

109-108-6203  
MOTC-IOT-108-TDF002

# 交通空污排放量推估與空污熱點分析

著者：蘇源昌、蔡志賢、洪珮瑜、蘇淳太、陳冠男、林昱勳  
張齡云、曾佩如、朱珮芸、傅 強、蕭為元

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

交通空污排放量推估與空污熱點分析/蘇源昌等著.  
-- 初版. -- 臺北市：交通部運研所，民109.7  
面；公分  
ISBN 978-986-531-165-0(平裝)

1. 交通管理 2. 空氣污染

557

109008935

交通空污排放量推估與空污熱點分析

著者：蘇源昌、蔡志賢、洪珮瑜、蘇淳太、陳冠男、林昱勳、張齡云、  
曾佩如、朱珮芸、傅強、蕭為元

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 109 年 7 月

印刷者：長達印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 63 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：500 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1010900888 ISBN：978-986-531-165-0 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

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

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：交通空污排放量推估與空污熱點分析			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-165-0(平裝)	政府出版品統一編號 1010900888	運輸研究所出版品編號 109-108-6203	計畫編號 108-TDF002
本所主辦單位：綜合技術組 主管：曾佩如 研究人員：朱珮芸、傅強、蕭為元 聯絡電話：(02)2349-6870 傳真號碼：(02)2712-0223	研究單位：景丰科技股份有限公司 計畫主持人：蘇源昌 研究人員：蔡志賢、洪珮瑜、蘇淳太、陳冠男、林昱勳、張齡云 地址：臺北市大安區復興南路2段286號4樓 聯絡電話：(02)2377-8011	研究期間 自 108年3月至 108年12月	
關鍵詞：交通空污排放、交通空污熱區、交通管理措施			
<p>摘要：</p> <p>依據環保署研究報告指出，我國環境中PM2.5濃度約27.5%屬車輛排放影響，政府空污防制需交通單位配合，然交通減污工作涉及交通管理措施，以及地區性交通規劃，爰交通部門有深入研究之需要。</p> <p>本計畫彙析國內外近年交通空污管理措施，回饋於交通污染熱區之管理參考，並盤點空品監測及交通污染應用相關之開放資料，瞭解空污與交通各項資料互相勾稽之應用方向。此外，更進一步結合臺灣全國性排放清冊(TEDS)、空品監測資料及空氣品質模式，解析全臺主要的交通污染排放影響熱區，結果顯示，交通空污主要集中於都會市中心區域，其中又以六都較為顯著，顯示交通空污之減量管理宜優先從人口密集之都會區著手。</p> <p>由於各都會交通空污特性不同，本計畫透過蒐整文獻資料及專家意見，提出相關交通減污管理措施之建議。針對都會市區道路部分，因交通空污主要來自汽油小客車及機車，應針對降低私人運具使用、強化大眾運輸、推動低污染運具、減少道路壅塞等層面進行改善；在國道部分，交通空污主要來源則以柴油大貨車為主，因其為貨運營業之需，使用型態不易改變，應以降低排放係數，以及減少民眾暴露濃度為目標。</p> <p>另為推廣本所減少交通空污相關研究成果，本計畫辦理5場次減少交通環境空污暴露之推廣工作坊，促使交通管理單位將交通空污減量思維納入交通管理措施之規劃。有91%以上與會者對整體收穫感到滿意，96%以上與會者建議未來應持續辦理相關研究推廣，以持續提升臺灣空氣品質，維護民眾健康。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
109年7月	342	500	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。
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: Estimation of Traffic Air Pollution Emissions and Analysis of Air Pollution Hot Spots			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-165-0(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010900888	IOT SERIAL NUMBER 109-108-6203	PROJECT NUMBER 108-TDF002
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Pei-Ju Tseng PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Chiang Fu, Wei-Yuan Hsiao PHONE: (02)2349-6870 FAX: (02)2712-0223			PROJECT PERIOD From March 2019 TO December 2019
RESEARCH AGENCY: Environmental Simulation Co. Ltd. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yuan-Chang Su PROJECT STAFF: Zhi-Xian Tsai, Pei-Yu Hung, Chun-Tai Su, Kuan-Nan Chang, Yu-Shiun Lin, Ling-Yun Chang ADDRESS: 4F, No.286, Fuxing S. Rd., Da'an Dist., Taipei city 106, Taiwan (R.O.C.) PHONE: +886 2 2377-8011			
KEY WORDS: Traffic Air Pollution Emission, Traffic Air Pollution Hot Spots, Traffic Management Measures			
<p><b>ABSTRACT:</b></p> <p>According to the Environmental Protection Administration research report, approximately 27.5% of PM<sub>2.5</sub> concentration in the environment of our Country is attributed to traffic emissions. The Government's air pollution control requires cooperation by the Traffic Agencies; however, the traffic pollution reduction is involved with traffic management measures as well as the regional traffic planning, therefore, the Traffic Agencies need to have in-depth research on traffic air pollution.</p> <p>This Project collected and analyzed the domestic and international traffic management measures on reducing traffic air pollution, and provided feedback as the references for traffic pollution hotspots management, and inventoried the open data related to air quality monitoring and traffic pollution applications to understand the direction of cross application for all data of air pollution and traffic. Furthermore, the Taiwan Emission Data System (TEDS), air quality monitoring data, and air quality model are combined to analyze the main traffic pollution emission affected hotspots in entire Taiwan. The results showed that most of the traffic air pollutions are concentrated in the metropolitan area especially more significant in six special municipalities, showing that the traffic air pollution reduction shall be given priority to start from the densely populated metropolitan area.</p> <p>Because of the different air pollution characteristics of each metropolitan area, this Project proposes the recommendations of traffic pollution reduction management measures according to the collected and organized literature data and expert opinions. In terms of the metropolitan area roads, since the traffic pollution mainly comes from the petrol small passenger's cars and motorcycles, the improvement shall be aimed at reducing the use of private vehicles, strengthening public transportation, and promoting low-pollution vehicles, and reducing the traffic congestion. In terms of the freeway, the main source of emission is from the diesel trucks, the usage pattern is not easy to change due to of the needs of freight business. It shall be aimed at reducing the emission factor of diesel trucks and reducing people's exposure concentration.</p> <p>In addition, in order to extend the research contributions of Institute of Transportation on reducing traffic air pollution, this Project organized five promotion workshops for reducing traffic air pollution exposure, to promote the Traffic Management Agency to incorporate traffic air pollution reduction thinking into the planning of traffic management measures. More than 91% of participants satisfied with the study, and more than 96% of participants suggested that relevant research and promotion for reducing traffic air pollution shall be continued in the future in order to continuously improve Taiwan's air quality and protect people's health.</p>			
DATE OF PUBLICATION July 2020		NUMBER OF PAGES 342	PRICE 500
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目錄

<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1-1</b>
1.1 計畫背景與目的 .....	1-1
1.2 計畫內容與工作項目 .....	1-3
1.3 計畫範圍與對象 .....	1-5
1.4 計畫流程 .....	1-6
1.5 名詞解釋 .....	1-7
<b>第二章 文獻回顧.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 交通空氣污染對空氣品質之影響 .....	2-1
2.1.1 交通空污排放特性.....	2-1
2.1.2 我國交通空污排放情形與來源.....	2-2
2.1.3 交通空氣污染物對人體健康危害影響.....	2-5
2.2 交通微環境之空氣污染暴露 .....	2-9
2.2.1 一般道路環境.....	2-11
2.2.2 公車候車環境.....	2-12
2.3 國內外交通空污防制策略彙析 .....	2-14
2.3.1 國外交通空污防制策略.....	2-14
2.3.2 國內交通空污防制策略.....	2-31
2.4 小結 .....	2-40
<b>第三章 交通空氣品質資料盤點及應用 .....</b>	<b>3-1</b>
3.1 空氣品質開放資料 .....	3-2
3.1.1 自動連續監測資料.....	3-2
3.1.2 手動採樣監測資料.....	3-23
3.1.3 室內空氣品質監測資料.....	3-29
3.1.4 其它類型空氣品質監測資料.....	3-32
3.2 交通資訊開放資料 .....	3-37
3.2.1 車輛偵測器 .....	3-37
3.2.2 高速公路電子收費系統.....	3-41
3.2.3 其它交通開放資料調查.....	3-43
3.3 分析交通空氣品質資料應用建議 .....	3-44

3.3.1	空氣品質監測資料.....	3-44
3.3.2	交通監測資料.....	3-50
3.3.3	其它資料應用建議.....	3-52
3.4	小結.....	3-53
<b>第四章</b>	<b>交通空污排放量與空污熱點解析.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	TEDS 推估交通空污排放之不確定性分析.....	4-1
4.1.1	TEDS 版本差異及演進歷程概述.....	4-2
4.1.2	解析移動污染源各項資料使用現況.....	4-6
4.1.3	移動污染源資料之適用性.....	4-16
4.2	交通空氣污染排放量解析.....	4-20
4.2.1	交通活動及空氣空污排放量趨勢.....	4-20
4.2.2	交通空污排放趨勢與防制策略之關聯性.....	4-28
4.3	全臺交通空氣污染熱點及其成因分析.....	4-36
4.3.1	TEDS 排放量解析交通空污熱點.....	4-36
4.3.2	交通測站實測資料解析交通空污熱點.....	4-50
4.3.3	空品模式解析交通空污熱點.....	4-62
4.3.4	交通空污熱點成因解析.....	4-84
4.3.5	交通空污熱點之管理策略建議.....	4-101
4.4	小結.....	4-105
<b>第五章</b>	<b>減少交通空污暴露研究成果推廣工作坊.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	工作坊規劃情形.....	5-1
5.2	工作坊重要討論情形.....	5-6
5.3	工作坊推廣及參與情形.....	5-11
<b>第六章</b>	<b>結論與建議.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	結論.....	6-1
6.2	建議.....	6-6

參考文獻.....	參-1
附錄 1 計畫執行成果摘要.....	附 1-1
附錄 2 審查意見辦理情形.....	附 2-1
附錄 3 計畫簡報.....	附 3-1

## 表目錄

表 2.1-1	交通空氣污染物排放量中各主要貢獻車種之排放占比 .....	2-4
表 2.1-2	交通空污排放對人體健康影響相關研究彙整 .....	2-7
表 2.2-1	特定區域交通空污排放暴露之相關研究 .....	2-9
表 2.3-1	國際交通空污排放管理策略趨勢彙整 .....	2-15
表 2.3-2	巴黎車輛污染程度標籤限行規範 .....	2-20
表 2.3-3	柏林車輛污染程度分級標籤及分級標準 .....	2-21
表 2.3-4	日本自動車綠色特別稅輕課標準 ( 2019-2021 稅制 ) .....	2-25
表 2.3-5	新加坡道路附加稅增收比例規範 ( 針對車齡超過 10 年者 ) ...	2-26
表 2.3-6	國際禁售燃油車相關期程 .....	2-29
表 2.3-7	綠色運輸管理策略與效益 .....	2-31
表 2.3-8	空氣污染防治行動方案計畫書涉及交通單位推動策略 .....	2-33
表 2.3-9	綠運輸分冊中空污減量相關策略 .....	2-35
表 2.3-10	國內涉及交通空污之管理規定 .....	2-37
表 2.3-11	交通單位可主導空污管理措施 .....	2-39
表 3.1-1	環保署空品測站歷史監測資料測項 .....	3-5
表 3.1-2	環保署光化測站監測物質列表 .....	3-8
表 3.1-3	任務性質交通測站監測位置與監測期間 .....	3-9
表 3.1-4	地方環保局空品測站資訊 .....	3-12
表 3.1-5	我國大型事業測站所屬單位、站名、污染物測項 .....	3-13
表 3.1-6	我國特殊性工業區測站所屬單位、站名、污染物測項 .....	3-17
表 3.1-7	特殊性工業區歷史資料欄位說明 .....	3-19
表 3.1-8	自動測站盤點結果彙整 .....	3-20
表 3.1-9	我國 PM <sub>2.5</sub> 手動採樣測站與監測起始時間 .....	3-24
表 3.1-10	地方環保局手動採樣監測資訊 .....	3-25
表 3.1-11	特殊性工業區手動採樣監測項目及監測頻率 .....	3-27
表 3.1-12	「細懸浮微粒 ( PM <sub>2.5</sub> ) 化學成分監測及分析計畫」監測資訊	3-28
表 3.1-13	我國室內空氣品質標準 .....	3-30
表 3.1-14	我國室內空氣品質場所公告類別及管制污染物項目 .....	3-31

表 3.1-15	室內空氣品質歷史資料欄位說明 .....	3-32
表 3.1-16	車輛尾氣、長隧道採樣監測實驗計畫與內容 .....	3-36
表 3.2-1	VD 動/靜態 資訊 XML 格式說明 .....	3-37
表 3.2-2	TDCS 產生檔案清單 .....	3-41
表 3.2-3	國道電子收費偵測站於不同路段統計 .....	3-42
表 3.2-4	國道電子收費偵測站於各縣市分布 .....	3-42
表 3.2-5	105 年公路總局各區省道調查縣市及里程 .....	3-43
表 3.3-1	路口及鄰近交通測站之 PM <sub>2.5</sub> 監測濃度 .....	3-45
表 3.4-1	盤點分析交通空品相關資料成果及應用建議 .....	3-55
表 4.1-1	[TEDS] 歷年線源推估方法更新說明 .....	4-3
表 4.1-2	活動強度、排放係數推估所需因子 .....	4-7
表 4.1-3	移動源車輛活動強度推估方法及推估因子 .....	4-10
表 4.1-4	移動源車輛活動強度推估因子資料來源 .....	4-10
表 4.1-5	美國 PART5 模式汽油汽機車粒狀物排放係數 .....	4-14
表 4.2-1	歷年各車種車輛數 ( 輛 ) .....	4-21
表 4.2-2	歷年車輛用油用油量 ( 公秉 ) .....	4-23
表 4.2-3	96~106 年車輛移動源歷年排放量 .....	4-26
表 4.2-4	104~107 年各期別車種車輛數 ( 輛 ) .....	4-33
表 4.3-1	TEDS 移動源排放量解析度設定 .....	4-37
表 4.3-2	交通路網數值圖層道路分級與對應網格化道路分級 .....	4-38
表 4.3-3	105 年省道交通量調查日車流量統計 .....	4-43
表 4.3-4	與交通空品測站 CO 濃度相關性分析結果 .....	4-56
表 4.3-5	與交通空品測站 NO <sub>x</sub> 濃度相關性分析結果 .....	4-58
表 4.3-6	氣象模式模擬性能評估結果 .....	4-66
表 4.3-7	各測站交通污染貢獻濃度與比例之歸類結果 .....	4-82
表 4.3-8	高雄市各測站與交通測站污染時序相關性 .....	4-94
表 4.3-9	我國 7 座國際商港內重型車輛污染物排放量 ( 噸/年 ) .....	4-99
表 4.3-10	我國 7 座國際商港周邊主要道路排放量 ( 噸/年 ) .....	4-100
表 4.3-11	我國 4 座國際航空站周邊主要道路排放量 ( 噸/年 ) .....	4-100
表 5.1-1	本計畫辦理工作坊之相關資訊 .....	5-4

表 5.3-1	各場次參與人數及問卷填寫人數統計 .....	5-11
表 6.2-1	國內外相關策略推動比對參照 .....	6-7

## 圖目錄

圖 1.4.1	工作流程圖.....	1-6
圖 2.1.1	全球各地交通空污於 PM <sub>2.5</sub> 排放量占比分析.....	2-3
圖 2.1.2	臺灣境內 PM <sub>2.5</sub> 濃度來源比率.....	2-3
圖 2.1.3	我國不同排放來源之空氣污染物排放量占比分布.....	2-4
圖 2.2.1	柴油公車進站/未進站下之 PM <sub>0.1</sub> 濃度變化情形.....	2-13
圖 2.3.1	巴黎車輛污染程度分級標籤.....	2-19
圖 3.1.1	交通空氣污染開放資料盤點架構.....	3-1
圖 3.1.2	各行政區內環保署空品測站類型及數量.....	3-4
圖 3.1.3	環保署空品測站歷年監測資料下載頁面.....	3-5
圖 3.1.4	環保署光化測站位置與監測期間.....	3-7
圖 3.1.5	地方環保局空品測站歷史監測資料下載頁面.....	3-11
圖 3.1.6	特殊性工業區測站歷史監測資料下載頁面.....	3-18
圖 3.1.7	國內市售以及常見的空氣盒子.....	3-33
圖 3.1.8	國內空氣子的測站佈建情形.....	3-34
圖 3.1.9	空品測站與空氣盒子 PM <sub>2.5</sub> 監測數據比對結果.....	3-35
圖 3.2.1	國道、省道及縣市道路 VD 分布圖.....	3-40
圖 3.2.2	比對 105 年 TDCS 及交通部統計資料.....	3-42
圖 3.3.1	環保署各交通測站 SO <sub>2</sub> 年平均濃度趨勢.....	3-45
圖 3.3.2	三重測站 CO 平均濃度與車流量、車速之關聯性.....	3-46
圖 3.3.3	一般空品測站污染物濃度與車流量之比對分析.....	3-47
圖 3.3.4	一般測站污染物與交通指標污染物比對分析.....	3-48
圖 3.3.5	土城站、小港站 VOCs 觀測數據之受體模式分析結果.....	3-49
圖 3.3.6	任務性質交通測站與鄰近交通資料比對分析.....	3-49
圖 3.3.7	高雄市區平面道路小型車時間權重分布.....	3-51
圖 3.3.8	國道收費路段大小客貨車流量分布.....	3-51
圖 3.4.1	分析交通空污對空氣品質影響之相關資料應用.....	3-54
圖 4.1.1	TEDS 車輛排放量推估流程架構.....	4-2
圖 4.1.2	零里程排放率/劣化率計算排放係數示意.....	4-12

圖 4.1.3	車行里程推估方法差異.....	4-18
圖 4.2.1	各車種車輛數成長率.....	4-22
圖 4.2.2	車輛用油成長率.....	4-23
圖 4.2.3	國道通行輛次及延車公里成長率.....	4-24
圖 4.2.4	各車種平均車行里程成長率.....	4-25
圖 4.2.5	歷年 PM <sub>2.5</sub> 紅色警示次數.....	4-28
圖 4.2.6	車輛移動源 NO <sub>x</sub> 變化趨勢.....	4-30
圖 4.2.7	車輛移動源 SO <sub>x</sub> 變化趨勢.....	4-31
圖 4.2.8	車輛移動源 TSP 變化趨勢.....	4-31
圖 4.2.9	車輛移動源 NMHC 變化趨勢.....	4-32
圖 4.2.10	車輛移動源 CO 變化趨勢.....	4-32
圖 4.2.11	104~107 年各期別車種車輛數占比趨勢.....	4-34
圖 4.2.12	推動低污染大眾運具之污染排放趨勢.....	4-35
圖 4.2.13	推動低污染私人運具之污染排放趨勢.....	4-35
圖 4.3.1	TEDS 線源空間分配工作流程圖.....	4-37
圖 4.3.2	網格圖層鋪設示意圖.....	4-38
圖 4.3.3	臺北地區 1km×1km 網格套疊示意圖.....	4-39
圖 4.3.4	TEDS 交通路網數值圖層網格化.....	4-40
圖 4.3.5	縱向國道 ETC 偵測站資料與網格路段長度分配.....	4-42
圖 4.3.6	橫向國道 VD 偵測站資料與網格路段長度分配.....	4-42
圖 4.3.7	排放量累積百分比與網格點數分布.....	4-44
圖 4.3.8	全臺交通空氣污染物排放量前 50% 網格點空間分佈：(a)CO、 (b)NMHC、(c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-46
圖 4.3.9	臺灣人口密度空間分佈圖.....	4-47
圖 4.3.10	交通污染物高排放量網格特性解析-以縣市占比分：(a)CO、 (b)NMHC、(c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-49
圖 4.3.11	交通污染物高排放量網格特性解析-以車種占比分：(a)CO、 (b)NMHC、(c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-49
圖 4.3.12	交通污染物高排放量網格特性解析-以道路型態占比分：(a)CO、 (b)NMHC、(c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-50

圖 4.3.13	環保署交通測站(新北市-永和站).....	4-51
圖 4.3.14	萬安演習交通管制期間交通站 CO、NO <sub>x</sub> 數據變化 .....	4-52
圖 4.3.15	萬安演習交通管制期間 PM <sub>2.5</sub> 濃度數據變化.....	4-52
圖 4.3.16	污染物時序變化特性：(a)交通測站、(b)易受工業排放影響測站 及公園測站.....	4-54
圖 4.3.17	彙析各測站 CO 濃度相關性分析結果.....	4-60
圖 4.3.18	彙析各測站 NO <sub>x</sub> 濃度相關性分析結果.....	4-61
圖 4.3.19	網格模式使用之 4 層巢狀網格結構 .....	4-64
圖 4.3.20	不同濕度下 CMAQ 模擬微粒質量分布曲線差異示意圖 .....	4-68
圖 4.3.21	臺灣弱綜觀天氣型態發生頻率與高濃度 PM <sub>2.5</sub> 事件日數.....	4-70
圖 4.3.22	2016 年全臺空品測站 PM <sub>2.5</sub> 月平均濃度.....	4-70
圖 4.3.23	交通排放對於空品測站污染物濃度影響 .....	4-73
圖 4.3.24	交通排放對於空品測站污染物影響濃度分布：(a)CO、(b)NMHC、 (c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-74
圖 4.3.25	交通排放對於空品測站污染物影響比例 .....	4-76
圖 4.3.26	交通排放對於空品測站污染物貢獻比例分布：(a)CO、(b)NMHC、 (c)NO <sub>x</sub> 、(d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-77
圖 4.3.27	推動交通空污減量優先順序示意圖 .....	4-79
圖 4.3.28	空品測站污染物貢獻比例 vs. 貢獻比例：(a)CO、(b)NMHC、(c)NO <sub>x</sub> 、 (d)PM <sub>2.5</sub> .....	4-80
圖 4.3.29	交通空污熱點主要區域及成因分析流程 .....	4-85
圖 4.3.30	六都交通空污熱點各車種排放量占比：(a)PM <sub>2.5</sub> 、(b)NO <sub>x</sub> .....	4-87
圖 4.3.31	臺北市不同車種之 NO <sub>x</sub> 排放總量、排放係數、與車輛數.....	4-88
圖 4.3.32	六都之 NO <sub>x</sub> 排放量熱點空間分布.....	4-90
圖 4.3.33	臺北市每日小型車車流量空間分布統計 .....	4-91
圖 4.3.34	六都交通污染源氣狀污染物排放量與占比 .....	4-92
圖 4.3.35	NO <sub>2</sub> 年均值前 10 之一般空品測站.....	4-93
圖 4.3.36	小港站地理位置與周邊重要工業及移動源設施 .....	4-93
圖 4.3.37	小港站與復興交通站污染物時序變化相關性分析：(a)NO <sub>x</sub> 、 (b)CO、(c)NMHC.....	4-95

圖 4.3.38	小港測站周邊交通量與車種組成關係：(a)小型車車流量、(b)大型車車流量、(c)大型車車流量占比 .....	4-97
圖 4.3.39	小港測站鄰近地區 NO <sub>x</sub> 污染源分布及氣象條件：(a)點源分布、(b)線源分布、(c)小港站風花圖 .....	4-98
圖 4.3.40	交通空污熱點減污措施思維 .....	4-102
圖 4.3.41	交通空污熱點減污措施建議及相關權管機關 .....	4-104
圖 5.3.1	工作坊總參與者之問卷調查統計 .....	5-13
圖 5.3.2	工作坊各場次之問卷調查統計 .....	5-14

# 第一章 緒論

## 1.1 計畫背景與目的

隨著我國經濟發展，國人對於空氣品質之要求亦日益提升，經由政府各單位的長期努力，臺灣各地空氣品質有逐漸改善趨勢，但仍有精進空間。因車輛之尾氣排放屬於近地排放，貼近民眾生活環境，而相關之空氣污染議題亦為民眾所關心，車輛空污排放不容忽視。近年來國際針對移動污染源管理策略之相關作為，已開始走向以強制性作為為手段，例如日本及新加坡之車齡加嚴稅制，英國、德國等歐洲國家車輛空氣污染分級管理及劃設空品淨區，美國及英國徵收道路擁擠費，以及全球各國陸續規劃燃油車退場時程等。

依照空氣污染防治法第 50 條各種污染源之改善，由各目的事業主管機關輔導之，相關輔導成果，應每年公開於中央主管機關（行政院環境保護署；下稱環保署）指定之網站，並定期檢討之。另依室內空氣品質管理法第 5 條，主管機關及各級目的事業主管機關得委託專業機構，辦理有關室內空氣品質調查、檢驗、教育等有關事宜；依據環保署利用全國空氣污染排放清冊 9.0 版推估我國環境 PM<sub>2.5</sub> 濃度，約有 27.5% 由車輛排放所貢獻。由於交通空污減量工作涉及運具管理、私人汽機車使用管制，以及地區性交通規劃，爰交通部門有深入研究之需要。

前述各項工作將對於我國交通環境（車種、車齡分布）及交通空污排放造成影響。因此，我國交通部門有必要掌握交通空氣污染相關資料及應用方式、交通空污排放趨勢、交通空污熱區分布情形及問題，以協助交通單位應用及配合相應規劃相關減污措施；同時，本計畫為使交通相關單位瞭解交通空污問題，並於交通管理策略規劃階段即兼顧減少交通空污之思維，並向外界傳達交通單位近年推動空污防制作為，爰針對本所相關空污研究成果辦理推廣工作坊。

綜合而言，本計畫有下列 3 項辦理目的：

1. 經由盤點中央/地方相關單位於交通空污熱區維管之空品開放資料及索取管道，掌握空氣污染物監測項目及數據內容，提出適宜相關交通單位規劃交通空污防制策略之研究建議。
2. 蒐集交通活動需求數據及應用環保署空氣污染排放清冊資料，分析交通空污之發展趨勢、影響佔比與空間分布，以及探討交通活動與交通空污之關聯性，做為相關單位規劃交通空氣污染防制策略之參據。
3. 透過辦理交通微環境減少空氣污染暴露推廣工作坊，推廣相關交通管理措施對空氣污染改善之正面效益，促使交通管理單位重視提升空氣品質之思維。

## 1.2 計畫內容與工作項目

為探討國內交通單位空氣污染物排放情形，本計畫以環保署研究之空氣品質模式及排放量資料庫為基礎，進行交通空污排放量推估及應用。另前述資料庫是否適用於交通部門施政及研究需求，本計畫亦予以探討，同時釐清相關交通空品開放資料之適用性，做為後續交通空污研究之分析基礎，俾利交通單位於進行相關減污防制策略之研析及運用。

因此，本計畫之重要工作重點為：盤點可應用於交通空污研究之開放資料，藉此提出政策可應用之相關建議；釐清最新版全國空氣污染排放量清冊(TEDS)推估交通活動資料之適用性，運用 TEDS 排放量及實際空品觀測資料，解析全臺尺度交通空污熱區分布及成因，以提供相關單位減污應用建議，針對交通微環境減少空污暴露之研究成果，辦理推廣工作坊並進行宣導。

本計畫完成之工作內容說明如下：

### 1. 文獻蒐集與彙析：

- (1) 蒐集回顧交通空污研究之相關文獻，並區分總體交通空污排放與交通微環境空污暴露，如：交通空污排放特性、國內車輛空污排放來源、交通空污排放對人體健康影響，以及公車候車亭、機車及地下型軌道運輸車站等的交通微環境空污暴露情形。
- (2) 蒐集回顧近期國內外交通減污政策計畫與相關規定，如：歐美、日本、新加坡、中國等國外與交通空污排放管理相關之管理策略。歸納與彙析國外管理策略於國內推動之可行性，並做為本計畫交通空污熱點改善策略之建議，以及提供相關交通單位後續規劃國內交通空污管理策略之參考。

### 2. 盤點交通空污開放資料暨提出政策應用之建議：

- (1) 盤點中央/地方環保機關暨交通事業單位於戶外與室內交通空污熱區空品開放實測資料與索取管道，如：自動連續監測、手動採樣、室內空氣品質監測及交通事業單位各項於空品數據解析及運用時使用之相關資料等，確認其索取方式及數據運用涵意，掌握其數據最新狀態。

- (2) 就盤點之開放資料提供適宜交通部門相關政策應用之建議，檢視及說明各項開放資料對於研析交通空污時可運用之方法及涉及層面。
3. 應用環保署 TEDS 資料估算交通空污排放量與分析污染熱點：
    - (1) 檢視最新版 TEDS 所推估交通活動需求數據資料之適用性，包含說明目前交通空污排放量推估使用資料現況、各項資料的適用性調查及可能誤差來源說明。
    - (2) 以環保署 TEDS 分析交通空污源排放歷年趨勢，並蒐集相關統計資料，探討該交通空污排放趨勢與交通空污防制策略之關聯性，如：車輛數、油量、車流量、平均車行里程等交通活動變化趨勢，並解析可能影響交通空污排放趨勢之防制策略及其與排放量間之影響關係。
    - (3) 建立全臺區分車種、道路層級（國道、省道與生活圈道路）與交通部轄管區域（如港區與機場）聯外道路系統之交通空污物排放清冊資料，並比對環保署測站資料，探討全臺區域尺度交通空污熱區之成因與問題，包含運用 TEDS、空品觀測資料、空氣品質模式模擬案例，解析出交通空污集中熱區，並皆由前述分析方法交互驗證以提升分析可信度，獲得交通空污集中區域及各區域交通空污貢獻情形，再配合交通開放資料釐清其可能成因及交通與污染特性，提出供相關單位減污應用之策略建議。
  4. 彙析本所於交通微環境（如機車待轉區、地下型鐵路車站室內空品）減少空污暴露研究成果，邀請相關專家學者暨交通、環保主管機關，於全臺分區辦理 5 場次之推廣工作坊，絕大部分(96%以上)與會者認為未來應持續辦理類似之研究推廣。

### 1.3 計畫範圍與對象

本計畫主要工作為盤點交通空污開放資料及應用 TEDS 資料估算交通空污排放量與分析污染熱區，其工作之範圍及對象說明如下。

1. 空氣品質開放資料：以國內環保機關及相關單位，空氣品質監測相關之開放資料為蒐集對象，如環保署、地方環保局等，盤點對象包含自動連續監測、手動採樣、室內空氣品質監測、空氣盒子等。
2. 交通開放資料：本計畫交通開放資料運用於檢視交通空污排放量及熱區成因解析，故盤點資料針對排放量推估使用之相關數據來源為主，包含電子道路收費系統（ETC）、車輛偵測器（VD）、遊覽車調查資料等。
3. 交通空污排放量及污染熱點範疇：依據行政院 106 年 12 月 21 日空氣污染防治行動方案資料說明中，環境 PM<sub>2.5</sub> 濃度車輛排放比率為 30% 以上，又政府多項空污防制策略，需交通單位配合，故本計畫研究範疇，針對公路運輸部分進行污染排放量與污染熱點解析，不包含鐵路、航空及船舶的部分。
4. 車種：依據燃料及使用類別，共區分為 21 個車種，包含自用汽油小客車、營業用汽油小客車、自用柴油大貨車、營業用柴油大貨車、遊覽車、公車客運、二行程機車、四行程機車等。
5. 道路層級：依據交通部交通網路地理資訊圖層，總共分 4 個級別，分別為國道、省道、市道及縣道、區道及鄉道 4 種類型。
6. 空間範圍：全臺尺度分析，主要分為全臺及縣市地域別，配合本公司污染排放量時空分配技術，在排放量解析部分，參考環保署 TEDS 資料，最高解析度可提供以 1 公里×1 公里為範圍之網格內，交通空氣污染排放量結果。

## 1.4 計畫流程

本計畫首先盤點交通空氣污染開放資料，包含中央、地方環保及交通單位之空品開放實測資料，並提供開放資料數據相關政策應用上之建議；解析 TEDS 排放量資料，掌握交通空氣污染排放發展趨勢、各車種排放占比及影響排放量之重要因子趨勢變化，並運用前述資料與全臺尺度交通空污熱點分析進行整合，瞭解交通活動量與空氣污染排放間之關聯性，以及解析交通空污熱點之成因，彙整提供予交通部門做為後續管理之參考依據；本計畫亦彙析國內外運用交通管理方式進行交通空污排放減量與管制之相關措施，回饋予交通部門，做為針對交通空污熱區空氣污染減量之策略建議。此外，本計畫對本所於交通微環境減少空氣污染研究成果，於全臺分區辦理 5 場次之推廣工作坊。

本計畫詳細工作流程架構如圖 1.4.1 所示：

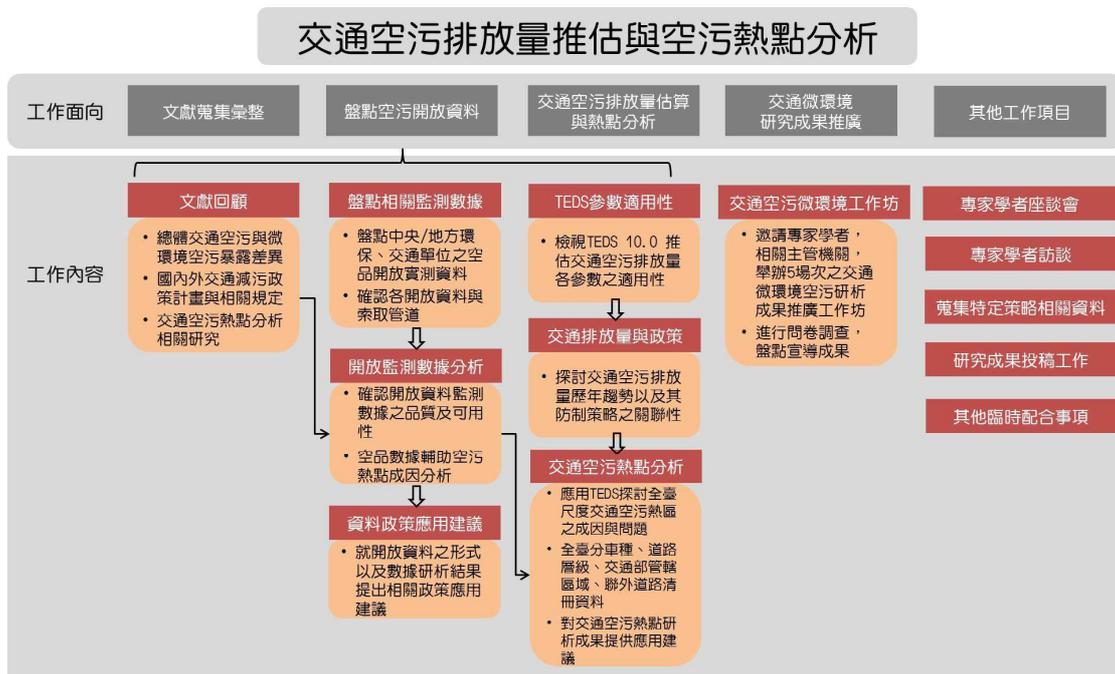


圖 1.4.1 工作流程圖

## 1.5 名詞解釋

1. 全國空氣污染排放量清冊：係指行政院環保署全國空氣污染排放量清冊資訊系統，為涵蓋國家各類型污染源排放量之總排放量資料庫，涵蓋之污染源包括固定污染源及移動污染源，或點、線、面及自然源（含生物源、河川揚塵等）等稱之，英文全名為 Taiwan Emission Data System，簡稱 TEDS。
2. TEDS 10.0：目前臺灣最新版本之 TEDS 為 10.0 版，以民國 105 年為基準年建置之排放量結果，後簡稱該版本之排放量皆為 TEDS 10.0。
3. 交通空污：係指公路運輸交通空氣污染，不包含其他污染來源。
4. 一般空氣污染物：泛指環保署空氣品質測站可量測之空氣污染物，包含二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、一氧化碳（CO）、臭氧（O<sub>3</sub>）、懸浮微粒（PM<sub>10</sub>）、細懸浮微粒（PM<sub>2.5</sub>）等物質。
5. 揮發性有機污染物：在常溫下以氣體形式存在於大氣中之有機污染物質統稱，全名為 Volatile Organic Compounds（VOCs）。
6. 碳氫化合物：指碳氫化合物之總量，全名為 hydrocarbon（HC）或 total Hydrocarbon（THC）。
7. 非甲烷碳氫化合物：總碳氫化合物濃度減去甲烷即為非甲烷碳氫化合物，全名為 Non-Methane Hydrocarbon（NMHC）。
8. 空品測站：環保署空氣品質監測站之簡稱，主要目的在監控大區域範圍之空氣品質狀況及長期趨勢。依監測目的不同，可分為一般測站、交通測站、工業測站、國家公園測站、背景測站及其它測站等類型。
9. 點污染源：點污染源主要是指受列管之公私場所，其污染源依排放型式又可區分為自排放管道排出者及逸散性排出者。
10. 線污染源：線污染源包含各式車輛因本身動力行駛於各類道路時，排放空氣污染物種者稱之，主要是指公路運輸工具之排放，車種包含自用與營業用大小客車、柴油大小貨車、機車等，在 TEDS 10.0 之中共涵蓋 21 類車種。依其排放型式包括燃燒排放（車輛排放尾氣）及逸散排放（包括蒸發、行駛、停等、輪胎磨損、剎車磨損等逸散排放）。

11. 面污染源：面污染源係指分佈範圍較廣而單一排放較小之污染源，其未能列入點源及線源；此外，點污染源中可能有遺漏者亦以面源方式補充推估之。面污染源依據其排放操作之型式可將其區分為燃燒行為產生之排放及非燃燒行為操作所產生之逸散性排放；逸散性排放源又分為粒狀物及碳氫化合物兩類，而燃燒源中則包括非公路運輸類別之移動污染源及排放量較小而分佈範圍較廣之固定污染源。
12. 車行里程：線源排放量推估模式之中汽機車之活動強度，乃交通統計術語之「延車公里」，其意義為車輛在特定時間區間行駛之總里程數，一般以年為單位。
13. 排放係數：「排放係數」或稱「排放因子」(Emission Factor)，其定義為「每單位生產量（或能源消耗量或服務量）所排出之空氣污染量」，大多數狀況下是由可取得的且品質可被接受的數據所平均之結果，一般假設其可代表某類污染源之平均排放狀況。在線源推估模式之中，以車輛行駛每公里排放之污染物重量為單位 (g/km)。
14. 車載診斷系統：又稱隨車電腦診斷系統，全名為 On-Board Diagnostics (OBD)，為裝置於車中用以監控車輛運行狀態及回報異常之系統，可於車輛系統出現問題時，產生故障代碼並傳送提醒訊號，告知車主進行診斷維修。我國自民國 97 年 1 月 1 日起，已規定所有進口與新出廠汽車需配置 OBD 系統。
15. 有害空氣污染物：全名為 Hazardous Air Pollutants (HAPs)，多指任何可能或會造成癌症或其它嚴重健康影響之空氣污染物，我國依據國際癌症研究總署 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 公布之物種危害性為基礎，彙整出 73 項優先列管之有害空氣污染物名單，種類包括有機性有害空氣污染物 (61 項)、重金屬及其化合物 (8 項)，及其它類 (4 項) 等。
16. 碳煙：又稱碳黑，全名為 black carbon (BC)，為空氣不足下燃燒碳氫化合物所得到之極細微碳黑粉末，懸浮於空氣之中，可能與心血管及呼吸道疾病之增加有關。
17.  $\mu\text{m}$ ：微米 (Micrometer)，屬長度單位，一微米相當於 0.000001 米，通常以  $1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$  表示之。

18.  $\mu\text{g}$ ：微克 (Microgram)，屬質量單位，一微克相當於 0.000001 克，通常以  $1\mu\text{g} = 10^{-6}\text{g}$  表示之。
19.  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ：微克/立方公尺，屬質量濃度表示方法，即每立方公尺空氣中所含之污染物微克數。
20. 液化石油氣：全名為 Liquefied Petroleum Gas (LPG)，為丙烷和丁烷之混合物。液化石油氣燃料具備有高熱值及低污染等特點，使用液化石油氣為車輛燃料，有助於改善空氣品質，減少廢氣污染排放。
21. 原生性污染物：又稱為一次污染物，指直接由排放源排放到大氣之中，對空氣品質造成影響之污染物質，例如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、CO、NMHC、原生性 PM 等物質。
22. 衍生性污染物：又稱為二次污染物，指非直接由排放源排放到大氣之中，而是由一次污染物經大氣反應後形成對空氣品質造成影響之污染物質，例如  $\text{O}_3$ 、衍生性 PM 等物質。
23. 自動連續監測：在此指空氣污染物係使用自動化連續監測儀器進行量測之監測方法，大部分自動連續監測之時間解析為小時值或具有更高的時間解析度。
24. 手動採樣監測：在此指需使用人工操作儀器針對空氣污染物使用非連續性質採樣、監測之方法，大部分手動採樣監測之時間解析係以日為單位或更低的時間解析度。
25. 特殊性工業區：依空氣污染防制法第十五條第二項規定，指工業區內容納下列類別之特殊性工業，且其合計基地面積超過總基地面積四分之一者：金屬冶煉業、煉油工業、石油化學基本原料工業、紙漿工業、水泥製造工業、農藥原體製造工業、煉焦工業、電力業、樹脂、塑膠、橡膠製造工業、酸鹼工業、半導體製造工業、光電材料及元件製造業、及其他經中央主管機關指定之工業。
26. 標準方法：在此指經由環保署行政院環境保護署環境檢驗所公告之污染物檢測方法。
27. 車流量：在某一時段內通過某一量測點的車輛數，最常以一小時為基礎。

28. 車輛偵測器：用以監測特定道路交通量變化之監測儀器，全名為 Vehicle Detector，簡寫 VD，監測數據可做為統計交通量之良好依據。
29. 電子道路收費系統：在此指中華民國國道（高速公路）的電子道路收費系統，全名 Electronic Toll Collection，簡稱 ETC，是目前臺灣高速公路唯一實施的收費系統，由於資料品質極高，可做為統計交通量之良好依據。
30. 動態資料：泛指 VD/ETC 所紀錄之交通量變化資訊，包含設備編號、設備狀態、時間週期、總車道數、車道資料、車道編號、車流量、平均車速、平均佔有率、各車種車流量。
31. 靜態資料：泛指 VD/ETC 所紀錄之設備位置與相關資訊，包含設備編號、位置、經度、緯度、方向(雙向道或單向道)、車道數等。
32. 指標性物質：進行空氣品質分析時用於追縱某特定排放源之變化情況或影響特性，並用來探討其它污染物是否與該指標物質是否具有高度相關性。
33. 能源平衡表：能源平衡表是以縱行能源產品與橫列能源流程交叉，所形成之矩陣格式，呈現歷年全國整體之各種能源產品，由供給經轉變以至歸屬各部門與主要行業使用之能源流程資訊，目前係由經濟部能源局每年更新公布。
34. Mobile 模式：為美國環保署使用之系列模式，用以進行移動污染排放推估，利用不同道路型態之車輛平均行駛速度和車輛排放量之關係，進行不同道路型態排放係數推估，並可運用於空氣品質網格模式中，我國運用之排放係數推估模式即參考此系列模式。
35. Mobile-Taiwan 模式：根據我國本土化排放情況所建立之車輛排放係數推估模式，為現 TEDS 線源車輛排放係數所採用之推估模式，用以產出不同車種 HC(尾氣)、NO<sub>x</sub>、CO、粒狀物之排放係數。
36. 零里程排放係數：新車出廠時，在設備元件為全新良好情況下，其污染物排放率。
37. 劣化率：隨著車輛使用，設備元件之功能逐漸老化，造成污染排放率增加，此隨著累積行駛里程增加之污染值為「劣化率」。

38. 空氣品質指標：空氣品質指標全名為 air quality index (AQI)，為依據監測資料將當日空氣中 O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、CO、SO<sub>2</sub> 及 NO<sub>2</sub> 濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之 AQI 值。
39. PM<sub>2.5</sub> 紅色警示：指 PM<sub>2.5</sub> 濃度依照 AQI 計算原則已達 AQI 值 151~200，此時空氣品質對所有人的健康開始產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。
40. 空氣品質網格模式：將真實大氣以網格劃分(包括水平網格與垂直網格)，並假設每個網格內的物理、化學特性均一致，最後針對每網格求解其統御方程式的數值解，由此即可獲得污染物濃度在空間上的分布及其隨時間的變化情形。網格模式是含有最少假設、功能最強大的空氣品質模式，但對於電腦資源之需求也較其他類型模式大。目前在臺灣最常被使用空氣品質網格模式的有 CMAQ (Community Multiscale Air Quality)、CAMx (Comprehensive Air Quality Model with Extensions) 以及 TAQM (Taiwan Air Quality Model)。
41. 模式模擬性能評估：藉由觀測資料，針對模式模擬輸出結果進行量化驗證之工作，評估工作係參照環保署所公告之「空氣品質模式模擬規範」。
42. 綜觀天氣：泛指區域範圍較為廣大之天氣系統，水平範圍達到 2,000 公里或以上即歸類於綜觀尺度，例如：鋒面系統、寒帶氣旋、溫帶氣旋...等，天氣系統的生命期約 2 天至 10 天左右。
43. 空品區：指數個縣市依照位置劃分之空氣品質區域範圍，目前臺灣本島共劃分為 7 個空品區，分別為北部空品區、竹苗空品區、中部空品區、雲嘉南空品區、高屏空品區、花東空品區及宜蘭空品區。
44. 六都：指我國現第一級行政區(直轄市)，目前共設有臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市等 6 個，統稱「六都」。
45. 車種組成：指本計畫分析內容中特定區域車輛(或排放量)之中包含的各類型車輛數(或各類型車排放量)之組成比例。
46. 道路型態：指本計畫分析內容中所劃分不同層級之道路，在此共分為

分別為國道、省道、市道及縣道、區道及鄉道 4 種類型。

## 第二章 文獻回顧

交通空氣污染排放被認為是影響都會空氣品質之主要來源之一，隨著相關環保管理政策推行、排放標準加嚴及交通手段管理，交通空污排放總量呈現逐漸下降趨勢，然交通空污因貼近民眾用路環境，故對民眾健康造成影響，為各方關注。本計畫回顧交通空污排放對環境及人體健康之影響，並掌握國際上交通空污減量政策趨勢，做為規劃國內交通空污管制策略之參考。爰此，本章內容首先回顧我國交通空污排放特性及排放來源，說明交通空污排放對空氣品質影響之研究；其次，針對交通空污排放對於微環境（如公車候車亭）之空氣污染暴露情形研究結果進行彙析；最後，蒐整國內外交通空污減量之相關管制措施，進行歸納比較，提供我國相關管理單位之借鏡。

### 2.1 交通空氣污染對空氣品質之影響

從相關國際研究發現交通排放空氣污染物，對生活環境與人體健康影響甚鉅，本計畫以下就目前國內交通空污排放之情形、污染來源及國內交通空污排放對於人體健康之影響，進行概要說明。

#### 2.1.1 交通空污排放特性

機動車輛所產生之空氣污染物，可區分為氣狀污染物及粒狀污染物兩大類。常見之氣狀污染物包含 CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、VOCs 等，其中 NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 及 VOCs 等於大氣中經太陽照射後，將引起光化學反應，進而產生其他空氣污染物，即稱為衍生性空氣污染物，包含衍生性 PM<sub>2.5</sub> 或 O<sub>3</sub> 等。而針對 VOCs，包含醛類、苯及多環芳香烴等物質，皆已被證實為毒性化學物質，可能造成人體不良影響。在相關研究文獻（Dann,1992）中已指出，在美國全國性之致癌風險通常約有 35%~55% 是由揮發性有機物所致。粒狀污染物主要為 PM<sub>2.5</sub>、碳黑（carbon black, BC）、鉛（Pb）等，其中柴油引擎排放之 Diesel PM<sub>2.5</sub>（DPM）已被 WHO 列為一級致癌物質；除此之外，汽機車使用之汽柴油引擎所排放之 PM 中，亦可能含有 Pb、鐵(Fe)、銅(Cd)、

鎳 (Ni) 等金屬物質。

依據主要國家環境負荷統計結果顯示，受國人生活特性影響，我國在機車輛數達每平方公里 591 輛，大幅超過其他國家。在環保署積極推動二行程機車汰舊或換為電動機車等策略下，我國至 106 年為止，二行程機車尚餘 106 萬餘輛。根據 Platt 等人之 2014 年相關研究指出，二行程機車尾氣排放含有有機氣膠 (organic aerosol) 及芳香族排放因子，其污染程度高於其他車種，該研究量測二行程機車在空轉下，苯污染物最高濃度可測得  $300,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，足以說明二行程機車排放之廢氣，已達可能對人體健康造成不良影響程度。

柴油貨車、汽油小客車及機車為交通空污排放主要貢獻車種，針對柴油貨車部分，由於柴油引擎具有熱效率高、油耗低之特性，因此多使用柴油引擎做為動力來源；根據經濟部能源局各縣市加油站汽柴油銷售資料統計結果，柴油銷售量達到全體之 3 成以上，表示柴油在臺灣車輛之用量占有相當高程度的比例。

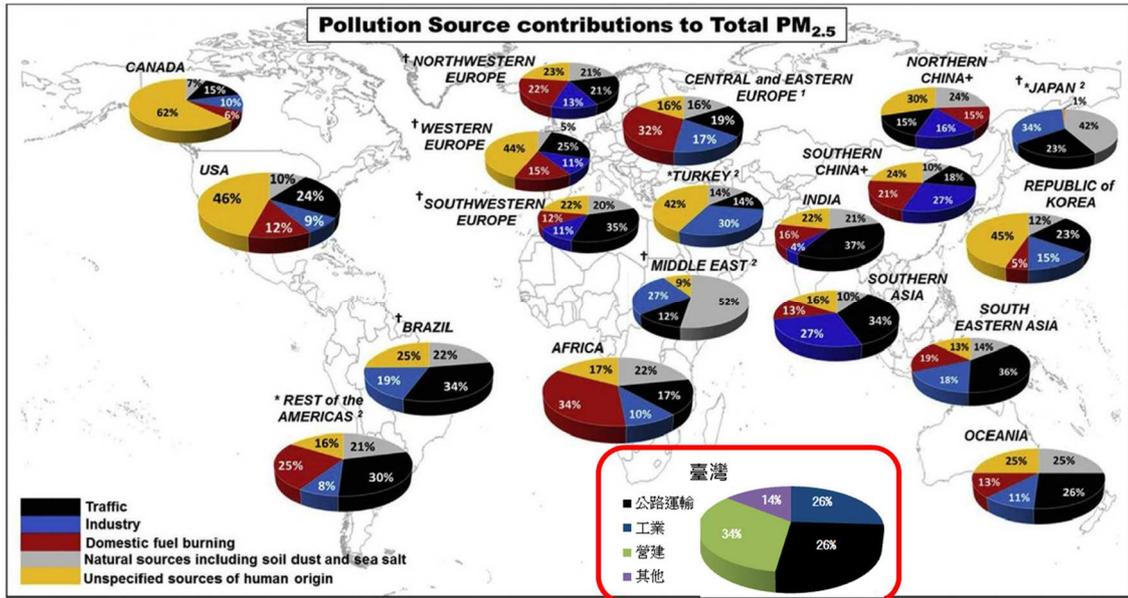
依據車輛排放產生來源不同，主要排放污染物亦有所差異，區分為：

1. 車輛靜止或行駛、油箱或曲軸機件內物質蒸發之排放：此類排放之空氣污染物以氣狀污染物為主，主要污染物類型為 VOCs，如苯、甲苯、甲醛等。
2. 煞車磨損、輪胎磨損及揚塵產生之排放：此類污染排放以粒狀污染物為主，其成分包含銅、鐵等金屬微粒，以及 BC。
3. 引擎尾氣排放：引擎尾氣排放為交通空氣污染主要排放來源之一，其排放以氣狀污染物為主，污染物類型包含 CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 等。

## 2.1.2 我國交通空污排放情形與來源

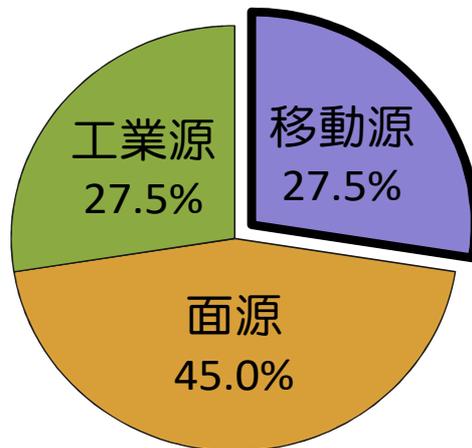
根據 2015 年 Karagulian 等人統計全球交通空污排放占比分布，交通空污排放約占地區各污染源 PM<sub>2.5</sub> 總排放量之 12-37%，工業源排放則占 4-34% 間；同時依據我國 TEDS 10.0 排放量分析結果，臺灣交通空污排放占各污染源總排放量之 26%，符合目前國際趨勢 (詳圖 2.1.1)。此外，2018 年國立雲林科技大學張良輝教授根據 TEDS9.0 版排放量估算結果，運用模

式模擬方式推估臺灣境內 PM<sub>2.5</sub> 濃度之來源，其中臺灣境內移動污染源來源占比為 27.5%，即約占 1/3 之比率（如圖 2.1.2）。上述資料及研究結果足以顯示減少交通空污排放以減輕空氣污染危害，具有正當性及必要性。



資料來源：Karagulian, Federico, et al. (2015)；本計畫自行彙整

圖 2.1.1 全球各地交通空污於 PM<sub>2.5</sub> 排放量占比分析



資料來源：雲林科技大學張良輝教授研究成果 (依 TEDS9.0 版推估)，107 年

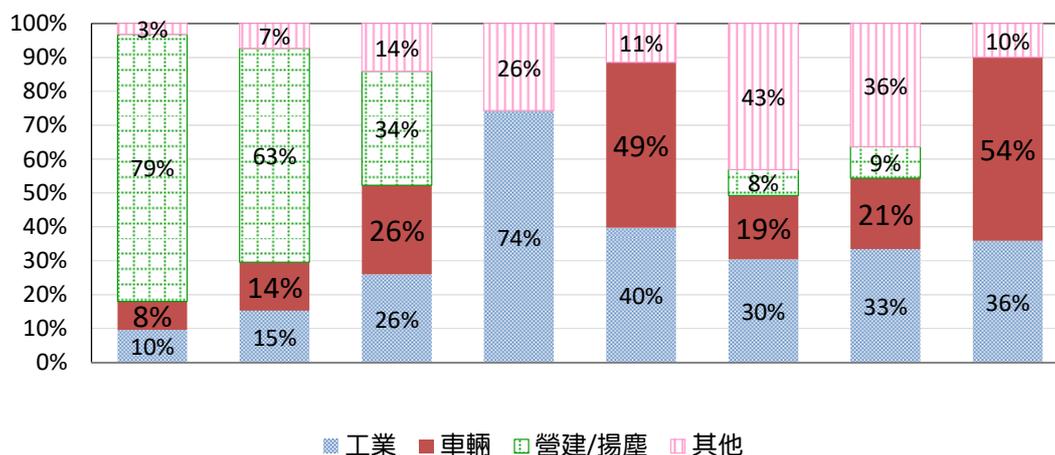
圖 2.1.2 臺灣境內 PM<sub>2.5</sub> 濃度來源比率

根據環保署最新公告之 TEDS 10.0 版排放量推估結果顯示，來自交通空污排放之空氣污染物，在 PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>x</sub>、非甲烷碳氫化合物 (NMHC) 及 CO 方面，其排放量占比分別約為 26%、49%、21%及 54%，顯示車輛排

放之空氣污染物，尤其在 CO 及 NO<sub>x</sub> 方面，具有相當高之比例；除此之外，在原生性 PM<sub>2.5</sub> 排放量方面，車輛也與工業源貢獻相當。上述污染物及其餘污染物於 TEDS 10.0 之排放來源占比情形，請詳見圖 2.1.3 所示。

進一步解析在車輛排放部分中，各運具排放總量占比，在 PM<sub>2.5</sub> 及 NO<sub>x</sub> 部分，主要排放貢獻來源為柴油大貨車，其次為汽油小客車，而在 CO 及 NMHC 部分，主要及次要貢獻來源分別為汽油小客車及四行程機車（如表 2.1-1 所示），顯示針對前述各車種做適當管理，為抑止交通空污排放之關鍵。然而，在現今民眾特別倚賴上述機動車輛做為交通工具，任何交通排放之空氣污染管理策略都須依據區域性之本土情況進行彈性調整，方得以降低在社會之衝擊，提升民眾接受度。

我國不同排放來源之空氣污染物排放量佔比



資料來源：環保署，TEDS 10.0 資料；本計畫自行彙整

圖 2.1.3 我國不同排放來源之空氣污染物排放量占比分布

表 2.1-1 交通空氣污染物排放量中各主要貢獻車種之排放占比

主要貢獻車種	汽油小客車	柴油小貨車	柴油大客車	柴油大貨車	四行程機車
PM <sub>2.5</sub>	25.1%	12.7%	4.3%	39.6%	10.1%
NO <sub>x</sub>	12.9%	5.2%	7.9%	65.1%	4.6%
CO	37.2%	12.9%	11.5%	5.3%	30.0%
NMHC	34.7%	7.8%	9.0%	10.6%	36.4%

註：本表僅表列排放量占比較大之 5 種車種

資料來源：環保署，TEDS 10.0 資料；本計畫自行彙整

### 2.1.3 交通空氣污染物對人體健康危害影響

在 2017 年 10 月 LANCET 期刊的報告中已指出，全球 1 年約有 650 萬人死因歸因於空氣污染，在臺灣部分，其每 10 萬人致死率約 51-75 人，即為約 1.2-1.7 萬人（7-10%）恐死於空氣污染，其中又以 PM<sub>2.5</sub> 及 O<sub>3</sub> 為主要造成空氣品質不良污染物。在瞭解交通空氣污染物排放量分布及主要貢獻來源車種後，本計畫亦針對交通空污排放對於人體健康之影響及危害之相關國內外文獻進行回顧。

世界各國近年來之研究已充分證實空氣中粒狀污染物濃度與人體呼吸系統、心血管系統、生殖系統等疾病間息息相關，依據 Pope 等人(2001) 研究指出，PM<sub>2.5</sub> 濃度每增加 10 µg/m<sup>3</sup> 吸入量，肺癌死亡率將增加 3%，缺血性心臟病死亡率將增加 2.1%，心肺疾病死亡率將增加 6%，總死亡率將增加 4%。2019 年 4 月英國醫學期刊文獻利用多數研究發現 NO<sub>2</sub> 與交通空污具一定之相關性，並以其作為交通空氣污染物代表，而結果顯示全球各國之小兒哮喘發病率與 NO<sub>2</sub> 平均濃度具有關聯性，且有 92% 之地區其年平均 NO<sub>2</sub> 濃度低於目前 WHO 訂定之空氣品質標準(WHO 標準值為 21 ppb)，足以顯示目前 NO<sub>2</sub> 空氣品質標準值訂定過高，故該研究藉此建議 WHO 應加嚴 NO<sub>2</sub> 之空氣品質管制。

除肺癌及心血管疾病外，國內外研究已發現，車輛排放之多環芳香烴 (PAHs)、NO<sub>2</sub> 及 PM<sub>2.5</sub> 皆已被確認為乳腺癌發生之外部環境因素 (Hung et al., 2012; B. Nancy G., 2016)。根據 2017 年 Chu 等人之研究指出，機車車輛數密度及其污染物濃度(PM<sub>2.5</sub> 及 NO<sub>2</sub>)與乳腺癌發病機率具有正相關性。在 Crouse 等人 (2010) 之研究中也指出，車輛排放之 NO<sub>2</sub> 暴露量每增加 5ppb，會使罹患乳腺癌之風險增加 25%。國內中國醫藥大學與亞洲大學研究團隊之最新研究也發現，暴露於高 CO 及 NO<sub>2</sub> 環境下，會增加眼底黃斑部病變之機率，而前述 2 種污染物主要來自燃燒行為，並以汽機車所產生為主 (Kuang-Hsi Chang 等人)。

交通空污排放因具有近地面排放之特性，致使都會區民眾近距離接觸污染源，其實際暴露之空氣污染物濃度可能遠高於環境大氣濃度，加上交通排放源產生之微粒相 PAHs，恐影響人體心肺功能，增加心肺相關疾病之發生率及死亡率。M. Kalaiarasan 等人 (2009) 於新加坡研究居住於不同

樓層受到之 PM<sub>2.5</sub> 暴露濃度影響結果，居住於高樓層（14 樓）其暴露濃度較中（10 樓）與低樓層（4 樓）低；而在 2004 年之英國醫學雜誌研究也顯示，居住於距離主要幹道 50 公尺內者，發生冠狀動脈硬化之機率較居住於 2 百公尺外者高出 63%，主因為汽機車排放細懸浮微粒會影響人體心肺功能，甚至致癌；國內中研院龍世俊教授指出，臺灣在地狹人稠之區域條件下，絕大多數人口生活區域皆位於道路周邊 200 公尺內，屬於「潛在高交通暴險社群」；Cora. S 等人（2016）於美國加州研究，居住於鄰近高速公路之 18 歲以下青少年，居住距離公路越近，影響肺功能指數越低。

世界衛生組織（WHO）所屬國際癌症研究機構（IARC）在 2012 年 6 月將柴油引擎廢氣（diesel engine exhaust）的致癌等級由 2A 級（極有可能為致癌因子）上調成 1 級（確定為致癌因子），認為柴油引擎廢氣與肺癌之發生有明確的關聯性；臺灣在柴油引擎廢氣對民眾之健康風險評估相關研究（Chio et al., 2013）指出，在 97.5% 之信心水準下，利用中位數計算，高雄地區柴油引擎排放廢氣，造成腫瘤發生率超過 22-26 人/十萬人之機率為 50%，並結合 TEDS9.0 中線源排放量統計，說明即使苯污染物之占比僅為 2.5%，並非有害空氣污染物之主要物種，但苯於致癌物質等級中屬於 1 級，對人體有明確致癌性影響，因此，其暴露所造成之健康風險，相較其他有害空氣污染物為高，更應值得關注。

2017 年李俊毅等人在高雄都會區進行揮發性有害空氣污染物研究結果指出，都會區排放源主要以移動污染源為主，其中甲醛之主要排放車種為大貨車及四行程機車，1,3-丁二烯則以四行程機車的排放較大，而此 2 類污染物，亦皆被 IARC 認定為人類致癌物質，甲醛恐造成人體的鼻咽癌及血液腫瘤，1,3-丁二烯則可能增加罹患胃癌、血癌及淋巴癌的風險。

綜整前述各項研究，都足以顯示交通空污物質對於民眾健康具相當之影響性，且因不同車種其所排放之主要空氣污染物有所差異，更應當依據各車種之排放特性及車輛使用特性進行差別管理。

表 2.1-2 交通空污排放對人體健康影響相關研究彙整

作者/年份	重要結論	篇名
Philip J Landrigan 等人 /2017	全球1年約有650萬人死因歸因於空氣污染，且其中又以PM <sub>2.5</sub> 及臭氧為主要之污染物。	The Lancet Commission on pollution and health.
Pope CA 等人 /2002	PM <sub>2.5</sub> 濃度每增加10 µg/m <sup>3</sup> 吸入量，肺癌死亡率將增加3%，總死亡率將增加4%。	Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution
Pattanun Achakulwisut 等人 /2019	交通空污具一定相關之二氧化氮(NO <sub>2</sub> )污染物，且全球各國之小兒哮喘發病率與NO <sub>2</sub> 平均濃度具有關聯性。	Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO <sub>2</sub> pollution: estimates from global datasets
Kuang-Hsi Chang 等人 /2019	暴露在高CO、NO <sub>2</sub> 污染地區民眾，罹患老年性黃斑部病變機率，較低暴露地區顯著增加91%機率，又前述2種污染源主要來源來自燃燒行為及汽機車所產生為主。	Traffic-related air pollutants increase the risk for age-related macular degeneration
M. Kalaiarasan 等人 /2009	居住樓層越低受到交通之PM <sub>2.5</sub> 暴露濃度影響越大，恐對於人體健康影響則越大。	Traffic-generated airborne particles in naturally ventilated multi-storey residential buildings of Singapore
Cora.S 等人 /2016	居住距離越近於公路，肺功能指數則越低。	Air Pollution Levels and Children's Lung Health. How Low Do We Need to Go?
Chu 等人 /2017	機車車輛數密度及污染物濃度與乳腺癌發病機率具有正相關性。	A Study on the Correlation between Breast Cancer and Air pollution
Crouse 等人 /2010	車輛排放之NO <sub>2</sub> 暴露量每增加5ppb，罹患乳腺癌之風險增加25%。	Postmenopausal Breast Cancer Is Associated with Exposure to Traffic-Related Air Pollution in Montreal, Canada: A Case-Control Study

資料來源：本計畫彙整

表 2.1-2 交通空污排放對人體健康影響相關研究彙整(續)

作者/年份	重要結論	篇名
Chio 等人/ 2013	高雄地區車輛柴油引擎排放廢氣與腫瘤發生率具有一定關聯性。	Health risk assessment for residents exposed to atmospheric diesel exhaust particles in southern region of Taiwan
Platt 等人/2014	二行程機車尾氣排放含有有機氣膠(organic aerosol) 及芳香族排放因子,其污染程度高於其他車種,皆可能產生人體不適之反應,或傷害人體肝臟、腎臟或神經系統等。	Two-stroke scooters are a dominant source of air pollution in many cities
李俊毅 等人 /2017	都會區排放源主要以移動污染源為主,其中甲醛之主要排放車種為大貨車及四行程機車,1,3-丁二烯則以四行程機車的排比較大,2者皆為人類致癌物質。	高雄地區揮發性有害空氣污染物排放及大氣濃度特性分析

資料來源：本計畫彙整

## 2.2 交通微環境之空氣污染暴露

交通空污除對於整體環境造成影響外，亦可能因微環境累積集中直接影響民眾健康，此些微環境特性包括民眾及工作者滯留或長時間之用路區域或特定時段車輛集中路段等，而造成特定用路族群短時間直接之高濃度交通空污暴露。本計畫中所稱之微環境定義，參考 2016 年 M. Lateb 等人研究，以距離人體 10 公尺範圍環境為基準，藉以瞭解該環境之空污特性對於特定族群之暴露濃度與影響。

本計畫彙整各項與交通管理單位權責相關之特定交通區域可能之空氣污染暴露影響，提醒及建議相關單位於未來後續管理策略研究及應用，應著重關注重點，相關交通微環境研究彙整如表 2.2-1 所示，而其內容逐小節分詳述如后。

表 2.2-1 特定區域交通空污排放暴露之相關研究

作者/年份	測試運具	測試地區	重要結論	篇名
Maurizio Manigrasso 等人/2017	重型柴油公車	羅馬市區	柴油公車進出公車站時，可能因受到煞停及啟動影響，其瞬間排放之PM <sub>0.1</sub> 明顯高於候車時之排放量	Pedestrians in Traffic Environments: Ultrafine Particle Respiratory Doses.
陳建任等人/2008	公車	臺北市公館地區	PAHs濃度高低分布為公車專用道>路邊公車站>一般環境	台北市公館地區公車專用道空氣中粒狀多環芳香煙對人體之健康風險評估
Moacir等人/2004	柴油公車	巴西地區	公車站中測得之PAHs濃度變化與公車流量間具有很大的關係	Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons from diesel engine in a bus station, Londrina, Brazil
Behrentz等人/2012	搭乘公車通勤學童	洛杉磯	搭乘公車通勤的學生於此期間的PM <sub>2.5</sub> 、NO <sub>2</sub> 與BC 的平均暴露量比其他任何時候都高	Relative Importance of School Bus-Related Microenvironments to Children's Pollutant Exposure

表 2.2-1 特定區域交通空污排放暴露之相關研究(續)

作者/年份	測試運具	測試地區	重要結論	篇名
Choi等人 /2018	柴油公車	洛杉磯	道路口的空氣污染物濃度，在交叉口的30公尺範圍內會達到峰值，之後會隨著距離增加而下降	Where to locate transit stops: Cross-intersection profiles of ultrafine particles and implications for pedestrian exposure
Tsai等人 /2008	機車、公車、捷運、汽車	臺北地區	1. 機車族PM <sub>2.5</sub> 暴露濃度最高，且駕駛人於怠速停等時所測得之暴露濃度較騎乘狀況下高出5%，短時間最高PM <sub>2.5</sub> 暴露濃度可達400µg/m <sup>3</sup> 以上 2. 公車族之乘客於停靠開門時，所測得之暴露濃度較關門時高出2%	Comparisons of commuter's exposure to particulate matters while using different transportation modes
龍世俊 /2005	機車、捷運、汽車	臺北地區	機車族暴露的濃度為最高，且在停等紅綠燈時，PM <sub>2.5</sub> 暴露峰值可達平均值的3-4倍	臺北都會區之機車、汽車及捷運通勤族微粒及PAHs之暴露濃度及影響因子
Li等人 /2017	腳踏車、機車及步行	臺北地區	使用腳踏車通勤之PM <sub>2.5</sub> 暴露劑量為最高	Assessment of different route choice on commuters' exposure to air pollution in Taipei, Taiwan

資料來源：本計畫彙整

## 2.2.1 一般道路環境

國內外針對不同通勤方式，利用配戴個人採樣器來探討 PM<sub>2.5</sub> 暴露濃度情形。Dai-Hua Tsai 等人（2008）於臺北市在相同路徑下，範圍約 7-8.8 公里內，依據早上及下午各 2 個尖峰時段，進行利用機車、搭乘公車、捷運及開車等 4 種方式，監測 PM<sub>2.5</sub> 之暴露，結果顯示以機車族暴露濃度為最高（67.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），其次依序為公車族、捷運族，以汽車族暴露濃度為最低；且針對機車駕駛人於怠速停等時所測得之暴露濃度顯示，相較於騎乘狀況下其暴露濃度高出 5%，且短時間最高 PM<sub>2.5</sub> 暴露濃度可達 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  以上。

龍世俊教授 2004 年及 2005 年研究，探討臺北都會區機車、汽車及捷運族暴露粒狀污染物及 PAHs 之濃度及影響因子，研究結果顯示，不論在 PM<sub>2.5</sub> 或 PAHs 結果上，均以機車族暴露的濃度為最高，尤其在停等紅綠燈時，機車騎士的 PM<sub>2.5</sub> 暴露峰值可達平均值的 3-4 倍；而 Li 等人（2017）規劃在相同路徑下，利用腳踏車、機車及步行等 3 種通勤方式，比較臺北地區 PM<sub>2.5</sub> 暴露劑量實測結果，其受到呼吸速率影響，以腳踏車暴露劑量為最高（4.2 $\mu\text{g}$ ），其次為機車，以步行暴露為最低（0.129 $\mu\text{g}$ ）。

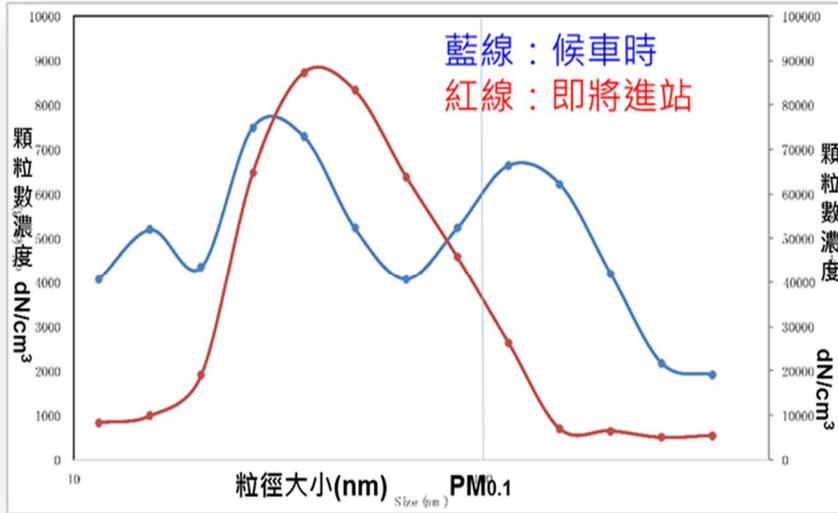
根據環保署 2018 年研究成果，不同運具所產生之空污排放及使用者受到空污暴露之濃度皆有明顯差異，在相同移動距離下，通勤者受到 PM<sub>2.5</sub> 暴露之平均濃度，以機車為最高（32.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ），其次為公車及捷運，而汽車因使用者處於車內密閉環境，其受到之暴露濃度最低；然針對單位通勤者單趟產生之 PM<sub>2.5</sub> 排放量而言，則以汽車排放量最高（0.31g），其次為機車（0.23g），較低的則為公車（0.08g）及捷運（0.01g）。上述研究結果足以顯示藉由私人運具移轉至公共運輸，特別係汽機車，對於交通空污排放減量應具有相當成效。

綜整上述回顧內容，我國私人機動車輛總數呈現逐年成長之趨勢，同時我國於私人交通工使用習性，以機車做為代步工具之比例相當高，然在機車因號誌停等路口容易受到前後汽機車輛阻擋或併排，恐導致空氣污染物不易擴散，進而容易對於機車騎士造成健康暴露危害。

## 2.2.2 公車候車環境

在都會地區，柴油大客車如公共汽車、遊覽車等公共運輸工具，因服務密度及頻率高，而其尾氣排放遂成為空污來源之一，影響搭乘民眾健康。其次，就市區公車之服務特性而言，其於每站上下車時皆會使一部分之廢氣進入車廂，而使乘客暴露量成長，相關研究指出，乘客於停靠開門時，所測得之暴露濃度較關門時會高出 2%；洛杉磯研究則針對孩童全日活動，進行空氣污染物暴露量調查指出，搭乘公車（70%為柴油引擎）通勤的學生，於此期間之 PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>2</sub> 與 BC 平均暴露量比其他任何時候都高，且雖然搭乘公車的時分僅占學童一日中之 10%，然其 BC 之暴露量貢獻已達全日之 1/3（Behrentz et al., 2012）。

除此之外，乘客在公車站候車之過程中也會吸入公車排放的廢氣；由 Maurizio Manigrasso 等人（2017）於羅馬針對公車候車族等車環境，量測其環境大氣中超細懸浮微粒（PM<sub>0.1</sub>）濃度發現，當重型柴油公車進出公車站時，因受到車輛煞停及啟動影響，其瞬間排放之 PM<sub>0.1</sub> 明顯高於候車時之濃度，顯見對於候車民眾健康之影響相當大（如圖 2.2.1）。2008 年陳建任對臺北市公館地區公車專用道污染物之研究也指出，檢測大氣中 16 種粒狀 PAHs 濃度後發現，濃度高低分布為「公車專用道>路邊公車站>一般環境」，又交通尖峰時出現之高濃度粒狀 PAHs 與公車流量變化間關係甚巨，該研究再利用主成分分析後推論證實，公車專用道之懸浮微粒中所含之 PAHs 多來自柴油公車所貢獻。類似的研究結果，在巴西對於公車站中來自柴油引擎排放之 PAHs 研究中亦顯示，公車站中測得之 PAHs 濃度變化與公車流量間具有很大的關係（Moacir et al., 2004）。而在本所之 2016 年研究成果也呈現，針對公車專用道及其鄰近交通測站之平日 PM<sub>2.5</sub> 濃度進行實際監測數據比對，公車專用道之 PM<sub>2.5</sub> 平均濃度較交通測站高出 7μg/m<sup>3</sup> 以上。各項研究結果皆呈現，公車停等之位置，因為靠近路口，且受到柴油大車不斷煞停之影響，可能成為受到交通空氣污染相當嚴重之地區。Choi 等人於 2018 年之研究中指出，道路口之空氣污染物濃度，一般在交叉口之 30 公尺範圍內會達到峰值，之後會隨著距離增加而下降，因此研究中認為，將公車站牌設立於離路口 40-50 公尺遠處，能顯著減少人體暴露於超細微粒（UFP）之機會。



資料來源：Maurizio Manigrasso et al., (2017)

圖 2.2.1 柴油公車進站/未進站下之 PM<sub>0.1</sub> 濃度變化情形

## 2.3 國內外交通空污防制策略彙析

國際已相當重視交通排放之空氣污染對於國家人民健康與經濟損害並且已有諸多討論與實際行動。本計畫蒐整各主要國家推動交通空污減量管理措施，同時彙整國內交通單位近期各項可達交通減污成效之主要管理措施（如：推動公路公共運輸、計程車汰舊換新等），並對國際重要推行交通空污排放管制策略進行可行性解析，以瞭解我國管制策略與國際間接軌情形，以及我國交通空污減量相關管理精進之參考方向。

### 2.3.1 國外交通空污防制策略

有關國外交通空污管理措施之蒐集，本計畫主要係以歐美及鄰近我國之日本、中國與韓國等國家為主，並蒐整前揭國家在交通空污減量相關之管制策略及作法於表 2.3-1 所示。

隨著全球空污議題發酵，除巴黎、雅典、馬德里和墨西哥城之市長於 C40 市長高峰會上簽署「空氣品質宣言」，承諾於 2025 年禁止特定區域道路上行駛柴油車外，多國亦將矛頭指向汽機車等交通工具污染。國外交通工具污染管制策略，普遍認為當傳統燃油車輛車齡超過 10-15 年後，除交通安全之疑慮外，更對於環境具污染性，對其他道路使用者造成不便及健康影響，故近期全球各國開始宣布各項電動車普及化之既定目標，以逐漸淘汰燃油車，並以更加清潔電動或混合動力汽車取代，同時配套發展大眾運輸系統，進而改善其環境空氣品質。因此，各國交通單位在交通管理手段之利用上，日益重視各車種之使用管制。

除此之外，部分國家更認為應當公開每輛車型之空氣污染排放狀況，一方面可使民眾於購買車輛時做為判定標準，進而鼓勵購買低排放車輛，亦可做為車隊管理以及地方政府當局針對交通空污進行相關管理規範之依據。以美國為例，其針對交通空污排放之基本法規框架乃以環保單位規範為主，並由交通單位相互配合各項策略之推動，包含新車標準與隨車電腦診斷系統（On-Board Diagnostic System, OBD）規範、使用中車輛管制、加州特殊條款、燃油調整等移動污染源相關法條。值得一提，美國在訂定環境相關法規之前，都會透過公聽會的方式廣泛徵集民眾意見。值得注意

的是美國司法手段保護環境過程，與我國不同之處在於：1. 利益關係人定義較為寬鬆，間接鼓勵一般民眾投入對環保的關懷；2. 透過專家與民眾交互共同產生（co-production）共識的過程，提升決策程序的正當性與知識產製的品質（Jasanoff, 2004）。

在歐盟體系方面，則以 2008 年頒訂之「歐盟環境空氣品質與更乾淨空氣指令」（Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Luftqualität und saubere Luft falität und sauber Mai 2008）為依據，框架包含一般規定、空氣品質評估（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM、Pb、苯(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)、CO、O<sub>3</sub>）、空氣品質控制（高/低於限值措施、健康警戒、氣候規範與例外）等。歐洲各國則針對其國內需求，以前述指令為依據規劃不同之空氣污染法規。另以亞洲日本為例，日本交通空污排放框架，包含明定汽車燃料所含物質之容許範圍、汽車排放廢氣濃度標準測定、採取措施、行為規範等，後續更推行「機動車 NO<sub>x</sub>、PM 法」（2002 年），以機動車輛排放尾氣濃度標準為核心，規範區域、車型、污染物標準等。

表 2.3-1 國際交通空污排放管理策略趨勢彙整

管制策略項目	推行國家(地區)	管制策略作法	我國對應之相關權責單位
稅制加嚴	日本、新加坡、荷蘭	車齡達一定年限車輛，加重其稅率	交通部
車輛分級管理	法國、中國、德國	不同污染程度車輛分級，並給予不同標籤，高污染車輛限制在特定區域與使用時段	環保署、交通部、地方政府、警察局
燃油效率規範	美國、日本、中國、歐盟	以車隊管理的概念執行，規範車廠車隊之燃油效率平均消耗	經濟部、環保署、交通部
車輛數總量管制	新加坡、中國(北京/上海)	逐年檢討車輛成長數或牌照發放數，以抽籤或競標方式控管牌照	交通部
製造車輛排污標準整廠總量管制	美國(TIER3 排放標準)	車廠年度所有生產車輛之排污率，需整廠加權平均後符合標準	環保署

資料來源：本計畫繪製

表 2.3-1 國際交通空污排放管理策略趨勢彙整( 續)

管制策略項目	推行國家(地區)	管制策略作法	我國對應之相關權責單位
規劃燃油車退場機制	日本、英國、法國、香港、美國	利用自然淘汰、補助淘汰，以及加嚴標準強制淘汰三階段，加速燃油車退場機制，包含提供車輛報廢補助、設置無車區及無車日、規劃零排放區域等	環保署、交通部
收取道路用費	英國倫敦、美國紐約	針對都會區域劃設範圍，進入該區域之車輛皆需繳付道路用費，用費之收入部分將用以改善大眾運輸系統	地方政府
低排放運具推廣	荷蘭、挪威、法國、英國、德國	規劃年限內停售燃油車及提高電動車占有率策略，並提出各項配套如：空污嚴重路段課徵柴油車額外費用、低排放車輛補助、擴建公共運輸建設及充電站設施等	各部會及地方政府（依據推動措施而定）
綠色運輸管理	歐盟、德國、南韓、巴西等	綜整各國與綠色運輸管理策略相關內容，包含車輛共享共乘、建置自行車快速道路、投入電動出租車計畫等	以地方政府為主
都市設置空品淨區/低碳區域	英國倫敦、義大利米蘭、挪威奧斯陸、日本東京、中國北京、墨西哥、德國	限制不符合標準之車輛進入，管理方式分： (1)增加不便：許可證管制 (2)增加負擔：高污染車輛加收費用	環保署、交通部、地方政府

資料來源：本計畫繪製

## 1. 都會區交通空污減量管理

從交通部統計網之統計可知，至 108 年 11 月為止，六都之汽、機車登記數占比達總車輛數之 62%，全國汽車及機車皆集中於六都使用，顯示都會交通空污排放管制應受到關注。近期國際間於都會區交通空污排放減量之措施，偏向就不同車輛之污染排放進行分級管理，並於人口密集或都會中心區域，劃設空氣品質淨區，進行車輛限行管制等。

本計畫彙整各國都市重要措施如下：

### (1) 車輛分級制度

2017 年於國際城市 C40 會議上，多數城市已開始推廣並宣導應推動 Clean Vehicle Checker 計畫，主要目的是希望使消費者考慮購買新型且具更低污染量之車輛型號，以降低城市或都會區內之空氣污染情形，計畫內容包含將車輛之污染物排放、耗油等資訊，於購車當下即進行提供，並同時藉由規劃車輛污染排放之分級標籤制度，有助於相關政府單位根據污染物排放量來認證車輛之環境類別，進而針對高污染排放之車輛進行有效且快速之管制，確保區域內之空氣品質，目前又以法國及德國推動之車輛分級制度最為著名。

#### ①法國

法國政府為達成法國 2020 年全面淘汰高污染車輛之目標，認為應當在推動清潔燃料之同時，限制高污染排放車輛使用，產生其使用不便性，進而降低其使用率及提升其汰換率，以保障都會區之空氣品質，因而於 2017 年開始採用「空氣標章貼紙制度 (Crit'Air)」。

法國政府宣導將車輛依不同期別（污染程度）發放給車主 6 種不同顏色標籤（綠、紫、黃、橙、褐、灰），鼓勵汰換不符合 Crit'Air 標章資格車輛（1997 年以前汽油車與 2001 年以前柴油車）為污染較低且燃油效率較高之新車或二手車，並公布車輛污染程度標籤限行區範圍，該範圍以都會區域選擇為主（Zone de Circulation Restreinte, ZCR，區域範圍如圖 2.3.1），有關其限制進入區域設置及進入規範將於後續說明。

其中，在法國的巴黎於 2017 年 7 月開始，針對前述車輛分級制度之計畫，已進入第二階段作為（詳細規範見表 2.3-2），除對原先

未取得標籤者進行區域限行規範，加入限制 Crit'air5 之小型車輛永久禁止於周一至周五的 8 點到 20 點於 ZCR 區使用，而大於 3.5 噸以上之巴士與卡車，也在週六、週日及公共假日期間的 8 點到 20 點禁止使用，前述規範若有違反者，小型車將罰款 68 歐元（約台幣 2,200 元），3.5 噸以上重型車罰款 135 歐元，若於 45 天內仍未繳交罰款者，則小型車輛改罰 180 歐元，重型車輛罰款 375 歐元（約台幣 13,500 元），藉以逐步達成 2020 年前禁止柴油車及高污染汽油車輛進入 ZCR 區域之目的。前述規範除緊急救護車輛及因特殊需求得以事前申請免貼標籤者外，不論是否為巴黎市內的居民，凡進入巴黎市區內之所有機動車輛（包含機車或是外國車輛），皆必須在擋風玻璃上黏貼環保標籤，未張貼該標籤進入市區者亦可由當地警察直接攔截並進行罰款。

經巴黎 Airparif 單位評估該制度成效顯示，新增限制 Crit'air5 車輛禁令後，將可影響 3% 之車輛行進，預估其增益將可減少 15% 之  $\text{NO}_x$ 、8% 之  $\text{PM}_{10}$  及 11% 之  $\text{PM}_{2.5}$  排放。

# Classement Certificat qualité de l'air Voitures particulières

NORME EURO (inscrite sur la carte grise)  
ou, à défaut, date de 1<sup>re</sup> immatriculation

	Tous les véhicules 100% électriques et hydrogènes	
	Tous les véhicules gaz et les véhicules hybrides rechargeables	
	Essence et autres 	Diesel 
	Euro 5 et 6 À partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2011	
	Euro 4 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus	Euro 5 et 6 À partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2011
	Euro 2 et 3 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1997 et le 31 décembre 2005 inclus	Euro 4 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus
		Euro 3 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2001 et le 31 décembre 2005 inclus
		Euro 2 Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1997 et le 31 décembre 2000 inclus
	Euro 1 et avant	Jusqu'au 31 décembre 1996

Pour obtenir son certificat qualité de l'air  
[www.certificat-air.gouv.fr](http://www.certificat-air.gouv.fr)

Pour en savoir plus, consultez l'arrêté du 21/06/2017 établissant la nomenclature des véhicules :  
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032749723&categorieLien=id>



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

資料來源：巴黎市政府，PROJET DE CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION.

