數依據環保署活動強度排放係數轉換為油耗排放係數。此因國內港勤船的作業時數資料較不全，但一般都有油耗量，因此從油耗量推估排放量。

(3) 港勤船舶資料查核及排放量資料品質分級評估結果

本計畫港勤船舶所以用之排放量推估係數係參考環保署之排放公式，報告中之不確定性分析於 95%之信賴區間結果如表 6-22 所示。報告中指出，不確定之因素係因不同污染物實際排放之測量方法及多種污染物與不同之活動型態、所涵蓋調查之船隻數之多寡與一些必要之假設。根據 AP-42 品質評估分級原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~B 級。雖無顯著的偏差，但並不清楚是否為該類污染源的隨機採樣，故歸於 B 級。漁船的資料來源為漁業署，用油量資料精確，但漁業署未能提供引擎類型資料，僅能用假設值，且加油量資料僅區分漁船船籍地，並未區分各港實際進出船舶之資料，因此歸於 C 級。

港勤船舶最後依照表 6-19 排放資料等級組成之分級評估，本計畫港勤船與漁船排放資料品質分級結果如表 6-24 及表 6-25 所示。

表 6-24 港勤船之排放量資料品質分級評定表及說明

分級項目	等級評定	說明
活動強度	A	活動強度能完全地代表港區真實型態
排放係數	B	使用 AP-42 評定原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，平均於水準以上。
組合之排放量	A	誤差範圍 10~30%

表 6-25 漁船排放量資料品質分級評定表及說明

分級項目	等級評定	說明
活動強度	C	資料來源為與港區在活動強度特性上有高度關聯性的其他地區
排放係數	B	使用 AP-42 評定原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，平均於水準以上。
組合之排放量	B	誤差範圍 20~60%

3. 貨物裝卸設備

(1) 資料的完整性

目前貨物裝卸設備之柴油引擎排放量推估所需各項資料，主要來自於港區及碼頭經營者的裝卸設備相關執勤資料。設備基本資料尚屬完整，但因無強制提供資料，因此部分廠商資料有缺漏。且因提供之強度資料（主要為用油量與作業時數）並無數位資料，僅由人工登錄，而部分廠商沒有完善的用油量與作業時數管理制度，亦無法進行資料查核，故資料蒐集無法如遠洋船舶完整。

(2)排放量資料品質分級評估

排放係數及活動強度同樣依照表 6-17 及表 6-18 進行排放量資料品質分級，再以表 6-19 之對照方式評定組合後之分級。

與各港區進行資料蒐集作業時，觀察廠商在填寫部分參數時有缺漏情形，包括設備額定功率(馬力)、出廠年份、年用油量及年操作時數等參數等。其中額定功率及年操作時數資料上缺乏最多，而又以上述該兩項為主要代入模式進行排放量估算之重要參數。進一步聯繫填報單位後，倘若確定無法取得資料，則以全國同類裝卸設備條件之參數平均值設定為缺乏數值之預設值，並代入模式進行排放量推估，其他類似情形則比照上述方式辦理。

表 6-26 貨物裝卸設備之排放量資料品質分級評定表及說明

港區	分級項目	等級評定	說明
各港區	排放係數	C	使用 AP-42 評定原則，排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，平均水準。
基隆港	活動強度	C	資料來源為與港區在活動強度特性上有高度關聯性的其他地區
	組合之排放量	C	誤差範圍 50~150%
臺北港	活動強度	B	活動強度相當貼近港區真實型態
	組合之排放量	B	誤差範圍 20~60%
臺中港	活動強度	B	活動強度相當貼近港區真實型態
	組合之排放量	B	誤差範圍 20~60%
高雄港	活動強度	C	資料來源為與港區在活動強度特性上有高度關聯性的其他地區
	組合之排放量	C	誤差範圍 50~150%
花蓮港	活動強度	D	資料來源為與港區在活動強度特性上有些微關聯性的其他地區
	組合之排放量	C	誤差範圍 50~150%

說明：由於使用 Off Road 模式內建置之排放係數參數，故各港區之排放係數等級評定應皆相同，並與各港區活動強度等級組合評定，即可評估排放量等級。

排放係數等級評定方面，設定為排放係數由合理數量的特定組群污染源類別取樣結果計算而得，且其數據品質主要落於 A~C 級。雖無顯著偏差，但並不清楚是否為該類污染源的隨機採樣，故歸於 C 級。

各港區活動強度資料依照預設值使用情形，評定資料蒐集之品質等級程度，其中臺北港使用預設值比例最低為 0，並以活動強度資料品質等級之評定原則換算成分數即為 10 分，相當貼近港區真實型態，故評定為 B 級；基隆港及高雄港分數介於 6.9~7.2 分，資料來源為與港區在活動強度特性上有高度關聯性，故評定為 C 級；花蓮港全部採用預設值，資料來源為與港區在活動強度特性上有些微關聯性，故評定為 D 級。

各港區組合後之排放量等級分級為臺北港 B 級，其餘基隆港、臺中港、高雄港及花蓮港均為 C 級。

4. 重型車輛

(1) 資料的完整性

目前重型車輛運輸之引擎排放量推估所需各項資料，在車次部分，主要來算於港區相關碼頭資料之直接統計車次及間接推估車次(貨櫃數、散裝貨物量與車輛可載重量)；在推估平均車次距離部分，依港口提供之車輛出入管制口位置及主要進出碼頭資料，繪製各碼頭之出入動線圖，並據以推估各碼頭之車行里程。再假設各車所到碼頭數量與靠泊船舶有正相關，因此以各碼頭年靠泊船舶總噸數的相對比例作加權後得到各港的港內平均行駛距離。

由於港區重型車輛同樣行駛於港區外，因此假設其與一般道路的重型車輛排放係數相同，所以港區資料蒐集之排放係數及其中的車齡組成為直接引用我國「臺灣地區排放量資料庫(TEDS)」中移動源排放量推估的排放係數及車齡組成。

(2) 排放量資料品質分級評估

將重型車輛排放係數及活動強度依照評定等級原則表 6-17 及表 6-18 進行排放量資料品質分級，最後，再以組合方式評估整體排放量資料之品質，組合後之分級評定採用表 6-19 之對照方式進行評定。

(3) 重型車輛資料查核及排放量資料品質分級評估結果

排放係數等級評定方面，本計畫直接參考環保署 TEDS7.0 之 96 年基準年線源排放係數不確定性等級，污染物等級為 A~C 級。而活動強度等級評定則以活動強度真實性比例為依據，比例值越高表示所蒐集資料越貼近港區真實情形，其中高雄港為 A 級，臺中港為 D 級，基隆港為 E 級，臺北港及花蓮港則為 U 級。

組合後之排放量等級評定結果如表 6-27 所示，各空氣污染物等級介於 A~D 級之間。

表 6-27 重型車輛之排放量資料品質分級評定表及說明

柴油 大貨車	參考 TEDS7.0 排放係數不確定性分級					各港區之 活動強度 等級評定
	TSP	SO _x	NO _x	THC	CO	
排放 係數	C	A	B	A	A	
組合後之排放量等級評定						
基隆港	D	C	C	C	C	E
臺北港	C	C	C	C	C	U
臺中港	C	C	C	C	C	D
高雄港	B	A	A	A	A	A
花蓮港	C	C	C	C	C	U

第七章 港埠溫室氣體減量經濟誘因機制研究

全球為因應氣候變遷 (climate change) 與全球暖化 (global warming)，積極推動減緩 (mitigation) 與調適 (adaptation) 政策，前者以發展綠色能源科技、社會行為改變及制定經濟誘因工具 (例如碳交易制度與碳稅等)；後者以水資源安全、糧食安全、居住安全、健康安全及生物多樣性為重點工作。由於溫室效應為全球性環境問題，因此，必須全球各國共同努力，才可望有效控制全球暖化問題¹。基於此，1997 年的京都議定書要求 41 個工業與經濟轉型國家²，於 2012 年平均減排 5.2% 溫室氣體排放量 (相較於 1990 年排放水準)。依據聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, 2011) 的全球溫室氣體減排績效統計發現，運輸部門溫室氣體排放是惟一尚在成長的部門，2009 年成長率 9.9%，詳見圖 7.1)，其中，海運約成長 10.9% (詳見圖 7.2)，成為未來各國溫室氣體減排的重點施政部門。基於此，UNFCCC (2009) 開始思考加強管理與限制國際海運與航運兩部門的溫室氣體排放量，並於「哥本哈根氣候會議」(2009) 商議將運輸部門排放限制納入國家減排目標管理，且期望國際協議能於 2010 年年底前，取得共識，以利 2011 年完成認可程序。

全球因應溫室氣體減量衍生諸多新興政策工具與措施，例如總量管制與碳交易制度 (Cap and Trade)、碳稅 (carbon tax)、企業社會責任 (Cooperation Social Responsibility, CSR)、碳足跡 (Carbon Footprint)、碳揭露 (Carbon Disclosure)、及碳標章 (Carbon Labeling) 等。由於碳交易制具成本有效性 (Cost Effectiveness)³，已成為最受各國仰賴的政策工

-
1. 依據 UNFCCC 的規劃，全球應共同努力於 2100 年控制大氣溫室氣體濃度低於 450ppm，溫升低於 2°C (相較於工業革命前)。
 2. 公約附件一列舉 41 個工業化與經濟轉型國家 (Economic in Transition, EIT) (「*」者)，包括：澳洲、奧地利、白俄羅斯*、比利時、保加利亞*、加拿大、克羅艾西亞*、捷克*、丹麥、歐盟、愛沙尼亞*、芬蘭、法國、德國、希臘、匈牙利*、冰島、愛爾蘭、義大利、日本、拉脫維亞*、列支敦士登、立陶宛*、盧森堡、摩納哥、荷蘭、紐西蘭、挪威、波蘭*、葡萄牙、羅馬尼亞*、俄羅斯*、斯洛伐克*、塞爾維亞*、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、烏克蘭*、英國、美國。
 3. 成本有效性係指以最小成本達到既定的環境目標。

具，如圖 7.3 所示，包括歐盟、北美、澳洲、紐西蘭及日本等國，均以實施碳交易制度，致全球碳交易市場快速成長，依據世界銀行最新(2012)報告指出⁴，2011 年碳市場總值增長 11%，達到 1,760 億美元，交易量創下 103 億噸二氧化碳當量的新高(詳見圖 7.4)。其中，歐盟碳交易市場的規模最大，約達到 1,478 億美元，約占整體碳交易市場的 84%，成為全球碳交易制度發展最成功的區域，儼然已看到「碳金融」(carbon finance)的雛型。基於碳交易制度的政策有效，未來將有更多國家加入碳交易市場機制，例如澳洲議會已通過了「清潔能源法案」(clean energy act)，奠立澳洲推動全國碳交易制度的法制基礎；美國加州空氣資源局亦於 2011 年，批准了總量管制與排放交易法規；加拿大魁北克通過了自己的總量控制與減排計畫，並且正在朝著在 2013 年與加州的計畫連結，建立規模較大的碳市場機制；墨西哥和韓國同時於 2012 年都通過了綜合性的氣候法案，奠立未來碳交易市場的基礎。此外，為有效管理海運溫室氣體排放，國際海洋組織(International Maritime Organization, IMO, 2011)、歐盟(2011)及「世界自然基金會」(World Wild Foundation, WWF, 2011)積極倡議開徵海運「碳稅」，亦是未來國際海運的重要溫室氣體管理工具之一。

我國雖然不是京都議定書的締約國，然而，為善盡地球村一份子的責任，行政院於 2011 年之「節能減碳行動計畫」，制定我國 2020 年及 2025 年國家與部門減量部門(詳見表 7-1)。其中，海運 2009 年溫室氣體排放約成長 10.9%(相較於 1990 年排放水準，詳見圖 7.3)，成為我國部門減量策略擬定的依據。以運輸部門為例，2020 年排放上限為 31.2 百萬噸 CO₂e⁵；2025 年排放上限為 25.7 百萬噸 CO₂e，因此，未來如何加強運輸部門溫室氣體減量管理，達到減量目標，將是運輸部門的重要挑戰，此外，如何建立有效的溫室氣體減排的經濟誘因工具，亦會是運輸部門的機會。由於行政院環保署已於 2012 年 5 月 9 日正式公告「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫及

4. 世界銀行報告為：State and Trends of the Carbon Market 2012.

5. 包括直接(燃料燃燒)與間接(用電)排放。

全氟化碳為空氣污染物」，並優先推動溫室氣體排放申報法制作業，因此，未來港埠溫室氣體排放是否需要進行盤查與申報，亦是值得進一步觀察的課題。

Greenhouse gas emissions from Annex I Parties in the energy sector, 1990 and 2009

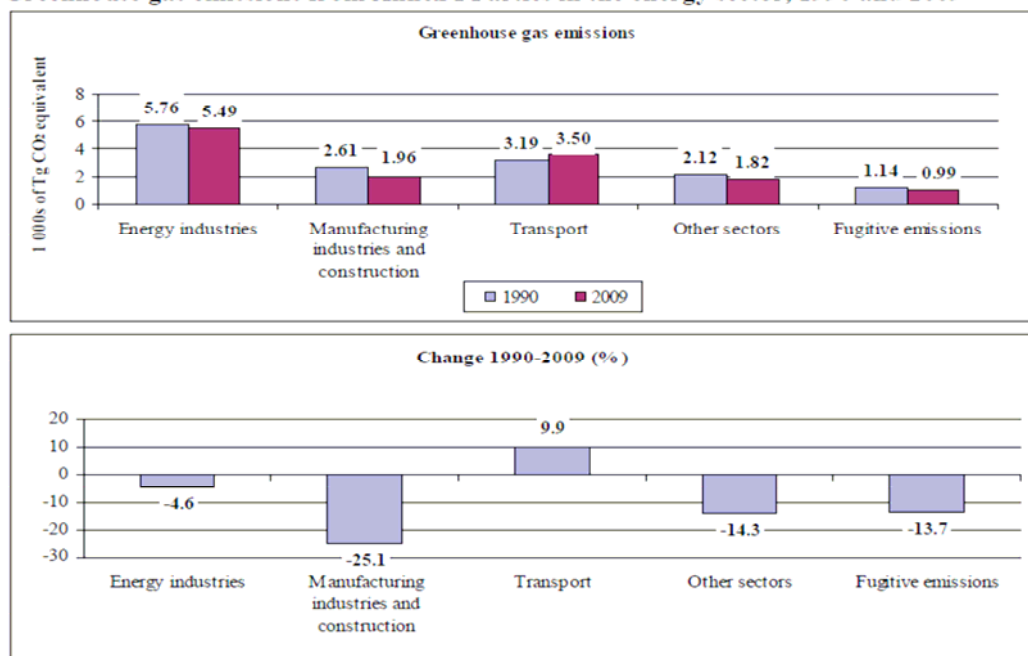


圖 7.1 能源消費部門歷年溫室氣體排放變化情況比較

資料來源：UNFCCC (2011), National GHG Inventory Data for the period 1990-2009.(FCCC/SBI/2011/9)

Greenhouse gas emissions from Annex I Parties from international bunker fuels, 1990 and 2009

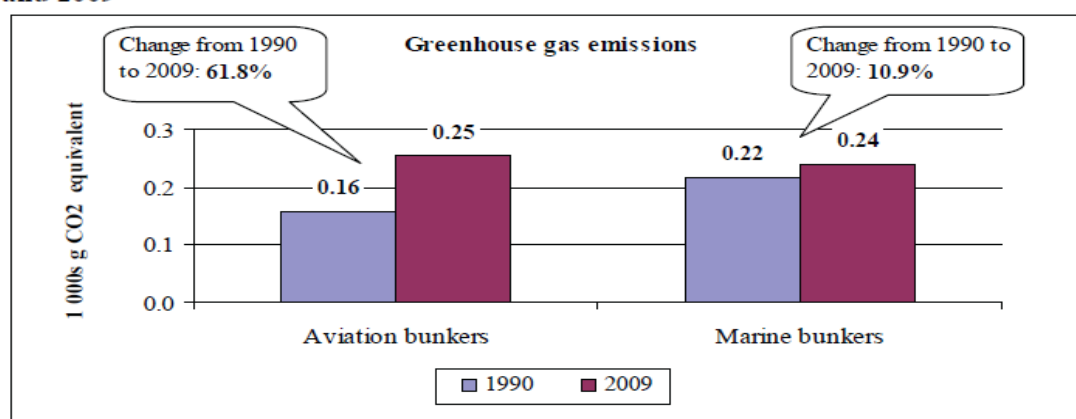


圖 7.2 航運溫室氣體排放變化情況比較

資料來源：UNFCCC (2011), National GHG Inventory Data for the period 1990-2009.(FCCC/SBI/2011/9)

表7-1 我國國家與部門排放總量規劃

部門	基期部門排放占比(%)	2020 年排放總量 (百萬公噸 CO ₂)	2025 年排放總量 (百萬公噸 CO ₂)
能源	8.2	20.7	17.6
工業	49.8	125.7	107.8
住宅	13.2	33.3	28.6
服務業	13.8	37.58	33.0
運輸	13.7	31.2	25.7
農業	1.3	3.3	2.8
合計	100.0	251.7	215.5

註 1：(1)基準年為 2006~2008 年歷史排放量平均(2)原能源部門煉焦工場/煤製品業、高爐工場排放量歸屬工業部門

資料來源：整理自臺灣綜合研究院(2011)

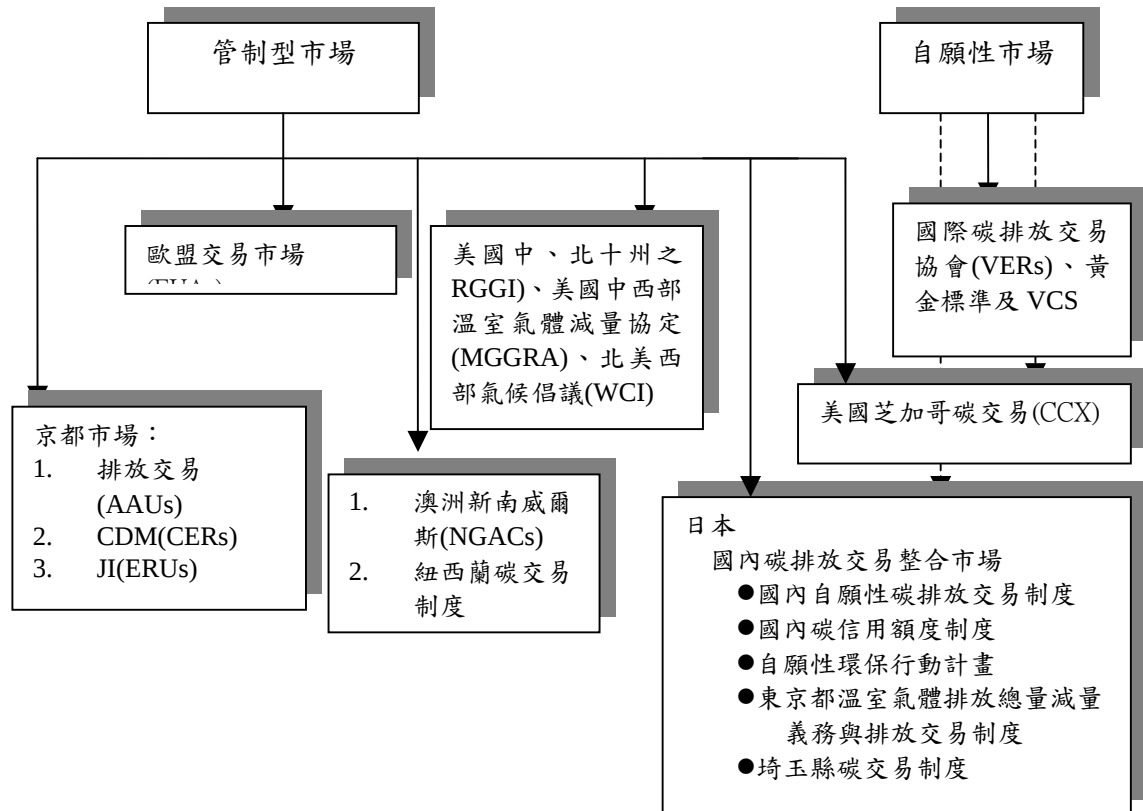


圖 7.3 全球目前碳交易市場結構

註：AAUs: Assign Amount Units; CERs: Certified Emission Reductions; ERUs: Emission Reduction Units; EUAs: European Union Allowance; NGACs: New South Wales Greenhouse Gas Abatement Credits; VERs: Verified Emission Reductions.

資料來源：本研究

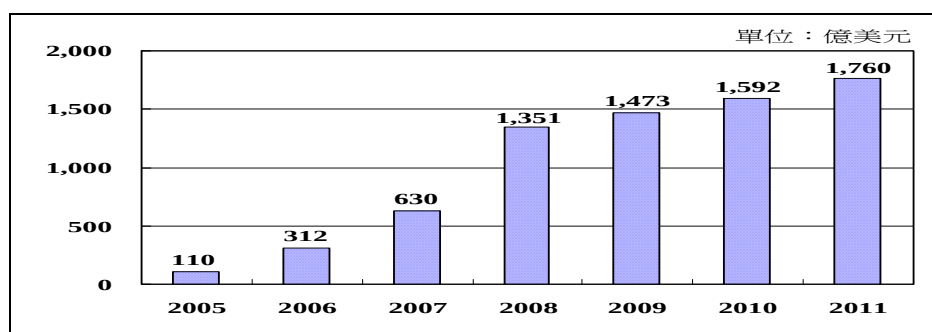


圖 7.4 全球碳交易市場發展現狀與趨勢

資料來源：本研究彙製。本研究整理自 World Bank (2011, 2012)。

基於此，本章將以港埠溫室氣體減量經濟機制方案為研究主軸，例如碳交易與碳稅等，提供港埠溫室氣體管理主管機構參考，作為未來政策擬定之依據。

7.1 碳交易制度發展現況與趨勢

世界銀行(World Bank)年度的「碳市場現況與趨勢」(State and Trends of the Carbon Market 2011)分析報告具有相當的權威性，因此，每年的分析報告，均受到全球的重視。本節首先介紹排放交易制度的基本觀念，其次再分別彙整 2011 與 2012 年的報告，作為建構港埠碳交易制度規劃之參考。

7.1.1 排放交易制度基本觀念介紹

1. 排放交易制度運行機制

排放交易制度(Emission Trading Scheme, ETS)之理論基礎源於 Coase 定理(1960)⁶，主要應用於經濟體系產生外部性(externality)問

6.如果外部性之環境財產權可以交易，則在沒有交易成本(transaction costs)的情況下，環境不同使用者，自由談判交涉結果，將可使得環境配置達到有效率配置。且上述社會最適污染水準，與排放權核配歸屬無關。(The theorem (1959) states that if trade in an externality is possible and there are no transaction costs, bargaining will lead to an efficient outcome regardless of the initial allocation of property rights. In practice, obstacles to bargaining or poorly defined property rights can prevent Coasian bargaining.)

題時，例如空氣污染等，透過市場機制可達到成本有效性，因此，已成為各國環境與資源管理的重要政策工具之一，並廣泛運用在各種環境與資源的管理上，包括空氣品質改善、水資源管理及保護、土地使用管理、漁業資源管理、以及 CO₂ 排放管理等。

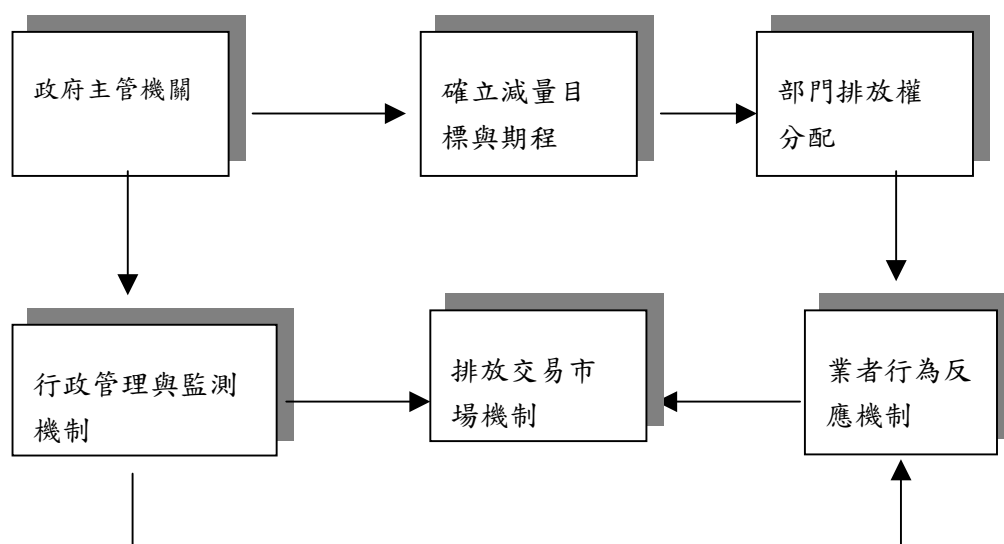


圖 7.5 排放交易制度運行機制

資料來源：黃宗煌、李堅明(2010)

一般而言，排放交易制度運行涵蓋下列五項重要機制：(1)減量目標與期程的確立機制；(2)排放權核配機制；(3)業者的行為反應機制；(4)排放交易市場機制；及(5)行政管理與監測機制(黃宗煌、李堅明，2001)，見圖 7.5。由於前述各項機制的設計良窳，是影響排放交易成功與否的關鍵因素，特別是執行成本與減量績效，茲說明各項機制之意義於後。減量目標與期程決定一國減量成本，進而影響一國成為國際排放權市場買方或賣方潛力之依據，⁷由於事關國家權益，往往經由多邊協議產生(例如京都議定書的減量承諾)。排放權核配是以國家總排放上限(cap)為基礎，其分配量攸關產業發展，進而

7.排放權市場價格等於邊際防治成本，因此，邊際防治成本低者，即成為排放權市場的賣方，反之，邊際防治成本高者，即成為排放權市場的買方。

影響產業的生產、與防治創新活動，其分配的公平性問題，最受到關注的課題。有效率的排放權市場，是激勵廠商創新驅動力，如何避免市場壟斷與進入障礙是關鍵課題。建立有效的管理與監測機制⁸，是決定排放交易制度達成環境目標的關鍵因素，促進廠商誠實申報、交易與登錄誘因，是降低執行成本及有效管理的基礎。

2. 排放權核配方式

排放權的型態區分兩類：(1)排放額度(allowance)：強制式交易制度，例如歐盟排放交易制度，日本東京都交易制度等。(2)減量額度(credit)：計畫型減量，例如 CDM 制度。排放額度由政府核配，減量額度則是自行透過減量計畫取得。由於排放權核配制度攸關排放交易制度的效率性與公平性，已廣泛引起學者興趣與討論，很多研究(包括 Edwards and Hutton, 2001; Fischer, 2001; Quirion, 2002; Gielen *et al.*, 2002; 及 Demailly *et al.*, 2007)顯示，不同排放權核配方式將影響廠商財務負擔以及競爭力。而影響競爭力的關鍵因子包括能源密集度、減量技術(或成本)與市場需求彈性等 (例如 Haites, 2003; OECD, 2004; Florent, 2005 ; Rennings *et al.*, 2006; 及 Demailly and Quirion, 2006)。因此，瞭解不同面向的影響效果，綜合評估不同核配方法績效，即成為推動排放交易制度的重要課題。Sijm *et al.*, (2007)界定九項評估準則，以定性方式，比較分析溯往核配原則、效率標竿核配原則及拍賣等三種核配制度之績效，發現拍賣制度是綜合績效最佳的核配方法。李堅明、黃宗煌(2007)調查臺灣主要產業發現⁹，約有七成利害關係人偏好溯往原則搭配部分比例拍賣。

排放權核配主要區分無償核配與有償配售兩種方式，無償核配型態包括，溯往原則(grandfathering rule)及效率標竿原則(benchmark

8. UNFCCC 倡議「三可機制」(可量測、可報告及可查證)(measurable, reportable, verifiable)。

9. 該研究為落實「利害關係人」(stakeholder)參與決策的精神，依據上開排放權核配的核心議題，進行問卷調查，目的在於掌握產業部門的意願與偏好，作為未來排放權核配的參考依據。該研究利用兩次座談會的機會，調查 40 位產、官、學代表，獲得有效問卷 39 份。

rule)，而有償配售即是拍賣原則(auction rule)¹⁰。彙整過去傳統污染物與當前溫室氣體交易制度發現，溯往原則是最普遍的採行方式，詳見表 7-2。表 7-2 顯示，無論美國早期推動的空氣污染物排放交易制度，抑或晚近的溫室氣體排放交易制度，溯往原則是最主要的核配方法。

歐盟是目前全球規模最大的排放交易市場，第一與第二階段採行溯往核配原則(grandfathering rule)¹¹，發現發電業免費取得排放權(allowance)，因而獲得暴利(windfall profit)¹²，呈現不公平現象，此外，歐盟第三階段(2013-2020)期望再降低 20%CO₂ 排放量(相較於 2005 年排放水準)，為反應排放額度稀少性價值與提高排放權的使用效率，決定採行效率標竿核配原則(benchmark rule)¹³。由於效率標竿方式將大幅提高產業成本，而形成碳風險(carbon risk)¹⁴，及碳洩漏(carbon leakage)問題¹⁵，已成為歐盟關心的課題。

立法院審議中的「溫室氣體減量法」草案¹⁶，排放權核配方式亦是主要的爭議條文之一，攸關該法案通過與否甚巨。因此，如何設

10.所謂溯往原則係依據歷史排放量無償核配；效率標竿原則係依據產業較佳效率無償核配排放權；所謂產出基礎原則係依據產出量無償核配排放權；所謂拍賣原則係政府公開標售排放權，由出價高者得標。

11.2005-2007 年為歐盟第一階段排放交易制度；2008-2012 為第二階段排放交易制度，所謂溯往原則係指依據廠商歷史排放量，免費核配排放額度的方式。

12.發電力利用一方面漲電價的方式，將成本轉嫁給消費端，消費端因此產生節約用電，減少電力需求，從而減少發電量，減少排放，致發電業有多餘的排放額度，賺取排放額度收入。

13.所謂效率標竿係指依據單位產品(歐盟以該產業前 10%為效率標竿)做為排放額度核配的依據。

14.依據歐盟排放交易指令的定義，碳曝險值等於溫室氣體防制成本(直接排放成本)、電力成本(間接排放成本)及排放權購買成本之和與廠商的附加價值之占比衡量之(EU, 2009)。該成本威信是由 Tietenberg (1985)所定義的遵行成本(compliance cost)(包括防制成本與排放權購買成本)轉換而來。

15.碳洩漏主要來自兩管道：(1)競爭力管道(competitiveness channel)：具減量承諾國家(附件一國家)之能源密集產業的市場份額移轉至沒有減量承諾國家(非附件一國家)的產業；(2)能源管道(energy channel)：具減量承諾國家(附件一國家)節約能源，降低能源需求與能源價格，結果造成沒有減量承諾國家(非附件一國家)的產業之能源消費增加，增加溫室氣體排放。(OECD, 2010；Kuik and Hofkers, 2010) 並以國外溫室氣體排放增加占本國溫室氣體排放減量比值衡量之。(EU, 2009)

16.溫室氣體減量法第十四條規範排放權核配制度，目前仍在立法院審議中。

計適當的排放權核配法則，成為未來政府推動排放交易制度的重要課題。

表7-2 國際排放權核配制度比較

排放交易制度	拍賣	溯往原則	效率標竿
傳統空氣污染物			
美國SO _x		✓	
美國加洲 SO _x 與 NO _x		✓	
溫室氣體			
歐盟		✓ (第一與第二階段)	✓ (第三階段)
日本東京都		✓	
韓國(規劃)		✓	
RGGI	✓		
美國(規劃)	✓		

資料來源：本研究整理。

7.1.2 2011 年全球碳市場現況

全球碳交易市場快速發展之中，由 2005 年的 110 億美元交易總額，成長至 2010 年的 1,419 億美元，約成長 10.9 倍。由於成長速度相當快，可以顯示碳市場受到全球重視的證明。2008 年受到金融風暴影響，近三年成長速度雖然遲緩，然而，交易總額仍呈現很高的支撐力。由於歐盟為達到 8% 京都目標，採行嚴格的碳總量管制措施，產生強大的碳額度需求，歐盟交易總額約占全球交易總額的 84.4%(以 2010 年例)，因此，歐盟的交易總額持續成長，即成為支撐全球碳交易市場的主要力量。

若從全球碳交易市場結構來看，除了歐盟碳交易市場之外，主要來自次級 CDM(secondary CDM)市場的交易，詳見表 7-3。由表 7-3 可以看出，次級 CDM 市場 2010 年的交易總額為 183 億美元，約占全球交易市場總額的 12.9%，然而，近三年已有 2008 年的交易高峰，逐年下降，未來市場發展，值得進一步觀察。

表7-3 近六年(2006-2010)全球碳市場發展趨勢

單位：十億美元

年度	EU	其他額度	初級 CDM	次級 CDM	其他抵換	合計
2005	7.9	0.1	2.6	0.2	0.3	11.0
2006	24.4	0.3	5.8	0.4	0.36	31.2
2007	49.1	0.3	7.4	5.5	0.8	63.0
2008	100.5	1.0	6.5	26.3	0.8	135.1
2009	118.5	4.3	2.7	17.5	0.7	143.7
2010	119.8	1.1	1.5	18.3	1.2	141.9

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

1. 坎昆(Cancun)會議之後的全球碳市場展望

受到 UNFCCC 氣候協議不確定的影響，影響全球碳市場發展。紐西蘭政府提出三種可能發展情境：(1)維持目前多邊架構與具法律約束力的減排要求；(2)沒有約束力的多邊協定(例如哥本哈根協定)；及(3)短期沒有多邊架構(例如雙邊架構)等。由於不同情境會造成不同的碳市場發展，這就是後京都全球碳市場發展不確定性的最主要原因。

依據世界銀行的調查發現，很多受訪者，均不太樂觀短期內，全球會達到氣候協議共識。圖 7.6 是世界銀行的調查結果，顯示有超過 31%受訪者認為短期間不會達到多邊協議架構，然而，2020 之後，有多數受訪者對達到長期多邊協議架構，均保持樂觀態度。儘管如此，同樣很多國家相信，倘若國際氣候協議無法獲得共識，仍不會影響各國對抗氣候變遷的行動。

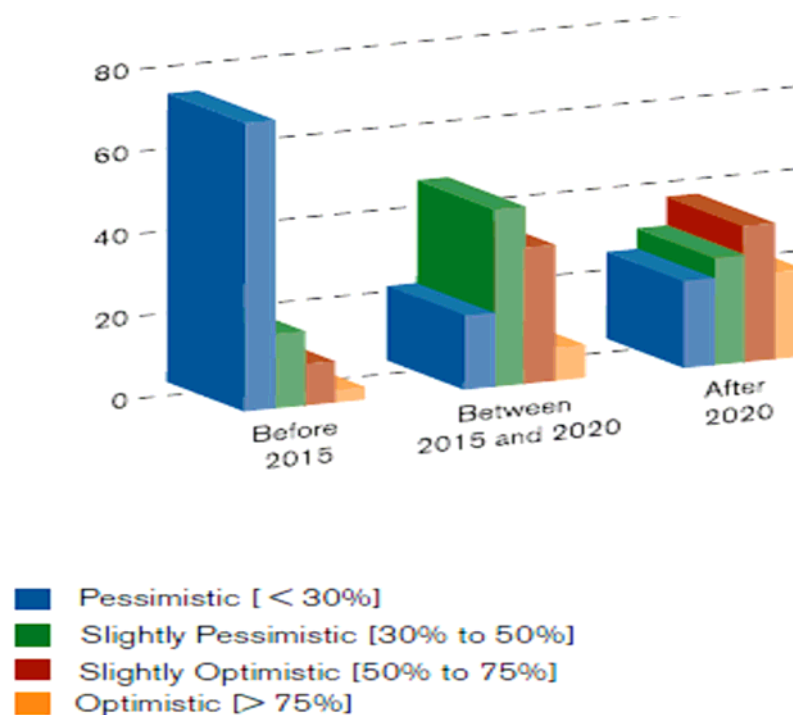


圖 7.6 未來全球達到多邊架構協議的問卷調查

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

2. 國際先進國家國內氣候政策發展

(1) 澳洲國內氣候政策

澳洲政府國內的主要溫室氣體政策包括：(1)太陽能發電的饋電價格(Feed-in Tariff, FIT)；(2)溫室氣體減排計畫(Greenhouse Gas Reduction Scheme, GGAS)；(3) 能源效率計畫(Energy efficiency scheme)及(4) 課徵碳稅(Carbon Tax)等，詳見表 7-4。此外，澳洲政府於 2010 年提出一個全澳洲的碳交易制度方案，該方案已於 2012 年 1 月開始實施。

澳洲農業發達，澳洲政府為發展農業，特別針對農業部門提出「碳農業倡議」(Carbon Farming Initiative, CFI)，建立碳額度機制，鼓勵農業碳匯活動。另外一個澳洲全國性的碳交易機制為「再生能源目標」(Renewable Energy Target, RET)，透過再生能源發電管制，搭配再生能源權證(certificates)，鼓勵再生能源發展。

(2) 加拿大國內氣候政策

加拿大政府於 2008 年制定「溫室氣體減量法」(Greenhouse Gas Reduction Act)，做為推動國內碳交易制度的法源基礎，詳見表 7-5。加拿大政府於哥本哈根協定下，承諾於 2020 年減排 17%(相較於 2005 年)，基於此，加拿大政府於 2010 年 9 月通過「再生燃料管制法」(Renewable Fuel Regulation)，依據該法於 2010 年 12 月開始實施 5% 生質酒精措施。

(3) 日本國內氣候政策

2010 年 3 月，日本政府引入「因應全球暖化基本法」，日本政府並考量以排放交易制度做為其 2020 年減排 25%(相較於 1990 年)之主要政策工具。然而，受到國際氣候協議無法取得共識的影響，日本政府已暫緩推動排放交易制度。儘管如此，碳稅與饋電價格等其中基本法的政策工具，則可望於 2011 年通過。

日本政府亦相當重視利用國際碳抵換措施，例如 CDM 等，達到其京都減排承諾目標。值得一提的是，日本東京都政府於 2010 年 4 月啟動全球城市層級的碳交易制度。日本政府相關國內政策，彙整如表 7-6 所示。

(4) 美國國內氣候政策

受到「潔淨能源與安全法」(Clean Energy and Security Act)尚未通過的影響，美國國家碳交易制度發展處於不確定狀態。然而，加州政府已宣佈 2012 年將啟動加州境內碳交易制度。此外，由美國中西部與西部各州所共同提出的「西部氣候倡議」(Western Climate Initiative, WCI)，提出於 2020 年減排 15% 溫室氣體排放量(相較於 2005 年)，並希望建立碳交易市場，達到上開減排目標。

由美國中部與北部十個州所提出之「區域溫室氣體倡議」(Regional Greenhouse gas Initiative, RGGI)，已於 2009 年啟動，目

標於 2018 年減排 10%溫室氣體排放量(相較於 2005 年)。其他美國國內氣候政策詳見表 7-7 所示。

(5) 中國國內碳交易所發展

中國於 2011 年開始推動「十二五計畫」，該五年計畫希望能夠於 2015 年達到減排 17%溫室氣體密集度目標。進而，能夠於 2020 年達到 40-45%溫室氣體京都目標。此外，中國是目前全球最大的 CDM 計畫的地主國，已超過 1,000 個計畫登錄於 UNFCCC 的 CDM 執行理事會，合計約占全球 42%計畫數量。基於此，中國國內已建立諸多碳交易所，其中，北京環境交易所、天津氣候交易所與上海環境交易所是三個最大交易所，有關上開三個交易所的詳細資料，見表 7-8 所示。

表7-4 澳洲國內氣候政策

政策	管轄狀態	備註
太陽能饋電價格	維多利亞、南澳、昆士蘭、新南威爾斯及西澳等	提供小型太陽能發展誘因
溫室氣體減量計畫	新南威爾斯	全球第一個推動強制性排放交易制度的地區之一
州能源效率計畫	維多利亞、南澳、新南威爾斯等	多元制度與制定相似目標
課徵碳稅	針對前 500 大課徵 23 澳元/噸碳稅，農業部門免徵。	2015 年 7 月起:以總量管制 CO ₂ 排放，由市場碳交易來決定碳排放價格。

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

表7-5 加拿大國內氣候政策

政策	管轄狀態	備註
2008 溫室氣體減量法(排放交易制度)	英屬哥倫比亞	英屬哥倫比亞是加拿大第一個引入排放交易制度的省，主要目的在於建立與其他地區排放交易制度連結。
2008 溫室氣體減量法(排放交易制度)	Ontario	推動排放交易制度，目的在於建立與其他地區排放交易制度連結。
Cap and Trade 諮詢(2011/03)	Manitoba	Manitoba 省規劃建立排放交易制度，並接受民眾諮詢
修改環境品質法，因應氣候變遷	魁北克	藉此可以建立排放交易制度，並與其他地區排放交易系統連結
氣候變遷與排放管理法	Alberta	要求年溫室氣體排放量超過十萬噸的排放源，降低 12%溫室氣體密集度。
溫室氣體管理與減量法	Saskatchewan	要求年溫室氣體排放量超過五萬噸的排放源，從 2010 年起，至 2019 年間，每年降低 2%溫室氣體排放量。

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

表7-6 日本國內氣候政策

政策	管轄狀態	備註
排放交易制度(已決定)	日本全國	日本政府於 2010 年 3 月 12 日提出「因應全球暖化基本法」，主要政策工具為排放交易制度
饋電價格	日本全國	針對所有再生能源，目標是達到 2020 年 10%的再生能源發電占比。
全球暖化稅	日本全國	以現存租稅為基礎，擴大燃料稅基，並依據 CO ₂ 排放量課稅
自願性排放交易制度	715 個組織	整合現存自願性排放交易計畫，擴大至 715 個產業組織
東京都政府排放交易制度	東京都政府	東京都政府已於 2010 年四月啟動排放交易制度，主要針對住商建築物與工廠，合計涵蓋 1,400 個排放源，總排放量約占全日本排放量的 1%。
埼玉縣排放交易制度	埼玉縣	埼玉縣(全日本第十五大縣)於 2011 年 4 月 1 日啟動該縣強制性排放交易制度，未來將與東京都政府的排放交易制度連結。

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

表7-7 美國國內氣候政策

政策	管轄狀態	備註
AB 32 排放交易制度	加州	將於 2012 年啟動州排放交易制度
AB 32 再生能源電力標準	加州	管制再生能源發電占比於 2020 年要達到 33%目標
再生能源組合標準	美國各州	要求電廠的最低再生能源發電標準
中西部溫室氣體減量協議(MGGRA)	六個美國中西部州及一個加拿大省	主要針對能源效率、再生能源發電、先進 CCS 技術、及生態經濟與運輸部門
RGGI	10 個東北部州	推動排放交易制度，目的在 2018 年達到 10%減排目標。
西部氣候倡議(WCI)	美國西部與中西部州及數個加拿大省	加洲、英屬哥倫比亞、魁北克及 Ontario 等州可望於 2012 年啟動排放交易制度

註：MGGRA: Midwestern Greenhouse Gas reduction Accord；RGGI: Regional Greenhouse Gas Initiative；WCI: Western Climate Initiative

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

表7-8 中國碳交易所

項目	北京環境交易所(CBEEX)	天津氣候交易所(TCX)	上海環境能源交易所(SEE)
網址	www.cbeex.com.cn	www.chinatcx.com.cn	www.cneee.com.cn
區位	北京	天津	上海
啟用日	08/05/2008	09/05/2008	08/05/2008
股東	中國北京產權交易所(占 40%)、CNOOC 新能源投資公司(占 20%)	中國石油公司與中國資產管理公司(占 53%)、天津財產權交易所(占 22%)及美國芝加哥氣候交易所(25%)	由上海聯合資產與產權交易所獨資
共同功能	CDM 計畫資訊提供與服務、環境財產權(如 COD 與 SO ₂)交易		
主要活動	提出熊貓標準	推動中國自願性減排	建立世界博覽會自願性減排平台

資料來源：The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.

