

114-084-6228
IOT-113-TB006

路口交通環境特性對空氣品質影響 及改善指引之研訂(2/2) — 資料分析與指引研訂

著者：洪珮瑜、陳冠男、蘇淳太、葉富豪、林映君、王思懿
陳瀚禮、朱珮芸、鄒德傳、黃士騰、楊家銘

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研
訂(2/2)—資料分析與指引研訂/洪珮瑜，陳冠男，
蘇淳太，葉富豪，林映君，王思懿，陳瀚禮，朱珮
芸，鄔德傳，黃士騰，楊家銘著。--初版。--臺
北市：交通部運輸研究所，民114.12
面；公分
ISBN 978-986-531-730-0(平裝)

1. CST: 交通管理 2. CST: 都市交通 3. CST: 空氣
污染

557.15

114017819

路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)
—資料分析與指引研訂

著 者：洪珮瑜、陳冠男、蘇淳太、葉富豪、林映君、王思懿、陳瀚禮、朱珮
芸、鄔德傳、黃士騰、楊家銘
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 (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 114 年 12 月
印刷者：全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 59 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定 價：470 元
展售處：
交通部運輸研究所運輸科技及資訊組・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 臺中市中區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011401545

ISBN：978-986-531-730-0(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：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)－資料分析與指引研訂			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-730-0(平裝)	政府出版品統一編號 1011401545	運輸研究所出版品編號 114-084-6228	計畫編號 113-TB006
本所主辦單位：運輸能源及 環境組 主管：朱珮芸 計畫主持人：朱珮芸 研究人員：鄒德傳、黃士騰 、楊家銘 聯絡電話：(02)2349-6874 傳真號碼：(02)2712-0223	合作研究單位：景丰科技股份有限公司 計畫主持人：洪珮瑜 研究人員：陳冠男、蘇淳太、葉富豪、林映君 、王思懿、陳瀚禮 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 113 年 3 月 至 113 年 12 月

關鍵詞：細懸浮微粒、路口環境特性、交通空氣污染

摘要：

本所以 2 年期辦理「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂」計畫，第 1 年期(112 年)完成國內、外路口交通特性對環境暴露影響相關文獻回顧，依據研擬之路口資料調查計畫，辦理 4 處路口之交通、環境及空污等資料蒐集或調查，並進行初步歸納整理。

本年期(113 年)計畫延續 112 年研究之成果，滾動檢討第 1 年期路口資料調查計畫，以完成另外 6 處路口補充調查；透過現地調查搭配模式模擬分析，探討在不同情境下，交通管理策略投入對路口用路人受交通空污濃度暴露影響情形，據以研提「通案性路口交通空污改善指引」，供相關權責機關能針對當地特性，參考應用改善指引之內容進行規劃改善，減少機關操作之困難度。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 12 月	402	470	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: The Impact of Traffic Environmental Characteristics at Intersections on Air Quality and the Development of Improvement Guidelines (1/2) - Data Analysis and Develop Guidelines

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-531-730-0 (pbk.)	1011401545	114-084-6228	113-TB006
DIVISION: Transportation Energy and Environment Division DIVISION DIRECTOR: Pei-Yun Chu PRINCIPAL INVESTIGATOR : Pei-Yun Chu PROJECT STAFF: Deh-Juan Wu, Shih-Teng Huang, Chia-Ming Yang PHONE:(02)2349-6874 FAX: (02)2712-0223			PROJECT PERIOD FROM March 2024 TO December 2024

RESEARCH AGENCY: Environmental Simulation Co. Ltd.

PRINCIPAL INVESTIGATOR: Pei-Yu Hung

PROJECT STAFF: Kuan-Nan Chen, Chun-Tai Su, Fu-Hao Ye, Ying-Jun Lin, Si-Yi Wang, Han-Li Chen

ADDRESS: 4F, No.286, Fuxing S. Rd., Da'an Dist., Taipei city 106, Taiwan (R.O.C.)

PHONE:(02)2377-8011

KEY WORDS: Fine Particulate Matter, Intersection Environmental Characteristics, Traffic-Related Air Pollution

ABSTRACT:

The Institute of Transportation is undertaking a two-year project, titled The Impact of Traffic Environmental Characteristics at Intersections on Air Quality and the Development of Improvement Guidelines. In the first year (2023), we completed a literature review of domestic and international studies on the impact of intersection traffic characteristics on environmental exposure. Based on the developed intersection data survey plan, we collected and conducted preliminary analysis of traffic, environmental, and air pollution data at four intersections.

This year's (2024) project continues the research from the previous year. We have dynamically reviewed the first-year survey plan and completed supplementary surveys at an additional six intersections. By combining on-site surveys with model simulation analysis, we aim to explore how different traffic management strategies affect road users' exposure to traffic-related air pollution at intersections under various scenarios. The findings will be used to develop "General Guidelines for Improving Intersection Traffic and Air Pollution," which relevant authorities can reference and apply to their local characteristics. This will help reduce the difficulty of implementation for these agencies.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
December 2025	402	470

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目 錄

目錄	III
圖 目 錄	VI
表 目 錄	XI
第一章 緒論	1-1
1.1 計畫背景與目的	1-1
1.2 計畫內容與工作項目	1-2
1.3 計畫範圍與對象	1-4
1.4 計畫流程	1-5
1.5 第 1 年重要研究成果概述	1-6
1.6 名詞解釋	1-7
第二章 檢討修訂第 1 年期（112 年）調查計畫	2-1
2.1 檢討第 1 年期（112 年）所擬訂蒐集及調查計畫	2-1
2.1.1 路口交通特性分析	2-1
2.1.2 路口交通車流量調查方法檢討	2-9
2.1.3 路口交通空氣污染物採樣方法檢討	2-10
2.1.4 補充調查路口選址原則更新	2-11
2.1.5 調查時間調整	2-13
2.1.6 調查計畫修訂差異說明	2-13
2.2 第 2 年期調查計畫	2-15
2.2.1 路口交通特性選擇	2-15
2.2.2 路口交通、環境及空污資料蒐集或調查項目	2-19
2.2.3 路口交通車流量調查及空氣污染物濃度採樣方式	2-20
2.2.4 調查路口選址	2-28
2.2.5 調查時間規劃	2-45
2.2.6 調查資料分析規劃	2-45
第三章 路口交通、環境及空污資料之蒐集調查	3-1
3.1 路口交通資料蒐集、調查與彙整	3-2
3.1.1 交通流量調查	3-2
3.1.2 車種比例分析	3-6
3.1.3 號誌時制調查	3-20
3.1.4 道路幾何配置調查	3-27

3.1.5 延滯時間分析	3-34
3.2 6 處路口背景環境資料之調查、分析與彙整	3-41
3.2.1 空氣品質背景資料調查	3-42
3.2.2 氣象背景資料調查	3-45
3.3 路口空氣污染物濃度基礎調查	3-54
3.3.1 細懸浮微粒 (PM _{2.5}) 調查資料分析	3-54
3.3.2 一氧化碳 (CO) 調查資料分析	3-60
3.4 小結	3-66
第四章 空品模式模擬及分析	4-1
4.1 空氣品質擴散模式之選擇及應用	4-1
4.2 應用微觀 GRAL 模式模擬，進行路口交通空污濃度差異分析設計	4-4
4.2.1 模式參數設定	4-6
4.2.2 模式輸入檔設定	4-8
4.2.3 路口交通特性模擬情境設計	4-17
4.3 路口交通特性對路口交通空污影響分析	4-18
4.3.1 10 處調查路口模式模擬性能評估	4-19
4.3.2 路口交通特性對路口交通空污影響分析	4-22
4.4 小結	4-104
第五章 通案性路口交通空污改善策略建議及指引	5-1
5.1 綜整 2 年期路口交通特性情境分析與評估結果，提出通案性路口交通空污改善策略建議	5-1
5.2 辦理 2 場專家諮詢會議	5-4
5.2.1 路口空污改善模擬分析與指引規劃之專家諮詢會議討論	5-5
5.2.2 通案性路口交通空污之改善策略探討之專家諮詢會議討論	5-6
5.3 研擬改善指引	5-8
5.3.1 研擬流程	5-8
5.3.2 架構及內容	5-9
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-3
參考文獻	參-1
附錄 1 計畫摘要	附 1-1
附錄 2 審查意見處理情形	附 2-1

附錄 3 計畫簡報.....	附 3-1
附錄 4 通案性路口交通空污改善指引.....	附 4-1

圖目錄

圖 1.4-1 工作流程圖	1-6
圖 2.1.1-1 行人專用時相路口示意圖	2-3
圖 2.1.1-2 行人穿越道線退縮路口示意圖	2-4
圖 2.1.1-3 時制計畫影響示意圖	2-6
圖 2.1.2-1 模式模擬污染源車流方向	2-10
圖 2.1.3-1 行人專用時相路口空氣污染物濃度分布圖	2-11
圖 2.1.4-1 交通排放對於空品測站污染物影響濃度分布	2-12
圖 2.1.5-1 實地調查時程規劃	2-13
圖 2.2.1-1 行人專用時相情境示意圖	2-16
圖 2.2.1-2 時制計畫影響情境示意圖	2-17
圖 2.2.1-3 行人穿越道線退縮情境示意圖	2-18
圖 2.2.1-4 人行道拓寬情境示意圖	2-19
圖 2.2.3-1 微型感測儀器維護流程	2-25
圖 2.2.3-2 行人等候區之定點式空污監測儀器示意圖	2-26
圖 2.2.4-1 高雄市氣象站與空品測站分布示意圖	2-29
圖 2.2.4-2 高雄市 111 年小型車車流量分布	2-30
圖 2.2.4-3 高雄市 111 年大型車車流量分布	2-31
圖 2.2.4-4 高雄市區車輛偵測器、行穿線退縮與對角行穿線分布	2-31
圖 2.2.4-5 高雄市行人專用時相特性路口選址工作流程	2-33
圖 2.2.4-6 高雄市左營區高鐵路與重信路口	2-34
圖 2.2.4-7 高雄市七賢一路與民族二路號誌時相圖	2-35
圖 2.2.4-8 高雄市新興區七賢一路與民族二路口	2-35
圖 2.2.4-9 高雄市行人穿越道線退縮特性路口選址工作流程	2-36
圖 2.2.4-10 高雄市三民區明誠一路與民族一路上口	2-37
圖 2.2.4-11 高雄市左營區明誠二路與博愛二路口	2-38
圖 2.2.4-12 高雄市大客車比例相對高特性路口選址工作流程	2-39
圖 2.2.4-13 公路客運路線圖	2-40
圖 2.2.4-14 高雄市新興區中正二路與民族二路口	2-40
圖 2.2.4-15 新北市板橋區縣民大道和民權路口鄰近交通場站分布	2-41
圖 2.2.4-16 板橋轉運站平日班次資訊	2-42
圖 2.2.4-17 高雄市調查路口與環境監測站點相對位置	2-43

圖 2.2.4-18	新北市調查路口與環境監測站點相對位置	2-44
圖 2.2.6-1	時序圖分析示意圖	2-47
圖 3.1.1-1	高鐵路/重信路路口車種比例（輛次）	3-2
圖 3.1.1-2	明誠一路/民族一路路口車種比例（輛次）	3-3
圖 3.1.1-3	博愛二路/明誠二路路口車種比例（輛次）	3-4
圖 3.1.1-4	七賢一路/民族二路路口車種比例（輛次）	3-4
圖 3.1.1-5	民族二路/中正二路路口車種比例（輛次）	3-5
圖 3.1.1-6	縣民大道/民權路路口車種比例（輛次）	3-6
圖 3.1.2-1	高鐵路/重信路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-9
圖 3.1.2-2	明誠一路/民族一路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-10
圖 3.1.2-3	博愛二路/明誠二路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-11
圖 3.1.2-4	七賢一路/民族二路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-12
圖 3.1.2-5	民族二路/中正二路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-13
圖 3.1.2-6	縣民大道/民權路路口車種比例（PM _{2.5} 加權）	3-14
圖 3.1.2-7	高鐵路/重信路路口車種比例（CO 加權）	3-15
圖 3.1.2-8	明誠一路/民族一路路口車種比例（CO 加權）	3-16
圖 3.1.2-9	博愛二路/明誠二路路口車種比例（CO 加權）	3-17
圖 3.1.2-10	七賢一路/民族二路路口車種比例（CO 加權）	3-18
圖 3.1.2-11	民族二路/中正二路路口車種比例（CO 加權）	3-19
圖 3.1.2-12	縣民大道/民權路路口車種比例（CO 加權）	3-20
圖 3.1.3-1	高鐵路/重信路路口時制計畫圖	3-21
圖 3.1.3-2	明誠一路/民族二路路口時制計畫圖	3-22
圖 3.1.3-3	博愛二路/明誠二路路口時制計畫圖	3-23
圖 3.1.3-4	七賢一路/民族二路路口時制計畫圖	3-24
圖 3.1.3-5	縣民大道/民權路路口時制計畫圖	3-25
圖 3.1.3-6	民族二路/中正二路路口時制計畫圖	3-26
圖 3.1.4-1	高鐵路/重信路路口現況圖	3-27
圖 3.1.4-2	明誠一路/民族一路路口現況圖	3-28
圖 3.1.4-3	博愛二路/明誠二路路口現況圖	3-29
圖 3.1.4-4	七賢一路/民族二路路口現況圖	3-30
圖 3.1.4-5	縣民大道/民權路路口現況圖	3-32
圖 3.1.4-6	民族二路/中正二路路口現況圖	3-33
圖 3.2.1-1	環境現況參考測站位置示意圖（左營測站）	3-42

圖 3.2.1-2	環境現況參考測站位置示意圖（愛國國小測站）	3-43
圖 3.2.1-3	環境現況參考測站位置示意圖（板橋測站）	3-44
圖 3.3.1-1	高鐵路/重信路路口分隔島與行人等候區 PM _{2.5} 濃度對比圖	3-55
圖 3.3.1-2	7月2日至7月5日左營空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-55
圖 3.3.1-3	七賢一路/民族二路路口分隔島與行人等候區 PM _{2.5} 濃度對比圖 ...	3-56
圖 3.3.1-4	7月2日至7月5日愛國空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-56
圖 3.3.1-5	中正二路/民族二路路口分隔島與行人等候區 PM _{2.5} 濃度對比圖 ...	3-57
圖 3.3.1-6	7月1日至7月4日前愛國空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-57
圖 3.3.1-7	明誠一路/民族一路路口行穿線退縮前後 PM _{2.5} 濃度對比圖	3-58
圖 3.3.1-8	7月8日至7月11日愛國空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-58
圖 3.3.1-9	博愛二路/明誠二路路口分隔島與行人等候區 PM _{2.5} 濃度對比圖 ...	3-59
圖 3.3.1-10	7月8日至7月11日左營空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-59
圖 3.3.1-11	縣民大道/民權路路口分隔島與行人等候區 PM _{2.5} 濃度對比圖	3-60
圖 3.3.1-12	7月8日至7月12日板橋空品測站 PM _{2.5} 濃度趨勢圖	3-60
圖 3.3.2-1	高鐵路/重信路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖	3-61
圖 3.3.2-2	7月2日至7月5日左營空品測站 CO 濃度趨勢圖	3-61
圖 3.3.2-3	七賢一路/民族二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖	3-62
圖 3.3.2-4	7月1日至7月5日愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖	3-62
圖 3.3.2-5	中正二路/民族二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖	3-63
圖 3.3.2-6	7月1日至7月5日愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖	3-63
圖 3.3.2-7	明誠一路/民族一路路口行穿線退縮前後 CO 濃度對比圖	3-64
圖 3.3.2-8	7月8日至7月11日前愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖.....	3-64
圖 3.3.2-9	博愛二路/明誠二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖	3-65
圖 3.3.2-10	7月8日至7月11日前愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖.....	3-65
圖 3.3.2-11	縣民大道/民權路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖	3-66
圖 3.3.2-12	7月8日至7月12日板橋空品測站 CO 濃度趨勢圖	3-66
圖 4-1	模式模擬分析工作流程	4-1
圖 4.2-1	GRAL GUI 介面	4-4
圖 4.2-2	GRAMM-GRAL 高解析度模式架構	4-5
圖 4.2-3	模式模擬工作流程	4-6
圖 4.2.1-1	GRAL 參數設定介面	4-8
圖 4.2.2-1	模擬範疇界定	4-9
圖 4.2.2-2	建物輸入檔範例	4-10

圖 4.2.2-3	多維度國家空間資訊服務平臺-建物屬性資訊.....	4-10
圖 4.2.2-4	CityGML 建物模型細緻度等級 (LOD) 示意圖	4-11
圖 4.2.2-5	GRAL 排放源設定介面	4-12
圖 4.2.2-6	排放量推估計算方式	4-12
圖 4.2.2-7	氣象輸入檔範例	4-15
圖 4.2.2-8	Windows 批次檔範例	4-17
圖 4.3.2-1	忠孝東路昆陽街（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-22
圖 4.3.2-2	忠孝東路昆陽街（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-24
圖 4.3.2-3	忠孝東路昆陽街（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-26
圖 4.3.2-4	高鐵路重信路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-29
圖 4.3.2-5	高鐵路重信路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-31
圖 4.3.2-6	高鐵路重信路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化.....	4-33
圖 4.3.2-7	中山北路南京西路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化..	4-36
圖 4.3.2-8	七賢一路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化..	4-39
圖 4.3.2-9	重慶北路酒泉街（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化 ...	4-42
圖 4.3.2-10	重慶北路酒泉街（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化	4-45
圖 4.3.2-11	明誠一路民族一路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化	4-48
圖 4.3.2-12	明誠一路民族一路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化	4-51
圖 4.3.2-13	松山路永吉路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化.....	4-54
圖 4.3.2-14	博愛二路明誠二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化....	4-57
圖 4.3.2-15	縣民大道民權路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化....	4-60
圖 4.3.2-16	縣民大道民權路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化....	4-62
圖 4.3.2-17	縣民大道民權路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化....	4-64
圖 4.3.2-18	中正二路民族二路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化	4-67
圖 4.3.2-19	中正二路民族二路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化	4-70
圖 4.3.2-20	中正二路民族二路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化	4-73
圖 4.3.2-21	縣民大道民權路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化....	4-76
圖 4.3.2-22	中正二路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化	4-79
圖 4.3.2-23	縣民大道民權路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化 .	4-82
圖 4.3.2-24	縣民大道民權路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化	4-85
圖 4.3.2-25	中正二路民族二路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化	4-88

圖 4.3.2-26 中正二路民族二路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化4-91
圖 4.3.2-27 縣民大道民權路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化.....	4-94
圖 4.3.2-28 中正二路民族二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化....	4-97
圖 5.1-1 路口交通空污改善指引	5-3
圖 5.3.1-1 研訂路口交通空污改善指引流程圖	5-8
圖 5.3.2-1 路口交通空污改善指引流程圖	5-10

表目錄

表 2.1.1-1	車道寬變動對延滯時間及速率影響之範例	2-5
表 2.1.1-2	路口特性探討議題彙整	2-7
表 2.1.1-3	專家諮詢討論要點彙整	2-9
表 2.1.6-1	調查計畫異同彙整	2-14
表 2.2.3-1	交通量記錄表格示意	2-21
表 2.2.3-2	交通資料調查項目兩年期異同彙整	2-22
表 2.2.3-3	環境資料調查項目兩年期異同彙整	2-24
表 2.2.3-4	調查項目修訂彙整	2-27
表 2.2.3-5	GRAL 模式輸入資料與參數設定說明	2-27
表 2.2.4-1	申請架設儀器權責機關彙整	2-30
表 2.2.4-2	高雄市七賢一路與民族二路號誌時制計畫	2-34
表 2.2.4-3	具有行人穿越道線退縮且鄰近架設有車輛偵測器的路口	2-36
表 2.2.4-4	補充調查路口彙整	2-43
表 2.2.4-5	補充調查路口鄰近空氣品質監測站彙整	2-44
表 2.2.4-6	補充調查路口鄰近氣象站彙整	2-45
表 2.2.5-1	調查時間規劃	2-45
表 2.2.6-1	號誌化路口服務水準劃分標準	2-46
表 3.1.2-1	全國車種不分期別平均排放係數	3-7
表 3.1.2-2	空污加權權重比例	3-7
表 3.1.4-1	選定道路路口幾何設計	3-34
表 3.1.5-1	號誌化路口服務水準評估表	3-35
表 3.1.5-2	高鐵路/重信路路口服務水準分析表	3-36
表 3.1.5-3	七賢一路/民族二路路口服務水準分析表	3-37
表 3.1.5-4	中正二路/民族二路路口服務水準分析表	3-38
表 3.1.5-5	明誠一路/民族一路路口服務水準分析表	3-39
表 3.1.5-6	博愛二路-明誠二路路口服務水準分析表	3-40
表 3.1.5-7	縣民大道/民權路路口服務水準分析表	3-41
表 3.2.2-1	監測地點鄰近氣象站之 7 月相關監測數據	3-45
表 3.2.2-2	氣象站 7 月資料-左營站	3-46
表 3.2.2-3	氣象站 7 月資料-三民站	3-48
表 3.2.2-4	氣象站 7 月資料-新興站	3-50

表 3.2.2-5 氣象站 7 月資料-板橋站	3-52
表 4.2.2-1 GRAL 模式所需建物資訊欄位說明	4-9
表 4.2.2-2 建物細緻度等級說明	4-11
表 4.2.2-3 綠燈直行速率設定	4-14
表 4.2.2-4 GRAL 模式所需氣象資訊欄位說明	4-15
表 4.2.2-5 Pasquill-Gifford 穩穩定性等級	4-16
表 4.2.2-6 模擬執行設備規格	4-16
表 4.2.3-1 路口交通特性模擬情境規劃	4-18
表 4.3.1-1 性能評估結果（相關係數）	4-21
表 4.3.2-1 忠孝東路昆陽街（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-23
表 4.3.2-2 忠孝東路昆陽街（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-25
表 4.3.2-3 忠孝東路昆陽街（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-27
表 4.3.2-4 高鐵路重信路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-30
表 4.3.2-5 高鐵路重信路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-32
表 4.3.2-6 高鐵路重信路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-34
表 4.3.2-7 中山北路南京西路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減量百分比.....	4-37
表 4.3.2-8 七賢一路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減量百分比.....	4-40
表 4.3.2-9 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-43
表 4.3.2-10 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-46
表 4.3.2-11 明誠一路民族一路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-49
表 4.3.2-12 明誠一路民族一路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-52
表 4.3.2-13 松山路永吉路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減量百分比.....	4-55
表 4.3.2-14 博愛二路明誠二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減量百	

分比.....	4-58
表 4.3.2-15 縣民大道民權路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-61
表 4.3.2-16 縣民大道民權路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-63
表 4.3.2-17 縣民大道民權路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-65
表 4.3.2-18 中正二路民族二路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-68
表 4.3.2-19 中正二路民族二路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-71
表 4.3.2-20 中正二路民族二路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減量百分比.....	4-74
表 4.3.2-21 縣民大道民權路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減量百分比.....	4-77
表 4.3.2-22 中正二路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減量百分比.....	4-80
表 4.3.2-23 縣民大道民權路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-83
表 4.3.2-24 縣民大道民權路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-86
表 4.3.2-25 中正二路民族二路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-89
表 4.3.2-26 中正二路民族二路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比.....	4-92
表 4.3.2-27 縣民大道民權路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減量百分比.....	4-95
表 4.3.2-28 中正二路民族二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減量百分比.....	4-98
表 4.3.2-29 一般路口特性單一背景源案例分析	4-100
表 4.3.2-30 一般路口特性複雜背景源案例分析	4-101
表 4.3.2-31 大型車比例較高路口特性單一背景源案例分析	4-102
表 4.3.2-32 大型車比例較高路口特性複雜背景源案例分析	4-103
表 4.4-1 可行路口交通管理措施與空氣污染物排放關聯性	4-104
表 5.1-1 可行路口交通管理措施與空氣污染物排放關聯性	5-2



第一章 緒論

1.1 計畫背景與目的

民國 112 年底之統計資料顯示，全臺灣約有 69% 之人口數集中於六都（臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市）區域，密集人口除帶來繁榮的經濟活動外，同時也伴隨龐大交通量，使得都會區用路人更容易受到交通空氣污染的影響。為了保障用路人健康，近年來許多國家開始關注交通污染對人體的危害，根據世界衛生組織的國際癌症研究機構（International Agency for Research on Cancer, IARC），在 2013 年將戶外懸浮微粒（PM）列為一級致癌物質，認為當人體持續暴露在 PM_{2.5} 濃度超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之環境中，肺癌發生機率將會提高 15%。國內的研究也指出，居住在主幹道 50 公尺範圍內的居民，冠狀動脈硬化的發生機率將大幅提高，顯示都會區道路周邊之交通污染排放，對於國民的健康有一定的影響力。

依據環境部提出的「空氣污染防治方案（113 年至 116 年）」^[1]核定版中，移動污染源的管制項目除持續推動車輛汰舊換新、運具電動化外，亦以 2050 淨零共利減污觀點，提出優化大眾交通路線管理策略，以引導私人運具之使用者減少或行為改變，預期再配合交通管制措施，可有效減少道路車流量，降低都會區空氣污染總量與交通擁塞問題，同時提升公共運輸；另外，交通部的 2020 年版「運輸政策白皮書—綠運輸」^[2]亦提出了建構低碳、低污染的運輸環境和相關策略。然而，過去的交通改善多著重於減少道路壅塞和提升效率或安全性，未考慮到策略推動對於環境空氣品質影響；因此本計畫認為應將交通空氣污染減量納入考量，透過管理措施施行，在不影響交通改善架構下，減少交通空氣污染排放，保障民眾健康。

交通空氣污染排放受到車輛加減車速、停等怠速等行駛特性的影響，考慮到都會區車流量大，交通空污排放的危害不僅對環境有影響，同時亦影響到駕駛人及非機動運具使用者的健康，特別在路口停等的情境下，危害尤其嚴重。

為此，本計畫欲透過探討不同路口交通管理對於空氣品質之影響程度及因素，並尋求可行之改善方案，進一步研擬路口交通改善指引，供交通

相關單位依據其當地特性，參考改善指引進行路口交通空污改善策略規劃；本(113)年度為第 2 年期計畫內容，將優先檢討修訂第 1 年期(112 年)調查計畫成果，依據具指標性的路口的空氣污染監測、路口交通資料搜集與現地環境資料，進行補充調查並彙整蒐集或調查資料，再應用於空污排放擴散模式模擬方式，評估交通特性對路口交通空污之影響，並規劃路口交通空污改善策略，以供相關單位參考應用，有效改善路口空氣品質，降低國人交通空污暴露風險。

1.2 計畫內容與工作項目

依據環境部發布全國空氣污染排放量清冊第 12 版成果，我國交通運輸污染物 PM_{2.5} 排放占全國近 16%，僅次於營建/道路揚塵及工業所帶來的空氣污染排放，又路口為民眾經常往來活動區域，該區域所產生的交通空污排放，不僅影響駕駛人，更容易影響非使用機動運具之用路人；環境部 108 年針對臺北都會區，以配戴微型感測器模擬民眾通勤型態研究^[3]結果發現，機車使用者因會行經待轉區，或者靠近老舊車輛附近，易有瞬間高污染濃度暴露風險（研究中最高 PM_{2.5} 暴露濃度達 $201 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ），其他非機動運具使用者，若行經路口停等區、車流量高區域、甚至在公車站候車時，也同樣有時間短，但高污染濃度直接暴露的危害，故從路口進行交通空污改善，促使民眾減少空污暴露，更具備保障民眾健康的直接性；配合源頭減量的策略改善觀點，對交通策略而言，透過路口停等時間、運具使用行為、車速變化等方式進行空污排放減量，不僅具備交通空污管理，可能同時亦可提升交通安全及減少壅擠等目標，具備多重效益。

為改善路口交通空污排放，應優先掌握路口交通環境與空氣污染間關聯性，爰此希冀透過本計畫，運用路口現地調查搭配模式模擬方式，解析交通特性對路口交通空污之影響情形，進而研擬路口交通空污改善指引，以利相關部門因地制宜參考指引內容，規劃相關管制作為，並提升交通部門執行路口交通空污改善成效，達到低污染運輸環境之目標。

本計畫預定辦理之研究期程為 2 年，本年度為第 2 年期 (113 年)，係以「資料分析與指引研訂」為目標，詳細工作項目包括以下。

1. 依第 1 年期 (112 年) 資料蒐集或調查之經驗及成果，檢討修訂原

第1年期（112年）調查計畫，該計畫內至少需包含調查路口之選擇方式、調查資料項目、調查期間及調查資料分析方法等內容。

2. 依修訂後之蒐集及調查計畫，辦理6處(高雄市5處、新北市1處)路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查。
 - (1) 蒐集交通資料需至少包含交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置及延滯時間等項目。
 - (2) 蒐集環境資料係指空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度、溼度……等資料，實際蒐集調查項目可依所研擬之調查計畫調整辦理。
 - (3) 蒐集空污資料需至少包含細懸浮微粒($PM_{2.5}$)。
3. 依據112及113年度所蒐集及調查之資料，透過模式運算或模擬方式，分析及評估交通特性對於路口交通空污之影響情形。
4. 依據分析與評估之結果，提出通案性路口交通空污之改善策略建議。
5. 依據分析流程及通案性改善策略建議，已完成2場專家諮詢會議討論後，研訂改善指引。
6. 針對研究成果（改善指引），已辦理2場次之成果分享會議，提供相關主管機關做為減污工作推動之參據。

1.3 計畫範圍與對象

本計畫以交通空氣污染改善為出發點，考量路口為民眾往來頻繁地區，透過路口交通、環境調查與空污模式模擬方式，解析路口交通特性對空品影響，提出通案性交通管理策略，並完成路口改善指引，進而減少行人及運具使用者的交通空污暴露影響，同時提升交通運作效率，支援交通單位運用交通管理策略方式，達到空污減量目的。

本計畫為2年期計畫，本年度為第2年期（113年），主要工作內容共分為調查計畫修訂與辦理路口調查、調查資料整理及應用模式模擬分析、提出通案性策略建議與研訂改善指引、相關會議辦理等四大工作項目，主要研究對象及範疇規劃如下所述。

1. 調查計畫修訂與辦理路口調查

- (1) 範疇：依據第 1 年期（112 年）資料蒐集或調查之經驗及成果，並考量路口特性、交通資料完成度及路口周界空品測站資訊掌握情形等，檢討修訂原第 1 年期（112 年）所擬之蒐集及調查計畫，並篩選都會區適宜的 6 個路口辦理調查及資料蒐集。
- (2) 時間：考量 10 月至隔年 3 月，臺灣地區因環境及氣候條件影響，多為空氣品質不佳季節，以及 7-8 月暑假期間，交通及環境特性與其他時間具有相當差異，故規劃調查工作原則應於 113 年 6 月以前完成。

2. 調查資料整理及應用模式模擬分析

範疇：依據 112 及 113 年度所蒐集及調查之資料，透過模式運算或模擬方式，分析及評估交通特性對於路口交通空氣污染之影響情形。

3. 提出通案性路口交通空污改善策略建議與研訂改善指引

範疇：參考 112 及 113 年度調查資料分析與評估之結果，針對本年度計畫提出建議之通案性路口交通空氣污染改善策略，以本計畫執行過程中可取得之公開及研究資料，依循路口特性、調查方法及模式模擬結果，依據其對於減少空污排放情境方式，研訂路口交通空污改善指引。

4. 相關會議辦理

(1) 會議內容與範疇：

①專家諮詢會：針對本計畫路口蒐集及調查計畫與分析流程、以及通案性路口交通空污改善策略建議，分別進行諮詢，並依據諮詢結果研訂路口交通空污改善指引。

②成果分享會：針對本計畫研究成果（改善指引）與相關單位分享及交流。

(2) 時間：於 113 年內擇期辦理。

(3) 邀請對象

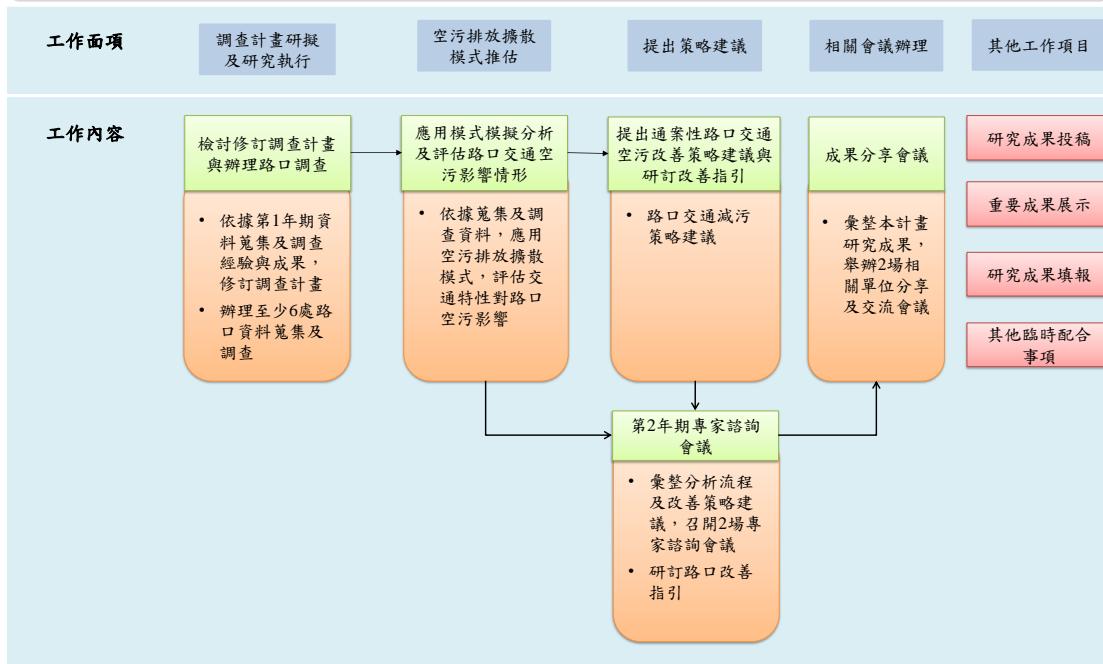
①專家諮詢會：國內交通、環工、公衛或曾執行交通及環境監測規劃等相關領域之專家學者。

②成果分享會：包含國內交通、環保等相關應用單位，並開放予學術單位參與，同時邀請相關議題之專家學者作為與談人，提出學術意見。

1.4 計畫流程

本計畫為研析路口交通空污改善指引，透過國內外相關文獻彙整研析，規劃路口交通、環境及空氣品質調查計畫與調查工作，並配合調查資料成果，應用空污排放擴散模式，評估路口交通特性對空氣污染影響情形，進而提出通案性路口交通空污改善策略建議，並召開成果分享會議，進行研究成果推廣及與相關單位進行意見交流。本計畫第2年期重點工作，將依第1年期（112年）資料蒐集或調查之經驗成果，檢討修訂原第1年期所擬定之路口調查計畫，並辦理6處路口調查工作，經統整112年及113年度所蒐集或調查之路口資料，應用模式運算或模擬方式，評估路口交通特性對路口空污排放之影響；綜整分析流程及提出通案性路口交通空污改善策略建議，並召開成果分享會議，進行研究成果推廣及與相關單位進行意見交流。本計畫之工作流程架構如下圖1.4-1所示。

路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂



資料來源：本計畫繪製

圖 1.4-1 工作流程圖

1.5 第1年重要研究成果概述

本計畫為2年期程之研究，第1、2年期計畫重要研究成果，包含蒐集國內、外路口交通空氣污染及車輛空污排放擴散等文獻資料，了解路口車輛與環境對空氣污染影響，彙整結果發現，路口交通空氣品質除了受季節及天氣特性影響外，路口號誌管制與幾何配置等交通特性，對於路口空氣品質影響係具一定關聯性。

依據上述彙整成果，進一步研擬交通、環境及空污資料蒐集及調查計畫，針對臺北市區2種不同交通特性（行人專用時相及行人穿越線退縮）的路口，完成交通流量及PM_{2.5}與CO濃度實測數據蒐集。

調查結果發現，在行人專用時相交通特性路口，同一路口於不同調查日的專用時相啟動及關閉期間，PM_{2.5}濃度值變化具相當不穩定性，研判可能受路口專用時相時間變化短，且仍存在多項難以控制的因子（如天氣變化、人車停等時間等）所導致。在行人行穿線退縮交通特性路口，於尖峰時段車流量增加時，因執行行人穿越線退縮，促使行人等候區域遠離路口

機車待轉區，相較退縮前行人等候區域的 $PM_{2.5}$ 平均濃度減量 $0.46 \mu g/m^3$ 及 $0.94 \mu g/m^3$ 。

以下綜整第 1 年期（112 年）已完成之工作項目如下：

- 一、回顧及蒐整相關文獻，包括路口交通空氣污染及車輛空污排放擴散之文獻，以瞭解路口車輛與環境對於空氣污染之影響。
- 二、研擬路口交通、環境特性及空污資料蒐集調查計畫，並透過專家諮詢會議檢視計畫可行性。
- 三、依所擬定之蒐集及調查計畫，辦理 4 處路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查。
- 四、蒐集及調查資料進行初步歸納整理。

1.6 名詞解釋

1. 風場：是一種描述風速和風向分布的概念。它通常用於氣象學、海洋學、環境科學等領域，以研究風的流動特性和其對其他物理過程（如氣候變化、海洋流動、空氣污染傳播等）的影響，風場的研究和模擬對於理解和預測天氣、氣候和環境變化等問題具有重要意義。
2. 時制：號誌的週期、時相、時差與各時段長短的設計規定。
3. 時相：為指示不同方向之行或止，將週期分為幾個部分，每一部分皆為一時相，每一時相被指派給一車流組合，而該車流組合在此時相中具有路權而得以通過交叉路口。
4. 行人專用時相：為車行全紅燈，人行全綠燈之時相，此時相之設計是為了保護行人通過路口時，不會因車輛運行而影響安全性，因而設立行人專用時相，將車流與人流完全分開，當行人綠燈時，路口車輛皆處於停止階段，保障行人安全。
5. 延滯：當車流在路段上行駛時，被某種因素，如車流間的干擾或交通管制設施等影響，致使行駛時間發生延遲。停等延滯是指車輛在交叉路口前因停等而產生的延滯。
6. 行人穿越道線退縮：增加行人穿越道線與路口間的距離，使行人步行空間不被轉彎車輛壓迫，同時降低轉彎車輛視野死角，以路口幾

何配置方式增加行人通過路口之安全性。本計畫中之行人穿越道線退縮距離係以相對機車待轉格末端的長度計算。

7. 人行道拓寬：研究資料顯示縮減車道可以降低行車速率，因此其概念是源自於將車道寬度縮減後，將其縮減部分作為人行道使用，除了降低行車速率外，拓寬人行道亦有助於行人使用人行道的安全。
8. 時制計畫影響：係指路口號誌依照不同的號誌時段，來配置合適時制，以減少車輛停等及延滯，並以疏解車流、行人安全通行時間等需求，調整並配置適當號誌週期秒數。本計畫則指透過調整路口的號誌時相，來減少行人等候紅燈的時間。
9. 大客車比例相對高：本計畫所指之大客車比例相對高，係源自大型車所造成之排放污染物與小型車物種不一，因交通量無法反映車種與空污之關聯性，故將其納入討論範疇尤為重要。
10. 性能評估：為空氣品質擴散模式的驗證方式，可透過定量方式進行，並有 3 種定量指標，相關係數 (Correlation coefficient, r)、配對值分數偏差 (Mean Fractional Bias, MFB, %) 和配對值絕對分數誤差 (Mean Fractional Error, MFE, %)。
11. 相關係數 (Correlation coefficient, r)：皮爾森相關分析主要用於探討兩變數之間的線性關係，其值介於 -1 至 1 之間。
12. 配對值分數偏差 (Mean Fractional Bias, MFB%)：參考空氣品質模式模擬結果性能評估規範，其所指模式為軌跡類模式和網格類模式，配對值分數偏差為模式模擬性能評估定量指標之一。是指同一日 PM_{10} 或 $PM_{2.5}$ 、 SO_2 、 NO_2 模擬與監測平均濃度之分數偏差， PM_{10} 或 $PM_{2.5}$ 標準為 $\pm 35\%$ 以內， SO_2 、 NO_2 標準為 $\pm 65\%$ 以內。
13. 配對值絕對分數誤差 (Mean Fractional Error, MFE%)：參考空氣品質模式模擬結果性能評估規範，其所指模式為軌跡類模式和網格類模式，配對值絕對分數誤差為模式模擬性能評估定量指標之一。計算同一日 PM_{10} 或 $PM_{2.5}$ 、 SO_2 、 NO_2 所有模擬與監測平均濃度之絕對分數誤差量， PM_{10} 或 $PM_{2.5}$ 標準為 55% 以內， SO_2 、 NO_2 標準為 85% 以內。

14. 急速：為車輛因交通管制、道路壅塞或交通事故等致停車之狀態。
15. 加減速：為車輛在通過路口時，因轉向等因素進行加速或減速的狀態。
16. 暫態模式 (GRAL Transient Mode)：在 GRAL 模式中，選取此模式代表模式的濃度為連續性，意即前 1 個時間的擴散情況會被儲存，並會做為下 1 個時間模擬的影響因子。
17. OGC CityGML 建物細緻度等級 (Level of Detail, LOD)：國際開放地理空間聯盟 (Open Geospatial Consortium, OGC) 所提出的城市地理描述語言 (City Geography Markup Language, CityGML) 編碼標準。OGC CityGML 將數位城市分成 5 種不同等級的細緻度 (Level of Detail, LOD)，分別稱為 LOD0 至 LOD4，以描述不同尺度的數位城市模型。最粗糙的 LOD0 僅有 3D 的地形模型描述地表的起伏再套疊主題圖層。就房屋而言，LOD1 定義積木式房屋模型；LOD2 模型是具屋頂型態（平頂、斜頂、圓頂等）及屋頂與牆面紋理的多面體 (polyhedron) 模型；LOD3 模型為加入了屋頂與牆面的各種細部物件結構的建築等級模塑；而 LOD4 則是室內模型。
18. Pasquill-Gifford 穩穩定度等級：PASQUILL (1961) 提出，為利用風速雲量和日射強度等因子分析大氣穩定度，並將大氣穩定度分為 6 級 A 至 F。
19. 日射量 (W/m^2)：日射量為地表上單位面積所接收到的太陽輻射能量值，太陽輻射影響地球大氣系統的能量收支平衡，是地球上主要能量來源。中央氣象署利用日本向日葵系列地球同步衛星 (Himawari) 搭載的「先進向日葵成像儀 (Advanced Himawari Imager)」所觀測頻道可見光紅光 ($0.64\mu\text{m}$) 波段、2 個紅外線窗區頻道 ($10.4\mu\text{m}$ 、 $12.3\mu\text{m}$) 之反照率及亮度溫度等數據，經由輻射傳遞方程與考慮天文日地關係，以及大氣層之雲與氣膠等資訊，產出空間解析度為 $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ ，時間解析度為每 10 分鐘、每小時及每日的地表全天空輻射量。
20. 觀測數據 (Creal)：表示實際濃度，本計畫中係指補充調查所得之監測空污濃度。

21. 增量濃度 (Cincrement): 表示由路口交通排放之增量濃度，本計畫中這部分是由 GRAL 模擬結果代表。
22. 周界環境濃度 (Cambient): 表示周界環境濃度的貢獻，在本計畫中，周界環境濃度代表大環境下城市尺度的濃度，以環境部設置之空氣品質標準測站或交通空氣品質監測站所測得之濃度為代表。

第二章 檢討修訂第 1 年期（112 年）調查 計畫

近年來路口車輛對空氣污染的議題逐漸受到關注，政府逐步加嚴車輛尾氣排放的標準，並鼓勵民眾進行車輛汰舊換新，從源頭上減少車輛空氣污染物產生，除了減少空氣污染物總排放量，如何降低大眾受交通空氣污染影響，也是個值得去探討的議題。

爰此，本計畫以行人、兩輪騎士為主要探討目標，討論不同交通特性下，路口用路人在等待紅綠燈或通過行人穿越道線時，受到交通空氣污染物之濃度變化，並藉由現地調查或蒐集之交通資料、空污資料與環境資料，分析不同道路幾何設計與時制變化對行人受到空氣污染物濃度之影響。

2.1 檢討第 1 年期（112 年）所擬訂蒐集及調查計畫

本計畫目的是透過路口空氣污染物濃度監測，比對不同路口交通特性之下空氣污染物濃度差異，並搭配路口交通量調查資料，分析各種路口交通特性是否會影響路口行人之污染暴露濃度。

計畫第 1 年期（112 年）執行 2 項路口交通特性調查，分別為行人專用時相、行人穿越道線退縮。並於計畫第 2 年期（113 年）新增探討的交通措施議題，有關新增的交通措施議題為透過專家諮詢所得，相關內容說明於 2.1.1 小節，從號誌時制優化為初始概念，考量延滯時間對於車輛急速時長的影響，後由於時制優化議題受限於分析範疇非為連鎖路口，遂將探討議題調整為時制計畫影響，以時制週期長度分析其對路口環境交通空氣污染物的影響，另一方面則延續第一年的行人友善概念，將車道寬度縮減為延伸的人行道拓寬議題納入討論。

2.1.1 路口交通特性分析

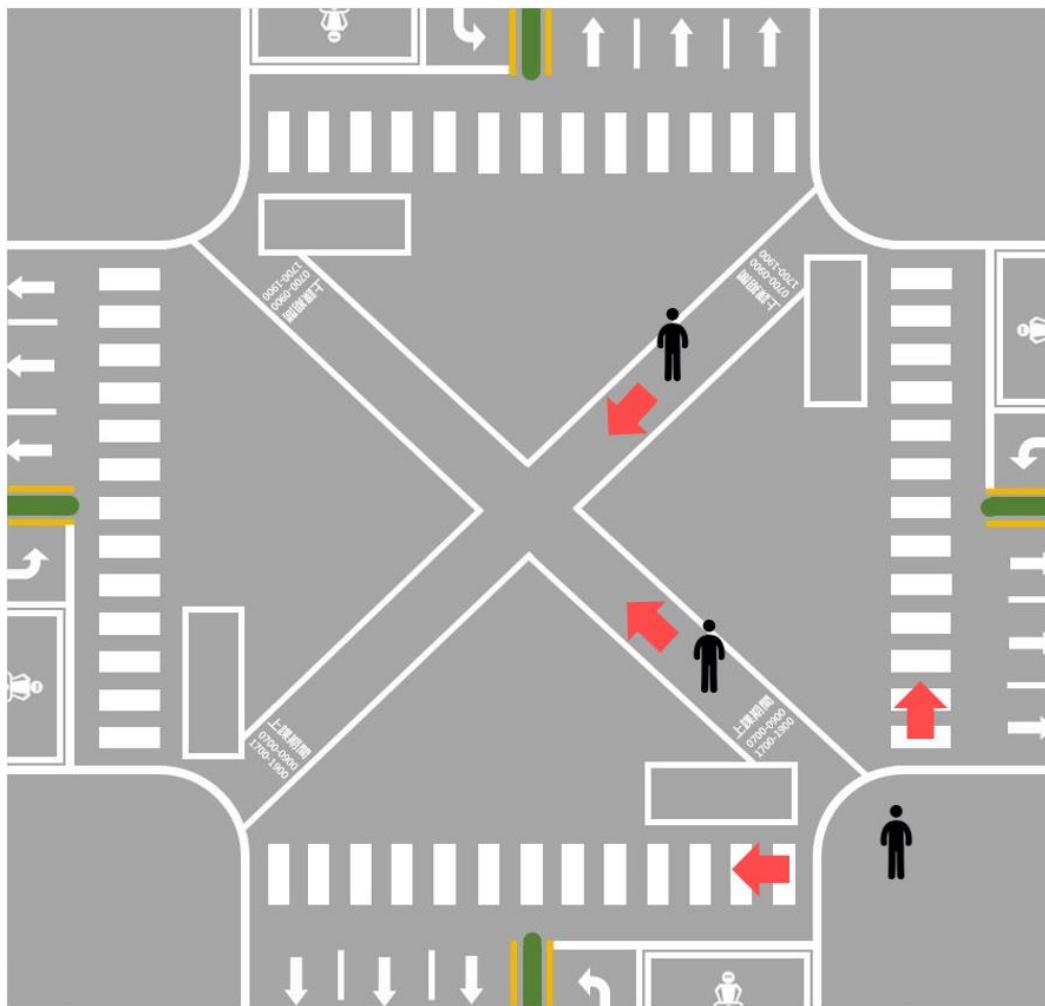
本年度透過完整的計畫藍圖架構達到研究周延性的目的，除調查計畫的檢討修訂，另配合空污模式模擬以及相關交通改善指引的建立以求降低用路人受交通空氣污染影響，以下分別說明 3 項與行人友善相關之探討議

題的內涵。

1. 行人專用時相

為了保護行人通過路口時，不會因車輛運行而影響安全性，因而設立行人專用時相，將車流與人流完全分開，當行人綠燈時，路口車輛皆處於停止階段，完全保障行人安全。由於路口車輛在一段時間內處於完全停等的狀態，會降低該區域整體交通流暢度，為此相關單位會依照每個路口的交通量、行人需求，例如附近區域有無學校、菜市場等人口密集區域，在不影響路口服務品質之情境下，制定每個路口適用之行人專用時相。

依據行人專用時相之交通特性，如圖 2.1.1-1 所示，當行人綠燈時，路口區域無車輛通行，可能使行人通過路口之空氣污染物濃度降低，另一方面，由於路口時相數目隨著行人專用時相之增加，時相輪轉一次之時間也增加，導致行人停留於等候區域時間增加，可能行人暴露於空氣污染濃度上升。



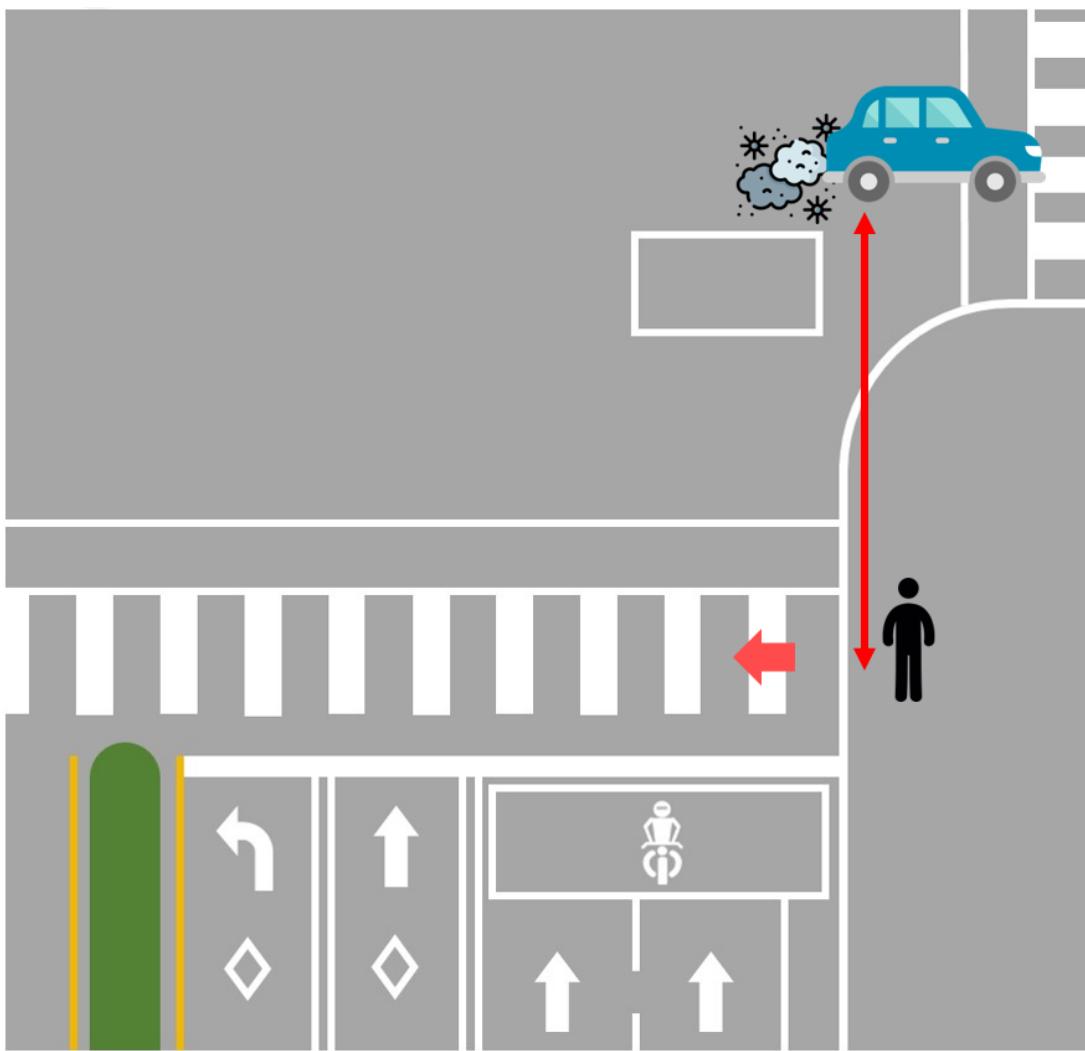
資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.1-1 行人專用時相路口示意圖

2. 行人穿越道線退縮

為了降低車輛於路口轉彎時碰撞行人之事故率，因而進行行人穿越道線退縮設計。增加行人穿越道線與路口間的距離，使行人步行空間不被轉彎車輛壓迫，同時降低轉彎車輛視野死角，以路口幾何配置方式增加行人通過路口之安全性，經常會搭配行人庇護島與安全島一同設立，確保行人友善環境之建立。

依據行人穿越道線退縮之交通特性，由圖 2.1.1-2 可知行人穿越道線與路口距離增加，能減少行人行走於行人穿越道線時，受到路口直行車輛與待轉區域機車空污影響，可能使行人通過路口之空氣污染物濃度降低。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.1-2 行人穿越道線退縮路口示意圖

3. 人行道拓寬

人行道拓寬的概念是建立在車道寬度縮減後，其縮減部分做為人行道使用的想法上，車道變窄，除了汽機車容量降低，車速也會跟著變慢。研究數據顯示，當車道寬變動 1%，速率變動 0.296%。也就是說，一條寬 3 公尺、平均時速為 50 公里的車道，寬度減少 1 公尺，時速下降至 45.2 公里。因為較寬的車道，讓汽機車駕駛人有機會變換車道、超車或是鑽行。如果 2 輛車分別開在 3 公尺和 4 公尺的外車道，同時出發後並且持續觀察 15 分鐘，在不考量交通號誌以及壅塞時段下，2 車最終前後距離可能會相差 1.2 公里，故車道寬度縮減對於行車安全應有所助益，而有關車道寬度縮減對於車流效率的影響，根據國

土管理署（原營建署）的市區道路車道配置及車道寬度對交通安全與車流效率之影響評估案^[4]所述，分析車道寬調整對延滯時間之影響，以車道寬 3 公尺為基準，如該路段車道寬超過 3 公尺，則進行車道寬縮減，並假設路段長度為 100 公尺，分別探討外車道及內車道之影響。以此情境為例，假設某一路段 100 公尺 3 車道之道路，原外車道寬為 4 公尺，內車道 3.5 公尺，平均流量為 600PCU/hr，均調整為至 3 公尺，由結果發現，雖然車道寬變動會影響道路容量，但其延滯時間僅為 0.36 及 0.61 秒，顯示車道寬變動對延滯時間影響很小（如表 2.1.1-1）。

表 2.1.1-1 車道寬變動對延滯時間及速率影響之範例

車道位置	原車道寬	調整後車道寬	變動前容量	變動後容量	延滯時間	速率減少
單位	m	m	PCU/hr/lane	PCU/hr/lane	sec/veh	kph
內車道	3.5	3	1,245.76	1,085.4	0.36	2.59
外車道	4	3	1,557.16	1,157.2	0.61	5.18

資料來源：內政部國土管理署（原營建署），市區道路車道配置及車道寬度對交通安全與車流效率之影響評估案，107 年。

在檢討修訂過程中同時參考交通專家的諮詢建議，考量時制計畫中週期長度的設定會影響車輛急速停等的時長。舉例來說，如圖 2.1.1-3 所示，若時制週期變長，則行人等候紅燈的時間亦可能加長，從而使用路人受交通空氣污染的影響曾大，故將時制計畫影響納入探討議題中。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.1-3 時制計畫影響示意圖

除前述交通措施的探討議題，由於大客車集中的轉運站、公車站為常見之路口環境型態，且大型車造成的交通空氣污染不容小覷，本計畫針對大客車占比高路口進行前述 4 項交通措施影響的比較分析。有關本節針對路口特性所探討的交通措施差異影響說明彙整如下表 2.1.1-2。

表 2.1.1-2 路口特性探討議題彙整

路口特性	探討議題
行人專用時相	無措施 全時段（如 07-19）有措施 部分時段（如 07-09、17-19）有措施
時制計畫影響	號誌週期時間長短 針對該路口所做的時制計畫，依各時段的週期時間進行模擬，分析時制對於空污濃度的影響
行人穿越道線退縮	無措施 退縮 6 公尺（依小型車車身） 退縮 10 公尺（依大型車車身）
人行道拓寬	無措施（車道寬 3.5 公尺） 車道寬縮減至 3.2 公尺 車道寬縮減至 3 公尺
大客車比例相對多	無措施 包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、人行道拓寬等管理措施

資料來源：本計畫彙整。

此外由於本計畫規劃以 2 年合計 10 個路口的交通流量與空氣品質實地調查成果，配合空氣污染模式模擬，評估交通特性對於路口空污之影響情形，後建立交通改善指引供地方相關單位參考，故為使計畫內容完善，透過向有關領域專家諮詢的方式以求改進，以下分別說明諮詢會議的規劃與討論結果要點彙整。

考量路口選址及調查計畫規劃之周延性，爰以「路口號誌時制優化設計方法」、「選取路口的適宜性」、「路口調查項目的完整性」3 個議題為主軸，透過專家諮詢方式，邀請專家依據調查計畫內容及調查點位規劃，提供相關建議與指導，以完善本次路口交通空污之調查研究，達到提升地區交通運輸管理同時，降低民眾空污暴露的目的。此次會議之舉辦目的和規劃說明如下。

1. 會議目的

以「路口號誌時制優化設計方法」、「選取路口的適宜性」、「路口調查項目的完整性」3 個議題為討論重點，延請有關專家學者就調查計畫檢討修訂的方向給予建議和指導。

為使計畫產出之交通改善指引得具多樣性參考價值，除計畫第一

年提出之「行人穿越道線退縮」、「行人專用時相」2個交通措施討論議題外，另考量「路口號誌時制優化設計方法」為一探討主題，此一主題的發想來源於延滯時間的減少代表路口急速車輛的時間縮短，則造成交通空氣污染排放的成因有降低可能，而號誌時制的優化對於減少延滯時間有所關連，故以「路口號誌時制優化設計方法」是否納入探討的交通措施進行諮詢。而「選取路口的適宜性」、「路口調查項目的完整性」亦為調查計畫中關鍵影響因素，遂納入此次諮詢會議的議題之中。

2. 與談專家

考量本計畫係以交通特性為主，探討路口環境的交通空氣污染影響，故以在都市交通管理、交通安全分析和運輸規劃等領域見長的交通專家曾平毅老師作為諮詢對象。

3. 會議時間與地點

考量諮詢討論的便利性，會議地點爰規劃於中央警察大學校內，而會議時間經協調後是在 113 年 6 月 12 日星期三上午辦理。

有關專家諮詢討論結果，針對是否納入路口號誌時制優化交通措施議題，諮詢回應為號誌時制優化須考量交通號誌連鎖，若僅探討單一路口交通管理策略，可改就號誌時制計畫探討，以時制計畫的週期長度和綠燈時比做為影響因子，分析不同情境下之交通空氣污染變化。而就路口幾何配置尚可探討人行道拓寬議題，該議題為建立在車道寬度縮減的概念下，將縮減的範圍作為人行道使用，人行道拓寬後，行人停等區域距離車輛較遠，應可減低行人暴露空污濃度。車道縮減後不影響行車效率情況下，可設計「縮減至 3.2 公尺」、「縮減至 3 公尺」之不同車道幾何配置下模擬空污影響。整體而言，關於選取路口是否適宜及路口調查項目是否完整，諮詢專家皆呈正向回應，下表 2.1.1-3 彙整專家諮詢討論要點成果。

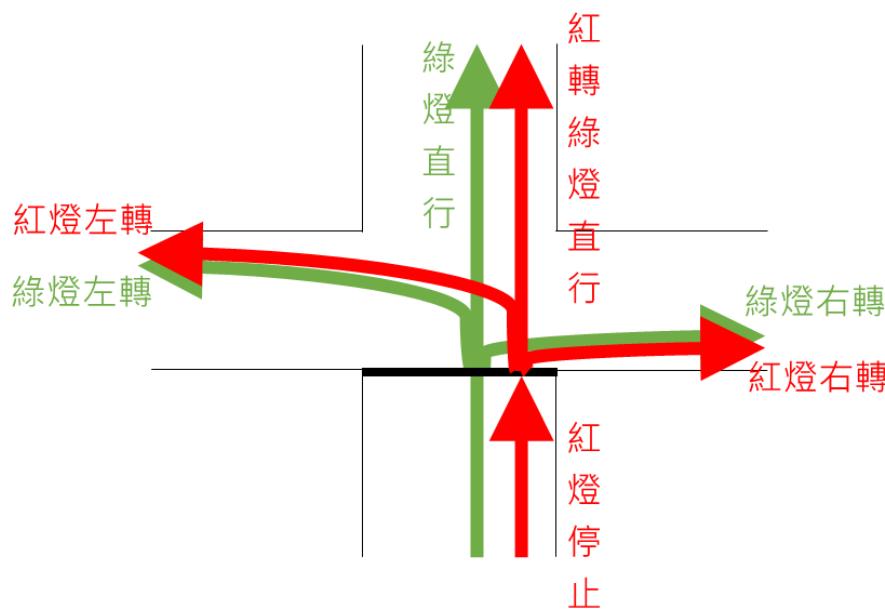
表 2.1.1-3 專家諮詢討論要點彙整

討論主題	建議與回覆
路口號誌時制優化設計方法	號誌時制優化須考量交通號誌連鎖，若僅探討單一路口交通管理策略，建議可就路口的「時制計畫」管理策略，探討時制的「週期長度」、「綠燈時比」等影響因子，應用模式計算出空污濃度最小之時制。
已選定的路口交通措施是否合適	號誌時制部分： 行人專用時相可規劃以「專用時相有無」及「專用時相時段長短」之差異下模擬空污影響 時制計畫影響則可規劃以週期長短、綠燈時比之差異下模擬空污影響。 幾何配置部分： 行人穿越道線退縮議題，因我國行穿線退縮並沒有相關法律規定，可規劃「無退縮」、「退縮 6 公尺」、「退縮 10 公尺」之不同幾何配置下模擬空污影響。 人行道拓寬議題可設計「縮減至 3.2 公尺」、「縮減至 3 公尺」之不同車道幾何配置下模擬空污影響。
選取路口是否適宜	針對「單一污染源（交通）」與「複雜污染源（交通+工廠）」之概念，選取雙北地區和高雄市十分合適。
路口調查項目是否完整	提出的交通、空污及環境等調查項目很完整。

資料來源：本計畫彙整。

2.1.2 路口交通車流量調查方法檢討

本計畫交通資料調查項目包含交通量、車種比例、號誌時制、幾何配置和延滯時間。考量本計畫欲透過模式模擬方式比較不同交通措施下路口環境的污染物濃度變化，而模式模擬工作需符合模式驗證流程，為使模擬結果得以配合計畫之小尺度解析需求，並因應空污模式模擬細緻化作業將污染源依車流方向（圖 2.1.2-1）細分成多個項目，將計畫第 1 年採用之路口通過交通量調查調整為路口轉向交通量調查，而第 1 年調查路口之轉向交通量資料則依臺北市交通流量資料中轉向比資訊重整。

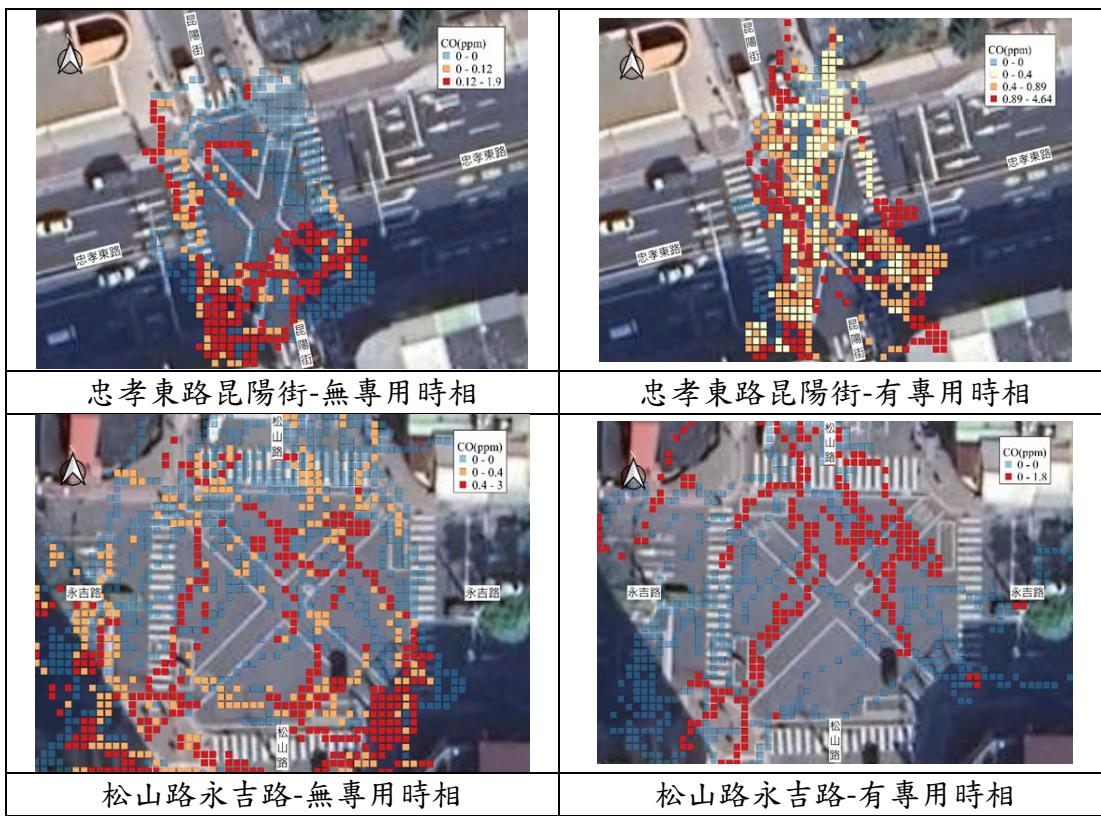


資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.2-1 模式模擬污染源車流方向

2.1.3 路口交通空氣污染物採樣方法檢討

本計畫於計畫第 1 年針對具有行人專用時相特性之路口，除固定式空污監測外，另採取移動式間監測且搭配 GPS 儀器紀錄即時所在位置，下圖 2.1.3-1 為行人專用時相路口的空氣污染物濃度分布圖，是依據移動式監測儀器 DustTrak 的監測結果，並比對 GPS 的即時位置資訊繪製。從圖中可發現，有無行人專用時相的空氣污染物濃度差異趨勢無一致性，且濃度分布散落在路中央、行穿線及人行道上，研判路口受到環境濃度、風向、風速及鄰近建物體等影響，於移動式監測上無法呈現出差異性的空污影響。



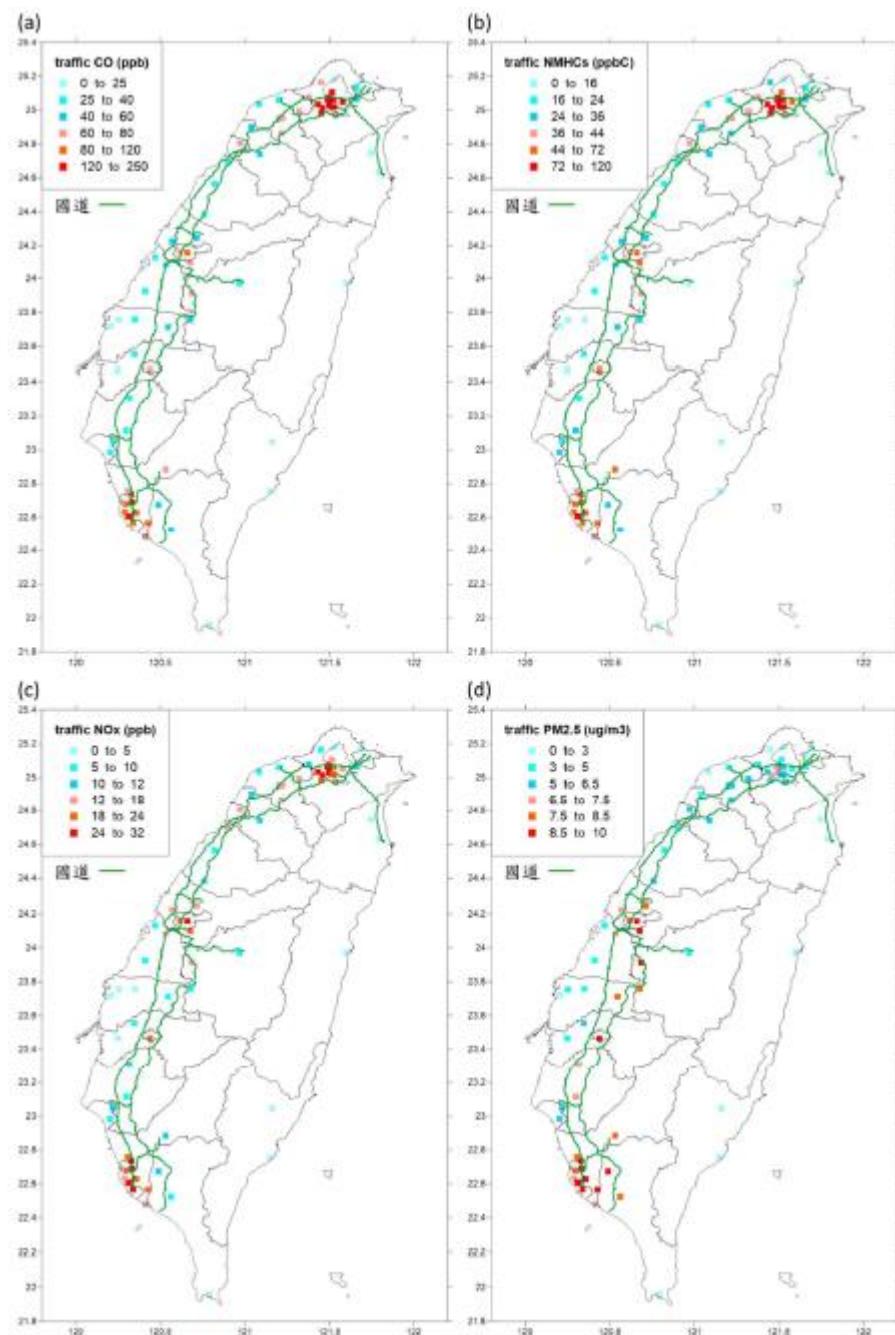
資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.3-1 行人專用時相路口空氣污染物濃度分布圖

考量用路人在路口的活動空間主要是在等候區及行穿線區，今年度計畫將各路口監測位置進行調整，固定式監測除了在行人等候區外，同時亦在行穿線區域設置，作為移動式調查替代方案，有關今年度監測位置的設計詳見 2.2.1 小節。

2.1.4 補充調查路口選址原則更新

考量本計畫目的為建立通案性交通改善指引，故將國內各地區依背景污染源特性分為「單一背景源」與「複雜背景源」2 類型，單一背景源係指主要受交通源影響，複雜背景源則除交通源之外亦受工廠等影響。基於前述特性，參考運研所 109 年之研究「交通空污排放量推估與空污熱點分析」^[5]中交通排放對於空品測站污染物的影響分析，如圖 2.1.4-1 所示，本計畫今年度新增背景環境特性做為選址原則之一，並選擇雙北地區做為單一污染源調查地區和高雄市做為複雜污染源調查地區。



資料來源：交通部運輸研究所，交通空污排放量推估與空污熱點分析，109 年。

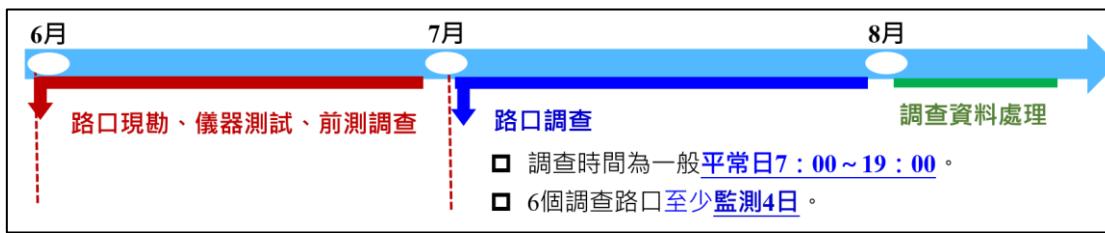
圖 2.1.4-1 交通排放對於空品測站汚染物影響濃度分布

另考量不同車種其主要貢獻空氣污染物的差異，小型車和機車以 CO 為主，大型車以 PM_{2.5} 為主，本計畫在選址過程中納入車種別的影響因素，針對大型車比例較高路口亦探討行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬 4 個管理措施對於路口環境空氣污染物濃度之影響。

2.1.5 調查時間調整

計畫今(113)年度合計需調查 6 個路口，考量部分環境氣候因素，如空污事件日不適合調查，又因計畫時程安排，規劃於 113 年 6 月底前完成路口交通流量和空污監測的實地調查。

後配合每月工作會議之計畫實際工作進度調整，改於 7 月第 2 週前完成相關調查。路口調查規劃於平日進行施測，各路口調查 4 天，配合調查廠商與雨天等不確定因素，估計約 3 周完成調查。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.5-1 實地調查時程規劃

2.1.6 調查計畫修訂差異說明

經過計畫第 1 年執行經驗，並考量計畫成果需透過模式模擬等方式提出交通改善指引，為瞭解使路口交通空氣污染物累積之影響因素，藉此提出可行之減少交通空污影響之改良策略，在確保行人安全與不影響車流效率之情境下，同時兼顧行之呼吸道健康，使相關行人友善之交通規劃更加完善，配合前述之說明，今年度同時以提升計畫完整度和細緻度為目標，將調查計畫進行修訂，有關第 2 年調查計畫與第 1 年的主要差異彙整如表 2.1.6-1。

表 2.1.6-1 調查計畫異同彙整

項目	計畫第一年（112 年）	計畫第二年（113 年）	異同說明
交通措施	1. 號誌時制部分： 行人專用時相 2. 幾何配置部分： 行人穿越道線退縮	1. 號誌時制部分： (1) 行人專用時相 (2) 時制計畫影響 2. 幾何配置部分： (1) 行人穿越道線退縮 (2) 人行道拓寬	新增 2 項交通措施探討，分別為時制計畫影響和人行道拓寬。
調查項目	1. 交通資料 (1) 路口通過交通量 (2) 車種比例 (3) 號誌時制 (4) 幾何配置 (5) 延滯時間 2. 環境（氣象）資料 (1) 空污背景值 (2) 風速 (3) 風向 (4) 氣壓 (5) 溫度 (6) 濕度 3. 空污資料 (1) PM _{2.5} (2) CO	1. 交通資料 (1) 路口轉向交通量 (2) 車種比例 (3) 號誌時制 (4) 幾何配置 (5) 延滯時間 2. 環境（氣象）資料 (1) 空污背景值 (2) 風速 (3) 風向 (4) 氣壓 (5) 溫度 (6) 濕度 3. 空污資料 (1) PM _{2.5} (2) CO	交通量資料調查項目，因應空污模式模擬細緻化作業，調整為路口轉向交通量調查，第 1 年路口通過交通量資料則依臺北市交通流量資料中轉向比資訊重整。
調查時長	共調查 4 個路口，於平日施測，1 個路口調查 4 天，合計 16 天次。	共調查 6 個路口，於平日施測，1 個路口調查 4 天，合計 24 天次。	每個路口皆於平日調查 4 天，第 1 年調查 4 個路口，第 2 年調查 6 個路口，2 年合計調查 10 個路口。

資料來源：本計畫彙整。

2.2 第 2 年期調查計畫

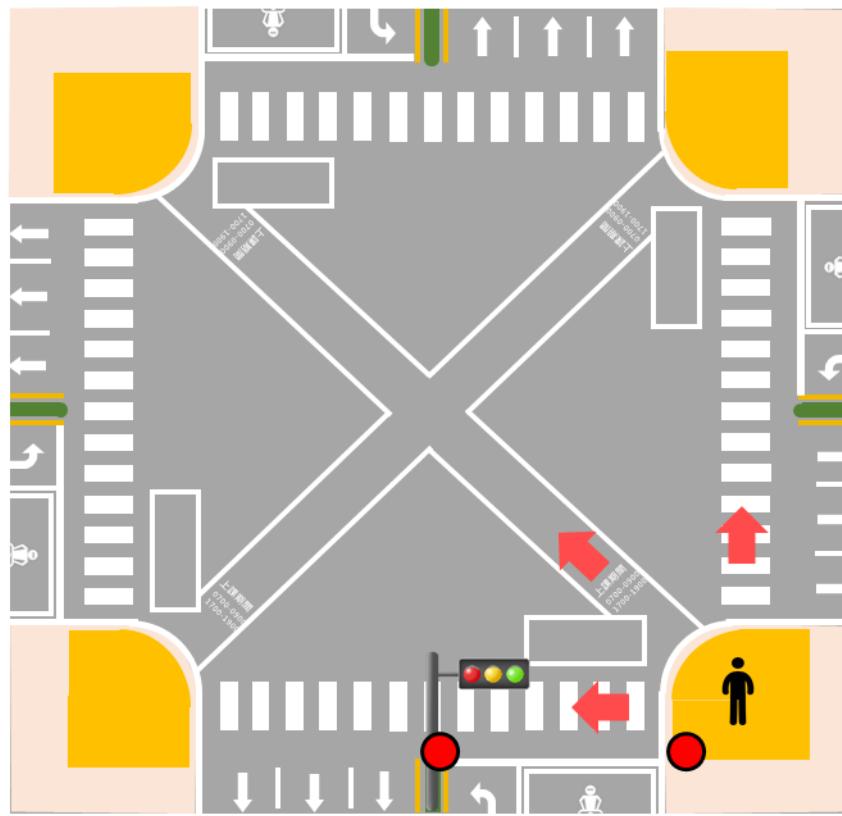
本計畫 2 年合計執行 4 項路口交通特性調查，分別為行人專用時相、行人穿越道線退縮、時制計畫影響及人行道拓寬（車道寬限縮），第 1 年期調查 4 個路口，第 2 年期調查 6 個路口，共計補充調查 10 個路口，每個路口調查 48 小時，總計調查時間為 480 小時。最終蒐集與調查 10 個路口之交通、空污及環境資料，並於今年度執行資料分析與空污擴散模式之模擬。有關本計畫今年度之調查計畫檢討修訂內容說明如下。

2.2.1 路口交通特性選擇

如前 2.1 小節所述，本計畫一共探討 4 項交通議題，以下本節說明依據 4 個議題各自規劃的路口調查設計方案。

1. 行人專用時相

行人專用時相交通措施與路口空污的關聯性在於行人綠燈時無車輛停滯於路口，路口環境之空氣污染濃度得有降低的可能性，針對此措施的空污監測點位規劃是設置於行人等候區及行人穿越道線中間點，用以代表用路人等候紅綠燈和依循對角行穿線行走在路口環境的狀態。



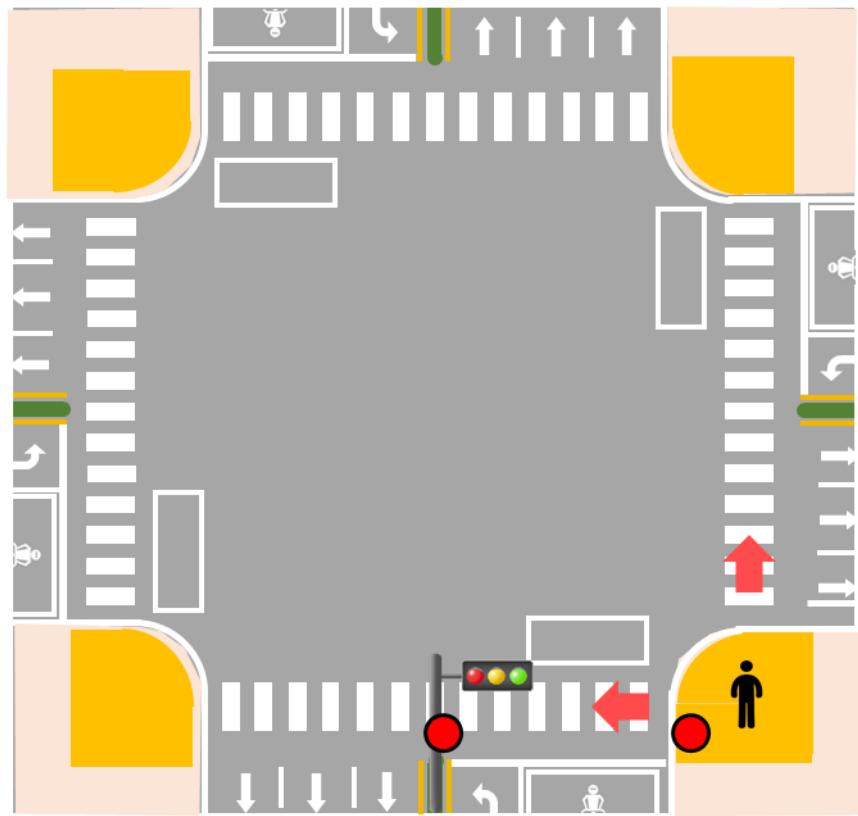
█ 行人等候區域 ← 行人通行方向 ● 調查點位

資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.1-1 行人專用時相情境示意圖

2. 時制計畫影響

時制計畫影響與路口空污的關聯性在於可藉由路口號誌時制重整，提升路口行車效率及減少車輛延滯情形，降低交通空污排放，針對此措施的空污監測點位規劃是設置於行人等候區及行人穿越道線中間點，用以代表用路人等候紅綠燈和依循行穿線行走在路口環境的狀態。



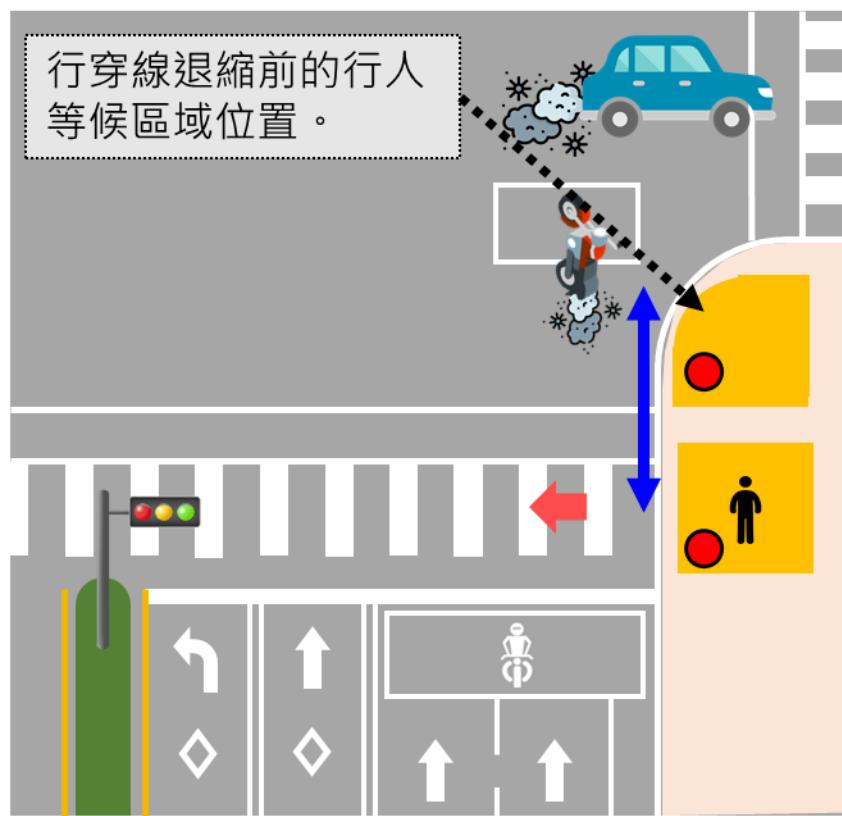
■ 行人等候區域 ← 行人通行方向 ● 調查點位

資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.1-2 時制計畫影響情境示意圖

3. 行人穿越道線退縮

行人穿越道線退縮與路口空污的關聯性在於可藉由增加路口、待轉機車區與行人間距離，降低行人與路口行駛車輛、待轉機車近距離接觸可能性。針對此措施的空污監測點位規劃是設置於行人穿越道線退縮前及退縮後位置，用以代表用路人於不同交通道路設計狀態下等候區域的差異。

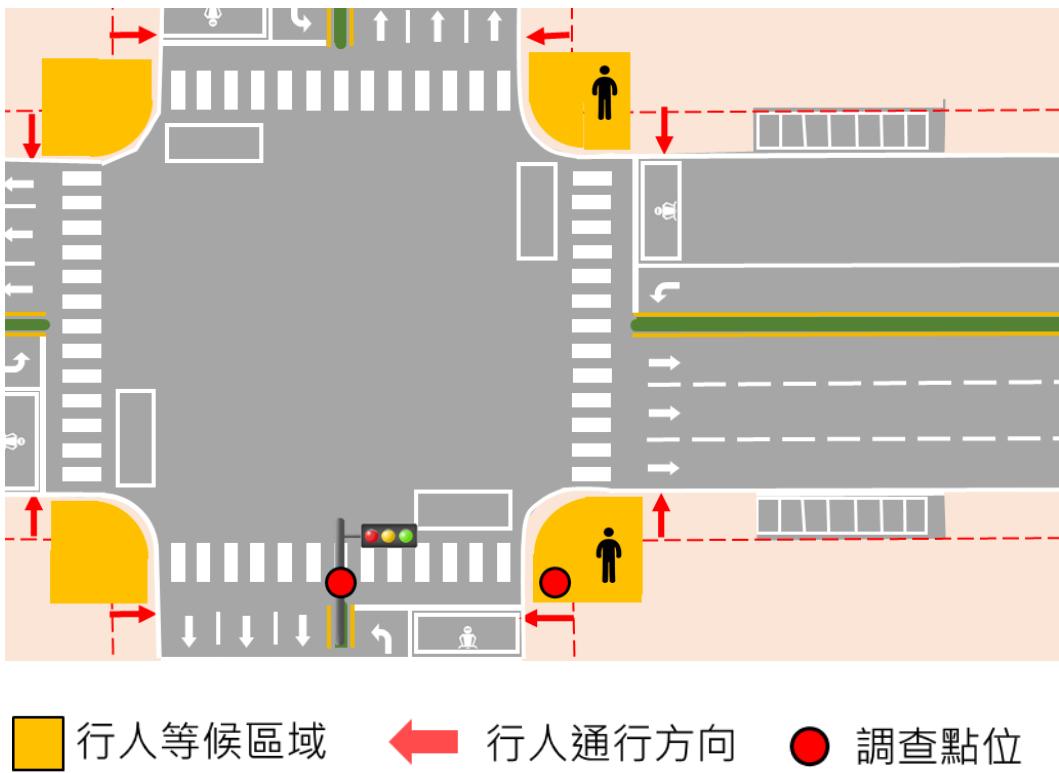


資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.1-3 行人穿越道線退縮情境示意圖

4. 人行道拓寬

人行道拓寬是建立在車道寬度縮減下產生的議題，其與路口空污的關聯性在於可藉由在不明顯影響行車效率下限縮車道寬度，提升行人等候環境，增加車流與行人間距離，降低行人與路口行駛車輛、待轉機車近距離接觸可能性。針對此措施的空污監測點位規劃是設置於行人等候區及行人穿越道線中間點，用以代表用路人等候紅綠燈和依循行穿線行走在路口環境的狀態。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.1-4 人行道拓寬情境示意圖

2.2.2 路口交通、環境及空污資料蒐集或調查項目

為完整了解調查路口於交通空氣污染的各項影響因素，本計畫規劃以 3 個面向蒐集或調查有關資料，相關資料蒐集項目如下所述，藉以進一步透過模式模擬方式多樣化的分析交通空氣污染的變化情形，使建立之通案性交通改善指引得有更多助益。

1. 交通資料

包含路口區域交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置與延滯時間，共 5 項交通資料需要蒐集。

2. 環境資料

包含空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度與濕度，共 6 項環境資料需要蒐集。

3. 空污資料

包含路口區域 PM_{2.5}、CO 共 2 項空污資料需要蒐集。

2.2.3 路口交通車流量調查及空氣污染物濃度採樣方式

為探討路口環境的交通空氣污染影響，需要妥善了解該環境對於交通空氣污染的影響因子，其中包含交通、環境（氣象）與空污資料，以下分別說明這 3 大型資料所需細部資訊和獲取該資料的調查方法。

1. 交通資料

包含路口區域交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置與延滯時間，共 5 項交通資料需要蒐集。

(1) 交通量

交通量代表一段時間內，車輛通過停止線之數量，包含路口直行、左右轉車輛。通常會以錄影機紀錄路口車輛影像，再以人工或系統化方式，每 15 分鐘為一單位時間，進行路口車輛數量之紀錄。本計畫為能與空污監測資料進行比對，特將交通量改以 1 分鐘為單位進行統計。而交通量調查常與車種比例調查一同進行，兩者調查方法相同，可共用相同紀錄表格，紀錄表格格式請參考表 2.2.3-1。

一般而言，交通量與車輛空污排放呈現正相關，同時間內越多車輛經過路口，可能造成交通空氣污染量越大，故為探討路口環境交通特性對於空氣品質影響時，交通量實為一重要調查項目。

表 2.2.3-1 交通量記錄表格示意

方向	時間	一般車道(快車道)									
		左轉				直進			右轉		
		大型車	小型車	機車	機車 二段	大型車	小型車	機車	大型車	小型車	機車
		(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)
A	07:00	07:15	1	24	9	-	-	-	11	-	-
	07:15	07:30	2	26	14	-	-	-	15	-	-
	07:30	07:45	2	31	21	-	-	1	22	-	1
	07:45	08:00	1	51	36	-	-	2	35	-	1
	08:00	08:15	1	50	22	-	-	1	15	-	3
	08:15	08:30	1	60	25	-	-	1	17	-	1
	08:30	08:45	2	34	10	-	-	1	9	-	1
	08:45	09:00	1	32	19	-	-	3	12	-	2
	17:00	17:15	1	29	51	-	-	-	8	-	-
	17:15	17:30	2	37	71	-	-	5	7	-	1
	17:30	17:45	-	33	48	-	-	3	9	2	1
	17:45	18:00	-	50	67	-	-	-	11	1	2
	18:00	18:15	4	31	28	-	-	-	14	1	2
	18:15	18:30	-	34	34	-	-	3	5	-	2
	18:30	18:45	-	24	26	-	-	2	9	-	-
	18:45	19:00	-	18	23	-	-	1	10	-	1

資料來源：本計畫繪製。

(2) 車種比例

車種比例代表一段時間內，各分類車種通過停止線之百分比，本計畫考量各種調查因素後，將路口車種分成大客車、大貨車、小型車、機車，共 4 個類別，並配合交通量調查一同進行，以錄影機紀錄路口車輛影像，再以人工或系統化方式記錄各車種數量，紀錄表格格式請參考表 2.2.3-1。由於不同車種於交通空氣污染排放量的貢獻程度不一，因此要探討路口交通空污時，需要同時考量交通量與車種比例 2 種因素。

(3) 號誌時制

號誌時制代表一個路口號誌變化之規律，應有一個週期所包含之時相及秒數，一般而言由於尖離峰時段車流大小不一，尖峰與離峰時段之時制不同，需分別加以記錄。本計畫今年度是透過向地方主管單位索取時制計畫資料方式做為調查路口號誌時制之基礎。

(4) 道路幾何配置

道路幾何配置代表一個路口的車道和周邊環境規劃，包含道路分隔形式，如實體分隔或標線分隔；車道配置，如是否有慢車道、

混合車道或公車專用道以及各別車道數。另需包含如是否有路口槽化線、槽化島之設置。本計畫先以 google map 街景服務瞭解調查路口之規劃，並於調查日之前，以人工方式現場確認調查路口之幾何配置是否與 google map 街景服務之資訊有差異。

(5) 延滯時間

延滯時間代表車輛在路口因為減速、加速、停等因素，造成車輛損失的通行時間，是作為最佳號誌時制決定的參考依據並可據其評估路口服務水準。目前延滯時間調查主要分成人工現場手動紀錄與軟體推估 2 種方式。

前述說明所需 5 項交通資料的調查方式，下表 2.2.3-2 彙整計畫第 1 年和第 2 年具體做法差異，其中以交通量調查方式轉變較大，由原先路口通過交通量調整為路口轉向交通量，此調整目的在於模式模擬時，能拆分出左轉直行右轉的排放量，進一步達到細緻化模式模擬結果的訴求，而第一年調查 4 個臺北市路口的轉向資料，則以臺北市交通流量調查資料中轉向比資訊進行重整。

表 2.2.3-2 交通資料調查項目兩年期異同彙整

調查項目	112 年計畫調查項目	113 年計畫修訂調查項目
交通量	路口通過交通量（調查公司）。	路口轉向交通量（調查公司）。
車種比例	車種 4 種，分別為大客車、大貨車、小型車、機車。	
號誌時制	臺北市號誌時制計畫資料乃透過公開資料網站（政府資料開放平臺）取得。	新北市號誌時制計畫資料是洽新北市政府交通局取得；高雄市號誌時制計畫資料是洽高雄市政府交通局取得。
道路幾何配置	實地現勘，並搭配 google map 街景資訊。	
延滯時間	透過 THCS 軟體，並搭配停止時間抽樣法驗證。	軟體推估（調查公司）。

資料來源：本計畫彙整。

2. 環境資料

包含空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度與濕度，共 6 項環境資料需要蒐集。環境資料可以幫助我們瞭解路口調查當下之氣候條件，這些因素會影響污染物擴散的狀況，可應用於空污擴散模式模擬，推估調查路口交通空氣污染物擴散與流動情況。

(1) 空污背景值

包含環境 $PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 與 CO (ppm) 小時平均濃度，此處空氣污染數值代表大尺度環境下的空氣品質狀態，不受到特定污染源的影響。空污背景值可以與調查路口空氣污染數值做比對，排除調查數據受到背景值影響之干擾。

(2) 風速/風向

風速與風向會影響空氣污染物擴散程度與方向，可藉由風花圖之繪製，得判定主要盛行風向，以作為交通空污流向及散落方向之推估依據。風場資訊也可用於 GRAL 模式空氣品質擴散模擬，搭配路口周遭建築物模型，推算出交通空氣污染物流動後分布情況。

(3) 氣壓

氣壓是大氣重量所產生的壓力。其壓力大小與高度、溫度、溼度等條件有關，一般會隨高度的增加而減少，並將影響空氣污染物的散布情形，且相關數據得應用於空污模式模擬推估。

(4) 溫度/濕度

氣象上的溫度是指量測離地面高約 1.2-2.0 公尺高的大氣溫度，而濕度是表示大氣中水份含量的多寡，溫度及濕度變化，皆將影響空氣污染物擴散及沉降現象，為空污模式模擬推估應用的重要數據之一。

表 2.2.3-3 環境資料調查項目兩年期異同彙整

調查項目	112 年與 113 年 計畫調查項目	時間解 析度	儀器型號
空污背 景值	環境部或地方環保局空 品測站歷史資料。	小時值	中央監測儀器： 一氧化碳分析儀： Horiba APMA-370 懸浮微粒測定儀： Met-One BAM-1020
風速	實地調查之風速、風向 資料。	秒值與 分鐘值	Jsene AQNA-1000
氣壓	中央氣象署氣象站資 料。	小時值	氣候觀測資料查詢服務網站未 提供儀器型號資訊
溫度			
濕度			

資料來源：本計畫彙整。

3. 空污資料

包含路口區域 PM_{2.5}、CO 共 2 項空污資料需要蒐集，本計畫為透過微型感測器進行空氣污染物採樣，藉由各式運作原理（雷射光學、電化學電阻感應等）測量 PM_{2.5} 與 CO 等空氣污染物濃度，並考量空氣品質監測站及監測車之空間尺度及使用空間等限制，本計畫採體積更小且方便攜帶之設備，以符合路口行人暴露監測之需求。然而在雨天環境中，水氣會干擾光學儀器測量精準度，導致數據誤差過大，因此若遇到下雨情況，必須延期調查工作，以確保數據準確性。

(1) 粒狀污染物 PM_{2.5}

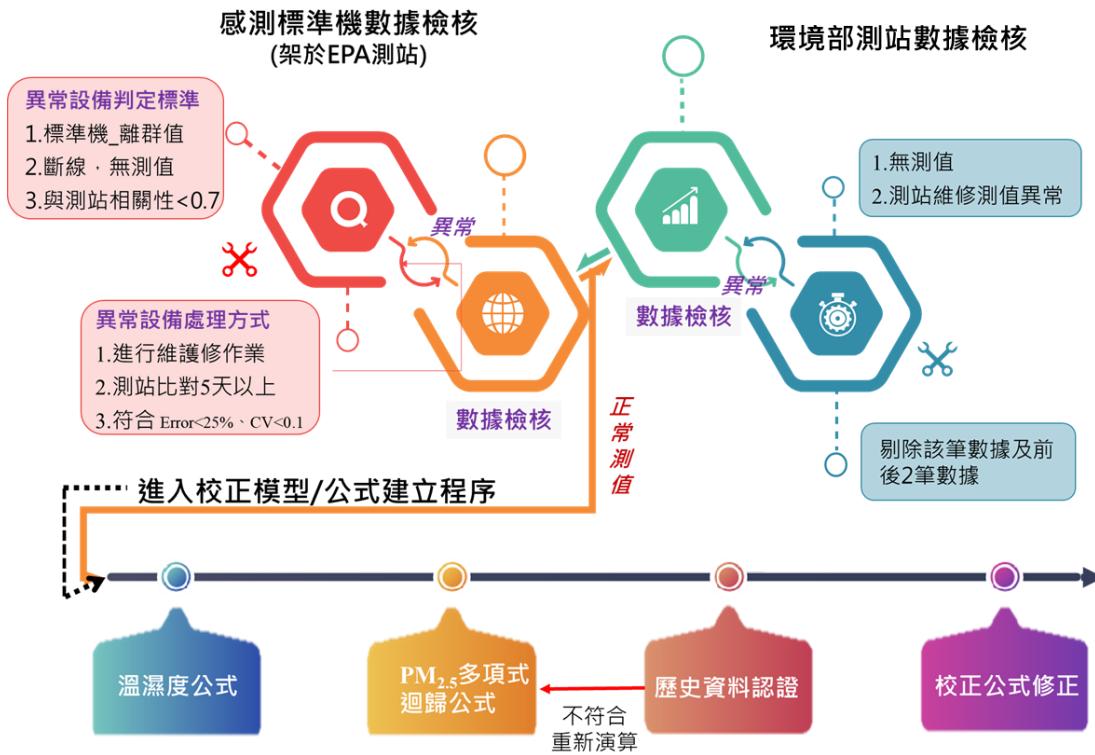
交通空污之 PM_{2.5} 主要來源為柴油大型車輛尾氣排放、車輛輪胎磨損、車輛剎車磨損；由相關研究^[6]中已指出，PM_{2.5} 會增加孩童哮喘發生率、影響肺功能，以及造成成年人慢性阻塞性肺病、心血管疾病發生率提升等風險。

(2) 氣狀污染物 CO

CO 污染物排放係主要來自汽油小客車與機車之尾氣排放，為汽油不完全燃燒下的產物，具有無色無味特性；相關研究^[7]中也已經發現，高濃度交通 CO 暴露下，會造成人體呼吸道與心血管疾病發生率增加，提高腦中風、乳癌，以及眼睛黃斑部病變之機率。

為調查小尺度空間內行人在路口等候區域暴露之空氣污染物濃度，本計畫採以微型感測監測儀器架設於路口行穿線旁 1.0 至 1.5 公尺處，以不阻擋行人通行為首要條件，並將儀器採樣口（進氣口）架設離地高 1.2 至 1.5 公尺處，以模擬實際人體呼吸之高度。

微型感測儀器於路口調查設置前，需經工業技術研究院實驗室認證及環境部測站進行一致性比對等布建規範與維護作業，確保其監測趨勢性及穩定性，提供小尺度空間內空污變化情形，相關儀器維護流程說明如圖 2.2.3-1。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.3-1 微型感測儀器維護流程

儀器於現場設置完畢後，會依據調查時間規劃進行空氣污染物監測，並配合路口號誌時制變化時間，以每分鐘為時間單位記錄 1 筆空氣污染物濃度數據。微型感測儀器及其架設設計如圖 2.2.3-2 所示。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.2.3-2 行人等候區之定點式空污監測儀器示意圖

關於交通、環境及空污 3 大調查項目之修訂，其主要差異在於路口交通量的調查與記錄方式（如表 2.2.3-4 說明），此為因應本計畫空污模式模擬 GRAL 的排放參數設計而調整，GRAL 所需參數如下表 2.2.3-5 所示，為能在設定排放量輸入資料時能更加細緻化，特別將車流的左轉、直行和右轉加以區分，以求更完整解析路口各方向與各車種的車流變化間空氣污染的濃度走勢，進而達到更好的研究成果。

表 2.2.3-4 調查項目修訂彙整

項目	計畫第一年（112 年）	計畫第二年（113 年）	異同說明
調查項目	1. 交通資料 (1) 路口通過交通量 (2) 車種比例 (3) 號誌時制 (4) 幾何配置 (5) 延滯時間 2. 環境（氣象）資料 (1) 空污背景值 (2) 風速 (3) 風向 (4) 氣壓 (5) 溫度 (6) 濕度 3. 空污資料 (1) PM _{2.5} (2) CO	1. 交通資料 (1) 路口轉向交通量 (2) 車種比例 (3) 號誌時制 (4) 幾何配置 (5) 延滯時間 2. 環境（氣象）資料 (1) 空污背景值 (2) 風速 (3) 風向 (4) 氣壓 (5) 溫度 (6) 濕度 3. 空污資料 (1) PM _{2.5} (2) CO	交通量資料調查項目，因應空污模式模擬細緻化作業，調整為路口轉向交通量調查，第 1 年路口通過交通量資料則依臺北市交通流量資料中轉向比資訊重整。

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2.3-5 GRAL 模式輸入資料與參數設定說明

類型	所需資料
輸入	1. 風向、風速監測位置 2. 風向 3. 風速 4. 建物 5. 排放源位置 6. 排放源類型（點源、線源、面源） 7. 排放量 8. 受體位置
參數設定	1. 模擬範疇 2. 水平解析度 3. 垂直解析度 4. 擴散時間 5. 求解迭代次數
輸出	指定污染物種濃度

資料來源：本計畫彙整。

2.2.4 調查路口選址

經本計畫第 1 年期（112 年）的調查結果發現，於交通尖峰時段較易觀察出空氣污染物濃度變化，以重慶北路和酒泉街口為例，比較行人穿越道線退縮前後濃度差異，其調查日平均 $PM_{2.5}$ 減量為 $0.94\mu g/m^3$ 。以前述發現為基礎，今年度調查路口的選址原則應以車流量多寡做為主要考量因素，並配合路口特性之調查規劃調整如下。

1. 選擇有對應交通特性之路口

- (1) 擁有雙向車道及調查所需之路口號誌時制與幾何配置。
- (2) 行人專用時相：專用時相時間至少涵蓋一個交通尖峰。
- (3) 行人穿越道線退縮：須有機車待轉區。
- (4) 時制計畫影響：調查路口有號誌時制計畫。
- (5) 人行道拓寬：至少有一車道寬為 3 公尺以上、路邊已有人行道設施。
- (6) 大客車比例相對高路口：在公路客運行駛主要道路上之路口，以行經路線多寡做為篩選基準。

2. 路口附近是否擁有空污連續測站

本年度計畫針對污染來源複雜地區，其交通管理策略對於路口空氣品質的影響解析，選擇高雄市為主要調查縣市，並盤點區域內環境部及高雄市空氣品質監測站點所有點位，如圖 2.2.4-1 所示。考量測站監測數據結果對於路口大氣及空品環境的代表性，將選擇距離調查路口點位 3 公里範圍內，具空氣品質及大氣環境資訊自動連續測站之路口。



資料來源：本計畫繪製，政府資料開放平臺^[8]-自動氣象站氣象觀測資料、空氣品質監測站位置圖；高雄市環保局-空氣品質自動監測站^[9]。

圖 2.2.4-1 高雄市氣象站與空品測站分布示意圖

3. 路口環境是否適合設置測量儀器

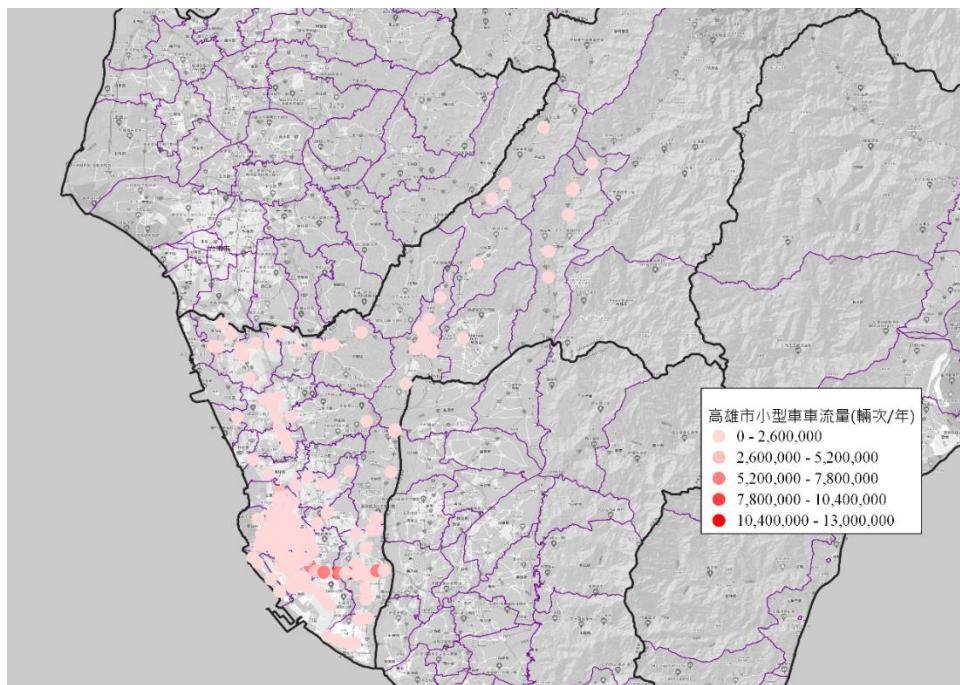
參考前述針對路口特性調查規劃之內容，調查點位原則上是設置在行人等候區和分隔島上，故在進行路口選址時亦需考慮該路口是否有分隔島設置，此外依據計畫前一年度工作經驗，若監測設備架設於人行道上需保留 1.5 公尺以上寬度供行人通行，若附掛於地方主管機關設備則需另行申請。有關申請使用人行道、號誌桿或共桿設備以供儀器架設，相關負責機關彙整如下表 2.2.4-1 說明。