圖 2.3.1 巴黎車輛污染程度分級標籤

表 2.3-2 巴黎車輛污染程度標籤限行規範

第一階段 (2017 年 1 月開始)					
車輛類型	機動類型	出廠日期	歐盟標準	標籤分級	限行時間
卡車/ 公共汽車	柴油	2001/10/1 以前	Euro 2	未達分級 標準	所有 8:00 至 20:00
	汽油	2001/10/1 以前	Euro 2		
私家車	柴油	1997/1/1 以前	Euro 1		工作日 8:00 至 20:00
	汽油	1997/1/1 以前	Euro 1		
輕型 商用車	柴油	1997/10/1 以前	Euro 1		
	汽油	1997/10/1 以前	Euro 1		
兩輪機車	輕型	2000/6/1 以前	None		
	重型				
第二階段 (2017 年 7 月開始)					
車輛類型	機動類型	出廠日期	歐盟標準	標籤分級	限行時間
卡車/ 公共汽車	柴油	2006/10/1 以前	Euro 3	NC+5	假日 8:00 至 20:00
	汽油	2001/10/1 以前	Euro 3		
私家車	柴油	2001/1/1 以前	Euro 2		工作日 8:00 至 20:00
	汽油	1997/1/1 以前	Euro 1		
輕型 商用車	柴油	2001/10/1 以前	Euro 2		
	汽油	1997/10/1 以前	Euro 1		
兩輪機車	輕型	2000/6/1 以前	None		
	重型				

資料來源：巴黎市政府，PROJET DE CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION (2017)；本計畫自行彙整

## ② 德國

在德國的柏林地區，採用與法國相似方式，以劃分一區域並規範進入該區域之車輛需取得符合標準之車輛空氣污染物排放分級貼紙標示方可進入（即表示該車輛符合一定之排放標準）。然德國柏林實施該制度之時程較巴黎早（於 2007 年 3 月開始），且具有永久性降低該區域之空氣污染標準為目的，故該限制標準具無期限之執行效力。

柏林地區的運輸及氣候保護部發現，該區域內許多交通要道之 PM<sub>10</sub> 及 NO<sub>2</sub> 濃度皆超過閾值，進一步評估其污染源發現，道路分別貢獻了 40% 及 80% 之排放，為保護該區域內之居民健康並降低粒狀污染物，規範進入柏林區域之車輛皆必須符合並取得綠色標示車輛標籤。

為將該區域內之車輛空氣污染物排放進行有效分級及辨識，所有進入區域內之車輛皆必須購買符合表 2.3-3 所示的對應排放標準證明之貼紙，並將其標示於擋風玻璃前，受規範者包含外國車輛之所有車輛，除了依據其聯邦保護法第 35 條規定，部分二輪或三輪車、緊急救護用車、具殘疾人通行證之車輛、軍隊用車等具有豁免權外，所有進入該區域之車輛，以及在該區域中駐停之車輛，如未取得綠色車輛標籤，則視為違法行為，可直接由警察單位進行執法並對其罰款 80 歐元（約臺幣 2,600 元）。

目前該標籤已於德國其他重要城市皆可通用，已約達 80 個城市以上建立了此制度。此外，德國政府認為減少有害污染物為持續關注之議題，於 2018 年已額外開始執行，依據天氣狀況變化，在非永久性條件下，車輛必須取得藍色標示標籤才得以進入區域中（屬空氣品質不良下之管理作為），該藍色車輛標籤發放標準僅授予 NO<sub>x</sub> 排放量少於 80 µg/km 之車輛，可取得該標籤之車輛主要為部分符合歐盟 6 期標準之柴油車或部分符合歐盟 3 期之汽油車輛，以及無內燃機之電動車，藉以保障區域內民眾之健康，降低交通空污暴露。

表 2.3-3 柏林車輛污染程度分級標籤及分級標準

排放標籤等級	1	2	3	4
樣式	沒有貼紙	紅色 	黃色 	綠色 
柴油車標準	Euro 1 或不符合 Euro 1 標準	Euro 2 或加裝濾煙器之 Euro 1	Euro 3 或加裝濾煙器之 Euro 2	Euro 4、5、6 期或加裝濾煙器之 Euro 3
汽油車標準	無催化轉換器			Euro 1 以上車輛

資料來源：柏林環境、運輸與氣候保護參議院 Berlin Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection

## (2) 都會區設置空品淨區或低排放區域

基於工業集中發展與都市人口聚集現象，工業區及都市空氣污染加劇，影響居住品質與居民健康，部分國家或地區逐步實施都會區域車輛限行措施或於市中心設立低排放區域（Low Emission Zones, LEZs），以

降低該區域範圍內之交通排放量，降低人體受暴露影響，此外，部分地區的低排放區域若有與車輛分級標準限行區域重疊者，其車輛必須二者規範階符合，才得以進入。

- ①英國：設定倫敦地區為低排放區，只允許“歐IV”標準以上的車輛進入，並於2017年5月制訂「Clean Air Zone Framework」，規範潔淨空氣區建立原則。
- ②德國：設定柏林、漢諾威、科隆等大城市的某些區域為低排放區，限制“歐III”車輛進入。
- ③墨西哥城：符合該國家最嚴排放標準之車輛，可以每天進入城市中心低排放區內，其他排放標準的車輛須每週停駛一天。
- ④義大利：義大利熱內亞地區，針對高污染車輛，限制其週一至週五工作日07:00至19:00時間內，禁止1999年6月17日前註冊（歐盟1期以前）之「二行程機車」、2001年1月1日前註冊（歐盟3期以前）之8人座車輛，以及歐盟1期以前的商用車輛通行。
- ⑤北京：國I及國II（歐盟1、2期標準）之輕型汽油車（輕型汽油車包含燃料種類為汽油之小型、微型客車及輕型、微型貨車）於工作日（因法定節日放假調休而調整為上班的週六、週日例外）禁止在北京市五環路（不含）以內區域道路行駛。

### (3) 進入都會區收取道路用費

2012年美國南加州空氣品質管理局空氣品質管理計畫(AQMP)中提及，促進大眾運輸導向之發展，為空氣品質管理永續經營之策略中的重要一環，為達成此目的，需強化大眾運輸系統建置，以成為高品質運輸區域(HQTA)，以降低私人運具之車行里程數。又其計畫中認為，以發展大眾運輸為導向下，其區域在尖峰通勤時段，大眾運輸服務間隔應不超過15分鐘。配合國際間欲改善民眾使用私人運具使用習慣，部分國家逐步推動都會區內收取道路用費，除欲降低私人運具使用外，其收取後之部分費用，將用以建設更新大眾運輸系統，以強化推動大眾運輸發展。

### ①英國倫敦道路擁擠費（Congestion Charge）

英國倫敦市為英國之經濟中心，然而受到投資客與遊客湧入影響，運輸系統容量有限，造成倫敦市區內交通壅塞情形，影響倫敦居民之生活品質外，亦造成交通空污影響情形；故倫敦於 2003 年開始，規劃利用價格機制限制都會區尖峰時刻車流密度，以達減緩城市交通壅擠問題，提高交通營運效率，同時，其收取之費用部分用於提升大眾運輸系統，藉以改變私人運具使用者之習慣。

倫敦市收取道路擁擠費規範為劃設收費區域，若行駛於收費區域外圍之道路不需付費，進入特定區域範圍者，不論車種皆收取固定費用，進入收費區域之道路地面及路邊都設置有相關標示，並採用自動車牌辨識方式進行收費。

在倫敦市部分，其收費規範為週一至週五的 07:00-18:00，開車進入收費區域內，皆須支付每日 11.5 英鎊的費用，付費方式可採用信用卡自動扣款或是提前/當日付款，且選擇信用卡支付者有額外折扣，但若超過時間付款則支付費用將提高為 14 英鎊，且為有效推動該項管理措施，倫敦市政府已改善大眾運輸系統、加強交通違規取締、停車違規執法等作為配套措施執行。

依據倫敦交通局評估報告其成果效益，收費區域於策略推動後，平均旅行速率提升 21%，進入區域內之車輛數下降 15%，推估其區域 NO<sub>x</sub> 及 PM<sub>10</sub> 降低 12%，相關收取之稅收部分已被利用於改善大眾運輸系統之擴大服務範圍及車輛數。

### ②美國紐約道路塞車費

於 2019 年年初，美國紐約市已宣布，將針對曼哈頓地區開徵塞車費，且該項決議已經由議會通過，預計最快 2020 年底上路，所課徵之塞車費用，將使用於建設及更新大眾運輸系統（主要為紐約巴士及地鐵設施），藉以提升民眾大眾運輸使用率，及降低都會區域道路擁擠情形。

## 2. 加速車輛汰換及控制車輛數

各國交通單位為減少高污染之私人車輛，已透過補助協助車輛汰舊換新，甚至控制控制車輛持有總數，避免私人車輛持續成長，說明如下：

### (1) 稅費制度

本策略理念為對於環境污染負荷較大之機動車輛採取重課稅，環境負荷較小之機動車輛採取輕課稅，其中又以國情與我國相似之日本及新加坡，其執行在國際間最為著名。

#### ① 日本綠色特別稅

基於環保與健康考量，日本依據 2001 年頒行之《自動車 NO<sub>x</sub>・PM 法》，日本國土交通省於 2002 年設立以稅收平衡考量原則下之稅收制度，其稅制之基本理念在於，對於環境污染負荷較大之機動車輛採取重課稅、環境負荷較小之機動車輛採取輕課稅之全面性自動車綠色特別稅收制度。而在本項綠色特別稅中，明定不論汽油車、柴油車，皆適用其 NO<sub>x</sub> 等有害物質排放標準之應用，並同時利用 CO<sub>2</sub> 排放量做為實行課稅等級之劃分條件，另為加速老舊車輛淘汰，針對從新車登記起使用一定年限後之車輛，於前述稅制下實行車輛加重課稅（詳表 2.3-4）。

綠色特別稅之實行重點在於，對於排放性能及耗油量表現較優良且對環境負荷小之汽車可減輕其稅費，並於當車輛抵達一定使用年限後，認為該車輛恐對於環境負荷較大，因而加重其稅率以運用於維持當地環境保護，其車輛加重稅率之規範如下：

- a. 車齡超過 11 年之柴油車，每年將加重 15% 之稅率。
- b. 車齡超過 13 年之汽油車、液化石油氣 (Liquefied Petroleum Gas, LPG) 車，每年將加重 15% 之稅率。
- c. 符合前述車齡條件，且車種類型為公共汽車及卡車者，則加重 10% 稅率。

在日本綠色特別稅制推行成效方面，自該特別稅推動以來，日本國內調查與制度創設初時相比，混合式電動汽車之年銷售量增長大約 4.5 倍，顯示該策略對於汰舊老舊車輛及推廣清潔能源車輛上，具有一定成效。

表 2.3-4 日本自動車綠色特別稅輕課標準( 2019-2021 稅制)

對象			措施
乘用車	1.電動汽車 2.燃料電池車 3.天然氣汽車(NO <sub>x</sub> 排放低於2009年排放規範10%以上或符合2018年排放規範) 4.插電式混合動力車 5.清潔柴油車(符合2009年或2018年排放規範)		減稅 75%
	汽油、LPG車 (包含混合動力車)	低於2005年排放規範75%或低於2018年排放規範50%	2020年燃油效率提高30% 減稅 75%
			2020年燃油效率提高至少10% 減稅 50%
	重型車 (公交車或卡車)	1.電動汽車 2.燃料電池車 3.天然氣汽車(NO <sub>x</sub> 排放低於2009年排放規範10%以上或符合2018年排放規範) 4.插電式混合動力車	

資料來源：日本國土交通省《グリーン化特例(自動車税・軽自動車税)》，2002；本計畫自行彙整

### ②新加坡道路附加稅

新加坡政府奉行鼓勵國民使用公共交通工具、減少私人運具使用之政策，以此為目的施行使用車輛者必須支付道路稅之策略。繳付道路稅之目的在於減少車輛使用並使民眾使用具有較低污染排放之各種環保運行車輛，因此，在規範中明訂各式車輛必須每半年或每年配合車輛檢驗時繳交道路稅，而車輛檢驗則會依據車種、車齡之不同決定檢驗頻率。為了鼓勵使用低碳排之車輛，提出「以碳排放為基礎之車輛計畫(Carbon Emissions-Based Vehicle Scheme, CEVS)」，具有低碳排放之汽車將有資格獲得折扣，以抵銷汽車之附加註冊費用(ARF)。

新加坡政府認為，較老舊之車輛除有環境污染性外，易產生頻繁故障現象而對其他道路使用者造成不便，為了加強汰換老舊車輛，規範所有車齡超過10年之車輛，均需額外支付道路附加稅，即當該

車輛之車主每次牌照更新時，將需額外支付 10%-50%之附加稅，並每年以 10%比例增加，最高加收至 50%（如表 2.3-5 所示）。

在新加坡，僅已支付許可證之車輛才可在道路上行駛，並規範其道路稅許可證標示（road tax disc）必須顯示於車輛擋風玻璃左側以做為支付證明。任何人如使用未繳付道路稅之車輛上路，除相關單位將徵收道路稅費之外，亦有權進一步因該車輛違反使用規範而徵收罰款，另外，道路稅從到期日起 2.5 個月內未支付者，車主將可能會收到扣押車輛通知，若仍持續未支付，則新加坡道路交通管理局有權可將車輛拍賣，以作應繳稅款和相關費用之使用。

表 2.3-5 新加坡道路附加稅增收比例規範( 針對車齡超過 10 年者)

車輛車齡	每年道路附加稅
超過 10 年	增加道路稅 10%
超過 11 年	增加道路稅 20%
超過 12 年	增加道路稅 30%
超過 13 年	增加道路稅 40%
超過 14 年	增加道路稅 50%

參考來源：新加坡道路交通管理局 LTA

## (2) 車輛數總量管制

國際部分都市為有效緩解交通壅堵情形，直接採取車輛數總量管制方式，以避免都市總車輛數持續成長。

### ①新加坡車輛數總量管制

新加坡於 1990 年便開始執行車輛配額系統（Vehicle Quota System, VQS），對可申請之各類別運具車輛進行配額之提供，且購買新車必須透過競標取得擁車證（Certificate of Entitlement, COE），以控制車輛年成長率。

原則上其運作方式為每個月實施擁車證競標作業，並由汽車銷售商代為競標，其價格視核發數量及競標件數而定，且持有擁車證者方可購車，並須於 6 個月內註冊新車。此外，其使用有效期限除計程車為 7 年外，其餘車種均為 10 年，屆滿後須重新購買或繳付延期費（延期費為繳付過去 3 個月內之平均擁車證價錢後，可再使用 5-10 年）。

新加坡目前已提出，於 2018 年 2 月至 2021 年，除貨車及巴士外其他車種之車輛成長率調整為 0%，並以持續擴大輕軌網路、增加巴士新路線與供應量及提升服務素質、提供汽車共享等，做為民眾私人運具轉移之相關配套措施。

## ② 中國車輛總數管制

為緩解交通壅堵情形及降低環境污染，中國各大主要城市已制定小客車車輛數合理及有序增長之數量限牌令調控規範。

在上海部分，其推動「上海市清潔空氣行動計畫」，針對每個月新增之機動車輛全面採取搖號制度，且新增加車牌利用拍賣方式以價制量，並規範二手車不得帶牌轉讓，而針對清潔燃料車輛部分，則額外有免費發放專用牌照額度，藉以控制車輛成長，逐步全面淘汰老舊車輛，並推動清潔燃料車輛使用。

在天津市，則實行小客車總量調控管理及機動車限行交通管理措施，小客車輛牌照取得必須透過搖號或者競價方式取得，同樣，若為購買清潔燃料車輛者，則該車可直接獲得牌照上路。

## 3. 推動低排放車輛

在全球能源及環境意識下，各國競相規劃淘汰汽、柴油車，然而基於現行全球汽車市場基本結構，及考量產業轉型，短時間使燃油汽車「全面退出」幾無可能，又新能源汽車之發展已經成為趨勢，國際上各主要城市之市長，除承諾將規劃於 2025 年禁止道路上柴油車行駛外，各國汽車產業主要龍頭亦逐步因應環保政策推動，規劃其產業方向。

在臺灣之前，印度、挪威、法國、德國、荷蘭和英國等已宣布，將逐漸淘汰燃油車，以更加清潔的電動或混合動力汽車取代。如：挪威及荷蘭設定之最後期限是 2025 年、印度及德國是 2030 年，英國和法國都是 2040 年。

### (1) 強化燃油車管制

以往柴油車實驗之油耗及碳排表現，皆較汽油車佳，意味著使用同樣單位能源可產生之行駛里程較長，且其 CO<sub>2</sub> 排放較低，因此過往為達減碳目標，歐洲各國積極推動柴油車輛發展。然而，2013 年 ICCT 研究發現，實驗油耗值與道路實測油耗值差距達 33% 以上，且柴油車在高溫

高壓下會排放大量 NO<sub>x</sub>，反而造成較嚴重的空氣污染，針對此問題，歐盟除提出採用全新之柴油車油耗測試方法，以道路實測取得油耗數據外，配合全球空污議題發酵，多國亦開始將矛頭指向汽機車等交通工具污染，陸續訂出不同之汽機車停售時間表。表 2.3-6 整理目前國際上已宣示或規劃之禁售燃油車期程。

燃油車銷售禁止前，需預先進行前期準備、效益評估及各項配套措施加以支持，本計畫以德國及英國為例，針對其禁售燃油車計畫內容說明如下：

①德國：2030 年禁售內燃機汽車

- a.提供購買純電動車車主 4,000 歐元補助，並享有十年免徵車輛稅之優惠。
- b.低排放車輛可享有免費停車及不受限高乘載及區域通行許可限制。
- c.廣設公共及私人充電站基礎設備、擴增自行車車道及輕軌交通建設。
- d.針對較新款且符合 Euro5、Euro6 排放標準之 2 款柴油車，各車廠需進行軟體更新，且相關費用需自行吸收，而針對 Euro5 前的老舊柴油車，車商需提供廢棄淨化更新或改駕電動車輛之獎勵。

②英國：根據「降低道路 NO<sub>2</sub> 排放計畫」內容，達成 2040 年禁售汽、柴油車輛。

- a.規劃 2020 年針對空氣污染嚴重路段，進行柴油車課徵額外費用或禁止柴油車於尖峰路段進行行駛。
- b.規劃超低排放車輛計畫（ULEV），擴大全國電動車充電設備。
- c.為降低運輸排放，投入國家基金用以添購新型巴士、舊型巴士改造及電動出租車之計畫。
- d.協助地方政府改善道路布局以減少擁擠情形，並鼓勵民眾使用超低排放車輛及推行車輛通行禁令等。
- e.透過交通投資策略投入資金，直至 2021 年高速公路周邊空氣品質達改善目標，包含降低公路壅塞情形等。

表 2.3-6 國際禁售燃油車相關期程

國家	發布日期	生效日期	禁令內容	現況
奧地利	2016.04	2020 年	禁售燃油汽車	計畫中
挪威	2016.05	2025 年	禁售燃油汽車	待決議
德國	2016.10	2030 年	禁售傳統內燃機汽車	已決定
印度	2017.06	2030 年	禁售燃油汽車	計畫中
法國	2017.07	2040 年	禁售汽、柴油車	已決定
英國	2017.07	2040 年	禁售汽、柴油車	已決定
愛爾蘭	2017.07	2030 年	禁售燃油汽車、獎勵換構電動車	計畫中
蘇格蘭	2017.09	2032 年	禁售燃油汽車	計畫中
中國	2017.09	2040 年	停止生產及銷售燃油汽車	計畫中
荷蘭	2017.10	2030 年	禁售汽、柴油車	已提案
斯里蘭卡	2017.11	2025 年 2040 年	2025 年汰換所有公務燃汽柴油車 2040 年汰換所有私人燃汽柴油車	計畫中
以色列	2018.02	2030 年	停止進口燃油車	計畫中
哥斯大黎加	2018.04	2021 年	全面推動淘汰燃油車	計畫中
瑞典	2018	2030 年	禁售汽、柴油車	計畫中
丹麥	2019.01	2030 年	禁售汽、柴油車	計畫中

資料來源：本計畫繪製

## (2) 燃油車相關退場機制

隨著世界上諸多國家陸續喊出了禁售燃油車的口號，也意味著電動車逐步取代傳統燃油車之趨勢指日可待，由於這項國際共識在世界上是汽車史的頭一遭，因此鮮少有較具體之國外先例能夠參採引用。暫且不論若國內推動後之施行成效，讓車輛強制退場原則上需經歷 3 個階段，自然淘汰、補助誘因淘汰、加嚴標準強制淘汰，除可配合上述「車輛稅賦制度」、「空品區制度」、「車輛路用費」等交通管制手段外，增加老舊車輛使用不便性，及加強補助津貼，皆可產生一定程度之誘因，對於促使車主汰除車輛具有相當成效。許多國家亦已為了環保之目的，以提升新車及清潔燃料車輛比例為前提，鼓勵民眾汰換一定車齡之車輛。

### ① 日本車輛報廢補助金制度

日本經濟產業省與國土交通省曾經於平成 21 年(2009)4 月 10 日至翌年 9 月 30 日以「促進車輛汰換，實現環境及經濟雙贏」為目標，針對車齡超過 13 年以上之車主提供報廢補助政策，小客車最多補助 25 萬日圓，重型車輛(大貨車、大客車)最多補助 180 萬日圓。

#### ②香港老舊車輛報廢補助

香港政府以鼓勵與強制管制並行方式，推行「柴油商用車輛特惠資助計畫」，分階段性方式規劃至 2019 年年底將淘汰香港境內約 82,000 輛歐盟四期以前之柴油商業車輛（包含貨車、小型巴士及非專利巴士等），且規定 2014 年 2 月 1 日或以後新登記之柴油商業車輛，設定 15 年之退役期限，除非該車輛能符合猶如在申請牌照當日首次登記情況下適用於該車輛之排放標準，否則政府可將在指定日期後停止該車輛之牌照發放。

#### ③德國提供低污染運具車輛補助

德國政府為達成禁售傳統內燃機汽車之目標，提供購買純電動車車主 4,000 歐元補助，並享有 10 年免徵車輛稅之優惠，且低排放車輛可享有免費停車、不受限高乘載及區域通行許可的限制。

#### ④英國牛津市零排放專區（Zero Emission Zone, ZEZ）

英國牛津市規劃於 2020 年階段性達成特定車種、部分街廓零排放，2035 年全面達到零排放目標，預計將成為世界上第一個零排放城市。

#### ⑤美國加州零排放車輛法案（Zero Emission Vehicle, ZEV）

規範對象為具規模車廠，並結合加州年度零排放車目標做為車廠積分目標，達不到的企業可以向其他企業或政府購買積分。而生產或購買零排放車輛的積分（Credits）則是按排放和技術將節能車款分為金、銀+、銀、銅等 4 級，純電動汽車積分根據行駛里程分不同等級積分，最高積分會隨技術與市場調整。

### 4. 其他綠色運輸管理策略

綠色運輸以朝向低排碳、低空氣污染為前提之運輸方式，透過發展及擴充公共運輸系統、加強運輸需求管理、推廣低碳運具使用、建構綠運輸網絡與提升運具及運輸系統能源使用效率等手段，並應用先進科技方式，建置綠色運具導向之交通環境。國外施行綠色運輸之相關策略及效益如表 2.3-7，例如，為鼓勵縮短車輛行駛里程，歐洲興盛共乘社群平台，如 BlaBlaCar，主要針對長距離之交通需求分攤油錢，達到減排效果，使用者只要在網站註冊，便可依照時間、地點、空位、收費等進行協議，目前使

用人次已超過千萬。綜整國外相關綠色運輸管理策略顯示，從跨國合作至地區性之管理作為，大致可歸類為推動公共運輸、推廣清潔燃料車輛、鼓勵車輛共乘，以及發展自行車等措施。

表 2.3-7 綠色運輸管理策略與效益

管理策略	國家	成果與效益
輕軌	美國	洛杉磯輕軌每日運量約 5 萬人次
YOUBIKE	臺灣	城市公共自行車周轉率世界最高(2015 年日平均 7.9 次/台)
無線充電公車	南韓	龜尾市利用形磁共振技術 ( Shaped Magnetic Field in Resonance, SMFIR ) 打造零排放公車
生質能源公車	巴西	利用甘蔗酒精，相較使用汽油平均減少 80% 的排放量
車輛共乘	歐盟	超過 1000 萬使用人次
電動出租車計畫	中國	在廣州及深圳，實現全市出租車全部純電動化
自行車快速道路 (super highway)	德國	每天減少約 5 萬部汽車上路
	荷蘭	自行車使用率占總體交通百分之廿七
	英國	減少早晨尖峰時間延誤達 60%

資料來源：本計畫繪製

### 2.3.2 國內交通空污防制策略

由於國內都會區人口密集、社經活動頻繁，造成都會區交通系統需承受龐大的交通量，不僅嚴重影響都會區的空氣品質，更可能對民眾身體健康造成危害，又鑑於空氣污染物之產生，與能源使用、交通運輸、民眾活動等多面向間具有密切相關，推動空氣品質之改善，長期仍應從源頭減少空污排放量，並整合各部會、各地方政府之管制政策，應以短期務實、長期趨嚴之理念，推動空氣品質改善工作。

各政府單位分別從能源、交通或產業等面向之策略推動，將間接影響交通空氣污染物之消長。本計畫主要蒐整行政院核定「環保署空氣污染防制行動方案計畫書」中涉及交通單位之策略作為、交通部「2020 運輸政策白皮書-綠運輸」，以及相關單位之兼具交通空污減量之管理措施，分述如

后：

#### 1. 空氣污染防制行動方案計畫書

為因應空污法修正，2017年12月21日行政院提出更具體及擴大之「空氣污染防制行動方案」，於2019年10月28日核定「空氣污染防制行動方案計畫書」，並對於空污防制訂定更積極的作為及改善目標，以2019年空污紅害減半為目標，2019年底前將紅色警戒站日數由997站/日減半至499站/日，該方案歷經各部會不斷地滾動式檢討，在各項策略已有具體可行之方向，交通單位於行動方案中亦須負責部分空污減量及支援其他部會工作，提供交通管制相關資訊與協助，以積極推動各項交通污染源管制工作。

在前述政策方案中，針對交通污染源明確訂出數項指標性政策目標，並已有初步成果，包含：

- (1) 補助汰換老舊車輛（機車）：經與專家學者研討及聽取民眾意見反應後，目標為108年底前汰除二行程機車總計100萬輛。截至108年11月為止，二行程機車已淘汰約89萬輛。
- (2) 補助汰換老舊車輛（大型柴油車）：方案初期規劃汰除1~2期大型柴油車8萬輛，經滾動式檢討後，修正為鼓勵1~3期大型柴油車汰舊換新，或換為中古車及污染改善，或加裝空氣污染防制設備，目標為107~108年汰舊換新2萬輛、108年污染改善或加裝空氣污染防制設備7,000輛；方案修正前於106~107年已執行2萬1,292輛1~2期大型柴油車汰舊及1,022輛3期大型柴油車加裝濾煙器，方案修正後於108年統計至11月已完成9,032輛汰舊換新及387輛污染改善。
- (3) 強化港區空氣污染防制行動：包含推動船舶空污費徵收、推動船舶進港減速、推動船舶使用低硫燃油、推動使用岸電、港區貨物裝卸設備電力化。
- (4) 配合空污法修法，加嚴移動源管制：得視空氣品質需求，配合車輛辨識系統，授權地方政府劃定空氣品質維護區，限制高污染車輛進入。
- (5) 加嚴移動源管制：

①增訂好社區條款，授權地方主管機關可劃設空氣品質維護區，禁止或限制高污染車輛進入。

②擴大管制交通工具以外之移動污染源，如施工機具等。

(6) 交通管制新作為：交通空污防制策略相關措施，應開始強調導引汽機車使用者減少使用量，鼓勵民眾移轉至公共運輸，進而減少數量，致使運具使用行為改變。

表 2.3-8 彙整「空氣污染防制行動方案計劃書」，與交通單位權責較密切之兩大推動策略，惟該策略項下工作多需由交通部及環保署共同辦理，例如交通單位將配合執行管制進出港區車輛（非僅針對船舶），藉由修訂商港港區柴油車通行證效期，促使貨運業者加速老舊柴油車之汰換。

本政策方案亦參考國外私人運具管理經驗，以營造有利公共運輸及低汙染車輛之推動環境，例如提供搭乘大眾運輸優惠以提高使用人次、輔導縣市政府重新優化公車路線並提供補助、配合環保署及地方政府鼓勵機車汰換補助為公共運輸電子票證儲值金，以及於公共停車場執行停車差別費率以鼓勵電動車輛使用。

表 2.3-8 空氣污染防制行動方案計畫書涉及交通單位推動策略

推動策略	交通單位之辦理工作
港區運輸管制	1.提升船舶進出港減速達成率 2.港區貨物裝卸設備電力化 3.108年1月1日起國際商港範圍針對外籍船舶及航駛國際線之國際船舶港區全面使用低硫燃油（0.5%） 4.具備高壓岸電設施船舶泊靠高壓岸電碼頭全數使用岸電。
交通管制新作為	1.提高公共運輸使用量 (1)輔導縣市政府重新優化公車路線並提供補助 (2)設置計程車招呼站及鼓勵 APP 叫車 (3)鼓勵將補助機車汰換之金額，相關補助措施改以公共運輸電子票證儲值金替代。 2.提高車輛持有及使用成本 (1)檢討優先取消一、二期柴油大貨車通行費優惠 (2)完成汽燃費隨里程徵收可行性評估 (3)機車停車收費政策檢討，已實施收費者推動公共停車場設置電動機車專用停車位及提供差別（優惠）費率。 3.劃設空氣品質維護區，並設置車牌辨識系統，限制污染車輛使用

推動策略	交通單位之辦理工作
	4.推動低污染車輛優惠措施，完成針對機車安全智慧化之發展研究。

資料來源：空氣污染防制行動方案計劃書（2019）；本計畫自行彙整

## 2. 2020 運輸政策白皮書-綠運輸

交通部於「2020 運輸政策白皮書-綠運輸」中，以打造永續低碳運輸環境、減少溫室氣體排放，並首次納入了改善空氣污染提升民眾生活品質為宗旨，透過發展公共運輸系統、加強運輸需求管理、推廣低碳運具使用、建構綠運輸網絡與提升運具及運輸系統能源使用效率等手段，並應用先進科技方式，建置綠色運具導向之交通環境。

考量相關部會整體節能減碳暨減污之施政範疇，發展政策分為「發展公共運輸系統，強化需求管理」、「建構低碳、低污染之運輸環境」、「提升運輸系統與運具能源使用效率」，並於其架構下，規劃 9 項策略及 59 項行動方案。

針對上述策略中，本計畫摘錄涉及交通空污減量之策略，包含：

- (1) 提升公共運輸使用量，如：提升市區、公路客運、臺鐵等運量。
- (2) 強化運輸需求管理，如：強化國省道交通尖離峰管理措施、推動機車停車費及汽機車停車費差別費率、推動汽機車共享共乘計畫。
- (3) 推動環島自行車道升級及多元路線整合，如：推動兩鐵運輸，延伸多元自行車路網與自行車旅遊活動。
- (4) 推動運具電動化，如：2030 年大客車（市區公車、國道及一般公路客運）電動化、獎勵及補助電動機車，擴大使用誘因並帶動產業發展等。
- (5) 強化運輸場域節能減碳及減污，如：行駛公車專用道公車優先電動化、推動船舶進出港減速等。
- (6) 汰換高污染及高能耗運具，如：推動柴油公車補助落日期限、補助計程車汰舊換新、補助 1~3 期大型柴油車汰舊換新或換中古車等。
- (7) 發展智慧型運輸系統及提升車輛能效標準，如：推動整合式運輸路廊交通管理改善壅塞、推廣節能駕駛、拓展跨運具無縫銜接服務等。
- (8) 建構高能源使用效率綠運輸網路，如：強化高快速公路路網結構，建構環島高快速鐵路網。

於本次綠運輸白皮書中，各項策略除考量可達減碳成效外，亦強化交通工具排放之空污減量思維，顯示交通單位對於空污減量之關注及決心，並強化跨部會合作，以改善我國空氣品質。

表 2.3-9 綠運輸分冊中空污減量相關策略

政策	策略
發展公共運輸系統，強化需求管理	1.多元誘因提升公共運輸運量 2.強化運輸管理需求
建構低碳、低污染運輸環境	1.推動環島自行車道升級及多元路線整合 2.推動運具電動化 3.強化運輸場域節能減碳及減污措施
提升運輸系統與運具能源使用效率	1.汰換高污染及高能耗運具 2.發展智慧型運輸系統及提升車輛能效標準 3.建構高能源使用效率綠運輸網站

### 3. 其他交通減污相關措施與作為

本計畫彙整近年國內各單位推動與交通空污減量之措施及法規（如表 2.3-10 所示），其中，目前已交通單位主導執行降低交通空氣污染物排放之管理措施，彙整於表 2.3-11。依據前列彙整結果，國內各單位分別從不同觀點與手段，在交通空污排放減量，有直接或間接管制作為，並著重於公共運輸、電動車輛(機車與大客車)換購補助，以及空氣污染防制設備推廣及研發，整體而言，此與國際間管理趨勢具有一致性。

在我國交通單位交通減污執行亮點主要展現於公共運輸推動及電動機車環境營造。發展公共運輸主要目的為減少私人運具使用，以達到交通空污減量效果，依據交通部統計 107 年公車運量部分，相較 98 年已成長約 20%，並經由推動 106-109 年公路公共運輸多元推升計畫，由場站、車輛、路線、行銷及安全等多面項，促進我國公路公共運輸發展，同時達降低空氣污染排放之效益，以計畫之柴油公車汰舊換新為例，因交通單位積極宣導汰舊換新策略，107 年柴油公車全臺平均車齡約為 4.9 年，相較 98 年平均車齡 10.8 年，現行之 NO<sub>x</sub> 污染物平均排放係數僅為 98 年之 0.25 倍，有效降低尾氣排放造成之空氣污染。其他公共運輸提升措施尚包括路線營運虧損補貼、新闢路線，以及供觀光區大眾運輸優惠方案等

在推動電動機車方面，包括於交通運輸站設置專屬停車位及充電設備、

推動計程車汰舊換為清潔燃料車輛、中華郵政汰換 7 年以上之機車改使用電動二輪機車等作為，冀以建構綠色便捷與智慧運輸系統網路，降低運輸部門之污染物排放，並鼓勵私人運具轉移及使用更加清潔之車輛。以 108 年 6 月修正後推動之計程車汰舊換新補助措施為例，全臺目前約 8.7 萬輛計程車，其中 20% 車輛之車齡為 12 年以上，為交通單位汰舊換新之優先目標，藉由補助車輛汰舊換新，且其換新之車種越清潔，車主可獲得之補助額度越高等誘因，淘汰高污染車輛以降低空氣污染排放。

又交通部觀光局推動離島及花東遊客租賃電動機車補助機制，鼓勵遊客使用電動機車，營造低污染旅運環境，以 CO 污染物為例，電動機車因具尾氣零排放特性，相較二行程機車及四行程機車之平均排放係數(4.24 及 2.13g/km)，在尾氣排放部分有顯著之空污減量，各地方政府如花蓮縣環保局，已響應該項策略，亦已推動機車租賃業者新購電動機車之相關補助，希冀針對觀光地區，亦能以使用低污染排放車輛之方式，保護當地環境及民眾健康。

表 2.3-10 國內涉及交通空污之管理規定

管理規定	年度	管制對象	主要內涵	主管機關
交通部鼓勵老舊計程車更新補助要點	2019.12.13 修正	計程車	交通部及環保署共同補助購買一般汽油計程車者，新車 15 萬元、油電混合計程車 25 萬，電動車 35 萬；顯示汰舊車輛越清潔，補助金額越高	交通部
機車汰舊換新補助辦法	2019.11.1 預告	機車	持續鼓勵民眾踴躍使用大眾運輸系統取代私人運具，自 2020 年起，調整補助政策為鼓勵老舊機車汰舊換新，不再補助新購機車。	環保署
道路交通安全規則	2019.10.1 修正	各車種	車輛可變更及不可變更項目、可變更項目變更要件與檢驗基準規定(改裝合法)	交通部
公路公共運輸補助電動大客車作業要點	2019.8.29 修正	客運業者柴油大客車	配合行政院核定經濟部「智慧電動車輛發展策略與行動方案」，補助包括電動大客車車體（不含電池）、電池及充電場站設施，以逐年將柴油大客車汰換為電動大客車	交通部
大型柴油車汰舊換新補助辦法	2019.8.13 修正	大型柴油車	提供經濟誘因方式加速汰除，預計每年每輛汰除之老舊大型柴油車可減少 PM <sub>2.5</sub> 排放量約六十七公斤	環保署
貨物稅條例/使用牌照稅法	2019.6.13 修正 2017.12.06 修正	電動車/電動機車	配合行政院「智慧電動車輛發展策略與行動方案」，免徵完全以電能為動力之電動車輛應徵之貨物稅及使用牌照稅（貨物稅免徵至 2021 年 12 月 31 日止；牌照稅免徵至 2018 年 1 月 5 日），但電動小客車免徵貨物稅金額以完稅價格新臺幣 140 萬元計算之稅額為限，超過部分，不予免徵	財政部
移動污染源空氣污染物排放標準	2019.6.12 修正	排放標準/各車種	規範空污防治設備標準、空污排放標準、檢驗與裁罰	環保署
大型柴油車調修燃油控制系統或加裝空氣污染防制設備補助辦法	2019.5.24 修正	大型柴油車	推動補助 1~3 期大型柴油車調修燃油控制系統或加裝空氣污染防制設備後不透光率或削減率達一定標準，補助期間至 2023 年 12 月 31 日為止，補助金額將以三期分期發放	環保署
淘汰二行程機車及新購電動二輪車補助辦法	2019.5.1 修正	二行程機車	補助期間至 2019 年底，並將採取逐年遞降補助款，鼓勵民眾儘早淘汰二行程機車及新購電動二輪車	環保署
汽油及替代清潔燃料引擎汽車車型排氣審驗合格證明核發撤銷及廢止辦法	2019.3.13	替代清潔燃料車輛	替代清潔燃料車輛車型排氣審驗辦法	環保署

資料來源：本計畫彙整

表 2.3-10 國內涉及交通空污之管理規定(續)

管理規定	年度	管制對象	主要內涵	主管機關
交通部公路總局公路汽車客運車輛汰舊換新補助作業要點	2019.1.25 修正	各式客運大客車	補助客運業者淘汰老舊車輛	交通部
車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法	2018.10.18 修正	製造或進口之各車種	依據不同排氣量等級訂立耗能標準，未達標準車型不准進口及銷售	經濟部
交通部觀光局補助離島暨花東遊客租賃電動機車實施要點	2017.10.1 生效	電動機車	租賃電動機車每輛每日之最高補助金額為新臺幣 100 元，辦理時程至 109 年，並排除對當地就業或就學者之補助	交通部
都市計畫公共設施用地多目標使用辦法	2017.9.20 修正	電動車/電動機車充電站	放寬該附表之公共設施用地，得做為電動汽機車充電站及電池交換站使用	內政部
移動污染源空氣污染防治費收費費率	2017.8.30 修正	汽油、柴油	汽油，0.3 元/公升；柴油，0.4 元/公升	環保署
空氣品質嚴重惡化緊急防制辦法	2017.6.9 修正	空氣品質/各車種	不得使用交通工具。但因緊急救難或警察機關維持秩序者不在此限	環保署
企業車隊推動綠色運輸	2016.12.20 簽署	柴油大貨車	鼓勵企業車隊使用符合 4~5 期標準之車輛進行貨物運輸	環保署
秋冬季節強化管制措施	2016.12.6	季節性管制	秋冬季節加強稽查管制、推動空氣品質維護區限制高污染老舊柴油車進入	環保署
智慧電動車先導運行計畫	2016.3.25 修正	電動車	透過智慧電動車先導運行計畫推動 10 個智慧專案，期達到節能減碳、輔導產業發展之目的	經濟部
高屏地區空氣污染物總量管制計畫	2015.6.30	各車種	以移動源（汰舊換新、替代燃料車輛、減少車輛怠速、車輛共乘或通勤交通車）抵換固定源排放（預定 2017 年公布相關施行原則）	環保署
西螺果菜市場電動蔬果運輸車補助辦法	2013.7.3	電動蔬果運輸車	補助車價、改裝費用、電池租金	環保署
成立車輛節能輔導團隊	2011 年	大型車輛或客、貨運輸業者	輔導「車隊管理」、「駕駛行為」及「車輛技術」為主，以有效降低國內重型車輛能源消耗	經濟部
車用汽柴油成分管制標準	2009.7.29	汽油、柴油	公布「車用汽柴油成分管制標準」於 2011 年及 2012 年陸續降低柴油及汽油硫含量至 10ppm，除可達到與歐、美、日國際油品管制標準相同的水準	環保署

資料來源：本計畫彙整

表 2.3-11 交通單位可主導空污管理措施

策略	管理措施
提升軌道貨運運輸	提升鐵路貨櫃運輸量
提升鐵道服務品質	汰換老舊營運車輛 提升區域鐵路運輸服務 強化無縫轉乘 電子票證、場站班次之資訊整合 強化異業合作
推展公共運輸系統	路線營運虧損補貼 新闢路線與車輛汰舊換新 提供多元優惠措施及轉乘 擴大電子票證應用 改善偏鄉地區公共運輸 推動公車進校園 強化公共運輸動態資訊設備 補助地方政府新闢路線購車
推行交通部事業使用 環保車輛	推動電動車使用 管制工區老舊柴油大貨車 租賃車輛應符合最新之排氣管制規定
強化國省道路路況維護 以減少揚塵	持續辦理道路維修 辦理道路清掃與養護巡查 養護巡查作業與改善處理情形納入考評
營造電動機車友善環境	於交通運輸站等地設置專屬停車位、充電設施 補助遊客租賃電動機車 核發電動機車專用號牌
提高空港橋電使用	設置橋氣橋電設備 加強宣導使用橋氣橋電設備

資料來源：本所彙整提供

## 2.4 小結

本章初步概述我國交通空污排放之特性及主要影響來源。另為使交通單位與民眾瞭解交通空污減量之重要性，針對近年來國內外交通空污排放對健康之影響進行彙析，結果有越來越多研究已證實，交通空污因其排放貼近民眾生活圈影響，其對於人體之健康影響不容小覷，且在部分交通單位管轄之場域（如公車候車站、地下型軌道運輸車站），因具空氣污染物集中不易擴散之特性，恐造成高濃度暴露，更支持交通單位於各項交通管理策略中，納入空污減量思維之合理性。

本計畫綜整近年國際間各國相關單位之交通空污管理措施發現，國際運輸部門相關措施，已逐漸朝向強制性手段，包含收取相關稅費、車輛分級標籤制度、配合環保單位劃設低污染排放區域，並輔以偏向鼓勵性之綠色運輸管理策略，包含發展公共運輸系統、提供低污染車輛汰換補助、推動運具共享及共乘。我國近期相關空污管理策略上，雖與主要國家國際發展趨勢一致，然在交通空污集中區域（如都會區）較少應用強制性管理作為。此因私人運具之管制涉及民眾私有財產，強制性管制作為恐易造成民眾反彈，爰我國更偏向採取鼓勵公共運輸，減少民眾車輛使用，亦或透過智慧運輸管理手段改善交通壅塞。

本計畫蒐集之國際交通空污管理策略，在後續操作上可因應我國國情及地區公共運輸發展情形，逐漸強化對一般民眾私人車輛使用之不便性措施，此特別係在空污嚴重之都會區。在進行交通空污熱區之管理策略研議方面，本計畫有下列4項建議：

### 1. 進行空氣品質背景調查

針對目標區域進行空品與交通時序變化分析。該資料可應用於時段管制之概念（假日或非假日、全時或分時），因此不同時間車流負荷對環境影響之相關分析，有助於印證措施推動之正當性及合理性。

### 2. 交通管理策略納入空污管制思維

近期相關交通單位已開始重視交通空污改善，如臺中市政府交通局曾從減少交通空污觀點，規劃相關交通管理措施（台中關鍵8微克綠色交通計畫），包含：增加公車專用道、高承載、改變紅綠燈秒差等方式，藉以

減少停等時間或加減速之頻率，以減少車輛排污。國內交通監理單位亦曾提出參考國外保檢合一方式，在車輛進行定期檢驗時，同時進行空污排氣檢測。而此些交通管理策略雖由交通單位提出，但仍環保單位協助，共同合作推動。

### 3. 納入空品不良緊急應變措施概念

於國外策略解析中，多數成功之交通空品管理策略，皆於空品不良事件日為推動之時機，例如歐洲的車輛分級管理制度與道路用費徵收等措施。我國可借鏡國外案例，針對空品不良日之應變多加考量及討論，並結合空品維護區，使政策推動較為完整一致，且民眾接受度亦較高，同時為配合上述污染集中區域之車輛行為管理，建議應強化相關單位車輛辨識技術應用及車籍資料之掌握，得以有效針對空品維護區進出車輛進行管理，提升執法公信力。

### 4. 考量替代方案

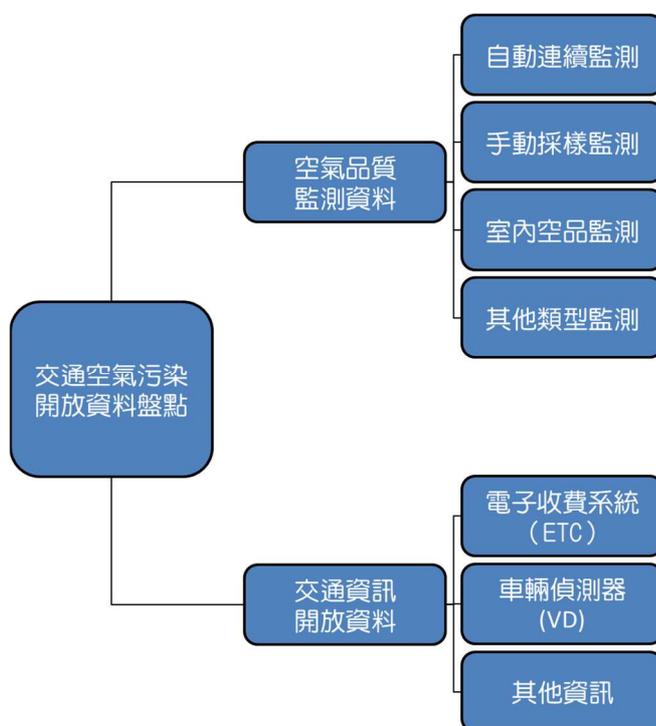
為減少民眾反彈，部分管制作為可研擬加入替代可行方案，舉例而言，學校周邊道路禁行時，宣導使用替代道路；二行程機車禁入時，提供鄰近公共自行車停點資訊等，以凸顯政府施政也有考慮到便民措施。



### 第三章 交通空氣品質資料盤點及應用

由於空氣品質逐漸受我國政府及全體國民關注，政府與民間單位投入相當龐大資源，進行環境空氣品質監測。我國政府目前所開放空品資料相當豐富，惟因每個網站及資料庫權責單位不同，造成空品相關監測資料散落於好幾個網站，需求者無法於單一網頁中掌握全面性、整合性資訊，使的數據分析人員為能找到原始數據來源，經常花費大量時間在搜尋與彙整既有觀測資訊。

為協助掌握既有空品監測資料情形，進而提出各項交通空污減量之應用建議，本計畫進行開放資料之盤點，並區分為兩大部分，第一部分為我國各類型空氣品質監測資料，第二部分為交通資訊開放資料，盤點面向及種類如圖 3.1.1 所示；工作內容包含檢視各項數據來源，確認原始資料索取單位及資料取得方式，俾利掌握各類型數據保存狀態，更進一步地，就盤點後的各項資料提出於交通減污應用方向與建議，協助交通空污熱點分析及交通空污管制策略使用。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.1 交通空氣污染開放資料盤點架構

## 3.1 空氣品質開放資料

政府環保單位、各級目的事業主管機關、相關研究單位、及民間團體針對環境空氣污染物監測已累積相當龐大能量，然而因為各單位、團體所關心的空氣污染議題不同，空氣污染物的檢測項目，以及採用的檢測方法，彼此之間也都有很大差異。

本節將盤點現階段政府、學術、及民間單位所公開之環境監測資料，並概述其資料格式、資料取得管道，以及其應用可能性，據以說明現階段我國空氣品質開放監測資料之情形。另依據各類型公開監測資料之監測方法與資料型態，分為自動連續監測資料、手動採樣監測資料、室內空氣品質監測資料，其它類型空氣品質監測資料，以下將分節說明。

### 3.1.1 自動連續監測資料

自動連續監測資料多來自於「空氣品質測站」，空氣品質測站可提供長期、逐時、連續的觀測資訊，對於各種污染物的濃度變化可提供良好的時間解析度，此外，空氣品質測站通常亦須具備完整的品保/品管程序，對於測站的運作，空間配置、儀器種類、維護校正等工作，皆有一定的規範，故可提供準確可靠的監測數據。由前述可知，維護自動連續測站雖所費不貲，但其數據可應用的層面較為廣泛。

我國空氣品質測站密度相當高，環保署所設置之空品測站遍佈全臺各縣市，至少設置1~2站，各縣市政府亦設有地方環保局之局屬測站，此外，我國大型事業（如台電、中油、中鋼等大型事業）、特殊性工業區（如：中科、六輕、南科、臨海、林園）等鄰近區域，亦設有密度極高之測站。以下將對不同所屬單位、不同監測項目的自動連續測站進行介紹，以及各測站開放可取得之資料進行盤點。

#### 1. 環保署測站

環保署測站公開監測資料相當完整，不論是污染物的即時監測資料或是歷史資料，皆可在環保署的空氣品質監測網取得（該網站位置：<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>），以下根據測站型態、監測項目、監測任務的不同分為3類，分別為空氣品質監測站、光化測站，以及交通空氣品質行動測站：

## (1) 空氣品質監測站

目前環保署於全國所設 77 個空氣品質監測站，站址選定係根據污染源分布、氣象條件、空氣污染物濃度分布等資訊，經審慎規劃、設計後設置完成。空氣品質監測站主要目的在監控大區域範圍之空氣品質狀況及長期趨勢，屬於全國性空氣品質監測站網。空氣品質測站依不同監測目的，可分為以下 6 種：

### ①一般測站：

測站數量最多的監測站，共計 60 站，各縣市行政區內至少都設置有 1~2 站。測站位置多設置於人口密集區、敏感受體點處（如學校）、及可能發生較高污染濃度之地點，用以評估該區域整體性之空氣品質情況，以及確認人體曝露情形及對健康影響程度。

### ②工業測站：

目前設置 5 站，通常設置於大型工業區盛行風下風處，以監督直接排放之污染物狀況及了解工業區顯，5 座測站分別為苗栗縣—頭份、彰化縣—線西、雲林縣—臺西、雲林縣—麥寮、及高雄市—前鎮等站。

### ③交通測站：

目前設置 6 站，設站於交通流量頻繁之地點，用以反映行人曝露空污狀態，亦可做為評估機動車輛管制之成效之依據。6 座測站分別為臺北市—大同、新北市—三重、新北市—永和、桃園市—中壢、高雄市—鳳山，及高雄市—復興等站。

### ④背景測站：

目前設置 5 站，北部背景測站多用以監測境外傳輸影響、中南部地區背景測站多用於監測上風對下風區域之影響程度，5 座測站分別為新北市—萬里、新北市—富貴角、桃園市—觀音、苗栗縣—三義、高雄市—橋頭等站。

### ⑤公園測站：

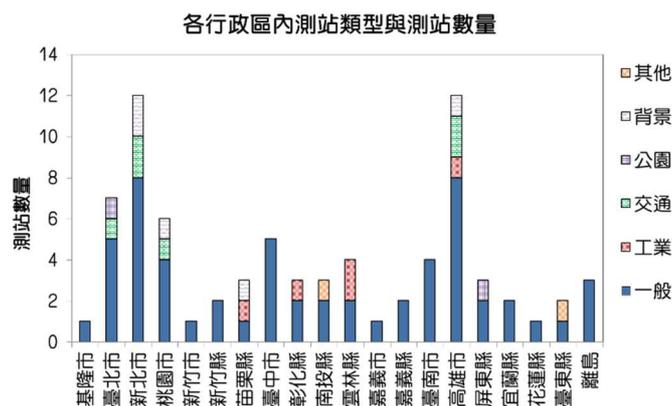
分別設置於陽明、恆春 2 座國家公園內之適當地點，用以了解保護區內空氣品質現況及變化趨勢。測站位置避開主要道路、停車場或燃燒源等污染干擾，可反映無人為排放之背景濃度。

⑥其它類型測站：

其它類型測站為特殊空品監測站，移動式監測車、研究型監測站等，係根據特殊監測目的所設置，目前固定式其它測站為南投縣一埔里，臺東縣一關山等站。

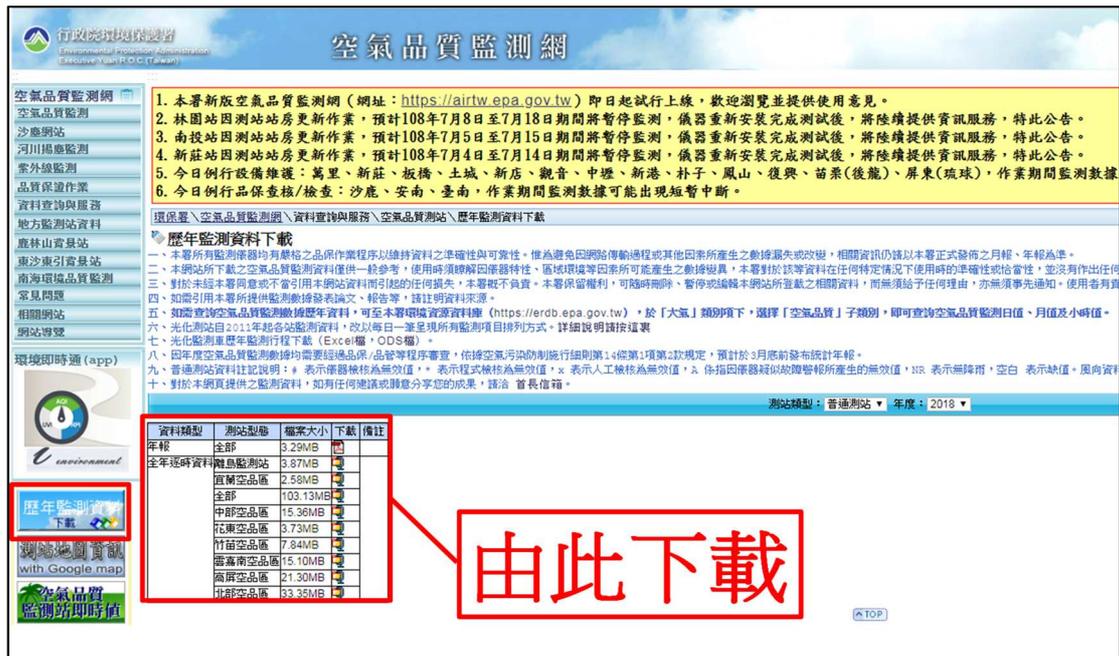
部分測站同時具有 2 種監測性質，例如：萬里和三義，同時具備一般測站與背景測站之監測性質；而恆春站，則同時兼具公園站與一般測站之特性。各縣市空品測站之類型與數量如圖 3.1.2 所示（兼具一般站與背景站之監測性質，以背景站計之），可發現測站多集中於雙北以及高雄市區。在自動測站之監測項目方面，幾乎所有測站皆有 CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub> 等污染物測項，以及風速、風向、雨量、溫度、相對溼度等氣象測項。惟全臺 77 座測站中僅 38 座監測 NMHC，監測密度較低。

環保署空品測站歷史資料相當完整，可於空氣品質監測網下載至前 1 年（例如 108 年可下載 71 年-107 年）所有測站的歷史資料，下載頁面為：<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/YearlyDataDownload.aspx>，如圖 3.1.3 所示，該頁面下亦有環保署對於各年度空氣品質監測彙整分析之年報可提供下載。下載後的監測資料為 xls 與 ods 格式，測項簡稱、測項名稱，與測項對應單位如表 3.1-1 所示。至於當年度的監測資料，則可利用下方「空氣品質監測站即時值」查詢。



資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網，本計畫自行彙整

圖 3.1.2 各行政區內環保署空品測站類型及數量



資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

圖 3.1.3 環保署空品測站歷年監測資料下載頁面

表 3.1-1 環保署空品測站歷史監測資料測項

測項簡稱	單位	測項名稱
SO <sub>2</sub>	ppb	二氧化硫
CO	ppm	一氧化碳
O <sub>3</sub>	ppb	臭氧
PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	懸浮微粒
PM <sub>2.5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	細懸浮微粒
NO <sub>x</sub>	ppb	氮氧化物
NO	ppb	一氧化氮
NO <sub>2</sub>	ppb	二氧化氮
THC	ppm	總碳氫化合物
NMHC	ppm	非甲烷碳氫化合物
CH <sub>4</sub>	ppm	甲烷
UVB	UVI	紫外線指數
AMB TEMP	°C	大氣溫度
RAINFALL	mm	雨量
RH	%	相對溼度
WIND SPEED	m/sec	風速 (以每小時最後 10 分鐘算術平均)
WIND DIREC	degress	風向 (以每小時最後 10 分鐘向量平均)

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

表 3.1-1 環保署空品測站歷史監測資料測項 (續)

測項簡稱	單位	測項名稱
WS_HR	m/sec	風速小時值 (以整個小時算術平均)
WD_HR	degress	風向小時值 (以整個小時向量平均)
PH_RAIN	pH	酸鹼值 (酸雨)
RAIN_COND	μS/cm	導電度 (酸雨)

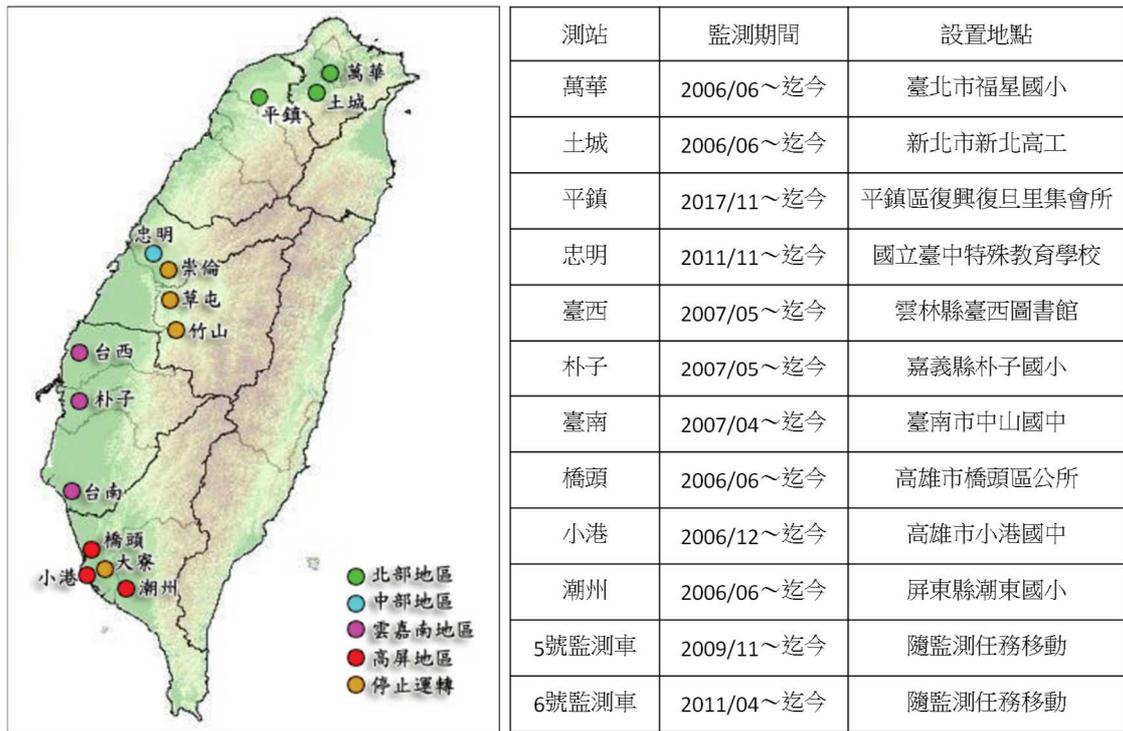
資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

## (2) 光化測站

光化測站全名為光化學評估監測站 (Photochemical Assessment Monitoring Stations, PAMS)，可提供準確、具代表性之臭氧前驅物—VOCs 長期監測資料，用以建立臭氧與其前驅物濃度、氣象條件間之相互關係，找出臭氧的成因，俾供研擬臭氧控制策略之參考；此外，光化測站之測項亦包含數種有毒物質，如苯 (benzene)、乙苯 (ethylbenzene) 等，因此亦可用於檢視部分有毒物質之環境濃度，評估暴露量。光化測站監測物質如表 3.1-2 所示，包含大氣中 54 種微量物質在大氣空氣中的濃度資訊，因此可研析 VOCs 物種之組成變化，做為污染來源研判參考。但在使用數據時，須注意光化測站監測單位為 ppbC (ppb=ppbC/物種碳數)，與一般空氣污染物所使用之 ppb (體積混合比) 意義不同。

目前環保署於全國共設置 10 座固定式光化測站，而根據特殊情況，有 2 部光化監測車隨監測任務移動。固定式光化測站之站名、位置、運轉時期如圖 3.1.4 所示，部分光化測站已轉停止運轉，但所有監測資料仍可在空氣品質監測網進行下載。

由於光化測站監測數據需經過嚴格的品保品管程序才具備可信度，因此，光化測站數據並無法及時公布於網頁上，通常會延遲監測時間 1-2 個月，故目前光化測站數據僅可針對歷史資料進行應用。



資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

圖 3.1.4 環保署光化測站位置與監測期間

表 3.1-2 環保署光化測站監測物質列表

低碳數物種 (C2-C6)				高碳數物種 (C6-C11)			
編號	中文	英文	碳數	編號	中文	英文	碳數
1	乙烷	Ethane	2	22	正己烷	n-Hexane	6
2	乙烯	Ethylene	2	23	甲基環戊烷	Methylcyclopentane	6
3	丙烷	Propane	3	24	2,4-二甲基戊烷	2,4-Dimethylpentane	7
4	丙烯	Propylene	3	25	苯	Benzene	6
5	異丁烷	Isobutane	4	26	環己烷	Cyclohexane	6
6	正丁烷	n-Butane	4	27	2-甲基己烷	2-Methylhexane	7
7	乙炔	Acetylene	2	28	2,3-二甲基戊烷	2,3-Dimethylpentane	7
8	反 2-丁烯	t-2-butene	4	29	3-甲基己烷	3-Methylhexane	7
9	1-丁烯	1-Butene	4	30	2,2,4-三甲基戊烷	2,2,4-Trimethylpentane	8
10	順 2-丁烯	cis-2-Butene	4	31	正庚烷	n-Heptane	7
11	環戊烷	Cyclopentane	5	32	甲基環己烷	Methylcyclohexane	7
12	異戊烷	Isopentane	5	33	2,3,4-三甲基戊烷	2,3,4-Trimethylpentane	8
13	正戊烷	n-pentane	5	34	甲苯	Toluene	7
14	反 2-戊烯	t-2-pentene	5	35	2-甲基庚烷	2-Methylheptane	8
15	1-戊烯	1-pentene	5	36	3-甲基庚烷	3-Methylheptane	8
16	順 2-戊烯	c-2-pentene	5	37	正辛烷	n-Octane	8
17	2,2-二甲基丁烷	2,2-dimethylbutane	6	38	乙苯	Ethylbenzene	8
18	2,3-二甲基丁烷	2,3-dimethylbutane	6	39	間,對二甲苯	m,p-Xylene	8
19	2-甲基戊烷	2-methylpentane	6	40	苯乙烯	Styrene	8
20	3-甲基戊烷	3-methylpentane	6	41	鄰二甲苯	o-Xylene	8
21	異戊二烯	Isoprene	5	42	正壬烷	n-Nonane	9
				43	異丙基苯	Isopropylbenzene	9
				44	正丙基苯	n-Propylbenzene	9
				45	間-乙基甲苯	m-Ethyltoluene	9
				46	對-乙基甲苯	p-Ethyltoluene	9
				47	1,3,5-三甲基苯	1,3,5-Trimethylbenzene	9
				48	鄰-乙基甲苯	o-Ethyltoluene	9
				49	1,2,4-三甲基苯	1,2,4-Trimethylbenzene	9
				50	癸烷	n-Decane	10
				51	1,2,3-三甲基苯	1,2,3-Trimethylbenzene	9
				52	間-二乙基苯	m-Diethylbenzene	10
				53	對-二乙基苯	p-Diethylbenzene	10
				54	正十一烷	n-Undecane	11

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

### (3) 任務性質交通測站

環保署除設有 6 座交通測站之外，曾利用行動監測車，於交通流量頻繁之地點，因應任務需求進行交通空氣品質監測工作。此類型測站多僅監測數個月後，即轉換地點進行下一個監測任務，但因為測站多設於重要道路，且鄰近設有車流量監測，可搭配車流量進行分析，對於了解交通空污影響有一定的參考價值，故在此特別說明。

此類型測站之監測時間與地點如表 3.1-3 所示，監測污染物包含 CO、NMHC、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub>，此類測站監測數據雖可在環保署空氣品質監測網上進行查詢（例如，臺中市交通測站監測期間資料查詢網頁：<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/Traffic-TCC.aspx>），但無法下載所有監測期程之歷史資料，需向環保署監資處進行索取。

表 3.1-3 任務性質交通測站監測位置與監測期間

監測區域	監測期間	測站
臺中市	106.5.15－106.7.31	臺灣大道 7 段（靜宜大學）
		環中路 1 段（果菜市場）
		環中路 4 段（福德宮）
		國光路 1 段（大里運動公園）
		圓環東路（葫蘆墩文化中心）
		文心路 3 段（文華高中）
		精武路（臺中氣象站）
		臺灣大道 2 段（忠明國小）
南投縣	106.8.15－106.10.27	名間鄉彰南路（名間國小）
		水里鄉中山路（玉管處水里遊客中心）
		南投市中興路（救國團團委會）
		埔里鎮中山路（中峰國小）
		竹山鎮集山路（延平國小）
		仁愛鄉信義巷（仁愛國中）
		魚池鄉日月潭環湖公路（日月潭向山遊客中心）
		草屯鎮草溪路（上林派出所）
彰化縣	106.11.1－107.2.28	鹿港鎮復興路（鹿港國中）
		員林市三民東街（員林國小）
		彰化市中山路 2 段（地方稅務局）
		員林市育英路（崇實高工）
		員林市員水路（員林農工）

表 3.1-3 任務性質交通測站監測位置與監測期間(續)

監測區域	監測期間	測站
彰化縣	106.11.1－107.2.28	彰化市金馬路（忠孝國小）
		溪州鄉公園路（南州國小）
		彰化市中山路3段（台化福利大樓）
雲林縣	107.3.1－107.6.30	虎尾鎮光復路（平和國小）
		古坑鄉光昌路（花卉研究中心）
		斗六市文化路（斗六高中）
		斗六市雲林路一段（雲林環保局）
		西螺鎮大同路（西螺農工）
嘉義縣	107.7.15－108.1.11	嘉義市垂楊路（嘉義女中）
		竹崎鄉鹿鳴路（鹿滿國小）
		太保市高鐵大道（2.5K）
		水上鄉中山路二段（水上派出所）
		中埔鄉金蘭村（客家文化園區）
		嘉義市北港路（中華電信）
臺南市	108.1.E－迄今	新營區民治路（南新國中）
		北區公園路（公園國小）
		後壁區縱貫公路（後壁高中）
		新市區中興街（新市國小）
		東區林森路（臺南市政府衛生局林森辦公室）
		永康區中山南路（臺南大學附屬高級中學）

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

## 2. 地方環保局測站

環保署空品測站設置係依據一定的標準進行架設，故在某些特殊需求偶有空間密度不足之憾，而部分地方環保局因應當地需求，自行新設空品測站監測環境空氣污染物濃度，以更全面地監控環境污染物變化。

地方環保局增設之空品測站，其監測項目仍以一般空氣污染物（如 CO、NMHC、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 及 PM<sub>2.5</sub>）為主，部分測站亦監測氣象項目（如風速、風向、溫度、濕度）。

地方環保局測站多以一般測站為主，但仍有少數工業測站以及交通測站。若不計移動式監測車測站，全臺地方環保局之局屬測站共計 31 站，其中包含 24 座一般測站、3 座工業測站、以及 4 座交通測站。工業測站全集中於桃園市，分別為桃園華亞、桃園內壢、觀音站；交通站位於臺北市

以及臺中市，分別為臺北一向陽、承德、中北，以及臺中一大里站。

環保署近期已將地方環保局轄管測站監測資料彙整，可於空氣品質監測網中下載歷史資料，但僅能下載為期 1 年（例如 108 年 7 月時只能下載 107.6—108.7），其下載網頁之頁面如圖 3.1.5 所示。

部分地方環保局雖有將其自動測站監測數據公布於網頁上，但其公開數值多為平均濃度（如桃園市、屏東縣、花蓮縣為日報表，非小時值），或是下載資料有時間長度限制（臺北市僅能下載近 7 日監測資料），故可應用範圍較低，因此，若需要更詳細的歷史資料，須向地方環保局進行索取。各地方環保局之所轄管測站名稱、屬性、與測站位置盤點結果如表 3.1-4 所示。

The screenshot shows the 'Air Quality Monitoring Network' website. A red box highlights the '小時值查詢' (Hourly Value Query) option under '地方監測站資料' (Local Monitoring Station Data). A red arrow points from this box to a data table. A large red text box with the characters '由此下載' (Download from here) is overlaid on the table.

時間日期	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
20190701	3	1.6	1.6	1.7	1.2	1.1	1.1	1.4	2.2	1.8	1	1.1	1.4	1	1.1	1.5	1.6	8	6	7	5
20190702	5	4	4	4	4	4	6	6	6	1.5	2.1	1.5	1.1	9	3	6	6	3	6	6	8
20190703	3	3	3	3	3	4	8	9	1	9	1.3	1.3	9	9	9	9	7	1.1	1.3	1.5	9
20190704	1.6	1.8	1.2	1.6	1.1	1.6	1.8	2	2	2.2	1.7	1.4	1.4	1.4	1.5	1.7	1.3	1.1	1.5	1.5	1.2
20190705	1.8	2.1	2.1	1.8	3	1.5	1.8	2.3	2.5	1.5	1	1	1	1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.5	1.2
20190706	1.6	1.6	NA	1.6	1.5	1.2	1.4	1.3	2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.3	1.1	1	1.2	1.4	1.2	1.5	1.2
20190707	1.3	1	9	1.5	1.5	1.6	1.2	1.9	1.5	1.6	1.5	1.2	1.2	1.4	1.4	1	1.1	1.3	1.9	2	1.5
20190708	1	9	1	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.8	1.8	1.7	1.6	1.9	1.8	1.6	1.7	1.7	1.3	1.6	1.8	1.5
20190709	1.2	1.5	1.2	1.5	1.5	1.1	1.2	1.8	2.6	1.8	1.6	1.3	1.2	1.1	1.2	1.5	1.6	1.4	1.3	1.5	1.7
20190710	2	1.9	1.1	9	1	1	1.3	1.2	1.5	1.8	1.6	1.5	1.2	1.2	1.5	1.9	2.2	3.6	2.3	1.7	1.9
20190711	1.1	1	1.1	1.1	1	1.6	2.3	3	2.1	NA											

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

圖 3.1.5 地方環保局空品測站歷史監測資料下載頁面

表 3.1-4 地方環保局空品測站資訊

縣市	測站類型	站名	地址
臺北市	一般測站	中正	臺北市中正區公園路 29 號 4 樓頂
臺北市	一般測站	大直	臺北市大直街 21 巷 2 號 4 樓
臺北市	一般測站	信義	臺北市松德路 168 巷 15 號 3 樓
臺北市	一般測站	南港	臺北市南港區南港路一段 360 號 3 樓
臺北市	一般測站	內湖	臺北市內湖區成功路 2 段 320 巷 19 號 4 樓
臺北市	一般測站	木柵	臺北市指南路二段 64 號 4 樓
臺北市	一般測站	大安	臺北市大安區忠孝東路三段 248 巷 30 號
臺北市	交通測站	向陽	臺北市南港區市民大道八段向陽路口
臺北市	交通測站	承德	臺北市承德路中正路口
臺北市	交通測站	中北	臺北市中山北路南京東路口
新北市	一般測站	三峽	新北市三峽區大同路 1 號
桃園市	工業測站	華亞	桃園市龜山區文化二路 176 號
桃園市	一般測站	新興國小	桃園市蘆竹區新興街 355 號
桃園市	工業測站	內壢	桃園市中壢區強國路 46 號
桃園市	工業測站	觀音測站	桃園市觀音區工業五路 1 號
臺中市	一般測站	后里	臺中市后里區文化路 30 號
臺中市	一般測站	大甲	臺中市大甲區大安港路 67 號
臺中市	一般測站	太平	臺中市太平區新平路二段 100 號
臺中市	一般測站	霧峰	臺中市霧峰區樹仁路 243 號
臺中市	一般測站	烏日	臺中市烏日區光明村光明路 40 號
臺中市	一般測站	文山	臺中市南屯區培德路 3 號
臺中市	交通測站	大里	臺中市大里區國光路一段 10 號
臺南市	一般測站	楠西站	臺南市楠西區中興路 107 號
臺南市	一般測站	城西里	臺南市安南區顯宮二街 1 號
高雄市	一般測站	成功	高雄市前鎮區新生路 200 號
高雄市	一般測站	鳳陽國小	高雄市小港區鳳陽路 2 號
高雄市	一般測站	鳳山水庫	高雄市小港區天池路 1 號
高雄市	一般測站	大林蒲	高雄市小港區鳳林路 116 號
高雄市	一般測站	愛國	高雄市三民區十全一路 1 號
花蓮縣	一般測站	鳳林	花蓮縣鳳林鎮中科路 1 號
屏東縣	一般測站	鹽洲	屏東縣新園鄉永和路 129 巷

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

### 3. 大型事業測站

我國大型事業如台電、中油、中鋼等企業，為監控各廠址鄰近區域之環境空氣品質情況，常設有空氣品質測站。雖然大型事業測站係為監測工業影響為主，但由於臺灣地狹人稠，工業排放鄰近區域亦會有一定程度的交通空污影響，此時應可應用該類型測站解析該區域受工業及交通之影響，以及釐清交通影響貢獻之比例，故於此進行盤點彙整。

我國大型事業測站目前共有 64 站（未含離島），係以監測一般空氣污染物為主，部分測站監測項目較少，僅量測 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、PM<sub>10</sub> 等污染物。大型事業測站之縣市位置、單位、站名、污染物測項、地方環保局所轄管之測站名稱、屬性、與測站位置盤點結果如表 3.1-5 所示。

目前大型事業之公開資訊僅在公布於環保署空氣品質監測網網頁上 (<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/tabTcc.aspx>)，可查詢近 72 小時之監測資料，但是無歷史資料下載方式，故該監測資料有應用上的限制。

表 3.1-5 我國大型事業測站所屬單位、站名、污染物測項

縣市	單位	站名	測項
基隆市	台灣電力公司	台電八斗子	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
基隆市	台灣電力公司	台電警衛室	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
基隆市	台灣電力公司	台電油槽區	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
基隆市	台灣電力公司	協和宿舍	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
基隆市	台灣電力公司	台電大德	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
基隆市	台灣電力公司	台電建德	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
新北市	台灣電力公司	台電育樂	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
新北市	台灣電力公司	台電瑞芳	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
新北市	台灣電力公司	台電深澳	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
新北市	台灣電力公司	台電八里	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
新北市	台灣電力公司	台電林口廠	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
桃園市	台灣電力公司	台電沙崙	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
桃園市	台灣電力公司	台電坑口	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
桃園市	台灣電力公司	台電竹圍	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
桃園市	台灣中油股份有限公司	中油桃煉 FL1	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
桃園市	台灣中油股份有限公司	中油桃煉 FL2	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
桃園市	台灣中油股份有限公司	中油桃煉 FL3	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

表 3.1-5 我國大型事業測站所屬單位、站名、污染物測項(續 1)

縣市	單位	站名	測項
桃園市	台灣中油股份有限公司	中油桃煉 FL4	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
桃園市	台灣中油股份有限公司	中油桃煉 FL5	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電通灣	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電五北	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電苑裡	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電海岸里	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電通霄	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
苗栗縣	台灣電力公司	台電通霄廠	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
臺中市	台灣電力公司	台電龍井	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
臺中市	台灣電力公司	台電清水	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
臺中市	台灣電力公司	台電梧棲	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
臺中市	台灣電力公司	台電大肚	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
臺中市	台灣電力公司	台電東大	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
南投縣	台灣電力公司	台電草屯	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
南投縣	台灣電力公司	台電大觀	PM <sub>2.5</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電福興	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電線西	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電彰化	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電伸港	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電和美	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
彰化縣	台灣電力公司	台電鹿港	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電文南	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電一甲	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電文賢	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電茄苳	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電興達廠	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電鹽田	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電南火	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電成功	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電前鎮	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電鳳林	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電二苓	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>
高雄市	台灣電力公司	台電大林廠	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub>

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

表 3.1-5 我國大型事業測站所屬單位、站名、污染物測項(續 2)

縣市	單位	站名	測項
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 A	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 B	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 C	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 D	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 E	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	中國鋼鐵股份有限公司	中鋼 F	PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油林園 Q1	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油林園 Q2	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油林園 Q3	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油林園 Q4	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油大林 A1	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油大林 A2	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油大林 A3	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>
高雄市	台灣中油股份有限公司	中油大林 A5	PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub>

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

#### 4. 特殊性工業區測站

我國工業區產業集中排放，排放空氣污染物成分特性複雜，考量特殊性工業之工業區對周遭環境及民眾健康影響，空氣污染防制法第 15 條規定，開發特殊性工業區，應於區界內之四周或適當地區分別規劃設置緩衝地帶及空氣品質監測設施。如同前文所述，工業排放鄰近區域通常亦伴隨一定的交通空污影響，故此時可應用此類型測站之觀測資料，解析該區域受工業及交通影響，以及釐清交通影響貢獻之比例。

目前全國共有 5 座特殊性工業區，包括高雄市林園及臨海工業區、雲林縣六輕工業區、臺中市中科臺中園區、臺南市南科臺南園區，共建置 35 站空氣品質監測站，監測項目相當廣泛，在自動監測項目方面，除了一般空氣污染物、氣象監測項目以外，在六輕工業區、林園工業區、臨海工業區所屬測站，亦設有光化測站負責監測 54 種 VOCs 物質（規格同環保署光化測站）；此外，尚依據該特殊性工業區之事業類別，監測有害空氣污染物，此部分項目將在後文手動採樣監測描述。

關於特殊性工業區測站之各項訊息，如開發單位、地方主管機關、監測時間、站名、以及自動連續監測項目如表 3.1-6 所示。

目前特殊係工業區資料開放情況，在即時監測資料方面，可在環保署空氣品質監測網上查詢近 72 小時的監測數據，而在歷史資料下載方面，可在環保署空氣品質改善維護資訊網進行下載（[https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality\\_4.aspx](https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_4.aspx)），下載網頁頁面如圖 3.1.6 所示，目前可下載之歷史資料已開放至 104-107 年，歷史數據下載後之資料格式皆為.csv 檔，資料內容說明如表 3.1.1-7 所示。

由於當年度的污染物監測數據並無及時公開於網頁上，因此，若欲取得當年度的監測數據，可向地方主管機關（如地方環保局）進行索取更新。

表 3.1-6 我國特殊性工業區測站所屬單位、站名、污染物測項

項目	林園工業區	南科 臺南園區	六輕工業區	臨海工業區	中科 臺中園區	
開發單位	經濟部工業局	科技部南科 工業區管理局	台塑企業	經濟部工業局	科技部中科 工業區管理局	
地方主管 機關	高雄市環保局	臺南市環保局	雲林縣環保局	高雄市環保局	臺中市環保局	
起始監測 時間	104.5	104.6	104.11	105.5	106.5	
測站	1	林園工業區 監測中心	公 19 測站	彰化縣 大城站	林園區 林園里	陽明國小
	2	林園區 汕尾里	公 29 測站	嘉義縣 東石站	小港區 鳳林國中	中科實中
	3	林園區 西溪里	南科實中	雲林縣 褒忠站	旗津國中	都會公園
	4	林園區 林園里	公 13 測站	雲林縣 崙背站	明正社區 活動中心	國安國小
	5	林園區 五福里		雲林縣 四湖站	二甲里 活動中心	
	6	林園區 溪洲里		雲林縣 東勢站	中山國中	
	7	小港區 鳳林國中		雲林縣 麥寮站	太平國小	
	8	大寮區 潮寮里		雲林縣 台西站	新厝里 活動中心	
	9	新園鄉 港西國小		雲林縣 土庫站	大坪頂	
	10			雲林縣 西螺站	頂厝里	
自動 連續 監測 項目	一般 空氣 污染 物 PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、 NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、 THC	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、 NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、 THC	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、 NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、 THC	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、 NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、 THC	PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、 NO <sub>x</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、 THC	

資料來源：環保署空氣品質改善維護資訊網

表 3.1-6 我國特殊性工業區測站所屬單位、站名、污染物測項(續)

項目		林園工業區	南科 臺南園區	六輕工業區	臨海工業區	中科 臺中園區
自動 連續 監測 項目	氣象 測項	風向、風速、溫度、相對濕度、降雨量	風向、風速、溫度、相對濕度、降雨量	風向、風速、溫度、相對濕度、降雨量	風向、風速、溫度、相對濕度、降雨量	風向、風速、溫度、相對濕度、降雨量
	光化 測站	54 項有機光化前驅物		54 項有機光化前驅物	54 項有機光化前驅物	

資料來源：環保署空氣品質改善維護資訊網

13	Chloroethane(氯乙烷)	31	Dichlorotetrafluoroethane(二氯四氟乙烷)	49	Vinyl acetat
14	Chloroform(氯仿)	32	Ethyl benzene(乙苯)	50	Vinyl chlori
15	Chloromethane(氯甲烷)	33	Hexachlorobutadiene(六氯丁二烯)	51	Naphthaler
16	3-Chloro-1-Propene(3-氯-1-丙烯)	34	Methanol(甲醇)	52	Benzo(a)py
17	Dibromochloromethane(二溴氯甲烷)	35	Methylene chloride(二氯甲烷)		
18	1,2-Dibromoethane(1,2-二溴乙烷)	36	Methyl methacrylate(甲基丙烯酸甲酯)		

特殊性工業區測站資訊

- 特殊性工業區測站資訊

特殊性工業區空氣品質監測即時值

- 環保署空氣品質監測網

特殊性工業區品保管後歷史空氣品質監測值

- 2015 年：一般空氣污染物、氣象監測項目、有機光化前驅物、人工操作監測項目
- 2016 年：一般空氣污染物、氣象監測項目、有機光化前驅物、人工操作監測項目
- 2017 年：一般空氣污染物、氣象監測項目、有機光化前驅物、人工操作監測項目
- 2018 年：一般空氣污染物、氣象監測項目、有機光化前驅物、人工操作監測項目

網頁最下方  
由此下載

空品相關資訊	最新消息	環保主題	資訊延伸連結	聯絡
空品預報資訊	新聞與消息	空氣品質保護規劃	相關法規	意見
空氣品質嚴重惡化資訊	公告	固定污染源管制	研究報告	各業
		移動污染源管制	公告查詢	
		空氣品質維護	資訊服務	

資料來源：環保署空氣品質改善維護資訊網

圖 3.1.6 特殊性工業區測站歷史監測資料下載頁面

## 5. 小結

表 3.1-8 係彙整本計畫盤點自動連續測站之彙整結果，包含管理單位、監測項目、歷史資料取得等資訊。目前我國具有極高密度的空氣品質自動連續測站，包括環保署測站、地方環保局之所轄管測站、大型事業測站、特殊性工業區測站等。自動連續測站可提供，長期、逐時、連續的各種污染物及氣象觀測資訊，對於解析空氣品質成因有相當大的助益，惟自動連續測站所費不貲，故其設置多有目的性。

表 3.1-7 特殊性工業區歷史資料欄位說明

英文欄位名稱	欄位意義
IndParkName	工業區名稱
DP_NO	測站名稱
DESP	測項名稱
UNIT	測項單位
M_Date	監測日期
M_TIME	監測小時
M_VAL	監測值
CODE2	資料辨識碼
CITY	工業區所在地環保局
CITY2	測站所在地環保局
YN	是否與其它工業區合併設置測站
資料辨識碼	定義
000	暫停監測設施之量測值（無法取樣）
010	正常量測值
011	超過預設高值測值
012	低於預設低值測值
020	零點偏移測試量測值
021	全幅偏移測試量測值
030	無效數據
031	監測設施維修、保養量測值
032	超過儀器量測範圍
091	備用監測設施替代值
092	檢測機構檢測替代值
093	依過去資料計算之替代值
094	其它替代值

資料來源：環保署空氣品質改善維護資訊網

表 3.1-8 自動測站點結果彙整

管理單位	測站類型	區域	站數	屬性	站數	監測項目	歷史資料取得	備註
環保署	空品測站	北部	27	一般站	60	一般空氣污染 氣象監測項目	空氣品質監測網： <a href="https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/YearlyDataDownload.aspx">https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/YearlyDataDownload.aspx</a>	環保署空品測站恆春、萬里、三義站同時具備一般測站功能
		竹苗	6	工業站	5			
		中部	11	交通站	6			
		雲嘉南	10	公園	2			
		高屏	15	背景站	5			
		宜花東	5	其它	2			
		離島	3					
		北部	3	一般站	8			
		中部	1	工業站	1			
		雲嘉南	3	背景站	1			
		高屏	3	其它	---	54種 VOCs		
環保署	任務性質 交通測站	中部	8	交通站	8	一般空氣污染	環保署空氣品質監測網： <a href="https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/Traffic-TNC.aspx">https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/Traffic-TNC.aspx</a>	非長期監測, 監測時間長度如下 1. 臺中市：2017.05-2017.07 2. 南投縣：2017.08-2017.10 3. 彰化縣：2017.11-2018.02

表 3.1-8 自動測站點結果彙整(續 1)

管理單位	測站類型	區域	站數	屬性	站數	監測項目	歷史資料取得	備註				
環保署	任務性質 交通測站	雲嘉南	6	交通站	8	一般空氣污染物	1. 監資處索取	4. 雲林縣： 2018.03-2018.06 5. 嘉義縣： 2018.07-2019.01 6. 臺南市：2019.01 - 迄今				
									1. 臺北市： <a href="https://www.tldep.gov.taipei/Public/DownLoad/AirAutoHour.aspx">https://www.tldep.gov.taipei/Public/DownLoad/AirAutoHour.aspx</a> 2. 桃園市： <a href="https://www.tydep.gov.tw/tydep/static/air/main3.html">https://www.tydep.gov.tw/tydep/static/air/main3.html</a> 3. 臺中市： <a href="https://aq.epb.taichung.gov.tw/tccgAIR">https://aq.epb.taichung.gov.tw/tccgAIR</a> 4. 高雄市： <a href="https://ksenlab.ksepb.gov.tw/kh-taqm/zh-tw/HourlyData.aspx">https://ksenlab.ksepb.gov.tw/kh-taqm/zh-tw/HourlyData.aspx</a> 5. 屏東縣： <a href="https://www.ptepb.gov.tw/Default.aspx">https://www.ptepb.gov.tw/Default.aspx</a> 6. 環保署空氣品質監測			
地方環保局	空品測站	宜花東	1	一般站	1	一般空氣污染物 氣象監測項目		1. 臺北市：下載不能 超過 7 日 2. 桃園市：日均值 3. 屏東縣：日均值 4. 花蓮縣：日均值 5. 環保署環境資源開放平台：需撰寫 程式擷取 6. 環保署空氣品質監測網僅可下載過去 一年資料				
									北部	15	一般站	24
									中部	7	工業站	3
									雲嘉南	2	交通站	4
		高屏	6	其它	---							

表 3.1-8 自動測站盤點結果彙整(續 2)

管理單位	測站類型	區域	站數	屬性	站數	監測項目	歷史資料取得	備註
台灣電力 台灣中油 中國鋼鐵	大型事業 空品測站	北部	19	---		一般空氣污染物 氣象監測項目	部分測站僅可取得月報表, 詳細資料需向所屬 單位或地方環保局索取	
		竹苗	8					
		中部	13					
		高屏	25					
		離島	5					
中科工業區 六輕工業區 南科工業區 臨海工業區 林園工業區	特殊性工 業區測站	中部	5	---		一般空氣污染物 氣象監測項目 54 種 VOCs 人工監測項目	1. 環保署： <a href="https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_4.a.spx">https://air.epa.gov.tw/EnvTopics/AirQuality_4.a.spx</a> 2. 環保署環境資源開放平台： <a href="https://opendata.epa.gov.tw/">https://opendata.epa.gov.tw/</a> 3. 地方環保局索取	1. 非一般空氣污染物 之監測項目依工業 區類型而定 2. 環保署環境資源開 放平台：需撰寫 程式進行資料擷取
		雲嘉南	13					
		高屏	17					

資料來源：本計畫彙整

### 3.1.2 手動採樣監測資料

手動採樣監測項目多為空品測站可監測空氣污染物以外之有害物質，如空氣中微量金屬、有害空氣污染物、揮發性有機物等，通常受限於採樣技術限制（無法自動連續採樣及分析）、標準方法、法規等因素規範，進而使用手動採樣做為監測手段。

以下將對環保署 PM<sub>2.5</sub> 手動採樣資料、縣市地方環保局手動空氣污染物監測資料、特殊性工業區有害物質手動採樣監測資料、及其它手動採樣監測資料進行盤點。

#### 1. 環保署 PM<sub>2.5</sub> 手動採樣資料

PM<sub>2.5</sub> 之監測方法分為「手動監測」及「自動監測」2種，由於監測方法不同，兩者數據有系統性的差異，需經過比對及統計分析後，適度轉換校正才能掌握一致性的數據。依空氣品質標準規定，PM<sub>2.5</sub> 之監測數據係以「手動監測」標準方法所量測之數據為準。環保署為使空品測站之自動監測 PM<sub>2.5</sub> 及手動監測數據趨於一致，參考美國環保署作法，得出各自動監測站與手動監測站數據的線性迴歸式（關係式），用以校正自動監測數據並即時公布，提供預警功用。

依關係式校正之 PM<sub>2.5</sub> 自動監測值，旨在便於對照手動監測值，因此若需進行其它應用，如需與 PM<sub>10</sub> 自動監測值比較或分析比例，環保署建議須考量自動監測與手動監測之差異，使用關係式反算 PM<sub>2.5</sub> 自動監測值或直接使用原始自動監測值。

關於 PM<sub>2.5</sub> 手動採樣歷史資料下載，可於環保署空氣品質監測網下載（<https://taqm.epa.gov.tw/pm25/tw/PM25Table.aspx>），PM<sub>2.5</sub> 手動採樣資料之時間解析度為每 3 天採樣 1 次，而具有手動採樣 PM<sub>2.5</sub> 之測站與監測起始時間彙整如表 3.1.9 所示。

表 3.1-9 我國 PM<sub>2.5</sub> 手動採樣測站與監測起始時間

區域	站名	起始時間	區域	站名	起始時間	
北部	陽明	101.11	雲嘉南	斗六	101.11	
	基隆			朴子		
	士林			嘉義		
	汐止			新營		
	萬華			臺南		
	板橋			美濃		
	桃園			屏東		
	平鎮	104.01	高屏	前金		
竹苗	新竹	101.11	宜蘭	恆春		
	竹東			宜蘭		
	苗栗			花蓮		
	三義			臺東		
中部	豐原	102.02	離島	馬祖		101.12
	忠明	101.11		馬公		
	彰化	101.12		金門	101.11	
	南投	101.11				
總計：31 站						

資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

### 1. 地方環保局手動採樣資料

地方環保局為確認空氣品質標準是否符合法規標準，以及因應當地需求，進行各項空氣污染物之手動採樣監測。然而，因為各地方政府對於空氣品質之監控目標有異。因此，多半兼具不同的監測項目與監測頻率，並且數據格式也不完全相同，是以較難進行整合分析，數據較難有進一步應用。此類型數據多為地方環保局用以檢視本地之空氣品質是否符合法規規範之情況，藉此擬定做為空氣污染管制策略之參考。

此類數據通常需藉由地方環保局提供下載，部分手動採樣資料係公開於政府資料開放平台。有關各縣市環保局手動採樣之測項、對應監測頻率、測站數目、以及歷史資料下載位置盤點結果如表 3.1-10。

表 3.1-10 地方環保局手動採樣監測資訊

資料來源	監測頻率	監測項目	站數	下載位置
基隆市環保局	雙周 / 月	TSP、Pb、落塵	5	<a href="http://www.klepb.gov.tw/form/index.asp?m=2&amp;m1=6&amp;m2=47&amp;gp=42">http://www.klepb.gov.tw/form/index.asp?m=2&amp;m1=6&amp;m2=47&amp;gp=42</a>
臺北市環保局	月 / 季	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	15	<a href="https://www.tldep.gov.taipei/Public/DownLoad/HistoryData.aspx">https://www.tldep.gov.taipei/Public/DownLoad/HistoryData.aspx</a>
新北市環保局	月	TSP、落塵	5	<a href="https://www.epd.ntpc.gov.tw/Article?catID=472">https://www.epd.ntpc.gov.tw/Article?catID=472</a>
桃園市環保局	雙周 / 月	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	6	<a href="https://www.tydep.gov.tw/tydep/static/air/main3.html">https://www.tydep.gov.tw/tydep/static/air/main3.html</a>
新竹市環保局	雙周 / 月	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	4	<a href="http://opendata.hccg.gov.tw/dataset/hccep-20150129-104656-4569">http://opendata.hccg.gov.tw/dataset/hccep-20150129-104656-4569</a>
苗栗縣環保局	雙周 / 月	TSP、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb、Cd、落塵	8	<a href="http://www.mlepb.gov.tw/information_new_data.php?id_type=2&amp;selected=1">http://www.mlepb.gov.tw/information_new_data.php?id_type=2&amp;selected=1</a>
臺中市環保局	雙周 / 月 / 季	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	11	<a href="http://59.125.156.22/TAICHUNG EPB/default2.aspx">http://59.125.156.22/TAICHUNG EPB/default2.aspx</a>
彰化縣環保局	雙周 / 月	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	4	<a href="http://plan.chepb.gov.tw/airplan/pt2_3.html">http://plan.chepb.gov.tw/airplan/pt2_3.html</a>
雲林縣環保局	雙周 / 月 / 季	TSP、落塵、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、Pb	5	<a href="http://www.ylepb.gov.tw/form/index.asp?Parser=3,10,341">http://www.ylepb.gov.tw/form/index.asp?Parser=3,10,341</a>
嘉義縣環保局	雙周 / 月 / 季	TSP、落塵、Pb、 $\text{SO}_4^{2-}$	7	<a href="https://cyepb.cyhg.gov.tw/Content_List.aspx?n=7DBAD23D4B3B7530">https://cyepb.cyhg.gov.tw/Content_List.aspx?n=7DBAD23D4B3B7530</a>
嘉義市環保局	月 / 季	TSP、落塵、Pb、 $\text{SO}_4^{2-}$	4	<a href="http://www.cycepb.gov.tw/index.asp">http://www.cycepb.gov.tw/index.asp</a>

資料來源：本計畫彙整

表 3.1-10 地方環保局手動採樣監測資訊( 續 1)

資料來源	監測頻率	監測項目	站數	下載位置
臺南市環保局	雙周 / 月	TSP、落塵、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 Cl <sup>-</sup> 、Pb	12	<a href="https://data.tainan.gov.tw/dataset/aircheckcsv">https://data.tainan.gov.tw/dataset/aircheckcsv</a>
高雄市環保局	月 / 季	TSP、PM <sub>10</sub> 、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 Cl <sup>-</sup> 、Pb	21	<a href="https://ksenlab.ksepb.gov.tw/kh-taqm/zh-tw/Arti.aspx">https://ksenlab.ksepb.gov.tw/kh-taqm/zh-tw/Arti.aspx</a>
宜蘭縣環保局	月	TSP、落塵、Pb	8	<a href="https://www.ilepb.gov.tw/EnvMon/02001/02001_001.aspx">https://www.ilepb.gov.tw/EnvMon/02001/02001_001.aspx</a>
花蓮縣環保局	雙周 / 月	TSP、PM <sub>10</sub> 、 PM <sub>2.5</sub> 、落塵、Pb	3	<a href="http://59.125.156.22:8001/HuaLienAirStation/station.aspx">http://59.125.156.22:8001/HuaLienAirStation/station.aspx</a>
臺東縣環保局	雙周 / 月	TSP、落塵、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 Cl <sup>-</sup> 、Pb	1	<a href="https://data.nat.gov.tw/dataset/34522">https://data.nat.gov.tw/dataset/34522</a>

資料來源：本計畫彙整

## 2. 特殊性工業區手動採樣資料

特殊性工業區除設有自動連續監測測站外，亦根據事業別進行空氣中有害物質之手動採樣監測，各工業區之中手動採樣監測項目及其監測頻率如表 3.1-11 所示，監測資訊公開下載位置與其它相關訊息請見前文。

表 3.1-11 特殊性工業區手動採樣監測項目 及監測頻率

項目	林園工業區	南科 臺南園區	六輕工業區	臨海工業區	中科 臺中園區
手動 採樣 監測 項目	52 項有害空氣 污染物、甲醛、 乙醛、PM <sub>10</sub> 金 屬：Ni、As、 Cd、Mn、Be、 Pb、TSP 中 Cr <sup>6+</sup> 、硫化氫、 甲硫醇、二硫化 碳、硫化甲基、 二硫化甲基、氫 氣、三甲基胺、 戴奧辛	PM <sub>10</sub> 金屬： Ni、As、Cd、 Mn、Be、Pb、 TSP 中 Cr <sup>6+</sup> 、氫 氟酸、鹽酸、硝 酸、磷酸、硫 酸、醋酸、氫 氣、氯氣	52 項有害空氣 污染物、甲醛、 乙醛、PM <sub>10</sub> 金 屬：Ni、As、 Cd、Mn、Be、 Pb、TSP 中 Cr <sup>6+</sup> 、硫化氫、 甲硫醇、二硫化 碳、硫化甲基、 二硫化甲基、氫 氣、三甲基胺、 戴奧辛	52 項有害空氣 污染物、甲醛、 乙醛、PM <sub>10</sub> 金 屬：Ni、As、Cd、 Mn、Be、Pb、 TSP 中 Cr <sup>6+</sup> 、硫 化氫、甲硫醇、 二硫化碳、硫化 甲基、二硫化甲 基、氫氣、三甲 基胺、戴奧辛	PM <sub>10</sub> 金屬： Ni、As、Cd、 Mn、Be、 Pb、TSP 中 Cr <sup>6+</sup> 、氫氟 酸、鹽酸、硝 酸、磷 酸、硫酸、 醋酸、氫 氣、氯氣
監測 頻率	戴奧辛每年 1 次，其它項目每 6 天 1 次	每 6 天 1 次	戴奧辛每年 1 次，其它項目每 6 天 1 次	戴奧辛每年 1 次，其它項目每 6 天 1 次	每 6 天 1 次

資料來源：環保署空氣品質改善維護資訊網

## 3. 其它手動採樣資料

由於 PM<sub>2.5</sub> 對於大氣環境變遷和國民健康危害影響重大，且每年在秋、冬之際氣流滯留環境下，發生 PM<sub>2.5</sub> 高濃度往往引起民眾高度關注。但因為 PM<sub>2.5</sub> 同時具有原生性及衍生性污染物之特質，因此解析來源相當困難。環保署近年來推動研究計畫，例如「細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 化學成分監測及分析計畫」針對 PM<sub>2.5</sub> 進行手動採樣，剖析其化學成分，做為瞭解 PM<sub>2.5</sub> 污染來源之前置工作。

該計畫中具有相當詳細之 PM<sub>2.5</sub> 化學組成，應可利用其化學組成特性輔助解析各採樣點之交通空污情形，故在此進行盤點。該計畫係在小港、斗六、忠明、板橋、花蓮、嘉義等測站進行 PM<sub>2.5</sub> 手動採樣解析，時間解

析度為每 6 天採樣 1 次，計畫所蒐集之 PM<sub>2.5</sub> 化學組成歷史數據可藉由政府資料開放平台 (<https://data.gov.tw/dataset/100629>) 進行下載，監測資訊如表 3.1-12，對於了解各地 PM<sub>2.5</sub> 成因具有幫助。

表 3.1-12 「細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 化學成分監測及分析計畫」監測資訊

測站	歷史數據	監測頻率	監測項目		
			陰、陽離子	金屬離子	其它
小港 斗六 忠明 板橋 花蓮 嘉義	106.01.01 ~ 108.04.27	6 天 1 次	Na <sup>+</sup> 、 K <sup>+</sup> 、 Mg <sup>2+</sup> 、 Ca <sup>2+</sup> 、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、 NH <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 Cl <sup>-</sup> 、	Al、Fe、Na、Mg、 K、Ca、Sr、Ba、 Ti、Mn、Co、Ni、 Cu、Zn、Mo、Cd、 Sn、Sb、Tl、Pb、 V、Cr、As、Y、 Se、Zr、Ge、Rb、 Cs、Ga、La、Ce、 Pr、Nd、Sm、Eu、 Gd、Tb、Dy、Ho、 Er、Tm、Yb、Lu、 Hf、U	OC、EC、 PM <sub>2.5</sub> 、Mass Concentration

資料來源：細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>) 化學成分監測及分析計畫 (2016)；本計畫自行彙整

### 3.1.3 室內空氣品質監測資料

隨著國人對於室內環境（空氣）品質的重視，我國政府從 91 年起著手開始強化國內室內空氣品質之相關政策推動及法令制定，94 年 8 月 25 日所召開行政院消費者保護委員會第 126 次委員會議中，決議請環保署為「室內空氣品質」之目的事業主管機關，並隨即進行相關「室內空氣品質」法規研擬及政策推動，逐年推動歷程中包括於 95 年協同各部會擬定為期 3 年的「室內空氣品質管理推動方案」。該方案主要工作為：第 1 年建置室內空氣品質管理能力，第 2 年推動公共場所室內空氣品質自主管理制度，第 3 年推動公共場所室內空氣品質標章制度。另於 94 年 12 月 13 日公告「室內空氣品質建議值」促使中央及地方縣市政府開始執行相關室內空氣品質管制工作，而 100 年 11 月 8 日立法院三讀通過「室內空氣品質管理法」，並於同年 11 月 23 日由總統公布實施。

為落實室內空氣品質提升，環保署依室內空氣品質管理法第 6 條規定，於 101 年 11 月 23 日公告之「室內空氣品質標準」9 項室內空氣品質指標，其標準則如表 3.1-13 所示；綜合考量公私場所之公眾聚集量、進出量、室內空氣污染物危害風險程度及場所之特殊需求，103 年 1 月 23 日公告「應符合室內空氣品質管理法之第一批公告場所」，做為應受空氣品質管理法管理對象之依據；同時配合室內空氣品質標準、室內空氣品質檢驗測定管理辦法之規定，訂定公告場所類別之室內空氣污染物項目、管制室內空間範圍。

環保署於 106 年 1 月 11 日為擴大管制，公告「應符合室內空氣品質管理法之第二批公告場所」，除了擴大納管第一批已公告管制大專院校、圖書館、醫療機構、社福機構、政府機關、鐵路運輸、民用航空站、捷運車站、展覽室、商場等 10 類場所範圍。另新增納管博物館及美術館、金融機構營業場所、表演廳、電影院、視聽歌唱業及運動健身等 6 類場所。現階段公告場所與該場所室內空氣品質監測項目如表 3.1-14 所示；其中，交通管理單位相關之管制場所為鐵路車站、航空站、及大眾捷運系統車站。

依室內空氣品質檢驗測定管理辦法規定，公告場所定期檢驗頻率，除中央主管機關另有規定者，應每 2 年實施定期檢測室內空氣污染物濃度至少 1 次。

目前室內空氣品質監測結果多公布於主要場所入口明顯處，根據本計畫彙整，目前公開可取得之室內空氣品質監測結果僅在下列地方環保局網頁上可取得，大部分則需向管理單位另行索取。

臺中市:<https://iaq.epb.taichung.gov.tw/page/about/index.aspx?kind=72>

高雄市:<https://61.218.233.198/IAQ/analyze.html>

宜蘭縣:[http://works.ilepb.gov.tw/01002\\_W\\_08/Managed.html](http://works.ilepb.gov.tw/01002_W_08/Managed.html)

此外，政府資料開放平台網頁（<https://data.gov.tw/dataset/72345>）亦能取得部分室內空氣品質監測結果，資料格式與項目說明如表 3.1-15 所示，但該下載路徑之監測數據僅至 103-105 年，目前尚未有更新資料。

表 3.1-13 我國室內空氣品質標準

污染物種類	標準值		
	量測時間	標準值	單位
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	8 小時值	1,000	ppm
一氧化碳 (CO)	8 小時值	9	ppm
甲醛 (HCHO)	1 小時值	0.08	ppm
總揮發性有機化合物 (TVOC，包含：十二種苯類及烯類之總和)	1 小時值	0.56	ppm
細菌 (Bacteria)	最高值	1,500	CFU/m <sup>3</sup>
真菌 (Fungi)	最高值	1,000，但真菌濃度室內外比值小於等於 1.3 者不在此限	CFU/m <sup>3</sup>
粒徑小於等於 10 微米 (µm) 之懸浮微粒 (PM <sub>10</sub> )	24 小時值	75	µg/m <sup>3</sup>
粒徑小於等於 2.5 微米 (µm) 之懸浮微粒 (PM <sub>2.5</sub> )	24 小時值	35	µg/m <sup>3</sup>
臭氧 (O <sub>3</sub> )	8 小時值	0.06	ppm

資料來源：環保署室內空氣品質資訊網

表 3.1-14 我國室內空氣品質場所公告類別及管制污染物項目

管制場所	管制項目	管制場所	管制項目	管制場所	管制項目
大專校院	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	鐵路車站	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>	電影院	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>
圖書館	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	航空站	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	視聽歌唱業場所	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>
金融機構	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>	大眾捷運系統車站	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)	商場	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>
醫療機構	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	社會福利機構	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、一氧化碳 (CO)、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	運動健身場所	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>
博物館、美術館	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>	表演廳	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、細菌 (Bacteria)、PM <sub>10</sub>		
政府機關	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>	展覽室	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲醛 (HCHO)、PM <sub>10</sub>		

資料來源：環保署室內空氣品質資訊網

表 3.1-15 室內空氣品質歷史資料欄位說明

英文欄位名稱	欄位意義
PlaceId	公告場所編號
PlaceName	公告場所名稱
inspect_placename	定檢點名稱
inspect_time	定檢時間
inspect_people	檢驗測定機構
Exam_name	檢驗項目名稱
Exam_unit	檢驗項目單位
Value	定檢濃度值

資料來源：政府資料開放平台網頁

### 3.1.4 其它類型空氣品質監測資料

除了環保署、地方環保局等政府單位公開空污監測資訊之外，亦有相關單位、民間團體進行特定空氣污染物監測，做為交通空污解析、釐清交通空氣污染相關問題，以下針對該類資訊進行盤點。

#### 1. 空氣盒子監測資料

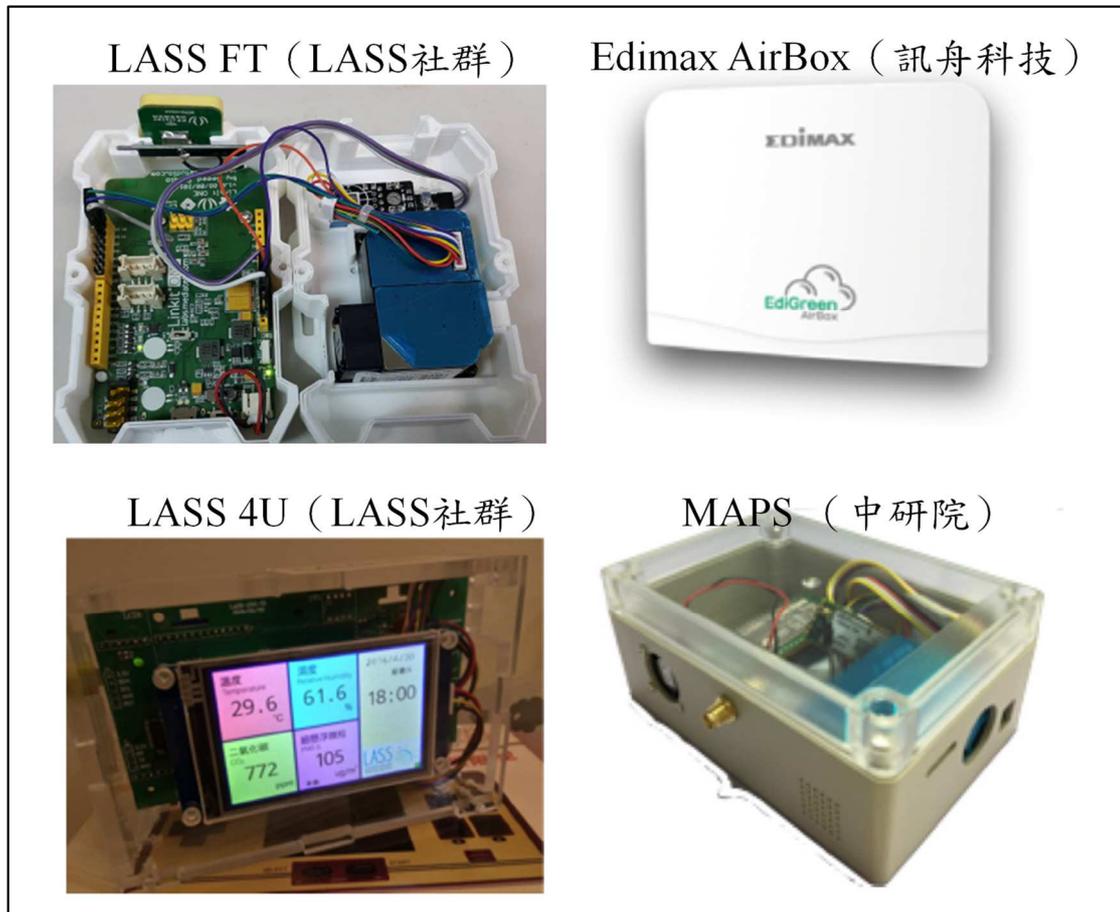
##### (1) 空氣盒子簡介

我國空氣盒子監測系統始於國內科技業者、中央研究院及民間單位合作建置出的環境感測器網路系統 (Location Aware Sensing System, LASS)，利用簡易型 PM<sub>2.5</sub> 感測器，透過通訊模組傳輸，提供高時空解析度之 PM<sub>2.5</sub> 濃度、溫度與相對濕度等資訊。

空氣盒子相較於傳統空氣品質測站，具有架設簡易、價格便宜、即時反應等優勢，因此可廣布於各地，提供 PM<sub>2.5</sub> 更細部時空變化特性。目前常見的空氣盒子主要為下列 4 類 (如圖 3.1.7)：

- ①LASS FT (Field Try) (LASS 社群)
- ②LASS4U (LASS 社群)
- ③Edimax AirBox (訊舟科技)
- ④MAPS (Micro Air Pollution Sensing System) (中研院)

鑑於空氣盒子之佈建優勢及監測特性，環保署及地方環保局亦投入資源推動空氣盒子監測網之建置與應用，目前全臺灣約有超過 4,000 個以上空氣盒子監測點運作中，監測密度相當高，其測點分布如圖 3.1.8。



資料來源：Chen et al. IEEE Access (2017)