7.1.3 2012 年全球碳市場現況與未來趨勢

世界銀行(World Bank)2012 年碳市場現狀與發展趨勢(The State and Trends of the Carbon Market 2012)，已於 5 月下旬發布，並提出許多新資訊，有助於掌握全球碳市場的最新發展。

1. 2010 與 2011 年交易量與交易額比較

全球碳交易市場已成為復甦現象，整體市場總值和 2010 年同期相比，約增加 11%，總值增加已達到 1,760 億美元(約€1260 億歐元)，而交易量也突破百億噸，達到 102.8 億噸 CO₂e，創下歷史新高，詳見 0。其中，歐盟碳交易市場是支撐全球交易市場的主要驅動力，雖然歐盟受到會員國(例如希臘、西班牙與義大利等)主權債務問題影響，然而，整體歐盟碳交易市場的總額仍由 133,598 百萬美元，成長至 147,848 百萬美元，大約成長 10.7%。至於減量額度市場，仍以次級 CERs(secondly CER, sCER)的交易為主，交易總額由 20,453 百萬美元，成長至 22,333 百萬美元，大約成長 9.2%。

於 2011 年在南非德班(Durban)的第 17 次 UNFCCC 締約國會議(COP17)中，雖然仍沒有取得後京都氣候協議，然而，提出「德班加強行動平台」(Durban Enhance Action Platform)，亦有其相當重要意義，「德班加強行動平台」具體內容包括：(1)正式界定「京都議定書」第二承諾期：為 2013-2020 年；(2)完成綠色氣候基金執行架構：擴大資助發展中國家的長期計畫；(3)完成後京都協議的路線圖：延續京都議定書至 2015 年，亦即後京都氣候協議應於 2015 年完成，且應自 2020 年始生效。在此基礎下，全球推動減碳措施，將與碳市場產生緊密的連結。

表7-9 2010 與 2011 碳市場交易量與交易額比較

	2010		2011	
	交易量 (MtCO ₂)	交易額 (百萬美元)	交易量 (MtCO ₂)	交易額 (百萬美元)
排放額度(allowance)市場				
EUA	6,789	133,598	7,853	147,848
AAU	62	626	47	318
MRU	-	-	4	12
NZU	7	101	27	351
RGGI	210	458	120	249
CCA	-	-	4	63
其他	94	151	26	40
小計	7,126	134,935	8,081	148,881
現貨與次級減量額度(credit)市場				
sCER	1,260	20,453	1,734	22,333
sERU	6	94	76	780
其他	10	90	12	137
小計	1,257	20,637	1,822	23,250
遠期(forward)初級市場				
pCER (2013 前)	124	1,458	91	990
pCER (2012 後)	100	1,217	173	1,990
pERU	41	530	28	339
自願性市場	69	414	87	569
小計	334	3,620	378	3,889
合計	8,772	159,191	10,281	176,020

資料來源： World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

2. 氣候科學與溫升控制

2006 年的「Stern Review」及 2007 年「IPCC 第四版科學報告」指出氣候變遷問題的嚴重性，已普遍引起世人的重視。氣候變遷的異常性，將對全球較貧窮及脆弱地區(例如海島國家)產生較嚴重的衝擊效果。資料顯示，1970-2008 年間，全球重大自然災害，約有 95% 發生在上述開發中國家。2009 年於丹麥哥本哈根舉行的第十五次締約國會議(COP15)提出之「哥本哈根協定」(Copenhagen Accord)已要求全球大量減排溫室氣體，致 2100 年能夠達到控制溫升低於 2°C(相較於工業革命前)，此外，亦應加強評估溫升控制低於 1.5°C 的可能性。此外，「哥本哈根協定」亦要求會員國提交「國家適當減緩行動」(National Appropriate Mitigation Actions, NAMAs)，至今已有 90 國家提交，其中，有 48 個開發中國家，向 UNFCCC 登錄 2020 年減量承諾目標。

全球雖然努力減排，然而，2009 年底，全球溫室氣體排放已達到 495 億噸 CO_{2e} 排放量，且預估至 2020 年將達到 560 億噸 CO_{2e} 排放量，然而，依據氣候科學模式，為達到 2100 年大氣濃度低於 450ppm 目標，全球 2020 年溫室氣體排放量應控制在 390-440 億噸 CO_{2e} 水準，易言之，即使以「哥本哈根協定」中，各國最積極的減排目標，至 2020 年仍會排放 490 億噸 CO_{2e}。由此可知，距離全球溫室氣體排放目標，尚有很大缺口，顯示人類面臨的共同挑戰。

預估 2050 年全球人口將達到 90 億，將對能與糧食形成龐大需求。屆時，為滿足全球能源需求，全球 2011-2035 年間，需要投資 38 兆美元於能源供應的基礎建設。然而，2011 年全球綠能投資僅達到 2,600 億美元，僅達到目標值的 30%。綠色能源投資與政府政策與經濟條件有關，因此，未來總體經濟變化的不確定性，亦是影響綠色投資的重要因子。

3. 歐盟碳交易市場最新發展

(1) 歐盟碳價格下降解析

歐盟是全球規模最大的碳交易市場¹⁷，2011 年的碳交易總額較 2010 年同期，大約成長 11%，2011 年的總交易金額達到 1,710 億美元(約等於 1,223 億歐元)。歐盟之排放配額 (European Union Allowances, EUAs)、清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)之減量額度(Certified Emission Reductions, CERs)及聯合減量(joint implementation, JI)機制的減量額度(Emission Reduction Units, ERUs)等三個碳交易商品是最主要的交易標的，約增長 20%，達到 97 億噸的交易量，其中，EUAs 的交易量約占整體歐盟碳交易市場交易量的 81%，是支撐歐盟交易市場的碳商品。由此可知，排放權核配量是攸關碳交易市場效率的關鍵因子。

雖然整體交易總金額增加，但此三大碳產品之年度平均價格皆呈下降現象。EUAs 的年平均價格較去年同期下降 4%，約達到每噸二氧化碳當量 18.8 美元(相當於 13.5 歐元/噸)。同樣的情形，CERs 和 ERUs 的年均價格較去年同期，約下降 21%，達到每噸二氧化碳當量 12.8 美元成交(相當於 9.2 歐元/噸)(詳見圖 7.7)。雖然 2011 年之前五個月的平均價格約成長 20%，然而，2011 年 5 月之後，恰逢希臘債務危機，進而，擔憂後續效應(如西班牙和意大利的債務問題)，以及歐盟經濟衰退問題，導致平均價格持續下跌。

另外，歐盟已提出一個新的能源效率指令(Energy Efficiency Directive, EED, 2011)，明確規範各種器具設備的能源效率，造成碳價下跌¹⁸。此外，影響市場價格的因素可能包括：(1)2008-2009 年金融風暴，大幅降低歐盟碳排放量，進而，工業部門復甦力道

17. 歐盟第一階段與第二階段的碳交易市場大約納入 11,000 個設施，合計約 22 億噸溫室氣體總管制量(約占整體歐盟溫室氣體排放量的 40%)。

18. 歐盟於 2011 年 6 月 22 日發布 EED 時，碳價連續下降三天，約下降 20%。

不足¹⁹；(2)近年來，歐盟境內已大量投資再生能源，將會創造大量的碳額度²⁰；以及(3)受到歐盟交易制度之嚴格排放上限影響，國際市場大量開發抵換專案(offset project)，例如 CDM 與 JI，增加碳市場的供應。

綜合上述三個因素，可以清楚瞭解，歐盟第一與第二階段碳交易市場出現供過於求的現象，致碳市場價格下跌。

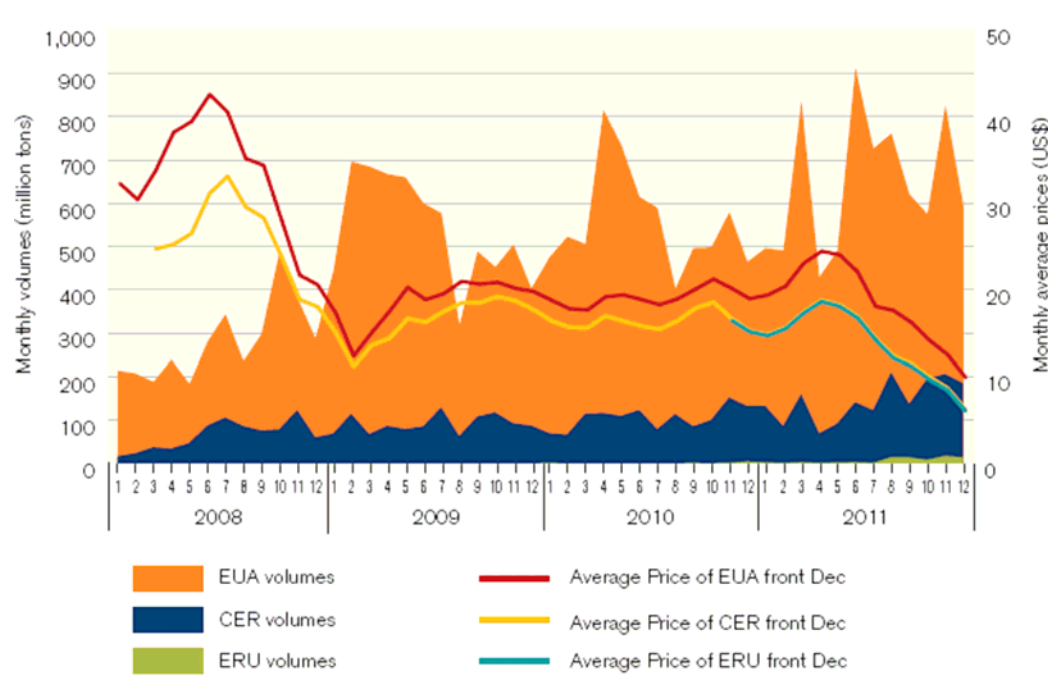


圖 7.7 不同碳商品之交易量與交易價格變化趨勢比較

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

(2) 歐盟減排績效

歐盟執委會(European Commission, EC)於 2012 年 4 月 2 日發布查證報告(約有 89%的設備已申報資料)，歐盟碳交易制度納管的排放量(2005 年時，約 22 億噸)，受到工業部門經濟活動衰退影響，

19. 2008-2009 年間，歐盟溫室氣體排放約下降 11%，然而，同期的工業部門產值卻下降 15%。

20. 整體歐洲在 2010-2011 年間約投資 50GW 水準。

溫室氣體排放量由 2010 年的 17.5 億噸 CO₂e，下降至 2011 年的 17 億噸 CO₂e，約減排 2.4%²¹。

2013 年進入歐盟第三階段(2013-2020)排放交易制度，將會擴大其排放源(包括運輸部門)，以及減排承諾。歐盟承諾 2020 年排放交易部門減排 21%(相較於 2005 年排放水準)，易言之，從 2013 年起，每年約需要減排 1.74%。為確保可以達到第三階段減排目標，歐盟決議大幅仰賴市場價格訊號，亦即大幅提高拍賣比例²²，由第二階段約 4%拍賣比例，提升至平均超過 50%(由 2013 年的 30%逐年提升至 2020 年的 100%)²³。然而，對於有顯著碳洩漏(carbon leakage)的部門，則仍維持免費核配²⁴。

歐盟已開始籌建一個共同的拍賣平台，負責排放額度拍賣事宜，且需立基於公平競爭的採購基礎上。由於歐盟交易制度已納入航空運輸，因此，2012 年將首先拍賣航空業的排放額度(aEUAs)。此外，歐盟第三階段排放交易制度對於境外抵換額度有新的規定，例如 2013 年 1 月 31 日之前(稱 CP-1)，取得的減碳額度(credit)，將可於 2015 年 3 月 31 日前轉換成 EUAs。至於 2012 年核發的減碳額度，如果是由 2012 年 12 月 31 日前之抵換專案所產生，則其效期可及於歐盟第三階段交易制度。如果是由 2012 年 12 月 31 日之後(稱 CP-2)的抵換專案所產生，且是由低度開發國家(Least Developed Countries, LCDs)取得，則其效期可及於歐盟第三階段交易制度。

歐盟第三階段排放交易制度將限制 HFC 與 N₂O 的抵換，如果是 CP-2 的情況，則完全不能適用於第三階段；然而，如果是 CP-1 的情況，且已繳回，則可適用至第二階段結束(2013 年 3 月 31 日)。

21. EC 於 2012 年 4 月又公布一批查證資料(合計查證資料已達到 97%)，排放量由 2010 年的 1,938 百萬噸 CO₂e，下降至 2011 年的 1,895 百萬噸 CO₂e，約下降 2.2%。因此，合計上一批查證資料，整體歐盟排放交易制度，2010-2011 年間，已達到 2.5%減排績效。

22. 2013 年 1 月歐盟將由歐盟的拍賣平台拍賣排放額度。

23. 約有 12%拍賣量將分配給低 GDP 國家。

24. 依據歐盟的評估，大約有 2/3 工業部門排放源呈現顯著碳洩漏。

4. UNFCCC 的市場工具

(1) 德班會議的決議

依據德班會議(2011)的決議，2013 年是第二減量承諾期的起始年，依據各國的 QELROs (Quantified Emission Limitation to Reduction Objectives)(將於 2012 年底提出)，將形成國際碳市場的主要支撐力。此外，CDM 亦將在第二減量承諾期扮演重要角色，特別是德班會議同意將 CCS 納入 CDM 計畫，將加速 CCS 發展，有利於全球溫室氣體減量。同時，透過 CCS 可以產生龐大減碳額度，將影響碳市場價格。

(2) 京都彈性機制發展

基於對後京都氣候協議發展的不確定性，衝擊 CDM 市場的交易。2013 年之前的初級 CDM(primary CDM, pCDM)市場於 2011 年仍呈現價量下降的趨勢，詳見圖 7.8，其中，交易量契約約減少 27%，約達到 91 百萬噸 CO₂e 的交易量，致交易總額下降 32%，僅達到 990 百萬美元(2011 年)。萎縮的交易總額隱含平均價格下降，由 2010 年的 11.8 美元/噸 CO₂e，下降至 2011 年的 10.9 美元/噸 CO₂e。

(3) 京都彈性機制的主要賣家

2012 年之前，中國是 pCERs 的最主要賣家，且持續增加其市場占有率，至 2011 年已累積約銷售 79 百萬噸 CO₂e，已達到 87% 市場占有率，詳見圖 7.9。此外，中國累積的 pCERs 合約量已達到 16 百萬噸 CO₂e，約占全球 pCERs 合約總量 23 百萬噸 CO₂e 的 71%。其他亞洲國家合計約創造 4% pCERs (2011 年)，拉丁美洲國家合計約占 20%(2011)的 pCERs 合約量，亦是全球 pCERs 的主要供應區域之一。

2012 年之後，中國 pCERs 合約量已下降至 73 百萬噸 CO₂e(2011)，約占 2011 年合約量的 43%，其他亞洲國家(包括印度、越南及印尼等國)則合計 43 百萬噸 CO₂e(2011)合約量，約占 2011 年合約量的 25%。然而，非洲地區則是 pCERs 供應的新興區域，以 2011 年為例，達到 36 百萬噸 CO₂e(2011)合約量，約占 2011 年合約量的 21%，其中，2011 年已有 46 個計畫，及 30 百萬噸 CO₂e，已取得確證，詳見圖 7.10。



圖 7.8 CERs 價格與交易量變化趨勢比較

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

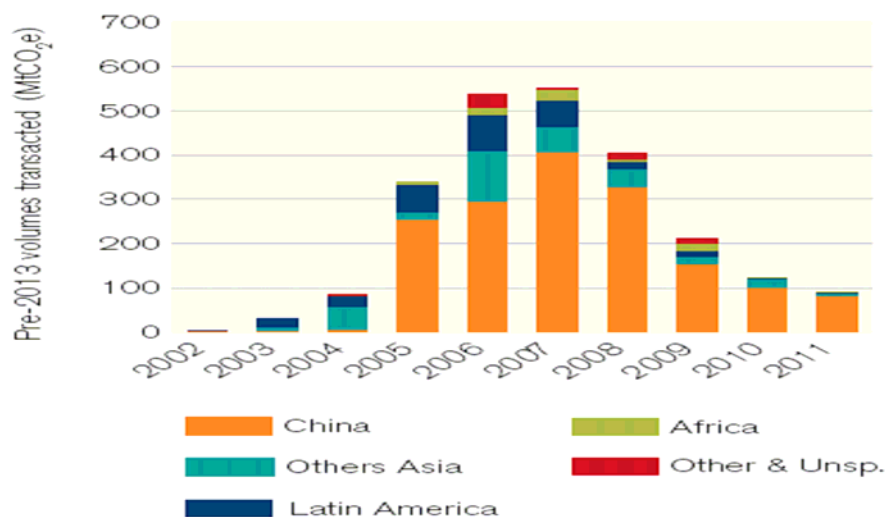


圖 7.9 不同國家 pCERs 銷售量變化趨勢比較

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

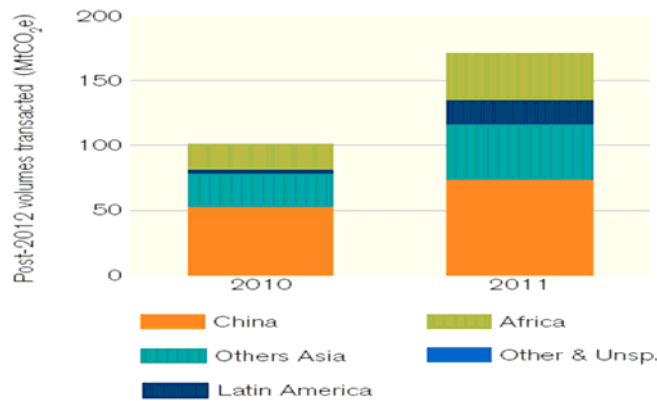


圖 7.10 非洲是新興 pCERs 供應區域

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

7.1.4 CDM 計畫型態

受到歐盟限制 HFC 及 N₂O 的影響，CDM 計畫市場已呈現型態分布的變化，再生能源 CDM 計畫，特別是風力與水力等，已凌駕其他型態，詳見圖 7.11。由圖 7.11 可知，2011 年的再生能源 CDM 項目約創造 57 百萬噸 CO₂e，約占 2011 年合約量的 63%。此外，2012 年之後的發展情況亦非常類似，再生能源仍是最主要的 CDM 計畫型態，再生能源 CDM 項目合計約創造 97 百萬噸 CO₂e，約占 56%，詳見圖 7.12。由圖 7.12 可知，水力的占比最大，例如 2010 年約創造 34 百萬噸 CO₂e，約占 34%；2011 年約創造 45 百萬噸 CO₂e，約占 26%。其次是風力，例如 2010 年約創造 23 百萬噸 CO₂e，約占 23%；2011 年約創造 28 百萬噸 CO₂e，約占 16%。

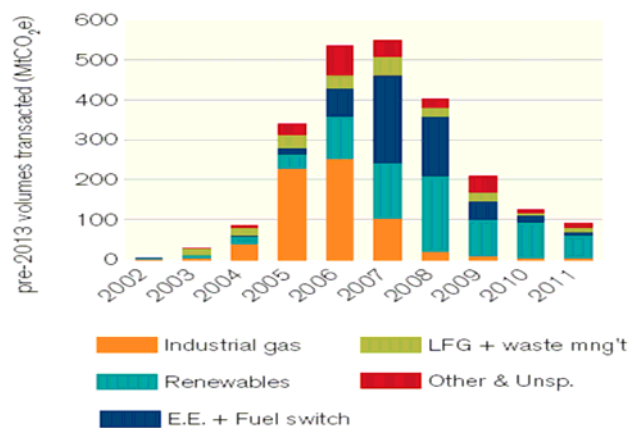


圖 7.11 CDM 計畫型態變化趨勢

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

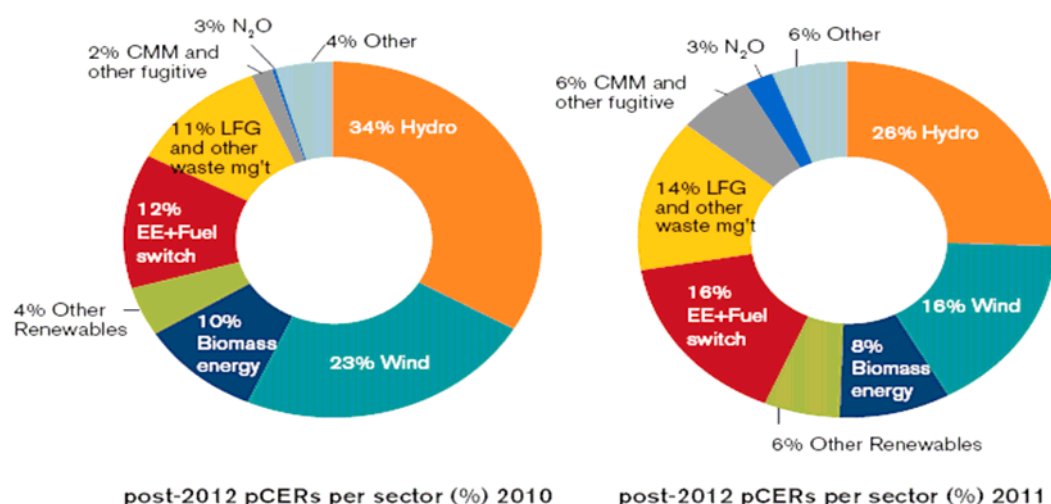


圖 7.12 再生能源 CDM 計畫占比型態變化趨勢

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

7.1.5 P-CDM 計畫發展

規劃型 CDM (Program CDM, P-CDM) (或稱活動規劃，Program of Activities, PoA)係將許多小計畫規劃成一個具經濟效益的大型 CDM。全球目前已有 269 個 PoA 計畫，詳見圖 7.13，其中，非洲地區最多，約占 28%。雖然 P-CDM 仍在初期發展階段，然而，其潛力相當高，主要原因在於現行 CDM 計畫是較大型減碳計畫為主主軸，然而，P-CDM 計畫則是以小型減碳計畫為主，與現行 CDM 計畫呈互補性。

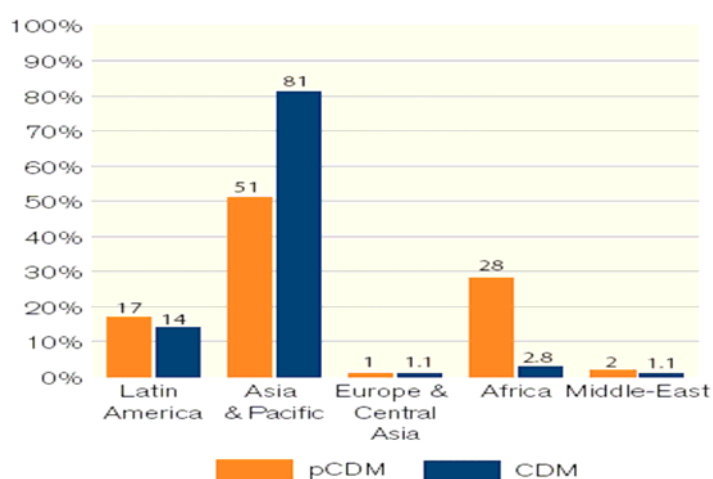


圖 7.13 PCDM 發展現狀

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

7.1.6 京都目標市場平衡

由於京都目標承諾即將於 2012 年到期，因此，所有附件一國家必須於 2012 年達到減量承諾目標，形成碳市場的需求方。此外，在各國綠色投資計畫，以及京都機制推動下，創造很多減量額度，形成碳市場供應方。

1. 需求方與需求量

碳交易市場的需求方，主要是具有京都減量承諾目標的附件 B 國家，詳見表 7-10。表 7-10 顯示，整體歐盟預估至 2012 年尚不足 1,293 百萬噸 CO₂e，其中，歐盟 15 國政府需求 428 百萬噸 CO₂e，參加 EU ETS 的私部門需求 865 百萬噸 CO₂e。日本是另一個主要需求方，預估至 2012 年尚需求 300 百萬噸 CO₂e，其中，日本政府需求 100 百萬噸 CO₂e，私部門需求 200 百萬噸 CO₂e。其他附件 B 國家至 2012 年合計需求 51 百萬噸 CO₂e，其中，政府需求 46 百萬噸 CO₂e，私部門需求 5 百萬噸 CO₂e。合計所有潛在需求量為 1,644 百萬噸 CO₂e，其中，政府需求 574 百萬噸 CO₂e，的私部門需求 1,070 百萬噸 CO₂e。

2. 供應方與供應量

碳交易市場的供應方，主要是透過綠色投資計畫 (Green Investment Scheme, GIS) 的東歐經濟轉型國家，以及來自京都機制的 CDM 與 JI 減量額度，詳見表 7-10。表 7-2 顯示，整體綠色投資計畫預估至 2012 年可以供應 1,500 百萬噸 CO₂e，其中，烏克蘭供應潛力約 500-700 百萬噸 CO₂e；俄羅斯供應潛力約 200 百萬噸 CO₂e；捷克供應潛力約 120 百萬噸 CO₂e；其他歐盟十國合計供應潛力約 600 百萬噸 CO₂e。至於京都機制約可供應 1,573 百萬噸 CO₂e。

經過調整後，世界銀行推估，2012 年年底，全球尚有 290 百萬噸 CO₂e 需求，且大部分來自歐盟國家。

表7-10 京都目標市場平衡表

潛在需求(百萬噸 CO ₂ e)		潛在供給(百萬噸 CO ₂ e)	
國家	京都資產需求	官方目標	
歐盟	1,293	綠色投資計畫	> 1,500
歐盟 15 國	428	烏克蘭	500-700
私部門(ETS)	865	俄羅斯	200
		捷克	120
		其他 EU-10	600
日本	300	CDM & JI	1,573
政府	100	CDM	1,273
私部門	200	JI	300
其他附件 B 國家	51		
政府	46		
私部門	5		
合計	1,644		
政府	574		
私部門	1,070		

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

7.1.7 全球碳交易制度發展

過去一年，全球碳交易制度已有一番新的變化，例如澳洲政府通過「潔淨能源法」(Clean Energy Legislative Package, CELP)、美國加州通過「總量管制與碳交易」(Cap and Trade)、加拿大魁北克、韓國、墨西哥及中國等，均積極推動碳交易制度。以下簡述其發展內容：

1. 澳洲碳交易制度發展

澳洲國會於 2011 年 11 月通過「潔淨能源法」(Clean Energy Legislative Package, CELP)，奠定澳洲推動碳交易制度的法源基礎。透過上開法案，於 2012 年 7 月，建立「碳價格機制」(Carbon Price Mechanism, CPM)，以及 2015 年連結國際抵換市場。此外，成立「潔淨能源財務公司」(Clean Energy Finance Corporation, CEFC)，於未來十年(2013-2023)投資 100 億澳元於再生能源，達到 2020 年再生能源發電占比 20%之目標。

表7-11 澳洲碳交易制度內容

指標	內容
目標	■ 協助澳洲政府於2020年達到降低5%溫室氣體排放量目標(相較於2000排放水準)；以及2050年達到降低80%溫室氣體排放量目標(相較於2000排放水準)。
推動期程	■ 固定價格期：2012年7月1日 ■ 彈性價格期：2015年7月1日 ■ 浮動價格期：2018年7月1日
涵蓋範疇	■ 四種京都溫室氣體：CO₂, N₂O, CH₄ 及 PFC ■ 其他兩種溫室氣體(SF₆ 及 HFC)於非交易部門管制 ■ 部門：農業、林業及部分運輸部門
遵行期	■ 每年結算(6月30日)
總量	■ 2014年將設定排放總量 ■ 之後的排放總量逐年訂定 ■ 2015年開始推動
國際抵換	■ 限制CERs的抵換量 ■ 與彈性價格期的繳回費有關
協助	■ 免費核配排放額度給高風險的工業部門

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

依據 CMP 計畫，前三年採行固定碳價，每噸 23 澳元(相當於 8.5 歐元)，進行交易。2015 年 7 月之後，改採變動價格，然而，澳洲政府設定價格上限(20 澳元/噸)與下限(15 澳元/噸)。在 CMP 計畫下，大約涵蓋 500 家大企業，溫室氣體排放量約占全澳洲 60%。有關澳洲碳交易制度的相關內容，詳見表 7-11。

圖 7.14 顯示，澳洲政府透過碳交易制度，以及國際抵換制度，可望於 2020 年達到減排 5%目標，於 2050 年達到 50%減排目標。其中，2015-2020 年大約要從國際抵換市場，進口 350-450 百萬噸 CO₂e。

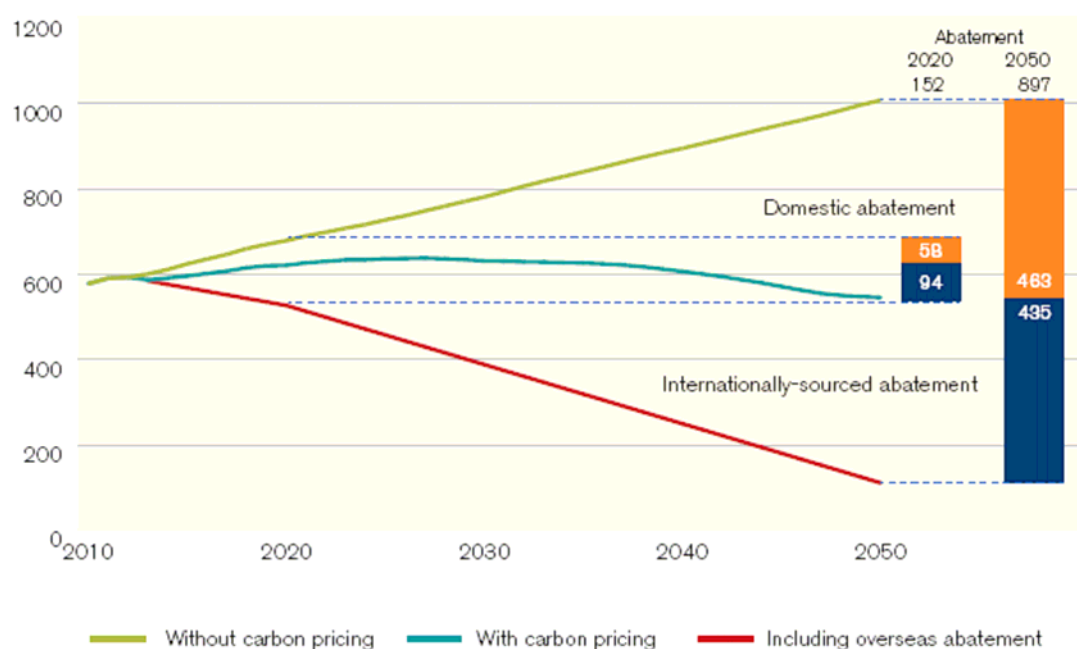


圖 7.14 碳交易制度對澳洲量目標達成的影響

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

2. 韓國碳交易制度發展

韓國政府於 2010 年初，開始推動「低碳綠色成長基本法」(The Framework Act on Low Carbon and Green Growth)，目的在於達到韓國政府承諾 2020 年減排 30% (相較於基線，Business As Usual, BAU) 目標。其中，主要的政策工具即是建立全國性的碳交易制度。經過一年的審查，2012 年 5 月 2 日終於通過韓國「排放交易法」(Act on Allocation and Trading of GHG Emission Allowance)，正式完成韓國推動排放交易制度的法制作業程序。

韓國政府於 2011 年已先行啟動溫室氣體與能源的「目標管理制度」(Target Management System, TMS)，在 TMS 下，要求年排放量超過 50,000 噸 CO₂e 的排放源(事業單位)，或擁有年排放量超過 15,000 噸 CO₂e 設備的事業單位²⁵，於 2014 年時，要依據其最近三年溫室氣體排放量的平均值，制定減量目標。韓國碳交易制度將於

25 合計約有 468 個事業單位，總排放量約占全韓國排放量 60%納入 TMS。

2015 年正式啟動，將納入年排放量超過 125,000 噸 CO₂e 事業單位，以及年排放量超過 25,000 噸 CO₂e 的設備。有關韓國排放交易制度設計內容，詳見表 7-12。

表7-12 韓國碳交易制度內容

指標	內 容
溫室氣體	■ 六種溫室氣體：CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, HFCs, PFCs 及 SF ₆
涵蓋範疇	1. 60%國家溫室氣體排放量 2. 事業體年排放量超過 125,000 噸 CO ₂ e 3. 設施年排放量超過 25,000 噸 CO ₂ e
遵行期	1. 第一期：2015-2017 2. 第二期：2018-2020
排放額度核配	1. 第一期與第二期：95%免費核配 2. 能源密集產業：100%免費核配 3. 進一步核配由總統公布
拍賣	■ 先期拍賣
儲存或預借	1. 可以跨期儲存 2. 僅能向下一期預借
其他配套	■ 保留 25%排放額度給新設廠
抵換	■ 國際碳額度抵換量限制，由總統公布
不遵行處罰	■ 每單位違規量處罰三單位(三倍)，最高處罰 1,000 萬韓元 (8,800 美元)
與國際連結	■ 未來考慮連結

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

3. 加州、魁北克及西部倡議

2007 年由加拿大魁北克及美國加州提出「西部氣候倡議」(Western Climate Initiative, WCI)，目的在推動碳交易市場。基於此，所有夥伴共同發展一套相調合的「Cap and Trade」制度。2011 年成立 WCI 公司，同年推動及完成加州與魁北克省的碳交易制度立法工作，成為一個跨區域的碳交易市場，預計 2013 年啟動。

有關加州碳交易制度設計內容，詳見表 7-13。

表7-13 加州碳交易制度內容

指標	內容																		
溫室氣體	■ 六種溫室氣體：CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O,HFCs, PFCs 及 SF ₆																		
涵蓋 範疇	■ 涵蓋加州 85%國家溫室氣體排放量 ■ 2012 年：固定排放源(工業與能源部門)年排放量超過 25,000 噸 CO ₂ e ■ 2015 年：再納入運輸與建築部門排放量超過 25,000 噸 CO ₂ e																		
遵行期	■ 第一期：2013-2014 ■ 第二期：2015-2017 ■ 第二期：2018-2020																		
總量	減排 9%(相較於 2005 年)																		
核配量	<table><tr><th>YEAR</th><th>2013</th><th>2014</th><th>2015</th><th>2016</th><th>2017</th><th>2018</th><th>2019</th><th>2020</th></tr><tr><td>Allowance budget (million units)</td><td>162.8</td><td>159.7</td><td>394.5</td><td>382.4</td><td>370.4</td><td>358.3</td><td>346.3</td><td>334.2</td></tr></table>	YEAR	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Allowance budget (million units)	162.8	159.7	394.5	382.4	370.4	358.3	346.3	334.2
YEAR	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020											
Allowance budget (million units)	162.8	159.7	394.5	382.4	370.4	358.3	346.3	334.2											
管制 單位	加州空氣資源局(California Air Resource Board, CAPB)																		
遵行 單位	■ 由 CAPB 負責核發排放與減量核度 ■ 先期抵換專案額度由空氣資源局(Air Resource Board, CAPB)核發																		
排放額 度核配	免費核配給工業部門，依據效率標竿核配，並考量其碳洩漏 免費核配給能源密集產業																		
拍賣	■ 每季拍賣一次，第一次拍賣日期為 2012/11/4 日 ■ 單一價格，一回合拍賣，密封標案，且比例核配給競標者 ■ 最低價 10 美元/噸(2012 年)，每年增加 5%(外加通膨率)																		
儲存或 預借	可以跨期儲存 可以預先拍賣																		
其他 配套	■ 2013-2014：保留 1%排放額度給新設廠 ■ 2015-2017：保留 4%排放額度給新設廠 ■ 2018-2020：保留 7%排放額度給新設廠																		
不遵行 處罰	每單位違規量處罰 4 單位(4 倍)																		

資料來源：The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.

7.2 我國碳交易制度發展現況

「溫室氣體減量法」(簡稱溫減法)是我國因應氣候變遷與溫室氣體減量的最重要法源，雖然目前尚未三讀立法通過，然而，環保署正積極推動各項溫室氣體減排管理政策，作為立法前的準備，例如前年(2010)已完成我國「國家適當減緩行動」(National Appropriate Mitigation Actions, NAMAs)規劃，並已陸續公告溫室氣體盤查與登錄、先期與抵換專案、溫室氣體帳戶管理等實行原則，目前正規劃溫室氣體減量額度交易平台建置等。此外，受到國內產業公會的要求，環保署刻正修正溫減法的核配方式與架構，此舉，將影響產業部門的排放額度取得量，亦是產業部門關注的課題。

基於此，本研究將彙整分析臺灣碳交易制度法規架構，包括分析溫減法碳權管理的法律架構；及分析環保署碳交易平台的建置現況。至於環保署已公告的「溫室氣體登錄辦法」；「先期與抵換專案推動原則」；及「溫室氣體帳戶管理要點」則置於附件中。

7.2.1 溫減法碳額度交易法律架構

依據立法院審議中的溫減法草案，與碳額度交易的相關條文包括：(1)第十二條：盤查、監測、報告與查證相關規定；(2)第十三條：效能標準與先期專案相關規定；(3)第十四條：總量管制與排放額度分配相關規定；(4)第十六條：排放額度保留相關規定；(5)第十七條：排放額度帳戶管理；(6)第十八條：抵換專案管理相關規定等。以下分述之：

1. 第十二條 (盤查、監測、報告與查證)

具有中央主管機關公告之排放源者，應每年進行排放量盤查，其排放量清冊及相關資料應經查驗機構查證，並應於規定期限前，登錄於中央主管機關指定資訊平台其開立之排放源帳戶。

前項公告之排放源，應於總量管制實施日前一年取得排放許可；新設或變更之排放源應於設置或變更前，取得或變更中央主管機關核發之排放許可，並依許可條件操作、監測、紀錄及申報其排放量。

第一項查驗機構須為國際認可之查驗機構或其在國內開設之分支機構，並應向中央主管機關或其委託之認證機構申請認證並取得許可後，始得辦理本法所定確證及查證事宜。查驗機構許可之申請條件、審查程序、核發、撤銷、廢止；查證人員之資格、訓練、取得合格證書、撤銷、廢止；中央主管機關委託或停止委託認證機構及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。

第一項排放源之盤查、登錄內容、頻率、查證方式、帳戶管理及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。

第二項許可之申請條件、審查程序、核發、撤銷、廢止、監測、紀錄、申報及其他應遵行事項之管理辦法，由中央主管機關定之。

2. 第十三條 (效能標準與先期專案)

經中央主管機關公告之排放源，應符合溫室氣體排放效能標準(以下簡稱效能標準)。但依第十七條第一項規定管制者，不在此限。

排放源未能符合效能標準，在中央主管機關規定期間之實際排放量，超過效能標準所容許排放額度之數量(以下稱超額量)，排放源應於中央主管機關規定之移轉期限日前，以執行先期專案、抵換專案、交易或其他方式，取得排放額度，登錄於其帳戶，以供扣減，抵換其超額量。

第一項效能標準，由中央主管機關會同中央目的事業主管機關，依新設或既設、排放源別、事業別之設施、產品或其他單位產出或單位消耗之年平均排放量或作業方式定之。

3. 第十四條 (總量管制與排放額度分配)

中央主管機關得參考聯合國氣候變化綱要公約、議定書及相關會議之決議事項，因應國際溫室氣體減量規定之情形，實施國家溫室氣體總量管制(以下簡稱總量管制)。

前項總量管制，應於實施排放量盤查、查證、登錄制度，並建立核配額、抵換、拍賣、配售與交易制度之後，由中央主管機關報請行政院核定公告實施之。

中央主管機關依前項公告實施總量管制，應分階段訂定減量目標，並將各階段減量後之國家溫室氣體排放總量所對應之總排放額度分配中央各目的事業主管機關，報請行政院核定後，由中央各目的事業主管機關訂定所轄部門減量計畫，將各階段所分配之部門排放額度，再核配予部門所轄之第十二條第二項規定之各排放源，要求排放源執行減量，並每年檢討其執行成果。

中央主管機關執行前項分配時，得視情況需要並參酌國際作法，保留所分配排放額度之一定比例，併同以拍賣或配售方式釋出，拍賣或配售方法及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會商有關主管機關定之。

4. 第十六條 (排放額度保留)

中央目的事業主管機關將其獲配之排放額度，依部門減量計畫核配其管轄之排放源時，得保留部分排放額度核配一定規模以上新設或變更之排放源，並命其採用最佳可行技術。

中央目的事業主管機關應將其核配結果，提送中央主管機關，並登錄於中央主管機關指定之資訊平台。

排放源關廠、歇業或解散時，其核配額不得轉讓，應由中央目的事業主管機關收回。排放源停工或停業時，中央目的事業主管機關應管控其核配額，必要時得收回之。

第一項中央目的事業主管機關核配排放源排放額度之核配方式、核配條件、核配程序、核配額之撤銷、廢止、排放額度之保留、一定規模之認定、應採用之最佳可行技術及第三項排放源停工或停業之認定、復工或復業之申請及其他應遵行事項之辦法，由中央目的事業主管機關定之。

5. 第十七條 (排放額度帳戶管理)

取得核配額之排放源，在中央主管機關規定期間之實際排放量，不得超過中央主管機關規定移轉期限日其帳戶中已登錄可供該規定期間扣減之排放額度。

排放源實際排放量超過其核配額度之數量(以下稱超額量)，得於規定移轉期限日前，以執行先期專案、抵換專案、交易或其他方式，取得之排放額度，登錄於其帳戶，以供扣減，抵換其超額量；移轉期限日前，帳戶中核配登錄用以扣減抵銷其實際排放量之排放額度，未經查證其實際排放量低於核配額者不得用以進行交易。

前項以抵換專案及交易取得之排放額度來自國外之比例不得超過百分之三十五，且來自國外抵換專案之查驗機構，須為聯合國清潔發展機制執行理事會認可之查驗機構，或其在國內開設之分支機構經中央主管機關許可者。

第一項資訊平台帳戶之管理、排放額度之登錄、扣減及前項交易對象、方式、手續費及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會商中央金融主管機關定之。

6. 第十八條 (抵換專案管理)

執行抵換專案者，應向中央主管機關申請核准。經查驗機構查證其達成之溫室氣體減量(含碳匯量)，得向中央主管機關登錄與查證數量相同之排放額度於其資訊平台開立之帳戶。

第十二條公告之排放源，於總量管制開始實施前，執行排放源之排放減量專案(簡稱先期專案)，其於規定期間實際排放量低於效能標準容許排放額度之數量，得準用前項規定提出抵換專案之申請。中央主管機關得核定登錄之排放額度及其使用條件與使用期限，以獎勵其先期專案之溫室氣體減量。

前二項抵換專案及先期專案之內容要項、申請方式、專案成立條件、計畫書審查與核准、減量換算排放額度方式、查證作業、排放額度、使用條件、使用期限及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。

彙整溫減法之排放額度核配及登錄、交易與移轉之法律架構如圖 7.15 與圖 7.16 所示。由圖 7.15 可知，中央主管機關環保署依據國家總量目標，依據溫減法第十四條規定，分配排放額度至中央目的事業主管機關(如經濟部)。經濟部再將其所取得的排放額度，依據溫減法第十六規定，分配排放額度給一定規模以上排放源(由環保署依據第十二條規定公告之排放源)。圖 7.16 顯示，排放源之排放量必須依據溫減法第十二條規定與第十七條規定，分別將其經查證之溫室氣體排放量與取得的排放額度，登錄於環保署所指定之登錄平台的管理帳戶。此外，排放源可依據第十三條與第十八條規定，向環保署申請先期與抵換專案，以及依據第十七條規定，向環保署申請境外碳額度移轉，最後均將取得的碳額度，匯入國家登錄平台的排放源帳戶。

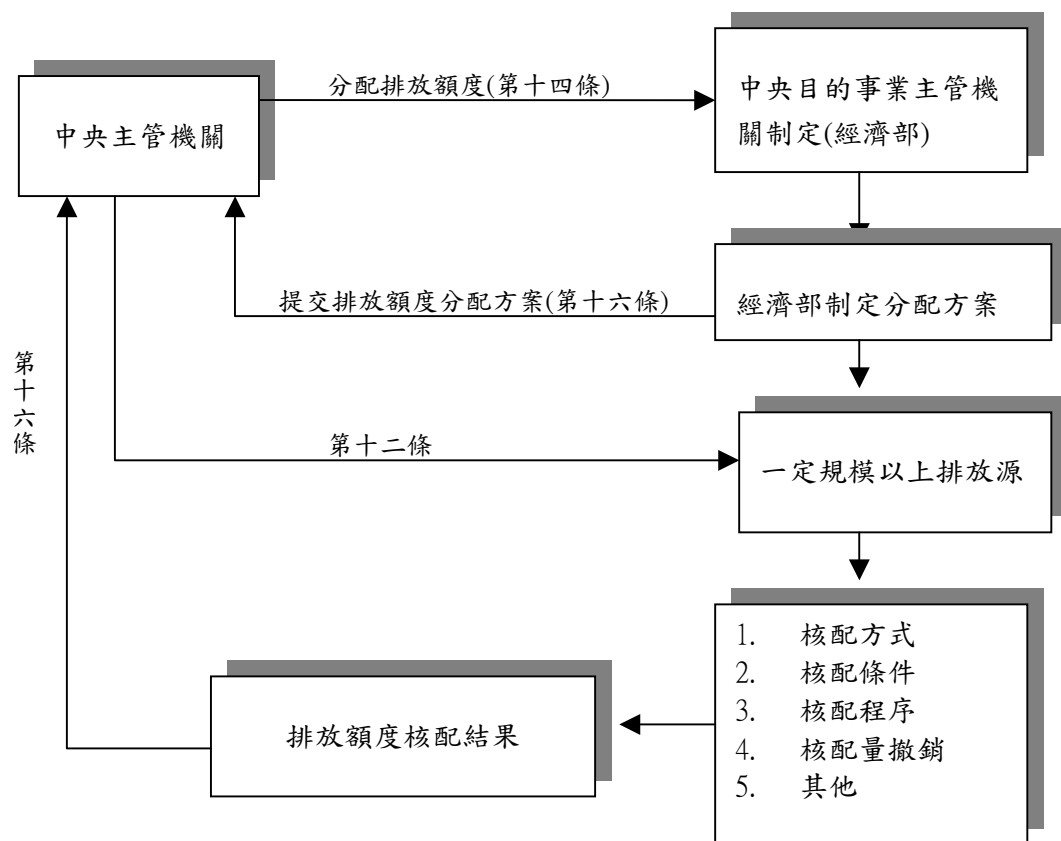


圖 7.15 溫減法之排放額度核配法律架構

資料來源：本研究。

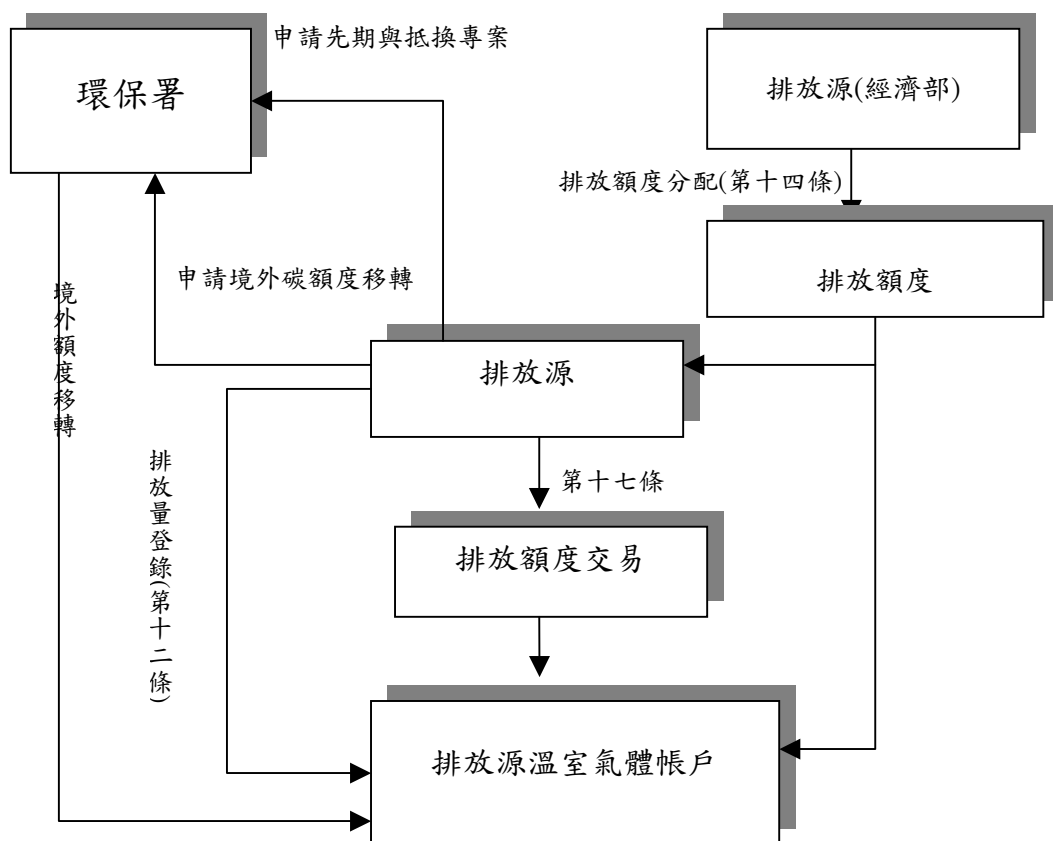


圖 7.16 溫減法排放額度登錄、交易與移轉之法律架構

資料來源：本研究

7.2.2 環保署交易平台建置規劃

雖然溫室氣體減量法尚未通過，然而，環保署為推動國內碳中和與協助環評減排要求者取得碳額度之目的，規劃建置具有我國特色的「溫室氣體減量額度交易平台」。

以下簡述環保署規劃中的溫室氣體減量額度交易平台內容：

1. 交易平台建置之目的

依據環保署規劃，該交易平台建置之目的有三：(1)促進臺灣減碳成本有效性、(2)開創綠色就業與國際接軌、及(3)深化全民與在地減碳誘因。為達到上述目的，本交易平台之設計特色包括：(1)臺灣

碳交易平台基於「做中學」(learning by doing)精神，採取兩階段循序漸進推動方式，第一階段以資訊揭示為主，第二階段完成競價撮合機制；(2)以國內減排與抵換為主，落實在地與全民減碳；(3)初期以現貨交易為主，暫不開放期貨、遠期與選擇權交易；(4)有效管理現金與碳額度帳戶，確保完成結算與交割程序，避免買空與賣空；(5)初期以實質交易為主，採行會員制，限制會員資格；(6)設置價格委員會負責管理與提供價格諮商，促進交易。

2. 減量額度的來源與用途規劃

該平台主要交易標的包括環保署先期與抵換專案認可的碳額度、國外取得的 CDM 額度，以及向環保署登錄的自願性碳額度。由圖 7.17 可知，規劃中的交易市場之交易標的包括：(1)先期專案取得的減量額度；(2)抵換專案取得的額度；(3)與境外取得之碳額度(以 CERs 為準)。至於減量額度交易用途，包括：(1)重大開發單位環境影響評估(EIA)減排承諾；(2)企業為善盡社會責任之碳中和需求等。

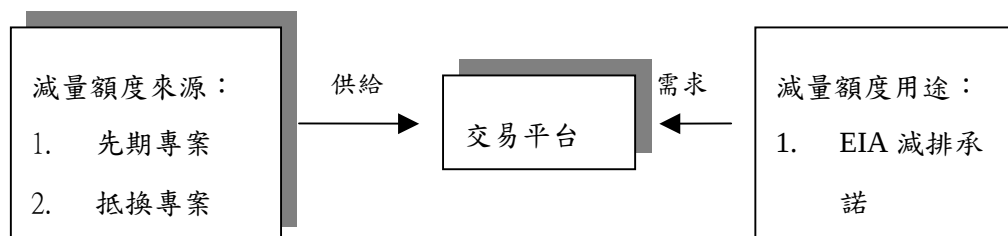


圖 7.17 臺灣減量額度交易市場之供給與需求

資料來源：本研究

3. 減量額度交易市場運行架構

環保署規劃中的溫室氣體減量額度交易架構，如圖 7.18 所示。由圖 7.18 可知，臺灣溫室氣體減量額度交易平台架構的特色如下：

(1) 採行會員制

實施之初，為避免投機參與者，影響交易市場運行，因此，現制參與資格包括：重大投資環評減量承諾需求者、碳中合需求者²⁶、及取得環保署先期與抵換專案額度者。

(2) 取得或登錄於環保署溫室氣體減量額度管理帳戶

參與會員必須於環保署溫室氣體減量額度管理帳戶登錄與取得帳戶號碼，始可進行交易，以利減量額度的結算。

(3) 買賣雙方自行撮合

依據環保署規劃，該交易平台建置採階段性，第一階段(民國 99 年 12 月-100 年 8 月)以資訊揭示為主，碳額度買、賣雙方透過本交易平台提供之資訊，自行撮合，並至本交易平台登錄。第二階段(100 年 8 月以後)直接透過本交易平台競價撮合，以及自動登錄。

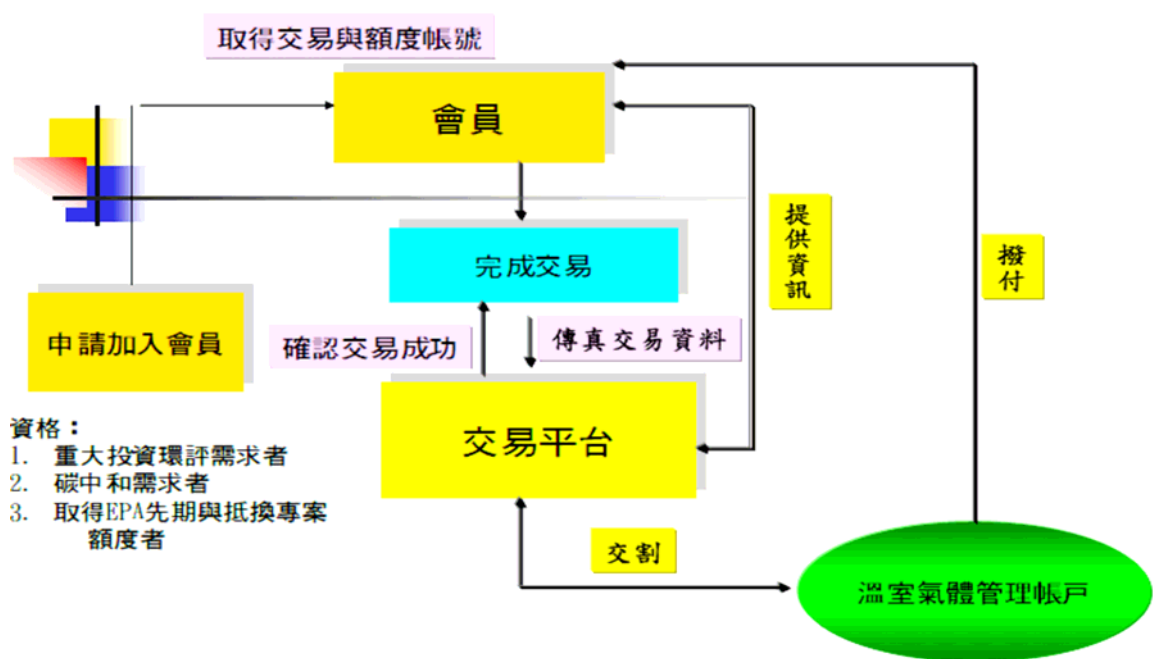


圖 7.18 臺灣減量額度交易市場運行架構

26. 碳中合需求者的認定標準以是否進行溫室氣體盤查為主要的判定依據。

綜合上述分析，彙整環保署規劃中的溫室氣體減量額度交易平台之特色如下：

- 1.國家碳交易平台基於「做中學」(learning by doing)精神，採取兩階段循序漸進推動方式，第一階段以資訊揭示為主，第二階段完成競價撮合機制。
- 2.以國內減碳與抵換為主，落實在地與全民減碳。
- 3.初期以現貨交易為主，暫不開放期貨交易。
- 4.有效管理現金與碳額度交易，確保完成結算與交割。
- 5.初期以實質交易為主，採行會員制。

7.3 國際航運溫室氣體管理

國際航運溫室氣體排放持續成長，已成為各國關注的焦點，例如歐盟已率先於 2012 年將空運納入「cap and trade」，透過排放權核配方式，管制境內與境外航空公司的溫室氣體排放量。歐盟接著將進一步擬針對航運的溫室氣體排放量開徵航運稅(費) (bunker tax)。基於此，本節將分別說明歐盟(2008)之綠色運輸發展策略，特別分析海運綠色運輸發展策略，其次，深入剖析歐盟及世界自然基金會(World Wild Foundation, WWF)之海運費倡議。

7.3.1 歐盟綠色運輸發展策略分析

依據歐盟執委會(European Commission, 2008)估計，歐盟運輸部門 2030 年之能源需求相較於 2005 年將成長 28%，導致 CO₂ 排放量持續成長，見圖 7.19，由圖 7.19 可知，運輸部門於 2030 年將成為歐盟最大的 CO₂ 排放源。如何加強運輸部門溫室氣體管理措施，即成為歐盟運輸部門相當重要的課題，例如歐盟規定交通建設包括機場、港口、車站、停車場等，歐盟要求樓地板使用面積大於 1,000m² 之建築物，必須於維修或建造時，採用最低能源效率需求。

基於此，歐盟為改善運輸部門溫室氣體與污染物排放，歐盟執委會於 2008 年推動綠色運輸(Green Transportation, 2008)。以下即簡述歐盟海運綠色運輸內容。

單位：百萬噸 CO₂

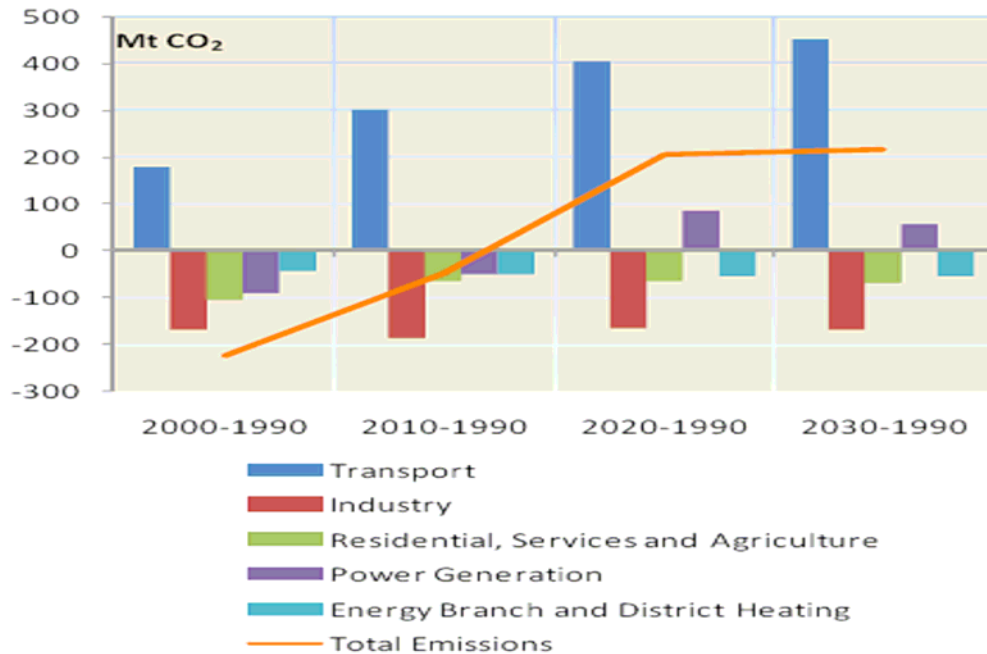


圖 7.19 歐盟各部門 CO₂ 排放趨勢比較

資料來源：European Commission (2008), European Energy and Transport.