表 2.2.4-1 申請架設儀器權責機關彙整

設施	新北市	高雄市
號誌桿	新北市交通局	高雄市交通局
路燈	新北市路口所屬地區區公所	高雄市工務局公園處
人行道	-	高雄市工務局道路養護工程處

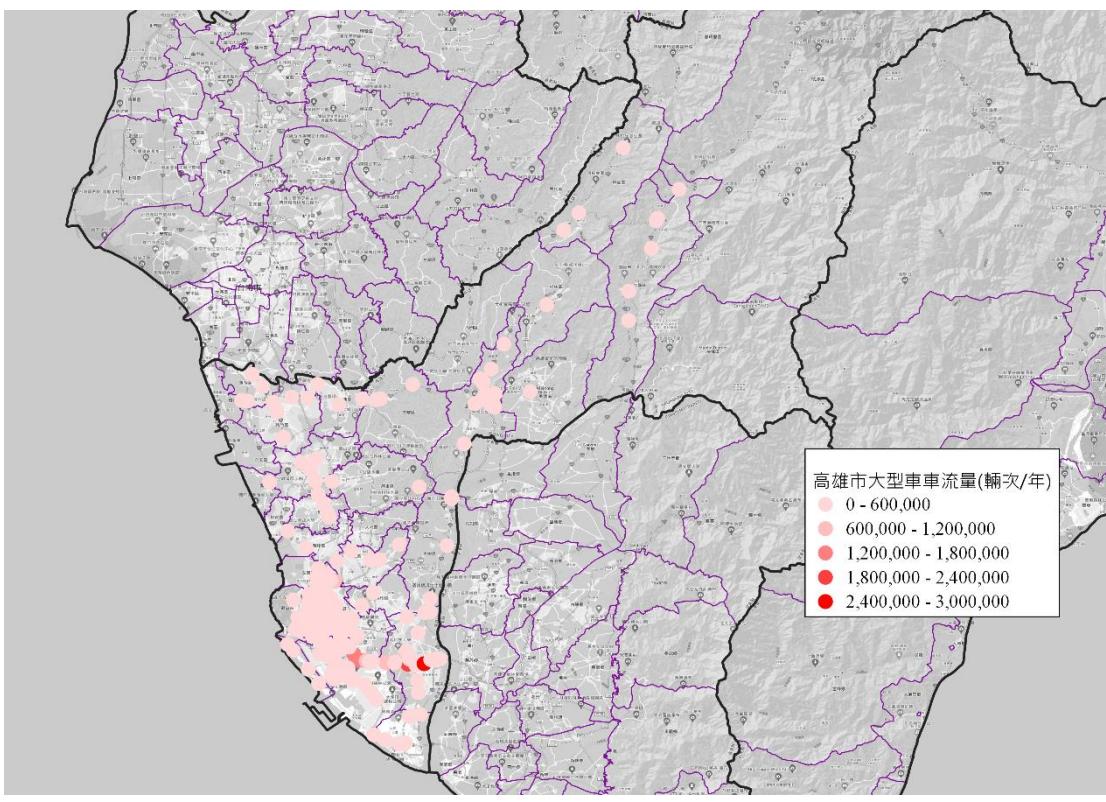
資料來源：本計畫彙整。

承前述，在路口環境於交通尖峰時段較易觀察出空氣污染物濃度變化，因此，考量本年度新增調查之高雄地區，因無定期舉辦路口流量調查，遂以高雄市架設之車輛偵測器即時路況資料為依據，透過彙整 111 年和 112 年車輛偵測器即時路況歷史資料，找出其中交通量相對大的路口或路段，其大型車與小型車車流分布如圖 2.2.4-2 和圖 2.2.4-3，並考量所需探討路口特性，即具有行人穿越道線退縮和對角行穿線特性之路口未有相關公開統計資料，本計畫藉由 GIS 軟體輔助，以檢視衛星地圖方式記錄有特定交通特性的路口做為今年度選址的基礎資料，相關高雄市車輛偵測器、行人穿越道線退縮與對角行穿線分布路口如圖 2.2.4-4 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-2 高雄市 111 年小型車車流量分布



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-3 高雄市 111 年大型車車流量分布



資料來源：本計畫繪製。

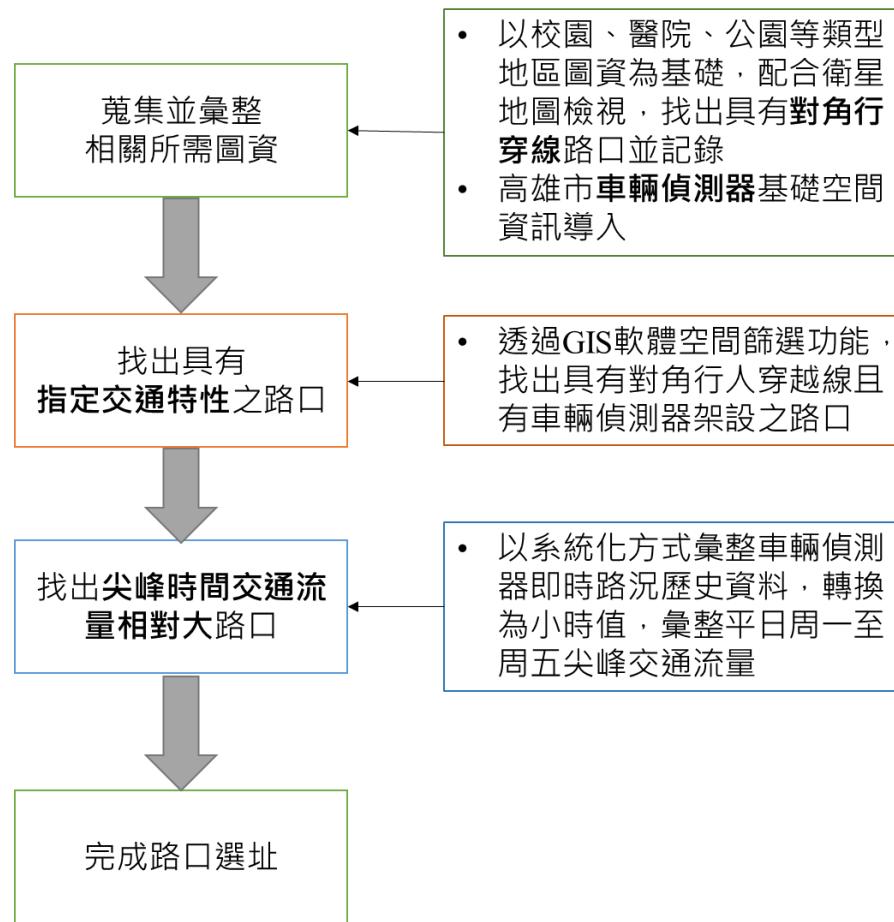
圖 2.2.4-4 高雄市區車輛偵測器、行穿線退縮與對角行穿線分布

經本計畫盤點，高雄市共計擁有 180 支車輛偵測器，然部分設備因故障或其他因素呈異常狀態於 111 年未有即時路況歷史資料，故針對高雄市相對交通流量較大之道路選擇，在車輛偵測器數據不足下，仍將境內 2 條主要縱貫道路的博愛路及民族路上各路口，列入選址參考。以下將分別說明本年度計畫針對 5 個類型路口的挑選方式及選擇路口。

1. 行人專用時相

依據高雄市政府交通局公告指出，目前高雄市已有 80 處路口完成行人專用時相設計，其主要是針對高雄市的大型商圈、醫院、大型公園和校園周邊通學路徑行人量大或人車干擾較嚴重的路口進行設置，以確保年長者、學生和行人能夠安全、順暢地穿越道路。

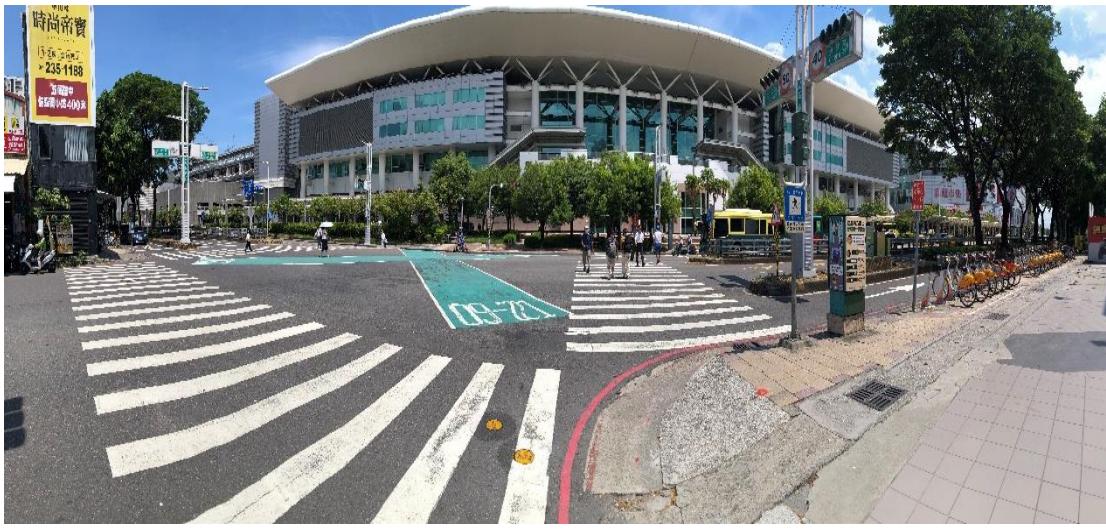
該交通特性路口選址是透過前述以 GIS 軟體建置的基礎資料，進一步找出同時具有對角行穿線且鄰近架設有車輛偵測器的路口，後以其中交通流量大者為主要挑選工作流程，如圖 2.2.4-5 所示，惟部分路口環境不適合架設監測儀器，在挑選過程中予以排除。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-5 高雄市行人專用時相特性路口選址工作流程

最終行人專用時相路口選址為位於高雄市左營區高鐵路與重信路口。該路口鄰近高鐵左營站和國道客運停靠站，為三岔路口，於高鐵路上有中央分隔島，且其具有對角行穿線；本路口專用時相時段為上午 9 時至下午 9 時，已涵蓋本計畫欲探討之交通特性時段，考量此路口設有交通樞紐，往來車輛繁多，故將調查路口擇定於此。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.2.4-6 高雄市左營區高鐵路與重信路口

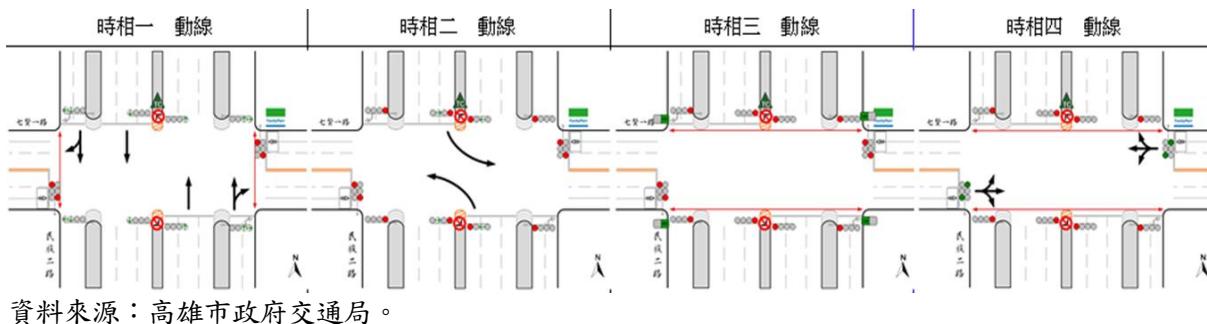
2. 時制計畫影響

關於時制計畫影響路口之選址是以前述提及之車輛偵測器即時路況歷史資料為基礎，彙整高雄市 180 隻車輛偵測器於 112 年上午 7 時的小型車與大型車流量，排除位於高雄都會快速道路上的設置點位，以架設於民族二路上鄰近七賢一路的監測點位流量最高，在考量交通流量為影響交通空氣污染的重要因素下，以七賢一路與民族二路口為首要選擇，且該路口現有時制計畫(表 2.2.4-2、圖 2.2.4-7)包含 150 秒和 180 秒 2 種週期，考量該路口不同時段之時制計畫週期已具有差異性，將此項交通特性的路口選址於此。

表 2.2.4-2 高雄市七賢一路與民族二路號誌時制計畫

時間	周期	時相一 (秒)			時相二 (秒)			時相三 (秒)			時相四 (秒)		
		綠燈	黃燈	全紅									
7	180	90	4	3	16	4	3	5	0	0	48	3	4
8	180	90	4	3	16	4	3	5	0	0	48	3	4
9	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
10	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
11	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
12	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
13	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
14	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
15	150	63	4	3	13	4	3	5	0	0	48	3	4
16	180	90	4	3	16	4	3	5	0	0	48	3	4
17	180	90	4	3	16	4	3	5	0	0	48	3	4
18	180	90	4	3	16	4	3	5	0	0	48	3	4

資料來源：高雄市政府交通局；本計畫彙整。



資料來源：高雄市政府交通局。

圖 2.2.4-7 高雄市七賢一路與民族二路號誌時相圖

高雄市境內之民族路為其縱貫道路，是車流集中交會處。有關時制計畫影響選址為位於高雄市新興區七賢一路與民族二路口，為四岔路口，民族二路有中央分隔島與快慢分隔島，如圖 2.2.4-8 所示。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.2.4-8 高雄市新興區七賢一路與民族二路口

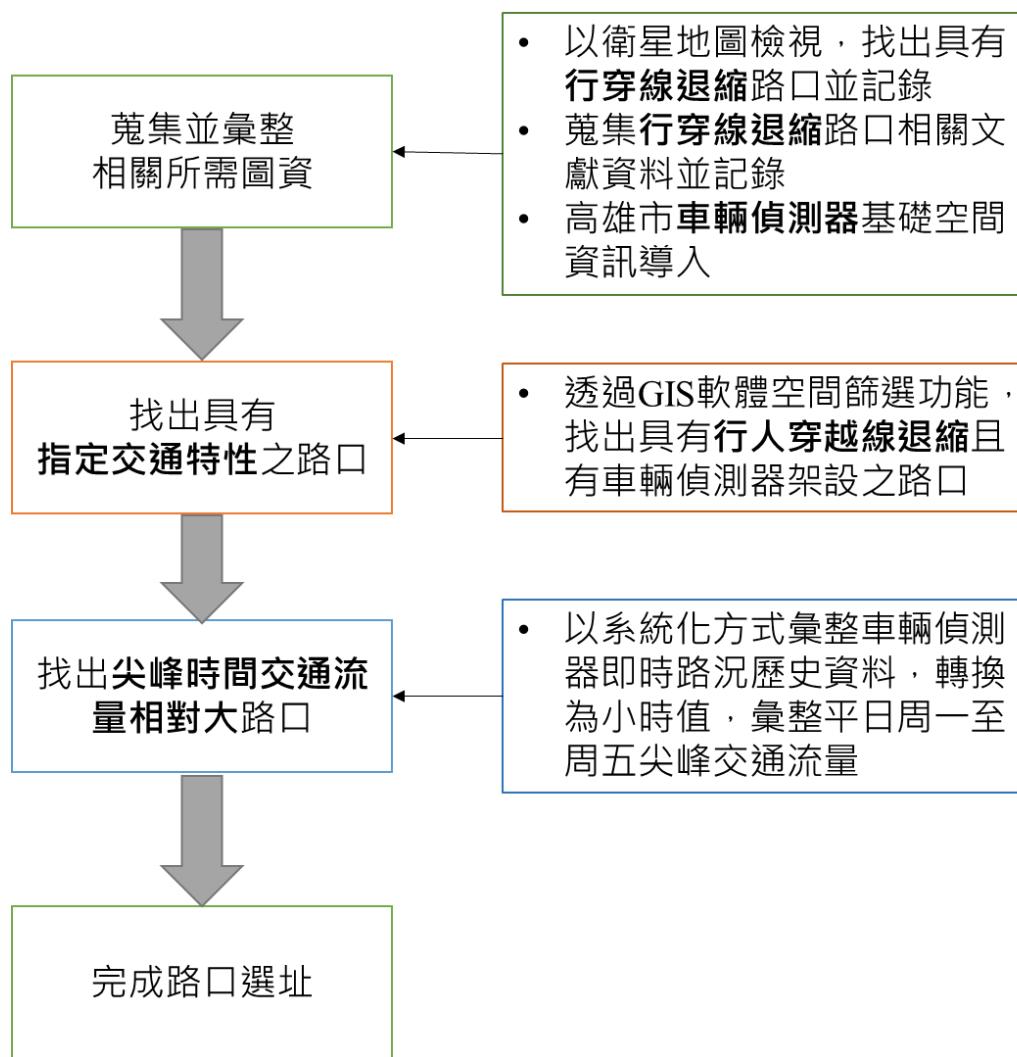
3. 行人穿越道線退縮

該交通特性路口選址是透過前述以 GIS 軟體建置的基礎資料，由表 2.2.4-3 進一步找出同時具有行人穿越道線退縮特性且鄰近架設有車輛偵測器的路口合計 9 個，後以其中交通流量大者為主要挑選工作流程，如圖 2.2.4-9 所示，惟部分路口環境不適合架設監測儀器，在現場勘查過程中予以排除。

表 2.2.4-3 具有行人穿越道線退縮且鄰近架設有車輛偵測器的路口

VDID	路口
V057301	博愛三路/崇德路
V045601	中山三路/正勤路
V161861	中正四路/市中一路
V034001	青年二路/成功一路
V128261	中正二路/和平一路
V128221	中正二路/民族二路
V001441	民族一路/明誠一路
V532101	博愛一路/九如二路
V199821	中正一路/三多一路

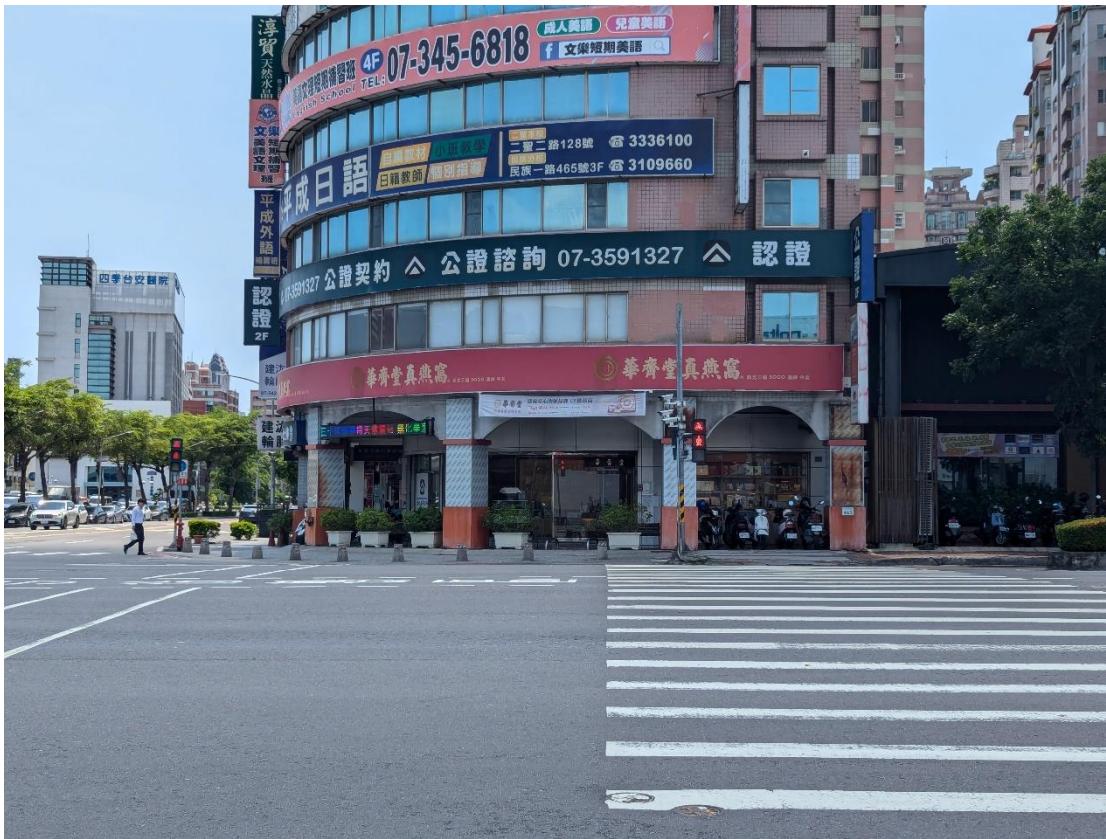
資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-9 高雄市行人穿越道線退縮特性路口選址工作流程

民族路是高雄市內的一條主要縱貫道路，為市區車流集中交會的路段。有關行人穿越道線退縮路口選址為位於高雄市三民區明誠一路與民族一路口，為四岔路口，民族一路有中央分隔島與快慢分隔島，其中民族一路北往南行車方向有行人穿越道線退縮設計，機車待轉格末端距離行人穿越道線前端 8 公尺，中間設置有自行車道，自行車道末端距離行人穿越道線前端 6 公尺，如圖 2.2.4-10 所示。



資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.2.4-10 高雄市三民區明誠一路與民族一路口

4. 人行道拓寬

為探討人行道拓寬，即車道寬限縮對於交通空污之影響，需選擇現有車道寬大於 3 公尺且已具備人行道設施的路口。高雄市境內之博愛路為其縱貫道路，是車流集中交會處，且為四岔路口，明誠二路和博愛二路皆有中央分隔島，且經由現勘發現該路口車道寬符合至少 1 車道大於 3 公尺的條件，故將路口選址於此。

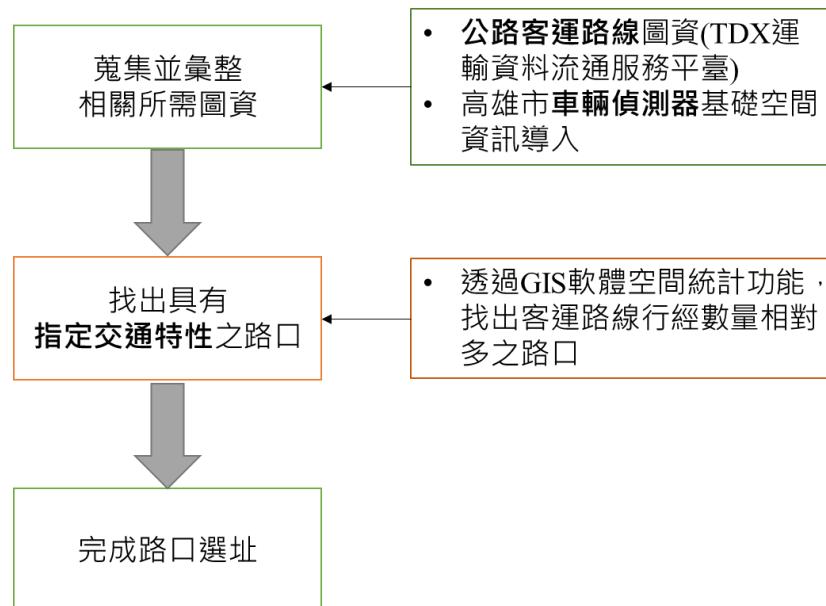


資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.2.4-11 高雄市左營區明誠二路與博愛二路口

5. 大客車比例相對高

本計畫另考量大型車與小型車排放之主要污染物種不一，且公路客運和市區公車為一項主要通勤工具，在市區車流往來繁多，故將大客車比例相對高路口納入探討範疇。本計畫針對複雜污染源地區的調查地點高雄市，該項交通特性路口挑選工作流程如下圖 2.2.4-12。

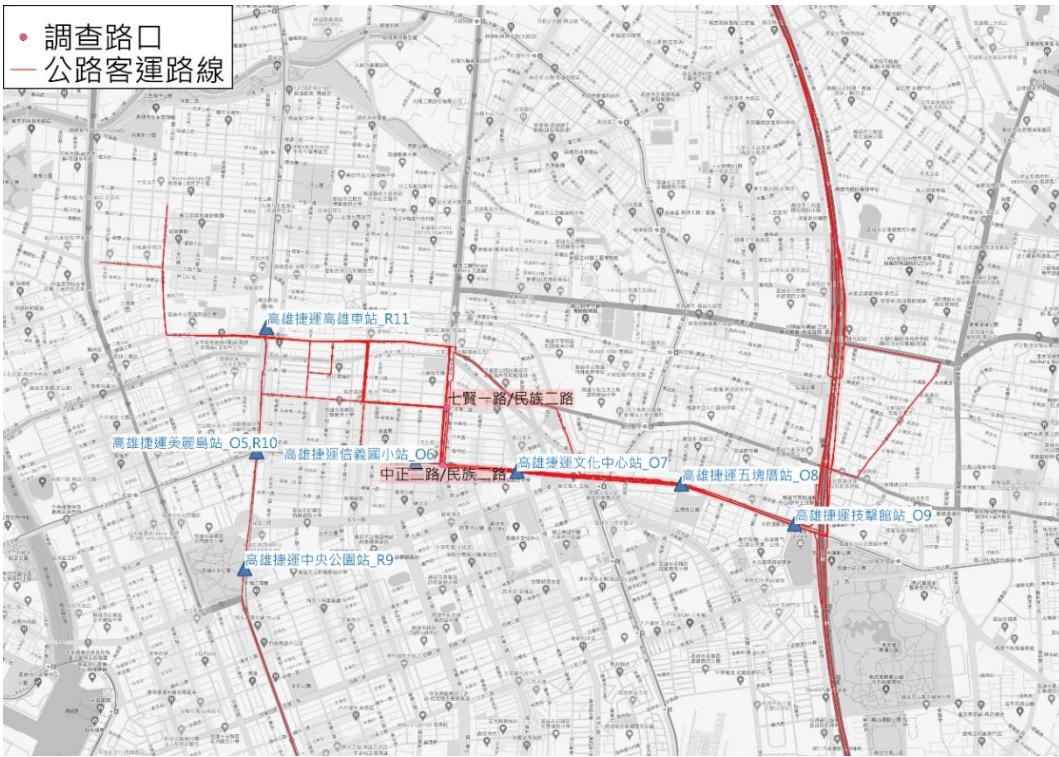


資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-12 高雄市大客車比例相對高特性路口選址工作流程

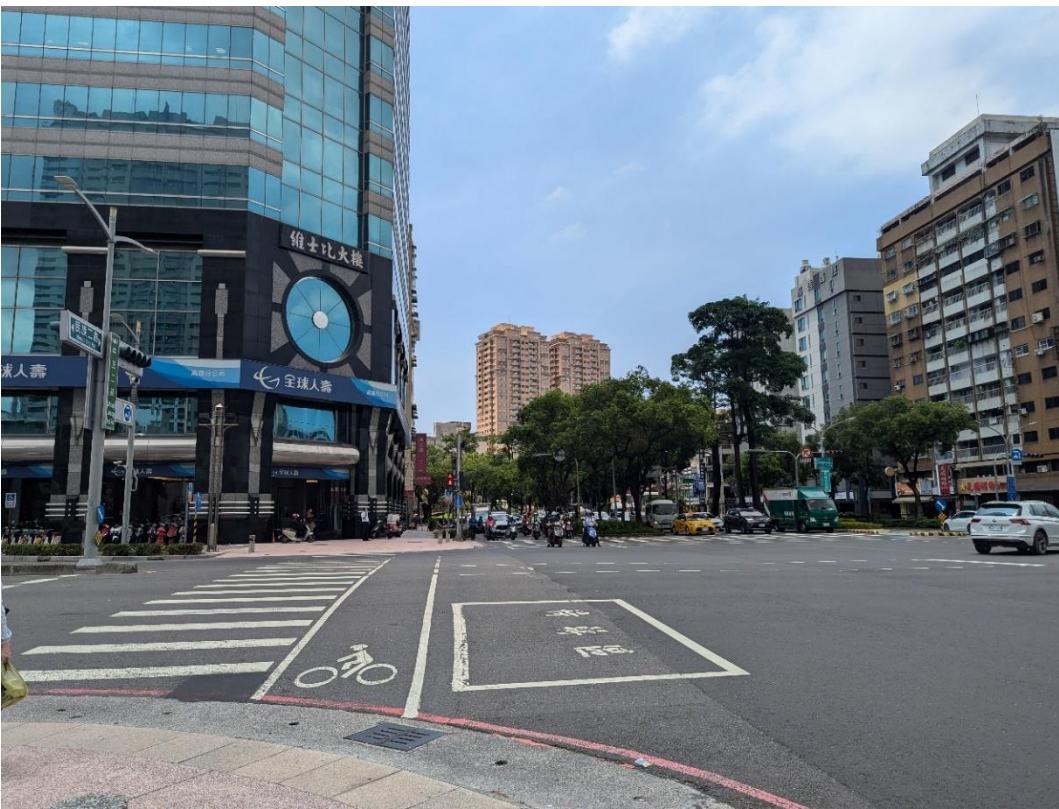
本計畫彙整高雄市區內所有公路客運路線圖，並將各路線進行疊加後結果如圖 2.2.4-13，可發現大客車行駛比例相對高路口位於高雄市新興區中正二路與民族二路口，對於做為大客車比例偏高特性之路段，具有相當代表性。

該路口為四岔路口，其中民族二路有中央分隔島與快慢分隔島，中正二路則有中央分隔島，路口位處公路客運行駛路線上，且民族路為其縱貫道路，為車流集中交會處，預期該路口大小型車輛的車流量皆不容小覷，有助於本計畫透過實地監測方式，掌握地區交通及空污特性。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-13 公路客運路線圖



資料來源：本計畫拍攝。

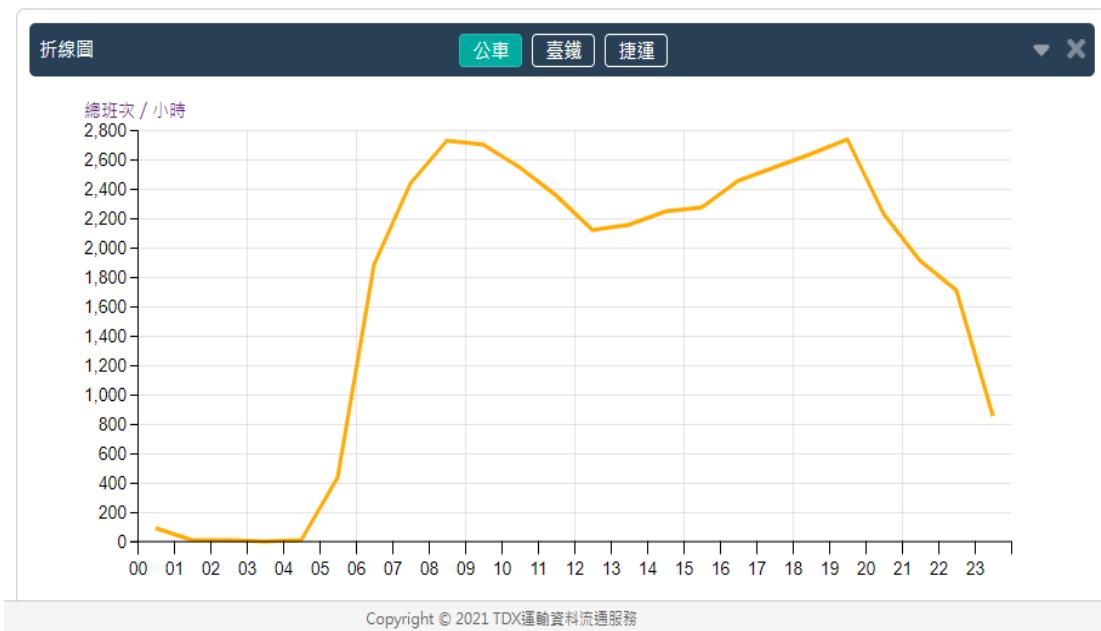
圖 2.2.4-14 高雄市新興區中正二路與民族二路口

另本計畫考量於單一污染源地區亦需有該項路口特性選址，北部地區由於新北市有定期執行交通流量調查，故以新北市為主要選址範圍，後以新北市 110 年交通流量及特性調查資料^[10]為基礎，配合公路客運路線圖資及現場勘查進行選址。最終以新北市板橋區縣民大道和民權路口做為實地調查地點，如圖 2.2.4-15 所示，該路口鄰近高鐵、台鐵、捷運以及客運轉運站，屬為一交通樞紐，以 GIS 軟體統計有 16 條客運路線行經，符合此項特性選址原則，且由圖 2.2.4-16 展示，平日公車每小時可達約 2,800 班次，為一個大客車車流集中地區。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-15 新北市板橋區縣民大道和民權路口鄰近交通場站分布



資料來源：TDX 運輸資料流通服務平臺^[11]。

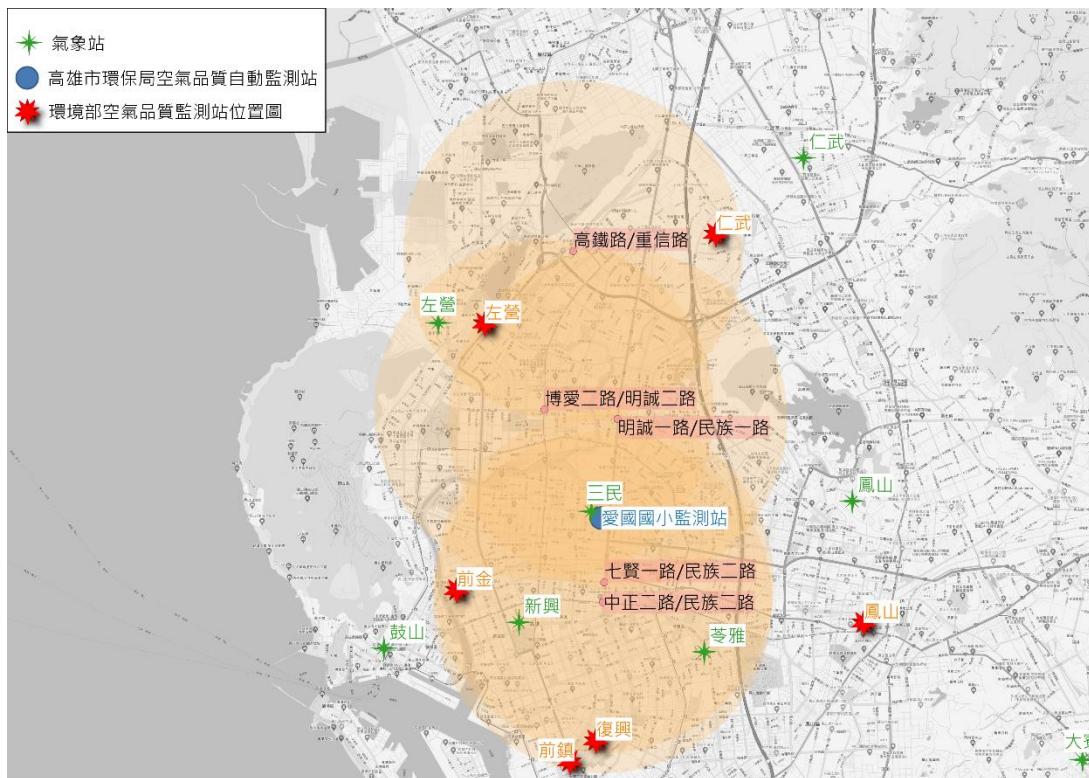
圖 2.2.4-16 板橋轉運站平日班次資訊

綜上所述，本計畫透過 2.1 小節修訂之調查計畫進行調查路口選址原則的調整，以下表 2.2.4-4 彙整 2 年合計 10 個調查路口對應之交通特性，並將各路口空間相對位置呈現於圖面上，如圖 2.2.4-17、圖 2.2.4-18 所示。另由表 2.2.4-5 與表 2.2.4-6 彙整今年度調查 6 個路口鄰近之空氣品質監測站與氣象站，在各路口 3 公里內皆有監測點位符合前述之選址原則

表 2.2.4-4 補充調查路口彙整

項目	第一年調查路口	第二年調查路口
行人專用時相	臺北市南港區 忠孝東路與昆陽街口	高雄市左營區 高鐵路與重信路口
時制計畫影響	臺北市中山區 中山北路與南京西路口	高雄市新興區 七賢一路與民族二路口
行人穿越道線退縮	臺北市大同區 重慶北路與酒泉街口	高雄市三民區 明誠一路與民族一路上口
人行道拓寬	臺北市信義區 松山路與永吉路口	高雄市左營區 博愛二路與明誠二路口
大客車比例相對高	-	高雄市新興區 中正二路與民族二路口 新北市板橋區 縣民大道與民權路口

資料來源：本計畫彙整。



註：上圖中環狀遮罩地區為調查路口半徑 3 公里範疇

資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-17 高雄市調查路口與環境監測站點相對位置



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.4-18 新北市調查路口與環境監測站點相對位置

表 2.2.4-5 補充調查路口鄰近空氣品質監測站彙整

行政區	路口	空品測站 (高雄市環保局)	空品測站 (環境部)
左營區	高鐵路/重信路	-	左營 2km、仁武 2.5km
新興區	七賢一路/民族二路	愛國國小 1.1km	前金 2.6km
新興區	中正二路/民族二路	愛國國小 1.5km	前金 2.6km
三民區	明誠一路/民族一路	愛國國小 1.8km	-
左營區	博愛二路/明誠二路	愛國國小 2.2km	左營 1.8km
板橋區	縣民大道/民權路	-	板橋 0.4km

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2.4-6 補充調查路口鄰近氣象站彙整

行政區	路口	氣象站
左營區	高鐵路/重信路	左營 2.7km
新興區	七賢一路/民族二路	三民 1.3km、新興 1.7km
新興區	中正二路/民族二路	三民 1.6km、新興 1.5km
三民區	明誠一路/民族一路	三民 1.7km
左營區	博愛二路/明誠二路	左營 2.4km、三民 2.0km
板橋區	縣民大道/民權路	板橋 1.3km

資料來源：本計畫彙整。

2.2.5 調查時間規劃

如前 2.1.5 小節所述，計畫今年度合計需調查 6 個路口，後配合每月工作會議之計畫實際工作進度調整，改於 7 月第 2 週前完成相關調查。今年度路口調查時間安排於 113 年 7 月的第 1 周與第 2 周施作，並在實際交通調查和空污監測日前，透過氣象預報資訊避開雨天及其他不適合調查的影響因素，6 個路口的調查時間分別說明如下表 2.2.5-1。

表 2.2.5-1 調查時間規劃

7 月第 1 周（7 月 1 日至 7 月 5 日）	7 月第 2 周（7 月 8 日至 7 月 12 日）
中正二路/民族二路	明誠一路/民族一路
七賢一路/民族二路	博愛二路/明誠二路
高鐵路/重信路	縣民大道/民權路

資料來源：本計畫彙整

2.2.6 調查資料分析規劃

近年交通部門除積極減少壅塞、提升車流效率或安全性等考量外，亦開始重視管理措施實行下可以減少交通空污排放，同時降低都會區交通空污及交通壅塞問題，本計畫期許藉由路口交通、環境及空污資料蒐集與調查方式，配合空污排放擴散模式，探討不同交通特性路口交通環境、運具使用差異等對於空污排放影響，進而依據分析成果，提出通案性路口交通空污改善策略建議，協助交通相關單位，得針對地區特性，參考相關指引改善內容進行路口交通運輸改善，有效降低用路人受交通空污暴露影響，

達到路口空氣污染減量目標。

為達前述交通和環境的共效益目的，本計畫藉由擬定 2 年期整體計畫藍圖的方式建構研究架構。今年度的重點工作包含檢討修訂調查計畫、進行路口補充調查、執行空污模式模擬以及透過模式模擬分析結果建立通案性交通空污改善指引，其中調查計畫之修訂係依據第 1 年執行的文獻回顧與 4 處路口的現地調查經驗，而在正式應用空污模式前，本計畫先透過第 1 年路口調查的數據解析成果進行模式驗證以求研究的周延性。

本計畫蒐集或調查資料分為 3 大類型，以下分別說明其資料分析方法。

1. 交通資料

包含路口區域交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置與延滯時間，共 5 項交通資料分別進行敘述性統計或用以做為評估交通服務水準的參數，參考公路容量手冊^[12]市區號誌化路口交通服務水準分級指標如下表 2.2.6-1 所示。

表 2.2.6-1 號誌化路口服務水準劃分標準

服務水準	平均停等延滯時間，d (秒/車)
A	$d \leq 15$
B	$15 < d \leq 30$
C	$30 < d \leq 45$
D	$45 < d \leq 60$
E	$60 < d \leq 80$
F	$d > 80$

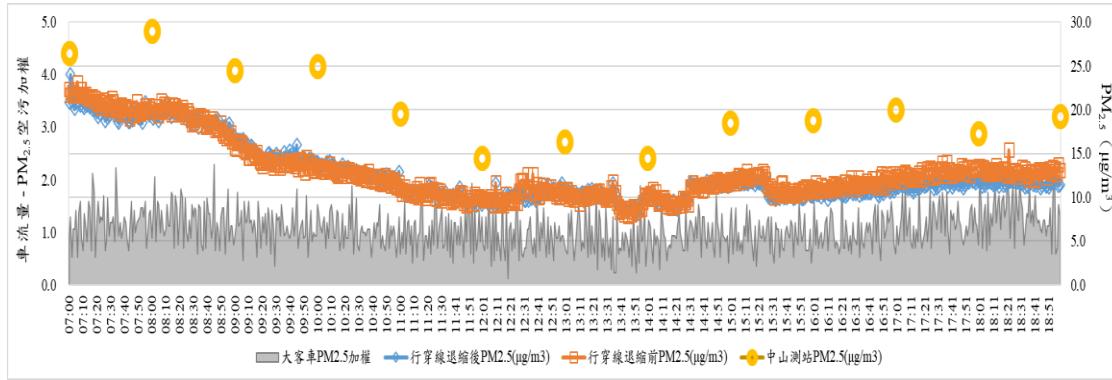
資料來源： 2022 年臺灣公路容量手冊。

2. 環境資料

包含空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度與濕度，共 6 項環境資料進行敘述性統計，如風向的眾數則可視為該路口盛行風。

3. 空污資料

包含路口區域 PM_{2.5}、CO 共 2 項空污資料進行敘述性統計和以時間軸為主體的時序圖分析。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2.6-1 時序圖分析示意圖



第三章 路口交通、環境及空污資料之蒐集 調查

近年來路口車輛對空氣污染的議題逐漸受到關注，政府逐步提升車輛尾氣排放的標準，並鼓勵民眾進行車輛汰舊換新，從源頭上減少車輛空氣污染物產生，然除了減少空氣污染物總排放量，如何降低我國人民暴露於交通空污環境，也是個值得探討的議題。鑑於路口為行人通行必經之處，應研擬透過路口調查方式，了解其交通、環境與空污各面向間之關聯性，據以評估路口交通流量與空污暴露影響，而在實際調查前，透過調查計畫的構思，設計如調查場地、調查時間和調查項目的具體方案，有助於因應計畫目標，掌握交通特性與路口交通空污間關鍵因素。

爰此，本計畫以行人活動空間區域為主要探討目標，討論不同交通特性下，行人在路口等候區等待紅綠燈與行走於行人穿越道線時，受到交通空氣污染物之濃度變化，並藉由實驗設計與現地調查之交通資料、空污資料與環境資料，分析不同道路幾何設計與時制變化對行人受到路口交通空氣污染物濃度之影響。

本年度計畫分別執行 5 項路口交通特性之資料蒐集，分別是行人專用時相、行人穿越道線退縮、時制計畫影響、人行道拓寬以及大客車比例相對高的路口，大客車比例相對高的路口會 1 次執行前述 4 項路口交通特性，並依據每種交通特性制定對應之監測規劃與調查路口選擇。本年度調查地區以高雄市為主，除大客車比例相對高有調查 1 處新北市的縣民大道與民權路路口外，其餘路口高雄市之調查路口分別是行人專用時相的高鐵路與重信路口、行人穿越道線退縮的明誠一路與民族一路、人行道拓寬的博愛二路與明誠二路、時制計畫影響的七賢一路與民族二路、大客車比例相對高的民族二路與中正二路。總計調查 6 個路口之交通、空污及環境資料，每個路口調查 48 小時，總計調查時間為 288 小時。本章節彙整說明資料分析之結果，並於後續第四章說明空污擴散模式模擬之執行方式和成果。

3.1 路口交通資料蒐集、調查與彙整

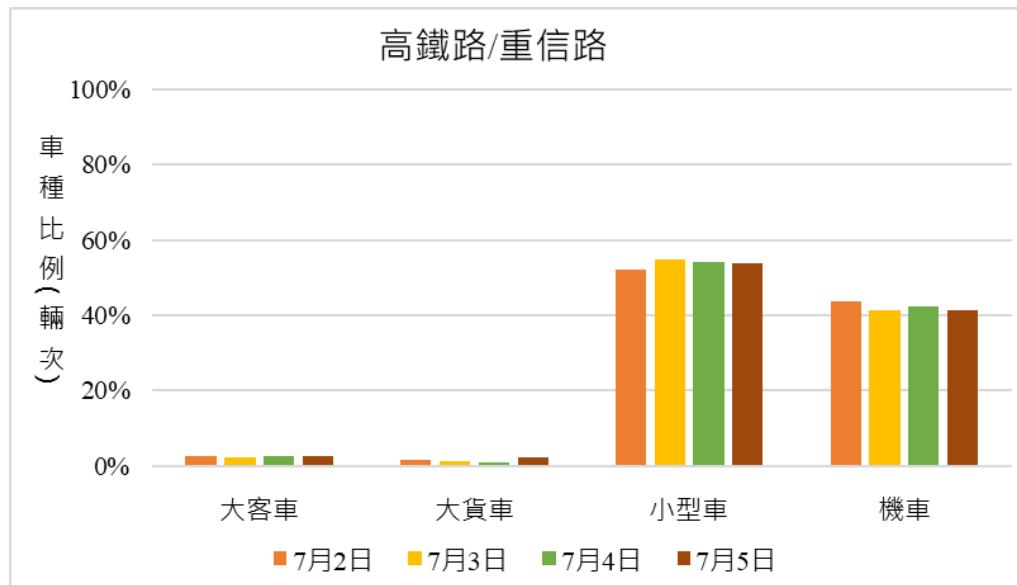
本計畫今年已調查 6 處路口，包含 4 種路口交通特性以及大客車相對較多之路口，完成路口現況之尖、離峰分鐘交通流量、通行車種比例、路口幾何配置與號誌時制計畫等各項調查作業，並完成實測路口之現況運作績效資料調查（即車輛延滯）工作，以做為後續評估與分析時之依據，其分析結果如後續所述。

3.1.1 交通流量調查

下將陸續針對本年度調查之 6 處路口的晨峰、昏峰以及 12 小時平均之交通量以及車種比例說明。

1. 高雄市-高鐵路路/重信路路口

經調查統計後可以得知，7 月 2 日至 7 月 5 日晨峰時間皆為早上 7 點至 8 點，昏峰時間皆為下午 17 點至 18 點，調查期間發現此路口係以小型車為最多，其次才是機車，大客車和大貨車則相差不多，詳細可參考圖 3.1.1-1。

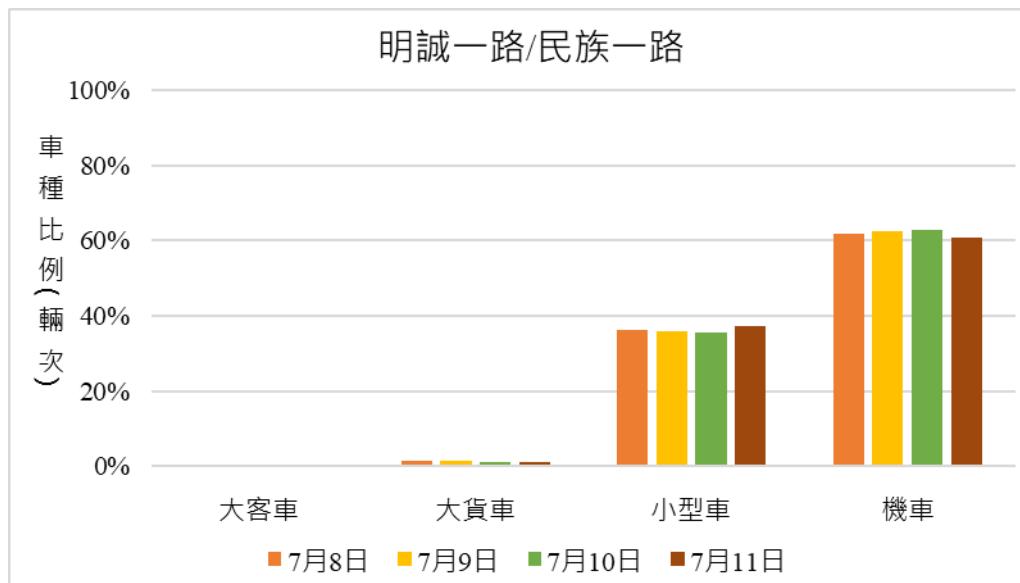


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.1-1 高鐵路/重信路路口車種比例 (輛次)

2. 高雄市-明誠一路/民族一路路口

經調查統計後可以得知，7月8日至7月11日晨峰時間皆為早上8點至9點，昏峰時間皆為下午17點至18點，調查期間發現此路口係以機車為最多，其次才是小型車，大貨車則為第三，最少的車種為大客車，四天平均交通量都僅有500多輛，和大貨車的1500多輛相比明顯較少，詳細可參考圖3.1.1-2。

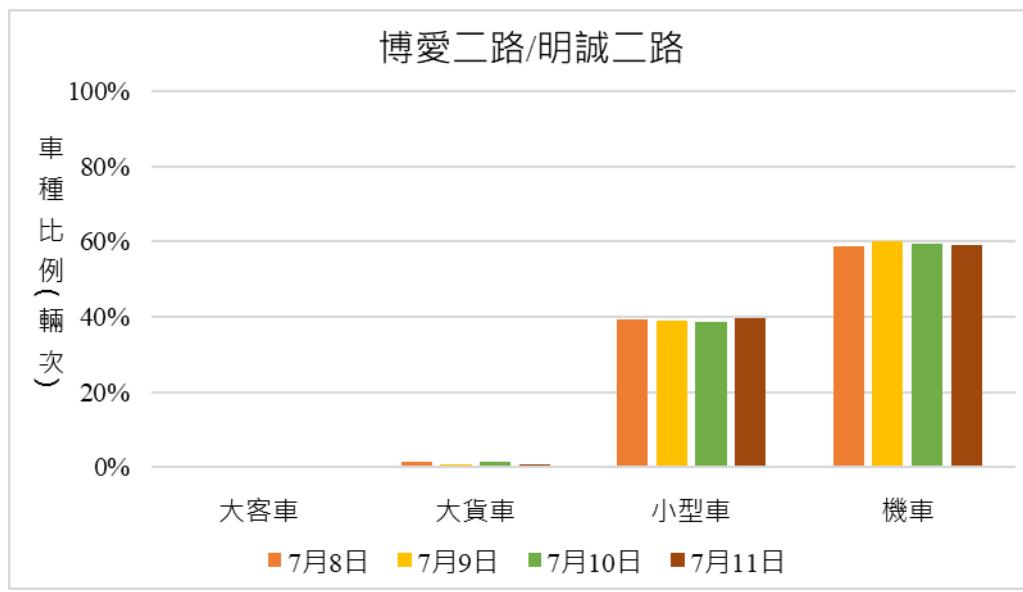


資料來源：本計畫繪製

圖3.1.1-2 明誠一路/民族一路路口車種比例(輛次)

3. 高雄市-博愛二路/明誠二路路口

經調查統計後可以得知，7月8日至7月11日晨峰時間皆為早上8點至9點，昏峰時間皆為下午17點至18點，調查期間發現此路口係以機車為最多，其次才是小型車，大貨車則為第三，最少的車種為大客車，四天平均交通量都僅有200~300多輛，和大貨車的700~800多輛相比明顯較少，詳細可參考圖3.1.1-3。

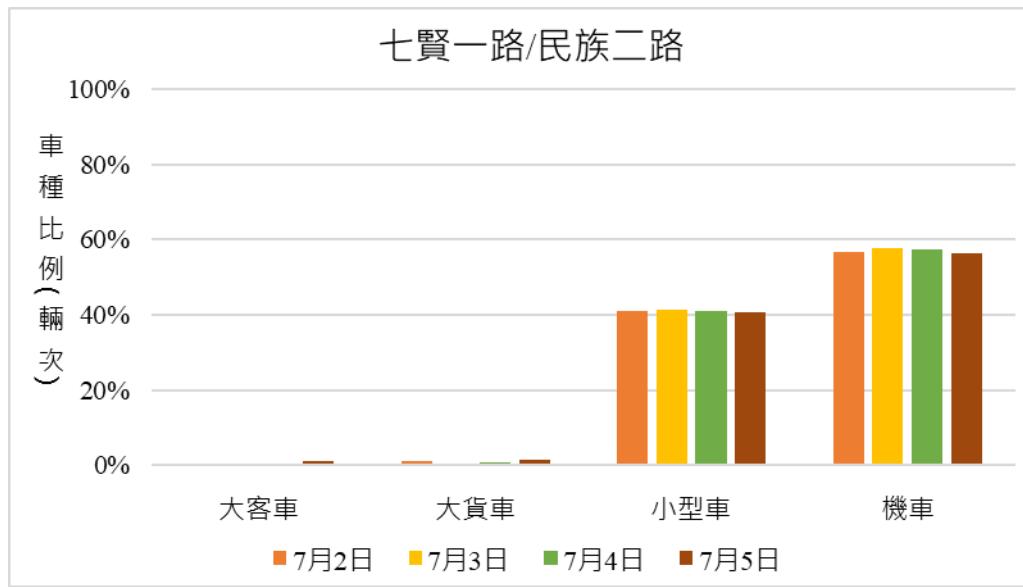


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.1-3 博愛二路/明誠二路路口車種比例 (輛次)

4. 高雄市-七賢一路/民族二路路口

七賢一路/民族二路路口經調查統計後可以得知，7月2日至7月5日晨峰時間皆為早上8點至9點，昏峰時間皆為17點至18點。調查期間發現此路口係以機車為最多，其次才是小型車，大貨車和大客車則相差不多，詳細可參考圖 3.1.1-4。

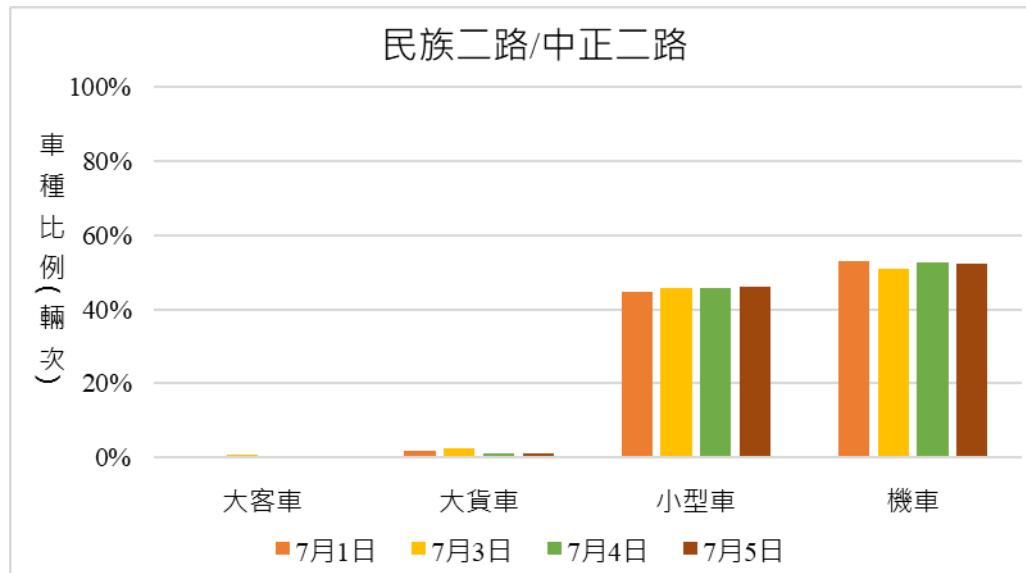


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.1-4 七賢一路/民族二路路口車種比例 (輛次)

5. 高雄市-民族二路/中正二路口

民族二路/中正二路口經調查統計後可以得知，7月1日至7月5日（7月2日未調查）晨峰時間皆為早上8點至9點，昏峰時間皆為17點至18點。調查期間發現此路口係以機車為最多，其次才是小型車，大貨車，詳細可參考圖3.1.1-5。

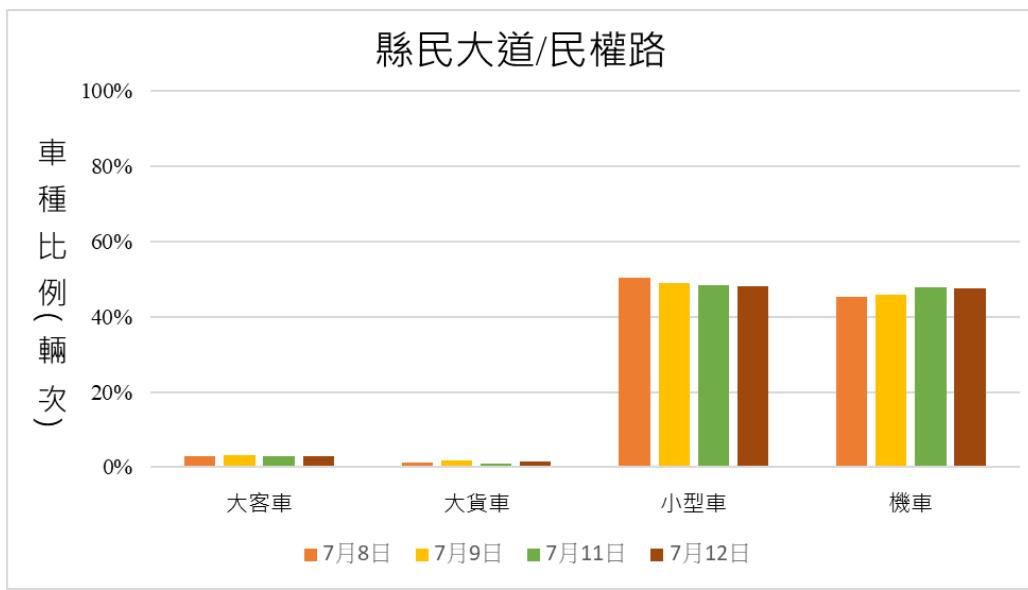


資料來源：本計畫繪製

圖3.1.1-5 民族二路/中正二路路口車種比例(輛次)

6. 新北市-縣民大道/民權路路口

縣民大道/民權路路口經調查統計後可以得知，7月8日至7月12日（7月10日未調查）晨峰時間皆為早上8點至9點，昏峰時間皆為17點至18點，調查期間發現此路口7月8日及7月9日係以機車為最多，其次才是小型車、大客車及大貨車；7月11日及7月12日則是以小型車為最多，其次才是小型車、大客車及大貨車，詳細可參考圖3.1.1-6。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.1-6 縣民大道/民權路路口車種比例 (輛次)

3.1.2 車種比例分析

由於機車、小型車、大客車及大貨車等 4 個車種所排放污染物強度不同，故原始車輛數係無法直接對應空氣污染物濃度變化趨勢，本計畫使用不同車種排放係數與車輛數，以檢視加權後交通量與污染物濃度之關聯性。路口調查之交通流量空污加權計算方法，為利用環境部公告之空氣污染物排放量清冊第 12 版之排放係數為基礎，以全國不分期別之各車種平均排放係數，如表 3.1.2-1 所示，進行算術平均得出各車種空氣污染物排放權重，採排放權重值與路口調查之車種車輛次計算各車種車流量及比例，表 3.1.2-2 為分析計算後之各車種空污加權權重比例。計算公式如式(1)所示。

$$N = \text{車種別輛次} \times \text{空氣污染物權重} \dots \dots \dots (1)$$

N：空氣污染物加權

a：車種類別輛次，包含機車、小型車、大客車及大貨車，如表 3.1.2-1 所示

b：空氣污染物類別，包含 PM_{2.5}、CO，如表 3.1.2-2 所示

表 3.1.2-1 全國車種不分期別平均排放係數

車種	空氣污染物					
	TSP	PM ₁₀	PM _{2.5}	NOx	NMHC	CO
機車	0.0168658	0.0149418	0.0106648	0.1030808	0.678571	1.663489
小型車	0.0377629	0.033111	0.0234545	0.2882306	0.5042269	1.5860653
大客車	0.1538235	0.1448075	0.1004526	3.5177963	0.1263761	0.9463751
大貨車	0.3585796	0.3477936	0.2933439	6.589682	0.515838	2.362005

資料來源：環境部，空氣污染物排放量清冊第 12 版

表 3.1.2-2 空污加權權重比例

空氣污染物	車種			
	大客車	大貨車	小型車	機車
TSP	0.271	0.632	0.067	0.030
PM ₁₀	0.268	0.643	0.061	0.028
PM_{2.5}	0.235	0.686	0.055	0.025
NOx	0.335	0.628	0.027	0.010
NMHC	0.069	0.283	0.276	0.372
CO	0.144	0.360	0.242	0.254

資料來源：本計畫彙整

1. 調查結果與分析-輛次、PM_{2.5} 空污加權及 CO 空污加權綜整

由調查結果顯示，本計畫調查範圍包含 10 處路口，將調查結果以輛次、PM_{2.5} 空污加權及 CO 空污加權進行比較，可以得知路口路段車流量多者其 PM_{2.5} 及 CO 空污環境負荷也較多，而車種比例中大貨車比例較高之路口，其 PM_{2.5} 及 CO 空污環境負荷也相對較多。

依據上述之結果，將於後續進行輛次與 PM_{2.5} 及 CO 空污加權部分進行詳述，以下將陸續介紹各路口之晨峰、昏峰以及 12 小時平均之交通量以及 4 種車種比例介紹。

2. 調查結果與分析-輛次

以總平均之車流量來說，明誠一路/民族一路路口每日 12 小時平均之車流量為大客車 45.4 輛次、大貨車 124.4 輛次、小型車 3,491.88 輛次以及機車為 5,974.21 輛次，為本年度調查的 6 個路口之車流量最多者，其中並以機車車種比例為最高的 62%，其次車種比例次高為小型車為 36.24%，大貨車為 1.29%，大客車為 0.47%；

車流量次多之路口為博愛二路及明誠二路口，每日 12 小時平均之

車流量為大客車 29.3 輛次、大貨車 95.2 輛次、小型車 3,174.4 輛次以及機車 4,810.7 輛次，其中該路口之車種比例同樣為機車最多的 59.3%，其次為小型車的 39.1%，以下將陸續針對本年度調查之 6 個路口的晨峰、昏峰以及 12 小時平均之交通量以及車種比例說明。

3. 調查結果與分析- PM_{2.5} 空污加權

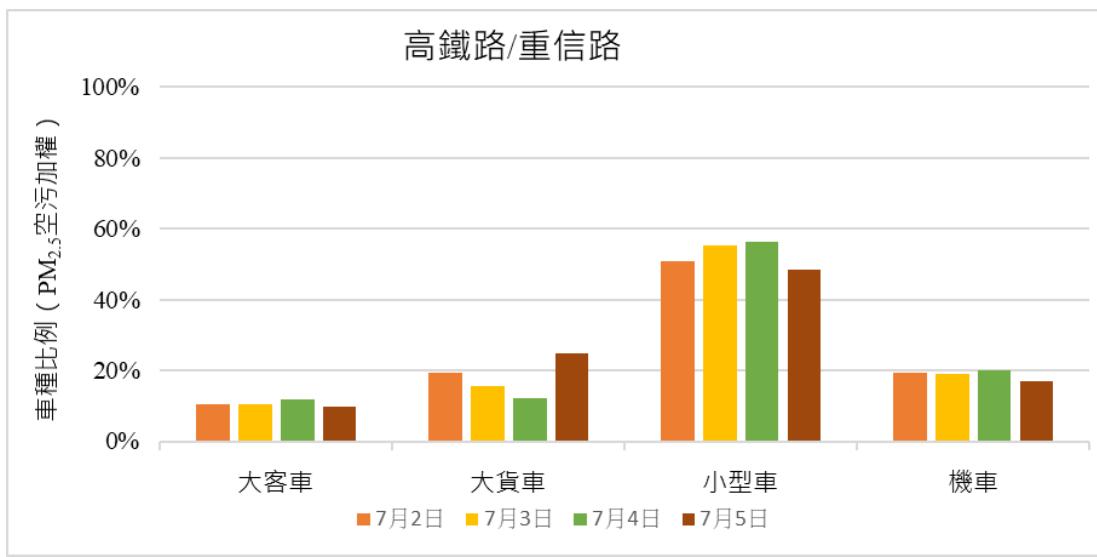
由調查結果，本計畫將統計之輛次乘以 PM_{2.5} 空污加權係數，藉以得出該路口各車種比例之 PM_{2.5} 空污環境負荷，而後比較 6 個路口，以總平均之車流量來說，高鐵路/重信路路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 11.50PM_{2.5} 空污加權、大貨車 20.10PM_{2.5} 空污加權、小型車 57.56PM_{2.5} 空污加權以及機車為 20.46PM_{2.5} 空污加權；明誠一路/民族一路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 10.69PM_{2.5} 空污加權、大貨車 85.36PM_{2.5} 空污加權、小型車 192.05PM_{2.5} 空污加權以及機車 149.35PM_{2.5} 空污加權；博愛二路/明誠二路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 6.88PM_{2.5} 空污加權、大貨車 65.31PM_{2.5} 空污加權、小型車 174.59PM_{2.5} 空污加權以及機車 120.26PM_{2.5} 空污加權。

七賢一路/民族二路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 12.50PM_{2.5} 空污加權、大貨車 48.99PM_{2.5} 空污加權、小型車 157.55PM_{2.5} 空污加權以及機車 99.71PM_{2.5} 空污加權；民族二路/中正二路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 11.29PM_{2.5} 空污加權、大貨車 87.07PM_{2.5} 空污加權、小型車 197.49PM_{2.5} 空污加權以及機車 102.77PM_{2.5} 空污加權；縣民大道/民權路口以 12 小時平均之 PM_{2.5} 空污加權車流量為大客車 48.20PM_{2.5} 空污加權、大貨車 66.05PM_{2.5} 空污加權、小型車 186.20PM_{2.5} 空污加權以及機車 80.69PM_{2.5} 空污加權。

依據上述比較之結果，在監測平均 12 小時車流量之總平均 PM_{2.5} 空污加權下之統計顯示，以明誠一路/民族一路路口 PM_{2.5} 空污加權為最高，最後為高鐵路/重信路路口，其路口 PM_{2.5} 空污加權的多寡與其車流量相關，PM_{2.5} 空污環境負荷最高為明誠一路/民族一路路口。

(1) 高雄市-高鐵路路/重信路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 $PM_{2.5}$ 空污加權比例，如圖 3.1.2-1 所示。其晨峰時間之總平均 $PM_{2.5}$ 空污加權依據車種比例各是大客車 8.57 空污加權、大貨車 11.66 空污加權、小型車 53.72 $PM_{2.5}$ 空污加權以及機車 41.00 $PM_{2.5}$ 空污加權，另昏峰時間之總平均 $PM_{2.5}$ 空污加權依據車種比例各是大客車 11.69 $PM_{2.5}$ 空污加權、大貨車 13.72 $PM_{2.5}$ 空污加權、小型車 71.54 $PM_{2.5}$ 空污加權以及機車 40.51 $PM_{2.5}$ 空污加權

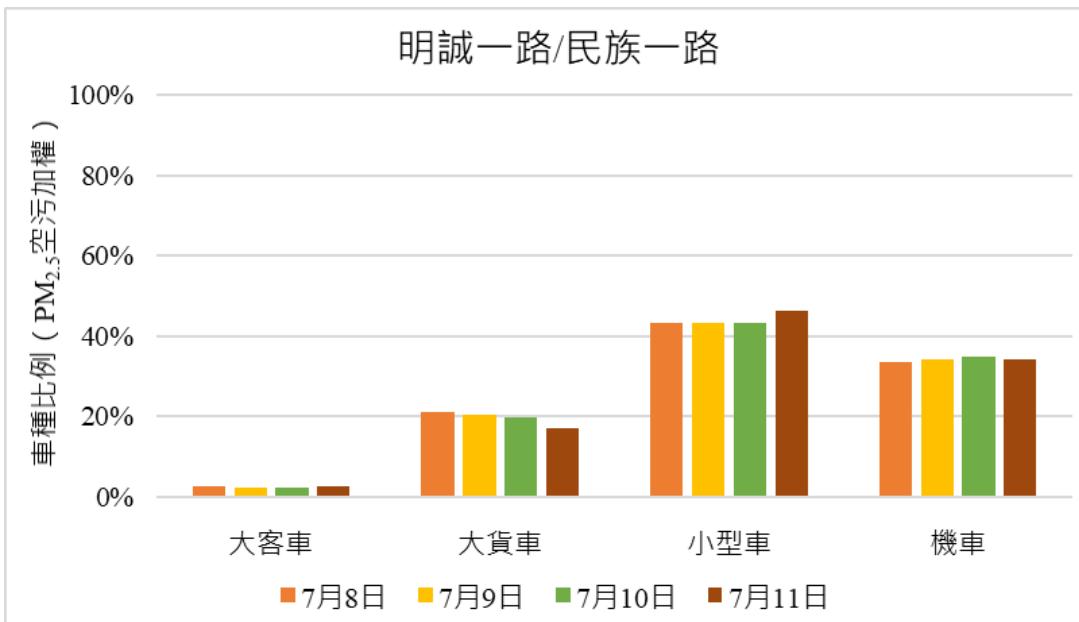


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-1 高鐵路/重信路路口車種比例 ($PM_{2.5}$ 加權)

(2) 高雄市-明誠一路/民族一路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 $PM_{2.5}$ 空污加權比例，如圖 3.1.2-2 所示。其晨峰時間之總平均 $PM_{2.5}$ 空污加權依據車種比例各是大客車 9.4 空污加權、大貨車 83.69 空污加權、小型車 193.46 $PM_{2.5}$ 空污加權以及機車 204.85 $PM_{2.5}$ 空污加權，另昏峰時間之總平均 $PM_{2.5}$ 空污加權依據車種比例各是大客車 12.86 $PM_{2.5}$ 空污加權、大貨車 64.14 $PM_{2.5}$ 空污加權、小型車 226.90 $PM_{2.5}$ 空污加權以及機車 239.31 $PM_{2.5}$ 空污加權。

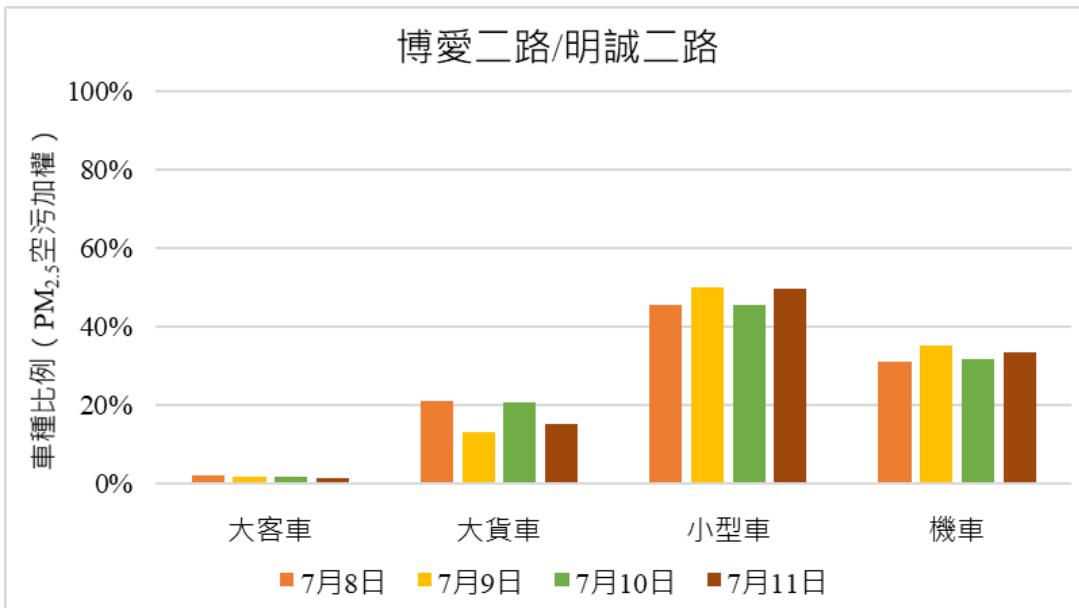


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-2 明誠一路/民族一路路口車種比例 (PM_{2.5} 加權)

(3) 高雄市-博愛二路/明誠二路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 PM_{2.5} 空污加權比例，如圖 3.1.2-3 所示。其晨峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 8.22 空污加權、大貨車 63.79 空污加權、小型車 174.17 PM_{2.5} 空污加權以及機車 162.89 PM_{2.5} 空污加權，另昏峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 8.28PM_{2.5} 空污加權、大貨車 37.56 PM_{2.5} 空污加權、小型車 201.64 PM_{2.5} 空污加權以及機車 183.42 PM_{2.5}。

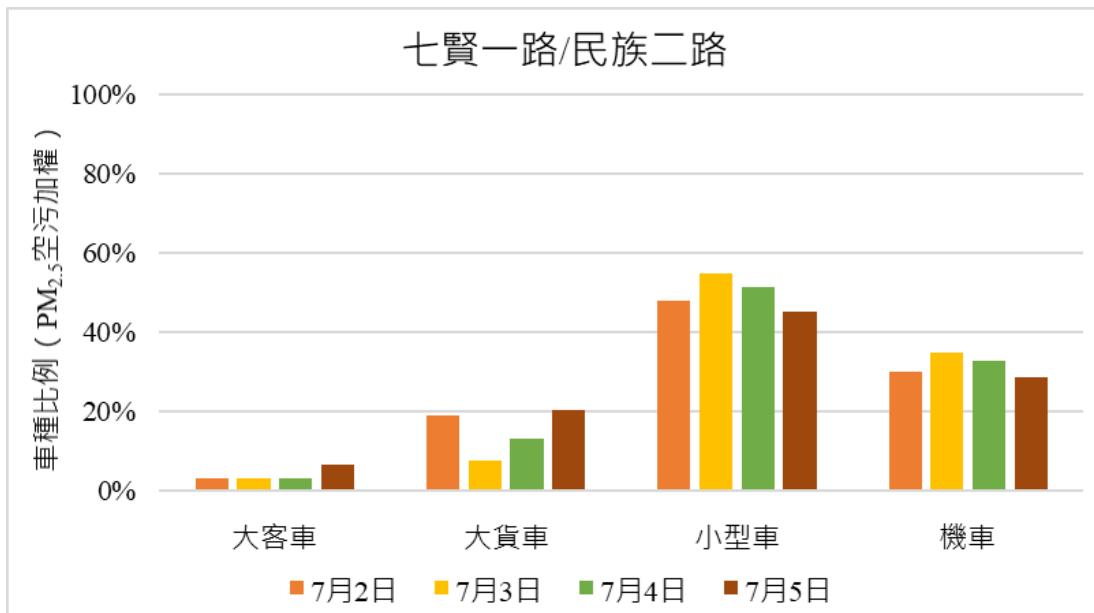


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-3 博愛二路/明誠二路路口車種比例 (PM_{2.5} 加權)

(4) 高雄市-七賢一路/民族二路路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 PM_{2.5} 空污加權比例，如圖 3.1.2-4 所示。其晨峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 11.57 PM_{2.5} 空污加權、大貨車 46.81 PM_{2.5} 空污加權、小型車 166.05 PM_{2.5} 空污加權以及機車 153.45 PM_{2.5} 空污加權，另昏峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 13.10 PM_{2.5} 空污加權、大貨車 33.44 PM_{2.5} 空污加權、小型車 188.62 PM_{2.5} 空污加權以及機車 158.45 PM_{2.5} 。

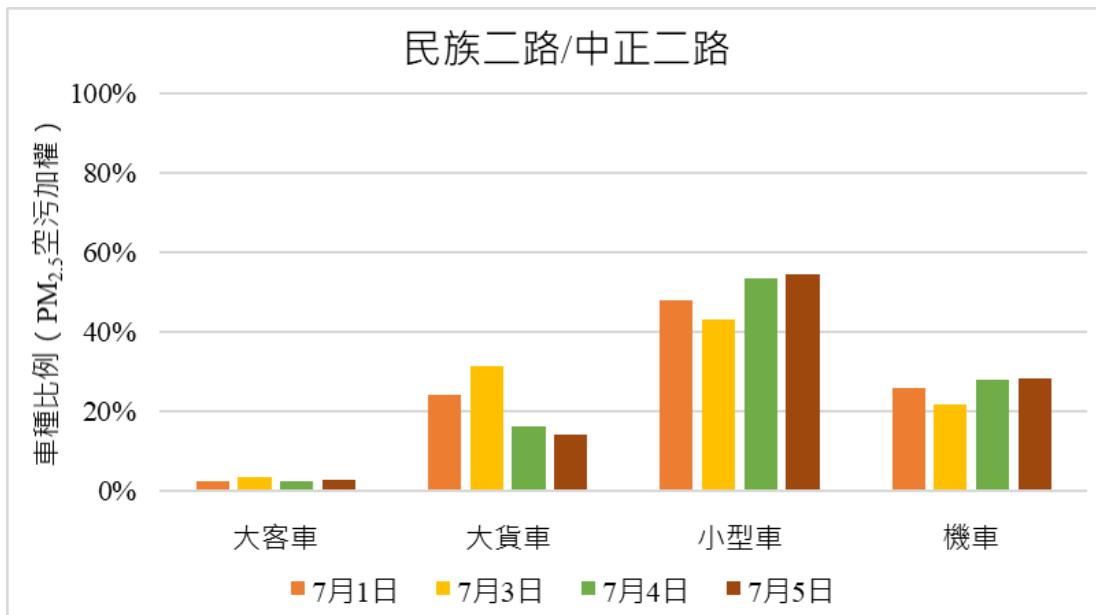


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-4 七賢一路/民族二路路口車種比例 (PM_{2.5} 加權)

(5) 高雄市-民族二路/中正二路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 PM_{2.5} 空污加權比例，如圖 3.1.2-5 所示。其晨峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 13.51 空污加權、大貨車 64.65 空污加權、小型車 206.00 PM_{2.5} 空污加權以及機車 146.88 PM_{2.5} 空污加權，另昏峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 11.80 PM_{2.5} 空污加權、大貨車 55.05 PM_{2.5} 空污加權、小型車 229.35 PM_{2.5} 空污加權以及機車 160.78 PM_{2.5}。

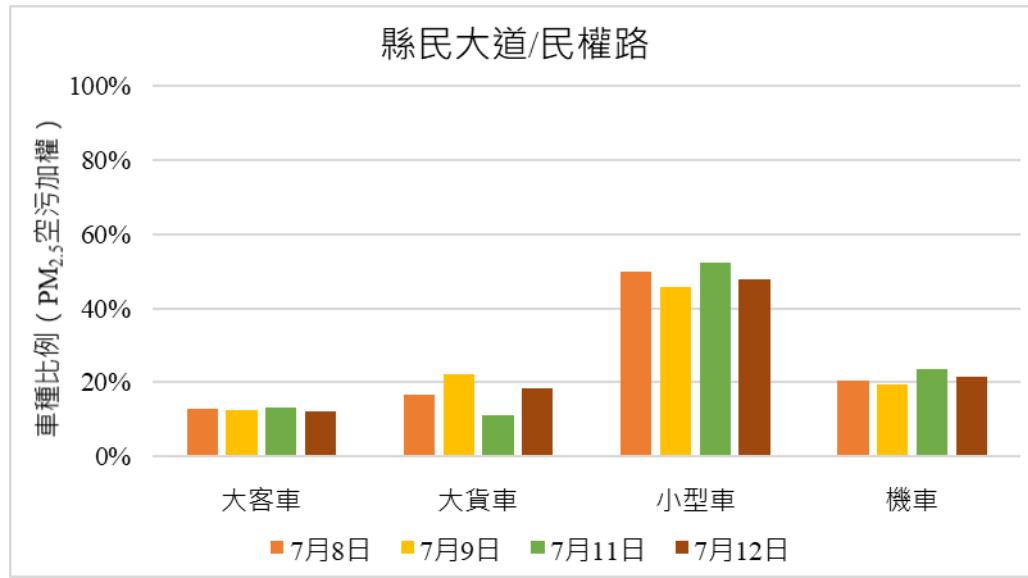


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-5 民族二路/中正二路路口車種比例 (PM_{2.5} 加權)

(6) 新北市-縣民大道/民權路路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 PM_{2.5} 空污加權比例，如圖 3.1.2-6 所示。其晨峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 54.16 空污加權、大貨車 55.73 空污加權、小型車 203.58 PM_{2.5} 空污加權以及機車 127.07 PM_{2.5} 空污加權，另昏峰時間之總平均 PM_{2.5} 空污加權依據車種比例各是大客車 51.75PM_{2.5} 空污加權、大貨車 43.56 PM_{2.5} 空污加權、小型車 221.37 PM_{2.5} 空污加權以及機車 111.60 PM_{2.5}。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-6 縣民大道/民權路路口車種比例 (PM_{2.5} 加權)

4. 調查結果與分析-CO 空污加權

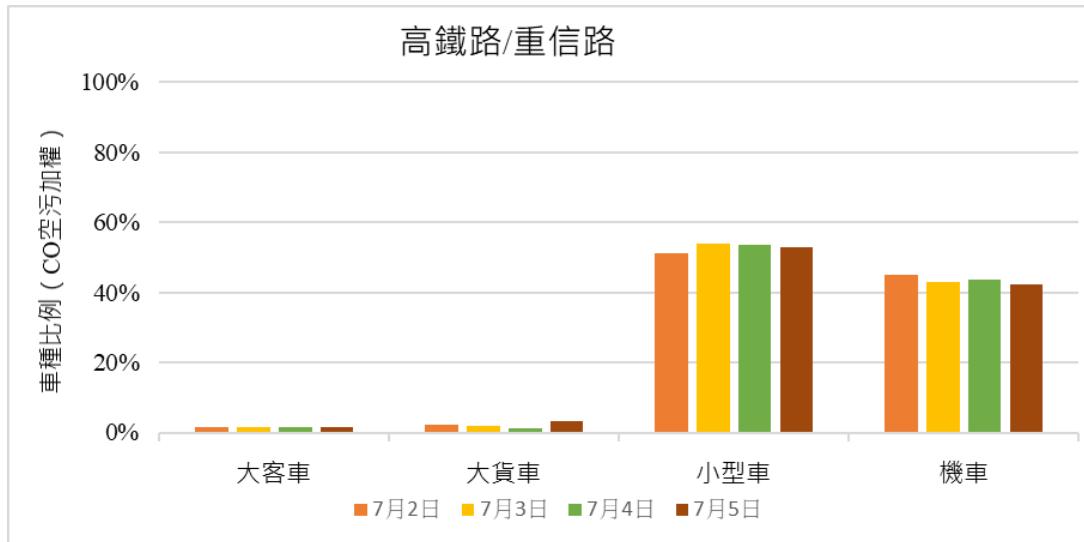
由調查結果，本計畫將統計之輛次乘以 CO 空污加權係數，藉以得出該路口各車種比例之 CO 空污環境負荷，而後比較 6 個路口，以總平均之車流量來說，高鐵路/重信路路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 7.05 CO 空污加權、大貨車 10.55 CO 空污加權、小型車 253.29 CO 空污加權以及機車為 207.93 CO 空污加權；明誠一路/民族一路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 6.53CO 空污加權、大貨車 44.79 CO 空污加權、小型車 845.03 CO 空污加權以及機車 1517.45CO 空污加權；博愛二路/明誠二路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 4.22 CO 空污加權、大貨車 34.27 CO 空污加權、小型車 768.20 CO 空污加權以及機車 1221.91 CO 空污加權。

七賢一路/民族二路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 7.66 CO 空污加權、大貨車 25.71 CO 空污加權、小型車 693.22 CO 空污加權以及機車 1013.14 CO 空污加權；民族二路/中正二路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 6.92 CO 空污加權、大貨車 45.69 CO 空污加權、小型車 868.97 CO 空污加權以及機車 1044.22 CO 空污加權；縣民大道/民權路口以 12 小時平均之 CO 空污加權車流量為大客車 29.54 CO 空污加權、大貨車 34.66 CO 空污加權、小型車 819.28 CO 空污加權以及機車 819.89 CO 空污加權。

依據上述比較之結果，在監測平均 12 小時車流量之總平均 CO 空污加權下之統計顯示，以明誠一路/民族一路路口 CO 空污加權為最高，最後為高鐵路/重信路路口，其路口 CO 空污加權的多寡與其車流量相關，CO 空污環境負荷最高為明誠一路/民族一路路口。

(1) 高雄市-高鐵路路/重信路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-7 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 5.25 空污加權、大貨車 6.12 空污加權、小型車 236.37 CO 空污加權以及機車 416.56 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 7.16 CO 空污加權、大貨車 7.2 CO 空污加權、小型車 314.78 CO 空污加權以及機車 411.60 CO 空污加權



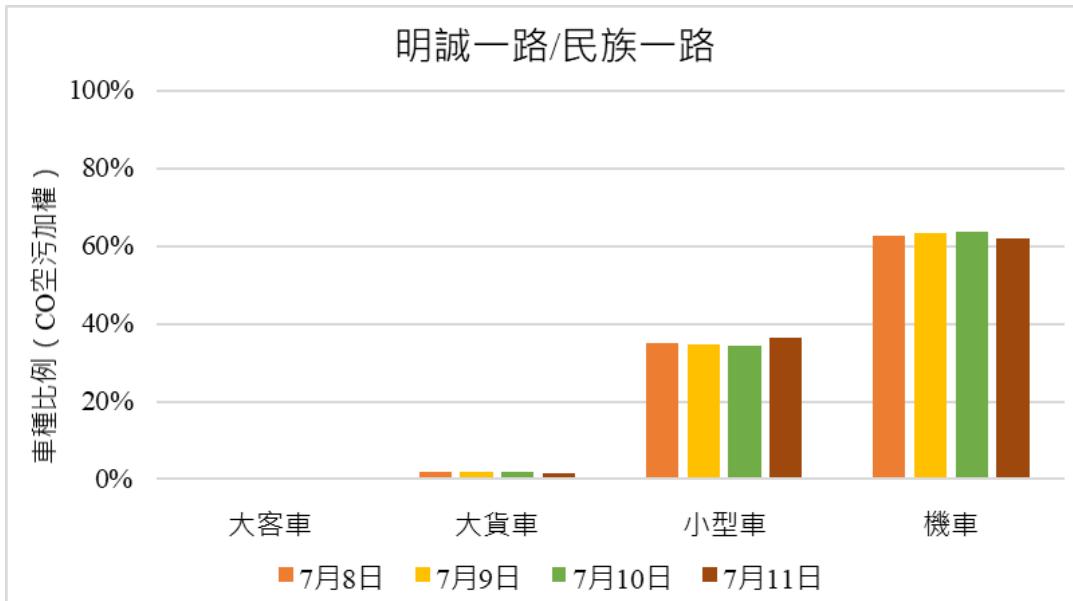
資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-7 高鐵路/重信路路口車種比例 (CO 加權)

(2) 高雄市-明誠一路/民族一路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-8 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 5.76 空污加權、大貨車 43.92 空污加權、小型車 851.23 CO 空污加權以及機車 2081.34 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 7.88 CO 空污加權、

大貨車 33.66 CO 空污加權、小型車 998.37 CO 空污加權以及機車 2431.48 CO 空污加權。

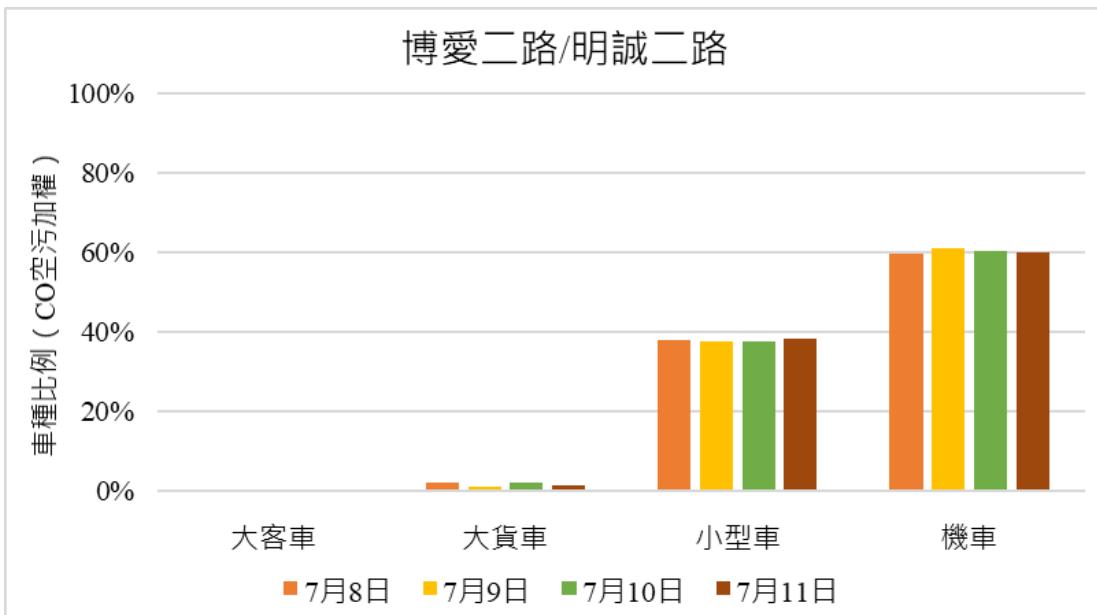


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-8 明誠一路/民族一路路口車種比例 (CO 加權)

(3) 高雄市-博愛二路/明誠二路路口

經調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-9 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 5.04 CO 空污加權、大貨車 33.48 CO 空污加權、小型車 766.35 CO 空污加權以及機車 1655.00 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 5.07 CO 空污加權、大貨車 19.71 CO 空污加權、小型車 887.23 CO 空污加權以及機車 1863.59 CO 。

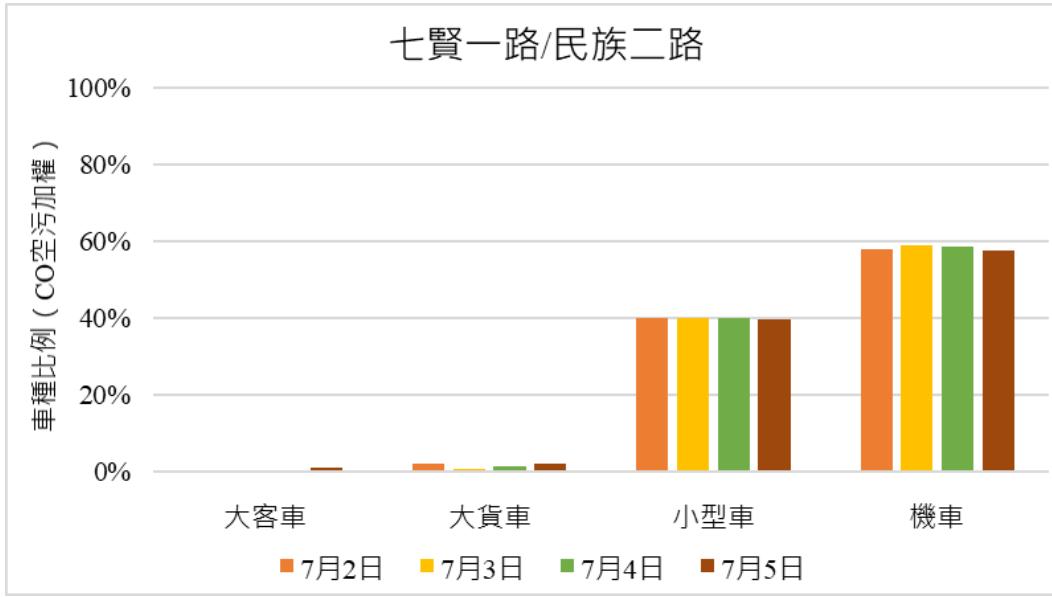


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-9 博愛二路/明誠二路路口車種比例 (CO 加權)

(4) 高雄市-七賢一路/民族二路路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-10 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 7.092 空污加權、大貨車 24.57 空污加權、小型車 730.65 CO 空污加權以及機車 1559.12 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 8.02 CO 空污加權、大貨車 17.55 CO 空污加權、小型車 829.94 CO 空污加權以及機車 1609.91 CO。

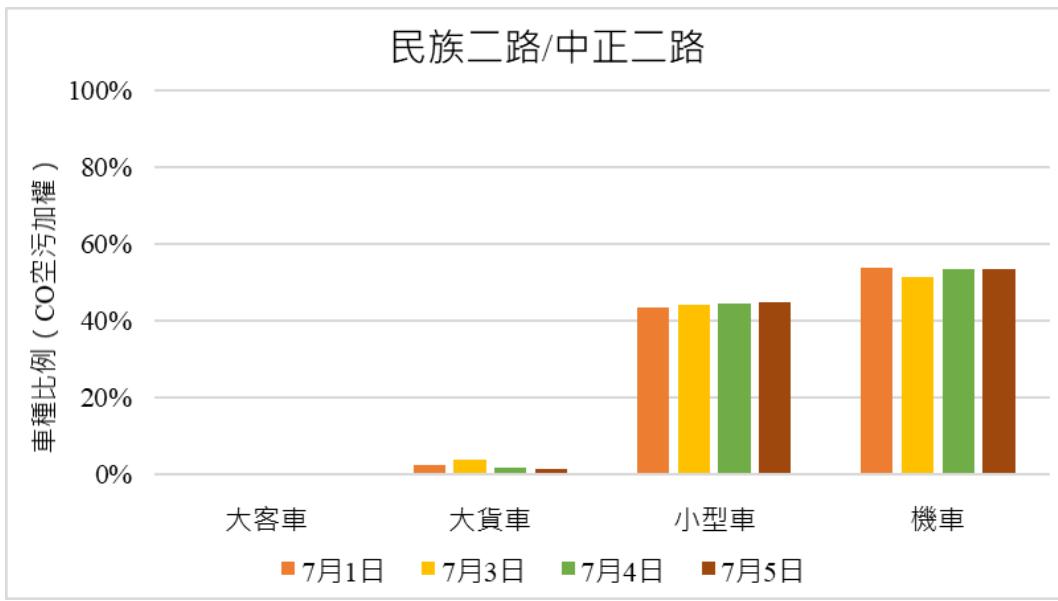


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-10 七賢一路/民族二路路口車種比例 (CO 加權)

(5) 高雄市-民族二路/中正二路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-11 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 8.28 空污加權、大貨車 33.93 空污加權、小型車 906.41 CO 空污加權以及機車 1492.31 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 7.23 CO 空污加權、大貨車 28.89 CO 空污加權、小型車 1009.14 CO 空污加權以及機車 1633.60 CO。

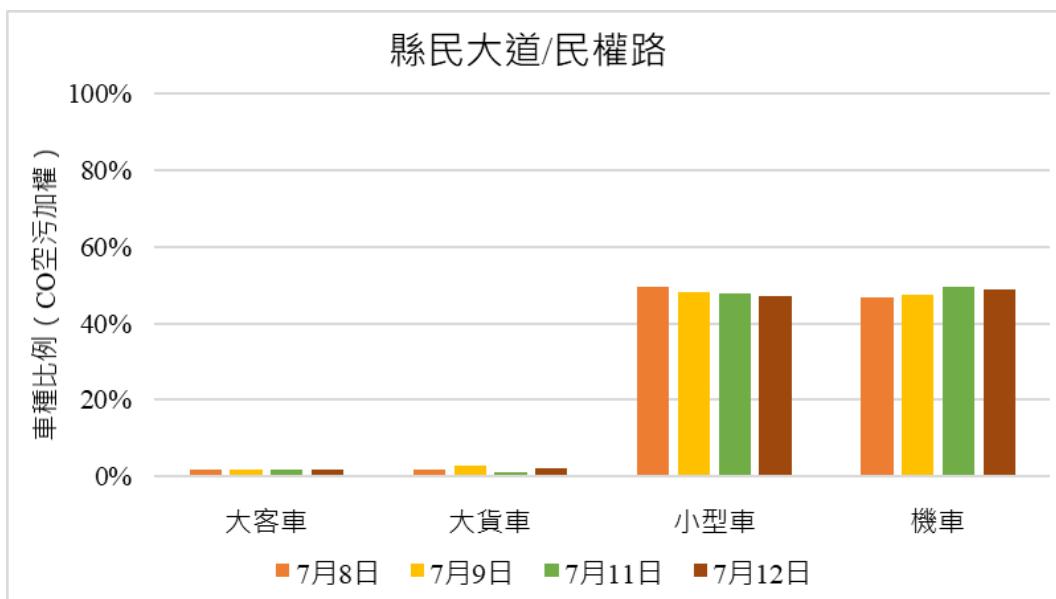


資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-11 民族二路/中正二路路口車種比例 (CO 加權)

(6) 新北市-縣民大道/民權路路口

調查統計後可以得知，12 小時平均之 4 種車種 CO 空污加權比例，如圖 3.1.2-12 所示。其晨峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 33.19 空污加權、大貨車 29.25 空污加權、小型車 895.76 CO 空污加權以及機車 1291.08 CO 空污加權，另昏峰時間之總平均 CO 空污加權依據車種比例各是大客車 31.72CO 空污加權、大貨車 22.86 CO 空污加權、小型車 930.06 CO 空污加權以及機車 1133.86 CO。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.1.2-12 縣民大道/民權路路口車種比例 (CO 加權)

3.1.3 號誌時制調查

本計畫以現況交通量調查資料及新北市政府交通局、高雄市政府交通提供之號誌時制，調查高鐵路與重信路口、明誠一路與民族一路口、博愛二路與明誠二路、七賢一路與民族二路、縣民大道與民權路及民族二路與中正二路等 6 個路口之號誌週期、綠燈分時、時相等分別紀錄，如圖 3.1.3-1 至圖 3.1.3-6 所示，惟上述調查係僅就晨昏峰時段且不考量上下游車流相互影響之結果。

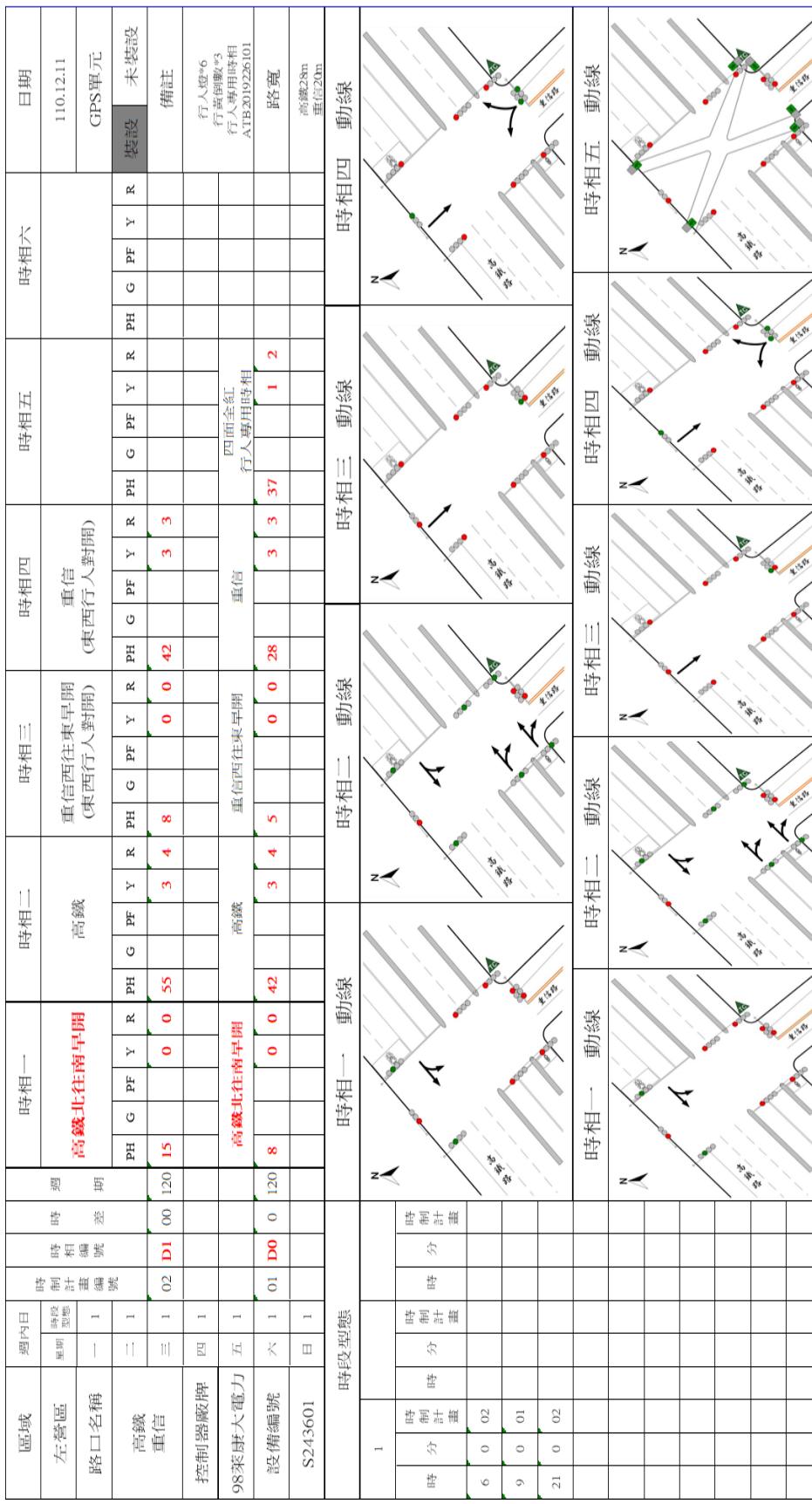


圖 3.1.3-1 高鐵路/重信路路口時制計畫圖

資料來源：高雄市政府交通局

圖 3.1.3-2 明誠一路/民族二路路口時制計畫圖

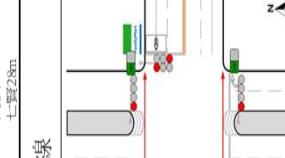
資料來源：高雄市政府交通局

圖 3.1.3-3 博愛二路/明誠二路路時制計畫圖

資料來源：高雄市政府交通局

區域		週內日		時相一		時相二		時相三		時相四		時相五		時相六		日期						
新興區		時段 星期		時相 週期		民族直行		(取消南北向紅燈 右轉)		七賢行人早開		七賢對開				112.12.25						
路口名稱		編號	路名	時 計 畫	時 編 號	PH	G	PF	Y	R	PH	G	PF	Y	R	PH	G	PF	Y	R	裝設 備註	
民族 七賢		一	1	21	170	180	97		4	3	23		4	3	5		55		3	4		
控制器廠牌		四	1	2	21	0	120	46		4	3	17		4	3	3		55		3	4	行人燈8 大型行車倒數1 行駛倒數3
良基		五	1	3	D0	0	150	70		4	3	20		4	3	5		55				路寬 民族50m 七賢28m
設備編號		六	2																			
S002801		日	2																			

時段型態		1		2		時制計畫															
時	分	時	分	時	分	時	分	時	分	時	分	時	分	時	分	時	分	時	分		
6	30	1	9	0	1																
9	0	3	21	0	3																
16	0	1																			
20	0	3																			



時相一 動線



時相二 動線



時相三 動線



時相四 動線



時相五 動線



時相六 動線

與七賢尚義（尚仁）同一控制器
1.113年特殊日1/1、2/08~2/14、
2/28、4/4~4/7、6/08~6/10、9/17、
10/10，調整假日時制
2.113年特殊日2/17，調整上班日時制

資料來源：高雄市政府交通局

圖 3.1.3-4 七賢一路/民族二路路時制計畫圖

路口時制計畫

時制	週期	時相	分數	相間	分相1		分相2		分相3		分相4		小計	4行 紅	4行 閔	4行 綠	4行 小計	4行 紅	4行 閔	4行 綠	4行 小計	4行 紅	4行 閔	4行 綠	4行 小計	
					1行 紅	1行 閔	2行 紅	2行 閔	3行 紅	3行 閔	3行 綠	3行 閔														
1	3C	180	0	4	84	7	3	90	24	0	0	3	30	34	7	3	3	40	14	0	0	3	3	20		
12	3C	210	0	4	104	7	3	110	19	0	0	3	25	44	7	3	3	50	19	0	0	3	3	25		
13	3C	210	0	4	99	7	3	105	24	0	0	3	30	44	7	3	3	50	19	0	0	3	3	25		
14	3C	180	0	4	72	7	3	78	28	0	0	3	3	34	42	7	3	3	48	14	0	0	3	3	20	
15	3C	210	0	4	84	7	3	90	44	0	0	3	3	50	39	7	3	3	45	19	0	0	3	3	25	
16	3C	180	0	4	74	7	3	80	29	0	0	3	3	35	39	7	3	3	45	14	0	0	3	3	20	
17	3C	180	0	4	84	7	3	90	19	0	0	3	3	25	39	7	3	3	45	14	0	0	3	3	20	
18	3C	120	0	4	43	30	5	4	3	50	8	5	3	15	33	15	5	4	3	40	8	5	2	4	3	15
2	3C	180	0	4	84	7	3	90	24	0	0	3	3	30	34	7	3	3	40	14	0	0	3	3	20	
20	3C	150	0	4	59	7	3	65	19	0	0	3	3	25	34	7	3	3	40	14	0	0	3	3	20	
3	3C	180	0	4	79	7	3	85	29	0	0	3	3	35	34	7	3	3	40	14	0	0	3	3	20	
4	3C	180	0	4	79	7	3	85	29	0	0	3	3	35	34	7	3	3	40	14	0	0	3	3	20	
5	3C	210	0	4	84	7	3	90	49	0	0	3	3	55	39	7	3	3	45	14	0	0	3	3	20	
6	3C	180	0	4	78	7	3	84	28	0	0	3	3	34	37	7	3	3	43	13	0	0	3	3	19	
8	3C	120	0	4	43	30	5	4	3	50	8	5	3	15	33	15	5	4	3	40	8	5	2	4	3	15

