114-042-5531
MOTC-IOT-112-IFB009

構建 5G 智慧交通數位神經中樞
—功能擴充與精進

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

114-042-5531
MOTC-IOT-112-IFB009

構建 5G 智慧交通數位神經中樞
—功能擴充與精進

著者：蘇昭銘、林良泰、吳健生、
王晉元、洪百賢、黃啟倡、
張益城、吳東凌、周家慶、
何毓芬、吳姿樺、陳怡君

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

構建 5G 智慧交通數位神經中樞 ： 功能擴充與精進 / 蘇昭銘, 林良泰, 吳健生, 王晉元, 洪百賢, 黃啟倡, 張益城, 吳東凌, 周家慶, 何毓芬, 吳姿樺, 陳怡君著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民 114.07
面； 公分
ISBN 978-986-531-681-5(平裝)

1.CST: 交通管理 2.CST: 運輸系統

557.15 114009253

構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進

著　　者：蘇昭銘、林良泰、吳健生、王晉元、洪百賢、黃啟倡、張益城、吳東凌、周家慶、何毓芬、吳姿樺、陳怡君
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 7 月
印 刷 者： 全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 55 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：750 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：1011400684　　ISBN： 978-986-531-681-5（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

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-531-681-5(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1011400684</td><td>運輸研究所出版品編號
114-042-5531</td><td>計畫編號
112-IFB009</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸科技及資訊組
主管：張益城
計畫主持人：吳東凌(前主管)
研究人員：周家慶、何毓芬
聯絡電話：(02)2349-6890
傳真號碼：(02)2545-0426</td><td colspan="2">合作研究單位：逢甲大學
計畫主持人：蘇昭銘
研究人員：林良泰、吳健生、王晉元、洪百賢、黃啟倡、吳姿樺、陳怡君
地址：臺中市西屯區文華路 100 號
聯絡電話：(04)24517250#6640</td><td>研究期間
自 112 年 4 月
至 113 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：5G 智慧交通、數位神經中樞、數位雙生、緊急車輛優先通行、通訊協定</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
因應全球 5G 資通訊技術的快速發展，以及數位轉型與數位雙生等數位治理觀念，交通部運輸研究所(以下簡稱運研所)於民國 110 年提出「構建 5G 智慧交通數位神經中樞」的研究構想，並於 110 至 111 年間完成前期計畫，內容包括「構建 5G 智慧交通數位神經中樞(1/2)－功能架構探討與系統規劃」及「構建 5G 智慧交通數位神經中樞(2/2)－系統雛型開發與驗證實作」，初步完成 5G 智慧交通數位神經中樞的雛型系統開發，為後續發展奠定基礎。
自 112 年起，運研所持續辦理 112 至 113 年度「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」(以下簡稱本計畫)，承續前期的成果，進一步擴展示範城市的實證場域及偵測設備的佈建，強化緊急救援車輛的智慧優先號控功能，並完成人工智慧交通管理及公共運輸之相關模式庫與知識庫。同時，透過大數據平台整合數位雙生模型，進一步提升 5G 智慧交通數位神經中樞系統的功能，建置視覺化資訊呈現服務，提供交管人員直觀的數據支持，另外亦完成「都市交通控制通訊協定 3.0 版」的檢討與修訂，提出新版協定初稿，推動智慧交通系統的規範化與標準化，促進更全面的應用落地。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>114 年 7 月</td><td>504</td><td>750</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Construction of 5G intelligent transportation digital nerve center - Function Expansion and Enhancement

ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-531-681-5 (pbk.)	1011400684	114-042-5531	112-IFB009

DIVISION: Transportation Technology and Information Division
DIVISION DIRECTOR: Yi-Cheng Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tung-Ling Wu (Former Supervisor)
PROJECT STAFF: Chia-Ching Chou, Yu-Fen Ho
PHONE:886-2-23496890
FAX:886-2-25450426

PROJECT PERIOD

FROM April 2023
TO December 2024

RESEARCH AGENCY: Feng Chia University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jau-Ming Su
PROJECT STAFF: Liang-Tay Lin, Chien-Sheng Wu, Jin-Yuan Wang, Pai-Hsien Hung, Chi-Chang Huang, Zih-Hua Wu, Yi-Chun Chen
ADDRESS: No. 100, Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung, Taiwan 40724, R.O.C.
PHONE: (04)24517250#6640

KEY WORDS: 5G Intelligent Transportation, Digital Nerve Center, Digital Twin, Priority Signal Control System, Communications Protocol

ABSTRACT:

In response to the rapid global development of 5G information and communications technology, as well as digital governance concepts such as digital transformation and digital twin technology, the Institute of Transportation (IOT) proposed the research initiative for the “Construction of a 5G Smart Transportation Digital Nerve Center” in 2021. Between 2021 and 2022, the preliminary project was completed, including “Constructing the 5G Smart Transportation Digital Nerve Center (1/2) – Functional Architecture Discussion and System Planning” and “Construction of a 5G Smart Transportation Digital Nerve Center (2/2) –Prototype System Development and Implementation Verification.” The initial development of the 5G Smart Transportation Digital Nerve Center prototype system was completed, laying the foundation for subsequent advancements.

Starting in 2023, the IOT has continued implementing the “Constructing the 5G Smart Transportation Digital Nerve Center – Functional Expansion and Enhancement” project for 2023–2024. Building upon the achievements of the preliminary phase, this project further expanded the demonstration city’s implementation sites and deployed additional detection equipment. Additionally, the project strengthened the intelligent signal priority system for emergency rescue vehicles, completed the development of artificial intelligence-based traffic management models and a knowledge base for public transportation, and integrated digital twin models into a big data platform to enhance the overall functionality of the 5G Smart Transportation Digital Nerve Center system.

Furthermore, the project established a visual information presentation service, providing traffic management personnel with intuitive data support. In addition, a review and revision of the Urban Traffic Control Communication Protocol Version 3.0 was conducted, formulating a draft of the updated protocol. This initiative promotes the standardization and regulation of intelligent transportation systems, facilitating a more comprehensive implementation of smart mobility solutions.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
July 2025	504	750

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

目錄

目錄 III
圖目錄 V
表目錄 XIV
第一章　計畫背景分析 1
1.1　研究背景與重要性 1
1.2　研究目的 3
1.3　研究內容與工作項目 3
1.4　研究流程 5
1.5　章節說明 7
第二章　國內外數位雙生應用發展與探討 9
2.1　國外數位雙生應用案例 9
2.2　國內數位雙生應用案例 14
2.3　5G AIoT 應用案例 16
2.4　綜合探討 17
第三章　智慧交通資料偵測蒐集與設備佈建規劃 21
3.1　攝影機佈建原則規劃目的 22
3.2　攝影機規劃原則與使用限制 23
3.3　路口型交通參數偵測攝影機佈建原則 26
3.4　路段型交通參數偵測攝影機佈建原則 32
3.5　數位雙生場域實際佈建內容 37
3.6　計畫場域交通參數偵測實作成果歸納 40
第四章　智慧交通數位中樞神經系統功能模式庫與知識庫開發 55
4.1　大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫開發與實證 60
4.2　大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫 84
4.3　前期公共運輸運量預測模式庫精進 195
4.4　前期車流速率預測模式庫精進 213
4.5　非常態車流速率預測模式構建 226
4.6　主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式 235
4.7　交通異常事件疏導應變知識庫 250

