

106-003-7905

MOTC-IOT-105-H1DB006

建置高雄港區 105 年即時 空氣品質推估系統



交通部運輸研究所

中華民國 106 年 3 月

106-003-7905

MOTC-IOT-105-H1DB006

建置高雄港區 105 年即時 空氣品質推估系統

著 者：柯正龍、陳桂清、謝明志

吳義林、張鴻良、楊榮元

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 3 月

建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統 / 柯正龍等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 106.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-05-1922-8(平裝)

1. 港埠管理 2. 管理資訊系統

557

106002148

建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

著 者：柯正龍、陳桂清、謝明志、吳義林、張鴻良、楊榮元

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.ihmt.gov.tw (中文版>中心出版品)

電 話：(04)26587132

出版年月：中華民國 106 年 3 月

印 刷 者：

版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定 價：250 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：1010600298

ISBN：978-986-05-1922-8(平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

106

建置高雄港區

105

年即時空氣品質推估系統

交通部運輸研究所

GPN：1010600298

定價 250 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：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-05-1922-8(平裝)	政府出版品統一編號 1010600298	運輸研究所出版品編號 106-003-7905	計畫編號 105-H1DB006
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：柯正龍 聯絡電話：04-26587186 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：財團法人成大研究發展基金會 計畫主持人：吳義林 研究人員：張鴻良、楊榮元 地址：臺南市大學路 1 號 聯絡電話：06-2386764		研究期間 自 105 年 5 月 至 105 年 12 月
關鍵詞：空氣品質、推估系統、高雄港			
摘要： 高雄港為國內第一大商港，依據研究顯示，港區空氣污染物排放量對該區域污染排放總量的佔比頗高，尤以硫氧化物(SO_x)與氮氧化物(NO_x)最為顯著。為精進深化高雄港綠色港埠形象，以因應空氣品質之改善與緊急防制應變作業，建置高雄港區即時空氣品質推估系統，實有需要。 本計畫結合交通部氣象局氣象觀測與本所臺灣海域船舶動態資訊系統(AIS)，完成建置高雄港區之即時空氣品質推估系統，並使用行政院環境保護署之環境資源資料開放平台(http://opendata.epa.gov.tw/)，下載前金、前鎮、小港及林園四個測站之氣象參數，計算穩定度與混合層高度，藉由輸入排放量，即時推估高雄港區空氣污染物增量。 成果效益： 提升高雄港綠色港口形象，使符國際海事組織(IMO)與歐洲海港組織(ESPO)規範，增加港口營運競爭力，確保港區空氣品質符合標準，保障居民身體健康。 提供使用情形： 研究成果已藉由舉辦 3 次教育訓練，提供交通部航港局與臺灣港務公司及其所屬單位，辦理空氣品質監測參考應用。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
106 年 3 月	200	250	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: Establishment of Air Quality Forecast System at Kaohsiung Harbor			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-1922-8 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010600298	IOT SERIAL NUMBER 106-003-7905	PROJECT NUMBER 105-H1DB006
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu, Yung-Fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu, Yung-Fang COORDINATE INVESTIGATOR: Chu, Chin-Yuan PROJECT STAFF: Jeng-Long Ko PHONE: (04) 26587186 FAX: (04) 26564418			PROJECT PERIOD FROM May 2016 TO December 2016
RESEARCH AGENCY: NCKU Research and Development Foundation PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wu, Yee-Lin PROJECT STAFF: Zhang, Hong-Liang, Yang, Rong-Yuan ADDRESS: No.1, University RD., Tainan City 701, Taiwan, R.O.C. PHONE: 886-6-2386764			
KEY WORDS: Air Quality 、 Forecast System 、 Kaohsiung Harbor			
ABSTRACT: Taiwan and its air pollutants emitted are significant based on the previous studies, especially for SO_x and NO_x. Therefore, it is necessary to establish the ambient air quality forecasting system at Kaohsiung harbor in order to improve the air quality with emergent action and achieve the green harbor image. The project is to integrate Automatic Identification System (AIS) at Harbor and Marine Technology Center and local meteorological data at Center Weather Bureau to establish the real-time air quality forecasting system (AERMOD) for Kaohsiung harbor. An open platform of Environmental Protection Agency (http://opendata.epa.gov.tw) is also applied to download the four nearby air quality monitoring sites of meteorological data, to calculate the stability and mixed-level height and input the emitting amount, the real-time estimated of air pollutants increase is obtained. Benefits: It is to increase Kaohsiung harbor green port image comply with IMO and ESPO criteria, to raise port operation competition, to ensure harbor air quality and citizen health. Applications: The study achievements are provided by means of three time's physical educational trainings for harbor authorities and Taiwan Harbor Company to execute air quality monitoring in the future.			
DATE OF PUBLICATION March 2017	NUMBER OF PAGES 200	PRICE 250	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

目 錄

中英文摘要	I
圖目錄	V
表目錄	VII
第一章 前言	1-1
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 混合層高度之意義與重要性	2-1
2.2 擴散模式	2-3
第三章 研究方法	3-1
3.1 執行流程	3-1
3.2 AERMOD 模式	3-3
3.3 建置氣象資料	3-5
3.3.1 Pasquill 大氣穩定度	3-5
3.3.2 羅氏法推估混合層高度	3-7
3.4 建置地形資料	3-9
3.5 排放量推估	3-9
3.5.1 AIS 資料庫	3-11
3.5.2 勞氏資料庫	3-12
3.5.3 船舶排放量	3-13
3.6 建置即時推估系統	3-24

第四章 研究結果.....	4-1
4.1 高雄港附近高程地形之建置	4-1
4.2 混合層高度比較	4-2
4.3 日夜變化差異	4-4
4.4 季節變化差異	4-7
4.5 四站平均	4-9
4.6 模擬測試	4-12
4.7 即時推估系統執行結果比較	4-13
第五章 結論與建議.....	5-1
5.1 結論	5-1
5.2 建議	5-2
5.3 成果效益：	5-2
5.4 提供使用情形：	5-3
參考文獻.....	參-1
附錄一 期中報告審查意見處理情形表.....	附錄 1-1
附錄二 期末報告審查意見處理情形表.....	附錄 2-1
附錄三 期末報告簡報資料.....	附錄 3-1
附錄四 工作會議紀錄.....	附錄 4-1
附錄五 第一次教育訓練簡報資料.....	附錄 5-1
附錄六 第二次教育訓練簡報資料.....	附錄 6-1
附錄七 第三次教育訓練簡報資料.....	附錄 7-1
附錄八 空氣品質即時推估系統使用手冊.....	附錄 8-1

圖目錄

圖 1.1 高雄港鄰近 EPA 空氣品質監測站位置圖	1-1
圖 2.1 混合層高度與垂直擴散係數之關係.....	2-2
圖 2.2 污染物擴散空間分布示意圖.....	2-4
圖 3.1 空氣品質推估執行流程.....	3-1
圖 3.2 AERMOD 模式模擬流程圖.....	3-4
圖 3.3 AERMET 氣象資料處理流程	3-5
圖 3.4 探空資料欄位.....	3-8
圖 3.5 地面資料欄位.....	3-8
圖 3.6 排放量推估流程圖.....	3-10
圖 3.7 高雄港區經度座標回歸.....	3-12
圖 3.8 高雄港區緯度座標回歸.....	3-12
圖 3.9 模擬結果示意圖.....	3-27
圖 4.1 高雄港附近高程地形.....	4-2
圖 4.2 混合層高度計算比較.....	4-3
圖 4.3 逐時平均混合層高度.....	4-5
圖 4.4 逐時日夜變化差異比較.....	4-6
圖 4.5 逐月平均混合層高度.....	4-8
圖 4.6 逐月季節變化差異比較.....	4-9
圖 4.7 四站平均混合層高度比較.....	4-11

圖 4.8 四站逐時平均日夜變化比較.....	4-12
圖 4.9 四站逐月平均季節變化比較.....	4-13
圖 4.10 推估結果比較.....	4-16

表目錄

表 3-1 工作進度管理.....	3-2
表 3-2 Pasquill 大氣穩定度等級分類表	3-6
表 3-3 輻射量與日照強度關係表	3-6
表 3-4 AIS 資料欄位	3-11
表 3-5 勞氏資料庫欄位名稱	3-13
表 3-6 船舶缺值預設表	3-16
表 3-7 輔助引擎缺值預設表	3-17
表 3-8 鍋爐缺值預設表	3-18
表 3-9 主引擎排放係數	3-20
表 3-10 輔助引擎排放係數	3-21
表 3-11 鍋爐排放係數.....	3-21
表 3-12 MDO/MGO 燃油校正係數.....	3-22
表 3-13 低負載校正係數	3-24
表 3-14 輔助引擎負載預設值	3-25
表 4-1 EPA 測站資訊	4-3
表 4-2 推估數值與 EPA 測值比較百分比	4-15

第一章 前言

高雄港為國內第一大商港，與世界各國經濟活動互動頻繁且合作密切，其遠洋船舶肩負貨運或客運在國際間交流的重任，但伴隨而來的空氣污染物排放問題也愈形嚴重，再加上港口內運輸工具船舶、裝卸設備與重型卡車等污染排放問題，已不容忽視。

目前高雄港區並無自己的空氣品質測站，現有的監測資料來自港區附近環保單位的測站，或自行委託民間檢測公司採用空氣品質監測車進行移動性之短期監測。如圖 1.1，高雄港附近之環保署空氣品質監測站(紅色三角形)與高雄港之間，設有許多工業區或工廠，因此，其數據較難以代表高雄港區污染排放，對於高雄市周邊的空氣品質狀況的影響。此外，環保署監測項目亦僅針對一般需求或交通源而設，並非針對港區的影響。另空氣品質監測車僅能定期監測，並無法如空氣品質監測站一般，提供長期且連續性的監測數據，難以藉此判斷空氣品質的變化，不易掌握各種不同天氣與氣候型態下的污染變化情形。

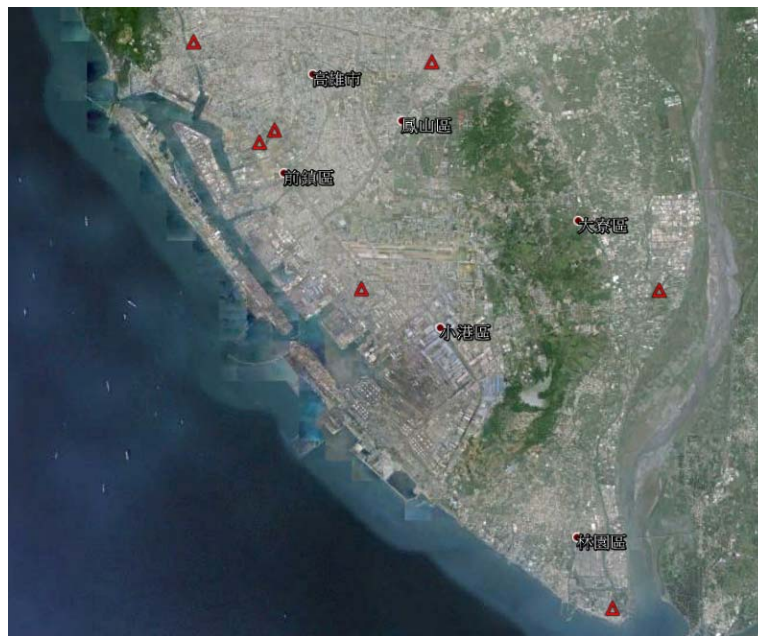


圖 1.1 高雄港鄰近 EPA 空氣品質監測站位置圖

國內港埠地區空氣污染物，長期以來未被列入環保管制項目重點，但依據相關研究顯示，港區空氣污染物排放量對該區域污染排放總量的佔比頗高，尤其是硫氧化物(SO_x)與氮氧化物(NO_x)最為顯著。此外，為提昇環境品質及維護國人健康，環保署於 101 年 5 月 14 日增訂細懸浮微粒(PM_{2.5})周界空氣品質標準之 24 小時值與年平均值分別為 35 µg/m³ 與 15 µg/m³；為因應細懸浮微粒之管制，環保署於 104 年 11 月 17 日預告「空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法」部分修正。另外，在立法 16 年之後，環保署會同經濟部於 104 年 6 月 30 日公告實施「高屏地區空氣污染總量管制計畫」。故高雄港在達成國際優質港與綠色港口之目標中，必須因應空氣品質之改善與緊急防制應變作業，建置高雄港區之即時空氣品質推估系統。

交通部運輸研究所（以下簡稱本所）港灣技術研究中心已建立「臺灣海域船舶動態資訊系統」(Automatic identification system,AIS)，進行臺灣海域空氣污染估算等有關綠色海運的規劃與運作，100-103 年並完成高雄港區空氣污染物排放清冊，104 年完成高雄港區建置空氣品質擴散模式 AERMOD 平台，模擬擴散現況及提供建置監測站位置之建議，相關研究成果已獲臺灣港務股份有限公司參考應用，要求所屬各分公司與營運處，據以落實港區節能減碳做法，並針對港區空氣污染問題，研擬具體可行措施，目前高雄、基隆及臺中港已取得歐洲海港組織生態港認證，成為亞太地區唯一具有取得 ECOPORTS 認證之港口。

AERMOD 模式為美國環保署（United States Environmental Protection Agency, USEPA）公告之最新煙流擴散模式，用以模擬惰性空氣污染物於小區域(50 公里內)空間範圍之擴散，本計畫以建置完成之高雄港 AERMOD 模式模擬平台，結合交通部氣象局之氣象觀測資料與臺灣海域船舶動態資訊系統之即時船隻相關資料，建置高雄港區之即時空氣品質推估系統，並進一步規劃後續辦理預報系統需求內容，以精進深化高雄港綠色港口形象，使之符合國際海事組織(International Maritime Organization,IMO)與歐洲海港組織(European Sea Ports Organisation,ESPO)規範，提升港口國際競爭力，確保港區環境安全。

本計畫以建置完成之高雄港 AERMOD 模式的模擬平台，結合交通部氣象局之氣象觀測資料與本所 AIS 之即時船隻等相關資料，建置高雄港區之即時空氣品質推估系統，精進深化高雄港綠色港口形象，使符國際海事組織與歐洲海港組織規範，提升港口國際競爭力，確保港區環境安全。

第二章 文獻回顧

2.1 混合層高度之意義與重要性

當污染物排入大氣邊界層 (Atmospheric boundary layer, ABL) 後，可經由大氣紊流的作用，在水平及垂直方向上逐漸擴散，若擴散的時間夠長及無沉降或移除等機制作用，污染物最終可在大氣邊界層內完全混合。在空氣污染問題的研究上，習慣將上述之大氣邊界層稱為『混合層』(Mixing layer)。在穩定的大氣環境下，完全混合是很難達成的，此時『混合層』一詞的使用較大氣邊界層為佳，因為前者是強調混合的過程而非指結果。Seibert et al (2000) 在關於最新混合層的回顧文章中，對於混合層高度作了如下之定義：『混合層高度，係指由地面往上至某一大氣層高度，任何被排入或捲入此高度範圍內之污染物或其他物質，可經由大氣對流或機械紊流作用，在約 1 小時內擴散至此高度範圍內之其他地方』。因此，若大氣邊界層僅定義為緊鄰地面紊流主控的高度範圍，則混合層與大氣邊界顯然是同義的。不過，有時大氣邊界層有其他的定義，例如，當其定義為夜間輻射影響的高度範圍時，此時混合層與大氣邊界層的高度是明顯不同的，在此情況下，大氣邊界層高度通常大於混合層高度。

混合層高度在不同的地區與時間均不相同，影響混合層高度變化的原因包含大氣水平傳輸及日照輻射所引起之對流作用，通常在晴朗無雲的夜晚，混合層高度達到最低，可能僅有數十公尺高，清晨以後因日照作用，大氣在垂直方向之對流增強，混合層高度亦逐漸升高，在午後大氣垂直對流到達最強時，混合層高度可上昇至 1000~2000 m，傍晚後因日照減弱及地表輻射冷卻作用，混合層高度會迅速降低。就四季變化整體而言，當中以夏天的日照對流最強，因此平均混合層較高；而冬天則因日照對流最弱，因此平均混合層高度最低。

混合層高度 (Mixing height, MH) 為空氣污染模式之重要輸入參數，混合層高度決定了污染物在垂直方向上可以擴散的最大高度，許多空

氣品質模式的前處理，都必須進行混合層高度的計算；例如，傳統的高斯煙流模式，USEPA 之 ISC(Industrial Source Complex)空氣品質模式 (USEPA, 1995)，其模式之輸入必須包括逐時之混合層高度資料，而模式內假設污染物僅能在混合層內擴散，無法穿越混合層高度，因此混合層高度之低估（或高估）將直接導致模式高估（或低估）污染物地面濃度；對於複雜之網格或軌跡空氣品質模式，混合層高度則是估算垂直擴散係數 (K_z) 之重要參數，垂直擴散係數為污染物在垂直方向上擴散之主要控制機制，一般之空氣品質模式，包括國內在使用之 TPQM (張，2010)、Taiwan Air Quality modeling (TAQM，張，2010)、Community Multiscale Air Quality (CMAQ，吳，2005)、Comprehensive Air Quality Model (CAMX，曠，2005；陳，2016)、RSCF (林，2001)，其模式內部均假設 K_z 在混合層內具有一定的分佈特性。如圖 2.1 所示。在不穩定的大氣條件下，一般是假設在 $1/2$ 混合層高度處，垂直擴散係數為最大，在此高度往上延升至混合層高度， K_z 由最大值下降至零；同理，在 $1/2$ 混合層高度處往下至地面， K_z 值亦由最大值下降至零。由此可知混合層高度之估算錯誤，將致使空氣品質模式有關 K_z 值估算之錯誤，間接導致模式估算結果之誤差。許多空氣品質模式之敏感度測試結果均建議正確估算混合層高度之重要性 (National Research Council (NRC), 1991；Vimont and Scire, 1994；Rao et al, 1994)。

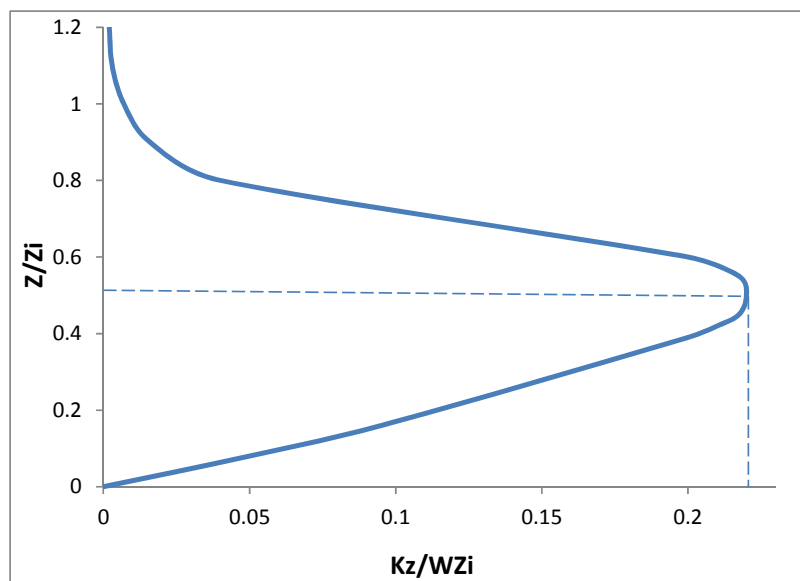
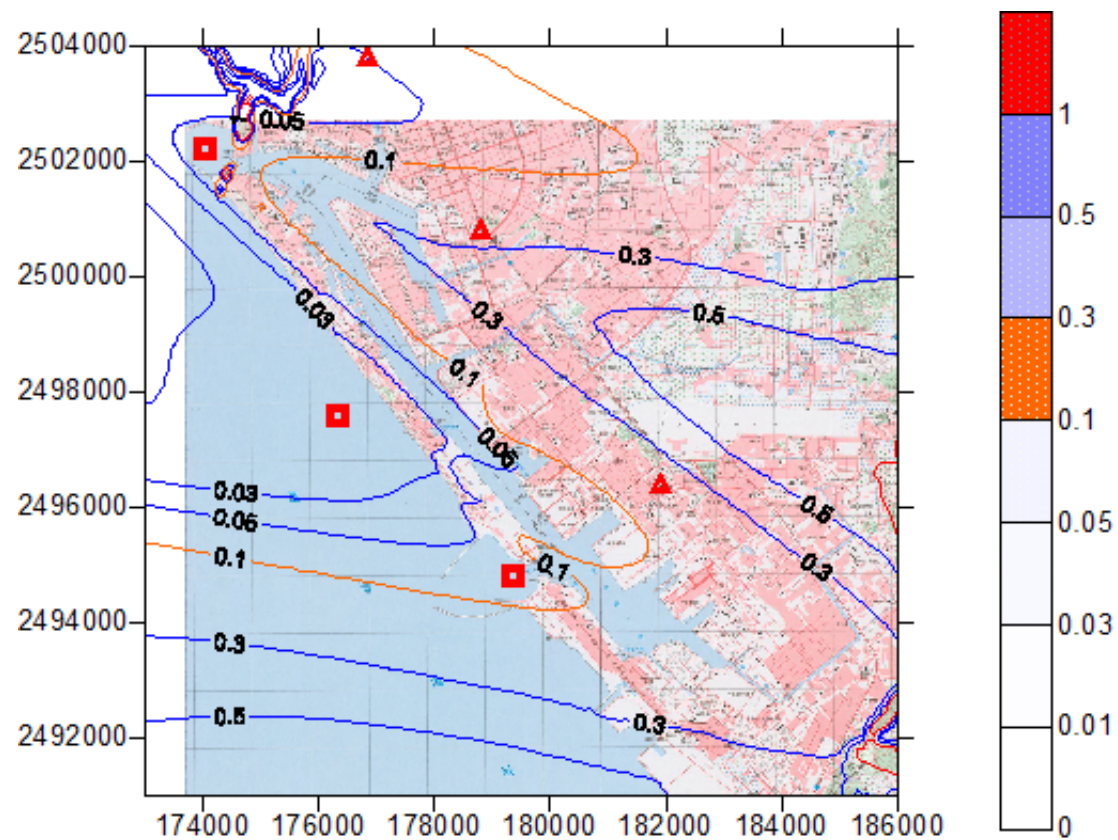


圖 2.1 混合層高度與垂直擴散係數之關係⁽²⁶⁾

2.2 擴散模式

高斯煙流模式常被使用於計算污染源下風處的濃度，由於環境中的空氣污染物來源種類眾多，排放物種又多有重疊，因此，國內外普遍作法皆為建立排放清冊，從源頭具體瞭解污染排放的比重。然而眾多的排放量中，不等同於對環境的影響比重，因為污染物從排放源排到大氣後，會受到排放高度、氣流、風速、風向、溫度、濕度、地面輻射.....等等各式各樣大氣條件的影響，造成污染物擴散、稀釋、移動或塵降。雖然可以建置空氣品質測站，取得最直接的影響數據，但因監測標的物種通常為最終產物，無法釐清其來源，故亦無法知道這期間，污染源造成的影響比重有多少。

若要釐清污染源對環境的實際影響，可以間接使用模式模擬的方式進行。目前可行的方式有兩類，一為受體模式，另一為大氣擴散模式。其中受體模式是利用質量平衡的原理，必須先知道各主要污染源的排放特徵組成(Source Profile)。而大氣擴散模式除了以各污染源作為重要的推估依據外，還需代入各項大氣條件，以模擬污染源排出後擴散至環境中的情形，並呈現出污染物的空間分布情形。如圖 2.2 所示。



資料來源：交通部運輸研究所⁽³²⁾

圖 2.2 污染物擴散空間分布示意圖

第三章 研究方法

3.1 執行流程

本研究之執行流程，首先蒐集彙整文獻資料，並建置高雄港區之地形資料，藉由即時下載之地面氣象觀測資料，計算大氣穩定度，再利用穩定度及其他氣象參數推算混合層高度，以建置執行 AERMOD 模擬所需之氣象資料；另外，經由 AIS 系統及勞氏資料庫取得船隻相關資訊，推估船舶之污染物排放量與建立模式模擬相關資訊。模式建置完成後，利用此模式系統推估污染物之即時空氣品質影響。執行流程如圖 3.1 所示。

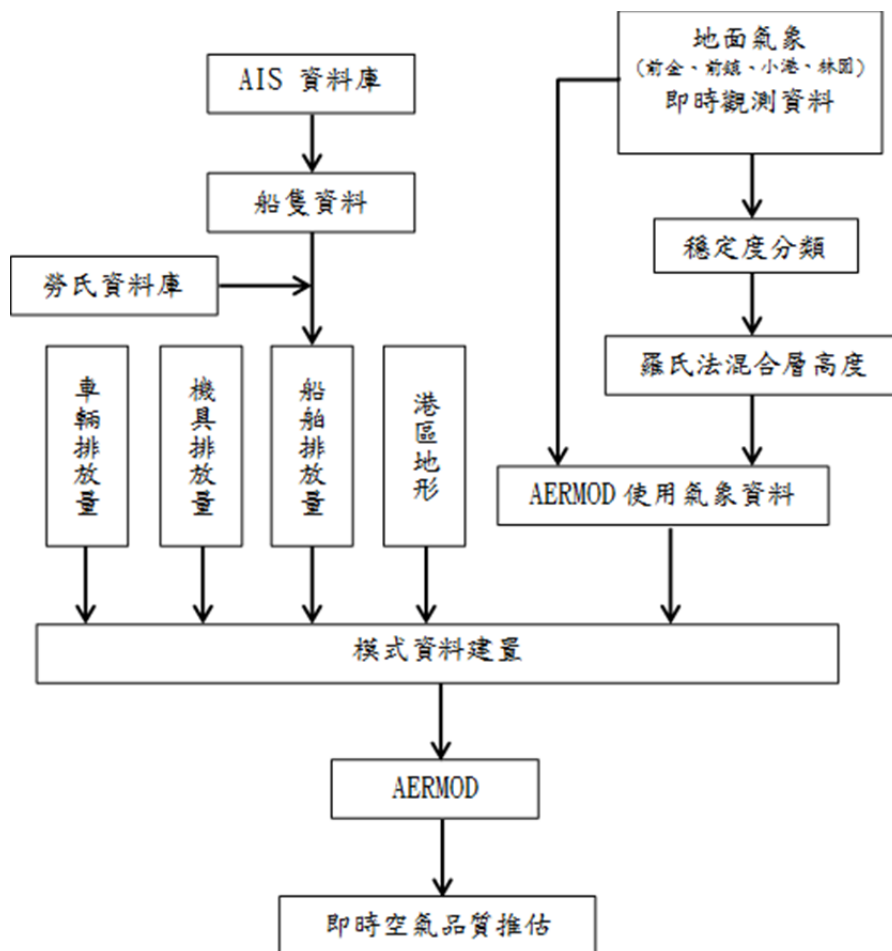


圖 3.1 空氣品質推估執行流程

表 3-1 為本研究之工作進度管理，已完成高雄港區模擬範圍之地形建置，並依據地面即時觀測資料，建立羅氏法混合層高度推算之機制，完成建置模式使用氣象資料之前處理作業；另外，亦經由 AIS 船舶資訊系統搭配勞氏資料庫，計算船舶排放量與進行高雄港區污染物排放之即時空氣品質推估測試。計畫執行期間，已邀請航港局與臺灣港務公司等相關單位，於 2016 年 10 月 6 日、10 月 27 日及 11 月 24 日共舉辦 3 場之教育訓練。本研究並撰寫高雄港區即時空氣品質推估系統之使用手冊，作為推估應用之參據。

表 3-1 工作進度管理

工作項目 \ 年 月	105 年 6 月	4 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	備註
資料收集與文獻回顧								
高雄港區地形建置								
氣象條件建置								
AIS 排放量建置								
模式模擬建置								
模擬測試								
教育訓練								
使用手冊建立								
期中報告								
期末報告								
預定累積進度百分比	15	30	45	60	75	90	100	
預定查核點	第 1 季：105 年 7 月 16 日期中報告							
	第 2 季：105 年 12 月 10 日期末報告							

3.2 AERMOD 模式

1991 年美國氣象協會(AMS)以及美國環保署(EPA)的科學家為了共同研究在地球表面上控制污染物的傳輸模式，組成了一個機構—AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee(簡稱 AERMIC)。初始的目標焦點放在估計工業污染源鄰近周邊(near field)的污染程度，並以 Industrial Source Complex 3(簡稱 ISC3)做為模式主體進行了大規模的修改，最後發展出 AERMIC Model (簡稱 AERMOD)。

目前在臺灣地區模擬周界環境大氣污染物擴散分佈，仍普遍使用 ISCST3 高斯擴散模式，為改善 ISCST3 模擬有較大的誤差及在複雜地形上的模擬...等，而使用 AERMOD 模式來模擬出更準確的擴散分佈，AERMOD 模式在氣象資料與擴散模式方面上有很大的進步。

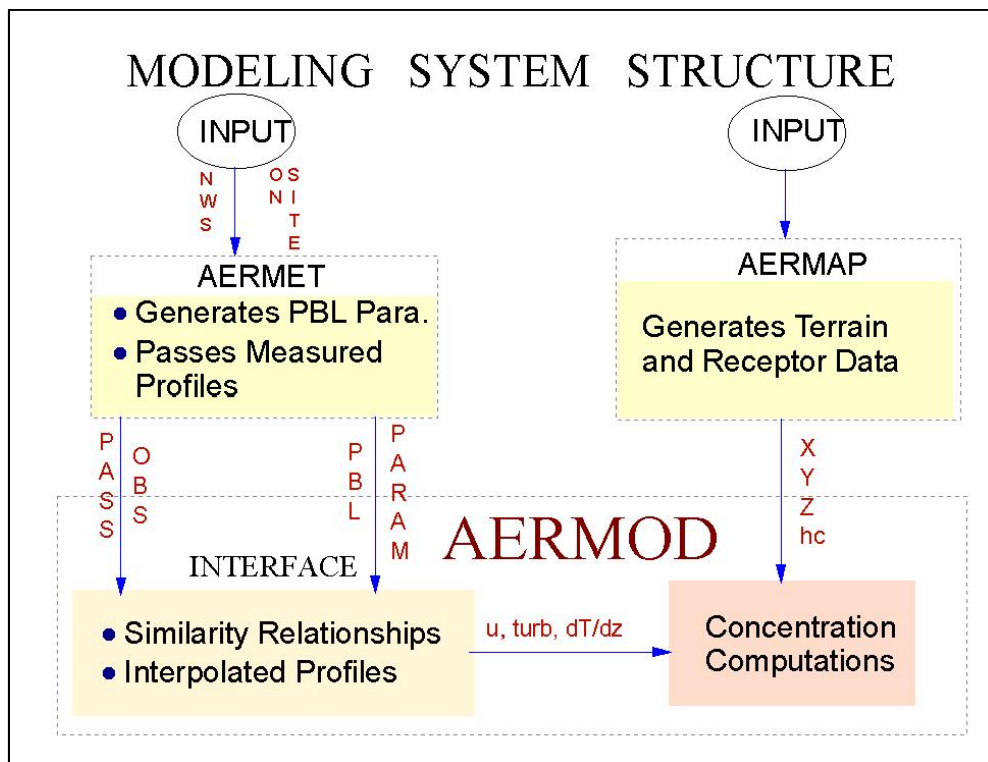
AERMOD 具有幾個特點：

1. 以行星邊界層紊流結構與理論為基礎，按紊流結構與尺度概念，其擴散係數由參數化方程式給定，穩定度以連續參數表示。
2. 在對流的條件下，計算煙流的濃度採用非常態的高斯分佈。
3. 在對流的條件下，考慮了煙流因熱浮力上升至混合層頂部的相互作用。
4. 增加對地形高度影響的演算法，使模式能模擬中等至複雜地形。
5. 考慮建築物下洗作用和都市邊界層的影響。

以上的特點顯示 AERMOD 改善 ISC 所不足的地方，不論是在大氣煙流擴散的計算或煙流對地表特性的計算，都增加了不少新的概念和理論，其目的為使新的擴散模式能較準確地模擬污染物的擴散行為。因此和 ISC3 比較來說，AERMOD 包含了以下幾點較新或是已經稍加改進過的一些演算法：

- (1) 對流與穩定邊界層的傳輸；
- (2) 煙流跟浮力的關係；
- (3) 煙流穿透到較高層又反轉的機制；
- (4) 計算垂直風速剖面、紊流以及溫度；
- (5) 都市夜晚混合層高度；
- (6) 處理所有地形表面到煙流以及超過煙流上面的受體；
- (7) 建築物尾流影響；
- (8) 改進描寫基礎邊界層參數的方法；
- (9) 煙流彎曲情況。

圖 3.2 為 AERMOD 模式模擬流程示意圖。

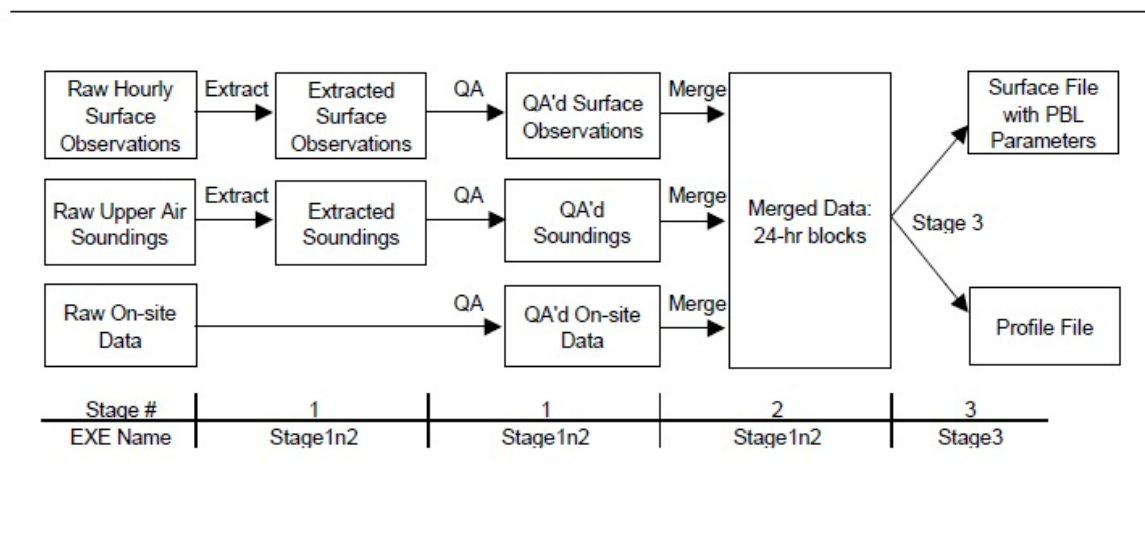


資料來源：USEPA 2004⁽²³⁾

圖 3.2 AERMOD 模式模擬流程圖

3.3 建置氣象資料

AERMET，藉由地面測站與探空測站資料，產生 AERMOD 所需之氣象資料，圖 3.3 為其資料處理流程。由於探空資料不易取得，本計畫未能立即取得當天最新之探空資料，故採用地面測站資料，利用行政院環境保護署之環境資源資料開放平台(<http://opendata.epa.gov.tw/>)，下載前金、前鎮、小港及林園四個測站之氣象參數，如溫度、濕度、風速、風向及紫外線指數等，計算港區當時之 Pasquill 大氣穩定度，並利用羅氏法推估當時港區之混合層高度。其中 Pasquill 大氣穩定度分類與羅氏法混合層之推估計算方法，分別說明如下。



資料來源：USEPA 2004⁽²⁴⁾

圖 3.3 AERMET 氣象資料處理流程

3.3.1 Pasquill 大氣穩定度

Pasquill 穩定度分類法首先在 1961 年提出，之後在 1974 年修正，為目前使用頻率最高之穩定度分類系統，其穩定度分成 A、B、C、D、E、F 六個等級，如表 3-2 所示。穩定度決定因素包含日照強度、雲量及風速等三大要素。日照強度依輻射量大小可分為強、中、弱三個等級，如表 3-3。雲量則以 10 分量為劃分標準。風速區分為 < 2、2 ~ 3、3 ~ 5、5 ~ 6 及 > 6 等五大區間。白天穩定度判定標準為依照日照強度

與風速之間的關係，夜晚則以雲量 0.5 作為分界點，搭配五個風速區間求出穩定度等級。

表 3-2 Pasquill 大氣穩定度等級分類表

時間	日照強度	地表風速(m/s)				
		< 2	2 ~ 3	3 ~ 5	5 ~ 6	> 6
日	強	A	A-B	B	C	C
	中	A-B	B	B-C	C-D	D
間	弱	B	C	C	D	D
	雲量					
夜	≥ 0.5	F	E	D	D	D
晚	< 0.5	F	F	E	D	D

資料來源：Pasquill，1961⁽¹⁾

表 3-3 輻射量與日照強度關係表

日照強度	輻射量(ly/min)
強	> 0.8
中	0.4 ~ 0.8
弱	< 0.4

資料來源：Pasquill，1961⁽¹⁾

由於雲覆率藉由人工觀測得知，亦無法取得即時值，可藉由 Groisman 等人（1996,2000）研究北半球陸地區域之總雲量，提出 Overall Cloud Effect (OCE)方法，其總雲量（CL）與地表氣溫（T）、大氣壓力、風和濕度特徵的關係式如公式 3-1 所示，其中總雲量為 NOCET 的倒數。

$$\text{NOCET} = -0.16 + 0.98(q)^{-0.5} \dots\dots\dots(3-1)$$

式中：

q：比濕度(g/kg)

另外輻射量可由紫外線指數定義換算得知，當紫外線指數為 1 時，代表每平方公尺有 1 百焦耳的輻射量產生。

3.3.2 羅氏法推估混合層高度

羅氏法為 Nozaki 等人於 1973 年提出，係利用地面氣象資料估算混合層高度方法之一。考慮大氣邊界層上部之大氣運動情況與氣象參數互相有所關聯，因此，可利用地面氣象資料估算混合層高度，優點為不需探空氣象資料即可估算，其估算如公式 3-2：

$$L = \frac{121}{6}(6 - P)(T - Td) + \frac{0.169P(U_z + 0.257)}{12f \times \ln(\frac{Z}{Z_0})} \dots\dots\dots(3-2)$$