資料來源：新北市政府交通局

圖 3.1.3-5 縣民大道/民權路路口時制計畫圖

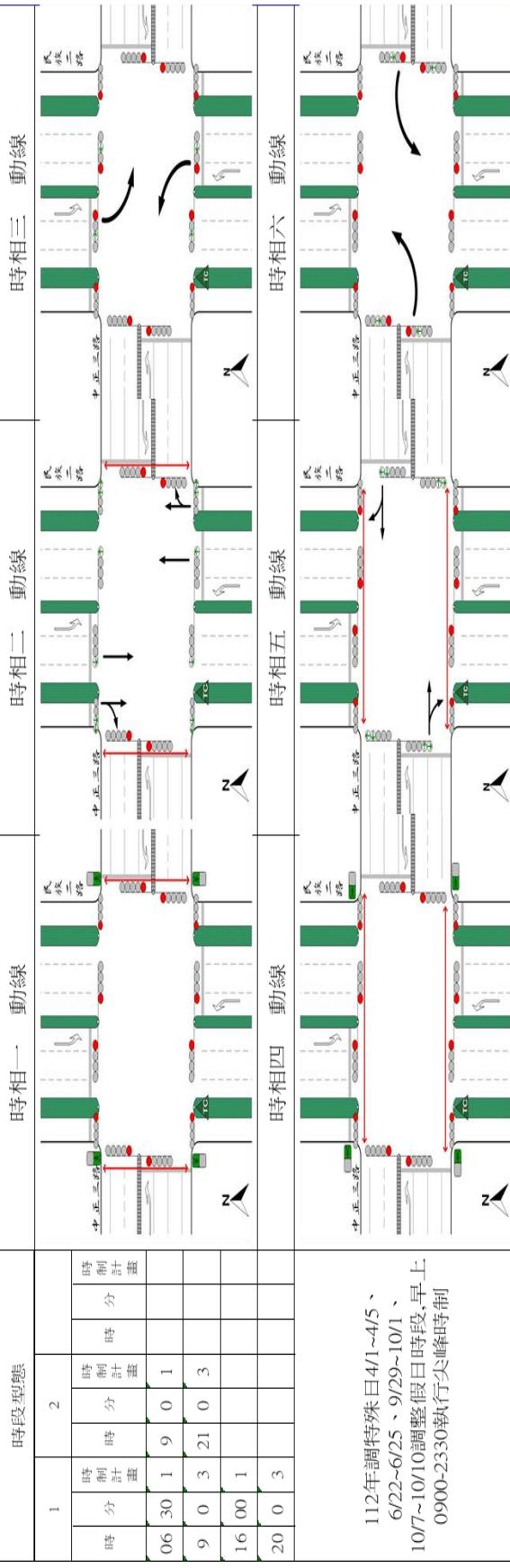


圖 3.1.3-6 民族二路/中正二路路口時制計畫圖

資料來源：高雄市政府交通局

3.1.4 道路幾何配置調查

1. 行人專用時相

位於高雄市左營區高鐵路與重信路口。該路口鄰近高鐵左營站和國道客運停靠站，為三岔路口，於高鐵路上有中央分隔島，且其具有對角行穿線，高鐵路雙向各 3 車道，單向路寬約 15 公尺，重信路則為雙向各 1 車道，單向路寬為 5 公尺，現況則如圖 3.1.4-1 所示。

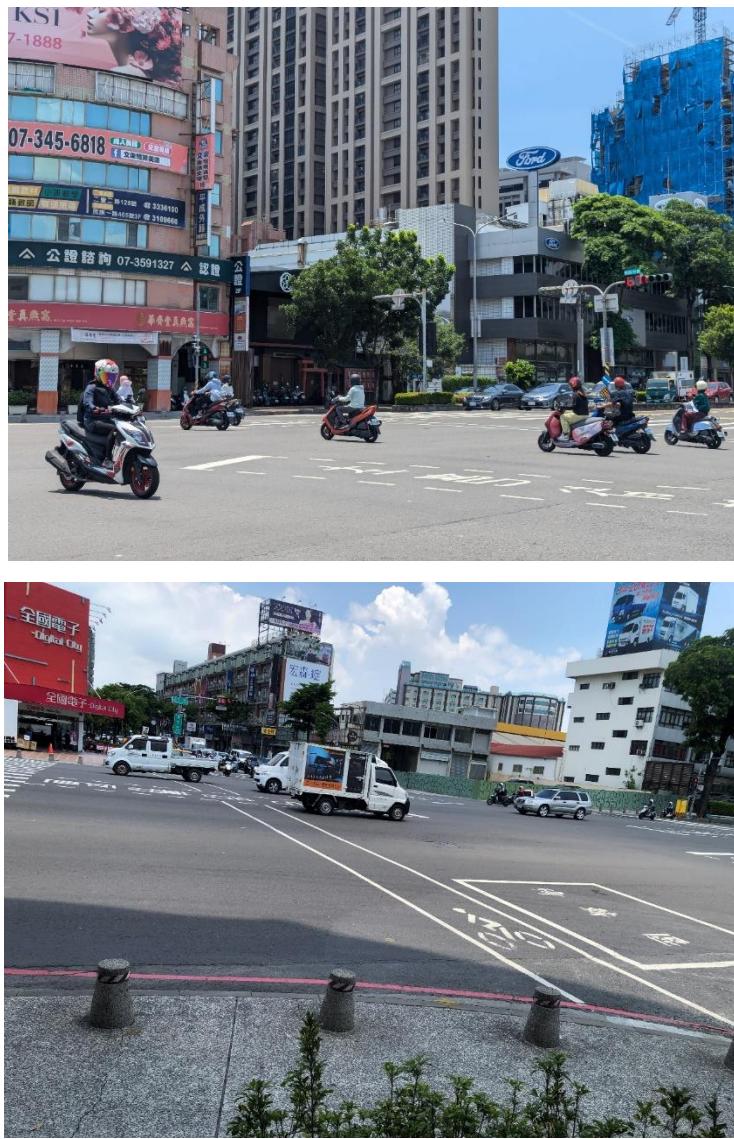


資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-1 高鐵路/重信路路口現況圖

2. 行人穿越道線退縮

位於高雄市左營區明誠一路與民族一路口。民族路是高雄市內的一條主要縱貫道路，為市區車流集中交會的路段。有關行人穿越道線退縮路口選址為位於高雄市三民區明誠一路與民族一路口，為四岔路口，民族一路有中央分隔島與快慢分隔島，其中民族一路北往南行車方向有行人穿越道線退縮設計，機車待轉格末端距離行人穿越道線前端 8 公尺，中間設置有自行車道，自行車道末端距離行人穿越道線前端 6 公尺，明誠一路雙向共 4 車道，寬約 20 公尺，民族一路雙向共 6 車道(2 快車道及 1 慢車道)，寬約 30 公尺，現況則如圖 3.1.4-2 所示。

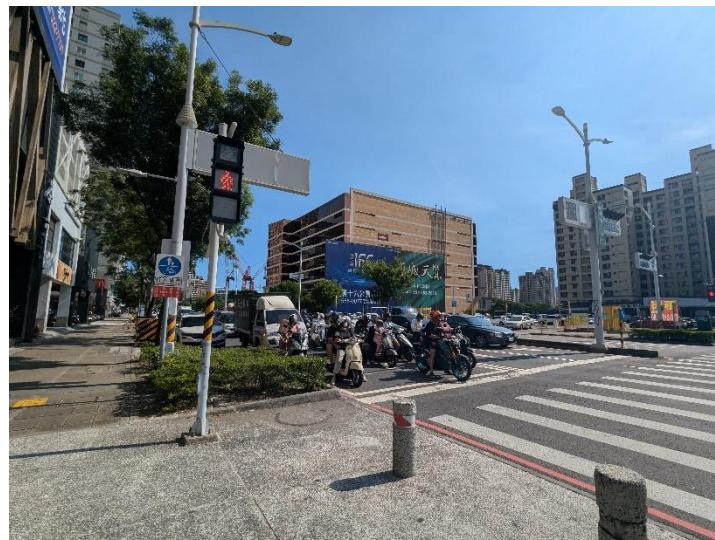
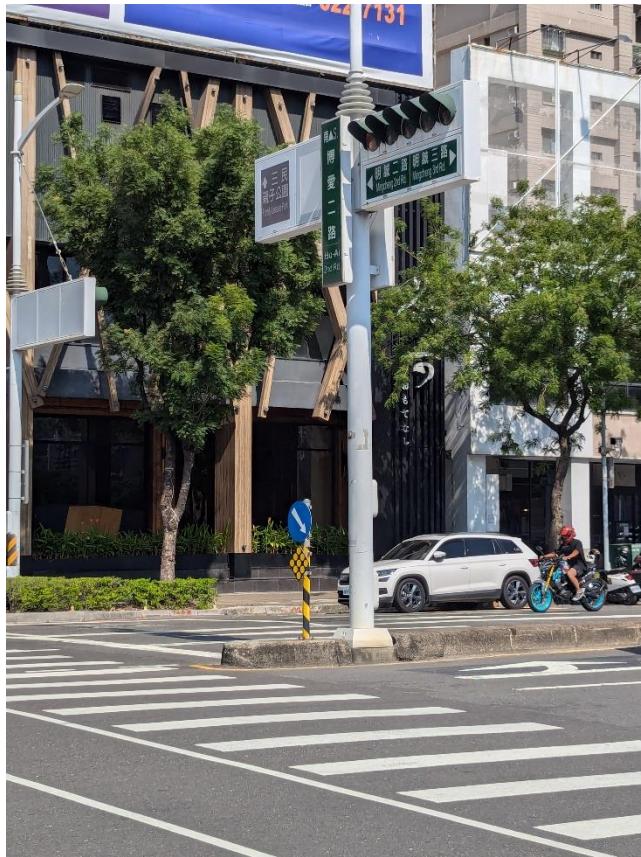


資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-2 明誠一路/民族一路路口現況圖

3. 博愛二路/明誠二路

博愛二路與明誠二路口經由現勘發現該路口車道寬符合至少 1 車道大於 3 公尺的條件，明誠二路雙向共 6 車道，寬約 25 公尺，博愛二路雙向共 6 車道，寬約 20 公尺，現況則如圖 3.1.4-3 所示。

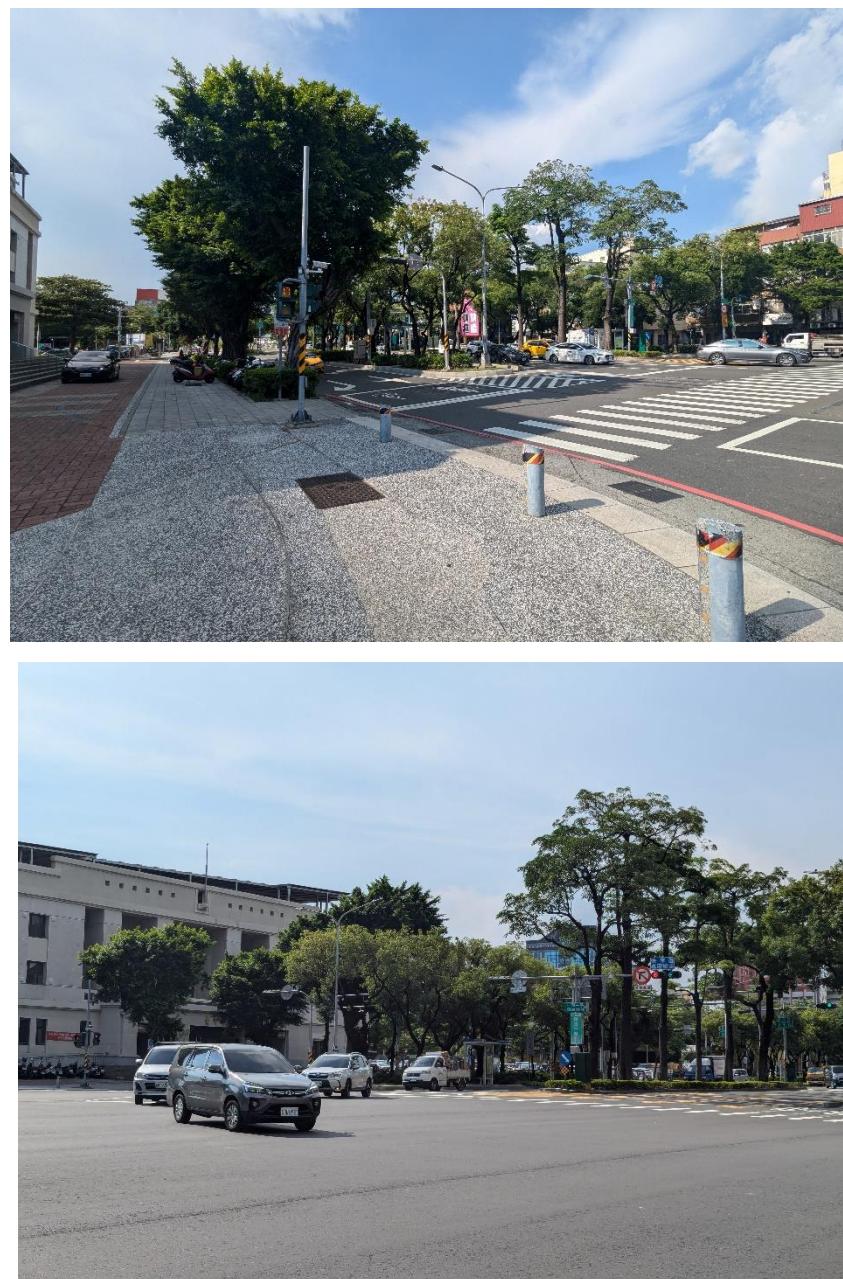


資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-3 博愛二路/明誠二路路口現況圖

4. 七賢一路/民族二路

高雄市境內之民族路為其縱貫道路，是車流集中交會處。人行道拓寬路口選址為位於高雄市新興區七賢一路與民族二路口，為四岔路口，民族二路有中央分隔島與快慢分隔島，其中民族二路北往南行車方向已有人行道設置，人行道寬度約 5 公尺，七賢一路為雙向 2 車道，寬約 20 公尺，民族二路為雙向 4 車道（包含 3 個快車道及 1 個慢車道），寬約 45 公尺，現況則如圖 3.1.4-4 所示。



資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-4 七賢一路/民族二路路口現況圖

5. 大客車比例相對高

本計畫另考量大型車與小型車排放之主要污染物種不一，且公路客運和市區公車為一項主要通勤工具，在市區車流往來繁多，故將大客車比例相對高路口納入探討範疇。

(1) 縣民大道/民權路

新北市境內的縣民大道為新北市境內重要的連貫道路，除了作為通往臺北市或土城的主要聯絡道路外，周圍亦鄰近板橋車站，從前述選址章節中也可知道此處大客車流量較高，縣民大道為雙向 8 車道，寬約 30 公尺，民權路同樣為雙向 6 車道，寬約 30 公尺，路口現況則如圖 3.1.4-5 所示。

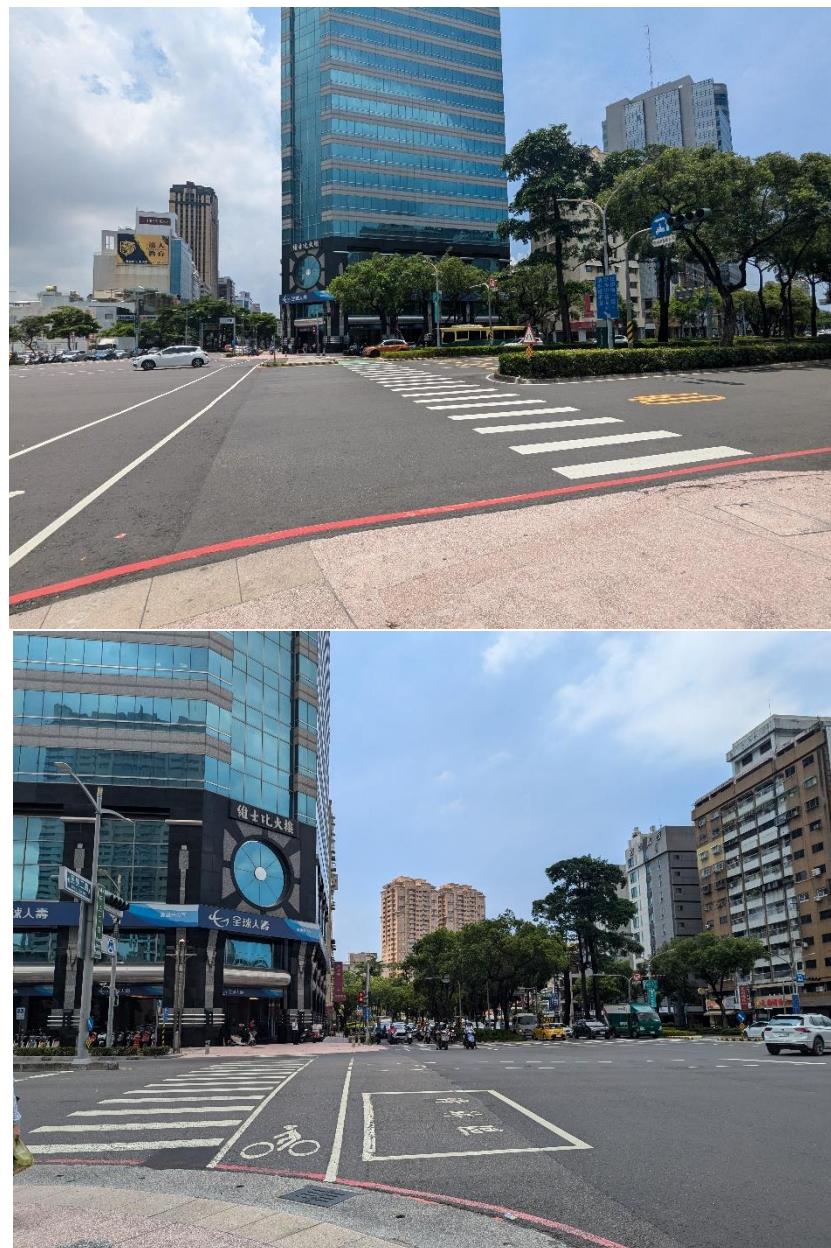
(2) 民族二路/中正二路

該路口為四岔路口，其中民族二路有中央分隔島與快慢分隔島，中正二路則有中央分隔島，路口位處公路客運行駛路線上，且民族路為其縱貫道路，為車流集中交會處，預期該路口大小型車輛的車流量皆不容小覷，民族二路為雙向 4 車道，寬度約為 50 公尺，中正二路為雙向 2 車道，寬約 25 公尺，路口現況則如圖 3.1.4-6 所示。



資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-5 縣民大道/民權路路口現況圖



資料來源：本計畫拍攝

圖 3.1.4-6 民族二路/中正二路路口現況圖

6. 道路幾何特性整理

由前述行人專用時相、行人穿越道線退縮、人行道拓寬、時制計畫影響及大客車比例相對高的現場拍攝圖，以下綜整上述路口之道路幾何設計，包含道路、路寬、分隔設施及車道數，詳細如表 3.1.4-1 所示。

表 3.1.4-1 選定道路路口幾何設計

路口	道路	路寬(M)	分隔設施	車道數(雙向)
高鐵路與重信路口	高鐵路	15	中央實體	3
	重信路	5	中央標線	2
明誠一路與民族一路口	明誠一路	20	中央標線	4
	民族一路	30	中央實體	6
博愛二路與明誠二路	博愛二路	25	中央實體	6
	明誠二路	20	中央實體	6
七賢一路與民族二路	七賢一路	20	中央標線	4
	民族二路	50	中央實體	8
縣民大道與民權路	縣民大道	30	中央實體	8
	民權路	30	中央實體	6
民族二路與中正二路	民族二路	50	中央實體	8
	中正二路	25	中央實體	4

資料來源：本計畫彙整

3.1.5 延滯時間分析

本節調查採以前述 6 個路口轉向交通量及號誌時制週期，並搭配公路容量分析軟體 THCS2021 作為分析依據，計算臨近路口車輛停等之平均停等延滯，並依據交通部運輸研究所 111 年修訂「臺灣公路容量手冊」^[1]之建議，號誌化路口服務水準之評估以路口車輛平均停等延滯為評估項目。評估表如表 3.1.5-1 所示。

表 3.1.5-1 號誌化路口服務水準評估表

路口服務水準	平均停等延滯時間，d (秒/車)
A	$d \leq 15$
B	$15 \leq d \leq 30$
C	$30 \leq d \leq 45$
D	$45 \leq d \leq 60$
E	$60 \leq d \leq 80$
F	$d > 80$

資料來源：「臺灣公路容量手冊」，民國 111 年，交通部運輸研究所。

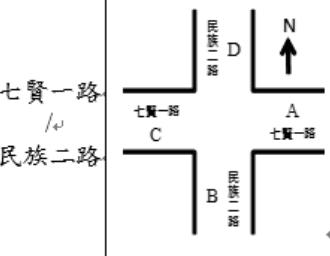
將各號誌化路口車輛延滯調查結果區分為晨峰時段（07:00 ~ 09:00）、昏峰時段（17:00 ~ 19:00），分別整理、統計時段內擇一小時最大車流量，可得路口車輛延滯統計如表 3.1.5-2 至 3.1.5-7 所示。由調查結果顯示，高鐵路與重信路路口能維持在 B 至 C 級的道路服務水準，而其它路口的道路服務水準則為 D 至 E 級。

表 3.1.5-2 高鐵路/重信路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示 ⁺	日期 ⁺	方向	晨峰小時 ⁺			昏峰小時 ⁺		
				平均延滯 ⁺ (秒) ⁺	服務水準 ⁺	平均延滯 ⁺ (秒) ⁺	服務水準 ⁺		
高鐵路 ⁺ / + 重信路 ⁺		113/07/02	A ⁺	12.4 ⁺	B ⁺	30.7 ⁺	C ⁺	30.7 ⁺	C ⁺
			B ⁺	36.3 ⁺		57.2 ⁺		57.2 ⁺	
			C ⁺	25.3 ⁺		33.9 ⁺		33.9 ⁺	
			D ⁺	- ⁺		- ⁺		- ⁺	
		113/07/03	A ⁺	13.9 ⁺	B ⁺	30.8 ⁺	C ⁺	30.8 ⁺	C ⁺
			B ⁺	39.0 ⁺		60.1 ⁺		60.1 ⁺	
			C ⁺	25.8 ⁺		34.2 ⁺		34.2 ⁺	
			D ⁺	- ⁺		- ⁺		- ⁺	
		113/07/04	A ⁺	13.2 ⁺	B ⁺	31.8 ⁺	C ⁺	31.8 ⁺	C ⁺
			B ⁺	36.7 ⁺		64.0 ⁺		64.0 ⁺	
			C ⁺	25.4 ⁺		34.0 ⁺		34.0 ⁺	
			D ⁺	- ⁺		- ⁺		- ⁺	
		113/07/05	A ⁺	13.2 ⁺	B ⁺	33.4 ⁺	C ⁺	33.4 ⁺	C ⁺
			B ⁺	37.8 ⁺		78.2 ⁺		78.2 ⁺	
			C ⁺	25.5 ⁺		34.4 ⁺		34.4 ⁺	
			D ⁺	- ⁺		- ⁺		- ⁺	

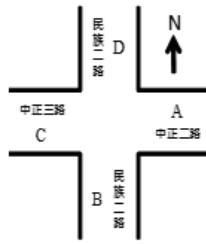
資料來源：本計畫彙整

表 3.1.5-3 七賢一路/民族二路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示	日期	方向	晨峰小時			昏峰小時		
				平均延滯 (秒)	服務水準	平均延滯 (秒)	服務水準		
七賢一路 民族二路		113/07/02	A	54.6	D	56.4	D	D	D
			B	35.0	C	41.6	C		
			C	59.0	D	73.1	E		D
			D	73.8	E	43.3	C		
		113/07/03	A	54.2	D	56.0	D	D	D
			B	36.0	C	46.0	D		
			C	58.2	D	70.9	E		
			D	71.0	E	45.2	D		
		113/07/04	A	54.2	D	55.5	D	D	D
			B	35.8	C	43.9	C		
			C	58.0	D	72.5	E		
			D	67.7	E	44.8	C		
		113/07/05	A	53.7	D	56.3	D	D	D
			B	35.9	C	45.8	D		
			C	58.4	D	75.5	E		
			D	70.3	E	51.3	D		

資料來源：本計畫彙整

表 3.1.5-4 中正二路/民族二路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示	日期	方向	晨峰小時		昏峰小時	
				平均延滯 (秒)	服務水準	平均延滯 (秒)	服務水準
中正二路 民族二路		113/07/01	A	61.6	E	61.5	E
			B	66.1	E	84.7	F
			C	46.7	D	57.5	D
			D	78.2	E	76.5	E
		113/07/03	A	68.2	E	59.9	D
			B	66.3	D	88.3	F
			C	47.0	E	57.9	D
			D	72.4	E	72.3	E
		113/07/04	A	74.3	E	61.7	E
			B	65.4	E	87.8	F
			C	45.3	D	57.4	D
			D	75.1	E	74.4	E
		113/07/05	A	75.5	E	63.5	E
			B	64.9	E	79.3	E
			C	45.2	D	62.9	E
			D	75.7	E	75.6	E

資料來源：本計畫彙整

表 3.1.5-5 明誠一路/民族一路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示	日期	方向	晨峰小時		昏峰小時	
				平均延滯 (秒)	服務水準	平均延滯 (秒)	服務水準
明誠一路 民族一路		113/07/08	A	71.4	E	64.1	E
			B	54.2	D	65.7	E
			C	58.1	D	65.5	E
			D	63.7	E	58.7	D
		113/07/09	A	76.4	E	67.0	E
			B	54.8	D	65.0	E
			C	56.8	D	63.2	E
			D	60.8	E	66.9	E
		113/07/10	A	68.2	E	66.0	E
			B	52.4	D	77.7	E
			C	58.2	D	68.8	E
			D	59.2	D	62.7	E
		113/07/11	A	70.1	E	63.3	E
			B	53.7	D	70.4	E
			C	58.6	D	64.5	E
			D	56.3	D	59.7	D

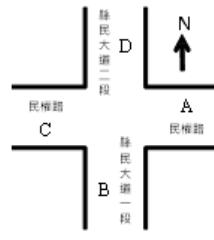
資料來源：本計畫彙整

表 3.1.5-6 博愛二路-明誠二路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示 ⁺	日期 ⁺	方向	晨峰小時 ⁺			昏峰小時 ⁺		
				平均延滯 ⁺ (秒) ⁺	服務水準 ⁺	平均延滯 ⁺ (秒) ⁺	服務水準 ⁺		
博愛二路 明誠二路		113/07/08+	A ^o	76.2 ⁺	E ^o	73.1 ⁺	E ^o		
			B ^o	49.0 ⁺	D ^o	59.0 ⁺	D ^o		
			C ^o	72.0 ⁺	E ^o	79.2 ⁺	E ^o		
			D ^o	67.5 ⁺	E ^o	52.7 ⁺	D ^o		
		113/07/09+	A ^o	73.9 ⁺	E ^o	75.4 ⁺	E ^o		
			B ^o	47.2 ⁺	D ^o	59.3 ⁺	D ^o		
			C ^o	73.4 ⁺	E ^o	76.5 ⁺	E ^o		
			D ^o	60.3 ⁺	E ^o	51.2 ⁺	D ^o		
		113/07/10+	A ^o	75.1 ⁺	E ^o	77.3 ⁺	E ^o		
			B ^o	47.4 ⁺	D ^o	61.5 ⁺	E ^o		
			C ^o	77.3 ⁺	E ^o	86.7 ⁺	F ^o		
			D ^o	57.7 ⁺	D ^o	58.2 ⁺	D ^o		
		113/07/11+	A ^o	71.1 ⁺	E ^o	76.4 ⁺	E ^o		
			B ^o	44.9 ⁺	C ^o	56.6 ⁺	D ^o		
			C ^o	72.0 ⁺	E ^o	79.4 ⁺	E ^o		
			D ^o	51.5 ⁺	D ^o	51.7 ⁺	D ^o		

資料來源：本計畫彙整

表 3.1.5-7 縣民大道/民權路路口服務水準分析表

路口名稱	路口圖示	日期	方向	晨峰小時		昏峰小時	
				平均延滯 (秒)	服務水準	平均延滯 (秒)	服務水準
縣民大道 二段 / 民權路		113/07/08	A	75.3	E	78.1	E
			B	62.2	E	60.4	E
			C	86.3	F	85.3	F
			D	56.7	D	73.4	E
		113/07/09	A	74.4	E	79.2	E
			B	66.4	E	60.3	E
			C	83.9	F	97.9	F
			D	50.6	D	69.0	E
		113/07/11	A	74.5	E	78.7	E
			B	61.6	E	60.4	E
			C	87.3	F	99.5	F
			D	51.9	D	68.5	E
		113/07/12	A	72.9	E	77.0	E
			B	64.6	E	62.8	D
			C	88.6	F	88.3	F
			D	57.7	D	71.5	E

資料來源：本計畫彙整

3.2 6 處路口背景環境資料之調查、分析與彙整

研究蒐集交通部中央氣象署氣象測站與環境部空品測站數據進行之比較分析，本計畫調查路口分別位於高雄市左營區、新興區、三民區及新北市板橋區，本計畫之氣象站資料係參考自 CODIS「氣候觀測資料查詢服務」，並分別彙整包括左營站、三民站、新興站及板橋站之氣象站資料，左營區氣象站位於左營大路 1 號（高雄市立海青高級工商職業學校資訊大樓樓頂），三民站位於十全一路 88 號（十全消防分隊），新興站位於大同一路 231 號（大同國小內 5 樓頂），板橋站位於文化路一段 25 號，資料包含氣壓、氣溫、風向、風速及相對溼度。

3.2.1 空氣品質背景資料調查

為充分了解調查路口背景環境之空氣品質狀況，本計畫蒐集鄰近調查路口半徑 3 公里內之空氣品質測站監測資料並加以分析。

調查路口半徑 3 公里內之空氣品質測站計有 3 處，分別是環境部左營空品站（距明誠一路及民族一路及重慶北路路口約 2.88 公里處、距明誠二路及博愛二路路口約 1.83 公里處、高鐵路及重信路路口約 2.02 公里處），高雄市環保局愛國國小空品站(距七賢一路及民族二路路口約 1.11 公里處，距民族二路及中正二路路口約 1.51 公里處)。環境部板橋空品站（距縣民大道及重信路路口約 0.73 公里處），如圖 3.2.1-1、圖 3.2.1-2、圖 3.2.1-3 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.2.1-1 環境現況參考測站位置示意圖 (左營測站)



資料來源：本計畫繪製

圖 3.2.1-2 環境現況參考測站位置示意圖（愛國國小測站）



資料來源：本計畫繪製

圖 3.2.1-3 環境現況參考測站位置示意圖（板橋測站）

1. 細懸浮微粒 (PM_{2.5})

環境部板橋空品監測站 7 月 8 日至 7 月 12 日之小時平均值介於 $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $13.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；環境部左營空品監測站 7 月 2 日至 7 月 5 日之小時平均值介於 $4.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $18.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；高雄市環保局愛國國小測站空品監測站 7 月 1 日至 7 月 5 日之小時平均值介於 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $20.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；7 月 8 日至 7 月 11 日之小時平均值介於 $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $10.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2. 一氧化碳 (CO)

環境部板橋空品監測站 7 月 8 日至 7 月 12 日之小時平均值介於 0.16ppm 至 0.90ppm ；環境部左營空品監測站 7 月 2 日至 7 月 5 日之小時平均值介於 0.09ppm 至 0.56ppm ；高雄市環保局愛國國小測站空品監測站 7 月 1 日至 7 月 5 日之小時平均值介於 0.03ppm 至 0.28ppm ；7 月 8 日至 7 月 11 日之小時平均值介於 0.08ppm 至 0.52ppm 。

3.2.2 氣象背景資料調查

從表 3.2.2-2 中可以得到左營站 7 月之平均氣溫為 30.3 度、平均風速為 1.7m/s、相對濕度約落在 64~78 RH、平均氣壓約在 1004.6 hPa，風向部分則無特定風向，不過大致是以南風為主；從表 3.2.2-3 中可以得到三民站 7 月之平均氣溫為 30.9 度、平均風速為 2.3m/s、相對濕度約落在 48~64 RH、平均氣壓約在 1005.4 hPa，盛行風向則以南風為主；從表 3.2.2-4 中可以得到新興站 7 月之平均氣溫為 30.9 度、平均風速為 1.6m/s、相對濕度約落在 47~59 RH、平均氣壓約在 1006.7 hPa，風向部分則無特定風向，不過大致是以南風為主；從表 3.2.2-5 中可以得到板橋站 7 月之平均氣溫為 29.6 度、平均風速為 1.2m/s、相對濕度約落在 69~84 RH、平均氣壓約在 1005.5hPa，盛行風向以西風為較多，以上數據整理為表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 監測地點鄰近氣象站之 7 月相關監測數據

項目	平均氣溫 (度)	平均風速 (m/s)	相對濕度 (RH)	平均氣壓 (hPa)
左營站	30.3	1.7	64~78	1004.6
三民站	30.9	2.3	48~64	1005.4
新興站	30.9	1.6	47~59	1006.7
板橋站	29.6	1.2	69~84	1005.5

資料來源：本計畫彙整

表 3.2.2-2 氣象站 7 月資料-左營站

觀測時間 (day)	測站氣壓 (hPa)	測站最高氣 壓(hPa)	測站最 高氣壓時 間(LST)	測站最 低氣壓 時 間(LST)	測站最 低氣 壓(hPa)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 高氣壓時 間(LST)	氣溫 溫(°C)	最高氣 溫(°C)	最高氣 溫時 間(LST)	最低氣 溫(°C)	最低氣 溫時 間(LST)
ObsTime	StnPres	StnPresMax	StnPresMaxTime	StnPresMin	StnPresMinTime	StnPresMinTime	StnPresMinTime	Tempera ture	T Max	T Max Time	T Min	T Min Time
1	1003.4	1004.8	2024/7/1 07:32	1001.5	2024/7/1 16:18	30.4	33	2024/7/1 12:39	28.3	2024/7/1 05:08	2024/7/1 05:08	2024/7/1 05:08
2	1004.4	1007.3	2024/7/2 21:34	1002.7	2024/7/2 01:48	31	33.2	2024/7/2 10:10	29.5	2024/7/2 02:59	2024/7/2 02:59	2024/7/2 02:59
3	1007.6	1009.9	2024/7/3 23:09	1005.8	2024/7/3 01:14	31.5	34.9	2024/7/3 11:17	28.4	2024/7/3 04:51	2024/7/3 04:51	2024/7/3 04:51
4	1007.5	1009.7	2024/7/4 00:17	1005.6	2024/7/4 15:43	30.5	33.4	2024/7/4 09:35	28.7	2024/7/4 04:42	2024/7/4 04:42	2024/7/4 04:42
5	1004.6	1006.7	2024/7/5 00:03	1003.1	2024/7/5 15:58	30.3	33.8	2024/7/5 08:46	28.8	2024/7/5 05:30	2024/7/5 05:30	2024/7/5 05:30
6	1004.5	1006.4	2024/7/6 23:28	1002.6	2024/7/6 15:37	30.6	34.4	2024/7/6 11:55	28.1	2024/7/6 04:29	2024/7/6 04:29	2024/7/6 04:29
7	1005.6	1007.8	2024/7/7 17:49	1003.3	2024/7/7 15:24	29.1	33.7	2024/7/7 12:26	23.3	2024/7/7 18:36	2024/7/7 18:36	2024/7/7 18:36
8	1004.6	1005.7	2024/7/8 00:01	1003.1	2024/7/8 14:06	28.7	32.4	2024/7/8 11:14	26	2024/7/8 00:01	2024/7/8 00:01	2024/7/8 00:01
9	1004.5	1005.7	2024/7/9 22:33	1002.9	2024/7/9 03:40	29.7	32.3	2024/7/9 15:26	26.6	2024/7/9 02:46	2024/7/9 02:46	2024/7/9 02:46
10	1004.7	1006.1	2024/7/10 09:12	1003.3	2024/7/10 16:57	30.4	32.5	2024/7/10 17:02	29	2024/7/10 03:01	2024/7/10 03:01	2024/7/10 03:01
11	1003.1	1004.2	2024/7/11 00:01	1001.3	2024/7/11 15:46	30.4	32.3	2024/7/11 08:49	28.4	2024/7/11 05:48	2024/7/11 05:48	2024/7/11 05:48
12	1001.3	1002.6	2024/7/12 00:01	999.6	2024/7/12 16:23	30.6	32.5	2024/7/12 10:27	28.4	2024/7/12 05:32	2024/7/12 05:32	2024/7/12 05:32

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」^[2]

表 3.2.2-2 氣象站 7 月資料-左營站（續）

觀測時間(day)	相對溼度(%)	最小相對溼度(%)	最小相對溼度時間(LST)	風速(m/s)	風向(e)	360degree	最大瞬間風(m/s)	最大瞬間風向(360degree)	最大瞬間風風向	最大瞬間風風向時間(LST)	降水量(mm)
ObsTime	RH	RHMin	RHMinTime	WS	WD	WSGust	WDGust	WGust	WGustTime	Precp	
1	75	56	2024/7/1 12:09	1.8	255	8.3	214		2024/7/1 13:24	0	
2	71	49	2024/7/2 11:59	3	144	11	147		2024/7/2 14:35	0	
3	64	48	2024/7/3 10:13	2.2	49	11.1	158		2024/7/3 11:23	0	
4	74	58	2024/7/4 09:19	2.3	288	8.6	315		2024/7/4 15:48	0	
5	78	62	2024/7/5 08:46	2	39	8.3	308		2024/7/5 12:29	0	
6	71	52	2024/7/6 11:33	2	155	13.1	161		2024/7/6 15:24	0	
7	73	57	2024/7/7 11:30	2	21	13.4	36		2024/7/7 17:14	15.5	
8	73	58	2024/7/8 15:34	1.4	47	9.5	221		2024/7/8 12:32	0	
9	69	55	2024/7/9 14:23	2.3	42	9.7	205		2024/7/9 15:16	0	
10	72	59	2024/7/10 08:40	2.8	154	13.1	152		2024/7/10 10:18	0	
11	73	64	2024/7/11 11:56	2.2	287	10.4	152		2024/7/11 11:09	0	
12	72	55	2024/7/12 09:56	2.2	258	8.5	264		2024/7/12 13:33	0	

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-3 氣象站 7 月資料-三民站

觀測時間 (day)	測站氣壓 (hPa)	測站最高氣 壓(hPa)	測站最 高氣壓時 間(LST)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 低氣 壓(hPa)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 高氣壓時 間(LST)	氣溫 (°C)	最高氣 溫(°C)	最高氣 溫時 間(LST)	最低氣 溫(°C)	最低氣 溫時 間(LST)
ObsTime	StnPres	StnPresMax	StnPresMaxTime	StnPresMin	StnPresMinTime	StnPresMinTime	Tempera ture	T Max	T Max Time	T Min	T Min Time	
1	1004.3	1005.6	2024/7/1 07:14	1002.2	2024/7/1 15:52	31	33	2024/7/1 12:13	29.2	2024/7/1 05:11		
2	1005.3	1008.2	2024/7/2 21:41	1003.5	2024/7/2 01:51	31.4	33.5	2024/7/2 14:51	30.1	2024/7/2 03:21		
3	1008.4	1010.6	2024/7/3 23:02	1006.6	2024/7/3 16:13	32	35.5	2024/7/3 10:56	28.8	2024/7/3 03:21		
4	1008.3	1010.5	2024/7/4 00:01	1006.3	2024/7/4 15:25	31.7	34.6	2024/7/4 11:43	29.5	2024/7/4 05:44		
5	1005.4	1007.5	2024/7/5 00:01	1003.8	2024/7/5 15:58	30.9	34.1	2024/7/5 10:11	29.2	2024/7/5 05:26		
6	1005.4	1007.1	2024/7/6 23:21	1003.2	2024/7/6 15:32	31.1	35.2	2024/7/6 14:12	28.5	2024/7/6 04:37		
7	1006.4	1008.5	2024/7/7 17:39	1004	2024/7/7 15:24	30	34.5	2024/7/7 12:23	23.3	2024/7/7 17:48		
8	1005.5	1006.6	2024/7/8 00:01	1003.8	2024/7/8 14:06	29.5	33	2024/7/8 12:31	27	2024/7/8 00:01		
9	1005.3	1006.5	2024/7/9 22:31	1003.8	2024/7/9 03:31	30.2	33	2024/7/9 14:32	27	2024/7/9 05:34		
10	1005.6	1007	2024/7/10 09:11	1004.1	2024/7/10 16:15	30.9	33	2024/7/10 09:41	29	2024/7/10 03:03		
11	1003.9	1005.1	2024/7/11 06:06	1002	2024/7/11 15:48	30.9	32.7	2024/7/11 11:36	28.8	2024/7/11 05:32		
12	1002.1	1003.5	2024/7/12 00:01	1000.2	2024/7/12 16:31	31.5	33.7	2024/7/12 10:42	29	2024/7/12 05:12		

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-3 氣象站 7 月資料-三民站（續）

觀測時間(day)	相對溼度(%)	最小相對溼度(%)	最小相對溼度時間(LST)	風速(m/s)	風向(360degree e)	最大瞬間風(m/s)	最大瞬間風向(360degree)	最大瞬間風風向(360degree)	最大瞬間風速時間(LST)	降水量(mm)
ObsTime	RH	RHMin	RHMinTime	WS	WD	WSGust	WDGust	WGustTime	WGustTime	Precp
1	74	57	2024/7/1 11:43	2.7	225	8.5	271	2024/7/1 13:27	0	0
2	71	55	2024/7/2 11:52	3.3	199	10.8	198	2024/7/2 16:48	0	0
3	64	48	2024/7/3 11:11	2.5	107	10.9	196	2024/7/3 13:31	0	0
4	71	57	2024/7/4 09:55	1.8	268	7.9	245	2024/7/4 15:02	0	0
5	77	62	2024/7/5 10:00	1.7	45	7.5	207	2024/7/5 10:57	0	0
6	70	52	2024/7/6 14:15	2.1	51	10.9	206	2024/7/6 16:45	0	0
7	71	55	2024/7/7 12:50	2	213	9.9	352	2024/7/7 17:07	46	0
8	71	59	2024/7/8 12:31	1.7	39	9.1	247	2024/7/8 13:42	0	0
9	68	56	2024/7/9 15:02	2.5	201	9.3	204	2024/7/9 13:42	0	0
10	71	59	2024/7/10 12:39	2.7	198	10.9	195	2024/7/10 10:15	0	0
11	73	64	2024/7/11 11:42	2.4	271	8.8	196	2024/7/11 13:44	0	0
12	70	54	2024/7/12 10:53	2	252	9	251	2024/7/12 12:58	0	0

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-4 氣象站 7 月資料-新興站

觀測時間 (day)	測站氣壓 (hPa)	測站最高氣 壓(hPa)	測站最 高氣壓時 間(LST)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 低氣 壓(hPa)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 高氣壓時 間(LST)	氣溫 (°C)	最高氣 溫(°C)	最高氣 溫時 間(LST)	最低氣 溫(°C)	最低氣 溫時 間(LST)
ObsTime	StnPres	StnPresMax	StnPresMaxTime	StnPresMin	StnPresMinTime	StnPresMinTime	StnPresMaxTime	Tempera ture	T Max	T Max Time	T Min	T Min Time
1	1005.5	1006.8	2024/7/1 07:15	1003.7	2024/7/1 15:48	31.2	33.9	2024/7/1 15:37	29	2024/7/1 04:55		
2	1006.5	1009.5	2024/7/2 21:42	1004.9	2024/7/2 01:38	31.5	34.1	2024/7/2 11:33	29.8	2024/7/2 04:44		
3	1009.7	1011.9	2024/7/3 22:56	1008	2024/7/3 01:05	32	35.8	2024/7/3 10:54	28.5	2024/7/3 04:44		
4	1009.5	1011.7	2024/7/4 00:01	1007.7	2024/7/4 16:48	31.6	35.6	2024/7/4 10:45	29.7	2024/7/4 04:50		
5	1006.7	1008.7	2024/7/5 00:01	1005.1	2024/7/5 15:58	31.1	34.9	2024/7/5 08:57	29.3	2024/7/5 04:49		
6	1006.6	1008.4	2024/7/6 23:30	1004.6	2024/7/6 15:35	31.3	35.3	2024/7/6 14:24	28.8	2024/7/6 04:05		
7	1007.7	1010	2024/7/7 17:39	1005.5	2024/7/7 15:40	29.8	34.9	2024/7/7 12:27	22.4	2024/7/7 18:01		
8	1006.7	1007.8	2024/7/8 00:01	1005.1	2024/7/8 15:17	29.5	33.6	2024/7/8 11:54	26.6	2024/7/8 02:52		
9	1006.6	1007.8	2024/7/9 22:33	1005.1	2024/7/9 03:24	30.2	33.8	2024/7/9 14:06	26.6	2024/7/9 04:24		
10	1006.8	1008.3	2024/7/10 08:43	1005.5	2024/7/10 16:18	31.1	33.7	2024/7/10 11:11	29	2024/7/10 02:40		
11	1005.2	1006.4	2024/7/11 06:16	1003.4	2024/7/11 15:45	31.1	34	2024/7/11 13:52	28.8	2024/7/11 05:27		
12	1003.4	1004.6	2024/7/12 00:01	1001.6	2024/7/12 16:31	31.4	34.7	2024/7/12 10:51	29.2	2024/7/12 04:12		

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-4 氣象站 7 月資料-新興站（續）

觀測時間(day)	相對溼度(%)	最小相對溼度(%)	最小相對溼度時間(LST)	風速(m/s)	風向(e)	(360degree)	最大瞬間風速(360degree)	最大瞬間風向(360degree)	最大瞬間風速時間(LST)	降水量(mm)
ObsTime	RH	RHMin	RHMinTime	WS	WD	WSGust	WDGust	WGustTime	Precep	
1	72	55	2024/7/1 12:16	1.4	205	6.5	244	2024/7/1 13:20	0	
2	70	52	2024/7/2 11:24	2.2	160	11.6	193	2024/7/2 17:17	0	
3	63	47	2024/7/3 09:53	1.9	147	10.4	200	2024/7/3 15:54	0	
4	70	50	2024/7/4 10:43	1.7	345	6.5	274	2024/7/4 11:56	0	
5	74	56	2024/7/5 08:58	1.4	33	7.1	269	2024/7/5 14:17	0	
6	69	49	2024/7/6 10:31	1.7	27	13.6	192	2024/7/6 15:35	0	
7	70	52	2024/7/7 12:22	1.6	206	13	103	2024/7/7 17:36	50	
8	69	57	2024/7/8 09:31	1.3	78	7.8	213	2024/7/8 13:46	0	
9	67	54	2024/7/9 14:08	1.8	164	9.2	182	2024/7/9 14:38	0	
10	70	57	2024/7/10 12:21	2.1	154	10.6	120	2024/7/10 08:57	0	
11	71	59	2024/7/11 13:52	1.4	153	7.9	161	2024/7/11 12:33	0	
12	69	51	2024/7/12 10:32	1.2	282	6.5	290	2024/7/12 13:50	0	

資料來源: CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-5 氣象站 7 月資料-板橋站

觀測時間 (day)	測站氣壓 (hPa)	測站最高氣 壓(hPa)	測站最 高氣壓時 間(LST)	測站最 低氣 壓(hPa)	測站最 低氣壓時 間(LST)	測站最 低氣壓時 間(LST)	氣溫(°C)	最 高氣 溫(°C)	最 高氣 溫時 間(LST)	最 低氣 溫(°C)	最 低氣 溫時 間(LST)
ObsTime	StnPres	StnPresMax	StnPresMaxTime	StnPresMin	StnPresMinTime	StnPresMinTime	Temperature	T Max	T Max Time	T Min	T Min Time
1	1003.1	1004.4	2024/7/1 06:52	1000.9	2024/7/1 14:43	30.1	35.3	2024/7/1	27.3	2024/7/1	19:14
2	1004.9	1008.5	2024/7/2 21:47	1002.6	2024/7/2 01:53	29	34.8	2024/7/2	24.3	2024/7/2	15:21
3	1009.4	1011.7	2024/7/3 21:38	1007.1	2024/7/3 02:44	29.6	34.5	2024/7/3	26	2024/7/3	04:20
4	1008.8	1011.2	2024/7/4 00:01	1007	2024/7/4 23:59	30.6	34.8	2024/7/4	26.7	2024/7/4	03:13
5	1005.6	1007.5	2024/7/5 08:25	1003.5	2024/7/5 15:54	31	35.6	2024/7/5	26.9	2024/7/5	04:22
6	1005.9	1007.4	2024/7/6 20:48	1004.7	2024/7/6 02:09	30.4	34.9	2024/7/6	27.5	2024/7/6	23:57
7	1006.8	1007.5	2024/7/7 07:37	1005.7	2024/7/7 13:53	29.7	35	2024/7/7	26.7	2024/7/7	23:58
8	1005.9	1007.4	2024/7/8 19:07	1003.9	2024/7/8 15:14	28.2	34.3	2024/7/8	23.8	2024/7/8	16:24
9	1005.6	1006.8	2024/7/9 06:41	1004.3	2024/7/9 15:57	27.9	35.3	2024/7/9	24	2024/7/9	00:54
10	1005.5	1007	2024/7/10 08:04	1004.5	2024/7/10 13:35	27.8	33.6	2024/7/10	25.1	2024/7/10	05:27
11	1003	1004.7	2024/7/11 00:13	1001.6	2024/7/11 17:42	29.4	34	2024/7/11	24.7	2024/7/11	05:11
12	1001.2	1002.4	2024/7/12 06:00	999.8	2024/7/12 15:15	30.9	35.7	2024/7/12	26.7	2024/7/12	05:27

資料來源：CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

表 3.2.2-5 氣象站 7 月資料-板橋站（續）

觀測時間(day)	相對溼度(%)	最小相對溼度(%)	最小相對溼度時間(LST)	風速(m/s)	風向(360degree e)	最大瞬間風(m/s)	最大瞬間風向(360degree)	最大瞬間風速時 間(LST)	降水量(mm)
ObsTime	RH	RHMin	RHMinTime	WS	WD	WSGust	WDGust	WGustTime	Precp
1	76	51	2024/7/1 12:09	1.1	275	8.5	299	2024/7/1 13:50	14.5
2	79	55	2024/7/2 11:32	1.2	12	11.3	280	2024/7/2 14:18	22
3	73	47	2024/7/3 10:54	1.1	5	6.8	26	2024/7/3 16:37	0
4	71	53	2024/7/4 10:59	1.2	9	6.5	6	2024/7/4 12:29	0
5	69	46	2024/7/5 10:39	1.2	8	7.6	2	2024/7/5 14:09	0
6	74	54	2024/7/6 10:39	1.4	263	7.2	9	2024/7/6 13:53	1
7	73	51	2024/7/7 10:48	1.1	255	7.9	179	2024/7/7 14:33	4.5
8	72	51	2024/7/8 11:32	1.3	258	14.4	272	2024/7/8 15:48	12
9	76	46	2024/7/9 12:29	1.3	282	12.1	190	2024/7/9 16:04	85
10	84	56	2024/7/10 10:45	1	269	7.9	293	2024/7/10 12:35	22
11	74	55	2024/7/11 11:55	1.3	189	10.3	307	2024/7/11 14:28	0
12	70	50	2024/7/12 11:39	1.5	280	8.4	320	2024/7/12 14:10	0

資料來源: CODIS 「氣候觀測資料查詢服務」

3.3 路口空氣污染物濃度基礎調查

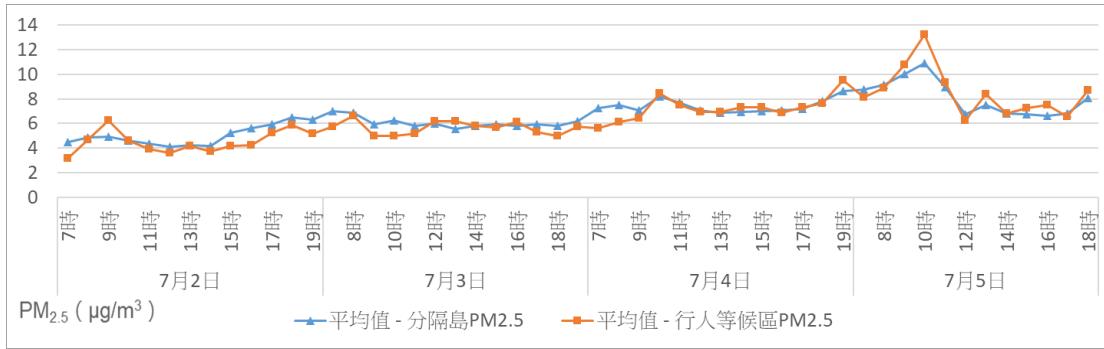
有關各項調查或監測資料之整理，本計畫已完成 4 種路口交通特性以及大客車相對較多之兩種空氣污染物的監測，監測位置包含分隔島（代表行穿線中央）及行人等候區，另外行人穿越道線退縮則包含行人穿越道線退縮前及退縮後，由於濕度可能會影響 $PM_{2.5}$ 的擴散狀況，故列出鄰近監測路口之氣象站濕度較高的資料，並檢視當氣象站相對溼度較高時，路口監測所測出之 $PM_{2.5}$ 濃度是否會受影響，以下將詳述 2 種污染物於不同受體點位以及各個路口間之監測資料結果。

3.3.1 細懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 調查資料分析

1. 高鐵路/重信路路口

由圖 3.3.1-1 中可知在高鐵路與重信路口所測之 $PM_{2.5}$ 濃度起伏並不小，從圖中來看不論是分隔島或是行人等候區全天的濃度大多落在 $4 \mu g/m^3$ 至 $14 \mu g/m^3$ 之間，其中 7 月 5 日當中最高值在行人等候區，濃度為 $13 \mu g/m^3$ ；分隔島則是測得 $11 \mu g/m^3$ ，推測可能受到非常態污染源導致，位於分隔島的監測同樣受到其影響，不過整體變動幅度較小；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 67.7% 以上時為相對較高的溼度，約占 23.4%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 $PM_{2.5}$ 濃度平均值為 $8.69 \mu g/m^3$ ，其餘 $PM_{2.5}$ 濃度平均為 $5.91 \mu g/m^3$ 。

鄰近空品測站則為左營測站，由圖 3.3.1-2 中可看出整體濃度約落在 $5 \mu g/m^3$ 至 $20 \mu g/m^3$ 之間，整體變化趨勢較為穩定，整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-1 及 3.3.1-2 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-1 高鐵路/重信路路口分隔島與行人等候區 PM_{2.5} 濃度對比圖



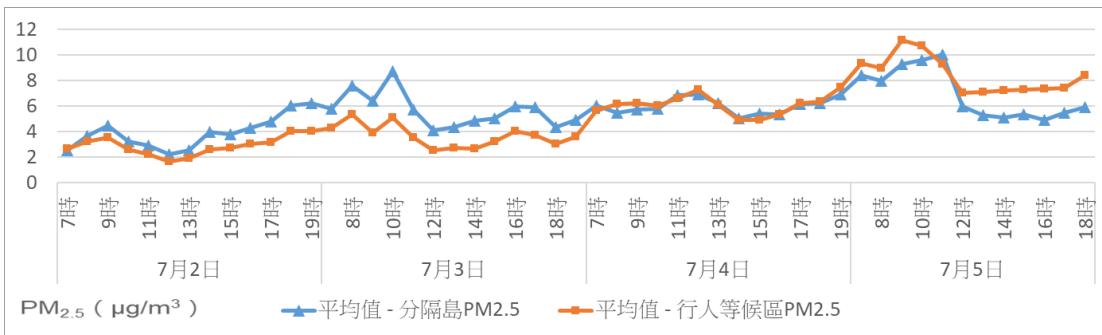
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-2 7月2日至7月5日左營空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

2. 七賢一路/民族二路路口

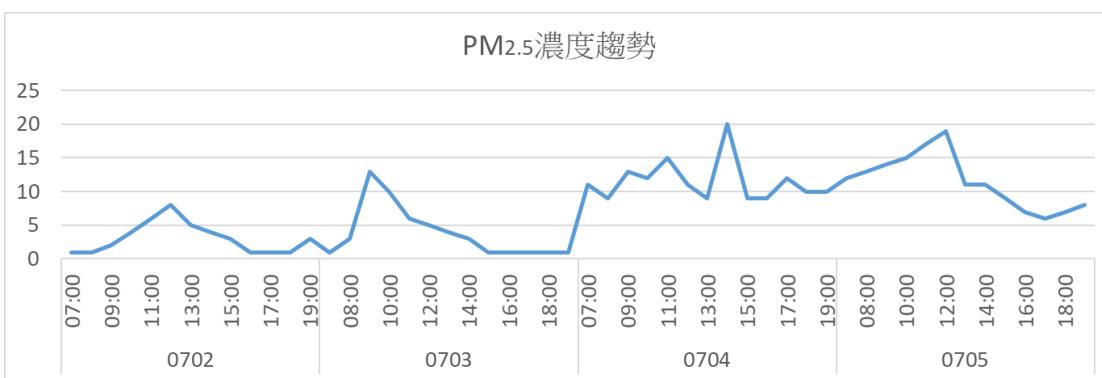
由圖 3.3.1-3 中可知在七賢一路與民族二路口所測之 PM_{2.5} 濃度起伏並不大，從圖中來看不論是分隔島或是行人等候區全天的濃度大多落在 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，在 7 月 5 日當天上午 9 點在行人等候區有測得最高濃度為 $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，7 月 2 日及 7 月 3 日都是分隔島所測得之 PM_{2.5} 濃度會略高於行人等候區；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 66.8% 以上時為相對較高的溼度，約占 23.6%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 PM_{2.5} 濃度平均值為 $5.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘 PM_{2.5} 濃度平均為 $4.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

鄰近的空品測站為愛國國小測站，愛國國小測站所測得之 PM_{2.5} 濃度整體變化幅度較大，在 7 月 4 日下午測得最高的 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 濃度外，整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-3 及 3.3.1-4 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-3 七賢一路/民族二路路口分隔島與行人等候區 PM_{2.5} 濃度對比圖



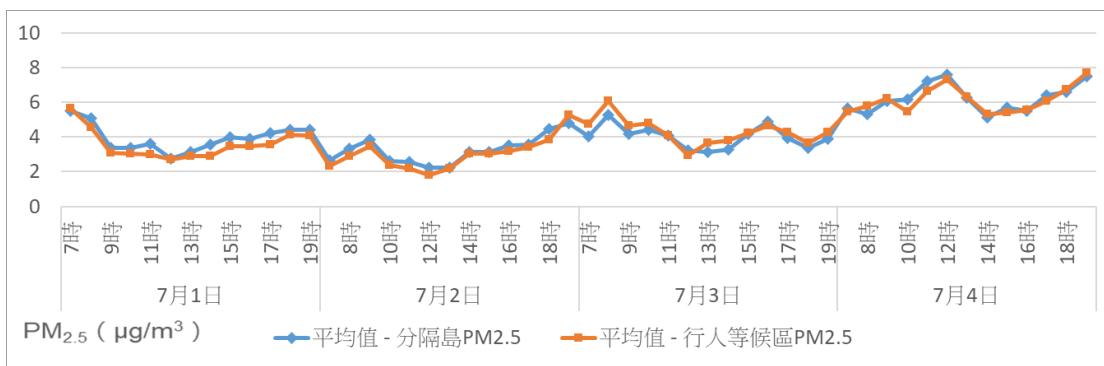
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-4 7月2日至7月5日愛國空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

3. 中正二路/民族二路路口

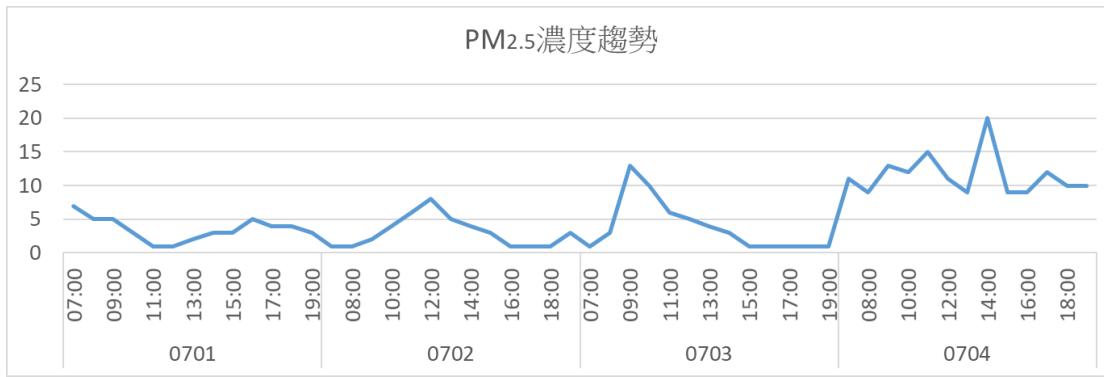
從圖 3.3.1-5 中可知在中正二路與民族二路口所測之 PM_{2.5} 濃度變化趨勢圖，從圖中來看不論是分隔島或是行人等候區全天的濃度大多落在 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，且分隔島以及行人等候區兩者在此路口所測得之 PM_{2.5} 濃度相差不遠，兩者的變化趨勢趨近於一致；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 66.8% 以上時為相對較高的溼度，約占 24.1%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 PM_{2.5} 濃度平均值為 $5.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘 PM_{2.5} 濃度平均為 $4.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

鄰近的空品測站為愛國國小測站，愛國國小測站所測得之 PM_{2.5} 濃度整體變化幅度較大，除了在 7 月 4 日下午測得最高的 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 濃度外，整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-5 及 3.3.1-6 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-5 中正二路/民族二路路口分隔島與行人等候區 PM_{2.5} 濃度對比圖



資料來源：本計畫繪製

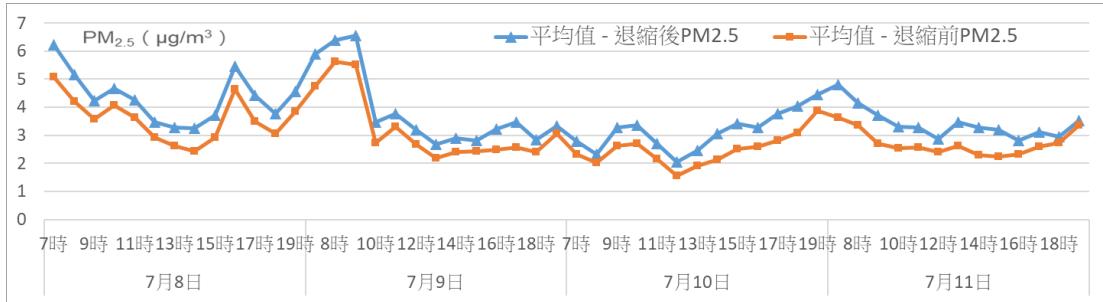
圖 3.3.1-6 7月1日至7月4日前愛國空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

4. 明誠一路/民族一路路口

從圖 3.3.1-7 中可知在明誠一路與民族一路口所測之 PM_{2.5} 濃度變化趨勢圖，從圖中來看不論是行人等候區退縮前及退縮後的整體變化幅度較為接近，全天的濃度大多落在 $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，且兩者的變化趨勢趨近於一致，但可大致看出退縮後所測得之 PM_{2.5} 濃度略高於退縮前所測得之 PM_{2.5} 濃度；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 67.0% 以上時為相對較高的溼度，約占 26.3%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 PM_{2.5} 濃度平均值為 $3.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘 PM_{2.5} 濃度平均為 $3.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

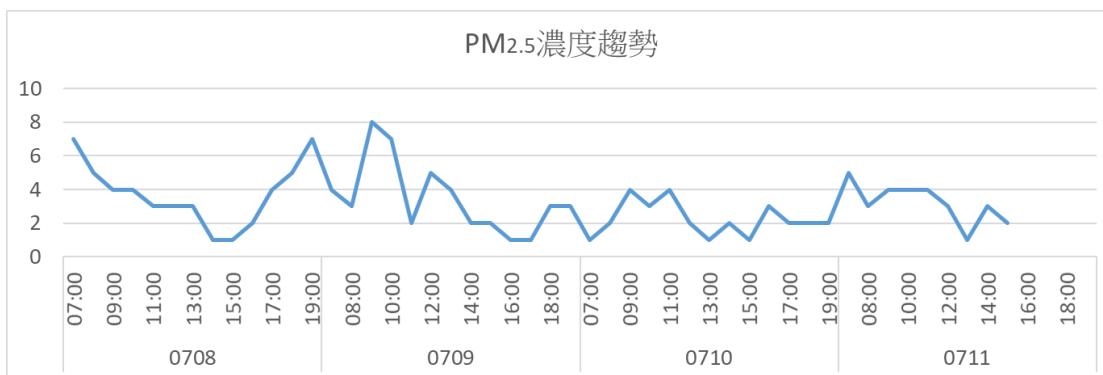
鄰近的空品測站為愛國國小測站，所測得之 PM_{2.5} 濃度整體變化幅度同樣不大，濃度大多落在 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，其餘整體變化幅度不大，

整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-7 及 3.3.1-8 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-7 明誠一路/民族一路路口行穿線退縮前後 PM_{2.5} 濃度對比圖



資料來源：本計畫繪製

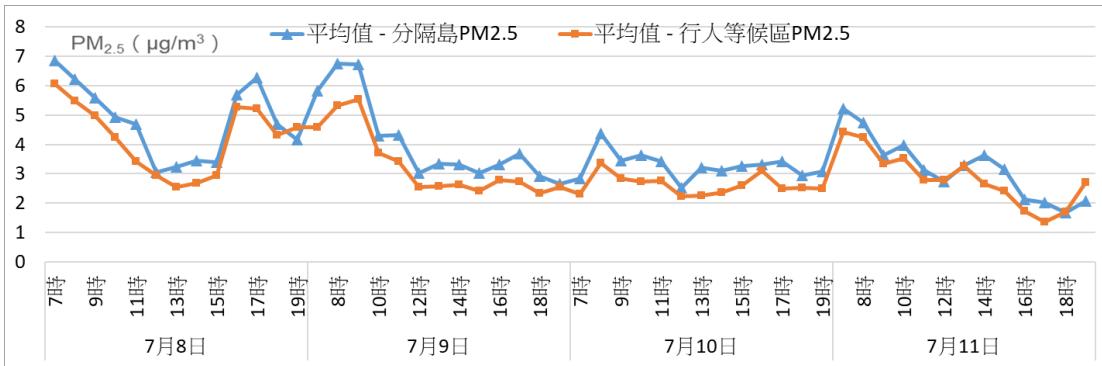
圖 3.3.1-8 7月8日至7月11日愛國空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

5. 博愛二路/明誠二路路口

從圖 3.3.1-9 中可知在博愛二路與明誠二路口所測之 PM_{2.5} 濃度變化趨勢圖，從圖中來看不論是分隔島或是行人等候區全天的濃度大多落在 $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，且分隔島以及行人等候區兩者在此路口所測得之 PM_{2.5} 濃度相差不遠，兩者的變化趨勢趨近於一致；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 65.9% 以上時為相對較高的溼度，約占 23.9%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 PM_{2.5} 濃度平均值為 $4.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘 PM_{2.5} 濃度平均為 $3.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

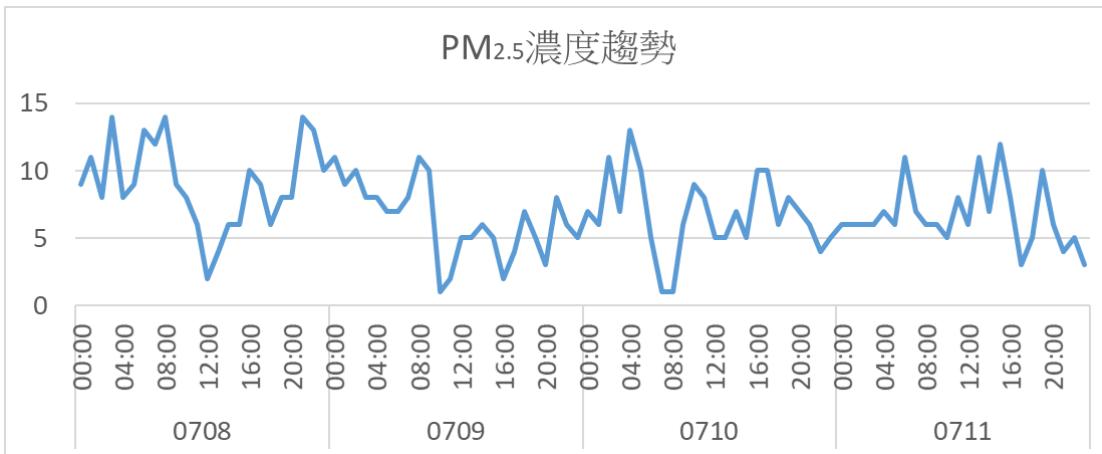
鄰近的空品測站為左營測站，所測得之 PM_{2.5} 濃度整體變化幅度同樣不大，濃度大多落在 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，但仍可看出變化趨勢約略受到晨昏峰通勤時間的影響，整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-9 及 3.3.1-10

所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-9 博愛二路/明誠二路路口分隔島與行人等候區 PM_{2.5} 濃度對比圖



資料來源：本計畫繪製

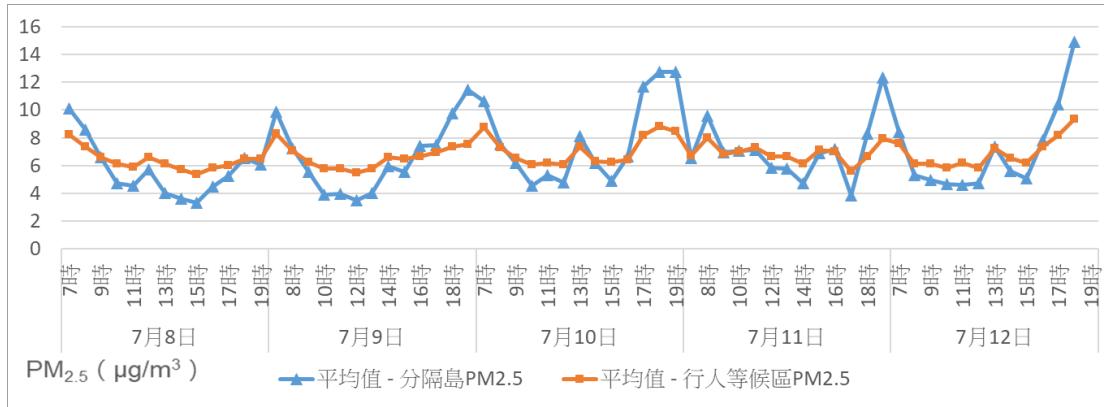
圖 3.3.1-10 7月8日至7月11日左營空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

6. 縣民大道/民權路路口

圖 3.3.1-11 中可知在縣民大道與民權路口所測之 PM_{2.5} 濃度變化趨勢圖，從圖中來看分隔島所測得之最高 PM_{2.5} 濃度是大於行人等候區的，且也可明顯在分隔島所測得的資料中看出交通尖峰所造成的起伏，整體而言約落在 $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，行人等候區所測得之資料則落在 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，整體變化幅度不大；濕度部分從監測資料來看，若以 4 分位距中資料的 75% 來做為判斷相對較高濕度的分類時，可得知濕度為 65.9% 以上時為相對較高的溼度，約占 24.1%，此時濕度相對較高的監測資料所測得之 PM_{2.5} 濃度平均值為 $8.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘 PM_{2.5}

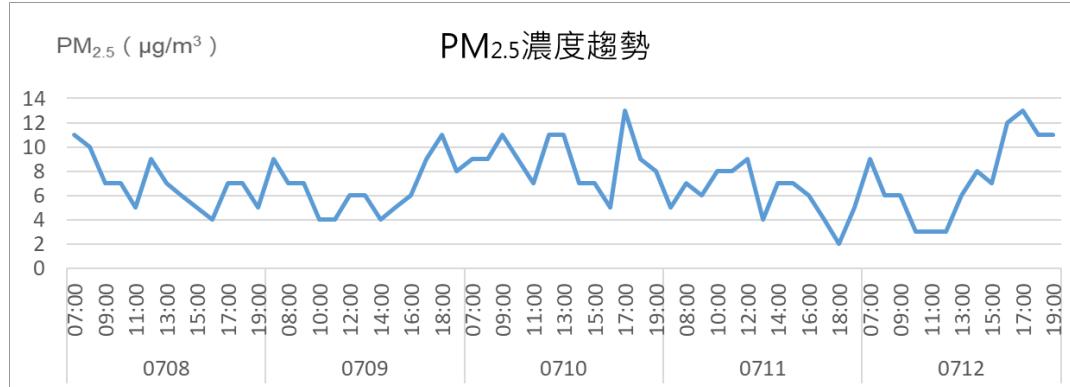
濃度平均為 $6.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

鄰近的空品測站為板橋測站，所測得之 PM_{2.5} 濃度整體變化幅度同樣不大，濃度大多落在 $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以內，最高測得在 7 月 10 日及 7 月 12 日的昏峰通勤時段，測得 $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，其餘整體變化幅度不大，整體變化趨勢可參考圖 3.3.1-11 及 3.3.1-12 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.1-11 縣民大道/民權路路口分隔島與行人等候區 PM_{2.5} 濃度對比圖



資料來源：本計畫繪製

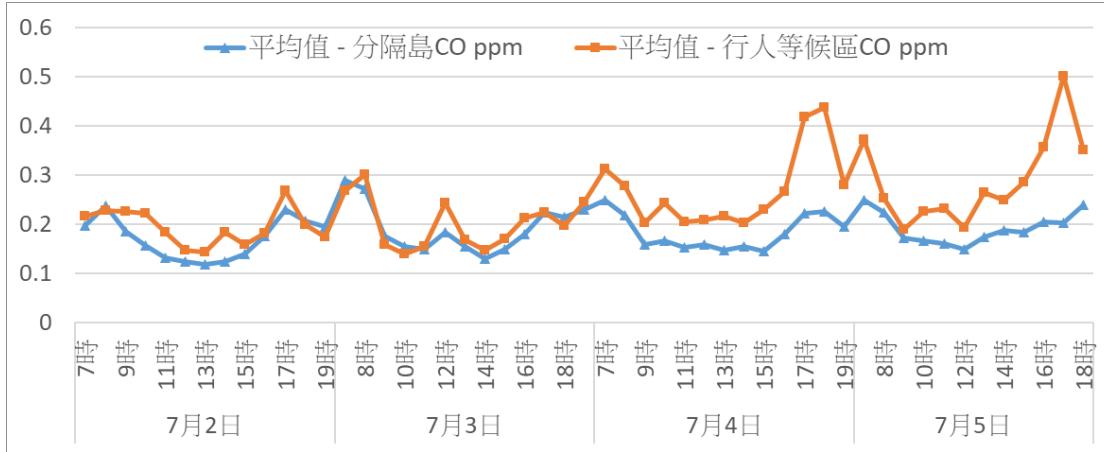
圖 3.3.1-12 7 月 8 日至 7 月 12 日板橋空品測站 PM_{2.5} 濃度趨勢圖

3.3.2 一氧化碳 (CO) 調查資料分析

1. 高鐵路/重信路路口

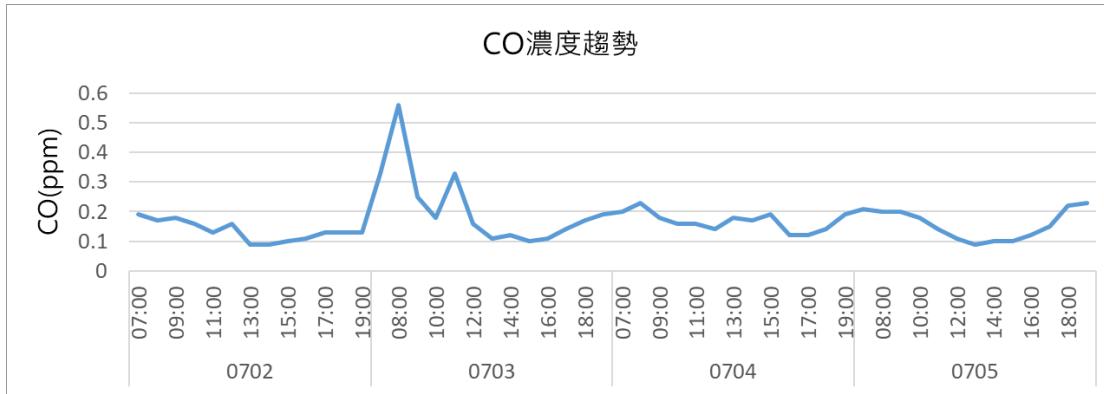
由圖 3.3.2-1 中可知在高鐵路與重信路口所測之 CO 濃度趨勢圖，從圖中來看行人等候區所受到的 CO 污染物的影響是高於分隔島的，並且大致隨著交通尖峰時段有所起伏，並且在 7 月 5 日的 19 點 13 分

達到 0.5ppm。鄰近空品測站則為左營測站，由圖 3.3.2-2 中可看出整體變化趨勢受交通尖峰時刻影響，其中濃度最高同樣出現在 7 月 5 日的上午 8 點左右，測得濃度為 0.55ppm，整體變化趨勢可參考圖 3.3.2-1 及 3.3.2-2 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-1 高鐵路/重信路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖



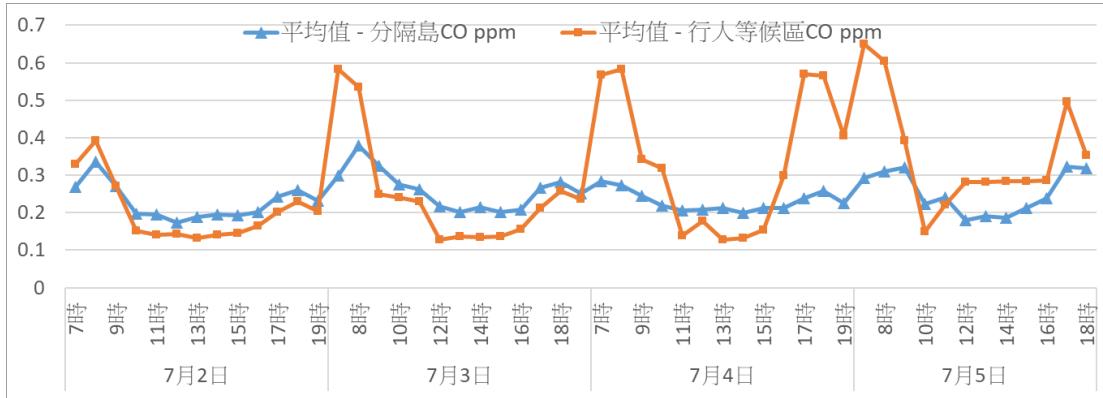
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-2 7 月 2 日至 7 月 5 日左營空品測站 CO 濃度趨勢圖

2. 七賢一路/民族二路路口

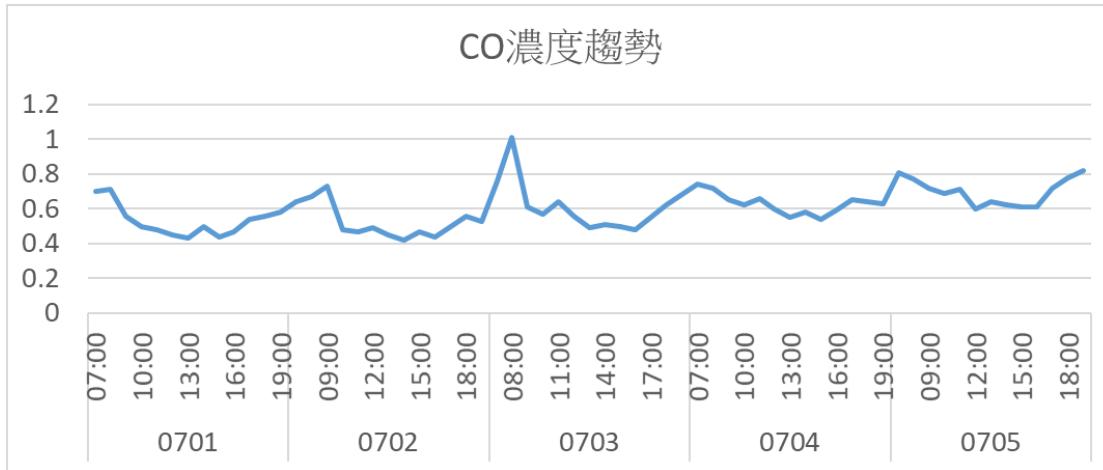
由圖 3.3.2-3 中可知在七賢一路與民族二路口所測之 CO 濃度趨勢圖，從圖中來看行人等候區所受到的 CO 污染物的影響是高於分隔島的，並且大致隨著交通尖峰時段有所起伏，並且在 7 月 5 日的上午 8 點左右達到 0.62ppm。鄰近空品測站則為愛國國小測站，由圖 3.3.2-4 中可看出整體變化趨勢不大，大多落在 0.4ppm 至 1ppm 左右，整體變

化趨勢可參考圖 3.3.2-3 及 3.3.2-4 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-3 七賢一路/民族二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖



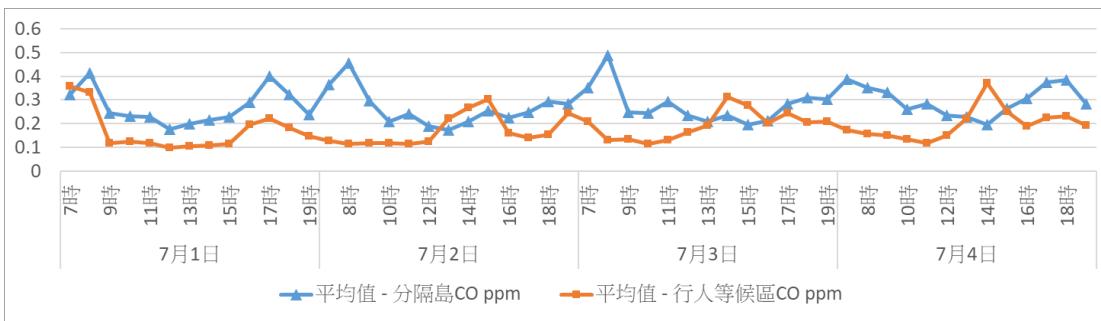
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-4 7月1日至7月5日愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖

3. 中正二路/民族二路路口

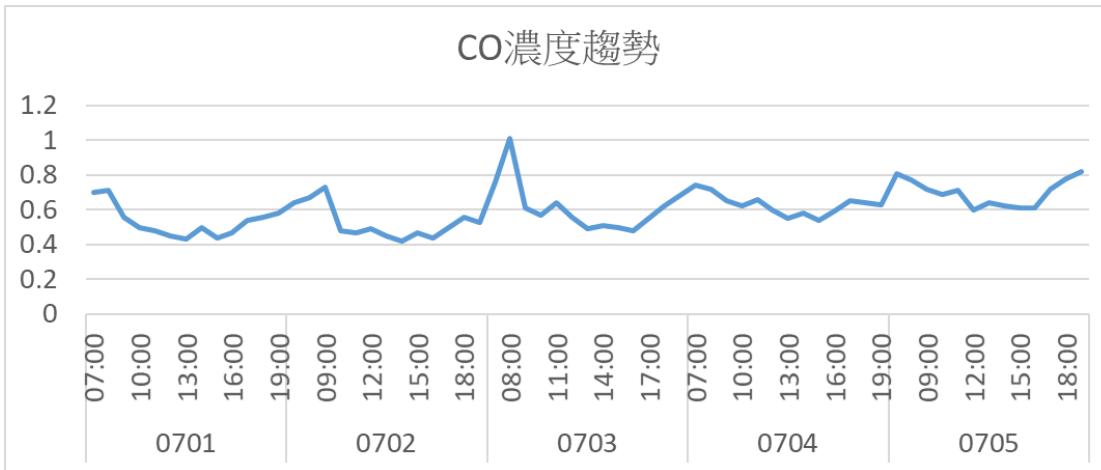
從圖 3.3.2-5 中可知在中正二路與民族二路口所測之 CO 濃度變化趨勢圖，從圖中來看不論是分隔島所受到的交通尖峰污染影響相較於行人等候區為較多，分隔島所測得的資料整體變化幅度也比行人等候區較大，並在 7 月 3 日上午 8 點達到最高的 0.5ppm。

鄰近空品測站則為愛國國小測站，由圖 3.3.2-4 中可看出整體變化趨勢不大，大多落在 0.4ppm 至 1ppm 左右，整體變化趨勢可參考圖 3.3.2-5 及 3.3.2-6 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-5 中正二路/民族二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖

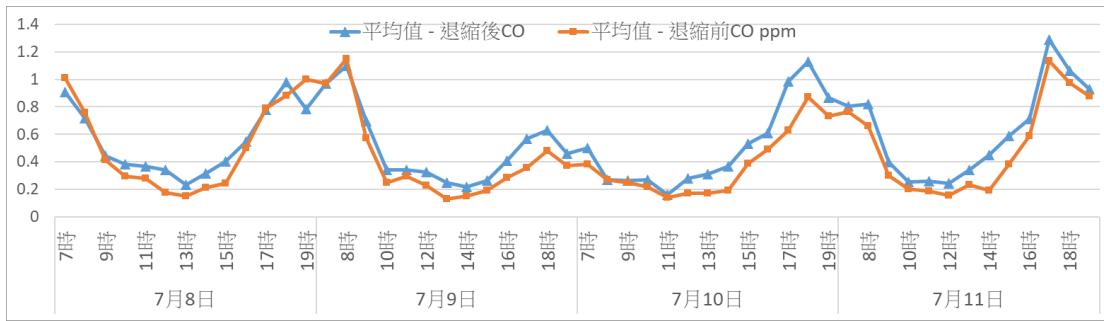


資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-6 7月1日至7月5日愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖

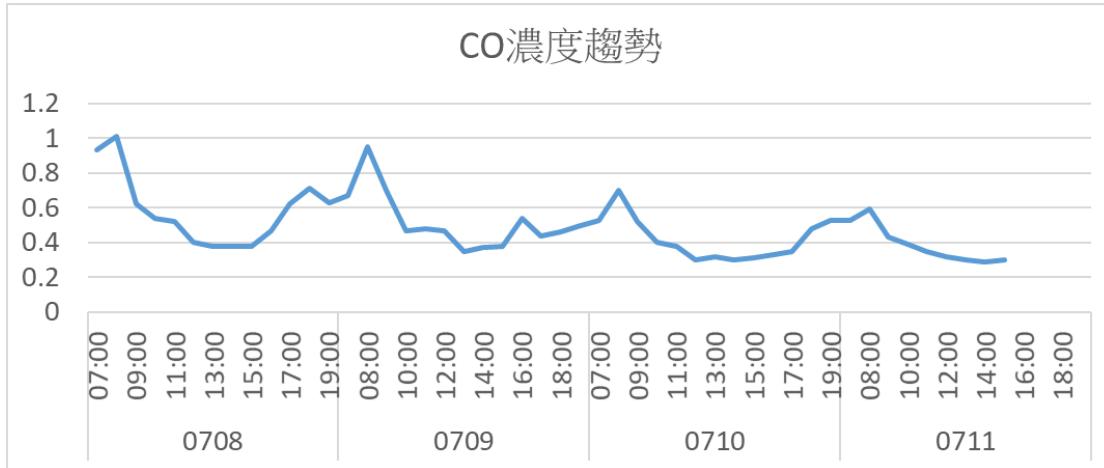
4. 明誠一路/民族一路路口

從圖 3.3.2-7 中可知在明誠一路與民族一路路口所測之 CO 濃度變化趨勢圖，從圖中來看不論是行人等候區退縮前及退縮後的整體變化幅度較為接近，且兩者的變化趨勢趨近於一致，但可大致看出退縮後所測得之 CO 濃度略高於退縮前所測得之 CO 濃度，最大值也出現 7 月 11 日退縮後所測得之 1.3ppm 左右。鄰近的空品測站為愛國國小測站，所測得之 CO 濃度整體變化幅度同樣不大，但在 7 月 8 日的上午及晚上則可能受到非常態污染源影響，導致數值起伏較大，其餘整體變化幅度不大，整體變化趨勢可參考圖 3.3.2-7 及 3.3.2-8 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-7 明誠一路/民族一路路口行穿線退縮前後 CO 濃度對比圖



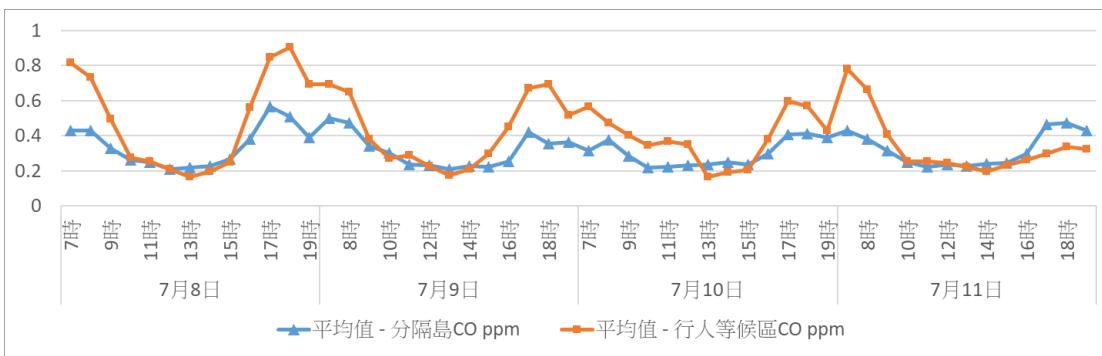
資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-8 7月8日至7月11日前愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖

5. 博愛二路/明誠二路路口

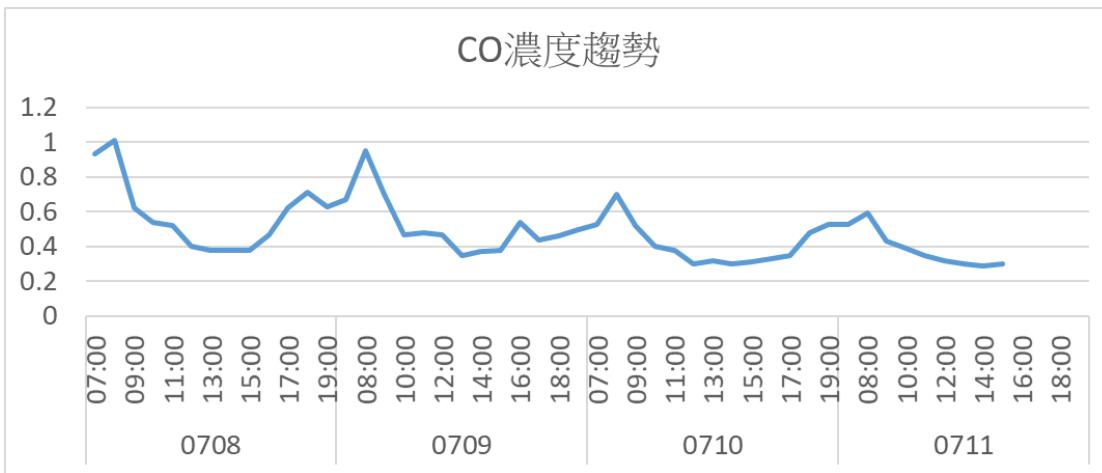
從圖 3.3.2-9 中可知在博愛二路與明誠二路口所測之 CO 濃度變化趨勢圖，從圖中來看可發現該路口受到交通空污影響較為明顯，且行人等候區所受到的污染程度也較高，整體而言行人等候區 CO 濃度變化程度較大，分隔島雖也受交通尖峰影響，不過整體變化程度較小。

鄰近的空品測站為愛國國小測站，所測得之 CO 濃度整體變化幅度同樣不大，僅有在上午時數值有較明顯的起伏，顯示出受到晨峰通勤影響較大，其餘則整體變化幅度不大，整體變化趨勢可參考圖 3.3.2-9 及 3.3.2-10 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-9 博愛二路/明誠二路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖

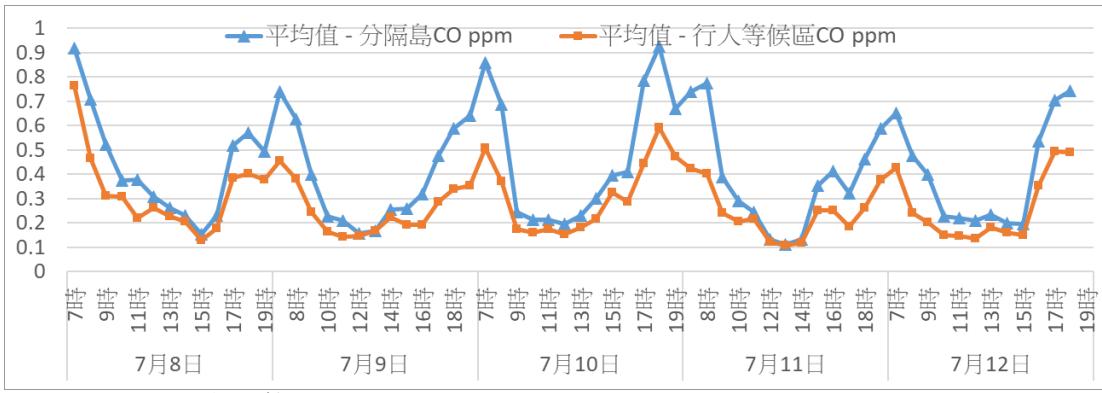


資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-10 7月8日至7月11日前愛國空品測站 CO 濃度趨勢圖

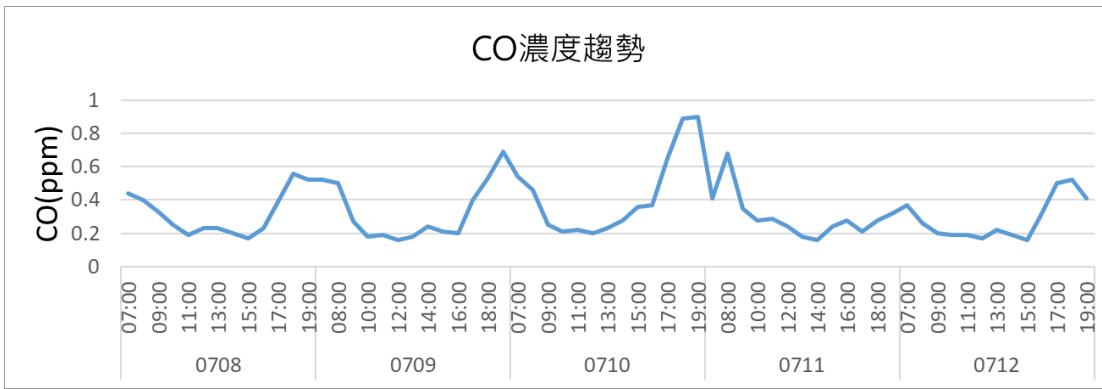
6. 縣民大道/民權路路口

圖 3.3.2-11 中可知在縣民大道與民權路口所測之 CO 濃度變化趨勢圖，從圖中來看分隔島所測得之 CO 濃度高於行人等候區，也可看出該路口受到交通空污影響較為明顯，整體而言分隔島 CO 濃度變化程度較大，行人等候區雖也受交通尖峰影響，不過整體變化程度較小，鄰近測站為板橋測站，同樣也可看出其受到交通空污影響較明顯，整體變化趨勢可參考圖 3.3.2-11 及 3.3.2-12 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-11 縣民大道/民權路路口分隔島與行人等候區 CO 濃度對比圖



資料來源：本計畫繪製

圖 3.3.2-12 7月8日至7月12日板橋空品測站 CO 濃度趨勢圖

3.4 小結

本計畫為 2 年期計畫，已完成執行包括 4 項路口交通特性調查，分別為行人專用時相、行人穿越道線退縮、時制計畫影響及人行道拓寬等，第 1 年期調查 4 個路口，第 2 年期調查 6 個路口，共計調查 10 個路口之交通、空污及環境資料，每個路口調查 48 小時，總計調查時間為 480 小時，並已於本章節對第 2 年期所調查之路口進行相關敘述性統計分析，並參考本年度相關會議之專家學者、地方單位意見整合後，從中分別提出有關交通及空污 2 方面的相關結果，將可作為後續指引及其他相關研究之參採內容。

首先是交通方面，本年度調查的 6 個路口來看，以平均車流量來說，明誠一路/民族一路路口每日 12 小時平均之車流量為大客車 45.4 輛次、大貨車 124.4 輛次、小型車 3,491.8 輛次以及機車為 5,974.2 輛次，為本年度

調查的 6 個路口之車流量最多者，其中並以機車車種比例為最高的 62%，車種比例次高為小型車的 36.24%，大貨車為 1.29%，大客車為 0.47%。車流量最少的是高鐵路/重信路路口，每日 12 小時平均之車流量為大客車 48.9 輛次、大貨車 29.3 輛次、小型車 1,046.6 輛次以及機車為 818.7 輛次，將各車種換算成小客車當量數(PCU)後平均每小時車流量僅有 1,596 輛，與明誠一路的 6,784 輛有明顯差距；若以車種來看，高鐵路/重信路路口及縣民大道/民權路路口的小型車占的比例最高，分別是 53.9% 及 48.6%，機車則是占 42.1% 及 46.9%，其餘路口則均以機車為最多。

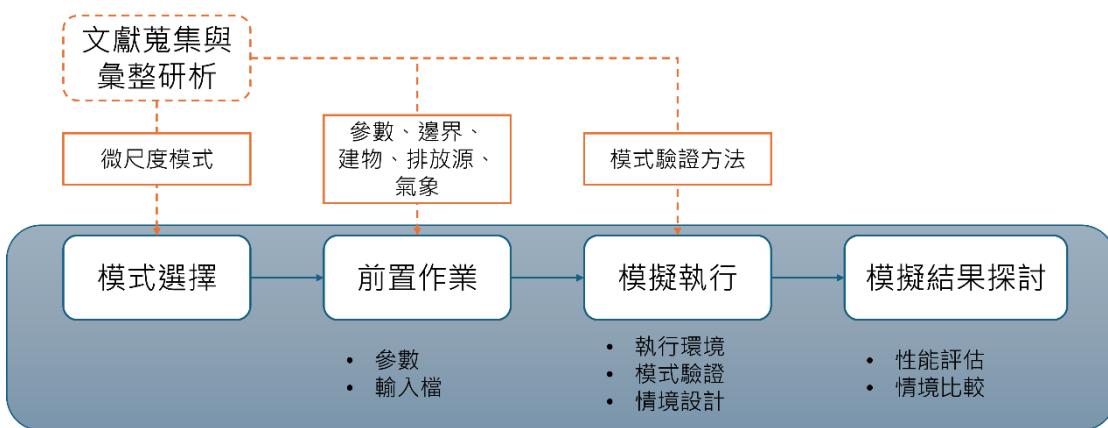
有關道路服務水準部分，從前段敘述可以了解到高鐵路/重信路路口的車流量為最少，也讓該路口尚能維持 B 至 C 級的道路服務水準，而其它路口的道路服務水準則為 D 至 E 級，詳細可參考圖 3.4.4-2 至圖 3.4.4-7；交通空污加權部分，雖然大客車或大貨車的車輛數較少，不過由於其 PM_{2.5} 排放的貢獻程度較高，也使得整體 PM_{2.5} 的排放量拉高許多，相對的 CO 則貢獻的程度並不高，大客車或大貨車整體的 CO 加權結果並不明顯。

再來提到的是空污方面，從本次調查的個路口來看，分隔島和行人穿越道線所測得之結果起伏皆非常相似，明誠一路及民族一路路口的路口交通策略為行人穿越道線退縮，所呈現的 PM_{2.5} 變化情況相似，且整體退縮後所測得的 PM_{2.5} 濃度較退縮前稍高，但整體差距不大，CO 結果則和 PM_{2.5} 結果相差不遠，顯示出行人於路口時接受到的污染物濃度可能相差不遠。其中縣民大道與民權路路口所測得之 PM_{2.5} 及 CO 隨著交通尖峰時間有比較明顯的起伏，可能和路口位置本身鄰近轉運站導致大型車輛較多讓 PM_{2.5} 有較明顯的起伏外，該路口位於新北市重要的交通要道-縣民大道上，也導致其交通尖峰時間車流量較多，可能是造成 CO 趨勢變化較大的原因，同時段的板橋空品測站也得到相近之結果。其中明誠一路/民族一路路口也因為有著監測路口中最高的車流量，導致其不論是在分隔島或是行人穿越道線所測得之 PM_{2.5} 及 CO 皆顯示出受到交通尖峰時間影響而有較明顯的起伏，顯示出較高的車流量確實容易造成交通尖峰時間污染物濃度的起伏。



第四章 空品模式模擬及分析

由於路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查，需考量天氣不可控風險，且動用大量人力、耗時亦久，因此，本計畫透過模式運算或模擬方式，利用實測數據推估空氣污染擴散狀況。本章節針對第三章進行之 10 處路口補充調查數據成果，將 4 種路口交通管理措施設計多種可行情境，利用輸出結果研析路口交通特性對車輛空污排放之差異，進一步評估不同管理措施或有無管理措施對空氣污染濃度的影響。有關本計畫模式模擬分析工作流程如圖 4-1 所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 4-1 模式模擬分析工作流程

4.1 空氣品質擴散模式之選擇及應用

目前國內對於都市區域內交通排放的 PM_{2.5} 之研究包括模式模擬和實際觀測。在大氣研究中，空氣品質擴散模式已能夠有效的模擬車輛空污排放分佈，如應用水平解析度為 2 公里乘以 2 公里的 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) 模式研究大台北地區汽機車排放對空氣品質的影響^[14]；以及利用 Mesoscale Modeling System Generation 5 和 CMAQ (MM5-CMAQ) 模式以 2 公里乘以 2 公里水平解析度模擬分析臺南市 PM_{2.5} 長期的特徵和趨勢^[15]。儘管如此，上述模式對於瞭解都市內濃度分佈仍存在局限性。另有針對南投社區觀測之結果發現，幾百公尺內 PM_{2.5} 的濃度差距

可達到十倍^[16]。上述結果顯示我們生活周遭受 PM_{2.5} 濃度時空變化很大，然而，目前所使用的空氣品質模式模擬適用於區域尺度範圍，水平解析度為公里等級。依本計畫要分析路口交通排放之影響必須將解析度提高至接近公尺等級，才能有效地得知局部污染暴露之影響。

除上述限制外，路口氣流變化亦受到建築物排列影響，氣流之改變也會影響到污染物濃度之擴散情況^[17]。都會區的高聳建築物排列被稱為是「街谷（street canyon）」，指的是由一條狹窄的街道夾在兩側高聳建築物之間的配置，類似山谷地形，是都市區域的基本單位^{[18][19]}。都市街谷內氣流變化主要受到建築物配置和環境風場之影響。建物屋頂層面以上之氣流主要和環境風場一致，環境風場為主要影響污染物擴散的原因之一，直接造成污染物濃度有所差異^[20]。另外，複雜的建築物配置限制了街谷內街道層面與屋頂層面以上之間的氣流交換^{[17][21][22][23]}，此情況造成氣流在街谷內部形成了渦旋^{[24][25]}。由於街谷內的渦流結構，使污染物的擴散分佈發生很大變化，阻礙街谷中間道路交通污染排放的擴散情況^[26]，造成空氣滯留現象，導致街谷內污染物暴露程度更高^[27]，這可能對人類健康造成嚴重影響^[28]。由上述可知，環境風場以及建築物配置是影響都市街谷間濃度分佈的重要因子。

為了瞭解路口交通污染物暴露情況，必須找到方法解決上述提到的解析度以及建築物影響的限制。本計畫利用微尺度（microscale）的空氣擴散模式，Graz Lagrangian model（後稱 GRAL），應用分析都會區街谷內的路口交通 PM_{2.5} 暴露濃度，並且解決解析度以及建築物影響的限制。大多數用於瞭解都市空氣污染物濃度分佈的擴散模型，包含 CALINE4、ADMS、CAR-FMI、AERMOD 及 OSPM 等模式，甚至三度空間空氣品質模式 CMAQ，可以模擬都市內污染物大致的分佈，然而這些模式無法計算複雜建築和街道巷弄配置影響下污染物的擴散。因此要考慮複雜建築物配置之影響必須藉由微尺度的空氣擴散模式，水平尺度遠低於 1 公里、時間尺度大約小於 1 天的範圍，來討論局部範圍的過程^[29]。

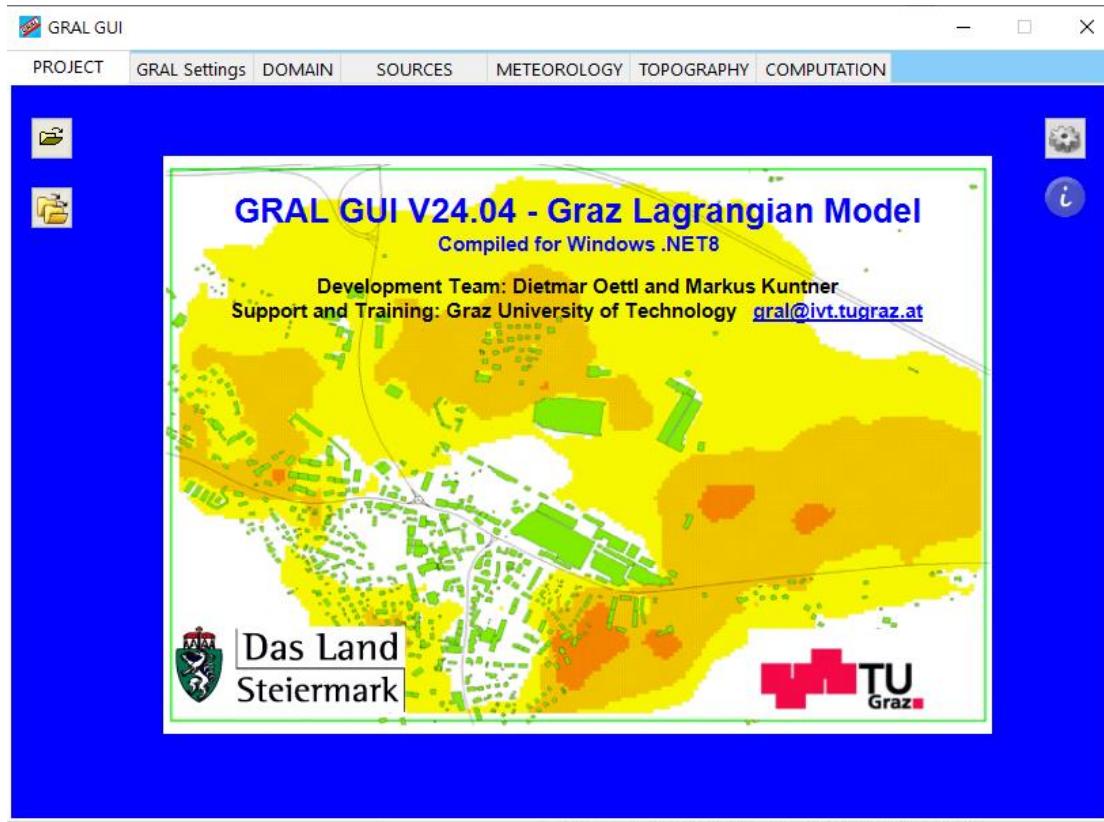
本計畫使用的模式是 GRAL 模式，係解析度可以達到公尺等級之空氣擴散模式，適合用以評估街谷中的路口交通 PM_{2.5} 濃度分佈。GRAL 已被用於模擬和預測平坦以及複雜地勢下的氣態或粒狀空氣污染物濃度^{[30][31][32][33]}。由於此模式常應用於都市街谷，因此又可稱為街谷模式。過去

研究將 GRAL 應用於調查高速公路^[34]、隧道口^[32]和都市街谷^[35]中的污染物擴散。另外針對瑞士蘇黎士城市中的 NO_x 污染物進行長達 2 年的 GRAL 模擬，大部分模擬值與測站的觀測值比對結果有達到 Forum for Air Quality Modelling in Europe (FAIRMODE , <http://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>) 定義之標準 (RPE < 50% 和 FAC2 < 50%)，僅有位於山脊測站的風場模擬結果部分不穩定^[36]；在不考慮風速小於 1.0 m/s 情況下，利用 GRAL 模擬高速公路上之 NO_x 濃度，模擬濃度和觀測值非常一致^[34]。在維也納都市之 NO_x 濃度做 GRAL 模式驗證，模擬結果與觀測結果的相關係數達到 0.88^[37]。國內研究部分，亦有將 GRAL 模式應用於具有複雜建築物的臺灣都市社區中，得到 PM 觀測值與模擬值比較之 R-squared = 0.79 (但在風速小於 0.5 m/s 條件下容易有高估的情況發生)。上述研究說明 GRAL 對都市街谷中的 PM 之應用，可用於估計都市中交通排放對路邊 PM 暴露增量的貢獻。

