

100-29-7521

MOTC-IOT-99-H1DB013

港埠節能減碳基礎資料建置 方法之研究



交通部運輸研究所

中華民國 100 年 4 月

100-29-7521

MOTC-IOT-99-H1DB013

港埠節能減碳基礎資料建置 方法之研究

著者：邱永芳、陳桂清、柯正龍、葉雨松、許真瑜
杜思蘋、簡嘉霈、徐澄清、陳凱莉、許茗凱

交通部運輸研究所

中華民國 100 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究 / 邱永芳

等著.--初版.-- 臺北市：交通部運輸研究所，

民 100.04

面 ； 公分

ISBN 978-986-02-7175-1 (平裝)

1. 港埠管理 2. 能源節約 3. 資料處理

557.52

100002709

港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究

著 者：邱永芳、陳桂清、柯正龍、葉雨松、許真瑜、杜思蘋、簡嘉霈
徐澄清、陳凱莉、許茗凱

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 100 年 4 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 100 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：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：1010000360

ISBN：978-986-02-7175-1(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內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

100

港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究

交通部運輸研究所

GPN: 1010000360

定價 300 元

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：港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-02-7175-1(平裝)	政府出版品統一編號 1010000360	運輸研究所出版品編號 100-29-7521	計畫編號 99H1DB013
本所主辦單位：港研中心 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：瑩諮科技股份有限公司 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 地址：806 高雄市前鎮區新衙路 288-4 號 8F-2 聯絡電話：(07)815-1591		研究期間 自 99 年 6 月 30 日 至 99 年 11 月 1 日
關鍵詞：節能減碳、溫室氣體、港埠、碳排放量			
摘要： 我國運輸部門二氧化碳排放量佔了總碳排放量的重要比重，而以往在清查運輸部門碳排放時，通常以陸路運輸為主，海運部門往往忽略。 為建立海運部門的碳排放量清冊，以連結未來與世界各港口的碳排放減量工作，本研究主要參考美國洛杉磯港的溫室氣體清冊建立方法，再以高雄港為例，實際調查各項數據，整理其來源管道，以建立符合臺灣地區港埠現況的調查程序。調查與建置方法之適用範圍以港區行政區域為主，項目包括港勤船舶、裝卸機具、港口進出車輛，試用對象包括港務局及所有港區作業航商、承租業者等。此外，本研究另蒐集歐、美、亞、澳重要綠色港口之節能減碳措施，進行案例分析，比較所需經濟成本，提供國內港口參考，並彙整於高雄港試辦經驗，提出目前基礎資料蒐集遭遇之困難與對策及建議，可提供作為未來全面推動國際商港二氧化碳排放量調查之依據。 本研究主要效益與應用包含：（1）建立節能減碳基礎資料調查程序與表單，提供港務局及相關單位做碳排放調查流程之依據。（2）蒐集國外先進港埠推動節能減碳之經驗，可提供國內擬定推動港埠節能減碳措施之依據。（3）研究成果可應用於本所「運輸部門因應氣候變遷之政策評估決策支援系統」等後續相關研究之依據。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
100 年 4 月	340	300	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐密 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密 （解密條件：☐ 年 月 日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密， ☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密） ☒普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Methods to Establish Basic Data for Harbor Energy Conservation and Carbon Reduction			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-02-7175-1(pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010000360	IOT SERIAL NUMBER 100-29-7521	PROJECT NUMBER 99-H1DB013
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Yung-fang Chiu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kuei-Ching Cheng PROJECT STAFF: Jeng-long Ko, Chien-ming Lo PHONE: 04-26587188 FAX:04-26564418			PROJECT PERIOD FROM June 30 2010 TO Nov 1 2010
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 City 80673,Taiwan PHONE:+886-7-815-1591			
KEY WORDS: energy conservation and carbon reduction, green house gas, harbor			
ABSTRACT: The transport sector accounts for the total carbon dioxide emissions is a major proportion of carbon emissions in Taiwan. However, the inventory of carbon emissions from the transport sector is usually dominated by land transport, maritime transport sector is often ignored. In this study, we attempt to establish the carbon emissions inventory methodology of the maritime transport sector in international commercial harbors in Taiwan. It referred to POLA carbon emission inventory methodology in U.S. In Kaohsiung Harbor, we surveyed all kinds of data and their resource, to establish the inventory procedure that fits to our situation. The procedure is applied to the various harbor areas, including harbor crafts, cargo handling equipments, railroad locomotives, vehicles. The investigation targets include the harbor bureau, dock renters, shipping merchants, harbor craft companies...etc. In addition, the energy saving and emission reduction polices of the green harbors in Europe, U.S.A., Asia, Australia are collected and analyzed. We also listed the difference of financial analysis between several cases. The experience of the trial inventory in Kaohsiung Harbor, the difficulties and strategies are proposed and provide the basis of the harbor in carbon inventory establishment. The benefits and applications were included as follows : (1) Establish inventory procedures that provided for local harbors and relevant authorities for energy saving and carbon dioxide emission reduction. (2) Experience collected and learned from foreign advanced ports would provide local harbors authorities to make and execute strategies in saving and emission reduction. (3) Project achievements would be applied in further relevant policies in climate changing research.			
DATE OF PUBLICATION April 2011	NUMBER OF PAGES 340	PRICE 300	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
表目錄	IX
圖目錄	XIII
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	1-4
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 國內外相關法規	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 中國大陸港埠節能減碳要點	2-15
2.1.6 國際公約	2-19
2.2 臺灣地區港埠調查	2-21
2.2.1 交通部運輸研究所	2-22
2.2.2 港區空氣污染物排放清冊建置	2-22

2.3 其它地區港埠調查.....	2-24
2.3.1 中國大陸.....	2-24
2.3.2 美國港口空氣污染排放清冊調查.....	2-25
2.4 臺灣國際港口概況.....	2-27
2.5 港區設施與機具.....	2-39
第三章 國外港口節能減碳研究.....	3-1
3.1 美國聖佩德羅灣區排放清冊建置.....	3-1
3.1.1 排放清冊發展與演變.....	3-3
3.1.2 排放清冊建置方法概述.....	3-5
3.1.3 3階段3-溫室氣體擴充清冊.....	3-22
3.1.4 參採美國聖佩德羅灣區經驗可行性之分析.....	3-25
3.2 美國聖佩德羅灣區排放減量.....	3-29
3.2.1 遠洋船舶.....	3-29
3.2.2 載重車輛.....	3-31
3.2.3 裝卸設備.....	3-32
3.2.4 港勤船舶.....	3-34
3.2.5 鐵路機車.....	3-34
3.2.6 能源再生利用.....	3-35
3.3 中國大陸港口.....	3-36
3.3.1 華南港口—香港及珠江三角洲港口.....	3-37
3.3.2 華中港口—上海港.....	3-44
3.3.3 華北港口—大連、青島和天津港.....	3-47
3.4 歐洲港口.....	3-51
3.4.1 荷蘭鹿特丹港.....	3-51

3.4.2 德國漢堡港.....	3-52
3.5 澳洲雪梨港.....	3-53
3.6 國外節能減碳措施彙整.....	3-54
3.7 國外經驗探討及可行性討論.....	3-58
3.7.1 國外成功經驗探討.....	3-58
3.7.2 國內可行性推動策略.....	3-59
第四章 調查作業程序.....	4-1
4.1 調查範圍界定.....	4-1
4.1.1 美國港口調查範圍界定.....	4-1
4.1.2 行政院環境保護署.....	4-2
4.1.3 交通部運輸研究所.....	4-3
4.1.4 中國大陸全國港口普查.....	4-4
4.1.5 ISO 14064-1 標準.....	4-4
4.1.6 本研究之調查範圍界定.....	4-5
4.2 排放源鑑別.....	4-6
4.3 溫室氣體推估方法.....	4-8
4.4 資料調查程序.....	4-12
4.4.1 港區背景資料蒐集.....	4-13
4.4.2 試辦港口及調查年度之選擇.....	4-14
4.4.3 現場調查程序.....	4-15
4.5 港區場站電力.....	4-19
4.5.1 排放源概述.....	4-19
4.5.2 推估方法.....	4-20
4.5.3 試辦調查過程.....	4-20

4.5.4 排放量推估	4-23
4.6 裝卸機具	4-23
4.6.1 排放源概述	4-23
4.6.2 推估方法	4-26
4.6.3 試辦調查過程	4-29
4.6.4 排放量推估	4-32
4.7 港勤船舶	4-33
4.7.1 排放源概述	4-33
4.7.2 推估方法	4-34
4.7.3 試辦調查過程	4-37
4.7.4 排放量推估	4-38
4.8 公路運輸車輛	4-39
4.8.1 排放源概述	4-39
4.8.2 推估方法	4-41
4.8.3 試辦調查過程	4-48
4.8.4 排放量推估	4-60
4.9 火車	4-61
4.9.1 排放源概述	4-61
4.9.2 推估方法	4-62
4.9.3 試辦調查過程	4-63
4.9.4 排放量推估	4-64
4.10 調查結果討論	4-64
4.10.1 排放量推估結果	4-65
4.10.2 試辦經驗總結	4-70

4.11 調查表單建置與填寫	4-72
第五章 未來排放量調查規劃	5-1
5.1 調查程序	5-1
5.1.1 調查流程	5-3
5.1.2 起始會議	5-3
5.1.3 協調會議	5-4
5.1.4 資料蒐集	5-5
5.1.5 資料整理	5-6
5.1.6 資料彙整	5-7
5.1.7 排放量計算	5-7
5.1.8 報告製作	5-9
5.1.9 品保品管	5-9
5.2 法規工具建置	5-9
5.3 遠洋船舶推估方法	5-11
5.4 未來港埠節能減碳相關研究	5-16
5.4.1 本研究未竟之處	5-16
5.4.2 節能減碳措施研究	5-19
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-2
參考文獻	參-1
附錄一 調查表格填寫範例	附錄 1-1
附錄二 工作檢討會資料	附錄 2-1
附錄三 第一次期末報告審查意見處理情形表	附錄 3-1

附錄四 第二次期末報告審查意見處理情形表	附錄 4-1
附錄五 第一次期末報告簡報	附錄 5-1
附錄六 第二次期末報告簡報	附錄 6-1

表 目 錄

表 2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準	2-11
表 2-2 能源用戶節約能源查核制度申報表	2-12
表 2-3 臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量（行政院環境保護署） ..	2-24
表 2-4 洛杉磯港 2008 年溫室氣體排放量比較	2-26
表 3-1 EMFAC 2007 排放係數	3-10
表 3-2 POLA 歷年調查各主要 GHG 排放源所屬範疇	3-26
表 3-3 國外港口節能減碳措施彙	3-55
表 4-1 港區溫室氣體排放源	4-7
表 4-2 運輸部門相關化石能源溫室氣體排放係數	4-10
表 4-3 生質燃料校正係數	4-10
表 4-4 我國電力溫室氣體排放係數	4-11
表 4-5 全球暖化潛勢清單	4-12
表 4-6 三大國際港碼頭類型數量表	4-15
表 4-7 各碼頭及營運單位調查機具設備一覽表	4-17
表 4-8 高雄港 98 年度碼頭區用電量	4-22
表 4-9 高雄港所屬單位行政用電量	4-22
表 4-10 高雄港碼頭承租廠商名單	4-30
表 4-11 高雄港調查之機具統計	4-31
表 4-12 高雄港 98 年度裝卸機具溫室氣體排放量	4-32
表 4-13 高雄港 98 年度各單位裝卸機具溫室氣體排放量	4-33

表 4-14 港勤船舶排放係數表	4-36
表 4-15 高雄港 98 年度港勤船溫室氣體排放量推估結果（依燃料別）	4-38
表 4-16 高雄港 98 年度港勤船溫室氣體排放量推估結果(依單位)..	4-38
表 4-17 國內各車種不同車速燃油效率(以 2005 年為參考基準)	4-43
表 4-18 各車種惰轉燃油效率及 CO ₂ 排放係數推估值	4-44
表 4-19 重型柴油車溫室氣體排放係數	4-46
表 4-20 各車種於之怠速狀態下二氧化碳氣體濃度量測結果	4-48
表 4-21 國際港貨運車輛平均進出距離	4-51
表 4-22 高雄港 98 年度進出貨運車輛推估表	4-55
表 4-23 各港非貨櫃貨運車次運量推估基準表(1/3)	4-55
表 4-24 各港非貨櫃貨運車次運量推估基準表(2/3)	4-56
表 4-25 各港非貨櫃貨運車次運量推估基準表(3/3)	4-57
表 4-26 貨車進出高雄港區里程與怠速時間統計表	4-59
表 4-27 港務局及承租商所屬車輛排放量推估結果	4-60
表 4-28 重型柴油車行駛期間排放量推估結果	4-61
表 4-29 重型柴油車行駛怠速惰轉期間排放量推估結果	4-61
表 4-30 柴油機車頭排放係數表	4-63
表 4-31 高雄港 98 年各範疇溫室氣體排放量	4-65
表 4-32 高雄港與洛杉磯港範疇 1 及範疇 2 排放量比較	4-66
表 4-33 高雄港 98 年各排放源溫室氣體排放量	4-66
表 4-34 調查表單一覽表	4-78
表 4-35 港區用油用電彙整表	4-79

表 4-36 港勤船舶資料及能源使用情形調查表	4-80
表 4-37 裝卸機具資料及能源使用情形調查表	4-81
表 4-38 建築設施能源使用情形調查表	4-82
表 4-39 車輛資料及能源使用情形調查表	4-83
表 4-40 火車資料及能源使用情形調查表	4-84
表 4-41 船舶修造業者燃料使用情形調查表	4-85
表 5-1 排放源調查範疇	5-2
表 5-2 調查項目提供單位一覽表	5-5
表 5-3 各排放源使用公式及參數對照表	5-8
表 5-4 輔助鍋爐消耗能量預設值	5-15
表 5-5 非貨櫃重型卡車數量推估方法比較	5-17
表 5-6 重型柴油車相關調查方法比較	5-17
表 5-7 各項排放源減碳措施	5-19
表 5-8 未來四年研究內容建議	5-20

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 2.4 高雄港平面圖	2-31
圖 2.5 臺中港平面圖	2-32
圖 2.6 基隆港平面圖	2-33
圖 2.7 臺北港平面圖	2-34
圖 2.8 蘇澳港平面圖	2-35
圖 2.9 安平港平面圖	2-36
圖 2.10 花蓮港平面圖	2-37
圖 2.11 貨櫃起重機	2-39
圖 2.12 貨櫃跨載機	2-40
圖 2.13 貨櫃門式機	2-40
圖 2.14 貨櫃牽引機	2-41
圖 2.15 貨櫃堆積機	2-41
圖 2.16 卡車式起重機	2-42
圖 2.17 堆高機	2-43
圖 2.18 鏟裝機	2-43
圖 2.19 輸送機	2-44

圖 2.20 拖車	2-45
圖 2.21 卡車	2-45
圖 2.22 抓斗	2-46
圖 2.23 漏斗	2-46
圖 2.24 堆煤機	2-47
圖 2.25 卸煤機	2-47
圖 2.26 原木裝卸機	2-48
圖 2.27 吸穀機	2-49
圖 3.1 遠洋船舶排放清單地理延伸範圍	3-8
圖 3.2 洛杉磯港溫室氣體排放清冊建置流程	3-21
圖 3.3 洛杉磯港溫室氣體擴充清冊調查範圍	3-24
圖 3.4 港口岸電輸送	3-31
圖 3.5 電動式傳送帶	3-33
圖 3.6 電力供應起重機	3-33
圖 3.7 太陽能再生利用圖	3-36
圖 3.8 中國沿海港口分佈圖	3-37
圖 4.1 現場調查作業流程	4-16
圖 4.2 設備耗油耗電調查流程	4-18
圖 4.3 港勤船舶排放量推估流程圖	4-36
圖 4.4 貨車進出高雄港區 GPS 定位範圍圖	4-58
圖 4.5 高雄港 98 年裝卸機具溫室氣體排放量比較	4-74
圖 4.6 高雄港 98 年港勤船舶溫室氣體排放量比較	4-75

圖 4.7 高雄港 98 年車輛溫室氣體排放量比較.....	4-75
圖 5.1 調查流程圖.....	5-3
圖 5.2 遠洋船舶排放量推估流程圖.....	5-13

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民國 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。

因目前相關業務在港埠地區尚未正式推動，各項所需之基礎資料尚未建立，原始資料甚至可能付之闕如。為利於後續計畫之推動，並加速港埠節能減碳推動進程，擬於民國 99 年度先行推動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。因此本年度除先針對國外有相關執行經驗之港埠進行案例研究，探討適當之工作進程，評估各項作法移植本國之可行性外，並先針對各項基礎資料的建置流程及方法進行研究，確定各項資料的類別、項目、蒐集管道，制訂所需表單，建置彙整程序。

1.2 研究範圍與對象

本研究範圍包括臺灣地區的國際港口，針對國際港口研究合適的耗能調查程序，並以一個國際港為範例進行實際調查。對象包括裝載機具、運輸設備、建築物等，涵蓋港埠管理機構直轄單位、出租單位，

非屬港區性質的工廠暫不納入。而港區涵蓋的軍用及漁用碼頭也不納入範圍。

1.3 研究內容與工作項目

本研究為短期計畫，預計完成工作項目如下：

1. 國外港區節能減碳作法案例研究。
2. 訂定節能減碳基礎資料蒐集程序。
3. 配合各類資料蒐集程序，制訂應用表單。
4. 依據制訂程序挑選一個港口試行，並依據試行結果修訂程序。
5. 規劃未來全面推動港區節能減碳調查作法。

工作內容包括：

1. 案例研究

- (1)蒐集彙整國外港埠地區執行港區、船舶、機具、運輸工具之能源效率提升及各項節能減碳措施範例。
- (2)上述案例需有至少一個國際港的實際執行經驗，篩選可在臺灣推動之作法，並擬定可在臺灣推動之方案，並提出需注意事項。
- (3)案例研究可涵蓋的範圍包括：基本資料調查程序、減量指標建置、能源消耗估算、經濟誘因、岸電設置、綜合能源管理系統...等等。

2. 訂定基礎資料蒐集程序

制訂「港埠地區能源效率調查程序」，內容包括：

- (1) 港區部分：內容應考量（若有）港區的照明系統、各類引擎機具、輸送帶及起重機具、風扇及泵浦、空氣壓縮系統、蒸汽系統、冷凍系統、載運系統、液壓系統及其它一般港區常見使用能源之系統等等。
- (2) 船舶部分：訂定各項船舶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、所需之詳細程度。
- (3) 車輛部分：訂定各項港區運輸車輛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。
- (4) 所有程序皆應實際操作符合臺灣地區執行現況。適用範圍應能包括以下幾類對象：
 - a. 公私部門辦公場所：如海關、港務局、船公司、報關業...等。
 - b. 倉儲物流場所：如貨櫃場、倉儲場、物流車隊、機具...等。
 - c. 碼頭：包括貨櫃碼頭、乾散貨碼頭、液體散貨碼頭、一般散雜貨碼頭、旅客碼頭等之相關場所、機具及設備。

3. 表單建置：配合各項程序之建置，設計所需表單。

4. 資料蒐集程序試行

- (1) 依據本計畫訂定之程序，挑選一個國際港（基隆港、臺北港、臺中港、高雄港）試辦。試辦範圍中，除現地實際無該類別項目外，所有程序中所涵蓋之類別皆應至少挑選一處進行實際作業。
- (2) 依據蒐集資料遭遇之困難，提出因應對策，回饋於程序中。
- (3) 依據試辦結果，修訂程序。如合併程序相同之項目以簡化程序，修改不符現地客觀條件之程序等等。

5. 規劃未來全面調查之作法

- (1) 依計畫執行成果，訂定適當之成效評估指標，指標計算方式及

建立指標之程序。

(2)依據建立指標所需之程序，規劃未來推動全面調查之進程。並評估未來各港口執行全面調查所需之人力、資料、預算。

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。第一個主軸是發展調查程序，包括採用 PDCA (Plan-Do-Check-Action，意即「計畫—執行—檢討—再執行」之作法) 的精神，在擬定程序後進行現場實地測試調查，再進行修訂；第二個主軸是分析國外案例。最後依據二個主軸之研究成果，擬定未來推動本套調查程序之策略。

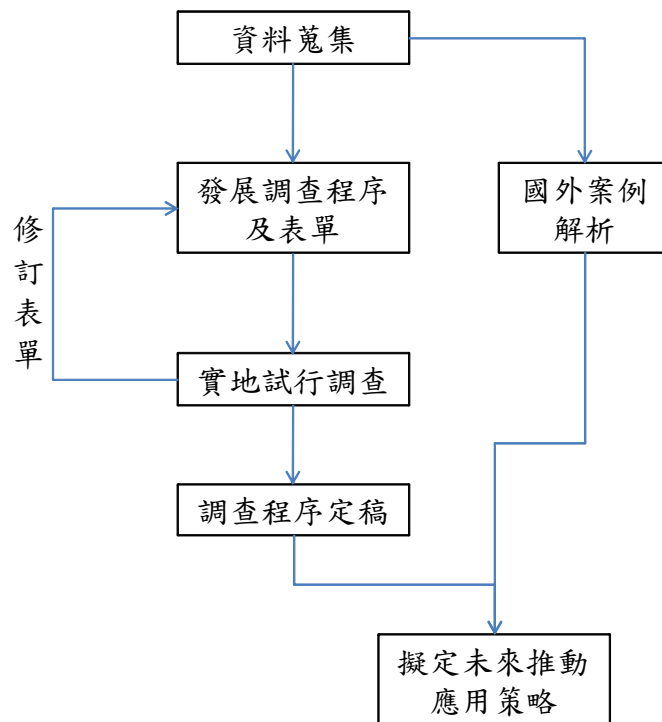


圖 1.1 工作流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 國內外相關法規

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，能源四法規之關聯如圖 2.1 所示。

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。本報告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。

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]。

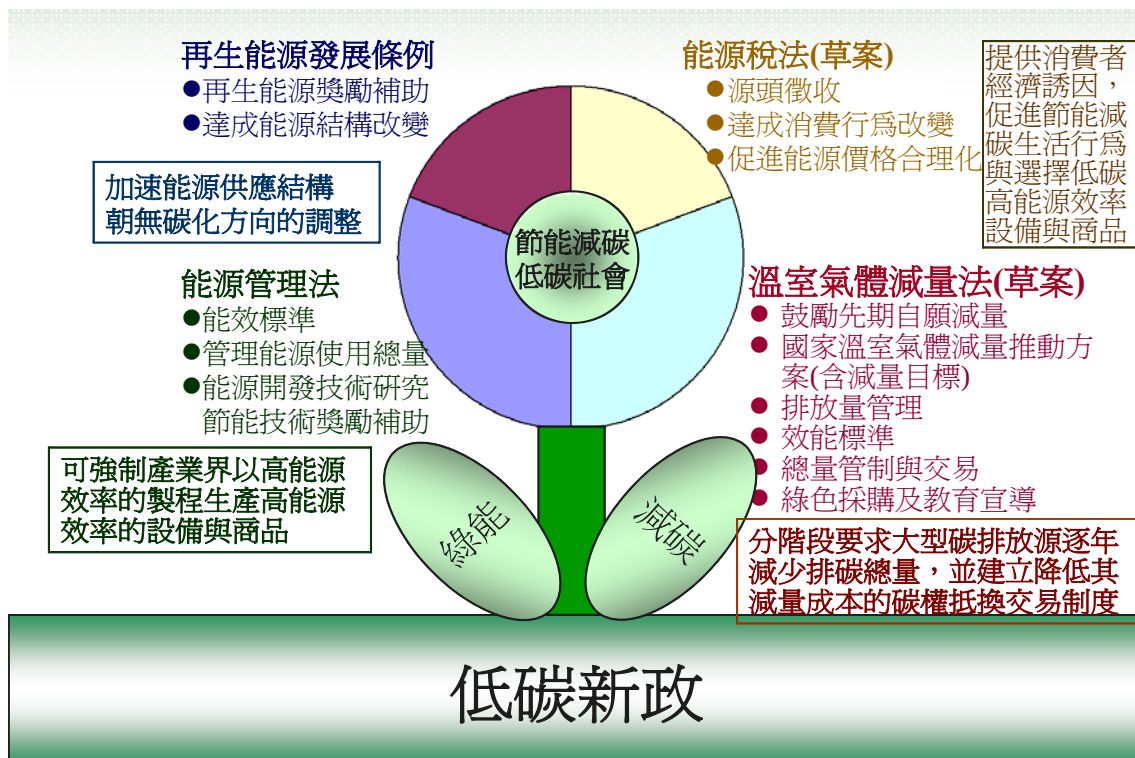


圖 2.1 能源四法規關聯圖

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：

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。

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。

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。

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

「溫室氣體減量法（草案）」之架構，如圖 2.2 所示。

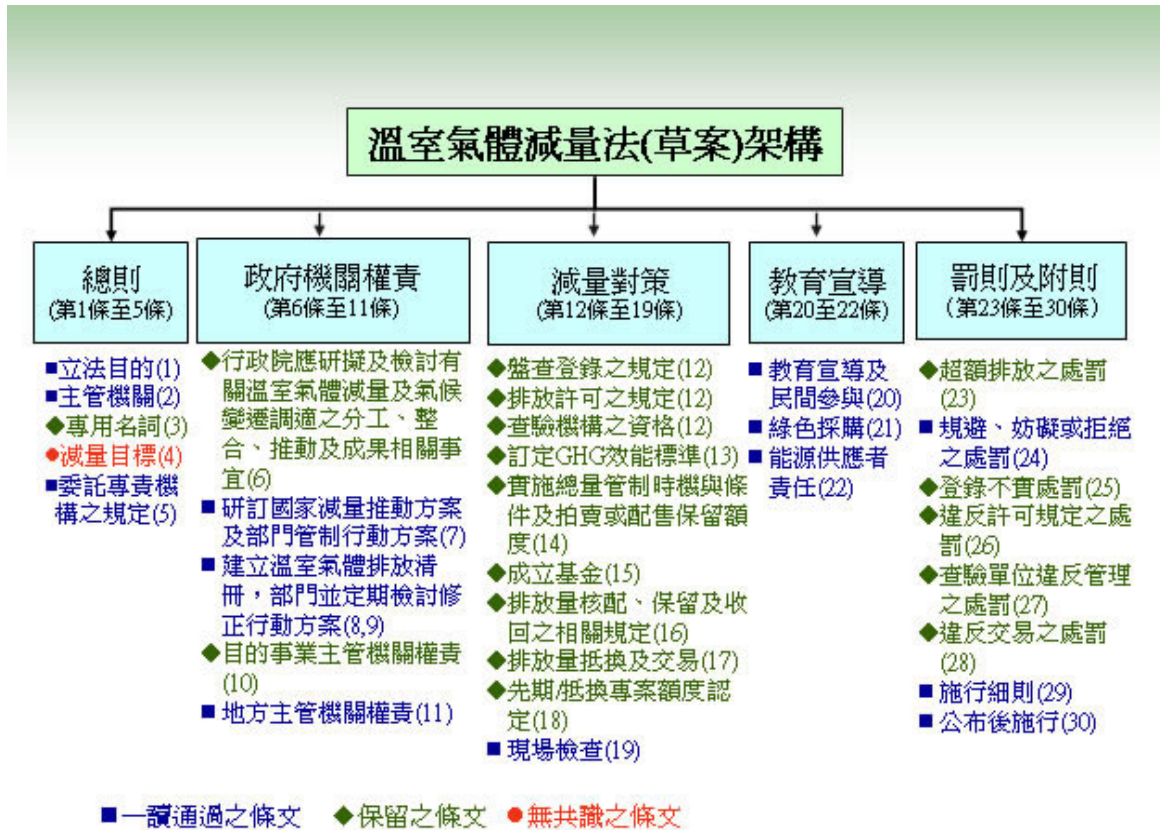


圖 2.2 「溫室氣體減量法（草案）」架構

資料來源：行政院環境保護署網站^[2]

3. 三階段減量策略

溫室氣體減量法(草案)規劃前期作業及三階段減量策略，三階段減量策略包括：第一階段的強制盤查與登錄、第二階段效能標準及排放交易及第三階段總量管制及排放交易，逐步建構臺灣溫室氣體減量及管理能力，並輔以經濟工具(如：排放交易等)，協助排放源達到實質減量之目的，推動溫室氣體三階段減量策略期程如 0。

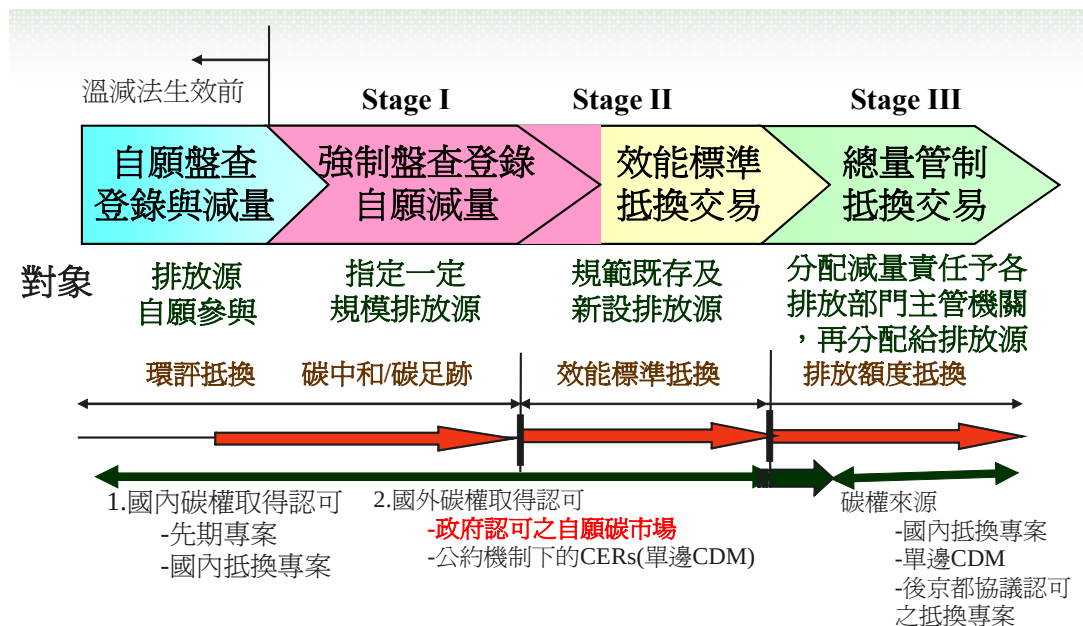


圖 2.3 推動溫室氣體三階段減量策略

資料來源：行政院環境保護署網站^[4]

(1)前期作業：溫減法實施前之先期管理

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

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

先期專案之實施對象：針對高溫室氣體排放密集度之產業，將研擬「公告排放強度」作為減量額度計算基準。其「公告排放強度」“計算式”所涵蓋之“製程”或“設施”，將被歸類為「適用先期專案排放源」，所執行之減量將以排放強度之形式計算，若排放強度低於「公告排放強度」，則其差值經過第三者查證及政府審查通過後，即可獲得「減量額度」。

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

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

「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則(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[6]。

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

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。

表 2-1 能源用戶依法應行辦理事項之能源使用數量基準

分類	能源用戶	能源使用數量基準	應行辦理事項	法源依據	
				能源管理法	能源管理法施行細則
一	煤炭	年使用量超過六千公噸	1.每年十二月底前，將次年能源查核制度，節約能源目標及執行計畫，報請中央主管機關核備。	第九條	第六條至第八條
	燃料油	年使用量超過六千公秉	2.設置能源管理人員。	第十一條	第十條
	天然氣	年使用量超過一千萬立方公尺	3.每年一月底前彙集前一年使用能源資料，向中央主管機關申報。	第十二條	第十一條
	電能	契約用電容量超過八百瓩	4.新設或擴建應先經中央主管機關核准。	第十六條	
二	生產蒸汽	每小時超過一百公噸	應裝設汽電共生設備。	第十條	
三	裝設中央空氣調節系統	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]}

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

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

(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 0 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 2-2 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，並不適用此項 EUI 標準。

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

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

依行政院 97.8.6. 核定之「政府機關及學校全面節能減碳措施」，各機關學校填報週期為每年 1 月填報前 1 年度之用電、用油情形。填報時透過「政府機關及學校節約能源填報網站」填報，網址為 <http://egov.tgpf.org.tw/>，目前委託財團法人臺灣綠色生產力基金會維護網站及本專案執行事宜。

2.1.4 環保署國家溫室氣體登錄平台說明

依據溫室氣體減量法草案規劃，環保署於2007年7月正式啟動『國家溫室氣體登錄平台』（以下稱登錄平台）^[12]，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 中國大陸港埠節能減碳要點

國內目前尚未針對港埠訂定節能減碳要點，但目前在中國大陸，已有多處港埠將「節能減排」納入重要工作項目，即包括節能與減少污染排放。其交通運輸部亦提出「關於港口節能減排工作的指導意見」，茲摘錄關於節能部分的重點如下。

1. 對於新建港口工程

- (1)裝卸方法和設備選型設計最佳化，選用低能耗、高效率的裝卸設備。
- (2)在能源使用方面，優先選用以電能作為動力源的裝卸設備，以達零排放目標。
- (3)改進各類碼頭裝卸系統，使系統各環節能力匹配，提高裝卸效

率、降低能耗。

- (4)加速對貨櫃碼頭設備和散貨碼頭設備關鍵技術研究，優先採用輕型、高效、變頻控制的設備。

2. 對於現有港口的技術改造

- (1)逐步淘汰更新或改造耗能高、效率低的老舊設備。
- (2)減少能耗及廢氣排放，提高作業效率。
- (3)加速將現有貨櫃碼頭柴油發電機為動力源的輪胎式貨櫃門式起重機，轉換為由港區供電網為動力源的「油改電」改造工作。
- (4)推進散貨碼頭皮帶機系統節能控制技術的推廣應用。
- (5)針對以燃油為動力之陸上運輸車輛、流動機械等，推廣採用最先進內燃機節油技術，降低內燃機燃油消耗。

3. 新碼頭建設與舊港區的功能調整

- (1)港區佈局與碼頭設計最佳化，利用資訊技術，加強港口生產調度，並將運輸結構最佳化。
- (2)降低設備的空車率，提高運輸效率，降低裝卸的單位能耗。
- (3)合理配備裝卸機械和工具，使工作流程合理化與科學化。

4. 新建港區或在舊港區供電網

- (1)供電網改造時，應與供電部門相結合，採用先進技術。
- (2)以變頻或濾波方法解決高次諧波損耗問題，提高港區電網供電質量。
- (3)推廣變頻調速、自動化系統控制技術，減少電能傳輸過程中的消耗。

(4)充分利用港口裝卸過程中產生的回饋能，減少能源浪費。

5. 照明

(1)推廣綠色照明工程，並合理控制照明照度。

(2)採用分段、分時控制照明亮度、調整功率、無功補償、高精度穩壓等方式降低電能消耗、延長燈具使用壽命。

6. 水資源再利用

(1)推廣雨污水採集、處理、利用。

(2)充分利用現有雨污水收集與處理系統，處理污水、收集雨水，用於港口綠地澆灑、洗車、除塵等。

(3)在港口推廣使用節水、環保器具，節約水資源、減少污染物排放。

7. 資源能源綜合研究應用

(1)引進並吸收國內外節能減排技術創新成果，採用新技術、新方法、新設備、新材料等節能減排技術，提升港口企業核心競爭力。

(2)提倡採用綠色節能技術，鼓勵電能回饋、儲能回用等節能技術研究與應用。

(3)鼓勵研製開發電動運輸車輛等新技術。

(4)推廣再生水、海水淡化水、微鹹水、雨水開發利用，最大限度地節約用水。

(5)鼓勵再生資源利用，採用太陽能提供熱水、利用地源/海水源熱泵採暖空調、研究利用潮汐能、設立小型風能利用裝置。

8. 制度面

(1)建立健全節能減排工作機制，落實目標責任制。

(2)交通（港口）主管部門要研究相應的工作機制，確定專門機構和專人負責，加強與有關部門的協調和溝通，解決工作困難點，制定相應的政策和措施。

(3)推行節能減排工作的績效考核制度，把港口企業節能減排指標作為對企業負責人的評價考核內容。

9. 監督面

(1)健全節能減排監督管理體系，充分利用資訊管理系統等方法，加強節能統籌工作，以提高效率、減少能源浪費。

(2)研發能耗精算方法，以衡量個別企業的節能重點。

(3)提出完善節能減排監察制度，加強港口相關行業重點耗能設備和運輸裝備的抽查檢測，對達不到節能減排指標的設備要強制淘汰。

10.政策面

(1)加大節能減排政策強度。

(2)政策支持節能技術與產品推廣、重點行業的節能技術改造、重大節能技術示範工程、宣傳培訓、資訊服務、表彰獎勵以及節能監督管理體系。

11.宣傳面

(1)加大節能減排宣傳和培訓強度，深入宣傳國家節約能源法律法規和方針政策。

(2)加強國內外節能技術的經驗交流與合作，加強國內港口企業之間、企業和研究單位之間節能減排經驗、技術的交流。

(3)不定期舉辦節能減排技術現場交流會，學習交流節能減排先進技術與管理經驗。

12. 獎勵面

各級交通（港口）主管部門和港口企業要建立節能減排工作激勵機制，認真做好節能減排工作總結，對在節能工作中做出顯著成績的單位和個人予以表揚獎勵。

2.1.6 國際公約

1. 聯合國氣候變化綱要公約

聯合國總部於 1992 年 5 月 9 日在紐約通過「聯合國氣候變化綱要公約」(the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，其間並透過 1998 年制訂的京都機制(於 2005 年生效)，使抑制全球溫室氣體增量之目標得以具體化與落實，也使得溫室氣體管制成為 20 世紀末以來全球最熱門之環境管理議題。

2. 京都議定書

京都議定書 (Kyoto Protocol)，全名為「聯合國氣候變化綱要公約的京都議定書」，是 UNFCCC 的補充條款。是 1997 年 12 月在日本京都由聯合國氣候變化綱要公約參加國第三次會議 (3rd Conference of the parties to UNFCCC, COP 3) 制定的。其目標是「將大氣中的溫室氣體含量穩定在一個適當的水平，進而防止劇烈的氣候改變對人類造成傷害」。

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

求為止。

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

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

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

3. MARPOL 73/78 公約附則 VI—船舶防止大氣污染規則

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

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

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

國際間一直關注和應付氣候轉變和全球暖化的問題，根據 2005 年生效的聯合國氣候變化框架公約《京都議定書》，IMO 有責任向船舶提出限制或減少溫室氣體排放。MEPC 就該事項和措施持續進行研究，並取得實質性進展。其中包括發展新船節能設計指標和能源效益運作指標。另外亦有適合所有船隻的效益管理計畫和最具能源效益運作的自願執行守則。

2.2 臺灣地區港埠調查

臺灣地區在近二年才開始注意到港區的溫室氣體排放量清查。以往各縣市環保局及行政院環境保護署在推估船舶污染排放量時，主要使用 TEDS 模式，正確性及準確性較差，而且僅推估空氣污染物，為涉及到溫室氣體。而在海運部分的溫室氣體排放量部分，也只從海運用油量來推估，因此無法確定在港區海域範圍內的排放量究竟有多少。但從民國 98 年起，交通部運輸研究所、行政院環境保護署等，都開始執行這部分的調查。

2.2.1 交通部運輸研究所

交通部運輸研究所早在民國 94 年即辦理「運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」之研究，建立國內陸海空運溫室氣體排放基線資料及成長量趨勢。其中水運部分的排放推估，僅根

據水運部門總能源消耗量進行推估，亦未針對港埠地區進行較深入的調查^[13]。

交通部運輸研究所在民國 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，今年度（民國 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]。

直到民國 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，該研究預定執行到民國 99 年底^[15]，因此目前尚未有更具體的成果。

2.2.2 港區空氣污染物排放清冊建置

行政院環境保護署於民國 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(民國 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，分別在民國 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」。在民國 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：

1. 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
2. 發展港口或貨物處置柴油設備空氣污染物之排放清冊
3. 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
4. 發展低硫燃料轉換的認可與鼓勵計畫
5. 綠色旗艦計畫
6. 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民國 98 年起執行港區空氣污染物排放建置的二年計畫。主要目的是要建置空氣污染排放清冊，污染物調查種類包括 PM₁₀、PM_{2.5}、DPM、SO₂、NO_x、CO、VOC 等，另增列柴油燃燒後的主要溫室氣體 CO₂、CH₄、N₂O。第 1 年先納入高雄港、臺中港、基隆港、花蓮港四個港口，調查各項直接排放源，包括：

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

其中，前 5 項污染源包含了 CO₂、CH₄、N₂O 等溫室氣體。而根據其第 1 年執行結果，在遠洋船舶部分已建立適當的調查推估方法；

港勤船舶、裝卸機具部分，因為民營化的關係，尚無法建立完整的排放清冊；重型柴油車在數量上僅能間接推估，火車部分因為港區的鐵路貨運式微，比例不高。

表 2-3 臺灣四大港口 98 年溫室氣體排放量

單位：年 CO₂e 公噸/年

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

資料來源：行政院環境保護署^[16]

表 2-3 係根據該研究整理結果，包括臺灣四大港口民國 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 其它地區港埠調查

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」^[26]，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^[19-21]。

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^[21]，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^[18-24]。

表 2-4 洛杉磯港 2008 年溫室氣體排放量比較

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

資料來源：Port of Los Angeles (POLA)^[21]

2.4 臺灣國際港口概況

1. 高雄港

高雄港位於臺灣西南海岸，為發展高雄港成為亞太海運轉運中心及全球運籌中心。高雄港為臺灣最大之國際商港，除為臺灣主要之貨櫃轉運樞紐港外，亦為臺灣南部主要之貨物進出口港埠。目前正積極擴充港埠設備，朝遠東地區最大貨櫃轉運樞紐港及主要散裝貨物轉運中心之目標發展。高雄港港區面積為 17,678 公頃，其中陸域面積 1,442 公頃，佔全港面積之 8.2%，水域面 16,236 公頃，佔全港面積之 91.8%，港區配置以碼頭作業區為主，其次為工業區，其餘則為港務行政、漁港、造船廠、臺電、中油等用地，港區配置圖如圖 2.4 所示。

高雄港目前進出港航道有第一港口及第二港口，第一港口之內港口水深 11 公尺，有效寬 100 公尺，航道寬 80 公尺，可通行 3 萬噸級船舶；第二港口之內港口水深 16 公尺，有效寬 250 公尺，航道寬 150 公尺，可通行 10 萬噸級船舶。現有航道全長 18 公里，主航道 12 公里，支航道 6 公里。碼頭 118 座，全長 26,598 公尺，繫船浮筒 19 組，同時可供 150 艘船靠泊。在倉儲方面，高雄港現有倉庫和通棧 65 棟，總容量 929,751 公噸，露置堆置場七處，總容量為 35,322 公噸。

2. 臺中港

臺中港位在臺灣西海岸的中央，距離北部的基隆港約 110 哩，距離南部的高雄港約 120 哩，位居東北亞與東南亞海運航線的中心點。雖然開港後發展迅速，臺中港的發展還是略遜於腹地小但位置優越的基隆港，但臺中港 2009 年貨物裝卸量與輸送量已超越基隆港，成為國內第二大國際港。

臺中港區腹地廣大，港區總面積為 3,793 公頃，其中水域面積有 973 公頃，陸地面積有 2,820 公頃，35 噸貨櫃起重機 13 部。

臺中港有 46 座碼頭，擁有自動化卸儲設備。未來發展計畫包括商港擴建計畫與工業港區開發計畫，將配合國際海運發展逐步實施，目標為成為擁有 83 座碼頭的國際大港，港區配置圖如圖 2.5 所示。

3. 基隆港

基隆港位於臺灣東北海岸，港區總面積 572 公頃，陸域面積 196 公頃，目前共有 57 座碼頭，一個入港航道，為一天然的優良海港，但由於腹地較小，2009 年已落後臺中港成為國內第 3 大港。

基隆港外廓設施佈置原可滿足 3,000 TEU 級貨櫃輪及 3 萬 DWT 散雜貨輪滿載進港之操航需求，經 89 年完成外港航道、迴船池拓寬及浚深計畫後，最大之進港船型於良好天候下，已可提升至 5,000TEU 超巴拿馬極限級貨櫃輪及 6 萬噸級散雜貨輪進港。未來東防波堤延伸工程完工後，更可於良好天候及限水呎條件下，提升至 6,000 TEU 超巴拿馬極限級貨櫃輪。港區配置圖如圖 2.6 所示。

4. 臺北港

臺北港位於臺灣北端淡水河出海口南岸，以觀音山為屏障，濱臨臺灣海峽，東距基隆港 34 哩、南距臺中港 87 哩，西距大陸福州港 134 哩，為北部地區風力、海流、波浪、潮差等海氣象環境較為和緩之海域，且海床平緩、水深適中，為闢建大型港灣之合適地點。

1999 年 9 月交通部所核定的港區陸域面積為 1,038 公頃、水域面積 2,064 公頃；總面積 3,102 公頃，目前由交通部基隆港務局管理，定位為基隆港的輔助港，但其面積比基隆港之 5 倍大，與基隆港不同的地方在於，臺北港為一人工港，陸地完全使用填海形成。

目前營運碼頭已有 14 座，其中包含 2 座貨櫃碼頭，內港航道及迴船池也已浚深至 14 公尺，營運規模正擴大中，2005 年裝卸量達 973 萬計費噸，其中砂(塊)石 688 萬計費噸、化油液散 245 萬計

費噸、其他雜貨 40 萬計費噸(含 6,240 輛汽車)，預計至 (2014 年以前，將有碼頭 28 座(營運碼頭 19 座、港勤公務碼頭 9 座)，預估屆時每年可裝卸貨櫃約 400 萬 TEU。港區配置圖如圖 2.7 所示。

5. 蘇澳港

蘇澳港位於臺灣東北部，雄踞在蘭陽平原的蘇澳灣內，是一個地理形勢十分優良的天然港，北距基隆港 50 哩，南距花蓮港 40 哩，有北迴鐵路直達臺北和花蓮，另有臺九公路和濱海公路分別通往臺北和基隆，交通四通八達，尤其最近港區對外聯絡道路方面，蘇澳鎮特一號公路及蘭陽第二隧道已陸續完工通車，使貨物運輸更順暢，提供航商貨主更便捷的服務，因此蘇澳港是基隆港的最佳輔助港，更帶動蘭陽地區的經濟繁榮。

蘇澳港水域面積 290 萬平方公尺，陸地面積 86 萬平方公尺。擁有 13 座碼頭，共長 2,610 公尺。包括港勤船碼頭 1 座和營運碼頭 12 座（包括散雜貨碼頭 6 座、煤碼頭 1 座、油品碼頭 1 座、水泥碼頭 2 座、化學品碼頭 2 座）水深自 -7.5~-15 公尺，長度由 125 公尺至 300 公尺不等，可泊靠巴拿馬極限型船舶。進口貨物以煤炭、原木、燃油、工業鹽為主，出口貨物以水泥為大宗，備有完善的倉庫、儲槽等各項港埠設施。近 5 年裝卸量呈穩定成長趨勢，由民國 2001 年 478.7 萬噸增加至 2005 年之 652.2 萬噸。港區配置圖如圖 2.8 所示。

6. 安平港

安平港位於臺灣西南部國際商港，為高雄港輔助港。位於臺南市，南距高雄港約 50 公里，北距臺中港約 150 公里。總面積約 477 公頃，其中陸域面積 200 公頃，海域面積 277 公頃，主航道水深負 11.5 公尺，可通行 2 萬噸以下貨輪，現有營運碼頭 16 座，長 2,796 公尺。主要功能為提供近洋航線外籍商輪、化學品船、水泥船及離島航線國輪靠泊使用。由交通部高雄港務局安平港分局管轄。

近年來，安平港貨物裝卸量持續成長，並於 2006 年年裝卸量突破 1,114 萬噸，締造安平商港建港二十餘年來之佳績，為進一步提升港埠營運量，除採用優惠費率措施吸引航商及貨主外，並於 1998 年 7 月 1 日完成碼頭裝卸作業改制，開放五家民營裝卸承攬業者承攬船舶貨物裝卸工作，港勤業務民營化業於 2002 年 12 月 1 日實施，希望藉由低費率、高效率及高品質之服務，爭取航商貨主前來使用安平港，全面帶動安平港及相關產業發展，創造臺南地區的整體繁榮。港區配置圖如圖 2.9 所示。

7. 花蓮港

位於臺灣花蓮縣花蓮市，為東部國際商港。東臨太平洋，西倚中央山脈，是一個由東、西防波堤合攏而成的人工港。總面積約 308 公頃，其中陸域面積 172 公頃，海域面積 136 公頃，現有營運碼頭 25 座，長 4,742 公尺。主要擔負東部地區產業發展及港埠運輸功能。由交通部花蓮港務局管轄。

1963 年 9 月 1 日花蓮港開放為國際商港，成立花蓮港務局，貨物吞吐能量已達 50 公噸。期間持續進行航道等擴建工程，目前 3-10 萬噸的船隻可以自由進出。因鄰近太平洋主航道（世界航運最頻繁的航道），促使許多大企業設廠於花蓮港附近，間接對花蓮的相關建設有所助益。現有碼頭 25 座，年裝卸量可達 3400 萬噸。另有倉庫 6 棟 15 間、堆貨場 38 處、臨時貨櫃集散站 1 座、港勤拖船 4 艘及交通艇 1 艘，港埠設施完備，進出口貨品主要以花蓮地區出產的大宗貨物為主，如砂石、水泥及其熟料等。

自 93 年開放夜航後，裝卸量大幅成長，於 94 年約達到 22,00 萬噸，創歷史新高。從虧損到盈餘，達成帶動臺灣東部經濟的任務，並成為國際聞名的商港，可說是穩健進步。目前配合政府執行「東砂西（北）運」政策，紓解北部地區砂石短缺的問題，但近年來由於鄰近的位於秀林鄉和平村的和平水泥專用港開始營運，花蓮港的運量則開始略有衰退。港區配置圖如圖 2.10 所示。



圖 2.4 高雄港平面圖

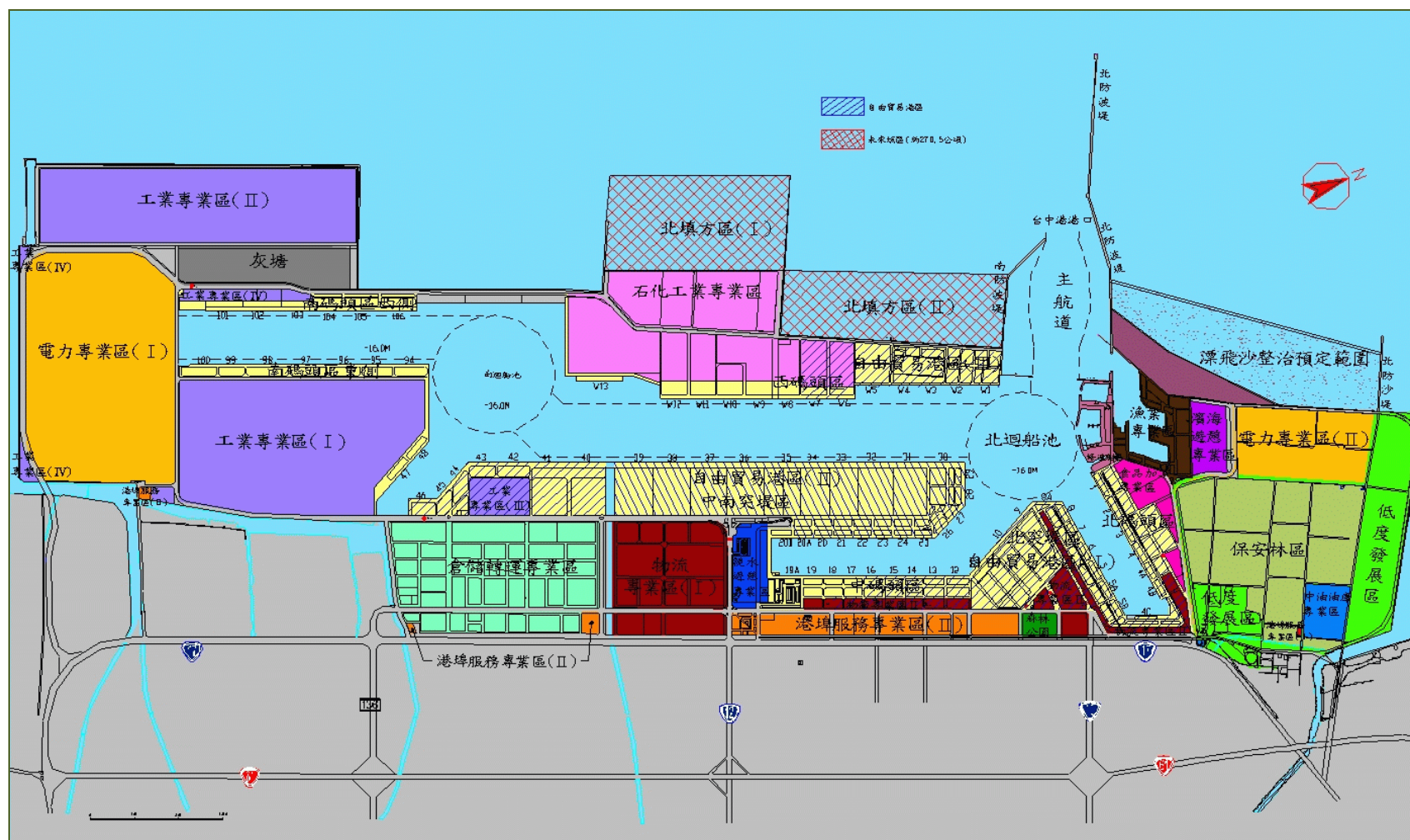


圖 2.5 臺中港平面圖

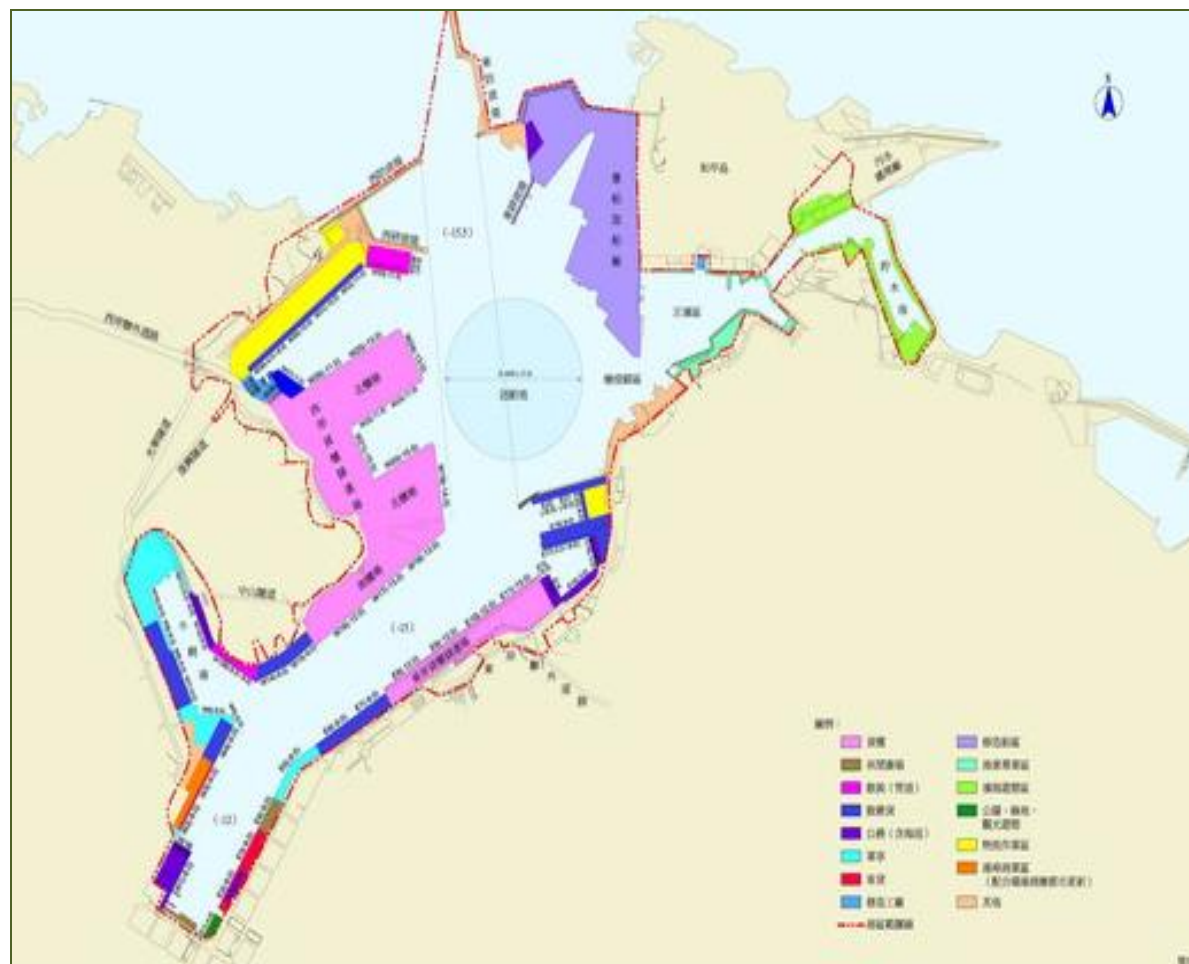


圖 2.6 基隆港平面圖



圖 2.7 臺北港平面圖



圖 2.8 蘇澳港平面圖

圖 2.9 安平港平面圖



圖 2.10 花蓮港平面圖

2.5 港區設施與機具

依據國際商港棧埠管理規則第六條規定：「裝卸及搬運作業所需之工人及機、工具，以使用商港管理機關所有者為原則。但另有約定者，不在此限。」另同規則第七十八條對於租賃經營者規定：「移動性之機具以租用商港管理者所有者為原則；商港管理機關無法供租者，得通知公私事業機構自備之。」由此可知，機具使用方式可採用向港務局承租或可自購機具，所以在使用上具有較大之自主權。