式中：

L：混合層高度(m)

T：溫度(°C)

Td：露點溫度(°C)

P：大氣穩定度，依級別 A 到 F 分別為 1 到 6

U_z：高度為 z 時之平均風速(m/s)

Z：觀測點高度(m)

Z₀：地表粗糙度(m)

f：地轉角參數， $f=2\Omega\sin\psi$ ， ψ 為觀測點緯度(degree)， Ω 為地轉角速度(rad/s)

若利用 3.3.1 計算所得之大氣穩定度，代入羅氏法混合層公式估算，可計算鄰近高雄港區環保署前金測站、前鎮、小港以及林園等測站之混合層高度。經由地面測站所得到之大氣穩定度及混合層高度，搭配地面測站所測得之風速、風向、溫度等氣象參數，代入 AERMOD 使用之探空及地面氣象資料（欄位說明分別如圖 3.4 及圖 3.5 所示）。其中

探空氣象資料代入風向、風速及溫度三個欄位；地面氣象資料代入混合層高度(對流+機械)、風速、風向、絕對溫度及相對溼度等六個欄位。

READ()	<i>year, month, day, hour, height, top, WDnn, WSnn, TTnn, SAnn, SWnn</i>
FORMAT	(4(I2,1X), F6.1,1X, I1,1X, F5.0,1X, F7.2,1X, F7.1, 1X,F6.1, 1X,F7.2)
where	height = measurement height (m)
	top = 1, if this is the last (highest) level for this <i>hour</i> , or 0 otherwise
	WDnn = wind direction at the current level (degrees)
	WSnn = wind speed at the current level (m/s)
	TTnn = temperature at the current level (°C)
	SAnn = σ_θ (degrees)
	SWnn = σ_w (m/s)

資料來源：本研究整理

圖 3.4 探空資料欄位

READ()	<i>year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z_o, B_o, r, W_s, W_d, z_ref, temp, z_temp, ipcode, pamt, rh, pres, ccvr</i>
FORMAT	(3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X, 2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)
where	<i>j_day</i> = Julian day
	<i>H</i> = sensible heat flux (W/m ²)
	<i>u*</i> = surface friction velocity (m/s)
	<i>w*</i> = convective velocity scale (m/s)
	<i>VPTG</i> = vertical potential temperature gradient above <i>Zic</i> (K/m)
	<i>Zic</i> = height of convectively-generated boundary layer (m)
	<i>Zim</i> = height of mechanically-generated boundary layer (m)
	<i>L</i> = Monin-Obukhov length (m)
	<i>z_o</i> = surface roughness length (m)
	<i>B_o</i> = Bowen ratio
	<i>r</i> = Albedo
	<i>W_s</i> = reference wind speed (m/s)
	<i>W_d</i> = reference wind direction (degrees)
	<i>z_ref</i> = reference height for wind (m)
	<i>temp</i> = reference temperature (K)
	<i>z_temp</i> = reference height for temperature (m)
	<i>ipcode</i> = precipitation code
	<i>pamt</i> = precipitation amount (mm/hr)
	<i>rh</i> = relative humidity (percent)
	<i>pres</i> = station pressure (mb)
	<i>ccvr</i> = cloud cover (tenths)

資料來源：本研究整理

圖 3.5 地面資料欄位

3.4 建置地形資料

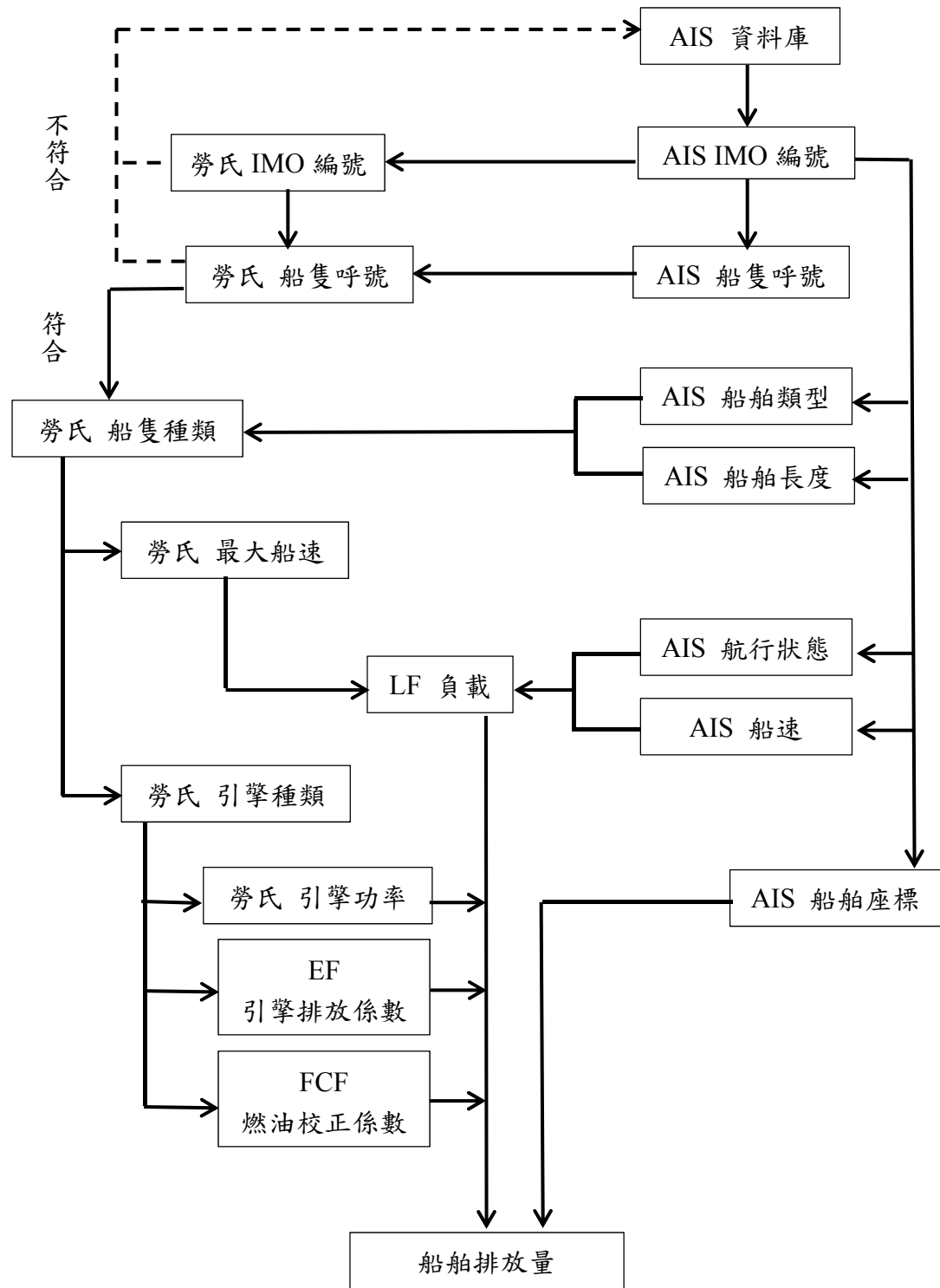
本計畫建置地形高程資料，模擬範圍以高雄港為主，另包含鄰近部分高雄市區；若為複雜地形則可模擬煙流隨著地形擴散的情形，藉以了解污染物擴散之影響範圍。地表資料係運用本所 2013 年度 UAV 攝影測量所得資料，初始網格間距為 5 x 5m，因僅包含高雄港區域，故搭配模式支援中心提供之 terr200 地形高程資料，補足攝影高程缺值的部分，利用克利金內差修正為 100 x 100m 網格，使高程資料能夠遍布模擬範圍。

3.5 排放量推估

高雄港區排放量推估，計有遠洋船舶、港區船舶、機具、車輛等四種，由於機具、車輛之排放量並無即時資料，本研究依本所民國 104 年「高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究」⁽³²⁾所建置之機具、車輛排放量使用之。

船舶類排放量推估，則依圖 3.6 排放量推估流程圖推估之。首先藉由 AIS 資料庫抓取船舶 IMO 編號並對應勞氏資料庫，若有符合之船隻，再度抓取 AIS 資料中同一船舶之呼號，同一筆船舶資料中，其 IMO 編號與呼號均相同，則認定勞氏資料庫與 AIS 資料為同一艘船；接著撈取勞氏資料庫中此一船舶之船隻種類、最大船速、主引擎功率、輔助引擎功率以及鍋爐功率等參數。

其中最大船速將搭配 AIS 資料中之船速、航行狀態，以計算該船舶之負載(LF)，同時抓取其引擎功率，利用引擎排放係數(EF)、燃油校正係數(FCF)以及負載情況，計算船舶排放量。



資料來源：本研究整理

圖 3.6 船舶排放量推估流程圖

3.5.1 AIS 資料庫

本所 AIS 臺灣港域船舶動態資訊系統，檔案格式為逗號分隔之 csv 檔案，每筆資料共計有 10 個欄位，依序分別為 IMO 編號、船隻呼號、航行狀態、航速、經度、緯度、船舶類型、船長 A、船長 B 以及記錄時間，各欄位名稱如表 3-4 所示。

AERMOD 模式模擬時，船舶座標系統須轉換為直角坐標系統，本研究使用 TWD97 座標系統；故須將 AIS 資料中之經緯度座標再做轉換。一般座標轉換公式為一漸進收斂方式，應用上雖較廣泛，但使用較不方便；故本計畫運用回歸方式，取得高雄港區附近之回歸公式，直接其利用公式轉換座標，應用範圍侷限高雄港區，但精確度以及轉換效率皆有提高。回歸結果如圖 3.7 及圖 3.8 所示，其中 X 軸方向（經度）轉換公式為 $y = -0.0015x^2 + 103.51x + 147095$ ；Y 軸方向（緯度）之轉換公式為 $y = 110773x - 3313.1$ 。

表 3-4 AIS 資料欄位

Field	Description
IMO_Number	(IMO Number) 國際海事組織編號
Call_Sign	(Call Sign) 呼號
Navigation_Status	(Navigation status) 航行狀態
SOG	(Speed Over Ground, SOG) 航速
Longitude	經度
Latitude	緯度
Ship_and_Cargo_Type	(Type of ship) 船舶類型
Reference_Position_A	A+B = 船長
Reference_Position_B	
Record_Time	此筆紀錄接收時間

資料來源：交通部運輸研究所港研中心，臺灣港域船舶動態資訊系統⁽³²⁾

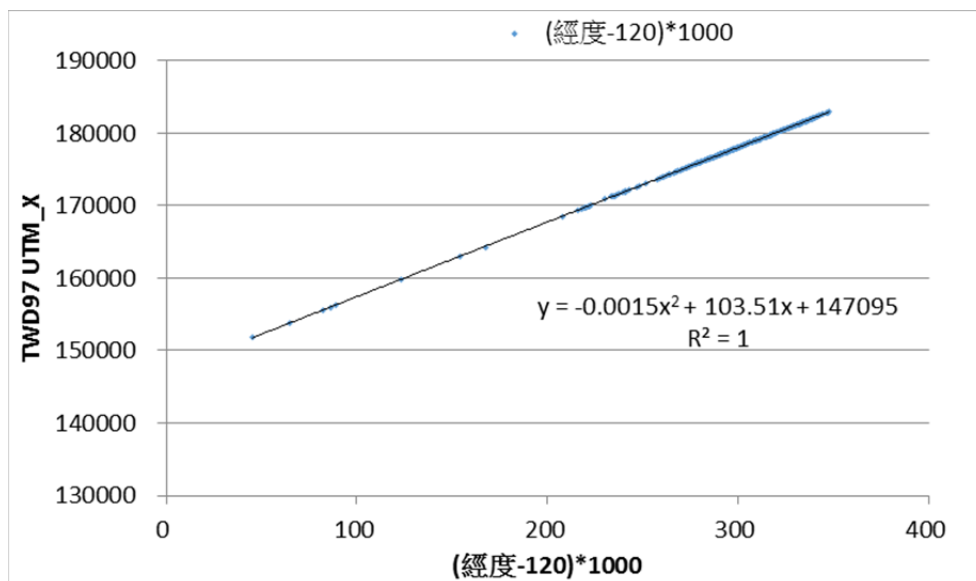


圖 3.7 高雄港區經度座標回歸

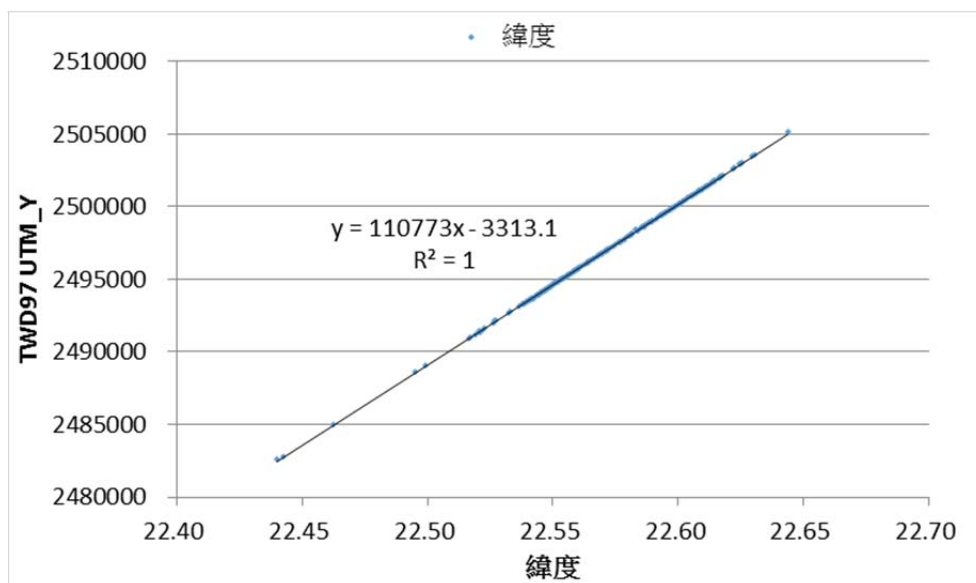


圖 3.8 高雄港區緯度座標回歸

3.5.2 勞氏資料庫

勞氏資料庫係引用本所民國 104 年「高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究」資料，為一 Access 資料庫格式，將該資料轉換為

空白間格之文字檔案，並使用 Fortran 語言為(I9, A15, A9, A7, A7, A6, A10, A12, A6, A7, A8, 2A12, A11)，供 AIS 對照並篩選引擎功率使用，欄位名稱依序為 IMO 編號、呼號、總噸、總長、主船種、引擎數量、轉速、引擎馬力、引擎種類、最大船速、標準貨櫃數、輔助引擎功率、鍋爐功率以及引擎判斷 Tier 之時間。各欄位名稱如表 3-5。

表 3-5 勞氏資料庫欄位名稱

	欄位名稱	代碼
1	IMO 號	imo_no
2	呼號	call_sign
3	總噸	dwt
4	總長	loa
5	主船種	main_vesse
6	引擎數量	engine_num
7	轉速(rpm)	engine_rpm
8	引擎馬力(kw)	engine_kw_
9	引擎種類(柴油、渦輪、混合等等)	engine_typ
10	最大船速(節)	speed
11	標準貨櫃數	teu
12	輔助引擎功率	AE_ENERGY
13	鍋爐功率	AB_ENERGY
14	Tier 判斷	due_or_del

資料來源：交通部運輸研究所港研中心，臺灣港域船舶動態資訊系統⁽³²⁾

3.5.3 船舶排放量

由於船舶種類眾多，若依據 CARB 定義，只要符合下列三項其中一項條件，則歸屬於遠洋船舶類型(Ocean Going Vessel, OGV)：

1. 船舶長度總長(Length Overall, LOA) 400 呎(122 公尺)或以上。
2. 船舶重量總噸位(Gross Tonnage, GT) 10,000 噸或以上。
3. 船舶使用柴油引擎，且汽缸排氣量達 30L 或以上。

遠洋船舶排放量推估如公式 3-3：

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF \dots\dots\dots(3-3)$$

式中：

E：引擎的排放量(g)

Energy：所需要的能量(kW · h)

EF：排放係數(g/kW · h)

FCF：(HFO)燃料校正係數

又排放量推估公式中所需要的能量，可藉由公式 3-4 推估：

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act} \dots\dots\dots(3-4)$$

式中：

MCR：最大引擎動力(kW)

LF：負載係數

Act：活動量(hr)

各排放係數說明如下：

1. 缺值預設：

因為在船舶註冊資料中如勞氏資料庫，一般只有少數船舶登記輔助引擎甚至鍋爐的資料，其船舶資料或有缺值的情況產生，因此，只能藉由相關研究資料取得各型船隻的船重、最大船速及引擎功率等資料，作為無資料船舶的預設值，如表 3-6。輔助引擎及鍋爐在海上、調度、繫泊及錨泊狀態下之預設功率，則如表 3-7 及表 3-8 所示。

表 3-6 船舶缺值預設表

船種別	DWT(公噸)	最大船速(節)	主引擎功率(kW)
汽車船(Auto Carrier)	25,048	19.7	12,930
散裝船(Bulk)	50,582	14.3	8,249
貨櫃船(Container-1000)	14,587	20.1	16,727
貨櫃船(Container-2000)	38,640	22.0	22,576
貨櫃船(Container-3000)	45,510	22.5	29,424
貨櫃船(Container-4000)	60,853	24.0	40,479
貨櫃船(Container-5000)	67,460	25.1	52,364
貨櫃船(Container-6000)	79,123	25.1	61,214
貨櫃船(Container-7000)	78,704	25.3	58,355
貨櫃船(Container-8000)	101,000	25.4	67,547
貨櫃船(Container-9000)	102,725	24.9	64,818
貨櫃船(Container-10000)	112,247	24.8	62,684
貨櫃船(Container-11000)	120,805	24.8	68,639
貨櫃船(Container-13000)	142,865	22.9	64,017
客船(Cruise)	6,849	21.6	52,184
一般貨船(General Cargo)	43,747	15.5	9,903
遠洋拖船(ATB/ITB)	798	13.5	7,421
其他(Miscellaneous)	10,987	15.0	13,129
冷藏船(Reefer)	12,499	19.1	9,350
油船(Tanker-Chemical)	26,663	14.8	8,323
油船(Tankers-Handysize)	45,728	14.7	8,696
油船(Tankers-Panamax)	70,610	14.9	11,573
油船(Tankers-Aframax)	105,845	14.9	12,532

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

表 3-7 輔助引擎缺值預設表

船種別	海上(kW)	調度(kW)	繫泊(kW)	錨泊(kW)
汽車船(Auto Carrier)	503	1,508	838	503
散裝船(Bulk)	255	675	150	255
貨櫃船(Container-1000)	545	1,058	429	545
貨櫃船(Container-2000)	981	2,180	1,035	981
貨櫃船(Container-3000)	602	2,063	516	602
貨櫃船(Container-4000)	1,434	2,526	1,161	1,434
貨櫃船(Container-5000)	1,725	3,367	900	1,725
貨櫃船(Container-6000)	1,453	2,197	990	1,453
貨櫃船(Container-7000)	1,444	3,357	1,372	1,444
貨櫃船(Container-8000)	1,494	2,753	902	1,494
貨櫃船(Container-9000)	1,501	2,942	1,037	1,501
貨櫃船(Container-10000)	2,300	2,350	1,450	2,300
貨櫃船(Container-11000)	2,000	4,000	1,500	2,000
貨櫃船(Container-13000)	1,865	3,085	982	1,865
客船(Cruise)	7,058	9,718	5,353	7,058
一般貨船(General Cargo)	516	1,439	722	516
遠洋拖船(ATB/ITB)	79	208	102	79
其他(Miscellaneous)	72	191	42	72
冷藏船(Reefer)	513	1,540	890	513
油船(Tanker-Chemical)	658	890	816	658
油船(Tankers-Handysize)	537	601	820	537
油船(Tankers-Panamax)	561	763	623	561
油船(Tankers-Aframax)	806	1,109	874	806

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

表 3-8 鍋爐缺值預設表

船種別	海上(kW)	調度(kW)	繫泊(kW)	錨泊(kW)
汽車船(Auto Carrier)	253	351	351	351
散裝船(Bulk)	132	132	132	132
貨櫃船(Container-1000)	241	241	241	241
貨櫃船(Container-2000)	325	325	325	325
貨櫃船(Container-3000)	474	474	474	474
貨櫃船(Container-4000)	492	492	492	492
貨櫃船(Container-5000)	545	547	547	547
貨櫃船(Container-6000)	577	573	573	573
貨櫃船(Container-7000)	538	551	551	551
貨櫃船(Container-8000)	650	531	531	531
貨櫃船(Container-9000)	475	475	475	475
貨櫃船(Container-10000)	708	708	708	708
貨櫃船(Container-11000)	600	600	600	600
貨櫃船(Container-13000)	599	599	599	599
客船(Cruise)	1,482	1,482	1,482	1,482
一般貨船(General Cargo)	137	137	137	137
遠洋拖船(ATB/ITB)	-	-	-	-
其他(Miscellaneous)	137	137	137	137
冷藏船(Reefer)	255	255	255	255
油船(Tanker-Chemical)	371	371	821	371
油船(Tankers-Handysize)	371	371	2,586	371
油船(Tankers-Panamax)	371	371	3,293	371
油船(Tankers-Aframax)	371	371	3,000	371

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

2. 排放係數：

主引擎排放係數與引擎的製造年份、引擎種類以及引擎轉速的快慢有關，如表 3-9 所示。

柴油引擎依照引擎製造年份，共區分為 3 個期別。2000 年以前由於 IMO 並未規範引擎的環保標準，因此為 0 期引擎(Tier 0)，又 2000 年至 2010 年生長的引擎為 1 期引擎(Tier 1)，而 2011 年至 2015 年生長的引擎則為 2 期引擎(Tier 2)。

引擎最大轉速可區分為轉速低於 130 rpm 的慢速引擎(Slow Speed Diesel)，以及轉速大於 130 rpm，一般則介於 400~2000 rpm 之間的中速引擎(Medium Speed Diesel)。另外，亦區分有氣體渦輪機引擎 (Gas Turbine) 及蒸汽渦輪引擎 (Steam Turbine) 兩種。

一般船舶使用含硫量 2.7% 之重油(HFO)的排放係數，若船舶進港之前即將重油切換為柴油，則需使用柴油之係數，另外再根據硫含量以不同的油料校正係數校正之。

輔助引擎及鍋爐之排放係數如表 3-10 及表 3-11 所示。其中排放係數單位為 g/kW·h。

表 3-9 主引擎排放係數

引擎種類	IMO 期別	出廠年份	NO _x	SO _x
含硫量 2.7% (HFO) 重油				
慢速引擎	Tier 0	≤ 1999	18.1	10.5
中速引擎	Tier 0	≤ 1999	14.0	11.5
慢速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	17.0	10.5
中速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	13.0	11.5
慢速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	15.3	10.5
中速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	11.2	11.5
氣體渦輪引擎	na	all	6.1	16.5
蒸氣渦輪引擎	na	all	2.1	16.5
含硫量 0.5% (MDO) 重油				
慢速引擎	Tier 0	≤ 1999	17.0	1.9
中速引擎	Tier 0	≤ 1999	13.2	2.1
慢速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	16.0	1.9
中速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	12.2	2.1
慢速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	14.4	1.9
中速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	10.5	2.1
氣體渦輪引擎	na	all	5.7	3.1
蒸氣渦輪引擎	na	all	2.0	3.1

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

表 3-10 輔助引擎排放係數

IMO 期別	出廠年份	NO _x	SO _x
含硫量 2.7% (HFO) 重油			
Tier 0	≤ 1999	14.7	12.3
Tier 1	2000 ~ 2010	13.0	12.3
Tier 2	2011 ~ 2015	11.2	12.3
含硫量 0.5% (MDO) 重油			
Tier 0	≤ 1999	13.8	2.3
Tier 1	2000 ~ 2010	12.2	2.3
Tier 2	2011 ~ 2015	10.5	2.3

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

表 3-11 鍋爐排放係數

	NO _x	SO _x
HFO 2.7% Sulfur	2.1	16.5
MDO 0.5% Sulfur	2.0	3.1

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

3. 燃油校正係數：

船舶引擎使用不同的燃油，其污染排放量會隨之變化，主要為油中含硫量的差異，會造成 SO₂ 的排放量不同，而 SO₂ 又是衍生性粒狀物的主要生成來源，因此連帶會影響 PM₁₀、PM_{2.5} 及 DPM 的產生。

前面所述之主引擎、輔助引擎及鍋爐的排放係數，均是以含硫量 2.7% 的重油或 0.5% 的柴油為基準，故使用低硫燃油時，需加乘燃油校正係數，如表 3-12 是以 2.7% 的重油(HFO)為基礎的校正係數。若計算時採用排放係數表中重油(HFO)的係數，則切換為柴油時，直接乘上校正係數表中相對應的燃油校正係數即可；又若計算時採用排放係數表中柴油(MDO)的係數，則進行硫含量校正時，除了乘上該硫含量的燃油校正係數外，還要除以 0.5% 時的校正係數。

表 3-12 MDO/MGO 燃油校正係數

硫含量(%)	NOx	SOx	硫含量(%)	NOx	SOx
1.00	1.00	0.370	0.27	0.94	0.100
0.90	0.94	0.333	0.26	0.94	0.096
0.82	0.94	0.304	0.25	0.94	0.093
0.75	0.94	0.278	0.24	0.94	0.088
0.67	0.94	0.248	0.23	0.94	0.085
0.63	0.94	0.233	0.22	0.94	0.083
0.60	0.94	0.222	0.21	0.94	0.078
0.58	0.94	0.215	0.20	0.94	0.074
0.54	0.94	0.200	0.19	0.94	0.070
0.53	0.94	0.196	0.17	0.94	0.063
0.51	0.94	0.189	0.16	0.94	0.059
0.50	0.94	0.185	0.15	0.94	0.056
0.46	0.94	0.170	0.14	0.94	0.052
0.45	0.94	0.167	0.13	0.94	0.048
0.44	0.94	0.163	0.12	0.94	0.044
0.43	0.94	0.159	0.11	0.94	0.041
0.42	0.94	0.156	0.10	0.94	0.037
0.41	0.94	0.152	0.09	0.94	0.033
0.40	0.94	0.148	0.08	0.94	0.030
0.39	0.94	0.146	0.07	0.94	0.026
0.38	0.94	0.141	0.06	0.94	0.022
0.36	0.94	0.133	0.05	0.94	0.019
0.35	0.94	0.130	0.04	0.94	0.015
0.34	0.94	0.126	0.03	0.94	0.011
0.33	0.94	0.123	0.02	0.94	0.007
0.32	0.94	0.118	0.01	0.94	0.004
0.30	0.94	0.111			

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

4. 低負載：

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)，如公式 3-5 所示：

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

式中：

AS：船舶實際船速（單位：節）

MS：船舶最大船速（單位：節）

如此便可由船速估計主引擎負載，進而進行排放量估算。

當負載小於 20%時，上述公式會有少許誤差，故需另以低負載調整因子加以修正。一般來說，柴油引擎在低負載或非常高的負載時，其引擎效率並不好，Energy and Environmental Analysis, Inc. (EEIA)在其研究報告中建置一個計算柴油引擎在低負載運轉時，例如在港區內的移動及調度時引擎的排放係數校正公式。由於柴油引擎在低負載時比較沒有效率，故雖然引擎廢氣單位時間的總排放量在低負載時較低，然而排放係數實際上卻是增加的。

為方便推估使用，故將此公式推估出 1%~20%的值，再除以 20% 時的值，以作為低負載時的校正係數 (Low-Load Adjustment factor, LLA)，實際計算時，只要將結果再乘以校正係數即可得到正確的推估值。低負載校正係數如表 3-13 所示，但因為主引擎的負載下限訂為 2%，因此表中僅列出 2%~20%之係數。

表 3-13 低負載校正係數

Load	NO _x	SO _x	Load	NO _x	SO _x
20%	1.00	1.00	10%	1.22	1.00
19%	1.01	1.00	9%	1.27	1.00
18%	1.02	1.00	8%	1.35	1.00
17%	1.03	1.00	7%	1.45	1.00
16%	1.05	1.00	6%	1.60	1.00
15%	1.06	1.00	5%	1.83	1.00
14%	1.08	1.00	4%	2.21	1.00
13%	1.11	1.00	3%	2.92	1.00
12%	1.14	1.00	2%	4.63	1.00
11%	1.17	1.00			

資料來源：Port of Los Angeles(POLA)⁽⁴⁻⁸⁾

5. 輔助引擎負載：

船舶之輔助引擎主要用於停泊時的燈光、空調及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之電力來源，此時輔助引擎的負載最低。當船舶處於調度移動狀態時，因需要提供船首推進器能隨時處在備用狀態，此時輔助引擎負載可能最高。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，負載因子可藉由文獻一般船舶柴油引擎的操作負荷表中查得，而負載資料亦僅就船舶在各個型態的時間，估計其負載的變化情形。輔助引擎負載如表 3-14 所示。

表 3-14 輔助引擎負載預設值

船種別	港外	港內	停泊
汽車船(Auto Carrier)	0.15	0.45	0.26
散裝船(Bulk)	0.17	0.45	0.1
貨櫃船(Container)	0.13	0.5	0.18
客船(Cruise)	0.15	0.45	0.32
一般貨船(General Cargo)	0.17	0.45	0.22
遠洋拖船(ATB/ITB)	0.17	0.45	0.22
其他(Miscellaneous)	0.17	0.45	0.22
冷藏船(Reefer)	0.15	0.45	0.32
駛上駛下船(RoRo)	0.15	0.45	0.26
油船(Tanker)	0.24	0.33	0.26

資料來源：Puget Sound Maritime Air Forum ⁽³⁾

3.6 建置即時推估系統

建立即時推估系統需要即時資料，本研究利用 Python 軟體內建之函數，提供從網路即時下載資料之功能；網路上搜尋 keyword 為 "python"，軟體下載網址為 <https://www.python.org/downloads/>，下載並於微軟作業系統上安裝 python 2.7 軟體。

之後即可建立一 python 執行檔案，預先設定每小時 20 分自動下載即時資料，下載檔案如紫外線即時監測資料(紫外線指數)、縣市(高雄市)小時值-每小時(風速、風向、溫度、濕度) 及船舶即時資訊系統 (AIS) 等 3 個檔案，其檔案格式均為逗號分隔之檔案格式。

另外尚需準備數個檔案，如 3.5.2 小節之勞式資料庫，3.4 小節之 100 公尺間隔之地形資料，3.5 小節之排放量資料，並將污染物種、測站資訊及參考點座標寫入一檔案，上述檔案資料均供後續程式讀取使用。最後再建立一批次檔案，敘述即時推估系統每小時所要執行的檔案與動作。

以下就批次檔內主要之六大步驟分別說明之。

Step 1 抓取 AIS 船舶資訊

抓取 AIS 船舶資訊，其關聯輸入之檔案為即時下載之 AIS 資料以及勞氏資料庫。主要功能為利用 AIS 資料庫之 IMO 及呼號，搭配勞氏資料庫取得船舶種類、引擎功率等參數，並篩除錯誤座標或位置大於 20 海哩之船隻，最後輸出船舶種類之各項參數，如船速、最大船速、引擎功率、座標等，供後續程式讀取使用。

Step 2 利用船舶資訊計算排放量

此一步驟主要關聯檔案為 Step 1 產生之船舶資訊檔案與含有預設值及排放係數等資料之參數檔。主要功能為計算船舶負載，並利用參數檔內之排放係數(EF)及燃油校正係數(FCF)等計算船舶排放量，同時將單位轉換為 AERMOD 可使用之“g/s”，最後將該小時內之船舶排放量結果寫入一檔案內，供 AERMOD 模式模擬時使用。

Step 3 計算混合層高度

計算混合層高度，主要關聯檔案為即時下載之兩個氣象檔，即紫外線指數、風速、風向、溫度及濕度等氣象參數，以及產生這些參數所在之測站資訊。此一步驟主要功能為利用紫外線指數、風速等計算大氣穩定度，並利用羅氏法公式計算混合層高度，最後建立 AERMOD 使用之地面及探空氣象資料。

Step 4 自動產生 AERMOD.inp 輸入資訊

此一步驟主要功能為利用測站及參考點座標資訊，產生參考點座標供模擬使用，以及自動產生 AERMOD 使用之輸入檔。

Step 5 執行 AERMOD 排放量推估

此步驟即為系統模式模擬之主程式，利用前述各大步驟產生之資

訊，模擬該污染物種之增量情形。

Step 6 參考點結果顯示

此一步驟即是將 Step 5 產生之結果，將各測站及參考點之增量濃度轉換為 ppb，並顯示於螢幕上，同時亦把轉換之結果寫入檔案內。如圖 3.9 所示。

```
cmd.exe - 捷徑 - python marine.py
aERMOD.inp 已經存在！
覆蓋檔案 ==> aermmod.inp
Stop - Program terminated.

C:\Python27>05aermmod.exe
+Now Processing SETUP Information
+Now Processing Data For Day No. 366 of 2016
+Now Processing Output Options

C:\Python27>06autospot.exe
```

	sitename	UTM_X	UTM_Y	NOx ppb	SOx ppb
	前金	56	176823 2503772	.65	.15
	前鎮	57	178811 2500753	2.04	.41
	小港	58	181894 2496359	35.81	.66
	林園	52	189468 2486767	2.87	.53
	參考點 1	1	174044 2502200	2.33	.55
	參考點 2	2	179369 2494801	2.52	.52
	參考點 3	3	176310 2497577	2.26	.50
	參考點 4	4	180831 2489499	.56	.12
	參考點 5	5	168244 2495198	.04	.01

```
Stop - Program terminated.
```

圖 3.9 模擬結果示意圖

第四章 研究結果

本計畫已完成建置高雄港附近之高程地形，使用地面氣象觀測資料計算混合層高度，並完成建置即時空氣品質推估系統及其系統測試等，以下分別說明其結果。

4.1 高雄港附近高程地形之建置

高雄港附近之高程地形，其地表資料運用交通部運輸研究所 2013 年度 UAV 攝影測量所得之地形高程資料，因初始網格間距只有 5m x 5m，且僅有包含高雄港區域，並未包括高雄市區，故搭配模式支援中心提供之 terr200 地形高程資料，以補足攝影高程缺值的部分，並利用克利金內差修正為 100m x 100m 網格，使高程資料能夠涵蓋模擬範圍。

已完成高雄港區 100 m 網格間距之地形建置，將之製作等高線圖，如圖 4.1 所示。由圖中可知，港區外圍靠海處往內陸高雄市區約 8 公里之陸地處，地形高程起伏僅上升約 10 公尺上下，顯現模擬範圍內地形尚屬平坦，唯有西北側之壽山，最大高度 356 公尺，然而模擬範圍內最大高度則為 158.46 公尺，位於 (174700, 2504000) 處，東南側竹坑區域，亦有少部分區域超過 100 公尺。

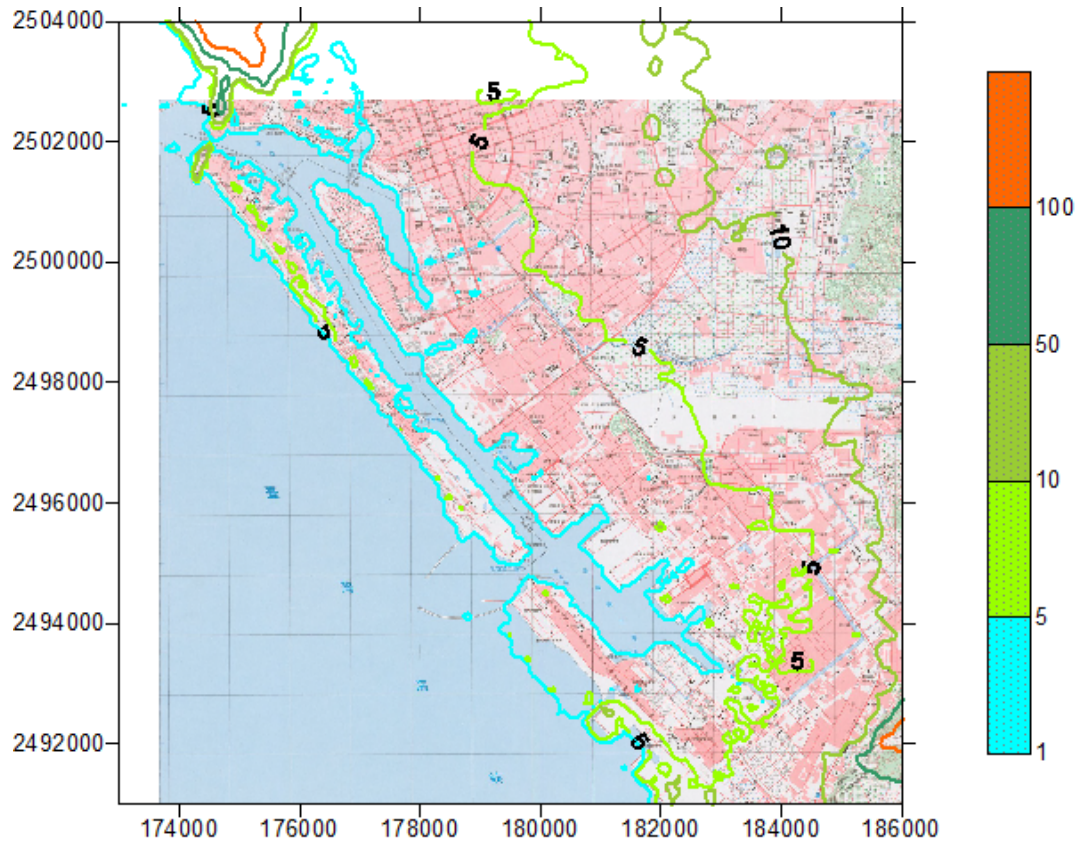


圖 4.1 高雄港附近高程地形

4.2 混合層高度比較

如前述 3.3 小節所述，當取得地面測站觀測數值後，可先行計算 Pasquill 的穩定度，再依據不同的穩定度結果代入羅氏法公式，以計算混合層高度；前金、前鎮、小港與林園測站之緯度及觀測點高度如表 4-1 所示，且計算混合層高度使用參數中，地表粗糙度為 0.0001 m ，地轉角速度則為 $7.27\text{E-}05\text{ rad/s}$ 。若以民國 103 年取得之地面測站觀測值，計算各測站混合層的高度，其結果依照穩定度計算之不同，列舉 1 月、4 月、7 月及 10 月結果如圖 4.2。其中 1 月混合層最大高度介於 $800\text{m} \sim 2200\text{m}$ 之間，4 月混合層最大高度介於 $400\text{m} \sim 1400\text{m}$ 之間，7 月混合層最大高度介於 $600\text{m} \sim 1400\text{m}$ 之間，10 月混合層最大高度則介於 $800\text{m} \sim 1400\text{m}$ 之間。