綜上所述，要瞭解路口交通 PM_{2.5} 分佈必須考量到街谷建物排列對風場造成之影響，並且尺度需放大至公尺等級來分析。因此本計畫係應用 GRAL 模式模擬，利用觀測資料以及模式模擬進行路口交通排放之空污擴散差異分析；主要工作包含：1. GRAL 模式性能評估、2. 規劃可行之路口交通特性改善策略模擬情境。依據模擬結果，研析交通特性對於路口交通空污之影響情形，提出通案性路口交通空污之改善策略建議。

4.2 應用微觀 GRAL 模式模擬，進行路口交通空污濃度差異分析設計

本計畫應用之 GRAL 模式為 V24.04 版本（圖 4.2-1）。最初 GRAL 是由格拉茨理工大學（Graz University of Technology）內燃機與熱力學研究所開發，後來經由奧地利蒂羅爾州和施蒂利亞州政府以進一步開發模式^[38]。該模式可以至指定平台網站（<https://gral.tugraz.at/>）並填寫基本資料後即可免費下載，同時適用於 64 位元版本的 Windows、macOS 和 Linux 操作系統，並且可以通過圖形使用者界面（Graphical User Interface, GUI）來進行操作。



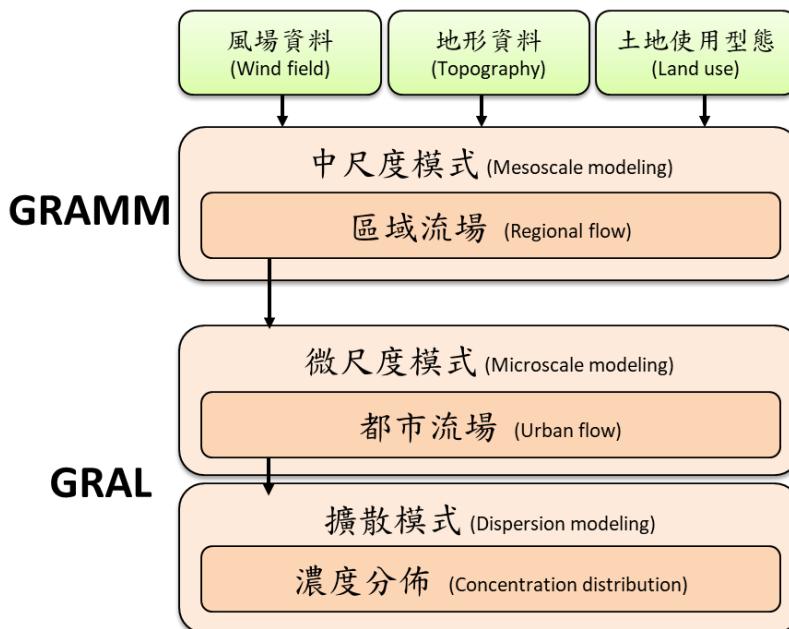
資料來源：GRAL

圖 4.2-1 GRAL GUI 介面

GRAL 可以和中尺度風場預測模組 – GRAMM（格拉茨中尺度模型）結合做應用；GRAMM 的主要功能為考慮複雜地形以及地貌的情況下，模

擬出受地形和其他土地利用影響之風場狀態，可將大尺度風場資料進行模式分析得到中尺度的風場資料，以提供給 GRAL 中尺度風場的初始與邊界條件。

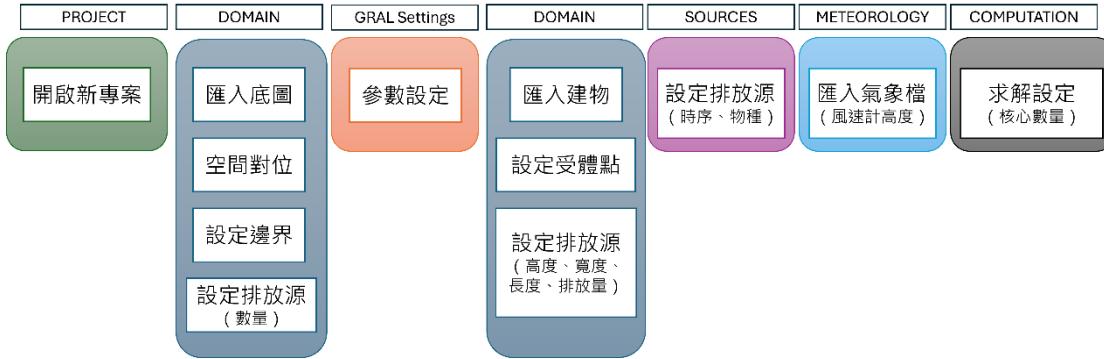
GRAL - GRAMM 的應用程序其模式結構如圖 4.2-2 所示，以下將模式 GRAMM^[39]和 GRAL^{[32][36]}之應用分成 3 個步驟來說明，包含：1. GRAMM 可以藉由考慮綜觀風場、地形和土地利用效應的情況下，計算出環境中尺度風場 (regional flow)；2. 接著利用環境中尺度風場帶入 GRAL 當中的微尺度模組 (microscale modeling)，估算都市街谷內的微尺度氣流產生 (urban flow)；3. 將得到之微尺度氣流帶入到 GRAL 當中的擴散模組 (dispersion modeling)，再加入排放量資料可以計算出污染物之濃度及擴散情況。GRAL 模式僅可以透過加入之排放源資料模擬出該排放源所產生的濃度，也就是經由 GRAL 模式模擬得到為因排放源產生之增量濃度，不包含周界環境濃度。由於本計畫調查路口區域地形起伏不大，地形選擇平坦地形，而粗糙度 (roughness length) 方面依 GRAL 的建議設定，都市為 0.5 到 2.0，本計畫係以 0.5 帶入模式當中，另環境風場為參考調查路口鄰近測站之氣象資料，由於本計畫模擬範圍內，土地利用皆為都市類型，且地形起伏不明顯，因此不須使用 GRAMM。



資料來源：本計畫繪製；都市街谷細懸浮微粒之不均勻度-交通排放影響

圖 4.2-2 GRAMM-GRAL 高解析度模式架構

有關模式模擬工作流程如圖 4.2-3 所示，依照 GRAL 圖形化介面選項分類，可區分成 7 個主要工作階段，再依填選式輸入和匯入特定檔案類型分為參數設定與輸入檔設定 2 項重點工作，並透過 4.2.1 及 4.2.2 小節分別說明。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.2-3 模式模擬工作流程

4.2.1 模式參數設定

1.擴散時間

擴散時間單位為秒，由於模式模擬解析度以小時做為基準，故此處設定為 3,600 秒。

2.粒子數

依據 GRAL 使用手冊，一般設定值為介在 25(範圍小於 $250*250\text{m}^2$) 至 1,000(範圍大於 $20*20\text{km}^2$ 且有多個排放源)，本計畫設定為 1,000。

3.地面粗糙度

設定為 0.5 公尺。

4.緯度

模擬範圍所在緯度，單位為度。

5.建物模式

依據 GRAL 使用手冊，分為 simple diagnostic 和 advanced prognostic 2 種模式，一般建議使用 prognostic approach，此處依據一般建議設定

為 prognostic approach。

6. 暫態模式 (GRAL Transient Mode)

選取此模式代表模式的濃度為連續性，意即前 1 個時間的擴散情況會被儲存，並會做為下 1 個時間模擬的影響因子。以本計畫案例而言，意即上午 8 時的擴散狀況會受到上午 7 時的情形影響，選擇此模式可體現出車流量時間序列的影響。

7. 水平解析度

濃度層網格水平解析度設定為 2 公尺。

8. 濃度層垂直尺度

為本計畫設定之用路人口鼻高度 1.5 公尺。

9. 垂直切面層數

設定為 7 層，其中第 1 層為 1.5 公尺。

10. 垂直切面高度

垂直切面高度分別為 1.5 公尺、2.0 公尺、3.0 公尺、5.0 公尺、10.0 公尺、30.0 公尺、60.0 公尺。

11. 風場水平解析度與垂直解析度

風場網格水平解析度設定為 2 公尺，垂直層預設值為 40 層，本計畫設定為 60 層。

12. 垂直拉升係數

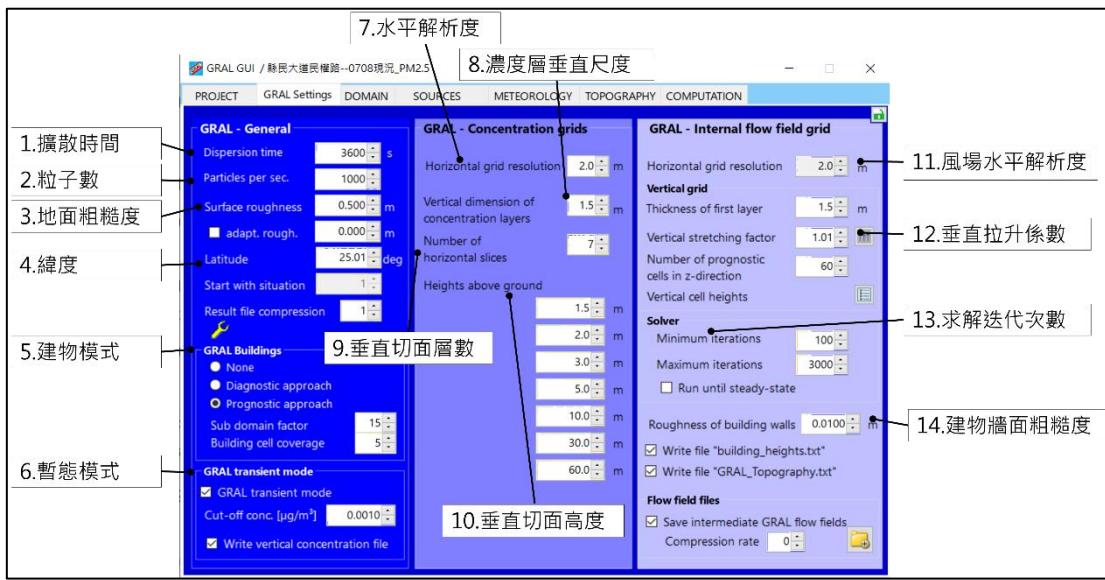
垂直拉升係數，指單位高度隨地面高度增加的程度，預設為 1.01，本計畫設定為 1.05，在該情況下，最高層可延伸至 709 公尺。

13. 求解迭代次數

設定為 3,000 次。

14. 建物牆面粗糙度

依預設值設定為 1.01 公尺。



資料來源：本計畫製作；GRAL V24.04

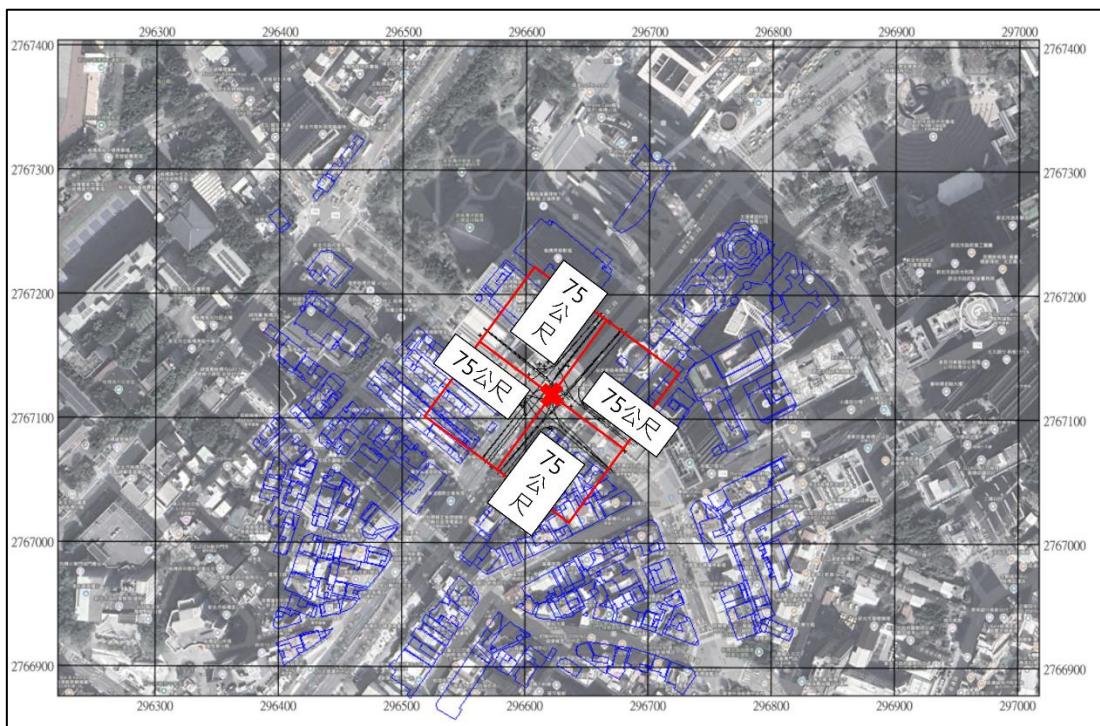
圖 4.2.1-1 GRAL 參數設定介面

4.2.2 模式輸入檔設定

1.DOMAIN 設定

有關模擬的空間範圍設定，是以匯入指定模擬區域的空間圖並配合空間對位（Georeferencing）的方式為基礎，空間圖係透過地理資訊系統軟體 QGIS 製作，呈現目標模擬路口的衛星地圖並標註圖面所在位置地理座標，採用衛星地圖之目的在於可顯示路口人行道和標線如行穿線、停止線的相對位置，而地理座標的顯示是前述空間對位（Georeferencing）所需資料，此處採橫麥卡托二度分帶座標（EPSG:3826 - TWD97/TM2 zone121），其單位是公尺，利於模擬過程中各項參數的長度設定。

有關模擬範疇之界定，本計畫參考「111 年度交通改善措施微觀車流模擬成效評估案」^[40]在模擬路網內的路段上設置「車隊長度計數」(Queue Counters)的方式，以車流停等於各路段的平均車隊長度(m)以及最大車隊長度(m)為依據，另考量特定路口和上下游路口間的距離，設定模擬範圍係以路口中心為圓點向外擴展 75 公尺。



資料來源：本計畫繪製；GRAL V24.04

圖 4.2.2-1 模擬範疇界定

2. 建物

如同 4.1 小節所述，路口的建物排列會影響空氣污染物擴散情形，據此可知建物的位置、高度和佔地面積為一重要資訊。GRAL 模式所需之資訊內容包含如下表 4.2.2-1 說明，範例則如圖 4.2.2-2 所示。

表 4.2.2-1 GRAL 模式所需建物資訊欄位說明

項目	說明
Name	建物名稱
Top-height[m]	建物頂部高度，單位為公尺
Bottom-height[m]	建物底部高度，單位為公尺
Area[m ²]	建物面積，單位為平方公尺
Number of vertices	角點數量
Corner points (x[m],y[m])	各角點所在經緯度座標

資料來源：本計畫彙整

Buildings.txt - 記事本

檔案(F) | 編輯(E) | 格式(O) | 檢視(V) | 說明

List of all buildings within the model domain

Name	Top-height[m]	Bottom-height[m]	Area	Number of vertices	Corner points (x[m],y[m])
2SCUT7A2MO	4.3688	0,,5,296234	2,2767042	9,296235	7,2767041,6,296235,1,2767040,9,296230,9,2767044,7,296231,5,2767045,4
2SCV57A87X	2.9718	0,,5,296236	8,2767611	6,296231	3,2767611,8,296231,3,2767612,2,296231,8,2767620,1,296237,4,2767619,9
2SCVC7A7W7	15.5448	0,,6,296234	2,2767585	1,296237	9,2767585,0,296237,8,2767583,6,296232,9,2767583,8,296233,0,2767586,5,296234,3,2
2SCVC7A8BL	9.2202	0,,9,296232	8,2767635	3,296238	1,2767635,0,296238,2,2767635,0,296237,4,2767619,8,296237,4,2767619,8,296231,8,27
2SCVE7A93N	3.5052	0,,6,296238	1,2767707	3,296239	8,2767707,0,296239,0,2767702,5,296229,3,2767704,2,296229,6,2767706,0,296237,7,27
2SCVG7A0NH	13.9954	0,,5,296230	3,2766843	1,296236	0,2766850,9,296241,8,2766846,6,296234,4,2766835,8,296233,1,2766833,9
2SCVJ7A8EV	3.5052	0,,4,296238	0,2767635	0,296233	2,296238,2,2967641,2,296238,4,2766810,9,2766816,0,296236,4,2766815,4,296232,7,2
2SCVM7A0FJ	10.4902	0,,8,296235	2,2766824	8,296236	4,2766819,9,296237,6,296238,9,2766816,0,296236,4,2766815,4,296232,7,2
2SCVN79XLK	16.4846	0,,20,296228	0,2766723	6,296226	0,2766724,9,296225,6,2766727,6,296224,2,2766727,4,296222,2,2766729,3,296221,9,
2SCVW7A4X2	6.400799999999999	0,,8,296237	6,2767278	6,296236	7,2767279,6,296233,2,2767275,4,296230,7,2767276,9,296236,0,2767281,8,
2SCW57A37T	19.8628	0,,31,296230	6,2767137	5,296258	3,2767109,6,296264,6,2767103,2,296258,0,2767096,4,296252,2,2767102,2,296248,4,
2SCW679XXN	19.9898	0,,4,296239	4,2766751	1,296229	7,2766787,5,296235,8,2766789,3,296245,5,2766752,5
2SCW87A97I	21.0058	0,,5,296235	6,2767717	1,296241	2,2767716,8,296240,6,2767713,0,296235,0,2767713,8,296235,3,2767715,4
2SCWE7A7TRC	7.0104	0,,14,296231	7,2767576	7,296241	2,2767718,6,296240,6,2767713,0,296239,8,2767707,0,296238,1,2767707,2
2SCWO7A95D	7.0104	0,,5,296239	1,2767713	2,296240	6,2767713,0,296239,8,2767707,0,296238,1,2767707,2
2SCWR7A7GX	10.4902	0,,7,296235	6,2767543	8,2767544	7,296238,0,2767544,4,296237,8,2767542,5,296244,8,2767541,8,296244,7,2
2SCWT7A7C1	13.4366	0,,14,296240	1,2767538	3,296242	5,2767535,6,296241,4,2767534,7,296241,7,2767534,3,296242,4,2767534,8,296245,4,
2SCX77A7TQ	13.9954	0,,6,296236	6,2767553	7,296245	9,2767552,9,296244,8,2767541,8,296237,8,2767542,5,296238,0,2767544,4,296235,7,2
2SCX77A8ADV	3.5052	0,,5,296239	3,2767632	3,296239	6,2767637,5,296246,6,2767637,3,296242,3,2767633,1,296242,3,2767632,3
2SCXC7A89T	6.7056	0,,5,296243	8,2767622	8,296243	7,2767620,9,296238,9,2767621,0,296239,0,2767622,9,296243,5,2767622,8
2SCXE7A8UF	9.5758	0,,8,296239	8,2767639	0,2767575	9,296239,0,2767575,3,296245,4,2767574,7,296244,2,2767561,3,296241,8,27
2SCXF79XGO	23.2664	0,,21,296252	8,2766724	4,296252	9,2766724,0,296252,9,2766723,6,296252,9,2766723,4,296252,8,2766723,1,296252,7,
2SCXF7A7WA	13.9192	0,,22,296245	1,2767591	1,296249	8,2767590,7,296250,0,2767590,7,296249,6,2767584,5,296250,2,2767584,5,296249,9,
2SCXF7A82E	12.8778	0,,12,296240	2,2767598	8,296243	0,2767598,6,2767604,3,296243,4,2767604,8,296243,0,2767598,6
2SCXG7A83J	17.5006	0,,4,296240	2,2767598	8,296240	6,2767604,9,296243,4,2767604,8,296243,0,2767598,6
2SCXJ79XHJ	27.9908	0,,6,296246	6,2766726	2,296247	5,296246,0,2766726,5,296248,1,2766724,8,296237,4,2766721,8,296236,4,2766725,4,296246,3,2
2SCXO7A0QK	6.2992	0,,6,296243	6,2766847	4,296242	2,2766848,5,296242,1,2766848,3,296240,0,2766849,9,296241,7,2766852,3,296245,3,27
2SCXT7A20G	7.1882	0,,4,296249	7,2767051	8,296240	2,2767054,1,296243,1,2767057,1,296243,6,2767054,5,296248,8,2767604,3,296248,7,2767603,1,296250,6,
2SD027A4AX3	6.096	0,,5,296249	1,2767281	5,296240	0,2767273,1,296236,3,2767277,4,296247,4,2767287,5,296251,0,2767283,3
2SD087A8X3J	12.9794	0,,12,296255	1,2767690	1,296255	2,2767690,1,296254,6,2767685,0,296246,0,2767685,9,296246,0,2767686,2,296239,4,27

資料來源：本計畫製作

圖 4.2.2-2 建物輸入檔範例

建物資料係自內政部國土測繪中心之多維度國家空間資訊服務平臺^[41]取得，其中新北市和高雄市調查路口鄰近的建物可透過平臺下載，臺北市資料由於未提供下載，為本計畫參考平臺網頁資訊(圖 4.2.2-3)人工建置而成。



資料來源：多維度國家空間資訊服務平臺

圖 4.2.2-3 多維度國家空間資訊服務平臺-建物屬性資訊

前述取得之建物資料是 OGC CityGML 建物細緻度等級（Level of Detail，LOD）LOD1 的三維建物模型，有關建物細緻度等級說明如下圖 4.2.2-4 和表 4.2.2-2。



資料來源：多維度國家空間資訊服務平臺

圖 4.2.2-4 CityGML 建物模型細緻度等級 (LOD) 示意圖

表 4.2.2-2 建物細緻度等級說明

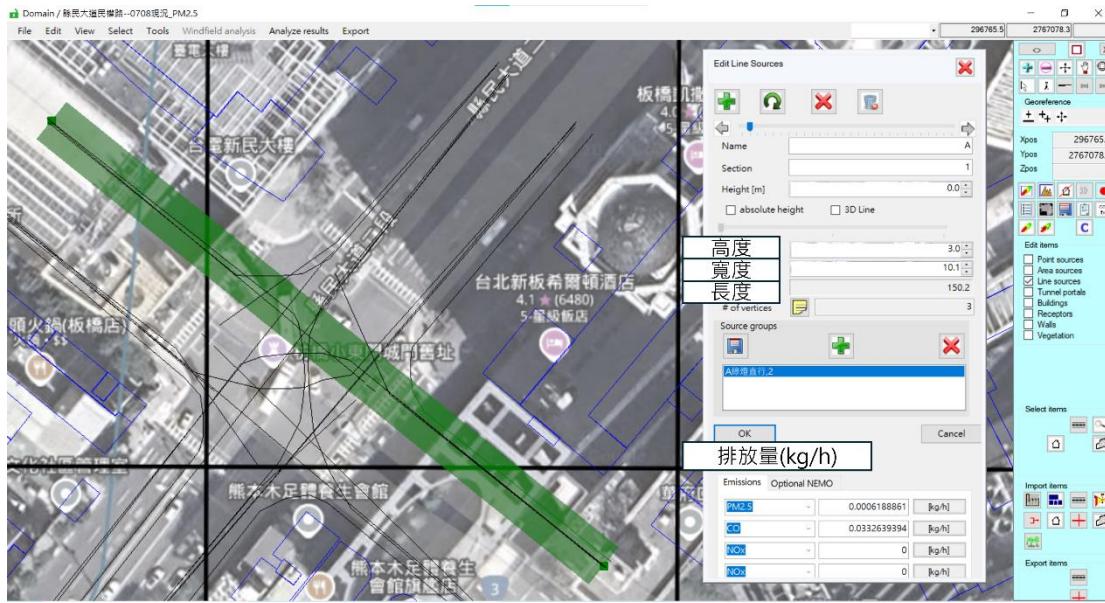
項目	LOD1	LOD2	LOD3	LOD4
模型尺度	城市、地區	城市、地區	市區、建築 模型、地標	室內建築模 型、地標
精度分類	低	中	高	非常高
點位絕對精度 (位置/高程)	5m/5m	2m/2m	0.5m/0.5m	0.2m/0.2m
模型簡化	面積大於 6m*6m 且高 差大於 3m 之 區塊物件以 簡化圖徵呈 現	面積大於 4m*4m 且高 差大於 2m 之 區塊物件以 簡化圖徵呈 現	面積大於 2m*2m 且高 差大於 1m 之 區塊物件以 真實圖徵呈 現	以結構性元 物件、門窗 開口呈現物 件
建物外部附加 設施	無	有	具代表性外 部圖徵	實際物件
屋頂結構展現	平坦屋頂	差異化屋頂 結構	實際物件	實際物件

資料來源：本計畫彙整；多維度國家空間資訊服務平臺

3. 設定排放源

在模式排放源輸入方面，以交通排放之 PM_{2.5}、CO 作為目標分析空氣污染物，模式所需資訊包含排放源高度、寬度、長度以及排放量（圖 4.2.2-5）。各模擬路口排放源數量有 28 至 36 個，即 4 個行駛方向的各 7 種行駛路徑，包含右轉、綠燈直行、紅燈直行、左轉、待轉前直行、待轉格停等與待轉後直行，由於部分調查路口有快車道和慢車

道的設置，總排放源數量最多可達 36 個。



資料來源：本計畫繪製；GRAL V24.04

圖 4.2.2-5 GRAL 排放源設定介面

(1) 排放源高度

高度參考汽車、機車排氣管的離地高度設定為 0.5m。

(2) 排放源寬度

寬度參考各路口不同行駛方向車道寬度設定。

(3) 排放源長度

長度為各排放源於模擬範疇內的行駛路徑長度。

(4) 排放量

排放量推估，計算方式如下圖 4.2.2-6 所示。

$$\text{交通量} \text{ 輛次/小時} \times \text{路徑長度} \text{ 公里/輛次} \times \text{排放係數} \text{ 公克/公里} \div 1,000 = \text{排放量} \text{ 公斤/小時}$$

資料來源：本計畫繪製

圖 4.2.2-6 排放量推估計算方式

交通量部分，本計畫依據 112 及 113 年度所調查 10 處路口之交通資料，將架設於馬路上之攝影機所提供的影像，識別路口 4 個行駛方向的車種類型（包含機車、小客車、大客車及大貨車等）、路口轉向、車流量及機車兩段式轉彎待轉量。

排放係數為參考國家空氣污染排放清冊 12 版 (TEDS 12.0) ^[42] 提供的機車、小客車、大客車及大貨車等各速率之全國平均排放係數來計算；為力求更貼近車輛實際行駛的情境，在車輛通行路口過程中分為紅燈怠速、綠燈直行及加減速（如左右轉向、起步直行），依前述 3 種行車模式之速率設定如下說明。

①紅燈怠速

行經路口為紅燈號誌，使車輛停滯後進入怠速模式，怠速模式使用車速為 5km/hr 之排放係數進行換算。

②綠燈直行

行經路口為綠燈號誌，假設車輛維持行車速率直行通過路口之模式，本計畫係透過介接 TDX 運輸資料流通服務^[11]的臺北市及高雄市之車輛偵測器歷史資料，並且平均近 3 年（111 年至 113 年）的行駛速率做為依據，若計算後之車輛速度超過該路口速限，將直接採用該路口之速限值。各路口採用之綠燈直行速率說明如下表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 綠燈直行速率設定

縣市	路口	111 年	112 年	113 年	平均速率 km/hr	設定速率 km/hr
臺北市	忠孝東路 昆陽街	43.57	45.83	54.57	47.99	40
	松山路 永吉路	42.13	45.76	44.10	44.00	40
	中山北路 南京西路	43.31	36.48	26.75	35.51	40
	重慶北路 酒泉街	36.46	35.20	29.42	33.69	30
新北市	縣民大道 民權路	新北市無設置車輛偵測器				40
高雄市	高鐵路 重信路	V243741 車輛偵測器故障無資料				40
	博愛二路 明誠二路	37.05	33.73	27.23	32.67	30
	七賢一路 民族二路	49.60	37.84	31.21	39.55	40
	明誠一路 民族一路	55.37	50.61	52.08	52.69	50
	中正二路 民族二路	58.98	54.94	48.02	53.98	50

資料來源：本計畫彙整

註：忠孝東路快車道速限 50、忠孝東路慢車道速限 40、昆陽街速限 30、酒泉街速限 40

③加減速

行經路口為綠燈號誌時，欲轉向車輛會進行減速、停等、加速的行車模式；以及紅燈轉綠燈後，車輛會起步直行或轉向，並依次進行加速、減速、停等、加速的行車模式。針對車輛行經路口時為加減速模式時，參考環境部完成的移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫^[43]，針對機車於市區進行實車測試過程中調查的旅次起訖資料，其中 1 旅次之行車模式為車輛從靜止狀態開始起步，在加速後進行轉向，車輛在接近轉彎處時減速或停等行人，在安全情況下，車輛完成轉向並逐漸加速至正常行駛速度。本計畫將機車實車測試結果之全部調查的旅次速率進行平均，所計算之平均速度作為加減速型態的速度值。

4. 氣象檔

氣象場資料方面需要環境風場以及大氣穩定度作為模式之輸入，氣象檔範例如圖 4.2.2-7，包含資訊如風速計所在座標與高度、逐時風速、風向和大氣穩定度，相關欄位說明如表 4.2.2-4。本計畫使用鄰近調查路口之測站監測數據作為 GRAL 的輸入資料，時間解析度為 1 小時 1 筆。另外，大氣穩定度計算係以鄰近調查路口之中央氣象署有人站的太陽輻射量資料為參考，藉由 US-EPA^[44]所制定之 Pasquill-Gifford 進行大氣穩定度分級，其穩定程度分為 7 類：從 A 到 G，分別代表極度不穩定 (extremely unstable) 至非常穩定 (extremely stable)，如表 4.2.2.-5 所示。

```

板橋(縣民)0709.met - 記事本
檔案(F) 儲存(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
//X=296337.49
//Y=2767150.088
//Z=10
9.7.2024,07:00,0.3,282.0,2
9.7.2024,08:00,0.6,257.0,2
9.7.2024,09:00,0.9,237.0,2
9.7.2024,10:00,1.8,253.0,1
9.7.2024,11:00,1.6,255.0,1
9.7.2024,12:00,1.8,257.0,1
9.7.2024,13:00,1.5,301.0,1
9.7.2024,14:00,2.8,17.0,2
9.7.2024,15:00,3.0,70.0,3
9.7.2024,16:00,0.9,222.0,4
9.7.2024,17:00,1.3,247.0,4
9.7.2024,18:00,0.7,224.0,6
9.7.2024,19:00,0.4,191.0,6

```

資料來源：本計畫製作

圖 4.2.2-7 氣象輸入檔範例

表 4.2.2-4 GRAL 模式所需氣象資訊欄位說明

//X			296337.49			經度
//Y			2767150.088			緯度
//Z			10			高度
9	7	2024	07:00	0.3	282.0	2
日	月	年	時	風速 (m/s)	風向	大氣穩定度

資料來源：本計畫製作

註：以圖 4.2.2-7 內容為範例

表 4.2.2-5 Pasquill-Gifford 穩定性等級

風速 m/s	日射量 $\geq 20 \text{ W/m}^2$			
	日射量			
	>925	925-675	675-175	<175
<2	A	A	B	D
2-3	A	B	C	D
3-5	B	B	C	D
5-6	C	C	D	D
≥ 6	C	D	D	D
風速 m/s	日射量 $< 20 \text{ W/m}^2$			
	溫度垂直梯度			
	<0°C	>0°C		
<2	F	G		
2-3	E	F		
>3	D	D		

資料來源：<https://github.com/GRALDispersionModel/GRALRecommendations?tab=readme-overfile>^[45]

有關 GRAL 模擬執行環境，係透過單一設備進行，硬體設備規格如表 4.2.2-6 所示，模擬過程中透過 GRAL 設定以 8 核心計算，並配合 Windows 批次檔(.bat)的設計，使數個模擬專案得以批次執行，批次檔範例如圖 4.2.2-8 所示。

表 4.2.2-6 模擬執行設備規格

處理器	13th Gen Intel(R) Core(TM) i9-13900K 3.00 GHz
記憶體	64.0GB
作業系統	Windows 10 64 位元
核心數目	24
邏輯處理器	32

資料來源：本計畫彙整

```
RUN_GRAL_1006.bat - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
chcp 65001
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1016_CO_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1016_PM_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1017_CO_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1017_PM_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1018_CO_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1019_CO_KN\Computation
GRAL.exe
cd D:\思懿\忠孝東昆陽\忠孝東昆陽--1019_PM_KN\Computation
GRAL.exe
```

資料來源：本計畫製作

圖 4.2.2-8 Windows 批次檔範例

4.2.3 路口交通特性模擬情境設計

本計畫應用空氣品質擴散模式第 2 個工作為評析交通特性對路口交通空污擴散之影響。針對 4 種路口交通管理措施，包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬（車道寬度限縮），分別設計有無措施下或其他可行策略之模擬情境進行探討，如表 4.2.3-1 所示。

表 4.2.3-1 路口交通特性模擬情境規劃

路口交通特性	模擬情境設計
[管理措施] 行人專用時相	無措施 全時段（如 07-19）有措施 部分時段（如 07-09、17-19）有措施
[管理措施] 時制計畫影響	號誌週期時間長短 針對該縣市所做的路口週期計畫，依各時段的週期時間進行模擬，分析時制對於空污濃度的影響
[管理措施] 行人穿越道線退縮	無措施 退縮 6 公尺（依小型車車身） ^{註 1} 退縮 10 公尺（依大型車車身） ^{註 1}
[管理措施] 人行道拓寬	無措施（車道寬 3.5 公尺） 車道寬縮減至 3.2 公尺 ^{註 2} 車道寬縮減至 3 公尺 ^{註 2}
[車種比例] 大客車比例相對多	無措施 包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿用線退縮、人行道拓寬等管理措施

資料來源：本計畫彙整

註 1：因國內行人穿越道線退縮之設置中央未有一定基準。地方主要以小車車身及大車車身作為退縮距離之依據。

註 2：車道寬度限縮減至 3.2 公尺或 3 公尺寬，車道之縮減對於行車效率不會有太大之影響。

4.3 路口交通特性對路口交通空污影響分析

如何降低行人於路口區域接觸之空氣污染物濃度，為本計畫探討之核心目標。近年來隨著行人安全議題漸受重視，交通部已對路口環境進行一系列規劃與改革，建立行人友善之路口環境，並希望在兼顧行人交通安全的情況下，也能減少路口車輛空氣污染物對行人的危害，爰此，本計畫以路口行人通行環境為出發點，擇定 3 種與行人友善環境有關之交通特性，包含路口時制管理的行人專用時相（包含對角行人穿越道線設置）、路口幾何配置與規劃的行人穿越道線退縮、人行道拓寬，另評估時制計畫微調的影響，探討行人在路口區域活動時，是否會因為有無路口時制管理或路口幾何配置之因素，使其接觸到的路口交通空氣污染物濃度產生差異。以下分別呈現本計畫模式模擬之性能評估結果和在不同管理措施情境下的模擬結果，以及據其繪製之等濃度圖。

4.3.1 10 處調查路口模式模擬性能評估

本計畫主要利用路口補充調查資料以及 GRAL 模式模擬進行路口交通空污之影響，研析不同交通特性對於路口交通空污之影響情形。研究流程第一部分為模式驗證部分，利用補充調查資料對 GRAL 模式進行驗證，將建物、空污排放量、環境風場以及其他參數等資料帶入 GRAL 模式模擬，將 GRAL 模式輸出之 $PM_{2.5}$ 、CO 增量濃度 ($C_{increment}$) 加上周界環境濃度 ($C_{ambient}$) 後，與觀測數據 (C_{real}) 進行比較，以對 GRAL 模式進行定量性能評估。完成 GRAL 模式性能評估後，規劃可行之路口交通特性改善策略模擬情境之分析，依模擬結果評估空污濃度降低程度，應用 GRAL 模式搭配有無交通管理措施之設定，以評析交通特性對路口交通空污擴散之影響。

本計畫應用空氣品質擴散模式第 1 個工作為驗證 GRAL 模式在水平方向上對 $PM_{2.5}$ 、CO 模擬應用之評估，搭配補充調查數據對 GRAL 進行驗證。模擬後之結果係依下列方法進行定量性能評估。因 GRAL 模式僅可以透過輸入之排放源資料模擬出該排放源所產生的增量濃度，不包含周界環境濃度，因此進行模式驗證時需同時考慮周界環境濃度和模擬所得之增量濃度，再和觀測濃度進行比較。比較方式使用以下公式。

$$C_{real} = C_{ambient} + C_{increment} + C_{residual}$$

其中 C_{real} 表示實際濃度，可由補充調查所得之監測空污濃度代表； $C_{ambient}$ 表示周界環境濃度的貢獻；而 $C_{increment}$ 表示由路口交通排放之增量濃度，這部分是由 GRAL 模擬結果代表；最後 $C_{residual}$ 則表示除了交通排放外，其餘當地污染物之排放增量濃度。在本計畫中，周界環境濃度代表大環境下城市尺度的濃度，以環境部設置之空氣品質標準測站或交通空氣品質監測站所測得之濃度為代表。

本計畫參考環境部制訂之模式模擬結果性能評估規範對 GRAL 模式模擬結果進行定量指標分析。模式模擬性能評估規範主要針對環境影響評估等案件的網格類模式進行規範，GRAL 模式屬於微尺度的擴散模式，然為評估本計畫建立之模擬的適用性，本計畫仍提供指標供參考。

環境部制訂之模式模擬結果性能評估規範^[46]包含下列 3 種定量指標分析：

1. 相關係數 (Correlation coefficient , r)
2. 配對值分數偏差 (Mean Fractional Bias , MFB%)
3. 配對值絕對分數誤差 (Mean Fractional Error , MFE%)

其中 MFB 和 MFE 依照下列公式所示：

$$MFB = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left(\frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right) \text{ (accepted value : } MFB \leq \pm 35\%)$$

$$MFE = \frac{2}{M \times N} \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \left| \frac{P_{i,k} - O_{i,k}}{P_{i,k} + O_{i,k}} \right| \text{ (accepted value : } MFE \leq 55\%)$$

其中 $P_{i,k}$ 和 $O_{i,k}$ 分別是 k 點中第 i 小時的模擬值和觀測值 (代表所有的模擬小時數，而 M 代表所有觀測點)。除此之外，相關係數的標準範圍為高於 0.5。

有關本計畫 2 年期工作，合計 10 個路口的模式模擬工作，以下優先彙整其性能評估指標中相關係數的量化結果 (表 4.3.1-1)。本計畫擬定之模式驗證通過標準為 4 個監測日中至少有 2 日合乎相關係數最小值的基準，即 $PM_{2.5}$ 需大於 0.5， CO 需大於 0.45。10 個模擬路口中部分路口設置有 2 個監測點位，下表呈現 2 個監測位置的相關係數計算結果，其中監測值部分係已排除離群值，此處所指之離群值是指大於第 3 四分位數加 1.5 倍四分位距或小於第 1 四分位數減 1.5 倍四分位距者。由下表可知 10 個調查路口皆至少有 1 個監測位置的 $PM_{2.5}$ 和 CO 的監測值與模擬值的相關係數符合 2 天以上分別達 0.5 及 0.45 的基準。

表 4.3.1-1 性能評估結果（相關係數）

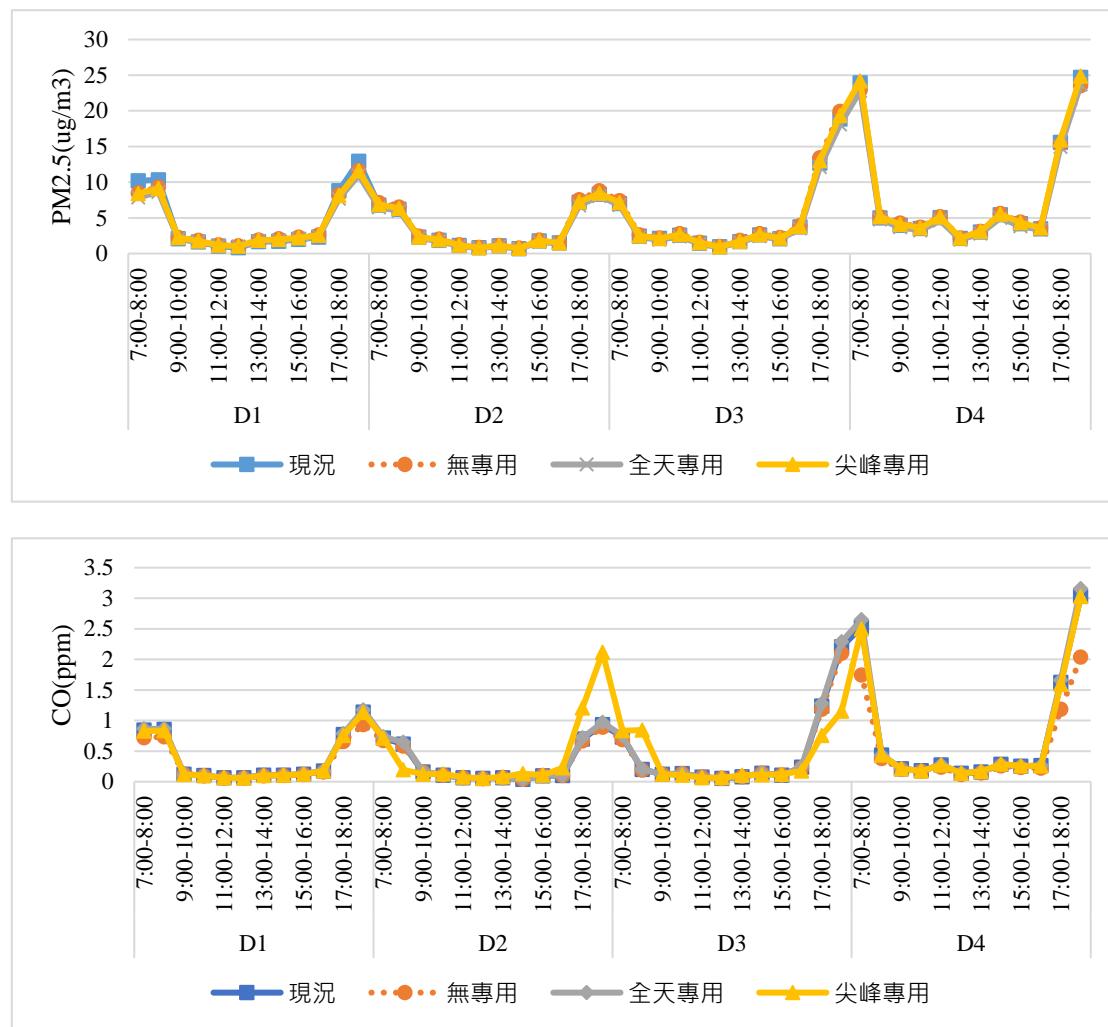
類型	路口	位置	監測點 1				位置				監測點 2								
			PM _{2.5}				CO				PM _{2.5}								
			D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	
行人專用時相	忠孝東高鐵 昆陽 重信	行人等候區	0.84	0.81	0.31	0.46	0.96	0.54	0.90	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	
時制計畫	中山 南京	行人等候區	0.66	0.57	-0.22	-0.37	0.63	0.69	0.83	0.78	分隔島	-0.03	0.83	-0.02	-0.36	0.51	0.83	0.39	0.55
行穿線退縮	七賢 民族	行人等候區	0.43	-0.53	0.70	0.63	0.80	0.75	0.36	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	
行穿線退縮	重慶 酒泉	退縮前	0.82	0.73	0.32	0.45	0.34	0.74	0.51	-0.44	退縮後	0.81	0.20	0.25	0.48	0.70	-0.07	0.55	0.63
車道限縮	明誠 民族	退縮前	0.21	0.72	0.71	0.24	0.78	0.95	0.98	0.91	退縮後	0.28	0.68	0.55	0.21	0.88	0.92	0.81	0.86
車道限縮	松山 永吉	行人等候區	0.06	0.51	0.66	0.86	0.93	0.41	0.79	-0.18	-	-	-	-	-	-	-	-	
大型車比例較多	博愛 明誠	行人等候區	0.81	0.71	0.58	0.28	0.82	0.57	0.51	0.31	分隔島	0.43	0.54	0.26	0.27	0.60	0.74	0.64	0.78
大型車比例較多	縣民 大道 民權	行人等候區	0.55	0.94	0.49	0.30	0.68	0.96	0.90	0.46	分隔島	0.67	0.90	0.61	0.43	0.72	0.85	0.92	0.65
中正 民族	中正 民族	行人等候區	0.90	0.55	0.18	-0.69	0.86	0.88	0.79	0.55	分隔島	0.80	0.25	0.12	-0.72	0.50	0.54	0.89	0.75

資料來源：本計畫彙整

4.3.2 路口交通特性對路口交通空污影響分析

1. 交通特性-行人專用時相

行人專用時相特性濃度變化如圖 4.3.2-1 至圖 4.3.2-3，另由表 4.3.2-1 至表 4.3.2-3 評估結果發現，實施全天時段行人專用時相下，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度，於行人等候區增減幅度為-15.51%至 0.87%，於行穿線中間增減幅度為-15.48%至 -1.84%，於路口中央增減幅度為-18.71%至 -1.10%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-1 忠孝東路昆陽街（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-1 忠孝東路昆陽街 (行人等候區) - 行人專用時相特性濃度增減
量百分比

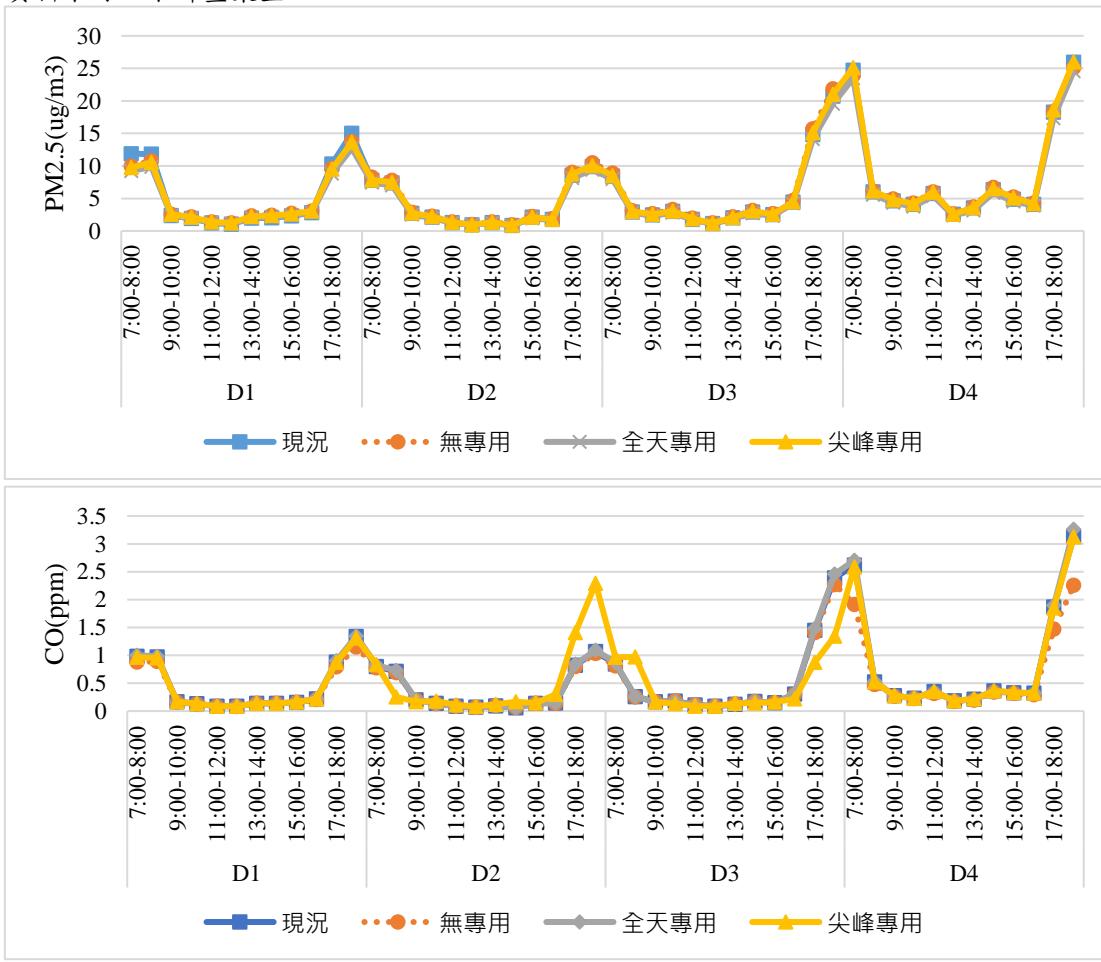
行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-7.60%	20.58%	-1.34%	15.46%
	8:00-9:00	-7.22%	17.70%	-2.01%	13.33%
	9:00-10:00	-10.75%	1.92%	-0.69%	-0.69%
	10:00-11:00	-10.08%	6.37%	-4.48%	6.88%
	11:00-12:00	-9.48%	0.10%	-3.53%	1.46%
	12:00-13:00	-8.17%	10.15%	-3.98%	5.28%
	13:00-14:00	-10.24%	5.33%	-2.30%	4.82%
	14:00-15:00	-9.56%	6.03%	-3.86%	5.59%
	15:00-16:00	-10.90%	5.99%	-3.41%	4.62%
	16:00-17:00	-7.61%	14.08%	-1.70%	9.37%
	17:00-18:00	-6.48%	20.02%	-1.06%	15.15%
	18:00-19:00	-5.59%	25.88%	-0.38%	21.44%
第二天	7:00-8:00	-9.58%	9.30%	-3.72%	6.62%
	8:00-9:00	-8.16%	10.92%	-2.75%	-66.37%
	9:00-10:00	-12.63%	2.57%	-5.70%	-23.46%
	10:00-11:00	-11.95%	0.87%	-4.93%	18.87%
	11:00-12:00	-14.12%	-1.49%	-4.34%	17.31%
	12:00-13:00	-11.27%	2.71%	-3.29%	5.75%
	13:00-14:00	-11.46%	-1.07%	-2.34%	26.86%
	14:00-15:00	-12.87%	-2.34%	-3.06%	250.49%
	15:00-16:00	-15.13%	0.24%	-5.12%	6.60%
	16:00-17:00	-9.03%	5.11%	-3.85%	131.25%
	17:00-18:00	-10.80%	7.46%	-4.34%	80.92%
	18:00-19:00	-8.78%	8.78%	-3.95%	136.75%
第三天	7:00-8:00	-8.15%	9.74%	-3.75%	21.44%
	8:00-9:00	-10.61%	6.31%	-3.67%	346.80%
	9:00-10:00	-12.10%	2.06%	-3.02%	2.91%
	10:00-11:00	-15.51%	-0.24%	-5.38%	-20.12%
	11:00-12:00	-13.88%	-2.84%	-4.96%	-14.85%
	12:00-13:00	-11.60%	4.23%	-5.53%	17.09%
	13:00-14:00	-14.39%	1.05%	-7.05%	33.84%
	14:00-15:00	-12.68%	2.37%	-3.80%	-19.05%
	15:00-16:00	-12.41%	-2.73%	-4.24%	17.24%
	16:00-17:00	-9.98%	6.19%	-2.96%	-23.13%
	17:00-18:00	-9.42%	8.05%	-2.81%	-36.11%
	18:00-19:00	-9.21%	8.90%	-2.86%	-45.27%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-1 忠孝東路昆陽街（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比（續）

行人等候區	全天專用		尖峰專用	
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-0.43%	51.73%	5.59%
	8:00-9:00	-8.33%	15.24%	-0.38%
	9:00-10:00	-13.74%	5.35%	-4.70%
	10:00-11:00	-12.61%	3.04%	-2.18%
	11:00-12:00	-10.60%	13.86%	-1.21%
	12:00-13:00	-10.21%	20.79%	-0.16%
	13:00-14:00	-9.73%	16.27%	-0.15%
	14:00-15:00	-11.29%	9.50%	-1.69%
	15:00-16:00	-12.48%	8.64%	-1.95%
	16:00-17:00	-7.36%	19.03%	-0.47%
	17:00-18:00	-2.82%	40.40%	3.75%
	18:00-19:00	0.87%	54.94%	5.77%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-2 忠孝東路昆陽街（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-2 忠孝東路昆陽街 (行穿線中間) - 行人專用時相特性濃度增減
量百分比

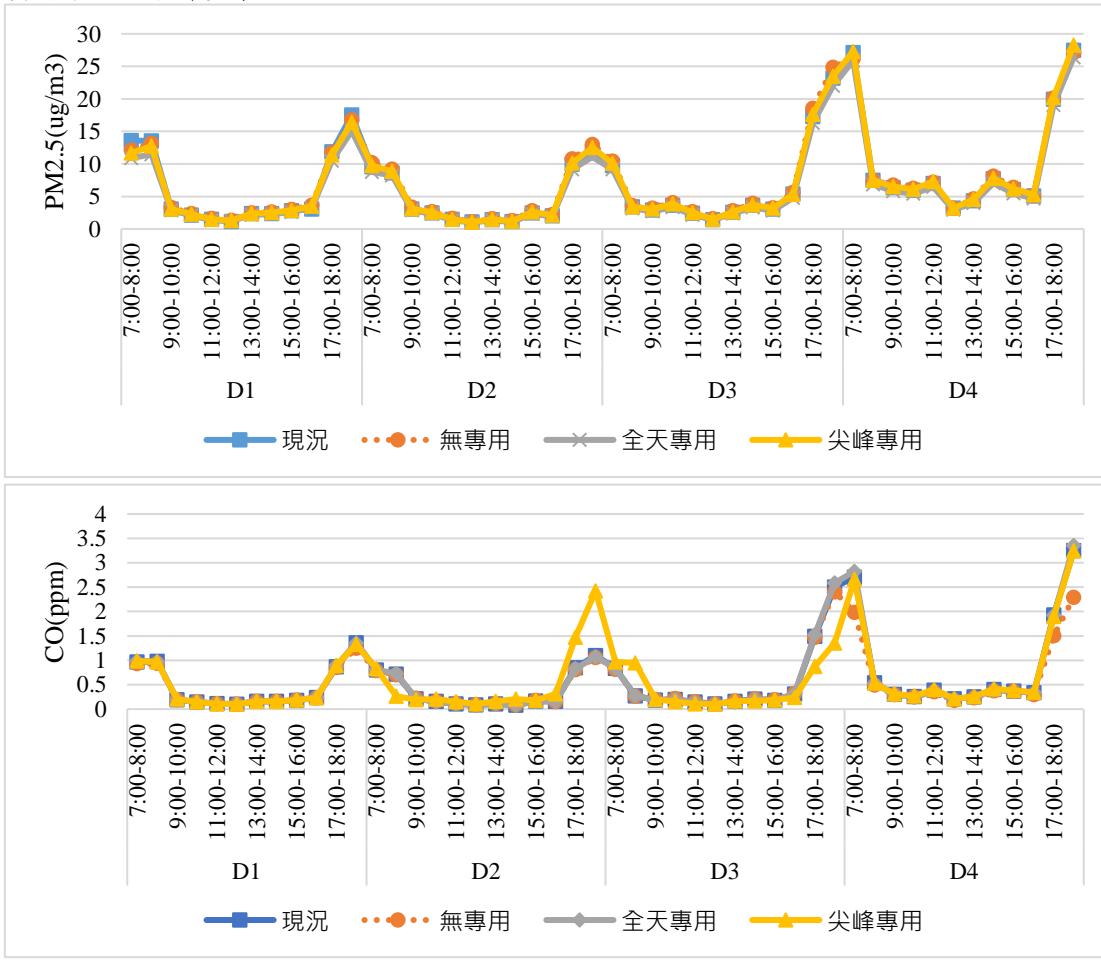
行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-7.77%	13.64%	-1.91%	9.94%
	8:00-9:00	-8.42%	9.98%	-2.20%	6.82%
	9:00-10:00	-10.53%	-1.24%	-1.05%	4.05%
	10:00-11:00	-10.16%	2.14%	-2.55%	2.93%
	11:00-12:00	-8.86%	-2.34%	-0.58%	-0.40%
	12:00-13:00	-7.64%	4.49%	-0.44%	3.74%
	13:00-14:00	-12.36%	-0.67%	-3.84%	-0.69%
	14:00-15:00	-11.23%	-0.30%	-2.28%	0.95%
	15:00-16:00	-10.55%	-0.37%	-2.80%	1.91%
	16:00-17:00	-8.19%	6.72%	-1.17%	3.45%
	17:00-18:00	-8.35%	13.12%	-1.12%	9.77%
	18:00-19:00	-7.63%	17.42%	-0.88%	14.31%
第二天	7:00-8:00	-10.05%	6.11%	-5.28%	7.08%
	8:00-9:00	-10.20%	5.97%	-3.80%	-63.25%
	9:00-10:00	-11.96%	-0.24%	-3.81%	-17.14%
	10:00-11:00	-11.99%	0.78%	-2.26%	32.84%
	11:00-12:00	-11.53%	-1.89%	-5.55%	27.10%
	12:00-13:00	-8.80%	2.14%	-4.97%	19.43%
	13:00-14:00	-12.18%	-3.12%	-5.92%	32.23%
	14:00-15:00	-12.83%	-3.73%	-6.43%	171.21%
	15:00-16:00	-12.92%	-2.99%	-4.05%	4.10%
	16:00-17:00	-10.57%	1.85%	-6.25%	111.86%
	17:00-18:00	-10.00%	5.27%	-3.06%	76.46%
	18:00-19:00	-10.05%	5.33%	-4.09%	121.34%
第三天	7:00-8:00	-10.68%	6.86%	-4.52%	19.14%
	8:00-9:00	-9.37%	2.14%	-3.23%	281.99%
	9:00-10:00	-13.01%	-2.50%	-3.09%	-4.12%
	10:00-11:00	-15.34%	-5.42%	-8.27%	-28.49%
	11:00-12:00	-15.48%	-3.16%	-6.58%	-23.71%
	12:00-13:00	-9.98%	0.97%	-4.47%	1.51%
	13:00-14:00	-13.53%	-4.94%	-5.40%	10.75%
	14:00-15:00	-13.27%	-1.67%	-3.67%	-17.79%
	15:00-16:00	-12.61%	-3.86%	-4.16%	6.91%
	16:00-17:00	-9.48%	5.27%	-4.60%	-26.54%
	17:00-18:00	-10.01%	5.57%	-3.70%	-37.89%
	18:00-19:00	-10.52%	8.14%	-3.87%	-40.83%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-2 忠孝東路昆陽街（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比（續）

行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-1.84%	41.30%	4.82%	34.96%
	8:00-9:00	-9.31%	10.32%	-0.27%	9.42%
	9:00-10:00	-11.81%	2.55%	-2.86%	3.58%
	10:00-11:00	-12.72%	3.29%	-2.42%	3.55%
	11:00-12:00	-10.84%	8.29%	-0.59%	10.09%
	12:00-13:00	-9.93%	8.83%	-2.44%	8.05%
	13:00-14:00	-14.28%	6.23%	-2.89%	10.17%
	14:00-15:00	-12.79%	2.51%	-3.27%	6.43%
	15:00-16:00	-13.25%	2.37%	-3.14%	5.63%
	16:00-17:00	-9.27%	8.54%	-2.00%	8.75%
	17:00-18:00	-5.43%	28.97%	1.68%	25.66%
	18:00-19:00	-2.16%	44.54%	3.53%	38.50%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-3 忠孝東路昆陽街（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-3 忠孝東路昆陽街 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減
量百分比

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-10.32%	5.49%	-3.76%	5.35%
	8:00-9:00	-12.73%	3.83%	-2.81%	3.34%
	9:00-10:00	-14.22%	0.31%	-7.80%	7.08%
	10:00-11:00	-12.09%	-0.65%	-4.02%	1.16%
	11:00-12:00	-16.85%	-4.45%	-7.09%	-4.73%
	12:00-13:00	-9.13%	2.98%	-3.84%	-1.36%
	13:00-14:00	-12.70%	-1.71%	-3.82%	-1.88%
	14:00-15:00	-13.45%	-3.62%	-4.85%	-2.68%
	15:00-16:00	-13.83%	-3.08%	-4.52%	0.98%
	16:00-17:00	-11.63%	2.17%	-3.67%	0.79%
	17:00-18:00	-10.32%	3.80%	-2.96%	4.86%
	18:00-19:00	-10.36%	8.34%	-2.39%	5.91%
第二天	7:00-8:00	-14.40%	1.37%	-4.80%	4.84%
	8:00-9:00	-10.85%	3.27%	-3.89%	-62.26%
	9:00-10:00	-14.12%	-4.42%	-6.22%	-14.91%
	10:00-11:00	-12.60%	-4.49%	-3.66%	31.07%
	11:00-12:00	-18.71%	-5.71%	-10.47%	35.17%
	12:00-13:00	-9.18%	4.32%	-3.84%	26.14%
	13:00-14:00	-15.25%	-6.12%	-6.06%	37.58%
	14:00-15:00	-18.17%	-4.70%	-9.00%	142.02%
	15:00-16:00	-16.91%	-8.41%	-6.92%	0.02%
	16:00-17:00	-14.09%	0.81%	-4.93%	103.85%
	17:00-18:00	-14.79%	2.18%	-5.66%	81.74%
	18:00-19:00	-14.88%	1.41%	-3.87%	129.27%
第三天	7:00-8:00	-12.45%	2.79%	-3.57%	18.62%
	8:00-9:00	-12.38%	0.78%	-5.78%	257.20%
	9:00-10:00	-15.99%	-3.37%	-3.85%	0.34%
	10:00-11:00	-17.14%	-9.32%	-4.82%	-30.73%
	11:00-12:00	-17.59%	-9.60%	-5.67%	-31.30%
	12:00-13:00	-13.17%	-1.37%	-8.42%	-5.76%
	13:00-14:00	-16.38%	-9.20%	-6.62%	1.48%
	14:00-15:00	-15.61%	-3.43%	-5.58%	-21.73%
	15:00-16:00	-14.31%	-9.00%	-2.60%	-3.15%
	16:00-17:00	-15.10%	-1.13%	-5.89%	-26.00%
	17:00-18:00	-12.05%	3.79%	-4.84%	-40.66%
	18:00-19:00	-11.45%	7.61%	-5.48%	-43.84%

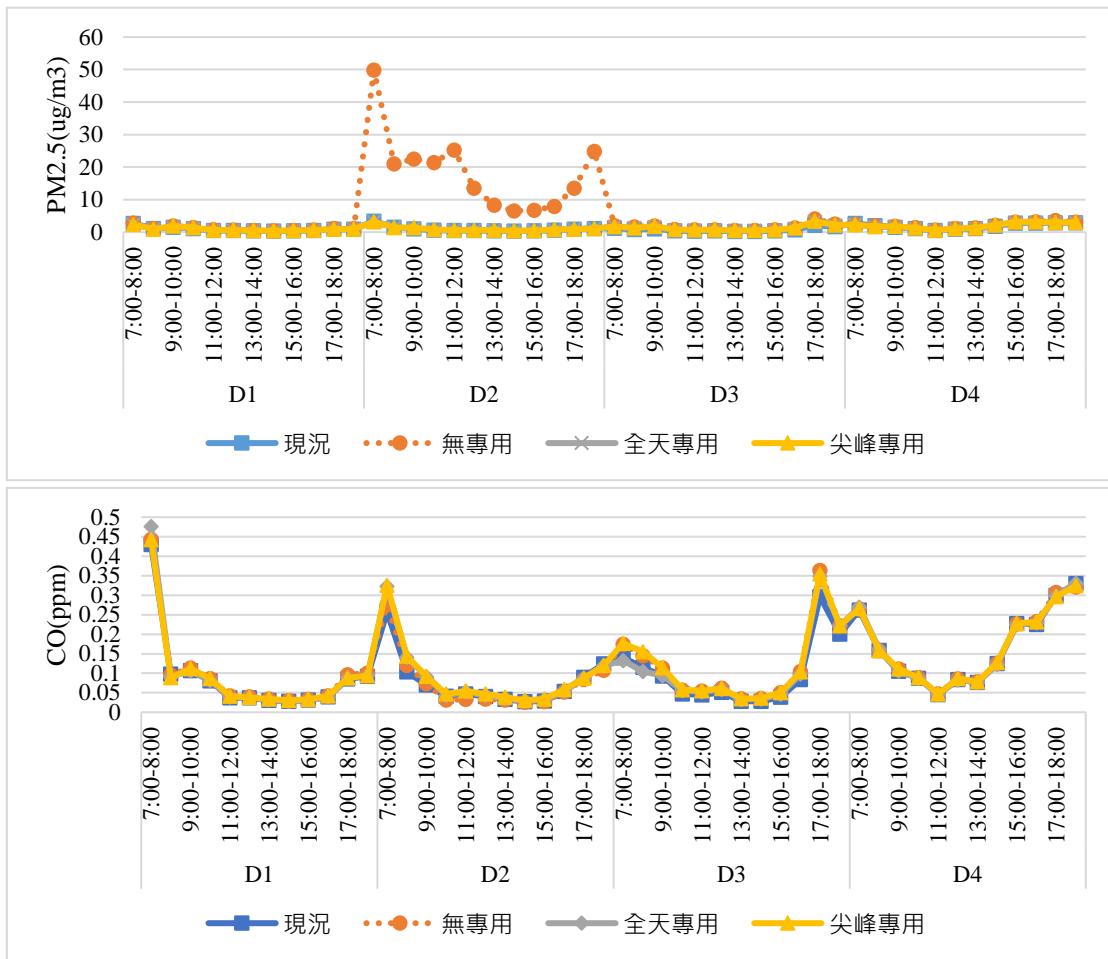
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-3 忠孝東路昆陽街 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減
量百分比 (繢)

路口正中央		全天專用		尖峰專用	
		PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-1.10%	42.40%	4.05%	34.19%
	8:00-9:00	-8.66%	5.12%	0.15%	7.81%
	9:00-10:00	-13.61%	2.46%	-3.36%	4.01%
	10:00-11:00	-13.37%	1.93%	-2.54%	7.88%
	11:00-12:00	-10.26%	8.29%	1.54%	12.50%
	12:00-13:00	-8.08%	16.37%	-0.68%	17.19%
	13:00-14:00	-14.63%	3.34%	-2.00%	10.45%
	14:00-15:00	-12.98%	2.76%	-4.01%	10.54%
	15:00-16:00	-14.95%	0.48%	-3.84%	5.34%
	16:00-17:00	-8.51%	13.39%	2.40%	13.99%
	17:00-18:00	-5.57%	28.02%	0.24%	26.08%
	18:00-19:00	-2.72%	46.29%	4.19%	41.34%

資料來源：本計畫彙整

行人專用時相特性濃度變化如圖 4.3.2-4 至圖 4.3.2-6，其中以無專用時相的第 2 天模擬結果最具有差異性，明顯高於其他模擬值。另由表 4.3.2-4 至表 4.3.2-6 評估結果發現，實施全天時段行人專用時相下，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度，於行人等候區增減幅度為-21.40%至-2.58%，於行穿線中間增減幅度為-18.34%至 16.84%，於路口中央增減幅度為-20.36%至 3.05%；CO 的部分，亦以實施全天時段行人專用時相下，相對可有效減少受體點位平均之 CO 濃度，於行人等候區增減幅度為-28.10%至 7.32%，於行穿線中間增減幅度為-23.86%至 8.70%，於路口中央增減幅度為-14.44%至 1.74%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-4 高鐵路重信路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-4 高鐵路重信路(行人等候區)-行人專用時相特性濃度增減量

百分比

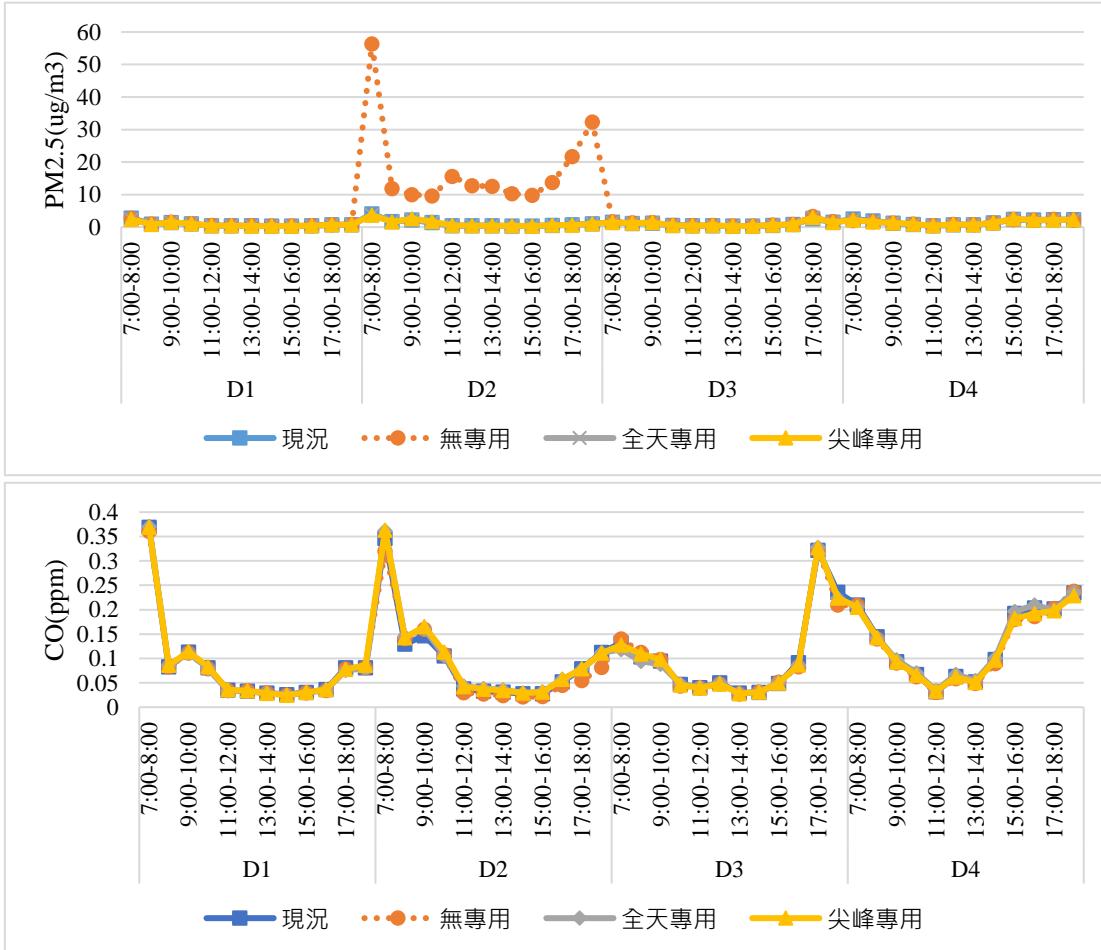
行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-14.61%	7.32%	-14.46%	-0.14%
	8:00-9:00	-18.31%	-4.31%	-18.51%	-7.06%
	9:00-10:00	-20.04%	-6.14%	-1.24%	-1.38%
	10:00-11:00	-18.51%	-5.71%	0.87%	0.15%
	11:00-12:00	-19.16%	-7.29%	-0.52%	-0.83%
	12:00-13:00	-16.84%	-6.38%	1.59%	-3.52%
	13:00-14:00	-16.64%	-4.93%	2.34%	-0.28%
	14:00-15:00	-19.55%	-8.29%	0.99%	0.76%
	15:00-16:00	-16.80%	-4.59%	-0.77%	0.92%
	16:00-17:00	-21.40%	-8.81%	-2.47%	-0.12%
	17:00-18:00	-20.16%	-8.53%	-19.50%	-8.83%
	18:00-19:00	-16.01%	-5.93%	-16.31%	-6.66%
第二天	7:00-8:00	-93.62%	17.10%	-93.64%	17.94%
	8:00-9:00	-93.23%	17.01%	-93.35%	19.23%
	9:00-10:00	-94.70%	24.50%	-93.80%	25.85%
	10:00-11:00	-96.92%	35.71%	-96.17%	48.00%
	11:00-12:00	-98.01%	59.75%	-97.57%	65.29%
	12:00-13:00	-96.35%	26.21%	-95.61%	38.13%
	13:00-14:00	-94.08%	11.07%	-92.83%	24.63%
	14:00-15:00	-94.54%	13.80%	-93.43%	20.73%
	15:00-16:00	-93.77%	14.82%	-92.45%	23.59%
	16:00-17:00	-91.83%	1.77%	-89.97%	11.57%
	17:00-18:00	-93.17%	3.24%	-93.10%	3.21%
	18:00-19:00	-95.55%	10.58%	-95.58%	11.61%
第三天	7:00-8:00	-16.23%	-23.97%	-16.86%	1.27%
	8:00-9:00	-15.46%	-28.10%	-14.91%	7.34%
	9:00-10:00	-15.34%	-17.37%	-2.02%	0.76%
	10:00-11:00	-17.48%	-1.81%	-0.57%	0.50%
	11:00-12:00	-16.78%	-5.30%	-0.13%	0.23%
	12:00-13:00	-13.95%	-4.82%	0.13%	-0.62%
	13:00-14:00	-18.23%	-6.24%	0.10%	0.06%
	14:00-15:00	-18.55%	-5.40%	-0.40%	0.79%
	15:00-16:00	-16.45%	-8.12%	-1.84%	-0.43%
	16:00-17:00	-16.31%	-6.16%	-1.30%	-0.31%
	17:00-18:00	-17.76%	-4.05%	-17.26%	-2.36%
	18:00-19:00	-13.98%	-0.23%	-12.16%	-0.12%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-4 高鐵路重信路 (行人等候區) - 行人專用時相特性濃度增減量
百分比 (續)

行人等候區	全天專用		尖峰專用	
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
18:00-19:00	-13.98%	-0.23%	-12.16%	-0.12%
第四天	7:00-8:00	-2.58%	1.78%	-2.68%
	8:00-9:00	-13.08%	2.18%	-11.17%
	9:00-10:00	-17.39%	-4.89%	0.80%
	10:00-11:00	-16.54%	-1.73%	-1.78%
	11:00-12:00	-19.59%	-4.09%	-3.39%
	12:00-13:00	-15.32%	-2.77%	-0.78%
	13:00-14:00	-14.97%	-2.57%	0.21%
	14:00-15:00	-13.72%	-2.26%	3.34%
	15:00-16:00	-10.02%	-1.23%	4.17%
	16:00-17:00	-11.75%	-1.62%	1.01%
	17:00-18:00	-16.14%	-2.95%	-14.66%
	18:00-19:00	-5.61%	3.04%	-4.44%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-5 高鐵路重信路 (行穿線中間) - 行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-5 高鐵路重信路 (行穿線中間) - 行人專用時相特性濃度增減量

百分比

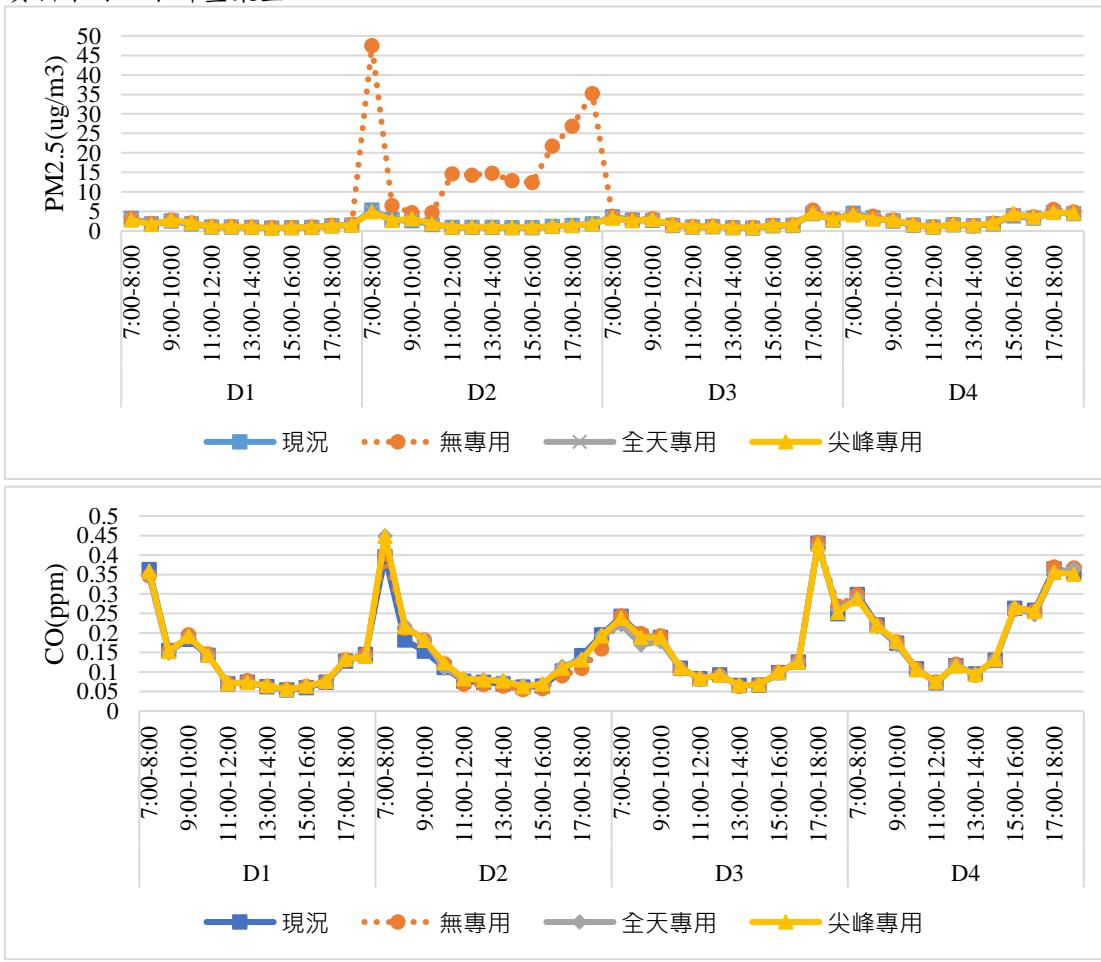
行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-12.64%	1.19%	-12.35%	1.15%
	8:00-9:00	-14.86%	-0.72%	-15.80%	0.08%
	9:00-10:00	-13.10%	-2.12%	0.01%	1.75%
	10:00-11:00	-14.05%	-0.81%	-3.04%	4.30%
	11:00-12:00	-14.33%	-2.53%	-1.53%	2.37%
	12:00-13:00	-11.76%	-4.67%	0.06%	0.18%
	13:00-14:00	-11.73%	-1.79%	-2.88%	0.54%
	14:00-15:00	-8.41%	-1.01%	0.58%	-0.28%
	15:00-16:00	-11.77%	-2.79%	0.30%	0.38%
	16:00-17:00	-8.14%	1.29%	1.40%	3.58%
	17:00-18:00	-12.05%	-5.69%	-12.30%	-3.79%
	18:00-19:00	-12.18%	-3.55%	-12.20%	2.63%
第二天	7:00-8:00	-91.85%	12.36%	-91.90%	14.04%
	8:00-9:00	-81.72%	6.77%	-81.81%	7.17%
	9:00-10:00	-70.37%	2.50%	-66.04%	5.81%
	10:00-11:00	-80.41%	-5.37%	-76.15%	4.25%
	11:00-12:00	-96.55%	36.89%	-96.04%	37.63%
	12:00-13:00	-96.15%	34.75%	-95.67%	35.10%
	13:00-14:00	-96.11%	38.91%	-95.70%	35.47%
	14:00-15:00	-95.66%	30.60%	-95.37%	30.80%
	15:00-16:00	-95.72%	35.01%	-95.31%	34.65%
	16:00-17:00	-95.42%	26.83%	-95.02%	27.68%
	17:00-18:00	-96.18%	32.49%	-96.29%	34.90%
	18:00-19:00	-96.28%	27.99%	-96.30%	29.65%
第三天	7:00-8:00	-14.92%	-19.69%	-16.71%	-7.31%
	8:00-9:00	-14.06%	-23.86%	-13.22%	0.27%
	9:00-10:00	-12.03%	-15.57%	0.63%	-1.00%
	10:00-11:00	-10.42%	5.16%	-3.31%	3.30%
	11:00-12:00	-8.55%	1.85%	2.06%	0.25%
	12:00-13:00	-7.67%	0.85%	-0.30%	-2.70%
	13:00-14:00	-9.55%	1.02%	-1.05%	0.84%
	14:00-15:00	-8.05%	-1.19%	-1.16%	0.04%
	15:00-16:00	-7.95%	-4.15%	0.01%	-1.35%
	16:00-17:00	-11.91%	2.21%	-2.62%	2.88%
	17:00-18:00	-12.46%	-0.34%	-12.89%	-0.05%
	18:00-19:00	-10.55%	1.99%	-12.48%	2.87%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-5 高鐵路重信路 (行穿線中間) - 行人專用時相特性濃度增減量
百分比 (續)

行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	13.68%	1.14%	12.97%	-0.66%
	8:00-9:00	7.47%	2.37%	4.52%	3.71%
	9:00-10:00	-3.16%	3.52%	12.56%	1.77%
	10:00-11:00	-11.10%	6.95%	-0.56%	4.72%
	11:00-12:00	-18.34%	8.70%	-8.96%	6.48%
	12:00-13:00	-8.79%	7.93%	0.41%	4.13%
	13:00-14:00	-11.00%	5.32%	0.37%	2.09%
	14:00-15:00	-7.22%	6.27%	4.19%	4.80%
	15:00-16:00	-0.04%	5.67%	12.24%	1.08%
	16:00-17:00	-7.14%	7.12%	3.11%	2.93%
	17:00-18:00	-3.85%	-2.01%	-5.67%	-2.59%
	18:00-19:00	16.84%	-0.28%	17.56%	-2.76%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-6 高鐵路重信路 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-6 高鐵路重信路 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減量
百分比

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-10.57%	0.22%	-11.61%	3.66%
	8:00-9:00	-10.10%	-4.10%	-11.10%	-1.14%
	9:00-10:00	-11.07%	-3.30%	0.61%	-1.59%
	10:00-11:00	-10.38%	-2.05%	0.01%	-2.09%
	11:00-12:00	-10.92%	-2.97%	-0.08%	-1.97%
	12:00-13:00	-13.38%	-6.20%	-2.48%	-6.99%
	13:00-14:00	-11.12%	0.72%	-0.31%	4.66%
	14:00-15:00	-13.22%	-4.31%	-2.51%	0.05%
	15:00-16:00	-11.12%	-0.91%	2.26%	1.68%
	16:00-17:00	-7.77%	0.11%	2.35%	3.03%
	17:00-18:00	-10.66%	-0.71%	-12.61%	1.02%
	18:00-19:00	-10.81%	-4.13%	-10.45%	-3.63%
第二天	7:00-8:00	-89.67%	11.97%	-89.54%	11.81%
	8:00-9:00	-59.37%	3.30%	-58.75%	2.31%
	9:00-10:00	-39.86%	0.05%	-32.92%	-0.33%
	10:00-11:00	-64.40%	-9.87%	-58.79%	1.46%
	11:00-12:00	-93.80%	19.27%	-93.09%	19.76%
	12:00-13:00	-93.39%	18.05%	-92.62%	17.38%
	13:00-14:00	-93.53%	20.95%	-92.94%	21.02%
	14:00-15:00	-93.63%	18.41%	-92.92%	14.09%
	15:00-16:00	-93.10%	18.24%	-92.17%	22.02%
	16:00-17:00	-94.56%	26.07%	-94.27%	21.92%
	17:00-18:00	-94.79%	21.60%	-94.88%	20.42%
	18:00-19:00	-94.68%	21.47%	-94.77%	21.16%
第三天	7:00-8:00	-11.19%	-9.23%	-9.83%	-2.52%
	8:00-9:00	-12.31%	-14.44%	-10.56%	-4.98%
	9:00-10:00	-9.49%	-7.83%	-3.93%	-2.11%
	10:00-11:00	-10.90%	0.79%	-1.04%	2.30%
	11:00-12:00	-11.01%	1.23%	-0.35%	1.92%
	12:00-13:00	-9.10%	0.90%	-1.10%	0.70%
	13:00-14:00	-10.19%	1.72%	1.60%	4.78%
	14:00-15:00	-10.47%	0.88%	-1.52%	0.69%
	15:00-16:00	-10.45%	-2.63%	-1.29%	-0.20%
	16:00-17:00	-10.11%	1.07%	-0.55%	-1.21%
	17:00-18:00	-12.33%	-1.74%	-13.26%	-1.11%
	18:00-19:00	-9.82%	-3.49%	-7.55%	-6.03%

資料來源：本計畫彙整

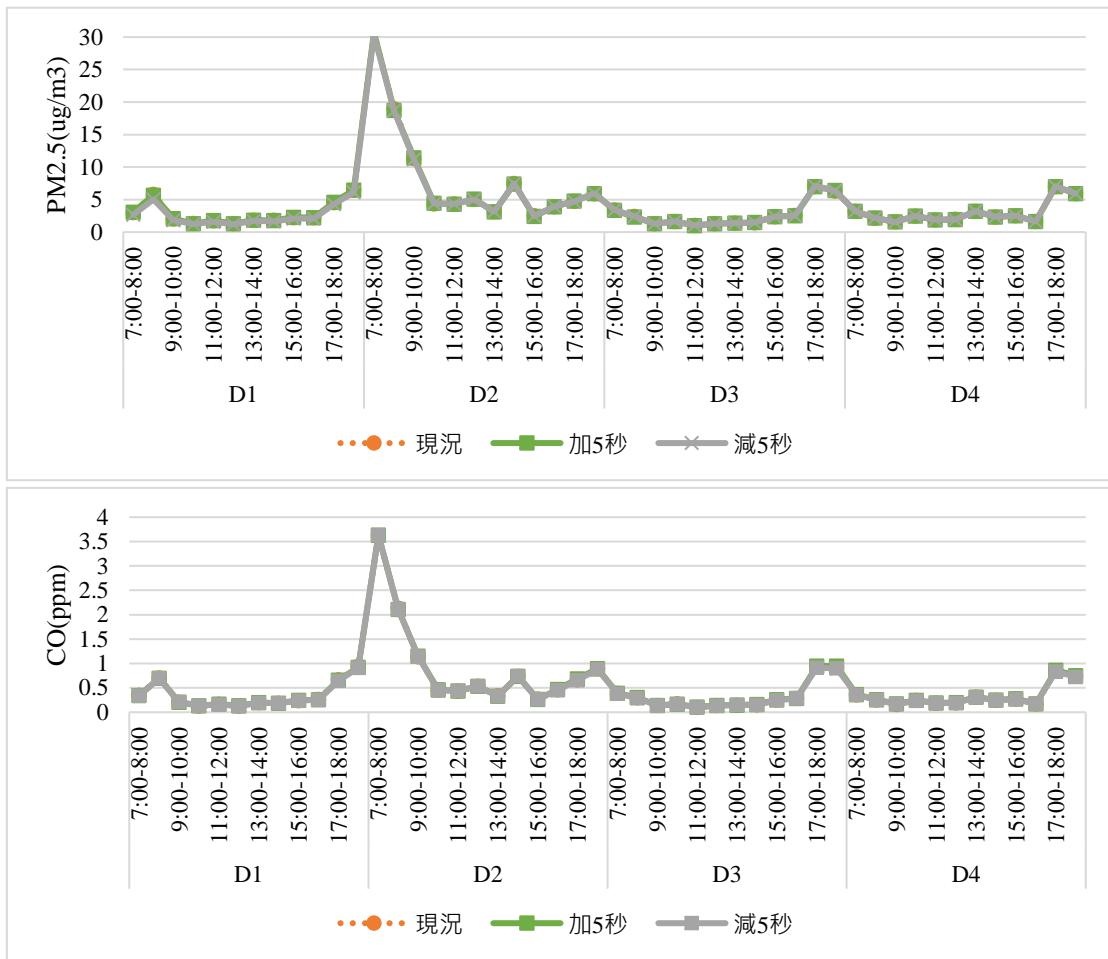
表 4.3.2-6 高鐵路重信路 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減量
百分比 (續)

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-5.49%	-2.73%	-5.00%	-3.50%
	8:00-9:00	-20.36%	-1.58%	-19.84%	-0.10%
	9:00-10:00	-8.84%	-4.08%	0.88%	0.74%
	10:00-11:00	-1.94%	-2.33%	8.80%	-2.87%
	11:00-12:00	-10.54%	-0.83%	1.81%	-0.04%
	12:00-13:00	-4.11%	-1.66%	8.14%	-3.04%
	13:00-14:00	3.05%	0.85%	12.22%	1.92%
	14:00-15:00	-7.38%	1.74%	3.57%	1.38%
	15:00-16:00	-4.50%	1.12%	8.14%	1.80%
	16:00-17:00	-8.39%	-3.64%	-0.63%	-0.55%
	17:00-18:00	-13.91%	-4.21%	-13.04%	-3.84%
	18:00-19:00	-6.90%	-0.71%	-4.68%	-4.47%

資料來源：本計畫彙整

2. 交通特性-時制計畫影響

時制計畫影響特性濃度變化如圖 4.3.2-7，另由表 4.3.2-7 評估結果發現，中山北路方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 和 CO 濃度，PM_{2.5} 於行人等候區增減幅度為-13.47%至 3.00%；CO 於行人等候區增減幅度為-4.82%至 2.86%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-7 中山北路南京西路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化

表 4.3.2-7 中山北路南京西路 (行人等候區) - 時制計畫影響特性濃度增減量百分比

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	2.05%	-1.61%	-11.19%	-1.17%
	8:00-9:00	-2.52%	-0.37%	-13.47%	-0.74%
	9:00-10:00	0.76%	0.36%	-9.92%	1.84%
	10:00-11:00	-0.87%	5.05%	-6.96%	2.86%
	11:00-12:00	2.69%	0.73%	-7.83%	-2.25%
	12:00-13:00	-1.00%	0.83%	-6.53%	0.53%
	13:00-14:00	0.91%	0.23%	-4.97%	-0.90%
	14:00-15:00	-2.27%	-2.35%	-9.35%	-2.30%
	15:00-16:00	1.34%	1.32%	-6.51%	-1.58%
	16:00-17:00	0.33%	-0.72%	-7.60%	-1.88%
	17:00-18:00	0.56%	-0.90%	-5.86%	-2.41%
	18:00-19:00	0.03%	-1.72%	-5.15%	-2.28%
第二天	7:00-8:00	0.40%	0.30%	-0.77%	0.52%
	8:00-9:00	-1.25%	-1.41%	-1.54%	-1.26%
	9:00-10:00	0.96%	0.92%	-1.32%	0.11%
	10:00-11:00	2.20%	1.25%	1.94%	-0.53%
	11:00-12:00	-0.31%	0.13%	0.62%	0.99%
	12:00-13:00	1.48%	0.06%	0.20%	-0.03%
	13:00-14:00	-0.76%	-0.86%	0.02%	-0.67%
	14:00-15:00	-0.92%	-0.26%	-0.20%	0.48%
	15:00-16:00	-2.96%	-1.97%	-1.85%	-2.97%
	16:00-17:00	0.02%	1.36%	1.26%	-0.97%
	17:00-18:00	0.95%	2.68%	-0.68%	-0.82%
	18:00-19:00	-0.10%	0.08%	0.84%	-1.58%
第三天	7:00-8:00	-1.01%	-0.22%	0.54%	-1.13%
	8:00-9:00	-2.52%	1.39%	1.08%	-2.08%
	9:00-10:00	0.26%	1.19%	0.02%	-0.59%
	10:00-11:00	-1.03%	-2.70%	0.58%	-4.82%
	11:00-12:00	-3.09%	4.20%	1.18%	0.37%
	12:00-13:00	-2.10%	2.97%	-0.20%	-1.55%
	13:00-14:00	-0.84%	-0.77%	-1.31%	2.46%
	14:00-15:00	1.30%	1.75%	3.00%	-0.69%
	15:00-16:00	-0.41%	2.42%	0.12%	-0.66%
	16:00-17:00	-1.39%	-0.30%	-1.39%	-0.79%
	17:00-18:00	-0.24%	3.32%	1.23%	-0.61%
	18:00-19:00	1.14%	2.36%	0.78%	-2.40%

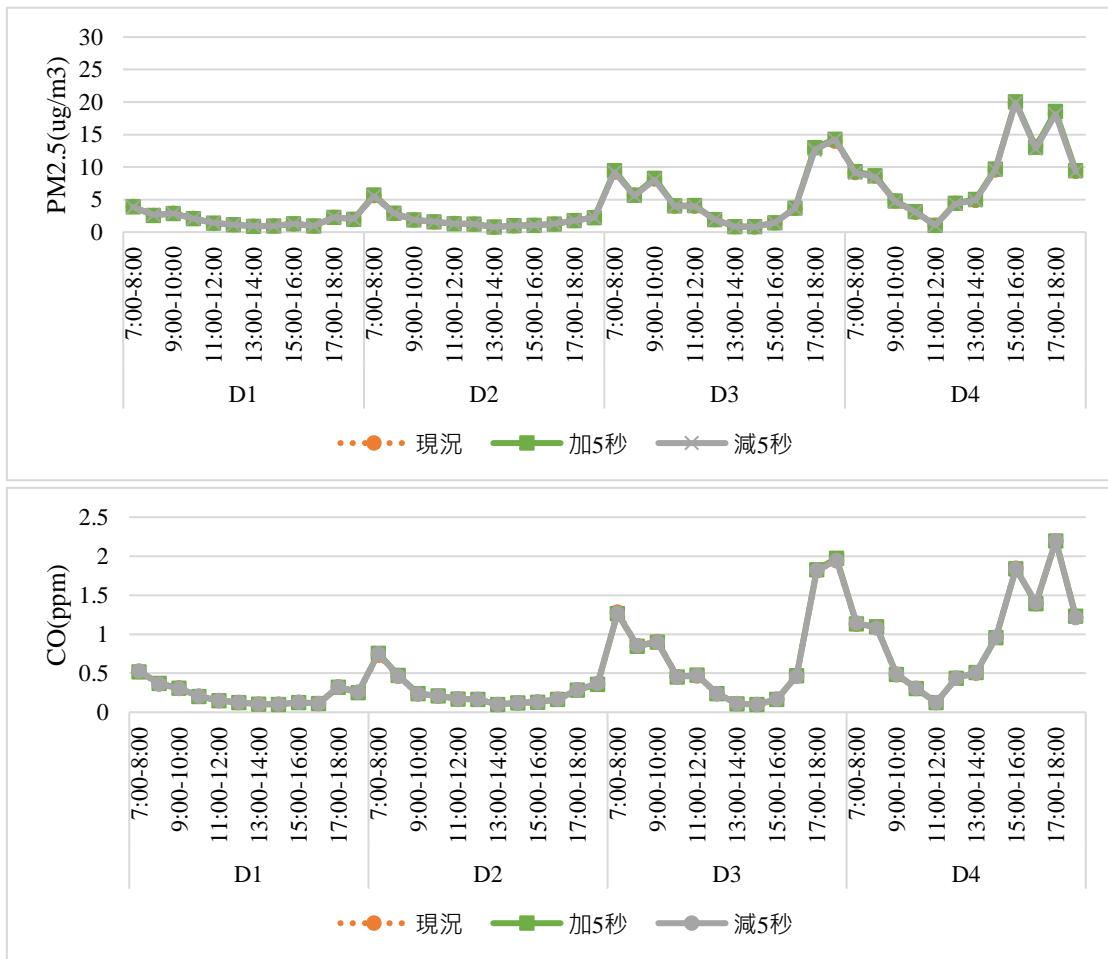
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-7 中山北路南京西路 (行人等候區) - 時制計畫影響特性濃度增減量百分比 (續)

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	0.19%	2.11%	-0.28%	0.85%
	8:00-9:00	0.64%	3.14%	1.28%	-0.89%
	9:00-10:00	0.36%	6.28%	-2.81%	2.46%
	10:00-11:00	-1.30%	0.53%	-0.87%	-2.07%
	11:00-12:00	-0.06%	2.09%	2.10%	-1.70%
	12:00-13:00	-3.08%	1.55%	-2.61%	-0.93%
	13:00-14:00	-0.70%	1.25%	-0.59%	-1.26%
	14:00-15:00	-0.76%	1.02%	1.71%	-0.24%
	15:00-16:00	1.09%	1.17%	1.23%	-2.55%
	16:00-17:00	0.24%	-0.84%	0.15%	1.78%
	17:00-18:00	0.35%	1.70%	1.09%	-1.91%
	18:00-19:00	-0.18%	0.47%	0.04%	-2.84%

資料來源：本計畫彙整

時制計畫影響特性濃度變化如圖 4.3.2-8，另由表 4.3.2-8 評估結果發現，民族二路方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 和 CO 濃度，PM_{2.5} 於行人等候區增減幅度為-2.69%至 5.43%；CO 於行人等候區增減幅度為-2.56%至 4.16%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-8 七賢一路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化

表 4.3.2-8 七賢一路民族二路 (行人等候區) - 時制計畫影響特性濃度增減量百分比

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-1.46%	-0.73%	-2.16%	1.21%
	8:00-9:00	0.35%	1.31%	2.49%	-1.18%
	9:00-10:00	-1.12%	-0.88%	-2.20%	-2.56%
	10:00-11:00	-2.08%	-0.58%	-2.54%	1.74%
	11:00-12:00	3.30%	-1.33%	5.43%	0.31%
	12:00-13:00	0.61%	0.28%	2.23%	4.16%
	13:00-14:00	-0.07%	0.70%	2.28%	-0.44%
	14:00-15:00	-0.51%	-2.38%	-1.11%	0.36%
	15:00-16:00	4.40%	-1.65%	2.14%	0.69%
	16:00-17:00	-0.61%	0.41%	0.24%	1.75%
	17:00-18:00	0.14%	-1.53%	0.95%	-0.09%
	18:00-19:00	1.94%	-2.10%	3.95%	0.63%
第二天	7:00-8:00	1.33%	3.11%	-1.86%	2.34%
	8:00-9:00	1.49%	2.43%	0.06%	0.15%
	9:00-10:00	-0.31%	2.15%	-1.22%	0.18%
	10:00-11:00	0.01%	0.36%	2.28%	0.65%
	11:00-12:00	-1.41%	-0.58%	-0.57%	0.89%
	12:00-13:00	-1.76%	1.02%	-0.99%	-0.15%
	13:00-14:00	0.68%	-0.08%	-0.21%	0.22%
	14:00-15:00	0.76%	-1.94%	1.26%	1.38%
	15:00-16:00	-1.51%	-1.63%	0.58%	-0.91%
	16:00-17:00	0.75%	-0.22%	1.20%	2.08%
	17:00-18:00	-0.67%	-1.60%	-0.21%	-0.42%
	18:00-19:00	-1.66%	-1.26%	-1.15%	1.46%
第三天	7:00-8:00	2.18%	-1.40%	-0.30%	-1.20%
	8:00-9:00	-1.04%	-0.67%	-2.69%	0.08%
	9:00-10:00	0.71%	-1.10%	-2.33%	-0.86%
	10:00-11:00	1.38%	-0.86%	-0.82%	-1.04%
	11:00-12:00	1.56%	2.55%	-0.78%	1.37%
	12:00-13:00	0.55%	1.24%	-0.24%	0.45%
	13:00-14:00	-0.04%	-2.40%	-0.37%	0.66%
	14:00-15:00	0.42%	-0.58%	-1.68%	-0.82%
	15:00-16:00	-1.71%	0.13%	-0.91%	1.48%
	16:00-17:00	0.70%	0.15%	-0.67%	-1.52%
	17:00-18:00	-0.23%	0.60%	-2.68%	0.13%
	18:00-19:00	2.04%	1.62%	1.56%	0.29%

資料來源：本計畫彙整

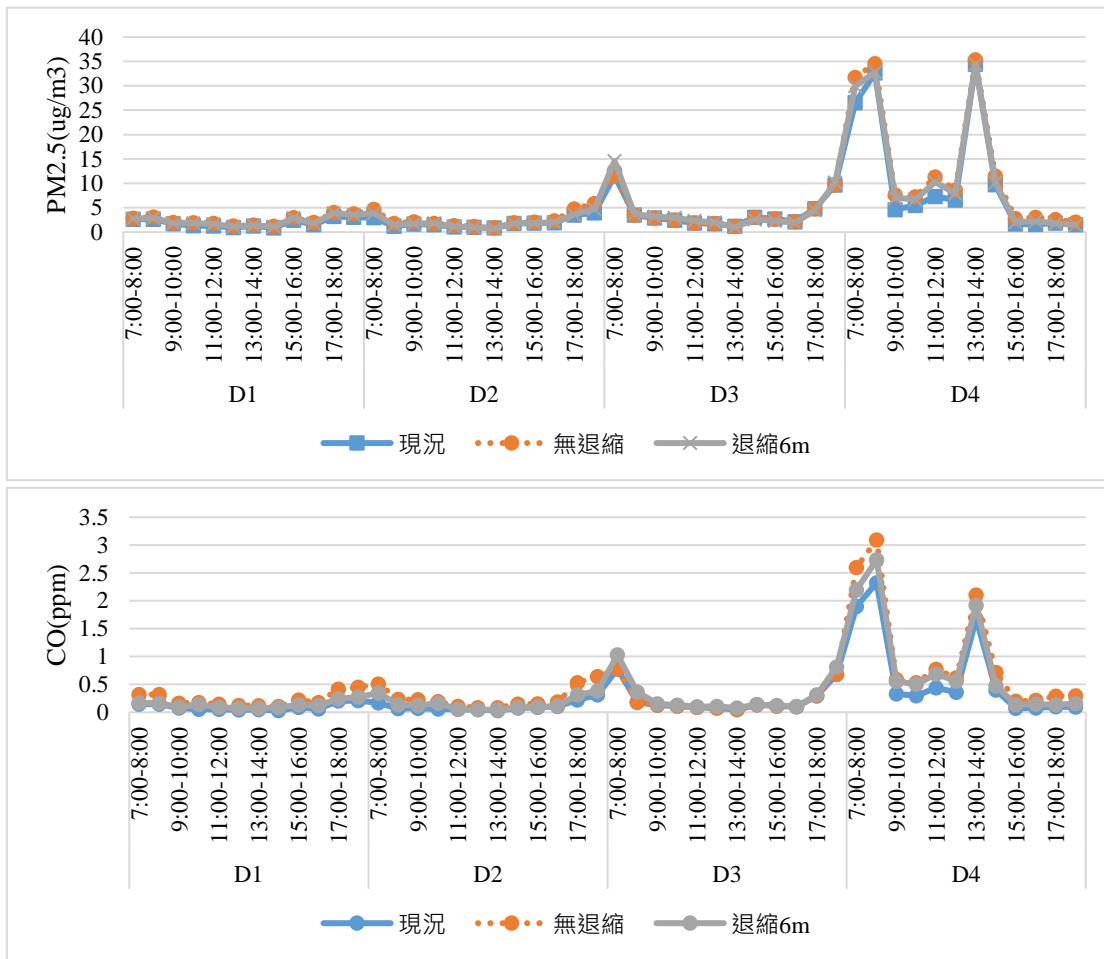
表 4.3.2-8 七賢一路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減量百分比（續）

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	1.50%	0.53%	-0.87%	1.72%
	8:00-9:00	0.30%	0.81%	-1.92%	-0.94%
	9:00-10:00	-0.25%	0.73%	-2.08%	1.86%
	10:00-11:00	3.19%	0.48%	1.87%	2.45%
	11:00-12:00	0.90%	0.38%	0.00%	-0.28%
	12:00-13:00	-0.01%	0.50%	-1.90%	0.43%
	13:00-14:00	2.69%	1.28%	0.27%	0.38%
	14:00-15:00	1.69%	-0.41%	0.00%	-0.10%
	15:00-16:00	1.22%	-0.40%	0.55%	-0.39%
	16:00-17:00	-1.38%	0.22%	-2.65%	1.06%
	17:00-18:00	1.47%	0.02%	-0.95%	0.22%
	18:00-19:00	0.90%	1.10%	-0.52%	-0.18%

資料來源：本計畫彙整

3. 交通特性-行穿線退縮

行穿線退縮特性濃度變化如圖 4.3.2-9 至圖 4.3.2-10，另由表 4.3.2-9 至表 4.3.2-10 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度，於行穿線退縮 6 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-31.8%至 26.08%；於行穿線退縮 10 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-46.41%至 17.48%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-9 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-9 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減
量百分比

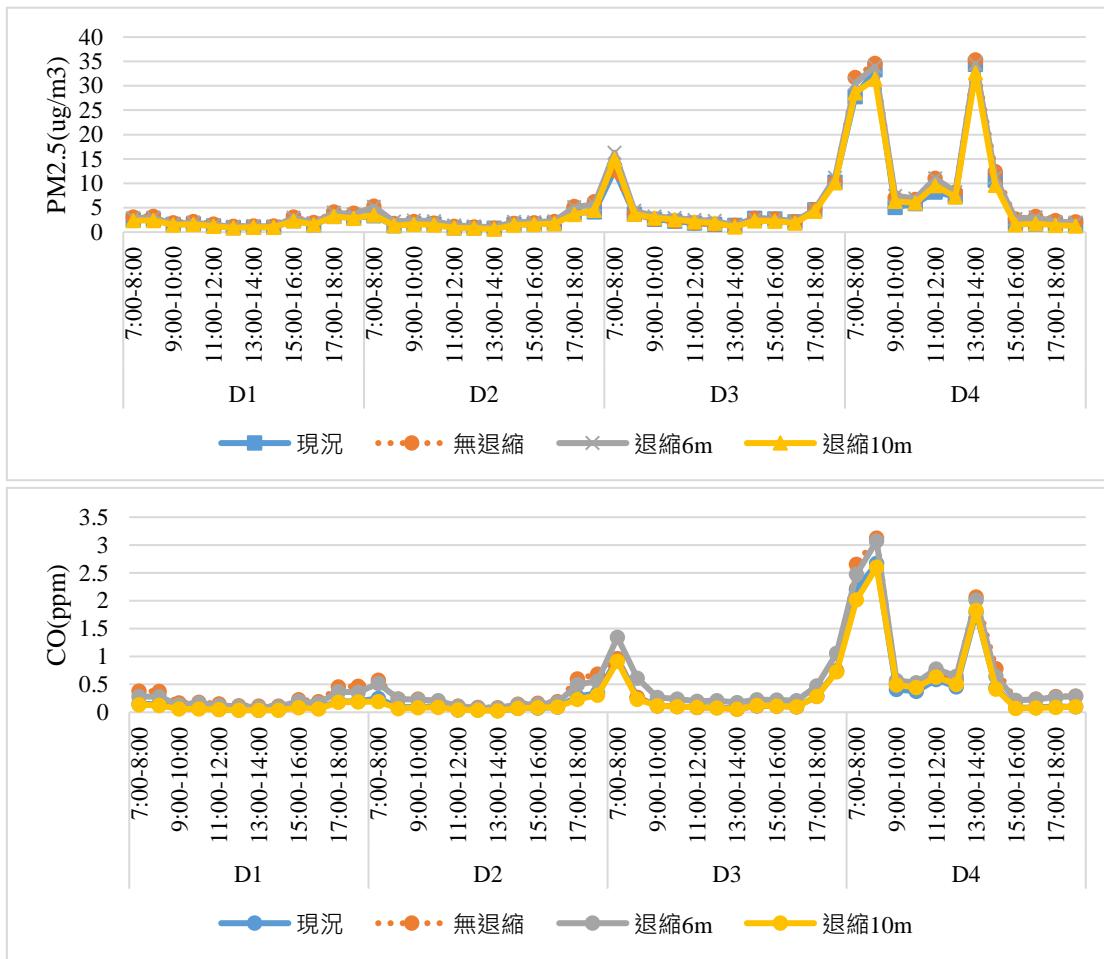
行穿線退縮 6m		等候區退縮 6m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-3.47%	16.93%
	8:00-9:00	-6.06%	15.48%
	9:00-10:00	-5.11%	26.01%
	10:00-11:00	-5.54%	174.44%
	11:00-12:00	-9.84%	68.91%
	12:00-13:00	-9.57%	98.18%
	13:00-14:00	-2.99%	44.17%
	14:00-15:00	-7.48%	203.09%
	15:00-16:00	-1.49%	49.49%
	16:00-17:00	-7.49%	100.26%
	17:00-18:00	-3.58%	22.49%
	18:00-19:00	-4.65%	31.35%
第二天	7:00-8:00	-16.79%	102.63%
	8:00-9:00	-20.24%	102.39%
	9:00-10:00	-17.68%	68.45%
	10:00-11:00	3.40%	173.39%
	11:00-12:00	-15.90%	9.47%
	12:00-13:00	-12.39%	8.73%
	13:00-14:00	-17.12%	31.94%
	14:00-15:00	-7.13%	12.68%
	15:00-16:00	-7.77%	6.31%
	16:00-17:00	-11.89%	5.71%
	17:00-18:00	-23.61%	40.74%
	18:00-19:00	-19.03%	22.76%
第三天	7:00-8:00	26.08%	32.67%
	8:00-9:00	4.26%	103.13%
	9:00-10:00	8.65%	17.19%
	10:00-11:00	22.76%	12.66%
	11:00-12:00	21.69%	13.33%
	12:00-13:00	17.52%	38.71%
	13:00-14:00	-16.78%	53.11%
	14:00-15:00	-14.82%	7.64%
	15:00-16:00	-15.83%	12.11%
	16:00-17:00	-10.46%	6.65%
	17:00-18:00	-6.30%	4.90%
	18:00-19:00	5.27%	19.71%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-9 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度增減
量百分比（續）

