

101-25-7599

MOTC-IOT-100-H1DB005

臺灣港埠節能減碳效益提升 之研究(1/4)



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 3 月

101

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究
(1/4)

GPN : 1010100323

定價: 300 元

交通部運輸研究所

101-25-7599

MOTC-IOT-100-H1DB005

臺灣港埠節能減碳效益提升 之研究(1/4)

著者：陳桂清、柯正龍、葉雨松、許真瑜、徐澄清
洪雅琪、吳明蒼、杜思蘋、陳凱莉、許茗凱
簡嘉霈、李權峰、涂致暉

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 3 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(1/4)/陳桂清等著.

--初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，民 101.03
面；公分

ISBN 978-986-03-1809-8 (平裝)

1. 港埠管理 2. 能源節約 3. 環境保護

557.52

101002697

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)

著者：陳桂清、柯正龍、葉雨松、許真瑜、徐澄清、洪雅琪、吳明蒼
杜思蘋、許茗凱、陳凱莉、簡嘉霏、李權峰、涂致曄

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 101 年 3 月

印刷者：群彩印刷科技股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 90 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：1010100323

ISBN：978-986-03-1809-8 (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(1/4)			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN978-986-03-1809-8 (平裝)	政府出版品統一編號 1010100323	運輸研究所出版品編號 101-25-7599	計畫編號 100-H1DB005
本所主辦單位：港灣技術研究中心 主管：邱永芳 計畫主持人：陳桂清 研究人員：柯正龍 聯絡電話：04-26587188 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：瑩諮科技(股)公司 計畫主持人：葉雨松 研究人員：許真瑜、杜思蘋、簡嘉霈、徐澄清、陳凱莉、許茗凱、洪雅琪、吳明蒼、李權峰、涂致暉 地址：80673 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 100 年 2 月 至 100 年 12 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、岸電			
<p>摘要：</p> <p>本計畫為「臺灣港埠節能減碳效益提升之研究」四年計畫的第1年，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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
101 年 3 月	338	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。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE : The Study to Promote the Benefit of Energy Conservation and Carbon Reduction in Taiwan's Harbor Areas			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-03-1809-8 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010100323	IOT SERIAL NUMBER 101-25-7599	PROJECT NUMBER 100-H1DB005
DIVISION : Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR : Chiu Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR : Cheng Kuei-Ching PROJECT STAFF : Ko Jeng-Long PHONE : 04-26587188 FAX : 04-26564418			PROJECT PERIOD From February 2011 To December 2011
RESEARCH AGENCY : Envimac Technology and Consultants Corporation PRINCIPAL INVESTIGATOR : Yeh Yu-Song PROJECT STAFF : Hsu Jen-Yu, Tu Ssu-Ping, Chien Chia-Pei, Hsu Cheng-Ching, Chen Kai-Li, Hsu Ming-Kai 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, Green House Gas, Harbor, Carbon Emission Inventory, Inventory, Air Pollution, Shore Power			
ABSTRACT: <p>This is the first year of a four-year project - "The research to promote the benefit of energy conservation and carbon reduction in Taiwan harbor areas," which is based on the previous project "The research of a method to establish a basic data for harbor energy conservation and carbon reduction," and broaden the scope to fit more emission sources inventory estimation. The shore power benefit is also estimated.</p> <p>The necessary parameters and emission factors in the inventory estimation process are established. There are inspections of craft vessels and cargo handling equipments executed in the field to verify the emission factors.</p> <p>The air pollution and GHG inventories of Keelung Harbor, Taichung Harbor, Kaohsiung Harbor and Hualian Harbor of 2009 and 2010 are established. The authorities of harbor bureaus can establish their own GHG inventory due to "The handbook to establish the GHG inventory of harbor area," which is edited by this study.</p>			
DATE OF PUBLICATION March 2012	NUMBER OF PAGES 338	PRICE 300	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)

目錄

中文摘要	I
英文摘要	II
目錄	III
圖目錄	VIII
表目錄	X
第一章 前言	1-1
1.1 計畫背景分析	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	1-3
1.5 工作成果摘要	1-5
第二章 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	2-16
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
第三章	港埠地區空氣污染及溫室氣體排放量 調查程序.....	3-1
3.1	港區主要排放源.....	3-1
3.2	制訂《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》	3-3
3.3	調查程序執行與修訂.....	3-5
3.4	推動各港區配合事項.....	3-13
第四章	船舶空污量及能源消耗現況調查.....	4-1
4.1	遠洋船舶排放量調查推估.....	4-1
4.1.1	排放源概述	4-1
4.1.2	排放量估算公式	4-2
4.1.3	資料蒐集	4-11
4.2	漁船排放量調查推估.....	4-18
4.2.1	排放源概述	4-18

4.2.2	排放量估算公式	4-20
4.2.3	資料蒐集	4-27
4.3	港勤船排放係數驗證	4-28
4.3.1	實驗規劃	4-28
4.3.2	採樣情形	4-31
4.3.3	結果分析	4-33
4.4	船舶排放量推估結果	4-34
4.4.1	遠洋船舶排放量推估結果	4-34
4.4.2	漁船排放量推估結果	4-37
4.4.3	港勤船舶排放量推估結果	4-37
4.5	船舶岸電效益評估	4-38
4.5.1	前言	4-38
4.5.2	岸電發展	4-39
4.5.3	岸電類別	4-41
4.5.4	國際標準	4-45
4.5.5	減量效益評估	4-47
4.5.6	成本比較	4-51
4.5.7	問題分析	4-55
4.5.8	小結	4-58
第五章 機具車輛空污量及能源消耗現況調查		5-1

5.1	重型柴油車排放量推估方法	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	5-4
5.1.3	前期計畫結果檢討	5-7
5.2	港區行駛距離調查	5-8
5.2.1	GPS 行車距離調查	5-8
5.2.2	平均行使里程數加權	5-11
5.3	重型柴油車輛數量推估	5-12
5.3.1	貨櫃車	5-12
5.3.2	散裝貨車	5-14
5.4	重型柴油車輛活動參數	5-19
5.5	柴油車排放係數驗證	5-21
5.5.1	測試方法	5-21
5.5.2	測試結果	5-25
5.5.3	小結	5-31
5.6	重型柴油車排放量推估結果	5-31
5.7	柴油機具排放量推估方法	5-32
5.8	柴油機具排放係數驗證	5-35
5.8.1	實驗規劃	5-35
5.8.2	採樣情形	5-38

5.8.3 結果分析	5-40
5.9 柴油機具排放量推估結果.....	5-41
第六章 排放清冊建置.....	6-1
6.1 輔導各港務局資料建置.....	6-1
6.2 排放清冊建置情形.....	6-4
6.2.1 四大港排放量總覽	6-4
6.2.2 基隆港排放量	6-6
6.2.3 臺中港排放量	6-12
6.2.4 高雄港排放量	6-18
6.2.5 花蓮港排放量	6-26
第七章 結論與建議.....	7-1
7.1 結論.....	7-1
7.2 建議.....	7-3
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 港區溫室氣體排放量調查作業手冊 1.13 版.....	附錄 5-1
附錄六 港區溫室氣體排放量調查表單工具.....	附錄 6-1

圖目錄

圖 1.1 工作流程圖.....	1-4
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 調查流程圖.....	3-7
圖 4.1 遠洋船舶排放量推估流程圖.....	4-3
圖 4.2 四大國際港 20 海浬範圍圖（1/2）.....	4-15
圖 4.3 四大國際港 20 海浬範圍圖（2/2）.....	4-16
圖 4.4 臺灣海域船舶動態資訊系統資料庫數據示意圖.....	4-17
圖 4.5 漁用船舶排放量推估流程圖.....	4-23
圖 4.6 船舶採樣套管測試情形.....	4-30
圖 4.7 船舶採樣情形.....	4-32
圖 4.8 岸電基本單元示意圖.....	4-42
圖 5.1 單一車次進出碼頭距離與 GPS 數據擷取點數關係圖.....	5-10
圖 5.2 門式起重機排氣管及採樣套管.....	5-37
圖 5.3 門式起重機採樣情形.....	5-39
圖 6.1 輔導港務局作業流程圖.....	6-2
圖 6.2 四大港溫室氣體排放量總覽.....	6-5

圖 6.3 基隆港各排放物排放源組成比例.....	6-9
圖 6.4 基隆港遠洋船舶排放量分布.....	6-10
圖 6.5 基隆港裝卸機具排放量分布.....	6-11
圖 6.6 臺中港各排放物排放源組成比例.....	6-15
圖 6.7 臺中港遠洋船舶排放量分布.....	6-16
圖 6.8 臺中港裝卸機具排放量分布.....	6-17
圖 6.9 高雄港各排放物排放源組成比例.....	6-21
圖 6.10 高雄港遠洋船舶排放量分布.....	6-22
圖 6.11 高雄港裝卸機具排放量分布.....	6-23
圖 6.12 高雄港與鄰近排放源比較.....	6-25
圖 6.13 花蓮港各排放物排放源組成比例.....	6-29
圖 6.14 花蓮港遠洋船舶排放量分布.....	6-30

表目錄

表 1-1 工作成果表.....	1-5
表 2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準	2-12
表 2-2 能源用戶節約能源查核制度申報表	2-13
表 2-3 臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量(行政院環境保護署)	2-21
表 2-4 洛杉磯港 2008 年溫室氣體排放量比較	2-24
表 3-1 港區溫室氣體及空氣污染排放源	3-3
表 3-2 排放源調查範疇	3-6
表 3-3 調查項目提供單位一覽表	3-9
表 3-4 各排放源使用公式及參數對照表	3-12
表 4-1 遠洋船舶主引擎排放係數表	4-5
表 4-2 低負載引擎排放係數迴歸校正係數	4-6
表 4-3 低負載時調校係數(LLA).....	4-6
表 4-4 調度負載組合係數	4-8
表 4-5 國內與文獻之船種對照表	4-9
表 4-6 遠洋船舶輔助引擎排放係數表	4-10
表 4-7 輔助鍋爐消耗能量預設值	4-11
表 4-8 灣海域船舶動態資訊系統資料庫欄位說明	4-14
表 4-9 四大國際港區內漁港一覽表	4-19

表 4-10 TEDS 7.0 版船舶燃燒—漁船（柴油）排放係數表	4-21
表 4-11 港勤船（漁船）活動強度排放係數表	4-24
表 4-12 港勤船（漁船）燃油排放係數表	4-25
表 4-13 中油供應之船用油含硫量	4-26
表 4-14 向漁業署索取資料	4-28
表 4-15 港勤船排氣採樣基本資料	4-31
表 4-16 港勤船排氣濃度分析結果	4-33
表 4-17 港勤船採樣期間排放量	4-34
表 4-18 單位柴油污染排放量推估結果	4-34
表 4-19 遠洋船舶排放量推估結果表(1/2).....	4-35
表 4-20 遠洋船舶排放量推估結果表(2/2).....	4-36
表 4-21 漁船排放量推估結果表	4-37
表 4-22 港勤船舶排放量推估結果表	4-37
表 4-23 各大洲已設置岸電之港口一覽表	4-39
表 4-24 三種典型岸電供電方式比較	4-44
表 4-25 岸電國際標準發展情形	4-46
表 4-26 引擎發電平均污染排放量	4-48
表 4-27 台電 98 年度每度電（kW h）污染排放量	4-48
表 4-28 遠洋船舶使用相同電量岸電的污染削減比例	4-49
表 4-29 貨櫃碼頭岸電建置及營運成本推估	4-49

表 4-30 貨櫃碼頭岸電建置減量成本推估（不同停泊數）	4-50
表 4-31 貨櫃碼頭岸電建置減量成本推估（船舶用電量不同）	4-50
表 4-32 貨櫃碼頭岸電建置減量成本效益試算	4-51
表 4-33 台電高壓、特高壓供電電費表	4-54
表 4-34 單趟停泊岸電電費試算	4-55
表 5-1 國內各車種不同車速燃油效率（以 2005 年為參考基準）	5-3
表 5-2 各車種惰轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值	5-4
表 5-3 重型柴油車溫室氣體排放係數	5-6
表 5-4 各港區平均行駛里程數	5-11
表 5-5 標準貨櫃與實際貨櫃換算係數推估表	5-13
表 5-6 各港貨櫃車換算係數	5-13
表 5-7 各港貨櫃車數量推估	5-13
表 5-8 各港散裝貨運車次運量推估基準表(1/3).....	5-16
表 5-9 各港散裝貨運車次運量推估基準表(2/3).....	5-17
表 5-10 各港散裝貨運車次運量推估基準表(3/3).....	5-18
表 5-11 重型柴油貨車車次推估結果.....	5-18
表 5-12 港區重型卡車平均行駛車速及怠速惰轉時間	5-20
表 5-13 各車種惰轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值.....	5-22
表 5-14 測試車輛出廠年份組成（車輛數）	5-25
表 5-15 測試車輛排氣量組成（車輛數）	5-25

表 5-16 排氣濃度及轉數	5-26
表 5-17 排氣濃度與出廠年份的相關性	5-27
表 5-18 排放係數推估結果	5-29
表 5-19 油耗及 SO ₂ 排放係數推估結果	5-30
表 5-20 柴油車情轉 CO ₂ 排放係數比較.....	5-30
表 5-21 重型柴油車排放量推估結果	5-32
表 5-22 港區裝卸機具負載係數	5-34
表 5-23 門式機排氣採樣基本資料	5-40
表 5-24 門式機排氣濃度分析結果	5-40
表 5-25 門式機採樣期間排放量	5-40
表 5-26 Off Road 2007 模式推估比較	5-41
表 5-27 柴油機具排放量推估結果	5-42
表 6-1 港埠各範疇溫室氣體排放量	6-3
表 6-2 港埠各排放源溫室氣體排放量	6-3
表 6-3 基隆港 98 年排放量總表	6-7
表 6-4 基隆港 99 年排放量總表	6-8
表 6-5 臺中港 98 年排放量總表	6-13
表 6-6 臺中港 98 年排放量總表	6-14
表 6-7 高雄港 98 年排放量總表	6-19
表 6-8 高雄港 99 年排放量總表	6-20

表 6-9 高雄商港區與鄰近排放源比較	6-24
表 6-10 花蓮港 98 年排放量總表	6-27
表 6-11 花蓮港 99 年排放量總表.....	6-28
表 7-1 四大港平均年排放量	7-1

第一章 前言

1.1 計畫背景分析

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。該計畫執行不足之處，為本計畫之研究重點。包括納入遠洋船舶、漁用船舶的調查，針對裝卸機具及柴油卡車排放量推估的相關驗證及本土參數調查等。

1.2 研究範圍與對象

本研究範圍包括臺灣地區的四大國際港口，以及港區產生的溫室氣體及空氣污染排放量調查相關作業。本研究可概略區分為兩大部分：一是調查方法的建立與改進，一是實際調查。前者進行時將以高雄港為範例，新建立的程序及修訂的內容納入調查作業手冊。後者則以四大港口為對象，輔導各港口進行調查。

1.3 研究內容與工作項目

本研究為四年計畫的第一年計畫，本年度預計完成工作項目如下：

1. 建立港埠地區船舶與機具車輛之空污（含溫室氣體）排放量及能源消耗量測方法與程序
2. 船舶空污量及能源消耗的現況調查
3. 機具與運輸車輛空污量及能源消耗的現況調查
4. 建置港埠與船舶空污排放調查清冊
5. 學者專家座談會及研討會

研究內容包括：

(1)量測方法與程序建立

- 制訂「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」
- 研擬各港要求承租廠商協助調查及配合節能減碳措施的可行性

(2)船舶空污量及能源消耗的現況調查

- 建立遠洋船舶空氣污染及溫室氣體排放量推估方法
- 蒐集漁船排放量推估所需之相關資料。
- 評估岸電使用的空氣污染及溫室氣體排放減量效益

(3)機具與運輸車輛空污量及能源消耗的現況調查。

- 推估港區重型柴油車輛行駛距離
- 建立港區散裝貨車推估方法
- 建立不同類型重型柴油車之活動參數

(4)建置港埠與船舶空污排放調查清冊

- ▶輔導各港務局建置溫室氣體排放清冊

(5)舉辦學者專家座談會及研討會

- ▶辦理一場座談會，邀請各港口相關人員，針對調查程序進行說明
- ▶辦理一場港埠節能減碳、排放量調查相關研討會

1.4 研究流程

本研究之工作流程如下圖所示，分為二個主軸。第一個主軸是發展及修訂調查程序，針對前一年度缺漏、不足或有疑慮的部份，透過實驗、現地調查、抽樣、訪談、問卷等各種方式補充或釐清；第二個主軸是輔導各港口進行實地調查，並蒐集回饋的各項訊息。最後依據二個主軸之研究成果，完成第二版的「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」。岸電部分，則根據參考文獻及依據本研究方法所得之數據進行評估。

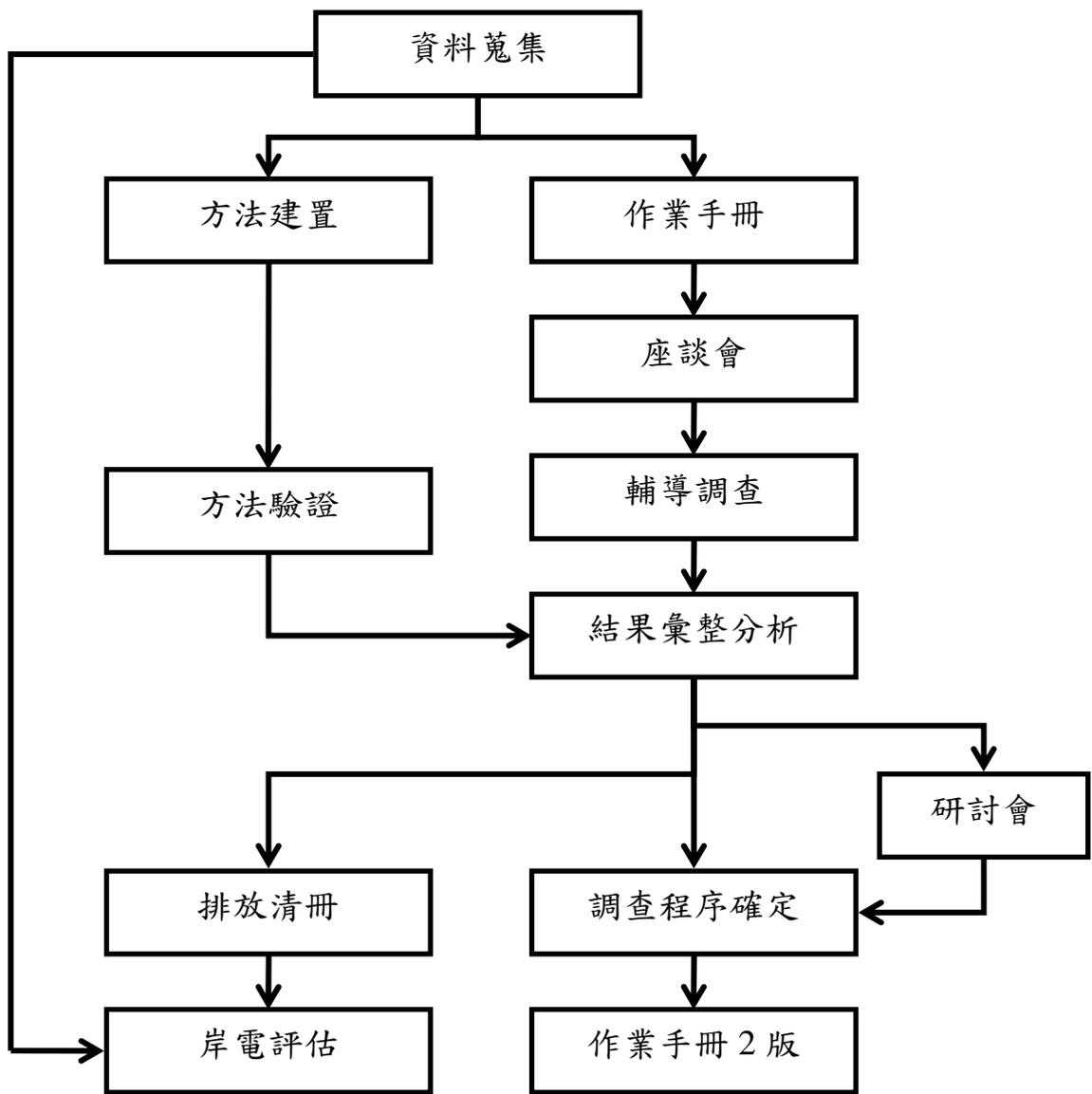


圖1.1 工作流程圖

1.5 工作成果摘要

本研究工作量及工作成果，摘要列於表 1-1 中。

表1-1 工作成果表

大項	分項工作	量化目標	工作成果
1.建立排放量及能源消耗量測方法與程序	A.制訂「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」	1 式	制訂並更新至 1.13 版(3.2 節)
	B.研擬各港要求承租廠商協助調查及配合節能減碳措施的可行性	1 式	擬定 6 條項目 (3.4 節)
2.船舶空污量及能源消耗的現況調查	C.建立遠洋船舶空氣污染及溫室氣體排放量推估方法	1 式	建立並完成推估 (4.1 節&4.4.1 節)
	D.蒐集推估漁船排放量推估的相關資料	1 式	建立方法、係數並完成推估 (4.2 節&4.4.2 節)
	E.評估岸電使用的空氣污染及溫室氣體排放減量效益	1 式	完成評估報告 1 式 (4.5 節)
3.機具與運輸車輛空污量及能源消耗的現況調查	A.推估港區重型柴油車輛行駛距離	1 式	推估 4 港加權後之距離 (5.2 節)
	B.建立港區非貨櫃車輛推估方法	1 式	含貨櫃車一併建立數量推估方式(5.3.2 節)
	C.建立不同類型重型柴油車之活動參數	1 式	建立港區行駛速率、惰轉時間等係數，及惰轉排放係數 (5.4 節&5.5 節)
4.建置港埠與船舶空污排放調查清冊	D.輔導各港務局建置溫室氣體排放清冊	4 港	完成基隆、臺中、高雄、花蓮 98 及 99 年度推估(第 6 章)
5.座談會及研討會	E.座談會	2 場	2 場 (附錄六)
	F.國外專家研討會	1 場	1 場 (附錄六)

第二章 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，能源四法關聯圖於圖 2.1。

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]。

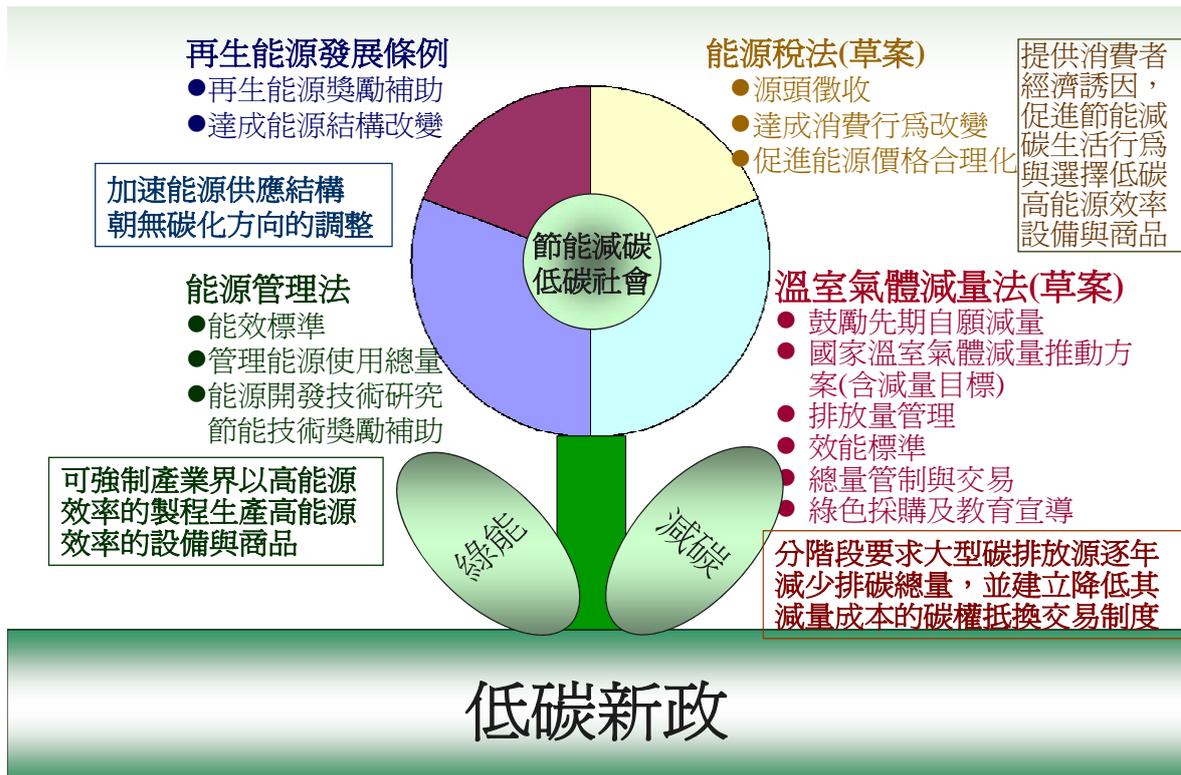


圖2.1 能源四法規關聯圖

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。

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。

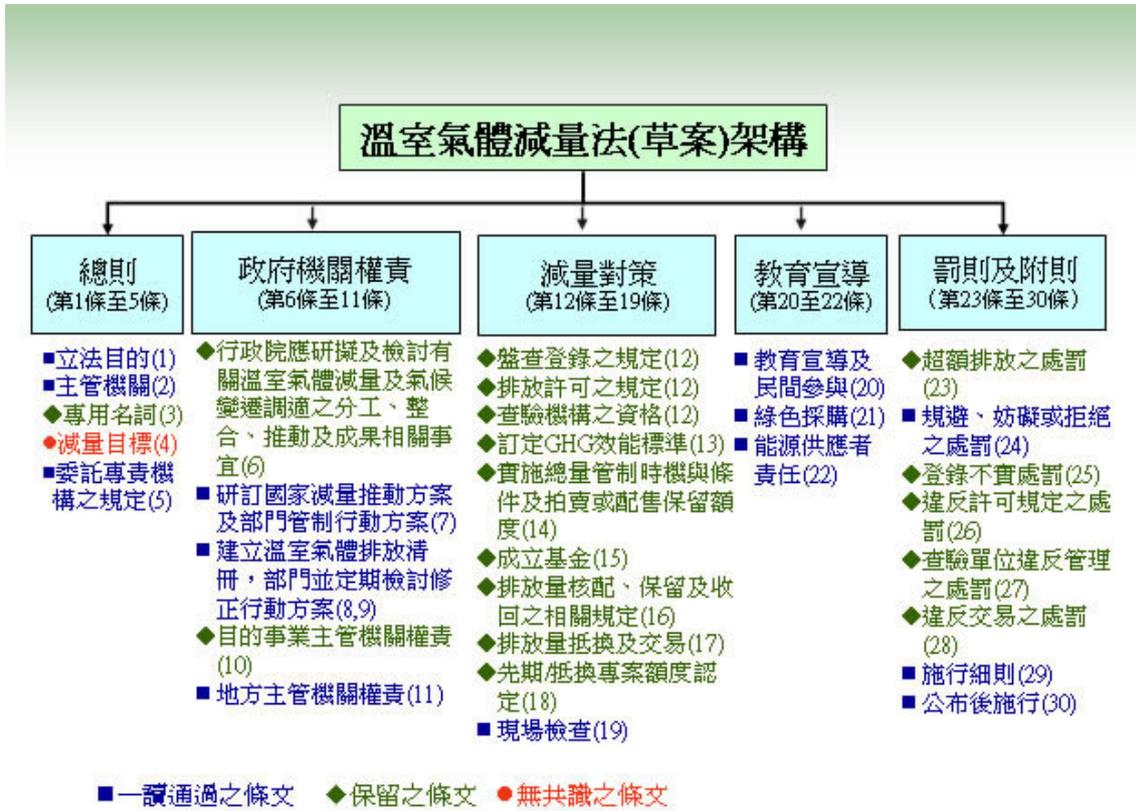


圖 2.2 「溫室氣體減量法（草案）」架構

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(例如：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。

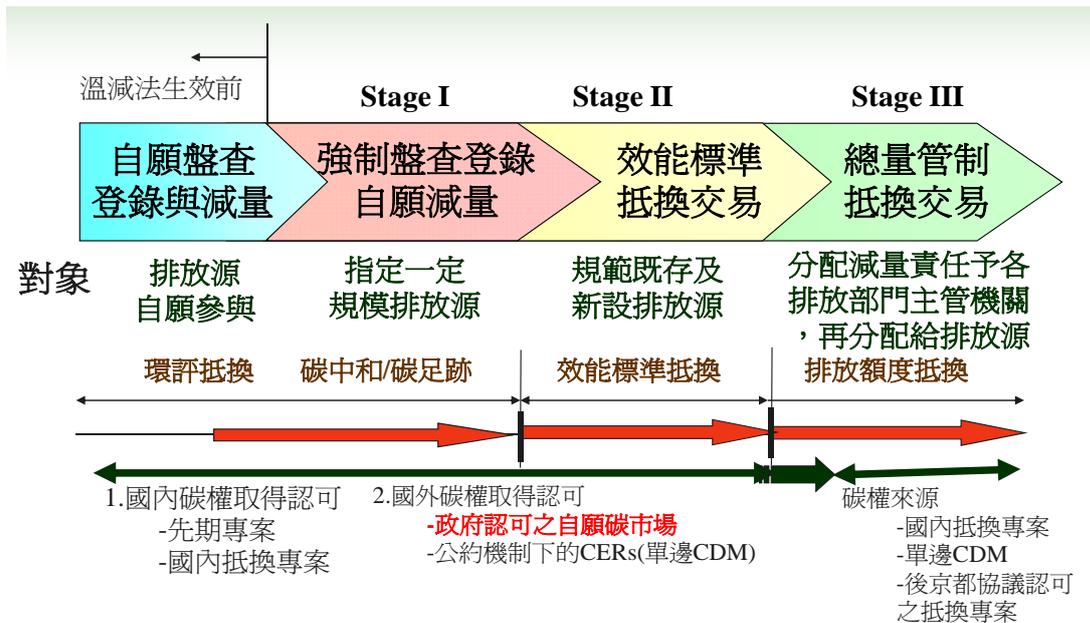


圖2.3 推動溫室氣體三階段減量策略

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：

- a. 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 系列標準來說明，「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)」目前正積極與各中央目的事業主管機關作最後作業細節之協商。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(一)高排放量行業製程；(二)具高 GWP 值之排放源；(三)耗用電力高者；(四)產品/原燃物料複雜性低者；(五)減量潛力大者；(六)國際協會重視及供應鏈要求者；(七)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]。

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，至 2009 年 6 月 9 日三讀通過能源管理法部分條文修正案，現已公佈實行方式包括：

- (1) 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。

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。

- (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。

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	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	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	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	裝設中央空氣調節系統	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]

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]

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者，並不適用此項 EUI 標準。

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、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)^[11]，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 2010 年 10 月底，國家登錄平台盤查登錄資料庫共有 271 家盤查清冊資訊，參與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 166.48 百萬公噸二氧化碳排放當量，因廠商提報之 2005 年盤查排放量數據較多，故以該年資料分析，提報行業別排放量分布前三名之行業為電力、鋼鐵及石化業，分別約占 48.8%、15.5%及 15.0%。其中範疇一排放量約 149.57 百萬公噸二氧化碳排放當量，約占該年國家清冊工業及能源部門排放量 204.81 百萬公噸 CO₂e 之 73.02%。

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(SOx)、氮氧化物(NOx)和粒狀物的排放。新修訂條例與相關的 NOx 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」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^[56]。

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^[16]。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^[17]：

- (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（行政院環境保護署）

單位：年 CO₂e 公噸/年

排放源	基隆港	臺中港	高雄港	花蓮港	合計	分配比例
遠洋船舶 (港內)	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^[16]。

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」^[16]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」^[28]，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^[18]。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^[21-23]。

根據 Port of Los Angeles (POLA) 最新公布的 2007 年及 2008 年溫室氣體排放清冊報告^[23]，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^[18-26]。

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%

Municipal operation 係指港務局運作時的直接排放源；Municipal Energy Consumption 則是指港務局運作時外購的電力、蒸汽等能源生產時的排放量。

資料來源：Port of Los Angeles (POLA) ^[23]

第三章 港埠地區空氣污染及溫室氣體排放量調查程序

3.1 港區主要排放源

根據國內外文獻^[18-20]，以產生的排放源區分，港口相關的污染源有以下 5 大類：

- 遠洋船舶 (ocean-going vessels)
- 港勤船舶 (harbor craft)
- 路外貨物裝卸設備 (off-road cargo handling equipment)
- 鐵路機車頭 (railroad locomotives)
- 道路用重型車輛 (on-road heavy-duty vehicles)

從排放的污染物來區分，一般評估的包含以下幾項：

- 粒狀物 (Particulate matter, PM)
- 柴油粒狀物質 (Diesel particulate matter, DPM)
- 氮氧化物 (Oxides of nitrogen, NO_x)
- 硫氧化物 (Oxides of sulfur, SO_x)
- 總碳氫化合物 (Total hydrocarbon, HC) 或揮發性有機物 (Volatile organic compound, VOC)
- 一氧化碳 (Carbon monoxide, CO)
- 二氧化碳 (Carbon dioxide, CO₂)
- 甲烷 (Methane, CH₄)
- 氧化亞氮 (Nitrous oxide, N₂O)

其中，CO₂、N₂O、CH₄這3種屬於溫室氣體部分。以上這些污染物，主要都是內燃機引擎產生的，且幾乎都是柴油引擎。

依據港區特性，整理出港區各種燃料的溫室氣體排放源及產生的空氣污染物種如表 3-1 所示，最主要的碳排放來源為柴油機以及外購電力。

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。目前國內四大國際港區內皆包含漁用港，因此本年度計畫亦希望能逐步建立漁船污染排放量的推估程序。

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，因此透過港務局即可掌握港區 8 成以上用電量。

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，整體排放量所佔比例亦極微。

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，被視為少量，可先予以忽略。

表 3-1 港區溫室氣體及空氣污染排放源

排放源	溫室氣體種類	空氣污染種類	來源	產生區域
外購電力	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	不納入港區排放清冊	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	DPM, PM, SO _x , NO _x , CO, HC	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	CO, HC	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

3.2 制訂《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》

本計畫於計畫之初先完成《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》草稿制訂，該手冊係依據《99 年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》^[56] 成果所製作，並另外以 Microsoft Excel 製作電子表單工具，各項表單填寫方式、注意事項及範例等皆詳列在表單上，俾便填寫人隨時參考。

本手冊草案定案後，於第一次各港務局座談會中提出說明，並根據會議中所提出的意見完成修訂。第二階段則依據本手冊，進行各港務局的溫室氣體輔導調查作業（見附錄 1）後，再依據調查情形作了微幅修訂，並更新至 1.13 版，內容大綱如下：

第一章 港區溫室氣體調查管理系統之建置

第二章 排放源鑑別

第三章 溫室氣體推估方法

第四章 裝卸機具相關公式與係數

第五章 重型柴油車及自有車輛相關公式與係數

第六章 柴油火車頭相關公式與係數

第七章 港勤船舶相關公式與係數

第八章 外購電力相關公式與係數

第九章 排放量計算

第十章 港區溫室氣體調查工具

手冊所附的調查表單工具，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。工具中所含表單包括：

- 版權說明
- 使用說明
- 基本資料表
- 「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」
- 「P9907 船舶修造業者溫室氣體排放調查表」

3.3 調查程序執行與修訂

本調查程序係為了建立國際港區溫室氣體及空氣污染排放量清冊之用，以因應評估各項溫室氣體及空氣污染減量措施成效之需，主要依據交通部運研所發展之程序^[56]，未來應持續更新內容，並以最新版之程序作為該年度調查之依據。本年度執行後，將依據執行結果修訂內容。目前最新完成的修訂版本為 1.13 版。

本年度調查以民國 98 年為調查基準年。尚未建立基準年排放清冊之港口，應優先針對 98 年之排放量進行調查，並同步納入 99 年調查。

基準年之基線建立後，應每年更新一次排放清冊。

1. 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：

(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。

(2) 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。

a. 專用區之工廠，除碼頭以外之範圍。

b. 軍事用區

c. 漁港港區（本年度另行發展漁船排放量調查程序）

(3) 排放源範圍

港區溫室氣體調查之排放源界定如表 3-2。

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 3-2 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	●		●

2. 調查流程

本程序之調查流程如圖 3.1 所示。

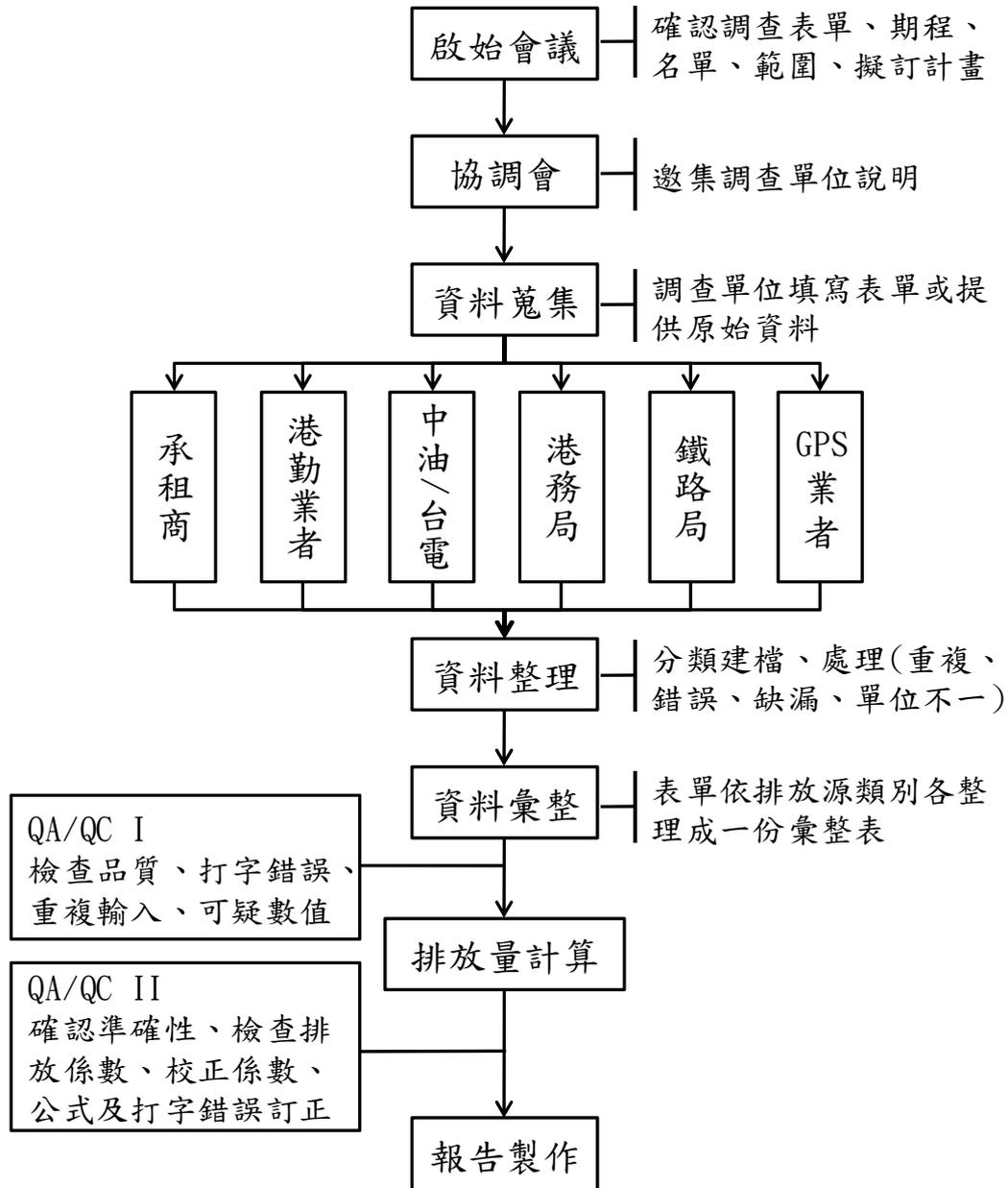


圖 3.1 調查流程圖

3. 啟始會議

調查作業執行前，應先由港務局成立工作小組，召開啟始會議，訂定調查計畫。起始會議前應先取得以下資料，以利制定調查計畫：

- 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。
- 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：

- a. 調查年度
- b. 調查範圍
- c. 確認調查名單
- d. 調查作業期程
- e. 各項調查表單內容

4. 協調會議

根據調查名單，召開調查作業協調會議，主題如下：

- a. 調查計畫內容說明
- b. 表單填寫說明
- c. 建立聯絡方式
- d. 問題溝通交流

範疇 1 及範疇 2 部分，未來若有第三方查證之需求，則港務局所屬單位需提供原始書面資料之影本或相關證明，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附錄 2。

5. 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 3-3 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 3-3 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、散裝貨運車進出數量	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

6. 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。

- a. 書面資料：未提供電子資料者，自行打字建檔。
- b. 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。
- c. 資料重複：刪除。
- d. 資料缺漏：請填表人補資料。
- e. 資料不合理：與填表人確認後修訂。
- f. 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。
- g. 填寫錯誤：與填表人確認後修正。
- h. 單位不一：由整理人員換算後修訂。
- i. 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。
- j. 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。

7. 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。

8. 排放量計算

相關使用公式及參數對照表，如表 3-4 所示。

表 3-4 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）
	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	怠速惰轉	車輛數、車種、怠速惰轉時間
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

9. 報告製作

排放清冊報告應至少包括以下資料：

- a. 調查範圍及調查方法。
- b. 與前一年調查之方法更新之說明。
- c. 依照各排放源列出該年度排放量、比例及排名。
- d. 分別列出範疇 1、範疇 2、範疇 3 之排放量及比例。
- e. 與基準年之比較。

10. 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。

11. 修訂調查程序

本研究完成港區調查後，根據執行經驗及各港區意見，據以修訂程序。

3.4 推動各港區配合事項

本計畫於本年度提出下列事項，與各港區透過說明會討論可行性及配合方式。

- (1) 依據「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」程序辦理各港區溫室氣體排放量調查。

以各港務局為名義主導調查，由本計畫提供協助。推動方式詳見 6.1 節。

- (2) 協調中油提供數據

先由本計畫與中油洽談，如果客戶提供委託書，是否可以提供客戶加油量數據。若此項數據提供管道可建立，則未來可以獲得準確度較高的資料。

- (3) 請各港區協助提供車輛、船舶動態資料

因應本計畫遠洋船舶、漁用船舶的排放量調查方法建置，以及機具車輛的方法改進之研究所需，需請各港區協助提供車輛、船舶動態資料。99 年度計畫執行時無法取得進出港區之貨櫃車車牌，本年度希望能獲得同意提供，以提高柴油貨櫃車排放量估算的準確度。

- (4) 修改船舶帶解纜業務開放民營申請須知、協助用油管理

以高雄港為例，在「船舶帶解纜業務開放民營申請須知」中，規定申請書需提報相關船舶及車輛資料。建議可在申請書的填報欄位中納入本研究相關表單中的船舶及車輛基本資料內容，先建立排放源的基本資料。

須知中亦有規定「公司帶解纜營運月報表」，可在報表中增加油量、各船作業時數等資料。

另外須知中，申請的民營業者需簽署「高雄港船舶帶解纜經營作業守約」，可在守約中增加要求如實填報各項能源消耗調查所需的各項資料。

另由於部分業者宣稱沒有用油紀錄，可於守約中請業者簽署同意書，同意由港務局向中油公司調閱用油紀錄，如此可簡化資料提報程序，不需逐月紀錄，並且可確保資料的正確性。

(5) 修訂船舶貨物裝卸承攬業設置管理作業手冊

以高雄港為例，本作業手冊附件七「自備暨租用機具設備清冊」中，可將相關調查表單中的機具基本資料內容納入，先建立排放源的基本資料。利於未來針對各污染源追蹤排放量資料。

手冊中可再增加條文，規定業者需定期申報能源使用狀況（包括用油用電量），讓港務局相關單位要求提供資料時有所依據。

(6) 將提供資料之規定納入各承租商合約之可行性探討

承租商合約續約時，於合約中明訂承租商有義務提供港務局為推動節能減碳而執行的調查計畫，必要時港務局並可要求承租商提供佐證資料，證明提供之報表內容屬實。

除第一項及第三項順利推動之外，其餘各項目，各港務局人士普遍認為應暫緩實施。由於目前因應四港合一，各港務局正在進行內部各項規章彙整統一。若能趁此機會將四、五項納入，對未來推動港區溫室氣體調查，將會事半功倍。

第四章 船舶空污量及能源消耗現況調查

4.1 遠洋船舶排放量調查推估

從國內外資料來看，遠洋船舶的溫室氣體排放量佔了港區的絕大部分^[16,18-26]，這部分未列為去年度研究範圍，但為今年度工作重點。本方法主要針對由調查港口以外之其他港口航行到欲推估空氣污染及溫室氣體排放量之港口的大型船舶，通常載有大量貨物，並以大型柴油引擎為動力。

4.1.1 排放源概述

遠洋船舶的空氣污染物排放主要來自三個設備，包括主引擎、輔助引擎(或稱為柴油發電機)及輔助鍋爐。主引擎提供船舶航行的動力，通常以船用燃油(Residual Oil Fuel)為主要燃料，其引擎廢氣的排放是船舶航行時最主要的排放源。除主引擎所提供的航行動力外，船舶還需要其他動力，如生活用電、機具操作用電等，這些電力主要由輔助引擎提供，其廢氣排放為遠洋船舶第 2 個主要排放源。通常大型船舶配置有 2 部以上的輔助引擎，在航行時主引擎可提供部分電力，所以輔助引擎的負荷通常不大，但航行到港內時主引擎通常已降到相當低的負載，加上船舶在港內調度時可能需要船首推進器輔助調整方向，所以輔助引擎此時的負載通常最大。除此之外，船舶還需要一些熱能以提供船舶生活用水或加熱油管等使用，在航行時這些熱能可由主引擎的廢熱節熱器(Economizer)提供，但到了港內調度或停泊時，主引擎的廢熱已不足以提供船舶所需的熱能，而需改由輔助鍋爐來提供所需的熱能，因此輔助鍋爐的廢氣排放為遠洋船舶第 3 個主要排放源。另遠洋船舶常會配置船用焚化爐，不過通常船舶航近停靠點後就不再使用焚化爐，所以建議不需推估焚化爐的排放量。

4.1.2 排放量估算公式

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：

$$E = \text{Energy} \times \text{EF} \times \text{FCF} \dots\dots\dots (4-1)$$

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：

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act} \dots\dots\dots (4-2)$$

其中，MCR:指最大引擎動力，以 kW 表示。

LF：指負載係數，無單位。

Act：指活動量，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。

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 4.1 所示。

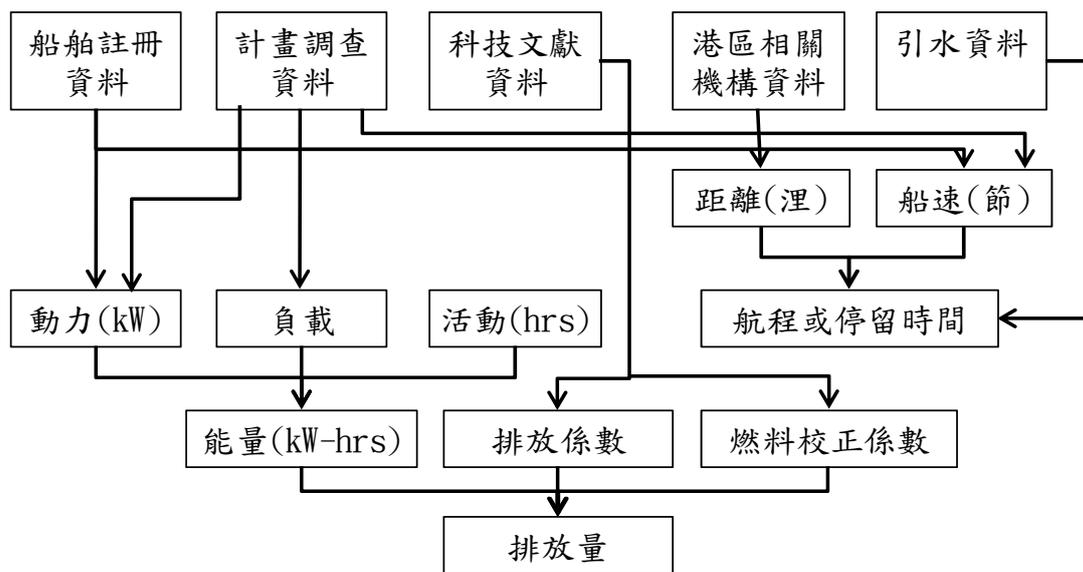


圖4.1 遠洋船舶排放量推估流程圖

資料來源：行政院環境保護署^[16]

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)^[53]：

$$LF = (AS/MS)^3 \dots\dots\dots (4-3)$$

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^[16]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 4-1 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含硫量 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4-1 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: Puget Sound Maritime Air Forum, 2007.