歐盟將航運綠色運輸區分空運、內陸水道與航海運輸三類型，再依據氣候變遷與區域環境管理兩大構面，分別研擬綠色運輸發展策略，簡述如下：

1. 航空運輸溫室氣體排放管理策略

(1) 氣候變遷策略

a. 經濟手段

對於彼此同意的會員國間互飛之航班課徵航空燃油稅。

(a)將國際航空納入排放交易計畫裡執行降低飛行排放之減量成本。

b.政策工具

根據飛機引擎制訂 NO_x、SO_x、CO、黑煙之排放標準。

c.公共建設

若採用最短飛行航線每年可降低 4.8 百萬噸 CO₂。

d.研究與技術

研發可改善能源效率與降低引擎排放之技術。

(2)航空排放交易制度

航空運輸業於 2012/1/1 開始實施 Cap & Trade，簡述其實施內容如下：

a.範疇：

(a)在會員國起降的飛機(含洲際飛機)：不包括以研究為目的之飛機、軍機、救援飛機、訓練機、皇家專機(或政府首長機)、飛機啟降在同一機場且為中途停靠、4 個月間之班機少於 243 班次(連續 3 次)、及飛機年排放量少於 1 萬噸

(b)固定設施排放

b.排放量計算：油耗量乘排放因子，油耗量計算公式：

油耗量 = 起飛前油箱存油量 - 到達目的地之油箱存油量 + 起飛前加油量

(3)區域環境管理策略

a.經濟手段

尚未明確訂定各項環境稅費，部分會員國針對 NO_x 及未燃

碳氫化合物排放課徵稅。

b.政策工具

根據飛機引擎制訂 NO_x、SO_x、CO、及黑煙之排放標準。

c.公共建設

採用最短飛行航線以減少排放量。

d.研究與技術

減少 50%未燃碳氫化合物及 CO 之排放，減少 80%NO_x 排放。

2. 內陸水道綠色運輸發展策略

(1)因應氣候變遷綠色運輸發展策略

a.經濟手段

2013 年應協調此部門之基礎設施稅費，對於低污染的船隻收較少的稅，在內陸水道亦可採行，內陸水道之航行皆需課徵燃料稅。

b.公共建設

與航海運輸使用岸上電力之規定相似。

c.研究與技術

研究非碳燃料使用技術，以減少燃料之消耗，促進船隻現代化，改善環境績效。

(2)區域環境管理

a.政策工具

在水污染部分，歐盟針對內陸水道 CO、HC、NO 等物質

提出限制標準，對於新船隻引擎及潤滑油使用亦有所要求，避免產生污染排放，另有危險物品的運送規章，客輪則被要求必須有廢水收集箱及污水處理系統。

在空氣污染部分，燃料硫含量不得超過 1000mg/kg，並設定減量目標為 2009 年底達到 300mg/kg，2011 年底達到 10mg/kg。

b. 公共建設

將發布申請港口發展的環境立法的指引。

c. 研究與技術

歐盟研究計畫投資於電子圖表的工程展示資訊系統 (ECDIS)。

3. 海運綠色運輸發展策略

(1) 因應氣候變遷綠色運輸發展策略

a. 經濟手段

會員國水道間航行之燃料稅，若彼此達成共識則無須課徵稅費。委員會取消近岸電力使用稅以降低船隻之空氣污染。

b. 公共建設

規劃海洋高速公路，減少船隻航行之油料與降低 CO₂ 排放量。港口船隻使用近岸電力降低 CO₂ 排放 50%、CO 排放 90%、N₂O 排放 50%。

c. 研究與技術

支持可減少燃料使用與降低溫室氣體排放之技術，並推動零排放船隻計畫，以減輕對氣候變遷之影響。

(2)區域環境管理

a.經濟手段

為減少硫排放量，根據不同機制課徵不同稅費，包括距離、排放交易許可、抵銷等。

b.政策工具

針對硫、NO_x、CO、碳氫化合物、PM₁₀、消耗臭氧層物質、有機錫、有害物質、壓艙水、廢棄物及廢置後之船隻等物質進行管制。

c.公共建設

歐盟執委會 (European Commission)將統一現有的工作，作一整合型沿海區域管理，並在 2008 結束前發布申請港口發展的環境立法的指引。

d.研究與技術

委員會提供資金針對上述各項問題持續進行研究。

彙整上述內容於表 7-14。

表7-14 歐盟綠色海運運輸發展策略

	內陸水道	航海運輸
氣候變遷	經濟手段 2013 年應協調此部門之基礎設施稅費，對於低污染的船隻收較少的稅，在內陸水道亦可採行，內陸水道之航行皆需課徵燃料稅 公共建設 與航海運輸使用近岸電力之規定相似 研究與技術 研究非碳燃料使用技術，以減少燃料之消耗，促進船隻現代化，改善環境績效	經濟手段 會員國水道間航行之燃料稅，若彼此達成共識則無須課徵稅費 委員會取消近岸電力使用稅以降低船隻之空氣污染 公共建設 規劃海洋高速公路，減少船隻航行之油料與降低 CO₂ 排放量 港口船隻使用近岸電力降低 CO₂ 排放 50%、CO 排放 90%、N₂O 排放 50%。 研究與技術 支持可減少燃料使用與降低溫室氣體排放之技術，並推動零排放船隻計畫，以減輕對氣候變遷之影響
區域環境管理	政策工具 在水污染部分，歐盟針對內陸水道 CO、HC、NO 等物質提出限制標準，對於新船隻引擎及潤滑油使用亦有所要求，避免產生污染排放，另有危險物品的運送規章，客輪則被要求必須有廢水收集箱及污水處理系統 在空氣污染部分，燃料硫含量不得超過 1000mg/kg，並設定減量目標為 2009 年底達到 300mg/kg，2011 年底達到 10mg/kg。另規定自 2010 年起硫含量與燃料重量比例不得超過 0.1% 公共建設 將發布申請港口發展的環境立法的指南 研究與技術 歐盟研究計畫投資於電子圖表的工程展示資訊系統(ECDIS)	經濟手段 為減少硫排放量，根據不同機制課徵不同稅費，包括距離、排放交易許可、抵銷等 政策工具 針對硫、NO_x、CO、碳氫化合物、PM₁₀、消耗臭氧層物質、有機錫、有害物質、壓艙水、廢棄物及廢置後之船隻等物質進行管制 公共建設 委員會將統一現有的工作，作一整合型沿海區域管理，並在 2008 結束前發布申請港口發展的環境立法的指南 研究與技術 委員會提供資金針對上述各項問題持續進行研究

資料來源：Commission of the European Communities (2008), Greening Transport.

7.3.2 歐盟海運稅(費)發展趨勢分析

歐盟為強化海運運輸部門溫室氣體減量潛力，於 2011 年開始討論市場機制工具，例如碳稅與碳交易等。本小節整理歐盟運輸與環境部門 (Transport & Environment, 2011) 提出之「碳稅是歐盟船運的政策選項」 (The CO₂ Tax Option for an EU Shipping Measures) 一文，提供國內港埠主管機構研議船運溫室氣體減量政策擬定之參考。

1. 背景說明－歐盟燃料稅

歐盟每年大約花費 3,000 億歐元進口能源，一半以上用在道路運輸，歐盟為降低溫室氣體排放，及降低能源進口依賴度，歐盟制定「能源稅指令」 (Energy Tax Directive, ETD)，依據 ETD，會員國必須制定最小的能源稅稅率，例如每公升柴油課徵 0.33 分歐元；每公升汽油課徵 0.36 歐分 (cent)，依據歐盟會員國現行實施的道路燃料稅徵收情況，平均每公升約課徵 0.48 歐分，平均每年約有 1,700 億歐元的稅收。然而，航運 (包括空運與海運) 則尚未納入能源稅徵收範疇。

2. 運輸部門開徵碳稅

歐盟去年 (2011 年) 提出一份 ETD 修正版本²⁷，將現行的運輸燃料稅分割成兩個部分，分別為碳稅與能源稅，如果該版本通過，預計最快歐盟應於 2013 年開始實施。屆時，所有化石燃料的「載體」 (carriers) 均需要繳交每公升 4-5 歐分，抑或每噸 20 歐元的碳稅，且稅率每三年隨通貨膨脹率調整一次。然而，如果已納入 EU ETS 的排放源，則不適用。依據修正的 ETD，規劃至 2023 年，所有會員國將全面開徵化石燃料碳稅。

27. COM(2011)163/9.

3. 歐盟境外海運的碳稅規定

依據 ETD 的規定，將適用於所有至歐盟境內的海運，易言之，所有海運至歐盟境內的船隻，屆時也必須繳交碳稅。然而，以現行 ETD 的內容，尚排除於碳稅繳交的項目，因此，未來歐盟將再修正 ETD 內容。至於海運碳稅徵收程序，將針對燃料供應商，而非使用端，亦即將對燃料銷售時，附加碳稅，至於船舶則不再額外繳交。

4. 徵收海運碳稅的優勢分析

歐盟開徵海運碳稅的優勢(advantage)包括：

(1)行政簡化(administrative simplicity)

由於 ETD 是針對燃料供應商(upstream)徵收碳稅，因此，只要擴充現行做法至海運即可，行政程序較簡化。此外，雖然名為碳稅，然而，直接由燃料銷售附加碳稅，並不需要掌握船舶的碳排放資料，此外，也不必如排放交易制度，要核配排放額度，因此，執行容易，也達到使用者付費之目的。

(2)環境有效性(environmental effectiveness)

開徵碳稅將增加船舶運輸成本，因此，提高其節能誘因，從而，達到減碳之目的。易言之，具環境有效性。然而，值得注意的是，環境有效性的達成，與政府碳稅收入再利用有密切關係。

a.可預期性(predictability)

由於政府將公布碳稅稅率，例如每噸 20 歐元等，因此，所有排放源均可以瞭解未來要繳交的碳稅，有助於事業單位的決策與因應。

b.促進長期減量措施(facilitating long-term decision on mitigation measures)：

排放源將依據成本增加幅度，進行適當的調整，包括提高運行效率以及港埠的選擇。

由於船舶停靠港埠需要繳交停泊費，停泊費高低，將決定船隻的停泊選擇。未來港埠管理機構將依據 ETD 開徵稅，因此，如果港埠開徵太低的碳稅，將增加船舶停靠，導致二氧化碳排放量增加的情況。

5. 徵收海運碳稅的劣勢分析

開徵海運碳稅存在諸劣勢(disadvantage)，留待克服，包括：

(1)稅率太低

碳稅不像 ETS 具總量管制，因此，稅率必須足夠高，才可提高排放源節能減碳誘因，且如果需要持續改善，稅率也必須隨時間持續提高，才可以不斷驅動排放持續改善動力。

(2)船東不會關心二氧化碳

雖然名為碳稅，然而，是附加在燃料費之上，因此，與船隻二氧化碳脫鉤，致船東不會計算與關心其二氧化碳排放量，僅關注燃料消費情況。

(3)改變停泊港口

如果至歐盟港埠需要繳交碳稅，可能改變船隻停泊港口的決策，易言之，船隻可能停泊在外海，抑或轉停至臨近歐盟的港埠，降低港埠商機。依據歐盟的規定，其領海約 3-4 海浬，因此，停泊在 3-4 海浬外海域，即可免除碳稅負擔。

為克服上述問題，歐盟應該採行雙軌制，亦即，歐盟境內船隻需要繳交碳稅，然而，歐盟境外船隻則可以免除碳稅²⁸。

28.美國航空運輸，已有此制度之案例，亦即對美國境內航空公司開徵燃料稅，然而對非美國的飛機則免徵燃料稅。

7.3.3 WWF 海運稅(費)倡議

近年來，WWF 逐漸重視國際航運溫室氣體排放問題，因此，於 2011 年 9 月發表一份「船運排放之公平措施的時間來到」(Time for a Fair Deal on Shipping Emissions)一文，倡議推動航運稅，促進航運溫室氣體減排。該倡議目的是希望透過航運稅徵收，協助開發中國家減緩(mitigation)與調適(adaptation)工作的推動。以下簡述該文之內容：

1. 背景說明

國際海運溫室氣體排放量約占全球總排放量的 3%，相當於德國一年總排放量，由於尚未受到任何管制，依據 UNFCCC 的統計，航運(或海運)排放的溫室氣體快速成長，估計至 2050 年，全球海運的溫室氣體排放量約占全球總排放量的 15-25% (IMO, 2009)。屆時，將成為全球控制溫室氣體排放的主要缺口。此外，依據「坎昆氣候會議」(Cancun Climate Conference, 2010)決定成立「綠色氣候基金」(Green Climate Fund, GCF)，協助開發中國家推動減排與調適工作。因此，如果能夠開徵航運稅，一方面可以減緩全球溫室氣體排放，另一方面，可以協助開發中國家的減排與調適工作，這就構成 WWF 倡議開徵航運稅的緣起。

依據 WWF 的評估，如果每噸碳課徵 25 美元航運稅，則可以有效降低國際航運的溫室氣體排放量。依據 WWF 的推估，每噸碳課徵 25 美元航運稅，大約增加 0.2%海運成本，亦即，每 1,000 美元船運收入，約增加 2 美元，然而，全球至 2020 年，每年可以增加 250 億美元碳稅收入，可以充實綠色氣候基金規模(提撥 100 億美元)，及有效挹注綠色氣候基金支出。

2. 航運稅是有效政策工具

在國際海洋組織(International Maritime Organization, IMO)會議上，已開發國家普遍認同應將國際海運納入溫室氣體減排規範。然而，開發中國家則提出任何管制，均需要依據 UNFCCC「共同但差

異責任」(common but differentiated responsibilities, CBRD)的精神。基於此，IMO(2011)會議中，各國政府認同三個核心原則：

(1)有意義的減排(meaningful emission reduction)

應該給予海運「碳定價」(carbon price)，促進海運溫室氣體減排，確保全球 2100 年能夠控制溫升低於 1.5°C (相對於工業革命前)。

(2)不會增加開發中國家成本(no net cost for developing countries)

由於海運排放無法完全歸屬於某一特定國家，因此，海運碳定價必須要全球性的實施。然而，為符合「共同但差異責任」，需確保不會增加開發中國家淨成本。因此，必須將碳稅收入再回饋至開發中國家，補償其遭受的經濟衝擊。

(3)永續挹注綠色氣候基金(sustainable revenue for green climate fund)

碳稅收入應撥入綠色氣候基金，使得該基金可以持續維持一定基金規模，協助開發中國家推動減緩與調適工作。

彙整上述說明，匯率全球碳稅徵收與再利用，如圖 7.20 所示。

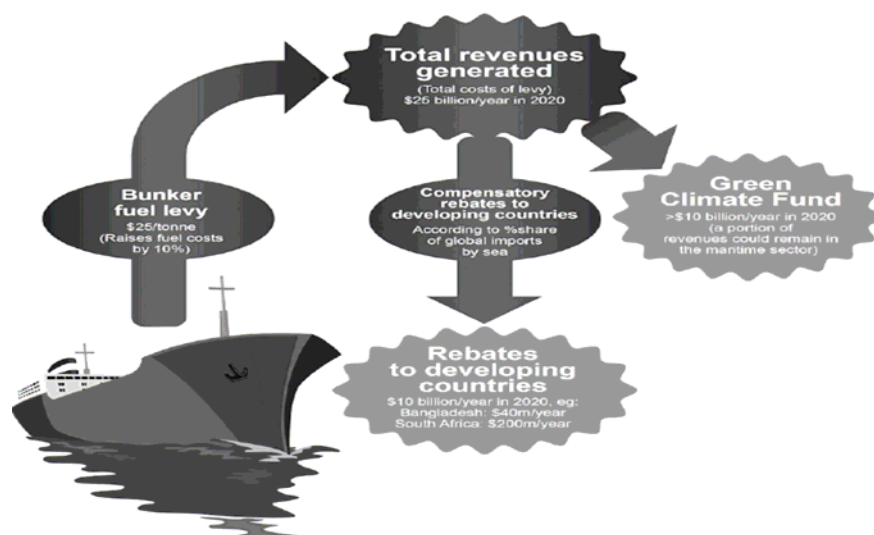


圖 7.20 全球碳稅收入再利用示意圖

資料來源：WWF(2011)

7.4 國際海運溫室氣體交易制度倡議與可行性分析

由於溫室氣體交易制度已成為重要溫室氣體減量管理工具，因此，如何引進溫室氣體交易制度管理全球海運溫室氣體排放，亦受到國際重視。本小節擬彙整與分析國際著名機構進行的全球海運溫室氣體交易制度設計及可行性分析，提供我國海運溫室氣體減量管理主管機關參考。

7.4.1 德國方案

德國聯邦環保部於 2008 年委託自然協會(Nature Association)進行國際海運溫室氣體交易制度 (Maritime Emission Trading Scheme, METS) 的設計研究，期望能夠連結 METS 至歐盟現行的交易制度(EU ETS)以及其他國家的交易制度。其規劃的海運碳交易制度特色如下：

1. 開放系統

由於國際海運排放總量不易制定，因此，採行開放式交易制度，亦即與其他交易制度(或市場)連結，將可以降低全球海運的減量成本。透過開放系統(open system)可以提高參與者人數，以及市場透明度。此外，海運碳交易市場亦可以使用其他碳額度(如 CERs 等)抵減其排放量。

2. 範疇界定

原則上，以一艘船停泊至一個碼頭可以排放溫室氣體總量(cap)，作為排放額度核配的依據。此外，船之噸位超過 400grt 為優先納管的對象。核配對象以船隻的擁有者或經營者為主，改變船隻擁有者或經營者，並不影響該船隻的義務。

3. 以燃料燃燒排放作為計算排放量的依據

以燃料燃燒排放作為衡量其溫室氣體排放量的依據，易言之，船東每年需要繳回等額的排放額度。為管理船隻停泊港口的溫室氣

體排放量，每一船隻在每一停泊港口均需要以該船隻之 IMO 編號，登錄一個 CO₂ 帳戶。船東也可自行選擇其他 CO₂ 帳戶。因此，可以連結所有港口之該船隻 CO₂ 帳戶資料，核算其總排放量。每一港埠管理機構可以透過全球 CO₂ 帳戶系統，掌握該船隻燃料燃燒排放及排放額度資料，並據此，可以作為管理擬停泊船隻的溫室氣體排放活動。例如某船隻的排放額度低於其燃料燃燒排放量，該港埠管理機關，可以拒絕提供相關港埠服務活動。

4. 排放總量制定與排放額度核配

由於國際海運尚缺乏船隻燃料燃燒排放的統計資料，因此，不易制定排放總量(Cap)。基於此，國際海運將參考歐盟排放交易制度的排放額度總量核配經驗，例如選擇有排放資料的數個年度(2004-2006 年)平均值，作為國際海運排放總量制定之參考。

此外，考量排放額度的稀少性，以及避免不同噸位船隻獲取高排放額度利益，國際海運排放額度核發規劃採行拍賣方式。

5. 行政管理

基於全球海運碳交易制度管理的目的，IMO 擬成立一個專屬機構，負責全球海運碳交易制度管理事宜，包括排放量監測與盤查、排放額度核配、及排放額度結算等。

6. 拍賣收入再利用

排放額度拍賣收入將再利用於船隻部門的節能減碳活動，以及其他目的。

7. 防弊

為避免弊端，影響排放交易制度的公平性，應建立第三公正與客觀單位的查驗制度，例如查驗每年燃料燃燒排放量申報資料的正確性等工作。此外，為避免欺騙行為，應建立處罰機制。

7.4.2 挪威方案

挪威政府對於 IMO 之海運排放交易計畫，亦提出其意見與看法。首先挪威政府認同 IMO 應設定全球船運溫室氣體排放總量(Cap)，以及同意徵收海運溫室氣體排放費，並建議將收入再利用於：

1. 全球海運溫室氣體排放改善；
2. 至碳市場購買碳額度，抵換其排放量；
3. 協助開發中國家進行氣候變遷調適政策。

透過第一與第二項實施，可以掌握全球海運溫室氣體總量的達成績效。至於徵收排放費之費率訂定問題，挪威建議以第一執行期的四年間，碳交易市場價格平均的 40%，作為費率訂定的標準。例如，平均碳價為 25 美元/噸 CO₂，則徵收費率為 10 美元/CO₂，則每年約可徵收 30 億美元，再將此金額依據上開收入使用項目，規劃三個基金，每一基金規劃平均分配為 10 億美元。

挪威方案建議，船東每月應申報每一航程之燃料消費量資料，據此，可以建立一合併航程距離以及二氧化碳排放量的資料庫。上開資料經查證後，應提交給每一參與碳交易計畫的港務管理機關。挪威政府建議第一執行期應由 2009 年開始，邀請全球 100 大港口參與，以及納管總噸超過 100 噸規模船隻。2011 年啟動第二期，增加邀請全球 400 大港口參與，以及納管總噸超過 300 噸規模船隻。

7.4.3 丹麥方案

丹麥提交的方案與挪威方案非常類似。丹麥政府建議全球海運徵收一個固定的海運稅(或捐)，並利用部分收入，購買全球減量額度，抵減海運的碳排放。此外，利用部分收入協助開發中國家調適政策推動，以及資助 IMO 推動的減量技術合作計畫。

丹麥方案指出，稅率應該再協商，但是必須與全球碳市場價格連結(因碳價格反映海運排放溫室氣體的社會成本)。然而，合理的稅率

應如何訂定，舉例說明，全球海運一年約排放 300 百萬噸 CO₂ 當量，如果依據 2007 年歐盟碳市場價格，再經匯率轉換，大約為 110 美元/噸 CO₂ 當量，因此，每年大約有 300 億美元的收入。

由於丹麥方案的單位稅額很高，可能會衍生船隻停泊於沒有加入總量總制的港口，抑或可能產生至離岸裝載與卸貨誘因。此外，透過轉嫁機制，可能會導致開發中國家負擔不公平的成本。

丹麥方案同時也提及，未來如果以銷售時點作為徵收稅收的依據，可能發生在不同供應鏈(supply chain)，因此，提高徵稅的複雜度及重覆徵稅的問題。故丹麥方案建議，可以發行繳稅證明(certificates)，以降低重覆課稅之問題。此外，基於管理效率，丹麥方案建議成立專責獨立管理機構，負責管理相關事宜。

7.4.4 三個方案比較及 METS 改進方向

彙整德國、挪威及丹麥全球海運碳交易方案，以及 METS 制度改進方向，如表 7-15 所示。由表 7-15 可以看出，METS 改進的基本準則包括：(1)降低總排放量；(2)提高公平性及避免衝擊競爭力；(3)逐步推廣等三項。針對上述改進方向，挪威方案呈現較明確的有公平性及競爭力疑慮，然而，丹麥方案則無法確定。

表 7-15 提高船運碳交易制度的基本準則

基本準則	原版 METS	挪威方案	丹麥方案
降低總排放量	是	是(如果全球實施)	是(如果全球實施)
提高公平性及避免 衝擊競爭力	是	非	不確定
逐步推廣	是	是	是

資料來源：Kageson(2008), The Maritime Emissions Trading Scheme.

7.5 碳稅(能源稅)與綠色租稅改革

外部成本內部化方法之一是課徵環境稅，使得污染者有誘因減少污染密集產品(pollution-intensive goods)的生產或是降低環境損害。對污染及能源消費課徵環境稅(包括能源或碳稅)，並在稅收中立(revenue-neutral)的前提下，降低對社會有價值的經濟活動(如就業與投資)的租稅，促進經濟成長與提高就業機制，即是所謂的綠色財政改革(Green Fiscal Reform)、生態稅改革(Ecological Tax Reform)或是環境租稅改革(Environmental Tax Reform, ETR)(Hoerner and Bosquet, 2001)。

本節擬比較分析碳(或能源)稅的優缺點，以及 OECD 等先進國家的環境稅實施經驗，提供政府施政之參考。

7.5.1 碳(或能源)稅優、缺點分析

碳(或能源)稅主要針對排放溫室氣體之活動課徵某一費用，以達到降低該活動及提高環境效益之目的。例如對化石燃料(如石油與煤炭)開徵碳(或能源)稅，可望提高化石燃料成本，降低化石燃料使用，從而降低溫室氣體排放。然而，開徵碳(或能源)稅往往會提高廠商生產成本，是執行碳稅的最大障礙，依據 Pearce(1991)的分析，實施碳(或能源)稅存在下列優、缺點：

1. 碳稅之優點：

- (1)大部分的傳統稅制造成了市場扭曲效果，然而，環境稅卻能矯正這些扭曲效果，且政府維持稅收中立原則下，可以降低其他扭曲稅(所得稅與營業稅)，提高社會福祉；
- (2)碳(或能源)稅的雙重紅利特點是國際極為重視的課題，利用稅收中立觀念，達到經濟成長與促進就業的利益；
- (3)碳(或能源)稅能降低廠商的執行成本，當廠商的防治成本較高，則廠商傾向以付稅的方式以取代污染防治；反之，當廠商的防治成本較低時，則期望以防治代替付稅的方式。根據 Tietenberg

(1990)評估碳(或能源)稅或排放交易制度約可降低超過 50%的執行成本；

(4)碳(或能源)稅活動能刺激防制技術創新，例如碳捕獲與封存(carbon capture and Storage, CCS)技術等；

(5)碳(或能源)稅制度可隨著科技進步彈性調整其稅率幅度。

2. 碳(或能源)稅缺點

(1)如果燃料間存在替代彈性與價格彈性低、以及所得彈性高，則開徵碳(或能源)稅的結果，並無法達到溫室氣體減量的目標，僅是增加政府的財政收入；

(2)課徵碳(或能源)稅為降低全球暖化的現象，但卻造成無謂損失(deadweight loss)²⁹，根據 Poterba(1991)評估美國開徵 5 美元/噸的碳稅，將導致 280 百萬美元的無謂損失，約占美國 GNP 的 0.01%；

(3)碳(或能源)稅造成高、低所得者差異性租稅負擔，因為低收入戶之燃料消費佔所得比率高於高所得戶之燃料消費佔所得比，例如英國低所得戶之燃料費佔比約 13.2%，而高所得戶僅為 3.5%。Johnson、McKay 與 Smith(1990)評估英國能源從價稅增加 15%，低所得戶每星期支付的稅約提高 2 英鎊，而高所得戶每星期支付的稅約增加 1 英鎊，顯示高低所得戶之租稅負擔差異的實證結果；

(4)碳(或能源)稅對產業競爭力衝擊是其執行上的最大障礙。

²⁹ 無謂損失係指政府課稅的結果，導致社會福利的降低，稱之。

7.5.2 OECD 選樣國家實施環境稅之經驗

1. 法國

法國於 1990 年 12 月依據國家環境計畫(The National Plan for the Environment)開始推動環境稅。首先，該計畫審視法國過去環境政策之成敗，並比較分析與其他先進工業國家之環境政策差異；同時建立一系列未來政策之目標與指導原則，亦對特定政策工具提供建議。該計畫認為法國公共部門及私部門投入環境保護之支出低於主要工業國家所佔 GDP 之 1.3% (1998 年)。不過，法國環境政策獎勵措施相對較其他國家為多。

該計畫設定以擴增法國全球環境政策為其主要目標；而國內部門之目標則配合國際義務訂為：

降低 20-30%之溫室氣體排放量；

增加 40-60%之國內廢水處理；

控管來自農業方面之水污染；

增加 50%之垃圾回收或再使用。

為達上述及其他如減少噪音污染、有效保存自然資源等其他目標，該計畫建置包括區域性環境指導委員會(Regional Environmental Directorate)之結構性改革，以管理國家政策及環保署與地方政府間之合作政策，並建議現行政策應再增加財政工具。為執行該計畫之建議案，法國政府於 1991 年設立環境暨節能署(Agency for Environment and Energy Saving)，負責徵收及管理廢棄物所課徵之新稅。

法國極為支持歐洲碳稅課徵方案，尤其是以碳燃料為稅基。法國自 1985 年開徵碳稅，並於 1990 年起對工業產生之 H_2S 、 NO_x 及

HC1 之排放量課稅。其財政工具包括對廠商或家庭課稅或租稅獎勵等型態(包括加速折舊、稅率優惠或對課稅所得訂有扣除額方式等)。

法國徵收之特定環境稅，依據“互助原則”(Principle of Mutualisation)再利用於指定用途。按此原則，稅收可再利用於研究發展，或協助污染者作防治污染設備之投資或污染防制等活動。然而，稅收再利用對象是以應稅者為主。因此，互助原則反映出一種公平回饋之現象，亦即取之於納稅者，再用之於納稅者。法國此一指定用途方式將提高環境稅率，進而可以提高污染防治誘因。由於此類稅收係用於污染防制設備投資，將導致過度投資之風險，實務上，法國水污染領域已發生類似案例。

2. 荷蘭

荷蘭實施環境稅與環境費之歷史悠久，緣於 1971 年至 1996 年間。荷蘭綠色稅/費結構，由純粹環境費專款專用制度，發展至將環境稅納入一般政府預算之「綠色」稅制體系。自 1996 年起，對小規模能源消費者(家戶、小型商業組織、辦公大樓等)開徵「能源管制稅」(regulatory tax on energy)。估計 1998 年之環境稅收為二十一億荷蘭幣，占總稅收 2.5%(1996 年之環境稅收僅占 1.25%)，約增加一倍稅收。此項收入一方面經由降低所得稅方式回饋於家戶，另一方面經由減少雇主之社會福利稅方式回饋於雇主。

近年來，荷蘭政府對環境政策始以分立法規各司其職管理空氣、水、土壤、噪音及廢水處理等主要污染問題。而環境政策最主要工具為直接管制及與業者協議等，經濟工具則扮演次要之角色。不過，環境政策於諸多領域仍採行環境稅/費徵收，主要以支應相關環保支出為目的，而非降低污染誘因。

不同領域之環境政策亦採行補貼政策，例如能源節約、汽電共生計畫、更新能源資源、降低車輛排放、降低熱能系統排放及肥料

製造與儲存等。次要性補貼則包括清潔技術研發及企業環境管理成本之補助等。

荷蘭於 1995 年 3 月成立荷蘭綠色稅制委員會(the Dutch Green Tax Commission)，負責推動與評估綠色稅制。其組織成員包括環境及財務專家，包括 NGO、環境研究機構、具大學背景之獨立專家等成員，以及政府五大部會之高階公務員等共同組成。該委員會於 1997 年 11 月完成綠色稅制報告。

1998 年荷蘭環境稅收入約占國稅總收入之 14%(GDP 之 3.2%)，而地方環境稅收入則占地方稅收之 50%(地方政府收入大部來自中央政府)，可見環境稅收對荷蘭中央與地方政府財政挹注功能。現行環境相關之稅負課徵，荷蘭政府給予相當多之租稅優惠，包括：所得稅法規定之環境設備投資的加速折舊、適用綠色基金(green fund)之所得免稅、能源節約投資設備可有 40%以上之稅額扣抵、由再生能源生產之電力可免課能源管制稅(the regulatory energy tax)等。

3. 瑞典

瑞典於 1991 年開徵硫稅，大幅降低污染者之 SO_x 之排放濃度，甚至低於法定標準，例如低於燃料油含硫標準 40%；輕油硫含量為 0.1%遠低於法定標準之 0.5%。此項稅收亦刺激廠商採用減量技術，據估計因此項租稅之開徵，每年約減少六千噸硫氧化物排放量。同年，亦針對不同類型之柴油燃料實施差別稅率，用以刺激消費者使用較乾淨之汽油柴油。

與其他國家相似，過去瑞典對環境稅的採行，一直停留於純粹學術研究議題階段。實務上，瑞典環境政策是採行「需求與管制」政策工具。二十餘年來，瑞典經濟學家一直建議應以經濟工具作為提高環境管理效率的新政策方案，並以環境稅/費作為降低扭曲市場的租稅工具，進而減少社會「超額負擔」(excess burden)。不過，此一建議案直到 1980 年代晚期，始獲政治上之注意，隨而影響其政策。

瑞典 1991 年開始推動租稅改革，引進一系列環境政策。此一租稅改革之主要目標即在簡化及中性化租稅制度，並調合瑞典相較於其他國家較高之邊際所得稅率。1991 年租稅改革，包括提高諸多新環境稅之間接稅負擔，以因應直接稅之降低。瑞典租稅改革的主要內容包括：

- (1)統一增值稅(value-added tax, VAT)稅基，改善消費扭曲效果；
- (2)調降所得稅邊際稅率約 30%，提高瑞典產業國際競爭力；
- (3)為修正對儲蓄及借貸之獎勵，齊一各類資本利得課稅規定；
- (4)為彌補所減少之所得稅收，提高增值稅稅率，及提高資本及能源稅（為配合環境目標修改相關能源租稅）。

1991 年租稅改革引進之環境稅包括，1991 年對燃料課徵二氧化碳稅及煤、汽油、泥煤等之盈餘稅等。另外，擴大所有燃料均須適用能源稅，同時，一般能源稅率則下降 50%。1991 年之稅制改革，造成 150 億瑞典幣之賦稅轉移，特別是以增加之環境相關賦稅收入，調降邊際所得稅，同時將降低雇主負擔之社會福利稅。

4. 美國

美國環境政策及財政制度之責任係由中央、聯邦政府及 50 州政府、以及數千個地方政府單位共同分擔。於聯邦層級階段，環境保護署(the Environmental Protection Agency, EPA)藉由特定排放及環境標準或目標，執行聯邦法規是美國環境政策的主要推動力量。然而，美國地方政府亦擁有相當大權力，因此，EPA 基於實務需要，仍須仰賴州政府之環境政策推動。

美國基於環境理由而引進環境稅之案例並不多，以聯邦層級為例，基於預防耗盡臭氧化學物質(ozone-depleting chemicals)所課徵之稅(CFC)，即為少數環境稅。另外，聯邦環境稅即對石化產業課徵之原料稅負(feedstock tax)，是依據單位投入之石化原料課徵，並將收

入納入信託基金，EPA 再以此基金作為清潔容器經費來源。此一租稅並不具獎勵效果，僅提供超級基金(Superfund)運作之財源。

州政府層級之環境稅則包括對石化產品及其他化石資源等，採分離課稅(有 38 州課徵此稅，惟該稅收並不豐盈，僅少數州較為豐富)、徵收固體廢棄物處置費、資源回收之財政獎勵、押金規定及包裝稅等。在美國，有許多城市徵收家庭廢棄物處理費，以抑制廢棄物的增加。

美國具環境效果之租稅主要大多非基於環境理由，而是財政收入為目的，例如聯邦及州政府對道路運輸、車輛燃料等所課徵之租稅。美國與西歐國家相較，最大差異之處，在於地方政府負責徵收汽油稅。另外，美國包括聯邦及州特種貨物稅兩者之總汽油稅收約占售價 25%，而日本則約占 45%，德國與英國均超過 60%，法國與義大利甚至高於 70%。

美國最新政策顯示，國內已較可接受市場機制之概念，國會亦明確支持環境市場機制之重要性，且各種排放交易制度亦已付諸執行。雖然，美國政府仍然對推動進新型態環境稅有所疑慮，然而，仍有不少相關環境法案正在國會中討論。

以市場為基礎之二氧化硫交易制度，即是考量產業經濟成本負擔下，顯著改善美國空氣污染的最成功環境政策。然而，實務上，發現排放權市場具壟斷力，此外，對產業競爭力亦有某種程度的衝擊，均是推動排放交易制度的關心課題。

5. 澳洲

2011 年 10 月 12 日澳洲國會的下議院(Lower House)通過了該國總理 Julia Gillard 在 2011 年 7 月所提倡的碳排放法案，並於 2012 年 7 月 1 日開始實施。民調顯示，澳洲總理所屬的勞工黨民意支持度因此下滑至 27%，達到歷史新低。而根據澳洲財政部的研究指出，課徵碳稅雖然可產生減碳排放的效果，但卻必須付出 GDP 下滑的代

價。除此之外，澳洲課徵碳稅將排擠該國燃煤與天然氣發電業者的獲利，勢必將提高總發電成本；也將減少澳洲煤炭業者的煤炭產出、獲利以及雇用勞工數。

澳洲所訂定的減碳目標，在 2020 年的碳排放水準將比 2000 年減少 5%；2050 年排放水準比 2000 年減少 80%。碳稅政策將從 2012 年 7 月開始施行，澳洲政府將針對 500 家最大的污染廠商課徵每噸 23 澳幣(約 22.9 美元)的碳稅。並且預計在 2015 年開始，由澳洲政府訂定排放總額，由碳交易市場決定碳排放價格。

澳洲政府預計三年內將徵收 278 億澳元的碳稅收入。其中 50% 將用於補助遭受污染的家庭。40% 將運用減少廠商的生產成本以增加廠商在國際上的競爭力。最後 10% 將運用於推廣再生能源。

根據 TD 證券墨爾本研究所(TD Securities Melbourne Institute, TDS)於碳稅實施滿月後公布的資料，7 月份物價指數(price index)僅增加 0.2%，讓年通膨率達 1.5%，是近 3 年間最低的。此結果與財務部 (Treasury) 公佈的碳稅對 12 個月中通膨影響為 0.7% 的預估接近。

7.6 政策工具之相容性分析

具有市場基礎(market base)的排放交易制度是晚近解決環境問題的重要政策工具之一，且已逐漸受到政府的重視與採行，然而，排放交易制度的實施，無論從學理上或實務上均應優先瞭解該制度與先前採行之其他政策工具(如直接管制、環境稅、及補貼等)相容性問題，易言之，就共同環境目標，同時並存不同政策工具，是否適當的問題？往往是排放交易制度實施之初，面臨的重要課題之一。這就構成本節的主要探討內容，詳細分析說明如下：

7.6.1 政策工具並存原則分析

對於不同政策工具是否並行的問題？其考量的基本原則包括：

1. 浪費性(wasteful)問題

所謂浪費性問題，係指不同政策工具並行實施，所產生的政府行政管理成本(administrative cost)及廠商的遵行成本(compliance cost)是否會造成巨幅的增加？如果成本增加過巨，則基於成本效益的考量，應擇一採行。一般而言，同時採行多種政策工具，其成本增加的來源包括：

- (1)每一種政策工具均具有其獨立的行政管理規範的屬性，導致行政管理成本增加；
- (2)對污染源而言，由於面對多元管制措施，增加其遵行的複雜度，影響其遵行成本；
- (3)就公共決策(public decision making)而言，由於不同政策工具涉及制度設計及主管機關的差異，需要更多的協調，徒增決策體系的複雜度，從而增加其交易成本。

然而，成本增加的幅度與不同政策工具環境目標(影響行政與執行成本)以及污染源行為(影響遵行成本)有關，倘若環境目標變化不大，而且對污染源行為影響很小，則共同執行不同環境政策，成本增加的幅度有限，可以減低環境政策並存的成本浪費性問題，並提高環境政策並存的可行性。

2. 效率性(efficiency)問題

所謂效率性問題，係指先前已執行的政策工具是否已達成既定的環境目標，如果既存的政策工具，並無法有效率的達成環境目標，則為了提高環境管理效率，引進排放交易制度將具有其正當性。

3. 必要性(necessary)問題

所謂必要性問題，係指對於達成該環境目標，是否採行單一政策工具即可，如果答案是肯定的，則不適合再引進排放交易制度。

4. 期效性(duration)問題

所謂期效問題，係指不同政策工具並存的期效應維持多久的問題，直言之，不同政策工具是否適宜永久性並存。如果比較不同政策工具實施成效，發現排放交易制度相較於既存政策工具於環境品質管理上更具效率性，則應以排放交易制度取代其他政策工具，換言之，政策工具可以短暫性並存。

5. 政策組合(portfolio)問題

所謂政策組合問題，係指基於不同政策工具對環境改善之相對利益，給予適當的政策工具搭配，以提升環境改善之績效。由於政策工具均存在某些結構性的限制，而影響其環境績效的達成，因此，若能夠基於不同政策工具之優勢，採取適當的『政策搭配』(policy mixed)，將有助於整體環境品質的提升。

7.6.2 排放交易制度與環境稅(費)相容性分析

有關排放交易制度與環境稅相容性之問題，最受到政府主管機關的重視，以下將彙整文獻上探討兩種政策工具並存的主要理由(Stephen Smith, 1999)：

1. 確保環境品質維護

由於環境稅是基於『使用者付費』的精神，故只要污染源願意支付環境稅，自然取得污染排放的權利，基於此，環境稅對於環境目標的達成即存在高度不確定性。環境稅的成效在於訂定具有經濟誘因的環境稅率，倘若該稅率能夠高於污染源的邊際防制成本，污染源自然選擇增加污染防制，減少污染較有利，以達成環境改善的

目標。然而，具有效率的環境稅率並不易訂定，其主要原因在於污染源的邊際防制成本資訊並不易獲得，且其具有相當程度的不確定性(uncertainty)，至使環境稅最後演變成其『稅收效益』高於『環境效益』的扭曲現象。

反觀排放交易制度，透過排放許可權數量的控制，以及嚴謹的監督及查核系統，將可維護環境品質的達成，故環境稅若能輔助搭配排放交易制度，將可以有效消除單獨採行環境稅導致環境品質不確定性之問題，以確保環境品質的提升。

2. 安全閥(safety valve)效果

不同環境政策工具適用於不同的情況，例如邊際污染防制成本若隨污染防制量增加，呈巨幅上升的現象，則適合採取屬於『價格管制』的環境稅；反之，若邊際污染損害成本隨污染量增加，呈巨幅上升的現象，則宜採取屬於『數量管制』的排放交易制度較合適。

面對防制成本及污染損害不確定的情況下，為避免誤用政策，喪失環境管理效率，倘若實施環境稅的同時，再搭配排放交易制度即具有『安全閥』的效果³⁰，以降低環境管理的風險，確保環境績效的達成。

3. 消除區域熱點(hot spots)現象

透過排放交易制度下污染源間許可權的自由買賣行為，造成排放許可權重分配，結果可能產生某一區域污染源擁有足夠多的排放許可權，從而創造污染物排放集中於某一區域，而形成『熱點』的現象，對當地居民造成健康上潛在傷害。此外，若區域間污染物濃度的不平衡現象持續惡化，致使區域濃度超過某一門檻值，可能發生區域性的重大污染傷害。因此，若結合環境稅(或其他管制措施)

³⁰ 由 Rober and Spence(1976)提出。

的實施，透過環境稅的牽制效果，可以降低區域熱點的現象，以及可能發生的潛在健康風險。

4. 因應不同污染源規模

一般而言，任一產業均會同時存在規模大小不一的污染源，尤其在污染監督及遵行成本相當高的情況下，政府面對不同規模污染源，應採取差異性的管制工具，將有利環境目標的達成。例如，針對大型污染源而言，可以採取具市場基礎的政策工具，增加污染源調適的彈性，降低遵行成本；反觀小型污染源利用市場基礎的政策工具所增加的效率，可能低於其遵行成本，因此，最佳的策略是採取直接管制的措施，如管制其採行的技術型態。

基於上述說明，政府主管機關面對規模不齊一的污染源，同時採取直接管制(對小型污染源)以及市場基礎工具(對大型污染源)將是最具成本有效的管理措施。

5. 維護污染源競爭力

開徵環境稅(或能源稅與碳稅)對污染密集度高(或能源密集度高)之污染源，將產生相當程度的衝擊，包括成本增加及所得重分配效果，尤其是具有經濟誘因的環境稅，將會大幅增加污染源的成本負擔，致使其喪失競爭優勢。鑑於此，往往造成其於政治上的不易執行，因此，若能搭配排放交易制度，透過交易制度的適當設計，例如依據『溯往原則』核發許可權，並搭配低稅率的環境稅制度，則可以降低污染源的遵行成本，一方面可以維護污染源競爭力，另一方面，可以達成既定之環境品質目標。

7.6.3 排放交易制度實施之潛在障礙分析

雖然排放交易制度已普遍受到各國重視，並積極規劃於環境管制措施活動上，然而，排放交易制度於不同環境領域管理中，仍存在差異不等的限制，就各國已實施的經驗中，瞭解到排放交易制度應用

於空氣品質管理相較於水資源管理來得更有效率。本節擬針對排放交易制度實施，可能遭遇到的障礙進行分析，以利排放交易制度的設計與實施。

歸納排放交易制度尚未廣泛應用於各環境管理領域之限制如下：

1. 齊一的防制技術

如果污染源間的防制技術沒有差異性，亦即污染源間的邊際防制成本齊質，則無法形成許可權交易價格與邊際防制成本的差異性，因此無法創造許可權市場的交易行為，從而喪失排放交易制度的效率性。

2. 不適用小區域環境管理

由於污染物透過地形及氣象因素進行跨區移動，產生溢漏現象(leakage)，影響區域總量管制之成效，較不適用排放交易制度。反之，屬於全球性的溫室氣體管理，則較適用於排放交易制度。

3. 制度設計困難

相較於其他環境管制措施，排放交易制度涉及的事務較多且較複雜，諸如監督、查核、及交易系統的建立等，影響交易制度的採行。

4. 政治上的抵制

排放權的核發是排放交易制度的核心機制，其容易引發污染源『有權』(right)污染環境的聯想，以及規避應承擔之污染防制的責任，基於此，容易受到政治上的阻撓，至該制度不易執行。

5. 缺乏及時制度修改的機制

在排放交易制度下，對於污染源控制污染排放的責任存在相當高的不確定性，而且在污染源持有排放權的效期內，政府主管當局

無法藉由新資訊的獲得而片面改變污染源排放權持有量及持有效期，喪失及時矯正污染源減量責任的機制。

6. 利益團體的遊說

依附在現有的環境政策下(例如直接管制)，存在部分利益團體(如代檢測單位等)，倘若政府實施排放交易制度，潛在影響上開利益團體的權益，基於此，該利益團體將進行必要的遊說活動，妨礙排放交易制度的採行。

7. 不易與現存直接管制措施配合

有些直接管制措施的基本形式與排放交易制度的本質存在相當高的差異性，致無法利用修改現存的直接管制措施的方式，融入排放交易制度中，致阻礙排放交易制度被採行的機會。

7.7 臺灣港區溫室氣體交易制度初步架構

建議參考德國聯邦環保部的 METS 設計，該設計將能至歐盟現行的交易制度(EU ETS)以及其他國家的交易制度。應用在我國，可以連結到環保署的交易平台。規劃說明如下：

1. 開放系統

採行開放式交易制度，與其他交易制度(或市場)連結，以降低減量成本，並提高參與者人數及市場透明度。亦可使用其他碳額度(如 CERs 等)抵減排放量。

2. 範疇界定

原則上，以一艘船停泊至一個碼頭可以排放溫室氣體總量(cap)，作為排放額度核配的依據。船噸位超過 400grt 為優先納管的對象，核配對象以船隻的擁有者或經營者為主。岸上的部分，則比照環保署交易平台之要求。

3. 以燃料燃燒排放作為計算排放量的依據

以燃料燃燒排放量作為溫室氣體排放量的依據，各船需提供該批燃料之熱值數據證明，以便稽核單位核算。每一船隻在各停泊港口均需以該船隻之 IMO 編號，登錄一個 CO₂ 帳戶。船東也可自行選擇其他 CO₂ 帳戶。因此，可以連結所有港口之該船隻 CO₂ 帳戶資料，核算其總排放量。每一港埠管理機構可以透過 CO₂ 帳戶系統，掌握該船隻燃料燃燒排放及排放額度資料，作為管理擬停泊船隻的溫室氣體排放活動之依據。某船隻的排放額度若低於其燃料燃燒排放量，該港埠管理機關，可拒絕提供相關港埠服務活動。