表 4-1 EPA 測站資訊

	觀測點高度(m)	經度	緯度
前金	16.5	120.28809	22.63257
前鎮	12.5	120.30756	22.60539
小港	19.5	120.33774	22.56583
林園	8.0	120.41175	22.47950

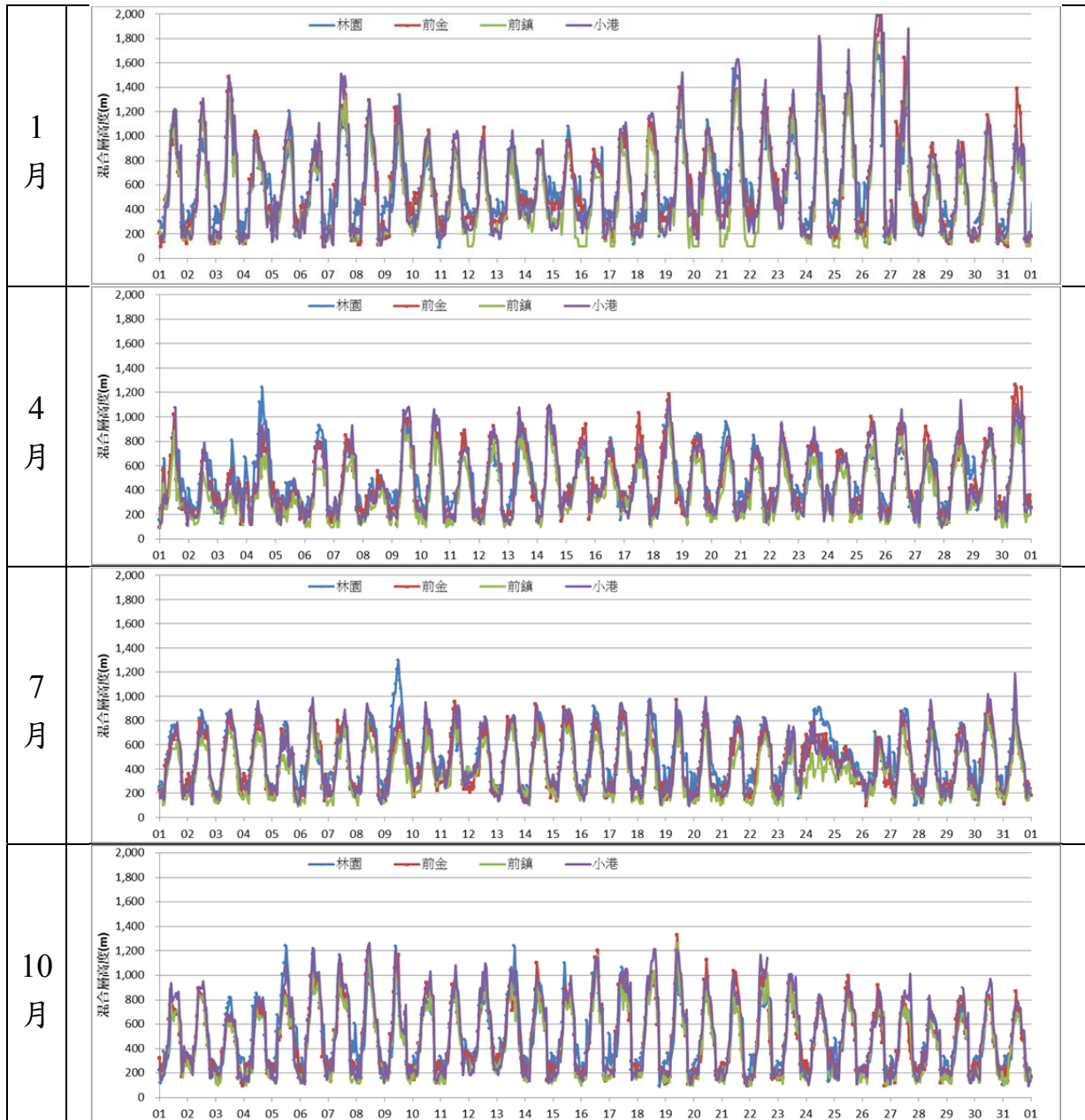


圖 4.2 混合層高度計算比較

4.3 日夜變化差異

承 4.2 小節所述，將四站之混合層高度全年計算結果，分別將各站同時段之混合層高度平均；同理，亦將 AQMC(空氣品質模式支援中心) 全年之同時段結果平均。將平均結果依序由 0 時至 23 時製作成圖，形成日夜變化趨勢圖，結果如圖 4.3 所示。若將混合層推估值定義為 A，AQMC 實際混合層高度為 B，則定義混合層高度差異百分比為 $(A-B)/B$ ，絕對差異百分比為 $(A-B/B)$ 之絕對值，如圖 4.4 所示。

混合層日夜變化中，前金混合層最大高度 783.8 m，與實際混合層高度差異值介於 -19.36% ~ 28.82% 之間，差異絕對值則介於 2.82% ~ 28.82% 之間；前鎮最大高度 686.5 m，差異值介於 -32.57% ~ 17.23% 之間，差異絕對值則介於 3.22% ~ 32.57% 之間；小港最大高度 810.7 m，差異值介於 -23.85% ~ 26.69% 之間，差異絕對值則介於 0.81% ~ 26.69% 之間；林園最大高度 772.3 m，差異值介於 -12.89% ~ 31.89% 之間，差異絕對值則介於 2.19% ~ 31.89% 之間。四站混合層最大高度均發生在 13 時。

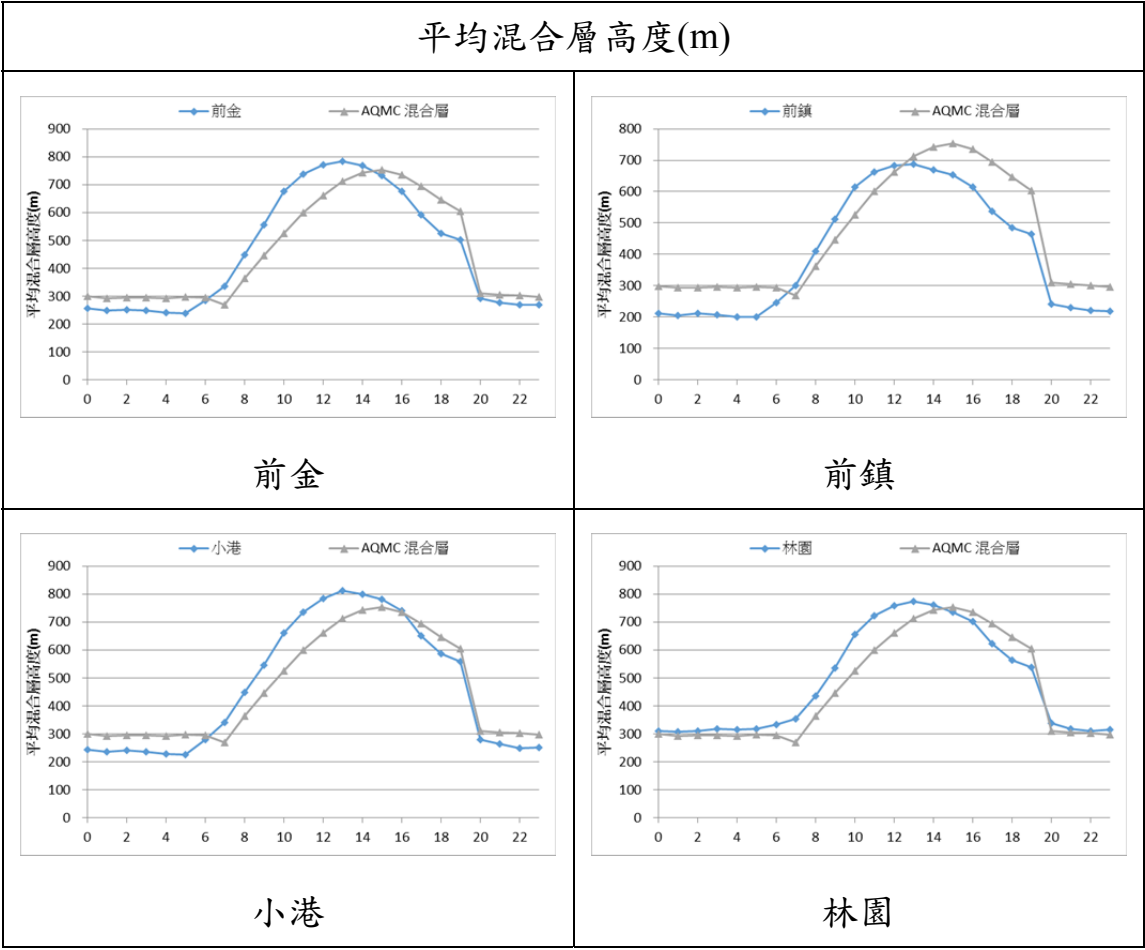


圖 4.3 逐時平均混合層高度

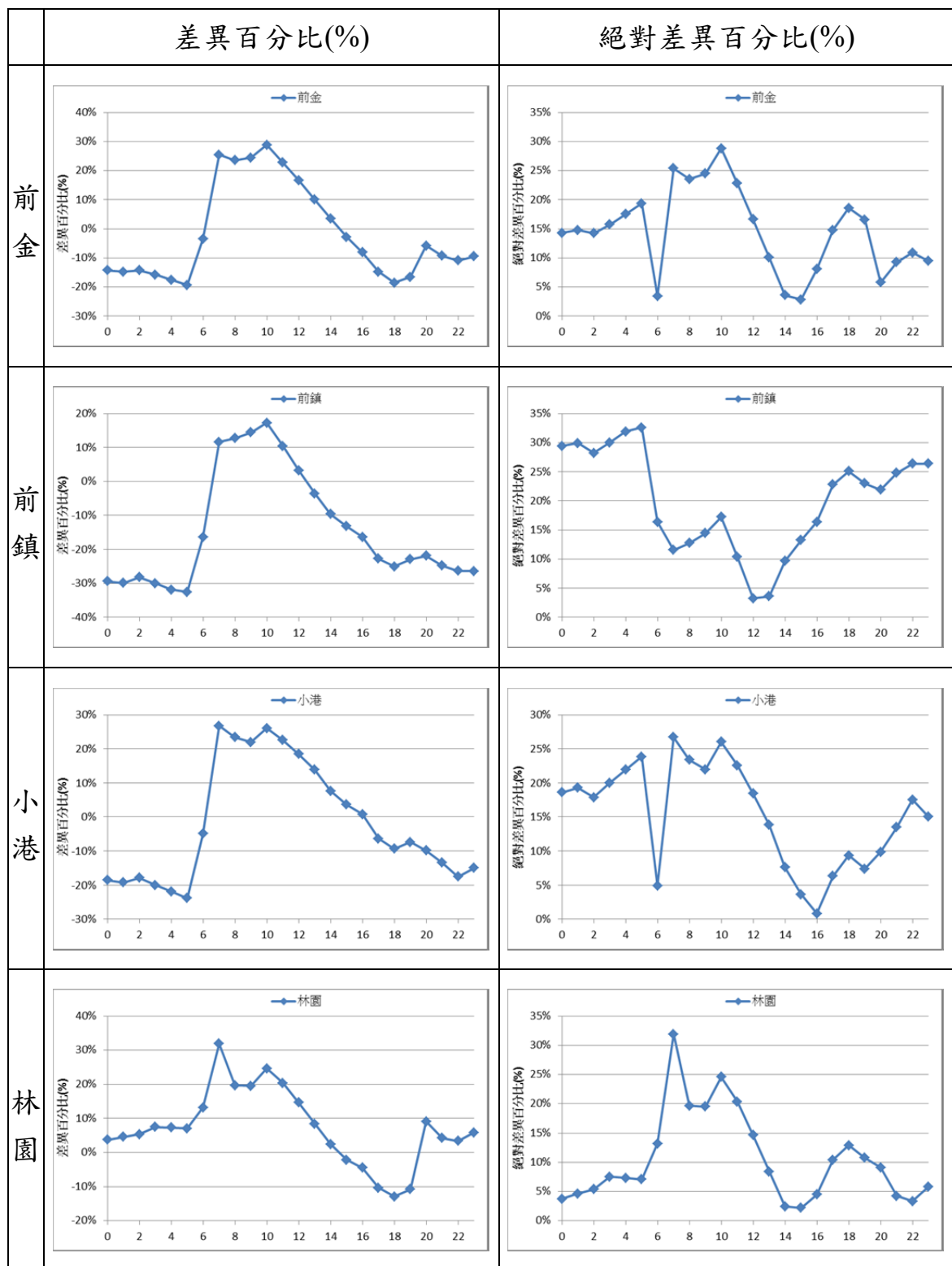


圖 4.4 逐時日夜變化差異比較

4.4 季節變化差異

承 4.3 節所述，將四站之混合層高度全年計算結果，分別將各站同月份之混合層高度平均；同理，亦將 AQMC 全年之同月份結果平均。將平均結果依序由 1 月至 12 月製作成圖，形成全年變化趨勢圖，其結果如圖 4.5 所示，差異變化則如圖 4.6。

混合層季節變化中，前金混合層最大高度 597.0 m，與實際混合層高度差異值介於 -14.27% ~ 19.06% 之間，差異絕對值則介於 0.36% ~ 19.06% 之間；前鎮最大高度 513.6 m，差異值介於 -28.35% ~ 10.37% 之間，差異絕對值則介於 1.56% ~ 28.35% 之間；小港最大高度 599.0 m，差異值介於 -13.62% ~ 19.19% 之間，差異絕對值則介於 0.40% ~ 19.19% 之間；林園最大高度 605.5 m，差異值介於 -6.57% ~ 20.94% 之間，差異絕對值則介於 0.01% ~ 20.94% 之間。四站混合層最大高度均發生在 1 月。

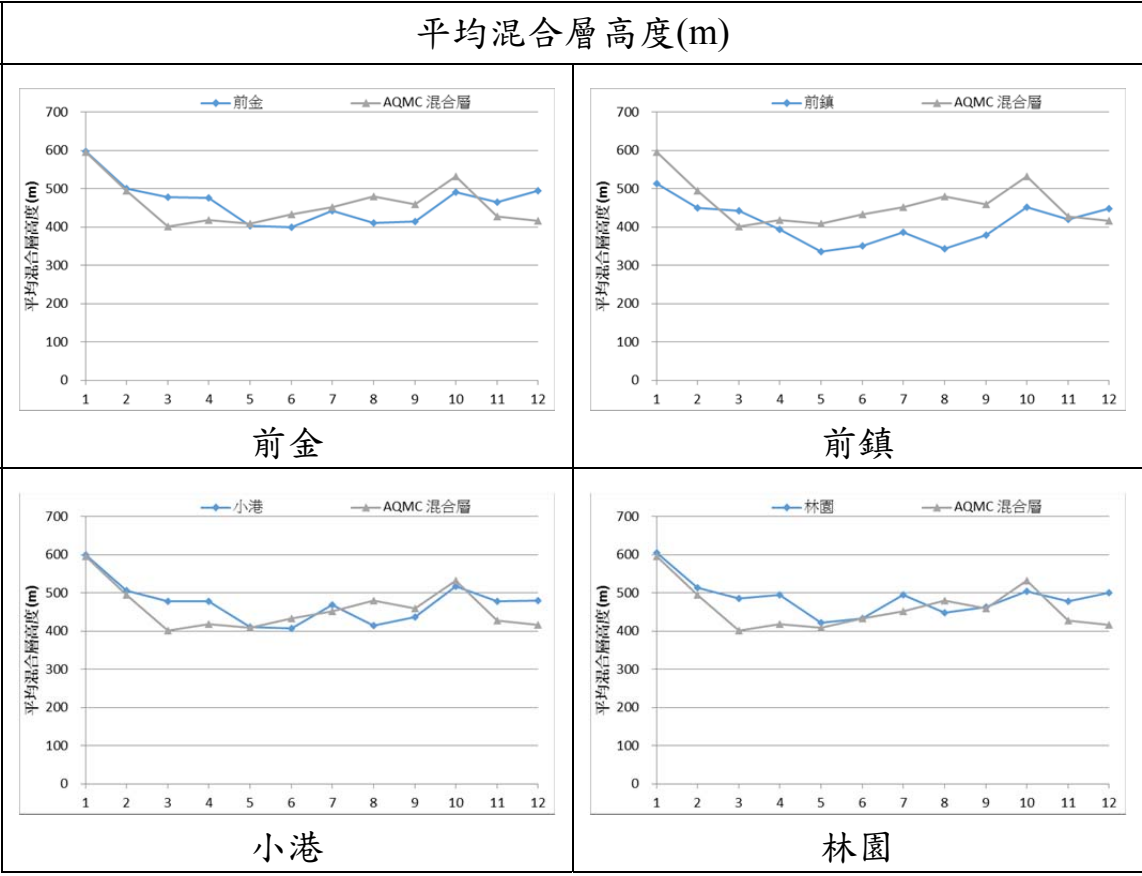


圖 4.5 逐月平均混合層高度

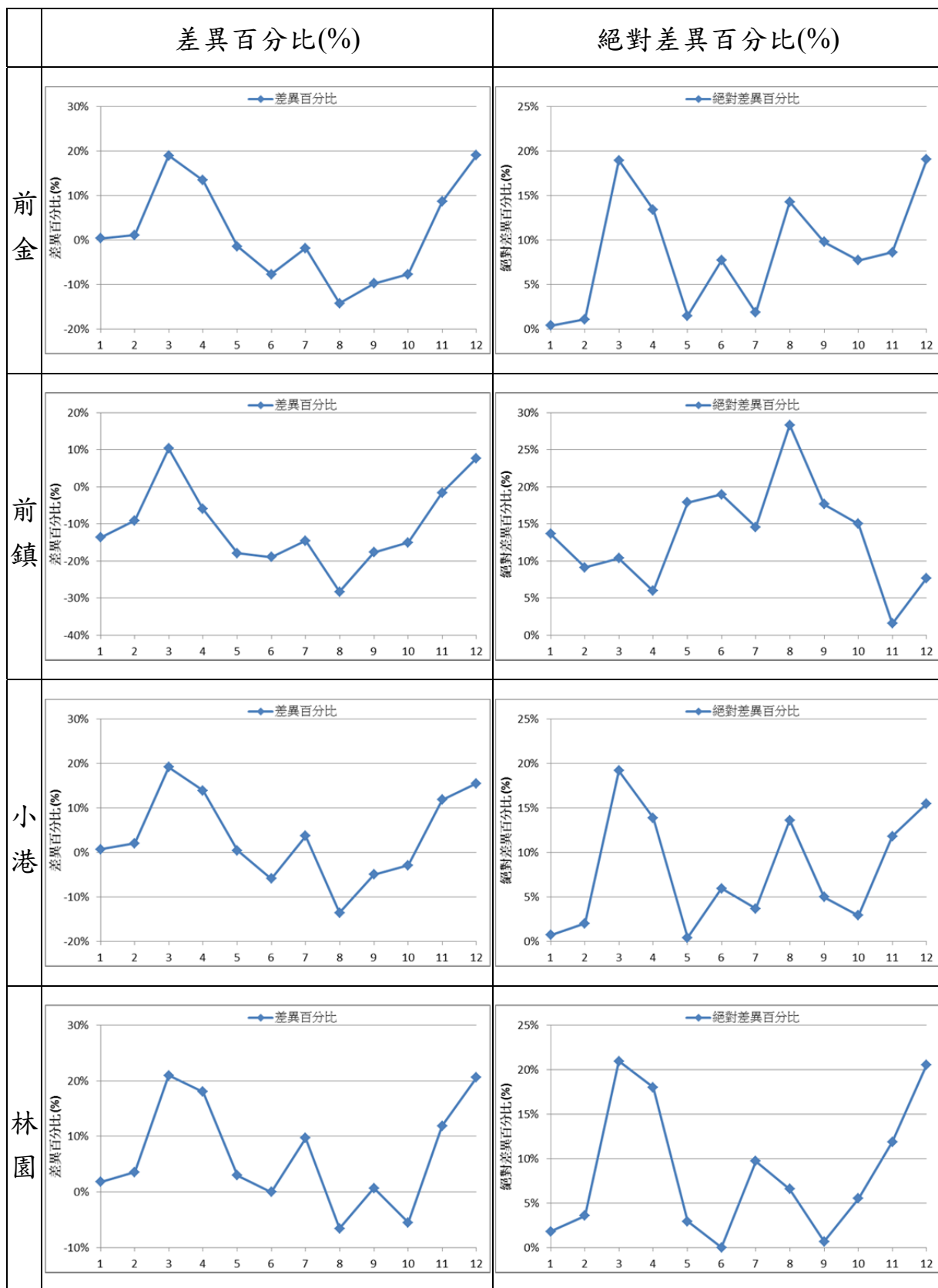


圖 4.6 逐月季節變化差異比較

4.5 四站平均

承 4.3 節所述，將前金、前鎮、小港及林園四站之混合層計算高度平均，再與 AQMC 所提供之同一時間混合層高度做比較，其結果如圖 4.7 所示。其中 1 月混合層最大高度介於 800m ~ 2000m 之間，4 月混合層最大高度介於 400m ~ 1200m 之間，7 月混合層最大高度介於 600m ~ 1000m 之間，10 月混合層最大高度則介於 600m ~ 1400m 之間。

混合層日夜變化最大高度 763.3 m，發生於 13 時，與實際混合層高度差異值介於 -17.17% ~ 24.16% 之間，差異絕對值則介於 0.99% ~ 24.16% 之間，如圖 4.8 所示；混合層季節變化中，最大高度 580.2 m，與實際混合層高度差異值介於 -15.69% ~ 17.43% 之間，差異絕對值則介於 0.50% ~ 17.43% 之間，如圖 4.9 所示。

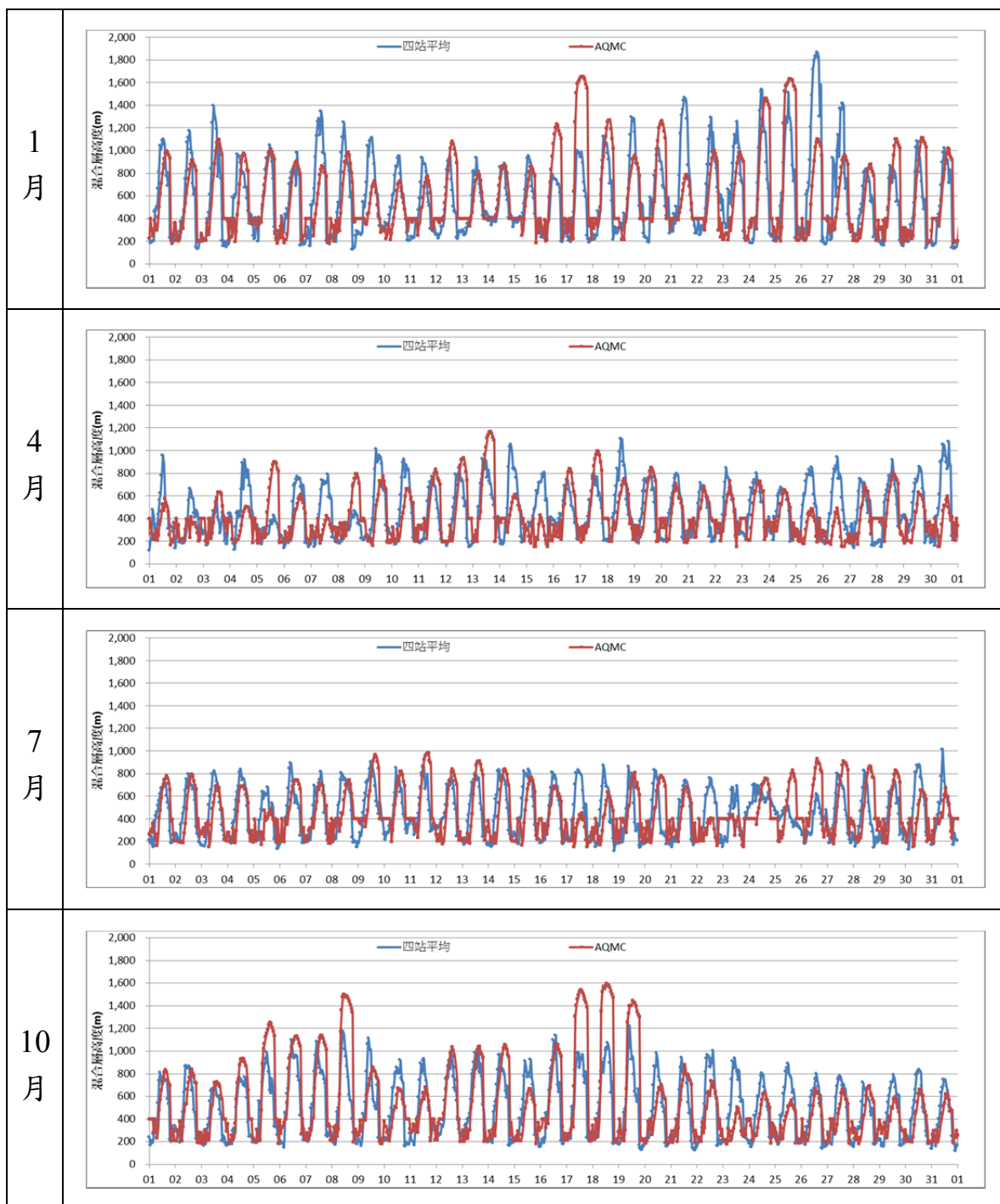
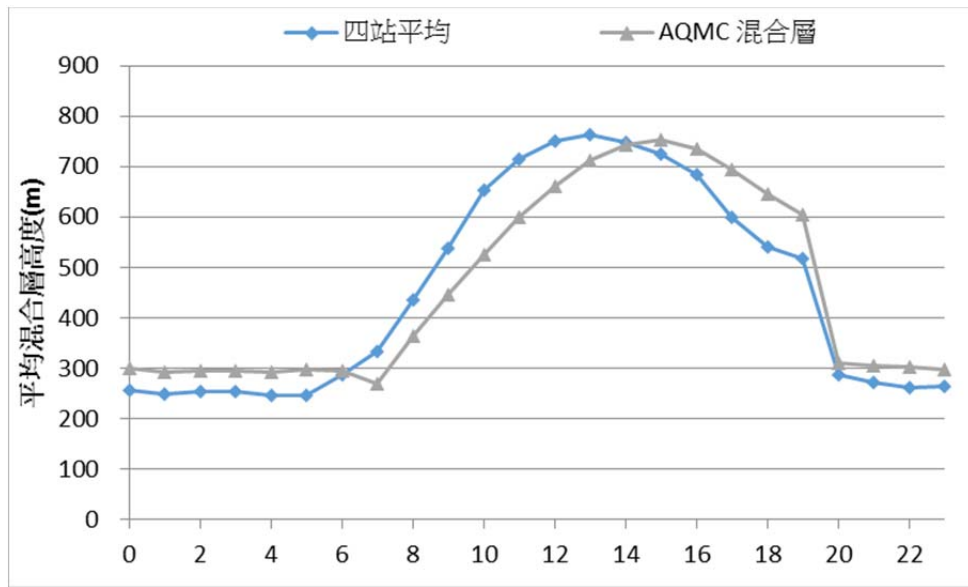
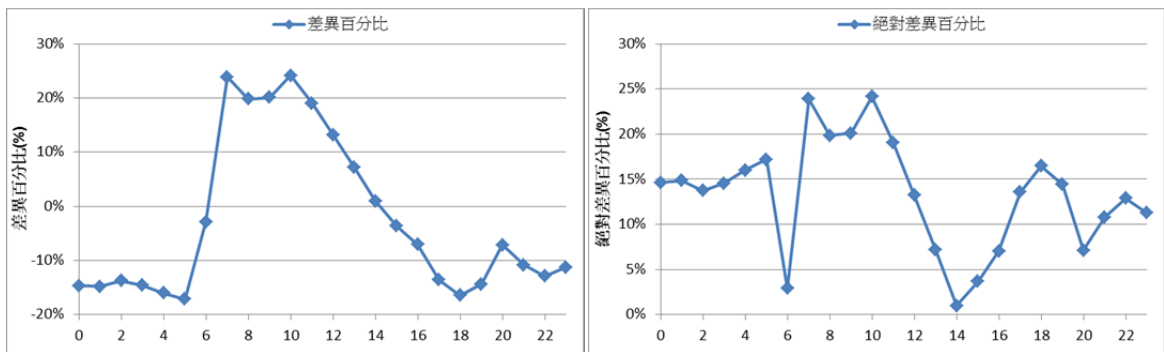


圖 4.7 四站平均混合層高度比較



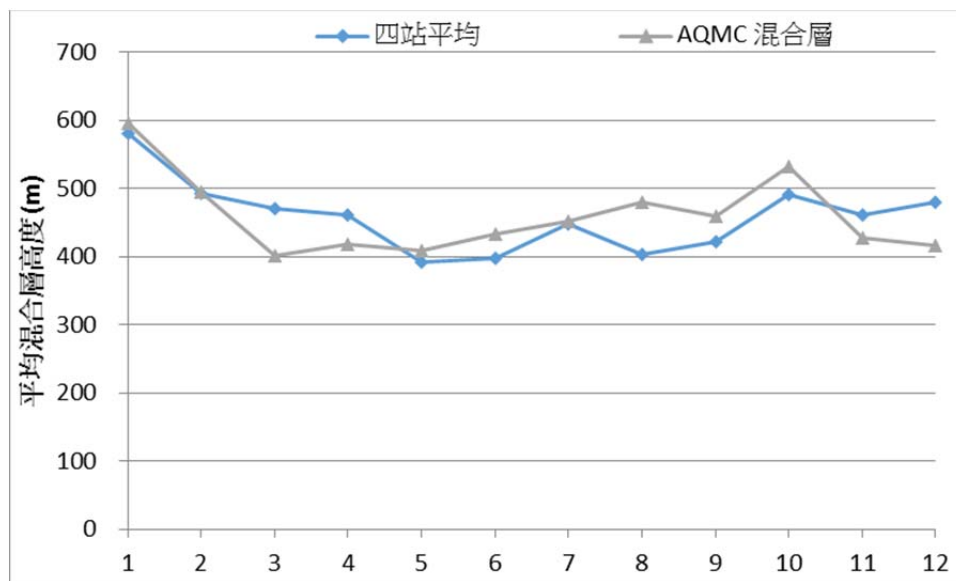
逐時平均混合層高度(m)



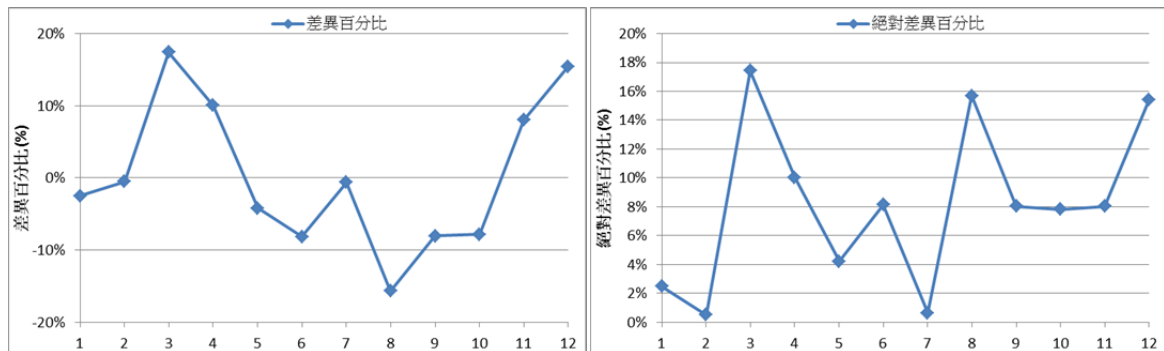
差異百分比(%)

絕對差異百分比(%)

圖 4.8 四站逐時平均日夜變化比較



逐月平均混合層高度(m)



差異百分比(%)

絕對差異百分比(%)

圖 4.9 四站逐月平均季節變化比較

4.6 模擬測試

本計畫於即時資料下載測試時，一開始設定為每個小時開始每 5 分鐘下載一次數據，即 5 分、10 分、15 分、20 分、25 分及 30 分各下載一次即時氣象資料；經過數天不同時段之比較結果，發現因為網路延遲或其他不可抗力因素，時間越短越無法正常取得即時氣象資料；故本計畫設定每小時的 20 分 下載即時氣象資料。

當即時推估系統建置完成之後，即將該系統安裝於個人電腦上測試，其中個人電腦使用有線固定網路，並將船舶即時資訊及氣象資料下載時間設定為每小時的 20 分，推估系統從 11 月 15 日開始連續執行測試，至 11 月 30 日下午總共成功執行次數 316 次，期間於 24 日曾因為氣象資料缺值原因造成中斷數小時，且已修正此一錯誤。

另外，攜帶式筆電使用無線 Wifi 網路，資料下載時間設定每小時的 25 分，從 11 月 25 日下午開始執行測試，至 11 月 30 日下午總共成功執行次數 115 次，執行期間曾於 11 月 28 日 9 時、10 時及 17 時，發現網路不穩而中斷 3 次。

4.7 即時推估系統執行結果比較

依照 4.6 節測試結果，模擬所得數據為排放污染物對於測站(或參考點)的貢獻增量結果，而 EPA 一般測站資料則為所有排放源對於測站的全量貢獻影響結果，若當時模擬之風向並未經過測站，則測站之模擬結果有可能趨近於 0；比較增量與全量之比例關係，可以得知排放污染物對於測站的影響及貢獻比例。

為方便比較，擷取相同測試時間做為模擬結果比較，即 11 月 26～29 日共 4 日，並將輸出結果與環保署測站資料比對，其結果如圖 4.10。由圖中可知，20 分結果與 25 分結果相近，當以每小時 20 分下載執行期間，在 NO_x 推估資料中，前金最高 133 ppb，發生於 27 日 20 時；前鎮最高 128.27 ppb，發生於 29 日 12 時；小港最高 119.18 ppb，發生於 28 日 19 時；林園最高 48.95 ppb，發生於 26 日 4 時。而 SO_x 推估資料中，前金最高 0.87 ppb，發生於 26 日 0 時；前鎮最高 2.36 ppb，發生於 26 日 0 時；小港最高 3.08 ppb，發生於 26 日 0 時；林園最高 2.06 ppb，發生於 26 日 8 時。

又推估數值佔 EPA 測值比較中，NO_x 推估最大值均高於 EPA 測值，最高為前鎮之 557.7%，平均則落在 20%～80%之間；SO_x 最大值則均

低於 EPA 測值，最高為小港之 55.0%，平均落在 1%~3%之間。結果如表 4-2 所示。

表 4-2 推估數值與 EPA 測值比較百分比

EPA 測值比較		NO _x		SO _x	
		20 分	25 分	20 分	25 分
前金	最大值	535.1%	535.1%	23.3%	20.7%
	平 均	21.8%	20.7%	1.6%	1.4%
前鎮	最大值	557.7%	557.7%	49.2%	49.2%
	平 均	69.3%	72.0%	1.8%	1.7%
小港	最大值	375.7%	375.7%	55.0%	55.0%
	平 均	77.3%	76.2%	1.7%	1.7%
林園	最大值	349.6%	349.6%	44.7%	44.7%
	平 均	20.8%	23.7%	2.8%	2.9%