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^[54]，如表 4-3 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：

$$y=a(LF)^{-x}+b \dots\dots\dots (4-4)$$

其中：

y = 排放值，g/kW-hr

a = 參數

b = 截距

x = 指數

LF = 式 (4-3) 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，只要將結果再乘以調校係數即可得到正確的推估值。低負載調校係數如表 4-3 所示。

表4-2 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
NOx	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4-3 低負載時調校係數(LLA)

單位:無單位

Load	PM	NOx	SOx	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

Load	PM	NO _x	SO _x	CO	HC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
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. 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泊排放量中計算。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 4-4 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 4-5）。

表4-4 調度負載組合係數

單位:無單位

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(Containership)	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: Puget Sound Maritime Air Forum, 2007.

表4-5 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(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

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。

遠洋船舶輔助引擎排放係數示如表 4-6，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量是以船舶的調度時間加上停泊的時間作為其活動量係數。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4-6 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

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，如表 4-7。

表4-7 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。

4.1.3 資料蒐集

依據圖 4.1 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。但以我國環保署的調查結果^[16]，約有3成船舶並未登錄，因此需設定各資料預設數值。

➤各港務局船舶動態系統：包括基隆港務局船舶動態系統、臺中港船舶動態系統、花蓮港船舶資料查詢系統、高雄港務局港埠動態系統，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^[19]，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

目前勞氏協會透過網站提供資料 (<http://www.sea-web.com/>)。大約需付 3,495 美金取得基本資料查詢資格，2,025 美金取得船舶動態查詢資格。取得帳號密碼後，有一年時間可查詢，但是船籍部分僅能逐筆查詢，不提供整批查詢下載，且該網頁的設計有防止軟體機器人的功能，因此只能以人工下載。使用的帳號一次只能提供一人使用，因此未來年度做例行查詢時，最好能統合各港共同使用，否則若要單獨購買資料庫使用權，將是一大筆費用。

臺灣海域船舶動態資訊系統資料庫由港研中心提供，資料涵蓋時間為 98 年 5 月至 99 年 12 月，沒有先前的資料，因此 98 年的資料並不完整。且該資料庫建立初期，資料蒐集並不完全，因此進出船隻資料仍以各港提供為主，而以該資料庫的資料計算相關參數（主要為航速），作後續排放量推估之用。該資料庫的欄位及說明如表 4-8 所示。

由於臺灣海域船舶動態資訊系統資料量非常龐大，因此先針對該資料篩選出四大港 20 海浬內之數據，再進行資料品質檢查。檢查結果發現品質等級不高，有一些錯誤及重複資料需先排除。但由於預篩選後之資料量仍然非常龐大，因此作業時間超過預期甚多。圖 4.2 及圖

4.3 是四大港的 20 海浬海域範圍圖，圖 4.4 是臺灣海域船舶動態資訊系統資料庫，篩選 20 海浬內資料前後情形比較。

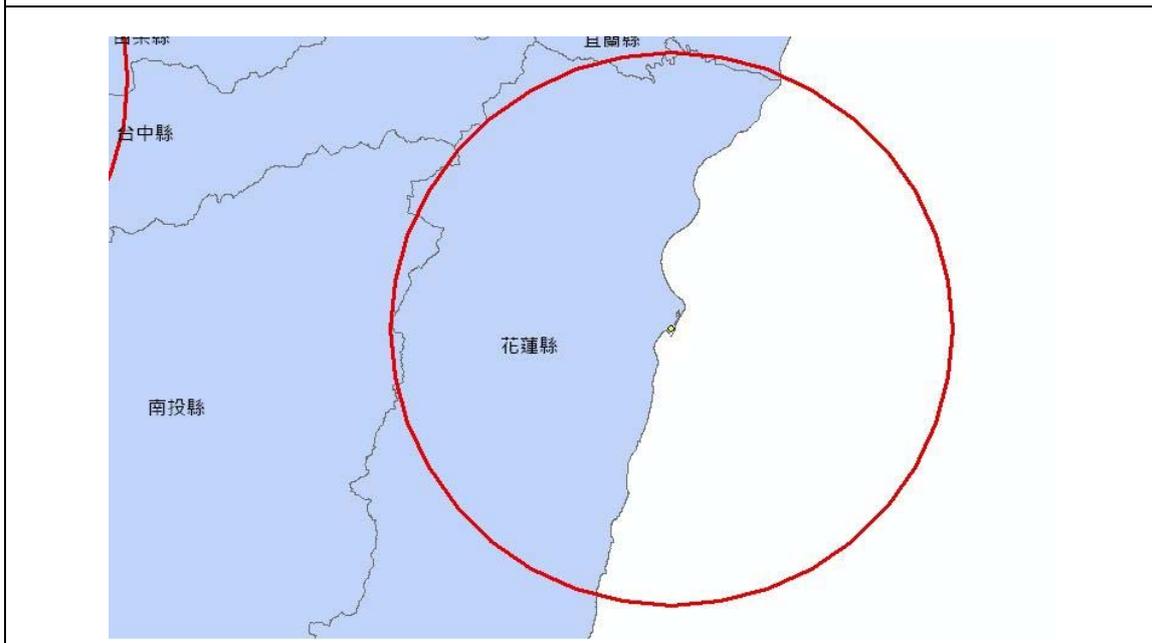
表4-8 臺灣海域船舶動態資訊系統資料庫欄位說明

	名稱 (欄位名稱)	說明
1	國際海事組織編號 (IMO Number)	安裝時設定
2	呼號 (Call Sign)	安裝時設定，若船舶之船舶所有人變更時，該項可能需修改。
3	船名 (ShipName)	安裝時設定，若船舶之船舶所有人變更時，該項可能需修改。
4	水上行動業務識別碼 (MMSI, Maritime Mobile Service Identities Code)	安裝時設定，若船舶之船舶所有人變更時，該項可能需修改。
5	航行狀態 (Navigation status)	必要時，可由當值星官人工輸入。
6	迴轉率 (Rate of Turn, ROT)	由船舶轉向感應器或電羅經自動更新。
7	航速 (Speed Over Ground, SOG)	船隻對地航速
8	位置準確度 (Position accuracy)	高 (<10 公尺) 低 (>10 公尺)
9	Longitude	經度
10	Latitude	緯度
11	航向 (Course Over Ground, COG)	船隻對地航向
12	True Heading 船向 (Heading)	船艙方向
13	定位時間 (Time stamp)	船舶位置時間標記
14	Communication State	
15	船舶類型 (Type of ship) Ship and Cargo Type	從預設列表中選擇。
16	位置 Reference Position A	經度、緯度
17	位置 Reference Position B	經度、緯度
18	位置 Reference Position C	經度、緯度
19	位置 Reference Position D	經度、緯度
20	Fixing Device	
21	預估到達時間 (Estimated Time of Arrival, ETA)	在航次開始時人工輸入且必要時持續更新。
22	MAX Draught 船舶吃水深度 (Draught of the Ship)	在航次開始時人工輸入本航次最大吃水，必要時可更改。
23	目的地點 (Destination)	在航次開始時人工輸入。
24	DTE	日期
25	Record Time	紀錄時間

註：本計畫整理。



(A) 基隆港



(B) 花蓮港

圖4.2 四大國際港 20 海浬範圍圖(1/2)

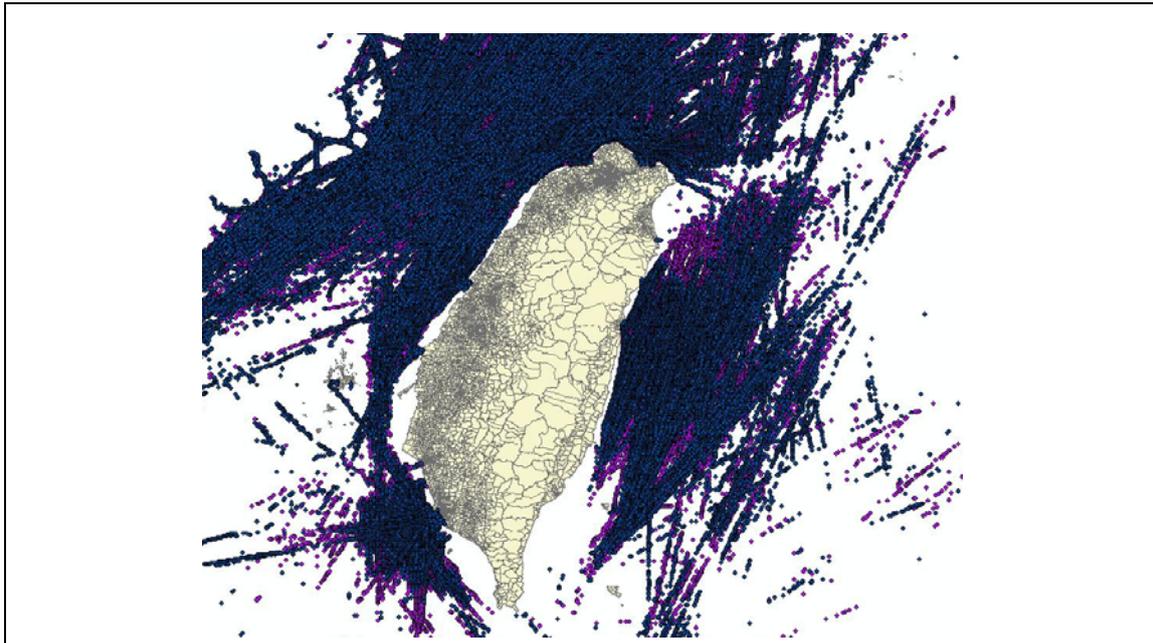


(A) 臺中港



(B) 高雄港

圖4.3 四大國際港 20 海浬範圍圖(2/2)



(A) 未篩選前資料



(B) 篩選 20 海浬範圍內資料

圖4.4 臺灣海域船舶動態資訊系統資料庫數據示意圖

4.2 漁船排放量調查推估

4.2.1 排放源概述

漁船可分為沿岸(3海浬內作業)、近海(3-12海浬作業)、遠洋(12海浬以上作業)三種類型，但是沿岸和近海船舶並沒有明確的定義或區分。由於沿岸及近海作業漁船進出一般都在同一港口，且主要都在漁港的中油加油站加油(台塑目前沒有漁船加油站，民營加油站亦由中油發油)，因此可以透過中油或漁業署的漁船用油補助量，取得漁用油的總發油量，即可利用係數法計算排放量。但是遠洋漁港的性質類似於商用遠洋船舶，可能包含其它國籍船隻，加油地點也不一定在我國，因此漁港加油站的發油量的代表性可能不足。

國內四大國際商港內，都有漁港，除高雄港區內原有高達有11個漁港外，其餘各港都只包含一個漁港(表4-9)。其中臺中港的梧棲漁港及高雄港內的前鎮漁港都屬於第一類漁港，亦即屬於全國性或配合漁業發展特殊需要者，也就是使用範圍為全臺灣(遠洋、全臺漁業)。而高雄港區中有4個漁港陸續廢止，因此目前僅剩7個漁港。

臺灣近海漁業作業之漁場在臺灣沿海十二浬至二百浬海域，漁場距離不同，使得漁船往返作業漁場之巡行佔總作業航時之百分比不同。作業時拖網漁船須較重負荷拉動漁網，故其引擎在作業時屬較重負荷運轉，而延繩船在作業時負荷則較輕。所以不同作業方式其巡行與作業之航行百分比，引擎操作之運轉範圍，負荷百分比皆不同，廢氣排放量亦不同。以下根據施國亮等人的調查進行說明^[55]。

海鮪延繩釣船引擎最大額定馬力為300~600hp。最高額定轉速以1,800~2,000rpm居多。以最高額定轉速1,900rpm為例其作業特性是以約1,600rpm快速巡航至作業地點。由1,600rpm與引擎最高轉速1,900rpm比值知鮪延繩釣船出海作業全程皆約85%引擎全負荷在運轉。作業期間平均耗油率頗為一致，隨船隻最大額定馬力不同，300hp

引擎約 600 L/日，600hp 引擎則約 800 L/日。每次作業時間從 15 天～45 天不等。

表4-9 四大國際港區內漁港一覽表

國際商港	高雄港	臺中港	基隆港	花蓮港
港區內 漁港	1.旗後漁港 2.旗津漁港 3.中興漁港(97.6 廢止) 4.大汕頭漁港(95.12 廢止) 5.上竹里漁港 6.中洲漁港 7.小港臨海新村漁港 8.小港漁港(100.1 廢止) 9.小港第十船渠漁港 (100.1 廢止) 10.前鎮漁港 11.鼓山漁港	梧棲漁港	正濱漁港	花蓮漁港

單船拖網的引擎最大額定馬力為 300~600hp。最高額定轉速以 1,800~2,000rpm 居多。其作業方式是以 85%全負荷快速巡航尋找適合的作業地點，幾乎以 90~95%全負荷拖網作業，每次巡航加拖網約 18 小時，再經起網整網約 6 小時後繼續作業。尋找漁場之巡航及作業狀況下航時百分比 75%為 90~95%全負荷。整網期間引擎負荷較輕，航時百分比約 25%。每次作業時間約 2 天。

雙船拖網引擎最大額定馬力數多為 800hp 至 900hp，最高額定轉速以 1,800~2,000rpm 居多。其作業方式與單船拖網很相近，出海一次之作業時間約 2 至 3 日，作業期間平均耗油率約 1,200~1,400 L/日。

臺灣提供漁船用的燃油由中油提供，主要包括甲種漁船用油及乙種漁船用油。甲種漁船用燃料油適用於漁船主機或副主機係為中、高速柴油引擎用燃料；乙種漁船用燃料油適用於漁船主機或副主機係為低速半柴油（或俗稱燒頭式）引擎用燃料。使用柴油量若以 95 年為例並依經濟部漁業動力用漁船優惠油價為計算基礎來估算，裝置航程記錄器之漁船每航程小時每馬力消耗 0.19 公升之甲種柴油；0.3 公升之乙種漁船柴油，

近海漁船由於作業地點離岸近，且進出都在同一港口，洛杉磯港將其視為港勤船舶估算排放量^[18~20]。由於去年度計畫已建立港勤船舶排放量推估方法，將以該方法為調查依據，並納入其它污染物的排放係數。遠洋漁船則直接併入商用遠洋船舶計算。

4.2.2 排放量估算公式

在環保署的空氣污染物排放量推估手冊 TEDS7.0 版中^[99]，船舶排放的空氣污染被歸類為面源，屬於燃燒污染源的非公路運輸工具類別中。燃燒污染源排放量推估為排放係數乘以活動強度，排放係數目前皆參考國外相關文獻，而活動強度來源主要是燃料使用量(燃料燃燒，非公路運輸工具)或物質燃燒量(非燃料燃燒)。推估過程除排放係數的確認調整(如含硫份)，另外活動強度資料或相關參數資料的蒐集需耗費相當時間及人力。

TEDS7.0 中提供的空氣污染物係數包括 TSP、SO_x、NO_x、THC、CO，並假設 PM₁₀/TSP = 1.0；NMHC/THC = 1.0。至於柴油引擎的三種主要溫室氣體則沒有列入。其排放量估算主要是考量船隻於近海範圍航行時所產生之排放，推估公式如下：

排放量 = 漁船耗油量(近海範圍) × 排放係數 × 控制因子

其中，漁船耗油量需根據實際調查，推估公式如下：

漁船耗油量(近海範圍)=馬力數 (hp) ×港內航行時間 (hr/次) ×每年返港次數 (次/年) ×耗油率 (公升/ hp-hr) ×1kL/1,000

而油耗是根據「臺灣地區漁船油核配辦法」規定之配油標準訂為 0.23 公升/ hp-hr，港內航行時間高雄港內假設為 1 小時，其他港內航行時間假設為 0.5 小時。排放係數如表 4-10 所示。

控制因子=(1-控制效率)，國內對船舶排放並無相關標準，故控制效率為 0，即控制因子為 1。

除了參考環保署的作法，本研究並根據《99 年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》^[56]中港勤船舶的溫室氣體調查方法推估漁船的各项排放量，另蒐集合適的排放係數，並依據調查的活動參數推估排放量。

表4-10 TEDS 7.0 版船舶燃燒—漁船（柴油）排放係數表

單位：kg/kL

版本	TSP	SO _x	NO _x	THC	NMHC	CO
[TEDS 5.0]前	1.800	17.00S	2.660	0.400	—	0.500
[TEDS 5.1]後	1.780	17.00S	41.80	2.900	—	9.300

1.其中 SO_x 排放係數=17S (S：含硫份)，依據行政院環保署規定，自 88.7.1 起除軍用車輛及船舶之內燃機外，均不得使用普通柴油。故此處柴油含硫量以甲種漁船用油含硫量 1.0% 代入，故漁船柴油燃燒 SO_x 排放係數=17S=17×1.0=17 kg/kL。

2. PM₁₀/TSP = 1.0；NMHC/THC = 1.0

1. 從耗油量推估

根據期中報告委員的建議，漁船將視為都在近海作業，並將所有的排放量納入。因此本計畫優先向漁業署索取 98 年、99 年前述 10 個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。但由於漁業署提供的資料中沒有區分油種，經詢問漁業署表示一般皆以甲種漁船用油為主，因此將全部視為甲種漁船用油來推估漁船排放量。

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (4-5)$$

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。

由於僅找到耗油量的溫室氣體排放係數，而沒有其它污染物種，因此根據行政院環境保護署^[16]，^[50]資料，將表 4-11 中活動強度排放係數以柴油油耗係數 2,730gCO₂/L 為依據，換算其它污染項目在 CO₂ 排放為 2,730.0 g 時的排放量，視為每單位柴油燃燒後，各類型船舶的污染排放量（表 4-12）。

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：

$$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \dots\dots\dots (4-6)$$

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·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。

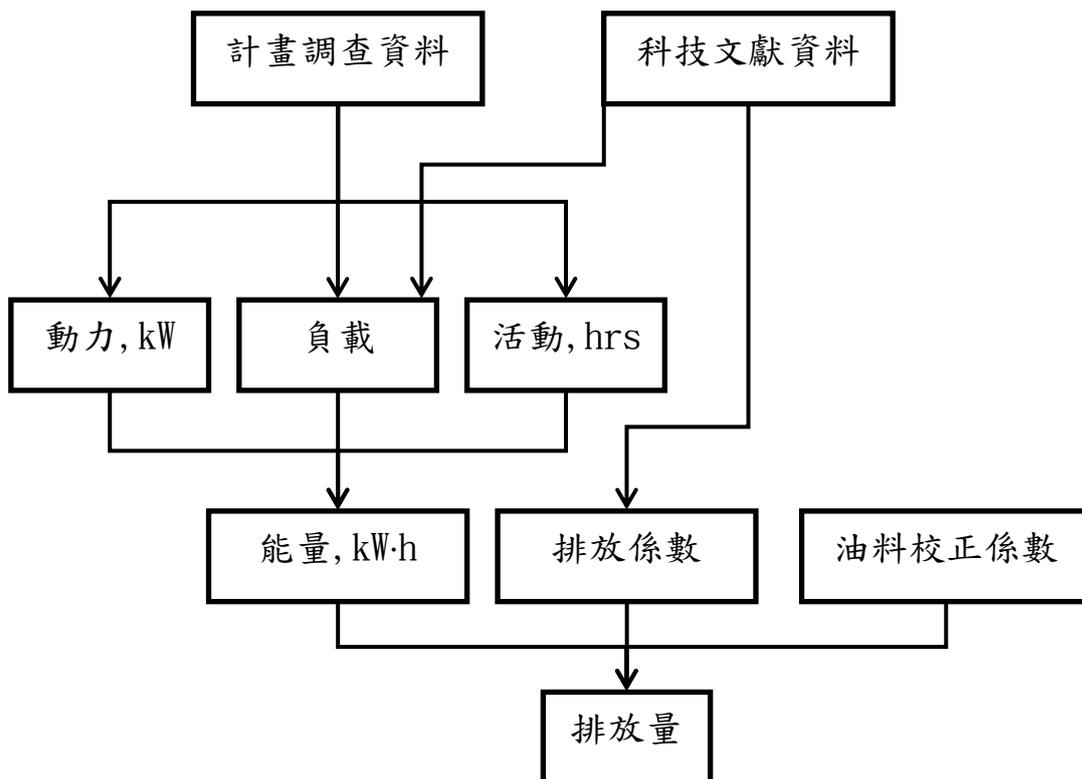


圖4.5 漁用船舶排放量推估流程圖

資料來源：參考行政院環境保護署^[16]

表4-11 港勤船（漁船）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	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：行政院環境保護署^{[16], [50]}(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

0 期(Tier0):1999 或更早引擎

1 期(Tier1):2000 及以後的引擎

SO₂ 以含硫量 0.5% 計算

表4-12 港勤船（漁船）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^{[16]. [50]}(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 以含硫量 0.5% 計算

圖 4.5 為利用活動強度推估漁用船舶排放量的流程圖。表 4-11 排放係數為參考行政院環境保護署的報告^[16]中及美國聖地牙哥港^[50]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。

由於漁船的活動強度資料如航行時數、作業時數，各種引擎工況時的負荷資料等等不易取得，因此用表 4-11 排放係數推估時，需設定許多假設值，可能造成誤差過大。因此將表 4-11 的排放係數值，透過 CO₂ 排放係數作轉換。由於單位柴油燃燒後排放的 CO₂ 值很穩定，油耗係數為 2,730.0 gCO₂/L，因此計算出表 4-11 中各排放係數在 CO₂ 排放量為 2,730.0 g 時的數值，作為燃燒 1L 柴油時的排放量，作為單位燃料排放係數，換算結果如表 4-12 所示。

表 4-11 及表 4-12 中 SO₂ 的排放係數是以柴油含硫量為 0.5% 時所推估。目前中油供應的船用油中，含硫量最低為甲種漁船油及海運輕柴油(表 4-13)，含硫量皆在 1.0wt.% 以下。實際中油供應的含硫量會更低，表中採用環保署的建議值 0.5 wt.% 作推估。

表4-13 中油供應之船用油含硫量

產品編號	產品名稱	含硫量
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

4.2.3 資料蒐集

漁業署於民國 95 年成功研發「漁船航程資訊系統」，利用 GPS 原理以航程紀錄器(Voyage Data Recorder, VDR)估算漁船作業時數，作為核配漁業動力優惠用油之計算基準，並於 96 年 1 月正式上線使用，目前由成功大學林忠宏教授負責維護。透過該系統可取得漁船航程資料，以及政府補助用油種類及數量。

根據「漁業動力用油供售作業要點」，供油單位（如漁船加油站）應建置農委會指定規格並經測試合格之航程讀取器二套以上，並連結「漁業管理資訊系統」及「漁船航程資訊系統」之網路專線，並維持全天候運作。漁船加油時，供油單位需先以航程讀取器連接漁船上之紀錄器讀取作業時數資料，並登載於「漁業管理資訊系統」。

本計畫原擬先針對高雄港建立漁船排放量推估程序。經洽詢結果，船籍部分，高雄市漁船由高雄市政府海洋局漁業行政科負責，該科表示該科亦需轉漁業署索取資料。因此綜合前述用油量及航程資料一併向漁業署索取，索取的資料範圍列於表 4-14 中。

洛杉磯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，港務局仍要求將港勤船在 50 海浬範圍內行駛的排放量皆納入^[20]。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，因此參考期中報告審查委員意見，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 4-12 以燃油量推估。而由於本次未索取出廠年份及排氣量資料，因此假設所有漁船皆為類別 2 的 1 期引擎，亦即單一汽缸排氣量 5-30L，出廠年份為 2000 年以後，於表 4-12 中選用對應的排放係數。

表4-14 向漁業署索取資料

所需資料年度	98年、99年全年
資料範圍	高雄商港區：旗後漁港、旗津漁港、中興漁港、大汕頭漁港、上竹里漁港、中洲漁港、小港臨海新村漁港、小港漁港、小港第十船渠漁港、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。 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

4.3 港勤船排放係數驗證

4.3.1 實驗規劃

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局所屬港勤船進行檢測，檢測對象選定為大型拖船，包括 4,400hp, 3,300hp 及 2,600hp 各一艘。

經現場勘查，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。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。原本以為三種噸位的拖船排氣口設計相同，因此僅設計一種尺寸

的套管，但在實測中發現 4,400hp 的大拖船排氣口比其它船的排氣口略大。

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4.6 船舶採樣套管測試情形

經多次現勘及測試，套管於期中報告時完成製作及測試。由於高雄港拖船作業模式是以 24 小時為一班，為節省作業時間，協調拖船在二港口等待作業期間能讓採樣人員下岸，採樣後換另一艘船做檢測。船上測試套管順利，則立即採樣。

4.3.2 採樣情形

採樣於 100 年 7 月 4 日、7 月 5 日二天進行。第一天第 1 艘採樣的是 2,600hp 的高 153 號拖船，第 2 艘是 3,300hp 的高 109 號拖船，都是從碼頭到碼頭間航行時採樣。第二天僅採了 4,400hp 的大拖船高 163 號，但是採了 3 個樣品，分別是離泊航行、怠速等待作業以及拖駁進行中之狀態。當天採樣的基本資料整理於表 4-15 中，作業情形如圖 4.7 所示。

一般怠速運轉時，引擎轉速約 370rpm，而全俾運轉時，轉速會增加到 500rpm，甚至達 670rpm。作業時雖然是全俾運轉，但其實絕大部分時間都在怠速等待，僅依照引水人指示，在適當時間點頂船或拉船，在這瞬間可看到黑煙從尾管瞬間衝出，但每次僅延續幾秒鐘的時間。

表4-15 港勤船排氣採樣基本資料

檢測代號	船名	狀態	採樣/檢測日期	分析/採樣人員	總排氣量(L)	主機總馬力 (hp)	主引擎數	單顆引擎馬力 (hp)	轉速(rpm)
C1	高 153	航行	100/7/4	林鶴盛	206.17	2,600	2	1,300	670
C2	高 109	航行	100/7/4	林鶴盛	206.17	3,400	2	1,700	370
C3	高 163	航行	100/7/5	林鶴盛	273.39	4,400	2	2,200	370-500
C4	高 163	怠速	100/7/5	林鶴盛	273.39	4,400	2	2,200	500-600
C5	高 163	拖駁	100/7/5	林鶴盛	273.39	4,400	2	2,200	500-640



圖4.7 船舶採樣情形

4.3.3 結果分析

採完之樣品當天立即送進實驗室作分析，分析結果如表 4-16。表中顯示的是濃度值的 CO₂ 濃度都差不多，約在 5.5% 左右；CO 在 90-160ppm，NO_x 最高達 436ppm，SO₂ 與 CO₂ 一樣幾乎沒有變化，維持在 70ppm 上下；THC 的變化幅度較大，範圍從 22-408ppm。檢測結果顯示船舶的馬力、作業型態對 SO₂ 與 CO₂ 的影響不大，CO 與 NMHC 隨船舶馬力增加而增加，但是 NO_x 濃度則是減少。

利用流量資料，換算出採樣期間的污染物總排放量於表 4-17。再以柴油的碳排放係數 2730 g CO₂/L，換算出表 4-17 中的各排放量在 CO₂ 排放量達 2,730 g 時的量，作為 1L 柴油燃燒時的排放係數，列於表 4-18 中，並將環保署 TEDS 資料庫中的係數（表 4-10）放於表中一起做比較。比較結果可以看出，雖然係數值與實測推估值大部分都在相同的數量級，但是[TEDS5.0]前的係數值普遍都偏低，但是[TEDS5.0]後的係數值，NO_x 明顯偏高。

另外利用修改後的港勤船舶排放係數（表 4-12），挑選出符合採樣拖船等級的係數進行比較，結果顯示比 TEDS 的係數更為接近實測值。其中，SO₂ 係用含硫量 0.5% 來推估，幾乎與實測值完全相符，顯示港勤拖船使用的海運重柴油的含硫量雖然規範為 1.5%，但實際應向下修正為 0.5% 來計算。

由於表 4-12 使用的係數較接近實測值，因此本計畫將沿用該表之係數作後續推估。

表4-16 港勤船排氣濃度分析結果

檢測代號	船名	狀態	CO ₂ (%)	CO (ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC (ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC (ppm)
C1	高 153	航行	5.50	90	436	65	22	1	21
C2	高 109	航行	5.44	77	366	60	24	1	23
C3	高 163	航行	5.35	139	224	73	163	2	161
C4	高 163	怠速	5.68	139	258	50	317	2	314
C5	高 163	拖駁	5.49	161	279	89	408	2	406

表4-17 港勤船採樣期間排放量

檢測代號	採樣時間 (min)	排氣量 Qn (Nm ³ /min)	CO ₂ (kg)	CO (g)	NO _x (g)	SO ₂ (g)	THC (g)	CH ₄ (g)	NMHC (g)
C1	8.8	156.9	149.04	156	1235	513	59	0.9	57
C2	5.7	92.3	55.86	50	394	179	25	0.4	24
C3	9.5	194.5	194.23	322	848	772	590	2.3	584
C4	9.7	117.5	126.59	196	601	325	706	1.9	700
C5	9.5	236.7	242.54	452	1288	1138	1801	3.1	1793

表4-18 單位柴油污染排放量推估結果

檢測代號	採樣時間(min)	碳排放係數 (gCO ₂ /L)	推估油耗 (L)	CO (g/L)	NO _x (g/L)	SO ₂ (g/L)	THC (g/L)	CH ₄ (g/L)	NMHC (g/L)
C1	8.8	2730	54.6	2.8	22.6	9.4	1.1	0.016	1.0
C2	5.7	2730	20.5	2.4	19.2	8.8	1.2	0.019	1.2
C3	9.5	2730	71.1	4.5	11.9	10.8	8.3	0.032	8.2
C4	9.7	27300	46.4	4.2	13.0	7.0	15.2	0.041	15.1
C5	9.5	2730	88.8	5.1	14.5	12.8	20.3	0.035	20.2
環保署 TEDS 資料庫	[TEDS5.0]前			0.5	2.66	8.5	0.4	—	0.4
	[TEDS5.1]後			9.3	41.8	8.5	2.9	—	2.9
表 4-12 港勤船 (漁船) 燃油排放係數表				4.35	38.77	8.31	1.98	0.36	1.62

註：環保署 TEDS 資料庫中 SO_x 排放係數 = 17S (S：含硫份)，此處比照表 4-12 以含硫量 0.5% 代入，故漁船柴油燃燒 SO_x 排放係數 = 17S = 17 × 0.5 = 25.5 kg/kL。

4.4 船舶排放量推估結果

4.4.1 遠洋船舶排放量推估結果

遠洋船舶排放量推估結果整理於表 4-19 及表 4-20 中，將 98 年及 99 年推估的結果併呈，依照各港做排序。其中，停泊及調度狀態皆為在港內的排放量；港外部分即從離高雄港 20 浬至入港的海域範圍。

以 CO₂e 為例，基隆港 98 年遠洋船舶排放 8.4 萬噸，99 年排放 10.1 萬噸；98 年臺中港排放 16.4 萬噸，99 年排放 20 萬噸；高雄港 98 年則排放了 109 萬噸，99 年則排放了 114 萬噸；花蓮港則於 98 年排放了 5 萬噸，99 年排放了 4.1 萬噸。

表4-19 遠洋船舶排放量推估結果表(1/2)

單位：公噸/年

港口	引擎	狀態	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
98年基隆港	輔助	停泊	487	15	40	451	55	25,041	1.1	0.3	25,399
	鍋爐	停泊	566	17	46	515	63	28,572	1.3	0.3	28,981
	輔助	調度	79	2	6	71	9	3,952	0.2	0.0	4,008
	鍋爐	調度	20	1	2	18	2	1,005	0.0	0.0	1,019
	主引擎	調度	25	1	2	16	1	949	0.0	0.1	965
	輔助	港外	170	5	14	154	19	8,525	0.4	0.1	8,647
	主引擎	港外	548	50	81	247	42	14,559	1.0	4.9	14,980
98年度合計			1,895	91	191	1,472	191	82,601	4.1	5.8	83,999
99年基隆港	輔助	停泊	716	21	58	649	79	36,010	1.6	0.4	36,526
	鍋爐	停泊	651	19	53	589	72	32,698	1.5	0.4	33,166
	輔助	調度	93	3	7	84	10	4,644	0.2	0.1	4,711
	鍋爐	調度	22	1	2	20	2	1,096	0.0	0.0	1,112
	主引擎	調度	28	1	2	19	2	1,100	0.1	0.1	1,118
	輔助	港外	190	6	15	171	21	9,496	0.4	0.1	9,632
	主引擎	港外	582	55	87	251	45	14,759	1.1	5.4	15,208
99年度合計			2,282	106	225	1,781	231	99,804	4.9	6.5	101,473
98年臺中港	輔助	停泊	1,021	30	83	928	113	51,556	2.3	0.6	52,294
	鍋爐	停泊	1,500	44	121	1,348	164	74,835	3.4	0.9	75,906
	輔助	調度	121	4	10	110	13	6,095	0.3	0.1	6,182
	鍋爐	調度	42	1	3	38	5	2,102	0.1	0.0	2,132
	主引擎	調度	38	1	3	27	2	1,618	0.1	0.1	1,644
	輔助	港外	191	6	15	171	21	9,513	0.4	0.1	9,649
	主引擎	港外	552	46	78	276	42	16,252	1.1	4.4	16,673
98年度合計			3,464	132	313	2,899	361	161,970	7.7	6.2	164,480
99年臺中港	輔助	停泊	1,198	35	97	1,089	133	60,487	2.7	0.7	61,353
	鍋爐	停泊	1,982	58	159	1,778	217	98,744	4.5	1.2	100,158
	輔助	調度	106	3	8	95	12	5,254	0.2	0.1	5,330
	鍋爐	調度	30	1	2	26	3	1,467	0.1	0.0	1,488
	主引擎	調度	33	1	3	22	2	1,310	0.1	0.1	1,331
	輔助	港外	221	6	18	197	24	10,955	0.5	0.1	11,111
	主引擎	港外	603	50	84	304	46	17,857	1.2	4.7	18,313
99年度合計			4,173	154	371	3,512	436	196,074	9.2	6.9	199,084

註：CO₂e=CO₂+21*CH₄+310*N₂O

採用表 4-1 及表 4-6 之係數值推估

表4-20 遠洋船舶排放量推估結果表(2/2)

單位：公噸/年

港口	引擎	狀態	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
98年高雄港	輔助	停泊	8,565	258	710	7,937	968	440,722	20.0	5.2	447,032
	鍋爐	停泊	10,450	312	859	9,608	1,172	533,518	24.2	6.2	541,156
	輔助	調度	447	13	37	412	50	22,903	1.0	0.3	23,231
	鍋爐	調度	103	3	8	94	12	5,243	0.2	0.1	5,318
	主引擎	調度	163	6	13	110	10	6,513	0.3	0.6	6,620
	輔助	港外	644	19	53	591	72	32,795	1.5	0.4	33,264
	主引擎	港外	1,963	249	323	616	169	36,272	3.6	24.2	37,910
98年度合計			22,336	861	2,003	19,369	2,452	1,077,965	50.9	36.9	1,094,530
99年高雄港	輔助	停泊	8,718	263	724	8,090	987	449,252	20.4	5.3	455,683
	鍋爐	停泊	11,405	339	933	10,429	1,272	579,125	26.3	6.8	587,416
	輔助	調度	390	12	32	358	44	19,856	0.9	0.2	20,141
	鍋爐	調度	87	3	7	79	10	4,385	0.2	0.1	4,448
	主引擎	調度	144	5	12	94	9	5,521	0.3	0.5	5,613
	輔助	港外	643	19	53	588	72	32,644	1.5	0.4	33,112
	主引擎	港外	1,890	237	310	601	161	35,400	3.5	23.1	36,974
99年度合計			23,277	878	2,069	20,239	2,554	1,126,182	53.0	36.3	1,143,385
98年花蓮港	輔助	停泊	512	16	43	479	58	26,608	1.2	0.3	26,988
	鍋爐	停泊	339	10	28	310	38	17,200	0.8	0.2	17,446
	輔助	調度	12	0	1	11	1	593	0.0	0.0	601
	鍋爐	調度	3	0	0	2	0	132	0.0	0.0	134
	主引擎	調度	5	0	0	4	0	226	0.0	0.0	229
	輔助	港外	19	1	2	18	2	975	0.0	0.0	989
	主引擎	港外	81	4	8	58	6	3,402	0.2	0.3	3,462
98年度合計			972	31	82	881	106	49,134	2.2	0.9	49,850
99年花蓮港	輔助	停泊	413	13	35	386	47	21,453	1.0	0.3	21,760
	鍋爐	停泊	286	8	23	261	32	14,501	0.7	0.2	14,709
	輔助	調度	12	0	1	11	1	599	0.0	0.0	608
	鍋爐	調度	3	0	0	2	0	134	0.0	0.0	136
	主引擎	調度	5	0	0	4	0	221	0.0	0.0	224
	輔助	港外	17	1	1	16	2	866	0.0	0.0	878
	主引擎	港外	74	3	7	51	5	3,005	0.2	0.3	3,058
99年度合計			810	26	68	731	88	40,779	1.9	0.8	41,374

註：CO₂e=CO₂+21*CH₄+310*N₂O

採用表 4-1 及表 4-6 之係數值推估

4.4.2 漁船排放量推估結果

漁船排放量推估結果列於表 4-21 中。

表4-21 漁船排放量推估結果表

單位：公噸/年

港口	年度	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆港	98	540	28	61	116	40	38,055	1.1	5.0	38,502
	99	486	25	55	104	36	34,216	1.0	4.5	34,617
臺中港	98	180	9	20	39	13	12,700	0.4	1.7	12,849
	99	154	8	17	33	11	10,815	0.3	1.4	10,941
高雄港	98	9335	476	1,048	2,000	686	657,290	19.1	85.7	664,996
	99	8640	441	970	1,851	635	608,318	17.6	79.3	615,451
花蓮港	98	60	3	7	13	4	4,246	0.1	0.6	4,296
	99	54	3	6	11	4	3,774	0.1	0.5	3,818

$$CO_2e = CO_2 + 21 * CH_4 + 310 * N_2O$$

採用表 4-12 港勤船（漁船）燃油排放係數表

4.4.3 港勤船舶排放量推估結果

港勤船舶排放量推估結果列於表 4-22 中。

表4-22 港勤船舶排放量推估結果表

單位：公噸/年

地區	年度	類別	NOx	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ e
基隆	98	港務局	65.5	2.7	6.0	3.9	11.3	3,728	0.1	0.5	3,772
		外單位	1.5	0.1	0.2	0.1	0.3	105	0.0	0.0	106
	98	合計	67.0	2.8	6.2	4.0	11.7	3,833	0.1	0.5	3,878
	99	港務局	71.3	2.9	6.5	4.2	12.2	4,020	0.1	0.5	4,068
		外單位	1.5	0.1	0.2	0.1	0.3	103	0.0	0.0	104
	99	合計	72.7	3.0	6.6	4.3	12.5	4,124	0.1	0.5	4,172
臺中	98	港務局	56.4	2.7	5.9	3.8	11.1	3,662	0.1	0.5	3,705
		外單位	118.0	5.5	12.2	7.9	23.1	7,594	0.2	1.0	7,684
	98	合計	174.4	8.2	18.1	11.8	34.2	11,255	0.3	1.5	11,389
	99	港務局	56.4	2.7	5.9	3.8	11.1	3,662	0.1	0.5	3,705
		外單位	122.2	5.8	12.9	8.3	24.2	7,975	0.2	1.1	8,070
	99	合計	178.5	8.4	18.8	12.1	35.4	11,637	0.3	1.5	11,775

地區	年度	類別	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO _{2e}
高雄	98	港務局	199.8	9.3	20.7	13.4	39.0	12,831	0.4	1.7	12,983
		外單位	85.7	3.6	7.9	5.1	14.9	4,917	0.1	0.6	4,975
	98 合計		285.5	12.9	28.6	18.5	54.0	17,748	0.5	2.3	17,958
	99	港務局	201.9	9.4	20.9	13.5	39.5	12,977	0.4	1.7	13,131
		外單位	185.0	7.4	16.5	10.7	31.1	10,239	0.3	1.4	10,361
	99 合計		386.9	16.8	37.4	24.2	70.6	23,216	0.7	3.1	23,491
花蓮	98	港務局	1.1	0.1	0.1	0.1	0.2	74	0.0	0.0	75
		外單位	23.2	1.1	2.5	1.6	4.7	1,543	0.0	0.2	1,561
	98 合計		24.3	1.2	2.6	1.7	4.9	1,617	0.0	0.2	1,636
	99	港務局	0.9	0.0	0.1	0.1	0.2	66	0.0	0.0	66
		外單位	70.0	3.5	7.8	5.1	14.8	4,855	0.1	0.6	4,912
	99 合計		70.9	3.6	7.9	5.1	15.0	4,920	0.1	0.6	4,979

$$CO_2e = CO_2 + 21 * CH_4 + 310 * N_2O$$

採用表 4-12 港勤船（漁船）燃油排放係數表

4.5 船舶岸電效益評估

4.5.1 前言

遠洋船舶靠岸時，主引擎熄火，但是此時船上仍有用電需求，包括冷凍、冷藏、空調、加熱、儀器控制、生活用電等等，因而需要點燃發電鍋爐（輔助引擎）以提供發電需求。由於發電鍋爐主要使用柴油，因此在船舶停泊靠岸期間，仍會排放燃燒柴油後產生的空氣污染及二氧化碳，成為港區最大的污染來源之一。此時若以岸上電網供應電力取代船上鍋爐發電，則可以避免船舶的發電鍋爐在港區產生空氣污染，而將發電可能生成的污染轉移到電廠，此即為岸電。

岸電（Shore Power），又稱為替代性海事電力（Alternative Maritime Power，美國用語）或冷熨燙（Cold ironing，傳統用語）^[57]。其它名稱還包括岸邊電力（Shoreside Electricity）、岸上供電（Onshore Power Supply, OPS，歐洲用語）。目前國際標準組織（ISO）正在發展的國際標準使用的用語是高電壓岸上連結系統（High Voltage Shore Connection Systems, HVSC）。

4.5.2 岸電發展

岸電並非新科技，事實上已有數十年歷史。未能普及的原因主要是岸上設備與船上設備需相通，除非能同時掌控船舶跟碼頭，否則無法順利連接電網到船上。因此最早僅有美國海軍於世界各海軍基地設置，由於所有的海軍碼頭和軍艦都由美國海軍自行建造，所以可自有統一規格。目前國內各港口港勤船也都使用岸電，但連接的是一般家用的低電壓電源。對於需電量遠大於港勤船的大型遠洋船舶，則需克普遍，主要原因便是國際間的規格尚未統一。

早在 1980 年代，歐洲已有渡輪使用低電壓岸電。到了 1990 年代，歐洲開始有駛上駛下船使用岸電。2001 年，為了避免郵輪靠岸產生的空氣污染破壞阿拉斯加的自然美景，阿拉斯加朱諾港設置了全球第一個郵輪岸電碼頭。該港能成功的主要原因在於行駛岸電碼頭的郵輪有固定船舶和航次，因此僅需改裝少數船舶，每年即有超過 50 個航次以上的使用率。而郵輪又是所有船舶中，靠岸時用電量最大者，因此相當符合成本效益。

表4-23 各大洲已設置岸電之港口一覽表

美洲	歐洲	亞洲
Los Angeles	Göteborg:	上海港
Long Beach	Lübeck	連雲港
Juneau	Kemi	青島港
Seattle	Oulu	大阪港
Pittsburg	Zeebrugge :	臺灣
Oakland	Antwerp	高雄港六櫃中心岸電碼頭預定 2012 年 4 月完工，115~117 碼頭預定 2014 年 7 月完工。
Tacoma	Kotka	臺中港、花蓮港 4、5 月開出規劃標，即將結案。
Prince Rupert	Piteå	
Vancouver	Stockholm	
San Francisco	<u>Trieste</u>	
San Diego		

資料來源：本研究整理，統計至 2011 年 5 月，共計 25 個港口。

到了 2004 年，美國加州為了符合南加州海岸空品區的空氣品質管理計畫的減量目標，於洛杉磯港建立了全球第一個貨櫃輪岸電碼頭。第一艘使用岸電的貨櫃輪為中國大陸中海集團所屬的新揚州輪。2005 年，與洛杉磯港同屬加州聖佩卓灣區的長堤港建置了全世界第一個油輪岸電碼頭。截至 2010 年，全球約有 100 艘遠洋船舶、20 個國際港口有岸電設備。2011 年 5 月已增至 26 個港口。2011 年 7 月一份報告指出全球商船噸位已達 10 億總噸，共計約有 85,000 艘船^[58]，並有 4,571 個國際港口^[59]，這顯示岸電普及還有很大的發展空間。

國內各港口僅普遍設置港勤船舶岸電。由於港勤船舶的生活用電與岸上用電一致，因此只需提供一般用電即可。而遠洋船舶船上發電所需的電壓、頻率、需電量都不同，因此需克服的問題較多。國內主要港口已陸續完成遠洋船舶岸電建置評估，環保署也多次建議各港口設置岸電，交通部也將其列入減碳的重要工具。目前僅陽明海運 BOT 新建的高雄港第六貨櫃中心，有 2 個碼頭建置岸電，於 2011 年 3 月底開始營運，未來會有約有 1/2 碼頭設置岸電設備。平均一船使用岸電量約為 4,000kW，但實際約只用到 20%，亦即約 800kW。使用岸電後，可能部分碼頭超過能源大戶標準（契約用電超過 800kW），根據我國能源法的規定，需經中央主管機關核准。

最早推動岸電的目的是為了減少空氣污染，此為美國各港推動岸電之主因，可大幅減少港區鄰近地區的 PM, SO_x, NO_x, HC 等空氣污染的排放量。中國大陸最早推動岸電的上海港，原始目的是為了減少噪音。目前中國大陸將岸電視為港口減碳的重要手段，但是若岸電的發電來源來自燃煤發電，反而會增加碳排放量。

若以可再生能源發電的電廠（如水力、風力、太陽能）或核能電廠供應岸電，則完全不會有空氣污染和二氧化碳排放的問題。即使是火力電廠，由於污染防制設備較為完備，整體而言仍可以減少空氣污染。至於二氧化碳排放能否降低，則視當地的發電組成。若煤炭發電的比例高，則很可能使用岸電後，反而造成更多的二氧化碳排放。另

外使用岸電不代表船舶在港區完全不會排放空氣污染物，因為停泊期間，船舶仍需要輔助鍋爐產生蒸汽以提供直接熱源，才能讓燃料油在管路中順利流動。而輔助鍋爐仍須燃燒柴油，除非由岸上直接供應蒸汽，輔助鍋爐才能停爐。

目前除了美國、加拿大、歐洲部分港口已開始針對部分船舶提供岸電外，中國大陸是最積極推動岸電的國家，包括上海港、青島港招商局碼頭、招商局國際蛇口貨櫃碼頭、連雲港、廣州港、青島港、大連港等也對貨櫃船、散貨船連接岸電技術進行了研發和試用。中遠集團、中海集團等大型航運企業的新造貨櫃船中，相當大一部分安裝了連接岸電的設備。2010年6月28日，中國交通運輸部在秦皇島召開船舶靠港使用岸電研討會，會中推崇岸電的減排成效，並宣示了推動船舶岸電的政策方向^[60]。

根據國際海事組織(IMO)公佈之數據，全球以柴油為動力的船舶每年會排放約 1,000 萬噸一氧化氮(NO)和 850 萬噸硫氧化物(SO_x)到大氣中^[89]。使用岸電的優點可減少遠洋船舶停泊靠岸期間發電鍋爐運作，以減少港區空氣污染物的排放，並可減少船舶耗油量^{[63][66]}。

4.5.3 岸電類別

圖 4.8 是岸電基本單元的示意圖。岸電設備雖有各家廠商提供不同的設計，但約略可以分為三大單元，即岸上設備、介面設備、以及船上設備。

岸上設備包括主電網、降壓設備（變電所）、轉頻設備（50Hz/60Hz）、電纜管路等等。介面設備包括插座及接電箱（陸上/船上）、接電用之電纜、提供訊號聯繫之光纖、以及電力控制系統。