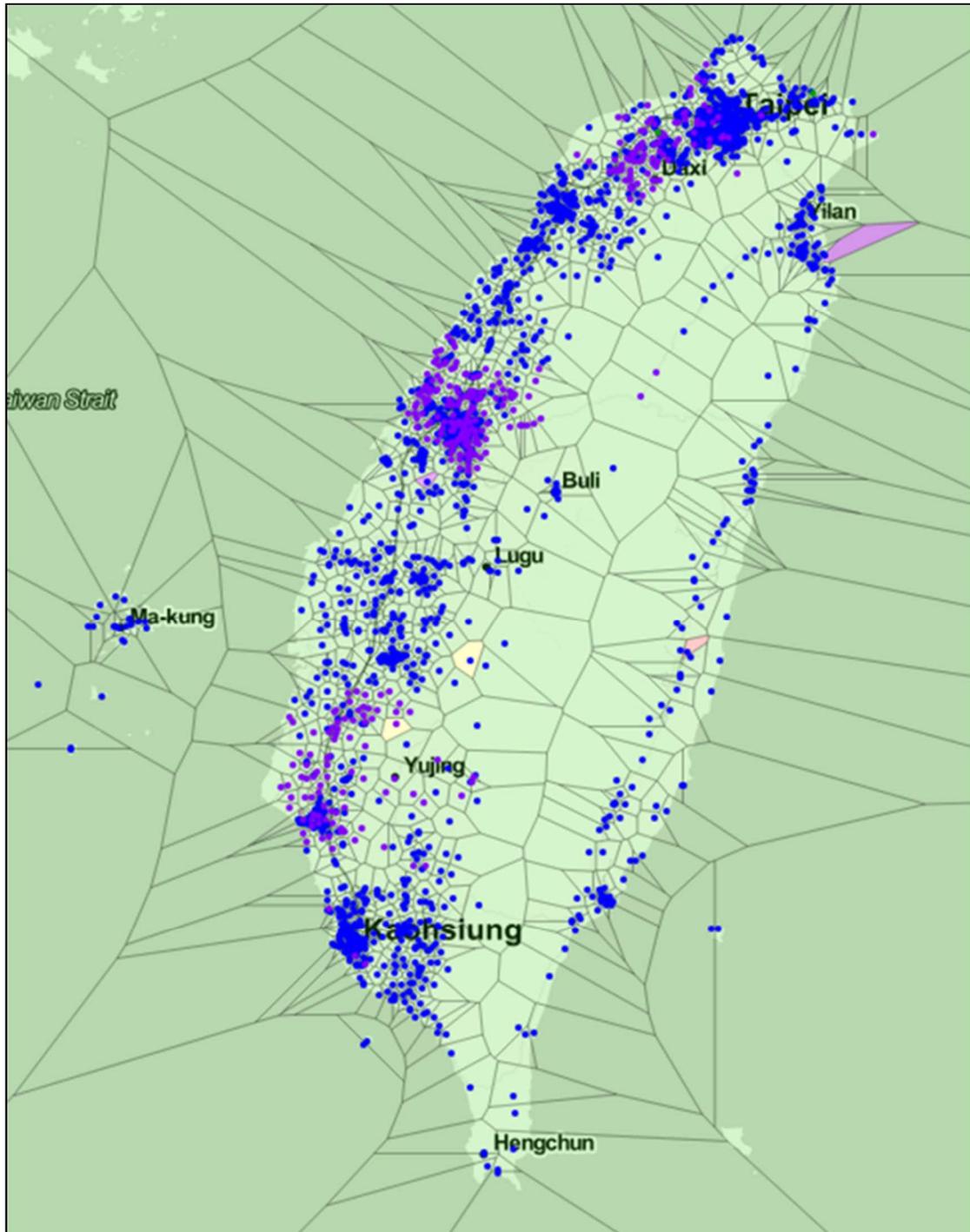
圖 3.1.7 國內市售以及常見的空氣盒子

## (2) 空氣盒子數據解讀

空氣盒子體積較小，使用感測原理較為簡易，但各種可能干擾的因子（如：粒徑、溫度、溼度干擾）並未納入儀器設計之考量，是以監測數據會與標準監測方法使用之設備具有相當之誤差。另部分市售空氣盒子感測器尚未經過完整的性能驗證評估，倘一般民眾在未經了解其應用限制而直接採用其監測數值，反而會造成無謂的恐慌。

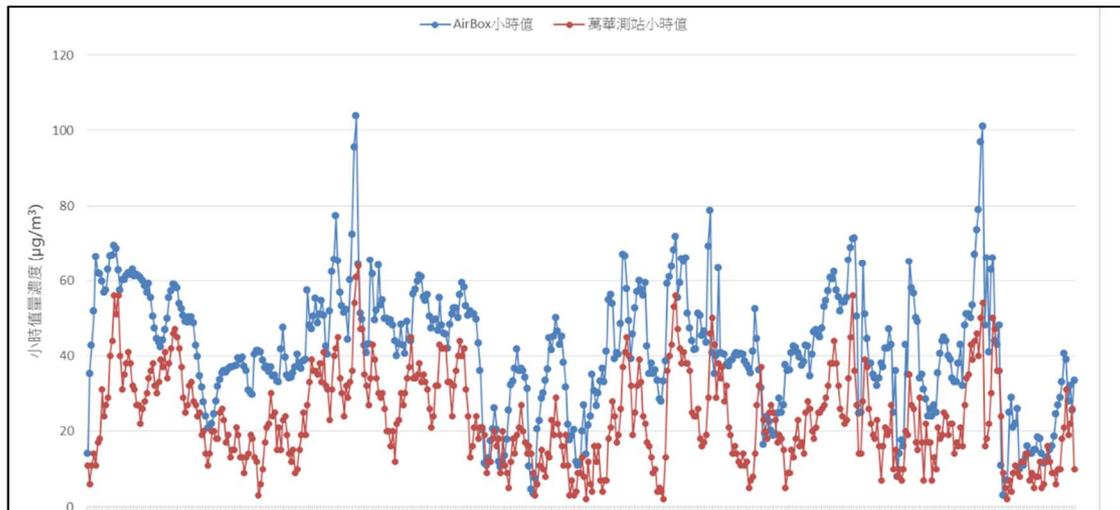
為確認空氣盒子之監測數據，環保署亦將空氣盒子架設於標準測站，在相同的氣象、污染時空條件，比較感測器與標準測站數據的差異。經過空氣盒子與空品測站兩者監測數據之比對，兩者對區域空氣品質的污染物濃度變化具有相同向量的趨勢反應，濃度變化趨勢相似，濃度值一

起變高或變低，但在濃度讀值上具有顯著差異存在(如圖 3.1.9)。因此，空氣盒子雖然可提供高時間、高空間解析度的監測結果，但相對於標準方法而言，儀器準確度及穩定性可能較低，解讀數據時，須以「趨勢比較」、「相對分析」為原則，以避免過度解讀。



資料來源：PM<sub>2.5</sub> 開放資料入口網站

圖 3.1.8 國內空氣子的測站佈建情形



資料來源：環保署空氣品質監測網

圖 3.1.9 空品測站與空氣盒子 PM<sub>2.5</sub> 監測數據比對結果

### (3) 空氣盒子開放資料盤點

空氣盒子之監測數據基本上皆為公開性質，但由於資料量過於龐大，無法儲存所有的歷史資料，故在現階段較易取得的公開資料係以下幾種方法：

#### ①PM<sub>2.5</sub> 開放資料入口網站：

<https://pm25.las-net.org/AirBox/>（僅可下載至前 7 日）

#### ②政府開放資料平台：

部分地方政府所推動之空氣盒子監測計畫，其資料可在地方政府之政府開放資料平台下載空氣盒子歷史資料。

<https://data.gov.tw/>(高雄市、桃園市、雲嘉嘉)

<https://data.taipei/index>(台北市)

<https://scidm.nchc.org.tw/dataset> (其它)

#### ③民生公共物聯網：

<https://ci.taiwan.gov.tw/dsp/environmental.aspx>

## 2. 車輛尾氣、長隧道採樣實驗監測資料

科技部環保署為促進學術研究機構參與空氣污染防治科學技術發展，過去已共同推動眾多空污防制科技基礎研究計畫，與應用研究學術合作專題研究計畫。計畫議題係配合環保署空污施政需求為導向，以科學實證為

參考依據，進行科技研究，建立推動空氣品質管理管制策略之科學依據，使相關管制作為更為合理可行。

在 106 年度之科技部/環保署空污防制科研計畫當中，主要為車輛空污排放相關研究，其中具有車輛尾氣、長隧道採樣實驗監測資料長隧道採樣實驗，表 3.1-16 為計畫相關資訊以及研究內容，惟目前無法藉由公開管道取得資料，須另行向主辦研究單位索取。

表 3.1-16 車輛尾氣、長隧道採樣監測實驗計畫與內容

研究計畫 主持人	研究議題	研究內容
中央大學 張木彬教授	臺灣車輛排氣PM <sub>2.5</sub> 中PAHs物種特徵及排放係數建立研究	雪山、辛亥隧道採樣數據，並探討車輛排放尾氣之PAHs毒理特性
雲林科技大學 謝祝欽教授	隧道內車輛排放之污染物排放係數之調查與車種解析	八卦山隧道採樣數據，分析車輛排放VOCs特性，並計算多項空氣污染物之車輛排放係數
宜蘭大學 張章堂教授	長隧道內車輛廢氣排放調查研究	雪山隧道採樣數據，探討隧道內空氣污染物與車流、通風設備之關係，並計算多項空氣污染物之車輛排放係數

資料來源：本計畫彙整

## 3.2 交通資訊開放資料

交通資訊開放資料（例如車輛偵測器數據）為計算交通空氣污染源排放量，以及探討交通行為與空氣品質間關係之重要依據，故本計畫亦在此進行交通資訊開放資料盤點，以利後續應用於交通空污熱點解析。

### 3.2.1 車輛偵測器

車輛偵測器（Vehicle Detector, VD）監測數據可做為統計交通量之良好依據。目前 VD 資料已納入 TEDS 10.0 線源技術手冊應用推估交通空污排放量。VD 在國道與橫向快速道路之偵測，分成靜態與動態資料。靜態資料為每日 1 筆，提供 VD 設備代碼、路段內容、車道數、座標資訊與設備類型等資訊，檔案格式為 XML 檔（表 3.2-1）；動態資料為 1 分鐘 1 筆或 5 分鐘 1 筆，提供各 VD 之設備代碼、各車道車種（小型車、大型車、聯結車）之車流量，各車道整體車流之平均速率與車佔率等資訊，檔案格式同為 XML 檔（表 3.2-1）。

表 3.2-1 VD 動/靜態資訊 XML 格式說明

欄位	說明	範例
vdid	設備代碼（所屬單位代碼+設備原編號） [註 1]	nfbVD-1
routeid	對應到該路段編碼（所屬單位代碼+路段原編碼）	nfb0001
roadsection	路段文字描述	國道 1 號（甲端到乙交流道）
locationpath	路段所屬道路 ID	166
startlocationpoint	路段起始地點 ID	167
endlocationpoint	路段迄止地點 ID	168
roadway	車輛偵測器可以偵測到的車道方向[註 2]	單向
vsrnum	所在路段VD 偵測之總車道數	2
vdtype	VD 類別[註 3]	1
locationtype	設置地點代號及設置車道詳細說明[註 4]	1（車道）
px	設備架設位置東西向坐標（坐標系統為WGS84）	121.700000
py	設備架設位置南北向坐標（坐標系統為WGS84）	25.100000

資料來源：交通部，路側設施即時交通資訊發布標準格式 v1.1，民國 100 年 4 月

表 3.2-1 VD 動/靜態資訊 XML 格式說明 (續)

開頭	欄位	說明	範例
Info	vdid	設備代碼 (所屬單位代碼+設備原編號)	nfbVD-1
	status	狀態[註 5]	0
	datacollecttime	資料蒐集時間	2016/01/01 00:00:00
lane	vsrdir	偵測車道方向[註 6]	0
	vsrid	車道代碼[註 7]	1
	speed	依車道逐一詳列 1 分鐘或 5 分鐘平均速率偵測值	100
	laneoccupy	依車道逐一詳列 1 分鐘或 5 分鐘佔有率偵測值 (單位：%)	10
cars	carid	車種代碼	S
	volume	依車道/車種逐一詳列 1 分鐘或 5 分鐘流量偵測值	10
備註	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 所屬單位代碼如國道高速公路局為「nfb」，公路總局為「thb」，臺北市為「63000」；</li> <li>2. 單向或雙向；</li> <li>3. VD 類別：1.線圈式、2.微波式、3.影像式、4.紅外線、5.超音波、6.其它；</li> <li>4. 設置路段類型代號：1.高快速公路主線、2.高快速公路匝道、3.其它道路路段中、4.其它道路路口。</li> <li>5. 0：正常、1：通訊異常、2：停用或施工中、3：設備故障。</li> <li>6. 單向車道偵測器以0表示，雙向車道偵測器與偵測器偵測方向同向或與偵測器設置同側的車輛行駛車道方向，以 0 表示，反之則以 1表示。</li> <li>7. 由內車道而外車道，以阿拉伯數字0,1,2,3,4,...表示，若為慢車道仍依內而外自 0,1,...表示。</li> </ol>		

資料來源：交通部，路側設施即時交通資訊發布標準格式 v1.1，民國 100 年 4 月

根據交通部《路側設施即時交通資訊發布標準格式》，VD 車種代碼取決於其英文字詞的第 1 個字母，「S」為小型車，「T」為聯結車，「L」為大型車。可做為 TEDS 線源車種分配之依據：

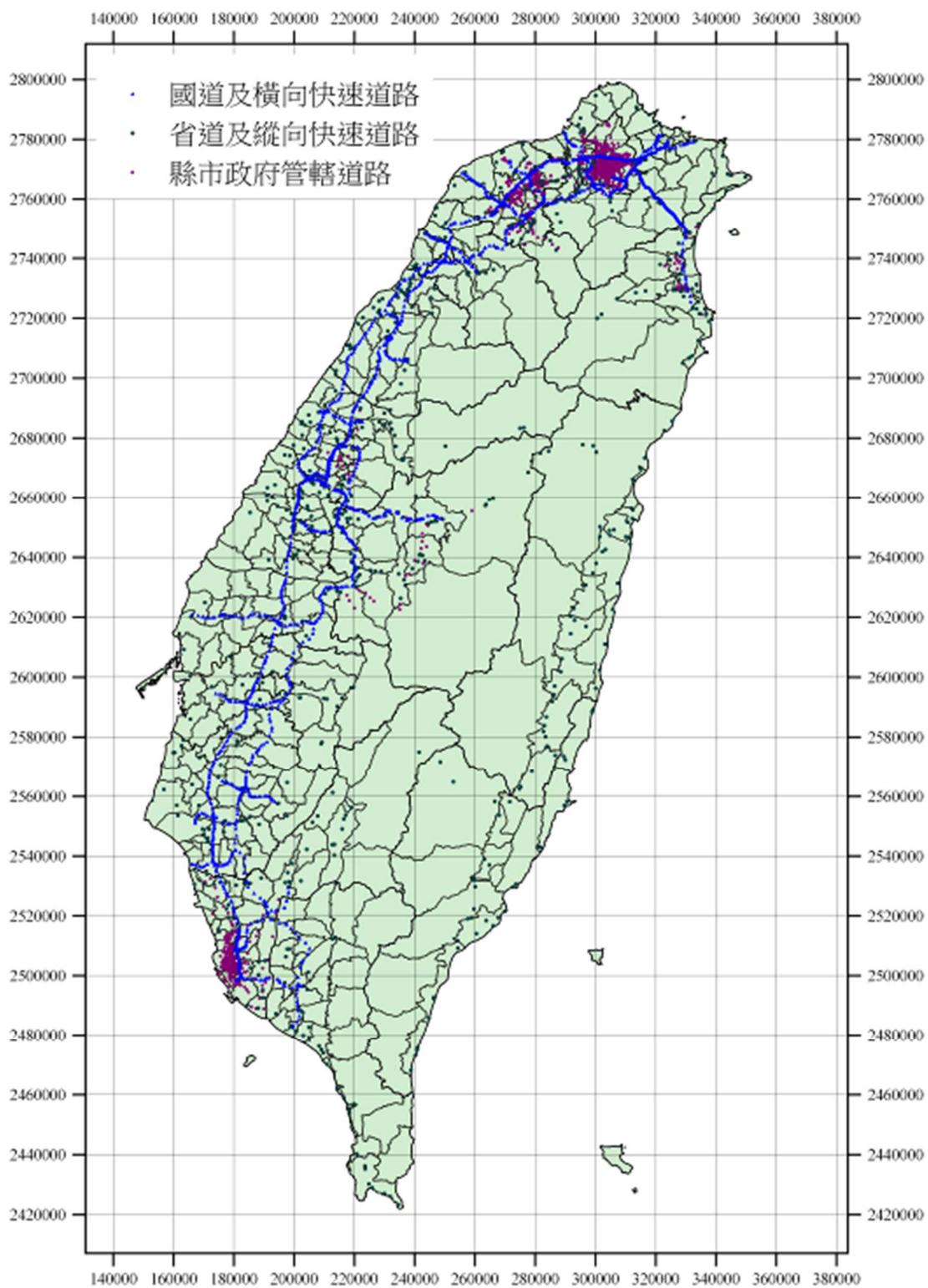
聯結車（代碼：T）：包含平板、貨櫃、罐型、廂型等聯結車，在線源車種的分類上屬於重型柴油大貨車。

大型車（代碼：L）：總重量超過 3,500 公斤之大貨車、大客貨兩用車、代用大客車、曳引車、大型特種車、及座位在 10 座以上之大客車或座位在 25 座以上幼童專用車，在線源車種的分類上屬於重型柴油大貨車或是重型柴油大客車。

小型車（代碼：S）：座位在 9 座以下之小客車或座位在 24 座以下之幼童專用車，或總重量未超過 3,500 公斤之小貨車、小客貨兩用車、代用小客車、小型車拖帶拖斗及小型特種車，在線源車種的分類上屬於自用汽油小客車、營業汽油小客車、汽油小貨車與柴油小貨車等。

目前所盤點之 VD 監測資料係以國道較為完整，VD 設置數量約為 4,066 支，平均每 500 公尺即有一車流監測設備，但在省道、縣市道路方面，僅臺北市、高雄市、桃園市及新北市等縣市有較為完整的 VD 資料。就設置密度方面，除臺北市涵蓋多數主要路網，高雄市、桃園市、及新北市大部分偵測站只設置於市區，郊區設置密度極低，圖 3.2.1 為國道、省道及所蒐集縣市道路之 VD 偵測站位置。

VD 資料來源主要為公路總局(<https://thbapp.thb.gov.tw/opendata/>)以及高公局 (<http://tisvcloud.freeway.gov.tw/>) 網站，除了公路總局與高公局所轄之車流監測設施外，各縣市政府本身於重要幹道上亦設有 VD 監測車流量，但因為設備維護未有統一標準，各縣市維護品質參差不齊，因此妥善率較差，並且各縣市 VD 資料，需另外向各縣市管理單位索取。



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

圖 3.2.1 國道、省道及縣市道路 VD 分布圖

### 3.2.2 高速公路電子收費系統

目前在國道上有較詳盡之車流量資料，除了前述 VD 資料以外，亦有資料品質更佳的「國道高速公路計程電子收費階段交通資料蒐集支援系統」(Traffic Data Collection System, TDCS, TDCS) 資料。

TDCS 則是利用目前國道收費系統之 eTag 與車牌辨識系統統計之交通量資料，可統計車輛通過每個門架時之行駛狀況及數量，資料解析度為分鐘，由交通部高速公路局之「交通資料庫」(<http://tisvcloud.freeway.gov.tw>) 提供，為對外公開資料，係由 ETC 偵測站產生，檔案清單如表 3.2-2 所列之檔案名稱與說明，其中偵測站通行量、站間平均旅行時間、站間平均旅行車速等資料為 5 分鐘一筆，可進一步解析其時空分配。TDCS 資料包含各偵測站之通行量資料，車種區分成小客車、小貨車、大客車、大貨車與聯結車等五種車種。另分析 TDCS 基準年資料妥善率達 99.91%。

表 3.2-2 TDCS 產生檔案清單

項目	檔案名稱	說明	時階
M03A	TDCS_M03A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	各類車種通行量	5分鐘
M04A	TDCS_M04A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	站間各車種平均旅行時間	5分鐘
M05A	TDCS_M05A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	站間各車種平均行駛車速	5分鐘
M06A	TDCS_M06A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	各旅次路徑原始資料	1小時
M07A	TDCS_M07A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	各類車種旅次平均長度	1小時
M08A	TDCS_M08A_YYYYMMDD_hhmmss.csv	各類車種旅次數	5分鐘

註：YYYY：西元年，MM：月，DD：日，hh：時，mm：分，ss：秒

資料來源：交通部，國道高速公路計程電子收費階段交通資料蒐集支援系統使用手冊 v3.0，民國 104 年 8 月

截至民國 106 年 12 月 31 日，全臺共有 333 座偵測站運作，所有偵測站偵測方向皆為單向，由各偵測站之代號即可得知車流行進方向。表 3.2-3 及表 3.2-4 為國道路線偵測站數與各縣市偵測站數統計，其中臺南之偵測站數量最多。圖 3.2.2 為 105 年 TDCS 車行里程依據各偵測站之車流量及收費里程相乘之分析結果，與交通部交通統計網「通行量（計程收費）」105 年總車行里程比對(<https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100>)，顯示 2 者差異不顯著。

表 3.2-3 國道電子收費偵測站於不同路段統計

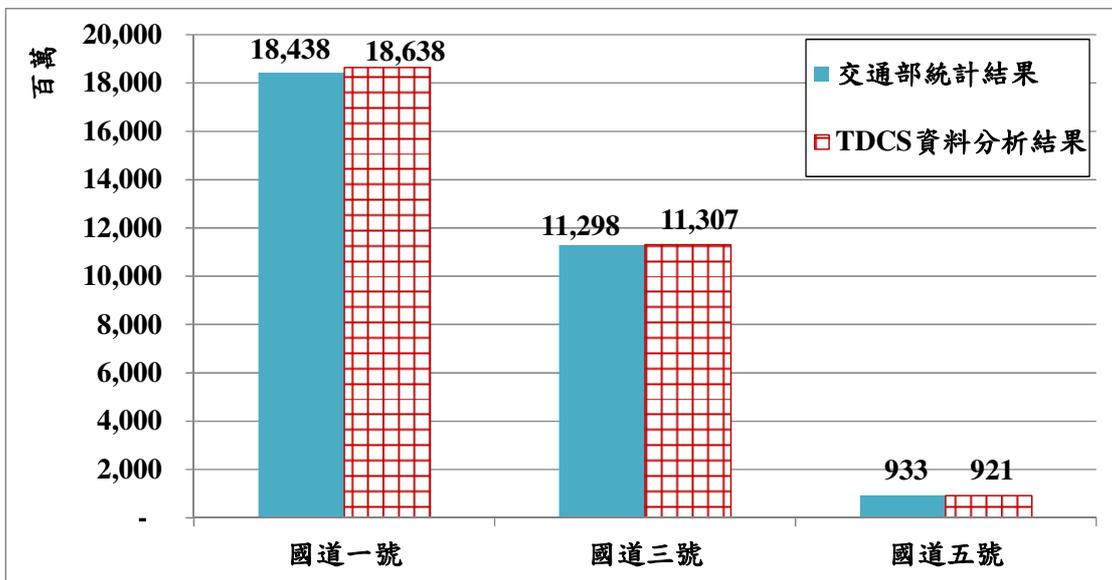
國道編號	國道名稱名稱	偵測站數量
國道 1 號	中山高速公路	148
國道 3 號	福爾摩沙高速公路	152
國道 5 號	蔣渭水高速公路	14
國道 1 號高架	中山高速公路高架拓寬路段	15
國道 3 號甲線	臺北聯絡線	4

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

表 3.2-4 國道電子收費偵測站於各縣市分布

縣市	偵測站數量	縣市	偵測站數量
臺南市	40	嘉義縣	18
臺中市	36	雲林縣	16
新北市	36	彰化縣	16
桃園市	31	南投縣	14
臺北市	26	屏東縣	12
高雄市	24	宜蘭縣	10
苗栗縣	22	基隆市	10
新竹縣	18	新竹市	4

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

圖 3.2.2 比對 105 年 TDCS 及交通部統計資料

### 3.2.3 其它交通開放資料調查

#### 1. 日交通量調查資料

交通部公路總局每年辦理日交通量調查，涵蓋除臺北市以外之省道、快速公路及代管縣道調查資訊。該資料提供車流量、車公里、路面寬度等基礎資訊；車種包含小型車、大客車、大貨車、聯結車與機車。表 3.2-5 係彙整公路總局各區養護工程處所轄縣市及省道調查里程，調查省道總長度為 4,998 公里，涵蓋臺北市以外之通車路段，該資料可在公路總局網頁下載(公路總局首頁>新聞及公告>統計資料>公路統計>公路交通量調查統計表)。

表 3.2-5 105 年公路總局各區省道調查縣市及里程

養護工程處	調查縣市	總調查里程
第 1 區	基隆市、新北市、桃園市、新竹縣市	947.9
第 2 區	苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣	1,370.2
第 3 區	高雄市(舊高雄縣)、屏東縣、臺東縣、澎湖縣	1,235.6
第 4 區	宜蘭縣、花蓮縣	486.6
第 5 區	雲林縣、嘉義縣市、臺南市	957.7

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

#### 2. 國內遊覽車基礎資料

旅程安全規劃與遊覽車之選用相關，為考量行車安全及舒適性，公路總局揭露國內遊覽車詳盡的基礎資料，並可依照其資料與建議選用較佳之遊覽車。

國內現登記遊覽車基礎資料，含公司名稱、車號、廠牌、出廠年月、排氣量(cc)、是否逾期檢驗、違規數(未結案數/已結案數)、強制汽車責任險、馬力 kw (hp / ps)、扭力(kg-m)、車長(公分)、車寬(公分)、車輛核定總重(噸)、防止鎖死剎車系統(ABS)、輔助煞車、GPS 介接情形等基礎資料。該基礎資料可於政府資料開放平台直接下載(<https://data.gov.tw/dataset/80015>)，或由公路總局監理服務網查詢(<https://www.mvdis.gov.tw/m3-emv-mk3/tourBus/query>)。

### 3.3 分析交通空氣品質資料應用建議

前文已盤點政府單位、學術單位及民間單位可公開取得之交通空污相關之環境監測資料，並彙整各類型資料之格式、取得管道，掌握現階段我國空氣品質開放監測資料之情形，本節以下區分為「空氣品質監測資料」以、「交通監測資料」，以及「其它資料」，逐項說明前述資料於交通空氣品質分析之應用建議。

#### 3.3.1 空氣品質監測資料

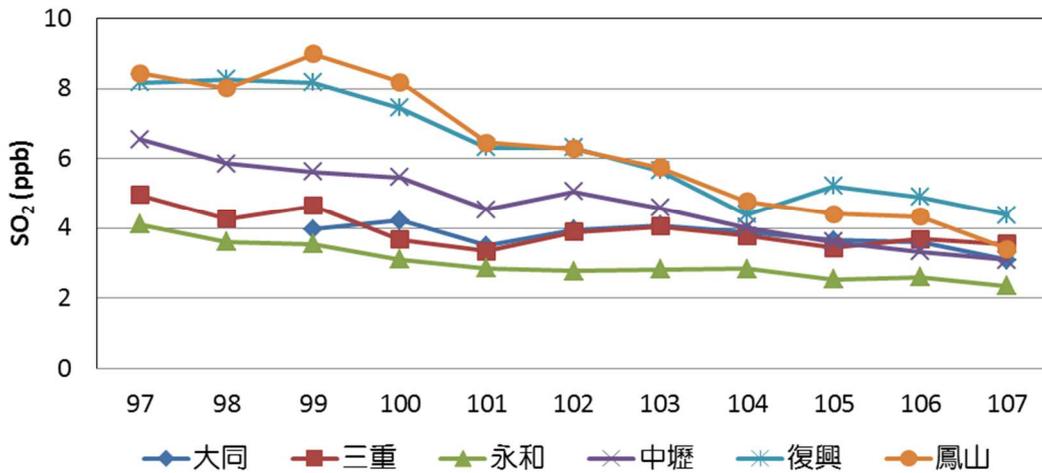
##### 1. 交通測站監測資料

交通測站與一般空品測站設置高度不同，一般空品測站為反映較大區域空氣品質狀況多設於學校或公務機關樓頂，且採樣口離地面高度約 12~15 公尺，而交通空氣品質監測站則設置於道路旁，離地面高度僅約 3~4 公尺，因此，交通測站監測資料可直接反映車輛排放之污染物濃度，並且與鄰近區域交通流量呈現正相關性。以下就環保署交通測站監測數據於交通空污之應用進行說明：

##### (1) 交通空污排放趨勢與管制成效評估

利用交通測站資料分析之污染物濃度變化趨勢，可了解交通空氣污染物與管制政策之間的關聯性，如圖 3.3.1 為例，近年交通站 SO<sub>2</sub> 年平均濃度呈現明顯下降之趨勢，且由以下資料發現 100 年與 101 年因受到車用汽/柴油硫含量管制措施影響（100 年柴油硫含量由 50 ppmw 降為 10 mg/kg；101 年汽油硫含量由 50 mg/kg 降為 10 mg/kg），該年度 SO<sub>2</sub> 平均濃度有較明顯之下降趨勢，且該項管制對整體車輛 SO<sub>2</sub> 排放量影響亦相當顯著。

交通測站SO<sub>2</sub>年平均濃度變化趨勢



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1 環保署各交通測站 SO<sub>2</sub> 年平均濃度趨勢

(2) 評估交通空污暴露情形

在進行不同交通環境空污暴露評估觀測實驗時，可利用同時段鄰近測站之觀測濃度平均與實驗評估目標進行比對，以了解在該環境下，實驗評估目標是否具有比鄰近環境更高的空污暴露濃度，舉例來說，如表 3.3-1 所示，根據本所過去研究指出，在路口（公車專用道）之 PM<sub>2.5</sub> 暴露濃度可能會比鄰近道路之路段更高，此時即可利用鄰近交通測站同時段之觀測資料進行比對，探討何者暴露濃度為高。

表 3.3-1 路口及鄰近交通測站之 PM<sub>2.5</sub> 監測濃度

PM <sub>2.5</sub> 平均濃度 (µg/m <sup>3</sup> )		
路口 (公車專用道)	路段	*交通測站
18.0	15.9	13.6

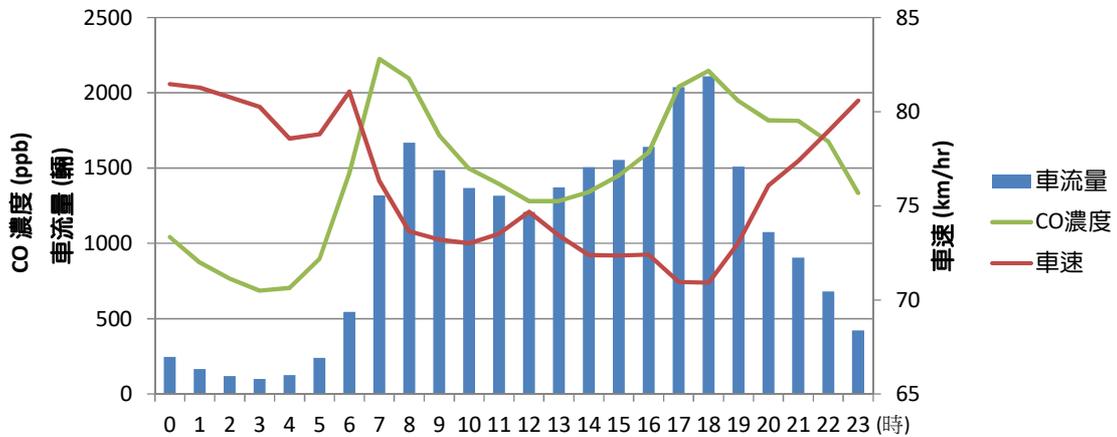
\*註：交通測站為臺北市大同測站

資料來源：交通部運輸研究所，交通環境之 PM<sub>2.5</sub> 暴露探討，107 年

(3) CO 測值與交通量之關聯分析

一般而言，都會區內之 CO 濃度與交通量有明顯的正相關性，而此特性在交通測站應更為顯著，故可藉由 CO 測值與交通量之關聯分析反映出交通空污情況，如圖 3.3.2 所示，為三重測站鄰近快速道路之 VD 資料所統計車流量與車速變化，可發現其 CO 濃度變化與車流量符合，而與車速呈現反向之關係（車流量較高易造成車速下降），此時即可利

用交通測站觀測資料與車流、車速進行比對，探討交通量與污染物濃度變化之關聯性。



資料來源：本計畫繪製

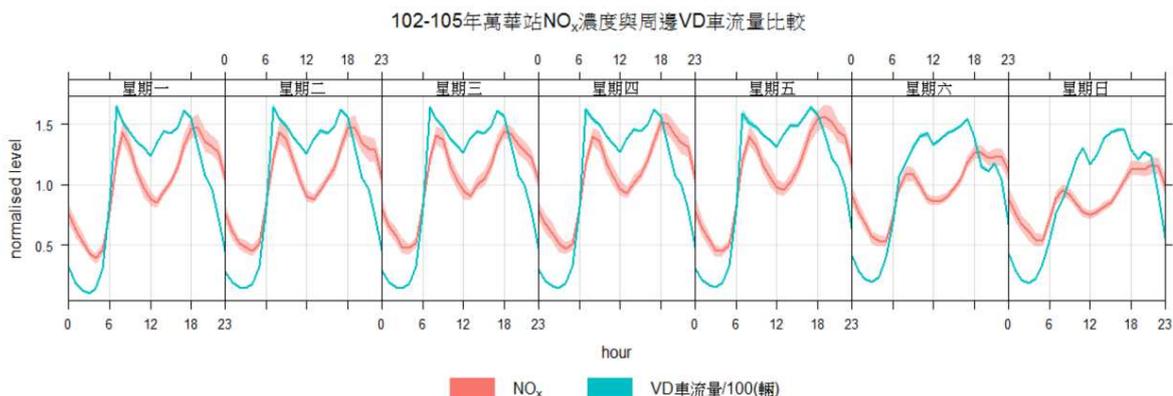
圖 3.3.2 三重測站 CO 平均濃度與車流量、車速之關聯性

## 2. 一般空品測站監測資料

一般空品測站多設置於該區域內相對較高之建築物頂樓，故可反映較大區域空氣品質分布狀況，但也因為如此，一般測站之監測數值是多種排放源污染物混合後之濃度值，因此無法直接判別污染物是否與交通排放具有直接的關聯性，一般空品測站監測資料大部分需要與其它資料同時進行比對分析，以了解主要污染來源為何。以下就環保署一般測站監測數據於交通空污之應用進行說明：

### (1) 分析特定區域車流量與空污監測數據之關係

利用一般空品測站監測資料與鄰近區域車流量變化進行比對分析，可了解該測站鄰近區域是否受到交通源影響為主，如圖 3.3.3 為例，萬華站之 NO<sub>x</sub> 濃度變化與車流量變化具有明顯的正相關性，即該測站之鄰近地區空氣品質受到車流量變化影響顯著。



資料來源：交通部運輸研究所，降低移動污染源管理措施蒐集與彙析，106年

圖 3.3.3 一般空品測站污染物濃度與車流量之比對分析

## (2) 分析特定區域與交通空污之相關性

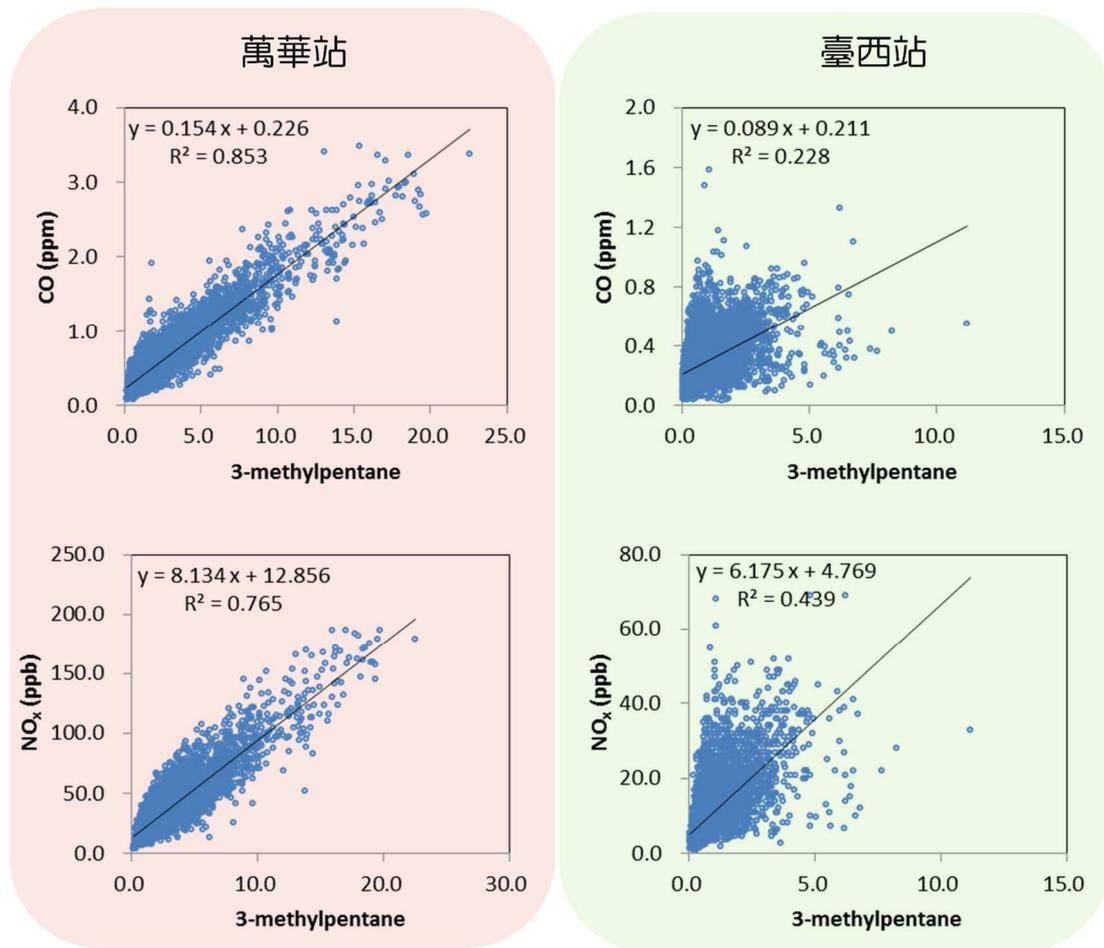
根據環保署過去研究指出，交通排放對於交通測站的 CO 及 NO<sub>x</sub> 污染物濃度影響相當顯著，因此我們可以利用此特性，比對一般空品測站與鄰近交通測站 CO 及 NO<sub>x</sub>，探討該測站以及鄰近區域受交通排放影響為主之可能性高低。簡易的作法係檢視一般測站 CO 及 NO<sub>x</sub> 濃度時序變化是否與交通測站具有高相關性，此分析方法將應用於本文第四章「交通空污排放量與空污熱點解析」有更深入之說明。

## 3. 光化測站監測資料

光化測站監測強項為可監測大氣中 54 種微量之 VOCs 物種，可藉由特定指標物質及不同物質之成分比例，判別空氣污染之來源。另光化測站皆設置於一般空品測站旁，因此可協助釐清該測站或該區域之主要污染源為何，以下就環保署光化測站監測數據於交通空污之應用進行說明：

### (1) 特殊指標物質分析交通空氣污染源影響

根據中研院之研究分析結果 (Chang et al., 2006)，光化測站所監測之 3-甲基戊烷 (3-methylpentane) 可做為交通空氣污染排放的指標性物質，因此探討其它污染物是否與交通排放有高關聯性時，可分析光化測站所監測 3-甲基戊烷。如圖 3.3.4 為例，萬華站之 NO<sub>x</sub> 與 CO 明顯與 3-甲基戊烷具有高度，說明此測站受交通排放影響顯著，但在臺西站，則呈現相關性極差的結果，說明該測站受其它排放源影響為主。



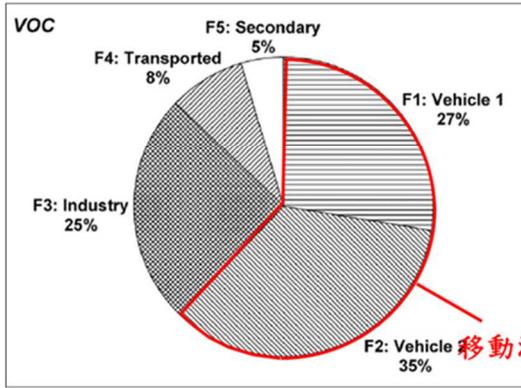
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.4 一般測站污染物與交通指標污染物比對分析

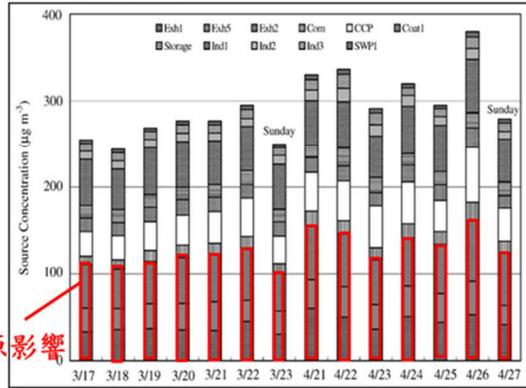
## (2) 受體模式分析交通空氣污染源之貢獻濃度

由於不同的空污排放源各有其特殊的組成，而光化測站監測數據因為具有物種多樣性、低偵測極限之特性，因此相當適用於進行受體模式分析，協助判斷各種排放源對該區域之影響貢獻比例。例如過去曾有學者提出使用受體模式如正矩陣因子法(Positive Matrix Factorization, PMF)以及化學質量平衡法(Chemical Mass Balance, CMB)分析土城、小港之 VOCs 觀測數據(如圖 3.3.5 所示)(Kuo et al., 2014; Lai et al., 2005)，即可得知該區域交通空污排放之 VOCs 貢獻比例。

土城站各類排放源貢獻比例



小港站各類排放源貢獻比例

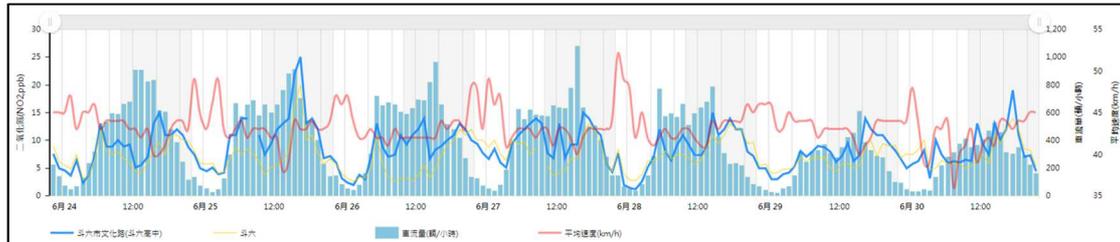


資料來源：Kuo et al., 2014; Lai et al., 2005

圖 3.3.5 土城站、小港站 VOCs 觀測數據之受體模式分析結果

#### 4. 任務性質交通測站資料

環保署任務性質交通測站為非長期監測，監測時間多僅維持 3 個月左右，因此不宜做為地區性、長期性的比對分析，但仍可藉由其與鄰近測站、交通數據之比對分析，找出污染物與交通流量之間的關聯性，以圖 3.3.6 為例，斗六高中測站之污染物濃度與交通流量呈現的相關性，說明該地區空氣品質受交通空污排放影響高。



資料來源：環保署空氣品質監測網

圖 3.3.6 任務性質交通測站與鄰近交通資料比對分析

### 3.3.2 交通監測資料

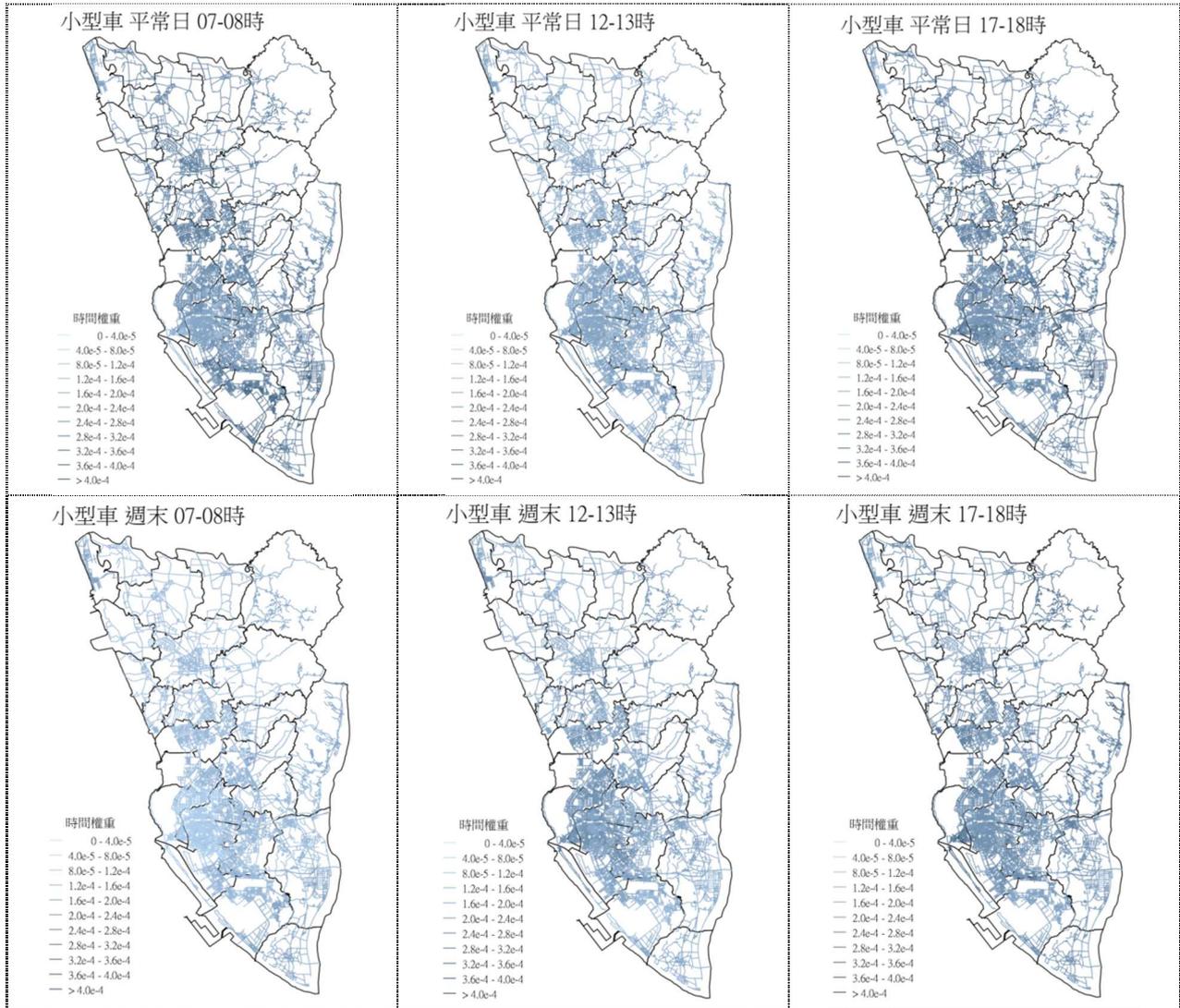
#### 1. 車輛偵測器 (VD) 監測資料

較為完整的 VD 資料主要來源為交通部公路總局以及高速公路局網站，各縣市地方政府於重要幹道上雖亦設有 VD 監測車流量變動，但因為設備維護作法未有統一標準，故使得各縣市數據品質不一，因此在 VD 資料使用上，建議仍以國道與省道資料為主，各縣市之市區道路 VD 資料，需審視過數據品質後再進行使用。

由於 VD 資料由於數據品質未能統一，因此較不宜直接做為交通空污排放量之推估基礎資料，但可做為檢視車流量空間、時間分布變化之資訊，探討交通空污熱區。以目前 VD 資料係以臺北市、高雄市、桃園市及新北市分布密度較高，可做為推估交通空污排放之空間、時間參考依據。如圖 3.3.7 所示，以高雄市 VD 資料為例，呈現市區道路小型車之尖峰/離峰車流量時空分布。

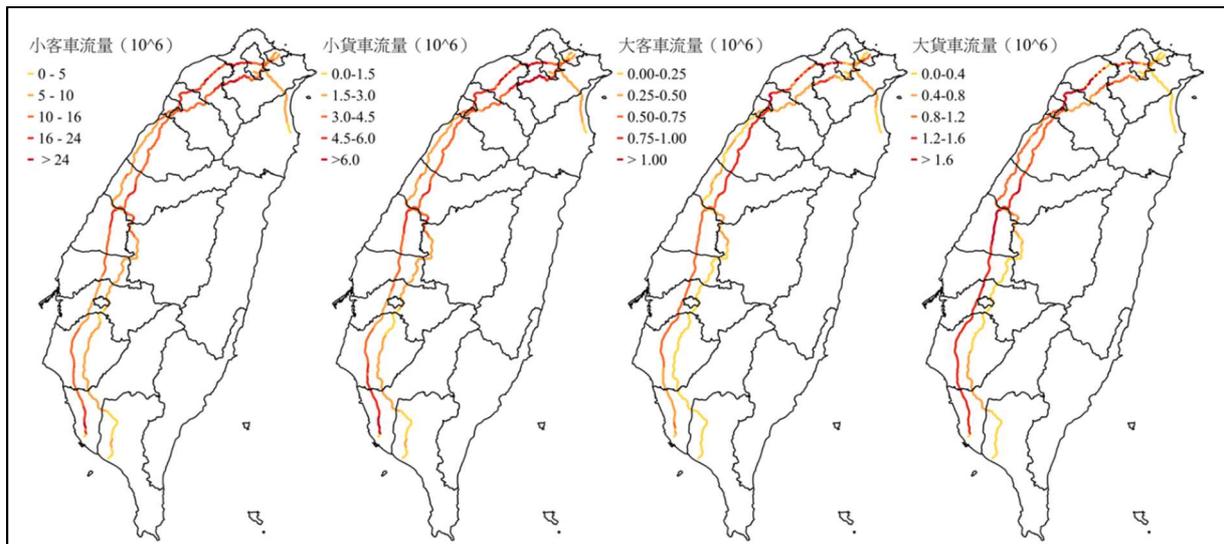
#### 2. 高速公路電子收費交通資料蒐集支援系統 (TDCS) 監測資料

TDCS 為數據品質極佳的交通相關資料，資料妥善率可達 99.9%，且具有高時間解析度（資料解析度為每分鐘一筆），以及相當詳細的基礎資料可供應用，如車種通行量、站間平均旅行時間、平均旅行車速等，但由於資料空間分布僅限於我國收費道路上，因此在交通空污應用多使用於國道上各類型車輛之交通活動強度計算（交通空污排放量推估），以及污染物排放量之時空分配依據。圖 3.3.8 係呈現國道不同路段大、小客貨車流量分布。



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年

圖 3.3.7 高雄市區平面道路小型車時間權重分布



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年

圖 3.3.8 國道收費路段大小客貨車流量分布

### 3.3.3 其它資料應用建議

由於本計畫盤點應用交通場域之空品分析資料眾多，無法逐一詳述說明，以下就前文未進行說明之其它類型資料提出分析建議：

1. 大型事業及特殊性工業區測站資料應用：測站資料多用於釐清工業污染情況，在工業與交通空污排放混合複雜區域可用於協助釐清交通空污影響情形。
2. 特殊性工業區手動採樣資料：釐清工業污染情況，在工業與交通空氣污染排放混合複雜區域可用於協助釐清交通空污有害空氣污染物影響情形。
3. 環保署手動採樣資料：藉由物種成份解析 PM<sub>2.5</sub> 污染排放來源，亦可用於釐清工業與交通 PM<sub>2.5</sub> 影響程度。
4. 地方環保局空品測站資料應用：
  - (1) 檢視污染程度，輔助評估受交通空污影響情況。
  - (2) 當環保署測站空間解析度不足時可做為以輔助分析使用。
5. 地方環保局手動採樣資料：協助分析地方、鄰近測站區域之空氣品質狀態。
6. 室內空氣品質監測資料：確認公告場所室內空氣品質情況，可用於檢視交通部所屬或管理單位之室內空氣品質情形。
7. 空氣盒子監測資料
  - (1) 高空間解析度資料輔助分析 PM<sub>2.5</sub> 污染空間分布。
  - (2) 以高空間、高時間解析度資料輔助分析特殊事件日（如火災、高污染事件日）之污染情形。
8. 省道日平均交通量：協助交通空污排放量計算及空間分布分配。
9. 遊覽車基礎資料：輔助計算國內遊覽車空污排放量，例如針對國內大客車、遊覽車之排放係數進行計算。

### 3.4 小結

本章盤點研析交通空污各項資料與數據，並彙析資料之數據品質、監測意義以及資料取得方法，並說明各類型空品測站、光化測站、交通測站資料之應用，茲將本章有關各項資料盤點成果應用方向建議彙整如表 3.4-1；部分應用方式亦將於第四章「交通空污排放量與空污熱點解析」深入探討。

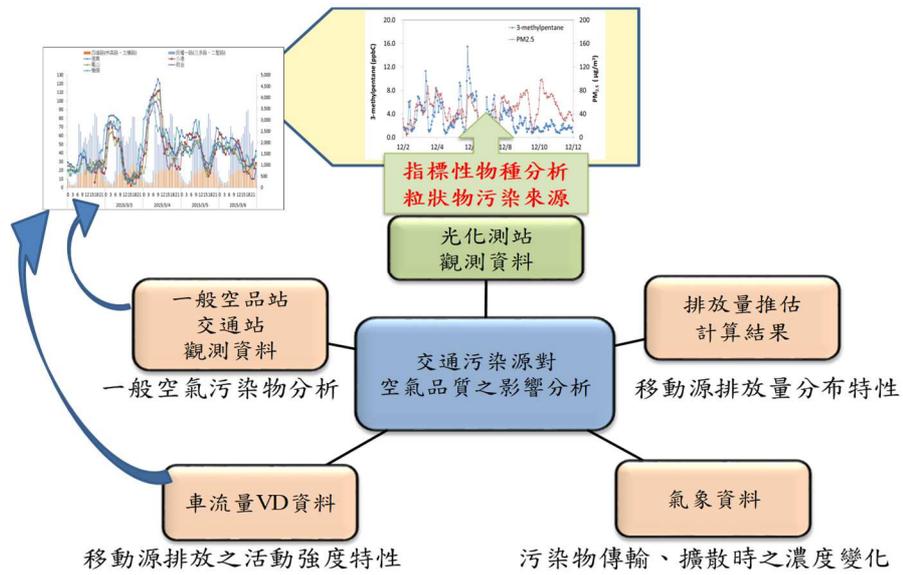
本章開放資料盤點內容可區分「空氣品質監測資料」及「交通資訊相關資料」兩大部分。在「空氣品質監測資料」方面，本計畫已完成盤點現有國內自動空品測站相關資訊（環保署 77 站、光化測站 10 站、任務性質交通測站 14 站、地方環保局 31 站、大型事業測站 70 站、特殊性工業區測站 35 站）、手動採樣監測之相關資訊（環保署 31 站、地方環保局 119 站、相關研究計畫 6 站）、室內空品監測相關資訊，以及民間團體監測相關資訊（PM<sub>2.5</sub> 空氣盒子）。

而在「交通資訊相關資料」方面，已完成盤點現有國內可公開取得之車輛偵測器（VD）資料、交通資料蒐集支援系統（TDCS）資料，以及省道日交通量調查資料，可應用於推估我國空氣污染物排放清冊（TEDS）之交通空污排放量，掌握交通空污之時空分布情形，

我國雖具有高密度的空氣品質監測網絡，但由於影響現實環境空氣品質的一般空氣污染物質在各類型排放源(工業、商業及交通)之中並無差異。因此，欲從複雜的大氣環境當中釐清交通空污對於空氣品質之影響程度，就必須篩選適當具交通源代表性之空氣污染物質進行分析，並且蒐集不同層面的數據與資訊建立綜合性的分析方法，而從適當的時間、空間解析度探討交通空污問題。

本計畫最後將分析交通空污對於空氣品質影響之相關資料來源及應用方式歸納如圖 3.4.1 所示；完整之交通空品分析，除了直接觀測前文所說明的交通測站、一般空品測站、氣象、車流量（VD）等數據之外，需輔以光化測站分析空氣污染物。因為光化測站的監測資料具有物種多樣性與低偵測極限等特性，可由多種空氣污染物質當中挑選具交通源代表性之指標性空氣污染物，分析交通空氣污染物之演變特性，再進一步地連結至交通測站、空品測站的一般空氣污染物測項，區分交通排放與其它排放源對

空氣品質所造成之影響。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.4.1 分析交通空污對空氣品質影響之相關資料應用

表 3.4-1 盤點分析交通空品相關資料成果及應用建議

盤點項目	監測資料類別	測站類型	監測項目	測站數(點)	資料取得來源	應用方式
空氣品質監測資料	自動連續監測	環保署空品測站	一般空氣污染物、氣象監測項目	77	空氣品質監測網網站	1.檢視污染程度，評估受交通空污影響情況(例如相關性分析對)，協助判定交通空污熱點分布 2.交通測站可用於評估機動車輛管制之成效，或評估行人曝露於車輛廢氣污染狀態的程度 3.光化測站可選用交通空污指標，判定交通空污特徵、影響時段、及影響情況，並搭配其它資料進行解析
		環保署光化測站	54種 VOCs	10		
		環保署任務性質交通測站	一般空氣污染物	14		
		地方環保局空品測站	一般空氣污染物	31		
	大型事業空品站	特殊性工業區測站	一般空氣污染物、氣象監測項目	70	需向所屬單位或地方環保局索取	1.檢視污染程度，輔助評估受交通空污影響情況 2.當環保署測站空間解析度不足時可做為輔助分析使用
			一般空氣污染物、氣象監測項目、54種 VOCs	35	1. 環境資源開放平台 2. 空氣品質改善維護資訊網 3. 地方環保局索取	
	手動採樣	環保署手動採樣測站	PM <sub>2.5</sub> 質量濃度	31	空氣品質監測網網站	回歸校正自動 PM <sub>2.5</sub> 監測濃度
			PM <sub>2.5</sub> 各類型陰陽離子、有機無機破、與重金屬	6	政府資料開放平台網站	藉由物種成份解析 PM <sub>2.5</sub> 污染排放來源，可用於釐清工業與交通 PM <sub>2.5</sub> 影響程度
		地方環保局手動採樣測站	TSP、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、Pb、Cd、落塵	119	1. 地方環保局網頁 2. 各縣市資料開放平台網站	協助分析空氣品質狀態

表 3.4-1 盤點分析交通空品相關資料成果及應用建議 (續)

盤點項目	監測資料類別	測站類型	監測項目	測站(點)數	資料取得來源	應用方式
空氣品質 監測資料	手動採樣	特殊性工業區手動採樣測站	有害空氣污染物手動採樣項目	35	1. 空氣品質改善維護資訊網 2. 地方環保局索取	協助分析有害空氣污染物影響來源
	室內空氣品質監測	各公告場所	CO <sub>2</sub> 、CO、HCHO、細菌、PM <sub>10</sub>	公告變動	1. 地方環保局網頁 2. 大部分需向所屬單位或地方環保局索取	確認公告場所室內空氣品質情況，可用於檢視交通部所屬或管理單位之室內空氣品質情形
	其它類空品監測	空氣盒子	PM <sub>2.5</sub> 、溫度、濕度	4000+	1. PM <sub>2.5</sub> 開放資料入口網站 2. 政府開放資料平台網站 3. 民生公共物聯網網站	1. 輔助分析 PM <sub>2.5</sub> 污染空間分布 2. 輔助分析特殊事件之污染情形
		長隧道採樣監測	一般空氣污染物、PAHs、VOCs	非公開資訊	須向環保署索取	車輛排放係數探討
	監測資料類別	數據內容			資料取得來源	應用方式
交通 開放資料	國道高速公路電子收費交通資料蒐集支援系統(TIDCS)	高速公路各車種通行量、平均旅行時間、平均旅行車速...等			交通部高速公路局	1. 協助交通空污排放量計算以及空間分布分配 2. 輔助解析高速公路交通空污熱點分布與成因
	車輛偵測器(VD)	各級道路各車種平均速率、車佔率等			交通部公路總局	1. 協助交通空污排放量計算以及空間分布分配 2. 輔助解析一般道路交通空污熱點分布與成因
	省道平均日交通量	省道通車路段調查資訊，函各車種車流量、車公里、路面寬度等			交通部公路總局	協助交通空污排放量計算以及空間分布分配
	遊覽車基礎資料	車號、廠牌、出廠年月、排氣量(cc)...等			政府資料開放平台	輔助計算國內遊覽車排放量

資料來源：本計畫彙整

## 第四章 交通空污排放量與空污熱點解析

為瞭解交通空污在我國之時空分布，本章蒐集交通活動需求數據應用環保署所建置 TEDS 10.0 排放量資料庫，解析交通空污排放量歷年排放趨勢及空間分布。另同時比對環保署一般測站與交通測站之空品資料，以及運用空氣品質模式共同研析交通空污熱點成因與交通特性，並據以提出具空污減量效益之交通管理措施建議。

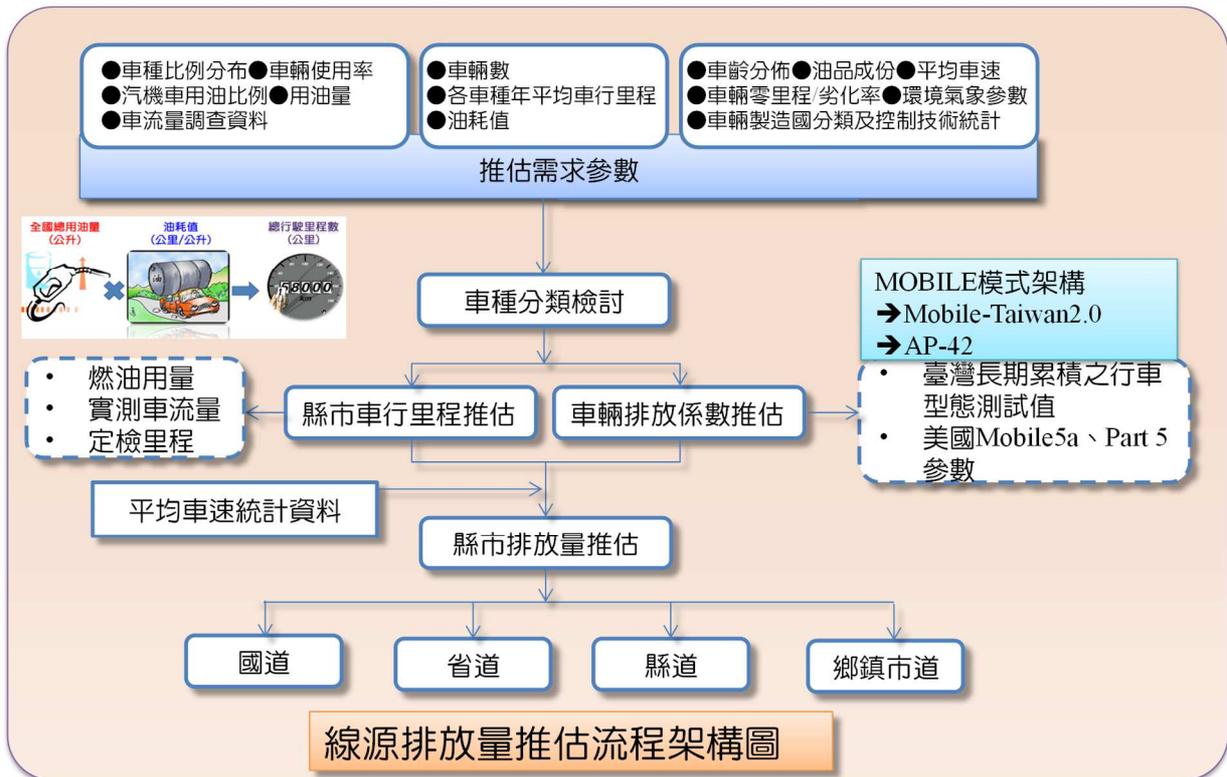
### 4.1 TEDS 推估交通活動資料之適用性分析

全國空氣污染排放量清冊(Taiwan Emission Data System, TEDS) 為我國、區域或公司/事業單位等所有活動產生的污染排放總量，涵蓋污染源包括我國所有點、面、線及自然源（含生物源、河川揚塵、森林野火等）之空氣物染物排放，其中線源為統計我國交通空污排放量資料，因此可做為政府針對交通污染研擬管制策略之參考依據。

由於車輛移動之特性，交通活動所產生的空氣污染物排放量，在現實生活中相當複雜，難以透過單純的關係式就能夠計算出精確的排放量，更絕非單一活動參數（如總耗油量、總車行里程）以線性推估的方式獲得特定時間或空間中的實際排放量。

發展合理的排放量計算方法，計算貼近真實情況交通空污排放量為環保署的職責之一；因此，該署已有執行多項計畫，如 108 年之「移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫」，及 107 年之「排放清冊推估作業資料建置及質損估算」，已就交通空污排放量估算原則與細節方法有詳盡探討。其中，交通污染計算原則係以燃油法為基礎推估車輛活動強度車行里程（Vehicle Kilometers Travelled, VKT），以不同車種（ $i$ ）之各項因子推估出排放係數（Emission Factor, EF），再以兩者乘積計算出不同車種排放總量（ $E_i$ ）。

上述排放量計算流程與架構如圖 4.1.1 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.1.1 TEDS 車輛排放量推估流程架構

#### 4.1.1 TEDS 版本差異及演進歷程概述

環保署 TEDS 推估基準年自民國 77 年 1.0 版開始到目前 105 年 10 版已將近 30 年歷史，隨著車輛排放模式之發展及車輛調查參數解析度提升，環保署歷年推估方法之修正與更新，主要是係精進之資料內容納入線源之推估結構中，以優化 TEDS 排放清冊之推估品質，環保署線源歷年推估方法更新歷程如表 4.1-3 所示。

表 4.1-1 [TEDS]歷年線源推估方法更新說明

版本	基準年	推估方法改變
TEDS 1.0 版	77 年	線源車輛排放係數採用 Mobile-Taiwan1.0 程式(修改自美國 Mobile4.1)推估
TEDS 2.0 版	80 年	1.線源之車行里程推估中縣市調整因子推估法改變 2.線源車輛排放係數採用 Mobile-Taiwan1.1 程式推估，相關輸入參數(新車排放係數、劣化率、累積車行里程、車齡分佈及環境背景參數)與 Mobile-Taiwan 1.0 版不同
TEDS 3.0 版	83 年	部份縣市線源車輛排放係數採用 Mobile-Taiwan1.1 程式推估，部份縣市採用 Mobile-Taiwan2.0 程式(修改自美國 Mobile5a)推估，且輸入參數亦有修改
TEDS 4.0 版	86 年	1.線源車種分類由 6 類增為 9 類 2.線源車行里程推估方法修正 3.線源車輛排放係數採用 Mobile-Taiwan2.0 程式推估，所有輸入參數重新整理修正
TEDS 4.2 版	86 年	1.澎湖縣線源車行里程修正 2.線源中柴油小貨車排放係數修正
TEDS 5.1 版	89 年	縣市車行里程因縣市柴油車耗油量的分配有修正而重新修正調整
TEDS 6.1 版	92 年	1.零里程排放率/劣化率方面補充加入柴油車零里程排放率/劣化率之計算，主要參考國內歷年新車審驗資料，舊版係直接引用美國 AP-42 排放率數值，有偏高現象。 2.歷年排放係數及 93~94 年排放係數的推估參數中各車種車齡分佈與年行駛里程分別參考交通統計要覽車齡分佈及本版本各年份車里程更新推估結果代入修正推估排放係數。 3.各年份平均排放係數推估結果汽油車進一步進行行車型態與冷氣使用影響因子調整、機車為行車型態影響因子調整、重型柴油車為負載因子調整。此項因子調整後與舊版有較大之差異。

資料來源：環保署，「臺灣空氣污染排放量[TEDS10]線源—排放量推估手冊」，108 年

表 4.1-1 [TEDS]歷年線源推估方法更新說明（續 1）

版本	基準年	推估方法改變
TEDS7.0 版	96 年	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.車種補充加入 LPG 車及柴油小客車排放估算，因考量 LPG 使用量已逐漸增加，柴油小客車則自 93 年開始進口，統計至 96 年約 3.2 萬輛。</li> <li>2.二、四行程機車年平均行駛里程資料採用機車定檢之各別統計結果，之前版本均使用其總平均統計量，無區分二四行程。</li> <li>3.排放量涵蓋縣市納入金門縣及連江縣，因目前於能源局網站中已可查詢到此二縣市加油站銷售量統計。</li> <li>4.計算區域由[TEDS6.1]三區(臺北縣市、高雄縣市、非北高縣市)改為五區，包括臺北縣市、高雄縣市、臺中縣市、離島縣市及其它縣市，故此次排放係數的更新推估包括各年的平均排放係數。</li> </ol>
TEDS8.0 版	99 年	公車客運用油採用交通部統計值
TEDS8.1 版	99 年	Mobile-Taiwan 日最高溫及最低溫計算方式改變
TEDS9.0 版	102 年	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.車輛登記數採用交通部依縣市燃料別分統計資料</li> <li>2.車齡分佈採用交通部 1-25 年逐車齡資料</li> <li>3.平均車行里程以交通部燃料別分延車公里、提要分析縣市調查值、客運營運概況計算</li> <li>4.小貨車、機車燃油效率以新車耗能核發證明及交通部排氣量輛車輛數加權計算並乘以實測道路與試驗室修正值；汽油特種車引用自用小客車，柴油特種車引用大貨車燃油效率</li> <li>5.新增特種車種，汽油、柴油特種車排放係數分別引用自用汽油小客車、柴油大貨車數值</li> <li>6.國道以車輛偵測器(VD)車流量推估車行里程及做為時空分配依據</li> </ol>

資料來源：環保署，「臺灣空氣污染排放量[TEDS10]線源—排放量推估手冊」，108 年

表 4.1-1 [TEDS]歷年線源推估方法更新說明（續 2）

版本	基準年	推估方法改變
TEDS 10.0 版	105 年	<p>1.車輛登記數（車齡分布）：取得按縣市、燃料、車齡(1-25 年)交叉解析之車輛登記數</p> <p>2.車流量：取得國道 ETC 資料，提升國道車流量資料之解析度</p> <p>3.排放係數解析度：</p> <p>(1)車種分類:共計 21 車種</p> <p>①自用、營業車種分別推估</p> <p>②增加汽油油電車</p> <p>③特種車使用該車種參數進行推估</p> <p>(2)過去排放係數僅為分五區(臺北、高雄、臺中、離島、其它)，排放係數為各車齡排放係數加權，計算之車隊平均值，TEDS10 將以逐縣市、逐車齡(1-25 年)分別計算排放係數</p> <p>(3)TEDS10 可依需求加權組合成各解析度排放係數（例:逐車齡→期別、逐縣市→大臺北地區）</p> <p>4.縣市各級道路車行里程分配方式：TEDS9 中縣市車行里程是以加油站銷售量、車輛設籍數為基線之活動強度，一個縣市之總車行里程大致上與加油站售油量及車輛數相關，TEDS10 中考量車輛實際行駛之區域與縣市加油量、設籍地可能有所不同，故將 TEDS9 方法之車行里程重新加回全國，再重新分配至縣市。目前版本之車行里程在國省道傾向於實際行駛於該縣市之活度強度，在縣道、一般道路則是假設為加油地、設籍地之在地行駛情境，重新分配後之車行里程進一步統計縣市總量後，部分縣市之車種與 9 版比較會有較大之差異。</p> <p>5.空間網格分配</p> <p>(1) 縣道、一般道路先由鄉鎮人口數進行區域分配，後續才由道路長度分配區域內道路</p> <p>(2) 一般道路不納入車流量低之「巷術」、「產業道路」、「無路名道路」、「有路名無歸類道路」等路網</p>

資料來源：環保署，「臺灣空氣污染排放量[TEDS10]線源—排放量推估手冊」，108 年

## 4.1.2 解析移動污染源各項資料使用現況

目前環保署 TEDS 移動源車輛排放量推估系統所需的各項相關參數與因子會直接或間接地影響活動強度與排放係數，有些因子甚至會同時影響兩者，影響排放量推估結果甚鉅。在移動源車輛排放總量推估系統之相關因子非常多，如何理解各項因子之意涵，在廣泛的資料庫及統計數據當中選擇出適當的參數與因子以利準確計算出交通污染源排放總量，將會是本章節分析重點。

### 1. TEDS 資料項目簡述

移動污染源排放總量推估係採用排放係數法，特定車種污染物排放量係以其污染物排放係數乘以活動強度而得，而就環保署 TEDS 活動強度與排放係數推估方式所應用資料項目，綜整如下：

#### (1) 活動強度推估方式

- ①以燃油用量為基礎換算之車行里程
- ②監理定檢、公務統計資料紀錄之車行里程
- ③代表路段通行車流量之車行里程

#### (2) 排放係數推估方式

- ①車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數
- ②文獻調查之參數化數值
- ③以質量平衡計算之排放係數
- ④迴歸公式計算之排放係數

各推估方法使用之推估因子與適用車種、物種如表 4.1-2，其中資料運用上較為複雜且直接影響活動強度與排放係數推估結果之參數因子包含：車輛登記數（車齡分佈）、平均車行里程、燃油效率、零里程排放率/劣化率、氣象因子、車速、車流量。

表 4.1-2 活動強度、排放係數推估所需因子

推估方法		推估因子	車種	推估項目
活動強度	以燃油用量為基礎換算之車行里程	1.平均車行里程 2.車齡分佈 3.燃油效率 4.用油量 5.加油站銷售量	所有車種	車行里程
	監理定檢、公務統計資料紀錄之車行里程	1.平均車行里程 2.車齡分佈		
	代表路段通行車流量之車行里程	1.車流量 2.道路長度		
排放係數	車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數	1.零里程排放率/劣化率 2.平均車行里程 3.車齡分佈 4.車速	所有車種	HC(尾氣)、NO <sub>x</sub> 、CO
			柴油	粒狀物(柴油車尾氣)
	文獻調查之參數化數值	1.輪胎數 2.控制設備比例	所有車種	粒狀物(剎車輪胎磨損)
			汽油	粒狀物(汽油車尾氣)
	以質量平衡計算之排放係數	1.燃油效率 2.硫含量、鉛含量	所有車種	SO <sub>x</sub> 、Pb
迴歸公式計算之排放係數	1.氣象因子 2.雷氏蒸氣壓 (RVP)	汽油	HC(蒸散、停等、行駛損失)	

資料來源：本計畫繪製

## 2. 活動強度資料

環保署建置 TEDS 汽機車空氣污染物排放量係以 Mobile 模式之推估系統進行推估，在該模式之推估架構下，汽機車係以「車行里程」做為活動強度，其意義為車輛在特定時間區間行駛之總里程數，一般以年為單位，並參考國內外文獻及相關可取得資料，說明如下：

### (1) 以燃油用量為基礎換算之車行里程

由能源平衡表之「全國汽、柴油公路部門用量」，再依「各縣市加油站銷售量」進行分配，估算各縣市之總用油量，再依「設籍於該縣市之各車種用油比例」分配至各車種，最後換算為車行里程。

前述過程中縣市用油量分配至各車種之比例是以車輛登記數、平均車行里程、燃油效率計算各車種用油比例，詳如下述公式：

$$\text{單一縣市車種 } i \text{ 車行里程} = Oil_{country} \times \frac{Car_i \times AvgVKT_i \div EF_i}{\sum_i Car_i \times AvgVKT_i \div EF_i} \times EF_i$$

$Oil_{country}$ ：全國用油量分配至該縣市之總用油量（公升）

$Car_i$ ：該縣市  $i$  車種登記數（輛）

$AvgVKT_i$ ：該縣市  $i$  車種平均車行里程（公里/年-輛）

$EF_i$ ：該縣市  $i$  車種燃油效率（公里/公升）

前述公式可知對單一縣市而言，各車種分配到之用油量由車輛登記數、平均車行里程、燃油效率計算之比例權重決定，也因為這種推估方式，車種間之權重關係可能使單一車種車行里程連帶受其它車種影響，發生某車種參數與過去比較無明顯變化，但是因為與其它車種之用油比例消長關係，反而使其車行里程有變化情形。

上述用油分配失衡原因主要為參數之不確定性，推估因子中車輛登記數為監理之登記資料，用油量為全國發油量與加油站銷售量，不確定性較低，不確定性較高之因子為平均車行里程與燃油效率之交互作用，平均車行里程目前使用交通部與環保署最近2次定檢里程差值車隊之平均值，然而隨著個人用途不同，平均車行里程之差異相當大，難以單一數值代表所有車輛。

燃油效率目前使用耗能核發證明、交通部問卷調查、公務統計里程/用油量（如貨運業、公車/客運）之調查，同樣隨著車型、行駛狀態而異，難以單一數值代表所有車輛，兩者間相互影響，換算之用油量做為車種間分配依據，自然使不確定性更加提高。

## (2) 監理定檢/公務統計資料紀錄之車行里程

由各縣市各車種平均車行里程乘上車籍登記數得到車行里程。目前車輛登記數可向交通部發文取得依縣市、燃料別、車齡（1-25年）分之車籍資料，平均車行里程來源為交通部與環保署最近2次定檢里程差值，同樣可解析至依燃料別、車齡（1-25年）分之資料以及行業根據營業申請路線，以及班次計算之里程，例如貨運業營運、公路/市區公車之車行

里程。與燃油法相比，燃油法是以質量守恆觀點以車輛用油為基準，由上而下分配至各縣市車種之推估方法，換言之所有推估車行里程轉換為油量後之總和將符合全國用油消耗，然而推估因子中平均車行里程與燃油效率之不確定性，可能連動所有車種之推估結果造成分配失衡問題，若直接以監理定檢之平均車行里依車輛登記數放大至總車行里程，則可避免因燃油分配帶來之不確定性，然而此時推估品質即仰賴平均車行里程之代表性。

### (3) 代表路段通行車流量之車行里程

某段時間內某個偵測點交通量，乘以對應道路長度，可得該道路長度之車行里程。目前主要交通偵測資料有「電子收費系統」(Electronic Toll Collection, ETC) 與「車輛偵測器」(Vehicle Detector, VD) 等 2 種蒐集資料系統，其中前者分布於高速公路國道 1 號、3 號、5 號、1 號高架與 3 甲等收費路段，後者分布於各高、快速公路及部分省道、市區道路等路段。另外公路總局每年辦理省道日交通量調查，涵蓋除臺北市以外之省道通車路段調查資訊。而在 TEDS 之中所使用的各項 ETC 及 VD 資料格式內容，詳請見 3.2.1 及 3.2.2 小節。

國道 VD 資料完整度目前仍存在問題，故 TEDS 10.0 於 105 年基準年橫向國道交通資訊擇定使用 VD 一分鐘動態資料；省道車流量部分，除橫向快速道路偵測站密度較高之外，其它省道路段不僅偵測站密度較低，且多數偵測站的有效資料數不足，省道活動量仍先使用交通部公路總局各區養護工程處每年調查發布之交通量調查統計表做為網格路段長度分配依據，VD 資料在 TEDS 排放清冊當中則做為月、週或日變化之時間分配。

縣(市)道、鄉(區)道及市區道路部分，目前亦使用 VD 資料，但僅臺北市、高雄市、桃園市及新北市等縣市有部分整年度 VD 資料。除臺北市涵蓋多數主要路網，高雄、桃園及新北市大部分偵測站只設置於市區，郊區設置密度極低，亦為目前 TEDS 排放清冊於縣(市)道、鄉(區)道及市區道路之道路別上對於代表路段通行車流量略顯不足的地方。

上述 3 種推估方式所需推估因子如表 4.1-3，包含車輛登記數(車齡分佈)、平均車行里程、用油量、燃油效率、車流量、道路長度，各項因子之

資料來源及發布頻率如表 4.1-4 所示。

表 4.1-3 移動源車輛活動強度推估方法及推估因子

推估方法		推估因子
活動強度	以燃油用量為基礎換算之車行里程	1.平均車行里程
		2.車輛數
		3.燃油效率
		4.油量
	監理定檢、公務統計資料紀錄之車行里程	1.平均車行里程
		2.車輛數
代表路段通行車流量之車行里程	1.車流量	
	2.道路長度	

資料來源：本計畫繪製

表 4.1-4 移動源車輛活動強度推估因子資料來源

推估因子	資料名稱	資料來源	發布頻率
車輛登記數 (車齡分布)	機動車輛登記數按縣市及使用燃料分	交通部統計網	月
	機動車輛登記數按車齡分		
	機動車輛登記數按縣市、燃料、車齡分	交通部牌照科	發文取得 (年)
	二、四行程機車比例	環保署定檢資料庫	
平均車行 里程	汽車延車公里統計按使用燃料分	交通部統計網	年
	汽車延車公里統計按使用燃料、車齡分	交通部牌照科	發文取得 (年)
	汽車客運營業概況	交通部統計網	月
	二、四行程機車平均里程	環保署計畫	年
	能源平衡表	能源局	年、月 (僅當前 月)
	加油站銷售量		月
	汽車客運營業概況	交通部統計網	月
燃油效率	交通統計提要分析	交通部統計網	2 年
	汽車客運營業概況		月
	公路汽車貨運營業概況		年
	耗能核發證明	能源局	月

資料來源：本計畫繪製

表 4.1-4 移動源車輛活動強度推估因子資料來源(續)

推估因子	資料名稱	資料來源	發布頻率
車流量	ETC：各類車種通行量統計	高速公路局 交通資料庫	日（分鐘）
	ETC：站間各車種平均行駛車速		
	VD：高速公路 VD		
	VD：省道 VD （即時-歷史保留半年）	公路總局	日（分鐘）
	VD：縣市政府、省道 VD	交通部資訊 中心	發文取得 （年）
	省道日交通量調查	公路總局	年
道路長度	道路長度與面積	交通部統計網	年
	數值路網	交通部	3 年

資料來源：本計畫繪製

### 3. 排放係數資料

#### (1) 車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數

新車出廠時，在設備元件為全新良好情況下，其污染物排放率為「零里程排放率」，而隨著車輛使用，設備元件之功能逐漸老化，造成污染排放率增加，此隨著累積行駛里程增加之污染值為「劣化率」，如圖 4.1.2 所示，其計算公式如下：基礎排放率（克／公里）(g/km) = ZML + (DET × CUMMIL/10,000)。

ZML = 零里程排放率 (g/km)

DET = 每 10,000 公里之劣化率 (g/km/10,000km)

CUMMIL = 累積車行里程 (km)

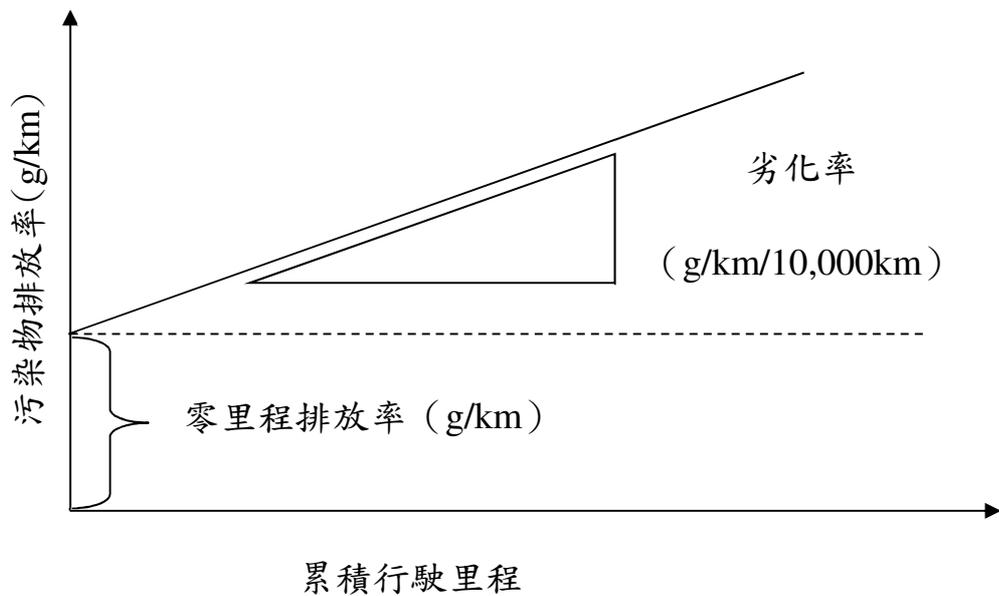


圖 4.1.2 零里程排放率/劣化率計算排放係數示意

零里程排放率／劣化率來源包含新車審驗合格清冊及使用中汽機車召回改正計畫，污染物種包含交通工具排放標準中之 HC、CO、NO<sub>x</sub>，柴油車另外包含粒狀物，新車審驗合格清冊為新車出廠時透過耐久測試實驗、檢附相關證明或是指定法規值，證明車輛之污染值在出廠及未來行駛里程增加後仍符合國內排放標準，使用中汽機車召回改正計畫為對目前使用中車輛抽樣進行檢測調查值。

不同車種零里程與劣化率的主要數據來源為「新車審驗清冊」(汽、柴油及替代清潔燃料引擎汽車合格證清冊)，以及「召回改正資料庫」(汽油引擎汽車新車型審驗、新車抽驗及使用中車輛召回改正調查測試暨相關管制制度之研究專案)兩大類。

在現行的推估系統之中，對於該選用何種數據來源進行零里程與劣化率的計算並沒有一定做法，但兩種數據來源各有不同問題，必須要仔細考慮其適用性。

## (2) 文獻調查之參數化數值

就排放特性單純亦或缺乏長期檢測資料，或以一次性文獻調查值，透過簡單之參數化公式決定排放係數，不確定性可能較大，需透過國內外文獻或是模式之更新確認與目前使用數值之差異。

① 剎車/輪胎磨損

$$\text{輪胎磨損} = 0.12 \times N/4 \quad (\text{g/km})$$

引用美國 Mobile 模式之數值，依車種輪胎數計算。

N = 平均車輪數

各車種之平均車輪數假設如下：

$$\text{輕型車輛 (LDGV, LDDT)} = 4$$

$$\text{重型車輛 (HDDV)} = 12$$

$$\text{機車 (MC)} = 2$$

剎車磨損 = 0.008 g/km。

參考美國 (1985) 數據，所有車輛之剎車磨損皆為相同。

② 汽油車尾氣粒狀物

參考美國車輛粒狀物推估模式 (PART5) 推估方法，並引用其污染物排放率，汽車尾氣可分為鉛、有機物、硫酸鹽 3 部分，各部分有其對應之排放係數，機車無特別細分，為粒狀物污染值，如表 4.1-5 所示；推估時依所需車速及模擬年份車輛控制設備比例，選取對應排放率做為其排放係數，詳如下式。

$$[\text{尾氣排放}] = [\text{鉛}] + [\text{有機物}] + [\text{硫酸鹽}]$$

$$[\text{鉛}] = f(\text{燃料種類, 車種, 控制設備, 車速})$$

$$[\text{有機物}] = f(\text{車種, 控制設備})$$

$$[\text{硫酸鹽}] = f(\text{車種, 控制設備, 車速})$$

表 4.1-5 美國 PART5 模式汽油汽機車粒狀物排放係數

汽油車-(A).有機物 EF										
小客車(LDGV)&小貨車(LDGT)		無觸媒		OpenLoop		有觸媒				
EF(o) g/km-L		(含鉛)		0.120		0.042		0.042		
-NL		(無鉛)		0.120		0.019		0.011		
汽油車-(B) 硫酸鹽 EF	小客車(LDGV)				小貨車(LDGT)					
	NCAT&OL		CAT		NCAT&OL		CAT			
平均車速	<=40		>40		<=40		>40		<=40	
	Km/hr		Km/hr		Km/hr		Km/hr		Km/hr	
EF(o) g/km-L	(含鉛)	0.000021	0.000010	0.000021	0.000010	0.000021	0.000010	0.000021	0.000010	
-NL	(無鉛)	0.000021	0.000010	0.000110	0.000136	0.000021	0.000010	0.000110	0.000209	
機車-(C).尾 氣排放 EF	二行程機車(MC2)				四行程機車(MC4)					
	NCAT&OL		CAT		NCAT&OL		CAT			
平均車速	<=40		>40		<=40		>40		<=40	
	Km/hr		Km/hr		Km/hr		Km/hr		Km/hr	
EF g/km		0.2051	0.2051	0.2051	0.2051	0.0286	0.0286	0.0286	0.0286	

資料來源：美國車輛粒狀物推估模式 (PART5)；本計畫自行彙整

### (3) 以質量平衡計算之排放係數

此與油品污染物含量有關，係以質量平衡方法，推估燃油效率、油品污染物含量，以計算排放係數。由於臺灣針對油品性質已有相關之油品標準，且在煉油廠、供油中心以至加油站皆有相關油品抽查計畫，所以數據品質皆較穩定，不確定性較低。

#### ① 硫氧化物

假設汽柴油中之硫化物經燃燒完全轉化 SO<sub>2</sub>，計算公式如下：

$$SO_x \text{ 排放係數 (g/km)} = (1/FE) \times D \times S \times W$$

FE = 油耗值，(km/l)

D = 燃料密度 (kg/l)，柴油為 0.83，汽油為 0.75

S = 含硫量 (kg S/kg 燃料)，參考各年度油品硫含量

W = SO<sub>2</sub>/S 轉換比 = 2。

#### ② 鉛

$$Pb \text{ 排放係數 (g/km)} = (\text{燃料含鉛量}) \times (\text{轉化率}) \times (1.557) \times (\text{粒徑係數}) / (\text{油耗值})$$

燃料含鉛量 = 無鉛汽油，採用油品標準 0.0025g/l

轉化率 = 燃料燃燒後鉛排放至大氣轉化率，0.44

1.557 = 鉛轉換成鉛鹽之重量增加校正係數

粒徑係數 = 粒徑小於 10  $\mu\text{m}$  之鉛粒狀物比例

油耗值 = 各車種之平均耗油率

#### (4) 迴歸公式計算之排放係數

在特定環境下測得之排放率建立迴歸公式，並於其它情境下藉由帶入迴歸公式或以內插方式計算排放係數，例如汽油車 HC 蒸散、停等、行駛損失。

##### ① 蒸散損失

###### a. 熱浸 (Hot Soak) 蒸發

此與燃料系統及燃料揮發性相關，藉由實車測試結果得出車輛熱浸蒸發排放迴歸曲線，如下列計算公式：

當 RVP < 9 psi (pound per square inch) 排放係數 =  $A + B \times \text{RVP}$

當 RVP > 9 psi 排放係數 =  $C + D \times \text{RVP} + E \times \text{RVP}^2$

RVP 為雷氏蒸氣壓 ABCD 為迴歸公式參數

###### b. 每日 (Diurnal) 蒸發

此與燃料揮發性、車輛污染控制系統及大氣溫度有關。

##### ② 停等損失

此與溫度與車輛控制系統有關，模式中預設在 100°F 時，open bottom canister 排放係數為 0.29g/hr，closed bottom canister 排放係數為 0.13g/hr，並以每天行駛里程 (km/day) 換算為 g/km。

##### ③ 行駛損失

此分別在 4 個溫度 (80、87、95、105°F) 及 4 種燃料 RVP (7.0、9.0、10.4、11.7psi) 狀態下測得排放率，並再以內插法求得排放係數。

### 4.1.3 移動污染源資料之適用性

本節針對應用環保署 TEDS 線源排放量資料(簡稱 TEDS 清冊)適用性可能限制與遭遇問題進行討論。

#### 1. 現行移動污染源排放量推估方法限制

TEDS 清冊在建構時須滿足推估方法必須精確、模式參數容易取得、符合使用者需求，以及資料不間斷，並可比對等條件；因此，在不同使用訴求下，使得推估方法及應用資料存在相關限制，以現行車行里程(VKT)推估方法而言，其模式應用限制如下。

- (1) 模式產出係數為不分車齡或期別之總車隊係數，空品管制策略則需要瞭解不同環保期別之差異。
- (2) 模式最舊年份僅接受 25 年車齡，超過 25 年則無法輸入及計算參數。
- (3) 模式各車齡總累計里程為「車齡較低之單年里程合計」，無法獨立輸入特定年份車總行駛里程。
- (4) 模式對怠速定義為「行駛中怠速」，而無法計算「特定條件怠速」。

泛用多年的 VKT 方法理論仍存在其優勢，因為其可解析各年份車齡之排放量，故從使用者需求上來看，仍較為便利；對於操作者而言，既有模式為 FORTRAN 語言撰寫，修改及編譯上相對容易；而本土化係數的部分，絕大部分參數可從環保署動力計實驗室檢測取得，且 VKT 及車速可對應排放量，因此在結果呈現上，以及觀念與認知上較為直覺。

然而現行 VKT 推估方法尚存在殊多盲點被受挑戰，包括同車齡車輛，累計年行駛里程需假設為一致(排放係數一致)，此必定不合理。對不同道路形態或交通狀態解析能力有限(單次旅次僅能假設平均車速及排放係數)。基礎數據(零里程、劣化率、校正曲線、行車形態轉換)仍不足，並且汽油車完全沒有 PM 零里程及劣化率(因為我國無規範排放標準)；沒有各級道路總行駛里程分配比，故絕大多數交通政策、引擎及排污控制技術之排放量變化無法反應。

#### 2. 推估參數之資料品質及推估方法

推估車輛污染源排放量，係由大量車輛參數因子相互作用下產生之排

放係數與活動強度，推估結果與資料來源，以及排放量計算採用之推估方法有關。

本計畫依據環保署「移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫」，針對排放量推估參數之不同資料來源差異較高者( $\pm 20\sim 50\%$ )進行說明。

### (1) 平均車行里程

平均車行里程資料來源主要有交通部統計要覽之延車公里，此為車輛連續 2 年定檢里程差值，再取全國平均值，並且為目前 TEDS 清冊優先採用數值。另外，於交通統計提要分析中，同樣含有此項參數調查，惟此資料產出方式係透過問卷填寫。前項過程產生之差異為填寫正確性及抽樣調查代表性，而此與前述定檢里程差異約為 30%，但該資料可具有分群體統計，例如以縣市別分之車行里程，而目前 TEDS 清冊則是以該調查值做為假設縣市區別之比例。

### (2) 燃油效率

影響燃油效率準確性因素有二，第一部分為使用交通部統計提要分析之調查值，此與平均車行里程引用資料相同，同樣為透過問卷填寫，涉及填寫之正確性以及抽樣調查之代表性。第二部分為小貨車之燃油效率，由於無相關實際油量與里程調查，且無相關問卷調查統計，僅能從耗能核發證明假設油耗值。但是此為實驗室之測試值，在現實情況下，受環境條件與駕駛習慣不同會有相當大落差。

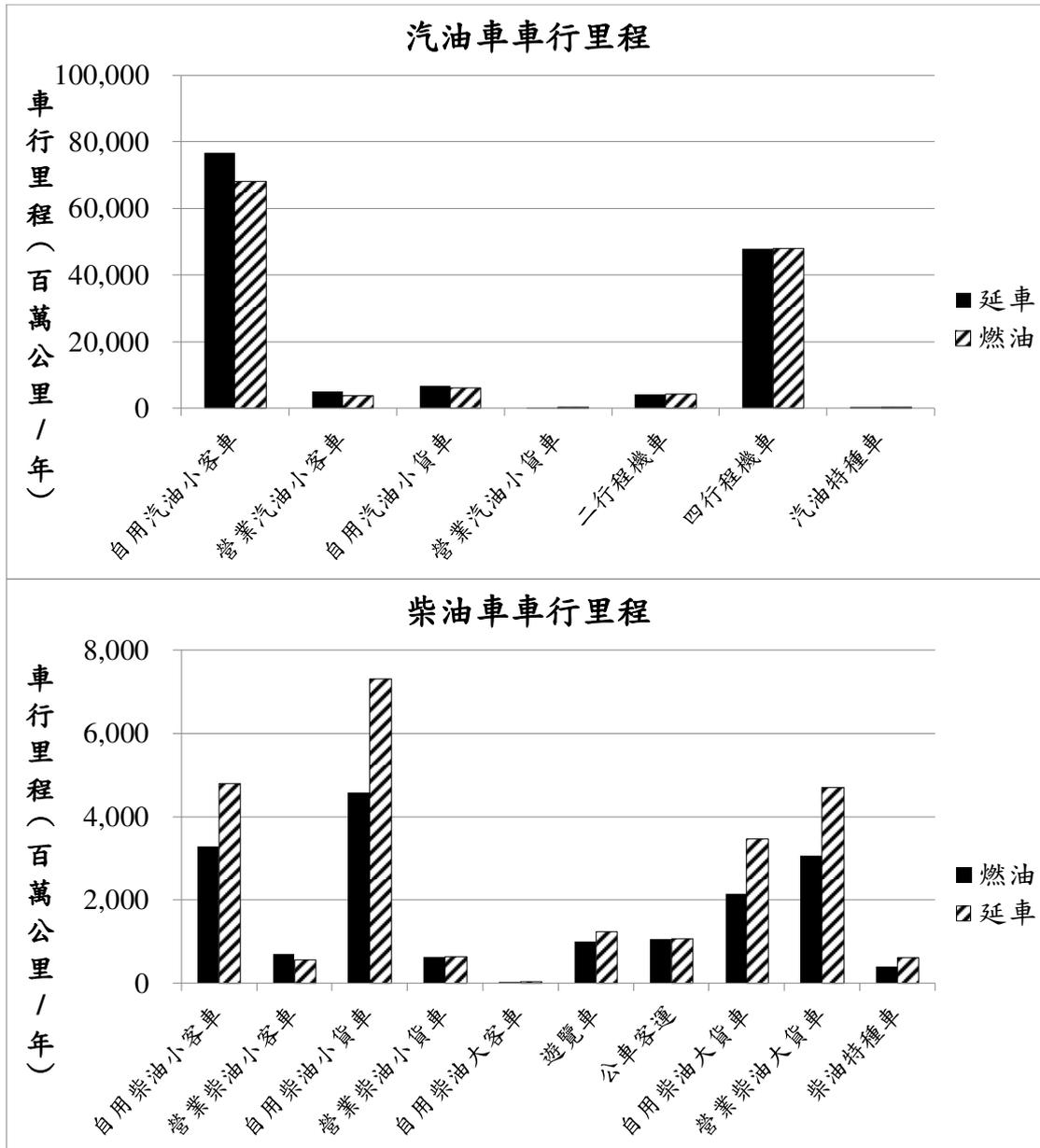
### (3) 油量

車輛車行里程係以全國燃油用量為基礎推估，TEDS 清冊引用之燃油用量為能源平衡表之運輸部門汽柴油消耗量，而能源平衡表之汽柴油消耗量有大部分是依實際銷售量而來。實務上在加油站銷售柴油過程中，存在著部分非公路運輸之柴油消耗。

此部分差異可由交通部藉由定檢紀錄之車行里程與本計畫推估之燃油車行里程進行比較，交通部定檢里程為同一車牌車輛連續 2 次定檢之累積里程差值計算之平均車行里程(公里/年輛)再乘以總車輛數而得，2 者所計算之車行里程如圖 4.1.3 顯示，汽油車定檢里程與本計畫由汽油

用量推估之車行里程差異為 10%；然而在柴油車方面，定檢里程則低於燃油里程 30%。

同時參考本所於 107-108 年，辦理公路運輸柴油消耗及溫室氣體排放量檢核研析研究中亦提及，能源平衡表有高估運輸部門柴油使用量之情形，爰其有造成交通空污排放量之占比高估現象。