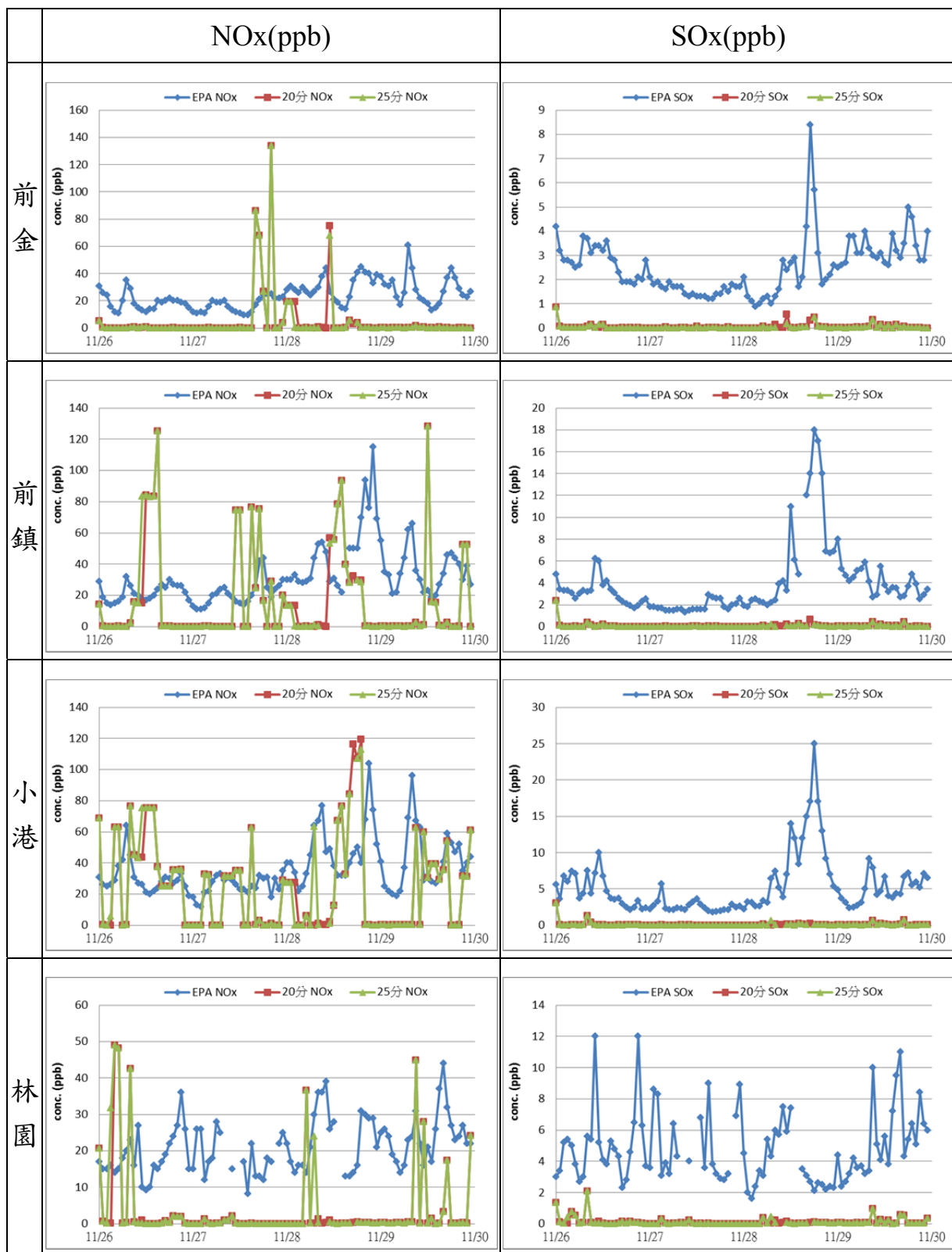


圖 4.10 推估結果比較

第五章 結論與建議

依據相關研究顯示，港區空氣污染物排放量對該區域污染排放總量的佔比頗高，尤其是硫氧化物(SO_x)與氮氧化物(NO_x)最為顯著。為提昇環境品質及維護國人健康，達成並持續維持高雄港為國際優質港與綠色港口之目標，必需建置高雄港區之即時空氣品質推估系統，藉以因應改善空氣品質與建立緊急防制應變規範。

本研究係以本所民國 104 年度所建置之高雄港 AERMOD 模式模擬平台，結合交通部氣象局之氣象觀測資料與臺灣海域船舶動態資訊系統(AIS)之即時船隻相關資料，建置高雄港區之即時空氣品質推估系統，並進一步規劃後續辦理預報系統之需求內容，以精進深化高雄港綠色港口形象，使之符合國際海事組織(IMO)與歐洲海港組織(ESPO)規範，提升港口國際競爭力，確保港區環境安全。本研究已於民國 105 年 10 月 6 日、10 月 27 日及 11 月 24 日共 3 天，邀請航港局、港務公司與其所屬單位，舉辦 3 場教育訓練，提供系統程式及操作手冊參考應用。

本研究之結論與建議，分別臚列如下：

5.1 結論

1. 完成以臺灣海域船舶動態資訊系統(AIS)搭配勞氏資料庫之船舶排放量建置。
2. 完成依據地面觀測資料，建置模式使用氣象資料之前處理作業，以建立羅氏法混合層高度設定之機制。
3. 完成建置高雄港區即時空氣品質推估系統之使用手冊。
4. 由環保署前金、前鎮、小港與林園等四個測站之混合層高度比較，日夜變化最大高度均發生在 13 時，介於 686.5 m~810.7 m 之間，差異值介於-32.57%~31.89%之間，而差異絕對值則介於 0.81%~32.57%之間。

5. 四個測站混合層高度比較，季節變化最大高度均發生在 1 月，介於 513.6 m ~ 605.5 m 之間，差異值介於-28.35% ~ 20.94%之間，而差異絕對值則介於 0.01% ~ 28.35%之間。
6. 進行高雄港區污染物排放之即時空氣品質推估系統之測試，可連續執行至少兩週以上。
7. 系統推估最大值大於 EPA 測值，顯示系統於該時段有高估之情形，其可能原因包括車輛及機具排放量非即時排放量資料與船舶排放量高估等。推估結果後續可供港區空氣品質管制參考。

5.2 建議

1. 本研究建置之推估系統執行下載資料時，因應網路可能發生延遲或其他不可抗力因素，建議設定於每個小時 20 分執行一次。
2. 系統執行作業，建議應於獨立之主機進行，並連接有線固定 IP 網路，以避免網路因素造成系統無法執行。
3. 系統最後模擬結果(即以時間為檔名之模擬結果)，建議依照各參考點時間序列繪製成趨勢圖。
4. 針對港區航行船舶(含港勤船隻、拖船等)，在排放源推估上，依據港研中心提供之 AIS 船舶資訊系統，至少能提供 IMO 編號、船隻呼號、航行狀態、航速、經度、緯度、船舶類型、船長等資料。

5.3 成果效益：

1. 提升高雄港綠色港口形象，使符國際海事組織(IMO)與歐洲海港組織(ESPO)規範，增加港口營運競爭力。
2. 確保港區空氣品質符合標準，保障居民身體健康。

5.4 提供使用情形：

1. 研究成果已藉由舉辦 3 次教育訓練，提供交通部航港局與臺灣港務公司及其所屬單位，辦理空氣品質監測參考應用。
2. 研究成果可供本所辦理後續相關研究參考應用。

參考文獻

1. Pasquill, F. (1961). "The Estimation of the Dispersion of Windborne Material. Meteorol.Mag ", 90, 33-49.
2. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., & Agrawal, A. (2007). "Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions for Calendar Year 2005",Starcrest Consulting Group, LLC, Poulsbo, WA, 98370.
3. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., Kristiansson, J., & Wells, S. (2007). "Puget Sound maritime air emission inventory",Starcrest Consulting Group, LLC.
4. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., & Agrawal, A. (2011). "Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions for Calendar Year 2010",Starcrest Consulting Group, LLC, Poulsbo, WA, 98370.
5. Aldrete, A., Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., & Muller, R. (2012). "2011 PUGET SOUND MARITIME AIR EMISSIONS INVENTORY",Starcrest Consulting Group, LLC.
6. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., & Agrawal, A. (2013). "Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions for Calendar Year 2012",Starcrest Consulting Group, LLC.
7. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., Muller, R., & Agrawal, A. (2014). "Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions for Calendar Year 2013",Starcrest Consulting Group, LLC.
8. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., Muller, R., & Agrawal, A. (2015). "Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions for Calendar Year 2014", Starcrest Consulting Group, LLC.
9. Aldrete, G., Anderson, B., Ray, J., Muller, R., & Agrawal, A. (2015). "Port of Los Angeles Inventory Highlights 2014", Starcrest Consulting Group, LLC.
10. Faulkner, W. B., and B. W. Shaw. (2007), "Sensitivity of Two Dispersion Models (AERMOD and ISCST3) to Input Parameters for a

- Rural Ground-Level Area Source.” Journal of the Air & Waste Management Association”,58(10): 1288-1296.
11. Groisman, P. Y., Bradley, R. S., & Sun, B. (2000). “The relationship of cloud cover to near-surface temperature and humidity: Comparison of GCM simulations with empirical data. Journal of Climate”,13(11), 1858-1878.
 12. Kumar, A., and S. Dixit.(2006),“Evaluation of the AERMOD dispersion model as a function of atmospheric stability for an urban area.” Environmental Progress 25(2): 141-151.
 13. Nozaki K. Y. (1973), “Mixing depth model using hourly surface observations”, Report 7053, USAF Environmental Technical Applications Center.
 14. Paine R. J., and Lew F. (1998), “Project PRIME:Evaluation of Building Downwash Models Using Field and Wind Tunnel Data”, Paper No. 4B.2, presented at the 10th Joint Conference on the Applications of Air Pollution Meteorology, Phoenix, AZ.
 15. Paine, R. J., and R. F. Lee. (1998), “MODEL EVALUATION RESULTS FOR AERMOD.” <http://www.epa.gov>.
 16. Sun, B., Groisman, P. Y., Bradley, R. S., & Keimig, F. T. (2000). “Temporal changes in the observed relationship between cloud cover and surface air temperature.Journal of Climate”, 13(24), 4341-4357.
 17. Schulman L. L., Strimaitis D. G., and Scire J. S. (2000), “Development and Evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model”, Journal of the Air & Waste Management Association, vol. 50, pp. 378-390.
 18. Silverman, K. C., and J. G. Tell. (2007), “Comparison of the industrial source complex and AERMOD dispersion models: Case study for human health risk assessment. ” Journal of the Air & Waste Management Association 57(12): 1439-1446.
 19. Walcek, C. J. (1994). “Cloud cover and its relationship to relative

- humidity during a springtime midlatitude cyclone. Monthly weather review”, 122(6), 1021-1035.
20. Zou, B., and F. B. Zhan. (2010), “Performance of AERMOD at different time scales.” Simulation Modelling Practice and Theory”, 18(5): 612-623.
 21. U.S. EPA. (1997), “Addendum to ISC3 User’s Guide : The Prime Plume Rise and Building Downwash Model.”
 22. U.S. EPA.(2000), “Development and Evaluation of the PRIME Plume Rise and Building Downwash Model.”
 23. U.S. EPA.(2004), “AERMOD: description of model formulation”, pp.1-89.
 24. U.S. EPA.(2004), “User’s guide for the AERMOD meteorological preprocessor.”
 25. U.S. EPA.(2004), “User’s Guide For the AMS/EPA Regulatory Model-AERMOD.”
 26. National Research Council (1991). “Rethinking the Ozone Problem in Urban and Regional Air Pollution,” National Academy Press, Washington, District of Columbia.
 27. 劉沁瑋(2002)，「新竹科學工業園區空氣汙染物排放總量推估及 ISCST3擴散模式應用」，國立交通大學環境工程研究所碩士論文。
 28. 田浚致(2004)，「利用空氣擴散模式模擬石化工業區致癌性汙染物之濃度及推估居民之致癌風險」，國立成功大學環境醫學研究所碩士論文。
 29. 曠永銓、許佩蓓(2005)，「AERMOD煙流模式在臺灣地區之應用研究」，中興工程，Vol.88，pp.55-62。
 30. 張艮輝、張能復(2010)，「空氣品質模式技術及對策支援計畫(一)」，行政院環保署，EPA-98-FA11-03-A229。

31. 張艮輝、張能復(2010),「空氣品質模式技術及對策支援計畫(二)」,行政院環保署,EPA-998-FA11-03-A079。
32. 交通部運輸研究所 (2015),「高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究」。
33. 陳茂雄(2016),「高雄港區空氣品質影響之模擬分析」,輔英科技大學環境工程與科學研究所碩士論文。
34. 吳佳蓉 (2011) , 「 紫 外 線 指 數 (UVI) 」 。
<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40067>,科技部高瞻自然科學教學資源平台
35. 交通部中央氣象局,「紫外線指數預報服務」。
www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/announce/PDFfile/service13,氣象服務系列。
36. 交通部中央氣象局,「紫外線是什麼、紫外線和臭氧層的關係與紫外線和天氣的關係」。
www.cwb.gov.tw/V7/forecast/UVI/uviknowledge.pdf。

附錄一
期中報告審查處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

☒期中 ☐期末報告審查處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-105-H1DB006

計畫名稱：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

審查日期：105 年 08 月 1 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
李崇堉 委員		
1.第 15 頁中之羅氏法推估公式中之參數 p（大氣穩定度）只分級 1~6 級，而遇到 Turner 分類方式中的第 7 級時，如何處置數據？請說明。	感謝委員指導；因羅氏法之穩定度採用 6 級，故本計畫穩定度計算預計採用同為 6 級分類之 Pasquill 法，Turner 法則做為比較使用。	同意辦理方式
2. AIS 系統所涵蓋的船隻是否平均離岸多少距離內？船隻是否有切換至較 clean 之用油？	感謝委員指導；AIS 港區涵蓋範圍 20 海浬內之船舶；目前並無資料可確認是否有切換用油。	同意辦理方式
3.本模式對於「逆溫層出現」的時段之模擬，宜分開來處理，俾能提升推估結果的準確性。	感謝委員指導；夜間大部分均會形成逆溫層，本計畫將依環保署模式支中心之方法進行。	同意辦理方式
4.第 30 頁之圖中 19 時之 Mixing Height，兩方法都明顯低估於 AQMC 值，宜補充說明原因，亦或數據有誤？差異百分比計算有誤，應該是 19 時差異百分比最大。	感謝委員指導；已經確認與修正，將於期末報告中補充。	同意辦理方式
陳國義 委員		
1.本研究有高雄港務分公司支持，可以取得最完整之船舶航行、停泊及排放資料，惟缺少海軍、海巡及港務工作船資料，排放量之完整性有所不足，是否有推估方法可以略為彌補？是否可請港務分公司提供入港船隻油料切換數據，以確實瞭解所用油品之排放量。	感謝委員指導；由於本計畫之目的為推估高雄港區商業相關活動對空氣品質之影響，故港務工作船亦是分析對象之一，而軍艦與海巡相關活動基於安全因素無法納入；另外，目前暫無船隻油料切換數據可供參考。	同意辦理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2.本研究僅針對高雄港營運之空污排放增量，故混合層高度之推估至為重要，對港區空污之擴散影響甚大，期中報告有針對每日逐時之混合層以不同公式計算出高度，但不知係根據何時資料推估得出，而在不同季節之混合層高度是否亦有相同結果？請在期末報告補述。	感謝委員指導；期中報告為使用2014年氣象局之高雄站與2014年環保署之前金、前鎮、小港、林園站資料；混合層高度之季節變化等將於期末報告中補充。	同意辦理方式
3.本研究所用模式僅能針對當地空污排放之增量，而環保署空品測站（天網）測值係當地空品之全量，要如何驗證模擬結果之正確性？請在期末報告補述。	感謝委員指導；將於期末報告中補充與環保署監測數據之比對，但是由於本計畫之推估結果僅涵蓋高雄港區商業相關活動之增量而環保署空品測站測值是空品之全量，故無法由此比較驗證模擬結果之正確性。	同意辦理方式
劉俊一 委員		
1.本推估系統期中報告，結構章節嚴謹充實精闢。唯文獻回顧內容（p.3）過於簡略，建議再酌予補充，使後續要執行研究的要項和結果，能互相呼應對照，應予註明。	感謝委員指導；將於期末報告中補充文獻回顧。	同意辦理方式
2.擴散參數文獻上（p.6），如何從圖表查得或自高雄港一實場調查取得，本計畫將如何建置，報告內容仍有不足，請於適當章節中呈現。	感謝委員指導；擴散參數為由地面氣象數據與穩定度等決定，本計畫之地面氣象數據則為氣象局高雄站與環保署之前金、前鎮、小港、林園站資料。	同意辦理方式
3.研究方法建置氣象資料（p.12），所取得的氣象資料，如何做前處理轉換成可以自動輸入AERMOD擴散模式，直接應用的形式。	感謝委員指導；本計畫由地面氣象資料建置模式所需之輸入，用以取代部分AERMET產生之氣象欄位資料。	同意辦理方式
4.我們的氣象資料建置有沒有電腦和顯示器，可以從氣象局直接接收看到氣象圖表，知道氣象條件持續惡化或維持高濃度，以便有作研判的	感謝委員指導；本計畫之目的為應用地面氣象觀測資料以推估高雄港區商業相關活動之空氣品質增量，對於未來之預報非本年度計畫之工作內容。	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
機會（空氣品質嚴重惡化緊急防治辦法規定，空氣污染物濃度達於發布空氣品質嚴重惡化警告數值，且氣象條件將促成空氣污染物濃度維持高於其數值十二小時以上，或未來二十四小時內臭氧或二氧化碳濃度將有再超過其一小時平均值之虞者，直轄市、縣（市）主管機關應即發布該測站涵蓋區域對應等級之空氣品質惡化警告		
5.研究方法計算求得大氣穩定度（p.13）的方法，有 Pasquill、Turner 及羅式法，用來推估混合層高度。104 年建置高雄港空氣品質 AERMOD 擴散模式平台時，探空資料未能取得 Velocity Profile（p.15），提供作校正的機會，將如何補足處理。	感謝委員指導；由於在實務上無法即時取得探空資料，故本計畫以地面氣象觀測資料推估模式所需之輸入資料；期中報告中已經比較本計畫混合層高度之推估結果與模式支援中心以實測探空資料之數據，以分析其準確度。	同意辦理方式
6.做混合層高度比較（p.27），找到了季節性混合層高度各測站的差異，混合層高度差異最高值與差異最低值發生時間，以及使用 Pasquill 穩定度和 AMQC 計算混合層高度特性，將來執行模擬時如何應用，建議在該章節中補充說明。	感謝委員指導；未來將應用 Pasquill 穩定度方法計算混合層高度，並於期末報告說明。	同意辦理方式
7.研究方法排放量推估（p.17），實際上船舶、車輛和機具等污染源，所佔比例已經是很大部分，如果忽略碼頭上貨物，如散雜貨等污染源，它的比例或誤差，建議加以評估。	感謝委員指導；機具及車輛目前暫無監測資料可供使用，故暫時無法評估。	同意辦理方式
8.本計畫建立即時空氣品質推估系統（p.37），和原來 104 年建置高雄港空氣品質	感謝委員指導；本計畫為利用地面測站氣象資料，推估高雄港區商業相關活動之即時空氣品質增	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
AERMOD 擴散模式平台，相互之間屬於模式再檢討確認，進一步充實那些工作，並繼續落實執行之外，請說明有何特色做法。	量，而 104 年建置之模式平台為模擬過去幾年港區排放污染量之影響，故分析之時間點不同，因而在輸入資料取得與前處理方式均有很大之差異。	
謝明志 委員		
1.編輯格式，請依本所規定辦理。	感謝委員指導；將於期末報告依貴所報告格式編輯。	同意辦理方式
2.第二章第一段，建議改放第一章。	感謝委員指導；將於期末報告中遵照辦理。	同意辦理方式
3.章節 3.1，請加研究進度甘特圖，以知工作進度。	感謝委員指導；將於期末報告中遵照辦理。	同意辦理方式
4.第 15 頁及第 16 頁羅式法之公式，大氣穩定度分 6 級，適用 Pasquill 法（也分 6 級），但 Turner 分 7 級，p 值如何給？請在文內註明。	感謝委員指導；因羅氏法之穩定度採用 6 級，故本計畫穩定度計算亦採用同為 6 級分類之 Pasquill 法，Turner 法則做為比較使用。	同意辦理方式，請參照委員意見於期末報告文內註明。
5.第 17 頁地形高程推估，以 102 年 UAV 資料外插，因外插較不準，請洽國土測繪中心有否近期資料可用。	感謝委員指導；地形建置資料為港區內是港研中心之 102 年 UAV 資料，港區外是模式支援中心之 Terr200 資料。	同意辦理方式，另請參考委員意見洽詢國土測繪中心。
6.依第 5 頁第一段之介紹，夏季混合層高度最高，冬季最低，但圖 4.6 及圖 4.7（p.35、p.36），所呈現與此說法並不一致，原因為何？能否再深入探討。	感謝委員指導；由於日照強度之季節變化，混合層高度通常於夏季較高而冬季較低，尤其是有明顯季節變化地區，但是部分區域偶而會有些不同現象。	同意辦理方式
7.第四章，混合層推估做逐時差異及季節性差異，此二者用途為何？是否可應用於模式修正。	感謝委員指導；此二者差異為分析推估之混合層高度與模式支援中心之數據差異的日夜變化及季節性變化，後續將再分析其對濃度增量之影響；由於目前資料尚少，不宜當作模式修正依據。	同意辦理方式
黃茂信 委員		
1. 17 頁，有關章節 3.6 排放量推估，其中機具、車輛無即	感謝委員指導；將於期末報告補充說明機具與車輛之排放量推估方	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
時資料，係由活動強度推估，其推估方式參數設定不明（p.22、p.24）？請說明。	法。	
2. 20 頁，計算遠洋船舶排放量推估，其排放量推估 10 種氣體，如何與 AERMOD 相結合？請說明。航行是否只計算 20 海浬內？是否只計算氮氧化物和硫化物兩種？	感謝委員指導；由以前之研究結果顯示高雄港區之空氣品質增量以硫氧化物及氮氧化物最為顯著，而且亦是各排放源排放量推估最完整之成分，故本年度計畫僅建置即時之硫氧化物及氮氧化物增量，其他污染物成分建議納入未來之研究計畫。排放量推估範圍為高雄港 20 海浬內之船舶。	同意辦理方式
3. 報告文字排版模式，請依本所出版品規定修改。	感謝委員指導；將於期末報告遵照辦理。	同意辦理方式
何彌亮 委員（書面意見）		
1. 請補充說明羅氏法推估混合層高度與使用探空氣象資料推估混合層高度，對污染物擴散模擬結果之差異為何，過去是否有相關文獻之驗證與比對，其結果為何？能否說明之。	感謝委員指導；期中報告已經分析推估之混合層高度與模式支援中心數據之差異，後續將再分析其對濃度增量之影響，並納入期末報告。	同意辦理方式
2. 對於港區未來若有施工或建築物等改善，對地形資料是否有影響，對模擬結果是否有影響，是否需要改變地形輸入資料？（港區發展建設面之考量）	感謝委員指導；模式暫時無法因應未來地形改變之影響，只能以目前已有之高程資料模擬之。	同意辦理方式
3. 臺灣各港口常有大型火力發電廠、高煙囪，其對港區空氣品質推估系統之污染濃度推估模擬之競合為何？	感謝委員指導；本年度計畫目的為建置推估高雄港區商業相關活動之即時空氣品質增量，未納入港外之污染源。	同意辦理方式
4. 在模擬高雄港之經驗中，是否有受港區內高建築物下洗作用之時間案例？	感謝委員指導；下洗作用為 AERMOD 模式加強之功能之一，然而港區內高建築物高度均小於主要之船舶排放有效高度，故港區內高建築物下洗作用不顯著。	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
臺灣港務股放有限公司高雄港務分公司 郝逸安助理工程師		
1.有鑑於中島高港區（48～56碼頭）為大宗逸散性物料（水泥、熟料廢鐵與煤碳..等）之裝卸碼頭，其因裝卸作業所產生之逸散性粒狀物（PM10、PM2.5），容易影響腹地旁的高雄加工出口區及未來亞洲新灣區之民眾觀感，建議應納入章節 3.6 排放量推估範疇項目，藉以涵蓋高雄港區之各項污染源全貌。	感謝委員指導；中島區域之逸散排放因無連續監測資料，故無法推估其排放量之即時影響為何。	同意辦理方式
2.中鋼公司是高雄市各種空氣污染物的超級大戶，其排放總量佔高雄市固定污染源總排放量的多數，大林發電廠仍有燃煤機組，燃煤機產生的粉塵與含硫的廢氣，釋放在大氣中，建議上開（中鋼、大林發電廠）一併納入章節 3.6 排放量推估範疇項目。	感謝委員指導；本年度計畫目的為建置推估高雄港區商業相關活動之即時空氣品質增量，未納入港外之污染源。	同意辦理方式
臺灣港務股放有限公司高雄港務分公司 蔡宗勳管理師		
1.本計畫高雄港之地形、高程資料為 102 年之空拍資料，未來是否會依據高雄港之開發，將洲際貨櫃中心及南星計畫區等港區新興開發區之地形、高程資料一併納入本計畫模式中。	感謝委員指導；本計畫將依照目前已有之地形高程資料，作為模擬推估使用，未來尚未確定之地形將暫不列入使用。	同意辦理方式
2.本計畫採用進出港貨櫃車統計數量，做為運輸車量數之樣本，現高雄港已建置完善的港區進出口門哨管制系統，並有詳盡的統計資料可供本計畫計算進出港之車輛	感謝委員指導；若可以即時連線則可納入分析。	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
數，及其可能產生之空污排放，建議可改以門哨管制系統之統計車輛數做為運輸車量之樣本計算其空污排放量。		
臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司 洪國鑫高級技術員		
1.本計畫僅針對移動污染源進行排放量推估，未納入固定污染源之原因？	感謝委員指導；本年度計畫目的為建置推估高雄港區商業相關活動之即時空氣品質增量，未納入港外之固定污染源。	同意辦理方式
2.有關遠洋船舶排放量推估，是否含主引擎、輔助引擎、鍋爐之排放？是否依船種分別計算其排放量？另港區船舶是否亦含主引擎、輔助引擎？	感謝委員指導；船舶排放量係以勞氏資料庫為主，若資料庫中無引擎相關資料，則將以預設值代入。	同意辦理方式
3.推估車輛排放量時，是否考慮怠速時之排放？	感謝委員指導；由於港區並無車輛怠速之資料，故暫時無法推估。	同意辦理方式
4.第 22 頁，3 期引擎（Tier1）是否誤植？	感謝委員指導；已修正 3 期引擎為 Tier3。	同意辦理方式
臺灣港務股份有限公司 鄭慕涵管理師（書面意見）		
1.本計畫排放量推估是針對那些空氣汙染物？本計畫港區空氣品質的範疇界定為何？	感謝委員指導；由以前之研究結果顯示高雄港區之空氣品質增量以硫氧化物及氮氧化物最為顯著，而且亦是各排放源排放量推估最完整之成分，故本年度計畫僅建置即時之硫氧化物及氮氧化物增量，其他污染物成分建議納入未來之研究計畫。	同意辦理方式
3. 請說明本計畫最終的產出資料格式？港區管理單位及公權力單位(航港局)未來可以如何使用？	感謝委員指導；本計畫最終產出之資料格式可為文字格式或濃度等值圖供各單位參考使用。	同意辦理方式
4.		
3.建議另邀請環保單位或空污領域專家學者，提供本案港	感謝委員指導；謹依委員意見辦理。	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
區空污模擬內容相關意見。		
港研中心 蔣敏玲副研究員		
1.報告書內容之部份撰述過於精簡，請再補充與強化，以完整呈現研究成果。	感謝委員指導。	同意辦理方式，請參照辦理。
2.教育訓練之時間與場地後續將與合作單位再行協調辦理。	感謝委員指導；將遵照貴中心辦理。	同意辦理方式
港研中心 柯正龍研究員		
1.本所出版品規定格式將提供給研究團隊，後續報告書請確依撰寫。	感謝委員指導；將於期末報告遵照辦理。	同意辦理方式
2.本研究將辦理3次教育訓練，請研究團隊依規劃時程辦理。	感謝委員指導；本計畫將於9月、11月及12月舉辦3次教育訓練。	同意辦理方式

附錄二
期末報告審查處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期末報告審查意見處理情形表

計畫編號：MOTC-IOT-105-H1DB006

計畫名稱：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

執行單位：財團法人成大研究發展基金會

審查日期：105 年 12 月 16 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
李崇垓 委員		
1.圖 2.1 中，圖座標之標示模糊不清，且未標註文獻之引用來源，請修正。	感謝委員指導；該圖為一示意圖，已重新繪製。	同意辦理方式
2. AERMOD 模式之推估結果如何驗證？其準確度誤差範圍在何區間？	感謝委員指導；AERMOD 模式之推估結果增量，故其驗證需實際施放追蹤劑，再經由實際採樣所得之數據與模擬數據做比較驗證，其所需驗證過程非本計畫所能負荷。	同意辦理方式
3. 建議於第 4 章中，再專節補充討論模式推估誤差之驗證機制。	感謝委員指導；AERMOD 模式之推估結果增量，故其驗證需實際施放追蹤劑，再經由實際採樣所得之數據與模擬數據做比較驗證。	同意辦理方式
4. 圖 4.8 中之 SO _x 推估結果，明顯低估於 EPA 參考值；而 NO _x 有部分是明顯高估，大部分均明顯低於 EPA 參考值，請補充說明原因。	感謝委員指導；模擬所得數據為增量之結果，而 EPA 測站資料則為全量之監測結果；若當時模擬之風向並未經過該測站，則測站之模擬結果有可能趨近於零。(4.7 節)	同意辦理方式
謝明志 委員		
1.報告之中英文摘要目錄表號等請依本所出版品格式編排。	感謝委員指導；謹依 貴所出版品格式辦理。	同意辦理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2.表 3-1 之工作項目，有列「模擬測試」一項，請在報告中補充說明。	感謝委員指導；將於報告中補充說明。(4.6 節)	同意辦理方式
3.章節 3.5.1 經緯度，轉 TM2 座標用迴歸式，而不是採用常見的測量學轉換公式，請說明。	感謝委員指導；一般座標轉換公式為一漸進收斂方式，應用上雖然較廣泛，但使用上較不方便；本計畫運用回歸方式，取得高雄港區附近之回歸式，可直接利用公式轉換座標，應用範圍較小，但精確度以及轉換效率皆有提高。	同意辦理方式
4.混合層高度，4 測站與 AQMC 值比較差異百分比，是否用正負比例會更佳？另文中 AQMC 第一次出現時，請加註中文名稱。	感謝委員指導；增加誤差百分比與絕對誤差百分比之統計分析。已加註 AQMC 中文名稱為「空氣品質模式支援中心」。	同意辦理方式
5.附錄 7，使用手冊個步驟的關聯檔案，請劃分為「輸入檔案」及「輸出檔案」2 部分。	感謝委員指導；謹依委員意見辦理。	同意辦理方式
6.目前本程序主要推算 SO _x 及 NO _x ，而 PM _{2.5} 為目前大眾關心項目，未來是否有需要也做推算？	感謝委員指導；大氣中細懸浮微粒可區分為原生性與衍生性兩大類，AERMOD 高斯模式無法模擬分析衍生性細懸浮微粒，另外由過去研究結果顯示港區原生性排放之細懸浮微粒對附近環保署空氣品質監測站之影響不大，故以模擬分析 SO _x 及 NO _x 為目標。未來計畫可納入原生性 PM _{2.5} 之模擬分析。	同意辦理方式
黃茂信 委員		
1.本研究最終成果之表現方式，可否補充？	感謝委員指導；於報告中補充說明。(5.2 節)	同意辦理方式

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2.第 4.11 頁，NO _x 推估最大值均高於 EPA 測值，如前鎮為 557.7%，為何最大值會大於 100%？表 4-2 之最大值亦同。	感謝委員指導；推估最大值大於 EPA 測值，顯示系統於該時段有高估之情形，其可能原因包括車輛及機具排放量非即時排放量資料與船舶排放量高估等。	同意辦理方式
3.最後結論應為本計畫執行之綜合結果，不宜為記錄計畫工作過程，最後應再補充「後續應用與效益」。	感謝委員指導；於報告中補充說明。(5.1 節)	同意辦理方式
4.本中心提供之 AIS data，系統可使用計算比例為多少？請提供本所參考。	感謝委員指導；每次可使用之 AIS 筆數不盡相同，將於系統中修正顯示 AIS 總資料筆數與可使用資料筆數。	同意辦理方式
5.系統若無正常下載資料，是否有警訊告知？	感謝委員指導；若無正常下載資料，系統將於螢幕上顯示未正常下載資料。	同意辦理方式
蔣敏玲 委員		
1.報告書內部分圖表標示不清（圖 2.1 等），用字遣詞（如本研究預計...，目前完成...）等，請修改。	感謝委員指導；已重新繪製該圖，並修正文字敘述。	同意辦理方式
2.成果呈現之圖說，請以彩色列印。	感謝委員指導；謹依委員意見辦理。	同意辦理方式
3.附錄 3 簽到表，請分別放置附錄 4、5、6 後，較為清楚。	感謝委員指導；謹依委員意見辦理。	同意辦理方式
4.章節 4.6 進行推估值（增量）與 EPA 測值（全量）比較，請說明其意義或可反映甚麼現象？	感謝委員指導；本計畫模擬結果為增量，測站監測數據則為所有排放源對於測站的全量貢獻影響。比較增量與全量可以得知該船舶排放污染物對於測站的影響及模擬之合理性。	同意辦理方式
楊啟志 技正		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1.第 4.11 頁，表 4-2 推估數值與 EPA 測站比較百分比，NO _x 部分數據比值超過 100%，請分析可能原因為何？	感謝委員指導；推估最大值大於 EPA 測值，顯示系統於該時段有高估之情形，其可能原因包括車輛及機具排放量非即時排放量資料與船舶排放量高估等。	同意辦理方式
何彌亮 委員（書面意見）		
1.本計畫藉由 AERMOD 空氣品質模式之模擬，讓港務單位在港區空氣污染之評估及防治作業成效，有一評量之依據。	感謝委員指導。	同意辦理方式
2.模式中所需之輸入資料(例如 P3-8、P3-9 所示)及參數，若我國相關監測(例如氣象)資料所缺，若係採預設值或有涉及相關選項請補充說明或表列之。並請納入操作手冊中，俾利正確運用與模擬。	感謝委員指導；將於報告及操作手冊補充說明。(附錄 8)	同意辦理方式
3.據了解各港區皆有 AIS 系統無法掌握之船隻，其排放量如何推估，惠請乙併說明之。	感謝委員指導；本計畫之排放量推估系以 AIS 即時資料為基礎進行推估，AIS 無法掌握之船隻，目前並無法推估。	同意辦理方式
4.鑒於高雄港是國內港區空氣污染物排放量最大之港口(參考環保署 104~105 年港區空氣污染排放清冊結案報告)，而鄰近又有環保署四測站，其混合層高度計算如何採用，其理由何在(P4-2~P4-12)，是否能分析其敏感性。(混合層高度對模式敏感性分析)。	感謝委員指導；系統推估之混合層高度系依照 4 站個別計算並平均，避免單一測站缺值造成系統無法運作。	同意辦理方式
5.針對港區航行船隻(含港勤船隻、拖船等)，在排放源推估上，港務管理單位需要受理建	感謝委員指導；於報告中補充說明(5.2 節)。	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
置那些相關資料，惠請補充說明。(或有何建議)		
交通部航港局 何孟芙科員(書面意見)		
1.目前研究團隊所建立之推估系統係以輸入命令字元方式呈現，建議未來規劃可考慮以網頁方式提供查詢服務，並可提供相關數據資料匯出功能，以利港區管理相關單位能簡易查詢並使用。	感謝委員指導。	同意辦理方式
2.據瞭解推估系統可產出資料包含文字格式及濃度等值圖，惟結論與建議並未看到相關文字轉出格式內容及濃度等值圖資料，建議補充說明。	感謝委員指導；目前礙於技術層面，僅輸出參考點推估結果，而模擬濃度等值圖則尚需手動產出。	同意辦理方式
3.建議補充說明選擇 4 個監測站理由及與整個高雄港港區空氣品質之關聯性。	感謝委員指導；為避免單一測站無測值時，系統無法運作，故選用前金、前鎮、小港及林園 4 個測站，為高雄港區外圍最近之環保署監測站，主要監測高雄市及其周遭之空氣品質。	同意辦理方式
4.研究團隊有提到環保署為了因應細懸浮微粒之管制，於 104 年 11 月 17 日已預告「空氣品質嚴重惡化緊急防治辦法」部分修正，可見細懸浮微粒之影響越來越受到重視，惟本次研究調查對象僅納入硫氧化物(SO _x)與氮氧化物(NO _x)，建議可將 PM _{2.5} 納入未來推估調查對象。	感謝委員指導。大氣中細懸浮微粒可區分為原生性與衍生性兩大類，AERMOD 高斯模式無法模擬分析衍生性細懸浮微粒，另外由過去研究結果顯示港區原生性排放之細懸浮微粒對附近環保署空氣品質監測站之影響不大，故以模擬分析 SO _x 及 NO _x 為目標。未來計畫可納入原生性 PM _{2.5} 之模擬分析。	同意辦理方式
臺灣港務股份有限公司 鄭慕涵管理師(書面意見)		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1.請於報告中描述有關該系統如何因應空氣品質改善與緊急防治應變作業，至少包含： (1)因應空氣品質改善： 如何應用該系統推估之數據，例如空氣品質的優劣界定不明確，未區分港區品質等級(如良好、普通、不良)等。 (2)緊急防治應變作業： 建議定義緊急防治應變作業的啟動機制，此推估系統達到何種標準時，便啟動應變作業。	感謝委員指導；本年度計畫為建置即時模擬分析港區排放污染物對空氣品質之增量及其影響範圍，因應空氣品質惡化之緊急應變作業為未來之計畫工作。	同意辦理方式
基隆港務分公司 林秋瑾事務員(書面意見)		
1.報告書第 1-1 頁第二段：「目前臺灣各港區並無自己的空氣品質測站，…」云云，查臺北港及蘇澳港皆有自行監測空氣品質，24 小時連續自動監測系統建議釐清。	感謝委員指導；已修正為「目前高雄港區並無自己的空氣品質測站」。	同意辦理方式
2.報告書內第五章結論與建議，可再補充、強化，以利各相關機關運用。	感謝委員指導；於報告中補充說明。(5.2 節)	同意辦理方式

附錄三

期末報告簡報資料

建置高雄港區 105年即時空氣品質推估系統

財團法人成大研究發展基金會

中華民國105年12月16日

1

簡報大綱

- 執行流程
- 地形資料處理
- 氣象資料取得及處理
- 排放量推估
- 模擬流程及結果
- 結論與建議

2

工作項目\月次	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	備註
資料收集與文獻回顧	■	■	■	■	■	■	■	
高雄港區地形建置	■	■	■	■	■	■	■	
氣象條件建置	■	■	■	■	■	■	■	
AIS 排放量建置	■	■	■	■	■	■	■	
模式模擬建置	■	■	■	■	■	■	■	
模擬測試	■	■	■	■	■	■	■	
教育訓練	■	■	■	■	■	■	■	
使用手冊建立	■	■	■	■	■	■	■	
期中報告	■	■	■	■	■	■	■	
期末報告	■	■	■	■	■	■	■	
預定查核點	■	■	※	■	■	■	※	
預定累積進度百分比	15	30	45	60	75	90	100	
預定查核點	第1季：105年7月16日期中報告							
	第2季：105年12月10日期末報告							