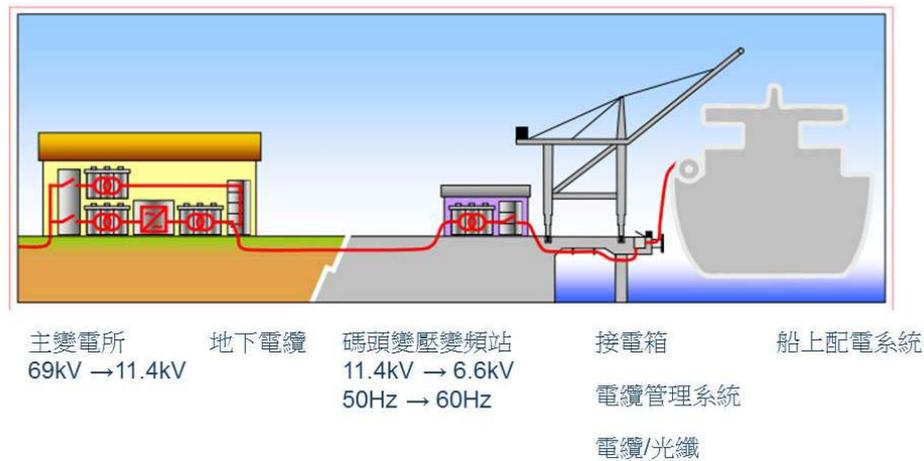


圖4.8 岸電基本單元示意圖

岸電供電方式可概分為固定式及移動式，其中固定式岸電依接電箱（Outlet Box）之位置，又區分地上型及地下型兩種。移動式岸電又可分為海上型及陸上型。

1. 固定式

(1) 地上型

將碼頭端的岸電出線口之接電箱設置於碼頭面上，以方便岸電連接作業，並在接電箱外圍以護欄和欄杆加以保護，以防止意外之外力碰撞或擦撞。

(2) 地下型

將碼頭端岸電出線口之接電箱設置於碼頭面下之接線坑（Pits）中，地下接線坑海測之側面開一小口，以利船舶電纜線可從側面引入，或是直接由上方開口引入電纜。接線坑上方設置數片蓋板，除了操作電纜接續或解除作業必須打開蓋板外，其餘時間均須關閉蓋板，以維作業安全。

2. 移動式

(1) 海上型

洛杉磯港的貨櫃岸電碼頭，最早是以駁船從海上送電。駁船上有吊車，連接電纜時由吊車將電纜吊掛至船上。由於耗費人力甚鉅，且耗費的時間太長，目前已淘汰此種作法。另外也有以駁船裝載低污染燃料（如天然氣）的發電機，由駁船直接供電到船上。由於從海側供電，不會影響到岸上的貨物裝卸作業。

(2)陸上型

移動式岸電供應設施通常係因船舶停靠位置不固定、或碼頭不方便設置供電出線口，故利用移動式電纜捲軸（Cable Reel）來接引岸電，具有機動性及使用彈性之優點。當船舶靠泊時可立即移動至船舶岸電接收點之位置，作業完畢後亦可將其移至其他位置暫放或支援其他碼頭。

依照電纜區分，則可分為船上電纜系統及岸上電纜系統。

1.船上電纜系統

電纜由船上供應，不用時收在船上。貨櫃船由於船舷較高，因此一般電纜由船上供應，使用時由船上垂掛而下，可不需岸上提供電纜吊掛設備。

2.岸上電纜系統

電纜由岸上供應，需另備起重設備，才能將電纜吊掛至船上。郵輪靠岸時生活補給品的需求量大，靠岸的船舷側會有入口，離碼頭高度差不大，岸上電纜的吊掛難度不高，適合用岸上電纜系統。

依照供電電壓區分，則可分為高壓供電及低壓供電。表 4-24 是三種典型岸電供電方式比。

1. 高壓供電

一般高壓供電是指 1,000V 以上的供電，包括 6.6kV, 10kV, 11kV 等。高壓電纜的好處是只需要一條電纜上船，即可提供足夠電力。

但是低電壓的船需要另外設置降壓設備，將電壓降至符合該船的使用電壓。

2. 低壓供電

低電壓供電後可直接提供船上使用，不需再經降壓程序。但是為了提供足夠的電量，可能需連結多條電纜，造成岸電連接時的人力及時間成本增加。

另外還可以依照供電來源區分。包括：由岸上電網供電、由岸上或駁船上 CNG 發電機供電、由岸上燃料電池站供電、由港口的再生能源供電（風力、太陽能）等等。部分為商業運轉，部分則是測試中的設備。

表4-24 三種典型岸電供電方式比較

	洛杉磯港	哥德堡港	朱諾港郵輪碼頭
船舶配電電壓	440V	400V	6.6kV/11kV
岸電電壓	440V	10kV	6.6kV/11kV
岸電功率	2.5MVA	2.5MVA	7.5MVA
港口電網頻率	60Hz	50Hz	60Hz
船舶電網頻率	60Hz	50Hz	60Hz
岸電接入方式	岸方提供電纜	船方提供電纜	船方提供電纜
空氣污染	無	無	無
供電效率	好	好	好
供電操作性	差，多電纜，連接困難	好，一根電纜，易於操作	好，電纜少，易於操作
船舶改造複雜性	一般	複雜，低壓船舶需在船上安裝變壓器	一般

資料來源：黃細霞等，2009年^[61]

4.5.4 國際標準

岸電的國際標準主要由國際電工協會(International Electrotechnical Commission, IEC) 發展，主要有 4 個標準^[65,66]：

IEC/ISO/IEEE 80005-1: Cold Ironing – High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems – General requirements

IEC/ISO/IEEE 80005-2: Cold ironing Part 2: High Voltage Shore Connection (HVSC) Systems – Communication Interface Description

IEC 62613-1: Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-Systems) –Part 1: General requirements

IEC 62613-2: Plugs, socket-outlets and ship couplers for high-voltage shore connection systems (HVSC-systems) – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for accessories to be used by various types of ships

IEC/ISO/IEEE 80005 是主要的岸電國際標準。IEC/ISO/IEEE 80005-1 規範岸電的連結、傳輸、變壓、船舶配電系統、控制、監測等標準。原標準編號為 IEC/ISO/IEEE 60092-510，是第一個以 IEC、ISO、IEEE 三個組織聯名的標準。IEC/PAS 60092-510 於 2009 年 4 月由 IEC 公布，為 PAS 版本 (Publicly Available Specification, PAS：公開且可獲得的標準)，此版本並非正式的國際標準，且期限不得超過 2 年。

IEC 標準的制定分為提議、準備、委員會、詢問、批准及出版等 6 個階段。IEC/ISO/IEEE 80005-1 標準目前已經通過詢問階段，經過 5 個月的諮詢及投票，於 2011 年 8 月 5 日投票結束。15 個投票國家僅日本和英國投反對票，因此投票已通過。目前將進入批准階段，即公布最終國際標準草案 (Final Draft International Standard, FDIS)。FDIS 將經過至少 2 個月的會員國投票，並至少 75% 會員國投贊成票後，才會成為正式公開發行的國際標準 (International Standard, IS)。根據消息來源指出，僅有少數幾個國家反對，因此依照期程來看，明年確定的

國際標準 IEC/ISO/IEEE 80005-1 即將正式發行。IEC/ISO/IEEE 80005-2 為船舶連結岸電時的電腦的通信協定標準，目前僅在最開始的提議階段，於 2011 年 6 月 3 日投票截止，確定被接受，預定 2012 年 12 月通過 CDV（詢問階段的標準），2013 年 9 月通過 FDIS，因此最快 2013 年底才能成為 IS。

IEC 62613 是關於岸電的接頭、插座的標準。IEC 62613-1 是一般要求，已經通過 FDIS 的投票並公開發行 IS。IEC 62613-2 則已於 2011 年 9 月 2 日公布 FDIS 並進行投票，投票將於 2011 年 11 月 4 日截止。通過後，預定於 2011 年 12 月 17 日發行正式的 IS。岸電國際標準發展情形整理於表 4-25 中。

表4-25 岸電國際標準發展情形

標準	內容	現況
IEC/ISO/IEEE 80005-1	HVSC 一般要求	2011.8.5 投票通過，即將公布最終國際標準草案(FDIS)，預定 2012 可成為國際標準(IS)。
IEC/ISO/IEEE 80005-2	HVSC 溝通介面描述	剛提案，最快 2013 成為 IS
IEC 62613-1	HVSC 的插頭插座一般要求	已發行 IS
IEC 62613-2	HVSC 的插頭插座各類船舶配件要求	2011.11.4 投票通過後，預定 2011.12.17 發行 IS

IEC/ISO/IEEE 80005-1 規範岸電的一般需求，目前尚未發行，但可以從 IEC/PAS 60092-510 一窺其內容大要^[67]。

工程部分，規範船上設備、岸上設備以及連結設備的要求。測試驗證部分，規範出廠及定期維護檢查要求。責任歸屬要求需有一組專責人員處理船上一岸上連線事宜，並需有受過訓練的專責人員。

一般要求中，供電容量範圍為 1-20MVA，採高壓供電，電壓為 6.6kV 或 11kV，供電頻率為 50 或 60Hz，供電品質需符合現有的船舶規範，船舶與岸上電網之間需設電流阻斷設備（Galvanic separation），以及安全接地設備等。

而在 IEC/PAS 60092-510 附錄中，則針對四類船舶做額外規定。包括：貨櫃輪、郵輪、駛上駛下船及 LNG 船。

駛上駛下船（含低電壓渡輪，附錄 C）：供電 11kV

郵輪（附錄 D）：多電纜供電，6.6 或 11kV 供電，電頻 60Hz（附錄中提醒大部分郵輪皆為 60Hz），電纜由岸上提供。

貨櫃船（附錄 E）：雙電纜供電，6.6 kV 供電，電纜及電纜捲軸由船上自備（雖未明訂電頻，但貨櫃船有 74% 為 60Hz，其中大型船更高達 94% 為 60Hz 系統^[68]）。

LNG 船（附錄 F）：多電纜供電，6.6 kV 供電，電頻 60Hz，電纜由岸上提供。

標準中要求各碼頭採高電壓供電(6.6kV/11kV)，最高不得超過 15kV。頻率則是 50Hz 及 60Hz 皆可，但須符合船上需求，因此必要時需裝設變頻設備。國際間目前傾向於以 60Hz 為主，我國供電頻率為 60Hz，因此若確定 60Hz 則對我有利，可減少變頻設備的投資。不符合這些規格的船舶則需進行改裝，在船上加裝變壓變頻設備。

4.5.5 減量效益評估

遠洋船舶燃燒柴油發電，輸出每千瓦小時功率產生的排放量平均如表 4-26。船舶行進時，主引擎燃燒重油，引擎動力可以順帶發電，因此排放的污染量要看表中重油的部分；靠岸時，改採輔助引擎發電，使用柴油，因此要看柴油的排放量。本節以燃燒柴油產生的污染量，與改用相同功率的用電所需的發電量造成的污染做比較。

表4-26 引擎發電平均污染排放量

單位：g/kW·h

燃料別	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂
重油	1.0	14.7	12.3	722
柴油	0.3	13.9	4.3	722

資料來源：Puget Sound Maritime Air Forum, 2007

岸上供電的電力排放污染部分，僅火力發電廠（含燃煤、燃油、燃氣）有空氣污染及溫室氣體排放量，其餘核能發電、水力發電、風力發電、太陽能發電、地熱發電等都視為無污染排放。因此根據臺灣電力公司資料^[70]，取得 2009 年臺灣全年度火力發電廠的粒狀物(PM)、硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)的總排放量，即可視為台電所有發電的總污染排放量。

另外根據中央政府總預決算查詢及統計資料庫網站資料^[71]，以 2009 年全國消費電量為基礎，將總排放量除以總消費電量，計算得到每度電的排放量。以消費電量為基礎而不以發電量為計算基礎，可以避免備載電量沒有納入，造成排放量低估的假象。計算所得台電 98 年度每度電 (kW·h) 排放量如表 4-27，但表中每度電的二氧化碳當量排放則直接採計台電網站 2011 年公告的 98 年修正後電力排放係數值，該係數計算分母是總銷售電量。

表4-27 台電 98 年度每度電 (kW·h) 污染排放量

98 年	PM	SO _x	NO _x	CO ₂ (gCO ₂ e/度)
克/度	0.011	0.161	0.178	616

註：發電量資料來源為中央政府總預決算查詢及統計資料庫網站，98 年度全國消費電量。

排放量資料為該年度台電火力發電廠總排放量。

CO₂ 資料直接採計台電 2011 年公告的 98 年修正後電力排放係數值。

依據前述資料，使用相同電量的岸電，污染物消減比例如表 4-28。其中，PM、NO_x、SO₂ 的削減量皆超過 95%，顯示使用岸電確有很高的減量成效，但是溫室氣體的削減幅度則僅有 14.7%，遠低於其它空氣污染物的削減幅度。

表4-28 遠洋船舶使用相同電量岸電的污染削減比例

原使用燃料	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂ e
重油	98.9%	98.9%	98.5%	14.7%
柴油	96.2%	98.8%	95.9%	14.7%

表4-29 貨櫃碼頭岸電建置及營運成本推估

	項目	數值	備註
背景條件	利率	2.7%	
	攤提年限(yr)	10	
固定成本	建置成本(NT)	20,000,000	
	維護成本(NT)	3,000,000	以建置成本 15%計
	年支出費用(NT)	5,308,855	前項合計(含利息)
變動成本	電費支出	假設與航商付費收入打平	

以貨櫃碼頭為例，推估岸電碼頭的設置及營運成本如表 4-29。假設借款利率為 2.7%，設置成本攤提年限為 10 年。每座碼頭建置岸電設備以 1,000 萬元估計，管路等土木成本也約 1,000 萬元，另外每年的維護及營運等人力成本以建置成本的 15% 估計，在 10 年攤提的期間，每年約需支出 530 萬，此為固定成本。而每年營運的變動成本僅有電費支出，但是隨著電費增加，向航商收取的費用也會增加，因此假設收費與電費相同，打平變動成本。而滿 10 年後，則僅有變動成本支出 [72][73]。

以前述條件來推估減量的成本效益。根據高雄港務局提供 2009 年進出港貨櫃船資料，各貨櫃碼頭平均停靠船舶次數為 384 次，停泊時間平均為 17 小時 55 分鐘（含部分船舶在浮筒停泊或維修之時間），但是停泊時間的中位數僅有 10 小時 30 分鐘。由於 95% 的船停泊時間少

於 1 日，若僅統計停留時間小於 1 日的船，則平均停留時間為 10 小時 54 分，應較接近實際靠岸船舶之平均值。因此以停留時間 10 時計算每年的削減成本，推估結果如表 4-30 及表 4-31 所示。表中的減量成本，係以表 4-29 中的固定成本，除以 4 種排放物減量的總和。

表 4-30 是將停泊之貨櫃船用電量固定為 1,000kW，試算不同年停泊數時的減量成本。由於僅有固定成本，因此停泊數越多，明顯的減量成本呈線性遞減。表 4-31 則是將停泊之貨櫃船數固定為 300 艘，試算船舶的平均用電量不同時，減量成本的差異。結果顯示用電量越大，減量成本越低。由於噸位越大的船，用電量也越大，因此停靠大噸位船舶的碼頭，或是冷凍貨櫃碼頭，單位減量成本越低。

表4-30 貨櫃碼頭岸電建置減量成本推估（不同停泊數）

年停泊數	年削減量（噸/年）				減量成本 （元/噸）
	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂ e	
100	0.3	13.7	4.1	106.0	42,762
200	0.6	27.5	8.2	212.0	21,381
300	0.9	41.2	12.4	318.0	14,254
400	1.2	55.0	16.5	424.0	10,690
500	1.4	68.7	20.6	530.0	8,552
600	1.7	82.4	24.7	636.0	7,127

以每艘船每次停泊 10 小時，平均用電量 1000W 推估。

表4-31 貨櫃碼頭岸電建置減量成本推估（船舶用電量不同）

平均用電量	年削減量（噸/年）				減量成本 （元/噸）
	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂ e	
100kW	0.1	4.1	1.2	31.8	142,539
200kW	0.2	8.2	2.5	63.6	71,270
400kW	0.35	16.49	4.95	127.20	35,635
800kW	0.7	33.0	9.9	254.4	17,817
1200kW	1.0	49.5	14.8	381.6	11,878
1600kW	1.4	65.9	19.8	508.8	8,909

以每艘船每次停泊 10 小時，一年停泊 300 艘推估。

文獻中^[74]提及臺灣地區的空气污染物減量成本中，SO_x：45,919 元/噸；NO_x：53,790 元/噸；PM₁₀：88,212 元/噸。另外 CO₂ 為 2,967 元/噸。若以此為標準，將表 4-30 的削減量換算為費用，評估每年停靠船舶需達多少量，使用岸電的成本效益才能優於一般的減量技術。試算結果列於表 4-32 中。從表中可以得知，當年停泊船隻超過約 420 艘時，減量效益即大於建置跟維護成本；當停泊數達 240 艘時，已可打平維護成本。

表4-32 貨櫃碼頭岸電建置減量成本效益試算

年停泊數	減量效益 (元/年)				合計 (元)
	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂ e	
100	25,454	739,032	189,261	314,502	1,268,248
200	50,907	1,478,064	378,521	629,004	2,536,497
240	61,089	1,773,676	454,226	754,805	3,043,796
300	76,361	2,217,096	567,782	943,506	3,804,745
400	101,815	2,956,127	757,043	1,258,008	5,072,993
420	106,905	3,103,934	794,895	1,320,908	5,326,643
500	127,268	3,695,159	946,304	1,572,510	6,341,241

以每艘船每次停泊 10 小時，平均用電量 1000W 推估。
 SO_x：45,919 元/噸；NO_x：53,790 元/噸；PM₁₀：88,212 元/噸；CO₂：2,967 元/噸。
 岸電建置成本攤提與維護成本每年為 530 萬元，攤提後每年維護成本為 300 萬元。

4.5.6 成本比較

船用柴油機的比油耗一般在 180~190g/hp·h^[70]，通常柴油密度以 0.84kg/L 計算^[76]，因 1hp=0.7457kW，則油耗為：

$$\begin{aligned}
 190\text{g/hp}\cdot\text{h} &= 190\text{g/hp}\cdot\text{h} \div 0.7457\text{kW/hp} \div 0.84\text{kg/L} \div 1000\text{g/kg} \\
 &= 0.3\text{L/kW}\cdot\text{h}。
 \end{aligned}$$

船舶停港期間平均消耗功率若以 1,000kW^[77]估算，一般船用柴油機的油耗依 0.3L/kW·h 計算，則 1 小時耗用 1,000kW·h，亦即需 300L

耗油量。因為 1 度電=1kW·h，所以相當於每小時使用 1000 度電，兩者間成本分析說明如下：

1. 柴油發電成本

從岸電規劃層面來講，海運船舶靠岸使用岸電將對降低污染排放效益最明顯，因其船舶柴油機馬力遠大於漁船，而一般船舶及國際船舶使用海運柴油，其中海運重柴油多用於海上航行，進港口需逐步將船用重柴油切換成海運輕柴油，因此以海運輕柴油(MGO)價格進行成本評估。依中油油品價格^[78]顯示，2011 年 6 月 13 日起 MGO 價格為 29,600 元/公秉(=29.6 元/公升)，故：

300L 柴油成本=29.6 元/公升*300 公升=8,880 元。

以貨櫃船平均每次停泊 13 小時計算，每次靠泊的燃料成本為：

8,880 元/小時*13 小時=114,400 元

2. 岸電使用成本

國外有設置岸電之港口均採三相四線制 380V/50Hz、400V/50Hz、或 450V/60Hz 交流電制，岸電設置多採高壓(750V~33kV)或特高壓(>33kV)供電通過變電站將電壓降低，並通過地下電纜分輸為 380V 或 400V 或 450V 之低電壓，供船隻岸電使用。依國際岸電設置趨勢來看，未來主要供電電壓為 6.6kV 或 11kV，在台電電價標準中屬於高壓供電方式（依據勞工安全衛生設施規則第 3 條規定，低壓：<600V；高壓：600V-22.8kV；特高壓：>22.8kV，與國外文獻定義不同）。

台電營業規章明定：用戶當月用電最高需量（用電需量：15 分鐘累計用電量的平均值）超出其契約容量時，超出部份將依下列標準計收：

(1)在契約容量 10%以下部份，按 2 倍基本電費計收。

(2)超出契約容量 10%部份，按 3 倍基本電費計收。

當月用電最高需量未超出其契約容量時，按契約容量計收基本電費，計算公式如下：

$$\text{電費} = \text{基本電費} + \text{流動電費} - \text{功因折扣}$$

其中

$$(1)\text{基本電費} = \Sigma(\text{契約容量(kW)} \times \text{契約電價(元/kW)})$$

$$(2)\text{流動電費} = \Sigma(\text{用電度數(kWh)} \times \text{電費單價(元/kWh)})$$

$$(3)\text{功因折扣} = (\text{基本電費} + \text{流動電費}) \times (\text{功率因素} - 80\%) \times C$$

當功率因素 > 80%，C=0.0015，

當功率因素 < 80%，C=0.003

依台電電價表^[80]所示，採特高壓供電費率計算如下：

(1)基本電費

依經常契約估，夏日電價（6-9 月）每月每 kW 為 217.3 元，非夏月基本電費每月每 kW 為 160.6 元。假設契約容量為 1,200kW，且全年皆無超約使用情形，則全年基本電費為：

$$\begin{aligned} & \text{契約容量} \times (\text{夏日電價} \times 4 \text{ 個月} + \text{非夏月電價} \times 8 \text{ 個月}) \\ & = 2,584,800 \text{ 元} \end{aligned}$$

(2)流動電費

根據特高壓供電的流動電費標準：電費區分為夏月、非夏月以及尖峰時間、半尖峰時間、離峰時間計價（表 4-33）。

尖峰時段 3.02~3.13 元/度，半尖峰時段 1.99~2.09 元/度，離峰時段 1.34~1.45 元/度，估算每週 7 天時段分配為尖峰時間：半

尖峰時間：離峰時間=3.13 天：0.63 天：3.25 天，而每年夏月與非夏月的月數比為 4：8，因此換算出全年度平均為 2.12 元/度。

表4-33 台電高壓、特高壓供電電費表

分類				高壓供電		特高壓供電		
				夏月 (6月1日至9月30日)	非夏月 (夏月以外時間)	夏月 (6月1日至9月30日)	非夏月 (夏月以外時間)	
基本電費	經常契約			每瓩每月	223.60元	166.90元	217.30元	160.60元
	非夏月契約			每瓩每月	—	166.90元	—	160.60元
	週六半尖峰契約			每瓩每月	44.70	33.30	43.40	32.10
	離峰契約			每瓩每月	44.70	33.30	43.40	32.10
流動電費	週一至週五	尖峰時間	07:30~22:30	每度	3.13	3.02	3.07	2.96
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00	每度	1.45	1.34	1.40	1.29
	週六	半尖峰時間	07:30~22:30	每度	2.09	1.99	1.95	1.83
		離峰時間	00:00~07:30 22:30~24:00	每度	1.45	1.34	1.40	1.29
	週日及離峰日	離峰時間	全日	每度	1.45	1.34	1.40	1.29

資料來源：臺灣電力公司網站

3. 電費評估

假設船舶靠岸需 1,000kW 功率，單趟停泊時間為 13 小時，納入基本電費後，試算出一年中不同停泊船數的用電總費用如表 4-34 所示。

前面評估船舶單趟靠岸使用柴油發電的成本為 114,400 元。若希望電費能完全轉嫁給航商，則應該將電費壓在柴油發電的成本以下。根據試算結果，當改裝後的船隻每年停泊使用岸電超過 30 次時，用電成本即已低於用油成本。

表4-34 單趟停泊岸電電費試算

全年停泊次數	流動電費	基本電費	單趟使用岸電電費	使用岸電節省成本
100	2,756,000	2,584,800	53,408	60,992
50	1,378,000	2,584,800	79,256	35,144
30	826,800	2,584,800	113,720	680
20	551,200	2,584,800	156,800	-42,400

假設泊岸船舶平均功率為 1,000kW, 平均停泊時數為 13 小時, 平均流動電費為 2.12 元/度, 單趟使用柴油發電的成本訂為 114,400 元。皆以台幣計價。

依據新西蘭泛洋船務有限公司^[81]近半年全球各港口 MGO 油價變化資料,彙整出臺灣港口近半年 MGO 油價變化趨勢,近半年油價整體呈現上升趨勢,半年上升比例約 27%。

國內海運柴油價格受國際油價及匯率波動影響甚鉅,從長期趨勢來看,油價很可能持續上揚;而國內電費計價方式已從 2008 年 10 月起均未調整,價格相對穩定。未來若油價上揚,對航商而言改用岸電節省的費用越高,因此誘因越大,有利於推動航商將船舶改造為適用岸電。

4.5.7 問題分析

過去推展岸電的問題最主要在於尚未有發行的國際技術標準,目前各項標準已陸續公布,這個問題即將解決。國際標準將解決以下問題:

1. 船舶用電負載連接岸電配電系統不具備通用性,無一致標準和規格。除了各船及各地的電壓不同外,還有電頻不同的問題(50 Hz/60 Hz)。

2. 岸電接地系統和未接地的浮動設施(如集電箱、浮動駁電船)設計尚無國際技術標準，可能危及設備與作業人員的安全^{[96][97]}。
3. 由於靠岸船舶是浮動的，連接岸電的電纜容易拉扯，斷電的機率大於一般陸地上的電網。故除了岸上供電來源可能斷電，船舶—岸電系統連接也可能斷線、短路或緊急脫離等，這些風險可能都比台電斷電的風險來得大。IS 中應會依據 SOLAS Ch II-1/D, 42 針對客輪的規定，以及 43 針對貨輪的規定，亦即依照「國際海上人命安全公約」(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS)第 II-1 章「構造—艙區劃分及穩度、機械與電機裝置」之規定辦理。故港方應可不考慮台電斷電造成的賠償問題。

其它屬於一般性的技術問題包括：

1. 遠洋船舶尺寸大小差異極大，電源接頭位置不一。若岸電供電位置固定，可能導致船舶停靠碼頭時不易調整位置；若使用電纜線過長，則可能影響碼頭平面作業。IEC/PAS 60092-510 中未見相關規範，各港在規劃時需自行依實際現況設計。
2. 對於需要起重機作業的船舶，例如貨櫃輪、乾貨輪，岸電設置必須避免影響碼頭作業，因此電纜必須儘可能地下化。而且船舶長度差異可能很大，對於接電箱位置及數量的配置，問題較多。而對於油輪、郵輪、駛上駛下船等船舶，因為輸油管或人車上下的靠岸位置需固定，因此電纜、岸電設備的配置可以先規劃避開^[96]。

成本效益的問題包括：

1. 岸電不一定符合減量的成本效益。雖然 SO_x、NO_x、PM 等空氣污染物會因為電廠的防治設備較佳而減少，但如果增加的電力來源主要為燃煤，則二氧化碳整體排放量不減反增，因此需依照當地的電力結構評估岸電效益。因為柴油機排放的粒狀物皆為細微粒的 PM₁₀，屬美國環保署公告的致癌物，因此洛杉磯港推動岸電是以削減 PM₁₀ 排放量為目的，沒有考慮二氧化碳整體排放量。

2. 岸電設置成本可能不易回收。而現有岸電設備的船舶尚未普遍，初期使用率難以提高而導致閒置過多，投入成本不易回收。且岸電裝、卸電纜可能將近 1 小時，碼頭碇泊費是否要收？而岸電供電的收費標準需由政府相關部門與船方、港方、供電方等協商，過高將使航商意願降低，過低則成本難以回收。目前各國主要靠政府相關部門給予船方企業資金補助或減稅等優惠政策推動，或是強制性的法規要求^[64]。
3. 船舶改裝成本回收問題。對船商而言，除了油費與電費的價差外，還有改裝成本的考量。船隊改造一艘船，一年有 50 次停泊岸電碼頭，跟改造 10 艘船，一年停泊 10 次岸電碼頭，對港而言效益完全相同，但是對船隊而言成本增為 10 倍。
4. 台電契約容量訂定。岸電電費主要來自於基本電費，而基本電費與契約容量相關，而契約容量又受限於用電最高需量。若超過契約容量，則超出部分將按 2-3 倍基本電費計價。但是若契約容量定太高，則基本電費過高，將影響計價成本。商船的大小差異非常大，靠岸時的需求功率差異更大，如何訂定最適契約容量，將會是一重要課題。

岸電的成本效益問題可以由本研究試算的結果看出，只要停泊的船次夠多，停的船夠大(用電量高)，就可以達到符合經濟的減量效益。但若只看 CO₂ 的減量，而不採計空氣污染減量的效益，即使全年泊位滿載，還不一定能達到經濟規模。

成本回收問題可以透過篩選特定碼頭建置，並採獎勵及懲罰措施。特定碼頭可以篩選同一船隻重複到港停靠比例高、停泊船數多、停泊噸位大的碼頭優先建置。因此貨櫃船隊很符合此條件。

獎懲措施以美國為例，加州空氣資源局公布強制命令，限制船隊靠岸時輔助引擎發電機運轉時數及使用岸電的比例，並規定逐年調升使用岸電之比例^[64]，因此我國也可以透過環保署研擬配合徵收船舶空

污費等強制性規定，但須考量對港口競爭力之影響。而目前我國的電費與鄰近國家比較相對偏低（台電表示為東南亞第二低），如果再加上碼頭碇泊費減免，經濟上對於航商而言可能有足夠的誘因。

而各碼頭與台電的契約容量應訂定多少最佳，應進一步作最適化分析。未來亦應隨到港改裝岸電船舶的數量比例而逐年調整。目前已有一些契約用電最適規劃之研究，可作為訂定岸電契約容量之工具。

4.5.8 小結

目前國際統一標準即將通過，正是開始規劃推動岸電的時機。針對我國港口的岸電設施，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陽明海運碼頭、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。

使用岸電，有明顯的削減空氣污染的效益，但就溫室氣體減量而言，因為與台電電力結構相關，削減率偏低。未來推動岸電時，不應只就節能減碳的觀點，需將空氣污染減量的成果一併納入討論，才可提升投資的成本效益。由於 DPM 為致癌物，若納入居民健康風險評估，使用岸電的效益將會再提升。

成本節省與原油價格息息相關，需有適當定價方式，對航商才有足夠誘因改裝岸電設施，建議應做契約用電最適規劃。現階段使用岸電對航商確有節省成本之效果。

船舶岸電使用雖然正在發展中，尚須多項鼓勵及配套措施，其節能減碳的效益也可能不如空氣污染減量成效，但從歐、美、中國大陸皆積極推動，以及國際標準發展情形來看，成為世界性的趨勢儼然無法避免，未來可能成為港口需提供的必要服務，未設岸電的港口可能反而降低國際競爭力。

第五章 機具車輛空污量及能源消耗現況調查

5.1 重型柴油車排放量推估方法

根據《99 年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》^[56]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如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (4-5)$$

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
	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]

a. 以車速 5(Km/hr)行駛狀態當作情轉狀態

b. 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，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 TEDS7.0^[99] 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。

如果車輛有加裝污染防治設備，則需乘上校正係數。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

3. 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，對排放係數及大氣條件的校正係數

重型柴油車怠速惰轉排放係數 4,640 g/hr，N₂O 與 CH₄ 的排放係數分別為 0.037g/hr 及 0.183g/hr，故惰轉的當量溫室氣體排放係數 4,655.31 g/hr（表 5-3）。

5.1.3 前期計畫結果檢討

前期計畫中，對於柴油貨車的排放量推估不足之處，包括以下幾點：

1. 柴油貨車進出數量推估

環保署^[16]與交通部運研所^[56]調查高雄港 98 年度進出柴油貨車的溫室氣體排放量結果，差別很大。前者為 32,088.4(公噸 CO₂e)，後者為 19,783(公噸 CO₂e)，主要原因來自於貨櫃車的數量推估方式。環保署係利用進出口貨櫃數推估貨櫃車數量，交通部運研所則是根據貨櫃車自動車道的紀錄，因此可信度較高。其次，交通部運研所增加了車輛惰轉的排放量推估。

港務局資訊室雖可提供進出之貨櫃車數，但僅限於經由自動車道進出者，因此不保證涵蓋全部進出貨櫃車。而在散雜貨的貨車部分，因為進出口未設置自動車道，港警僅管制出入，無進出車輛統計。因此在文獻中^[16,56]的作法是訂定出貨車載運各類貨物的平均載重，再根據每年進出口貨物的總量，推估出進出車輛次數。

2. 港區內行駛距離估算

港區內行駛距離部分，文獻中^[16,56]的作法是從地圖上找出各車輛出入口到各碼頭的距離，平均後作為各港口的推估參數。但由於各碼頭實際行駛的車輛數不可能完全相同，直接平均的結果無法具有代表性，計算出的總行駛里程數將與實際落差甚大。

3. 其它活動參數

本研究前期計畫^[56]中，並沒有區分貨櫃車及散雜貨車，而二者的活動型態可能大不相同。包括在港區內的行駛車速、怠速停留時間等。

5.2 港區行駛距離調查

行政院環境保護署在 2010 年的港區排放量調查報告^[16]中，利用港口提供之車輛出入管制口位置及主要進出碼頭資料，繪製各碼頭出入動線圖，再據以推估各碼頭之車行里程。但由於現有資訊無法得知各碼頭的車次資訊，故將所得之里程數再平均作為各車單次進出港區之車行里程。本計畫則嘗試利用 GPS 進行該資料之佐證，另外進行加權後計算平均車行里程。

5.2.1 GPS 行車距離調查

由於無法確定各碼頭的進出車次，因此較無法反映真實狀況。本研究先採用了 GPS 調查，瞭解以 GPS 數據計算距離可能的誤差原因，佐以實地調查，並嘗試計算出權重以改進本項數據。本次以高雄港為測試標的，以評估成效。高雄港在國內四大港口中，碼頭與市區的距離是變異性最高者，因此非常適合用來測試利用 GPS 計算港區平均行駛距離可能發生的問題。

全球定位系統 (Global Position System, GPS) 近年普遍被應用在車隊管理上的，可藉由進出車輛實際的行駛里程，統計出單一車次平均行駛里程。由於樣本數量多，在統計上可更具有代表性。

由於 GPS 廠商的資料量龐大，往年資料已無留存，因此以今年為調查範圍，抽樣調查 1 個月期間，GPS 公司服務的所有客戶車輛中，進出高雄港區範圍之情形，調查時間為 100 年 4 月 21 日至 5 月 22 日，有效數據共計 63,283 車次。港區範圍界定以該港區地理範圍為準。範

圍圈定後，系統可輕易界定出進出車輛。由於部分碼頭進出不會經過管制哨，因此透過地理範圍圈定，可將進出這些地區的車輛也全部包含進去。

在前期計畫中，檢討出以下幾個原因可能造成誤差：

1. 訊號傳送間隔造成的誤差

由於 GPS 系統每 30 秒才上傳一個訊號，而且車輛在劃定範圍之內才視為在港區中，因此車輛在進入港區後取得的第一筆資料視為起始點，離開港區前的最後一筆資料視為終點。此二點位置距離港區邊界都有一定的範圍，距離進、出港區的時間差最多為 1 分鐘。若以時速 20 公里推估，誤差最高可達約 334 公尺。亦即本項誤差，最多會造成行駛距離低估約 334 公尺。

2. 訊號偏移造成的誤差

GPS 可能會有 15 公尺的偏移，而港區內外的道路有許多是緊鄰著港區邊界。若訊號飄移至港區外，即會被系統視為離開港區，但實際車輛還在港區中，因此港區內的行駛距離會被嚴重低估。

3. 直線距離計算造成的誤差

GPS 每 30 秒定位出一個點，從 2 點計算出距離。在這 2 點間，即使車輛以曲線行駛，但計算時是以直線距離計算。在公路等長距離計算上，這樣的誤差相對很小。但是在港區，因為範圍小，因此相對誤差會變大。

為釐清前期計畫中，行駛距離偏低的問題，今年度在統計時，先篩選出進入港區範圍的車輛，再進一步細分至各碼頭的行駛距離。為避免定位飄移造成的誤差，車輛需進入各碼頭至少 3 分鐘，才納入統計。未達 3 分鐘者，視為可能是因為定位飄移而落入該碼頭範圍，因此排除之。除了細分至各碼頭外，並做逐日統計，以便作更細部的分析。

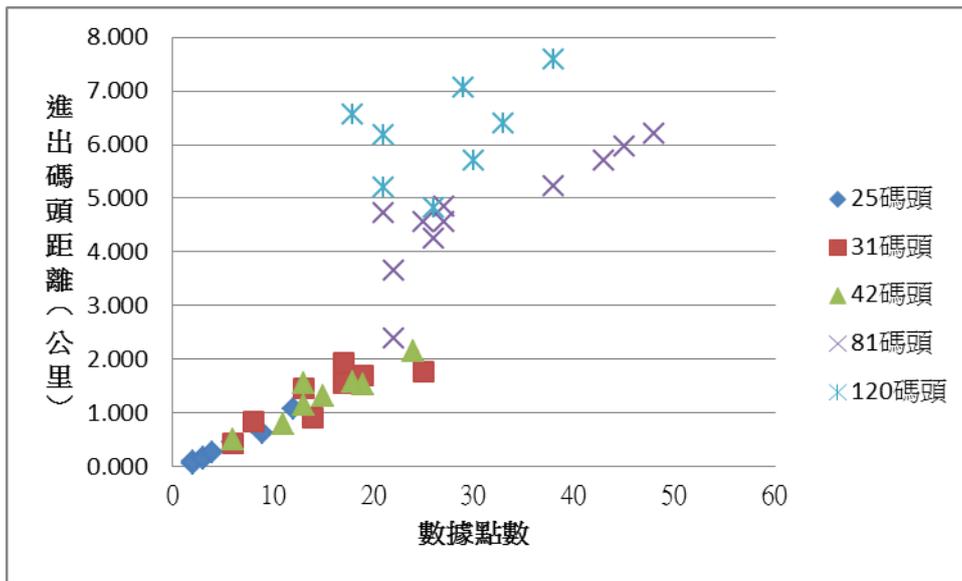


圖5.1 單一車次進出碼頭距離與 GPS 數據擷取點數關係圖

統計分析結果，與環保署估算之各碼頭距離比較，仍然明顯偏低。而由於本次將統計項目細分至各碼頭及各日，因此發現有部分碼頭在某些日僅有一車次進出紀錄。篩選出這些記錄後，發現到一些規律性，因此將同一碼頭的資料彙整比較，發現同一碼頭如果擷取到的 GPS 數據點數越高，平均距離變越高（圖 5.1）。

GPS 數據點數指的是資料順利上傳至中央接收端的資料筆數。由於各種不可測的因素，GPS 資料上傳時，有時訊號無法接收到。正常狀況，2 分鐘應該會接收到至少 A、B、C、D 共 4 點的數據，軟體便依照這 4 點的數據，分別算出 AB、BC、CD 的距離，加總後就是 AD 的長度。若此時 B、C 點訊號漏接，則軟體會直接計算 AD 段的距離。如果在這 2 分鐘內，車輛維持同方向持續行駛，直接計算 AD 長度與分別計算 AB、BC、CD 的距離是相同的。但是在港區，車輛行駛的路線可能相當曲折，甚至會迴轉，如果漏掉的點恰巧是折返點，而首尾二點計算所得卻是直線距離，估算出的距離便會明顯比實際距離短。結果顯示，港區內的行駛距離不適用以 GPS 推估。

5.2.2 平均行使里程數加權

將各碼頭的行駛距離直接平均，提供貨櫃車計算排放量使用可能會失真。例如一距離特別長的碼頭，若進出車輛多，實際的總行駛里程應該會比較多。因此應該利用各碼頭進出車輛的比例作加權，修正平均距離。

由於無法確實掌握各碼頭的進出貨車及貨櫃車數量，因此無法根據各碼頭的行駛車輛數作加權。其次可調查各碼頭的進出口貨運量，藉此推估各碼頭的進出貨車數，但取得的資料無法細到區分每個碼頭。

因此假設船的噸數與裝卸貨量成正本，便可計算全年各碼頭停靠船舶的總噸數，再以各碼頭總噸數的比例作加權。本研究以 98 年及 99 年二個年度各港口碼頭的總停靠噸數作分析，得到各港的平均行駛里程數供後續推估排放量使用。計算結果如表 5-4 所示，表中區分貨櫃車籍散裝貨車，總平均值與環保署^[16]先前的參數值比較，基隆港沒什麼變化，臺中港的總平均值相近，但是貨櫃車里程降低，散裝貨車提高。高雄港散裝貨車與環保署數值相同，但是貨櫃碼頭的距離則明顯增加約 1 成。花蓮港則是明顯降低，主要原因是許多距離長的碼頭並沒有什麼船隻停泊，因此也比較少貨車進出，故加權後的平均距離降低。

表 5-4 各港區平均行駛里程數

單位：公里

港口	貨櫃碼頭	散裝碼頭	總平均	環保署數據 ^[16]
基隆港	1.03	1.03	1.03	1.02
臺中港	6.31	7.66	7.05	6.96
高雄港	4.24	3.88	4.19	3.85
花蓮港	-	1.97	1.97	2.97

5.3 重型柴油車輛數量推估

5.3.1 貨櫃車

貨櫃車雖然可以透過貨櫃車自動車道的統計取得年進出數量，但 98 年資料中，全年進出高雄港貨櫃車資料約有 2 萬 4 千輛的落差。經現場查勘，發現貨櫃車自動車道仍有可能故障。當故障發生時，改採人工管制，因此不會留下進出記錄。所以若純粹根據自動車道的紀錄，會有低估車次的問題。另外並非每個港都有完整的貨櫃車進出資料。以基隆港為例，關稅總局共有 34 個車道設置「電子封條監控系統」，但是僅有北櫃 1 進 2 出，中櫃 1 出，南櫃 1 進 2 出共 7 車道與基隆港務局共構，因此其餘租給民間業者的碼頭部分就不在港務局的掌控中。

行政院環境保護署^[14]以進出口貨櫃數之總和，扣除轉口貨櫃數後之貨櫃數量，視為進出港區的貨櫃車數量。但由於進港卸除出口貨櫃的車輛，同一趟離開時載運進口貨櫃，因此以加總的貨櫃數視為貨櫃車進出次數，很可能高估。以此方式推估得到 98 年度高雄港進出貨櫃車高達 2,789,811 輛（進港貨櫃 1,312,790 個，出港貨櫃 1,477,021 個），明顯高估。且高雄港統計年報中並無轉口貨櫃數量，統計室亦表示轉口貨櫃數為機密（基隆港及臺中港統計年報中有列出轉口貨櫃數），無法直接取得資料。但是交通部每年 8 月份的「我國國際商港進港船舶及貨物量分析」中會提到前一年各港的轉口貨櫃數（以標準貨櫃計，但今年尚未公布），因此若要研擬一套符合各港口的推估方法，仍以貨櫃進出數量推估為佳。

目前港務運作中，若要將標準貨櫃 TEU 數換算為貨櫃數量，會除上 1.4 的係數^[57]，若以此方式推估，98 年度高雄港推估車次為 1,992,722 輛次，與自動車道進出數的推估數量相近。因此蒐集各港的進出貨櫃數與標準貨櫃數量，計算各港實際換算值為多少。從表 5-5 可以看出除臺中港為 1.4 之外，其餘各港為 1.5，因此未來以此係數推估各港實際貨櫃數。

表 5-5 標準貨櫃與實際貨櫃換算係數推估表

港口	貨櫃數總計	20 呎	40 呎	45 呎	折合 20 呎 貨櫃數	換算係數
基隆港	1,191,667	620,194	568,434	3,039	1,763,900	1.5
高雄港	6,074,394	2,979,813	3,045,639	48,942	9,181,211	1.5
臺中港	961,181	565,410	395,771	—	1,356,952	1.4
全國合計	8,507,476	4,292,587	4,157,122	57,767	12,736,807	1.5

資料來源：99 年交通部統計年報

換算係數 = 折合 20 呎貨櫃數 / 貨櫃數總計

表 5-6 各港貨櫃車換算係數

港口	A 標準貨櫃數/貨櫃數	B 貨櫃數/貨櫃車
基隆港	1.5	2.25
臺中港	1.4	2.25
高雄港	1.5	2.25

貨櫃車 = 標準貨櫃數 / A/B

B 依據高雄港 98 年進出轉口貨櫃及進出港貨櫃車資料推估

表 5-7 各港貨櫃車數量推估

年度	類別	基隆港	高雄港	臺中港
98	進口貨櫃(TEU)	743,194	4,830,846	490,838
	出口貨櫃(TEU)	686,600	4,845,708	473,977
	轉口(TEU)	148,031	4,040,641	229,128
	進出口數合計(TEU)	1,429,794	5,635,913	964,815
	推估貨櫃車數	422,864	1,666,832	305,728
99	進口貨櫃(TEU)	857,672	4,297,667	596,000
	出口貨櫃(TEU)	784,760	4,283,607	554,986
	轉口(TEU)	121,468	4,285,300	205,966

年度	類別	基隆港	高雄港	臺中港
	進出口數合計(TEU)	1,642,432	4,295,973	1,150,986
	推估貨櫃車數	485,752	1,270,542	364,721

資料來源：交通部及各港務局統計資料，本研究彙整。

臺中港、基隆港的進出口數據不含轉口貨櫃數。

實際進出港的貨櫃數，並不代表實際進出的貨櫃車數。因為一輛貨櫃車，可能載了 1 個或 2 個 20 呎貨櫃，也可能進出都各載了 1 個 40 呎的貨櫃，因此車輛數應比貨櫃數還要少。因為 98 年剛好取得高雄港貨櫃車進出的資料（99 年度因故無法篩選出來），因此可以該資料視為實際的貨櫃車數，計算出貨櫃數與貨櫃車的比例。

98 年度高雄港貨櫃車進港 1,656,786 輛次，出港 1,633,013 輛次，平均 1,644,900 輛次，扣除轉口後的實際貨櫃數為 3,707,838 個，相除後算出貨櫃車每次進出平均載運 2.25 個貨櫃，整理出各港貨櫃車換算係數如表 5-6，並計算出 98、99 年度，基隆港、臺中港、高雄港三大港口的貨櫃車進出數量。

5.3.2 散裝貨車

除了高雄港已經全面自動化，包括貨櫃車及散裝貨車的進出資料都比較齊全外，其餘各港並無散裝貨車進出資料。在散裝貨物的非貨櫃重型卡車部分，目前是以各貨種的平均載貨量推估旅次。行政院環境保護署^[16]列出各港散裝貨運車次運量推估基準表。由於車次對排放量計算影響過大，若是旅次高估造成，將誤導後續策略擬定。因此該基準表應依據實際狀況進行修訂。

現場訪談後，瞭解目前散裝貨車不一定會到船邊直接提領。大部分都會先進倉庫或是存放場所，各廠商再依照需求派車來提貨，因此到現場計算車流量並無法代表當船次真正的提貨車次。在多處訪談後，確認可派員至現場點閱相關表單。由於民間廠商未找到願意配合者，因此先針對直屬高雄港務局的碼頭進行調查，針對各類貨品的貨

車抽樣調查載重量，

根據「高雄港商港管制區管理作業要點」第參條「貨物（品）進出港查驗」第一項規定：

「出倉貨物：應憑『出倉貨物裝車證明單』上蓋有倉庫主管（或裝卸公司主管）之職名章及出港站名、地名、車牌號碼、裝載物名稱、數量。二、船邊提貨車輛：憑「船邊提貨證明單」上蓋有倉庫主管（或裝卸公司主管）之職名章及裝載物名稱、數量是否相符後放行。」

經與港務局協調後，由港研中心發文至港務局，請求同意調閱「出倉貨物裝車證明單」和「船邊提貨證明單」。一般散裝貨須有貨物出港單，部分貨物如金屬等會有過磅單，其他如穀物類可能為體積數量，取得數據後另外再計算單一車次重量。

民間公司部分，後來取得了高雄港務局的協助，由相關科室的課長陪同至現場做訪查，而部分沒有資料者則由司機直接告知載貨量。由於每輛車載貨都儘可能裝載到上限，因此可以訪談所得的載重量上限做為平均載貨量。修訂整理後的資料如表 5-8—表 5-10 所示。

根據交通部統計年報上各港的聯合報表項目為準，根據表 5-8—表 5-10 之量對照後計算推估出各港散裝貨車車次。其中花蓮的水泥設定 50%，煤炭設定 35%經由其它管道輸送。車次推估結果與貨櫃車合併列於表 5-11 中。

根據高雄港自動車道進出資料顯示，98 年大車進出次數約 340 萬，與推估相符；而 99 年大車進出次數約 370 萬，但推估輛次僅有約 320 萬。分析主要是因為高雄港 99 年進出口貨櫃數量下降，但是轉口貨櫃數增加，扣除轉口貨櫃後，實際進出口貨櫃數較前一年降低約 100 萬 TEU，而整體散雜貨進出口數量則幾乎沒有變化。推估最可能的原因是 99 年度高雄港轉口貨櫃數量有誤。99 年高雄港轉口貨櫃數係根據報紙報導，正式的統計報表尚未公布，有可能報導有誤。因此高雄港 99 年度的重型貨車進出車次，仍將以資料庫進出車次為準，即 3,723,190 輛次。

表 5-8 各港散裝貨運車次運量推估基準表(1/3)

項目	物種別	單車次載重(公噸)	參考來源
植物產品	小麥	30	臺中港提供之數據計算結果
	大麥	30	
	玉米	30	
	稻米	30	
	樹薯粉	30	
	黃豆	30	
	高粱	30	
	飼料	30	
	黃豆粕、米糠	30	
動植物油脂	動物油脂	24.7	高雄港現場地磅資料
	植物油脂	20	
調製食品	糖蜜	30	參考植物產品單車次載重
	鹽類	30	
非金屬礦產及製品	硫磺	25	參考矽沙產品單車次載重
	矽砂	25	現場訪查高雄港司機
	高嶺土	25	
	磷礦砂	25	參考矽沙產品單車次載重
	重晶石	22.5	參考大理石花崗石產品單車次載重
	石灰石	22.5	
	石膏	25	參考矽沙產品單車次載重
	大理石、花崗石	22.5	花蓮港提供之數據計算結果
	白雲石	22.5	參考大理石花崗石產品單車次載重
	蛇紋石	22.5	
	砂礫	25	基隆港提供之數據計算結果
	水泥、水泥熟料	25	現場訪查高雄港司機
	長石霞石	22.5	參考大理石花崗石產品單車次載重
	爐石	25	現場訪查高雄港司機
	煤	24.5	
	石墨	25	參考矽沙產品單車次載重
焦炭	25		