行穿線退縮 6m	等候區退縮 6m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-5.66%
	8:00-9:00	-5.00%
	9:00-10:00	-7.41%
	10:00-11:00	-6.95%
	11:00-12:00	-9.05%
	12:00-13:00	-8.67%
	13:00-14:00	-2.42%
	14:00-15:00	-11.55%
	15:00-16:00	-29.78%
	16:00-17:00	-26.91%
	17:00-18:00	-31.80%
	18:00-19:00	-30.05%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-10 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-10 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-5.54%	-25.50%	-23.57%	-64.39%
	8:00-9:00	-6.97%	-26.26%	-26.15%	-66.73%
	9:00-10:00	-12.54%	-18.65%	-23.05%	-64.03%
	10:00-11:00	-7.77%	-5.57%	-28.10%	-66.61%
	11:00-12:00	-9.96%	-19.45%	-26.55%	-69.05%
	12:00-13:00	-8.94%	-12.04%	-28.95%	-67.11%
	13:00-14:00	-3.90%	-14.96%	-21.80%	-66.05%
	14:00-15:00	-14.20%	-6.38%	-21.01%	-67.72%
	15:00-16:00	-3.76%	-12.94%	-26.58%	-63.30%
	16:00-17:00	-7.12%	-12.85%	-24.18%	-69.29%
	17:00-18:00	-2.16%	-18.94%	-22.17%	-60.28%
	18:00-19:00	-5.49%	-23.74%	-26.07%	-59.96%
第二天	7:00-8:00	-1.71%	-9.84%	-33.84%	-66.44%
	8:00-9:00	23.00%	0.10%	-27.12%	-72.72%
	9:00-10:00	10.45%	-6.10%	-28.12%	-66.15%
	10:00-11:00	22.27%	7.01%	-21.30%	-55.75%
	11:00-12:00	20.13%	-5.31%	-26.35%	-64.06%
	12:00-13:00	12.64%	-5.60%	-22.53%	-56.24%
	13:00-14:00	21.99%	-6.45%	-22.86%	-67.97%
	14:00-15:00	16.24%	-7.52%	-18.12%	-53.74%
	15:00-16:00	7.22%	-10.54%	-17.21%	-50.30%
	16:00-17:00	5.06%	-10.80%	-20.38%	-52.55%
	17:00-18:00	-3.00%	-16.78%	-30.56%	-61.36%
	18:00-19:00	-9.32%	-18.13%	-28.62%	-54.73%
第三天	7:00-8:00	28.81%	40.21%	17.48%	-4.74%
	8:00-9:00	20.42%	128.31%	-0.40%	-12.76%
	9:00-10:00	23.63%	122.89%	11.66%	-0.04%
	10:00-11:00	31.07%	119.81%	16.49%	-7.41%
	11:00-12:00	36.61%	118.57%	16.84%	0.75%
	12:00-13:00	44.52%	143.24%	15.93%	-9.18%
	13:00-14:00	-1.58%	178.82%	-21.98%	-10.37%
	14:00-15:00	-8.66%	94.86%	-18.71%	3.74%
	15:00-16:00	-6.39%	102.86%	-17.98%	1.41%
	16:00-17:00	2.64%	104.46%	-11.35%	-4.31%
	17:00-18:00	1.34%	65.38%	-7.36%	-1.82%
	18:00-19:00	8.78%	42.29%	-1.58%	-2.68%

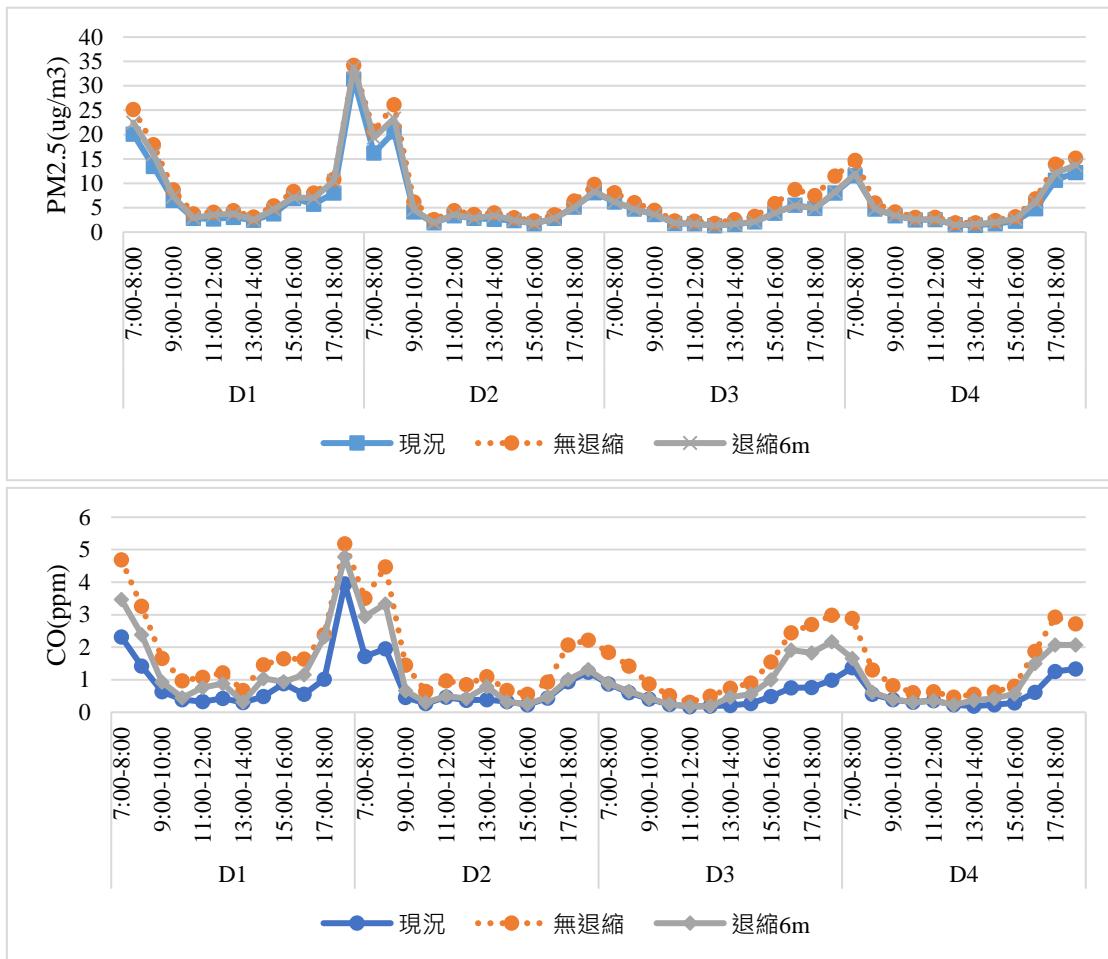
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-10 重慶北路酒泉街（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比（續）

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m	
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-3.60%	-6.85%	-9.83%
	8:00-9:00	-1.84%	-1.81%	-9.25%
	9:00-10:00	5.67%	9.74%	-9.71%
	10:00-11:00	2.32%	9.26%	-11.18%
	11:00-12:00	0.49%	5.86%	-13.16%
	12:00-13:00	-0.21%	8.49%	-12.20%
	13:00-14:00	-2.14%	-2.86%	-7.68%
	14:00-15:00	-9.41%	-17.57%	-22.68%
	15:00-16:00	0.49%	8.16%	-43.72%
	16:00-17:00	-6.31%	-2.30%	-46.41%
	17:00-18:00	-11.35%	-4.33%	-41.04%
	18:00-19:00	-6.77%	-1.57%	-40.76%

資料來源：本計畫彙整

行穿線退縮特性濃度變化如圖 4.3.2-11 至 圖 4.3.2-12，另由表 4.3.2-11 至 表 4.3.2-12 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行穿線退縮 6 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為 -37.19% 至 -1.3%，於行穿線退縮 6 公尺處 CO 增減幅度為 -60.61% 至 -2.8%；於行穿線退縮 10 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為 -37.29% 至 -4.1%，於行穿線退縮 10 公尺處 CO 增減幅度為 -72.19% 至 -11.98%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-11 明誠一路民族一路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-11 明誠一路民族一路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比

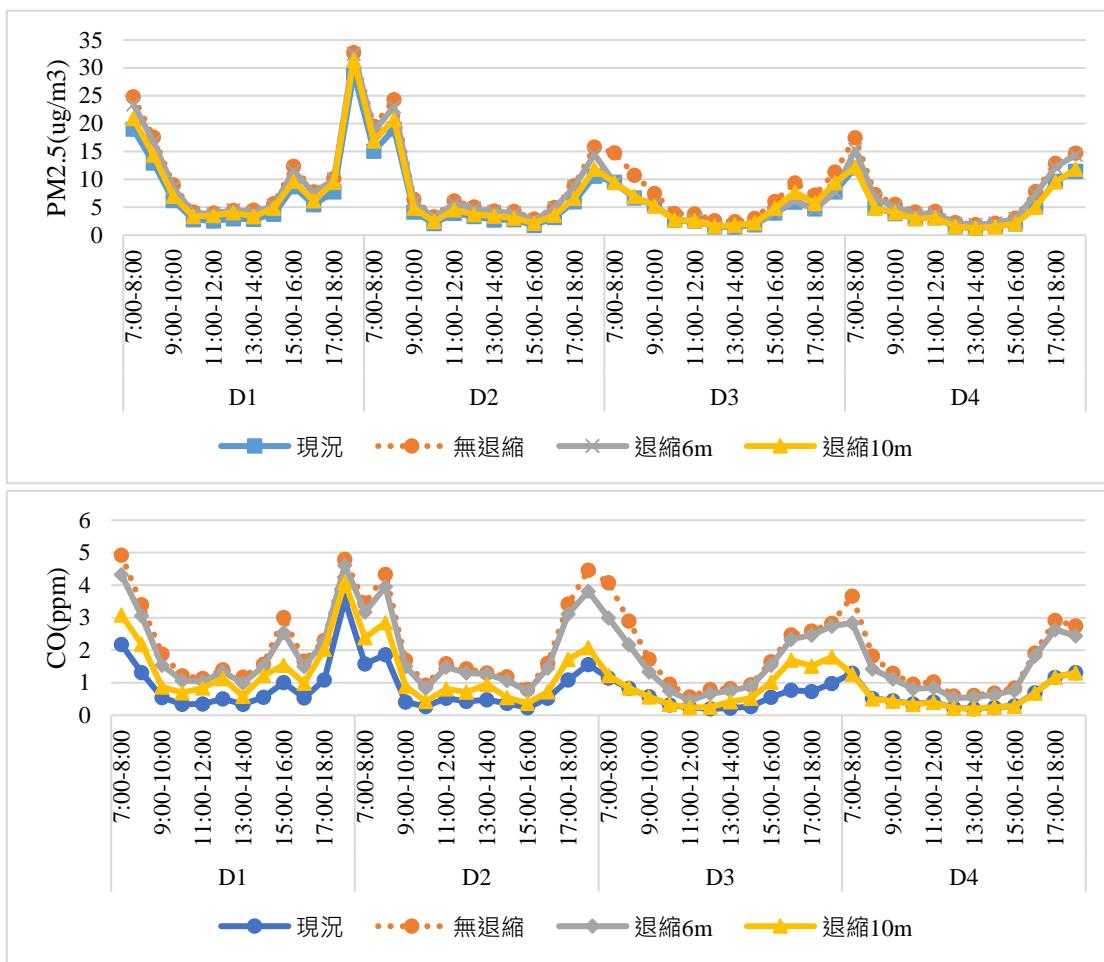
行穿線退縮 6m		等候區退縮 6m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-10.49%	-26.04%
	8:00-9:00	-11.06%	-26.87%
	9:00-10:00	-16.30%	-44.00%
	10:00-11:00	-23.19%	-54.28%
	11:00-12:00	-13.13%	-29.68%
	12:00-13:00	-15.64%	-28.15%
	13:00-14:00	-20.07%	-51.97%
	14:00-15:00	-13.06%	-29.08%
	15:00-16:00	-15.38%	-43.12%
	16:00-17:00	-13.49%	-29.51%
	17:00-18:00	-3.04%	-2.80%
第二天	18:00-19:00	-1.30%	-7.76%
	7:00-8:00	-6.49%	-15.85%
	8:00-9:00	-10.80%	-25.57%
	9:00-10:00	-25.73%	-54.08%
	10:00-11:00	-25.01%	-54.16%
	11:00-12:00	-18.42%	-49.12%
	12:00-13:00	-22.71%	-49.13%
	13:00-14:00	-13.89%	-27.47%
	14:00-15:00	-17.91%	-53.13%
	15:00-16:00	-24.38%	-55.12%
	16:00-17:00	-19.97%	-49.80%
第三天	17:00-18:00	-21.59%	-51.07%
	18:00-19:00	-14.87%	-40.79%
	7:00-8:00	-24.17%	-51.62%
	8:00-9:00	-22.47%	-54.75%
	9:00-10:00	-18.34%	-51.06%
	10:00-11:00	-19.78%	-51.96%
	11:00-12:00	-25.03%	-42.70%
	12:00-13:00	-27.91%	-60.61%
	13:00-14:00	-35.95%	-37.84%
	14:00-15:00	-34.79%	-38.05%
	15:00-16:00	-32.96%	-35.63%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-11 明誠一路民族一路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比 (續)

行穿線退縮 6m	等候區退縮 6m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-18.86%
	8:00-9:00	-20.55%
	9:00-10:00	-16.61%
	10:00-11:00	-15.37%
	11:00-12:00	-14.75%
	12:00-13:00	-22.03%
	13:00-14:00	-13.77%
	14:00-15:00	-14.85%
	15:00-16:00	-14.18%
	16:00-17:00	-10.37%
	17:00-18:00	-12.99%
	18:00-19:00	-9.74%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-12 明誠一路民族一路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-12 明誠一路民族一路 (行穿線退縮 10m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-5.43%	-12.22%	-15.60%	-37.34%
	8:00-9:00	-4.78%	-10.29%	-18.22%	-35.51%
	9:00-10:00	-5.68%	-18.39%	-22.43%	-54.07%
	10:00-11:00	-3.90%	-11.56%	-19.19%	-42.42%
	11:00-12:00	-4.28%	-8.13%	-11.26%	-25.75%
	12:00-13:00	1.31%	-4.97%	-8.83%	-19.62%
	13:00-14:00	-7.58%	-16.02%	-25.71%	-50.36%
	14:00-15:00	-5.97%	-3.55%	-14.35%	-21.53%
	15:00-16:00	-6.67%	-15.24%	-21.94%	-48.61%
	16:00-17:00	-3.00%	-9.71%	-20.65%	-40.53%
	17:00-18:00	-1.69%	-1.58%	-6.64%	-11.98%
	18:00-19:00	-0.61%	-3.90%	-4.10%	-14.84%
第二天	7:00-8:00	-4.54%	-7.81%	-13.70%	-30.75%
	8:00-9:00	-5.30%	-8.97%	-14.75%	-34.26%
	9:00-10:00	-7.64%	-11.41%	-25.08%	-47.26%
	10:00-11:00	-5.47%	-9.83%	-26.41%	-53.87%
	11:00-12:00	-7.75%	-6.52%	-26.02%	-48.95%
	12:00-13:00	-6.35%	-8.94%	-27.18%	-50.56%
	13:00-14:00	-2.71%	-2.49%	-21.14%	-27.09%
	14:00-15:00	-7.35%	-10.33%	-28.29%	-54.31%
	15:00-16:00	-8.18%	-6.96%	-25.82%	-53.95%
	16:00-17:00	-1.44%	-9.33%	-27.88%	-54.66%
	17:00-18:00	-2.91%	-9.15%	-25.76%	-49.94%
	18:00-19:00	-8.45%	-14.51%	-25.02%	-53.49%
第三天	7:00-8:00	-36.25%	-26.46%	-36.05%	-69.90%
	8:00-9:00	-38.25%	-24.93%	-35.26%	-71.01%
	9:00-10:00	-27.70%	-22.76%	-29.87%	-67.32%
	10:00-11:00	-31.53%	-21.22%	-29.61%	-64.29%
	11:00-12:00	-32.06%	-18.82%	-31.65%	-57.37%
	12:00-13:00	-41.23%	-15.83%	-37.29%	-69.00%
	13:00-14:00	-43.20%	-8.44%	-25.53%	-49.96%
	14:00-15:00	-38.41%	-6.11%	-27.12%	-44.53%
	15:00-16:00	-32.41%	-6.36%	-20.56%	-38.17%
	16:00-17:00	-34.62%	-5.73%	-17.58%	-31.28%
	17:00-18:00	-35.10%	-4.98%	-20.24%	-41.73%
	18:00-19:00	-31.18%	-2.98%	-16.45%	-36.63%

資料來源：本計畫彙整

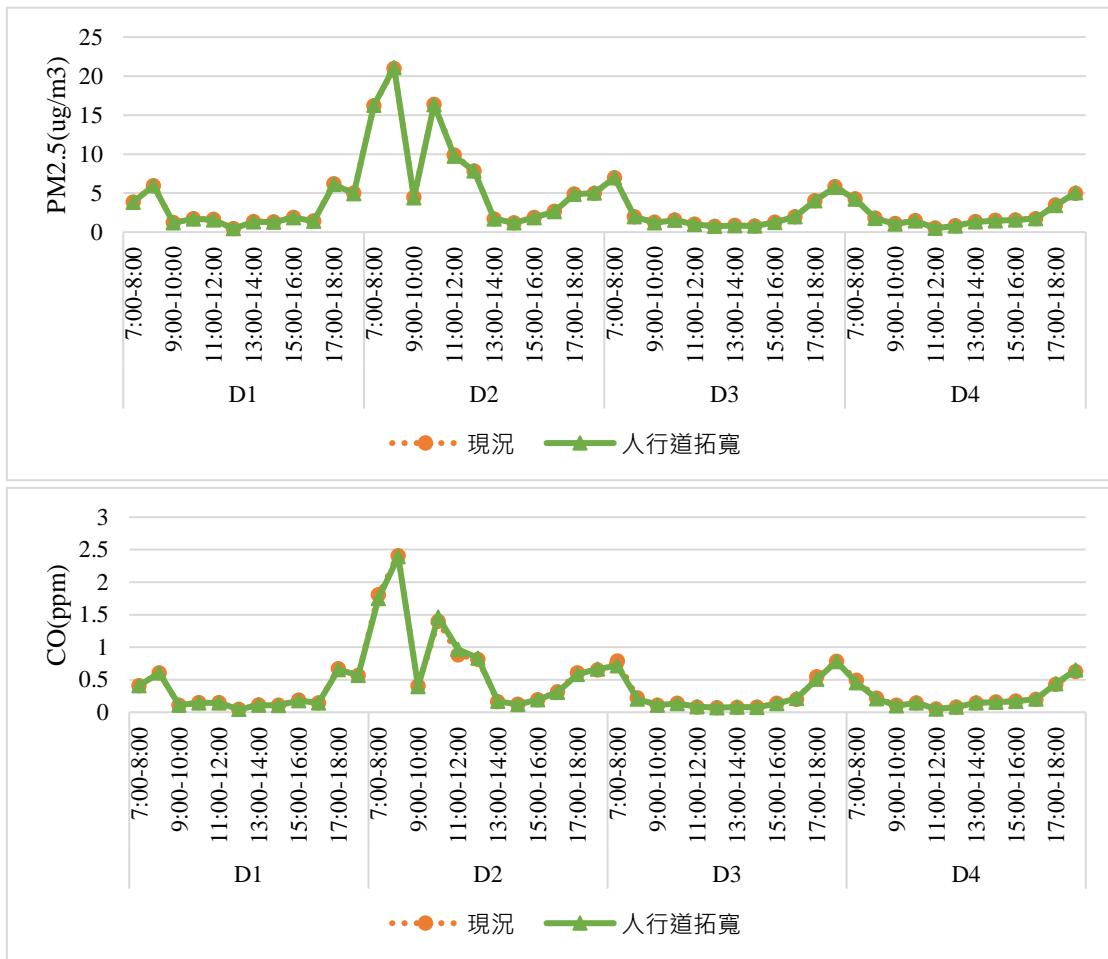
表 4.3.2-12 明誠一路民族一路 (行穿線退縮 10m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比 (續)

行穿線退縮 10m		等候區退縮 6m		等候區退縮 10m	
		PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-12.06%	-22.51%	-30.18%	-65.59%
	8:00-9:00	-10.12%	-22.08%	-33.78%	-72.19%
	9:00-10:00	-8.69%	-14.06%	-26.97%	-66.28%
	10:00-11:00	-8.91%	-15.51%	-28.67%	-64.88%
	11:00-12:00	-8.78%	-16.53%	-26.69%	-61.20%
	12:00-13:00	-8.81%	-12.32%	-31.34%	-62.51%
	13:00-14:00	-3.06%	-9.38%	-33.52%	-65.99%
	14:00-15:00	-1.15%	-6.80%	-31.05%	-63.78%
	15:00-16:00	-4.03%	-9.27%	-32.56%	-66.56%
	16:00-17:00	-5.67%	-4.47%	-35.90%	-64.29%
	17:00-18:00	-5.54%	-9.53%	-26.13%	-59.73%
	18:00-19:00	-1.71%	-11.29%	-19.43%	-52.57%

資料來源：本計畫彙整

4. 交通特性-人行道拓寬

人行道拓寬特性濃度變化如圖 4.3.2-13，另由表 4.3.2-13 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為-6.7%至 1.37%；於行人等候區 CO 增減幅度為-9.5%至 9.88%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-13 松山路永吉路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化

表 4.3.2-13 松山路永吉路 (行人等候區) -人行道拓寬特性濃度增減量百分比

行人等候區		人行道拓寬 0.5m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-0.56%	-0.10%
	8:00-9:00	-0.08%	-0.67%
	9:00-10:00	-4.15%	0.16%
	10:00-11:00	-2.12%	-1.72%
	11:00-12:00	-3.81%	-1.09%
	12:00-13:00	-2.54%	-2.58%
	13:00-14:00	-2.92%	-2.10%
	14:00-15:00	-3.52%	-1.10%
	15:00-16:00	-2.64%	-3.27%
	16:00-17:00	-1.80%	-2.19%
	17:00-18:00	-1.55%	-1.60%
	18:00-19:00	-1.61%	0.35%
第二天	7:00-8:00	0.21%	-3.41%
	8:00-9:00	0.71%	-0.56%
	9:00-10:00	-2.04%	-1.82%
	10:00-11:00	-0.28%	4.60%
	11:00-12:00	-1.49%	9.88%
	12:00-13:00	0.18%	2.77%
	13:00-14:00	0.23%	4.38%
	14:00-15:00	-1.39%	-1.45%
	15:00-16:00	-2.58%	0.15%
	16:00-17:00	-1.29%	-3.29%
	17:00-18:00	-0.38%	-4.47%
	18:00-19:00	0.41%	2.52%
第三天	7:00-8:00	-0.02%	-9.50%
	8:00-9:00	-0.77%	-8.06%
	9:00-10:00	-6.70%	-2.41%
	10:00-11:00	-3.42%	-1.75%
	11:00-12:00	-6.46%	2.41%
	12:00-13:00	-2.36%	1.14%
	13:00-14:00	-2.03%	8.28%
	14:00-15:00	-2.13%	-5.52%
	15:00-16:00	-1.72%	-2.87%
	16:00-17:00	-1.39%	8.24%
	17:00-18:00	0.37%	-6.79%
	18:00-19:00	-1.47%	-0.51%

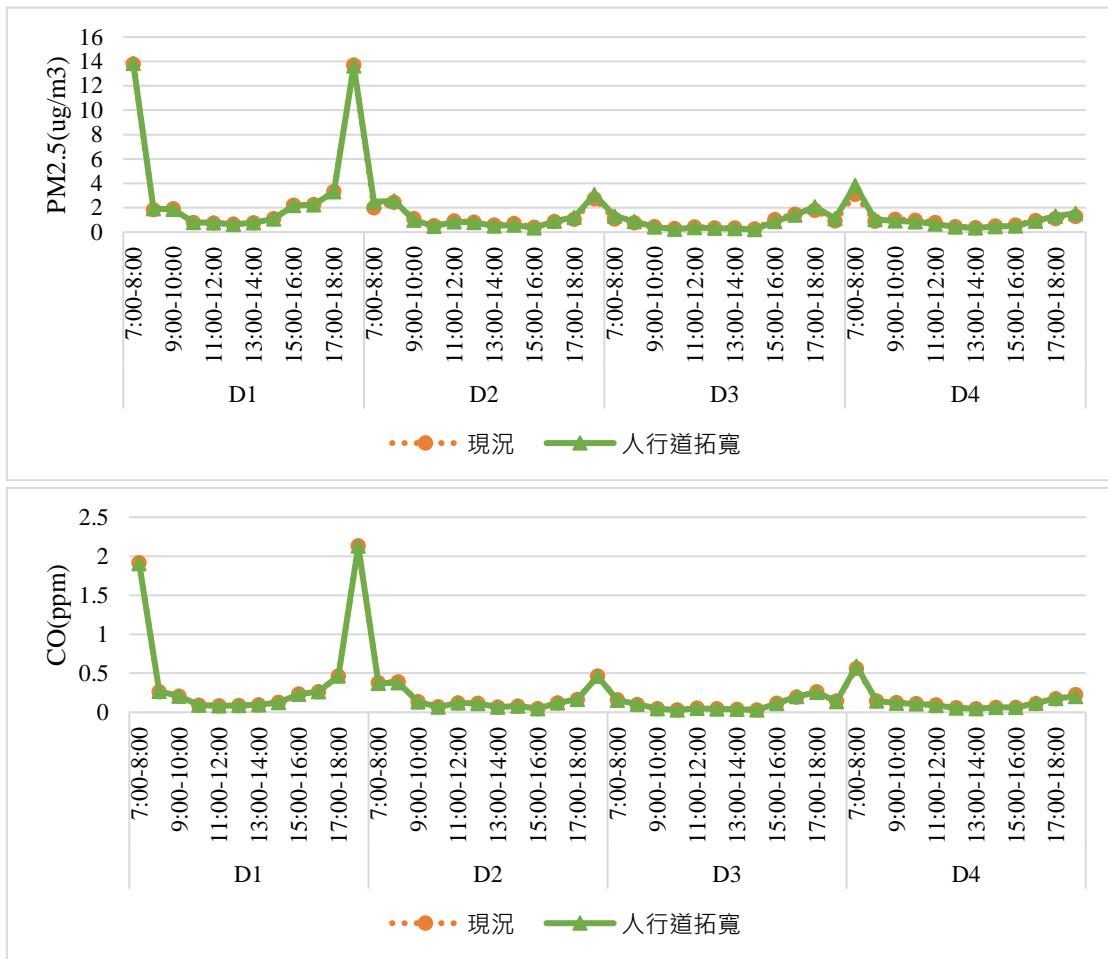
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-13 松山路永吉路 (行人等候區) - 人行道拓寬特性濃度增減量百分比 (續)

行人等候區	人行道拓寬 0.5m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-1.37%
	8:00-9:00	-1.45%
	9:00-10:00	-4.85%
	10:00-11:00	-1.41%
	11:00-12:00	-4.85%
	12:00-13:00	-4.37%
	13:00-14:00	-1.64%
	14:00-15:00	-4.05%
	15:00-16:00	-0.91%
	16:00-17:00	0.67%
	17:00-18:00	-1.32%
	18:00-19:00	1.37%

資料來源：本計畫彙整

人行道拓寬特性濃度變化如圖 4.3.2-14，另由表 4.3.2-14 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 和 CO 濃度，於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為-19.12%至 23.77%；於行人等候區 CO 增減幅度為-2.77%至 1.43%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-14 博愛二路明誠二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化

表 4.3.2-14 博愛二路明誠二路 (行人等候區) -人行道拓寬特性濃度增減
量百分比

行人等候區		人行道拓寬 0.5m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	0.36%	-2.77%
	8:00-9:00	2.92%	0.10%
	9:00-10:00	-2.55%	-0.03%
	10:00-11:00	-0.59%	0.01%
	11:00-12:00	1.02%	-0.02%
	12:00-13:00	-0.81%	-0.02%
	13:00-14:00	0.57%	0.00%
	14:00-15:00	-3.67%	-0.01%
	15:00-16:00	-1.37%	-0.09%
	16:00-17:00	-0.52%	-0.07%
	17:00-18:00	-0.70%	0.00%
	18:00-19:00	-0.58%	-0.63%
第二天	7:00-8:00	23.77%	-0.37%
	8:00-9:00	5.92%	-0.43%
	9:00-10:00	-13.05%	-0.02%
	10:00-11:00	-11.76%	-0.01%
	11:00-12:00	-10.01%	0.00%
	12:00-13:00	-4.06%	-0.04%
	13:00-14:00	-11.19%	-0.01%
	14:00-15:00	-19.12%	0.01%
	15:00-16:00	-11.24%	0.00%
	16:00-17:00	3.99%	-0.01%
	17:00-18:00	15.26%	0.02%
	18:00-19:00	12.36%	-0.25%
第三天	7:00-8:00	22.63%	-0.13%
	8:00-9:00	10.60%	0.01%
	9:00-10:00	-8.66%	0.00%
	10:00-11:00	-18.50%	0.00%
	11:00-12:00	-12.93%	-0.01%
	12:00-13:00	-7.57%	-0.01%
	13:00-14:00	-11.01%	-0.01%
	14:00-15:00	-16.66%	0.00%
	15:00-16:00	-15.37%	-0.04%
	16:00-17:00	-4.66%	0.14%
	17:00-18:00	17.43%	-0.30%
	18:00-19:00	19.08%	-0.08%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-14 博愛二路明誠二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減
量百分比（續）

行人等候區	人行道拓寬 0.5m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	23.33%
	8:00-9:00	12.33%
	9:00-10:00	-13.32%
	10:00-11:00	-15.03%
	11:00-12:00	-15.60%
	12:00-13:00	-6.38%
	13:00-14:00	-7.16%
	14:00-15:00	-9.83%
	15:00-16:00	-12.74%
	16:00-17:00	-3.68%
	17:00-18:00	18.81%
	18:00-19:00	17.72%

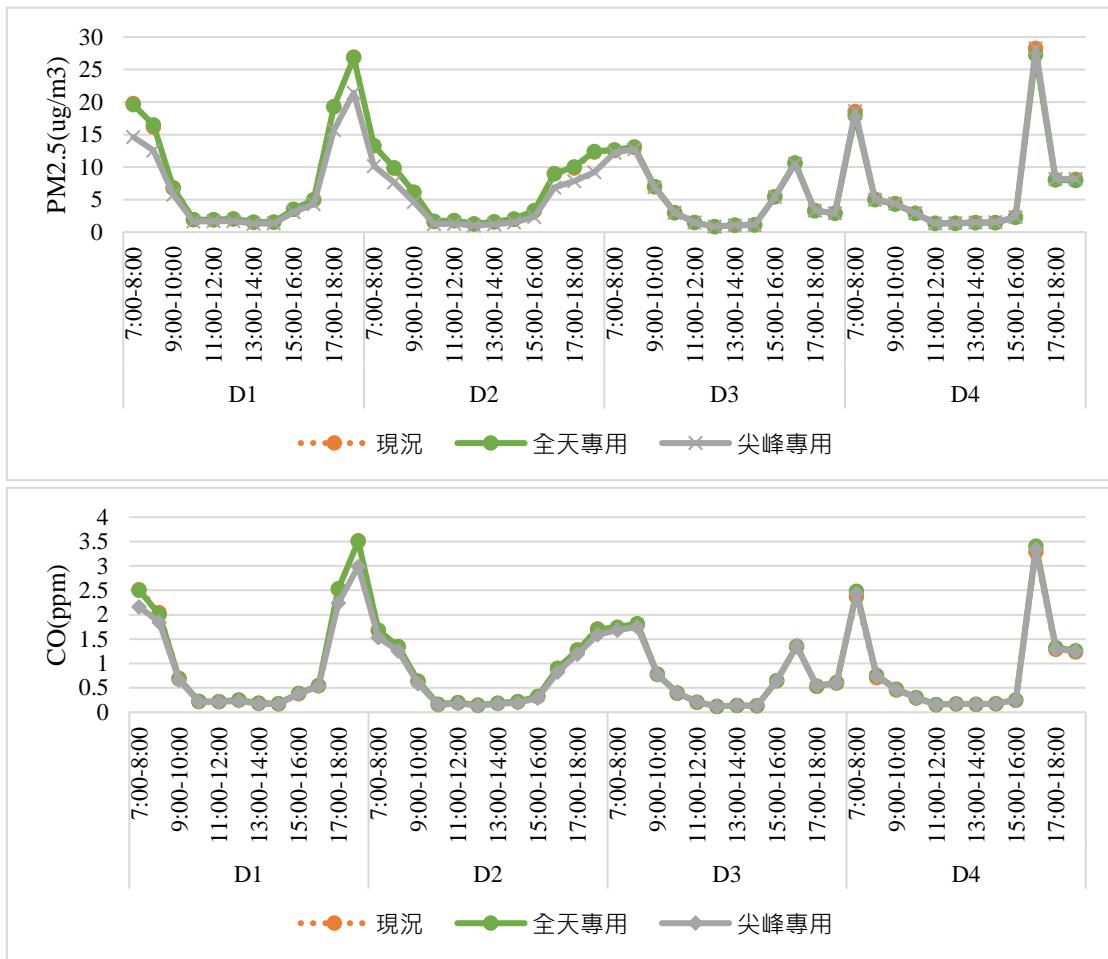
資料來源：本計畫彙整

5. 大型車比例較高路口

以下分別說明大型車比例較高路口於 4 個情境下的空氣污染物濃度變化情形。

(1) 行人專用時相

行人專用時相特性濃度變化如圖 4.3.2-15 至圖 4.3.2-17，另由表 4.3.2-15 至表 4.3.2-17 評估結果發現，實施尖峰時段行人專用時相下，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為-29.35%至 1.81%，CO 增減幅度為-15.15%至 3.72%；於行穿線中間 PM_{2.5} 增減幅度為-43.37%至 0.55%，CO 增減幅度為-52.44%至 3.51%；於路口中央 PM_{2.5} 增減幅度為-29.89%至 2.53%，CO 增減幅度為-22.16%至 5.61%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-15 縣民大道民權路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-15 縣民大道民權路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減
量百分比

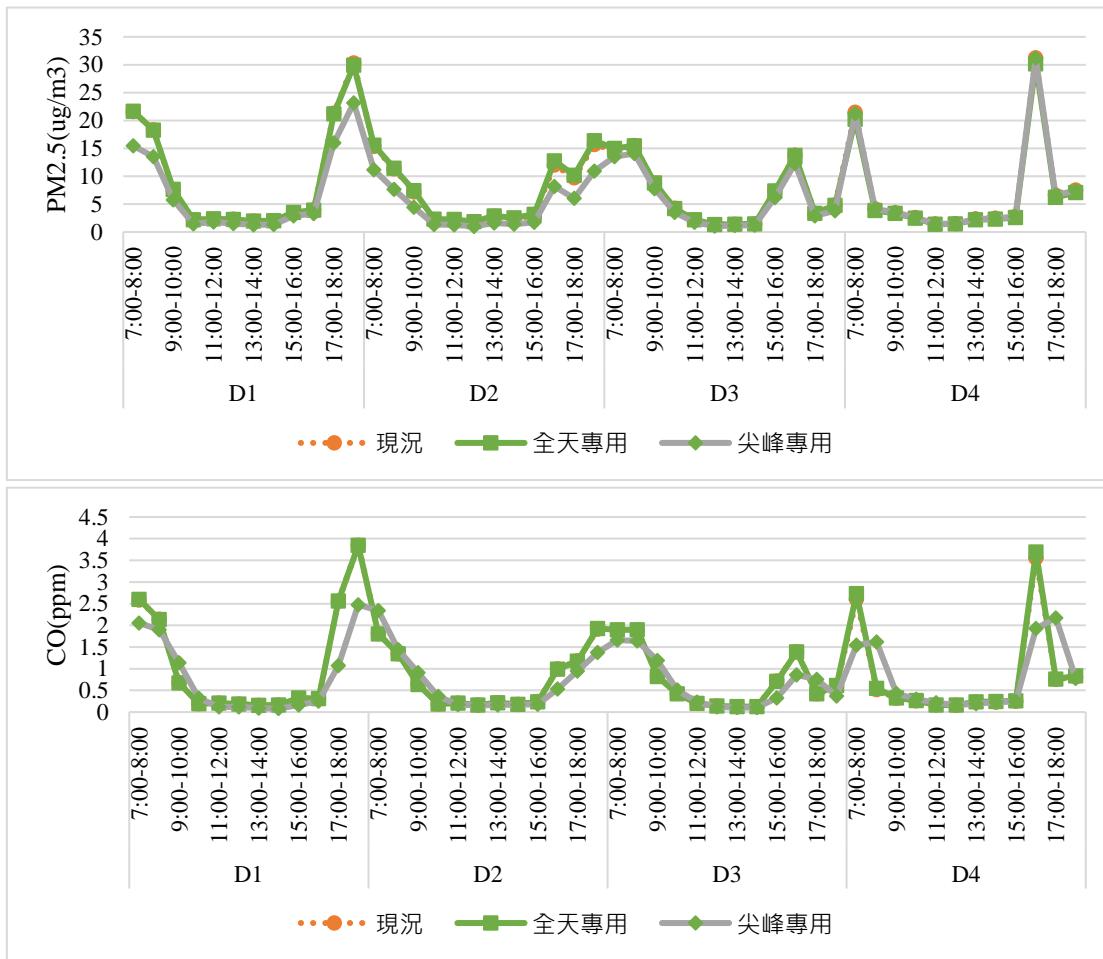
行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-0.88%	-0.51%	-26.09%	-14.04%
	8:00-9:00	2.16%	-1.96%	-22.11%	-9.55%
	9:00-10:00	-1.20%	-1.63%	-15.71%	-5.97%
	10:00-11:00	-1.76%	2.23%	-14.86%	-4.94%
	11:00-12:00	-2.17%	-0.31%	-12.79%	-2.96%
	12:00-13:00	1.86%	0.31%	-15.12%	-6.77%
	13:00-14:00	0.84%	0.68%	-15.44%	-8.14%
	14:00-15:00	-1.11%	1.50%	-14.27%	-5.43%
	15:00-16:00	0.05%	0.87%	-12.90%	-3.25%
	16:00-17:00	-0.58%	-0.33%	-13.79%	-2.98%
	17:00-18:00	0.23%	0.43%	-18.39%	-11.38%
	18:00-19:00	-0.33%	-0.53%	-20.53%	-15.15%
第二天	7:00-8:00	0.28%	0.14%	-23.53%	-8.73%
	8:00-9:00	0.44%	-0.08%	-22.46%	-6.52%
	9:00-10:00	-0.85%	-0.48%	-24.59%	-8.10%
	10:00-11:00	1.67%	2.54%	-23.71%	-7.75%
	11:00-12:00	-0.82%	-0.72%	-26.51%	-7.97%
	12:00-13:00	-3.35%	-1.94%	-24.61%	-7.55%
	13:00-14:00	-0.03%	-1.78%	-26.38%	-8.72%
	14:00-15:00	0.61%	0.39%	-25.85%	-10.61%
	15:00-16:00	0.76%	-0.76%	-29.35%	-10.63%
	16:00-17:00	-0.54%	-0.09%	-23.80%	-8.95%
	17:00-18:00	1.83%	-0.64%	-20.81%	-6.95%
	18:00-19:00	0.66%	-0.28%	-25.37%	-6.67%
第三天	7:00-8:00	0.56%	-0.01%	-2.91%	-3.65%
	8:00-9:00	-0.46%	1.14%	-2.96%	-2.72%
	9:00-10:00	-0.10%	-0.18%	-1.31%	-1.33%
	10:00-11:00	0.50%	2.12%	-0.47%	1.30%
	11:00-12:00	-0.33%	-0.21%	-0.68%	2.67%
	12:00-13:00	-0.79%	2.51%	-0.17%	0.72%
	13:00-14:00	1.89%	1.35%	0.08%	0.52%
	14:00-15:00	0.58%	-0.25%	-2.60%	2.31%
	15:00-16:00	-0.52%	0.69%	-0.53%	-0.31%
	16:00-17:00	0.41%	0.09%	-0.86%	0.64%
	17:00-18:00	-2.83%	0.41%	-2.40%	1.72%
	18:00-19:00	-0.21%	-1.61%	0.02%	-0.64%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-15 縣民大道民權路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度增減量百分比（續）

行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-3.37%	4.55%	0.38%	2.85%
	8:00-9:00	-1.94%	5.66%	-1.66%	3.65%
	9:00-10:00	-2.37%	4.29%	-0.57%	1.24%
	10:00-11:00	-0.34%	3.14%	0.18%	-1.18%
	11:00-12:00	-3.55%	3.34%	-2.53%	0.62%
	12:00-13:00	-4.44%	1.13%	-2.19%	-0.12%
	13:00-14:00	-2.65%	4.90%	-0.41%	3.72%
	14:00-15:00	-2.74%	2.65%	1.30%	0.69%
	15:00-16:00	-2.09%	2.46%	1.81%	1.77%
	16:00-17:00	-3.46%	3.56%	0.01%	1.47%
	17:00-18:00	-0.73%	3.24%	0.89%	0.63%
	18:00-19:00	-2.63%	2.24%	0.58%	1.09%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-16 縣民大道民權路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-16 縣民大道民權路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減
量百分比

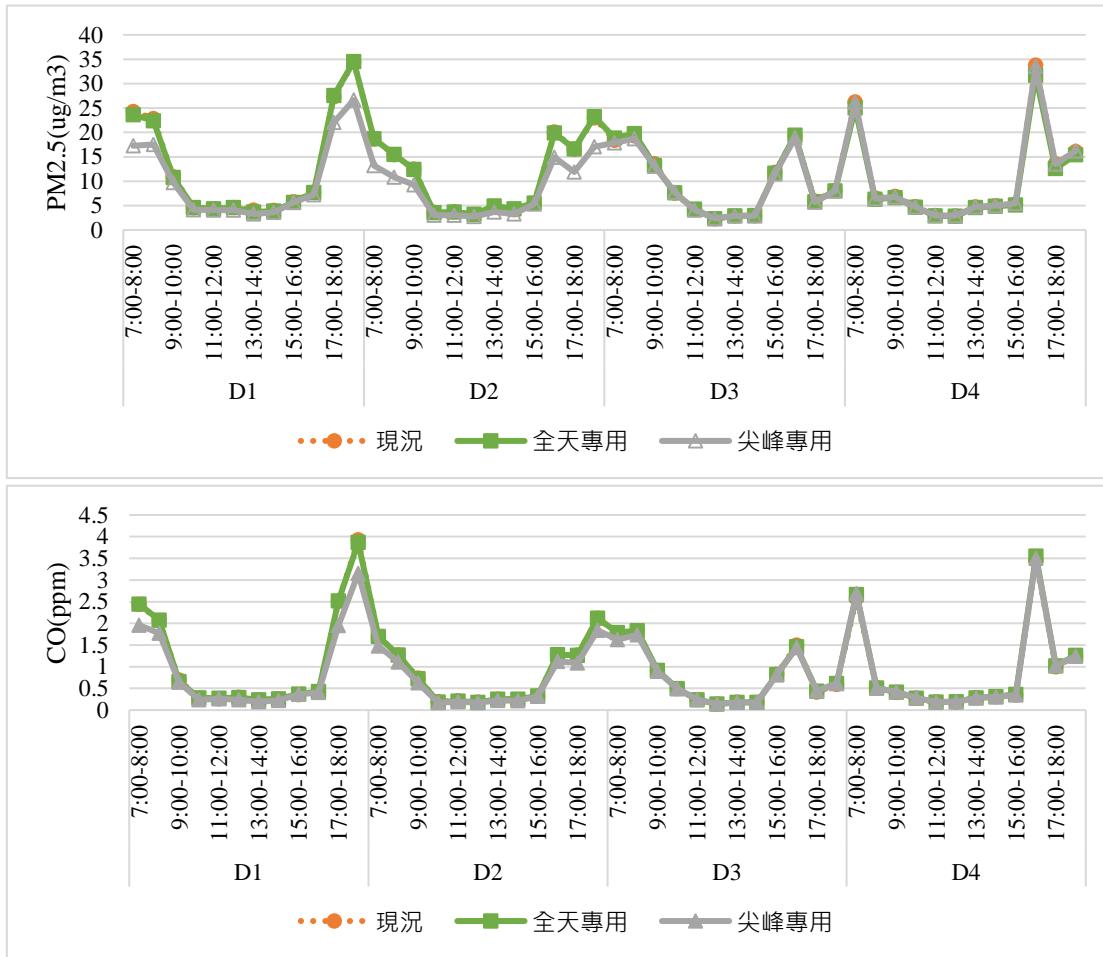
行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	0.34%	0.54%	-28.52%	-20.49%
	8:00-9:00	-0.19%	-0.30%	-26.34%	-18.75%
	9:00-10:00	1.63%	-1.54%	-23.31%	-20.19%
	10:00-11:00	0.44%	-0.25%	-33.79%	-49.19%
	11:00-12:00	1.46%	-0.49%	-23.36%	-28.83%
	12:00-13:00	-2.33%	-0.61%	-35.54%	-49.49%
	13:00-14:00	-1.05%	2.23%	-34.16%	-49.02%
	14:00-15:00	-0.15%	-0.45%	-34.87%	-52.44%
	15:00-16:00	1.16%	3.17%	-17.95%	-19.58%
	16:00-17:00	-0.98%	1.18%	-17.38%	-19.06%
	17:00-18:00	-0.54%	0.36%	-25.13%	-25.99%
	18:00-19:00	-1.27%	-0.08%	-23.58%	-20.48%
第二天	7:00-8:00	1.42%	-0.32%	-27.25%	-9.85%
	8:00-9:00	1.13%	-0.13%	-32.19%	-7.18%
	9:00-10:00	3.51%	-1.02%	-38.19%	-12.45%
	10:00-11:00	6.21%	0.21%	-37.87%	-14.83%
	11:00-12:00	6.21%	1.28%	-41.84%	-13.17%
	12:00-13:00	8.11%	1.03%	-41.45%	-13.55%
	13:00-14:00	0.64%	0.87%	-43.37%	-13.82%
	14:00-15:00	3.52%	-0.84%	-42.93%	-15.28%
	15:00-16:00	8.12%	-1.30%	-41.29%	-14.12%
	16:00-17:00	6.12%	-0.65%	-31.75%	-13.31%
	17:00-18:00	4.60%	-0.15%	-37.91%	-12.52%
	18:00-19:00	4.57%	0.78%	-30.36%	-10.43%
第三天	7:00-8:00	2.12%	0.51%	-7.77%	-14.89%
	8:00-9:00	-0.24%	0.15%	-9.05%	-11.40%
	9:00-10:00	0.59%	-1.76%	-11.09%	-16.77%
	10:00-11:00	-1.01%	-1.23%	-17.64%	-25.54%
	11:00-12:00	-0.19%	0.65%	-21.61%	-31.75%
	12:00-13:00	-0.81%	-0.08%	-20.42%	-26.89%
	13:00-14:00	-0.49%	-0.43%	-13.45%	-16.34%
	14:00-15:00	-0.85%	2.12%	-14.31%	-19.72%
	15:00-16:00	0.62%	-0.70%	-15.93%	-22.66%
	16:00-17:00	-0.32%	0.05%	-10.90%	-16.44%
	17:00-18:00	-0.17%	-0.93%	-12.84%	-19.63%
	18:00-19:00	-0.21%	2.45%	-21.00%	-33.65%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-16 縣民大道民權路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度增減量百分比（續）

行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-5.94%	4.64%	-1.28%	3.31%
	8:00-9:00	-7.22%	5.99%	-0.07%	3.51%
	9:00-10:00	-4.54%	2.77%	0.49%	2.72%
	10:00-11:00	-3.40%	1.01%	0.41%	0.04%
	11:00-12:00	-3.61%	2.25%	0.14%	2.20%
	12:00-13:00	-3.64%	2.72%	0.55%	-1.58%
	13:00-14:00	-5.94%	3.84%	-2.52%	2.28%
	14:00-15:00	-4.94%	4.92%	-1.62%	-0.58%
	15:00-16:00	-8.45%	3.20%	-2.39%	1.87%
	16:00-17:00	-3.37%	3.83%	-0.09%	1.32%
	17:00-18:00	-6.24%	1.59%	-0.23%	-0.76%
	18:00-19:00	-6.09%	2.33%	-2.06%	-0.15%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-17 縣民大道民權路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-17 縣民大道民權路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減
量百分比

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-2.55%	0.19%	-28.96%	-19.71%
	8:00-9:00	-2.04%	0.75%	-23.42%	-14.11%
	9:00-10:00	-1.13%	-4.52%	-11.03%	-7.39%
	10:00-11:00	0.92%	1.49%	-8.39%	-14.70%
	11:00-12:00	-0.80%	3.69%	-6.82%	-1.98%
	12:00-13:00	0.61%	-2.21%	-11.58%	-18.66%
	13:00-14:00	-8.59%	0.21%	-18.23%	-18.86%
	14:00-15:00	-2.45%	-1.45%	-9.93%	-14.98%
	15:00-16:00	-2.64%	2.94%	-1.76%	1.68%
	16:00-17:00	-0.82%	1.07%	-7.30%	-3.55%
	17:00-18:00	0.85%	0.23%	-19.23%	-22.16%
	18:00-19:00	0.14%	-1.50%	-22.76%	-19.64%
第二天	7:00-8:00	0.40%	0.59%	-29.30%	-12.65%
	8:00-9:00	0.43%	0.26%	-29.89%	-12.71%
	9:00-10:00	-0.92%	-1.83%	-26.05%	-15.54%
	10:00-11:00	-0.41%	-3.31%	-15.40%	-12.24%
	11:00-12:00	-1.72%	-3.38%	-18.58%	-10.07%
	12:00-13:00	1.69%	-1.14%	-12.59%	-8.06%
	13:00-14:00	2.45%	0.59%	-22.54%	-10.99%
	14:00-15:00	4.02%	3.01%	-20.19%	-11.54%
	15:00-16:00	0.79%	-1.14%	-2.85%	-3.60%
	16:00-17:00	-0.93%	0.80%	-25.70%	-11.21%
	17:00-18:00	0.28%	-0.58%	-28.00%	-14.70%
	18:00-19:00	1.26%	0.07%	-25.69%	-13.35%
第三天	7:00-8:00	2.37%	0.82%	-2.92%	-8.35%
	8:00-9:00	2.69%	0.77%	-2.80%	-4.58%
	9:00-10:00	-2.86%	0.34%	-3.93%	-1.57%
	10:00-11:00	0.51%	0.27%	2.53%	0.64%
	11:00-12:00	2.95%	-3.23%	-1.14%	-1.42%
	12:00-13:00	-1.14%	0.71%	1.88%	-1.41%
	13:00-14:00	1.95%	-1.33%	0.21%	-2.96%
	14:00-15:00	0.82%	-0.20%	-0.36%	1.00%
	15:00-16:00	-1.72%	-1.48%	-2.59%	-1.81%
	16:00-17:00	0.70%	-2.17%	-1.90%	-3.70%
	17:00-18:00	-2.84%	4.11%	-3.23%	5.61%
	18:00-19:00	-0.60%	4.00%	-0.78%	3.48%

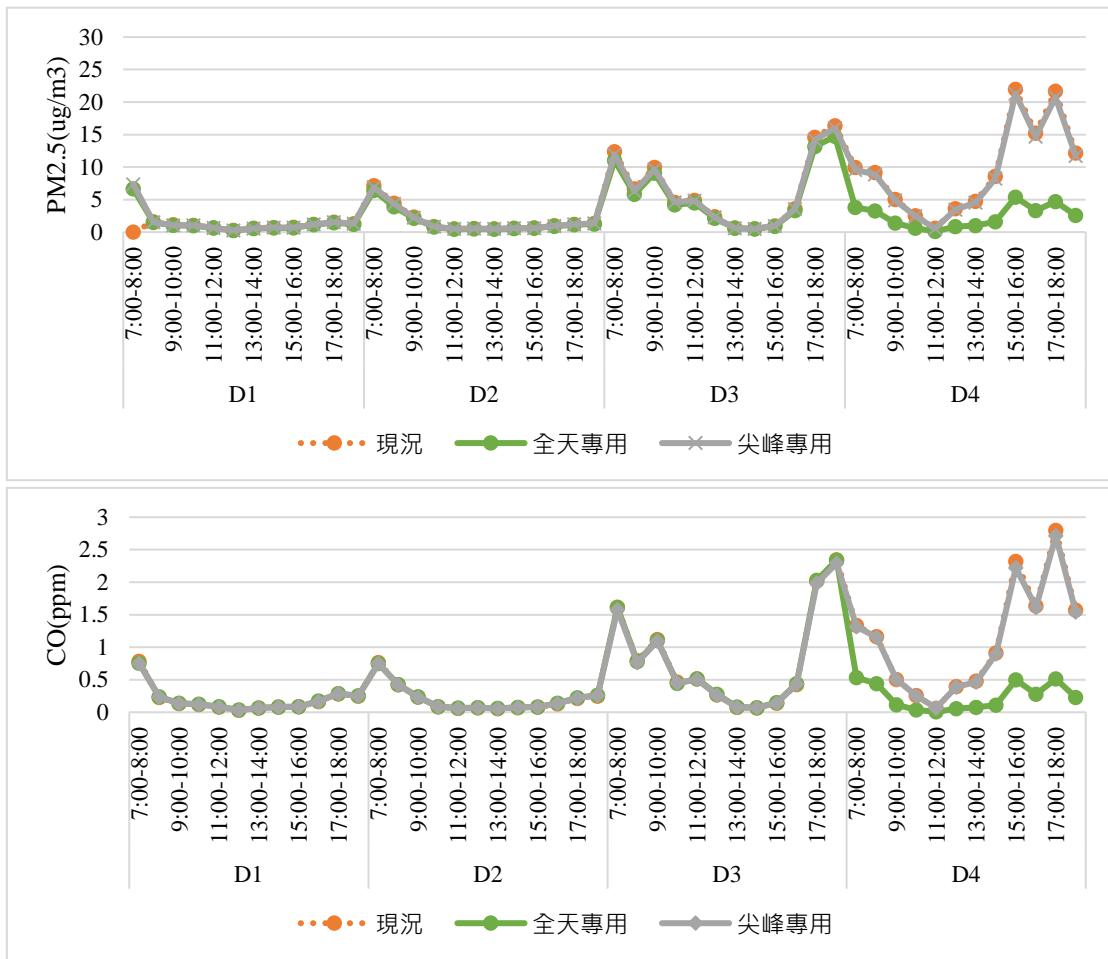
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-17 縣民大道民權路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度增減
量百分比（續）

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-4.62%	3.58%	-0.25%	4.38%
	8:00-9:00	-4.01%	-1.92%	-2.31%	-3.33%
	9:00-10:00	-3.67%	1.74%	-1.23%	2.28%
	10:00-11:00	-2.45%	-0.21%	-0.51%	1.70%
	11:00-12:00	-1.86%	-1.25%	-0.73%	-1.51%
	12:00-13:00	-3.89%	4.48%	0.66%	2.22%
	13:00-14:00	-3.39%	-2.37%	-1.23%	-3.12%
	14:00-15:00	-3.10%	-1.00%	-0.41%	-2.56%
	15:00-16:00	-3.33%	3.71%	1.74%	-0.29%
	16:00-17:00	-6.20%	3.14%	-0.76%	1.49%
	17:00-18:00	-7.13%	2.15%	-0.20%	3.20%
	18:00-19:00	-4.16%	1.01%	0.45%	-0.29%

資料來源：本計畫彙整

行人專用時相特性濃度變化如圖 4.3.2-18 至圖 4.3.20，其中以現況與尖峰專用的第 4 天模擬結果最具有差異性，明顯高於其他模擬值。另由表 4.3.2-18 至表 4.3.2-20 評估結果發現，實施全天時段行人專用時相下，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為-82.29%至-2.49%，CO 增減幅度為-92.37%至 8.17%；於行穿線中間 PM_{2.5} 增減幅度為-84.36%至-8.53%，CO 增減幅度為-93.91%至 3.88%；於路口中央 PM_{2.5} 增減幅度為-86.14%至-10.02%，CO 增減幅度為-89.52%至-0.49%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-18 中正二路民族二路（行人等候區）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-18 中正二路民族二路 (行人等候區) - 行人專用時相特性濃度增減量百分比

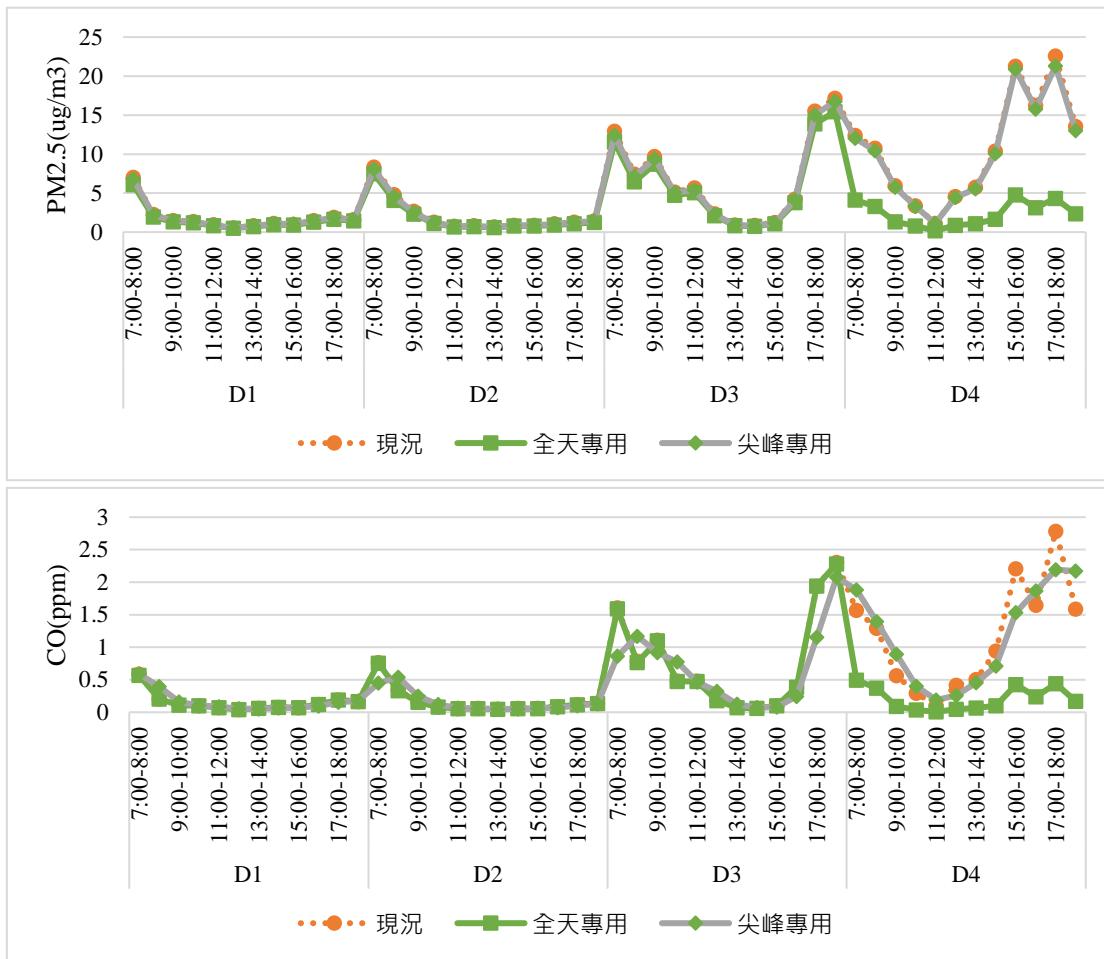
行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-12.69%	-4.23%	-3.05%	-4.55%
	8:00-9:00	-8.39%	4.81%	-4.93%	2.01%
	9:00-10:00	-8.69%	5.16%	-4.71%	-0.12%
	10:00-11:00	-5.67%	5.05%	-2.83%	2.45%
	11:00-12:00	-4.48%	6.19%	-0.67%	0.94%
	12:00-13:00	-5.29%	3.53%	-2.09%	0.43%
	13:00-14:00	-8.85%	5.07%	-2.61%	3.72%
	14:00-15:00	-7.79%	0.24%	-2.19%	-0.52%
	15:00-16:00	-8.93%	2.28%	-4.02%	-0.15%
	16:00-17:00	-7.82%	6.15%	-3.44%	1.12%
	17:00-18:00	-6.71%	2.45%	-1.71%	2.11%
	18:00-19:00	-7.40%	2.24%	-1.48%	0.20%
第二天	7:00-8:00	-10.03%	-2.13%	-3.50%	-2.08%
	8:00-9:00	-12.27%	-0.42%	-2.79%	-2.18%
	9:00-10:00	-8.68%	3.56%	-4.00%	-0.32%
	10:00-11:00	-5.93%	3.12%	-2.19%	2.94%
	11:00-12:00	-9.91%	2.78%	-2.85%	-2.01%
	12:00-13:00	-6.18%	2.47%	-0.50%	-0.81%
	13:00-14:00	-8.03%	3.98%	-2.24%	1.16%
	14:00-15:00	-8.04%	8.17%	-2.00%	4.34%
	15:00-16:00	-6.56%	5.35%	-3.01%	3.93%
	16:00-17:00	-8.09%	8.00%	-4.58%	3.87%
	17:00-18:00	-6.86%	5.74%	-2.52%	2.84%
	18:00-19:00	-6.59%	5.84%	0.18%	3.33%
第三天	7:00-8:00	-10.57%	-0.24%	-3.54%	-2.41%
	8:00-9:00	-12.76%	-1.33%	-4.91%	-3.39%
	9:00-10:00	-8.77%	-1.24%	-3.06%	-2.33%
	10:00-11:00	-8.65%	-4.44%	0.10%	-3.18%
	11:00-12:00	-7.98%	0.32%	-0.95%	-1.57%
	12:00-13:00	-8.81%	2.60%	-3.91%	-1.52%
	13:00-14:00	-6.11%	4.97%	-7.00%	2.12%
	14:00-15:00	-2.49%	2.52%	1.98%	3.71%
	15:00-16:00	-5.95%	7.17%	-2.42%	3.19%
	16:00-17:00	-8.60%	3.54%	-1.79%	2.10%
	17:00-18:00	-9.91%	0.35%	-2.63%	-1.63%
	18:00-19:00	-9.96%	-0.15%	-2.26%	-2.17%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-18 中正二路民族二路 (行人等候區) - 行人專用時相特性濃度增減量百分比 (續)

行人等候區	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-61.77%	-60.02%	-4.19%	-1.46%
	8:00-9:00	-64.42%	-62.27%	-3.27%	-0.97%
	9:00-10:00	-72.45%	-77.35%	-2.84%	-0.72%
	10:00-11:00	-76.57%	-86.26%	-0.83%	-2.77%
	11:00-12:00	-82.29%	-92.37%	-0.96%	1.22%
	12:00-13:00	-76.87%	-86.22%	-3.14%	-1.61%
	13:00-14:00	-78.49%	-84.02%	-4.06%	-3.08%
	14:00-15:00	-81.64%	-88.14%	-3.81%	-1.52%
	15:00-16:00	-75.50%	-78.48%	-3.09%	-4.29%
	16:00-17:00	-78.16%	-83.08%	-3.56%	-1.45%
	17:00-18:00	-78.43%	-81.69%	-4.25%	-2.94%
	18:00-19:00	-78.94%	-85.45%	-3.60%	-1.82%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-19 中正二路民族二路（行穿線中間）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-19 中正二路民族二路 (行穿線中間) - 行人專用時相特性濃度增減量百分比

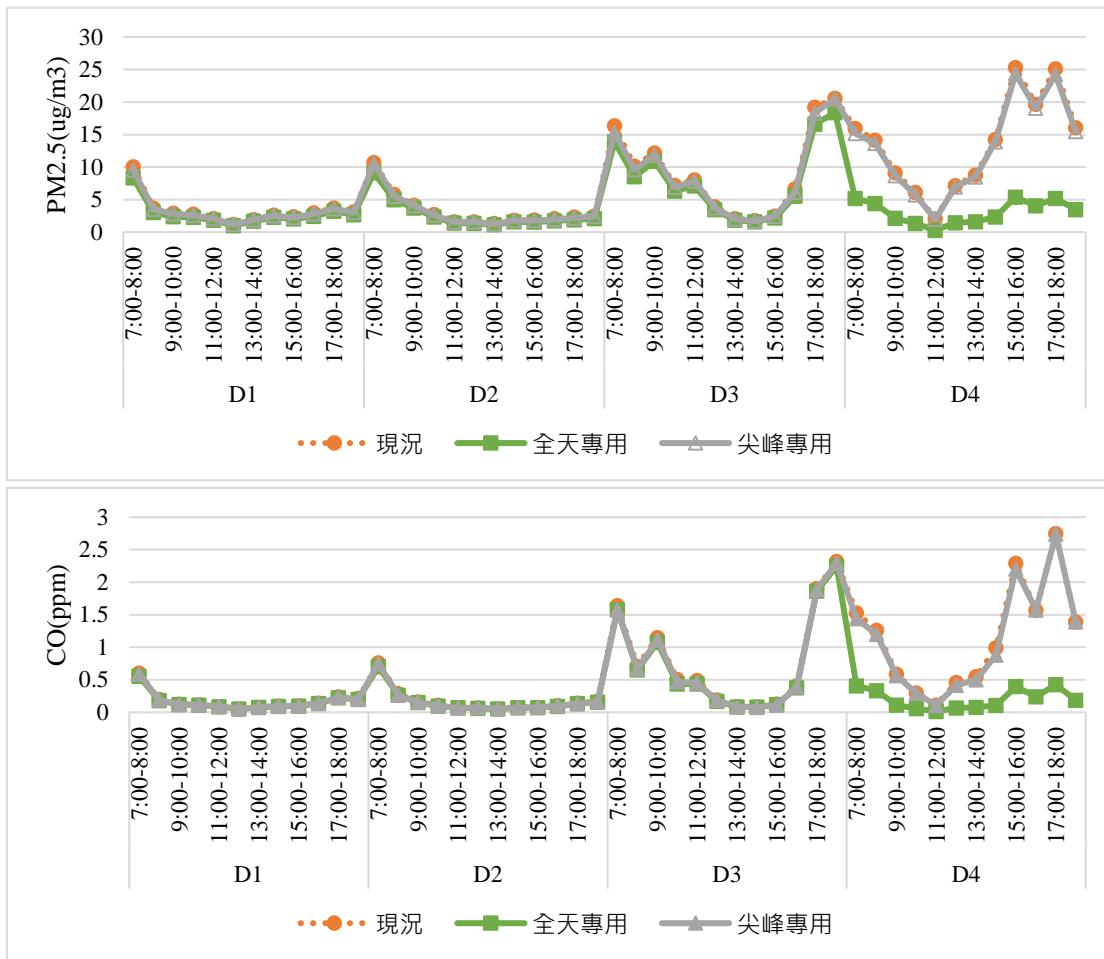
行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-13.17%	-3.60%	-2.73%	-0.25%
	8:00-9:00	-14.44%	-0.08%	-3.82%	2.44%
	9:00-10:00	-11.51%	-2.58%	-4.11%	0.15%
	10:00-11:00	-13.06%	-1.83%	-4.57%	-1.82%
	11:00-12:00	-12.78%	3.88%	-4.44%	2.51%
	12:00-13:00	-11.03%	-0.93%	-2.88%	0.61%
	13:00-14:00	-12.59%	-0.20%	-2.34%	2.43%
	14:00-15:00	-12.80%	0.33%	-3.03%	-0.20%
	15:00-16:00	-8.53%	0.47%	0.95%	0.60%
	16:00-17:00	-14.62%	-2.70%	-3.44%	-1.17%
	17:00-18:00	-13.08%	0.78%	-3.45%	-1.00%
	18:00-19:00	-10.16%	-1.59%	-3.80%	-2.14%
第二天	7:00-8:00	-10.39%	-1.18%	-3.24%	-2.96%
	8:00-9:00	-15.18%	-1.84%	-5.25%	-0.98%
	9:00-10:00	-12.83%	-4.13%	-4.78%	-2.26%
	10:00-11:00	-11.87%	-1.08%	-4.45%	-0.50%
	11:00-12:00	-9.66%	0.09%	-1.37%	4.04%
	12:00-13:00	-11.61%	-3.94%	-2.35%	-1.23%
	13:00-14:00	-12.90%	-0.82%	-2.85%	1.98%
	14:00-15:00	-10.68%	-6.66%	-0.34%	-1.17%
	15:00-16:00	-10.15%	-1.92%	-1.16%	2.38%
	16:00-17:00	-13.57%	-1.66%	-1.30%	0.36%
	17:00-18:00	-15.51%	-1.10%	-4.21%	-1.32%
	18:00-19:00	-13.01%	-2.77%	-2.61%	4.07%
第三天	7:00-8:00	-10.85%	-0.86%	-3.73%	-1.72%
	8:00-9:00	-13.07%	-2.07%	-4.20%	-2.88%
	9:00-10:00	-9.94%	-0.83%	-2.94%	-2.87%
	10:00-11:00	-8.58%	-1.25%	-2.18%	-2.59%
	11:00-12:00	-10.70%	-1.40%	-5.15%	-3.13%
	12:00-13:00	-10.75%	-4.49%	-3.53%	-3.25%
	13:00-14:00	-11.20%	-2.93%	-3.37%	-1.91%
	14:00-15:00	-12.63%	1.60%	-1.66%	2.88%
	15:00-16:00	-13.00%	-0.39%	-6.17%	-0.11%
	16:00-17:00	-11.07%	-0.14%	-2.03%	-0.33%
	17:00-18:00	-10.50%	0.35%	-3.26%	-0.75%
	18:00-19:00	-10.01%	-0.94%	-2.43%	-2.77%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-19 中正二路民族二路 (行穿線中間) -行人專用時相特性濃度增減量百分比 (續)

行穿線中間	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-66.63%	-68.57%	-2.90%	-2.94%
	8:00-9:00	-69.33%	-71.42%	-3.34%	-2.18%
	9:00-10:00	-77.52%	-84.03%	-3.25%	-7.19%
	10:00-11:00	-76.32%	-87.34%	-2.27%	-2.91%
	11:00-12:00	-84.36%	-93.91%	-1.84%	-3.46%
	12:00-13:00	-80.90%	-88.62%	-2.75%	-0.88%
	13:00-14:00	-81.27%	-87.14%	-3.20%	-1.86%
	14:00-15:00	-84.09%	-89.29%	-3.17%	-1.94%
	15:00-16:00	-77.55%	-80.75%	-1.74%	-3.23%
	16:00-17:00	-80.58%	-85.45%	-2.62%	-2.82%
	17:00-18:00	-80.80%	-84.21%	-5.53%	-0.06%
	18:00-19:00	-82.64%	-89.21%	-3.83%	-1.42%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-20 中正二路民族二路（路口正中央）-行人專用時相特性濃度變化

表 4.3.2-20 中正二路民族二路 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減量百分比

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-16.82%	-8.74%	-4.75%	-2.78%
	8:00-9:00	-17.75%	-9.90%	-5.58%	-5.27%
	9:00-10:00	-17.83%	-4.61%	-3.81%	-5.14%
	10:00-11:00	-17.13%	-3.18%	-6.75%	0.13%
	11:00-12:00	-12.37%	-4.14%	-0.29%	6.03%
	12:00-13:00	-16.74%	-5.62%	-3.54%	2.20%
	13:00-14:00	-13.41%	-4.02%	-2.51%	-0.84%
	14:00-15:00	-12.76%	-2.48%	-3.74%	-0.12%
	15:00-16:00	-13.94%	-7.28%	-6.24%	0.14%
	16:00-17:00	-18.07%	-5.50%	-4.79%	-1.38%
	17:00-18:00	-13.32%	-5.49%	-2.29%	-4.89%
	18:00-19:00	-14.33%	-7.98%	-3.84%	-7.92%
第二天	7:00-8:00	-14.85%	-7.52%	-1.84%	-2.02%
	8:00-9:00	-13.93%	-8.78%	-5.34%	-8.20%
	9:00-10:00	-10.96%	-5.70%	-0.96%	-2.84%
	10:00-11:00	-13.35%	-10.64%	-3.27%	-7.86%
	11:00-12:00	-12.23%	-0.49%	-2.45%	-2.94%
	12:00-13:00	-16.86%	-11.09%	-2.39%	1.42%
	13:00-14:00	-14.02%	-10.37%	-5.61%	0.23%
	14:00-15:00	-13.29%	-9.24%	-1.26%	-5.76%
	15:00-16:00	-16.86%	-5.97%	-3.71%	-0.56%
	16:00-17:00	-15.91%	-12.11%	-5.63%	-3.08%
	17:00-18:00	-18.81%	-1.50%	-7.30%	-4.78%
	18:00-19:00	-14.62%	-7.08%	-1.56%	-3.54%
第三天	7:00-8:00	-15.08%	-3.75%	-6.36%	-3.75%
	8:00-9:00	-16.03%	-7.56%	-5.60%	-5.50%
	9:00-10:00	-10.57%	-6.40%	-2.93%	-2.95%
	10:00-11:00	-12.17%	-13.58%	-4.10%	-7.35%
	11:00-12:00	-11.23%	-10.63%	-1.97%	-7.44%
	12:00-13:00	-11.95%	-8.41%	-4.21%	-2.81%
	13:00-14:00	-11.02%	-11.64%	-1.78%	-7.96%
	14:00-15:00	-10.02%	-1.17%	-4.02%	-3.63%
	15:00-16:00	-10.96%	-6.69%	-2.96%	-11.52%
	16:00-17:00	-16.70%	-6.77%	-7.85%	-3.55%
	17:00-18:00	-13.60%	-2.03%	-4.65%	-0.91%
	18:00-19:00	-10.73%	-3.02%	-0.51%	-0.82%

資料來源：本計畫彙整

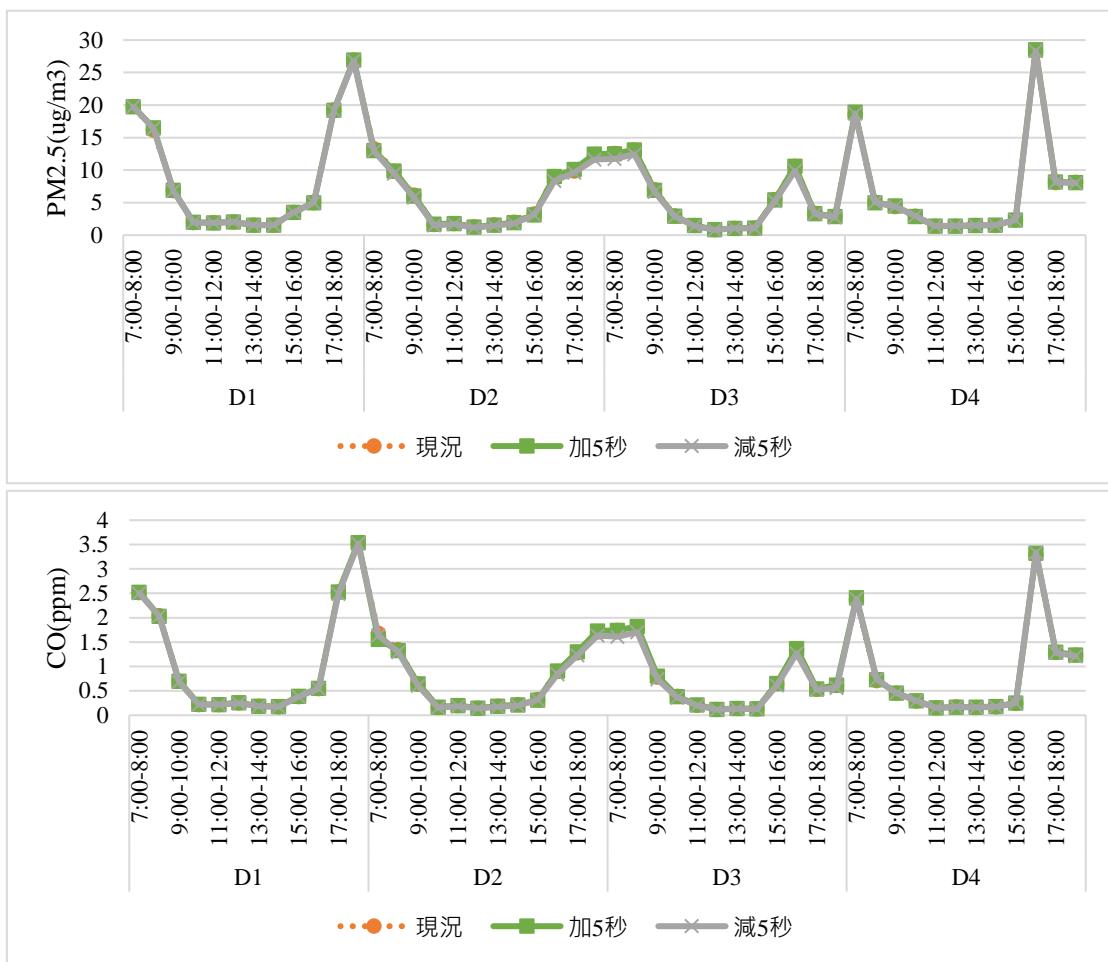
表 4.3.2-20 中正二路民族二路 (路口正中央) - 行人專用時相特性濃度增減量百分比 (續)

路口正中央	全天專用		尖峰專用		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-67.38%	-73.65%	-4.73%	-5.84%
	8:00-9:00	-68.83%	-73.66%	-3.76%	-5.00%
	9:00-10:00	-76.52%	-81.63%	-4.77%	-4.78%
	10:00-11:00	-78.00%	-80.65%	-5.87%	-2.99%
	11:00-12:00	-86.14%	-89.52%	-2.54%	-4.57%
	12:00-13:00	-80.10%	-85.58%	-2.98%	-9.20%
	13:00-14:00	-81.93%	-86.07%	-3.35%	-8.93%
	14:00-15:00	-83.77%	-89.47%	-2.59%	-11.16%
	15:00-16:00	-78.73%	-82.77%	-3.73%	-3.79%
	16:00-17:00	-79.32%	-84.92%	-3.07%	0.29%
	17:00-18:00	-79.38%	-84.50%	-3.62%	-0.28%
	18:00-19:00	-78.40%	-86.83%	-3.63%	-0.27%

資料來源：本計畫彙整

(2) 時制計畫影響

時制計畫影響特性濃度變化如圖 4.3.2-21，另由表 4.3.2-21 評估結果發現，縣民大道方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 和 CO 濃度，PM_{2.5} 於行人等候區增減幅度為-11.29%至 1.82%，CO 於行人等候區增減幅度為-8.1%至 3.06%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-21 縣民大道民權路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化

表 4.3.2-21 縣民大道民權路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減
量百分比

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-0.33%	0.25%	-0.29%	-0.56%
	8:00-9:00	2.09%	-0.56%	1.61%	-0.27%
	9:00-10:00	0.93%	0.49%	-0.68%	-1.92%
	10:00-11:00	0.81%	2.89%	-0.16%	-0.19%
	11:00-12:00	-2.36%	1.03%	-1.61%	0.21%
	12:00-13:00	-0.07%	2.75%	1.00%	-0.18%
	13:00-14:00	-0.18%	0.12%	0.94%	-1.20%
	14:00-15:00	-1.82%	2.83%	-1.42%	0.01%
	15:00-16:00	0.32%	0.08%	0.03%	-0.22%
	16:00-17:00	0.04%	1.15%	-0.29%	-0.16%
	17:00-18:00	-0.36%	0.23%	-0.65%	-1.32%
	18:00-19:00	-0.06%	0.50%	-0.43%	-0.16%
第二天	7:00-8:00	-2.29%	-7.38%	-2.80%	-2.76%
	8:00-9:00	0.00%	-1.21%	-4.40%	-3.70%
	9:00-10:00	-1.73%	0.67%	-6.34%	-4.86%
	10:00-11:00	2.04%	3.34%	-11.29%	-5.84%
	11:00-12:00	-0.19%	-0.28%	-4.99%	-5.15%
	12:00-13:00	-3.79%	-2.01%	-10.64%	-4.84%
	13:00-14:00	-2.17%	-2.44%	-9.99%	-8.10%
	14:00-15:00	-1.98%	-2.61%	-9.57%	-7.82%
	15:00-16:00	-4.62%	-4.29%	-4.40%	-1.67%
	16:00-17:00	-0.07%	0.47%	-7.88%	-6.88%
	17:00-18:00	2.13%	1.50%	-2.88%	-4.00%
	18:00-19:00	1.14%	1.12%	-5.56%	-4.07%
第三天	7:00-8:00	-0.55%	-0.24%	-6.95%	-7.79%
	8:00-9:00	-0.29%	1.43%	-5.47%	-5.37%
	9:00-10:00	-1.18%	2.57%	-5.08%	-5.79%
	10:00-11:00	-1.70%	-0.55%	-4.05%	-5.77%
	11:00-12:00	-0.40%	3.15%	-5.29%	-2.94%
	12:00-13:00	-0.79%	2.03%	-3.33%	-2.83%
	13:00-14:00	-1.09%	-0.22%	-3.45%	-3.88%
	14:00-15:00	-0.75%	2.70%	-4.35%	-1.91%
	15:00-16:00	-0.21%	0.25%	-4.54%	-6.06%
	16:00-17:00	0.25%	1.07%	-6.31%	-6.29%
	17:00-18:00	-1.82%	1.18%	-3.84%	-2.14%
	18:00-19:00	-0.82%	1.19%	-6.12%	-7.68%

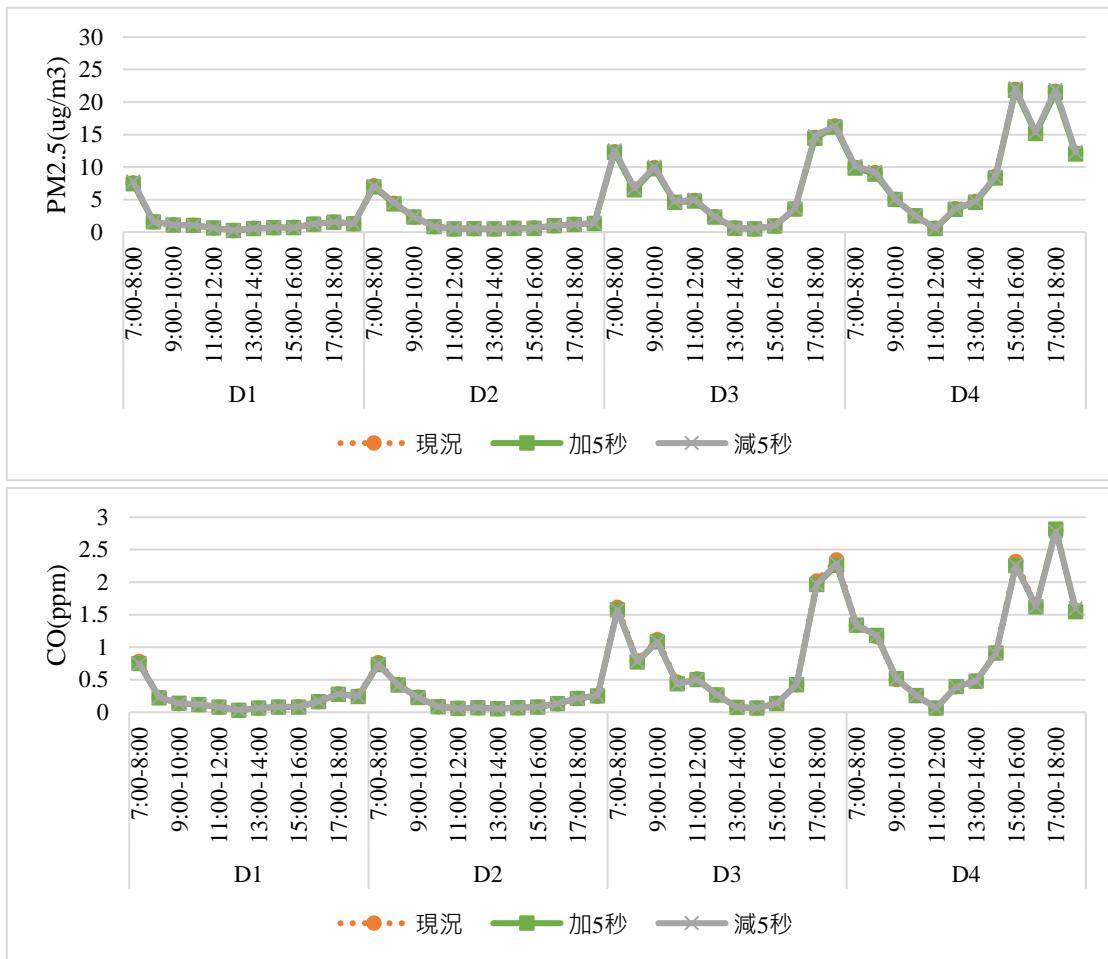
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-21 縣民大道民權路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度增減
量百分比（續）

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	1.85%	1.64%	0.68%	0.77%
	8:00-9:00	-1.37%	2.74%	-1.09%	3.06%
	9:00-10:00	1.34%	-0.31%	-0.04%	0.71%
	10:00-11:00	-1.28%	0.49%	1.61%	1.29%
	11:00-12:00	-1.35%	0.13%	-0.61%	-1.33%
	12:00-13:00	-1.64%	-4.24%	1.17%	-1.12%
	13:00-14:00	1.63%	3.66%	0.07%	2.25%
	14:00-15:00	2.45%	2.71%	1.82%	-0.84%
	15:00-16:00	-0.13%	1.35%	1.10%	1.49%
	16:00-17:00	0.77%	0.91%	0.15%	1.36%
	17:00-18:00	0.80%	0.50%	0.09%	-0.77%
	18:00-19:00	-0.78%	-0.24%	-1.77%	-1.91%

資料來源：本計畫彙整

時制計畫影響特性濃度變化如圖 4.3.2-22，另由表 4.3.2-22 評估結果發現，民族二路方向號誌時制週期中的綠燈秒數增加 5 秒，相對可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度，於行人等候區增減幅度為-6.33%至 3.27%；民族二路方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少受體點位平均之 CO 濃度，於行人等候區增減幅度為-7.95%至 3.47%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-22 中正二路民族二路（行人等候區）-時制計畫影響特性濃度變化

表 4.3.2-22 中正二路民族二路 (行人等候區) - 時制計畫影響特性濃度增減量百分比

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-1.77%	-4.85%	2.78%	-5.54%
	8:00-9:00	-2.87%	-1.37%	-0.38%	2.74%
	9:00-10:00	-2.52%	3.17%	-0.42%	0.37%
	10:00-11:00	-1.19%	0.17%	1.28%	0.09%
	11:00-12:00	-2.89%	0.89%	1.10%	-0.33%
	12:00-13:00	0.62%	0.16%	-0.09%	3.47%
	13:00-14:00	-2.50%	-0.03%	-1.01%	0.62%
	14:00-15:00	-3.31%	-2.55%	-0.41%	-2.11%
	15:00-16:00	-3.19%	-2.20%	-2.85%	1.58%
	16:00-17:00	0.95%	-0.47%	0.59%	2.88%
	17:00-18:00	-0.60%	-0.64%	0.63%	1.03%
	18:00-19:00	0.72%	-1.08%	0.31%	-0.61%
第二天	7:00-8:00	-2.20%	-4.02%	-0.32%	-3.35%
	8:00-9:00	-2.49%	-1.92%	1.68%	-3.56%
	9:00-10:00	-1.29%	-0.57%	2.39%	-1.94%
	10:00-11:00	-2.22%	1.10%	-0.90%	2.76%
	11:00-12:00	-3.00%	-3.76%	3.86%	-1.33%
	12:00-13:00	-2.74%	-1.08%	1.58%	-1.31%
	13:00-14:00	-0.02%	-2.07%	0.76%	-2.13%
	14:00-15:00	1.18%	2.97%	2.97%	1.19%
	15:00-16:00	-0.98%	1.94%	1.72%	2.34%
	16:00-17:00	-0.28%	1.89%	-0.20%	2.03%
	17:00-18:00	-3.18%	0.58%	-0.03%	1.37%
	18:00-19:00	1.96%	0.82%	3.62%	2.33%
第三天	7:00-8:00	-0.59%	-2.52%	1.56%	-2.67%
	8:00-9:00	-2.20%	-2.48%	1.33%	-1.19%
	9:00-10:00	-1.91%	-3.02%	1.01%	-2.88%
	10:00-11:00	-0.62%	-5.12%	2.26%	-7.95%
	11:00-12:00	-1.41%	-2.04%	2.09%	-1.83%
	12:00-13:00	-1.38%	-1.00%	0.34%	-0.67%
	13:00-14:00	-2.46%	-0.66%	0.06%	1.99%
	14:00-15:00	3.27%	-1.35%	6.74%	-1.27%
	15:00-16:00	-0.89%	-0.42%	3.04%	-0.51%
	16:00-17:00	-1.75%	-0.14%	0.97%	1.31%
	17:00-18:00	-1.07%	-2.79%	1.25%	-2.35%
	18:00-19:00	-1.12%	-3.52%	-0.06%	-2.27%

資料來源：本計畫彙整

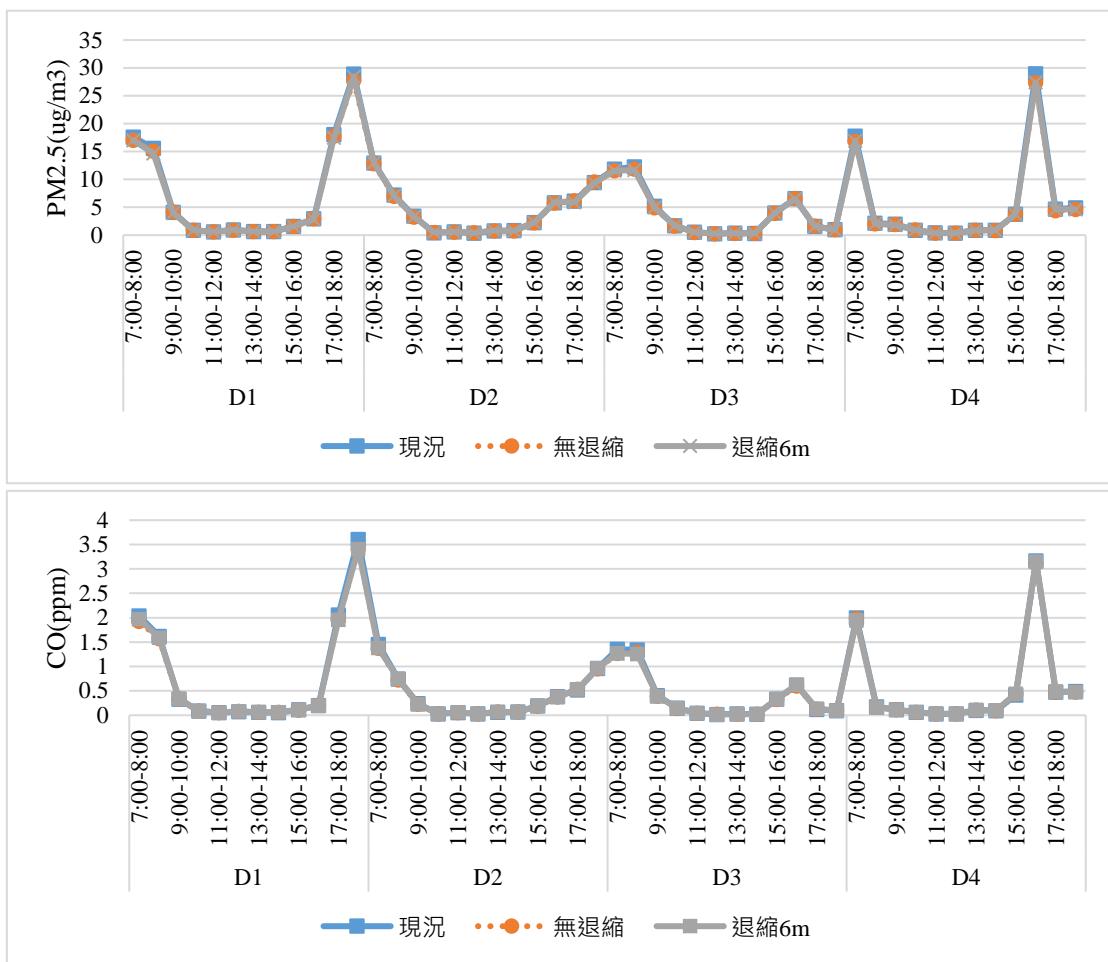
表 4.3.2-22 中正二路民族二路 (行人等候區) - 時制計畫影響特性濃度增減量百分比 (續)

行人等候區	主幹道加 5 秒		主幹道減 5 秒		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第四天	7:00-8:00	-0.92%	0.28%	1.86%	-0.15%
	8:00-9:00	-2.45%	1.37%	1.13%	1.66%
	9:00-10:00	-0.04%	2.38%	1.52%	1.80%
	10:00-11:00	0.16%	0.44%	0.79%	-0.13%
	11:00-12:00	-6.33%	1.86%	3.02%	1.10%
	12:00-13:00	-1.55%	-0.75%	1.86%	0.01%
	13:00-14:00	-2.97%	-0.65%	0.07%	-0.73%
	14:00-15:00	-2.77%	-0.05%	-0.50%	-0.83%
	15:00-16:00	-0.60%	-2.68%	0.78%	-2.56%
	16:00-17:00	-0.37%	-0.73%	0.97%	-0.48%
	17:00-18:00	-0.82%	0.70%	0.80%	-0.64%
	18:00-19:00	-1.02%	-1.42%	1.45%	1.58%

資料來源：本計畫彙整

(3) 行穿線退縮

行穿線退縮特性濃度變化如圖 4.3.2-23 至圖 4.3.2-24，另由表 4.3.2-23 至表 4.3.2-24 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行穿線退縮 6 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-7.38 至 9.06%，於行穿線退縮 6 公尺處 CO 增減幅度為-8.85%至 8.79%；於行穿線退縮 10 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-14.42%至 7.24%，於行穿線退縮 10 公尺處 CO 增減幅度為-24.95%至 11.51%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-23 縣民大道民權路（行穿線退縮 6m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-23 縣民大道民權路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度增減量百分比

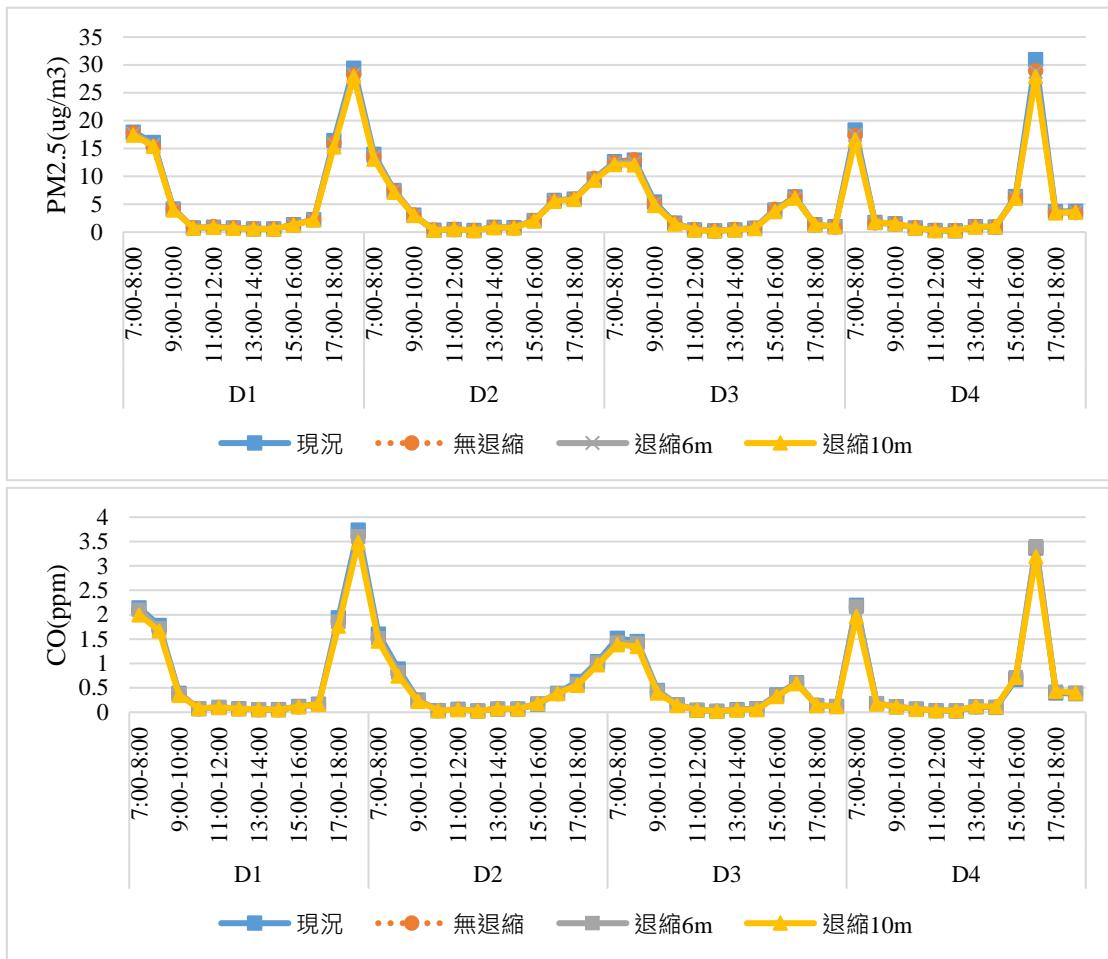
行穿線退縮 6m		等候區退縮 6m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	0.00%	2.52%
	8:00-9:00	-2.93%	1.27%
	9:00-10:00	-4.22%	0.52%
	10:00-11:00	3.83%	-6.07%
	11:00-12:00	-2.27%	0.12%
	12:00-13:00	3.67%	1.98%
	13:00-14:00	0.89%	-0.63%
	14:00-15:00	-0.01%	3.07%
	15:00-16:00	0.33%	3.43%
	16:00-17:00	-5.33%	-4.11%
	17:00-18:00	-1.62%	-0.79%
第二天	18:00-19:00	2.28%	0.04%
	7:00-8:00	1.04%	0.23%
	8:00-9:00	1.41%	2.73%
	9:00-10:00	2.47%	1.54%
	10:00-11:00	-0.43%	-0.18%
	11:00-12:00	9.06%	8.79%
	12:00-13:00	-0.31%	-8.85%
	13:00-14:00	8.10%	-4.81%
	14:00-15:00	-4.20%	2.13%
	15:00-16:00	4.58%	1.68%
	16:00-17:00	2.55%	-1.55%
第三天	17:00-18:00	-4.30%	-0.31%
	18:00-19:00	-1.69%	1.39%
	7:00-8:00	-0.40%	0.10%
	8:00-9:00	-1.23%	-2.55%
	9:00-10:00	0.45%	-0.20%
	10:00-11:00	4.27%	2.58%
	11:00-12:00	6.31%	-3.42%
	12:00-13:00	3.44%	-7.39%
	13:00-14:00	2.87%	2.45%
	14:00-15:00	8.03%	3.94%
	15:00-16:00	1.39%	2.55%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-23 縣民大道民權路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度增減量百分比 (續)

行穿線退縮 6m	等候區退縮 6m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	0.24%
	8:00-9:00	1.66%
	9:00-10:00	-4.60%
	10:00-11:00	0.35%
	11:00-12:00	-7.38%
	12:00-13:00	-1.95%
	13:00-14:00	-1.71%
	14:00-15:00	6.07%
	15:00-16:00	-0.97%
	16:00-17:00	0.36%
	17:00-18:00	4.52%
	18:00-19:00	-0.44%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-24 縣民大道民權路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-24 縣民大道民權路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m	
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-0.67%	1.15%	-2.35%
	8:00-9:00	2.13%	1.18%	0.17%
	9:00-10:00	2.76%	-1.77%	-3.25%
	10:00-11:00	-4.94%	11.06%	2.98%
	11:00-12:00	3.92%	-0.47%	-8.33%
	12:00-13:00	-1.21%	2.24%	-4.47%
	13:00-14:00	-1.38%	2.07%	-1.35%
	14:00-15:00	-1.92%	-0.52%	0.49%
	15:00-16:00	-1.56%	1.92%	-0.67%
	16:00-17:00	-0.35%	0.14%	-2.48%
	17:00-18:00	-1.46%	-0.16%	-4.60%
	18:00-19:00	0.06%	0.29%	-1.36%
第二天	7:00-8:00	0.22%	-0.92%	-3.16%
	8:00-9:00	1.80%	0.71%	-3.57%
	9:00-10:00	-5.55%	-3.06%	-2.79%
	10:00-11:00	-1.48%	-4.81%	0.01%
	11:00-12:00	-0.09%	-6.65%	4.74%
	12:00-13:00	-4.50%	-0.41%	2.25%
	13:00-14:00	0.36%	-7.99%	0.07%
	14:00-15:00	-1.63%	-3.47%	0.71%
	15:00-16:00	2.94%	2.28%	-3.54%
	16:00-17:00	2.07%	0.80%	-1.63%
	17:00-18:00	-0.59%	1.98%	-0.54%
	18:00-19:00	-0.08%	2.46%	-3.66%
第三天	7:00-8:00	-0.47%	-1.30%	-2.85%
	8:00-9:00	-3.30%	1.44%	-6.76%
	9:00-10:00	-0.06%	4.20%	-7.11%
	10:00-11:00	-0.32%	1.82%	-9.75%
	11:00-12:00	4.39%	4.59%	0.51%
	12:00-13:00	5.17%	11.59%	5.88%
	13:00-14:00	-0.25%	-7.43%	-5.74%
	14:00-15:00	5.59%	-6.61%	-14.42%
	15:00-16:00	-0.96%	-0.32%	-10.38%
	16:00-17:00	-3.82%	-1.00%	-3.89%
	17:00-18:00	-0.14%	-2.88%	-2.91%
	18:00-19:00	-1.56%	-0.36%	0.78%

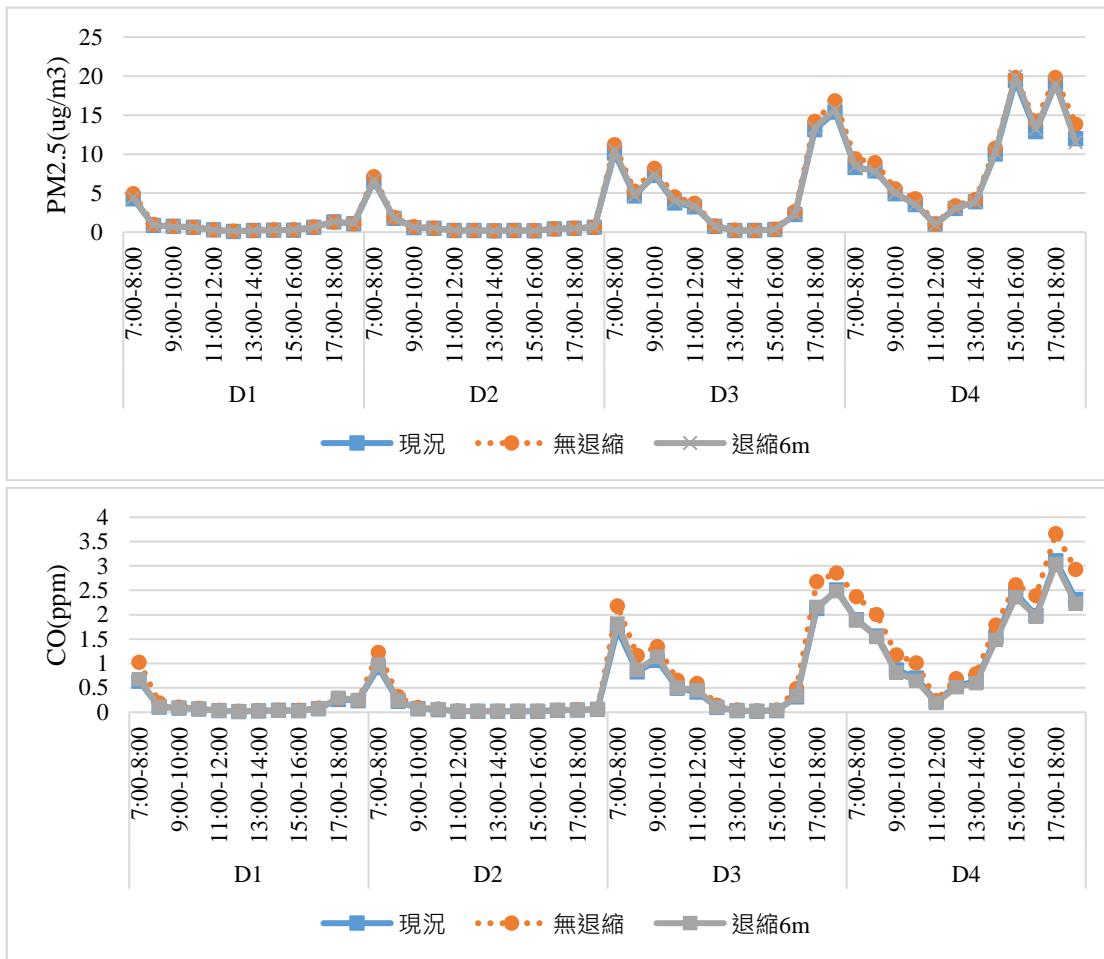
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-24 縣民大道民權路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度增減量百分比（續）