一般說來，公家機構在採購機具得依一定流程編列預算、採購，所以往往不具時效性，所以航商屢屢要求自備機具，再向港務局報備，以符合實際作業所需。目前在各港機具使用狀況中，基隆港、花蓮港及蘇澳港碼頭基本上是屬於公用型態，而在其所屬的機具中，皆是採取由港務局採購而交由民間業者承租來收費之策略，所以在蒐集過程中，並不會遭遇太大困難。

臺中港由於在建港之初，棧埠作業即開放民營，所以臺中港務局除購買一些公用碼頭使用之機具外，其餘之機具則交由裝卸公司自行採購；高雄港於 1998 年 1 月完成裝卸作業民營化之作業，同時部份碼頭是由民間業者承租專用，自備機具之比率也高。所以，臺中港及高雄港之民間業者所屬之機具資料需協請港務局人員提供。

由於承租碼頭的民間業者彼此之間也相互存在著競爭關係，而其所屬機具之數量、齡期及使用效率及能量等項目上，關係著碼頭作業效率之表現。所以，在民營業者願意提供資料配合的程度上，雖然港務局本身可依與業者所訂之合約來要求提供相關資料，但在蒐集過程及結果上，可能會影響此一航商自購機具部份之結果。

以下介紹各項港埠常見機具。

1. 貨櫃裝卸機具

(1) 貨櫃起重機(圖 2.11)

- a.用途：船舶貨櫃或貨物裝卸。
- b.使用範圍：碼頭面軌道、走行電纜長度及前伸吊臂均可達之範圍內。
- c.附屬設備：
- 具雜貨吊架以供裝卸大型貨物(如遊艇)
 - 具伸縮吊架可吊卸 20'，40'，45' 貨櫃。



圖 2.11 貨櫃起重機

(2)貨櫃跨載機(圖 2.12)

- a.用途：貨櫃集散場內貨櫃搬移或裝載於貨櫃車。
- b.使用範圍：貨櫃集散場。
- c.附屬設備：
- 具伸縮吊架可吊卸 20'，40'，45' 貨櫃。



圖 2.12 貨櫃跨載機

(3) 貨櫃門式機(圖 2.13)

- a. 用途：貨櫃集散場內貨櫃搬移或裝載於貨櫃車或火車。
- b. 使用範圍：貨櫃集散場。
- c. 附屬設備：
 - 具伸縮吊架可吊卸 20'，40'，45' 貨櫃。



圖 2.13 貨櫃門式機

(4)貨櫃牽引機(大拖車，圖 2.14)

a.用途：配合貨櫃車架將貨櫃運至所需之處

b.使用範圍：貨櫃集散場



圖 2.14 貨櫃牽引機

(5)貨櫃堆積機(圖 2.15)

a.用途：貨櫃集散場內貨櫃搬移或裝載於貨櫃車

b.使用範圍：貨櫃集散場



圖 2.15 貨櫃堆積機

2. 一般裝卸機具

(1)卡車式起重機(圖 2.16)

- a.用途：船邊、露置場吊運大型貨物使用
- b.使用範圍：碼頭、倉儲場地
- c.性能：其吊運能力可分為 15T~250T 多種，多用於大型貨物裝卸之用。



圖 2.16 卡車式起重機

(2)堆高機(圖 2.17)

- a.用途：船上裝卸、進出倉、露置場裝卸貨物使用。
- b.使用範圍：碼頭、露置場及倉儲場地
- c.性能：

堆高機其貨叉叉舉能力可有 1.5 公噸至 25 公噸等多種，且均具貨叉架側移功能，其中 5 公噸以上堆高機並具貨叉油壓定位及附有鐵圈專用插棒。而貨叉最大舉升高度則可從 3.0 公尺

至 6.0 公尺間調任意整，以適應需求，且可與陸上起重機配合以收互補之效。



圖 2.17 堆高機

(3) 鏟裝機(圖 2.18)

a. 用途：在倉儲場地、露置場裝卸砂石、煤等散貨使用

b. 使用範圍：倉儲場地



圖 2.18 鏟裝機

(4)輸送機(圖 2.19)

- a.用途：將大宗散貨如：砂石、煤等運送上船
- b.使用範圍：倉儲用地至碼頭邊
- c.附屬設備：履帶式輸送機



圖 2.19 輸送機

(5)拖車(圖 2.20)

- a.用途：碼頭、船邊、露置場間之散裝貨物運送。
- b.性能：

拖車為配合 3 噸及 20 噸拖板作業，可區分為一萬磅(4.4 噸)及五千磅(2.2 噸)拖力等兩類型，其中 3 噸拖板載重有四臺連結板車，而 20 噸拖板則為單台托運。



圖 2.20 拖車

(6)卡車(圖 2.21)

a.用途：一般貨物裝卸運送

b.使用範圍：碼頭、船邊及倉儲場地之間



圖 2.21 卡車

(7)抓斗(圖 2.22)

- a.用途：大宗散貨吊放運送
- b.使用範圍：船邊、碼頭：使用上需配合船上或岸邊吊放機具才可使用。



圖 2.22 抓斗

(8)漏斗(圖 2.23)

- a.用途：裝砂石、煤集中至卡車上運送
- b.使用範圍：船邊、倉儲場地。



圖 2.23 漏斗

(9)堆煤機(圖 2.24)

- a.用途：煤料堆放
- b.使用範圍：煤場、露置場



圖 2.24 堆煤機

(10)卸煤機(圖 2.25)

- a.用途：將煤由船上卸下至碼頭邊或露置場
- b.使用範圍：煤碼頭



圖 2.25 卸煤機

(11)原木裝卸機(圖 2.26)

- a.用途：碼頭原木裝卸使用。
- b.使用範圍：原木碼頭、露置場
- c.可經適當之改裝成為陸上起重機。



圖 2.26 原木裝卸機

(12)吸穀機(圖 2.27)

- a.用途：穀類貨物裝卸運送
- b.使用範圍：穀類碼頭。



圖 2.27 吸穀機

第三章 國外港口節能減碳研究

能源問題是二十一世紀人類共同面臨的巨大挑戰，對港口而言，主要以裝卸貨物為主，作業面積大，車輛過往頻繁，大量能源消耗及空氣污染排放為世界港口現況之主要關切議題，目前包括美國、日本、加拿大、中國、歐盟各國先後在多個港區推動實施節能減碳措施，推動方向著重在能源效率提高與能源替代。國外港口對於節能減碳做法雖自有考量，但值得國內借鑑。

3.1 美國聖佩德羅灣區排放清冊建置

聖佩德羅灣港區 (San Pedro Bay Ports) 位於美國加州西岸，灣區內包括了美國二大貨櫃港—洛杉磯港 (Port of Los Angeles, POLA) 與長堤港 (Port of Long Beach, POLB)。百年以來，聖佩德羅灣一直是全美貨物進出量最大的港區。

長堤港及洛杉磯港位於加州洛杉磯市，是由威明頓(Wilmington)、聖彼德羅 (San Pedro)、及特米納島 (Terminal) 三地區組合而成，分內外兩個港區，內港的四端有航道直達長堤港，長堤港與洛杉磯港兩個港區的碼頭與航道不僅相連而且互通。長堤港是全美第二繁忙港口，若加上洛杉磯港，則是全世界第三繁忙港口，僅次於香港和新加坡港。

聖佩德羅灣位於南加州海岸空品區(South Coast Air Basin, SoCAB)，為美國空氣品質惡化最嚴重的區域。由於美國環保署認定 SoCAB 在臭氧及 PM_{2.5} 項目未能達到國家環境空氣品質標準 (National Ambient Air Quality Standards, NAAQS)，因此要求 2015 年前需讓 PM_{2.5} 達到標準，臭氧則需在 2021 年前改善至符合標準。

加州南海岸空氣品質管理局(South Coast Air Quality Management District, SCAQMD) 在執行空氣品質管理計畫上 (Air Quality

Management Plan, AQMP)，已經發展出一套透過法規訂定以達成污染減量的系統。這套系統首先需建立排放清單，找出可減量的空間，再根據執行的成本效益排出執行減量計畫的優先順序。原則上以容易減量、成本低廉的污染優先；減量成本高、技術困難度高的執行順序排在後面，甚至若已達成污染減量目標，則可能不予管制。但是若污染物屬於有害物質，則即使減量成本高，也會列入高優先執行順序。

由於加州空氣資源委員會（California Air Resource Board, CARB）指出以柴油作為燃料的內燃機或鍋爐，燃燒後排放的廢氣屬於有毒空氣污染物。其中主要的污染物柴油微粒（Diesel Particulate Matter, DPM）屬於致癌物質，會提高民眾的致癌風險，成為公共健康隱憂。

由於從空氣污染排放清冊上發現聖佩德羅灣的二個港區，因為大量船舶、重型卡車、柴油火車等柴油交通工具進出，成為 SoCAB 最大的 DPM 來源。因此洛杉磯港與長堤港被要求需改善港區的空氣品質，港區之健康風險評估結果需降低至可接受結果。而指標污染物之排放需降低至 SoCAB 的平均值以下，且港區之空氣品質監測結果需低於加州與聯邦之標準。

為此，POLA 及 POLB 開始建置更詳細的空氣污染排放清冊，以 2001 年為基準年建立基線，分析各項污染源的污染量排名及改善空間。隨後每年更新污染排放清冊，以評估各項污染改善策略的目標達成情形。POLA 也因此成為全球第一個執行港埠地區空氣污染排放清冊建置的港口。

後續由於全球暖化問題引起對溫室氣體減量的重視，POLA 在執行空氣污染排放清冊年度更新時，增加了溫室氣體的調查。對於溫室氣體的減量，CARB 的策略是採取與空氣污染物「掛鉤」的方式處理。亦即在減少空氣污染物的同時，也削減了溫室氣體，如此投入的改善成本可以發揮最大的效益。例如執行非常成功的「清潔卡車計畫」，在車輛汰舊換新後，除了大幅減少 DPM 外，新一期的卡車由於燃燒效率較好，也降低了耗油量而減少了溫室氣體的產生；污染防治設備減少

了 NO_x 及 VOCs 的排放，也就同時降低了 N₂O 以及 CH₄ 的排放。以下各節作進一步介紹。

3.1.1 排放清冊發展與演變

POLA 最早的排放清冊僅針對空氣污染物（不包含溫室氣體），而以 2001 年為基準年。為了第一次建立排放清冊，整整花了 4 年時間，到 2004 年才第一次公布，隔年 2002 年的排放清冊則花了 2 年時間。評估的污染來源包括了 5 項與港口相關的污染源：

- 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)

2006 年起，在年度污染排放清冊更新計畫中，增加溫室氣體的調查，主要是內燃機引擎會產生的 CO₂、N₂O、CH₄ 這 3 種溫室氣體，同樣是利用活動量的調查以係數法推估排放量，調查範圍同樣比照前述空氣污染排放清冊所包含的 5 大污染源。

2007 年，POLA 也首度辦理溫室氣體盤查，以 2006 年為基準年。盤查的目的是自願性配合加州氣候行動登錄專案(California Climate Action Registry, CCAR)。在 2007 年完成盤查後，將其 2006 年的基準年溫室氣體(greenhouse gas, GHG)的排放量，透過 CCAR 的網路登錄工具(CARROT)完成登錄，且在 2007 年 10 月由第三公正單位驗證通過，之後並持續進行年度盤查及登錄^[32]。

加州氣候行動登錄專案(California Climate Action Registry, CCAR)是依據加州法令所設立的一個非營利自願性溫室氣體排放登錄專案。這個登錄專案的目的是協助那些在加州營運的公司或組織，建立溫室

氣體排放的基線，以應付未來州政府可能的減量要求。

此登錄專案鼓勵公司採取自發性行動，來提高能源使用效率以減少溫室氣體排放，而基準年的設定則依參加公司是否可提供溫室氣體排放資訊而定。專案的參與者可以是企業、非營利性組織、地方自治團體、州政府機關和其他類型的營運實體^[33]。

由於需進行排放登錄，並由第三方查證(Verification)，因此僅針對 POLA 有管轄權的部分進行調查，亦即範疇一直接排放，以及範疇二件間排放部分，而範疇三其它間接排放部分則未納入。原空氣污染排放清冊建置時順帶調查的溫室氣體，絕大部分都來自於範疇三。

POLA 由於完成溫室氣體盤查及註冊，並持續每年更新，因此二度獲頒氣候行動領導獎。這個獎是 CCAR 為了鼓勵願意量測、盤查、報告組織的溫室氣體排放量，並向大眾公告的組織而設置。POLA 是第一個獲頒此榮譽的港口組織。

從空氣污染排放清冊更新時附帶調查的 5 大污染源 GHG 排放量來看，POLA 自己本身範疇一及範疇二的排放量，在整個港區地理範圍中的排放比例非常低，主要的排放源還是來自於範疇三承租戶的直接及間接排放量，又以遠洋船舶為大宗。但是遠洋船舶相當於外國領域，上船實地調查的可能性非常的低。因此當 POLA 找到一家長期與各船公司合作的顧問公司後，開始委託其辦理範疇三的盤查。由於原本的基線訂在 2006 年，因此同樣以 2006 年為基準年進行調查，在 2009 年完成調查，並緊接於 2010 年 2 月同時完成了後續 2007 年及 2008 年的調查。這些調查包含了前述空氣污染排放清冊的 5 大污染源，並將調查範圍擴充到港區地理疆界之外，跨大到全州甚至全國（卡車及火車），遠洋船舶甚至擴大調查到全球，涵蓋到港船舶的上一港及下一港。由於範圍涵蓋了一般組織溫室氣體盤查範圍，因此稱為「溫室氣體擴充清冊」(Expanded Greenhouse Gas Inventory)^[19-21]。

3.1.2 排放清冊建置方法概述

根據前一小節所述，POLA 近幾年來在港區溫室氣體排放清冊調查建置上，大約可以分為三個階段。第一階段是在進行空氣污染排放清冊更新建置時附帶調查，因此調查方法與其它污染物一致。第二階段是為了登錄排放量而進行的溫室氣體盤查，基本上比照國際間一般工廠、組織所使用的方法，僅調查範疇 1 及範疇 2。第三階段是結合前二個階段的方法，調查範圍涵蓋範疇 1～範疇 3。以下進行調查方法的說明。

3.1.2.1 階段 1-空氣污染排放清冊

2004 年公布的 2001 年洛杉磯港空氣污染排放量，是首度依據污染源的活動量推估而建置的排放清冊。蒐集的資料包括物理係數（如引擎尺寸、機齡或車齡、燃油種類、機型或車型、廠牌等等），活動係數（如工作時數、速度、運輸時間、次數、運轉日期等等），污染設備削減係數（類別、削減率等等）。

各項污染減量策略的削減成效評估，即依據各日曆年收集到的這些相關數據整理而得。年度排放清冊更是各項改善策略的關鍵部分，被用來追蹤各項計畫的進度與成效，也被用來作為港區環境影響評估之用，以及預測未來的污染趨勢。

1. 範圍

美國加州南海岸空氣品質管理局執行空氣品質管理計畫（AQMP）多年後，發現空氣品質模式模擬與實際結果差異顯示：有一大量空氣污染排放源漏列，致使多年的 AQMP 執行後，實際空氣品質仍和模式預估有落差。經過調查，發現加州洛杉磯港與長堤港港區的污染排放源加入後，可符合模式模擬結果。因此洛杉磯港務局以 2001 年為基準年，花費四年時間建置了第一起，針對份詳細的空氣污染排放清冊報告，並聯合長堤港，在聖佩德羅灣港區進行多項空氣污染管制措施。2006 年起並根據空氣污染排放清單

的調查資料，同步進行溫室氣體排放清冊調查（二者可共用活動參數）。

由前述說明可知，美國港口溫室氣體排放量調查的出發點，其實是為了減少空氣污染，尤其是針對柴油引擎內燃機。因此其調查的對象，僅針對有引擎之直接排放源，而不含電力使用者。港區內的工廠，屬於固定污染源，原本即受環保單位的管制，因此不列入調查對象。一般建築設施的用電量、員工私用車輛、汽油公務車輛、小型柴油車等皆未納入。

主要調查對象含遠洋船舶、港勤船舶、柴油裝卸機具、重型柴油車（含貨車、拖車及員工大客車）、柴油火車頭等 5 大污染源。在地理範圍界定上，各污染源也有不同的定義。原則上在港區範圍內，但不限制在港區。

陸地邊界設定，USEPA 建議至少包含第一個貨物轉運點，如此可將貨車、火車、門哨等包含進去，而且在此推動的改善措施（如減少通關或停留時間）可反應在污染減量上，未來也可評估改善成效。海上邊界部分，一般在遠洋船舶進入領水人上船的 25 哩外便開始起算。但根據不同的需求，有不同的海上邊界。以空氣品質管理的需求而言，希望根據風向條件訂定不同邊界，因為上下風處船舶排煙對陸地的影響不同；在其它需求部分，也有訂定距海岸 175 哩，或是以國家領海為邊界^[22]。

以 POLA 為例，陸域範圍包含了港務局所屬的土地範圍及區域內，對象包括所有承租戶部分的污染排放，例如裝卸機具。

(1) 裝卸機具

雖一般被列為路外（off-road）移動污染源，但移動能力不足，可視為固定在場區內。此部分屬於陸域範圍，調查範圍除了碼頭區外，還涵蓋承租廠商的堆置場、轉運站（terminal），可能有部分超出港區行政邊界。

(2) 重型柴油車

除了港區行駛的範圍外，還包括主要聯外道路，延伸到港區行政邊界外的第一個轉運站。轉運站進出閘門的停等時間、裝卸貨物轉轉等待時間、碼頭/轉運站間的運輸等皆納入調查範圍中。原則上在南海岸空品區中的活動皆納入，這是因為本項排放清冊的調查目的就是為了改善南海岸空品區的空氣品質。

(3) 柴油火車頭

包括碼頭鐵路場、碼頭外鐵路場、轉運場、以及這些場站的聯絡鐵路路線。比照重型柴油車，鐵路貨物運輸亦將南海岸空品區中的活動皆納入。

(4) 遠洋船舶

依據 SCAQMD 的設定，比照南海岸空品區的海域範圍，另延伸涵蓋進出聖佩德灣的航道至少 40 哩，調查對象包括遠洋船舶、海運及商用船舶等會離港長距離運作的船舶。邊界範圍如圖 3.1 所示。

(5) 港勤船舶

港勤船舶比照遠洋船舶範圍。除了商用船舶外（如海釣船），一般的港勤船活動範圍皆在前述遠洋船舶的調查計算範圍中。

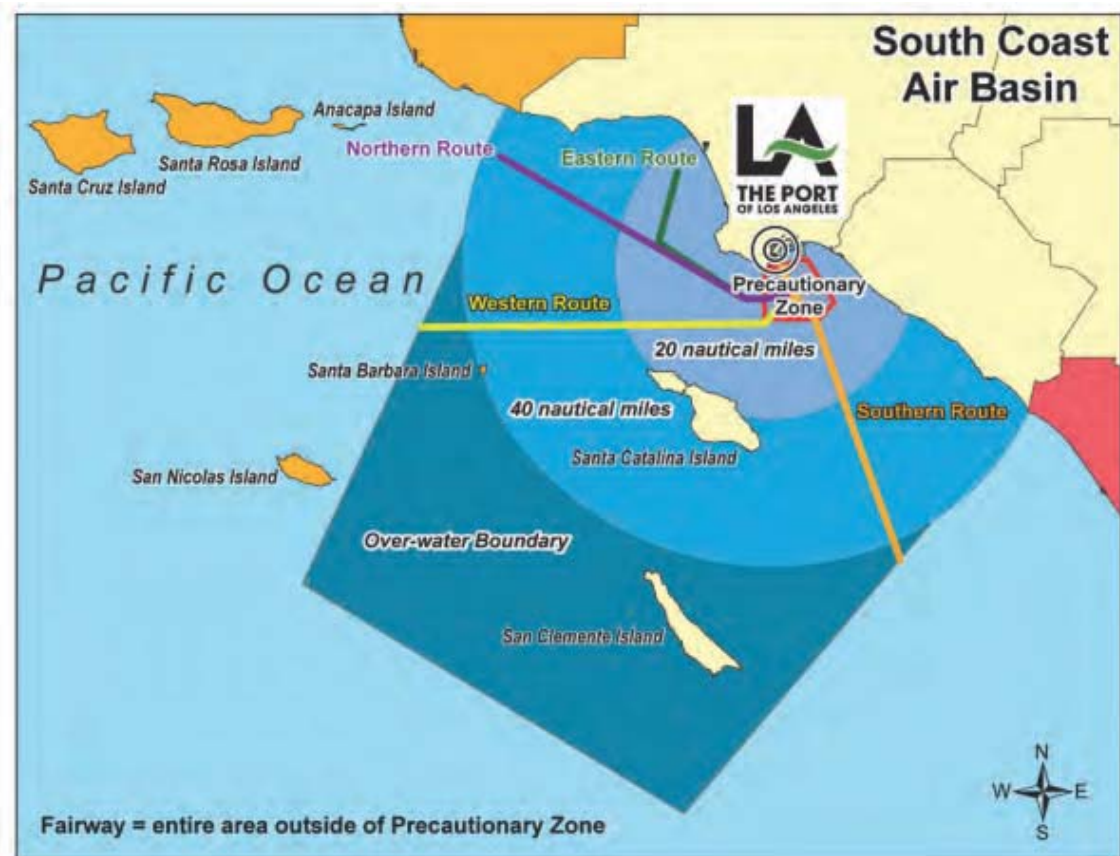


圖 3.1 遠洋船舶排放清單地理延伸範圍

1. 排放量推估計算

POLA 使用的污染排放清冊建置方法主要是根據 5 大污染源的活動量 (Activity-based) 進行推估。資料來源主要是透過擁有、操作、及維護這些排放源設備及船舶的廠商。廠商及航商提供的資料越正確，排放量推估的準確值越高。所蒐集的活動量及操作資料會輸入資料庫並存檔。每一項污染源使用的推估方法，都確保經過港務局與參與的執法單位同意。

一般而言，排放量推估是以活動量(units of activity)乘上排放係數(emission factor)所得，活動量來源即前段所述：

$$\text{排放量} = \text{活動量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$$

排放係數是一標準值，以每單位活動量的排放質量來表示。例

如，某些排放係數是以每千瓦小時排放幾克特定污染物表示（如：g/kw-hr）。千瓦小時（kw-hr）是運轉時的功率(in-use horsepower)與操作時間的乘積。將年度操作時數（活動量）乘上運轉功率（操作資料）乘上排放係數，即可得到整年度的排放量：

$$\text{年度排放量} = \text{年度操作時數} \times \text{運轉功率} \times \text{排放係數}$$

實際的計算會比這個例子更複雜，因為像運轉功率這類參數必須透過計算或實測才能得到，而排放係數也會因為設備的各項參數而變動，例如出廠年份、累積使用時數、燃料校正係數等等。因此，在推估 5 大污染源時，最重要的工作便是蒐集各項活動量資料以得到活動量，以及透過排放源資料找到最合適的排放係數。如果無法取得正確的資料，便要透過合理的方式假設或推估。排放係數一般是根據政府部門公告值，或是參考文獻數據。但是若沒有參考值，則需以合理方式推估一估計值。待有可信度更高的參數公布時，該年度再作更新。

POLA 的空氣污染排放清冊，主要使用的排放係數單位是 g/kw-hr，亦即需要調查推估年度操作時數及運轉功率。只有重型柴油車的排放係數單位是以行駛距離為主（g/mile），怠速惰轉則以時間為主（g/hr）。且所有的污染源都可以根據設備的各項參數資料找到對應的排放係數，但是在重型柴油車的行駛期間的排放係數，POLA 採用了 CARB 公告的 EMFAC 2007 模式推估，惰轉排放係數則直接使用 CARB 的公告值。EMFAC 2007 模式的推估方式主要如下：

$$\text{排放係數} = \text{零里程排放率} + (\text{劣化率} \times \text{累積里程數} / 10,000)$$

零里程排放率係指車輛出廠前的污染排放率。劣化率是隨著累積里程增加，所增加的排放率。CARB 公布的 EMFAC 2007 模式中的零里程排放率 及劣化率如表 3-1 所示。

表 3-1 EMFAC 2007 排放係數

Model Years	HC		CO		NO _x		PM		CO ₂	
	ZMR	DR	ZMR	DR	ZMR	DR	ZMR	DR	ZMR	DR
Pre-87	1.20	0.027	7.71	0.176	23.0	0.019	1.73	0.028	2237	0.00
1987-90	0.94	0.032	6.06	0.209	22.7	0.026	1.88	0.025	2237	0.00
1991-93	0.62	0.021	2.64	0.090	19.6	0.039	0.78	0.014	2237	0.00
1994-97	0.46	0.024	1.95	0.103	19.3	0.046	0.51	0.011	2237	0.00
1998-02	0.47	0.024	1.99	0.103	18.9	0.053	0.56	0.010	2237	0.00
2003-06	0.30	0.011	0.87	0.031	12.5	0.052	0.35	0.005	2237	0.00
2007-09	0.26	0.008	0.74	0.022	6.84	0.047	0.035	0.001	0.26	0.008

資料來源：POLA 2008 Air Emission Inventory Report

3. 資料蒐集

(1) 裝卸機具

調查之排放源為馬力 25hp 以上者。由於種類繁多，將裝卸機具分為以下幾大類：

- 堆高機(Forklift)
- 輪胎式跨載機(Rubber tired gantrycrane, RTG)
- 側式貨櫃起重機(Side pick)
- 掃街車(Sweeper)
- 頂式貨櫃起重機(Top handler)
- 場地拖車(Yard tractor)

其它：包括推土機、傾卸車、挖土機、油罐車、鏟裝機、高空作業車、鐵路推車、卡車（加水、加氣、加瓦斯、工具車）

調查項目有 18 項，而調查表單的內容包括了 16 個項目。表格項目代號及說明如下：

- Terminal ID：碼頭或場站編號

- Terminal Type：碼頭或場站類型
- Port Equip Type：機具類型，亦即根據前述之機具分類
- Equip Make：設備製造廠商
- Model：設備型號
- Eng ID：引擎號碼
- Engine Make：引擎製造商
- Engine Model：引擎型式
- Year：出廠年份，即機型年（Model year）
- HP：額定馬力
- Annual Hours of Operation：年度作業時數
- Fuel Type：燃油種類
- Emulsified Fuel：是否使用替代燃料乳化柴油及開始使用日期
- O₂ Diesel：是否使用替代燃料加氧柴油及開始使用日期
- DOC Installed：是否安裝氧化觸媒（Diesel Oxidation Catalyst，DOC）以及安裝日期
- Fuel consumption：年度燃油用量（未列於報告書表單中）
- On-road Engine：是否改裝裝以及改裝道路用引擎日期
- 其它污染控制設備安裝情形（未列於報告書表單中）

(2) 重型柴油車

重型柴油車的污染排放型態包括怠速惰轉，以及行駛中。前者主要排放地點是在場站中，包括進閘門等待、出閘門等待、裝卸貨物等待等時間。後者主要是在道路上行駛時，行進中的排放

量。調查的資料來源有二：透過場站訪談，以及電腦模擬道路行駛車次、距離和車速。

場站訪談包括面對面訪談及電話訪談場站員工。蒐集的資訊包括場站開門運作時間表、場站內行駛速度、裝卸貨物的時間及運送距離、進出開門時的怠速惰轉時間。

POLA 委託顧問公司評估進出港區的卡車活動量。委辦公司利用先前 2001 年及 2004 年洛杉磯港及長提港的旅運研究報告中使用的模式，估計卡車進出次數及每段旅程的平均車速。該模式為旅次產生及旅行需求模式 (trip generation and travel demand models)。旅次產生模式是利用場站開門交通數量資料作推估，依照報告說明，該模式預測貨櫃車數量誤差在 2-10% 之內，單一場站 (terminal) 的誤差在 15% 以內，預估準確度被認為很高，與 3,300 位卡車司機的訪談調查結果一樣好。旅次產生模式的結果再代入旅行需求模式 (travel demand models)，進一步評估各高速公路路段的旅次和速度。

(3) 柴油火車頭

柴油火車活動資料來源包括：

- 先前的排放量研究資料
- 港口貨運量統計
- 火車營運單位

根據所得資料，每條鐵路路線及各不同作業模式路段設定不同的活動參數。每一列火車的載運量也是抽樣調查一部份火車後，取平均訂定一預設值，代入推估計算公式中。

(4) 遠洋船舶

POLA 的遠洋船舶涵蓋了進出公海以及與鄰近長提港往來

的船舶，可視為從 POLA 與其它港口間行駛的船舶皆包含在內。
可分為以下幾類：

- 汽車貨輪(Auto carrier)
- 散雜貨輪(Bulk carrier)
- 貨櫃輪(Container ship)
- 客輪(Passenger cruise vessel)
- 一般貨輪(General cargo)
- 遠洋拖船(Ocean-going tugboat)
- 冷凍船(Refrigerated vessel , Reefer)
- 油輪(Tanker)

透過蒐集下列來源之資料，整理出船舶活動資料：

- 南加州海事資料交換中心(Marine Exchange of Southern California)：涵蓋了洛杉磯港、長提港以及美國海岸巡防隊的船舶監測資料。可取得下列資料：

- 停泊時間

- 進港及離港航線

- 船名

- 船舶到港編號(Number of ship calls)

- 船舶上一港及下一港
(Vessel origination and destination)

- 船舶減速計畫資料(Vessel Speed Reduction Program speed data)：即著名的綠旗計畫，監測 4 條進出港航道的船速。

- 洛杉磯港領港服務資料(Los Angeles Pilot Service)：取得

進出港及調度資料。包括：

- 進入海域(Inbound from sea)

- 離開海域(Outbound to sea)

- 錨泊調度(Anchorage shifts)

- 其它調度(如 inter-port and intra-port shifts)

- 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。實際比對結果，進出 POLA 的遠洋船舶，100%皆有向勞氏船舶註冊登錄。

- 船舶登船計畫資料(Vessel Boarding Program Survey Data Port VBP data)：主要用於研究下列資料，將上船調查結果與前述勞氏船舶註冊資料與美國航海局(American Bureau of Shipping, ABS)的資料比對是否有差異，比對結果 100%相符，因此可直接使用該資料，不需另外設定主引擎的預設參數。至於輔助引擎，由於 IMO 及一般海事協會並未要求需提供資料，因此僅能透過上船調查取得。取得的資料除了提供該船排放量推估使用，並將其作為該船種的預設參數值，提供給其它沒有上船調查的船舶推估排放量用。上船調查的資料包括：

- 主引擎功率

- 輔助引擎功率

- 輔助引擎負荷

- 鍋爐用油量

- 切換用油情形

- 排放減量技術（如 slide valves）

- 海圖 (Nautical charts and maps)：將航道分段，以區分從外海到進入港口每個航段的船舶活動係數，包括每一段的航行時間以及所需的引擎功率，以代入後續的排放推估模式中。

根據 POLA 公布的 2008 年年度空氣污染排放量資料，最後彙整的表單資料項目如下：

- 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
- Cap：載運量，如貨櫃數。
- Cap Units：載運單位，如載運貨櫃，單位即為 TEU。
- 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
- Vessel Operator：船主名稱
- Slide Valve：引擎是否使用 MAN B&W slide valves 技術以減少 90%的 DPM, NO_x 及 SO_x。

(5)港勤船舶

POLA 對港勤船的定義是：「主要在港口內或港口附近活動

的商業船舶。」亦即出入都在同一個港口，不像遠洋船舶行駛於港口與港口之間。其船舶種類大致包括以下幾類：

- 拖船(Assist tugboats, harbor tugboats, ocean tugboats)
- 商用漁船
- 船員船(Crew Boats)
- 渡輪（郵輪、海釣船、遊艇）
- 休閒船
- 政府船舶
- 工作船

其資料調查蒐集來源包括：

- 船主或操作單位
- 碼頭承租業者的商用漁船靠港資料
- CARB 提供補助的南加州海岸改裝船舶清單
- 港口提供經費的計畫名單

調查的單位包括：

- 遊艇（海釣、郵輪公司）
- 商用漁船（含 73 碼頭、小艇碼頭、漁港）
- 渡輪
- 政府船舶（消防、警用、港務局、引水人）

調查的參數包括以下幾項：

- 船種(Vessel type)

- 主引擎編號、型式、馬力
- 輔助引擎編號、型式、馬力
- 活動時數(Activity hours)
- 年度用油量(Annual fuel consumption)
- 用途說明
- 引擎機型年(Engine model year)
- 更換的引擎(Replaced engines)
- 污染排放減量措施，如替代燃料(alternative fuels)、加裝後處理設備(retrofits with after-treatment)、岸電(shore power)等。

根據所需資料，POLA 整理後公布的港勤船調查表單項目如下：

- Vessel ID：船舶編號
- Type：船舶種類
- Eng ID User：為該船的第幾顆引擎
- Eng Type：引擎類別，分為主引擎及輔助引擎。
- Engine MFR：引擎製造商
- Engine Model：引擎型式
- Eng Year：引擎年份
- Fuel：用油種類
- HP：引擎額定馬力
- Tier and EPA Category：屬於環保署定義的引擎期別

- Repower Program：使用何種引擎改裝計畫

- Repower Date：改裝引擎日期

- Eng Hours Annual：引擎年工作時數

3.1.2.2 階段 2-溫室氣體盤查清冊^[32]

POLA 以 2006 年為基準年的溫室氣體盤查，原則上比照一般組織的盤查準則，以符合申報 CCAR 要求。

1. 範圍

僅針對 POLA 擁有所有權及控制權的排放源進行盤查，包括範疇一溫室氣體直接排放源，以及範疇二間接排放源。範疇三依規定可不列出，亦不列在未來可進行碳排放交易的範圍。

範疇一為組織擁有所有權或控制權的排放源，在一般工廠以鍋爐等固定源為主，而 POLA 則是以移動源為主，包括：

- 車輛（小客車、輕型卡車、重型卡車、摩托車…）
- 路外機具（起重機、堆高機、港勤船舶…）
- 壓縮天然氣（CNG）加氣站（主要提供 CNG 車輛使用）
- 逸散源（冷凍櫃冷媒、冷氣冷媒、車輛冷媒…）

範疇二係指其它組織擁有所有權或控制權的排放源，但是由 POLA 購入使用。以 POLA 為例包括：

- 外購電力（涵蓋加熱、通風、空調、冷卻等所需）
- 外購天然氣

範疇三則包括其它部分。由於 POLA 主要業務為出租場地設施給其它公司，自己本身直接經營的部分很少。因此包括航商、碼頭

承租商、往來停靠的遠洋船舶、出入運貨的重型卡車車隊及火車等的排放量，都屬於範疇三，不在登錄 GHG 排放量的範圍內。

2. 排放量推估計算

POLA 的溫室氣體排放清冊調查依據 The California Registry's GRP(General Reporting Protocol Version 2.2)提供的原理、方法及程序，主要仍然是採用係數法，且以用油量為主要活動強度。

電力部分採用加州能源委員會公佈的電力溫室氣體排放係數，提供以用電量（度，kw-hr）乘上係數後直接換算成溫室氣體排放量。

道路用車輛(On-Road Vehicles) 透過用油量排放係數(fule use-base emissions factors)計算 CO₂ 排放量，而 CH₄ 及 N₂O 則是透過距離排放係數(distance-based emissions factors)，推估時需要車種、車型年及里程數等資料。由於港務局沒有保留里程數資料，因此從用油量跟平均油耗推估。平均油耗利用美國環保署資料庫資料(www.fueleconomy.gov/feg)，若資料庫查不到，則使用一般符合經濟的數值作預設值，汽油重型卡車為 6 mile/gallon，柴油重型卡車為 7 mile/gallon。

路外移動源(Off-Road)包含了起重設備（如堆高機）、建築設備、園藝設備（割草機）、船舶（港勤船）等等。由於絕大部分的路外設備沒有里程紀錄，亦沒有排放控制技術，因此使用用油量排放係數會比使用距離排放係數合適。

固定源包含了移動式發電機以及緊急發電機。在美國環保署的定義中，移動式發電機屬於路外移動源，因此可以使用 ARB 公布的法定係數。

3. 資料蒐集

資料蒐集流程如圖 3.2 所示。資料來源包括會計部門

(Accounting)、建設及營運部門(Construction and Maintain Yard)、棧埠處(Wharfingers)、倉庫(Warehouse)、產權管理部門(Real Estate)、市場販售(Marketing)等 6 個部門。

所蒐集的原始資料包括：電費帳單、天然氣帳單、開給承租商的發票（扣除電力計算的依據）、用油量、冷媒添購紀錄等。另外設施、設備部分，蒐集財產清單、購油紀錄、車隊、港勤船隊、冷凍單元等。

由於需因應排放量登錄後的第三方查證，因此需保留原始資料供查。原始資料的形式包括：各單位提供的 Excel 電子資料檔、Access 資料庫、PDF 檔，以及顧問公司對原始資料進行照相拷貝等。所有資料最後都轉成 Excel 格式提供後續 GHG 排放量計算。

調查時取得的電力公司電費帳單經過地址排序後，發現並不完整，因此使用棧埠處提供的用電紀錄補足。由於本調查使用的組織邊界設定是控制權法(Management Control Method)，因此承租商使用的用電量必須排除，包括碼頭的岸電用量。

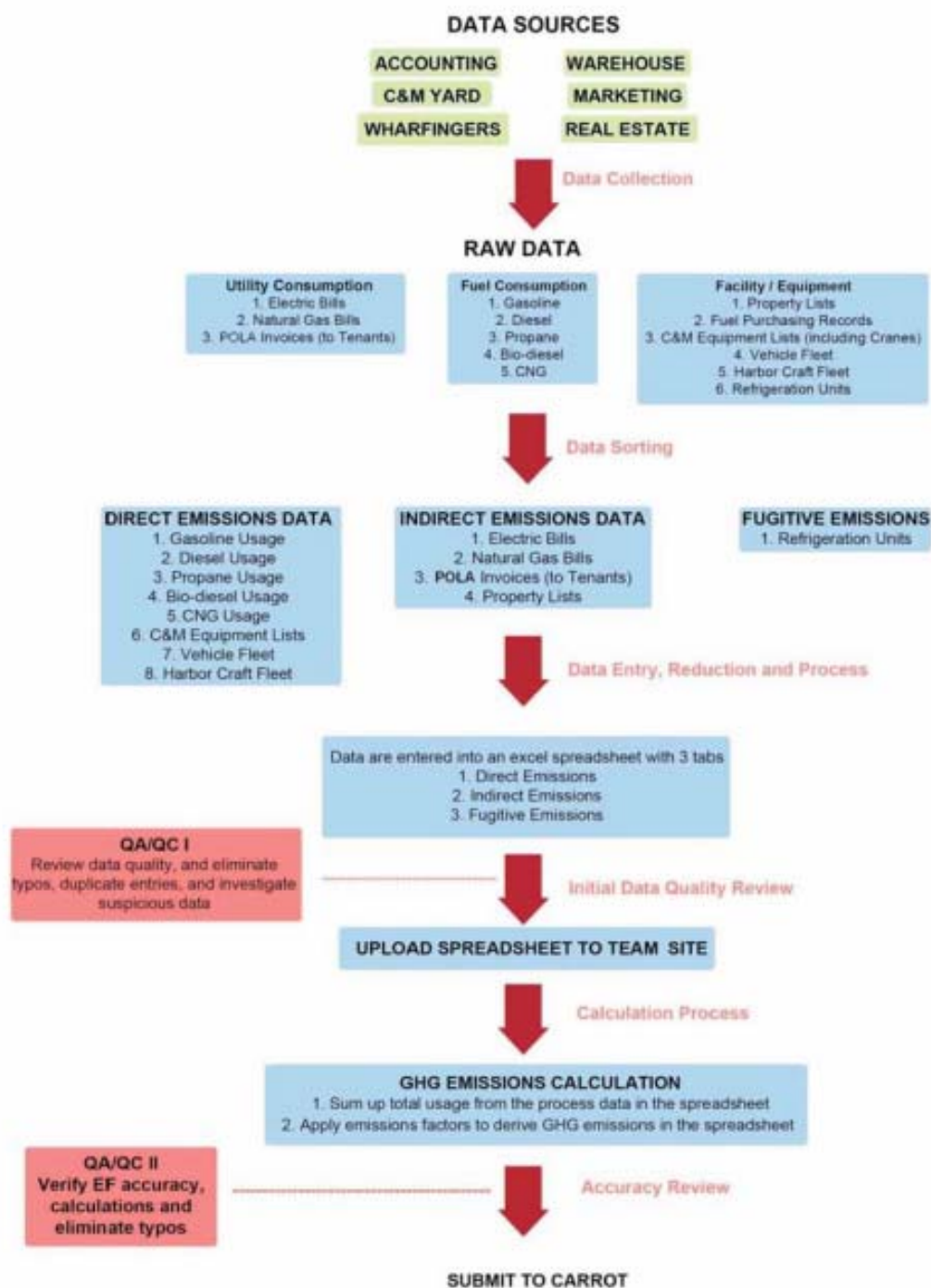


圖 3.2 洛杉磯港溫室氣體排放清冊建置流程

資料來源：California Climate Action Registry Inventory Report Port of Los Angeles 2007 Emissions

港務局所屬車隊蒐集資料如下：

- 財產編號
- 車牌(Vehicle Identification)
- 車況說明(Vehicle Description)
- 廠牌及型號
- 車種
- 車型年
- 燃油種類
- 年度用油量

非道路用移動源以及固定式燃燒設備所蒐集的資料包括：

- 財產編號
- 名稱/身份編號
- 引擎型式
- 燃油種類
- 年度用油量

冷凍、空調冷媒的逸散量，以冷媒用量紀錄來計算，係根據冷媒採購紀錄。

3.1.3 3 階段 3-溫室氣體擴充清冊

同樣以 2006 年為基準年的洛杉磯港溫室氣體擴充清冊，涵蓋了前二節所述的方法及調查範圍，並進一步擴大地理及經營權範圍。

1. 範圍

2006 年起，LA 港為了落實環保承諾，特別將溫室氣體（Green

House Gas, GHG) 納入排放清冊調查項目中，並在擴充清冊中將清查範圍擴大。除了原有的港區範圍，另外擴大到本州範圍（加州），以及州外範圍。從地理上看，港區外的調查範圍涵蓋為三個等級：

- 南加州海岸空品區(South Coast Air Basin, SoCAB)
- 加州內(In-State)
- 加州外(Out-of-State)

(1)南加州海岸空品區

包括水域及陸域部分，將所有承租廠商在港區外的作業場所全部包含進去。水域部分為依據港口進出的航道範圍，劃定的四邊形區域界線。

(2)加州內

包含 SoCAB 範圍以外的所有加州區域，水域部分由加州空氣資源管理局(California Air Resources Board, CARB)訂定為 24 哩。

(3)加州外

水域部分以海運船舶為主，包括從上一個港口到 LA 港，以及從 LA 港離開到下一個港口為止，亦即包含整個泛太平洋區域。陸域部分以貨運卡車及火車為主。卡車在 600 英里範圍內較火車有經濟競爭力，因此範圍訂在以 LA 港為圓心，半徑 600 英里的區域，依據此範圍內的卡車主要行駛道路計算活動強度。火車則以到美國境內其它主要的轉運站為止，活動強度則以 LA 港到這些轉運站的鐵道長度來計算。

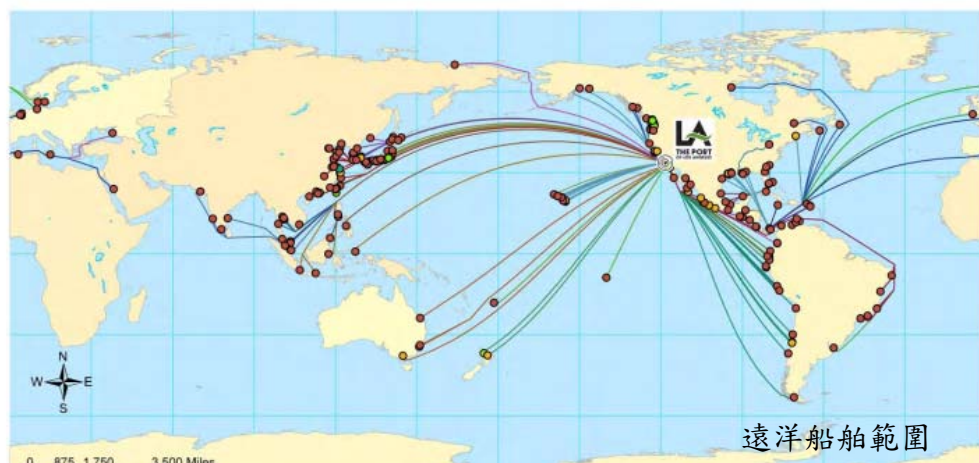


圖 3.3 洛杉磯港溫室氣體擴充清冊調查範圍

資料來源：2006 Expanded Greenhouse Gas Inventory

2. 排放量推估計算

溫室氣體擴充清冊使用的評估方法比照前述空氣污染排放清冊 2006 年版所使用的方法。該方法雖然僅使用在 SoCAB 範圍內，但同樣可適用於本清冊。

3. 資料蒐集

溫室氣體擴充清冊與前述清冊差異最大的範圍在遠洋船舶上，大致上所有排放源的資料蒐集來源都和前述方法相同，僅有在遠洋航程部分，原有調查範圍無法涵蓋。遠洋船舶的活動強度部分，據了解是由顧問公司派人上船，全程紀錄從 POLA 到各港口的實際航行里程，並以訪談船員的方式得到一般航行的船速資料。報告書中詳列了 POLA 到各港口的航行距離。

3.1.4 參採美國聖佩德羅灣區經驗可行性之分析

整理前節所述 POLA 各階段調查的 GHG 主要排放源，並分列其所屬範疇如表 3-2 所示。涵蓋範疇 1 及範疇 2 的 7 項污染源，就溫室氣體盤查的觀點應該全部納入調查範圍。但由於範疇 3 的排放量佔大部分，亦應逐步納入調查範圍中。範疇 3 中，調查困難度最高者應屬遠洋船舶。

1. 調查範疇

範疇 1 及範疇 2 是基本的調查內容，而且控制權及所有權都在港務局，在資料蒐集上並沒有問題，也是一般溫室氣體盤查內容中基本要求的內容，因此必須納入調查範圍中。調查方式可以比照 POLA 階段 2-溫室氣體盤查清冊建立方式，請港務局各相關單位提供原始資料後整理彙整。由於這部分未來可能有第三方查證的需求，因此最好能留存原始資料以供佐證。

表 3-2 POLA 歷年調查各主要 GHG 排放源所屬範疇

主要排放源	範疇 1	範疇 2	範疇 3
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/天然氣		●	
7. 自有車輛	●		
8. 發電機	●		
9. 冷媒使用	●		
10. 其它	●		

範疇 3 部分雖然排放量較大，但是困難度較高。尤其是遠洋船舶屬於船旗國領土，若要上船確認該船的行駛狀態、各相關設備規格參數，各船並沒有義務配合。POLA 的作法是找到和船公司關係良好的顧問公司，能找到特定船公司願意提供上船機會，並且要有足夠的船舶數量以代表該船種的狀態，才足以建立各船種的預設參數。POLA 最後階段 3-溫室氣體擴充清冊作到連在太平洋上航行的船舶皆計入，調查的規模、耗費的資源、作業的難度都太高，對我國而言不切實際，也沒有必要。

建議調查範圍包含範疇 1 及範疇 2，範疇 3 則針對 5 大排放源即可。其它屬於範疇 3 的部分，例如員工差旅、員工通勤、委外廢棄物之溫室氣體排放、採購原物料之生產所產生的溫室氣體排放... 等等，則不列入調查範圍。

2. 排放量推估計算

POLA 報告中所使用的計算公式及參數可以使用在國內。但是

在參數部分，遠洋船舶來往行駛世界各港口，且都會向勞氏協會登記，因此遠洋船舶部分的引擎參數及排放係數應可直接採用報告中的建議值。

POLA 主要是以活動量係數法推估排放量。遠洋船舶由於各船差異性大，因此需逐船計算排放量後加總，裝卸機具以及港勤船舶亦同。但是重型車輛的排放係數是針對某一特定的車輛族群推估而得的平均係數，係將所有車輛的行駛里程數加總後作為活動量，再乘上排放係數。因此車輛組成不同，排放係數會有所差異，而影響最大的因子是車齡。因為雖然排放係數與里程數相關，但因為無法得知每一輛車的里程數，因此是以平均年行駛里程數來推估不同車齡的排放係數，亦即同一車齡車輛視為有相同累積行駛里程。臺灣與洛杉磯的車輛廠牌組成、車齡組成都不同，不適宜直接引用洛杉磯的行駛里程排放係數。而由於臺灣環保署目前並沒有公告本地車輛的溫室氣體零里程排放率以及劣化率，因此由行駛里程排放係數法推估可能爭議較大。此外，加州有空氣資源局（CARB）的支援，持續發展更新最新的排放係數，提供各式移動污染源推估排放量，但臺灣並沒有這樣的單位。故建議參採 POLA 階段 2-溫室氣體盤查清冊，以年度車輛耗油量作為活動量。就範疇 1 而言，可以取得確切數字；就範疇 3 而言，可以參考本地的油耗建議值。火車的情況亦同，因此亦將以調查用油量為主要目標。

3. 調查方法

POLA 與高雄港類似，自己本身並不直接參與經營，而是建置了碼頭、堆置場、轉運站、廠房等港口相關設施後，租授給民間公司。二者之間主要是透過租約關係相互約束，一般 5 年一約。

因此，POLA 的碼頭營運皆是以出租業務為主，主要排放源是承租商。由於承租商屬於「客戶」，港務局基於尊重客戶，一般會避免造成客戶不悅。因此在沒有法律強制要求的情況下，各承租商沒有義務配合調查。POLA 的作法是透過每 5 年 1 簽的租賃合約，

在租約中加入要求。我國港口中的承租商，租期一般都較長，甚至有長達 2、30 年者，因此不見得能在短期內在合約中加入相關要求，但可以朝此方向努力。

由於遠洋船舶往來世界各港口，部分 POLA 調查中的船舶也可能進出臺灣的港口，原則上應該可以直接引用相關數據。但是各港的地理條件不同，進港時所採取的航道、船速都不同，因此在各階段引擎可能有不同的工況，排放狀態不同。例如基隆港遇東北季風時，進港船速需增加，否則將偏離航道。而 POLA 因為綠旗計畫，離港不同距離時有不同的減速規定，各階段排放係數皆有差異。因此未來我國在船舶部分的排放量推估，可能必須因港制宜，因應各港口的特性訂定調查細節。

POLA 因為執行綠旗計畫，因此有測速設備監測進港船舶，可取得進港各階段的船速參數。臺灣可能沒有這類設備，因此僅能用訪談或合理假設各類型船舶進港時的船速、距離等航行狀態。未來若欲取得更準確之數據，應有進一步的評估調查計畫，針對進出港船舶進行研究。

POLA 部分遠洋船舶資料還來自於登船檢查。依照港口國管制 (Port State Control) 的規定，各港口有權登船檢查。但由於我國非國際海事組織 IMO 的會員國，因此也非東京備忘錄的締約國。雖然政府有心因應世界潮流，但目前也僅針對少數外國未登船檢查或疑似不良的船舶作為目標船。以 98 年為例，檢查率僅達 10.9%，而日韓都已有 75%~85% 的檢查率^[35]。即使順利上船，船舶的取樣代表性可能不足，因此以登船檢查方式取得船舶第一手數據的難度非常高，目前在臺灣並不可行。

另外，POLA 從 2001 年起有兩度進行路上交通調查計畫，評估進出港區卡車行駛的主要路線、比例、流量、車速等等，這部分資料目前在臺灣各港口付之闕如。但如果將車輛的調查範圍侷限在港區地理範圍中，則不需要考慮對外聯絡幹道的車輛污染排放問題。

從 POLA 的經驗亦可知，當所有的監測數據資料來源管道付之闕如時，只能利用現場調查方式取得數據。雖然以人的印象作調查的準確度較低，但是在缺乏其它較佳的資料來源情況下，問卷訪談是可以被接受的一種資料蒐集方法。

3.2 美國聖佩德羅灣區排放減量

為了有效整合改善南海岸空氣盆地地區之空氣品質，洛杉磯港和長堤港聯手，與南岸空氣品質管理機構、加州空氣資源局(CARB)及美國行政院環境保護署(US EPA)人員展開密切合作，共同制定了聖彼德羅灣港區潔淨空氣行動計畫(San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan)^[32]。該計畫的制定對於降低港口營運導致的空氣污染、改善聖彼德羅灣港區空氣品質具有重要意義。該計畫的實施對象主要為：遠洋船舶、裝卸設備、港勤船舶、載重卡車、鐵路機車等 5 類，依據美國加州聖彼德羅灣港區潔淨空氣行動計畫統計數據顯示，在洛杉磯及長堤兩港，這五類污染排放源的排放比例分別為：59%、14%、11%、10%、6%^[38]。