資料來源：行政院環境保護署(2010)^[16]

表 5-9 各港散裝貨運車次運量推估基準表(2/3)

項目	物種別	單車次載重(公噸)	參考來源	
化學或有關工業產品	化工原料	20	一般拖車形槽車製造商載重規格	
	其他化工製品	20		
	純鹼	20		
		液鹼	20	基隆港提供之數據計算結果
		肥料	27.6	高雄港現場地磅資料
		溶劑油	20	
		發酵液	20	
	白蠟油	20		
塑膠、橡膠及其製品	天然橡膠	30.3	參考製材單車次載重	
	合成樹脂	30.3		
油品	原油	-	一般拖車型槽車製造商載重規格	
	瀝青	20		
	汽油	20		
	柴油	20		
	燃料油	20		
	輕油	20		
	潤滑油	20		
	礦物油	20		
	石油腦	20		
	液化天然氣	20		
木竹、藤製材及其製品	原木	26	高雄港現場地磅資料	
	製材	30.3	花蓮港提供之數據計算結果	
	合板保麗板	30.3	參考製材單車次載重	
	塑合板	30.3		
	木材廢料	30.3		
紙漿、紙、紙製品	紙漿	30	參考植物產品單車次載重	
	廢紙	30		

資料來源：行政院環境保護署^[16]

表 5-10 各港散裝貨運車次運量推估基準表(3/3)

項目	物種別	單車次載重(公噸)	參考來源
金屬礦產及製品	鎂礦砂	20	現場訪查高雄港司機
	鐵礦砂	25	高雄港現場地磅資料
	鋁礬土	25	參考矽沙產品單車次載重
	生鐵	25	
	鋼材	25	
		廢鐵	20
其他	動物產品	30	參考植物產品單車次載重
	電力機械及零件	25	參考矽沙產品單車次載重
	皮革毛皮及其製品	21.5	假設值
	鞋帽傘、羽毛及其製品	21.5	
	珍珠寶石貴金屬	21.5	
	卑金屬及其製品	25	參考矽沙產品單車次載重
	精密儀器設備	25	假設值
	武器彈藥及其零附件	21.5	
	藝術品古董	21.5	
	雜項製品	30	

資料來源：行政院環境保護署^[16] 及本計畫調查整理

表 5-11 重型柴油貨車車次推估結果

類別	98 年度			99 年度		
	貨櫃車	散裝貨車	車次合計	貨櫃車	散裝貨車	車次合計
基隆港	422,864	421,986	844,850	485,752	397,766	883,518
臺中港	305,728	1,193,347	1,499,075	364,721	1,471,377	1,836,098
高雄港	1,666,832	1,809,972	3,476,804	,270,542	1,957,223	3,227,765
花蓮港	-	425,532	425,532	-	442,458	442,458

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。

5.4 重型柴油車輛活動參數

本研究調查港區行駛車速及怠速惰轉時間，進一步分類為貨櫃車及散裝貨車，並進行實地抽樣驗證，確認數據是否與實際相符。高雄港以外的其它港口是否有合適的 GPS 業者配合，亦需確認。若缺乏合適業者，則必須進行實地調查。透過問卷、訪查、跟車等方式進行，且各港必須各自調查，調查所得之數據不宜各港通用。蒐集資料包括以下一種或數種管道。問卷調查由於準確度最低，因此在前二種方法無法確認之時，才進行問卷作為輔助方法。

GPS 有定位功能，可紀錄每個訊號的上傳時間及位置，目前亦可上傳速度訊號，因此可取得每一個訊號上傳點的瞬間速度，計算平均車速值。此種方式的好處是可以避免將車輛在靜止狀態的時間納入平均車速計算，造成車速低估。

本研究配合之 GPS 系統服務廠商，除了傳統定位功能外，亦提供其它服務。其中一項可判別車輛引擎是熄火或怠速惰轉狀態，因此可輕易透過該系統，統計出重型柴油貨車在港區的平均怠速惰轉時間。

由於 GPS 每 30 秒才上傳一個訊號，有時會有訊號延遲或漏失，因此統計時，設定將同一地點滯留時間超過 3 分鐘以上才視為停留，再分別根據當時的引擎狀況區分為惰轉或熄火，得到總平均值。本年度調查中，先篩選出進入高雄港區範圍的車輛，再進一步區分出至各碼頭的統計值，因此可根據碼頭的類別（貨櫃碼頭、散裝貨物碼頭），分別統計出貨櫃車及散裝貨車的平均行駛速度及怠速惰轉時間。本年度抽樣調查 GPS 公司服務的所有客戶車輛中，進出四大港區範圍之情形，調查時間為 100 年 8 月 3 日至 9 月 1 日，有效數據共計 86,094 車次。統計結果如表 5-12 所示。

表 5-12 中將出入貨櫃碼頭的車輛視為貨櫃車，進出其餘碼頭車輛一律視為散裝貨車。各港區內貨櫃車及散裝車的車速差異不大，僅有

高雄港，車速明顯高於散貨車。而以臺中港港區內的車速最快，遙遙超過其它各港，高達 30 km/hr 以上，而其它各港約在 15-22 km/hr 之間。

平均每次在港區範圍內的時間也以臺中港最長，各港散貨靜止時間都高於貨櫃車。超過三分鐘以上的怠速運轉時間從 6.5 分鐘到 24.2 分鐘不等，但是為提供未來計算怠速排放活動強度之需，計算出平均所有進出車輛的怠速時間，以方便排放量推估。

表 5-12 港區重型卡車平均行駛車速及怠速惰轉時間

港口	類別	平均速度 (km/h)	統計車次	平均每車進港時間 (min)	平均每車靜止時間(min)	平均每車次怠速時間(min)	怠速車輛實際每次怠速時間 (min)
臺中港	散貨	32.4	6,023	75.9	49.1	1.4	10.8
	貨櫃	30.0	7,058	61.1	31.0	1.6	-
高雄港	散貨	17.0	19,062	49.0	41.9	1.9	9.3
	貨櫃	21.9	35,885	35.9	23.1	5.9	6.8
基隆港	散貨	16.6	7,207	54.9	42.8	0.1	24.2
	貨櫃	16.5	5,429	51.3	41.2	0.0	6.5
花蓮港	散貨	15.0	5,430	21.6	17.8	0.0	-

100.8.3-9.1 期間進出四大港口車輛抽樣統計

靜止、怠速車量皆為靜止 3 分鐘以上車輛才列入統計。

平均每車次怠速時間＝總怠速時間÷統計車次

實際車輛每次怠速時間＝總怠速時間÷有怠速惰轉之車次

5.5 柴油車排放係數驗證

5.5.1 測試方法

柴油車排放的氣狀污染物包括碳氫化合物 (Hydrocarbon, HC)、一氧化碳 (Carbon Oxide, CO)、氮氧化物 (Nitrogen Oxides, NO_x) 及二氧化硫 (Sulphur dioxide, SO_x)。郭崇義等人曾分析了國內 21 部輕型柴油車及 11 部重型柴油車在怠速惰轉下的氣狀污染物，其中重型柴油車的平均排放濃度，CO₂ 為 1.96±0.98%，CO 為 0.03±0.01%，HC 為 21.1±19.8ppm, NO 為 118±45.8ppm, SO₂ 為 65.3±50.4ppm。而這些車輛的平均排氣量為 6,009cc，但沒有紀錄轉速，因此也無法推估排放係數[89]。

CO₂ 的排放係數亦可以從耗油量推估，而油耗量則可利用燃油效率推估。交通部運輸研究所在訂定運輸部門溫室氣體盤查機制時，參考國外建議進行推估，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 (表 5-13)。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^[14]。

美國將重型柴油車怠速惰轉時 CO₂ 排放係數訂為 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 N₂O 與 CH₄ 的排放係數分別為 0.037g/hr 及 0.183g/hr^[20]。

我國環保署公布的 TEDS7.1 中，各車種的排放係數，包括 TSP、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、THC、NMHC、SO_x、NO_x 等，涵蓋了時速從 5 公里到 100 公里時的排放係數，但是不包含怠速惰轉時的排放係數^[93]。

表 5-13 各車種惰轉燃油效率及 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，2009

- a. 以車速 5(Km/hr)行駛狀態當作惰轉狀態
- b. 溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

1. 測試設備

本研究以柴油車廢氣分析儀，進行車輛怠速狀態下氣體濃度量測實驗，測試設備如下：

(1) 柴油車廢氣分析儀

廠牌：HORIBA

型號：584L

CO₂ 偵測範圍：0-20% vol

CO 偵測範圍：0-10% vol

HC 偵測範圍：0-20,000ppm vol

NO 偵測範圍：0-5,000ppm vol

(2) 震動式轉速計

廠牌：AVL

型號：490

柴油車轉速偵測範圍：40 - 6,000rpm

精確度：10rpm

2. 檢測流程

- (1)車輛啟動後，維持惰轉狀態，引擎達到正常運轉溫度。
- (2)量測前紀錄車輛基本資料，包括車牌、車種、排氣量、空車重及總重等。
- (3)安裝轉速計。
- (4)量測時，採樣管需深入排氣管至少 60 公分。
- (5)待儀器測值穩定後，紀錄各項氣體測值及轉速計量測值。

3. 排放係數推估

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：

$$\text{排放量} = \text{流量} \times \text{氣體排放濃度}$$

其中流量的單位為 L/min，氣體排放濃度單位需為 g/L。量測結果所得的平均轉速及平均排氣量相乘，即為流量：

$$\text{流量} = \text{平均轉速} \times \text{平均排氣量} \div 2$$

其中轉速單位為 rpm，表示引擎每分鐘運轉次數；排氣量單位為 L，為每次引擎排氣的體積，轉速及排氣量二者相乘後即為每分鐘排放的公升數。因為現有的柴油車皆為四行程引擎，四行程引擎

每運轉兩圈才完成一次進氣—排氣循環，因此轉速需除以 2 後才得到真正的排氣次數。

儀器量測的氣體濃度為體積濃度，需換算為重量濃度。在常溫常壓下（1 大氣壓、25°C），每莫耳氣體體積為 24.5L/mol，而本研究使用的儀器，排氣進入分析室的工作溫度為 60-65°C，以 65°C 狀態下校正空氣的莫爾體積為 28L/mol，因此重量濃度換算方式如下：

$$\text{氣體重量濃度(g/L)} = \text{氣體體積濃度(\%)} \div 28\text{L/mol} \times \text{莫耳重 g/mol}$$

SO₂ 的部分，由於我國從 2005 年 1 月 1 日起，柴油含硫量標準從 350ppm 加嚴至 50ppm，2011 年 7 月 1 日起再加嚴至 10ppm，因此 SO₂ 的排放濃度將低至不易量測。因此可以先測得其它氣體排放量後，根據質量平衡原理，計算出惰轉時的車輛油耗。油耗得知後，即可根據柴油的含硫量，依據質量平衡原理，計算出 SO₂ 的單位時間排放係數。

油耗計算可根據柴油的平均分子量推估。由於排氣中所有物種的 C 理論上都是來自柴油燃料，因此可以將所有含 C 物種的單位排放質量加總後，再依照平均分子式中 C 與總分子量的比值換算出油耗質量。其中，HC 是轉換為正己烷（C₆H₁₄）後測得，碳與總分子量比為 72:86。最後再除以 C 佔分子量的比例（約 0.853），將 C 質量換算為柴油質量，計算公式如下：

$$\begin{aligned} & \text{油耗(g/min)} \\ & = [\text{CO(g/min)} \times \frac{12}{28} + \text{CO}_2(\text{g/min}) \times \frac{12}{44} + \text{HC(g/min)} \times \frac{72}{86}] \div 0.853 \end{aligned}$$

最後再乘上柴油的平均含硫量，修正為 SO₂，即可得到 SO₂ 的排放係數。

$$\text{SO}_2 \text{ (g/min)} = \text{油耗(g/min)} \times \text{含硫量(ppmw)} \times \frac{64}{32} \times 10^{-6}$$

5.5.2 測試結果

重型卡車怠速狀態測試共計測試大客車 66 輛、大貨車 370 輛，曳引車 202 輛。大客車的出廠年份以 1996 年-2005 年為主，大貨車及曳引車則以 1991 年-2000 年最多（表 5-14）。大客車排氣量主要集中在 7,000cc-13,000cc，平均排氣量為 9,256cc，標準差為 2,312 cc；大貨車則是以 4,000 cc -10,000cc 為主，平均排氣量為 7,552cc，標準差為 3,750cc；而曳引車的排氣量分布最為集中，絕大部分在 10,000cc-13,000cc 之間，平均排氣量為 12,191cc，標準差為 2,273cc（表 5-15）。

表 5-14 測試車輛出廠年份組成（車輛數）

出廠年份	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	總計
大客車	0	3	9	18	28	8	66
大貨車	8	76	152	110	19	5	370
曳引車	1	21	98	56	22	4	202
總計	9	100	259	184	69	17	638

表 5-15 測試車輛排氣量組成（車輛數）

排氣量 (1000cc)	1-4	4-7	7-10	10-13	13-16	16-19	總計	排氣量(cc)	
								平均值	±S
大客車	0	5	36	19	6	0	66	9,256	2,312
大貨車	62	156	76	32	16	28	370	7,552	3,750
曳引車	3	3	7	164	1	24	202	12,191	2,273
總計	65	164	119	215	23	52	638	-	-

怠速惰轉排氣測試所得的平均濃度及平均轉速結果如表 5-16 所示。NO 以曳引車最高，HC 跟 CO 的值皆極低，CO₂ 則以大客車最高。平均轉速以曳引車最低，平均為 557rpm，而大客車與大貨車的轉速則幾乎相同（相差在 50rpm 以內）。與郭崇義等人^[89]的測試結果相較，NO 相同，CO 及 CO₂ 較低，HC 則低了一個數量級。

以出廠年份代表車齡，統計各排放物與出廠年份的相關性，發現相關係數都接近 0，顯示怠速惰轉時的排放與車齡沒有相關。此亦印證了美國在推估重型柴油車怠速惰轉排放量時，為何不同車齡的排放係數皆相同^[20]。

推估車輛的引擎排放係數 (EF)，一般是由零里程排放率 (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里程排放率檢測資料的比值來求得。公式如下：

$$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Miles}) \dots\dots\dots (5-3)$$

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 Miles = 年平均里程數 × 車齡

而由本研究的結果證實，怠速惰轉的排放係數，與車齡無關，因此也不需考慮劣化率，可一體適用於所有車齡車輛的惰轉排放量推估。

表 5-16 排氣濃度及轉數

車種	樣本數	NO(ppm)		HC(ppm)		CO(%)		CO ₂ (%)		轉速(rpm)	
		平均值	±S	平均值	±S	平均值	±S	平均值	±S	平均值	±S
大客車	66	133.4	60.5	3.8	1.3	0.013	0.010	1.477	0.276	629	78
大貨車	370	108.7	54.1	4.5	1.5	0.012	0.009	1.333	0.288	662	164
曳引車	202	125.1	88.2	4.4	1.6	0.013	0.008	1.314	0.243	557	122
文獻 (郭 2005)	11	118	45.8	21.1	19.8	0.03	0.01	1.96	0.98	-	-

表 5-17 排氣濃度與出廠年份的相關性

車種	NO	HC	CO	CO ₂
大客車	-0.15	-0.33	-0.12	0.03
大貨車	-0.04	-0.16	-0.21	-0.07
曳引車	0.06	-0.07	-0.02	-0.04

利用測試所得的排放濃度及轉速，可推估出單位時間內的排放量。以大客車的 CO₂ 排放係數推估為例，推估過程如下：

$$\begin{aligned}
 \text{平均流量} &= \text{平均轉速(rpm)} \times \text{平均排氣量(L)} \div 2 \\
 &= 629(\text{rpm}) \times 9.256(\text{L}) \div 2 \\
 &= 2,910 (\text{L/min})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{氣體重量濃度(g/L)} &= \text{氣體體積濃度(\%)} \div 24.5\text{L/mol} \times \text{莫耳重 g/mol} \\
 &= 1.477(\%) \times 0.01 \div 24.5\text{L/mol} \times 44 \text{ g/mol} \\
 &= 0.0232 (\text{g/L})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{排放量} &= \text{流量(L/min)} \times \text{氣體重量濃度(g/L)} \\
 &= 2,910 (\text{L/min}) \times 0.0232 (\text{g/L}) \\
 &= 67.537(\text{g /min}) \\
 &= 4,052(\text{g /hr})
 \end{aligned}$$

各車種的排放係數推估結果列於表 5-18 中。其中 CO₂ 的排放係數遠高於其它污染物的排放係數，而所有排放係數都是以曳引車最高，大客車次之，大貨車再次之，主要關鍵在於排氣量。由於重型柴油車惰轉時的轉速及排放濃度差異不大，因此引擎排氣量會影響單位時間總排放量（流速），使得污染總排放量受到影響。

油耗推估部分，根據中油提供資料，柴油的平均分子式為 $C_{15.37}H_{28.21}O_{0.23}$ ^[92]，得到分子量為 216.33，其中 C 為 $12 \times 15.37 = 184.44$ ，因此 C 的質量比為 $216.33 \div 184.44 = 0.853$ ，故油耗公式如下：

$$\begin{aligned} \text{油耗(g/min)} &= \left[\text{CO} \times \frac{12}{28} + \text{CO}_2 \times \frac{12}{44} + \text{HC} \times \frac{72}{86} \right] (\text{g/min}) \div 0.853 \\ &= \left[0.378 \times \frac{12}{28} + 67.537 \times \frac{12}{44} + 0.034 \times \frac{72}{86} \right] (\text{g/min}) \div 0.853 \\ &= 21.83(\text{g/min}) \end{aligned}$$

根據中油公司物質安全資料表^[94]，超級柴油的比重為 0.8，因此可以將重量油耗換算為單位時間的體積油耗，以符合一般人的使用習慣：

$$\begin{aligned} \text{體積油耗(mL/min)} &= \text{重量油耗(g/min)} \div \text{比重} \\ &= 21.83 (\text{g/min}) \div 0.8 \\ &= 27.28(\text{mL/min}) \end{aligned}$$

假設所有油中含量完全燃燒，並全部轉換成 SO_2 排放（實際上，會有部分 S 轉成二次微粒），利用重量油耗乘上柴油的平均含硫量，再修正為 SO_2 ，即可得到 SO_2 的排放係數。而根據瑩諮科技股份有限公司油品實驗室資料，2010 年檢測全國各地柴油車柴油油品含硫量 1,628 個樣品的平均含硫量為 38.7ppmw，因此可計算 SO_2 如下：

$$\begin{aligned} \text{SO}_2 (\text{g/min}) &= \text{油耗(g/min)} \times \text{含硫量(ppmw)} \times \frac{64}{32} \\ &= 27.28 (\text{g/min}) \times 38.7 (\text{ppmw}) \times \frac{64}{32} \\ &= 1.93 \times 10^{-3}(\text{g/min}) \\ &= 1.69 (\text{mg/min}) \end{aligned}$$

根據此結果，反推 SO_2 的排氣體積濃度如下：

$$\begin{aligned}
 \text{排放量} &= \text{流量(L/min)} \times \text{重量濃度(g/L)} \\
 &= \text{流量(L/min)} \times \text{體積濃度} \div 28\text{L/mol} \times \text{莫耳重 g/mol} \\
 &= 2,910 \text{ (L/min)} \times \text{體積濃度} \div 28\text{L/mol} \times 64 \text{ g/mol} \\
 &= 1.69 \times 10^{-3} \text{ (g/min)}
 \end{aligned}$$

$$\text{體積濃度} = 0.254 \text{ ppmv}$$

表 5-18 排放係數推估結果

種類	車種	排氣量 (L)	轉速 (rpm)	流速 (L/min)	平均濃度 (v/v)	濃度單位校正	莫耳數	分子量	排放係數 (g/min)
CO ₂	大客車	9.256	629	2,910	1.48%	100	1.7542	44	67.537
	大貨車	7.552	662	2,499	1.33%	100	1.3599	44	52.356
	曳引車	12.191	557	3,394	1.31%	100	1.8206	44	70.094
NO	大客車	9.256	629	2,910	133 ppm	1,000,000	0.0159	30	0.416
	大貨車	7.552	662	2,499	109 ppm	1,000,000	0.0111	30	0.291
	曳引車	12.191	557	3,394	125 ppm	1,000,000	0.0173	30	0.455
CO	大客車	9.256	629	2,910	0.01%	100	0.0154	28	0.378
	大貨車	7.552	662	2,499	0.01%	100	0.0127	28	0.311
	曳引車	12.191	557	3,394	0.01%	100	0.0174	28	0.427
HC	大客車	9.256	629	2,910	4ppm	1,000,000	0.0005	86	0.034
	大貨車	7.552	662	2,499	4 ppm	1,000,000	0.0005	86	0.034
	曳引車	12.191	557	3,394	4 ppm	1,000,000	0.0006	86	0.046

註：HC 分子量以 C₆H₁₄ 計算

表 5-19 油耗及 SO₂ 排放係數推估結果

車種	樣本數	總油耗 (g/min)	總油耗 (mL/min)	油品含硫量 (ppm)	最大排放係 數(mg/min)	推估 SO ₂ 最大 排氣濃度 (ppmv)
大客車	66	21.827	27.284	38.75	1.692	0.254
大貨車	370	16.938	21.172	38.75	1.313	0.230
曳引車	202	22.681	28.352	38.75	1.758	0.227

註：油品含硫量根據瑩諮科技油品實驗室 2010 年全年度分析結果平均值

油耗及 SO₂ 排放係數及排氣濃度的推估結果列於表 5-19 中。從表中結果看，大客車惰轉 1 分鐘耗油 22cc，大貨車 17cc，曳引車 23cc。SO₂ 推估濃度皆不到 1ppm，幾乎低於一般檢測儀器的偵測極限，而這僅是以含硫量 38.75ppm 推估之結果。2011 年 7 月 1 日起，我國柴油中含硫量標準加嚴至 10ppm，排氣濃度將會更低。因此屆時需依照市面實際柴油的含硫量修訂 SO₂ 排放係數。另外以攜帶式的 SO₂ 排氣分析儀分析排氣，藉以篩選使用非法柴油的柴油車，也會因為標準濃度太低而不可行。

此為假設油品中的含硫量全部轉換成 SO₂ 的推估結果，但實際上，有一部份的 S 會以硫酸鹽的型式形成粒狀污染物，因此實測的濃度值應該會更低。故在此推估的 SO₂ 僅為最大可能排放量，而不宜直接作為排放係數推估排放量。與郭（郭崇義等，2005）等人的實測數據相比，本研究的推估值遠低於其數據。但該論文並未提及實驗當時的油品含硫量為何，且當時的含硫量標準較為寬鬆，因此無法直接比較。

表 5-20 柴油車惰轉 CO₂ 排放係數比較

資料來源	本研究			交通部運輸研究所，2009			POLA，2010
車種	大客車	大貨車	曳引車	大客車	營業-公車	大貨車	重型卡車
CO ₂ (g/min)	67.537	52.356	70.094	98.3387	105.7578	115.2881	77.33

比較 CO₂ 排放係數，本研究的推估值與美國 POLA 採用的係數相符，而美國車輛的排放係數一般都是透過專門的車輛實驗室以重量法測試，可直接得到排放係數。交通部運輸研究所時速 5 公里時的狀態推估，所得的排放係數則明顯大於本研究的推估值，此亦符合常理，因為車輛行進時有負荷，因此油耗會大於引擎沒有負荷的怠速狀態。這樣的比較也顯示本研究所使用的推估方法所得的值是合理的，此推估方法是可用的。

5.5.3 小結

本研究利用大量使用中車輛的現場實測數據，推估重型柴油車（包括大客車、大貨車、曳引車）在怠速惰轉的情況下，CO₂、CO、NO₂、HC 的排放係數，以及 SO₂ 的最大可能排放係數。藉由累積大量的體積濃度資料，取代以少數車輛在實驗室中以重量法取得的數據，順利建立了本土的重型柴油車怠速惰轉時的排放係數。如能搭配國內各環保單位每年大量的柴油車檢測作業，取得更多的數據，當可讓本土的排放係數數據更為完整。

一般車輛行駛時的污染排放係數會隨車齡增加而增加。但本研究發現，柴油車惰轉時的排放係數，與車齡無關，但明顯與排氣量相關。而由於油耗可以由相關物種的排放濃度推估而得，因此怠速時的油耗亦與車齡無關，而與排氣量相關。因此針對不同排氣量的車輛訂定不同的罰則是合理的。

5.6 重型柴油車排放量推估結果

重型柴油車（含貨櫃車及散雜貨車）進出各港的排放量推估結果如表 5-21 所示。各港差異大的原因，除了卡車進出車次、港區行駛里程之外，不同車速對應 TEDS 7.0 的污染排放係數亦差異很多，NO_x 甚至有差異達 97 倍，其它最少也有 2.5 倍的差距。最後計算所得結果，各港排放量也差距達 2 個數量級。

表 5-21 重型柴油車排放量推估結果

港口	年度	車種	NOx(kg/yr)	THC(kg/yr)	CO(kg/yr)	PM(kg/yr)	SOx(kg/yr)	CO ₂ (t/yr)
基隆港	98	散貨	121	463	1,156	40	0.6	526
		貨櫃	122	466	1,162	40	0.7	529
	99	散貨	114	437	1,090	38	0.6	496
		貨櫃	140	535	1,335	46	0.7	607
臺中港	98	散貨	1,615	10,061	34,158	578	12.4	7,543
		貨櫃	482	2,564	7,768	179	3.3	2,341
	99	散貨	2,040	12,714	43,164	730	15.7	9,531
		貨櫃	575	3,058	9,267	214	3.9	2,793
高雄港	98	散貨	177,512	28,416	137,519	10,774	157.9	8,521
		貨櫃	178,942	28,645	138,627	10,861	159.1	8,590
	99	散貨	191,954	30,728	148,707	11,651	170.7	9,215
		貨櫃	136,398	21,835	105,668	8,279	121.3	6,548
花蓮港	98	散貨	218	1,360	4,616	78	1.7	1,019
	99	散貨	227	1,414	4,799	81	1.7	1,060

5.7 柴油機具排放量推估方法

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，因此用油的機具皆以柴油為主，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) 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。

由於電力機具沒有污染排放，因此本節僅針對柴油機具的排放量推估方法作說明。

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，排放量基本公式如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(5-4)$$

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。

3. 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：

$$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF\dots\dots\dots(5-5)$$

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·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 5-22。

表 5-22 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 5-3 所示：

$$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Hours}) \dots\dots\dots (5-6)$$

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。

5.8 柴油機具排放係數驗證

由於柴油貨櫃門式起重機佔港區機具的污染排放量最高^[56]，因此優先針對門式起重機研擬可行的量測方法。

5.8.1 實驗規劃

本計畫擬以氣體自動分析儀 (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。本研究自行設計製作套管，以連接柴油引擎排氣口和檢測設備。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：

$$\text{排放量} = \text{流量} \times \text{氣體排放濃度}$$

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：

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

採樣人員於 5 月 10 日至高雄港 118 碼頭韓商現代公司進行現勘，觀察排氣管位置，並丈量排氣管尺寸。該公司所屬的門式起重機皆為同一型號，為輪胎式而非軌道式，高度約 6 層樓高。排氣管從機載發電機垂直地面延伸至最底端，在末端附近以二個 45° 彎折後，將廢氣排出。排氣口斜切成 45°，並加了一片蓋板，以避免雨水進入。蓋板僅能自然下垂，無法將排氣口蓋住，上掀後最多僅能與地面垂直 90°，無法開成 180° 平放在排氣管上。管口還加裝了鐵絲網，以防止鳥類進入。



圖5.2 門式起重機排氣管及採樣套管

由於蓋板的關係，製作的套管需切出一道缺口，讓蓋板伸出。延伸出去的套管長度超過 60 公分，確保廢氣流經鐵絲網後能恢復未受擾動狀態。目前已完成現勘及套管製作，正在安排測試測試套管，以確保套管可以固定在排氣管上。若測試順利，便當場立即採樣；若固定

情形不佳，將改善固定裝置後再進行檢測。圖 5.2 可看到門式機排氣管尾端情形，以及製作好之套管。

5.8.2 採樣情形

本次採樣協調高雄港現代商船株式會社提供輪胎式門式起重機。檢測於 100 年 8 月 15 日進行，現代公司提供了 6 號機和 8 號機供檢測。由於採樣管無法完全固定，現場工安人員擔心架設於 6 層樓高頂端若落下，有安全疑慮，最後評估同意不使用套管，而將排氣管口的鐵絲網孔撐大讓採樣管直接伸入。

另外由於門式機在碼頭面上移動時動作劇烈，人員呆在頂端採樣，雖然有配掛安全索，工安人員仍不同意讓門式機移動，因此最後採用原地作業的模式採樣。門式機的作業模式有三，包括貨櫃吊起，平面移動，貨櫃放下。原地作業時，現代公司人員於原地吊掛一空櫃，在採樣期間重複吊起、放下。因此本次採樣可以瞭解貨櫃吊掛之排放情形，而不會摻雜到平面移動時的排氣。

現代公司提供採樣的是二部同廠牌機型、同出廠年度的門式機，有利於比較。該型設備最大吊掛重量為 40.6 噸，排氣量為 16,000cc，1996 年出廠，年使用時數超過 4000 小時。額定轉速為 1800 轉，因為是透過發電機帶動馬達，因此無論吊、放、行進等不同工況，轉速都維持不變（圖 5.3 E）。

第 1 台採樣的是 8 號機，採樣至 15 分鐘時，設備突然斷電而中止採樣，共計吊放空櫃 8 次。第 2 台 6 號機共吊掛了 16 次空櫃，採樣時間達 20 分鐘。當天上午採樣完畢後，下午立即進實驗室進行分析。圖 5.3 是現場採樣的情形。



圖5.3 門式起重機採樣情形

5.8.3 結果分析

表 5-23 為本次門式機排氣採樣的基本資料，排氣濃度分析結果如表 5-24 所示。根據現場實測的流量及採樣時間，計算出二次採樣期間，各污染物的總排放量，列於表 5-25。TT-6 由於採樣時間長、作業櫃數多，因此如預期排放量大於 TT-8，但是如果換算成每個貨櫃的平均排放量，則發現二者的平均值幾乎一樣，測值穩定顯示採樣沒有問題，也顯示貨櫃吊掛時，門式機的耗能跟污染排放量是非常固定的。

表 5-23 門式機排氣採樣基本資料

採樣/檢測日期	設備編號	出廠年份	平均年使用時數(h)	功率(hp)	最大吊重(T)	排氣量(cc)	轉速(rpm)	採樣時間(min)	採樣人員	分析人員
100/8/15	TT-8	1996	4,513	350-500	40.6	16,000	1,800	15	林鶴盛	吳永義
100/8/15	TT-6	1996	4,513	350-500	40.6	16,000	1,800	20	林鶴盛	吳永義

表 5-24 門式機排氣濃度分析結果

編號	CO ₂ (%)	CO(ppm)	NO _x (ppm)	SO ₂ (ppm)	THC(ppm)	CH ₄ (ppm)	NMHC(ppm)
TT-8	3.90	111.61	267.18	2.76	9.94	0.38	9.56
TT-6	4.97	124.53	335.08	2.98	6.38	0.38	6.00

註：CH₄測低於最大偵測極限（MDL），因此採用 MDL 值。NMHC=THC- CH₄，亦採用 MDL 值帶入 CH₄。

表 5-25 門式機採樣期間排放量

編號	採樣時間(min)	排氣量 Qn (Nm ³ /min)	CO ₂ (kg)	CO(g)	NO _x (g)	SO ₂ (g)	THC(g)	CH ₄ (g)	NMHC(g)
TT-8	15	5.07	5,828.3	10.6	41.7	1.20	1.48	20.64	1.43
TT-6	20	5.94	11,591.6	18.5	81.7	2.02	1.49	32.25	1.40
單一貨櫃吊掛排放量			728.5	1.3	5.22	0.15	0.19	2.580	0.18
			724.5	1.2	5.11	0.13	0.09	2.015	0.09

表 5-26 Off Road 2007 模式推估比較

	THC	CO	NO _x	PM	CO ₂
零時數排放(ZH)	0.68	2.7	8.17	0.38	568.3
劣化率(DR)	3.15E-05	7.14E-05	1.89E-04	2.76E-05	0.00E+00
現代機具年份	1996	1996	1996	1996	1996
年使用時數	4,513	4,513	4,513	4,513	4,513
計算年度	2011	2011	2011	2011	2011
累積時數	67,699	67,699	67,699	67,699	67,699
排放係數	2.81	7.53	20.97	2.25	568.30
負載係數	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
運轉時間(h)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
推估排放量(g)	63.28	169.51	471.71	50.59	12,786.75

表 5-26 是利用 Off Road 2007 模式計算門式機在 15 分鐘內的排放量，推估結果全部高於實測值一個數量級。排放係數是針對同類型的眾多機具做回歸後，得到的一個代表值。因此當推估的機具數量越多時，會越接近實際值。

5.9 柴油機具排放量推估結果

利用 Off Road 2007 模式推估各港的污染排放量結果整理於表 5-27 中。由於 Off Road 2007 模式並未包含 SO₂、N₂O 及 CH₄，因此另依據「運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數」（見附錄 1）推估全年度的溫室氣體排放量 CO₂e 以作比較。

表 5-27 柴油機具排放量推估結果

港口	年度	單位	NOx(kg/yr)	THC(kg/yr)	CO(kg/yr)	PM(kg/yr)	CO ₂ (t/yr)	CO ₂ e(t/yr)
基隆港	98	外單位	5,734	567	1,614	406	400	138
		港務局	43,298	4,083	10,497	2,662	2,184	711
	年度合計		49,032	4,650	12,111	3,068	2,584	849
	99	外單位	5,847	981	3,060	819	392	219
		港務局	44,846	4,300	10,889	2,799	2,184	255
	年度合計		50,693	5,281	13,949	3,618	2,576	474
臺中港	98	外單位	89,156	10,416	31,948	7,456	4,653	1,938
	99	外單位	101,693	12,252	36,554	8,938	4,966	2,124
高雄港	98	外單位	585,922	66,166	269,459	44,109	32,996	24,264
		港務局	272	26	97	18	23	10
	年度合計		586,194	66,191	269,556	44,128	33,019	24,275
	99	外單位	564,328	64,527	268,471	41,873	31,439	23,248
		港務局	343	29	113	20	30	14
	年度合計		564,671	64,555	268,583	41,893	31,469	23,262
花蓮港	98	外單位	176	29	91	23	12	667
	99	外單位	179	30	92	24	12	667

註：CO₂e 係利用用油量推估，其餘皆以 Off Road 2007 模式推估。

臺中港主要業務皆已外包，因此沒有自有柴油機具，都是外包單位或其它單位之機具。花蓮港則以散裝貨為主，裝卸機具皆為用電設備，沒有屬於港務局的空污排放量。

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。

第六章 排放清冊建置

排放清冊的建置，需透過各港務局的協助。本年度擬推動由各港務局為主體，輔導各港務局建立溫室氣體調查能力，並建置各港的溫室氣體排放清冊。高雄港則增加一般空氣污染物的排放清冊建置。

6.1 輔導各港務局資料建置

本計畫原以高雄港為主要標的，希望將高雄港建立為示範港，再讓其它港口比照辦理，但已開始擴大辦理。今年度先已透過辦理座談會（附錄六第 1.1.1 節），向各港務局說明溫室氣體調查作業的內容及程序，並訓練各港務局人員能依照《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》內容作業，後續又分別於臺中港、花蓮港、基隆港辦理了三場說明會（附錄六第 1.3 節）。執行過程中，則協助各港務局召開啟始會議、說明會議，並提供實際調查時的問題諮詢，藉由實作讓各港務局人員培養能力，並發現實際問題藉以修訂程序。本計畫協助彙整調查結果，提供 QA/QC 查核，最後彙整所有資料，製作排放清冊報告。配合本計畫執行之專家研討會，讓各港務局承辦人員能進一步提升相關觀念及本職學能。最後，根據會議中各單位反應之問題，以及研討會中專家之建議，修訂製作第 2 版《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》，提供未來每年更新排放清冊之作業依據。本項輔導作業流程，如圖 6.1 所示。

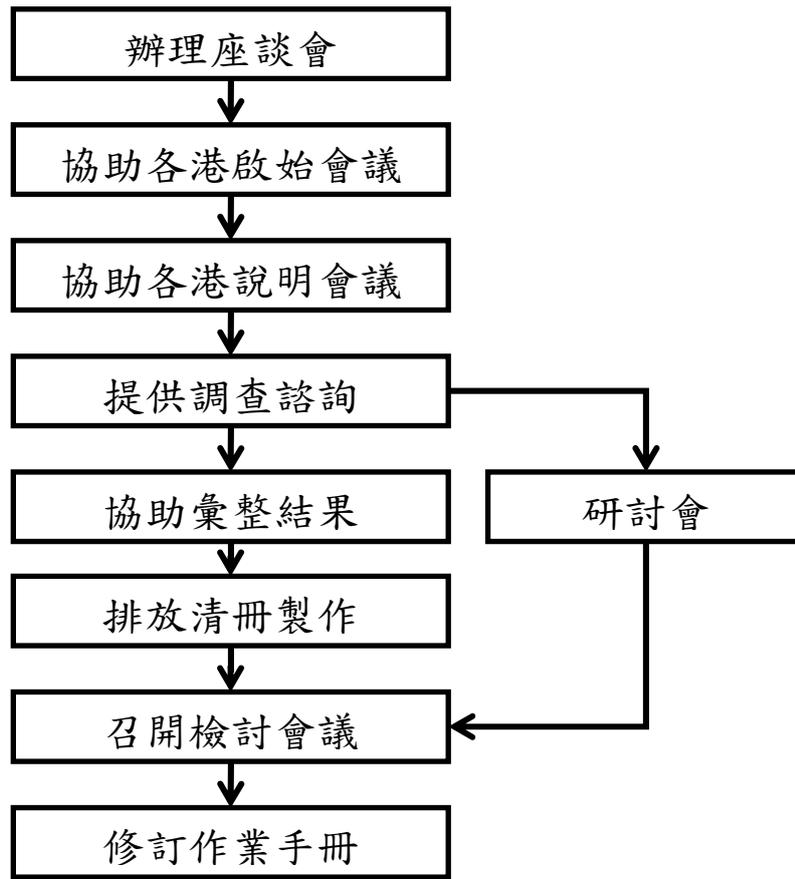


圖6.1 輔導港務局作業流程圖

資料蒐集完畢後，將協助各港推估排放量，建置排放清冊。排放清冊報告至少包括以下資料：

1. 範圍及調查方法。
2. 一年調查之方法更新之說明。如沒有更新則不必，基準年亦不需要，只需說明前項調查方法即可。
3. 各排放源列出該年度排放量、比例及排名。
4. 列出溫室氣體範疇 1、範疇 2、範疇 3 之排放量及比例。空氣污染物則不需區分範疇，但應列出各物種的排放量。
5. 標準年之比較。因為目前尚未建立基準年資料，因此需在基準年資料建立後才会有此項比較。

建議各港口以 98 年為基準年建立排放清冊，若資源許可，可同時調查 2 個年度排放量（98 年、99 年）。表 6-1、表 6-2 為溫室氣體排放清冊的彙整表單。其餘空氣污染物排放清冊不需區分範疇，但應比照表 6-2 彙整。

表6-1 港埠各範疇溫室氣體排放量

單位：公噸 CO₂e

	範疇 1	範疇 2	範疇 3	小計
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				
總計				

表6-2 港埠各排放源溫室氣體排放量

排放源	類別	溫室氣體排放量 (CO ₂ e 公噸/年)	排放量小計 (CO ₂ e 公噸/年)
1. 裝卸機具	用電機具		
	用油機具		
2. 重型柴油車	貨櫃車		
	散裝貨車		
3. 柴油火車頭			
4. 遠洋船舶			
5. 港勤船舶	海關		
	中油		
	港務局		
	民間港勤業者		
6. 外購電力	港務局		
	承租商		
7. 自有車輛	港務局汽油車		
	港務局柴油車		
	承租商汽油車		
	承租商柴油車		
總計			

6.2 排放清冊建置情形

6.2.1 四大港排放量總覽

本計畫至截稿為止，蒐集到之各港資料整理出來，將溫室氣體排放量整理成三大範疇，並繪圖於圖 6.2，以利於比較。由於本次調查將遠洋船舶、漁船等排放量納入，此皆屬於範疇三，因此使得範疇三遠大於範疇一與範疇二之和，對照比較時幾乎看不出來，因此另外針對範疇一與範疇二做圖。

若針對各港做百分餅圖，即可看出各港皆以遠洋船舶的排放量為最大宗。但是高雄港與花蓮港的漁船排放量明顯比例非常高。高雄港內有 7 座現役漁港，其中包含有全國最大的遠洋漁港前鎮漁港，因此即使高雄港往來停靠的商船很多，漁船的比重仍浮現出來。花蓮港內只有一個漁港，且不如前鎮漁港屬於一級漁港，比例這麼高顯示其漁業活動繁忙，而商船活動則相對較低。後續針對各港作進一步說明。

本計畫所蒐集之資料已彙整成一單一資料庫，未來各港的排放量可以針對需求進一步分析。例如在 5.9 節提到，在比較高雄港 98 年及 99 年排放量資料時，發現機具的污染排放量降低；進一步探究原因，發現是二大航商，都在 99 年將一批門式機從油改電，一年降低了約 5 千公噸的二氧化碳排放量。由此也可以評估出若整個港區所有的柴油門式機都改裝成電動/柴油雙燃料系統時，可以有多少減碳空間。

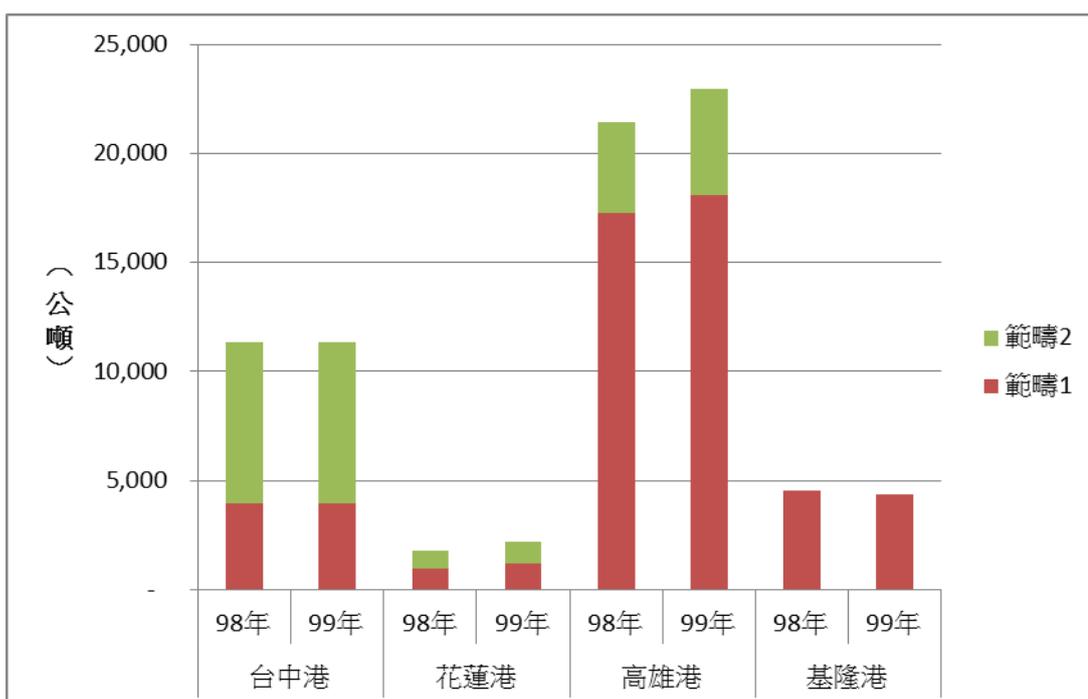
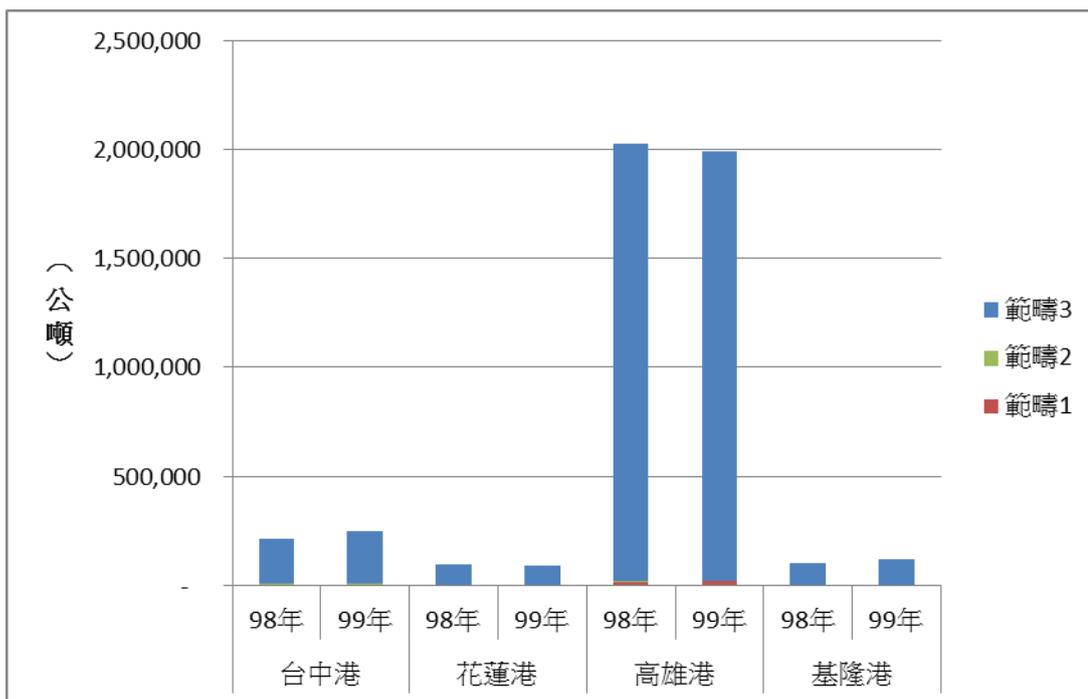


圖6.2 四大港溫室氣體排放量總覽

6.2.2 基隆港排放量

基隆港 98 年的排放清冊整理於表 6-3，99 年整理於表 6-4 中，並作成圖 6.3 以利對照比較各排放源的排放比例。

基隆港平均每年約排放 2,700 噸 NO_x，435 噸 VOC，287 噸 CO，1,740 噸 SO₂，256 噸 DPM，CO_{2e} 則約 13.7 萬噸。其中以遠洋船舶的排放量佔的比重最大，其次是漁船，再其次為港勤船及裝卸機具。

進一步針對遠洋船舶各階段的排放量，製作成圖 6.4。由圖可明顯看出 CO_{2e}、DPM、SO₂、NO_x 都是停泊時的排放量最高，而輔助引擎與輔助鍋爐的排放量相近。VOC 及 CO 則是以港外行駛時的主引擎排放量最高。

再分析機具部分如圖 6.5。因基隆港以用電機具為主，主要柴油機具為跨載機與堆高機。而各項排放量皆以跨載機為主。

表6-3 基隆港 98 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂ e	備註
98	外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	1,022	
	自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	92	
	自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	42	
	修造船廠	3	外單位		358					
	柴油卡車	3	貨櫃	0	0	1	0	0.0	529	
	柴油卡車	3	散貨	0	0	1	0	0.0	526	
	港勤船	1	港務局	65.5	2.7	6.0	11.3	3.9	3,772	
	港勤船	3	外單位	1.5	0.1	0.2	0.3	0.1	106	
	裝卸機具	1	港務局	43	4	10	0	3	711	
	裝卸機具	3	外單位	6	1	2	0	0	138	
	漁船	3	漁船	28	61	116	40	28	38,502	
	遠洋船舶	3	停泊	487	15	40	451	55	25,399	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	566	17	46	515	63	28,981	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	548	50	81	247	42	14,980	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	170	5	14	154	19	8,647	輔助
	遠洋船舶	3	調度	79	2	6	71	9	4,008	輔助
	遠洋船舶	3	調度	20	1	2	18	2	1,019	鍋爐
	遠洋船舶	3	調度	25	1	2	16	1	965	主引擎