註：延車車行里程參考交通部定檢紀錄  
資料來源：本計畫繪製

圖 4.1.3 車行里程推估方法差異

#### (4) 省道、縣道、一般道路車流量及車速

國內絕大部分道路車流量少有長時間之連續監測，僅有短日數、次數之現場人工調查，在進一步放大為全年車流量。隨著 VD 逐步架設之後，可提高資料的準確性，但在非國省道道路之架設點位仍相當不足，並且不同層級道路管理機關對儀器之妥善率管理也有相當大變異。

#### (5) 旅次分布

排放係數推估時需輸入一趟旅次所花費時間之組成比例，目前僅有自小客車、機車統計提要分析有相關調查，然而此項資料於 99 年以後，相關調查項目已不符合目前 TEDS 清冊模式所需欄位，故目前仍沿用 97、98 年資料，近年未有較新資料可更新。

#### (6) 行車型態

目前排放係數推估係以環保署動力計測試之零里程排放/劣化率模擬美國聯邦測試程序 (Federal Test Procedure, FTP) 行車型態下之污染值。另在以環保署 93 年新車審驗、召回改正計畫中臺北、高雄與其它地區實際道路與動力計測試之迴歸曲線進行校正，因此，近年未有較新資料可更新，未來建議可應用可攜式排放量測系統 (Portable Emissions Measurement System, PEMS) 之進行實車測試資料之更新。

### 3. 交通活動污染源資料即時性

目前環保署車輛排放量之推估基準年皆為過去 2-3 年，活動強度等各項資料皆為使用當時基準年之推估參數，而基準年之交通活動強度可能與目標年實際情形有所差距，例如：使用以 102 年資料為基準年之 TEDS9.0 推估 109 年之空污排放量。因此，欲了解最新交通空污排放量概況，需以基準年資料為基礎，檢視目前各項參數資料之更新頻率與樣本代表性，並建立 1 組線性活動強度調整係數，以做為目標年之空污排放係數，推估目標年之排放量。後續則定期配合更新基準年資料時，再度更新排放係數、活動強度，乃至重新推估排放量。

## 4.2 交通空氣污染排放量解析

交通空氣污染排放量與交通活動強度消長有密切關係，各項交通活動歷年變化趨勢，可解析目前交通污染物排放量之消長趨勢。就探討交通空污排放量而言，環保署 TEDS 為目前我國分析交通空污排放量趨勢較為完整資料，本章節將應用環保署 TEDS 探討交通空氣污染排放量之趨勢，以及探討其與相關空污防制策略之關聯性。

### 4.2.1 交通活動及空氣污染排放量趨勢

本計畫彙整環保署歷年移動源排放量推估結果，做為歷年交通空污排放趨勢分析基礎，資料來源係引用自 TEDS 7.0 版至最新版(10.0)，分別為 96、99、102 及 105 等基準年之排放量，非基準年排放量則參照環保署歷年度「移動污染源排放總量推估及管制措施研擬」相關計畫之排放量，做為近十年交通空氣污染排放趨勢的基礎指標。此外，配合環保署及交通部資料開放進度，目前車輛污染排放量最新數據可蒐集至 106 年，車輛數資料則可查詢至 108 年 11 月。

隨著國內交通建設、公共運輸發展、旅運行為轉變及運輸能源使用等背景條件不同，歷年交通空污排放量之計算基準可能有細微差異。因此，藉由歷年交通空污排放量之變化趨勢，可探討我國整體交通空污排放趨勢是否逐漸改善亦或逐漸惡化，惟無法從整體排放量直接反應各年度特定重大交通政策之空氣污染減量情形。因此，評估交通空污變化情形，本計畫係透過各車輛逐年排放量變化，並且配合交通活動量指標進行分析，以趨勢分析方式描述影響逐年交通空氣污染排放量變化之可能性及討論改善措施成效。

有關 TEDS 清冊中涉及交通污染源主要活動指標及排放量變化歷年趨勢，詳述如下。

#### 1. 交通污染源活動指標歷年趨勢

推估交通污染量最為密切之活動強度參數，包括燃油車車輛數、油量、車流量及平均行車里程等，因此做為本計畫交通空污排放量歷年趨勢分析主要指標，各項指標近年趨勢分析結果如下：

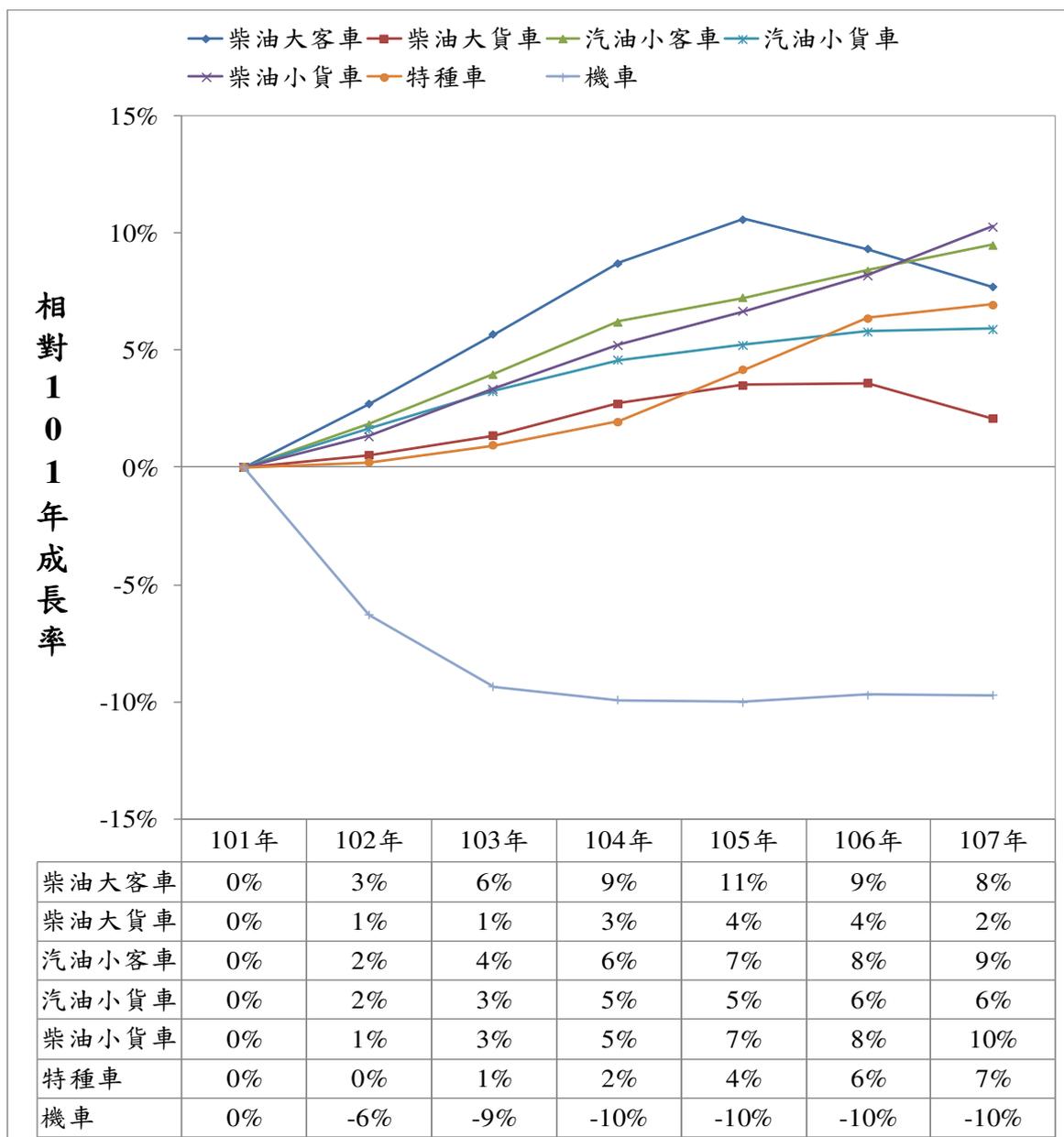
(1) 燃油車車輛數

歷年燃油車輛數及成長趨勢見表 4.2-1 及圖 4.2.1，各車種 107 年相較 101 年成長率分別為汽油小客車成長 9%，總車輛數為 6,461,997 輛；柴油大貨車成長 2%，總車輛數為 164,565 輛；柴油大客車成長 8%，總車輛數為 33,105 輛；汽油小貨車成長 6%，總車輛數為 602,256 輛；柴油小貨車成長 10%，總車輛數為 323,832 輛；機車減少 10%，總車輛數為 13,640,887 輛。機車數量呈現明顯下降趨勢，而 106-107 年柴油大客車、柴油大貨車呈現略微降低趨勢，但其它車種數量為上升趨勢。

表 4.2-1 歷年各車種車輛數 (輛)

車種	101 年	102 年	103 年	104 年	105 年	106 年	107 年	108 年 11 月
柴油大客車	30,738	31,569	32,486	33,423	33,998	33,601	33,105	32,625
自用	1,643	1,573	1,553	1,545	1,563	1,566	1,545	1,520
營業	29,095	29,996	30,933	31,878	32,435	32,035	31,560	31,105
柴油大貨車	161,192	162,067	163,384	165,625	166,865	166,995	164,565	165,538
自用	91,408	92,394	93,510	94,809	95,708	96,612	95,590	96,151
營業	69,784	69,673	69,874	70,816	71,157	70,383	68,975	69,387
汽油小客車	5,901,368	6,010,912	6,136,604	6,268,846	6,328,876	6,398,382	6,461,997	6,499,448
自用	5,754,990	5,860,317	5,979,971	6,104,493	6,159,375	6,220,636	6,275,884	6,311,315
營業	146,378	150,595	156,633	164,353	169,501	177,746	186,113	188,133
柴油小客車	136,273	156,103	183,407	213,183	239,168	259,425	270,466	275,670
自用	125,425	143,096	167,374	194,208	217,927	236,595	247,614	253,468
營業	10,848	13,007	16,033	18,975	21,241	22,830	22,852	22,202
汽油小貨車	568,588	577,946	587,170	594,733	598,302	601,555	602,256	603,756
自用	556,051	565,304	573,794	580,636	583,804	586,777	588,008	589,403
營業	12,537	12,642	13,376	14,097	14,498	14,778	14,248	14,353
柴油小貨車	293,606	297,555	303,487	308,957	313,186	317,702	323,832	329,922
自用	272,838	276,150	281,366	285,948	288,874	292,225	297,125	302,533
營業	20,768	21,405	22,121	23,009	24,312	25,477	26,707	27,389
特種車	60,760	60,892	61,331	61,949	63,288	64,646	64,994	66,125
汽油	31,090	30,626	30,400	30,404	30,734	31,143	31,035	31,039
柴油	29,670	30,266	30,931	31,545	32,554	33,503	33,959	34,521
機車	15,107,697	14,156,680	13,693,557	13,609,692	13,596,366	13,641,569	13,640,887	13,641,615
重型	11,820,436	11,562,592	11,586,590	11,801,124	12,096,351	12,478,384	12,696,599	12,835,529
輕型	3,287,261	2,594,088	2,106,967	1,808,568	1,500,015	1,163,185	944,288	806,086

資料來源：交通部統計網



資料來源：交通部統計網；本計畫自行彙整

圖 4.2.1 各車種車輛數成長率

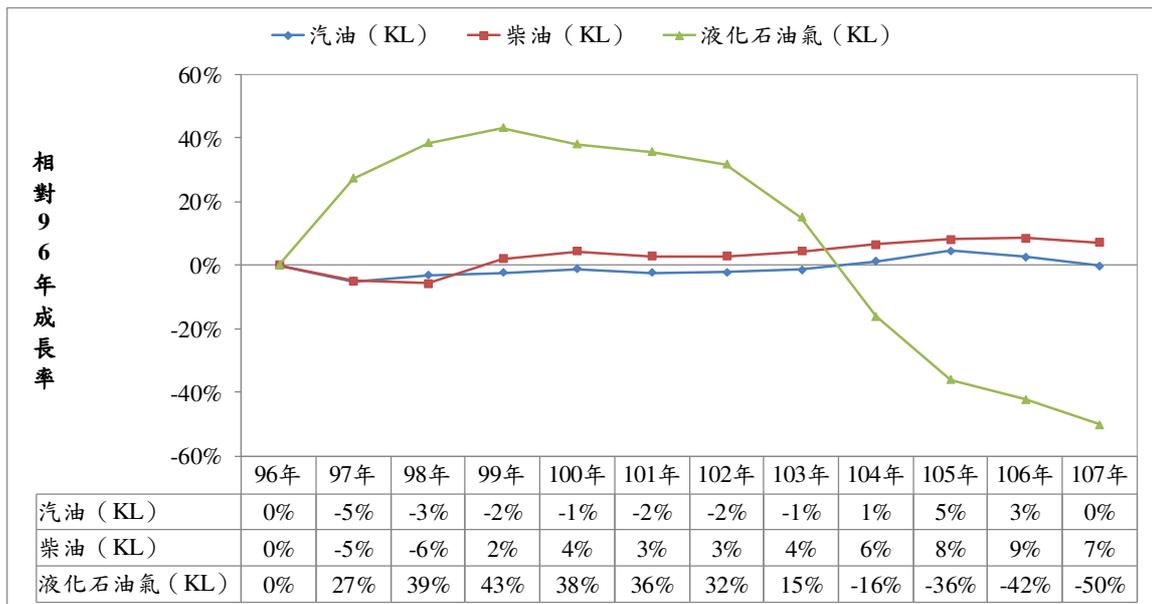
## (2) 用油量

歷年能源平衡表車輛用油及變化趨勢如表 4.2-2 及圖 4.2.2，汽柴油 96 年用油量有所下跌，97 年後持續上升，汽油用量 107 年相較 96 年未成長，柴油用量則成長 7%，液化石油氣自 99 年開始便持續下降，LPG 使用量下降同樣反映到近年 LPG 車輛數增加減緩現象，LPG 用量 107 年相較 96 年減少 50%。

表 4.2-2 歷年車輛用油量（公秉）

油品項目	汽油 (KL)	柴油 (KL)	液化石油氣 (KL)
96 年	10,024,069	4,330,240	93,009
97 年	9,510,069	4,114,091	118,434
98 年	9,700,997	4,085,664	128,854
99 年	9,784,699	4,414,000	133,141
100 年	9,909,045	4,519,971	128,432
101 年	9,785,465	4,456,109	126,296
102 年	9,805,998	4,450,828	122,604
103 年	9,883,814	4,520,868	107,027
104 年	10,155,625	4,611,257	78,167
105 年	10,492,973	4,685,156	59,467
106 年	10,288,257	4,700,097	53,827
107 年	10,011,221	4,640,546	46,414

資料來源：經濟部能源局能源平衡表

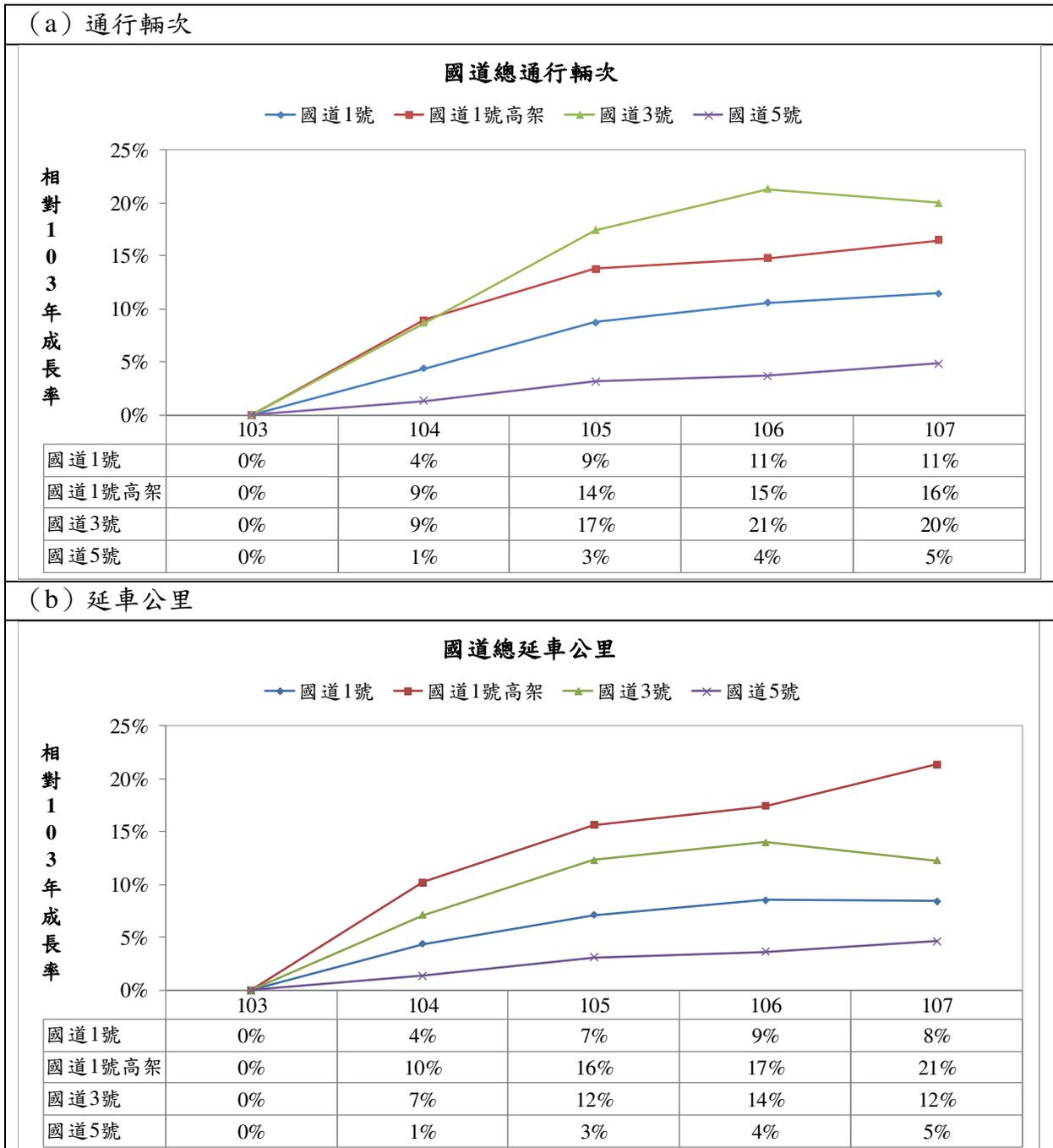


資料來源：經濟部能源局能源平衡表；本計畫自行彙整

圖 4.2.2 車輛用油成長率

### (3) 車流量

103 年開始高速公路局即開始使用國道高速公路計程電子收費階段交通資料蒐集支援系統 (TDCS) 之車流量資料統計歷年車流量及延車公里里程，彙整如圖 4.2.3，整體而言在縱向國道上呈現逐年成長趨勢，惟 107 年國道 3 號相較 106 年成長趨緩。

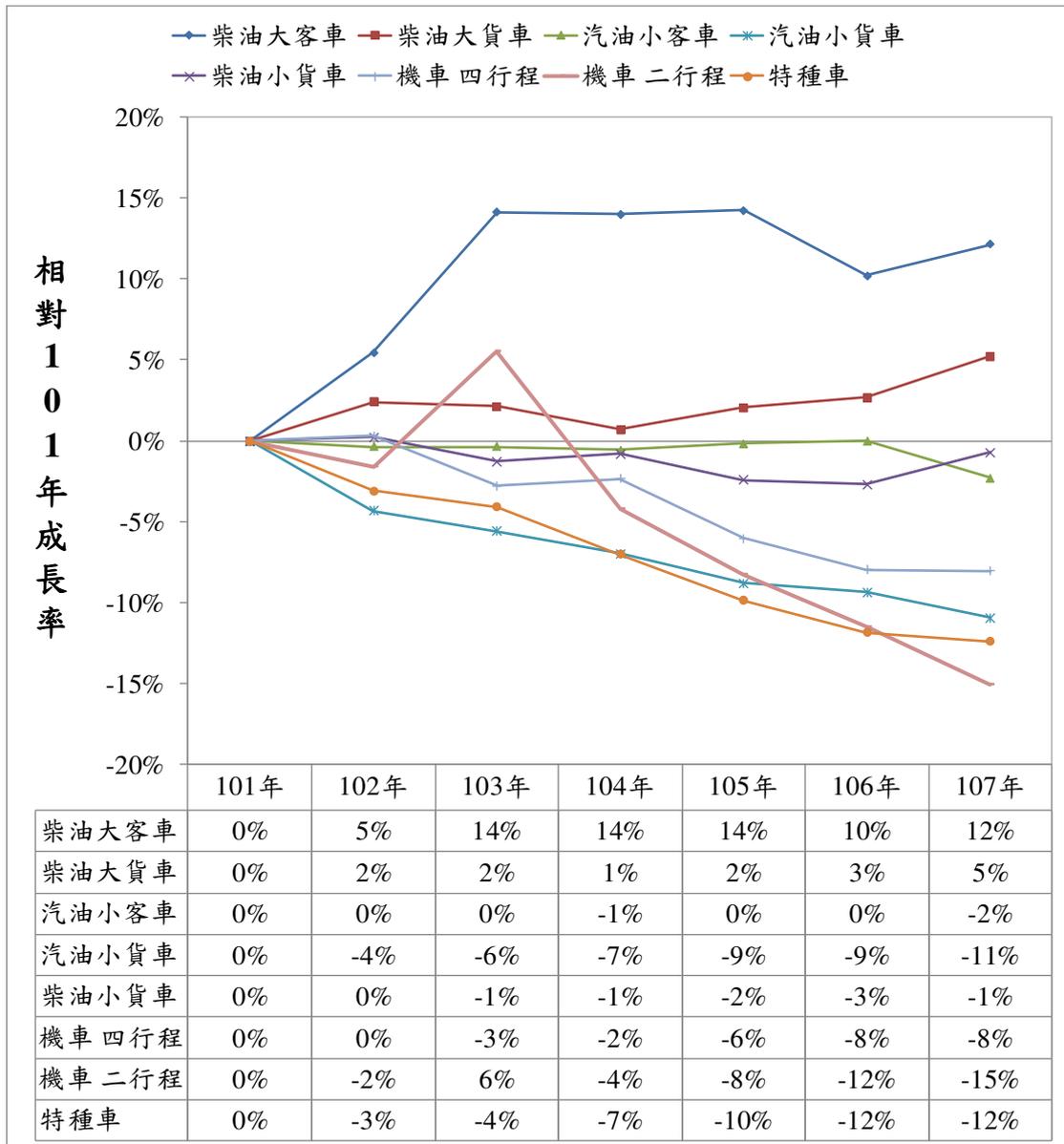


資料來源：交通部高速公路局交通資料庫；本計畫自行彙整

圖 4.2.3 國道通行輛次及延車公里成長率

#### (4) 平均車行里程

公路運輸每車每年之平均車行里程歷年變化，分析結果彙整如圖 4.2.4，顯示自 101 年偏商用之大型車（包括柴油大客車及柴油大貨車）之平均車行里程有呈現上升趨勢，而私人運具當中除二行程機車變化波動較大，其它車種則有逐年下降現象。



資料來源：交通部統計要覽；本計畫自行彙整

圖 4.2.4 各車種平均車行里程成長率

## 2. 車輛空污排放物歷年趨勢

本計畫彙整歷年移動源車輛排放量如表 4.2-3，以 106 年之總懸浮微粒（TSP, Total Suspended Particles）粒狀污染物主要貢獻前三大來源為柴油大貨車、汽油自小客車、四行程機車；PM<sub>2.5</sub> 主要貢獻前三大來源為柴油大貨車、汽油小客車、柴油小貨車；SO<sub>x</sub> 主要貢獻前三大來源為汽油小客車、柴油大貨車、四行程機車；NO<sub>x</sub> 主要貢獻前三大來源為柴油大貨車、汽油小客車、柴油小貨車；CO 主要貢獻前三大來源為汽油小客車、四行程機車、汽油小貨車；NMHC 主要貢獻前三大來源為四行程機車、汽油小客車、柴油大貨車。

從 96~106 年趨勢顯示，在粒狀污染物 TSP 部分歷年排放量起伏不大，SO<sub>x</sub> 排放量在 101 年有明顯下降趨勢，與油品硫含量加嚴政策有關，在 NO<sub>x</sub>、CO 及 NMHC 部分，整體排放量呈現逐年下降之趨勢，應與車輛逐年汰舊換新因素相關。

表 4.2-3 96~106 年車輛移動源歷年排放量

車種	污染物	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
		單位:公噸										
汽油自小客	TSP	8,635	8,216	8,478	8,674	9,226	9,122	8,398	8,638	8,975	9,607	9,404
柴油小客車	TSP	62	81	95	143	181	278	465	557	641	752	797
汽油營小客	TSP	522	498	498	521	635	557	424	448	525	558	557
汽油小貨車	TSP	1,185	1,136	1,104	945	973	975	831	846	851	888	861
柴油小貨車	TSP	1,460	1,333	1,258	1,874	1,618	2,071	2,817	2,936	2,945	2,869	2,689
公車/客運	TSP	967	818	785	858	742	692	612	594	572	536	506
柴油大客車	TSP	1,690	1,595	1,424	1,576	1,668	1,419	741	650	753	732	640
柴油大貨車	TSP	10,539	9,328	8,731	8,677	8,606	7,364	9,029	9,313	8,910	8,821	8,412
二行程機車	TSP	4,020	3,591	2,899	2,851	2,534	2,060	1,821	1,653	1,420	1,097	798
四行程機車	TSP	3,201	3,268	3,527	3,619	3,632	3,749	4,001	3,947	3,852	3,838	3,898
LPG 車	TSP	88	79	106	111	122	120	115	101	81	62	56
特種車	TSP	0	0	0	0	0	0	732	761	510	498	480
<b>總量</b>	<b>TSP</b>	<b>32,369</b>	<b>29,943</b>	<b>28,905</b>	<b>29,849</b>	<b>29,935</b>	<b>28,405</b>	<b>29,985</b>	<b>30,445</b>	<b>30,037</b>	<b>30,257</b>	<b>29,097</b>
汽油自小客	PM <sub>2.5</sub>	3,706	3,517	3,618	3,712	3,923	3,874	3,459	3,557	3,697	3,957	3,873
柴油小客車	PM <sub>2.5</sub>	31	39	44	66	82	125	209	243	266	327	344
汽油營小客	PM <sub>2.5</sub>	222	212	212	221	269	236	174	184	216	230	230
汽油小貨車	PM <sub>2.5</sub>	511	489	475	405	417	417	346	352	354	369	358
柴油小貨車	PM <sub>2.5</sub>	1,103	991	922	1,412	1,196	1,529	2,101	2,179	2,165	2,100	1,935
公車/客運	PM <sub>2.5</sub>	669	556	523	560	470	424	359	339	318	285	261
柴油大客車	PM <sub>2.5</sub>	1,186	1,097	954	1,099	1,120	907	480	405	448	423	358
柴油大貨車	PM <sub>2.5</sub>	8,338	7,307	6,775	6,641	6,535	5,500	6,843	7,024	6,624	6,524	6,158
二行程機車	PM <sub>2.5</sub>	2,396	2,140	1,727	1,699	1,510	1,227	1,085	985	846	654	475
四行程機車	PM <sub>2.5</sub>	1,384	1,413	1,525	1,565	1,570	1,621	1,730	1,707	1,664	1,658	1,684
LPG 車	PM <sub>2.5</sub>	34	31	41	43	47	47	45	39	31	24	22
特種車	PM <sub>2.5</sub>	0	0	0	0	0	0	536	556	323	311	296
<b>總量</b>	<b>PM<sub>2.5</sub></b>	<b>19,581</b>	<b>17,792</b>	<b>16,817</b>	<b>17,422</b>	<b>17,139</b>	<b>15,908</b>	<b>17,367</b>	<b>17,571</b>	<b>16,954</b>	<b>16,862</b>	<b>15,995</b>

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；  
本計畫自行彙整

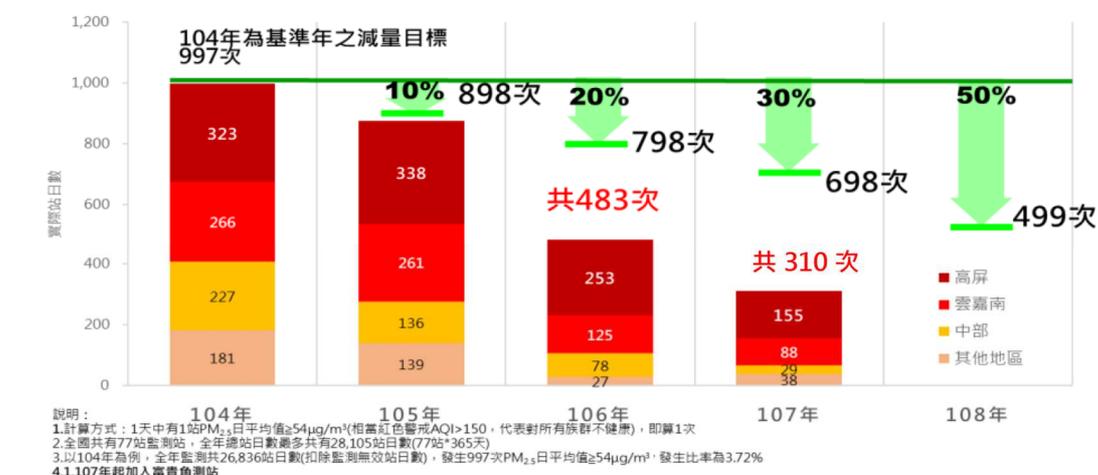
表 4.2-3 96~106 年車輛移動源歷年排放量 (續 1)

車種	污染物	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
		單位:公噸										
汽油自小客	SO <sub>x</sub>	297	280	193	203	147	63	57	59	56	58	56
柴油小客車	SO <sub>x</sub>	2	2	2	3	3	2	4	4	5	5	6
汽油營小客	SO <sub>x</sub>	20	20	14	15	13	5	4	4	4	4	4
汽油小貨車	SO <sub>x</sub>	45	44	29	25	19	8	7	7	6	6	6
柴油小貨車	SO <sub>x</sub>	18	17	15	17	10	7	9	8	9	9	9
公車/客運	SO <sub>x</sub>	18	14	11	11	6	3	4	3	4	4	5
柴油大客車	SO <sub>x</sub>	31	27	23	20	14	7	4	3	4	4	4
柴油大貨車	SO <sub>x</sub>	132	105	92	86	55	27	29	26	29	28	28
二行程機車	SO <sub>x</sub>	32	28	15	14	9	3	2	2	2	2	1
四行程機車	SO <sub>x</sub>	80	82	58	58	43	19	17	17	19	18	18
LPG 車	SO <sub>x</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
特種車	SO <sub>x</sub>	0	0	0	0	0	0	3	2	3	3	3
<b>總量</b>	<b>SO<sub>x</sub></b>	<b>676</b>	<b>620</b>	<b>453</b>	<b>453</b>	<b>319</b>	<b>146</b>	<b>141</b>	<b>136</b>	<b>142</b>	<b>141</b>	<b>139</b>
汽油自小客	NO <sub>x</sub>	33,904	29,783	28,809	28,464	27,326	27,080	23,891	23,447	22,209	22,152	20,630
柴油小客車	NO <sub>x</sub>	136	172	197	286	353	549	806	927	1,585	1,253	1,274
汽油營小客	NO <sub>x</sub>	2,858	2,733	2,494	2,780	3,181	2,495	1,645	1,157	1,037	975	895
汽油小貨車	NO <sub>x</sub>	15,517	13,885	11,423	9,381	8,594	5,654	6,217	5,945	6,228	5,928	5,525
柴油小貨車	NO <sub>x</sub>	5,279	5,005	4,844	6,230	5,681	7,039	8,836	9,074	9,783	9,323	8,985
公車/客運	NO <sub>x</sub>	14,346	12,272	11,709	12,660	10,814	9,749	7,492	6,774	6,314	5,642	5,042
柴油大客車	NO <sub>x</sub>	24,634	25,999	22,781	22,304	22,301	19,720	9,201	8,047	8,691	8,425	7,142
柴油大貨車	NO <sub>x</sub>	130,017	118,710	109,787	115,083	114,999	98,585	113,007	117,058	115,463	116,260	112,640
二行程機車	NO <sub>x</sub>	2,114	1,910	1,490	1,652	1,843	1,017	618	532	681	303	218
四行程機車	NO <sub>x</sub>	13,874	13,141	13,341	13,823	13,396	13,030	12,311	10,033	11,087	8,289	7,734
LPG 車	NO <sub>x</sub>	531	448	569	571	590	543	484	402	297	209	190
特種車	NO <sub>x</sub>	0	0	0	0	0	0	8,661	9,050	5,448	5,515	5,211
<b>總量</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>243,211</b>	<b>224,059</b>	<b>207,446</b>	<b>213,233</b>	<b>209,078</b>	<b>185,461</b>	<b>193,169</b>	<b>192,445</b>	<b>188,822</b>	<b>184,275</b>	<b>175,486</b>
汽油自小客	CO	259,307	216,832	202,427	198,079	185,450	178,789	140,420	134,283	116,858	118,733	110,468
柴油小客車	CO	47	62	73	138	280	629	411	529	1,023	702	756
汽油營小客	CO	19,953	18,214	16,626	17,879	20,676	18,093	11,259	9,694	10,210	9,114	9,081
汽油小貨車	CO	113,655	102,407	83,864	71,363	66,611	46,395	52,454	52,141	46,873	43,777	41,190
柴油小貨車	CO	3,655	3,435	3,096	4,202	3,843	4,974	6,496	6,749	5,895	5,536	4,987
公車/客運	CO	5,510	4,720	4,368	4,826	4,004	3,502	2,513	2,222	1,815	1,616	1,411
柴油大客車	CO	7,971	9,842	7,990	8,380	7,459	6,383	2,999	2,499	2,825	2,784	2,264
柴油大貨車	CO	47,590	42,937	37,057	41,785	42,228	33,773	38,650	40,287	36,280	39,172	35,914
二行程機車	CO	53,911	47,898	39,130	40,669	34,907	28,396	25,001	26,733	28,420	18,149	13,282
四行程機車	CO	130,493	127,586	131,873	140,651	139,603	137,987	143,792	134,804	104,495	102,109	98,581
LPG 車	CO	1,397	1,375	1,849	1,939	2,131	2,099	2,008	1,765	1,408	1,076	977
特種車	CO	0	0	0	0	0	0	3,779	3,870	2,525	2,745	2,494
<b>總量</b>	<b>CO</b>	<b>643,490</b>	<b>575,307</b>	<b>528,351</b>	<b>529,911</b>	<b>507,191</b>	<b>461,020</b>	<b>429,783</b>	<b>415,576</b>	<b>358,628</b>	<b>345,513</b>	<b>321,405</b>
汽油自小客	NMHC	40,748	36,284	35,508	36,250	36,149	35,883	33,158	33,880	32,942	36,047	34,836
柴油小客車	NMHC	7	9	11	22	49	114	62	84	401	121	146
汽油營小客	NMHC	3,449	3,254	3,053	3,495	3,974	3,208	2,204	1,768	1,879	2,017	1,958
汽油小貨車	NMHC	13,509	12,157	10,473	8,894	8,484	6,177	7,887	8,010	8,421	8,417	7,860
柴油小貨車	NMHC	494	461	438	572	540	678	808	821	721	694	600
公車/客運	NMHC	1,265	1,056	954	1,006	796	667	452	384	298	252	192
柴油大客車	NMHC	1,979	2,262	1,836	1,863	1,655	1,389	639	526	567	542	411
柴油大貨車	NMHC	12,234	11,026	9,726	10,823	10,855	8,889	10,069	10,433	9,348	9,806	9,136
二行程機車	NMHC	38,882	34,662	28,495	29,901	26,537	21,115	18,381	16,447	17,049	11,458	8,437
四行程機車	NMHC	47,167	46,473	48,784	52,312	52,127	49,533	53,362	45,430	42,521	39,515	39,365
LPG 車	NMHC	117	98	132	130	143	131	126	102	79	58	52
特種車	NMHC	0	0	0	0	0	0	957	990	649	700	657
<b>總量</b>	<b>NMHC</b>	<b>159,851</b>	<b>147,742</b>	<b>139,411</b>	<b>145,268</b>	<b>141,309</b>	<b>127,785</b>	<b>128,106</b>	<b>118,877</b>	<b>114,875</b>	<b>109,626</b>	<b>103,652</b>

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；  
本計畫自行彙整

## 4.2.2 交通空污排放趨勢與防制策略之關聯性

我國整體空氣品質因為推動政府跨部會的整體改善政策而有顯著改善，如圖 4.2.5 所示，各直轄市、縣（市）空氣品質監測站 PM<sub>2.5</sub> 濃度發生紅色警示次數至 107 年已下降至 310 次。其中，我國環保與交通相關單位迄今已執行多項重要交通空氣污染排放改善策略，從新車管制、使用中車輛管制到推動潔淨燃料、低污染車輛推廣，以及相關改善道路擁擠等措施皆已行之有年。



資料來源：環保署 107 年度空氣污染防制總檢討

圖 4.2.5 歷年 PM<sub>2.5</sub> 紅色警示次數

而各類交通空污排放減量政策之推動，已可從整體排放量變化趨勢看出其成效。然而目前 TEDS 因為在時間、空間解析度上的限制，特定之管理措施或管制策略減量效果係無法直接反映在排放量改變上。因為 TEDS 在線源排放量計算方式為車行里程與排放係數之乘積，因此欲顯著降低整體排放總量計算結果，必須於排放係數或車行里程兩者之間至少有 1 項出現明顯變化，全面性、強制性的管制策略較能在排放總量變化趨勢中呈現。

96 年~106 年與交通排放相關之污染物變化趨勢如圖 4.2.6 至圖 4.2.10 所示，以下將對於排放減量較為顯著之全國性車輛管制措施與排放量變化趨勢進行說明：

### 1. 車輛排放標準加嚴並且持續汰舊換新

由於車輛環保排放標準日益加嚴，早期車輛之單位排放量遠高於近年

出廠之車輛，隨著車輛逐步汰舊換新，亦或是以較新时期別污染較低之車輛取代較老舊之車輛，而改變全國車隊之車齡結構，使車輛在以往同樣活動強度下，排污量卻可以減少。因此在交通活動強度日漸上升之趨勢下，交通空污排放量仍能達到逐年下降之目標；歷年各環保期別車輛數及變化趨勢參見表 4.2-4 及圖 4.2.11，一期、二期車輛總數持續下降，五（或六）期車持續增加，車在車隊車齡結構中逐漸減少，新車則逐漸增加，雖整體車輛活動強度、車輛數為上升趨勢，但各種污染物排放總量仍為下降趨勢。

## 2. 油品硫含量加嚴

由於  $SO_x$  主要貢獻來源為汽油小客車(40%)以及柴油大貨車(20%)， $SO_x$  排放量逐年下降與油品硫含量加嚴有關，100 年起柴油硫含量標準已達 10 mg/kg，101 年開始汽油硫含量標準已達 10 mg/kg，在此之後車輛油品硫含量未有變動，故排放量起伏較小，參見圖 4.2.7。

## 3. 汰除二行程機車

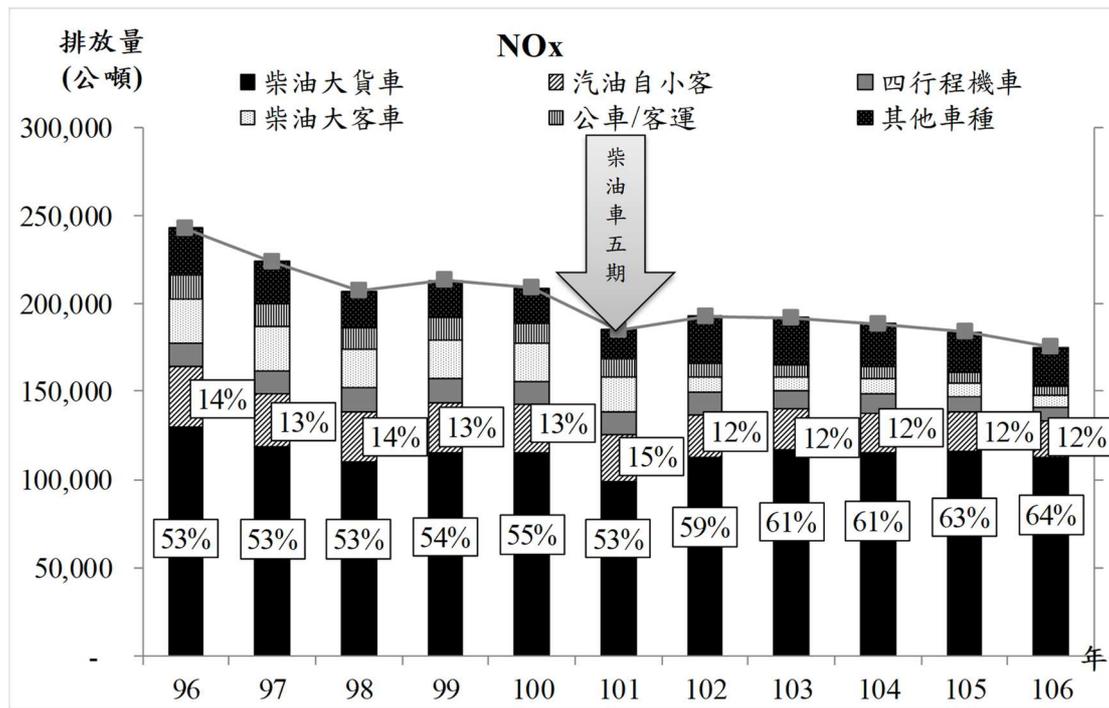
機車為我國交通污染 NMHC 最大的排放來源，其中二行程機車因為引擎作用原理，易形成未燃的揮發性有機碳氫化合物，根據 TEDS 排放資料庫，單輛二行程機車排放之 NMHC 高於四行程機車約 3.3 倍。由表 4.2-1 及表 4.2-3，可發現 101 年至 107 年全臺輕型機車數量減少約 234 萬輛，故使二行程機車 NMHC 排放總量估算值共下降 30,445 噸，約為 78%，成效相當顯著，再加上其它車輛之排放標準加嚴以及汰舊換新，使交通污染之 NMHC 呈現明顯下降之趨勢，參見圖 4.2.9。

## 4. 其他交通政策

車輛污染排放管制係從車、油、路等三大面向進行管理，車輛包括訂定排放標準、適度提升排放標準、建立車輛新車型審驗與使用中車輛召回改正制度、使用中車輛管制，此外，提供淘汰一~三期柴油車、淘汰二行程機車及新購電動機車補助等；油品包括訂定車用汽柴油成分管制標準、車用汽柴油販賣進口許可及管理辦法，有效監管車用汽柴油供應端及使用端油品標準、來源及流向，並加強執行非法油品稽查核及檢測工作，層層把關杜絕非法油品上路等。

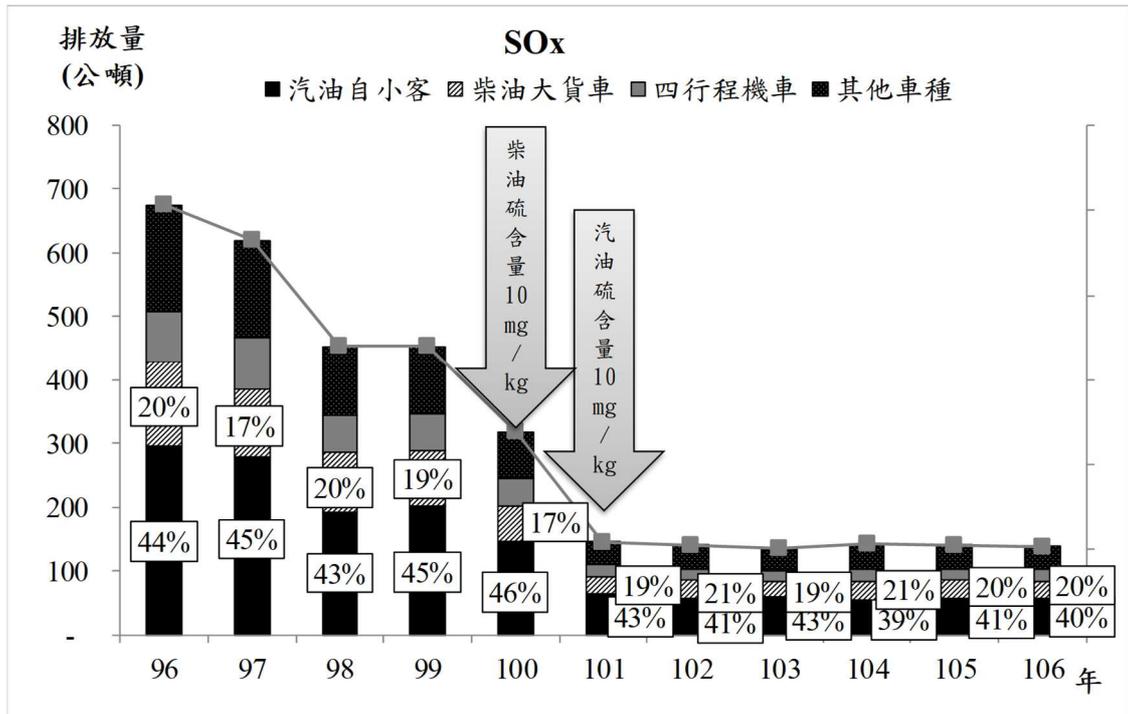
其他交通管理措施應對於車輛空污排放亦可發現適度之關聯性，如圖

4.2.12 及圖 4.2.13 所示，從 TEDS 排放量資料趨勢分析，與交通空污排放最相關之 NO<sub>x</sub> 與 NMHC 污染物，私人運具(自用小客車、機車)排放有逐漸減少之趨勢，低污染公共運具(電能、電動)及低污染私人運具(電能、電動、LPG)里程逐年增加；因此，鼓勵大眾運具與推廣低污染運具係可轉移私人運具使用產生排放，亦或因減少使用高耗能與高污染私人運具使用，而減少空污排放。



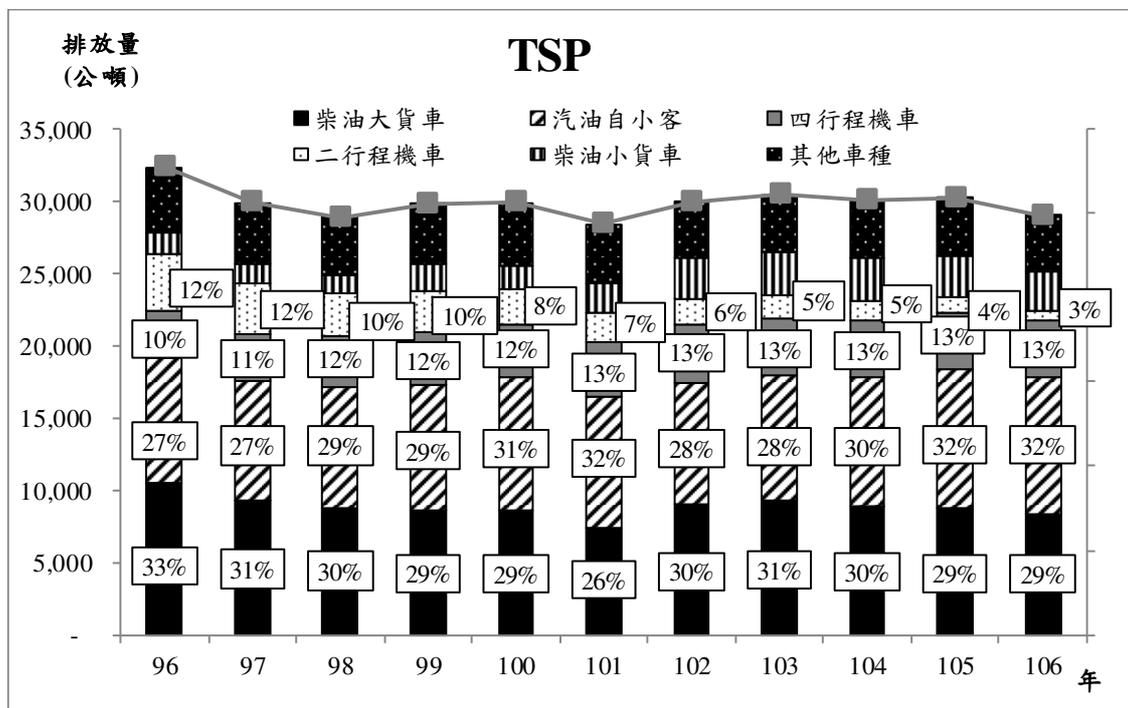
資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.6 車輛移動源 NO<sub>x</sub> 變化趨勢



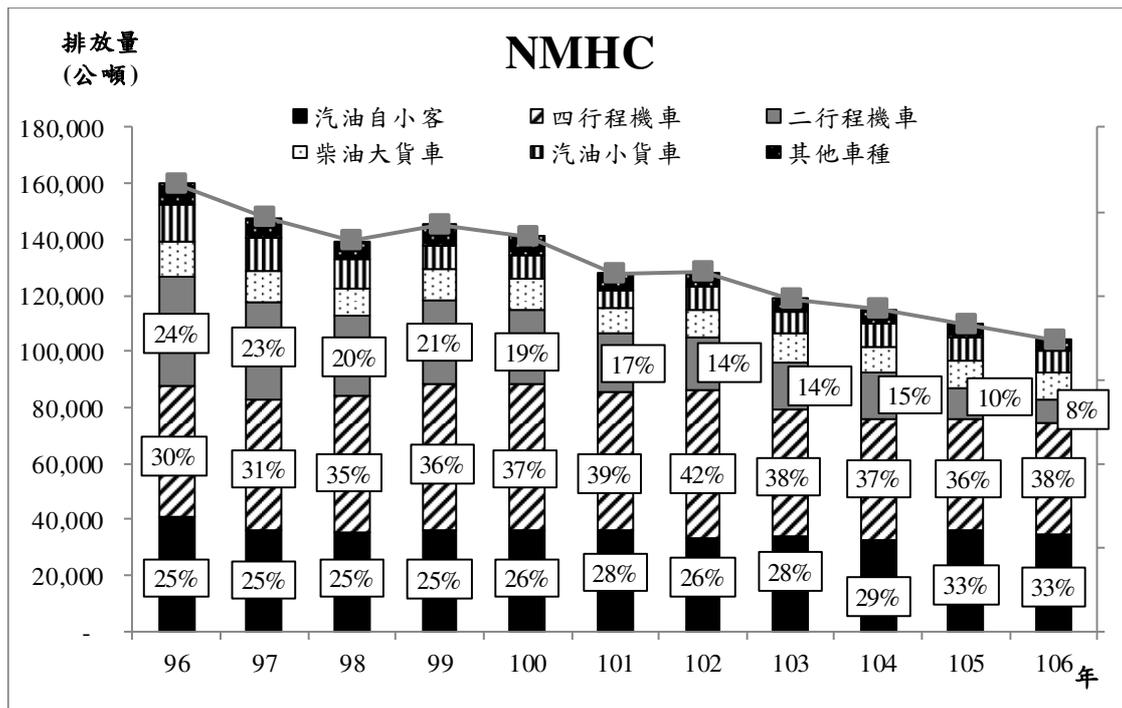
資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.7 車輛移動源 SO<sub>x</sub> 變化趨勢



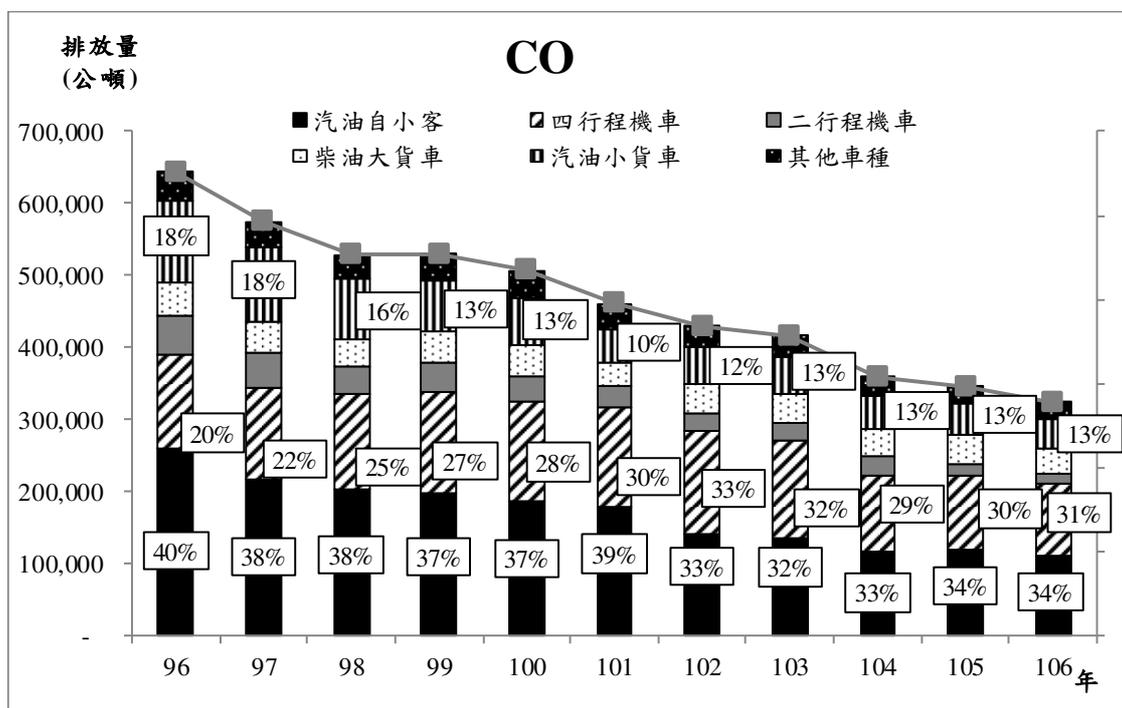
資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.8 車輛移動源 TSP 變化趨勢



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.9 車輛移動源 NMHC 變化趨勢



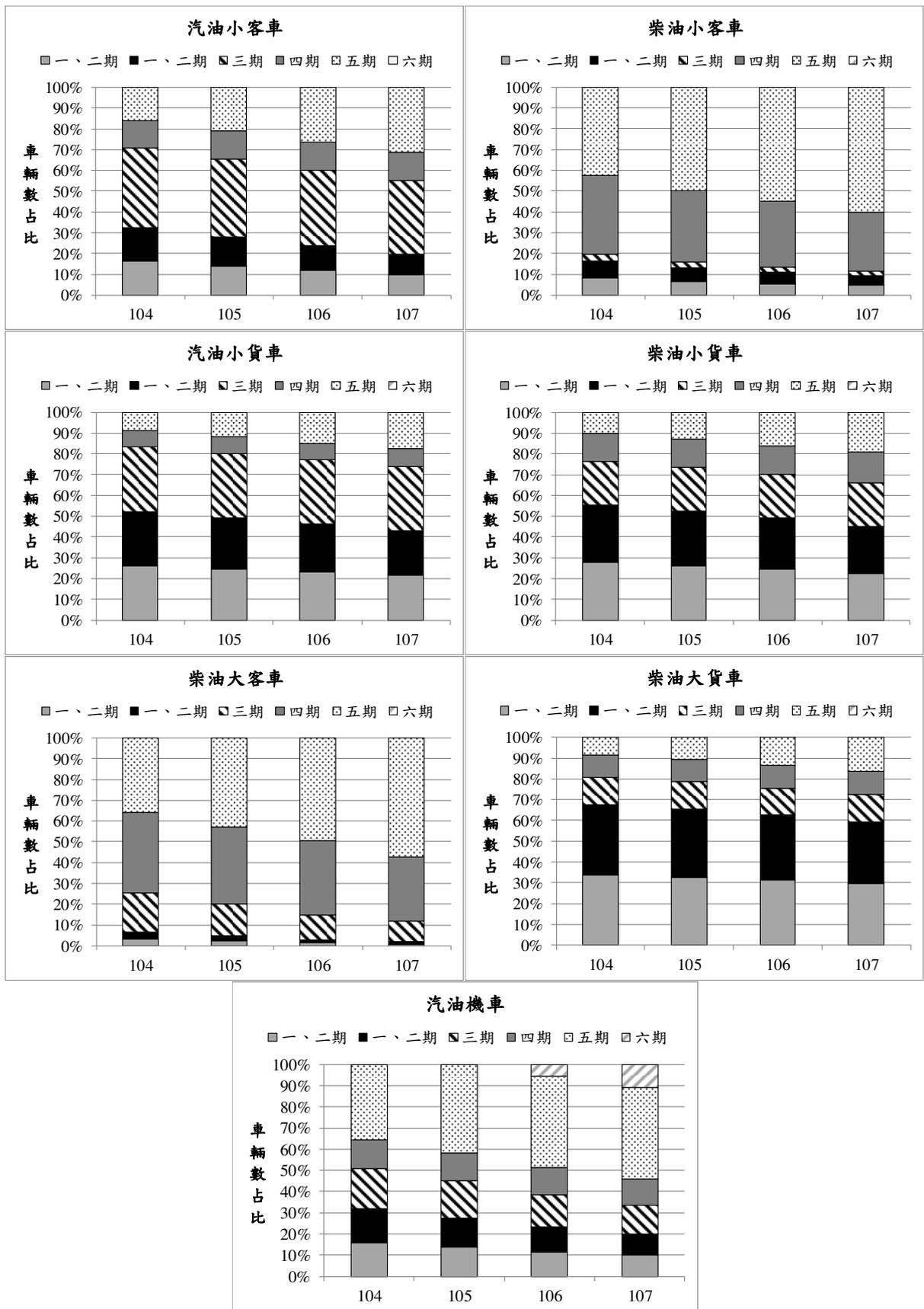
資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.10 車輛移動源 CO 變化趨勢

表 4.2-4 104~107 年各期別車種車輛數 (輛)

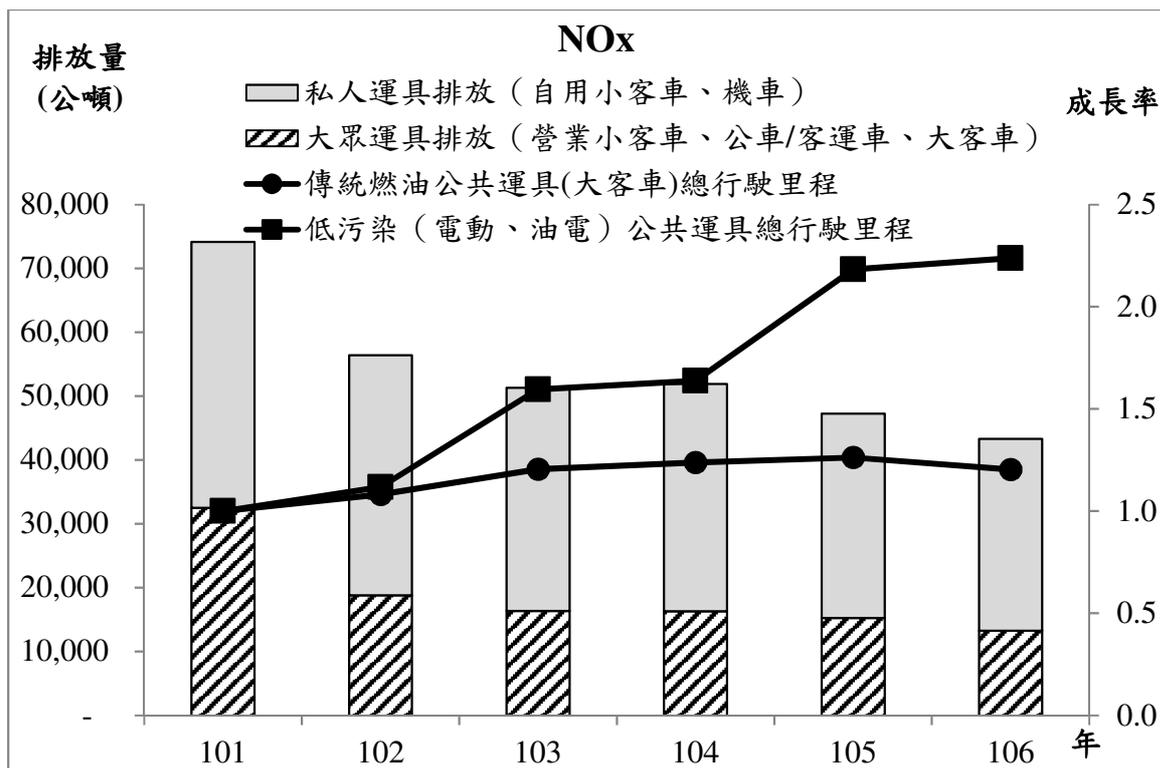
年度期別	大客車				大貨車				小客車				小貨車				機車			特種車				
	柴油		電能		柴油		柴油/電		汽油		汽油/LPG		汽油/電		汽油		柴油		汽油	電能	汽油	柴油		
	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業		
104	一期	80	84	0	0	29,739	10,775	0	0	1,452	3	0	0	0	0	0	0	19,318	38	390,745	1	0	3,602	
	二期	270	732	0	0	27,393	16,989	1,212,398	4,294	17,325	1	112	134	0	208,860	65	98,232	560	2,198,687	319	4,323	4,406		
	三期	461	6052	0	0	14,428	18,113	2,830,527	27,207	7,644	175	2,934	6,618	1,159	7	250,476	832	86,728	3,548	3,066,010	6,015	10,428	6,522	
	四期	460	12884	0	8	13,896	13,428	968,587	24,310	84,611	3,262	760	4,795	12,768	536	61,962	1,481	52,986	5,462	2,175,946	921	7,634	11,052	
	五期	274	12126	4	156	12	9,353	11,511	1,092,981	108,542	83,176	15,534	255	2,509	48,131	10,309	59,338	11,719	28,684	13,401	5,778,338	44,754	8,019	5,963
105	一期	67	58	0	0	28,634	9,742	0	0	1,274	4	0	0	0	0	0	0	17,502	30	0	0	0	3,498	
	二期	235	504	0	0	26,973	16,086	1,028,388	3,248	15,478	1	83	101	0	194,910	53	93,541	451	2,170,046	319	4,041	4,226		
	三期	437	4872	0	0	14,456	17,628	2,728,873	22,815	7,454	137	2,672	5,091	1,157	5	245,923	684	85,949	3,262	2,742,325	5,842	9,094	6,130	
	四期	472	12,487	0	8	13,803	13,355	972,164	19,864	84,913	2,615	755	4,185	13,086	350	62,375	1,029	53,275	4,867	2,101,283	904	7,466	11,037	
	五期	352	14,514	4	237	12	11,842	14,346	1,429,950	123,574	108,808	18,484	276	2,550	57,314	9,638	80,596	12,732	38,607	15,702	6,582,712	64,781	10,133	7,663
106	一期	57	27	0	0	27,212	8,121	0	0	1,123	3	0	0	0	0	0	0	15,769	26	0	0	0	3,324	
	二期	192	220	0	0	26,305	14,201	867,130	2,464	13,808	1	65	79	0	181,530	39	88,212	364	1,783,832	299	3,754	3,971		
	三期	424	3,690	0	0	14,489	17,155	2,609,758	19,523	7,227	109	2,380	4,003	1,153	7	240,236	534	84,963	3,007	2,362,738	5,656	8,087	5,607	
	四期	480	11,609	0	8	13,830	13,161	971,591	17,758	84,732	2,216	724	3,661	13,253	228	62,520	821	53,277	4,575	2,001,550	893	7,132	10,827	
	五期	413	16,489	8	297	12	14,776	17,745	1,772,157	138,001	129,705	20,501	278	2,515	64,973	8,594	102,491	13,384	50,004	17,505	6,643,140	63,704	12,170	9,774
	六期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850,309	43,461	0	0
107	一期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	二期	202	118	0	0	50,677	19,505	708,322	1,859	13,343	4	50	57	0	164,939	26	93,732	301	1,520,458	136	3,149	6,632		
	三期	386	2,964	0	0	14,393	16,527	2,498,381	17,266	4,845	65	2,066	3,251	768	5	235,898	432	84,484	2,554	2,084,602	5,729	7,518	5,215	
	四期	486	9,900	0	2	14	13,722	12,711	943,384	14,487	78,159	1,645	799	3,161	9,658	149	66,108	674	55,826	4,170	1,870,308	795	6,496	10,031
	五期	476	18,821	7	365	52	17,425	21,129	2,095,755	149,700	146,954	21,310	352	3,018	70,809	8,171	121,003	13,545	60,855	18,937	6,517,189	50,299	14,061	11,456
	六期	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,666,054	86,200	0	0
104 總計	1,563	32,435	4	245	198	95,708	71,157	6,159,375	169,501	217,927	21,241	3,786	11,927	71,557	9,993	583,804	14,498	288,874	24,312	13,596,366	71,846	30,734	32,554	
105 總計	1,532	31,852	4	164	198	93,704	69,783	6,104,493	164,353	194,030	18,976	4,061	14,056	62,058	10,852	580,636	14,097	284,132	23,001	13,218,981	52,009	30,404	31,441	
106 總計	1,566	32,035	8	305	198	96,612	70,383	6,220,636	177,746	236,595	22,830	3,447	10,258	79,379	8,829	586,777	14,778	292,225	25,477	13,641,569	114,013	31,143	33,503	
107 總計	1,550	31,803	7	367	196	96,217	69,872	6,245,842	183,312	243,301	23,024	3,267	9,487	81,235	8,325	587,948	14,677	294,897	25,962	13,658,611	143,159	31,224	33,334	

資料來源：公路總局提供；本計畫自行彙整



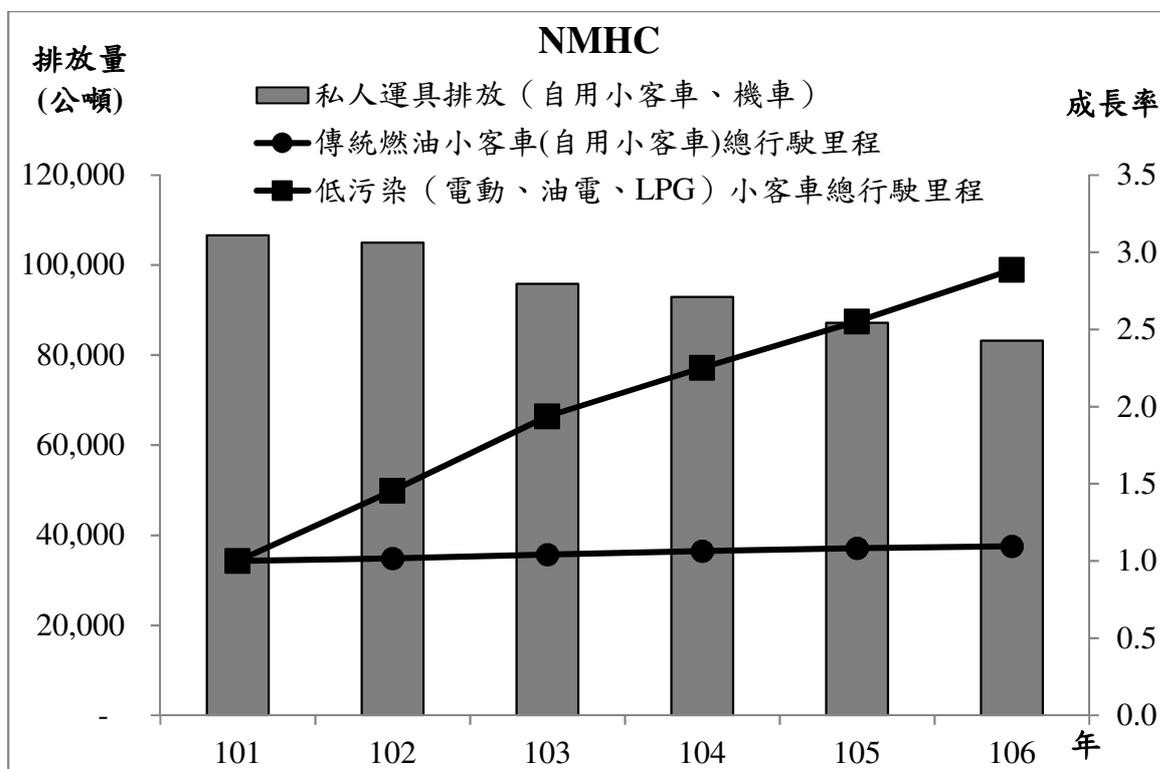
資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，107 年；本計畫自行彙整

圖 4.2.11 104~107 年各期別車種車輛數占比趨勢



註：總行駛里程參考交通部交通統計要覽

圖 4.2.12 推動低污染大眾運具之污染排放趨勢



註：總行駛里程參考交通部交通統計要覽

圖 4.2.13 推動低污染私人運具之污染排放趨勢

## 4.3 全臺交通空氣污染熱點及其成因分析

本計畫藉由 TEDS 排放清冊之線源排放量資料庫、與交通空品觀測資料關聯性及空品模式模擬等 3 種分析方法，分析交通空污影響集中區域，並探討交通空污集中之成因。另進行高雄小港測站之案例解析，以及分析國際商港及機場地區聯外道路系統之空污排放概況。

### 4.3.1 TEDS 排放量解析交通空污熱點

本小節說明如何應用環保署 TEDS 10.0 資料(分析基準年為 105 年)，建立可供交通污染熱點分析應用之排放資料，以及將其應用於交通空污熱區之研析。

#### 1. TEDS 交通空污排放空間分配

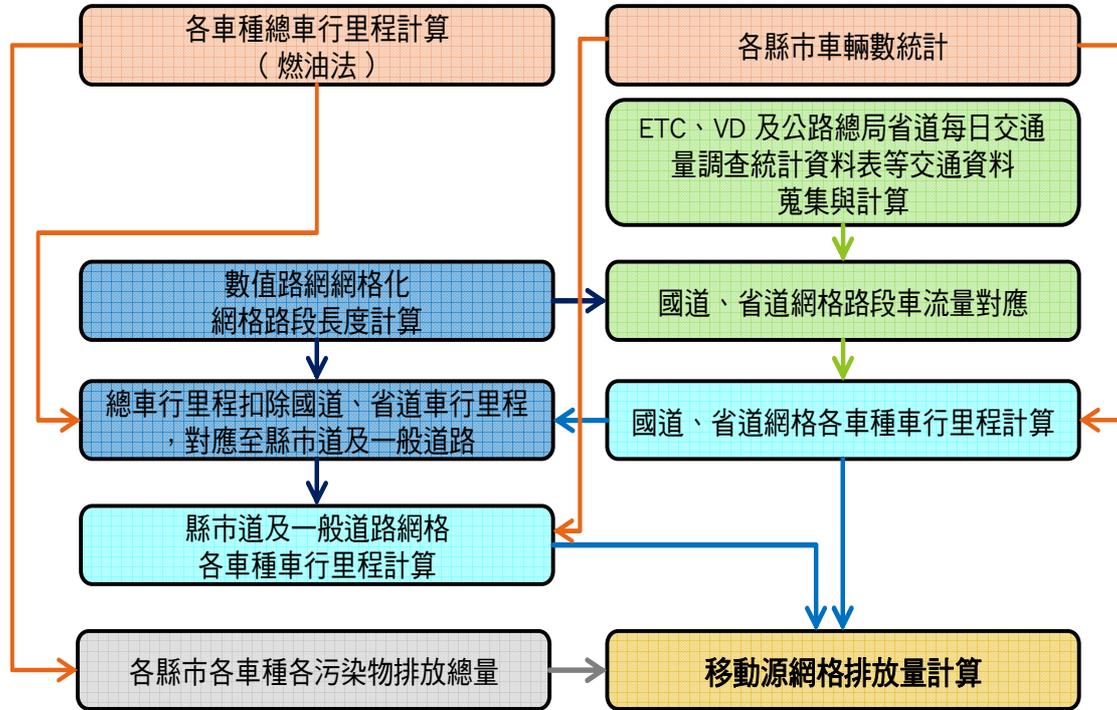
TEDS 中的移動源空間分配工作流程與概念如圖 4.3.1 所示，其係由「燃油法」之各縣市各車種年總車行里程，扣除國道及省道車行里程後，再依道路長度比率分配至各網格，其次再於求出整年排放量後進行空間分配。而此係依據交通部高速公路局之車輛偵測器 (VD) 及高速公路電子收費交通資料蒐集支援系統 (TDCS) 等資料的時序變化做權重分配，並將其分配至相對應的網格位置：

##### (1) 交通路網數值圖層網格化作業

TEDS 排放網格解析度設定如表 4.3-1 所列，使用 TWD97 二維度座標，分為 121 度 (本島) 及 119 度 (離島) 2 種。如圖 4.3.2 之網格示意圖，空間解析度為 1 公里×1 公里，並且以左下點為各座標之代表點。以 GIS 內建功能切割 1 平方公里網格之所有路網數值圖層，計算各網格內國道、省道各路線之長度，並且計算各網格內縣道、一般道路分級之總長度。網格化之路網數值圖層如圖 4.3.3 所示，以臺北地區為例，將市區內各路段切分至網格，並建立各網格所有路段之道路長度、起迄點與中點座標地理資訊；再將各道路等級之各網格內所有路段進行加總，可得各網格之總道路長度，做為車流量之車行里程分配依據。

路網數值圖層分級表及網格化之道路分類等級如表 4.3-2 所列。部分道路等級如市區道路 (巷、弄)，因資料筆數龐大，因巷弄道路必然與

主要道路連接，多數不會超過 1 公里網格解析度，且高空污排放之重型車輛不易行駛該級別；因此，在一般道路等級網格分配不納入該層級別。有關臺灣本島網格空間分配結果如圖 4.3.4 所示，可分成國道、省道、縣市道及一般道路等 4 個分級，各層級道路可切分 483,844 筆資料。



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

圖 4.3.1 TEDS 線源空間分配工作流程圖

表 4.3-1 TEDS 移動源排放量解析度設定

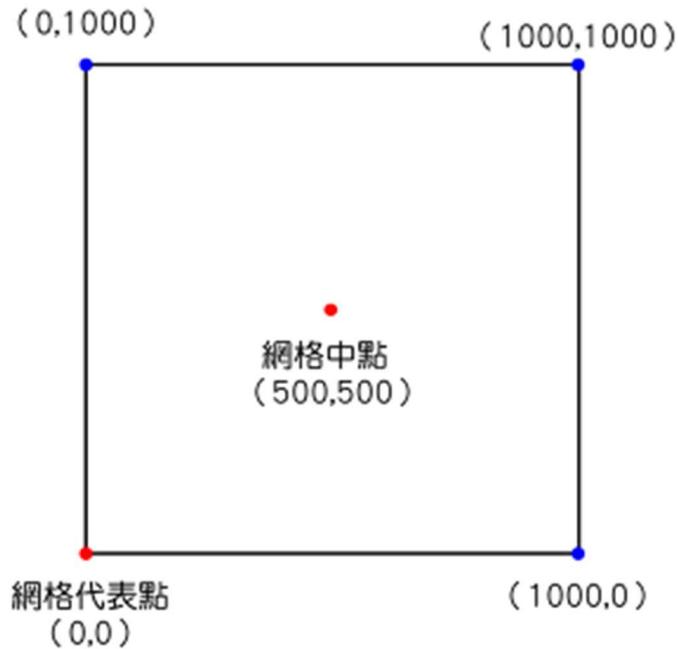
項目	內容
地理座標系統	臺灣本島、小琉球、綠島、蘭嶼：TWD97-TM2 (ZONE121) 澎湖、金門、馬祖：TWD97-TM2 (ZONE119)
空間解析度	1km×1km
網格資料庫邊界	121 分帶：X 軸 151,000 至 352,000，Y 軸 2,422,000 至 2,799,000。 119 分帶：X 軸 170,000 至 398,000，Y 軸 2,565,000 至 2,918,000。
道路層數	分成國道、省道、縣市道及一般道路（鄉道與市區道路）等層數。

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

表 4.3-2 交通路網數值圖層道路分級與對應網格化道路分級

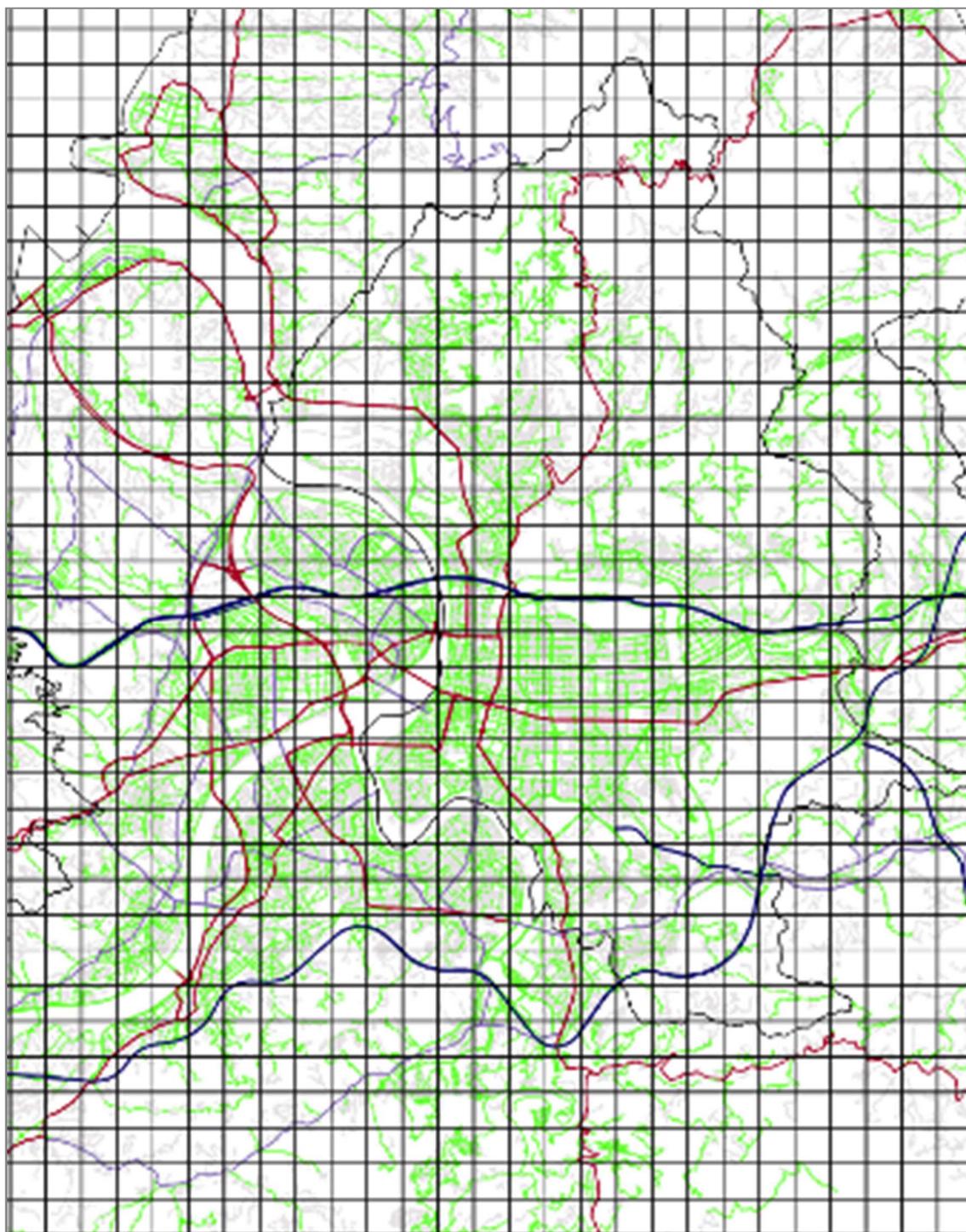
路網 數值圖 代碼	代表道路	網格化等級	路網 數值圖 代碼	代表道路	網格化等級
HW	國道	1. 國道	4W	產業道路	無
HU	國道附屬道路	4. 一般道路	RE	市區快速道路	4. 一般道路
1E	省道快速道路	2. 省道	RD	市區路、街	4. 一般道路
1W	省道	2. 省道	AL	市區巷、弄	無
2W	縣(市)道	3. 縣市道	OR	有路名但無法 歸類	無
3W	鄉(區)道	4. 一般道路	OT	無路名	無

資料來源：交通部，交通路網數值圖使用手冊，民國 105 年 11 月。



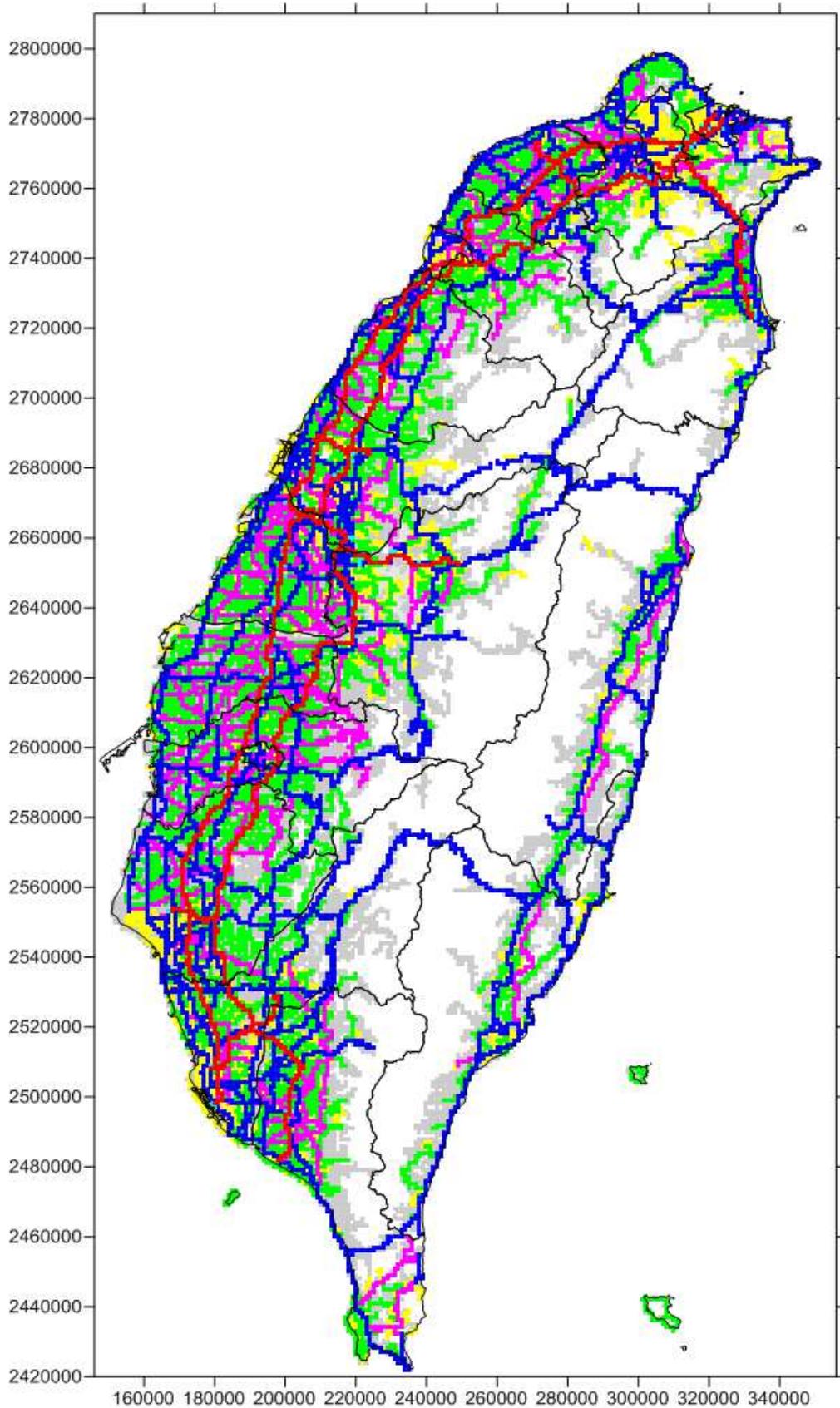
資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2 網格圖層鋪設示意圖



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.3 臺北地區 1km×1km 網格式疊示意圖



資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

圖 4.3.4 TEDS 交通路網數值圖層網格化

## (2) 各類路網之活動強度分配方法

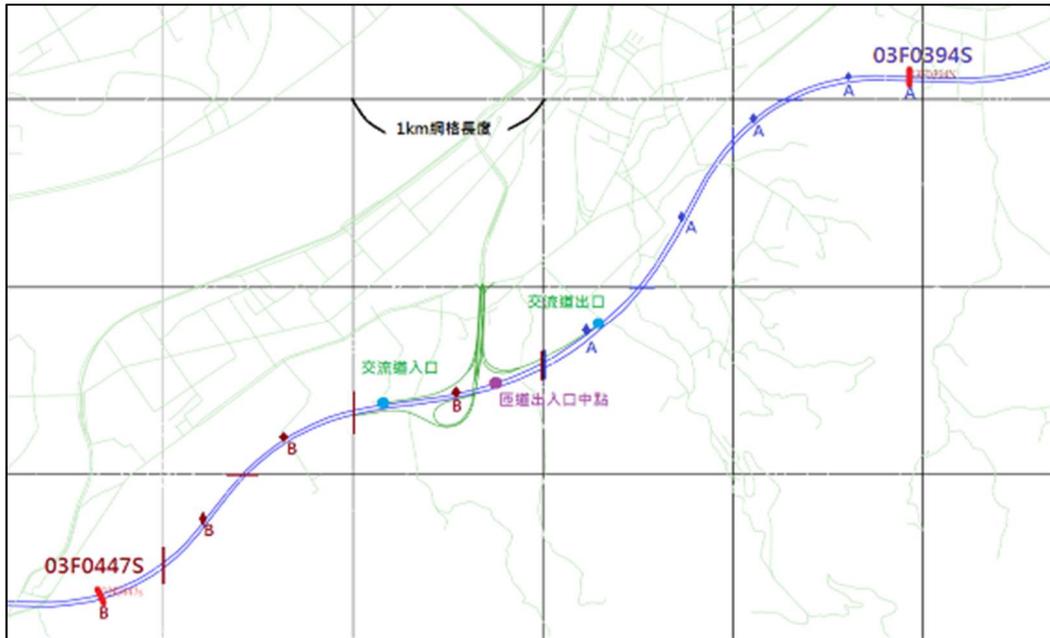
### ① 國道

縱向國道係以 TDCS 做網格分配計算依據，單一偵測站代表兩交流道間之車流資料。雖然國道電子收費系統有收費里程，其單位為公里，然而收費里程小數位數僅有 1 位，存在約 100 公尺尺度之里程誤差，並且交流道之出入口並非在同一點座標上，因此需找出匝道出入口之中點，做為網格長度之分配依據，如圖 4.3.5 所示。圖中係以國道 3 號土城交流道為例，說明周邊之網格路段長度活動強度分配，深藍色線段為國道 3 號，淺綠色線段為交流道，圓點表示匝道出入口與中點位置，南下路段標記 A 與路段標記 B 分別代表使用偵測站「03F0394S」與「03F0447S」之車流量資料做網格路段長度分配。倘網格路段之中點係位於匝道中點之下游側，會使用偵測站「03F0447S」代表該網格路段之車流量。

橫向國道因分析基準年(105 年)尚未建置 TDCS 資料，故以 VD 資料進行網格分配，VD 車流量網格分配如圖 4.3.6 所示。橫向國道 VD 車流量資料部分，會先篩除有效資料數過少、車流資料明顯異常及位於匝道出入口中間之 VD 資料，其它 VD 資料則用於網格路段長度分配。橫向國道網格長度之分配方式為網格路段內有 2 個以上有效 VD 資料，採最接近網格路段中點之 VD 資料；若網格路段內只有 1 個有效 VD 資料，即以其資料為代表；若網格路段內無有效 VD 資料，則由網格路段端點之座標找尋最近之有效 VD 資料。

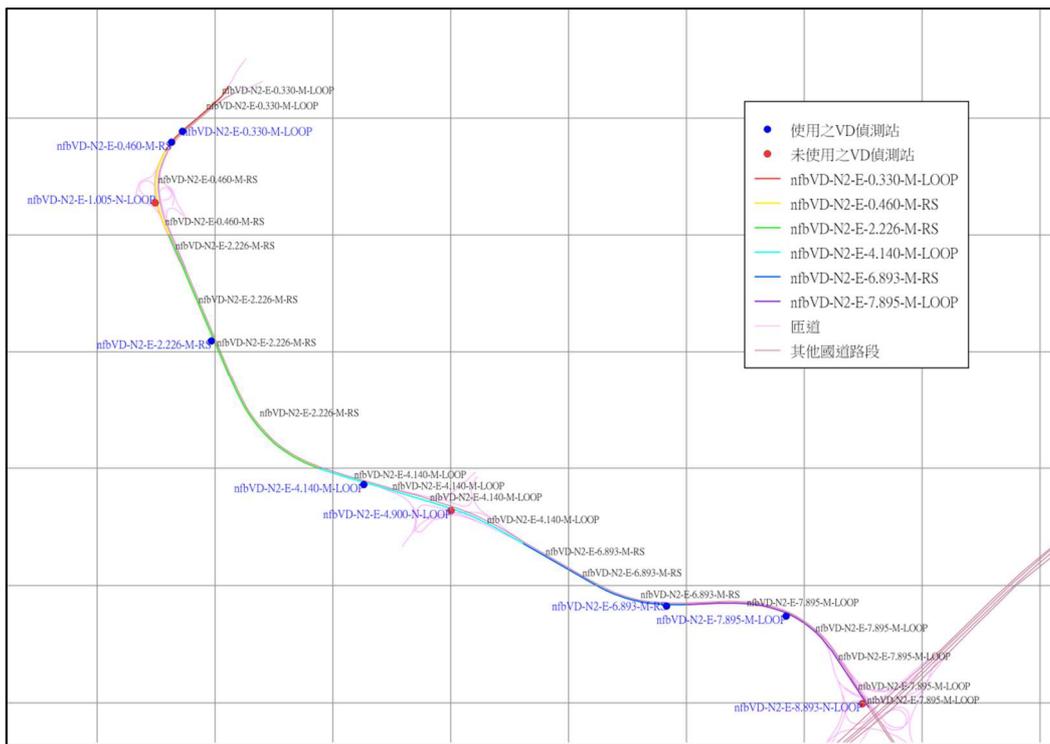
### ② 省道

省道車流量資料部分使用公路總局發布之每年調查發布之交通量調查統計表。公路總局各區養護工程處調查之省道日交通量統計如表 4.3-3 所列，包含調查里程點座標及里程編號，起迄點里程編號，與小型車、大客車、大貨車、全聯結車、半聯結車與機車等 6 種車種之日流量。車流量與網格點對應方式，先將網格路段由北到南排序後，以調查站為中心點，延伸半徑 500 公尺進行道路名稱比對，在此範圍內之網格路段即分配該車流量資料，隨後向下延伸調查長度里程，以符合原始資料之調查範圍。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.5 縱向國道 ETC 偵測站資料與網格路段長度分配



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.6 橫向國道 VD 偵測站資料與網格路段長度分配

表 4.3-3 105 年省道交通量調查日 車流量統計

縣市	省道名	里程 標號	TWD97 -E	TWD97 -N	起迄點里程	小 型車	大 客車	大 貨車	全聯 結車	半聯 結車	機車
桃園市	台 1 線	23K+050	283701	2765554	22K+000~29K+219	32,890	104	1,059	14	212	32,403
桃園市	台 7 線	22K+600	286967	2742832	16K+480~37K+804	2,331	10	106	0	323	921
苗栗縣	台 1 線	89K+600	241864	2734330	89K+547~92K+000	14,721	257	422	2	221	5,117
南投縣	台 21 線	55K+600	242466	2644729	45K+791~69K+020	11,495	956	190	1	76	2,289
屏東縣	台 17 線	262K+900	199786	2482123	255K+908~264K+134	15,324	505	777	1	360	7,212
臺東縣	台 11 線	114K+300	287773	2555515	114K+000~123K+323	5,157	333	234	0	85	1,410
宜蘭縣	台 2 線	124K+400	339384	2758837	116K+489~130K+789	3,550	54	286	30	1,213	784
宜蘭縣	台 9 線	130K+500	331675	2706980	119K+866~152K+800	6,511	284	358	0	503	463
雲林縣	台 1 線	228K+350	196185	2632496	226K+879~232K+432	6,069	62	499	31	163	1,286
嘉義縣	台 18 線	50K+200	214385	2589347	34K+353~62K+993	3,510	423	143	0	1	274

資料來源：環保署，移動污染源排放總量推估及管制措施研擬專案工作計畫，105 年

### ③縣（市）道與一般道路

縣（市）道及一般道路部分，使用 105 年數值路網中各網格道路長度作年排放量網格分配。假設都會區因人口密度高，有較高的車流密度，因此納入各鄉鎮的人口數量並作活動強度分配。計算各網格道路總長度與各鄉鎮人口數的乘積，再將乘積加總到各縣市，網格乘積除以縣市乘積可得分配權重。最後將各網格的分配權重乘以縣市總排放量，即得到縣道與一般道路之活動強度。

#### (3) 排放資料應用限制

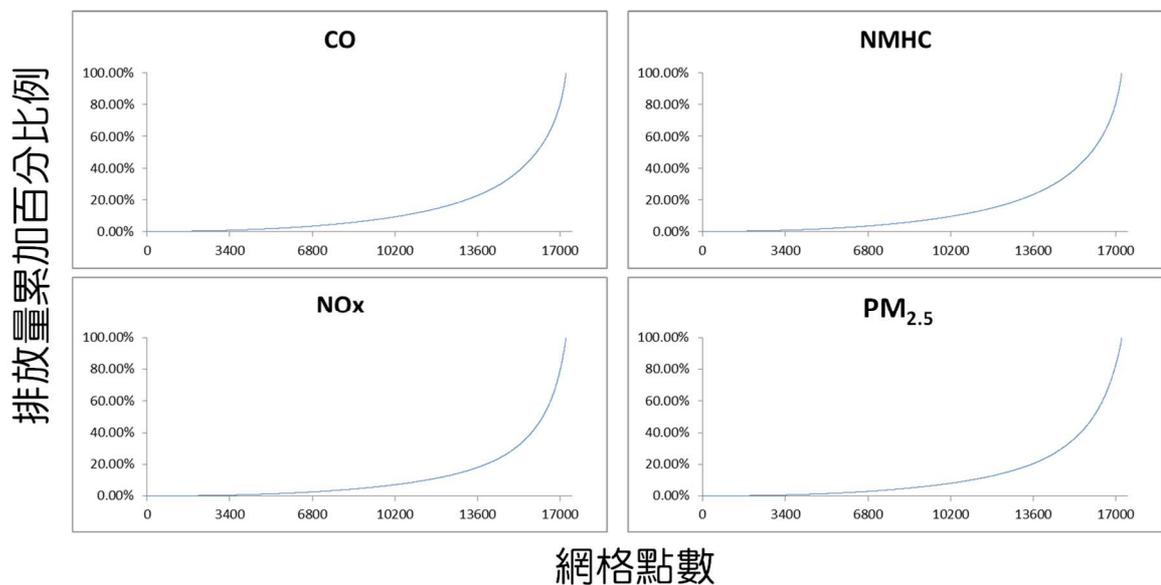
從上述 TEDS 排放量空間分配方法可得知，TEDS 的國道係使用 VD、ETC 資料進行推估，為實際車流分布情況，可信度極高，應可真實反映國道上之交通污染熱點情況。惟在其它道路空間解析度方面，由於 TEDS 解析度為 1 公里×1 公里，因此在市區、道路密集區域，同一個網格點可能包含數條道路排放量之綜合結果，因此使用 TEDS 資料進行解析時須注意資料解讀仍有空間解析度之限制，在市區內無法針對特定道路進行排放量解析，且因為縣（市）道與一般道路空間分配原則係利用道路總長度與各鄉鎮人口數之乘積，因此與實際車流量大小可能仍有差異。

## 2. TEDS 排放資料交通污染熱點篩選

TEDS 移動源排放量網格空間分配，網格係根據交通路網數值圖層加以網格化，道路類型可分為國道、省道、縣市道及一般道路 4 種道路；而根據燃料使用別、車種、營業／自用等分類，共可分為 21 類車種。綜合道路類型與車種資料，全臺移動源排放網格點總計共可切分得 17,492 筆網格資料。

為確認交通空污各種污染物集中情形，在此將各網格點依照污染物排放量由小到大進行排序(如圖 4.3.7)，可發現全臺交通污染物排放量的 80%，集中在前 20%百分位數的網格點資料上，而全臺整體交通污染物排放量之 50%，集中在前 5%百分位數的網格點資料上，由此可知交通空排放集中於特定地區之情況相當明顯。

本計畫應用 TEDS 交通空氣污染物排放量資料，篩選出全臺各交通空氣污染物排放量在前 50%的網格點，其中 CO 前 50%之網格數為 1,213 格，排放量為 172,756.5 公噸，NMHC 前 50%之網格數為 1,254 格，排放量為 54,813 公噸，NO<sub>x</sub> 前 50%之網格數為 964 格，排放量為 92.137.5 公噸，PM<sub>2.5</sub> 前 50%之網格數為 1,171 格，排放量為 8,431 公噸，前述污染物網格數占總網格數（總計 17,492 格）比例介於 5.5~7.2%間。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.7 排放量累積百分比與網格點數分布

### (1) 高排放量網格點空間分佈解析

以下針對全臺交通空氣污染物（CO、NMHC、NO<sub>x</sub>與PM<sub>2.5</sub>）排放量前 50%的網格點繪製成空間分佈圖，如圖 4.3.8 所示，各空氣污染物之分析結果如下：

#### ①CO

由排放量空間分佈圖可發現，CO 的交通空污排放量集中於市區道路，其次為高速公路，空間分布大致與臺灣人口密度分布相符合（如圖 4.3.9）。在北部地區，可發現尤其在臺北市西側、西南側與新北市交界區域特為顯著，推測應為人口密集，衍生之交通活動量大所致；而在中部地區，可發現集中在臺中市市中心地帶，少數分布在聯外高速公路(往彰化、南投)；而在南部地區，集中於高雄市及臺南市市中心，其餘分布於高雄市與臺南市之間國道(國道 1 號)。

#### ②NMHC

由排放量空間分佈圖可發現 NMHC 的交通空污排放量分布與 CO 相當類似，排放量集中於市區道路，其次為高速公路。足見 CO 與 NMHC 的交通污染分布應具有相同成因。