3.2.1 遠洋船舶

針對遠洋船舶的控制目前已推動實施的包括：船隻減速計畫(Vessel Speed Reduction; VSR)、低硫燃料油之推動、岸電供應措施等。

1. 船隻減速—綠旗計畫

鑒於船舶低速航行有利於減少空污排放，自 2007 年起，長堤港每年花費 220 萬美元，鼓勵船舶在離港 20 哩外的範圍內將船速降到 12 哩以下，而長堤港作為對船公司參與該行動的回報，訂定減收配合船隻之船舶港口費^[37]。

長堤港界定以 Point Fermin 燈塔為中心、半徑 20 哩的半圓海域為降低船舶航行速度的範圍，由美國南加州海事交換中心以雷達測

速器紀錄在此範圍內航行的船舶速度。若停靠長堤港的船舶在 12 個月內 100%達到要求，將獲得綠色標誌旗作為環保成就獎；而全年達標率超過 90%的船隻，在未來 1 年內的港口費將減少 15%。此舉獲得各國家遠洋貨輪的支持，目前履行率超過 90%，獲得全面成功。

2. 低硫燃料油之推動

為降低有害廢氣排放，洛杉磯與長堤港區地方官員於 2008 年 3 月通過對於駛近或停靠此二港區的船隻，提供低硫燃料油的資助。此計畫提出，貨輪經營者至少需在港口的 20~40 英哩處轉換燃油與低硫蒸餾油的使用，而港口相關單位將支付貨輪經營者關於上述兩種油品的價差支出。此環保計畫預計將使洛杉磯港區年度支出增加 860 萬美元、長堤港區則為 990 萬美元^[40]。這項為期一年的計畫，從 2008 年 7 月 1 日起至 2009 年 6 月 30 日止，而此二港區委員會得以決議延期辦理。

3. 岸電供應措施

加州空氣資源局於 2007 年 12 月提出規定：貨櫃輪、客船和冷藏貨物運輸船的營運者必須要求其船舶停泊在港口時，大部份時間必須關掉輔助發動機，並使用網路電力或同等替代技術，藉此減少產生廢氣。

在此基礎上，洛杉磯港及長堤港均積極提昇基礎設施(需投資 200 萬美元)，提供以網路形式輸送之岸電。由岸電取代傳統輔機發電之依據為，輔機在工作過程中排放大量污染物，主要成份是二氧化碳(CO₂)、氮氧化物(NO_x)和硫氧化物(SO_x)，對周邊環境造成污染；岸上供電系統的啟用就是船舶在港口停泊時不再自己發電，改用岸上電力，從而能大大減少空氣污染。為了向停泊在洛杉磯港的貨櫃運輸船舶供電，洛杉磯水電局在碼頭上修建了一個特殊的變壓系統，船舶靠岸後只要插上連接變壓系統的插頭就可以得到供電。據統計，如果

一艘貨櫃輪船自行發電，則其單次至港口所排放的污染氣體總和，相當於一輛大型柴油卡車環繞地球三週的排放量。

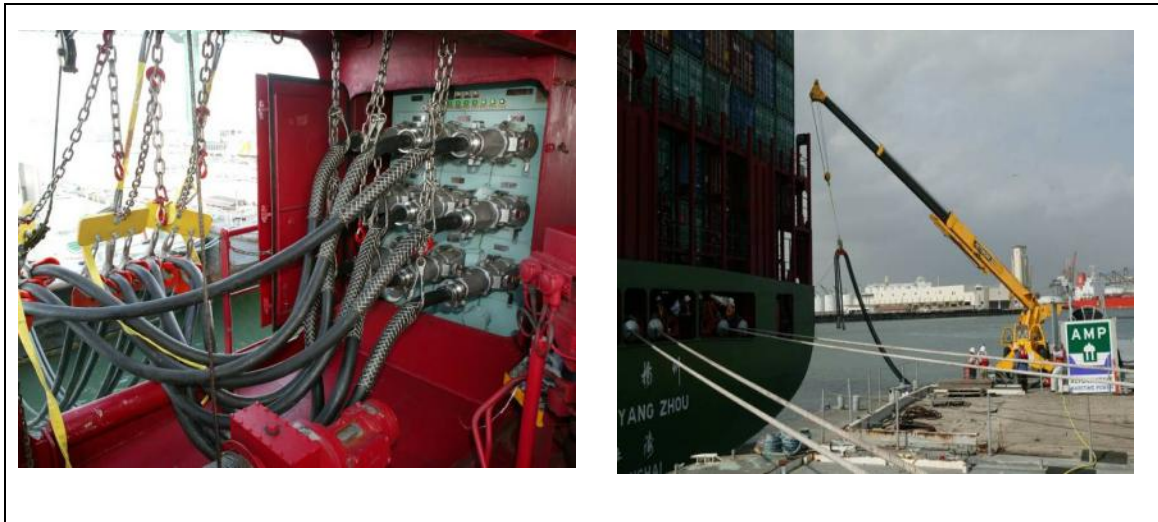


圖 3.4 港口岸電輸送

3.2.2 載重車輛

洛杉磯港日吞吐貨櫃主要由卡車從港區向外運送，因此與長堤港共同推出「潔淨卡車計畫」，目標為逐步淘汰 16,000 輛重污染卡車，計畫在 2012 年把卡車污染氣體排放量降低 80% 以上。為能順利達成目標，從 2008 年 10 月 1 日起逐步禁止 1989 年前的短途(拖運)卡車在港口運作，到 2012 年 1 月 1 日，所有在港口區域運作的拖運卡車均需符合 2007 年頒布的聯邦政府排放物標準。

「潔淨卡車計畫」中的潔淨卡車主要使用液化天然氣，燃料中只需 6% 柴油用於發動機點火，其它 94% 動力能源為排放較低的液化天然氣。屆時港區禁行 1989 年前出廠的各種卡車，同時舊卡車車主或公司更換新型環保卡車可以得到當地政府及港務局的財政補助或貸款補助，並向所有進出碼頭載送標準貨櫃的卡車收綠色附加費(35 美元/標準貨櫃)籌集該基金，港口另外收取基建貨物費(15 美元/標準貨櫃)，兩者加起來總共 50 美元。若卡車達到清潔標準，通過測試認證，則可獲得港區頒發的證書，在出入港區時讓管理人員確認，則無需繳納額外費用。預計到 2012 年，清潔卡車標準全面完成，港口將取消綠色附加費。

3.2.3 裝卸設備

貨櫃裝卸設備可分為兩大類：(1)有軌設備，包括岸吊、場吊等、(2)輪胎設備，包括橡膠輪胎吊車、叉車等。

1. 制定嚴格的排放標準^[32]

2007 年開始，港區貨物裝卸設備必須符合下列其中一項的性能標準：

- (1)購買市面上最清潔的替代氮氧化物燃料引擎或氮氧化物柴油引擎，符合 0.01g/bhp-hr 的粒狀物標準。
- (2)如果市面上沒有符合 0.01g/bhp-hr 的粒狀物排放標準的引擎，則購買市面上最清潔的引擎(兩種燃料皆可)並加裝經許可的柴油廢氣排放管制裝置(Verified Diesel Emissions Controls; VDEC)

2010 年底前，所有在港區的貨物牽引機都必須符合 2007 年美國行政院環境保護署發佈道路型或第四級(Tier IV)引擎標準。

2012 年底前，所有 2007 年前的道路型或未達到四級(Tier IV)引擎標準的重型堆高機(top picks)，堆高機(forklifts)，起重機(reach stackers)，膠輪起重機(Rubber Tired Gantries; RTG)，小於 750 馬力的貨櫃跨載機(straddle carriers)都必須符合 2007 年美國行政院環境保護署發佈道路型或第四級(Tier IV)引擎標準。

2014 年底前，所有大於 750 馬力的貨物裝卸設備都必須符合行政院環境保護署第四級非道路型引擎標準。

2007 年起(直到所有設備都被第四級引擎取代)，所有貨物裝卸設備的引擎若大於 750 馬力都必須安裝最乾淨的經許可柴油廢氣排放管制設置。

2. 推動減排措施

港區貨物運送中所用到之車輛、輸送帶、機具等逐步以電力設

備取代柴油設備運送，包括電動馬達傳送帶取代車輛運送(如圖 3.5)，以飛輪及電力供應起重機取代柴油起重機進行貨物搬運(如圖 3.6)，成效證明兩者措施可有效降低溫室氣體(GHGs)排放量達 30%^[39]。

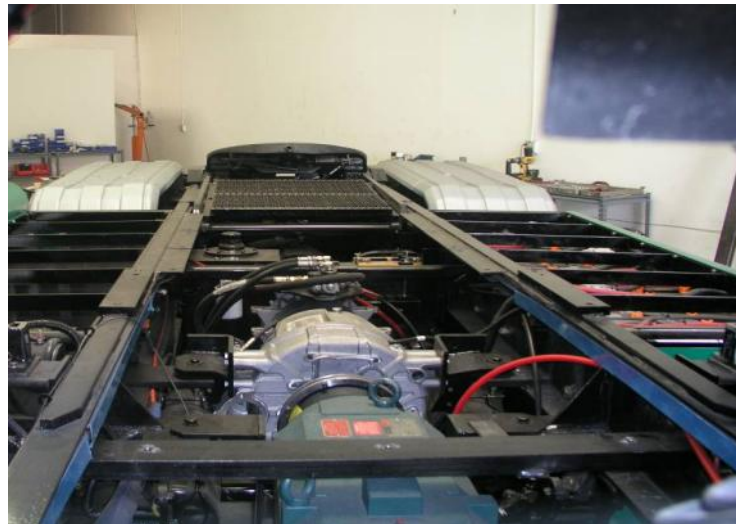


圖 3.5 電動式傳送帶

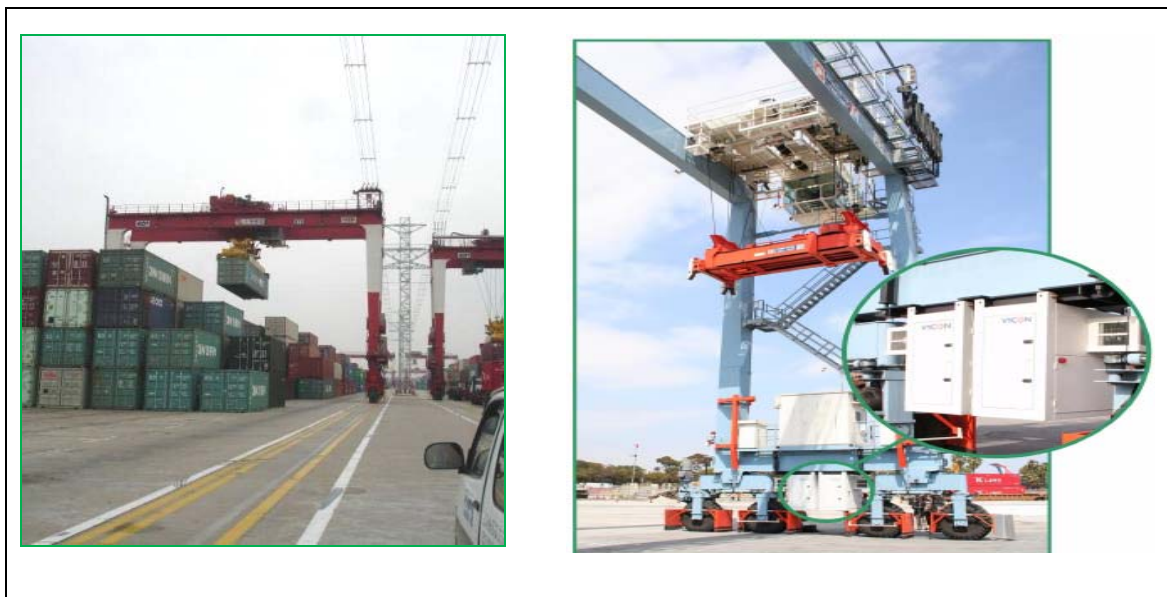


圖 3.6 電力供應起重機

3.2.4 港勤船舶

拖輪是主要的港勤船舶，用來協助大型船舶進出港，一般一艘遠洋貨輪需要 2 條拖輪，且功率需求皆很大(約 5,000 馬力)，油耗也大，且排放大量空氣污染物。因此加州空氣資源局要求港口拖輪需使用低硫燃油。

在提高拖輪燃油質量的同時，亦在積極進行拖輪升級改造，安裝污染控制設備，到本計畫執行的第二年，聖彼德羅港區區所有的港勤船隻必須達到美國行政院環境保護署制定的第二級(Tier 2)港口船標準，或廢氣排放的減少程度達到等量的標準；到本計畫執行的第五年，港區所有的重型引擎的港勤船隻都必須使用資源局驗證的能有效減少氧化氮/或粒狀物排放的技術進行改裝。從第三級引擎在市場上出現起，五年內聖彼德羅港區所有的港勤船隻都將更換為第三級新型引擎。

除使用低硫燃油、安裝污染控制設備外，採用先進的推進系統為另一項減排措施，美國目前仍積極研製混合動力拖輪，例如美國豪斯海事公司於 2008 年研製出混合動力拖輪(用蓄電池及柴油機混合趨動)，並向長堤港提供這種拖輪使用。

拖船改用較小引擎則為另一項選擇，此項措施可降低約 30%溫室氣體排放量，自 2009 年 6 月開始測試運行狀況及效能。

3.2.5 鐵路機車

美國鐵路機車大約承擔了貨櫃運輸量的 20%，排放的污染量不可忽略。針對鐵路機車頭的控制措施，採取多管齊下的方式^[48]。

首先，所有現存的太平洋港線的調車機車在 2008 年前升級至第二級引擎標準，二級引擎須有 15 分鐘空轉上限的設備，並使用廢氣排放減少技術(如安裝柴油催化器或是柴油微粒濾清系統、使用乳化或其他同等乾淨的柴油燃料)。

所有新購買的太平洋港鐵路的調車機車都需要符合行政院環境保護署第三級標準。

在 2011 年前，所有進入港區作業的柴油發動 1 類調車及助手型火車頭中的 90% 會受到顆粒物及氮氧化物排放控制，也會使用 15 分鐘空轉上限裝備。在 2007 年 1 月後，開始使用超低硫柴油(低於 15PPM)作為燃料。

駛入港區的 1 類長程火車頭自 2012 年起要使用等同於第三級的引擎(第二級引擎加裝柴油微粒濾清系統及選擇性觸媒還原法，或是新的符合第三級引擎標準的火車頭)，受到粒狀物及氮氧化物排放控制，配有 15 分鐘空轉上限裝備，此措施將於 2014 年全面執行。

而所有在聖彼德羅港區發展或全新設計的火車調度場應使用市面上最乾淨的科技來運用在調度車、助手車、長程火車頭上，並使用自動停止空轉機制及排氣管，且只使用超低硫柴油或替代燃料，並只能由達到或超過美國行政院環境保護署 2007 年排放標準的貨物裝卸設備及重型卡車提供服務。

除訂定污染物排放限制及使用超低硫柴油燃料外，美國還鼓勵鐵路公司使用液化天然氣(LNG)作為火車燃料，目前於加州聖彼德羅港口已有 4 輛以 LNG 為燃料的火車投入貨物運行。此外美國還積極研製新型的污染性更小的機車，為新型混合動力火車，它採用一個 100 馬力的交流發電機先給鉛酸蓄電池充電，然後再用鉛酸蓄電池向火車發動機供電，此項技術將降低燃料消耗量的 15~45%，且氮氧化物和粒狀物排放量僅為常規火車的 85%，並能以 20 公里/小時速度運行。

3.2.6 能源再生利用

除降低能源使用降低污染排放外，再生能源的實際利用亦為洛杉磯港及長堤港努力的方向^[39]。其方向在於以風力或太陽能發電產生再生能源。洛杉磯港以太陽能板為港區車輛停靠所之屋頂，吸收之太陽能供給船隻或車輛加電使用。洛杉磯港規劃建立供電量達 10 兆瓦之太

陽能屋頂（如圖 3.7），於 2009 年已建置完成 4645m² 太陽能屋頂，可供電達 1 兆瓦；下一階段將持續擴充，於未來三年(至 2012 年)每年以 3 兆瓦擴充量建置完成，可有效降低港區用電量，達成實質節能效益。

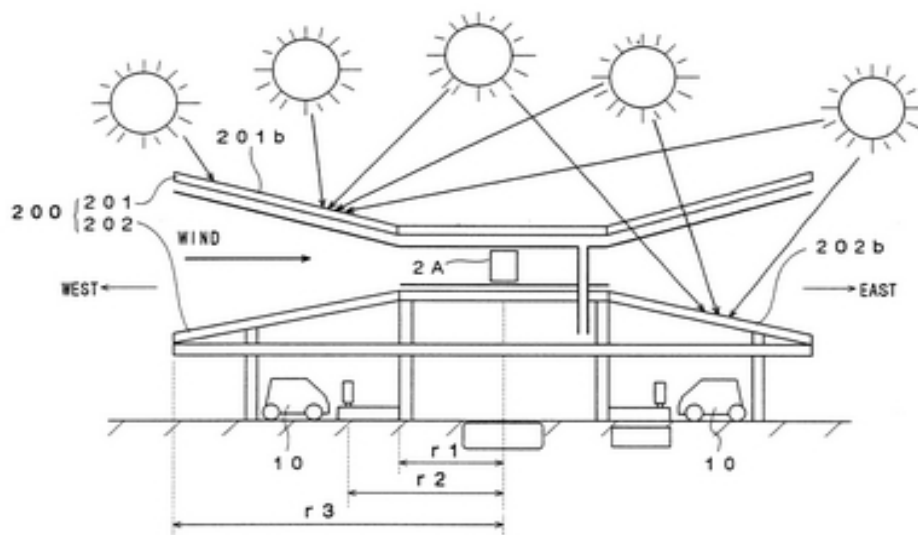


圖 3.7 太陽能再生利用圖

3.3 中國大陸港口

中國大陸港埠依所在地理位置，基本上形成了華北、華中、華南三大港口群。北方以大連、青島和天津港為中心的環渤海港口群，中部以上海為中心的長江三角洲港口群，南方以廣州和深圳為中心的珠江三角洲區域港口群。本節分別說明大陸各主要港口推動節能減排策略或做法。



圖 3.8 中國沿海港口分佈圖

3.3.1 華南港口—香港及珠江三角洲港口

香港及毗鄰深圳的多個港口，包括鹽田、蛇口和赤灣港，是全球數個最繁忙的港口之一。據統計，2005 年珠江三角洲及香港港口的貨櫃輸送量超過 4800 萬標準箱，其中香港港口於 2009 年全球貨櫃輸送量排名中列於第三，僅低於新加坡港及上海港。

依據中國國家發展和改革委員會批准的 2004~2010 年珠江三角洲

港口建設規劃，珠江三角洲及香港貨櫃港口的定位為：香港為國際航運中心，深圳港為幹線港，廣州港為支線港，珠江三角洲其他港口為餵給港。總體而言，珠江三角洲依然是以香港國際航運中心為龍頭，深圳港、廣州港等珠江三角洲港口為輔助和補充的分工格局。

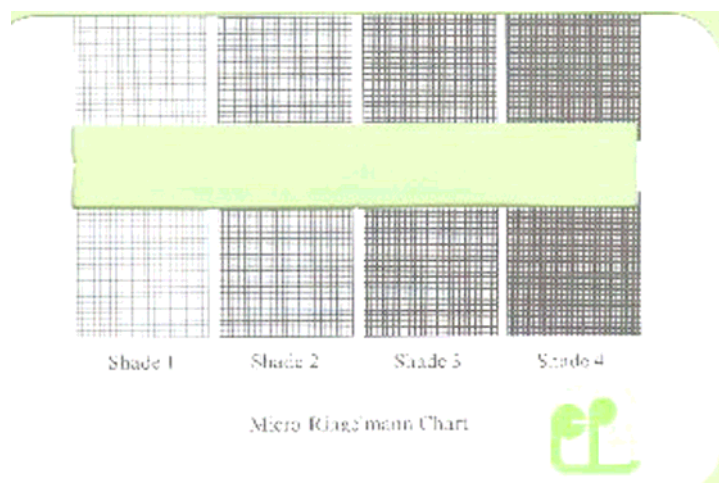
因香港及珠江三角洲各港口(廣州、深圳、惠州、東莞、珠海)等城市港口處於同一水域，間隔距離平均不足 50 海裡，這種沿海大型港口在區域內高度密度的狀況，以致各港口在推動節能減排措施上將共同配合，以推動綠色港口為目標，創造雙贏局面。

3.3.1.1 香港特區政府的措施

香港特區政府已推動多項環保倡議和措施去處理香港港口污染問題，且在減少源自陸地的污染物方面取得一些成績，這些措施較多為與道路車輛相關，適用於所有香港卡車，包括那些不是為港口服務的車輛，但這些措施也會影響參與港口運作的卡車，另有部份為減少船舶污染之控制措施^[43]。

1. 減少船舶產生的煙霧

香港海事處針對 香港水域內船隻煙霧排放管制訂定法規及標準，香港《船舶及港口管制條例》(第 313 章)第 50 條及《商船(本地船隻)條例》(第 548 章)第 51 條規定，船隻如在香港水域內排放份量足以造成滋擾的煙霧，即屬犯罪。為判定船隻煙霧程度，香港海事處使用‘力高文圖表’標準作為量度黑煙排放量的基準，目前要求船隻不得在任何一段時間內連續超過 3 分鐘排放與“力高文圖表”2 號陰暗色一樣黑或較之更黑的煙霧。海事處正積極檢討黑煙限制標準，規劃將原本標準加嚴至船隻不得在任何一段時間內連續超過 3 分鐘排放與“力高文圖表”1 號陰暗色一樣黑或較之更黑的煙霧，違反者處第 2 級罰款(即港幣 5,000 元)。圖 3.9 為香港海事局所用船舶黑煙判定之力高文圖表。



2. 本地船舶推動使用更潔淨柴油

香港環境保護署積極推動本地船舶轉用含硫量 0.005% 的超低硫柴油，所有政府船舶在 2001 年起已轉用這種柴油。而政府於 2007 年 12 月成立跨部門工作小組，以制定港內渡輪使用超低硫柴油(含硫量不高於 0.005%)的試驗計畫，該計畫已於 2009 年 8 月開展，待計畫 2010 年完成後，政府會依據試驗結果，就促進使用超低硫柴油定出未來方向。

然而推動超低硫柴油之做法具爭議性，因為雖然超低硫柴油和工業用燃料(0.5%)的入口差價僅為 0.2 港幣，但實際上香港消費者確需付出這差價 10 倍的價格來購買超低硫柴油，這是因為對此燃料的需求少，令此燃料必須以油桶來運送，而非使用可到達港口船舶的直接輸油管，總之運輸方式的差異大幅增加超低柴油的價格，令本地船舶營運商無法負荷。未來若對燃料的需求增加和基建設施的改善，將會令超低硫柴油價格大幅降低，本地業者使用更潔淨柴油則為大勢所趨。

3. 車輛轉用更清潔柴油

香港環境保護署已推動包括卡車在內的各種車輛轉用含硫量 0.005% 的超低硫柴油(歐盟 IV 期柴油)或更潔淨的燃料。含硫量 0.001% 的歐盟 V 期柴油在香港供應，而且不會令消費者負擔額外的

開支。自 2008 年 7 月 14 日起，全面寬免歐盟 V 期車用柴油的燃料稅，以鼓勵本地市場使用更環保的車用燃料。政府並訂定所有路面車輛於 2009 年 1 月起必須使用歐盟 V 期燃料。

4. 更換舊卡車

由 2007 年 4 月 1 日起，政府展開為期 18 個月的新計畫，由港府提供資助，鼓勵車主將歐盟前期和歐盟 I 期的商業柴油車輛更換為歐盟 IV 期車輛。據港府統計，若全港的歐盟前期和歐盟 I 期商業柴油車均由歐盟 IV 期型號取代，源自車輛的可吸入懸浮微粒及氮氧化物的排放總量，將分別減少 74%及 38%，而全港可吸入懸浮微粒及氮氧化物的排放總量，則分別減少 18%和 10%，屆時全港道路空氣品質將顯著改善。截至 2009 年 11 月底，在 74,000 部卡車中，共有 13,049 車主已更換至歐盟 IV 期。行政院環境保護署亦正考慮在 2009 年 10 月向新卡車實施更嚴格的標準，即從歐盟 IV 期轉為歐盟 V 期。

5. 非路面車輛轉用較清潔柴油

香港行政院環境保護署推動要求所有行業在 2008 年使用超低硫柴油，目的是要把超低硫柴油的使用範圍擴大至所有機械和非路面車輛(卡車、叉式起重機、臺架式起重機、推土機器等)，而立法會正討論這項措施，現時大約有 800 輛卡車在碼頭工作，由於得悉政府即將實施的規定，一些香港的貨櫃碼頭營運者已把非路面車輛轉為使用超低硫柴油。

6. 檢驗跨境卡車的油缸

為了確保卡車司機有足夠的燃料作跨境行程，他們從廣東省進入香港時，卡車油缸可以載有一定數量的高含硫量燃料。香港海關官員會抽樣檢查油缸，以確保車上所載的高含硫量燃料沒有超過容許的限制。然而要切實執行這項限制是非常困難的。

3.3.1.2 珠江三角洲的措施^[41]

廣東省政府採納的遏止車輛廢氣策略與香港的不一樣，香港著眼於實施更嚴格的燃料標準，而廣東省則把注意力集中在入口更現代化和更具燃料效益的卡車。因燃料質素是中國整體能源政策的一部份，所以廣州官員在落實使用更潔淨燃料及訂立燃料價格時受到政策的限制。與香港比較，深圳和廣州的供應商供應含硫量 0.035% 的歐盟 III 期燃料，廣東省其他地方則出售 0.05% 的歐盟 II 期燃料。雖燃料無法同香港訂定嚴格限制，但隨著地區港口發展，港口會逐漸使用一些減少排放廢氣的技術，以下就珠江三角洲主要港口節能減排進行說明：

1. 蛇口港

蛇口貨櫃碼頭公司自 1991 年成立後，至今已採取了多項重要措施去減少與港口活動相關的廢氣。包括蛇口貨櫃碼頭公司的大部份運作已轉為使用電能，且該措施亦減少公司受油價上漲的影響^[42]。蛇口貨櫃碼頭公司也透過改善效益和節省成本來減排，成效包括：

- 把 78 部膠輪式臺架起重機的其中一半在 2008 年底前改為電力發動，餘下的則在 2010 年底前完成改裝。成為國內電力化程度最高的貨櫃碼頭。
- 安裝輔助發電機在膠輪式台架起重機上，當起重機不是完全運作時，輔助發電機就可向座艙提供電能。估計這種發電機每年可節省 18 萬公升燃料和 90 萬元人民幣。
- 安裝軌道式台架起重機，這種起重機更寧靜及耐用，且效益比膠輪式台架起重機高出 20%。該計畫到 2008 年末，會完成安裝 16 台軌道式台架起重機去處理 12 個貨櫃群。

蛇口貨櫃碼頭另著手執行其他環保倡議。包括下列各項：

- 探討使用岸電的可能性：蛇口貨櫃碼頭於 2008 年開展了一項試驗計畫，向停泊在港口的部份船舶提供電力。與其他中國城

市不同，蛇口貨櫃碼頭公司可以從香港、廣東、廣西及深圳得到穩定的電力供應。通過為靠泊船舶供電以代替期使用燃油。每艘中型船每天能節約 7 噸燃料，減少 SO₂ 約 0.19 噸，NO_x 約 0.11 噸。

- 利用混合動力技術或液化天燃氣模式，發展較少污染的牽引車(拖車頭)。蛇口貨櫃碼頭公司和中國科學院深圳先進技術研究院聯合開發試驗並成功研製出混合動力碼頭用環保牽引車。該車使用“電+油”的混合作為動力，能耗和廢氣排放量均能減少 30%以上，噪音也能減弱 20%左右。
- 照明節電管理：堆場高杆燈安裝節電器，平均節電率達到 19%，年節電約 6 萬度。
- 其他環保項目：岸橋輔助變壓器改造使每台岸橋每年可節電 90,000 度；電子傳真每年節省紙張約 99700 張，省電 1,185KW。

2. 鹽田港

鹽田國際貨櫃碼頭是深圳最大的港口，作為姐妹公司，香港國際貨櫃碼頭和鹽田國際貨櫃碼頭互相交換環保措施的技術和意見，在鹽田國際貨櫃碼頭實施的環保措施包括^[48]：

- 鼓勵船東指令其船舶在碼頭 20 海裡範圍內把船速減至 12 海裡，但這項措施只取得有限度的成功。
- 與加州長堤港口結成夥伴一起加強落實，這兩個港口在 2007 年簽署了一份諒解備忘錄，分享成為國際港口的經驗、技術和最優良處理方法。這份備忘錄是第一份由南中國和加州的港口簽署的同類協議，檔包括了對港口持續性、廢氣和改善空氣質素的深入分析。
- 擴大電氣化：鹽田國際貨櫃碼頭擁有 200 台膠輪式台架起重機，其中 12 台已從使用柴油燃料轉為使用電能，並計畫於 2008

年將另外 60 台轉為使用電能。改裝成本可在兩年內因減少燃料消耗而回收。鹽田國際貨櫃碼頭也已在膠輪式台架起重機安裝超級電容器，這項措施藉由儲存能量可節省 25% 的能源消耗。

- 準備使用岸電：雖然鹽田國際貨櫃碼頭已開始安裝基礎設施的工作，但由於中國陸上和船上的電力系統並不相同，在實施這種環保技術前，先要研究變壓技術。
- 提倡港口專線鐵路運輸：每一列火車每程可以運送 50 個貨櫃，比卡車更具效益及更加環保。至今多家航運業者及集團公司正使用該鐵路專線將貨物運送到位於其他省份的設施。

3. 廣州港

廣州港集團在節電方面以科學技術為先導，挖掘節電深度，改善整體面貌^[52]。

- 建立集中補償、分散補償與就地補償“3 位 1 體”的電網補償體系，降低無功損耗。廣州港集團在港區電網進口處的 110kV 變電站加裝 10kV 電容，進行集中補償，收到立竿見影的效果。但是集中補償只提高進線的功率因數，整個港區內電網的功率因數仍然較低。為了真正提高港內電網的功率因數，廣州港集團在各個分電站(10kV／0.4kV)建立分散補償體系，並對大型設備(如橋吊、大型門機及大型皮帶機等)加裝補償電容，進行就地補償。通過建立“3 位 1 體”的補償體系，廣州港從主要的大型設備到各級變電站乃至整個電網，平均功率因數控制在 0.9 以上，整個港區的無功損耗被有效降低。
- 檢測並治理高次諧波帶來的附加損耗。由於大功率可控矽變流以及變頻器的大量使用，港口電網的高次諧波污染帶來的問題日益凸現。廣州港集團定期檢測高次諧波污染，及時掌控情況，發現問題及時採取措施治理，有效降低高次諧波引起的附加損耗。

- 研發輪胎式貨櫃門式起重機(簡稱 RTG)節能減排技術。廣州港在 RTG 節能減排技術方面取得新突破。2008 年 12 月 7 日,RTG 調速柴油機超級節能發電機組改造應用技術通過交通運輸部驗收。該專案首創柴油機組調速發電技術並集成儲能和雙能源驅動技術,節能比例達 40%以上,減排效果達 50%,在港口及交通行業具有重大推廣價值。

3.3.2 華中港口—上海港

上海港位於大陸海岸線中部,港區總面積 3,619.6 平方公里,是中國最大的港口,其背靠 6,300 公里的長江,地處長江東西運輸通道與海上南北運輸通道之交會點,屬河口型的沿海港口。2002 年 6 月,洋山深水港區開工建設,上海港開始從河口港向真正的海港跨越。

上海港目前貨物輸送量為世界第一,貨櫃輸送量連續三年世界第三,但東方大港也有其難題,即為上海港一年用電 1.8 億度,耗油 9 萬多噸。上海國際港務集團為將上海港這個長久以來“能耗大戶”成功瘦身,打出依靠‘科技發明和技術進度打造節約型碼頭’之目標,實際方向朝向優化裝卸工藝,降低能源消耗,提高作業效率,降低運營成本^[44]。主要做法說明如下:

3.3.2.1 輪胎式貨櫃起重機節能方法

輪胎式貨櫃起重機(簡稱 RTG)依賴起重機自身配置的柴油發電機組所提供的電能進行工作,能量轉換效率低,能耗大,且柴油價格日益攀高,用電成本高。柴油發電機組單位電量成本比電網供電高 3 倍,而且柴油機氣體排放、噪音、廢油洩漏,都會對港口造成污染。上海港採用三種方式進行節能減排。

1. 油改電—磁滯連軸器電纜捲筒方案

上港集團所採用“油改電”的原理是,在原有的柴油機發電機組發電的情況下增加一套市電供電裝置,當 RTG 在作業區起吊貨物

時採用市電供電方式，當 RTG 轉場時，採用原有柴油機供電方式。改造後，節約能耗費用約為 75%，節約能源約為 60%。“油改電”的電纜被“藏”在了地下電槽中，通過吊車身上的電纜捲筒來輸電。技術人員表示，這是“磁滯連軸器電纜捲筒方案”。RTG 行走時，電纜卷盤根據 RTG 與市電接線箱的距離收放電纜。

技術人員計算了一下，“電”RTG 的運行成本僅為“油”RTG 的 34.8%。據測算，每台輪胎吊每年共可節約 30 萬元人民幣，若按每台輪胎吊“油改電”改造費 70 萬元人民幣計算，採用“油改電”方式作業，在不考慮油價上漲的前提下，約兩年零三個月就可收回投資。而附加價值則為避免了柴油發電機的噪音和廢氣污染。

2. 油改電—高架滑觸線方案

在上海外高橋二期碼頭，技術人員為吊車梳起了“辮子”，通過架設高空銅滑線來實現供電，不“喝油”的吊車可以像公交電車那樣從頭頂上的高壓電線獲取能源。由於不使用柴油，碼頭上也不會再出現黑煙滾滾的場景。技術人員稱之為“高架滑觸線方案”。據介紹，目前該方案的節能效果同磁滯連軸器電纜捲筒方案的“油改電”RTG 差不多，但它的可操作性更強，設備的運營和維護成本也非常低，人員操作幾乎沒有變化，基本不需要額外的培訓和管理成本。

上港集團認為，長遠來看，“高架滑觸線方案”的整體投資和運營的經濟性比現有同類方法要好，因此，上港集團已投入 4,000 萬元人民幣在全港的 500 多台 RTG 上推廣普及高架滑觸線供電方式。

3. 油改電—汽車混合動力技術

上海港貨櫃碼頭分佈在外高橋港區和洋山港區，由於洋山港區採用市電不便，因此混合動力 RTG 成為最佳選擇。工程人員將目前世界上最先進的汽車混合動力技術“移”到輪胎吊上。這項技術的核心是在原有柴油發動機的基礎上，給輪胎吊加裝一台智慧電器控制裝置，該裝置將時刻“監視”輪胎吊的工作情況，當吊車下放物

體，釋放能量時，它可以把這些能量收集起來，轉化為電力，然後在需要時重新提供給吊車。

常規 RTG 的起重機在放下貨櫃時會釋放勢能，這一部分能量並沒有被有效地利用起來，而是浪費了。再生電力採用超級電容進行存儲。這種 RTG 不僅節能環保，而且還具有常規 RTG 操作靈活的優勢。

上港集團經由試驗表明，一台改良後的混合動力輪胎吊年節油率在 30% 以上，一年就可以節油幾萬升。目前上港集團有 400 台輪胎吊，節油相當可觀。”此外混合動力 RTG 的尾氣排放可下降 50% 以上；並且柴油機發電機的雜訊也可減小不少；柴油機發電機的啟動時間可減少，有效地提高了工作效率。據瞭解，上港集團已決定投入 2,520 萬人民幣，在洋山深水港的新設備上應用節能降耗新技術。

3.3.2.2 廢橡膠輪胎“起死回生”

“變廢為寶”也是上港集團自主創新的主軸之一，在世界港航業中，港機輪胎翻新一直是無法破解的難題。因此，碼頭上輪胎報廢率極高。眾所周知，橡膠資源十分緊缺，近年來，RTG 橡膠輪胎幾乎到了有錢也買不到的地步，因此，對 RTG 橡膠輪胎的翻新研究不但是資源上的節約，更是緩解 RTG 橡膠輪胎緊缺問題的有效措施。

輪胎翻新是利用廢舊輪胎，將已經磨損的、不能使用的廢舊輪胎的外層削去，粘貼上膠料，再進行硫化，即可得到能夠重新使用的翻新胎。在良好使用的條件下，一條輪胎可翻新 2 至 3 次。每翻新一次，可重新獲得相當於新輪胎壽命 80% 至 100% 的使用壽命。通過多次翻新，可使輪胎的總壽命延長 2 至 4 倍，換句話說，一條輪胎經過多次翻新後起碼相當於 3 至 5 條輪胎。上港集團現有貨櫃輪胎吊 500 台，每台貨櫃輪胎吊配有 8 條橡膠輪胎，單次配用合計 4,000 條，輪胎多由美國、日本及馬來西亞進口。輪胎翻新技術的巨大效益可以預見。

3.3.2.3 門機變頻改造

港口設備的節能降耗改造，不僅要對新設備進行改造，還要對有相當數量，同時能耗大的老舊設備進行改造。

現場技術人員表示，港口的老式門機各種故障頻繁出現，影響了生產效率。另外，老門機剎車腳踏力較大，易造成司機的操作疲勞。

老門機改造採用變頻調速，實現變頻器平穩的起、制動，從而減輕了各個機構在機械起、制動時對門機機械部分造成的衝擊，延長門機機械部分的壽命。“變頻器能在很寬範圍內無級調速，可以根據需要設定加減速時間，電機在起動和加速時可獲得足夠大且平滑的加速度，保證了變頻調速系統具有很好的速度回應性能”，中港集團強調，門機變頻改造不僅彌補了老門機的‘短處’，還能節約至少 1/4 的能耗。

據瞭解，這項技術在上海港軍工路港務公司的兩台門機上進行了改造應用，改裝後的兩個月平均千噸能耗較去年同期降低了 54.9%。上港集團目前有近 50 台老門機，目前已投入 900 萬元進行門機變頻改造。

3.3.3 華北港口—大連、青島和天津港

1. 大連港

大連港集團在新碼頭的建設中，以創新的思維和創新技術，結合國內外可再生能源技術發展的情況，利用海水源熱泵技術實現地溫空調，探索出了一條合理利用新能源的綠色之路，獲得了較好的應用效果。以礦石碼頭為例，採取海水源熱泵與常規方式比較，年節省運行費用約 7 萬元左右。除礦石碼頭外，大連港還在散糧碼頭、雜貨碼頭、貨櫃二、三期的建設中推廣海水源熱泵技術，整個集團採用該技術建築物的總面積已達到 45,000 平方米^[45]。

2. 天津港

天津港是中國最大的人工港，位於華北平原海河入海口，

是中國北方重要的對外貿易口岸。

近年來，天津港全方位治理煤塵，港口徹底舊貌換新顏。天津港的節能減排主要從提昇節能技術及治理粉塵污染入手：

(1)治理粉塵污染

天津港作為中國北煤南移的航運通道，煤炭輸送量不斷增加，因此對天津港來說最重要的環境問題就是空氣中 TAP 含量較高，其主要原因在於港區煤炭的運輸、堆存和裝卸作業所導致。

天津港務局實施“藍天工程”，投資 6 億元的煤炭和焦炭皮帶輸送長廊，目前兩條皮帶輸送長廊的運輸總量已達 5,005 萬噸，累計完成相當於 227.5 萬輛汽車完成的運輸總量。集港的汽車跑得少了，水準運輸沿途撒漏和二次揚塵污染得到有效緩解。

另外天津港投資近百億元在南疆港區煤碼頭建成了以幹式集塵、噴淋除塵、貨垛苫蓋和噴膜等技術設施相結合的立體交叉綜合防塵體系，有效地控制了粉塵污染。目前已有百萬平方米的堆場實施固定噴淋或人工造雪抑塵，針對冬季乾燥、多風，煤炭貨垛容易起塵的問題，天津港研究制定了《煤炭礦石苫蓋抑塵方案》，2005 年起全面推行，目前各堆場共購買苫蓋網二百萬平方米。此外，天津港採用納米新技術，向煤垛噴灑覆蓋劑，使其表面形成一層硬殼，避免揚塵^[50]。

(2)貨櫃場橋“油改電”

天津港正積極推進貨櫃場橋“油改電”工程^[46]，。按計劃，天津港貨櫃場橋“油改電”專案自 2008 年正式啟動，計畫投資 4 億元人民幣。其中，貨櫃公司、東方海陸公司、聯盟國際公司採用低架交流滑觸線方案，太平洋國際公司採用低架公共直流方案。

在改造過程中，各貨櫃公司結合各自生產特點積極開展技術創新，完善貨櫃場橋“油改電”技術工藝，如貨櫃公司自主研發了

“自動受電裝置”，實現了低架滑觸線轉場的自動受電功能；東方海陸公司研發了“自動轉場裝置”，完全使用電力運行，真正實現了場橋零排放目標；太平洋公司在改造中使用了能量回饋公用直流母排系統，節約了能源，並實現了自動受電。據不完全統計，各公司改造後場橋能源單耗平均下降 80% 左右，具有明顯的經濟和社會效益。預計全港貨櫃場橋“油改電”工作完成後，每年將節約 1.33 萬噸標煤。

(3) 其他節能減排做法^[47]

- a. 推廣清節能源：在節能減排方面，天津港大力推廣使用清潔能源，先後治理了大小燃煤鍋爐、茶爐 300 多台，全部採用集中供熱與太陽能、地熱源、風熱源等清潔能源，從而改變了港區內煙囪林立的現象，大大減少了二氧化硫的排放量。
- b. 開展供配電系統節能研究：天津港推廣應用節能器等智慧化節能裝置，改善電網品質，治理電網諧波，提高功率因數；大力推廣綠色照明技術，推廣應用節能燈具，推廣貨場照明光控、遙控技術及照明電路的智慧化控制系統，在新建港區啟動風光互補路燈照明示範工程；廣泛應用太陽能及熱泵等清潔能源，地源熱泵及海水源熱泵技術的應用也有顯著發展。
- c. 開展能源計量技術研究：天津港研發內燃機燃油流量計，應用電能表線上檢測技術，並在部分運行設備上採用電量自動採集及能耗智慧分析系統。電量自動採集及能耗智慧分析系統與生產控制系統和執行資訊系統連接。該系統的投入使用改變以往節能管理的傳統模式，資料獲取更加及時準確，實現電量資料、設備運行及生產等資料的交換。該系統能對不同工況的能耗情況進行統計、分析和對比，生成電量消耗的各類相關報表及單位電能變化的曲線圖表，為能源管理及能耗指標考核工作提供有效依據。

3. 青島港^[51]

青島港是具有 116 年歷史的國家特大型港口，青島港先後投入 45 億元，從源頭上淘汰了一批高耗低效的設備，引進符合國際環保標準、能耗低、效率高的先進技術設備 600 餘台。新製造和購置的設備全部採用節能技術和配置，如橋吊、門機都採用當今世界最先進的變頻調速技術，只要條件具備，流動機械一律選用歐Ⅲ排放標準產品。現有耗能設備、設施的節能達成率達到了 98.5% 以上，新建專案、新購設備的節能達成率達到了 100%。

傳統的貨櫃輪胎吊作業時以燃油做動力，耗油量大、排放廢氣多，噪音污染嚴重。青島港通過技術攻關，將燃油動力改造為電力驅動。改造後的輪胎吊單箱能耗下降 40% 以上，單箱運行成本節省 70% 以上，並基本實現了廢氣零排放。目前，該技術已應用在國內外十幾個港口的 200 多台輪胎吊，年節油約 2,000 萬升。同時，青島港又實施了吊車“油改電”、叉車“油改氣”，實現了清潔生產和科技創新的新突破。

青島港已經全面推行單車核算、單船核算、單班核算、單貨種核算、單項工程核算。為全港 1,400 多台裝卸機械設備設置了車長，按機種、型號、使用年限、貨種等制定了不同的能源消耗定額，為全港近千台燃油機械安裝了燃油計量儀，為 300 多台大型電動機械設備和 125 座冷藏箱插座平臺安裝了高精度的電度錶，車車有車長、有標準、有計量，單車核算，獎罰分明，實現了節能環保有計劃、有組織的循序開展，推進了港口管理由粗放型向精細型的轉變。

目前，青島港 76% 的技術工人都成為了高級工、技師和高級技師，遠遠高於發達國家 30% 的平均水準。員工練出絕活兒 1,500 多個，創出新紀錄 900 多項次，其中，貨櫃裝卸“振超效率”8 次打破世界紀錄，鐵礦石接卸“孫波效率”11 次打破世界紀錄，貨櫃橋吊單耗和礦石卸船機單耗同比分別下降 4.4% 和 1.5%。

3.4 歐洲港口

每一個歐洲港口都受到一些洲際性、國家性和區域性的指令所管制，但歐盟在全球推動收緊船舶燃料含硫量標準的工作上一直都是先趨者，在 2006 年，波羅的海成為全球首個硫排放控制區，而北海在下一年亦成為硫排放控制區。在 2006 年，歐洲委員會建議停泊在歐盟港口的船舶使用岸電，尤其是已超過一些空氣質素限制指標或公眾表示受到嚴重噪音滋擾的港口，以及鄰近住宅區的泊位。另歐洲顯示港口污染控制一直為歐盟所持續推動的議題，歐洲部分港口節能減碳做法彙整如下：

3.4.1 荷蘭鹿特丹港

荷蘭鹿特丹港素有「歐洲門戶」之稱。根據 2009 年該港統計，鹿特丹港全年貨櫃輸送量達 974.3 萬 TEUS，港口全年總吞吐貨物運量超過 4 億 2100 萬噸，為歐洲第一大港，也是一個亞洲貨物到達歐洲最重要的轉運港。2006 年，鹿特丹港務局引進了一些革新技術，成功減少 80% 的氮氧化物排放。港口亦開始使用混合動力車輛，並計劃在馬莎芬 (Maashaven) 和默茲港口流域 (Meuse Harbour Basins) 安裝岸電。

1. 採用配煤筒倉

鹿特丹港配煤中心利用 6 個大型筒倉多次混配，最多可以混配 15 種不同規格的煤炭，將煤炭加工成 10~50mm 直徑的顆粒，並在 45m 高的筒倉裡充分攪拌，擺脫傳統的露天作業方法，混配好的潔淨煤通過封閉式的皮帶機自動控制輸出並有序堆放。整個配煤過程被有效控制，實現煤炭的清潔利用，達到科學、精確混配的目的。這種技術對煤炭原料的選擇面很寬，在某種煤炭原料稀缺或價格上漲時，可以使用其他的替代原料。半空式配煤技術比地下隧道式技術的投資低，占地面積小，環境污染也小。據統計，精確配煤技術每年為荷蘭節約約 1 億歐元。

2. 供應岸電

鹿特丹在 2007 年底展開了一項為期兩年的試驗計劃，為默茲港口流域的內陸躉船供應岸電。鹿特丹港口安裝了 120 個接駁點以向躉船供應足夠的電力，應付在躉船上居住的人的家用需求。荷蘭的躉船具有扁平船底的特色，不單可用作運輸一些如穀物、水泥、砂粒、煤和木材的乾貨，其尾部亦可作住宿之用。港口計劃現已解決供電系統的繳費和接駁問題，並會在 2012 年或之前，在公眾船舶停泊處完成加裝更多接駁點。

躉船每年運輸大約 150 萬公噸貨物，即 35% 鹿特丹港口每年貨物運輸的數量。另外，400 萬公噸的貨物利用躉船經鹿特丹港口轉運到其他地方。然而，荷蘭仍然依賴卡車來運輸散裝貨物。

3. 限制含硫量

大部分鹿特丹的躉船現時是使用含硫量 0.1% 的燃料，但自 2010 年 1 月 1 日起，根據新的歐盟法例，內陸躉船將會使用含硫量 0.001% 為上限的低硫燃料。上半年為執行緩衝期，之後掛靠歐盟港口船舶，如不遵守該規定低硫燃油標準將被處罰。大部分航海和公共服務的船舶現均已使用低硫燃料。

3.4.2 德國漢堡港

德國漢堡港是歐洲第二大貨櫃碼頭，這座德國最大、歐洲第二的港口，成為連接東西方水路的重要通衢，漢堡港的總面積達到 87 平方公里，擁有 60 個港口碼頭和 310 個遠洋船泊位，僅次於鹿特丹而成為歐洲的第二大港，它的貨櫃輸送量更是雄踞歐洲第一。

漢堡港口物流業原本需要消耗大量能源，但他們奇跡般地實現了低能耗與低碳排放。碼頭機械啟用了電能再生系統，卸貨時會產生較大能量，這些電能再被儲存在電動裝置中，就連搬運車也更換成環保的柴電綜合動力，在兩個貨櫃集散中心之間安裝了輸熱管道，為的是

節約能源。據德國漢堡港口和物流有限公司(HHLA)統計，從 1990 年到 2008 年，HHLA 的碳排放量已經降低了 30%，到 2015 年，將繼續減排 10%^[54]。

另漢堡港的海鐵聯運非常發達，海鐵聯運是進出口貨物由鐵路運到沿海海港直接由船舶運出，或是貨物由船舶運輸到達沿海海港之後由鐵路運出，完成整個運輸過程的一體化物流方案。從節能減排、提高效益的角度看，貨櫃公路運輸的合理半徑應該在 300KM 之內，超出了該半徑距離既不環保又不經濟，而海鐵聯運則是提高效率、降低能耗的有效形式。目前德國漢堡港鐵路集疏運比重約占其裝箱輸送量的 30%，在運輸距離超過 150km 時，這一比例高達 70%。

3.5 澳洲雪梨港

雪梨港位於澳大利亞新南威爾士州(New South Wales)東部，主要由兩個港區組成—雪梨港區和波特尼港區(見圖 1、圖 2)。雪梨港是州立港口，所有權與經營權分離，政府享有所有權，經營者享有經營權並服從港方管理^[57]。

澳大利亞近 99%的外貿貨物都需要通過海洋運輸，雪梨港是澳大利亞第二大貨櫃港口，每年輸送量約占全澳總量的 1/3，對澳大利亞的經濟起著巨大的推動作用

近年來，雪梨港將綠色港口理念融入其發展過程中，擬定“綠色港口指南”取得了巨大的成就，受到行業的矚目。其中節能減碳相關做法整理如下：

針對陸地雨水/廢水，雪梨港安裝雨水收集處理裝置，雨水經處理後能夠達到澳大利亞飲用水標準，然後再用於花園澆灌和衛浴沖洗，節水可達 45%。2003 年雪梨港在其波特尼港區安裝了 3 套此種裝置，後來又在全港範圍內推廣。

為減少港口廢氣排放，提高空氣品質，雪梨港積極配合 NSW 州政府實施相關法規，例如，配合州環保局實施“空氣政策的政府行動”(Government's Action for Air Policy)；配合州交通局實施“交通運輸的政府行動 2010”(Government's Action for Transport 2010)。

較之公路，鐵路是較為清潔的運輸方式。相同運量條件下，公路油耗量是鐵路的 9.3 倍，廢氣排放量是鐵路的 10~15 倍。雪梨港力爭最大限度地使用鐵路進行運輸，努力配合州政府實現兩大目標：(1)在 2010 年前將全州鐵路貨運比例提高到 25%；(2)在 2015 年前將雪梨港貨櫃鐵路運輸率提高到 50%。在過去的幾年裡，雪梨港鐵路運輸量明顯增長，例如，波特尼港區 1998 年貨櫃鐵路運輸量還不到 13 萬 TEU，而在 2007 年則達到了 30 萬 TEU。

3.6 國外節能減碳措施彙整

國外眾多國家越來越重視港口污染控制及節能問題，本節將各國節能減碳推動措施進行彙整，如表 3-3。

從各國推動基本方向及本質目的來看，歐美等先進國家多數措施以降低空氣污染目的為主，節能效益為輔，而中國大陸則更重視節能措施的研發及改造，而無論哪種措施證實均能兩效並存，但必須要有明確規劃及資金投入，以下供國內港口發展借鑑。

表 3-3 國外港口節能減碳措施彙

	推動措施	推動國家	執行策略	成效或預估成效	經費需求
一、船舶節能減碳					
1	船隻靠港減速	美國加州—離港20海里將船速降至12海里以下(船舶減速行動, VSR)	關稅/獎勵租約規定/加州環境品質法	超過95%遠洋船隻符合減速計畫	若船隻符合率90%，港口費將少收15%，長堤港每年少收約220萬美元
		中國鹽田港—離港20海里將船速降至12海里以下	港區規定	只取得有限度成功	
2	船舶使用低硫燃料	1. 美國加州長堤港及洛杉磯港—離港20~40英哩處轉換使用低硫蒸餾油	價差補助/CARB規定	自2007~2020預估減少PM約2.3萬噸、NOx約1.5萬噸、SO2約20萬噸	洛杉磯港年增860萬美元支出
		2. 香港—本地船舶(轉用含硫量0.005%超低硫柴油)	香港環保署推動	因油品價差10倍較難推動	長堤港年增990萬美元支出
		3. 荷蘭鹿特丹港—內陸躉船使用含硫量0.001%低硫燃料	歐盟立法(有處罰條例)	大部份航海及公共服務船舶已使用低硫燃料	
3	港勤船隻	美國加州—使用低硫燃料、安裝污染控制設備、改用較小引擎	加州環境品質法	可降低約30%溫室氣體排放量	
4	岸電推動	美國加州港口—貨櫃輪、客船及冷藏貨物運輸傳於停泊港口時，大部份時間必須改用岸上電力	訂定法規	成功推動	(1)提昇基礎設施費約200萬美元 (2)船舶改裝：50~200萬美元
		中國蛇口港—向停泊港口部份船舶提供電力	試驗計畫	每艘中型船每天節省7噸燃料，減少SO2約0.19噸、NOx約0.11噸	
		荷蘭鹿特丹港—安裝120個接駁點以向躉船供應家用電力	荷蘭鹿特丹港		
5	船舶廢氣控制	美國—開發階段，研製"文氏管漂洗器"用海水漂洗廢氣 ^[3]	新技術研發	可去除約80%SO2及固體顆粒污染物	每台漂洗器價格約120萬美元
6	船隻煙霧管控	香港海事處	香港「船舶及港口管制條例」處罰條例		
二、港區車輛					
1	高污染卡車汰換	美國加州長堤港及洛杉磯港—潔淨卡車計畫	財政補助/加收綠色附加費及基建費	淘汰16000輛重污染卡車，可將卡車污染氣體排放量	
		香港—更換至歐盟IV期車	財政補助策略	於2年半有17.6%卡車完成汰舊，	
2	使用超低硫柴油	香港—要求使用含硫量0.001%超低硫柴油(2009年起)	香港環保署法規		
3	環保車	中國蛇口港—研製混合動力碼頭用牽引車(電+油)	貨櫃碼頭公司之節能措施	能耗及廢氣排放量均能減少30%以上，噪音減低20%。	
		德國漢堡港—搬運車更換為柴電綜合動力車	德國漢堡港口和物流有限公司(HHLA)		

表 3-3 國外港口節能減碳措施彙(續 1)