表6-4 基隆港 99 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂ e	備註
99	外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	1,992	
	自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	74	
	自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	45	
	修造船廠	3	外單位		247					
	柴油卡車	3	貨櫃	0	1	1	0	0.0	607	
	柴油卡車	3	散貨	0	0	1	0	0.0	496	
	港勤船	1	港務局	71.3	2.9	6.5	12.2	4.2	4,068	
	港勤船	3	外單位	1.5	0.1	0.2	0.3	0.1	104	
	裝卸機具	1	港務局	45	4	11	0	3	255	
	裝卸機具	3	外單位	6	1	3	0	1	219	
	漁船	3	漁船	486	25	55	104	36	34,617	
	遠洋船舶	3	停泊	716	21	58	649	79	36,526	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	651	19	53	589	72	33,166	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	582	55	87	251	45	15,208	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	190	6	15	171	21	9,632	輔助
	遠洋船舶	3	調度	93	3	7	84	10	4,711	輔助
	遠洋船舶	3	調度	22	1	2	20	2	1,112	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	28	1	2	19	2	1,118	主引擎	

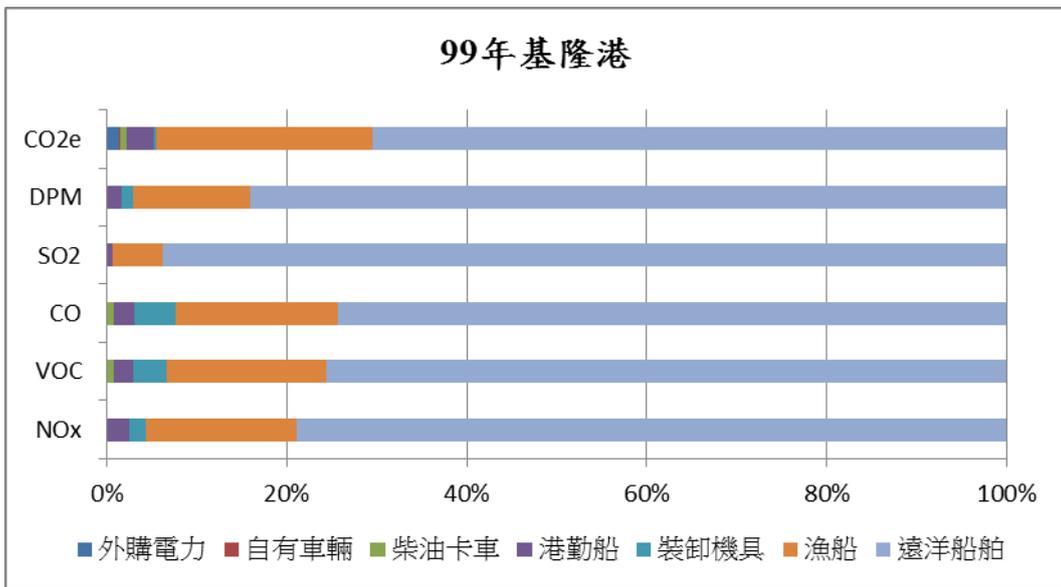
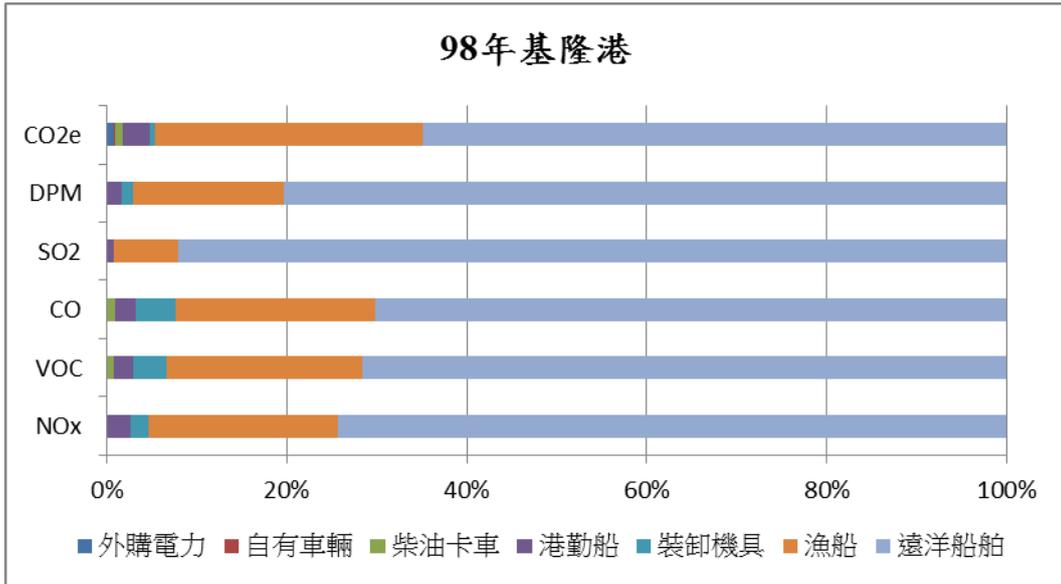


圖6.3 基隆港各排放物排放源組成比例

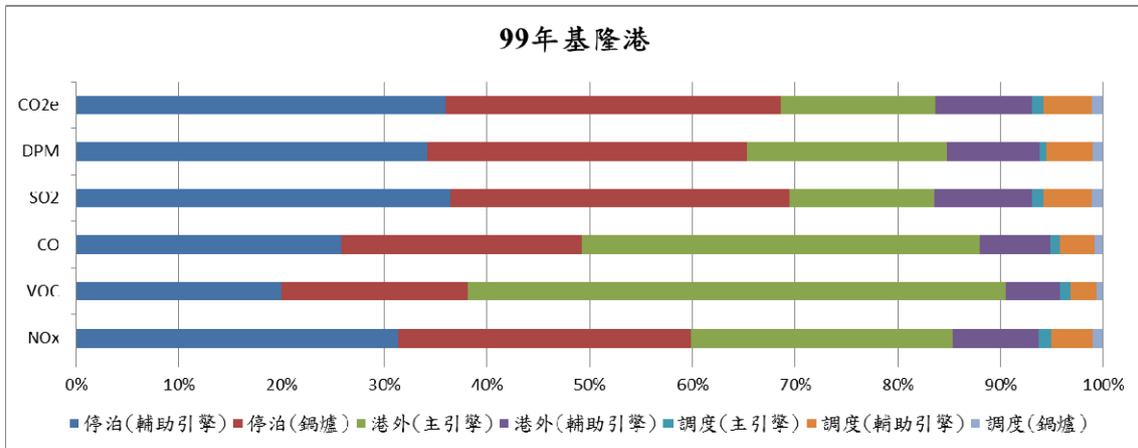
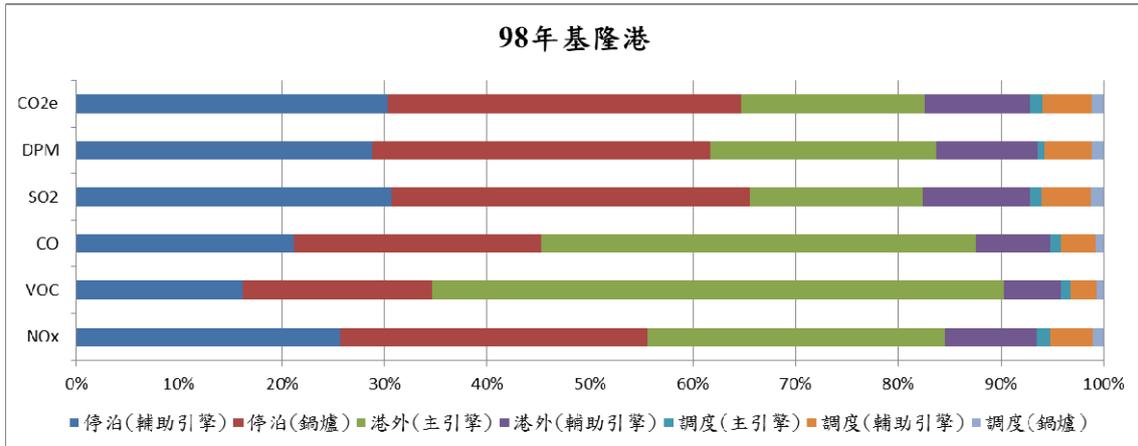


圖6.4 基隆港遠洋船舶排放量分布

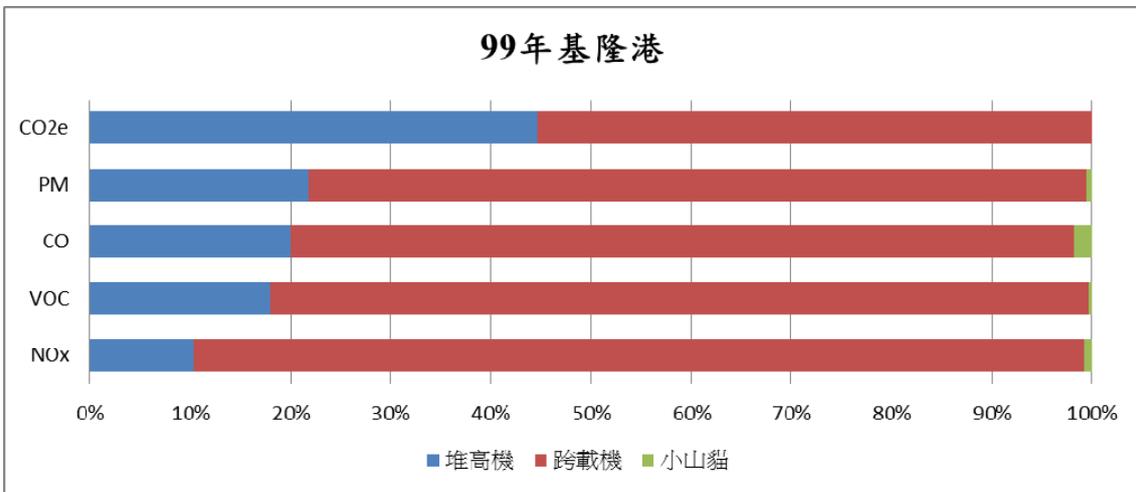
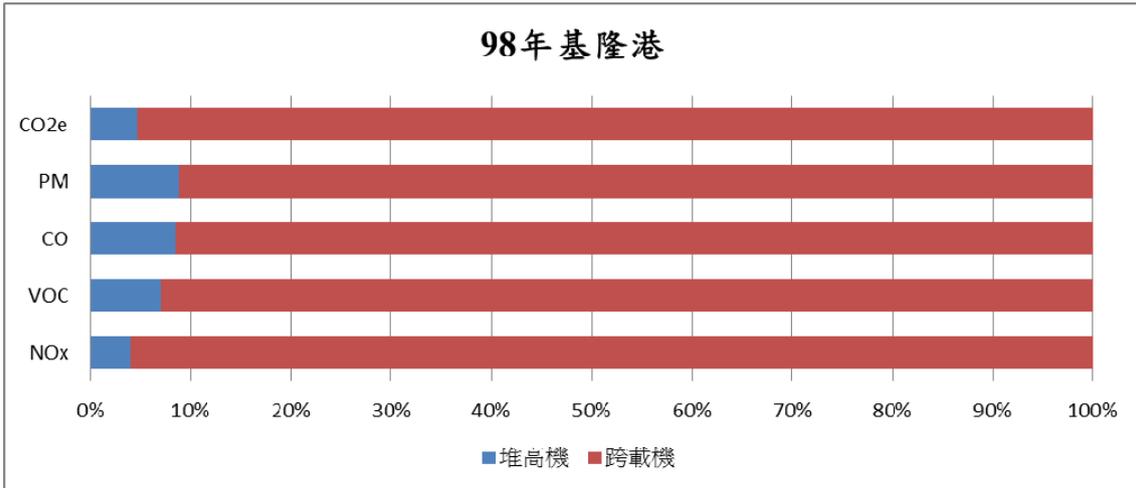


圖6.5 基隆港裝卸機具排放量分布

6.2.3 臺中港排放量

臺中港 98 年的排放清冊整理於表 6-5，99 年整理於表 6-6 中，並作成圖 6.6 以利對照比較各排放源的排放比例。

臺中港平均每年約排放 4,300 噸 NO_x，187 噸 VOC，463 噸 CO，3,274 噸 SO₂，440 噸 DPM，CO_{2e} 則約 23 萬噸。CO_{2e} 部分，同樣以遠洋船舶的排放量佔的比重最大，其餘漁船、港勤船、柴油車、外購電力之排放量則差不多。但是其餘空氣污染部分，除了遠洋船舶的排放量最多之外，CO 及 VOC 排放量以柴油車居次，NO_x 及 PM 則以港勤船居次。

進一步針對遠洋船舶各階段的排放量，製作成圖 6.7。由圖可明顯看出各排放量皆是在停泊時的最高。而圖 6.8 的機具部分，各排放量皆以拖車為主，其次是堆高機。

表6-5 臺中港 98 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO _{2e}	備註
98	外購電力	2	港務局						3,695	
	外購電力	3	外單位						4,938	
	自有車輛	1	港務局						230	
	自有車輛	3	外單位						62	
	柴油卡車	3	貨櫃	0.5	3	8	0.2	0.003	2,341	
	柴油卡車	3	散貨	2	10	34	0.01	0.6	7,543	
	港勤船	1	港務局	100.8	4.6	10.3	6.7	19.4	6,467	
	港勤船	3	外單位	118.0	5.5	12.2	23.1	7.9	7,684	
	裝卸機具	3	外單位	89	10	32		7	1,938	
	漁船	3	漁船	180	9	20	39	13	12,849	
	遠洋船舶	3	停泊	1,021	30	83	928	113	52,294	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	1,500	44	121	1,348	164	75,906	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	552	46	78	276	42	16,673	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	191	6	15	171	21	9,649	輔助
	遠洋船舶	3	調度	121	4	10	110	13	6,182	輔助
	遠洋船舶	3	調度	42	1	3	38	5	2,132	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	38	1	3	27	2	1,644	主引擎	

表6-6 臺中港 99 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO _{2e}	備註
99	外購電力	2	港務局						3,683	
	外購電力	3	外單位						5,612	
	自有車輛	1	港務局						268	
	自有車輛	3	外單位						78	
	柴油卡車	3	貨櫃	1	3	9	0	0.0	2,793	
	柴油卡車	3	散貨	2	13	43	0.02	0.7	9,531	
	港勤船	1	港務局	56.4	2.7	5.9	11.1	3.8	3,705	
	港勤船	3	外單位	122.2	5.8	12.9	24.2	8.3	8,070	
	裝卸機具	3	外單位	102	12	37	0	9	2,124	
	漁船	3	漁船	154	8	17	33	11	10,941	
	遠洋船舶	3	停泊	1,198	35	97	1,089	133	61,353	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	1,982	58	159	1,778	217	100,158	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	603	50	84	304	46	18,313	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	221	6	18	197	24	11,111	輔助
	遠洋船舶	3	調度	106	3	8	95	12	5,330	輔助
	遠洋船舶	3	調度	30	1	2	26	3	1,488	鍋爐
	遠洋船舶	3	調度	33	1	3	22	2	1,331	主引擎

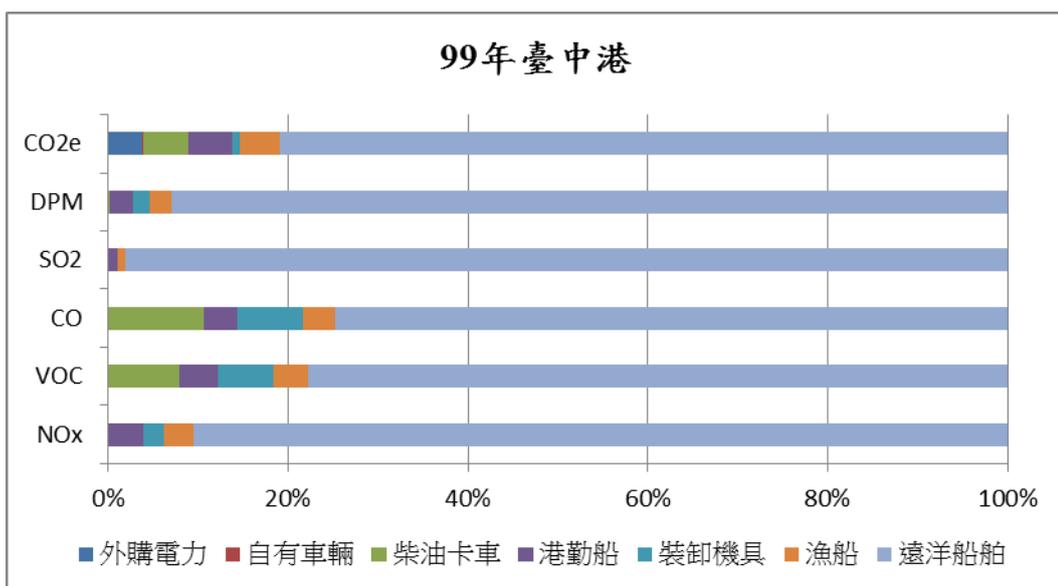
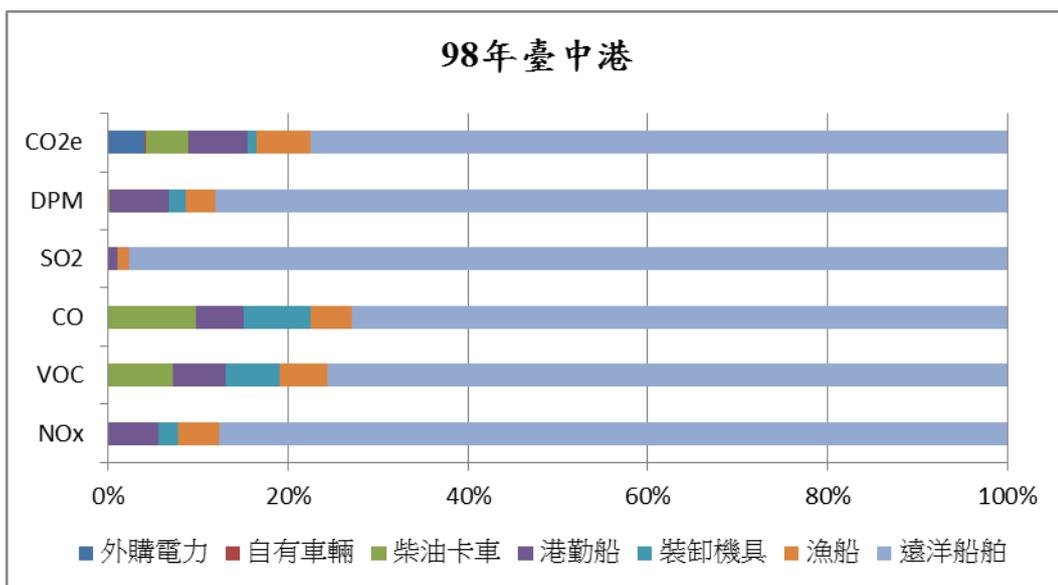


圖6.6 臺中港各排放物排放源組成比例

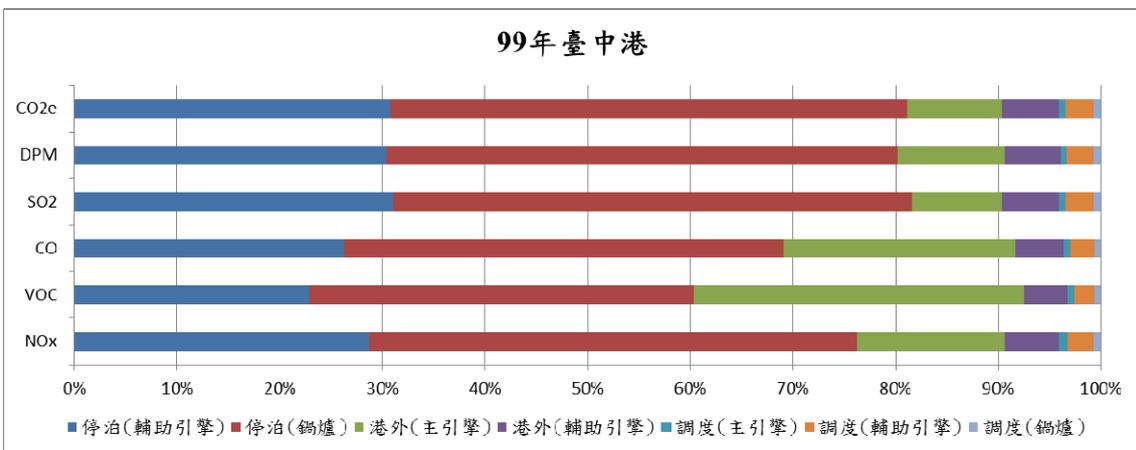
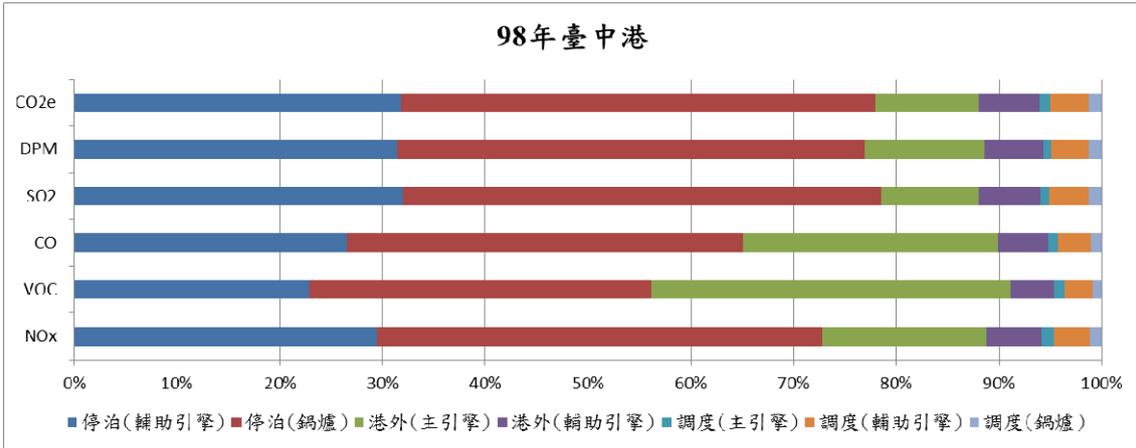


圖6.7 臺中港遠洋船舶排放量分布

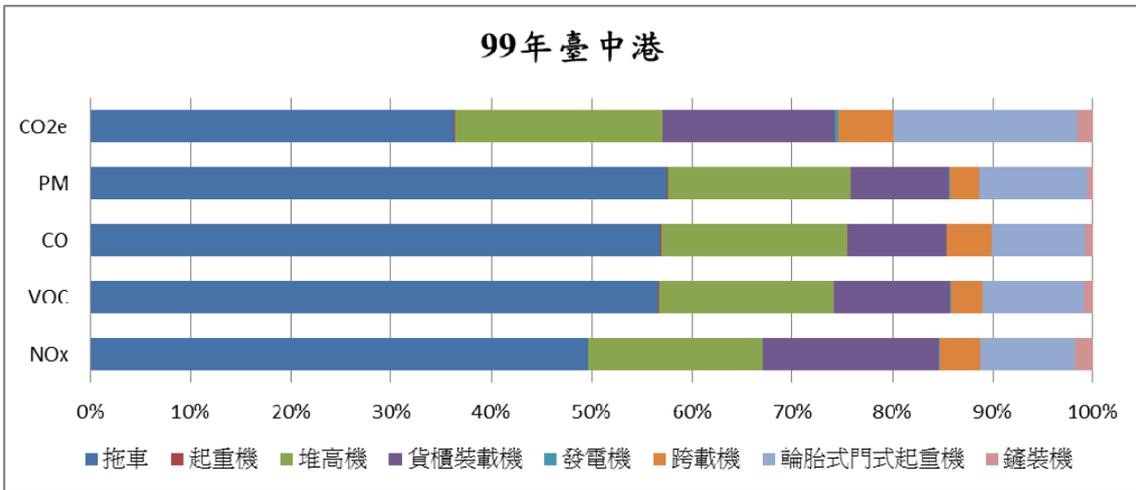
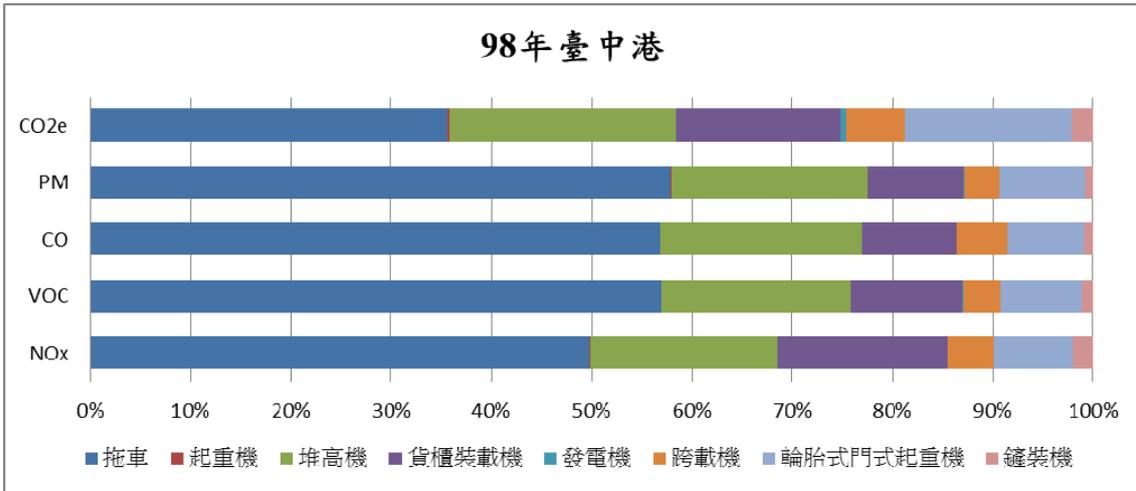


圖6.8 臺中港裝卸機具排放量分布

6.2.4 高雄港排放量

高雄港 98 年的排放清冊整理於表 6-7，99 年整理於表 6-8 中，並作成圖 6.9 以利對照比較各排放源的排放比例。

高雄港平均每年約排放 3.3 萬噸 NO_x，3,200 噸 VOC，3,600 噸 CO，2.2 萬噸 SO₂，3,228 噸 DPM，CO₂e 則約 193 萬噸。其中以遠洋船舶的排放量佔的比重最大，其次是漁船，皆遠高於其它排放源。再其次，CO₂e 為外購電力，其餘空氣污染源則是柴油卡車及裝卸機具。

進一步針對遠洋船舶各階段的排放量，製作成圖 6.10。由圖可明顯看出 CO₂e、DPM、SO₂、NO_x、VOC 及 CO 都是停泊時的排放量最高，而輔助引擎與輔助鍋爐的排放量相近。

再分析機具部分如圖 6.11 顯示各項排放量皆以輪胎式門式起重機為主，其次是跨載機。

由於高雄港鄰近許多大型工廠，因此特別調查 98 及 99 年度港區工業專用區及鄰近工廠的空污與溫室氣體排放量，以利與港區的排放量比較。共列入 23 家工廠的空污排放量，但是 CO₂e 部分，98 年度僅含蓋了 10 家工廠，99 年度則僅有 7 家工廠資料。而高雄港區內有多家船舶修造廠，由於這些工廠、船舶修造廠以及漁船皆非屬於商港法管轄範圍，因此分別獨立出來進行比較，整理於 0，並繪製圖 6.13 比較各排放物之相對百分比。其中高雄港區僅含商港法可管轄之範圍，包括車輛、機具、港勤船、遠洋船舶之排放源，CO₂e 另含範疇二之外購用電。

表6-7 高雄港 98 年排放量總表

公噸/年

排放源	範疇	類別	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂ e	備註
外購電力	1	港務局	-	-	-	-	-	4,195	
外購電力	2	港務局	-	-	-	-	-	4,195	
外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	88,171	
自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	65	
自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	199	
修造船廠	3	外單位		1,787				79,271	
柴油卡車	3	貨櫃	179	29	139	11	0.2	8,590	
柴油卡車	3	散貨	178	28	138	11	0.2	8,521	
港區工廠	3	外單位	18,414	456		15,745		27,358,909	
港勤船	1	港務局	199.8	9.3	20.7	39.0	13.4	12,983	
港勤船	3	外單位	85.7	3.6	7.9	14.9	5.1	4,975	
裝卸機具	1	港務局	0.27	0.03	0.10	-	0.02	10	
裝卸機具	3	外單位	586	66	269	0	44	24,264	
漁船	3	漁船	9,335	476	1,048	2,000	686	664,996	
遠洋船舶	3	停泊	8,565	258	710	7,937	968	447,032	輔助
遠洋船舶	3	停泊	10,450	312	859	9,608	1,172	541,156	鍋爐
遠洋船舶	3	港外	1,963	249	323	616	169	37,910	主引擎
遠洋船舶	3	港外	644	19	53	591	72	33,264	輔助
遠洋船舶	3	調度	447	13	37	412	50	23,231	輔助
遠洋船舶	3	調度	103	3	8	94	12	5,318	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	163	6	13	110	10	6,620	主引擎

表6-8 高雄港 99 年排放量總表

公噸/年

排放源	範疇	類別	NOx	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO _{2e}	備註
外購電力	2	港務局	-	-	-	-	-	4,880	
外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	79,821	
自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	49	
自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	1,482	
修造船廠	3	外單位		1,721				56,585	
柴油卡車	3	貨櫃	136	22	106	8	0.1	6,548	
柴油卡車	3	散貨	192	31	149	12	0.2	9,215	
港區工廠	3	外單位	20,703	454		17,545		31,060,872	
港勤船	1	港務局	201.9	9.4	20.9	39.5	13.5	13,131	
港勤船	3	外單位	185.0	7.4	16.5	31.1	10.7	10,361	
裝卸機具	1	港務局	0.3	0.03	0.1		0.02	14	
裝卸機具	3	外單位	564	65	268		42	23,248	
漁船	3	漁船	8,640	441	970	1,851	635	615,451	
遠洋船舶	3	停泊	8,718	263	724	8,090	987	455,683	輔助
遠洋船舶	3	停泊	11,405	339	933	10,429	1,272	587,416	鍋爐
遠洋船舶	3	港外	1,890	237	310	601	161	36,974	主引擎
遠洋船舶	3	港外	643	19	53	588	72	33,112	輔助
遠洋船舶	3	調度	390	12	32	358	44	20,141	輔助
遠洋船舶	3	調度	87	3	7	79	10	4,448	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	144	5	12	94	9	5,613	主引擎

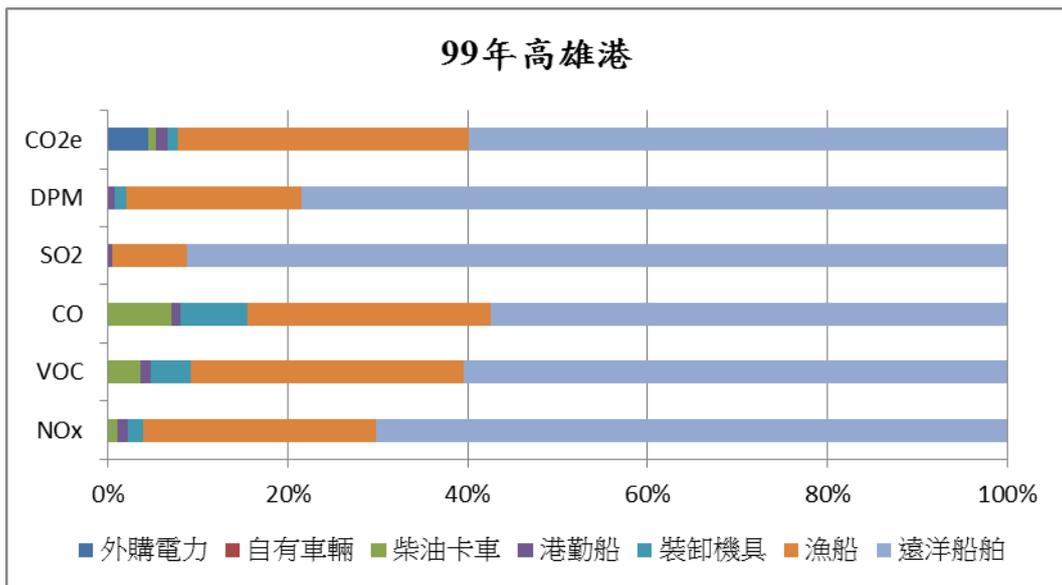
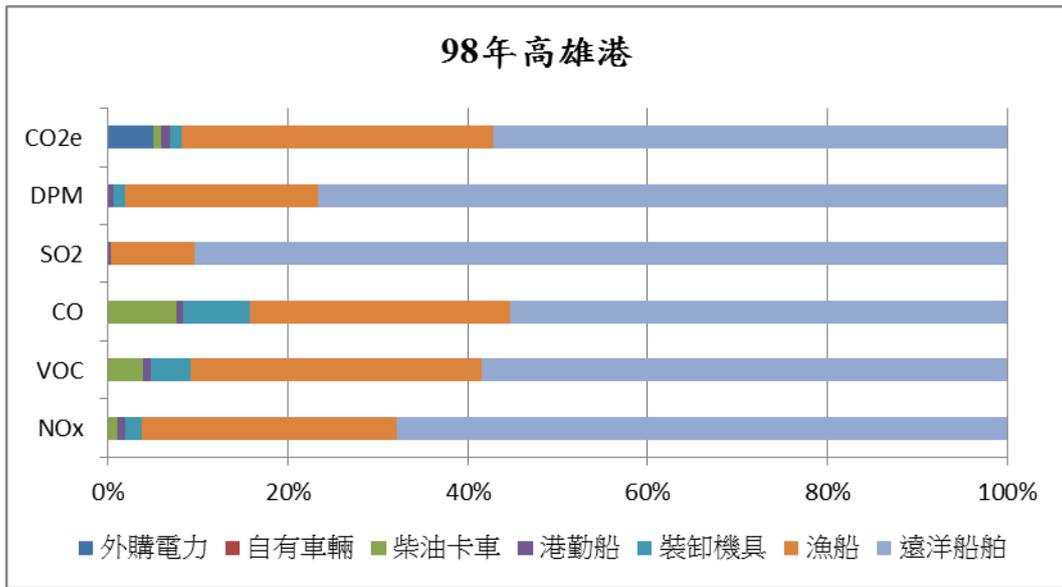


圖6.9 高雄港各排放物排放源組成比例

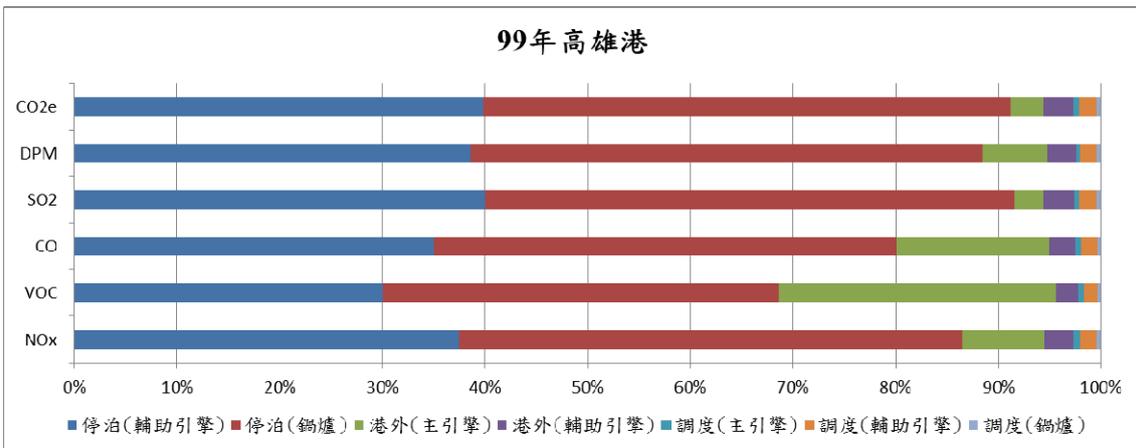
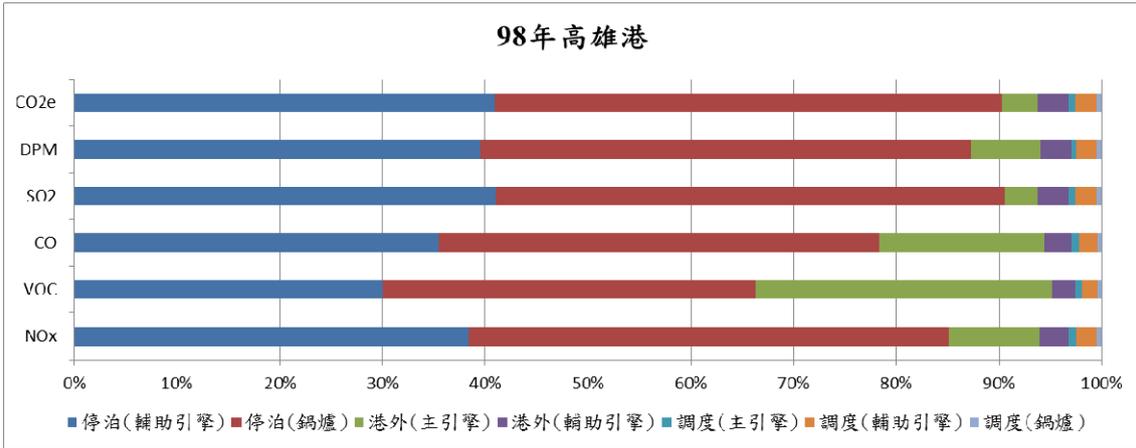


圖6.10 高雄港遠洋船舶排放量分布

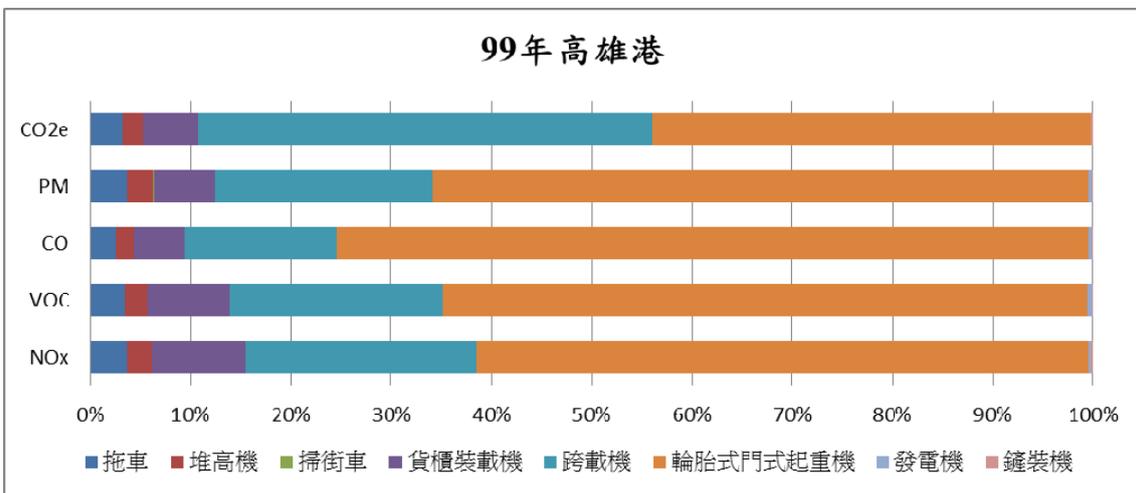
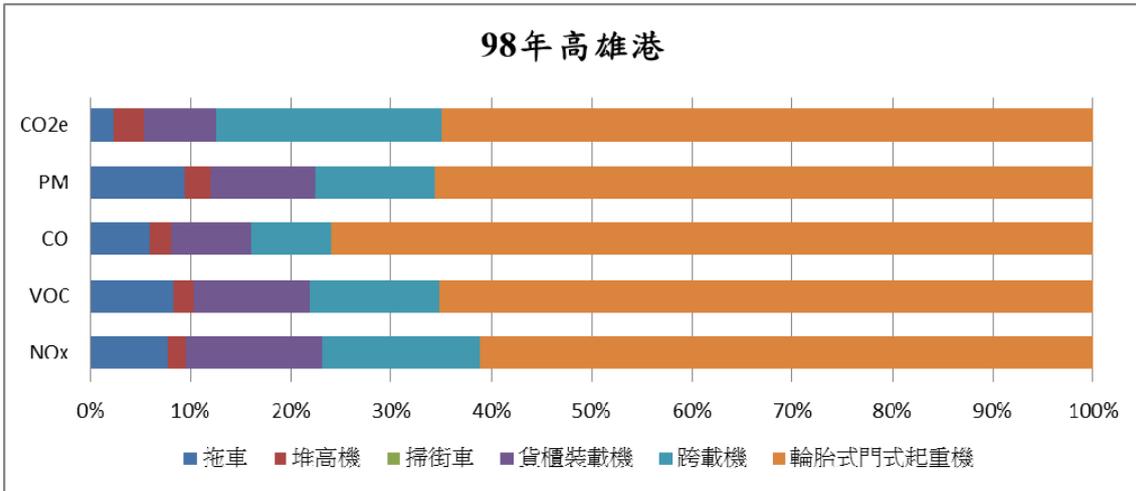


圖6.11 高雄港裝卸機具排放量分布

從下列圖表中可看出，高雄港區之 CO₂e 相對於港區工廠而言，比例不到 5%，但是 NO_x 及 SO_x 卻都是最高，而 VOC 則以船舶修造廠的排放量最高。根據環保署公佈的 97 年度各縣市排放量資料，高雄市（不含原高雄縣地區）的排放量 NO_x 為 48,868 公噸，SO_x 為 29,742 公噸，而高雄港區一年的排放量 NO_x 約為 24,000 公噸，SO_x 約為 20,000 公噸，顯示在 NO_x 及 SO_x 部分，港區排放量佔了很大的貢獻量。

表6-9 高雄商港區與鄰近排放源比較

年度	類別	CO ₂ e	NO _x	SO _x	VOCs
98	高雄港區	1,363,244	24,145	19,444	1,061
	漁船	664,996	9,335	2,000	476
	船舶修造業	79,271			1,787
	港區工廠	27,358,909	18,414	15,745	456
99	高雄港區	1,373,625	24,481	20,329	1,005
	漁船	615,451	8,640	1,851	441
	船舶修造業	56,585			1,721
	港區工廠	31,060,872	20,703	17,545	454
高雄港區含商港法可管轄之範圍，包括車輛、機具、港勤船、遠洋船舶之排放源，CO ₂ e 另含範疇二之外購用電。					

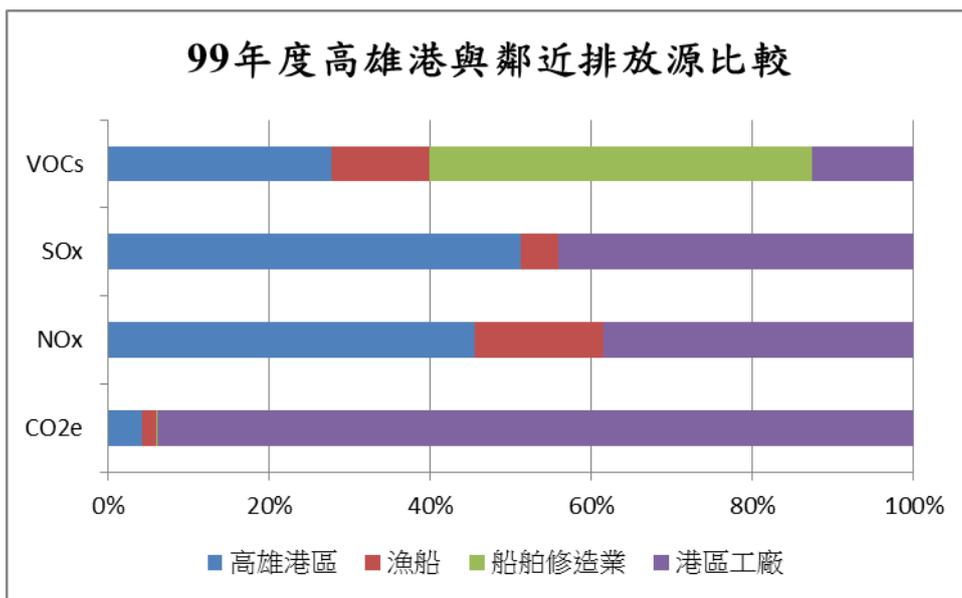
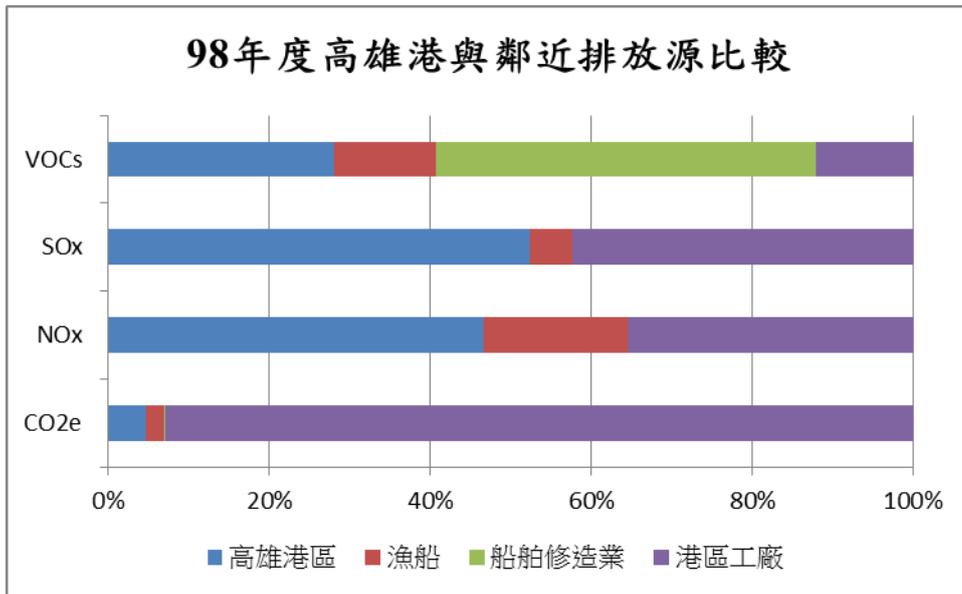


圖6.12 高雄港與鄰近排放源比較

6.2.5 花蓮港排放量

花蓮港 98 年的排放清冊整理於表 6-10，99 年整理於表 6-11 中，並作成圖 6.13 以利對照比較各排放源的排放比例。

花蓮港平均每年約排放 1,000 噸 NO_x，35 噸 VOC，90 噸 CO，800 噸 SO₂，100 噸 DPM，CO₂e 則約 6 萬噸。其中同樣以遠洋船舶的排放量佔的比重最大，其次是漁船，再其次依照排放源不同，CO₂e 為外購電力，DPM 及 NO_x 為港勤船，CO 及 VOC 為柴油卡車。

進一步針對遠洋船舶各階段的排放量，製作成圖 6.14。由圖可明顯看出 CO₂e、DPM、SO₂、NO_x、VOC 及 CO 都是停泊時的排放量最高，而輔助鍋爐與輔助引擎的排放量相近。

機具部分因花蓮港主要都是電力輸送機具，柴油機具只有少數挖土機與堆高機，而且提供資料的單位無法區分這二份資料，因此不針對機具作進一步比較。

表6-10 花蓮港 98 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO _{2e}	備註
98	外購電力	2	港務局	-	-	-	-	-	806	
	外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	2,003	
	自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	99	
	自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	2,227	
	柴油卡車	3	散貨	0	1	5	0	0.0	1,019	
	港勤船	1	港務局	1.1	0.1	0.1	0.2	0.1	75	
	港勤船	3	外單位	23.2	1.1	2.5	4.7	1.6	1,561	
	裝卸機具	3	外單位	0.2	0.0	0.1	-	0.0	667	
	漁船	3	漁船	60	3	7	13	4	4,296	
	遠洋船舶	3	停泊	512	16	43	479	58	26,988	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	339	10	28	310	38	17,446	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	81	4	8	58	6	3,462	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	19	1	2	18	2	989	輔助
	遠洋船舶	3	調度	12	0	1	11	1	601	輔助
	遠洋船舶	3	調度	3	0	0	2	0	134	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	5	0	0	4	0	229	主引擎	

表6-11 花蓮港 99 年排放量總表

公噸/年

年度	排放源	範疇	類別	NO _x	VOC	CO	SO ₂	DPM	CO ₂ e	備註
99	外購電力	2	港務局	-	-	-	-	-	1,036	
	外購電力	3	外單位	-	-	-	-	-	2,067	
	自有車輛	1	港務局	-	-	-	-	-	90	
	自有車輛	3	外單位	-	-	-	-	-	4,132	
	柴油卡車	3	散貨	0	1	5	0	0.0	1,060	
	港勤船	1	港務局	0.9	0.0	0.1	0.2	0.1	66	
	港勤船	3	外單位	70.0	3.5	7.8	14.8	5.1	4,912	
	裝卸機具	3	外單位	0.2	0.0	0.1	-	0.0	667	
	漁船	3	漁船	54	3	6	11	4	3,818	
	遠洋船舶	3	停泊	413	13	35	386	47	21,760	輔助
	遠洋船舶	3	停泊	286	8	23	261	32	14,709	鍋爐
	遠洋船舶	3	港外	74	3	7	51	5	3,058	主引擎
	遠洋船舶	3	港外	17	1	1	16	2	878	輔助
	遠洋船舶	3	調度	12	0	1	11	1	608	輔助
	遠洋船舶	3	調度	3	0	0	2	0	136	鍋爐
遠洋船舶	3	調度	5	0	0	4	0	224	主引擎	