第五章　數位雙生模型功能擴充與精進 273
5.1 前期計畫(110-111)重點功能成果說明 273
5.2 平台功能擴充與實作 279
5.3 數位雙生平台功能展示 294
第六章　規劃層級大數據決策分析平台與建置 299
6.1 臺灣地區決策分析平台回顧 299
6.2 平台規劃原則 309
6.3 平台規劃構想 311
6.4 決策平台視覺化設計成果 320
6.5 知識庫管理主題目錄查詢 323
第七章　緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進 325
7.1 前期計畫(110-111)重點成果說明 325
7.2 緊急車輛優先通行實作範圍擴充與精進 327
7.3 勤務派遣系統車輛出勤資訊介接可行性評估 357
7.4 緊急救援車輛優先號誌參考手冊初稿 375
第八章　都市交通控制協定 3.0 版檢討 377
8.1 前期計畫(110-111 年)重點成果說明 377
8.2 本期計畫工作項目 380
8.3 綜合檢討彙整 383
8.4 研提新版都市交通控制通訊協定初稿 393
第九章　其他計畫成果 399
9.1 各項成果發表推廣活動 399
9.2 計畫成果學術投稿活動 404
9.3 其他計畫相關活動大事記 407
第十章　結論與建議 409
10.1 結論 410
10.2 建議 414
參考文獻 419
附件一、第一次期中審查意見回覆對照表 421
附件二、第二次期中審查意見回覆對照表 431
附件三、期末審查意見回覆對照表 447
附件四、本計畫各知識庫 QA 彙整 459
附件五、緊急救援車輛優先號控系統建置參考手冊 467

圖目錄

圖 1.4.1 研究流程圖 6
圖 2.1.1 PLATEAU VIEW APP 實機畫面 10
圖 2.1.2 PLATEAU 案例-人流疏散規劃 10
圖 2.1.3 PLATEAU 案例-人流移動模擬 11
圖 2.1.4 PLATEAU 案例-以遊戲化的方式進行參與型社區總體營造 11
圖 2.1.5 PLATEAU 案例-區域管理 12
圖 2.1.6 日內瓦高速公路數位雙生 12
圖 2.1.7 澳洲道路與城市數位雙生服務 13
圖 2.2.1 淡海新市鎮以數位雙生概念呈現的 3D 戰情中心 14
圖 2.3.1 K-CITY 場域介紹 16
圖 2.3.2 淡海車聯網應用情境 17
圖 2.4.1 數位雙生的特性 18
圖 3.2.1 鏡頭焦距與水平角度關係圖 24
圖 3.2.2 路側架設攝影機考量的視角示意圖 25
圖 3.2.3 三角函數與寬度計算式關係圖 26
圖 3.3.1 攝影機架設位置建議位置圖 27
圖 3.3.2 公式中變數位置示意圖 28
圖 3.3.3 歸納原則流程圖 29
圖 3.3.4 數量為 1 支攝影機 30
圖 3.3.5 2 支攝影機應用在轉向量照射位置示意圖 30
圖 3.3.6 四支攝影機以其中一支為例照射角度示意圖 31
圖 3.3.7 各情境幹/支道路寬度所需攝影機數量計算 32
圖 3.4.1 由攝影機垂直角度計算出攝影機死角距離 33
圖 3.4.2 建置在中央分隔島-路幅寬度計算公式的變數位置示意圖 35
圖 3.4.3 求解建置在中央分隔島的路幅寬度示意圖 35
圖 3.4.4 建置在路側-路幅寬度計算公式的變數位置示意圖 35
圖 3.4.5 建置在路側的路幅寬度示意圖 36
圖 3.5.1 計畫場域內攝影機實際佈建位置 38
圖 3.6.1 本計畫 EDGE NATIVE 架構應用 45
圖 3.6.2 路口轉向量資料處理流程圖 46
圖 3.6.3 路口轉向量 ROI 區塊設定(藍色)-轉向車流量 46
圖 3.6.4 路口行穿線行人通行量 ROI 區塊設定(綠色)-行穿線行人通行量 47
圖 3.6.5 路段轉向量資料處理流程圖 48
圖 3.6.6 永福路至福雅路段交通量 ROI 區塊設定 48
圖 3.6.7 路段平均旅行時間延滯所需攝影機佈設方式示意圖 49
圖 3.6.8 路段平均旅行時間延滯計算流程圖 50
圖 3.6.9 路段平均旅行時間延滯資料處理流程圖 51

圖 3.6.10 福雅路至福康路段平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定 52
圖 3.6.11 臺灣大道/永福路口平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定 52
圖 3.6.12 臺灣大道/永福路口平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定 53
圖 3.6.13 綠燈使用率 ROI 區塊設定 54
圖 4.0.1 本計畫整體端-邊-霧-雲協同運算之交通治理架構 56
圖 4.1.1 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫通用性架構 62
圖 4.1.2 百貨週年慶車輛旅運關鍵路徑分析場域 64
圖 4.1.3 GVP 資料型態 66
圖 4.1.4 交通部路段編碼資料型態 66
圖 4.1.5 縣市界資料來源 67
圖 4.1.6 縣市界資料型態 67
圖 4.1.7 資料預處理作業流程 68
圖 4.1.8 方位角度代號與角度區間 68
圖 4.1.9 GVP 媒合路段編碼資料集 69
圖 4.1.10 分析場域 3 處 VD 位置 70
圖 4.1.11 2022 年非週年慶期間車流量排名前 5 名路段統計 73
圖 4.1.12 2022 年週年慶期間車流量排名前 5 名路段統計 73
圖 4.1.13 2022 年非週年慶(尖峰)期間車流量排名前 5 名路段統計 75
圖 4.1.14 2022 年週年慶(尖峰)期間車流量排名前 5 名路段統計 75
圖 4.1.15 各時段平均流量變化 76
圖 4.1.16 2021 年與 2022 年週年慶每日時段車流量年成長率變化 81
圖 4.1.17 2021 年與 2022 年非週年慶每日時段車流量年成長率變化 81
圖 4.1.18 百貨週年慶期間主要關鍵路徑 82
圖 4.1.19 分析場域 2 公里範圍 LINKID 路段與關鍵路段統計 83
圖 4.2.1 大型活動交通影響分析模式庫及決策知識庫之執行流程示意圖 84
圖 4.2.2 交通影響分析模式庫執行流程 91
圖 4.2.3 交通影響分析模式庫(最短路徑交通量指派模式)之建構流程 92
圖 4.2.4 交通影響分析模式庫(AI 路徑交通量指派模式)之建構流程 93
圖 4.2.5 行動數據網格切分示意圖 94
圖 4.2.6 手機信令資料處理流程圖 94
圖 4.2.7 旅次活動資料建立流程圖 95
圖 4.2.8 公路路網編修流程圖 96
圖 4.2.9 臺中市簡化版公路路網(編修後) 97
圖 4.2.10 2022 年臺中跨年晚會活動交通管制計畫圖 105
圖 4.2.11 2023 年臺中跨年晚會活動交通管制計畫圖 105
圖 4.2.12 知識庫架構圖 106
圖 4.2.13 攔截圈界定構想 107
圖 4.2.14 利用模式庫分析產出示警路口 107
圖 4.2.15 車流導引牌面示意圖 109