三、裝卸設備					
1	訂定引擎標準	美國加州長堤港及洛杉磯港	加州環境品質法規定		
2	改用清潔燃料	美國加州—電力設備取代柴油設備	(1)電動馬達傳送帶取代車 (2)以飛輪及電力起重機取	降低溫室氣體排放量達30%	
		中國蛇口港—將台架起重機改為電力發動、安裝輔助發電機	貨櫃碼頭公司之節能措施	安裝輔助發電機每年節省18萬公升燃料及90萬元人民幣	
		中國鹽田港—將台架起重機改為電力發動、安裝超級電容器	貨櫃碼頭公司之節能措施	完成72台電力改裝、安裝超級電容器可節省25%能源消耗	改裝成本兩年因減少燃料而回收
		香港—改用超低硫柴油	香港環保署規劃推動		
3	設備改造	中國蛇口港—加裝岸橋輔助變壓器	貨櫃碼頭公司之節能措施	每台岸橋每年省電9萬度	
		中國廣州港—RTG改造成調速柴油機超級節能發電組(儲能+雙能源趨動技術)	貨櫃碼頭公司之節能措施	節能比例達40%、減排效果50%	
		中國上海港—RTG油改電(原有柴油發電組發電情況下增加市電供電裝置)	上港集團節能措施	每台每年可節省30萬人民幣(節約能耗費用約75%)、節約能源約60%	每台改造費70萬人民幣，約2年3個月可回本。
		中國青島港—RTG油改電(燃油動力改為電力驅動)	青島港	改造後輪胎吊單箱能耗下降40%以上，單箱運行成本節省70%	
		中國天津港—集裝箱場橋油改電	各貨櫃公司自行改造，不同公司採不同改造方式	各公司改造後場橋能源單耗下降80%左右。預計全港改造後年節約1.33萬噸煤。	投資4億人民幣
		中國上海港—混合動力RTG	上港集團節能措施	每台每年節油'率30%以上、尾氣排放下降50%以上。	投入2520萬人民幣逐步改造
		中國上海港—老門機採用變頻調速	上港集團節能措施	改造2台門機後能耗降低54.9%	投入900萬人民幣改造50台老門機
4	加裝補償電容	中國鹽田港、廣州港—加裝補償電容器	貨櫃碼頭公司之節能措施		
5	加裝燃油計量儀	中國青島港—按機種訂定不同能源消耗定額	青島港	已完成300多台大型電動機械設備及125座冷藏箱插座平台安裝高精度電錶	
6	啟用電能再生系統	德國漢堡港—碼頭機械卸貨產生電能被儲存再利用	德國海堡港口和物流有限公	近18年碳排放量已降低30%	

表 3-3 國外港口節能減碳措施彙(續 2)

四、推動鐵路運輸					
1	清潔火車	美國加州—訂定引擎標準、低硫柴油或替代燃料、加裝控制設備、液化天然氣火車運行	加州環境品質法		
		美國—研制新型混合動力火車(以鉛酸蓄電池向火車供電) ^[3]	新技術研發	降低燃料消耗量15~45%，且NOx及PM排放量僅為常規火車之85%(運行速度20公里/小時)	100多萬美元研製費
2	增加鐵路運輸比例	德國漢堡港		在150KM距離內海鐵聯運比例已達30%，超過150KM比例則昇為70%	
		澳洲雪梨港、波特尼港 —最大限度使用鐵路運輸	州政府訂定目標	雪梨港2010年鐵路貨物運輸比例提高至25%；波特尼港近10年增加130%。	
五、其他措施					
1	再生能源使用	美國加州洛杉磯港—太陽能屋頂供船隻及車輛使用		4645m2太陽能屋頂，可供電達1兆瓦	
		中國上海港—利用海水源熱泵技術實現地溫空調	大連港集團之節能措施	年節省運行費用約7萬人民幣左右	
		中國天津港—港區燃煤鍋爐茶爐採太陽能、地熱源、風熱源等清潔能源			
2	照明節電管理	中國蛇口港—堆場高杆燈安裝節電器	貨櫃碼頭公司之節能措施	平均節電率達19%，年節電約6萬度	
		中國天津港—採用節能裝置、改善電網品質、治理電網諧波、智慧化控制			
3	辦公事務減碳	中國蛇口港—推動電子傳真	貨櫃碼頭公司之節能措施	每年節省紙張10萬張、省電1185KW	
4	資源回收再利用	中國上海港—廢橡膠輪胎翻新	上港集團節能措施	輪胎總壽命延長2~4倍	
		澳洲雪梨港、波特尼港區 —安裝雨水收集及處理系統		節水率45%	
5	港口汙染控制措施	中國天津港—建立綜合防塵體係(乾式集塵、噴淋除塵、噴膜等技術)	天津港務局措施		投資近百億元
		荷蘭鹿特丹港—採用配煤筒倉	鹿特丹港配煤中心	精確配煤技術每年節約1億歐元	半空式配煤技術比地下隧道式技術投資低，佔地面積小，環境污染也小
6	提昇人員專業技術	中國青島港—76%技術人員成高級工、技師以上級別	青島港	藉由員工發揮工作創意及經驗，有效降低設備能耗	

3.7 國外經驗探討及可行性討論

3.7.1 國外成功經驗探討

在能源危機和環境污染的新形勢下，港口節能減排是港口發展的必經之路，是解決港口在其發展過程中所遇到問題的關鍵。

目前美國歐洲等西方發達國家在港口節能減碳方面已取得很大進展，如美國洛杉磯-長灘兩港聯合實施的“聖佩羅灣潔淨空氣行動計畫”、荷蘭鹿特丹港實施的“裡吉蒙地區空氣品質行動專案”(Rijnmond Regional Air Quality Action Program)；澳大利亞雪梨港實施“綠色港口指南”(Green Port Guidelines)等，這些行動都很大地改進了港口環境品質、降低能源消耗，達到節能減碳成效。分析國外港口推動成功原因，大致可包括政策面、經濟面、法規面、合作面、管理面的統整配合。

1. 政策面規範：例如美國行政院環境保護署協助港區訂定「潔淨空氣行動計畫」，明確規定計畫內各年度需達成之目標，包括車輛排放需達成之標準等，從大方向指引各項節能減碳措施的推動。
2. 法規面強制：以法律、法規形式頒布執行。例如，在洛杉磯港推行靠泊船舶必須強制使用岸電的要求，就是一項有代表性的強制性節能和環保措施。另如對港區車輛或裝卸設備訂定明確排放標準。
3. 財政激勵措施：包括為鼓勵船舶靠近港口端使用低硫燃料而採取的燃油價差補助、船舶進港減速行駛達標率過 90%可獲得隔年泊位費減免的優惠等措施。
4. 多向合作機制：(1)在各部門合作模式中，美國的節能監督機構十分完善，聯邦政府設有能源部負責國家最主要的能源政策制定和節能管理；美國行政院環境保護署從環保角度配合能源部開展燃料替代、清潔能源、地熱能源、可再生能源、節能、能源效率及溫室氣體減排等能源領域工作；大部分州政府設置了能源局及其它相應部門，負責節能政策的實施及管理州政府的節能工作；另外，非政府部門在美國的節能工作中也發揮著非常重要的作用，一方面，他們

幫助政府制定相關能源政策，另一方面在能源政策和節能標準的實施過程中也發揮著重要作用，這些非政府部門主要包括研究單位、大學、實驗室，也包括一些相關的節能環保公司。(2)區域港口合作模式中，鄰近港口共同研定節能減碳措施往往能達到事半功倍的成效，如美國加州長堤港及洛杉磯港共同推動的聖彼德羅灣港區潔淨空氣行動計畫、珠江三角洲港口合作交流機制等。

5. 五、人員管理面提昇：在專業技術方面，中國青島港積極培養技術人才，約 3/4 技術工作均具備高級工、技師以上級別，在工作中求新求變，產生巨大節能效益^[51]；在環保意識方面，澳洲雪梨港 2002～2007 年的 5 年時間內，有近 500 人次參加環保專業培訓，總學時超過 3000 學時，基本上每名員工都參加了培訓^[57]。

3.7.2 國內可行性推動策略

臺灣港口在節能減碳推動上存在的問題包括，既無法像歐美國家投入大筆資金推動行動計畫，也無法像中國大陸由中央直接訂定減碳目標，各縣市港口全力配合且互相競爭。國內比較可能的推動措施除中央主管機關訂定法規加以規範外，另可朝向建立獎勵機制或加收污染費等措施來加以推動。因國內港口推動節能減碳尚屬起步階段，無參考前例，建議可參考國外措施並符合國內現況的經驗加以推動。以下以近幾年較可能推動的策略進行簡要說明：

1. 建立溝通平台奠定立法基礎

由立法的方式推動節能減碳為最有效的方法，由行政院環境保護署或交通部帶領相關部門與港務局及港區承租公司展開商討作業，期以多次商討能訂定出既能跨出節能減碳步伐，又能兼顧業界利益的折中辦法，並以此作為後續法規訂定的立基點，也可以提升港口業者的配合度。

2. 擬定可行性策略

通過港區全面調查(包括作業狀況、能源使用狀況等)提出可行的推動策略，可參考國外成功經驗加以研擬，至少可由直接案例中了解國外推動中遇到的困難及解決方式，以達到成效的可預期性。從國外相關策略中，較有可能推動的相關措施包括如下：

- (1)制定潔淨燃料標準：可規範進港船隻更換潔淨油品、政府機關船隻及渡輪帶頭使用潔淨油品等方向來規劃。
- (2)加嚴船速限制：減慢船速可節省燃料，也因此減少污染物排放，因船舶減速無需額外支出，另可加入懲罰性規則或獎勵規則應可順利推動。
- (3)港區車輛限制：可參考美國做法，由行政院環境保護署訂定進出港區車輛引擎要求，未達要求者需支付環保費用。這部份可由行政院環境保護署擬定車輛汰舊換新補助方案，除可讓車主朝向清潔車輛目標前進外，額外徵收的環保經費亦可加以利用在其他措施的推動上。
- (4)節能措施推廣：推動港區人員環保訓練課程，期以從日常作業中自主節省能源；另可參考中國港口加裝節電設備或變頻調速裝置，此部份措施花費不大但效益直接，港口業者或可積極配合。
- (5)裝卸設備之改造：此項措施較上述措施較難推動，原因在於臺灣港口裝卸設備多為港口業者所有，改造費用需業者投入較大資金，然較吸引業者之處在於一次投資長期回饋，依據中國港口統計，改造後的設備能源節省費用使投資費用 2~3 年即可回本。若要推動方向該項措施，政府機關可採優惠貸款或降低承租費等方式加以鼓勵。

另外國外推動成功策略尚包括岸電及再生能源推動，但這兩項措施均需大筆資金：

(1)推動岸電：因岸電所需泊位及船隻改造、電纜鋪設等均需大量資金，未來有可能的話可擇一港口局部範圍試辦，依據結果再來評估推廣實施的可能性。

(2)推廣再生能源使用：因臺灣日照強烈，可推廣太陽能作為再生能源，因太陽能板價格高昂，需有配套措施評估藉由太陽能發電所回饋的金額及期程，後續再依評估數據加以推動，避免入不敷出。

3. 進行試點辦理

國內港口節能減碳尚屬摸索階段，因此可以選擇某一港口進行試點建設，在建設過程中摸索總結經驗，形成一套適合我國港口實際的綠色港口建設經驗，隨即向其他港口推廣。在試辦前也建議相關單位親自至國外港口進行經驗交流，運籌帷幄為成功要素之一。

第四章 調查作業程序

4.1 調查範圍界定

4.1.1 美國港口調查範圍界定

美國加州執行空氣品質管理計畫（AQMP）多年後，發現空氣品質模式模擬與實際結果差異顯示：有一大量空氣污染排放源漏列。經過調查，發現加州洛杉磯港與長堤港港區的污染排放源加入後，可符合模式模擬結果。因此加州在 2000 年起，針對港區進行多項空氣污染管制措施。而根據空氣污染排放清單的調查資料，亦可供碳排放計算推估之用。因此，美國港口溫室氣體排放量調查的出發點，其實是為了空氣污染，尤其是柴油引擎。因此其調查的對象，僅針對有引擎之直接排放源，而不含電力使用者。對象含遠洋船舶、港勤船舶、柴油裝卸機具、重型柴油車（含貨車、拖車及員工大客車）、柴油火車等。港區內的工廠，屬於固定污染源，原本即受行政院環境保護署管制，因此不列入調查對象。一般建築設施的用電量、員工私用車輛、汽油公務車輛、小型柴油車等皆未納入。

在地理範圍部分，陸地邊界至少包含第一個貨物轉運點，如此可將貨車、火車、門哨等包含進去，而且在此推動的改善措施（如減少通關或停留時間）可反應在污染減量上，未來也可評估改善成效。

海上邊界部分，在遠洋船舶進入領水人上船的 25 哩外便開始納入。但根據不同的需求，有不同的海上邊界。以空氣品質管理的需求而言，希望根據風向條件訂定不同邊界，因為上下風處船舶排煙對陸地的影響不同；在其它需求部分，也有訂定距海岸 175 哩，或是以國家領海為邊界^[22]。

2006 年起，LA 港為了落實環保承諾，特別將溫室氣體（Green House Gas, GHG）納入排放清冊調查項目中，並將清查範圍擴大。除

了原有的港區範圍，另外擴大到本州範圍（加州），以及州外範圍。從地理上看，港區外的調查範圍涵蓋為三個等級：

- 南加州海岸空品區(South Coast Air Basin, SoCAB)
- 加州內(In-State)
- 加州外(Out-of-State)

1. 南加州海岸空品區

包括水域及陸域部分，將所有承租廠商在港區外的作業場所全部包含進去。水域部分為依據港口進出的航道範圍，劃定的四邊形區域界線。

2. 加州內

包含 SoCAB 範圍以外的所有加州區域，水域部分由加州空氣資源管理局(California Air Resources Board, CARB)訂定為 24 哩。

3. 加州外

水域部分以海運船舶為主，包括從上一個港口到 LA 港，以及從 LA 港離開到下一個港口為止，亦即包含整個泛太平洋區域。陸域部分以貨運卡車及火車為主。卡車在 600 英里範圍內較火車有經濟競爭力，因此範圍訂在以 LA 港為圓心，半徑 600 英里的區域，依據此範圍內的卡車主要行駛道路計算活動強度。火車則以到美國境內其它主要的轉運站為止，活動強度則以 LA 港到這些轉運站的鐵道長度來計算。

4.1.2 行政院環境保護署

行政院環境保護署為落實中美環保技術合作協定第 8 號執行辦法(2008-2010 年)，在 2009 年 7 月起，以 2009 年為基準年，優先調查國內四大國際港口，包括高雄港、臺中港、基隆港和花蓮港。主要是依

據中美環境保護技術合作協定的「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」方案，接受美方的指導。因此排放清單的調查方式與美方相同，並依照係數法，同步根據調查資料，推估出燃料使用的三種主要溫室氣體—CO₂、CH₄、N₂O。同樣僅針對柴油引擎設施，調查對象同樣包括遠洋船舶（不包含船上焚化爐）、港勤船舶、柴油裝卸機具、重型柴油車及柴油火車頭（國內臨港線鐵道除基隆火車站緊鄰基隆港外，其餘皆未電氣化而使用柴油火車頭），不包括員工使用車輛、港區工廠、漁船、軍用船艦及非港勤公務船舶（如海關、海巡署所屬船舶及公共運輸船舶）。同樣電力設備不包含在調查範圍，僅計算出用油產生的空氣污染物。

在陸地邊界部分，以港區行政範圍為主，而行政範圍即包含了進出港航道分航區及錨泊區；海上邊界原則上以 20 浬起算。理由是船舶進入離港 20 浬範圍，即需受港口航管單位管制，而此段航程船舶通常以燃油為動力，且船速高，排放量大。但由於距離港區較遠，為免誤解，排放量與港區範圍的排放量區隔。

4.1.3 交通部運輸研究所

交通部運研所 2010 年「建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平臺」計畫，針對基隆港、臺中港、高雄港三大港口調查能源消耗情形。調查期程涵蓋 2005～2009 年的用電、用油紀錄。對象包括建築物的用電量（含樓地板面積、空調、電梯和照明設備）、車輛（僅含公務車輛）、港區內搬運車輛、機具及港勤船舶的用油量。由於定義為港區範圍的設施，因此亦不包含固定源工廠資料，而是限定在碼頭使用部分的設施，例如台電卸煤碼頭及煤控大樓的用電資料。

而根據該計畫的期中報告，並沒有進行港區進出貨運車輛的調查，僅調查港區單位直屬的公務車輛。

4.1.4 中國大陸全國港口普查

中國大陸於 2008 年進行第三次全國港口普查，距離前次 1996 年的普查相隔 12 年。本次普查在能源部分，包含了港口經營人裝卸生產、輔助生產、生活管理等實際消費的柴油、汽油、燃料油、電力、煤炭和其它能源消耗等資料。同時包含了旅客、貨櫃（貨櫃）及滾裝汽車的輸送量。普查範圍針對具有船舶進出、停泊、靠泊，旅客上下，貨物裝卸、駁運、儲存等功能，具有相應碼頭設施的所有港口。漁港和軍港兼營商港業務的，其商用業務部分納入普查（中華人民共和國交通部，2008）普查對象。包括法定的從事港口生產活動的港口經營人，船廠、港口管理部門及使用港口岸線、陸域和水域的涉港管理部門。

根據中華人民共和國國家標準「港口消耗統計及分析方法」(GB/T 21339-2008) 的術語定義如下：

裝卸生產能源消耗量—報告期內港口企業直接用於裝卸生產的能源消耗量。主要包括裝卸、水準運輸、庫場作業、現場照明、客運服務等。

輔助生產能源消耗量—報告期內港口企業直接為裝卸生產服務的能源消耗量。主要包括：港勤船舶、場區內鐵路機車運輸、後方貨運汽車、物流公司、機修、候工樓、生產辦公樓、理貨房、港口設施維護、貨櫃（貨櫃）冷藏箱保濕、液體化工碼頭罐區及管道加熱、港區污水處理、給排水等能源消耗量。

附屬生活能源消耗量—「...港口企業所屬的生活設施的能源消耗量」，應為前述所指稱之「生活管理」之能源消耗量。

4.1.5 ISO 14064-1 標準

依照 ISO 14064-1 標準，邊界界定分為組織邊界界定及營運邊界界定。組織邊界係界定碳排放盤查邊界，有二種方法，分別是控制權

法，以及股權分配法。營運邊界則是區分排放源的類別，分別為範疇一：直接排放、範疇二：能源間接排放、範疇三：其它排放。

控制權法是組織邊界的主要界定方法。依照此法，凡是土地或房屋出租後，該單位之碳排放不再屬於出租單位，而屬於承租單位，因為此時控制權已轉移，出租單位不再有控制權。由於臺灣商港逐年民營化，各碼頭的機具、設備、車輛不再屬於港務局，因此若依照 ISO 14064-1 標準，則承租港區的各工廠皆排除於邊界外，民間的倉儲、裝卸業者皆排除在外，遠洋船舶亦需排除在外。

若參考 ISO 14064-1 的營運邊界，則港區的範疇一、範疇二、範疇三分別包含以下項目：

範疇一、直接排放：包含港區柴油裝卸機具、港勤船舶、發電機、焚化爐、鍋爐、港區公務車輛等燃燒燃料後直接自管道排放的排放源。另外包括逸散源，如化糞池、污水處理場、二氧化碳滅火器、變壓器等。

範疇二、能源間接排放：包括所有外購的電力、蒸汽，非在營業單位直接產生二氧化碳之能源使用皆屬之。因此所有港區用電，包括所有建築物、空調、升降機、電力裝卸機具等皆屬之。因此只要調查港區所有用電戶的用電量，即可將所有機具、設備的碳排放涵蓋在內。

範疇三其它排放源：包括員工通勤、員工差旅、廢棄物焚化外包...等。在美國、中國大陸及我國現有港埠能源調查項目上，皆未納入此部分，而在 ISO 14064-1 中之規定，亦可不列入盤查範圍。

4.1.6 本研究之調查範圍界定

本研究的目的是希望提供未來建立港埠地區的溫室氣體排放量之技術，並作為節能減碳、減少溫室氣體排放之依據。亦即最終的目的是推動節能減碳，減少溫室氣體產生。因此調查的對象，若港務機關沒有直接或間接管轄權利，則無法達成上述目標。

依據商港法第十一條第二項規定：「商港區域內劃設之各種專業區及加工出口區、自由貿易區，由各目的事業主管機關管理或專設機構管理經營之。」同法第九條也排除了各種專業區及加工出口區、自由貿易區各種建築物及設施之興建、增建、改建或拆除應經商港管理機關同意的規定，僅限定與商港管理有關者才需經商港管理機關同意。因此對於前述區域，港務機關沒有直接或間接推動節能減碳之權利。

上述之專業區，依照商港法第二條定義為「指在商港界限內劃定範圍，供漁業、工業、船舶拆解及其他特定用途之區域。」因此港區範圍內的漁港、軍港、工業區、船舶拆解廠等應屬之。

參考美國、中國大陸及行政院環境保護署的作法，各固定污染源、工廠等皆未納入；而依據 ISO 14064 的相關規定，亦排除沒有控制權或經營權的部分。故將本研究的調查範圍定義如下：

「在商港區域內，為便利船舶出入、停泊、貨物裝卸、倉儲、駁運作業、服務旅客之水面、陸上、海底及其他之一切有關設施。區域內之漁業、軍事、工業、船舶拆解及其它特定用途之專業區，以及加工出口區、自由貿易區等部分則排除之。」

4.2 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 4-1 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。因此本研究僅針對電力、港勤船舶、裝卸機具、車輛四大來源，設計調查程序及表單。

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 4-1 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。

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。

4.3 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。量化方法可分為三類：

1. 計算

(1)係數法

以溫室氣體活動數據乘上溫室氣體排放或移出係數，得到溫室氣體排放總量。例如若取得車輛每公里排放的二氧化碳係數，即可將車輛全年的行駛里程數直接乘上係數，得到全年的二氧化碳排放量。

(2)質量平衡法

透過化學質量平衡方式，計算出最後溫室氣體排放量。例如工廠可將原始的全氟碳化物，扣除使用後的剩餘量，即可得知排放或逸散到大氣中的總量。

2. 量測

(1)持續量測

透過自動監測設備，長期自動量測，可得到最精確的數據。例如管道監測的 CO₂ 濃度與流量相乘，即可得到最精確的排放量。

(2)間斷量測

鑑於經費或技術因素，部分量測僅能定期或不定期為之。將此時的代表性量測結果視為整個計算排放量期間的代表數據。

3. 量測與計算之結合

由於實際量測難以遍及所有設備及所有時間，因此採取部分量

測結果配合計算推估，得到排放總量。

由於大部分排放源並沒有監測設施，實際量測結果難以取得，因此本研究主要採用計算方法，並以係數法為主。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，多優先採用單位燃料係數法，此法較適用於國家層級由上而下（Top-Down）推估溫室氣體排放量。單位活動強度係數法主要用於空氣污染物的推估，因為空氣污染的產生除了燃料用量外，還有很多其它因素影響，因此不適用單位燃料係數法。在運輸部門的溫室氣體排放推估上，若有實測數據建立係數，亦可使用單位強度係數法。

本研究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，如表 4-2 所示。

表 4-2 列出各種燃料的排放係數。燃料燃燒後主要的成分包括 CO_2 、 CO 、 HC （含 CH_4 ）、 NO_x （含 N_2O ）等。 CO 一般最終仍會被氧化為 CO_2 ，因此不考慮 CO ，亦即不再將 CO_2 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。因此採用係數法使用公告或通用的係數，可簡化計算流程。

表 4-3 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。

表 4-2 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:a. 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)

b. 溫室氣體潛力換算:CH₄:23；N₂O:296

資料來源：交通部運輸研究所^[14]

表 4-3 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 ^[62]	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 ^[63]	0.98	台塑提供之 B2 生質柴油 ^[64]
高級柴油	1	
海運柴油	1	

資料來源：中油網站^[62]，台塑網站^[63]，經濟部能源局焦點新聞網頁^[64]

表 4-4 我國電力溫室氣體排放係數

年份	*依能源局公告修正 (GHG-CO ₂ 當量) - kg/kWh	GHG-CO ₂ 當量比例				CO ₂	CH ₄	N ₂ O
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	合計	kg/kWh		
1990	0.445*	99.60%	0.05%	0.34%	100%	0.4432	9.30E-06	5.20E-06
1991	0.482*	99.60%	0.05%	0.34%	100%	0.4802	1.10E-05	5.60E-06
1992	0.491*	99.60%	0.05%	0.37%	100%	0.4893	9.80E-06	6.10E-06
1993	0.501*	99.60%	0.05%	0.36%	100%	0.4985	9.90E-06	6.10E-06
1994	0.501*	99.60%	0.05%	0.37%	100%	0.4985	1.00E-05	6.20E-06
1995	0.510*	99.60%	0.05%	0.36%	100%	0.5078	1.10E-05	6.20E-06
1996	0.519*	99.60%	0.04%	0.37%	100%	0.517	1.00E-05	6.50E-06
1997	0.547*	99.60%	0.04%	0.38%	100%	0.5446	1.10E-05	7.00E-06
1998	0.575*	99.60%	0.05%	0.38%	100%	0.5723	1.10E-05	7.30E-06
1999	0.575*	99.60%	0.04%	0.38%	100%	0.5723	1.10E-05	7.40E-06
2000	0.593*	99.60%	0.04%	0.39%	100%	0.5907	1.10E-05	7.80E-06
2001	0.603*	99.60%	0.04%	0.40%	100%	0.5999	1.10E-05	8.10E-06
2002	0.603*	99.60%	0.04%	0.40%	100%	0.5999	1.00E-05	8.20E-06
2003	0.621*	99.60%	0.04%	0.41%	100%	0.6183	1.00E-05	8.50E-06
2004	0.621*	99.60%	0.04%	0.41%	100%	0.6183	1.10E-05	8.50E-06
2005	0.632	99.60%	0.04%	0.41%	100%	0.6292	1.10E-05	8.80E-06
2006	0.638	99.60%	0.04%	0.41%	100%	0.6351	1.10E-05	8.80E-06
2007	0.637	99.60%	0.04%	0.41%	100%	0.6341	1.10E-05	8.80E-06
2008	0.636							
2009	0.623							

資料來源：1990-2007 年為交通部運輸研究所^[14]，2008- 2009 年為臺灣電力公司網站^[59]

因為每一種溫室氣體造成的溫暖化效應並不相同，為了方便比較，國際間以全球暖化潛勢（Global Warming Potential,GWP）代表該氣體相對於二氧化碳而言（即設 CO₂ 的 GWP =1），其暖化強度是多少。目前國際間要求使用公噸為單位，並將每種溫室氣體的量使用適切的 GWP 轉換成二氧化碳當量公噸（CO₂e）。

IPCC 歷次報告公佈的 GWP 值隨增加的研究而迭有更動（表 4-5），因此將可能造成碳權交易的糾紛。為避免此一情況發生，國際間計算總二氧化碳排放量時，統一以 1996 年提出的數據為計算標準。

含氟氣體主要被開發使用目的，乃因其具高穩定性，不易與其它物質反應，其在冷媒、發泡、電子清洗、滅火藥劑及隔離氣體等，均具有良好的化學使用效能。但 CFC、HCFCs、Halon 為臭氧破壞物質 (Ozone Depletion Substrate, ODS)，在 1987 年通過的蒙特婁議定書中，對非第五條國家，進行具有貿易制裁的消費使用管制。而 HFCs、PFCs 及 SF₆ 的開發應用，主要是為了替代蒙特婁議定書所列管的 CFC、HCFC 等物質，HFCs、PFCs 及 SF₆ 雖不會破壞臭氧層，但因這類含氟氣體其特性穩定，可長期停留在大氣層，吸收太陽熱能，造成地球的暖化現象，其全球暖化潛勢 GWP(Global Warming Potential) 值極高，約在 4,000 至 22,000 之間，故受到京都議定書管制。CFC、HCFCs、Halon 雖亦具有相當高的全球暖化潛勢，但因已受蒙特婁議定書的列管，在京都議定書中，不再進行管制，故一般對溫室氣體的管理策略上，並不討論其溫室效應。

表 4-5 全球暖化潛勢清單

溫室氣體種類	全球暖化潛勢		
	A	B	C
二氧化碳(CO ₂)	1	1	1
甲烷(CH ₄)	21	23	25
氧化亞氮(N ₂ O)	310	296	298
氫氟碳化物(HFCs)	140~11,700	12~12,000	124~14,800
全氟碳化物(PFCs)	6,500~9,200	5,700~11,900	7,390~17,700
六氟化硫(SF ₆)	23,900	22,200	22,800

資料來源：Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC)^{[65],[66],[67]}

4.4 資料調查程序

訂定節能減碳相關基礎資料調查程序是本研究最重要的研究目標。在減碳工作上，目前歐洲發展的較為成熟，國際上也制訂了 ISO 14064 的盤查標準。但是 ISO 14064 只是通則性的標準，各個產業仍

可針對各自的產業特性，發展符合認證要求的調查方法。例如排放係數及排放強度等資料，可由各被盤查單位提出足可佐證之資料，納入計算中，可避免採用通用性的係數造成排放量不符實際。國內近幾年已有大型工廠陸續完成溫室氣體盤查，包括台電、中油、中鋼及一些高科技工廠，而本研究即是希望建立針對港埠地區的溫室氣體排放量調查的程序及方法，以利後續建立足供佐證的排放量資料。

溫室氣體的排放來源主要是以能源使用為大宗，包括電力及燃料。因此本項工作擬先選定幾份先進國家的能源使用調查方法為依據，參考國內港口現況，研擬出國內港區的能源調查準則。

4.4.1 港區背景資料蒐集

本研究希望能提供國內國際港調查溫室氣體作業之用，因此需瞭解國內港區之特性，避免國外方式直接移植國內，卻無法適用的情形。港埠有別於一般工廠，港區範圍中的組成非常複雜，並非只有港務單位，還包含了許多其它單位。與其將港埠視為一個工廠場區，不如將其視為一小型城市，因為港區各營運單位並非像工廠場區，可由廠方全盤掌握，統一規劃；港區的單位更可能是分別進駐，或是基於因應各界需求，開放不同應用。因此可能包含了公家單位、民間營利單位、工廠、漁港、軍港、倉儲及物流等等。故此部分資料的掌握，將成為後續資料調查的關鍵。這部分擬蒐集的資料包括：

取得場區清單—需先取得所有場區的清單，才能進一步釐清主管單位。此部分擬先請港務局提供，以港區的區域劃分，確認每一個碼頭、行政區、出租單位、軍港、漁港等皆納入。

確認各場區的主管單位—國內國際港港區除了港務單位直轄的區域外，尚包括出租碼頭、出租倉庫、委外經營區域等，甚至包括漁港及軍港。漁船、大型船舶的管理單位可能不同，甚至可能有承租廠商的專用碼頭提供專用船舶靠岸。而即使是港務單位直轄的範圍，相關資料亦可能由不同單位負責，因此需釐清各場區的主管單位，在實際

調查時才能在最短時間內掌握接洽單位。

確認各項設備的主管單位元一部分設備為港務單位所有，承租給包商使用；部分設備則是包商自有，主要使用範圍在港區，屬於本研究的範圍；另有一部份的設備只有少部分使用範圍在港區，且可能屬於公司或個人擁有，例如到港船舶或是貨櫃車。所有權的差異，將影響未來推動節能減碳的策略，對公家單位、民營機構及個人，各需不同的方式。例如長駐港區的廠商，仍可透過港務單位要求配合，但是配合營運的貨櫃車個人車主，要求配合的難度便提高了。

掌握建築、設備、機具清單—需先掌握港區內各類建築、設備、機具，才可訂定類別，進而針對各類別制訂調查方法。除了先透過文獻蒐集方式擬定類別之外，於現場調查時確認實際類別，進行類別增加、刪減、合併。例如原本分為不同類別的建築、設備、機具，實際調查時所需資料項目、性質相同，可以合併為同一類別；實際並未存在或已被淘汰者，予以刪除；無法納入原本擬訂的各項目者，增加該類別。

掌握現有各式相關表單—參考各單位現有表單設計調查表，可減少各單位作業量，提高配合意願。

4.4.2 試辦港口及調查年度之選擇

本研究擬於基隆港、臺中港、高雄港三大國際港口中，挑選一適當港口試行調查程序，並據以修正程序。調查年度以去年 98 年為主，時間最接近，最符合現況，且可避免時間過久，資料遺失或缺漏。

從表 4-6 來看，臺中港的碼頭類別最為完整，包括貨櫃碼頭、一般散雜貨碼頭、化學液散碼頭、油品碼頭、穀類碼頭、水泥碼頭、卸煤專用碼頭、客運碼頭、廢鐵碼頭等。但部分碼頭雖然在業務性質分類上不同，但就能源調查的角度來看齊實無異。例如客運碼頭最多只用到空橋，而散雜貨碼頭可能只接利用船上吊具，二者皆無特殊耗能

機具，因此以高雄港為主要試辦調查對象。而鐵路運輸部分，由於高雄港已完全停止相關業務，因此此部分以臺中港為試辦調查範圍。

表 4-6 三大國際港碼頭類型數量表

碼頭名稱	高雄港	臺中港	基隆港
貨櫃碼頭	23	8	15
一般散雜貨碼頭	31	20	19
化學液散碼頭	—	4	—
油品碼頭	—	3	2
穀類碼頭	3	2	—
水泥碼頭	—	3	1
卸煤專用碼頭	—	4	—
客運碼頭	2	1	2
廢鐵碼頭	—	1	—
淺水碼頭	—	2	—
砂石碼頭	—	—	1
大宗貨乾貨碼頭	19	—	—
大宗貨液貨碼頭	13	—	—
其它碼頭	27	—	16
合計	118	48	56

資料來源：高雄港、臺中港及基隆港網站

4.4.3 現場調查程序

現場調查之準備資料需先建立，根據各單位提供之清單，擬以碼頭、建築物或作業區為單位進行調查試行。現場調查時，需有熟悉現場的適當人員帶領。因此除了前面各節所述之基本資料，需先取得各單位的聯絡資料，聯絡好現場人員，事先排定行程，作業流程如圖 4.1 所示。

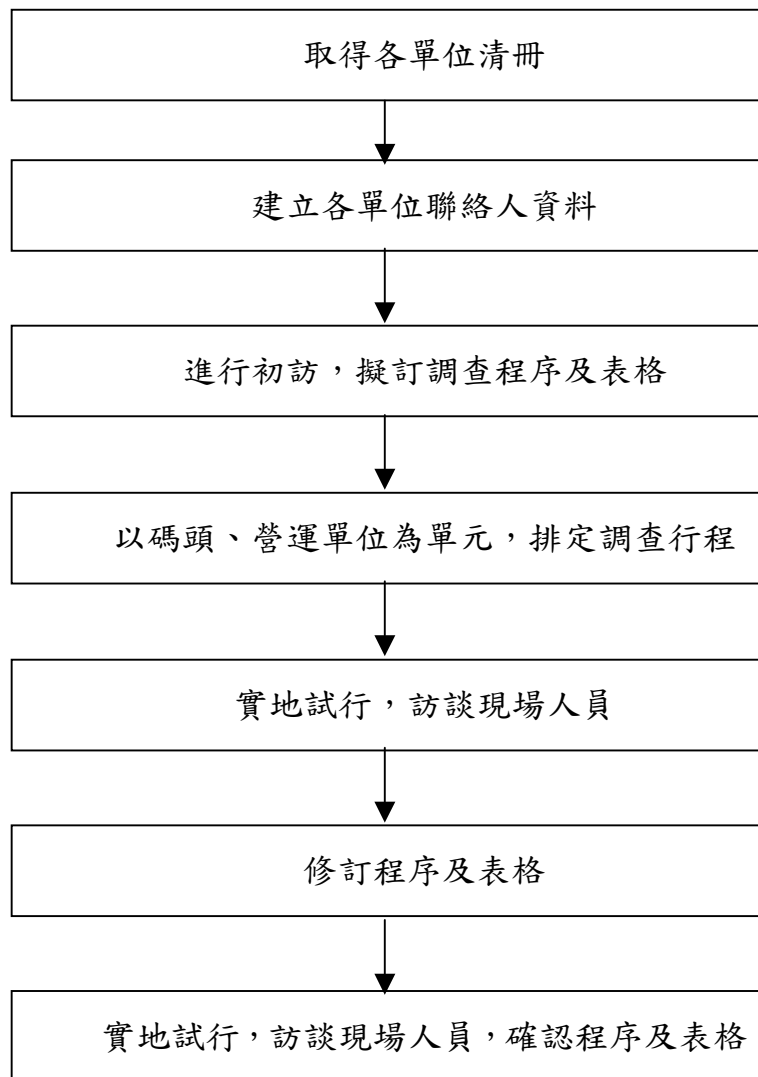


圖 4.1 現場調查作業流程

依據現有資料，暫訂各碼頭及營運單位可能需調查的機具設備如表 4-7 所示，調查各碼頭時依據其擁有的機具設備、後線設施，調查其耗電量或耗油量，調查流程如圖 4.2 所示。

表 4-7 各碼頭及營運單位調查機具設備一覽表

碼頭名稱	機具設備	後線設施
貨櫃碼頭	橋式機、門式機、貨櫃拖車、車架、跨載機、堆高機	貨櫃場進出管制站、場內貨櫃集散站、照明設施、辦公室、冷凍櫃、供電系統、插座、貨櫃修理區、場內自動控制設施。
乾散雜貨碼頭、穀類碼頭、水泥碼頭、卸煤專用碼頭	軌道式連續卸載機，其型式包括抓斗式、鏈斗式、吸穀機、卸煤機、鏟裝機、空氣滑槽、螺旋式輸送帶或管道	露天儲存場、圓庫、裝載中心、火車側線、巨蛋貯槽、輸送帶或管道。
化學液散碼頭、油品碼頭	地下管線，以及連接船上出料口之定點式卸料臂或軟管	常壓貯槽、高壓貯槽、冷凍槽、裝載中心、辦公室、停車場。
一般散雜貨碼頭、廢鐵碼頭	抓斗、堆高機、戽斗、吊車等	露天儲存區或卡車之停車場或停車區，
客運碼頭	空橋	客運大廈、旅客服務中心及停車場

資料來源：高雄港務局網站，本計畫整理

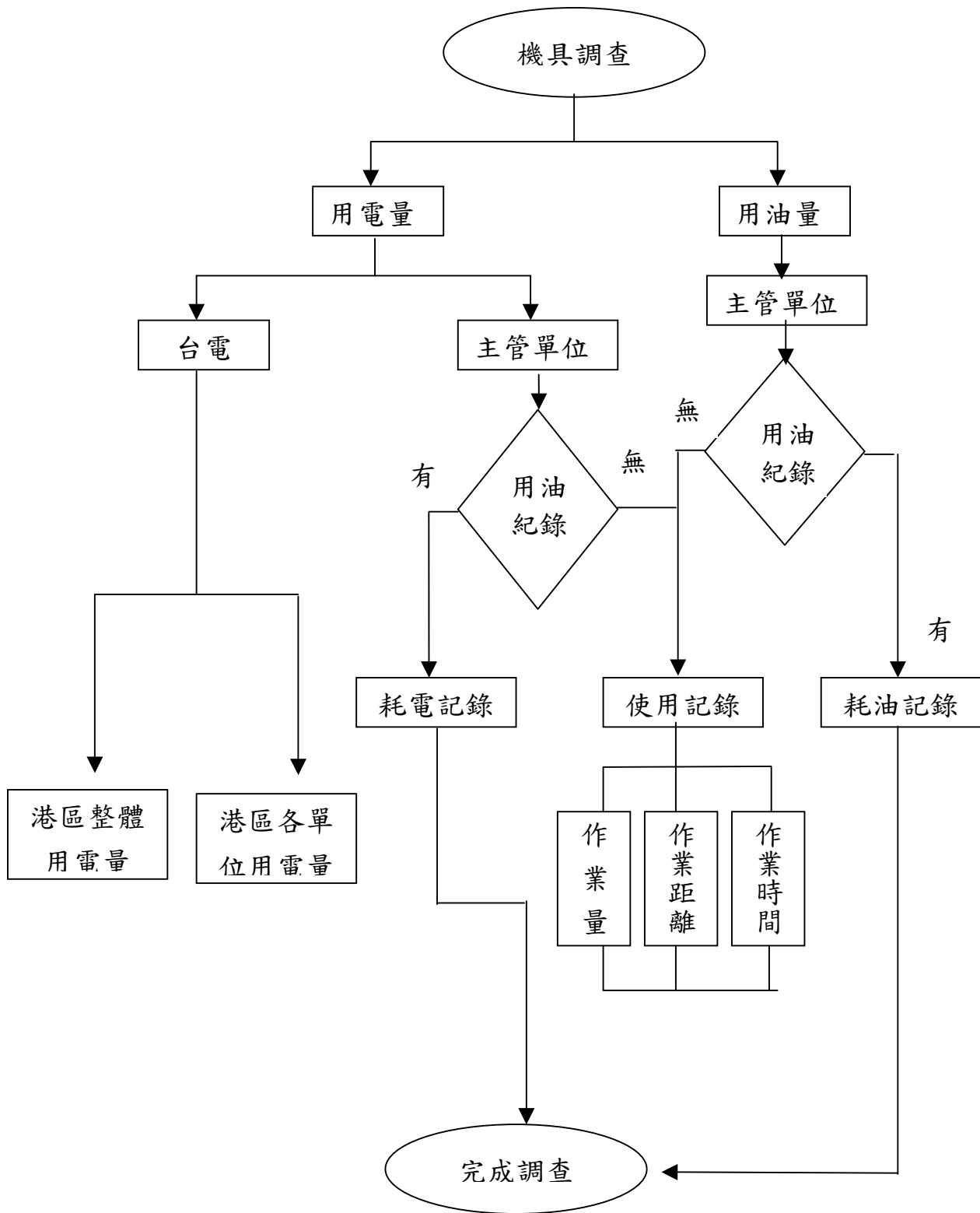


圖 4.2 設備耗油耗電調查流程

調查時，除了先確認基本資料無誤、表單欄位元可涵蓋所有需要資料外，最重要是需區分動力來源，亦即用油還是用電。若為用油機具，需進一步確認其油品種類。

在用電量調查部分，分別詢問台電並進行現場各單元的調查。台電部分先確認可提供之用電資料為何，是否可以提供整個港區用電資料，最細可以提供至哪一層級單元的用電資料，例如單一建築物或貨櫃集散中心等，或是由港區那個單位可以取得資料。若欲取得資料，需如何申請、取得何人授權等。若可直接透過台電取得資料，則可最為迅速、完整地獲得用電的歷史資料，可立即評估出所有耗電情形。但即使取得這項資料，也僅是知道總量，對於節能減碳沒有直接助益，因此還需要透過各單位元取得各設備的用電紀錄，以瞭解該設備的耗電情形，未來才可進一步評估如何改善。

用油量調查部分，先瞭解主管單位是否有各機具設備的用油紀錄，若無，則協調其開始進行紀錄，提供後續四年計畫調查時所需。

4.5 港區場站電力

4.5.1 排放源概述

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，因此本研究主要希望建立調查港區用電及燃油使用量的方法，並能確認每個單一標的的用電/用油量。未來可提供評估每個單位、設備、機具的可節能減碳空間。因此調查重點包括：整體用電量及用油量，以及單一設備/建築的用電量/用油量。

港區所屬單位複雜，機構眾多。公部門包含海關、海巡署、新聞局檢核中心、檢疫所、氣象站、商檢局、港警、經貿單位、港務局等機關。私部門包含船公司、船代業、託運業、貨主、理貨業、信託局、物資局、銀行、保險業、報關業、承攬業、引水業、港勤業、供給業、內陸運輸業、倉儲業、貨櫃業、公證行、進出口商、加油業、加水業

等。另外可能包含特定工業區，因為原物料運送需求，將工廠設置港區中，以減少運輸成本。此類工廠本身即可進行溫室氣體盤查，不列入本研究範圍；但是原物料運輸船載運過程行經港區時的溫室氣體排放，則包含在本研究中。

此部分應考量內容包括港區的照明系統、各類引擎機具、輸送帶及起重機具、風扇及泵浦、空氣壓縮系統、蒸汽系統、冷凍系統、載運系統、液壓系統及其它一般港區常見使用能源之系統等。將調查各單位的用電記錄及用油記錄，調查各設備是否有獨立電表或油表，各項用電、用油紀錄是否有留存。

4.5.2 推估方法

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 之範圍。

外購電力部分調查相對單純，因需定期繳交電費，電費單上皆有註明用電度數。基本公式如下：

$$E = FL \times EF \dots\dots\dots(4-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：溫室氣體排放量

FL：用電量，以度(kW-hr)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/ kW-hr

4.5.3 試辦調查過程

根據前節公式，所需數據為全年度的用電量，因此設計調查表格設計如表 4-35 及表 4-38 所示。

調查過程中，原本以為機務組機電科掌管全港區用電資料，但其實只包含了涵蓋承租商等服務範圍的區域。由於作業區域需要申請高壓電號(11.4kV)甚至特高壓電號(69kV)，若由廠商自行申請，可能大部分時間達不到契約容量，造成支出浪費。因此由港務局提供用電服務，電號由港務局申請，並向台電繳費。再根據各承租單位的用電度數，向廠商收費，相當於代收代付。但後來發現也有廠商自行申請電號，如臺灣日郵碼頭股份有限公司。再如陽明海運，在碼頭場站的部分是透過港務局，但是其陽明大樓及物流倉庫則是自行申請電號。因此需注意避免重複計算電量。另外一般大樓的行政用電，由秘書室及各單位自行負責，因此秘書室平常無法掌握全部用電資料。

首先透過機務組機電科取得高壓及特高壓用電資料，共計有 10 個電號。其中有 6 個電號契約容量超過 800kW,達到「能源用戶使用能源達中央主管機關規定數量者」(表 2-1)，新設或增建時需經中央主管機關同意。總計 10 個電號累計用電達 115,547,687 度(表 4-8)。

另外秘書室提供近四年各單位用電度數如表 4-9 所示。其中棧埠處用電量遠高於其它單位，應該涵蓋了部分表 4-8 中的碼頭用電。但由於秘書室統計時並未分列，因此也無法區分。未來仍應以電號為主作區別。

以電號比對，容易確認是否有重複計算。例如陽明海運提供的 3 組電號，就有 2 組與機務組提供資料相同。但由於機務組提供的資料涵蓋數家廠商，因此無法從用電量區分，所以調查表格中電號應為絕對必要。

承租商未全面普查。若根據有回覆之廠商資料，以及港務局提供之資料，扣除重複電號後，98 年度高雄港區共計用電 123,156,356 度。

表 4-8 高雄港 98 年度碼頭區用電量

用電種類	區域	契約容量(kW)	用電量(度)
高壓-(貨櫃碼頭用電)	第二貨櫃中心 -(萬海航運)	2,300	11,616,940
高壓-(貨櫃碼頭用電)	第二貨櫃中心 -(東方海外)	3,200	13,739,600
高壓-(貨櫃碼頭用電)	第三貨櫃中心	4,200	23,388,800
特高壓-(貨櫃碼頭用電)	第四貨櫃中心	4,800	24,547,086
特高壓-(貨櫃碼頭用電)	第五貨櫃中心	7,500	34,505,880
高壓-(散雜貨碼頭用電)	中島區	1,600	5,372,600
高壓-(辦公大樓及旅客營運用電)	旅運大樓	500	1,026,000
高壓-(散雜貨碼頭用電)	淺水駁運庫	120	315,900
高壓-(餐廳及商場用電)	大卡威	385	939,878
高壓-(散雜貨碼頭用電)	苓雅庫區	100	95,003
總 計			115,547,687

資料來源：高雄港務局，本計畫整理

表 4-9 高雄港所屬單位行政用電量

提報單位	用電量(單位:度)			
	95 年	96 年	97 年	98 年
本局(秘書室)	891,389	900,267	878,100	815,580
棧埠處	3,543,827	3,432,024	3,276,242	3,125,566
港工處	929,061	756,283	717,675	668,974
修造工廠	477,720	455,040	422,820	377,640
總計	5,841,997	5,543,614	5,294,837	4,987,760

資料來源：高雄港務局，本計畫整理

4.5.4 排放量推估

根據前節所述，98 年度高雄港區共計用電 123,156,356 度。參考表 4-4 我國電力溫室氣體排放係數表，98 年（2009 年）的排放係數為 0.623 CO₂ e kg/kW-hr，亦即每一度電排放 0.623kg CO₂e。

$$\begin{aligned}\text{電力使用排放量} &= 123,156,356 \text{ kW-hr} \times 0.623 \text{ CO}_2 \text{ e kg/kW-hr} \\ &= 76,726,000 \text{ CO}_2 \text{ e kg} \\ &= 76,726 \text{ CO}_2 \text{ e 公噸}\end{aligned}$$

4.6 裝卸機具

4.6.1 排放源概述

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(大拖車)、貨櫃堆積機、卡車式起重機、堆高機、鏟裝機、輸送機、抓斗機、漏斗機、堆煤機、原木載運機、卸煤機、吸殼機...等。動力來源包括電動、燃油、LPG 等，有不同的溫室氣體排放係數。

機具部分，可根據碼頭別進行調查。

1. 貨櫃碼頭(container terminal)

貨櫃主要有 20 呎標準櫃(TEU)及 40 呎標準櫃(FEU)兩種，以及其它特殊尺寸貨櫃。貨櫃運輸中約有 30%之空櫃運送、另外包括轉運需求甚高，因此貨櫃場中設有貨櫃集散倉棧(container freight station)以供拆併櫃用，亦需良好之管理系統，以減少翻櫃次數。貨櫃碼頭設備包括：

(1)碼頭裝卸機具

貨櫃碼頭配置之裝卸機具大致包括：橋式機(gantry crane)、門式機(transtainer)、貨櫃拖車、車架(chassis)、跨載機

(straddle carrier)、堆高機(fork lift truck)等。除車架外，其餘為耗能設備。

(2)後線作業設施

貨櫃碼頭後線設施較一般碼頭更為複雜，除了普遍共通的辦公室、照明設施、供電系統、插座外，還包括貨櫃場進出管制站、場內貨櫃集散站、冷凍櫃、貨櫃修理區、場內自動控制設施等。

2. 乾散貨碼頭(dry bulk terminal)

大宗散貨分為乾散貨及液體散貨兩大類。乾散貨多為原料或粉狀品，包括煤炭、礦砂、砂石、水泥熟料、水泥成品及穀類等。一般以裝卸機具進行連續作業，須有後線堆貨場或特殊貯存設施。裝卸時因容易產生粉塵，對環境影響較大。乾散貨碼頭主要設備有：

(1)碼頭裝卸機具

乾散貨專用碼頭以高效率軌道式連續卸載機為主，型式包括抓斗式(grab type)、鏈斗式(chain bucket type)、卸煤機(coal ship unloader)、吸穀機(pneumatic type)、鏟裝機(shovel loader)、空氣滑槽(air slider)、螺旋式(screw type)輸送帶或管道等。

(2)後線作業設施

大宗乾散貨碼頭後線依其貨種型式，多建有專用之堆儲設備。型式包括：露天儲存場(open storage)、圓庫(silo)、裝載中心、火車側線、巨蛋貯槽(dome)、輸送帶或管道等。

3. 液體散貨碼頭(liquid bulk terminal)

液體散貨主要為常壓或高壓下呈現液體狀態的物品，主要是原油、石化或食品相關之成品或半成品，貨物種類包括有：原油、油類成品、化工原料、食品原料、食品用油、LPG、LNG。貨物特性

為：可以管線輸送，部份貨物具有危險性，須以鋼製貯槽儲存，而裝卸時極少以船邊提貨方式進行。相應的設備有：

(1)碼頭裝卸機具

液體散貨多以預埋管線輸送，動力來源主要為船上的幫浦，因此碼頭上除設置預埋通往貯槽之地下管線，以及連接船上出料口之定點式卸料臂或軟管外，不須考慮其它設施。

(2)後線作業設施

液體散貨碼頭後線設施主要包括各式貯槽，例如：常壓貯槽、高壓貯槽、冷凍槽等，另外還有裝載中心、辦公室、停車場。

4. 一般散雜貨碼頭

貨櫃運輸興起後，一般散雜運輸需求雖然多由貨櫃運輸取代，但仍有很多貨種並無法以貨櫃裝卸。另外如果輸出國或輸入國缺乏適當貨櫃裝卸設施，則仍會使用一般散貨形式運輸。是以一般散雜貨碼頭仍相當需求，而且此類碼頭仍可供貨櫃或其它乾散貨裝卸，只是相對而言效率較低。此類碼頭所需的機具和後線作業設備有：

(1)碼頭裝卸機具

由於裝卸貨種較為複雜，一般散雜貨碼頭上大都未設置岸上吊桿，亦即碼頭上沒有設置裝卸機具，但仍有配置各項裝卸作業所需之機具，例如吊車、堆高機、抓斗等活動式裝卸設施。

(2)後線作業設施

無法露天儲存而必須進倉之貨種多以船邊提貨或以貨櫃運輸，一般散雜貨碼頭之倉儲設施需求已大為降低，因此後線多僅有卡車之停車場、停車區或露天儲存區。若港口附近有鐵路設施則可能另有設置鐵路支線及裝載中心。

5. 旅客碼頭

旅客碼頭包含提供一般旅客搭乘的船舶，還包括可供汽車隨旅客上下。由於客輪係以旅客運輸為主，載貨或裝載車輛僅為附帶之服務，因此碼頭上並未設置專用堆貨場，僅設有客運大廈、旅客服務中心及停車場等公共設施。

(1) 碼頭裝卸機具

旅客碼頭由於主要係服務旅客，因此一般除供旅客上下船舶之旅客橋外，提供車輛上下船之跨橋為船舶自備，因此大都並未設置裝卸機具。

(2) 後線作業設施

客運碼頭基本上為供旅客搭乘船舶或通關、進出國境之場所，因此國際港口之旅客碼頭均闢建客運大廈。客運大廈除提供一般旅客候船之空間及通關作業外，一般尚須提供以下之設施或服務：旅客橋、旅客或陪客之休息空間、餐廳、停車場、免稅購物中心、過境旅館、休憩設施、大眾運輸系統之場站、綠地或公園等。但國內的海運不發達，固定航班少，因此一般沒有設置餐廳、免稅購物中心、過境旅館、休憩設施、大眾運輸系統等。通關服務也是有船靠泊時才提供，因此可能較難評估固定耗能狀態。

4.6.2 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（表 4-4）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。

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。

(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（0）計算。

$$E = FL \times EF \dots\dots\dots (4-1)$$

其中各符號代表意義如下：

E：溫室氣體排放量

FL：用電量，以度(kW-hr)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/ kW-hr

(2) 用油機具

用油機具主要的調查項目為用油種類及用油量，排放量基本公式如下：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots (4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升(L)為單位

EF：排放係數，單位為 kg/L

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

其中排放係數參考表 4-2，燃料校正係數參考表 4-3。

2. 從活動強度推估

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

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

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

Pop：設備數量

HP：指引擎動力，以 hp 為單位

Act：活動量，以工作時數表示，單位為小時

LF：指負載係數，無單位

EF：排放係數，單位為 g/hp-hrs

FCF：燃料校正係數，因應不同燃料做修正

CF：控制係數，反應設備已加裝減量設備之減量係數

一般引擎在操作時，不會使用到最大的馬力輸出，在統計上會有一個平常操作時的馬力比例，即為負載係數。負載係數應採用本地係數，如無本地係數便只能參考文獻值。

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

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

其中：

ZH = 全新引擎時的排放率

DR = 劣化率 (排放變化率，為設備機齡的函數)