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m	
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	0.41%	0.39%	-4.56%
	8:00-9:00	1.13%	3.44%	7.24%
	9:00-10:00	0.56%	-1.39%	3.22%
	10:00-11:00	0.93%	6.16%	0.33%
	11:00-12:00	-3.94%	3.06%	-6.15%
	12:00-13:00	-1.87%	3.12%	0.75%
	13:00-14:00	-3.06%	2.49%	-2.72%
	14:00-15:00	-4.92%	-2.38%	2.59%
	15:00-16:00	1.55%	-0.74%	-0.25%
	16:00-17:00	-0.60%	1.88%	-3.89%
	17:00-18:00	-0.94%	2.26%	-2.00%
	18:00-19:00	3.01%	3.99%	0.72%

資料來源：本計畫彙整

行穿線退縮特性濃度變化如圖 4.3.2-25 至圖 4.3.2-26，另由表 4.3.2-25 至表 4.3.2-26 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行穿線退縮 6 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-17.32%至 5.71%，於行穿線退縮 6 公尺處 CO 增減幅度為-41.47%至 4.76%；於行穿線退縮 10 公尺處 PM_{2.5} 增減幅度為-20.5%至 24.55%，於行穿線退縮 10 公尺處 CO 增減幅度為-1.42%至 -51.43%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-25 中正二路民族二路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-25 中正二路民族二路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比

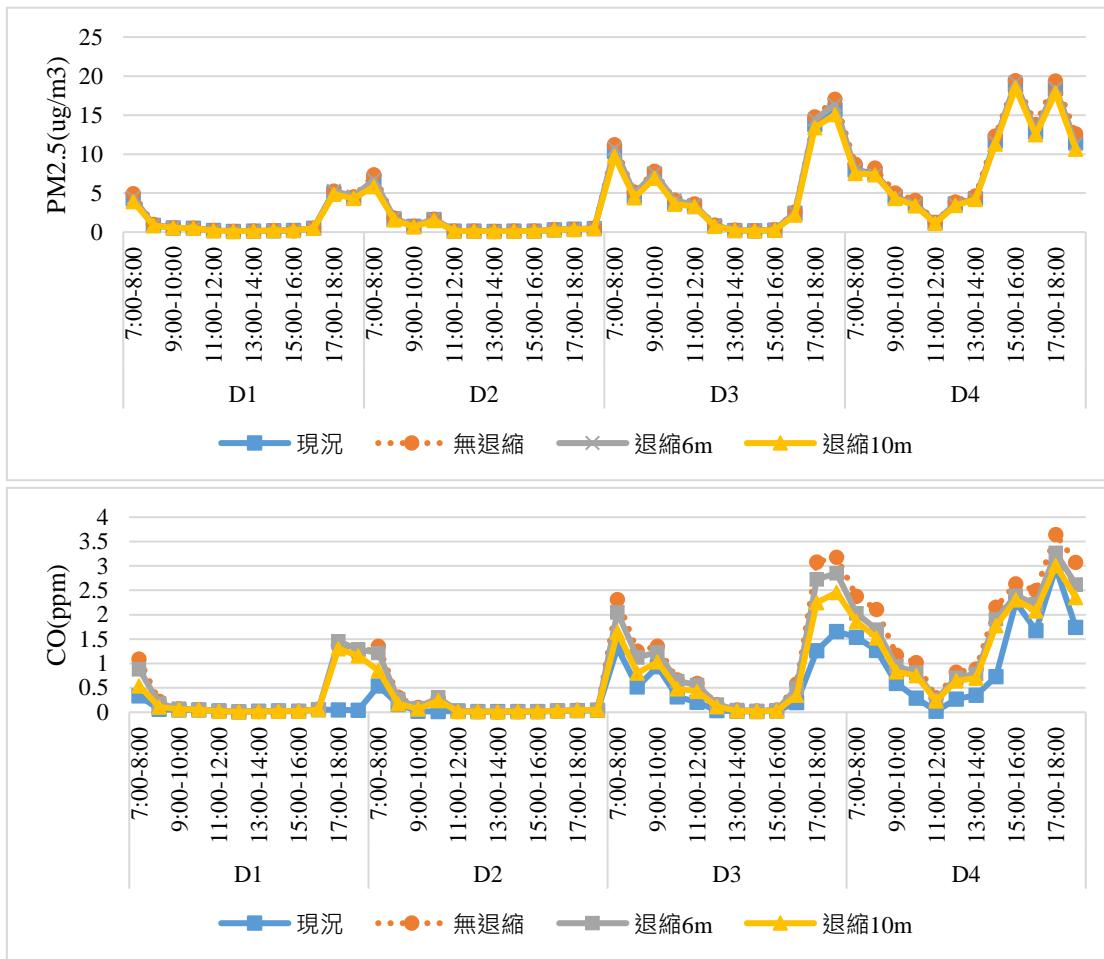
行穿線退縮 6m		等候區退縮 6m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-9.77%	-34.26%
	8:00-9:00	-12.73%	-41.47%
	9:00-10:00	-9.83%	-15.32%
	10:00-11:00	-3.60%	-20.56%
	11:00-12:00	-15.12%	-11.20%
	12:00-13:00	-8.95%	-20.21%
	13:00-14:00	-7.03%	-10.60%
	14:00-15:00	-1.56%	-15.43%
	15:00-16:00	-0.58%	-27.68%
	16:00-17:00	-5.15%	-17.99%
	17:00-18:00	4.98%	4.76%
	18:00-19:00	2.65%	2.71%
第二天	7:00-8:00	-6.41%	-20.23%
	8:00-9:00	-7.68%	-26.01%
	9:00-10:00	-11.45%	-27.89%
	10:00-11:00	5.71%	-2.98%
	11:00-12:00	-4.69%	-16.50%
	12:00-13:00	-3.22%	-4.87%
	13:00-14:00	3.37%	-0.01%
	14:00-15:00	0.77%	-4.50%
	15:00-16:00	-7.67%	-5.12%
	16:00-17:00	-4.11%	-4.29%
	17:00-18:00	-8.60%	-8.07%
	18:00-19:00	2.35%	-4.44%
第三天	7:00-8:00	-5.95%	-16.46%
	8:00-9:00	-11.06%	-25.32%
	9:00-10:00	-9.46%	-15.85%
	10:00-11:00	-12.73%	-22.80%
	11:00-12:00	-9.13%	-22.63%
	12:00-13:00	-7.55%	-26.06%
	13:00-14:00	-13.51%	-27.13%
	14:00-15:00	-3.61%	-18.07%
	15:00-16:00	-9.45%	-19.66%
	16:00-17:00	-14.16%	-31.46%
	17:00-18:00	-5.78%	-19.50%
	18:00-19:00	-6.72%	-13.11%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-25 中正二路民族二路 (行穿線退縮 6m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比 (續)

行穿線退縮 6m	等候區退縮 6m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-10.49%
	8:00-9:00	-12.39%
	9:00-10:00	-10.07%
	10:00-11:00	-17.32%
	11:00-12:00	-8.87%
	12:00-13:00	-9.48%
	13:00-14:00	-7.13%
	14:00-15:00	-4.75%
	15:00-16:00	0.54%
	16:00-17:00	-6.69%
	17:00-18:00	-4.14%
	18:00-19:00	-16.61%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-26 中正二路民族二路（行穿線退縮 10m）-行穿線退縮特性濃度變化

表 4.3.2-26 中正二路民族二路 (行穿線退縮 10m) - 行穿線退縮特性濃度
增減量百分比

行穿線退縮 10m	等候區退縮 6m		等候區退縮 10m		
	PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO	
第一天	7:00-8:00	-9.45%	-19.20%	-20.50%	-50.50%
	8:00-9:00	-7.42%	-18.91%	-18.62%	-51.43%
	9:00-10:00	2.70%	-3.28%	-5.94%	-14.64%
	10:00-11:00	-2.93%	-1.80%	1.09%	-3.62%
	11:00-12:00	-4.41%	-2.58%	-11.29%	-7.40%
	12:00-13:00	20.24%	-6.51%	24.55%	-16.43%
	13:00-14:00	-0.96%	-5.36%	4.16%	-19.70%
	14:00-15:00	10.99%	-2.24%	3.67%	-10.04%
	15:00-16:00	6.43%	-0.70%	16.64%	-1.42%
	16:00-17:00	-3.52%	-9.48%	-3.16%	-18.10%
	17:00-18:00	1.16%	6.16%	-7.57%	-4.89%
	18:00-19:00	1.69%	8.35%	-4.37%	-2.92%
第二天	7:00-8:00	-8.65%	-10.27%	-20.50%	-36.78%
	8:00-9:00	-0.46%	-12.71%	-13.89%	-44.09%
	9:00-10:00	-2.33%	-10.52%	-11.13%	-31.87%
	10:00-11:00	5.60%	2.73%	-9.02%	-19.24%
	11:00-12:00	1.40%	-14.24%	-0.08%	-3.03%
	12:00-13:00	-5.73%	-8.96%	-5.05%	-3.25%
	13:00-14:00	6.56%	-3.50%	3.28%	-5.11%
	14:00-15:00	-3.43%	-8.54%	-6.28%	-11.44%
	15:00-16:00	-0.68%	-11.67%	-9.15%	-7.85%
	16:00-17:00	2.75%	-0.60%	-4.99%	-4.65%
	17:00-18:00	8.85%	-15.68%	-3.10%	-8.52%
	18:00-19:00	-8.66%	-13.29%	-2.88%	-14.80%
第三天	7:00-8:00	-4.33%	-11.36%	-13.80%	-28.90%
	8:00-9:00	-4.04%	-10.85%	-14.05%	-36.39%
	9:00-10:00	-3.00%	-9.32%	-11.51%	-23.59%
	10:00-11:00	-1.12%	-4.55%	-12.83%	-27.87%
	11:00-12:00	-3.90%	-6.13%	-9.51%	-27.48%
	12:00-13:00	-0.66%	-1.27%	-17.01%	-26.99%
	13:00-14:00	-2.20%	-1.69%	-12.28%	-34.38%
	14:00-15:00	-0.67%	0.40%	-6.45%	-22.39%
	15:00-16:00	-3.31%	-4.69%	-12.53%	-32.61%
	16:00-17:00	-2.69%	-13.73%	-16.63%	-39.12%
	17:00-18:00	-2.31%	-11.58%	-9.37%	-27.22%
	18:00-19:00	-4.09%	-10.26%	-11.40%	-22.74%

資料來源：本計畫彙整

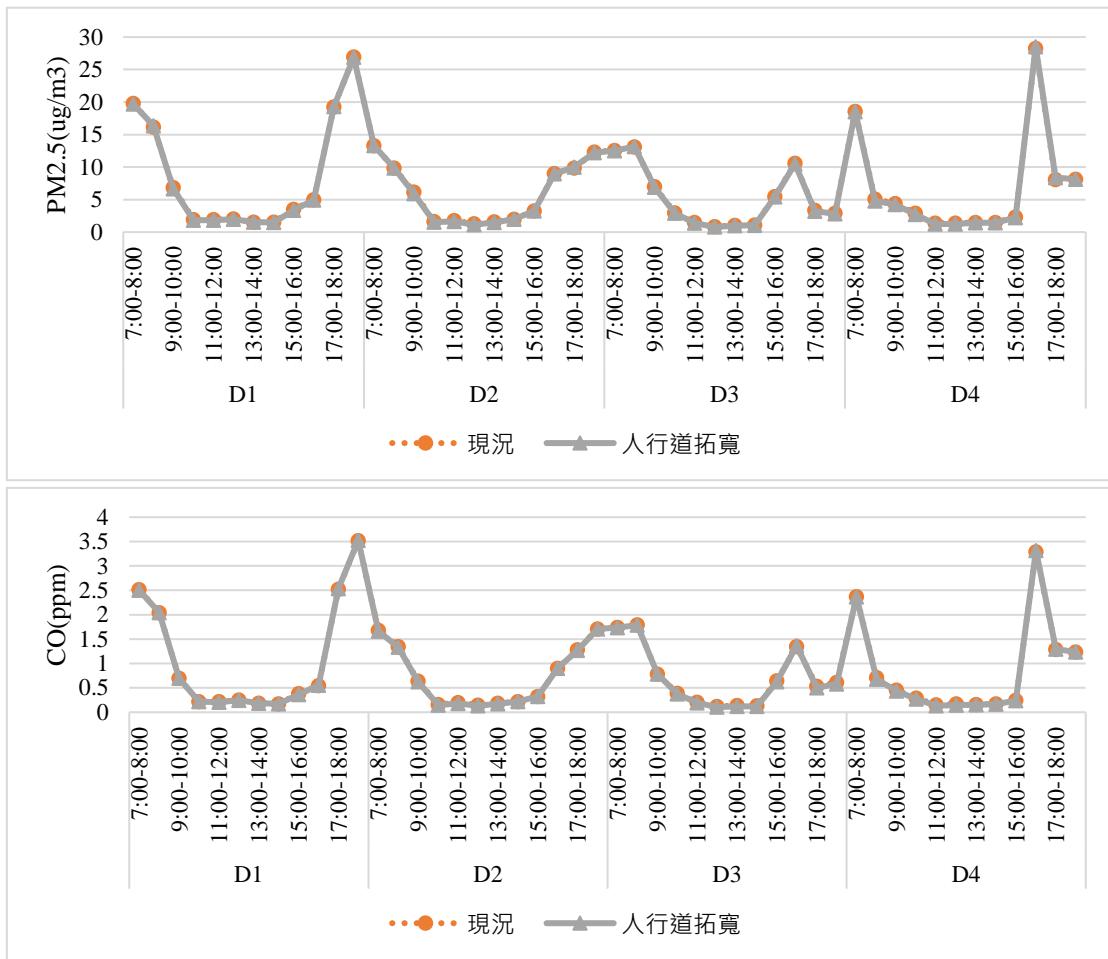
表 4.3.2-26 中正二路民族二路 (行穿線退縮 10m) - 行穿線退縮特性濃度增減量百分比 (續)

行穿線退縮 10m		等候區退縮 6m		等候區退縮 10m	
		PM _{2.5}	CO	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-8.45%	-14.61%	-13.63%	-21.66%
	8:00-9:00	-11.00%	-19.60%	-10.25%	-27.80%
	9:00-10:00	-11.59%	-19.37%	-14.01%	-29.05%
	10:00-11:00	-12.80%	-19.92%	-17.10%	-26.72%
	11:00-12:00	-2.79%	-12.79%	-8.53%	-22.84%
	12:00-13:00	-7.79%	-14.08%	-11.08%	-21.73%
	13:00-14:00	-9.33%	-10.76%	-10.08%	-21.08%
	14:00-15:00	-6.54%	-11.38%	-8.56%	-17.78%
	15:00-16:00	-1.17%	-9.28%	-4.92%	-12.53%
	16:00-17:00	-6.04%	-11.40%	-9.45%	-16.78%
	17:00-18:00	-4.64%	-10.37%	-8.00%	-17.43%
	18:00-19:00	-10.53%	-14.68%	-15.76%	-23.49%

資料來源：本計畫彙整

(4) 人行道拓寬

人行道拓寬特性濃度變化如圖 4.3.2-27，另由表 4.3.2-27 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為-11.59% 至 3.16%；於行人等候區 CO 增減幅度為-12.91%至 1.15%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-27 縣民大道民權路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化

表 4.3.2-27 縣民大道民權路(行人等候區)-人行道拓寬特性濃度增減量
百分比

行人等候區		人行道拓寬 0.5m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-0.48%	-0.70%
	8:00-9:00	1.20%	0.17%
	9:00-10:00	-2.89%	-0.19%
	10:00-11:00	-4.93%	0.71%
	11:00-12:00	-5.19%	-6.19%
	12:00-13:00	-1.65%	-1.04%
	13:00-14:00	-0.16%	1.14%
	14:00-15:00	-3.25%	-1.07%
	15:00-16:00	-3.94%	-5.60%
	16:00-17:00	-0.66%	0.48%
	17:00-18:00	0.17%	0.40%
	18:00-19:00	-0.26%	0.04%
第二天	7:00-8:00	0.28%	-1.03%
	8:00-9:00	0.06%	-0.84%
	9:00-10:00	-3.44%	-2.45%
	10:00-11:00	-6.32%	-8.85%
	11:00-12:00	-8.55%	-10.29%
	12:00-13:00	-11.59%	-9.97%
	13:00-14:00	-5.74%	-6.01%
	14:00-15:00	-1.40%	-1.01%
	15:00-16:00	-0.62%	-1.25%
	16:00-17:00	-0.74%	-0.36%
	17:00-18:00	1.11%	-0.82%
	18:00-19:00	-0.82%	0.11%
第三天	7:00-8:00	-0.59%	-0.63%
	8:00-9:00	0.23%	-0.41%
	9:00-10:00	-1.23%	0.13%
	10:00-11:00	-2.07%	-2.69%
	11:00-12:00	-7.50%	-6.00%
	12:00-13:00	-6.49%	-10.78%
	13:00-14:00	-6.26%	-11.55%
	14:00-15:00	-6.70%	-6.30%
	15:00-16:00	-0.90%	-3.09%
	16:00-17:00	-0.96%	1.15%
	17:00-18:00	-5.12%	-6.07%
	18:00-19:00	-3.12%	-4.86%

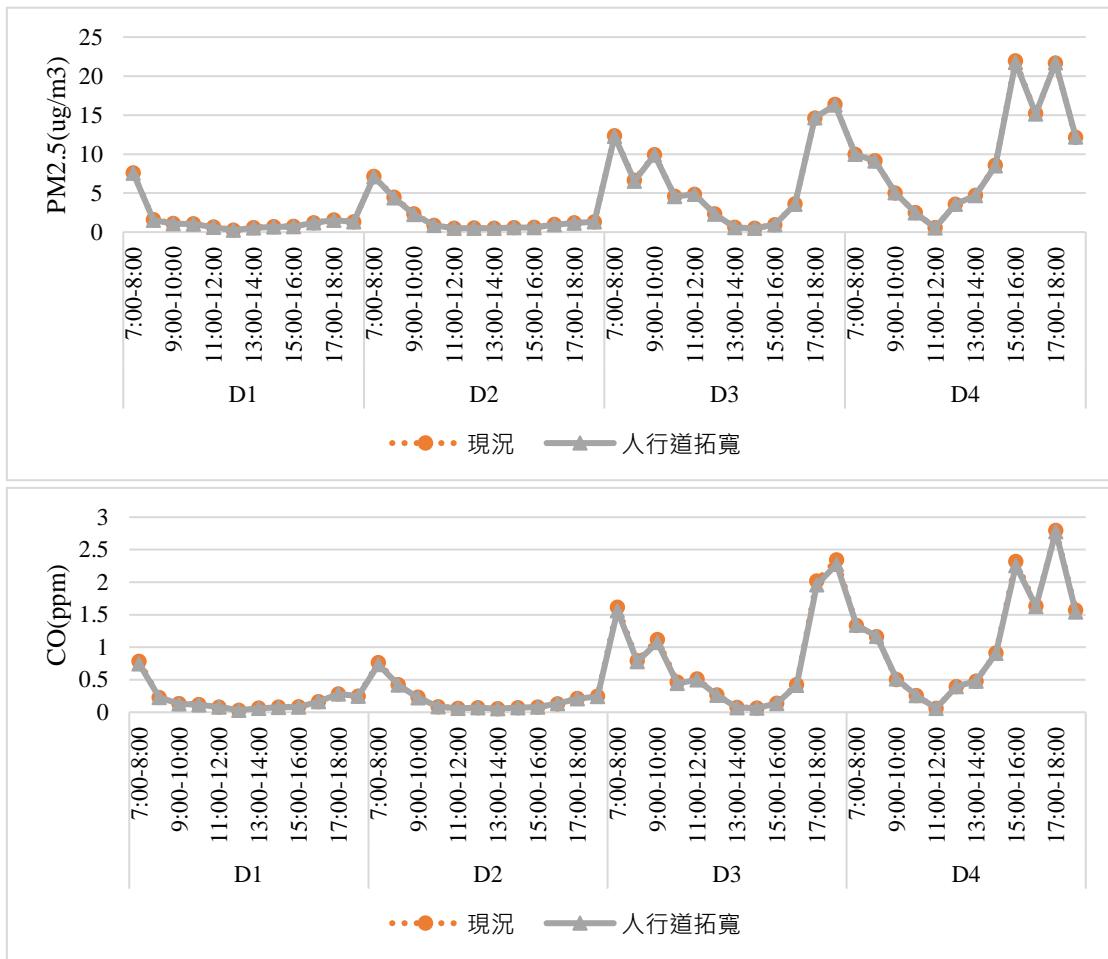
資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-27 縣民大道民權路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減量
百分比（續）

行人等候區	人行道拓寬 0.5m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	-0.18%
	8:00-9:00	-5.25%
	9:00-10:00	-3.43%
	10:00-11:00	-5.49%
	11:00-12:00	-9.75%
	12:00-13:00	-10.44%
	13:00-14:00	-4.02%
	14:00-15:00	-3.13%
	15:00-16:00	-3.58%
	16:00-17:00	0.77%
	17:00-18:00	3.16%
	18:00-19:00	-0.04%

資料來源：本計畫彙整

人行道拓寬特性濃度變化如圖 4.3.2-28，另由表 4.3.2-28 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可有效減少受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度，於行人等候區 PM_{2.5} 增減幅度為 -6.9% 至 0.95%；於行人等候區 CO 增減幅度為 -5% 至 1.67%。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.3.2-28 中正二路民族二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度變化

表 4.3.2-28 中正二路民族二路 (行人等候區) -人行道拓寬特性濃度增減
量百分比

行人等候區		人行道拓寬 0.5m	
		PM _{2.5}	CO
第一天	7:00-8:00	-0.45%	-5.00%
	8:00-9:00	-4.71%	0.30%
	9:00-10:00	-3.88%	-1.75%
	10:00-11:00	-1.68%	-1.24%
	11:00-12:00	-6.48%	-0.81%
	12:00-13:00	-2.24%	-1.88%
	13:00-14:00	-4.27%	-2.27%
	14:00-15:00	-5.79%	-4.13%
	15:00-16:00	-5.15%	-4.78%
	16:00-17:00	-0.61%	-0.52%
	17:00-18:00	-1.39%	0.83%
	18:00-19:00	0.95%	0.12%
第二天	7:00-8:00	-0.51%	-4.09%
	8:00-9:00	-1.09%	-1.79%
	9:00-10:00	-2.59%	-2.99%
	10:00-11:00	-0.88%	-0.30%
	11:00-12:00	-2.99%	-3.56%
	12:00-13:00	-5.98%	-1.16%
	13:00-14:00	-1.15%	-3.05%
	14:00-15:00	-2.60%	0.91%
	15:00-16:00	-6.90%	0.44%
	16:00-17:00	-4.00%	0.81%
	17:00-18:00	-4.51%	-1.73%
	18:00-19:00	0.62%	-1.76%
第三天	7:00-8:00	-0.45%	-3.32%
	8:00-9:00	-1.82%	-1.67%
	9:00-10:00	-0.39%	-3.92%
	10:00-11:00	-0.59%	-4.21%
	11:00-12:00	-0.28%	-2.82%
	12:00-13:00	-2.62%	-2.37%
	13:00-14:00	-4.74%	-2.56%
	14:00-15:00	0.57%	-0.94%
	15:00-16:00	-2.79%	-1.08%
	16:00-17:00	-0.14%	-1.68%
	17:00-18:00	0.42%	-3.02%
	18:00-19:00	-0.47%	-2.91%

資料來源：本計畫彙整

表 4.3.2-28 中正二路民族二路（行人等候區）-人行道拓寬特性濃度增減
量百分比（續）

行人等候區	人行道拓寬 0.5m	
	PM _{2.5}	CO
第四天	7:00-8:00	0.26%
	8:00-9:00	-0.18%
	9:00-10:00	0.37%
	10:00-11:00	-1.55%
	11:00-12:00	-4.38%
	12:00-13:00	-0.19%
	13:00-14:00	-1.54%
	14:00-15:00	-1.16%
	15:00-16:00	-0.92%
	16:00-17:00	-0.74%
	17:00-18:00	0.14%
	18:00-19:00	0.36%

資料來源：本計畫彙整

以下綜整前述各特性路口之模擬結果，並考量其差異是否有顯著性，將其彙整如下表 4.3.2-29 至表 4.3.2-32，關於分析濃度變化是否有顯著性差異，本計畫以統計檢定方式進行探討，並採用成對樣本 T 檢定方法，該方法用於比較 2 組成對樣本或 2 單一樣本重複量測的平均值是否有差異。

有關一般路口特性單一背景源案例，其結果顯示投入行人專用時相和人行道拓寬等管理措施，對於路口 PM_{2.5} 濃度降低有較顯著差異，另投入行穿線退縮管理措施，雖可降低路口 PM_{2.5} 及 CO 暴露濃度，但相對不具顯著差異影響；針對一般路口特性複雜背景源案例，全天行人專用時相管理措施，對於路口 PM_{2.5} 濃度降低有較顯著差異，行穿線退縮雖可降低路口 PM_{2.5} 及 CO 暴露濃度，但不具顯著差異影響，推斷複雜背景源地區可能受到其他環境影響因素，交通管理措施投入對路口空污暴露濃度改善影響程度多不具有顯著差異；針對大型車比例較高路口特性單一背景源案例，尖峰時段投入行人專用時相，對於路口 PM_{2.5} 濃度降低有較顯著差異，而尖峰時段投入行人專用時相、主幹道綠燈減 5 秒、人行道拓寬管理措施，對於路口 CO 濃度降低有較顯著差異；另針對大型車比例較高路口特性複雜背景源案例，投入行人專用時相、人行道拓寬管理措施，對於路口 PM_{2.5} 濃度降低有較顯著差異，另所有設計管理措施，對於路口交通空污 CO 濃度有減量趨勢且具有顯著差異。

表 4.3.2-29 一般路口特性單一背景案例分析

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比						
	PM _{2.5}			CO			
Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-7.51%*	-10.23%*	10.22%#	-4.38%#	18.33%*	7.54%*	7.45%
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-1.63%*	-3.92%*	3.43%#	2.67%#	14.26%*	47.74%	-12.49%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	-0.03%#	0.02%#	-0.48%	-0.17%	-0.57%	0.11%	1.73%#
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	-8.19%#	-0.54%#	0.60%	0.20%	-1.37%*	-0.31%	-1.29%#
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.22%	-0.84%*	2.35%#	-0.46%#	-1.59%#	-2.32%*	0.78%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-0.30%	-0.38%	2.52%#	-1.38%#	-1.95%#	-2.91%*	0.40%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-1.64%#	-0.19%	-1.39%*	-1.16%*	-0.96%*	0.78%#	-3.78%

資料來源：本計畫彙整

註 1：*表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註 2：#表示無通過性能評估

表 4.3.2-30 一般路口特性複雜背景案例分析

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比					CO	
	PM _{2.5}						
Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-17.79%*	-94.86%*	-16.22%#	-12.00%#	-1.10%	16.92%*	-9.81%*
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-7.87%	-94.43%*	-9.54%#	-2.92%#	-2.19%*	20.30%*	0.33%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	0.05%	0.11%	0.88%#	0.90%#	-0.68%	0.84%	0.20%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	0.43%	-0.47%	-0.93%#	-0.78%#	0.27%	0.93%	-0.19%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	-0.58%#	-0.62%	-0.09%	-0.09%#	-1.85%	-0.98%	-0.86%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-1.05%#	-1.37%	-0.87%	-0.36%#	-3.31%	-1.88%	-0.81%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-0.31%	4.05%	3.64%	5.34%#	-0.44%	-1.56%*	-2.09%

資料來源：本計畫彙整

註1：*表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註2：#表示無通過性能評估

表 4.3.2-31 大型車比例較高路口特性單一背景源案例分析

交通措施	PM _{2.5}					CO				
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-0.02%	0.35%	-0.84%#	-2.78%#	-0.46%	-0.24%	0.35%	0.35%	3.69%*	3.69%*
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-20.03%*	-23.95%*	-1.76%#	0.09%#	-11.28%*	-7.77%*	-1.14%	-1.14%	1.69%*	1.69%*
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	0.19%	-0.43%	-0.56%#	0.63%#	0.37%	-1.32%	0.96%*	0.96%*	0.94%	0.94%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	-0.11%	-5.25%*	-5.58%#	0.10%#	-0.58%*	-4.26%*	-5.92%*	-5.92%*	0.57%	0.57%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.06%	0.40%	0.04%#	0.21%#	0.13%	-0.06%	-0.15%	-0.15%	0.60%	0.60%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-0.16%	-0.23%	-0.73%#	0.19%#	-0.86%	-0.10%	-0.43%*	-0.43%*	0.01%	0.01%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-0.55%	-1.08%*	-1.46%#	0.73%#	-0.28%	-1.39%*	-1.70%*	-1.70%*	-1.14%	-1.14%

資料來源：本計畫彙整

註 1：*表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註 2：#表示無通過性能評估

表 4.3.2-32 大型車比例較高路口特性複雜背景源案例分析

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比							
	PM _{2.5}		CO					
Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4	
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-9.60%	-9.41%*	-9.71%#	-75.3%#	1.06%	1.87%	-0.07%	-78.5%*
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-2.98%*	-2.95%*	-2.68%#	-3.56%#	-0.76%	0.03%	-1.88%*	-2.31%*
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	-1.56%	-1.70%	-1.22%#	-1.10%#	-1.97%	-1.41%	-2.77%*	-0.37%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	1.17%	0.96%	1.11%#	0.96%#	-1.29%	-1.31%	-2.32%*	-0.33%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.26%	-0.11%	-0.35%#	0.87%#	-2.24%	-0.91%	-1.32%*	-3.62%*
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	0.32%	-0.28%	-1.09%#	-1.75%#	-2.88%	-1.15%	-2.37%*	-5.21%*
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-1.88%*	-1.70%*	-0.51%#	0.40%#	-5.84%	-2.33%	-2.96%*	-0.80%

資料來源：本計畫彙整

註 1：*表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註 2：#表示無通過性能評估

4.4 小結

透過前述 4.3.2 小節之不同管理措施情境下的空氣污染物濃度差異分析內容，下表 4.4-1 彙整其數據結果，於一般特性路口，以單一污染源地區在各情境之 PM_{2.5} 濃度降低趨勢較為明顯，複雜污染源地區則以全天行人專用時相對於空氣污染物濃度降低較有影響；於大型車比例較高路口，不論單一污染源或複雜污染源地區，在不同管理措施情境下，其 PM_{2.5} 或 CO 濃度有減少趨勢。

表 4.4-1 可行路口交通管理措施與空氣污染物排放關聯性

交通措施	降低空氣污染物濃度效果							
	一般路口				大客車比例較高路口			
	單一 污染源		複雜 污染源		單一 污染源		複雜 污染源	
	PM _{2.5}	CO						
行人專用時相- 全天專用 (07-19)	●	○	●	○	△	○	●	●
行人專用時相- 尖峰專用 (07-09、17-19)	●	○	●	○	●	●	●	●
時制計畫影響- 南北向綠燈加 5 秒	△	△	△	△	△	○	△	●
時制計畫影響- 南北向綠燈減 5 秒	△	●	△	△	●	●	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 6 公尺	●	●	△	△	△	△	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 10 公尺	△	●	△	△	△	●	△	●
人行道拓寬- 拓寬 0.5 公尺	●	●	△	●	●	●	●	●

補充說明：● 代表空污減量；○ 代表空污增量；△ 代表空污影響無顯著性差異
 資料來源：本計畫彙整

第五章 通案性路口交通空污改善策略建議及指引

本計畫係以路口減少交通空氣污染暴露影響為出發點，透過解析交通路口號誌、幾何結構等不同特性方式，掌握其對於路口行人暴露於交通空污排放之影響，並依據研究成果規劃相關以交通空氣污染物濃度減量面向論述下之路口交通策略改善指引，供相關單位參考應用。故於本計畫中，路口交通及空氣污染物濃度監測規劃具有相當之重要性，故應針對模式模擬結果及指引內容等相關議題，辦理專家諮詢會議，蒐集其對於調查計畫及路口選址，以及實驗設計應注意事項，提出相對應之建議。

5.1 綜整 2 年期路口交通特性情境分析與評估結果，提出通案性路口交通空污改善策略建議

從第四章中可了解到本計畫所探討之 4 種路口交通特性包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、人行道拓寬等交通策略的空污影響分析，本節將針對空污影響的分析結果進行相關說明與建議，表 5.1-1 顯示在不同的背景環境特性及各個交通管理措施情境下與空氣污染物排放關聯性，其降低空氣污染物濃度的效果也有所不同，本計畫將路口依照不同的污染源分為單一污染源及複雜污染源，再依照車種比例的不同分為一般路口及大客車比例較高路口，因此可得到在不同的背景條件下路口各個交通特性對於降低空氣污染物濃度效果。

從表 5.1-1 中來看，人行道拓寬在不同背景源或不同車種比例之路口，對降低交通空污濃度效益相對優於其他管理策略，若是以降低 $PM_{2.5}$ 為優先考量，則建議採用行人專用時相，可達到有效空污暴露下降效果。

一般路口在行人專用時相及人行道拓寬措施對於路口 $PM_{2.5}$ 濃度降低有較顯著差異；一般路口複雜背景源地區可能受到其他環境影響因素，交通管理措施投入對路口空污暴露濃度改善影響程度多不具有顯著差異；大客車比例較高路口在尖峰時段的行人專用時相對於路口 $PM_{2.5}$ 濃度降低有較顯著差異；複雜污染源則有行人專用時相、人行道拓寬管理措施，對於

路口 PM_{2.5} 濃度降低有較顯著差異。

表 5.1-1 可行路口交通管理措施與空氣污染物排放關聯性

交通措施	降低空氣污染物濃度效果							
	一般路口				大客車比例較高路口			
	單一 污染源		複雜 污染源		單一 污染源		複雜 污染源	
	PM _{2.5}	CO						
行人專用時相- 全天專用 (07-19)	●	○	●	○	△	○	●	●
行人專用時相- 尖峰專用 (07-09、17-19)	●	○	●	○	●	●	●	●
時制計畫影響- 南北向綠燈加 5 秒	△	△	△	△	△	○	△	●
時制計畫影響- 南北向綠燈減 5 秒	△	●	△	△	●	●	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 6 公尺	●	●	△	△	△	△	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 10 公尺	△	●	△	△	△	●	△	●
人行道拓寬- 拓寬 0.5 公尺	●	●	△	●	●	●	●	●

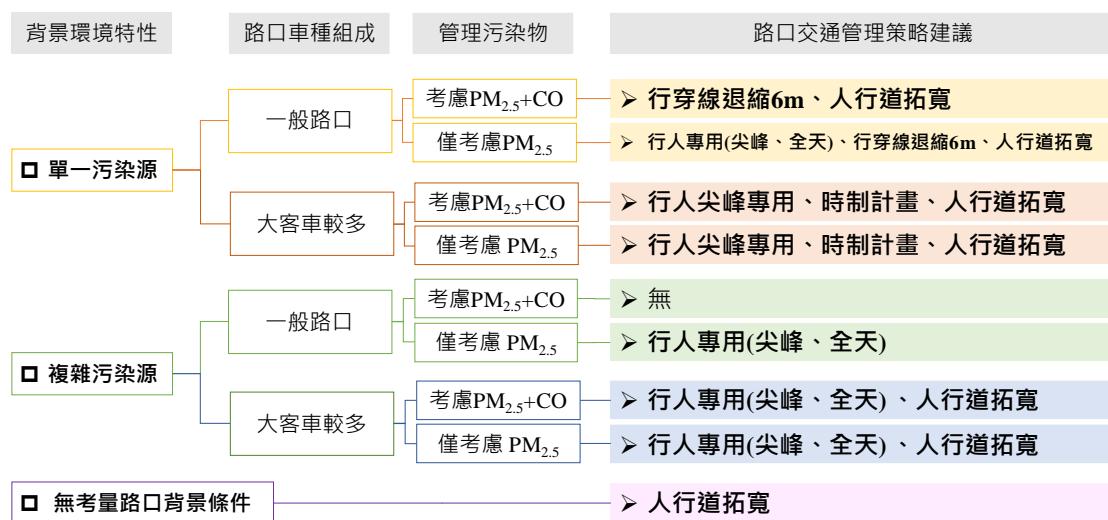
補充說明：● 代表空污減量；○ 代表空污增量；△ 代表空污影響無顯著性差異
 資料來源：本指引整理

因此本計畫綜整前述透過 2 年期之情境模擬分析與評估結果，並於後續提出通案性路口交通空污改善策略建議，可參考圖 5.1-1。從圖中可看到若是並無特定條件考量下較佳的路口交通空污影響改善策略為人行道拓寬措施，其結果也可從表 5.1-1 中得到。

單一污染源部分，一般路口較適合之路口交通措施分成考量的污染物

不同也略有不同，若是同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時，較佳的路口交通措施為行人穿越道線退縮 6 公尺及人行道拓寬，僅考慮 $PM_{2.5}$ 時為前述之路口交通措施加上行人專用時相；大客車較多的路口，同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時及僅考慮 $PM_{2.5}$ 時結果相同，分別是行人尖峰專用時相、人行道拓寬及時制計畫。

複雜污染源部分，一般路口僅考慮 $PM_{2.5}$ 時為行人專用時相；大客車較多的路口，同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時及僅考慮 $PM_{2.5}$ 時結果相同，分別是行人專用時相及人行道拓寬。



資料來源：本計畫繪製

圖 5.1-1 路口交通空污改善指引

5.2 辦理 2 場專家諮詢會議

為使路口調查計畫設計，對於後續研究之參採與相關監測數據合理性得以加以運用，本計畫於本年度 10 月 14 日及 10 月 29 日分別召開 2 場專家諮詢會議分別是「路口空污改善模擬分析與指引規劃」及「通案性路口交通空污之改善策略探討」，第一場專家諮詢會議主要目的邀請各方專家依據模擬設計方法、分析結果及指引架構規劃，提供相關建議與指導。第二場座談會主要為邀請各方專家及相關主管機關，依據路口交通及空污特性，並檢視通案性路口交通空污之改善策略，提供相關建議與指導，以完善本計畫之路口交通空污改善指引。

第一場專家諮詢會邀請包含國內交通、環工領域之 5 位專家學者；第二場專家諮詢會則同樣包含國內交通、環工領域的 3 位專家學者，會議全程採以線上會議方式進行，2 場專家諮詢會主要討論內容分為以下幾點。

1. 研究背景介紹

向與會專家委員說明此次諮詢會的研究背景，包含主要以減少交通空氣污染物排放為出發點，期望掌握路口不同交通特性對於行人的交通空污暴露影響情形，以進一步針對路口的交通策略，在納入交通空氣污染物濃度減量為面向下，建立改善指引。

2. 模式模擬分析結果說明

向專家說明本計畫已完成 2 年期總計 10 處路口交通流量及空品監測（PM_{2.5} 及 CO）等資料蒐集，並應用微觀空品模式模擬，解析不同交通管理策略下，對路口行人通行及等候區域的空污濃度變化。

3. 指引內容說明

說明本計畫依據模式模擬結果提出通案性路口交通空污之改善策略建議，以作為後續供交通管理部門規劃交通減污策略參採使用之指引手冊。

5.2.1 路口空污改善模擬分析與指引規劃之專家諮詢會議討論

本計畫依循前述規劃及目的，就上述研究背景、模式模擬分析結果及指引內容說明進行諮詢與討論，並彙整專家提出之建議重點如後。

1. 研究背景或定義應盡量考量到各種可能影響因素

- (1) 紅燈停等怠速車速 5 公里/小時，是否有相關文獻參考。
- (2) 行人穿越道線退縮固然會離路口較遠，但因行人行走距離增加，行走時間增加，可能會導致吸入之空汙沒有顯著降低或甚至增加，需要進一步討論。
- (3) 綠燈長度增減所造成的車流變化十分複雜且不明確，較難判斷其效果，建議分析更為單純明確的措施。
- (4) 建議定義「空氣污染」、「改善」之定義。目前尚未看出「改善」，比較像是減少暴露程度。
- (5) 空污調查以及各措施推估之假設，建議可更完整說明，否則不易解讀空污減量之來源。
- (6) 建議參考國外相關案例，討論路口達標或未達標天數之界定。

2. 模式模擬分析背景、結果及其他應考量之因素

- (1) 模式中 Input 的細部似乎不太統一，例如是否也要考量不同天氣型態、氣候、周遭建築物情形與結果的因果關係。
- (2) 模擬結果良好，可解析各項策略之減量效益，建議可輔以原因說明，像是實施行穿線退縮可減少行人等候區的污染物濃度，是否為遠離排放源所致。
- (3) 模擬結果評估指標除了相關係數 r 之外，建議可以參考環境部模式規範之附錄三，模式模擬性能評估之其他指標。
- (4) 建議補充空氣污染物排放資料、路口地形特性等參數對空氣品質模式模擬的影響，如影響參數的重要性分析。
- (5) 有關模擬分析，建議增加都會區低污染車輛導入應用的影響。

- (6) 可再補充說明周界大氣中之污染物濃度是否會影響模式模擬結果，例如比較在 PM_{2.5} 事件日及非 PM_{2.5} 事件日之模擬結果差異。

3. 指引及其他相關內容之建議或補充

- (1) 指引架構的適當性，應考量解決問題、地區特性、使用者等方向，以提高指引的用途。
- (2) 路口交通措施改善後對民眾暴露量及健康效益，應可加強說明。
- (3) 交通主管機關在選用路口之幾何設計以及交控措施，係以效率以及安全為首要考量，空污應屬其次，建議加強與交通主管機關溝通，先挑選出有利於改善效率以及安全之措施，再評估其是否有減少空污之效益。

5.2.2 通案性路口交通空污之改善策略探討之專家諮詢會議

討論

本計畫延續前一場專家諮詢會相關內容，就上述研究背景、模式模擬分析結果及指引內容說明進行諮詢與討論，並彙整專家提出之建議重點如後。

1. 研究背景及其餘應考量到各種可能之影響因素

- (1) 行進中的排放跟怠速的排放應是怠速的所造成的排放量會比較大，建議可以有一些量化資料佐證。
- (2) 行人穿越道線退縮固然會離路口較遠，但因行人行走距離增加，行走時間增加，可能會導致吸入之空污沒有顯著降低或甚至增加，需要進一步討論。
- (3) 人行道拓寬可能造成現在道路交通的壅塞，以及可能會造成行車安全的問題。
- (4) 建議可參考計畫「高雄市交通工具管制對策對空氣污染管制之研究」中對於車流量以及污染物的一些資料。

- (5) 行進中的排放跟怠速的排放應是怠速的所造成的排放量會比較大，建議可以有一些量化資料佐證。

2. 模式模擬分析背景、結果及其他應考量之因素

- (1) 目前模擬的狀態包含路口環境特性(單一背景源、複雜背景源)與路口車種比例(一般路口、大客車比例高)，宜在多註明條件差異，以利未來使用，非每個路口都要重複模擬。
- (2) 4 種交通策略在各個路口選擇監測的代表性，建議可以有再更多一點的說明，也可以強化做出來結果的論述。
- (3) 建議車流量的部分可以將其分為高、中、低 3 種不同情境去模擬，或是只做高車流量的情境，結合車種比例以及轉向量等，並配合完善的統計檢定，才可以讓結果更具有說服力。
- (4) 大客車較多的時候延滯的情況可能也會更嚴重，延滯更多也有更多的排放，模擬結果應該要更說明清楚。
- (5) 模式模擬尚未看到車道寬縮減的內容，現今車輛越做越寬，車道太窄可能會影響安全性，後續可能要考慮要不要放進模式評估當中。

3. 指引及後續其他相關內容之建議或補充

- (1) 未來要做試辦地區的時候，建議可以以學校附近來作為優先考量，還有交通擁擠的十字路口像是車站等來做為優先改善地區。
- (2) 指標採用 $PM_{2.5}$ 跟 CO 來做評估，若資料有矛盾的地方，建議可以以 $PM_{2.5}$ 為準，主要是柴油車輛所造成的，且已被認證為一級致癌物，建議可以把 $PM_{2.5}$ 作為主指標，CO 作為次指標。
- (3) 對於柴油引擎車輛的管制，應該對其有一些更多的管制策略，同樣也包含二行程機車。
- (4) 建議可以有比較明確的提到在路口規模多大的情況下可以去參考指引裡面提到行人穿越道線退縮，太小的路口實施的話可能會造成塞車的問題。
- (5) 目前採用 $PM_{2.5}$ 與 CO 兩指標，惟 $PM_{2.5}$ 屬性複雜且內含有重金屬、PAHs 等，未來考量可能以 $PM_{2.5}$ 為主。

- (6) 車道寬縮減會影響車速，需要知道紓解率也就是車流量通行的順暢程度才可以去評估污染物，以行穿線退縮為例，此路口的車輛飽和紓解率沒有改變。
- (7) 行人穿越道線退縮固然會離路口較遠，但也要注意退縮太多會導致車輛在通過路口是會有視距不足的問題，可能增加行車安全。

5.3 研擬改善指引

5.3.1 研擬流程

為改善路口交通空污排放，掌握路口交通環境與空氣污染間之關聯性，爰此希冀透過本指引，運用路口現地調查搭配空氣污染排放擴散模式方式，解析交通特性對路口交通空污之影響情形，進而提出通案性路口交通空污之改善策略建議，以利相關部門因地制宜參考指引內容，「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引」研擬作業流程如圖 5.3.1-1 所示，工作步驟說明依序如下。

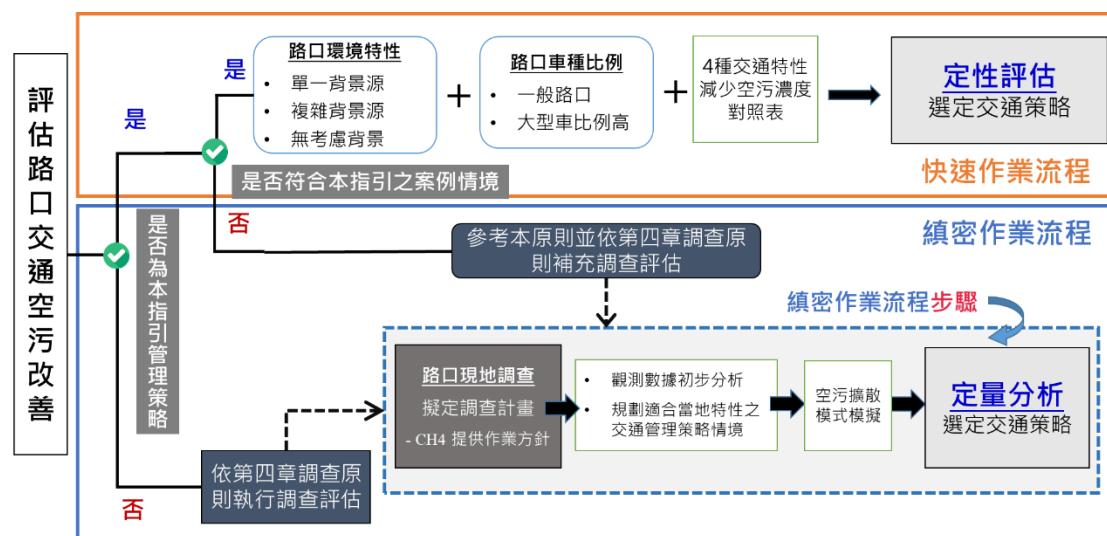


圖 5.3.1-1 研訂路口交通空污改善指引流程圖

1. 確認路口交通特性

確認所要評估之路口是否為本計畫所調查之路口交通特性，包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、人行道拓寬等交通策略，若符合則可進入下一步評估步驟，若為否，則依本計畫第四章所撰寫之調查原則執行調查評估。

2. 符合本計畫所研擬之情境設定

確認要評估之路口是否為符合本計畫所研擬之情境設定，即分為無條件考量、單一污染源可分為一般路口及大型車相對較多路口、複雜污染源又可分為一般路口及大型車相對較多路口，即圖 6.1-1 所示之內容。

3. 辦理專家諮詢會議

透過邀請地方交通局及環保局等單位就指引之架構、內容與專家學者進行討論交流，並且蒐集各專家與相關單位對「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引」之建議，以強化指引內容。

本計畫已分別於 113 年 10 月 14 日及 10 月 29 日完成辦理 2 場專家諮詢會，討論重點包含指引架構與內容等。出席會議之專家學者皆認同本計畫提出指引架構與內容，可以提升交通部門執行路口交通空污改善成效，及降低相關部門在策略規劃執行上困難度，進而達到低污染運輸環境之目標。

4. 完成指引

確認要評估之路口是否為符合本計畫所研擬之情境設定，即分為無條件考量、單一污染源可分為一般路口及大型車相對較多路口、複雜污染源又可分為一般路口及大型車相對較多路口，即圖 5.3.1-1 所示之內容。

5.3.2 架構及內容

本指引之目的係以降低交通空氣污染物濃度層面來考量交通改善之目的，探討不同路口交通特性對於空氣品質之影響程度，在不影響交通改

善架構下，規避交通空氣污染物的排放，降低行人的交通空污暴露風險。

指引第一章為路口交通空污改善目的、適用範疇及對象、通案性改善策略建議作業指南、第二章為路口交通特性與空污影響的關聯性、第三章以4種交通特性在不同背景源及車種比例個案探討，並解析對空氣污染物濃度影響、第四章說明如何進行調查規劃及模式應用原則說明、第五章為結語，可參考圖5.3.2-1所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 5.3.2-1 路口交通空污改善指引流程圖

第六章 結論與建議

本計畫為 2 年期計畫，第 1 年期(112 年)已完成國內外相關文獻蒐研，掌握路口交通管理策略與空氣污染濃度變化的關聯性，並依據具指標性的路口特性、交通資料及鄰近空品測站位置等，規劃合適的路口調查計畫，完成 4 處不同路口交通特性的現地調查，並針對蒐集及調查資料進行初步歸納整理。

本(113)年度為深入理解不同地區之路口，在不同交通管理策略下對空氣污染物濃度的影響，爰延續前 1 年調查計畫內容，進一步針對不同地區背景源、一般路口及大型車比例較高路口，分別探討在行人專用時相、行人穿越道線退縮、人行道拓寬、時制計畫影響等 4 種交通管理策略下對路口交通空氣污染物濃度的影響，同時搭配空污擴散模式運算，評析有無交通管理策略對於路口交通空污增減量情形。同時分析與評估模式運算結果，提出通案性路口交通空污改善策略建議，並藉由專家諮詢會議進一步彙析專家學者對於分析流程及通案性改善策略建議等內容的看法、執行阻力與相關建議。據以研提路口交通空污改善指引，供交通及環境相關機關參考應用，減少機關操作之困難度。

以下就本年度研究結論進行摘述，並提出路口調查計畫及後續路口交通空污改善之建議供參考應用。

6.1 結論

1. 路口交通空污環境特性調查結果

本計畫於今(113)年度調查分析 6 處路口之交通與空污數據。在交通方面，車流量最少則是高鐵路與重信路，服務水準多維持在 B 到 C 級，其餘各路口之服務水準則為 D 到 E 級。調查結果發現，明誠一路與民族一路的路口採行人穿越道線退縮之後，PM_{2.5} 濃度略微上升，但整體差異不大。至於縣民大道與民權路口因鄰近轉運站且位於交通要道，大型車輛較多，導致交通尖峰時段的 PM_{2.5} 和 CO 濃度波動較為明顯。整體而言，交通尖峰時段的車流量，特別是大型車輛，與空氣

污染物濃度有著密切關係。

2. 透過現地調查搭配模式模擬分析，評估路口交通特性對路口空污排放之影響

路口補充調查有其重要性，就單一路口而言，同樣的路口交通特性或管理策略，會因路口環境特性、交通流量、車種比例組成、建物體規模、氣象風場等條件因子影響，對路口之環境空污影響也不完全相同。考量現實狀況無法在同一路口進行交通管理策略之改動，遂以少量實測數據，搭配微觀空污擴散模式進行多面向模擬，推估交通管理策略對路口交通空污影響情形，並可從減少交通空污濃度為出發點，提供路口環境改善研擬及規劃階段之量化結果，做為環境面向之附加效益。

3. 通案性路口交通空污改善指引之策略建議

(1) 無特定環境背景源條件考量

在沒有考慮特定的背景條件考慮之下，人行道拓寬 0.5 公尺為較佳的降低路口交通空污暴露措施，其同樣也是不同背景源(單一、複雜)及不同車種比例(一般、大型車比例高)皆具備空污濃度降低效益，可視為路口交通改善優先管理策略。

(2) 單一環境背景源(以交通源為主)條件考量

一般路口較適合之路口交通管理策略，所針對之污染物對象不同會略有差異，若同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時，較佳的路口交通策略為行人穿越道線退縮 6 公尺及人行道拓寬；僅考慮 $PM_{2.5}$ 時則為前述 2 項策略加上行人專用時相。在大型車較多的路口，同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時及僅考慮 $PM_{2.5}$ 時結果相同，分別是行人尖峰專用時相、人行道拓寬及時制計畫調整。

(3) 複雜環境背景源(包含工業源與交通源)條件考量

一般路口僅考慮 $PM_{2.5}$ 時為行人專用時相；大型車較多的路口，同時考慮 $PM_{2.5}$ 及 CO 時及僅考慮 $PM_{2.5}$ 時結果相同，皆為行人專用時相及人行道拓寬之污染物減量成效較佳。

4. 研擬路口交通空污改善指引

為降低道路管理單位實務上分析路口空污效益之困難度，本計畫研訂「通案性路口交通空污改善指引」，透過本指引可供道路管理單位因地制宜參考指引之作業方式，運用路口現地調查資料搭配空氣污染排放擴散模式方式，解析交通特性對路口交通空污之影響情形，進而提出通案性路口交通空污之改善策略建議，或評估管理策略之環境面效益，提升分析流程操作之可行性。

6.2 建議

依據計畫 2 年成果，針對未來可持續研究主要方向，以及指引應用提出建議說明：

1. 精進模式模擬空氣污染物濃度推估

(1) 模式模擬參數設定及推估結果精進

隨著運具電動化政策之推動，電動車輛之數量及占比均逐年增加，由於電動車輛相較於燃油車輛可大幅減少空污排放，當電動車輛占車流組成之比例越高，對於空污濃度可能有一定程度之減量效益。因此於交通量統計時，建議後續可將電動車輛之數量分開計算，以提升交通排放量推估解析度，進一步探討電動車輛對路口空污減量之影響。

(2) 路口氣象監測位置的設定

由於模式參數設定之一的環境風場，對於空氣污染物模擬濃度的影響甚大，因此針對路口所設置監測風速、風向等氣象監測設備高度，建議設置離地面 10 公尺或高於行經該路口之大型車的高度，避免因為車輛經過造成氣象資料監測誤差。

2. 「路口交通空污改善指引」後續研究重點建議

為持續深化路口交通空污改善之科學研究並做為路口友善環境工作推動之基礎與參考，建議強化其上位指導功能，以利後續道路管理機關與相關機關（構）持續研究推動。

(1) 路口交通空污改善為附加效益

路口交通措施選用是以效率以及安全做為管理策略的優先考量，在這個前提之下，建議輔以本指引來評估是否有環境面向的附加效益。

(2) 導入淨零轉型措施擴大改善效益

建議相關交通管理策略規劃，可結合低碳交通區或空品維護區，提升路口與區域用路人交通安全性，並達到降低交通空污影響等多元效益。

(3) 交通管理策略應用於空污減量規劃交流

建議辦理相關座談或深度訪談，瞭解地區間交通特性差異及操作困難度，以強化通案性管理策略於地區運用之可行性，並滾動調整改善指引。

(4) 路口友善環境規劃階段導入交通空污改善指引之運用

建議交通管理機關透過研提路口改善系統計畫或專案，運用本指引所提出之通案性路口交通空污改善策略建議，於規劃階段著手思考對應的策略，強化路口改善系統之整體性。

參考文獻

1. 環境部，「空氣污染防治方案（113 年至 116 年）核定版」，2023。
2. 交通部運輸研究所，「運輸政策白皮書-綠運輸」，2020。
3. 行政院環境保護署（現環境部），「臺北市都會區通勤期間之空氣污染物暴露量調查」，2018。
4. 內政部營建署（現國土管理署），市區道路車道配置及車道寬度對交通安全與車流效率之影響評估案，2018。
5. 交通部運輸研究所，「交通空污排放量推估與空污熱點分析」，2020。
6. Harr, L., Sinsel, T., Simon, H., Konter, O., Dreiseitl, D., Schulz, P., & Esper, J. (2022). PM_{2.5} exposure differences between children and adults. *Urban Climate*, 44, 101198.
7. Lin, Y. C., Chou, F. C., Li, Y. C., Jhang, S. R., & Shangdiar, S. (2019). Effect of air pollutants and toxic emissions from various mileage of motorcycles and aerosol related carcinogenicity and mutagenicity assessment. *Journal of hazardous materials*, 365, 771-777.
8. 政府資料開放平臺，<https://data.gov.tw/>
9. 高雄市政府環境保護局，環境檢驗監測網，
<https://lab.ksepb.kcg.gov.tw/kaqm/tw/b0202.aspx>
10. 新北市政府交通局，110 年交通流量及特性調查資料，
<https://www.traffic.ntpc.gov.tw/home.jsp?id=4d3574c6b0b14630>
11. 運輸資料流通服務平臺，<https://tdx.transportdata.tw/>
12. 交通部運輸研究所，「2022 年臺灣公路容量手冊」，2022。
13. 氣候觀測資料查詢服務，<https://codis.cwa.gov.tw/>
14. Tsai, I.-C., C.-Y. Lee, S.-C. C. Lung, and C.-W. Su, 2021: Characterization of the vehicle emissions in the Greater Taipei Area through vision-based traffic analysis system and its impacts on urban air quality. *Science of The Total Environment*, 782, 146571.
15. Lu, H.-Y., Y.-L. Wu, J. K. Mutuku, and K.-H. Chang, 2019a: Various sources of PM_{2.5} and their impact on the air quality in Tainan City, Taiwan. *Aerosol and Air Quality Research*, 19, 601-619.
16. Ling, H., S.-C. C. Lung, and U. Uhrner, 2020: Micro-scale particle simulation and traffic-related particle exposure assessment in an Asian residential community. *Environmental Pollution*, 266, 115046.

17. Ahmad, K., M. Khare, and K. Chaudhry, 2005: Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections—a review. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 93, 697-717.
18. Fu, X., and Coauthors, 2017: Effects of canyon geometry on the distribution of trafficrelated air pollution in a large urban area: Implications of a multi-canyon air pollution dispersion model. *Atmospheric Environment*, 165, 111-121.
19. Vardoulakis, S., B. E. Fisher, K. Pericleous, and N. Gonzalez-Flesca, 2003: Modelling air quality in street canyons: a review. *Atmospheric environment*, 37, 155-182.
20. Miyazaki, T., and S. Yamaoka, 1991: Meteorological factors causing high dust concentration. *Energy and Buildings*, 16, 691-698.
21. Gu, Z.-L., Y.-W. Zhang, Y. Cheng, and S.-C. Lee, 2011: Effect of uneven building layout on air flow and pollutant dispersion in non-uniform street canyons. *Building and Environment*, 46, 2657-2665.
22. Niachou, K., I. Livada, and M. Santamouris, 2008: Experimental study of temperature and airflow distribution inside an urban street canyon during hot summer weather conditions. Part II: Airflow analysis. *Building and environment*, 43, 1393-1403.
23. Xie, X., Z. Huang, J. Wang, and Z. Xie, 2005: The impact of solar radiation and street layout on pollutant dispersion in street canyon. *Building and Environment*, 40, 201-212.
24. Llaguno-Munitxa, M., E. Bou-Zeid, and M. Hultmark, 2017: The influence of building geometry on street canyon air flow: validation of large eddy simulations against wind tunnel experiments. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 165, 115-130.
25. Xiaomin, X., H. Zhen, and W. Jiasong, 2006: The impact of urban street layout on local atmospheric environment. *Building and Environment*, 41, 1352-1363.
26. Hunter, L., G. Johnson, and I. Watson, 1992: An investigation of three-dimensional characteristics of flow regimes within the urban canyon. *Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere*, 26, 425-432.
27. Pirjola, L., and Coauthors, 2012: Spatial and temporal characterization of traffic emissions in urban microenvironments with a mobile laboratory. *Atmospheric Environment*, 63, 156-167.
28. Hertel, O., and Coauthors, 2001: Human exposure to outdoor air pollution (IUPAC technical report). *Pure and Applied Chemistry*, 73, 933-958.
29. Glickman, T. S., and W. Zenk, 2000: Glossary of meteorology. AMS (American Meteorological Society). 42 doi:10.6342/NTU202101524.

30. Berchet, A., K. Zink, D. Oettl, J. Brunner, L. Emmenegger, and D. Brunner, 2017a: Evaluation of high-resolution GRAMM–GRAL (v15. 12/v14. 8) NO x simulations over the city of Zürich, Switzerland. Geoscientific Model Development, 10, 3441-3459.
31. Oettl, D., 2015a: Evaluation of the revised Lagrangian particle model GRAL against windtunnel and field observations in the presence of obstacles. Boundary-Layer Meteorology, 155, 271-287.
32. Oettl, D., 2015b: Quality assurance of the prognostic, microscale wind-field model GRAL 14.8 using wind-tunnel data provided by the German VDI guideline 3783-9. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 142, 104-110.
33. Oettl, D., and U. Uhrner, 2011: Development and evaluation of GRAL-C dispersion model, a hybrid Eulerian–Lagrangian approach capturing NO–NO₂–O₃ chemistry. Atmospheric Environment, 45, 839-847.
34. Öttl, D., S. Hausberger, M. Rexeis, and P.-J. Sturm, 2006: Simulation of traffic induced NOx-concentrations near the A 12 highway in Austria. Atmospheric Environment, 40, 6043-6052.
35. Romanov, A. A., B. A. Gusev, E. V. Leonenko, A. N. Tamarovskaya, A. S. Vasiliev, N. E. Zaytcev, and I. K. Philippov, 2020: Graz Lagrangian Model (GRAL) for Pollutants Tracking and Estimating Sources Partial Contributions to Atmospheric Pollution in Highly Urbanized Areas. Atmosphere, 11, 1375.
36. Berchet, A., K. Zink, C. Muller, D. Oettl, J. Brunner, L. Emmenegger, and D. Brunner, 2017b: A cost-effective method for simulating city-wide air flow and pollutant dispersion at building resolving scale. Atmospheric environment, 158, 181-196.
37. Kurz, C., R. Orthofer, P. Sturm, A. Kaiser, U. Uhrner, R. Reifeltshammer, and M. Rexeis, 2014: Projection of the air quality in Vienna between 2005 and 2020 for NO₂ and PM₁₀. Urban Climate, 10, 703-719.
38. LANDESREGIERUNG, A. D. S., 2018: Documentation of the Lagrangian Particle Model GRAL (Graz Lagrangian Model) Vs. 19.1.
39. Almbauer, R., D. Öttl, M. Bacher, and P. Sturm, 2000: Simulation of the air quality during a field study for the city of Graz. Atmospheric Environment, 34, 4581-4594.
40. 臺北市政府交通局交通管制工程處，「111 年度交通改善措施微觀車流模擬成效評估案」，2022。
41. 內政部國土測繪中心之多維度國家空間資訊服務平台，
<https://3dmaps.nlsc.gov.tw/>
42. 國家空氣污染排放清冊 12 版 (TEDS 12.0)
https://air.moenv.gov.tw/envtopics/AirQuality_6.aspx
43. 環境部，「移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫」，2016。

44. Bailey, D. T., 2000: Meteorological monitoring guidance for regulatory modeling applications. DIANE Publishing.
45. GralDispersionModel/GRALRecommendations
<https://github.com/GralDispersionModel/GRALRecommendations?tab=readme-ov-file>
46. 環境部，「模式模擬結果性能評估規範」
<https://oaiout.moenv.gov.tw/Law/LawContent.aspx?id=GL005316>

附錄 1 計畫執行成果摘要

一、研究背景與目的

隨著經濟發展，國人主要居住及活動區域，逐漸往都會區集中，依據統計資料顯示，全臺灣約有 67% 之總人口數集中於六都（臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市）區域，密集人口除帶來繁榮的經濟活動外，同時也伴隨龐大交通量，使得都會區用路人更容易受到交通空氣污染的影響。為了保障用路人健康，近年來許多國家開始關注交通污染對人體的危害，根據世界衛生組織的國際癌症研究機構（International Agency for Research on Cancer, IARC），在 2013 年將戶外懸浮微粒（PM）列為一級致癌物質，認為當人體持續暴露在 $PM_{2.5}$ 濃度超過 $35 \mu g/m^3$ 之環境中，肺癌發生機率將會提高 15%。國內的研究也指出，居住在主幹道 50 公尺範圍內的居民，冠狀動脈硬化的發生機率將大幅提高，顯示都會區特別在道路周邊之交通污染排放，對於國民呼吸系統健康有一定的影響力。

依據環境部提出的「空氣污染防治方案（113 年至 116 年）」^[1]核定版中，移動污染源的管制項目除持續推動車輛汰舊換新、運具電動化外，亦以 2050 淨零共利減污觀點，提出優化大眾交通路線管理策略，以引導私人運具之使用者減少或行為改變，預期再配合交通管制措施，可有效減少道路車流量，降低都會區空氣污染總量與交通擁塞問題，同時提升公共運輸；另外，交通部的 2020 年版「運輸政策白皮書—綠運輸」^[2]亦提出了建構低碳、低污染的運輸環境和相關策略。然而，過去的交通改善多著重於減少道路壅塞和提升效率或安全性，未考慮到策略推動對於環境空氣品質影響；因此本計畫認為應將交通空氣污染減量納入考量，透過管理措施施行，在不影響交通改善架構下，減少交通空氣污染排放，保障民眾健康。

交通空氣污染排放受到車輛加減車速、停等怠速等行駛特性的影響，考慮到都會區車流量大，交通空污排放的危害不僅對環境有影響，同時亦影響到駕駛人及非機動運具使用者的健康，特別在路口停等的情境下，危害尤其嚴重。

為此，本計畫欲透過探討不同路口交通管理對於空氣品質之影響程度及

因素，並尋求可行之改善方案，進一步研擬路口交通改善指引，供交通相關單位依據其當地特性，參考改善指引進行路口交通空污改善策略規劃；本年度為第 2 年期計畫內容，將優先檢討修訂第 1 年期調查計畫成果，依據具指標性的路口的空氣污染監測、路口交通資料搜集與現地環境資料，進行補充調查並彙整蒐集或調查資料，再應用於空污排放擴散模式模擬方式，評估交通特性對路口交通空污之影響，並規劃路口交通空污改善策略，以供相關單位參考應用，有效改善路口空氣品質，降低國人交通空污暴露風險。

二、研究內容

本計畫預定辦理之研究期程為 2 年，本年度為第 2 年期（113 年），係以「資料分析與指引研訂」為目標，詳細工作項目包括以下。

1. 依第 1 年期（112 年）資料蒐集或調查之經驗及成果，檢討修訂原第 1 年期（112 年）調查計畫，該計畫內至少需包含調查路口之選擇方式、調查資料項目、調查期間及調查資料分析方法等內容。
2. 依修訂後之蒐集及調查計畫，辦理 6 處以上路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查。
 - (1) 蒐集交通資料需至少包含交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置及延滯時間等項目。
 - (2) 蒐集環境資料係指空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度、溼度……等資料，實際蒐集調查項目可依所研擬之調查計畫調整辦理。
 - (3) 蒐集空污資料需至少包含細懸浮微粒（PM_{2.5}）。
3. 依據 112 及 113 年度所蒐集及調查之資料，透過模式運算或模擬方式，分析及評估交通特性對於路口交通空污之影響情形。
4. 依據分析與評估之結果，提出通案性路口交通空污之改善策略建議。
5. 依據分析流程及通案性改善策略建議，召開至少 2 場專家諮詢會議討論後，研訂改善指引。
6. 針對研究成果（改善指引），辦理至少 2 場次之成果分享會議，提供相關主管機關做為減污工作推動之參據。

7. 其他工作項目。
- (1) 針對計畫重要成果，製作海報及簡報電子檔。
 - (2) 參考「政府研究資訊系統（GRB）」之「績效指標（實際成果）資料格式」及「佐證資料格式」，就本計畫成果之特性，選填合適績效指標項目，並以量化或質化方式，說明本計畫主要研究/計畫成果及重大突破。本計畫績效指標項目至少包括下列 1 項：
 - ①論文與研究報告：發表在國際上重要學術研討會或期刊（如：SCI、SSCI、EI、AHCI、TSSCI 等）之論文篇數、被引用情形及影響係數、論文獲獎等情形，或研究成果被引用或被參採情形等。
 - ②培育及延攬人才：如學生畢業後從事相關行業、延攬國際級專業科研人才情形等。
 - ③辦理學術活動：包含研討會（workshop）、學術會議（symposium）、學術研討會（conference）、論壇（forum）、專家諮詢會議等。
 - ④其他可供列入之績效指標與佐證資料。
 - (3) 其他與交通空氣污染相關之臨時配合事項。

三、研究成果

本計畫包含依據前 1 年資料蒐集或調查的經驗及成果，檢討修訂路口補充調查計畫。

第 1 年期包含優先文獻蒐集與回顧成果，同時透過路口交通、環境背景與空污檢測等調查方式，初步解析路口交通特性對空氣品質影響，並進行調查資料彙整，以應用於第 2 年期之模式模擬參數使用，以及作為路口空污改善指引參考依據，相關研究執行成果如下說明。

1. 第 1 年文獻蒐集及資料蒐集或調查初步歸納整理
 - (1) 文獻蒐集與成果研究回顧發現，相對於與路口的距離，交通號誌控制、車輛密度、車輛停留時間及建築物群存在等因子，更容易影響路口環境空氣污染物的濃度變化。

- (2) 就同路口不同調查日及在不同路口的行人專用時路口交通特性，行人專用時相於啟動及關閉期間的 $PM_{2.5}$ 濃度值差異性，研判路口尚存在多項難以控制的因子，包含天氣變化、人車停等時間等，係可能是導致此路口交通特性的調查結果趨勢無一致性。
- (3) 行人行穿線退縮的路口交通特性於尖峰時段車流量增加時，因執行行人穿越道線退縮改善措施，行人等候區域遠離路口機車待轉區，相較退縮前區域的 $PM_{2.5}$ 平均濃度有減量 $0.46 \mu g/m^3$ 、 $0.94 \mu g/m^3$ 。

2. 檢討修訂第 1 年期（112 年）調查計畫

- (1) 第 1 年期（112 年）執行 2 項路口交通特性調查，分別為行人專用時相、行人穿越道線退縮。並於第 2 年期（113 年）新增探討的交通措施議題，有關新增的交通措施議題為透過專家諮詢所得，相關內容說明於 2.1.1 小節。從號誌時制優化為初始概念，考量延滯時間對於車輛急速時長的影響，後由於時制優化議題受限於分析範疇非為連鎖路口，遂將探討議題調整為時制計畫影響，以時制週期長度分析其對路口環境交通空氣污染物的影響，另一方面則延續第一年的行人友善概念，將車道寬度縮減為延伸的人行道拓寬議題納入討論。
- (2) 考量本計畫路口調查資料，會搭配空污模式運算，比較不同交通措施下路口環境的污染物濃度變化，而模式模擬工作需符合模式驗證流程，為使模擬結果得以配合計畫之小尺度解析需求，並因應空污模式模擬細緻化作業將污染源依車流方向細分成多個項目，將計畫第 1 年採用之路口通過交通量調查調整為路口轉向交通量調查。
- (3) 考量用路人在路口的活動空間主要是在等候區及行穿線區，今年度計畫將各路口監測位置進行調整，固定式監測除了在行人等候區外，同時亦在行穿線區域設置，作為移動式調查替代方案。
- (4) 國內依產業結構，地區背景污染源特性分為「單一背景源」與「複雜背景源」2 類型，單一背景源係指主要受交通源影響，複雜背景源則除交通源之外亦受工廠等影響。

- (5) 考量不同車種其主要貢獻空氣污染物的差異，小型車和機車以 CO 為主，大型車以 PM_{2.5} 為主，本計畫在選址過程中納入車種別的影響因素，針對大型車比例較高路口亦探討行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬 4 個管理措施對於路口環境空氣污染物濃度之影響。
- (6) 計畫今年度合計需調查 6 個路口，考量部分環境氣候因素，如空污事件日不適合調查，又因計畫時程安排，規劃於 113 年 6 月底前完成路口交通流量和空污監測的實地調查。

3. 路口交通、環境及空污資料蒐集、調查及彙整之結果

- (1) 本研究為 2 年期計畫，已完成執行包括 4 項路口交通特性調查，分別為行人專用時相、行人穿越道線退縮、時制計畫影響及人行道拓寬等，第 1 年期調查 4 個路口，第 2 年期調查 6 個路口，共計調查 10 個路口之交通、空污及環境資料，每個路口調查 48 小時，總計調查時間為 480 小時。
- (2) 交通方面，以平均車流量來說，明誠一路/民族一路路口每日 12 小時平均之車流量為大客車 45.4 輛次、大貨車 124.4 輛次、小型車 3,491.8 輛次以及機車為 5,974.2 輛次，為本年度調查的 6 個路口之車流量最多者，其中並以機車車種比例為最高的 62%，車種比例次高為小型車的 36.24%，大貨車為 1.29%，大客車為 0.47%。車流量最少的是高鐵路/重信路路口，每日 12 小時平均之車流量為大客車 48.9 輛次、大貨車 29.3 輛次、小型車 1,046.6 輛次以及機車為 818.7 輛次，將各車種換算成小客車當量數(PCU)後平均每小時車流量僅有 1,596 輛，與明誠一路的 6,784 輛有明顯差距；若以車種來看，高鐵路/重信路路口及縣民大道/民權路路口的小型車占的比例最高，分別是 53.9% 及 48.6%，機車則是占 42.1% 及 46.9%，其餘路口則均以機車為最多。
- (3) 道路服務水準部分，從前段敘述可以了解到高鐵路/重信路路口的車流量為最少，也讓該路口尚能維持 B 至 C 級的道路服務水準，而其它路口的道路服務水準則為 D 至 E 級，詳細可參考圖 3.4.4-2 至圖 3.4.4-7；交通空污加權部分，雖然大客車或大貨車的

車輛數較少，不過由於其 $PM_{2.5}$ 排放的貢獻程度較高，也使得整體 $PM_{2.5}$ 的排放量拉高許多，相對的 CO 則貢獻的程度並不高，大客車或大貨車整體的 CO 加權結果並不明顯。

- (4) 空污方面，分隔島和行人穿越道線所測得之結果起伏皆非常相似，明誠一路及民族一路路口的路口交通策略為行人穿越道線退縮，所呈現的 $PM_{2.5}$ 變化情況相似，且整體退縮後所測得的 $PM_{2.5}$ 濃度較退縮前稍高，但整體差距不大，CO 結果則和 $PM_{2.5}$ 結果相差不遠，顯示出行人於路口時接受到的污染物濃度可能相差不遠。其中縣民大道與民權路路口所測得之 $PM_{2.5}$ 及 CO 隨著交通尖峰時間有比較明顯的起伏，可能和路口位置本身鄰近轉運站導致大型車輛較多讓 $PM_{2.5}$ 有較明顯的起伏外，該路口位於新北市重要的交通要道-縣民大道上，也導致其交通尖峰時間車流量較多，可能是造成 CO 趨勢變化較大的原因。同時段的板橋空品測站所得到相近之結果，其中明誠一路/民族一路路口也因為有著監測路口中最高的車流量，導致其不論是在分隔島或是行人穿越道線所測得之 $PM_{2.5}$ 及 CO 皆顯示出受到交通尖峰時間影響而有較明顯的起伏，顯示出較高的車流量確實容易造成交通尖峰時間污染物濃度的起伏。
4. 蒐集及調查資料進行空品模式模擬，研析交通特性對路口交通空污影響情形
- (1) 彙析國內、外空氣品質擴散模式應用相關文獻，本計畫係應用 GRAL 模式模擬，利用觀測資料以及模式模擬進行路口交通排放之空污擴散差異分析；主要工作包含：1. GRAL 模式性能評估、2. 規劃可行之路口交通特性改善策略模擬情境。
- (2) 針對 4 種路口交通管理措施，包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬（車道寬度限縮），分別設計 17 種有措施及無措施交通策略情境進行模式模擬運算及模擬結果分析。
- (3) 完成 10 個路口模式模擬個案定量分析，請詳 4.3.2 小節。

(4) 定性分析結果發現於一般特性路口，以單一污染源地區在各情境之PM_{2.5}濃度降低趨勢較為明顯，複雜污染源地區則以行穿線退縮措施對於空氣污染物濃度降低較有影響；於大型車比例較高路口，不論單一污染源或複雜污染源地區，在不同管理措施情境下，其PM_{2.5}或CO濃度有減少趨勢。

4. 通案性路口交通空污改善策略建議

(1) 單一污染源部分，一般路口較適合之路口交通措施分成考量的污染物不同也略有不同，若是同時考慮PM_{2.5}及CO時，較佳的路口交通措施為時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬，僅考慮PM_{2.5}時為前述之路口交通措施加上行人專用時相；大型車較多的路口，同樣依照考量的污染物不同，較佳的降低空氣污染物濃度的路口交通措施也有所不同，同時考慮PM_{2.5}及CO時，較佳的路口交通措施為行人尖峰專用時相、行人穿越道線退縮10公尺及人行道拓寬，考慮PM_{2.5}時則為前述之路口交通措施加上時制計畫影響。

(2) 複雜污染源部分，一般路口較適合之路口交通措施分成考量的污染物不同也略有不同，若是同時考慮PM_{2.5}及CO時，較佳的路口交通措施為行人穿越道線退縮，僅考慮PM_{2.5}時為行人穿越道線退縮及時制計畫影響；大型車較多的路口，同時考慮PM_{2.5}及CO時，較佳的路口交通措施為行人尖峰專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬，考慮PM_{2.5}時則為行人全天專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮及人行道拓寬。

(3) 完成2場次的專家諮詢會議辦理，並招集專家學者、地方單位及相關學術單位，共同針對本計畫依據分析與評估之結果，提出通案性路口交通空污之改善策略建議，檢視通案性路口交通空污之改善策略，提供相關建議與指導。

5. 研提路口交通空污改善指引

(1) 指引第一章導讀說明路口交通空污改善指引目的、適用範疇及對象、環境背景特性影響及改善指引作業流程指南；第二章為路口及交通特性與空污影響的關聯性，並說明交通排放的空氣污染物

對人體影響；第三章以 4 種交通特性在不同背景源及車種比例個案探討，並提出通案性改善策略建議；第四章針對改善對象非指引建議範疇，提供路口補充調查規劃及空污擴散模式應用的原則；第五章為結語。

- (2) 確認所要評估之路口是否為本研究所調查之路口交通特性，包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、人行道拓寬等交通策略，若符合則可進入下一步評估步驟，若為否，則依本研究第四章所撰寫之調查原則執行調查評估。
- (3) 確認要評估之路口是否為符合本研究所研擬之情境設定，即分為無條件考量、單一污染源可分為一般路口及大型車相對較多路口、複雜污染源又可分為一般路口及大型車相對較多路口。
- (4) 完成 2 場次的本研究成果分享會議辦理，並邀請交通及環境專家學者來擔任與談人、交通及環境等中央與地方單位及相關工作者，共同分享、交流應用交通管理策略對於降低路口交通空污濃度之研究及經驗，以提供與會者後續相關應用。

6. 交通空污相關配合辦理事項

- (1) 以臺灣 2050 淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫之運具電動化導向為基礎，進行 2030 年電動車的減污估算。其計算是以 110 年為基準年，假設車輛總數不變，新購 1 輛電動車相當於汰舊 1 輛燃油車，且不考量電廠污染排放增量。
- (2) 以交通部運輸研究所舉辦之「免費版以及試用版生成圖示軟體分享」內容為基礎，使用 copilot 生成專案海報，並透過指令「請幫我專案成果設計成果海報，並以路口空氣污染影響為主題」進行成果海報背景生成，並配合計畫重點之模式模擬的等濃度圖結果製作專案海報。

四、結論

1. 路口交通空污環境特性調查結果

本計畫於今(113)年度調查分析 6 處路口之交通與空污數據。在交通

方面，車流量最少則是高鐵路與重信路，服務水準多維持在 B 到 C 級，其餘各路口之服務水準則為 D 到 E 級。調查結果發現，明誠一路與民族一路的路口採行人穿越道線退縮之後，PM_{2.5} 濃度略微上升，但整體差異不大。至於縣民大道與民權路口因鄰近轉運站且位於交通要道，大型車輛較多，導致交通尖峰時段的 PM_{2.5} 和 CO 濃度波動較為明顯。整體而言，交通尖峰時段的車流量，特別是大型車輛，與空氣污染物濃度有著密切關係。

2. 透過現地調查搭配模式模擬分析，評估路口交通特性對路口空污排放之影響

路口補充調查有其重要性，就單一路口而言，同樣的路口交通特性或管理策略，會因路口環境特性、交通流量、車種比例組成、建物體規模、氣象風場等條件因子影響，對路口之環境空污影響也不完全相同。考量現實狀況無法在同一路口進行交通管理策略之改動，遂以少量實測數據，搭配微觀空污擴散模式進行多面向模擬，推估交通管理策略對路口交通空污影響情形，並可從減少交通空污濃度為出發點，提供路口環境改善研擬及規劃階段之量化結果，做為環境面向之附加效益。

3. 通案性路口交通空污改善指引之策略建議

(1) 無特定環境背景源條件考量

在沒有考慮特定的背景條件考慮之下，人行道拓寬 0.5 公尺為較佳的降低路口交通空污暴露措施，其同樣也是不同背景源（單一、複雜）及不同車種比例（一般、大型車比例高）皆具備空污濃度降低效益，可視為路口交通改善優先管理策略。

(2) 單一環境背景源（以交通源為主）條件考量

一般路口較適合之路口交通管理策略，所針對之污染物對象不同會略有差異，若同時考慮 PM_{2.5} 及 CO 時，較佳的路口交通策略為行人穿越道線退縮 6 公尺及人行道拓寬；僅考慮 PM_{2.5} 時則為前述 2 項策略加上行人專用時相。在大型車較多的路口，同時考慮 PM_{2.5} 及 CO 時及僅考慮 PM_{2.5} 時結果相同，分別是行人尖峰專用時相、人行道拓寬及時制計畫調整。

(3) 複雜環境背景源（包含工業源與交通源）條件考量

一般路口僅考慮 PM_{2.5} 時為行人專用時相；大型車較多的路口，同時考慮 PM_{2.5} 及 CO 時及僅考慮 PM_{2.5} 時結果相同，皆為行人專用時相及人行道拓寬之污染物減量成效較佳。

4. 研擬路口交通空污改善指引

為降低道路管理單位實務上分析路口空污效益之困難度，本計畫研訂「通案性路口交通空污改善指引」，透過本指引可供道路管理單位因地制宜參考指引之作業方式，運用路口現地調查資料搭配空氣污染排放擴散模式方式，解析交通特性對路口交通空污之影響情形，進而提出通案性路口交通空污之改善策略建議，或評估管理策略之環境面效益，提升分析流程操作之可行性。

五、建議

依據計畫 2 年成果，針對未來可持續研究主要方向，以及指引應用提出建議說明：

1. 精進模式模擬空氣污染物濃度推估

(1) 模式模擬參數設定及推估結果精進

隨著運具電動化政策之推動，電動車輛之數量及占比均逐年增加，由於電動車輛相較於燃油車輛可大幅減少空污排放，當電動車輛占車流組成之比例越高，對於空污濃度可能有一定程度之減量效益。因此於交通量統計時，建議後續可將電動車輛之數量分開計算，以提升交通排放量推估解析度，進一步探討電動車輛對路口空污減量之影響。

(2) 路口氣象監測位置的設定

由於模式參數設定之一的環境風場，對於空氣污染物模擬濃度的影響甚大，因此針對路口所設置監測風速、風向等氣象監測設備高度，建議設置離地面 10 公尺或高於行經該路口之大型車的高度，避免因為車輛經過造成氣象資料監測誤差。

2. 「路口交通空污改善指引」後續研究重點建議

為持續深化路口交通空污改善之科學研究並做為路口友善環境工作推動之基礎與參考，建議強化其上位指導功能，以利後續道路管理機關與相關機關（構）持續研究推動。

(1) 路口交通空污改善為附加效益

路口交通措施選用是以效率以及安全做為管理策略的優先考量，在這個前提之下，可輔以本指引來評估是否有環境面向的附加效益。

(2) 導入淨零轉型措施擴大改善效益

建議相關交通管理策略規劃，可結合低碳交通區或空品維護區，提升路口與區域用路人交通安全性，並達到降低交通空污影響等多元效益。

(3) 交通管理策略應用於空污減量規劃交流

建議辦理相關座談或深度訪談，瞭解地區間交通特性差異及操作困難度，以強化通案性管理策略於地區運用之可行性，並滾動調整改善指引。

(4) 路口友善環境規劃階段導入交通空污改善指引之運用

建議交通管理機關透過研提路口改善系統計畫或專案，運用本指引所提出之通案性路口交通空污改善策略建議，於規劃階段著手思考對應的策略，強化路口改善系統之整體性。



附錄 2 審查意見辦理情形

2.1 期中報告審查意見回覆情形表

計畫名稱：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂（2/2）－資料分析與指引研訂

執行廠商：景豐科技股份有限公司

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
一、吳委員章甫		
1. 期中報告書 2-8 頁，建議增加欄位，呈現既有初步觀察結果。	感謝委員意見，已於期末報告中增加欄位來呈現既有初步觀察結果。	同意辦理
2. 期中報告書 2-16 頁，建議列表呈現各數據之時間解析度與儀器廠牌型號。	感謝委員意見，已於期末報告 3.5 章中呈現各數據之時間解析度與儀器廠牌型號。	同意辦理
3. 期中報告書 2-16 頁，建議說明溼度相對較高之 PM 資料比例，及是否有額外處理該資料。	感謝委員意見，有關濕度相對較高之 PM _{2.5} 資料比例，及該資料之處理，已在期末報告中的章節 3.3.1 當中說明。	同意辦理
4. 期中報告書 2-16 頁，建議呈現本計畫監測儀器與工研院儀器之比對數據。	感謝委員建議，本計畫採樣儀器皆送至環境部認可實驗室進行比對認證，再與環境部空品測站數據進行一致性的平行比對，並於進行實場測試前，內部感測元件均透過標準氣體進行零點校準，以確認測值資料的可比性。空品量測儀器校正說明內容，，相關儀器維護流程說明如圖 2.2.3-1，認證和校正維護報告詳見附錄十。	同意辦理
5. 期中報告書 2-17 頁，提及 PM _{2.5} 主要來源為柴油大型車輛、CO 主要來源為汽油小車與機車之敘述，請重新確認相關污染物來源與說明，並附參考文獻。	感謝委員意見，已確認相關污染物來源與說明，並於期末報告中 2-25 頁將 PM _{2.5} 及 CO 之敘述內容補上參考文獻。	同意辦理
6. 第三章與第四章，期中報告宜將監測與模擬之初步結果與數據納入呈現。	感謝委員意見，已於期末報告中將監測與模擬之初步結果與數據納入呈現。	同意辦理
7. 期中報告書 4-4 頁，GRAL 模式的時間解析度僅以小時	感謝委員意見，本計畫係將現場調查的空污及交通數據換算成小時為單位，在	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
為單位，而現場調查之空污或交通數據係以秒或分鐘為單位，觀測數據與模式要如何搭配，是否有其他模式可測試。	相同的時間解析度下進行比對。	
8. 期中報告書 6-1 頁，請說明後續如何調整模式以增加模式表現。	感謝委員意見，在提升模式表現的同時，本計畫會專注模式設定參數的可解釋性，特別是應用於政策制定（改善指引）或科學研究（定量分析）的模式。	同意辦理
9. GRAL 模式若能提高時間解析度，模式在高時間解析度的推估下，若模擬值與觀測值之間的相關係數夠高，可呈現交通源增量的影響，就有一定的說服力。	感謝委員意見，本計畫由觀測值與模擬值的時序趨勢圖發現，觀測小時平均值在某小時會突然被拉高。故本激化將刪除每秒之觀測值當中的異常值，刪除率小於總監測比數的 10%，再與重新與模擬值進行相關性比對。	同意辦理
二、林委員文印		
1. 空品測站的數據與本計畫所監測的數據，彼此之間可能互有高低，建議於使用前先瞭解其變異情形，以利交通之運用解析。	由於測站解析為 1 小時，本研究會採用小時平均觀測值進行比較，初步定性分析結果發現濃度變化趨勢相符。後續測站數據會用來計算環境背景濃度；觀測值會針對模擬結果進行性能評估。	同意辦理
2. 大尺度環境的空氣品質狀態，當尺度縮小，於本計畫監測點位周邊之是否有非交通源之其他顯著排放源，例如營建工地或餐飲業等，可能影響本計畫之監測數據，亦可觀察瞭解。	本研究調查 10 處路口皆有進行現勘作業，初步評估路口交通特性、道路幾何設施、有無特定污染源（營建工地、餐飲業等）、儀器設備設置位置等問題，以降低其他環境干擾因子影響。	同意辦理
3. 期中報告書 2-11 頁，將路口車輛分成大客車、大貨車、小型車、機車，共 4 個類別；建議衡量電動車輛、物流貨車及二行程機車之歸類。	(修正) 考量到本計畫是以錄影機紀錄路口車輛影像，再以人工或系統化方式來記錄各車種數量，若需區分電動車輛、物流貨車及二行程機車則需要使用車牌辨識系統，可能會涉及到個資的問題，故暫不考慮電動車輛、物流貨車及二行程機車。	同意辦理
4. 本計畫需透過模擬，將個案監測結果轉化為通案性的指引，因此對模式參數的掌握及模擬的品質應再精進。	感謝委員意見，遵照辦理。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
5. 期中報告書 5-1 頁，未來長期改善之建議，可考量交通運輸燃料能源轉型（如車輛電動化）之空污排放特性之轉變。	感謝委員意見，第 1 年期 (112) 的調查計畫中，交通量面向針對車種的調查，是以機車、小型車、大客車及大貨車等車種進行調查，為使計畫延續性，第 2 年期不考量以區分燃油車與電動車的交通調查。	同意辦理
三、鄭委員永祥		
1. 期中報告書 1-3 頁，本計畫為兩年期計畫，第一年調查 4 處路口，第二年調查 6 處以上路口，這兩年所調查的資料有何不同？請說明最後如何彙整分析。	計畫第一年期主要執行行人專用時相、行人穿越線退縮的交通特性調查，第二年則探討時制計畫的影響、人行道拓寬（車道寬限縮），本計畫 2 年合計執行 4 項路口交通特性調查。後續則會先區分「單一污染源（移動污染源）」和「多重污染源」 2 種背景環境特性，再依「一般路口」及「大客車比例較高路口」等交通特性，說明前述 4 項交通管理措施情況下對於路口交通空污的影響情形，並以此提出通案性的路口交通空污改善指引。	同意辦理
2. 有關本計畫所調查的路口交通量資料以及空污資料的蒐集資料時間長度不一致，空污資料以秒為單位，而交通資料以分鐘為單位，模式模擬則是以每小時為單位，請說明對於模擬的分析結果是否有影響？	感謝委員意見，關於 GRAL 模式時間解析度的部分，本研究初步規劃先以小時為解析度進行性能評估及小時值污染濃度擴散研析；由於測站解析為 1 小時，本研究會採用小時平均觀測值進行比較，初步定性分析結果發現濃度變化趨勢相符。後續測站數據會用來計算環境背景濃度；觀測值會針對模擬結果進行性能評估。	同意辦理
3. 本計畫模擬所得到的分析結果在各項指標下 (r, MFB, MFE) 看起來都不符合所設定的標準，可能必須要針對模式去做調校，等模式分析結果確定具一定之可靠度後，未來才能夠針對所分析的結果提供政策之指引。	感謝委員意見，我們將針對 GRAL 模式重要應參數，包含：排放量、環境風場、建物體高度等設定重新審視，並嘗試應用統計的方式取得路口的背景濃度值。待重新校正模擬後結果，再與觀測值進行相關係數的比對。	同意辦理
4. 有關本計畫蒐集資料及監測的模式模擬所提的相關係數要大於 0.5，請確認這個標準數字是否偏低？還是應該要有更高的係數來確認他們的	本研究所採之相關係數標準係參考自環境部「模式模擬結果性能評估規範」，其中粒狀物污染物(PM_{10} 、 $PM_{2.5}$)的 R 值為 0.5 以上，氣狀污染物(SO_2 、 NO_2)的 R 值為 0.45 以上，故以此做為模式性能評估準	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見															
相關性的關係是存在的。	則。																
5. 以大型車車種比例以 30% 視為大型車比例較高，請說明此定義之依據。	<p>本研究中所指之大型車比例以 30% 為較高應為「PM_{2.5} 加權後的大型車種比例達 30%」，由於各車種的排放污染物強度不同，故車輛數無法直接對應污染物濃度變化趨勢，因此需使用空污加權公式來檢視加權後交通量與污染物濃度之關聯性，各車種加權交通量如下所示。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>車種</th> <th>PM_{2.5} 加權交通量</th> <th>CO 加權交通量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>機車</td> <td>0.455</td> <td>1.049</td> </tr> <tr> <td>小型車</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>大客車</td> <td>4.283</td> <td>0.597</td> </tr> <tr> <td>大貨車</td> <td>12.507</td> <td>1.489</td> </tr> </tbody> </table>	車種	PM _{2.5} 加權交通量	CO 加權交通量	機車	0.455	1.049	小型車	1.000	1.000	大客車	4.283	0.597	大貨車	12.507	1.489	同意辦理
車種	PM _{2.5} 加權交通量	CO 加權交通量															
機車	0.455	1.049															
小型車	1.000	1.000															
大客車	4.283	0.597															
大貨車	12.507	1.489															
6. 本計畫所調查的路口的型態及資料不一，不管如是交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置及延滯時間等有所不同，如何用這些特定的路口的調查資料模擬分析去做一些路口改善之通案性的建議，可能要更詳細說明。	感謝委員意見，由於測站解析為 1 小時，本研究會採用小時平均觀測值進行比較，初步定性分析結果發現濃度變化趨勢相符。後續測站數據會用來計算環境背景濃度；觀測值會針對模擬結果進行性能評估。	同意辦理															
四、張委員根穆																	
1. 建議先釐清模式的假設及邊界條件，並確認目前抽樣的路口數據，是否已具備建立代表性的模式條件，再掌握應如何驗證模式模擬結果之可應用性。	感謝委員意見，主要影響 GRAL 模式結果的參數為排放量、環境風場及建物體高度；有關模擬範疇之界定，本計畫參考「111 年度交通改善措施微觀車流模擬成效評估案」在模擬路網內的路段上設置「車隊長度計數」(Queue Counters)的方式，以車流停等於各路段的平均車隊長度（公尺）以及最大車隊長度（公尺）為依據，另考量特定路口和上下游路口間的距離，設定模擬範圍係以路口中心為圓點向外擴展 75 公尺。目前規劃並完成調查的路口，在相同路口交通特性下，本計畫在路口大小、車道數量、幾何設施、鄰近建物體等條件，皆盡可能相似。	同意辦理															
2. 本計畫模擬路口空品變化，要如何區隔移動源與其他汚	本研究調查 10 處路口皆有進行現勘作業，初步評估路口交通特性、道路幾何設施、	同意辦理															

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
染源的關係，以凸顯交通管制的措施引進後造成的交通空污影響差異。	有無特定污染源（營建工地、餐飲業等）、儀器設備設置位置等問題，以減少其他污染源對交通污染源的影響。	
3. 有關交通調查資料，是否有各路口車速相關資料，車速會影響空污排放量，是否有需要納入模擬之因素內，請參酌。	考量目前空氣污染排放清冊（TEDS 12.0 版）中無公告車輛停止（怠速）狀態的排放係數，本團隊初始規劃以 5 km/hr 排放係數進行設定，惟期中階段完成之各路口模擬結果顯示有高估排放量問題，後續將再與運研所討論，調整各行車形態下帶入之排放係數。	同意辦理
4. 請再補充說明交通延滯調查之目的及如何應用。	本研究之交通延滯主要係作為最佳號誌時制決定的參考依據，並可據其評估路口服務水準，路口調查計算啟動延滯時間，係指停等車輛啟動運轉之反應時間造成延滯時間。交通延滯後續係應用在路口交通特性中的人行道拓寬措施當中，用來評估將人行道拓寬後對交通流量的影響。透過分析車道寬度調整對延滯時間之影響，結果發現縮減車道寬度後對延滯時間的影響很小，內車道寬從 3.5 公尺縮減為 3 公尺僅為 0.36 秒，外車道寬度從 4 公尺縮減為 3 公尺 0.61 秒。	同意辦理
5. 計畫研訂的路口交通空污改善指引，可思考與現行的空品維護區或低碳交通區進行整合，以提升交通空污改善成效。	感謝委員意見，已於期末報告中將空品維護區或低碳交通區的概念納入後續所研訂之路口交通空污改善指引。	同意辦理
6. PM _{2.5} 與 CO 在不同路口之監測濃度差異大，建議予以分析其交通源特性，選擇適當路口進行實際測試，另建議可再分析高雄市其他測站。	版謝委員意見，目前已完成本計畫規定之 6 處路口交通調查；另依據相關文獻研究，鄰近 3 公里內之空品或交通測站，所測得之濃度屬於方圓 3 公里內區域的環境背景濃度。	同意辦理
7. 若以路口行人當作空污受體，建議假日是否納入監測可再評估。	考量本研究主要為解析不同路口交通特性對於行人空污暴露影響，故規劃以平日為優先調查時段，暫不納入假日影響因素。	同意辦理
8. 大客車及大貨車主要產生的	感謝委員意見，針對此評估已辦理專家諮詢。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
污染物為 NO _x ，建議評估是否可納入 NO _x 或 VOC，並按比例加權至 CO。	詢會議，針對路口交通空氣污染物指標設定進行討論，指標採用 PM _{2.5} 跟 CO 來做評估，若資料有矛盾的地方，建議可以以 PM _{2.5} 為準，主要是柴油車輛所造成的，且已被認證為一級致癌物，建議可以把 PM _{2.5} 作為主指標，CO 作為次指標。	
五、中華民國環境工程學會-		
1. 應釐清風場、路口建物構形與車流車種的影響比重；確認背景濃度與去除背景，推算出交通源所貢獻的污染濃度亦是重點，但不容易處理。	感謝委員意見，針對背景濃度的計算，本計畫將取用鄰近調查路口 3 公里內之空品或交通測站，測站監測數據之每天 0 到 7 點之間三小時連續平均最低值當作該日的背景濃度值。	同意辦理
2. PM _{2.5} 並非為有效交通污染排放之指標，CO 與 NO _x 相對較適合。	感謝委員意見，依據專家諮詢會議討論及相關研究指出，多環芳香碳氫化合物 (PAHs) 除了以氣態形式存在於大氣中，PAHs 亦存在於細懸浮微粒 (PM _{2.5}) 中，過去研究指出 PAHs 對空氣、水、土壤具有顯著毒性及危害，且人體暴露於 PAHs 亦會構成癌症、肺部疾病等健康風險。故本計畫把 PM _{2.5} 作為主指標，CO 作為次指標。	同意辦理
3. 受體/利害關係人除行人外，是否有考慮騎士。	感謝貴會建議，由於本計畫主要係評估不同路口交通環境特性對空氣品質的影響，包含行人專用時相、行人穿越線退縮、時制計畫的影響、人行道拓寬 (車道寬限縮)，並以減少民眾使用私人運具為考量，來了解行人於路口所受到之交通空氣污染，故暫不將騎士納入受體/利害關係人當中。	同意辦理
4. 是否考量比較車輛運行與怠速之排放差異。	考量目前空氣污染排放清冊 (TEDS 12.0 版) 中無公告車輛停止 (怠速) 狀態的排放係數，本研究目前初始規劃是以 5 km/hr 排放係數來進行設定。	同意辦理
5. 改善的面向上，可思考透過減少壅塞，避免車輛於路口怠速累積排放量，使污染物擴散以減少路口的空污濃度。	考量到本研究主要是解析不同路口交通特性對於行人空污暴露影響，減少交通壅塞應為其他運輸或交通規劃相關研究之研究範疇，故暫未納入考量。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
6. 其他交通源的影響（例如其他路口）也會影響觀測路口的背景濃度，但不容易區分	環境背景濃度推估方法，已與環境部總量管制團隊討論，係採測站每日0到7點之間，其中3小時連續平均最低值當作為當天的背景濃度。本研究取近5年測站的數據，分別計算月均及周均背景濃度，作為性能評估之背景濃度計算。	同意辦理
7. 運研所與環境部可以就空品維護區進行合作，運研所預測空維區的交通流量及交通規劃，環境部分析空氣品質的變化。	感謝貴會意見，遵照辦理。	同意辦理
六、新北市政府交通局		
1. 是否有相關文獻回顧、參考依據資料，倘有請研議納入報告中。	感謝貴局意見，遵照辦理。	同意辦理
2. 道路景觀綠化是否一併納入影響因素評估考量，請確認及評估納入。	考量本研究主要係探討在不同路口交通管理措施對於空氣品質之影響程度及因素，道路景觀綠化所需評估之範圍及規模等皆超過本計畫之計畫範圍，故暫不納入道路景觀綠化影響。	同意辦理
六、交通部運輸研究所運輸能源及環境組		
1. 期中報告書2-12頁，於延滯時間的部分提及啟動延滯，惟本計畫欲探討之延滯應為車輛於路口之總延滯時間，非僅計算啟動延滯，請修正。	遵照辦理，已於期末報告中將欲探討之延滯時間由啟動延滯修正為於路口之總延滯時間。	同意辦理
2. 模式的各項INPUT參數的資料來源或假設條件，請於報告書內說明清楚	遵照辦理。	同意辦理
3. 請補充敘明空污測量儀器之校正方式，以利確認量測數據之可靠性。	本研究採樣儀器皆送至環境部認可實驗室進行比對認證，再與環境部空品測站數據進行一致性的平行比對，並於進行實場測試前，內部感測元件均透過標準氣體進行零點校準，以確認測值資料的可比性。空品量測儀器校正說明內容，將彙整於期末報告書中。	同意辦理
4. 期中報告書3-14頁，請補充說明高雄市新興區中正二路與民族二路定義為大型車比例較高路	感謝貴所意見，針對高雄市新興區中正二路與民族二路定義為大型車比例較高路	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
與民族二路大客車比例偏高特性，是否有 TDX 運輸資料流通服務平臺資料可供參考。	口，係有參考 TDX 運輸資料流通服務平臺資料，將會在期末報告中補充。	
5. 有關本計畫所測量之空污數據與環境部或地方政府測站數據間之比較，建議以統計檢定方式確認兩者數據間是否有差異性。	感謝貴所意見，本研究會已時間序列圖表示方法呈現在期末報告中，相關分析比較請詳期末報告第三章。	同意辦理
6. 期中報告書 5-2 頁，建議指引可納入運輸領域與空氣品質改善相關文獻，以利後續各機關(構)實務操作參考。	遵照辦理，已於期末報告中納入運輸領域與空氣品質改善相關文獻。	同意辦理
7. 後續指引提出建議之方向，除改善空污之外，仍需將行人安全納入考量。	遵照辦理。	同意辦理
8. 本計畫後續之工作尚有模式模擬、召開專家諮詢會議、研訂改善指引、辦理成果分享會議等，請團隊務必掌握時程加速辦理。	遵照辦理。	同意辦理