4. 排放總量制定與排放額度核配

初期以溯往原則核配排放量，進而以效率標竿原則要求。

5. 行政管理

成立一個專屬單位進行排放量監測與盤查、排放額度核配、及排放額度結算等。

6. 防弊

配合建立第三公正與客觀單位的查驗制度，並建立處罰機制。

7.8 本章小結

國際海運溫室氣體排放問題已逐漸受到重視，無論是 UNFCCC、IMO、國際先進國家(如歐盟)及國際 NGO 組織(如 WWF)等，均開始討論相關對策。一致性的看法是海運溫室氣體排放無法置身事外，必須與其他部門共同善盡控制溫室氣體排放責任。透過本章的分析，獲得如下結論：

1. 碳定價是海運溫室氣體排放管理的核心政策工具

依據前文國際海運溫室氣體排放管理政策與措施，可以發現，「碳定價」將是國際海運的核心政策與措施。易言之，透過「cap and trade」(一般稱為碳交易制度)，限制海運碳排放總量，再藉由碳市場價格，促進海運節能減碳；抑或開徵碳稅，增加海運成本，激勵節能減碳誘因。

2. 國際海運燃料稅制度較早實施

先進國家均已實施海運燃料稅制度，因此，很容易可以將燃料稅轉換成碳稅。易言之，以碳稅方式管理海運溫室氣體排放在制度面較容易。

3. 國際海運實施碳交易制度尚未成熟

由於碳交易制度涉及碳權核配等複雜及困難工作，其制度設計與執行成本較高，綜合國際行勢發展，尚無法看出短期內，實施海運碳交易制度的跡象。

4. IMO 規劃之交易制度具能源稅之實

依據 IMO 規劃之交易制度內涵，雖具交易制度之名，確是遂行能源(或碳)稅之實。不過透過該制度，仍可望建立全球海運能源消費與碳排放盤查制度，將有助於全球海運的溫室氣體管理。

5. 我國已逐漸完成碳交易制度建置工作

綜合前文分析可知，環保署已逐漸完成我國碳交易制度的建置工作，等待相關法制作業完成，即可進行碳交易。

6. 溫室氣體已被公告為空氣污染物

環保署已今年(2012 年) 5 月將溫室氣體公告為空氣污染物，因此，溫室氣體排放將納入「空污法」規範。由於空污法已開徵空污

費，未來是否依據空污法徵收溫室氣體費，需要進一步觀查環保署的後續政策與措施。換言之，我國實施海運碳稅亦有相關母法依據。

綜合前述結論，獲得如下政策建議：

1. 持續掌握國際海運溫室氣體排放管理政策發展

由於海運具有高度國際化，因此，掌握國際海運溫室氣體管理政策工具最新發展趨勢，將有助於我國海運管理與國際接軌，提高港埠國際競爭力。

2. 加強港埠綠色貿易管理

港埠是國際綠色貿易的一環，加強港埠溫室氣體管理，是促進港埠綠色貿易績效的關鍵。易言之，加強停靠船舶的溫室氣體排放資料管理，可以提高港埠因應溫室氣體減排管理能力。

3. 研擬港埠溫室氣體排放費

依據國際航運溫室氣體排放管理策略發展趨勢與倡議，可能於近期內，優先開徵船舶碳稅(或附加燃料稅)，因此，港埠主管機關應加強研擬因應策略，易言之，應依據我國法制環境與條件，規劃停泊船隻的碳稅徵收制度。

4. 盤點港埠溫室氣體減量潛力

我國已逐漸完成碳交易制度規劃，因此，應加速盤點港埠溫室氣體減量潛力，創造碳資產，提高港埠溫室氣體減量績效。

第八章 整體減碳策略規劃

本年度研究計畫中，包含除了碳交易以外的其它行政管制措施研擬，以及未來政府政策投入資金的規劃研擬。本章將綜合各項可行措施，一併進行陳述。

8.1 政策現況

97 年 6 月 5 日行政院通過「永續能源政策綱領」，建構「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」之能源消費型態與供應系統，以達到能源、環保與經濟三贏願景。97 年 9 月 4 日行政院核定「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」，彙集能源、產業、運輸、環境、生活等五大構面之節能減碳具體措施，並輔以完善之法規基礎與相關配套機制。

行動方案以 4 年為一執行期，第 1 年（98 年）行動計畫計 312 項工作項目，編列預算約 1,364 億元，並訂定二大目標：

節能：每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上。

減碳：全國二氧化碳排放減量，於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。

圖 8.1 是我國溫室氣體管理策略。以下摘錄適用於港埠地區之部分進行說明。

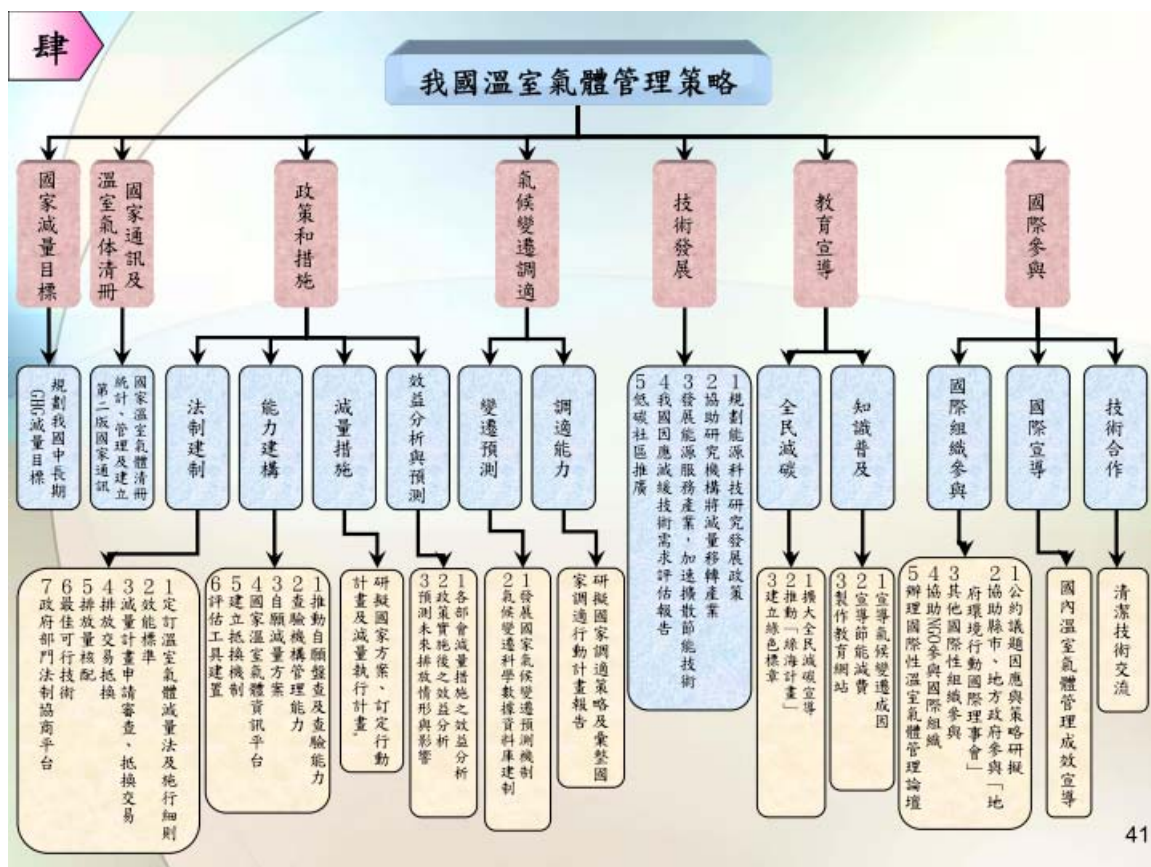


圖 8.1 我國溫室氣體管理策略

資料來源：行政院環境保護署 2008.

8.1.1 永續能源政策綱領－節能減碳行動方案

節能減碳行動方案分為兩大面向，包括淨源與節流。大部分方案雖然非針對運輸部門，即使是運輸部門亦少有針對海運及港埠的政策，但因港埠特性，評估適用於國際港區者，亦一併列出如下：

1. 淨源：

(1)積極發展無碳再生能源

- a.推動設置風力發電設備。
- b.推廣太陽能
- c.推廣生質能

(2)增加低碳天然氣使用

2. 節流：

(1)產業部門

a.促使產業結構朝高附加價值及低耗能方向調整，使單位產值碳排放密集度於 2025 年下降 30%以上。(相較於 2005 年)

(a)推動低碳服務業發展。

(b)推動製造業逐年降低排放密集度

(c)調查主要耗能設備能源使用效率，訂定耗能標準，提升設備能源使用效率。

b.輔導中小企業提高節能減碳能力

(a)提供中小企業節能減碳技術輔導

(b)提供「購置節能設備融資保證」

(c)辦理中小企業節能減碳措施講習、人員培訓及宣導

c.獎勵推廣節能減碳及再生能源等綠色能源產業，創造新的能源經濟。

(a)動員民間節能技術能量，開創新興能源技術服務業(ESCO)

(2)運輸部門

a.建構「智慧型運輸系統」，提供即時交通資訊，強化交通管理功能。

(a)推廣貨物運輸排程合理化暨經營管理系統整合。

b.鼓勵使用替代燃料運具

c.檢討修正道路照明標準降至合理範圍並符合照明效率。

(3)住商部門

- a.強推動「低碳節能綠建築」，以提升節能減碳效益
- b.升各類用電器具能源效率
- c.動節能照明革命，推廣各類傳統照明器具汰換為省能 20~90% 之高效率產品。

(4)其它部門

- a.動造林及廣植行道樹。

8.1.2 運輸政策白皮書

根據運輸政策白皮書—總論（交通部，2012），在 12 項交通策略中，與港埠相關的策略為策略 3-「結合智慧運輸技術，提供可靠服務」（圖 3）。主要是，以先進技術加強海空港物流處理，可有效降低貨車及商船裝卸貨物的作業時間，減少等待時間，進而降低燃油損耗。

另外在根據《運輸政策白皮書—綠運輸》中（交通部，2012），課題八與港埠相關。課題八是「運輸工程與場站設施節能減碳效益未被重視」。根據書中所述，國內 82~98 年間運輸部門場站的能耗係以平均年成長率約為 10%的情況增長（其中電力消費平均約占 94%），其在運輸部門能耗量的佔比亦從 0.7%增加至約 2.1%，這些資料顯示運輸場站在運輸部門節能減碳中的角色愈來愈顯重要。

而隨著新技術、新能源及新能源效率標準不斷提升，既有老舊運輸工程與場站設施已不符現今能源效率要求，而隨著社會對運輸服務品質與安全性要求之提高，相關設施之數量有增無減，結果不僅造成能源消耗的增加，亦缺乏整體增長趨勢之檢視與管理。近年來由於工程技術（包括工法與材料）、潔淨能源（如太陽能）及節能照明設施（如 LED 號誌燈與省能路燈）方面的進展，使得運輸工程與場站設施在節能減碳上的潛力逐漸浮現，因此有待進一步探討其所帶來實質 CO₂ 減量效益及相對應之因應策略。

此外，因應行政院公共工程委員會針對新建築（或新建工程）推動「綠建築」的設計標準，對於既存（或老舊）之運輸工程及場站設施如何導入綠建築的設計概念則仍待進一步深化。以運輸場站為例，長時間使用的空調、照明、電梯等日常耗能量佔最大比例，以夏日來說，空調用電比可高達 40~50%，照明用電比亦佔約 30~40%，因此如何依「綠建築」理念，重新規劃設計空調及照明系統，將是運輸工程與場站設施節能減碳重要的課題之一。

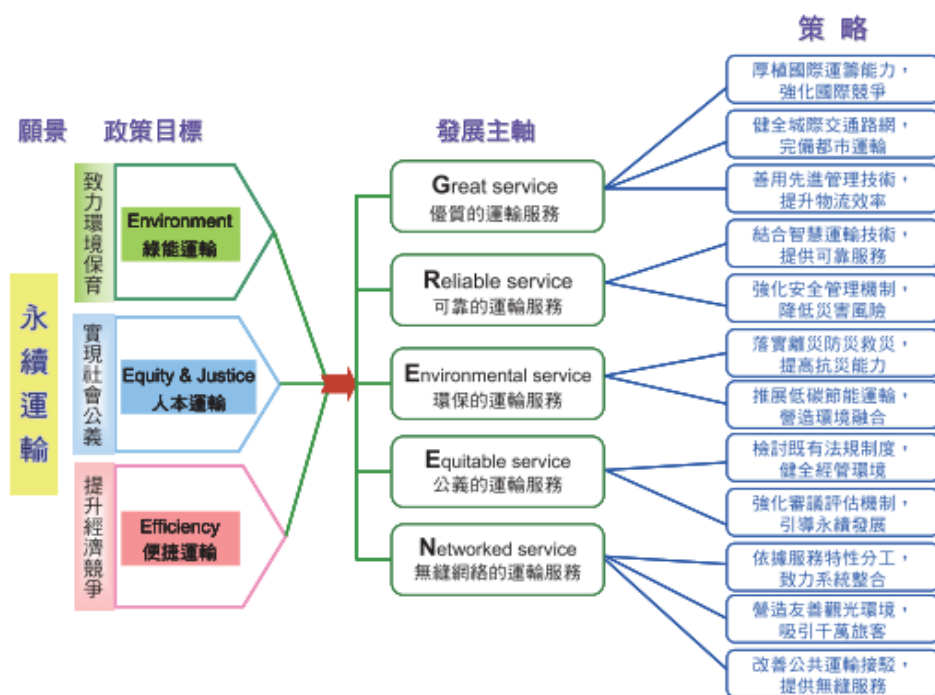


圖8.2 運輸政策目標、發展主軸與策略整體架構圖

資料來源：交通部運輸政策白皮書—總論, 2012.

《運輸政策白皮書—綠運輸》中，提及運輸部門 CO₂ 排放減量目標係依據 100 年 8 月 31 日「行政院節能減碳推動會」100 年度第 2 次委員會會議決議通過的各部門目標年允許排放量之責任分配。其中，2020 年運輸部門 CO₂ 允許排放量為 34.5 百萬公噸，至 2025 年允許排放量為 29.7 百萬公噸。但是在運輸部門研訂的 CO₂ 減量策略目標中，與港埠地區相關者僅有(5) 大貨車能源效率提升 20%。

而在其三大政策、八大發展方向中，策略 7「提升貨運能源使用效率」的具體作法有二，包括「持續補助大貨車加裝導風板」，以及「提升軌道貨運量」。但目前國內各港口的軌道運輸皆大幅衰退，目前僅餘臺中港與花蓮港仍有部分軌道運輸，提升軌道貨運量與目前港埠運輸的趨勢不盡相符。

策略 8「強化航空、水運及運輸場站與工程節能減碳」與港埠節能減碳直接相關之作法包括：

1. 港區裝卸機具及設施電氣化：提升裝卸機具及設施之能源效率。
2. 推動岸電供應設施：減少船舶在港區無謂運轉，造成額外能源消耗。
3. 推動新建運輸場站取得綠建築標章：從新建場站著手減少其能耗。
4. 改善運輸場站空調、照明設備，增設自動化裝置：提升既有場站之能源使用效率。
5. 推動運輸場站建置能源管理系統(BEMS)：透過軟、硬體之整合，提升場站整體能源效率。
6. 提高道路照明能源效率：減少道路照明之無謂能源浪費。

上述作法 1、作法 2 之權責單位指定由航港局與港務公司主辦，其餘則是由各相關單位主辦，但與港埠地區節能減碳相關之項目。

8.1.3 政策彙整

根據本研究之前期計畫蒐集各國港口的節能減碳措施^[16]，與前節中央政府規劃的各項措施，彙整於表 8-1 與表 8-2 中。

表8-1 港埠節能減碳整體策略(1/2)

標的	策略	措施
遠洋船舶	港外航行減速	1.鼓勵自願減速
		2.碇泊費優惠
	高壓岸電	1.設置高壓岸電
	岸上供熱	1.研擬岸上供熱以取代船舶靠泊時使用輔助鍋爐
港勤船舶	使用岸電	1.所有港勤船碼頭建置岸電
	汰舊換新	1.自有或代營運之港勤船逐年汰舊換新
		2.民營港勤船限制船舶出廠年份
		3.船舶整修
	排程改善	1.調整排程，減少航行與等待時間
	使用生質柴油	1.協調中油船用油添加一定比例生質柴油
裝卸機具	設備電氣化	1.汰舊換新為電力起重機
		2.油改電
		3.拖車頭、堆高機改為電力
	能源回收	1.柴油機起重機裝設能源回收設備
		2.電力機起重機裝設能源回收設備
	替代能源機具	1.油電混合動力拖車頭、電動拖車頭
		2.液壓混合動力拖車頭
		3.空氣動力車
		4.瓦斯車、壓縮天然氣拖車
重型卡車	降低車齡組成	1.設立空品淨區，限制進入港區車齡
	降低港區停留時間	1.車道管制自動化
	櫃場智能化管理	1.建置櫃場裝卸智能化系統
外購電力	減少櫃場、道路及碼頭現場照明用電	1.建立合理照明標準
		2.更換節能燈具取代傳統照明器具
		3.建置智能化照明管理系統
	運輸場站節能管理	1.改善運輸場站空調、照明設備，增設自動化智慧控制裝置
		2.推動運輸場站能源管理系統(BEMS)
	設置風力發電設備	1.依各港條件設置大中小型風力發電機
	裝設太陽能設備	1.建築屋頂鋪面全面鋪設太陽能板
	推動綠建築	1.新建築需符合綠建築規範

表8-2 港埠節能減碳整體策略(2/2)

標的	策略	措施
港區營運	降低單位產值碳排放密度	建立主要設備效率指標 (Bench Marking)率指標。
		完成主要設備效率檢測與節能診斷
		擬訂主要設備耗能基準及標示方式
		推動「港區節能及溫室氣體管理計畫」：輔導廠商進行溫室氣體盤查及查證工作、成立節能減碳服務小組，以協助廠商推動節能減碳措施。
	規範進駐港區廠商應採能源使用效率符合標準之設備。	研議進駐廠商應採最佳效率作業流程之要求與審查機制。
	輔導廠商提高節能減碳能力	提供廠商節能減碳技術輔導
		提供「購置節能設備融資保證」
		辦理廠商節能減碳措施講習、人員培訓及宣導
	導入港區溫室氣體盤查、登錄、查核、驗證制度	建立廠商申報溫室氣體盤查資料制度
		完備溫室氣體統計資料，建立各港溫室氣體排放清冊
		輔導廠商溫室氣體排放量盤查與查證
	推動碳揭露	定期公布港區碳排放清冊
		鼓勵港區廠商碳揭露
	導入能源技術服務業 (ESCO)	鼓勵/媒合廠商與能源技術服務業
	推廣貨物運輸排程合理化暨經營管理系統整合	推動建置經營管理系統
	冷源整合利用	利用液化氣體油輪減壓吸熱原理，結合需使用冷源之產業。
	推動造林及廣植行道樹	於港區空地、分隔島普遍種樹。
		擬定路樹修剪規則
	研究氣候變遷調適	辦理臺灣港區全球氣候變遷調適研究

8.2 策略地圖規劃

根據本研究之前期計畫蒐集各國港口的節能減碳措施，評估出在臺灣優先可行的措施如下^[16]：

- (1)制定潔淨燃料標準：可規範進港船隻更換潔淨油品、政府機關船隻及渡輪帶頭使用潔淨油品等。
- (2)加嚴船速限制：透過降低船速節省燃料，以達到減碳目的。
- (3)港區車輛限制：限制燃油效率較佳之清潔車輛進出港區。
- (4)節能措施推廣：如推動港區人員環保訓練課程等措施。
- (5)裝卸設備之改造：透過設備改造，將用油改成用電，或是加裝能源回收設備、改善能源使用效率等。
- (6)推動岸電：鼓勵船舶靠岸時關閉發電用的輔助引擎，改為使用岸電。
- (7)推廣再生能源使用：推廣太陽能、風能等作為再生能源。

上述措施，第(1)屬於環保署權責，第(7)項受限於多項條件限制，建議由臺電推動，其餘部分納入港區未來的節能減碳措施中。而政府單位一般的節能減碳措施，不屬於港區專有者，暫不列入本章討論範圍。

圖 8.3 為策略地圖，主要概念從船舶減碳、港區裝卸減碳、車輛減碳以及深化節能減碳觀念出發。主要策略包括：船舶減速、船舶岸電、裝卸及照明設備改造、清潔卡車、溫室氣體盤查與揭露等 5 大類，以下各節分別詳述之。

臺灣港區節能減碳策略地圖

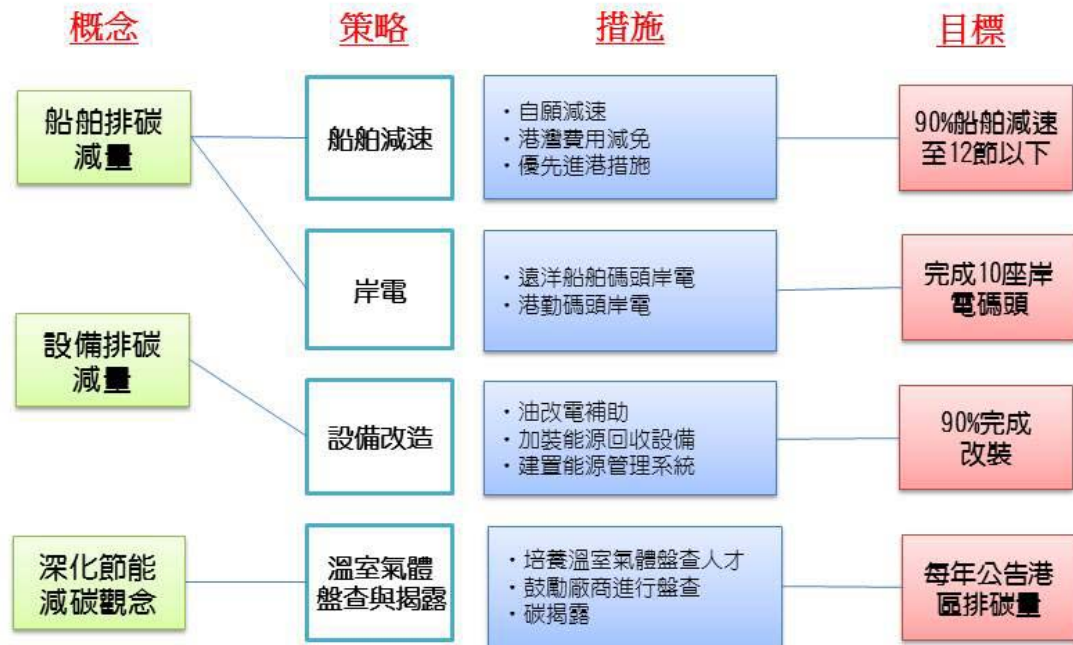


圖 8.3 策略地圖

8.3 減速計畫

鑒於船舶低速航行有利於減少空污排放，自 2007 年起，長堤港每年花費 220 萬美元執行綠旗計畫(Green Flag Plan)，鼓勵船舶在離港 20 哩外的範圍內將船速降到 12 節以下，而長堤港作為對船公司參與該行動的回報，訂定減收配合船隻之的船舶港口費^[16]。

長堤港界定以 Point Fermin 燈塔為中心、半徑 20 哩的半圓海域為降低船舶航行速度的範圍，由美國南加州海事交換中心以雷達測速器紀錄在此範圍內航行的船舶速度。若停靠長堤港的船舶在 12 個月內 100%達到要求，可獲得綠旗標誌作為環保成就獎；而全年達標率超過 90%的船隻，在未來 1 年內的港口費將減少 15%船塢費（dockage reduction）做為獎勵，若達到 40 哩減速要求者，則給予 25%的船塢費

折扣。此舉獲得各國家遠洋貨輪的支持，目前履行率超過 90%，獲得全面成功。洛杉磯港亦配合長堤港執行同樣作法，目前亦將執行範圍擴大至 40 哩。

以 2009 年為例，有 150 家航商參與此計畫，有 14 家航商獲頒綠旗標誌，包括我國的萬海航運。萬海自 2007 年起就開始參與此項自願性船舶減速計畫，依自願性承諾在靠近長堤港 20 海哩前自動減速至 12 海哩以下，且在 2008 年後的所有萬海營運船舶皆全數達到標準，2009 年更擴大參與 40 海哩前之自動減速計畫，因此於 2007 年至 2009 年連續三年獲頒綠旗標誌。

此項措施已有先例，且根據環保署調查，國內 31% 的航商曾參與過減速計畫，利於推動。但衡諸長堤港及洛杉磯港推動成功的關鍵，在於船塢費的減免，以及進港管制。以往船舶可能為了搶先進港而加速行駛，但是在綠旗計畫實施之後，先到者不一定能先進港，慢到者又可享受船塢費的減免以及省下的油錢，因此航商的配合度非常高。

8.3.1 背景分析

根據 AIS 資料分析(0)，臺中港及高雄港約有 7-8 成船速在 12 節以上，臺北港近 4 成，而基隆港及花蓮港則僅有約 1/4 的比例超過 12 節。這顯示在臺中港及高雄港有很大的船舶減速推動空間。

如果將 AIS 的船速資料在 1 節以下者視為在港外錨泊等待進港，則高雄港與基隆港的比例皆超過 5%，臺中港及臺北港則分別為 1.2% 及 1.7%，花蓮港則不到 1%。進一步分析船舶數（表 8-4），則發現港外船速有達 0 之船隻比例，基隆港達 4.55%，高雄港達 1.04%，其餘各港則都在 1% 以下。換言之，若將優先進港列為船舶減速的獎勵措施，可能只有前往基隆港的船舶才有比較大的誘因。

表8-3 各港港外 20 浬船速分佈比例

船速	臺中港	臺北港	花蓮港	高雄港	基隆港
<1 節之比例	1.2%	1.7%	0.7%	5.7%	5.0%
1-12 節	36.1%	60.1%	75.3%	24.4%	70.0%
>12 節之比例	62.8%	38.2%	24.0%	69.9%	25.0%

根據 2009 年 4 月~2011 年 12 月 AIS 資料分析

表8-4 各港港外 20 浬內錨泊比例

港口	總船日數	船速 0 之船日數	比例
花蓮港	126,642	1,016	0.80%
高雄港	423,850	4,400	1.04%
基隆港	191,475	8,709	4.55%
臺中港	334,589	707	0.21%
臺北港	239,305	1,778	0.74%

根據 2009 年 4 月~2011 年 12 月 AIS 資料分析，將港外 20 浬內船速 0 者視為有錨泊紀錄者。

8.3.2 策略規劃

參考環保署的規劃，實施方案說明如下^[16]：

- 於五大商港（臺北港、基隆港、臺中港、高雄港及花蓮港）20 浬範圍內，航行速度需在 12 節以下。
- 達成率目標：中程(民國 105 年)50%，長程(民國 110 年)80%以上。
- 訂定排除條款，符合 3 項除外因素者，不列入減速計畫要求(表 8-5)。

- 採自願性質，承諾配合並達成目標者(年達成率 90%)，以敘獎及頒發新聞稿表揚。

表8-5 減速計畫排除條件

項目	條件
颱風期間	發佈颱風海上警報前 8 小時，至颱風海上警報解除 8 小時內。
風力條件	當風力級數達 7 級風以上 (13.9~17.1m/s)，前後一小時內進出港之船舶。
其它因素	其它安全或不可抗拒之因素

環保署的規劃純粹是自願性質，僅榮譽性的頒獎，並未提供實質鼓勵。建議各港在推動時，可以提供兩項實質鼓勵措施，包括優先進港，以及停泊費用減免。

優先進港措施，若在航務非常繁忙，時常要等待入港的港口應該很有吸引力。但臺灣的港口進出船舶數不如早年，等待進港的情形相對較少，因此本措施僅作為輔助的獎勵措施，較不具有實質意義。

船舶進港費用減免是有實質意義的措施，一般費用包括港灣業務費以及棧埠業務費。

港灣業務費包括碼頭碇泊費、浮筒費、曳船費、帶解纜費、給水費、垃圾清理費等。棧埠業務費包括裝卸費、倉儲費、碼頭通過費及設備使用費等^[67]。以上這些費用，只有碼頭碇泊費及浮筒費是由港務公司收取，其餘則是由提供服務的單位收取。因此如果要提供相關費用減免給減速船舶，應以碼頭碇泊費及浮筒費為主較有吸引力。

假設 80%的船舶符合減免規定，以高雄港為例，若比照長堤港減收 15%費用，估計一年最多會減少收入達約 6,400 萬元(表 8-6)。

若經費不許可，亦可將額度縮小至 5%，每年只減收 2,100 萬元，對航商而言，政府已展現誠意，且配合減速計畫能有受獎的榮譽，有助企業形象，又可減少部分油料，廠商的配合意願應該會增加。而且港務公司考量競爭力，近幾年亦有調降停泊費用。可將原本預定降價的空間隱含在減速計畫的折扣中，亦可降低收入減少的影響。另外可向空污費爭取專案計畫補助，減緩計畫初期的衝擊。

表8-6 船舶減速計畫減收費用估算

項目	數量	單價	單位	金額
一般碼頭停泊	1,275,236	209.73	艘時	267,455,246
貨櫃碼頭停泊	123,051	2102.1	艘時	258,665,507
浮筒停泊	92,464	93.9	艘時	8,682,370
合計				534,803,123
減免 5%			年	21,392,125
減免 10%			年	42,784,250
減免 15%			年	64,176,375

資料來源：依據交通部高雄港務局 99 年度決算書之停泊費用，估算不同減免額度之總金額

8.4 岸電

岸電可分為港勤船舶岸電與遠洋船舶岸電。港勤船一般為低電壓，使用的岸電與一般室內用電相同即可，技術困難度低，投資成本也低，國內許多岸電碼頭皆已有岸電設施。遠洋船舶由於靠岸時的用電量大、電壓高，而且電壓、電頻多樣，投資金額非常高。本研究的第一年計畫已針對岸電分析其成本效益，並提出未來推動之建議。

8.4.1 背景分析

目前五大港的港勤碼頭，除了臺北港和高雄港的民營業者碼頭尚未完成設置岸電以外，其餘各港的港勤碼頭皆已完成岸電設置。除了臺北港沒有海巡船進出外，其餘各港的海巡碼頭也都已完成岸電建置。因此在港勤碼頭部分，已接近 100%。

在遠洋船舶的岸電部分，目前高雄港第六貨櫃中心(108-111 碼頭)完成岸電設置，但尚未正式啟用。115~117 碼頭亦完成岸電設置的規劃評估，在碼頭改建時同步建置岸電設施。臺中港、花蓮港等也都陸續發包規劃案。此外交通部於 101 年出版的「運輸政策白皮書—綠運輸」中的策略 8：「強化航空、水運及運輸場站與工程節能減碳」項目，亦將岸電設置納入，未來各港將優先設置至少 1 座岸電示範碼頭。

本計畫先前評估岸上直接供電取代燃燒柴油或重油，約可減少 14.7% 的碳排放量^[31]；然而以能源局最新公告的電力係數推估，減碳量提高至 24.8%。

8.4.2 策略規劃

針對各港口的岸電設施，考慮成本效益，建議優先推動同一船隻重複到港停靠比例高、停泊船數多、停泊噸位大的貨櫃船隊碼頭優先建置。採用地下固定式、6.6kV/11kV、60Hz 的岸電供電模式，可符合未來國際標準。

台電供電無須變換頻率，可減少變頻成本，對我國建置岸電有利。但因為建置成本仍高，在有岸電設備船舶不普及的情況下，成本恐怕很難回收，建議可先趁碼頭修建時先預留地下管路，等待時機，可大幅節省岸電建置經費。

由於岸電設置成本高，目前已裝置岸電的船舶又很少，因此應針對優先利用率高、停泊船型固定之碼頭優先建置。例如自有碼頭及船

隊的航商便非常適合，高雄港第六貨櫃中心的高明貨櫃碼頭、洛杉磯港的中海公司專用碼頭優先設置岸電，都是相同模式下建置的案例。

建議作法如下：

- 各港貨櫃碼頭優先設置至少 1 座岸電示範碼頭。
- 評估各類型碼頭建置岸電的優先順序。
- 未來碼頭改建或新建碼頭，一律先預留岸電管路。
- 碼頭岸電用電模式及經營模式評估分析。
- 建立岸電設置及經營模式指引。
- 逐年建置岸電碼頭。

四大國際港 3 年內各建立一座示範碼頭。所有港勤船、遊艇碼頭全面提供岸電。新建或維修碼頭時，皆須預留岸電管路。港勤船、小型船所需為一般市電，沒有規格介面等問題，可優先推動。推動高壓岸電，碼頭預留管路是最省成本之作法，應優先辦理。

短期：至 2015 年，四大國際港各建立一座高壓岸電示範碼頭。

所有港勤船、遊艇碼頭全面提供岸電。

各港新建或維修碼頭時，皆須預留岸電管路。

中期：至 2020 年，全國商港建立 10 座高壓岸電碼頭。

8.5 設備改造

目前現有可行成熟的節能改裝技術，包括門式機油改電、起重機能源回收設備等，另外是使用節能照明設備，搭配能源管理系統的使用。

8.5.1 油改電補助

目前港區主要設備：橋式機皆為用電，門式機、跨載機等用油較多。短期目標可優先將門式機全面油改電，技術沒問題，成本較換新機低。其餘跨載機、貨櫃起重機等，則需逐年汰舊換新，新機採電動式。可訂定補助計畫或獎勵措施，三年內門式機全面油改電。

門式起重機（RTG）的柴油發動機是貨櫃碼頭的主要裝卸機具，也是碼頭的油耗大戶，也在作業過程中產生廢氣污染。以深圳港蛇口貨櫃碼頭為例，至 2010 年底，全面將碼頭的 91 部門式機改裝為使用市電，投資金額達 1.1 億人民幣，評估每年減少二氧化碳 2 萬噸，並節約 2500 萬元生產成本。鹽田國際貨櫃碼頭則於 2010 年完成 182 台 RTG 改裝，共投資 1.4 億人民幣，估計每年減少碳排放 25,530 噸。赤灣貨櫃碼頭於 2009 年完成全部 102 台 RTG 改裝，總投資 9400 萬人民幣，每年可減少柴油消耗 650 萬升^[69]。

以高雄港為例，高雄港 99 年度的排放量較前一年度下降，主要原因是兩大航商將主要設備改為油電混合或純電力。長榮海運股份有限公司在 98 年度新購 4 部電力輪胎式門式起重機，並將原有的 25 部輪胎式柴油門式起重機改裝為油電混合。因此 99 年度現場全面改用電力，門式機僅在碼頭往垂直方向移機時，才需要用到柴油機。總計 99 年度長榮用油量減少了 516,254 公升柴油，相當於減少了 1,433 公噸的二氧化碳排放量。另外陽明海運淘汰了 16 部柴油輪胎式門式機，改用 12 部電力軌道式門式起重機，全年柴油用油量因此減少了 1,415,100 公升，相當於減少了 3,928 公噸的二氧化碳排放量。若不計入轉移成電力的間接排放量，則二家公司合計每年的溫室氣體減量即超過 5 千公噸。

統計 5 大港裝卸機具資料，目前約有 100 部柴油門式機。由於門式機的機型眾多，價格從上百萬到數千萬都一部，以每部改裝費用 400 萬元估算，估計全部改裝成用電，約需 4 億元。考量使用柴油的碳排

放，及改用電造成的二氧化碳間接排放量，計算其差值，估計每年可以減少約 1800 公噸二氧化碳排放量。

考量油改電後，能源支出會降低，因此可以從減少的能源支出逐年回收成本。以每年每部機減少 4 萬公升柴油使用量計算，每年約可節省 70 萬元，因此投資 400 萬元改裝後約可在 6 年內回本。故廠商尚未改裝原因可能在於無法一次投入這麼多的成本，若政府能夠提供貸款，即使採用一般利率，亦可吸引廠商投資改裝，後續再逐年償還貸款。如此一來，政府僅需提供周轉金，在政策執行完畢後，並不會有實際支出。這是能源服務業(Energy Service Companies,ESCOs)的概念，只是由政府提供資金，且不以營利為目的。

若貸款利息仍由廠商支付，廠商以 8 年時間償還貸款，則政府在前 3 年只要提供約 3 億元的基金提供周轉，第 5 年降至 2 億，第 7 年降至 1 億元。高雄港是柴油 RTG 最多的港口，柴油 RTG 佔了全國 7 成以上數量，目前高雄市的空污基金的額度即應可支應此項周轉金。

8.5.2 加裝能量回收設備

門式機一般的作業過程分為走小車、大車及吊掛起升。其中起升分為起升上升與下降，而對於柴油消耗最大的就是起升上升，而下降的時候，一般處理方法就是將重力位能消耗於能耗電阻上，然後以散熱的方式釋放至空氣中。事實上，這部分的能量是可以回收的，這便是油電混合動力車的省能原理——將煞車時的能量回充至電瓶中。目前可使用的技術包括：超級電容、飛輪儲能(Flywheel Regeneration)、鋰電儲能及鎳氫電池儲能，亦可利用貨櫃下降時的重力帶動發電機運轉產電。有報導指出，使用此混合動力技術約可節省 30%—50%的柴油消耗^[69]，降低約 30 分貝的噪音。目前主要應用在柴油門式機上，但同樣高耗能但使用電力的橋式機，理論上也應該能用此方式回收能量。有報導利用在使用電力貨櫃起重機上^[70]，減碳最高甚至可達 60%，唯一的缺點是初期的投資成本高。

8.5.3 照明系統改善

港區碼頭及櫃場常需 24 小時作業，且為了安全，因此夜間照明的耗電量驚人。以高雄港第五貨櫃中心為例，櫃場有 600 盞照明燈，每盞燈為 1000W，夜間基載即高達 600kW。因此應提高戶外照明能源效率，減少道路照明之無謂能源浪費，並配合推動運輸場站建置能源管理系統（BEMS），透過軟、硬體之整合，提升場站整體能源效率。

臺中港於 97 年底將臺中港碼頭夜間裝卸照明設備分期分區推動碼頭照明節能燈光控制。以中突堤 20-31 號碼頭照明節能燈光電腦控制系統為例，該區現各碼頭面裝設裝卸照明燈具 1000W 鈉燈 8 盞及路燈 250W 鈉燈 3 盞，利用節能燈光電腦控制系統，將碼頭燈光控制為當夜間碼頭船舶裝卸貨作業時，1000 瓦 8 盞之裝卸照明即開燈，此時 250 瓦 3 盞關燈；當夜間碼頭無船舶作業時 1000 瓦 8 盞關燈，250 瓦 3 盞即開燈，即碼頭無作業時僅 250 瓦 3 盞開燈，可節省 7,250 瓦之電力消耗，節能效果達 90%。

目前櫃場照明一般使用高壓鈉燈，發光效率可達 180 lm/W，僅次於低壓鈉燈的 200 lm/W，而低壓鈉燈的價格為高壓鈉燈的 8 倍，且非市場主流產品。其它各式燈具的發光效率皆在 100 lm/W 以下，因此櫃場、碼頭、道路等作業場所應將傳統的水銀燈更換為高壓鈉燈。搭配電腦控制，可將櫃場的照明用電降至最低。

8.5.4 建置能源管理系統

建築能源管理系統，簡稱為 BEMS (Building Energy Manager System)，是對建築設備作監視與管理，再依建築的規模大小，作出最適化的運轉機制。包括建築物或建築群內的變配電、照明、電梯、空調、供熱、給排水、能源使用狀況及節能管理實行集中監視、管理和分散控制的建築物管理與控制系統。

以高雄港為例，各貨櫃中心由港務公司統一供電，各廠商再依據

各自的用電量，由港務公司代收代付給臺電。因此應可以整個貨櫃中心為單位，建置能源管理系統。

8.6 溫室氣體盤查與揭露

由於人類的各種活動，都可能會造成碳排放。如果能明確知道何種行為會產生多少碳排放，才有機會進一步去減少排放量。因此，為了揭露各種行為和產品的「碳排放量」，碳揭露專案(Carbon Disclosure Project, CDP)計畫即因應而生。

「碳揭露計畫」是一個獨立的非營利組織，總部位於倫敦，是由 534 個管理資產總額達 64 兆美元的投資機構與 60 個採購組織，如百事可樂集團(Pepsi)、吉百利(Cadbury)、沃瑪特集團(Walmart)共同發起，透過多年發展與資料蒐集，目前已累積大量企業與氣候變遷的相關資料。CDP 的作法是要請各大企業填寫 CDP 設計的問卷，公開企業溫室氣體排放量，以及處理氣候相關之投資風險和機會的因應策略報告。

隨著綠色消費意識抬頭，消費者越來越重視購買的商品是否是環境友善產品，加上投資人的響應，越來越多企業重視「碳揭露」。101 年 3 月臺灣各港埠聯合成立了臺灣港務股份有限公司，希望以企業化經營的方式，增加商港的競爭力，因此同樣需要以企業的角度面對碳揭露的議題。

以洛杉磯港為例，2007 年首度辦理了以 2006 年為基準年的溫室氣體盤查。盤查的目的是自願性配合加州氣候行動登錄專案(California Climate Action Registry, CCAR)。在 2007 年完成盤查後，將其 2006 年的基準年溫室氣體(greenhouse gas, GHG)的排放量，透過 CCAR 的網路登錄工具(CARROT)完成登錄，且在 2007 年 10 月由第三公正單位驗證通過，之後並持續進行年度盤查及登錄。這便是一種碳揭露的行為，向社會大眾宣示該港推動溫室氣體減量的決心。

所謂的盤查，是以年度為單位，清查組織在該年度，於一定範圍

內溫室氣體的產生、增加、移除的量。盤查結果作為該組織該年度的溫室氣體排放量，亦即為溫室氣體減量及碳排放交易的基礎。若盤查的目的是碳排放交易，則需提高保證等級，此時一般會以會計帳的精神盤查，亦即把碳排放當成公司會計一樣精算。目前國際上盤查依照的是 ISO 14024 指引，若要參與碳交易市場，亟需透過此指引與國際接軌。國內的盤查機制則分為三個系統，其中電力業、汽電共生業、煉油業、再生能源業、氣體燃料業之盤查機制指引由能源局製作；非屬能源局產業之盤查機制指引由工業局製作；其它各行業之盤查機制由環保署製作。

透過公開盤查結果，可展現企業進行溫室氣體減量的決心，讓外界瞭解企業每年在減碳上的努力，亦可成為督促企業進步的動力。

8.6.1 培養溫室氣體盤查人才

鼓勵港區業者培養內部稽查員。透過派員送訓認證機構的方式，建立人才庫。未來才能配合政策，定期進行內部溫室氣體盤查。港務公司亦可聘請認證機構到港上課，方便港務公司及各廠商派員送訓。送訓後通過考核，同樣可以頒發內部稽查員證書。

8.6.2 減碳輔導

輔導港區內之事業單位依 ISO 14064-1 規範進行組織層級溫室氣體排放量盤查，並依照 ISO 14064-2 規範擬訂計畫層級之排放減量計畫。同時可輔導推動事業單位完成環保署「國家溫室氣體登錄平台」之登錄作業。已執行溫室氣體排放盤查者，可推動由具公信力之第三者專業驗證機構進行 ISO 14064-1 查證。

8.6.3 碳揭露

鼓勵廠商進行年度盤查，並進行減量計畫。符合碳揭露標準者，頒發獎勵。相關報告可摘要公布於網站，或是登錄於環保署「國家溫室氣體登錄平台」。

8.7 資金規劃

資金規劃如表 8-7 所示，從 102 年起規劃，先規劃至 110 年，主要支出是岸電碼頭的建置。其中，A1、A3 項目為鼓勵措施，不需特意編列經費。

A2 的經費係預估補助獎勵減免 5%靠泊費時，港務公司減收的金額視為支出。初期預估僅 50%船舶能達到減免標準，然後每年遞增 10%，至 108 年達到 90%的船舶符合減免標準。

B1 遠洋船舶碼頭的高壓岸電是投資金額最高的項目預估在 106 年先完成每港有 1 座岸電碼頭，到 120 年完成至少 10 座岸電碼頭。

B2 港勤碼頭岸電設置單純，除了少數尚未設置岸電的港勤碼頭外，其餘遊艇碼頭、關稅緝私艦停靠碼頭及海巡碼頭都應一併設置。因為係直接使用岸電，設置技術單純，設置成本較低。

C1 油改電補助僅提供貸款，廠商再逐年歸還，因此 106 年以後有收入。C3 亦利用貸款方式補助廠商加裝能源回收設備。二個項目都預估 8 年回收完貸款。

D 大項偏向行政措施，費用不高。D1 擬連續三年辦理訓練班，培訓相關人才。D2 擬徵求自願廠商，進行示範性的溫室氣體盤查，並申請認證。D3 在鼓勵廠商碳揭露部分，提供敘獎，這部分沒有編列預算。但是港務公司自己要帶頭做碳揭露，因此每年應編列預算辦理內部盤查。

另外增加 E 大項，針對有潛力的技術，提供研究經費。必要時增加經費，進行原型測試。若測試可行，再規劃相關推廣措施。

表8-7 經費規劃表

策略	措施	投入預算(千元)								
		102年	103年	104年	105年	106年	107年	108年	109年	110年
A. 船舶減速	A1. 自願減速									
	A2. 港灣費用減免			18,000	22,000	25,000	29,000	33,000	33,000	33,000
	A3. 優先進港措施									
B. 岸電	B1. 遠洋船舶碼頭岸電	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000		40,000		40,000
	B2. 港勤碼頭岸電	2,000	4,000							
C. 設備改造	C1. 油改電補助		11,900	9,850	8,200	-4,900	-4,850	-4,800	-4,800	-4,800
	C2. 加裝能源回收設備					14,000	26,000	36,000	46,000	40,000
	C3. 建置能源管理系統		2,000	6,000	6,000					
D. 溫室氣體 盤查與揭露	D1. 培養溫室氣體盤查人才	400	400	400						
	D2. 鼓勵廠商進行盤查		800	800						
	D3. 碳揭露	800	800	800	800	800	800	800	800	800
E. 新技術研 發	E1. 鍋爐岸電可行性評估				2,000	5,000				
	E2. 港區能源管理系統研究	1,800								
	E3. 能源回收設備改裝研究		2,000	2,000						
合計		45,000	61,900	77,850	79,000	79,900	50,950	105,000	75,000	109,000

註：C1油改電補助僅提供貸款，廠商再逐年歸還，因此106年以後有收入。

C3亦利用貸款方式補助廠商加裝能源回收設備。

第九章 結論與建議

由於溫室效應引發的氣候變遷問題逐年加重，世界各國陸續推動節能減碳等因應措施，期減少溫室氣體產生，。為了能達到「節能減碳」之目標，交通部已研訂「重建國際門戶，提升國家競爭力」及「推動永續綠運輸，符合節能減碳」等 2 大施政方向，全面推動交通建設節能減碳，並以生命週期（即自規劃設計到施工至運轉全程）概念推動節能減碳交通建設服務，除規劃配合政策與補助研發經費外，並擬定中長程計畫，以求逐步達成目標。在國際貿易發達的現代，港灣在各國中扮演貨物進出口的重要角色。但是港口內的各式輪船與機具，也都是二氧化碳的大量排放來源。本計畫將針對臺灣地區國際港埠進行研究，希望能掌握國際港埠溫室氣體排放現況，並研究通盤減量對策。

本計畫為四年期研究之第二年，主要探討港區空氣污染物及能源消耗之估算方法與營運機制研究，草擬船舶空污排放標準以及港埠減排法規；並以節能減碳作目的，研究碼頭裝卸與陸上運輸之標準作業程序，以及節能減碳經營管理的具體措施。工作項目包括：(1)在第一年的基礎上，利用現場抽樣、檢測及分析，調整排放量推估參數或係數，修訂推估方法；(2)持續調查主要港口 100 年度的排放量，包括基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港，並首度納入台北港，另利用修訂後的推估法修訂前二年度之排放清冊，並建立 100 年度排放清冊，再進行歷年比較；(3)進行碳交易在港埠地區推動之研究。研究結論與建議如下：

9.1 結論

高雄港遠洋船舶停泊時間偏高情形，確認為港勤船舶與靠岸維修船舶所造成。排除後停泊時間即明顯下降，進而排放量下修。遠洋船舶排放量推估方法修訂為排除靠泊維修碼頭之船舶，僅納入港外航行及調度之排放量。

修訂各類裝卸機具預設參數，並以能源局最新公布的電力係數修訂使用電力之溫室氣體排放量。98 年及 99 年度之排放量皆已完成修訂。依據新電力係數推估，遠洋船舶使用岸電之減碳效率可達 24.8%。

遠洋船舶硫含量調查發現柴油硫含量平均為 2,974ppm，重油硫含量平均為 2.4%。油輪燃油平均硫含量都最低。重油硫含量以散裝貨輪最高，柴油以貨櫃輪最高。歐洲和國內線的船舶，柴油和重油的硫含量都明顯偏低。從加油港來看，重油以新加坡與法國加油的硫含量明顯較低，柴油則是以高雄、廈門及釜山最低。顯示國內供油品質優於國際水準。

本研究測試以採氣袋針對港勤船、漁船及裝卸機具進行採樣；以遙控直昇機測試遠洋船舶；以 OBS 測試重型卡車，皆經過實地執行檢測作業，可作為檢測排放量之測試手段。

漁船、港勤船、遠洋船舶、機具與重型卡車的排氣採樣分析樣本雖然有限，但現有分析結果與排放量推估方法中使用之排放係數推估結果相較，尚屬可接受範圍，顯示目前使用之係數可延續使用。

各港 100 年度 CO₂e 排放量推估結果：高雄港 1,473,369 公噸最高，臺中港 215,346 公噸居次，基隆港 138,460 公噸排第 3，臺北港 54,232 公噸排第 4，花蓮港為 23,932 公噸規模最低。各空氣污染物歷年排放量如表 9-1 所示。