Cumulative hours = 年操作時數 × 設備機齡

取得上述基本資料後，可採用美國行政院環境保護署發展的 NONROAD 模式來推估 CO₂ 排放量，但 NONROAD 模式並未包含 N₂O 及 CH₄。

4.6.3 試辦調查過程

考量同時收集從能源消耗推估以及從活動強度推估排放量，已了解各項數據蒐集的難易程度，因此設計的表格同時包含了這二種方法所需的資料，表格內容如表 4-37 所示。

調查表發放的對象包括：

- 港務局棧埠處機具所
- 碼頭承租廠商
- 裝卸業者

1. 港務局

根據港務局表示，由於民營化政策，近幾年港務局所屬機具陸續處分完畢，幾乎所有業務皆外包，目前機具所剩無幾。根據高雄港務局的統計年報，98 年底，港務局所屬機具僅剩貨櫃起重機 3 台，起重機 6 台，堆高機 23 台。本研究調查結果，僅找到棧埠處機具所的 8 部堆高機，並取得相關資料。其它部分機具則很少使用，沒有用油紀錄。機具所另有 2 部中拖車，2 部吸塵街車，1 部掃街車，皆使用超級柴油。

2. 碼頭承租廠商

根據港務局業務組客服科提供資料，共有 9 家貨櫃碼頭承租廠商聯絡資料。這 9 家公司主要機具皆為貨櫃裝卸機具，因此另外調查中油、台電、台肥、台糖、及中鋼等公司，這 5 家公司屬於大宗散裝貨碼頭。各公司及承租碼頭列於表 4-10。

在貨櫃碼頭承租商中，韓商韓進泛太平洋股份有限公司臺灣分公司今年 5 月才承接退租的 MUSK 公司機具，而 MUSK 公司因已退出臺灣，去年承接碼頭的相關用油用電資料無法取得。目前 9 家廠商皆已回覆。

表 4-10 高雄港碼頭承租廠商名單

項次	公司名稱	承租碼頭
1	連海船舶裝卸承攬股份有限公司	42~43
2	萬海航運股份有限公司高雄碼頭	63~64
3	臺灣東方海外股份有限公司高雄貨櫃中心	65~66
4	美商美國總統輪船股份有限公司高雄辦事處	68~69
5	陽明海運股份有限公司高雄分公司	70/120
6	韓商韓進泛太平洋股份有限公司臺灣分公司	76/77/78
7	長榮海運股份有限公司高雄貨櫃本部	79/80/81 115~117
8	現代商船株式會社	118/119
9	臺灣日郵碼頭股份有限公司	121
10	臺灣糖業公司	46/47
11	臺灣電力公司	111/112
12	臺灣肥料股份有限公司	25
13	中國鋼鐵股份有限公司	85-91/94-99/101
14	中國石油公司	102-105

資料來源：高雄港務局網頁，本計畫整理

3. 裝卸業者

由於部分廠商希望資料保密，因此僅說明總機具數量及耗電、耗油量。碼頭承租商共有 191 部各式機具，裝卸業者幾乎都不備有機具，僅有 1 家有 8 部堆高機。另外連海雖然是裝卸業，但也同時是碼頭承租商，配備機具與其它公司相同。因為以貨櫃碼頭為主，主要機具為門式起重機、橋式起重機、跨載機、堆高機以及拖運貨櫃的拖車頭（表 4-11）。

表 4-11 高雄港調查之機具統計

設備分類	港務局	裝卸業	碼頭承租商	總計
卸貨機具			7	7
拖車頭	2		1	3
空櫃堆高機			4	4
門式起重機			107	107
洗掃街車	3			3
起重機			1	1
堆高機	8	8	46	62
貨櫃堆高機			24	24
跨載機			10	10
橋式起重機			53	53
總計	13	8	253	274

資料來源：本計畫整理

散雜貨碼頭承租商共調查 5 家。中國石油公司表示油輪卸油時，係由船上泵浦提供動力，因此並無其它專用的卸貨機具，調查機具數量為零。台電南部火力發電廠雖然緊鄰港區，但使用的天然氣燃料管路來自鳳山加壓站，電廠本身並沒有利用碼頭，僅僅是利用海水冷卻。而台電大林發電廠則有 3 部卸煤機，但舊機組剛淘汰，新機組已裝設完成，但是尚未開始運轉。台肥則有 1 部卸料機與 1 部卸氨臂，台糖則有 1 部卸糖機與 1 組裝卸船架。中鋼資料則尚未取得。

在以表單調查裝卸機具的過程中，發現大宗散雜貨的適用較有問題。以台電大林廠為例，卸煤機除了卸煤手臂外尚包括輸送履帶，因此整組設備是由多組不同規格的馬達組成，因此工作時數難以定義，作業時，可能部分馬達在運轉，部分為靜止，難以界定設備的工作時數，僅能填入操作人員上工的作業時數。而且因為包含輸送履帶，範圍大，亦無提供整套設備的專用電表。而台電本身即為電廠，設置電表的需求亦與其它單位不同。

4.6.4 排放量推估

根據前節公式，將裝卸機具總用油量（超級柴油）8,832,842L，以及總用電量 36,967,460 度代入公式，得到使用柴油與使用電力的溫室氣體排放量約略相當，合計 98 年度全年共排放 47305 公噸 CO₂e。

區分各公司/單位的排放量，列於表 4-12 及表 4-13 中，其中未包括長榮公司，而以陽明海運最高，達 16,866 公噸 CO₂e，其次是 APL 公司，達 6,181 公噸 CO₂e。而有 4 家公司採用電力機具，其餘 6 家完全未採用電力機具。

表 4-12 高雄港 98 年度裝卸機具溫室氣體排放量

能源別	排放量 (公噸 CO ₂ e)	用電/用油量	係數	校正係數
用電	23,031	36,967,460 度	0.623kg/kW-hr	1
B1 超級柴油	24,275	8,832,842L	2.776kg/L	0.99
小計	47,305			

資料來源：本計畫整理

表 4-13 高雄港 98 年度各單位裝卸機具溫室氣體排放量

公司單位	用油量 (L)	用電量 (度)	排放量 (公噸 CO ₂ e)
台通股份有限公司	4,689		13
臺灣日郵碼頭股份有限公司	615,460		1,691
臺灣東方海外公司高雄貨櫃中心	74,960	7,275,000	4,738
長榮海運股份有限公司	1,550,823	3,281,390	6,306
美商美國總統輪船股份有限公司高雄辦事處(APL)	2,249,088		6,181
現代商船株式會社	1,008,939	1,469,270	3,688
連海船舶裝卸承攬公司	192,000		528
棧埠處機具所	3,739		10
陽明海運股份有限公司高雄分公司	1,521,400	20,360,100	16,866
萬海航運股份有限公司高雄碼頭	419,500	4,581,700	4,007
韓商韓進泛太平洋(股)公司	1,192,245		3,277

資料來源：本計畫整理

4.7 港勤船舶

4.7.1 排放源概述

船舶部分，本計畫僅針對港勤船舶，而不含漁船及國際商船、軍艦等。因此包括拖船、消防船、交通船、給水船、起重船、挖泥船、遊港船、巡邏船、帶解纜船、清潔船、潛水伕船、駁船...等，為研究涵蓋範圍。

船舶主要的能源為燃油，主要包括柴油（生質柴油、海運輕柴油、海運重柴油、船用燃油、漁船用油等）、汽油（僅用於小型快艇）、帆船（風力）、電動船及其它（太陽能、其它燃料等）。因此調查標的主要是各船舶的用油量。而不同的燃油，含碳量可能不同，因此單位燃油使用後二氧化碳排放量亦不同。這部分可參考我國運輸部門相關化時能源溫室氣體排放係數（表 4-2）。

船舶基本資料：包括船名（編號）、船種、船型、船齡、噸位元、

最大航行速度、引擎形式、最大功率、燃料別、每月加油量（加油紀錄）、每月行駛距離、每月運轉時間、平均航速。主要可利用加油量、行駛距離或運轉時間來計算油耗。挖泥船主要運轉期間是進行挖泥作業而非航行，起重船主要耗能亦在作業期間，因此需以作業運轉時間為準。若無法取得平均行駛距離，則需找出出勤次數之紀錄，並推估每趟平均航程，以計算平均油耗。必要時需進行船長訪談，由船長的航海日誌整理出各艘船離靠港時間，以計算各船在港區的行駛距離及作業時間。

除了調查各船舶的相關資料外，亦將蒐集港區船舶加油站的售油紀錄，做為參考。若上述調查之船舶有專用加油碼頭，則可透過售油紀錄，與船舶用油紀錄之總和作比對，確認用油量。

進港停泊的海運船舶部分，含油輪、貨櫃輪、貨輪、散裝貨輪、化學輪、郵輪...等。根據國外的經驗，因為事涉航程距離等商業機密，一般難以取得油耗的相關資料，因此以間接方式建立資料。若要調查海運船舶油耗，則需蒐集包括船名、國籍、船型、船齡、噸位元、最大航行速度、引擎形式、最大功率、燃料別、油耗等等。若未能取得，則需透過港務管理單位、海巡署或海軍監測資料等瞭解是否可以取得船舶之負載功率、平均航速、港外停留時間、港區行駛距離、港區停留時間（進出港口之日期/時間）等資料。必要時需進行引水人訪談，瞭解是否可以由引水人航海日誌等資料，整理出各船進港跟/離港時間，藉此計算各船在港區的行駛距離及停泊時間。目前行政院環境保護署已完成 2009 年基隆港、臺中港、高雄港的港區遠洋船舶溫室氣體排放量推估,可直接參考其數據^[16]。

4.7.2 推估方法

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。

1. 從耗油量推估

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。

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

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。

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：

$$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \text{-----} (4-5)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

HP：指引引擎動力，以 kW 為單位

Act：活動量，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。

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。目前並沒有港勤船的負載係數資料，僅能先給定一假設值，或參考文獻上的相關資料。圖 4.3 為利用活動強度推估港勤船舶排放量的流程圖。表 4-14 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^[68]所使用之係數。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。

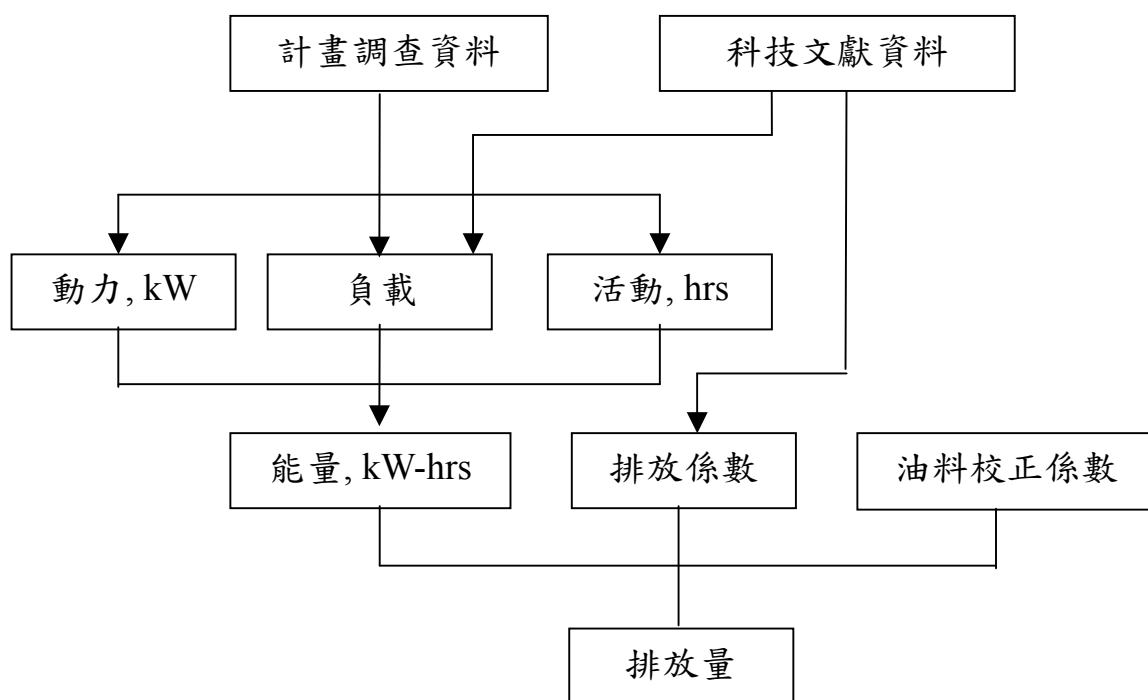


圖 4.3 港勤船舶排放量推估流程圖

表 4-14 港勤船舶排放係數表

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^{[16], [68]}

溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

4.7.3 試辦調查過程

根據前節所述，除從文獻中取得之排放係數、負載係數、燃料校正係數外，港勤船需調查的數據包括：

- 耗油量
- 油品種類
- 引擎輸出動力（額定馬力），包括輔助引擎及發電機引擎
- 工作小時

根據所需資料，統計調查表格如表 4-36 所示。港務局所屬港勤船主要分屬港務組港勤科與港工處浚港科二個單位。船舶帶解纜業務有凱晟、永通、山市及君洋等四家民營業者共同經營，備有纜艇 12 艘。而高雄港前鎮河以北的拖船業務由港務局自行承攬，以南則分別由台航公司和高雄港勤公司負責，二家公司共有拖船 10 艘。

另外中油負責油駁業務，共計有 4 艘油駁船。高雄港區另有原為高雄市公共車船管理處船運部門獨立出來的公司—高雄市輪船股份有限公司，共有渡輪 10 艘。

海關部分，經洽詢表示所屬大型船舶皆已移交海巡署。而海巡署部分則表示僅能提供年度總用油量，其餘事涉業務機密，不宜提供。因此無法評估海巡艦艇在高雄港區的排放量。高雄港區的海巡船隊含直屬船隊、第五海巡隊、南部地區機動海巡隊等三個單位，98 年度共使用海運輕柴油 3,815,570 公升，普通柴油 1,269,410 公升。

港勤船由於行駛範圍以港區為主，除海巡船隊外，全部視為港區範圍內行駛，其年度用油量直接納入排放輛計算。根據回收表單的資料顯示：可能是噸數不高，各船僅有主引擎，沒有輔助引擎，一般與發電機共用油箱。

調查過程中，除港務局、中油、高雄市輪船股份有限公司以外，民營業者配合調查意願低落，6 家業者僅 2 家提供資料，部分表示完

全沒有留存用油紀錄，回應直接向中油調查資料。但與中油洽商結果，中油表示因保密原則，無法提供客戶用油資料給第三單位，即使交通部發文亦曾被拒絕。

總計調查所得，港勤船舶 98 年度柴油耗油量達 6,493,404 公升，汽油耗油量 3403 公升。

4.7.4 排放量推估

調查後取得大部分港勤船舶 98 年整年度用油量，但工作時數無法填報的比例較高，因此直接將調查的油量代入單位燃料排放係數公式。最後將所有不同油種的排放量加總，即可得到總排放量。代入計算式中的各項數字及計算結果如表 4-15 所示。總計 98 年度高雄港港勤船舶排放溫室氣體達 18,035 公噸 CO₂e。各單位港勤船的排放量列於表 4-16 中，以港務局港勤科所屬船舶排放量最高。

表 4-15 高雄港 98 年度港勤船溫室氣體排放量推估結果（依燃料別）

港勤船	排放量 (公噸 CO ₂ e)	用油量(L)	係數(kg/L)	校正係數
汽油	8	3,403	2.343	1
柴油	18,026	6,493,404	2.776	1
小計	18,034	6,496,807		

資料來源：本計畫整理

表 4-16 高雄港 98 年度港勤船溫室氣體排放量推估結果（依單位）

港勤船所屬單位	排放量(公噸 CO ₂ e)
海關	257
中油公司	2,720
高雄市輪船股份有限公司	1,677
凱晟企業有限公司	352
港務局港工處	1,584
港務局港務組港勤科	11,442
臺灣航業高雄分公司	2
總計	18,034

資料來源：本計畫整理

4.8 公路運輸車輛

4.8.1 排放源概述

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、裝卸車等歸納裝卸機具類別，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。

公家車輛係指公家所屬車輛，例如海巡署的巡邏車、環保組的稽查車、港務局的公務車及火車等等，以及其它後勤及作業車輛，例如消防車、警備車、灑水車等等。

廠商所屬車隊，係指常駐於港區之廠商所屬的車隊，由於所有權單純，且規模較大，廠商一般有用油管理制度，因此調查的難度較低。主要包括物流車隊。

非特定所有人的車輛調查較困難，包括臨時性進出港區車輛（如計程車）、個人貨車、宅配或郵遞車輛等。此部分車輛的進出需經管理單位控管，包括核發通行證的港務單位，以及管制進出的港警單位。

公家車輛及廠商所屬車輛，可能部分車輛主要僅在港區內行駛（如消防車、給水車、貨櫃集散場的拖車等），這類車輛可以直接調查其用油紀錄。但是部分車輛可能會離開港區，尤其是運輸車隊，在港區的行駛比重很低，因此遭遇邊界界定問題。因為港區應該視為一個小型城市（有各不同單位進駐），而非單一工廠或企業，因此應以港區空間為界定範圍。如此，則這些車輛需以統計方式，推估在港區的平均行駛距離，再換算成油耗。若以經營權或控制權為界定範圍，便單純許多，可直接將車輛的所有油耗納入，但是可能無法反應「港區」這個地理空間的真實碳排放情形。由於這些車輛所有權人都是常駐在港區，因此進行統計分析時應該較容易取得配合，也較容易取得車輛的車籍等背

景資料。火車則因為使用固定路線，因此只需要調查火車在港區的鐵軌長度作為單一車次的行駛里程，再調查火車車次及油耗，即可算出總活動強度。總行駛里程可以根據文獻資料換算成總碳排放量。

非特定所有權車輛預估以貨櫃車為大宗，這是因為臺灣獨特的「靠行制度」所致。因為交通部規定所有貨櫃車需靠行，因此車籍雖然登記在車行名下，但實際所有人為司機個人，所以車行對司機並無實際管轄權利，一般也不會有用油紀錄等管理措施，除非實際是車行所屬的車隊（司機由車行聘僱）。這些車輛擬由利用車隊資料統計的各項活動係數，代入後換算碳排放量。

進出港區數量最大的是重型載重車輛，包括貨櫃車及大貨車。利用係數法推估其在港區的溫室氣體排放量。由於其燃料以柴油為主，排放之溫室氣體包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)及氧化亞氮(N₂O)，計算公式如下：

$$\text{排放量} = \text{車輛數} \times \text{行駛距離} \times \text{排放係數} \dots\dots\dots(4-6)$$

公式中各項資料來源說明如下：

1. 車輛數

透過港務局取得管制哨進出車輛資料統計，或是各碼頭進出裝卸車輛數。

2. 行駛距離

需取得車輛從各管制哨至各碼頭的平均行駛距離。但如果無法取得各碼頭進出車輛數據，而只有港區進出總數，則需計算出進出車輛在港區中行駛的總平均行駛距離。未來僅需將總進出車輛數，乘上總平均行駛距離，即可得出總行駛距離。

3. 排放係數

車輛在港區中行駛狀態主要有行駛狀態，以及怠速狀態，此二狀

態的排放係數不同，因此需分別取得此二狀態的資料。行駛時不同的速度，對應不同的排放係數，而怠速時的排放活動強度為時間而非距離，因此需取得車輛在港區的平均行駛速度，以及平均怠速時間。

行政院環境保護署曾估算過各港區管制哨至各碼頭的估計距離（行政院環境保護署，2010），但該文獻係利用目視估計地圖上的距離所得，實際上進出同一碼頭的車輛，不一定進出同一個管制哨，因此地理距離與實際行駛距離會有差距。而在計算總行駛里程時，因為缺乏各碼頭進出車輛數據，僅採用港區年度進出車輛數計算，因此從各碼頭距管制哨的距離計算出總平均距離。但由於各碼頭進出車輛數並不平均，計算出的總平均距離並未加權，與實際車輛行駛距離會有誤差。

行駛速度部分，行政院環境保護署以港區最高行駛速率為準，亦可能不符合實際狀況。一般車速調查需以跟車方式，但取樣數量有限，所耗費資源過大。

怠速時間的調查亦是難題。不但須知道車輛停留時間，亦需知道車輛是在熄火或是怠速狀態，一般僅能利用問卷法，針對司機抽樣調查。但因為駕駛的主觀感覺與實際狀況落差可能很大，此方法一般是在沒有其它更可信的方法時才採用。

為突破以上三個限制，本研究尋求港區貨運車隊的 GPS 服務廠商合作，提供以上三個數據。由於使用 GPS 電腦化數據，所有裝設 GPS 裝置的車輛，進出港區的車速、距離、怠速或熄火時間皆有紀錄，因此可以根據所屬車隊車輛的行駛紀錄，計算出車速、距離、怠速時間的平均值，提供計算排放總量之用。只要樣本數夠大，計算所得的平均值即具有非常高之代表性。

4.8.2 推估方法

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。

1. 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，可能行駛不同地區，因此在本研究中，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。

耗油量資料透過現場調查，排放係數則參考表 4-2，燃料校正係數則參考表 4-3。

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 4-17 所示，將行駛里程除以燃油效率後，得到耗油量。從表 4-17 可看出：不同車速，車輛的燃油效率也不同，因此需調查車輛的平均行駛速率，才可找出最合適的係數。一般若無相關的車速資料，則高速公路行駛時速一般假設為 70 公里，平面道路則假設為 40 公里。但若能取得實測資料，則應以實測資料為主。

另外惰轉時的引擎運轉狀態與行駛時不同，油耗亦不相同。表 4-18 為表 4-18 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 4-2，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 4-17 國內各車種不同車速燃油效率（以 2005 年為參考基準）

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

1.不同車速變化推估公式:

(1)汽油小客車燃油效率(km/l)=1/((0.001784842V²-0.256157175V+17.94117582)/100)(V:車速，km/hr)

(2)汽油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002747382V²-0.339292954V+19.01195604)/100)(V:車速，km/hr)

(3)柴油小貨車燃油效率(km/l)=1/((0.002281351V²-0.270000162V+16.17830769)/100)(V:車速，km/hr)

(4)大客/貨車燃油效率(km/l)=1/((0.003328248V²-0.45114234V+48.50518681)/100)(V:車速，km/hr)

(5)機車燃油效率(km/l)=3.27V-0.0663V²+0.000364V³(V:車速，km/hr)

2.公式參考文獻:

(1)行政院環境保護署，利用運輸預測模式技術減低台北都會由道路車輛造成之溫室氣體排放之行動計畫，RWDI，1998.6

(2)經濟部能源局，使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫，工研院，民國 91 年~93 年。

資料來源：交通部運輸研究所^[14]

表 4-18 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

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

資料來源：交通部運輸研究所^[14]

2. 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：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots(4-7)$$

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：

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

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：

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

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^[61]，重型柴油車行駛間的溫室氣體排放係數如表 4-19 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，因此可直接視為沒有加裝污染防治設備，將改善效率視為 0，校正係數假設為 1。

(2) 怠速惰轉車輛

怠速惰轉車輛排放的基本推估公式如下：

$$E = \text{Pop} \times \text{BER} \times \text{Act} \times \text{CF} \dots\dots\dots(4-8)$$

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，此處以車輛的怠速情轉時間(hr)表示

CF：校正係數，對排放係數及大氣條件的校正係數

國內缺乏怠速情轉的檢測資料，沒有相關的排放係數，因此同樣直接參考美國洛杉磯港的排放清冊調查報告^[61]，重型柴油車怠速情轉排放係數 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，因此情轉的溫室氣體排放係數應為 4,655.31 g/hr（表 4-19）。

表 4-19 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

溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

由本計畫將英里換算為公里

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

3. 怠速情轉排放係數驗證

由於運研所訂定的怠速情轉油耗推得的單位燃料排放係數與美國的活動強度係數差距過大。為確認使用何者較為適宜，因此進

行車輛怠速狀態下二氧化碳氣體濃度量測實驗進行確認。

本計畫以柴油車廢氣分析儀（HORIBA 584L，CO₂ 偵測範圍：0-20%）進行量測，於柴油車惰轉狀態下將採樣棒插入排氣管內量測 CO₂ 體積濃度，同時間以震動式轉速計（AVL 490，柴油車轉速偵測範圍：40 - 6,000rpm）量測引擎轉速。本次實驗採樣樣本共 146 輛柴油車，包括 94 輛大貨車及 52 輛曳引車。大貨車轉速範圍介於 416~1,006 rpm 間，排氣量範圍介於 3,298~16,683 間；曳引車轉速範圍介於 435~644 rpm 間，排氣量範圍介於 9,603~16,031 間。量測結果如表 4-20 所示。

欲求取的排放係數為單位時間的 CO₂ 排放量，可以下列方程式取得：

$$\text{排放量} = \text{流量} \times \text{二氧化碳排放濃度}$$

其中流量的單位為 L/min，二氧化碳排放濃度單位需為 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：

$$\text{平均流量} = \text{平均轉速} \times \text{平均排氣量} \div 2 \times 0.001$$

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。0.001 則是排氣量由 cc 換算為 L 的轉換係數。

儀器量測的 CO₂ 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 22.4L/mol，每莫耳 CO₂ 質量為 44g/mol，因此 CO₂ 重量濃度換算方式如下：

$$\text{CO}_2 \text{ 重量濃度(g/L)} = \text{CO}_2 \text{ 體積濃度(\%)} \div 22.4\text{L/mol} \times 44 \text{ g/mol}$$

由前述計算式計算結果，本次實驗數據所得之大貨車 CO₂ 怠速惰轉排放係數為 3,923g/hr；曳引車之排放係數為 5,062g/hr。若不區分大貨車及曳引車，則重型卡車平均排放係數為 4,451g/hr，與美國洛杉磯港的排放清冊調查報告中所提供的重型卡車怠速惰轉排放係數 4,640 g/hr 相近。單位燃料係數偏高的原因，可能是因為油耗估計採用時速 5 公里時的油耗，可能遠高於怠速的油耗而造成係數值偏高。由於港區現有的車流量資料無法區分曳引車及大貨車，因此本計畫採用 4,640 g/hr 作為惰轉排放計算之用。

表 4-20 各車種於之怠速狀態下二氧化碳氣體濃度量測結果

車種	怠速惰轉轉速(rpm)		排氣量(c.c.)		CO ₂ (V%)		排放係數 (g/hr)	樣本 數量
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差		
大貨車	658	148	7,297	3,392	1.39	0.22	3,923	94
曳引車	539	51	12,118	1,268	1.32	0.22	5,062	52
總計/平均	616	135	9,014	3,648	1.36	0.22	4,451	146

檢測時間：99.10.20~99.11.15

4.8.3 試辦調查過程

針對前節所述單位燃料係數法所需調查的資料整理如下：

➤ 燃油種類

➤ 用油量

若無法取得用油量，則需增加調查以下項目：

➤ 總行駛里程數

➤ 車速/耗油率

➤ 怠速惰轉時間/耗油率

而針對單位活動強度法，需調查的資料如下：

- 車種
- 車輛數/進出輛次
- 進出港區的平均行駛里程
- 怠速惰轉時間

由於貨運車輛進出不定，難以取得其港區行駛油耗，本研究僅針對港務局以及港區承租商發放車輛用油調查表。港務局所屬車輛全部納入，承租商所屬車輛，僅調查專用於港區範圍者。進出之貨運及貨櫃車輛，則透過其它方式取得相關資料。車輛調查表單設計如表 4-39 所示。

1. 港務局及承租商所屬車輛

經實際訪查，高雄港及承租商所屬車輛大約可以分成以下幾類：

(1)公務車輛

以稽查、代步用之小客車、小客貨車為主，主要使用汽油。中油於 98 年 7 月 29 日在高雄市 5 個中油自營站供應 E3 酒精汽油後，港務局所屬汽油車輛，皆須使用 E3 酒精汽油。由於港務局以簽約方式與中油約定每月結算，因此可確保加油資料完整。公務車之調派主要由秘書室負責，各單位使用公務車亦透過秘書室取得加油卡，但是秘書室並沒有作用油量的年度統計，僅在最近統計 94 年～98 年的港區總用油量統計，並未區分車用汽柴油及船用油。建議未來應定期彙整資料，並區分油種，利於掌握使用油品的碳排放量。

(2)作業車輛

作業車輛包括工程車、洗街車、掃街車、貨車等等。主要所屬單位包括機具所、船舶修造廠、工務組等。同樣與中油簽約加油，但是帳單並未透過秘書室，而由各單位與中油業務處直接接

洽。中油每月將單據傳給各單位，但並非所有單位都有作年度用量統計。因此調查時，部分單位還需調出原始單據加總。

(3)清潔車

臺中港有自有清潔車，高雄港則將垃圾清運作業全部外包。以臺中港而言，清潔作業為範疇 1，而以高雄港而言則為範疇 3。本研究針對高雄港的試辦調查中，未納入調查範圍。

(3)碼頭間拖運車輛

近幾年高雄港業務逐漸外包，所屬作業車輛所剩無幾，因此碼頭間轉運車輛主要以碼頭承租商所有。以美國的港口為例，碼頭與碼頭間的貨櫃有轉運需求，由於碼頭間的距離短，範圍小，使用的車輛即使拋錨也很容易處理，所以使用的車輛往往非常老舊。但就本研究的調查來看，高雄港的碼頭間轉運車輛，年份都非常新，污染量不高。

本研究調查回收表單中，共包含了 84 輛大小車輛。其中港務局所屬車輛有 16 輛，其餘為碼頭航商所有，達 68 輛。以小貨車和拖車數量最高，分別有 33 輛及 22 輛。汽油車共有 40 輛，柴油車有 44 輛。共計 98 年度使用汽油 36,508 公升，柴油 41,467 公升。

2. 貨運車輛

貨運車輛包括貨櫃車及非貨櫃車輛，都屬於重型柴油車，排放係數分類上都屬於大貨車，因此不需再調查車種。其餘港區行駛里程、怠速惰轉時間、進出輛次等，調查情形說明如下。

(1)港區行駛里程及車速

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為各車次的平均車行里程。四個國際港的平均進出車行里程如表 4-21 所示。

表 4-21 國際港貨運車輛平均進出距離

港區	高雄港	臺中港	基隆港	花蓮港
平均進出距離(km)	3.847	6.960	1.015	1.508

資料來源：行政院環境保護署^[16]，本計畫整理

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。本研究嘗試利用近年普遍被應用在車隊管理上的全球定位系統（Global Position System, GPS），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。在統計上可更具有代表性。

由於 GPS 廠商的資料量龐大，98 年度資料已無留存，因此以今年為調查範圍，調查 99 年 8 月 4 日～8 月 29 日期間，該公司服務的所有客戶車輛中，進出高雄港區範圍之情形。港區範圍界定以地理範圍為準，如圖 4.4 所示。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车辆也全部包含進去。而由於其中涵蓋至各碼頭的車輛，因此所得的平均進出里程已有加權效果，車輛進出較多的碼頭所佔比重自然較重，較表 4-21 所列之數據接近真實狀況。未來若要再進一步細分至各碼頭的距離，則需進一步界定各碼頭範圍。

統計期間共計共有 105,468 輛次貨櫃車及大貨車進出。以高雄港一年約 300 萬輛貨車進出計，平均每月約進出 25 萬輛，而本研究統計樣本即達 10 萬輛，應具有一定之代表性。

統計結果，每車次進出高雄港的平均里程為 1.2 公里（表

4-26)，平均時速為 19.8 公里，可視為平均時速為 20 公里。再從表 4-17 的大貨車項目得知燃油效率為 2.24 km/L，亦即每進出高雄港區一次，行駛油耗為 0.5357L。

由於跟行政院環境保護署評估的高雄港進出平均距離 3.847 公里（表 4-21）差異太大，比對各碼頭至管制哨進出口距離顯示不太合理，GPS 資料統計數據明顯偏低。經與 GPS 系統公司工程師討論結果，可能有以下幾個原因：

a. 訊號傳送間隔造成的誤差

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，車輛進入港區後，需與上次傳送訊號時間差距滿 30 秒，才會再傳送訊號，此時才開始計算進入港區的距離。離開港區前最後一次傳送訊號時，雖然尚未實際離開港區，但被視為進出距離計算終點。

b. 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。

c. 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。

前述 3 項原因，都會造成統計的平均距離比實際距離小，這可能是本研究結果行駛距離值偏低的情形。為此，在重型柴油車的排放量計算上，仍先依據環保的建議值計算（表 4-21）。

(2)港區怠轉時間

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怠轉狀態，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怠轉時間。

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，在分別根據當時的引擎狀況區分為怠轉或熄火，得到總平均值。統計結果發現，平均每車次進出港區停留點數為 1.8 次，怠速停留時間為 15.7 分鐘，但是在每一點的怠速停留時間僅有 8.7 分鐘。若納入熄火時間，則每一點的停留時間平均為 12.8 分鐘（表 4-26）。若要求車輛裝設 3 分鐘怠速自動熄火裝置，實際上每一停留點只能節省 5.7 分鐘怠轉排放，再扣除重新啟動增加的排放量，才是實際減少的排放量。

(3)進出輛次

目前港區車輛進出的管制作法，並無法掌握實際進出港區的車輛數。只有行經有自動車道管制站的車輛，才會被電腦系統自動紀錄，其餘並沒有資料。港警只負責管制進出，符合規定者即放行，並不會留下相關紀錄。

要申請長期進出港區的車輛（包含員工申請），需透過交通部的 MTNet 航港單一窗口服務平台申請^[69]，再由港警所審核。港警會查詢車籍等相關資料確認該車符合規定，核准後，根據申請的需求，發給單一港口或多港口的通行證。港警所純粹是代收代審，因此審查後的紀錄並不留存，所有車輛的相關資料都在 MTNet 航港單一窗口服務平台的系統中，由中華電信數據分公司負責管理。若欲取得員工申請通行證資料，以推估員工使用交通工具之排放量，則需發文請中華電信數據分公司提供資料。

a. 貨櫃車

高雄港現有 18 個管制哨，共計 24 路自動化車道，只有蓬萊區、苓雅區、中島區的管制哨沒有設置。自動化車道的人車櫃系統為 OCR 自動化辨識，貨櫃採用 RFID 封條，行經管制哨時不需停車。只有電腦判定有問題時，才會亮紅燈警告，此時港警才把車攔下來檢查。因此進出查驗站自動辨識車道的貨櫃車留有電腦紀錄，可請高雄港務局資訊室提供資料。而根據其提供之資料，98 年度高雄港管制哨自動車道貨櫃車輛總計進站 1,656,786 輛次，出站 1,633,013 輛次。若將一進一出視為進出一次港區，可將前述數據平均，得到 1,644,900 輛次，作為貨櫃車進出輛次。但此數據無法保證包含所有貨櫃車輛，因為也可能有部分車輛從其它非自動車道進出，這也可能是造成進站與出站數據不一致的原因。

行政院環境保護署^[16]另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)，很可能高估。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，無法直接取得資料。

b. 非貨櫃貨運車

非貨櫃重型柴油貨車，不屬人車櫃管制範圍，沒有進出紀錄，僅由港警管制進出，因此需由散貨進出口量推測。表 4-23～表 4-25 為國內各項港口進出口貨物平均每車載運量。根據高雄港統計年報^[70]，各項貨物的進出口散裝貨物資料，找出對應的貨物項目，計算出各項貨物的平均載運車次。計算結果，貨物進口運輸車次計 1,949,188 輛，出口運輸車次計 683,683 輛(表 4-22)，二者合計共 2,632,871 輛。

表 4-22 高雄港 98 年度進出貨運車輛推估表

	以貨物量推估 ^A		自動車道紀錄 ^B
項目	貨櫃數/散裝貨物量(公噸)	運輸車次	運輸車次
進港貨櫃	1,312,790	1,312,790	1,656,786
出港貨櫃	1,477,021	1,477,021	1,633,013
貨物進口量	62,682,285	1,949,188	-
貨物出口量	14,827,296	683,683	-
車次合計	-	5,422,682	-

A：行政院環境保護署^[16] B：本計畫推估

表 4-23 各港非貨櫃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	30	
	米糠	30	
動植物油脂	動物油脂	20	一般拖車型槽車製造商載重規格
	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	參考矽沙單車次載重
	矽砂	25	基隆港提供之數據計算結果
	高嶺土	25	
	磷礦砂	25	
	重晶石	22.5	參考大理石花崗石單車次載重
	石灰石	22.5	
	石膏	25	參考矽沙單車次載重
	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	25	
	水泥熟料	25	參考矽沙單車次載重
	長石霞石	22.5	參考大理石花崗石單車次載重
	爐石	25	基隆港提供之數據計算結果
	煤	25	
	石墨	25	參考矽沙單車次載重
	焦炭	25	參考矽沙單車次載重

資料來源：行政院環境保護署^[16]

表 4-24 各港非貨櫃貨運車次運量推估基準表(2/3)

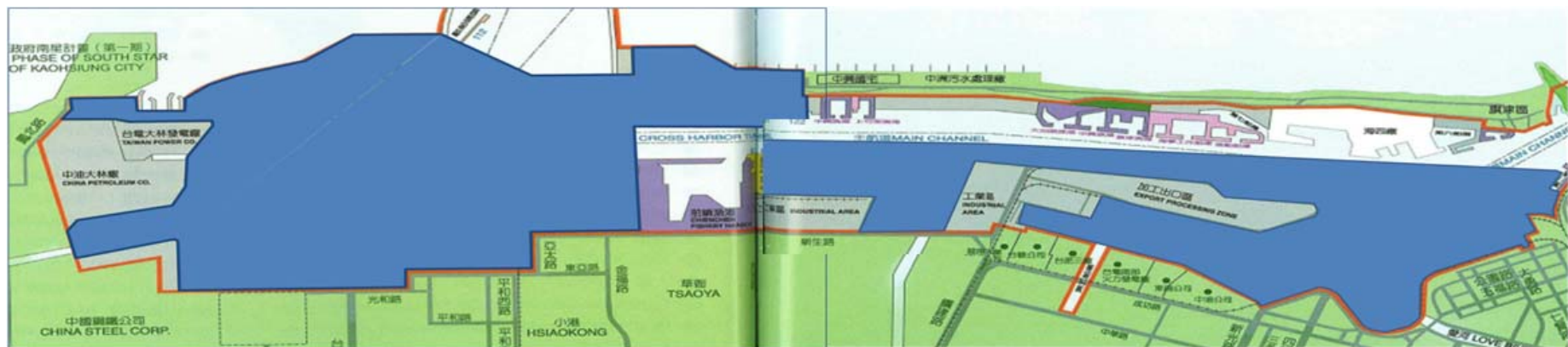
項目	物種別	單車次載重(公噸)	參考來源
化學或有關工業產品	化工原料	20	一般拖車型槽車製造商載重規格
	其他化學製品	20	
	純鹼	20	
	液鹼	20	
	肥料	25	基隆港提供之數據計算結果
	溶劑油	20	一般拖車型槽車製造商載重規格
	醱酵液	20	
	白蠟油	20	
塑膠、橡膠及其製品	天然橡膠	30.3	參考製材單車次載重
	合成樹脂	30.3	
油品	原油	—	一般拖車型槽車製造商載重規格
	瀝青	20	
	汽油	20	
	柴油	20	
	燃料油	20	
	輕油	20	
	潤滑油	20	
	礦物油	20	
	石油腦	20	
	液化天然氣	20	
木竹、藤製材及其製品	原木	30.3	參考製材單車次載重
	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	
金屬礦產及製品	鎂礦砂	25	參考矽沙單車次載重
	鐵礦砂	25	
	鋁礬土	25	
	生鐵	25	
	鋼材	25	
	廢鐵	25	

資料來源：行政院環境保護署^[16]

表 4-25 各港非貨櫃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
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	參考矽沙單車次載重
	皮革毛皮及其製品	21.5	本計畫假設
	紡織品及其製品	21.5	
	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	參考矽沙單車次載重
	精密儀器設備	25	參考矽沙單車次載重
	武器彈藥及其零附件	21.5	本計畫假設
	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]



註：安裝 GPS 車輛，進入藍色區域範圍後，即視為進入港區；離開該範圍，即視為離開港區。

圖 4.4 貨車進出高雄港區 GPS 定位範圍圖

表 4-26 貨車進出高雄港區里程與怠速時間統計表

日期	進出港區數 ¹	總行駛里程	平均里程 ²	平均車速 ³ (km/hr)	停留點數(>=3分) ⁴	總停留時間(分)	平均每點停留時間(分) ⁵	平均每點怠速停留時間(分) ⁶	平均每車次怠速停留時間(分) ⁷
2010/8/4	3,800	5169.6	1.4	20.0	8,096	96,133	11.9	8.3	17.7
2010/8/5	3,750	5001.9	1.3	19.6	7,599	88,067	11.6	8.7	17.6
2010/8/6	5,081	5844.9	1.2	19.9	8,324	101,570	12.2	8.5	13.9
2010/8/7	4,187	4169.8	1.0	19.7	6,573	89,409	13.6	9.3	14.6
2010/8/8	2,223	1376.3	0.6	17.2	3,267	67,595	20.7	12.4	18.2
2010/8/9	3,985	5200.1	1.3	20.4	7,406	94,989	12.8	9.3	17.3
2010/8/10	3,746	5185.9	1.4	19.8	7,847	87,093	11.1	8.1	17.0
2010/8/11	3,767	5327.1	1.4	20.7	7,260	79,951	11.0	8.1	15.6
2010/8/12	4,464	6208.2	1.4	20.0	8,359	99,031	11.8	8.4	15.7
2010/8/13	4,561	5425.4	1.2	19.5	7,779	98,478	12.7	8.5	14.5
2010/8/14	2,918	3085.0	1.1	19.4	4,546	62,937	13.8	8.9	13.9
2010/8/15	2,012	1518.8	0.8	17.3	3,206	67,623	21.1	12.9	20.6
2010/8/16	4,378	4937.9	1.1	19.3	7,580	103,081	13.6	8.7	15.1
2010/8/17	4,006	5255.6	1.3	20.0	7,565	110,151	14.6	8.1	15.3
2010/8/18	3,880	5487.7	1.4	20.0	7,709	113,718	14.8	8.1	16.1
2010/8/19	4,437	6310.6	1.4	19.9	8,968	96,318	10.7	8.1	16.4
2010/8/20	4,352	5744.7	1.3	19.9	7,880	84,086	10.7	8.0	14.5
2010/8/21	2,882	3450.6	1.2	19.8	5,187	87,005	16.8	10.5	18.9
2010/8/22	1,388	1233.8	0.9	19.2	2,362	56,717	24.0	11.3	19.2
2010/8/23	3,957	5312.4	1.3	20.3	7,412	83,021	11.2	8.3	15.5
2010/8/24	4,001	5124.8	1.3	19.9	7,441	80,847	10.9	8.3	15.4
2010/8/25	4,389	5034.3	1.1	19.4	7,602	86,435	11.4	8.6	14.9
2010/8/26	4,554	5522.7	1.2	19.6	8,112	85,355	10.5	7.9	14.1
2010/8/27	4,747	5706.6	1.2	20.0	8,011	91,858	11.5	8.1	13.7
2010/8/28	3,294	3144.3	1.0	19.4	5,203	73,159	14.1	9.9	15.6
2010/8/29	1,907	1494.3	0.8	19.0	2,613	48,945	18.7	9.8	13.4
2010/8/30	4,259	5387.6	1.3	20.7	7,450	83,416	11.2	8.3	14.5
2010/8/31	4,543	5319.8	1.2	19.8	8,268	107,344	13.0	9.0	16.4
合計/平均	105,468	127,981	1.2	19.8	189,625	2,424,332	12.8	8.7	15.7

平均每車次停留次數：1.80

註1 車輛進、出港區算1車次

註2 平均里程＝總里程數/進出港區數

註3 平均車速為扣除車速為0後之平均值

註4 GPS每30秒上傳一個訊號，有時會有訊號延遲或漏失，因此停留時間超過3分鐘以上才視為停留

註5 為每一個停留點的平均停留時間（分）

註6 平均每一個停留點，怠速轉未熄火的時間（分）

註7 平均每一車次進入港區的平均總怠速停留時間（分）

4.8.4 排放量推估

港務局及承租商所屬車輛排放量推估結果如表 4-27 所示，表 4-28 為重型柴油車行駛期間排放量推估結果，表 4-29 則是利用二種不同方法計算之結果比較。港務局及承租商所屬車輛排放量推估是利用單位燃料係數推估所得之結果，並用 E3 酒精汽油以及 B1 生質柴油校正。共計排放量為 197 公噸 CO₂e。

重型柴油車行駛期間排放量推估亦利用單位燃料係數。推估結果，貨櫃車行駛間排放了 7,607 公噸 CO₂e，非貨櫃貨車行駛間排放了 12,176 公噸 CO₂e，合計共排放了 19,783 公噸 CO₂e。

情轉期間的推估，則分別採用二種方法的係數計算。使用單位燃料係數法，係數為 7,038g/hr，代入公式計算得到總排放量為 7,799 公噸 CO₂e。使用單位活動強度係數法，係數為 4,640g/hr，代入公式計算得到總排放量為 5,142 公噸 CO₂e。二者推估結果有一段落差。雖然單位燃料係數法所用的係數，是國內交通部運輸研究所報告所列數據推估而得^[14]，但可能其使用的是時速 5 公里時的油耗，造成其值較高，因此經過本計畫實驗驗證，仍建議採單位活動強度係數 4,640g/hr。因此，本研究中調查所得，高雄港地區公路車輛溫室氣體總排放量為 25,190 公噸 CO₂e。

表 4-27 港務局及承租商所屬車輛排放量推估結果

自有車輛	油品種類	用油量(L)	係數(kg/L)	校正係數	排放量(公噸 CO ₂ e)	排放量小計(公噸 CO ₂ e)
港務局	E3 酒精汽油	2,412	2.343	0.97	5	66
	B1 超級柴油	21,920	2.776	0.99	60	
承租商	汽油	50,775	2.343	1	119	200
	B1 超級柴油	29,488	2.776	0.99	81	
	總計					266

資料來源：本計畫整理

表 4-28 重型柴油車行駛期間排放量推估結果

重型柴油車 (行駛間)	排放量(公噸 CO ₂ e)	車輛數	行駛距離 (km)	油耗 (km/L)	係數 (kg/L)	校正係數
行駛間貨櫃車	7,607	1,644,900	3.847	2.24	2.776	0.97
行駛間貨車	12,176	2,632,871	3.847	2.24	2.776	0.97
小計	19,783	4,277,771				

資料來源：本計畫整理

表 4-29 重型柴油車行駛怠速情轉期間排放量推估結果

重型柴油車(怠速情轉)	排放量 (公噸 CO ₂ e)	車輛數	怠速時間 (min)	係數 (g/hr)	校正係數
單位燃料係數法	7,799	4,277,771	15.7	7,038	0.99
單位活動強度係數法	5,159	4,277,771	15.7	4,640	0.99

資料來源：本計畫整理

4.9 火車

4.9.1 排放源概述

火車主要指的是火車機車頭(火車頭)。臺灣地區港區貨物運輸以往以鐵路運輸為主，以 500 英里以上的距離較具競爭力而 500 英里以內則以公路運輸較具競爭力。臺灣由於腹地狹小，近年來公路建置完備，因此鐵路運輸逐漸被公路運輸取代，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。

港區鐵路貨運操作大致可分為兩種型態：運輸路線及切換操作。運輸路線是指貨物由其他地方運到港區或由港區運到其他地區的主要路線運輸過程；切換操作則是指在港區(或集散區)各車廂進行拆解或組合過程的操作。

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。

4.9.2 推估方法

1. 單位燃料係數法

以油耗直接推估機車頭排放量的公式與公路車輛相同：

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(4-2)$$

其中各符號代表意義如下：

E：引擎的排放量

FL：耗油量，以公升為單位

EF：排放係數，單位為 kg/L

FCF：燃料校正係數，需將生質燃油的比例扣除。

耗油量資料需由運輸單位提供，排放係數同樣參考表 4-2，燃料校正係數則參考表 4-3。

2. 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 4-30 所示。

表 4-30 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

資料來源：Port of Los Angeles, 2010^[21]

溫室氣體潛力換算:CH₄:21；N₂O:310

4.9.3 試辦調查過程

針對前節二種方法所述，所需的資料共包括有：

- 用油種類
- 用油量
- 輸出功率
- 運轉時數

根據所需之資料，設計調查表格如表 4-40 所示。本研究試辦調查對象是高雄港，但由於高雄港臨港線已經不再營運，國內僅剩花蓮港與臺中港仍有鐵路運輸。因此本研究將火車部分的排放量試辦調查改為臺中港。

臺中港臨港線長 12.1 公里。根據臺中港站表示，臺中臨港線屬於彰化機務段管轄，每日班次 6~10 班，主要載運大宗貨物—雜糧、煤。若列車往北部行駛，則由柴油機車頭拖至甲南臺中港站，附掛電動機車頭車廂後北上。若行駛到彰化，則直接由柴油機車頭拖至彰化。

調查表調查結果，並沒有年度統計資料，負責人需再搜尋原始資料進行統計填報。實際回報的活動強度資料僅有行駛趟數、與用油量，工作時數付之闕如，行駛里程數則勢將出勤次數乘上臨港線距離。而

機車頭每次加油時間不定，可能一趟勤務出去幾天回來才加油，因此也可能包含行駛其它地區造成的油耗。臺中港的柴油機車頭皆為 R20 型柴電機車頭，編號 21-72，共計有 52 輛，製造年份皆為 1961 年。主要載送煤炭到台電林口電廠，最遠行駛到林口。全年共計行駛 1,730 趟，全年柴油消耗量為 62,799 公升。

4.9.4 排放量推估

由於缺少工作時數資料，因此採用前面所述之單位燃料係數法計算排放量。

$$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots\dots(4-2)$$

其中：

$$FL = 62,799 \text{ L}$$

$$EF = 2.776\text{kg/L}$$

$$FCF = 0.99$$

$$\begin{aligned} E &= 62,799 \text{ L} \times 2.776\text{kg/L} \times 0.99 \\ &= 172,587 \text{ kg} \\ &= 172.587 \text{ 公噸} \end{aligned}$$

因此，98 年度臺中港鐵路火車機車頭的溫室氣體排放量總計達 172.6 公噸 CO₂e，與行政院環境保護署的推估值 207.8 公噸 CO₂e 相近。

4.10 調查結果討論

排放量推估結果，以及試辦調查過程中發現的問題及現象，總結於以下二節。特別要說明的是本研究的調查為試辦性質，所得的排放清冊並不完整。沒有配合回傳資料或回傳之資料有缺漏者，即無法納入，而使相對排放量較實際為低。

4.10.1 排放量推估結果

各範疇在各大排放源的溫室氣體排放量如表 4-31 所示。98 年高雄港試辦溫室氣體排放清冊調查，範疇 1 直接排放源共計 13,102 公噸 CO₂e，範疇 2 間接排放源共計 7,935 公噸 CO₂e，而範疇 3 其它間接排放源共計排放 123,388 公噸 CO₂e，合計總排放量達 144,425 公噸 CO₂e。範疇 3 中，並非所有單位皆回報資料，因此排放量偏低。且遠洋船舶不在本研究試辦調查範圍內，因此資料空白。而範疇 3 的裝卸機具部分，將使用電力機具的間接用電排放也放在此項，而非放在外購電力項目下。範疇 1 及範疇 2 的排放量估計達 21,037 公噸 CO₂e。

與洛杉磯港 2006 年及 2007 年的盤查結果比較（表 4-32），高雄港的範疇 2 間接排放量與洛杉磯港相當，但是直接排放則遠高於洛杉磯港，主要貢獻源為港勤船舶。而洛杉磯港的直接排放源主要為車輛，因此排放量差異主要來自洛杉磯港的港勤船以民營為主，不屬於範疇 1 及範疇 2 中。

表 4-33 進一步列出了各排放源中，各次分類排放源的溫室氣體排放量。排放量最大的其 5 名分別是：承租商外購電力、用電的裝卸機具、用油的裝卸機具、非貨櫃車行進間排放以及港務局自有的港勤船。

表 4-31 高雄港 98 年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	10		47,305	47,316
2. 重型柴油車			24,941	24,941
3. 柴油火車頭			173	173
4. 遠洋船舶				-
5. 港勤船舶	13,026		5,008	18,034
6. 外購電力		7,935	45,760	53,696
7. 自有車輛	66		200	266
總計	13,102	7,935	123,388	144,425

本研究調查推估，未包含全部排放源。

表 4-32 高雄港與洛杉磯港範疇 1 及範疇 2 排放量比較

範疇	洛杉磯港 (2006 年)	洛杉磯港 (2007 年)	高雄港 (2009 年)
範疇 1	1,704	2,103	13,102
範疇 2	7,826	7,476	7,935

本研究整理，高雄港調查未包含全部排放源。

表 4-33 高雄港 98 年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	23,031	47,305
	用油機具	24,275	
2. 重型柴油車	貨櫃車行進排放	7,607	24,941
	非貨櫃車行進排放	12,176	
	貨櫃車惰轉	1,984	
	非貨櫃車惰轉	3,175	
3. 柴油火車頭		173	173
4. 遠洋船舶		-	-
5. 港勤船舶	海關	257	18,034
	中油	2,720	
	高雄市輪船	1,677	
	凱晟企業有限公司	352	
	港務局港工處	1,584	
	港務局港務組港勤科	11,442	
	臺灣航業高雄分公司	2	
6. 外購電力	港務局	7,935	53,696
	承租商	45,760	
7. 自有車輛	港務局汽油車	5	266
	港務局柴油車	60	
	承租商汽油車	119	
	承租商柴油車	81	
總計			144,415

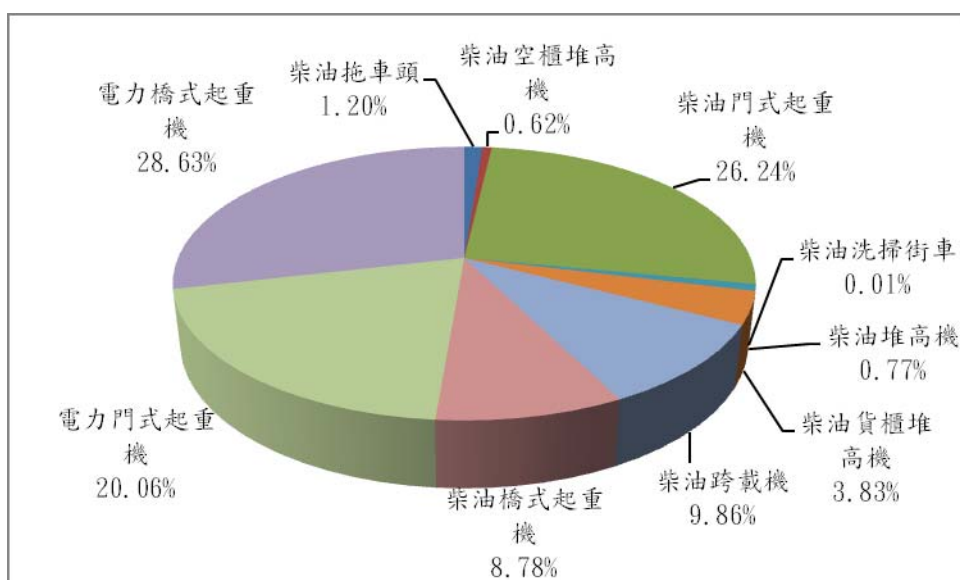
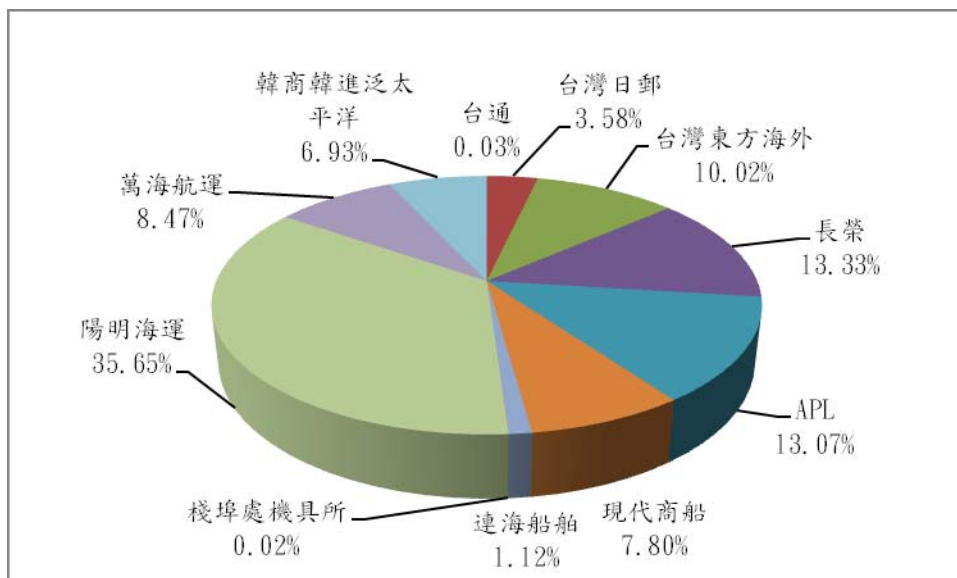
本研究整理，調查未包含全部排放源。