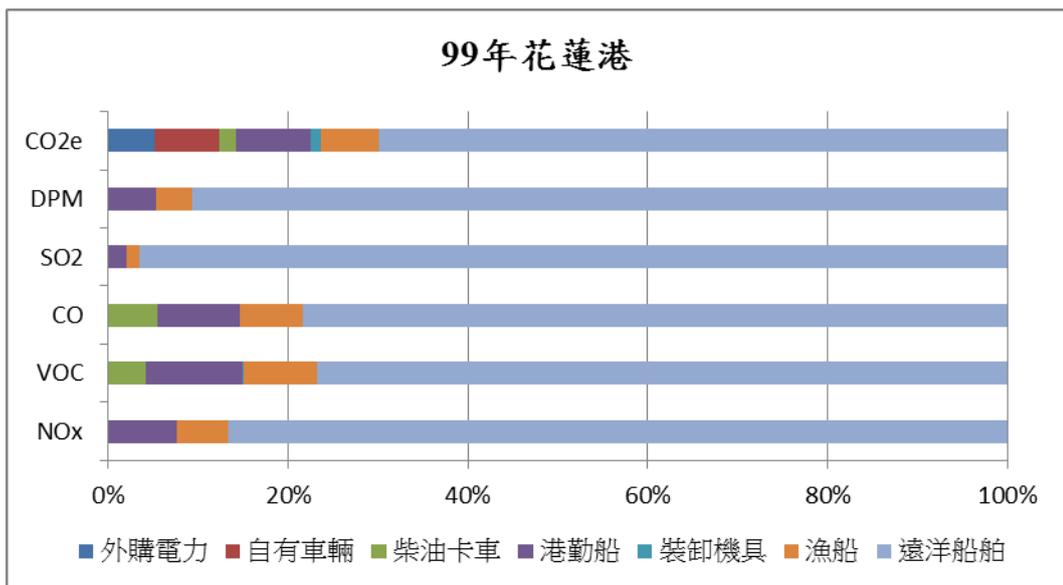
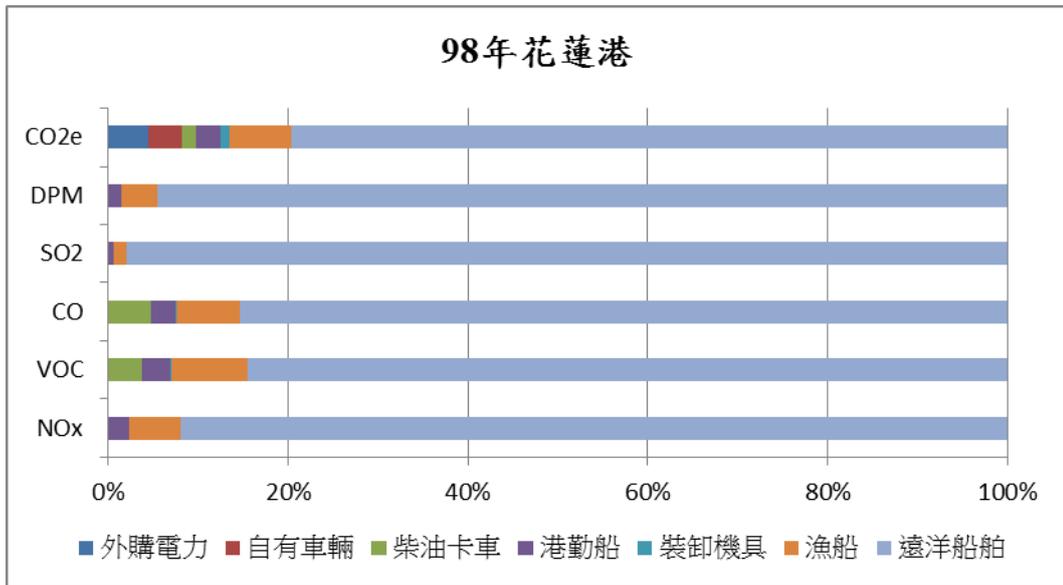


圖6.13 花蓮港各排放物排放源組成比例

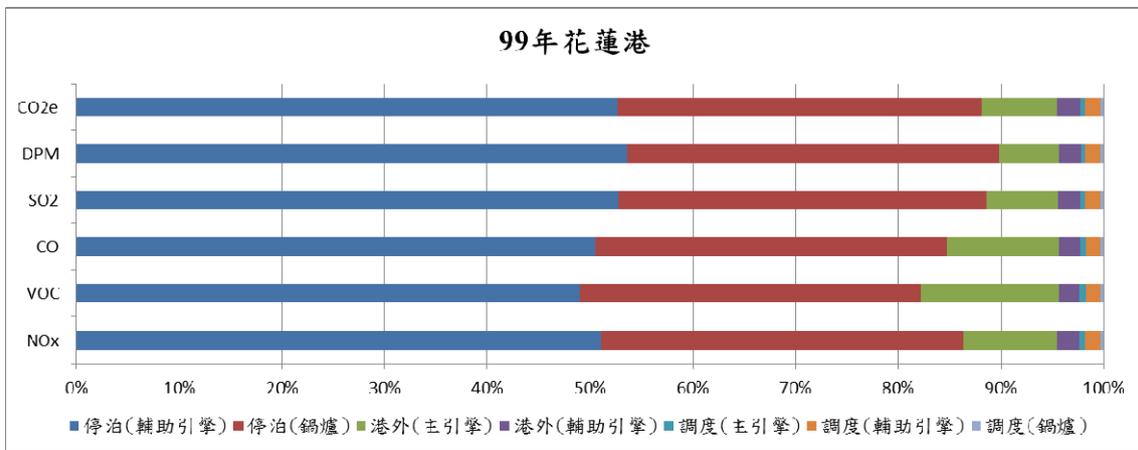
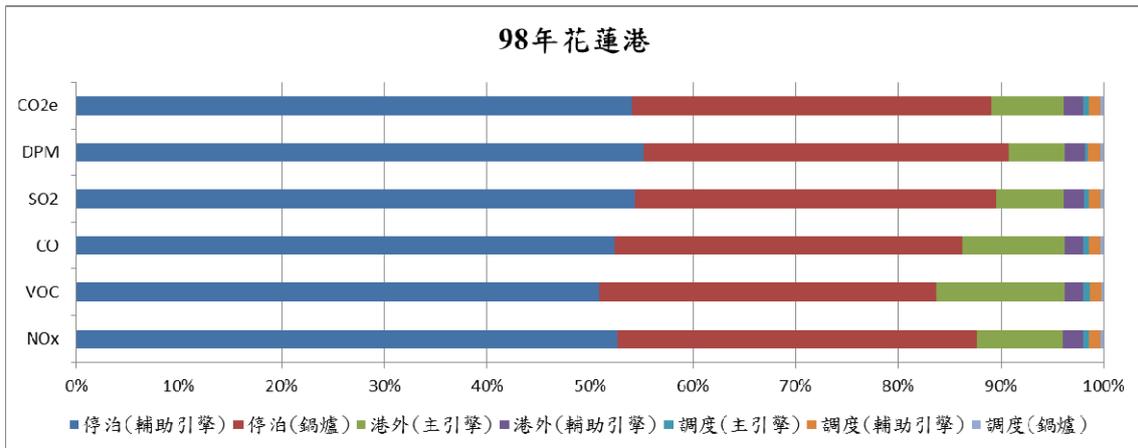


圖6.14 花蓮港遠洋船舶排放量分布

第七章 結論與建議

7.1 結論

本計畫已建立港埠地區船舶與機具車輛之空污（含溫室氣體）排放量及能源消耗量測方法與程序，並建置港區溫室氣體排放量調查作業手冊，透過座談會、說明會向各港宣導配合。唯需要民間廠商配合的部分，需視廠商意願，港務局認為暫時不需強制要求，也不建議訂定或納入公約要求。

目前已完成基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港四大港口的船舶、機具與運輸車輛等空污量及能源消耗的調查方法，可據以推估 98 年及 99 年度的空污及二氧化碳排放量。

進行機具、港勤船及柴油卡車惰轉等排放係數之驗證，提供推估排放量之用。結果顯示機具、港勤船與所用之係數應可用於本地，而推估出之柴油卡車惰轉排放係數，顯示與車齡沒有相關性。

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7-1 四大港平均年排放量

單位：公噸/年

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：

a. 高雄港區與高雄市之空污排放百分比約為：

SO_x 佔 67%

NO_x 佔 49%

b. 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%

本年度完成辦理一場次學者專家座談會、一場次各港座談會以及研討會，蒐集相關意見修訂計畫執行作法及未來建議。

許多廠商機具沒有工時紀錄或額定功率資料，無法用活動強度推估排放量，但是都會有用油紀錄，只是可能只有總油量紀錄，沒有個別紀錄，因此仍較適合利用用油量去推排放量，無法完全比照美國洛杉磯港的作法。本研究已透過適當的方式，將美國用來推估港勤船排放量的活動強度推估係數，轉為燃料係數。

高雄港停泊船舶的排放量明顯偏高，主因為平均停泊時數過長。可能是部分船舶在維修或故障，故無離港紀錄，不應將其靠岸時間全部視為正常停泊時的排放狀態。

在柴油機具排放量的推估上，各港以活動強度推估及以用油量推估所得之 CO₂e 的量差異極大。由於調查結果中，許多機具欠缺額定功率、工作時數等數據，係以同類別有提供數據之機具的平均值估算。且負載係數採用國外數值，可能因此造成較大之差異。由於各單位提供之用油量資料較齊全，因此採用用油量推估。

岸電的國際標準已陸續通過，技術規格不需再有疑慮。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。

7.2 建議

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。

遠洋船舶推估過程，有很多資料缺漏，需以假設值帶入，可能因此造成誤差。建議除了利用臺灣海域船舶動態資訊系統提供更準確的參數，並應作實地訪查驗證。

漁船應增加調查出廠年份及汽缸數，以利於更細緻地套用係數，增加排放量推估的可信度。

在柴油機具排放量的推估上，應進一步蒐集各機具之額定功率、研擬較合理之工作時數推估方法，並嘗試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。

門式機採樣，若人員不必在現地，廠商應會同意採樣。可考慮設計遙控啟動裝置，架設好採樣裝置後人員即離開，在預定時間內遙控啟動與停止。同樣模式亦可適用於跨載機的採樣。

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。

根據研討會資料及各港實作情形，裝卸機具油改電能明顯降低空氣污染排放量，且技術成熟，可優先推動。而飛輪技術亦已成熟，可進一步降低起重機的用電量。

船舶的 SO₂ 貢獻比重高，下年度可進一步評估油品差異造成的減量成效。

汽油車僅調查自有車輛，可嘗試評估外來汽油車之排放量。另可進行冷媒逸散量之初步評估。

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=1_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. 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。
17. 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>)
18. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2005” (2007).
19. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2008” (2009).
20. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions 2009” (2010).

21. Port of Los Angeles (POLA), “2006 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2009).
22. Port of Los Angeles (POLA), “2007 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2010).
23. Port of Los Angeles (POLA), “2008 Expanded Greenhouse Gas Inventory” (2010).
24. USEPA, “Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories” (2009).
25. POLB, “2006 Air Emissions Inventory” (2008).
26. The Port Of San Diego , “The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory” (2008).
27. 中華人民共和國交通運輸部網站
(<http://gkpc.moc.gov.cn/ShowNews.asp?ID=336>)
28. 中華人民共和國國家標準 GB/T 21339-2008 網站
(<http://www.51zbz.com/biaozhun/110527.html>)
29. 曾志煌等，「國際港裝卸機具調查研究」，交通部運研所，民國 88 年。
30. 朱金元等，「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」，交通部運研所，民國 98 年。
31. 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。
32. Eddy Huang, “Emissions Reduction and Technology Advancement,” Second Symposium on Global Emerging Environmental Challenges

- and Government Responses, November 6-9, CA(2009).
33. The Port of Los Angeles, California Climate Action Registry
Greenhouse Gas Emissions Inventory Calendar Year 2007, Dec., 2008
 34. 產業溫室氣體資訊網，<http://iggic.estc.tw/news/intro01.asp?id=1035>
 35. TURKISHMARITIME ,
http://www.turkishmaritime.com.tr/news_detail.php?id=7543&uniq_id=1291025782
 36. 交通部，2010年港口國管制論壇，臺北，2010年7月5日
 37. CARB, Port of Los Angeles(POLA), POLB,“San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan”(2006).
 38. Emissions Reduction and Technology Advancement,“Eddy Huang, Tetra Tech Inc”(2009).
 39. 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。
 40. Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009, p148(2010).
 41. 交通部運輸研究所，「運輸部門溫室氣體排放清冊推估手冊」，民國98年。
 42. 臺灣電力公司網站(<http://www.taipower.com.tw/quickLink/co2.htm>)
 43. Port of Los Angeles(POLA), “Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009,”p148-p158,(2010).
 44. 中油公司網站
(http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/ListPrice/ShowListPrice.asp?pn=37&showtype=1)

45. 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))
46. 經濟部能源局焦點新聞網頁
(<http://www.moeaboe.gov.tw/news/newsdetail.aspx?no=03&serno=00897>)
47. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC), “Climate Change 1996 ” (1996 年).
48. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) , “Climate Change 2001 ” (2001).
49. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) , “Climate Change 2007 ” (2007).
50. The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory, “The Port of sandiego” (2008).
51. 交通部 MTNet 航港單一窗口服務平台網站
(<https://web02.mtnet.gov.tw/>)
52. 高雄港務局網站
(<http://www.khb.gov.tw/file/InformBreaker/2324/6-5-1.htm>)
53. Man B&W, “Basic Principles of Ship Propulsion” (1990).
54. USEPA, Commercial Marine Inventory Development, July 2002.
EPA-420-R-02-019
55. 施國亮、吳鴻文、陳榮洪等人,「柴油混摻高黏度燃油之漁船用油研究」研究成果報告(完整版),民國 97 年。
56. 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，MOTC-IOT-99-H1DB013，民國 99 年。
57. Tetra Tech, Inc. “Draft use of shore-side power for ocean-going vessels white paper”, American Association of Port Authorities, May, 2007
58. 全球商船完成 10 億噸運力，
http://www.sinotrans.com/portal/wps/wcm/connect/sino+web+content/sino+web+content_big5/newscenter_big5/hangyezixunwebsite_big5/9c5508804794b494bec1be8760d110d0
59. World Port Source, <http://www.worldportsource.com/index.php>
60. 中國交通報，2010 年 6 月 30 日
(http://www.moc.gov.cn/zhuzhan/jiaotongxinwen/xinwenredian/201006xinwen/201006/t20100630_699517.html)
61. 黃細霞等，「典型港口岸電比較及對中國港口岸電的啟示」，港航節能，2009 年第 04 期
62. UKP&I CLUBLP Bulletin, 2010 年 10 月 15 日星期五
([http://www.epandi.com/ukpandi/resource.nsf/Files/ch721/\\$FILE/ch721.pdf](http://www.epandi.com/ukpandi/resource.nsf/Files/ch721/$FILE/ch721.pdf))
63. 「我國現階段船舶利用岸電問題探討」，中國水運，2010 年 9 月。
64. CARB, Section 93118.3. “Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth in a California Port.”
65. International Electrotechnical Commission (IEC) Technical Committee No. 18，
http://mydocs.epri.com/docs/publicmeetingmaterials/1106/7FNP3F4JZPH/E236437_NRE_Presentations.pdf
66. IEC 網站，

http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/9999923268

67. IEC , IEC/PAS 60092-510 , 2009
68. Patrik Ericsson、Ismir Fazlagic', "Shore-Side Power Spplly", Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2008
69. 袁慶霖、黃細霞、張海龍,「港口船舶岸電供電技術的研究與應用」, 上海造船, 第2期, 2010年。
70. 臺灣電力公司,「火力發電廠空氣污染改善之績效指標(98年版)」, 2010年
71. 中央政府總預算查詢及統計資料庫網站 ,
http://cache.moe.edu.tw/budget_ly/budget_ly_00/view4.php?db_project=budget_aremos&sub_type1=form&db_sub1=臺灣地區能源統計資料&sub_type2=clause_1&db_sub2=總發電量-毛發電
72. 宇泰工程顧問有限公司,「高雄港第115、116及117號碼頭改建工程船舶岸電系統規劃研究」, 2010年
73. OPS calculation tool , <http://www.ops.wpci.nl/costs/>
74. 梁啟源,「能源稅及其配套對臺灣經濟之影響」, 石油市場雙週報, 2007年10月
75. 百度網站
<http://z.baidu.com/question/173520213.html?fr=qrl&cid=183&index=4&fr2=query>
76. <http://161.207.1.13:82/gate/big5/oilinfo.cnpc.com.cn/ypxx/sycp/ypzs/qcy/-ifbase4-base24-svHTzcr00NS96cncLmh0bQ~~> 中國石油油品
訊息
77. 上海港口外高橋六期碼頭岸電試點項目方案論證, [http :](http://)

[//wenku.baidu.com/view/803649c5bb4cf7ec4afed002.html](http://wenku.baidu.com/view/803649c5bb4cf7ec4afed002.html)

78. http://www.cpc.com.tw/big5_bd/tmtd/ListPrice/price-05.asp?pno=41
中油油品行銷事業部-油品價格
79. MariTerm AB, Shore-side electricity for ships in ports, Case study with estimates of internal and external coast, prepared for the North Sea Commission, 2004-08-23
80. 臺灣電力公司 電價表
http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb/upload/files/11/main_3_6_3.pdf
81. 新西蘭泛洋船務有限公司，油價，
<http://www.vanocean.com/cn/News/index3.asp>
82. 楊文賢，「基隆港進口整裝貨櫃業務經營策略之研究」，基隆港港埠研究報告，2005 年
83. 任志強，「油品成份及添加劑對柴油引擎性能及引擎排放影響因素分析」(NSC94-EPA-Z-224-002)，2006 年
84. 李建科、王金全、金偉一、馬濤，「船舶岸電系統研究總述」，船電技術，2010 年 10 月。
85. 周振南，「船舶連接岸電系統簡介」，船舶設計通訊，第 2 期，2007 年 12 月。
86. 「岸電在中國的實現」，世界海運(World Shipping)，2010 年 10 月。
87. 科學人，「電動車，電從哪裡來？」，科學人，NO. 107, 2011 年 1 月號
88. 楊文賢，「基隆港進口整裝貨櫃業務經營策略之研究」，基隆港港埠研究報告，2005 年

89. 郭崇義、林隆晟、蔡清讚、簡伯珊，“柴油車惰轉排氣中粒狀與氣狀污染物之研究”，中華民國環境保護學會學刊，第 28 卷，第 2 期，第 174-184 頁(2005)。
90. 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”(2009)。
91. Port of Los Angeles(POLA), “Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009”, p148-p158(2010).
92. 任志強，“油品成份及添加劑對柴油引擎性能及引擎排放影響因素分析 (NSC94-EPA-Z-224-002) ”，(2006)
93. 行政院環境保護署，TEDS 7.1 排放清冊資料庫網站，
http://ivy2.epa.gov.tw/air-ei/new_main2-0-1.htm
94. 中國石油公司，超級柴油物質安全資料表，
http://www.cpc.com.tw/big5_bd/tmtd/files/超柴 MSDS991214_油銷.pdf，(2010)
95. 李建科、王金全、金偉一、馬濤，「船舶岸電系統研究總述」，船電技術，2010 年 10 月。
96. 周振南，「船舶連接岸電系統簡介」，船舶設計通訊，第 2 期，2007 年 12 月。
97. 「岸電在中國的實現」，世界海運(World Shipping)，2010 年 10 月。
98. 科學人，「電動車，電從哪裡來？」，科學人，NO. 107, 2011 年 1 月號
99. 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。

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-100-H1DB005

計畫名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：100年7月12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
萬能科技大學環境工程系 林紘原副教授		
1. 範疇一的排放源計 20 海哩，其 GHG、空污排放量建議都納入清冊統計。	本研究原即納入統計。	同意辦理方式。
2. 範疇二外購電力是指使用各港提供電力者？	範疇二外購電力是指港務局本身使用之電力，港務局幫各航商、租賃者代收代付電費之電力為範疇三之部分。	同意辦理方式。
3. 範疇三船舶部份者為近海漁船，建議其 GHG、空氣污染物排放量都納入清冊；遠洋船舶則依 GPS、航海動態資料切割在 20 海哩半徑（不是 20*20 海哩）範圍的船隻活動強度估計之。	近海漁船視同港勤船舶，排放量會全部納入。 遠洋船舶則依 GPS、航海動態資料切割在 20 海哩半徑內，而非 20 海哩見方範圍。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
4. 車輛部份，僅以港內陸域範圍為限，各港車輛應以攝影機（最好有車牌辨識系統）統計進出港區車輛、車輛之可行性最高，行駛距離可以參考 GPS 數據或表 5-4 或實際跟車等方式建議典型值。若採 GPS 其與表	以高雄港為示範調查對象時，發現貨櫃碼頭進出有攝影及車牌辨識，但是散裝碼頭進出並沒有。原本擬以車牌辨識紀錄特定貨種靠岸時的貨車運送量，但卸貨後可能進倉庫而非直接運送出港，因此實際	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。

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
5-2 之差距，請檢討原因。GPS 之系統誤差過大時，應求改進方法。	進出貨車無法代表該船貨物實際的貨車運送量，因此才考量以總貨物量推估車輛數。 行駛距離會持續調查，評估採用何種數據。	
5. P5-23, 表 5-12 排放係數如何算出，請提一例說明。並與表 5-2 的數據比較，並建議較佳方法。	期末報告中會提出說明，並進行比較，提出建議。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
6. 採用出倉貨的裝車證明單和船邊提貨證明單兩者之年度出貨量是否一致？由這兩種數據又如何確知單車次載量？請先檢討散裝貨車或大貨車之淨載重，檢討表 5-4 之合理性。	調查裝車證明單和船邊提貨證明單的目的是要知道每車次的載運量，而非調查總車次。如此可統計出各貨種的平均載貨量，才能檢討表 5-4 之合理性。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
7. 冷媒建議納入清冊。若認為排放量不具實質性，請提供量化數據說明之。	受限於本計畫資源，無法調查冷媒逸散量。將先蒐集文獻資料，列出調查方法，於期末報告中提出說明。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
臺灣發展研究院環境資源管理研究所 程萬里所長		
1. 就本計畫之主題而言，應以“港埠”與“節能減碳”為重心，前者而言，應以船舶為主要調查與監測之對象，未來之計畫可加入這方面之深入加強。	今年度計畫開始加強船舶部分的研究。	同意辦理方式。
2. 漁船(遠洋與近洋)之冷媒使用現況，應加入調查，對空污減碳應有作用，其重要性自不待	受限於本計畫資源，無法調查冷媒逸散量。	同意辦理方式。

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
言。		
3. 進出港區之車輛(包括重型柴油車等)，可改善之空間應有限，而環保署與國外已有頗多類似調查，可多作引用，本計畫應以強調”船舶”(貨輪之外，加入漁船)為主要方向。	車輛排放係數皆引用環保署或國外資料，本計畫僅做部分驗證。今年度起已加強船舶部分的調查。	同意辦理方式。
4. 肯定瑩諮科技之用心與努力。	謝謝委員鼓勵。	同意辦理方式。
國立中興大學環境工程系 鄭曼婷教授 (書面審查)		
1. 「港區溫室氣體排放量調查」作業手冊中，各類車種分類明確(包括小客車、汽油小貨車、柴油小貨車、大客車...等)，而有關船舶分類(p7-1)較不明確，宜提供排放清冊中船舶的種類及分類之相關資料。	車輛的排放係數與車種相關，但港勤船的排放係數一般只根據引擎，而沒有受船種影響，因此沒有特別說明。手冊中該部分已增加說明。	同意辦理方式。
2. 宜補充說明上半年度之工作進度表和具體工作項目及內容。	進度說明及具體工作項目與內容在每個月的報告皆有列出，因此未列在期中報告內。期末報告則受限於內容格式之規定，將不放入進度表。	同意辦理方式。
3. 本年度為四年計畫的第一年計畫，有關船舶的空污量及能源消耗現況調查係先完成高雄港的調查，或同步進行高雄港和其他國際港的調查，研究流程	期末報告中將補充具體說明。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實依據委員意見辦理。

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
宜提出具體的說明。		
4. 根據表 2-4 洛杉磯港的溫室氣體排放量比較，最大宗來自重型柴油車，其次遠洋船舶，而 p2-21 國內四大港口 98 年溫室氣體排放量遠洋船舶最大宗，且遠多於重型柴油車輛，後者是否被低估？請說明或分析原因。	洛杉磯港調查的重型柴油車行駛範圍涵蓋整個加州，我國調查時僅限於港區內，因此行駛距離遠低於洛杉磯港，所以相對而言，排放比例較低。	同意辦理方式。
5. 表 2-4 中，Municipal operation 及 Municipal Energy Consumption 的區別，請說明。	Municipal operation 係指港務局運作時的直接排放源；Municipal Energy Consumption 則是指港務局運作時外購的電力、蒸汽等能源生產時的排放量。	同意辦理方式。
6. 摘要中空氣污染 DPM 代表意義？表 4-1 引擎的排放係數 Gas Turbine 及 Steam Turbine 的 DPM 排放係數為零，亦請說明。	DPM(Diesel Particle Material) 指的是柴油引擎產生的粒狀污染物。由於美國環保署發現其為致癌物，因此特別列為管制對象。Gas Turbine 及 Steam Turbine 是早期船舶，非使用柴油燃料，因此不會產生 DPM。	同意辦理方式。
7. p2-11 第二段有打字錯誤請更正。	已修訂，謝謝委員指正。	同意辦理方式。
逢甲大學環境工程與科學系 梁正中副教授 (書面審查)		
1. 現為民國 100 年，若本年度以 98 年為調查基準年，則未來調查結果將均落後實際現況一年半至三年，建議盡力同步納入	規劃以 98 年為基準年，但每一年的例行調查皆是調查前一年，因此落差會縮短到一年以內。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實依據委員意見辦理。

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
更完整的 99 年調查結果，盡量縮短時間差。		
2. 表 3-4 排放量計算公式所用參數代號，應避免重復使用，例如 CF 是校正係數也是控制係數等，同表底部亦應註明各參數之中文名稱。	期末報告中將做補充。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實依據委員意見辦理。
3. 表 4-5 之船種別中所指「駛上駛下船」是否有其他通俗易懂名稱？而 (Ro/Ro) 是否錯誤？	「駛上駛下船」係指 Roll-on/roll-off ships，一般直接稱為 RORO or ro-ro，大陸則直接翻譯為「滾上滾下船」。請教港務局人員，皆直接稱 ro-ro。	同意辦理方式。
4. 報告書中各方程式編號勿與式子連在一起，請修正，而各章節出現圖之內容字體不清，亦請修正。	部分方程式格式跑掉，導致編號與式子相連，已全部完成修訂。各章節部分圖內容字體不清亦已修訂，感謝委員指正。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
5. 表 5-8 部份物種單車次載重量由工作團隊自行假設，其假設依據為何應說明，並估算可能之偏差範圍。	表 5-8 係文獻資料，本計畫下階段將對該表進行驗證。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
6. 附件一中，部份方程式編號有誤，請更正。	已修訂，感謝委員指正。	同意辦理方式。
7. 期末報告前欲完成漁船排放量推估，請一併將各港口之遊艇、海釣船等納入，並注意這些船會隨季節不同而有大幅航程差異。	因計畫資源有限，因此優先納入主要排放源，次要排放源未來計畫中會逐步納入。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。

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-100-H1DB005

計畫名稱：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：100年11月15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
臺灣發展研究院環境資源管理研究所 程萬里所長		
1. 岸電減量效益與成本之分析相當具體，應予肯定。若能將空污減少與進一步分析數據，並將空污減量效益納入；應可整理出一篇精彩之論文。這可將結果撰文稿投期刊 i.e.經濟部出刊之「工業污染防制」，亦可顯示本中心在空污與節能減碳所作之努力。	相關結果已投稿『臺灣地區港埠節能減碳』研討會，謝謝委員鼓勵。	同意辦理方式。
2. 本研究以港埠節能減碳為主旨，則尤其要對遠洋船舶與近海漁船，油品差異所造成空污如何估算？在下一計畫有無可能作進一步交待與說明。	此部分可以列入下年度計畫進一步研究之內容。已列入建議事項。	同意辦理方式。
3. 臺灣的4個港口由於營運不盡相同，空污排放量不同，自可理解，建議可針對此予以加強分析，排放量估算若有實測之數據則更有說服力。	今年度為首次建立各港排放量，已有初步分析於6.2節中。未來計畫會提高估算準確度，讓後續分析更有意義。	同意辦理方式。

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
國立中興大學環境工程系 鄭曼婷教授		
1. 期末報告宜提供工作量和工作成果表。	已補充於 1.5 節中。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
2. 此年度收集較完整資料，舉辦的專家研討會亦提供甚多國外實施的港區節能減碳技術及溫室氣體減量技術，宜說明可與國內港區實施的技術之可行性。	目前最可行的是貨櫃起重機的油改電技術，以及飛輪技術，已補充於建議章節中。	同意辦理方式。
3. 船舶排放的檢測已有一些數據，國外是否有相關的標準檢測方法，請說明。	國外普遍的作法是針對引擎於實驗中實測。限於本計畫的資源，因此採用現場實測的作法，所蒐集到的資料實測作法主要以 CEMS 裝設於遠洋船舶煙囪上，亦為本計畫無法執行之作法。	同意辦理方式。
4. 附錄 1-8-2 的表 8-1 有關我國電力溫室氣體排放係數宜說明其單位。不同單位的排放係數之關係亦請列表說明。	單位皆為公斤/度，已補充。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
5. 第八章結論部份，宜涵蓋說明原定的五項工作的結論。	結論部分已修訂，列為前五項結論。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
港灣技術研究中心 謝明志科長		
1. 本計畫在期末報告納入 99 年資料，資料收集分析之努力值得肯定。	感謝科長鼓勵。	同意辦理方式。

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
2. 在漁船用油的每小時排放量，不同年份類別的引擎，為什麼CO ₂ ，SO ₂ ，CH ₄ 等量都要相等，是否引擎設計並未在這方面有改善，請說明。	從蒐集到的文獻及本研究實測結果看，引擎年份對CO ₂ 排放係數沒有明顯影響，以 Off Road 2007 為例，CO ₂ 的劣化率為 0，而零時數排放量都相等。SO ₂ 主要與油中的含硫份相關，與引擎影響不大。本研究引用環保署報告中使用的係數中，CH ₄ 相等，但是也有文獻中使用的係數有年份差異，以 2%的 HC 估算。	同意辦理方式。
3. 在柴油機具排放量的推估值，各港 CO ₂ 的量,與 CO ₂ e 的量差異極大，為何如此，請說明。	CO ₂ e 係以油量推估，CO ₂ 的量係指以機具活動參數推估之結果。由於調查結果，未提供工作時數的機具係以同類別有提供數據機具的平均值估算，且負載係數採用國外數值，可能因此造成較大之差異。下年度計畫應針對此作進一步研究及修訂。已納入第 8 章結論建議中。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
4. 今年為計畫第一年，主要做各港溫室氣體及空污排放清冊，以做為後續計畫的依據，而資料建置重點放在高雄港，但高雄港較特別的地方，在於有一組資料是包含港區工廠，另一組資料未包含，後續節能減碳的規劃，會以那一組資料做基礎，擬請做好明確規劃。	港區工廠其實非商港法所能管轄之範圍，本年度納入調查，主因是提供參考，以概略瞭解高雄港受鄰近工廠之影響有多大。由於港區工廠皆為高雄市環保局列管範圍，未來仍應以未含港區工廠規劃節能減碳措施。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。

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
港灣技術研究中心 陳桂清研究員		
1. P2-21,P2-24 美國長提港與國內港口之五大排放源，排放量排序差異很明顯？是否取得之資料不全或國情不同？	主要應是調查範圍界定造成之差異。例如重型卡車，長提港將 500 公里內的排放量皆納入，若在臺灣要比照辦理，相當於卡車在全臺灣行駛的排放量都要納入，因此本研究僅調查在港區行駛部分的排放量，造成排放量的佔比較長堤港大幅下降。另外在臺灣火車的使用量非常低，亦造成差異。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
2. P4-40 表 4-20 顯示，各港口之排放量差異很大？是取得之漁船數量資訊不全呢？還是其它原因？	各港的漁船數量差異很大，主要是用油量差異造成，而高雄港除了用油量高，船數亦為其它各港的 10 倍數量。	同意辦理方式。
3. SO ₂ 排放量推估部份，表 p4-36 表 4-17 與 p4-27 表 4-12，柴油含硫量推估計算基礎？請說明之。	SO ₂ 需考量該係數推估之基礎，再依據實際推估時的油中含硫量做換算。例如原係數為 8，適用含硫 0.5% 之油品，實際推估之油品含硫為 1.5%，則使用推估之係數應乘以 3，亦即係數需修正為 24。根據港勤船實測結果，含硫量以 0.5wt% 做修正，可與實況相符，報告中已做修訂。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
4. P5-25、P5-29, SO ₂ 油耗推估公式，請詳細說明柴油化學成份有那些？註明 HC 包括那些成分？比例為何？如何驗證？推	柴油為混合物，未燃燒完全的 HC 在排氣分析儀中，一律轉換為正己烷(C ₆ H ₁₄)，因此檢測出來的 HC 為正己烷的當量濃度。一般是以 C 做質量平衡，	同意辦理方式。

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
估的準確性？(SO ₂ 之油耗量、排放係數)。	蒐集排氣中所有含C之物種加總，再回推油耗。因此僅須知道油品之元素比，不須知道詳細化學成分。本研究推估參考中油之柴油平均分子式：C _{15.37} H _{28.21} O _{0.23} 。即使在車輛實驗室亦用類似方法推估，若要直接實測油耗量，因怠速情轉油耗極微，誤差可能很大。	
5.研究報告部份 (1)建議第七章放置於附錄中。 (2)報告編撰格式： a.目錄(第一列,刪除,改為英文摘要) b.圖表目錄順序問題。 c. P3-4,第 3-2 節第 3 行，文獻註腳「56」，請修正加註正式報告編號。	(1)已調整放於附錄 6 中。 (2)已修訂。 a.已刪除誤植部分,改為英文摘要。 b.圖表目錄已改為圖在前,表在後。 c.參考文獻 56 已加註正式報告編號。	同意辦理方式。
交通部高雄港務局 楊宗進組長		
1. 第 4-43 頁表 4-22 各大洲已設置岸電之港口一覽表有關高雄港岸電設施設置現況，更新如下： (1)『高雄港洲際貨櫃中心 108 及 109 號碼頭岸電工程』已於 100 年 10 月 20 日開工，預定 101 年 4 月完工。 (2)『115-117 號碼頭岸電工程』配合碼頭改建已於 100 年 8 月 12 日開工，預定 103 年 7 月完工。 (3)港埠旅運中心現正規劃中。	已修訂，感謝提供資料。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司參照高雄港務局提供資料更新。

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
2.本期末報告第 4-55 頁內容所述，『根據高雄港務局提供 2009 年進出港貨櫃船資料，(各貨櫃碼頭平均停靠船舶次數為 384 次)，停泊時間平均為 17 小時 55 分鐘,...』，如依據該數據顯示，各貨櫃碼頭每日幾近停滿船舶，此與實際現況不盡相同，對於本局所提供資料之判讀，建請再次確認。	停泊時間平均值包含了移泊至浮筒後在浮筒停泊之時間，以及船舶靠岸維修之時間，因此會較實際靠泊時間高，報告中已補充說明。報告中亦特別列出中位數為 10 小時 30 分，應較接近實際平均值，故以停留時間 10 小時進形成本分析。	同意辦理方式。
3.貨櫃裝卸機具（門式貨櫃機具）改為電動或油電混合後之節能減碳分析，國際商船之排放量推估？	改為電動後之節能減碳效益大約與使用岸電相同，減碳效益為 14.7%；而改為油電混合後效益本年度未進行評估。 國際商船之排放量推估結果請見 4.4.1 節。	同意辦理方式。
交通部臺中港務局 陳瑞宏科長		
1. 第 5-19 頁表 5-11 重型柴油貨車車次推估結果，其備註：「假設煤碳 35% 輸送，水泥 50% 輸送」，本港 98 年煤岸運量總計 2,214 萬噸，其中 1,700 萬噸為台電公司臺中火力發電廠之發電燃煤，餘 514 萬噸其他民間進口煤碳；另 98 年水泥進口運量總計約 300 萬噸，均由卡	感謝提供資料，已進行修訂。備註說明修訂為：「高雄港假設煤碳 35% 由車輛輸送，花蓮港假設水泥 50% 輸送，臺中港煤依該港提供數據 23% 由車輛輸送」。	同意辦理方式。

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
車運出港區。		
2. 第 6-7~6-11 頁之 6.2~6.6，請以彩色圖表示，另各港溫室氣體主要排放源百分餅圖，建請亦顯示各港各排放源溫室氣體排放量。	感謝提供建議，已修訂。	同意辦理方式。
逢甲大學環境工程與科學系 梁正中副教授（書面審查）		
1. 港區空氣污染來自汽油使用之空氣污染物應將 NO _x 納入，因其量高而不應忽略。	汽油使用部分，本年度僅納入自有車輛部分，所佔比例不高。未來若可將外來汽油車輛納入，佔比提高，才可顯示較真實之數據。已列入建議事項中。	同意辦理方式。
2. 表 4-15 所列五次之港勤船排氣檢測結果中，CO 濃度較 NO _x 低，請再檢討是否分析或數據處理有誤；另外高 163 號船第一次檢測結果出現【NMHC】+【CH ₄ 】<【THC】，亦應為筆誤，請更正。	本研究中，柴油門式機與港勤船的檢測中，CO 濃度皆較 NO _x 低。一般燃燒效率提高，CO 會下降，但是 NO _x 不會降低，本研究之結果應屬合理。另查檢測代號 C3 中，THC 確為筆誤，已更正，感謝委員指正。	同意辦理方式。
3. 本計畫實測所得之排放係數請與 AP-42 之排放結果相比較，並說明其間的差異。	根據美國環保署網站的說明（ http://www.epa.gov/otaq/ap42.htm ），AP-42 的移動源部分已不再更新維護，且其中 nonroad 部分不包含船舶，因此無法找到適當的係數與港勤船檢測結果進行比對，請委員見諒。	同意辦理方式。

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
4. 4.4 節各類船舶排放量推估所引用之排放係數，本年度自行檢測所得排放係數，或仍延用 TEDS5.1 排放係數，請於表中註明。	已補充於各表附註中。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
5. 建議建立四個國際港之 98 與 99 年靠港總噸位數，其 CO ₂ e 之迴歸公式，並探討是否能由迴歸公式獲取一類的排放係數。	檢討本年度遠洋船舶推估之排放量尚有修訂空間，據以建立公式恐有很大誤差。未來在排放量推估較為正確之後，可嘗試建立此一公式，提供粗估排放量之用。	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實辦理。
萬能科技大學環境工程系 林紘原教授 (書面審查)		
1. 表 5-2 顯示，大貨車燃油效率值(L/km)高於大客車，何以表 5-20 CO ₂ 排放係數低於大客車甚多，也低於美國 POLA 測試值或交通運輸研究所的係數？請說明後兩者方法之差異。	表 5-2 為車輛行駛之燃油效率，除引擎外，受傳動系統、結構設計等影響；表 5-20 則是怠速狀態，僅與引擎惰轉狀態相關，與前述燃油效率之狀況不同。 怠速之排放係數受排氣量的影響較大，大貨車的排氣量一般小於貨櫃車及大客車，而美國 POLA 的重型卡車排氣量普遍大於我國，因此本研究中測試所得之大貨車排放係數會較低。	同意辦理方式。
2. P5-29 採用 24.5L/mol 是假設廢氣溫度是 25°C？實際排出時	廢氣進入儀器之分析室時，溫度降為 60-65°C (分析之工作	同意辦理方式，請瑩諮科技公司確實

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
的溫度應高於 25°C，請檢討修正。	溫度)，以此重新修訂期末報告 5.5 節。	辦理。
3. P4-23 表 4-10 何以 TEDS 5.0 與 TEDS 5.1 之排放係數差異大？又表 4-17 中港勤船 NO _x 排放係數 38.77g/L 明顯高於 C1~C5 的平均值(16.24g/L)應合理調降，主要影響因素是實測 CO 之排放係數較表 4-12 低，因此 NO _x 會大幅降低，同理 THC 則有低估之虞，主要是拖駁時燃燒效率降低所致，如果 CO ₂ 的排放係數是取平均估算，則必須分析出航行無拖駁與有拖駁的時間比例再以實測值做加權平均的排放係數，而非採用表 4-12 之值。	TEDS 5.1 之排放係數係環保署依據現況修訂之係數，因此應較 TEDS 5.0 適用。 表 4-12 的係數值參考國外數值，以考量各種不同工況之加權平均，包含了有拖駁、無拖駁等等，且包含了各式港勤船舶。本次研究僅針對拖船做檢測，以初步瞭解國外係數於本地之適用情形，但檢測範圍有限，故仍先採用表 4-12 之值。未來進一步確認後，可再依其結果進行排放量修訂。	同意辦理方式。
4. 表 5-12 中平均每車次怠速時間與實際車輛每次怠速時間之定義為何？請說明。	平均每車次怠速時間 = 總怠速時間 / 總進出車次 實際車輛每次怠速時間 = 總怠速時間 / 有怠速惰轉之車次 因為怠速超過 3 分鐘以上才列入怠速惰轉車輛，因此作以上區分，已補充於表 5-12 中。	同意辦理方式。
5. 摘要中提及岸電可以減少 17% 之溫室氣體，依表 4-27 為 14.7%，似乎有誤，又此一效率值與其他國或本國 4 座港口之間有何差異？請補充說明。	摘要中為手誤，已修正。此減量成效主要取決於台電的電力結構，如果以再生能源或核能發電的比例高，則改用岸電後的溫室氣體減量便提高。由	同意辦理方式，請瑩諮科技公司將船舶使用岸電設施之效益研究，列入後續辦理事項。

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
	<p>於台電將全台發電統一調配，各地區沒有不同發電來源之區分，因此四港的削減率皆相同。而以美國為例，若港口所在州的電力來源以再生能源為主，減碳成效就非常明顯。根據 2011 年 1 月號科學人的報導，美國部分地區發電以煤炭為主，改用電後反而增加碳排放量。</p>	
<p>6. 冷媒減量效益未分析。</p>	<p>港區主要的冷媒使用於冷凍貨櫃。根據訪談，貨櫃補充冷媒主要是在船上，一般會每天巡察一次冷凍貨櫃，若有異常則立即添加，但這些巡察及添加冷媒的作業都在海上進行。本年度冷媒逸散量調查未納入工作範圍，亦未蒐集冷媒減量作法。已建議下年度可進行初步調查。</p>	<p>同意辦理方式。</p>

附錄三

期末報告簡報資料

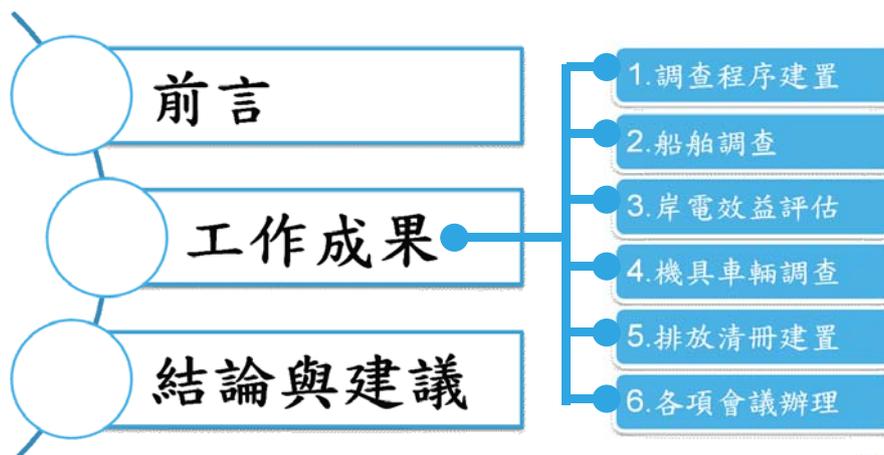


交通部運輸研究所

臺灣港埠節能減碳效益 提升之研究(1/4) 期末報告簡報



簡報大綱

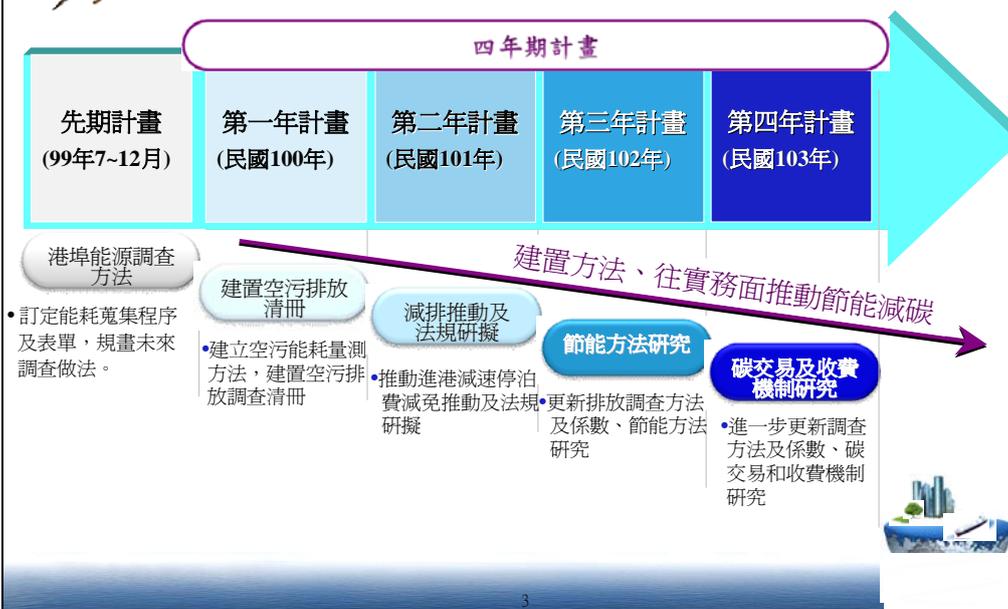




前言

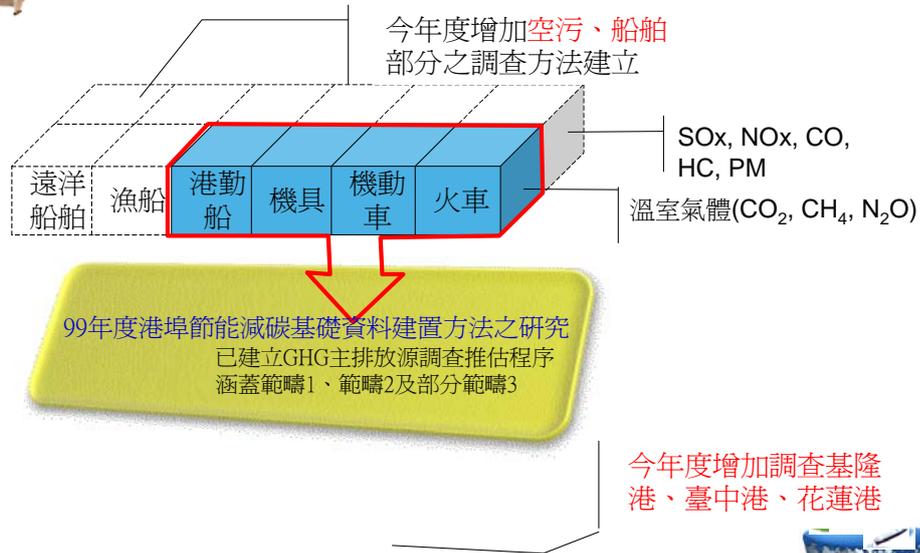


前言1— 緣起及方向





前言2 — 先期計畫成果



4

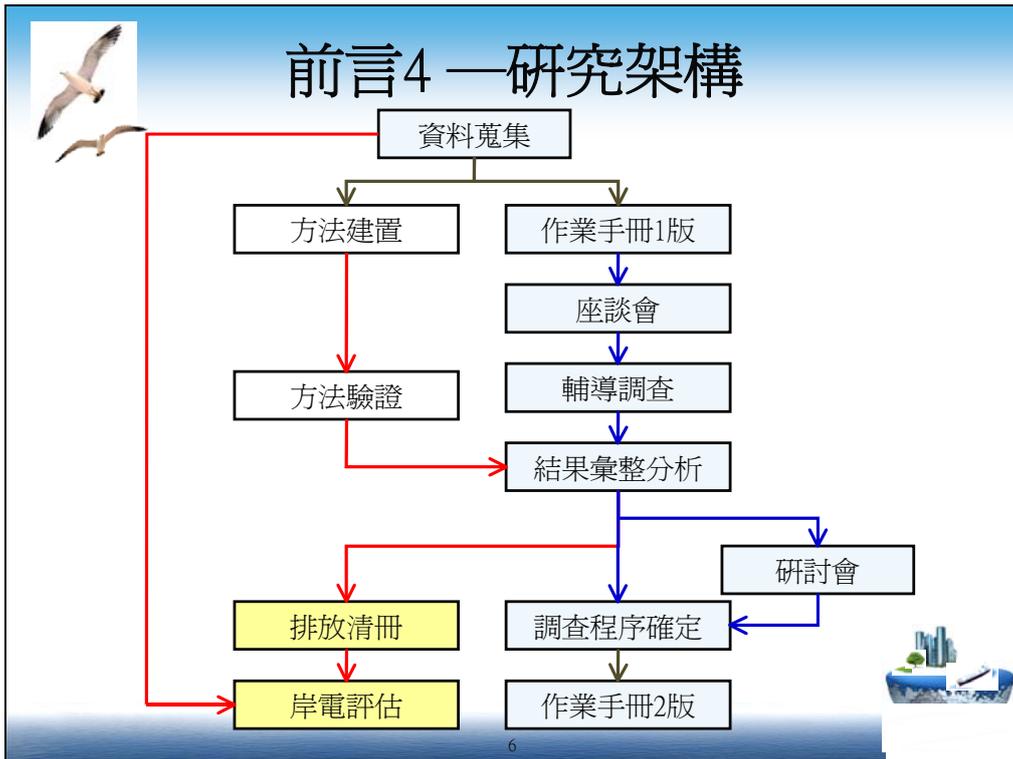


前言3 — 本年度工作內容

工作項目	
(A) 建立港埠船舶與機具車輛之空污能消耗量測方法&程序	<ol style="list-style-type: none"> 1 制訂「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」 2 研擬各港要求承租廠商協助調查及配合節能減碳措施之可行性
(B) 船舶空污能源調查	<ol style="list-style-type: none"> 1 建立遠洋船舶空氣污染及溫室氣體排放量推估方法 2 蒐集推估漁船排放量推估相關資料 3 評估岸電使用的空污及溫室氣體排放減量效益
(C) 機具與運輸車輛空污能耗調查	<ol style="list-style-type: none"> 1 推估港區重型柴油車行駛距離 2 建立港區非貨櫃車輛推估方法 3 建立不同類型重型柴油車活動參數
(D) 建置港埠與船舶空污排放調查清冊	<ol style="list-style-type: none"> 1 輔導港務局建置溫室氣體排放清冊
(E) 學者專家座談會及研討會	<ol style="list-style-type: none"> 1 辦理一場座談會，針對調查程序進行說明 2 辦理一場港埠節能減碳、排放量調查相關研討會