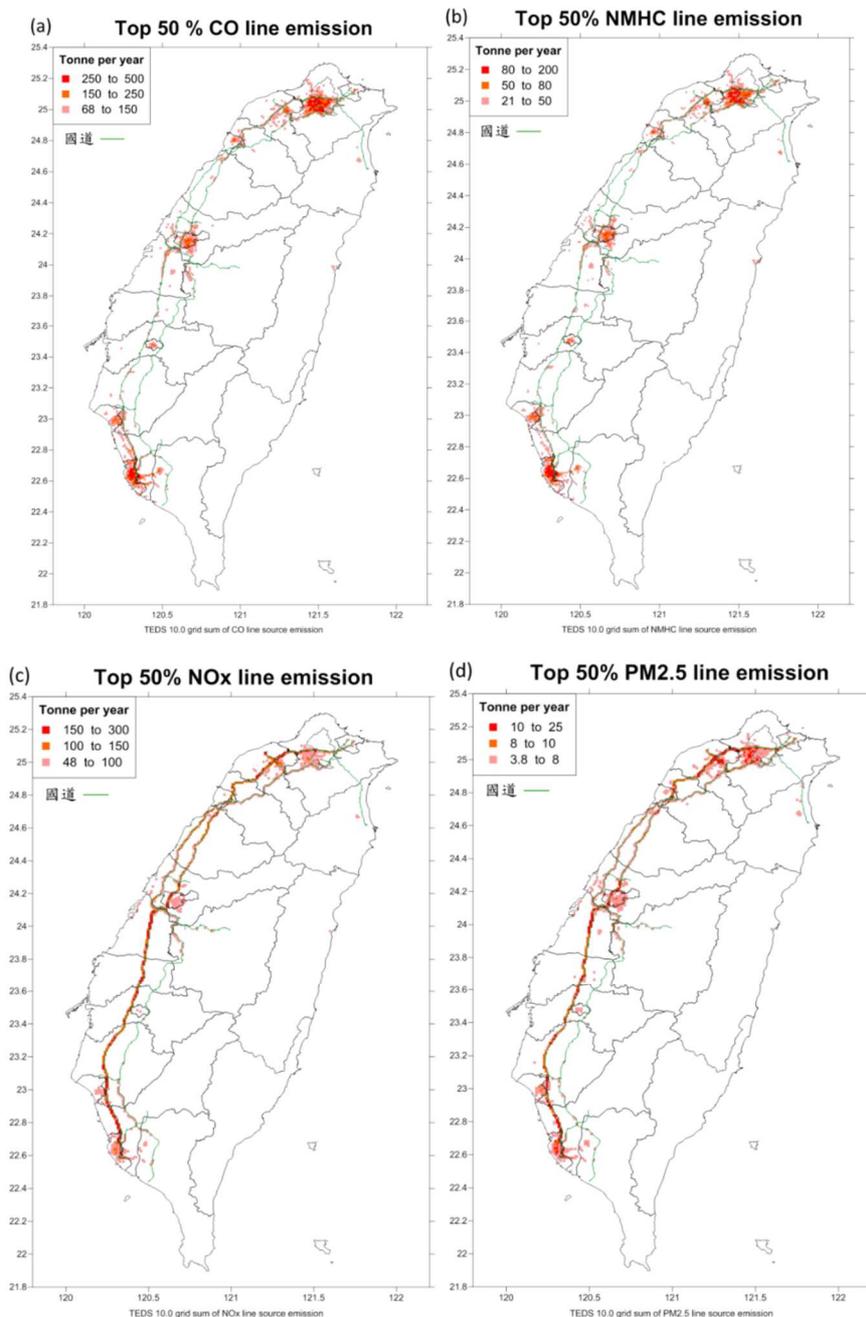
#### ③NO<sub>x</sub>

從排放量空間分佈圖可發現NO<sub>x</sub>的交通空污排放量與高速公路重疊度極高，可見其排放量集中在高速公路為主，其次才是市區道路，此與 CO、NMHC 明顯不同。而具有最高 NO<sub>x</sub> 排放量(150-300 tonne/yr)的網格點，有以下空間分布特性：

- a. 較高 NO<sub>x</sub> 排放量網格點多集中在臺灣中南部地區國道 1 號，少數集中於桃園市、新北市國道 1 號路段，臺灣整體分佈有南高於北之現象。
- b. 國道 1 號高 NO<sub>x</sub> 排放量網格點明顯多於國道 3 號，臺中市以南之情況更為明顯，此現象應與車輛種類、數量之分布特性有關，將於後續深入討論。

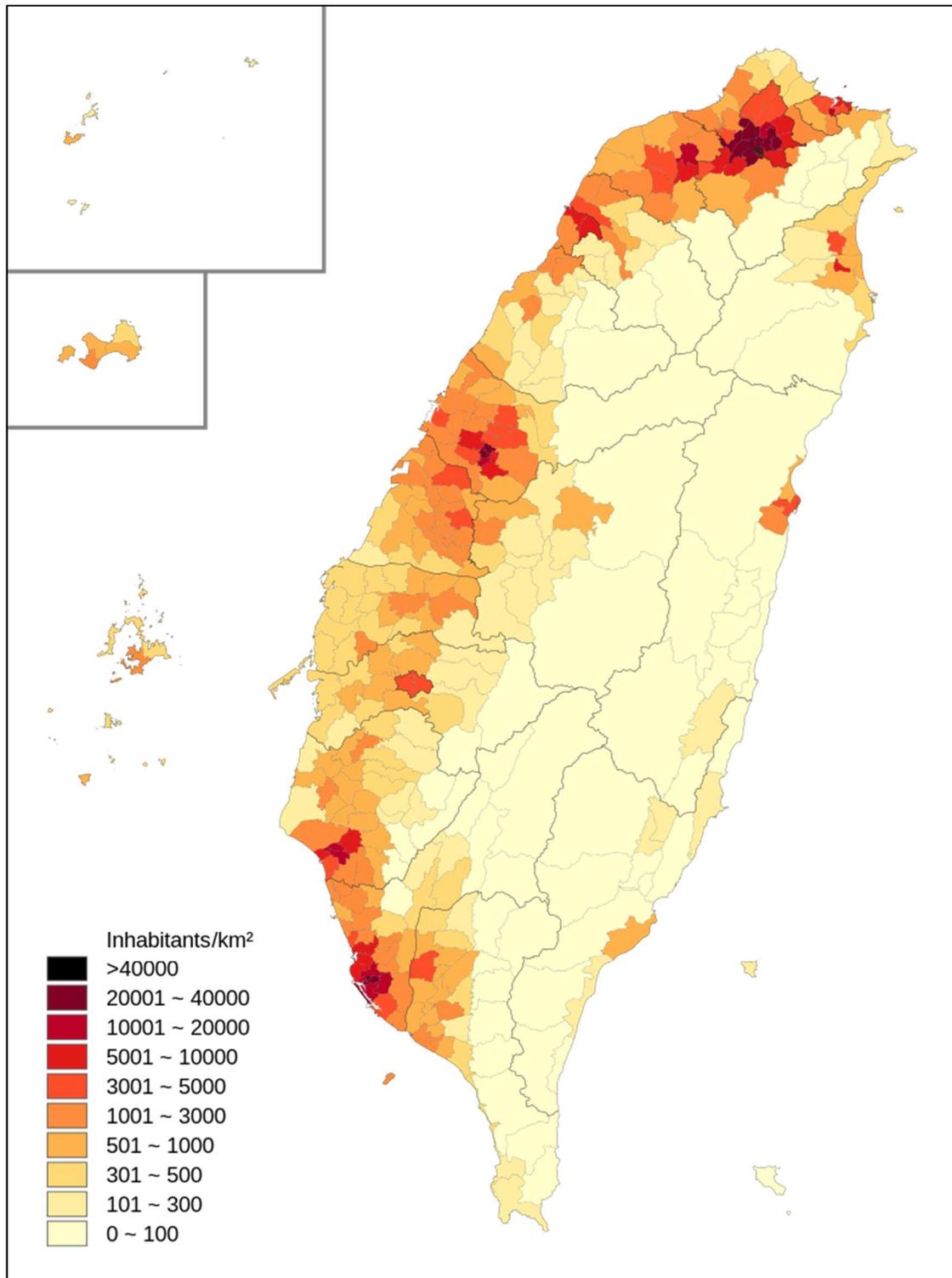
#### ④PM<sub>2.5</sub>

從分析排放量空間分佈發現，PM<sub>2.5</sub>的交通空污排放量與NO<sub>x</sub>類似，集中於國道高速公路，其次才是市區，且最高PM<sub>2.5</sub>排放量(10-25 tonne/yr)的網格點之空間分布特性相同，略有南高於北、國道 1 號高於國道 3 之現象。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.8 全臺交通空氣污染物排放量前 50%網格點空間分佈:  
(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>



資料來源：<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23511759>。

圖 4.3.9 臺灣人口密度空間分佈圖

## (2) 高排放量網格點特性解析

透過將全臺不同分析單元(如縣市、車種、道路型態)之交通空氣污染物(CO、NMHC、NO<sub>x</sub>、與PM<sub>2.5</sub>)前50%網格點之個別排放量(縣市排放量稱ES<sub>c</sub>、車種排放量稱ES<sub>m</sub>、道路型態排放量稱ES<sub>r</sub>)除以全臺前50%網格點之排放總量(以ES代稱)可獲得不同縣市、不同車種與不同道路型態排放量之占比,說明如下:

①縣市排放量占比(ES<sub>c</sub>/ES, c代表不同縣市,如臺北市、新北市、臺中市等)

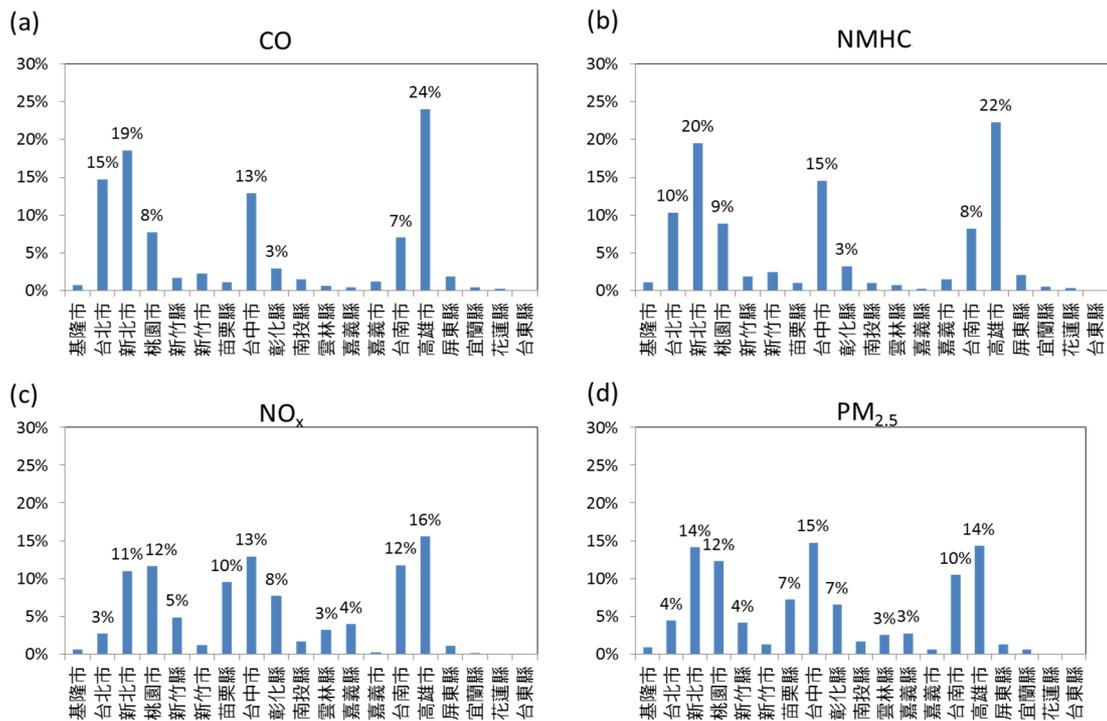
如圖4.3.10所示,CO污染物係以高雄市、新北市及臺北市之高排放量網格占比較高;NMHC污染物則以高雄市、新北市及臺中市之高排放量網格具有占比較多;NO<sub>x</sub>污染物則以高雄市、臺中市、桃園市及臺南市為主;PM<sub>2.5</sub>部分,具有占比較多高排放量網格之縣市分別為臺中市、高雄市、新北市及桃園市。值得一提,前述提及縣市皆為我國的六都直轄市。

②車種排放量占比(ES<sub>m</sub>/ES, m代表不同車種,如汽油小客車、四行程機車、柴油大貨車等)

如圖4.3.11所示,倘依據不同車種解析高排放量網格之主要車種:在CO污染物依序為汽油小客車(私人)、四行程機車、汽油小貨車具有占比較多之高排放量網格;在NMHC部分,則依序為四行程機車、汽油小客車(私人)、二行程機車具有占比較多之高排放量網格;NO<sub>x</sub>污染物則以柴油大貨車遠高於其它車種、其次為汽油小客車(私人);在PM<sub>2.5</sub>部分,依序為柴油大貨車、汽油小客車(私人)、柴油小貨車。此外,前述從網格加總各車種主要污染物排放結果符合歷年車輛污染排放量分析結果(詳表4.2-3)。

③道路型態排放量占比(ES<sub>r</sub>/ES, r代表不同道路,如國道、省道、鄉/市道路)

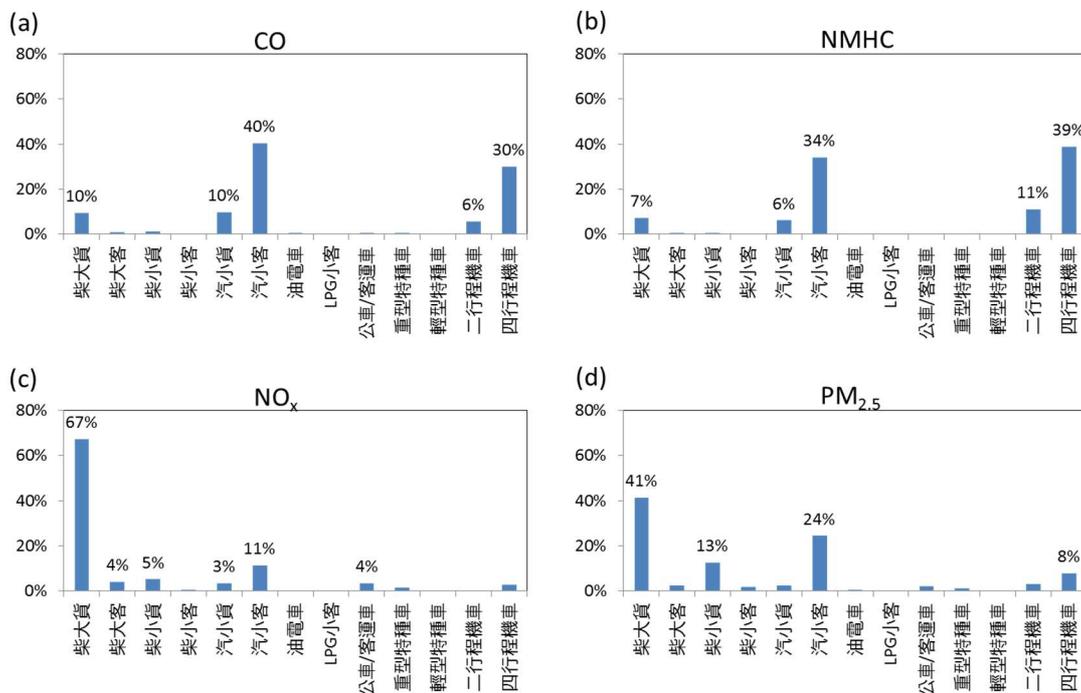
如圖4.3.12所示,若依不同道路劃分高排放量網格之主要車種:於CO及NMHC部分,依序為鄉/市道路>省道>國道>縣道;在NO<sub>x</sub>及PM<sub>2.5</sub>污染物部分,則依序為國道>鄉/市道路>省道>縣道。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.10 交通污染物高排放量網格特性解析-以縣市占比：

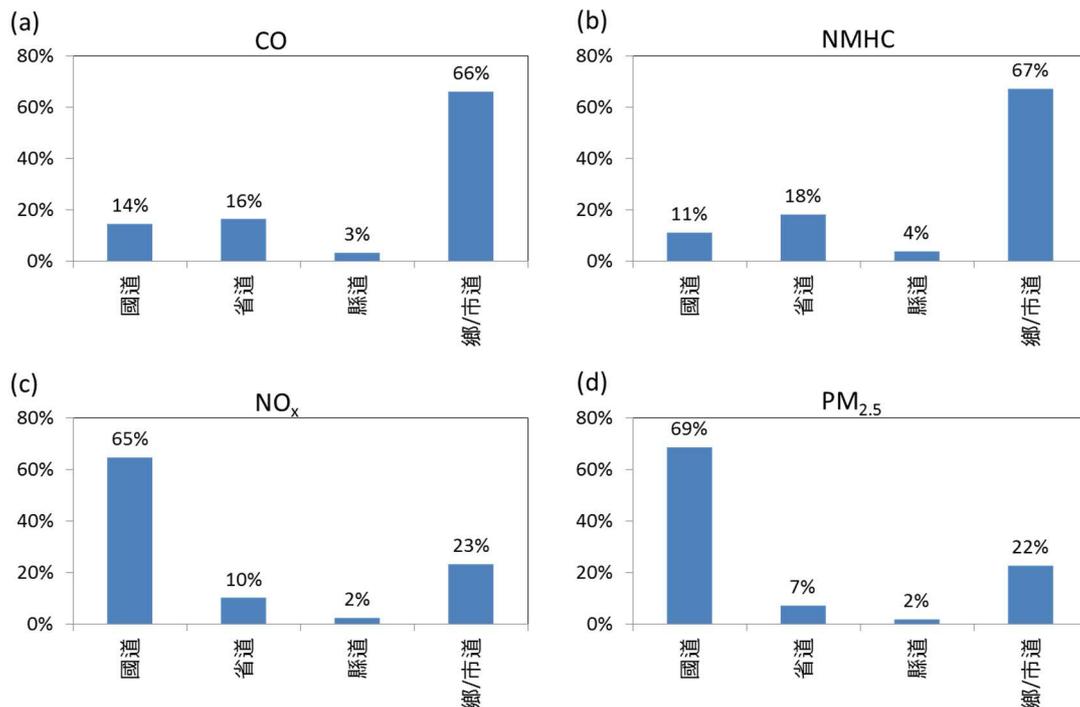
(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.11 交通污染物高排放量網格特性解析-以車種占比：

(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.12 交通污染物高排放量網格特性解析-以道路型態占比分：

(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>

### 4.3.2 交通測站實測資料解析交通空污熱點

在環保署空氣品質測站所量測的 CO、NMHC、NO<sub>x</sub>、PM<sub>2.5</sub> 污染物濃度值，為各種排放源混合後之結果，包含工業活動排放、商業行為排放及移動源排放。因此，分析各空品測站受到交通污染影響之情形，不易從污染物濃度值直接判斷，必須從觀測資料中找出交通空污之特性，再藉由此特性延伸解析釐清交通污染影響程度。

本小節即利用環保署交通測站，歸納出受交通空污影響之觀測資料特性，再藉由交通測站與一般空品測站的觀測資料比對分析，探討不同地區空品測站受交通空污影響情形，俾利後續解析交通空污熱點。

#### 1. 環保署交通測站觀測資料特性

為了能直接監測交通影響以及車輛空氣污染物排放情形，交通空氣品質監測站則設置於車流量大的主要道路旁(如圖 4.3.13，新北市-永和站)，且採樣口離地面高度僅約 3~4 公尺。因此，交通測站的觀測資料較不容易受到其它排放源(工業源、商業行為等)影響，而是直接呈現交通源影

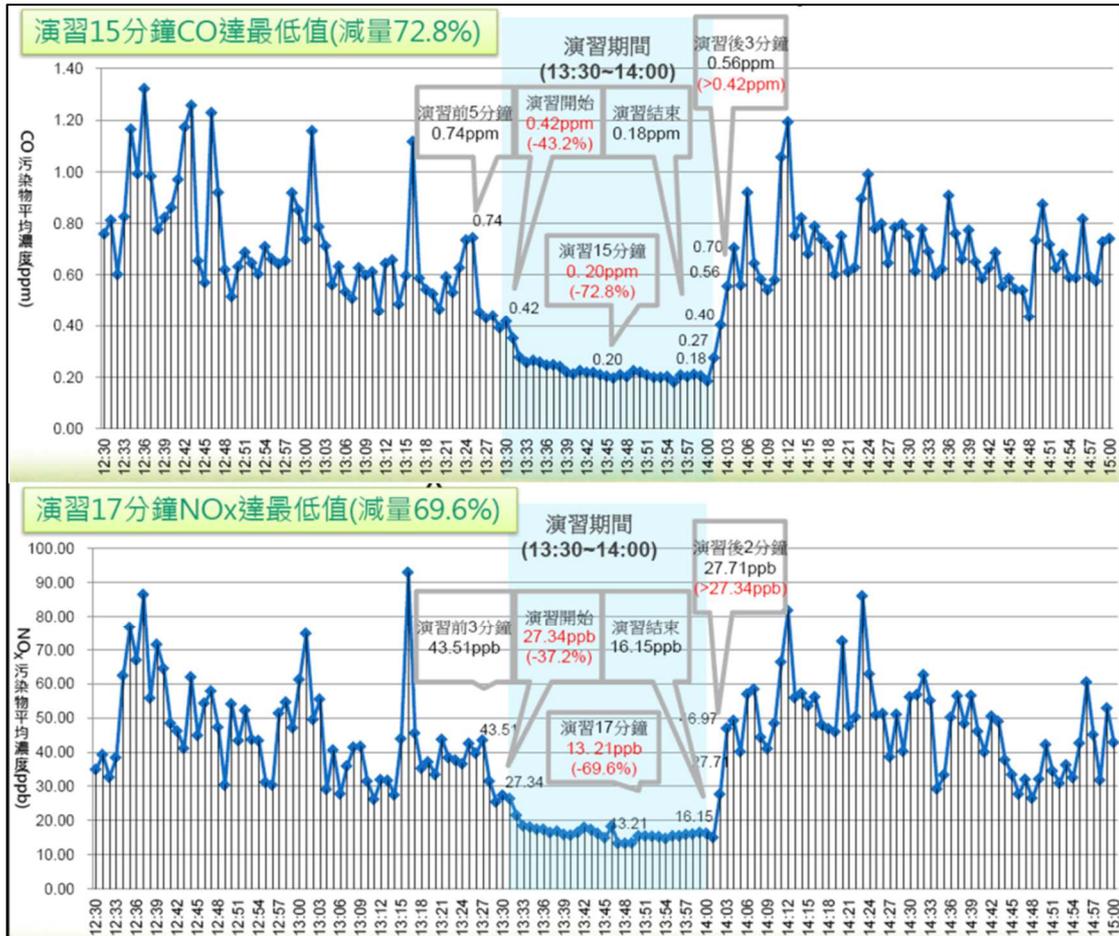
響特性。

環保署曾就萬安演習交通管制期間，解析交通測站（三重、大同、永和）空氣品質監測數據變化趨勢，從其研究成果發現（如圖 4.3.14），演習 15 分鐘後，CO 達最低值，與演習前相比約減量 72.8%，演習 17 分鐘後 NO<sub>x</sub> 達最低值，與演習前相比約減量 69.6%，可發現交通排放對於交通測站 CO 及 NO<sub>x</sub> 濃度影響顯著明顯，但是 PM<sub>2.5</sub> 則無明顯變化（如圖 4.3.15），其可能原因係因空氣中並非僅有直接排放的一次性 PM<sub>2.5</sub>，亦存在很大比例的衍生性 PM<sub>2.5</sub>，而衍生性 PM<sub>2.5</sub> 生成與周邊地區氣象條件及地理環境關聯性高，因此 PM<sub>2.5</sub> 觀測資料無法直接從極短時間排放量減少，而有明顯的變化。綜上可知，CO、NO<sub>x</sub> 等氣狀污染物直接反映車流量之改變，但 PM<sub>2.5</sub> 粒狀污染物尚受衍生性 PM<sub>2.5</sub> 影響，無法與短時間車流量變化有明顯之關聯性。



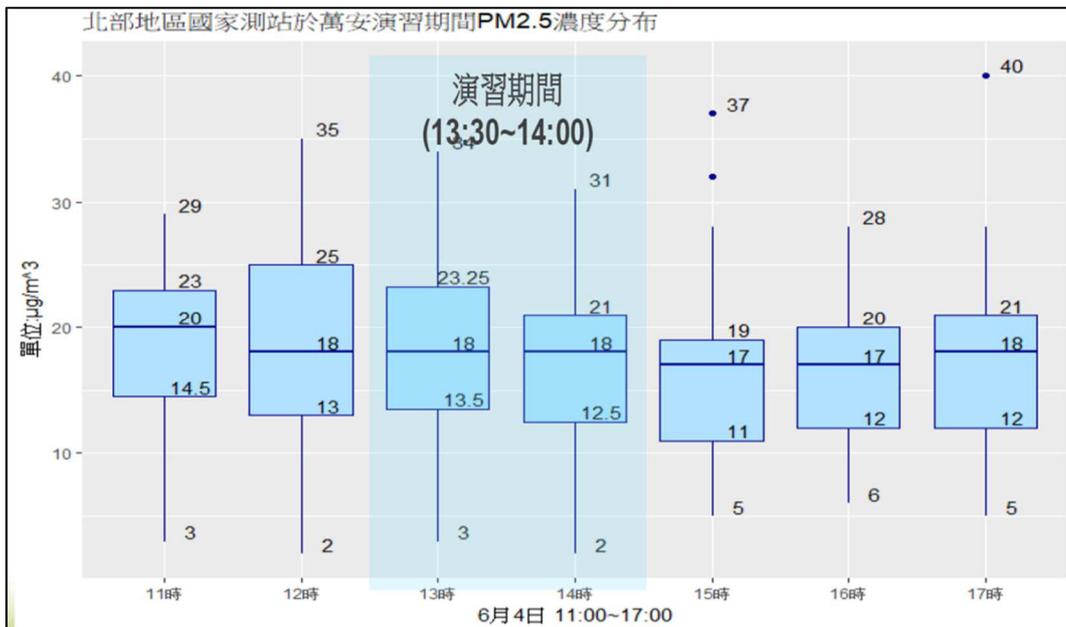
資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網

圖 4.3.13 環保署交通測站(新北市-永和站)



資料來源：107 年空氣污染防制基金管理委員會第 3 次會議(環保署監資處簡報資料)

圖 4.3.14 萬安演習交通管制期間交通站 CO、NO<sub>x</sub> 數據變化



資料來源：107 年空氣污染防制基金管理委員會第 3 次會議(環保署監資處簡報資料)

圖 4.3.15 萬安演習交通管制期間 PM<sub>2.5</sub> 濃度數據變化

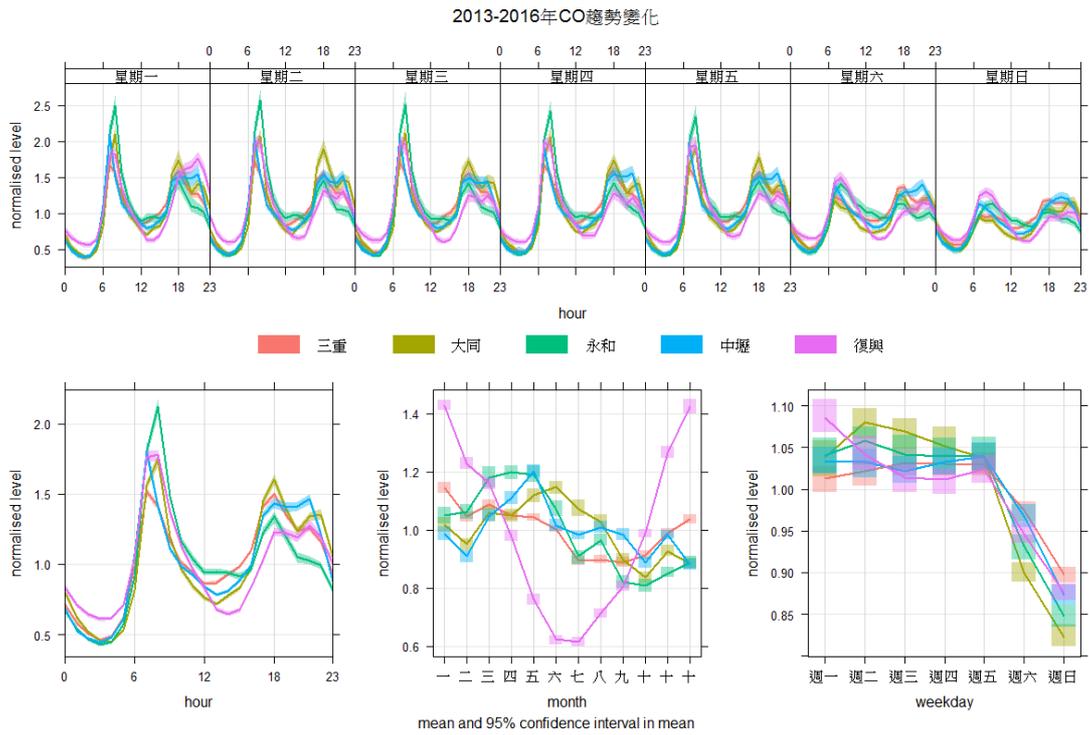
根據以上案例，本計畫以環保署交通測站之 CO、NO<sub>x</sub> 做為指標污染物，分析交通測站與一般測站污染物時序變化特性。目前環保署固定交通測站共計有 6 站，分別為臺北市—大同、新北市—三重、新北市—永和、桃園市—中壢、高雄市—鳳山、及高雄市—復興等站。在此彙整各交通測站觀測資料，並進行平均與標準化，呈現 1 周間的污染物時序演變，經分析後可發現交通排放具有以下特性：

- (1) 平日於交通尖峰時段有明顯雙峰特性
- (2) 週末污染物濃度明顯降低
- (3) 每日逐時時序變化特性一致

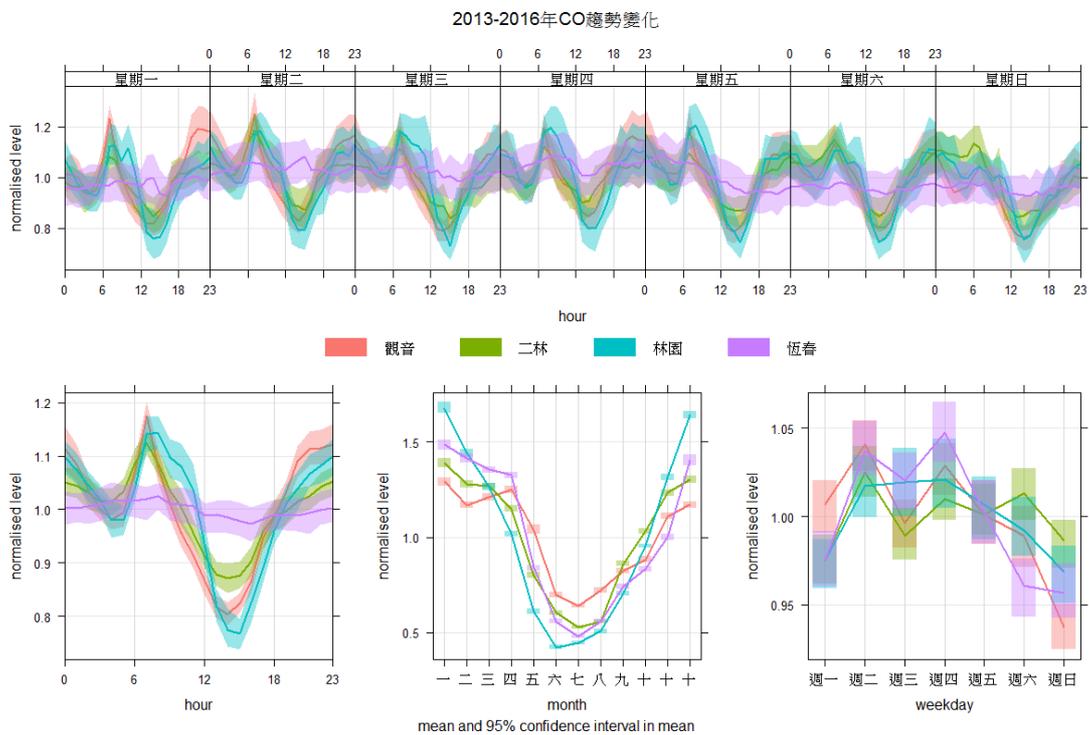
繪製各交通測站在 CO 污染物之時序變化如圖 4.3.16(a)所示，從其結果發現各交通站彼此之間幾乎重疊，具有相當一致之變化特性。另外，比較其它容易受到工業源影響之測站(觀音、林園、二林)，以及公園測站(恆春)數據，可發現時序變化特性差異甚大，如圖 4.3.16(b)所示。

基於上述分析結果，本計畫將進一步利用交通測站時序變化資料與其它類型空品測站實測資料進行統計相關分析，做為判斷環保署其他測站空氣品質受交通影響之參考指標。倘時序變化特性與交通測站相關性高，則該測站受交通影響可能性高，但若時序變化特性相關性低，則可能明顯受其他排放源影響，亦或是交通影響情況不明顯。

(a)



(b)



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.16 污染物時序變化特性：  
(a)交通測站、(b)易受工業排放影響測站及公園測站

## 2. 交通測站與其它類型測站污染物時序相關性比對

依據前述解析原則，本計畫比對分析了 106 年全臺 76 座（無富貴角站）各不同類型空品測站與 6 座交通測站平均 CO 及 NO<sub>x</sub> 污染物濃度之時序變化趨勢。其中，NMHC 及 PM<sub>2.5</sub> 污染物不納入關聯性分析原因，為 NMHC 污染物非所有空品測站皆有監測（僅 38 測站具有數據），而 PM<sub>2.5</sub> 同時會受到原生與衍生性污染影響，相較於氣狀污染物較無法即時有效反應出移動污染源之影響。

環保署各測站之相關性分析結果如表 4.3-4 及表 4.3-5。由分析結果可以發現，排除表中標示為黃底之交通測站後，可以歸納整體具高相關性（相關性平均值>0.7）測站為以下 3 種類型測站：

- (1) 位於都會區中心，人口密集區域測站，例如中山、古亭、菜寮、萬華、板橋等測站。
- (2) 距離高速公路較近，可能受到出入高速公路車輛排放影響之測站，例如汐止、平鎮、龍潭、仁武等測站。
- (3) 周邊無重大排放源，且位於該縣市中心，對於交通排放較為敏感之測站，例如宜蘭、花蓮、臺東等測站。

根據各空品測站之相關性分析結果，與測站位置繪製成平面空間分布圖，如圖 4.3.17 及 4.3.18 所示，明顯呈現高度相關性者多座落於市區範圍或鄰近國道之測站，該結果與網格時空分配中高排放量網格分布結果大致符合。因此，可說明利用 TEDS 清冊估算交通污染源之空間分配上具有相當合理性，並且與實際測站資料觀測之解析結果相符。

另一方面，觀察與交通測站濃度變化趨勢呈低-中度相關性（ $\leq 0.7$ ）之測站，則多遠離交通空污排放源，例如陽明與恆春等公園站；或鄰近區域存在明顯重大工業排放源，較可能受到工業源之影響，例如觀音、線西、臺西、林園等站。此外，部分空品測站係同時受到工業源與交通源之影響，相關係數則呈現略高於 0.7 或介於 0.6~0.7 之間，例如小港站；而 4.3.4 小節將就此類型測站進行案例討論。

表 4.3-4 與交通空品測站 CO 濃度相關性分析結果

測站	三重	大同	永和	中壢	鳳山	復興
陽明	0.21	0.14	0.23	0.19	0.30	0.12
萬里	0.68	0.65	0.69	0.72	0.64	0.73
淡水	0.33	0.52	0.29	0.43	0.27	0.58
基隆	0.66	0.75	0.63	0.76	0.59	0.80
士林	0.62	0.77	0.62	0.65	0.58	0.75
林口	0.69	0.81	0.62	0.75	0.65	0.77
三重	1.00	0.93	0.90	0.96	0.94	0.81
菜寮	0.83	0.92	0.77	0.84	0.79	0.85
汐止	0.74	0.82	0.75	0.79	0.70	0.88
大同	0.93	1.00	0.89	0.90	0.88	0.85
中山	0.92	0.95	0.90	0.86	0.91	0.81
大園	0.38	0.55	0.32	0.47	0.32	0.58
松山	0.78	0.89	0.74	0.78	0.76	0.79
萬華	0.92	0.92	0.84	0.87	0.91	0.74
新莊	0.67	0.81	0.58	0.71	0.61	0.74
觀音	0.11	0.29	0.08	0.23	0.07	0.41
古亭	0.92	0.94	0.84	0.89	0.90	0.79
永和	0.90	0.89	1.00	0.84	0.87	0.86
板橋	0.87	0.91	0.75	0.87	0.83	0.79
桃園	0.79	0.87	0.69	0.83	0.74	0.81
土城	0.88	0.93	0.80	0.90	0.82	0.86
新店	0.95	0.90	0.84	0.91	0.92	0.74
中壢	0.96	0.90	0.84	1.00	0.91	0.84
平鎮	0.82	0.87	0.69	0.88	0.78	0.82
龍潭	0.87	0.78	0.75	0.89	0.89	0.75
宜蘭	0.95	0.89	0.81	0.93	0.94	0.76
冬山	0.75	0.68	0.85	0.73	0.72	0.80
湖口	0.60	0.70	0.52	0.71	0.57	0.77
新竹	0.84	0.87	0.73	0.87	0.83	0.78
竹東	0.91	0.82	0.79	0.94	0.86	0.82
頭份	0.88	0.89	0.83	0.92	0.86	0.93
苗栗	0.90	0.88	0.77	0.93	0.89	0.84
三義	0.62	0.57	0.45	0.61	0.66	0.47
豐原	0.54	0.40	0.53	0.49	0.64	0.37
沙鹿	0.59	0.70	0.53	0.68	0.56	0.76
西屯	0.46	0.64	0.48	0.53	0.42	0.70
忠明	0.66	0.81	0.64	0.69	0.64	0.77

資料來源：本計畫繪製

註解：相關性為 2 測站濃度趨勢數列之相關係數，相關係數越接近 1 或 -1，就表示數列之間相關性愈高；相關係數越接近 0，則表示數列之間相關性愈低。

表 4.3-4 與交通空品測站 CO 濃度相關性分析結果（續）

測站	三重	大同	永和	中壢	鳳山	復興
線西	0.35	0.34	0.51	0.37	0.38	0.45
大里	0.83	0.89	0.77	0.87	0.82	0.88
彰化	0.87	0.89	0.78	0.91	0.83	0.88
埔里	0.75	0.80	0.57	0.78	0.67	0.73
二林	0.05	0.19	0.13	0.15	0.07	0.40
南投	0.90	0.89	0.84	0.88	0.92	0.85
竹山	0.68	0.71	0.49	0.77	0.60	0.70
崙背	0.18	0.31	0.24	0.30	0.16	0.54
麥寮	0.25	0.35	0.33	0.38	0.20	0.60
臺西	-0.24	-0.11	-0.05	-0.13	-0.26	0.21
斗六	0.88	0.86	0.73	0.90	0.88	0.79
新港	0.28	0.38	0.36	0.39	0.25	0.65
朴子	0.56	0.55	0.64	0.61	0.59	0.79
嘉義	0.79	0.83	0.66	0.84	0.75	0.81
新營	0.75	0.77	0.76	0.80	0.77	0.89
善化	0.48	0.62	0.49	0.57	0.49	0.73
安南	0.57	0.68	0.65	0.66	0.53	0.85
臺南	0.84	0.90	0.85	0.86	0.82	0.92
美濃	0.78	0.73	0.67	0.82	0.68	0.75
橋頭	0.76	0.81	0.71	0.83	0.76	0.89
楠梓	0.82	0.86	0.78	0.86	0.81	0.90
仁武	0.69	0.79	0.76	0.75	0.69	0.92
左營	0.53	0.65	0.65	0.59	0.51	0.85
屏東	0.91	0.89	0.76	0.93	0.88	0.79
前金	0.66	0.76	0.74	0.70	0.64	0.91
鳳山	0.94	0.88	0.87	0.91	1.00	0.81
復興	0.81	0.85	0.86	0.84	0.81	1.00
前鎮	0.68	0.80	0.72	0.73	0.65	0.92
小港	0.57	0.68	0.66	0.63	0.56	0.87
大寮	0.56	0.64	0.63	0.64	0.59	0.79
潮州	0.59	0.48	0.53	0.55	0.62	0.43
林園	0.14	0.23	0.27	0.16	0.22	0.46
恆春	-0.15	-0.06	-0.04	-0.11	-0.14	0.02
花蓮	0.89	0.84	0.67	0.88	0.86	0.66
關山	—	—	—	—	—	—
臺東	0.89	0.79	0.81	0.84	0.93	0.66
馬公	0.79	0.72	0.69	0.80	0.82	0.63
金門	0.61	0.56	0.76	0.59	0.65	0.72
馬祖	0.26	0.21	0.50	0.27	0.33	0.43

資料來源：本計畫繪製

註解：相關性為 2 測站濃度趨勢數列之相關係數，相關係數越接近 1 或 -1，就表示數列之間相關性愈高；相關係數越接近 0，則表示數列之間相關性愈低。

表 4.3-5 與交通空品測站 NO<sub>x</sub> 濃度相關性分析結果

測站	三重	大同	永和	中壢	鳳山	復興
陽明	0.47	0.43	0.51	0.46	0.53	0.28
萬里	0.81	0.82	0.83	0.84	0.79	0.81
淡水	0.25	0.50	0.19	0.36	0.44	0.69
基隆	0.65	0.76	0.57	0.73	0.68	0.81
士林	0.66	0.81	0.65	0.67	0.76	0.87
林口	0.75	0.81	0.71	0.77	0.81	0.88
三重	1.00	0.90	0.92	0.95	0.79	0.70
菜寮	0.71	0.86	0.64	0.70	0.79	0.82
汐止	0.74	0.81	0.67	0.78	0.77	0.88
大同	0.90	1.00	0.85	0.90	0.83	0.80
中山	0.89	0.94	0.88	0.85	0.84	0.71
大園	0.67	0.70	0.62	0.66	0.78	0.79
松山	0.85	0.94	0.84	0.84	0.88	0.82
萬華	0.89	0.91	0.87	0.85	0.79	0.61
新莊	0.57	0.75	0.47	0.60	0.70	0.80
觀音	-0.10	0.10	-0.20	0.00	0.13	0.41
古亭	0.93	0.96	0.90	0.90	0.85	0.74
永和	0.92	0.85	1.00	0.85	0.83	0.71
板橋	0.81	0.94	0.71	0.83	0.80	0.80
桃園	0.72	0.83	0.63	0.76	0.79	0.84
土城	0.69	0.79	0.56	0.75	0.68	0.82
新店	0.92	0.94	0.89	0.89	0.78	0.66
中壢	0.95	0.90	0.85	1.00	0.77	0.71
平鎮	0.67	0.80	0.57	0.73	0.77	0.82
龍潭	0.86	0.90	0.75	0.91	0.78	0.75
宜蘭	0.86	0.92	0.84	0.86	0.82	0.72
冬山	0.76	0.60	0.84	0.68	0.67	0.62
湖口	0.11	0.31	0.01	0.22	0.36	0.63
新竹	0.70	0.84	0.66	0.74	0.84	0.90
竹東	0.92	0.85	0.91	0.89	0.77	0.62
頭份	0.62	0.79	0.57	0.68	0.78	0.91
苗栗	0.70	0.83	0.61	0.76	0.80	0.84
三義	0.58	0.60	0.47	0.58	0.59	0.51
豐原	0.90	0.86	0.88	0.86	0.83	0.72
沙鹿	0.42	0.58	0.36	0.48	0.66	0.81
西屯	0.26	0.45	0.23	0.30	0.54	0.73
忠明	0.58	0.75	0.55	0.59	0.78	0.84

資料來源：本計畫繪製

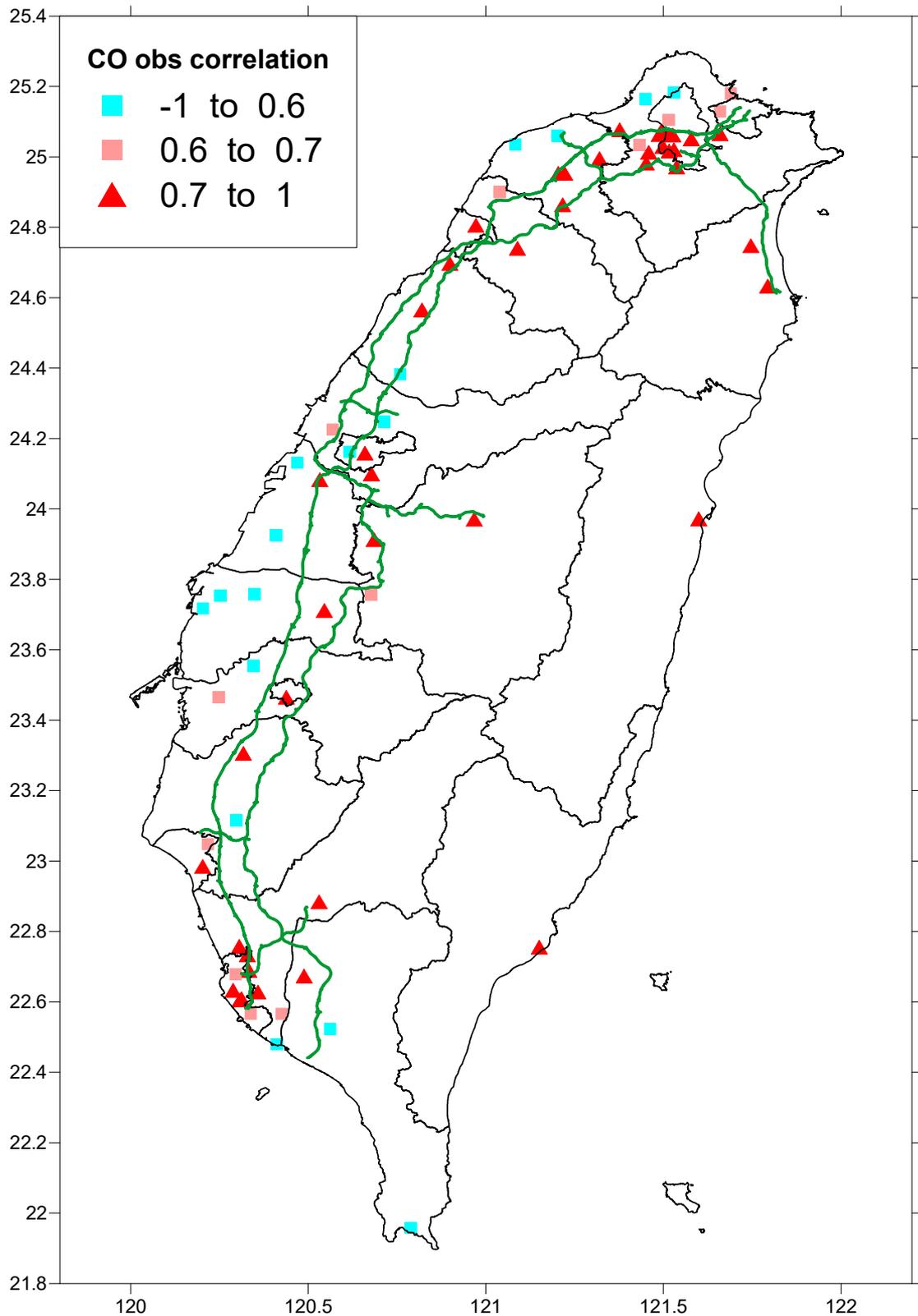
註解：相關性為 2 測站濃度趨勢數列之相關係數，相關係數越接近 1 或 -1，就表示數列之間相關性愈高；相關係數越接近 0，則表示數列之間相關性愈低。

表 4.3-5 與交通空品測站 NO<sub>x</sub> 濃度相關性分析結果 (續)

測站	三重	大同	永和	中壢	鳳山	復興
線西	0.19	0.33	0.21	0.23	0.46	0.70
大里	0.68	0.85	0.63	0.73	0.84	0.88
彰化	0.63	0.79	0.60	0.67	0.84	0.86
埔里	0.52	0.76	0.42	0.61	0.61	0.73
二林	-0.12	-0.01	-0.16	-0.05	0.17	0.42
南投	0.70	0.86	0.58	0.76	0.74	0.72
竹山	0.34	0.57	0.18	0.46	0.44	0.61
崙背	0.21	0.28	0.12	0.30	0.33	0.56
麥寮	0.19	0.25	0.15	0.28	0.33	0.62
臺西	-0.09	-0.07	-0.11	-0.03	-0.02	0.29
斗六	0.36	0.59	0.23	0.47	0.52	0.67
新港	0.14	0.26	0.07	0.22	0.27	0.58
朴子	0.34	0.45	0.25	0.43	0.49	0.72
嘉義	0.59	0.79	0.51	0.67	0.74	0.82
新營	0.43	0.60	0.37	0.50	0.65	0.84
善化	0.35	0.55	0.31	0.43	0.62	0.83
安南	0.22	0.35	0.21	0.28	0.43	0.73
臺南	0.37	0.54	0.39	0.43	0.63	0.86
美濃	0.59	0.73	0.42	0.66	0.50	0.61
橋頭	0.50	0.62	0.46	0.56	0.72	0.88
楠梓	0.49	0.55	0.44	0.54	0.64	0.82
仁武	0.60	0.68	0.61	0.62	0.78	0.93
左營	0.30	0.48	0.31	0.37	0.61	0.83
屏東	0.67	0.83	0.55	0.72	0.64	0.63
前金	0.31	0.50	0.32	0.37	0.63	0.85
鳳山	0.79	0.83	0.83	0.77	1.00	0.88
復興	0.70	0.80	0.71	0.71	0.88	1.00
前鎮	0.63	0.73	0.67	0.63	0.88	0.97
小港	0.68	0.71	0.72	0.66	0.87	0.93
大寮	0.66	0.70	0.64	0.65	0.79	0.85
潮州	0.47	0.57	0.34	0.49	0.42	0.42
林園	0.00	0.19	0.05	0.02	0.43	0.59
恆春	-0.21	-0.05	-0.26	-0.10	-0.13	0.10
花蓮	0.79	0.90	0.74	0.82	0.74	0.65
關山	0.89	0.82	0.84	0.88	0.74	0.74
臺東	0.84	0.80	0.86	0.82	0.74	0.54
馬公	0.85	0.83	0.84	0.85	0.71	0.68
金門	0.33	0.34	0.44	0.34	0.43	0.59
馬祖	0.55	0.53	0.69	0.54	0.64	0.67

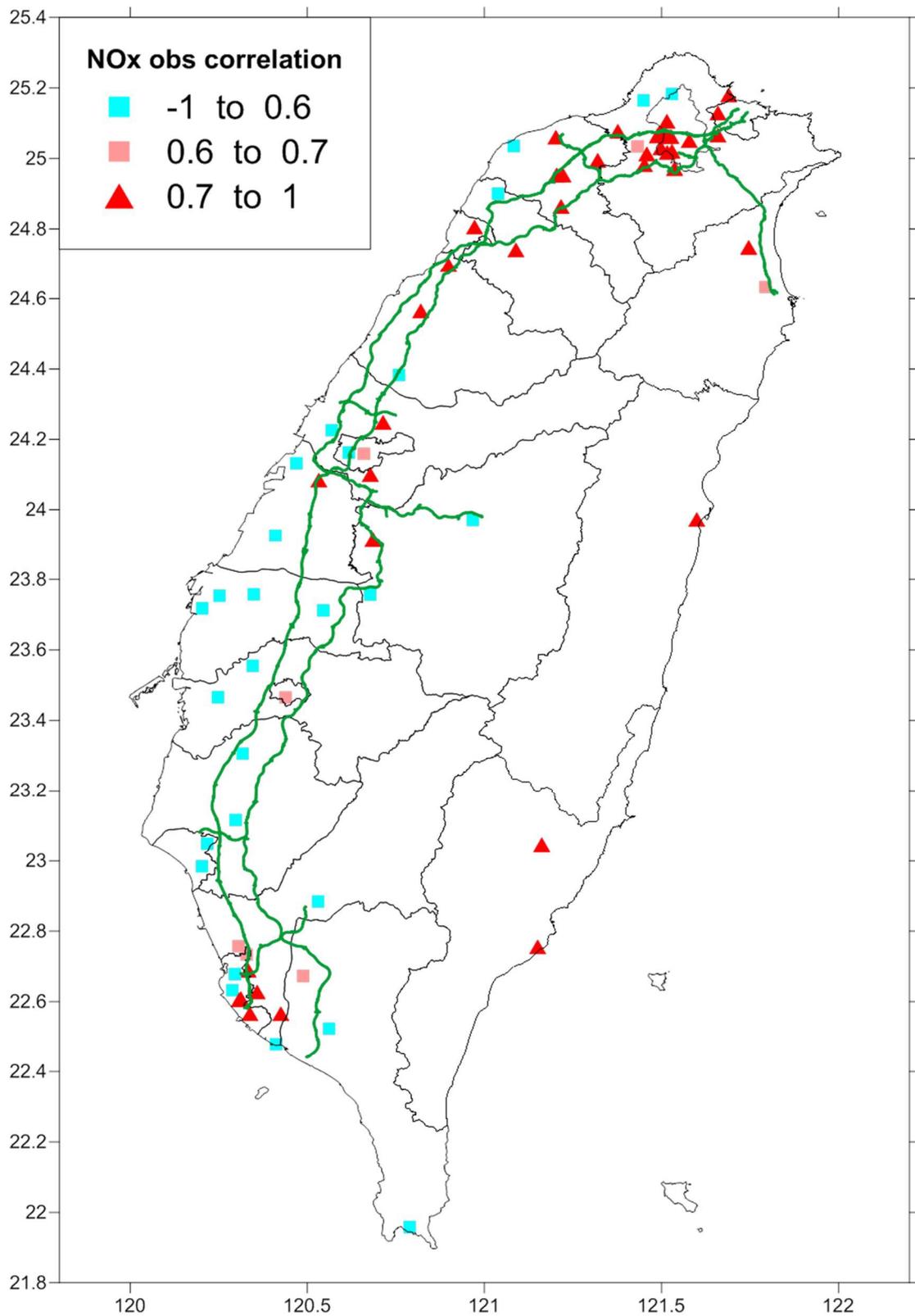
資料來源：本計畫繪製

註解：相關性為 2 測站濃度趨勢數列之相關係數，相關係數越接近 1 或 -1，就表示數列之間相關性愈高；相關係數越接近 0，則表示數列之間相關性愈低。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.17 彙析各空品測站 CO 濃度相關性分析結果



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.18 彙析各空品測站 NO<sub>x</sub> 濃度相關性分析結果

### 4.3.3 空品模式解析交通空污熱點

由於道路分布型態影響交通空污排放區域，因此交通空污排放分布面積相較於工業空污排放(點源)，影響範圍更為廣泛。除此之外，現實大氣環境污染物濃度變化原因複雜，除了受交通源以外之污染源影響外，大氣環境中氣象條件與化學機制亦會影響。因此，為對於交通空污熱點影響有通盤性的掌握，本計畫利用空氣品質模式模擬全臺空品測站空氣污染物濃度，估算交通空污排放對環境污染物模擬濃度之貢獻，做為判定交通空污熱點方式之一。

#### 1. 網格模式選用與模式設定

現實大氣環境中的 PM<sub>2.5</sub> 同時具有原生性以及衍生性污染物之特性，因此不論係空品測站之觀測資料、抑或為空氣污染排放量資料，皆無法獨立呈現交通污染對於環境 PM<sub>2.5</sub> 之影響。因此，本計畫使用具備粒狀污染物化學反應機制變化較為完整之網格模式—CMAQ 模式 (Community Multi-scale Air Quality Model)，搭配 WRF 氣象網格模式之氣象場模擬資料，進行原生及衍生污染物環境濃度模擬，再使用扣除法 (Brute-Force Zero Out) 計算交通排放對環境污染物模擬濃度貢獻。

CMAQ 模式為美國環保署近年積極研發之新一代光化網格模式，其優點為彈性化模式之模組化結構，方便抽換或加入新的模組，且其具備氣膠模組，對於光化二次氣膠之 PM 模擬機制，有相當大幅之改進。而 CMAQ 模式經過國內學者專家測試發現，其對於 PM 模擬結果頗為良好，且模擬結果除能提供 PM<sub>2.5</sub> 之總質量濃度外，並能針對原生及衍生顆粒進行區分。衍生之細粒子，又能在區分各類硫酸鹽、硝酸鹽、OC 等成分，相當適用於本計畫之研究需求。

以下將針對本計畫所使用之模式模擬各項設定進行介紹：

#### (1) 化學反應機制

模式受限於計算時間與計算機能力，若要對所有的反應物種與反應方程式同時進行計算與描述幾乎係不可能的，比較合理的方法是採用化學物種簡併 (lumped-structure approach) 方式，將具同類或同種反應特徵之大氣化學物種進行合併，如此可將為數眾多的大氣化學方程式與物

種整併至可接受及計算之程度。本計畫選用之空氣品質模式 CMAQ，其使用的大氣光化學模式簡併機制為 Carbon Bond mechanism, CB05-AE6，是將個別 VOCs 污染物 lumped（簡併）為包含烷類、烯類、芳香族及醛類之整併物種。

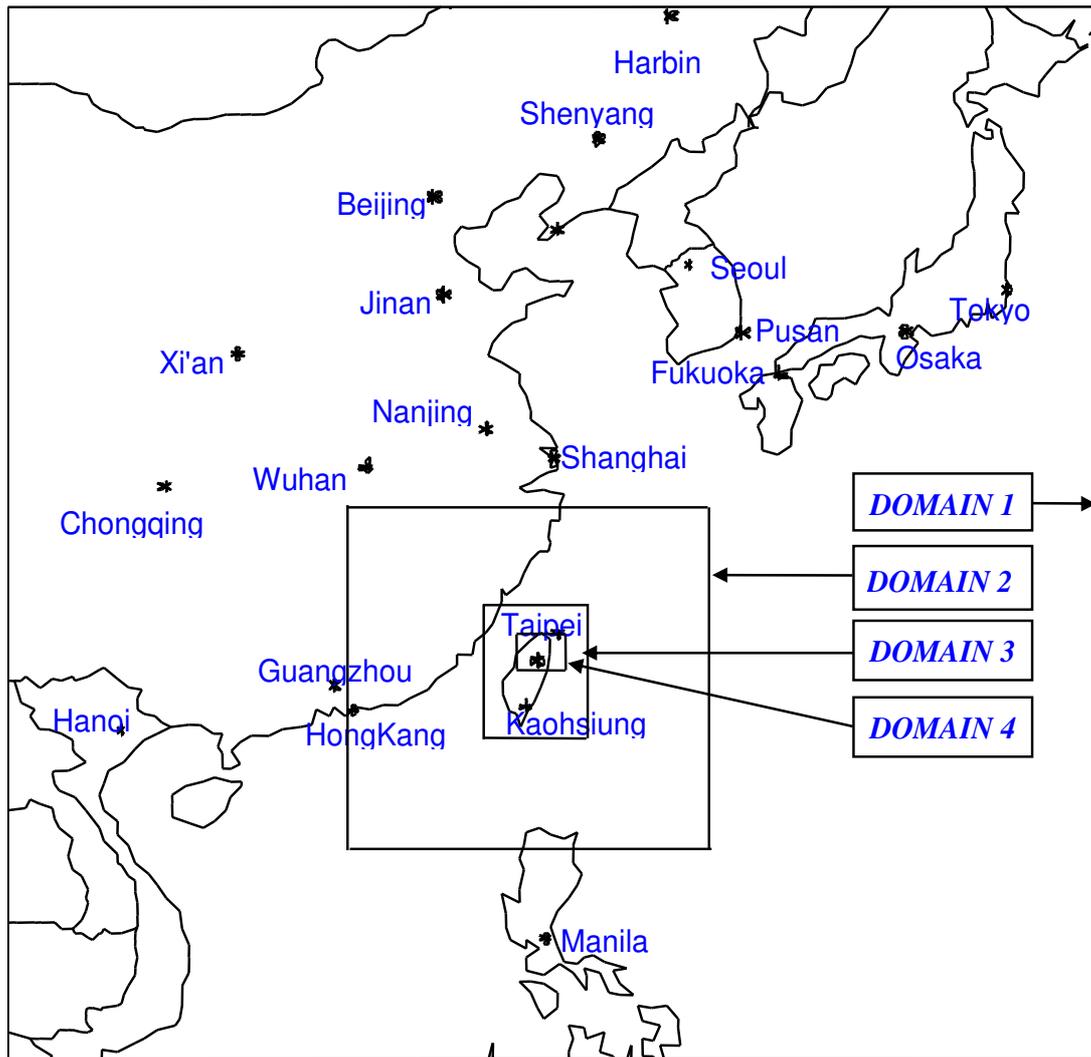
## (2) 邊界條件與初始條件設定

本計畫網模式模擬程序，其第 1 層網格（大東亞區域，最粗網格）所採用之邊界條件係以 1 組化學成分（包含 43 種原生污染物及簡併污染物）做為邊界條件。在模擬期間此層之邊界值保持不變。在經過初始化模擬後，以邊界內相鄰網格取代為新的邊界值，方才開始進行正式模擬。在模擬之時，第 1 層網格的邊界值仍保持不變，第 2 層網格之邊界條件則由第 1 層網格模擬結果內插而得，第 3 層網格之邊界條件由第 2 層網格模擬結果內插而得，第 4 層網格之邊界條件由第 3 層網格模擬結果內插而得，因此皆為動態邊界。

倘欲進行空氣品質模式模擬，初始及邊界條件之設定影響至為關鍵。邊界條件理想上應由逐時觀測資料提供，或以合理假設資料做為邊界條件，邊界條件常會隨著大氣平流效應，而在數小時或數天後由邊界影響至某特定之模式解析範圍，進而影響到模式計算結果。本計畫欲減少不正確邊界條件對模擬結果造成之影響，將以全球大氣化學傳輸模式 MOZART 4 之結果做為邊界條件，包括 85 種無機氣體與有機氣體，以及 12 種氣膠物種做為改善初始邊界條件及初始環境條件。

## (3) 設定模擬網格條件

本計畫依據模式模擬技術規範，將以 4 層套疊巢狀網格之模式進行模擬。最粗網格從涵蓋大部分東亞地區之最外層（第 1 層）模擬範圍（81 km × 81 km 水平網格解析度），經過 3 次巢狀套疊模擬，每 1 次套疊，細網格寬度皆為粗網格寬度之 1/3，故第 2 層網格為 27 km × 27 km，範圍包括東南亞，第 3 層網格為 9 km × 9 km，範圍包括臺灣地區，第 4 層網格為 3 km × 3 km，範圍僅包括北部地區，4 層巢狀網格的配置詳如圖 4.3.19 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.19 網格模式使用之 4 層巢狀網格結構

#### (4) 氣象模式

##### ① 氣象模式基本設定

本計畫使用 WRF 模式做為空品模式所需氣象場之模擬模式，WRF 是 1 個新一代的中尺度數值天氣預報系統，其發展之目的主要為天氣預報及大氣研究之需求，是由 NCAR、NCEP(National Centers for Environmental Prediction)、FSL (Forecast Systems Laboratory)、AFWA(Air Force Weather Agency)、NRL(Naval Research Laboratory)、FAA (Federal Aviation Administration) 及 Oklahoma 大學所共同研發。具有多種動力學之方程式、考量三維資料計算、可移動的巢狀

網格、可平行化計算及可擴充更新等特點，模擬的尺度可由數公尺到數千公里。

## ②氣象模式性能評估

網格模式準確度之定量，除模式本身之特性與學理外，牽涉之範圍還涵蓋「氣象場」與「排放量」輸入來源。模式應用前提即在於其基本性能與氣象場之準確度能達一定保證，故能以模式校驗空氣污染排放量之準確度。模式可靠度部分，CMAQ 模式為美國環保署各州 SIP 計畫（State Implement Plan, SIP）計畫之建議模式，並經眾多學者專家持續維護檢驗，也因此基本上模式本身之性能應受肯定；因此本計畫之執行關鍵，即在於氣象場之準確度需達一定水準。

關於氣象場性能之量化驗證，本計畫參考美國環保署相關建議及我國環保署公告之模式模擬技術規範，在使用以下 5 種模式績效指標來評估模式模擬性能：

- a. 偏差（MB）：在模擬時間範圍內，分別針對溫度及風速之模擬結果，計算模擬與觀測之偏差值。公式如下：

$$MB = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})$$

其中  $P_{i,k}$  = 第  $i$  小時第  $k$  測站之模擬溫度或風速； $O_{i,k}$  = 第  $i$  小時第  $k$  測站之觀測溫度或風速； $N$  = 所有模擬小時數； $M$  = 所有測站數。

- b. 絕對值偏差（MAGE）：在模擬時間範圍內，針對溫度之模擬結果，計算模擬與觀測之絕對值偏差。公式如下：

$$MAGE = \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|$$

- c. 均方根誤差（RMSE）：在模擬時間範圍內，針對風速之模擬結果，計算模擬與觀測之均方根誤差。公式如下：

$$RMSE = \left[ \frac{1}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})^2 \right]^{1/2}$$

- d. 標準化偏差（NMB）：在模擬時間範圍內，針對風向之模擬結果，計算模擬與觀測之標準化偏差。公式如下：

$$\text{NMB} = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N (P_{i,k} - O_{i,k})}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

e. 標準化絕對值偏差 (NME)：在模擬時間範圍內，針對風向之模擬結果，計算模擬與觀測之標準化絕對值偏差。公式如下：

$$\text{NME} = \frac{\sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N |P_{i,k} - O_{i,k}|}{M \times N \times 360^\circ} \times 100\%$$

本計畫應用模式與中央氣象局地面觀測站資料比對，據此所計算之績效指標結果如表 4.3-6。

表 4.3-6 氣象模式模擬性能評估結果

測站	溫度性能指標		風速性能指標		風向性能指標	
	MBE	MAGE	MBE	RMSE	WNMB	WNME
鞍部站	1.24	1.36	2.75	3.52	-8.38%	21.47%
淡水站	1.48	1.68	1.21	1.89	-0.84%	12.67%
竹子湖	0.49	0.85	3.60	4.18	2.35%	12.40%
基隆站	1.04	1.19	0.52	1.47	2.50%	9.77%
臺北站	1.19	1.33	-0.16	1.17	5.08%	10.85%
新屋站	0.30	0.83	0.26	1.59	0.30%	5.43%
板橋站	1.24	1.43	0.37	1.13	-2.04%	9.29%
新竹站	1.00	1.17	1.27	1.90	-1.02%	8.24%
宜蘭站	0.89	1.15	0.03	1.21	6.41%	18.47%
蘇澳站	0.76	1.18	0.75	1.99	2.61%	16.12%
梧棲站	0.76	1.07	-0.28	1.39	4.29%	7.60%
臺中站	1.51	1.57	0.41	0.93	0.73%	12.25%
日月潭	1.25	1.53	-0.08	1.13	-3.70%	20.39%
阿里山	0.35	1.40	0.57	1.34	-2.75%	19.47%
嘉義站	-1.34	1.47	0.17	1.05	-0.37%	8.31%
玉山站	2.80	3.09	-1.74	3.10	-7.14%	20.46%
永康站	0.21	0.80	-0.26	0.98	-2.26%	6.11%
臺南站	-0.36	1.21	-0.85	1.36	-6.00%	8.17%
高雄站	-1.69	2.02	-0.15	0.79	-3.81%	8.67%
大武站	-0.62	1.09	1.47	2.03	4.83%	7.61%
恆春站	-0.96	1.12	0.18	2.19	1.67%	6.36%
花蓮站	0.95	1.26	-0.46	1.61	5.73%	11.99%
成功站	0.00	0.83	0.16	1.44	1.79%	7.61%
臺東站	0.86	1.14	1.15	1.54	5.08%	7.78%
Overall	0.56	1.32	0.45	1.89	0.25%	11.49%
Criteria	1.5/-1.5	3	1.5/-1.5	3	10.0%/-10.0%	30%
合格率	87.50%	95.83%	87.50%	87.50%	100.00%	100.00%
合格站數	21	23	21	21	24	24

資料來源：本計畫繪製

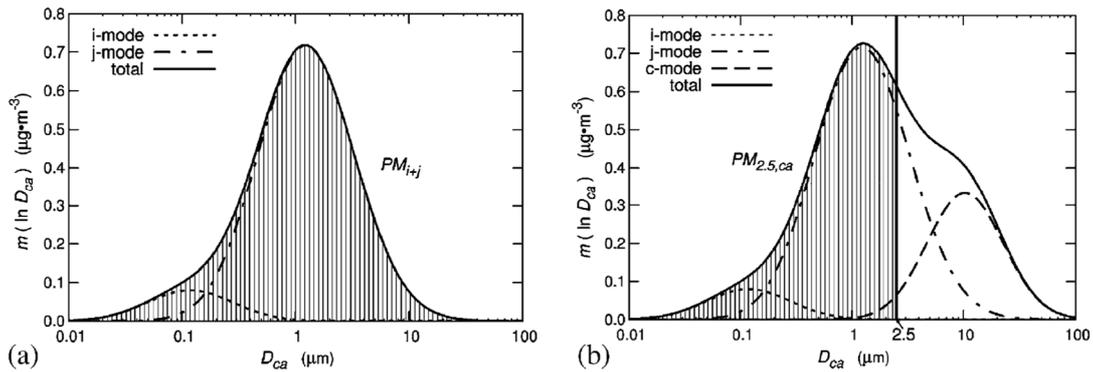
#### (5) 排放量設定

本計畫網格模式使用 4 層巢狀網格套疊 (D1：大東亞、D2：東南亞、D3：臺灣地區粗網格、D4：全臺灣細網格)，因此在排放量方面也必須能提供相對應的範圍。D1 及 D2 層的模擬，主要是提供 D3 層的邊界條件，所以應為大東亞地區之排放量。

本計畫模式目前採用的東亞排放量資料是引用 Zhang 等人 (Zhang et al., 2009) 之推估結果。該推估結果係為 INTEX-B (Intercontinental Chemical Transport Experiment) 計畫所準備，此排放量資料庫以 2006 年為基準，彙整了日本、韓國、中國大陸及臺灣地區的最新人為活動資料 (不含飛機及船舶) 所推估而得，最重要的更新是推估中國大陸地區的人為排放量以反映其自 2000 年至 2006 年間的快速成長。推估的污染物包括有：SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、VOC、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、BC 及 OC，及 6 個 VOCs 物種。範圍包括南緯 13 度至北緯 53 度，東經 60 度至 158 度，空間解析為 0.5 度×0.5 度。由於此資料庫基準年與模擬分析時間有數年之差距，因此需再乘上這幾年之排放成長率。而在臺灣本土排放量 (D3 及 D4 所需的排放量) 選用環保署公告之 TEDS 9.0 版。

#### (6) 模式輸出設定

CMAQ 模式所模擬出之 PM 為多種物質之合成，包括有硫酸鹽、硝酸鹽、氨鹽、氯鹽等等，模式預設 PM<sub>2.5</sub> 後處理輸出程式為直接將各 PM<sub>2.5</sub> 成分物質質量累計後輸出。根據雲科大張良輝教授之研究指出，以往 CMAQ 輸出之 Aitken (i)、Accumulation (j) 及 Coarse (c) 粒徑型態，通常以 *i* 與 *j* 型態的總質量濃度 (PM<sub>*i+j*</sub>) 來代替 PM<sub>2.5</sub>，在高濕度的地區則相對具有高誤差，如圖 4.3.20 (Jiang et al., 2006)。因此，在臺灣這樣高濕度環境下，直接以 PM<sub>*i+j*</sub> 來代替 PM<sub>2.5</sub> 似乎並不適當，應擬微粒質量分布曲線重新計算出 PM<sub>2.5</sub> 質量濃度才比較合適。因此，本計畫已參考相關國內外文獻及研究報告，建立可適當反應細懸浮微粒之吸濕峰值轉移效應之後處理程序。



資料來源：Jiang et al., 2006

圖 4.3.20 不同濕度下 CMAQ 模擬微粒質量分布曲線差異示意圖

## 2. 交通空氣污染物模擬濃度貢獻量分析方法

本次模擬分析係使用科學上公認較合宜之扣除法（Brute-Force Zero Out），模擬全臺測站之「交通空污排放對環境污染物濃度貢獻」，在此使用扣除法，而不使用只放入交通源排放計算模擬濃度增量，原因如下：

- (1) 空氣污染物會與大氣中的化學物質（例如 OH 自由基、O<sub>3</sub> 等）進行反應，進而影響此類化學物質濃度變化。若排除其它污染源，而僅放入線源排放量，會對這些化學物質在影響程度較大。因此，僅放入交通源排放量不貼近「原始真實」情況，會產生較大誤差。
- (2) 使用扣除法進行污染排放源對於空氣污染物之貢獻濃度計算，較符合「管制後」的觀念，應用較為直觀。
- (3) 使用扣除法所需之模式模擬情境設定

### ① 基準案例

使用原始排放量進行模擬，呈現所有排放源貢獻，也就是產輸之模擬濃度包含交通污染、工業污染、商業行為、自然源，以及境外傳輸所有來源之污染物濃度貢獻值。

### ② 無交通源案例

排除交通空污排放之後，保留除了交通源以外所有的污染來源進行模擬。

### ③交通空污貢獻濃度

完成2種情境模擬後，輸出全臺空品測站污染物逐時模擬濃度，並將兩案例相減（基準案例減無交通源案例），即為交通排放對各空品測站之環境污染物濃度貢獻。

## (4) 模式模擬選用案例

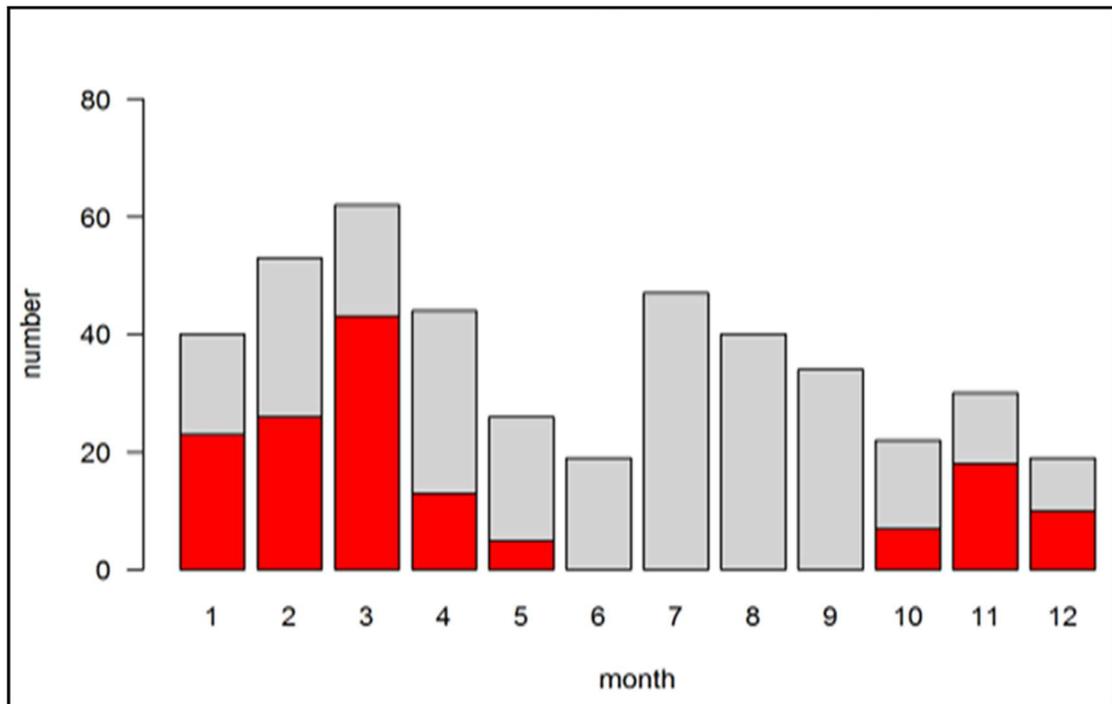
本次分析案例係選用 105 年 3 月做為案例月，原因如下：

### ①臺灣 3 月份弱綜觀天氣型態發生頻率較高

所謂弱綜觀天氣型態，係指臺灣鄰近大區域範圍內無明顯的綜觀天氣系統，於該情況下風速會較弱，擴散條件較差。因此在此情境下，臺灣各區域風場主要由海陸風環流主導，以西部地區為例，白天盛行海風（西風），使得本土排放污染物往內陸區域傳輸；夜間的陸風（東風）會將白天累積於內陸區域的污染物再次傳輸至西部平原地區。弱綜觀天氣受到臺灣境內排放源影響程度較高，低風速使得污染物持續在西部地區累積，不利污染物擴散，因此容易發生高污染事件。弱綜觀天氣型態於各月份發生頻率如圖 4.3.21 所示（102~106 年之統計資料），紅色表示 PM<sub>2.5</sub> 在統計期間的超標日數（日均值 $>35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。

### ②在 105 年 3 月為當年度 PM<sub>2.5</sub> 最高

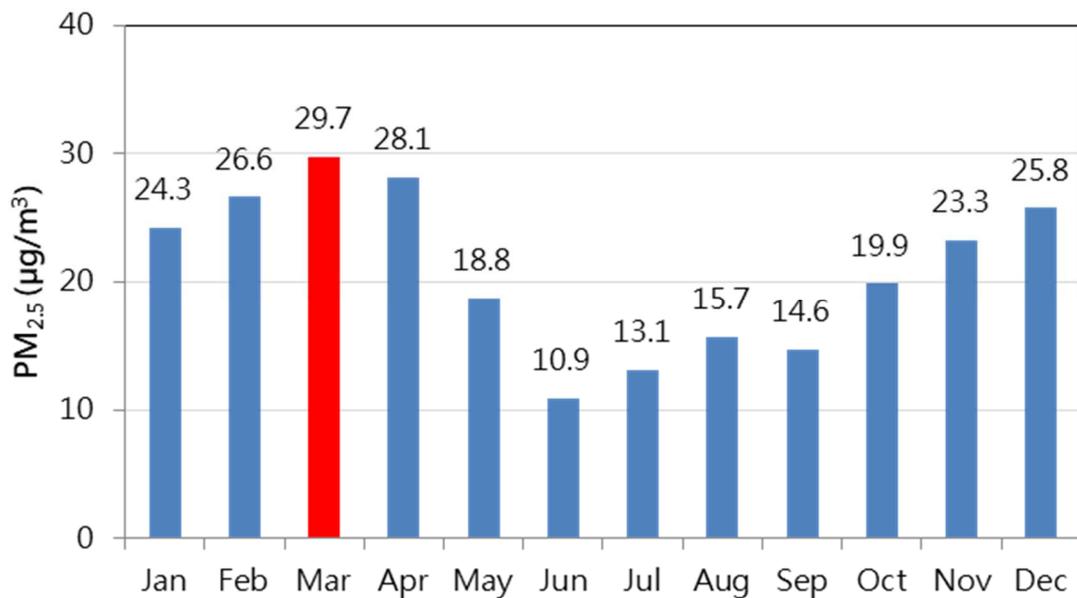
統計 105 年全臺空品測站 PM<sub>2.5</sub> 觀測資料月平均濃度值（如圖 4.3.22），可發現 3 月份為全年 PM<sub>2.5</sub> 濃度最高月份，因此分析該月之空污情形，可突顯臺灣空氣品質相對較差之情況，而尋求造成影響空氣品質惡化主因。



■ 高濃度PM<sub>2.5</sub>事件日

資料來源：國立中央大學大氣科學系多維空氣品質模擬實驗室

圖 4.3.21 臺灣弱綜觀天氣型態發生頻率與高濃度 PM<sub>2.5</sub> 事件日數



資料來源：行政院環境保護署空氣品質監測網；本計畫自行彙整

圖 4.3.22 2016 年全臺空品測站 PM<sub>2.5</sub> 月平均濃度

### 3. 交通污染模擬結果討論

使用扣除法可獲得交通空污排放之各項污染物對空品測站空品濃度之影響，以下分析 CO、NMHC、NO<sub>x</sub>、與 PM<sub>2.5</sub> 等交通空氣污染物對空品測站之影響濃度與影響比例進行討論：

#### (1) 模式模擬交通源污染貢獻濃度

交通空污排放對於全臺空品測站污染物之貢獻濃度如圖 4.3.23 所示；在此以臺灣空品區進行劃分，說明各污染物貢獻濃度如下：

##### ①CO

全臺以北部空品區平均濃度最高，為 108.8 ppb，排除背景、交通、工業等測站後（僅計算一般測站），平均貢獻濃度 111.8 ppb，北部空品區當中亦以菜寮、萬華、古亭等鄰近市中心的測站（一般測站）濃度較高，平均貢獻濃度約為 198 ppb。

##### ②NMHC

與 CO 相似，全臺以北部空品區平均濃度最高，為 61.1 ppbC，僅計算一般測站平均貢獻濃度為 62.8 ppbC，北部空品區當中仍以菜寮、萬華、板橋等鄰近市中心的測站濃度較高，平均貢獻濃度約為 113 ppbC。

##### ③NO<sub>x</sub>

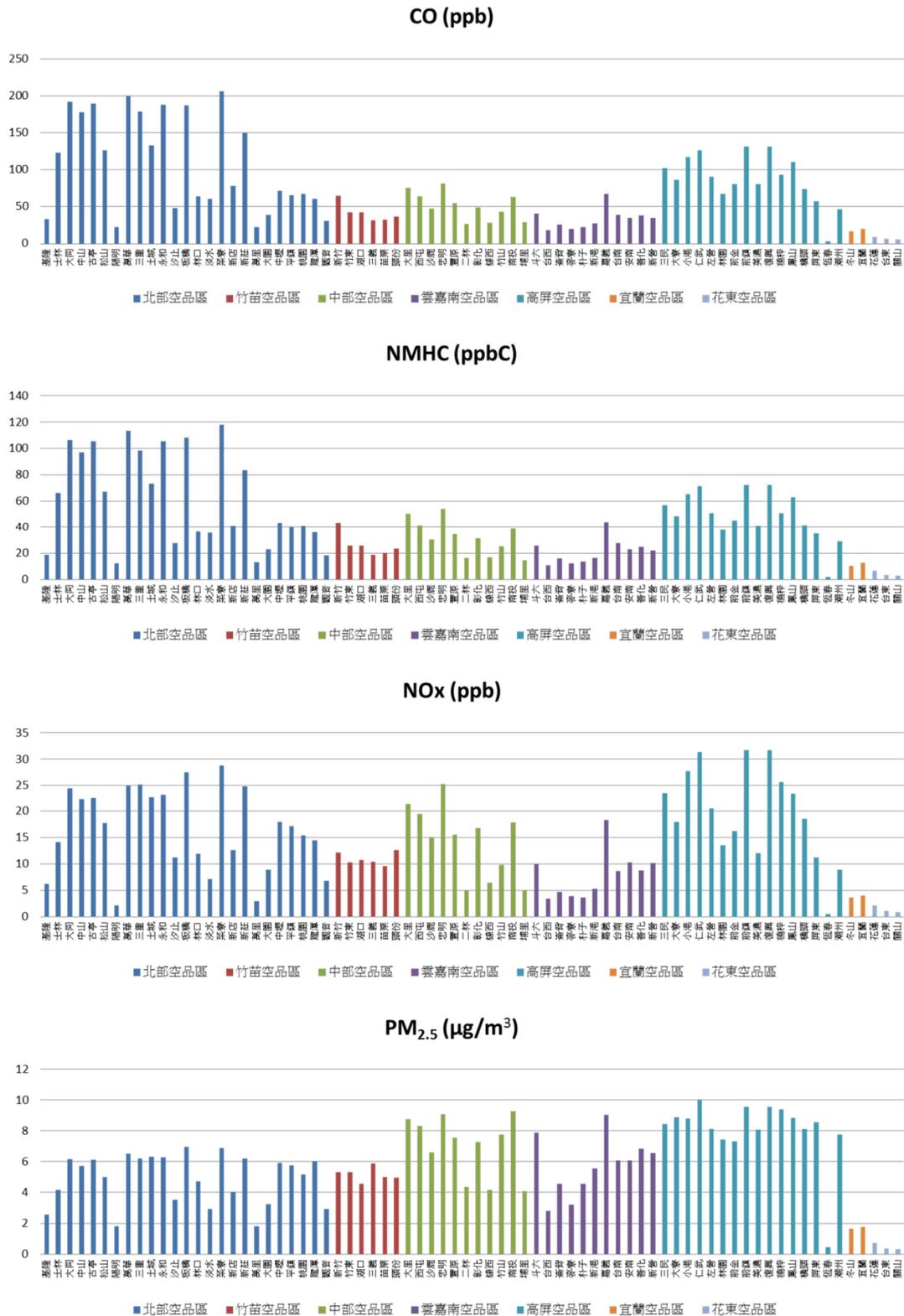
以高屏空品區平均濃度最高，為 19.7 ppb，僅計算一般測站平均貢獻濃度則為 19.6 ppb，高屏空品區當中又以仁武、小港、楠梓等鄰近高速公路的測站濃度較高，平均貢獻濃度約為 28 ppb。

##### ④PM<sub>2.5</sub>

以高屏空品區平均濃度最高，整體平均濃度為 8.1 μg/m<sup>3</sup>，僅計算一般測站平均貢獻濃度則為 8.5 μg/m<sup>3</sup>，高屏空品區當中又以仁武、小港、楠梓等鄰近高速公路的測站濃度較高，平均貢獻濃度約為 9.4 μg/m<sup>3</sup>。

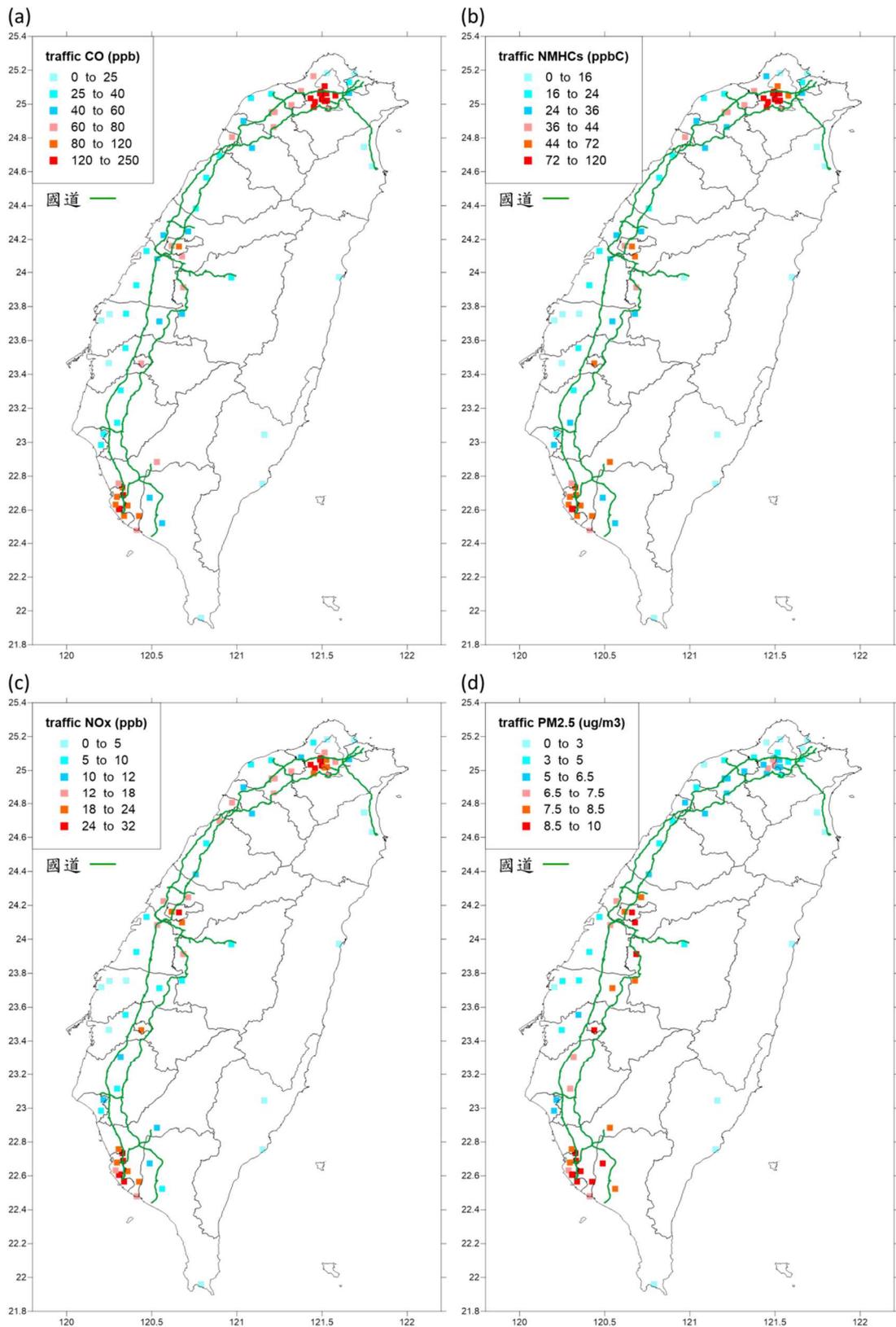
#### ⑤ 空污熱點分布

- a. 本計畫亦將交通排放對於全臺空品測站污染物之貢獻濃度圖繪製成平面圖（如圖 4.3.24 所示），可發現 CO、NMHC 等交通源產生之空氣污染物影響熱點多集中於市中心位置，主要為臺北市、新北市交界區域，其次為高雄市區。此些熱點皆為市區經常性發生交通擁擠之地區。
- b. 在 NO<sub>x</sub> 污染物部分，影響熱點同樣亦多集中於市中心如高雄市、臺北市、新北市、臺中市等地之都會區中心，並且亦可發現高排放量網格點多集中在臺灣中南部地區之國道 1 號上，而在彰化縣、雲林縣、嘉義縣、臺南市境內等空品測站，受到交通源影響濃度反而較低，推測原因可能為都會區內風速較低，使得都市內交通空氣污染物不易擴散所致。
- c. 在 PM<sub>2.5</sub> 污染物部分，則可發現北部地區影響濃度反而較中南部地區低，並且在非高排放量、非都會區測站（例如南投、竹山、美濃、屏東、潮州等測站）亦有不低的貢獻濃度，推測應為二次衍生 PM<sub>2.5</sub> 所造成的影響結果。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.23 交通排放對於空品測站污染物濃度影響



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.24 交通排放對於空品測站污染物影響濃度分布：  
(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>

## (2) 模式模擬交通源污染貢獻比例

本計畫亦計算交通排放對全臺空品測站空品之貢獻比例(交通空污貢獻濃度/測站空品之總濃度)，如圖 4.3.25 所示，說明如下：

### ①CO

全臺以北部空品區平均貢獻比例最高，約為 30%，排除背景、交通、工業等測站後（僅計算一般測站），平均貢獻比例為 31%，北部空品區當中又以菜寮、萬華、古亭等鄰近市中心的測站（一般測站）貢獻比例最高，約為 45%。

### ②NMHC

北部空品區與高屏空品區貢獻比例近似，皆為 25% 左右，僅計算一般測站之平均貢獻比例則為 26% 左右。北部空品區當中以士林、中山等鄰近市中心的測站貢獻比例較高，約為 33%；高屏空品區當中則以仁武、楠梓等鄰近主要道路測站貢獻比例較高，約為 29%。

### ③NO<sub>x</sub>

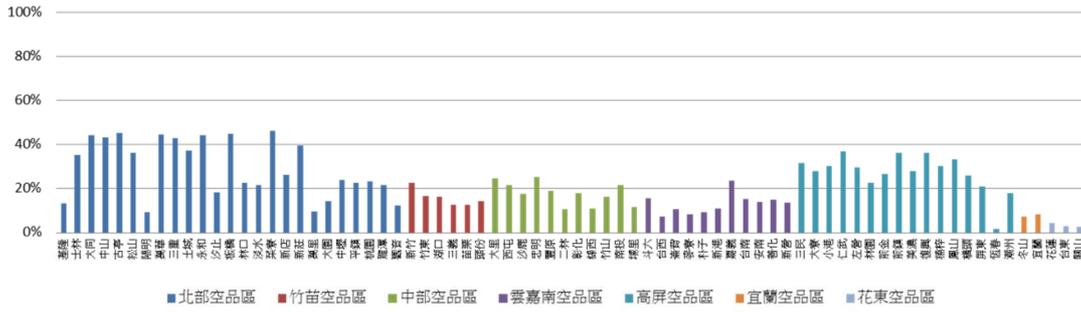
可發現全臺空品測站交通源對 NO<sub>x</sub> 貢獻都具有一定的比例，全臺平均 65% 左右，靠近具規模之工業區測站相對比例較低，最低約下降至 27%（臺西站）。整體以北部空品區平均貢獻比例最高，可達為 75%，僅計算一般測站平均貢獻比例則為 76%，足見交通源為都會區之中的 NO<sub>x</sub> 的主要貢獻來源。

### ④PM<sub>2.5</sub>

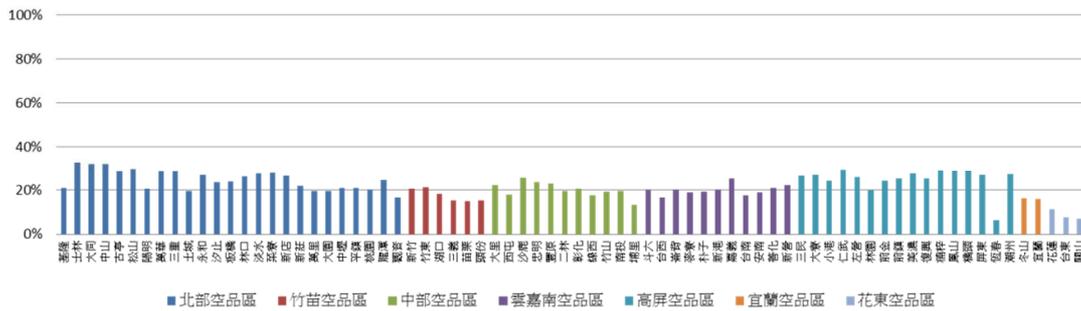
高貢獻比例測站多集中在中部與高屏空品區，兩空品區貢獻比例皆為 24% 左右，僅計算一般測站之平均貢獻比例為 25% 左右。中部空品區當中以南投、竹山等測站貢獻比例較高，約為 29%，高屏空品區則以美濃最高，為 30%。惟此些空品測站皆已遠離其它排放源，卻位於交通源下風處站，故衍生性 PM<sub>2.5</sub> 具有相當之貢獻比例。

在此另將交通空污排放對空品測站之貢獻比例繪製成分布圖（如圖 4.3.26 所示），可發現貢獻比例之空間分布大致上與濃度呈現類似趨勢，但高雄市 NO<sub>x</sub> 相對較低，此因為高雄市周邊亦有相當高密度工業排放所致。

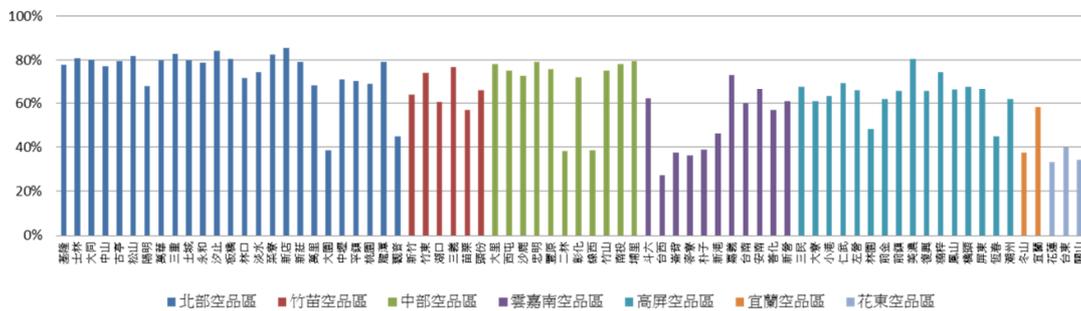
### CO (%)



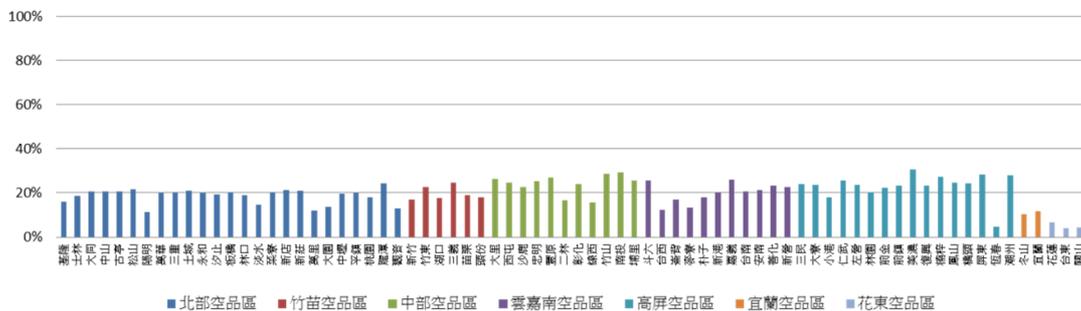
### NMHCs (%)



### NOx (%)

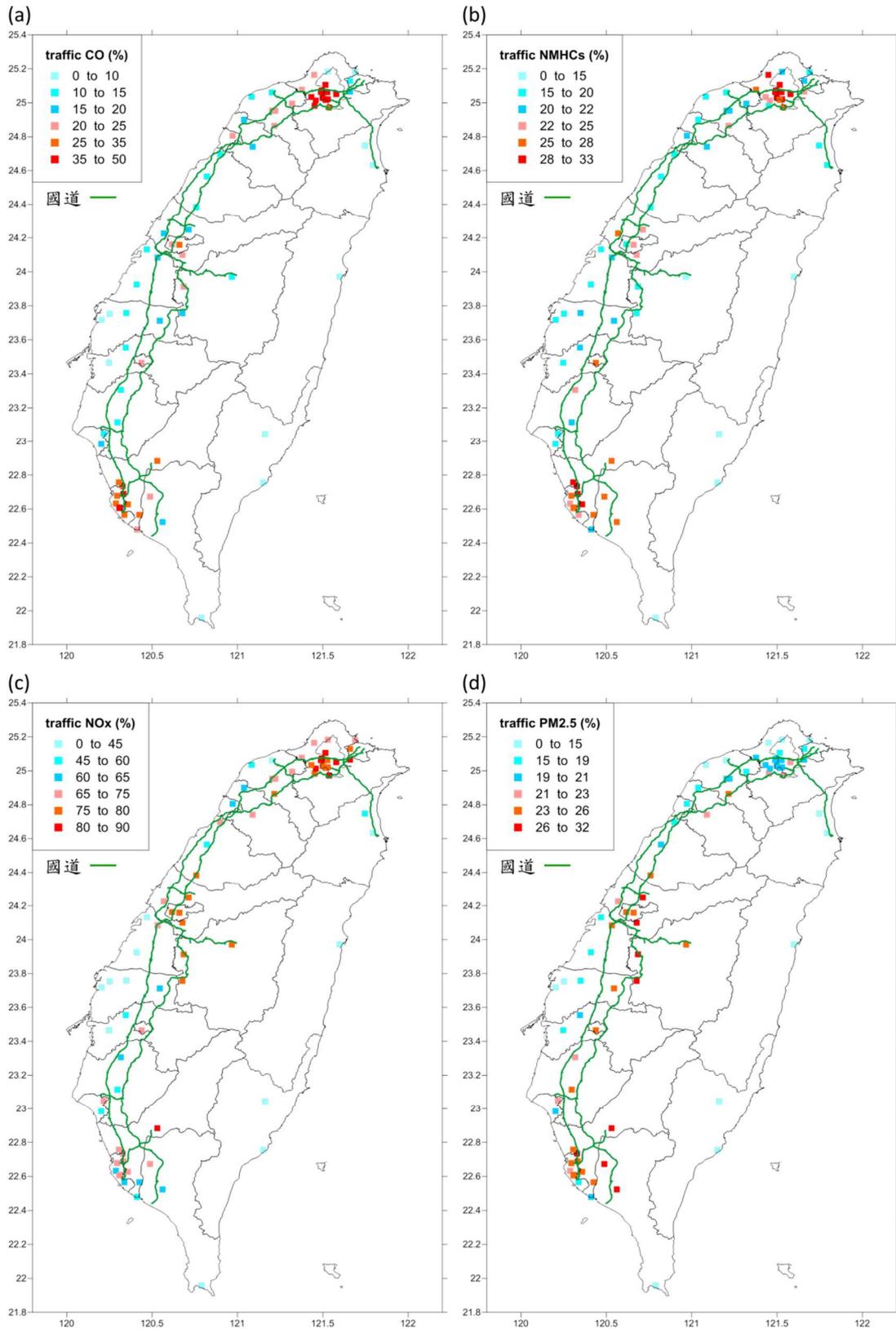


### PM<sub>2.5</sub> (%)



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.25 交通排放對於空品測站污染物影響比例



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.26 交通排放對於空品測站污染物貢獻比例分布：

(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>

### (3) 交通污染貢獻濃度與貢獻比例比對

污染貢獻濃度與貢獻比例為兩者不同概念。對於部分測站而言，交通排放高貢獻比例地區不一定具有高貢獻濃度，舉例來說，當測站位於一個車流量不高，且無工業排放影響之市區內，該測站除了少量交通源影響以外並無其它排放來源，故對於交通影響相對較敏感，因此雖受到交通影響而具有高貢獻比例，但是並無高貢獻濃度值；反之，高貢獻濃度也不一定具有高貢獻比例，例如測站雖具有一定的交通貢獻濃度，但鄰近區域因為有更大的工業排放影響，則造成交通貢獻比例反而較低。