3

目前已完成

- 高雄港區地形建置
- 氣象條件建置
- AIS 排放量建置
- 期中報告(2016/8/1)
- 第一次教育訓練(2016/10/6)
- 第二次教育訓練(2016/10/27)
- 第三次教育訓練(2016/11/24)
- 模式模擬建置並持續測試
- 使用手冊建置

4



大氣穩定度

以莫寧荷夫長度(Monin-Obukhov length)作為區別大氣穩定度的參數

$$L = - \frac{\rho c_p T_{ref} u_*^3}{kgH}$$

- L：曼寧長度 (m)
- ρ ：空氣密度 (kg/m³)
- C_p ：定壓空氣比熱 (J/(kg*K))
- T_{ref} ：地表溫度 (K)
- U_* ：地表摩擦速度 (m/s)
- K：卡門常數 (0.4)
- g：重力加速度 (m/s²)
- H：感熱通量 (w/m²)

L 值 < 0 時，代表地表的熱量往上傳輸，熱通量 > 0，大氣呈現不穩定狀態，垂直方向對流旺盛。

L 值 > 0 時，代表高空的熱量往地表傳輸，熱通量 < 0，大氣呈現穩定狀態，垂直方向不容易擴散。

L 值 $\rightarrow \pm\infty$ 時，代表熱通量 $\rightarrow 0$ ，大氣呈現中性狀態，其垂直分佈均勻，不受穩定度影響。

穩定度	L
A	-2 ~ -3
B	-4 ~ -5
C	-12 ~ -15
D	∞
E	35 ~ 75
F	8 ~ 35

混合層

- 對流邊界層(CBL)：混合層高度分為機械混合層高度(Z_{im})和對流混合層高度，AERMOD模式取兩者間最大值為混合層高度。

對流混合層

$$z_{ic} \theta \{z_{ic}\} - \int_0^{z_{ic}} \theta \{z\} dz = (1 + 2A) \int_0^t \frac{H \{t'\}}{\rho c_p} dt'$$

機械混合層

$$z_{im} \{t + \Delta t\} = z_{im} \{t\} e^{(-\Delta t/\tau)} + z_{ie} \{t + \Delta t\} [1 - e^{(-\Delta t/\tau)}]$$

- 穩定邊界層(SBL)：不考慮熱浮力效應造成的對流，只考慮風剪力造成的機械紊流，因此在穩定邊界層只有機械混合層高度。

地形資料處理

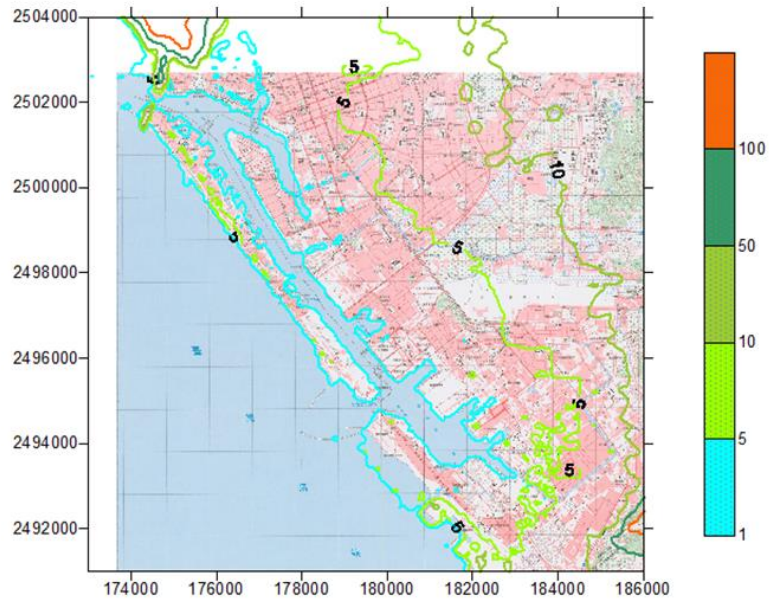
9

地形資料處理(受體點)

- 運研所 2013年高雄港UAV攝影高程資料
- 缺值空白部分以空氣品質支援中心提供之 terr200 地形資料補足（主要為高雄港區外圍）
- 高雄港模擬範圍（13km * 13km）
- UAV攝影高程間距為 5m
（範圍內將產生 624萬個受體點）
- 利用 內差（Surfer 克利金法）產生網格間距 100m 之 X、Y、Z地形資料(範圍內將產生 約 1萬7千個受體點)

10

高雄港區地形

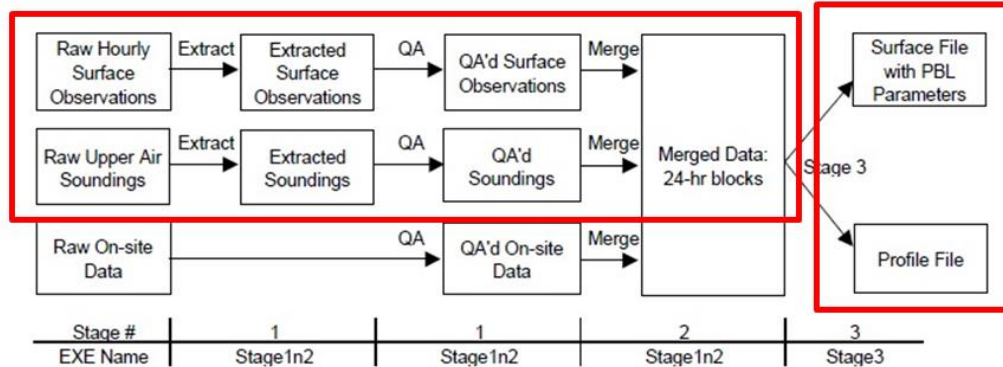


11

氣象資料取得及處理 (混合層高度計算)

12

AERMET 處理流程



13

環境資源資料開放平台

The screenshot displays the OpenData.epa.gov.tw website. The header includes the logo and navigation links. The main content area shows a search interface for '空氣品質監測小時值資料(一般污染物, 每日更新)'. It includes a search bar, a dropdown menu for '選擇要搜尋的項目', and a '顯示搜尋結果' button. Below the search bar, there is a table listing various data items with columns for '測站代碼', '測站名稱', '測項代碼', and '測項名稱'. The table lists 14 items, including '83 麥寮 144 小時風向值', '83 麥寮 143 小時風速值', '83 麥寮 38 相對濕度', '83 麥寮 33 懸浮微粒', '83 麥寮 31 甲烷', '83 麥寮 23 雨量', '83 麥寮 14 溫度', '83 麥寮 11 風向', and '83 麥寮 10 風速'. At the bottom, there is a footer with contact information and a copyright notice.

<http://opendata.epa.gov.tw/>

14

鄰近高雄港區EPA測站



15

羅氏法混合層高度

Nozaki等(1973)提出利用地面氣象資料估算混合層高度

$$L = \frac{121}{6}(6 - P)(T - T_d) + \frac{0.169P(U_z + 0.257)}{12f \times \ln(Z/Z_0)}$$

L：混合層高度(m)

T：溫度(°C)

T_d ：露點溫度(°C)

P：大氣穩定度，依級別A到F分別為1到6

U_z ：高度為z時之平均風速(m/s)

Z：觀測點高度(m)

Z_0 ：地表粗糙度(m)

f：地轉角參數， $f=2\Omega\sin\psi$ ， ψ 為觀測點緯度(degree)， Ω 為地轉角速度(rad/s)

16

混合層高度計算 及穩定度需要參數比較

	測站觀測值	可計算參數	固定值
羅氏法混合層高度	溫度	露點溫度	地表粗糙度
	風速	Pasquill 穩定度	測站高
			地轉角參數
露點溫度	溫度		
	相對濕度		
Pasquill 穩定度	風速	日照強度輻射量	
		雲量	
日照強度輻射量	紫外線指數(UVI)		
雲量	溫度		
	相對濕度		

17

露點溫度計算

露點溫度可以透過 Magnus-Tetens (Magnus-Tetens Approximation) 法，以相對濕度以及溫度求得：

$$T_d = \frac{a \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$

$$\gamma(T, RH) = \frac{aT}{b+T} + \ln(RH/100)$$

- T_d ：露點溫度(°C) (0 < T_d < 50)
 T ：溫度(°C) (0 < T < 60)
 RH ：相對濕度(%) (1 < RH < 100)
 a ：常數(17.27)
 b ：常數(237.7)

18

Pasquill 大氣穩定度

Pasquill穩定度首先在1961年提出，分為A、B、C、D、E、F共六級，穩定度決定因素為日照強度、雲量，搭配五個風速區間即可求出穩定度等級：

時間	日照強度	地表風速(m/s)				
		< 2	2 ~ 3	3 ~ 5	5 ~ 6	> 6
日間	強	A	A-B	B	C	C
	中	A-B	B	B-C	C-D	D
	弱	B	C	C	D	D
	雲量					
夜	≥ 0.5	F	E	D	D	D
晚	< 0.5	F	F	E	D	D

19

日照強度(輻射量)

紫外線指數	J / m ²	cal / cm ²	ly / min	日照強度
1	100	0.002392	0.14	弱
2	200	0.004785	0.29	弱
3	300	0.007177	0.43	中
4	400	0.009569	0.57	中
5	500	0.011962	0.72	中
6	600	0.014354	0.86	強
7	700	0.016746	1.00	強
8	800	0.019139	1.15	強
9	900	0.021531	1.29	強
10	1000	0.023923	1.44	強
11	1100	0.026316	1.58	強
12	1200	0.028708	1.72	強
13	1300	0.0311	1.87	強
14	1400	0.033493	2.01	強
15	1500	0.035885	2.15	強

輻射量與日照強度關係

日照強度	輻射量(ly/min)
強	> 0.8
中	0.4 ~ 0.8
弱	< 0.4

紫外線指數值(UVI)的定義是指中午陽光最強的一個小時中，到達地面的紫外線單位面積累積輻射量的數值(單位為百焦耳/平方公尺)

20

雲量

Groisman 等人 (1996, 2000) 研究北半球陸地區域的總雲量，提出 Overall Cloud Effect (OCE) 方法，其總雲量 (CL) 與地表氣溫 (T)、大氣壓力、風和濕度特徵的關係如下：

$$\text{NOCET} = -0.16 + 0.98(q)^{-0.5}$$

q：比濕度 (g/kg)

雲覆量： NOCET^{-1}

21

氣象代入資料欄位(一)

READ() *year, month, day, hour, height, top, WDnn, WSnn, TTnn, SAnn, SWnn*

FORMAT (4(I2,1X), F6.1,1X, I1,1X, F5.0,1X, F7.2,1X, F7.1, 1X,F6.1, 1X,F7.2)

where height	=	measurement height (m)
top	=	1, if this is the last (highest) level for this <i>hour</i> , or 0 otherwise
WDnn	=	wind direction at the current level (degrees)
WSnn	=	wind speed at the current level (m/s)
TTnn	=	temperature at the current level (°C)
SAnn	=	σ_a (degrees)
SWnn	=	σ_w (m/s)

22

READ() year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z₀, B₀, r, W_z, W_d,
z_{ref}, temp, z_{temp}, ipcode, pamt, rh, pres, ccvr

FORMAT (3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X,
2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)

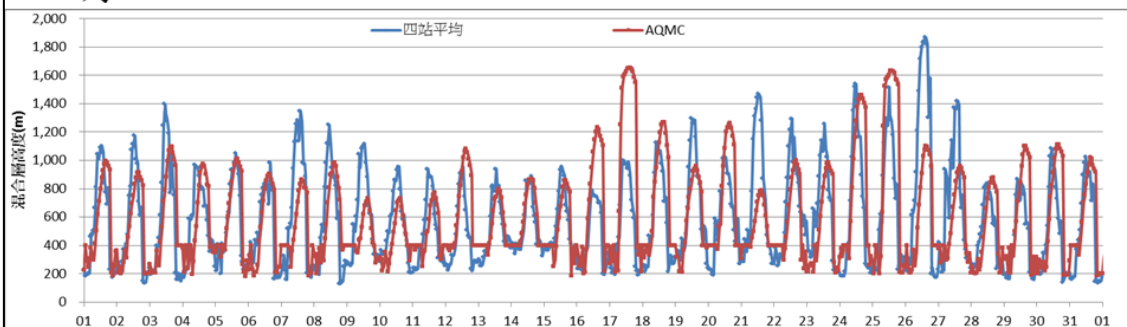
where j_day = Julian day
H = sensible heat flux (W/m²)
u* = surface friction velocity (m/s)
w* = convective velocity scale (m/s)
VPTG = vertical potential temperature gradient above Zic (K/m)
Zic = height of convectively-generated boundary layer (m)
Zim = height of mechanically-generated boundary layer (m)
L = Monin-Obukhov length (m)
z₀ = surface roughness length (m)
B₀ = Bowen ratio
r = Albedo
W_z = reference wind speed (m/s)
W_d = reference wind direction (degrees)
z_{ref} = reference height for wind (m)
temp = reference temperature (K)
z_{temp} = reference height for temperature (m)
ipcode = precipitation code
pamt = precipitation amount (mm/hr)
rh = relative humidity (percent)
pres = station pressure (mb)
ccvr = cloud cover (tenths)

氣象代入 資料欄位 (二)

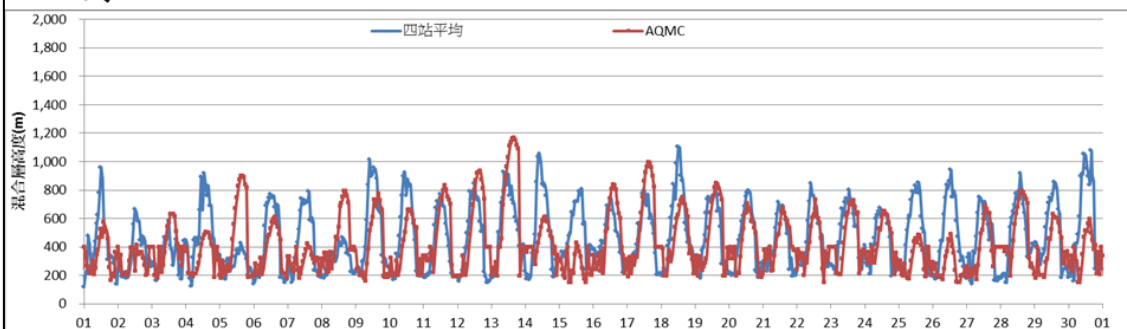
23

一月

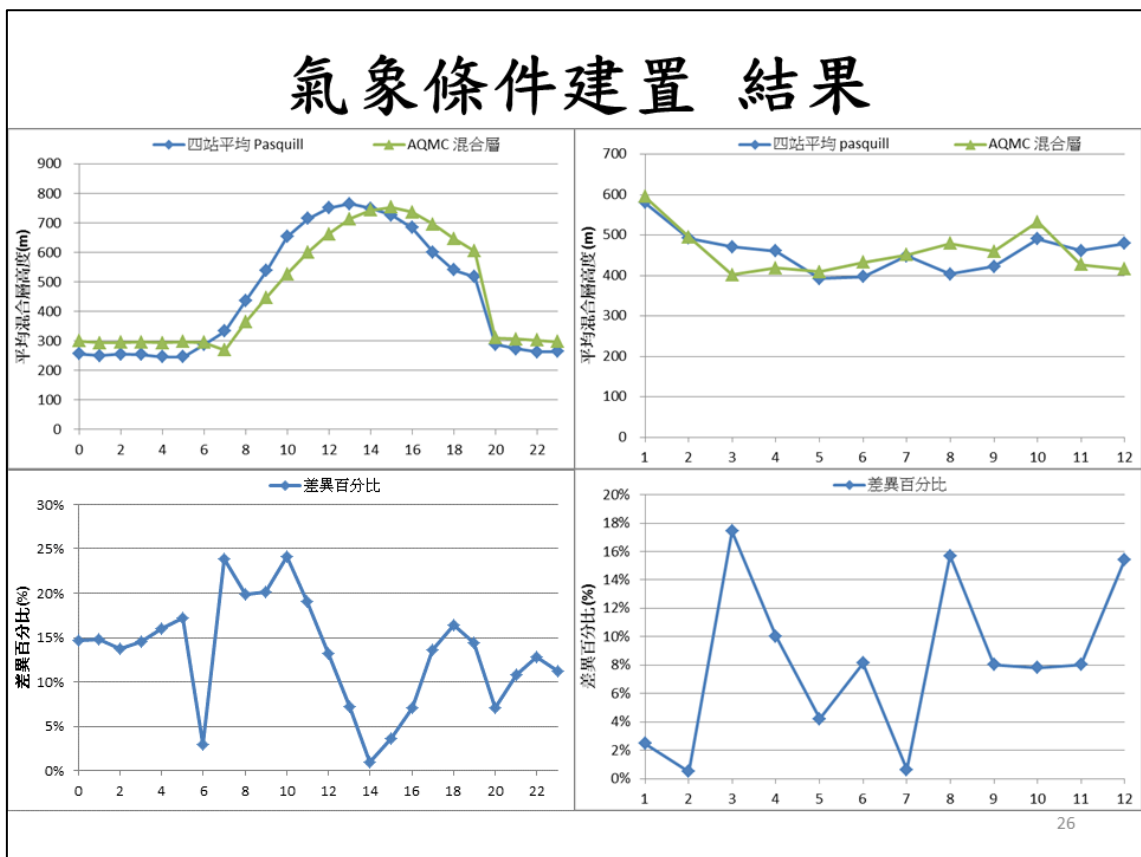
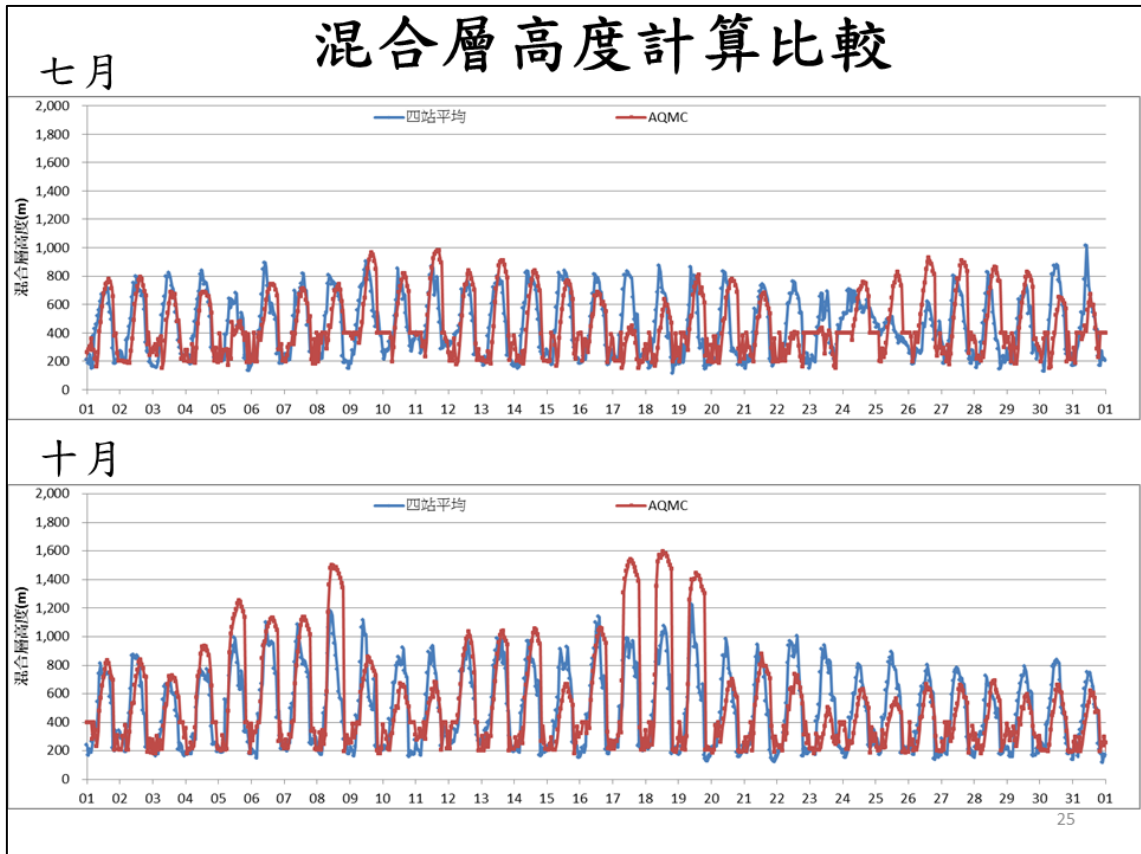
混合層高度計算比較



四月



24



排放量推估

引用

1. 高雄港區空氣品質影響之模擬分析（輔英-陳茂雄）
2. 高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究（交通部運輸研究所）
3. 洛杉磯港研究報告

27

船舶排放量推估

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF$$

其中：

E：引擎的排放量(g)
Energy：所需要的能量(kW·h)
EF：排放係數(g/kW·h)
FCF：(HFO)燃料校正係數

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act}$$

其中：

MCR：最大引擎動力(kW)
LF：負載係數
Act：活動量(hr)

28

負載係數

負載 20%~80%：

$$LF = (AS / MS)^3$$

其中：

AS：實際船速(節)

MS：最大船速(節)

負載 < 20%：

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

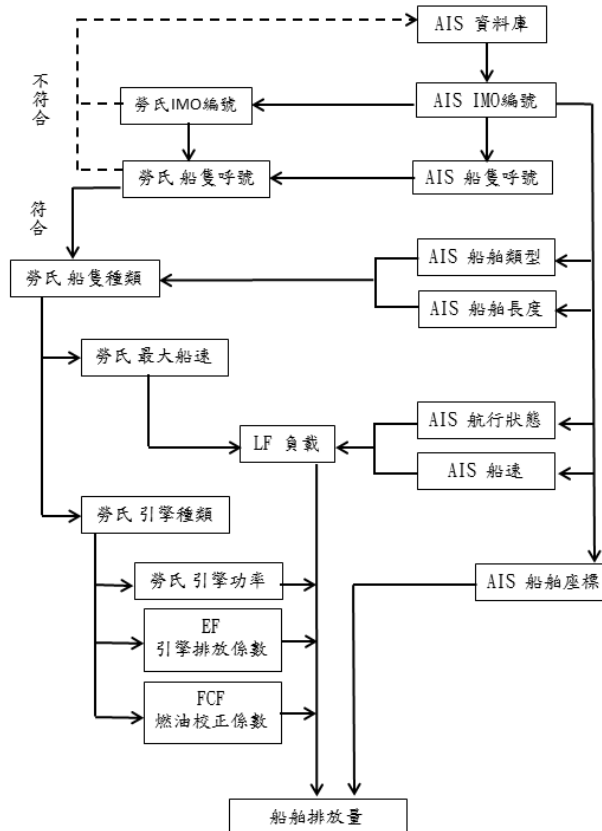
其中：

y：排放值(g/Kw-hr)

a：參數 b：截距 x：指數

29

排放量推估流程



30

排放量計算過程

1. 取得 AIS 船舶 IMO 編號資料。
2. 對應 勞氏資料庫 相同 IMO編號之船舶，若此時勞氏船舶之呼號與 AIS 船舶呼號一致時：
 - a. 勞氏資料庫中取得該船最大船速，並取得 AIS 當時船速，參照航行狀態以計算負載LF。
 - b. 依據船種，由勞氏資料庫中取得引擎功率(主引擎、輔助引擎、鍋爐)；若有缺值則以缺值預設表處理。
 - c. 查詢該船種之 燃料排放係數(EF)與燃油校正係數(FCF)，利用公式計算該小時之排放量。
 - d. 將排放量單位 換算為 g/s。

31

AIS 資料

Field ^o	Description ^o
<u>IMO Number</u> ^o	(IMO Number) 國際海事組織編號 ^o
<u>Call Sign</u> ^o	(Call Sign) 呼號 ^o
<u>Navigation Status</u> ^o	(Navigation status) 航行狀態 ^o
SOG ^o	(Speed Over Ground, SOG) 航速 ^o
Longitude ^o	經度 ^o
Latitude ^o	緯度 ^o
<u>Ship and Cargo Type</u> ^o	(Type of ship) 船舶類型 ^o
<u>Reference Position A</u> ^o	A+B = 船長 ^o
<u>Reference Position B</u> ^o	
<u>Record Time</u> ^o	此筆記錄接收時間 ^o

- 需求資料：
船舶資訊、座標、活動時間...等

32

AIS資料欄位

IMO_Number	Call_Sign	Navigation_Status	SOG	Longitude	Latitude	Ship_and_Cargo_Type	Reference_Position_A	Reference_Position_B	Record_Time
9670975BR3625		15	0	120.285	22.59773	33	70	12	2016/11/11 17:00
1394842BR2057		0	0	120.2785	22.61802	50	0	0	2016/11/11 17:00
9014339BDHA		0	0.1	120.2754	22.50355	80	160	32	2016/11/11 17:00
9150858VRPN3		0	0.9	120.2313	22.62249	70	110	23	2016/11/11 17:00
83017233FHF5		3	0	120.3153	22.57044	72	63	22	2016/11/11 17:00
14061BR3206		0	0	120.2816	22.6165	70	62	18	2016/11/11 17:00
0BR3140		0	0	120.2883	22.61419	70	50	15	2016/11/11 17:00
9166950D7AS		0	0	120.3022	22.57994	81	88	24	2016/11/11 17:00
91458413FWD6		0	3.6	120.3174	22.55233	80	145	35	2016/11/11 17:00
9155377A8CF4		0	19.2	120.0259	22.71097	71	155	20	2016/11/11 17:00
0BI2312		0	0	181	91	90	0	0	2016/11/11 17:00
9406295BR3464		3	0	120.3006	22.54431	52	3	29	2016/11/11 17:01
83017233FHF5		3	0	120.3153	22.57045	72	63	22	2016/11/11 17:01
-1		-1	0	120.3152	22.56707	30	0	0	2016/11/11 17:01
9155377A8CF4		0	19.2	120.0251	22.71286	71	155	20	2016/11/11 17:02
9395604V7HM7		1	0	120.2276	22.6398	70	133	15	2016/11/11 17:02
8223672DYED		8	8	120.2652	22.61666	90	74	0	2016/11/11 17:02
9670975BR3625		15	0	120.285	22.59765	33	70	12	2016/11/11 17:02
85104539LY2247		0	0	120.2465	22.57987	80	60	21	2016/11/11 17:02
9208174BLBH		0	12.6	120.1432	22.64225	70	160	31	2016/11/11 17:03

33

航行狀態代碼

代碼	狀態	Navigation Status
0	主機動力航行	Under way using engine
1	錨泊	At anchor
2	操縱失靈	Not under command
3	運轉能力受限，調動	Restricted maneuverability
4	吃水受限	Constrained by her draught
5	繫泊	Moored
6	擱淺	Aground
7	進行捕撈作業	Engaged in Fishing
8	操帆航行	Under way sailing
9	高速船	Reserved for future amendment of Navigational Status for HSC
10	飛翼船	Reserved for future amendment of Navigational Status for WIG

34

GPS 座標轉換

X軸：(經度 - 120) * 1000

Y軸：TWD97 座標

誤差

Max：92.5

Min：-81.5

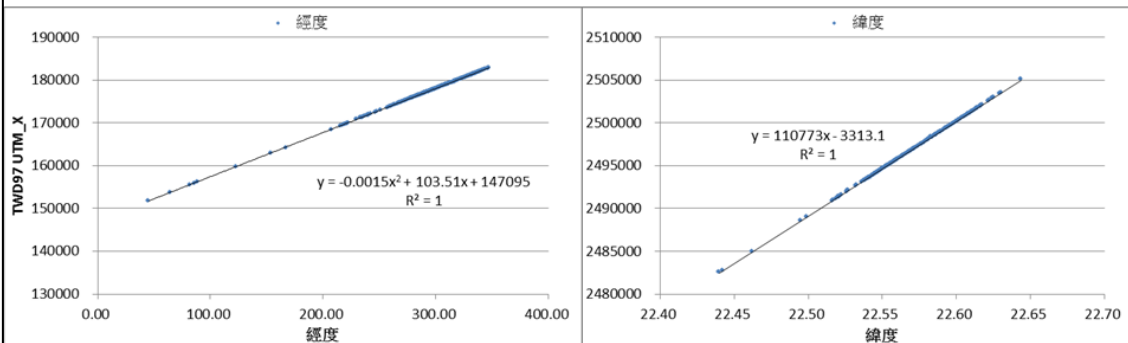
X軸：緯度

Y軸：TWD97 座標

誤差

Max：147.4

Min：-16.5



35

GPS座標轉換結果



36

勞氏資料庫欄位

IMO號	呼號	總噸	總長	主船種	引擎數量	轉速(rpm)	引擎馬力(kw)	引擎種類	最大船速(節)	標準貨櫃數	輔助引擎功率	鍋爐功率	Tier判斷
imo_no	call_sign	dwt	loa	main_vessel	engine_num	engine_rpm	engine_kw	engine_type	speed	teu	AE_ENERGY	AB_ENERGY	due_or_del
8000006	LW6709	9010	119.8	10	2	775	3118	4	11.9		1284		1981/04/01
8000018	LW4562	9010	119.8	10	2	775	3118	4	12.0		0		1982/03/01
8000020	blank	198	21.8	7	2	0	366	4	10.0		144		1979/01/01
8000032	VKBF	175	34.5	7	1	1300	625	4	0.0		152		1981/09/01
8000044	blank	0	22.8	7	1	1300	309	4	11.0		0		1979/10/01
8000056	blank	0	28.0	7	2	0	2420	4	10.0		0		1980/11/01
8000070	H3QH	3570	105.6	9	1	600	3310	4	15.0	256	840		1981/11/01
8000109	7ORL	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/06/01
8000111	SVAN8	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/09/01
8000135	OW2298	130	31.0	7	1	1300	625	4	11.5		104		1980/06/01
8000147	OW2305	0	31.0	7	1	1300	625	4	0.0		0		1981/03/01
8000159	BRQJ	15265	144.8	5	1	150	5600	4	13.8	40	1050		1981/02/01
8000214	9HA2950	3245	164.4	12	4	0	9708	4	18.0		7240		1981/12/01
8000226	OJQB	4150	137.4	12	4	800	14860	4	18.5		4744		1981/06/01
8000240	blank	0	26.5	7	2	875	810	4	8.7		52		1979/01/01
8000252	HOIL	28738	179.9	2	1	150	8385	4	14.5		1500		1981/02/01
8000305	9LB2358	6476	105.6	5	1	245	2795	4	15.0		600		1980/05/01
8000422	blank	0	26.7	7	2	1300	1230	4	12.8		110		1981/02/01
8000484	VRXU2	60732	222.1	2	1	119	9635	4	14.8		1500		1982/03/01
8000563	BOKH	65083	224.5	2	1	120	10140	4	15.8		1500		1981/09/01
8000587	HSSC	2262	79.6	10	1	600	1545	4	12.0		208		1980/07/01
8000599	ELAH2	36845	170.5	10	2	520	8606	4	14.3		3600		1980/12/01
8000616	LAZB2	68139	243.8	11	1	103	11622	4	15.0		1000		1981/07/01
8000678	blank	109	33.7	7	2	390	1912	4	12.0		192		1980/07/01

37

欄位代碼表

代碼	main_vessel	主船種
1	AutoCarrier	汽車運輸船
2	Bulker	散裝船
3	Container	貨櫃船
4	Cruise	客船(郵輪)
5	Cargo	一般貨輪
6	tug	拖船
7	Misc	其他
8	Reefer	冷藏船
9	Roro	滾裝滾卸船
10	Tanker	油輪

代碼	engine_type	引擎種類
1	Combined	混和
2	Diesel-Electric	柴油電力
3	Gas Turbine	燃氣渦輪機
4	Motor Diesel	柴油引擎
5	Non propelled	無螺旋槳推進
6	Nuclear	核能
7	Reciprocating Steam	蒸氣往復式發動機
8	Turbine	渦輪機

38

模擬流程及結果

39

推估流程

1. 抓取 AIS 船舶資訊
2. 利用 船舶資訊 計算排放量
3. 計算混合層高度
4. 自動產生 AERMOD.inp 輸入資訊
5. 執行 AERMOD 排放量推估
6. 參考點結果顯示

40

推估結果輸出

- 檔案輸出：NOx.pos、SOx.pos
- 參考點即時濃度顯示

```

命令提示字元 - python marine.py
AERMOD.inp 已經存在！
覆蓋檔案 ==> aernod.inp
Stop - Program terminated.

C:\Python27>05aernod.exe
*Now Processing SETUP Information
*Now Processing Data For Day No. 366 of 2016
*Now Processing Output Options

C:\Python27>06autospot.exe

```

site name	UTM_X	UTM_Y	NOx ppb	SOx ppb
前金	56	176823	2583772	.11
前鎮	57	178811	2580753	.11
小港	58	181894	2496359	14.88
林園	52	189468	2486767	42.05
參考點 1	1	174044	2582200	.10
參考點 2	2	179369	2494801	60.51
參考點 3	3	176310	2497577	.10
參考點 4	4	180831	2489499	.14
參考點 5	5	168244	2495198	.06

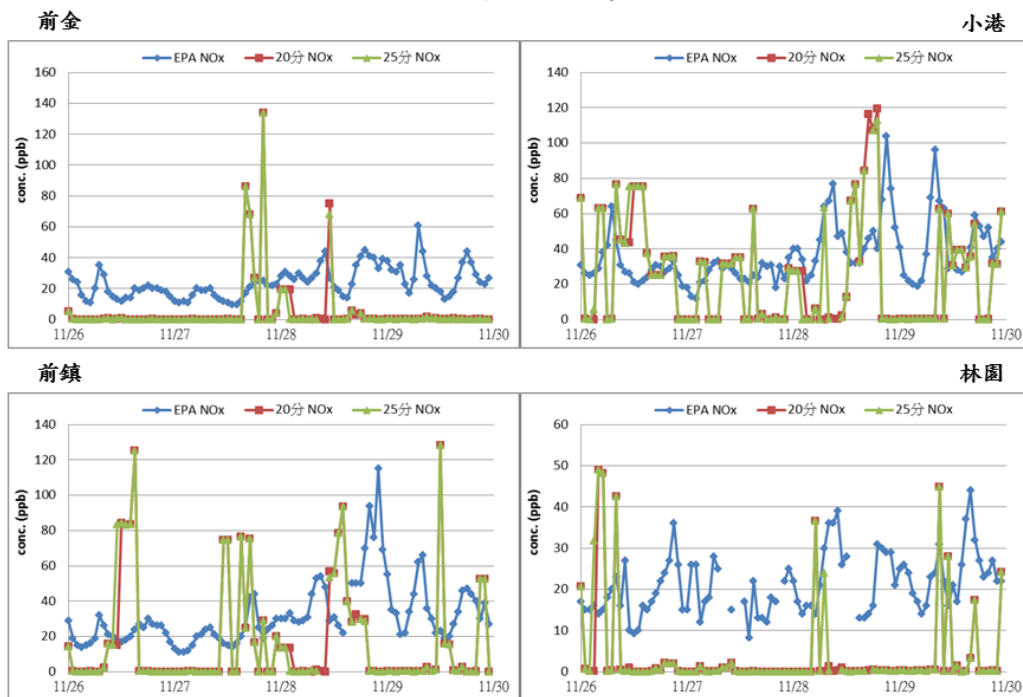
```

Stop - Program terminated.

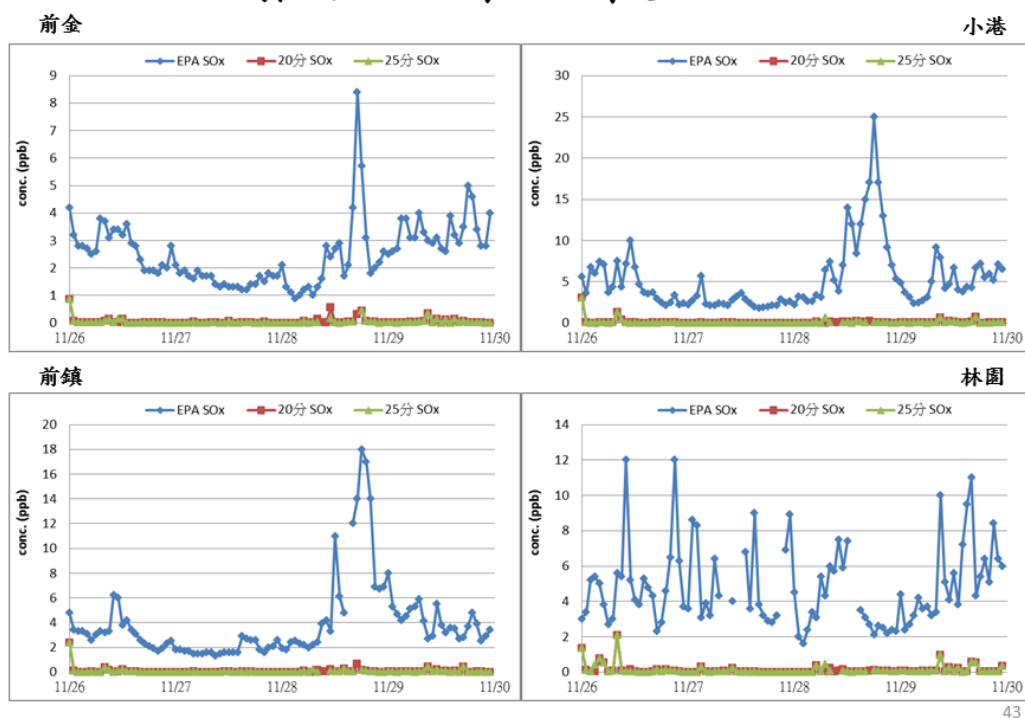
```

41

推估結果比較-NOx



推估結果比較-SO_x



結論

- 四站混合層高度比較，日夜變化最大高度均發生在13時，介於686.5 m ~ 810.7 m之間，而差異絕對值則介於0.81% ~ 32.57%之間。
- 四站混合層高度比較，季節變化最大高度均發生在1月，介於513.6 m ~ 605.5 m之間，而差異絕對值則介於0.01% ~ 28.35%之間。
- 進行高雄港區污染物排放之即時空氣品質推估測試，可連續執行至少兩週以上。