各港排放量，普遍以遠洋船舶最高，其次多為漁船，自有車輛的排放比重則非常低。其中遠洋船舶又以停泊時之排放量最高。以範疇區分，範疇三遠高於範疇一加範疇二的排放量。

本研究今年度導入排放量資料品質分級評估，有助於提升排放清冊品質，瞭解資料來源、推估程序及係數參數使用上，可進一步改善之部分，進而提升數據品質。

表 9-1 各港近三年排放量

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	THC	CO	SO _x	PM	CO _{2e}
花蓮港	98 年	248	11	28	321	21	30,284
	99 年	271	12	31	299	22	33,574
	100 年	205	9	23	253	17	23,932
高雄港	98 年	18,181	857	2,175	16,244	1,444	1,645,069
	99 年	16,953	804	2,056	15,238	1,332	1,541,803
	100 年	16,230	783	2,124	13,180	1,299	1,473,369
基隆港	98 年	2,009	82	198	2,014	164	161,035
	99 年	2,018	83	201	1,992	168	156,439
	100 年	1,826	91	474	1,565	163	138,460
臺中港	98 年	2,154	93	235	3,099	195	225,992
	99 年	2,348	103	259	3,779	198	265,464
	100 年	2,072	113	332	2,948	191	215,346
臺北港	100 年	575	25	66	803	54	54,232

國際海運實施碳交易制度尚未成熟，IMO 規劃之交易制度其實具能源稅之實。目前碳定價是海運溫室氣體排放管理的核心政策工具。而國際海運燃料稅制度較早實施，較容易將燃料稅轉換成碳稅。未來若欲建立港埠地區的碳交易制度，需注意政策相容性問題，以及推動制度可能遇到之障礙。

9.2 建議

排放量調查應持續修訂調查及推估方法，讓各項參數更接近實際狀況。可透過現場訪談、調查、觀察等方式來進一步提升各項推估資料的完整度、準確度與精確度，以提高排放資料推估之可信度。

漁船的排放量以全年發油量推估，因此佔各港很大的比重。但以國際商港的管轄範疇角度來看，漁船非商港管理單位管轄範圍，與港口業務量亦無關連，使得港區整體排放量有很大一塊無法處理，形同

排放量推估失真。建議未來推估商港排放量時予以排除，或是僅推估其在港內的排放量，不要用全年用油量推估，可避免造成排放比重非常高的假象。

依據國外經驗，油品硫含量可能有季節變化，建議未來可持續在不同季節採樣，累積更多數據，以確保 SO_x 排放量的推估更為正確。

船舶、門式機與卡車的測試方法雖證實可行，但若欲建立標準方法，則需更多預算投入，才能針對不同廠牌、機型建立合理而一體適用之檢測方法。而發展一套標準檢測方法需投入大量的人力、設備及資源，但就管制面之需求而言，以係數法建立排放清冊即可，量測法可以作為輔助，用在評估各項污染減量設備之成效上，進而建立校正係數，以修正使用減量設備後之排放量。

各港資料提供者已逐漸習慣每年提供排放量調查相關資料，未來可進一步規劃建置資料庫，由各負責人直接上網登錄。但現階段各港填報之資料錯誤率仍偏高，可先規劃資料庫，待填報人正確性提高後再推動網路填報。

港區碳排放交易環境雖然尚未成熟，但仍可做以下之因應：持續掌握國際海運溫室氣體排放管理政策發展，加強港埠綠色貿易管理，研擬港埠溫室氣體排放費，並盤點港埠溫室氣體減量潛力。

港區的節能減碳推動措施，建議推動限制遠洋船舶船速、建置遠洋船舶高壓岸電、改造裝卸設備為油電混合或純電動機、訓練溫室氣體盤查人員及推動碳揭露。另外針對有減碳潛力的技術，可撥與適當經費研發。

考量政府財力，推動廠商設備更新或改裝，可以用提供低利貸款的模式；推動船舶減速應有實質鼓勵為佳，額度不一定要很高，可將停泊費用折扣訂在約 5%即可。

本計畫雖已列出逐年推動主要節能減碳策略所需經費，仍需進一步蒐集市面產品價格、調查各港待改善空間等(如可更換的燈具數量)，配合政策(全額補助或部分補助)，做更詳盡的經費預估。

參考文獻

1. 行政院環境保護署溫減管理室網站
(<http://ivy5.epa.gov.tw/enews/Newsdetail.asp?InputTime=0981221164324>)
2. 推動臺灣參與氣候變化綱要公約網站
(http://unfccc.epa.gov.tw/unfccc/chinese/04_efforts/018_strategy.html)
3. 行政院環境保護署網站
(<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=12379&path=12405&guid=5c2aad3c-ff22-47a2-b1e4-8df8b68167e0&lang=zh-tw>)
4. 蕭慧娟，「臺灣溫室氣體減量政策及行動」簡報，行政院環境保護署，民國 99 年。
5. 產業溫室氣體資訊網，我國溫室氣體減量法架構與規劃
(<http://iggic.estc.tw/feature/printable.asp?id=1037>)
6. 立法院法律系統網站，能源管理法立法紀錄
([http://lis.ly.gov.tw/lgcgi/lglaw?@53:1804289383:f:NO%3DB01943*%20AND%20NO%3DA2%24%246\\$\\$\\$PD](http://lis.ly.gov.tw/lgcgi/lglaw?@53:1804289383:f:NO%3DB01943*%20AND%20NO%3DA2%24%246$$$PD))
7. 立法院法律系統網站，能源管理法法律現行條文
(<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=J0130002>)
8. 節能標章全球資訊網，節能標章公告
(<http://www.energylabel.org.tw/news/news/list.asp>)
9. 經濟部能源局網站
(http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?PageId=l_all_03)

-
10. 經濟部能源局網站
(http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?PageId=1_all_0)
 11. 國家溫室氣體登錄平台網頁(<http://www.ghgregistry.tw/>)
 12. 行政院環境保護署網站
(<http://www.epa.gov.tw/ch/artshow.aspx?busin=12379&art=2010051814434560&path=13925>)
 13. 交通部運輸研究所，「運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」，民國 95 年。
 14. 交通部運輸研究所，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立（2/3）－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」，民國 98 年。
 15. 交通部運輸研究所，「建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」期中報告，民國 99 年。
 16. 交通部運輸研究所，「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」期末報告，民國 99 年。
 17. 朱金元、林玲煥、鄭魁香等，「臺灣港埠與船舶節能減碳現況與未來發展規劃先導型研究」，交通部運輸研究所，民國 98 年。
 18. 行政院環境保護署，「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬」期末報告，民國 99 年。
 19. 行政院環境保護署網站
(<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=7603&path=12345&guid=ef557efe-d0d3-462d-8793-b384f9c7832a&lang=zh-tw>)
 20. 中華人民共和國交通運輸部網站

(<http://gkpc.moc.gov.cn/ShowNews.asp?ID=336>)

21. 中華人民共和國國家標準 GB/T 21339-2008 網站
(<http://www.51zbz.com/biaozhun/110527.html>)
22. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2005” (2007).
23. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2008” (2009).
24. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2009” (2010).
25. Port of Los Angeles (POLA), “2006 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2009).
26. Port of Los Angeles (POLA), “2007 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2010).
27. Port of Los Angeles (POLA), “2008 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2010).
28. USEPA, “ Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories” (2009).
29. POLB, “2006 Air Emissions Inventory” (2008).
30. The Port Of San Diego , “The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory” (2008).
31. 葉雨松等,「臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)」,交通部運研所,民國 100 年
32. 彭美心,「可交易排放許可權制度-臺灣地區廠商之實證研究」,中

央大學產業經濟研究所碩士論文，2000 年

33. 梁啟源，「能源稅、碳稅及碳權交易制之整合」，石油市場雙週報，2008 年 10 月
34. 羅時芳，「碳稅與碳交易：政策意涵及經濟分析」，環保署網站（<http://www.epa.gov.tw/FileLink/FileHandler.ashx?file=11746>），2008 年
35. 范建得、簡慧貞、石信智、吳奕霖，「碳交易的概念及其應有之法律規制」，永續產業發展雙月刊，No.49，2010 年 4 月
36. Man B&W, “Basic Principles of Ship Propulsion” (1990).
37. USEPA, Commercial Marine Inventory Development, July 2002. EPA-420-R-02-019
38. 陳秋奴等人，高雄港區空氣污染物管制與減量計畫期末報告，2000 年
39. 基隆市環保局，97 年度基隆市逸散空氣污染源及異味稽查管制計畫期末報告，2009 年
40. 董正欽、歐錫祺、陳秋奴，「89 年度高雄港區空氣污染物管制與減量計畫」計畫書，2000 年
41. E. J. Williams, et al., Emissions of NO_x, SO₂, CO, and HCHO from commercial marine shipping during Texas Air Quality Study (TexAQS) 2006, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, D21306, doi:10.1029/2009JD012094, 2009
42. E. Marmer, et al., What can we learn about ship emission inventories from measurements of air pollutants over the Mediterranean Sea, Atmos. Chem. Phys., 9, 6815–6831, 2009

-
43. Jan Duyzer, et al., Assessment of emission of PM and NO_x of sea going vessels by field measurements, TNO, 2006
 44. 行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處，「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬計畫現況說明」，2009 中美港口空氣品質清淨夥伴會議，民國 98 年。
 45. Eddy Huang, “Emissions Reduction and Technology Advancement,” Second Symposium on Global Emerging Environmental Challenges and Government Responses, November 6-9, CA(2009).
 46. The Port of Los Angeles, California Climate Action Registry Greenhouse Gas Emissions Inventory Calendar Year 2007, Dec., 2008
 47. 產業溫室氣體資訊網，<http://iggic.estc.tw/news/intro01.asp?id=1035>
 48. TURKISHMARITIME ,
http://www.turkishmaritime.com.tr/news_detail.php?id=7543&uniq_id=1291025782
 49. 交通部，2010 年港口國管制論壇，臺北，2010 年 7 月 5 日
 50. CARB, Port of Los Angeles(POLA), POLB,“San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan”(2006).
 51. Emissions Reduction and Technology Advancement,“Eddy Huang, Tetra Tech Inc”(2009).
 52. 行政院環境保護署，「空氣污染物排放量推估手冊 TEDS7.0 版」，2008 年
 53. 林克衛、莊志偉，「重型柴油車 OBDII 與車載量測設備之油耗差異分析」，交通部運輸研究所計畫 (MOTC-IOT-99-PDB001)，2011 年。
 54. 李堅明 (2012)，我國碳權額度交易管理制度及國際接軌交易平台

-
- 建置運作工作計畫，行政院環保署專案研究計畫，財團法人環境資源研究發展基金會。
55. 黃宗煌、李堅明(2010)，工業部門排放權核配研究，經濟部工業局專案研究計畫，臺灣農業與資源經濟學會。
56. Bill Hemmings (2011), The CO₂ Taxation Option for an EU Shipping Measure.
57. Commission of the European Communities (2008), Greening Transport.
58. Haites E. (2009), Linking Emissions Trading Schemes for International Aviation and Shipping Emissions, Climate Policy, 9, 415-430.
59. The World Bank (2011), State and Trends of the Carbon Market 2011.
60. The World Bank (2012), State and Trends of the Carbon Market 2012.
61. UNFCCC (2011), National GHG Inventory Data for the period 1990-2009.(FCCC/SBI/2011/9)
62. WWF (2011), Out of the Bunker...Time for a Deal on Shipping Emissions.
63. 行政院環境保護署，「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬」期末報告，民國 100 年。
64. 澳洲碳稅—探討時機與價格(續 3)，國科會國際科技合作簡訊網，專題報導，
http://stn.nsc.gov.tw/view_detail.asp?doc_uid=1010816012
65. 吳易樺、洪嘉業、邱錦松，「澳洲課徵碳稅評析」，經濟部能源局能源知識庫。
(http://km.twenergy.org.tw/DocumentFree/reference_more?id=12)，

2012 年 2 月 17 日

66. 景丰科技股份有限公司，「港口空氣污染管制策略研擬計畫」，港區空氣污染管制措施座談會，行政院環境保護署，2012 年 9 月 3 日，高雄。
67. 王丘明，「港埠管理」第三版，華泰事業股份有限公司，臺北市，2009 年 1 月。
68. 交通部，「101 年運輸政策白皮書：綠運輸」，2012 年 7 月。
69. 陸尚雄，「深圳港節能減排技術的應用與效果淺析」，船舶防污染，總第 5 期，2011 年
70. Regenerative Braking to Make Container Cranes More Energy Efficient,
<http://www.greenpacks.org/2010/11/11/regenerative-braking-to-make-container-cranes-more-energy-efficient/>

附錄一

期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

計畫名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：101 年 7 月 11 日

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
環保署溫減室 蕭慧娟 執行秘書		
1.資料需更新： (1)p.2-3 溫室氣體減量法於 101.2.23 送立法院，101.4.6 交付社環委員會審查。 (2)p.2-6 先期專案暨抵換專案推動原則已於 99.9.10 發布。盤查登錄平台已有 444 家登錄。 (3)p2-15 國家溫室氣體登錄平台僅至 2010 年 10 月，請更新。附錄 3-1 溫室氣體減量額度帳戶管理要點已於 100.4.18 發布，請更新。	(1)期末報告中已更新。 (2)期末報告中已更新。 (3)國家溫室氣體登錄平台資料期末報告中已更新至 2011 年 11 月。附錄 3-1 溫室氣體減量額度帳戶管理要點已更新為公告版本。	同意處理方式
2.p2-21 資料來源應為運研所。溫減法管制排放源，包括範疇 2 溫室氣體排放。溫減法未通過前，以空氣污染防制法管制時，則為直接排放。	資料來源為環保署無誤，但因為該份報告以空氣污染物為主，附帶調查溫室氣體，因此由本計畫將相關數據摘要整理出來。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3.101.5.9 公告六種溫室氣體為空氣污染物後，將推動大型排放源申報排放量，航運部門目前尚未列為管制對象，建議仍應提早規劃推動港埠盤查作業，據以規劃後續減量事宜。	期末報告中先規劃培養盤查人員作為因應。	同意處理方式
4.港埠節能減碳可推動公用設施使用低碳綠色能源(如太陽能)、公務車改用電動車、規劃港埠交通管理系統等。	期末報告已專章規劃減碳措施。	同意處理方式
經濟部能源局 陳炯曉 科長		
1.p7-56 「占全球總排放量150-250%」，明顯錯誤，請修正。	此為「15.0-25.0%」之誤，已修訂。	同意處理方式
2.p6-10 中電力排放係數以及p2-25 頁對岸電效益之評估，請使用能源局下個月發布之電力排放係數(將大幅修改，數字下降)重新估算。	以重新核算 98-101 年之排放量，以最新公布之電力排放係數計算。p6-10 中電力排放係數附於附錄 4 中，一併修改。岸電效益改以新係數核算後，減碳效益從 14.7%提高至 24.8%。	同意處理方式
3.碳交易不是唯一的財務機制，而且對於船舶運輸而言，碳稅似更具重要性及有效性，唯本報告對碳交易及碳稅之比重似宜修改。另澳大利亞自 7 月起課碳稅，相關內容請納入期末報告。另	碳稅部分，期末報告補充於 7.5 節做討論。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
一方面，不論碳交易或碳稅，其效果似乎在提高運輸成本，在缺乏替代性條件下，對 CO ₂ 減量成效如何，宜再思考。		
國立成功大學環境工程系 吳義林 教授		
1.請確認界定範疇。例如： (1)排放源對象，例如船舶、機具、運輸車輛以外是否應包括儲槽、運輸物質等。 (2)除了離岸 20 海浬外，陸上空間邊界為何？ (3)基準年建議參考 TEDS。	(1)參考美國港埠作法，儲槽及運輸物質不納入。 (2)岸上空間邊界為港區行政管轄範圍。 (3)目前 TEDS 基準年為 96 年，因時間較久，不易進行調查。	同意處理方式
2.排放源推估方法之基準宜一致，尤其是活動強度之基準。	會盡可能一致，部分可能會因年度而調整。	同意處理方式
3.請分析排放量推估結果之資料品質。	請見期末報告第 6.5 節。	同意處理方式
4.於檢測作業中： (1)請區分 CH ₄ 與 NMHC，尤其是 CH ₄ 之推估值與實測值的差異。 (2)流量之實測值的代表性。	(1)檢測結果之 NMHC 係由 THC 扣除 CH ₄ 所得，但因部分數據 CH ₄ 低於 MDL，因此以 MDL 值取代實測值。 (2)港勤船與機具檢測時，模擬煙囪與原船舶煙囪的密合良好，所採流量應有代表性。漁船檢測時則無法有較佳的採樣條件，可能誤差較大。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
5. 是否可增加黑碳 (black carbon) 之分析。	因使用採氣袋採樣，無法進行黑碳分析。且行進中做粒狀物採樣亦有困難。	同意處理方式
輔英科技大學 賴進興 教授		
1. 排放量推估方法參數的引用來源需註明，且為最新資料。	係數表會註明資料來源。一般係數更新的速度不快，會盡可能採用最新數據。例如電力排放係數根據能源局今年度最新修訂係數核算。	同意處理方式
2. 排放量的統計結果，於期末報告時建議與國外研究結果比較。	請見期末報告第 6 章。	同意處理方式
3. 採樣船舶的代表性或佔航線比例，建議補充說明。	港勤船去年針對排放量最大的拖船採樣 3 種馬力船舶，今年針對不同型態的工作船採樣，就港勤船而言代表性應足夠。遠洋船舶僅採樣 1 件，受限於客觀條件，無法針對到港量最多的船種檢測，但就使用的方法與係數而言，係數選用僅與引擎種類、年份及功率相關，與船種無關。亦有其它推估方法與係數是針對不同船種發展的，該種方式便需特別注意船舶種類的代表性。	同意處理方式
4. 表 3-15 遠洋船舶的採樣規劃與簡報內容有差異，應修正。	實際採樣受限於有意願的船商，因此期末報告中以實際採樣的內容為準。	同意處理方式
5. 相關檢測 QA/QC 之資料，在期末報告中宜補充。	QA/QC 資料補充於附錄五中。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
6.計畫工作項目之一「政府對港埠節能減碳的投入資金規劃」，宜補充說明執行進度。	已納入，請見期末報告 8-6 節。	同意處理方式
港研中心 謝明志 科長		
1.本計畫第一年已建立港區溫室氣體排清冊，而本年度的工作之一是更精確的求取排放係數，以得到更準確的排放量，目前有些係數取自環保署(如柴油卡車)，而船舶、機具擬採實測取樣分析，但仍無法全面涵蓋各型引擎及用油，請研究團隊嘗試估算所推係數之可能誤差，以供應用參考。	移動源的排放係數建立非常花錢，即使在美國也很難有機會大量檢測以取得較完整的數據。因此目前使用的係數為國外目前使用，或是環保署公告的係數，本研究僅以少數樣本進行比較，瞭解可能的差異。目前估算排放量時，仍使用前述之係數。	同意處理方式
2.船舶排氣採樣與驗證工作，因與船商協商不易，故目前尚未進行實做，此部份請研擬對策加速進行。	此項工作已完成，請見期末報告 3.6.2 節。	同意處理方式
3.工作項目「政府投入資金規劃」，依進度甘特圖，此項目上半年已有安排一個月之進度，但未在報告內呈現，請補充。	已於期末報告第 8 章完整說明。	同意處理方式

附錄二

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）
□期中☑期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

計畫名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：101 年 11 月 14 日

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
國立交通大學土木工程系 郭一羽教授		
1.高雄港之排放量最大，是否因其港埠規模大之故？建議應有更標準化的評估方法。	排放量原本即與港埠規模相關，所有港皆以同樣方法評估排放量。若要排除港埠規模因素，則應考量其效率指標，此項目原本即在未來年度計畫中。	同意處理方式
2.港區內排放量之推估與限制的意義，不如單對各船舶排放量的限制。	排放量推估是管制所需的基要件，在空氣污染管制上施行數十年，頗有成效，因此港區整體排放量推估仍有其意義。可另參考國外作法，針對船隊做總排放量限制，較管制單一船舶更能收事半功倍之效。	同意處理方式
3.可否訂定港區內船舶與汽車的排放氣體標準？	依據空氣污染防制法，移動污染源的排放標準訂定權責為環保署，無法由地方或地區單獨訂定。	同意處理方式
4.類似汽車排放檢驗，建立各港自主的檢測技術，技術面與經濟面上是否可行？	目前國內並無使用中船舶儀器檢測的標準方法，而不同船舶間的差異很大，且遠洋船舶	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	的檢測難度又遠高於港勤船舶。若要比照汽車每年全面定檢，需先投入大量經費與時間建立一標準檢測方法，在技術及經費支援上，都不是港務單位能夠負擔。以加州為例，檢測方法是由州政府設立專門的實驗室進行研究。環保署目前亦無相關的實驗室，因此排放係數亦只能使用國外數據。	
5.碳交易的實施是否有落實的可能性？	現階段雖無法實施船舶的碳交易，但國際間已經開始討論此議題，因此未來仍有落實的可能。	同意處理方式
6.樹林的碳匯可加入節能減碳策略。	各港腹地有限，未來欲落實，尚須評估各港可種植面積、適合樹種等，才能估算較精確的所需經費。已先列入可行策略中。	同意處理方式
7.本計畫資料蒐集豐富，研析方法嚴謹。	謝謝委員肯定。	
臺灣港務公司 蔡丁義 副總經理		
1.第二章溫室氣體減量法已有更新版本，請修正。	感謝委員指正，已做更新。	同意處理方式
2.以國際商港的管轄範疇角度來看，漁船部分建議不須列入計算。	感謝委員意見，已納入建議中。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3.第五章車輛排放量的估算： 表 5-9 與表 5-13 無法比對， 請再確認。	表 5-9 為高雄港自動車道資 料，進出車輛「各」算 1 筆資 料。表 5-13 係用於推估車輛排 放量，車輛進出「只」算 1 筆 資料，且因為進與出數量並不 相符，因此表 5-13 資料係取進 -出車輛數之平均值。	同意處理方式
4.第六章排放清冊建置：因自 有車輛之排放佔比小，無納 入之必要，因此建議表 6-9 可比照表 6-7 內容項目即 可，也利於歷年比較。	已依照委員意見修訂。	同意處理方式
5.第八章提出的減碳策略規 劃：8.5.1 培養溫室氣體盤查 人員、8.5.2 減碳輔導兩項有 利於目前臺灣港務公司之臺 灣港群綠色港口之推動，幫 助提升組織環境管理能力， 希望後續可納入明年計畫內 容。	第八章已建議於 102 年開始推 動。	同意處理方式
6.第九章結論與建議：9-1 花蓮 港 70,140 噸與臺北港 49,580 噸相較，臺北港排序應為最 低，此結論是否正確，請確 認。	此部分有誤，已修訂，感謝委 員指正。	同意處理方式
7.希訪問國際輪船公司，進一 步瞭解先進港口節能減碳之 做法。	目前蒐集之作法，大致上已涵 蓋國際間各大港口，但下年度 計畫可納入此項目，以免值得 參考之作法遭到遺珠之憾。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
8.希選擇標竿港口，明列標竿項目供國內港口學習。	國際間各港背景、條件、營運方式皆有差異，單一港口作法不見得完全適用國內港口，因此本計畫僅篩選適合國內港口的措施作規劃。本計畫未來年度將訂定相關指標推動節能減碳工作，因此可列出標竿項目，但列出標竿港口恐不一定合適。	同意處理方式
9.各項節能減碳之措施，希估計所需經費，以供參考。	第 8 章表 8-5 中已列出逐年所需經費。未來則需進一步蒐集市面產品價格、調查各港待改善空間等(如可更換的燈具數量)，配合政策(全額補助或部分補助)，做更詳盡的經費預估。	同意處理方式
10.以遙控直昇機檢驗一艘冷凍船排氣，取樣太少，驗證有效性似不足。	本年度主要目標是測試商船採樣之可行性。若有必要，未來可編列足夠預算，擴大採樣規模用此方法進行檢測。	同意處理方式
11.岸電之推動，可否進一步探討適用國內之配套措施。	此部分運研所將有其它計畫進行研究。	同意處理方式
經濟部能源局 陳炯曉 科長		
1.寫作格式宜注意符合通用規範，例如公式編號依章(節)數目 1 開始，逐次編號。本報告第四章、第五章仍沿用第三章編號，帶來紛亂，請	第四章、第五章所用公式，如果與第三章相同者，會沿用相同的編號。其餘公式則依照在該章的次序重編。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
檢討 P.4-1, P.4-3, P.5-1, P.5-5 公式的編號。		
2.燃料燃燒之熱值，宜注意係 採低熱值或高熱值。(報告 P7-60)	進行碳排放交易或總量管 制，若依照燃料燃燒量計算排 放量時，一般會要求需提供該 批燃料之熱值報告，以避免熱 值差異造成計算結果落差。	同意處理方式
3.附錄 4-8-2 之表 8-1 資料來源 錯誤，電力排放係數請用調 整後數值。	感謝委員指正，已修訂。	同意處理方式
4.術語請統一，例如：ACT 有 時譯為”活動量”(如 P.3-1)， 又有時譯為”活動強度”(如 P.3-3)。	ACT 統一修訂為「活動強 度」，「含硫量」與「硫含量」 統一為「硫含量」。	同意處理方式
輔英科技大學環境工程系 賴進興教授(書面意見)		
1. P.3-29，檢測船舶硫含量 值，應補充。	硫含量檢測值已列於表 3-29 中。	同意處理方式
2.排氣檢測以採氣袋執行，應 說明與直接檢測可能之誤差 比例。	使用採氣袋的原因因為無法 直接檢測，因此亦無法比較與 實際檢測知誤差比例。	同意處理方式
3.表 3-23，燃燒排氣檢測 O ₂ 高達 18.8%，此燃燒是否具 檢測代表性？	一般柴油發電機檢測值中，O ₂ 在全負載時約為的	同意處理方式
4. OBS 測試檢測，篩選車種、 年份、已行駛里程數，是否 具代表性？或將可能差異說 明。	港區中主要卡車車種僅有曳 引車與大貨車，約各佔一半， 選用大貨車應合理；測試車平 均年行駛里程 76,600 公里，與 96 年交通部統計全國營業大	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	貨車的平均年行駛里程數 74,760 公里相當。本車車齡 18 年，在全國大貨車車齡組成中約為 1.29% 似較不具代表性。但在車輛排放係數推估中，因為車齡越高排放值越高(CO ₂ 例外)，反而可以減少污染濃度低造成相對誤差大的問題。由於環保署的排放係數係將各車齡組成加權計入，本研究的測試車車齡偏高，測試所得之排放量應高於排放係數推估值。測試結果 CO 明顯較高，其它測值則無此現象。	
5. 結論與建議過於簡化，無呈現重點結論，分類說明。	已針對期末審查會修正意見彙整結論與建議，並重新撰寫。	同意處理方式
6. 結果結論章節中，有關 CO ₂ 比較排序，花蓮港最低嗎？（P.9-1，花蓮 70140，臺北港 49580 公噸）	此內容有誤，已修訂完成。	同意處理方式
7. 第九章結論與建議與檢核，其執行項目與內容，應作分類呈現。	已重新分類撰寫。	同意處理方式
本所港研中心 陳桂清研究員		
1. 採樣或推估的數據，如何確認它的可信度（正確性）？如何查核？建議於附錄中列	已補充列於附錄 10 中。	同意處理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
出分析過程，推估之演算式，以便驗證數據的可接受度。(例如：P.3-35，表 3-21 及表 3-32 中之巡航、怠速與推估值？)		
2. P.6-11，6.3 節中，表 6-4、表 6-5 及表 6-6，其修正前之數據建議在附錄中列出，以便比較查核。	已補充列於附錄 11 中。	同意處理方式
3. P.3-47，表 3-28，數據差異很大？正確性為何？	柴油引擎排氣原本即可能有變動，而在大氣中採樣數值亦會有變動，因此皆須取樣一段時間後取平均值。表中的相關數據與一般大氣中採樣測值相較，變動並沒有特別大，但因為沒有平行比對檢測，因此無法判定正確性，僅作為參考值。遙控直昇機採樣原本是應用在偵測燃燒塔燃燒後的空氣污染，因為沒有其它檢測方法，直昇機採樣結果為唯一參考值，因此亦無法比較。本研究中係與係數推估值比較，未來若能安排管道內同時採樣，則可做修正，讓檢測值更接近真值。	同意處理方式
4. P.5-18，表 5-9，建議註明哪一年的數據。	已補充註明。	同意處理方式
5. P.6-21，表 6-14、表 6-15，缺 CO ₂ 數據。	已補充。	同意處理方式

附錄三

期末報告簡報資料

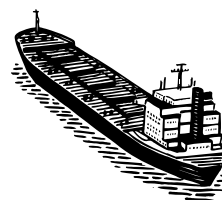
交通部運輸研究所 臺灣港埠節能減碳效益提升之 研究(2/4)

期末簡報

瑩諮科技股份有限公司 中華民國101年11月14日

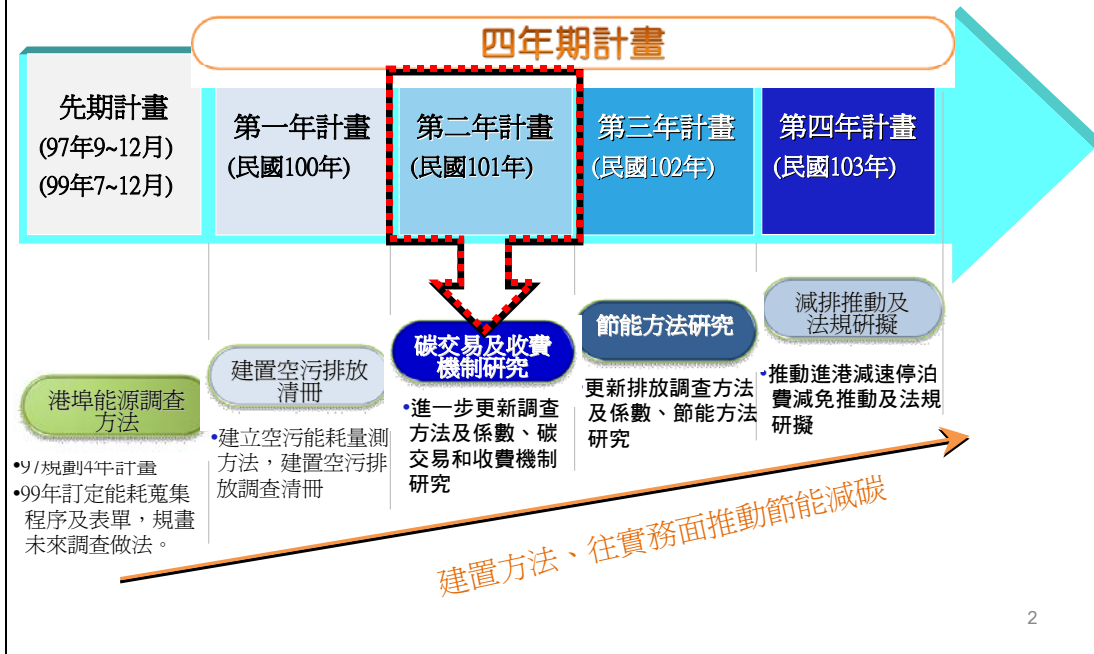
簡報大綱

- 一、計畫背景
- 二、船舶排放量推估
- 三、機具排放量推估
- 四、車輛排放量推估
- 五、排放清冊建置
- 六、經濟誘因機制研究
- 七、策略規劃
- 八、結論與建議



計畫緣起

一、計畫背景



2

101年計畫目標及內容

一、計畫背景

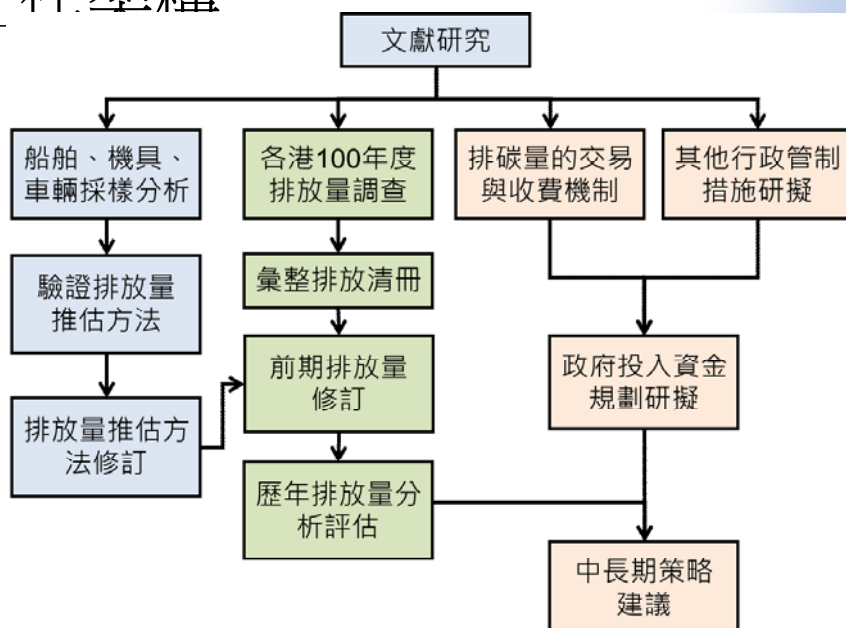
完成港區能源消耗之估算方法與營運機制研究

- ① 建立船舶空污排放量及能源消耗的估算方法。
- ② 抽樣檢測船舶空污排放及能源消耗，校核估算參數。
- ③ 建立機具與車輛空污排放量及能源消耗的估算方法。
- ④ 機具與運輸車輛空污排放及能源消耗的抽樣檢測，校核估算參數。
- ⑤ 排碳量的交易與收費機制。
- ⑥ 其他可行性行政管制配套措施。
- ⑦ 政府對港埠節能減碳的投入資金規劃。

3

工作架構

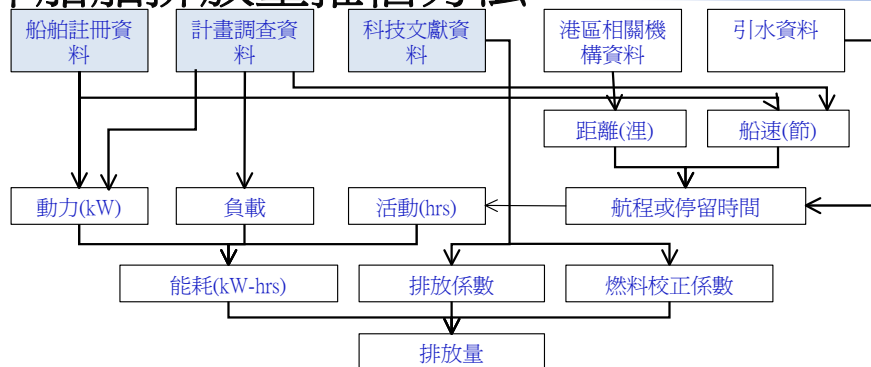
一、計畫背景



4

遠洋船舶排放量推估方法

二、船舶排放量推估



❖ 排放量涵蓋主引擎、輔助引擎、輔助鍋爐

❖ 基本公式： $\text{排放量} = \text{能耗} \times \text{排放係數} \times \text{燃料校正係數}$

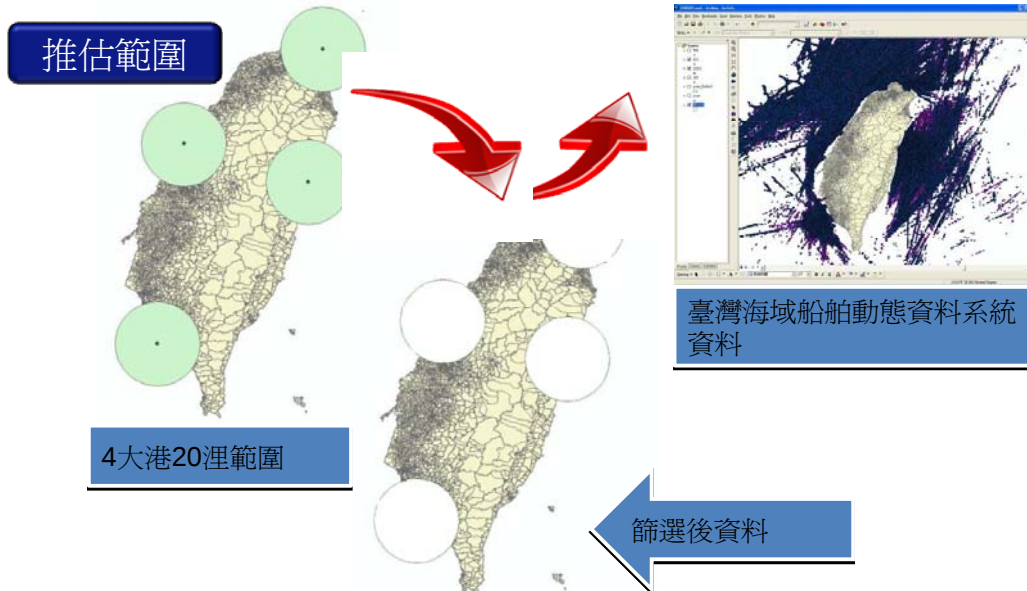
$\text{能耗} = \text{最大引擎動力} \times \text{負載係數} \times \text{時數}$

進港、調度、停泊、出港的引擎狀況不同，因此負載係數不同，需分別計算

5

臺灣海域船舶動態資料系統

二、船舶排放量推估



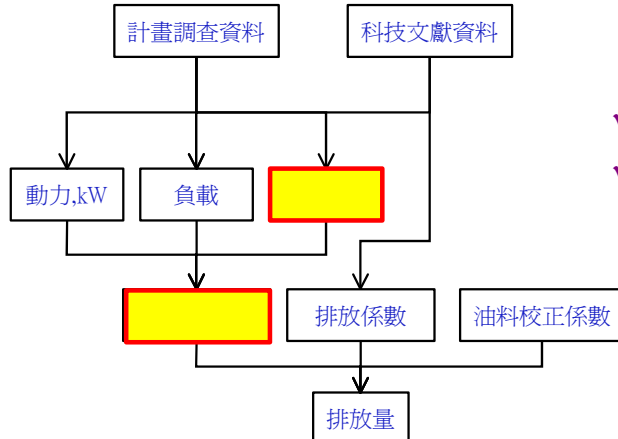
6

漁船

二、船舶排放量推估

❖ 排放量估算

- 漁船比照港勤船，將所有排放量納入
- 以漁業署補助之油量為推估依據



❖ 資料蒐集

- ✓ 文獻資料
- ✓ 漁業署
 - 漁業管? 資訊系統
 - 漁船航程資訊系統
- ✓ 港務局資料
- ✓ 因無法取得活動時數，改利用加油量推估

7

文獻之活動強度排放係數表(g/kW·h)

依CO₂ 排放量轉換

本計畫使用之燃油排放係數表(g/L)

	引擎	kW	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
類別1	≤1999	37	44	1.07	7.9	3.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		75	40	1.07	6.7	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		130	40	1.07	5.9	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		225	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		450	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		560	40	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		1,000	51	1.07	9.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
類別2	≤1999		52	1.98	4.4	2.85	8.3	2,730	0.08	0.36
類別1	≥2000	37	38.8	1.07	7.9	3.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		75	38.8	1.07	6.7	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		130	38.8	1.07	5.9	1.6	8.3	2,730	0.08	0.36
		225	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		450	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		560	38.8	1.07	5.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
		1,000	38.8	1.07	9.9	1.2	8.3	2,730	0.08	0.36
類別2	≥2000		38.8	1.98	4.4	2.85	8.3	2,730	0.08	0.36
類別1：單一缸排氣量1-5L										
類別2：單一缸排氣量5-30L										
類別3：單一缸排氣量大於30L										
0期(Tier 0):1999或更早引擎										

8

前期計畫檢討 — 船舶部分

二、船舶排放量推估

1.高雄港遠洋船舶停泊排放量偏高

• 主要為港勤船舶、工作船舶及維修船舶，將納入修訂。

2.船舶航速使用單一平均值

• 分年分港口計算平均值，使航速準確度提高。

3.部分港勤船沒有工作時數資料

• 持續追蹤欠缺數據，無數據者依照油量推估。

4.港勤船僅抽驗拖船

• 增加採樣船種，完成檢測受泥船。

5.漁船缺乏出廠年份及引擎汽缸數資料

• 與漁業署協商，但仍無資料提供。

6.油品含硫量影響排放量推估，但缺乏實際數據

• 蒐集文獻
• 完成採樣20艘

9

含硫量調查

二、船舶排放量推估

- 目的：取得船舶用油的代表性數據
- 分析方法
 - ASTM D4294 (高硫份，重油)
 - ASTM D2622 (中硫份，柴油)
- 5月底已完成20艘船採樣。
 - 所有船舶皆使用重油，未在5海浬處切換為柴油
 - 在亞洲加油的比重高



前次柴油加油地點	船舶數
(中)香港	7
(中)廈門	1
(中)鹽田	1
(日)COBE	1
(美)SAN PEDRO	1
(泰)南加邦	2
(韓)釜山	1
台中	2
高雄	2
新加坡	2

前次燃油加油地點	船舶數
(中)香港	5
(中)廈門	1
(中)鹽田	2
(日)COBE	1
(法)FOS	1
(美)SAN PEDRO	1
(泰)南加邦	3
(韓)釜山	1
台中	2
高雄	2
新加坡	1

航線	船舶數
大陸	5
中東	1
北美	4
兩岸	2
東地中海	1
東南亞	2
非洲	1
國內	2
歐洲	2

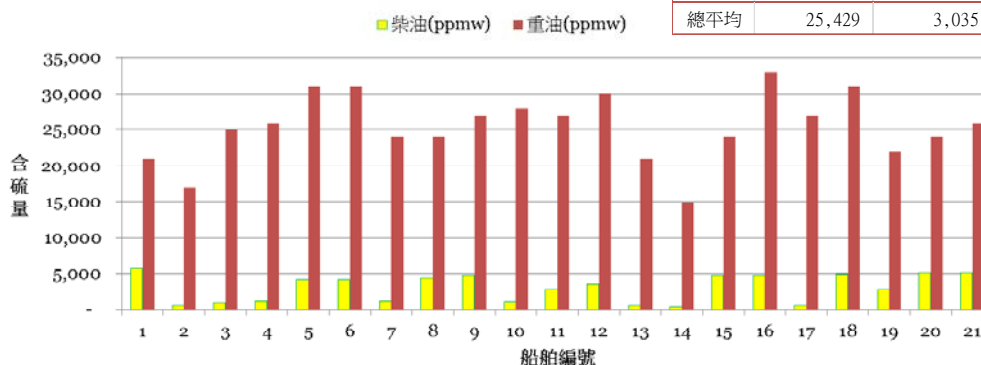
10

含硫量分析結果

- 柴油含硫量平均： 3,035 ppmw
- 重油含硫量平均： 25,429ppmw
- 歐洲及國內航線含硫量特別低

航線	重油(ppmw)	柴油(ppmw)
大陸	25,800	3,742
中東	30,000	3,560
北美	25,000	3,983
兩岸	25,500	2,005
東地中海	26,000	5,120
東南亞	31,000	4,457
非洲	25,000	980
國內	21,000	434
歐洲	19,000	590
總平均	25,429	3,035

船舶用油含硫量抽樣分析結果



船舶採樣 - 港勤船&漁船

二、船舶排放量推估

檢測對象	高雄港工作船，漁船， <u>已完成協調</u>
分析儀器	HORIBA ENDA 600, GC FID
分析項目	NO _x , SO ₂ , CO, CO ₂ , O ₂ , THC, CH ₄ , 流量
採樣方法	視各船排氣管型式製作採樣套管，固定於排氣口，於行進或作業中以25L或100L採氣袋採樣。



採樣套管



安裝採樣套管



採樣中

12

船舶採樣 - 港勤船&漁船

二、船舶排放量推估

- 港勤船採樣
 - 5/29針對高雄港送泥船採樣
 - 含行進中、怠速中採樣
- 漁船
 - 9/17針對旗津漁港延繩釣漁船採樣
 - 怠速採樣，含高、低轉速。



高609號送泥船



安裝採樣管



採樣中

13

港勤船檢測結果

二、船舶排放量推估

- SO_x 的推估值明顯偏高。因 SO_x 排放係數以含硫量0.5%基礎推估而得，顯示本次採樣的受泥船使用的柴油含硫份應低於0.5%。
- THC , CH_4 檢測值接近偵測極限，換算小時排放量誤差可能較高。
- 大致而言，活動係數法推估係數尚在可接受範圍內。

單位(g/h)

受泥船	CO_2	CO	NO_x	SO_x	THC	CH_4
D1巡航	168,145	263	1,873	58	11	662
D2怠速	43,697	329	626	56	9	628
活動係數法推估值	215,004	343	4,113	654	156	28

14

漁船檢測結果

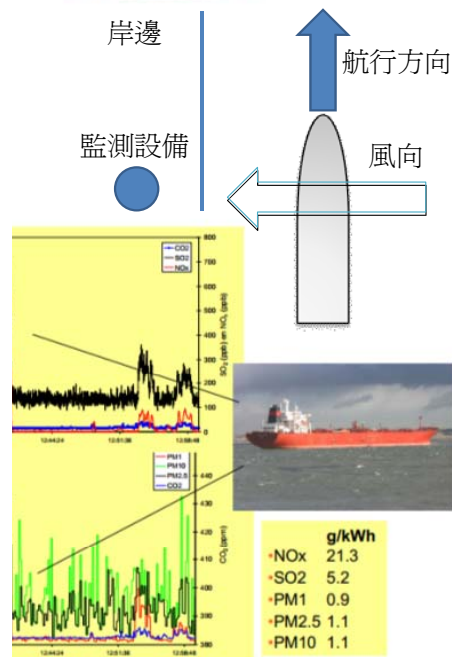
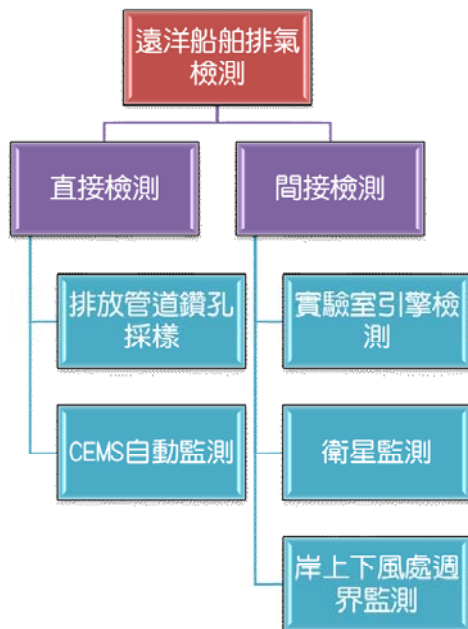
二、船舶排放量推估

- CO_2 , NO_x , SO_x 的推估值偏高，其餘大致符合。
- CH_4 檢測值接近偵測極限，換算小時排放量誤差可能較高。
- 本次採樣漁船屬小噸位，且測試怠速狀態， CO_2 , NO_x 可能因此較推估值低。
- 使用的柴油含硫份應低於0.5%

檢測代號	狀態	CO_2	CO	NO_x	SO_x	THC	CH_4
E1	550rpm	2,938	32.5	28.2	16	13.4	0.3
E2	1100rpm	5,312	58.4	31.4	30.5	24	0.6
E3	1100rpm	5,410	55.6	31.9	32.3	32.3	0.6
活動係數法推估值		30,564	88.6	438.5	16.7	12	4

15

船舶採樣－遠洋商船



16

船舶採樣－遠洋商船

二、船舶排放量推估

遙控直昇機採樣

儀器名稱	Genesis Brochure	Multi RAE IR	RAE PGM-2000E	VOC TRAQ	Holux m-241	熱線式風速計
偵測物種	NO _x 、O ₂	CO _x 、NMHC	SO ₂	NMHC	經緯度、高度	風速、氣溫
分析範圍	NO: 0-100 ppm NO ₂ : 0-9.9 ppm O ₂ : 0-30 %	CO: 0-500 ppm CO ₂ : 0-20000 ppm NMHC: 0-250 ppm	SO ₂ : 0-20 ppm	NMHC: 0-200 ppm		0.2-20 m/s
解析度	NO: 1 ppm NO ₂ : 0.1 ppm O ₂ : 0.1 %	CO: 1 ppm CO ₂ : 10 ppm NMHC: 0.1 ppm	0.1 ppm	0.2 ppm		0.1 m/s
偵測原理	PID光化學反應	PID光化學反應	電化學反應	電化學反應	衛星定衛	量測電阻變異



主體分為四部分

- (1) 載具本體
- (2) 儀器搭載箱
- (3) 採樣管
- (4) 地面監測系統

設計水平採樣管，延伸1.5倍機身長，排除遙控直昇機排氣及氣流擾動干擾

偵測物種	背景值	尾氣測試 (排放後端)	尾氣測試 (空中)
CO ₂	509	668	516
CO	0.31	1.21	0.39
VOC	0.51	0.63	0.58

17

船舶採樣－遠洋商船

二、船舶排放量推估

遙控直昇機採樣結果:冷凍船



方法	項目	CO ₂	CO	SO ₂	NO _x	NMHC
採樣分析	直昇機採樣結果 (mg/s)	6,370	23.2	4.27	66.5	2.76
	採樣推估排放量(g/hr)	22,932	83.52	15.37	239.40	9.94
活動係數法	輔助引擎排放係數(g/kW-hr)	683	1.1	12.3	14.7	0.4
	輔助引擎總功率	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140
	靠泊時負載係數預設值	32%	32%	32%	32%	32%
	鍋爐排放係數(g/kWhr)	970	0.2	16.5	2.1	0.1
	鍋爐功率(預設值)	464	464	464	464	464
	輔助引擎排放量(g/hr)	249,158	401	4,487	5,363	146
	鍋爐排放量(g/hr)	450,080	93	7,656	974	46
	輔助引擎+鍋爐推估排放量(g/hr)	699,238	494	12,143	6,337	192