本計畫藉由計算交通源對於各空品測站區域之污染物貢獻濃度與貢獻比例之中位數，繪製 4 象限圖(如圖 4.3.27)；其中 A 區具有交通空污排放影響高且污染濃度高特性，屬於交通空污管理優先之地區；B 區具有低交通空污影響但高空污濃度特性，顯示該區域尚受其它重要排放源影響，故除交通空污外，其它排放源亦需同時管控；C 區特性為交通空污影響高，但空污濃度低，應持續關注交通空污貢獻之變化，避免交通空污惡化；D 區屬交通空污影響低且影響濃度亦低區域，顯示相較交通空污，此區反而應著重其它空污源進行管控。

值得一提，各污染物之交通貢獻濃度中位數為  $CO=60.8ppb$ 、 $NO_x=12.6ppb$ 、 $PM_{2.5}=6.1 \mu g/m^3$ 、 $NMHC=35.8ppbC$ ，均低於我國空氣品質標準規範，爰在此各污染物濃度，皆非造成人體健康影響之濃度。惟基於持續提升我國空氣品質及維護國人健康等目的，高濃度影響區域宜優先減量，而從管理層面，在高排放比例區域執行交通管理減量措施效益較大。因此建議其重點順序為 A 區>B 區>C 區>D 區。

以下在說明各污染物於 4 象限圖之分布趨勢，如圖 4.3.28 所示：

#### ①CO

貢獻濃度與貢獻比例呈現相當明顯的正比關係，以北部空品區測站貢獻比例、貢獻濃度皆為最高，其次為高屏空品區。

#### ②NMHC

貢獻濃度與貢獻比例呈現一定的正比關係，貢獻比例在北部空品區、高屏空品區類似，但在貢獻濃度北部空品區則明顯較高。

### ③NO<sub>x</sub>

貢獻濃度與貢獻比例正比關係相對較不明顯，北部及中部貢獻比例大部分落在 70~90%，但不同測站之間貢獻濃度差異大，例如基隆、淡水站貢獻比例雖在 70~80%之間，此與菜寮、板橋、萬華等站相似，但貢獻濃度差異可達 3~4 倍。

### ④PM<sub>2.5</sub>

貢獻濃度與貢獻比例呈現一定正比關係，中部空品區、高屏空品區皆為高貢獻比例與貢獻濃度，並且貢獻比例與貢獻濃度類似。



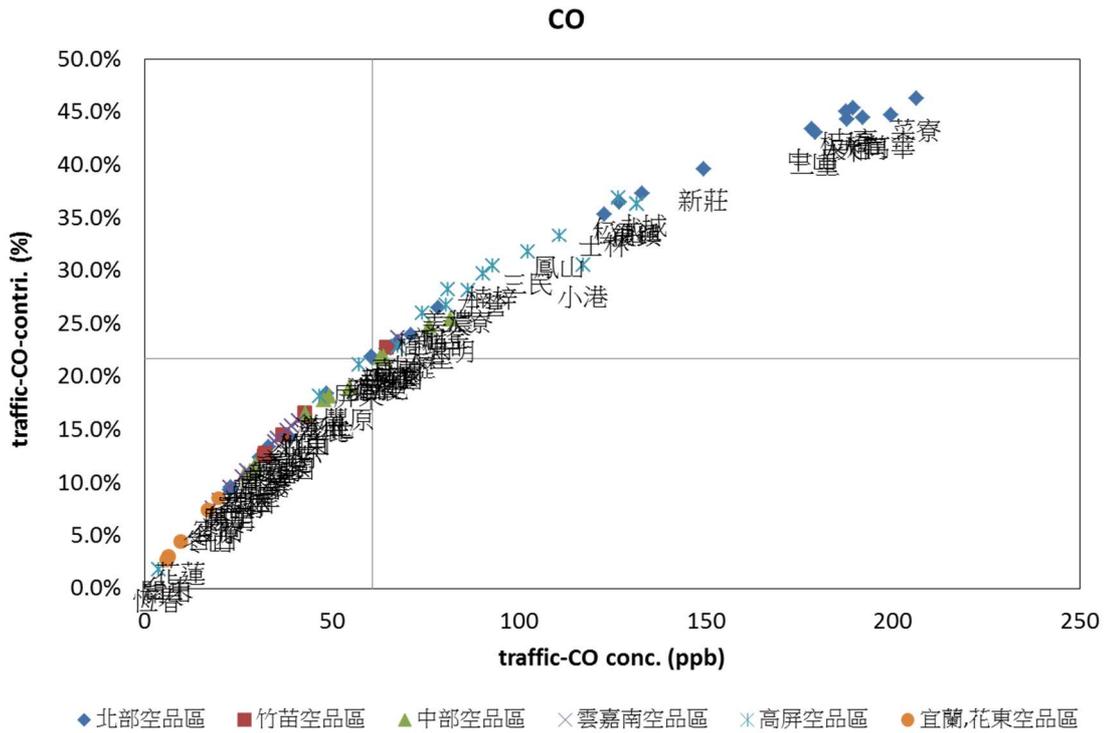
資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.27 推動交通空污減量優先順序示意圖

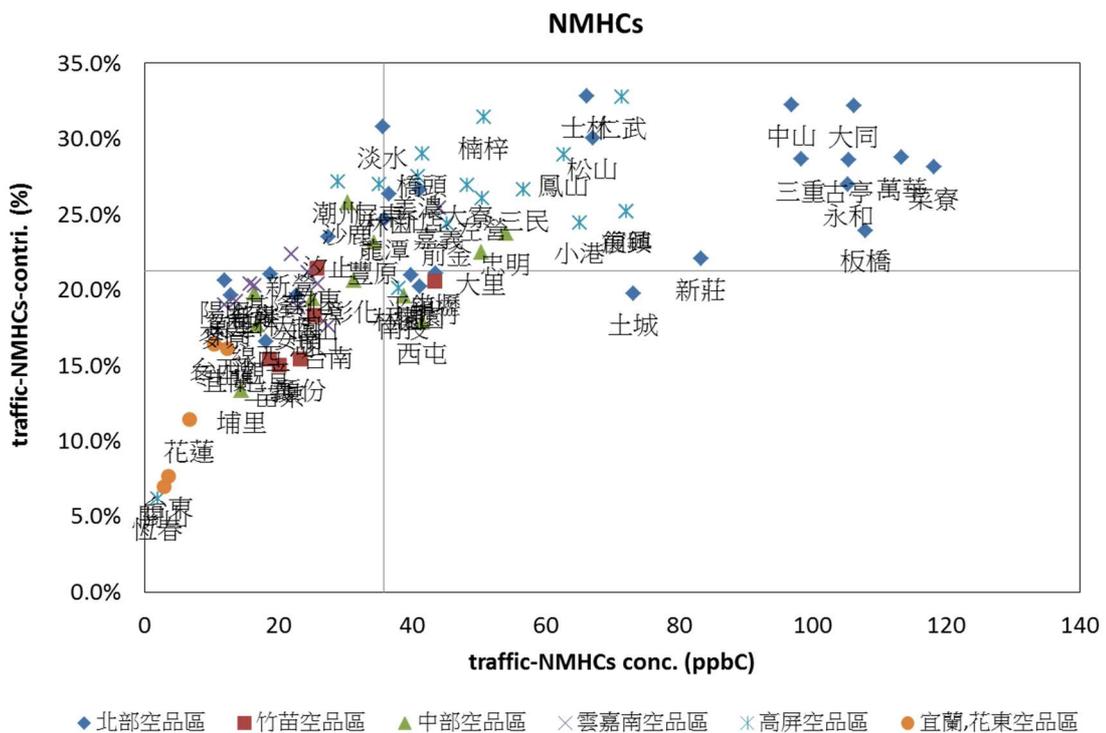
#### (4) 空品模式結果討論

本計畫將各測站依據交通空污減量優先順序原則，進行分類歸納後，分析結果如表 4.3-7 所示；A 區與 B 區測站多座落於我國六都內，足見臺灣都會地區在交通空污減量需有持續改善之需要。此外，本節透過空品模式模擬交通空污影響程度空間分布之模擬分析結果也與前文利用 TEDS 排放量、交通空品觀測資料分析空污熱點結果符合。因此，後續交通污染熱點成因探討與管理措施建議，將著重探討六都都會區；另外，因 PM<sub>2.5</sub> 對於人體健康影響較為受關切，而 NO<sub>x</sub> 又為其交通排放之重要 PM 前驅物，故後續成因探討與管控策略，僅針對此兩污染物進行探討。

(a)



(b)

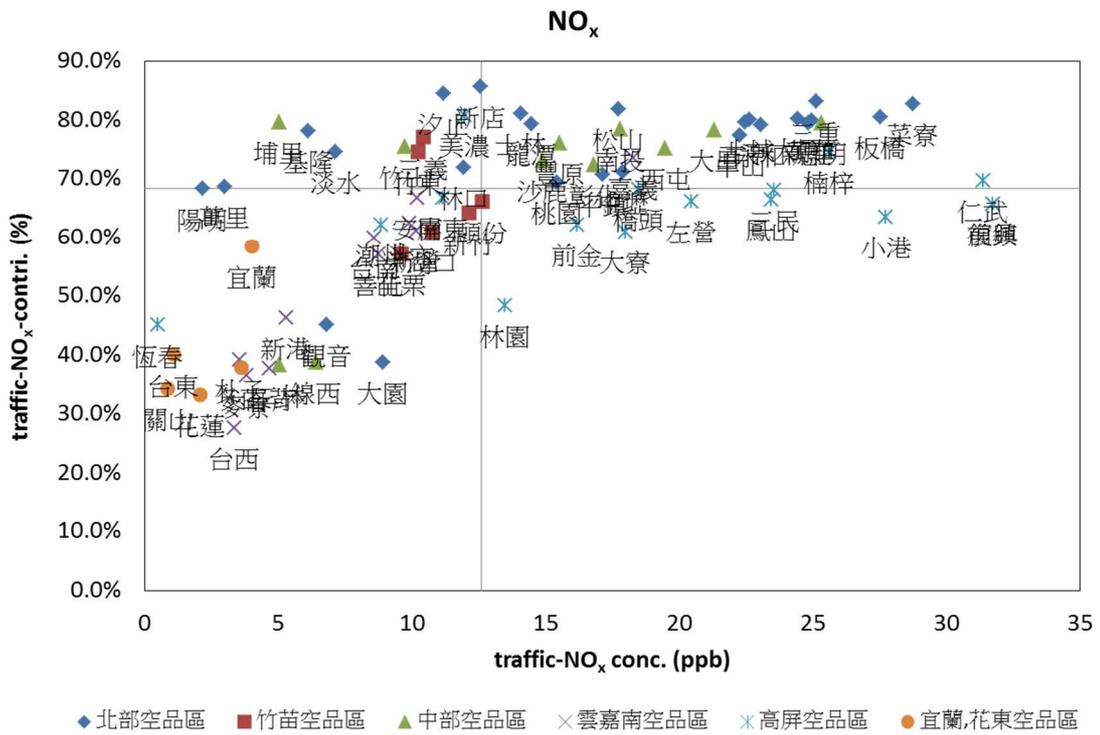


資料來源：本計畫繪製

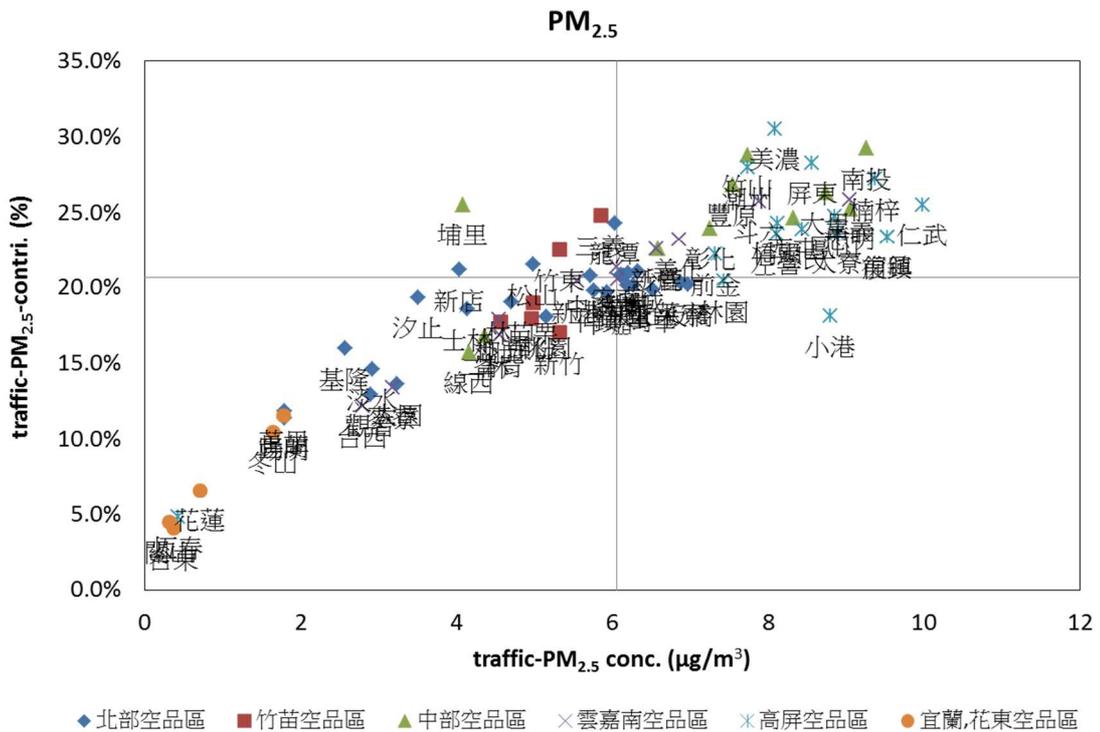
圖 4.3.28 空品測站污染物貢獻比例 vs.貢獻比例：

(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>

(c)



(d)



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.28 空品測站污染物貢獻比例 vs. 貢獻比例(續)：

(a)CO、(b)NMHC、(c)NO<sub>x</sub>、(d)PM<sub>2.5</sub>

表 4.3-7 各測站交通污染貢獻濃度與比例之歸類結果

行政區	測站	測站類型	CO			NO <sub>x</sub>			PM <sub>2.5</sub>			NMHC		
			濃度 (ppb)	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (ppb)	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (ppbC)	貢獻比例 (%)	減量優先順序
基隆市	基隆	一般	33.2	13.3%	D	6.13	78.0%	C	2.58	16.0%	D	18.80	21.0%	D
臺北市	士林	一般	123.0	35.3%	A	14.07	81.0%	A	4.14	18.6%	D	66.16	32.8%	A
	大同	交通	192.0	44.5%	A	24.46	80.1%	A	6.15	20.8%	A	106.18	32.2%	A
	中山	一般	178.5	43.4%	A	22.29	77.3%	A	5.72	20.8%	C	96.86	32.2%	A
	古亭	一般	189.4	45.3%	A	22.48	79.5%	A	6.11	20.8%	A	105.37	28.6%	A
	松山	一般	126.9	36.4%	A	17.72	81.8%	A	4.98	21.5%	C	67.06	30.1%	A
	陽明	公園	22.8	9.3%	D	2.16	68.2%	D	1.79	11.4%	D	12.04	20.6%	D
	萬華	一般	199.5	44.7%	A	24.98	79.8%	A	6.52	19.8%	B	113.39	28.8%	A
新北市	三重	交通	179.3	43.0%	A	25.14	83.0%	A	6.19	20.2%	B	98.34	28.7%	A
	土城	一般	133.0	37.2%	A	22.64	80.0%	A	6.33	21.1%	A	73.12	19.7%	B
	永和	交通	187.8	44.3%	A	23.05	79.1%	A	6.27	20.1%	B	105.35	27.0%	A
	汐止	一般	48.6	18.3%	D	11.19	84.4%	C	3.50	19.4%	D	27.54	23.6%	C
	板橋	一般	187.5	45.0%	A	27.53	80.4%	A	6.97	20.2%	B	107.98	24.0%	A
	林口	一般	64.5	22.6%	A	11.94	71.9%	C	4.71	19.1%	D	36.58	26.4%	A
	淡水	一般	60.7	21.8%	C	7.15	74.5%	C	2.92	14.6%	D	35.64	30.8%	C
	菜寮	一般	206.4	46.2%	A	28.75	82.7%	A	6.88	20.3%	B	118.16	28.1%	A
	新店	一般	78.4	26.4%	A	12.57	85.6%	C	4.04	21.2%	C	41.19	26.6%	A
	新莊	一般	149.5	39.6%	A	24.84	79.4%	A	6.21	20.9%	A	83.34	22.1%	A
萬里	背景兼一般	22.9	9.5%	D	2.98	68.6%	C	1.80	11.9%	D	12.92	19.6%	D	
桃園市	大園	一般	38.9	14.2%	D	8.92	38.7%	D	3.24	13.6%	D	22.81	19.6%	D
	中壢	交通	71.2	23.8%	A	17.91	71.1%	A	5.93	19.7%	D	43.53	21.1%	B
	平鎮	一般	65.7	22.6%	A	17.13	70.6%	A	5.76	19.8%	D	39.87	21.0%	B
	桃園	一般	67.6	23.2%	A	15.43	69.3%	A	5.16	18.1%	D	41.17	20.2%	B
	龍潭	一般	60.8	21.7%	B	14.47	79.2%	A	6.04	24.3%	C	35.96	24.7%	A
	觀音	背景	30.7	12.3%	D	6.82	45.1%	D	2.90	12.9%	D	18.20	16.6%	D
新竹市	新竹	一般	64.7	22.7%	A	12.13	64.0%	D	5.32	17.0%	D	43.48	20.5%	B
新竹縣	竹東	一般	42.8	16.5%	D	10.24	74.4%	C	5.32	22.5%	C	25.76	21.4%	C
	湖口	一般	42.8	16.3%	D	10.74	60.7%	D	4.57	17.7%	D	25.45	18.3%	D
苗栗縣	三義	背景兼一般	31.8	12.5%	D	10.43	76.9%	C	5.86	24.8%	C	18.72	15.4%	D
	苗栗	一般	32.1	12.8%	D	9.62	57.0%	D	4.98	19.0%	D	20.20	15.0%	D
	頭份	工業	37.0	14.5%	D	12.63	66.0%	B	4.97	18.0%	D	23.34	15.4%	D
臺中市	大里	一般	76.0	24.7%	A	21.33	78.3%	A	8.74	26.3%	A	50.35	22.4%	A
	西屯	一般	63.9	21.8%	A	19.49	75.1%	A	8.32	24.6%	A	41.58	17.8%	B
	沙鹿	一般	47.9	17.8%	D	14.89	73.0%	A	6.59	22.6%	A	30.35	25.8%	C
	忠明	一般	81.9	25.3%	A	25.35	79.3%	A	9.05	25.2%	A	54.06	23.8%	A
	豐原	一般	54.7	18.8%	D	15.54	75.9%	A	7.55	26.9%	A	34.39	23.1%	C
彰化縣	二林	一般	26.9	10.8%	D	5.05	38.3%	D	4.37	16.8%	D	16.44	19.7%	D
	彰化	一般	49.5	18.1%	D	16.83	72.2%	A	7.26	23.9%	A	31.28	20.6%	D
	線西	工業	28.2	11.0%	D	6.40	38.6%	D	4.16	15.7%	D	16.86	17.7%	D

資料來源：本計畫繪製

表 4.3-7 各測站交通污染貢獻濃度與比例之歸類結果 (續)

行政區	測站	測站類型	CO			NO <sub>x</sub>			PM <sub>2.5</sub>			NMHC		
			濃度 (ppb)	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (ppb)	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	貢獻比例 (%)	減量優先順序	濃度 (ppbC)	貢獻比例 (%)	減量優先順序
南投縣	竹山	一般	43.0	16.5%	D	9.75	75.3%	C	7.74	28.8%	A	25.20	19.4%	D
	南投	一般	63.1	21.8%	A	17.80	78.3%	A	9.26	29.3%	A	38.84	19.6%	B
	埔里	其它測站	29.5	11.5%	D	5.04	79.5%	C	4.09	25.5%	C	14.52	13.3%	D
雲林縣	斗六	一般	41.2	15.8%	D	9.89	62.3%	D	7.88	25.7%	A	25.88	20.4%	D
	台西	工業	18.1	7.5%	D	3.36	27.5%	D	2.80	12.2%	D	10.72	16.8%	D
	崙背	一般	26.2	10.6%	D	4.68	37.6%	D	4.56	16.9%	D	15.80	20.4%	D
	麥寮	工業	19.9	8.3%	D	3.82	36.4%	D	3.18	13.4%	D	12.01	19.0%	D
嘉義縣	朴子	一般	22.8	9.5%	D	3.57	39.1%	D	4.55	17.9%	D	13.65	19.2%	D
	新港	一般	27.3	11.1%	D	5.28	46.2%	D	5.55	20.4%	D	16.42	20.3%	D
	嘉義	一般	67.7	23.6%	A	18.28	73.4%	A	9.05	25.9%	A	44.06	25.5%	A
臺南市	臺南	一般	39.4	15.3%	D	8.60	59.9%	D	6.07	20.6%	B	27.54	17.6%	D
	安南	一般	35.4	14.1%	D	10.22	66.6%	D	6.06	21.4%	C	23.02	18.9%	D
	善化	一般	38.0	14.9%	D	8.76	57.0%	D	6.85	23.2%	A	24.50	21.1%	D
	新營	一般	34.8	13.8%	D	10.16	61.1%	D	6.56	22.5%	A	21.92	22.4%	C
高雄市	大寮	一般	86.6	28.1%	A	18.00	60.9%	B	8.89	23.7%	A	48.37	26.9%	A
	小港	一般	117.2	30.4%	A	25.75	58.8%	B	8.80	18.1%	B	65.15	24.5%	A
	仁武	一般	126.6	36.9%	A	31.40	69.6%	A	9.99	25.5%	A	71.43	32.8%	A
	左營	一般	90.4	29.6%	A	20.46	66.1%	B	8.11	23.6%	A	50.61	26.1%	A
	林園	一般	67.7	22.7%	A	13.48	48.3%	B	7.43	20.4%	B	37.98	20.1%	B
	前金	一般	80.5	26.6%	A	16.20	62.0%	B	7.33	22.2%	A	45.24	24.4%	A
	前鎮	工業	131.5	36.3%	A	31.75	65.6%	B	9.53	23.4%	A	72.19	25.2%	A
	美濃	一般	81.2	28.1%	A	11.98	80.7%	C	8.09	30.5%	A	45.90	35.7%	A
	復興	交通	131.5	36.3%	A	31.75	65.6%	B	9.53	23.4%	A	72.19	25.2%	A
	楠梓	一般	93.1	30.3%	A	25.62	74.4%	A	9.37	27.2%	A	50.79	31.4%	A
屏東縣	鳳山	交通	111.0	33.2%	A	23.45	66.3%	B	8.85	24.7%	A	62.80	29.0%	A
	橋頭	背景	74.3	25.9%	A	18.48	68.1%	B	8.12	24.3%	A	41.63	29.0%	A
	屏東	一般	57.4	21.1%	D	11.15	66.6%	D	8.57	28.3%	A	35.12	27.0%	C
宜蘭縣	恆春	公園兼一般	3.7	1.7%	D	0.48	45.0%	D	0.43	4.8%	D	1.97	6.2%	D
	潮州	一般	46.7	18.1%	D	8.84	62.1%	D	7.74	28.0%	A	28.99	27.2%	C
花蓮縣	冬山	一般	16.8	7.3%	D	3.62	37.8%	D	1.64	10.5%	D	10.46	16.4%	D
	宜蘭	一般	19.8	8.4%	D	4.01	58.3%	D	1.78	11.6%	D	12.42	16.1%	D
臺東縣	花蓮	一般	9.6	4.3%	D	2.06	33.2%	D	0.71	6.6%	D	6.65	11.4%	D
	臺東	一般	6.3	2.9%	D	1.07	39.9%	D	0.37	4.1%	D	3.50	7.7%	D
	關山	其它測站	5.8	2.6%	D	0.87	34.2%	D	0.32	4.5%	D	2.93	7.0%	D

資料來源：本計畫繪製

## 4.3.4 交通空污熱點成因解析

### 1. 交通空污熱點歸類及命名

綜合前述 3 種解析交通空污熱區之分析結果，可依受交通空污影響之程度歸類及命名，說明如下：

#### (1) 交通污染熱區

該類型鄰近區域為具高交通空污排放量之網格點，鄰近測站污染物觀測資料與交通排放之相關性 $>0.7$ ，且交通空污模擬濃度為中位數以上，鄰近地區之空品測站為多集中於人口較為密集之都會區，如萬華、板橋、菜寮等站。

#### (2) 污染複雜區域

該類型鄰近區域為具高交通空污排放量之網格點，交通空污模擬濃度為中位數以上，但鄰近測站污染物觀測資料與交通排放之相關性 $<0.7$ ，鄰近地區之空品測站為多集中於人口較為密集、但鄰近重大工業區之都會區，像是楠梓、前金、小港等站。

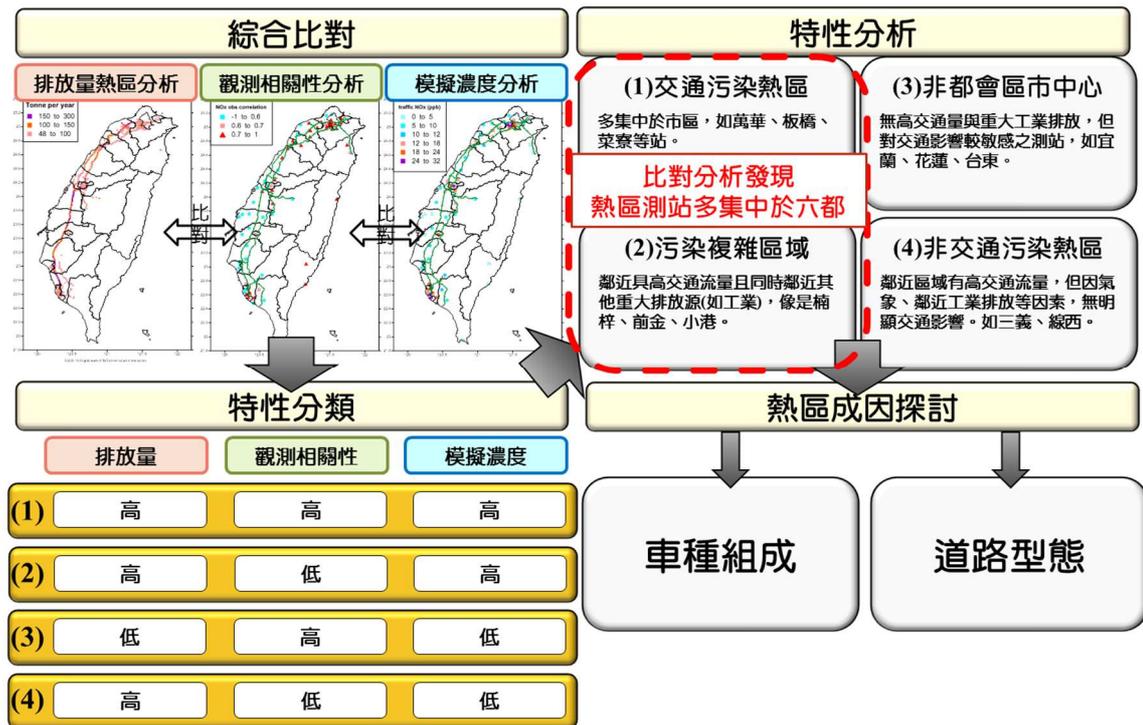
#### (3) 非都會區之市中心

該類型鄰近區域無高交通空污排放量之網格點，交通空污模擬濃度為中位數以下，但鄰近測站污染物觀測資料與交通排放之相關性 $>0.7$ ，鄰近地區之空品測站為多位於非人口密集縣市、且鄰近區域無重大工業區影響之市區，像是宜蘭、花蓮、臺東等站。

#### (4) 非交通污染熱區

該類型鄰近區域雖具有高交通空污排放量之網格點，如鄰近快速道路、交流道等區域，但因受氣象與地形等影響，污染物濃度受傳輸、擴散等效應稀釋，並非受交通空污影響之主要區域，使其交通空污模擬濃度為中位數以下，且鄰近測站污染物觀測資料與交通排放之相關性 $<0.7$ ，鄰近地區之空品測站為位於交通要道上風區域、或鄰近重大工業區，例如三義、線西等站。

有關上述對交通空污熱區之解析流程概念如圖 4.3.29 所示，其中交通空污影響較大之區域「交通污染熱區」、「污染複雜區域」等地區大部分集中於我國六都。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.29 交通空污熱點主要區域及成因分析流程

## 2. 六都交通污染熱點成因解析

綜前所述，交通空污熱點明顯集中於都會區內，特別在六都，而不同地區之交通空污成因又以車種組成及道路型態差異最為顯著。另一方面，因 PM<sub>2.5</sub> 污染物對人體健康影響較受關切，而 NO<sub>x</sub> 亦為其交通排放之重要 PM 前驅物。因此，後續討論僅針對 PM<sub>2.5</sub> 與 NO<sub>x</sub> 兩種污染物在不同車種及道路型態進行比較說明。

### (1) 車種組成

依據 TEDS 10.0 之各類型車種空污排放量，重新彙整六都內之交通空污排放熱點（為排放量前 50% 之網格點），而將車種區分為柴油大貨車、柴油大客車（含公車、客運）、柴油小貨車、柴油小客車、汽油小貨車、汽油小客車，以及其他車種。

圖 4.3.30 為六都交通污染熱點內之不同車種在 PM<sub>2.5</sub> 與 NO<sub>x</sub> 之貢獻比例，以下針對六都之車種組成及污染貢獻比例差異進行說明：

### ①PM<sub>2.5</sub>

六都內 PM<sub>2.5</sub> 主要貢獻車種為柴油大貨車、汽油小客車、機車、柴油小貨車。不同都會區之排放來源亦有所不同，各市 PM<sub>2.5</sub> 主要前 3 名車種與排放占比如下：

臺北市：汽小客(45%)>機車(20%)>柴大貨(13%)

新北市：汽小客(30%)>柴大貨(27%)>機車(18%)

桃園市：柴大貨(38%)>汽小客(30%)>柴小貨(11%)

臺中市：柴大貨(38%)>汽小客(26%)>柴小貨(13%)

臺南市：柴大貨(44%)>汽小客(21%)>機車(14%)

高雄市：柴大貨(41%)>機車(21%)>汽小客(19%)

整體而言，雙北地區汽油小客車占比較大，而桃園以南部都會區則以柴油大客車占比較大。機車在雙北地區、臺南市，以及高雄市有較高的比例，並且排放皆在市區內（位於交通污染熱點）。整體而言，減少私人汽機車使用為有效減少 PM<sub>2.5</sub> 之管理策略。

### ②NO<sub>x</sub>

六都 NO<sub>x</sub> 主要前 3 名車種與排放占比如下：

臺北市：汽小客(36%)>柴大貨(24%)>柴大客(21%)

新北市：柴大貨(51%)>>汽小客(15%)>柴大客(13%)

桃園市：柴大貨(65%)>>汽小客(13%)>柴大客(7%)

臺中市：柴大貨(64%)>>汽小客(12%)>柴大客(8%)

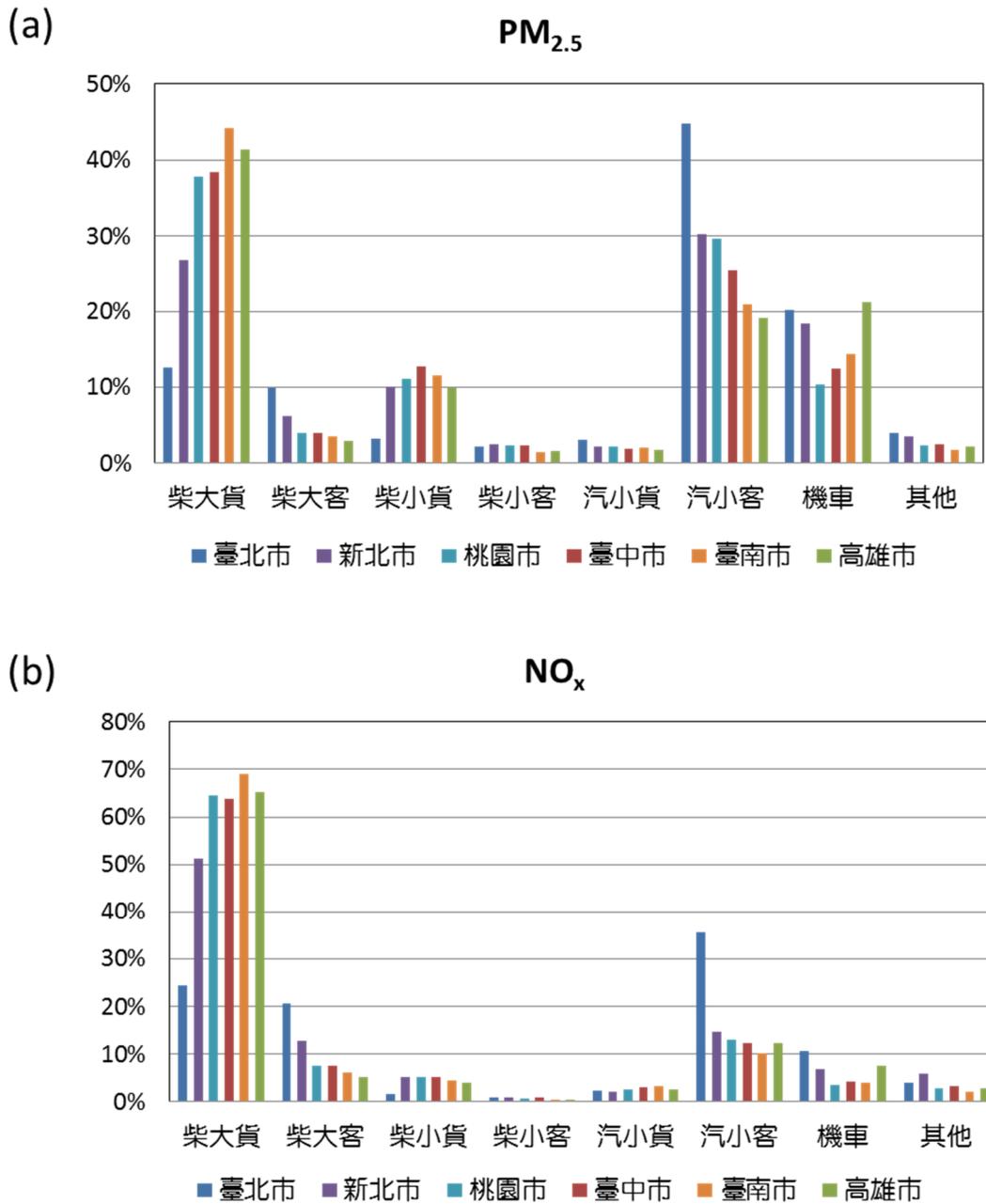
臺南市：柴大貨(69%)>>汽小客(10%)>柴大客(8%)

高雄市：柴大貨(65%)>>汽小客(12%)>機車(8%)

除了臺北市以外，柴油大貨車排放為交通 NO<sub>x</sub> 主要排放來源，而臺北市主要排放源以汽油小客車為主。如圖 4.3.31 雖然柴油大貨車排放係數遠高於汽油小客車，但因為臺北市汽小客數量遠高於柴大貨，因此貢獻來源仍以汽小客為主。

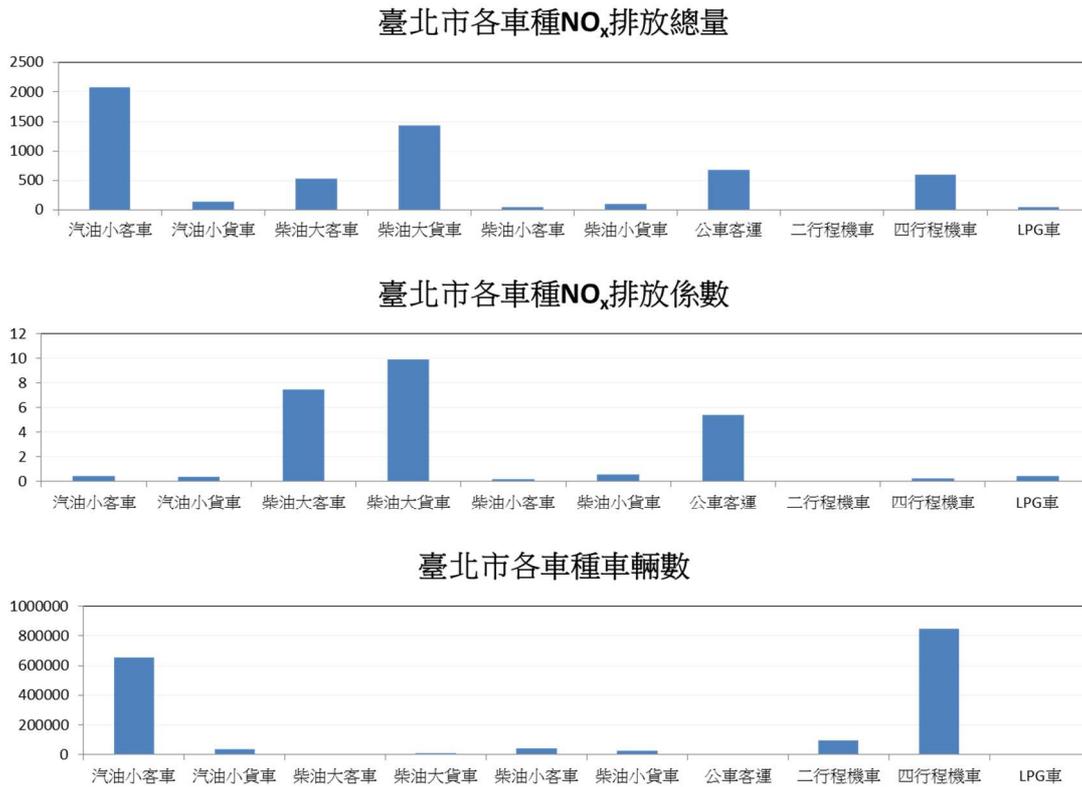
因此在減少 NO<sub>x</sub> 管理策略上，應盡量降低柴大貨之基礎排放率（排放係數），但對於臺北市區而言，應盡量減少小客車之使用，此外，柴油大客車（包含公車、客運）排放雖遠低於柴油大貨車，

但仍為亦為主要排放車種之一，因此有推動市區公車使用低污染公車/客運之必要性，以降低市區內之 NO<sub>x</sub> 濃度。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.30 六都交通空污熱點各車種排放量占比：(a)PM<sub>2.5</sub>; (b)NO<sub>x</sub>



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.31 臺北市不同車種之 NO<sub>x</sub> 排放總量、排放係數、與車輛數

## (2) 道路型態

TEDS 10.0 之道路型態可區分為國道、省道、縣（市）道及一般道路，在此將 TEDS 六都內之交通空污排放熱點之高排放量網格與交通路網數值圖套疊，解析高排放量網格點之道路分布型態。以 NO<sub>x</sub> 為例，套疊結果如圖 4.3.32 所示，綠色線條為國道，灰色線條為省道、縣（市）道及一般道路，從前述圖層分析可獲得以下發現：

### ① 北部地區排放集中於市區道路

臺北市、新北市交通熱點排放量明顯分布於市區道路，因此市區道路排放高於國道排放，尤其在臺北市、新北市交界區域，皆為高排放量網格點，足見兩市之間交通流量甚大，推測為兩市之間來往交通活動所產生之交通量，呈現明顯之排放來源。

## ②桃園市以南排放集中於國道

桃園市、臺中市、臺南市、高雄市交通熱點排放量明顯分布於國道，市區道路排放僅主要分布於鄰近市中心區域，整體而言，國道產生排放量明顯高於市區道路產生之排放量。

## ③南部地區國道 1 號排放量高於國道 3 號

臺南市、高雄市的交通空污熱點排放量在國道 1 號明顯高於國道 3 號，在此推測可能是因為大貨車、聯結車等大型車種主要行駛路線為通往港區、工業區，因此大型車輛對於國道 1 號使用需求高於國道 3 號，故在國道 1 號呈現較高之排放量。

### 3. 解析臺北市 VD 資料案例

由於臺北市具有相當完善且密度極高 VD 資料，故本計畫特別探討臺北市交通空污熱點之發生區域，以探討臺北市熱點發生成因。從車種組成分析發現臺北市為六都中以汽小客車影響為主交通空污熱點。圖 4.3.33 為臺北市 VD 每日小型車平均車流量空間分布統計，可掌握交通擁擠熱點，說明如下：

#### (1) 市中心聯外道路與橋梁

如忠孝橋、臺北橋、重陽橋、中正橋、環河南/北路、環河西路、水源快速道路等。

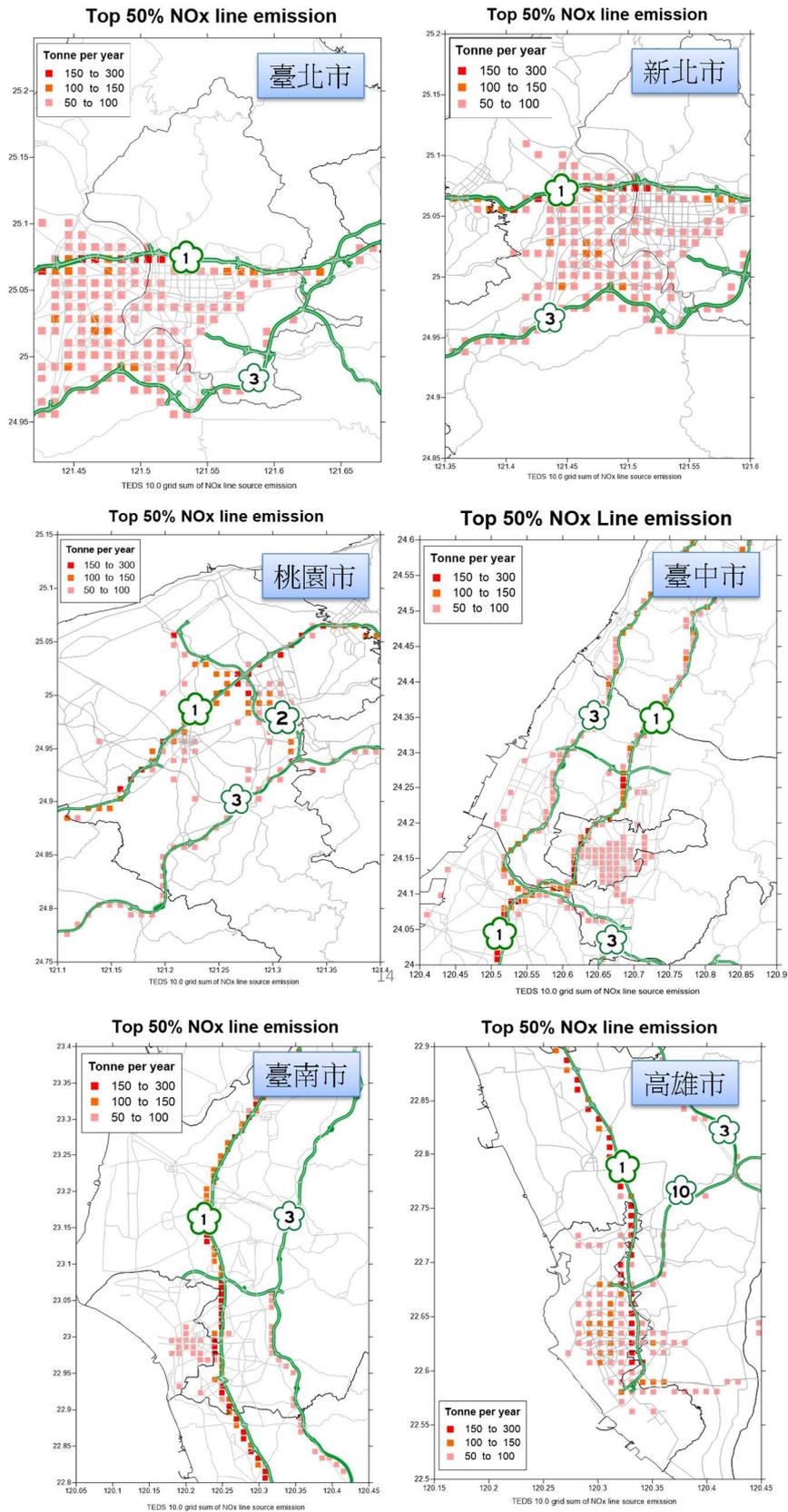
#### (2) 高速公路、高架道路匝道

堤頂交流道、臺北交流道、圓山交流道、市民大道高架道路出口、建國高架道路出口、中山路匝道（新北）。

#### (3) 市區主要幹道

市民大道、市民大道高架道路、建國南／北路、建國高架道路。

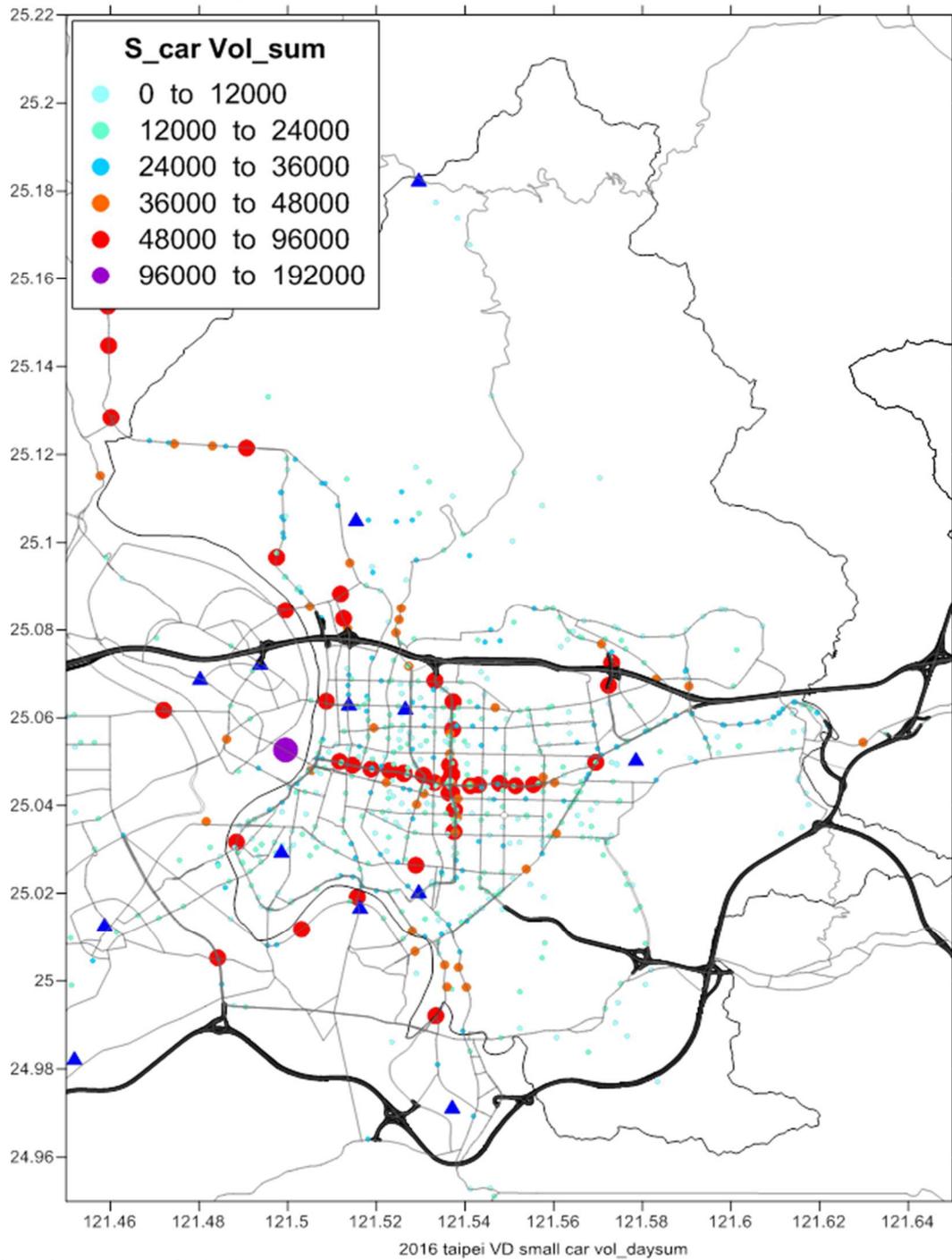
根據交通熱點之空間分布結果，可發現除了市區主要幹道外，臺北市外圍經過車輛必經道路，如聯外道路、橋梁、匝道等地區車流量相對較高，故可推測來自其它縣市以外之交通量大，故臺北市交通污染除了設籍於臺北市之車輛外，往來臺北市與其它縣市之車輛造成之空污亦相當可觀。因此，如何將私人小客車轉移使用公共運輸，降低私人運具使用之排放量，為臺北市交通空污管理策略之重要推動方向。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.32 六都之 NO<sub>x</sub> 排放量熱點空間分布

# Taipei VD small car\_vol\_weekday



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.33 臺北市每日小型車車流量空間分布統計

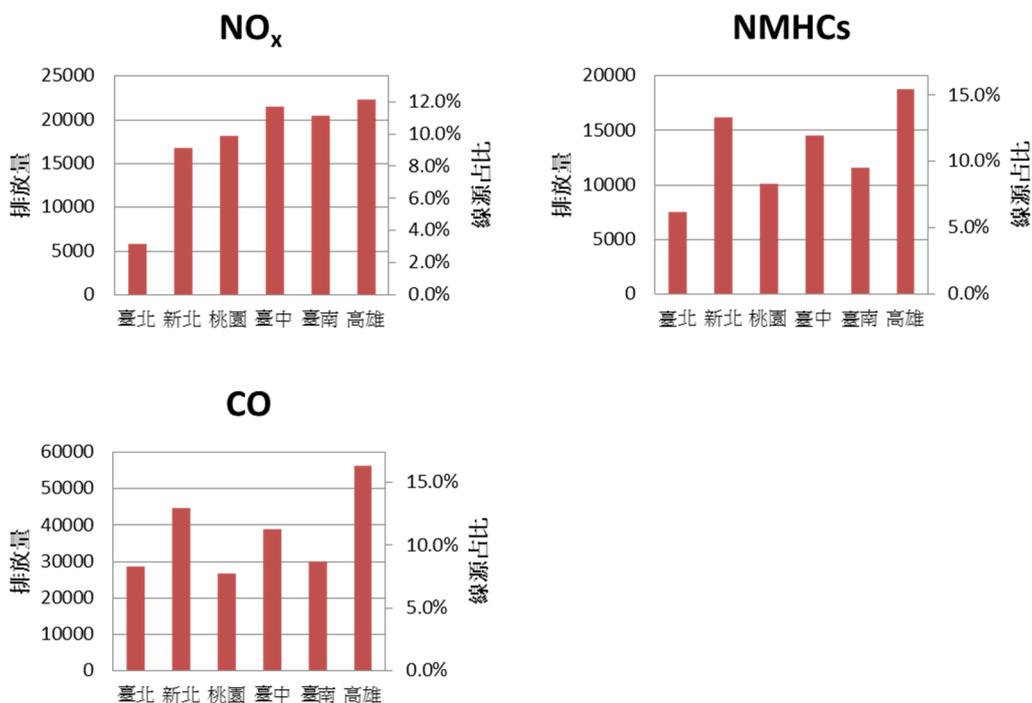
#### 4. 解析污染源複雜區域案例

由於我國工業區設置常鄰近交通要道，形成交通／工業污染混合複雜區域。在空品測站當中所監測之空氣污染物質，如  $\text{NO}_x$ 、NMHC、CO、PM 等，在各類型排放源之中並無獨特性。因此，要從複雜環境當中釐清交通源對空氣品質的影響，需藉由適當分析方法解析交通源貢獻後，方才能找出該區域交通空污之主因，以利擬定相對應管理措施。

本計畫以高雄市小港區為例，利用前述章節中，使用之觀測資料、排放量熱點資料，分析比對空品測站與交通測站污染物時序變化相關性，並解析高排放量網格空間分布及 VD 資料，探討該區域交通空污可能成因。

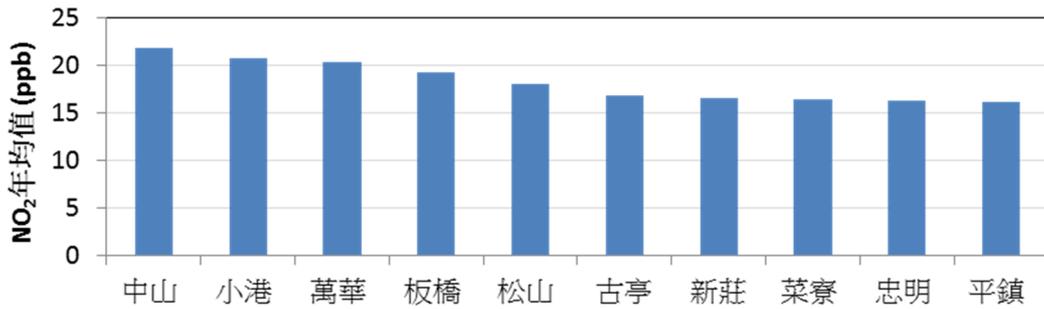
##### (1) 小港測站環境背景說明

根據 TEDS 排放資料統計，高雄市  $\text{NO}_x$ 、NMHC、CO 等交通空污排放量為六都最高（如圖 4.3.34）， $\text{NO}_x$  排放量略高於臺中市與臺南市，而 CO 與 NMHC 排放量則明顯高於其它都市。又根據環保署 107 年空氣品質監測報告顯示，小港站係我國一般測站中  $\text{NO}_2$  年均值第 2 高測站（如圖 4.3.35），顯示有釐清其交通源貢獻之必要。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.34 六都交通污染源氣狀污染物排放量與占比



資料來源：環保署 107 年空氣品質監測報告

圖 4.3.35 NO<sub>2</sub> 年平均值前 10 之一般空品測站

觀察小港區內重要排放源及周邊設施(如圖 4.3.36)，可發現小港站不僅鄰近高雄臨海工業區，同時周圍亦有高雄港、小港機場，且鄰近國道、快速道路、省道等主要道路，交通空污排放情形相當複雜。而從前文關聯性分析結果呈現，小港站 CO、NO<sub>x</sub> 與交通測站相關性呈現中度相關到高度相關之間，而空品模式模擬結果，小港站為交通空污貢獻濃度相對較高測站。



資料來源：本計畫於 google map 截取整理

圖 4.3.36 小港站地理位置與周邊重要工業及移動源設施

## (2) 高雄市小港站交通污染特性解析

### ①小港站空氣污染物與交通排放之相關性

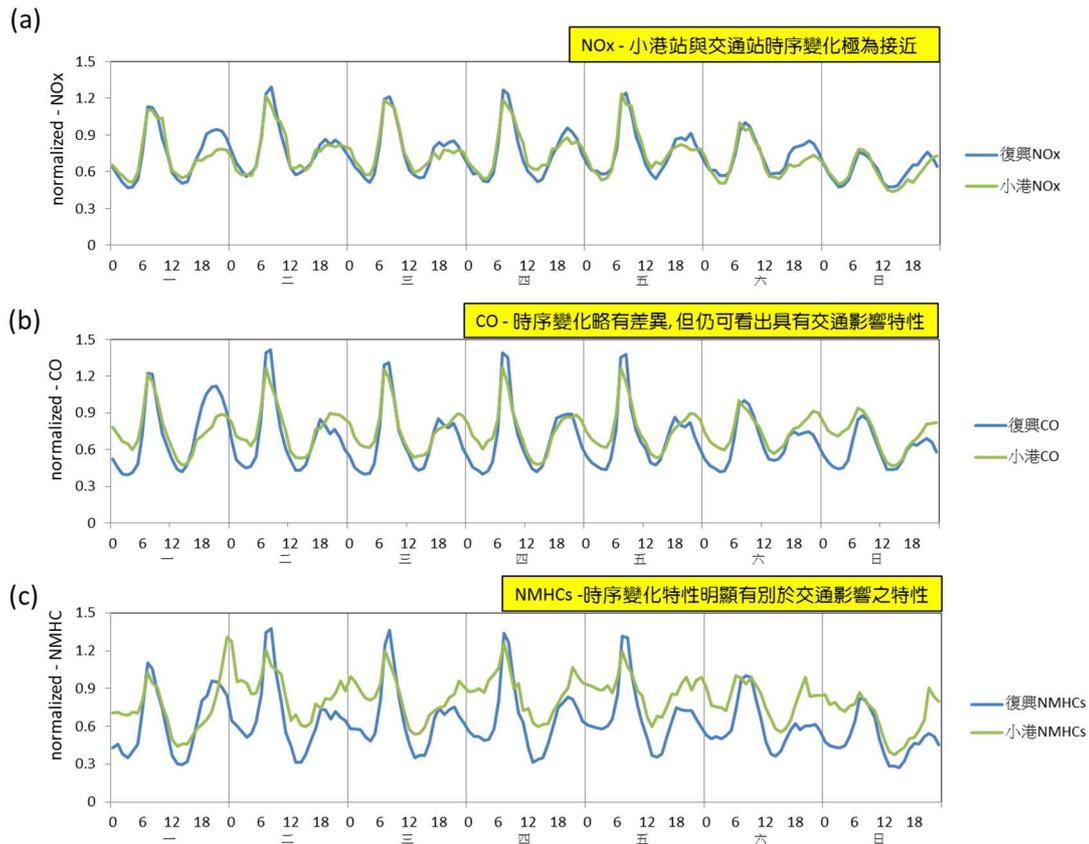
為能完整呈現且釐清小港站受交通污染影響特性，除了 NO<sub>x</sub>、CO 以外，在此亦納入鄰近測站之 NMHC 觀測資料與交通測站進行污染物時序變化相關性比對分析，分析結果如表 4.3-8。

統計關聯性分析結果呈現，NO<sub>x</sub> 為高度相關 (>0.7)，CO 則為略低 (0.6~0.7)，而 NMHC 則呈現最低的相關性。為確認上述空品觀測相關性具當地交通污染物時序變化特徵，圖 4.3.37 顯示小港站與鄰近復興交通測站時序變化趨勢，確實顯示在 NO<sub>x</sub> 部分，兩者間時序趨勢變化極為相近，CO 雖略有差異，惟在 NMHC 則明顯有別於交通影響特徵，但整體變化趨勢仍可看出其受到交通排放影響之特性。

表 4.3-8 高雄市各測站與交通測站污染時序相關性

編號	站名	交通污染時序相關性		
		CO	NO <sub>x</sub>	NMHC
1	橋頭	0.793	0.624	---
2	楠梓	0.840	0.580	0.482
3	仁武	0.766	0.705	0.336
4	左營	0.631	0.482	0.363
5	前金	0.735	0.499	0.454
6	鳳山	交通站	交通站	交通站
7	復興	交通站	交通站	交通站
8	前鎮	0.748	0.754	0.545
<b>9</b>	<b>小港</b>	<b>0.663</b>	<b>0.764</b>	<b>0.440</b>
10	大寮	0.640	0.715	0.221
11	林園	0.245	0.212	-0.037

資料來源：本計畫繪製



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.37 小港站與復興交通站污染物時序變化相關性分析：  
(a)NO<sub>x</sub>、(b)CO、(c)NMHC

### ②小港站鄰近區域 VD 資料解析

圖 4.3.38 呈現使用高雄市 VD 資料 (2016 年) 分析各 VD 點位之車流量分布情形，小型車主要多集中於高雄市區內，然在小港站鄰近區域則有較高之大型車車流量，進一步比對各 VD 點位的車輛組成也呈現，小港站鄰近道路多以大型車輛占比偏高，可合理推論可能源自於臨海工業區或高雄港區的柴油大型車輛所致。

除此之外，本計畫同時比對小港站及復興站 (交通測站) 距離最相近之 VD 測點車流量資料，結果顯示復興測站的總車流量約為小港站的 1.7 倍，但其大型車輛占比大致雷同 (約占比 11% 及 14%)。而由 TEDS 排放量推估結果已說明 NO<sub>x</sub> 主要排放車種為柴油大貨車。因此，分析發現小港測站 NO<sub>x</sub> 濃度趨勢變化可能受移動污染源影響高。但就 NMHC 而言，交通源 NMHC 排放係以小客車及機車

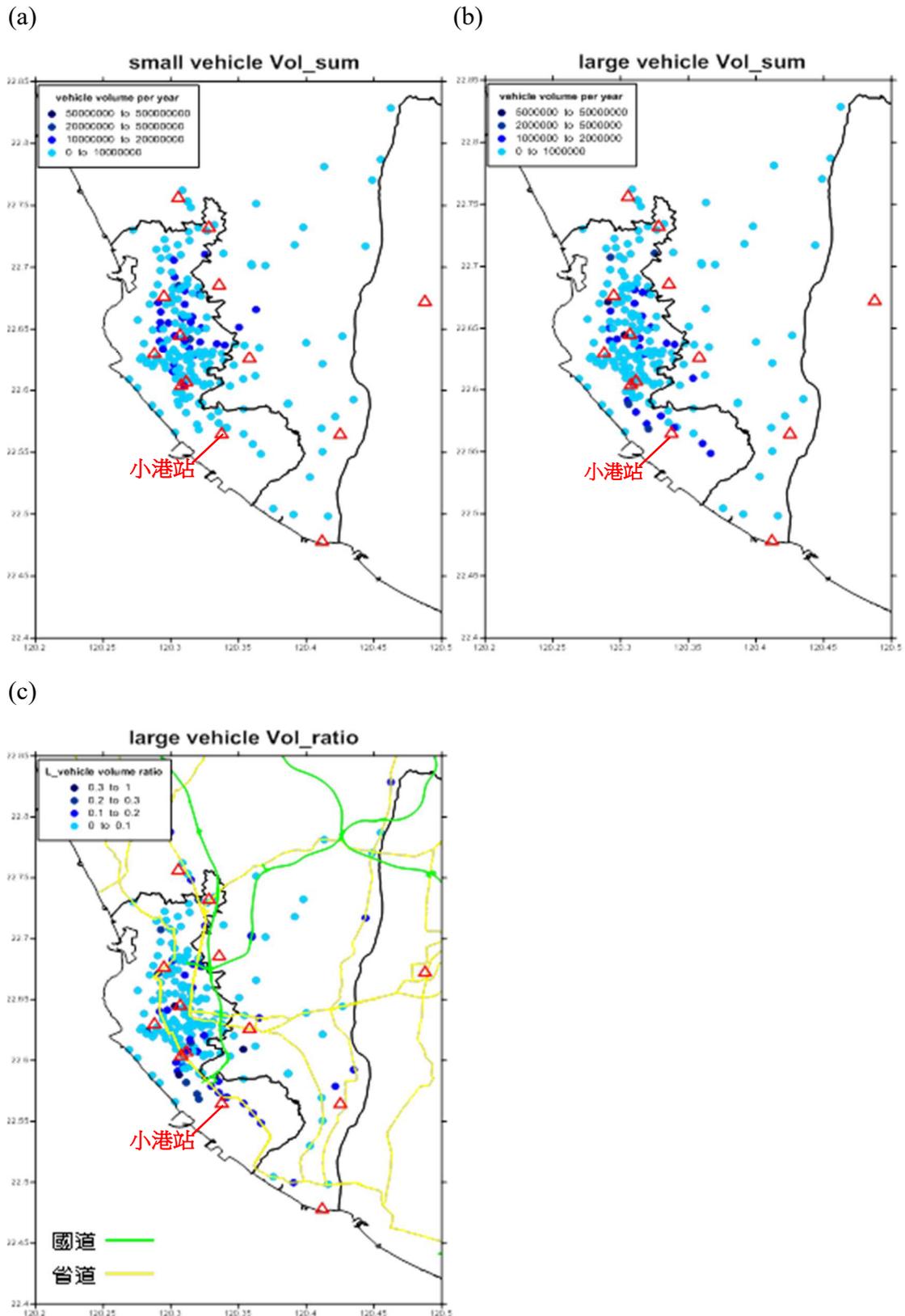
為主，與  $\text{NO}_x$  與影響成因不同，故在小港站周圍應有其它重要的 NMHC 排放來源存在，以至相關性較低。

### ③小港站鄰近區域 TEDS 資料解析

此外，根據 TEDS 資料分析高雄市境內工業源  $\text{NO}_x$  排放總量顯著高於移動污染源(高雄市  $\text{NO}_x$  排放比例，工業:車輛=51%:35%)，但由排放量空間分布可見(圖 4.3.39)，較大工業源排放與小港測站具有一定距離，而在鄰近測站周邊即有較大之移動污染源。

此外，配合當地氣象條件，小港站主要風向以東北風及西風為主，依據地理位置判斷，小港站東北方向有省道通過(約 500 公尺內)，以及鄰近小港機場(約 800 公尺)，而西邊方向則鄰近高雄港，顯示具有很高機會受到移動污染源影響，造成小港站  $\text{NO}_x$  時序變化與交通測站具有高相關性，而反應周邊受到交通污染源影響。

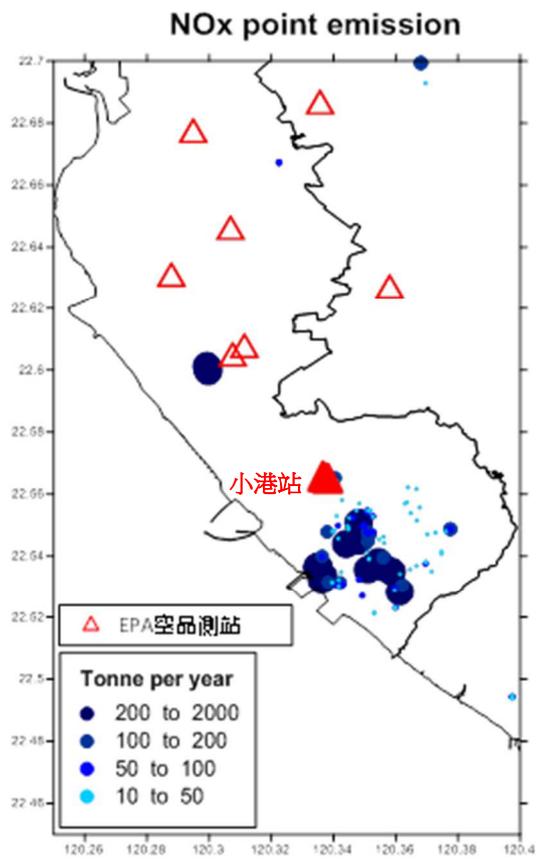
從本案例例分析發現小港測站周邊除了交通源外，亦可能受到其他污染排放源之影響，倘單以排放量解析當地空氣品質，僅能獲得區域性整體各污染物排放總量情形，若能搭配運用高排放量占比網格篩選出需關注之污染源影響範圍，並分析空品測站與交通測站之關連性，可再掌握受交通源影響程度。若進一步再結合車流、氣象、車種比例等資料，可完整釐清上述具高度相關性測站受交通污染源影響之成因與來源。



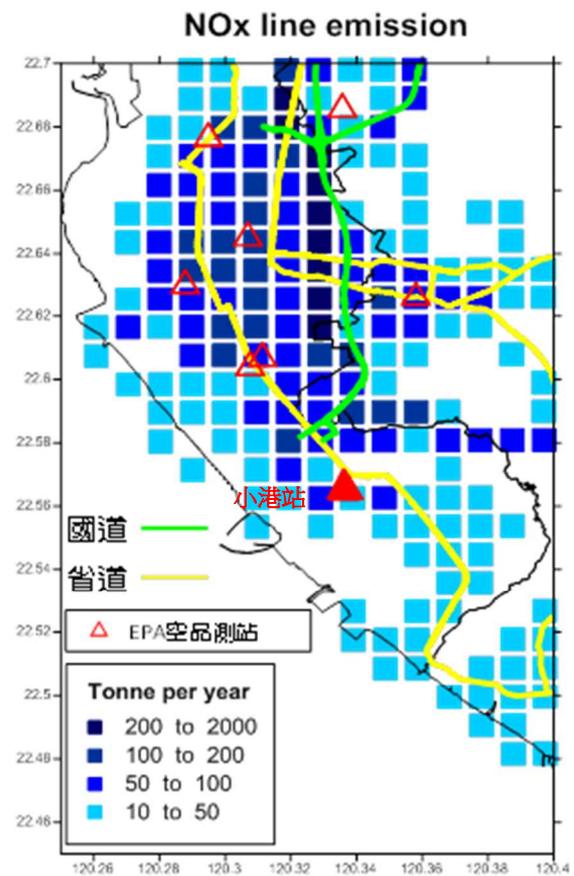
資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.38 小港測站周邊交通量與車種組成關係：  
 (a)小型車車流量、(b)大型車車流量、(c)大型車車流量占比

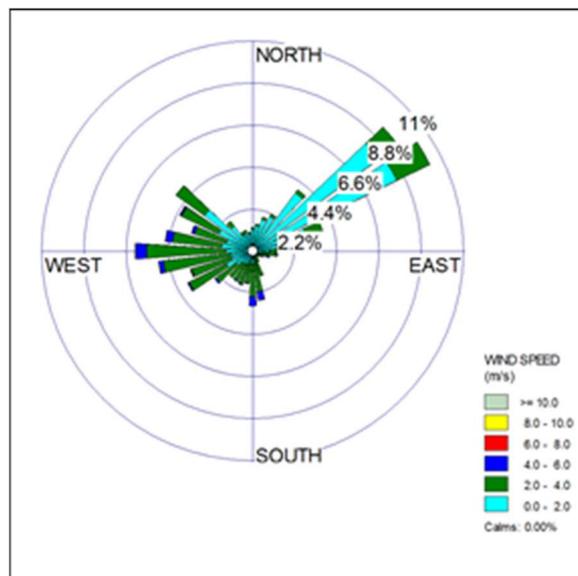
(a)



(b)



(c)



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.39 小港測站鄰近地區 NO<sub>x</sub> 污染源分布及氣象條件：

(a)點源分布、(b)線源分布、(c)小港站風花圖

## 5. 國際商港及機場聯外道路系統

本計畫亦應用 TEDS 10.0 分析交通部轄管之國際商港及機場聯外道路系統所產生交通空氣污染物排放量，說明如後：

### (1) 港區聯外道路排放量

根據 107 環保署「船舶及非公路運輸交通工具排放量管理專案工作計畫」報告，就我國 7 座國際商港（基隆港、臺北港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港）港區內排放主要來自於船舶（遠洋船與作業船）、其次為重型車輛，而其中絕大部分排放（94%-99%）皆來自於船舶，而重型車輛污染則係以柴油大貨車為主。

統計 7 座國際商港區內柴油大貨車排放量，如表 4.3-9 所示，可發現臺中港與高雄港內具有較高的排放量。相較一般都會區交通污染熱點更高（以臺北市萬華區為例，NO<sub>x</sub> 排放為 270.5 噸/年、PM<sub>2.5</sub> 排放 30.3 噸/年），因此，確實須特別注意高雄港區與臺中港區的柴油大貨車排放管控。

表 4.3-9 我國 7 座國際商港內重型車輛污染物排放量（噸/年）

港口	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>
基隆港	14.9	0.7
臺北港	97.7	4.6
臺中港	586.2	27.1
高雄港	871.1	43.6
花蓮港	29.5	1.4
蘇澳港	12.7	0.5
安平港	10.5	0.5

資料來源：環保署，船舶及非公路運輸交通工具排放量管理專案工作計畫，107 年

因為港區之聯外道路並無明顯定義，故在此統計商港主要所在行政區（區／鄉鎮市）之主要道路（國道、省道）車輛排放總量，如表 4.3-10 所示。結果發現仍係以高雄港與臺中港周邊道路最高，顯示兩港區鄰近聯外系統確實產生較高的交通空污排放量，此相較於其它港區需特別持續關注，並規劃減少港區柴油貨車之管理措施。

表 4.3-10 我國 7 座國際商港周邊主要道路排放量（噸/年）

港口	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>
基隆港	54.2	8.3
臺北港	341.2	31.4
臺中港	2324.1	190.2
高雄港	725.1	61.9
花蓮港	23.5	4.1
蘇澳港	290.2	26.5
安平港	15.3	2.5

資料來源：本計畫繪製

(2) 航空站與聯外道路排放量

我國國際航空站內空污排放主要來自航空器，以及地面支援設備(牽引車、拖曳車、地面電力設備等)，其中航空器佔有較高的排放比例，以桃園機場為例，航空器 NO<sub>x</sub> 排放為機場內的 94%。在此針對我國主要 4 座國際機場（桃園國際機場、臺北國際航空站、臺中國際航空站、高雄國際航空站）之聯外道路系統造成交通空污進行探討。

如表 4.3-11 所示，統計結果發現桃園國際機場有最高的空污排放量，其次為臺中國際航空站，但由於分析之國際航空站特性為鄰近市中心區、重要貨物加工出口區或倉儲區，因此鄰近區域之車輛排放，並非都是往返機場，尚涵蓋鄰近區域之國道、省道仍包含其它交通行為之車輛排放，故建議無法直接比較，因此欲深入探討機場鄰近區域主要幹道之車輛排放行為，不適合應用 TEDS 排放量直接解析，而需透過前述小港測站之案例解析方式進行探討。

表 4.3-11 我國 4 座國際航空站周邊主要道路排放量(噸/年)

航空站	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>
臺北國際航空站	199.4	16.7
桃園國際機場	859.1	72.6
臺中國際航空站	766.6	65.2
高雄國際航空站	151.6	16.1

資料來源：本計畫繪製

### 4.3.5 交通空污熱點之管理策略建議

#### 1. 交通空污熱點之減污措施思維

由於交通空污係因車輛行駛於各類道路排放產生，故污染物排放時空分佈相對複雜，因此，找出交通空污排放主要污染熱點，進而探討交通污染熱點成因，為擬定減少交通空污排放之重要前置工作。根據交通污染熱點解析結果可知，不同地區之交通污染成因有所差異，因此在擬定交通減污管理措施時，必須因地制宜，包括掌握當地主要污染車種、交通使用習慣，以及交通污染熱點空間分布等考量進行規劃，方才能制定有效交通空污減量策略。

根據本計畫之分析結果探討，擬定交通空污熱點管理方針之思考脈絡如圖 4.3.40 所示，以下進行說明：

##### (1) 熱點分析

利用客觀資料確認交通空氣污染物排放量、濃度、影響程度，以及影響區域後，再就其它細節如車種、道路型態等差異進行深入探討。以本計畫為例，在此係利用 TEDS、全臺環保署空品測站實測資料，以及空品模式共同分析全臺尺度之交通污染熱點位置，將空污熱點減量目標鎖定於六都內之交通空污排放。

##### (2) 車種組成

交通空污熱點因區域內車種組成有相當大之差異，因此就區域內主要車種進行空污減量，需發展不同之交通管理策略。以本計畫分析成果為例，可將主要排污車種分為以私人運具為主，或以柴油大貨車為主之交通管理策略。

##### (3) 道路型態

分析道路型態協助了解交通空污熱點空間分布概況，並就高排放區域探討，以利擬定妥適之交通管理措施。本計畫發現交通污染熱點之道路型態分布可分為 2 種狀況，1 類為以市區道路為主，而在市區道路之中又以聯外道路、聯外橋梁、匝道、主要幹道為熱點，說明在該污染區域內聯外通勤為主要排放來源之一；而在另 1 類情況，係以高速公路、

快速公路為主要排放來源，市區道路排放總量相對較低，有較高排放量的市區道路亦僅集中於市中心。

#### (4) 區域分類/減污策略

在掌握交通空污之影響車種與道路型態，可將熱區內主要排放來源與文獻所蒐集減量策略進行適當聯結。在此的分類並非絕對性質，而係根據該區域交通空污情形，區分主要、次要交通污染來源，做為發展交通空污改善策略之依據。

本計畫分析發現臺北市、新北市在交通污染熱區內係以私人運具使用為主要排放來源，因此減量策略可針對降低私人運具使用、強化公共運輸、低污運具、降低壅塞等措施加強推動；而在其它都會地區，則應優先以降低柴大貨車排放，以減少柴油貨車排放對民眾空污暴露為目標。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.40 交通空污熱點減污措施思維

## 2. 交通污染熱點之減污措施建議

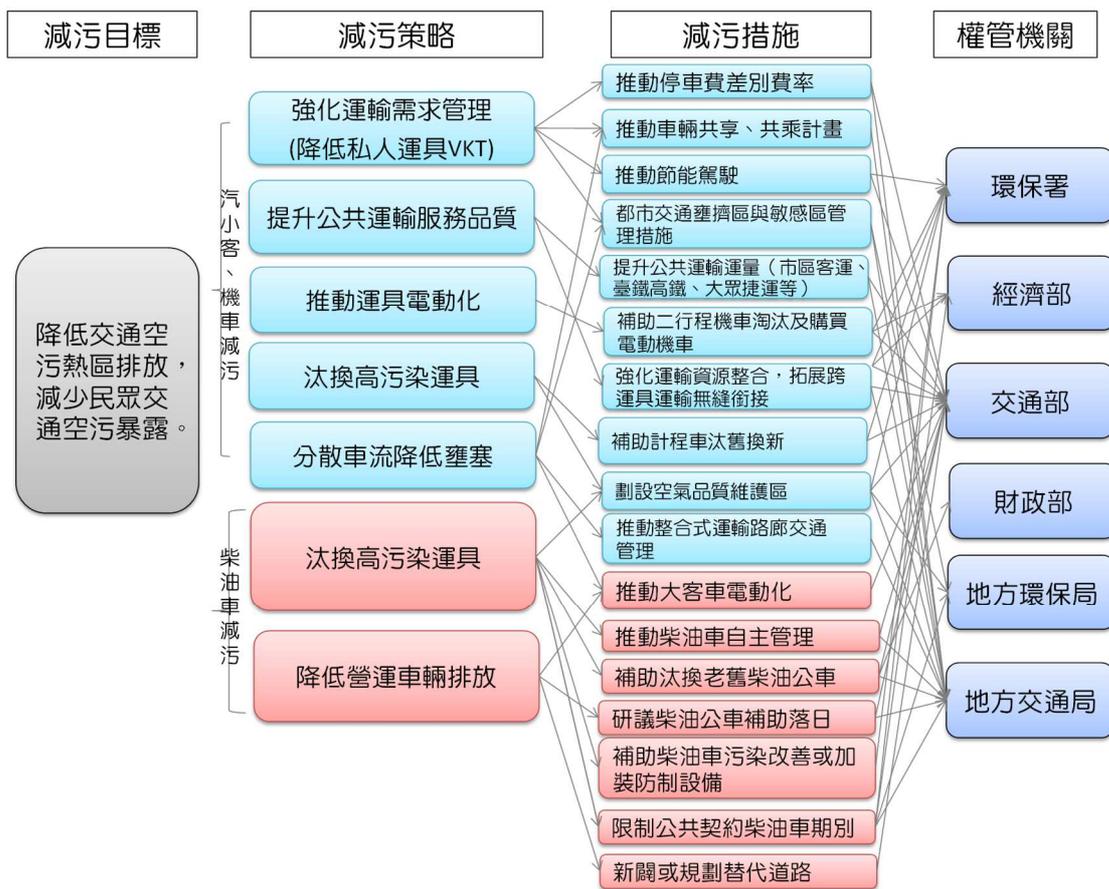
各地區之交通污染熱點成因具有明顯之差異，因此擬定交通污染熱點減污管理措施時，必須依據地區特性不同針對適當措施進行強化或推動。以下將根據本計畫之研析成果與其對應之交通污染熱區成因，提出各項減污措施建議，各減污策略與熱區成因之串聯，以及相關權責主管機關之關聯性如圖 4.3.41：

### (1) 針對私人運具使用（汽油小客車、減污）

- ①強化運輸需求管理：在鼓勵民眾使用大眾運輸之同時，強化並落實運輸需求管理之相關措施，藉以營造有利於推動大眾運輸之環境，以減少私人運具使用，包含推動停車費差別費率、車輛共享或共乘計畫、針對都會區交通壅擠地區與敏感受體地區進行區域型管理，規劃徵收道路擁擠費等。
- ②提升公共運輸服務品質：藉由多元誘因方式，滿足民眾公共運輸使用需求，加強公共運輸系統使用便利性，強化無縫轉乘，縮短搭乘公共運輸所需時間，提升民眾使用意願以利降私人運具使用轉移至公共運輸系統。
- ③推動運具電動化：國際間電動運具推廣已成為趨勢，政府為兼顧便利性並帶動產業發展，藉由跨部會各項計畫共同推動電動運具使用，包含補助購買電動機車、擴充充電設備，以及營造電動車輛使用之友善環境，藉以提升電動運具之普及與使用率。
- ④汰換高污染運具：藉由因地制宜進行高污染車輛管理(例如：二行程機車)，並配合各項經濟誘因或公共運輸策略之推動，有助於民眾汰換高污染車輛，降低高污染車輛之排放。
- ⑤分散車流降低壅塞：以提供符合我國交通特性之應用服務，藉由推動整合式運輸路廊交通管理，降低交通壅塞情況，提升道路服務水準，減少車輛怠速所造成之空氣污染排放。

(2) 針對柴油大貨車使用

- ①汰換高污染運具：為改善柴油車車齡明顯偏高問題，參考國際間共通作法，提供車輛汰舊換新、加裝污染防制設備等相關補助措施，及限定公共契約柴油車輛期別，強化柴油車汰舊換新策略。
- ②降低營業車量排放：柴油車輛使用多受限於營業用途，減少或強化禁止其使用將造成社會與經濟較大影響，為達到降低該等車輛造成之空污暴露危害，可藉由劃設空品維護區，規劃在交通空染熱點、市區、敏感受體點鄰近區域(如醫院、學校)劃設禁行路段，以降低民眾對於柴油大貨車廢氣之暴露濃度。研議柴油公車補助落日，以及大客車電動化，降低民眾受柴油車尾氣排放之暴露風險。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.41 交通空污熱點減污措施建議及相關權管機關

## 4.4 小結

本計畫應用蒐集交通活動需求數據與應用環保署 TEDS 清冊資料，分析交通空污排放量歷年變化趨勢。另應用 TEDS 篩選前 50% 污染排放量地區、全臺空品測站觀測資料與交通測站關聯性，以及 WRF-CMAQ 網格模式共同探討交通污染熱區分布解析及歸類。此外，本計畫亦以臺北市 VD 資料、高雄市小港測站空品資料，以及國際商港與機場排放資料，進行案例分析，共同解析交通空污熱點成因。據以歸納交通空污熱點之管理措施建議。

以下茲就本章節重點結論進行說明如後：

### 1. TEDS 推估交通空污排放之適用性

- (1) 環保署 TEDS 排放清冊係以油量及車輛燃油效率推估車行里程，再以車行里程做為交通活動資料，進行交通空污排放量之推估，所以部分交通管理措施，如推動整合式運輸路廊交通管理及新闢或規劃替代道路，可以減少交通壅塞，提升行駛速率，但因車行里程不變，無法直接反應於交通空污排放量推估結果。
- (2) 以 TEDS 估算目標年之排放量，恐因推估資料年期落差而有所差距，需配合分析需要進行調整換算。例如：使用以 102 年資料為基準之 TEDS9.0 推估 109 年之空污排放量。

### 2. TEDS 推估交通空污排放之不確定性

#### (1) 主要影響 TEDS 排放量推估不確定性之參數共 6 項

排放量推估參數不確定性較高者(±20~50%)，共有平均車行里程、燃油效率、油量、道路車流量及車速、旅次分布、行車型態等 6 項，其中又以車行里程之不確定性可能對於排放量推估誤差影響較大。

#### (2) 柴油車車行里程推估誤差造成排放量差異

柴油車油量所推估之車行里程與交通部定檢紀錄之車行里程誤差較大，定檢里程低於油量及車輛燃油效率估算之里程約 30%，且本所 107-108 年「公路運輸柴油消耗及溫室氣體排放量檢核研析」

研究中亦發現，能源平衡表中高估公路運輸柴油消耗量，造成交通空污排放量占比高估之現象。

### 3. 交通空污排放變化趨勢與管理措施之關聯性

- (1) 分析 TEDS 近年車輛污染物排放量資料，發現污染物如  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{CO}$  與 NMHC 有逐年下降趨勢。此外，我國整體空氣品質因為推動政府跨部會的整體改善政策而有顯著改善。
- (2) 對於近年空污排放減量較為顯著之全國性車輛管制措施包括「車輛排放標準加嚴並且持續汰舊換新」、「油品硫含量加嚴」，以及其他交通管理策略包括補助購買電動機車、監管車用汽柴油供應端及使用端油品標準，以及推動公共運輸、鼓勵低污染排放運具等策略。

### 4. 交通污染熱區成因分析及減污措施

本計畫藉由 TEDS 10.0 線源資料庫、與全臺交通空品測站觀測資料關聯性分析，以及 WRF-CMAQ 網格模式 3 種不同分析歸納結果如下：

- (1) 全臺網格資料總計 17,492 格，整理全臺交通空污排放量之 50% 發現，其於各污染物所佔據網格數介於 964~1,254 格數間(約 5.5~7.2%)，顯示交通空污排放集中於熱點情形相當明顯。
- (2) 將環保署所有空品測站資料與交通測站資料進行相關性分析，發現  $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$  濃度變化可直接反應車流量之改變，並與車流量起伏有依致性變化趨勢，但  $\text{PM}_{2.5}$  因受衍生性  $\text{PM}_{2.5}$  生成之影響，以及當地氣象條件影響，故未能與地區短時間觀測之車流量具有直接相關性。
- (3) 歸納與交通測站具高相關性之空品測站特性：
  - ① 位於都會區中心，人口密集區域測站。
  - ② 距離國道高速公路較近，可能受到國道車輛排放影響之測站。
  - ③ 周邊無重大排放源，且位於該縣市中心，對於交通排放較為敏感之測站。
- (4) 運用空品模式模擬可解析交通污染貢獻濃度及污染貢獻比例。交通空污熱點減量優先順序，宜從維護民眾健康之層面，就高空污濃度影響區域規劃優先減量措施。另在管理層面部分，高排放比例區域執行

交通管理減量措施效益較大，故具有交通空污排放影響高且空污濃度高之特性區域，屬於交通空污管理優先改善地區。

- (5) 本計畫應用不同分析方法之結果皆指向交通空污熱區多集中於我國都會區域，包括臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市等六都市中心，因此交通空污之減量管理宜優先從人口密集之都會市中心著手，以有效提升空氣品質與減少當地民眾空污暴露。
- (6) 本計畫依據車種組成及道路型態分析交通空污熱區成因發現：
  - ① 在車種組成上，在 PM<sub>2.5</sub> 與 NO<sub>x</sub> 之貢獻比例，雙北市地區以汽油小客車佔比較大，且由桃園以南地區則以柴油大貨車佔比較大。
  - ② 道路型態部分，北部地區交通熱點排放量明顯分布於市區道路，其中又以市中心聯外道路與橋樑，高速公路、高架道路匝道，市區主要幹道為熱點主要分布位置，南部都會地區則明顯在高速公路周邊呈現較高之排放量。
- (7) 交通部轄管商港與國際機場區域內聯外道路系統之交通空氣污染物排放量情形如下：
  - ① 國際商區部分，以臺中港與高雄港內與周邊聯外道路皆具有較高的交通空污排放量，相較於其它港區需特別持續關注，建議應規劃相關減量管理措施。
  - ② 國際機場以桃園國際機場具有較高排放量，其次為臺中國際航空站，然而國際航空站鄰近區域之交通排放行為，並非都是與機場活動有關，故航空站間之聯外道路系統空污解析，需進一步透過解析高雄市小港測站空品資料方式進行探討。
- (8) 本計畫最後就交通空污熱點區域之不同成因提出相關交通空污減量措施之建議：
  - ① 以私人汽機車排放為主之空污熱區，建議強化運輸需求管理(減少私人汽機車使用)、提升公共運輸服務品質(提高公共運輸運量)、推動運具電動化(例如：補助購買電動機車)、汰換高污染運具(補助汰換二行程機車)，以及分散車流降低壅塞(減少車輛怠速之排汙)。

②以柴油大貨車排放為主之空污熱區，因柴油貨車輛多使用於營業用途，減少或強化禁止其使用將造成社會與經濟較大之影響，為達到降低該等車輛造成之空污危害，建議強化推動汰換高污染之大貨車，以及實施降低大貨車污染暴露之相關措施(例如:劃設空品區，以及補助裝置防污設備)。

# 第五章 減少交通空污暴露研究成果

## 推廣工作坊

本計畫第二章已回顧交通微環境如一般道路暴露環境及地下型軌道運輸車站等區域，因經過車輛或列車造成空氣品質惡化之問題，而需相關管理單位重視，並著手規劃防制策略。因此，本計畫辦理全臺分區研究成果推廣工作坊。期盼藉宣導相關納入交通空污減量交通管理策略建議，盼喚起各界對交通空污問題改善之重視。

本計畫計辦理 5 場工作坊，並於其中 4 場工作坊中進行問卷調查，瞭解參與單位及民眾對於相關議題之看法。以下針對工作坊規劃情形、參與人員或單位提供重要討論內容，以及推廣及參與情形進行說明。

### 5.1 工作坊規劃情形

交通空污排放之各項管制措施，需環保單位、交通單位及地方管理單位共同協助及配合，方才達到交通空污排放減量及空氣品質提升之效果。本計畫工作坊規劃理念分兩大原則：第一，以交通單位目前及未來規劃之交通管理作為，展現交通單位發展公路公共運輸及鐵道運輸之現況及對於交通空污減量之亮點成果，並展示交通單位推動低污染化運具之決心；其次、針對交通空污集中之特定場域，包含地下型軌道運輸車站及都市一般道路環境，探討可能空污問題及管理措施之建議。

基於前述原則，本所總計規畫 5 場推廣工作坊，並且各場次工作坊之議題皆分別邀請至少 3 位以上不同專業領域(環境工程、公共衛生、交通運輸)之與談人，分享可借鏡交通管理單位之空污改善經驗，藉由不同專業角度進行交通空污減量討論，並且依據議題之不同，開放給予中央、地方及大專院校學生參與，希望使與會人員瞭解交通空污之重要性，使得交通管理單位於其交通管理措施中納入改善空污之思維，並藉由產、官、學、民間等多面向進行討論分享，以回饋精進交通空污改善策略。

本計畫辦理 5 項工作坊相關資訊彙整如表 5.1-1 所示；至有關各場次之重要研究成果及推廣目標說明如后：

### 1. 交通管理協助空污改善之思維

配合 2019 空污論壇研討會，以交通單位目前及未來規劃之交通管理作為出發點，展現交通單位發展公路公共運輸及鐵道運輸之現況，以及環保單位與交通單位共同推動低污染運具(如電動大客車、電動機車與補助計程車汰換)之執行情形、空污減量效益與相關配套措施(補助、推動示範計畫、研擬放寬限制等)等，希冀減少交通空氣污染排放及提升交通服務品質與安全，同時亦分享本所自辦機車待轉區對於交通微環境空污影響及改善建議、公車專用道推動公車優先電動化之研究，展現交通單位對於環保議題之關注及投入。

### 2. 軌道地下型車站室內空氣品質維護

環保署於 107 年召開「大眾捷運空污細懸浮微粒管制研商會議」，請交通單位針對未來前瞻計畫軌道建設，如涉及地下化部分，預先規劃防止懸浮微粒問題，以避免民眾及現場工作者之暴露，保障民眾搭乘健康及良善之工作環境，因此本計畫以「軌道運輸地下型車站降低懸浮微粒之策略性思維建議」為題，針對軌道運輸室內場站空氣污染物之類型、成因、改善與管理方式、以及未來新建車站之設計建議等議題進行相關彙析；為了能將該思維進一步擴大與軌道運輸管理相關單位進行交流分享，規劃舉辦工作坊，且邀請專家學者進行實務操作面之專題研討，與相關單位分享實務經驗。

### 3. 減少機車污染排放暴露交通管理思維

近年交通空氣污染暴露對通勤族群造成健康影響日益受到國人重視，國內都市交通管理策略規劃多以交通安全及行車效率改善為主，缺乏減少空污暴露層面之考量，故本計畫以「機車兩段式左轉停等紅燈怠速熄火改善空污集中之研析」為題，特別針對大量機車族群在交通尖峰時段之空污暴露議題，以及提出以交通管理措施減少機車族空污暴露之建議，與相關專家學者及單位進行分享交流，提供與會環保及交通管理單位後續因地制宜，發展適宜其管理地區之交通管理策略。

#### 4. 減少交通空污暴露之管理思維

本所近期已有相關交通空污委外研究，包含「降低移動污染源管理措施蒐集」與「交通環境之 PM<sub>2.5</sub> 暴露探討」等，內容包含探討交通空污問題及交通空污減量管理措施規劃方向等。為使相關管理單位對於未來交通管理策略之規劃，可兼顧減少民眾交通空污暴露層面，同時為能將該思維進一步介紹給未來從業於交通、環工相關行業之大專院校學生，工作坊特別針對地方管理機關人員與大專院校學生辦理「減少交通空污暴露之管理思維」工作坊，期盼從工作坊邀請之專家學者與相關單位進行經驗分享與意見交流，使得莘莘學子們能夠對於減少交通空污暴露之管理思維有更進一步的認識。

表 5.1-1 本計畫辦理工作坊之相關資訊

工作坊主題	時間	地點	對象	主持人	與談人	問卷調查
交通管理協助空污改善之 思維 (配合2019空污論壇共同 辦理)	108/6/22	臺中烏日新烏 日會議中心	參與 2019 空污 論壇之團體、 專家學者及民 眾等	桃園航空城公司王 義川董事長	本所黃新薰副所長、交 通部臺灣鐵路局馮輝昇 副局長、臺灣港務公司 張憲章處長、中央大學 莊秉潔教授、中央警察 大學李克聰副教授、臺 灣環境保護聯盟劉志堅 理事長、臺灣環境公義 協會洪正中理事長	未規劃
軌道地下型車站室內空氣 品質管理	108/8/20	高雄市政府捷 運工程局	環保署、各地方 交通局、路政司 、技監室、臺鐵 局、鐵道局、捷 運公司、捷運工 程局等	景丰科技股份有限公司 蔡志賢協理	臺灣鐵路管理局勞安室 李永昌主任、國立臺北 科技大學陳清祺副教授 、國立成功大學張偉翔 兼任助理教授	○

資料來源：本計畫彙整

表 5.1-1 本計畫辦理工作坊之相關資訊 (續)

工作坊主題	時間	地點	對象	主持人	與談人	問卷調查
減少機車污染暴露之交通管理思維	108/9/23	交通部運輸研究所	交通部、環保署、各地方交通局、各地方環保局等	景丰科技股份有限公司蔡志賢協理、本所曾佩如組長	國立臺灣大學張靜文教授、國立中興大學盧昭暉副教授、淡江大學張勝雄教授	○
減少交通空污暴露之管理思維	108/10/30	成功大學	交通部、環保署、公路總局、各地方交通局、各地方環保局、舉辦學校之環工與交通管理系所老師及學生	景丰科技股份有限公司蔡志賢協理、本所曾佩如組長	成功大學交通管理科學系魏健宏教授、中興大學環境工程學系望熙榮副教授、中山大學社會科學院夏皓清助理教授、成功大學工業衛生學系林明彥副教授、成功大學交通管理學系張靜文之教授	○
	108/11/5	開南大學		景丰科技股份有限公司蔡志賢協理、本所朱珮芸副組長	開南大學交通運輸學系郭旻鑫副教授、東南科技大學環境工程學系華梅英副教授、臺北醫學大學醫學科學所莊凱任教授	○

資料來源：本計畫彙整

## 5.2 工作坊重要討論情形

本計畫辦理之工作坊皆邀請 3 位以上之交通、環工及公衛專家學者，以及中央、地方所涉交通與環保單位參予，透過產官學不同面向之討論，提供相關主管機關規劃後續交通管理策略參考。本節摘整各場次工作坊，不同領域專家學者之討論情形，以說明工作坊之討論情形：

### 1. 交通管理協助空污改善之思維

- (1) 臺灣交通空污問題受到私人運具使用率高、交通量大、混合車流效率低而易塞車、公共運輸使用率低等影響，從交通管理策略進行交通空污減量，建議應由交通減量、均勻車流、綠色運具方面進行考量。
  - ①藉由 ETC 差別費率(區分運具、時段等)、HOV(高乘載專用道)、提升大眾運輸效率與安全、大客車優先、推動人本交通(行人及自行車道之區隔)等策略，降低私人運具使用，達到交通減量目的。
  - ②道路分級分流、限制特定車種行駛路段，以及利用執法與宣導手段減少車速變異等措施，可增加道路流暢度，避免車速變異所導致之空污排放增加。
  - ③綠色運具推動方面，建議可由下而上之管理方式，檢討電動車補助策略、降低電動車使用成本、推廣綠色運具共乘、推動綠色交通規劃管理社區化等，得使推動阻力較小。
- (2) 交通空污相較於工業排放更貼近民眾之生活環境，故應強化暴露評估與風險調查，以瞭解交通源對人體健康影響。
  - ①臺灣機車數量龐大，高達 1,300 萬輛以上，然而使用「機車排放標準」與「機車定檢」之手段進行管制難有實際成效，因此需配合使用交通政策，來減少機車使用量，如劃設禁停區、運用補助或稅率政策、減少路口停等、增加道路流暢度等，應跨部會合作。
- (3) 大學生隨年級之增加，使用機車之比例亦增加，且即使宣導私人運具對空氣污染影響，多數亦不願意使用公共運輸工具，為降低學生

族群機車使用量，建議地方政府可藉由改善自行車行經路線之安全性，以及使用自行車之便利性（如設置 U-bike）等措施，提高學生族群使用自行車之意願，或是針對停車進行收費。

## 2. 軌道地下型車站室內空氣品質管理

- (1) 既有車站新增或改善硬體設備較為困難，故可藉由加裝濾網、避免外氣污染源、增加外氣循環、通風系統清潔、加強隧道清潔、濾網定期更換等方式，來改善軌道地下型車站污染情形。
- (2) 公共場合之換氣設備與空調系統之耗電量相當大，故在設計時通常亦會考量節能之功效，且在夏季與冬季可有不同設計考量。夏季時，考慮使用空調設備之過濾，冬季時，則可考慮引進外氣之過濾，以同時達到室內污染物濃度降低與節能之效果。但地下型車站屬半密閉空間，通常空調與通風是同時操作的，無法分開管理，故此部分之管理應特別注意。
- (3) 既有車站之硬體變更相當困難，例如早期車站並沒有考量月台門，且加裝半屏式月台門僅有保障民眾乘車安全之效。在後續新設地下車站之中，建議加裝全屏式月台門，除了改善室內空品以外，亦可達到節能之效。

## 3. 減少機車污染暴露之交通管理思維

- (1) 運用補貼方式之運具轉移效果，長期下來效果有限，後續能做到何種程度尚有疑義，目前對於機車之轉移已經到了瓶頸，交通運輸屬於行為衍生之需求，經常伴隨某種活動而產生，策略規劃應考量無法轉移之活動，如貨車必需進港裝載貨物等。
- (2) 機車污染排放減量隨地區特性不同，應由地方政府因地制宜規劃策略，相同的車子在不同區域行駛，可能會有不同的污染情形，因此，策略之規劃應區分平、假日及都會、鄉鎮區域進行不同之改善。
- (3) 交通號誌長週期問題，經常造成民眾搶黃燈之情形，以及待轉區塞滿機車之情形，這些區域應該考慮交通號誌之設置規劃，或是機車設置待轉專用車道。

- (4) 減少車輛污染暴露之對象可以區分為非使用車輛之路人、車輛使用者（含汽、機車）以及道路周邊敏感性族群，如學校、醫院等，建議相關單位釐清各種交通工具使用之暴露量與排放量，始能有效針對應管制及保護之對象進行規劃。
- (5) 交通管理手段亦可考慮建置租賃產業鏈、自行車使用環境之規劃。租賃業越完善，大眾運輸佈點越充足，可能可有效降低民眾車輛之持有與使用，又大眾運輸之鋪設尚有成本效益考量，並非每個地區都有能進行，各地區應先瞭解民眾購車之動機，再因地制宜進行策略推動才更具有效力。
- (6) 依據臺電利用現有車輛數全數換為電動車輛進行預估，其所需電力為現行總售電量之 20%，約為 1 座臺中發電廠之電力，但因電動車輛可利用時間分配之方式，使售電時段分散；因此對於電廠而言，電動車不僅可以增加售電量，且可透過電動車充電之調配，適當運用離峰時段作為電力供給，電網將因此更穩定，故推動電動車輛除可減少污染排放外，對於目前供電之情性影響不大。
- (7) 建議地方政府之交通單位，可以因地制宜針對待轉區劃設之空間，拉長待轉區與行人穿越道之距離，可以減少行人吸入之廢氣量。減少交通空污暴露之管理思維
  - (1) 美國加州已有相關法規，規範學校位置須避免鄰近主要幹道，且需距離一定之距離。這是因為學童對於空污的抵抗力相較於成年人更弱，必須特別保護並盡量降低其空污暴露。因此，在制定未來城市規劃、交通計劃時，亦應該慎重考慮學童健康的問題。
  - (2) 過去曾有研究指出，道路植栽可降低道路周遭的空氣污染物濃度，減少行人空污暴露，也許是交通工程降低空污暴露可思考之方向。
  - (3) 交通與都市規劃設計息息相關，交通規劃與設計通常是在都市規劃完成後，後續才考量交通專業進行道路規劃。因此，若能在都市規劃設計時也將空污思維納入考量，可以獲得更全面性之結果。
  - (4) 臺灣目前似乎無法取得各種機動車輛「實際」行駛公里數，現有資料係利用燃油法估算所得到的推估值。此部分為了解車輛空污排放相當重要的參數之一，但現在並無法獲得具有代表性之資料，未來

電動車輛增加時，此資料之掌握度恐會更低，為交通單位需要重視之項目。

- (5) 減少交通排放空污也應列為交通管理的重要目標之一，納入此思維來重新擬訂各類運輸公司之營運計畫，如電動車輛之推動，對於民眾之健康與安全具有一定之提升效果。
- (6) 根據民眾運輸行為改變之大小，交通管理計畫又可分為「態度追隨型計畫」，以及「態度轉變型計畫」，前者對於民眾運輸行為改變程度較小，例如需求導向之運具改善，較不易受到民意反彈；後者對於民眾的運具使用習慣改變較大，如公共運輸改善、規費、禁止行為等。目前日本已開始進行後者計畫，因為民眾的個人需求並無法永無止境地被滿足，仍需要從行為改變進行改善。
- (7) 臺灣最值得效法空污管理的國家是新加坡及日本，新加坡可設為近一中程目標，日本設為遠程目標（地鐵密度極高）。交通管理應朝向精細化目標，從原本的日、年的管理，轉換為小時分鐘的概念：例如，大眾運輸系統之尖離峰時刻，是否可進行差別費率調整，吸引大眾搭乘。並可引入新加坡 ZONE 的概念，例如在交通尖峰時刻某些區域之停車費較高，或者是私人車輛不得進入，僅可讓公共運輸車輛行駛之管制；而在假日民眾經常前往某些精華區、百貨區進行休閒娛樂時，亦可針對其私人運具之使用進行管制。然目前新加坡推動地區通行證制度以及市區停車費率提高方式，對於公共運輸系統較普及區域（如臺北市）可先行進行推行示範，同時逐步提升其它地區之公共運輸後再行推動，較易普及。
- (8) 在車輛污染管理方面可發現仍有部分車種並未納入考量，政府各單位應有所配合與互相銜接，如果能利用交通管理措施納入空污減量的觀點與思維推動政府各部會之合作，應可加速我國空氣污染之改善。

綜整上述專家討論之重要共識及結論，其皆一致認同空污問題為一個跨領域之問題。管理交通空氣污染亦需要政府各單位合作，交通單位及環保單位之出發點及目的，皆希望環境空氣品質能提升，為對共同目標有更多元彈性之作法，可透過不同手段切入。針對交通單位積極建議部分，除環保單位針對每一輛車進行管理改善外，交通單位應藉由交通管理措施，規劃在使用者端進行初步管制，以減少其暴露量及車輛使用，並著手規劃源頭管制，減少民眾對車輛持有意願。交通、環保與公共衛生單位於後續管理措施推動，可針對使用者層面進行換位思考及宣導，讓使用者瞭解過度仰賴燃油私人運具造成交通空氣污染排放之危害及危險性，而願意自行轉移至大眾運輸或使用清潔燃料車型。

## 5.3 工作坊推廣及參與情形

為瞭解工作坊辦理情形是否符合相關單位之需求，以及為調查交通單位對工作坊推廣之議題，是否有應用於其業務之意願，各場工作坊於會後皆發放問卷進行調查。本計畫調查問卷回收已建檔整理，並進行基礎統計分析。此外，本計畫於執行過程中，亦針對各項工作坊議題及本所分析需求，進行問卷調查內容及分析方式之調修。本計畫共辦理 5 場工作坊，除第 1 場次因配合 2019 空污論壇研討會辦理，未進行問卷調查及總參與人數統計外，本計畫其它 4 場次工作坊之產官學研總計參與人數共 132 人，問卷填寫人數總計 57 人，其中男女比例分別為 68.4% 及 31.6%，各場次詳細出席人數及問卷填寫人數等資訊如下表 5.3-1 所示。

表 5.3-1 各場次工作坊參與人數及問卷填寫人數統計

工作坊主題(地點)	參與人數	統計結果		
		填寫人數	男女比例	身分別
軌道地下型車站室內空氣品質管理(高捷局)	35	17	男：70.6% 女：29.4%	政府單位：28.6% 顧問公司：59.6% 學校：11.8%
減少機車污染暴露之交通管理思維(本所)	40	14	男：78.6% 女：21.4%	政府單位：85.7% 顧問公司：14.3%
減少交通空污暴露之管理思維(成大)	23	7	男：57.1% 女：42.9%	政府單位：85.7% 學校：14.3%
減少交通空污暴露之管理思維(開南)	34	19	男：63.2% 女：36.8%	政府單位：26.3% 顧問公司：26.3% 學校：47.4%

資料來源：本計畫彙整

經本計畫在工作坊現場問卷調查，統計所有填答者(57 人)對工作坊回饋結果如圖 5.3.1 所示，歸納如下：

1. 大部分(91%以上)與會者滿意對工作坊之整體收穫。
2. 僅少數(2%)不願意將研究成果化為實際行動。
3. 所有(100%)受訪者一致認為工作坊尚可符合目前工作需求。

4. 絕大部分(96%以上)與會者建議未來持續辦理類似研究之推廣。

對於各場次工作坊之個別統計結果，詳圖 5.3.2 所示，相關重要調查結果歸納如下：

1. 在工作坊整體收穫各場次有 79%-100%參與者表示滿意及非常滿意，
2. 針對各場工作坊之內容各場次有 57%-88%參與者認為符合目前工作或研究上之使用需求。
3. 各場次有 59%-75%不等參與者願意將研究成果化為實際行動或規劃進行深入研究。
4. 各場次有 93%-100%認為未來仍建議持續辦理類似研究之推廣。

在參與者問卷開放式意見回饋中，針對「軌道地下型車站室內空氣品質管理」及「減少機車污染暴露之交通管理思維」兩場工作坊中，皆有意見提及，希望能提供更多具實務改善之研討，並考量實務操作之可行性。此外，針對交通工程改善作為方面，則希望能建置相關法規或制定規範，使執行上與實務上更具合理性。

而在「減少交通空污暴露之管理思維」工作坊之意見反饋方面，參與者認為，交通工具管制多涉及一般民眾之生活習慣及權利，且相關之執行成果難以傳達給民眾，容易造成推行阻力大，民眾也難以瞭解政府政策之推行成果及努力，希冀本所或相關單位後續可納入宣傳或結合社會科學之議題，讓政策推行之成果及理由能傳達給民眾瞭解，方能減輕政策推行之阻力；針對交通單位之管制策略方面，主要建議交通單位應重視源頭管制，包含管理車輛數、車輛行駛情形、車輛使用習慣等，由交通管制政策方式，強化管理柴油車、汽機車，例如：參考國外策略，規劃發牌數限制等，以避免車輛數持續成長。若僅針對空品維護區，僅能達到限制交通工具之成效，故建議交通單位應當規劃建立完善公共運輸、車輛發牌限制等策略，並以此作為後續研究方向，才能真正解決問題。

調查項目	統計結果
工作坊整體收穫	<p>尚可 9%</p> <p>滿意 28%</p> <p>很滿意 63%</p>
是否符合目前工作/ 學科使用需求	<p>尚可 16%</p> <p>滿意 49%</p> <p>很滿意 35%</p>
是否願意將研究成 果進行實際應用規 劃或深入研究	<p>不願意 2%</p> <p>普通 42%</p> <p>願意 56%</p>
是否覺得未來仍須 舉辦相關研究或推 廣工作?	<p>否 4%</p> <p>是 96%</p>

資料來源：本計畫彙製

圖 5.3.1 工作坊總參與者之間卷調查統計

調查項目	場次	軌道地下型車站室內空氣品質管理	減少機車污染暴露之交通管理思維	減少交通空污暴露之管理思維—成大場	減少交通空污暴露之管理思維—開南場
對於工作坊主題內容					
工作坊內容明確易懂性					
是否符合目前工作/學科使用需求					
工作坊整體收穫					

資料來源：本計畫彙製

圖 5.3.2 工作坊各場次之問卷調查統計

場次 調查項目	軌道地下型車站室內空氣品質管理	減少機車污染暴露之交通管理思維	減少交通空污暴露之管理思維—成大場	減少交通空污暴露之管理思維—開南場
是否願意將本研究 成果與貴單位 長官進一步說明 /分享			X	X
是否願意將研究 成果進行實際應 用規劃或深入研 究				
是否覺得未來仍 須舉辦相關研究 或推廣工作?				