圖 4.2.16 大眾運輸場站人流導引規劃示意圖(2019 屏東燈會為例) 109
圖 4.2.17 備援停車場規劃流程架構圖 110
圖 4.2.18 既有停車場探詢執行步驟及相關需注意事項 111
圖 4.2.19 未開發之空地探詢執行步驟及相關需注意事項 111
圖 4.2.20 學校/機關用地探詢執行步驟及相關需注意事項 112
圖 4.2.21 備援停車場規劃示意圖(2019 屏東燈會為例) 112
圖 4.2.22 接駁車營運計畫規劃 113
圖 4.2.23 接駁車對規劃估算示意圖 114
圖 4.2.24 接駁車種規劃與要求示意圖 114
圖 4.2.25 相關接駁車服務人員組織示意圖 115
圖 4.2.26 接駁車站位牌面示意圖 115
圖 4.2.27 接駁路線規劃示意圖(2019 屏東燈會為例) 116
圖 4.2.28 宣傳計畫參考示意圖 116
圖 4.2.29 2022 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖 118
圖 4.2.30 2019 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖 118
圖 4.2.31 2017 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖 119
圖 4.2.32 2023 年臺北市跨年晚會分階段交通管制圖 120
圖 4.2.33 2023 年臺北市跨年晚會散場接駁車規劃路線圖 120
圖 4.2.34 2018 臺中世界花卉博覽會交通配套策略示意圖 121
圖 4.2.35 2022、2023 年跨年期間停留臺中旅次數 123
圖 4.2.36 2022 年跨年期間停留臺中旅次起迄表 124
圖 4.2.37 2023 年跨年期間停留臺中旅次起迄表 124
圖 4.2.38 2023 跨年活動抵達與離開會場尖峰時段熱點圖 125
圖 4.2.39 2023 跨年活動抵達與離開會場的分時旅次分布 126
圖 4.2.40 2023 跨年當日 12/31 全日境內及境外旅次到訪來向分布比例 127
圖 4.2.41 平日晚間 10 時抵達水湳周邊的旅次分布 128
圖 4.2.42 2023 跨年當日 12/31 晚間 10 時抵達水湳周邊的旅次分布 128
圖 4.2.43 平日凌晨 0 時自水湳周邊出發的旅次分布 129
圖 4.2.44 2023 跨年隔日 1/1 凌晨 0 時自水湳周邊出發的旅次分布 130
圖 4.2.45 2021/05~2023/12 間臺中捷運每日運量分布圖 131
圖 4.2.46 跨年期間停留水湳信令旅次與臺中捷運各月日運平均量之相關係數 131
圖 4.2.47 本計畫推估之 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 133
圖 4.2.48 本計畫推估之 2024 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布 133
圖 4.2.49 本計畫推估之 2024 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布 134
圖 4.2.50 往返活動會場與軌道場站之接駁車需求推估流程圖 135
圖 4.2.51 活動會場與臺中市內軌道場站環域之行動數據網格 135
圖 4.2.52 由歷年臺灣燈會之運具使用比推估本示範活動各運具使用比 136
圖 4.2.53 自主要軌道場站出發且使用大眾運輸前往會場分時人旅次(2024 年跨年期間) 137

圖 4.2.54 自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站分時人旅次(2024 年跨年) 138
圖 4.2.55 交通分區示意圖 139
圖 4.2.56 行動數據網格人旅次轉換為交通分區車旅次總量流程 141
圖 4.2.57 跨年活動後仍提供大眾運輸服務之交通分區 142
圖 4.2.58 本計畫推估 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊分時旅次(PCU) 144
圖 4.2.59 大型活動交通影響分析模式庫流程 146
圖 4.2.60 半動態指派示意圖 147
圖 4.2.61 半動態指派流程圖 147
圖 4.2.62 本計畫推估 2024 年跨年期間活動會場周邊道路之分時路段流量 151
圖 4.2.63 本計畫推估 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段速率 ... 152
圖 4.2.64 本計畫推估 2024 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段速率 152
圖 4.2.65 本計畫推估 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之流容比(V/C) 153
圖 4.2.66 本計畫推估 2024 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之流容比(V/C) ... 153
圖 4.2.67 壅塞警示路口之試算示意圖 155
圖 4.2.68 活動會場周邊的壅塞警示路口 155
圖 4.2.69 攔截圈初步設定範圍與攔截圈重要路口之分布 156
圖 4.2.70 活動期間分時累積停車需求之推估流程 156
圖 4.2.71 活動期間分時累積停車需求之推估結果 157
圖 4.2.72 (實際情況) 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 159
圖 4.2.73 (實際情況) 2024 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布 161
圖 4.2.74 (實際情況) 2024 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布 161
圖 4.2.75 (實際情況) 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時車旅次分布 161
圖 4.2.76 最短路徑交通量指派模式所產出驗證路段之速率 163
圖 4.2.77 AI 路徑交通量指派模式所產出驗證路段之速率 164
圖 4.2.78 GVP 資料所提供驗證路段之實際速率 164
圖 4.2.79 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (80%之基礎人旅次)..... 166
圖 4.2.80 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (100%之基礎人旅次)..... 166
圖 4.2.81 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (110%之基礎人旅次)..... 167
圖 4.2.82 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (120%之基礎人旅次)..... 167
圖 4.2.83 本計畫推估 2025 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布 168
圖 4.2.84 本計畫推估 2025 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布 169
圖 4.2.85 推估自主要軌道場站出發且使用大眾運輸前往會場人旅次(2025 年跨年期間) 170
圖 4.2.86 推估自會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站人旅次(2025 年跨年期間) 171
圖 4.2.87 本計畫推估 2025 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時車旅次分布 172
圖 4.2.88 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段流量 ... 173

圖 4.2.89 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段流量 174
圖 4.2.90 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段速率 . 175
圖 4.2.91 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段速率 175
圖 4.2.92 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之流容比(V/C) 176
圖 4.2.93 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之流容比(V/C).. 177
圖 4.2.94 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊之壅塞警示路口 . 178
圖 4.2.95 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊之壅塞警示路口 179
圖 4.2.96 活動期間分時累積停車需求之推估結果 184
圖 4.2.97 模式庫分析產出示警路口及攔截圈示意圖 185
圖 4.2.98 交通疏導人員指派路口示意圖 186
圖 4.2.99 車流/人流導引牌面示意圖 187
圖 4.2.100 各方向來車及備援停車場示意圖 188
圖 4.2.101 2024 年疏運計畫備援停車場示意圖 190
圖 4.2.102 備援停車場導引牌面 191
圖 4.2.103 接駁車規劃流程圖 191
圖 4.2.104 2024 臺中跨年接駁車規劃 192
圖 4.2.105 宣傳計畫參考示意圖 194
圖 4.3.1 新光/遠百站客流量區間頻率分佈圖 200
圖 4.3.2 新光/遠百站每月客流量趨勢圖 200
圖 4.3.3 新光/遠百站每星期別平均客流量趨勢圖 200
圖 4.3.4 新光/遠百站每日分時平均客流量趨勢圖 201
圖 4.3.5 往東/2021 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖 201
圖 4.3.6 往東/2021 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖 202
圖 4.3.7 往西/2021 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖 202
圖 4.3.8 往西/2021 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖 202
圖 4.3.9 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖 203
圖 4.3.10 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖 203
圖 4.3.11 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖 204
圖 4.3.12 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖 204
圖 4.3.13 往東/2022 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖 205
圖 4.3.14 往東/2022 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖 205
圖 4.3.15 往西/2022 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖 205
圖 4.3.16 往西/2022 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖 206
圖 4.3.17 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖 206
圖 4.3.18 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖 206
圖 4.3.19 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖 207
圖 4.3.20 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖 207
圖 4.3.21 往東方向各特徵重要度排序 209

圖 4.3.22 往西方向各特徵重要度排序 209
圖 4.3.23 STACKING 模型架構-客流預測 211
圖 4.4.1 都市地區道路常態車流速率預測精進範圍 214
圖 4.4.2 快車道各特徵重要度排序 217
圖 4.4.3 慢車道各特徵重要度排序 218
圖 4.4.4 STACKING 模型架構-速率預測 219
圖 4.4.5 臺北地區預測模式採納各特徵重要度排序 225
圖 4.5.1 TDX 平台之 VD 原始資料 228
圖 4.5.2 由 TDX 抓取 VD 資料匯入資料庫 229
圖 4.5.3 各特徵重要度排序 231
圖 4.5.4 STACKING 模型架構-非常態(七期百貨週年慶)車流速率預測 232
圖 4.6.1 各模式庫間之應用關係圖 235
圖 4.6.2 執行運作架構圖 237
圖 4.6.3 模擬模式建立流程圖 238
圖 4.6.4 福康路-福順路口位置圖 239
圖 4.6.5 福康路-福順路口現況時治計畫說明圖 239
圖 4.6.6 福康路-福順路口離峰轉向交通量 239
圖 4.6.7 福康路-福順路口尖峰轉向交通量 240
圖 4.6.8 福康路-福順路口 SYNCHRO 模擬畫面圖 240
圖 4.6.9 模擬假設流量說明 241
圖 4.6.10 實驗室執行流程說明圖 242
圖 4.6.11 SUMO 模擬畫面 243
圖 4.6.12 SUMO 相關參數設定說明圖 243
圖 4.6.13 號誌控制器與資料庫連動架構說明圖 244
圖 4.6.14 測試成功畫面(控制模式改為動態) 244
圖 4.6.15 測試成功畫面(時制計畫更改為 0) 245
圖 4.6.16 路口號誌控制器現況照片(中陸微型號誌控制器) 245
圖 4.6.17 已更換為具有動態控制功能之號誌控制器 246
圖 4.6.18 AI 號誌時制計畫執行運作流程 247
圖 4.6.19 流量趨勢與時制運作檢視說明圖 248
圖 4.6.20 本計畫時制運作模式與傳統運作模式比較 249
圖 4.7.1 異常交通事件應對流程架構 256
圖 4.7.2 現行傳統交控中心事件應變流程 266
圖 4.7.3 臺中市政府交通局交控中心路況通報處理流程 267
圖 4.7.4 臺中市政府交通局交控中心重大事件處理流程 267
圖 4.7.5 都市交通異常事件應變流程 269
圖 4.7.6 交通異常事件疏導應變知識庫流程規劃 272
圖 5.1.1 前期計畫數位雙生功能架構 275
圖 5.1.2 告警訊息畫面 1 276