進一步分析各廠商的機具排放量，合併用電及用油機具之排放量，繪製如圖 4.5 的上圖，各類型機具排放量如圖 4.5 下圖。由圖顯示，排放量最高的依序為陽明海運，長榮、APL、臺灣東方海外、萬海航運。長榮回報之資料約有一半缺漏，因此實際的排放量比例應更高。

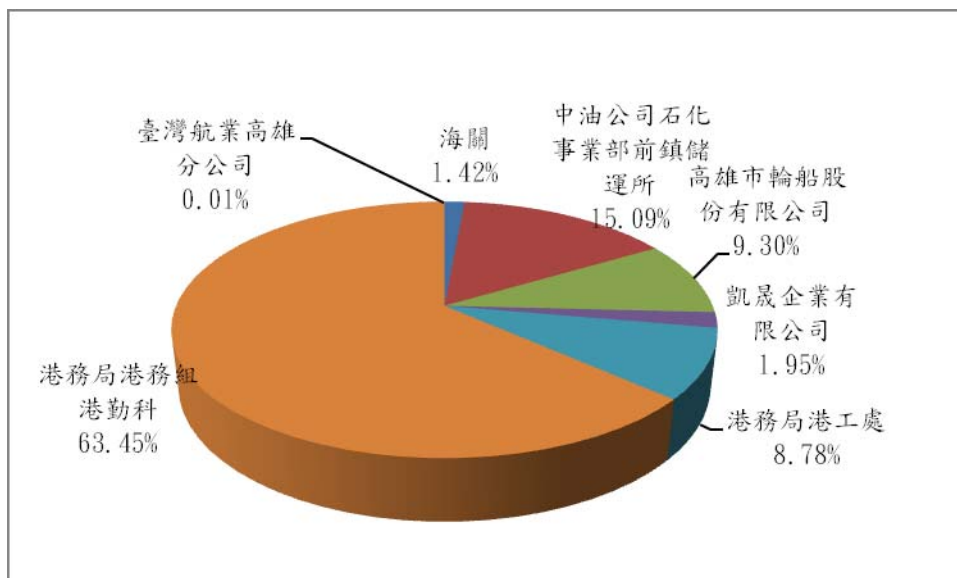
再從機具類別來看，各類別排放量前幾名依序為電力橋式起重機、柴油門式起重機、電力門式起重機、柴油跨載機、柴油橋式起重機。

港勤船部分，排放量以港務局港勤科佔絕大多數（圖 4.6 其次依序為中油的油駁船，高雄市輪船公司的渡輪，港工處的船舶。其餘港勤業者多未提供資料，未含在本統計資料中。

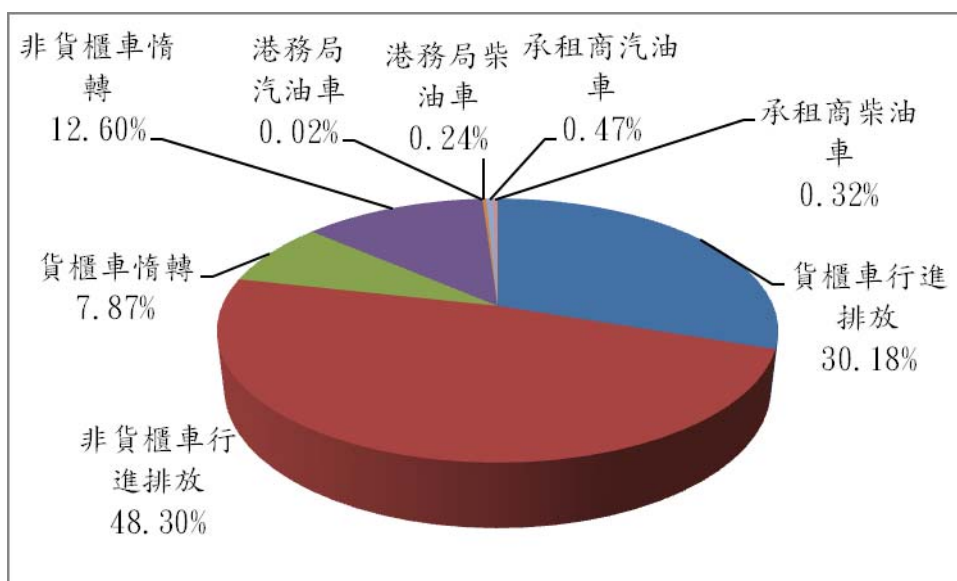
圖 4.7 將所有的車輛合併比較。非貨櫃車行進排放量最高，其次是貨櫃車行進間排放，再其次是非貨櫃車怠轉，然後是貨櫃車怠轉。相對而言，港務局和承租商自有車輛的排放量非常小，約僅佔整體車輛排放量的 1%。



高雄港 98 年裝卸機具溫室氣體排放量比較



高雄港 98 年港勤船舶溫室氣體排放量比較



高雄港 98 年車輛溫室氣體排放量比較

4.10.2 試辦經驗總結

1. 場站用電量調查

機務組負責代收代付超高電壓用電量，估計約佔全港區至少 8 成用電。但其它行政區域用電分屬各單位負責，秘書室未做例行統計。本年度提供 94~98 年總量資料，無法區分用電單位。用油量資料亦全部加總，未區分汽柴油。

部分承租商自行向台電申請電表，有單獨電號，未經過港務局，因此港務局這邊沒有資料。而向台電查詢結果，進入高雄港區的配電所有多處，且供電不限於高雄港區客戶，從輸配電端並無法區分。例如旗津變電所供應 69KV 的客戶有第 4 貨櫃中心及中洲污水處理廠，其它貨櫃中心需透過其它配電所。若為一般 110V 或 220V 用戶，客戶端更多，從輸配電端無法區分。因此根據台電說法，無法利用輸配電量核對高雄港區總用電量。故民營業者需全面調查，才可明確掌握用電量資料。正式調查時可先普查取得所有業者電號，比對刪除重複後，未來可由工作人員自行利用台電網頁查詢用電量⁽⁶⁰⁾，可提高正確度，避免填寫人員填寫錯誤或不願配合等情形。

2. 裝卸機具調查

根據回收資料，貨櫃起重機應皆具有獨立電表，可取得用電量，但可能數台共用電表，或僅有總用電量資料。部分單位可能未紀錄，因此無法提供資料。例如長榮海運 115~117 碼頭區的電力機具詳列用電量，但是 79~81 碼頭區的用電量欄位則為空白。

散雜貨機具部分，皆未設獨立電表。經查設備為多馬達組合，因此未提供輸出功率，僅提供小時卸貨量。

在配合度方面，碼頭承租業者配合度高，裝卸業者僅少部分有機具，因此部分裝卸業者對於訪查有不耐煩之反應。另船舶修造業者與港務局幾無利害關係，僅部分提供資料。

3. 港勤船舶調查

本研究中，將港勤船的排放量全列入清冊中，亦即將其行駛範圍全部視同為港區範圍內行駛。主引擎一般與輔助引擎（發電機）共用同一個油箱。

民營業者配合調查意願低落，部分表示完全沒有留存用油紀錄，要求自行向中油調查。但中油因保密原則，無法提供客戶用油資料。

海關僅有小型船，大型船皆已調撥海巡署。因海巡署表示其巡洋範圍較遠，航期不定，並可能航行到其它港口，因此若將其行駛範圍全部視同為港區範圍內行駛似不太妥，且海巡署只能提供全年度總用油量資料，亦無法評估在港區範圍之用量。

除了商用船舶外，公家船舶另有警艇，而消防局則沒有自備消防船舶。目前拖船皆配備有消防水槍，遇有火警時，由消防人員上船，由原有拖船船員配合進行灌救。

4. 車輛調查

高雄港務局為中油月結客戶，可以中油每月提供之對帳單紀錄用油量。其它港應為相同模式加油，可比照辦理。

臺中港有自有垃圾車，高雄港則委外處理，沒有自有垃圾車。若為自有，則為範疇 1 排放源，必須清查；若為委外，屬於範疇 3，可不必清查。

港警僅管制出入，未做無進出車輛統計。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，目前亦未定期製作報表，需直接由資料庫中統計數量。而統計室未公布轉口貨櫃數統計，若欲以貨櫃數量推估貨櫃車數量，則需由港務局內部自行取得轉口貨櫃數據，才能由進出口貨櫃數扣除後，推估進出港貨櫃車數量。

進出港口的非貨櫃貨車部分，經查詢港警所及港務局資訊室、統計室及相關單位，皆表示無數量統計資料。查詢民間報關業者，亦表示業者僅關心貨運量，不在意貨運旅次。地磅站則不見得每一輛車都有過磅，且業者可能至自有地磅過站，亦無法取得全部資料。雖然各貨運車次皆有憑單，但若要算出數量，則需翻找出憑單逐一清點數量。由於高雄港每年超過 100 萬輛次以上車輛進出，涉及的報關行、通運行數量眾多，實際派員調查並不可行。目前本研究中使用通關貨運量推估車次是較可行且合理的方法，其餘方法包括：派員實地抽樣調查車流量、透過路口監視攝影調查車流量等。

本研究以 GPS 統計港區行駛車速、怠速停留時間，可作為高雄港專用參數。但行駛里程需進一步確認正確性。

火車使用比例非常低，臺中臨港線每日約只有 6 班。台鐵無法區分臨港線用油量，且未提供工作時數。表單中各欄位分屬不同管理單位負責，填表人亦無法全般了解。

5. 小結

鑑於涉及之單位太多，未來執行前，各港應先召集相關單位召開說明會議，再執行調查。

大部分承租業者資料被港務局視為機密，以致於無法取得完整的廠商清冊。未來應由港務局主導調查，可避免機密外洩疑慮，也利於取得完整的財產清冊，以核對排放源是否有漏列。民營業者，則應可由港務局要求在不影響業務機密的範圍內，要求提供資料。

4.11 調查表單建置與填寫

表單建置原則上希望盡可能以港區各單位現有的資料項目為基礎，盡可能減少新的項目，避免增加相關人員的負擔，以提高填表人員的配合度及填報正確性。所有表單以 Excel 建置，方便未來調查時各單位以電子檔進行填報，利於後續的彙整與統計。表 4-34 說明各表

單內容，建置之表單，經測試後簡化內容，並參考行政院環境保護署所需推估空氣污染物的欄位，修訂如表 4-35～表 4-41，填表範例請見附錄 1 所示。

各表單表頭皆留有填表人單位、姓名、聯絡方式等基本資料，方便在資料有問題時，建檔人員可以立即與填表人聯繫，釐清問題，訂正內容。各表單填寫說明如後。

1. 港區用油用電彙整表（P9901 表）

P9901 表為港區用油用電彙整表，係為彙整港務局各主要單位的歷年用電用油量比較資料，包括各獨立電號用電單位。各單位填寫時須區分各項燃油種類，計算溫室氣體排放量時才能針對生質燃油含量進行校正。

填寫時燃油請以公升為單位，用電量以度為單位，皆統計全年用電量填入表中。

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。港區的用電戶，目前所知皆為一個月一期。

若為中油的契約客戶，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。

2. 港勤船舶資料及能源使用情形調查表（P9902 表）

P9902 表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。本表用於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。各欄位填寫說明如下：

船舶種類：請註明船舶用途。目前分類包括有：渡船、拖船、交通船、帶解纜船、油駁船、挖泥船、受泥船、潛水船、測量船等。

船舶編號：作為各船唯一識別用，請填寫各單位對該船之編號或船名。

引擎資料請依照各引擎資料填寫。港勤船以船為單位作調查，但其實每一顆引擎，都應視為一排放源，因此需個別註明主引擎及輔助引擎（發電機）的基本資料及油耗。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。各引擎的工作時數若未分別計算，亦一併直接填寫總量在主引擎一欄。

引擎類別及數量：主引擎及輔助引擎一般只有一顆，若不只一顆，則依實際數量填寫在數量欄位中。

額定馬力：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）。

廠牌與型式：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。

燃料別：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。

全年用電量/用油量：本欄位填寫後，請在單位欄註明為「度」（電力）或「L」（燃油）。

3. 裝卸機具資料及能源使用情形調查表（P9903 表）

P9903 表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。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、洗掃街車、拖車等。若僅在港區內使用而未申請車牌，亦填寫於本表。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...）。需填寫的單位主要是有機具的單位，包括港務局、碼頭承租商、裝卸業者、倉儲業者等。各欄位填寫說明如下：

設備使用位置：請依照港區通用之名稱註明位置。若為移動式設備經常往來於各處，則註明所屬單位。

設備名稱：本欄位填寫常見問題為相同設備，不同廠商會填寫不同名稱。因此請用以下的名稱填寫：卸貨機具（散雜貨卸貨機具）、拖車頭、空櫃堆高機、門式起重機、洗掃街車、堆高機、貨櫃堆高機、跨載機、橋式起重機、門式起重機等。

機具編號：做為設備身份辨識用，請填入各設備所有單位對機具的編號或名稱。

額定馬力：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）。請勿填寫最大載重量或最大卸貨量。

廠牌/型式：請填寫設備製造廠商及原廠之設備型式。

出廠年份：請填寫西元出廠年份。

同型機具（相同基本資料，包括廠牌、型號、出廠年份）可合併一欄填寫，後續設備耗能亦需加總後填入。引擎的額定馬力需查詢引擎標籤或廠商提供的說明書、型錄。

年使用時數：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。

燃料別：一般為柴油或電力。柴油請詳細註明柴油種類，如超

級柴油、環保柴油等。

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，俾便依據各燃油的溫室氣體排放係數及生質燃油含量比例進行校正。

全年用電量/用油量：本欄位填寫後，請在單位欄註明為「度」（電力）或「L」（燃油）。

4. 建築設施能源使用情形調查表（P9904 表）

P9904 表建築設施能源使用情形調查表，調查各單位年度用電量。本表主要提供自有電號、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，建築設施可能涵蓋多處，建築設施範圍僅需概略描述，足以提供區分用之名稱即可。電號欄位是最重要的，務必填寫。需依據電號判別是否有重複計算，並可依據電號至台電網站直接查詢近 12 期用電量。因此本表最重要的為電號必填，其餘缺漏數據可能可以由表單彙整人員自行蒐集。

5. 車輛資料及能源使用情形調查表（P9905 表）

P9905 表車輛資料及能源使用情形調查表。港務局單位務必填寫，承租廠商若有使用車輛者亦請填寫。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。車輛定義為向監理單位登記、領有牌照之車輛，無牌照之拖運車輛列為機具。

車牌號碼：以車牌號碼作為索引，避免漏列或重複計算。

車種：包括大貨車、大客車、小客車、小貨車、二行程機車、四行程機車等。

出廠年份：行照上之出廠年月。

全年使用里程數：若無資料請填寫無資料。

耗用能源：請註明使用之油品種類，包括無鉛汽油、酒精汽油、中油超級柴油、台塑環保柴油、普通柴油、LPG、天然氣、電力等。

全年用油量：請將該車全年用油量填入。若為中油契約用戶，中油會每月提供報表，內含各車牌車輛當月用油量，包括油品種類名稱皆詳列。

範疇 3 的港區中業者，若非專屬行駛於港區內的車輛，則需概估在港區的行駛里程數及用油量。港務局所屬車輛則全部需列入溫室氣體計算。使用之油料同樣要詳列全名。

6. 火車資料及能源使用情形調查表（P9906 表）

P9906 表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。

設備名稱：依照台鐵對該火車頭之名稱。

編號：該火車頭之編號。

廠牌：火車頭之廠牌。

型式：該型火車之型式名稱。

引擎廠牌/型式：請註明引擎廠牌及型式。若無資料請填寫「無資料」。

額定馬力：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）。

西元製造年份：請填寫該火車頭之生產年份。

車輛數：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，並於設備耗能欄位則填入所有此型車的累

加量。

全年行駛趟數：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。

耗用能源別：需註明為電力、超級柴油、普通柴油、環保柴油、重油...等燃料別。

全年用電量/用油量：本欄位填寫後，請在單位欄註明為「度」（電力）或「L」（燃油）。

裝卸量/單位：請填寫後註明單位。若無資料，請填寫無資料。

4. 船舶修造廠溫室氣體排放調查表（P9907 表）

P9907 表船舶修造廠溫室氣體排放調查表。由於船舶修造廠與其它單位燃料使用需求不同，甚至可能直接使用到 CO₂ 氣體，因此針對港區船舶修造業者設計能源使用及溫室氣體排放情形調查表。一般乙炔鋼瓶為 3 公斤裝，需向供應商洽詢每支鋼瓶容量，再換算為全年用量。相關資料若缺乏用量紀錄，則需以採購量代替。若未使用則填寫無。

表 4-34 調查表單一覽表

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。

表 4-35 港區用油用電彙整表

P9901表 港區油電用量彙整表

基本資料	1	港區：					
	2	填表人：					
	3	聯絡電話：					
	4	電子郵件：					
能源消耗資料		年度	94年	95年	96年	97年	98年
	1	用電量（度）					
	2	92、95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）						

表 4-36 港勤船舶資料及能源使用情形調查表

P9902表 港勤船舶資料及能源使用情形調查表^{註1}

港口名稱：

資料年度：

填表單位：

填表人：

聯絡電話：

序 號	基本資料		引擎								能源使用情形 ^{註3}		
	船舶種類 (用途)	船舶編號 (船名)	引擎類別	數量	額定馬力 (HP或KW)	單位	廠牌	型式	出廠年份	年使用時數 (小時)	燃料別 ^{註2}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位
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)										

^{註1} 本表用於主要作業區域為港區附近之船舶。^{註2} 請詳細註明為汽油、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）、電力…等^{註3} 若無法區分各型船舶之用水量或工作時數，請合併填寫總量在主引擎一欄即可。

表 4-37 裝卸機具資料及能源使用情形調查表

P9903表 裝卸機具資料及能源使用情形調查表 ^{註1}													
港口名稱：		資料年度：						聯絡電話：					
填表單位：		填表人：											
序 號	設備使用位置 (碼頭)	基本資料						設備耗能					
		設 備 名 稱 (註1)	機具編號	額定馬力(HP或KW)	單位	西元製造 年份	現有數量 (台) ^{註2}	全年使用時間 (台-小時)	使用能源 ^{註3}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位	裝卸量 (公噸、貨櫃數TEU)	單位
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													

註1 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。其它電動或手持機具不需納入（如切割機、打磨機…）

註2 同型機具（相同基本資料）可合併一欄填寫，後續設備耗能也請加總填寫。

註3 請詳細註明為汽油、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）、電力…等

表 4-38 建築設施能源使用情形調查表

P9904表 建築設施能源使用情形調查表註1						
港口名稱：		資料年度：		聯絡電話：		
填表單位：		填表人：				
序 號	基本資料					備註
	單位名稱	電號	建築設施範圍	位置（碼頭）	全年用電量(度)	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

註1：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。

表 4-39 車輛資料及能源使用情形調查表

P9905表 車輛資料及能源使用情形調查表 ^{註1}						
港口名稱：			資料年度：			
填表單位：			填表人：		聯絡電話：	
序 號	基本資料			設備耗能		
	車牌號碼	車種 ^{註2}	出廠年份	全年使用里程數（公里） ^{註3}	耗用能源 ^{註4}	全年用油量(L)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

註1：車輛定義為向監理單位登記、領有牌照之車輛，無牌照之拖運車輛列為機具。
 註2：包括大貨車、大客車、小客車、小貨車、二行程機車、四行程機車等。
 註3：若非專屬行駛於港區內的車輛，請概估在港區的行駛里程數。
 註4：如無鉛汽油、酒精汽油、中油超級柴油、台塑環保柴油、普通柴油、LPG、電力…等

表 4-40 火車資料及能源使用情形調查表

P9906表 火車資料及能源使用情形調查表																
港口名稱：				資料年度：				港區鐵軌長度：								
填表單位：				填表人：				聯絡電話：								
序號	機車頭基本資料									設備耗能						
	設備名稱 ^{註1}	編號	廠牌	型式	引擎廠牌	引擎形式	額定馬力 (HP或KW)	西元製造年份	車輛數 ^{註5}	全年行駛趟數	全年行駛里程	耗用能源別 ^{註2}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位	裝卸量(公噸、TEU)	單位
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

註1：本表提供火車機車頭填寫
 註2：請註明為電力、超級柴油、普通柴油、環保柴油、重油…等燃料別
 註3：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，並於設備耗能欄位則請填入所有此型車的累加量。

表 4-41 船舶修造業者燃料使用情形調查表

P9907表 船舶修造業者燃料使用情形調查表			
基本資料	1	港區：	
	2	公司名稱：	
	3	填表人：	
	4	聯絡電話：	
	5	電子郵件：	
溫室氣體資料	1	公司是否完成溫室氣體盤查？	☐ 是（請直接回答第2題即可） ☐ 否（請跳答第3題）
	2	98年溫室氣體盤查量？（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	98年全年用電量？（度）	
	4	98年全年柴油用油量？（公升）	
	5	98年全年汽油用油量？（公升）	
	6	98年全年乙炔用量？（公斤） ¹	
	7	99年全年二氧化碳用量？（公斤） ¹	
	8	98年其它燃料用量1（請註明： ）	
	9	98年其它燃料用量2（請註明： ）	
	10	98年其它燃料用量3（請註明： ）	
	11	98年其它燃料用量4（請註明： ）	
	12	98年其它燃料用量5（請註明： ）	
	13	98年其它燃料用量6（請註明： ）	
14	98年其它燃料用量7（請註明： ）		
註1：一般乙炔鋼瓶為3公斤裝，請向供應商洽詢每支鋼瓶容量，再換算為全年用量。 註2：上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。			

第五章 未來排放量調查規劃

5.1 調查程序

1. 調查目的

本調查程序擬定係為了建立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。

2. 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。

3. 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

(3)放源範圍

港區溫室氣體調查之排放源界定如表 5-1 所示。

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 5-1 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	●		

5.1.1 調查流程

本程序之調查流程如圖 5.1 所示。

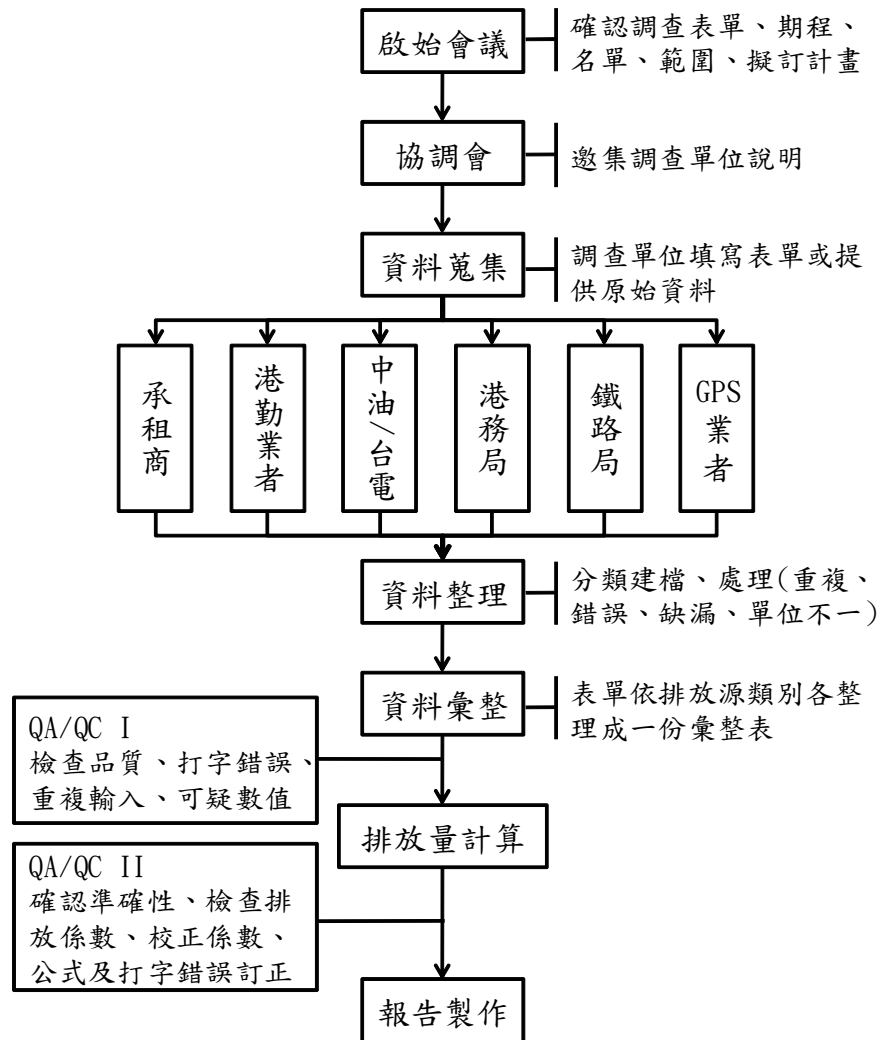


圖 5.1 調查流程圖

5.1.2 起始會議

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：

- 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：

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

5.1.3 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本報告第 4.11 節。

5.1.4 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 5-2 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 5-2 調查項目提供單位一覽表

類別	項目	調查項目	提供單位	表單
場站用電	港務局	電號、年度用電量	各秘書室 機務科 各廠商 台電網站	P9904
	承租商	電號、年度用電量		
裝卸機具	裝卸機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間	港務局機具所、碼頭承租商、裝卸業者	P9903
車輛	公家自有車輛	車種、數量、年度用油量、里程紀錄	秘書室、機具所、工務組、環保組、各承租商	P9905
	承租商自有車			
	重型柴油車	港區平均行駛距離、車速、怠速惰轉時間	GPS 服務公司 文獻資料	-
		貨櫃車進出數量、非貨櫃貨運車進出數量	港務局資訊室、統計科	-
火車		車次、港區行駛里程、載運量	台鐵	P9906
港勤船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港勤科、工務組、民間業者、中油	P9907

5.1.5 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. 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。

5.1.6 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。

5.1.7 排放量計算

計算方法請參考本報告第 4 章。相關使用公式及參數對照表如表 5-3 所示。

表 5-3 各排放源使用公式及參數對照表

排放源/表單	排放量公式	適用範圍	主要所需參數	係數
1.裝卸機具 (P9903 表)	$E = FL \times EF \dots\dots(4-1)$	電力機具	用電度數、年度	表 4-4
	$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots(4-2)$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數	表 4-2
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF \dots\dots(4-3)$	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	$EF = ZH + (DR \times \text{Cumulative Hours}) \dots\dots(4-4)$
2.重型柴油車	$E = Pop \times BER \times Act \times CF \dots\dots(4-7)$	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 4-19
	$E = Pop \times BER \times Act \times CF \dots\dots(4-8)$	怠速惰轉	車輛數、車種、怠速惰轉時間	表 4-19
3.柴油火車頭 (P9906 表)	$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots(4-2)$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數	表 4-2
	$E = Pop \times HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \times CF \dots\dots(4-3)$	柴油火車頭	用油量、油品種類、校正係數	表 4-30
4.遠洋船舶	$E = Energy \times EF \times FCF \dots\dots(5-1)$ $Energy = MCR \times LF \times Act \dots\dots(5-2)$ $LF = (AS/MS)^3 \dots\dots(5-3)$	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
5.港勤船舶 (P9902 表)	$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots(4-2)$	內燃機機具	用油量、油品種類、校正係數	表 4-2
	$E = HP \times Act \times LF \times EF \times FCF \dots\dots(4-5)$	內燃機機具	引擎馬力、工作時數、負載係數、燃料校正係數	表 4-14
6.外購電力 (P9904 表)	$E = FL \times EF \dots\dots(4-1)$		用電度數、年度	表 4-4
7.自有車輛 (P9905 表)	$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots(4-2)$	可取得用油量	用油量、油品種類	表 4-2
	$E = FL \times EF \times FCF \dots\dots(4-2)$	無法取得用油量	車種、里程數、車速、燃油效率	表 4-2、表 4-17

5.1.8 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。

5.1.9 品保品管

本程序建立 2 個品保品管查核點。

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

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

5.2 法規工具建置

鑑於部分資料提供者不願配合，長期而言應有合適的法規工具規範，俾使資料來源無虞，方便定期估算排放量。以高雄港為例，有幾項規範可利用，包括：

1. 高雄港船舶帶解纜業務開放民營申請須知

高雄港在「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」，可在報表中增加用油量、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。

2. 高雄港船舶貨物裝卸承攬業設置管理作業手冊

本作業手冊附件七「自備暨租用機具設備清冊」中，可將本研究相關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。

3. 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。

4. 公務統計報表

各港的統計年報皆是依據制式公務報表製作。未來若由會計室統計科統籌基本資料蒐集業務，則應設置制式公務統計報表，並納入表單編號系統中，未來則可增列於統計年報中，方便各界參考。

可由統計單位負責的調查資料項目歸納有：

➤ 港區用電量

➤ 自動車道貨櫃車進出數

5.3 遠洋船舶推估方法

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, 18-24]，這部分雖未列今年度研究範圍，但未來一定得納入。因此先行蒐集資料，說明遠洋船舶的溫室氣體排放推估方法。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。

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。

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：

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF \dots\dots\dots(5-1)$$

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-hrs 表示。

EF：排放係數，以 g/kW-hrs 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：

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act} \dots\dots\dots(5-2)$$

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 5.2 所示。

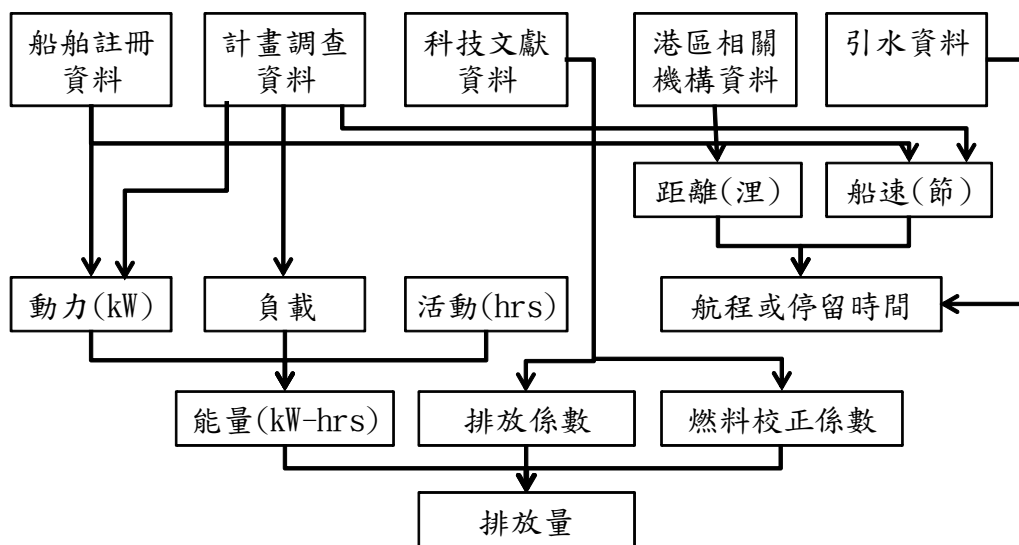


圖 5.2 遠洋船舶排放量推估流程圖

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)^[71]：

$$LF = (AS/MS)^3 \dots\dots\dots(5-3)$$

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。

(2)輔助引擎排放量估算方法

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

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

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

因此輔助引擎的活動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。

(3)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 5-4 所示。

表 5-4 輔助鍋爐消耗能量預設值

船種別	輔助鍋爐消耗能量預設值(kW)		
	海上	港內調度	停泊
汽車船(Auto Carrier)	0	371	371
散裝船(Bulk)	0	109	109
貨櫃船(Container-1000)	0	506	506
貨櫃船(Container-2000)	0	506	506
貨櫃船(Container-3000)	0	506	506
貨櫃船(Container-4000)	0	506	506
貨櫃船(Container-5000)	0	506	506
貨櫃船(Container-6000)	0	506	506
貨櫃船(Container-7000)	0	506	506
貨櫃船(Container-8000)	0	506	506
貨櫃船(Container-9000)	0	506	506
客船(Cruise)	0	1000	1000
一般貨船(General Cargo)	0	106	106
遠洋拖船(Ocean Tug)	0	0	0
其他(Miscellaneous)	0	371	371
冷藏船(Reefer)	0	464	464
駛上駛下船(Ro/Ro)	0	109	109
油船(Tankers-AllBoiler)	0	371	3000
油船(Tankers-Panamax)	0	371	3000
油船(Tankers-Afranax)	0	371	3000
油船(Tankers-Suezmax)	0	371	3000
油船(Tankers-VLCC)	0	371	3000
油船(Tankers-ULCC)	0	371	3000
油船(Tankers(D/E))	0	346	346

資料來源：Puget Sound Maritime Air Forum^[72]

5.4 未來港埠節能減碳相關研究

未來執行之計畫，除了依據本研究建立的方法，以 0 節之程序執行調查外，其它改善調查方法，以及針對各排放源的節能減碳研究方向，說明如後。

5.4.1 本研究未竟之處

1. 重型柴油車

在非貨櫃的重型卡車部分，目前是以各貨種的平均載貨量推估旅次。由於推估而得的排放量最高，若是旅次高估造成，將誤導後續策略擬定。研擬幾項改善推估的方法如表 5-5 所示。衡量各項資源、可行性及準確度，建議採取第 3 項作法。

本年度推估的港區行駛時間、距離、怠速情轉時間，可再進一步分類為貨櫃車及非貨櫃車，並進行實地驗證，確認數據是否與實際相符。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。今年度無法取得進出港口的車籍資料，未能與 GPS 資料比對，確認取樣合理性。未來應補充此方面資料。利用 GPS 定位推算車輛在港區中的平均行駛距離，應屬可行，但本研究所得數據不盡合理，可進一步作實地驗證。

表 5-6 比較了洛杉磯港、環保署及本研究針對重型柴油車參數的調查方法。包括怠速情轉時間、港區行駛車速的調查。相較於環保署，本研究在重型柴油車的推估上應該更為準確。

表 5-5 非貨櫃重型卡車數量推估方法比較

	方法說明	可行性	準確度
1	蒐集所有路口攝影資料，全面調查各散雜貨碼頭車流量。	低。人力耗費高，攝影地點可能有缺漏，且檔案一般只保留幾個月，無法追溯調查。	高
2	蒐集所有路口部分日期攝影資料，換算推估各散雜貨碼頭全年車流量。	中。以少數日期推估全年，誤差較高。且攝影檔案僅保留數月，不一定可得到所需資料。	低
3	蒐集碼頭攝影資料計算車流量，比對靠港船舶裝卸貨量，確認及更新貨車平均載重係數。	高。可針對現有平均載重係數項目進行。但各碼頭不一定有需要的攝影資料。	中
4	派員於路口實地調查車流量，換算為全年車流量。	高，但只能推估當年的車流量，且以少數日期推估全年，誤差較高。	低
5	派員至所有廠商處，調閱派單表，逐一清點數量。	低。耗費的人力資源及工作量過高，無法確認廠商沒有遺漏。且廠商可能資料不全、遺失、不願配合等。	高

表 5-6 重型柴油車相關調查方法比較

調查單位	洛杉磯港 ^[18]	行政院環保署 ^[16]	本研究
怠速惰轉時間	現場訪談、管制站資料	無怠速惰轉時間資料，未計算排放量。	透過 GPS 資料，抽樣統計怠速惰轉時間。
港區車速	現場訪談、模式模擬	自訂假設值。	透過 GPS 資料，抽樣統計港區平均車速。

資料來源：本計畫整理

2. 遠洋船舶

從文獻來看，各港口中，遠洋船舶皆為最大的空氣污染及溫室氣體排放源。本研究限於時間及預算，本年度無法進行實際測試調查，應列入下年度優先研究項目。

港灣研究中心已結合電子海圖，建置完成臺灣海域船舶動態資訊系統，為研究遠洋船舶污染排放之一大優勢，但目前此系統尚未應用在空氣污染研究上。未來可嘗試結合該系統，開發該系統在空氣污染領域上的應用。

3. 漁船

洛杉磯港為百年老港，亦是從漁港發展起，因此目前仍有漁用碼頭。在該港的排放清冊調查中，將商業漁船列在調查的排放清冊中。港勤船的定義是在港區或港區鄰近海域作業之船隻，但以高雄港為例，內有全國最大的遠洋漁港前鎮漁港，船舶航行特性可能與洛杉磯港中的港勤船及遠洋船舶皆不同。本計畫未將漁船涵蓋在調查範圍，未來漁船排放量的調查亦是值得研究的課題。

大型遠洋船舶可能列入臺灣海域船舶動態資訊系統的管制中，小型漁船由於農委會漁船用油補助改以 GPS 定位所得之里程決定補助量，因此都可能有關航行資料。此為值得研究之方向。

4. 逸散源

港區的逸散源包括冷藏設備、室內及汽車空調、飲水機的冷媒逸散，以及化糞池的甲烷逸散。洛杉磯港的調查中，冷媒逸散僅計算室內及汽車空調，且排放量僅 0.2%^[32]，而其餘逸散源並未調查。此部分的排放量因為非常小，依照 ISO 14064 的規定可以不列入，本研究亦未列入調查。但除了範疇 1 的部分外，港區上有許多冷凍貨櫃及冷凍設備。如何評估此部分的逸散量，亦是一個需克服的研究難題。

5. 發電機

各場站、建築應該都有緊急發電機。因為緊急發電機僅在緊急時使用，燃油量很少，因此被忽略不計。由於非經常性支出項目，管理單位很可能沒有留存紀錄，需向會計單位查詢原始油料報帳資料。

5.4.2 節能減碳措施研究

依據排放清冊調查結果，參考現有國外港口的節能減碳措施，可找出排放量較高者可對應的減碳方向，作為未來港埠節能減碳策略的研究方向。表 5-7 為各項已有在國外港口實施或研究過之作法。

表中所列之各項作法，幾乎每一項皆可單獨發展為一執行計畫。由於資源有限，需依據完成後的港埠溫室氣體排放清冊，評估推動的優先順序。

表 5-7 各項排放源減碳措施

序號	排放源	可行措施
1	遠洋船舶	進港減速、岸電、停泊費用減免
2	港勤船舶	岸電、用油管理
3	裝卸機具	油改電、汰舊更新、改裝設備
4	柴油火車頭	汰舊更新
5	重型柴油車	進出/裝卸管理、汰舊更新、改裝設備
6	外購電力	省電燈具/設備、能源管理系統、再生能源
7	自有車輛	汰舊更新、改裝設備、生質燃油

未來四年建議研究方向列在表 5-8 中。年度研究成果可轉移給各港務局，由各港務局自行推動執行。

表 5-8 未來四年研究內容建議

年度	延續四年計畫	港務局計畫
第 1 年	遠洋船舶排放清冊建置方法 柴油卡車排放參數確認 岸電效益評估 港勤船用油管理 港區工廠問卷調查	建立基準年排放清冊 (不含遠洋船舶)
第 2 年	漁船排放清冊建置方法 進港減速、停泊費用減免 排放量改善誘因 法規研擬	更新排放清冊 建立基準年遠洋船舶排放清冊 推動岸電、港勤船用油管理
第 3 年	更新排放調查方法/係數 能源管理系統、改裝、汰舊換新 研究 省能機具規範研究	更新排放清冊 建立基準年漁船排放清冊 可行計畫推動
第 4 年	更新排放調查方法/係數 碳交易和收費機制研究	更新排放清冊 可行計畫推動

1. 第一年計畫

第 1 年執行時，持續發展遠洋船舶排放清冊建置，並進一步確認重型柴油卡車的相關參數。

範疇 1、範疇 2 及遠洋船舶以外排放源可由港埠開始進行調查。

由於國內開始積極推動岸電，有必要盡快評估岸電的節能減碳效益。在岸電未全面採用下，靠港船舶之柴油發電用油量與其噸位間的關係式，宜先建立，並依靠港時間來換算出柴油用量，最終準確估算出使用岸電後，各港全年之 CO₂ 排放削減量。

民間港勤船舶公司的用油管理推動應為較容易推動之工作，亦可以開始進行規劃。

由於港區內工廠一般都已自行建立盤查清冊，應不需港務單位介入。本年度亦可以透過調查蒐集港區已完成盤查之名單，並蒐集盤查結果，一併放入港區整體排放量報告中。

2. 第二年計畫

第2年，調查方法可擴大到漁船部分的研究，包括近海及遠洋漁船。商用漁船又區分為近海及遠洋，二者的界定方式或有不同，亦應在本年度研究中一併釐清。

針對洛杉磯港行之有效的進港減速、停泊費減免的措施進行研究。

在排放量改善誘因方面，研擬本土化方案以提高廠商之意願，以更能有效執行節能減碳。

港務局部分可以開始執行四年計畫第1年的研究成果。

法規研擬應注意未來執行時有關法規、公權力、執行單位、規範等之權責劃分，應予以釐清或建議，以利推動執行。各項措施之實施，一定程度上需有不同面向之配合，例如，法令規範等，因此，建議研究單位所做的研究報告，基於未來可行條件下，應提出對現行法令規章之增修建議，供做參考。

3. 第三年計畫

持續更新排放調查方法及係數。港務局則應持續更新排放清冊。預估執行到第3年，排放清冊更新作業所需時間應該會越來越短。

開始進行能源管理系統、改裝、汰舊換新之研究，評估成效、經費、方案等。

對於所屬機具不同的情況，會有不同的 CO₂ 排放量，可以研究針對機具之節能建議或規範，以朝節能減碳的方向執行。

4. 第四年計畫

持續更新排放調查方法/係數。

進行碳交易和收費機制研究。

港務局除持續定期更新排放清冊外，並可開始推動已完成規劃之可行方案。

第六章 結論與建議

本研究主要目的在建置港埠地區推動節能減碳所需各項基礎資料調查所需程序及表單，提供未來臺灣地區港埠執行資料調查之依據，以因應推動港區節能減碳作業。研究方法係先參考美國洛杉磯港的溫室氣體清冊建立方法，再以高雄港為標的，實際調查各項數據，並整理各項數據來源管道，以建立符合本地現況的調查程序。調查項目包括港勤船舶、裝卸機具、港口進出車輛，並蒐集歐、美、亞、澳重要綠色港口的節能減碳措施，進行案例分析。

本研究成果除建立節能減碳基礎資料調查程序與表單，提供各港務局及相關單位做碳排放調查流程之依據外，所蒐集之國外先進港埠推動節能減碳之經驗，亦可提供國內港埠擬定推動節能減碳措施參酌及應用於本所「運輸部門因應氣候變遷之政策評估決策支援系統」等後續相關研究。

6.1 結論

1. 本研究建立之各項溫室氣體排放推估所需基礎資料調查表單，經測試可行，可用於未來擴大辦理調查之用。
2. 本研究建立之方法涵蓋範疇一及範疇二排放源，及範疇三的陸域及港勤船舶部分。本方法範圍依據商港法界定為：「在商港區域內，為便利船舶出入、停泊、貨物裝卸、倉儲、駁運作業、服務旅客之水面、陸上、海底及其他之一切有關設施。區域內之漁業、軍事、工業、船舶拆解及其它特定用途之專業區，以及加工出口區、自由貿易區等部分則排除之。」
3. 港務局提供之用電量資料可包含絕大部分用電量，但部分承租商會另行申請電號。因此需全面普查，才能完整蒐集用電量資料。

4. 貨櫃裝卸機具資料較完備，資料蒐集容易，完整性高。散雜貨裝卸機具由多單元組成，主要皆是用電，但缺乏獨立電表。且提供規格多為每小時裝卸噸數，工作時數以作業員操作時間為主，而非各單元作業時間，因此無法有效推估其碳排放量。因仍含在總用電量中，因此推估溫室氣體排放量是並未遺漏，但無法單獨列出排放量。
5. 港勤船舶仍以港務局所屬為主，民營業者提供資料之配合度較差，蒐集之資料無法完備。海巡署無法提供細部資料，因此無法評估海巡船舶在港區範圍內的排放量。
6. 高雄港務局所屬汽油車輛，皆依規定添加 E3 酒精汽油，計算排放量時應注意修正。目前僅北高二市提供 E3 酒精汽油，其餘港口所在地尚未提供。因此未來填報時應特別註明汽油類別。
7. 進出港口貨運車輛使用之里程數採用行政院環境保護署數值，貨櫃車進出數採用自動車道統計資料，但未能保證沒有遺漏；未經自動車道的一般貨車數量以年度港口進出口貨運量推估。納入怠速情轉排放量計算，發現高雄港貨運車輛怠速的溫室氣體排放量，約為行駛間排放量的 1/3~1/4。
8. 港口的鐵路運量很低，表單所需內容涉及多單位，油量可能包含其它路線使用之消耗，不易單獨區分油量。機車頭作業時數亦缺乏資料。
9. 高雄港範疇一&範疇二合計，最大排放源為港勤船。

6.2 建議

1. 本研究不足之處，應納入未來研究範圍。包括遠洋船舶排放量、重型柴油車數量及參數評估精確度、漁船排放量等。
2. 排放量推估調查名義上應由港務局主導，並明訂規章規範，方便以明文規定方式要求相關廠商提供資料，並可摒除廠商關於洩密的疑慮。

3. 每年年度調查開始前，應先召集港務局各單位及各相關承租廠商舉辦說明會，溝通觀念，建立聯絡網，利於承辦人員交流聯繫。
4. 調查方法應持續改進更新，納入最新研究成果。
5. 本研究已整理出各排放源相對應之減量策略，可依據排放源排放量大小，選定研究的優先次序。
6. 輔導港勤公司建立油品管理機制，俾便評估用油效率，利於以合理管理方式減少能源消耗。
7. 協調中油，在客戶授權下，提供客戶年度總用油量。比照台電提供用電分析給客戶進行用電管理之模式，可簡化用油資料蒐集程序。
8. 與行政院環境保護署建立溝通及合作平台，共享排放量推估相關資料，減少作業單位填報資料負擔。
9. 行政院環境保護署在港區直接排放源的推估工作資料蒐集較為完備，尤其是遠洋船舶排放推估著力甚深，資料較完備，但未納入陸上電力使用部分。交通部的運輸部門在建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台上，在海運船舶上仍為空白，因此建議整合二者的資料，建立一完備的海運部門溫室氣體排放資料庫。
10. 未來相關數據累積更為完備後，可進一步發展本土係數，讓排放量推估更加趨近真實。推估方法亦應逐年檢討，使推估程序更為完備。

參考文獻

1. 行政院環境保護署溫減管理室網站
(<http://ivy5.epa.gov.tw/enews/Newsdetail.asp?InputTime=0981221164324>)
2. 推動臺灣參與氣候變化綱要公約網站
(http://unfccc.epa.gov.tw/unfccc/chinese/04_efforts/018_strategy.html)
3. 行政院環境保護署網站
(<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=12379&path=12405&guid=5c2aad3c-ff22-47a2-b1e4-8df8b68167e0&lang=zh-tw>)
4. 蕭慧娟，「臺灣溫室氣體減量政策及行動」簡報，行政院環境保護署，民國 99 年。
5. 產業溫室氣體資訊網，我國溫室氣體減量法架構與規劃
(<http://iggic.estc.tw/feature/printable.asp?id=1037>)
6. 立法院法律系統網站，能源管理法立法紀錄
([http://lis.ly.gov.tw/lgcgi/lglaw?@53:1804289383:f:NO%3DB01943*%20AND%20NO%3DA2%24%246\\$\\$\\$PD](http://lis.ly.gov.tw/lgcgi/lglaw?@53:1804289383:f:NO%3DB01943*%20AND%20NO%3DA2%24%246$$$PD))
7. 立法院法律系統網站，能源管理法法律現行條文
(<http://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=J0130002>)
8. 節能標章全球資訊網，節能標章公告
(<http://www.energylabel.org.tw/news/news/list.asp>)
9. 經濟部能源局網站
(http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?PageId=l_all_03)
10. 經濟部能源局網站
(<http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/all/LAllMain.aspx?Pa>)

geId=l_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),“2006 Expanded Greenhouse Gas Inventory”(2009).
20. Port of Los Angeles (POLA),“2007 Expanded Greenhouse Gas Inventory”(2010).
21. Port of Los Angeles (POLA),“2008 Expanded Greenhouse Gas Inventory”(2010).
22. USEPA,“Current Methodologies in Preparing Mobile Source

- Port-Related Emission Inventories”(2009).
23. POLB, “2006 Air Emissions Inventory”(2008).
24. The Port Of San Diego , “The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory”(2008).
25. 中華人民共和國交通運輸部網站
(<http://gkpc.moc.gov.cn/ShowNews.asp?ID=336>)
26. 中華人民共和國國家標準 GB/T 21339-2008 網站
(<http://www.51zbz.com/biaozhun/110527.html>)
27. 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。
28. 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。
29. 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。
30. Eddy Huang, “Emissions Reduction and Technology Advancement,” Second Symposium on Global Emerging Environmental Challenges and Government Responses, November 6-9, CA(2009).
31. Bonneville Power Administration, “A Guidebook for Performing Walk-Through Energy Audits of Industrial Facilities”(2006).
32. The Port of Los Angeles, California Climate Action Registry Greenhouse Gas Emissions Inventory Calendar Year 2007, Dec., 2008
33. 產業溫室氣體資訊網，<http://iggic.estc.tw/news/intro01.asp?id=1035>
34. TURKISHMARITIME ,
http://www.turkishmaritime.com.tr/news_detail.php?id=7543&uniq_id

=1291025782

35. 交通部，2010 年港口國管制論壇，臺北，2010 年 7 月 5 日
36. CARB, Port of Los Angeles(POLA), POLB,“San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan”(2006).
37. 邵超峰、鞠美庭、胡翠娟 張生光等，「長灘港綠色港口建設經驗與啟示」，南開大學環境科學與工程學院，民國 98 年。
38. 盧勇、胡旻，「美國貨櫃港口的減排實踐與經驗」，上海交通大學船舶海洋與建築工程學院，民國 97 年。
39. Emissions Reduction and Technology Advancement,“Eddy Huang, Tetra Tech Inc”(2009).
40. 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。
41. 珠江三角洲空氣質素管理及監察專責小組，「江三角洲地區空氣質素管理計劃」香港特區的強化防治措施措施，民國 97 年。
42. 蛇口貨櫃碼頭有限公司網站
(<http://www.sctcn.com/big5/environment/index.aspx?menuid=02120103>)
43. 香港思匯政策研究所，「綠色港口：香港和深圳船舶及港口相關的廢氣減排」報告，民國 97 年。
44. 洋山保稅港區網站
(http://ysftpa.gov.cn:8080/ssg/main?main_colid=180&father_id=180&main_artid=3664)
45. 中國水運研究網
(<http://www.zgsyzz.com/Article/ShowInfo.asp?ID=994>)
46. 中國航務週刊及航貿網
(<http://info.jctrans.com/news/hyxw/2010513879941.shtml>)
47. 中央政府門戶網站
48. 鞠美庭，方景清，邵超峰等編著，「港口環境保護與綠色港口建設」，北京：化學工業出版社，民國 99 年。

49. 人民網天津視窗
(<http://www.022net.com/2009/6-2/442755122715153.html>)
50. 煤炭網
(http://www.coal.com.cn/Gratis/2005-5-12/ArticleDisplay_102314.shtml)
51. 上海國際航運研究中心，「節能環保努力打造低碳綠色青島港」報告，民國 99 年。
52. 深圳港口協會，「港口節能減排的措施與建議」，民國 98 年。
53. 楊正行，「航運業在全球氣候變遷下提昇綠色競爭力之研究」，陽明海運(股)公司，民國 99 年。
54. 新聞晨報
(<http://news.sina.com.cn/expo2010/2010-07-14/080717802717s.shtml>)
55. Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009, p148(2010).
56. 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」，民國 99 年。
57. 上海交大網站(<http://www.ce5e.cn/show.php?contentid=39676>)
58. California Air Resources Board, “Proposed Emission Reduction Plan for Ports and Good Movement in California” , Sacramento, California (2006).
59. 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。
60. 臺灣電力公司網站(<http://www.taipower.com.tw/quickLink/co2.htm>)
61. Port of Los Angeles(POLA), “ Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions-2009, ”p148-p158,(2010).
62. 中油公司網站
(http://www.cpc.com.tw/big5_BD/tmtd/ListPrice/ShowListPrice.asp?no=37&showtype=1)
63. 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)

64. 經濟部能源局焦點新聞網頁

(<http://www.moeaboe.gov.tw/news/newsdetail.aspx?no=03&serno=00897>)

65. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC),“Climate Change 1996 ”(1996 年).

66. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) ,“Climate Change 2001 ”(2001).