5

前言4 — 研究架構



- A. 範疇界定及污染源調查
- B. 溫室氣體調查手冊制訂
- C. 執行與修訂
- D. 推動事項

工作成果1 — 調查程序建置

A1 港區主要排放源

來源	排放源	污染物種類	產生區域
柴油車、柴油機具、柴油發電機、船舶	柴油	PM、NO _x 、SO _x 、HC、CO	各作業區、港口船舶、緊急發電機
汽油車輛、汽油機具	汽油	CO、NO _x 、HC	各作業區、公務車輛、員工通勤車輛
各類電動機具、照明設備、冷氣	外購電力	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O	各行政及作業區
柴油機具、船舶、柴油車	柴油		各作業區、緊急發電機
汽油機具、汽油車輛	汽油		各作業區、公務車輛、員工通勤車輛
滅火器、CO ₂ 焊接使用之逸散	二氧化碳	CO ₂	各行政及作業區、船舶修造廠
鋼板切割	乙炔	CO ₂ 、N ₂ O	船舶修造廠
化糞池氣體逸散	化糞池	CH ₄	廁所
冷氣、冷凍櫃、飲水機逸散	冷媒	HFCs	各建築、冷凍貨櫃堆置場、冷凍設備船舶

空污來源

溫室氣體來源

★本年度未列入調查範圍

★僅調查焊接用CO₂

8

A2 排放源資料來源

裝卸機具	重型柴油車	遠洋船舶	港動/漁船舶
<ul style="list-style-type: none"> ●逐一以電話及e-mail訪談廠商 ●港務局協調廠商主動提供 	<ul style="list-style-type: none"> ●透過場站抽樣訪談 ●港務局提供進出港區資料。 ●配合GPS調查 ●以進出貨量推估 	<ul style="list-style-type: none"> ●臺灣海域船舶動態資訊系統 ●各港務局船舶動態資訊系統 ●勞氏船舶註冊資料 	<ul style="list-style-type: none"> ●漁業署漁船監理資料 ●港務局漁船進出港資料 ●農漁局補貼油資資料 ✓ 漁船航程資訊系統 ✓ 漁業管理資訊系統

9



B1 制訂 《港區溫室氣體排

- ❖ 依據《99年度港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究》成果
- ❖ 共計10章，附Excel電子工具表單7張表

第一章 港區溫室氣體調查管理系統之建置 第二章 排放源鑑別

第三章 溫室氣體推估方法

第四章 裝卸機具相關公式與係數

第五章 重型柴油車及自有車輛相關公式與係數

第六章 柴油火車頭相關公式與係數

第七章 港勤船舶相關公式與係數

第八章 外購電力相關公式與係數

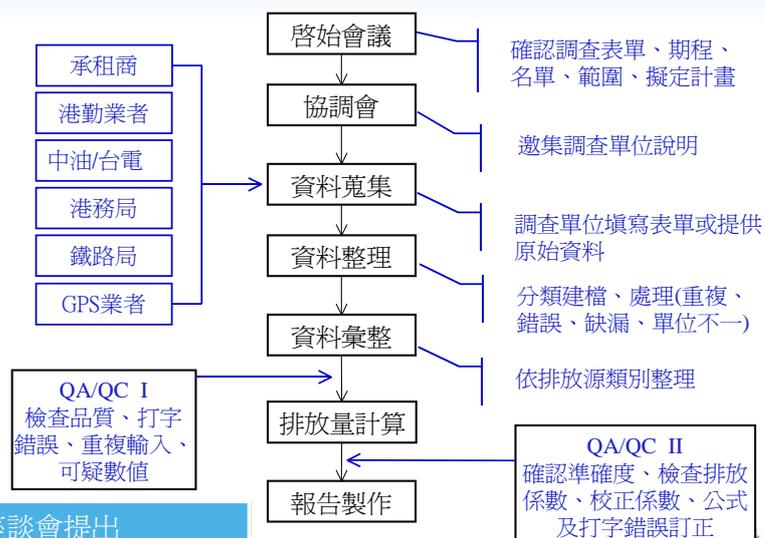
第九章 排放量計算

第十章 港區溫室氣體調查工具

10



C 調查程序執行與修訂



- 於5/25座談會提出
- 依會議意見修訂至1.12版
- 期末修訂至1.13版

11



D 推動各港區配合事項

- ❖ 一、各港依「港區溫室氣體排放量調查作業手冊」主導辦理
- ❖ 二、協調中油提供數據
 - 由客戶提供委託書
- ❖ 三、請各港區協助提供車輛、船舶動態資料
- ❖ 四、修改船舶帶解纜業務開放民營申請須知
 - 協助用油管理
 - 申請書需提報相關船舶及車輛資料
 - 月報表中增加用油量、各船作業時數等資料
 - 守約增加提供調查資料
- ❖ 五、修訂船舶貨物裝卸承攬業設置管理作業手冊
- ❖ 六、將提供資料之規定納入各承租商合約之可行性探討
- ❖ 七、公務統計報表
 - 1. 港區用電量
 - 2. 自動車道貨櫃車進出數

- 於5/25座談會提出
- 會後提供相關資料給台中港，供四港合一法規整合參考
- 除一、三項外，餘各港建議暫緩推動



12

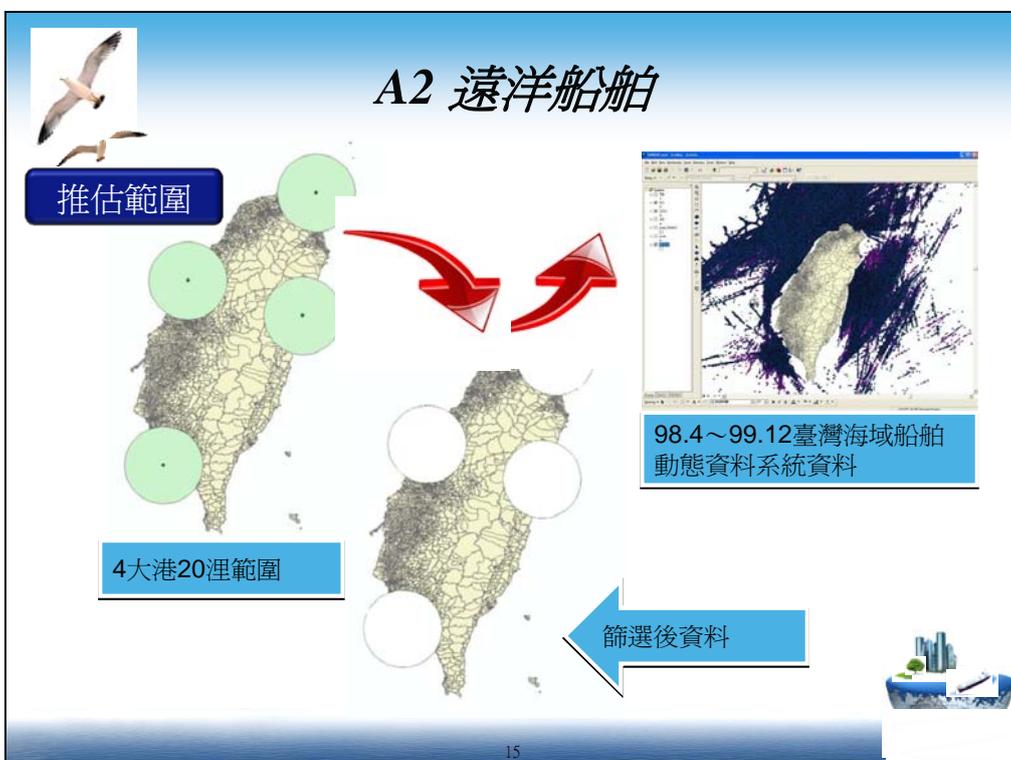
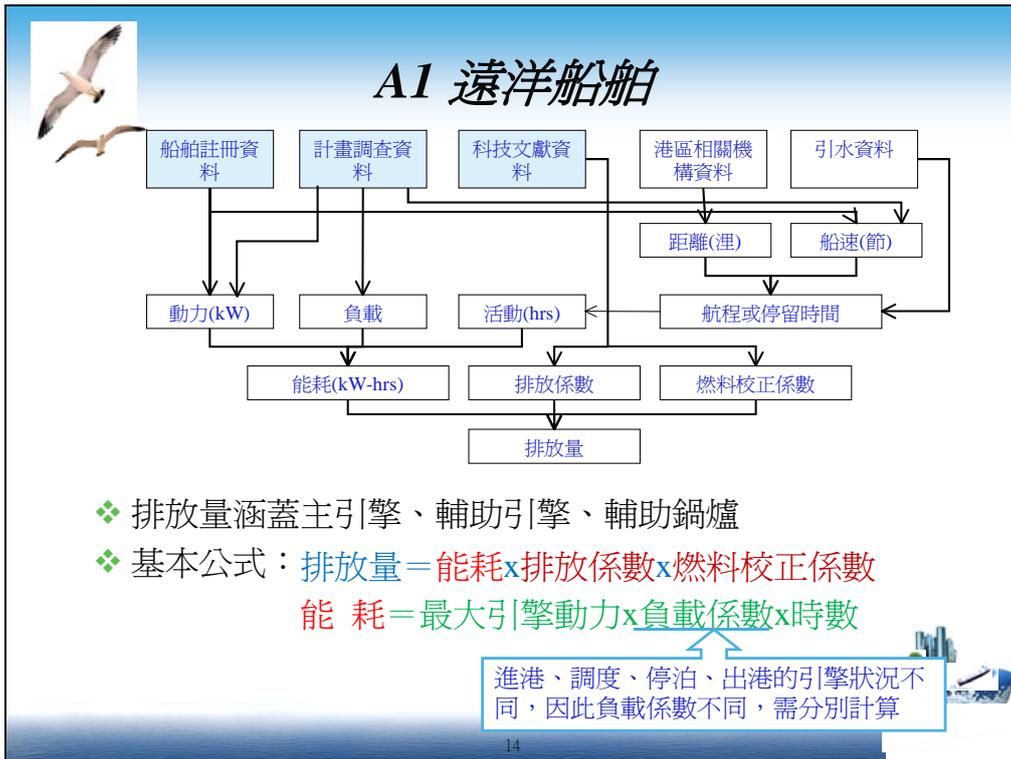


- A. 遠洋船舶
- B. 漁船
- C. 港勤船排放係數驗證
- D. 推估結果

工作成果2 一船舶調查



13



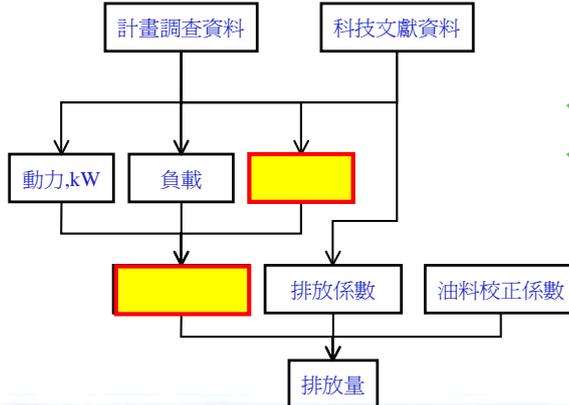


B1 漁船

港口	高雄港	台中港	基隆港	花蓮港
漁港數	7	1	1	1

❖ 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**



B2 漁船

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	NOx	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





C1 港勤船排放係數驗證

- 7/4 小馬力行進中採樣、中馬力作業中採樣
- 7/5 大馬力行進中、作業中採樣
- 樣品數據分析中

檢測對象	高雄港勤拖船4,400hp, 3,300hp及2,600hp
分析儀器	HORIBA ENDA 600, GC FID
分析項目	NOx, SO ₂ , CO, CO ₂ , O ₂ , 流量, THC, CH ₄
採樣方法	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。



製作採樣套管



安裝採樣套管



採樣中



C2 船舶排氣檢測

排放係數驗證結果

檢測代號	採樣時間(min)	碳排放係數(gCO ₂ /L)	推估油耗(L)	CO (g/L)	NOx (g/L)	SO ₂ (g/L)	THC (g/L)	CH ₄ (g/L)	NMHC (g/L)
C1	8.8	2730	54.6	2.8	22.6	9.4	1.1	0.016	1.0
C2	5.7	2730	20.5	2.4	19.2	8.8	1.2	0.019	1.2
C3	9.5	2730	71.1	4.5	11.9	10.8	9.6	0.032	8.2
C4	9.7	2730	46.4	4.2	13.0	7.0	15.2	0.041	15.1
C5	9.5	2730	88.8	5.1	14.5	12.8	20.3	0.035	20.2
環保署TEDS 資料庫	[TEDS5.0]前			0.5	2.66	25.5	0.4	—	0.4
	[TEDS5.1]後			9.3	41.8	25.5	2.9	—	2.9
表4-12港勤船（漁船） 燃油排放係數表				4.35	38.77	8.31	1.98	0.36	1.62

此係數由本計畫依據文獻作
轉換，比對較接近實測值。

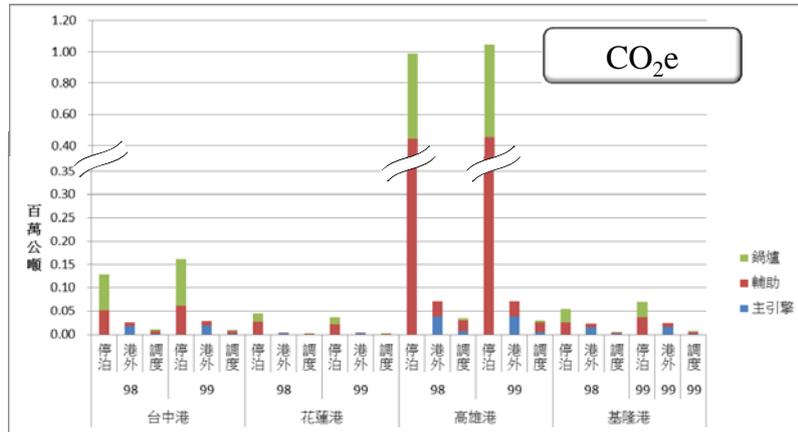
註：環保署TEDS資料庫中SO_x排放係數=17S（S：含硫份），因港務局的拖船使用海運重柴油，因此此處柴油含硫量以1.5%代入，故漁船柴油燃燒SO_x排放係數=17S=17×1.5=25.5 kg/kL。



D1 遠洋船舶推估結果

CO₂e推估

高雄港船舶停泊時數偏高，可能是維修船舶造成的偏差。



20



D2 漁船推估結果

推估結果

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	540	28	61	116	40	38,055	1.1	5.0	38,502
	99	486	25	55	104	36	34,216	1.0	4.5	34,617
台中港	98	180	9	20	39	13	12,700	0.4	1.7	12,849
	99	154	8	17	33	11	10,815	0.3	1.4	10,941
高雄港	98	9335	476	1,048	2,000	686	657,290	19.1	85.7	664,996
	99	8640	441	970	1,851	635	608,318	17.6	79.3	615,451
花蓮港	98	60	3	7	13	4	4,246	0.1	0.6	4,296
	99	54	3	6	11	4	3,774	0.1	0.5	3,818

註： $CO_2e = CO_2 + 21 \cdot CH_4 + 310 \cdot N_2O$

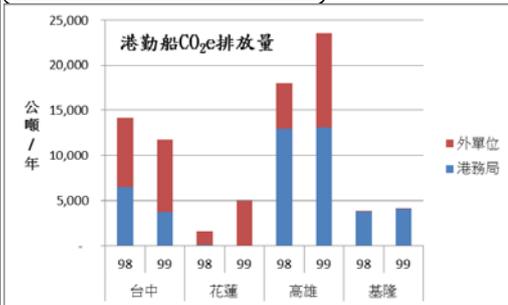
21



D3 港勤船推估結果

推估結果

溫室氣體排放量



空氣污染物排放量

地區	年度	類別	NOx	VOC	CO	DPM	SO ₂
台中	98	港務局	100.8	4.6	10.3	6.7	19.4
		外單位	118.0	5.5	12.2	7.9	23.1
	99	港務局	56.4	2.7	5.9	3.8	11.1
		外單位	122.2	5.8	12.9	8.3	24.2
花蓮	98	港務局	1.1	0.1	0.1	0.1	0.2
		外單位	23.2	1.1	2.5	1.6	4.7
	99	港務局	0.9	0.0	0.1	0.1	0.2
		外單位	70.0	3.5	7.8	5.1	14.8
高雄	98	港務局	199.8	9.3	20.7	13.4	39.0
		外單位	85.7	3.6	7.9	5.1	14.9
	99	港務局	201.9	9.4	20.9	13.5	39.5
		外單位	185.0	7.4	16.5	10.7	31.1
基隆	98	港務局	65.5	2.7	6.0	3.9	11.3
		外單位	1.5	0.1	0.2	0.1	0.3
	99	港務局	71.3	2.9	6.5	4.2	12.2
		外單位	1.5	0.1	0.2	0.1	0.3

CO₂e=CO₂+21*CH₄+310*N₂O

單位：公噸/年

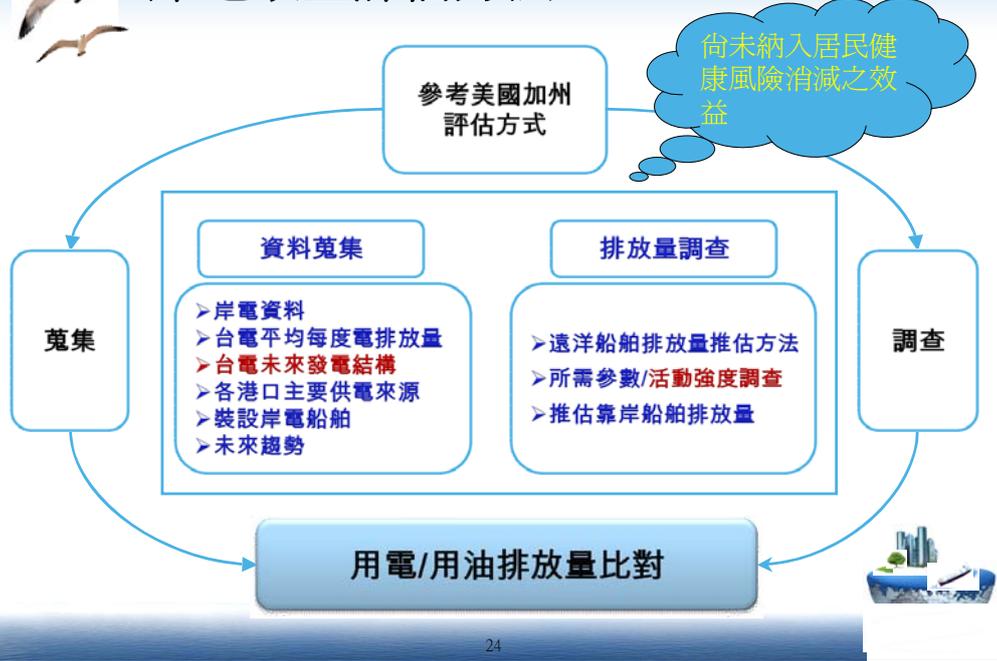


工作成果3 一岸電效益評估





A 岸電效益評估方法



B 岸電污染減量評估

以98年度為例進行評估

能源別	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂ (e)
重油	1.0	14.7	12.3	722
柴油	0.3	13.9	4.3	722
台電供電	0.011	0.178	0.161	616

	PM	NO _x	SO ₂	CO ₂
重油	98.9%	98.9%	98.5%	14.7%
柴油	96.2%	98.8%	95.9%	14.7%

註：發電量資料來源為中央政府總預算查詢及統計資料庫網站，98年度全國消費電量；排放量資料為該年度台電火力發電廠總排放量。



C 岸電國際標準發展現況評估

三大組織 (ISO, IEC, IEEE) 整合國際標準中

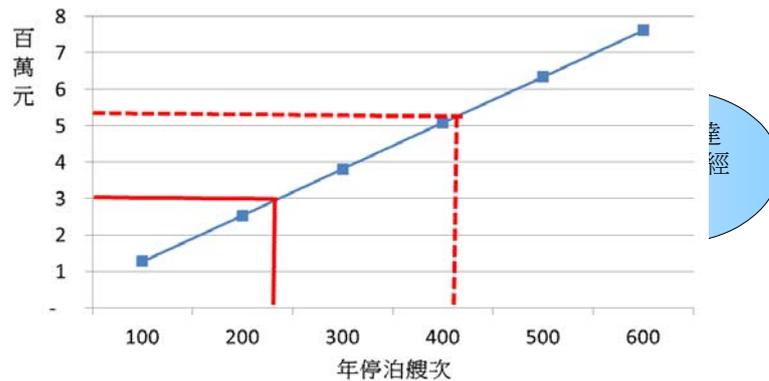
標準	內容	現況
IEC/ISO/IEEE 80005-1	高壓岸電(HVSC)一般要求	2011.8.5投票通過，即將公布最終國際標準草案(FDIS)，預定2012可成為國際標準(IS)。
IEC/ISO/IEEE 80005-2	HVSC溝通介面描述	剛提案，最快2013成為IS
IEC 62613-1	HVSC的插頭插座一般要求	已發行IS
IEC 62613-2	HVSC的插頭插座各類船舶配件要求	2011.11.4投票通過後，預定2011.12.17發行IS

26



D 岸電減量效益與成本

年停泊船數與減量效益



240艘次還
折舊期滿後
經濟效益

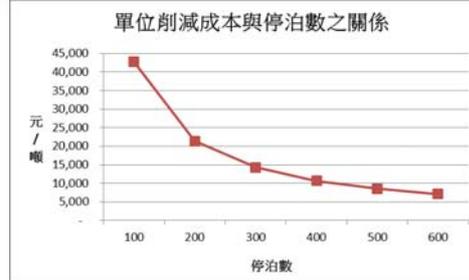
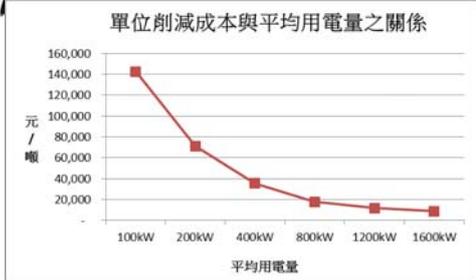
排放物種	PM ₁₀	NO _x	SO ₂	CO _{2e}
其它措施減量成本 (元/噸)	88,212	53,790	45,919	2,967

效益 = Σ (削減噸數 X 削減成本)
以每艘船每次停泊10小時，平均用电量1000W推估。

27



E 岸電減量效益與成本



以每艘船每次停泊10小時，年平均停泊300艘推估。

以每艘船每次停泊10小時，平均用電量1000W推估。

- 使用岸電，減少空污明顯，但減碳成效有限。
- 空污減量效益需納入，才能符合成本效益。若納入居民健康風險成本，效益應會更加提升。
- 我國供電有不需變頻之優勢，專用碼頭可優先設置
- 國際標準即將建立，仍有費率問題需克服。



工作成果4 — 機具車輛調查





A 前期計畫執行檢討

- ❖ 港區內行駛距離估算
 - 由地圖估計各碼頭行駛距離後平均，未作各碼頭車輛數比例之加權
 - 地圖上之距離不一定為實際行駛距離
- ❖ 柴油貨車進出數量
 - 以進出口貨櫃、貨櫃自動車道進出數、散裝貨重量推估等方法，差異可能很大
- ❖ 其它活動參數
 - 未區分貨櫃車及散裝車，二者活動特性可能不同



30



B 港區行駛距離估算

- ❖ 區分貨櫃及非貨櫃碼頭，以年度停靠船舶總噸數做加權修正平均行駛距離

單位：公里

港口	貨櫃碼頭	散裝碼頭	總平均	環保署數據 ^[16]
基隆港	1.03	1.03	1.03	1.02
臺中港	6.31	7.66	7.05	6.96
高雄港	4.24	3.88	4.19	3.85
花蓮港	-	1.97	1.97	2.97



31



C1 重型柴油車輛數推估 ❖ 貨櫃車

建立換算係數

依據標準貨櫃數、實際貨櫃數、實際貨櫃車數建立換算係數

港口	A標準貨櫃數/貨櫃數	B貨櫃數/貨櫃車
基隆港	1.5	2.25
臺中港	1.4	
高雄港	1.5	

貨櫃車 = 標準貨櫃數 / A/B

B 依據高雄港98年進出轉口貨櫃及進出港貨櫃車資料推估

推估結果

年度	基隆港	高雄港	臺中港
98	422,864	1,666,832	305,728
99	485,752	1,270,542	364,721



C2 重型柴油車輛數推估 ❖ 散裝貨車

散裝雜貨年進出口數量

各類散裝雜貨每車次載貨量

進出車次 = 年進出口量 ÷ 每車次運量

目前瞭解最可行之作法

- 出倉貨物裝車證明單
- 船邊提貨證明單
- 調查車輛最大載重

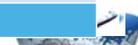
修訂車次運量推估基準表

調查四大港散雜貨類別，98-99進出口數量

推估結果

類別	98年度			99年度		
	貨櫃車	散裝貨車	車次合計	貨櫃車	散裝貨車	車次合計
基隆港	422,864	421,986	844,850	485,752	397,766	883,518
臺中港	305,728	1,193,347	1,499,075	364,721	1,471,377	1,836,098
高雄港	1,666,832	1,809,972	3,476,804	1,270,542	1,957,223	3,227,765
花蓮港	-	425,532	425,532	-	442,458	442,458

假設煤炭35%輸送，水泥50%輸送





D 重型柴油車活動參數調查

以GPS資料抽樣調查

- 分析各車至各碼頭之相關資料
- 將碼頭分類為貨櫃與散貨，分別統計相關參數

港口	類別	平均速度 (km/h)	統計車次	平均每車進港時間(min)	平均每車靜止時間(min)	平均每車次怠速時間 (min)	怠速車輛實際每次怠速時間(min)
台中港	散貨	32.4	6,023	75.9	49.1	1.4	10.8
	貨櫃	30.0	7,058	61.1	31.0	1.6	-
高雄港	散貨	17.0	19,062	49.0	41.9	1.9	9.3
	貨櫃	21.9	35,885	35.9	23.1	5.9	6.8
基隆港	散貨	16.6	7,207	54.9	42.8	0.1	24.2
	貨櫃	16.5	5,429	51.3	41.2	0.0	6.5
花蓮港	散貨	15.0	5,430	21.6	17.8	0.0	-

100.8.3-9.1 進出四大港口車輛抽樣統計

34



E 柴油車排放係數驗證

排放係數

行駛中係數使用環保署公告值
怠轉係數自行檢測638輛車進行推估

氣體重量濃度(g/L) = 積濃度(%) ÷ 24.5L/mol × 莫耳重 g/mol

車種	檢測數量 (輛)	NOx (g/hr)	HC (g/hr)	CO (g/hr)	CO ₂ (g/hr)	SO ₂ (mg/hr)	油耗 (L/hr)
散裝貨車	370	20	1.2	21	3,590	80	1.37
貨櫃車	202	31	1.6	29	4,806	108	1.84

車輛怠轉狀態



接排氣管



檢測HC/NO/
CO/CO₂/O₂轉速

HORIBA MEXA 584L 汽車排氣分析儀

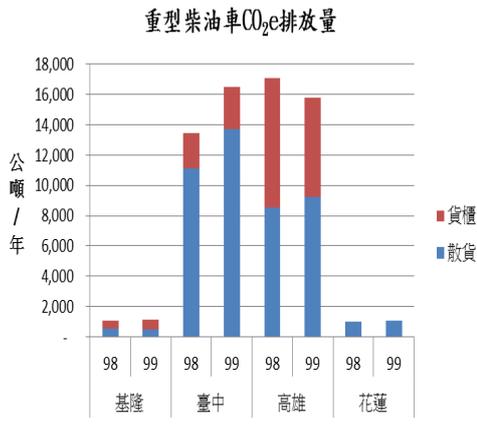
除CO₂外，其餘污染物怠轉排放量極低

35



F 柴油車排放量推估結果

溫室氣體排放量



空氣污染物排放量

單位：t/y

港口	年度	車種	NO _x	VOC	CO	DPM	SO ₂
基隆港	98	散貨	0.121	0.463	1	0.04	0.0006
		貨櫃	0.122	0.466	1	0.04	0.0007
	99	散貨	0.114	0.437	1	0.038	0.0006
		貨櫃	0.14	0.535	1	0.046	0.0007
臺中港	98	散貨	2	15	50	0.85	0.0183
		貨櫃	0.482	3	8	0.179	0.0033
	99	散貨	3	18	62	1	0.0225
		貨櫃	0.575	3	9	0.214	0.0039
高雄港	98	散貨	178	28	138	11	0.1579
		貨櫃	179	29	139	11	0.1591
	99	散貨	192	31	149	12	0.1707
		貨櫃	136	22	106	8	0.1213
花蓮港	98	散貨	0.218	1	5	0.078	0.0017
	99	散貨	0.227	1	5	0.081	0.0017

36



G1 柴油機具排放係數驗證



HORIBA ENDA 680 分析
SO₂/NO_x/CO/CO₂/O₂/水份



HC分析儀分析
THC/CH₄/NMHC

參考方法

監測項目	環檢所參考方法
SO ₂	NIEA A 413.74C
NO _x	NIEA A411.73C
O ₂	NIEA 432.73C
CO	NIEA A704.04C
CO ₂	NIEA A415.72A
HC	NIEA 723.72B

與美國加州Off Road 2007模式
推估結果比較

37

G2 柴油機具排放係數驗證

驗證結果



編號	採樣時間 (min)	排氣量Qn (Nm3/min)	CO ₂ (kg)	CO (g)	NOx (g)	THC (g)
TT-8	15	5.07	5,828.3	10.6	41.7	1.48
TT-6	20	5.94	11,591.6	18.5	81.7	1.49
單一貨櫃吊掛排放量			728.5	1.3	5.22	0.19
			724.5	1.2	5.11	0.09

Off Road 2007模式推估比較



模式推估值較實測值為高，可能因實測不含實櫃吊掛及移動狀態。

	CO ₂	CO	NOx	THC
零時數排放(ZH)	568.3	2.7	8.17	0.68
劣化率(DR)	0.00E+00	7.14E-05	1.89E-04	3.15E-05
現代機具年份	1996	1996	1996	1996
年使用時數	4,513	4,513	4,513	4,513
計算年度	2011	2011	2011	2011
累積時數	67,699	67,699	67,699	67,699
排放係數	568.30	7.53	20.97	2.81
負載係數	0.20	0.20	0.20	0.20
運轉時間(h)	0.25	0.25	0.25	0.25
推估排放量(g)	12,786.75	169.51	471.71	63.28

單一貨櫃吊掛排放量相同

38

G3 柴油機具排放量推估結果

港口	年度	單位	NOx	VOC	CO	PM	CO ₂	CO ₂ e
台中港	98	外單位	83	10	30	7	4,180	1,759
	99	外單位	102	12	37	9	4,966	2,124
花蓮港	98	外單位	0.176	0.029	0.091	0.023	12	667
	99	外單位	0.179	0.03	0.092	0.024	12	667
高雄港	98	外單位	1,167	130	529	86	66,387	48,529
		港務局	0.543	0.051	0.194	0.036	46	21
	99	外單位	488	58	253	38	27,941	19,939
		港務局	0.343	0.029	0.113	0.02	30	14
基隆港	98	外單位	6	0.567	2	0.406	400	138
		港務局	43	4	10	3	2,184	711
	99	外單位	6	0.981	3	0.819	392	219
		港務局	45	4	11	3	2,184	255

註：CO₂e係利用油量推估，其餘皆以Off Road 2008模式推估。

以Off Road 2007模式推估之CO₂排放量高於以油量推估之值。

可能原因

部分機具缺工作時數、馬力值等資料可能採用之假設值偏高。負載係數設定值可能偏高。

39



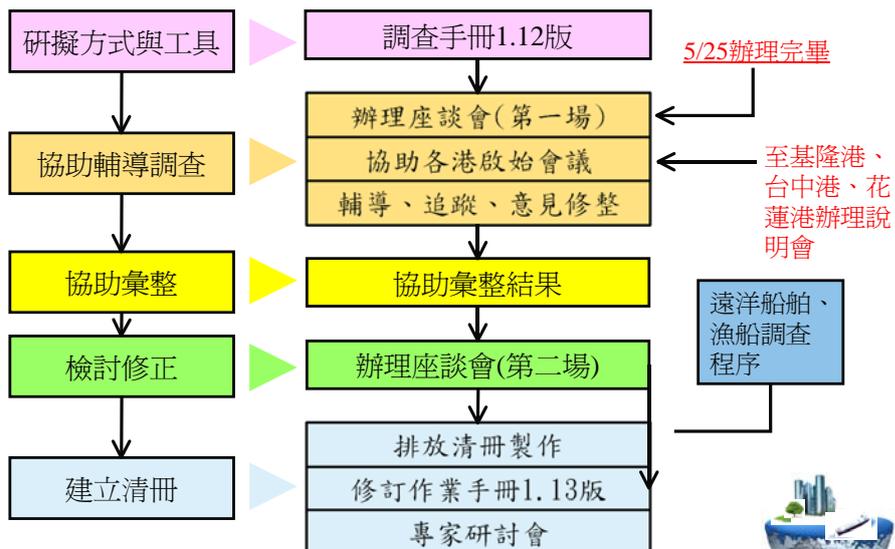
工作成果5 – 排放清冊建置



40



A 輔導港務局建置資料

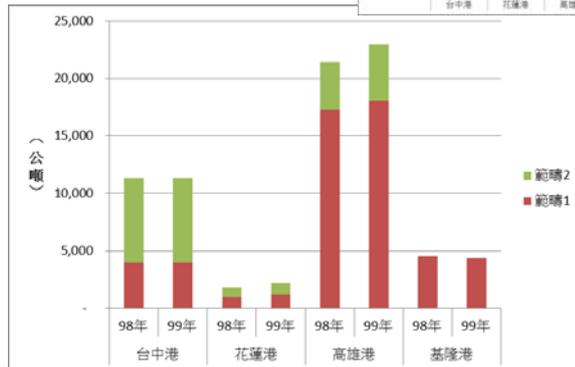
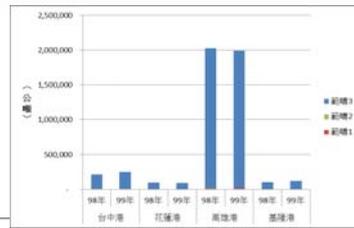


41



B1 建置排放清冊

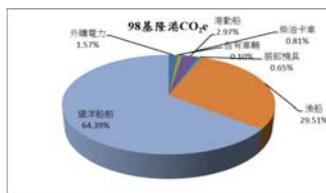
- ❖ 四港概況-以CO₂e為例
 - 範疇3 >> 範疇1 + 範疇2
 - 排除範疇3進行比較



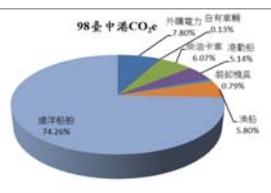
B2 建置排放清冊

各港CO₂e排放量組成

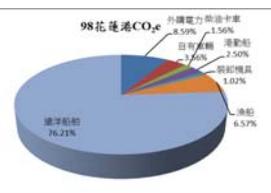
基隆港



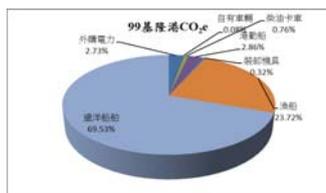
臺中港



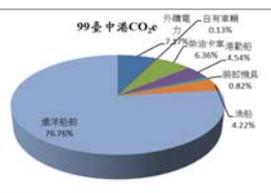
花蓮港



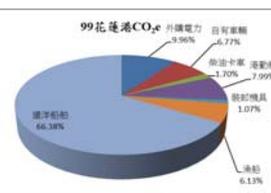
基隆港



臺中港



花蓮港



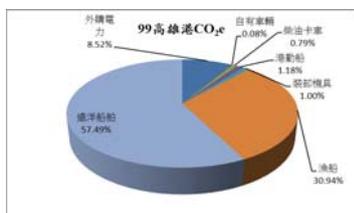
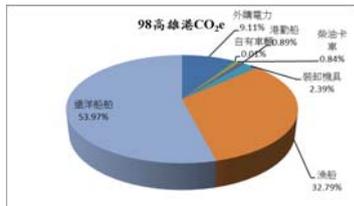


B3 建置排放清冊

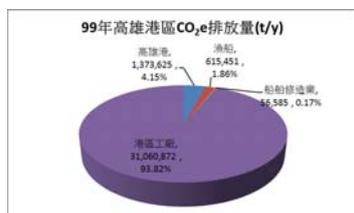
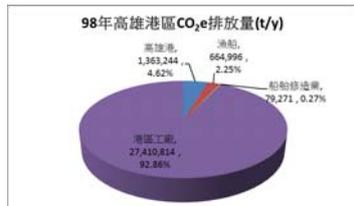
高雄港CO₂e

漁船、造船廠、工廠不納入原手冊調查範圍

不含港區工廠



含港區工廠



B4 建置排放清冊

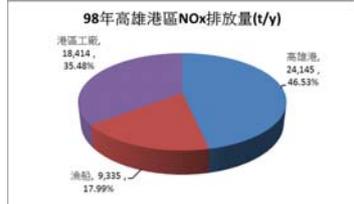
高雄港NO_x

造船廠、工廠合併統計

不含港區工廠



含港區工廠



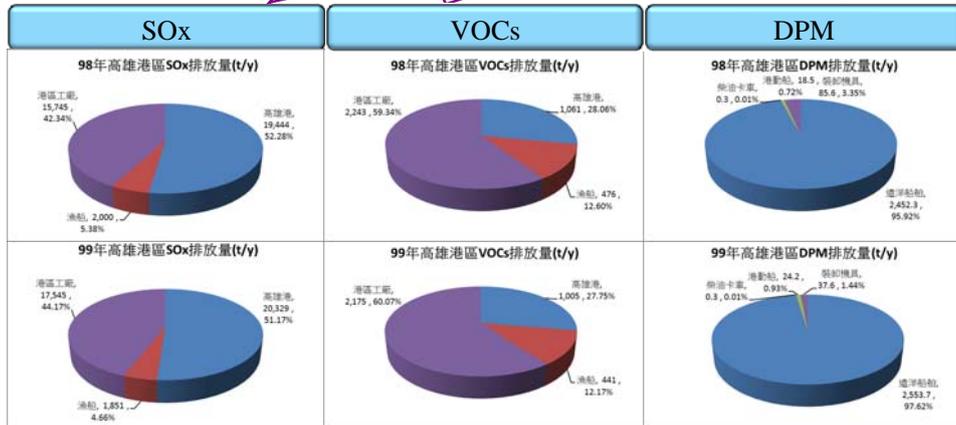
B5 建置排放清冊



高雄港

造船廠、工廠合併統計

無造船廠、工廠資料



工作成果6 - 各項會議辦理





A 第一次座談會



第一次座談會



目的	會議內容	參與人員
<p>教育訓練 協調配合事項</p>	<ul style="list-style-type: none"> 計畫介紹 教育訓練 <ul style="list-style-type: none"> 溫室氣體調查方法及程序 調查手冊使用方式 本計畫需各港口配合事項 岸電介紹 各港口推動問題討論 	<ul style="list-style-type: none"> 6港口16人 港研中心 瑩諮公司
時間	地點	型態
<p>100年5月25日 9:00-12:30</p>	<ul style="list-style-type: none"> 港研中心二樓簡報室 	<p>教育訓練講習會</p>



B 第二次座談會（專家座談會）



第二次座談會

座談會規劃	會議目的及內容	參與人員
	<ol style="list-style-type: none"> 港區船舶排放驗證之監測技術 港區柴油機排放減量技術 港區排放量之推估技術 計畫執行方向檢討 	<ul style="list-style-type: none"> 國內專家 國外專家 瑩諮公司
時間	地點	重要建議
<p>100年10月13日 11:00-12:00</p>	<ul style="list-style-type: none"> 輔英科技大學環境工程與科學實驗大樓5樓C529室 	<ul style="list-style-type: none"> 岸電納入健康風險評估 船舶採樣之技術問題



7.2 專家研討會議

邀請專家

- 環保署溫室氣體減量辦公室周淑婉專委
- 高雄市環境保護局李穆生局長



- 黃維義博士
- TETRA TECH 空氣質量部主任，負責洛杉磯港空污、溫室氣體相關計畫多年



- 張鴻立博士
- LARB工程師負責加州港區機具排放法規標準制訂

議程

- 臺灣及高雄的溫室氣體管制策略
- 管制策略的形成
- 美國洛杉磯港清潔卡車計畫
- 港區溫室氣體減量創新技術
- 船舶岸電效益評估
- 裝卸機具混合動力及零排放技術
- 綜合討論



- 100.10.12 於港研中心舉辦
- 共121人與會



50

C 各港說明會

100.9.8 花蓮港



100.9.9 基隆港



100.8.25 臺中港



目的

- 溫室氣體調查概念說明
- 向各港相關單位說明調查表單填寫事宜
- 補第一場座談會之不足
- 意見交流
- 三港共54人與會



51



結論與建議



52



A1 結論

- ❖ 完成GHG調查作業手冊，並於各港辦理說明會及試行，但未強制民間廠商配合。
- ❖ 港勤船及裝卸機具的排放係數完成驗證數完，也推估確認了重型柴油車的惰轉排放係數。
- ❖ 工時及基本資料常有不全，以燃料係數法推估較活動強度係數法可行。本研究已將國外的活動強度係數轉為燃料係數。
- ❖ 相對於鄰近工廠，高雄港CO₂排放量佔比不高，但是NO_x與SO_x的佔比非常高。



53

A2 結論

❖ 初步推估，各港CO₂(含範疇3)年排放量約為：

- ❖ 基隆港：10~12 萬噸
- ❖ 臺中港：21~25 萬噸
- ❖ 高雄港：200 萬噸
- ❖ 花蓮港：10 萬噸

❖ 各污染年排放量總和約7.4萬公噸

	NO _x	SO _x	DPM	VOC
花蓮港	1,452	926	138	58
高雄港	33,301	21,813	3,247	1,491
基隆港	2,375	1,674	231	115
臺中港	4,147	3,253	423	185
總計	41,275	27,666	4,038	1,850

- ❖ 高雄港船舶停泊排放量偏高，主要是停泊時間偏長，可能是維修船舶被列入。
- ❖ 岸電標準陸續通過，技術面已無問題。但若只考量減碳，則不符成本效益，須將空氣污染減量效益納入才有機會相符。

54

B 建議

- ❖ 若要納入空氣污染排放量調查推估，則應將出廠年份列入調查項目；漁船則應再增加調查引擎汽缸數。
- ❖ 遠洋船舶推估時有許多預設值，應儘可能取得實際值，減少假設差異造成的誤差。
- ❖ 機具採樣可研擬自動採樣或遙控採樣設備，以解決作業間採樣的工安問題。
- ❖ 船舶岸電所需功率差異性太大，涉及台電契約容量訂定，影響成本甚鉅，應為未來岸電發展研究重點。
- ❖ 機具可優先推動油改電，或改裝飛輪設備。
- ❖ 納入台北港調查。

55



簡報完畢，敬請指教！



瑩諮科技股份有限公司
ENVIMAC TECHNOLOGY and CONSULTANTS CORPORATION



附錄四

各項會議辦理情形

各項會議辦理情形

依計畫工作內容要求，本年度共辦理 2 場次專家學者座談會及 1 場次國際研討會。另為輔導各港務局正確建置溫室氣體排放清冊，計畫執行中分別於基隆港、花蓮港及臺中港各辦理 1 場次說明會，並參與各港務局相關會議。

1.1 專家學者座談會

本計畫共辦理 2 場次專家學者座談會，分別就港埠節能減碳基礎資料建置及計畫未來導向等兩大主軸進行討論。以下分別說明 2 場次座談會辦理情形及結論。

1.1.1 座談會 1—港埠節能減碳基礎資料建置

本次座談會於 100 年 5 月 25 日假港灣技術研究中心二樓簡報室辦理，座談會定為「港埠節能減碳基礎資料建置教育訓練講習會」，邀請對象包括高雄港務局、臺中港務局、基隆港務局、基隆港務局臺北港分局、花蓮港務局、金門港務局等 6 個港口等 16 名代表出席。

本次座談會主要目的包括兩部分：(1)針對港區溫室氣體調查方法及作業程序等內容對各港務局進行說明，以達初步教育訓練之目的；(2)對各港務局協調後續協助配合事項及各港推動辦理事項討論。

本次座談會議程及意見回覆分別如 1.1.1 表 1~1.1.1 表 2，現場辦理情形如表 1-1 圖 1。藉由本座談會達成以下結論：

- (1)為推動國內港埠溫室氣體排放量基本資料建置，請各港依據今天會議的方法和工具，針對 98 年、99 年度進行調查（高雄港已先完成 98 年調查）。各港進行調查時，可請瑩諮公司協助。各港辦理說明會時，瑩諮公司可派員協助說明。未來在彙整資料、排放量計算時，也都可請瑩諮公司協助。

(2)為推估港區排放量所需，請高雄港、臺中港、基隆港、花蓮港協助提供以下資料：

- a. 98、99 年度進出港區貨櫃車及貨車資料（進出日期、時間、車牌、進出位置）。
- b. 98、99 年度各港船舶動態資料，包括船名、IMO 號、呼號、總噸數、船籍港、船種、船種代碼、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、引水人登船日期/時間、靠岸時間、航行類別（進港、出港、移泊）、港區內移泊日期/時間。

表1 第一次座談會議程

項次	主題	時間	主持/主講
1	現場報到	09:30~10:00	瑩諮科技
2	主席致詞	10:00~10:10	港研中心 朱金元副主任
3	執行臺灣港埠節能減碳效益提升之研究計畫說明	10:10~10:30	港研中心 陳桂清博士
4	《港區溫室氣體排放量調查作業工具》說明	10:30~10:50	瑩諮科技 許真瑜副理
休息		10:50~11:00	
5	《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》說明	11:00~11:30	瑩諮科技 許真瑜副理
6	岸電-減少港口空氣污染的新選擇	11:30~12:00	瑩諮科技 葉雨松博士
7	綜合討論	12:00~12:20	港研中心 邱永芳主任
午餐/散會		12:30	