圖 5.1.3 告警訊息畫面 2 276
圖 5.1.4 數位雙生路況預測功能流程圖 277
圖 5.1.5 路況預測查詢畫面 277
圖 5.1.6 路況預測顯示畫面 277
圖 5.2.1 本期計畫數位雙生構建範圍示意圖 1 280
圖 5.2.2 本期計畫數位雙生構建範圍示意圖 2 281
圖 5.2.3 永福路口車道 ID 對照 286
圖 5.2.4 福康路口車道 ID 對照 286
圖 5.2.5 工業區一路口車道 ID 對照 286
圖 5.2.6 行穿線 ID 對照 290
圖 5.2.7 永福路口行進方向對照 291
圖 5.2.8 福康路口行進方向對照 292
圖 5.2.9 工業區一路口行進方向對照 292
圖 5.2.10 LOD 等級示意圖 294
圖 5.3.1 數位雙生平台畫面-路段車流量 295
圖 5.3.2 數位雙生平台畫面-路口轉向量 295
圖 5.3.3 數位雙生平台畫面-行穿線行人偵測 296
圖 5.3.4 數位雙生平台畫面-綠燈使用率 297
圖 5.3.5 數位雙生平台畫面-路段旅行時間延滯 297
圖 5.3.6 數位雙生平台畫面-路段影像資料介接 298
圖 5.3.7 AI-CCTV 管理介面 298
圖 6.1.1 臺北市特定區域特性分析功能 301
圖 6.1.2 臺北市週內日特性分析功能 301
圖 6.1.3 臺北市壅塞路段特性分析功能-路廊旅次分析 301
圖 6.1.4 臺北市 YOUBIKE 租賃站分析功能 302
圖 6.1.5 臺北市 YOUBIKE 旅運行為分析功能-租借量分析 302
圖 6.1.6 臺北市整體道路績效-儀表板綜合資訊 303
圖 6.1.7 臺北市整體道路績效-綜合分析說明 303
圖 6.1.8 桃園市智慧儀表板-道路績效分析 304
圖 6.1.9 桃園市智慧儀表板-停車場資訊分析 304
圖 6.1.10 桃園市智慧儀表板-戰情室儀表板 305
圖 6.1.11 桃園市智慧儀表板-專案性儀表板 305
圖 6.1.12 新竹市道路績效分析儀表板 306
圖 6.1.13 新竹市交通事件分析儀表板 307
圖 6.1.14 新竹市資料品質分析儀表板 307
圖 6.1.15 新竹市旅次特性分析儀表板 307
圖 6.1.16 臺南停車智慧管理分析系統-特定時間分析 308
圖 6.1.17 臺南停車智慧管理分析系統-交叉分析 309
圖 6.1.18 臺南停車智慧管理分析系統-路邊停車空位預測 309

圖 6.3.1 大數據決策平台特性示意圖 312
圖 6.3.2 大數據決策平台主要管理成果藉由 GIS 展示 313
圖 6.3.3 決策分析平台網站入口架構 314
圖 6.3.4 各模組初步功能架構設計 314
圖 6.3.5 各模組資料屬性欄位設計 315
圖 6.3.6 道路速率模組圖 316
圖 6.3.7 壅塞機率模組圖 316
圖 6.3.8 站間運量績效分析圖 317
圖 6.3.9 站間運量績效 GIS 效果呈現圖 317
圖 6.3.10 站點運量模組圖 318
圖 6.3.11 低運量站點分布 GIS 呈現效果圖 318
圖 6.3.12 低運量公車路線運量圖 319
圖 6.3.13 公車路線站點滿座機率模組設計圖 320
圖 6.4.1 大數據決策分析平台 DASHBOARD 畫面布局 321
圖 6.4.2 大數據決策分析平台 DASHBOARD 畫面卡片數調整 321
圖 6.4.3 大數據決策分析平台_分隔畫面示意 322
圖 6.4.4 大數據決策分析平台_告警門檻設定 322
圖 6.4.5 大數據決策分析平台_告警注意效果 322
圖 6.4.6 大數據決策分析平台_低運量公車站位統計顯示效果 323
圖 6.4.7 大數據決策分析平台_公車路線運量色帶顯示效果 323
圖 6.5.1 知識庫主題查詢_問答目錄及 QA 彙整(以公車連班事件處理為範例) 324
圖 7.1.1 前(110)期計畫緊急車輛優先號誌系統架構 326
圖 7.2.1 實測範圍 328
圖 7.2.2 車輛端設備 329
圖 7.2.3 臺中即時交通資訊網 330
圖 7.2.4 宣導標誌設置地點及內容 330
圖 7.2.5 宣導標誌安裝成果(路口二-經貿路/經貿二路) 330
圖 7.2.6 宣導標誌安裝成果(路口三-經貿路/敦化路二段) 331
圖 7.2.7 宣導標誌安裝成果(路口五-經貿三路/中平路) 331
圖 7.2.8 路口時相圖 332
圖 7.2.9 T-TOPIS 運輸服務功能 334
圖 7.2.10 實測場域 5G 環境現況 333
圖 7.2.11 延長綠燈/縮短紅燈優先運作策略 336
圖 7.2.12 插入時相優先運作策略 337
圖 7.2.13 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 D) 339
圖 7.2.14 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 A、B、C) 339
圖 7.2.15 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 E、F、G) 339
圖 7.2.16 緊急救援車輛優先號誌控制邏輯 340
圖 7.2.17 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離 341

圖 7.2.18 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離-路口四為例 341
圖 7.2.19 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離-路口二為例 342
圖 7.2.20 TCROS 參考架構 343
圖 7.2.21 系統架構示意圖 344
圖 7.2.22 UI 監控介面－「即時資訊」畫面 348
圖 7.2.23 UI 監控介面－「記錄查詢」畫面 348
圖 7.2.24 UI 監控介面－「運作結果分析」畫面 348
圖 7.2.25 抵達路口為綠燈之機率 351
圖 7.2.26 路口二控制器面板 355
圖 7.3.1 高雄市試辦場域路線範圍 358
圖 7.3.2 消防一路通案系統整體架構圖 359
圖 7.3.3 消防一路通案系統運作圍籬圖 360
圖 7.3.4 緊急車輛控制施作範圍及路口示意圖 361
圖 7.3.5 智慧化號誌系統架構圖 362
圖 7.3.6 車輛資料來源 363
圖 7.3.7 緊急優先控制邏輯流程圖 363
圖 7.3.8 緊急優先控制策略 365
圖 7.3.9 112-114 年臺北市場域實作範圍 366
圖 7.3.10 112-114 年臺北市緊急車輛優先控制策略示意圖 366
圖 7.3.11 交控系統介接 119 派遣系統示意圖(臺北市案例) 368
圖 7.3.12 119 派遣系統資料欄位示意圖(臺北市案例) 368
圖 7.3.13 緊急車輛出勤階段示意圖 372
圖 8.2.1 不斷電系統資訊回傳之通訊方案 380
圖 8.2.2 LOG 資料蒐集之通訊方案 381
圖 8.3.1 號誌協會技術委員會會議記錄-LOG 蒐集由各交通管理單位評估 385
圖 8.3.2 時制補償關閉機制討論之問卷內容 390
圖 8.3.3 正認知碼框與負認知碼框內容說明 391
圖 8.4.1 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之參與人員 395
圖 8.4.2 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之討論畫面 395
圖 8.4.3 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之參與人員 398
圖 8.4.4 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之討論內容 398
圖 9.1.1 計畫相關成果海報(1) 403
圖 9.1.2 計畫相關成果海報(2) 404
圖 9.2.1 運輸學刊投稿證明 404
圖 9.2.2 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會投稿證明 1 405
圖 9.2.3 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會投稿證明 2 405
圖 9.2.4 2024 ITS WORLD CONGRESS IN DUBAI 投稿證明 406
圖 9.2.5 第 42 屆測量及空間資訊研討會投稿證明 406