建議

- 因應網路延遲、其他不可抗力之因素，推估系統下載資料執行，建議於每個小時20分執行一次。
- 系統執行時，建議於獨立之主機進行，並連接有線固定IP網路，避免網路因素造成系統無法執行。

45

***THANKS FOR
YOUR ATTENTION***

46

附錄四

工作會議紀錄

第 1 次工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-105-H1DB006

採購案名稱：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

時間：105 年 6 月 17 日（星期五）下午 2 時 00 分

地點：港研中心 5 樓會議室

出席者：邱永芳主任；謝明志科長；陳桂清研究員、柯正龍研究員

李俊穎研究員、蔣敏玲副研究員、黃茂信副研究員

財團法人成大研究發展基金會吳義林教授、楊榮元助理

記錄：柯正龍

討論議題

系統建置內容說明與進度報告。

主要結論

1. 依據國內相關研究結果顯示，船舶為港區空氣污染之主要來源，其占比可達 80%；車輛與機具尚無即時資料，需再研析或假設推定。
2. AERMOD 使用氣象資料，其探空資料，氣象局可能無法提供每日逐時資訊，建議可同時參考應用羅氏法混合層高度辦理。
3. AIS 取得方式型態船舶資訊...等資料，請研究團隊逕洽本所港研中心第二科。
4. 本計畫系統預估本年度 10 月份可以作業化並接續驗證分析，配合全國能源會議可能在 9 至 10 月舉辦，請研究團隊提前規劃系統可資展現內容。

第 2 次工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-105-H1DB006

採購案名稱：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

時間：105 年 9 月 29 日（星期四）下午 2 時 00 分

地點：港研中心 5 樓會議室

出席者：謝明志科長、柯正龍研究員、蔣敏玲副研究員

陳子健研究助理

財團法人成大研究發展基金會楊榮元助理

記錄：柯正龍

討論議題

系統建置內容說明與進度報告。

問題討論

主要結論

1. 本計畫第 1 次教育訓練原訂於 9 月 27 日辦理，因梅姬颱風過境，將延至 10 月 6 日，目前所外單位已有航港局、港務公司等 12 人報名。
2. AERMOD 使用 AIS 資料，發現少數船舶座標異常或數據無法對應，建議研究團隊與本所港研中心第二科再行探討修正。
3. AIS 主要船種分類與勞氏資料庫如有不同，原則上優先採用勞氏資料庫。
4. 本計畫第 2 次與第 3 次教育訓練，預訂辦理時間為 10 月 27 日及 11 月 24 日。

第 3 次工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-105-H1DB006

採購案名稱：建置高雄港區 105 年即時空氣品質推估系統

時間：105 年 11 月 1 日（星期二）下午 5 時 00 分

地點：成功大學環境工程系 47208 第三研討室

出席者：

港研中心：邱永芳主任、柯正龍研究員、蔣敏玲副研究員

財團法人成大研究發展基金會：吳義林教授、楊榮元助理

張鴻良助理

記錄：柯正龍

討論議題

1. 系統建置內容說明與進度報告。
2. 教育訓練辦理說明。
3. 問題討論。

主要結論

1. 本案第 3 次教育訓練訂於 11 月 27 日在港研中心舉辦，請成大研究發展基金會儘速規劃訓練內容及議程，俾利發函邀請相關單位派員參加。
2. 第 3 次教育訓練請提供系統操作手冊予參訓人員。
3. 本案依契約書規定，期末報告初稿繳交日期為 105 年 12 月 18 日，為賡續辦理審查、驗收等作業，請成大研究發展基金會儘早提送。
4. 期末報告請依本所出版品規定格式撰寫。

附錄五

第一次教育訓練簡報資料

AERMOD

1

發展背景

- 1991年美國氣象協會（AMS）與美國環保署（USEPA）共同成立改寫法規模式的工作群，稱為AERMIC (AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee)，啟動法規模式的改造工作，新的模式因而命名為AERMOD（AERmic MODeI）。
- 主要架構採用ISC 的架構，目的是為了取代、更新並縮短重新學習的時間。
- 網址 http://www3.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm
- 搜尋關鍵字：EPA AERMOD

2

特色

- 以行星邊界層紊流結構與理論為基礎，按紊流結構與尺度概念，其擴散係數由參數化方程式給定，穩定度以連續參數表示。
- 在對流的條件下，計算煙流的濃度採用非常態的高斯分佈。
- 在對流的條件下，考慮了煙流因熱浮力上升至混合層頂部的相互作用。
- 增加對地形高度影響的演算方法，使模式能模擬中等至複雜地形。
- 考慮建築物下洗作用和都市邊界層的影響。
- 直線型模擬一風場為單一風向，僅適用於小區域模擬。
- 無法模擬化學反應。

3

三煙流模式

- 煙流到達混合層頂時，會出現反射和穿透現象。
- 穿透進入混合層上部穩定層中的煙流，經過一段時間還會將重新進入混合層，並擴散到地面。
- 煙流向混合層頂端衝擊的同時，雖然在水平方向也有擴散，但擴散速度相當緩慢，等到煙流向上的速度消失以後，才慢慢擴散到地面。

4

大氣穩定度

以莫寧荷夫長度(Monin-Obukhov length)作為區別大氣穩定度的參數

$$L = - \frac{\rho c_p T_{ref} u_*^3}{kgH}$$

- L：曼寧長度 (m)
- ρ ：空氣密度 (kg/m³)
- C_p ：定壓空氣比熱 (J/(kg*K))
- T_{ref} ：地表溫度 (K)
- U_* ：地表摩擦速度 (m/s)
- K：卡門常數 (0.4)
- g：重力加速度 (m/s²)
- H：感熱通量 (w/m²)

L 值 < 0 時，代表地表的熱量往上傳輸，熱通量 > 0，大氣呈現不穩定狀態，垂直方向對流旺盛。

L 值 > 0 時，代表高空的熱量往地表傳輸，熱通量 < 0，大氣呈現穩定狀態，垂直方向不容易擴散。

L 值 $\rightarrow \pm\infty$ 時，代表熱通量 $\rightarrow 0$ ，大氣呈現中性狀態，其垂直分佈均勻，不受穩定度影響。

穩定度	L
A	-2 ~ -3
B	-4 ~ -5
C	-12 ~ -15
D	∞
E	35 ~ 75
F	8 ~ 35

混合層

- 對流邊界層(CBL)：混合層高度分為機械混合層高度(Zim)和對流混合層高度(Zic)，AERMOD模式取兩者間最大值為混合層高度。

對流混合層

$$z_{ic} \theta \{z_{ic}\} - \int_0^{z_{ic}} \theta \{z\} dz = (1 + 2A) \int_0^t \frac{H \{t'\}}{\rho c_p} dt'$$

機械混合層

$$z_{im} \{t + \Delta t\} = z_{im} \{t\} e^{(-\Delta t/\tau)} + z_{ie} \{t + \Delta t\} \left[1 - e^{(-\Delta t/\tau)} \right]$$

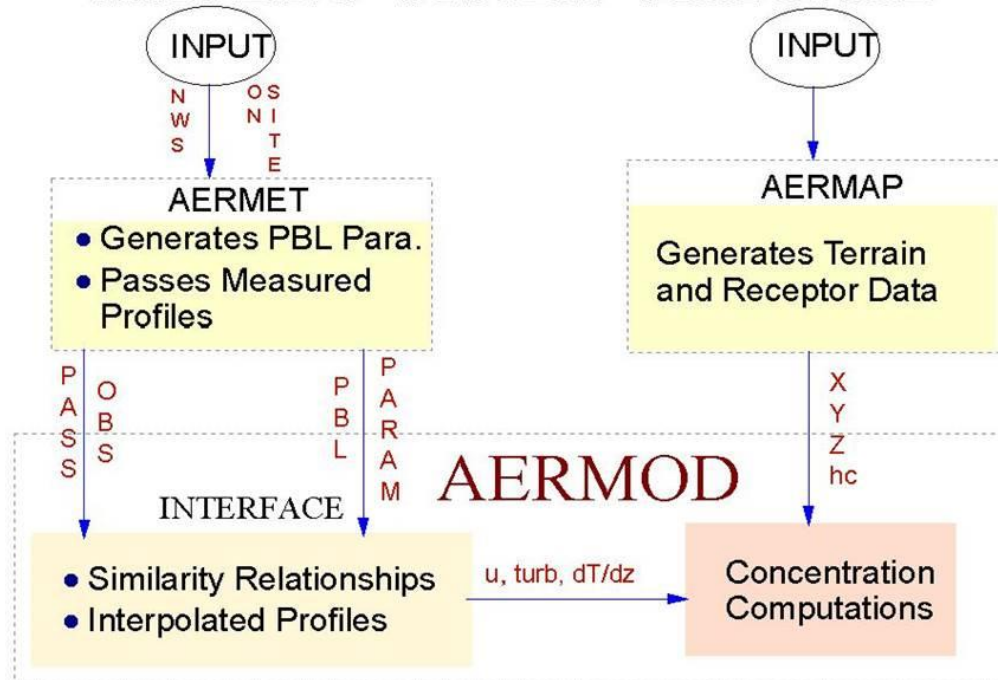
- 穩定邊界層(SBL)：不考慮熱浮力效應造成的對流，只考慮風剪力造成的機械紊流，因此在穩定邊界層只有機械混合層高度。

AERMOD 與 ISC 比較

	ISC	AERMOD
排放源種類	點源、面源、體源	點源、面源、體源
氣象資料	使用單層高度的氣象觀測資料	可接受多層高度或更密集的氣象資料
垂直剖面	僅風速具高度變化	所有觀測資料可以產生風速、氣溫、紊流強度之垂直變化
都會區的處理	僅能選擇都市型或鄉村，應用到所有排放源	都會區人口密度或大小；排放源可個別區分為都市型或鄉村型
模擬範圍的地表特徵	都市或鄉村兩種選項，無法指定地表特徵參數	可輸入每月、每角度範圍的地表粗糙度、反照率、飽溫比等地表特性
混合層高度	使用 Holzworth 方法	機械 / 對流 混合層高度
地形效應	< 煙囪高度 → 煙流中線與地形平行 > 煙流高度 → 煙流直接撞山，產生局部高濃度	在穩定大氣下，使用臨界高度分割煙流，上層煙流包括越山及撞山的效應，下層煙流則為繞山的運動。
擴散係數	使用 Pasquill-Gifford 六種大氣穩定度類別的擴散係數曲線，無垂直方向上的變化	使用氣象觀測資料及大氣紊流參數計算擴散係數，包括垂直方向上的變化。
煙流與混合層頂作用	煙流高度 < 煙流中心線 > 若超過混合層頂時，地面濃度為零	三煙流模式（直接煙流、間接煙流、混合層上再進入之煙流）

7

MODELING SYSTEM STRUCTURE



8

需要的檔案

- 1. AERMOD.inp (基本控制檔，內容主要分為五大部分)
- 2. *.SFC (氣象資料檔 --- 地面)
- 3. *.PFL (氣象資料檔 --- 探空)
- 4. 地形高程資料(受體點，高程資料非必須)
- 5. AERMOD.exe (AERMOD 程式執行檔)

9

*.inp基本控制檔

- 基本控制項(Control)：主要為控制模式的選項
- 來源控制項(Source)：污染源參數，可為點源、面源及體源
- 受體控制項(Receptor)：可令模式輸出大範圍的多點濃度資料
- 氣象控制項(Meteorology)：輸入格式為ASCII碼的檔案資料
- 輸出控制項(Output)：模式中所輸出的檔案格式

10

基本控制項

- CO STARTING
- TITLEONE The distribution of Kaohsiung
- MODELOPT DFAULT CONC
- AVERTIME 1 8 24 PERIOD
- URBANOPT 1.15E6 Kaohsiung 1.2
- POLLUTID NO_x
- RUNORNOT RUN
- ERRORFIL NO_x.ERR
- CO FINISHED

11

來源控制項

- SO STARTING
- LOCATIONP0001 POINT 176395 2502144 0
- LOCATIONA0001 AREA 176276 2501865 0
- ** POINT SOURCE Q(g/s) H(m) T(K) V(m/s) D(m)
- SRCPARAMP0001 0.530396 11.0 555 25.0 0.8
- ** AREA SOURCE Q(g/(s*m2)) H(m) X(m) Y(m) angle Szinit
- SRCPARAMA0001 0.000000345 5.6 100 120 113 0
- URBANSRCP0001
- URBANSRCA0001
- SRCGROUP ALL
- SO FINISHED

12

受體控制項

- RE STARTING
- INCLUDED 100x100-m1.prn
- **前鎮
- ** DISCCART 178831.7 2500748.02 15.09 0
- **小港
- ** DISCCART 181914.35 2496354.1 22.35 0
- **復興
- ** DISCCART 179291.23 2501114.09 6.20 0
- RE FINISHED

13

氣象控制項

- ME STARTING
- SURFFILE 2016_57.SFC
- PROFILE 2016_57.PFL
- PROFBASE 2.264 METERS
- SURFDATA 46744 2016
- UAIRDATA 46692 2016
- startend 2016 06 26 19 2016 06 26 19
- ME FINISHED

14

輸出控制項

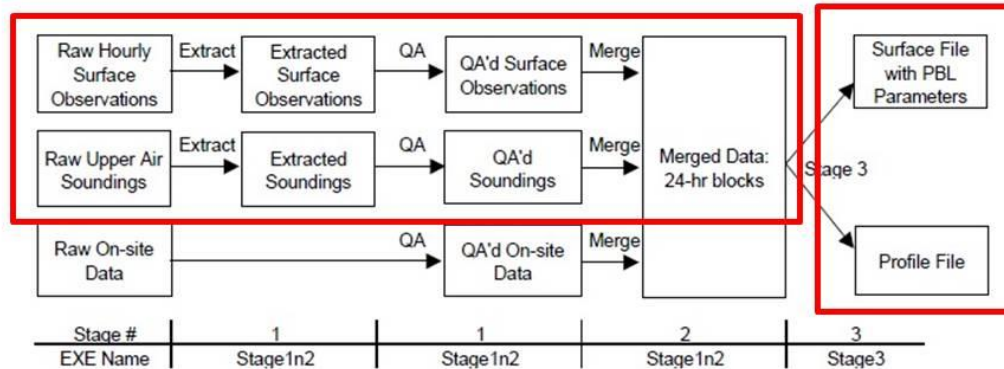
- OU STARTING
- RECTABLE ALLAVE FIRST
- MAXTABLE ALLAVE 50
- PLOTFILE 1 ALL FIRST NO_x_h.max
- ** PLOTFILE 24 ALL FIRST NO_x_d.max
- ** PLOTFILE PERIOD ALL NO_x_p.max
- OU FINISHED

15

氣象資料處理

16

AERMET



17

氣象資料來源

- 探空資料來源：
 - 中央氣象局(現階段僅有板橋 及 花蓮 兩站)
- 地面測站來源：
 - 中央氣象局
 - 民航局
 - 環保署測站
 - 本計畫採用環保署測站(前金、前鎮、小港、林園)
 - 以羅氏法計算混合層

18

地表參數設定(1)

表3-7 各土地分類之相關地表參數

MPRM 編號及類型		地表參數		
		地表反照率	包溫比	地表粗糙度(m)
1	水體(Water-fresh and sea)	0.10	0.2	0.0001
2	落葉林(Deciduous Forest)	0.12	0.4	1
3	針葉林(Coniferous Forest)	0.12	0.3	1
4	濕地(Swamp)	0.14	0.2	0.0001
5	耕地(Cultivated Land)	0.20 (0.09, 註 1)	0.4 (0.18, 註 1)	0.3(註 2)
6	草地(Grassland)	0.18	0.4	0.1
7	都市區(Urban)	0.16	0.8	1.2(註 2)
8	漠原區(Desert Shrub-land)	0.28	2.5	1
9	冰雪及凍原(自訂)	0.70	0.5	0.2

註 1：若耕地為水稻區，建議使用蔡 (Tsai, 2007) 之研究。

註 2：引用蔡及莊 (Tsai & Tsuang, 2005) 之研究

資料來源：張良輝等人 (2011) ^[20]

19

地表參數設定(2)

- 高雄港主要區分為陸地及水體兩個部分
- 其橫斷面由西北至東南走向(約323度~143度)

	都市	水體
地表反照率	0.16	0.10
包溫比	0.8	0.2
地表粗糙度	1.2	0.0001



20

AERMET 產生之探空資料

READ() *year, month, day, hour, height, top, WDnn, WSnn, TTnn, SAnn, SWnn*

FORMAT (4(I2,1X), F6.1,1X, I1,1X, F5.0,1X, F7.2,1X, F7.1, 1X,F6.1, 1X,F7.2)

where height = measurement height (m)
top = 1, if this is the last (highest) level for this *hour*, or 0 otherwise
WDnn = wind direction at the current level (degrees)
WSnn = wind speed at the current level (m/s)
TTnn = temperature at the current level (°C)
SAnn = σ_θ (degrees)
SWnn = σ_w (m/s)

21

READ() *year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z_o, B_o, r, W_z, W_d, z_ref, temp, z_temp, ipcode, pamt, rh, pres, ccvr*

FORMAT (3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X, 2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)

where *j_day* = Julian day
H = sensible heat flux (W/m²)
*u** = surface friction velocity (m/s)
*w** = convective velocity scale (m/s)
VPTG = vertical potential temperature gradient above *Zic* (K/m)
Zic = height of convectively-generated boundary layer (m)
Zim = height of mechanically-generated boundary layer (m)
L = Monin-Obukhov length (m)
z_o = surface roughness length (m)
B_o = Bowen ratio
r = Albedo
W_z = reference wind speed (m/s)
W_d = reference wind direction (degrees)
z_ref = reference height for wind (m)
temp = reference temperature (K)
z_temp = reference height for temperature (m)
ipcode = precipitation code
pamt = precipitation amount (mm/hr)
rh = relative humidity (percent)
pres = station pressure (mb)
ccvr = cloud cover (tenths)

AERMET
產生之資
料

22

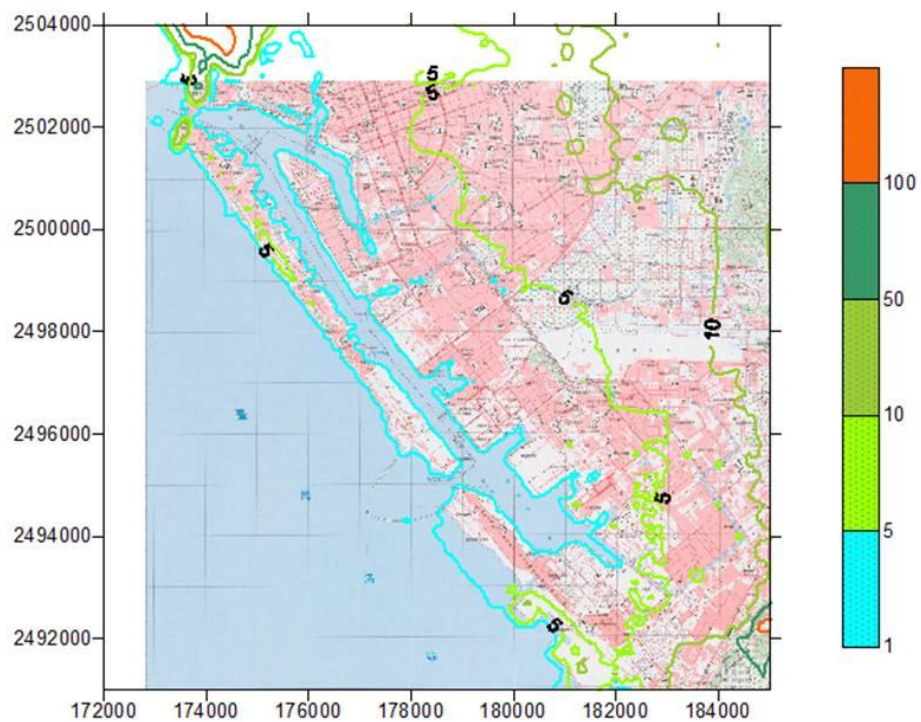
地形資料處理

23

地形資料處理(受體點)

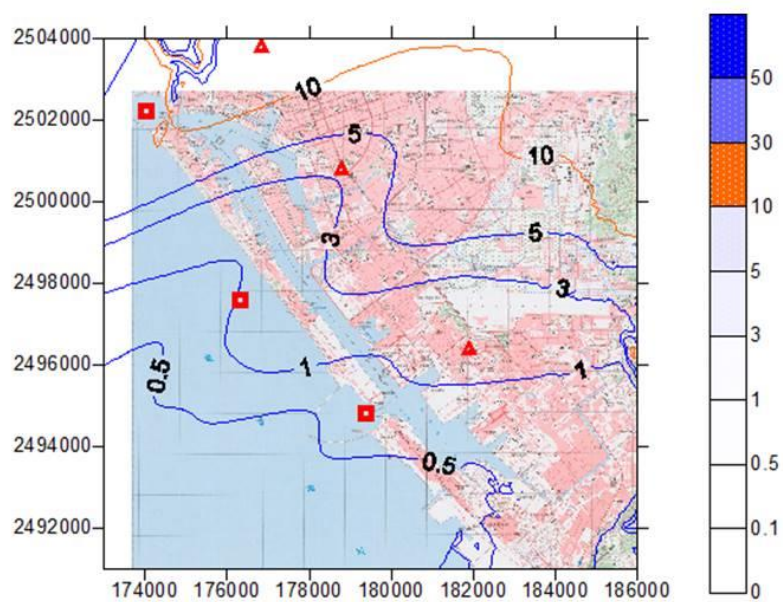
- 運研所 2013年高雄港UAV攝影高程資料
- 缺值空白部分以空氣品質支援中心提供之 terr200 地形資料補足 (主要為高雄港區外圍)
- 高雄港模擬範圍 (13km * 13km)
- UAV攝影高程間距為 5m
(範圍內將產生 624萬個受體點)
- 利用 內差 (Surfer 克利金法) 產生網格間距 100m 之 X、Y、Z地形資料
(範圍內將產生 約 1萬7千個受體點)

24



25

模擬結果



26

*Thanks for Your
Attentions.*

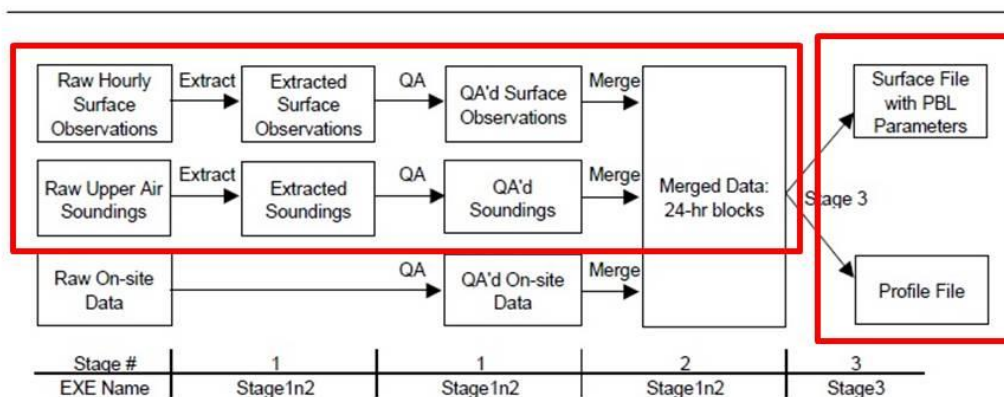
建置高雄港區 105年即時空氣品質推估系統

氣象資料處理

中華民國105年10月06日

1

AERMET 處理流程



2

鄰近高雄港區EPA測站



3

羅氏法混合層高度

Nozaki等(1973)提出利用地面氣象資料估算混合層高度

$$L = \frac{121}{6}(6-P)(T-T_d) + \frac{0.169P(U_z + 0.257)}{12f \times \ln(Z/Z_0)}$$

L：混合層高度(m)

T：溫度(°C)

T_d：露點溫度(°C)

P：大氣穩定度，依級別A到F分別為1到6

U_z：高度為z時之平均風速(m/s)

Z：觀測點高度(m)

Z₀：地表粗糙度(m)

f：地轉角參數， $f=2\Omega\sin\psi$ ， ψ 為觀測點緯度(degree)， Ω 為地轉角速度(rad/s)

4

Pasquill 大氣穩定度

時間	輻射量	地 表 風 速(m/s)				
		<2	2to3	3to5	5to6	>6
日	強	A	A-B	B	C	C
	中	A-B	B	B-C	C-D	D
間	弱	B	C	C	D	D
	雲量					
夜	≥ 0.5	F	E	D	D	D
間	< 0.5	F	F	E	D	D

輻射量與日照強度關係

日照強度	輻射量(ly/min)
弱	< 0.4
中	$0.4 \text{ to } 0.8$
強	> 0.8

5

READ() year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z₀, B₀, r, W_z, W_d,
z_{ref}, temp, z_{temp} ipcode, pamt, rh, pres, ccvr

FORMAT (3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X,
2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)

where j_day = Julian day
 H = sensible heat flux (W/m²)
 u* = surface friction velocity (m/s)
 w* = convective velocity scale (m/s)
 VPTG = vertical potential temperature gradient above Zic (K/m)
 Zic = height of convectively-generated boundary layer (m)
 Zim = height of mechanically-generated boundary layer (m)
 L = Monin-Obukhov length (m)
 z₀ = surface roughness length (m)
 B₀ = Bowen ratio
 r = Albedo
 W_z = reference wind speed (m/s)
 W_d = reference wind direction (degrees)
 z_{ref} = reference height for wind (m)
 temp = reference temperature (K)
 z_{temp} = reference height for temperature (m)
 ipcode = precipitation code
 pamt = precipitation amount (mm/hr)
 rh = relative humidity (percent)
 pres = station pressure (mb)
 ccvr = cloud cover (tenths)

取代部
分資料

6

羅氏法及穩定度需要參數比較

	觀測項目
羅氏法混合層高度	穩定度、溫度、露點溫度、風速、地表粗糙度、測站高、地轉角參數
露點溫度	溫度、相對濕度
Pasquill 穩定度	日照時數、日照強度輻射量、雲量、風速
Turner 穩定度	風速、淨輻射指數
日照強度輻射量	雲量、太陽天頂角
淨輻射指數	淨日照輻射量
	日照時數、太陽天頂角、雲量

7

地面測站資料取得

資料取得頻率	資料來源	穩定度計算					羅氏法混合層計算							
		必要	必要	必要	二選一		必要	必要		必要	必要	必要	必要	必要
		日照時數	雲量(10分量)	風速	淨日照輻射	太陽天頂角	穩定度	露點溫度	相對濕度	溫度	風速	地表粗糙度	觀測點高度	測站緯度
前一天(逐時)	CWB 觀測資料查詢系統	√		√	√			√	√	√	√			
一個月到前一天(逐時)	30天觀測資料-本局屬地面測站觀測資料	√		√					√	√	√			
10分鐘一筆	自動氣象站-氣象觀測資料			√					√	√	√		√	√
10分鐘一筆	局屬氣象站-現在天氣觀測報告			√					√	√	√		√	√
前一小時(逐時)	EPA 環保署監測站			√					√	√	√			
前一個月(逐時)	DBAR 大氣研究資料庫	√	√	√	√			√	√	√	√			

網路取得 可計算 固定不變

8

氣象局觀測資料查詢系統

觀測資料查詢系統 CODiS
CWB Observation Data Inquire System

全臺地區 Nationwide | 北部地區 North Area | 中部地區 Central Area | 南部地區 South Area | 東部地區 East Area | 離島地區 Islands

測站所在縣市: 臺北市 (TaipeiCity) | 測站: 鞍部 (ANBU) | 資料格式: 日經表 (daily data) | 時間: | 查詢

測站資訊 (station information)

鞍部 ANBU (466910)
經度: 121.529731
緯度: 25.182586
海拔高度: 825.8M
測站日期: 1937/01/01
地址: 臺北市北投區陽明山竹子湖路111號
[網頁說明 Readme](#)



<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

9

氣象資料開放平台

會員登入 | 註冊會員 | 氣象局首頁 | 民意信箱

氣象資料開放平臺
OPEN DATA

最新消息 | 關於本站 | 常見問答 | 使用規範 | 網站導覽 | 資料使用說明 | 資料清單 | 資料下載排名

開放資料目錄

總訪人次: 345439

開放資料說明

1. 本開放資料平台提供XML、KML、CAP之結構化檔案格式，本局保留未來視需要而進行修改或變更資料格式之權利。
2. 本開放資料平台所提供之觀測資料皆為自動化的即時觀測資料，內容尚未經過完整的檢查與校正，請使用者小心使用，本局有權隨時修改開放資料之具體項目與內容。

相關網站

氣象局全球資訊網
氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)
氣象局颱風資料庫

隱私權保護政策 | 資訊安全政策

地址: 10048臺北市中正區公園路64號 總機: (02)2349-1000(代表號) 氣象查詢: (02)2349-1234 地震查詢: (02)2349-1168
該使用1024*768px螢幕解析度獲得最佳網頁瀏覽環境

http://opendata.cwb.gov.tw/f_index

10

環保署空氣品質監測網



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Ministry of Environmental Protection (EPA)

空氣品質監測網

空氣品質監測網

空氣品質監測網

空氣品質監測

沙塵暴監測

河川揚塵監測

紫外線監測

品質保證計畫

資料查詢與服務

空氣品質測站

即時值查詢

不日數月年報表

污染物測值月報表

月平均值查詢

歷年監測資料下載

空氣品質濃度圖

空氣品質GIS動態圖

歷年應用成果

細懸浮微粒即時值查詢

細懸浮微粒月均值查詢

光化測站

大氣遙測

紫外線

地方監測站資料

鹿林山背景站

東沙車道背景站

南海環島品質監測

常見問答

相關網站

網站導覽

選區、空氣品質測網、資料查詢與服務、空氣品質測站、即時值查詢

即時值查詢

- 一、本署所有監測儀器均為嚴格之品質作業程序以維持資料之準確性與可靠性。惟為縮短上網時間，本網頁提供之即時資料尚未通過本署品保品保程序，如需完成品保程序資料請以本署正式發布之月報、年報為準。
- 二、本網站提供之溫度、風向、風速、雨量及相對濕度等輔助性氣象監測資料，僅作為輔助之空氣品質監測結果分析使用。
- 三、本網站資料僅供一般參考，使用時請瞭解監測儀器特性、區域環境等因素所可能產生之數據變異，對於未經本署同意或不會引用本網站資料所引起之任何損失，本署概不負責。
- 四、對於本網頁提供之監測資料，如有任何錯誤請洽 環保e管家。

※ 表示儀器故障或無測值；※ 表示程式軟體無測值；※ 表示人工輸入資料無測值；NA 表示無資料；NR 表示無網路

※ 測站及頻率等資訊配合Ctrl可個別點選，配合Shift鍵可複選點選。

※ 本網頁僅提供去年12點至今即時資料查詢與資料下載，並提供歷年資料，請按左鍵。

測站: 臺北-士林

臺北-大同
臺北-中山
臺北-忠孝

測項: SO2

CO
O3
PM10

開始日期: 2016/09/20

結束日期: 2016/09/20

查詢即時值

輸出成Excel檔 輸出成OpenDocuments(.odt)檔

GO

<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/HourlyData.aspx>

11

環境資源資料開放平台



OpenData.epa

行政院環境保護署 環境資訊公開平台



資料異動記錄

問卷調查

關於我們

資料集目錄

地理資料集

開發者專區

應用服務

資料授權

資料集目錄 / 資料查詢




空氣品質監測小時值資料(一般污染物,每日更新)

請選擇新增條件

請選擇要搜尋的項目

請選擇要搜尋的方式

輸入搜尋條件

加搜尋條件

顯示查詢結果

36 筆資料集

5 資料檢視

應用程式存取網址

http://opendata.epa.gov.tw/webapi/api/rest/datastore/355000000-0003

顯示欄位設定

欄位輸入

使用範例

JSON

XML

CSV

測站代碼	測站名稱	測站代碼	測站名稱
83	麥寮	144	小時風向值
83	麥寮	143	小時風速值
83	麥寮	38	相對濕度
83	麥寮	33	細懸浮微粒
83	麥寮	31	甲烷
83	麥寮	23	雨量
83	麥寮	14	溫度
83	麥寮	11	風向
83	麥寮	10	風速

下一千筆

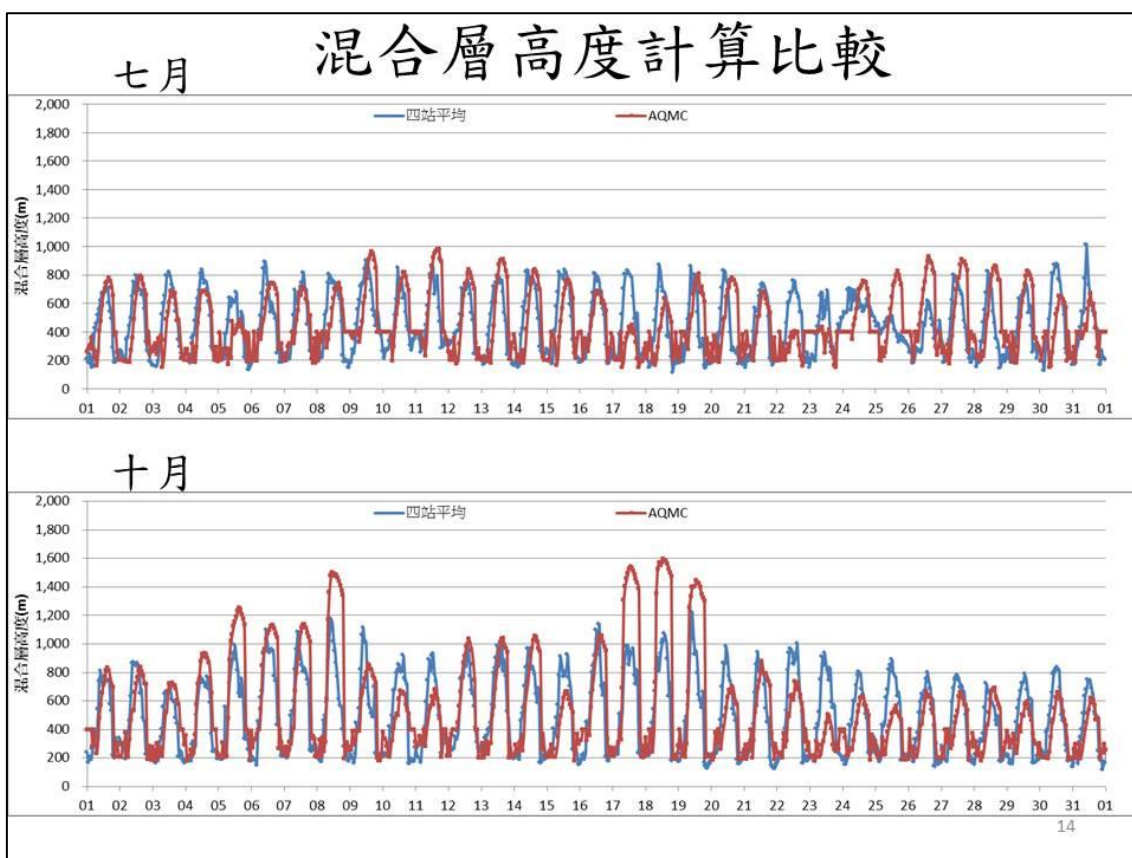
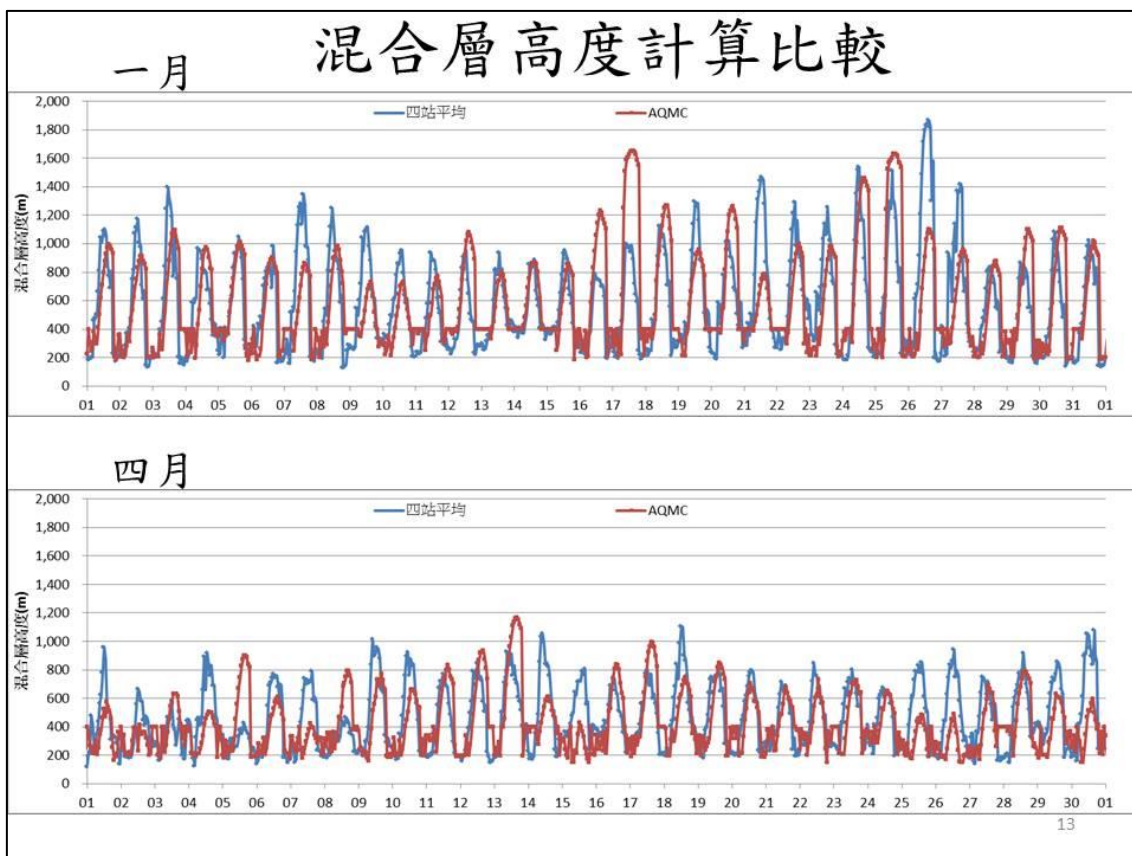
10042區北屯市北區中龍路一段835號 緯緯 886-2-23117722 該使用1024*768px螢幕分辨率獲得最佳網頁瀏覽效果