資料來源：本計畫彙製

圖 5.3.1 工作坊各場次之問卷調查統計（續）



## 第六章 結論與建議

為研擬有效交通空污排放管理策略，需透過統合交通與環保資料，掌握交通空污之高影響地區。爰此，本計畫盤點相關單位空氣品質開放資料，據此研提資料應用建議；亦應用環保署 TEDS 排放清冊、空氣品質測站觀測資料，以及空氣品質模式模擬等 3 種方法，共同歸納解析我國交通空污排放熱區，探討成因及提出減量措施建議予相關單位參考；同時，針對本所已完成之交通空污相關研究，辦理工作坊，進行交通空污減量思維之成果推廣宣導。茲就計畫執行之結論與建議歸納如后。

### 6.1 結論

#### 1. 文獻回顧

##### (1) 交通空污排放影響

###### ①我國境內 PM<sub>2.5</sub> 濃度約 1/3 來自交通空污

依據我國 TEDS10.0 排放量分析結果，我國交通空污排放於各污染源中，占總排放量之 26%，與目前國際 12-37% 之趨勢相符；進一步分析我國境內之 PM<sub>2.5</sub> 濃度占比，約有 1/3 來自交通空污，顯示減少交通空污排放有其必要性。

###### ②柴油大貨車、汽油小客車及四行程機車為管制重要目標

在我國交通空污排放量方面，PM<sub>2.5</sub> 及 NO<sub>x</sub> 主要排放來源為柴油大貨車，其次為汽油小客車，而在 CO 及 NMHC 部分，主要及次要來源為汽油小客車及四行程機車，因此前述車種之空污排放減量乃為重要之改善對象。

###### ③交通空污對人體健康影響不容忽視

近年國內外交通空污排放對健康之影響研究結果已證實，交通空污因其排放貼近民眾生活圈，對於人體之健康影響不容忽視，且在部分交通單位管轄之場域(如公車候車站、地下型軌道運輸車站)，因具污染物集中且不易擴散之特性，恐造成人體高濃度暴露。

## (2) 交通減污管理策略發展

### ① 國外交通空污管理政策趨向強制性手段

國際間與運輸部門相關之管理措施，大致主要可區分為都會區交通空污管理、加速車輛汰換及控制車輛數，以及推廣低污染車輛，而前述措施中，多偏向利用強制性手段，進行源頭車輛使用管制，包含收取相關稅費、限制車輛發牌數、採取車輛分級標籤制度、配合環保單位劃設低污染排放區域，並輔以鼓勵性之配套措施，包含優化公共運輸系統、提供低污染車輛汰換補助、推動運具共享及共乘計畫等。

### ② 我國交通空污管理策略建議可參考國際作為，逐步強化私人運具管理措施

我國運輸部門之管理策略，大致符合國際交通空污管理發展趨勢，且於 2020 運輸政策白皮書—綠運輸中，首次將交通空污減量之思維，納入未來管理策略規劃。惟我國在都會區及其相關之執行手段上，政府多採用柔性鼓勵與補貼低排放運具使用等方式，長期下來成效相對受限，建議可借鏡國外交通管理措施，結合智慧運輸系統之使用，以及停車收費、稅費調整、劃設車輛限行區域等減少私人運具使用之管理措施，漸進式營造有利公共運輸使用環境，並配合我國既定公共運輸提升措施，以改善交通空污。

### ③ 建議國內強化強制性管理思維

回顧我國運輸部門交通減污相關管理策略中，已包含強化國省道交通尖離峰管理措施、推動機車停車費及汽機車停車費差別費率、推動汽機車共享及共乘計畫、2030 年大客車電動化等多項措施，對於私人運具使用之管制上仍較為欠缺，建議可參考國外案例，著手針對高污染區域對症下藥強化相關思維，初步先針對空品不良事件日為優先推動之時機，結合空品維護區之規劃，進行區域性車輛行為管理，如車輛分級管理制度等，使政策推動較具合理性，且民眾接受度亦較高，同時逐步要求相關單位配合進行車籍相關資料的揭露等，以有效針對該區域進出車輛進行管理，提升執法公信力。除此之外，考量交通空污管理同時影響人、車、路之使用，建議應積

極落實公民參與及政策行銷之作為，以提升民眾及各級政府機關推動相關措施之決心與向心力。

## 2. 空氣品質開放資料盤點應用與建議

### (1) 空氣品質開放監測資料盤點

本計畫完成盤點國內現有自動空品測站(環保署 77 站、光化測站 10 站、任務性質交通測站 14 站、地方環保局 31 站、大型事業測站 70 站、特殊性工業區測站 35 站)、手動採樣監測(環保署 31 站、地方環保局 119 站、相關研究計畫 6 站)、室內空品監測，以及民間團體監測(PM<sub>2.5</sub> 空氣盒子)之污染物監測項目、數據格式、意義及取得管道等，並針對不同資料監測方式，提出後續相關研究應用之建議，包含交通空污排放趨勢與管制成效評估、評估民眾對交通空污暴露情形，以及釐清交通空污排放來源等研究議題之應用。

### (2) 可應用於交通空污議題研析之交通開放資料盤點

本計畫完成國內與交通空污分析應用有關之交通特性資料盤點，包含交通部高速公路局、公路總局及地方政府之 ETC、VD、日交通量調查資料，可與環保單位空品開放監測資訊互相連結，應用於推估交通空污排放量，以及研析交通空污熱區與成因(不同車種及不同道路層級)。

## 3. 交通空污排放量與空污熱點解析

### (1) 交通空氣污染排放量趨勢與管理政策關聯性解析

#### ① 交通空污總量呈逐年下降趨勢

本計畫彙析近 10 年之交通空污排放量(引用 TEDS 各版本之排放量及參照環保署歷年度「移動污染源排放總量推估及管制措施研擬」相關計畫之排放量)，研析排放量變化趨勢與交通空污管理措施之關聯性，發現我國車輛總數雖持續上升，但藉由排放標準加嚴及各項管理措施推動，交通空污總排放量呈現下降趨勢。

#### ② 排放係數及車行里程下降為排放量降低的關鍵因素

環保署 TEDS 排放清冊係以油量及車輛燃油效率推估車行里程，再以車行里程做為交通活動資料，進行交通空污排放量之推估，所以部分交通管理措施，如推動整合式運輸路廊交通管理及新闢或

規劃替代道路，可以減少交通壅塞，提升行駛速率，但因車行里程不變，無法直接反應於交通空污排放量推估結果。

### ③多項管理措施皆可顯著降低污染總量

目前顯著降低交通污染物排放總量之管理措施，包括車輛排放標準加嚴、車輛持續汰舊換新（各種污染物排放總量呈持續下降趨勢）、油品硫含量加嚴（100年起柴油硫含量標準為10 mg/kg，101年開始汽油硫含量標準為10 mg/kg）、二行程機車之汰除（101年至107年全臺輕型機車數量減少約234萬輛）等措施。其他可減少交通空污管理策略尚包括推動公共運輸及鼓勵低污染車輛(如補助購買電動機車)等。

## (2) 全臺交通空氣污染熱區成因分析與減污措施建議

### ①都會區為交通空污集中區域

本計畫應用交通空污排放量資料庫(TEDS線源)、全臺空氣品質測站觀測資料、以及WRF-CMAQ網格模式模擬資料，3者進行比對分析，進而找出交通空污主要集中區域。無論何種分析方式之結果，皆顯示交通空污熱區多集中於市中心區，並且以臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市之都會市中心較為明顯。因此交通空污之減量管理宜優先從人口密集之都會區著手，以有效降低空污濃度與民眾暴露。

### ②汽油小客車及柴油大貨車為交通空污主要排放車種

根據車種組成與道路型態之分析，可發現各地區交通空污熱點成因有所不同，北部地區都會區係以私人運具之汽油小客車、機車為主，道路型態多為市區道路；而在中南部地區則以柴油大貨車為主，道路型態多分布於國道，柴油大貨車之空污排污大致集中在中部與南部之都會區。

### ③不同交通空污熱區減量措施之建議

本計畫針對不同交通空污熱點區域，根據其成因不同提出相關交通減污措施之建議。針對都會市區道路部分，因交通空污主要來自汽油小客車及機車，應針對降低私人運具使用、強化大眾運輸、推動低污染運具、減少道路壅塞等層面進行改善；在國道部分，交

通空污主要來源則以柴油大貨車為主，應透過改善柴油大貨車排污防制設備或汰換老舊車輛等方式，降低柴油大貨車之排污。

#### ④研究成果應用

本計畫研析交通空污熱區分布概況，掌握交通空污熱區成因，並提出相應之交通空污減量措施建議（如：提升公共運輸運量、推動停車費差別費率及推動大客車電動化等措施），可連結行政院 108 年 10 月 28 日核定之「空氣污染防治行動方案計畫書」及「2020 運輸政策白皮書-綠運輸」之相關交通空污減量管理策略，做為支持中央及地方環保交通管理機關(如交通部、環保署、地方交通局與環保局)推動前述政策之研究論述。另外，可提供中央及地方交通主管機關因地制宜提出提升空氣品質之交通管理措施，用以改善地區交通環境空氣品質與保障民眾健康。

### 4. 減少交通空污排放作為研究成果推廣工作坊

#### (1) 藉由工作坊交流推廣交通空污管理思維

為推廣本所在交通空污管理策略、地下型軌道車站室內空氣品質，以及減少機車污染排放暴露之研究成果，於全臺北中南分區辦理 5 場研究成果工作坊，經由跨域之討論及分享，使得政府單位有共通平台相互瞭解不同部會間之空污改善作為，並對交通與環保單位推動之交通管理措施交換意見，促使中央及地方交通主管機關規劃具交通空污減量之交通管理措施，亦能向參與工作坊之民眾與大專院校師生傳達相關單位對交通空污改善之重視。

#### (2) 半數以上與會者認同工作坊辦理成果

本計畫辦理之工作坊整體而言效果有成，在 5 場工作坊中，除第 1 場次因配合 2019 空污論壇研討會辦理而未進行問卷調查及人數統計外，其餘 4 場總計共 132 人參與，調查與會者對工作坊之意見，91% 以上與會者滿意從工作坊獲得之整體收穫、98% 願意將本所研究成果之建議化為實際行動、100% 表示尚符合目前工作需求、96% 以上與會者建議未來持續辦理類似研究之推廣，促使交通管理單位重視，並提升專業人員對於改善空氣品質之思維。

## 6.2 建議

### 1. 交通空污減量管理措施之精進方向

#### (1) 國內交通空污管理措施後續規劃

國際間針對交通空污管理逐漸朝向零排放車輛，以及低排放區域發展，除了禁售燃油車為國際趨勢，藉由低污染排放區域管理高污染車輛使用策略，以及配合車輛分級管理之源頭管制，已有部分國家採行(如：德國、法國與中國大陸等)，建議國內後續應規劃強化法制面向思維，針對高污染區域進行研究，從交通管理方式進行區域性車輛行為管理，以獲得更大交通減污效益。

#### (2) 規劃減少私人車輛持有與使用之策略建議

交通管理納入空污減量思維，除宣導車輛共乘或共享、推動公共運輸外，國外近年來主要係從源頭管理思維，規劃減少私人車輛持有之交通管理策略，惟此積極之私人運具管理措施尚需考量各國背景之差異，並且進行深入研究，初步提供我國交通單位做為遠期規劃交通減污管理措施之方向。

針對減少私人車輛使用行為方面，建議可參考新加坡或日本等策略，由地方政府因地制宜評估收取交通擁擠費之可行性，並將收取部分費用用於公共運輸建設，或歐美的車輛分級制度進行污染排放管理，並且相關策略之推動得以空品不良事件日為優先推動時機，更具有合理性，且民眾接受度較高。此外，評估策略之挑選方向應視相關業務單位需要而定，並且需各層面廣泛評估，特別需瞭解策略之推動是否可帶來空污減量成效，方才能規劃具務實且兼具空污效果之交通管理策略建議。

### 2. TEDS 推估交通空污排放之參數資料可再精進

TEDS 排放量推估之參數中，不同資料來源差異較高者( $\pm 20\sim 50\%$ )包括平均車行里程、燃油效率、用油量、道路車流量及車速、旅次分布及行車型態等 6 項，其中又以車行里程之資料來源差異可能對於排放量推估誤差影響較大。柴油車用油量所推估之車行里程與交通部定檢紀錄之車行里程誤差較大，定檢里程低於用油量及車輛燃油效率估算之里程約 30%。爰建議後續研究可針對上述 6 項參數研議精進作法。

### 3. 交通空污熱點管理

#### (1) 強化實際車輛基礎資料之掌握

除精確掌握不同能源、車齡，或車輛排放標準期別等不同車輛使用特性，建議後續針對各類型車輛完整蒐集實際車行里程，以完善交通空污分析的基礎資料建置，據以正確評估各項交通減污策略推動，相關資訊及研究亦可與環保單位進行交流，由環保機關進行如空污費收取基準及方式等議題之評估，以有效落實污染者付費之概念。

#### (2) 更細緻化分析交通空污熱區成因差異

本計畫同時應用環保署 TEDS 排放清冊、空氣品質觀測資料、空氣品質模式模擬等方法，完成全臺尺度之交通空污排放熱區時空分布與成因之解析，並因應地區特性提出減量措施建議予相關單位參考。為提升各地區交通管理減污措施之細緻度，建議各地方政府可依本計畫交通空污熱區分析成果，提高都會區空污熱區之解析尺度，並結合各地之都市發展（如人口變化、新市鎮發展）、交通運輸系統發展（如新建道路、公共運輸之提升）等特性，來掌握都會區內不同地區之交通特性與交通空污成因差異。

#### (3) 針對減量措施推動可行性進行相關調查分析

推動交通空污管理措施順利與否，將受民眾運具使用習慣改變、民眾對管理措施接受度及公共運輸發展成熟度等因素影響，且可能因為地區社經特性、民情之差異，而遭遇不同程度之困難。因此，擬定管理措施之前，建議可針對不同空污熱區中交通部門可推動之減量措施進行實地之調查分析，包含瞭解其車輛使用目的（如：跨縣市通勤、接送小孩、平假日車輛使用頻率等）、社經條件，以及民眾對可能推動之交通管理措施之瞭解程度與接受度，據此檢視管理措施推動之可能性與潛在阻礙，以減少私人汽車排污。

### 4. 推廣工作坊辦理及規劃

#### (1) 持續辦理推廣工作坊

本計畫工作坊之辦理，已彙析各專家學者及與會者意見回饋，建議相關中央及地方交通主管機關及相關單位，應強化交通空污管理思維之宣導，使得政府推動相關策略時，受影響民眾得瞭解其重要性，減輕策

略推動之阻力。另多數參與者皆反映工作坊之辦理對於其工作業務推動具有實質助益，因此建議後續可持續辦理。

(2) 未來工作坊研究規劃方向，可針對交通空污熱區進行減少私人運具使用之交通管理措施探討

針對不同交通空污熱區，探討如何強化私人汽機車交通管理策略，改變運具選擇行為，以減少民眾空污暴露及私人運具使用，例如交通尖峰時刻，空氣品質不良，由各地方政府評估，因地制宜於某些區域禁行高污染私人車輛，限縮可通行之車輛種類等。建議此可與所涉單位或受影響民眾，透過利害關係人或團體並邀請專家以座談會方式，就可能之作法進行深入討論，同時就如何有效推廣民眾轉移私人運具至公共運輸之相關作為，進行意見交流，以更務實方式提出提升空氣品質之交通管理措施。

## 參考文獻

1. Philip J Landrigan, Richard Fuller, Nereus J R Acosta, Olusoji Adeyi, Robert Arnold, Niladri (Nil) Basu, Abdoulaye Bibi Baldé, Roberto Bertollini, Stephan Bose-O'Reilly, Jo Ivey Boufford, Patrick N Breysse, Thomas Chiles, Chulabhorn Mahidol, Awa M Coll-Seck, Maureen L Cropper, Julius Fobil, Valentin Fuster, Michael Greenstone, Andy Haines, David Hanrahan, David Hunter, Mukesh Khare, Alan Krupnick, Bruce Lanphear, Bindu Lohani, Keith Martin, Karen V Mathiasen, Maureen A McTeer, Christopher J L Murray, Johanita D Ndahimananjara, Frederica Perera, Janez Potočnik, Alexander S Preker, Jairam Ramesh, Johan Rockström, Carlos Salinas, Leona D Samson, Karti Sandilya, Peter D Sly, Kirk R Smith, Achim Steiner, Richard B Stewart, William A Suk, Onno C P van Schayck, Gautam N Yadama, Kandeh Yumkella, Ma Zhong (2017), The Lancet Commission on pollution and health. The Lancet Commissions Online.
2. Maurizio Manigrasso, Claudio Natale, Matteo Vitali, Carmela Protano and Pasquale Avino (2017), Pedestrians in Traffic Environments: Ultrafine Particle Respiratory Doses. *Environmental Research and Public Health* 14, 288.
3. Dai-Hua Tsai, Yi-Her Wu, Chang-Chuan Chan (2008), Comparisons of commuter's exposure to particulate matters while using different transportation modes. *Science of the Total Environment* 405, 71-77.
4. M. Kalaiarasan a, R. Balasubramanian, K.W.D. Cheong, K.W. Tham (2009), Traffic-generated airborne particles in naturally ventilated multi-storey residential buildings of Singapore: Vertical distribution and potential health risks. *Building and Environment* 44 , 1493–1500.
5. Hsi-Hsien Yang , Lien-Te Hsieh, Hsu-Chung Liu, Hsiao-Hsuan Mi (2005), Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from motorcycles, *Atmospheric Environment* 39, 17–25.
6. Balakrishnaiah Gugamsetty, Han Wei, Chun-Nan Liu, Amit Awasthi, Shih-Chieh Hsu (2012), Source Characterization and Apportionment of PM10, PM2.5 and PM0.1 by Using Positive Matrix Factorization, *Aerosol and Air Quality Research*, 12: 476–491.
7. Li-Ju Hung, Shang-Shyue Tsai, Pei-Shih Chen, Ya-Hui Yang, Saou-Hsing Liou, Trong-Neng Wu, Chun-Yuh Yang (2012), Traffic Air Pollution and Risk of Death from Breast Cancer in Taiwan: Fine Particulate Matter (PM2.5) as a Proxy Marker, *Aerosol and Air Quality Research*, 12: 275–282.

8. F. Mazzei, A. D'Alessandro, F. Lucarelli, S. Nava, P. Prati, G. Valli, R. Vecchi (2008), Characterization of particulate matter sources in an urban environment, *Science of the Total Environment* 401, 81-89.
9. S.M. Platt, I. El Haddad, S.M. Pieber, R.-J. Huang, A.A. Zardini, M. Clairotte, R. Suarez-Bertoa, P. Barmet, L. Pfaffenberger, R. Wolf, J.G. Slowik, S.J. Fuller, M. Kalberer, R. Chirico, J. Dommen, C. Astorga (2014), Two-stroke scooters are a dominant source of air pollution in many cities, *NATURE COMMUNICATIONS* | DOI: 10.1038/ncomms4749.
10. Hsien-Chih Li, Pei-Te Chiueh, Shi-Ping Liu, Yu-Yang Huang (2017), Assessment of different route choice on commuters' exposure to air pollution in Taipei, Taiwan, *Environ Sci Pollut Res* DOI 10.1007/s11356-016-8000-7.
11. Moacir Tavares Jr., Jurandir P. Pinto, Alexandre L. Souza, Ieda S. Scarmínio, Maria Cristina Solci (2004), Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons from diesel engine in a bus station, Londrina, Brazil, *Atmospheric Environment* 38, 5039-5044.
12. Eduardo Behrentz , Lisa D. Sabin , Arthur M. Winer , Dennis R. Fitz , David V. Pankratz , Steven D. Colome & Scott A. Fruin (2005), Relative Importance of School Bus-Related Microenvironments to Children's Pollutant Exposure, *Journal of the Air & Waste Management Association* 55:1418 -1430.
13. Wonsik Choi, Dilhara Ranasinghe, J.R. DeShazo, Jae-Jin Kim, Suzanne E. Paulson (2018), Where to locate transit stops: Cross-intersection profiles of ultrafine particles and implications for pedestrian exposure, *Environmental Pollution* 233, 235-245.
14. Li HC, Chiueh PT, Liu SP, Huang YY (2017), Assessment of different route choice on commuters' exposure to air pollution in Taipei, Taiwan, *Environ Sci Pollut Res Int.*24(3):3163-3171.
15. Pattanun Achakulwisut, Michael Brauer, Perry Hystad, Susan C Anenberg (2019), Global, national, and urban burdens of paediatric asthma incidence attributable to ambient NO<sub>2</sub> pollution: estimates from global datasets, *Lancet Planet Health*.
16. 陳建任，台北市公館地區公車專用道空氣中粒狀多環芳香烴對人體之健康風險評估，2008。
17. 龍世俊，臺北都會區之機車、汽車及捷運通勤族微粒及 PAHs 之暴露濃度及影響因子
18. 李俊毅，高雄地區揮發性有害空氣污染物排放及大氣濃度特性分析，2017。
19. 日本國土交通省，「グリーン化特例（自動車税・軽自動車税）」。

20. 日本國土交通省，「自動車税のグリーン化特例の概要」平成 29 年税制修正内容，2017。
21. 英國環境、食品及農村事務部與英國交通部，「UK plan for tackling roadside nitrogen dioxide concentrations」，2017。
22. 巴黎市政府，「PROJET DE CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION」，2016。
23. 北京市人民政府，「北京市 2016 年清潔空氣行動計畫」，2016。
24. 北京市人民政府，「北京市促進高排放老舊機動車淘汰方案」，2016。
25. 行政院環境保護署，「空氣污染防制行動方案」，2017。
26. 王燕軍，「柴油車減排中外實踐手冊」，2016。
27. 交通部，2020 運輸政策白皮書—綠運輸(草案)，民國 108 年。
28. 交通部運輸研究所，降低移動污染源管制措施蒐集與彙析，民國 107 年。
29. 交通部運輸研究所，交通環境之 PM<sub>2.5</sub> 暴露探討，民國 107 年。
30. 環保署，空氣污染防制行動方案計畫書，民國 108 年 9 月。
31. 美國環保署，  
<https://www.epa.gov/ozone-pollution/fact-sheet-final-rule-determining-widespread-use-onboard-refueling-vapor-recovery>
32. 新加坡道路管理局 LTA，Tax structure for goods vehicles，  
<https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/owning-a-vehicle/costs-of-owning-a-vehicle/tax-structure-for-goods-vehicles.html>
33. 新加坡道路管理局 LTA，Overview of vehicle quota system，  
<https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/owning-a-vehicle/vehicle-quota-system/overview-of-vehicle-quota-system.html>
34. 香港特別行政區環保署，  
[http://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/environmentinhk/air/prob\\_solutions/cleaning\\_air\\_atroad.html](http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/air/prob_solutions/cleaning_air_atroad.html)  
[http://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/environmentinhk/air/prob\\_solutions/environment\\_friendly\\_commercial\\_vehicles.html](http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/air/prob_solutions/environment_friendly_commercial_vehicles.html)
35. 北京市人民政府，北京老舊機動車淘汰專案，  
<http://210.75.193.158/gate/big5/zhengwu.beijing.gov.cn/zwzt/ljzdcdbztz/default.htm>
36. 北京市公安局公安交通管理局，北京市小客車數量調控暫行規定實施細則，  
<http://www.bjjtgl.gov.cn/jgj/95332/140920/index.html>
37. 日本東京都環境局，  
[https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/air\\_pollution/diesel/regulation/detail.html](https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/vehicle/air_pollution/diesel/regulation/detail.html)

- <https://www.kankyo.metro.tokyo.jp/air/application/cat7292.html>
38. 英國環境、食品及農村事務部，Clean air zone in England，  
<https://consult.defra.gov.uk/airquality/implementation-of-cazs/>
  39. 柏林環境、運輸與氣候保護參議院，The Environmental Zone，  
[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/umweltzone/index\\_en.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/luftqualitaet/umweltzone/index_en.shtml)
  40. 行政院會議，  
<https://www.ey.gov.tw/Page/4EC2394BE4EE9DD0/1cd200d2-f113-4932-a993-8811bbc3d6fd>
  41. 行政院環境保護署政府資料開放行動計畫，  
<https://oldweb.epa.gov.tw/public/Data/6231651471.pdf>
  42. 環保署於臺中市布建空氣品質感測器 加強智慧稽查遏阻不法，  
[https://enews.epa.gov.tw/enews/fact\\_Newsdetail.asp?InputTime=1070718160027](https://enews.epa.gov.tw/enews/fact_Newsdetail.asp?InputTime=1070718160027)
  43. 行政院環境保護署全國空氣污染排放量清冊資訊系統，  
<https://teds.epa.gov.tw/>

---

## 附錄 1 計畫執行成果摘要

---



# 附錄 1 計畫執行成果摘要

## 一、研究背景與目的

隨著我國經濟發展，國人對於空氣品質之要求亦日益提升，經由政府各部門的長期努力下，臺灣各地空氣品質有逐漸改善趨勢，但仍有精進之空間。近年來國際針對移動污染源管理策略之相關作為，已開始走向以強制性作為為手段，例如日本及新加坡之車齡加嚴稅制，英國、德國等歐洲國家車輛空氣污染分級管理及劃設空品淨區，美國及英國徵收道路擁擠費，以及全球各國陸續規劃燃油車退場時程等。

依照空污法第 50 條各種污染源之改善，由各目的事業主管機關輔導之，相關輔導成果，應每年公開於中央主管機關（環保署）指定之網站，並定期檢討之。另依室內空氣品質管理法第 5 條，主管機關及各級目的事業主管機關得委託專業機構，辦理有關室內空氣品質調查、檢驗、教育等有關事宜；又我國行政院於 106 年 12 月 21 日已提出「空氣污染防制行動方案」，並於 108 年 10 月 28 日核定「空氣污染防制行動方案計劃書」，其中針對移動污染源改善工作，由交通部在空污防制中，屬配合性角色，其辦理項目包含提高公共運輸使用量、提高車輛持有及使用成本、空氣品質維護區劃設限制高污染車輛使用等，涉及運具管理、私人運具使用以及各地區交通管理規劃等措施，藉由交通管理方式，如：維持車速減少車輛煞停、減少私人運具使用等，對於空氣品質改善皆有所助益。然目前交通管理措施多著重於交通安全及道路通暢度等面向，交通相關部門應開始重視交通空污管理議題，並啟動相關研究。

前述各項工作之執行，勢必將對於我國車種、車齡分布、能源使用及空氣污染排放造成影響，因此，交通部門亦有必要掌握交通空氣污染物相關資料及應用方式、瞭解交通空污排放變化趨勢、解析交通空污熱區分布情形及問題，並協助交通單位配合相應之減污措施提供應用建議。因此，本計畫著眼於瞭解環境中道路交通空污排放對於人體之暴露影響，以及建置交通污染物排放清冊，以探討交通空氣污染排放趨勢及主要問題，與提供相關單位減

污應用之建議；同時，本計畫為使交通相關單位瞭解交通減污之重要性，並於策略規劃階段即納入交通減污之思維，向外界傳達交通單位近年推動之空污防制作為，針對相關研究成果辦理推廣工作。

綜整上述，本計畫具下列3項辦理目的：

1. 建立區分不同車種、道路層級與交通部轄管戶外場域之交通空污排放資料，以掌握交通空污發展趨勢、影響占比、不同年度空間分布，以瞭解交通活動與交通空污之關聯性。
2. 盤點中央/地方環保機關暨交通事業單位於交通空污熱區建置空品開放資料，掌握各項資料應用方法及適當時機。
3. 透過辦理交通微環境減少空氣污染暴露推廣工作坊，達成交通場域空污減量思維之研究成果宣導。

## 二、研究內容

本計畫研究期程為1年，完成工作項目如下：

1. 文獻蒐集與彙析：
  - (1) 已完成蒐集並回顧近年交通空污研究之相關重要文獻，並區分總體交通空污排放與交通微環境空污暴露，如：交通空污排放特性、國內車輛污染排放來源、交通空污排放對人體健康影響等。
  - (2) 已完成蒐集並回顧近年國內外交通減污政策計畫與相關規定，如：歐美、日本、新加坡、中國等國外與交通空污排放管理相關之策略，及國內運輸政策白皮書、空氣污染防制行動方案等，彙析作為熱點分析結果政策建議依據。

2. 盤點交通空污開放資料暨提出政策應用之建議：
  - (1) 完成盤點中央/地方環保機關暨交通事業單位於戶外與室內交通空污熱區空品開放實測資料與索取管道。
  - (2) 提供盤點開放資料適宜交通部門相關政策應用之建議。
3. 應用環保署「臺灣空氣污染物排放清冊資料庫 (TEDS)」資料估算交通空污排放量與分析污染熱點：
  - (1) 完成檢視 TEDS 10.0 版推估交通活動使用資料之適用性，包含說明目前交通空污排放量推估使用資料現況、各項資料的適用性調查及可能誤差來源說明。
  - (2) 彙整歷年 TEDS 交通污染源排放量變化趨勢，並完成蒐集相關統計資料，探討該交通空污排放趨勢與交通空污防制策略之關聯性。
  - (3) 完成建立全臺區分車種、道路層級 (國道、省道與生活圈道路) 與交通部轄管區域 (如風景區、港區與機場) 聯外道路系統之交通污染物排放清冊資料，並比對環保署測站資料，探討全臺區域尺度交通空污熱區之成因與問題，並提出供相關單位減污應用之建議。
4. 於全臺各地區完成 5 場次之研究成果推廣工作坊，針對本所交通微環境 (如機車待轉區、地下型鐵路車站室內空品) 減少空污暴露研究成果，邀請相關專家學者暨交通、環保主管機關參與，並進行問卷調查盤點宣導成果。

### 三、研究成果

本計畫包含國內外文獻彙整、盤點交通空污開放資料、應用 TEDS 資料估算交通空污排放量與分析污染熱點、針對交通微環境減少空污暴露研究成果分區辦理 5 場次推廣工作坊等四大實體成果，本計畫研究及執行成果如下說明。

1. 彙整國內外交通空污影響文獻及減污管理策略發展
  - (1) 彙整並完成交通空污排放之特性說明、我國交通污排放分析情形，以及其主要來源車種分布。

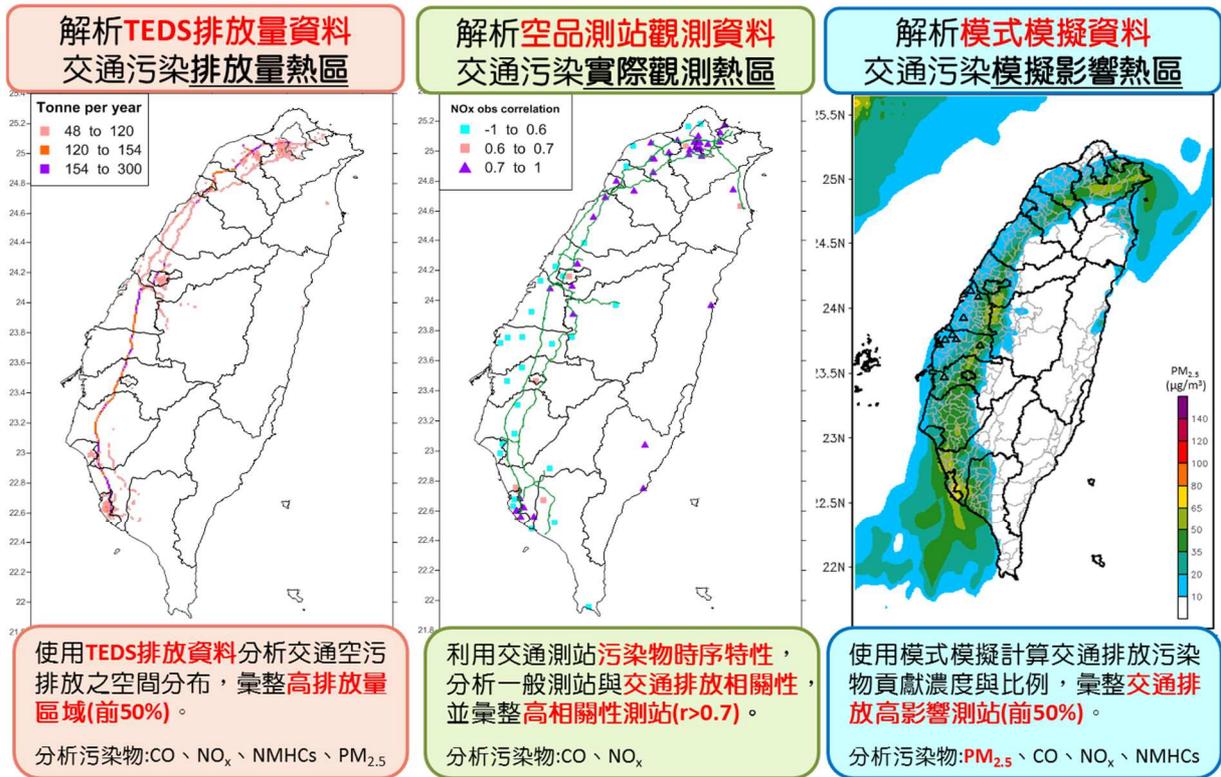
- (2) 彙析交通空污排放對於人體健康影響情形，並針對由交通單位管轄的公車候車區、地下型軌道運輸車站及機車停等環境等特定場域之交通空污暴露及影響，進行說明。
- (3) 彙析近期國內外交通減污相關管理策略、計畫與規定，並針對國外交通空污減量策略於我國應用之可行性進行評估。

## 2. 盤點交通空污開放資料

- (1) 空污監測資料盤點：已完成環保署、地方環保機關、國營事業單位，以及民間之開放實測等空品監測資料盤點，包括中央地方設置之空品測站、特殊性工業區測站、手動採樣監測，空氣盒子監測等。
- (2) 完成與交通空污分析應用有關之交通特性資料盤點，包含交通部高速公路局、公路總局及地方政府之 ETC、VD、省道日交通量調查資料。
- (3) 針對各項開放資料提供數據應用建議。

## 3. 應用 TEDS 資料估算交通空污排放量與分析污染熱點

- (1) 瞭解 TEDS 線源污染物排放量推估方法架構，確認各項參數來源之不確定性，並認識其應用限制。
- (2) 針對 TEDS 中，排放量推估參數不確定性較高者進行探討，分別為平均車行里程、燃油效率、用油量、道路車流量及車速、旅次分布、行車型態等 6 項。
- (3) 分析歷年來 TEDS 交通空污排放量變化趨勢與減污政策之關聯性，了解污染物排放量變化趨勢與減污政策之關係。
- (4) 綜合交通空污排放量資料庫 (TEDS 線源)、全臺空氣品質測站觀測資料、以及 WRF-CMAQ 網格模式模擬資料，三者數據進行比對分析，將受交通影響區域分為：交通空污熱區、污染複雜區域、非都會區市中心、非交通空污熱區等四種類型、進而找出交通空污主要影響區域，如附圖 1-1 所示。



資料來源：本計畫彙製

附圖 1-1 應用 TEDS 線源、全臺空品測站、及模擬資料分析全臺交通熱點

- (5) 鎖定交通空污主要影響區域，針對交通空污熱點進行成因探討，認識熱點內之車種組成，道路型態，以及交通空污熱點可能成因。
- (6) 根據各地區不同的交通空污熱點之成因，因地制宜提供適當的交通管理減污措施建議，作為規劃減污政策之參考依據。

#### 4. 辦理 5 場次交通微環境減少空污暴露研究成果推廣工作坊

- (1) 藉由推廣工作坊，展現交通單位發展公共運輸之現況及對於交通空污減量之亮點成果，並展示交通部推動各項減污措施之決心。
- (2) 針對交通空污容易集中之特定區域，包含地下型軌道運輸車站及機車停等污染排放部分，說明其污染影響及提供相關單位管理建議。

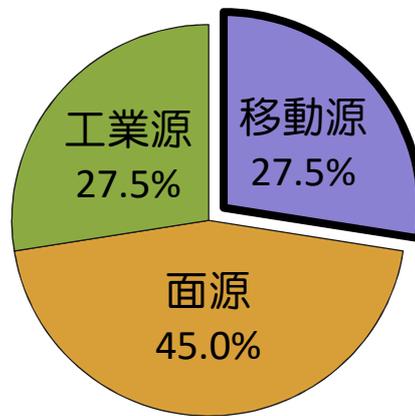
## 四、結論

### 1. 文獻回顧

#### (1) 交通空污排放影響

①境內 PM<sub>2.5</sub> 濃度占比約有 1/3 來自交通空污

依據我國 TEDS10.0 排放量分析結果，我國交通空污排放於各污染源中，占總排放量之 26%，與目前國際 12-37%之趨勢相符；進一步分析我國境內之 PM<sub>2.5</sub> 濃度占比，約有 1/3 來自交通空污，顯示減少交通空污排放有其必要性。



資料來源：雲林科技大學張良輝教授研究成果 (依 TEDS9.0 版推估)，107 年

附圖 1-2 臺灣境內 PM<sub>2.5</sub> 濃度來源比率

②柴油大貨車、汽油小客車及四行程機車為管制重要目標

在我國交通空污排放量方面，PM<sub>2.5</sub> 及 NO<sub>x</sub> 主要排放來源為柴油大貨車，其次為汽油小客車，而在 CO 及 NMHC 部分，主要及次要來源為汽油小客車及四行程機車，因此前述車種之空污排放減量乃為重要之改善對象。

③交通空污對人體健康影響不容忽視

近年國內外交通空污排放對健康之影響研究結果已證實，交通空污因其排放貼近民眾生活圈，對於人體之健康影響不容忽視，且在部

分交通單位管轄之場域(如公車候車站、地下型軌道運輸車站)，因具污染物集中且不易擴散之特性，恐造成人體高濃度暴露。

## (2) 交通減污管理策略發展

### ① 國際交通空污管制策略趨向強制性手段

國際間與運輸部門相關之管理措施，大致主要可區分為都會區交通空污管理、加速車輛汰換及控制車輛數，以及推廣低污染車輛，而前述措施中，多偏向利用強制性手段，進行源頭車輛使用管制，包含收取相關稅費、限制車輛發牌數、採取車輛分級標籤制度、配合環保單位劃設低污染排放區域，並輔以鼓勵性之配套措施，包含優化公共運輸系統、提供低污染車輛汰換補助、推動運具共享及共乘計畫等。

### ② 我國交通空污管理策略應參考國際作為，逐步強化私人運具管理措施

我國運輸部門之管理策略，大致符合國際交通空污管理發展趨勢，且於 108 年運輸政策白皮書—綠運輸中，首次將交通空污減量之思維，納入未來管理策略規劃。惟我國在都會區及其相關之執行手段上，政府多採用柔性鼓勵與補貼低排放運具使用等方式，長期下來成效相對受限，建議可借鏡國外交通管理措施，結合智慧運輸系統之使用，以及停車收費、稅費調整、劃設車輛限行區域等減少私人運具使用之管理措施，漸進式營造有利公共運輸使用環境，並配合我國既定公共運輸提升措施，以改善交通空污。

### ③ 建議國內強化強制性管理思維

回顧我國運輸部門交通減污相關管理策略中，已包含強化國省道交通尖離峰管理措施、推動機車停車費及汽機車停車費差別費率、推動汽機車共享及共乘計畫、2030 年大客車電動化等多項措施，對於私人運具使用之管制上仍較為欠缺，建議可參考國外案例，著手針對高污染區域對症下藥強化相關思維，初步先針對空品不良事件日為優先推動之時機，結合空品維護區之規劃，進行區域性車輛行為管理，如車輛分級管理制度等，使政策推動較具合理性，且民眾接受度亦較高，同時逐步強化相關單位車輛資料之掌握，以有效針對該區域進出

車輛進行管理，提升執法公信力。除此之外，考量交通空污管理同時影響人、車、路之使用，建議應積極落實公民參與及政策行銷之作為，以提升民眾及各級政府機關推動相關措施之決心與向心力。

## 2. 空氣品質開放資料盤點應用與建議

### (1) 空氣品質開放監測資料盤點

本計畫完成盤點國內現有自動空品測站(環保署 77 站、光化測站 10 站、任務性質交通測站 14 站、地方環保局 31 站、大型事業測站 70 站、特殊性工業區測站 35 站)、手動採樣監測(環保署 31 站、地方環保局 119 站、相關研究計畫 6 站)、室內空品監測，以及民間團體監測(PM<sub>2.5</sub> 空氣盒子)之污染物監測項目、數據格式、意義、取得管道等，並針對不同資料監測方式，提出後續相關研究應用之建議，包含交通空污排放趨勢與管制成效評估、評估民眾對交通空污暴露情形，以及釐清交通空污排放來源等研究議題之應用。

### (2) 可應用於交通空污議題研析之交通開放資料盤點

本計畫完成國內與交通空污分析應用有關之交通特性資料盤點，包含交通部高速公路局、公路總局及地方政府之 ETC、VD、日交通量調查資料，可與空品開放監測資訊互相連結應用，可應用於研析交通空污排放量，以及研析交通空污熱區與成因(不同車種及不同道路層級)。

## 3. 交通空污排放量與污染熱點解析

### (1) 交通空氣污染排放量趨勢與管理政策關聯性解析

#### ① 交通空污總量呈逐年下降趨勢

本計畫彙析近 10 年之交通空污排放量(引用 TEDS 各版本之排放量及參照環保署歷年度「移動污染源排放總量推估及管制措施研擬」相關計畫之排放量)，研析排放量變化趨勢與交通空污管理措施之關聯性，發現我國車輛總數雖持續上升，但藉由排放標準加嚴及各項管理措施推動，交通空污總排放量呈現下降趨勢。

#### ② 排放係數及車行里程下降為排放量降低的關鍵因素

環保署 TEDS 排放清冊係以油量及車輛燃油效率推估車行里程，再以車行里程做為交通活動資料，進行交通空污排放量之推估，

所以部分交通管理措施，如推動整合式運輸路廊交通管理及新闢或規劃替代道路，可以減少交通壅塞，提升行駛速率，但因車行里程不變，無法直接反應於交通空污排放量推估結果。

### ③多項管理措施皆可顯著降低污染總量

目前顯著降低交通污染物排放總量之管理措施，包括車輛排放標準加嚴、車輛持續汰舊換新(各種污染物排放總量呈持續下降趨勢)、油品硫含量加嚴(100年起柴油硫含量標準為10 mg/kg，101年開始汽油硫含量標準為10 mg/kg)、二行程機車之汰除(101年至107年全臺輕型機車數量減少約234萬輛)等措施。其他可減少交通空污管理策略尚包括推動公共運輸及鼓勵低污染車輛(如補助購買電動機車)等。

## (2) 全臺交通空氣污染熱區成因分析與減污措施建議

### ①都會區為交通空污集中區域

本計畫應用交通空污排放量資料庫(TEDS 線源)、全臺空氣品質測站觀測資料、以及WRF-CMAQ網格模式模擬資料，3者進行比對分析，進而找出交通空污主要集中區域。無論何種分析方式之結果，皆顯示交通空污熱區多集中於市中心區，並且以臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市之都會市中心較為明顯。因此交通空污之減量管理宜優先從人口密集之都會區著手，以有效降低空污濃度與民眾暴露。

### ②汽油小客車及柴油大貨車為交通空污主要排放車種

根據車種組成與道路型態之分析，可發現各地區交通空污熱點成因有所不同，北部地區都會區係以私人運具之汽油小客車、機車為主，道路型態多為市區道路；而在中南部地區則以柴油大貨車為主，道路型態多分布於國道，柴油大貨車之空污排污大致集中在中部與南部之都會區。

### ③不同交通空污熱區減量措施之建議

本計畫針對不同交通空污熱點區域，根據其成因不同提出相關交通減污措施之建議。針對都會市區道路部分，因交通空污主要來自汽

油小客車及機車，應針對降低私人運具使用、強化大眾運輸、推動低污染運具、減少道路壅塞等層面進行改善；在國道部分，交通空污主要來源則以柴油大貨車為主，應透過改善柴油大貨車排污防制設備或汰換老舊車輛等方式，降低柴油大貨車之排污。如附圖 1-3 所示。



資料來源：本計畫彙製

附圖 1-3 交通空污熱點減污措施思維與本計畫分析成果

#### ④研究成果應用

本計畫研析交通空污熱區分布概況，掌握交通空污熱區成因，並提出相應之交通空污減量措施建議（如：淘汰二行程機車及補助電動機車、劃設空氣品質維護區、柴油車污染改善等），可連結行政院 108 年 10 月 28 日核定之「空氣污染防制行動方案計畫書」及「運輸政策白皮書-綠運輸」之相關交通空污減量管理策略，做為支持中央及地方環保交通管理機關(如交通部、環保署、地方交通局與環保局)推動前述政策之研究論述。另可提供中央及地方交通主管機關因地制宜提出提升空氣品質之交通管理措施，用以改善地區交通環境空氣品質與保障民眾健康。

#### 4. 減少交通空污暴露研究成果推廣工作坊

##### (1) 藉由工作坊交流推廣交通空污管理思維

為推廣本所在交通空污管理策略、地下型軌道車站室內空氣品質，以及減少機車污染排放暴露之研究成果，於全臺北中南分區辦理 5 場研究成果工作坊，經由跨域之討論及分享，使得政府單位有共通平台相互瞭解不同部會間之空污改善作為，並對交通與環保單位推動之交通管理措施交換意見，促使中央及地方交通主管機關規劃具交通空污減量之交通管理措施，亦能向參與工作坊之民眾與大專院校師生傳達相關單位對交通空污改善之重視。

##### (2) 半數以上與會者認同工作坊辦理成果

本計畫辦理之工作坊整體而言效果有成，在 5 場工作坊中，除第 1 場次因配合 2019 空污論壇研討會辦理而未進行問卷調查及人數統計外，其餘 4 場總計共 132 人參與，調查與會者對工作坊之意見，91% 以上與會者滿意從工作坊獲得之整體收穫、98% 願意將本所研究成果之建議化為實際行動、100% 表示尚符合目前工作需求、96% 以上與會者建議未來持續辦理類似研究之推廣，促使交通管理單位重視，並提升專業人員對於改善空氣品質之思維。

## 五、建議

### 1. 交通空污減量管理措施之精進方向

#### (1) 國內交通空污管理措施後續規劃

國際間針對交通空污管理逐漸朝向零排放車輛，以及低排放區域發展，除了禁售燃油車為國際趨勢，藉由低污染排放區域管理高污染車輛使用策略，以及配合車輛分級管理之源頭管制，已有部分國家採行（如：德國、法國與中國大陸等），建議國內後續應規劃強化法制面向思維，針對高污染區域進行研究，從交通管理方式進行區域性車輛行為管理，以獲得更大交通減污效益。

## (2) 規劃減少私人車輛持有與使用之策略建議

交通管理納入空污減量思維，除宣導車輛共乘或共享、推動公共運輸外，國外近年來主要係從源頭管理思維，規劃減少私人車輛持有之交通管理策略，惟此積極之私人運具管理措施尚需考量各國背景之差異，並且進行深入研究，初步提供我國交通單位做為遠期規劃交通減污管理措施之方向。

針對減少私人車輛使用行為方面，建議可參考新加坡或日本等策略，由地方政府因地制宜評估收取交通擁擠費之可行性，並將收取部分費用用於公共運輸建設，或歐美的車輛分級制度進行污染排放管理，並且相關策略之推動得以空品不良事件日為優先推動時機，更具有合理性，且民眾接受度較高。此外，評估策略之挑選方向應視相關業務單位需要而定，並且需各層面廣泛評估，特別需瞭解策略之推動是否可帶來空污減量成效，方才能規劃具務實且兼具空污效果之交通管理策略建議。

## 2. TEDS 推估交通空污排放之參數資料可再精進

TEDS 排放量推估之參數中，不同資料來源差異較高者( $\pm 20\sim 50\%$ )包括平均車行里程、燃油效率、用油量、道路車流量及車速、旅次分布及行車型態等 6 項，其中又以車行里程之資料來源差異可能對於排放量推估誤差影響較大。柴油車用油量所推估之車行里程與交通部定檢紀錄之車行里程誤差較大，定檢里程低於用油量及車輛燃油效率估算之里程約 30%。爰建議後續研究可針對上述 6 項參數研議精進作法。

## 3. 交通空污熱點管理

### (1) 強化實際車輛基礎資料之掌握

除精確掌握不同能源、車齡，或車輛排放標準期別等不同車輛使用特性，建議後續針對各類型車輛完整蒐集實際車行里程，以完善交通空污分析的基礎資料建置，據以正確評估各項交通減污策略推動，相關資訊及研究亦可與環保單位進行交流，由環保機關進行如空污費收取基準及方式等議題之評估，以有效落實污染者付費之概念。

## (2) 更細緻化分析交通空污熱區成因差異

本計畫同時應用環保署 TEDS 排放清冊、空氣品質觀測資料、空氣品質模式模擬等方法，完成全臺尺度之交通空污排放熱區時空分布與成因之解析，並因應地區特性提出減量措施建議予相關單位參考。為提升各地區交通管理減污措施之細緻度，建議各地方政府可依本計畫交通空污熱區分析成果，提高都會區空污熱區之解析尺度，並結合各地之都市發展（如人口變化、新市鎮發展）、交通運輸系統發展（如新建道路、公共運輸之提升）等特性，來掌握都會區內不同地區之交通特性與交通空污成因差異。

## (3) 針對減量措施推動可行性進行相關調查分析

推動交通空污管理措施順利與否，將受民眾運具使用習慣改變、民眾對管理措施接受度及公共運輸發展成熟度等因素影響，且可能因為地區社經特性、民情之差異，而遭遇不同程度之困難。因此，擬定管理措施之前，建議可針對不同空污熱區中交通部門可推動之減量措施進行實地之調查分析，包含瞭解其車輛使用目的（如：跨縣市通勤、接送小孩、平假日車輛使用頻率等）、社經條件，以及民眾對可能推動之交通管理措施之瞭解程度與接受度，據此檢視管理措施推動之可能性與潛在阻礙，以減少私人汽車排污。

# 4. 推廣工作坊辦理及規劃

## (1) 持續辦理推廣工作坊

本計畫工作坊之辦理，已彙析各專家學者及與會者意見回饋，建議相關中央及地方交通主管機關及相關單位，應強化交通空污管理思維之宣導，使得政府推動相關策略時，受影響民眾得瞭解其重要性，減輕策略推動之阻力。另多數參與者皆反映工作坊之辦理對於其工作業務推動具有實質助益，因此建議後續可持續辦理。

## (2) 未來工作坊研究規劃方向，可針對交通空污熱區進行減少私人運具使用之交通管理措施探討

針對不同交通空污熱區，探討如何強化私人汽機車交通管理策略，改變運具選擇行為，以減少民眾空污暴露及私人運具使用，例如交通尖峰時刻，空氣品質不良，由各地方政府評估，因地制宜於某些區域禁行高污染私人車輛，限縮可通行之車輛種類等。建議此可與所涉單位或受影響民眾，

透過利害關係人或團體並邀請專家以座談會方式，就可能之作法進行深入討論，同時就如何有效推廣民眾轉移私人運具至公共運輸之相關作為，進行意見交流，以更務實方式提出提升空氣品質之交通管理措施。

---

## 附錄 2 審查意見辦理情形

---



## 附錄 2 報告審查意見處理情形表

### 附錄 2.1 期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：IOT-108TTDF002

交通空污排放量推估與空污熱點分析

執行單位：景丰科技股份有限公司

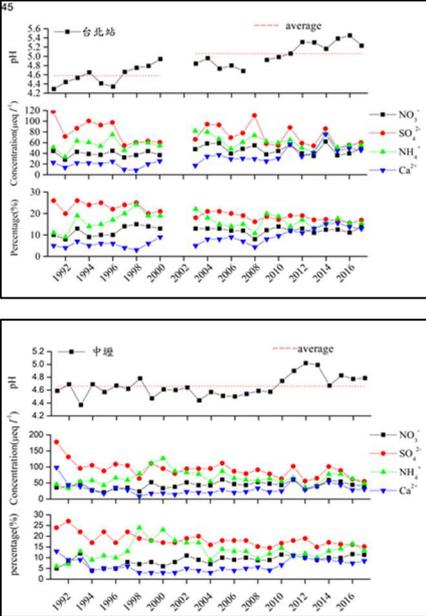
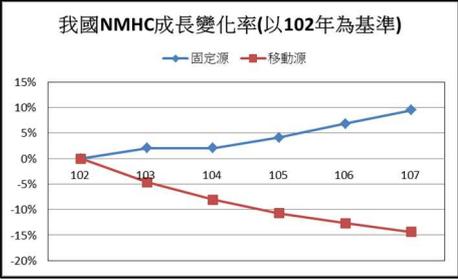
參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
一、張委員順欽		
1. 國內外管理措施蒐集建議分門別類整理，列出哪些措施為環保單位推動？哪些為交通單位可推動？並且區分中央或地方之權責。	遵照辦理。相關分類將以表格方式呈現於期末報告中，詳期末報告第 2.3 節。	同意辦理
2. 相關交通微環境空污暴露實測研究皆屬於短期調查，援引時應補充相關調查條件及可能研究限制；此外，除了暴露濃度高低之外，民眾或從業者之暴露時間亦是重點。	遵照辦理。本團隊將補充引用之相關研究中提及之調查條件作為參據。詳期末報告 2.2 節。	同意辦理

參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
<p>3. 報告所蒐集列出交通減污管理策略效益如何？哪些可建議持續推動？例如：臺北市機車數量近年已開始減少，此係與哪些交通管理策略有關？</p>	<p>感謝委員意見，減污策略效益評估非本計畫研究範疇，本計畫為針對交通污染排放特性進行現象解析，並提出管理措施建議。</p> <p>交通減污管理策略效益可藉由降低的基礎排放率(車流順暢具較低排放係數)，以及降低的車輛活動強度(降低私人運具使用量)兩方面進行評估。此部分管理策略所改善之相關參數進行彙析，如車流量、車速，運具轉移效率等。關於台北市機車數量減少情形，經本研究團隊深入了解後，發現台北市 103 年至 107 年汽油機車登記總數下降 51,956 輛，輕型機車減少 85,365 輛，但重型機車卻增加 33,409 輛，故推測此現象應與汰換二行程機車之相關政策有關。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 不同年度車種之車齡分佈是否亦影響交通污染排放量？建議應納入分析說明。</p>	<p>感謝委員意見，針對不同車齡部分，依據新版全台空污排放清冊(TEDS10.0)，確實呈現車齡越高空污排放量會有較高之情形。</p> <p>交通污染排放量計算中，已考慮各縣市不同車齡組成下之交通污染排放量結果。</p> <p>期中報告 4.2.1 節中亦針對歷年車輛數(車齡分布)變化進行探討。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 目前報告所盤點之空氣品質開放資料有哪些項目可評估交通污染排放量？本案於如何應用交通特性資料(交通量與車速)於推估交通污染？</p>	<p>本計畫為應用環保署最新版 TEDS10.0 排放量進行交通空污解析，其排放量推估方法為「燃油法」，因此車輛的總活動強度並非由交通資料進行推估。</p> <p>TEDS 推估過程之中已有納入高速公路電子收費系統(ETC)、車輛偵測器(VD)之車種、車齡等資料進行排放量推估與排放量空間分配的工作。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>6. 交通污染排放推估有無可檢討之處？有無透過實測方式更新相關排放係數之必要性？</p>	<p>本計畫針對 TEDS 推估參數之不確定性進行評估，發現使用柴油車用油量推估之車行里程具高度不確定性。</p> <p>此結果與運研所自辦應用電子發票進</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
	<p>行分析，發現能源平衡表之中運輸部門柴油用量高估 30 萬公秉結果相同。</p> <p>高估之柴油用量去向包含旅館業、農機具、建築工地動力機械等使用，將造成柴油車污染排放推估排放量結果之差異。</p>	
<p>7. 除了趨勢分析外，如何證明整體交通污染排放之變化係與相關措施推動有關聯？包括報告所列出之油品改善、車輛汰舊換新，以及車輛數量之增加等。</p>	<p>除了趨勢分析外，亦可藉由觀測資料檢視排放量變動較明顯的減量策略與車輛排放之空氣污染物關聯性。</p> <p>以油品含硫量之改善效益為例，可藉由環保署交通測站之 SO<sub>2</sub> 長期趨勢變化，檢視 SO<sub>2</sub> 下降濃度與油品改善措施推動之關聯性。</p> <p>車輛汰舊換新措施之成效，可藉由交通部監理資料進行比對與檢視。</p> <p>其他相關策略與排放量變化趨勢之關聯性，宜藉由更詳盡的資料進行驗證。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>8. 報告所做出交通排放對空氣品質影響結果(詳圖 4.3.3-5)，北部地區之一氧化碳(CO)及非甲烷碳氫化合物(NMHC)影響大於中南部，但細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)反而較中南部較高，原因為何？</p>	<p>圖 4.3.3-5 顯示結果為交通排放對空品影響程度，對應北部 CO 及 NMHC 影響大於中南部，但 PM<sub>2.5</sub> 反而中南部較高，主因為車種組成之差異；北部地區主要影響車種為小客車，而在中南部地區，柴油大貨車之比例較高。</p> <p>又依據 TEDS 排放推估結果，柴油大貨車相較於其他車種具有較高的 PM<sub>2.5</sub> 排放量，故呈現此現象。</p> <p>後續本團隊將針對車種組成部分進行細部探討，並於期末報告中呈現，請詳期末報告第 4.3 節</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
二、張委員章堂		
<p>1. 建議報告回顧管理措施宜加強劣化車輛污染物排放情形說明，並規劃相應減量措施，尤其行駛中車輛排放管理，含測試規劃、防制設施（觸媒單位、濾煙器、脫硝反應器）、性能查核與更新，以及油箱與油品洩漏之測試。另宜補充在硝酸鹽排放量推估。</p>	<p>感謝委員意見，本研究蒐集之管理措施主要係彙析國內外由交通單位主責或協助辦理之交通減污管理措施，以做為交通部門研擬減污策略之參據。</p> <p>關於行駛中車輛排放標準研擬以及相關測試方法，應為環保署與其他相關單位主要推動之相關措施，另有關於車輛機械定檢相關測項或規範，本研究團隊將回饋給運研所內做為參考。</p> <p>在硝酸鹽部分，目前 TEDS 排放量計算並無推估硝酸鹽類排放量，而且國內亦無足夠的相關資料可供估算我國整體交通之硝酸鹽排放，故無法進行推估。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 建議報告回顧管理措施宜補充船舶與飛機污染物排放調查與管制措施之研擬（包括燃料使用、使用岸電、船舶電力系統、加裝濾煙器、脫硝及脫硫系統），於本報告皆未說明。</p>	<p>感謝委員意見，船舶及航空器污染排放與管制，非本計畫之研究範疇。本計畫執行目標所稱之交通污染排放，係主要針對車輛排放部分。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>3. 建議報告回顧管理措施宜加強都會區交通壅塞管理，尤其各種交通尖峰時段與區域（含長隧道、人口密集區）之交通管理措施，亦或是規劃綠色標章車輛行駛專用道。</p>	<p>感謝委員意見，據本團隊彙析國外策略，為解決都會區車輛眾多所造成之壅塞問題，多數國家已開始採取如車輛分級管制制度，限制不符合規範之車輛於特定時間內不得進入區域。</p> <p>於今年起美國紐約為改善都會區道路壅塞及更新地鐵問題，已通過預算規劃將徵收塞車費，並將所得之經費用以資助紐約都會運輸局(MTA)改善地鐵系統，相關收費制度預計於 2021 年建置完成後上路。</p> <p>相關資訊本團隊將於期末報告中進行補充，請詳期末報告第 2.3 節。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 建議報告回顧管理措施加強部份觀光地區使用乾淨能源（如：氫）與鼓勵電動車，以及低污染車輛補助措</p>	<p>感謝委員意見，針對觀光地區推廣低污染車輛之減污管理措施，現階段部分地區已有相關措施進行推動。</p> <p>交通部觀光局訂定有離島暨花東遊客</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
施（如：日本）。	租賃電動機車之補助辦法。 花蓮縣環保局已推動機車租賃業者新購電動機車之相關補助等。相關措施將補充於期末報告中，請詳期末報告第2.3節。	
5. 建議報告中盤點資料方式增加利用微型感測器進行空氣品質監測，尤其在大客車裝置微型空氣品質感測器，以利進行交通空品之監測。	感謝委員意見，本計畫盤點交通空污資料主要係各級環保、交通機關之可公開取得資料索取管道進行彙整，進而提出資料後續應用建議。 關於微型感測器之監測資料，本計畫已盤點目前可公開下載之部分。 於公開資料當中並無大客車裝置之微型感測器監測相關資料，因此並未列入資料盤點範疇之中。	同意辦理
6. 建議報告中回顧之加強老舊車輛管制（超過5年汽油車第1期至第3期柴油車）措施，應包括加強檢測及召回作業。	感謝委員意見，老舊車輛檢測及召回作業，係屬環保署主政之減污策略的一環，非本計畫之研究範疇。 本計畫主彙析由交通單位主政或協助辦理，可達交通污染減量之相關措施，故由環保署主政之管制策略的深度討論。	同意辦理
7. 建議報告中回顧之管理措施加強濾煙器觸媒與脫硝系統性能檢核作業。	感謝委員意見，因濾煙器性能檢核作業屬環保署主應措施，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理

參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
<p>8. 建議報告之空污熱點分析可探討中壢、新竹之酸雨、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、硝酸鹽持續惡化原因，以及臺北與臺南甲苯持續惡化原因，尤其在交通測站空氣品質歷年之變化趨勢。</p>	<p>感謝委員意見，由於酸雨成因複雜，各地區狀況不一致，工業排放之 SO<sub>x</sub> 與 NO<sub>x</sub> 亦有可能為形成酸雨之主要原因。根據我國環保署酸雨監測網資料顯示(下圖以台北與中壢為例)，我國各地酸雨污染情況皆為持續改善當中，並非持續惡化。</p>  <p>(資料來源：環保署酸雨監測網)</p> <p>甲苯除了在汽機車尾氣排放可發現以外，工業使用溶劑、塗裝製程、以及日常生活中的黏著劑、油漆等，皆為甲苯的重要排放來源。</p> <p>根據環保署 TEDS「歷年排放量回溯及未來年預測推估」資料顯示，我國移動源 NMHC 排放量為逐年下降，固定源為逐年上升(如下圖)，故近期甲苯持續惡化應非為交通污染排放所致。</p> 	<p>同意辦理</p>

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
三、吳委員宗修		
1. 模擬結果宜有相關統計數據來確認合理性。	本計畫所採用之空污模式為科學分析上適用於評估各種類污染物的 WRF-CMAQ 中尺度網格模式，模式模擬輸出結果符合環保署「空氣品質模式模擬結果性能評估規範」之要求，模擬結果具有一定的可信度；相關性能評估結果將納入期末報告之中，請詳期末報告第 4.3 節。	同意辦理
2. 從交通管理觀點，最適合之變數仍是交通量 (volume) 與交通組成 (大車、小車、機車、汽油車、柴油車、電動車等)，以及其相對應車種之排放量，考量前述特性變數，共同納入推估總體排放量「熱點」應較為合理推估方式。	依據交通觀點，最適合之變數為交通量 (volume)，在部分情況可納入交通空污之排放量推估，但須考量目前整體交通數據之完整性。 故本計畫針對排放量熱點解析工作，為應用 TEDS 排放量，其排放量推估方法中，已針對不同車種、車齡，並運用 ETC、VD 等資料進行排放量推估與排放量空間分配的工作，以歸納出全臺排放量熱點區域。 本計畫後續將配合交通資訊，解析熱點區域成因 (車種、交通量等)，以提出減污運用建議。	同意辦理
3. 報告之文獻回顧中所界定之整體環境與交通微環境請清楚說明。	本計畫中交通空污整體環境與微環境之界分，主要係由「影響整體環境之空氣品質」以及「影響民眾在特定區域之空污暴露」進行區別。 舉例來說，交通空污排放對於臺灣空氣品質指標之影響、該污染物對於人體健康危害，即為大環境之影響；機車於待轉區內的集中排放、機車騎士集中暴露的情況，或公車候車民眾於公車專用道之暴露情況，即為微環境之影響。	同意辦理
4. 報告中所列出「2025 禁止道路上柴油車行駛」用詞內容請確認。	感謝委員意見，本部分係指在國際 C40 聯盟 (C40 Mayors Summit) 上，巴黎、墨西哥、雅典及馬德里市長聲明表示，將致力於規劃 2025 年禁止柴油車在市	同意辦理

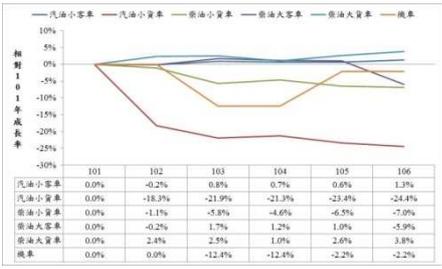
參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
	區內行駛，以緩解空氣污染，並鼓勵替代車輛及促進步行與自行車基礎設施。本團隊將完善報告書中用詞內容說明，以避免誤解。	
5. 報告之文獻回顧所提到交通環境包括商港區（頁 2-15）與軌道（頁 2-34），而航空站是否亦須納入？	感謝委員意見，船舶與航空器排放及管制，非本計畫討論範疇。本計畫主旨探討之交通空污影響及其相關措施，主要針對車輛及其排放部分；本團隊將於報告書中，明確論述計畫範疇對象，請詳期末報告第 1.3 節。	同意辦理
6. 多處文字、用詞與編排欠當，縮寫並未於全文交待（ICCT、TSP、TDCS、TWD97 等），請應於於報告書內標示。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意辦理
四、李委員克聰		
1. 應補充說明期中報告審查前應完成之工作項目、成果、遭遇之困難及因應對策。	感謝委員意見，本團隊將改善說明不足之部分。	同意辦理
2. 在文獻蒐集與分析方面，建議應說明為何最近其它研究單位公佈民眾在捷運站等車時，所受之 PM <sub>2.5</sub> 暴露相較其它交通方式高，例如捷運暴露甚至比騎乘機車要高，此論點對提倡民眾使用捷運以減少整體空氣污染有負面影響。	感謝委員意見，本計畫針對近期相關研究單位，公佈民眾於捷運候車時 PM <sub>2.5</sub> 暴露濃度較其他運具(包括機車)均高，對此本團隊已完成多數研究成果之相關報告蒐集與研析。其研究成果是否能直接導向於搭乘捷運時民眾暴露 PM <sub>2.5</sub> 濃度較高之結論，尚須考量其研究調查條件、研究方法及暴露時間等。除此之外，運研所的研究成果之中，亦已針對軌道地下型車站可能之 PM <sub>2.5</sub> 暴露及改善措施進行相關文獻彙析。本計畫已與運研所配合辦理上述研究成果之推廣工作坊，提醒相關單位，針對地下型車站應於設計規劃階段即納入室內空氣品質管理思維。	同意辦理
3. 國內外交通減污策略如簡報第 13 頁及第 14 頁，應嘗	感謝委員意見。本計畫於期末報告階段，將會針對部分國外執行中之交通減	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
試分析其優缺點，期末報告時應提出適合國內減污成效良好之交通管理策略。	污策略運用於我國之適用性進行分析說明，已提供予所內作為交通減污管理策略之建議。	
4. 已實施之交通管理策略如市區公車電動化等，建議應有即時空品監測顯示設備；如監測設備設置在電動公車體外，監測經過路線，也可設置在與捷運平行道路之公車智慧站牌；此些成果於臺中已有所進展。	感謝委員意見，本研究團隊將回饋相關資訊給運研所內做為參考。	同意辦理
5. 建議應分析高速公路差別費率、停車差別費率等交通管理措施對交通量之轉移效益，此類交通管理措施可使車流時空分配較為均勻，應能有效減少空氣污染。	感謝委員意見，減污策略效益評估非本計畫研究範疇，本計畫為針對交通污染排放特性進行現象解析，並提出管理措施建議。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見	
五、本所綜計組（書面意見）			
1	文獻回顧		
	<p>(1) 文獻蒐集及彙析工作目的有二：第一，支援本所研究人員相關業務推動，蒐集近期空污研究及政策資料。第二，為有利後續空污資料盤點應用、交通空污熱區解析，以及本所交通微環境推廣工作坊等研究工作。惟目前文獻回顧內容似乎蒐集相當多無法直接與前述研究目的相關資料，請再逐一檢視篩選，並請增加文獻小結，說明所回顧之文獻內容如何連結前述 2 項目的。</p>	<p>遵照辦理。本計畫後續將統整論述近期交通污染排放「影響整體環境之空氣品質」以及「影響民眾在特定區域之空污暴露」之相關空污研究。</p> <p>整體影響部分將回顧我國交通污染排放之主要來源、交通污染排放情形及車種排放分布、近期交通排放之污染物對於人體健康危害關聯性之研究。</p> <p>交通微環境之部分則特別針對機車騎士、公車候車環境及地下型車站之環境空污濃度與可能暴露進行文獻彙析。</p> <p>國內外策略部分，將繪製表格整理各項策略於該國所屬之權責單位範圍，及部分策略於我國推動之適用性說明。</p> <p>相關內容將於期末報告中呈現。</p>	同意辦理
	<p>(2) 報告書之文獻回顧中「2.1 交通污染排放與健康影響」之規劃內容，似乎與計畫目的無直接關連。</p>	<p>遵照辦理。</p> <p>本計畫於交通污染排放與健康影響部分，規劃區分為交通污染排放對整體環境之空氣品質影響、在微環境(特定區域)空污排放及對民眾之暴露影響。</p> <p>交通污染排放對整體環境之空氣品質影響，將回顧我國交通污染排放之主要來源、目前交通污染排放情形及車種排放分布，以及排放之污染物對於人體健康危害之研究。</p> <p>微環境空污排放及對民眾之暴露影響，將彙析近期文獻對於微環境相關之研究，本計畫特別針對機車騎士、公車候車環境及地下型軌道運輸車站之暴露情形或環境濃度，進行文獻彙析。</p>	同意辦理
	<p>(3) 總體交通污染排放</p>	<p>遵照辦理。本計畫針對總體交通污染排</p>	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見		合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	<p>之回顧內容，應著重整體交通污染排放概況、排放特性、排放來源，以及交通污染空間分佈等分析內容。</p>	<p>放，將以回顧我國交通污染排放主要來源、排放之污染情形，以及污染物對於人體健康危害進行論述調修。 交通污染空間分布特性等，規劃列屬於交通空污熱點分析及歷年交通污染排放量解析工作，已於章節 4.3 中呈現。</p>	
(4)	<p>微環境空污暴露之分析，請將交通場域分門別類區分做說明（如區分公車候車區、一般道路及地下型車站）。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>
(5)	<p>報告書之文獻回顧中「2.2 國內外交通減污策略研析」部分： A. 國內交通污染排放減量管制相關策略彙析 (a) 空氣污染防制行動方案摘整內容，請洽環保署確認，是否為刻正提報行政院「空氣污染防制行動方案計畫書（草案）」之內容。 (b) 運輸政策白皮書之摘整策略與作為，請與近期出版草案內容一致。 B. 請增加小結，比較國際管理六大策略及作為與國內推動作為之異同，檢視國內策略作為是否符合國際趨勢，並且確認國內策略需強化</p>	<p>遵照辦理。 目前期中報告書中呈現之空氣污染防制行動方案摘整內容，環保署提供「空氣污染防制行動方案計畫書(修正 7 版)」內容。於期末報告書中，如涉及運輸政策白皮書部分亦將卻認為近期出版之草案內容。 國外策略於我國之適用性說明及與國內推動作為之異同，將於期末報告中呈現之。</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員及其所提供意見		合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
	之處。		
參與審查人員及其所提供意見		合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見
2	盤點交通空氣污染開放資料及提供策略應用建議		
(1)	<p>報告書「3.3 交通空氣污染開放資料相關應用建議」之應用說明太過薄弱，須補充強化：</p> <p>A.建議之應用單位，特別是交通單位角色。</p> <p>B.分析課題區分總體交通污染排放量，亦或是特定交通場域（微環境）暴露。</p> <p>C.建議與「第二章 文獻回顧」在總體交通污染排放與微環境空污暴露所蒐集文獻能有所聯結。</p>	<p>遵照辦理。本計畫後續將強化應用說明，分總體交通污染亦或特定交通場域（微環境）暴露資料應用建議。</p> <p>公開資料之應用形式以及應用單位，宜就其分析目標與分析議題之差異獨立進行探討，由各單位自行使用，並無特定應用單位之限制。</p>	同意辦理
(2)	<p>報告書引用其他單位計畫資料，如環保署空氣污染排放清冊（TEDS）資料庫或參數請務必加註資料來源（頁 4-2~頁 4-3、表 4.1.1-2、表 4.2.1-2、表 4.2.1-3）。</p>	遵照辦理。	同意辦理
3	交通污染排放量與污染熱點解析		
(1)	<p>報告書「4.2.1 歷年交通活動及空氣污染排放量趨勢」之研析，請補充各車種歷年之運輸活動量。</p>	<p>報告書已針對部分可能影響 TEDS 排放量之運輸資訊進行論述，包含車輛數、車齡分布、用油量等歷年統計資料變化趨勢，於期末報告中，將加入公路運輸每車之車行里程歷年變化，作為運輸活動量之統計資料，並於後續章節與排放量變化趨勢進行比對論述。</p> <p>由目前初步結果顯示，汽油小客車及柴油大貨車部分，其車行里程仍有呈現上升趨勢，機車部份車行里程變化波動較大，其他車種則有逐年下降現象。</p>	同意辦理

參與審查人員及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行單位審查意見																																																	
	 <table border="1" data-bbox="703 421 1136 510"> <thead> <tr> <th></th> <th>101</th> <th>102</th> <th>103</th> <th>104</th> <th>105</th> <th>106</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>汽油小客車</td> <td>0.0%</td> <td>-0.2%</td> <td>0.8%</td> <td>0.7%</td> <td>0.0%</td> <td>1.3%</td> </tr> <tr> <td>汽油小貨車</td> <td>0.0%</td> <td>-18.3%</td> <td>-21.9%</td> <td>-21.3%</td> <td>-23.4%</td> <td>-24.4%</td> </tr> <tr> <td>柴油小客車</td> <td>0.0%</td> <td>-1.1%</td> <td>-5.8%</td> <td>-4.6%</td> <td>-6.5%</td> <td>-7.0%</td> </tr> <tr> <td>柴油大客車</td> <td>0.0%</td> <td>-0.2%</td> <td>1.7%</td> <td>1.2%</td> <td>1.0%</td> <td>-5.9%</td> </tr> <tr> <td>柴油大貨車</td> <td>0.0%</td> <td>2.4%</td> <td>2.5%</td> <td>1.0%</td> <td>2.6%</td> <td>3.8%</td> </tr> <tr> <td>機車</td> <td>0.0%</td> <td>0.0%</td> <td>-12.4%</td> <td>-12.4%</td> <td>-2.2%</td> <td>-2.2%</td> </tr> </tbody> </table>		101	102	103	104	105	106	汽油小客車	0.0%	-0.2%	0.8%	0.7%	0.0%	1.3%	汽油小貨車	0.0%	-18.3%	-21.9%	-21.3%	-23.4%	-24.4%	柴油小客車	0.0%	-1.1%	-5.8%	-4.6%	-6.5%	-7.0%	柴油大客車	0.0%	-0.2%	1.7%	1.2%	1.0%	-5.9%	柴油大貨車	0.0%	2.4%	2.5%	1.0%	2.6%	3.8%	機車	0.0%	0.0%	-12.4%	-12.4%	-2.2%	-2.2%	
	101	102	103	104	105	106																																													
汽油小客車	0.0%	-0.2%	0.8%	0.7%	0.0%	1.3%																																													
汽油小貨車	0.0%	-18.3%	-21.9%	-21.3%	-23.4%	-24.4%																																													
柴油小客車	0.0%	-1.1%	-5.8%	-4.6%	-6.5%	-7.0%																																													
柴油大客車	0.0%	-0.2%	1.7%	1.2%	1.0%	-5.9%																																													
柴油大貨車	0.0%	2.4%	2.5%	1.0%	2.6%	3.8%																																													
機車	0.0%	0.0%	-12.4%	-12.4%	-2.2%	-2.2%																																													
(2)	<p>報告書「4.2.2 交通空氣污染排放量趨勢與防制策略之關聯性」：</p> <p>A.所連結政策皆無交通單位推動之策略，建議補充相關交通活動量與污染之關係。</p> <p>B.部分內容建議與「第二章 文獻回顧」所蒐集國內交通減污政策計畫做連結。</p>	<p>遵照辦理。本計畫後續將強化交通活動量之變化趨勢與排放量變化間關聯性之說明，如車輛數、車齡分布、車行里程等。</p> <p>包含由報告書中 4.2.1 資料顯示，101 至 107 年總車輛數呈持續上升之趨勢，但隨著排放標準加嚴及老舊車輛汰除或是以較新时期別污染較低之車輛取代，使得雖車行里程增加，歷年污染排放量仍有減少趨勢。而在公路各車種每車年車行里程部分，其與污染物排放量變化則較無一致性。</p> <p>同意辦理</p>																																																	
(3)	<p>報告書「4.3.3 模式模擬案例解析交通污染濃度集中熱區」之分析未將 7 月 23 日工作會議，對「貢獻濃度」與「交通貢獻比例」所繪製之 4 象限解析圖內容納入，請補充。</p>	<p>遵照辦理，將補充於期末報告中，請詳期末報告第 4.3 節。</p> <p>同意辦理</p>																																																	
(4)	<p>請系統化說明工作坊辦理時間、地點、推廣人員與單位、本所參與方式，以及現場參與人員互動狀況。</p>	<p>遵照辦理。後續將於期末報告中，以表格方式呈現。請詳期末報告第 5.1 節</p> <p>同意辦理</p>																																																	
六、主席裁示																																																			
1. 報告內容與文字宜精準，如交通「管理」與「管制」之差異，管制應屬強制性質，研究團隊需予以區分。	遵照辦理，本團隊將完善報告書中用詞內容說明，以避免誤解。	同意辦理																																																	

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
2. 研究團隊未來宜強化與交通專業團隊、專家學者互動，以凸顯交通管理之空污減量思維。	遵照辦理。本團隊後續將於 9-10 月間拜訪交通專業學者，針對交通管制策略對減污影響，及交通資訊應用進行討論，以強化交通管理減污之論述，並補充於期末報告之中，請詳期末報告第 5.1~5.2 節。	同意辦理
3. 期中審查原則通過，請研究團隊依據審查意見研提處理情形答覆意見，於會議紀錄文到一週內送本所承辦單位，以作為後續報告修正之依據；另於工作會議中說明委員意見處理情形。	遵照辦理。	同意辦理
4. 期末報告應針對期中審查提出需處理之意見補充強化，本所委辦研究計畫需在期末審查完成一定期限內，編彙為正式出版品，為爭取時效，爰須請研究團隊宜先行啟動報告修正，將相關期中審查待處理意見納入。	遵照辦理。	同意辦理

## 附錄 2.2 期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫  
期中 期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：IOT-108TTDF002

交通污染物排放量推估與污染熱點分析

執行單位：景丰科技股份有限公司

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
一、陳委員文瑞		
1. 報告書 P2-13，國內軌道建設未來多朝向立體化方向發展，是否有相關的高架化車站空氣污染暴露研究可相比較？請補充說明。	根據車輛排汙之學理而言，減少汽機車壅塞情況，可有效降低移動污染源排放。 近期高雄市環保局已有相關研究，高雄市鐵路地下化後帶來交通便利，已減少鄰近區域汽機車之壅塞情況，鄰近區域污染物濃度於尖峰時刻之變化，總碳氫化合物減幅為 7%、一氧化碳減幅為 16.6%、二氧化氮減幅為 9.9%，空氣品質具明顯改善；本計畫為針對全國交通污染熱區進行分析，並提出管理策略建議思維，因此相關研究非本計畫之探討範疇。	同意辦理
2. 報告書 P4-76，在中部空品區、高屏空品區皆為高貢獻比例與高貢獻濃度，該資料是否已有排除區域之電廠或重工業污染貢獻？請補充說明。	感謝委員指教，本計畫模式模擬計算結果，所呈現之交通污染貢獻濃度與比例，僅包含車輛排放之污染物影響情形，因此已將其他排放來源扣除（如工業排放、揚塵、境外傳輸影響...等）。	同意辦理
3. 報告書 P6-1，交通污染源（以 PM <sub>2.5</sub> 為例），占空氣污染約 1/3 比例，建議可由另外 2/3 比例之空氣污染生產源減量策略方針歸納分析，擇優作為交通減汙參考。	臺灣境內 PM <sub>2.5</sub> 濃度約占有 1/3 的比例來自交通污染，另 2/3 濃度來自於工業、商業、逸散排放、自然排放（如揚塵）等來源（見 2.1.2 小節，p.2-3）。感謝委員指教，依據不同排放源（如：工業、商業、逸散排放等）之管制與減量策略，與交通管理具有明顯差異，本計畫分析範疇係以交通污染影響為主，故運用其他排放源管制策略做為交通減汙參考之可行性較低。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>4. 報告書 P6-2，我國減污政策多採柔性鼓勵及補助方式，建議後續研究可挑選國外兼具補助(誘因)與裁罰之交通管理措施，評估對民眾影響程度，並進行相關影響分析，以利政府預為因應。</p>	<p>感謝委員指教，根據資料顯示柔性鼓勵及補助方式之減污策略，長期效益下確實仍有極限。 依據本計畫國際交通管理策略彙析，除推動低污染運具及公共運輸外，針對都會區管理部分多項向以抑制私人運具使用為主，未來於我國推動上，建議可先行調查民眾對於各項強制性管理策略之接受程度，進而擬定相關措施，逐步改善民眾使用行為。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 空污法第 14 條規定略以：因氣象變異，致空氣品質有嚴重惡化之虞時，各級主管機關及公私場所應即採取緊急防制措施，並禁止或限制交通工具之使用、公私場所空氣污染之排放及機關、學校之活動；本案就交通污染熱點進行分析，建議後續可依本研究結果做為限制交通工具之策略研擬規劃。</p>	<p>感謝委員指教，本計畫已就全臺尺度分析交通污染熱點主要區域並了解其成因，可做為相關單位未來擬定限制交通運具策略之基礎資料或研究參考，以達到減污效益最佳化之結果；針對空氣品質惡化及空氣品質區域之限制交通運具策略研擬，實屬環保署及地方政府權責，故不屬於本計畫之探討範疇。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>6. 交通污染時序變化結果，建議未來可與運輸管理策略結合，深入探討交通管理策略之效益及衝擊。</p>	<p>感謝委員指教，根據本計畫研究成果顯示，交通污染影響濃度最高之時段即為上、下班尖峰時段（見 4.3.2 小節，p.4-54~p.4-55），且 CO 與車流量具有相當之相關性（見 3.3.1 小節，p.3-51）。 如能結合運輸管理、智慧型運輸系統、上下班時間彈性調整等政策，應可分散或疏導上下班尖峰時刻之車輛，達到空污減量之效果，本計畫之研究成果皆可做為相關單位進行後續策略推動之深入探討的依據。</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>7. 研究運用 TEDS 資料解析交通污染排放，包含用油量、車輛數、車流量等相關因子，而其各項因子對於 TEDS 交通排放量之關係與影響及程度，建議未來研究可再深入探討，例如評估國外單雙號車牌禁行策略及電動車輛推動目標。</p>	<p>由本計畫分析結果發現，影響排放量最重要之因子為車齡為主要，受到排放標準加嚴、控制技術影響，老舊(二期)車輛相較新車(五期)車輛，其排放量差異可到 10 倍以上的差距，針對車輛汰舊換新效益說明請詳見 4.2.2 小節，p.4-29。</p> <p>其次為車速或是擁擠量，車輛越能平順行駛，其排放量則較低，差異於同一台車下，可差異至數倍至 10 倍間。再接下來為總車行里程，如交通部於壅擠時段執行日夜車輛疏導、替代道路使用等都對空氣污染有相當改善。針對各項因子對交通排放量之關係，已有環保署計畫進行相關研究，故非本計畫之研究範疇。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>8. 氣象條件為影響臺灣污染濃度分布的要素之一，建議考量將氣象資料與環境濃度及排放量進行整合，進行地區空氣品質預測。</p>	<p>環境氣象條件確實為影響臺灣空氣污染擴散的影響因素之一，本年度計畫工作範疇主要為藉由考量交通排放、交通擴散等因子，對整體交通策略提供改善思維建議，因而暫未將氣象條件納入分析。</p> <p>目前環保署監資處已有精準的預報系統，對全臺各空品區未來 3 天之空氣品質進行預報工作，如交通管理單位欲了解並應用此資訊，可協助介接提供運研所參考。</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
9. 請針對交通微環境區域(例如：公車候車亭、機車待轉區、地下型軌道運輸車站等)補充減污措施之建議。	過去運研所已透過自辦研究針對機車族群、公車族群、捷運(軌道運輸)族群之微環境空污議題進行深入研究探討，並提出相對應之減污措施，如：機車待轉區之設置規劃改善、加強推動怠速熄火、公車專用道公車優先電動化、地下型車站增加外氣循環、新設車站納入室內空污改善思維等。 本計畫亦已藉由微環境工作坊針對上述運研所研究成果進行推廣，與各地區之交通、環保管理單位進行討論，皆獲得良好的回響，相關討論內容及專家學者意見已回饋於運研所作為參考。	同意辦理
10. 簡報第 36 頁各相關減污措施之效益是否有量化評估依據，可否提出措施推動之優先性建議?	本年度計畫工作以全臺尺度進行考量，並依地區性的不同建議交通減污措施主要目標，針對各項減污措施部分涉及環保署及地方政府權責，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理
11. 目前計畫為係以全國尺度進行熱點分析，分析結果未免太一般化，惟各都市地區地理環境與產業發展狀況有差異，故建議未來可擇一都市深入進行案例分析、調查實際交通及空品狀況，以及評估交通管理策略實施效果。	因特定都會區案例分析非今年本計畫之工作範疇，且特定區域之交通分析需考量因素眾多，本年度計畫工作為藉由考量交通排放、交通擴散等因子考量，對於整體交通政策提供改善思維。 運研所計畫屬通案性質，特定地區之管制策略實屬地方權責，因此非本計畫探討範疇。	同意辦理
12. 從本計畫的科學證據上皆已經顯示空氣污染濃度有逐年下降的趨勢，並且受到排放標準加嚴、電動車輛逐年提升等影響，臺灣交通工具空污排放有下降趨勢，建議加入報告書中以利交通單位做為相關論述參考。	遵照辦理。交通空氣污染排放量趨勢與防制策略之關聯性已於 4.2.2 小節中進行論述(見 4.2.2 小節，P.4-28~p.30)。	同意辦理
二、張委員勝雄		