2.2 期末報告審查意見回覆情形表

計畫名稱：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂（2/2）—資料分析與指引研訂

執行廠商：景丰科技股份有限公司

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
一、吳委員章甫		
1. 報告書 2-25、26 頁，建議考慮空品測站與直讀式儀器資料可比性，及與表 4.3.1-1 性能評估結果之影響；因報告書附錄 10 之儀器檢測報告係與工研院檢測儀器比對，然其特性與空品測站不同，請說明對後續模式之影響為何。	感謝委員意見，有關空品測站和直讀式儀器的資料可比性，本計畫已有分析，後續將補充於修正報告中。另針對現地空污調查使用之微型感測器，除了工研院檢測之外，亦有與空品或交通測站之監測數據進行比對，係不會對模式比對造成影響。	同意辦理
2. 期末報告書 3-7 頁，表 3.1.2-1，請確認表中大客車 CO 的係數正確性。	感謝委員意見，大客車 CO 的係數值，由於大客車普遍車齡較新，且 CO 不是柴油引擎主要排放污染物，係數值理論上應為合理。表 3.1.2-1 中之大客車 CO 排放係數，係採用環境部公告之空氣污染物排放量清冊（12.0 版本）所提供之移動源空氣污染物排放係數。	同意辦理
3. 期末報告書 3-56 頁至 3-69 頁，討論分隔島與行人等候區的濃度趨勢，建議增加統計分析以呈現有否顯著性差異。	感謝委員意見，第三章是以實際路口空氣污染物濃度調查，監測蒐集數據會應用於空污模式的參數設定，並於模擬結果數據進行顯著性差異分析。	同意辦理
4. 比對調查與模式間之差異時，目前皆以小時值或日平均值進行比對，建議提高時間解析度進行比對。另亦請考量若比對結果不佳之可能原因，及對後續模擬之影響。	感謝委員意見，有關時間解析度問題，由於交通資料大多是 15 分鐘一筆，而環境監測資料則有到逐秒或逐分鐘的資料，而後續分析採用每小時則是為使策略或資料描述上較單一，以利於後續本研究歸納出通案性之路口交通策略指引。	同意辦理
5. 報告書 4.3.2 小節，模擬結果不宜僅分析全日之結果，應提高時間解析度檢視短時間內的空污變化情形。建議模擬時多強調「情境」與「行人/微環境」之結果，而非平均值。	感謝委員意見，有關時間解析度問題，由於交通資料大多是 15 分鐘一筆，而環境監測資料則有到逐秒或逐分鐘的資料，而後續分析採用每小時則是為使策略或資料描述上較單一，以利於後續本研究歸納出通案性之路口交通策略指引。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
6. 報告書 4-37 頁表 4.4-1，有綜整不同交通管理措施下的空污濃度變化，有增量也有減量，後續要如何解讀頗具挑戰性，有重新構思的空間。	感謝委員意見，有關時間解析度問題，由於交通資料大多是 15 分鐘一筆，而環境監測資料則有到逐秒或逐分鐘的資料，而後續分析採用每小時則是為使策略或資料描述上較單一，以利於後續本研究歸納出通案性之路口交通策略指引。	同意辦理
7. 改善指引內提到工研院的認證，以及使用 GRAL 模式，請確認指引是否適合指定特定實驗室認證或特定模式。	感謝委員意見，路口空污改善指引除提到工研院檢測之外，亦有與空品或交通測站之監測數據進行比對，係不會對模式比對造成影響。另 GRAL 模式參採國內外針對微環境空氣污染物模擬之適用模式建議使用。	同意辦理
8. 簡報 34 頁，應再確認指引中是否直接建議使用監測車。	感謝委員意見，針對指引中對於空氣污染物監測使用工具，會建議參考使用者依路口規劃需求選擇路口交通空污改善指引之使用工具。	同意辦理
9. 期末報告書 4-15 頁，有關氣象資料之使用，應再確認是採用鄰近測站 1 小時解析度的資料或現場觀測較高解析度之資料。	感謝委員意見，本計畫所採用之氣象資料確認是採用鄰近測站 1 小時解析度的資料或現場觀測較高解析度之資料。	同意辦理
10. 本計畫採用模式模擬，而模擬之優點為可控制變因項目，建議可分析不同之天氣條件、車流狀況之下，空污濃度之增減，而非針對特定之 4 天進行模擬。	感謝委員意見，本計畫模擬分析的時間尺度為小時值，然為配合計畫通案性策略的產出，將小時解析度的模擬結果均化呈現。	同意辦理
11. 建議可評估行人移動路徑情境下之暴露情形。	感謝委員意見，本計畫建議指引使用者在策略選擇和情境設定時，若與指引中目前分析的情境不同，應優先進行補充調查以強化分析，藉以獲得較精確的路口空污濃度改善成果。	同意辦理
二、張委員根穆		
1. 報告書 3-8 頁，PM _{2.5} 加權係如何計算，建請補充說明加權之用意及作法，例如為何小型車加權較大。	感謝委員意見，空污加權車流量概念係為強化交通面論述，考量不同車種對於空污的影響程度不一，僅使用交通量呈現交通空污對於路口的影響可能不適宜，故以加權方式代表車流的整體影響，	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
	而在模式模擬中仍以未加權交通量進行分析。	
2. 本計畫有執行實際監測及路口空污濃度模擬，請補充說明是否比較兩者之差異，並可從中找出哪些因素為影響模擬結果之關鍵因素。	感謝委員意見，本計畫在執行路口交通空氣污染物濃度的實際監測與模擬過程中，確實針對兩者結果進行比較，以評估模擬模式的準確性與表現差異。透過比對實測與模擬結果，我們進一步分析影響模擬結果的關鍵因素，包括：車流量、車輛組成比例（如一般路口及大客車比例較高的路口）、氣象條件（如風速、風向、溫度、大氣穩定度等）、以及地形與建築物阻擋效應等環境特性。本計畫係依這些重要因素的影響分析，優化模式參數設定，並提出提升模式準確性與實用性的建議。	同意辦理
3. 3.3 節以單一空品測站及路口實測結果進行比較，較不易有明顯趨勢差異，其受鄰近污染源及風向影響，建議針對部分時段（如尖峰），以及特徵污染物進行分析。	感謝委員意見，本計畫模擬分析的時間尺度為小時值，然為配合計畫通案性策略的產出，將小時解析度的模擬結果均化呈現。有關小時解析度的結果，會在報告書修正稿中補充呈現。	同意辦理
4. 4.3.2 小節，部分交通措施評估空污增減結果差異較大，例如表 4.3.2-10 重慶北路酒泉街行穿線退縮之結果，PM _{2.5} 濃度變化由-26.98%到 15.82%，差距較大原因為何，請說明是否有偏異性影響顯著問題。	感謝委員意見，表 4.3.2-10 的 PM _{2.5} 濃度差距甚大為該筆均化數據未通過性能評估之結果，本計畫會於報告說明有無通過性能評估的數據，以提升策略分析適讀性。	同意辦理
5. P4.3.2 各個路口每日差異極大，如何分析？建議考量用特定時段，並提高時間解析度進行系統性分析。	感謝委員意見，本計畫各路口模擬的時間解析度為小時值，係可參酌特定時段的空污濃度變化，然為配合改善指引通案性策略的產出，將小時解析度的模擬結果均化呈現。	同意辦理
6. 交通政策評估對空污減量效益，本計畫尚侷限小範圍的路口區段，建議未來在探討時可納入周邊人體健康風險評估，如針對路口鄰近店家、顧客或	感謝委員提供的建議。有關受體點位置之設定，透過模式模擬介面可設定在任意位置，本計畫為使指引中的描述具有一致性，將其統一設定在行人等候區的空間。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
學校醫院等敏感感受體之交通污染源暴露評估，更能凸顯計畫效益，民眾更有感。		
7. 未來建議交通號誌可結合環境部設置之空污微型感測器、AI、車牌辨識系統等多元化共桿，對交通及空污影響即時監測將更為準確。	感謝委員提供的建議。此類整合技術不僅能提升監測數據的精確性，還可為即時調控交通流量與減少污染物排放提供有效依據。	同意辦理
8. 目前臺北市及直轄市逐漸針對部分路段畫設空品維護區，未來可於空品維護區內之路口，結合本計畫之路口交通改善，可提升空污改善效益。	感謝委員提供的建議。本計畫研提路口交通改善策略，若能與空品維護區的管理措施結合，例如優化交通號誌時制、限制高排放車輛進入，並導入智能監控技術（如空污感測器與交通監測設備），將可進一步強化路口的空污改善效果。	同意辦理
9. 路口改善策略除號誌及幾何配置調整外，建議亦可結合交通部於都會區各項交通改善作為，如大眾運輸、最後一哩路(YouBike、E-Bus)等效益(路口環境特性)。	感謝委員提供的建議。本計畫提出的號誌及幾何配置調整外，未來在路口改善策略中結合交通部於都會區實施的各項交通改善措施的重要性。這包括促進大眾運輸使用、強化最後一哩路接駁工具的便利性等，以減少路口車輛數量和交通壅塞，進而改善空氣品質。	同意辦理
三、鄭委員永祥		
1. 結論中提及，大型車比例較高路口特性、單一背景源案例分析投入，不管尖峰行人專用時相、人行道拓寬等管理措施，對於路口交通空污 PM _{2.5} 濃度降低有較顯著差異。另投入尖峰行人專用時相、主幹道綠燈減 5 秒、人行道拓寬管理措施，對於路口交通空污 CO 濃度降低有較顯著差異。請說明大型車較高之路口是指大貨車還是大客車比例多高的路口？大客車及大貨車是一樣的權重嗎？	感謝委員意見，本計畫結果發現針對大客車比例多高的路口，投入尖峰行人專用時相、主幹道綠燈減 5 秒、人行道拓寬等交通管理措施有較顯著性改善差異。大客車與大貨車車輛數係以路口現地調查之數量為參考數據。	同意辦理
2. 本計畫應用模擬評估路口交通空污的影響情形提出交通	感謝委員意見，路口交通措施選用是以效率以及安全做為管理策略的優先考	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
空污改善策略？請問這策略若是與改善路口交通安全政策有衝突的時候如何處理？是在哪種情況會有不一致的情形？那是否也有這些交通空污改善策略，又有辦法同時改善交通安全？利用行人早開時相是否有可能規避行人受到機車停等區空污的影響？請補充說明。	量，在此前前提下，輔以本計畫提出之通案性交通空氣污染物濃度改善策略建議，強化評估策略推動對於環境面向的附加效益。	
3. 指引的內容建議能多採納地方政府的意見 因為畢竟可能會涉及不同局處的權責 各局處所關心的議題也未必一致。	感謝委員意見，本計畫研提之改善指引內容能夠協助路口規劃管理單位，透過成果分享方式，與學者專家及交通、環境相關部會，進行資訊交流及分享討論。	同意辦理
4. 簡報內所提及之「補充調查」，是否表示 基本調查時有未考慮到之項目請說明補充調查之定位與重要性。	感謝委員意見，補充調查的目的係考量不同路口特性不一，本計畫建議指引使用者在策略選擇和情境設定時，若與指引中目前分析的情境不同，應優先進行補充調查以強化分析，藉以獲得較精確的路口空污濃度改善成果。	同意辦理
5. 簡報第 20 頁，機車待轉區之位置太過靠近路口，會與橫向車流衝突產生安全議題。	感謝委員意見，此頁面為突顯機車待轉格與路口對於行穿線退縮影響，係以較明顯的方式呈現；機車待轉區應會與路口有距離，以避免與橫向車流衝突。	同意辦理
6. 請說明本研究的模擬分析結果為何(r,MFB, MFE)有許多路口好像都不符合標準？請檢核並說明其合理性。	感謝委員意見，本計畫模式模擬係經性能評估檢核，指引中僅針對有通過性能評估之結果進行探討，且在指引中有註明建議只使用有通過性能評估的數據進行策略分析。	同意辦理
7. 請說明在臺北地區與高雄地區路口模擬的結果是否有何明顯之差異。	感謝委員意見，高雄地區的環境特性較屬於複雜背景源，包含工廠排放污染擴散源及交通源等，於此複雜背景源區域可能受到上述環境影響因素，交通管理措施投入對路口空污暴露濃度改善影響程度多不具有顯著差異。	同意辦理
四、環境部大氣環境司		
1. 交通源的影響空污之因素相當複雜，僅就單一路口較難達	感謝貴司意見，本計畫針對路口的範疇係與運輸研究所討論確認優先以單一路	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
成空污改善之目標，建議未來可就大範圍如路段或區域性進行探討，研擬管理策略。	口作為空污改善之區域。如建議擴大範圍至路段或區域性探討會納入後續建議評估。	
2. 本計畫探討之對象為路口之行人，但行人不會長時間於路口停等，建議可探討路口空污改善後對於路口周邊之住戶、店家之健康效益。	感謝貴司意見，針對受體點位置之設定透過模式模擬介面可設定在任意位置，本計畫為使指引中的描述具有一致性，將其統一設定在行人等候區的空間。	同意辦理
五、臺中市政府環境保護局		
1. 於所著五、建議部分，建議未來研究主題可針對油電混合動力車環保汽車車種及燃油車之空氣污染物排放特性作分析、討論。	感謝貴局意見，針對油電混合動力車等低空氣污染排放車種及燃油車之空氣污染物排放特性進行解析，本計畫會於建議章節納入評估。	同意辦理
六、本所運輸能源及環境組		
1. 2-11 頁，新增探討路口受地區背景源條件影響，請確認本計畫所設定之調查路口是否符合路口環境特性為單一背景源/複雜背景源之條件，請補充說明。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
2. 3-6~3-7 頁，研究團隊針對第 3.1.2 車種比例分析中，彙整全國車種不分期別平均排放係數及空污加權權重比例，可知大貨車較大客車排放 PM _{2.5} 高約 3 倍，大客車又較機車高出約 10 倍，研究中亦調查大客車行駛比例較高路口，如高雄市新興區中正二路與民族二路口與新北市板橋區縣民大道與民權路口，兩處路口皆以大客車流量較高路口，請團隊於路口交通空污改善指引中，如 P5.3 大型車較多修正為大客車較多，區別大客車及大貨車差異，以利後續各機關(構)實務操作參考應用。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
3. 3-39 頁，研究團隊針對 6 處路口背景環境資料進行調查、分析及彙整，惟環境部板橋測站地址位於僑中一街 1 號，與 P.3-42 圖 3.2.1-3 位置示意圖不符，請團隊再行修正。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
4. 3.3 節，有多張空污濃度對比圖，採黑白印刷後辨識度不佳，請修正。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
5. 4-21 頁，研究團隊針對模式推估性能評估結果進行彙整，針對 5 種不同類型(行人專用時相、時制計畫、行穿線退縮、車道限縮及大型車比例較多等)進行相關係數評估，請研究團隊補充表格中相關數值是否具有顯著性差異，以利統計判讀。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
6. 第四章模擬策略中時制計畫影響，目前以「南北向綠燈加 5 秒」與「南北向綠燈減 5 秒」進行比較，並無實際意義，請改以路口交通量大小區分為主線與支線，重新整理主線綠燈加/減 5 秒策略下之模擬結果。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
7. 4.3 節除了定量及定性分析，建議搭配統計學的方法，評估各管理策略實施前後的空污濃度變化，是否具有顯著性差異，以強化策略推動實施參考。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
8. 附錄 4.2，113.11.18 高雄場成果分享會議紀錄內容，誤植為 113.11.11 臺北場之內容，請修正。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理
9. 指引第一章請說明指引之法律位階。	遵照辦理，已於修正稿中修正。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所各組及中心審查意見
七、主席結論		
1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請景丰科技股份有限公司整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並納入報告之修正。	遵照辦理。	同意辦理
2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告初稿審查通過，請景丰科技股份有限公司於113年12月25日前提送報告書修正定稿。	遵照辦理。	同意辦理

附錄3 計畫簡報

交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

路口交通環境特性對空氣品質影響
及改善指引之研訂(2/2)
-資料分析與指引研訂

計畫簡報

SimEnvi 景丰科技股份有限公司
Environmental Simulation

大綱

交通部運輸研究所
Institute of Transportation, MOTC

- 01 ➤ 計畫緣起及研究架構
- 02 ➤ 路口交通空污改善指引
- 03 ➤ 相關會議辦理
- 04 ➤ 結論與建議

SimEnvi 景丰科技股份有限公司
Environmental Simulation



01

計畫緣起及研究架構

- 計畫緣起與目標
- 二年期(112~113年)計畫研究重點與期程
- 本年度(113年)主要工作研究架構
- 重要工作項目與對應章節內容
- 前一年度計畫重點成果



計畫緣起及研究架構



計畫緣起與目標

保障民眾健康，掌握路口交通空污排放情形

- 路口為民眾經常往來場所，由路口進行交通改善，最直接降低交通空污暴露。
- 以不同面向考量交通改善目的，建立改善指引，減少相關單位操作困難度。



配合國家策略方向，建立低污、低碳運輸環境

- 依據「2020運輸政策白皮書 - 綠運輸」，提出建構低碳、低污染運輸環境之策略。
- 降低路口交通空污同時，提升路口用路人交通安全等多元效益。

透過擬定調查計畫及資料蒐集，配合模式模擬應用，掌握不同交通管理策略對路口交通空污排放影響，建立改善指引，供交通主管機關規劃交通減污策略參採使用。





計畫緣起及研究架構



計畫緣起及研究架構

二年期(112~113年)計畫研究重點

計畫研究重點

- **研擬**路口蒐集與調查計畫。
- 辦理至少**10處**路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查。
- 應用**模式模擬**分析交通特性對路口交通空污之影響。
- 研提路口交通空污通案性**改善策略建議**。
- 完成**路口交通空污改善指引**。

01

各期計畫執行重點

第一年期

- 回顧及蒐集相關文獻，包含路口交通空氣污染及車輛空污排放擴散。
- 研擬交通、環境及空污資料蒐集調查計畫。
- 辦理**4處**路口資料蒐集及調查。
- 蒐集及調查資料進行**初步歸納整理**。



第二年期

- 延續第一年成果，**檢討修訂**交通、環境及空污資料蒐集調查計。
- 辦理**6處**路口資料蒐集及調查，並彙整**10處**路口調查資料。
- 應用**模式模擬**分析結果，研提**通案性**路口交通空污之**改善策略建議**。
- 辦理專家諮詢會議，完成**改善指引**。
- 召開**成果分享會議**，與相關單位分享及交流。

02



計畫緣起及研究架構



計畫緣起及研究架構

本年度(113年)工作項目與流程

工作項目

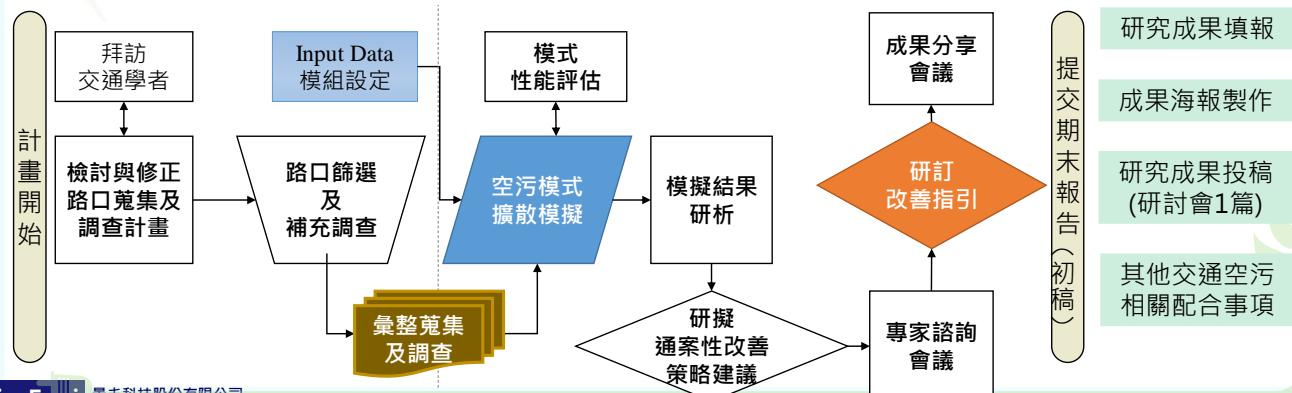
調查計畫修訂
及辦理路口調查

應用空污模式
模擬情境解析

提出通案性
改善策略建議

其他工作項目

113.04 ← 期中階段 → 113.07 ← 期末階段 → 113.11





計畫緣起及研究架構



計畫緣起及研究架構

本年度重要工作項目與對應章節內容

工作項目及辦理情形	期中	期末	對應章節	完成
1. 檢修第1年期（112年）所擬定之蒐集及調查計畫內容	✓		第二章	O
2. 辦理資料蒐集調查及資料整理				
2.1. 完成6處以上路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查	✓		3.1	O
2.2. 完成第2年期（113年）蒐集及調查資料進行歸納整理	✓	✓	3.2 ~ 3.3、資料光碟	O
3. 蒐集及調查資料進行模式模擬				
3.1. 完成分析及評估交通特性對於路口交通空污之影響情形	✓	✓	4.1~4.2	O
3.2. 分析結果歸納整理		✓	4.3	O
4. 研訂路口交通空污改善指引				
4.1. 依據分析與評估結果，綜整提出通案性路口空污交通改善策略建議		✓	5.1	O
4.2. 彙整分析流程及通案性改善策略建議，辦理2場次專家諮詢會議		✓	5.2	O
4.3. 研訂改善指引			第六章、附錄6	O
5. 辦理2場次研究成果（改善指引）分享會議，與相關單位分享及交流		✓	7.1	O
6. 綜整摘要說明2年期重要研究成果		✓	附錄1	O
7. 其他相關工作	✓	✓	7.2、第八章、附錄	O

Sir

Environmental Simulation

7



計畫緣起及研究架構



計畫緣起及研究架構

前一年度計畫重點成果

□ 掌握影響路口交通空污關鍵因素

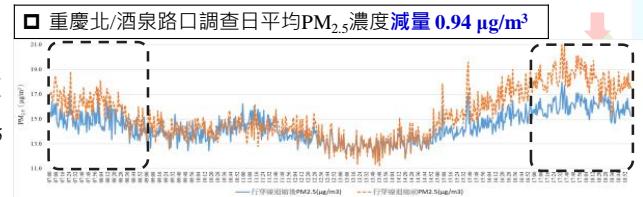
- 文獻回顧發現，路口幾何配置、交通號誌控制、車輛密度、車速控制及建築物群存在等因子，皆容易影響路口環境空氣污染物的濃度變化。

□ 行人專用時相路口交通特性分析

- 就同路口不同調查日及在不同路口的行人專用時相啟動及關閉期間的 $PM_{2.5}$ 濃度值差異性，研判路口尚存在多項難以控制的因子（如天氣變化、人車停等時間等），可能是導致此路口交通特性的調查結果趨勢無一致性。

□ 行人行穿線退縮路口交通特性分析

- 當尖峰時段車流量增加時，因行人等候區域遠離路口機車待轉區，相較退縮前區域的 $PM_{2.5}$ 平均濃度有減量 $0.46\mu g/m^3$ 、 $0.94\mu g/m^3$ 。





02

路口交通空污改善指引

- 導讀
- 路口交通特性對空污影響評估
- 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析
- 路口交通策略規劃階段強化空污改善評估方法
- 結語



指引架構說明

- 第一章為路口交通空污改善目的、適用範疇及對象、通案性改善策略建議作業指南 (CH6)，以及路口背景特性影響 (2.1.4)
- 第二章為路口交通特性與空污影響的關聯性 (CH2)，及對人體影響
- 第三章以4種交通特性在不同背景源及車種比例進行個案探討，並解析對空氣污染物濃度影響 (4.3)
- 第四章為辦理路口補充調查規劃 (CH2) 及空污模式應用原則 (4.1、4.2) 說明
- 第五章為結語





02

路口交通空污改善指引

• 導讀

- 路口交通特性對空污影響評估
- 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析
- 路口交通策略規劃階段強化空污改善評估方法
- 結語



目的、適用範疇及對象



緣起	目的	適用範疇	適用對象
<p>為何納入路口交通空污改善考量</p> <ul style="list-style-type: none">■ 以減少交通空污排放，保障民眾健康為出發點■ 配合國家策略方向，建立低污、低碳運輸環境	<p>撰擬指引之目的</p> <ul style="list-style-type: none">■ 相關主管機關在依<u>人車安全</u>與<u>運輸效率</u>目標規劃管理策略同時，得參考本指引提升策略<u>環境面向</u>之附加效益	<p>指引適用範疇</p> <ul style="list-style-type: none">■ <u>高車流量</u>、<u>交通壅塞</u>之幹道與幹道及幹道與支道路口■ <u>捷運</u>/轉運站(<u>人流集中區</u>)、醫院/<u>學校</u>(<u>敏感區</u>)之新建或改善規畫作業階段	<ul style="list-style-type: none">■ 路口交通實務規劃者■ 其他利害關係人



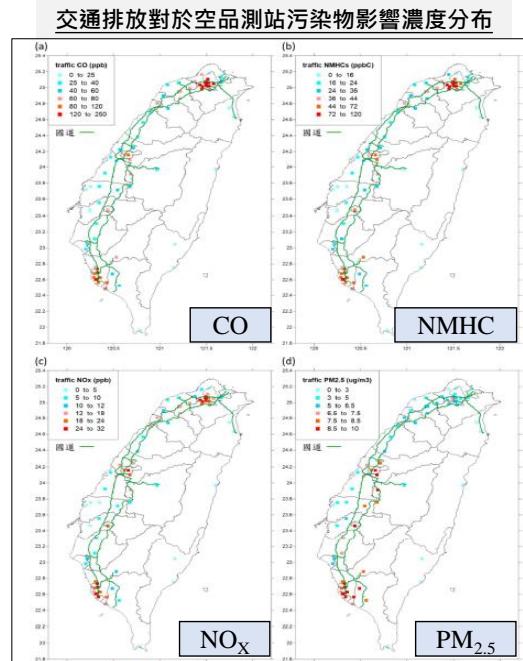
路口背景特性影響



地區特性影響

- CO 產生之空氣污染物影響熱點多集中於市中心位置，主要為臺北市與新北交界區域，其次為高雄市區。
PM_{2.5} 濃度在臺灣北部相較中南部地區影響低，且在非高排放量、非都會區測站亦有不低的貢獻濃度，推測應為二次衍生 PM_{2.5} 所造成的影響結果。
- 部分交通污染熱點，具有高排放量網格點，但測站污染物觀測資料解析與交通排放呈中度相關，顯示該類型區域可能屬污染複雜區域。

考量臺灣各區域背景條件差異，探討不同背景源（單一交通源、多重污染源）下管理策略對路口交通空污的影響。

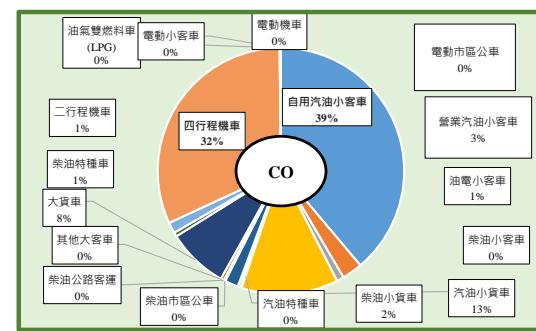
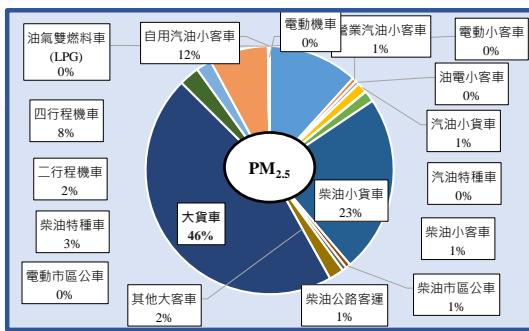


路口背景特性影響



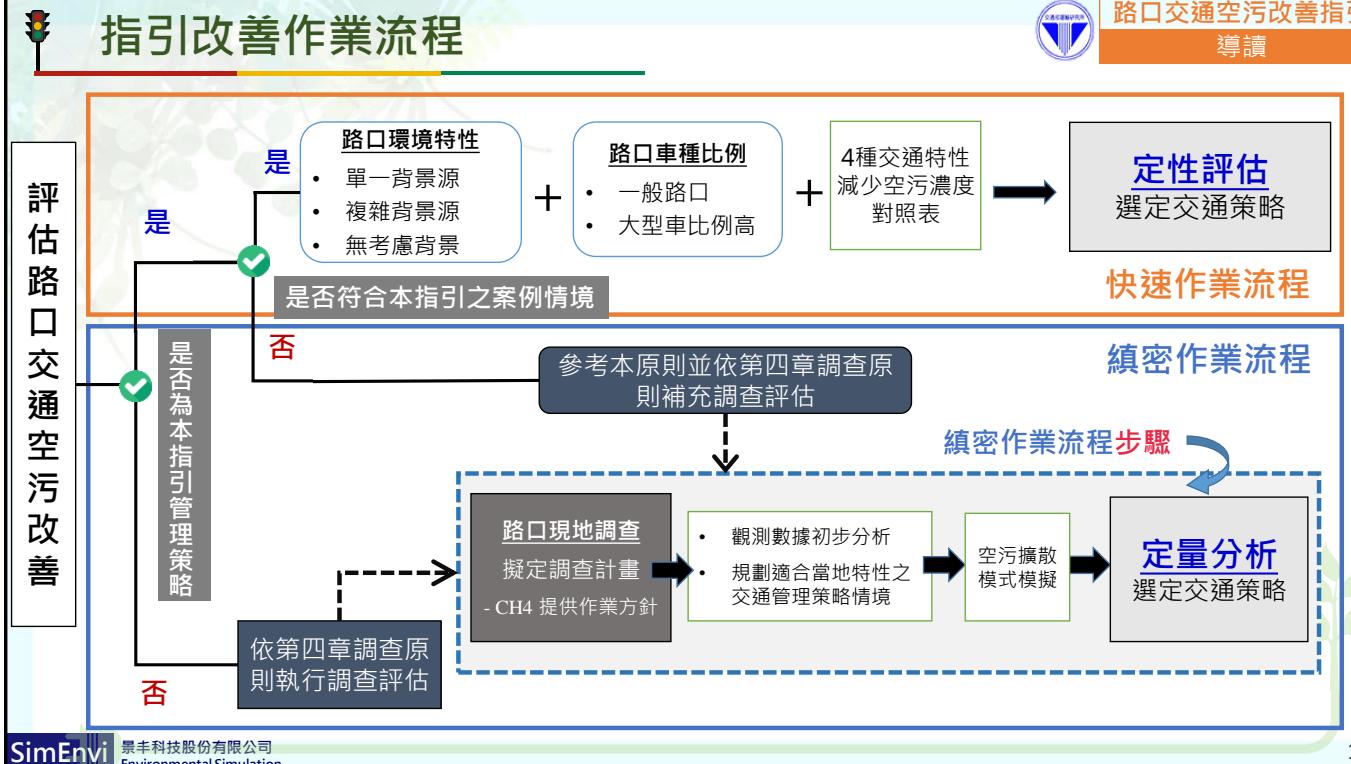
車種組成影響

- 大型車與機車、小型車排放主要污染物種不同，PM_{2.5} 及 NO_x 主要排放來源為柴油大貨車，其次為汽油小客車；CO 及 NMHC 排放源，主要及次要皆為汽油小客車及四行程機車。



資料來源：TEDS 12版, 環境部

考量小型車與大型車排放差異，探討路口不同車種比例（一般路口、大型車比例較高路口）下管理策略對路口交通空污的影響。





路口交通管理特性調查規劃



路口交通空污改善指引
路口交通特性
對空污影響評估

路口交通特性選擇

■ 行人活動空間區域為主要探討目標

- 行人、自行車騎士與機車騎士於同一空間，皆易受路口環境交通空污暴露影響

■ 配合交通安全及道路流暢提升議題，掌握時制變化及幾何設置對空污影響

- 人車空間分隔
- 減少行人與車輛衝突



路口時制變化

- 行人專用時相
- 時制計畫影響



路口幾何配置與規劃

- 行人穿越線退縮
- 人行道拓寬



路口交通特性與空污關聯性



路口交通空污改善指引
路口交通特性
對空污影響評估

時制變化特性

■ 行人專用時相

- 行人綠燈無車輛停滯於路口，空污濃度應會降低
- 行人於等候區停留時間增加，空污暴露濃度上升



■ 時制計畫影響

- 車輛延滯增加將提升空污排放總量 (邱煜勝, 2011)
- 藉由路口號誌時制細微調整，提升路口行車效率及減少車輛延滯情形，降低交通空污排放

路口交通特性與空污關聯性

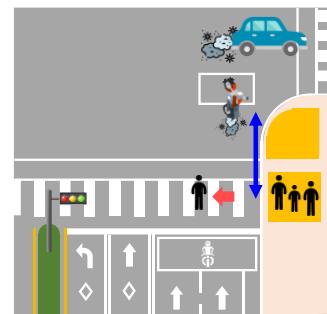


路口交通空污改善指引
路口交通特性
對空污影響評估

幾何配置特性

■ 行穿線退縮（行穿線拉開與機車待轉格距離）

- 增加機車待轉區與行人等候區距離，降低行人與路口行駛車輛、待轉機車尾氣近距離接觸可能性



■ 人行道拓寬

- 適度擴大車道與人行道間區隔，降低車輛與行人間衝突，擴大行人等候區域，減少民眾直接受車輛污染排放影響



交通空污對人體健康影響



路口交通空污改善指引
路口交通特性
對空污影響評估

考量 PM_{2.5} 易附著多環芳香烴等有害物，人體不論長期或短期暴露下，皆會提高呼吸道疾病及致癌死亡風險，建議執行單位優先以 PM_{2.5} 作為路口交通空污改善目標。

- 交通空污幾乎是未經充分擴散，直接進入人體鼻前呼吸區，對人體造成直接性影響
 - WHO 已承認 PM_{2.5} 為一級致癌物
 - 多環芳香碳氫化合物 (PAHs)，會以氣態存在於大氣中，亦存在於細懸浮微粒 (PM_{2.5})
(Abbasi et al., 2019 ; Callén et al., 2014)
- 民眾在通勤所接觸到空氣中的懸浮微粒及CO，確實會對心肺功能有所影響
(環境變遷研究中心、中央研究院)
- 環境中的PM_{2.5}濃度每增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，引起呼吸道疾病的比率會增加1.316倍
(Wang, F. et al, 2021)
- 接觸過多的多環芳香碳氫化合物 (PAHs)，也被認為是造成民眾肺癌的主要原因
(Moorthy et al., 2015)



資料來源：機車兩段式左轉停等紅燈急速熄火改善空污集中之研析 (運研所, 2018)



02

路口交通空污改善指引

- 導讀
- 路口交通特性對空污影響評估
- 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析
- 路口交通策略規劃階段強化空污改善評估方法
- 結語



SimEnvi 留丰科技股份有限公司
Environmental Simulation



應用空污模式模擬路口交通管理策略情境



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

路口交通管理策略評估情境規劃

註1：行人穿越線退縮機車待轉格之設置辦法，目前未有規範，故地方主要以小車及大車車身作為退縮距離之依據。
註2：車道寬度限縮減至3.2公尺或3公尺寬，車道之縮減對於行車效率不會有太大之影響。

	路口交通特性	單一背景源	複雜背景源	模擬情境設計
1	[管理措施-時制變化] 行人專用時相	臺北市 忠孝東路/昆陽街	高雄市 高鐵路/重信路	<ul style="list-style-type: none">無措施全時段(如07-19)有措施部分時段(如07-09、17-19)有措施
2	[管理措施-時制變化] 時制計畫影響	臺北市 中山北路/南京西路	高雄市 民族二路/七賢一路	<ul style="list-style-type: none">號誌週期時間長短針對調查路口週期計畫，依各時段的週期時間進行模擬，分析時制微調整對於空污濃度的影響
3	[管理措施-幾何設置] 行人穿越線退縮	臺北市 重慶北路/酒泉街	高雄市 民族一路/明誠二路	<ul style="list-style-type: none">無措施退縮6公尺(依小型車車身)^{註1}退縮10公尺(依大型車車身)^{註1}
4	[管理措施-幾何設置] 人行道拓寬	臺北市 松山路/永吉路	高雄市 博愛二路/明誠二路	<ul style="list-style-type: none">無措施(車道寬3.2~3.3公尺)車道寬縮減至3公尺^{註2}
S	[車種比例] 大客車比例相對多	新北市 縣民大道/民權路	高雄市 民族二路/中正二路	<ul style="list-style-type: none">無措施包含行人專用時相、時制計畫影響、行人穿用線退縮、人行道拓寬等管理措施



交通管理策略對路口空污濃度影響定量分析



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

一般路口特性、單一背景源案例分析

- 投入**行人專用時相和人行道拓寬**等管理措施，對於路口**PM_{2.5}**濃度降低有較顯著差異。
- 投入**行穿線退縮**管理措施，雖可降低路口**PM_{2.5}**及**CO**暴露濃度，但相對不具顯著差異影響。

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比							
	PM _{2.5}				CO			
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-7.51%	-10.23%	10.22%	-4.38%	18.33%	7.54%	7.45%	39.62%
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-1.63%	-3.92%	3.43%	2.67%	14.26%	47.74%	-12.49%	34.76%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	-0.03%	0.02%	-0.48%	-0.17%	-0.57%	0.11%	1.73%	1.50%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	-8.19%	-0.54%	0.60%	0.20%	-1.37%	-0.31%	-1.29%	-1.28%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.22%	-0.84%	2.35%	-0.46%	-1.59%	-2.32%	0.78%	-2.60%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-0.30%	-0.38%	2.52%	-1.38%	-1.95%	-2.91%	0.40%	-4.51%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-1.64%	-0.19%	-1.39%	-1.16%	-0.96%	0.78%	-3.78%	-0.83%

註1：藍色字體，表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註2：灰色字體，表示無通過性能評估



交通管理策略對路口空污濃度影響定量分析



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

一般路口特性、複雜背景源案例分析

- **全天行人專用時相管理措施**，對於路口**PM_{2.5}**濃度降低有較顯著差異。
- 行穿線退縮雖可降低路口**PM_{2.5}**及**CO**暴露濃度，但不具顯著差異影響。
- 複雜背景源地區可能受到其他環境影響因素，交通管理措施投入對路口空污暴露濃度改善影響程度**多不具有顯著差異**。

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比							
	PM _{2.5}				CO			
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-17.79%	-94.86%	-16.22%	-12.00%	-1.10%	16.92%	-9.81%	-0.68%
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-7.87%	-94.43%	-9.54%	-2.92%	-2.19%	20.30%	0.33%	-0.17%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	0.05%	0.11%	0.88%	0.90%	-0.68%	0.84%	0.20%	0.29%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	0.43%	-0.47%	-0.93%	-0.78%	0.27%	0.93%	-0.19%	0.33%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	-0.58%	-0.62%	-0.09%	-0.09%	-1.85%	-0.98%	-0.86%	-0.97%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-1.05%	-1.37%	-0.87%	-0.36%	-3.31%	-1.88%	-0.81%	2.54%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-0.31%	4.05%	3.64%	5.34%	-0.44%	-1.56%	-2.09%	-0.39%

註1：藍色字體，表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註2：灰色字體，表示無通過性能評估



交通管理策略對路口空污濃度影響定量分析



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

大型車比例較高路口特性、單一背景源案例分析

■ 尖峰時段投入行人專用時相，對於路口 **PM_{2.5}** 濃度降低有較顯著差異。

■ 尖峰時段投入行人專用時相、主幹道綠燈減 5 秒、人行道拓寬管理措施，對於路口 **CO** 濃度降低有較顯著差異。

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比							
	PM _{2.5}				CO			
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-0.02%	0.35%	-0.84%	-2.78%	-0.46%	-0.24%	0.35%	3.69%
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	20.03%	-23.95%	-1.76%	0.09%	-11.28%	-7.77%	-1.14%	1.69%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	0.19%	-0.43%	-0.56%	0.63%	0.37%	-1.32%	0.96%	0.94%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	-0.11%	-5.25%	-5.58%	0.10%	-0.58%	-4.26%	-5.92%	0.57%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.06%	0.40%	0.04%	0.21%	0.13%	-0.06%	-0.15%	0.60%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	-0.16%	-0.23%	-0.73%	0.19%	-0.86%	-0.10%	-0.43%	0.01%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-0.55%	-1.08%	-1.46%	0.73%	-0.28%	-1.39%	-1.70%	-1.14%

註1：藍色字體，表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註2：灰色字體，表示無通過性能評估



交通管理策略對路口空污濃度影響定量分析



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

大型車比例較高路口特性、複雜背景源案例分析

■ 投入行人專用時相、人行道拓寬管理措施，對於路口 **PM_{2.5}** 濃度降低有較顯著差異。

■ 所有設計管理措施，對於路口交通空污 **CO** 濃度有減量趨勢且具有顯著差異。

交通措施	投入措施後空氣污染物濃度差異百分比							
	PM _{2.5}				CO			
	Day1	Day2	Day3	Day4	Day1	Day2	Day3	Day4
行人專用時相-全天專用 (07-19)	-9.60%	-9.41%	-9.71%	-75.3%	1.06%	1.87%	-0.07%	-78.5%
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	-2.98%	-2.95%	-2.68%	-3.56%	-0.76%	0.03%	-1.88%	-2.31%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	-1.56%	-1.70%	-1.22%	-1.10%	-1.97%	-1.41%	-2.77%	-0.37%
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	1.17%	0.96%	1.11%	0.96%	-1.29%	-1.31%	-2.32%	-0.33%
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	0.26%	-0.11%	-0.35%	0.87%	-2.24%	-0.91%	-1.32%	-3.62%
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	0.32%	-0.28%	-1.09%	-1.75%	-2.88%	-1.15%	-2.37%	-5.21%
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	-1.88%	-1.70%	-0.51%	0.40%	-5.84%	-2.33%	-2.96%	-0.80%

註1：藍色字體，表示在 95% 信賴水準下具有顯著性差異

註2：灰色字體，表示無通過性能評估



交通管理策略對路口空污濃度影響定性評估



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析

交通措施	降低空氣污染物濃度效果							
	一般路口				大型車比例較高路口			
	單一污染源		複雜污染源		單一污染源		複雜污染源	
	PM _{2.5}	CO						
行人專用時相-全天專用 (07-19)	●	○	●	○	△	○	●	●
行人專用時相-尖峰專用 (07-09、17-19)	●	○	●	○	●	●	●	●
時制計畫影響 - 主幹道綠燈加 5 秒	△	△	△	△	△	○	△	●
時制計畫影響 - 主幹道綠燈減 5 秒	△	●	△	△	●	●	△	●
行穿線退縮 - 距離待轉格 6 公尺	●	●	△	△	△	△	△	●
行穿線退縮 - 距離待轉格 10 公尺	△	●	△	△	△	●	△	●
人行道拓寬 - 拓寬 0.5 公尺	●	●	△	●	●	●	●	●

補充說明：所有情境皆以行人等候區域之空氣污染濃度進行比對。●代表空污減量；○代表空污增量；△代表空污影響無顯著性差異。

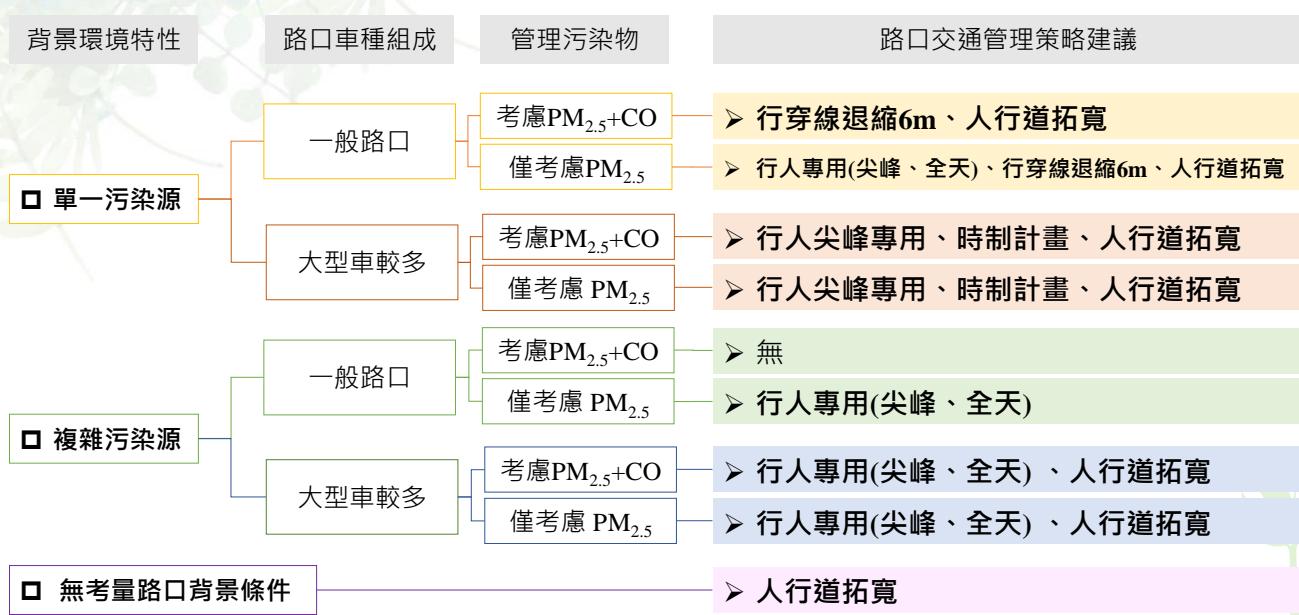
- 人行道拓寬在不同背景源或不同車種比例之路口，對降低交通空污濃度效益相對優於其他管理策略。
- 為優先降低路口 PM_{2.5} 濃度，亦建議採用行人專用時相，可達到有效空污暴露下降效果。



通案性路口交通空污改善策略建議



路口交通空污改善指引
路口交通特性改善
空氣污染物濃度分析





02

路口交通空污改善指引

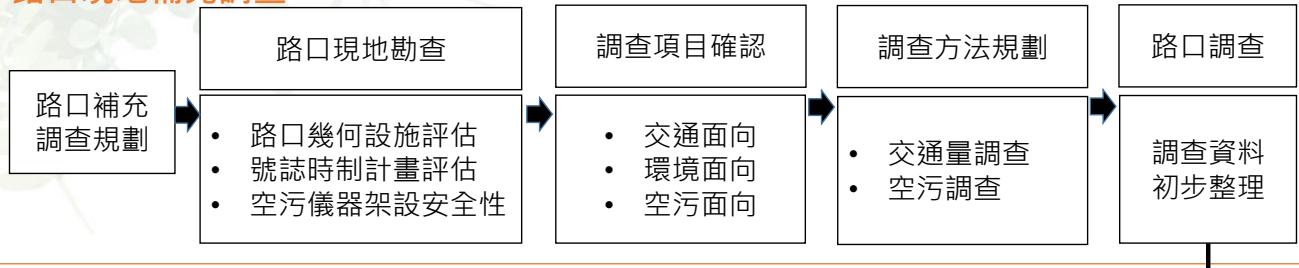
- 導讀
- 路口交通特性對空污影響評估
- 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析
- 路口交通策略規劃階段強化空污改善評估方法
- 結語



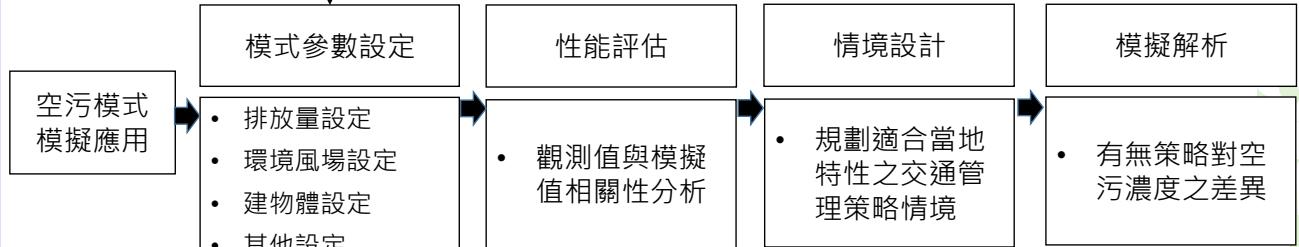
路口補充調查與空污模式應用規劃說明



路口現地補充調查



空污擴散模式應用

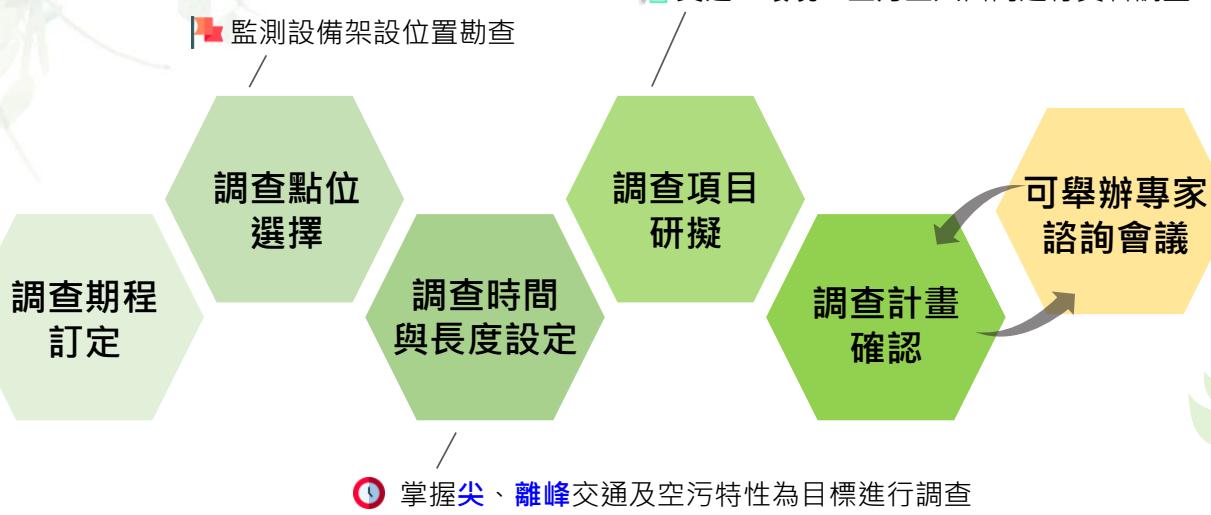


路口現地補充調查規劃



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

調查計畫工作流程



路口現地補充調查規劃



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

路口調查點位選址原則



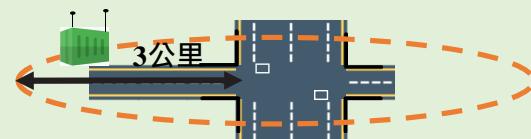
1 確認路口交通特性

- 直交道路車道數量 (雙向建議至少2線道)
- 車道交通規劃 (幹道接幹道、幹道接支道)
- 路口周遭環境 (建築物體、特殊固定源)



2 路口附近是否擁有空污連續測站

- 選用距離調查點位最近的連續測站資訊，
做為該路口的環境背景值。



3 路口行人等候區是否適合設置測量儀器

- 空間：設備需停放一日之土地利用許可需求
- 能源：是否有外接電力需求



路口現地補充調查規劃

路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

調查項目-空污資料調查



建議優先以監測車作為路口交通空污調查方法，能精準蒐集路口環境空氣污染物濃度。

監測車

調查方式：

1. 於路口連續監測24小時
2. 監測時間包含尖離峰時期

監測項目：

- 路口空氣污染物
- 監測優勢：宏觀尺度
- 路口環境之空污濃度



微型感測器

調查方式：

1. 於路口、人行道、公車站等位置實施監測
2. 監測時間包含尖離峰時期
3. 採樣口離地高 1.2~1.5m (模擬人體呼吸高度)

監測項目：

- 路口細懸浮微粒PM_{2.5}
- 監測優勢：微觀尺度
- 路口行人暴露之空污濃度



路口現地補充調查規劃

路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

調查項目-交通資料調查



交通量

- ◆ 每 15 分鐘調查員就調查站或調查站錄影資料
- ◆ 按車輛流轉向與車種紀錄通過停止線之車輛數量
- ◆ 以調查表紀錄或以錄影方式進行交通量調查

路口交通量調查流程圖

確認調查範圍

確認調查點位及時間

調查進度安排

調查及督察人員招募訓練

開始調查

調查後資料處理

資料校核

資料輸出

車種比例

- ◆ 不同車種於空氣污染物的貢獻程度不一
- ◆ **大型車**：大型客車、大型貨車
- ◆ **機車**：二行程、四行程
- ◆ **汽車**：客車、貨車
- ◆ **電動車**

號誌時制

- ◆ 統計完整時制週期：秒數、時相 - 包含特定方向
- ◆ 尖峰與離峰時段之時相須分別加以記錄

道路幾何配置

- ◆ 道路分隔形式：實體、標線分隔
- ◆ 車道配置：慢車道、混合車道、公車專用車道
- ◆ 其他：路口槽化線、槽化島等設置

延滯時間

- ◆ 決定最佳號誌時制之依據且能評估路口服務水準
- ◆ 調查方法：現地調查、軟體推估



路口現地補充調查規劃



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

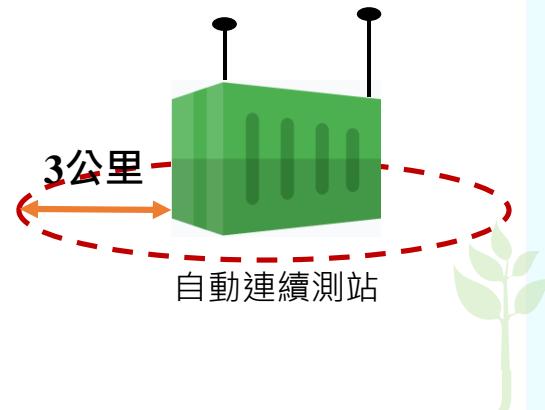
調查項目-環境資料調查



選用距離調查點位方圓 3公里區域內的連續測站資訊，做為該路口的環境背景值。

■ 環境資料

- 空污背景值：PM_{2.5}、CO
- 風速/風向：影響空氣污染物流向、散落方向
- 氣壓：影響空氣污染物的散布情形
- 溫度/濕度：影響空氣污染物擴散及沉降現象



■ 資料蒐集方式

取用環境部或地方環保局空氣品質連續測站資料
，包含一般測站及交通測站

■ 環境資料應用

應用於後續搭配空污擴散模式模擬設定參數



路口現地補充調查規劃



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

路口調查資料蒐集項目

路口調查資料處理應用

交通特性：

交通量、車種比例、號誌時制
、道路幾何配置、延滯時間

影響空污生成
之交通因素

環境特性：

空污背景值、風速、風向、
氣壓、溫度、濕度

影響空污擴散
之環境因素

空污特性：

空氣污染物濃度時序變化

路口交通之
空污總量及
空品變化趨勢

■ 路口環境特性敘述及初步
資料比對。

■ 彙整蒐集及調查資料，並
將數據分組、分類。

■ 搭配空污擴散模式應用，
分析路口交通特性對空污
之影響。



空污擴散模式應用規劃



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

路口調查資料搭配模式模擬應用

現實無法在同一路口進行號誌時制調整或幾何設施改動，可透過**模式模擬**方式，推估可行交通特性策略對路口交通空污濃度影響情形。



應用空污模式模擬路口交通管理策略情境



路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

模式選擇 - 微觀空污排放擴散模式 - GRAL

■ 適用都會區建築密集環境

- 可模擬PM_{2.5}於建築物密集區域下的空間分布狀況，呈現街谷效應、污染物垂直分布等微環境實際空污擴散 (李家欣, 2021)
- 解析度可達公尺等級，適用於亞洲都市且小範圍區域空污排放特性分析 (Ling, 2020)



■ 適用道路交通排放(短時距)解析

- 與傳統巨觀擴散模式相比，GRAL模擬與觀測數據具有更佳的一致趨勢。

■ 主要參數設定

- (空氣污染物) 排放量 → 運用交通調查之車種轉向車流量、車速、號誌時間搭配 TEDS 排放係數進行推估
- 氣象 → 運用環境調查之測站氣象資料、以及微環境監測數據進行設定
- 建築物體 → 運用內政部國土測繪中心圖資或 Google 地圖繪製



應用空污模式模擬路口交通管理策略情境



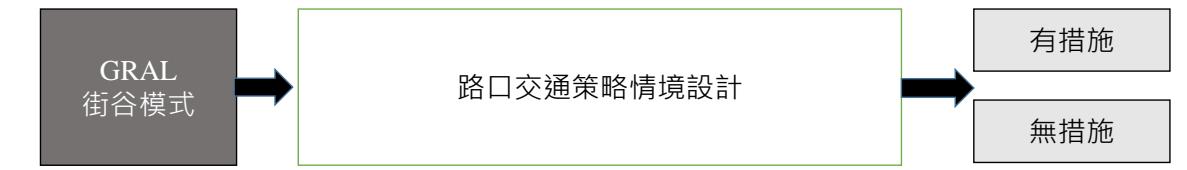
路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

空污擴散模式執行流程

模式性能評估 -- 每一路口獨立性能評估



模式模擬 -- 規劃可行管理策略，研析設計情境對路口空污影響情形



應用空污模式模擬路口交通管理策略情境

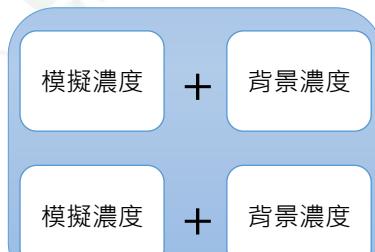


路口交通空污改善指引
路口交通策略規劃階段
強化空污改善評估方法

性能評估作業說明

粒狀污染物
 $PM_{2.5}$

氣狀污染物
CO



VS

VS

■ 排除離群值
 $> Q3 + 1.5 \text{IQR}$
 $< Q1 - 1.5 \text{IQR}$

觀測濃度

觀測濃度

相關係數 r

相關係數 r

模式模擬結果
性能評估規範^註

≥ 0.5

≥ 0.45

註：參考環境部訂定『模式模擬結果性能評估規範』，粒狀物(PM_{10} 、 $PM_{2.5}$) R 值為 0.5 以上，氣狀物(SO_2 、 NO_2) R 值為 0.45 以上。

- 運用空污調查之 $PM_{2.5}$ 、CO 實測數據與模擬推估值進行性能評估。
- 本計畫共調查 10 個路口，每個路口調查 4 天，以 1 個路口 1 天之相關係數為單位，需至少 2 天通過相關係數標準，為通過性能評估基準。
- 排除分鐘值離群值，觀測值樣本數仍達 90% 以上。



02

路口交通空污改善指引

- 導讀
- 路口交通特性對空污影響評估
- 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析
- 路口交通策略規劃階段強化空污改善評估方法
- 結語



結語



路口交通改善 附加效益

路口交通措施選用是以效率以及安全做為管理策略的優先考量，在此前提下，輔以本指引，強化評估策略推動對於環境面向的附加效益。

敏感點位優先

建議可以學校、醫院等敏感區域或是交通流量較大的路口如：捷運站、轉運站等做為優先示範地區。

路口特性調查 應以個案探討

相同路口交通特性，會因路口交通流量、車種組成、建物體規模、環境風場等條件差異，影響其對交通空污影響程度；本指引建議適用於具有相似交通、環境背景條件之路口。

滾動檢討 改善指引

期望路口交通改善之主管機關透過做中學的過程，累積空污減量經驗，後續依據實務經驗滾動檢討指引內容。



03

相關會議辦理

- 專家諮詢會規劃建議
- 成果分享會重點回饋
- 成果投稿學術研討會



專家諮詢規劃及討論重點



會議規劃

- 10/14 辦理第一場，主要依模擬設計方法、分析結果，以及**指引架構規劃**討論。
- 10/29 辦理第二場，主要依據路口交通及空污特性，並檢視**通案性路口交通空污之改善策略**討論。



討論重點整理

- 模擬結果的降低空氣污染物濃度效果，應有**統計檢定**的結果。
- 選定路口試辦時，應確認要實施路口規模的大小或是敏感點位，像是學校、交通量集中的區域。
- 空氣污染物的決策上，若結果有矛盾，可以將**PM_{2.5}作為主指標**，CO作為次指標，作為後續決策。
- 交通主管機關可照原先想改善的目的去做規劃，同時參考本改善指引，來作為**環境面向的附加效益**。



成果分享辦理與重點分享



相關會議辦理
辦理成果分享會議

成果分享討論重點與成果

- 同時考量交通安全與環境因素的情況下，仍應優先以**交通安全考量**。
- 利用少量數據搭配模式模擬，**推估策略施行對路口交通空污影響情形具相當可行性**。
- 指引有助於協助相關單位以**更多元角度進行策略推動評估**，以及跨單位間共同合作的機會。
- 建議可先掌握在統計上具有顯著差異的措施，再依差異程度進行策略建議判斷與說明。
- 國外透過**AI 運算**搭配**Google map**駕駛趨勢優化現有號誌時制，以最小化「紅燈時停等的車輛數」為目標，藉以節省車輛燃料並降低排放。

11/11 臺北場成果分享會



SimEnv Environmental Simulation

11/18 高雄場成果分享會



45



研究成果投稿

環工年會海報發表

項目

說明

投稿研討會

中華民國環境工程學會第三十六屆年會暨各專門學術研討會
空氣污染與氣候變遷研討會

研討會時間

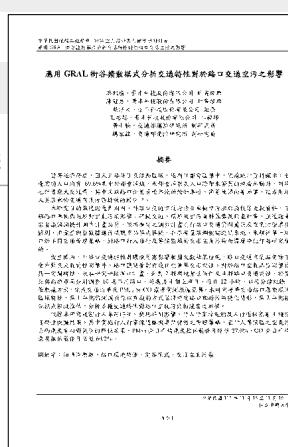
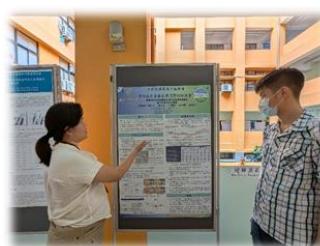
113年11月15日至11月16日

論文編號

AIR1130042

論文主題

應用 GRAL 街谷擴散模式分析
交通特性對於路口交通空污之影響



相關會議辦理
成果投稿學術研討會



中國大學

第36屆年會暨各專門學術研討會

應用 GRAL 街谷擴散模式分析交通特性對於

路口交通空污之影響

洪珮瑜¹、陳冠男²、蘇澤太³、王惠齡³、黃士鴻⁴、楊家錡⁴

¹ 中華民國環境工程學會
² 中華民國氣候變遷研究會
³ 環境工程系
⁴ 賽車技術分析有限公司

摘要：本研究應用GRAL街谷擴散模式分析交通特性對於路口交通空污之影響

1. 闡明人為活動對於空氣品質的影響，並提出改善建議；行人需

2. 計算各項參數並提出改善建議；周遭人為活動空氣品質的影

3. 研究提出此研究地點的空氣品質狀況，並提出改善建議；

4. 依循國際規範提出建議。

結果與討論

1. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。人物為主要PM_{2.5}來源，機動車為次要PM_{2.5}來源。

2. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.046mg/m³，如圖4所示。

3. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.044mg/m³。

4. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.042mg/m³。

5. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.041mg/m³。

6. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.040mg/m³。

7. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.039mg/m³。

8. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.038mg/m³。

9. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.037mg/m³。

10. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.036mg/m³。

11. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.035mg/m³。

12. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.034mg/m³。

13. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.033mg/m³。

14. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.032mg/m³。

15. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.031mg/m³。

16. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.030mg/m³。

17. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.029mg/m³。

18. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.028mg/m³。

19. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.027mg/m³。

20. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.026mg/m³。

21. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.025mg/m³。

22. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.024mg/m³。

23. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.023mg/m³。

24. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.022mg/m³。

25. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.021mg/m³。

26. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.020mg/m³。

27. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.019mg/m³。

28. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.018mg/m³。

29. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.017mg/m³。

30. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.016mg/m³。

31. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.015mg/m³。

32. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.014mg/m³。

33. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.013mg/m³。

34. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.012mg/m³。

35. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.011mg/m³。

36. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.010mg/m³。

37. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.009mg/m³。

38. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.008mg/m³。

39. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.007mg/m³。

40. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.006mg/m³。

41. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.005mg/m³。

42. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.004mg/m³。

43. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.003mg/m³。

44. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.002mg/m³。

45. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.001mg/m³。

46. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

47. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

48. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

49. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

50. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

51. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

52. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

53. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

54. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

55. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

56. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

57. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

58. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

59. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

60. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

61. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

62. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

63. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

64. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

65. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

66. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

67. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

68. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

69. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

70. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

71. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

72. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

73. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

74. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

75. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

76. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

77. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

78. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

79. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

80. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

81. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

82. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

83. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

84. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

85. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

86. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

87. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

88. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

89. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

90. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

91. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

92. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

93. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。

94. 人物：60.6%、機動車：29.3%、其他：0.1%。PM_{2.5}濃度為0.000mg/m³。



04

結論與建議



重要成果



透過現地調查掌握影響路口交通空污關鍵因素

- 建立路口交通、環境及空污資料蒐集或調查計畫，掌握路口交通空氣污染相關資料及排放情形。
- 路口交通空氣污染物濃度受多元因素影響：如交通流量、號誌時制、車輛停留時間及位置、環境氣象場及建築物群存在等。

應用空污模式評估路口及交通特性對路口空污濃度影響

- 人行道拓寬，在不同背景源（單一、複雜）及不同車種比例（一般、大型車比例高）皆具備空污濃度降低效益，可視為路口交通改善優先管理策略。
- 在降低路口交通 PM_{2.5} 濃度暴露下，行人專用時相在各背景源及不同車種比例路口，亦具備空污暴露下降效果。



結論



結論與建議

路口補充調查 重要性

就單一路口而言，同樣的路口交通特性或管理策略施行，會因路口環境特性、交通流量、車種比例組成、建物體規模、氣象風場等條件因子影響，對路口之環境空污影響也不完全相同。

善用輔助性 模式模擬工具

考量現實狀況無法在同一路口進行交通管理策略之改動，以少量實測數據，搭配微觀空污擴散模式進行多面向模擬，推估可行的交通特性策略對路口交通空污影響情形，作為不同管制措施間比較的依據。

提升路口交通改 善策略效益

以減少交通空污濃度作出發點，可提供路口環境改善研擬及規劃階段之量化結果，作為環境面向之附加效益。



建議



結論與建議

- 因應運具電動化政策，交通量統計建議後續應將電動車納入評估，以提升交通排放量推估解析度。
- 微環境氣象監測位置，建議調整離地面高度，避免因大型車輛經過造成氣象資料監測誤差。

模式模擬參數設定及 推估結果精進

建議相關交通管理策略規劃，可結合低碳交通區或空品維護區，提升路口與區域用路人交通安全性，並達到降低交通空污影響等多元效益。

導入淨零轉型措施 擴大改善效益

建議辦理相關座談或深度訪談，瞭解地區間交通特性差異及操作困難度，以強化通案性管理策略於地區運用之可行性，並滾動調整改善指引。

交通管理策略應用於 空污減量規劃交流



Thanks for your listening

SimEnvi 景丰科技股份有限公司
Environmental Simulation

附錄 4、通案性路口交通空污改善指引

第一章 導讀

1.1 前言

1.1.1 緣起及目的

過去我國的交通改善多著重於降低人車衝突、提升運輸效率和行人路權優先，尚未考慮到交通策略推動對於環境空氣品質之影響。而交通空氣污染物的排放，會隨著引擎溫度、車速、停等等行駛特性隨之變動，且考量在路口密集車流活動情形下，交通污染排放危害，不僅對於環境影響，包含駕駛人本身、非機動運具使用者等，皆須承受各車輛間的排放影響，且此類危害，尤其以路口停等狀況下最為嚴重。

為了保障用路人健康，近年來許多國家開始關注交通污染對人體的危害，根據世界衛生組織的國際癌症研究機構（International Agency for Research on Cancer, IARC），在 2013 年將戶外懸浮微粒（PM）列為一級致癌物質，認為當人體持續暴露在 PM_{2.5} 濃度超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之環境中，肺癌發生機率將會提高 15%。國內的研究也指出，居住在主幹道 50 公尺範圍內的居民，冠狀動脈硬化的發生機率將大幅提高，顯示特別在道路周邊之交通污染排放，對於國民呼吸系統健康有一定的影響力。

依據環境部提出的「空氣污染防治方案(113 年至 116 年)」核定版中，移動污染源的管制項目除持續推動車輛汰舊換新、運具電動化外，並以 2050 淨零共利減污觀點，提出優化大眾交通路線管理策略，引導私人運具之使用者減少或行為改變，預期再配合交通管制措施，可有效減少道路車流量，降低都會區空氣污染總量與交通擁塞問題，同時提升公共運輸；另外，交通部的 2020 年版「運輸政策白皮書—綠運輸」中，亦提出建構低碳、低污染的運輸環境和相關管理策略，而過往交通改善多以減少壅塞及提升效率或安全性為參考，並未考量相關管理策略推動，可同時達到交通空污減量效益，故本指引以降低交通空氣污染物濃度層面考量交通改善目的，

探討不同路口交通特性對於空氣品質之影響程度，在不影響交通改善架構下，規避交通空氣污染物的排放，降低國人交通空污暴露風險。

1.1.2 適用範疇

1. 以幹道接幹道及幹道接支道為主要對象

本指引主要依據國內幹道接幹道、幹道接支道等十字且雙向通道路口，作為規劃程序進行編擬，然其他路口型式之規畫仍可參用。

2. 主要適用於新建及改建之規劃作業階段

本指引適用於路口交通規劃系統新建及改建之規劃階段。

3. 指引部分內容具廣泛應用價值

本指引內容所引介之減少路口交通空氣污染物濃度方法，可廣泛應用於路口設計、施工及維護等各階段之交通改善工作。

1.1.3 適用對象

1. 路口交通系統管理者：路口交通管理機關決策者、承辦人員

協助路口交通系統管理者瞭解路口交通特性對空污影響，以利評估是否有環境面向的附加效益並投入路口友善環境改善工作。

2. 路口交通系統專案審查者：審查委員、審查作業人員

協助路口交通系統專案審查者瞭解如何提升環境面向的附加效益，加速路口交通低碳、低污染推動工作。

3. 路口交通系統實務規劃者：專業顧問公司從業人員

協助路口交通系統實務規劃者瞭解路口交通特性對空污影響，提供通案性路口交通空污改善策略建議。

4. 其他利害關係人：與路口交通系統利害相關之環境機保護關人員

協助其他路口交通系統利害關係人瞭解交通管理策略與空氣污染物濃度減量成效，促使跨部門間的合作。

1.1.4 路口改善範圍定義

本指引為不考慮道路號誌連鎖系統下，主要以單一交叉路口四周 150 公尺範圍內為改善區，比對行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、車道寬限縮等路口交通特性，其管理措施對於路口交通空氣污染物濃度變化差異。

1.1.5 路口背景特性影響

1. 路口環境特性的差異

就當前臺灣產業結構發展趨勢，臺灣北部環境背景以交通源影響為主；南部除了交通源之外，同時受重工廠（點源）的影響較為明顯。依據環境部定期公布的臺灣空氣污染排放清冊 TEDS 12 版統計結果，如表 1.1.5-1 所示，高雄市點源排放量統計為臺灣行政區劃相對最高，PSNV 排放量佔全臺灣 20.6%，約為臺北市及新北市的 38 倍及 5 倍。

本指引就主要以交通源影響為主的行政區域設定為單一背景源，有含括交通源及工廠源影響的行政區域設定為複雜背景源，提供兩種環境背景特性下可行的路口交通管理策略建議。

表 1.1.5-1 臺灣空氣污染排放清冊受列管點源排放量

臺灣行政區劃	臺灣空氣污染排放清冊受列管之點源排放量（公噸/年）					
	PM _{2.5}	SO _X	NO _X	VOC	PSNV 加總	PSNV 全台佔比
宜蘭縣	526.05	449.22	4,501.94	687.20	6,164.41	2.64%
花蓮縣	969.37	4,305.87	12,632.60	181.49	18,089.33	7.76%
金門縣	56.47	319.58	3,062.25	367.34	3,805.64	1.63%
南投縣	219.87	56.63	182.57	1,601.25	2,060.32	0.88%
屏東縣	265.59	164.15	652.52	1,026.05	2,108.31	0.90%
苗栗縣	653.76	1,124.54	4,916.81	4,175.36	10,870.47	4.66%
桃園市	936.58	3,450.42	9,755.69	18,079.00	32,221.68	13.82%
高雄市	2,179.11	11,727.53	23,459.25	10,646.71	48,012.60	20.60%
基隆市	44.89	3,499.49	2,517.90	287.68	6,349.95	2.72%
連江縣	21.93	20.70	846.91	0.11	889.65	0.38%
雲林縣	509.05	5,120.30	13,678.78	3,877.71	23,185.83	9.95%
新北市	220.76	1,283.90	3,733.95	3,745.72	8,984.32	3.85%
新竹市	68.33	301.37	955.58	687.49	2,012.76	0.86%
新竹縣	178.32	532.76	1,403.23	5,921.00	8,035.30	3.45%
嘉義市	4.83	6.74	81.63	106.21	199.41	0.09%
嘉義縣	148.31	374.29	1,539.97	2,820.65	4,883.22	2.10%
彰化縣	218.82	740.20	2,180.08	3,068.42	6,207.51	2.66%
臺中市	1,063.22	10,132.24	13,950.80	8,395.83	33,542.10	14.39%
臺北市	40.15	89.26	1,000.18	132.00	1,261.59	0.54%
臺東縣	91.22	120.46	445.73	18.03	675.44	0.29%
臺南市	372.57	1,066.71	3,544.94	6,443.52	11,427.74	4.90%
澎湖縣	51.95	552.08	1,448.91	35.97	2,088.91	0.90%

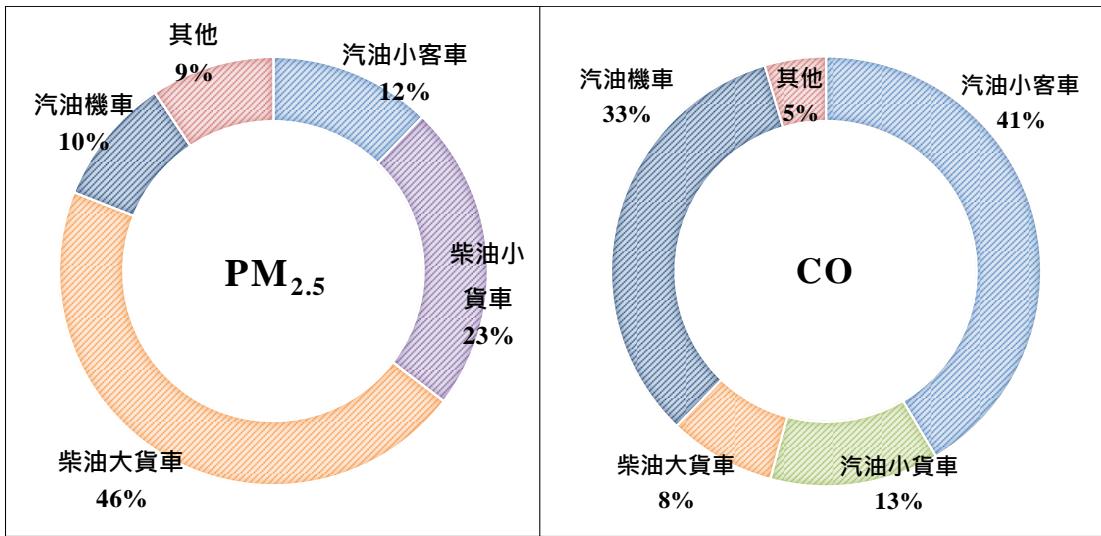
資料來源：TEDS 12 版，環境部

2. 路口車種組成的差異

由於大客（貨）車與汽油機車及小客車所排放的主要空氣污染物不同，依據環境部定期公布的臺灣空氣污染排放清冊 TEDS 12 版統計結果，如圖 1.1.5-1 發現，大客（貨）車在 PM_{2.5} 排放佔比約達 46%，汽油機車及小客車在 PM_{2.5} 排放佔比約達 22%；大客（貨）車在 CO 排放佔比僅約 8%，汽油機車及小客車在 PM_{2.5} 排放佔比高達約 74%，故本指引會進行一般路口及大型車比例較高路口進行分析，以提供兩種路口車種比例特性下可行的路口交通管理策略建議。

其中大型車比例較高的路口又可分為大客車、大貨車兩車種類別，大客車部分可以客運行駛規劃路線，以及進出客運轉運站之路口進行

設定；大貨車部分可以進出工業區、港區等重要路口進行設定。



資料來源：TEDS 12 版，環境部

圖 1.1.5-1 國內不同車種排放 PM_{2.5} 及 CO 佔比

1.2 法律位階

本指引位階為行政指導，功能為輔導及建議相關規範間如何運用，依行政程序法第 165 條，行政指導謂行政機關在其職權或所掌事務範圍內，為實現一定之行政目的，以輔導、協助、勸告、建議或其他不具法律上強制力之方法，促請特定人為一定作為或不作為之行為。

1.3 路口交通空污改善作業流程

路口交通空污改善作業流程可分為快速診斷、縝密評估等 2 種作業方針，相關作業程序請參見圖 1.2-1 及圖 1.2-2，詳以下各作業方針之說明。

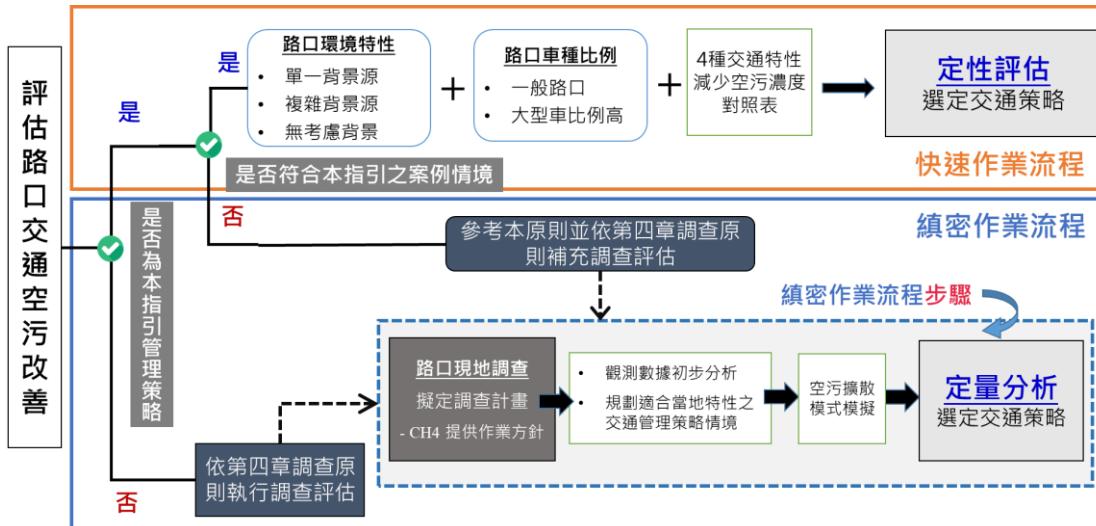


圖 1.3-1 路口交通空污改善作業流程

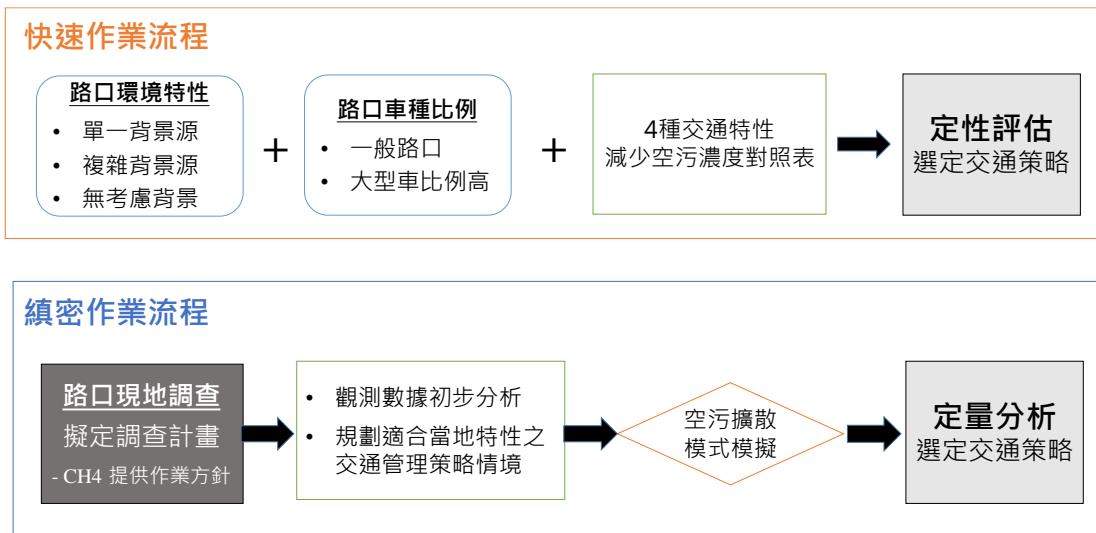


圖 1.3-2 路口交通空污改善作業指南

1. 快速診斷作業

本指引第三章針對分別探討 2 種地區背景源及 2 種路口車種比例之條件，在 4 種交通特性策略投入後對路口交通空污的影響，進行定量及定性分析，可以直接比對規劃對象的環境特性、車種比例、鄰近建築物高度等項目，其所列條件皆與本指引提供之路口調查案例相符，係可以直接參採所彙整之通案性路口交通管理策略建議，以減少機關操作之困難度，同時也為路口交通空污改善附加環境面向的效益。

2. 總密評估作業

由於本指引提供的通案性改善策略建議以個案為主，可能尚缺乏精確性，建議在有經費的條件下，進行計畫路口交通改善前後濃度的定量分析。此作業程序的評估方法，可參考第四章所提供之現地調查及模式應用原則，對計畫路口環境特性進行分析、現地踏勘與調查、路口管理策略規劃後，接著透過模式模擬運算各替選方案對空氣污染物濃度減量評估，以提出最佳交通管理策略。

1.4 名詞釋義

1. 臺灣空氣污染排放量清冊（Taiwan Emission Data System）：係指環境部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（目前臺灣最新版本之 TEDS 為 12 版）。
2. PSNV：即空氣污染物 $PM_{2.5} + SO_X + NO_X + VOC$ 加總排放量，以清冊所包含重要污染物種 $PM_{2.5}$ 、 SO_X 、 NO_X 、 VOC 加總排放量進行分析。
3. 時制：號誌的週期、時相、時差與各時段長短的設計規定。
4. 時相：為指示不同方向之行或止，將週期分為幾個部分，每一部分皆為一時相，每一時相被指派給一車流組合，而該車流組合在此時相中具有路權而得以通過交叉路口。
5. 行人專用時相：為車行全紅燈，人行全綠燈之時相，此時相之設計是為了保護行人通過路口時，不會因車輛運行而影響安全性，因而設立行人專用時相，將車流與人流完全分開，當行人綠燈時，路口車輛皆處於停止階段，完全保障行人安全。
6. 延滯：當車流在路段上行駛時，被某種因素，如車流間的干擾即交通管制設施等影響或阻滯，以致使行駛時間發生阻延或失誤。停等延滯是指車輛在交叉路口前因停等而產生的延滯。

7. 行人穿越道線退縮：增加行人穿越道線與路口間的距離，使行人步行空間不被轉彎車輛壓迫，同時降低轉彎車輛視野死角，以路口幾何配置方式增加行人通過路口之安全性，經常會搭配行人庇護島與安全島一同設立，確保行人友善環境之建立。
8. 多環芳香烴碳氫化合物（Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs）：是一種有機化合物，常見於油脂、煙燻、燒烤及加熱食品中。當煤炭、燃油或其他有機物質（如：菸草或肉）燃燒不完全時就會形成。多環芳烴主要是由有機材料如木材、油、動物油脂等的不完全燃燒過程所形成。多環芳烴難溶於水，難以揮發，不易降解，亦會吸附在如汽車尾氣，煤炭和石油燃燒所產煙氣中的有機顆粒物上。被國際癌症研究機構（International Agency for Research on Cancer, IARC）致癌分類-Group 1：人類確定致癌因子苯(a)駢芘。長期吸入或接觸 PAHs 的人，罹癌的風險顯著增加。
9. 風場（Wind Field）：是一種描述風速和風向分布的概念。它通常用於氣象學、海洋學、環境科學等領域，以研究風的流動特性和其對其他物理過程（如氣候變化、海洋流動、空氣污染傳播等）的影響，風場的研究和模擬對於理解和預測天氣、氣候和環境變化等問題具有重要意義。
10. 太陽輻射量：可應用在災害、模式模擬、能源管理、農業與公衛等領域或產業上，同時也是瞭解臺灣氣候趨勢之重要參數之一。由於氣象測站之觀測資料常因歷史資料缺失或受限於空間分布不均等因素，無法提供較具代表性的高空間解析度面化資料，故利用具備廣域範圍及長時間連續觀測特性的地球同步衛星資料來估算地表太陽輻射，製作出高時空解析度的網格化日射量產品，建立臺灣區域長期的日射量資料庫，增加臺灣氣候資訊的完整度。
11. 街谷：來自於氣象學術語，指的是城市中由於建築物排列形成的狹長的空間，這些空間像山谷一樣，兩側是建築物，中間是街道。這種現象在大都市或高樓大廈密集的地區特別明顯。在空氣品質模擬模型中，街谷效應是一個需要考慮的重要因素。例如，在網格模型中，可能需要將街谷作為一個單獨的"網格"來處理，並且需要考慮

街谷內的風速、溫度和污染物濃度等因素。

12. 性能評估：為空氣品質擴散模式的驗證方式，可透過定量方式進行，並有 3 種定量指標，相關係數 (Correlation coefficient, r)、配對值分數偏差 (Mean Fractional Bias, MFB, %) 和配對值絕對分數誤差 (Mean Fractional Error, MFE, %)。
13. 怠速：為車輛因交通管制、道路壅塞或交通事故等致停車之狀態。
14. 加減速：為車輛在通過路口時，因轉向等因素進行加速或減速的狀態。
15. 指引：在指定範疇和目的下之規範，一般要求有關的使用者遵守，有時候也具備說明性，例如說明事情進行的程序、說明團體成員的權利和義務，或解釋某種措施和政策。

1.5 指引結構說明

本指引第一章為路口交通改善附加環境面向考量效益說明、第二章為路口交通特性對空污影響、第三章以 4 種交通特性及不同車種比例以個案之方式，說明對空氣污染物濃度之影響，並提出通案性路口交通空污改善策略建議、第四章說明掌握路口交通空污排放的資料調查原則，以及空污模式模擬的應用原則、第五章為結語。

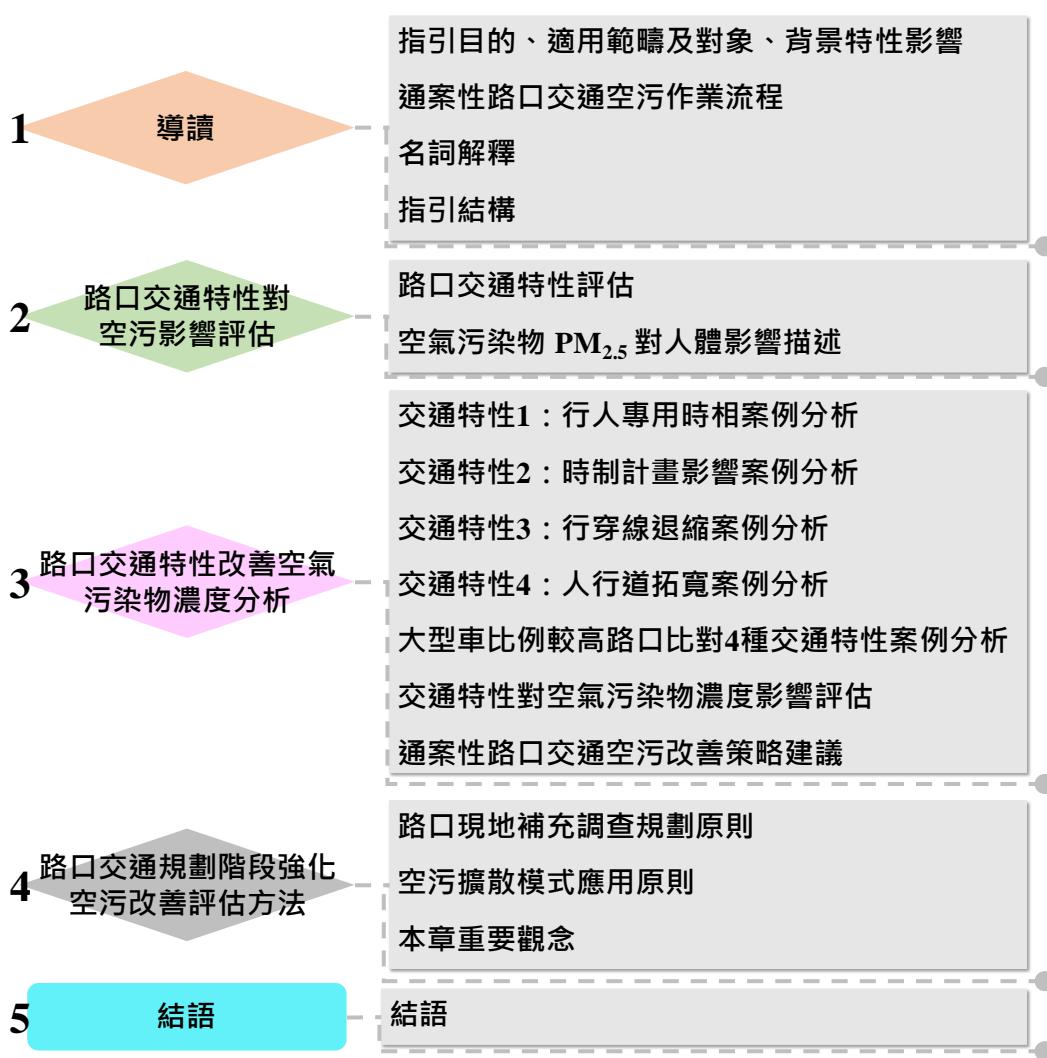


圖 1.5-1 路口交通空污改善指引章節架構

第二章 路口交通特性對空污影響評估

隨著近年來用路人安全議題受到重視，交通部已對路口交通環境進行一系列規劃與改革，建立用路人友善路口環境，並希望在兼顧行人交通安全下，也能減少路口車輛空氣污染對用路人的危害。爰此，本指引參考國內、外對行駛車速、路口號誌和路口幾何配置等，對路口空氣品質影響具一定關聯性之研究，以及交通部運輸研究所 113 年「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2) - 資料分析與指引研訂」研究成果，選擇以下 3 種與用路人友善環境有關之交通特性，可分為與路口時制變化有關之特性，包含行人專用時相等，以及與路口幾何配置與規劃有關之特性，包含行人穿越道線退縮、人行道拓寬等，針對用路人在路口區域活動時，是否會因為有無路口時制管理或路口幾何配置與規劃之因素，影響其接觸到路口交通空氣污染物濃度的差異。

良好的時制計畫是提升路口號誌效率的重要環節，其不但可減少車輛的停等次數與延誤時間，間接也可減少空氣污染物的累積與增進路口運行的安全，依據美國時制計畫重建之經驗，加州在 1970 年代、德州在 1980 年代、佛羅里達州在 1990 年代，皆已成功推行交通號誌時制重整計畫，經評估約減少 20% 的旅行時間、15% 的停等以及 12%~18% 的油耗，顯示紓解道路壅塞之方法中，時制重整可提供最大之投資報酬，並證明有顯著改善結果。爰此，本指引亦將時制計畫之管理措施納入空污改善中，探討號誌時制秒數之微幅增減，是否會影響行人等候區受到空污暴露之影響。

綜上所述，本指引版本將優先針對上述 4 種路口交通特性，以行人等候區範圍為主要考量因素，建立可行的管理策略情境假設，探討對應之交通特性對空氣污染物濃度之影響。

2.1 路口交通特性對空氣污染影響相關研究情形

在交通路口空氣品質方面，除了季節及天氣會影響空氣品質特性外，部分研究資料已提出行駛車速、路口號誌和路口幾何配置，對於路口的空氣品質影響具一定關聯性。

針對號誌相關研究部分，研究中發現，有號誌的道路交叉口周邊空氣

污染濃度，通常高於無號誌道路，主要是受到車輛因駕駛模式影響，包含減速、塞車排隊及加速等駕駛模式，而若在交叉口附近有較長停留時間，將會產生大量空氣污染 (Tippichai 等, 2005)；其他研究也發現，交叉路口週邊環境空氣顆粒物的變化受交通號誌周期支配，會產生週期性變化，在綠燈期間，顆粒物的濃度會增加到最高峰，紅燈期間則為維持相對穩定的水平濃度，然而，這種穩定濃度易使行人走過或穿越斑馬線時，暴露於該環境下的粒狀污染物中 (Lu and He, 2012)；此外，在 Hong-di H 及 H. Oliver Gao (2020) 的研究中指出，受到路口車輛頻繁煞停影響，在燈號轉變時，路口 PM_{2.5} 濃度會有上升的現象；另外，2013 年的 Slavin 和 Figliozi，透過交通號誌控制影響車輛的停頓次數和延遲時間，與車輛污染排放量呈現高度關聯性，進而影響人行道上的空氣污染暴露濃度。

在車速影響相關研究部分則發現，車輛活動與排放在交叉路口附近的車輛排放受到每秒排放率的變化性影響，尤其是與加速相關的排放。(Ritner M 等, 2013)。此外，車輛頻繁的剎車減速也會增加環境 PM_{2.5} 的濃度 (Rapuruchukwu 等, 2023)。

在路口幾何配置交通特性影響部分，在交通飽和下，交叉路口的幾何設計對排放量有顯著影響 (Ammar Šarić 等, 2023)；其他研究則透過模擬路邊環境中，因車輛排放而上升的汙染濃度分布，量化不同距離範圍內居民的健康損失 (葉輔根, 2018)；相關的研究成果還顯示，除了交通流量，道路設計也對 PM_{2.5} 濃度分布有顯著影響，包含路寬和建築高度等 (龍世俊, 2023)；另外，有研究針對公車專用道的粒狀多環芳香烴碳氫化合物濃度進行調查發現，污染物濃度以公車專用道區 > 路邊公車站區 > 一般環境，且工作日高於假日，冬季高於夏季，其中又以公車流量尖峰時，易出現高濃度之粒狀多環芳香烴碳氫化合物 (陳建任, 2008)，顯示路口交通幾何配置亦為行人暴露於交通空污的關鍵之一。

關於前述盤點之相關文獻內容，詳細資訊彙整如下表 2.1-1。

表 2.1-1 路口交通特性對空氣污染影響相關研究彙整

交通特性	文獻名稱	內容
交通號誌 控制	Impact of Traffic Signal Timing on Sidewalk-Level Particulate Matter Concentrations (2013)	1. 說明關於交通號誌時間參數，每增加一秒的綠燈時間，PM _{2.5} 就會減少 0.17%。 2. 改變交通號誌時間和改善城市交通運營的效率，可以影響人行道上的細顆粒物濃度，進而影響行人的健康。
	Effects of traffic signal coordination on noise and air pollutant emissions (2012)	說明交通號誌的配時對於減少車輛空氣污染物排放具有有效且積極的作用，證實了協調交叉路口作為能有效減少排放。
	Urban aerosol particulates on Hong Kong roadsides size distribution and concentration levels with time (2012)	於交叉路口點進行了實驗，結果表明，交叉口路邊顆粒物的變化會受到交通號誌周期影響，產生週期性的變化。
	Particulate matter exposure at a densely populated urban traffic intersection and crosswalk (2020)	1. 綠燈轉換為紅燈時，路口 PM _{2.5} 濃度上升。 2. 行人在號誌燈亮後 0 到 10 秒內出發，所受到污染暴露的濃度，高於在號誌燈亮後 15 到 30 秒內出發。
車速控制	Short-Term Trend Forecast of Different Traffic Pollutants in Minnesota Based on Spot Velocity Conversion (2018)	當平均速度於 40~60 公里/小時時，交通流量的平均污染物排放量濃度保持在最低值。
	Accounting for acceleration and deceleration emissions in intersection dispersion modeling using MOVES and CAL3QHC (2013)	結果表示，車輛在加速時的一氧化碳排放的因素濃度通常高於駕駛時的排放濃度，而在減速時的排放濃度則較低。
	Prediction of CO concentrations from road traffic at signalized intersections using CAL3QHC model the Khon Kaen case study (2005)	通常路口交叉處車輛停留時間較長，因此污染物濃度較高，在駕駛模式（即減速、塞車排隊和加速）中會產生大量的污染物，因此，道路交叉口的空氣污染尤為重要。

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(1/2)-調查計畫與資料蒐集，交通部運輸研究所。

表 2.1-1 路口交通特性對空氣污染影響相關研究彙整（續 2）

交通特性	文獻名稱	內容
路道幾何 配置	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）	<ol style="list-style-type: none"> 大氣含有 16 種粒狀 PAHs 濃度，以公車專用道 > 路邊公車站 > 一般環境，且工作日 > 假日；指標性物種 BaP 平均濃度在公車專用道 1.04 ng/m^3，路邊公車站為 0.25 ng/m^3，一般環境為 0.13 ng/m^3。 公車流量尖峰時易出現高濃度之粒狀 PAHs 與公車流量有很大關係，且大部份集中在較高分子量之致癌性 PAHs 物種。
	路邊環境空氣污染物與車輛排放相關性分析及健康損失評估（2018）	探討路邊環境空氣污染物濃度與車輛排放量的關係。模擬路邊環境會因車輛排放而上升的濃度分布，並依距離不同，量化周遭居民的健康損失。
	The Role of Intersection Geometry in Urban Air Pollution Management(2023)	<ol style="list-style-type: none"> 於交通飽和的條件下，號誌化路口引起的排放量比雙車道和渦流環交叉口低高達 50%，幾何變化的影響比零排放車輛比例的影響更為顯著。 於交通非飽和條件下，不同路口的排放差異微不足道，使用零排放車輛減少較多污染。
	Three-dimensional spatial inhomogeneity of traffic-generated urban PM _{2.5} in street canyons.(2023)	分析不同交通流量和道路設計對 PM _{2.5} 濃度分布的影響。結果顯示，於交通尖峰期間會導致道路兩側和上方的 PM _{2.5} 濃度顯著增加，而街道峽谷設計，如路寬、建築物高度等，也對 PM _{2.5} 分布產生重要影響。

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(1/2)-調查計畫與資料蒐集，交通部運輸研究所。

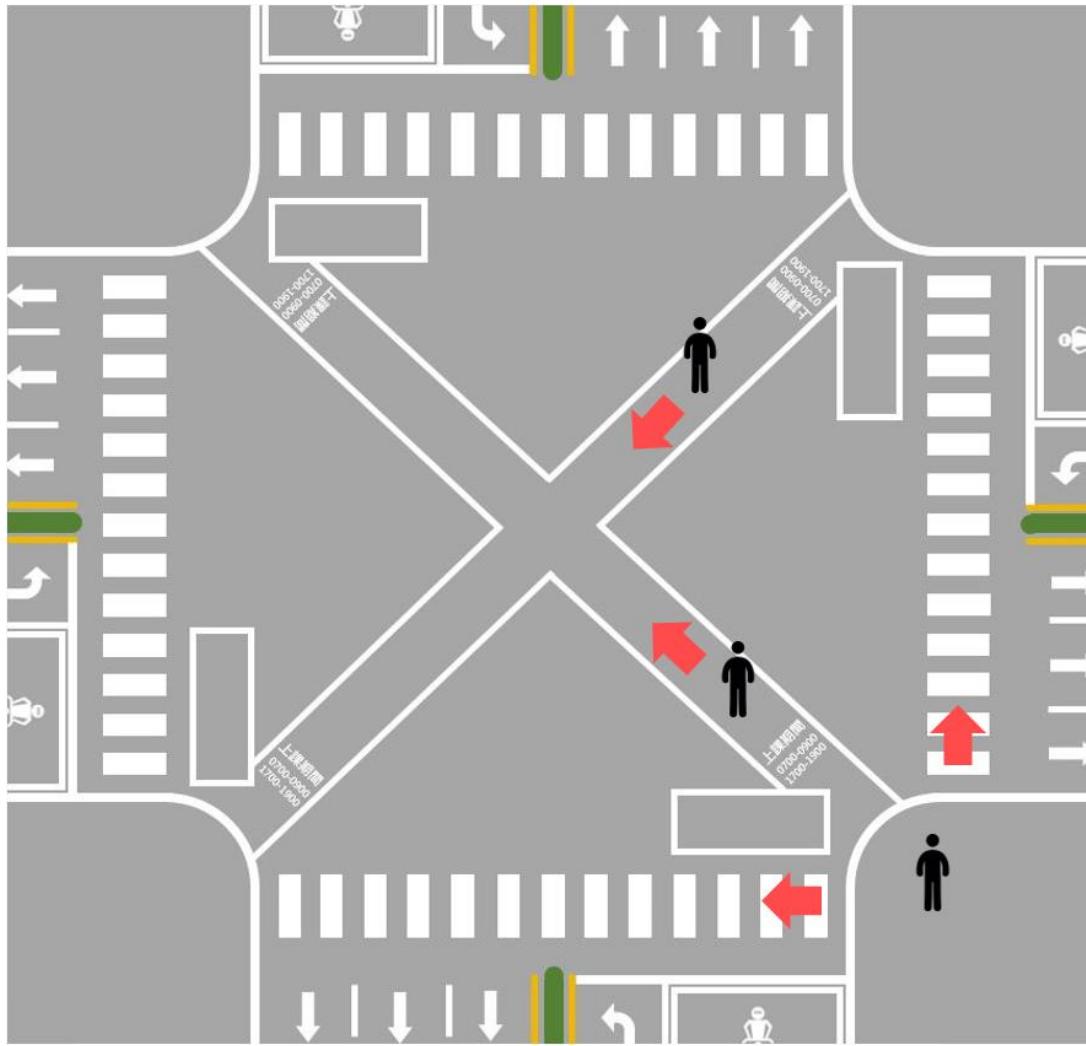
2.2 路口交通特性評估

本指引對路口交通管理策略的選擇，首先蒐集國內外針對路口特性對交通空污影響的研究，並參考國內路口交通改善常用的管理措施，主要是針對運輸順暢或是減少人車衝突等管理議題，本小節將當前議題分為兩個部分進行探討，分別為號誌時制變化的影響以及幾何設施配置的設計考量，路口交通特性評估過程中，同時諮詢交通及環境專家學者適用與空污有關的路口管理策略項目，本指引版本優先挑選針對路口時制變化有關之特性，包含行人專用時相與時制計畫微調整等，以及與路口幾何配置有關之特性，包含行人穿越道線退縮、人行道拓寬等，並於第三章的定性及定量分析都環繞在這4種路口交通特性進行說明。

2.2.1 行人專用時相

為了保護行人通過路口時，不會因車輛運行而影響想要穿越道路者的安全性，因而設立行人專用時相交通策略，目的是將車流與人流完全分開，當行人全綠燈的時候，預備要通行路口的車輛皆必須處於停止階段，完全保障行人、騎單車者安全。路口號誌在行人全綠燈時段，所有方向的車輛係處於完全停等的狀態，預期會降低該區域整體交通流暢度，為此相關單位會依照每個路口的交通量、行人需求，例如附近區域有無學校、醫院、花市、菜市場、觀光景點等人口密集區域，在不影響路口服務品質之情境下，制定每個路口適用之行人專用時相。

依據行人專用時相之交通特性，如圖2.2.1-1所示，當行人全綠燈時，路口區域無任何方向的車輛通行，可能使行人在通過至路口中央區域之空氣污染物濃度降低；另一方面，由於路口時相數目隨著行人專用時相之增加，時相輪轉一次之時間也增加，導致行人停留於等候區域時間增加，可能使在行人等候區域之民眾及店家暴露於空氣污染濃度的上升影響。



資料來源：本指引繪製。

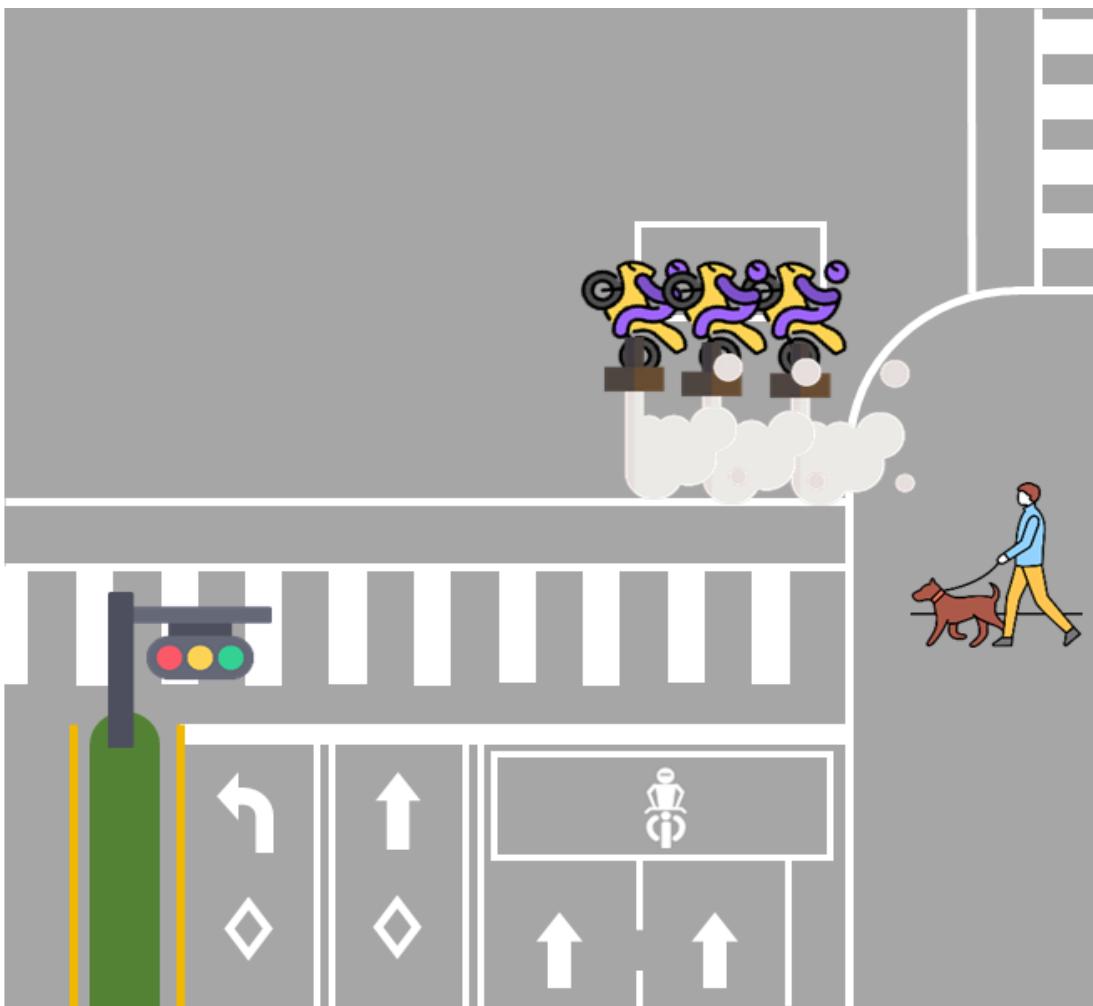
圖 2.2.1-1 行人專用時相路口示意圖

2.2.2 號誌時制影響

從 Domínguez et al., (2005) 的研究指出，透過改善路口的交通號誌，減少車輛在路口急速停等的時間，可以有效的降低該路口的空氣污染程度，其中的研究成果發現當一個路口壅塞的話，改善路口交通號誌可以讓 CO 排放量減少 1.2%；另 Slavin et al., (2013) 說明關於交通號誌時間參數，研究中提到每增加 1 秒的綠燈時間，PM_{2.5} 就可減少 0.17%。

本指引在不考慮交通號誌連鎖設置原則，就單一路口考量時制週期秒數的設定，是會影響車輛停等的時間長度。舉例來說，如圖 2.2.2-1 所示，若行車方向的綠燈秒數變長，則行人、單車騎士、機車騎士等候紅燈的時

間會同時變長，從而使用路人受路口交通空氣污染物濃度的影響增大。



資料來源：本指引繪製。

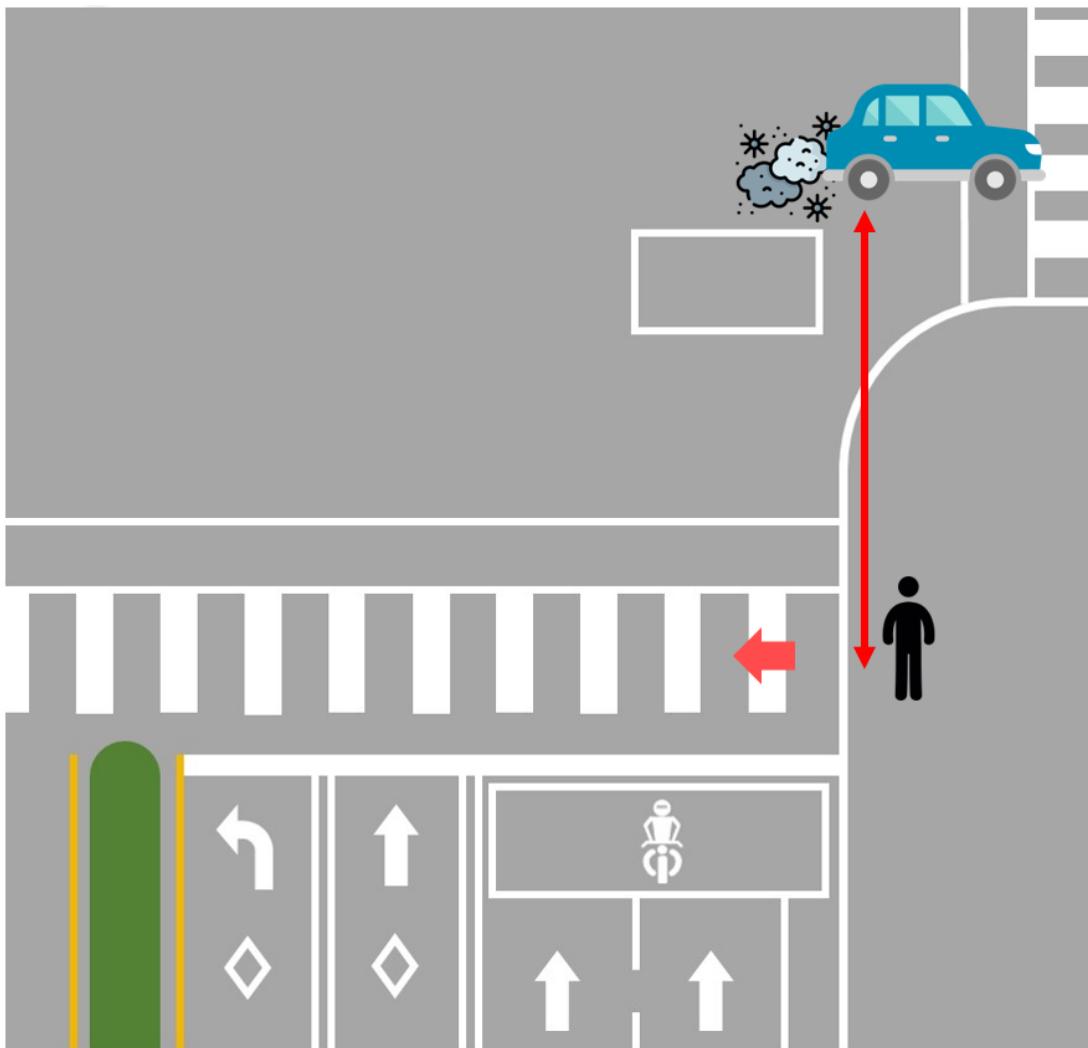
圖 2.2.2-1 時制計畫影響示意圖

2.2.3 行人行穿線退縮

為了降低車輛於路口轉彎時，駕駛受車體結構的 A 柱死角可能碰撞到在行穿線上行人之事故率，因而進行行人穿越道線退離機車待轉格 6 公尺或 10 公尺之設計。增加行人穿越道線與路口間的距離，使行人步行空間不被轉彎車輛壓迫，同時降低轉彎車輛視野死角，以路口幾何配置方式增加行人通過路口之安全性，行穿線退縮交通特性常會搭配行人庇護島與安全島一同設立，確保路口行人友善環境的建立。