67. Intergovernmental Panel on Climate Change(IPCC) ,“Climate Change 2007 ”(2007).

68. The Port of San Diego 2006 Emissions Inventory, “The Port of sandiego” (2008).

69. 交通部 MTNet 航港單一窗口服務平台網站

(<https://web02.mtnet.gov.tw/>)

70. 高雄港務局網站

(<http://www.khb.gov.tw/file/InformBreaker/2324/6-5-1.htm>)

71. Man B&W, “Basic Principles of Ship Propulsion”(1990).

72. Puget Sound Maritime Air Forum(2007).

附錄一

調查表格填寫範例

P9902表 港勤船舶資料及能源使用情形調查表^{註1}

港口名稱：高雄港

資料年度：民國98年

填表單位：瑩諮科技股份有限公司

填表人：許真瑜

聯絡電話：(07)815-1591

序 號	基本資料		主引擎							能源使用情形 ^{註3}			
	船舶種類 (用途)	船舶編號 (船名)	引擎類別	數量	額定馬力 (HP或KW)	單位	廠牌	型式	出廠年份	年使用時數 (小時)	燃料別 ^{註2}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位
1	大拖船	161號	主引擎	2	4460	KW	DEUTZ	SBV8M628	90.10	2153	海運重柴油	362300	KW
			輔助引擎	2	312	KW	CATERPILLAR	3304	90.10	247	海運重柴油	57900	KW
2	潛水船	162號	主引擎	2	410	KW	VOLVO	TAMD165A	96.04	350	海運輕柴油	14730	KW
			輔助引擎	2	28	KW	KOHLER	4TNV84T-G	96.04	48	海運輕柴油	2200	KW
3	測量船	163號	主引擎	2	448	KW	瑞典 VOLVO	D16MH	99.01	100	海運輕柴油	2300	KW
			輔助引擎	2	55	KW	YANMAR*2	4TNV84T-GKM	99.01	22	海運輕柴油	150	KW
4	渡船	164號	主引擎	2	544	KW	CATER	6缸柴油機	93.10	2318	海運輕柴油	65600	KW
			輔助引擎	2	198	KW	CATER	A'C	93.10	300	海運輕柴油	7000	KW
5	拖船	165號	主引擎	2	1342	HP	日本鈴木	6BG1TC	82.11	250	海運輕柴油	96	HP
			輔助引擎	2	182	HP	日本鈴木	3YD	82.11	50	海運輕柴油	15	HP
6			主引擎										
			輔助引擎										
7			主引擎										
			輔助引擎										
8			主引擎										
			輔助引擎										
9			主引擎										
			輔助引擎										
10			主引擎										
			輔助引擎										

註1 本表用於主要作業區域為港區附近之船舶。

註2 請詳細註明為汽油、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）、電力…等

註3 若無法區分各型船舶之用油量或工作時數，請合併填寫總量在主引擎一欄即可。

P9903表 裝卸機具資料及能源使用情形調查表 ^{註1} (範例)													
港口名稱：高雄港			資料年度：民國98年										
填表單位：瑩諮科技股份有限公司			填表人：許真瑜				聯絡電話：(07)815-1591						
序 號	設備使用位置 (碼頭)	基本資料						設備耗能					
		設 備 名 稱 (註1)	機具編號	額定馬力(HP或KW)	單位	西元製造 年份	現有數量 (台) ^{註2}	全年使用時間 (台-小時)	使用能源 ^{註3}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位	裝卸量 (公噸、貨櫃數TEU)	單位
1	1	橋式起重機	GC-01-02	750	KW	1991	2	3030	電力	940000	度	153000	TEU
2	2	卸氣臂	J-01-02	2000	HP	1983	2	3690	電力	940000	度	6300000	TEU
3	3	拖車頭	YT01-05	132	HP	1999	5	51028	柴油	206998	公升	178000	TEU
4	4	空櫃堆高機	FL-01-02	3500	HP	2006	2	3460	柴油	28008	公升	100102	TEU
5	5	門式起重機	TT01-08	2500	HP	1996	8	36106	柴油	722120	公升	300000	TEU
6	6	雙軌架空式起重機	OHC-01-03	4000	HP	1991	3	50	電力	100	度	200000	TEU
7	7	堆高機	FT-01-03	1200	KW	2006	3	1932	超級柴油	1000	公升	100000	TEU
8	9	跨載機	SC-01-05	2000	KW	1998	5	13479	超級柴油	2000	公升	300000	TEU
9													
10													

註1 本表填寫含含車輛以外的各式裝卸機具，如起重機、搬運機具、堆高機等。其它電動或手持機具不需納入（如切割機、打磨機…）

註2 同型機具（相同基本資料）可合併一欄填寫，後續設備耗能也請加總填寫。

註3 請詳細註明為汽油、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）、電力…等

P9904表 建築設施能源使用情形調查表 ^{註1} (範例)						
港口名稱：高雄港 資料年度：民國98年 填表單位：瑩諮科技股份有限公司 填表人：許真瑜 聯絡電話：(07)815-1591						
序 號	基本資料					
	單位名稱	電號	建築設施範圍	位置(碼頭)	全年用電量(度)	備註
1	棧埠管理處	11-24-4300-00-2	第1貨櫃中心	1	100000	
2	棧埠管理處	11-49-5550-00-7	第2貨櫃中心~第5貨櫃中心	2-5	200000	
3	船舶機械修造廠	18-45-6994-00-8	修造廠	7	150000	
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

註1：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。

P9905表 車輛資料及能源使用情形調查表 ^{註1} (範例)						
港口名稱：高雄港 資料年度：民國98年 填表單位：瑩諮科技股份有限公司 填表人：許真瑜 聯絡電話：(07)815-1591						
序 號	基本資料			設備耗能		
	車牌號碼	車種 ^{註2}	出廠年份	全年使用里程數(公里) ^{註3}	耗用能源 ^{註4}	全年用油量(L)
1	AA-111	小客貨車	2006	6089	92無鉛汽油(E3)	1184
2	BB-222	小客貨車	2007	2905	92無鉛汽油	631
3	CC-333	大貨車	2005	3192	台塑環保柴油	1432
4	DD-444	小貨車	1997	2150	超級柴油	331
5	FF-555	小貨車	2009	4106	超級柴油	527
6						
7						
8						
9						
10						

註1：車輛定義為向監理單位登記、領有牌照之車輛，無牌照之拖運車輛列為機具。
 註2：包括大貨車、大客車、小客車、小貨車、二行程機車、四行程機車等。
 註3：若非專屬行駛於港區內的車輛，請概估在港區的行駛里程數。
 註4：如無鉛汽油、酒精汽油、中油超級柴油、台塑環保柴油、普通柴油、LPG、電力…等

P9906表 火車資料及能源使用情形調查表(範例)

港口名稱：高雄港

資料年度：民國98年

港區鐵軌長度：12.1公里

填表單位：登諮科技股份有限公司

填表人：許真瑜

聯絡電話：(07)815-1591

序號	機車頭基本資料								設備耗能							
	設備名稱 ^{註1}	編號	廠牌	型式	引擎廠牌	引擎形式	額定馬力 (HP或KW)	西元製造年 份	車輛數 ^{註5}	全年行駛趟數	全年行駛里程	耗用能源別 ^{註2}	全年用油量(L) 或用電量(度)	單位	裝卸量(公 噸、TEU)	單位
1	柴電機車	R20型	GM	R20型	GM	V型	1310HP	1961	52	1000	20000	柴油	60000	公升	200000	公升
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

註1：本表提供火車機車頭填寫

註2：請註明為電力、超級柴油、普通柴油、環保柴油、重油…等燃料別

註3：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，並於設備耗能欄位則請填入所有此型車的累加量。

附錄二

工作檢討會議資料

「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」工作簡報

99 年 7 月 19 日

一、 國外港口資料蒐集及案例分析

(一)搜尋國內外資料庫

1. 國科會計畫、環保署計畫、GRB 資料庫
2. 全國博碩士論文、全國期刊聯合目錄、會議資料庫
3. 新聞資料庫
4. Google 搜尋引擎，百度搜尋引擎
5. 國外特定資料庫

(二)搜尋國內外特定網站

1. 工業局、能源局
2. 美國能源部、美國環保署
3. 標的港口網站

(三)國外合作顧問公司提供資料

(四)關鍵字

1. 節能減碳、港埠、綠色港埠、溫室氣體、船舶
2. Green port, green harbor, energy conservation, energy saving, carbon reduction

二、 節能減碳資料調查方法建置資料蒐集

(一)現有相關法規、機制調查

1. 能源局

2. 環保署

(二)高雄港基本資料調查

1. 現有機具種類清單

2. 現有土地使用清單及主管單位

(三)高雄港現有管理機制調查

1. 現有能源使用管理情形

2. 是否屬於法定能源大戶

(四)研擬調查程序、表單

三、 協調、拜訪單位

(一)經濟部能源局（能源大戶、公家機關及學校）

(二)財團法人臺灣綠色生產力基金會（能源局委辦單位）

(三)高雄港務局

勞安環保組、秘書室、機務組、港務組、其它單位

(四)港警所

(五)台鐵臨港線

(六)中鋼、台電

(七)專用碼頭承租商

四、 調查內容

(一)基本資料調查

1. 港區機構及土地使用清單

2. 機具種類清單

3. 港勤船舶種類清單

(二) 節能減碳基礎資料調查

類別	項目	調查項目	調查對象	調查管道
廠房、建築、場區	行政區	年度用電量、樓地板面積	港務局單位	港務局
			公家單位	能源局、綠基會
			國營事業單位	該單位
			民營單位	該單位
	作業區	年度用電量、作業量	港務局所屬區域	港務局、能源局
			民間公司承租區	各公司
	公共設施	用電量、設施數量	港務局	港務局、台電
	工廠	溫室氣體排放量/年用電用油量	港務局所屬工廠	港務局
			國營事業工廠	各工廠、能源局提供
			民營工廠	各公司、能源局提供
機具	固定式/移動式機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間/距離	港務局單位	港務局
			國營事業單位	該單位
			港勤單位	該單位
			民營單位	該單位
車輛	公家車輛	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	港務局單位	港務局提供＋現場調查
			公家單位	各單位提供＋現場調查
			國營事業單位	各單位提供＋現場調查
	私人車隊		民營公司用車	各單位提供＋現場調查
			運輸車隊	各單位提供＋現場調查
	非特定車輛	港區平均行駛距離、車籍資料	私人通勤用車、郵務車、計程車、訪客車輛…	港警協助現場調查
	火車	車次、港區行駛里程	港務局/台鐵	請港務局/台鐵提供資訊
船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港務局	各單位提供＋現場調查
			海巡署	各單位提供＋現場調查
			民營港勤業者	各單位提供＋現場調查
			關稅局	各單位提供＋現場調查
			公共載客船舶	高雄市公共車船管理處

五、工作進度

	工作項目/週次	7月				8月					9月			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一、節能減碳	1.建置相關單位通訊錄	●												
	2.拜訪高雄港主管部門	●	●											
	3.了解港埠組織架構（網頁資料，現場拜訪）	●	●											
	4.調查現有用電、用油相關表單		●	●										
	5.蒐集港區碼頭、機具資料		●	●										
	6.訂定調查程序、方法及表單		●	●	●									
	7.協調港警配合調查不特定車輛		●	●	●									
	8.接洽台鐵調查港區車次及里程		●	●	●									
	9.實際調查					●	●	●	●					
二、案例分析	• 向林博、EDDY索取資料		●	●										
	• 國內外文件搜尋		●	●	●									
	• 國外特定港口網路搜尋					●	●	●						
	• 撰寫分析報告							●	●	●				
	期末報告									●	●	●	●	●

「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」工作簡報

99 年 8 月 3 日

一、國外港口資料蒐集及案例分析

(一)搜尋國內外資料庫

1. 環保署計畫、GRB 資料庫完成搜尋，國科會計畫尚未。
2. 全國博碩士論文、全國期刊聯合目錄、會議資料庫（搜尋中）
3. 新聞資料庫（搜尋中）
4. Google 搜尋引擎，百度搜尋引擎（尚未）
5. 國外特定資料庫（尚未）

(二)搜尋國內外特定網站

1. 工業局、能源局（已完成）
2. 美國能源部、美國環保署（進行中）
3. 標的港口網站（進行中）

(三)國外合作顧問公司提供資料(已完成 San Diego Unified Port, The Port of Long Beach, The Port of Los Angeles)

(四)關鍵字

1. 節能減碳、港埠、綠色港埠、溫室氣體、船舶
2. Green port, green harbor, energy conservation, energy saving, carbon reduction

二、節能減碳資料調查方法建置資料蒐集

(一)現有相關法規、機制調查

1. 能源局（已完成）
2. 環保署（已完成）

(二)高雄港基本資料調查

1. 現有機具種類清單
2. 現有土地使用清單及主管單位

(三)高雄港現有管理機制調查

1. 現有能源使用管理情形（已完成）
2. 是否屬於法定能源大戶（已完成）

(四)研擬調查程序、表單（進行中）

三、協調、拜訪單位

(一)經濟部能源局（能源大戶、公家機關及學校）（已完成）

(二)財團法人臺灣綠色生產力基金會（能源局委辦單位）（已完成）

(三)高雄港務局

(四)勞安環保組（已完成）、秘書室、機務組、港務組、業務組、其它單位

(五)港警所

(六)台鐵臨港線（高雄臨港線已不使用）

(七)中鋼、中油、台電

(八)專用碼頭承租商

四、調查內容

(一)基本資料調查

1. 港區機構及土地使用清單
2. 機具種類清單(已建立，待最後確認)

3. 港勤船舶種類清單（已建立，待最後確認）

(二) 節能減碳基礎資料調查

類別	項目	調查項目	調查對象	調查管道
廠房、建築、場區	行政區	年度用電量、樓地板面積	港務局單位	港務局
			公家單位	能源局、綠基會
			國營事業單位	該單位
			民營單位	該單位
	作業區	年度用電量、作業量	港務局所屬區域	港務局、能源局
			民間公司承租區	各公司
	公共設施	用電量、設施數量	港務局	港務局、台電
	工廠	溫室氣體排放量/年用電用油量	港務局所屬工廠	港務局
			國營事業工廠	各工廠、能源局提供
			民營工廠	各公司、能源局提供
機具	固定式/移動式機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間/距離	港務局單位	港務局
			國營事業單位	該單位
			港勤單位	該單位
			民營單位	該單位
車輛	公家車輛	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	港務局單位	港務局提供＋現場調查
			公家單位	各單位提供＋現場調查
			國營事業單位	各單位提供＋現場調查
	私人車隊		民營公司用車	各單位提供＋現場調查
			運輸車隊	各單位提供＋現場調查
	非特定車輛	港區平均行駛距離、車籍資料	私人通勤用車、郵務車、計程車、訪客車輛...	港警協助現場調查
	火車	車次、港區行駛里程	港務局/台鐵	請港務局/台鐵提供資訊
船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港務局	各單位提供＋現場調查
			海巡署	各單位提供＋現場調查
			民營港勤業者	各單位提供＋現場調查
			關稅局	各單位提供＋現場調查
			公共載客船舶	高雄市公共車船管理處

五、工作進度

		7月				8月					9月			
	工作項目/週次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一、節能減碳	1.建置相關單位通訊錄	●												
	2.拜訪高雄港主管部門	●	●											
	3.了解港埠組織架構（網頁資料，現場拜訪）	●	●											
	4.調查現有用電、用油相關表單		●	●										
	5.蒐集港區碼頭、機具資料		●	●										
	6.訂定調查程序、方法及表單		●	●	●									
	7.協調港警配合調查不特定車輛		●	●	●									
	8.接洽台鐵調查港區車次及里程		●	●	●									
	9.實際調查					○	○	○	○					
二、案例分析	1.向林博、EDDY索取資料		●	●										
	2.國內外文件搜尋		●	●	●	○								
	3.國外特定港口網路搜尋					○	○	○						
	4.撰寫分析報告							○	○	○				
三、	1.期末報告									○	○	○	○	○

「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」工作簡報

99 年 8 月 25 日

一、工作摘要

大類	分項工作	細項工作	完成情形	備註
一、國外港口資料蒐集及案例分析	(一) 搜尋國內外資料庫	1. 國科會計畫	OK	
		2. 環保署計畫	OK	取得港區空污排放清冊建置期末報告
		3. GRB 資料庫	OK	取得開南大學計畫資料
		4. 全國博碩士論文	OK	
		5. 全國期刊聯合目錄	OK	
		6. 會議報告資料庫	持續進行中	
		7. 新聞資料庫	進行中	
		8. Google 搜尋引擎	進行中	
		9. 百度搜尋引擎	進行中	
		10. 國外特定資料庫	進行中	
	(二) 搜尋國內外特定網站	1. 工業局	進行中	
		2. 能源局	OK	
		3. 美國能源部	進行中	
		4. 美國環保署	OK	取得 USEPA、LA 港口調查相關資料
		5. 標的港口網站 (洛杉磯)	進行中	已取得部分資料，擬增加蒐集上海港資料
		6. 標的港口網站 (香港)	進行中	
		7. 標的港口網站 (新加坡)	進行中	
		8. 環保署網站	OK	
		9. 其它	進行中	完成大陸交通部資料蒐集
	(三) 國外合作顧問公司提供資料	洛杉磯港、亞洲港口相關資料	進行中	擬增加蒐集上海港資料
	(四) 案例分析		尚未	
二、節能減碳資料調查方法建	(一) 現有相關法規、機制調查	1. 能源局	OK	
		2. 環保署	OK	

大類	分項工作	細項工作	完成情形	備註
置資料蒐集	(二)高雄港基本資料調查	1.現有機具種類清單	進行中	完成港務局，民營單位待查。
		2.現有土地使用清單及主管單位	進行中	待發文
	(三)高雄港現有管理機制調查	1.現有能源使用管理情形	OK	
		2.是否屬於法定能源大戶	OK	非屬法定能源大戶
	(四)研擬調查程序、表單	1.調查程序 SOP	進行中	修訂中。機具、港勤船已完成，車輛部分因方式未定，尚待確認。
		2.調查表單	進行中	
三、協調、拜訪單位	(一)經濟部能源局	能源大戶、公家機關及學校相關事宜洽詢	OK	待取得承租土地名單後發文。
	(二)財團法人臺灣綠色生產力基金會	能源局委辦單位	OK	
	(三)高雄港務局	1.勞安環保組	OK	
		2.機務組	OK	
		3.港務組	OK	
		4.業務組	OK	待發文索取承租戶資料、車輛進出資料
		5.秘書室		
	(四)港警所		OK	無資料可提供、待發文送調查計畫
	(五)台鐵臨港線		進行中	待發文，高雄港無，需查臺中港。
	(六)工業碼頭承租業者	1.中鋼	OK	待發文
		2.台電	OK	碼頭現無作業
		3.中油	OK	無碼頭機具
	(七)專用碼頭承租商	1.長榮	進行中	本週開始民營公司拜訪調查
		2.陽明	進行中	
		3.東森國際	進行中	
		4.高群裝卸股份有限公司	進行中	
四、調查內容	(一)基本資料調查	1.港區機構及土地使用清單	進行中	待發文
		2.機具種類清單	進行中	港務局所屬部分已確認，民營待查。
		3.港勤船舶種類清單	OK	清單已取得
	(二)節能減碳基礎資料調查		進行中	
	(三)港區排放清冊		OK	已取得環保署 98 年排放清冊

二、資料調查

類別	項目	調查項目	調查對象	調查管道	完成情形	備註
廠房、建築、場區	行政區	年度用電量、樓地板面積	港務局單位	港務局	進行中	樓地板面積待確認
			公家單位	能源局、綠基會	進行中	待取得土地使用名單
			國營事業單位	該單位	進行中	
			民營單位	該單位	進行中	
	作業區	年度用電量、作業量	港務局所屬區域	港務局、能源局	OK	已確認可由港務局直接提供，資料整理中。
			民間公司承租區	各公司	OK	
	公共設施	用電量、設施數量	港務局	港務局、台電	OK	
	工廠	溫室氣體排放量/年用電用油量	港務局所屬工廠	港務局	OK	
			國營事業工廠	各工廠、能源局提供		考慮排除本項目。
			民營工廠	各公司、能源局提供		
機具	固定式/移動式機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間/距離	港務局單位	港務局	OK	
			國營事業單位	該單位	進行中	待發文
			港勤單位	該單位	進行中	民營部分本週開始調查
			民營單位	該單位	進行中	碼頭承租公司本週開始調查
車輛	公家車輛	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	港務局單位	港務局提供＋現場調查	OK	已確認可提供，資料整理中。
			公家單位	各單位提供＋現場調查	進行中	待取得土地使用名單
			國營事業單位	各單位提供＋現場調查	進行中	待取得土地使用名單
	私人車隊		民營公司用車	各單位提供＋現場調查	尚未進行	
			運輸車隊	各單位提供＋現場調查	進行中	本週開始訪查

類別	項目	調查項目	調查對象	調查管道	完成情形	備註
	非特定車輛	港區平均行駛距離、車籍資料	私人通勤用車、郵務車、計程車、訪客車輛…	港警協助現場調查		考慮排除本項目。
	火車	車次、港區行駛里程	港務局/台鐵	請港務局/台鐵提供資訊	進行中	待發文台鐵臺中段
船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港務局	各單位提供+現場調查	完成	
			海巡署	各單位提供+現場調查	尚未進行	
			民營港勤業者	各單位提供+現場調查	進行中	本週開始訪查
			關稅局	各單位提供+現場調查	尚未進行	
			公共載客船舶	高雄市公共車船管理處	尚未進行	

三、工作進度

		7月				8月					9月				10月			
	工作項目/週次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
一、節能減碳	1.建置相關單位通訊錄	●																
	2.拜訪高雄港主管部門	●	●															
	3.了解港埠組織架構（網頁資料，現場拜訪）	●	●															
	4.調查現有用電、用油相關表單		●	●	●	●												
	5.蒐集港區碼頭、機具資料		●	●	●	●	●	●	○	○	○	○						
	6.訂定/修訂調查程序、方法及表單		●	●	●	●			○	○	○							
	7.協調港警配合調查不特定車輛		●	●	●	●	●											
	8.接洽台鐵調查港區車次及里程					●	●	●	○									
	9.實際調查								●	○	○	○	○	○				
二、案例分析	1.向國外合作公司索取資料		●	●	●	●	●	●	●	○	○							
	2.國內外文件搜尋		●	●	●	●	●	●	●	○								
	3.國外特定港口網路搜尋					●	●	●	●	○								
	4.撰寫分析報告									○	○	○	○	○				
三、	1.期末報告														○	○	○	○
四、	座談會														○	○	○	○

「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」工作簡報

99 年 9 月 29 日

一、工作摘要

大類	分項工作	細項工作	完成情形	備註
一、國外港口資料蒐集及案例分析	(一)搜尋國內外資料庫		OK	
	(二)搜尋國內外特定網站	1.工業局	進行中	
		2.能源局	OK	
		3.美國能源部	OK	
		4.美國環保署	OK	取得 USEPA、LA 港口調查相關資料
		5.標的港口網站（洛杉磯）	OK	
		6.標的港口網站（香港、新加坡）	OK	
		7.標的港口網站（歐洲）	OK	
		8.環保署網站	OK	
		9.其它（大陸港口）	OK	完成大陸交通部資料蒐集
	(三)國外提供資料		OK	
	(四)案例分析		進行中	
二、節能減碳資料調查方法建置資料蒐集	(一)現有相關法規、機制調查	1.能源局	OK	
		2.環保署	OK	
	(二)高雄港基本資料調查	1.現有機具種類清單	OK	
		2.現有土地使用清單及主管單位	進行中	部分取得
	(三)高雄港現有管理機制調查	1.現有能源使用管理情形	OK	
		2.是否屬於法定能源大戶	OK	非屬法定能源大戶
	(四)研擬調查程序、表單	1.調查程序 SOP	修訂中	表單已完成，SOP 修訂中。
		2.調查表單	OK	

大類	分項工作	細項工作	完成情形	備註
三、協調、拜訪單位	(一)經濟部能源局	能源大戶、公家機關及學校相關事宜洽詢	OK	港務局同意提供，但實際僅提供航商資料。
	(二)財團法人臺灣綠色生產力基金會	能源局委辦單位	OK	
	(三)高雄港務局		OK	
	(四)港警所		OK	無相關資料提供
	(五)台鐵臨港線		進行中	待重新發文台鐵彰化機務段。
	(六)工業碼頭承租業者	1.中鋼、台電、中油皆已協調	進行中	已發文索取資料，待回覆。
	(七)專用碼頭承租商	1.連海等共 10 家	進行中	已完成聯絡並發文，待回覆。
四、調查內容	(一)基本資料調查	1.港區機構及土地使用清單	—	港務局不方便提供
		2.機具種類清單	進行中	港務局所屬部分已確認，民營待查。
		3.港勤船舶種類清單	進行中	港務局清單已取得，民營公司 1 家回覆。餘追蹤中。
	(二)節能減碳基礎資料調查		進行中	待各單位回覆。
	(三)港區排放清冊		OK	已取得環保署 98 年排放清冊

二、資料調查

類別	項目	調查項目	調查對象	調查管道	完成情形	備註
廠房、 建築、 場區	行政區	年度用電量、樓地板面積	港務局單位	港務局	進行中	待港務局機務組已同意提供，資料整理中，尚未提供。樓地板面積目前列入調查表單中，但可能會影響填表單位填寫意願。
			公家單位	能源局、綠基會	進行中	
			國營事業單位	該單位	進行中	
			民營單位	該單位	進行中	
	作業區	年度用電量、作業量	港務局所屬區域	港務局、能源局	OK	
			民間公司承租區	各公司	OK	
	公共設施	用電量、設施數量	港務局	港務局、台電	OK	
	工廠	溫室氣體排放量/年用電用油量	港務局所屬工廠	港務局	OK	
			國營事業工廠	各工廠、能源局提供	—	
			民營工廠	各公司、能源局提供	—	
機具	固定式/移動式機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間/距離	港務局單位	港務局	OK	
			國營事業單位	該單位	進行中	已聯繫並發文，待回覆。
			港勤單位	該單位	OK	已完成。
			民營單位	該單位	進行中	已聯繫並發文，待回覆。
車輛	公家車輛	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	港務局單位	港務局提供＋現場調查	OK	已完成。
			公家單位	各單位提供＋現場調查	—	非專用於港區，且比重低，擬予排除。
			國營事業單位	各單位提供＋現場調查	—	
	私人車隊		民營公司用車	各單位提供＋現場調查	—	
			運輸車隊	各單位提供＋現場調查	進行中	GPS 公司統計中。
	非特定車輛	港區平均行駛距離、車籍資料	私人通勤用車、郵務車、計程車、訪客車輛…	港警協助現場調查	—	考慮排除本項目。
	火車	車次、港區行駛里程	港務局/台鐵	請港務局/台鐵提供資訊	進行中	待發文台鐵彰化機務段
船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間/距離、油耗	港務局	各單位提供＋現場調查	OK	
			海巡署	各單位提供＋現場調查	—	不方便提供。
			民營港勤業者	各單位提供＋現場調查	進行中	已聯絡並發文，待回覆。
			關稅局	各單位提供＋現場調查	—	不方便提供。
			公共載客船舶	高雄市公共車船管理處	—	非商港業務範圍，排除。

三、工作進度

		7月				8月					9月				10月			
	工作項目/週次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
一、節能減碳	1.建置相關單位通訊錄	●																
	2.拜訪高雄港主管部門	●	●															
	3.了解港埠組織架構（網頁資料，現場拜訪）	●	●															
	4.調查現有用電、用油相關表單		●	●	●	●												
	5.蒐集港區碼頭、機具資料		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●						
	6.訂定/修訂調查程序、方法及表單		●	●	●	●			●	●	●							
	7.協調港警配合調查不特定車輛		●	●	●	●	●											
	8.接洽台鐵調查港區車次及里程					●	●	●	○									
	9.實際調查								●	●	●	●	●	○				
二、案例分析	1.向國外合作公司索取資料		●	●	●	●	●	●	●	●	●							
	2.國內外文件搜尋		●	●	●	●	●	●	●	●								
	3.國外特定港口網路搜尋					●	●	●	●	●								
	4.撰寫分析報告									●	●	●	○	○				
三、	1.期末報告撰寫														○	○	○	○
四、	座談會														○	○	○	○

四、未來工作重點/待解決問題

(一)加緊追蹤同意提供資料之單位

1. 由專人負責追蹤

(二)修訂 SOP

1. 本週修訂完成，下週討論後，準備辦理座談會。

(三)補充調查資料

1. 爭取港務局提供倉儲、物流業者名單，及公家單位名單。
2. 爭取取得港區通行車輛車齡組成
3. 補充砂石、原木、汽車碼頭（擬查詢臺北港、基隆港）
4. 調查港務局自營碼頭之機具
5. 調查裝卸業者機具
6. 確認基隆、臺中港各單位主管業務是否相同

碼頭類別	數量	碼頭	已索取資料之單位	未索取資料之單位
散雜貨碼頭	28	4、5、6、7、8、9、10、16、17、18、19、20、31、32、34、35、36、37、38、39、40、41、46、74、94、95、96、122 計 28 座	#46 台糖； #94-96 中鋼	餘皆港務局自營
散裝穀類碼頭	3	47、71、72 計 3 座	台糖	遠森網路
貨櫃碼頭	23	42、43、63、64、65、66、68、69、70、75、76、77、78、79、80、81、115、116、117、118、119、120、121 計 23 座	OK	
管道碼頭	13	25、27、28、30、57、58、60、61、62、102、103、104、105 計 13 座	台肥	華夏、台塑
散裝水泥碼頭	3	33、44、45 計 3 座		港務局自營
原木碼頭	1	56 計 1 座		港務局自營，屬大宗貨
大宗貨碼頭	9	48、49、50、51、52、53、54、55、73 計 9 座		#54 城本貿易；#73 士新儲運；餘港務局自營
專用大宗貨碼頭	7	29、97、98、99、101、111、112 計 7 座	台電、中鋼	#29 台塑

附錄三

第一次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-99-H1DB013

計畫名稱：港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：99 年 11 月 11 日（第 1 次審查）

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.結論與建議提及船舶用油為港區最大排放源，宜提供港區各項溫室氣體排放推估結果，以利比較。	原 2.2.2 節中文獻回顧列出了環保署計畫中 98 年度臺灣四大國際港的溫室氣體排放量，其中以遠洋船舶最高，約佔 8 成以上。	同意辦理方式
2.表 5.1-1 調查項目提供單位一覽表，各項調查項目所需表單和排放係數表，宜彙整列表，以利推估使用。	已增列對照表於 5.5.8 節中。	同意辦理方式
3. p.5-3「人力需求」部份（第 2 行），文字缺漏不全、宜補正。	該章節已重新撰寫。	同意辦理方式
4.此報告之中英文摘要不一致，前者用 99 年計畫編號，後者用 98 年編號，請查核修正。	已修訂。	同意辦理方式
5.用油之品質（如生質柴油含量、含硫量或黏滯性等）影響 CO ₂ 排放數量，目前油品尚缺乏資料之部份，宜彙整說明。	CO ₂ 排放量計算主要受生質柴油含量影響，其餘因素並未見到文獻有探討，僅含硫量對 SO _x 有影響，但未在本研究範圍中。4.3 節中有生質燃料校正係數的討論。	同意辦理方式
6.溫室氣體排放盤查後，是否需要登錄及有否確認控制，宜說明相關資料。	港埠並非環保署推動自願盤查登錄的八大產業範圍。非屬環評承諾或申請先期專案及抵換專案者，不需經過第三方查證即可登錄。已增列我國溫室氣體盤查自願性登錄說明於 2.1.5 節中。	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
臺灣發展研究院環境資源管理研究所 程萬里所長		
1.本計畫「港埠節能減碳」應為國內創舉，本所港研中心以結餘款推動此計畫，高瞻遠矚，應予肯定。	謝謝委員。	
2.收集之國外資訊頗有價值，分析與整理亦條理與清晰。唯如何以依據此期末報告來規劃未來四年計畫，則有待加強清楚交代。	已修訂於第五章未來規劃建議中。	同意辦理方式
3.結論指出船舶用油為主要的港區排放來源，而港區內之工廠、工業區、漁船甚至軍用船隻卻全數排除，應將其他排放來源亦列表比較。	目前沒有其它排放源資料，因此仍無法進行比較。	同意辦理方式
4.在「溫室氣體減量法」(草案)方面，向國外購買碳權之作法，已明顯為國內各界反對，未雨綢繆，或可在西海岸廣植“紅樹林”，亦為創舉。	謝謝委員指導。種植紅樹林為許多國外「綠色港」的策略之一，主要種植在港區所屬的範圍內。可列入未來的研究方向建議中。	同意辦理方式
逢甲大學環境工程與科學系 梁正中教授		
1.宜將船舶於港外等候時間納入減碳排放對象，並考慮其減量策略。建議於第二階段將此點工作項目中納入。	謝謝委員指導。未來研究中已建議結合臺灣海域船舶動態資訊系統，可明確蒐集到港外等候時間等資料。	同意辦理方式
2.請先行瞭解高雄港區全體供電來自之各輸配電所，由其輸配電量即可掌控高雄港區之總供電量。建議依此總供電量，用以比對是否遺漏填報之處。	經查進入高雄港區的配電所有多處，且供電不限於高雄港區客戶，從輸配電端並無法區分。例如旗津變電所供應 69KV 的客戶有第 4 貨櫃中心及中洲污水處理廠，其它貨櫃中心需透過其它配電所。若為一般 110V 或 220V 用戶，客戶端更多，從輸配電端無法區分。因此根據台電說法，無法利用輸配電量核對高雄港區總用電量。	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
3.現行之初步推估出場站、裝卸機具、港勤船舶、公路車輛與軌道車輛（以臺中港替代）之 CO ₂ 排放量，若全面採用岸電，則整體 CO ₂ 之排放量，宜先整合列出估算方法。	岸電由停靠之船舶使用，應由廠商支付電費，因此應裝設獨立電表並據以收費。未來可根據向廠商收取的收費單、獨立電表紀錄等統計總用電量，換算出 CO ₂ 之排放量。岸電已列為未來研究項目。	同意辦理方式
4.工業碼頭其專用碼頭承租商其是否亦需填寫入 P9901~P9907 表？若於承租合約中明訂需填寫上述表單，則可依併納入彙整與要求減碳排放。	工業碼頭其專用碼頭承租商亦請其填表。LA 港亦是透過租約要求廠商，但是 LA 港的租約是 5 年一約，臺灣則長達 20 年，可能要用換約方式處理。已列入建議要在合約中要求配合調查（5.2 節）。	同意辦理方式
交通部科技顧問室 許書王 技正		
1.目前如 p2-4 引用環保署溫室氣體減量法（草案），其中減量目標之條文尚無共識，因此研究單位面對減量目標之處理方式，應求得較多之共識，以利應用。	本計畫研究範圍為調查方法之建置，將來需根據調查結果才能訂定逐年計畫。	同意辦理方式
2.在提高廠商之意願或誘因宜本土化，將更能有效執行節能減碳。此部份除已有方法外，建議研究單位應加強研擬提出。	列入未來四年計畫第 2 年的建議內容。	同意辦理方式
3.第六章結論與建議（6-1）之表達方式，為利閱讀，建議改善為條列式，（6-2）亦同。	已依照委員意見修訂。	同意辦理方式
4.未來執行時有關法規、公權力、執行單位、規範等之權責劃分，研究單位宜予以釐清或建議，以利推動執行。	已列入第 5 章修訂內容。	同意辦理方式
港灣技術研究中心 謝明志科長		
1.本計畫表 5.1-1 內載本研究調查事項、類別，以及提供單位，對後續的調查研究，提供了一份可以參考依據。	謝謝科長。	

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.因研究主題是資料建置方法，包括調查、整理、建置等作業，而調查回收資料是否完整，也是一大重點。故對資料提供單位，那些單位可能資料非其權責，無法提供完整資料，還須向其他單位洽商後才能填寫，是否可依手邊資料加以分析，提供調整後續調查行為。	此部分涉及各單位內部權責劃分，因此詳情並不清楚。例如填表為總公司人員，但必須向碼頭單位調資料作彙整。碼頭單位可能接受總公司要求，而不理會港務局要求（因增加工作量），但總公司卻會配合（增加工作量不高），因此仍應直接針對各單位請其提供資料。	同意辦理方式
3.附錄一所列調查表格是否已全數包括，因透過本中心函送出去的調查表格很多，請確認。	透過中心函送之表格僅有附錄一所列。	
4.遠洋船舶應是一個大量的耗能點源，簡報中提到估算路程涵蓋上一港口到下一港口，這是洛杉磯港的例子。請確認是否只估算美國領海範圍以內的路程，或是上下港口全予估算。	LA 港的調查範圍原為港口外約 70 海浬見方的海域，2008 年起進行 Expanded Greenhouse Gas Inventory 建置時，將遠洋船舶的調查範圍延伸到上下港口，甚至橫跨太平洋範圍。	同意辦理方式

附錄四

第二次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☑第2次期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-99-H1DB013

計畫名稱：港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究

執行單位：瑩諮科技股份有限公司

審查日期：99年12月8日

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
國立中興大學環境工程系 鄭曼婷教授		
1.上次審查的意見皆已回覆，此次報告內容經修正後，可做為未來執行建置節能減碳基礎資料之參考。	謝謝委員肯定。	
2.此計畫估算高雄的「港勤船舶」和「貨物裝卸設備」年 CO ₂ 公噸/年與環保署調查結果有些差異，尤其後項的估算結果差異很大，請補充說明（p.2-24 及簡報 p.27）。	主要原因有二：首先是本計畫蒐集的資料較環保署完備，排放源數量較大；而在貨物裝卸設備部分，本計畫還納入了用電設備的外購電力排放量，因此差異較大。	同意辦理方式
3.依執行的成果，已提出未來執行的步驟，是否已規劃更明確的時程表，請說明。	此部分為建議內容，詳細時程尚須港研中心內部討論確定，因此未訂定更詳細的時程表。	同意辦理方式
交通部科技顧問室 許書王 技正		
1.對於所屬機具不同的情況，會有不同的 CO ₂ 排放量，對於機具之建議或規範也許可以明確提出，以朝節能減碳的方向執行。	此部分可列為未來研擬節能檢測措施之研究方向。已納入建議研究項目中（第三年）。	同意辦理方式
2.為利推行，建議本研究成果寄送航港相關單位提供意見，俾供未來延續研究之參考及研究方向之修正。	港研中心已有相關規劃，將會寄送各單位，並召開相關會議。	同意辦理方式
3.各項措施之實施，一定程度上需有不同面向之配合，例如，法令規範等，因此，建議研究單位所做的研究報告，基於未來可行條件下，應提出對現行法令規章之增修建議，供做參考。	謝謝委員寶貴意見，已列入未來建議研究內容中（第2年）。	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
港灣技術研究中心 謝明志科長		
1.本研究團隊針對報告內容作了大幅修改，用心值得肯定。	謝謝科長。	
2.本研究針對基礎資料的建置方法進行探討，主要援引國外經驗，報告中有引述歐美及大陸等實施方法，但卻少有他們進行資料蒐集的調查表，報告後面，研究團隊雖有提出自己研擬的表單，但若有過去的資料，也可比對參考。	本研究主要參考洛杉磯港的經驗，另有蒐集到大陸的表單。3.1.2.1 節中列出洛杉磯港的表單項目代號及說明（P3-11, P3-15, P3-18）。該港針對裝卸機具、遠洋船舶、港勤船舶有表單，其餘重型柴油車及柴油火車頭是利用統計方式取得活動強度，因此沒有調查表單。	同意辦理方式
3.因引用國外經驗，係盼能縮短嘗試摸索時間，而簡報所提洛杉磯港在空污排放清冊基準資料的調查，第一次耗時4年，目前資料調查僅需6個月即可完成，研究團隊在報告末段也提出自己所規劃的調查程序及表單，盼望能擷取國外優點，在短期內建置出基準年的資料。	依照目前的經驗，若僅調查範疇1及範疇2，各港口應該在6個月內能完成。若納入範疇3、尤其是遠洋船舶部分，則需要較久的時間建立清單。	同意辦理方式
港灣技術研究中心 邱永芳主任		
1.本次修訂結果，已較期末初稿有大幅改善。	謝謝主任肯定。	
2.各調查表單需由不同群人填寫，請考慮應依據排放源項目、表單及單位，擬訂不同群人皆可明確填寫表單方式。	請見4.11節「調查表單建置與填寫」。	同意辦理方式
臺灣發展研究院環境資源管理研究所 程萬里所長（書面審查）		
1.軍用船隻之CO ₂ 排放、用油等數據無法取得，應可理解。未來的計畫當以商用漁用船隻為主其計算之範圍如何界定？（應不只包括停泊在港口內）	商用漁船又區分為近海及遠洋，二者的界定方式或有不同。已建議列入未來研究內容之一（第2年）。	同意辦理方式
2.先期之計畫以船隻為主，接續之計畫或應考慮到港區內進駐工廠，尤其臺中港有不少大戶工廠（中龍鋼	由於港區內工廠一般都已自行建立盤查清冊，應不需港務單位介入。未來可以透過調查蒐集港區	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
鐵、台電等)，理應考慮。	已完成盤查之名單，並蒐集盤查結果，併入港區整體排放量報告中。已列入未來研究內容建議中（第1年）。	
3.國外「綠色港」的策略，應可列入探討之方向，唯國內港區所屬範圍有限，或可將西海岸整體規劃，則在「碳權」而言，退可自用，進可外售。	3.2~3.6節多為國外綠色港口之作法，亦已列入未來研究建議方向。	同意辦理方式
4.近年趨勢，更進一步已將「低碳經濟」取代「節能減碳」，未來之計畫亦可參考。	目前的研究有助於未來建立產品透過港口運輸的「碳足跡」，配合「低碳經濟」的產品標示需求。	同意辦理方式
逢甲大學環境工程與科學系 梁正中教授（書面審查）		
1.依據美國環保署公告，汽油與柴油引擎排放二氧化碳之係數分別為2.32與2.67 kg/L，在岸電未全面採用下，靠港船舶之柴油發電用油量與其噸位間的關係式，宜先建立，並依靠港時間來換算出柴油用量，最終準確估算出各港全年之CO ₂ 排放量。	感謝委員建議，已列入未來研究建議內容中（第1年）。	同意辦理方式
2.雖然工業碼頭承租商租約長達20年，但其減碳工作仍需配合，此點可由各港務局發函要求填寫p9901~p9907諸表，同時配合進行節能減碳。	依本研究執行經驗，碼頭承租商配合度頗高。列入租約要求亦已納入建議事項中，未來計畫可持續與港務單位研究如何與承租商協商修訂租約事宜。	同意辦理方式
3.US EPA之EP41 method中列有船舶各項排放係數，建議參考，並與所建排放碳量，相互比對驗證。	感謝委員提供資料。US EPA的船舶排放係數為建立船舶排放清冊的主要依據，未來研究時，無論研究單位為何，都一定得列為參考。	同意辦理方式

附錄五

第一次期末報告簡報資料



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

港埠節能減碳基礎資料 建置方法之研究

期末報告



瑩諮科技股份有限公司



簡報大綱



1.前言

2.文獻回顧

3.國外港口節能減碳研究

4.調查作業程序

5.未來調查規劃

6.結論與建議



1. 前言

❖ 1.1 計畫背景

- 前期計畫
- 四年計畫



❖ 1.2 研究範圍與對象

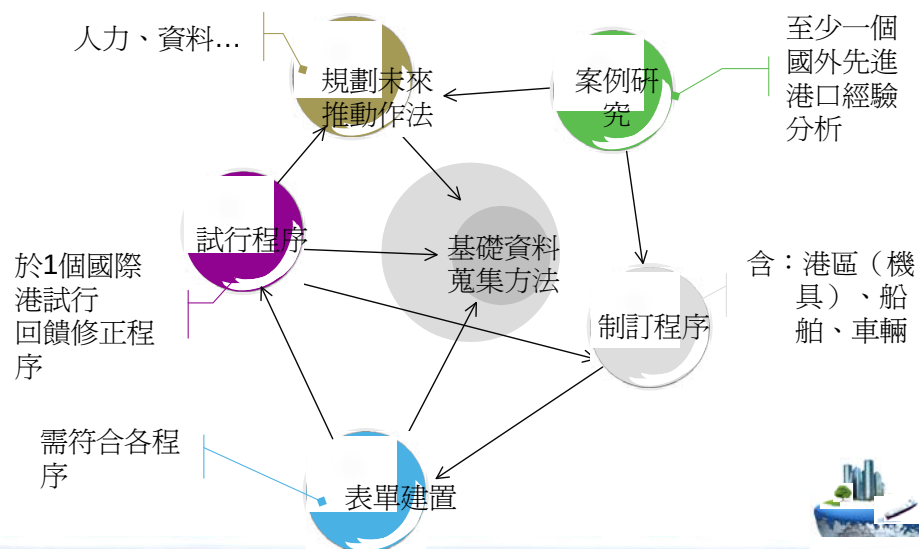
- 針對國際港口研究合適的耗能調查程序，並以一國際港為範例試查。
- 對象包括港勤船舶、裝載機具、陸上運輸設備、建築物等，涵蓋港埠管理機構直轄單位、出租單位。
- 商用船舶、非屬港區性質的工廠、工業區、軍用及漁用碼頭及船舶暫不納入範圍。



2

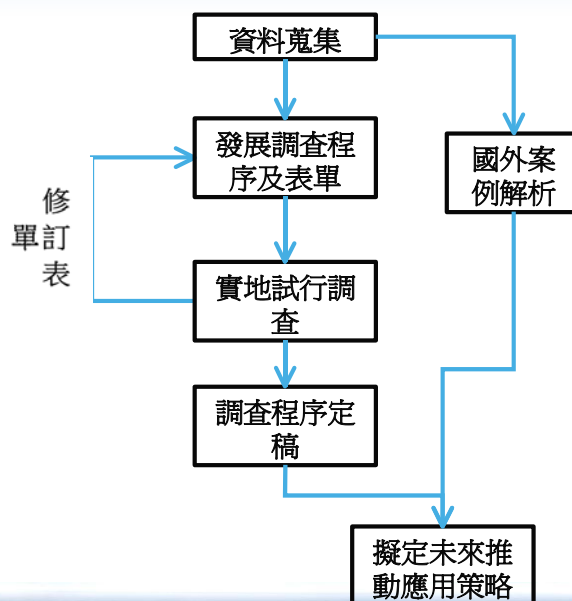
1.3 研究內容與工作項目

1.前言



3

1.4 研究流程



4

2. 文獻回顧

2.1 國內外相關法規

2.1.1 溫室氣體減量法 (草案)

- 鼓勵先期自願減量
- 國家溫室氣體減量推動方案(含減量目標)
- 排放量管理
- 效能標準
- 總量管制與交易
- 綠色採購及教育宣導

分階段要求大型碳排放源逐年減少排碳總量，並建立**碳權抵換交易制度**

2.1.2 能源管理法

- 制定能效標準
- 管理能源使用總量
- 能源開發技術研究
- 節能技術獎勵補助

能源使用大戶的能源使用設施需提出說明書，並進行能源使用效率的自我管理，主管機關得實施檢查

5



2.1 國內外相關法規

❖2.1.3 政府機關及學校全面節能減碳措施

(行政院98年12月16日核定修正)

- 節約用電
 - 每年負成長為原則，EUI需降至基準值
- 節約用油
 - 每年負成長為原則，關稅等單位除外
- 節能計畫
 - 每年1月15日前擬定
- 填報網站
 - <http://egov.tgpf.org.tw/>



6



2.1 國內外相關法規

❖2.1.4 中國大陸港埠節能減碳要點

- | | |
|------------------|--------------|
| 1.新建港口工程 | 7.資源能源綜合研究應用 |
| 2.現有港口技術改造 | 8.制度面 |
| 3.新碼頭建設與舊港區的功能調整 | 9.監督面 |
| 4.新建港區或在舊港區供電網 | 10.政策面 |
| 5.照明 | 11.宣傳面 |
| 6.水資源再利用 | 12.獎勵面 |



7



2.1 國內外相關法規

❖2.1.5 國際公約

- 聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC,1992.5.9）
 - 透過京都機制抑制溫室氣體
- 京都議定書（2005.2.16生效）
 - 透過CDM、JI、ET機制減少溫室氣體
- MARPOL 73/78公約附則VI—船舶防止大氣污染規則
 - 針對新製造船舶訂定SO_x、NO_x排放標準
 - 新船節能減碳設計指標



2.2 台灣地區港埠調查

❖2.2.1 交通部運輸研究所

- 94年，「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」
 - 僅根據水運部門總能耗推估，未針對港埠
- 97年，「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立」三年計畫
 - 第1年探討政策之影響
 - 第2年建立運輸部門推估方法
 - 水運部門僅含蓋國內線，以總耗能推估
 - 未提及各細部耗能之推估方法





2.2 台灣地區港埠調查

❖ 2.2.2 港區空氣污染物排放清冊建置

- 98年,環保署執行「港區空氣污染物排放清冊建置及管制策略研擬」二年計畫
 - 發展港口貨物處置柴油設備空氣污染物及粒狀物逸散源之排放清冊
 - 第1年含高雄、臺中、基隆、花蓮四港口
 - 針對遠洋船舶、港勤船舶、柴油機具、重型柴油車、火車頭、逸散源
 - 溫室氣體僅含直接排放之 CO_2 , CH_4 , N_2O 三種溫室氣體



2.3 其它地區港埠調查

❖ 2.3.1 中國大陸

- 2008年實施「第三次全國港口普查方案」
 - 含各類燃料及電力
- 2008.7.1 「港口能源消耗統計及分析方法」
 - 區分裝卸生產、輔助生產、附屬生活等項目
 - 考量貨物、貨櫃、旅客、汽車之吞吐量
- 主要調查能源消耗，未包含逸散性溫室氣體





2.3 其它地區港埠調查

❖ 2.3.2 美國港口空氣污染排放清冊調查

- 2004年，洛杉磯港(POLA)首度公布空污排放清冊
 - 2001年為基準年
 - 5大類污染源
 - 遠洋船舶、港勤船舶、裝卸機具、鐵路機車頭、重型柴油車
- 2006年，擴大溫室氣體調查範圍
 - 遠洋船舶：涵蓋上一港口至下一港口路程之排放量
 - 鐵路機車頭：涵蓋至外州的轉運站路程之排放量
 - 重型柴油車：港口半徑600英里範圍



12



2.4 臺灣國際港口概況

- 基隆港（吞吐量第3）
 - 水域面積376公頃
 - 陸域面積196公頃
- 台中港（吞吐量第2）
 - 水域面積973公頃
 - 陸域面積2,820公頃
- 高雄港（吞吐量第1,佔全國2/3）
 - 水域面積1,241公頃
 - 陸域面積1,442公頃



13

3.1 美國加州港口



遠洋船隻

- 船隻減速(綠旗計畫)
- 低硫燃料油推動
- 岸電供應措施



載重車輛

- 推出「潔淨卡車計畫」逐步淘汰16000輛重污染卡車

裝卸設備

- 制定嚴格之排放標準
- 以電力設備取代柴油設備運送



港勤船舶

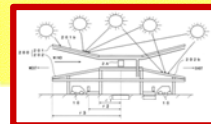
- 拖輪需使用低硫燃油
- 安裝污染控制設備
- 研製混合動力拖輪

鐵路機車

- 現存調車機車需升級至第二級引擎標準
- 新購調車機車需符合環保署第三級標準

能源再生利用

- 規劃建立供電量達10兆瓦之太陽能屋頂



3.2 中國大陸港口



華南港口

香港

- 減少船舶煙霧
- 船舶、機具及車輛轉用清潔柴油
- 更換舊卡車
- 檢驗跨境卡車油缸

珠江三角洲港口

- 機具轉為電力發動
- 預備使用岸電
- 建立電網補償體系

華中港口

上海港

- 研發輪胎式集裝箱門式起重機節能減排技術
- 研發廢橡膠輪胎翻新技術
- 研發門機變頻改造技術

華北港口

大連港

- 推廣海水源熱泵技術

天津港

- 治理粉塵污染
- 推進集裝箱場橋油改電工程

青島港

- 高耗低效設備淘汰
- 集裝箱輪胎吊作業油改電工程
- 制定單機能源消耗定額





3.3 & 3.4 歐洲及澳洲港口

荷蘭鹿特丹港

- 採用配煤筒倉
- 供應岸電
- 限制含硫量

德國漢堡港

- 碼頭機械使用電能再生系統
- 於集裝箱集散中心間安裝輸熱管道
- 海鐵聯運

澳洲悉尼港

- 擬定綠色港口指南
- 安裝雨水收集處理裝置
- 實施減少港口廢氣排放法規
- 倡導鐵路運輸



3.5 國外節能減碳措施彙整

■ 船舶

- 靠港減速
- 使用低硫燃料
- 港勤船隻設備
- 岸電推動
- 廢氣控制
- 煙霧管控

■ 裝卸設備

- 訂定引擎標準
- 使用清潔燃料
- 設備改造
- 加裝補償電容
- 加裝燃油計量儀
- 啟用電能再生系統

■ 其他措施

- 再生能源使用
- 照明節電管理
- 辦公事務減碳
- 資源回收再利用
- 港口污染控制措施
- 提升人員專業技術

■ 港區車輛

- 高污染卡車淘汰
- 使用超低硫柴油
- 改用環保車

■ 鐵路

- 清潔火車
- 增加鐵路運輸比例



3.6 國外經驗探討及可行性討論

❖ 3.6.1 國外成功經驗探討

政策面規範

- 美國環保署「潔淨空氣行動計畫」

法規面強制

- 洛杉磯推行靠泊船舶須強制使用岸電

財政激勵措施

- 低硫燃料燃油價差補助
- 船舶進港減速達標準有泊位費減免優惠

多向合作機制

- 美國聯邦政府、環保署、州政府及非政府部門密切合作
- 港口間合作—加州長堤港及洛杉磯港共同推動計畫

人員管理面提升

- 積極培養技術人才—中國青島港
- 辦理環保專業培訓—澳洲悉尼港

18



3.6 國外經驗探討及可行性討論

❖ 3.6.2 國內可行性推動策略

建立溝通平台奠定立法基礎

- 可由環保署或交通部與港務局及港區承租公司展開商討作業，以訂定雙方可接受之辦法

擬定可行性策略

- 制定潔淨燃料標準
- 降低船速限制
- 港區車輛限制
- 節能措施推廣
- 裝卸設備之改造
- 推動岸電
- 推廣再生能源使用

進行試點辦理

- 擇一國內港口試辦，總結經驗，調整方向，找到最適可行性方法。

需大筆資金

19

4.1 調查範圍界定

- ❖ 美國、中國大陸、環保署：排除工廠、固定源
- ❖ ISO 14064：排除沒有控制權或經營權的部分
- ❖ 商港法：排除各專業區（漁業、工業、船舶拆解及其它）及加工出口區、自由貿易區非與商港管理有關者。
- ❖ 前述區域，港務機關沒有直接或間接推動節能減碳之權利，故將本研究範圍定義如下：
 - 「在商港區域內，為便利船舶出入、停泊、貨物裝卸、倉儲、駁運作業、服務旅客之水面、陸上、海底及其它之一切有關設施。區域內之漁業、軍事、工業、船舶拆解及其它特定用途之專業區，以及加工出口區、自由貿易區等部分則排除之。」

4.2 排放源鑑別

本研究主要範圍，與節能相關

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

4.3 溫室氣體推估方法

❖ 單位燃料排放係數

$$\text{排放量} = \text{燃料使用量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$$

• 燃料使用量：如柴油、汽油、用電度數等

• 排放係數

➢ 燃料：交通部運研所,2009，「97運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立-建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」

➢ 電力：台電每年公布當年度係數

• 校正係數：如生質燃油修正

➢ 超級柴油：B1(0.99)、環保柴油：B2(0.98)

➢ 酒精汽油：E3(0.97)

❖ 單位活動強度排放係數

$$\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$$

• 活動強度如：行駛里程、工作時數等

22

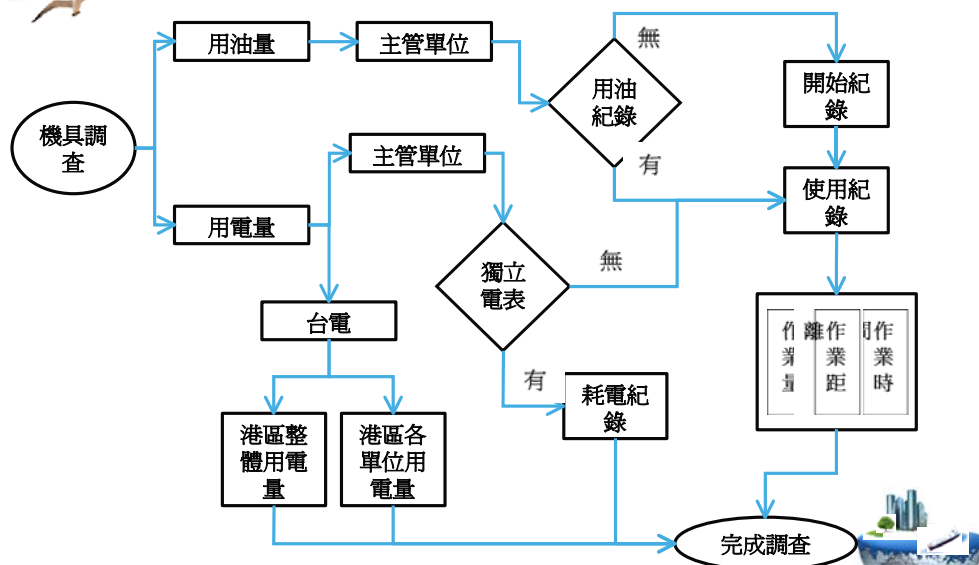
4.4 資料調查程序

❖ 4.4.2 試行港口之選擇：以高雄港為主

碼頭名稱	高雄港	臺中港	基隆港
貨櫃碼頭	23	8	15
一般散雜貨碼頭	31	20	19
化學液散碼頭	-	4	-
油品碼頭	-	3	2
穀類碼頭	3	2	-
水泥碼頭	-	3	1
卸煤專用碼頭	-	4	-
客運碼頭	2	1	2
廢鐵碼頭	-	1	-
淺水碼頭	-	2	-
砂石碼頭	-	-	1
大宗貨乾貨碼頭	19	-	-
大宗貨液貨碼頭	13	-	-
其它碼頭	27	-	16
合計	118	48	56