圖1 第一次座談會辦理情形

表2 第一場座談會意見回覆

問題	回覆
港研中心王克尹先生	
1.從剛才的簡報看，船舶的排放量只佔了約 2%，比例很低，是否應該把進出港區的柴油貨車納入為宜？	柴油車的部分，交通部已經有很多其它的相關計畫納入。港區的部分，柴油貨車也有納入調查範圍，只是調查的方式不同，沒有列入今天說明的表單填寫範圍。
基隆港王建青先生	
1.用電量填報時，電費單與實際用電期間有一個月落差，應該要如何填？	應依照實際的月份調整，而不是依帳單的月份。感謝基隆港提醒，將補充納入表單填寫的說明修訂中。
2.部分機具用電，填報後會與整體用電量重複，如何區別？	機具填報時有列出使用的碼頭，可比對扣除整體用電量之用。
3.橋式機是否有必要裝分電表？高壓電表裝設費用較高。	現階段的機具節能策略是油改電，只要將用油改為用電，就視為有改善，因此不在意每部機具的用電量；未來減排措施若進展到逐機檢討用電效率，就有必要裝設分電表。由於橋式機使用的高壓電表設置成本較高，建議暫時還不需要為了調查而裝設。但未來若要開始檢視用電效率時，再評估裝設的必要。
4.港區部分用戶直接跟台電申請，直接向台電繳費，不經過港務局，所以港務局沒有資料。尤其是低電壓用戶，港務局並未代收代付。	各港區都有類似情況，因此需要港區提供客戶名單，再逐一調查。

問題	回覆
5. 國內岸電該如何設置為佳？又何時設置為佳？	ISO/IEC 已合併公告 PAS，預定本季將與 IEEE 整合為單一國際標準，順利的話明年就可公布。亦即整個國際標準的大趨勢大致已定，因此目前已是可以開始投入岸電的時機。但由於目前有岸電設施的船數量偏低，建議各碼頭先預留管路，並優先針對有固定船隊及碼頭的航商推動。例如擁有自有船隊的長榮和陽明，只要碼頭和船隊的規格相符，即可優先使用岸電。
臺北港詹彥暉先生	
1. 建議表單可以比照空污費線上申報，把係數、公式都納入。	空污費申報已發展了數十年，而港區的調查目前剛起步，未來會朝此目標努力。
2. 請業者填報電號，可能業者不願意給。是否可以請業者直接填報用電量即可？	填報電號是避免電力有重複計算。以高雄港試辦調查的結果，並未遇到不願填報的情形。若業者真的礙難填報，可由業者直接填報用電量，並設法請對方確認電號並未與其它單位重複。
3. 未來四港合一，將改為航港局與港務公司。公權力部分會由航港局負責，若由航港局要求填報資料，應該更容易推動。	將建議未來的航港局應要求港務公司每年辦理排放清冊更新調查作業。

1.1.2 座談會 2—未來計畫執行方向及相關監測技術

本次座談會安排於 100 年 10 月 13 日假輔英科技大學環境工程與科學實驗大樓 5 樓 C529 室辦理，座談會邀請對象為國內外專家學者，由美國加州 ARB 張鴻立博士及國內專者林清和博士、賴進興博士、陳世裕博士、葉雨松博士及輔英相關領域之教師共同研究討論。

本次座談會討論議題包括四項，分別為：(1)港區船舶排放驗證之監測技術、(2)港區柴油機排放減量技術、(3)港區排放量之推估技術、(4)計畫執行方向檢討。

本次座談會會議紀錄 1.1.2 表 3，現場辦理情形如表 1-3 圖 2 所示。

表3 第二場座談會會議紀錄

林清和博士
一、遙控飛機檢測技術確實可以使用，但是應用在船舶上，建議用遙控直昇機。可以在煙囪下風處由下而上監測垂直剖面的數據，再用積分積出總排放量，這是可行的。
二、停泊岸邊的船舶可以直接遙控直昇機監測，如果是外海船舶就得搭船出海。遙控飛機雖然可以飛到那個距離，但須先設定飛行途徑。高雄港適逢航道，直昇機又是垂直採樣，還是需要現場操控。或許可以於臺中港採樣。
張鴻立博士
一、每年 ARB 最受矚目的，就是公布一條人命多少錢。這是用在評估空氣污染物的風險評估。
二、排放量推估可以調查到油的總消耗量，再找到合適的係數即可套用。一

般沒有係數，則會找新出廠的排放量測值，再找不同機齡的測值，然後做出一條多點的擬合線，斜率就是劣化率，可以拿來推估不同機齡的排放係數。

三、未來的船可能都會裝岸電，而航商也願意裝。因為他可以少設發電機組，把空間空出來多載些貨，油料也可能僅準備必要燃料，因此沒有提供岸電的港口會影響航商到港的意願。

賴進興博士

一、門式機採樣時因為人員安全因素，廠商不同意人員在上面，而僅能針對門式機原地吊掛貨櫃時的工況進行採樣。可以設計遙控的開關閥，人員在地面遙控採樣。

二、如果設計成可以自行控制多次開關採樣，應該可以針對同一工況做採樣。例如全部在行進間採樣，或是吊貨櫃採樣、放下貨櫃時採樣，即可知道不同工況之排放情形。

陳世裕博士

一、岸電的效益，應該可以納入鄰近居民的風險評估。用不同的角度看，也許政府單位就不會純粹從成本的角度考量。

二、海陸風效應，將造成對陸上居民的健康風險影響不同，可以做不同狀況下的風險評估。如此應可以增加岸電效益。

表 4 第二場座談會辦理情形

	
<p>辦公室小組討論</p>	<p>會議室進行探討</p>
	
<p>與其他教師討論</p>	<p>分享經驗</p>

圖 2 第二場座談會辦理情形

1.2 國際研討會

本次國際研討會於 100 年 10 月 12 日假港灣技術研究中心大禮堂辦理，研討會邀請之主講/主持人均為國內外有相關實際經驗的專家學者，國外邀請專家共 2 位：分別為有美國洛杉磯港相關經驗的 Tetra Tech Inc. 公司的黃維義博士，及美國洛杉磯空氣資源局(Air Resources Board, California Environmental Protection Agency) 的張鴻立博士。國內專家包括行政院環保署周淑婉簡任技正、高雄市環保局吳家安簡任技正、本公司協理葉雨松教授等主講相關議題，另邀請港研所邱永芳主任、海洋科技大學海環系主任張國棟教授、臺中港務局副局長陳義雄擔任本次國際研討會各階段主持人。本次研討會共有 121 個相關領域人員共襄盛舉。

本次國際研討會目的在於提升各港區空氣污染及溫室氣體管理相關人員本職學能、提供國外先進港口空氣污染及溫室氣體減量作法經驗交流、及研討國內港口未來的節能減排作法，洛杉磯為推動港區節能減碳及空氣污染減量的先進地區，在港區柴油機具的節能減排工作推動卓有成效，並有全球最先進的管制法規。我國港區排放量管制剛起步，希望藉由國外經驗，能縮短我國發展管制技術的期程。特辦理此次研討會，以提供國內港區管理人員交流機會，吸收國外推動經驗，並瞭解國內未來管制之趨勢。因此邀請與會單位：交通部運輸研究所、高雄港、臺中港、基隆港、花蓮港港務局代表、環保署及國內海洋環境相關系所師生參加。

本次研討會辦理議程如 0，現場會議辦理情形如 1.2 圖 3。

表 5 國際研討會規劃議程

時 間	內 容		
09:00-09:30	報 到		
09:30-09:40	主持人暨貴賓致詞		
議題一：溫室氣體管制			
時 間	講 題	主 講 人	主 持 人
09:40-10:10	臺灣溫室氣體管制策略	周簡任技正 淑婉 行政院環境保護署	邱主任永芳 交通部 運輸研究所
10:10-10:40	高雄市溫室氣體管制政策	吳簡任技正 家安 高雄市政府環保局	
10:40-11:00	休 息		
議題二：港口節能減排經驗			
時 間	講 題	主 講 人	主 持 人
11:00-11:40	管制政策形成	張 鴻 立 博士 美國加州空氣資源委員會	張主任國棟 高雄海洋科技 大學 海洋環境工程 系
11:40-12:20	清潔卡車計畫	黃 維 義 博士 美國 Tetra Tech 工程顧問公司	
12:20-13:30	午 餐		
議題三：溫室氣體減量技術			
時 間	講 題	主 講 人	主 持 人
13:30-14:10	溫室氣體減量創新技術	黃 維 義 博士 美國 Tetra Tech 工程顧問公司	陳副局長義雄 臺中港務局
14:10-14:30	船舶岸電效益評估	葉 雨 松 博士 瑩諮科技(股)公司 協理	
14:30-15:10	港埠起重機具零排放及混合動力技術	張 鴻 立 博士 美國加州空氣資源委員會	
15:10-15:30	休 息		
議題四：港埠未來管制方向（綜合座談）			
15:30-16:30	各主持人及主講人、各與會代表		

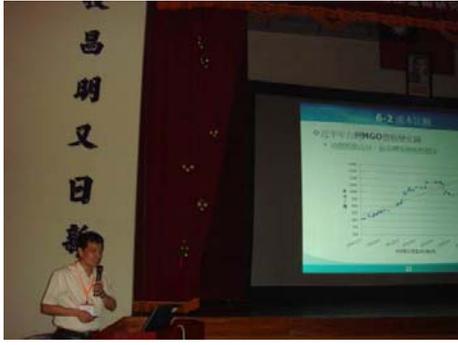
	
<p>本次會議議程表</p>	<p>現場簽到情況</p>
	
<p>演講現況</p>	<p>演講現況</p>
	
<p>演講現況</p>	<p>現場綜合討論</p>

圖3 國際研討會辦理情況

1.3 各港務局說明會

為使本計畫溫室氣體排放調查能有效推動執行，並確保資料正確性，故安排 100 年 8 月 25 日、9 月 8 日及 9 月 9 日分別於臺中港、花蓮港以及基隆港辦理「港埠節能減碳排放現況調查及資料建置說明會」，3 場說明會共計參加人數達 54 位，均為各港務局或其他業務單位相關人員。

說明會目的包括：介紹港區溫室氣體調查作業方式及表單填寫說明，內容包括「港區用油用電彙整表」、「港勤船舶資料及能源使用情形調查表」、「裝卸機具資料及能源使用情形調查表」、「建築設施能源使用情形調查表」、「車輛資料及能源使用情形調查表」、「火車資料及能源使用情形調查表」以及「船舶修造業者溫室氣體排放調查表」等，並討論執行事宜。

各場次說明會內容包括以下各項：(1) 執行臺灣港埠節能減碳效益提升之研究計畫說明、(2) 《港區溫室氣體排放量調查作業工具》說明、(3) 《港區溫室氣體排放量調查作業手冊》說明、(4) 岸電—減少港區空氣污染的新選擇。

各場次說明會辦理情形如 1.3 圖 4 —1.3 圖 6，各場次說明會意見答覆如 1.3 表 4—0。



圖4 臺中港務局說明會辦理情況



圖5 花蓮港務局說明會辦理情況



圖6 基隆港務局說明會辦理情況

表4 臺中港務局說明會意見回覆及會議結論

問題	回覆
若有問題洽詢，瑩諮公司是否有單一窗口？	有，可連絡瑩諮公司許真瑜副理或吳明蒼先生、電話:07-8151591、E-MAIL：許真瑜 dihsu@envimac.com.tw ，吳明蒼 kojiwu@envimac.com.tw 。
提供之資料是否有機密外洩之虞？	瑩諮公司於計畫執行時與交通部運研所簽署有保密協定，在報告上也以統計結果呈現，不會顯示個別廠商資料，請不必擔心。
調查之資料回覆時間？	請於 9/20 前填寫電子表單後，以電子郵件回傳給瑩諮公司。
資料由何單位彙整？	港務局各單位請由港務局環保組彙整，其它公司請直接交由瑩諮公司彙整。
部分船舶公司未出席本次會議，其填寫聯絡事項如何聯絡？	需填寫表單而未參加會議之公司請港務局提供聯絡資料給瑩諮公司，由瑩諮公司聯繫，並負責後續追蹤。

會議結論
<p>一、各單位可先提供總量，若需要更詳細之資料，再請瑩諮向各單位索取資料。</p> <p>二、如需電子表格請發 E-MAIL 予瑩諮公司許真瑜副理，瑩諮公司將提供電子檔給予各業者。</p> <p>三、請業者提供之資料，請於 9/20 之前回傳電子檔給瑩諮公司許真瑜副理，港務局各單位請於 9/15 前將電子檔交由環保組彙整。</p>

表5 花蓮港務局說明會意見回覆及會議結論

問題	回覆
1.如何索取電子檔？	簽到簿請填寫 e-mail，瑩諮公司將會寄給大家
2.填好之資料傳到哪？	請傳給瑩諮公司，簡報資料上有 e-mail 地址
3.港區外的部分是否需要填報？	港區外的部分不需要填報
4.建物不在碼頭上，如何填寫碼頭位置？	建物不在碼頭上，請依一般慣用的方式說明位置即可（如地址）
5.同仁的私車是否要填寫？	同仁的私車不需要填寫
6.所屬車輛很多，可否合併填寫？	6.相同型式的車輛可合併填寫。
7.車輛沒有里程跟油量登記。	請至少填報車輛基本資料，瑩諮將以其它方式推估。
8.商船上的機具沒有資料，無法提供。	商船上的機具併入商船一併推估，採用其它推估方法，不在本次調查範圍內。
9.建議由瑩諮公司直接跟各單位直接聯絡，索取資料。	
10.車輛採外包，有 1 包、2 包，調查需要多點時間。	請於 9 月底前提供資料（臺灣水泥同意）。自行生產用電需扣除，本報表無法涵蓋，

問題	回覆
11.本單位有外電、還有自行生產的電，請問如何填報？	瑩諮將另行協助填報。
12.花蓮港共有 10 艘船艦，8 月份剛提供資料給總局，是否可以跟總局索取資料？	同意
13.外包廠商車輛是否納入？	請併入中華紙漿填報。
14.是否只要自己公司的車輛？來往的車輛我們無法掌握。	僅需自己公司的車輛，不特定車輛以另法推估，不在本次調查範圍。
15.只有總用油量資料，沒有個別用油統計。	若只有總用油量資料即請提供總用油量，但仍請提供車輛基本資料。
16.私車、公車都要填報嗎？	僅需提報公務車輛，私人車輛本次未納入調查。
會議結論	
<p>一、各單位可先提供電號，由瑩諮公司自行查詢用電量。</p> <p>二、港務局各單位資料請交環保組彙整，民間單位請瑩諮公司自行追蹤。用電由秘書處負責，車輛由安環組、港勤船請港工處提供。</p> <p>三、開會未出席者，請瑩諮直接聯絡。</p> <p>四、請於 9/30 之前回傳電子檔給瑩諮公司許真瑜副理。</p>	

基隆港務局說明會意見回覆及會議結論

問題	回覆
本局已有節能減碳小組，下分四個小組（省油、省電、省水、省紙），他們已經有相關資料了。	局裡的小組僅包含局的部分，但運研所的調查是包括所有港區範圍，亦即包括承包廠商及民間單位。
會議結論	
一、開會未出席者，由瑩諮直接聯絡。 二、請於 9/30 之前回傳電子檔給瑩諮公司許真瑜副理。	

1.4 工作會議辦理情形

表6 第一季工作會議辦理情形

時間：100 年 3 月 16 日（星期三）上午 11：00 - 12：00	
地點：港研中心 5 樓會議室	
主要結論	辦理情形
1.船舶檢測將先選定漁船或港勤船辦理。	本年度完成大、中、小型拖船排氣檢測。
2.研討會請配合本中心成立 30 週年慶儘早準備，相關主題及邀請專家名單請提前送本中心。	已完成辦理。
3. 3 月 24 日將拜會高雄港務局蕭局長，請瑩諮公司準備討論資料。	已完成辦理。
4.原訂 3 月辦理之座談會將調整至 5 月，請提前提送座談會會議資料給港研中心。	已完成辦理。
5.岸電分析請納入效益成本等因素。	已完成辦理。
6.期中、期末報告請確實依據本所出版品規定格式辦理。	已完成辦理。
7.港埠調查範圍應明確，港區內工廠或造船廠等如要排除，應提合理理由。	工廠、造船廠原則排除，但為利於比較，高雄港已完成調查並列於期末報告中。
8. 3 月 24 日拜會高雄港務局，請納入從年度結算表中查明總用油、用電量之可行性為討論項目。	已取得年度結算表，但其中僅總用油支出費用，為區分油種，亦無用油量資料，因此無法作為依據。

表7 第二季工作會議辦理情形

<p>時間：100年6月2日（星期四）上午10：30 - 11：30</p> <p>地點：港研中心5樓會議室</p>	
主要結論	辦理情形
<p>1.貨車GPS誤差範圍達15公尺，可以瞭解是否有後續作校正的方法。目前一般測量公司都利用GPS取代傳統測量，以固定點方式作校正，請瑩諮瞭解一下是否可作為校正參考。</p>	<p>評估結果GPS不適合推估港區路徑，因此最後未採用該方法推估。</p>
<p>2.研討會原則上10月5日、10月6日挑選一天，時間是一整天，約從上午9點到下午3、4點。</p>	<p>實際辦理日期為10月13日，已辦理完畢。</p>
<p>3.若擔心基隆港東岸碼頭距離市區道路過近，不適合以GPS統計相關參數，可以將東西岸碼頭分開評估。目前正針對各碼頭統計相關參數，分開評估應該沒有問題。</p>	<p>今年度評估時係先區分各碼頭，再計算整港平均值。</p>
<p>4.計畫中擬測量拖船排氣狀態，馬力不同，可粗分為大、中、小馬力。今年度在高雄港檢測時，皆應納入。</p>	<p>已辦理完畢。</p>
<p>5.「臺灣船舶動態資料」，請修正為「臺灣海域船舶動態資料」。</p>	<p>已修正完畢。</p>

<p>6.裝卸貨櫃，一般會以重量推估貨櫃數，再以貨櫃數推估 TEU 數。一般推估為：櫃數 x 1.5 = TEU 數 因此貨櫃車進出數量推估可用下列公式： 進口 TEU 數 + 出口 TEU 數 - 轉口 TEU 數 = 進出港區貨櫃數</p>	<p>期末報告中另外推估出三大貨櫃港口的貨櫃數與 TEU 數的換算係數。</p>
<p>7.港區商船運作的相關問題，建議可以徵詢高雄海洋科技大學航管系戴輝煌主任。</p>	<p>遇相關問題皆會尋求相關領域專家學者協助。</p>
<p>8.高雄港去年調查 98 年做為基準年，今年調查 99 年。台中港、基隆港、花蓮港因去年沒有調查，今年調查時同步調查 98 年、99 年。</p>	<p>已辦理完畢。</p>
<p>9.研討會主題可以將綠色港埠計畫也納入，主題不一定完全侷限在港埠，以免參加人數過少。另希望能邀請環保署也派員參加，或擔任講者</p>	<p>研討會已辦理完畢。</p>
<p>10.可以將國外各項減排作法歸納整理成技術及管理措施兩個層面，俾便參考。</p>	<p>已列為下年度工作內容。</p>

表8 第三季工作會議辦理情形

時間：100 年 9 月 28 日星期三上午 10：00-11:30	
地點：瑩諮科技股份有限公司高雄營運部會議室	
主要結論	辦理情形
1.請速上政府研究資訊系統網站，填寫 GRB 表。	已辦理完畢。
2.期末報告格式請按照運研所規定撰寫，否則將會拒收報告	已遵照辦理完畢。
3.期末報告請於 10 月 28 日前提送，審查日期預定在 11 月中旬	已辦理完畢。
4.結案前，請檢查合約項目，每樣工作務必都需達成。	已辦理完畢。
5.研討會由港研中心和瑩諮公司分工，請依照分工表負責事項進行各項工作。	已辦理完畢。
6.港勤船舶與門式機採樣皆順利完成。港勤船涵蓋了大、中、小三種馬力拖船，門式機則因為工安因素，航商拒絕人員於作業時檢測，僅特別出動二部門式機，於定點重複吊掛—放下貨櫃多次，提供採樣，而沒有實際移動門式機。	分析結果已陳述於期末報告中。
7.本計畫研究成果已投稿環境工程學會年會共一篇，已被接受，將於年會期間（11/4-11/5）於成功大學發表。另有一篇發表於洛杉磯第 4 屆全球當前環境挑戰與政府應對措施研討會（8/18-8/20）。	本年度總共發表三篇研討會論文。

附錄五

港區溫室氣體排放量調查作業手冊

1.13 版

港區溫室氣體排放量調查

作業手冊

1.13 版



交通部運輸研究所

中華民國 100 年 7 月

目錄

第一章 港區溫室氣體調查管理系統之建置.....	1-1
第二章 排放源鑑別.....	2-1
第三章 溫室氣體推估方法.....	3-1
第四章 裝卸機具相關公式與係數.....	4-1
(一)從能源消耗量推估.....	4-1
(二)從活動強度推估.....	4-2
第五章 重型柴油車及自有車輛相關公式與係數.....	5-1
(一)單位燃料係數法.....	5-1
(二)單位活動強度係數法.....	5-2
第六章 柴油火車頭相關公式與係數.....	6-1
第七章 港勤船舶相關公式與係數.....	7-1
(一)單位燃料係數法.....	7-1
(二)單位活動強度係數法.....	7-1
第八章 外購電力相關公式與係數.....	8-1
第九章 排放量計算.....	9-1
第十章 港區溫室氣體調查工具.....	10-1
參考文獻.....	參-1
附錄 港區溫室氣體排放量調查工具	

表目錄

表 1-1 排放源調查範疇	1-2
表 1-2 調查項目提供單位一覽表	1-6
表 2-1 港區溫室氣體排放源	2-1
表 4-1 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數	4-4
表 4-2 生質燃料校正係數	4-5
表 5-1 重型柴油車溫室氣體排放係數	5-5
表 5-2 國內各車種不同車速燃油效率（以 2005 年為參考基準）	5-6
表 5-3 各車種惰轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值	5-7
表 6-1 柴油機車頭排放係數表	6-2
表 7-1 港勤船舶單位活動強度排放係數表	7-3
表 8-1 我國電力溫室氣體排放係數	8-2
表 9-1 各排放源使用公式及參數對照表	9-1

圖目錄

圖 1-1 調查流程圖.....	1-1
圖 7-1 港勤船舶排放量推估流程圖	7-3

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。

1. 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。

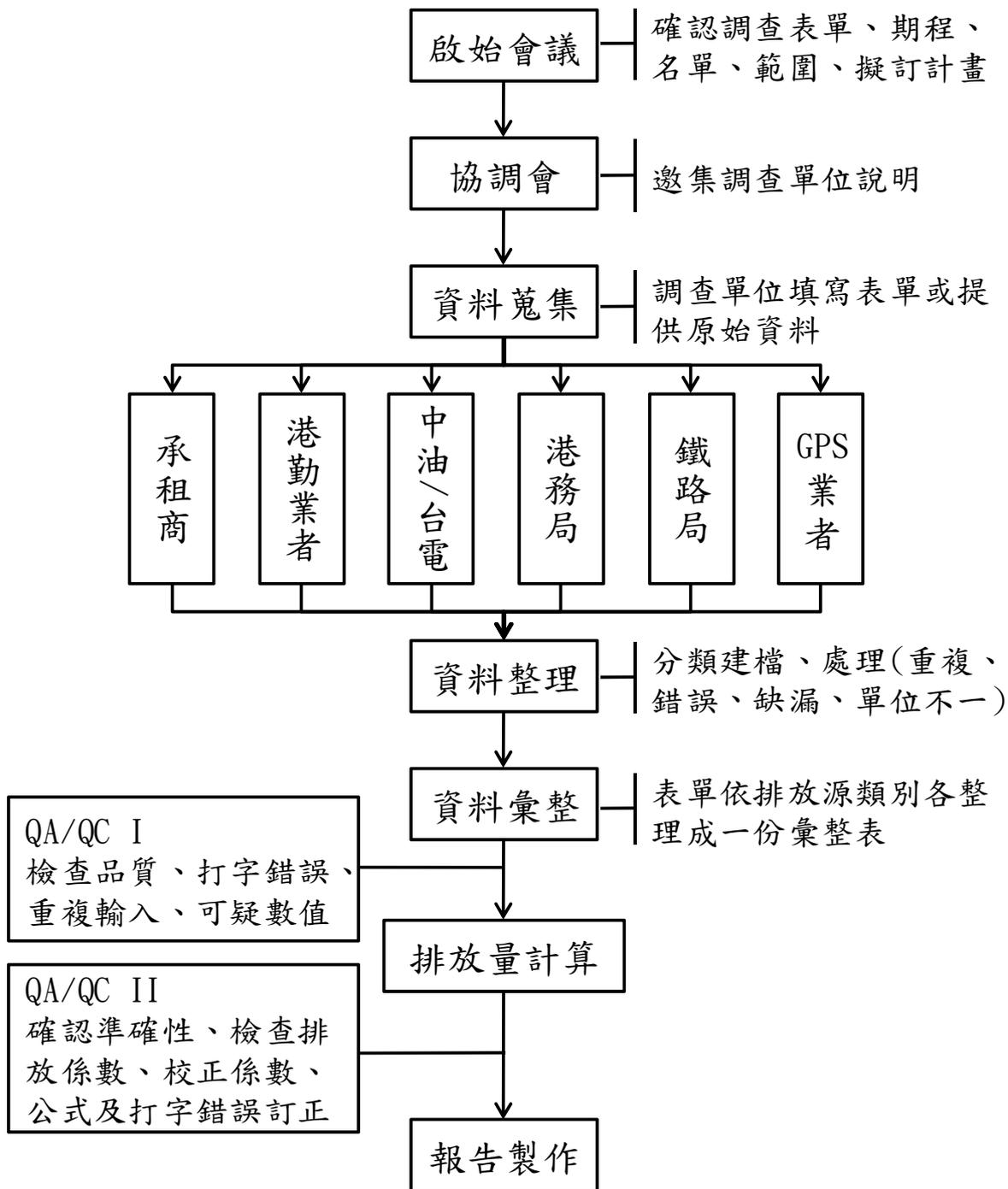


圖 1-1 調查流程圖

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	P9904
	承租商	電號、年度用電量	機務科 各廠商 台電網站	
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 9-1 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。

2. 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 2-1 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2-1 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。

3. 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 4-2）。

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。

4. 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、吸殼機……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兩大類。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 8-1)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 8-1)計算。

$$E = FL \times EF \text{-----} (4-1)$$

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：

$$E = FL \times EF \times FCF \text{-----} (4-2)$$

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 4-1，燃料校正係數參考表 4-2。

(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：

$$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF \text{-----} (4-3)$$

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：

$$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Hours}) \text{-----} (4-4)$$

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 4-1 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 4-2 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 8-1。

表4-1 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"台灣地區能源平衡表"，其它數值參考自 IPCC 準則(2006)

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4-2 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，僅限台北市 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]

5. 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：

$$E = FL \times EF \times FCF \text{-----}(4-2)$$

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 4-1 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 4-2 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 5-2 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。從表 5-2 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：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \text{ ----- (5-1)}$$

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 5-1 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：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \text{ ----- (5-2)}$$

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 N₂O 與 CH₄ 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 5-1）。

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 5-2 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。從表 5-2 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 5-3 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，並參考

表 4-1，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。

另各種燃料的排放係數請參考表 4-1。

表5-1 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

2. 已將文獻中的英里換算為公里

資料來源: POLA^[5]

表5-2 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					
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^[1]

表5-3 各車種惰轉燃油效率及 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)行駛狀態當作惰轉狀態

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]

6. 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：

$$E = FL \times EF \times FCF \text{-----} (4-2)$$

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 4-1 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 4-2 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 6-1 所示。

表6-1 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]

7. 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。

$$E = FL \times EF \times FCF \text{-----}(4-2)$$

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：

$$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \text{-----} (7-1)$$

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 7-1 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。

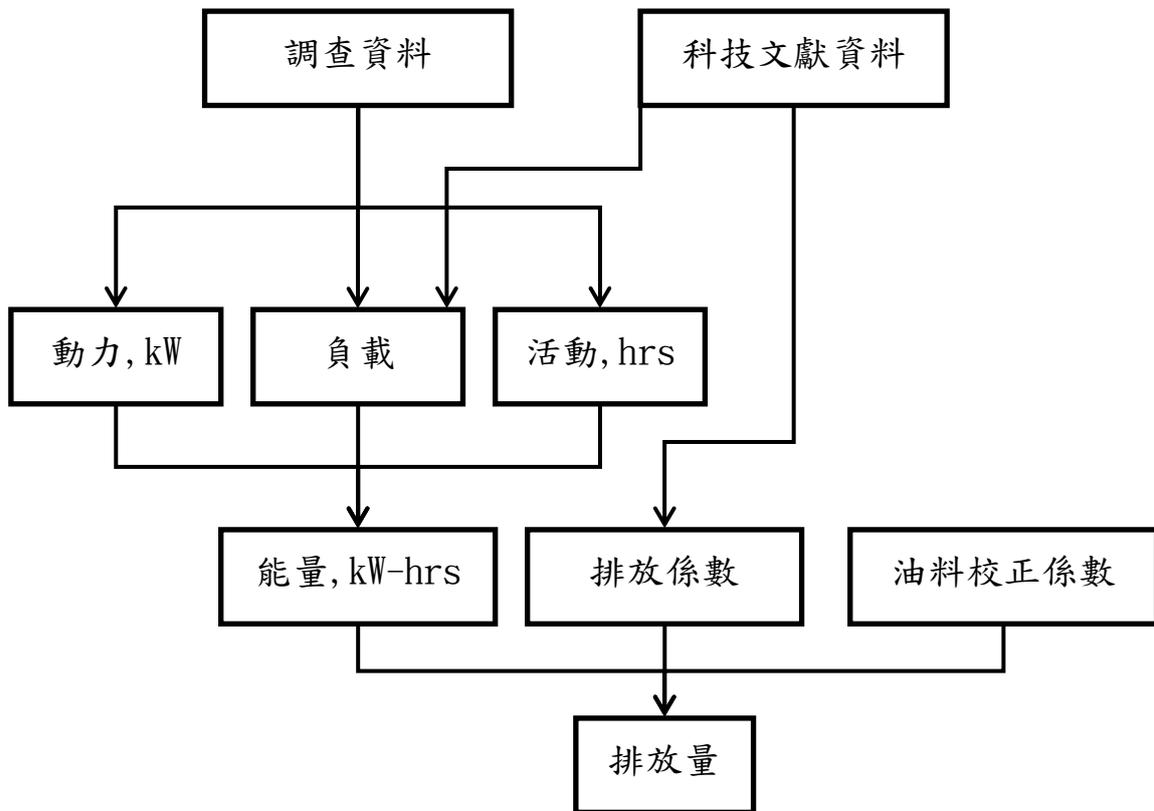
若能取得用油量資料，應優先使用單位燃料係數法，可排除負載係數不確定的影響。各種燃料的排放係數請見表 4-1。

表7-1 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



資料來源：行政院環境保護署^[7]

圖 7-1 港勤船舶排放量推估流程圖

8. 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：

$$E = FL \times EF \text{-----} (4-1)$$

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 8-1。

表8-1 我國電力溫室氣體排放係數

單位：公斤/度

年份	燃煤發電	燃油發電	燃氣發電	火力發電廠平均	發電廠平均	汽電共生廠	電力最終消費平均	能源局公告修正 GHG-CO ₂ 當量
1990	0.92	0.72	0.60	0.81	0.42	0.99	0.48	0.445
1991	0.90	0.73	0.60	0.81	0.45	0.98	0.52	0.482
1992	0.91	0.71	0.59	0.82	0.46	0.88	0.53	0.491
1993	0.85	0.71	0.59	0.79	0.47	0.86	0.54	0.501
1994	0.85	0.70	0.58	0.78	0.47	0.85	0.54	0.501
1995	0.84	0.70	0.57	0.77	0.48	0.85	0.55	0.510
1996	0.85	0.69	0.57	0.78	0.48	0.85	0.56	0.519
1997	0.87	0.70	0.55	0.79	0.51	0.87	0.59	0.547
1998	0.91	0.69	0.52	0.80	0.53	0.84	0.62	0.575
1999	0.96	0.69	0.49	0.82	0.54	0.82	0.62	0.575
2000	0.97	0.70	0.50	0.83	0.55	0.81	0.64	0.593
2001	0.95	0.68	0.52	0.83	0.56	0.81	0.65	0.603
2002	0.95	0.69	0.48	0.82	0.56	0.79	0.65	0.603
2003	0.95	0.70	0.46	0.81	0.56	0.85	0.67	0.621
2004	0.95	0.72	0.44	0.80	0.55	0.87	0.67	0.621
2005								0.626
2006								0.637
2007								0.632
2008	-	-	-	-	-	-	-	0.631
2009	-	-	-	-	-	-	-	0.616
2010								0.612

資料來源：1990-2007 年為交通部運輸研究所^[1]，2005- 2010 年為臺灣電力公司網站^[9]99 年度電力排放係數資料修訂

9. 第九章 排放量計算

相關使用公式及參數對照表如表 9-1 所示。

表9-1 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 8-1
	$E = FL \times EF \times FCF$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數	表 4-1
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	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 5-1
	$E = Pop \times BER \times Act \times CF$	怠速惰轉	車輛數、車種、怠速惰轉時間	表 5-1
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 4-1
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數	表 6-1
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 4-1
	$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF$	內燃機機具	引擎馬力、工作時數、負載係數、燃料校正係數	表 7-1
5. 外購電力 (P9904 表)	$E = FL \times EF$		用電度數、年度	表 8-1

排放源/表單	排放量公式	適用範圍	主要所需參數	係數
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 4-1
	$E = FL \times EF \times FCF$	無法取得用油量	車種、里程數、車速、燃油效率	表 4-1、表 5-2
7. 遠洋船舶	$E = \text{Energy} \times EF \times FCF$ $\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act}$ $\text{LF} = (\text{AS}/\text{MS})^3$	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

10. 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 4-1~表 5-2，另各排放源使用公式及參數對照表於表 9-1，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。

11. 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?no=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>)
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. 臺灣電力公司網站(<http://www.taipower.com.tw/quickLink/co2.htm>)

附錄六

港區溫室氣體排放量調查表單工具

港區溫室氣體排放量調查工具

版權說明

一、本項工作之經費來源係交通部運輸研究所委託瑩諾科技股份有限公司（以下簡稱本公司）執行的 99 年度「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」計畫。

二、本公司對於因本調查工具所獲得之 貴單位相關資料，且非屬於公眾可以自由取得之 貴單位一般或技術、商業資料，負有保密的責任。

三、本調查工具所述及或提供之相關技術與資訊，若屬於本公司所自行研發、創作、製造的產品、技術或服務，除可於 貴單位範圍內施用之外，不得在未經本公司正式授權的情況下，任意擴散、複製、抄襲、引用，以免侵犯本公司之智慧財產權。

版本：1.13

發行日期：100 年 12 月 20 日

版本修訂說明：無

港區溫室氣體調查工具使用說明

一、調查工具說明

1. 本調查工具之設計及計算方法乃參考美國聖佩德羅灣區排放清冊建置方法及溫室氣體盤查議定書計算工具（GHG Protocol Calculation Tools），並參考行政院環境保護署所需推估空氣污染物的欄位。
2. 本工具適用於港區各獨立單位（含港務局相關單位、港區碼頭承租廠商、港勤船業者、其它於港區作業之業者及公務單位）之溫室氣體排放清冊調查。
3. 各單位填報之資料，彙整為總清冊後，另行計算總溫室氣體排放量。
4. 各表單所需填寫之資料，若為貴單位所有（如車輛、船舶），請務必填報。若有遺漏，將導致推估之溫室氣體排放量偏低。
3. 您可直接點選各表單名稱，進入該工作頁進行填寫。於該工作頁完成填寫後，可於該工作頁末端點選「回使用說明」鍵回到本頁面。

二、調查工具表格一覽表

表單編號	表單名稱	說明
P9901	港區用油用電彙整表	彙整港務局各主要單位的歷年年度總用電量資料，包括各獨立電號用電單位。
P9902	港勤船舶資料及能源使用情形調查表	調查港勤船舶基本資料、年度作業量及耗能資料。
P9903	裝卸機具資料及能源使用情形調查表	調查用電、用油機具基本資料、作業數量及年度耗能資料。
P9904	建築設施能源使用情形調查表	調查各單位年度用電量。
P9905	車輛資料及能源使用情形調查表	調查港區行駛之車輛基本資料、年度行駛里程及能源使用量調查。
P9906	火車資料及能源使用情形調查表	調查行駛港區之火車機車頭基本資料、年載運量及油耗。
P9907	船舶修造業者溫室氣體排放調查表。	針對港區船舶修造廠調查其能源使用及溫室氣體排放情形。

本工作頁填表說明

請填寫基本資料及總聯絡人資料，各表填表人請分別填寫於各表中。

基本資料

事業(公司)基本資料

港口名稱：

資料年度(民國)：

填表單位(事業名稱)：

聯絡人：

聯絡電話：

傳真：

電子郵件：

回使用說明

本工作頁填表說明

1. 本表用於彙整及交互確認各調查表所統計之活動量，避免有遺漏或誤算。
2. 下述資料若缺乏用量紀錄，請以採購量代替。若未使用則請填無。
3. 用電量可以以電號查詢台電電費查詢網站，可列出過去12期帳單的明細。將明細表複製至EXCELL檔中，即可加總算出年度總用電量。注意若帳單為一個月一期，則最多只能往前追溯1年的電費單，若為二個月一期，則可追溯2年電費單。因電費單比實際發生日期晚一個月，填寫時應修正為實際發生在當年度的用電量。例如：99年用電量，應填寫99年2月份 100年1月份電費單之用電量。
4. 若為中油契約客戶，可向中油索取月報表。依照各油品種類分別加總全年度用油量後，得到全年度用油量，填入表中。
5. 填寫時請注意使用單位。

P9901表 港區油電用量彙整表

基本資料	1	港口名稱：	
	2	聯絡人：	
	3	聯絡電話：	
	4	傳真：	
	5	電子郵件：	
能源消耗資料	年度		
	1	用電量(度)	
	2	92、95、98無鉛汽油(公升)	
	3	E3酒精汽油(公升)	
	4	中油超級柴油(公升)	
	5	台塑環保柴油(公升)	
	6	海運重柴油(公升)	
	7	海運輕柴油(公升)	
	8	液化石油氣LPG(公升)	
	9	其它(請註明)	
10	其它(請註明)		

回使用說明

本工作頁填表說明

1. 本表用於蒐集溫室氣體排放量量化所需活動數據，主要作業區域為港區附近之船舶，包括港勤科及港工處的港勤船、民營港勤船舶、中油油駁船、公共渡輪、港警用船、海關緝私艇等等。請輸入欲調查年度相關資料。
2. "船舶種類"欄位請註明船舶用途。目前分類包括：渡船、拖船、交通船、帶解纜船、油駁船、挖泥船、受泥船、加水船、緝私艇及其它。
3. "船舶編號"欄位為各船唯一識別用，請填寫各單位對該船之編號或船名。
4. "引擎類別"分類中若該船使用單一油箱，無法區分不同引擎的使用量，則直接填寫總量在主引擎一欄即可。
5. "引擎類別及數量"欄位中主引擎及輔助引擎一般只有一類，若不只一類，則依實際數量填寫在數量欄位中。
6. "額定馬力"欄位指可以持續輸出的最大馬力，一般單位應為HP或KW，若為其它單位請特別註明。
7. "廠牌與型式"欄位請填寫引擎的廠牌、型式及出廠年份。若無資料請註明無資料。年使用時數如果有主引擎、輔助引擎的個別紀錄，請分別填寫。若無個別紀錄，則視同二種引擎的工作時數相同。
8. "能源使用情形"區中若無法區分各型船舶之油量或工作時數，請合併填寫總量在主引擎一欄即可。
9. "能源別"欄位需詳細註明為汽油、普通柴油（漁船用油）、超級柴油（中油）、環保柴油（台塑）、海運輕柴油（MGO）、海運重柴油（MDO）、或電力等，後續才能依據生質燃料的比例作校正。
10. "年使用時數"及"年用油量或用电量"欄位為計算時必要活動數據，請至少填寫一個。
11. 填寫時請注意單位。

欄位顏色說明

計算範例
必填欄位
選填欄位

回使用說明

P9902表 港勤船舶資料及能源使用情形調查表

港口名稱： _____ 資料年度(民國)： _____ 聯絡電話： _____
 填表單位(事業名稱)： _____ 填表人： _____ 傳真： _____ 電子郵件： _____

序號	基本資料		引擎						能源使用情形				
	船舶種類(用途)	船舶編號(船名)	引擎類別	數量	額定馬力	單位(HP或KW)	廠牌	型式	出廠年份(西元)	年使用時數(小時)	能源別	年用油量(L)或 用電量(度)	單位(L或度)
範例	大拖船	161號	主引擎	2	4,460	KW	DEUTZ	SBV8M628	1990.1	2153	海運重柴油	362,300	L
			輔助引擎	2	312	KW	CATERPILLAR	3304	1990.1	247	海運重柴油	57,900	L
1			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
2			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
3			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
4			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
5			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
6			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
7			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
8			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
9			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
10			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
11			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
12			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
13			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
14			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
15			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
16			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
17			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										
18			主引擎										
			輔助引擎(發電機)										

本表若不足使用，請自行複製延伸

本工作頁填表說明

1. 本表用於蒐集溫室氣體排放量量化所需活動數據，主要作業區域為港區內之機具設備，本表填寫含車輛以外的各式裝卸機具，如起重機、搬運機具、堆高機等。洗掃街車、拖車等，若僅在港區內使用而未向監理處申請掛牌，請填寫於本表；若有掛牌則請填寫於P9905表。其它電動或手持機具不需納入（如切割機、打磨機、割草機、打蠟機...）。
2. "設備名稱"欄位請用以下的名稱填寫：卸貨機具（散雜貨卸貨機具）、拖車頭、洗掃街車、堆高機、貨櫃堆高機、跨載機、橋式起重機、門式起重機。其它機具請自行註明名稱。
3. "機具編號"欄位做為設備身份辨識用，請填入各單位對各機具的編號或名稱。
4. "額定馬力"欄位指可以持續輸出之最大馬力，需查詢引擎標籤或廠商提供的說明書、型錄，一般單位應為HP或KW，若為其它單位請特別註明。請勿填寫最大載重量或最大卸貨量。
5. 各機具請每一部填寫一列。若欲填寫於同一列，僅限同型機具（相同基本資料，包括廠牌、型號、出廠年份），並請於"現有數量"欄位中註明數量，機具編號需註明範圍或個別列出以便追蹤是否漏列，後續「設備耗能」項下之各欄位數據請加總後填入。
6. "年使用時數"欄位填寫該設備的年作業時數。若無此數據，則填寫作業人員的工作時數。若仍無資料，請填寫無資料。若合併數台設備填寫於同一列，則應將這些設備的工作時數加總後填入本欄位。
7. "燃料別"欄位使用能源欄位需詳細註明為電力或燃油。若為燃油，則需詳細註明為汽油、普通柴油（漁船用油）、超級柴油（中油）、環保柴油（台塑）、海運輕柴油（MGO）、海運重柴油（MDO）等，俾便依據各燃料的溫室氣體排放係數及生質燃油含量比例進行校正。
8. "年使用時數"及"年用油量或用電量"欄位為計算時必要活動數據，請至少填寫一個。
9. 填寫時請注意各數據之單位。

欄位顏色說明

計算範例
必填欄位
選填欄位

回使用說明

P9903表 裝卸機具資料及能源使用情形調查表

港口名稱：		資料年度(民國)：			聯絡電話：			電子郵件：					
填表單位(事業名稱)：		填表人：			傳真：								
序號	設備使用位置 (碼頭)	基本資料					設備耗能						
		設備名稱	機具編號	額定馬力	單位 (HP或KW)	西元製造年份	現有數量 (台)	年使用時數 (台小時)	能源別	年用油量(L)或 用電量(度)	單位 (L或度)	裝卸量	單位 (公噸、貨櫃數TEU)
範例	1	橋式起重機	GC-01、02	750	KW	1991	2	3030	電力	940,000	度	153,000	TEU
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													

本表若不足使用，請自行複製延伸

本工作頁填表說明

1. 本表用於蒐集溫室氣體排放量量化所需活動數據，主要作業區域為港區內之建築設施年度用電量。
2. 本表提供自有電號、直接向台電支付電費之單位填寫，僅限於港區範圍的建築、設施之耗電量調查。同一電號填寫一列即可，建築設施名稱請概略描述，足以提供區分用之名稱即可。
3. "電號"欄位務必填寫，彙整時才可依據電號判別是否有重複計算，並可依據電號至台電網站 (<http://wapp10.taipower.com.tw/nmeh/apfiles/mwp300.asp>) 直接查詢近12期用電量。

欄位顏色說明

計算範例
必填欄位
選填欄位

回使用說明

[至台電電費查詢網站](#)**P9904表 建築設施能源使用情形調查表**

港口名稱：

資料年度(民國)：

聯絡電話：

填表單位(事業名稱)：

填表人：

傳真：

序號	基本資料			能源消耗量		
	單位名稱	電號	建築設施範圍	位置(碼頭)	年用電量(度)	備註
範例	棧埠管理處	11 24 4300 00 2	第1貨櫃中心	1	100,000	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

本表若不足使用，請自行複製延伸

本工作頁填表說明

1. 本表用於蒐集溫室氣體排放量化所需活動數據，對象為通行港區之火車機車頭。
2. "引擎廠牌/型式"欄位請註明引擎廠牌及型式。若無資料請填寫「無資料」。
3. "編號"請填寫該機車頭之編號，作為識別該設備用。
4. "額定馬力"欄位指可以持續輸出的最大馬力，一般單位應為HP或KW，若為其它單位亦需註明。單位欄需註明清楚，後續整理資料時才可統一換算為KW，以配合排放係數單位(KW-hr)。
5. "西元製造年份"欄位請填寫該火車頭之生產年份。
6. "車輛數"欄位若基本資料皆相同，則可合併填寫，僅需在「車輛數」欄位中註明此型車數量，但"編號"欄需列出所有編號。"設備耗能"項下各欄位則請填入所有此型車之累加量。
7. 若有"年行駛里程"資料，則無須填寫"年行駛趟數"，"年行駛趟數"乘上該港區臨港線長度，作為年行駛里程。
8. "年行駛趟數"欄位指在該港區臨港線每年的行駛趟數。若無，則用每日平均行駛次數推估。若都沒有資料，則填寫無資料。
9. "能源別"欄位請註明為電力、超級柴油、普通柴油、環保柴油、重油等燃料別。
10. "裝卸量/單位"欄位請填寫後註明單位。若無資料，請填寫無資料。

欄位顏色說明

- 計算範例
- 必填欄位
- 填寫欄位

回使用說明

P9906表 火車資料及能源使用情形調查表

港口名稱： 資料年度(民國)： 港區臨港線長度(公里)： 傳真：
 填表單位(事業名稱)： 填表人： 聯絡電話： 電子郵件：

序號	設備名稱	編號	廠牌	型式	機車頭基本資料				車輛數	年行駛趟數	年行駛里程	能源別	設備耗能		裝卸量	單位 (公噸, TEU)	備註	
					引擎廠牌	引擎形式	額定馬力	單位 (HP或KW)					西元製造年份	年用油量(L)或 用電量(度)				單位 (L或度)
範例	柴電機車	編號2172	GM	R20型	GM	V型	1,310	HP	1961	52	1,730	20,933	柴油	02,799	L	267,035	公噸	主要跑臺中港和蘇口
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		

本表若不足使用，請自行複製延伸

本工作頁填表說明

1. 本表用於蒐集溫室氣體排放量量化所需活動數據，適用港區內之船舶修造業，請輸入欲調查年度相關資料。
2. "溫室氣體資料6"欄位，一般乙炔鋼瓶為3公斤裝，若僅有鋼瓶數量紀錄，請向供應商洽詢每支鋼瓶容量，再換算為年用量。
3. 下述資料若缺乏用量紀錄，請以採購量代替。若未使用則請填"無"。
4. 填寫時請注意使用單位。
5. 因電費單比實際發生日期晚一個月，填寫時應修正為實際發生在當年度的用電量。例如：99年用電量，應填寫99年2月份—100年1月份電費單之用電量。

P9907表 船舶修造業者燃料使用情形調查表

基本資料	1	港口名稱：	
	2	資料年度(民國)：	
	3	填表單位(事業名稱)：	
	4	聯絡人：	
	5	聯絡電話：	
	6	傳真：	
	7	電子郵件：	
溫室氣體資料	1	公司是否完成溫室氣體盤查？	<input type="checkbox"/> 是(請直接回答第2題即可) <input type="checkbox"/> 否(請跳答第3題)
	2	溫室氣體盤查量？(CO ₂ e噸)	
	回答第2題者(已完成溫室氣體盤查者)以下不需回答		
	3	用電量？(度)	
	4	柴油用量？(公升)	
	5	汽油用量？(公升)	
	6	乙炔用量？(公斤)	
	7	二氧化碳用量？(公斤)	
	8	其它燃料用量1(請註明：)	
	9	其它燃料用量2(請註明：)	
	10	其它燃料用量3(請註明：)	
	11	其它燃料用量4(請註明：)	
	12	其它燃料用量5(請註明：)	
	13	其它燃料用量6(請註明：)	
14	其它燃料用量7(請註明：)		

回使用說明