船籍資料庫缺鍋爐資料，數據缺乏者皆依據文獻預設值，比對結果差異較港勤船推估大。

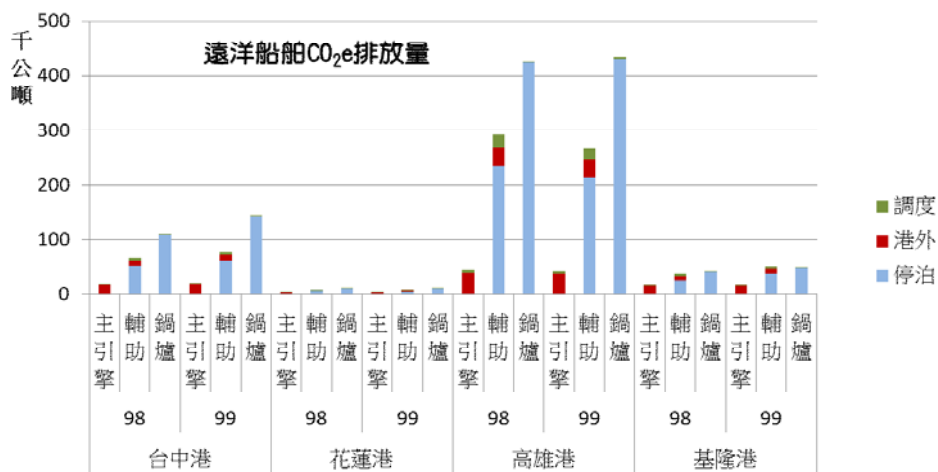


18

遠洋船舶推估修訂

二、船舶排放量推估

- 入港船舶停泊時間修訂
 - 港勤船停泊時間視為引擎熄火
 - 停靠船舶修造碼頭者，停泊時間視為引擎熄火



用油機具

三、機具排放量推估

- 可取得用油量資料
 - $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - 需取得油品種類以決定係數值
- 無用油量資料
 - $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - $\text{活動強度} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - $\text{排放係數} = \text{零時數排放係數} \times (\text{劣化率} \times \text{累積時數})$
 - 需取得設備基本資料以決定額定馬力及係數值
 - 需取得現場資料以決定負載係數及工作時數



20

前期計畫執行檢討－機具排放量推估

三、機具排放量推估

部分機具欠缺出廠年份資料

- 補充調查各單位資料

缺乏資料之機具代入假設值

- 追蹤原廠資料

門式機僅採樣靜止作業工況，且僅吊掛空櫃

- 針對行進中採樣



21

機具採樣驗證

三、機具排放量推估

- 採樣對象：柴油門式起重機
- 採樣方式：擬採下列方式之一



構想	優點	缺點	分析項目
1.人工採氣袋採樣	已有採樣先例，可立即上手	人員需在機上，廠商擔心工安問題	CO, CO ₂ , O ₂ , NO _x , SO ₂ , THC, CH ₄ , NMHC及流量
2.遙控或定時啟動採氣袋採樣	沒有安		
3.裝設OBS採樣	沒有安		

與高雄現代公司完成協調，以人工採樣，單獨測試行進中排氣狀態

22

機具採樣驗證

- 3/27、4/11完成現代門式機採樣
 - 分別針對原地吊掛、大輪行進間採樣
 - 分析結果與文獻推估值比對

單位(g/h)

依據	CO ₂ (g)	CO(g)	NO _x (g)	THC(g)
T001樣品	62,456.55	166.38	536.53	4.84
T002樣品	60,335.85	71.8	222.95	10.29
T003樣品	58,330.80	173.22	948.12	5.92
T004樣品	59,866.71	145.42	1,007.97	4.25
係數推估	51,147.00	193.69	1,196.16	97.04



安裝採樣設備



門式機面板



吊掛貨櫃

23

重型柴油卡車

四、車輛排放量推估

- 無法取得用油量
- 以活動強度方式計算排放量
 - $\text{行駛間排放量} = \text{車輛數} \times \text{行駛里程} \times \text{排放係數}$
 - 排放係數與車速相關
 - 需取得各車種總車輛數&每車次行駛里程
 - $\text{怠速排放量} = \text{怠速脩轉時間} \times \text{排放係數}$
 - 需取得怠速脩轉時數



24

四、車輛排放量推估 推估



25

車輛採樣驗證

四、車輛排放量推估

構想	優點	分析項目
1.利用OBS車載診斷系統	可長時間採樣，完整涵蓋各行車狀態	CO, CO ₂ , O ₂ , NOx, THC, 及流量

	車速 (km/h)	單位里程排放量(g/km)			平均燃油效率 (km/l)
		CO	THC	NOx	
OBS推估係數	5	243.1	6.6	6.5	1.57
	10	140.1	5.0	3.6	2.70
	15	114.9	4.0	3.7	3.07
	20	88.8	3.3	3.1	3.86
	25	67.4	3.4	2.1	4.99
	30	48.5	3.7	2.0	5.63
環保署係數	5	31.6	5.5	32.3	1.97
	10	24.7	4.7	28.4	2.06
	15	19.6	4.1	25.3	2.15
	20	15.9	3.5	22.9	2.24
	25	13.1	3.1	21.0	2.33
	30	10.9	2.7	19.5	2.41

CO: 0-0.5 to 0-10 vol%
CO₂: 0-5 to 0-20 vol%
THC: 0-100 to 0-10000 ppmC
NOx: 0-1 to 0-3000 ppm



■ THC與燃油效率結果相近，其餘差距略高

26

車輛排放量推估方法修訂

四、車輛排放量推估

- 以GPS統計值計算港內重型卡車平均車速。
- 確認各港平均車速
 - 以高雄港為例，確認平均車速能代表車速分布

港別	平均車速(km/h)
基隆港	17.3
臺中港	31.0
高雄港	20.5
花蓮港	20.1

速度(km/h)	百分比
<10	25.83%
11-20	30.24%
21-30	22.23%
31-40	12.02%
41-50	6.82%
51-60	2.34%
61-70	0.46%
71-80	0.04%
>80	0.01%
總計	100.00%

- 分析顯示車速平均值與眾數、中數皆相符，且在代入排放係數時，屬同一級別。因此直接代入平均值為合理作法。

27

車速與車次推估

四、車輛排放量推估

單位：公里/小時

港口	車種	100年	101年
花蓮港	散貨	15	15.4
高雄港	貨櫃	21.9	20.6
	散貨	17	16.5
基隆港	貨櫃	16.5	16.4
	散貨	16.6	16.6
臺中港	貨櫃	30	29.6
	散貨	32.4	31.8
臺北港	貨櫃	-	24.5
	散貨	-	17.4

依據GPS統計結果計算各港平均車速。100年度資料為去年計畫統計，今年延續相同作法，先取得101年度車速值。

貨櫃車與散貨車統計與推估車次。

類別	98年度		99年度		100年度	
	貨櫃車	散裝貨車	貨櫃車	散裝貨車	貨櫃車	散裝貨車
基隆港	422,864	421,986	485,752	397,766	517,384	475,659
臺中港	305,728	1,193,347	364,721	1,471,377	367,443	1,360,491
高雄港	1,666,832	1,809,972	1,270,542	1,957,223	1,387,339	2,159,254
花蓮港	-	425,532	-	442,458	-	404,093
臺北港	-	-	-	-	207,046	454,174

假設高雄港煤炭35%，花蓮港水泥50%由車輛輸送；臺中港煤依該港提供數據23%由車輛輸送。

28

排放量調查

五、排放清單建置

前期排放量修訂

- 依據能源局最新電力係數修訂外購電力排放
- 遠洋船舶排除維修碼頭、港勤碼頭靠泊船舶
- 部分原缺漏數據補入資料庫
- 同步修訂依據前期計畫擬定之《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》

100年度排放量調查

- 增加臺北港
- 依據前述方式針對船舶、機具、車輛、外購電力蒐集資料並計算排放量

29

各港推估結果

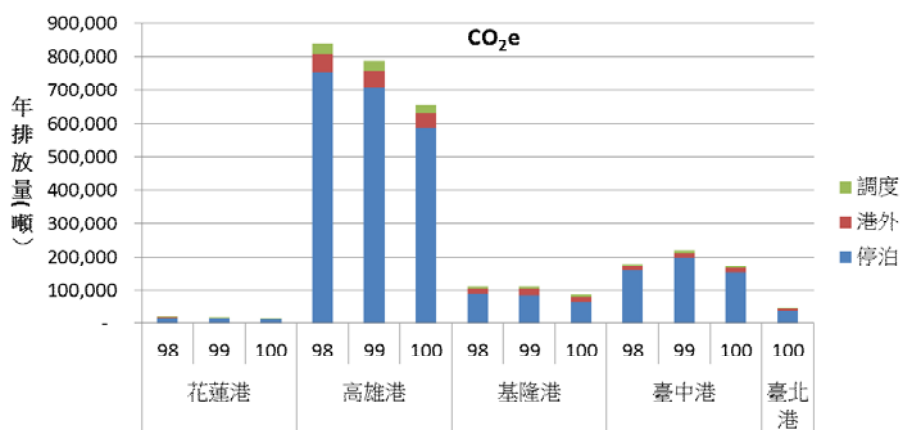
單位：t/yr

五、排放清冊建置

	NO _x	THC	CO	SO _x	PM	CO ₂ e
花蓮港						
98	248.2	10.9	27.5	320.6	21.2	30,284.3
99	270.7	12.5	30.9	299.1	22.3	33,574.1
100	205.1	9.3	23.4	253.3	17.0	23,932.1
高雄港						
98	18,180.5	857.5	2,175.4	16,243.9	1,444.2	1,645,068.6
99	16,953.0	804.0	2,055.7	15,238.0	1,331.7	1,541,802.6
100	16,229.9	783.3	2,124.2	13,180.5	1,298.5	1,473,369.3
基隆港						
98	2,008.6	81.9	197.6	2,014.2	164.5	161,034.5
99	2,017.8	83.4	201.3	1,991.7	168.0	156,438.6
100	1,826.1	91.4	474.0	1,565.3	162.8	138,459.9
臺中港						
98	2,153.7	93.2	234.8	3,099.3	194.9	225,991.9
99	2,348.0	102.9	259.0	3,778.8	198.1	265,463.9
100	2,072.0	112.9	331.8	2,948.1	191.2	215,345.9
臺北港						
100	575.4	25.2	65.5	802.6	54.0	54,232.5

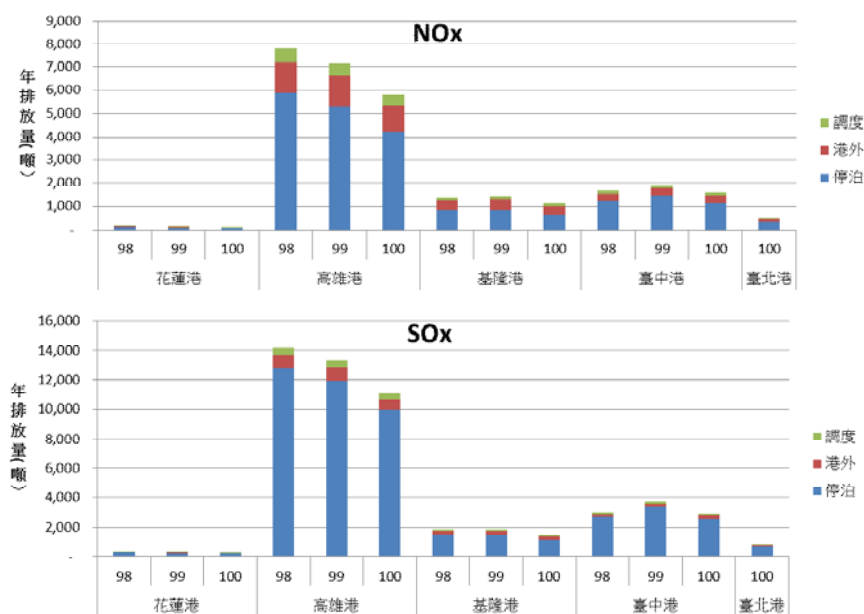
遠洋船舶排放量

五、排放清冊建置



遠洋船舶排放量

五、排放清單建置



32

漁船推估結果

五、排放清單建置

推估結果

單位：公噸/年

漁船	NOx	THC	CO	SOx	PM	CO ₂ e
花蓮港						
98	60.3	3.1	6.8	12.9	4.4	4,296.3
99	53.6	2.7	6.0	11.5	3.9	3,818.4
100	67.7	3.5	7.6	14.5	5.0	4,822.5
高雄港						
98	9,335.4	476.3	1,047.9	2,000.4	685.9	664,996.5
99	8,639.9	440.8	969.8	1,851.4	634.8	615,450.7
100	9,753.0	497.6	1,094.7	2,089.9	716.5	694,739.9
基隆港						
98	540.5	27.6	60.7	115.8	39.7	38,501.5
99	486.0	24.8	54.5	104.1	35.7	34,616.9
100	464.3	23.7	52.1	99.5	34.1	33,073.8
臺中港						
98	180.4	9.2	20.2	38.7	13.3	12,848.7
99	153.6	7.8	17.2	32.9	11.3	10,941.4
100	144.2	7.4	16.2	30.9	10.6	10,274.0

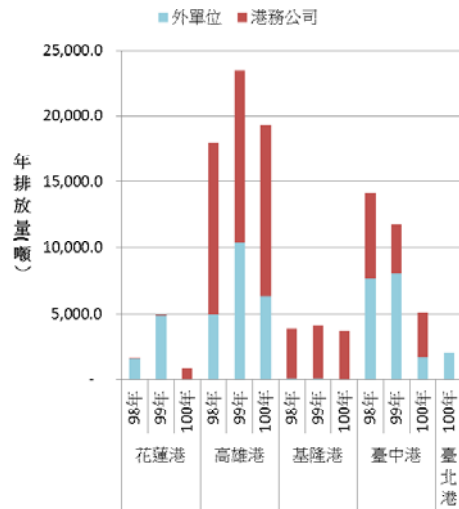
註：CO₂e=CO₂+21*CH₄+310*N₂O

33

港勤船推估結果

五、排放清單建置

溫室氣體排放量



空氣污染排放量

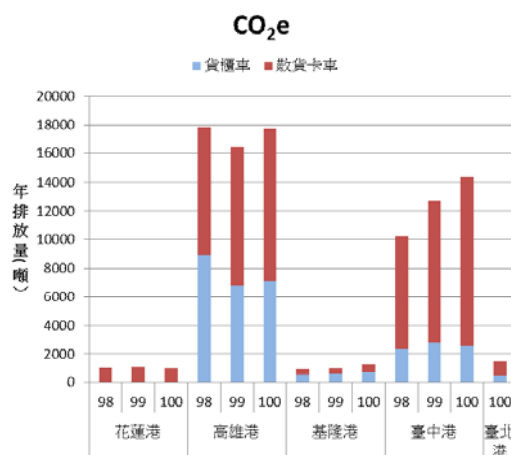
	NOx	THC	CO	SOx	PM
花蓮港					
98	24.3	1.2	2.6	4.9	1.7
99	70.9	3.6	7.9	15.0	5.1
100	14.6	0.6	1.3	2.5	0.9
高雄港					
98	285.5	12.9	28.6	54.0	18.5
99	386.9	16.8	37.4	70.6	24.2
100	314.3	13.8	30.8	19.9	58.0
基隆港					
98	67.0	2.8	6.2	11.7	4.0
99	72.7	3.0	6.6	12.5	4.3
100	64.6	2.6	5.8	3.8	11.0
臺中港					
98	218.8	10.1	22.5	29.8	27.4
99	178.5	8.4	18.8	35.4	12.1
100	78.4	3.7	8.2	5.3	15.4
臺北港					
100	36.9	1.5	3.2	2.1	6.1

34

柴油車排放量推估結果

五、排放清單建置

溫室氣體排放量



空氣污染排放量

單位：t/y

港口	年度	NOx(t/y)	THC(t/y)	CO(t/y)	SOx(t/y)	PM(t/y)	CO ₂ e(t/y)
花蓮港	98	0.2	14	46	0.002	0.078	1,062
	99	0.2	14	48	0.002	0.081	1,104
	100	0.2	13	44	0.002	0.074	1,008
高雄港	98	173.3	37.8	1660	0.170	11.431	17,827
	99	193.3	37.9	1704	0.180	12.152	16,422
	100	3.6	21.4	69.8	0.027	1.325	17,741
基隆港	98	0.2	14	48	0.002	0.081	980
	99	0.2	15	50	0.002	0.084	1,025
	100	0.3	1.7	56	0.002	0.095	1,291
臺中港	98	2.3	8.7	21.7	0.012	0.755	10,200
	99	2.8	10.9	27.1	0.015	0.942	12,723
	100	3.6	13.6	34.0	0.019	1.182	14,388
臺北港	100	0.3	1.8	5.8	0.002	0.114	1,511

35

柴油機具排放量推估結果

五、排放清單建置

港口	年度	單位	NO _x	THC	CO	PM	CO ₂ e
花蓮港	98	外單位	0.2	0.0	0.1	0.0	667.4
	99	外單位	0.2	0.0	0.1	0.0	667.4
高雄港	98	外單位	585.9	66.2	269.5	44.1	24,264.5
		港務公司	0.3	0.0	0.1	0.0	10.3
	99	外單位	564.3	64.5	268.5	41.9	23,247.6
		港務公司	0.3	0.0	0.1	0.0	14.0
	100	外單位	380.0	46.4	427.2	32.8	11,162.4
		港務公司	0.5	0.0	0.2	0.0	14.1
基隆港	98	外單位	5.7	0.6	1.6	0.4	138.1
		港務公司	43.3	4.1	10.5	2.7	710.5
	99	外單位	5.8	1.0	3.1	0.8	219.0
		港務公司	44.8	4.3	10.9	2.8	255.1
	100	外單位	174.2	22.1	310.5	17.8	2,564.0
		港務公司	0.5	0.0	0.2	0.0	14.1
臺中港	98	外單位	89.2	10.4	31.9	7.5	1,937.8
	99	外單位	101.7	12.3	36.6	8.9	2,124.3
	100	外單位	274.4	35.8	142.0	28.4	4,125.4
臺北港	100	外單位	29.3	4.2	12.7	3.7	1,473.4

36

排放量資料品質分級評估

排放係數分級×活動強度分級

最高等級 最低等級	A	B	C	D	E	U
A	A					
B	A	B				
C	B	B	C			
D	C	C	C	D		
E	C	C	D	D	E	
U	C	C	D	E	U	U

排放源	遠洋船 船	港勤 船	漁船
資料品質分 級	B	A	B

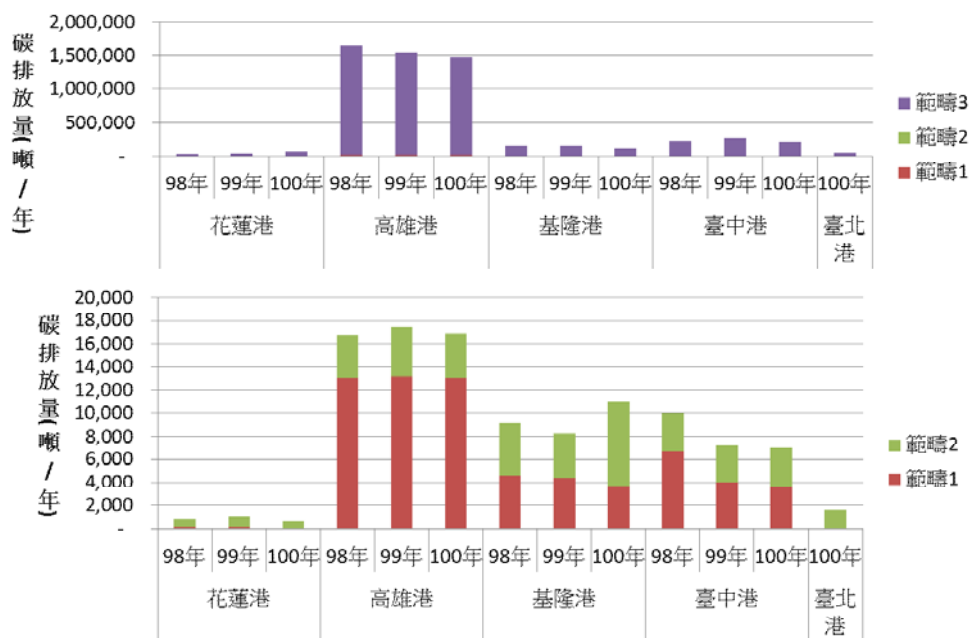
	基隆港	臺北港	臺中港	高雄港	花蓮港
裝卸設備	C	B	B	C	C

重型車輛	TSP	SO _x	NO _x	THC	CO
基隆港	D	C	C	C	C
臺北港	C	C	C	C	C
臺中港	C	C	C	C	C
高雄港	B	A	A	A	A
花蓮港	C	C	C	C	C

37

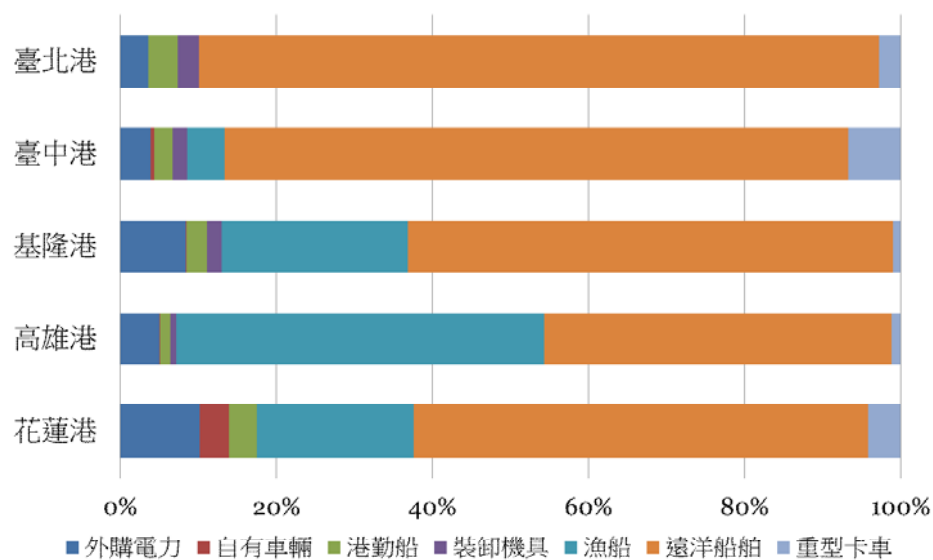
各港比較

五、排放清單建置



30

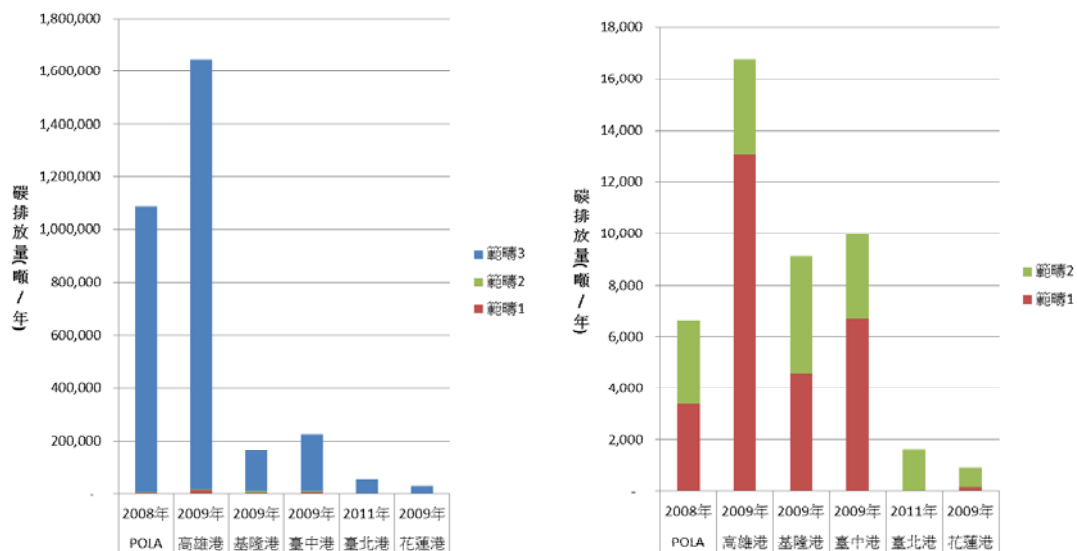
排放組成—100年度CO₂e



39

與洛杉磯港(POLA)比較

五、排放清單建置

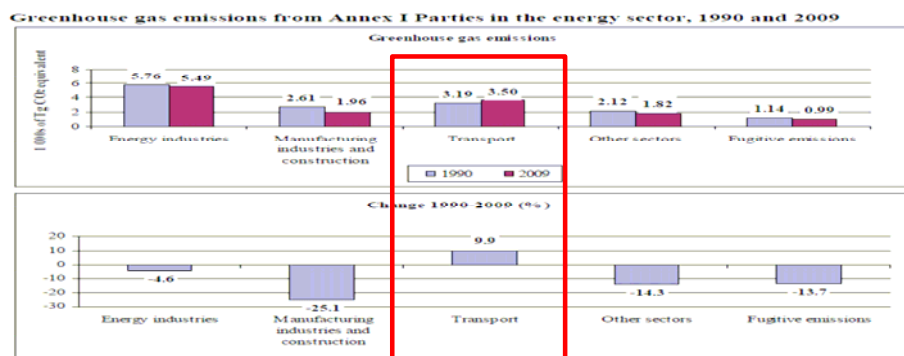


40

經濟誘因機制研究

六、經濟誘因機制研究

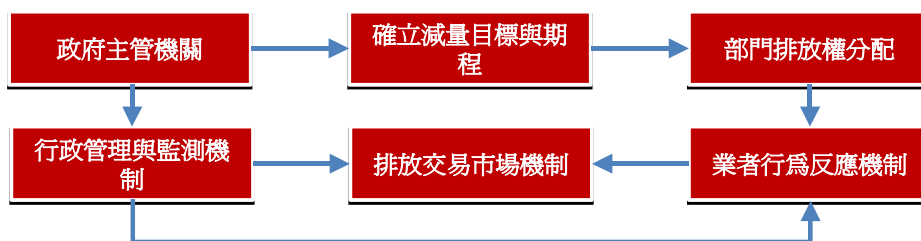
- 2009年與1990年溫室氣體排放量比較
 - 運輸部門是唯一尚在成長者，其中海運約成長10.9%
 - 國際海洋組織(IMO)、歐盟、世界自然基金會倡議開徵海運「碳稅」。



41

碳排放交易制度

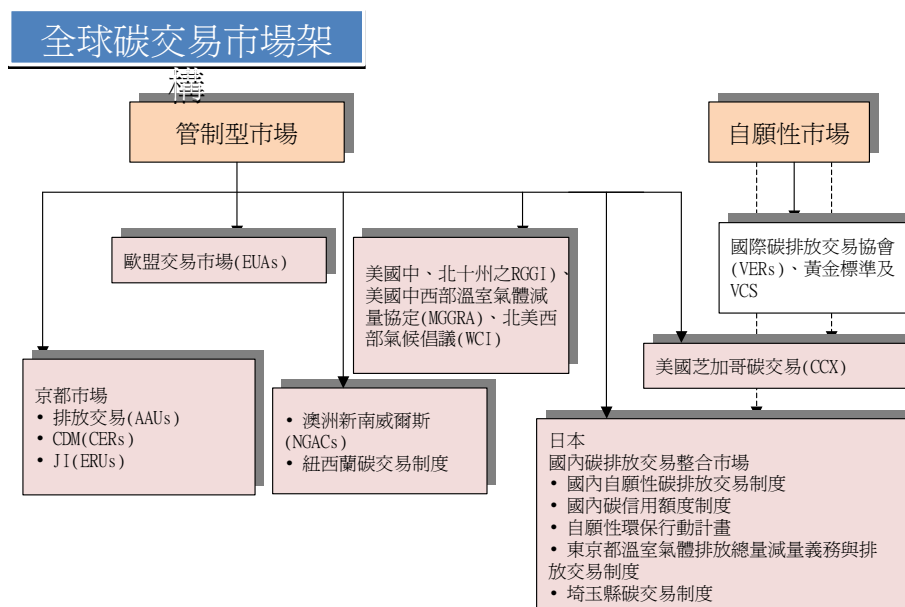
六、經濟誘因機制研究



國際排放權核配制度比較	排放交易制度	拍賣	溯往原則	效率標竿
	歐盟		✓ (第1與第2階段)	✓ (第3階段)
	日本		✓	
	韓國 (規劃中)		✓	
	RGGI	✓		
	美國 (規劃中)	✓		

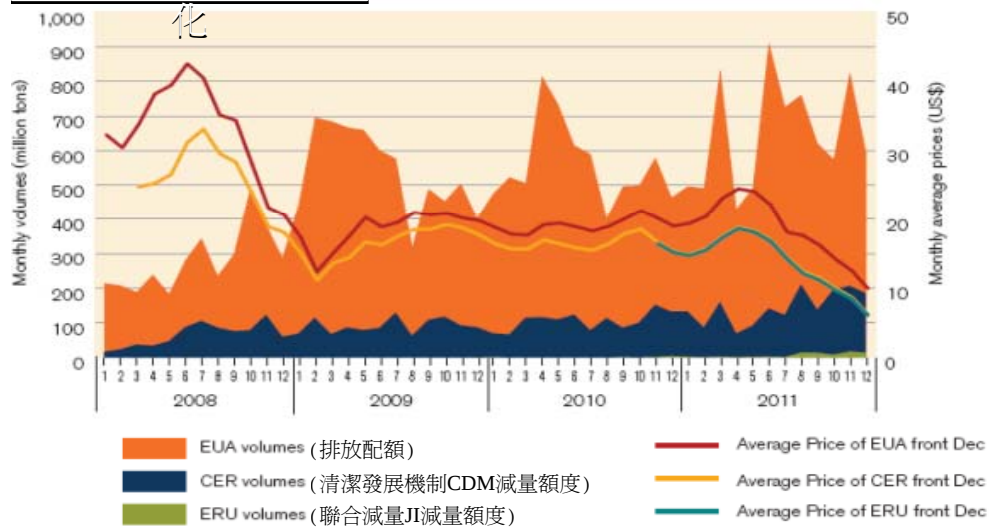
42

六、經濟誘因機制研究



43

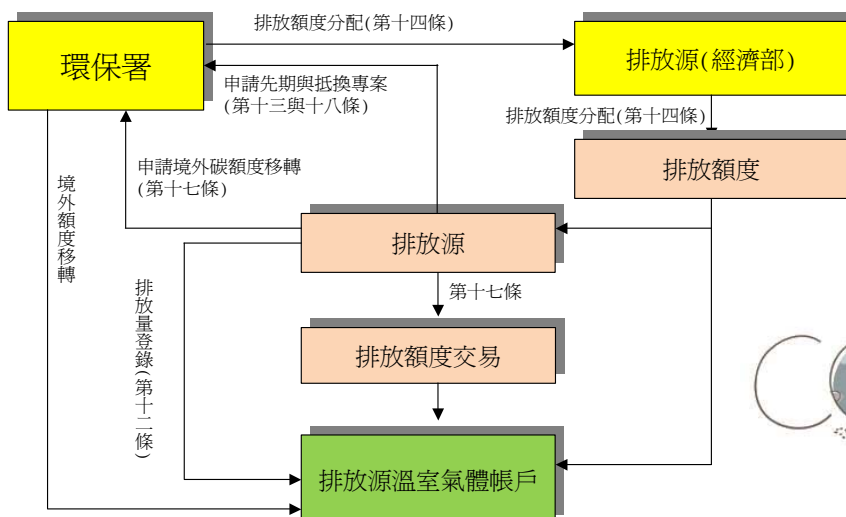
碳交易量與價格變



44

我國碳交易制度發展現況

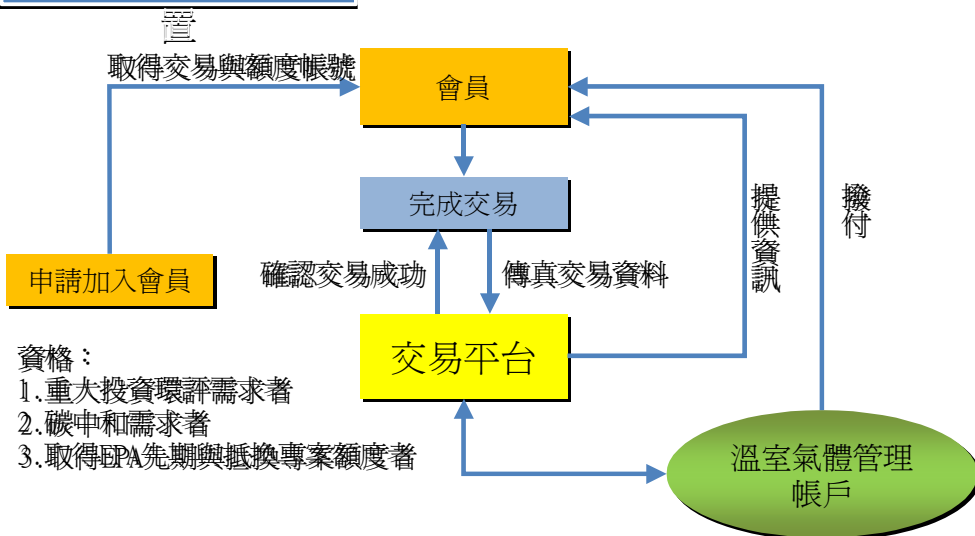
溫減法碳交易架構



45

我國碳交易制度發展現況 六、經濟誘因機制研究

環保署交易平台建置



46

國際航運溫室氣體管理 六、經濟誘因機制研究

歐盟

- 2012/1/1起航空運輸實施碳排放交易制度
- 內陸水道、海運
 - 取消近岸電力使用稅
 - 擬課徵燃料稅
- 能源稅指令
 - 課徵道路燃料稅，但空運與海運尚未納入
 - 擬分為碳稅與燃料稅分別課徵，稅率每3年隨通貨膨脹率調整一次，最快2013年實施。
 - 2023年，會員國全面開徵

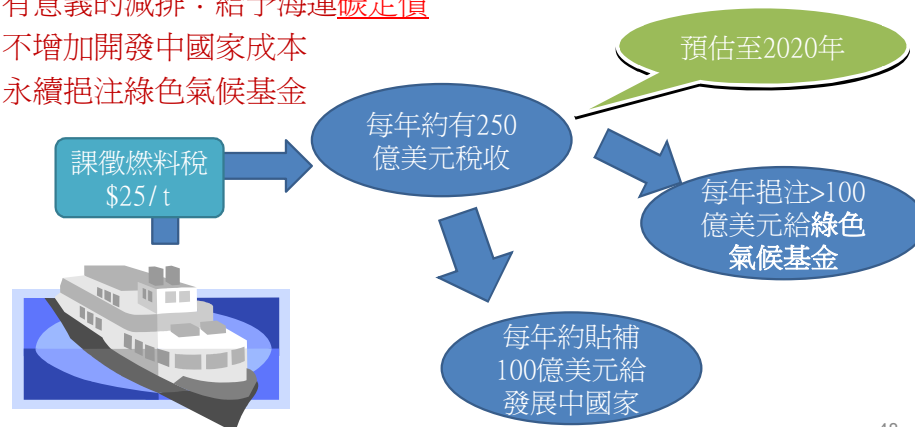
47

國際航運溫室氣體管理

六、經濟誘因機制研究

世界自然基金會WWF

- 2010坎昆會議決議成立綠色氣候基金(GCF)
- IMO會議上，開發中國家普遍同意海運納入減排
 - 有意義的減排：給予海運碳定價
 - 不增加開發中國家成本
 - 永續挹注綠色氣候基金



48

國際海運溫室氣體交易制度

(Maritime Emission Trading Scheme, METS)

- 特色
 - 開放系統
 - 範疇：單一船舶/碼頭
 - 以燃料燃燒排放為依據
 - 排放總量採歷年平均
 - 額度核配採拍賣制
 - 成立專責機構
 - 拍賣收入再利用
 - 防弊
- 挪威與丹麥皆提出修改方案

基本準則	降低總排放量	提高公平性及避免衝擊競爭力	逐步推廣
原版METS	是	是	是
挪威方案	是(如果全球實施)	非	是
丹麥方案	是(如果全球實施)	不確定	是

49

碳稅優缺點分析

六、經濟誘因機制研究

優點

- 矯正傳統稅制扭曲效果
- 促進經濟成長與就業
- 降低廠商執行成本
- 刺激防制技術創新
- 可彈性調整稅率

缺點

- 若燃料替代性高則無法達標
- 造成無謂損失
- 高低所得者差異性租稅負擔
- 對產業競爭力衝擊

50

政策工具相容性分析

六、經濟誘因機制研究

並存原則

- 浪費性問題
- 效率性問題
- 必要性問題
- 期效性問題
- 政策組合問題

相容性

- 確保環境品質維護
- 安全閥效果
- 消除區域熱點現象
- 因應不同污染源規模
- 維護污染源競爭力

交易制度潛在障礙

- 齊一的防制技術
- 不是用小區域環境管理
- 制度設計困難
- 政治上抵制
- 缺乏及時制度修改的機制
- 利益團體遊說
- 不易與現存直接管制措施配合

51

經濟誘因機制小結與建議 六、經濟誘因機制研究

小結

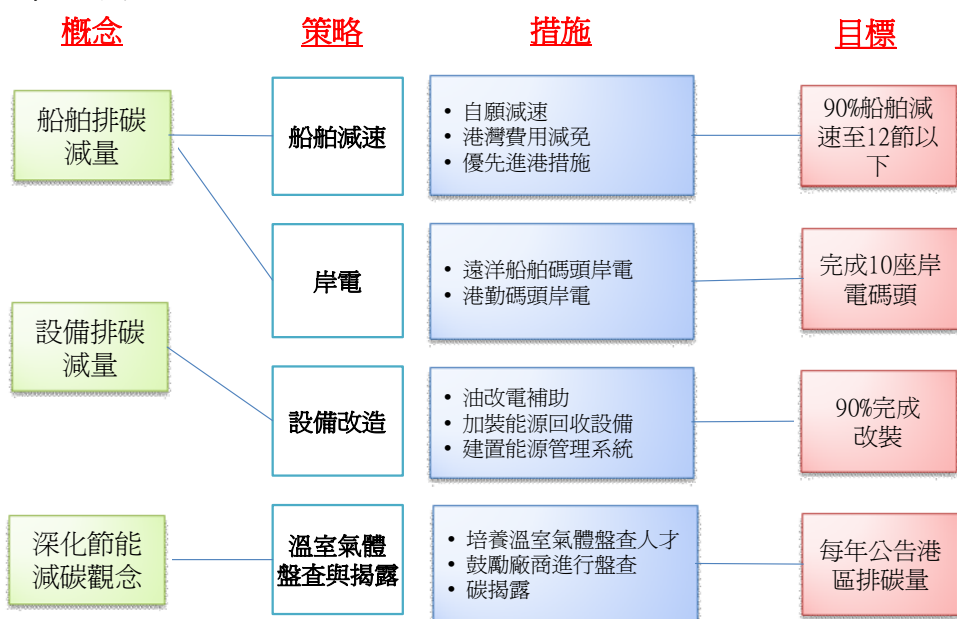
- 1. 碳定價是海運溫室氣體排放管理的核心政策工具
- 2. 國際海運燃料稅制度較早實施
- 3. 國際海運實施碳交易制度尚未成熟
- 4. IMO規劃之交易制度具能源稅之實
- 5. 我國已逐漸完成碳交易制度建置工作
- 6. 溫室氣體已被公告為空氣污染物

建議

- 1. 持續掌握國際海運溫室氣體排放管理政策發展
- 2. 加強港埠綠色貿易管理
- 3. 研擬港埠溫室氣體排放費
- 4. 盤點港埠溫室氣體減量潛力

52

策略地圖



53

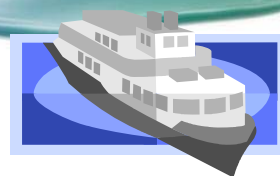
投入資金規劃

策略	措施	投入預算(千元)								
		102年	103年	104年	105年	106年	107年	108年	109年	110年
A. 船舶減速	A1. 自願減速									
	A2. 港灣費用減免			18,000	22,000	25,000	29,000	33,000	33,000	33,000
	A3. 優先進港措施									
B. 岸電	B1. 遠洋船舶碼頭岸電	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000		40,000		40,000
	B2. 港勤碼頭岸電	2,000	4,000							
C. 設備改造	C1. 油改電補助		11,900	9,850	8,200	-4,900	-4,850	-4,800	-4,800	-4,800
	C2. 加裝能源回收設備					14,000	26,000	36,000	46,000	40,000
	C3. 建置能源管理系統		2,000	6,000	6,000					
D. 溫室氣體盤查與揭露	D1. 培養溫室氣體盤查人才	400	400	400						
	D2. 鼓勵廠商進行盤查		800	800						
	D3. 碳揭露	800	800	800	800	800	800	800	800	800
E. 新技術研發	E1. 鍋爐岸電可行性評估				2,000	5,000				
	E2. 港區能源管理系統研究	1,800								
	E3. 能源回收設備改裝研究		2,000	2,000						
合計		45,000	61,900	77,850	79,000	79,900	50,950	105,000	75,000	109,000

註：C1油改電補助僅提供貸款，廠商再逐年歸還，因此106年以後有收入。
C3亦利用貸款方式補助廠商加裝能源回收設備。

54

結論



- 各港100年度CO₂e排放量推估結果：高雄港1,473,369公噸最高，臺中港215,346公噸居次，基隆港138,460公噸排第3，臺北港54,232公噸排第4，花蓮港為23,932公噸規模最低。
- 修正遠洋船舶停泊時，排除港勤船舶及維修船舶；修訂裝卸機具預設參數，並以能源局最新公布的電力係數修訂使用電力之溫室氣體排放量。
- 各港排放量，普遍以遠洋船舶及漁船最高，再其次為外購電力與重型卡車
- 本研究測試以採氣袋針對港勤船、漁船及裝卸機具進行採樣；以遙控直昇機測試遠洋船舶；以OBS測試重型卡車，皆經過實地執行檢測作業，可作為檢測排放量之測試手段。
- 碳定價是海運溫室氣體排放管理的核心政策工具，國際海運燃料稅制度較早實施，較容易將燃料稅轉換成碳稅。而國際海運實施碳交易制度尚未成熟，IMO規劃之交易制度具能源稅之實。

建議

- 各港相關負責人已逐漸習慣每年提供排放量調查相關資料，未來可進一步規劃建置資料庫，由各負責人直接上網登錄。但現階段各港填報之資料錯誤率仍偏高，可先規劃資料庫，待填報人正確性提高後再推動網路填報。
- 持續掌握國際海運溫室氣體排放管理政策發展，加強港埠綠色貿易管理，研擬港埠溫室氣體排放費，並盤點港埠溫室氣體減量潛力。
- 港區的節能減碳推動措施，建議朝向限制遠洋船舶船速、裝卸設備之改造、推動岸電、訓練溫室氣體盤查人員及推動碳揭露。另外針對有減碳潛力的技術，可撥與適當經費研發。
- 考量政府財力，推動廠商設備更新或改裝，可以用提供低利貸款的模式；推動船舶減速應有實質鼓勵為佳，額度不一定要很高，可將停泊費用折扣訂在約5%即可。

56

簡報完畢，敬請指教!

57

附錄四

各項會議辦理情形

第一季工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

採購案名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究 (2/4)

時間：中華民國 101 年 3 月 12 日（星期一）下午 1：30～2:40

地點：港研中心 5 樓會議室

主席：邱永芳主任

記錄：柯正龍

出席者：邱永芳主任、謝明志科長、陳桂清研究員、柯正龍研究員、
瑩諮公司葉雨松博士、許真瑜副理

討論議題

第一季工作內容說明及進度報告。

主要討論

- 1.高雄港區之排放清冊，未來應明確列出港區、港區工廠、全高雄市等三部分，提供使用參考。
- 2.漁船之主要污染來源，係於行進或作業時排放，因此採樣將於行進時實施。商船因入港前，其主引擎負載降低並已開啟一般輔助引擎，此時採樣將無法區分其污染來源；靠岸靜止時，其主引擎熄火僅使用輔助引擎，因此，後續將於靜止時採樣測試，比較輔助引擎排放係數。
- 3.本所研擬之「綠色運輸白皮書」，關於港埠部份，列有「機具電氣化」及「船舶使用岸電設施」等重點。本年度請針對上述蒐集或更新相關之國際規範；並於經濟效益評估加入「健康風險評估」。另外，應將各港逐年 CO₂ 遞減目標資料，提供各港相關單位參考。
- 4.船舶排放量之採樣研究，國外迄今只有一筆具體資料，國內則無；因此，國內外均尚無一致之標準或方法。
- 5.本年預定將更新船舶使用岸電之國際標準資料，並投稿於相關期刊，但風險評估部分需更多資源投入，難以全部涵蓋在本年度計畫內。高雄港今年可能有岸電相關計畫，建議列為該計畫研究項目。

而機具電氣化的效益，去年報告中已有長榮等公司的概略成效說明。

- 6.前期計畫調查之排放清冊，請於本年度檢討，若尚有調查不足部分，請補充之。
- 7.建置排放清冊資料庫目前已有初步構想，未來將會在報告書中提出建議，方便未來各單位每年填報。
- 8.商船排放量採樣，可考慮能否於行進中商船進行，以便從排煙中判別高硫低硫，並結合 AIS 定位商船航道，設定飛機路線接近採樣。
- 9.目前船舶污染採樣尚無標準作業程序（SOP），未來船舶碳稅可能需採航行艘次、二氧化碳排放量等作為徵收依據，因此，檢測應採國際規範或環保署認可之方法，方能避免爭議。
- 10.碳稅所收費用應如何應用，應納入規劃項目內。
- 11.本計畫去年調查結果，請透過本年度研究作進一步探討，確認流程及結果可靠度後，將成果整理投稿運輸季刊。其中重點應強調調查方法，數據、資料取得及計算過程應建立 SOP，方能取得公信力，減少各界質疑。
- 12.後續研究請加強對外宣傳，吸引各界重視港埠節能減碳相關議題。

第二季工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

採購案名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究（2/4）

時間：中華民國 101 年 6 月 6 日星期三上午 10：00-11:00

地點：港研中心 5 樓會議室

主席：謝科長明志

出席者：港研中心：謝明志科長、柯正龍研究員、王克尹研究員

 瑩諮科技有限公司：葉雨松先生、許真瑜先生、李偕發先生

紀錄：瑩諮科技公司李偕發先生

討論議題

第二季工作內容說明及進度報告。

主要結論

- 1.原交通部港務局已於 101 年 3 月 1 日改制，設立交通部航港局專責辦理航政及港務等公權力事項；既有港務局則改制為港務公司，專營港埠經營業務。原先所建立之聯繫對口單位，應再重新確認及建立。
- 2.請瑩諮科技公司儘速規劃本年度至各港務分公司再次辦理節能減碳清冊填寫說明會辦理時程及與各分公司聯繫洽辦事宜。
- 3.本計畫採用遙控直升機監測船舶排煙之作業，安全（工安）方面應謹慎評估，應盡力排除影響準確性的各項因素。
- 4.遙測選定台華輪為受測船隻，在聯繫上請評估以何種名義與台華輪接洽較為恰當，以期能順利取得該單位之協助。
- 5.船舶油品採樣作業，至 5 月份底已完成 20 艘船隻，分析數據時請謹慎評估。另樣品數量是否足夠？後續是否該增加採樣數量？以及對於修訂舊有係數及對排放清冊之影響等，請考量。

- 6.有關漁船氣體排放量資料及相關清冊，請儘速取得並進行分析與統計。此外，研究報告撰寫時，建議應加強蒐集及彙整與漁船相關之研究文獻。在遠洋漁船的排氣檢測方面，建議請受測船隻是否能提供漁船用油樣品及相關資訊。
- 7.碳交易與收費機制之研擬，應避免與政策脫鉤，兩者間的差異性應盡量避免。
- 8.本計畫如有其他潛在性問題，應盡量於期中報告揭示，方能及早規劃因應方式與避免日後衍生出權責問題。
- 9.船舶排煙可行之遙測技術、建議可洽詢綠色船隻（Green Ship）之船公司(例如長榮航運等)是否有相關資訊可供本研究參採。
- 10.本所臺灣綠色港埠建置之研究計畫，預計 101 年 9 月將在高雄辦理綠色港灣節，請本計畫屆時配合展示研究成果。

第三季第 1 次工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

採購案名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究（2/4）

時間：101 年 8 月 6 日（星期五）上午 9：30～11:30

地點：港研中心 5 樓會議室

主席：邱永芳主任

出席者：成功大學環境工程研究所吳義林教授

成功大學交通管理系張瀨之副教授

港研中心：謝明志科長、柯正龍研究員、

瑩諮科技有限公司：葉雨松先生、許真瑜先生、李偕發先生

紀錄：柯正龍

討論議題

第三季工作內容說明及進度報告。

主要結論

- 1.因研究顯示，除歐盟國家外，臺灣中油公司之油品含硫量較符合預期之管制標準，建議研究團隊可研議遠洋船舶進入高雄港區加油之誘因，如補貼方案等。
- 2.若情況允許，請瞭解遠洋船舶在入港前將高硫油品轉用低硫油品之距離點或時間點，及其轉換過程所需時間。
- 3.船舶於港區之活動強度應有實地之調查資料。
- 4.未來計畫中，建議研擬利用 AIS 資料庫結合引擎等船籍資料，直接推估船舶空污排放量。
- 5.遠洋船隻之定義應明確，並做細項切分，如定點航線或非定點航線等，或可參考國際文獻之分類界定。船型或噸數不同，皆會影響其活動強度，因此，此部分之相關計算應有詳細說明。

- 6.遠洋漁船如能獨立取得資料，可在之後的報告中區分，但因國內主要商港內皆有漁港，其排放量仍需合併計算之總排放量中。
- 7.車輛排放實測，如只測試1輛，其代表性有限。建議可利用國內車輛之零里程排放率與劣化率推估，故需事先瞭解進出車輛車籍組成。建議先以高雄港為推估範例。
- 8.港區車輛排放量請依車籍資料以 Mobil6 等推估。
- 9.遠洋船舶遙測船隻，本研究選用臺華輪，建議應考量其代表性是否足夠？若研究團隊只是要證明此遙測技術之可行性，應明確說明之，避免外界產生疑慮。
- 10.船舶遠距監測技術之航道定點監測，建議研究團隊考量其設置可行性。
- 11.本研究之排放係數推估，建議研究團隊除採用國外係數外，應再與國內所得之研究數據進行驗證及比對，以利建立臺灣本土化係數，並強化數據之可信度，未來在研議建置碳稅及碳平台，讓排放數量更具根據性。
- 12.根據排放量推估結果，船舶靠岸時鍋爐排放量高，建議研究團隊未來可納入由岸上提供熱能之可行性研究。
- 13.船舶靠岸停泊時鍋爐的使用狀況，應以問卷做實地抽樣調查，較具代表性。

第三季第 2 次工作會議記錄

採購案編號：MOTC-IOT-101-H1DB005

採購案名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究 (2/4)