23

4.4 現場調查程序



24

4.4 調查程序—試辦內容

❖ 調查年度

- 98年度

❖ 地理範圍

- 高雄港區

❖ 排放源範圍

- 場站耗電
- 港勤船舶
- 貨物裝卸機具
- 重型柴油車輛
- 鐵路機車頭
- 一般車輛

❖ 對象

- 港務局
- 碼頭承租商
- 裝卸業者
- 港勤業者
- 中油
- 海關、海巡署
- 船舶修造業者

25



4.5 建築場站

❖ 主要調查用電量

- 排放量＝用電量x排放係數

年份	CO ₂ (e)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
		kg/kWh		
2005	0.632	0.6292	1.10E-05	8.80E-06
2006	0.638	0.6351	1.10E-05	8.80E-06
2007	0.637	0.6341	1.10E-05	8.80E-06
2008	0.636			
2009	0.623			

- 台電每年公布當年度電力溫室氣體排放係數
- 調查表單設計如表4.10-2



26



4.5 試辦調查情形

❖ 場站用電量

- 機務組負責代收代付超高電壓用電量，約佔8成用電
- 行政用電分屬各單位負責，秘書室未做例行統計。目前提供94～98年總量資料。
- 部分承租商自行向台電申請電表

$$\begin{aligned}
 \text{電力使用排放量} &= 132,145,696 \text{ kW-hr} \times 0.623 \text{ CO}_2(\text{e}) \text{ kg/kW-hr} \\
 &= 82,327,000 \text{ CO}_2(\text{e}) \text{ kg} \\
 &= 82,327 \text{ CO}_2(\text{e}) \text{ 公噸}
 \end{aligned}$$



27

4.6 裝卸機具



❖ 用電機具

- $\text{排放量} = \text{用電量} \times \text{排放係數}$
 - 需有獨立電表，或從額定馬力及負載係數推估用電量
- $\text{用電量} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - 額定馬力：全負載時的最大輸出功率
 - 負載係數：實際作業時與全負載的平均比值
 - 工作時數：設備實際運轉時數



28

4.6 裝卸機具



❖ 用油機具

- $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$

❖ 無用油量資料

- $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - $\text{活動強度} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - $\text{排放係數} = \text{零時數排放係數} \times (\text{劣化率} \times \text{累積時數})$

❖ 表單設計

- 調查表單設計如表4.10-4
- 用油、用電合併同一張表



29

4.6 裝卸機具

- ❖ 貨櫃起重機具多有獨立電表，可取得用電量，但可能數台共用電表，或僅有總用電量資料。
- ❖ 散雜貨機具皆未設獨立電表，設備含多馬達，未提供輸出功率，只提供小時卸貨量。
- ❖ 碼頭承租業者配合度高。
- ❖ 裝卸業者僅少部分有機具。
- ❖ 船舶修造業者僅部分提供資料。

機具能源	排放量 (公噸CO ₂ (e))	用電用油量(L)	係數	校正 係數
超級柴油	20,013	7,282,019L	2.776 kg/L	0.99
用電	20,986	33,686,070度	0.623 kg/kW-hr	-
小計	40,999			

30

4.7 港勤船舶

- ❖ 排放量計算
 - $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
- ❖ 無用油量資料
 - $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - $\text{活動強度} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - 排放係數

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：環保署（2010）

- 調查表單設計如表4.10-3

31

4.7 港勤船舶

- ❖ 港勤船全部視為港區範圍內行駛。
- ❖ 皆無輔助引擎，與發電機共用油箱，多使用岸電。
- ❖ 民營業者配合調查意願低落，部分表示完全沒有留存用油紀錄。
- ❖ 因保密原則，中油無法提供客戶用油資料。
- ❖ 海關僅有小型船，大型船皆已調撥海巡署，但海巡署只能提供全年度總用油量資料，無法評估在港區範圍之用量。

港勤船	排放量 (公噸CO ₂ (e))	用油量(L)	係數(kg/L)	校正係數
汽油	8	3,403	2.343	1
柴油	18,026	6,493,404	2.776	1
小計	18,034	6,496,807		

32



4.8 公路車輛

- ❖ 一般汽車以用油量計算
 - $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - 表單設計如表4.10-6
- ❖ 無直接用油量資料者，以推估方式算出用油量
 - $\text{行駛用油量} = \text{車輛數} \times (\text{行駛里程} \div \text{燃油效率})$
 - 燃油效率與車速相關，需取得車速資料
 - 需得知每車次行駛里程
 - 需取得各車種總車輛數

33



4.8 公路車輛

❖ 以活動強度方式算出排放量

■ 行駛間排放量 = 車輛數 × 行駛里程 × 排放係數

- 取得與車速無關之排放係數

– 重型柴油車CO₂:1,390g/km

- 每車次行駛里程

- 需取得各車種總車輛數

■ 怠速排放量 = 怠速惰轉時間 × 排放係數

- 需取得怠速惰轉時數

- 排放係數

– 重型柴油車CO₂:4,640 g/hr

4.8 公路車輛

❖ 重型柴油車（貨櫃車、大貨車）車輛數

■ 貨櫃車車輛數

- 自動車道進出統計量

- 進出口貨櫃數扣除轉口貨櫃數量

■ 貨運車車輛數

- 貨運量 ÷ 平均每車次貨運重

❖ 利用GPS車隊統計10萬車次

■ 平均車速19.8公里/小時

■ 平均進出港區距離1.2公里， 與環保署數據落差大

■ 平均惰轉時間

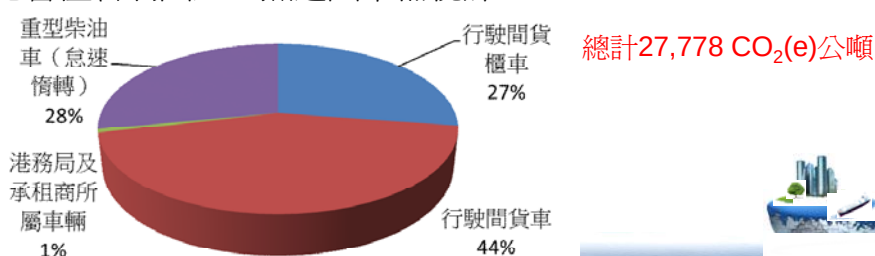
港區	高雄港	臺中港	基隆港
平均進出距離 (km)	3.847	6.960	1.015

資料來源：環保署,2010^[30]，本計畫整理

平均停留點數	1.8點
每點停留時間	12.8分鐘
每點怠速停留時間	8.7分鐘

4.8 公路車輛

- ❖ 港務局及廠商所屬車輛比例低，且會忽略註明生質燃料。
- ❖ 港務局可以中油每月提供之對帳單紀錄用油量。
- ❖ 資訊室提供進出貨櫃車數，不保證完全，亦未有定期報表。
- ❖ 統計室未提供轉口貨櫃數例行統計。
- ❖ 以GIS統計港區行駛車速、怠速停留時間，可作為高雄港專用參數。但行駛里程需進一步確認正確性。
- ❖ 港警僅管制出入，無進出車輛統計。



4.9 軌道運輸車輛

- ❖ 排放量計算
 - $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
- ❖ 無用油量資料
 - $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - $\text{活動強度} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - 排放係數如下：

溫室氣體種類	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂ (e)
排放係數(g/kW-hr)	487	0.04	0.013	499.7

資料來源：POLA (2010)

- 調查表單設計如表4.10-7



4.9 軌道運輸車輛

- ❖ 因高雄臨港線已停駛，改試調查臺中港線。
- ❖ 臺中臨港線每日約只有6班，排放比例低。
- ❖ 台鐵無法區分臨港線用油量。
- ❖ 未提供工作時數。
- ❖ 各欄位分屬不同管理單位負責，填表人亦無法全般了解。
- ❖ 98年度臺中港鐵路火車機車頭的溫室氣體排放量總計達172.6公噸CO₂(e)



4.10 調查表單建置

- ❖ 參考現有紀錄格式，減少港埠人員負擔，提高配合度。

表單編號	表單名稱	用途
P9901	港區用油用電彙整表	調查港區涵蓋承租業者的年度總用電量資料，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	調查建物基本資料及年度用電量。
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。



5.1 調查計畫

❖ 調查範圍

- 場站用電、裝卸機具、港勤船、重型柴油車、自有車、鐵路火車
- 遠洋船舶排入第2階段調查
- 專用區、軍用船舶、漁船排除之
- 漁船可列入未來調查目標

❖ 作業期程

- 擴大辦理2年後，改為各港每年3月例行辦理

❖ 人力需求

- 除遠洋船舶調查外，餘可由現有港務局人力執行，最後由1專人彙整。

5.1 調查計畫

❖ 調查資料來源

類別	項目	調查項目	提供單位
場站用電	行政區	年度用電量	機務科、秘書室
	作業區	年度用電量	
	工廠	溫室氣體排放量/年用電用油量	各廠商
裝卸機具	固定式機具	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
	移動式機具	機型資料、年用油量/用電量、平均作業時間	
車輛	公家車輛	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	秘書室、機具所、工務組、碼頭承租商
	私人車隊	年度用油量、里程紀錄、港區平均行駛距離、速度	
	重型柴油車	港區平均行駛距離、車速、怠速情轉時間	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
港勤船舶	船舶	船籍、引擎資料、燃油種類、平均作業時間、油耗	港勤科、工務組、民間業者、中油

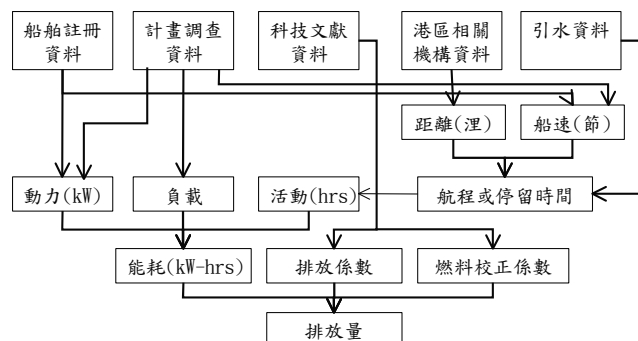
5.2 法規工具建置

- ❖ 高雄港船舶帶解纜業務開放民營申請須知
 - 增列提報船舶、車輛之基本資料
 - 月報表中增列用油量及作業時數
 - 於作業守約中簽署同意提供資料
 - 簽署同意書，供港務局直接向中油調用油紀錄
- ❖ 高雄港船舶貨物裝卸承攬業設置管理作業手冊
 - 將本研究表單納入手冊附件7「自備暨租用機具設備清冊」中
 - 增列要求業者需定期申報能源使用狀況
- ❖ 公務統計報表
 - 納入公務報表系統中

42

5.3 遠洋船舶推估方法

- ❖ 排放量涵蓋主引擎、輔助引擎、輔助鍋爐
- ❖ 基本公式： $\text{排放量} = \text{能耗} \times \text{排放係數} \times \text{燃料校正係數}$
 $\text{能耗} = \text{最大引擎動力} \times \text{負載係數} \times \text{時數}$



43

6.1 結論

- ❖ 本研究之方法與表單，經測試可行，可用於未來擴大辦理。
- ❖ 高雄港港務局可提供港區大部分用電量，但部分承租商會另行申請電號，需全面普查才能完整蒐集用電量資料。
- ❖ 高雄港貨櫃裝卸機具資料完備，可作較準確之評估。
- ❖ 高雄港散雜貨裝卸機具缺乏用電及操作資料，排放量包含在總用電量中，無法單獨推估其排放量。



6.1 結論

- ❖ 高雄港港勤船舶以港務局所屬為主，民營業者、海巡署無法提供細部資料。
- ❖ 高雄港務局之汽車皆添加E3汽油，但北高以外縣市未提供，填報時亦應特別註明汽油類別，以供修正。
- ❖ 高雄港貨櫃車數採自動車道統計資料，但仍可能有遺漏；一般貨車數以貨運量推估。高雄港區怠速約為行駛間排放量 $1/3 \sim 1/4$ 。
- ❖ 鐵路運量低，表單調查涉及單位多，不易單獨區分油量，缺機車頭作業時數資料。



6.2 建議



- ❖ 船舶用油為港區最大排放源，本年度研究未納入試辦，未來應逐年納入遠洋船舶及漁船的排放量推估。
- ❖ 由港務局掛名主辦調查，並明訂規章規範，要求相關廠商提供資料，可摒除廠商洩密疑慮。
- ❖ 年度調查前先開說明會，與各單位及廠商溝通觀念及作法。
- ❖ 資料蒐集涉及各單位，建議由統計科負責蒐集統計各項基本資料（如用油、用電量、進出車輛數等），並納入統計年報。



46

6.2 建議



- ❖ 輔導民營港勤公司建立油品管理機制，俾便評估用油效率，利於以合理管理方式減少能源消耗。
- ❖ 協調中油，在客戶授權下，提供客戶用油量，比照台電提供客戶用電分析。
- ❖ 與環保署建立溝通及合作平台，共享排放量推估相關資料，減少作業單位填報資料負擔。
- ❖ 未來可整合環保署與運研所二者資料，建立一完備的海運部門溫室氣體排放資料庫。
- ❖ 未來可發展本土係數，並持續改進調查方法，使推估程序更完備。



47



附錄六

第二次期末報告簡報資料



交通部運輸研究所港灣技術研究中心

港埠節能減碳基礎資料 建置方法之研究

期末報告



瑩諮科技股份有限公司



簡報大綱



- 1.前言
- 2.美國港區排放清冊建置方法
- 3.調查方法與試辦結果
- 4.排放量調查程序規劃
- 5.後續研究及規劃
- 6.結論與建議





1.前言

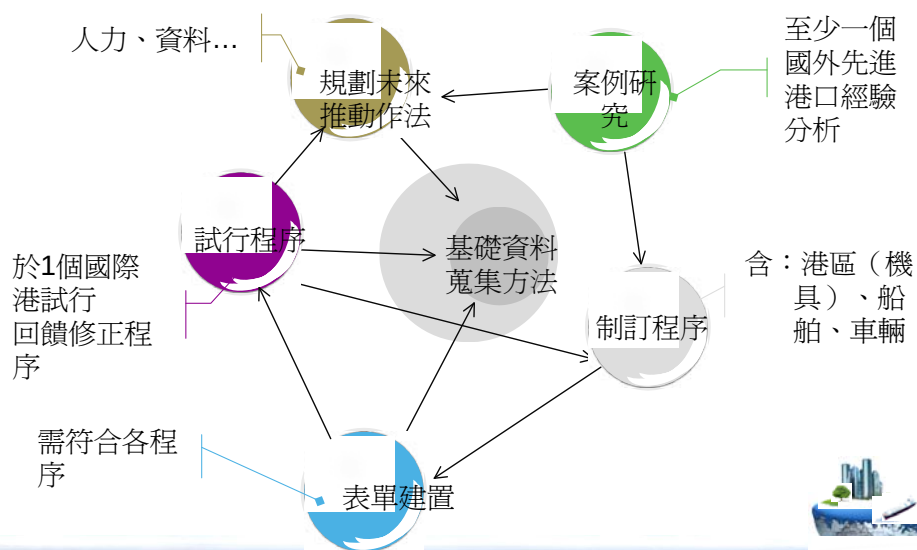


2



1.前言

研究內容與工作項目



3



修訂稿修訂重點

- ✓ 1.補充洛杉磯港歷年來排放清冊建置方法及演變（3.1節）
- ✓ 2.修訂校對調查作業程序內容，並更新近期新回收之資料（4.5～4.9節）
- ✓ 3.補充重型柴油車檢驗數據，驗證怠速惰轉排放係數（4.8.3節）
- ✓ 4.補充排放量調查結果比較，並總結試辦經驗（4.10節）
- ✓ 5.補充各類表單填寫內容說明（4.11節）
- ✓ 6.新增未來調查程序提供各港未來調查之依據（5.1節）
- ✓ 7.依據洛杉磯港經驗，增列租約要求（5.2節）
- ✓ 8.新增本計畫之檢討，並連結未來規劃（5.4節）



2.美國港區排放清冊建置方法





2.美國港區排放清冊建置方法

❖ 洛杉磯港排放清冊調查發展與演變

- 階段1：空氣污染排放清冊
 - 基準年：2001年
 - 第1次調查耗時4年，第2次2年，目前僅需6個月
 - 2006年起附帶調查溫室氣體
- 階段2：溫室氣體盤查清冊
 - 基準年：2006年
 - 僅調查範疇1(直接排放源) & 範疇2(間接排放源)
- 階段3：溫室氣體擴大清冊
 - 基準年：2006年
 - 涵蓋所有範疇3排放源



6



2.美國港區排放清冊建置方法

階段1：空氣污染排放清冊

❖ 調查範圍

- 裝卸機具
 - 涵蓋廠商轉運場
- 重型柴油車
 - 南加州海岸空品區
- 柴油火車頭
 - 南加州海岸空品區
- 遠洋船舶
- 港勤船舶



7



階段1：空氣污染排放清冊

❖ 排放量估算

- 排放量 = 活動量 × 排放係數 × 校正係數
- 排放係數 = 零里程排放率 + (劣化率 × 累積里程)

- 活動量：以kW-hr、VKT為主，未調查用油量
- 排放係數：與引擎出廠年份、型號、特性相關
- 校正係數：與改善措施、油品成分、其它因素相關
- 零里程、累積里程：可改為零時數、累積時數

透過調查得到各項參數，決定使用何種排放係數及校正係數

遠洋船舶、港勤船舶、機具 → 調查功率及操作時數

年度排放量 = 年度操作時數 × 運轉功率 × 排放係數 × 校正係數

行進間、怠速惰轉車輛 → 調查行駛里程、怠速時間

行駛年度排放量 = 車輛數 × 年行駛里程數 × 排放係數 × 校正係數

怠速年度排放量 = 車輛數 × 年怠速時數 × 排放係數 × 校正係數



階段1：空氣污染排放清冊

❖ 資料蒐集來源

裝卸機具	重型柴油車	柴油火車頭	遠洋船舶	港勤船舶
● 逐一以電話或e-mail接洽廠商 ● 表單項目見報告3-11頁	● 透過場站訪談 ● 透過電腦模擬道路行駛車次、距離和車速。	● 先前的排放量研究資料 ● 港口貨運量統計 ● 火車營運單位	● 南加州海事資料交換中心 ● 船舶減速計畫資料 ● 洛杉磯港領港服務資料 ● 勞氏船舶註冊資料 ● 船舶登船計畫資料 ● 海圖 ● 表單項目見報告3-15頁	● 船主或操作單位 ● 碼頭承租業者的商用漁船靠港資料 ● CARB提供補助的南加州海岸改裝船舶清單 ● 港口提供經費的計畫名單 ● 表單項目見報告3-18頁





階段2：溫室氣體盤查清冊

❖ 範圍

- 港務局有控制權之範圍
- 範疇1 + 範疇2

❖ 排放量推估計算

- 調查各燃料、逸散源使用量，以係數法換算CO₂e

❖ 資料蒐集

- 港務局6大部門
 - 帳單（電、天然氣）、開出發票、冷媒添購紀錄
 - 財產清單、購油紀錄、車/船/冷凍單元清單



10



階段3：溫室氣體擴大清冊

❖ 範圍

- 裝卸機具與港勤船範圍不變，方法比照階段1



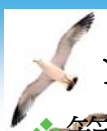
鐵路火車擴大至全國主要轉運點

柴油車擴大至600英里



遠洋船舶包括上一港到下一港航程，涵蓋太平洋及大西洋。
由委辦公司派人上船全程紀錄、訪談，取得不同航程的排放狀況，作為同類型船舶預設值。

11



洛杉磯港調查經驗可行性分析

範圍及推估方法

洛杉磯港調查階段		階段1			階段2			階段3		
範疇		1	2	3	1	2	3	1	2	3
主要排放源	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/天然氣					●				
	7. 自有車輛				●					
	8. 發電機				●					
	9. 冷媒使用				●					
	10. 其它				●					
方法		空品區			港區			全球		
推估方法		活動量係數法			燃料量(用電量)係數法			活動量係數法		

❖ 可綜合階段1及階段2作為調查範圍

- 階段1涵蓋南海岸空品區，台灣缺乏車輛調查，建議限制於港區
- 階段2調查範圍為必要項目
- 階段3範圍耗費資源過大，目前資源不足，亦無此需求。

❖ 以燃料量係數法為主

- 因不考慮空氣污染，溫室氣體調查建議以用油量用電量為主，活動量推估為輔
- 以活動量推估誤差較大

台灣缺乏發展本土活動量推估係數之專業機構
台灣缺乏港區外車流量及行車模式調查



洛杉磯港調查經驗可行性分析

資料蒐集方式可參採部分經驗

排放源	洛杉磯港作法	台灣情況
裝卸機具	✓透過租約要求廠商提供，約5年續約	✓承租期過長
重型柴油車	✓路上交通調查計畫提供資料 ✓現場訪談	✓缺交通調查計畫 ✓可利用GPS資料取代部分訪談
遠洋船舶	✓進港減速計畫提供船速監測值 ✓登船檢查	✓應可利用台灣海域船舶動態系統取代其功能 ✓非PSC締約國，無法源，檢查量少
港勤船舶	✓透過租約要求廠商提供，約5年續約	✓開放民營，非租約關係



3.調查方法與試辦結果



14



3.調查方法與試辦結果

3.調查方法與試辦結果

調查範圍界定

參考對象	排除項目
美國、中國大陸、環保署	排除工廠、固定源
ISO 14064	排除沒有控制權或經營權的部分
商港法	排除各專業區（漁業、工業、船舶拆解及其它）及加工出口區、自由貿易區非與商港管理有關者。

❖ 前述區域，港務機關沒有直接或間接推動節能減碳之權利，故將本研究範圍定義如下：

- 「在商港區域內，為便利船舶出入、停泊、貨物裝卸、倉儲、駁運作業、服務旅客之水面、陸上、海底及其它之一切有關設施。區域內之漁業、軍事、工業、船舶拆解及其它特定用途之專業區，以及加工出口區、自由貿易區等部分則排除之。」



15

排放源鑑別

本研究主要範圍，與節能相關

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

排放量推估方法

❖ 計算

■ 係數法

- 例如：間接電力排放量 = 用電度數 × 電力排放係數

■ 質量平衡法

- 例如：全氟碳化物排放量 = 使用量 — 剩餘量

❖ 量測

■ 持續量測

- 例如：連續自動監測設備

■ 間斷量測

- 以定期或不定期量測視為全時程代表數據

❖ 量測與計算之結合

權衡推估資源、難度，係數法最為普遍使用。



排放量推估方法

❖ 單位燃料排放係數法為主

■ $\text{排放量} = \text{燃料使用量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$

• 燃料使用量：如柴油、汽油、用電度數等

• 排放係數

➢ 燃料：交通部運研所,2009，「97運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立-建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」

➢ 電力：台電每年公布當年度電力係數

❖ 單位活動強度排放係數法為輔

■ $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$

• 活動強度如：行駛里程、工作時數等

• 校正係數：如生質燃油修正、防制設備效率

➢ 超級柴油：B1(0.99)、環保柴油：B2(0.98)

➢ 酒精汽油：E3(0.97)



用電設備

❖ $\text{排放量} = \text{用電量} \times \text{排放係數}$

■ 需有獨立電表

■ 適用於電力裝卸機具及外購電力

❖ $\text{用電量} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$

■ 缺獨立電表之設備，用電量需推估

• 額定馬力：全負載時的最大輸出功率

• 負載係數：實際作業時與全負載的平均比值

• 工作時數：設備實際運轉時數

★	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



用油設備



❖可取得用油量資料

- $\text{排放量} = \text{用油量} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
- 需取得油品種類以決定係數值

❖無用油量資料

- $\text{排放量} = \text{活動強度} \times \text{排放係數} \times \text{校正係數}$
 - $\text{活動強度} = \text{額定馬力} \times \text{負載係數} \times \text{工作時數}$
 - $\text{排放係數} = \text{零時數排放係數} \times (\text{劣化率} \times \text{累積時數})$
- 需取得設備基本資料以決定額定馬力及係數值
- 需取得現場資料以決定負載係數及工作時數

★ 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



20

重型柴油卡車



❖無法取得用油量

❖以活動強度方式計算排放量

- $\text{行駛間排放量} = \text{車輛數} \times \text{行駛里程} \times \text{排放係數}$
 - 排放係數與車速相關（表4-19）
 - 需取得各車種總車輛數 + 每車次行駛里程
- $\text{怠速排放量} = \text{怠速惰轉時間} \times \text{排放係數}$
 - 需取得怠速惰轉時數（美國重型柴油車 CO_2 : 4,640 g/hr）
 - 本研究進行排放係數驗證結果：

車種	怠速惰轉轉速(rpm)		排氣量(c.c.)		CO ₂ (V%)		排放係數 (g/hr)	樣本數量
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差		
大貨車	658	148	7,297	3,392	1.39	0.22	3,923	94
曳引車	539	51	12,118	1,268	1.32	0.22	5,062	52
總計/平均	616	135	9,014	3,648	1.36	0.22	4,451	146

檢測時間：99.10.20~99.11.15

二者相符，採用文獻數據。



21

重型柴油卡車

❖ 重型柴油車（貨櫃車、大貨車）車輛數

■ 貨櫃車車輛數

- 自動車道進出統計量(本計畫採用此法)
- 進出口貨櫃數扣除轉口貨櫃數量

■ 貨運車車輛數

- 貨運量÷平均每車次貨運重

❖ 利用GPS車隊統計10萬車次

- 平均車速19.8公里/小時
- 平均進出港區距離1.2公里，與環保署數據落差大
- 平均脩轉時間

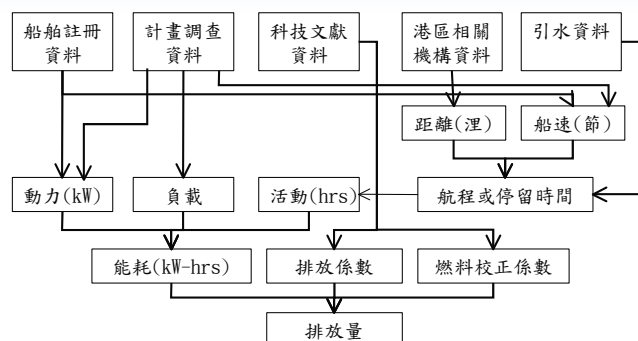
港區	高雄港	臺中港	基隆港
平均進出距離(km)	3.847	6.960	1.015

資料來源：環保署,2010^[30]，本計畫整理

平均停留點數	1.8點
每點停留時間	12.8分鐘
每點急速停留時間	8.7分鐘

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

遠洋船舶



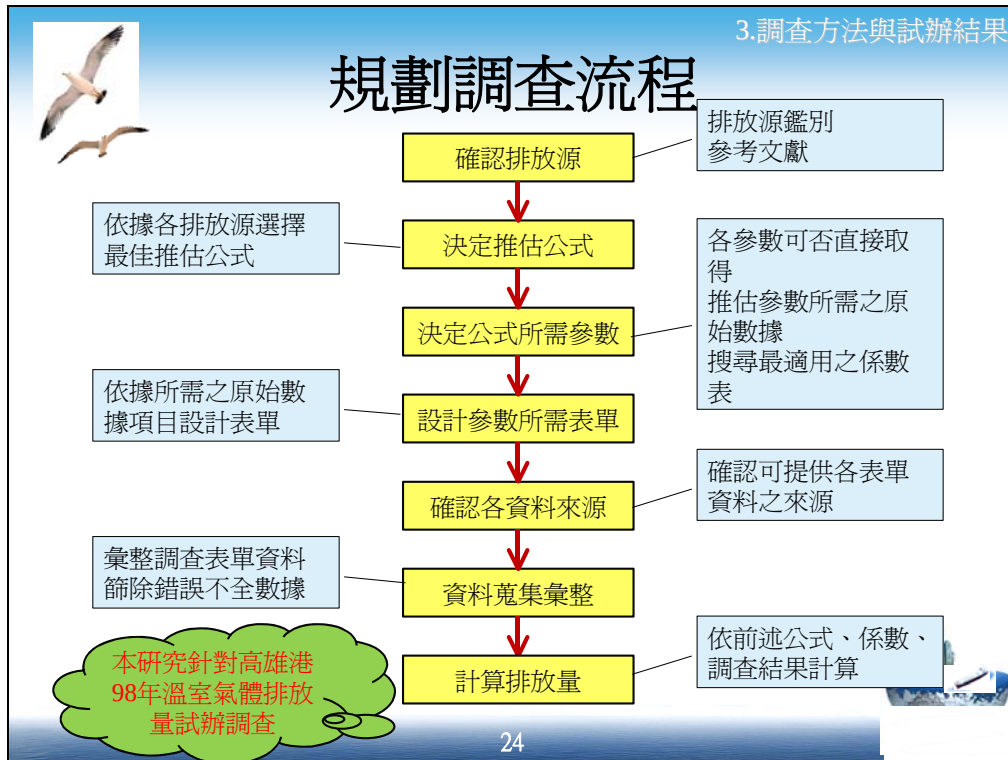
❖ 排放量涵蓋主引擎、輔助引擎、輔助鍋爐

❖ 基本公式：排放量 = 能耗 × 排放係數 × 燃料校正係數

$$\text{能 耗} = \text{最大引擎動力} \times \text{負載係數} \times \text{時數}$$

進港、調度、停泊、出港的引擎狀況不同，因此負載係數不同，需分別計算

規劃調查流程

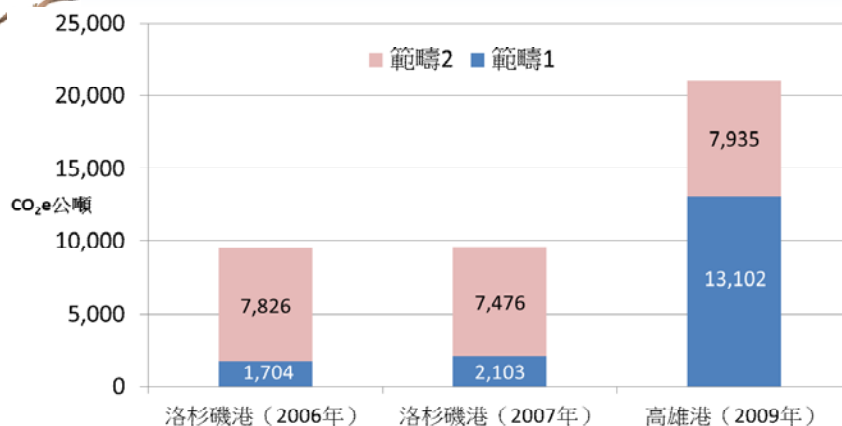


高雄港試辦調查結果





高雄港範疇1、2排放量比較



- 測試調查結果未能涵蓋所有排放源
- 高雄港範疇一主要為港勤船舶
- 高雄港範疇二尚未完全扣除承租戶用電量
- 僅佔2009年全國排放量為243百萬公噸CO₂e的0.009%



四大港口排放量比較

單位：年CO₂e公噸/年

	環保署調查結果						本計畫	
	基隆港	臺中港	高雄港	花蓮港	合計	分配比例	高雄港	臺中港
遠洋船舶(港區內)	165,036	173,406	416,665	29,251	784,358	87.3%	-	-
港勤船舶	4,349	6,964	18,190	2,309	31,813	3.5%	18,034	-
貨物裝卸設備	1,275	8,493	7,879	1,967	19,615	2.2%	47,305	-
鐵路火車頭	0	208	0	1,219	1,427	0.2%	0	173
重型柴油車輛	2,060	23,982	32,088	3,017	61,148	6.8%	24,941	-
總計	172,720	213,054	474,822	37,763	898,360	100.0%	90,280	173

資料來源：行政院環境保護署，2010，本計畫整理

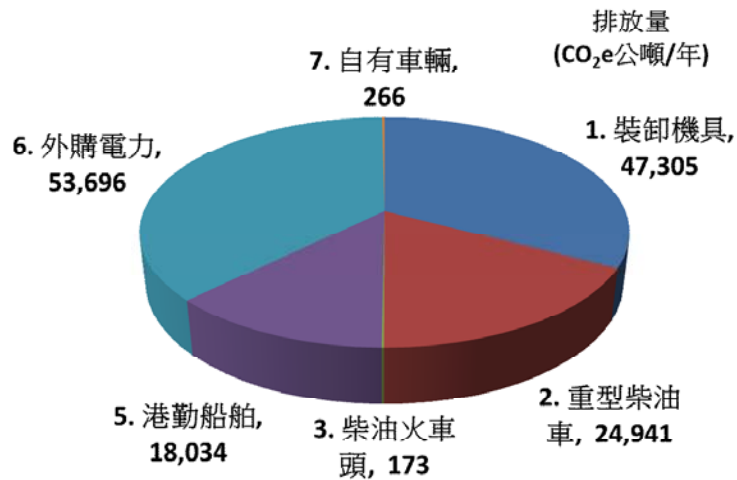
本計畫含用電排放量

本計畫從用油量用電量推估，環保署從功率推估

- 環保署調查以空氣污染為主，溫室氣體為附帶調查，因此未涵蓋範疇二用電量
- 測試調查結果未能涵蓋所有排放源



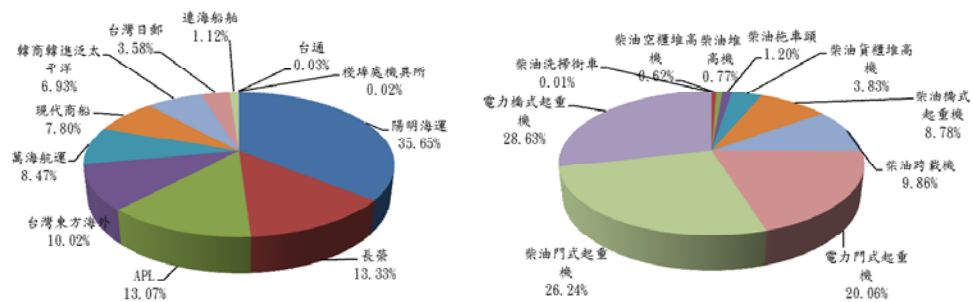
各排放源排放量



- 裝卸機具含用電機具間接排放量，外購電力扣除裝卸機具用電量
- 柴油火車頭為臺中港調查結果
- 測試調查結果未能涵蓋所有排放源

28

裝卸機具排放量比較



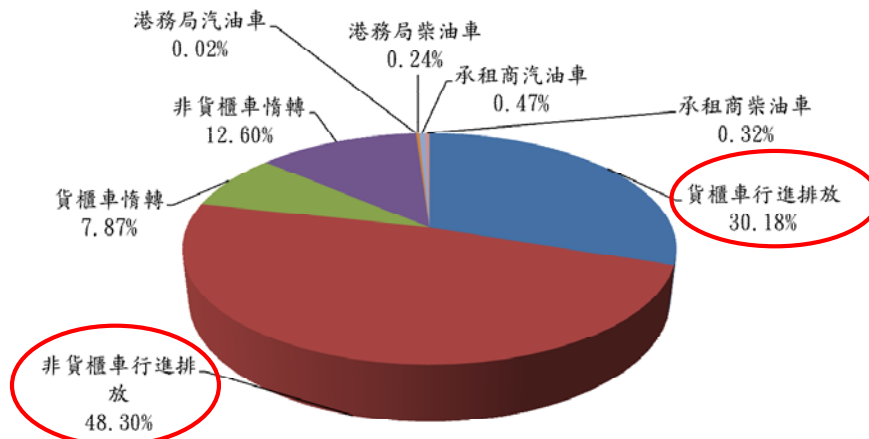
陽明>長榮>APL>其它廠商

電力橋式機>柴油門式機>電力門式機>其它設備

- 測試調查結果未能涵蓋所有排放源
- 試辦調查之總排放量為47,305 CO₂e公噸

29

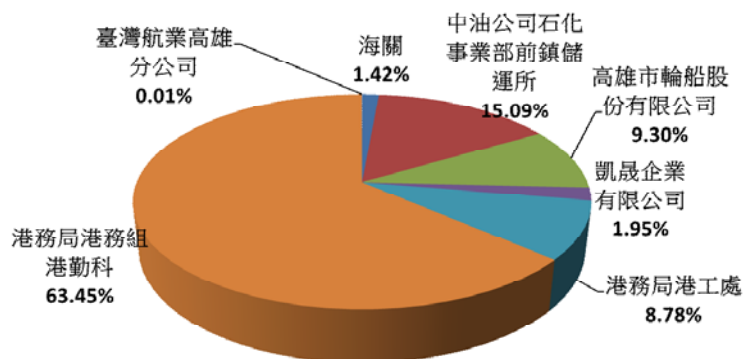
車輛排放量



- 測試調查結果未確定涵蓋所有排放源
- 試辦調查之總排放量為25,207 CO₂e公噸

30

港勤船舶排放量



- 測試調查結果未涵蓋所有排放源
- 試辦調查之總排放量為18,034 CO₂e公噸

31



試辦經驗總結

❖場站用電量

- 港務局僅可提供約8成用電量，其餘廠商需普查。
- 取得電號，即可於台電網站查詢，準確度高。

❖裝卸機具

- 碼頭業者配合度高，裝卸業者幾無機具。
- 貨櫃起重機有獨立電表，但不一定有紀錄。
- 散雜貨機具有多馬達，多無獨立電表或紀錄。

❖港勤船舶

- 民營業者配合意願低。
- 海巡船舶無法釐清屬高雄港區之排放量。



32



試辦經驗總結

❖車輛調查

- 以中油月結對帳單為依據，方便且準確度高。
- 自有垃圾車需納入調查，委外則可免除。
- 僅有貨櫃車統計，非貨櫃車出入數僅能推估。
- 以GPS調查港區車速、惰轉時間，可行。

❖總結

- 涉及單位多，應先召開說明會。
- 承租戶及財產清冊取得有保密之虞，由港務局主導調查可避開此問題。
- 用油、用電量資料比活動量資料容易取得。



33



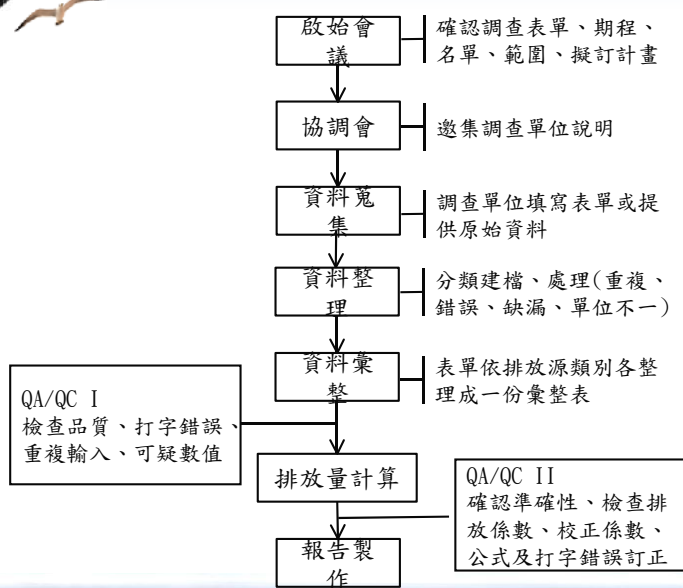
4.排放量調查程序規劃



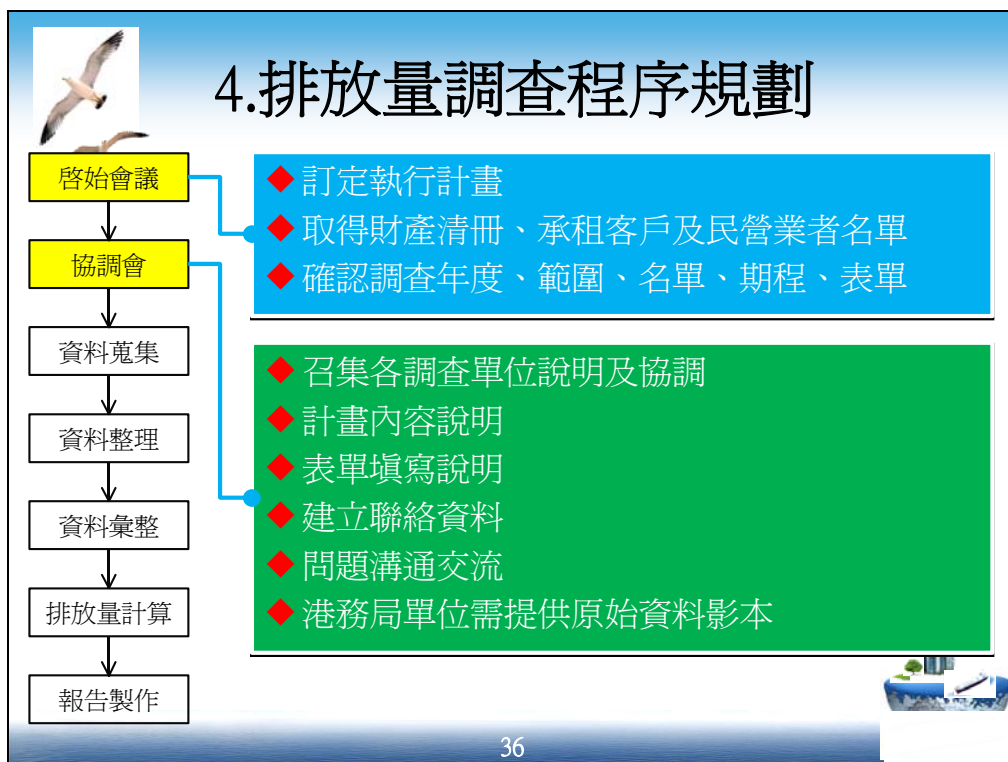
34



4.排放量調查程序規劃



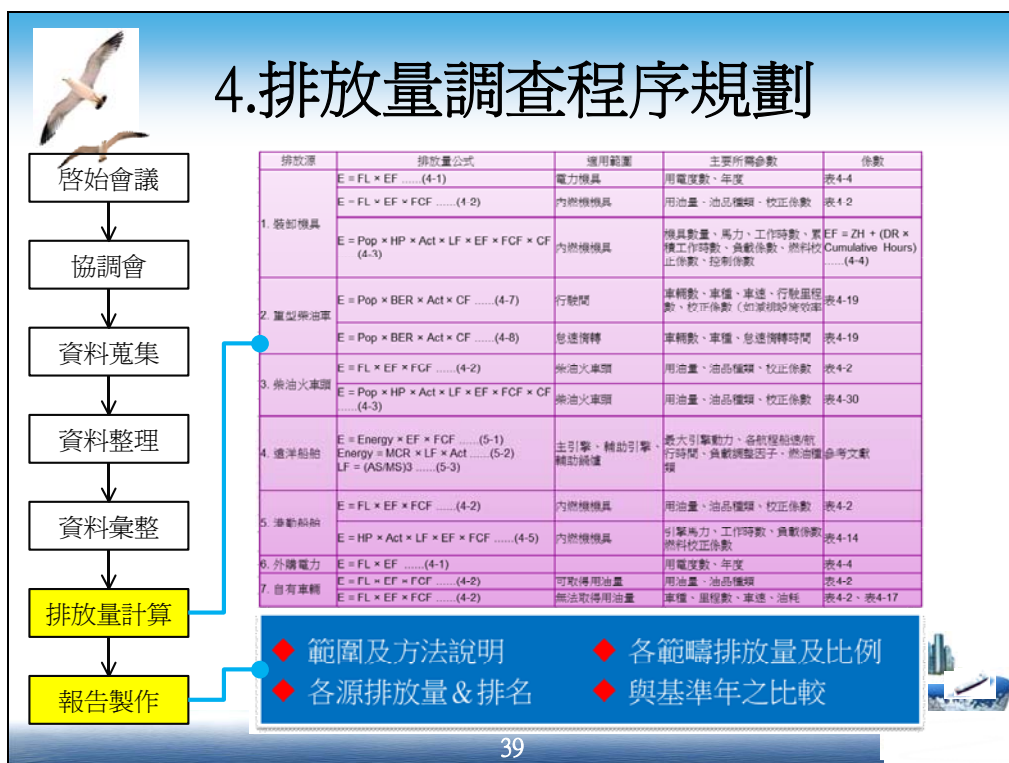
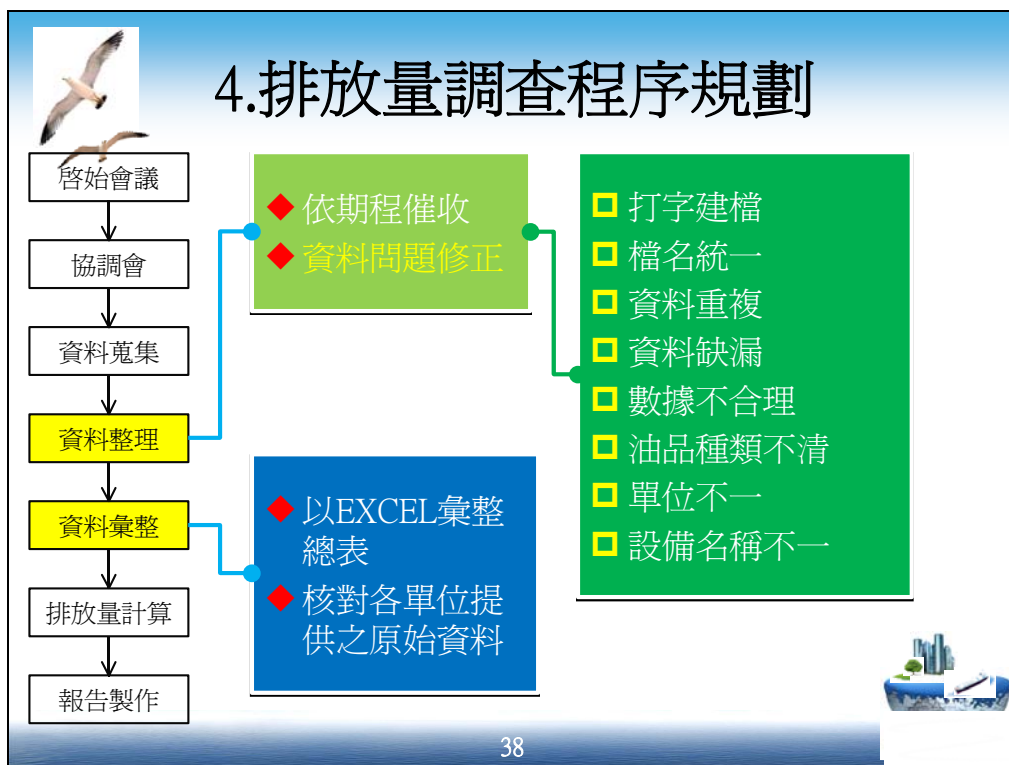
35

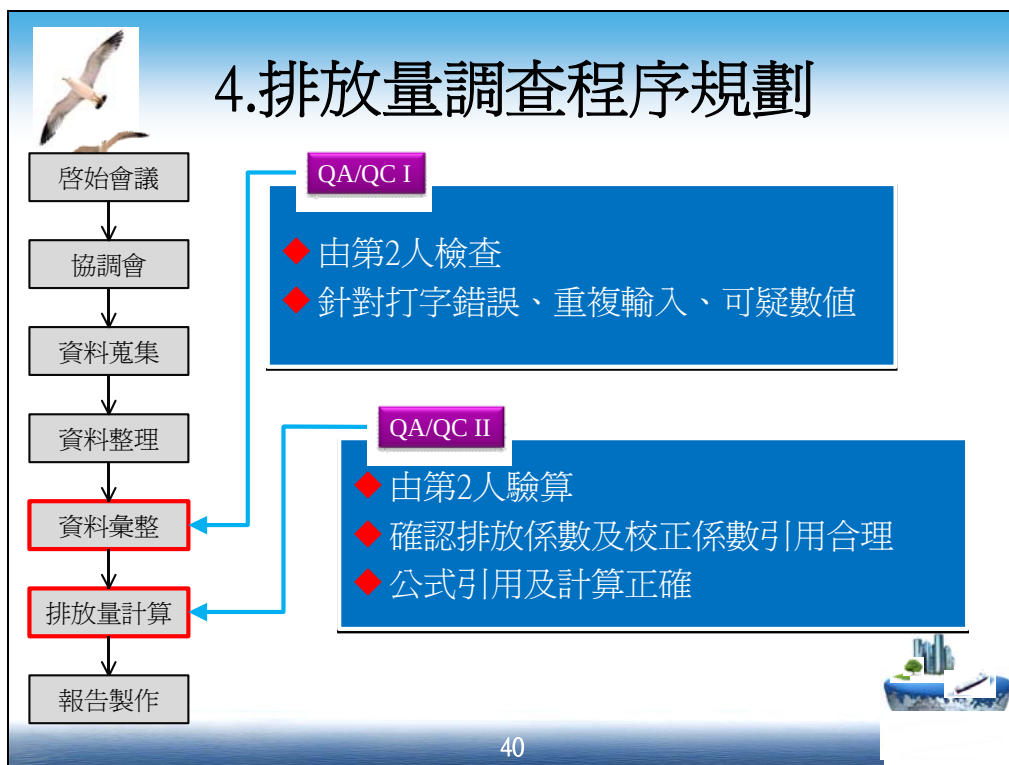


36



37







5.後續研究及規劃

❖ 本研究未竟之處

- 重型柴油車
 - 活動量評估準確度應可再提高
- 遠洋船舶
 - 僅有方法，未試辦調查
- 漁船
 - 未研擬方法
- 逸散源 & 發電機
 - 未調查

進出數量
行駛里程
怠速時間
平均時速



42



5.後續研究及規劃

重型柴油車

❖ 相關參數推估改善方案

數量評估	方法說明	可行性	準確度
	1 蒐集所有路口攝影資料，全量調查各散雜貨碼頭車流量。	低。人力耗費高，攝影地點可能有缺漏，且檔案一般只保留幾個月，無法追溯調查。	高
	2 蒐集所有路口部分日期攝影資料，換算推估各散雜貨碼頭全年車流量。	中。以少數日期推估全年，誤差較高。且攝影檔案僅保留數月，不一定可得到所需資料。	低
	3 蒐集碼頭攝影資料計算車流量，比對靠港船舶裝卸貨量，確認及更新貨車平均載重係數。	高。可針對現有平均載重係數項目進行。但各碼頭不一定有需要的攝影資料。	中
	4 派員於路口實地調查車流量，換算為全年車流量。	高，但只能推估當年的車流量，且以少數日期推估全年，誤差較高。	低
	5 派員至所有廠商處，調閱派單表，逐一清點數量。	低。耗費的人力資源及工作量過高，無法確認廠商沒有遺漏。且廠商可能資料不全、遺失、不願配合等。	高

怠速及車速調查方法比較

調查單位	洛杉磯港	行政院環保署	本研究改善作為
怠速情轉時間	現場訪談、管制站資料	無怠速情轉時間資料，未計算排放量。	透過GPS資料，抽樣統計怠速情轉時間。
港區車速	現場訪談、模式模擬	自訂假設值。	透過GPS資料，抽樣統計港區平均車速。



43



各排放源減碳可行措施

❖ 依據各排放源排放量大小，訂定各因應措施優先順序

序號	排放源	可行措施
1	遠洋船舶	進港減速、岸電、停泊費用減免
2	港勤船舶	岸電、用油管理
3	裝卸機具	油改電、汰舊更新、改裝設備
4	柴油火車頭	汰舊更新
5	重型柴油車	進出/裝卸管理、汰舊更新、改裝設備
6	外購電力	省電燈具/設備、能源管理系統、再生能源
7	自有車輛	汰舊更新、改裝設備、生質燃油



未來四年研究內容建議

❖ 研究計畫完成後，移由各港務局執行。

年度	延續四年計畫	港務局計畫
第1年	遠洋船舶排放清冊建置方法 柴油卡車排放參數確認 岸電效益評估 港勤船用油管理	建立基準年排放清冊 (不含遠洋船舶)
第2年	漁船排放清冊建置方法 進港減速、停泊費用減免 排放量改善誘因 法規研擬	更新排放清冊 建立基準年遠洋船舶排放清冊 推動岸電、港勤船用油管理
第3年	更新排放調查方法/係數 能源管理系統、改裝、汰舊換新研究	更新排放清冊 建立基準年漁船排放清冊 可行計畫推動
第4年	更新排放調查方法/係數 碳交易和收費機制研究	更新排放清冊 可行計畫推動





6. 結論與建議



46



6. 結論與建議

❖ 6.1 結論

- 本研究研擬之方法與表單，經測試可行，可用於未來擴大辦理。
- 本方法涵蓋範疇一及範疇二排放源，及範疇三的陸域及港勤船舶部分。
- 本方法範圍依據商港法界定為：「在商港區域內，為便利船舶出入、停泊、貨物裝卸、倉儲、駁運作業、服務旅客之水面、陸上、海底及其他之一切有關設施。區域內之漁業、軍事、工業、船舶拆解及其它特定用途之專業區，以及加工出口區、自由貿易區等部分則排除之。」



47



6.1 結論

- 高雄港範疇一&範疇二合計，最大排放源為港勤船。
- 高雄港港務局可提供港區大部分用電量，但承租可能自行申請電號，且無法透過台電配電所查知港區總用電量，因此需全面普查承租商電號才能完整蒐集用電量資料。
- 高雄港貨櫃裝卸機具資料完備，可作較準確之評估。
- 高雄港散雜貨裝卸機具缺乏用電及操作資料，用電量包含在總用電量中，無法單獨推估其排放量。
- 高雄港務局之汽車皆添加E3汽油，但北高以外縣市未提供，填報時亦應特別註明汽油類別，以供修正。



48



6.結論與建議

6.2 建議

- 本研究不足之處，應納入未來研究範圍。包括遠洋船舶排放量、重型柴油車數量及參數評估精確度、漁船排放量等。
- 由港務局掛名主辦調查，並明訂規章規範，要求相關廠商提供資料，可摒除廠商洩密疑慮。
- 年度調查前先召開說明會，與各單位及廠商溝通觀念及作法。
- 調查方法應持續改進更新，納入最新研究成果。
- 本研究已整理出各排放源相對應之減量策略，可依據排放源排放量大小，選定研究的優先次序。



49

6.2 建議

- 輔導民營港勤公司建立油品管理機制，俾便評估用油效率，利於以合理管理方式減少能源消耗。
- 協調中油，在客戶授權下，提供客戶用油量，比照台電提供客戶用電分析。
- 與環保署建立溝通及合作平台，共享排放量推估相關資料，減少作業單位填報資料負擔。
- 未來可整合環保署與運研所二者資料，建立一完備的海運部門溫室氣體排放資料庫。
- 未來可發展本土係數，並持續改進調查方法，使推估程序更完備。

Thank You !