表目錄

表 2.4-1 數位雙生特性比較 19
表 2.4-2 數位雙生場域比較表 19
表 3.1-1 本計畫歸納路側攝影機結合 AI 影像辨識可蒐集之交通參數說明 23
表 3.3-1 進行路口轉向量偵測時之交叉路口道路寬度攝影機數量歸納 32
表 3.4-1 行路段速率偵測時之單支攝影機可照射最大道路寬度歸納 37
表 3.5-1 計畫場域實際佈設攝影機數量－路口型交通參數 38
表 3.5-2 計畫場域實際佈設攝影機數量－路段型交通參數 38
表 3.5-3 各路口/段實際攝影機畫面 39
表 3.6-1 使用一般攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之攝影機數量配置歸納 41
表 3.6-2 使用一般攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之攝影機解析度及網路頻寬配置歸納 42
表 3.6-3 使用一般攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之中心端所需最低資源配置歸納 43
表 3.6-4 以最小單位評估蒐集交通參數所需之資源(最低成本) 44
表 3.6-5 「一般」IPCAM+影像辨識佈設成本分析 44
表 3.6-6 路口轉向量(含行人)AI 辨識準確率彙整 47
表 3.6-7 路段交通量各車種 AI 辨識準確率彙整 48
表 3.6-8 三類 RE-ID 模型比較表 51
表 3.6-9 平均旅行時間準確率驗證表 53
表 4.0-1 本計畫歷年開發模式及對應解決之痛點 58
表 4.1-1 全臺營業額超過 100 億的前 10 名百貨商場排名 64
表 4.1-2 週年慶與非週年慶資料分析時間 64
表 4.1-3 GVP 資料欄位說明 65
表 4.1-4 MAPE 評估標準劃分 70
表 4.1-5 驗證 VD 編號與方向 70
表 4.1-6 GVP 對應 VD 之路段編碼 71
表 4.1-7 2023/6/30-2023/7/2(整體及尖峰時段) MAPE 速率驗證 71
表 4.1-8 尖峰時段(10-12) MAPE 速率驗證 71
表 4.1-9 週年慶與非週年慶期間車輛旅運關鍵路徑分析 73
表 4.1-10 週年慶與非週年慶期間(尖峰)車輛旅運關鍵路徑分析 74
表 4.1-11 2021 與 2022 年週年慶期間每日時段車流量統計表 77
表 4.1-12 2021 與 2022 年非週年慶期間每日時段車流量統計表 78
表 4.1-13 2021 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計表 79
表 4.1-14 2022 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計表 80
表 4.2-1 直轄市大型群聚活動適用項目彙整表 87
表 4.2-2 大型活動交通分析模式庫與應變知識庫預期產出內容 91
表 4.2-3 公路路網節線等級 98

表 4.2-4 公路路網屬性說明表 98
表 4.2-5 旅行成本函數分群表 101
表 4.2-6 旅行成本函數參數值 102
表 4.2-7 道路分類與容量對照表 103
表 4.2-8 不同路口規模交通疏導人員人數配置建議 108
表 4.2-9 近年臺灣燈會基本資料表 117
表 4.2-10 臺中市手機信令資料欄位說明 123
表 4.2-11 2022/12/31~2023/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比 126
表 4.2-12 平日與 2022/12/31 晚間 10 時抵達水湳周邊旅次起點 127
表 4.2-13 平日與 2023/1/1 凌晨 0 時自水湳周邊出發旅次迄點 129
表 4.2-14 推估 2024 年跨年期間停留水湳人旅次之計算表 132
表 4.2-15 本計畫推估 2023/12/31~2024/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比 133
表 4.2-16 自主要場站出發且使用大眾運輸前往會場分時人旅次(2024 年跨年期間) .. 137
表 4.2-17 自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站分時人旅次(2024 年跨年) 138
表 4.2-18 交通分區列表 139
表 4.2-19 起迄網格人旅次轉換為起迄交通分區人旅次之說明表 142
表 4.2-20 交通分區區心與道路節點對照起迄表 143
表 4.2-21 路徑庫資訊之說明表 145
表 4.2-22 交通分區起迄表 146
表 4.2-23 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 158
表 4.2-24 (實際情況) 2023/12/31~2024/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比 160
表 4.2-25 2024 年跨年當日推估與實際停留水湳人旅次之差異 162
表 4.2-26 GVP 車機資料欄位說明 162
表 4.2-27 推估 2025 年跨年當日停留水湳信令之計算表 165
表 4.2-28 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (80%之基礎人旅次) 180
表 4.2-29 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (100%之基礎人旅次) 181
表 4.2-30 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (110%之基礎人旅次) 182
表 4.2-31 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (120%之基礎人旅次) 183
表 4.2-32 交通疏導人員人數配置建議 186
表 4.2-33 備援停車場彙整表 189
表 4.2-34 各方向汽機車供需彙整表 190
表 4.2-35 接駁車路線規劃彙整表 193
表 4.2-36 接駁車量能規劃彙整表 193
表 4.3-1 本計畫市區公車運量預測精進方式 198

表 4.3-2 臺中七期百貨週年慶舉辦期間 199
表 4.3-3 本計畫公車站點客流預測考量特徵彙整 208
表 4.3-4 各方向特徵重要度排序彙整比較表 209
表 4.3-5 各特徵採納情境之預測結果比較彙整 212
表 4.4-1 本計畫都市地區車流速率預測精進方式 215
表 4.4-2 本計畫常態車流速率預測考量特徵彙整 216
表 4.4-3 各類車道特徵重要度排序彙整比較表 218
表 4.4-4 臺灣大道四段澄清醫院路段速率預測精進結果彙整 219
表 4.4-5 各特徵採納情境之預測結果比較彙整-以快車道為例 221
表 4.4-6 市區道路速率 70 公里/小時之壅塞機率轉換表 223
表 4.4-7 市區道路速率 40 公里/小時之壅塞機率轉換表 224
表 4.4-8 特徵重要度排序彙整比較表-以臺北地區速限 50 路段為例 225
表 4.4-9 各特徵採納情境之預測結果比較彙整-以臺北地區速限 50 路段為例 226
表 4.5-1 本計畫非常態車流速率預測考量特徵彙整 230
表 4.5-2 特徵重要度排序彙整比較表 231
表 4.5-3 各特徵採納情境之預測結果比較彙整 234
表 4.6-1 福康路-福順路口現況服務水準 240
表 4.6-2 福康路-福順路口流量反應之時制計畫表 242
表 4.6-3 時制計畫績效檢視說明表 242
表 4.6-4 API 端點之資料查詢、狀態更新和遠程控制功能 244
表 4.6-5 本模式與現況時制計畫運作績效比較表 248
表 4.7-1 新北市、桃園市、臺中市、高雄市現行 IP CAM 佈設比例及用途彙整 254
表 4.7-2 六都交控中心之訪談內容彙整 256
表 4.7-3 六都交控中心異同之處 262
表 5.1-1 前期計畫開發成果 274
表 5.1-2 本期計畫新增數位雙生範圍彙整 278
表 5.2-1 路口轉向量 API 282
表 5.2-2 車道 ID 對照表 283
表 5.2-3 路段車流量 API 286
表 5.2-4 路段 ID 對照表 288
表 5.2-5 行穿線行人偵測 API 289
表 5.2-6 行穿線 ID 對照 289
表 5.2-7 路燈使用率 API 290
表 5.2-8 路段平均旅行時間延滯 API 292
表 7.2-1 交通局/消防局協調會議 327
表 7.2-2 設備彙整表 328
表 7.2-3 既有路口號誌控制器彙整表 332
表 7.2-4 既有路口號誌控制器時制計畫彙整表 333
表 7.2-5 不同優先策略之適用時機及配套措施 335