時間：101 年 9 月 24 日（星期一）下午 2：00-3:00

地點：港研中心 5 樓橋梁會議室（R505）

主席：謝明志科長

出席者：

港研中心：陳桂清組長、柯正龍研究員

瑩諮科技：葉雨松先生、許真瑜先生、陳宗懋先生

紀錄：瑩諮公司許真瑜

討論議題

第三季工作內容說明及進度報告。

主要結論

- 1.本季第 1 次工作會議（101.08.06）結論事項，請於計畫期程內完成，
期末報告初稿繳交日期為 101 年 10 月 29 日。
- 2.直昇機採樣時能配合攝影，提供未來成果展示用。
- 3.未來需搭配所內的資訊平台，請協助與主辦單位溝通。

附錄五

溫室氣體盤查及登錄管理原則

溫室氣體盤查及登錄管理原則

環保署於 2010 年 9 月 10 日公告「行政院環境保護署溫室氣體盤查及登錄管理原則」(簡稱盤查與登錄管理原則)，¹ 奠立我國溫室氣體管理的可量測、可報告與可查證之三可制度(Measureable, Reportable, and Verifiable, MRV)。盤查與登錄管理原則合計九點原則，完整內容如下：

一、行政院環境保護署(以下簡稱本署)為建立溫室氣體盤查登錄作業之一致性原則，以供本署溫室氣體先期專案與抵換專案之申請者、承諾進行盤查登錄之環境影響評估開發單位或自願盤查登錄者遵循，特訂定本管理原則。

二、本管理原則之專有名詞說明如下：

(一)盤查：指彙整、計算及分析排放量或碳匯量之作業。

(二)查證：指排放量數據或溫室氣體減量(含碳匯量)數據，經查驗機構驗證之作業。

(三)登錄：指將經由查驗機構完成查證之排放量、碳匯量，登載於國家溫室氣體登錄平台之作業。

(四)溫室氣體排放源(以下簡稱排放源)：指直接或間接排放溫室氣體至大氣中之設施、單元或程序。

(五)溫室氣體：指二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF₆)及其他經中央主管機關公告者。但不包含已納入蒙特婁議定書規範之氫氟碳化物。

(六)溫暖化潛勢：以單一二氧化碳質量單位產生之輻射衝擊為基

1. 中華民國 99 年 9 月 10 日環署溫字第 0990081511A 號令。

準，在一段期間內單一溫室氣體質量單位所產生之輻射衝擊相對於二氧化碳之當量倍數。

(七)溫室氣體排放量(以下簡稱排放量)：指自排放源排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化潛勢加總所得之合計量，以二氧化碳當量表示。

(八)碳匯量：指將二氧化碳或其他溫室氣體自排放源或大氣中持續移除之數量，扣除固定或封存於碳匯過程中所產生之排放量及一定期間後再排放至大氣之數量後，所得到固定或封存之溫室氣體排放量淨值。

(九)盤查邊界：指盤查排放量及碳匯量所屬排放源之地理範圍，並將溫室氣體排放及碳匯量分類為直接排放、能源利用間接排放及其他間接排放。

(十)營運控制權法：指依具有實質營運管理權力者之管理範圍，進行排放源溫室氣體排放量及碳匯量盤查邊界劃分方法。

(十一)排放範疇：指依溫室氣體排放來源劃分之三大類溫室氣體排放範疇，範疇一係指來自於製程或設施之直接排放；範疇二係指來自於外購電力、熱或蒸汽之能源利用間接排放；範疇三係指非屬自有或可支配控制之排放源所產生之排放，如因租賃、委外業務、員工通勤等造成之其他間接排放。

三、本署對符合下列情形進行之盤查登錄者，得依本管理原則辦理登錄資料審查：

(一)依行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則規定，申請減量額度者。

(二)環境影響評估案件之開發單位承諾進行溫室氣體盤查登錄者。

(三)參加政府機關推動之產業溫室氣體盤查登錄者。

(四)其他自願辦理盤查登錄者。

其他自願進行盤查作業，得參考本管理原則進行盤查。

四、本署審查前點登錄資料之原則如下：

(一)依中華民國國家標準 CNS 14064-1「組織層級溫室氣體排放與移除之量化及報告附指引之規範」、溫室氣體盤查與登錄指引及其他本署指定方式進行盤查，並完成溫室氣體盤查報告書(以下簡稱盤查報告書)及排放量清冊。

(二)前款盤查報告書及排放量清冊，應由本署審查通過之查驗機構查證，並取得查證聲明書。

(三)依本署登錄規定於國家溫室氣體登錄平台登錄其排放量清冊，並上傳盤查報告書及查證聲明書。

五、本署審查前點盤查報告書時，應注意該報告書內容已載明及確認下列事項：

(一)編製目的。

(二)盤查年度。

(三)盤查邊界須位於我國境內，且其邊界係依營運控制權法設定，並據以彙總數據。

(四)量化方法及其選用原因。

(五)排除門檻所排除量化之排放源及排除原因。

(六)盤查邊界、量化方法及基準年之變更說明。

(七)排放量計算相關數據之不確定性分析。

(八)盤查年度期間完整之操作數據佐證文件。

(九)其他本署指定之項目。

本署審查前點排放量清冊時，應確認其已載明排放源之基本資料、排放範疇完整涵蓋範疇一及範疇二並定性描述範疇三、排放來源型式、溫室氣體種類、原(物)料、燃料活動數據、排放係數及年排放量統計結果。

六、經本署審查登錄資料有不合規定或內容有欠缺者，應通知登錄者限期補正。屆期未補正或補正未符規定者，視為未完成登錄作業；補正日數不計入審查期間。但補正總日數不得超過六十日。

七、本署審查登錄者所提資料，為其明知不實之事項而提出，或其登錄文書為虛偽記載者，依刑法相關規定辦理。

八、本署審查本管理原則發布前已完成盤查之登錄資料，應注意下列事項：

(一)登錄資料未經本署審查通過之查驗機構完成查證者，應於本管理原則發布後由本署審查通過之查驗機構補查證。

(二)執行補查證應依本署溫室氣體查驗指引為之。

未補查證或補查證未符規定者，視為未完成登錄作業。

九、經本署審查完成之登錄資料，其登錄者應自取得查證聲明書之日起十年內，保存盤查報告書及排放量清冊相關之數據及佐證文件。

附錄六

溫室氣體先期與抵換專案推動原則

溫室氣體先期與抵換專案推動原則

環保署於 2010 年 9 月 10 日公告「行政院環境保護署溫室氣體先期暨抵換專案推動原則」(簡稱推動原則)，¹促進我國溫室氣體減量誘因，以及與國際接軌之計畫型減碳計畫額度創造。先期與抵換專案推動原則合計九點原則，簡述內容如下：

一、行政院環境保護署(以下簡稱本署)為鼓勵溫室氣體排放源(以下簡稱排放源)執行溫室氣體減量，並建立減量成效認定及減量額度核發之一致性原則，特訂定本推動原則。

二、本推動原則之專有名詞，定義如下：

(一)溫室氣體：指二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)及其他經本署公告者。但不包含已納入蒙特婁議定書規範之氫氟碳化物。

(二)溫室氣體排放源：指直接或間接排放溫室氣體至大氣中之設施、單元或程序。

(三)溫暖化潛勢：以單一二氧化碳質量單位產生之輻射衝擊為基準，在一段期間內單一溫室氣體質量單位所產生之輻射衝擊相對於二氧化碳之當量倍數。

(四)溫室氣體排放量(以下簡稱排放量)：指自排放源排出之各種溫室氣體量乘以各該物質溫暖化潛勢加總所得之合計量，以二氧化碳當量表示。

(五)公告排放強度：指本署依行業別業者提供排放資料及國際資

1. 中華民國 99 年 9 月 10 日環署溫字第 099—81483A 號令。

訊，公告單一排放源、單位原(物)料、燃料、產品或其他之溫室氣體排放量，係為適用先期專案之認定基準。

(六)先期專案：指自中華民國八十九年一月一日起至溫室氣體減量法施行前，排放源之排放強度優於本署公告排放強度或環境影響評估書件承諾事項及審查結論要求之排放強度，經申請者提出減量專案，其執行減量實績經查驗機構查證及本署審查通過核發減量額度之專案。

(七)抵換專案：指申請者依本署認可之減量方法提出專案計畫書，其計畫書內容經中央目的事業主管機關審議及查驗機構確證並向本署註冊後，執行減量實績經查驗機構查證及本署審查通過核發減量額度之專案。其中申請者整合管理多個減量子專案者，為方案型抵換專案。

(八)計入期：指於執行抵換專案，可取得減量額度計算之期間。

(九)外加性分析：指依本署認可減量方法評估該減量作為非法規所規定，且非技術普遍性或不具投資效益所做之分析，以確認抵換專案係為溫室氣體減量目的而執行。

(十)活動強度：指產品產量或原(物)料、燃料、能源使用量或購買量等。

(十一)洩漏：指因執行先期專案或抵換專案，造成減量專案執行範圍外之溫室氣體增量情形。

(十二)登錄：指將經由查驗機構完成查證之排放量或碳匯量，登載於國家溫室氣體登錄平台(以下簡稱國家登錄平台)之作業。

(十三)排放密集度：指單廠所有產品單位產值之溫室氣體排放量。

三、本署對符合本推動原則執行溫室氣體排放減量者，得受理其先期

專案或抵換專案之申請。但於本推動原則發布前執行溫室氣體排放減量者，應符合下列情形之一：

- (一)參與政府之減量協議、輔導、補助專案或節能減碳計畫者。
- (二)產業公(協)會，取得所屬會員廠商之委託，且曾參與政府之減量協議、輔導、補助專案或節能減碳計畫者。
- (三)屬環境影響評估案件之溫室氣體減量抵換需求者。
- (四)屬環境影響評估案件之溫室氣體減量抵換提供者。

四、本署受理先期專案或抵換專案之申請，應確認符合下列規定：

- (一)先期專案申請者，為排放源之所有人、使用人、管理人或受其委託之產業公(協)會；抵換專案申請者為專案實際執行者或投資者。
- (二)先期專案或抵換專案申請者，曾將全廠(場)排放量上傳於國家登錄平台。但於申請抵換專案無排放源者不需上傳。屬產業公(協)會申請者，其委託之全部會員廠商曾將全廠(場)排放量分別上傳於國家登錄平台。
- (三)先期專案之申請者，應於本署研訂公告排放強度時，提供其排放強度資料，且其排放強度應優於本署公告排放強度。

申請者得同時提出先期專案及抵換專案之申請。但同一排放源之減量計算不得重複。

第一項第三款公告排放強度由本署會商中央目的事業主管機關定之。

五、本署受理先期專案之申請，應確認申請者依本署指定格式檢附下列文件：

- (一)申請書。
- (二)國家登錄平台完成盤查登錄之證明文件、減量額度之帳戶證

明文件或帳戶申請表。

(三)符合第三點推動原則發布前已執行溫室氣體排放減量者，應檢附下列證明文件之一：

- 1.參與政府減量計畫、協議或備忘錄證明。
- 2.參與政府輔導或補助之核可函及紀錄。
- 3.已通過之環境影響說明書或評估書、減量抵換合作契約。
- 4.其他本署指定文件。

(四)先期專案報告書；其內容應包含：申請者基本資料、邊界設定、減量措施、額度計算期間之活動強度、排放係數、排放強度、全廠(場)及專案之溫室氣體排放量及排放減量計算說明等。

(五)由本署審查通過之查驗機構所出具之先期專案查證總結報告及全廠(場)排放量查證總結報告。

(六)其他經本署指定文件。

前項第四款排放減量計算說明之計算公式如下：

$$ER = \sum_{n=x}^y On \times [Elr - Eln]$$

ER：排放減量。當公告排放強度與申請年度實際排放強度之差值為負值時，該年度之排放減量為零。

n：專案執行期間，起始年為 x，截止年為 y。

O：產品、原(物)料、燃料、能源或其他之活動強度。

Elr：適用之公告排放強度。但法規規定或環境影響評估書件承諾事項及審查結論之要求，優於公告排

放強度時，應以其為計算基準。

EI：申請者排放源之實際排放強度。

六、本署除應確認產業公(協)會申請者依前點規定辦理外，並應確認其依本署指定格式檢附下列文件：

- (一)授權書。
- (二)公(協)會與會員廠商之權利與義務聲明書；其內容應包括雙方權利與義務、減量額度之分配及爭議處理。
- (三)公(協)會減量額度之帳戶證明文件或帳戶申請表。
- (四)其他經本署指定文件。

七、本署審查先期專案之原則如下：

- (一)減少或移除溫室氣體排放之技術或措施應合理。
- (二)減少或移除溫室氣體排放之技術或措施應優於法規規定、環境影響評估書件承諾事項及審查結論。
- (三)溫室氣體減量或移除之成效，非因排放源所有權轉移、停工、歇業或中間產品外購等造成，且無洩漏風險。
- (四)佐證文件足資證明排放強度計算之真實性及正確性。
- (五)減量額度不得重複核發。

八、本署受理先期專案申請後，應於三十日內完成書面審查，並做成核定減量額度或駁回之決定；必要時，得辦理現場勘查。現場勘查期間不計入書面審查期間。

先期專案之申請經審查符合規定者，應核定減量額度及其編碼，並於審查通過七日內核發於國家登錄平台申請者帳戶。但產業公(協)會申請者經審查通過後，應依本署通知核定之減量額度確認其分配方式，本署於接獲減量額度分配方式七日內，據以核發於國

家登錄平台申請者帳戶。

第一項之申請，經審查不合規定或內容有欠缺者，本署應通知申請者限期補正，屆期未補正或補正未符規定者，駁回申請；補正日數不計入審查期間。但補正總日數不得超過九十日。

九、本署受理抵換專案計畫書之申請，除應依專案類型轉送中央目的事業主管機關審議外，並應確認申請者依本署指定格式檢附下列文件：

(一)申請書。

(二)符合第三點推動原則發布前已執行溫室氣體排放減量者，應檢附下列證明文件之一：

- 1.參與政府減量計畫、協議或備忘錄證明。
- 2.參與政府輔導或補助之核可函及紀錄。
- 3.已通過之環境影響說明書或評估書、減量抵換合作契約。
- 4.其他本署指定文件。

(三)抵換專案計畫書；其內容應包含：減量方法描述及應用說明、基線計算方法、外加性分析、減量或移除量計算說明、監測方法描述、專案活動期程描述、環境衝擊分析及公眾意見描述等。但方案型抵換專案申請者除檢附方案型抵換專案計畫書外，另應檢附一件以上之子專案計畫書。

(四)其他經本署指定文件。

前項抵換專案計畫書之註冊申請，非經中央目的事業主管機關審議通過，本署不予受理。本署受理註冊申請時應確認申請者依指定格式檢附下列文件：

(一)申請書。

- (二)減量額度帳戶證明文件或帳戶申請表。
- (三)計畫書經中央目的事業主管機關審議通過之證明文件。
- (四)由本署審查通過之查驗機構所出具之確證總結報告。
- (五)確證通過後之抵換專案計畫書。
- (六)確證通過後之抵換專案計畫書已上傳於國家登錄平台之證明文件。
- (七)其他經本署指定文件。

十、本署審查抵換專案計畫書註冊之原則如下：

- (一)引用之方法應符合下列規定之一：
 - 1.聯合國清潔發展機制執行委員會認可之減量方法。
 - 2.經中央目的事業主管機關審議通過並經本署認可之減量方法。
 - 3.其他本署認可之減量方法。
- (二)抵換專案計畫書應經中央目的事業主管機關審議通過。
- (三)抵換專案應具備外加性分析。
- (四)屬能源類型專案者，其單一計入期產生之總減量額度應大於五百公噸二氧化碳當量。
- (五)屬林業類型專案者，其植林之毗連面積應大於零點五公頃。
- (六)專案之計入期符合下列規定：
 - 1.屬林業類型專案者：
 - (1)展延型：以二十年為限，至多可展延兩次。每次計入期之展延申請應符合第九點及第十點之規定。

(2)固定型：以三十年為限，不得展延。

2.非屬林業類型專案者

(1)展延型：以七年為限，至多可展延兩次。每次計入期之展延申請應符合第九點及第十點之規定。

(2)固定型：以十年為限，不得展延。

(七)專案類型非屬核能發電。

十一、本署受理方案型抵換專案計畫書註冊申請，除依前點原則審查外，並應符合下列規定：

(一)屬林業類型之方案型抵換專案執行期間以六十年為限，非林業類型者以二十八年為限。

(二)方案型抵換專案於專案執行期間內，得新增子專案，且子專案之新增次數，不予限制。

(三)子專案新增後，應經本署審查通過之查驗機構確認，且其所有子專案之減量方法或減量方法組合，應與註冊之方案型抵換專案計畫書所提內容一致，並符合其所載之子專案新增條件。

(四)申請者應將方案型抵換專案及其子專案之計畫書上傳至國家登錄平台。

(五)每項子專案僅屬一個方案型抵換專案，且不得重複申請。

已執行之方案型抵換專案，經本署查核認定其子專案有不適用該方案型抵換專案之情形者，應移除該子專案，且不再受理該子專案之任何申請。

十二、本署受理抵換專案計畫書之註冊申請後，應於二十日內完成書面審查，並做成完成註冊或駁回之決定；必要時，得辦理現場

勘查。現場勘查期間不計入書面審查期間。

抵換專案計畫書之註冊申請經審查符合規定者，應完成註冊並於審查通過七日內通知申請者。

第一項之註冊申請，經審查不合規定或內容有欠缺者，本署應通知申請者限期補正，屆期未補正或補正未符規定者，駁回申請；補正日數不計入審查期間。但補正總日數不得超過九十日。

十三、本署審查通過前點抵換專案計畫書之註冊申請後，於受理抵換專案額度申請時，應確認申請者依本署指定格式檢附下列文件：

(一)申請書。

(二)監測報告書；其內容應包含：減量執行單位基本資料、監測成果描述、數據品質及實際減量成果等。

(三)由本署審查通過查驗機構出具之查證總結報告。

(四)抵換專案參與者之權利與義務聲明書；其內容應包含：各個參與者之權利與義務、減量額度之分配及爭議處理等。

(五)其他經本署指定文件。

十四、本署審查抵換專案額度之原則如下：

(一)抵換專案之計入期，不得先於本署完成專案註冊之日期。但抵換專案於本推動原則發布前，經政府機關輔導或補助者，依其計畫書通過確證之計入期起算。

(二)減量額度之計算，應依據抵換專案計畫書之減量方法，並採合理保守的假設、數值及程序。

(三)溫室氣體減量或移除量不得重複計算。

(四)抵換專案之確證及查證作業，應由不同查驗機構執行。但適用聯合國清潔發展機制執行委員會之小規模減量方法者，

不在此限。

(五)查證總結報告及監測報告書之專案活動或設施，應與於本署註冊之抵換專案計畫書相符。

(六)溫室氣體減量或移除之成效，應具有持續性且無洩漏之風險。

(七)監測報告書之減量成果高於抵換專案計畫書計算結果時，應提出合理之說明與文件。

(八)減量額度不得重複核發。

十五、本署受理抵換專案之額度申請，應於五十日內完成書面審查，並做成核定減量額度或駁回之決定；必要時，得辦理現場勘查。現場勘查期間不計入書面審查期間。

抵換專案之額度申請經審查符合規定者，應核定減量額度及其編碼，並通知申請者確認其分配方式，本署於接獲減量額度分配方式七日內，據以核發於國家登錄平台申請者帳戶。

第一項之額度申請，經審查不合規定或內容有欠缺者，本署應通知申請者限期補正，屆期未補正或補正未符規定者，駁回申請；補正日數不計入審查期間。但補正總日數不得超過九十日。

第八點第二項及本點第二項之減量額度編碼規則，由本署另定之。

十六、先期專案申請者於本署訂定公告排放強度時所提資訊不符本署規定或虛偽不實，致影響公告排放強度數值者，本署得修正公告排放強度，並對修正前已核發之減量額度重新核計。不足者，予以補發；溢發者，通知繳回。

本署審查先期專案及抵換專案申請者所提資料，為其明知不實之事項而提出，或其申請文書為虛偽記載者，依刑法相關

規定辦理。

十七、本署核發減量額度之用途如下：

(一)環境影響評估案件開發單位溫室氣體減量承諾之抵換。

(二)國內排放源自願減量之抵換。

(三)其他經本署認可之用途。

前項減量額度之抵換，為同額抵換。但環境影響評估案件審查結論有特別要求者，應依其規定辦理。溫室氣體減量法施行後，應依該法相關規範辦理。

十八、本署得視先期專案及抵換專案申請者全廠(場)排放量登錄於國家登錄平台情形或排放密集度改善情形，核發獎勵減量額度。

附錄七

溫室氣體減量額度帳戶管理要點

溫室氣體減量額度帳戶管理要點

行政院環境保護署為推動我國產業溫室氣體自願減量作業，業已於 2010 年 9 月 10 日發布「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則」（以下簡稱推動原則），依推動原則第八點及第十五點規定，溫室氣體減量專案經本署審查通過者，將核發溫室氣體減量額度於國家溫室氣體登錄平台申請者帳戶，為明定溫室氣體減量額度帳戶（以下簡稱帳戶）開立、關閉、轉讓及註銷等相關管理事項，爰訂定「行政院環境保護署溫室氣體減量額度帳戶管理要點」草案，並已於 2011 年 04 月 18 日完成公告。全文共計十五點，內容如下：

一、行政院環境保護署（以下簡稱本署）為使「國家溫室氣體登錄平台」（以下簡稱國家登錄平台）溫室氣體減量額度帳戶（以下簡稱帳戶）之申請、審查相關程序有一致性之規範，特訂定本管理要點。

二、本要點專有名詞定義如下：

- （一）溫室氣體減量額度帳戶：指本署提供作為溫室氣體減量額度（以下簡稱減量額度）存放、轉讓或註銷等作業紀錄之帳戶。
- （二）帳戶持有者（以下簡稱持有者）：指於國家登錄平台開立溫室氣體減量額度帳戶，經本署審查認可後取得帳戶者。
- （三）電子憑證：指透過晶片卡或其他憑證載具，由憑證發行機構以數位簽章簽署之資料訊息，用以確認持有者身分之數位式證明。
- （四）異動：指基本資料、指定帳戶操作代表人、指定電子訊息傳遞之電子郵件地址或公（協）會會員名冊等變更之情形。
- （五）凍結：指暫停帳戶所有功能之使用。
- （六）關閉：指終止帳戶之使用。

(七)轉讓：指依持有者申請將減量額度自其帳戶轉出，並轉入其他持有者帳戶之情形；轉出減量額度者為轉讓人，轉入減量額度者為受讓人。

(八)註銷：指依持有者申請將減量額度自其帳戶轉出，並轉入本署註銷帳戶之情形。

三、持有者於國家登錄平台使用帳戶，應以其指定之工商憑證或自然人憑證為其電子憑證之識別依據。

四、本署受理帳戶開立申請，應確認申請者為「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則」（以下簡稱推動原則）之適用對象，始得同意其於國家登錄平台開立帳戶。每一公司法人僅得開立一帳戶。

五、本署受理帳戶開立申請時，應審查申請者依下列規定檢附資料及文件：

(一)帳戶開立申請表(格式詳見附錄一)。

(二)負責人及帳戶指定操作代表人身分證正反面影本。

(三)指定電子憑證種類。

(四)帳戶開立切結書(格式詳見附錄二)。

(五)帳戶使用約定書(格式詳見附錄三)。

(六)申請或持有減量額度之證明文件影本，或環境影響評估案件之溫室氣體減量抵換需求證明文件影本。

(七)屬公司行號者，應檢附目的事業主管機關核准設立、登記或營運之相關證明文件影本；屬公(協)會者，應檢附目的事業主管機關核准設立、登記之相關證明文件影本及公(協)會會員名冊。

(八)其他經本署指定之文件。

前項帳戶開立申請表資料有異動，持有者應即檢附下列規定資料及文件，向本署申請：

(一)帳戶異動申請表(格式詳見附錄四)。

(二)異動項目更新之資料及相關證明文件。

六、本署受理帳戶開立或異動申請後，應於十四日內完成書面審查，審查通過者，本署依附錄五之帳號編碼方式，開立其帳戶。但於申請先期專案或抵換專案之同時提出申請帳戶者，本署應於核發減量額度時開立其帳戶。

前項申請，經審查不合規定或內容有欠缺者，本署應即通知申請者限期補正，屆期未補正或補正未符規定者，駁回申請。補正日數不算入審查期間，且補正總日數不得超過十四日。

七、本署受理減量額度轉讓申請，應確認轉讓人依下列規定檢附資料及證明文件，本署於受理申請日起十日內，將減量額度自轉讓人帳戶轉至受讓人帳戶，並以電子郵件通知至轉讓人及受讓人指定之電子郵件地址：

(一)轉讓申請表(格式詳見附錄六)。

(二)轉讓人及受讓人雙方具名之減量額度轉讓證明(格式詳見附錄七)。

(三)轉讓契約、同意書或其他形式之書面證明文件。

同一持有者有二件以上減量額度同時申請轉讓時，依本署受理之先後順序辦理。

八、持有者於本署指定溫室氣體減量額度交易平台完成交易，且經交易平台通知者，本署依通知將減量額度自轉讓人帳戶轉至受讓人帳戶，並以電子郵件通知至轉讓人及受讓人指定之電子郵件地址。

九、本署受理減量額度註銷申請，應確認持有者檢附註銷申請表(格式詳

見附錄八)，本署於受理申請日起十日內，將減量額度自持有者帳戶轉至本署註銷帳戶，並以電子郵件通知至該持有者指定之電子郵件地址。

十、本署管理帳戶定期以電子郵件提供持有者帳戶對帳資料，不另提供書面資料。如有疑義，持有者應通知本署查明。持有者應保存本署所提供或發送之帳戶相關電子訊息紀錄，保存期限為五年。

因國家登錄平台系統維修、軟硬體設備更換、搬遷或其他不可抗力等事由，致資料遺失或毀損時，持有者應提出前項電子訊息紀錄，供本署重新登錄。

十一、本署受理持有者申請帳戶關閉時，應確認持有者提出減量額度帳戶關閉申請表(格式詳見附錄九)及該帳戶已無減量額度，並於十日內以電子郵件通知持有者帳戶關閉。帳戶未結清者，本署駁回其申請。

十二、持有者有下列情形之一者，本署得凍結其帳戶，且通知該持有者，並公開於國家登錄平台：

(一)有不當操作系統、破壞國家登錄平台或其他影響國家登錄平台運作之重大情事者。

(二)經目的事業主管機關撤銷或廢止登記者。

(三)持有者之減量額度有溢領情事，經本署依推動原則第十六點通知繳回，自通知之日起三個月內，持有者未提出足額之減量額度向本署申請繳回註銷者。

持有者得於收到前項通知後提出說明或改善，經本署同意後解除帳戶之凍結。

十三、持有者有清算完結之情形，本署得將該帳戶內之減量額度收回並關閉其帳戶。

十四、依第五點、第七點、第九點、第十點或第十一點提出之資料及

文件，明知不實之事項而提出，或其申請文書為虛偽記載者，依刑法相關規定辦理。

十五、國家登錄平台帳戶查詢作業時間為全日二十四小時，額度轉讓及註銷作業時間則以國定上班時間為準。但因國家登錄平台系統維修、軟硬體設備更換、搬遷或發生其他特殊情形者，本署得另行於國家登錄平台公告作業時間。

附錄八

港區溫室氣體排放量調查作業手冊

港區溫室氣體排放量調查

作業手冊

1.14 版



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 10 月

港區溫室氣體排放量調查作業手冊

目 錄

第一章 港區溫室氣體調查管理系統之建置.....	附錄 8-7
第二章 排放源鑑別.....	附錄 8-17
第三章 溫室氣體推估方法.....	附錄 8-19
第四章 裝卸機具相關公式與係數.....	附錄 8-21
(一)從能源消耗量推估.....	附錄 8-21
(二)從活動強度推估.....	附錄 8-22
第五章 重型柴油車及自有車輛相關公式與係數.....	附錄 8-25
(一)單位燃料係數法.....	附錄 8-25
(二)單位活動強度係數法.....	附錄 8-26
第六章 柴油火車頭相關公式與係數.....	附錄 8-33
第七章 港勤船舶相關公式與係數.....	附錄 8-35
(一)單位燃料係數法.....	附錄 8-35
(二)單位活動強度係數法.....	附錄 8-35
第八章 外購電力相關公式與係數.....	附錄 8-39
第九章 排放量計算.....	附錄 8-41
第十章 港區溫室氣體調查工具.....	附錄 8-43
參考文獻.....	附錄 8-45

表目錄

表 1-1 排放源調查範疇.....	附錄 8-8
表 1-2 調查項目提供單位一覽表	附錄 8-12
表 2-1 港區溫室氣體排放源	附錄 8-17
表 4-1 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數	附錄 8-24
表 4-2 生質燃料校正係數	附錄 8-24
表 5-1 重型柴油車溫室氣體排放係數	附錄 8-29
表 5-2 國內各車種不同車速燃油效率(以 2005 年為參考基準).....	附錄 8-30
表 5-3 各車種轉轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值.....	附錄 8-31
表 6-1 柴油機車頭排放係數表	附錄 8-34
表 7-1 港勤船舶單位活動強度排放係數表	附錄 8-37
表 8-1 我國電力溫室氣體排放係數	附錄 8-40
表 9-1 各排放源使用公式及參數對照表	附錄 8-41

圖目錄

圖 1-1 調查流程圖.....	附錄 8-9
圖 7-1 港勤船舶排放量推估流程圖	附錄 8-37

前言

港區內溫室氣體二氧化碳的主要排放來源是各式輪船、柴油車與機具。本手冊針對港區提供主要二氧化碳排放源的排放量估算方法，以建立港區溫室氣體排放清冊，提供未來推動節能減碳工作之依據。

第一章 港區溫室氣體調查管理系統之建置

一、調查目的

本手冊程序擬定係為了建立臺灣國際港區溫室氣體排放量清冊之用，以因應評估各項溫室氣體減量措施成效之需。制定後應持續更新內容，並以最新版之程序作為該年度調查之依據。

二、調查年度

以民國 98 年為調查基準年。尚未建立基準年排放清冊者，應優先針對 98 年之排放量進行調查。

基準年之基線建立後，應每年更新一次排放清冊。

三、適用範圍

本程序適用於國際商港之港務單位自行調查溫室氣體排放清冊之用，適用之範圍如下。

(一) 地理範圍

陸域：限定於各港行政管轄範圍。

海域：以 20 浬範圍為原則，各港可依據各自之地理特性調整，確定範圍後進行調查。自基準年起範圍皆須固定，不可輕易異動。

(二) 所有權範圍

凡港務局有所有權及管轄權之範圍皆應納入，以商港法賦予之權限為依據。下列對象屬商港法排除管轄，暫不列入本程序調查對象。

1. 專用區之工廠，除碼頭以外之範圍。

2.軍事用區

3.漁港港區

(三) 排放源範圍

港區溫室氣體調查之排放源界定如表 1-1。

範疇 1 為直接排放源，包括港務局所屬，直接使用燃料之排放源，或使用時逸散之排放源。

範疇 2 為間接排放源，主要為外購電力。

範疇 3 為其它間接排放源。所有港區承租商，行駛港區之外來船舶皆屬之。

範疇 1 及範疇 2 為必須調查範圍，範疇 3 得列入調查範圍。

表1-1 排放源調查範疇

主要排放源	範疇 1 直接排放源	範疇 2 間接排放源	範疇 3 其它間接排放源
1. 裝卸機具	●		●
2. 重型柴油車	●		●
3. 柴油火車頭			●
4. 遠洋船舶			●
5. 港勤船舶	●		●
6. 外購電力		●	●
7. 自有車輛	●		●
8. 發電機	●		●
9. 冷媒使用	●		●
10.其它	●		●

四、調查流程

本程序之調查流程如圖 1-1 所示。

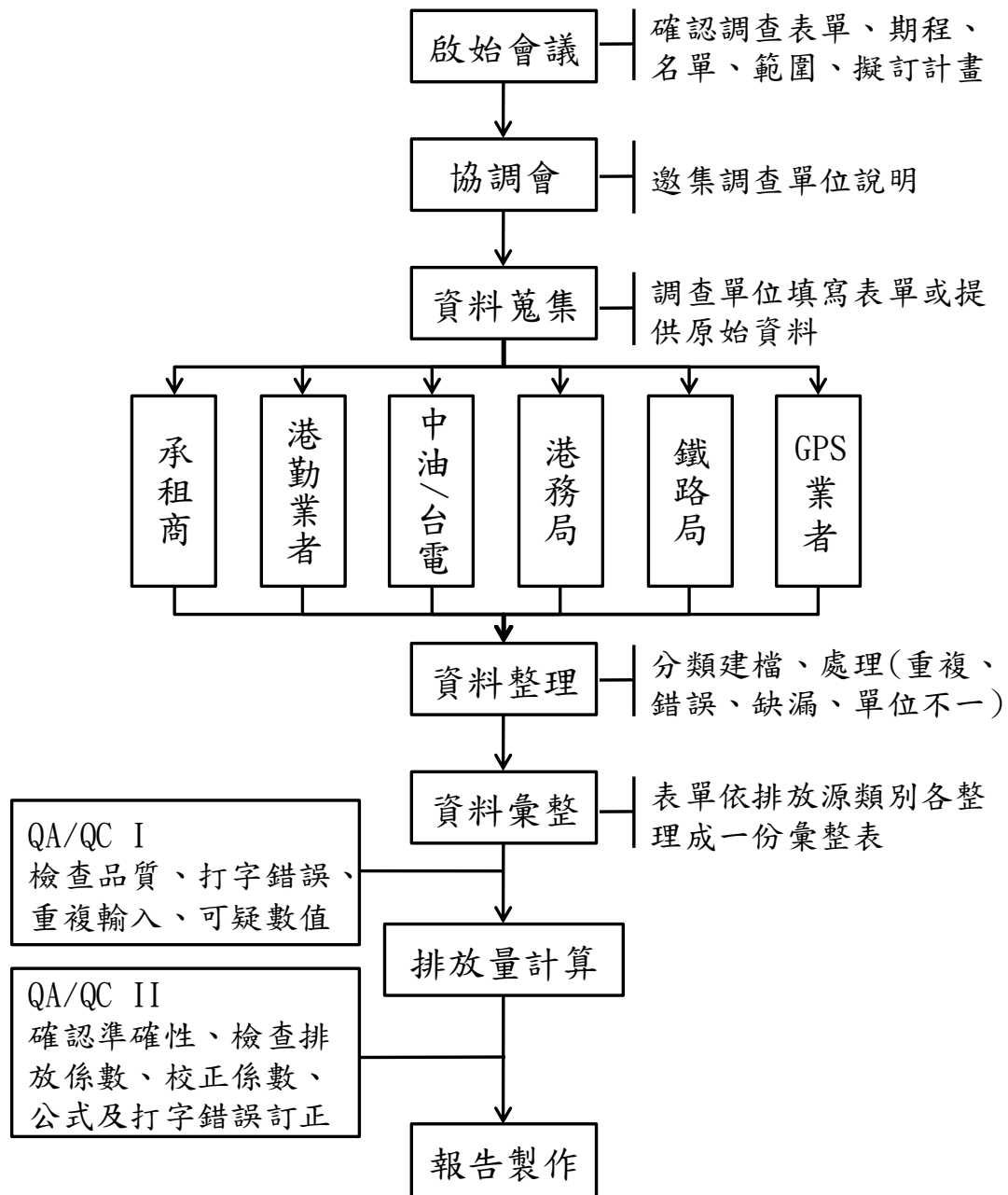


圖 1-1 調查流程圖

五、啟始會議

調查作業執行前，應先成立工作小組，召開起始會議，訂定調查計畫。若本調查工作委託外部單位執行，港務局亦應派員參加。起始會議前應先取得以下資料，以利制定調查計畫：

- (一)取得機具、車輛、港勤船、發電機等財產清冊，以確認排放源沒有遺漏。
- (二)取得範疇 3 之調查名單，含港區承租單位及民營港勤業者名單，包括代收代付承租戶之名單及電號，並作編號。

起始會議中應確認以下各項計畫內容：

- 1.調查年度
- 2.調查範圍
- 3.確認調查名單
- 4.調查作業期程
- 5.各項調查表單內容

六、協調會議

根據調查名單，召開調查作業協調會議，主題如下：

- 1.調查計畫內容說明
- 2.表單填寫說明
- 3.建立聯絡方式
- 4.問題溝通交流

範疇 1 及範疇 2 部分，為因應未來可能有第三方查證之需求，港務局所屬單位應提供原始書面資料之影本，由工作小組彙整成冊後備查。承租商及港勤業者為範疇 3 範圍，得不列入申報範圍，不需提供原始資料。

表單填寫說明請參考第十章。

七、資料蒐集

資料蒐集調查之來源包括港務局、民營公司以及統計資料。資料提供單位整理如表 1-2 所示。

各單位依據提供之表單提報內容。若回報現有電子檔案，則工作小組應自行轉成統一格式。若提供原始書面資料、傳真或複印檔案，工作小組亦應自行建檔。

重型柴油車（卡車）無制式表格。由相關單位提供數據後，計算所需參數。

表1-2 調查項目提供單位一覽表

類別	項目	調查項目	提供單位	表單
場站用電	港務局	電號、年度用電量	各秘書室 機務科 各廠商 台電網站	P9904
	承租商	電號、年度用電量		
裝卸機具	裝卸機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間	港務局機具所、碼頭承租商、裝卸業者	P9903
車輛	公家自有車輛	車種、數量、年度用油量、里程紀錄	秘書室、機具所、工務組、環保組、各承租商	P9905
	承租商自有車			
	重型柴油車	港區平均行駛距離、車速、怠速惰轉時間	GPS 服務公司 文獻資料	-
		貨櫃車進出數量、非貨櫃貨運車進出數量	港務局資訊室、統計科	-
火車		車次、港區行駛里程、載運量	台鐵	P9906
港勤船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港勤科、工務組、民間業者、中油	P9902

八、資料整理

應依照預定期程，催收各單位繳交表單或資料。

依照各表單，分類整理。若有以下問題，應排除後再進行後續資料彙整。

1. 書面資料：未提供電子資料者，自行打字建檔。

2. 檔案名稱不一：依據廠商編號修改名稱，避免各廠商自行訂定之檔名造成混淆。
3. 資料重複：刪除。
4. 資料缺漏：請填表人補資料。
5. 資料不合理：與填表人確認後修訂。
6. 油品種類不清：例如僅填寫「柴油」，則無法確認是否含生質柴油。與填表人確認後修訂。
7. 填寫錯誤：與填表人確認後修正。
8. 單位不一：由整理人員換算後修訂。
9. 機具名稱不一：同類型機具，不同公司提報名稱可能不同，可以機具代號判斷，需統一名稱以利排放量推估後進行分析。
10. 最大額定馬力（功率）誤填為最大馬力（功率）或載重量。
11. 港務局所屬單位提供之原始資料，應整理成冊備查。

若已取得各單位電號，後續年度即可根據電號由工作小組自行查詢。台電提供最近 12 期帳單用電量及電費查詢，網址為：
<http://wapp10.taipower.com.tw/naweb/apfiles/nawp300.asp>

由於港區用戶為每月繳交 1 次電費，因此若欲取得全年度用電量，至遲需在隔年 1 月查詢，並將網頁資料轉成 Execl 檔。可直接複製網頁上之表格，貼在 Execl 工作表上。

九、資料彙整

各單位之表單整理後，相同表單彙整成一張總表。

各類總表以 Excel 資料表建檔，除了 P9902～P9907 表中所列之項目外，另增加「填報單位」、「填報人」等資料。填報單位可供後續統計分析，填報人資料可在品保品管發現問題時，提供即時與填報人聯繫用。

彙整後之資料應與原始資料核對，以避免彙整過程中漏列、覆蓋原有資料、欄位錯植等。

十、排放量計算

相關使用公式及參數對照表如表 1-12 所示。

十一、報告製作

排放清冊報告應至少包括以下資料：

- 1.調查範圍及調查方法。
- 2.與前一年調查之方法更新之說明。
- 3.依照各排放源列出該年度排放量、比例及排名。
- 4.分別列出範疇 1、範疇 2、範疇 3 之排放量及比例。
- 5.與基準年之比較。

十二、品保品管

本程序建立 2 個品保品管查核點。

第一個查核點為資料彙整後，數據品質檢查。由第 2 人針對打字錯誤、重複輸入、可疑數值等進行確認。

第二個查核點為排放量計算。由第 2 人確認計算準確性，包括檢查排放係數及校正係數之適用性，公式引用及計算是否有誤，是

否有打字及資料輸入錯誤，檢查 Excel 工具自動計算過程及結果是否有誤。

十三、修訂調查程序

本研究完成港區調查並完成分析報告後，將召開檢討會議，蒐集各港區意見，據以修訂程序。

第二章 排放源鑑別

依據港區特性，整理出港區溫室氣體排放源如表 1-3 所示。最主要的碳排放來源為柴油機以及外購電力，目前從美國各港口的調查資料來看，也僅調查此二部份。因此本手冊僅包含電力、港勤船舶、裝卸機具、車輛、火車機車頭等五大來源之調查。

柴油機以船舶為大宗，包括海運船舶及港勤船舶；其次是貨運卡車及柴油引擎裝卸機具，以起重機為主。美國另有柴油火車機車頭為大宗，但國內由於腹地狹小，火車貨運不具備競爭力，目前僅剩臺中港、花蓮港有火車營運。

外購電力使用除了作業機具使用外，包含了行政區域的生活用電，例如照明、冷氣、電梯等。由於大部分的碼頭承租電費是由港務局代收代付，只有少數向台電申請自有電表，因此透過環保局可掌握港區 8 成以上用電量。

表1-3 港區溫室氣體排放源

排放源	溫室氣體種類	來源	產生區域
外購電力	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	各類電動機具、照明設備、冷氣	各行政及作業區
柴油	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	柴油機具、船舶、柴油車	各作業區、緊急發電機
汽油	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	汽油機具、汽油車輛	各作業區、公務車輛、員工通勤車輛
冷媒	HFCs	冷氣、冷凍櫃、飲水機逸散	各建築、冷凍貨櫃堆置場、冷凍設備船舶
二氧化碳	CO ₂	滅火器、二氧化碳焊接使用之逸散	各行政及作業區、船舶修造廠
乙炔	CO ₂ , N ₂ O	鋼板切割	船舶修造廠
化糞池	CH ₄	化糞池氣體逸散	廁所

汽油部分主要來自汽車，一般為客運用小型車輛，作為公務車、員工通勤之用。另外可能包括割草機、攜帶式發電機等小型機具，佔整個港區的燃料用量很低，本版本手冊不列入。

各式冷凍設備用到的冷媒氟氯碳化物（CFCs）亦是溫室氣體，使用過程有逸散可能，其排放屬於逸散源。除了一般使用的冷氣外，有冰水功能的飲水機常被忽略。而港區中，碼頭作業區的冷凍設備、船舶裝卸的冷凍、冷藏貨櫃皆有冷媒，亦為港區特有的排放源。但這部分排放在港區 GHG 清冊調查中，被視為量很少，可先予以忽略，亦不列入本版本手冊中。

第三章 溫室氣體推估方法

根據 ISO 14064-1 之指引，溫室氣體量化方法之選擇，需選擇與使用可合理降低不確定性，且產生準確的、一致的及再現性結果的量化方法。量化方法可分為計算法、量測法、量測與計算結合法等三類。

由於港區的排放源並沒有監測設施，實際量測結果難以取得，因此本手冊主要採用計算法中的係數法為主。係數法又可分為單位燃料係數法以及單位活動強度係數法。若能取得燃料資料，則優先採用單位燃料係數法，若有合適的係數，亦可使用單位強度係數法。係數法的基本公式如下：

$$\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數} \text{-----} (3-1)$$

其中，活動強度可以是燃料消耗量、車輛總行駛里程等；排放係數一般根據文獻資料；校正係數則依不同狀況而不同，例如使用 B1 生質柴油，則實際碳排放量應扣除 2% 的生質燃料不予計算，因此計算時需乘上校正係數 0.98（表 1-5）。

本手冊使用之溫室氣體排放係數，主要參考交通部運輸研究所 98 年「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立（2/3）－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」之資料。各污染源的係數法公式於以下各章節進行說明。

第四章 裝卸機具相關公式與係數

港區內常見的機具含貨櫃起重機、貨櫃跨載機、貨櫃門式機、貨櫃牽引機(拖車頭)、貨櫃堆高機、堆高機、鏟裝機、輸送機、抓斗機、原木載運機、卸煤機、吸穀機……等。動力來源包括電動、柴油等，有不同的溫室氣體排放係數。

一、排放公式

貨物裝卸機具種類雖然眾多，但可分為用油及用電二大類。由於其目的是起重，因此用油機具皆以柴油為主，附有時數計及油表。用電機具一般會有時數計及獨立電表，若能取得用電度數，則可以直接利用我國電力溫室氣體排放係數（表 1-11）計算總排放量，否則便需從工作時數、輸出功率等參數推估用電量。

(一) 從能源消耗量推估

直接調查各裝卸機具一整年的用電量或用油量，其中用油量需區分不同油種，直接代入排放係數公式。

1. 用電機具

用電機具的總用電量，代入當年度台電公布的我國電力溫室氣體排放係數（表 1-11）計算。

$$E = FL \times EF \dots\dots\dots(4-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：溫室氣體排放量

FL：用電量，以度(kW-hr)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/ kW-hr

2.用油機具

用油機具主要的調查項目為用油種類及用油量，排放量基本公式如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升(L)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/L

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

其中排放係數參考表 1-4，燃料校正係數參考表 1-5。

(二) 從活動強度推估

若無法直接取得耗油或耗電量資料，則需從設備的操作時數、引擎動力及負載係數來推估。推估的基本公式如下：

$$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF \dots\dots\dots (4-3)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

Pop：設備數量

HP：指引擎動力，以 hp 為單位

Act：活動量，以工作時數表示，單位為小時

LF：指負載係數，無單位

EF：排放係數，單位為 g/hp-hrs

FCF：燃料校正係數，因應不同燃料做修正

CF：控制係數，反應設備已加裝減量設備之減量係數

一般引擎在操作時，不會使用到最大的馬力輸出，在統計上會有一個平常操作時的馬力比例，即為負載係數。負載係數應採用本地係數，如無本地係數便只能參考文獻值。

裝卸設備的引擎排放係數(EF)是由引擎零小時排放率(ZH，指全新引擎的排放量)，加上一個劣化率(DR)而得，代表了引擎的磨耗及控制設備效率降低等原因而增加的排放率。此劣化率可由引擎使用壽命及達到引擎使用壽命終點時的排放率檢測資料與零小時排放率檢測資料的比值來求得。公式如下：

$$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Hours}) \dots\dots\dots(4-4)$$

其中：

ZH = 全新引擎時的排放率

DR = 劣化率 (排放變化率，為設備機齡的函數)

Cumulative hours = 年操作時數 × 設備機齡

取得上述基本資料後，可採用美國行政院環境保護署發展的NONROAD 模式來推估 CO₂ 排放量，但 NONROAD 模式並未包含 N₂O 及 CH₄。

二、排放係數

表 1-4 列出各種燃料的排放係數。燃料燃燒後主要的成分包括 CO₂、CO、HC (含 CH₄)、NO_x (含 N₂O) 等。CO 一般最終仍會被氧化為 CO₂，因此不考慮 CO，亦即不再將 CO₂ 扣除 CO 的量。HC、NO_x 的量與引擎、環境條件、燃燒狀況等的關係非常複雜，無法透過質量平衡直接換算，且汽油、柴油等燃料皆為混合物，每一批進貨的成分會略有差距。因此採用係數法時，可使用公告或通用的係數，可簡化計算流程。

表 1-5 為我國生質燃料校正係數。由於我國生質燃料陸續商品化，且不同年度有不同的生質燃料比例，因此計算時需注意該年度的生質燃料比例。生質能被視為沒有二氧化碳排放，因此從燃油總量去推算二氧化碳排放量時，需將生質燃料部分扣除。而在 ISO 14064 指引中，雖然不列入盤查的排放量中，但仍須列出並說明。

另電力機具相關係數請參考表 1-11。

表1-4 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數

燃料別	碳排放係數(T-C/TJ)	原始單位	kcal/原始單位	熱值單位轉換(J/cal)	碳固定化比率	碳氧化率(2008年修正)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GHG	unit
汽油(Gasoline)	18.9	L	7800	4.187	0	1	2263	0.098	0.261	2343	g/L
航空燃油(Jet Kerosene)	19.6	L	8000	4.187	0	1	2408	0.100	0.020	2417	g/L
航空汽油(Aviation Gasoline)	18.9	L	7500	4.187	0	1	2176	0.016	0.063	2195	g/L
柴油(Gas/Diesel Oil)	20.2	L	8800	4.187	0	1	2730	0.144	0.144	2776	g/L
燃料油(Residual Fuel Oil)	21.1	L	9200	4.187	0	1	2981	0.116	0.023	2991	g/L
煤油(Other Kerosene)	19.6	L	8500	4.187	0	1	2559	0.107	0.021	2568	g/L
液化石油氣(LPG)	17.2	L	6635	4.187	0	1	1753	1.722	0.006	1794	g/L
天然氣(Natural Gas(Dry))	15.3	L	9000	4.187	-	1	2114	0.037	0.112	2148	g/m ³

註:1.熱值數據參考"臺灣地區能源平衡表"，其它數值參考自 IPCC 準則(2006)

註:2.溫室氣體潛力換算:CH₄:23；N₂O:296

資料來源：交通部運輸研究所^[1]

表1-5 生質燃料校正係數

燃料	溫室氣體校正係數	說明
酒精汽油	0.97	酒精汽油 96.9.29 上市，僅限臺北市 8 個中油自營站供應；98.7.29 起增加高雄市 5 個中油自營站供應；981216 起增加高雄台糖民族二站供應。
超級柴油	0.99 0.98	自 97.8.1 起中油公司原超級柴油更名為「高級柴油」，原 B1 生質柴油更名為「超級柴油」 97.8.1 起臺灣本島加油站及小琉球地區供應 B1 超級柴油；990101 起澎湖、馬祖、綠島及蘭嶼地區亦開始供應。99.6.15 提升為 B2 生質柴油。
環保柴油	0.98	台塑提供之 B2 生質柴油
高級柴油	1	
海運柴油	1	

資料來源：中油網站^[2]，台塑網站^[3]，經濟部能源局焦點新聞網頁^[4]