隱私權政策 | 資料安全政策 | 瀏覽人次: 1,328,187

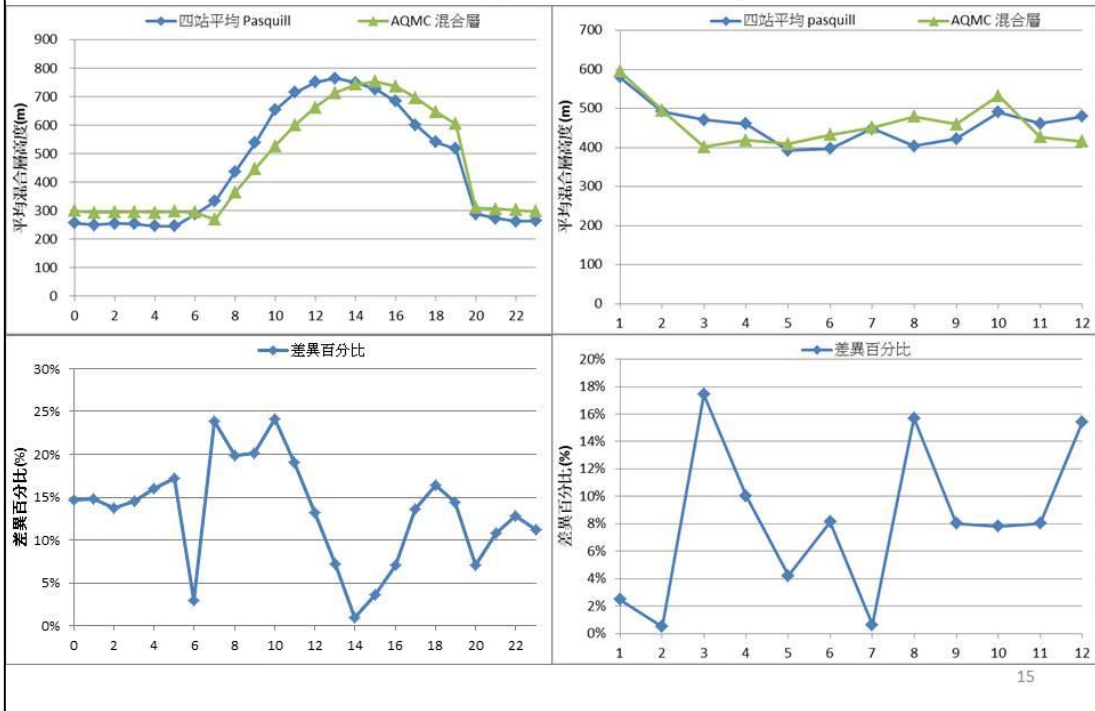
資料更新日期: 2025年09月20日

<http://opendata.epa.gov.tw/>

12



混合層差異比較



***THANKS FOR
YOUR ATTENTION***

附錄六

第二次教育訓練簡報資料

建置高雄港區 105年即時空氣品質推估系統

排放量推估

中華民國105年10月27日

1

簡報大綱

- AIS資料
- 勞氏資料庫
- 排放量推估
- 模擬流程及結果

2

AIS資料

3

AIS 資料

- 需求資料：
船舶資訊、座標、
活動時間…等

Field	Description
IMO_Number	(IMO Number) 國際海事組織編號
Call_Sign	(Call Sign) 呼號
ShipName	船名
MMSI	(MMSI, Maritime Mobile Service Identities Code) 水上行動業務識別碼
Navigation_Status	(Navigation status) 航行狀態
ROT	(Rate of Turn, ROT) 迴轉率
SOG	(Speed Over Ground, SOG) 航速
Position_Accuracy	(Position accuracy) 位置準確度
Longitude	經度
Latitude	緯度
COG	(Course Over Ground, COG) 航向
True_Heading	真航向
Time_Stamp	時間標記
Communication_State	
Ship_and_Cargo_Type	(Type of ship) 船舶類型
Reference_Position_A	A+B = 船長
Reference_Position_B	
Reference_Position_C	C+D = 船寬
Reference_Position_D	
Fixing_Device	(Position system) 定位設備
ETA	(Estimated Time of Arrival, ETA) 預估到達時間
Max_Draught	船舶最大吃水深度
Destination	目的地點
DTE	資料終端機設備
Record_Time	此筆紀錄接收時間

船種分類

代碼		AIS 主船種
20 ~ 29	wing in ground	飛翼船
30	Fishing	漁船
31	Towing	拖船
32	Towing: length exceeds 200m or breadth exceeds 25m	拖曳長度超過200公尺或寬超過25公尺之拖船
33	Dredging or underwater ops	從事疏浚或水下作業之船舶
34	Diving ops	從事潛水作業之船舶
35	Military ops	從事軍事作業之船舶
36	Sailing	帆船
37	Pleasure Craft	遊艇或娛樂船舶
40 ~ 49	craft	高速船
50	Pilot Vessel	引水船
51	Search and Rescue vessel	搜索船
52	Tug	拖駁船
53	Port Tender	港口補給船
54	Anti-pollution equipment	載有防污設施或設備之船舶
55	Law Enforcement	執法船舶
56	Spare - Local Vessel	備用-指配給本地船舶
57	Spare - Local Vessel	備用-指配給本地船
58	Medical Transport	醫療運送船舶
59	Ship according to RR Resolution No. 18	Mob-83無線電規則第18號決議案所規範之船
60 ~ 69	passenger	客船
70 ~ 79	cargo	貨輪
80 ~ 89	tanker	油輪
90 ~ 99	misc	misc

5

航行狀態代碼

代碼	狀態	Navigation Status
0	主機動力航行	Under way using engine
1	錨泊	At anchor
2	操縱失靈	Not under command
3	運轉能力受限，調動	Restricted maneuverability
4	吃水受限	Constrained by her draught
5	繫泊	Moored
6	擱淺	Aground
7	進行捕撈作業	Engaged in Fishing
8	操帆航行	Under way sailing
9	高速船	Reserved for future amendment of Navigational Status for HSC
10	飛翼船	Reserved for future amendment of Navigational Status for WIG

6

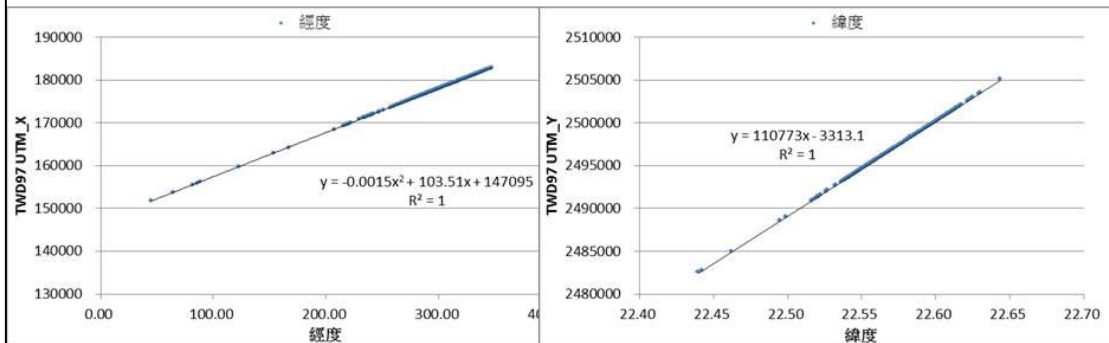
GPS 座標轉換

X軸：(經度 - 120) * 1000
Y軸：TWD97 座標

誤差
Max：92.5
Min：-81.5

X軸：緯度
Y軸：TWD97 座標

誤差
Max：147.4
Min：-16.5



7

GPS座標轉換結果



8

勞氏資料庫

9

勞氏資料庫欄位

IMO號	呼號	總噸	總長	主船種	引擎數量	轉速(rpm)	引擎馬力(kw)	引擎種類	最大船速(節)	標準貨櫃數	輔助引擎功率	鍋爐功率	Tier 判斷
imo_no	call_sign	dwt	loa	main_vessel	engine_num	engine_rpm	engine_kw	engine_type	speed	teu	AE_ENERGY	AB_ENERGY	due_or_del
8000006	LW6709	9010	119.8	10	2	775	3118	4	11.9		1284		1981/04/01
8000018	LW4562	9010	119.8	10	2	775	3118	4	12.0		0		1982/03/01
8000020	blank	198	21.8	7	2	0	366	4	10.0		144		1979/01/01
8000032	VKBF	175	34.5	7	1	1300	625	4	0.0		152		1981/09/01
8000044	blank	0	22.8	7	1	1300	309	4	11.0		0		1979/10/01
8000056	blank	0	28.0	7	2	0	2420	4	10.0		0		1980/11/01
8000070	H3QH	3570	105.6	9	1	600	3310	4	15.0	256	840		1981/11/01
8000109	7ORL	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/06/01
8000111	5VAN8	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/09/01
8000135	OW2298	130	31.0	7	1	1300	625	4	11.5		104		1980/06/01
8000147	OW2305	0	31.0	7	1	1300	625	4	0.0		0		1981/03/01
8000159	BRQJ	15265	144.8	5	1	150	5600	4	13.8	40	1050		1981/02/01
8000214	9HA2950	3245	164.4	12	4	0	9708	4	18.0		7240		1981/12/01
8000226	OJQB	4150	137.4	12	4	800	14860	4	18.5		4744		1981/06/01
8000240	blank	0	26.5	7	2	875	810	4	8.7		52		1979/01/01
8000252	HOIL	28738	179.9	2	1	150	8385	4	14.5		1500		1981/02/01
8000305	9LB2358	6476	105.6	5	1	245	2795	4	15.0		600		1980/05/01
8000422	blank	0	26.7	7	2	1300	1230	4	12.8		110		1981/02/01
8000484	VRXU2	60732	222.1	2	1	119	9635	4	14.8		1500		1982/03/01
8000563	BOKH	65083	224.5	2	1	120	10140	4	15.8		1500		1981/09/01
8000587	HSSC	2262	79.6	10	1	600	1545	4	12.0		208		1980/07/01
8000599	ELAH2	36845	170.5	10	2	520	8606	4	14.3		3600		1980/12/01
8000616	LAZB2	68139	243.8	11	1	103	11622	4	15.0		1000		1981/07/01
8000678	blank	109	33.7	7	2	390	1912	4	12.0		192		1980/07/01

10

欄位代碼表

代碼	main_vesse	主船種
1	AutoCarrier	汽車運輸船
2	Bulker	散裝船
3	Container	貨櫃船
4	Cruise	客船(郵輪)
5	Cargo	一般貨輪
6	tug	拖船
7	Misc	其他
8	Reefer	冷藏船
9	Roro	滾裝滾卸船
10	Tanker	油輪

代碼	engine_typ	引擎種類
1	Combined	混和
2	Diesel-Electric	柴油電力
3	Gas Turbine	燃氣渦輪機
4	Motor Diesel	柴油引擎
5	Non propelled	無螺旋槳推進
6	Nuclear	核能
7	Reciprocating Steam	蒸氣往復式發動機
8	Turbine	渦輪機

11

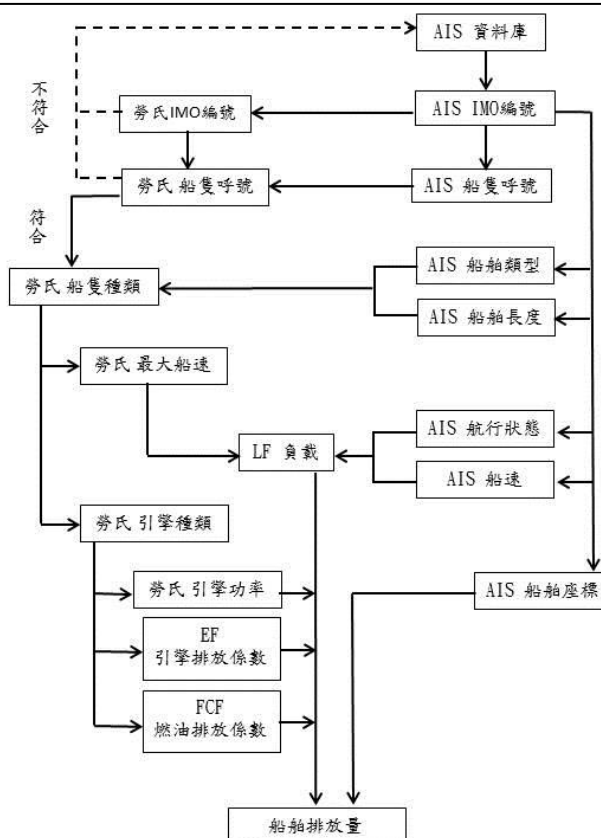
排放量推估

引用

1. 高雄港區空氣品質影響之模擬分析 (輔英-陳茂雄)
2. 高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究(交通部運輸研究所)
3. 洛杉磯港研究報告

12

排放量推估流程



13

排放量計算過程

1. 取得 AIS 船舶 IMO 編號資料。
2. 對應 勞氏資料庫 相同 IMO編號之船舶，若此時勞氏船舶之呼號與 AIS 船舶呼號一致時：
 - a. 勞氏資料庫中取得該船最大船速，並取得 AIS 當時船速，參照航行狀態以計算負載LF。
 - b. 依據船種，由勞氏資料庫中取得引擎功率(主引擎、輔助引擎、鍋爐)；若有缺值則以缺值預設表處理。
 - c. 查詢該船種之 燃料排放係數(EF)與燃油校正係數(FCF)，利用公式計算該小時之排放量。
 - d. 將排放量單位 換算為 g/s。

14

船舶排放量

$$E = \text{Energy} \times EF \times FCF$$

其中：

E：引擎的排放量(g)

Energy：所需要的能量(kW·h)

EF：排放係數(g/kW·h)

FCF：(HFO)燃料校正係數

$$\text{Energy} = \text{MCR} \times \text{LF} \times \text{Act}$$

其中：

MCR：最大引擎動力(kW)

LF：負載係數

Act：活動量(hr)

15

負載係數

負載 20% ~ 80%：

$$\text{LF} = \left(\text{AS} / \text{MS} \right)^3$$

其中：

AS：實際船速(節)

MS：最大船速(節)

負載 < 20%：

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

其中：

y：排放值(g/Kw-hr)

a：參數 b：截距 x：指數

16

引擎排放係數

引擎種類	IMO 期別	出廠年份	NOx	SOx	CO	HC	PM ₁₀
含硫量 2.7% (HFO) 重油							
慢速引擎	Tier 0	≤ 1999	18.1	10.5	1.4	0.6	1.50
中速引擎	Tier 0	≤ 1999	14.0	11.5	1.1	0.5	1.50
慢速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	17.0	10.5	1.4	0.6	1.50
中速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	13.0	11.5	1.1	0.5	1.50
慢速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	15.3	10.5	1.4	0.6	1.50
中速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	11.2	11.5	1.1	0.5	1.50
氣體渦輪引擎	na	all	6.1	16.5	0.2	0.1	0.05
蒸氣渦輪引擎	na	all	2.1	16.5	0.2	0.1	0.80
含硫量 0.5% (MDO) 重油							
慢速引擎	Tier 0	≤ 1999	17.0	1.9	1.4	0.6	0.38
中速引擎	Tier 0	≤ 1999	13.2	2.1	1.1	0.5	0.38
慢速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	16.0	1.9	1.4	0.6	0.38
中速引擎	Tier 1	2000 ~ 2010	12.2	2.1	1.1	0.5	0.38
慢速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	14.4	1.9	1.4	0.6	0.38
中速引擎	Tier 2	2011 ~ 2015	10.5	2.1	1.1	0.5	0.38
氣體渦輪引擎	na	all	5.7	3.1	0.2	0.1	0.01
蒸氣渦輪引擎	na	all	2.0	3.1	0.2	0.1	0.20

17

燃油排放係數

油品種類	硫含量(%)	NOx	SOx	CO	HC	PM	硫含量(%)	NOx	SOx	CO	HC	PM
MDO/MGO	1.00	1.00	0.370	1.00	1.00	0.73	0.27	0.94	0.100	1.00	1.00	0.20
MDO/MGO	0.90	0.94	0.333	1.00	1.00	0.34	0.26	0.94	0.096	1.00	1.00	0.20
MDO/MGO	0.82	0.94	0.304	1.00	1.00	0.32	0.25	0.94	0.093	1.00	1.00	0.20
MDO/MGO	0.75	0.94	0.278	1.00	1.00	0.31	0.23	0.94	0.085	1.00	1.00	0.20
MDO/MGO	0.67	0.94	0.248	1.00	1.00	0.29	0.21	0.94	0.078	1.00	1.00	0.19
MDO/MGO	0.63	0.94	0.233	1.00	1.00	0.28	0.20	0.94	0.074	1.00	1.00	0.19
MDO/MGO	0.60	0.94	0.222	1.00	1.00	0.27	0.19	0.94	0.070	1.00	1.00	0.19
MDO/MGO	0.58	0.94	0.215	1.00	1.00	0.27	0.17	0.94	0.063	1.00	1.00	0.18
MDO/MGO	0.54	0.94	0.200	1.00	1.00	0.26	0.16	0.94	0.059	1.00	1.00	0.18
MDO/MGO	0.53	0.94	0.196	1.00	1.00	0.26	0.15	0.94	0.056	1.00	1.00	0.18
MDO/MGO	0.51	0.94	0.189	1.00	1.00	0.25	0.14	0.94	0.052	1.00	1.00	0.18
MDO/MGO	0.50	0.94	0.185	1.00	1.00	0.25	0.13	0.94	0.048	1.00	1.00	0.18
MDO/MGO	0.46	0.94	0.170	1.00	1.00	0.24	0.12	0.94	0.044	1.00	1.00	0.17
MDO/MGO	0.45	0.94	0.167	1.00	1.00	0.24	0.11	0.94	0.041	1.00	1.00	0.17
MDO/MGO	0.43	0.94	0.159	1.00	1.00	0.24	0.10	0.94	0.037	1.00	1.00	0.17
MDO/MGO	0.42	0.94	0.156	1.00	1.00	0.23	0.09	0.94	0.033	1.00	1.00	0.17
MDO/MGO	0.41	0.94	0.152	1.00	1.00	0.23	0.08	0.94	0.030	1.00	1.00	0.17
MDO/MGO	0.40	0.94	0.148	1.00	1.00	0.23	0.07	0.94	0.026	1.00	1.00	0.16
MDO/MGO	0.39	0.94	0.146	1.00	1.00	0.23	0.06	0.94	0.022	1.00	1.00	0.16
MDO/MGO	0.38	0.94	0.141	1.00	1.00	0.23	0.05	0.94	0.019	1.00	1.00	0.16
MDO/MGO	0.36	0.94	0.133	1.00	1.00	0.22	0.04	0.94	0.015	1.00	1.00	0.16
MDO/MGO	0.35	0.94	0.130	1.00	1.00	0.22	0.03	0.94	0.011	1.00	1.00	0.16
MDO/MGO	0.34	0.94	0.126	1.00	1.00	0.22	0.02	0.94	0.007	1.00	1.00	0.15
MDO/MGO	0.30	0.94	0.111	1.00	1.00	0.21	0.01	0.94	0.004	1.00	1.00	0.15

18

缺值預設表

船種別	DWT(公噸)	最大船速(節)	主引擎功率(kW)	輔助引擎功率(kW)
汽車船(Auto Carrier)	25,048	19.7	12,930	3,198
散裝船(Bulk)	50,582	14.3	8,249	2,036
散裝船(Bulk-Heavy Load)	na	14.5	10,297	na
貨櫃船(Container-1000)	14,587	20.1	16,727	5,400
貨櫃船(Container-2000)	38,640	22.0	22,576	5,830
貨櫃船(Container-3000)	45,510	22.5	29,424	3,900
貨櫃船(Container-4000)	60,853	24.0	40,479	6,938
貨櫃船(Container-5000)	67,460	25.1	52,364	8,136
貨櫃船(Container-6000)	79,123	25.1	61,214	11,138
貨櫃船(Container-7000)	78,704	25.3	58,355	11,980
貨櫃船(Container-8000)	101,000	25.4	67,547	11,473
貨櫃船(Container-9000)	na	24.9	64,818	11,520
客船(Cruise)	6,849	21.6	52,184	14,108
一般貨船(General Cargo)	43,747	15.5	9,903	2,752
海洋拖船(ATB/ITB)	798	na	7,421	na
其他(Miscellaneous)	na	15.0	13,129	na
冷藏船(Reefer)	12,499	19.1	9,350	3,400
油船(Tanker-Chemical)	26,663	14.8	8,323	2,653
油船(Tankers-Handysize)	45,728	14.7	8,696	1,838
油船(Tankers-Panamax)	70,610	14.9	11,573	2,587

- 當缺值預設表亦有缺漏，則取 勞氏資料庫 中同型船隻，以內差處理。

19

模擬流程及結果

20

模擬流程(一)

- 事先準備資料
勞氏資料庫：Looyd_DB.dat
排放係數：Factors.dat
網格地形資料：R_100X100.dat
測站資訊及參考點座標：marine.dat
- 下載即時資料
AIS 船舶資料：00_KhAIS.cav
測站氣象條件：00_MET.csv
紫外線指數：00_UVI.csv
- 由AIS即時資料抓取 AIS 船舶資訊
(船舶狀態、篩除異常資料、座標轉換 ... 等)
輸出檔案：shipinfo.dat

21

模擬流程(二)

- 計算排放量
(透過 船舶資訊 及 勞氏資料庫 計算排放量)
輸出檔案：S_emiss.dat
- 計算混合層高度(測站氣象資料)
地面資料：M_surface.SFC
探空資料：M_profile.PFL
- 產生 AERMOD.inp
參考點座標：R_spots.dat
- 排放量模擬(AERMOD.exe)
輸出檔案：NOx.pos
- 參考點顯示

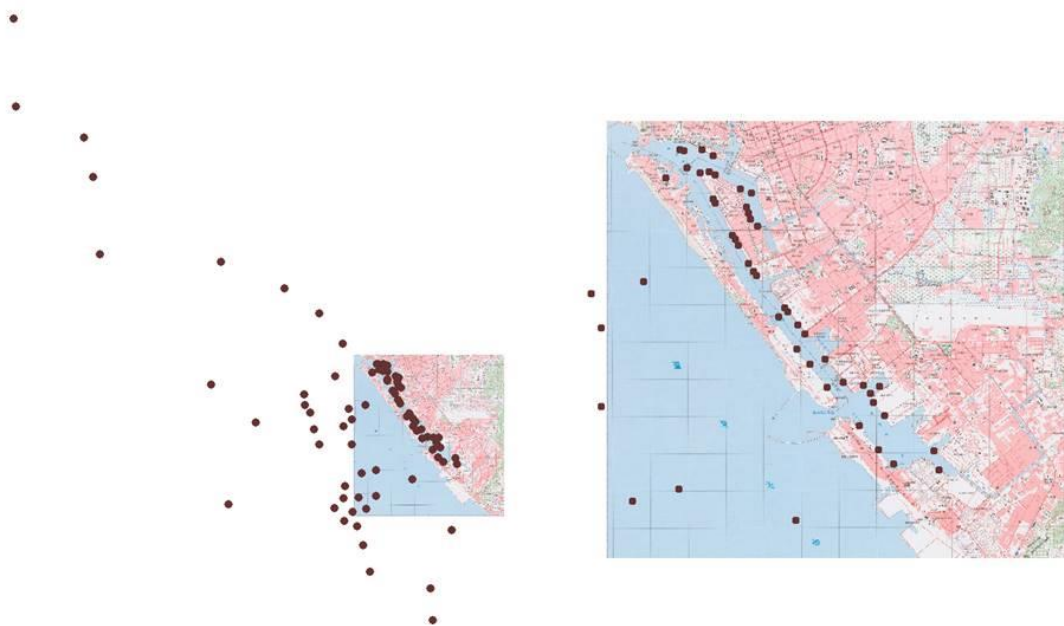
22

EPA 測站及參考點



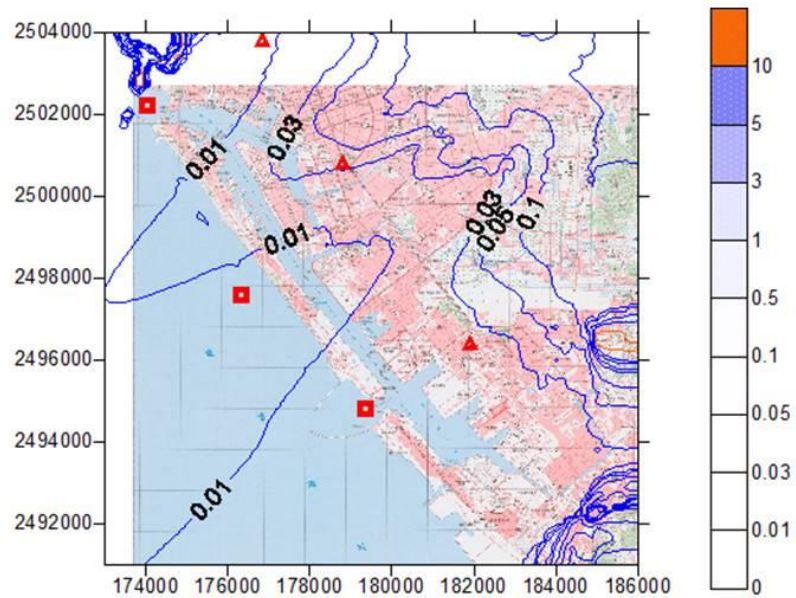
23

船舶座標



24

排放量推估模擬 結果



25

***THANKS FOR
YOUR ATTENTION***

26

建置高雄港區 105年即時空氣品質推估系統

氣象資料處理

中華民國105年10月27日

1

簡報大綱

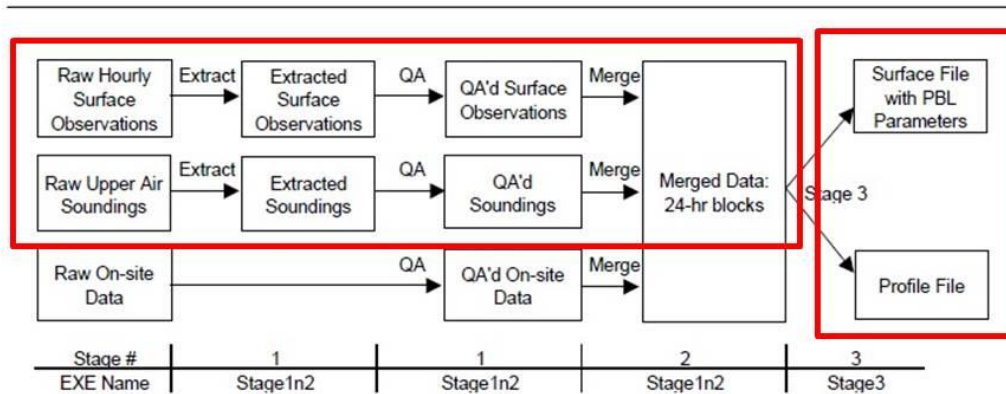
- 氣象資料處理
- 氣象資料取得
- 混合層高度比較

2

氣象資料處理 (混合層高度計算)

3

AERMET 處理流程



4

鄰近高雄港區EPA測站



5

羅氏法混合層高度

Nozaki等(1973)提出利用地面氣象資料估算混合層高度

$$L = \frac{121}{6} (6 - P)(T - T_d) + \frac{0.169P(U_z + 0.257)}{12f \times \ln(Z/Z_0)}$$

L：混合層高度(m)

T：溫度(°C)

T_d ：露點溫度(°C)

P：大氣穩定度，依級別A到F分別為1到6

U_z ：高度為z時之平均風速(m/s)

Z：觀測點高度(m)

Z_0 ：地表粗糙度(m)

f：地轉角參數， $f=2\Omega\sin\psi$ ， ψ 為觀測點緯度(degree)， Ω 為地轉角速度(rad/s)

6

混合層高度計算 及穩定度需要參數比較

	測站觀測值	可計算參數	固定值
羅氏法混合層高度	溫度	露點溫度	地表粗糙度
	風速	Pasquill 穩定度	測站高
			地轉角參數
露點溫度	溫度		
	相對濕度		
Pasquill 穩定度	風速	日照強度輻射量	
		雲量	
日照強度輻射量	紫外線指數(UVI)		
雲量	溫度		
	相對濕度		

7

露點溫度計算

露點溫度可以透過 Magnus-Tetens (Magnus-Tetens Approximation) 法，以相對濕度以及溫度求得：

$$T_d = \frac{a \gamma(T, RH)}{a - \gamma(T, RH)}$$

$$\gamma(T, RH) = \frac{aT}{b + T} + \ln(RH/100)$$

T_d ：露點溫度(°C) (0 < T_d < 50)
 T ：溫度(°C) (0 < T < 60)
 RH ：相對濕度(%) (1 < RH < 100)
 a ：常數(17.27)
 b ：常數(237.7)

8

Pasquill 大氣穩定度

Pasquill穩定度首先在1961年提出，分為A、B、C、D、E、F共六級，穩定度決定因素為日照強度、雲量，搭配五個風速區間即可求出穩定度等級：

時間	輻射量	地 表 風 速(m/s)				
		<2	2to3	3to5	5to6	>6
日	強	A	A-B	B	C	C
	中	A-B	B	B-C	C-D	D
間	弱	B	C	C	D	D
	雲量					
夜	≥ 0.5	F	E	D	D	D
間	< 0.5	F	F	E	D	D

9

日照強度(輻射量)

紫外線指數	J / m ²	cal / cm ²	ly / min	日照強度
1	100	0.002392	0.14	弱
2	200	0.004785	0.29	弱
3	300	0.007177	0.43	中
4	400	0.009569	0.57	中
5	500	0.011962	0.72	中
6	600	0.014354	0.86	強
7	700	0.016746	1.00	強
8	800	0.019139	1.15	強
9	900	0.021531	1.29	強
10	1000	0.023923	1.44	強
11	1100	0.026316	1.58	強
12	1200	0.028708	1.72	強
13	1300	0.0311	1.87	強
14	1400	0.033493	2.01	強
15	1500	0.035885	2.15	強

輻射量與日照強度關係

日照強度	輻射量(ly/min)
弱	< 0.4
中	$0.4 \text{ to } 0.8$
強	> 0.8

紫外線指數值(UVI)的定義是指中午陽光最強的一個小時中，到達地面的紫外線單位面積累積輻射量的數值(單位為百焦耳/平方公尺)

10

雲量

Groisman 等人 (1996, 2000) 研究北半球陸地區域的總雲量，提出 Overall Cloud Effect (OCE) 方法，其總雲量 (CL) 與地表氣溫 (T)、大氣壓力、風和濕度特徵的關係如下：

$$\text{NOCET} = -0.16 + 0.98(q)^{-0.5}$$

q：比濕度 (g/kg)

雲覆量： NOCET^{-1}

11

氣象代入資料欄位(一)

READ() *year, month, day, hour, height, top, WDnn, WSnn, TTnn, SAnn, SWnn*

FORMAT (4(I2,1X), F6.1,1X, I1,1X, F5.0,1X, F7.2,1X, F7.1, 1X,F6.1, 1X,F7.2)

where height	=	measurement height (m)
top	=	1, if this is the last (highest) level for this <i>hour</i> , or 0 otherwise
WDnn	=	wind direction at the current level (degrees)
WSnn	=	wind speed at the current level (m/s)
TTnn	=	temperature at the current level (°C)
SAnn	=	σ_a (degrees)
SWnn	=	σ_w (m/s)

12

READ() *year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z₀, B₀, r, W_z, W_d,
z_{ref}, temp, z_{temp} ipcode, pamt, rh, pres, ccvr*

FORMAT (3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X,
2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)

where *j_day* = Julian day
 H = sensible heat flux (W/m²)
 *u** = surface friction velocity (m/s)
 *w** = convective velocity scale (m/s)
 VPTG = vertical potential temperature gradient above *Zic* (K/m)
 Zic = height of convectively-generated boundary layer (m)
 Zim = height of mechanically-generated boundary layer (m)
 L = Monin-Obukhov length (m)
 z₀ = surface roughness length (m)
 B₀ = Bowen ratio
 r = Albedo
 W_z = reference wind speed (m/s)
 W_d = reference wind direction (degrees)
 z_{ref} = reference height for wind (m)
 temp = reference temperature (K)
 z_{temp} = reference height for temperature (m)
 ipcode = precipitation code
 pamt = precipitation amount (mm/hr)
 rh = relative humidity (percent)
 pres = station pressure (mb)
 ccvr = cloud cover (tenths)

氣象代入
資料欄位
(二)

13

氣象資料取得

14

氣象局觀測資料查詢系統

觀測資料查詢系統 CODiS
CWB Observation Data Inquire System

全臺地區 Nationwide | 北部地區 North Area | 中部地區 Central Area | 南部地區 South Area | 東部地區 East Area | 離島地區 Islands

測站所在縣市: 臺北市 (TaipeiCity) | 測站: 鞍部 (ANBU) | 資料格式: 日經表 (daily data) | 時間: | 查詢

測站資訊 (station information)

鞍部 ANBU (466910)
經度: 121.529731
緯度: 25.182586
海拔高度: 825.8M
測站日期: 1937/01/01
地址: 臺北市北投區陽明山竹子湖路111號
[網頁說明 Readme](#)



<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

15

氣象資料開放平台

會員登入 | 註冊會員 | 氣象局首頁 | 民意信箱

氣象資料開放平臺
OPEN DATA

最新消息 | 關於本站 | 常見問答 | 使用規範 | 網站導覽 | 資料使用說明 | 資料清單 | 資料下載排名

開放資料目錄

總訪人次: 345439

開放資料說明

1. 本開放資料平台提供XML、KML、CAP之結構化檔案格式，本局保留未來視需要而進行修改或變更資料格式之權利。
2. 本開放資料平台所提供之觀測資料皆為自動化的即時觀測資料，內容尚未經過完整的檢查與校正，請使用者小心使用，本局有權隨時修改開放資料之具體項目與內容。

相關網站

氣象局全球資訊網
氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)
氣象局颱風資料庫

隱私權保護政策 | 資訊安全政策

地址: 10048臺北市中正區公園路64號 總機: (02)2349-1000(代表號) 氣象查詢: (02)2349-1234 地震查詢: (02)2349-1168
該使用1024*768px螢幕解析度獲得最佳網頁瀏覽環境

http://opendata.cwb.gov.tw/f_index

16

環保署空氣品質監測網

即時值查詢

一、本署所有監測儀器均有嚴格之品質作業程序以維持資料之準確性和可靠性，惟為縮短上網時間，本網所查詢之即時資料尚未通過本署最後品質程序，如需完成品質程序資料請以本署正式發布之月報、年報為準。

二、本網提供之溫度、濕度、風速、雨量及相對濕度等輔助性氣象監測資料，僅供參考，不作為輔助空氣品質監測結果分析使用。

三、本網提供之即時資料，僅供參考，如需進行數據分析，請向本署申請資料，本署將視需要提供資料。

四、對於本網提供之即時資料，如有任何錯誤，請逕向本署反映，俾便修正。

※ 表示儀器發生故障，* 表示儀器發生故障，NA 表示無資料，NR 表示無資料

※ 測站及測項等值僅配合C63可查詢，配合C63可查詢，配合C63可查詢

※ 本網提供提供去年1/1起至今即時資料查詢，如需查詢歷史資料，請按這裏。

測站： 臺北-士林 測項： PM10 開始日期： 2016/09/20 查詢即時值
 臺北-大同 結束日期： 2016/09/20 匯出成Excel檔
 臺北-中山 匯出成OpenDocument檔
 臺北-信義

<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/HourlyData.aspx>

17

環境資源資料開放平台

空氣品質監測小時值資料(一般污染物,每日更新)

請選擇要查詢的項目

請選擇要查詢的方式

輸入查詢條件 加載條件

顯示查詢結果

測站代碼 測站名稱 測項代碼 測項名稱

83	麥寮	144	小時風向值
83	麥寮	143	小時風速值
83	麥寮	38	相對濕度
83	麥寮	33	懸浮微粒
83	麥寮	31	甲烷
83	麥寮	23	雨量
83	麥寮	14	溫度
83	麥寮	11	風向
83	麥寮	10	風速