表 7.2-6 路側端設備功能規劃 345
表 7.2-7 RSU 功能規劃 345
表 7.2-8 TC 功能規劃 345
表 7.2-9 中心端功能規劃 346
表 7.2-10 車輛端功能規劃 346
表 7.2-11 前期(110~111 年度)與本期(112 年度)測試項目差異 349
表 7.2-12 抵達路口時之燈號(啟動前) 350
表 7.2-13 資料樣態 350
表 7.2-14 優先號誌執行紀錄(部分資料) 352
表 7.2-15 調查問卷內容 353
表 7.2-16 問卷調查結果 354
表 7.2-17 路口 5 時制計畫(設計階段資料) 355
表 7.2-18 路口 5 時制計畫(現場測試階段資料) 355
表 7.2-19 SRM 訊息缺漏問題釐清與處理方式 356
表 7.2-20 行人綠燈倒數因應方案 356
表 7.3-1 相關單位權責劃分 357
表 7.3-2 高雄市案例(消防一路通)新增設備 359
表 7.3-3 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 1 369
表 7.3-4 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 2 370
表 7.3-5 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 3 371
表 7.3-6 優先號誌介接派遣系統需求項目 373
表 7.3-7 臺中市未來介接派遣系統相關單位及分工建議 374
表 7.4-1 系統運作異常處理案例 376
表 8.1-1 前(110-111 年)期都市交通控制通訊協定檢討成果 377
表 8.2-1 不斷電系統資訊回傳之方案比較 380
表 8.2-2 2 種方案之優缺點比較表 382
表 8.3-1 不斷電系統通訊協定研討過程與結論 383
表 8.3-2 不斷電系統須回報之項目內容 384
表 8.3-3 號誌燈箱主動回報討論與結論 386
表 8.3-4 行人觸動之模式說明 387
表 8.3-5 表行人觸動之詳細參數設定說明 388
表 8.3-6 號誌協會討論-號誌時制補償機制關閉議題 389
表 8.3-7 國內主要開發動態號誌廠商針對時制補償關閉之意見 390
表 8.3-8 國內主要使用都市交通控制通訊協定 3.0 版系統整合廠商之檢核機制 392
表 8.3-9 衍生議題談討修訂結果之彙整表 392
表 8.4-1 第二年期都市交通控制通訊協定座談會內容 393
表 8.4-2 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會意見彙整表 394
表 8.4-3 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊意見彙整表 396
表 9.3-1 計畫執行活動大事記 407

第一章 計畫背景分析

本章依序分別說明本計畫之研究背景與重要性、研究目的、研究內容與工項說明等內容，用以作為後續各章節描述之內容依據，以便更深入地進行執行計畫研究並達到預期之成果。

1.1 研究背景與重要性

科技進步改變了人類生活型態，面對第五代行動通訊技術(5G，5th Generation Mobile Networks)的來臨及進入商用階段，因具超大頻寬、高可靠低延遲及大連結等特性，有利發展大數據、人工智慧、物聯網等服務，可帶動高品質智慧交通服務、視聽娛樂、智慧醫療、智慧工廠、自駕車、無人機、智慧城市等加值創新應用，已成為各國競相發展的重點，也是我國「數位國家・創新經濟發展方案」的重點投入項目之一。

為掌握 5G 蓬勃發展所帶來的龐大商機與契機，行政院於 108 年核定「臺灣 5G 行動計畫」(108 年至 111 年)，以鬆綁、創新、實證、鏈結等策略，提出五大推動主軸，全力發展各式 5G 電信加值服務及垂直應用服務，打造臺灣為適合 5G 創新運用發展的環境，藉以提升數位競爭力、深化產業創新，實現智慧生活。其後，行政院科技會報辦公室進一步提出「5G 行動寬頻應用加速方案(草案)」，內容包括加速偏鄉地區 5G 行動寬頻基礎建設、廣泛建置 5G 垂直應用場域、完善 5G 後續釋照之頻譜清理作業、推動公部門導入 5G 行動勤務、加速 5G 網路佈建與普及 5G 體驗應用等項目。

此外，5G 作為第五代移動通信技術，與之前的通信技術相比，具有許多重要的改進和創新特性。尤其以其與 4G 傳輸相比 5G 數據傳輸速度快、延遲性低、連接密度高、頻譜效率廣、通訊設備之低功耗和長期的連接，能支持極高的可靠性和極低的延遲通信，對於那些對延遲和可靠性要求極高的應用非常關鍵，藉此比擬至人體中的神經中樞資訊傳遞，當人體受到外界刺激時即時反應，並將此反應進行記憶，做為下一次遇到相同狀況時的反射動作，特將此行為用於作為本計畫之發展構想，並將其納入交通治理新觀念中。

故交通部運輸研究所(以下簡稱本所)依據行政院核定之「推動 5G 提升智慧交通服務效能與安全計畫」，本計畫前身於 110、111 年分別執行「構建 5G 智慧交通數位神經中樞」之「功能架構探討與系統規劃」、「系統雛型開發與驗證實作」兩大部分，以交通治理新觀念、發展歷程、每年期發展項目、計畫核心理念、規劃構想及創新理念等面向完成，以實務性、預測性和客製化的交通治理，通過持續蒐集和分析交通數據，及時發

現壅塞和問題，預測未來的交通趨勢，並針對不同的交通需求和場景提供客製化的解決方案，冀望透過優化交通控制方式，進而降低交通壅塞狀況，減少交通排放和能源消耗。旨在利用新興技術，如人工智慧、物聯網和區塊鏈等，來優化交通管理和提高交通效率，並打造更安全、更便捷的交通系統。本計畫之重點與前期完成發展項目簡要述明如下：

一、導入交通治理新觀念

(一) 基於神經中樞資訊傳遞的新觀念包括建立智慧交通系統，該系統能夠實時蒐集、分析和反饋交通訊息，從而實現更有效的交通治理。

(二) 透過分析大量的交通數據，從而發展出針對特定都市或地區的個性化交通解決方案，以提高交通效率和減少壅塞。

二、發展重點

(一) 利用神經中樞資訊傳遞概念的應用，從交通監測和數據蒐集開始，進而發展出智慧交通管理系統，並不斷優化和擴展。

(二) 隨著技術的進步和經驗的積累，交通治理不斷演進下，進而發展至透過 AI 發展進行交通預測和控制。

三、110-111 年度已完成之分年期發展項目

(一) 110 年度

1. 完成智慧交通數位神經中樞系統構建規劃，探討交通治理之痛點及智慧城市數位治理之核心價值，並依公共運輸、交通管理及事件管理三大課題提出短中長期之發展構想。
2. 完成實作示範場域遴選與設備佈建規劃。
3. 完成警消與災害防救車輛之智慧號誌控制系統發展規劃與概念性驗證(包括實驗室及淡海新市鎮場域之測試驗證)。
4. 完成因應 5G 車聯網與人工智慧需求之都市交通控制通訊協定檢討(包括「現場設備共用訊息」、「號誌控制器訊息」、「車輛偵測器訊息」等項目)。

(二) 111 年度

1. 接續 110 年度的功能架構探討與系統規劃成果，完成智慧交通數位神經中樞系統實作示範場域設備佈建作業，研發重現性與非重現性交通壅塞機率預測模式庫與公共運輸管理相關知識庫，並結合示範城市實證場域交通即時資訊的蒐集，再透過數位雙生的技術，構建出智慧交通數位神經中樞雛型系統。
2. 完成緊急救援車輛智慧號誌控制系統之概念驗證實作(於臺中市水湳經貿園區進行驗證實作)。