第五章 重型柴油車及自有車輛相關公式與係數

港區運輸車輛需訂定各項基本資料建置及彙整程序，確認所有應蒐集之資料類別、項目、來源、詳細程度等。

港區之機動車輛以車種區分，可以分為火車、貨櫃車、貨車、大客車、小客車、機車（摩托車）等，以及其它後勤作業車輛。吊車、裝卸車等沒有向監理單位登記車籍者，歸納為裝卸機具類別，不在此討論。而以車輛所有權區分，可以分為三大類別，包括公家車輛、廠商所屬車隊、以及非特定所有人之車輛。

一、排放公式

在估計車輛排放量時，有二種型態需考量：一種是定車速行駛時，一是車輛靜止但引擎仍在怠速運轉。

(一) 單位燃料係數法

港務局所有車輛用油屬於 ISO 14064 範疇 1 的碳排放量，因此直接調查各車輛一整年的用油量。港區承租廠商所有車輛若能提供用油量資料，且確認車輛主要在港區行駛者，亦比照辦理。特別注意需區分不同油種，用油量則直接代入排放係數公式，最後將所有不同油種的排放量加總，即可得到總排放量。

運輸用的重型柴油車，含貨櫃車及大貨車，在排放係數分類上皆同屬於大貨車，屬於範疇 3 的碳排放量。因為這些車輛並非專用在港區，而可能行駛不同地區，因此在本手冊中，只計算在港區範圍內行駛產生的排放。其油耗透過其它活動強度推估。

以油耗直接推估排放量的公式如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升為單位

EF：排放係數，單位為公斤/公升

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

耗油量資料透過現場調查，排放係數則參考表 1-4 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數，燃料校正係數則參考表 1-5 生質燃料校正係數。

如無法取得耗油量資料，則可利用行駛里程數據和燃油效率推估。國內各車種的燃油效率如表 1-7 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。從表 1-7 可看出：不同車速，車輛的燃油效率也不同，因此需調查車輛的平均行駛速率，才可找出最合適的係數。一般若無相關的車速資料，則高速公路行駛時速一般假設為 70 公里，平面道路則假設為 40 公里。但若能取得實測資料，則應以實測資料為主。

(二) 單位活動強度係數法

另有利用實驗室實測數據，訂定車輛的排放係數。此法不需換算為耗油量資料，而是直接從活動強度推估，一般以行駛里程作為活動強度。但若推估惰轉時的排放量，則以惰轉時間為活動強度。

1. 行駛間車輛

行駛間車輛排放的基本推估公式如下：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots(5-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量(g)

Pop：車輛數量

BER：單一車輛單位行駛里程的排放係數(g/vkt)

Act：活動強度，此處以車輛的平均行駛里程(vkt)表示

CF：校正係數，對排放係數及大氣條件的校正係數

若以此法調查港區所屬車輛，則可以將擁有所有權的車輛全部代入：

車輛數 × 年平均行駛里程＝總行駛里程（vkt）

若要推估外來車輛，Pop 則以進出港區車輛的車次代入，Act 以每次進出港區的行駛里程代入：

車次 × 每次進出港區行駛里程＝總行駛里程（vkt）

國內空氣污染排放係數可直接引用行政院環境保護署 TEDS 提供之係數，但該係數並未提供溫室氣體排放係數，而我國又缺乏本土的排放係數，因此本計畫對重型柴油車輛推估使用的排放係數，直接參考美國洛杉磯港的排放清冊調查報告，重型柴油車行駛間的溫室氣體排放係數如表 1-6 所示。

如果車輛有加裝污染防治設備，則需乘上改善率作為校正係數。目前並沒有針對 CO₂ 防治的設備，而對於 CH₄ 及 N₂O 雖然可能有防治成效，但車輛是否裝設防治設備、效率如何，資料取得非常困難，因此目前直接視為沒有加裝污染防治設備，將改善效率視為 0，校正係數假設為 1。

2. 怠速惰轉車輛

怠速惰轉車輛排放的基本推估公式如下：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots(5-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量(g)

Pop：車輛數量

BER：單一車輛單位時間的排放係數(g/hr)

Act：活動強度，此處以車輛的怠速惰轉時間(hr)表示

CF：校正係數，對排放係數及其它條件的校正係數

二、排放係數

本手冊參考美國洛杉磯港的排放清冊調查報告，重型柴油車怠速惰轉排放係數 4,640 g/hr。此係數亦與車型年及劣化係數無關，同樣可直接套用在所有年度的重型柴油車上。而 N_2O 與 CH_4 的排放係數分別為 0.037g/hr 及 0.183g/hr，因此惰轉的溫室氣體排放係數應為 4,655.31 g/hr（表 1-6）。

如無法取得耗油量資料，則可利用行駛里程數據和燃油效率推估。國內各車種的燃油效率如表 1-7 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。從表 1-7 可看出：不同車速，車輛的燃油效率也不同，因此需調查車輛的平均行駛速率，才可找出最合適的係數。一般若無相關的車速資料，則高速公路行駛時速一般假設為 70 公里，平面道路則假設為 40 公里。但若能取得實測資料，則應以實測資料為主。

另外惰轉時的引擎運轉狀態與行駛時不同，油耗亦不相同。表 1-8 為各車種惰轉燃油效率及 CO_2 排放係數推估值。該數據係參考國外建議，以低速 5~10 公里/小時車速下之平均油耗（公升/公里）假設推估惰轉油耗。由於國內缺乏車輛惰轉的實測資料，因此表中的係數是採用 5 公里/小時車速平均油耗計算之，並參考

表 1-4，配合相對燃料別之溫室氣體排放係數，推估出情轉之單位時間排放係數。

另各種燃料的排放係數請參考表 1-4。

表1-6 重型柴油車溫室氣體排放係數

車速範圍 (km/hr)	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO _{2(e)}	單位
怠速	4,640	0.037	0.183	4,655	g/hr
<8	2,388	0.00932	0.488	2,401	g/km
8-16	2,168	0.00932	0.377	2,179	g/km
16-24	1,781	0.00932	0.198	1,788	g/km
24-32	1,461	0.00932	0.090	1,466	g/km
32-40	1,311	0.00932	0.063	1,315	g/km
40-48	1,230	0.00932	0.051	1,234	g/km
48-56	1,163	0.00932	0.041	1,167	g/km
56-64	1,110	0.00932	0.035	1,114	g/km
64-72	1,071	0.00932	0.031	1,074	g/km
72-80	1,045	0.00932	0.030	1,049	g/km
80-88	1,033	0.00932	0.033	1,037	g/km
88-96	1,035	0.00932	0.039	1,039	g/km
96-104	1,050	0.00932	0.047	1,054	g/km
104-112	1,080	0.00932	0.058	1,084	g/km

註:1. 溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

註:2. 已將文獻中的英里換算為公里

資料來源：POLA^[5]

表1-7 國內各車種不同車速燃油效率（以 2005 年為參考基準）

平均燃油效率(km/l)	小客車		小貨車		大貨車	公車/ 客運車	大客車 (非公車)	特種車	機車
	自用	營業	汽油	柴油					
車速									
5	5.68	5.49	4.93	4.44	1.97	2.15	2.31	2.32	8.52
10	6.10	5.89	5.40	4.82	2.06	2.25	2.42	2.43	15.28
15	6.55	6.32	5.90	5.23	2.15	2.35	2.52	2.54	20.45
20	7.02	6.78	6.44	5.65	2.24	2.44	2.63	2.64	24.16
25	7.50	7.25	7.00	6.09	2.33	2.54	2.73	2.74	26.60
30	8.00	7.73	7.59	6.52	2.41	2.63	2.82	2.84	27.90
35	8.51	8.21	8.17	6.94	2.48	2.71	2.91	2.93	28.24
40	9.00	8.69	8.72	7.32	2.55	2.79	3.00	3.01	27.76
45	9.47	9.14	9.22	7.64	2.62	2.85	3.07	3.08	26.63
50	9.56	9.23	9.30	7.69	2.63	2.86	3.08	3.10	26.34
55	9.90	9.56	9.62	7.88	2.67	2.91	3.13	3.14	25.01
60	10.26	9.91	9.90	8.03	2.71	2.95	3.18	3.19	23.04
65	10.55	10.19	10.04	8.06	2.74	2.98	3.21	3.22	20.90
70	10.75	10.38	10.01	7.99	2.75	3.00	3.22	3.24	18.73
75	10.84	10.47	9.83	7.81	2.75	3.00	3.23	3.24	16.70
80	10.83	10.46	9.51	7.54	2.74	2.98	3.21	3.23	14.96
90	10.70	10.34	9.07	7.20	2.71	2.96	3.18	3.19	13.67
100	10.16	9.81	7.99	6.38	2.62	2.86	3.07	3.09	13.08

註:

1.不同車速變化推估公式:

(1)汽油小客車燃油效率(km/l)=1/((0.001784842V²-0.256157175V+17.94117582)/100)(V:車速，km/hr)

(2)汽油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002747382V²-0.339292954V+19.01195604)/100)(V:車速，km/hr)

(3)柴油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002281351V²-0.270000162V+16.17830769)/100)(V:車速，km/hr)

(4)大客/貨車燃油效率(km/l)=1/((0.003328248V²-0.45114234V+48.50518681)/100)(V:車速，km/hr)

(5)機車燃油效率(km/l)=3.27V-0.0663V²+0.000364V³(V:車速，km/hr)

2.公式參考文獻:

(1)行政院環境保護署，利用運輸預測模式技術減低臺北都會由道路車輛造成之溫室氣體排放之行動計畫，RWDI，1998.6

(2)經濟部能源局，使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫，工研院，民國 91 年~93 年。

資料來源：交通部運輸研究所^[1]

表1-8 各車種情轉燃油效率及 CO₂ 排放係數推估值

車種	小客車	汽油 小貨車	柴油 小貨車	大客車	營業-公車	大貨車	機車
燃料	汽油	汽油	柴油	柴油	柴油	柴油	汽油
燃油效率(L/km)	0.1763	0.2027	0.2254	0.4323	0.4649	0.5068	0.1174
CO ₂ (g/min)	33.2500	38.2167	51.2704	98.3387	105.7578	115.2881	22.1333
CH ₄ (g/min)	0.0014	0.0017	0.0027	0.0052	0.0056	0.0061	0.0010
N ₂ O(g/min)	0.0038	0.0044	0.0027	0.0052	0.0056	0.0061	0.0026
CO ₂ e(g/min)	34.4690	39.6178	52.1656	100.0556	107.6043	117.3010	22.9448

註:1.以車速 5(Km/hr)行駛狀態當作情轉狀態

註:2.溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

資料來源：交通部運輸研究所^[1]

第六章 柴油火車頭相關公式與係數

目前僅有臺中港及花蓮港仍然有臨港線鐵路營運，且僅針對特定幾種大宗貨物提供運輸需求，沒有貨櫃運輸服務。而這兩條臨港線鐵路皆未電氣化，僅使用柴油機車頭。

火車引擎排放的方式與一般移動源的排放方式略有不同。柴油火車引擎是先將火車引擎運轉的能量轉換為電力，再由電力轉換為動能，來提供火車行進的動力。因此火車引擎可以用比較穩定的速率運轉，因而引擎的負載與車速並沒有明顯的關聯性。

一、單位燃料係數法

以油耗直接推估機車頭排放量的公式與公路車輛相同：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升為單位

EF：排放係數，單位為 kg/L

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

耗油量資料需由運輸單位提供，排放係數同樣參考表 1-4 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數，燃料校正係數則參考表 1-5 生質燃料校正係數。

二、單位活動強度係數法

藉由統計進出港區的火車數量、火車引擎馬力、運行時的引擎負載等級及進出港區所需的行進時間，可求得引擎的總耗能(馬

力-小時)，再將此值乘以火車引擎的排放係數，即可得運輸路線火車引擎的排放量。

切換操作的活動量較難詳細估算，參照國外的估計方法，可藉由營運單位的油耗統計換算出總耗能(馬力-小時)，再由操作時的引擎負載等級記錄統計，計算各等級的平均權重耗能，最後由各等級的排放係數乘以各等級的平均權重耗能即可求得排放量。火車的排放係數如表 1-9 所示。

表1-9 柴油機車頭排放係數表

溫室氣體種類	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO _{2e}
排放係數(g/hp-hr)	487	0.040	0.013	499.7

註:溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

資料來源：Port of Los Angeles,2010^[6]

第七章 港勤船舶相關公式與係數

港勤船舶定義為進、出皆在同一個港口的作業船隻，平常則固定停泊於同一個港口。國內商港區的港勤船舶一般包括拖船、交通船、給水船、起重船、挖泥船、巡邏船、帶解纜船、清潔船、駁船、駁油船及其它工作需求之船舶。

一、排放公式

港勤船舶的活動區域主要在港內及港區附近海域。除了工作時的移動外，部分工作船作業時雖然是靜止的，但是機具實際上是在運作的，例如浚泥船。因此最直接的碳排放量推估是直接從耗油量推估。

(一) 單位燃料係數法

直接調查各港勤船舶一整年的用油量，需區分不同油種，直接代入排放係數公式。最後將所有不同油種的排放量加總，即可得到總排放量。

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升為單位

EF：排放係數，單位為公斤/公升

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

(二) 單位活動強度係數法

若無法直接取得耗油量資料，則需從活動強度推估。推估的基本公式如下：

$$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \dots\dots\dots(7-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

HP：指引擎動力，以 kW 為單位

Act：活動量，以工作時數表示，單位為小時(hr)

LF：指負載係數，無單位

EF：排放係數，單位為 kg/kW-hrs

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

二、排放係數

一般引擎在操作時，不會使用最大馬力，在統計上會有一個平常操作時的馬力比例，此比例即為負載係數。單位活動強度係數法需用到負載係數，而目前臺灣並沒有港勤船的負載係數資料，僅能先給定一假設值（一般訂為 1），或參考文獻上的相關資料。圖 1-1 為利用活動強度推估港勤船舶排放量的流程圖。表 1-10 排放係數為參考行政院環境保護署的報告所使用之單位活動強度排放係數。該文獻中，溫室氣體排放係數（CO₂、CH₄、N₂O）的值與排氣量、引擎期別、輸出馬力等無關。排放係數的單位為 g/kW-hr，引擎馬力需先轉換為以 kW 為單位。

若能取得用油量資料，應優先使用單位燃料係數法，可排除負載係數不確定的影響。各種燃料的排放係數請見表 1-4。

表1-10 港勤船舶單位活動強度排放係數表

溫室氣體種類	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
排放係數(g/kW-hr)	690	0.02	0.09	698

資料來源：行政院環境保護署（2010）^{[7],[8]}

溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

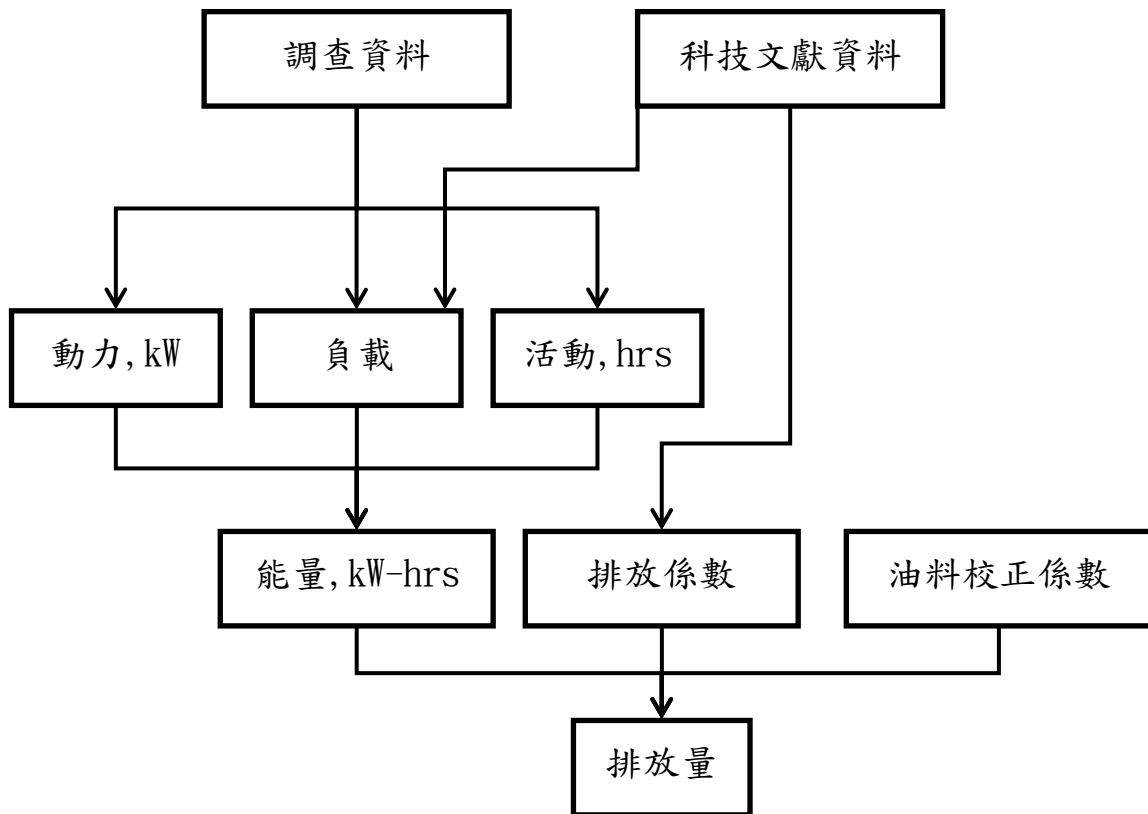


圖 7-1 港勤船舶排放量推估流程圖

資料來源：行政院環境保護署^[7]

第八章 外購電力相關公式與係數

溫室氣體排放的主要項目是二氧化碳，而二氧化碳的主要來源是用電及燃油。生產電力的地區雖然不一定在港區，沒有直接在港區排放二氧化碳，但是因為所提供的電力是港區使用，因此屬於港區的間接排放源。

一、排放公式

國外港口建築的溫室氣體排放源主要來自於暖氣燃料以及用電。國內地處亞熱帶，高雄港甚至地處熱帶，因此調查的碳源僅含外購電力部分，屬於 IPCC 範疇 2 之間接排放源。

外購電力部分調查相對單純，因需定期繳交電費，電費單上皆有註明用電度數。基本公式如下：

$$E = FL \times EF \dots\dots\dots(4-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：溫室氣體排放量

FL：用電量，以度(kW-hr)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/ kW-hr

二、排放係數

各年份電力溫室氣體排放係數請參考表 1-11。

表1-11 我國電力溫室氣體排放係數

單位：公斤 CO₂/度

年度	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年
係數	0.559	0.564	0.559	0.557	0.543	0.535	0.536

資料來源：經濟部能源局網站^[9]

第九章 排放量計算

相關使用公式及參數對照表如表 1-12 所示。

表1-12 各排放源使用公式及參數對照表

排放源/表單	排放量公式	適用範圍	主要所需參數	係數
1. 裝卸機具 (P9903 表)	$E = FL \times EF$	電力機具	用電度數、年度	表 1-11
	$E = FL \times EF \times FCF$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數	表 1-4
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	內燃機機具	機具數量、馬力、工作時數、累積工作時數、負載係數、燃料校正係數、控制係數	$EF = ZH + (DR \times Cumulative\ Hours)$
2. 重型柴油車	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	行駛間	車輛數、車種、車速、行駛里程數、校正係數（如減排設施效率）	表 1-6
	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	怠速惰轉	車輛數、車種、怠速惰轉時間	表 1-6
3. 柴油火車頭 (P9906 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數	表 1-4
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數	表 1-9
4. 港勤船舶 (P9902 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數	表 1-4
	$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF$	內燃機機具	引擎馬力、工作時數、負載係數、燃料校正係數	表 1-10
5. 外購電力 (P9904 表)	$E = FL \times EF$		用電度數、年度	表 1-11
6. 自有車輛 (P9905 表)	$E = FL \times EF \times FCF$	可取得用油量	用油量、油品種類	表 1-4
	$E = FL \times EF \times FCF$	無法取得用油量	車種、里程數、車速、燃油效率	表 1-4、表 1-7
7. 遠洋船舶	$E = Energy \times EF \times FCF$ $Energy = MCR \times LF \times Act$ $LF = (AS/MS)^3$	主引擎、輔助引擎、輔助鍋爐	最大引擎動力、各航程船速/航行時間、負載調整因子、燃油種類	參考文獻值

第十章 港區溫室氣體調查工具

調查時可能會使用到的參數詳如表 1-4~表 1-7，另各排放源使用公式及參數對照表於表 1-12，包括裝卸機具、重型柴油車、柴油火車頭、港勤船舶、外購電力、自有車輛及遠洋船舶等。

實際執行盤查所需相關表格詳如《港區溫室氣體排放量調查作業工具》。本工具由 Excel 製作成電子檔，填報者可直接填入資料。內容包括「P9901 港區用油用電彙整表」、「P9902 港勤船舶資料及能源使用情形調查表」、「P9903 裝卸機具資料及能源使用情形調查表」、「P9904 建築設施能源使用情形調查表」、「P9905 車輛資料及能源使用情形調查表」、「P9906 火車資料及能源使用情形調查表」以及「P9907 船舶修造業者溫室氣體排放調查表」等，填寫方式與各表單間關係說明，詳見該工具各表單上方說明欄位。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立（2/3）－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」，民國 98 年。
2. 中油公司網站
(http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/ListPrice/ShowListPrice.asp?pn=37&showtype=1)
3. 台塑環保柴油物質安全資料表網站
([http://www.fpcc.com.tw/product/Product%20Specification/環保柴油物質安全資料表 20100608.pdf](http://www.fpcc.com.tw/product/Product%20Specification/環保柴油物質安全資料表20100608.pdf))
4. 經濟部能源局焦點新聞網頁
(<http://www.moeaboe.gov.tw/news/newsdetail.aspx?no=03&serno=00897>)
5. Port of Los Angeles (POLA), “Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009” , p158
6. Port of Los Angeles (POLA), “2008 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2010).
7. 行政院環境保護署，「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬」期末報告，民國 99 年。
8. The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory, “The Port of sandiego” (2008).
9. 經濟部能源局網站
(http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wHandMenuFile.ashx?menu_id=365)

附錄九

機具、船舶採樣 QA/QC 資料

瑩諮科技股份有限公司
自動檢測儀多點校正記錄表

儀器編號：5-01P-A

校正日期：100.12.17

校正人員：吳永義

驗算人員：張維安

審核人員：戴伶如

標準氣體記錄 (檢量線氣體)							
標準氣體	項目	零級氣體 N ₂ (%)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
	濃度	pp.ppp	466	467	460	22.36	22.16
	鋼瓶編號	56043	CC336385				CA-8638
	有效日期	102.6.30	101.10.8				
儀器全幅設定		*	500	500	500	25	25
大氣壓力： 764 mmHg				大氣溫度： 25 °C			

(一)、零點/全幅校正

校正項目	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
零點校正	0.104	0.000	1.127	-0.02	0.02
全幅校正	466.2	466.9	460.7	22.32	22.13

(二) 檢量線製作

濃度範圍	項次	1	2	3	4	5	6
	N ₂ (%)	0	12	36	56	78	100
	標準氣體 (%)	100	88	64	44	22	0
(1)NO _x	濃度 X (ppm)	466	410.08	398.24	305.04	102.52	0
	測定值 Y (ppm)	466.8	409.4	399.4	305.5	105.5	0.204
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	0.16	-0.14	0.83	0.09	0.60	0.04
	y=a+bx	r=0.9999 a=1.6625 b=0.9986					
(2)SO ₂	濃度 X (ppm)	467	410.96	398.88	305.48	102.74	0
	測定值 Y (ppm)	467	408.9	399.5	305.4	102.4	0.601
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	0.00	-0.41	0.12	-0.82	-0.07	0.12
	y=a+bx	r=0.9999 a=-0.5196 b=0.9986					
(3)CO	濃度 X (ppm)	460	404.8	394.4	302.4	101.2	0
	測定值 Y (ppm)	462.1	406.9	399.6	304.1	105.5	0.614
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	0.42	0.42	1.04	0.34	0.86	0.12
	y=a+bx	r=1.0000 a=2.3236 b=1.0014					

榮諮科技股份有限公司
自動檢測儀多點校正記錄表 (續)

(二) 檢量線製作(續)

濃度範圍	項次	1	2	3	4	5	6
(4) CO ₂	濃度 X (%)	22.36	19.68	14.31	9.84	4.92	0
	測定值 Y (%)	22.24	19.47	14.18	9.666	4.657	0.013
	誤差 ≤ ±2% (全幅)	-0.48	-0.84	-0.50	-0.70	-1.05	0.05
	y=a+bx	r=0.9999 a=-0.1084 b=0.9967					
(5) O ₂	濃度 X (%)	22.16	19.944	15.069	10.194	4.875	0
	測定值 Y (%)	22.15	19.87	15.02	10.07	5.015	0.053
	誤差 ≤ ±2% (全幅)	-0.04	-0.50	-0.20	-0.49	0.56	0.21
	y=a+bx	r=1.0000 a=0.0617 b=0.9940					

SO₂、NO_x、CO、CO₂ 及 O₂ 誤差 = $\frac{Y - X}{\text{全幅濃度}} \times 100\%$

O₂ 稀釋器調整比例:
N₂ 0 10 22 54 78 100
標準氣體 100 90 68 46 22 0

(三)、中濃度確認

標準氣體記錄 (檢量線氣體)							
標準氣體	項目	零級氣體 N ₂ (%)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
	濃度	99.999	455	460	448	22.84	22.168
	鋼瓶編號	56043	CC324481				CC328419
	有效日期	102.6.30	101.2.11				103.8.29

中濃度確認結果

測值	濃度 X	測定值 Y	誤差%	誤差標準
NO _x	227.5	230.9	1.49	≤ ±5%
SO ₂	230.	233.7	1.61	≤ ±5%
CO	224	226.7	1.21	≤ ±5%
CO ₂	11.92	11.58	-2.85	≤ ±5%
O ₂	11.055	11.09	0.14	≤ ±5%

NO_x、SO₂、CO、CO₂ 及 O₂ 中濃度誤差值 = $\frac{Y - X}{X} \times 100\%$



SCOTT-MARRIN, INC.

6531 BOX SPRINGS BLVD. • RIVERSIDE, CA 92507
TELEPHONE (951) 653-6780 • FAX (951) 653-2430

Report Of Analysis
NIST-Traceable Gas Mixtures

ENMC01
TO: Envimac Technology & Consultants Corp
Attn: Yvonne Nieh
5th Floor, No 2, Rueiguang Road
Taipei 114 Taiwan, ROC
(886) 227-152275

REPORT NO: 58294-01
REPORT DATE: October 8, 2010
CUSTOMER PO NO: SCO/100902

CYLINDER NUMBER: CC336385

PP. 10. 20
✓
10/10 8

COMPONENT	CONCENTRATION (v/v)	NIST TRACEABLE REFERENCE STANDARD
Carbon dioxide	22.36 ± 0.22 %	SRM 1675b
Carbon monoxide	460 ± 5 ppmv	SRM 1680b
Nitric oxide	466 ± 5 ppmv	SRM 1686b
NOx	466 ppmv	
Nitrogen dioxide	< 2 ppmv	
Sulfur dioxide	467 ± 5 ppmv	SRM 1661a
O2-free Nitrogen	Balance	

Cylinder Size: 150A (141 std cu ft)
Cylinder Pressure: 2000 psig
Shelf Life: 24 months

ppm = umole/mole % = mole-%

The above analyses are traceable to the National Institute of Standards and Technology by intercomparison with the reference standard listed herein. Where indicated, volumetric and gravimetric reference standards are traceable thru use of our analytical balance. NIST Certificate Numbers 822/272801-6 and 822/274081-06.

ANALYST: Mark Monson APPROVED: J. T. Marrin
M.J. Monson J. T. Marrin

The only liability of this company for gas which fails to comply with this analysis shall be replacement or reanalysis thereof by the company without extra cost.

STANDARD CALIBRATION GASES IN ALUMINUM CYLINDERS

榮諮科技股份有限公司
自動檢測儀多點校正記錄表

儀器編號: S-01P-A

校正人員: 吳永邦

驗算人員: 陳弘宏

校正日期: 101.6.15

審核人員: 戴伶妘

標準氣體記錄 (檢量線氣體)							
標準氣體	項目	零級氣體 N ₂ (%)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
標準氣體	濃度	P.P.P.P	466	467	460	22.36	22.16
	鋼瓶編號	182	CC336383				CA08638
	有效日期	103.1.17	101.10.8				102.2.11
儀器全幅設定		*	500	500	500	500	25
大氣壓力: mmHg			大氣溫度: °C				

(一)、零點/全幅校正

校正項目	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
零點校正	0.78	0.391	0.931	0.096	0.071
全幅校正	465.2	464.7	462.2	22.27	22.12

(二) 檢量線製作

濃度範圍	項次	1	2	3	4	5	6
	N ₂ (%)	0	14	36	56	78	100
	標準氣體 (%)	100	86	64	44	22	0
(1)NO _x	濃度 X (ppm)	466	400.76	298.24	205.04	102.52	0
	測定值 Y (ppm)	464.1	398.1	298.4	199.7	97.39	1.071
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	-0.38	-0.93	0.03	-1.07	-1.03	0.21
	y=a+bx	r=0.9999 a=-1.9358 b=0.9972					
(2)SO ₂	濃度 X (ppm)	467	401.62	298.88	205.48	102.74	0
	測定值 Y (ppm)	463.6	396.7	297.8	198	99.1	0.825
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	-0.68	-0.98	-0.22	-1.50	-0.73	0.17
	y=a+bx	r=0.9999 a=-1.7978 b=0.9940					
(3)CO	濃度 X (ppm)	460	395.6	294.4	202.4	101.2	0
	測定值 Y (ppm)	461.7	398.5	298.9	197.4	98.23	0.413
	誤差 ≤ ±2%(全幅)	0.34	0.58	0.90	-1.00	-0.59	0.08
	y=a+bx	r=0.9998 a=-2.2119 b=1.0102					

榮諮科技股份有限公司
自動檢測儀多點校正記錄表 (續)

(二) 檢量線製作(續)

濃度 範圍	項次	1	2	3	4	5	6
(4) CO ₂	濃度 X (%)	22.36	19.23	14.31	1.84	4.919	0
	測定值 Y (%)	22.31	19.4	14.37	1.945	5.022	0.011
	誤差 ≤ ±2% (全幅)	-0.20	0.68	0.24	0.42	0.41	0.04
	y=a+bx	r= 1.0000 a= 0.0713 b= 0.9996					
(5) O ₂	濃度 X (%)	22.16	19.94	15.069	10.194	4.875	0
	測定值 Y (%)	22.16	19.9	14.93	1.998	4.996	6.102
	誤差 ≤ ±2% (全幅)	0.00	-0.18	-0.56	-0.78	0.48	0.41
	y=a+bx	r= 0.9999 a= 0.0546 b= 0.9993					

SO₂、NO_x、CO、CO₂ 及 O₂ 誤差 = $\frac{Y-X}{\text{全幅濃度}} \times 100\%$

O₂ 稀釋器調整比例 =

N₂ 0 10 32 56 78 100

標準氣體 100 90 68 46 22 0

(三)、中濃度確認

標準氣體記錄 (檢量線氣體)							
標	項 目	零級氣體 N ₂ (%)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	CO(ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
準	濃 度	99.999	460	461	459	22.37	22.11
氣	鋼瓶編號	182	CB0P08P				CC3284P
體	有效日期	103.1.17	102.8.29				103.8.29

中濃度確認結果

測值	濃度 X	測定值 Y	誤差%	誤差標準
NO _x	230	234.7	2.04	≤ ±5%
SO ₂	230.5	231.0	0.22	≤ ±5%
CO	229.5	228.7	-0.35	≤ ±5%
CO ₂	11.185	11.22	0.31	≤ ±5%
O ₂	11.055	11.07	0.14	≤ ±5%

NO_x、SO₂、CO、CO₂ 及 O₂ 中濃度誤差值 = $\frac{Y-X}{X} \times 100\%$



SCOTT-MARRIN, INC.

6531 BOX SPRINGS BLVD. • RIVERSIDE, CA 92507
TELEPHONE (951) 653-6780 • FAX (951) 653-2430

Report Of Analysis NIST-Traceable Gas Mixtures

ENMC01
TO: Envimac Technology & Consultants Corp
Attn: Yvonne Nieh
5th Floor, No 2, Rueiguang Road
Taipei 114 Taiwan, ROC
(886) 227-948833

REPORT NO: 59660-02
REPORT DATE: July 29, 2011
CUSTOMER PO NO: SCO/110630-1

CYLINDER NUMBER: CB08995

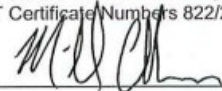
COMPONENT	CONCENTRATION (v/v)	NIST TRACEABLE REFERENCE STANDARD
Methane	504 ± 5 ppmv	Gravimetric
Zero Air	Balance	

Cylinder Size: 150A (143 std cu ft)
Cylinder Pressure: 2000 psig
Shelf Life: 36 months

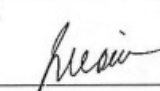
ppm = umole/mole

% = mole-%

The above analyses are traceable to the National Institute of Standards and Technology by intercomparison with the reference standard listed herein. Where indicated, volumetric and gravimetric reference standards are traceable thru use of our analytical balance. NIST Certificate Numbers 822/272801-6 and 822/274081-06.

ANALYST: 

M.S. Calhoun

APPROVED: 

J. T. Marrin

The only liability of this company for gas which fails to comply with this analysis shall be replacement or reanalysis thereof by the company without extra cost.

STANDARD CALIBRATION GASES IN ALUMINUM CYLINDERS



SCOTT-MARRIN, INC.

6531 BOX SPRINGS BLVD. • RIVERSIDE, CA 92507
TELEPHONE (951) 653-6780 • FAX (951) 653-2430

Report Of Analysis NIST-Traceable Gas Mixtures

ENMC01
TO: Envimac Technology & Consultants Corp
Attn: Yvonne Nieh
5th Floor, No 2, Rueiguang Road
Taipei 114 Taiwan, ROC
(886) 227-948833

REPORT NO: 59660-01
REPORT DATE: July 29, 2011
CUSTOMER PO NO: SCO/110630-1

CYLINDER NUMBER: CB08993

THC 檢測

103.7.2P

COMPONENT	CONCENTRATION (v/v)	NIST TRACEABLE REFERENCE STANDARD
Methane	200.5 ± 2.0 ppmv	Gravimetric
Zero Air	Balance	

Cylinder Size: 150A (143 std cu ft)
Cylinder Pressure: 2000 psig
Shelf Life: 36 months

CHK

ppm = umole/mole

% = mole-%

The above analyses are traceable to the National Institute of Standards and Technology by intercomparison with the reference standard listed herein. Where indicated, volumetric and gravimetric reference standards are traceable thru use of our analytical balance. NIST Certificate Numbers 822/272801-6 and 822/274081-06.

ANALYST: M.S. Calhoun

APPROVED: J. T. Marrin

The only liability of this company for gas which fails to comply with this analysis shall be replacement or reanalysis thereof by the company without extra cost.

STANDARD CALIBRATION GASES IN ALUMINUM CYLINDERS

錦德氣體有限公司

Jing De Gases Co., LTD

地址:高雄市内山区本洲工業區本工五路15號

電話:(07)624-2527 (8線)

Web Site: www.jdgas.com.tw

傳真:(07)624-2535

E-mail: jdgas@ms19.hinet.net



分 析 報 告

客戶名稱: 登諾高雄

氣體名稱: 空氣

氣體等級: Zero

訂單號碼: ----

充填日期: 101.01.17

鋼瓶體積: A30 L

批次編號: ----

分析日期: 101.01.18

凡爾規格: CGA590

分析編號: 1010118020

使用期限: 24個月

填充壓力: 120 kg/cm² (35°C)

鋼瓶編號:

4493

THC 檢測

分 析 成 份	規 格	分 析 結 果	測 量 單 位	追 溯 型 態	分 析 儀 器
Oxygen	21	20.62	Molar %	化學參考品	Oxygen Analyzer(%)
Moisture	< 1.0	0.980	Molar ppm	化學參考品	Dewpoint Meter
THC(as Methane)	< 0.1	< 0.1	Molar ppm	化學參考品	GC/FID
Carbon Monoxide	< 1.0	< 1.0	Molar ppm	化學參考品	GC/PDHID
Carbon Dioxide	< 1.0	< 1.0	Molar ppm	化學參考品	GC/PDHID
Nitrogen			Balance Gas		

分析追溯: ±1 % NIST USA

追溯瓶號: 09827

備註:

以分析日期為使用期限起算日。

建議事項:

- 1 壓力低於100 psig以下時, 請更換新品以免影響測值。
- 2 超過使用期限時請勿繼續使用。

分析者 101.01.18

審核者 101.01.18



附錄十

抽樣實測推估排放量計算

抽樣實測推估排放量計算

表 1 為受測港勤船舶檢測結果，檢測值為濃度，換算成單位時間之排放量後，與利用係數法推估之結果於表 2 中做比較。

表1 受測港勤船舶檢測結果

檢測代號	狀態	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC (ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC (ppm)
D1	航行	14.0	5.2	128.0	554.2	6.1	9.00	0.56	8.43
D2	怠速	18.3	2.0	236.5	273.9	8.8	11.89	0.79	11.05

表2 受測港勤船舶檢測結果與係數推估比較

單位(g/h)

受泥船	CO ₂	CO(g)	NO _x	SO ₂	THC	CH ₄
D1 巡航	168,145	263	1,873	58	11	662
D2 怠速	43,697	329	626	56	9	628
活動係數法 推估值	215,004	343	4,113	654	156	28

表3 港勤船/漁船單位活動強度排放係數表

單位：g/kW·h

	引擎	kW	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
類別 1	≤1999	37	11	0.27	2	0.9	2.1	690	0.02	0.09
		75	10	0.27	1.7	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		130	10	0.27	1.5	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		225	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		450	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		560	10	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		1,000	13	0.27	2.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
類別 2	≤1999		13.2	0.5	1.1	0.72	2.1	690	0.02	0.09
類別 1	≥2000	37	9.8	0.27	2	0.9	2.1	690	0.02	0.09
		75	9.8	0.27	1.7	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		130	9.8	0.27	1.5	0.4	2.1	690	0.02	0.09
		225	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		450	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		560	9.8	0.27	1.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
		1,000	9.8	0.27	2.5	0.3	2.1	690	0.02	0.09
類別 2	1 期引擎		9.8	0.5	1.1	0.72	2.1	690	0.02	0.09

資料來源：根據行政院環境保護署^[2] (2010)資料，以柴油油耗係數 2,730.0 gCO₂/L 換算其它污染項目在 CO₂ 排放為 2,730.0 g 時的排放量。

類別 1：單一汽缸排氣量 1-5L

類別 2：單一汽缸排氣量 5-30L

類別 3：單一汽缸排氣量大於 30L

0 期(Tier0):1999 或更早引擎

1 期(Tier1):2000 及以後的引擎

SO₂ 以硫含量 0.5%計算

表4 受測漁船檢測結果

檢測代號	狀態	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (ppm)	Nox (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC (ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC (ppm)
E1	550rpm	18.8	1.7	292.9	154.8	31.6	76.98	5.48	62.31
E2	1100rpm	18.8	1.7	289.3	94.6	33.1	75.80	5.02	70.74
E3	1100rpm	18.8	1.7	272.6	95.3	34.6	100.77	5.09	94.00

表5 受測漁船檢測結果與係數推估比較

單位(g/h)

檢測代號	CO ₂	CO	NOx	SO ₂	THC	CH ₄
E1	2,938	32.5	28.2	16.0	13.4	0.3
E2	5,312	58.4	31.4	30.5	24.0	0.6
E3	5,410	55.6	31.9	32.3	32.3	0.6
活動係數法 推估值	30,564	88.6	438.5	16.7	12.0	4.0

表6 受測門式機檢測結果

檢測代號	CO ₂ (%)	CO (ppm)	Nox (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC (ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC (ppm)
T001	3.68	154.06	302.39	5.80	7.85	0.38	7.47
T002	3.56	66.48	125.66	5.11	16.67	0.62	16.05
T003	3.44	160.39	534.37	6.64	9.60	0.38	9.22
T004	3.53	134.64	568.10	5.59	6.89	0.38	6.51

註：T001~T003 為行進中測試不吊掛貨櫃，T004 則是原地吊掛貨櫃。

另外依據 4.1.2 節所述之活動強度係數法，推估該型門式機 1 小時之排放量，與實測值推估之小時排放量，列於 1.1.1 1(1)a(a)表 7 中進行比較。從表中可看到，推估值與實測值極為接近，顯示所使用的文獻係數可適用於所採樣的設備上。

表7 受測門式機每小時排放量推估

依據	CO ₂ (g)	CO(g)	NO _x (g)	THC(g)
T001 樣品	62,456.55	166.38	536.53	4.84
T002 樣品	60,335.85	71.80	222.95	10.29
T003 樣品	58,330.80	173.22	948.12	5.92
T004 樣品	59,866.71	145.42	1,007.97	4.25
係數推估	51,147.00	193.69	1,196.16	97.04

附錄十一

前期排放量修訂前後之排放量對照

前期排放量修訂前後之排放量對照

前期計畫已先完成基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港 98 年、99 年排放量推估。今年度計畫依據前述方式分別修訂船舶、機具、車輛之推估方法，方法出來後，利用前期調查結果，重新計算排放量。

遠洋船舶部分排除港勤船以及維修船舶後，原碼頭靠泊時間下降，使得停泊時輔助引擎與輔助鍋爐的排放量也下降。98 年、99 年各港修訂後遠洋船舶靠泊排放量列於表 1，鍋爐排放量列於表 3 中。

機具部分修訂部分預設值，前期修訂後之排放量如表 5 所示。重型卡車修訂部分港口車速，修訂後之排放量如表 7 所示。

另外因應能源局今年 10 月公布下修歷年電力排放係數，重新計算範疇 2、3 之電力排放，如表 9 所示。基隆港因補充取得港務公司資料，因此這部分修訂後排放量增加。

表1 遠洋船舶輔助引擎靠泊排放量(修訂後)

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO _{2e}
基隆港	98	464	14.0	38.4	429	52	23,835	1.1	0.3	24,257
	99	709	20.9	57.5	643	78	35,688	1.6	0.4	36,320
臺中港	98	1,011	29.9	82.2	919	112	51,032	2.3	0.6	51,935
	99	1,197	35.4	97.4	1,089	133	60,453	2.7	0.7	61,523
高雄港	98	4,561	135.7	373.1	4,171	509	231,633	10.5	2.7	235,734
	99	4,142	123.0	338.3	3,783	461	210,052	9.5	2.5	213,771
花蓮港	98	112	3.3	8.9	100	12	5,556	0.3	0.1	5,654
	99	92	2.7	7.4	82	10	4,564	0.2	0.1	4,645

表2 遠洋船舶輔助引擎靠泊排放量(修訂前)

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	487	14.7	40.3	451	55	25,041	1.1	0.3	25,399
	99	716	21.1	58.0	649	79	36,010	1.6	0.4	36,526
臺中港	98	1,021	30.2	83.0	928	113	51,556	2.3	0.6	52,294
	99	1,198	35.4	97.4	1,089	133	60,487	2.7	0.7	61,353
高雄港	98	8,565	258.1	709.8	7,937	968	440,722	20.0	5.2	447,032
	99	8,718	263.1	723.5	8,090	987	449,252	20.4	5.3	455,683
花蓮港	98	512	15.6	42.9	479	58	26,608	1.2	0.3	26,988
	99	413	12.6	34.6	386	47	21,453	1.0	0.3	21,760

表3 遠洋船舶靠泊鍋爐排放量(修訂後)

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	85	4.1	8.1	668	0	39,293	3.2	0.08	40,322
	99	99	4.7	9.4	776	0	45,605	3.8	0.09	46,800
臺中港	98	228	10.9	21.7	1,793	0	105,419	8.7	0.22	108,181
	99	304	14.5	28.9	2,385	0	140,190	11.6	0.29	143,863
高雄港	98	895	42.6	85.3	7,034	0	413,528	34.1	0.85	424,365
	99	910	43.3	86.7	7,149	0	420,289	34.7	0.87	431,303
花蓮港	98	22	1.1	2.1	175	0	10,290	0.8	0.02	10,560
	99	20	1.0	1.9	158	0	9,279	0.8	0.02	9,523

表4 遠洋船舶靠泊鍋爐排放量(修訂前)

單位：公噸/年

港口	年度	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	566	16.7	46.0	515	63	28,572	1.3	0.3	28,981
	99	651	19.1	52.7	589	72	32,698	1.5	0.4	33,166
臺中港	98	1,500	43.8	120.5	1,348	164	74,835	3.4	0.9	75,906
	99	1,982	57.8	159.0	1,778	217	98,744	4.5	1.2	100,158
高雄港	98	10,450	312.5	859.3	9,608	1,172	533,518	24.2	6.2	541,156
	99	11,405	339.2	932.7	10,429	1,272	579,125	26.3	6.8	587,416
花蓮港	98	339	10.1	27.7	310	38	17,200	0.8	0.2	17,446
	99	286	8.5	23.4	261	32	14,501	0.7	0.2	14,709

表5 機具排放量(修訂後)

港口	年度	單位	NO _x (kg/yr)	THC(kg/yr)	CO(kg/yr)	PM(kg/yr)	CO ₂ e(t/yr)
基隆港	98	外單位	5,734	567	1,614	406	138
	98	港務局	43,298	4,083	10,497	2,662	711
	99	外單位	5,847	981	3,060	819	219
	99	港務局	44,846	4,300	10,889	2,799	255
臺中港	98	外單位	89,156	10,416	31,948	7,456	1,938
	99	外單位	101,693	12,252	36,554	8,938	2,124
高雄港	98	外單位	585,922	66,166	269,459	44,109	24,264
	98	港務局	272	26	97	18	10
	99	外單位	564,328	64,527	268,471	41,873	23,248
	99	港務局	343	29	113	20	14
花蓮港	98	外單位	176	29	91	23	667
	99	外單位	179	30	92	24	667

註：CO₂e 係利用用油量推估，其餘皆以 Off Road 2007 模式推估。

表6 機具排放量(修訂前)

港口	年度	單位	NOx(kg/yr)	THC(kg/yr)	CO(kg/yr)	PM(kg/yr)	CO ₂ e(t/yr)
基隆港	98	外單位	5,734	567	1,614	406	138
	98	港務局	43,298	4,083	10,497	2,662	711
	99	外單位	5,847	981	3,060	819	219
	99	港務局	44,846	4,300	10,889	2,799	255
臺中港	98	外單位	83,152	9,872	29,802	7,105	1,759
	99	外單位	101,693	12,252	36,554	8,938	2,124
高雄港	98	外單位	1,166,904	129,764	529,141	85,527	48,529
	98	港務局	543	51	194	36	21
	99	外單位	488,051	57,955	253,154	37,625	19,939
	99	港務局	343	29	113	20	14
花蓮港	98	外單位	176	29	91	23	667
	99	外單位	179	30	92	24	667

註：CO₂e 係利用用油量推估，其餘皆以 Off Road 2007 模式推估。

表7 重型卡車排放量(修訂後)

單位：公噸/年

港口	年度	排放源	NOx	THC	CO	SOx	PM	CO ₂ e
基隆港	98	散貨卡車	0.113	0.701	2.381	0.001	0.040	489
		貨櫃車	0.113	0.705	2.394	0.001	0.040	491
	99	散貨卡車	0.106	0.661	2.244	0.001	0.038	461
		貨櫃車	0.130	0.810	2.750	0.001	0.046	564
臺中港	98	散貨卡車	1.739	6.645	16.582	0.009	0.576	7,859
		貨櫃車	0.540	2.063	5.147	0.003	0.179	2,341
	99	散貨卡車	2.197	8.397	20.954	0.012	0.728	9,930
		貨櫃車	0.644	2.461	6.140	0.003	0.213	2,793
高雄港	98	散貨卡車	177.512	28.416	137.519	0.158	10.774	8,878
		貨櫃車	1.768	9.407	28.503	0.012	0.657	8,950
	99	散貨卡車	191.954	30.728	148.707	0.171	11.651	9,600
		貨櫃車	1.348	7.170	21.727	0.009	0.501	6,822
花蓮港	98	散貨卡車	0.218	1.360	4.616	0.002	0.078	1,062
	99	散貨卡車	0.227	1.414	4.799	0.002	0.081	1,104

表8 重型卡車排放量(修訂前)

單位：公噸/年

港口	年度	排放源	NOx	THC	CO	SOx	PM	CO ₂ e
基隆港	98	散貨卡車	0.121	0.463	1	0.001	0.04	526
		貨櫃車	0.122	0.466	1	0.001	0.04	529
	99	散貨卡車	0.114	0.437	1	0.001	0.038	496
		貨櫃車	0.14	0.535	1	0.001	0.046	607
臺中港	98	散貨卡車	2	15	50	0.018	0.85	11,105
		貨櫃車	0.482	3	8	0.003	0.179	2,341
	99	散貨卡車	3	18	62	0.023	1	13,692
		貨櫃車	0.575	3	9	0.004	0.214	2,793
高雄港	98	散貨卡車	178	28	138	0.158	11	8,521
		貨櫃車	179	29	139	0.159	11	8,590
	99	散貨卡車	192	31	149	0.171	12	9,215
		貨櫃車	136	22	106	0.121	8	6,548
花蓮港	98	散貨卡車	0.218	1	5	0.002	0.078	1,019
	99	散貨卡車	0.227	1	5	0.002	0.081	1,060

表9 電力使用之二氧化碳排放量(修訂後)

單位：公噸/年

地區	年度	外單位	港務局	總計
花蓮港	98	1,765	711	2,476
	99	1,807	906	2,713
高雄港	98	77,723	3,698	81,420
	99	69,778	4,266	74,044
基隆港	98	901	4,564	5,465
	99	1,741	3,853	5,594
臺中港	98	4,353	3,257	7,610
	99	4,906	3,220	8,125

表10 電力使用之二氧化碳排放量(修訂前)

單位：公噸/年

地區	年度	外單位	港務局	總計
花蓮港	98	2,003	806	2,809
	99	2,067	1,036	3,103
高雄港	98	88,171	4,195	92,366
	99	79,821	4,880	84,701
基隆港	98	1,022	-	1,022
	99	1,992	-	1,992
臺中港	98	4,938	3,695	8,633
	99	5,612	3,683	9,295