依據行人穿越道線退縮之交通特性，由圖 2.2.3-1 可知行人穿越道線與路口（機車待轉格）距離增加，能減少行人行走於行人穿越道線時，受到

路口直行車輛與待轉區域機車空污影響，可能使行人通過路口之空氣污染物濃度降低。



資料來源：本指引繪製。

圖 2.2.3-1 行人穿越道線退縮路口示意圖

2.2.4 人行道拓寬

人行道拓寬的概念是建立在車道寬度縮減後，其縮減部分做為人行道使用的想法上，車道變窄，除了汽機車容量降低，車速也會跟著變慢。研究數據顯示，當車道寬變動 1%，速率變動 0.296%。也就是說，一條寬 3 公尺、平均時速為 50 公里的車道，寬度減少 1 公尺，時速下降至 45.2 公里。因為較寬的車道，讓汽機車駕駛人有機會變換車道、超車或是鑽行。如果 2 輛車分別開在 3 公尺和 4 公尺的外車道，同時出發後並且持續觀察

15 分鐘，在不考量交通號誌以及壅塞時段下，2 車最終前後距離可能會相差 1.2 公里，故車道寬度縮減對於行車安全應有所助益。

有關車道寬度縮減對於車流效率的影響，根據國土管理署（原營建署）的市區道路車道配置及車道寬度對交通安全與車流效率之影響評估案所述，分析車道寬調整對延滯時間之影響，以車道寬 3 公尺為基準，如該路段車道寬超過 3 公尺，則進行車道寬縮減，並假設路段長度為 100 公尺，分別探討外車道及內車道之影響。以此情境為例，假設某一路段 100 公尺 3 車道之道路，原外車道寬為 4 公尺，內車道 3.5 公尺，平均流量為 600 PCU/hr，均調整為至 3 公尺，由結果發現，如表 2.2.4-1 所示，雖然車道寬變動會影響道路容量，但其延滯時間僅為 0.36 及 0.61 秒，顯示車道寬變動對延滯時間影響很小。

表 2.2.4-1 車道寬變動對延滯時間及速率影響之範例

車道位置	原車道寬	調整後車道寬	變動前容量	變動後容量	延滯時間	速率減少
單位	m	m	PCU/hr/lane	PCU/hr/lane	sec/veh	kph
內車道	3.5	3	1,245.76	1,085.4	0.36	2.59
外車道	4	3	1,557.16	1,157.2	0.61	5.18

資料來源：內政部國土管理署（原營建署），市區道路車道配置及車道寬度對交通安全與車流效率之影響評估案，107 年。

人行道拓寬是建立在車道寬度縮減下產生的議題，其與路口空污的關聯性在於可藉由在不明顯影響行車效率下限縮車道寬度，提升行人等候環境，增加車流與行人間距離，降低行人與路口行駛車輛、待轉機車近距離接觸可能性。

2.3 空氣污染物對人體影響描述

空氣中細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 的污染一直是我國民眾關心的重要議題，汽（機）車、柴油車的排放特徵中，如車輛燃料燃燒、剎車磨損、輪胎磨耗皆是 PM_{2.5} 的主要來源之一。另根據環境部的數據，一氧化碳 (CO) 主要產生於車輛中的燃料不完全燃燒，特別是在低速、怠速和啟動頻繁的情況下會排放較高的一氧化碳 (CO)，城市中 95% 的 CO 排放量可能來自機動車輛廢氣。因此，本指引版本選擇細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 及一氧化碳 (CO) 作為空氣污染物指標。

美國著名的六城市研究（Six City Study）率先對微粒對健康的長期影響進行追蹤，研究結果顯示環境中 $PM_{2.5}$ 濃度與心肺疾病死亡率呈線性相關。研究發現， $PM_{2.5}$ 濃度越高，心肺疾病死亡率越高。例如， $PM_{2.5}$ 平均濃度為 $29.6\mu g/m^3$ 的城市居民，其心肺疾病死亡率為 $PM_{2.5}$ 濃度較低 ($11\mu g/m^3$) 的城市居民的 1.26 倍。我國中央研究院環境變遷研究中心也有相關研究，成果顯示民眾在通勤所接觸到空氣中的懸浮微粒（PM）及一氧化碳（CO），確實會對心肺功能有所影響，環境中的 $PM_{2.5}$ 濃度每增加 $1\mu g/m^3$ ，引起呼吸道疾病的比率會增加 1.316 倍；暴露於高濃度的一氧化碳（CO）及二氧化氮（NO₂）環境下，會增加眼底黃斑部病變之機率。

路口通行車輛所排放的 $PM_{2.5}$ 和 CO 會經由鼻、咽和喉進入人體，可穿透肺泡直接進入血管隨著血液循環全身。不僅如此， $PM_{2.5}$ 本身表面附著的無機（如金屬、硫酸鹽）與有機（多環芳香烴碳氫化合物等）污染物，更會增加其毒性，對健康產生衝擊，其中有部分多環芳香烴碳氫化合物（polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs），如 BaP，已確認具有致癌性之健康風險。故第三章針對 10 處路口空污濃度分析及交通管理策略降低空氣污染物濃度建議決策上，係以 $PM_{2.5}$ 為考量指標物。

第三章 路口交通特性改善空氣污染物濃度分析

本章以行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、人行道拓寬等交通特性改善之路口案例，除前述交通措施的探討議題，由於大客車集中的轉運站、公車站為常見之路口環境型態，且大型車造成的交通空氣污染不容小覷，同時再針對大客車占比高之路口案例，進行前述 4 項交通措施影響的比較分析。所有案例會先說明背景介紹，後彙整有、無管理措施下的空氣污染物濃度增減量情形。

延續第二章內容，接續提出路口選址原則、各項交通項目與環境背景值，以及路口交通空污資料，並配合透過實地調查方式，提出本指引規劃的補充調查路口選取及其對應之交通特性。後續將依據實地調查之交通及空品資料，進行數據蒐集及分析，並應用既有的車輛空污排放擴散模式，評估各路口特性與交通空污變化的關聯性，進一步提出通案性的路口交通環境特性改善策略。

3.1 交通特性 1 - 行人專用時相

3.1.1 案例一 - 臺北市南港區昆陽街與忠孝東路路口

1. 背景說明：

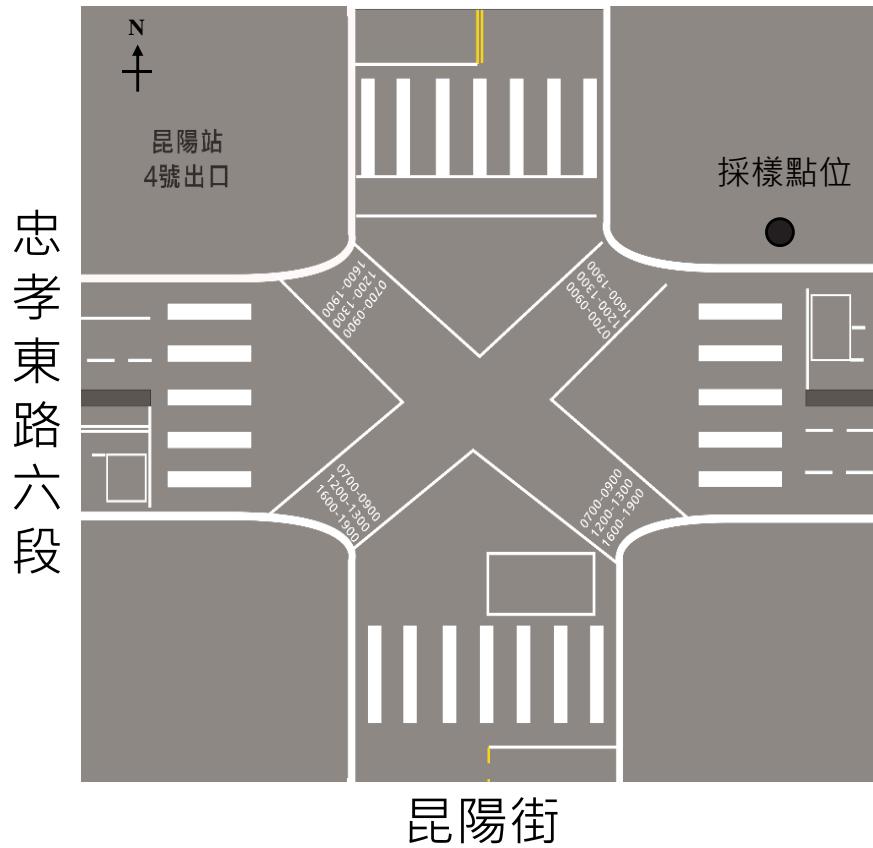
(1) 路口幾何

忠孝東路段為雙向各 3 車道，單向路寬約 15 公尺，昆陽街則為雙向各 1 車道，單向路寬為 5 公尺，此路口為有行人專用時相號誌之路口，幾何配置包含對角線行人穿越道線的設置，如圖 3.1.1-1 及圖 3.1.1-2 所示。



資料來源：國土測繪圖資服務雲

圖 3.1.1-1 昆陽街與忠孝東路路口位置圖



資料來源：本指引繪製

圖 3.1.1-2 昆陽街與忠孝東路路口幾何配置圖

(2) 時制計畫

該路口共包含3段行人專用時相，專用時相開啟時段如表3.1.1-1所示。專用時相時段分為3個時相，週期150秒，包含行人專用綠燈38秒；非專用時相時段分為2個時相，週期150秒，包含忠孝東路（東西向）綠燈95秒，昆陽街（南北向）綠燈45秒。

表3.1.1-1 昆陽街與忠孝東路路口之行人專用時相調查資訊

東西向道路	南北向道路
忠孝東路六段	昆陽街
上午行人專用時相	7:00 ~ 9:00
中午行人專用時相	12:00 ~ 13:00
下午行人專用時相	16:00 ~ 19:00

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表3.1.1-2，風速介於每秒0.4至1.6公尺；風向介於75至102度；溫度介於24.4至27.7度；濕度介於59至68之間。

表3.1.1-2 昆陽街與忠孝東路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.6	75	24.4	59
第二天	1.6	79	24.4	61
第三天	1.1	82	26.7	68
第四天	0.4	102	27.7	66

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為14.5公尺，最高建物為54.6公尺，最低建物為3.3公尺，其中昆陽街北側鄰捷運昆陽站4號出口，為1層樓高度的捷運站體。

表 3.1.1-3 昆陽街與忠孝東路路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	14.5	54.6	3.3

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 無行人專用時相
- (2) 全時段有行人專用時相（07:00 至 19:00）
- (3) 尖峰時段有行人專用時相（07:00 至 09:00、17:00 至 19:00）

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.1.1-4 評估結果發現，實施尖峰時段行人專用時相下，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度；無實施行人專用時相下，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 CO 濃度。

表 3.1.1-4 昆陽街與忠孝東路路口有無行人專用時相對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區	行穿線中間	路口正中央
		濃度增減量百分比 (%)		
現況	--	--	--	--
無專用	PM _{2.5}	-4.76 ~ 6.00	-4.29 ~ 6.41	-0.89 ~ 8.34
	CO	-26.20 ~ 3.95	-20.84 ~ -2.46	-21.15 ~ 1.28
全天專用	PM _{2.5}	-11.91 ~ -5.30	-12.53 ~ -5.96	-12.29 ~ -5.98
	CO	1.94 ~ 3.29	0.88 ~ 2.01	-0.82 ~ 1.51
尖峰專用	PM _{2.5}	-6.31 ~ 2.37	-5.85 ~ 1.90	-4.34 ~ 2.92
	CO	-16.05 ~ 41.91	-15.20 ~ 39.85	-17.53 ~ 43.42

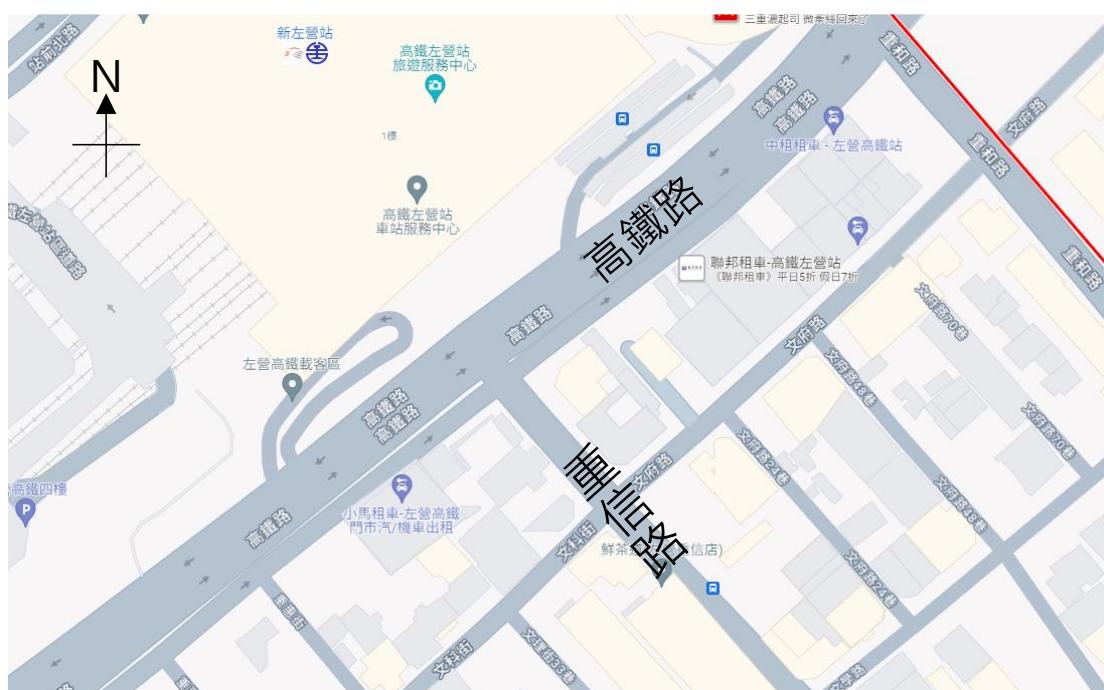
資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.1.2 案例二 - 高雄市左營區高鐵路與重信路路口

1. 背景說明：

(1) 路口幾何

高雄市左營區高鐵路與重信路為三岔路口，高鐵路段為雙向各3車道，單向路寬約12公尺至13公尺，重信路則為雙向各2車道，單向路寬約為7公尺，此路口為有行人專用時相號誌之路口，幾何配置包含對角線行人穿越道線的設置，如圖 3.1.2-1 所示。



資料來源：Google map 地圖

圖 3.1.2-1 高鐵路與重信路口位置圖

(2) 時制計畫

該路口共包含3段行人專用時相，專用時相開啟時段如表 3.1.2-1 所示。專用時相時段分為 5 個時相，週期 120 秒，包含行人專用綠燈 34 秒；非專用時相時段分為 4 個時相，週期 120 秒，包含高鐵路向南綠燈 63 秒，高鐵路向北綠燈 48 秒，重信路綠燈 36 秒。

表 3.1.2-1 高鐵路與重信路之行人專用時相調查資訊

東西向道路	南北向道路
重信路	高鐵路
全天行人專用時相	9:00 ~ 21:00

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.1.2-2，風速介於每秒 2 至 3 公尺；風向介於 39 至 288 度；溫度介於 30.3 至 31.5 度；濕度介於 64 至 78 之間。

表 3.1.2-2 高鐵路與重信路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	3	144	31	71
第二天	2.2	49	31.5	64
第三天	2.3	288	30.5	74
第四天	2	39	30.3	78

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 19.9 公尺，最高建物為 136 公尺，最低建物為 2.2 公尺，該路口鄰高鐵左營站，為 2 層樓高度的站體。

表 3.1.2-3 高鐵路與重信路路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	19.9	136.0	2.2

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 無行人專用時相
- (2) 全時段有行人專用時相 (07:00 至 19:00)
- (3) 尖峰時段有行人專用時相 (07:00 至 09:00、17:00 至 19:00)

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.1.2-4 評估結果發現，實施全日時段行人專用時相下，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度；CO 的部分，僅有在無實施行人專用時相下，行人等候區、行穿線中間、路口正中央等區域皆有減少濃度之情形。

表 3.1.2-4 高鐵路與重信路路口有無行人專用時相對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區	行穿線中間	路口正中央
		濃度增減量百分比 (%)		
現況	--	--	--	--
無專用	PM2.5	10.16 ~ 77.33	-3.63 ~ 23.38	7.13 ~ 11.27
	CO	-2.18 ~ 21.48	-1.97 ~ -2.82	-2.49 ~ 1.61
全天專用	PM2.5	-4.87 ~ 48.56	-7.11 ~ 8.98	-2.80 ~ -0.86
	CO	1.94 ~ 3.29	-2.04 ~ 15.06	-2.51 ~ 8.80
尖峰專用	PM2.5	6.61 ~ 60.43	-0.97 ~ 12.95	3.64 ~ 4.02
	CO	0.83 ~ 21.89	-0.85 ~ 17.29	-0.89 ~ 9.08

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.2 交通特性 2 - 時制計畫影響

3.2.1 案例一 - 臺北市中山區中山北路與南京西路路口

1. 背景說明：

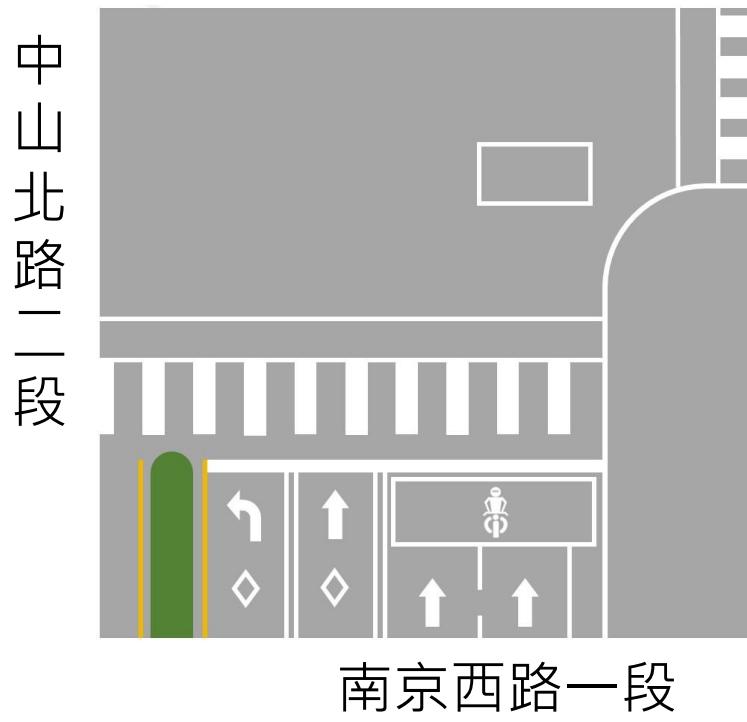
(1) 路口幾何

南京西路路段為雙向車道各具 3 車道，雙向路寬為 30、40 公尺，而中山北路路段，則為雙向車道並具 4 車道，有快慢車道，其雙向路寬為 40 公尺，如圖 3.2.1-1 及圖 3.2.1-2 所示。



資料來源：國土測繪圖資服務雲

圖 3.2.1-1 中山北路與南京西路路口位置圖



資料來源：本指引繪製

圖 3.2.1-2 中山北路與南京西路路口幾何配置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 3 種週期 200 秒時制類型。第 1 種包含南京東路向西綠燈 90 秒，南京東路向東綠燈 80 秒，中山北路（南北向）綠燈 88 秒；第 2 種包含南京東路向西綠燈 93 秒，南京東路向東綠燈 83 秒，中山北路（南北向）綠燈 85 秒；第 3 種包含南京東路向西綠燈 107 秒，南京東路向東綠燈 92 秒，中山北路（南北向）綠燈 71 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.2.1-1，風速介於每秒 1.7 至 2.5 公尺；風向介於 68 至 71 度；溫度介於 25.5 至 26.2 度；濕度介於 62 至 71 之間。

表 3.2.1-1 中山北路與南京西路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	2.5	71	25.5	66
第二天	1.7	70	26.2	69
第三天	2.2	68	25.9	71
第四天	2.1	69	26	62

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 22.3 公尺，最高建物為 92.5 公尺，最低建物為 3 公尺。

表 3.2.1-2 中山北路與南京西路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	22.3	92.5	3.0

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 主幹道（中山北路方向）週期時制中的綠燈加 5 秒
- (2) 主幹道（中山北路方向）週期時制中的綠燈減 5 秒

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.2.2-3 評估結果發現，中山北路方向號誌時制週期中的綠燈秒數增加 5 秒，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度；中山北路方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 CO 濃度。

表 3.2.1-3 中山北路與南京西路路口有時制計畫影響對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區 濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
主幹道綠燈加 5 秒	PM _{2.5}	-0.47 ~ -0.02
	CO	-0.57 ~ 1.73
主幹道綠燈減 5 秒	PM _{2.5}	-8.19 ~ 0.60
	CO	-1.37 ~ -0.31

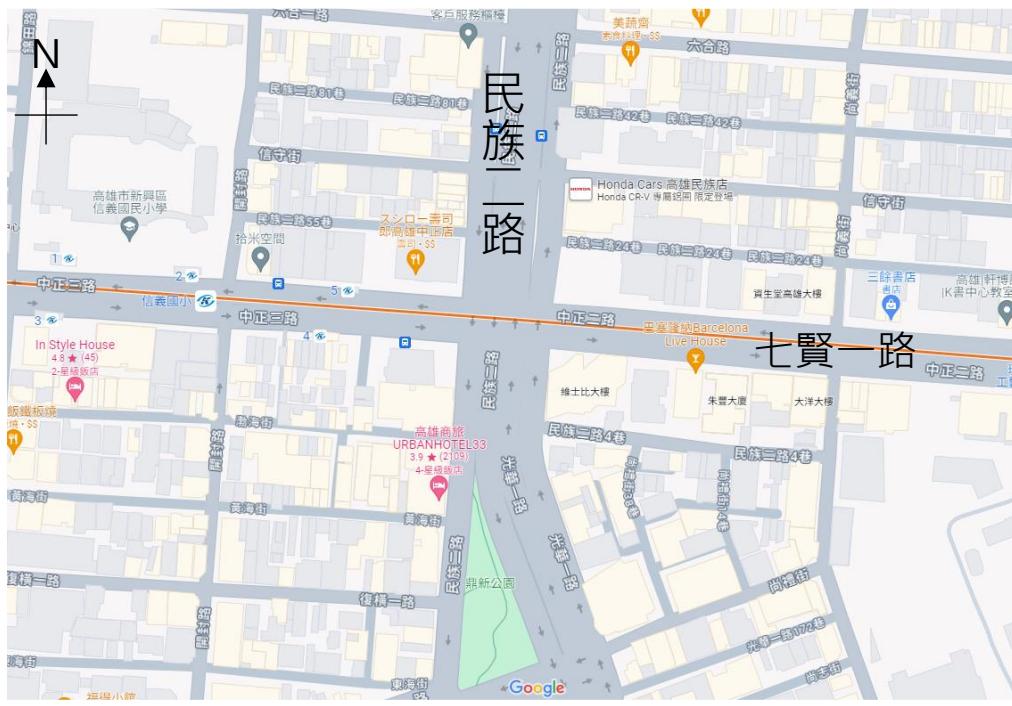
資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.2.2 案例二 - 高雄市新興區民族二路與七賢一路路口

1. 背景說明：

(1) 路口幾何

七賢一路路段為雙向車道各具 3 車道，雙向路寬為 22 公尺，而民族二路路段，則為雙向車道並具 5 車道，有快慢車道，其雙向路寬為 51 公尺，如圖 3.2.2-1 所示。



資料來源：Google map 地圖

圖 3.2.2-1 民族二路與七賢一路路口位置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 150 秒和 180 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含七賢一路（東西向）綠燈 48 秒，民族二路（南北向）綠燈 63 秒，左轉保護時相 13 秒；週期 180 秒，包含七賢一路（東西向）綠燈 48 秒，民族二路（南北向）綠燈 90 秒，左轉保護時相 16 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.2.2-1，風速介於每秒 1.7 至 3.3 公尺；風向介於 45 至 268 度；溫度介於 30.9 至 32 度；濕度介於 64 至 77 之間。

表 3.2.2-1 民族二路與七賢一路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	3.3	199	31.4	71
第二天	2.5	107	32	64
第三天	1.8	268	31.7	71
第四天	1.7	45	30.9	77

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 17.5 公尺，最高建物為 119.1 公尺，最低建物為 2.1 公尺，該路口鄰臺灣銀行新興分行，為 2 層樓高度的建物。

表 3.2.2-2 民族二路與七賢一路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	17.5	119.1	2.1

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 主幹道（民族二路方向）週期時制中的綠燈加 5 秒
- (2) 主幹道（民族二路方向）週期時制中的綠燈減 5 秒

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.2.2-3 評估結果發現，民族二路方向號誌時制週期中的綠燈秒數減少 5 秒，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 濃度；民族二路方向號誌時制週期中的綠燈秒數增加 5 秒，相對可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 CO 濃度。

表 3.2.2-3 民族二路與七賢一路路口有時制計畫影響對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區 濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
主幹道綠燈加 5 秒	PM _{2.5}	0.05 ~ 0.91
	CO	-0.68 ~ 0.84
主幹道綠燈減 5 秒	PM _{2.5}	-0.94 ~ 0.44
	CO	-0.19 ~ 0.93

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.3 交通特性 3 - 行穿線退縮

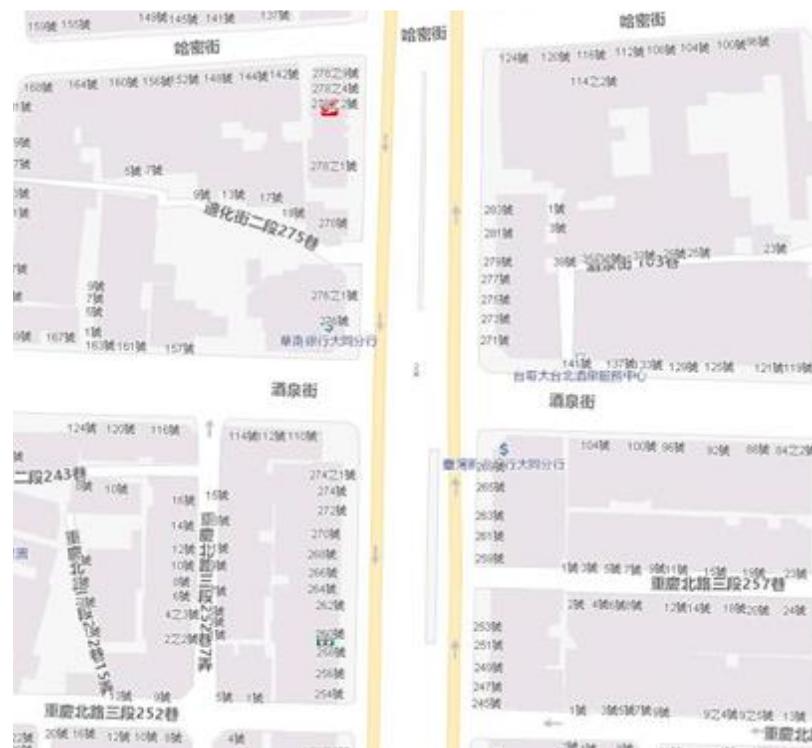
3.3.1 案例一 - 臺北市大同區重慶北路與酒泉街路口

1. 背景說明：

由臺北市政府調查路口資訊得知，此路口總交通量為 4,479，機車占 20.8%、小型車 61.8%、大型車 17.4%，是以機車及小型車為主要車種來源。

(1) 路口幾何

重慶北路方向之北往南方向路口，重慶北路寬 40 公尺，酒泉街寬 20 公尺，其行穿線位置與機車待轉區距離約 6 公尺，由圖 3.3.1-1 及圖 3.3.1-2 可知此路口擁有 4 線車道，當中 1 線道為公車專用道。



資料來源：國土測繪圖資服務雲

圖 3.3.1-1 重慶北路與酒泉街路口位置圖



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 3.3.1-2 重慶北路與酒泉街路口幾何配置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 150 秒和 200 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含酒泉街（東西向）綠燈 34 秒，重慶北路向北綠燈 44 秒，重慶北路向南綠燈 77 秒；週期 200 秒有 4 種類型，其一包含酒泉街（東西向）綠燈 46 秒，重慶北路向北綠燈 79 秒，重慶北路向南綠燈 115 秒，其二包含酒泉街（東西向）綠燈 48 秒，重慶北路向北綠燈 79 秒，重慶北路向南綠燈 113 秒，其三包含酒泉街（東西向）綠燈 50 秒，重慶北路向北綠燈 86 秒，重慶北路向南綠燈 111 秒，其四包含酒泉街（東西向）綠燈 53 秒，重慶北路向北綠燈 79 秒，重慶北路向南綠燈 108 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.3.1-1，風速介於每秒 1.6 至 3.6 公尺；風向介於 90 至 120 度；溫度介於 25 至 28 度；濕度介於 61 至 85 之間。

表 3.3.1-1 重慶北路與酒泉街路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	3.6	90	25.2	61
第二天	2.9	90	27.4	69
第三天	1.7	120	28	69
第四天	1.6	90	25	85

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 13.7 公尺，最高建物為 35.5 公尺，最低建物為 3.3 公尺。

表 3.3.1-2 重慶北路與酒泉街路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	13.7	35.5	3.3

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 退縮 6 公尺（退縮距離依據小型車車身）
- (2) 退縮 10 公尺（退縮距離依據大型車車身）

因國內行人穿越道線退縮之設置中央未有一定基準。地方主要以小車車身及大車車身作為退縮距離之依據。

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.3.1-3 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。

表 3.3.1-3 重慶北路與酒泉街路口有無行穿線退縮對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
機車待轉格位置	--	--
行穿線距離待轉格 6 公尺	PM _{2.5}	-15.61 ~ 7.51
	CO	-38.38 ~ 26.45
行穿線距離待轉格 10 公尺	PM _{2.5}	-26.98 ~ 2.83
	CO	-64.23 ~ -4.10

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.3.2 案例二 - 高雄市三民區民族一路與明誠一路路口

1. 背景說明：

(1) 路口幾何

民族一路是高雄市內的一條主要縱貫道路，為市區車流集中交會的路段。民族一路寬 30 公尺，明誠一路寬 20 公尺，民族一路方向之北往南方向路口，其行穿線位置與機車待轉區距離約 8 公尺，由圖 3.3.3-1 可知此路口擁有 3 線快車道，以及 2 線慢車道。



資料來源：google map 地圖

圖 3.3.2-1 民族一路與明誠一路路口位置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 150 秒和 180 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含明誠一路（東西向）綠燈 48 秒，民族一路（南北向）綠燈 63 秒；週期 180 秒，包含明誠一路（東西向）綠燈 48 秒，民族一路（南北向）綠燈 90 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.3.2-1，風速介於每秒 1.7 至 2.7 公尺；風向介於 39 至 271 度；溫度介於 29.5 至 30.9 度；濕度介於 68 至 73 之間。

表 3.3.2-1 民族一路與明誠一路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.7	39	29.5	71
第二天	2.5	201	30.2	68
第三天	2.7	198	30.9	71
第四天	2.4	271	30.9	73

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 15 公尺，最高建物為 108.6 公尺，最低建物為 2.8 公尺，該路口西南側為平面停車場，較無建物阻擋。

表 3.3.2-2 民族一路與明誠一路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	15.0	108.6	2.8

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 退縮 6 公尺（退縮距離依據小型車車身）
- (2) 退縮 10 公尺（退縮距離依據大型車車身）

因國內行人穿越道線退縮之設置中央未有一定基準。地方主要以

小車車身及大車車身作為退縮距離之依據。

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.3.2-3 評估結果發現，行穿線位置遠離機車待轉格，可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。

表 3.3.2-3 民族一路與明誠一路路口有無行穿線退縮對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區	
		濃度增減量百分比 (%)	
機車待轉格位置	--	--	
行穿線距離待轉格 6 公尺	PM _{2.5}	-29.24 ~ -9.42	
	CO	-37.37 ~ 24.95	
行穿線距離待轉格 10 公尺	PM _{2.5}	-28.27 ~ -13.88	
	CO	-62.99 ~ -32.30	

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.4 交通特性 4 - 人行道拓寬

3.4.1 案例一 - 臺北市松山區松山路與永吉路路口

1. 背景說明：

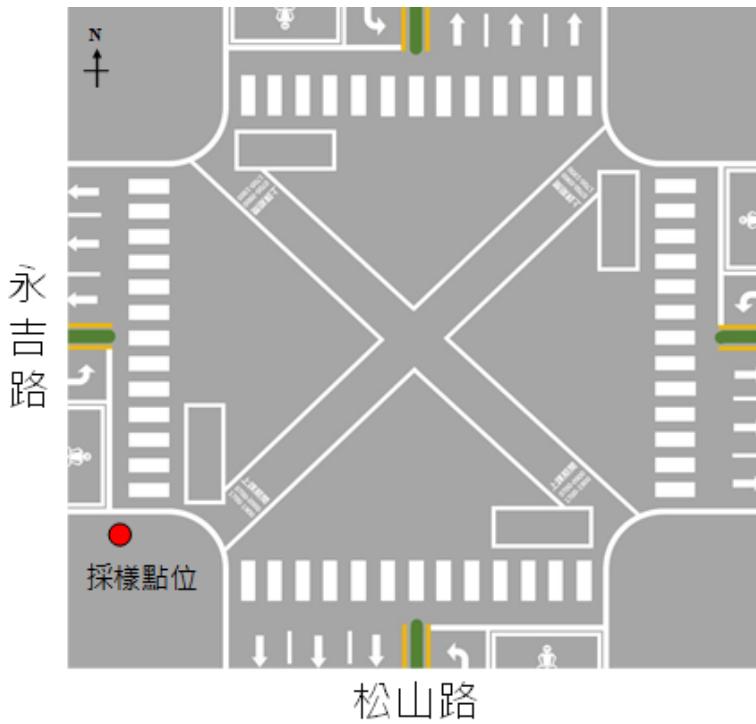
(1) 路口幾何

松山路段為雙向車道各具 3 及 4 車道，雙向路寬為 19 公尺，而永吉路段，則為雙向車道各具 5 車道，其雙向路寬為 24 公尺，如圖 3.4.1-1 及圖 3.4.1-2 所示。



資料來源：國土測繪圖資服務雲

圖 3.4.1-1 松山路與永吉路路口位置圖



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 3.4.1-2 松山路與永吉路路口幾何配置圖

(2) 時制計畫

該路口共包含 3 段行人專用時相。專用時相時段分為 4 個時相，有 2 種週期類型，週期 150 秒，包含行人專用綠燈 40 秒，週期 200 秒，包含行人專用綠燈 40 秒；非專用時相時段分為 5 個時相，有 2 種週期類型，週期 150 秒，包含永吉路（東西向）綠燈 58 秒，松山路（南北向）綠燈 38 秒，週期 200 秒，包含永吉路（東西向）綠燈 88 秒，松山路（南北向）綠燈 53 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.4.1-1，風速介於每秒 0.6 至 1.3 公尺；風向介於 70 至 98 度；溫度介於 25.1 至 26.1 度；濕度介於 70 至 80 之間。

表 3.4.1-1 松山路與永吉路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.3	70	25.1	75
第二天	0.6	77	26.1	77
第三天	1.1	80	25.5	80
第四天	0.7	98	25.7	70

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 14.2 公尺，最高建物為 57.8 公尺，最低建物為 2.5 公尺。

表 3.4.1-2 松山路與永吉路路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	14.2	57.8	2.5

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

(1) 四個方向之人行道皆拓寬 0.5 公尺

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.4.1-3 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可

有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。

表 3.4.1-3 松山路與永吉路路口有無人行道拓寬對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
人行道拓寬 0.5 公尺	PM _{2.5}	-1.65 ~ -0.19
	CO	-3.78 ~ 0.78

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.4.2 案例二 - 高雄市左營區博愛二路與明誠二路路口

1. 背景說明：

(1) 路口幾何

博愛二路段為雙向車道各具 3 及 4 車道，雙向路寬為 30 公尺，而明誠二路段，則為雙向車道各具 3 車道，其雙向路寬為 24 公尺，如圖 3.4.2-1 所示。



資料來源：google map 地圖

圖 3.4.2-1 博愛二路與明誠二路路口位置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 150 秒和 180 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含明誠二路（東西向）綠燈 38 秒，博愛二路（南北向）綠燈 65 秒；週期 180 秒，包含明誠一路（東西向）綠燈 48 秒，民族一路（南北向）綠燈 79 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.4.2-1，風速介於每秒 1.4 至 2.8 公尺；風向介於 42 至 287 度；溫度介於 28.7 至 30.4 度；濕度介於 69 至 73 之間。

表 3.4.2-1 博愛二路與明誠二路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.4	47	28.7	73
第二天	2.3	42	29.7	69
第三天	2.8	154	30.4	72
第四天	2.2	287	30.4	73

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 26.8 公尺，最高建物為 155.2 公尺，最低建物為 2.1 公尺，該路口西北側鄰高雄市立明華國民中學。

表 3.4.2-2 博愛二路與明誠二路路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	26.8	155.2	2.1

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

(1) 四個方向之人行道皆拓寬 0.5 公尺

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.4.2-3 評估結果發現，實施人行道拓寬 0.5 公尺之距離，可

有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 CO 濃度；PM_{2.5} 濃度的變化則無較降低的趨勢。

表 3.4.2-3 博愛二路與明誠二路路口有無人行道拓寬對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
人行道拓寬 0.5 公尺	PM _{2.5}	-0.3 ~ -5.38
	CO	-2.09 ~ -0.39

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.5 大客車比例較高路口

考量大型車與小型車排放之主要污染物種不一，且公路客運和市區公車為一項主要通勤工具，在市區車流往來繁多，本小節將大客車比例相對高路口進行探討。

3.5.1 案例一 - 新北市板橋區縣民大道與民權路路口

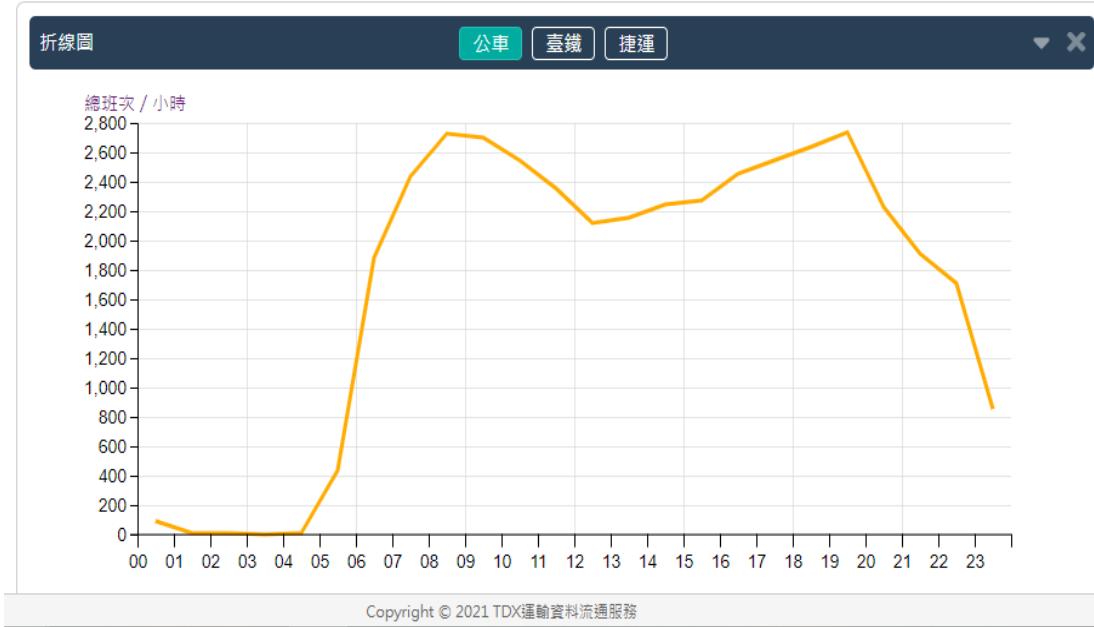
1. 背景說明：

以新北市 110 年交通流量及特性調查資料為基礎，配合公路客運路線圖資，選定新北市板橋區縣民大道與民權路路口，作為大客車比例較高路口進行解析，由圖 3.5.1-1 可知此路口鄰近高鐵、台鐵、捷運以及客運轉運站，屬為一交通樞紐，由圖 3.5.1-2 展示以 GIS 軟體統計有 16 條客運路線行經，符合此項特性選址原則，且平日公車每小時可達約 2,800 班次，為一個大客車車流集中地區。



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 3.5.1-1 新北市板橋區縣民大道和民權路口鄰近交通場站分布



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 3.5.1-2 板橋轉運站平日班次資訊

(1) 路口幾何

縣民大道段為雙向各 4 車道，雙向路寬約 32 公尺，民權路則為雙向各為 4 及 5 車道，雙向路寬為 32 公尺，如圖 3.5.1-3 所示。



資料來源：google map 地圖

圖 3.5.1-3 縣民大道與民權路路口位置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，週一至週四為 1 種時制計畫，總計有 150 秒和 210 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含民權路（東西向）綠燈 34 秒，縣民大道（南北向）綠燈 59 秒；週期 210 秒有 2 種類型，其一包含民權路（東西向）綠燈 44 秒，縣民大道（南北向）綠燈 99 秒，其二包含民權路（東西向）綠燈 39 秒，縣民大道（南北向）綠燈 84 秒。

週五為 1 種時制計畫，總計有 150 秒、180 秒和 210 秒 3 種週期時制類型。週期 150 秒，包含民權路（東西向）綠燈 34 秒，縣民大道（南北向）綠燈 59 秒；週期 180 秒，包含民權路（東西向）綠燈 42 秒，縣民大道（南北向）綠燈 72 秒；週期 210 秒有 2 種類型，其一包含民權路（東西向）綠燈 44 秒，縣民大道（南北向）綠燈 99 秒，其二包含民權路（東西向）綠燈 39 秒，縣民大道（南北向）綠燈 84 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.5.1-1，風速介於每秒 1.0 至 1.3 公尺；風向介於 189 至 282 度；溫度介於 27.8 至 29.4 度；濕度介於 72 至 84 之間。

表 3.5.1-1 縣民大道與民權路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.3	258	28.2	72
第二天	1.3	282	27.9	76
第三天	1.0	269	27.8	84
第四天	1.3	189	29.4	74

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 20.4 公尺，最高建物為 164.7 公尺，最低建物為 2.3 公尺，該路口鄰 17 層樓高度的台灣電力公司台北南區營業處，和 31 層樓高度的臺北新板希爾頓酒店。

表 3.5.1-2 縣民大道與民權路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	20.4	164.7	2.3

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 無行人專用時相
- (2) 全時段有行人專用時相 (07:00 至 19:00)
- (3) 尖峰時段有行人專用時相 (07:00 至 09:00、17:00 至 19:00)
- (4) 主幹道（縣民大道方向）週期時制中的綠燈加 5 秒
- (5) 主幹道（縣民大道方向）週期時制中的綠燈減 5 秒
- (6) 退縮 6 公尺（退縮距離依據小型車車身）
- (7) 退縮 10 公尺（退縮距離依據大型車車身）

(8) 四個方向之人行道皆拓寬 0.5 公尺

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.5.1-3 至表 3.5.1-6 評估結果發現，實施尖峰時段行人專用時相措施下，可有效減少全日（07:00 至 19:00）受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。

表 3.5.1-3 縣民大道與民權路路口有無行人專用時相對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區	行穿線中間	路口正中央
		濃度增減量百分比 (%)		
無專用	--	--	--	--
全天專用	PM _{2.5}	-2.79 ~ 0.34	-4.96 ~ 3.79	-4.84 ~ 0.43
	CO	-0.46 ~ 3.69	-0.06 ~ 3.72	-0.33 ~ 2.22
尖峰專用	PM _{2.5}	-23.94 ~ 0.09	-33.61 ~ -0.69	-24.98 ~ -0.41
	CO	-11.28 ~ 1.69	-22.87 ~ 1.65	-17.06 ~ 1.60

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.1-4 縣民大道與民權路路口有時制計畫影響對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區 濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
主幹道綠燈加 5 秒	PM _{2.5}	-0.55 ~ 0.63
	CO	-1.32 ~ 0.96
主幹道綠燈減 5 秒	PM _{2.5}	-5.57 ~ 0.10
	CO	-5.92 ~ -0.57

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.1-5 縣民大道與民權路路口有無行穿線退縮對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
機車待轉格位置	--	--
行穿線距離待轉格 6 公尺	PM _{2.5}	-0.41 ~ 0.42
	CO	0.04 ~ 0.77
行穿線距離待轉格 10 公尺	PM _{2.5}	-5.51 ~ -2.04
	CO	-4.29 ~ -3.28

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.1-6 縣民大道與民權路路口有無人行道拓寬對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
人行道拓寬 0.5 公尺	PM _{2.5}	-1.46 ~ -0.56
	CO	-1.70 ~ -0.28

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.5.2 案例二 - 高雄市新興區民族二路與中正二路路口

1. 背景說明：

彙整高雄市區內所有公路客運路線圖，並將各路線進行疊加後結果，由圖 3.5.2-1 發現大客車行駛比例相對高路口位於高雄市新興區中正二路與民族二路口路口，對於作為大客車比例偏高特性之路段，具有相當代表性。



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 3.5.2-1 高雄市鄰近民族二路與中正二路路口之公路客運路線圖

(1) 路口幾何

民族二路段有快慢車道，為雙向各 5 車道，雙向路寬約 51 公尺，中正二路則為雙向各 4 車道，雙向路寬為 28 公尺，如圖 3.5.2-2 所示。



資料來源：google map 地圖

圖 3.5.2-2 民族二路與中正二路路口位置圖

(2) 時制計畫

此路口時制變化上，總計有 150 秒和 180 秒 2 種週期時制類型。週期 150 秒，包含中正二路（東西向）綠燈 48 秒，民族二路（南北向）綠燈 39 秒；週期 180 秒，包含中正二路（東西向）綠燈 67 秒，民族二路（南北向）綠燈 45 秒。

(3) 氣象狀況

此路口調查實地調查期間氣象狀況如表 3.5.2-1，風速介於每秒 1.4 至 1.9 公尺；風向介於 33 至 345 度；溫度介於 31.1 至 32 度；濕度介於 63 至 74 之間。

表 3.5.2-1 民族二路與中正二路路口之氣象狀況

項目	風速 (m/s)	風向 (360 度)	溫度 (度)	濕度 (RH)
第一天	1.4	205	31.2	72
第二天	1.9	147	32	63
第三天	1.7	345	31.6	70
第四天	1.4	33	31.1	74

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

(4) 建物高度區間

此路口周遭建築物平均高度為 18.7 公尺，最高建物為 119.1 公尺，最低建物為 2.1 公尺，該路口鄰 32 層樓高度的維士比大樓，和 20 層樓高度的國泰人壽中正大樓。

表 3.5.2-2 民族二路與中正二路路口之周遭建物高度區間

單位：公尺

項目	平均高度	最高高度	最低高度
建物	18.7	119.1	2.1

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

2. 路口交通特性情境設計：

- (1) 無行人專用時相
- (2) 全時段有行人專用時相 (07:00 至 19:00)

- (3) 尖峰時段有行人專用時相 (07:00 至 09:00、17:00 至 19:00)
- (4) 主幹道（縣民大道方向）週期時制中的綠燈加 5 秒
- (5) 主幹道（縣民大道方向）週期時制中的綠燈減 5 秒
- (6) 退縮 6 公尺（退縮距離依據小型車車身）
- (7) 退縮 10 公尺（退縮距離依據大型車車身）
- (8) 四個方向之人行道皆拓寬 0.5 公尺

3. 路口交通特性對空氣污染物濃度影響說明

由表 3.5.2-3 至表 3.5.2-6 評估結果發現，實施行穿線退縮措施下，可有效減少全日 (07:00 至 19:00) 受體點位平均之 PM_{2.5} 及 CO 濃度。

表 3.5.2-3 民族二路與中正二路路口有無行人專用時相對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區	行穿線中間	路口正中央
		濃度增減量百分比 (%)		
無專用	--	--	--	--
全天專用	PM _{2.5}	-9.71 ~ -9.38	-12.72 ~ -10.62	-15.72 ~ -12.87
	CO	-0.07 ~ 1.87	-1.89 ~ -0.81	-7.48 ~ -5.01
尖峰專用	PM _{2.5}	-3.56 ~ -2.68	-3.51 ~ -3.24	-4.24 ~ -3.13
	CO	-2.31 ~ 0.03	-2.16 ~ -0.08	-3.55 ~ -2.85

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.2-4 民族二路與中正二路路口有時制計畫影響對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區 濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
南北向綠燈加 5 秒	PM _{2.5}	-1.71 ~ -1.11
	CO	-2.77 ~ -0.37
南北向綠燈減 5 秒	PM _{2.5}	0.95 ~ 1.15
	CO	-2.32 ~ -0.33

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.2-5 民族二路與中正二路路口有無行穿線退縮對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
機車待轉格位置	--	--
行穿線距離待轉格 6 公尺	PM _{2.5}	-7.92 ~ -5.67
	CO	-22.22 ~ -18.53
行穿線距離待轉格 10 公尺	PM _{2.5}	-15.34 ~ -9.91
	CO	-32.72 ~ -19.25

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

表 3.5.2-6 民族二路與中正二路路口有無人行道拓寬對空污濃度影響比較

情境	空氣 污染物	行人等候區
		濃度增減量百分比 (%)
現況	--	--
人行道拓寬 0.5 公尺	PM _{2.5}	-1.86 ~ -0.51
	CO	-2.96 ~ -0.80

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3.6 本章重點整理

於一般特性路口，以單一污染源地區在各情境之 PM_{2.5} 濃度降低趨勢較為明顯，複雜污染源地區則以行人專用時相措施對於空氣污染物濃度降低較有影響；於大型車比例較高路口，不論單一污染源或複雜污染源地區，在不同管理措施情境下，其 PM_{2.5} 或 CO 濃度有減少趨勢。

表 3.6-1 可行路口交通管理措施與空氣污染物排放關聯性

交通措施	降低空氣污染物濃度效果							
	一般路口				大客車比例較高路口			
	單一 污染源		複雜 污染源		單一 污染源		複雜 污染源	
	PM _{2.5}	CO						
行人專用時相- 全天專用 (07-19)	●	○	●	○	△	○	●	●
行人專用時相- 尖峰專用 (07-09、17-19)	●	○	●	○	●	●	●	●
時制計畫影響- 南北向綠燈加 5 秒	△	△	△	△	△	○	△	●
時制計畫影響- 南北向綠燈減 5 秒	△	●	△	△	●	●	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 6 公尺	●	●	△	△	△	△	△	●
行穿線退縮- 距離待轉格 10 公尺	△	●	△	△	△	●	△	●
人行道拓寬- 拓寬 0.5 公尺	●	●	△	●	●	●	●	●

補充說明：● 代表空污減量；○ 代表空污增量；△ 代表空污影響無顯著性差異。

資料來源：本指引整理

第四章 路口交通規劃階段強化空污改善評估方法

考量國內交通管理策略目前尚缺乏掌握路口交通流量與空污暴露影響之相關經驗，故針對第三章所述改善策略前了解路口交通、環境與空污各面向間關聯性之步驟，提供國內、外目前採用之路口調查方式供參考。本章首先說明藉由實驗設計與現地調查之交通資料、空污資料與環境資料，接續設計交通措施情境並搭配微觀空污擴散模式計算，模擬不同道路幾何設計或時制變化對行人、機車與自行車騎士等，受到路口交通空氣污染物濃度之影響，以協助規劃過程順利進行。

4.1 路口現地補充調查方法

於路口空污改善評估作業中，如何解析車流量與環境空污的關係為其中較為耗時費力的步驟之一，本指引參考交通部運研所 113 年「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂」所建構之路口調查作業方針，減少國內路口減污工作推動之困難度。

鑑於路口為用路人通行必經之處，本章建議透過路口調查的方式了解其交通、環境與空污等 3 面狀況，據以評估路口交通流量與空污暴露程度，而在實際調查前，可先擬定調查計畫，設計如調查場地、調查時間和調查項目的具體方案，以供調查工作參考。

4.1.1 研擬調查計畫

基於本章之重點在於路口特性於交通、環境和空污面之探討，本小節針對主要工作，即路口調查的時間、地點與調查項目擬透過下列原則進行。調查計畫研擬之工作流程詳圖 4.1.1-1。



資料來源：本指引繪製

圖 4.1.1-1 調查計畫研擬之工作流程

1. 調查期程

調查期程即包含調查工作的開始與結束時間點目標設定，考量高壓迴流天氣型態主要發生於秋季至隔年春季，即每年 11 月至隔年 5 月，此期間因東北季風易將境外污染物一波波移入，使得臺灣附近空氣污染物濃度之背景值提升；另於 7 至 8 月份為暑假期間，為確保相關交通資料調查，不會因通勤學生下降而失去代表性，故建議於 6 月或 9 月至 10 月進行路口交通情形與環境空污實地調查。

2. 調查點位

有關調查路口的點位選擇，為使調查結果具有鑑別度，能評估不同交通特性下的空氣品質情況，作為路口交通環境改善的依據，本小節擬以幾個交通特性作為路口選擇的依據，以臺北市為例，部分路口設置有機車待轉區或停等區，為機車交通量密集區域；或設置有公車

專用道，為大型柴油車密集區域；鄰近交流道或快速道路匝道口，為通勤車流密集區域；鄰近空氣品質維護區，為交通管制區域。

除交通特性之外，考量環境與空污資料的蒐集，另需將氣候因素等納入考量，如調查地區所屬縣市的盛行風向，藉以在上風或下風處設置監測點位，達到空品比較的目的。此外，目前環境部所設連續測站中有 6 座交通測站，分別為臺北市的大同測站，新北市的三重與永和測站，桃園市的中壢測站和高雄市的鳳山和復興測站，交通測站相較一般測站的差異在於是設置於交通流量頻繁地區，以反映行人曝露狀態的空氣品質為目的，並備有公開的歷史監測資料可供下載比較，因此，鄰近交通測站並符合前述交通特性的路口為本團隊首要考量。另配合國內主要開放資料，如交通部 TDX 平臺以車輛偵測器為監測設備的交通流量數據，預計將能有效掌握擇定路口的交通、環境和空污狀況。如表 4.1.1-1 係以國內具有上述特性的路口作為範例說明選擇該點位的優勢。

表 4.1.1-1 調查路口點位案例說明

編號	路口名稱	路口特性	優勢
1	臺北市-敦化北路/ 民權東路口	<ul style="list-style-type: none"> 機車待轉區 公車專用道 空氣品質維護區 	已具有相關交通措施施行中，能作為實驗組與其他樣本比較。
2	臺北市-重慶北路/ 民權西路口	<ul style="list-style-type: none"> 交通測站（大同測站） 車輛偵測器 公車專用道 臺北橋進出口 	車流匯集區，且有公開的監測數據參考。
3	新北市-三和路/重 陽路口	<ul style="list-style-type: none"> 交通測站（三重測站） 機車待轉區 三重交流道進出口 	車流匯集區，且有公開的監測數據參考。
4	新北市-永和路/光 復路口	<ul style="list-style-type: none"> 交通測站（永和測站） 	-
5	桃園市-延平路/康 樂路口	<ul style="list-style-type: none"> 交通測站（中壢測站） 機車待轉區 	-
6	高雄市-民權二路/ 鄭和路口	<ul style="list-style-type: none"> 交通測站（復興測站） 車輛偵測器/民權二路雙向 7 線道 	車流匯集區，且有公開的監測數據參考。

資料來源：本指引彙整

以上述高雄市民權二路與鄭和路口為例，其鄰近有復興測站和車輛偵測器設置，且民權二路雙向 7 線道車流量大，推測空氣品質受交通源影響較大，為可調查路口選擇之一。另前述交通測站鄰近車輛偵測器之數據資料品質，下圖 4.1.1-2 為相關案例說明，以下所稱數據品質的計算方式為考量原始數據為分鐘資料，以小時為單位，計算 1 小時即 60 分鐘內屬於正常值（錯誤代碼為 diag0）者，舉例來說，若有 50 筆正常數據，則數據品質約為 83.33%。由下圖 4.1.1-3 可知復興測站（交通測站）和前鎮測站（工業測站）鄰近 7 個車輛偵測器中有 6 個設備其 2022 年的數據品質大於 90%，可作為交通量參考依據。



資料來源：運輸資料流通服務平臺 TDX，本指引繪製。

圖 4.1.1-2 高雄市復興測站鄰近車輛偵測器數據品質

3. 調查時間

考量平假日的路口交通與環境特性不一，本小節分別就假日與非假日評估說明。以平日為例，有通勤車輛行經，推測交通流量尖離峰差異較明顯，空氣品質受交通源影響較大；於假日期間尖峰車流出現時間可能較晚且較不集中，推斷與平日監測所得數據會有所差異，故原則上應依平假日分別做調查時間的細緻化設計。另由於天氣因素會影響交通調查和環境監測的數據品質，實際調查時間將視情況滾動式調整，並以數據取得的精確性為首要目標。

4. 調查長度

此處所謂調查長度係指連續監測或調查的時間長度，以下將分別就交通調查和環境監測分別論述。交通調查的時間長度，會依平假日車流特性差異化設計，平日應包含通勤尖峰時段，假日則可能考量收假因素，將夜間時段納入調查時段。另環境監測的時間長度，依監測方式差異，若採自動監測，可利用監測車取得數據，該情況下原則上

會採 24 小時連續監測；若為手動監測則時間點應包含車流尖峰時段。

5. 調查項目

路口調查計畫預計以 3 個方面為主，分別為交通特性、環境特性和空污特性，而其細部調查項目說明如下，而有關各項目所代表意涵及可採用的調查方法將於 4.1.2 小節說明。

(1) 交通特性

以交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置和延滯時間為主要調查項目。

(2) 環境特性

以空污背景值、風速、風向、氣壓、溫度和濕度為主要監測項目。

(3) 空污特性

以細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 及一氧化碳 (CO) 為主要監測項目。

4.1.2 蒐集或調查項目

為了達到透過管理措施減少交通空污排放目的，瞭解路口交通特性對空氣污染之影響，可以利用路口交通量與空污監測數值進行比對，找出兩者關聯性，也可將相關資料應用於以利用空污擴散模式模擬方式，掌握瞭解目前路口環境下，空氣污染物濃度增減之差異性，爰此，本小節針對需要蒐集目標路口之交通、空污與環境資料，詳細資料項目如下說明。

1. 交通資料

可包含路口區域之交通量、車種比例、號誌時制、道路幾何配置與延滯時間，共 5 項交通資料需要蒐集。

(1) 交通量

交通量代表一段時間內，車輛通過停止線之數量，包含路口直行、左右轉車輛。交通量與車輛空污排放呈現正相關，同時間內越多車輛經過路口，可能造成交通空氣污染量越大。目前國內多採用錄影方式紀錄路口車輛影像方式，再搭配人工判讀或人工智慧 (AI)

辨識計數，每 15 分鐘為一單位時間，進行路口車輛數量之紀錄。交通量調查常與車種比例調查一同進行，兩者調查方法相同，可共用相同紀錄表格，紀錄表格格式請參考表 4.1.2-1。

一般而言，交通量與車輛空污排放呈現正相關，同時間內越多車輛經過路口，可能造成交通空氣污染量越大，故為探討路口環境交通特性對於空氣品質影響時，交通量實為一重要調查項目。

表 4.1.2-1 交通量記錄表格示意圖

方向	時間	一般車道(快車道)									
		左轉				直進			右轉		
		大型車	小型車	機車	機車 二段	大型車	小型車	機車	大型車	小型車	機車
		(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)
A	07:00	07:15	1	24	9	-	-	-	11	-	-
	07:15	07:30	2	26	14	-	-	-	15	-	-
	07:30	07:45	2	31	21	-	-	1	22	-	1
	07:45	08:00	1	51	36	-	-	2	35	-	1
	08:00	08:15	1	50	22	-	-	1	15	-	3
	08:15	08:30	1	60	25	-	-	1	17	-	1
	08:30	08:45	2	34	10	-	-	1	9	-	1
	08:45	09:00	1	32	19	-	-	3	12	-	2
	17:00	17:15	1	29	51	-	-	-	8	-	-
	17:15	17:30	2	37	71	-	-	5	7	-	1
	17:30	17:45	-	33	48	-	-	3	9	2	1
	17:45	18:00	-	50	67	-	-	-	11	1	2
	18:00	18:15	4	31	28	-	-	-	14	1	2
	18:15	18:30	-	34	34	-	-	3	5	-	2
	18:30	18:45	-	24	26	-	-	2	9	-	-
	18:45	19:00	-	18	23	-	-	1	10	-	1

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

另有關交叉路口轉向交通量調查須知示例包含如下。

- ①交通量調查在任何情況下，未接到停止調查通知前，應繼續不斷工作，遇特殊情況（如下雨），由調查計畫主持人決定是否延期。
- ②調查員於調查前應統一對時，開始調查後每隔十五分鐘，須將所有經過調查站之車輛數分別記錄於「交叉路口轉向交通量調查表」上。並應全神貫注，確實工作，務求記錄正確。
- ③調查員應遵守提早半小時到達場地，調查中人員無論任何情形下均應繼續記錄，完畢後始可離開。

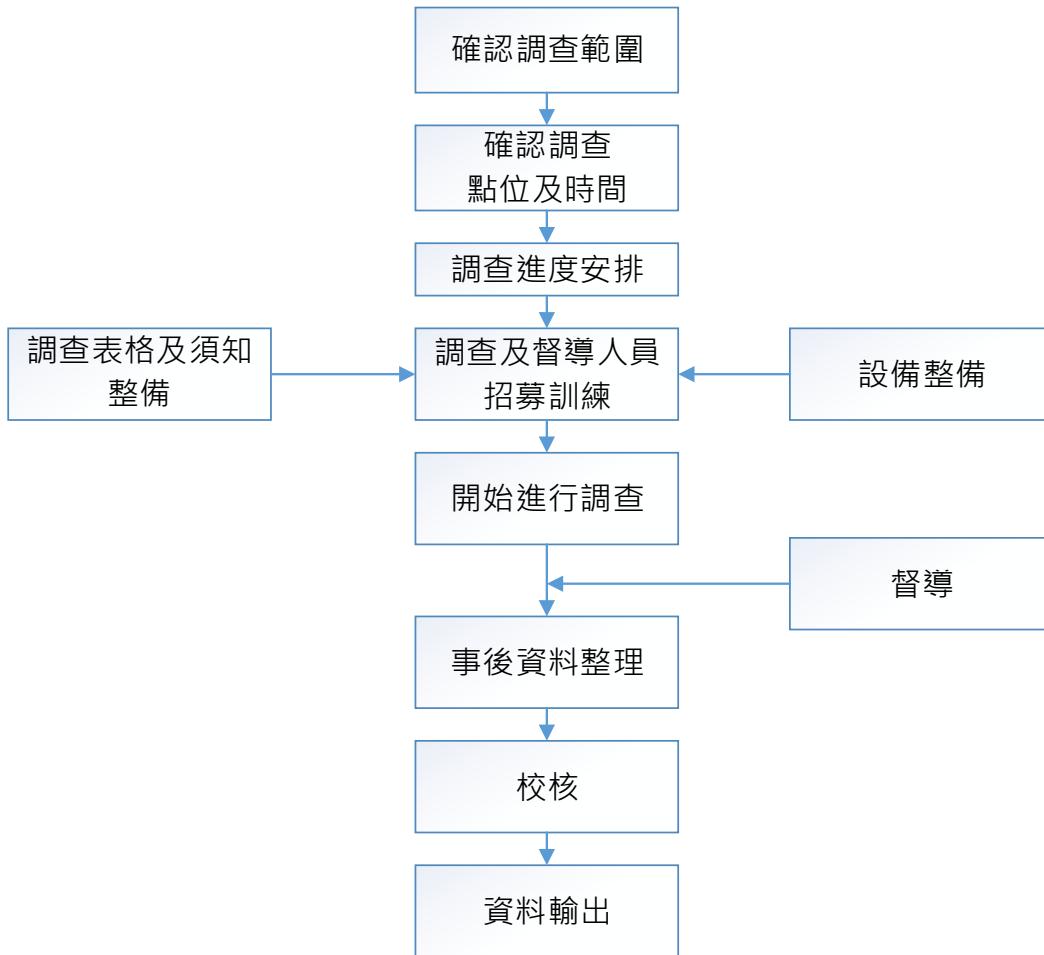
④若使用計數器，應先檢驗其數字之跳動是否正常，方可放心使用。

⑤調查員應自備手錶、墊板、鉛筆(或原子筆)、飲水、食物、遮雨用具及保暖衣物。飲食時，不得耽誤調查工作。

⑥調查員如有疑問或困難時，應向組長、督導員或主辦單位負責人洽商解決。

⑦交叉路口轉向交通量調查表填寫說明：

- a. 調查方向：依車輛行進方向如來自臺北，往新店等大地名填註之。
- b. 轉向：依車輛通過路口之行駛方向，左轉、直行或右轉，擇一填寫。
- c. 調查日期：記入調查之日期。如中華民國○○○年○○月○○日。
- d. 若備有計數器，則直接填寫計數器上顯示之車輛數，否則以「正」字計數。



資料來源：本指引繪製

圖 4.1.2-1 路口轉向交通量調查流程圖

(2) 車種比例

車種比例代表一段時間內，各分類車種通過停止線之百分比，建議將路口車種分成大客車、大貨車、小型車、機車，共 4 個類別，並配合交通量調查一同進行，以錄影機紀錄路口車輛影像，再以人工或系統化方式記錄各車種數量，紀錄表格格式請參考圖 4.1.2-1。由於不同車種於交通空氣污染排放量的貢獻程度不一，因此要探討路口交通空污時，需要同時考量交通量與車種比例 2 種因素。

(3) 號誌時制

號誌時制代表一個路口號誌變化之規律，應有一個週期所包含之時相及秒數，一般而言由於尖離峰時段車流大小不一，尖峰與離峰時段之時制不同，需分別加以記錄。號誌時制計畫可透過向地方主管單位索取方式，做為調查路口號誌時制之基礎。

(4) 道路幾何配置

道路幾何配置代表一個路口的車道和周邊環境規劃，包含道路分隔形式，如實體分隔或標線分隔；車道配置，如是否有慢車道、混合車道或公車專用道以及各別車道數。另需包含如是否有路口化線、槽化島之設置。建議先以 google map 街景服務瞭解調查路口之規劃，並於調查日之前，以人工方式現場確認調查路口之幾何配置是否與 google map 街景服務之資訊有差異。

(5) 延滯時間

延滯時間代表車輛在路口因為減速、加速、停等因素，造成車輛損失的通行時間，是作為最佳號誌時制決定的參考依據並可據其評估路口服務水準。主要是計算車輛於路口之總延滯時間，作為後續路口改善後進行車流觀察並再次比對績效指標。目前延滯時間調查主要分為人工現場手動紀錄與軟體推估 2 種方式。

①現地調查

可利用停止時間延滯法，即是於每一鄰近路口配置 4 位調查員，1 位負責計時與報時，另 1 位於每分鐘之 0 秒、15 秒、30 秒、45 秒時計數路口的停止車輛數，其餘 2 位調查員手持計數器，如表 4.1.2-2 所示，分別將該路口此一分鐘通過與未受阻直接通過的車輛數紀錄於交叉路口車輛延滯調查表內。

表 4.1.2-2 交叉路口車輛延滯調查表範例

站號:		調查員:				
站名:				4		
鄰近路口編號:			3		1	
方向:	往	督導員:		2		
開始時刻	停等在鄰近車道數上車輛總數				鄰近車道上流量	
	0秒	15秒	30秒	45秒	總數	未受阻
總計						
總延滯=						
每一臨近車輛之平均延滯=						
每一停等車輛之平均延滯=						
平等百分比=						

資料來源：本指引參考交通工程第 2 版（陳惠國、邱裕鈞、朱致遠，2017）製作

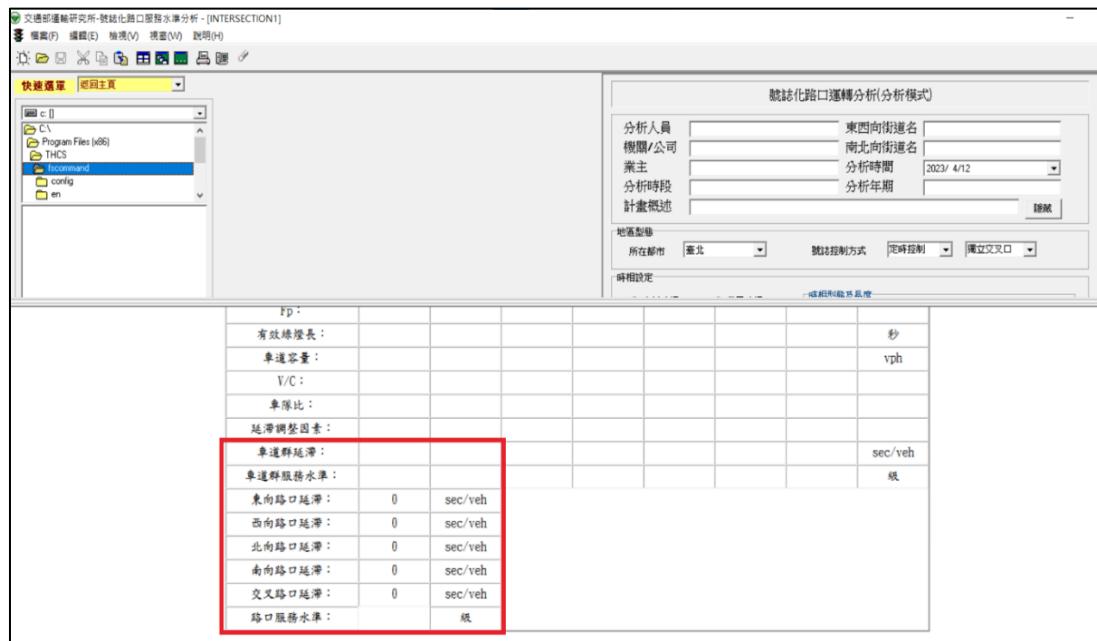
②軟體推估

本指引建議採用臺灣公路容量分析軟體（TAIWAN HIGHWAY CAPACITY SOFTWARE, THCS）進行路口延滯時間計算，操作介面如圖 4.1.2-2、4.1.2-3 所示，需輸入如轉向交通量和號誌時制等道路特性參數，以供軟體計算。



資料來源：臺灣公路容量分析軟體 THCS2019。

圖 4.1.2-2 臺灣公路容量分析軟體 2019 操作頁面



資料來源：臺灣公路容量分析軟體 THCS2019。

圖 4.1.2-3 號誌化路口服務水準分析操作頁面

2. 環境資料

本小節建議規劃蒐集之環境資料，包含空污背景值、風速、風向、溫度、濕度、日射量及建物型態，共 7 項環境資料需要蒐集。

環境資料可以幫助我們瞭解路口調查當下之氣候條件，這些因素會影響污染物擴散的狀況，後續可應用於空污擴散模式模擬，推估調查路口交通空氣污染物擴散與流動情況，測站則如圖 4.1.2-4、圖 4.1.2-5 所示，上述取得之環境資料來源彙整，如表 4.1.2-3 所示。

(1) 空污背景值

包含環境之 $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) 與 CO (ppm) 小時平均濃度，此處所指的空氣污染物數值代表大尺度環境下的空氣品質狀態，不受到特定污染源的影響。

空氣污染物濃度背景值可以與調查路口空氣污染數值做比對，以排除調查數據受到背景值影響之干擾。

(2) 風速及風向

風速與風向會影響空氣污染物擴散程度與方向，可藉由風花圖之繪製，得判定主要盛行風向，並作為交通空污流向及散落方向之推估依據。風場資訊也可用於後續空污擴散模式模擬，搭配路口周遭建築物模型，推算出交通空氣污染物流動後分布情況。

(3) 溫度及濕度

氣象上的溫度是指量測位置離地面高約 1.2 至 2.0 公尺高的大氣溫度，而濕度是表示大氣中水份含量的多寡；溫度及濕度變化，皆將影響空氣污染物擴散及沉降現象，可作為後續空污模式模擬解析比對的重要數據之一。

(4) 日射量

日射量為地表上單位面積所接收到的太陽輻射能量值。其資訊可應用在災害、模式模擬、能源管理、農業與公衛等領域或產業上，其蒐集是為了與風向數據計算取得大氣穩定度，後續應用於空氣品質模式模擬推估設定參數之一。

(5) 建物型態

建物型態為環繞路口的地形與建物，建物物體的排列結構會影響路口中氣流渦流型態，可能成為污染物擴散及濃度分佈不均勻的主要因素，其建物資訊得應用於空氣品質模式模擬推估。



資料來源：臺北市政府環境保護局

圖 4.1.2-4 空氣品質自動連續監測站（一般測站）



測站外觀



內部設備

資料來源：臺北市政府環境保護局

圖 4.1.2-5 空氣品質自動連續監測站（交通測站）

表 4.1.2-3 兩年期環境資料調查項目彙整

調查項目	112 年與 113 年計畫調查項目
空污背景值	環境部或地方環保局空品測站資料
風速	實地調查之風速、風向儀資料
風向	、鄰近路口空品或交通測站
太陽輻射量	
溫度	地方氣象站資料
濕度	
建物型態	內政部國土測繪中心、Google map 圖層、實地調查

資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

3. 空污資料

空污調查應以路口行人活動區域為主要調查範疇，可選擇空氣品質移動式監測車或簡易空氣品質感測器，針對行人等候區域、行人穿越道線中間處之 PM_{2.5} 與 CO 的濃度進行採樣。

若在採樣位置及經費許可下，建議採用空氣品質移動式監測車進行空氣污染物採樣，其為將一般空氣品質監測站內之設備裝載於大客車上，可用於環境空氣品質的 24 小時調查、監視、即時監測；另可選擇透過微型感測器進行空氣污染物採樣，如圖 4.1.2-6，藉由各式運作原理（雷射光學、電化學電阻感應等）測量空氣污染物濃度，相比於空氣品質監測站及移動式監測車之空間尺度及使用空間等限制，以體積更小且方便攜帶之設備，亦符合路口行人暴露監測之需求。然而在雨天環境中，水氣會干擾光學儀器測量精準度，導致數據誤差過大，因此若遇到下雨情況，必須延期調查工作，以確保數據準確性。

為調查小尺度空間內行人在路口等候區域暴露之空氣污染物濃度，監測儀器架設於監測點為的高度應設定於 1.0 至 1.5 公尺處，以不阻擋行人通行為首要條件，並將儀器採樣口（進氣口）架設離地高 1.2 至 1.5 公尺處，以模擬實際人體呼吸之高度。

監測儀器於路口調查設置前，需經工業技術研究院實驗室認證及環境部測站進行一致性比對等布建規範與維護作業，確保其監測趨勢性及穩定性，提供小尺度空間內空污變化情形。儀器於現場設置完畢後，會依據調查時間規劃進行空氣污染物監測，並配合路口號誌時制變化時間記錄空氣污染物濃度數據。



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

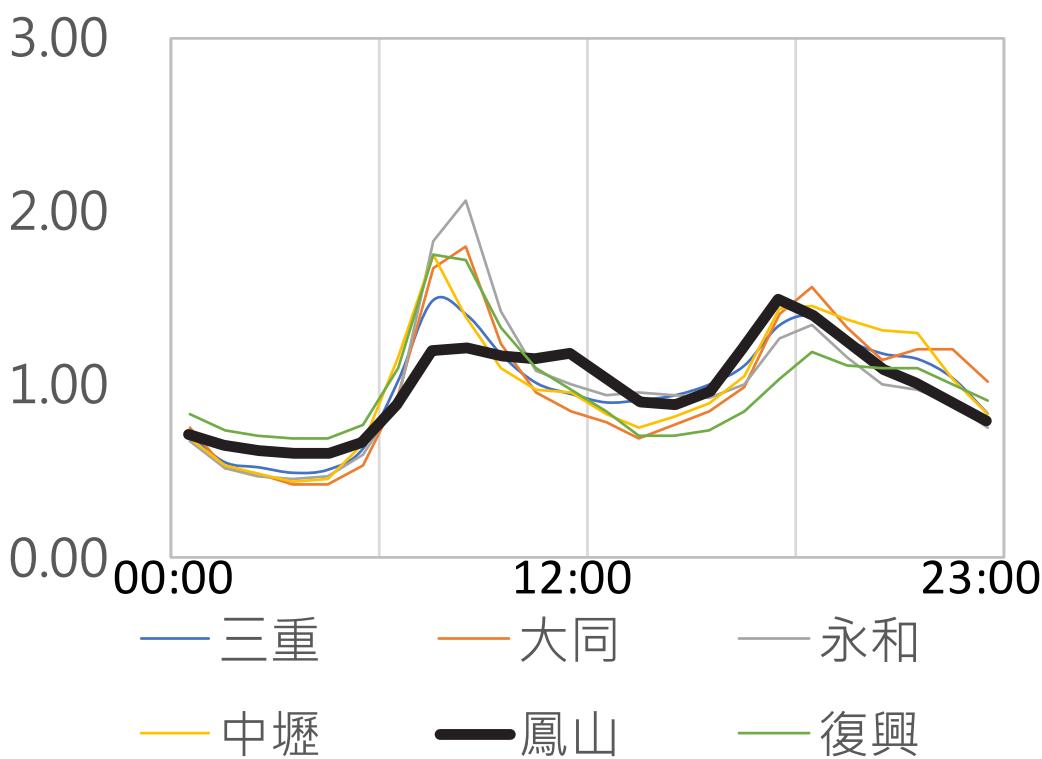
圖 4.1.2-6 行人等候區之定點式空污監測儀器示意圖

4.1.3 調查時間規劃

依據環保署交通測站各污染監測資料顯示，路口空污濃度一定程度上受到車輛活動頻率影響，依據 2022 年全年交通測站 CO 濃度監測資料，由如圖 4.1.3-1 及 4.1.3-2 發現空氣污染物濃度變化與交通尖、離峰間，具有一定程度關係，且相對於假日時段，平日時段更能夠反應交通空污對於環境影響。

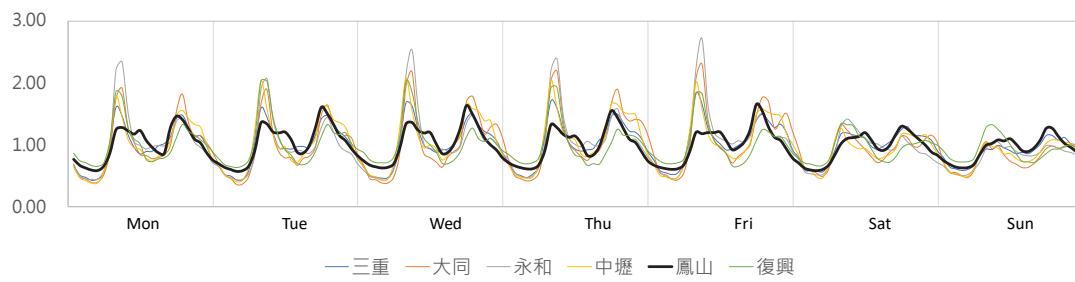
由圖中可明顯發現，污染物尖峰時間，在上午約 7:00~9:00，以及下午 17:00~20:00 區間，故本計畫路口調查時間，規劃如下

1. 以每日 7:00~19:00，總計 12 小時，進行路口交通資料及空污採樣。
2. 同一調查特性路口，將於同日且同時段進行採樣，以確保環境資料的一致性。



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 4.1.3-1 2022 年交通測站 CO 濃度標準化下 24 小時平均分布情形



資料來源：路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂，交通部運研所。

圖 4.1.3-2 2022 年交通測站 CO 濃度標準化下每日平均分布情形

4.2 搭配空污擴散模式協助路口交通空污評析

於路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查中，需考量天氣不可控風險、要動用大量人力、耗時亦久，且無法直接改動預計改善路口之號誌時制及幾何設計。因此，本小節透過模式運算或模擬方式，利用 4.1 節調查到的實測數據，設計可行之交通管理措施，藉以推估預計施行措施之空氣

污染濃度變化狀況。

4.2.1 空氣污染物擴散模式之選擇及應用

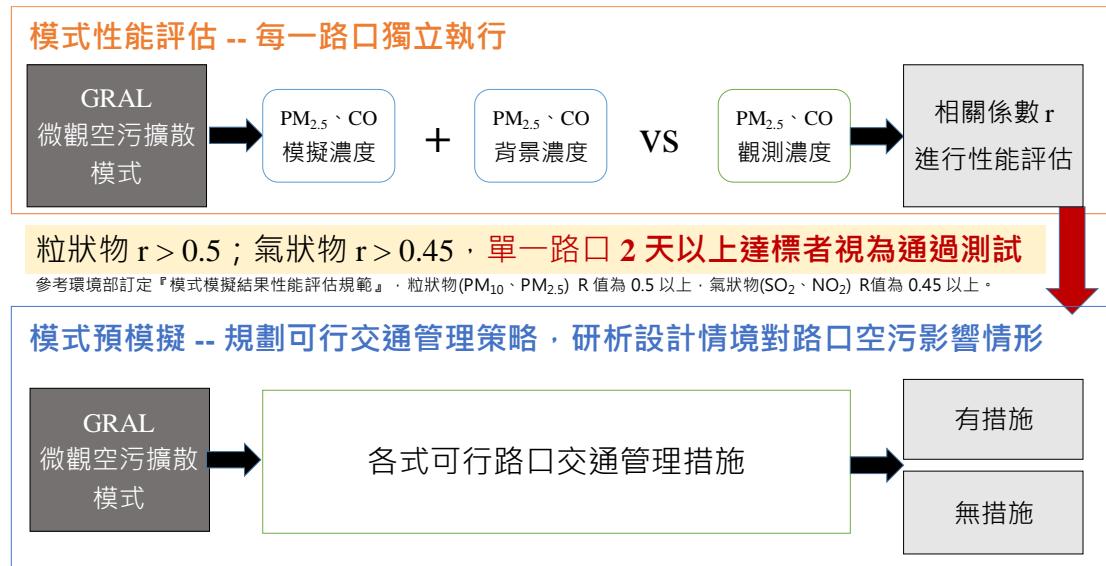
目前我國常使用的空氣品質模式規格，模擬範圍較適用於大尺度，其水平解析度為公里等級。然在路口範圍之交通空污排放影響，則必須將解析度提高至接近公尺等級，才能有效地得知局部污染暴露之影響。

除空間範圍限制外，路口周遭風場（氣流）變化亦受到建築物排列影響，氣流之改變也會影響到交通空氣污染物濃度之累積和擴散情況。都會區的高聳建築物排列被稱為是「街谷（street canyon）」，指的是由一條狹窄的街道夾在兩側高聳建築物之間的配置，類似山谷地形，是都市區域的基本單位。複雜的建築物配置限制了街谷內街道層面與屋頂層面以上之間的氣流交換，如此情況造成氣流在街谷內部形成了渦旋。由於街谷內的渦流結構，使污染物的擴散分佈發生了很大變化，阻礙街谷中間道路交通污染排放的擴散情況，容易造成空氣滯留現象，導致街谷內污染物暴露程度更高，這可能對人類健康造成嚴重影響。由上述可知，環境風場以及建築物配置是影響都市街谷間濃度分佈的重要因子。

為了瞭解路口交通污染物暴露情況，必須找到方法解決上述提到的解析度以及建築物影響的限制。由國內外研究成果發現，可利用微尺度（microscale）的空氣擴散模式，Graz Lagrangian model（後稱 GRAL），應用分析都會區街谷內的路口交通 PM_{2.5} 暴露濃度，並且解決解析度以及建築物影響的限制。大多數用於瞭解都市空氣污染物濃度分佈的擴散模型，包含 CALINE4、ADMS、CAR-FMI、AERMOD 及 OSPM 等巨觀模式，甚至三度空間空氣品質模式 CMAQ，可以模擬都市內污染物大致的分佈，然而這些模式無法計算複雜建築和街道巷弄配置影響下污染物的擴散。因此要考慮複雜建築物配置之影響必須藉由微尺度的空氣擴散模式，水平尺度遠低於 1 公里、時間尺度大約小於 1 天的範圍，來討論局部範圍的過程。本指引建議採用的模式是 GRAL 模式，係解析度可以達到公尺等級之空氣擴散模式，適合用以評估街谷中的路口交通空氣污染物濃度變化之差異性。

4.2.2 空氣污染擴散模式應用及資料前處理

利用路口補充調查資料及交通管理情境，進行 GRAL 模式推估交通空污濃度排放情形。模擬作業流程如圖 4.2.2-1 所示，第一部分為模式驗證部分，利用補充調查資料對 GRAL 模式進行驗證，將建物、空污排放量、環境風場以及其他參數等資料帶入 GRAL 模式模擬，將 GRAL 模式輸出之 $PM_{2.5}$ 、 CO 增量濃度 ($C_{increment}$) 加上周界環境濃度 ($C_{ambient}$) 後，與觀測數據 (C_{real}) 進行比較，以對 GRAL 模式進行相關性性能評估。完成 GRAL 模式性能評估後，規劃可行之路口交通特性改善策略模擬情境之分析，依模擬結果評估空污減量成效，應用 GRAL 模式搭配有無交通管理措施之設定，以解析交通特性對路口交通空污擴散之影響。



資料來源：本指引繪製。

圖 4.2.2-1 空污擴散模式模擬作業流程

1. GRAL 模式模擬值與監測值進行性能評估

應用空氣品質擴散模式的第一個工作，為驗證 GRAL 模式在水平方向上對 $PM_{2.5}$ 、 CO 模擬應用之評估，搭配補充調查數據對 GRAL 進行驗證。模擬後之結果係依下列方法進行定量性能評估。因 GRAL 模式僅可以透過輸入之排放源資料模擬出該排放源所產生的增量濃度，不包含周界環境濃度，因此進行模式驗證時需同時考慮周界環境濃度和模擬所得之增量濃度，再和觀測濃度進行比較。比較方式使用以下公式。

$$C_{\text{real}} = C_{\text{ambient}} + C_{\text{increment}} + C_{\text{residual}}$$

其中 C_{real} 表示實際濃度，可由補充調查所得之監測空污濃度代表； C_{ambient} 表示周界環境濃度的貢獻；而 $C_{\text{increment}}$ 表示由路口交通排放之增量濃度，這部分是由 GRAL 模擬結果代表；最後 C_{residual} 則表示除了交通排放外，其餘當地污染物之排放增量濃度。由於周界環境濃度代表大環境下城市尺度的濃度，故以環境部設置之空氣品質標準測站或交通空氣品質監測站所測得之濃度為代表。

由於 GRAL 模式為微觀模式，目前尚未受環境部制訂之模式模擬結果性能評估規範，然參採模式模擬結果性能評估規範，對 GRAL 模式模擬結果與實際觀測結果，進行空氣污染物濃度相關係數 (Correlation coefficient, r) 指標分析。

2. GRAL 模式設定檔之資料來源與設定

最初 GRAL 是由格拉茨理工大學 (Graz University of Technology) 內燃機與熱力學研究所開發，後來經由奧地利蒂羅爾州和施蒂利亞州政府以進一步開發模式。該模式可以至指定平台網站 (<https://gral.tugraz.at/>) 並填寫基本資料後即可免費下載，同時適用於 64 位元版本的 Windows、macOS 和 Linux 操作系統，並且可以通過圖形使用者界面 (Graphical User Interface, GUI) 來進行操作。

本指引參採「111 年度交通改善措施微觀車流模擬成效評估案」在模擬路網內的路段上設置「車隊長度計數」(Queue Counters)，車流停等於各路段的平均車隊長度(m)以及最大車隊長度(m)，設定模擬範圍係以路口中心點向外 150 公尺 x 150 公尺，風場水平網格解析度預計為 2 公尺，垂直預計設定 60 層，在垂直拉升係數（指單位高度隨地面高度增加的程度）預計為 1.05 的情況下，最高層可延伸至 709 公尺。濃度網格水平解析度預計設定為 2 公尺，垂直解析度預計設定為 2 公尺。GRAL 模式讀取之建物資料、氣象場和排放量在以下內容作詳細說明。

(1) 建物資料

模擬過程所需之建築物資料係由內政部國土測繪中心提供，以取得全臺灣都會區不含屋頂結構及稜柱建議（LOD1）等級之3D建築幾何資料，運用於模式模擬中。

（2）氣象場

氣象場資料方面需要環境風場以及大氣穩定度作為模式之輸入。本計畫使用路口調查之監測數據作為GRAL的輸入資料，包含了風速與風向等風場資料，時間解析度為1小時1筆。另外，太陽輻射量與穩定度計算係由鄰近調查路口之中央氣象局測站提供，藉由US-EPA[39]所制定之Pasquill-Gifford進行大氣穩定度分級，其穩定程度分為7類：從A到G，分別代表極度不穩定（extremely unstable）至非常穩定（extremely stable），如表4.2.2-1所示。

表4.2.2-1 Pasquill-Gifford 穩定性等級

Wind speed (m s^{-1})	Global radiation (W m^{-2})				
	> 925	925 - 675	675 - 175	175 - 20	< 20
0 - 0.5	A	A	B	D	F/G
0.5 - 1	A	A	B	D	F/G
1 - 2	A	A	B	D	F/G
2 - 3	A	B	C	D	E/F
3 - 5	B	B	C	D	D
5 - 6	C	C	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

資料來源：空氣品質模式評估技術規範-附件三，環境部。

（3）排放量

在模式排放源輸入方面，預計以交通排放之PM_{2.5}、CO作為排放源數據。空氣污染物排放量的換算是使用上述車輛辨識統計結果和國家空氣污染排放清冊12版(TEDS 12.0)提供的機車、小客車、大客車及大貨車等各速率之全國平均排放係數來計算；為力求更貼近車輛實際行駛的情境，在車輛通行路口過程中分為紅燈急速、綠

燈直行及加減速（如左右轉向、起步直行），依前述 3 種行車模式之速率設定如下說明。

①紅燈怠速

行經路口為紅燈號誌，使車輛停滯後進入怠速模式，怠速模式預計使用車速為 5km/hr 之排放係數進行換算。

②綠燈直行

行經路口為綠燈號誌，假設車輛維持行車速率直行通過路口之模式，本計畫係參採臺北市、新北市及高雄市之道路速率統計資料，並且平均進 3 年的行駛速率，若計算後之車輛速度超過該路口速限，將直接採用該路口之速限值。

③加減速及左右轉

行經路口為綠燈號誌時，欲轉向車輛會進行減速、停等、加速的行車模式；以及紅燈轉綠燈後，車輛會起步直行或轉向，並依次進行加速、減速、停等、加速的行車模式。針對車輛行經路口時為加減速模式時，將參考環境部完成的移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫，針對機車於市區進行實車測試過程中調查的旅次起訖資料，其中 1 旅次之行車模式為車輛從靜止狀態開始起步，在加速後進行轉向，車輛在接近轉彎處時減速或停等行人，在安全情況下，車輛完成轉向並逐漸加速至正常行駛速度。本計畫將機車實車測試結果之全部調查的旅次速率進行平均，所計算之平均速度作為加減速型態的速度值。

4.2.3 模擬情境規劃建議

透過交通各面向及研究文獻蒐集及調查解析成果，本指引版本依據不同路口環境下對空污影響差異，提出空污影響較低的路口，其交通環境設計特性，作為其他路口改善優先參考對象，初步規劃舉例如下說明。

1. 機車待轉區位置：適度加大待轉區為面積，減少污染排放集中，並規劃機車待轉區位置應設置於人行道後，避免行人直接吸入車輛尾氣排放影響。

2. 增加車道與人行道間緩衝距離：適度擴大車道與人行道間區隔，降低車輛與行人間衝突，減少民眾直接受車輛污染排放影響，並提升行車安全。
3. 視路口條件，透過設置左轉專用號誌以取消待轉區：考量路口車流量、車道數等條件下，透過設置路口左轉專用號誌時相方式，取消機車兩段式左轉，降低車輛停等對行人的空污排放，同時提升交通安全性。
4. 低污染運具分布情形對路口交通空污影響程度大小
5. 如何透過嚴格法令管制促使車輛排氣改善：例如透過車輛裝置怠速熄火裝置，減少停等造成車輛污染排放。
6. 如何運用交通號誌及道路特性，穩定車流以減少車輛加減速行為。

4.3 本章重要觀念

1. 考量國內交通管理策略目前尚缺乏掌握路口交通流量與空污暴露影響之相關經驗，故針對第三章所述改善策略前了解路口交通、環境與空污各面向間關聯性之步驟，提供國內、外目前採用之路口調查方式供參考。本章首先說明藉由實驗設計與現地調查之交通資料、空污資料與環境資料，接續設計交通措施情境並搭配微觀空污擴散模式計算，模擬不同道路幾何設計或時制變化對行人、機車與自行車騎士等，受到路口交通空氣污染物濃度之影響，以協助規劃過程順利進行。
2. 於路口空污改善評估作業中，如何解析車流量與環境空污的關係為其中較為耗時費力的步驟之一，透過路口調查的方式了解其交通、環境與空污等 3 面狀況，據以評估路口交通流量與空污暴露程度，而在實際調查前，可先擬定調查計畫，設計如調查場地、調查時間和調查項目的具體方案，以供調查工作參考。
3. 為了達到透過管理措施減少交通空污排放目的，瞭解路口交通特性對空氣污染之影響，可以利用路口交通量與空污監測數值進行比對，找出兩者關聯性，也可將相關資料應用於以利用空污擴散模式模擬

方式，掌握瞭解目前路口環境下，空氣污染物濃度增減之差異性。

4. 於路口之交通、環境及空污資料蒐集或調查中，需考量天氣不可控風險、要動用大量人力、耗時亦久，且無法直接改動預計改善路口之號誌時制及幾何設計。因此，本小節透過模式運算或模擬方式，利用 4.1 節調查到的實測數據，設計可行之交通管理措施，藉以推估預計施行措施之空氣污染濃度變化狀況。

第五章 結語

1. 路口改善規劃的交通措施選用，主要以運輸效率及人車安全做為管理策略的優先考量，在這個前提之下，可輔以本指引來評估是否有環境面向的附加效益。
2. 路口時制變化的交通管理特性，由於號誌周期變化皆在秒或分鐘間，易受當時交通量及微環境氣象條件影響，導致瞬時空污濃度變化相對不具一致性。
3. 路口幾何設置改變的交通管理特性對降低交通空污濃度效益相較易於號誌時制管理，其中的行穿線退縮路口特性，在不同背景源及不同特性路口皆具備空污暴露濃度降低效益。
4. 本指引分別以行人專用時相、時制計畫影響、行人穿越道線退縮、車道寬限縮等路口交通特性案例，針對前述 4 種交通特性可行管理策略說明可減少空氣污染物濃度，提供相關主管機關進行路口改善中針對交通減污策略規劃參採使用，協助推動路口用路人區域之交通空污減量工作。
5. 未來要做試辦地區的時候，建議可以學校、醫院附近來作為優先考量，或是交通擁擠的十字路口像是捷運站、車站等來做為優先改善目標。
6. 同樣的路口交通管理策略，在不同路口下所通過之車輛車種比例、幾何配置（包含人行道、建築物等）等影響因子。建議仍應進行現地調查及搭配模式模擬推估規劃之交通措施條件，以強化解析交通特性差異對環境空污之影響。
7. 2020 年版運輸政策白皮書反映交通部「以人為本」的願景目標，以及「安全」、「效率」、「品質」及「綠色」之四大施政主軸，並逐項說明落實的相關政策、策略、行動方案，其中《綠運輸分冊》提出了建構低碳、低污染的運輸環境和相關策略；另近年來路口交通排放對空污的議題逐漸受到關注，環境部逐步加嚴車輛尾氣排放的標準，並鼓勵民眾進行車輛汰舊換新，從源頭上減少車輛排放的空氣污染物；然除了減少空氣污染物的總排放量，如何降低用路人暴露於路口交通

空污環境，係有可精進的空間。本指引只是一個開始，期望後續依據減少交通空污的實務經驗滾動檢討指引內容。

參考文獻

- 交通部運輸研究所，「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(1/2)-調查計畫與資料蒐集」，2023。
- 交通部運輸研究所，「路口交通環境特性對空氣品質影響及改善指引之研訂(2/2)-資料分析與指引研訂」，2024。
- 環境部，「空氣污染物排放量清冊（TEDS12.0 版）」，2023。
- 環境部，「空氣污染防治方案（109 年至 112 年）」，2020。
- 交通部運輸研究所，「運輸政策白皮書-綠運輸」，2020。
- 環境部，「臺北市都會區通勤期間之空氣污染物暴露量調查」，2018。
- TSI，<https://tsi.com/>
- 交通部運輸研究所，「交通環境之 PM_{2.5} 暴露探討」，2018。
- Hong-di He, H. Oliver Gao. (2020), Particulate matter exposure at a densely populated urban traffic intersection and crosswalk, Environmental Pollution.
- 龍世俊，台北都會區之機車、汽車及捷運通勤族微粒及 PAHs 之暴露濃度及影響因子，2005。
- IARC Monogr, Eval, Carcinog, Risks Hum (2014), Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 105, Pages 9–699.
- Narjis Basil Theyab, Hamid Athab Eedan Al-Jameel, Raid R. A. Almuhanan. (2021), Impact of Traffic Flow on Pollution at Urban Intersections.
- J.A. Adeniran, R.O. Yusuf, A.A. Olajire (2017), Exposure to coarse and fine particulate matter at and around major intra-urban traffic intersections of Ilorin metropolis, Nigeria, Volume 166, Pages 383-392.
- Rapuruchukwu Nobert Unegbu, Enos Emereibeole, Leonard Mgbeahuruike, Chijioke Uyo, Friday Anegbode Edo (2023), Traffic air pollution and urban sustainability: an assessment of strategic road intersections in Owerri urban, Nigeria, EQA, Vol. 54 (2023):1-10.
- H. Christopher Frey, Andrew P. Grieshop, Andrey Khlystov, John J. Bang, Nagui Rouphail, Joseph Guinness, Daniel Rodriguez, Montse Fuentes, Provat Saha, Halley Brantley, Michelle Snyder, Shams Tanvir, Kwanpyo Ko, Theophraste Noussi, Maryam Delavarrafiee, Sanjam Singh (2022), Characterizing Determinants of Near-Road Ambient Air Quality for an Urban Intersection and a Freeway Site, Research Report 207. Boston, MA: Health Effects Institute.

L.Y Chan, W.L Lau, S.C Lee, C.Y Chan, (2002), Commuter exposure to particulate matter in public transportation modes in Hong Kong, Atmospheric Environment, Volume 36, Issue 21,, Pages 3363-3373.

Tippichai Atit, Pongrid Klungboonkrong, Pan-Aram Rudklao, Prungchan Wongwises, (2005), Prediction of CO concentrations from road traffic at signalized intersections using CAL3QHC model: the Khon Kaen case study, Songklanakarin Journal of Science and Technology 27(6).

Hong-di He, Wei-Zhen Lu, (2012) Urban aerosol particulates on Hong Kong roadsides size distribution and concentration levels with time. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 26(2):177-187.

Courtney Slavin, Miguel A. Figliozzi, (2013), Impact of Traffic Signal Timing on Sidewalk-Level Particulate Matter Concentrations, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Volume 2340, Issue 1.

Mark Ritner , Kurt K. Westerlund , C. David Cooper & Michael Claggett, (2013) Accounting for acceleration and deceleration emissions in intersection dispersion modeling using MOVES and CAL3QHC, Journal of the Air & Waste Management Association, 63:6, 724-736.

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。

B.De Coensel, A. Can, B. Degraeuwe , I. De Vlieger , D. Botteldooren, (2012), Effects of traffic signal coordination on noise and air pollutant emissions, Environmental Modelling & Software 35 74-83.

Xiao jian Hu, Dan Xu, Qian Wan,(2018), Short-Term Trend Forecast of Different Traffic Pollutants in Minnesota Based on Spot Velocity Conversion, Int J Environ Res Public Health, 15(9):1925.

邱煜勝，混合車流污染排放與擴散模式之建構，2011。

吳怡潔，考量混合車流汙染排放濃度影響之適應性號誌控制模式，2013。

李家欣，都市街谷細懸浮微粒之不均勻度—交通排放影響，2021。

彭軍，公路和城市街衢機動車大氣污染物擴散模式發展綜述，2005。

環境部，空氣品質模式支援中心，<https://aqmc.epa.gov.tw/>。

張能復，軌跡模式在污染來源追蹤及污染源影響評估應用能力之探討研究，2004。

Chen, H., Bai, S., Eisinger, D., Niemeier, D., & Claggett, M. (2009). Predicting near-road PM_{2.5} concentrations: comparative assessment of CALINE4, CAL3QHC, and AERMOD. Transportation research record, 2123(1), 26-37.

Dietmar Oettl, Ulrich Uhrner, (2011) Development and evaluation of GRAL-C dispersion model, a hybrid Eulerian–Lagrangian approach capturing NO–NO₂–O₃ chemistry, Atmospheric Environment, Volume 45, Issue 4, Pages 839-847.

Antoine Berchet, Katrin Zink, Clive Muller, Dietmar Oettl, Juerg Brunner, Lukas Emmenegger, Dominik Brunner, (2017), A cost-effective method for simulating city-wide air flow and pollutant dispersion at building resolving scale, *Atmospheric Environment*, Volume 158, Pages 181-196.

Hong Ling, Shih-Chun Candice Lung, Ulrich Uhrner, (2020), Micro-scale particle simulation and traffic-related particle exposure assessment in an Asian residential community, *Environmental Pollution*, Volume 266, Part 2, 115046.

Dietmar Oettl , (2014), valuation of the Revised Lagrangian Particle Model GRAL Against Wind-Tunnel and Field Observations in the Presence of Obstacles, *Boundary-Layer Meteorology* volume 155, pages271–287 .

Anderson, KP; Waddington, MA; Balaich, GJ; Stauber, JM; Bernier, NA; Caram, , JR; Djurovich, PI; Romanov, AA; Gusev, BA; Leonenko, E; Tamarovskaya, AN; Vasiliev, AS; Zaytcev, NE; Philippov, IK, (2020), Graz Lagrangian Model (GRAL) for Pollutants Tracking and Estimating Sources Partial Contributions to Atmospheric Pollution in Highly Urbanized Areas, *Atmosphere* 2020, 11(12), 1375.

許芝綾，個別車輛於號誌交叉路口預估延滯式之研究，2018。

交通部運輸研究所，臺灣公路容量分析專區 THCS ，
<https://thcs.riot.gov.tw/WebForm1.aspx#gsc.tab=0>

臺北市政府環境保護局，臺北市環境品質資訊網，
https://www.tldep.gov.taipei/Public/EnvMonitoring/Air_NormalStation.aspx.

臺北市政府環境保護局，臺北市政府環境保護局官方網站
<https://www.dep.gov.taipei/>

內政部國土測繪中心，國土測繪圖資服務雲，<https://maps.nlsc.gov.tw/>。

Bowker, G. E., Baldauf, R., Isakov, V., Khlystov, A., & Petersen, W. (2007). The effects of roadside structures on the transport and dispersion of ultrafine particles from highways. *Atmospheric Environment*, 41(37), 8128-8139.

Choi, W., Ranasinghe, D., DeShazo, J. R., Kim, J. J., & Paulson, S. E. (2018). Where to locate transit stops: Cross-intersection profiles of ultrafine particles and implications for pedestrian exposure. *Environmental pollution*, 233, 235-245.

Gao, H. O. (2021). Particulate matter exposure at a densely populated urban traffic intersection and crosswalk. *Environmental Pollution*, 268, 115931.

Gokhale, S., & Raokhande, N. (2008). Performance evaluation of air quality models for predicting PM10 and PM2. 5 concentrations at urban traffic intersection during winter period. *Science of the total environment*, 394(1), 9-24.

Gurram, S., Stuart, A. L., & Pinjari, A. R. (2019). Agent-based modeling to estimate exposures to urban air pollution from transportation: Exposure disparities and impacts of high-resolution data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 75, 22-34.

- Krecl, P., Targino, A. C., Landi, T. P., & Ketzel, M. (2018). Determination of black carbon, PM_{2.5}, particle number and NO_x emission factors from roadside measurements and their implications for emission inventory development. *Atmospheric Environment*, 186, 229-240.
- Lee, S. H., & Kwak, K. H. (2020). Assessing 3-D spatial extent of near-road air pollution around a signalized intersection using drone monitoring and WRF-CFD modeling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18), 6915.
- McKercher, G. R., & Vanos, J. K. (2018). Low-cost mobile air pollution monitoring in urban environments: a pilot study in Lubbock, Texas. *Environmental technology*, 39(12), 1505-1514.
- Wang, Z. Y., Zhao, H. M., & Peng, Z. R. (2021). Spatiotemporal analysis of pedestrian exposure to submicron and coarse particulate matter on crosswalk at urban intersection. *Building and Environment*, 204, 108149.
- Zanobetti, A., Schwartz, J., & Dockery, D. W. (2000). Airborne particles are a risk factor for hospital admissions for heart and lung disease. *Environmental health perspectives*, 108(11), 1071-1077.
- S. Franco, Suglia., A Gryparis, R O Wright., J Schwartz, R J Wright. (2007). Association of Black Carbon with Cognition among Children in a Prospective Birth Cohort Study, Vol. 167, 2007, No. 3.
- 行政院國家科學委員會，「移動源排放污染物在短距離內之擴散」，2016。
- 陳惠國、邱裕鈞、朱致遠，交通工程第2版，第56頁，2017。
- 陳錦煌，台灣空氣污染物排放量推估方法之演進及展望，2010。
- 嘉南藥理科技大學，米孝萱、楊昆霖、施俊宏，「石化廠區周界有害空氣污染物之來源鑑別-發展適切網路模式」，2016。
- Ammar Šarić, Suada Sulejmanović, Sanjin Albinović, Mirza Pozder. (2023). The Role of Intersection Geometry in Urban Air Pollution Management.
- 葉輔根，路邊環境空氣污染物與車輛排放相關性分析及健康損失評估，2018。
- Lee, C. H.; Lung, S. C. C.*; & Chen, J. P*. (2023) Thrsee-dimensional spatial inhomogeneity of traffic-generated urban PM_{2.5} in street canyons. *Atmospheric Pollution*.
- Dockery, D.W., Pope, C. A., Xu, X., Spengler, J.D., Ware, J. H., Fay, M.E., Ferris, B.G., Speizer, F. E. "An Association between Air Pollution and Mortality in Six U.S. Cities", *New England Journal of Medicine*, 329, 24, 1753-9, 1993