3. 完成因應 5G 車聯網與人工智慧需求之都市交通控制通訊協定檢討(包括資訊可變標誌(CMS)、自動車輛辨識(eTag 與 AVI)，以及搭配輕軌優先號誌運行之「號誌控制器訊息」等項目)。

而本計畫持續承續 110 年至 111 年完成之相關研究規劃與階段性推動執行成果，辦理智慧交通數位神經中樞系統之功能擴充與精進作業，持續擴充示範城市實證場域範圍與所需偵測設備、提升緊急救援車輛智慧優先號控功能、發展人工智慧交通管理/公共運輸之相關模式庫與知識庫，並針對規劃構想及創新理念下所研發之相關關鍵技術整合於 112 年度完成第一階段智慧交通數位神經中樞系統，113 年度亦將持續發展智慧交通管理所需相關決策支援模式，並完成概念性驗證及實作，俾利交通管理單位提供最佳緊急應變與交管決策，以提升車流運作效率及交通安全。

1.2 研究目的

本計畫之目的可歸納如下：

一、持續蒐集及探討 AIoT、人工智慧(AI)及大數據等技術，就其案例擷取可提供本計畫借鏡之處，進一步作為後續發展規劃之用。

二、運用 5G 結合 AIoT 等創新技術，持續擴充示範城市實證場域之多元即時人車流等交通監控與管理相關資料，並利用該資料蒐集結果進行分析。

三、透過擴大與提升緊急救援車輛優先號控功能實作範圍、成效結果及消防署勤務派遣系統介接應用可行性評估，研提執行方案作為後續參考。

四、整合本所於 107 年至 109 年以 AI 影像辨識偵測事件及 110 年至 111 年所研發之重現性及非重現性交通壅塞機率辨識成果做基礎，持續精進與改善提升預測準確性。

五、持續因應 5G 車聯網與人工智慧需求，進行之都市交通控制通訊協定檢討，為各縣市交通控制系統升級為「智慧交通數位神經中樞」奠基，並透過交流會確立我國新版都市交通控制通訊協定初稿。

六、依據各項資料蒐集、預測精進結果持續針對數位雙生模型進行改善，並完成相關資料介接作業後，可透過視覺化呈現的方式提供交通決策者應用，落實在地化。

1.3 研究內容與工作項目

本計畫已依據行政院核定之「推動 5G 提升智慧交通服務效能與安全計畫」中長程計畫，於 110 年度完成「功能架構探討與系統規劃」、111 年度完成雛型開發與驗證實作，本(112)年度則需要持續擴充、精進相關內容，並將研發之關鍵技術進行整合以完成

相關系統與模式的概念性驗證與實作，故主要之研究內容與工作項目如下：

一、持續蒐集及探討國內外數位雙生(Digital Twin)與 5G+AIoT 等相關技術應用於智慧交通服務案例探討：持續蒐集國內外數位雙生(Digital Twin)與 5G+AIoT 相關技術於公共運輸與交通疏導管理等智慧交通應用案例，探討綜整各項案例之優劣勢並提出可借鏡參考之處。

二、運用 5G 結合 AIoT 等創新技術，持續擴充示範城市實證場域之多元即時人車流等交通監控與管理相關資料

(一) 依據 111 年計畫實證成果與後續推動建議以及本計畫各工項需求，提出本計畫所需擴充之實證場域範圍與偵測設備(包括數量與安裝位置)，經本所確認後，與示範城市相關單位進行商討協調，持續擴充示範場域範圍以及偵測設備佈建。

(二) 運用 AIoT 技術進行前述擴充之實證場域即時人車流、公共運輸、號誌等各類交通資訊/資料之蒐集與分析。

三、擴大與提升緊急救援車輛智慧優先號控功能實作範圍及成效

(一) 依據 110 至 111 年完成之緊急救援車輛智慧優先號控系統之驗證實作成果，與示範城市實證場域相關單位協調後規劃一擴大範圍實作方案(內容須包括實作車輛數、出勤路線、實際出勤之各種可能情境、相關設備擴充、實作績效評估指標等)，依據此方案執行並提出相關實作報告以供後續參採。

(二) 探討介接消防署勤務派遣系統車輛出勤資訊之可行性，並提出與本計畫完成之智慧優先號控系統合作模式規劃建議。

四、發展人工智慧交通管理相關模式庫與知識庫

(一) 以本所於 107 至 109 年度辦理 AI 影像辨識技術偵測交通事件成果，以及 110 至 111 年度研發之重現性與非重現性交通壅塞機率預測模式成果為基礎，持續於本計畫擴充之實證場域發展 AI 交通事件辨識偵測分析模式庫，並精進優化重現性與非重現性交通壅塞機率預測模式。

(二) 經前項預測模式長時監控分析結果與實證場域之交通管理需求，發展車流異常(如車流預測即將壅塞或 AI 偵測異常事件等)之影響分析模式庫，以及後續須進行之相關交通疏導應變知識庫，並完成場域驗證實作。

(三) 依據前述完成之模式庫與知識庫，以示範城市舉行之相關大型活動為案例，並結合該場域偵測設備所蒐集之各類交通資訊/資料，完成至少 1 項具人工智慧功能之大型活動交通影響分析模組及因應大型活動舉辦之交通疏導應變決策模式庫與知識庫，並進行概念性驗證及實作。

五、發展人工智慧公共運輸相關預測模式庫與知識庫：依據 111 年完成之市區公車時運量預測模式為基礎,持續蒐集本計畫擴充之實證場域多家客運業者之公共運輸資訊，精進及優化市區公車運量預測模式，並進行概念性驗證及實作。

六、持續進行我國「智慧交通數位神經中樞系統」之「都市交通控制通訊協定 3.0 版」檢討

(一) 針對 110-111 年度「都市交通控制通訊協定 3.0 版」檢討作業過程中所衍生之附帶議題(內容包括路側設備之不斷電設備、內照式標誌、號誌燈頭等狀態監控，以及號誌控制器運作紀錄[Log]等相關通訊協定)，進行探討與研訂修正。

(二) 將前項附帶議題探討修訂成果與前期(110 年與 111 年)檢討成果彙整後,研提我國新版都市交通控制通訊協定初稿。

(三) 辦理至少 1 場新版都市交通控制通訊協定初稿技術交流會。

七、智慧交通數位神經中樞系統之功能擴充與精進

(一) 依據 110-111 年針對示範城市實證場域建置之雛型系統成果，持續進行數位雙生模型優化，並配合偵測設備擴充完成相關資料介接作業。

(二) 持續進行智慧交通數位神經中樞系統功能之擴充,內容應至少涵蓋數位雙生模型及相關工作項目建置成果，並規劃合適之視覺化資訊呈現服務(進行功能概念性實作展示)，以利交通管理決策者應用。

(三) 前項系統平台採租用符合政府資訊安全要求之雲端服務方式進行。

八、依據本計畫發展相關模式庫與知識庫所需相關資料蒐集與驗證實作經驗，提出多元資料應用之設備佈建規劃建議。

九、辦理成果行銷推廣活動

1.4 研究流程

本計畫執行內容除基本文獻回顧與分析外，向下延伸主要分為智慧交通資料偵測蒐集實作、緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進、發展與精進人工智慧模式庫與知識庫(交通管理/公共運輸)、智慧交通數位神經中樞系統功能擴充與精進及都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討等五大項目，其研究分析流程如圖 1.4.1 所示，圖中首先確認研究目的與工作內容後，即針對相關文獻進行回顧並綜整，作為主要執行項目之研究參考，接著開始進行各大重要工作項目之研究，詳細說明如後，後續則依據各階段應完成項目逐一進行，並陳述於各章節中。