10042區台北市中正區中華路一段83號 電話 886-2-23117722 請使用1024*768px螢幕解析度查看最佳網頁瀏覽效果

資料更新日期 105年09月20日

<http://opendata.epa.gov.tw/>

18

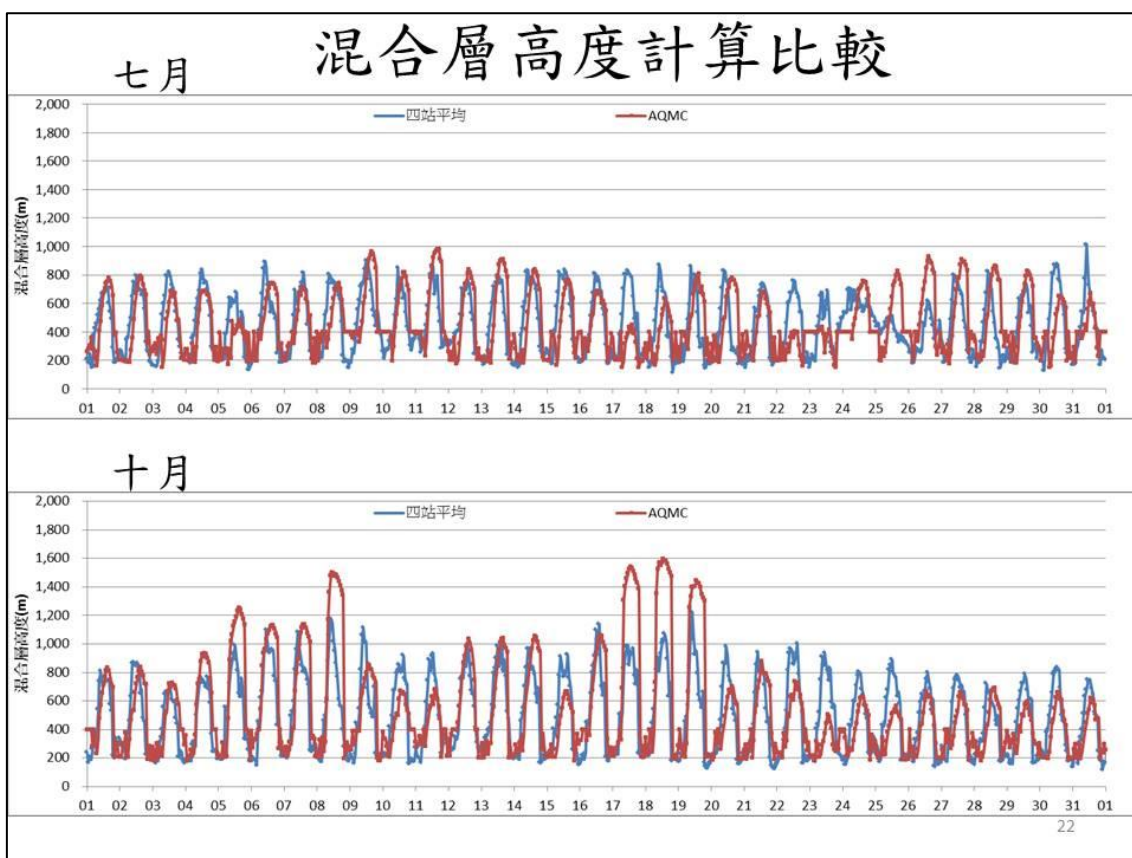
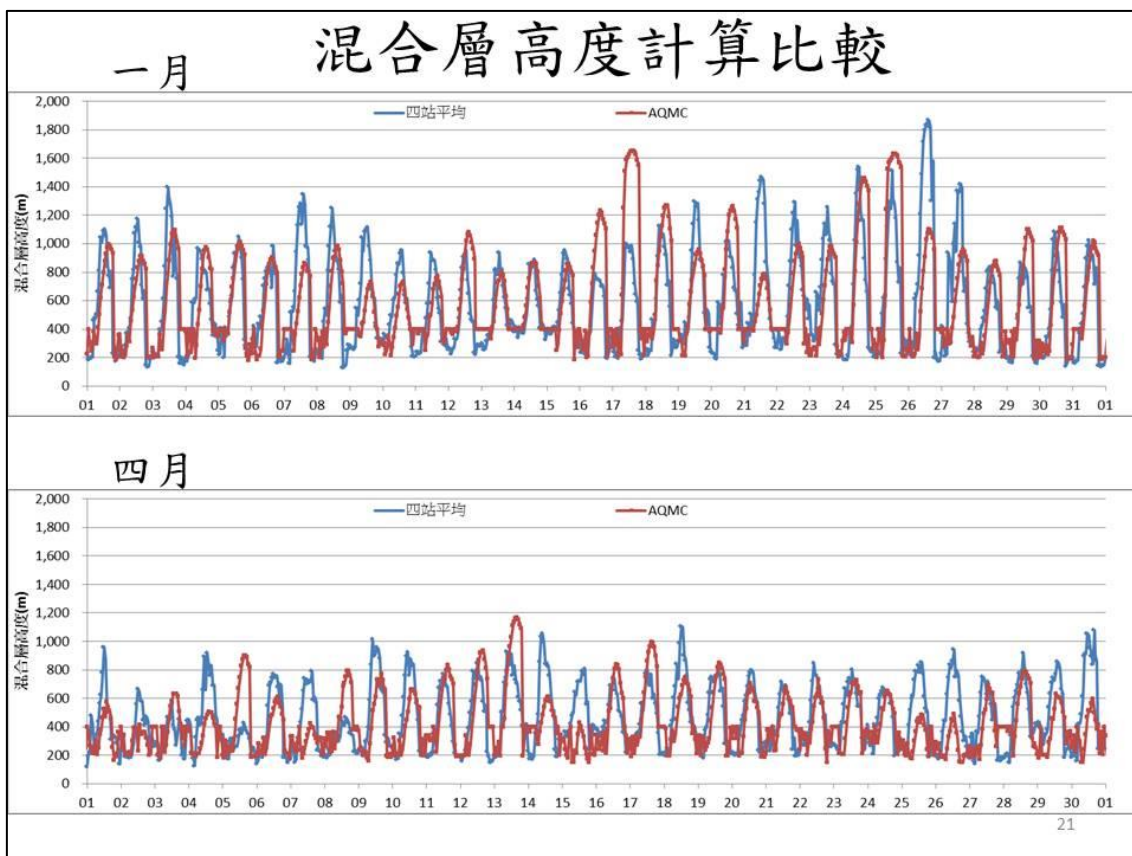
資料下載

- 環境資源資料開放平台
- 縣市(高雄市)小時值-每小時：
風速、風向、溫度、濕度、雨量
- 紫外線即時監測資料：
紫外線指數

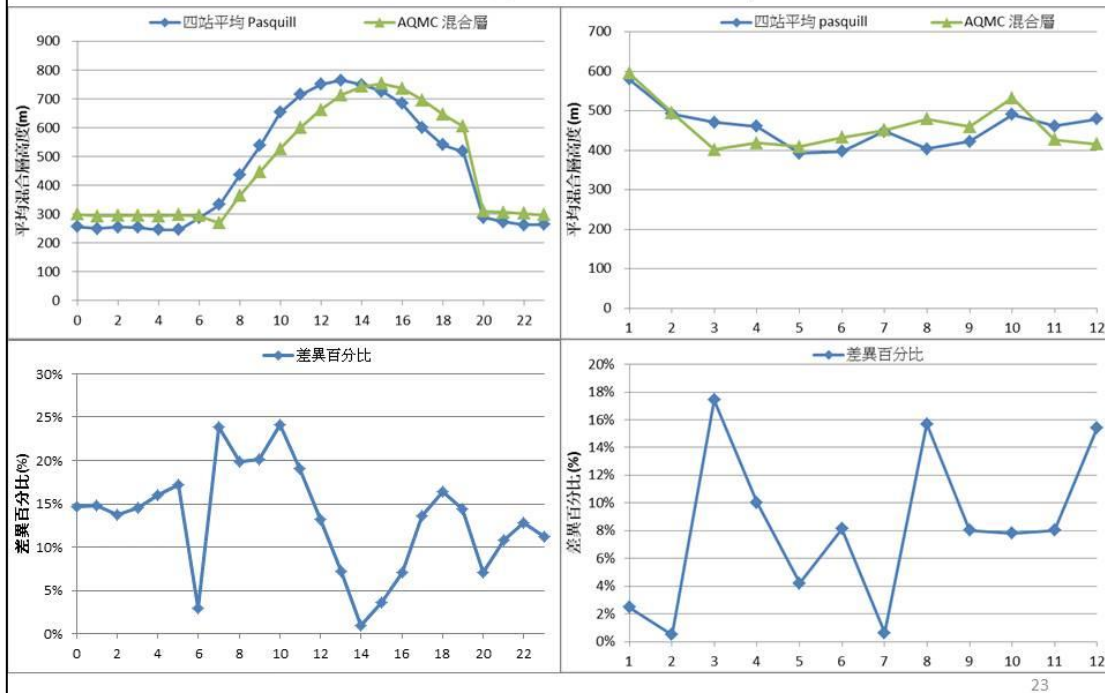
19

混合層高度比較

20



混合層差異比較



23

***THANKS FOR
YOUR ATTENTION***

24

附錄七

第三次教育訓練簡報資料

建置高雄港區 105年即時空氣品質推估系統

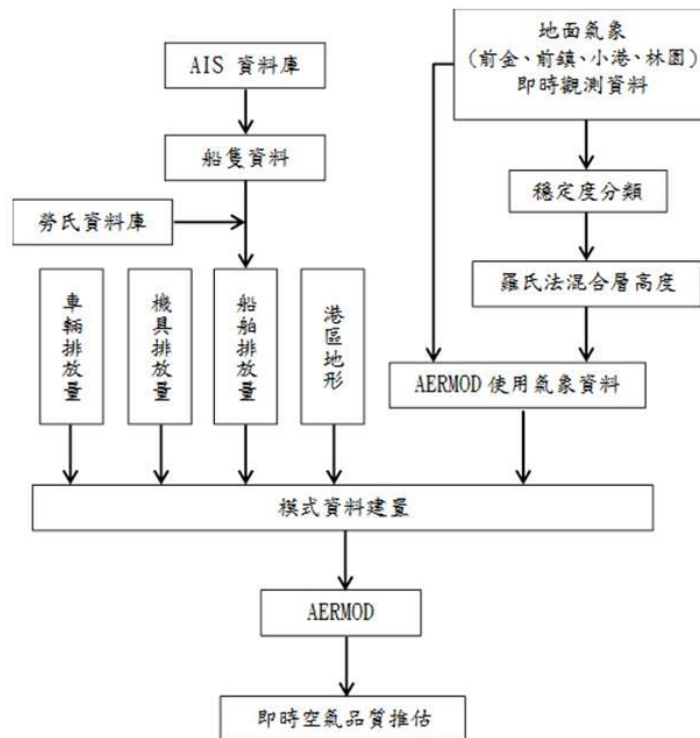
推估系統介紹

中華民國105年11月24日

1

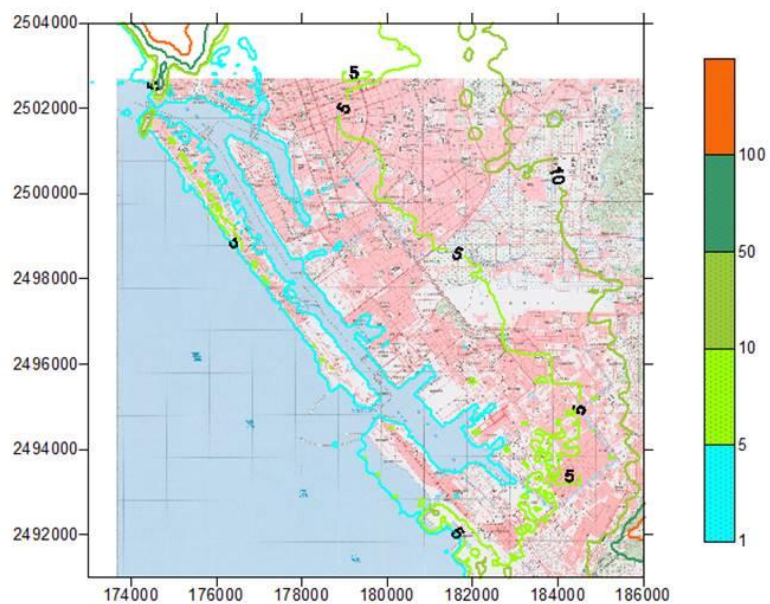
執行流程

無即時值資料：
a. 車輛排放量
b. 機具排放量



2

港區地形



3

氣象資料取得及處理

4

鄰近高雄港區EPA測站



5

環境資源資料開放平台

OpenData.epa.gov.tw
行政院環境保護署 環境資源資料開放平台

資料異動記錄 | 問卷調查 | 關於我們 | 資料集目錄 | 地理資料集 | 開發者專區 | 應用服務 | 資料授權

資料集目錄 / 資料查詢

空氣品質監測小時值資料(一般污染物, 每日更新)

請選擇要查詢的項目:

請選擇要查詢的方式:

輸入查詢條件:

加篩選條件:

顯示查詢結果

46 筆資料集 | 5 資料被抽

應用程式存取網址: <http://opendata.epa.gov.tw/webapi/api/rest/datastore/3550000001-0003>

顯示欄位設定 | 網頁嵌入 | 使用說明 | JSON | XML | CSV

測站代碼	測站名稱	測站代碼	測站名稱
83	麥寮	144	小崎港向道
83	麥寮	143	小崎港邊道
83	麥寮	38	相對濕度
83	麥寮	33	總懸浮微粒
83	麥寮	31	甲烷
83	麥寮	23	雨量
83	麥寮	14	溫度
83	麥寮	11	風向
83	麥寮	10	風速

10042 臺北市中正區中興路一段83號 | 電話: 886-2-23117722 | 請使用1024*768px螢幕解析度獲得最佳網頁瀏覽體驗 | 隱私權政策 | 資訊安全政策 | 聯繫人: 1328.187

資料更新日期: 105年09月20日

<http://opendata.epa.gov.tw/>

6

氣象代入資料欄位(一)

READ() *year, month, day, hour, height, top, WDnn, WSnn, TTnn, SAnn, SWnn*

FORMAT (4(I2,1X), F6.1,1X, I1,1X, F5.0,1X, F7.2,1X, F7.1, 1X,F6.1, 1X,F7.2)

where *height* = measurement height (m)
top = 1, if this is the last (highest) level for this *hour*, or 0 otherwise
WDnn = wind direction at the current level (degrees)
WSnn = wind speed at the current level (m/s)
TTnn = temperature at the current level (°C)
SAnn = σ_a (degrees)
SWnn = σ_w (m/s)

7

READ() *year, month, day, j_day, hour, H, u*, w*, VPTG, Zic, Zim, L, z_o, B_o, r, W_z, W_d, z_{ref}, temp, z_{temp}, ipcode, pamt, rh, pres, ccvr*

FORMAT (3(I2,1X), I3,1X, I2,1X, F6.1,1X, 3(F6.3,1X), 2(F5.0,1X), F8.1,1X, F6.3,1X, 2(F6.2,1X), F7.2,1X, F5.0, 3(1X,F6.1), 1X,I5, 1X,F6.2, 2(1X, F6.0), 1X, I5)

where *j_day* = Julian day
H = sensible heat flux (W/m²)
*u** = surface friction velocity (m/s)
*w** = convective velocity scale (m/s)
VPTG = vertical potential temperature gradient above *Zic* (K/m)
Zic = height of convectively-generated boundary layer (m)
Zim = height of mechanically-generated boundary layer (m)
L = Monin-Obukhov length (m)
z_o = surface roughness length (m)
B_o = Bowen ratio
r = Albedo
W_z = reference wind speed (m/s)
W_d = reference wind direction (degrees)
z_{ref} = reference height for wind (m)
temp = reference temperature (K)
z_{temp} = reference height for temperature (m)
ipcode = precipitation code
pamt = precipitation amount (mm/hr)
rh = relative humidity (percent)
pres = station pressure (mb)
ccvr = cloud cover (tenths)

氣象代入 資料欄位 (二)

8

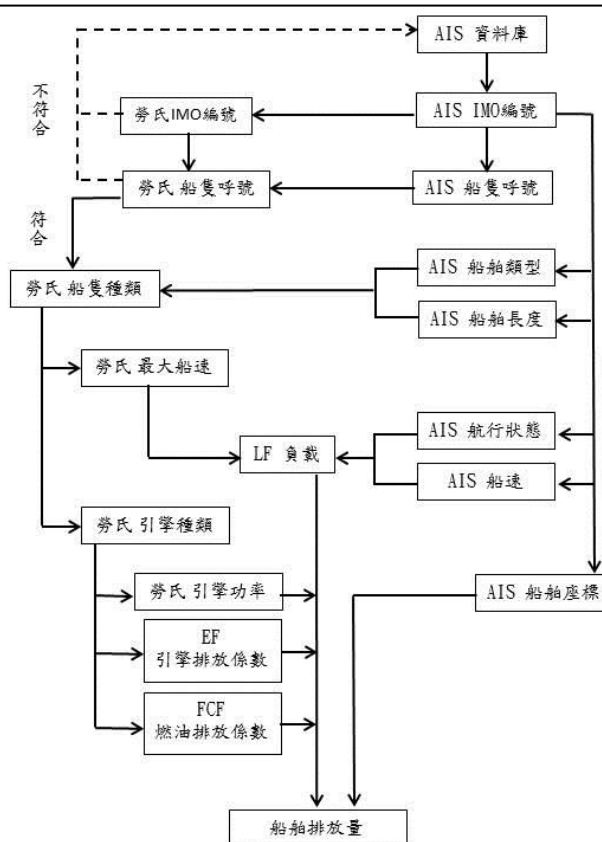
排放量推估

引用

1. 高雄港區空氣品質影響之模擬分析 (輔英-陳茂雄)
2. 高雄港區空氣污染擴散與監測系統規畫之研究(交通部運輸研究所)
3. 洛杉磯港研究報告

9

排放量推估流程



10

排放量計算過程

1. 取得 AIS 船舶 IMO 編號資料。
2. 對應 勞氏資料庫 相同 IMO編號之船舶，若此時勞氏船舶之呼號與 AIS 船舶呼號一致時：
 - a. 勞氏資料庫中取得該船最大船速，並取得 AIS 當時船速，參照航行狀態以計算負載LF。
 - b. 依據船種，由勞氏資料庫中取得引擎功率(主引擎、輔助引擎、鍋爐)；若有缺值則以缺值預設表處理。
 - c. 查詢該船種之 燃料排放係數(EF)與燃油校正係數(FCF)，利用公式計算該小時之排放量。
 - d. 將排放量單位 換算為 g/s。

11

AIS資料欄位

IMO_Number	Call_Sign	Navigation_Status	SOG	Longitude	Latitude	Ship_and_Cargo_Type	Reference_Position_A	Reference_Position_B	Record_Time
9670975BR3625		15	0	120.285	22.59773	33	70	12	2016/11/11 17:00
1394842BR2057		0	0	120.2785	22.61802	50	0	0	2016/11/11 17:00
9014339BDHA		0	0.1	120.2754	22.50355	80	160	32	2016/11/11 17:00
9150858VRPN3		0	0.9	120.2313	22.62249	70	110	23	2016/11/11 17:00
83017233FHF5		3	0	120.3153	22.57044	72	63	22	2016/11/11 17:00
14061BR3206		0	0	120.2816	22.6165	70	62	18	2016/11/11 17:00
0BR3140		0	0	120.2883	22.61419	70	50	15	2016/11/11 17:00
9166950D7AS		0	0	120.3022	22.57994	81	88	24	2016/11/11 17:00
91458413FWD6		0	3.6	120.3174	22.55233	80	145	35	2016/11/11 17:00
9155377A8CF4		0	19.2	120.0259	22.71097	71	155	20	2016/11/11 17:00
0BI2312		0	0	181	91	90	0	0	2016/11/11 17:00
9406295BR3464		3	0	120.3006	22.54431	52	3	29	2016/11/11 17:01
83017233FHF5		3	0	120.3153	22.57045	72	63	22	2016/11/11 17:01
-1		-1	0	120.3152	22.56707	30	0	0	2016/11/11 17:01
9155377A8CF4		0	19.2	120.0251	22.71286	71	155	20	2016/11/11 17:02
9395604V7HM7		1	0	120.2276	22.6398	70	133	15	2016/11/11 17:02
8223672DYED		8	8	120.2652	22.61666	90	74	0	2016/11/11 17:02
9670975BR3625		15	0	120.285	22.59765	33	70	12	2016/11/11 17:02
85104539LY2247		0	0	120.2465	22.57987	80	60	21	2016/11/11 17:02
9208174BLBH		0	12.6	120.1432	22.64225	70	160	31	2016/11/11 17:03

12

勞氏資料庫欄位

IMO號	呼號	總噸	總長	主船種	引擎數量	轉速(rpm)	引擎馬力(kw)	引擎種類	最大船速(節)	標準貨櫃數	輔助引擎功率	鍋爐功率	Tier判斷
imo_no	call_sign	dwt	loa	main_vessel	engine_num	engine_rpm	engine_kw	engine_type	speed	teu	AE_ENERGY	AB_ENERGY	due_or_del
8000006	LW6709	9010	119.8	10	2	775	3118	4	11.9		1284		1981/04/01
8000018	LW4562	9010	119.8	10	2	775	3118	4	12.0		0		1982/03/01
8000020	blank	198	21.8	7	2	0	366	4	10.0		144		1979/01/01
8000032	VKBF	175	34.5	7	1	1300	625	4	0.0		152		1981/09/01
8000044	blank	0	22.8	7	1	1300	309	4	11.0		0		1979/10/01
8000056	blank	0	28.0	7	2	0	2420	4	10.0		0		1980/11/01
8000070	H3QH	3570	105.6	9	1	600	3310	4	15.0	256	840		1981/11/01
8000109	7ORL	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/06/01
8000111	SVAN8	13845	127.9	10	1	175	3633	4	14.0		2804		1982/09/01
8000135	OW2298	130	31.0	7	1	1300	625	4	11.5		104		1980/06/01
8000147	OW2305	0	31.0	7	1	1300	625	4	0.0		0		1981/03/01
8000159	BRQJ	15265	144.8	5	1	150	5600	4	13.8	40	1050		1981/02/01
8000214	9HA2950	3245	164.4	12	4	0	9708	4	18.0		7240		1981/12/01
8000226	OJQB	4150	137.4	12	4	800	14860	4	18.5		4744		1981/06/01
8000240	blank	0	26.5	7	2	875	810	4	8.7		52		1979/01/01
8000252	HOIL	28738	179.9	2	1	150	8385	4	14.5		1500		1981/02/01
8000305	9LB2358	6476	105.6	5	1	245	2795	4	15.0		600		1980/05/01
8000422	blank	0	26.7	7	2	1300	1230	4	12.8		110		1981/02/01
8000484	VRXU2	60732	222.1	2	1	119	9635	4	14.8		1500		1982/03/01
8000563	BOKH	65083	224.5	2	1	120	10140	4	15.8		1500		1981/09/01
8000587	HSSC	2262	79.6	10	1	600	1545	4	12.0		208		1980/07/01
8000599	ELAH2	36845	170.5	10	2	520	8606	4	14.3		3600		1980/12/01
8000616	LAZB2	68139	243.8	11	1	103	11622	4	15.0		1000		1981/07/01
8000678	blank	109	33.7	7	2	390	1912	4	12.0		192		1980/07/01

模擬流程及結果

推估流程

1. 抓取 AIS 船舶資訊
2. 利用 船舶資訊 計算排放量
3. 計算混合層高度
4. 自動產生 AERMOD.inp 輸入資訊
5. 執行 AERMOD 排放量推估
6. 參考點結果顯示

15

事先準備檔案

- 下載並安裝 python 2.7 軟體
<https://www.python.org/downloads/>
- 執行方式
C:\Python27\python marine.py
- 即時資料下載設定檔
marine.py
- 執行批次檔
marine.bat
- 模擬網格地形資料
R_100X100.dat
- 污染物種、測站資訊及參考點座標
marine.dat
- 勞氏資料庫
Lloyd_DB.dat
- 排放係數、預設參數
factors.dat
- 車輛 + 機具 排放量資料
S_Ve_NOx.dat
S_Ve_SOx.dat

16

即時資料下載

- 自動下載 紫外線即時監測資料 --- (紫外線指數)
[http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/UV/?\\$orderby=PublishTime desc&\\$skip=0&\\$top=1000&format=csv](http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/UV/?$orderby=PublishTime desc&$skip=0&$top=1000&format=csv)
檔案名稱：00_UVI.csv
- 自動下載 縣市(高雄市)小時值-每小時 --- (風速、風向、溫度、濕度)
[http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/ATM00505/?\\$skip=0&\\$top=1000&format=csv](http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/ATM00505/?$skip=0&$top=1000&format=csv)
檔案名稱：00_MET.csv
- 自動下載 船舶即時資訊系統 --- (AIS)
<http://163.29.73.35/Kaohsiung/KhAIS.csv>
檔案名稱：00_KhAIS.csv

17

抓取 AIS 船舶資訊

- 執行檔案：01vessel.exe
- 關聯檔案：
 - 00_KhAIS.csv --- AIS 即時下載
 - Lloyd_DB.dat --- 既有 勞氏資料庫
 - shipinfo.dat --- 輸出 船舶資訊 檔案
- 主要功能
- 利用 AIS資料庫 之 IMO 及 呼號，搭配 勞氏資料庫 取得船舶種類
- AIS 座標轉換 及 篩除 >20海浬 之錯誤座標
- 輸出 船舶 各項參數(船速、最大船速、引擎功率、座標...)
shipinfo.dat

18

排放量計算

- 執行檔案：02emission.exe
- 關聯檔案：
 - marine.dat --- 既有 抓取污染物種
 - shipinfo.dat --- 01輸出 船舶資訊 檔案
 - factors.dat --- 既有 排放係數表
 - S_emiss.dat --- 輸出 排放量結果 檔案
- 主要功能
- 計算 負載
- 搜尋 符合船種之 引擎排放係數(EF)、燃油校正係數(FCF)
- 計算 船舶 排放量 (g) ---> (g/s)
- 輸出 AERMOD 排放量資料格式
S_emiss.dat

19

計算混合層高度

- 執行檔案：03mixH.exe
- 關聯檔案：
 - marine.dat --- 抓取 測站資訊
 - 00_UVI.csv --- EPA_opendata 即時下載
 - 00_MET.csv --- EPA_opendata 即時下載
 - M_profile.PFL --- 輸出 探空氣象 檔案
 - M_surface.SFC --- 輸出 地面氣象 檔案
- 主要功能
- 讀取 即時氣象資料(風速、風向、溫度、濕度、紫外線指數)
- 計算 Pasquill 穩定度
- 使用 羅氏法 計算混合層高度
- 輸出 AERMOD 可用氣象格式
 - 探空：M_profile.PFL
 - 地面：M_surface.SFC

20

產生 AERMOD.inp 輸入資訊

- 執行檔案：04AutoAER.exe
- 關聯檔案：
 - marine.dat --- 既有 抓取污染物種、測站及參考點等資訊
 - R_spots.dat --- 輸出 參考點 檔案
 - AERMOD.inp --- 輸出 AERMOD input 檔案
- 主要功能
- 依據 marine.dat 輸出參考點座標
 - R_spots.dat
- 自動產生 AERMOD 5大控制項內容
 - AERMOD.inp

21

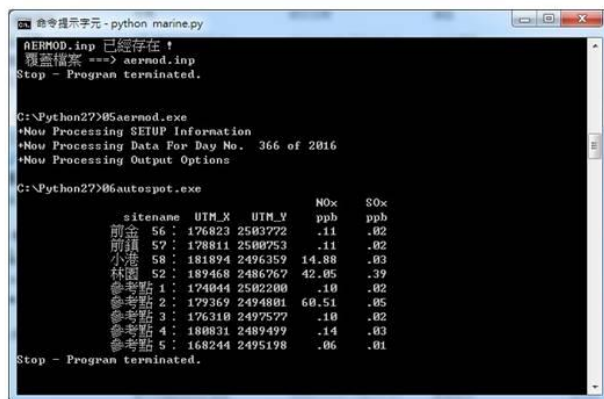
AERMOD 排放量推估

- 執行檔案：05aermod.exe
- 關聯檔案：
 - S_Ve_NOx.dat --- 既有 車輛+機具排放量
 - S_Ve_SOx.dat --- 既有 車輛+機具排放量
 - M_profile.PFL --- 03輸出檔案
 - M_surface.SFC --- 03輸出檔案
 - NOx.pos、SOx.pos --- 輸出檔案
- 主要功能
- 輸出 小時平均增量濃度
 - NOx.pos、SOx.pos

22

結果輸出

- 執行檔案：06autospot.exe
- 關聯檔案：
 - marine.dat --- 既有 污染物種、測站及參考點等資訊
 - NOx.pos --- 05輸出檔案
 - SOx.pos --- 05輸出檔案
- 主要功能
- 單位轉換(NOx、SOx)
- 參考點即時濃度顯示



```
命令提示字元 - python marine.py
AERMOD.inp 已經存在！
覆蓋檔案 ==> aermad.inp
Stop - Program terminated.

C:\Python27>05aermad.exe
+Now Processing SETUP Information
+Now Processing Data For Day No. 366 of 2016
+Now Processing Output Options

C:\Python27>06autospot.exe
```

	sitename	UTM_X	UTM_Y	NOx ppb	SOx ppb	
	前金	56	176823	2503772	.11	.02
	朝陽	57	178811	2500753	.11	.02
	小港	58	181894	2496359	14.88	.03
	林園	52	189468	2486767	42.05	.39
	參考點 1	1	174044	2502200	.10	.02
	參考點 2	2	179369	2494801	60.51	.05
	參考點 3	3	176310	2497577	.10	.02
	參考點 4	4	180831	2489499	.14	.03
	參考點 5	5	168244	2495198	.06	.01

```
Stop - Program terminated.
```

23

***THANKS FOR
YOUR ATTENTION***

24

附錄八

空氣品質即時推估系統使用手冊

Step 0. 事先準備資料

- a. 下載並安裝 python 2.7 軟體：網路上搜尋 keyword 為 "python"，下載網址 <https://www.python.org/downloads/>
- b. 執行方式：C:\Python27\python marine.py
- c. Python 設定檔：marine.py，說明如 Step 1。
- d. 勞氏資料庫：Lloyd_DB.dat，其檔案格式如下，

Fortran(I9, A15, A9, A7, A7, A6, A10, A12, A6, A7, A8, 2A12, A11)
- e. 排放係數、預設參數：factors.dat
- f. 模擬網格地形資料：R_100X100.dat
- g. 污染物種、測站資訊及參考點座標：marine.dat
- h. 執行批次檔：marine.bat，記錄推估系統每小時所要執行的檔案與動作。
- i. 車輛 + 機具 排放量資料：S_Ve_NOx.dat、S_Ve_SOx.dat

Step 1. 利用 Python 定時及自動下載氣象資料 (CWB OPENdata) 及 AIS 資料(港研中心)

建立 marine.py 設定檔案，內容設定固定時間自動下載以下 3 個檔案，下載檔案格式均為逗號分隔之 csv 檔。

- a. 自動下載紫外線即時監測資料(紫外線指數)：其網址為

[http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/UV/?\\$orderby=PublishTime desc&\\$skip=0&\\$top=1000&format=csv](http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/UV/?$orderby=PublishTime desc&$skip=0&$top=1000&format=csv)，下載檔案名稱預設為”00_UVI.csv”。

- b. 自動下載縣市(高雄市)小時值-每小時(風速、風向、溫度、濕度)：

其網址為

[http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/ATM00505/?\\$skip=0&\\$top=1000&format=csv](http://opendata.epa.gov.tw/ws/Data/ATM00505/?$skip=0&$top=1000&format=csv)，下載檔案名稱預設為”00_MET.csv”。

- c. 自動下載船舶即時資訊系統(AIS)，其網址為

<http://163.29.73.35/Kaohsiung/KhAIS.csv>，下載檔案名稱預設為”00_KhAIS.csv”。

Step 2. 抓取船舶資料確認船種

執行檔案：01vessel.exe

輸入檔案：Lloyd_DB.dat --- Step 0 既有之勞氏資料庫

00_KhAIS.csv --- Step 1 即時下載

輸出檔案：shipinfo.dat --- 輸出船舶資訊檔案

主要功能：

- a. 利用 AIS 資料庫之 IMO 及呼號，搭配勞氏資料庫取得船舶種類。
- b. 利用回歸公式轉換 AIS 座標，並篩除 >20 海哩之錯誤座標。
- c. 輸出船舶種類之各項參數(船速、最大船速、引擎功率、座標 ... 等)，預設檔名為”shipinfo.dat”。

Step 3. 利用 shipinfo.dat 之參數資料計算排放量

執行檔案：02emission.exe

輸入檔案：factors.dat --- Step 0 既有之排放係數表

shipinfo.dat --- Step 2 輸出之船舶資訊 檔案

輸出檔案：S_emiss.dat --- 輸出排放量結果 檔案

主要功能：

- a. 利用船速計算負載。
- b. 搜尋符合船種之引擎排放係數(EF)、燃油校正係數(FCF)。
- c. 計算船舶排放量，並將單位轉換為 g/s。
- d. 輸出 AERMOD 排放量資料格式，預設檔名為”S_emiss.dat”，檔案

內容格式預設如下：

座標：Fortran(A11, 1X, I5, A8, F9.1, F10.1, I7)

排放量：Fortran (A11, 1X, I5, 1X, F10.6, 4(1X, F8.1))

Step 4. 計算混合層高度

執行檔案：03mixH.exe

輸入檔案：marine.dat --- Step 0 既有之測站資訊

00_UVI.csv --- Step 1 即時下載

00_MET.csv --- Step 1 即時下載

輸出檔案：M_profile.PFL --- 輸出探空氣象檔案

M_surface.SFC --- 輸出地面氣象檔案

主要功能：

a. 讀取即時氣象資料，並計算輻射量、雲量，以計算 Pasquill 穩定度，進而使用羅氏法計算混合層高度。

e. 輸出探空氣象資料：M_profile.PFL，格式如下。

Fortran(4(I2,1X),F6.1,1X,I1,1X,F5.0,1X,F7.2,1X,F7.1,1X,F6.1,1X,F7.2)

e. 輸出地面氣象資料：M_surface.SFC，格式如下。

Fortran(3(I2,1X),I3,1X,I2,1X,F6.1,1X,3(F6.3,1X),2(F5.0,1X),F8.1,1X,F6.3,1X, 2(F6.2,1X),F7.2,1X,F5.0,3(1X,F6.1),1X,I5,1X,F6.2,2(1X,F6.0),1X,I5)

探空氣象欄位說明		
時間	年月日時	與地面氣象時間一致
height	測站高	預設值
top	小時代碼	預設值
WD	風向(degree)	氣象即時值
WS	風速(m/s)	氣象即時值
TT	溫度(°C)	氣象即時值
SA	風向標準偏差(degree)	預設值
SW	風速標準偏差(m/s)	預設值

地面氣象欄位說明		
時間	年月日時	與探空氣象時間一致
H	顯熱通量(W/m ²)	預設值
u*	地表摩擦速度(m/s)	預設值
w*	對流速度(m/s)	預設值
VPTG	溫度梯度	預設值
Zic	對流混合層高度(m)	系統公式推算
Zim	機械混合層高度(m)	系統公式推算
L	曼寧長度(m)	預設值
Z0	地表粗糙度(m)	預設值
B0	包溫比	預設值
r	反照率	預設值
Ws	風速(m/s)	氣象即時值
Wd	風向(degree)	氣象即時值
Zref	風向計高(m)	預設值
temp	溫度(K)	氣象即時值
Ztemp	溫度計高(m)	預設值
ipcode	降雨代號	預設值
pamt	降雨(mm/hr)	氣象即時值
rh	相對濕度(%)	氣象即時值
pres	測站壓力(mb)	預設值
ccvr	雲覆量(10 分量)	系統公式推算

Step 5. 自動產生 AERMOD.inp 輸入資訊

執行檔案：04AutoAER.exe

輸入檔案：marine.dat --- Step 0 既有之污染物種、測站及參考點等資訊

輸出檔案：R_spots.dat --- 輸出參考點座標檔案

AERMOD.inp --- 輸出 AERMOD input 檔案

主要功能：

a. 讀取 marine.dat ，並輸出參考點座標，預設檔案名稱”R_spots.dat”。

Fortran(A11, 3X, A6, 2X, A7, 2X, A6, A5)

b. 自動產生 AERMOD 5 大控制項內容，檔案名稱”AERMOD.inp”。

Step 6. 執行 AERMOD 排放量推估

執行檔案：05aermod.exe

輸入檔案：S_Ve_NOx.dat --- Step 0 既有之車輛+機具排放量

S_Ve_SOx.dat --- Step 0 既有之車輛+機具排放量

M_profile.PFL --- Step 4 輸出檔案

M_surface.SFC --- Step 4 輸出檔案

輸出檔案：NOx.pos --- 模擬輸出結果

SOx.pos --- 模擬輸出結果

主要功能：

- a. AERMOD 模擬輸出小時平均增量濃度，預設檔名為” NOx.pos”或是” SOx.pos”。

Step 7. 抓 參考點資料、繪製等值圖需要資料

執行檔案：06autospot.exe

輸入檔案：marine.dat --- Step 0 既有之污染物種、測站及參考點等資訊

NOx.pos --- Step 6 輸出檔案

SOx.pos --- Step 6 輸出檔案

輸出檔案：”yyyymmddhh.dat”，輸出檔案使用年月日小時為檔名，內容包括測站、參考點之 NOx 及 SOx 增量結果

主要功能：

- a. 螢幕輸出測站及參考點濃度。
- b. 檔案輸出測站及參考點濃度，檔名預設為由年月日小時組成之檔案名稱，”yyyymmddhh.dat”。格式如下。

Fortran(A4,2(A1,A2),1X,A2,1X,A10,1X,I6,1X,I7,1X,F6.2,1X,F6.2)

簡易執行流程

0. 作業系統開機。

1. 系統執行前準備：

a. 從網路上 下載並安裝 python 2.7 軟體。

網址 <https://www.python.org/downloads/>

b. 複製以下之執行檔及資料檔到 python27 目錄下。

執行檔	資料檔
01vessel.exe	factors.dat
02emission.exe	Lloyd_DB.dat
03mixH.exe	marine.dat (NO _x 、SO _x)
04AutoAER.exe	R_100X100.dat
05aermod.exe	S_Ve_NO _x .dat
06autospot.exe	S_Ve_SO _x .dat
marine.bat	marine.py

c. 在 marine.dat 檔案中，增加(或 修改)參考點座標(x,y,z)。

2. 執行 marine.py (定時自動執行系統)。

a. 開啟”命令提示字元”。

b. 進入 C:\python27 目錄之下。

```
cd c:\python27
```

c. 執行系統。

```
python marine.py
```

3. 預設每小時的 20 分自動執行。(例如 XX:20，XX 表示小時)

4. 輸出測站及參考點濃度。

程式當掉處置：

1. 直接關掉 “命令提示字元”。

2. 重啟 “命令提示字元”，並重新執行 marine.py。