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
1. 交通統計名詞有其一致性，交通領域慣用「延車公里」，倘以「車行里程」稱之是否適當？請補充說明。	感謝委員指教，本計畫以車輛活動強度及排放量推估之角度，其中「車行里程」(Vehicle-Kilometers Traveled (VKT))，為本領域(環境工程)慣用專有名詞，意指車輛運具之行駛距離，因此和交通單位使用的「延車公里」略有差異。	同意辦理
2. 開放資料是否包括地方政府交通量調查？例如臺北市、新北市皆有定期辦理道路交通量調查，其資訊應有助於推估都市地區之交通污染排放量。	感謝委員指教，地方政府之交通量調查相當豐富，但也因為各地方政府之需求不同，因此調查資料之內容與資料品質往往並非統一基準。 由於本計畫之解析尺度為全臺交通污染，故在此應用環保署公布之 TEDS 排放量進行交通空污熱點解析，其排放量推估方法為「燃油法」，因此車輛活動強度推估可較有一致性。 未來如須針對地方或特定區域進行交通污染排放量推估，建議地方政府可依據其需求應用其交通資料進行細部研究與探討。	同意辦理
3. 以 TEDS 為基礎，利用交通量、道路長度等進行排放量分派之作法，該如何進行結果之驗證(例如：運用環保署固定測站資料驗證)。	感謝委員指教，本計畫運用之 TEDS 排放量係使用總消耗之燃油量轉換為燃油經濟效率，在轉換為行駛里程，因此排放量單位為行駛每公里排放克數，非使用道路長度來進行計算。 本計畫所指道路長度及車流量係作為排放量時間及網格化空間分配目的使用。惟 TEDS 資料之解析仍有空間解析度之限制，據本計畫針對環保署交通測站解析結果，交通測站污染物時序變化工具一致特性，且與交通活動之車流量具相關性，故各類路網之活動強度分配上，國道使用 TDCS 車流資訊，其它道路別具 VD 車流量資料者優先使用 VD 資訊。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
4. 研究提出之交通空污管理策略推動優先順序，是否該訂定明確之濃度指標（例如：使用環保署空氣品質指標），而非僅以相對濃度為標準。	感謝委員指教，本計畫應用模擬資料所呈述之交通管理的空污減量順序係為相對概念，並非絕對之指標。由模擬分析結果可發現，交通排放污染物濃度在各地區雖有高低之差，但其實貢獻濃度皆遠低於法規標準與WHO 污染物濃度標準之建議值。近年來臺灣空氣品質以顯著提升，故在此交通管理的空污減量順序係基於「精益求精」提升空氣品質之原則所做出的建議，此部分已增列於期末報告 p.4-80。	同意辦理
5. 臺北市已有許多道路已禁行柴大貨車，故 TEDS 推估大貨車之空污排放是否仍有相當高之比例？若於市區中限制柴大貨車改為小貨車進行物流工作（如將 1 輛大貨車改為 3 輛小貨車），其空污減量成效評估是否可行？請補充說明。	交通空污排放受到車齡、車速等分布影響，需進行精算才可獲得相關資料，有限資源下本計畫難以直接進行效益評估。	同意辦理
6. 空污排放量推估如何與實際推動政策連結？目前計畫中所提之政策皆看似可行，但其效果如何並不清晰，是否可藉由空品模式模擬瞭解？請補充說明。	單一政策之減量效果受時間、空間解析度上的限制，較難直接反映在 TEDS 排放總量的改變上。各項政策如欲與排放量計算工作進行連結，需針對各政策影響之細項，如政策對於車輛活動強度、排放係數之影響進行獨立計算。由於各項政策之減量效益評估涉及眾多因素之影響，且藉由空品模式模擬評估將需耗費較多的資源投入研究，在本計畫資源有限下，係先針對交通污染熱區進行探討，未深入討論各項減量政策之量化效益。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
7. 針對交通微環境部分，如改善公車專用道濃度偏高問題，計畫是否可研提具體改善作法（例如車輛排氣管位置、候車亭改裝等）？亦或是改善路口機車待轉區暴露問題，具體作法為何（例如：待轉區加裝大型抽風機、號誌時制秒數縮短等）？請補充說明	過去運研所與本團隊已針對公車族群微環境空污議題進行深入研究探討，並提出相對應之減污措施，如：公車專用道公車優先電動化、柴油公車排氣口之改裝、推廣公車族群專用智慧型 APP 等，可有效降低公車族群之空污暴露問題。 此部分策略之執行及成效，尚包含需要考量交通安全、車輛檢驗等方向議題，故非本計畫探討之範疇。	同意辦理
8. 臺灣公車專用道候車亭，區分為於路口及過路段停靠兩種，在路口的候車亭如果剛好遇到紅燈的情況是否可能造成污染累積，並且公車候車亭依不同的需求有不同的設計規劃，因此於交通微環境的改善策略結論中需要特別注意。	感謝委員指教，此部分建議於報告中將慎重論述。	同意辦理
三、張委員順欽		
1. 報告書 P1-1，建議補充說明交通管理對空氣品質改善之助益，例如車速維持少塞車之具體做法或鼓勵減少私人運具使用等。	遵照辦理。該項說明已補充於期末報告 p.1-1。	同意辦理
2. 報告書 P2-24，曾有倫敦認為實施之擁擠費後續對空氣品質改善無實際幫助，建議研究團隊針對相關文獻進行確認。	針對國外策略如擁擠費部分，其主要目的雖為減少都會區擁擠程度，致使減少私人運具使用或車輛必須繞路後對於整體空污排放量貢獻問題，依據倫敦交通局報告，收費區域於策略推動後，平均旅行速率提升 21%，進入區域內之車輛數下降 15%，其區域 NO <sub>x</sub> 及 PM <sub>10</sub> 降低 12%，相關說明已補充於期末報告 p.2-26。	同意辦理
3. 報告書 P2-44，對於車輛空氣污染排放量測或估算方式之文獻，建議可補充說明。	感謝委員指教，針對車輛空氣污染排放量測與估算方式，目前環保署已有相關實車量測計畫進行推動，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
4. 報告書 P3-43, 對於交通測站資料運用, 建議增加 CO 測值與交通量之關聯分析, 並且除了車流量外, 車速亦左右空氣污染排放(例如車速在 40 公里以上, 可較明顯減少排放), 建議補充。	遵照辦理。CO、NOx 可直接反應車流量之改變, 但 PM <sub>2.5</sub> 並無法與車流量變化有直接的對應關係之相關說明已補充於期末報告 p.3-52 以及 p.4-52。	同意辦理
5. 報告書 P3-50, 車輛偵測器資料品質不同維運單位(如高速公路局/地方政府)管理使得資料品質精確性與變異性大, 使用來估算污染排放量妥適性? 其次, 民間裝設之空氣盒子數據品質與標準方法差異較大, 不適合直接應用。	由於 VD 之資料品質各縣市並不一致, 故在現在的排放量推估架構之中, 並不適合直接作為估算污染排放量之參數; 其中部分 VD 資料品質較佳者, 則可作為排放量時間或空間上分配之參考依據。 本計畫已針對現有開放空氣盒子之數據進行盤點, 並瞭解其數據品質之情況, 相關說明詳期末報告 p.3-33~3-37。 環保署標準方法所量測之污染物濃度值較為準確, 而空氣盒子數據品質變異性大, 故資料盤點章節之中, 係已建議空氣盒子測值不能直接使用, 須以「趨勢比對、相對分析」為原則進行數據討論。	同意辦理
6. 報告書 P4-24, 隨著新車污染排放控制優化及車輛持續汰舊換新後, 推估之交通污染排放量應會隨之減少(反映在排放係數), 因此交通污染排放量之推估是否已考慮歷年車齡及車種變化, 方才貼近現實。	在目前 TEDS 的推估架構之中, 已將車齡、新車排放標準、劣化率等變數納入考量。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
7. 報告書 P4-24，車輛排放之 PM <sub>2.5</sub> 估算是否納入二次生成？如何區分原生污染物及二次污染物影響之空間分布？請補充說明。	<p>本計畫呈現之車輛 PM<sub>2.5</sub> 排放皆為原生之 PM<sub>2.5</sub> 排放量，並未納入二次衍生之 PM<sub>2.5</sub> 進行排放量變化趨勢探討。</p> <p>原生性與衍生性污染物影響之空間分布不易由觀測與排放量資料直接分辨，僅能依靠模式模擬計算進行區別，故本計畫利用模式模擬計算全臺 PM<sub>2.5</sub> 影響濃度（期末報告第 4.3.3 小節，p.4-70），即納入衍生性之 PM<sub>2.5</sub>，因此交通污染熱區之分析結果已考慮衍生性 PM<sub>2.5</sub> 之影響分布情形。</p>	同意辦理
8. 報告書 P4-72，模式模擬交通行為改變對交通污染貢獻是否可驗證，例如周末車輛減少，明顯減少氣態污染量；亦或是在萬安演習期間交通氣態污染濃度比例明顯降低等；臺北市商業活動由西區轉移至東區，使得西區空氣品質有所改善。	<p>交通測站污染物濃度與排放量、車流量之對應關係，本計畫於相關研究文獻蒐集中發現，在萬安演習時在氣狀污染物（CO、NO<sub>x</sub> 等）對交通車流量的相關性最高，PM<sub>2.5</sub> 因具衍生性問題，因此在車輛停止的時候，無法直接性的藉由環境濃度發現其改善的行為，相關論述於期末報告 p.4-52。</p>	同意辦理
9. 提醒 PM 生成受交通影響小，以臺中臺灣大道為例，道路上之測值與屋頂上測值，結果差異不大。	<p>感謝委員指教，由於環境之 PM 濃度同時受到原生性與衍生性 PM 之影響，其中衍生性 PM 佔比可能高達一半以上，又根據文獻彙析結果，萬安演習期間 CO、NO<sub>x</sub> 濃度下降比例極高，但 PM<sub>2.5</sub> 濃度無明顯變化，測值與交通流量無直接性關聯，顯示衍生性 PM 影響程度之重要性。</p> <p>相關論述已補充於期末報告第 4.3.2 小節，p.4-52。</p>	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
10. 如何說明空品模式模擬與 TEDS 排放量及排放比例不一致問題，以及在各類交通空污排放比率之間差異？請補充說明	<p>由於車輛排放污染物影響測站濃度之因素眾多，可能受到風向、風速、測站地理位置及車輛實際行駛情況而有差異，因此污染物濃度並非與排放量有直接性之線性關係，排放量僅表示污染源純量之結果。</p> <p>模式模擬之中因已將氣象條件及污染物化學反應之因子納入考慮，故模擬結果相較於排放量，可反應出該污染物濃度變化、影響範圍及傳輸之情況。</p>	同意辦理
11. 車輛污染排放係數能否經由交通場域實地量測驗證（例如：隧道監測推估等）以及配合更新，以提升交通污染排放清冊精確性。	<p>感謝委員指教，本研究團隊已蒐集國內車輛尾氣、長隧道採樣監測實驗計畫所推估之車輛空污排放係數研究相關資訊，詳見期末報告第 3.1.4 小節，p.3-38。</p> <p>隧道實驗所呈現之排放係數多為特定道路型態（國道）、混合車種（汽、柴油車）之分析結果，故在 TEDS 現在的推估方法架構之中仍有其應用限制，不易直接引用並進行驗證。</p> <p>針對車輛污染排放係數實地量測實驗，環保署已有相關計畫進行執行，故非本計畫之探討範疇。</p>	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
12. 交通減污策略能否區分車輛數、車速調整等，建議分別列出影響各策略排放量較大之因子進行說明。	<p>由本計畫建議之減污策略，係參考交通污染排放量及車輛數分布等分析結果。</p> <p>針對影響排放量最重要之因子，經本計畫彙析以車齡為主，因受到排放標準加嚴、控制技術影響，老舊（二期）車輛相較新車（五期）車輛，其排放量差異可到 10 倍以上的差距，針對車輛汰舊換新效益之相關論述詳見期末報告 4.2.2 小節，p.4-29。</p> <p>其次為車速或是擁擠量，車輛越能平順行駛，其排放量則較低，其差異於同一台車下，可差異至數倍至 10 倍間。</p> <p>針對排放量係數因子之影響與調整，環保署已有移動源排放量推估計畫進行更新計算，故非本計畫之探討範疇。</p>	同意辦理
13. 是否能提出地下軌道車站之室內空氣品質改善策略，例如定期清洗或減少列車磨軌產生粒狀污染物之防護？請補充說明。	<p>過去運研所與本團隊已另針對地下軌道車站之微環境空污議題進行深入研究探討，並提出相對應之減污措施，故非本計畫之探討範疇。</p> <p>地下型軌道運輸車站管理措施研擬部分，本計畫於推廣工作坊中，邀請臺鐵局專家進行長期觀察與施工經驗，認為儘量使用無道渣之鐵路工程，並推動柴油車電動化，可有效改善室內空氣品質，相關工作坊討論內容已整理於附錄中供參。</p>	同意辦理
四、交通部路政司		
1. 報告書表 2.1.2-1，以 PM <sub>2.5</sub> 為例，5 項車種主要總和共 91.8%，剩餘 8.2% 比率為何？請釐清。	<p>本計畫依據計畫範圍車種繁多，表中僅列出主要影響排放量之 5 項車種，其他未表列車種如：汽油小貨車、柴油小客車、二行程機車、油電混合車、特種車輛... 等，總和為剩餘之 8.2%，相關說明已補充於期末報告表中 p.2-5。</p>	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
2. 報告書表 2-38，交通部鼓勵老舊計程車更新補助要點中，油電混合計程車應為 25 萬，請修正。	遵照辦理。	同意辦理
3. 就目前減污策略部分多為車輛源頭減污（汰舊換新、電動化）、提升大眾運輸等，建議後續可就提高道路使用效率（如：車輛分流，減少交織車流造成延滯、調撥車道、交通號誌管理等），進行相關連結之探討。	感謝路政司建議，本年度計畫工作為藉由找出交通污染熱區，考量交通排放、交通擴散等因子下，對於整體交通政策提供改善思維建議，針對特定策略之執行與成效研析目前非本計畫之探討範疇。	同意辦理
4. 建議未來本研究之交通污染排放量成果可結合相關 APP，進行後續發展應用。	感謝路政司補充建議，因本計畫為對於整體交通政策提供改善思維建議，特定策略之相關發展規劃與應用非本計畫之探討範疇，將提供意見於運研所及環保署作為參考。	同意辦理
5. 請問交通擁擠費/道路用費於連續假期國道不收費時段，後續研究能否從交通空污改善角度評估其適用性？請補充說明。	交通擁擠費與國內國道不收費時段理念上略有不同，前者為針對都會區或車輛集中區域進行強制性之管理收費手段以分散車流；後者為提供民眾優惠進行車流時間分配藉以降低擁塞程度。 針對特定策略之交通分析需考量因素眾多，又運研所研究多以通案性研究為主，故針對特定策略之研析非本計畫之探討範圍。	同意辦理
<b>五、交通部高速公路局</b>		
1. 本計畫使用 1x1 公里之網格做為研究的範圍劃分，惟依據臺灣目前人口數分布情形，目前使用的網格大小解析度仍有不足情形，在後續研究中是否可能有更細緻之處理。	如欲針對特定區域進行更細緻的解析，必須有更詳盡的基礎資料，並投入更多資源進行解析與建立更細緻的排放量估算方法；在有限資源運用下，本計畫係應用環保署 TEDS 排放量清冊資料進行分析，目前該資料解析度極限為 1x1 公里，暫無更細緻之處理方式。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
2. 本計畫內容指出，國道在 PM <sub>2.5</sub> 及 NO <sub>x</sub> 的污染濃度偏高，就目前國道的交通管理措施，包括 ETC 差別費率、大客車優先道與高乘載等措施；除此之外，研究團隊是否能提供更好之管理措施予高速公路管理參考？請補充說明。	由本計畫之分析結果顯示，國道在 PM <sub>2.5</sub> 及 NO <sub>x</sub> 主要係由柴油大貨車貢獻。 除降低柴油大貨車基礎排放率以外，亦可考慮規劃或新闢替代道路，減少柴大貨壅塞情況並降低民眾柴大貨暴露濃度；如欲針對特定區域必須有更詳盡的基礎資料，故本計畫係應用非本計畫之探討範圍。	同意辦理
3. 針對交通污染推估之結果，後續研究能否進行相關驗證或檢定？請補充說明。	排放量推估結果可就其學理之合理性、交通活動指標（如車流量）、以及模式模擬與觀測比對結果進行檢討，目前學理上但並無絕對標準之作法，目前針對污染排放量推估結果，環保署已有相關計畫進行討論，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理
六、李委員克聰（書面意見）		
1. 報告書附錄 P2-13，期中報告審查意見回覆中說明將修正改善補充部分，應具體說明修正補充之章節及頁碼。	遵照辦理。	同意辦理
2. 報告書 P1-3~1-4，建議應補充說明期末報告審查前應完成之工作項目成果、遭遇困難及因應對策。	感謝委員指教，針對期末報告工作項目成果摘述已補充於期末報告第 1.2 小節中。 各項研究工作內容之困難與因應說明，已於後續各項工作項目章節中進行相關論述，故配合運研所出版品章節格式，不再另行表述。	同意辦理
3. 報告書 P2-33~2-40，建議應補充說明蒐集國內交通單位各項空污減量相關策略之施行成效分析，並對應於報告 2.3.3 節與小結之相關說明。	感謝委員指教，因國內各項空污減量策略之分析尚需考量因素眾多，無法直接進行成效評估，另本年度重要工作為藉由進行交通污染熱區分類，考量交通排放及交通擴散等因子下，對於整體交通政策提供改善思維，故針對各項策略之施行成效分析非本計畫之探討範疇。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
4. 報告書 P2-33~2-40 及 P6-6，應補充說明臺北市曾於 106 年 7 月實施 1 線、2 站及 6 處之低污染排放示範區之情形及成效，是否建議未來仍繼續推動？請補充說明。	感謝委員指教，針對臺北市低污染排放示範區之策略成效，實屬地方政府及空品維護區之權責，運研所計畫主要以具通盤性之研究為主，故非本計畫之探討範圍。	同意辦理
5. 報告書附錄 P4-2，各工作坊之學者專家所提各項建應回覆說明哪些已放入期末報告中，請予以補充。	遵照辦理。本計畫已於第五章內容中，彙整各工作坊之學者專家所提各項建應，並同時將相關建議納入交通污染熱區中之交通減污政策研擬之思考，相關論述請詳見期末報告第 5.2 小節。	同意辦理
6. 報告書 P6-6~6-8，建議應將交通減量、均勻車流及低碳運具等三大減碳策略放入後續建議中。	感謝委員指教，本計畫交通減污策略之思維，已將交通減量、均勻車流及低碳運具等三大策略納入。 參考空氣污染防治計畫與綠運輸白皮書等資料，前述三項政策，對應之說明分別為：降低私人運具之使用、減少壅塞提升車速、以及低污染運具推動等措施。	同意辦理
7. 本計畫對於交通污染排放量推估與污染熱點分析已有具體成果，未來如能進行管理策略實施前後之評估分析會更佳。	感謝委員指教。本計畫之成果可提供交通單位進行未來策略規劃中，納入減污思維之依據，相關意見已回饋予運研所參考，以利於政策推動。	同意辦理
8. 建議應將各工作坊各學者專家之各項建議有具體回應，並探討於未來實施之可行性。	感謝委員指教，本計畫已彙集各場次工作坊之專家學者意見，並表列於附錄 6 中，以提供給予相關單位運用時，對於其各項策略建議實施之可行性作為參考。	同意辦理
七、蔡委員俊鴻（書面意見）		
1. 報告書第 2-1-2 小節，建議應更具體分析移動污染特性，方能提供後續管制對策參考。	感謝委員指教。報告書第 2-1-2 小節目的為彙整文獻探討我國移動污染源整體概況及影響，其他具體之移動污染源特性，已於報告書第 4.3 小節交通污染熱點分析與成因探討中，進行更細部之討論。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
2. 報告書第 2-2-1~2-2-3 小節，在暴露影響相關研究，需掌握暴露時間長短，才能精確評估潛在影響程度。	感謝委員指教，本計畫第 2-2-1~2-2-3 小節，係以針對國內外交通污染暴露可能造成之危害及影響，進行文獻摘整，以提供相關單位對整體概況之瞭解並重視交通污染排放影響，針對各研究已於報告中提供文獻來源，故不再進行細部之研究規劃探討。	同意辦理
3. 報告書表 2.3.1-1，各項管制對策項目，建議詳細解析具體做法及推動對策之成果掌握。	感謝委員指教。國外交通污染管制與減量策略，其具體做法及推動對策已摘整於交通單位相關者，於期末報告中第 2.3.1 小節內文中加以描述，其部分策略及成果已有環保署計畫進行評估者，則非本計畫之探討範疇。	同意辦理
4. 報告書第 3-3 節，交通空氣污染開放資料，建議納入交通流量、車速之監控數據。	感謝委員指教，目前所盤點之 VD、ETC 數據資料中，已內含車流量、車速變化等資訊。	同意辦理
5. 報告書第 3-3 節，重點區域（機場、港區、工業區）之交通資料建議納入。	感謝委員指教，本計畫所盤點之交通資料係以開放且可公開取得為原則進行彙整。 目前機場、港區、工業區地區之車輛通行資料等特定交通資料，非屬公開資料部分，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理
6. 報告書第 4-1 節，車輛活動登記（死車）為現階段推行管制之盲點，建議提列修正/改正機制。	感謝委員指教，因車輛活動登記實屬地方政府權責，又運研所計畫多以通盤性研究為考量，故非本計畫之探討範疇。	同意辦理
7. 汽油車輛之管制（排氣檢測）及污染負荷亦為現階段政策之盲點，請提出修正/改正機制。	由於汽油車輛之管制（排氣檢測）及污染負荷為環保署研究與推動政策之權責，故非本計畫探討範疇。	同意辦理
8. 熱點分析對象、範疇定義、清單等，請於報告書中進行說明。	遵照辦理。相關計畫範圍與對象界定，已於期末報告書第 1.3 小節進行補充說明。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
9. 依據清冊結果與交通運輸策略之內容，建議研提後續研究、規劃重點。	遵照辦理。根據國外相關管理策略趨勢，交通政策應逐漸增強強制性管理手段，故未來可先針對強化法制面向思維進行深入探討。相關說明於期末報告中第 6.2 小節內文中已加以描述。	同意辦理
10. 針對車輛活動強度（汽車、柴油車等）之掌握（時間、空間），請提出後續研究建議。	感謝委員指教，由於車輛活動強度之掌握，實屬環保署之權責，且已有相關計畫進行研究，故非本計畫探討範疇。	同意辦理
八、交通部公路總局（書面意見）		
1. 報告書 P3-36，本局 VD 資料開放網址已變更為（ <a href="https://thbapp.thb.gov.tw/open data/">https://thbapp.thb.gov.tw/open data/</a> ），煩協助修正。	遵照辦理，已修正於期末報告 p.3-42。	同意辦理
2. 報告書 P3-39 及 P6-3，本局交通量調查範圍除了省道外，尚包含快速公路及代管縣道，故「省道日交通量調查資料」建議修改為「日交通量調查資料」，另文字建議修改為：公路總局每年辦理日交通量調查，涵蓋除臺北市以外之省道、快速公路及代管縣道調查資訊。	遵照辦理，已修正於期末報告 p.3-46 及 p.6-3。	同意辦理
3. 報告書 P3-39，交通量調查下載網址較長，建議增加路徑文字說明：公路總局首頁>新聞及公告>統計資料>公路統計>公路交通量調查統計表。	遵照辦理，已修正於期末報告 p.3-46。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見	
<p>4. 報告書 P3-39，針對其它交通開放資料調查部分：</p> <p>(1) 表 3.2.3-1 表名「基準年」為何年，建議直接寫資料調查之年度（例如 105 年）。</p> <p>(2) 表名及欄位名稱建議刪除「省道」2 字，另「所轄縣市」建議更改為「調查縣市」，</p> <p>(3) 增列第三區調查縣市中的澎湖縣。</p>	遵照辦理，已修正於期末報告 p.3-46。	同意辦理	
九、綜合技術組（書面意見）			
1	文獻蒐集與彙析		
	<p>(1) 請依據最新交通減污政策情勢，更新及修正文獻回顧相關內容，並納入參考文獻（如行政院 108.10.28 核定「空氣污染防制行動方案計畫書」、交通部 108.12.18 對外揭示及出版運輸政策白皮書）。</p>	遵照辦理，已修正於期末報告 p.2-35～p.38。	同意辦理
	<p>(2) 報告書若是引用交通部統計網資料，請統一全文之統計查詢期間至 108 年 11 月。</p>	遵照辦理。	同意辦理
2	盤點交通空污開放資料		
	<p>(1) 報告書「1.3 計畫範圍與對象」僅說明「交通污染排放量及污染熱點分析」之研究範疇，未說明「盤點交通空污開放資料」工項之研究範疇，請補充。</p>	遵照辦理，已修正於期末報告 p.1-5。	同意辦理
3	應用 TEDS 資料估算交通污染排放量與分析污染熱點		

	參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	<p>(1) 有關「(三)、3.」需請研究團隊應於結案報告補充：</p> <p>①交通部轄管區域聯外道路系統部分之分析內容。</p> <p>②期中簡報第 35 頁說明以交通污染熱區特性分類：交通污染熱區 (A)、工業/交通污染複雜區域 (B)、非都會區市中心 (C)，以及非交通污染熱區 (D)，惟此於報告書中未說明，請予以補充 4 分區之特性差異，從而論述選擇以六都進行後續車種與道路層級之細部分析。</p>	<p>遵照辦理，已修正於期末報告 p.4-102~p.4-103 及 p.4-86~p.4-87。</p>	<p>同意辦理</p>
	<p>(2) 本案於結案前請以光碟方式提供本案計算 TEDS 原始數據，俾利承辦單位後續應用，檔案格式請於結案前向承辦單位確認後辦理。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4</p>	<p>交通微環境研究成果推廣工作坊</p>		
	<p>(1) 報告內容依推廣主題對本所涉及工作坊推廣之重要研究成果應略為交代，乃至規劃推廣對象、辦理方式，以及邀請簡報之與談學者專家。</p>	<p>遵照辦理，已修正於期末報告 p.5-4~p.5-5。</p>	<p>同意辦理</p>

	參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	(2) 為利後續承辦單位撰寫工作坊執行績效，報告中需補充資訊如下： ①各場次出席人數及填報問卷人數。 ②請統計研究團隊與本所共同主辦之 4 場次總參與人員（不含 2019 空污論壇）性別、身分別，以及問卷調查結果。 ③請先重點摘錄各場次會中與談專家討論意見，再歸納重要共識或結論。	遵照辦理，已修正於期末報告 p.5-6~p.5-11。	同意辦理
5	為利對外推廣本計畫研究成果，請於結案時製作科普風格（淺顯易懂）之簡報（篇幅為 15 頁內），呈現本研究精要成果。	遵照辦理。	同意辦理
十、主席結論			
1.	交通部在空污防制所扮演角色，報告書要清楚論述本部僅為配合性角色，非為主導性角色。	遵照辦理，已補充相關論述於期末報告 p.1-1 及 p.6-1。	同意辦理
2.	針對簡報中提及 CO 與交通流量具有高度相對性，但在 PM <sub>2.5</sub> 部分受衍生性污染影響較大，與交通量相關性較低之結論。請於報告書中清楚說明，研提正確結論及相應之交通管理面減污對策。	遵照辦理。CO、NO <sub>x</sub> 可直接反應車流量之改變，與交通具高度相關，但 PM <sub>2.5</sub> 與車流量變化相關性較低的對應關係已補充說明於期末報告 p.3-52 以及 p.4-52。	同意辦理

參與審查人員 及其所提供意見	合作研究單位處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>3. 交通污染熱區分類為本研究重要成果，簡報所提有關交通污染各分類之成因探討內容，請在報告書多加強。此外，請強化交通污染成因與交通減污措施建議之連結性，並透過討論措施之優先性及務實性後，提出妥適政策建議。</p>	<p>遵照辦理。針對交通污染熱區分類內容已補充於期末報告 p.4-86 ~ p.4-87。 本計畫配合空氣污染防治行動方案、運輸政策白皮書等多項推動中之策略，並參考過往推動之策略（如：環保署 14+N 等），其中具延續性之策略為國內持續推動之目標與方向，故其具有優先推動之務實性，相關內容與補充於期末報告 p.4-109。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 模式模擬結果分析部分，報告中已雖有呈現相對及絕對濃度之關係，但本報告中所稱之高濃度，並非造成人體健康影響之濃度，請於報告書中強化相關論述，以免外界誤解。</p>	<p>遵照辦理。本計畫應用模擬分析結果發現，交通排放污染物濃度在各地區雖有高低之差，但其實貢獻濃度皆遠低於法規標準與 WHO 污染物濃度標準之建議值。 近年來臺灣空氣品質以顯著提升，故在此交通管理的空污減量順序係基於「精益求精」提升空氣品質之原則所做出的建議，此部分已增列於期末報告 p.4-80。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 本期末報告審查通過，請研究團隊參考各審查委員及相關單位所提意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情形表，於 108 年 12 月 26 日（四）前送達本所，俾利辦理後續相關事宜。</p>	<p>遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

---

## 附錄 3 計畫簡報

---





# 交通空污排放量推估與空污熱點分析



## 簡報大綱

一 計畫背景與工作目標

二 文獻回顧

三 空品與交通開放資料盤點

四 交通空污熱點成因解析

五 交通微環境工作坊辦理成果

六 結論與建議

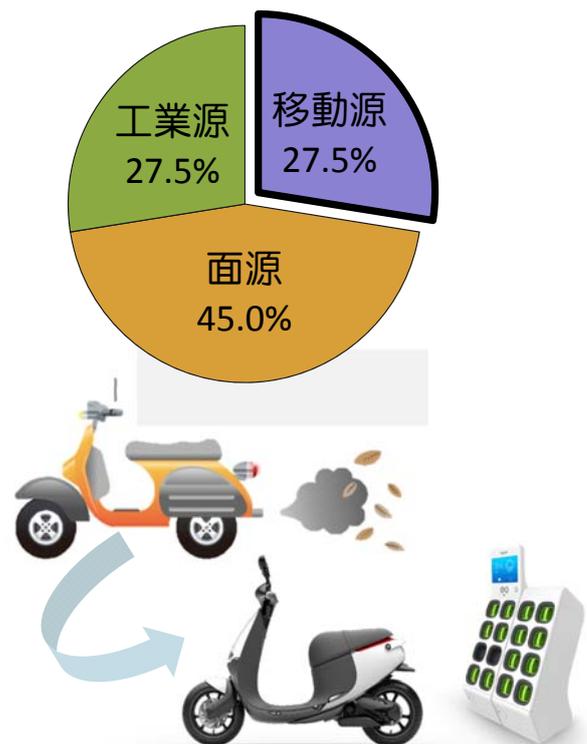


# 一、計畫背景及工作目標



## 計畫背景與目的

- 環境PM<sub>2.5</sub>濃度車輛排放比率為27.5%，空污防制工作需交通單位積極配合。
- 減量工作涉及運具管理、私人運具使用及交通規劃，交通部門須進行深入研究。
- 交通污染源管制措施可能對車輛使用及車齡分布等造成影響，有掌握其空污發展趨勢之必要性。



臺灣境內PM<sub>2.5</sub>濃度比例，  
雲林科技大學張良輝教授研究成果 (依TEDS9.0版推估)，107年

# 計畫範圍與對象

## 資料盤點

- 以**開放資料**為蒐集對象
- 空氣品質開放資料：國內環保相關單位（環保署、地方環保局等），包含自動連續監測、手動採樣、室內空氣品質監測、空氣盒子
- 交通資訊開放資料：運用於交通空污排放量及空污熱點成因之相關數據，包含ETC、VD、遊覽車調查資料

## 交通污染排放及污染熱點

- 交通空污：**公路運輸**空氣污染，不包含鐵路、航空及船舶
- 車種：依據**燃料及使用類別**，區分為21個車種，包含自用汽油小客車、營業用柴油大貨車、公車客運、四行程機車等
- 道路層級：分**4級別**，國道、省道、縣道及鄉鎮道路
- 空間範圍：**全臺尺度**分析，並以縣市作為地域區別

## 工作坊辦理

- 對象：一般民眾及政府單位
- 內容：以**運研所**減少空污暴露研究成果進行彙整**推廣**
- 問卷：依據辦理類型進行**滿意度**及**運用性意願**調查

# 計畫工作重要項目

工作項目及辦理情形	期中	期末
<b>1. 國內外文獻蒐集與彙析</b>		
(1) 蒐集整體大環境及微環境 <b>交通空污</b> 研究之 <b>相關文獻</b>	✓	✓
(2) 蒐集近期 <b>國內外交通減污政策</b> 計畫與相關規定	✓	✓
<b>2. 盤點交通空污開放資料暨提出政策應用之建議</b>		
(1) 完成 <b>盤點</b> 中央/地方環保機關暨交通事業單位之 <b>開放實測資料</b>	✓	
(2) 完成彙整環保及交通單位實測資料之索取管道或方法	✓	
(3) 針對 <b>開放實測資料</b> 之 <b>運用</b> 進行說明	✓	✓
<b>3. 應用TEDS資料估算交通空污排放量與分析空污熱點</b>		
(1) 檢視最新版 <b>TEDS</b> 所推估交通活動需求 <b>數據資料</b> 之 <b>適用性</b>	✓	
(2) 以環保署 TEDS分析 <b>交通空氣污染排放歷年趨勢</b> ，並探討交通空污排放趨勢與交通污染防治策略之關聯性	✓	✓
(3) 建立全臺區分車種、道路層級與交通部轄管區域聯外道路系統之 <b>交通空氣污染物排放清冊資料</b>		✓
(4) 利用開放資料數據、排放量等，解析全臺區域尺度 <b>交通空污熱點分布及成因</b>	✓	✓
(5) 配合交通空污熱點解析及開放資料盤點結果，提出交通單位 <b>減污應用之建議</b>		✓
<b>4. 推廣工作坊會議辦理</b>		
(1) 全台分區辦理 <b>5場</b> 交通微環境推廣 <b>工作坊</b>	✓	✓
(2) 研究成果投稿		✓
(3) 召開專家學者座談會或交流會至少1場次、安排訪談至少1場次		✓

## 二、文獻蒐集與彙整

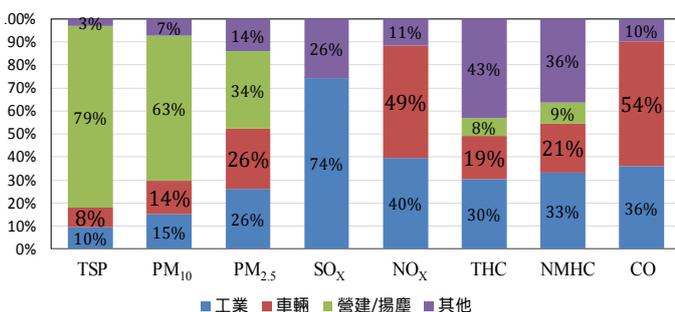
1. 交通空污排放來源與分布情形
2. 交通空污暴露對人體健康影響
3. 國內外交通減污策略



### 交通空氣污染排放來源



我國不同排放來源之空氣污染物排放量佔比



主要貢獻車種	汽油小客車	柴油大貨車	四行程機車
PM <sub>2.5</sub>	25.1%	39.6%	10.1%
NO <sub>x</sub>	12.9%	65.1%	4.6%
CO	37.2%	5.3%	30.0%
NMHC	34.7%	10.6%	36.4%

# 交通空氣污染排放對人體健康影響

◆ 各車種排放之空氣污染可能為**影響都會區民眾**主要之**健康風險**因子

## ■ 交通空污排放相關研究

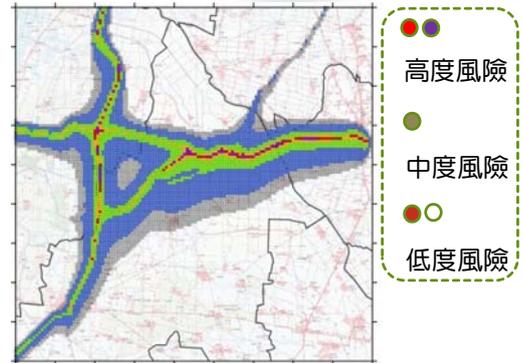
- NO<sub>2</sub>：引發**兒童氣喘**發生率。
- CO及NO<sub>2</sub>：**增加眼底黃斑部病變**機率。
- PM<sub>2.5</sub>：誘發**呼吸道疾病**、**心血管疾病**、**腦中風**、**脂肪增加**。

(Pattanun et al, 2019; Kuang-Hsi Chang et al, 2019)



■ 主幹道**50公尺內**發生冠狀動脈硬化機率，比居住**200公尺外**高出**63%**。

- **80萬人住一、二樓**，屬於「**潛在高交通暴險社群**」。(龍世俊等人, 2012)
- **18歲以下青少年**居住離高速公路越近，肺部功能指數越低。(Cora S. Sack et al., 2016)

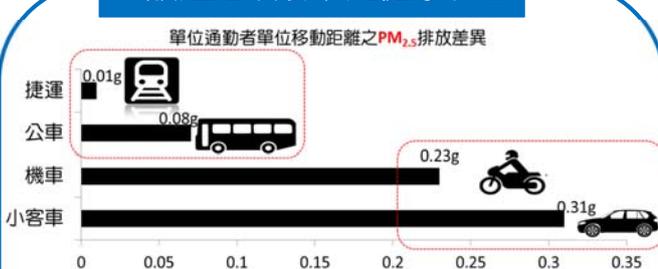


道路周邊1,3-丁二烯暴露風險推估

# 交通空氣污染排放對人體健康影響

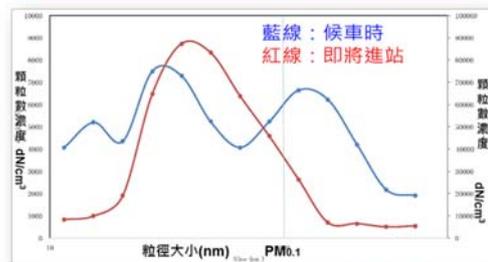
- ◆ 108年統計全臺**汽、機車**總計約**2,205萬輛**，尖峰時段車輛集中，造成空污**不易擴散**
- ◆ **大眾運輸**可能受到車輛**停等**、公共運具**選擇**、搭乘**地點**等，造成其他交通環境之空污議題

## 一般道路環境下之健康影響



1. **機車騎士停等**狀態下暴露濃度**高出5%** (Tsai et al, 2008)
2. **短時間高濃度暴露**峰值達平均之**3-4倍** (Li et al, 2017)
3. 相同移動距離下，通勤者  
**暴露量：機車>公車>捷運>汽車**  
**排放量：汽車>機車>公車>捷運**

## 公車微環境排放之健康影響



1. 進出站瞬間排放之**PM<sub>0.1</sub>**明顯上升 (Maurizio et al, 2017)
2. 大氣中PAHs濃度：**公車專用道>路邊公車站>一般環境** (陳建仁等人, 2008)
3. **公車專用道**PM<sub>2.5</sub>平均濃度較交通測站**高出7µg/m<sup>3</sup>以上** (運研所, 2016)
4. 道路**口30公尺內**為空氣污染濃度**峰值** (Choi et al, 2018)

# 國外交通減污相關策略

◆ 近期國外減污策略，**交通管理單位須與各部會合作**，依減污需求，以**強制性手段**配合各項補助措施，逐步改善私人運具使用行為。

- 車輛數總數管理
- 一定車齡以上加重稅費
- 劃設低污染排放區
- 車輛污染排放分級制度
- 進入都會區收取進城費/道路用費

## 強化車輛管理

## 推動綠色運具

- 電動車免徵稅收
- 擴充充電設備、自行車道
- 汰換為低污染巴士
- 投入電動出租車計畫
- 提供購買電動車輛補助
- 擴充公共運輸建設

除推動低污染運具及公共運輸外，亦傾向抑制私人運具使用之相關管理方式

# 國內交通減污相關策略

## 空氣污染防制行動方案計畫書(108.10行政院核定)

◆ 各部會滾動式檢討下，以促使轉為**增設**空氣污染防制**設備**及**有效操作**防制設備降低污染排放，積極推動各項管制工作

策略	交通部主協辦工作
港區運輸管制	1. 推動船舶 <b>空污費徵收</b> 2. 推動船舶進出港 <b>減速</b> 3. 推動船舶使用 <b>低硫油</b> 4. 推動 <b>岸電</b> 使用 5. 港區貨物裝卸設備 <b>電力化</b>
交通管制新作為	1. 提高 <b>公共運輸使用量</b> （優化公車路線、計程車招呼站及APP叫車、機車淘汰改電子票證） 2. <b>提高車輛使持有及使用成本</b> （取消一、二期柴油大貨車通行優惠、汽燃費隨里程徵收評估、停車費差別費率） 3. <b>空氣品質維護區劃設</b> （訂定劃設原則、車牌辨識系統設置規劃） 4. 完成機車安全智慧化發展研究

## 綠運輸白皮書(2020版)

◆ 首次**納入改善空氣污染**思維，透過發展公共運輸系統、推廣低碳運具使用等，建置綠色運具導向之交通環境

政策	策略
發展公共運輸系統，強化需求管理	1. 多元誘因 <b>提升公共運輸運量</b> （提升市區、公路客運、臺鐵等運量） 2. <b>強化運輸管理</b> 需求（推動共享共乘、停車費差別費率等）
建構低碳、低污染運輸環境	1. 推動環島自行車道升級及多元路線整合（多元自行車旅遊） 2. 推動運具 <b>電動化</b> （電動郵務車、鐵路電氣化） 3. 強化運輸場域 <b>節能減碳及減污</b> 措施（公車專用道優先電動化等）
提升運輸系統與運具能源使用效率	1. <b>汰換</b> 高污染及高能耗 <b>運具</b> （柴油公車補助落日、計程車汰舊換新等） 2. 發展 <b>智慧型運輸系統</b> 及提升車輛 <b>能效</b> 標準（改善交通壅塞等）

# 相關策略移地應用之可行建議

◆ 依據國外策略發展方向，建議我國應用之考量

## 國內推動方向

## 技術/法制等層面 精進考量

## 可考量 策略方向

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 公共運輸<b>無縫轉乘</b>及新闢路線</li><li>2. 擴大<b>電子票證</b>應用</li><li>3. 提升大眾運輸使用量</li><li>4. <b>低污染運具</b>推廣</li><li>5. 補助<b>電動機車</b>租賃</li><li>6. 停車費<b>差別費率</b></li><li>7. 協助<b>空品維護區</b>劃設</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 車輛檢測技術與空污檢測結合</li><li>2. 污染排放控制設備及技術精進</li><li>3. <b>車輛辨識技術應用</b>及車籍資料掌握</li><li>4. <b>污染集中地區區域性車輛行為管理</b></li><li>5. 智慧運輸系統整合<b>納入空污管理</b>思維</li><li>6. 規劃車輛標籤分級便於執法</li><li>7. 積極擴大公共運輸建設</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 具空污管制思維之交通措施(如：高乘載、號誌秒差、共享共乘等)</li><li>2. 空品維護區<b>結合空品不良日</b>推動管理(如：限制高污染車輛使用、道路擁擠費等)</li></ol> |
|--|--|--|

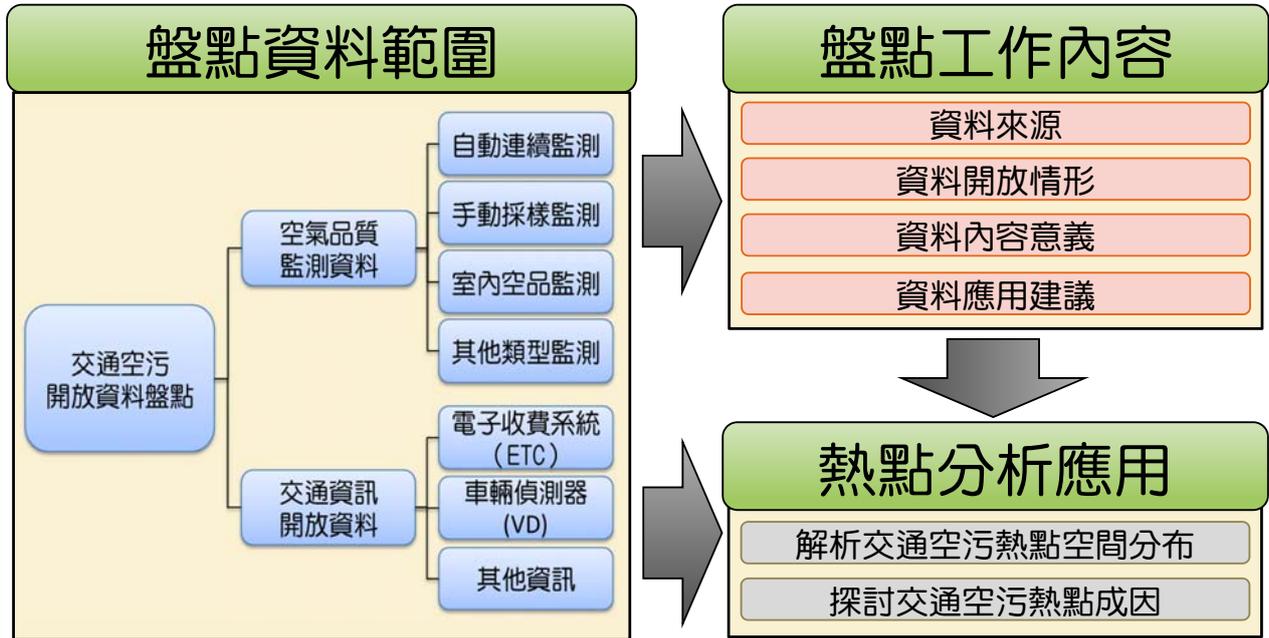
## 三、盤點交通空污開放資料

1. 交通及空污開放資料盤點
2. 開放資料應用建議

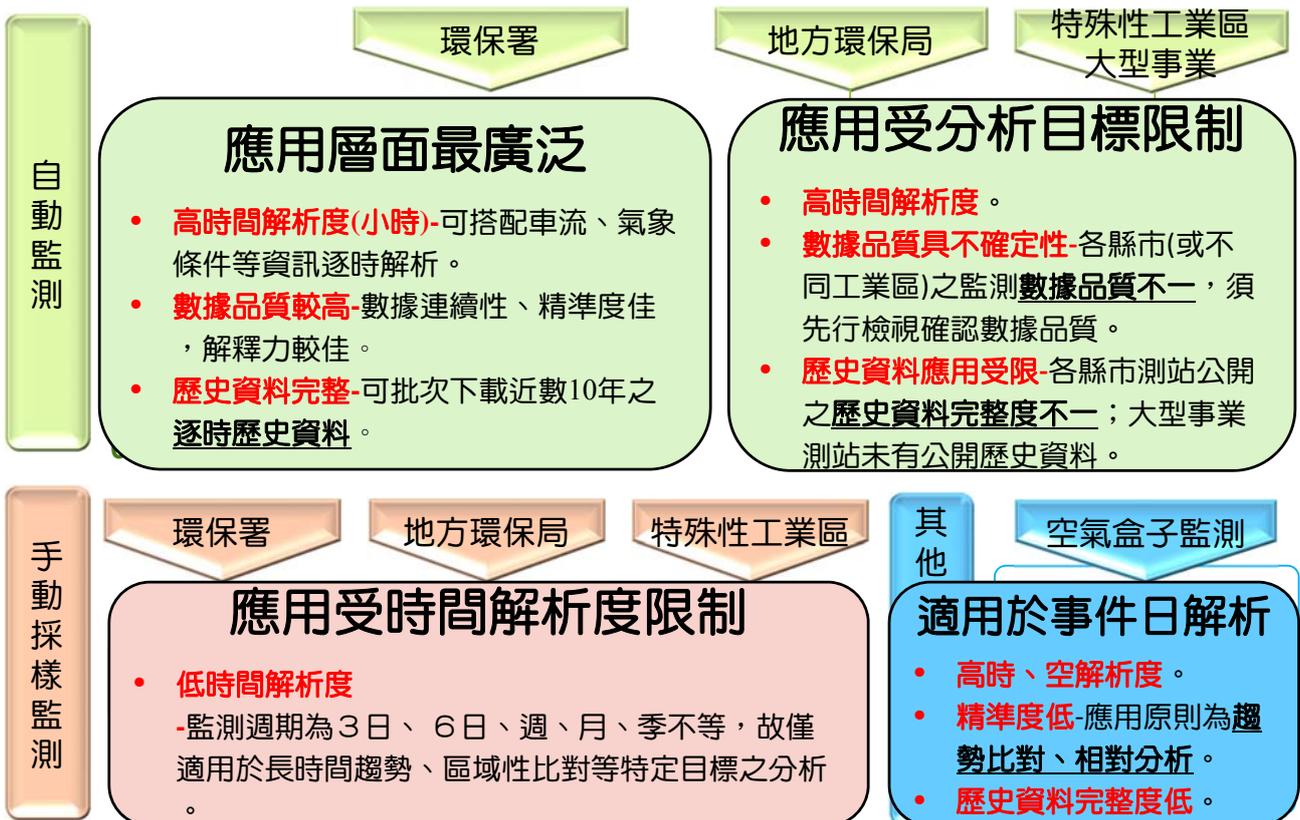


# 交通空污開放資料盤點工作架構

- ◆ 為估算交通污染排放量與分析交通空污熱點，須有效掌握空品與交通開放資料，同時亦可應用於支援交通單位研擬交通空污防制作為。



# 開放空氣品質監測資料盤點



# 開放交通監測資料盤點

## ◆ 交通偵測資料目前以電子收費系統(ETC)與車輛偵測器(VD)為主

### ETC

資料妥善率99.9%

提供資料：通行量、站間平均旅行時間、站間平均旅行車速、車種等  
車種：小客車、小貨車、大客車、大貨車與聯結車  
分布：高速公路國道一號、三號、五號、一號高架與三甲等收費路段  
資料來源：高速公路局

### VD

縣市資料品質參差不齊，且需另索取。

提供資料：流量，各車道整體車流之平均速率、佔有率(時間內路段被車輛佔據之時間百分比)、車種等  
車種：小型車、大型車、聯結車  
分布：各高、快速道路及部分省道、市區道路等路段  
資料來源：公路總局

### 省道日交通量調查

每年省道日交通量調查，涵蓋除臺北市以外之省道通車路段調查資訊  
資料來源：公路總局

# 交通空污開放資料盤點應用建議

## 空品資料(自動監測)

- **交通測站：**
  - 了解車輛污染物**排放趨勢**與評估車輛**排放管制成效**。
  - 評估行人交通空污**暴露**情形。
  - 作為**交通排放特性**之基準。
- **空品測站：**
  - 比對交通資料，分析**車流**與**空污**監測數據之**關係**。
  - 比對交通測站資料，分析一般測站與**交通空污**特性之**相關性**。
- **光化測站：**
  - 利用特定**交通指標物質**分析交通空污影響情形。
  - 應用**受體模式**分析交通空污對於**VOCs**貢獻濃度。

## 交通資料

- **車輛車行里程：**
  - 使用**ETC、VD**等交通資料計算國道車輛之**活動強度**、應用於**交通空氣污染排放量**計算。
- **車流量空間分布：**
  - 使用**ETC、VD、省道日交通量**進行交通空氣污染排放量**空間分配**。
- **車種資訊：**
  - 比對空品監測資料，分析**車種**與**空污**監測數據之**關係**。

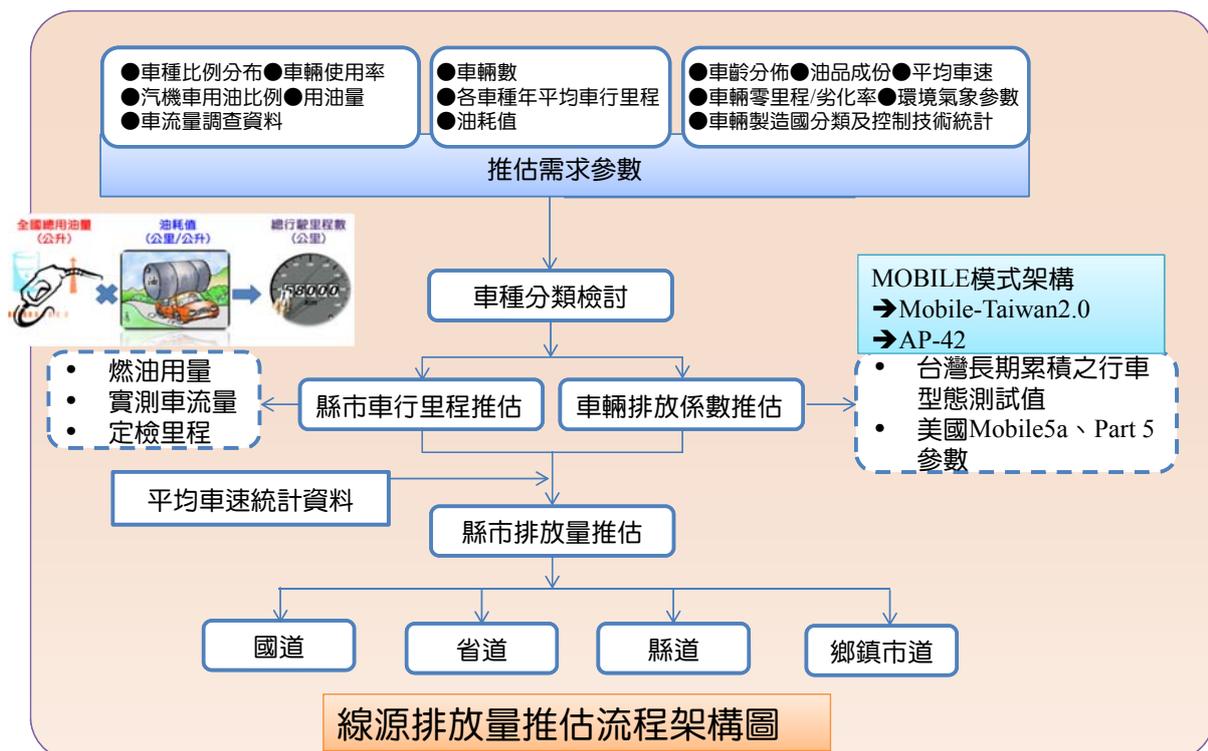
## 四、交通空污排放量與空污熱點解析

1. TEDS資料適用性分析
2. 歷年交通空污排放趨勢解析
3. 交通空污熱點及成因解析
4. 交通空污熱點改善策略建議



### TEDS車輛排放總量推估架構說明

◆ 交通空污排放量推估計算： $E_i = \text{排放係數}(EF_i) \times \text{車行里程}(VKTi)$



# TEDS車輛排放總量推估架構說明

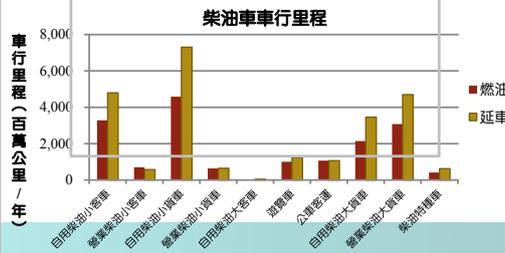
## ◆ 推估重要參數之資料品質

### 燃油效率

1. 調查統計提要分析：為問卷調查結果，可能受填寫正確性及抽樣代表性影響
2. 耗能核發證明：為實驗室測試值，可能與實際駕駛行為具差異

### 用油量

1. 引用能源平衡表
2. 加油站銷售柴油中，存在非公路運輸之柴油消耗。
3. 與交通部定檢紀錄之柴油車行里程差距30.7%



### 平均車行里程

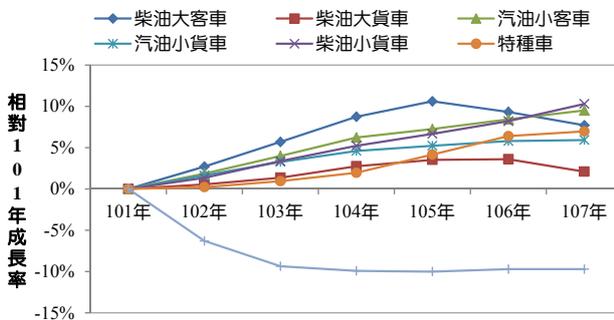
1. 資料用以進行縣市別車行里程分類
2. 部分資料為問卷調查結果，與定檢里程差異約30%

# 交通空氣污染物排放趨勢解析(1)

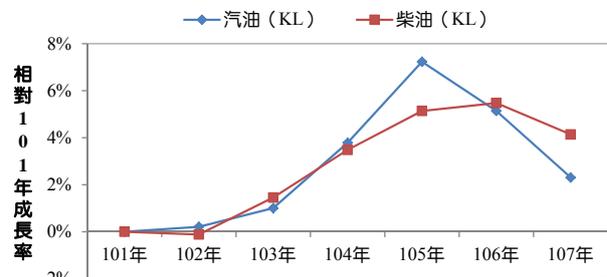
## ◆ 以指標性活動量推算出排放量，可客觀檢視逐年空氣污染排放量多寡，及探討減量措施之成效

— 交通運輸之重要參數，包括車輛數、用油量、車流量、車行里程及車齡分布

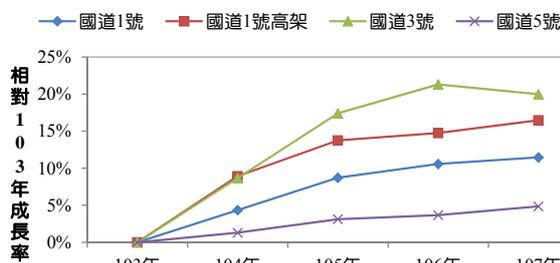
各車種成長率



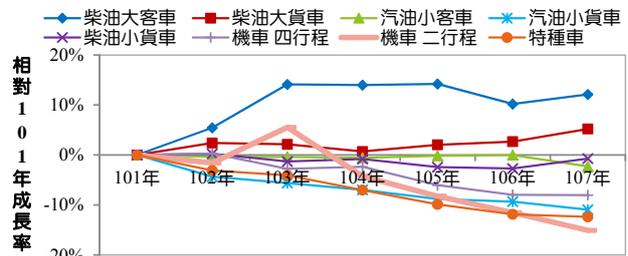
車輛用油成長率



國道總通行量成長率

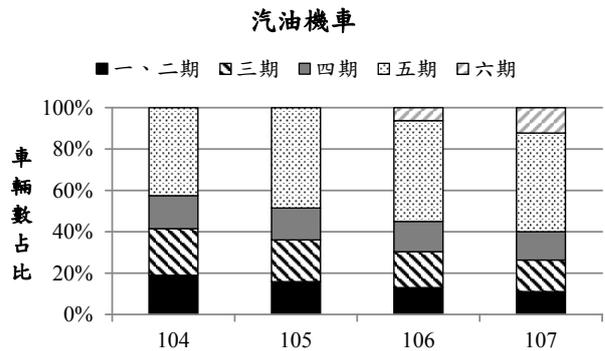
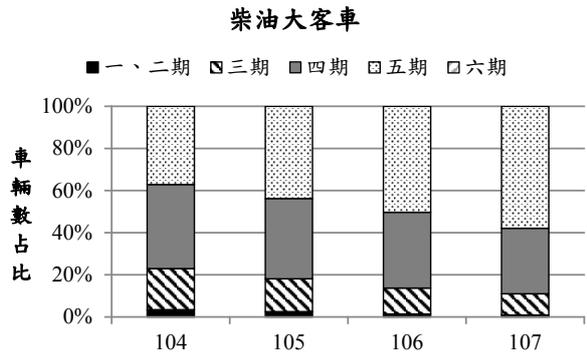
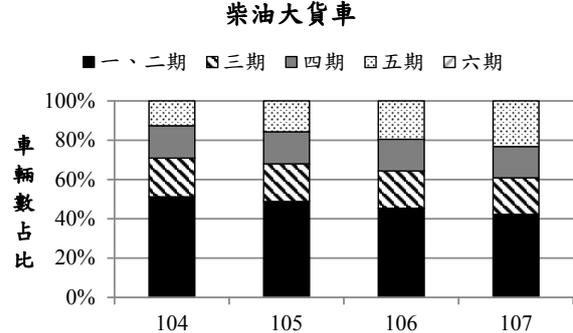
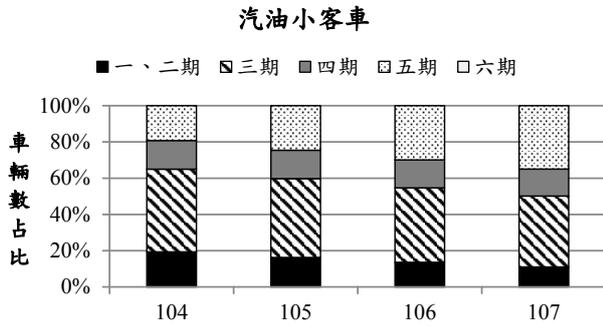


平均車行里程



# 交通空氣污染物排放趨勢解析(2)

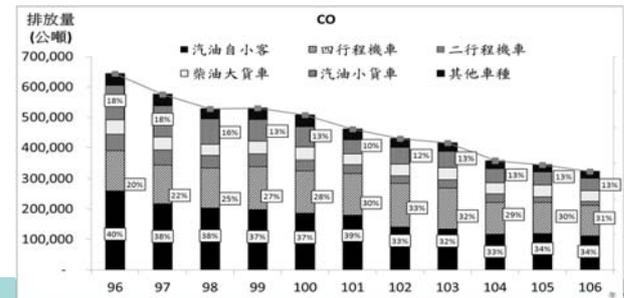
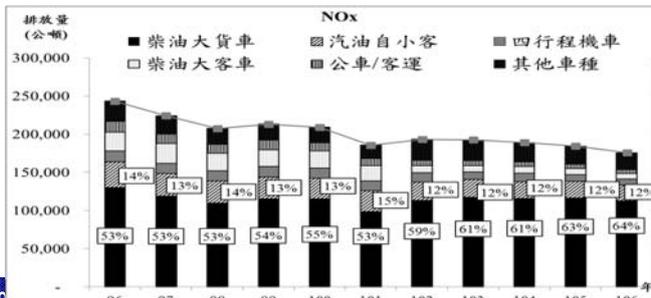
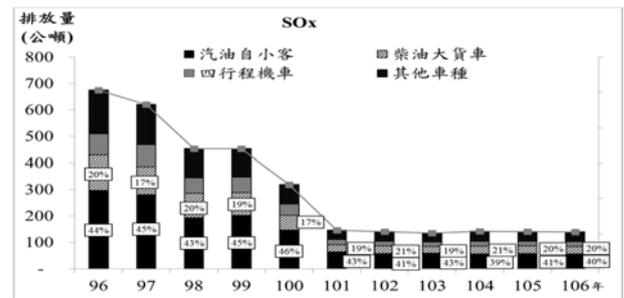
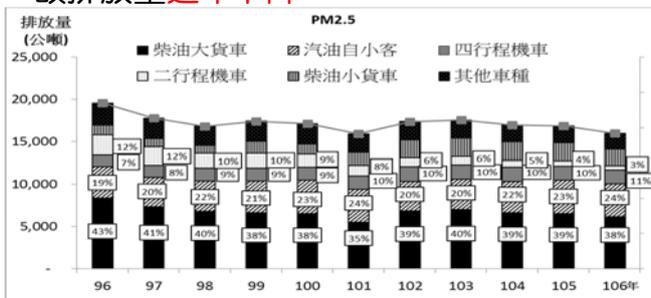
◆ 整體而言全臺各車隊**高車齡者**呈現**持續減少**，新車持續增加特性，故各車種**整體排放係數**有所**下降**



# 交通空氣污染物排放趨勢解析(3)

◆ 歷年交通空污排放變化趨勢特性，整體而言各**污染物**皆呈現**逐年下降趨勢**

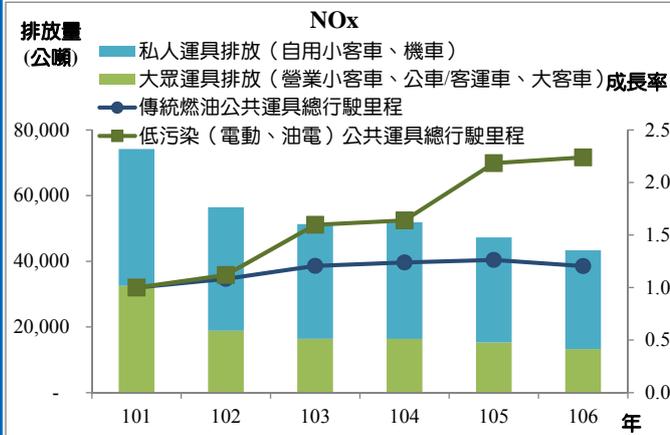
- PM<sub>2.5</sub>：排放以輪胎磨損為主，受**車行里程成長**影響，歷年排放量**下降幅度較緩慢**
- SO<sub>x</sub>：受油品硫含量加嚴有關，101年大幅下降後起伏變化較小
- NO<sub>x</sub>、CO：受車輛持續**汰舊換新**，排放係數逐年下降程度大於車行里程成長，故排放量**逐年下降**



# 交通空氣污染物排放趨勢解析與策略關聯性

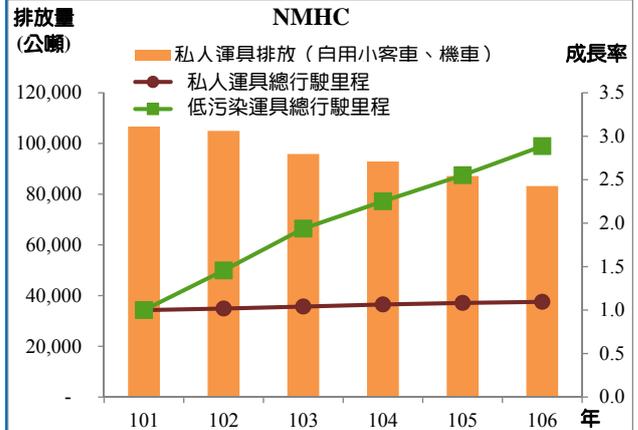
◆ 排放量推估核心下為反應排放減量必須**降低排放係數 (EF)** 或**車行里程 (VKT)**

## 鼓勵民眾使用大眾運輸系統



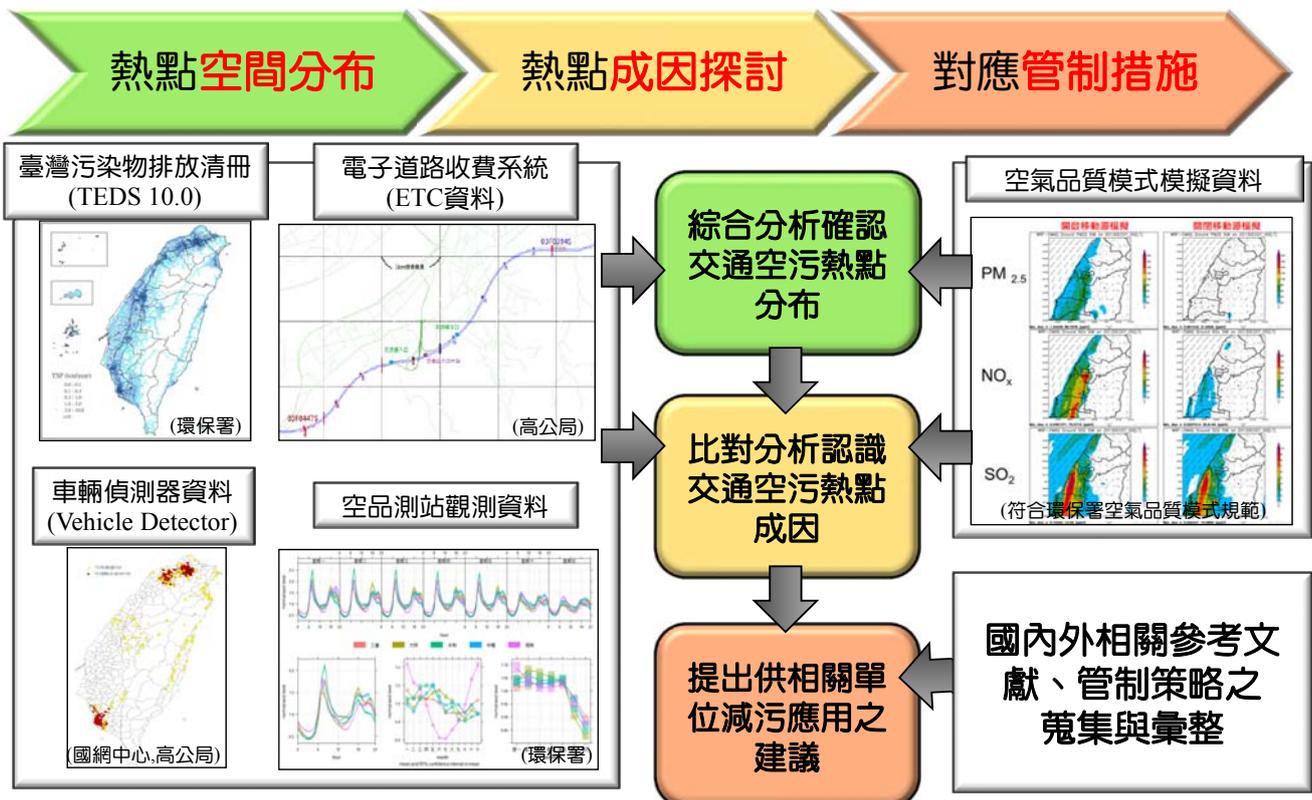
- 推動大眾運輸適度轉移排放具效益
- 推動柴油公車汰舊換新，平均車齡為4.9年

## 低污染車輛推動運具電動化



- 低污染車輛推廣突顯策略之環境效益

# 交通空污熱點成因解析工作流程

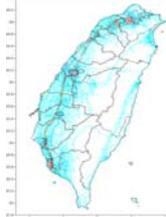


# 交通空污熱點空間分佈分析方法

## TEDS排放量資料分析

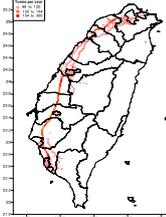
篩選高排放量網格點(前50%排放量)確認其空間分布,並比對鄰近道路型態、測站、與排放量網格點位置。

### 全排放量網格點



篩選前50%  
排放量網格

### 前50%排放量網格



比對

### 道路型態

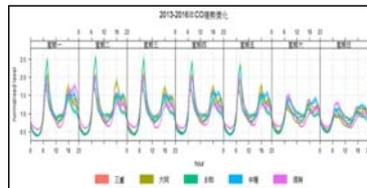


## 空品測站觀測資料分析

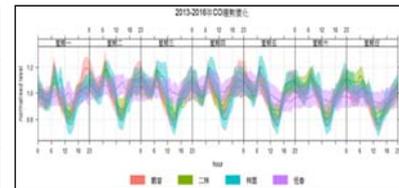
利用交通測站污染物之時序特性,解析測站與交通影響相關性:

- (1) 雙峰顯著
- (2) 週末明顯降低
- (3) 每日逐時變化幾乎為一致

### 交通源影響高相關性



### 交通源影響低相關性



## 模式模擬資料分析

使用扣除法(Brute-Force Zero Out)進行全臺測站之「交通排放對環境污染物貢獻濃度」模擬計算。

扣除法分析需完成下列情境模擬計算工作:

基準案例 → 使用**所有污染源**排放量進行模擬,呈現所有排放源貢獻

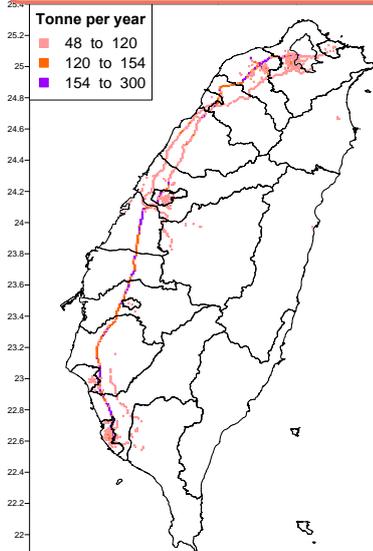
無交通源案例 → **扣除交通源**排放量後進行模擬,呈現無交通源排放貢獻

兩者模擬結果相減即獲得交通排放貢獻:

基準案例 - 無交通源案例 = **交通源貢獻濃度**

# 交通空污熱點空間分布解析

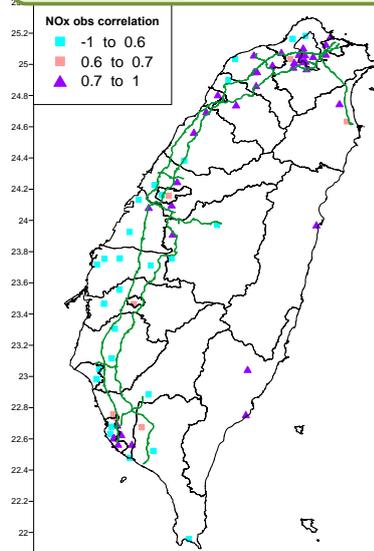
## 解析TEDS排放量資料 交通污染空污熱點



使用**TEDS排放資料**分析交通空污排放之空間分布,彙整**高排放量區域(前50%)**。

分析污染物:CO、NO<sub>x</sub>、NMHCs、PM<sub>2.5</sub>

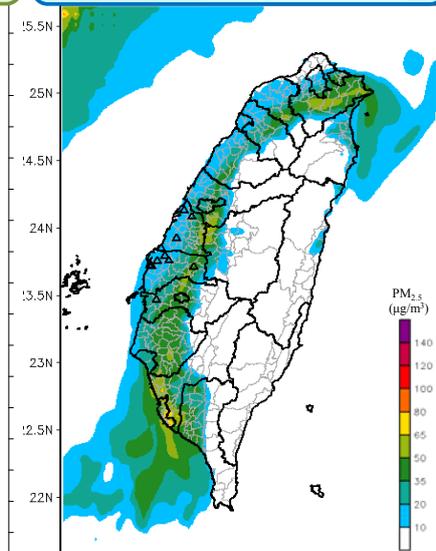
## 解析空品測站觀測資料 交通空污實際觀測熱點



利用交通測站**污染物時序特性**,分析一般測站與**交通空污相關性**,並彙整**高相關性測站(r>0.7)**。

分析污染物:CO、NO<sub>x</sub>

## 解析模式模擬資料 交通空污模擬影響熱點

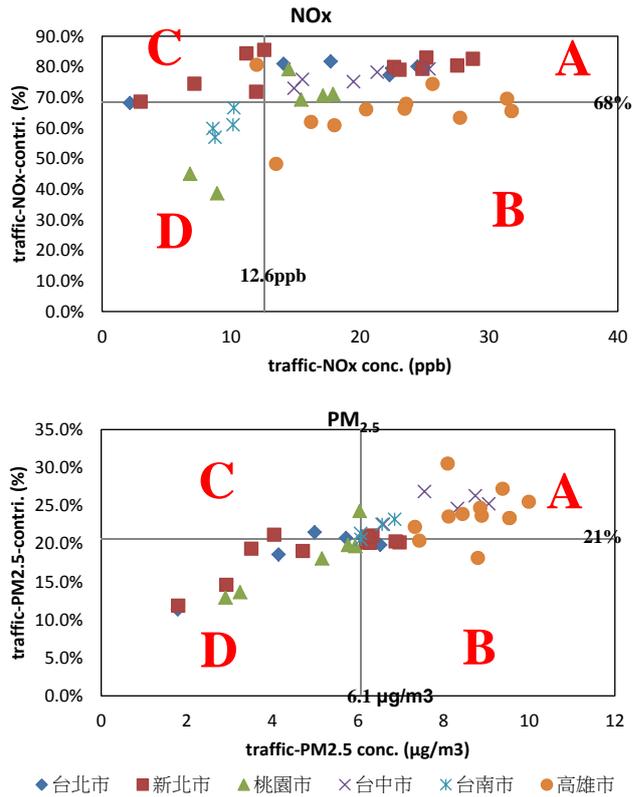


使用模式模擬計算交通空污排放之**污染物貢獻濃度與比例**,彙整**交通空污排放高影響測站(前50%)**。

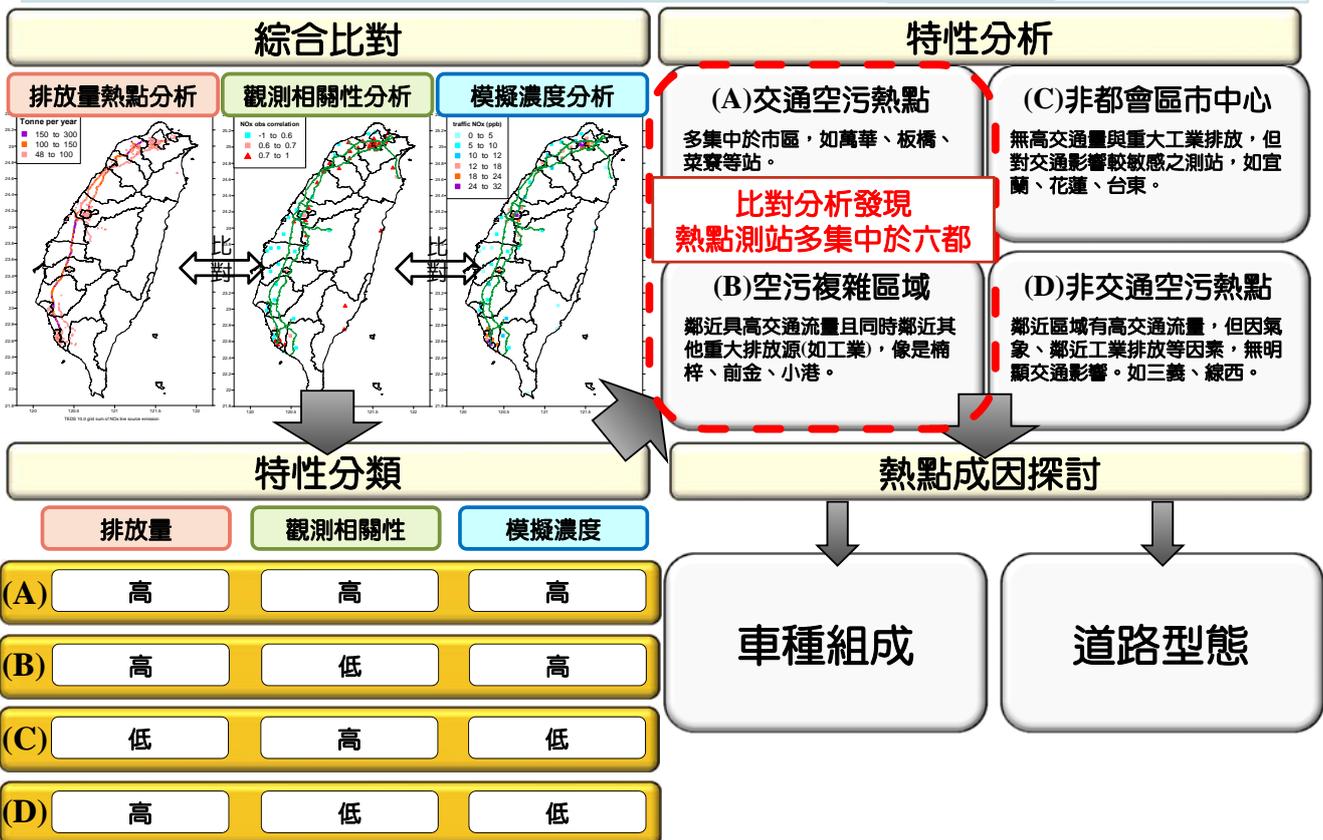
分析污染物:PM<sub>2.5</sub>、CO、NO<sub>x</sub>、NMHCs

# 交通空污模式模擬結果分析與應用

- 污染物對人體影響以污染物暴露濃度高低為主，故管理順序上以**濃度指標為主**，比例指標為輔。
- 交通空污管理優先順序，就保障我國民眾健康以及管理效益為考量，其順序應為：  
**A > B > C > D**



# 綜合解析交通空污熱點成因探討



# 綜合解析交通空污熱點成因-車種分布

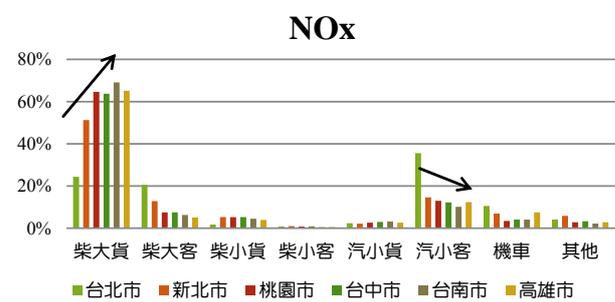
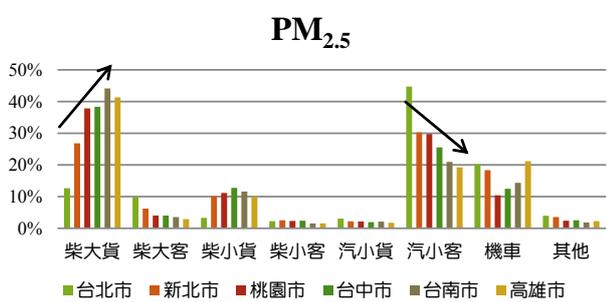
交通熱點明顯集中於都會區內，但不同地區之交通空污車種組成與貢獻比例具有明顯差異：

PM<sub>2.5</sub>

臺北市：	汽小客(45%) >> 機車(20%) > 柴大貨(13%)
新北市：	汽小客(30%) > 柴大貨(27%) > 機車(18%)
桃園市：	柴大貨(38%) > 汽小客(30%) > 柴小貨(11%)
臺中市：	柴大貨(38%) > 汽小客(26%) > 柴小貨(13%)
臺南市：	柴大貨(44%) >> 汽小客(21%) > 機車(14%)
高雄市：	柴大貨(41%) >> 機車(21%) > 汽小客(19%)

NO<sub>x</sub>

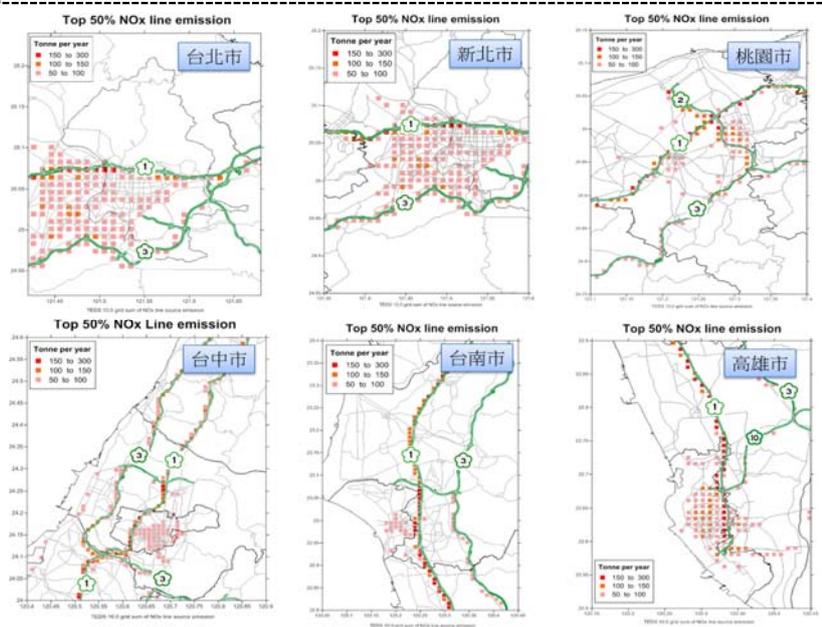
汽小客(36%) > 柴大貨(24%) > 柴大客(21%)
柴大貨(51%) >> 汽小客(15%) > 柴大客(13%)
柴大貨(65%) >> 汽小客(13%) > 柴大客(7%)
柴大貨(64%) >> 汽小客(12%) > 柴大客(8%)
柴大貨(69%) >> 汽小客(10%) > 柴大客(8%)
柴大貨(65%) >> 汽小客(12%) > 機車(8%)



# 綜合解析交通空污熱點成因-道路型態

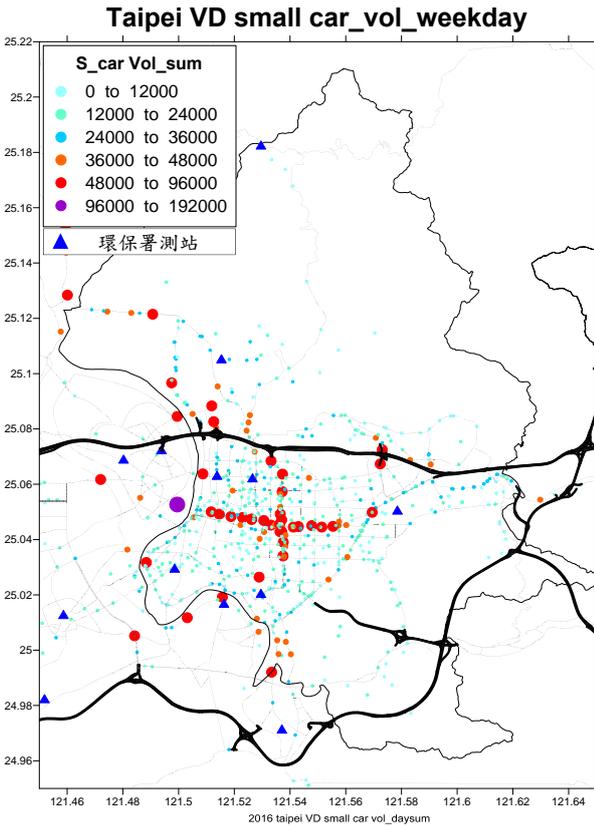
以NO<sub>x</sub>為例：

- 臺北市、新北市交通熱區排放量：市區道路 > 國道
- 桃園市、臺中市、臺南市、高雄市交通熱區排放量：國道 > 市區道路



- 北部地區排放集中於市區道路**  
 - 臺北市、新北市交界區域、人口密集區域為高排放量網格點，推測為兩市之間通勤使用之交通量。
- 桃園市以南排放集中於國道**  
 - 運輸業排放、長途通勤高於一般市區內通勤。
- 南部地區國道1號排放量高於國道3號**  
 - 大型車輛對於國道1號使用需求高於國道3號

# 綜合解析交通空污熱點成因-VD資料解析



## ● 主要高車流量區域：

### 1. 市中心聯外道路與橋梁

忠孝橋、台北橋、重陽橋、中正橋、環河南/北路、環河西路、水源快速道路等。

### 2. 高速公路、高架道路匝道

堤頂交流道、臺北交流道、圓山交流道、市民大道高架道路出口、建國高架道路出口、中山路匝道(新北)

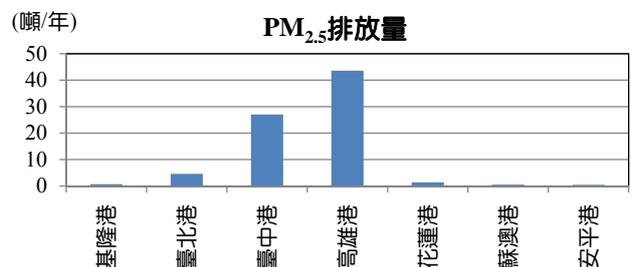
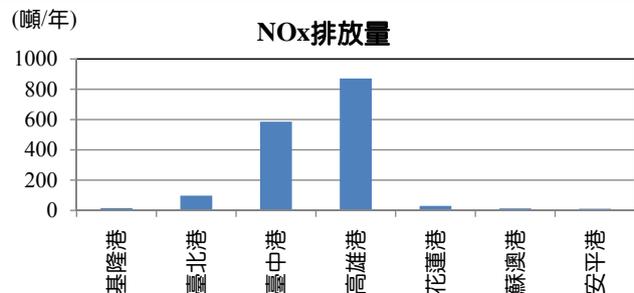
### 3. 市區內主要幹道及高架道路

市民大道、市民大道高架道路、建國南/北路、建國高架道路。

# 綜合解析交通空污熱點成因-港區內車輛排放

- ① 港區內排放主要來自於船舶(遠洋船與作業船)、聯外道路重型車輛(柴油大貨車)，其絕大部分排放(94%-99%)皆來自於船舶。
- ② 港區範圍內無明顯固定源，周圍之固定源排放集中加工出口區與鄰近工業區。
- ③ 在**臺中港**與**高雄港**內具有較高的之重型車輛排放，須特別注意兩港區的**柴油大貨車**排放管控。

港口	NO <sub>x</sub>	PM <sub>2.5</sub>	面積 (km <sup>2</sup> )
基隆港	14.9	0.7	2.0
臺北港	97.7	4.6	10.4
臺中港	586.2	27.1	29.0
高雄港	871.1	43.6	18.7
花蓮港	29.5	1.4	1.7
蘇澳港	12.7	0.5	1.3
安平港	10.5	0.5	2.0
臺北市 萬華區	270.5	30.3	8.9



# 交通空污熱點之減污措施思維



# 交通空污熱點之減污措施建議



# 五、辦理交通微環境工作坊

## 交通微環境空氣污染暴露 研究與成果推廣



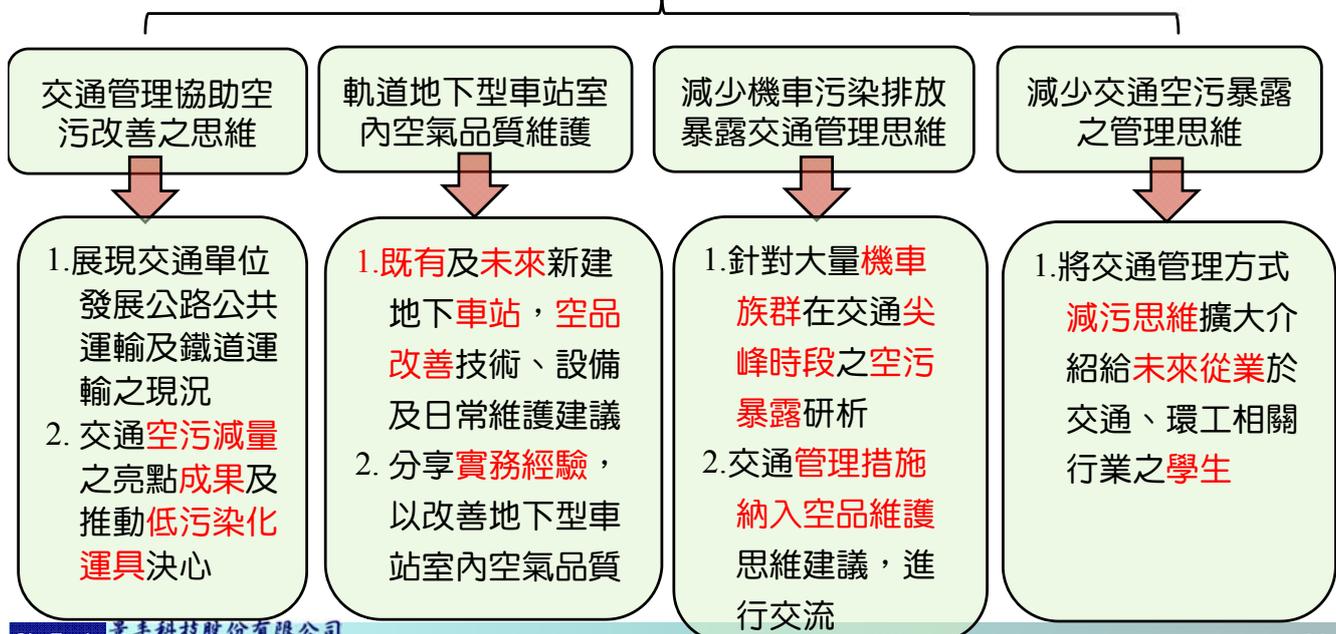
SimEnvi 景丰科技股份有限公司  
Environmental Simulation

### 交通微環境空氣污染暴露研究與成果推廣

#### ◆ 「交通微環境減少空污露研究成果」之推廣工作坊辦理



交通微環境減少空污暴露研究成果



SimEnvi 景丰科技股份有限公司  
Environmental Simulation

# 交通微環境空氣污染暴露研究與成果推廣



## ◆ 推廣工作坊辦理規劃與對象

題目	地點	對象	與會專家	問卷
交通管理協助空污改善之思維	臺中烏日	全國	配合研討會	×
地下型軌道運輸室內空氣品質維護探討	高捷工程局	環保署、各地方交通局、路政司、技監室、臺鐵路、鐵道局、捷運公司、捷運工程局等	1. 臺灣鐵路管理局勞安室 李永昌主任 2. 國立臺北科技大學陳清祺副教授 3. 國立成功大學 張偉翔兼任助理教授	○
減少機車污染暴露之交通管理思維	臺北-運研所	交通部、環保署、各地方交通局、各地方環保局等	1. 臺灣大學張靜文教授 2. 淡江大學張勝雄教授 3. 國立中興大學盧昭暉副教授	○
減少交通空污暴露之管理思維	成功大學	交通部、環保署、公路總局、各地方交通局、各地方環保局、舉辦學校之環工與交通管理系所老師及學生	1. 成功大學魏健宏教授、林明彥副教授、張瀨之教授 2. 中興大學望熙榮副教授 3. 中山大學夏皓清助理教授	○
	開南大學		1. 開南大學郭受鑫副教授 2. 東南科技大學華梅英副教授 3. 臺北醫學大學莊凱任教授	○

# 交通微環境空氣污染暴露研究與成果推廣

## ◆ 各場專家學者重要意見：

### 交通管理協助空污改善之思維

- 一、交通空污問題受私人運具使用、交通量大、公共運輸使用率低等影響，建議應由**交通減量**、**均勻車流**、**綠色運具**進行考量（李克聰副教授）
- 二、建議應進行暴露評估與風險調查，瞭解交通源對人體健康影響（劉志堅理事長）

### 軌道地下型車站室內空氣品質管理

- 一、既有車站硬體設備改善不易，可藉由加裝濾網、增加外氣循環、通風系統清潔、加強隧道清潔等進行空品改善（張偉翔助理教授）

### 減少機車污染暴露之交通管理思維

- 一、釐清各種交通工具**暴露量與排放量**，以規劃管制及保護的對象（張勝雄教授、張靜文教授）
- 二、相同車子在不同區域行駛，有不同污染情形，策略規劃應**分為時段及區域**進行改善（張勝雄教授）
- 三、地方政府的交通單位，可因地制宜針對拉長待轉區與行人穿越道的距離進行評估（曾佩如組長）

### 減少交通空污暴露之管理思維

- 一、以降低空污思維來重新擬訂各類運輸公司營運計畫，如電動車輛推動，對於民眾健康與安全有一定提升（魏健宏教授）
- 二、**公共運輸改善**、**規費**、**禁止行為**等策略，為目前**國際管理發展趨勢**，應開始規劃相關措施，以改變民眾的使用行為（夏皓清助理教授、莊凱任教授、郭受鑫教授）

# 交通微環境空氣污染暴露研究與成果推廣

- ◆ 經由產、官、學業界等面向進行討論，共通結論：
  - 應以減少車輛使用及民眾暴露量為管理目的，並著手規劃源頭管制措施。
  - 強化私人運具使用者層面之換位思考及減污宣導。



SimEnvi 景丰科技股份有限公司  
Environmental Simulation

## 重要結論彙整

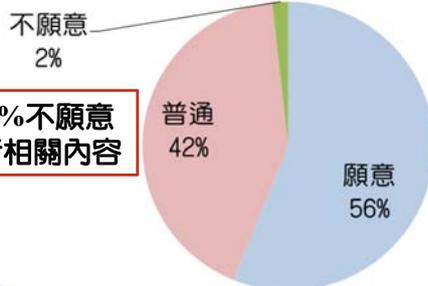
- 空污為**跨領域**問題，交通空污需要政府各部門的合作。
- 交通管理策略建議考量方向：
  - ✓ **釐清**使用各交通工具**暴露量與排放量**
  - ✓ **交通減量**（如ETC差別費率、高乘載專用道等），降低私人運具使用。
  - ✓ **均勻車流**（如道路分級分流、限制特定車種行駛路段等），避免車速變異所導致之空污排放
  - ✓ **綠色運具**方面（如推廣綠色運具共乘、檢討電動車補助策略）
- 可將**都市規劃設計**納入減污思維考量，以獲得更全面性結果

41

# 交通微環境空氣污染暴露研究與成果推廣

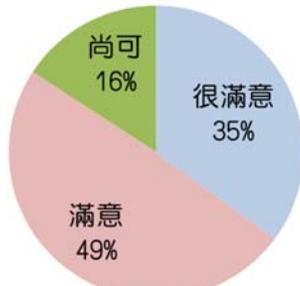
- ◆ 工作坊推廣成果回饋
  - 總參與人數132人，問卷填寫人數總計57人，男女比例為68.4%及31.6%。

## 願意化為實際行動/研究



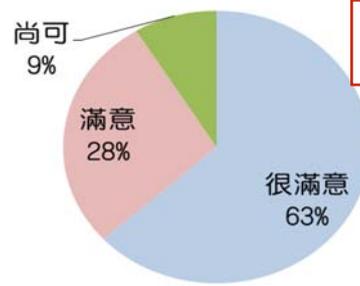
僅2%不願意執行相關內容

## 符合目前工作需求



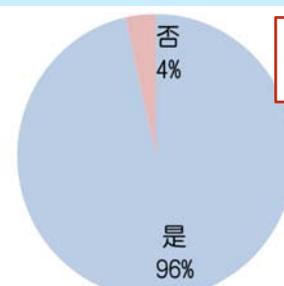
84%認為符合目前需求

## 整體收穫滿意



91%對工作坊感到滿意

## 應持續辦理推廣工作坊



96%支持持續辦理

SimEnvi 景丰科技股份有限公司  
Environmental Simulation

42

## 六、結論與建議



### 結論

#### 交通空污管理策略研析與開放資料盤點

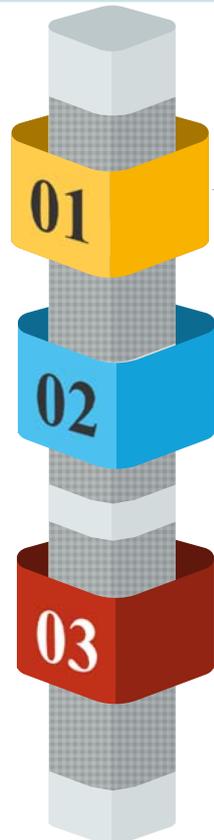
- 國內外政策顯示，**鼓勵與補助**性質之交通管理減量**仍有其極限**，應針對重點污染區域逐漸加強**強制管理**策略。
- 盤點並掌握**空污開放監測**資訊，**與交通資料相互勾稽連結**，可運用於瞭解交通空污主要分布區域並其成因。

#### 交通空污熱點分析與成因探討

- 各項資料(排放清冊、觀測、模式模擬)顯示交通空污**高排放量**集中於**市區**與其鄰近區域，針對熱區進行減量可有效降低空污濃度與民眾暴露。
- **北部**地區係以**私人運具**排放為主(汽小客車，機車)，分布於市區道路以及聯外道路；**中南部**地區以**柴油大貨車**為主，分布於**國道**。各地區宜**針對**主要污染**車種與區域**強化其管理措施。

#### 交通微環境空污推廣工作坊

- **98%**與會人員願意針對交通污染管理**進行研究**，且**84%**認為相關內容**符合其工作需求**。
- 推廣工作坊可**展現政府推動交通空污減量措施之決心與觀念宣導**，應持續辦理。



## 精確掌握車輛運輸行為

- ✓ 為有效評估交通減污策略減量成效，建議於運具系統建構步驟，完整蒐集各車種實際車行里程

## 規劃民眾對減污行為認知

- ✓ 瞭解各項管制措施民眾的瞭解程度及接受度，檢視管理措施落實可能性與潛在阻礙，以利政策之推動

## 減污管理措施之精進

- ✓ 減少私人運具使用，應強化大眾運輸、推動共享共乘、規劃差別費率機制。
- ✓ 補貼性質政策長期成效有限，配合國際趨勢建議先以空品不良日/高污染區域著手規劃強制性管理策略
- ✓ 持續跨領域緊密溝通協商，確保策略方向之一致性及可行性