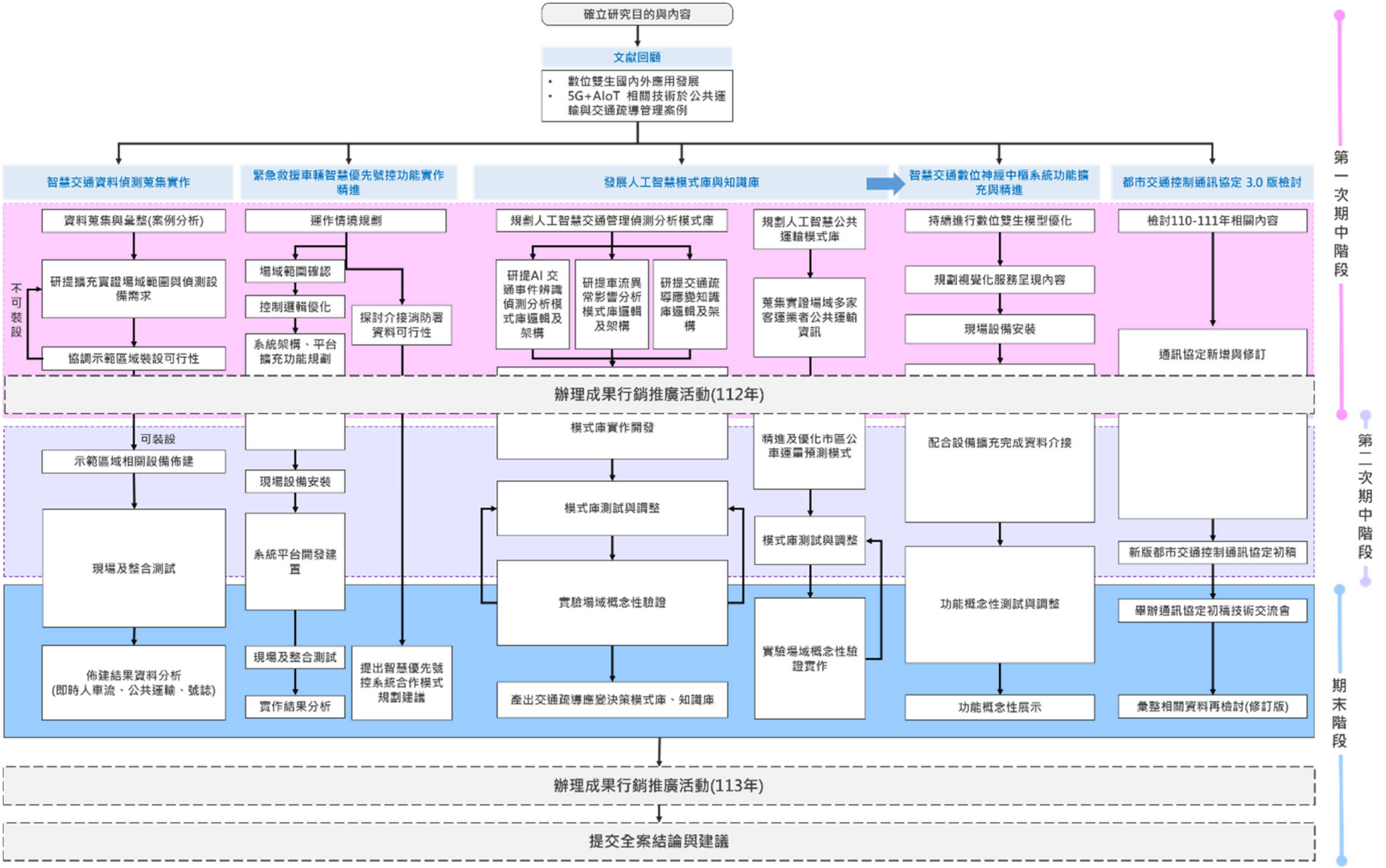

確立研究目的與內容
文獻回顧
• 數位雙生國內外應用發展
• 5G+AIoT 相關技術於公共運輸與交通疏導管理案例
智慧交通資料偵測蒐集實作
緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進
發展人工智慧模式庫與知識庫
智慧交通數位神經中樞系統功能擴充與精進
都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討
資料蒐集與彙整(案例分析)
研提擴充實證場域範圍與偵測設備需求
協調示範區域裝設可行性
不可裝設
運作情境規劃
場域範圍確認
控制邏輯優化
系統架構、平台擴充功能規劃
探討介接消防署資料可行性
規劃人工智慧交通管理偵測分析模式庫
研提AI 交通事件辨識偵測分析模式庫邏輯及架構
研提車流異常影響分析模式庫邏輯及架構
研提交通疏導應變知識庫邏輯及架構
規劃人工智慧公共運輸模式庫
蒐集實證場域多家客運業者公共運輸資訊
持續進行數位雙生模型優化
規劃視覺化服務呈現內容
現場設備安裝
檢討110-111年相關內容
通訊協定新增與修訂
辦理成果行銷推廣活動(112年)
可裝設
示範區域相關設備佈建
現場及整合測試
佈建結果資料分析
(即時人車流、公共運輸、號誌)
現場設備安裝
系統平台開發建置
現場及整合測試
實作結果分析
提出智慧優先號控系統合作模式規劃建議
模式庫實作開發
模式庫測試與調整
實驗場域概念性驗證
產出交通疏導應變決策模式庫、知識庫
精進及優化市區公車運量預測模式
模式庫測試與調整
實驗場域概念性驗證實作
配合設備擴充完成資料介接
功能概念性測試與調整
功能概念性展示
新版都市交通控制通訊協定初稿
舉辦通訊協定初稿技術交流會
彙整相關資料再檢討(修訂版)
辦理成果行銷推廣活動(113年)
提交全案結論與建議
第一次期中階段
第二次期中階段
期末階段

圖 1.4.1 研究流程圖

一、文獻回顧：透過數位雙生國內外應用發展、5G+AIoT 相關技術於公共運輸與交通疏導管理案例等內容，進一步探討綜整各項案例之優劣勢並提出可借鏡參考之處。

二、智慧交通資料偵測蒐集實作：運用 5G 結合 AIoT 等創新技術，就實證場域即時人/車流、公共運輸、號誌等各類交通資訊/資料之蒐集結果進行分析，並提出相關報告。

三、擴大與提升緊急救援車輛智慧優先號控功能實作範圍及成效：除持續擴大應用範圍外，亦探討介接消防署勤務派遣系統之可行性，藉以提出後續智慧優先號誌控制系統合作模式規劃建議。

四、發展人工智慧交通管理模式庫與知識庫：利用 110 至 111 年發展之 AI 事件辨識偵測分析模式庫之內容作為基礎，擴大發展車流異常影響分析之模式庫，並據此模式，建構交通疏導應變知識庫完成場域驗證實作。

五、發展人工智慧公共運輸相關預測模式庫與知識庫：依據 111 年完成之市區公車時運量預測模式，導入多家客運業者公共運輸資訊，優化其預測模式後進行概念性驗證與實作。

六、檢討修訂「都市交通控制通訊協定 3.0 版」：針對 110-111 年度檢討作業過程中所衍生之附帶議題，進行各項探討與研訂修正，研提我國新版都市交通控制通訊協定初稿。

七、智慧交通數位神經中樞系統之功能擴充與精進：持續蒐集各項資料並針對 111 年已完成之數位雙生系統進行擴充與優化，須將本計畫上述四、五工作項目建置成果納入系統，且規劃合適的視覺化呈現內容供交通管理決策者進行應用。

八、教育訓練或成果推廣活動：彙整前述成果辦理相關教育訓練或成果推廣活動。

九、研提結論與建議：依據前述工作項目之研究成果，提出結論與建議。

1.5 章節說明

本報告共分十章，詳細說明計畫背景、目的及各項工作內容。以下為各章節摘要說明：

第一章：計畫背景分析。本章介紹本計畫的背景與目的，並詳述工作項目。為提升交通治理效能，本計畫以創新概念為基礎，逐步鋪陳出發展歷程、計畫核心理念、規劃構想及創新思路，藉此實現本計畫的各項工作需求，達成整體交通治理的目標。

第二章：國內外數位雙生應用發展與探討。此章節針對國內外數位雙生技術及 5G AIoT 應用的發展情形進行回顧，分析各案例的優劣勢，並提出值得借鑒的參考要點，以協助本計畫更精確地制定應用策略和技術選擇。

第三章：智慧交通資料偵測蒐集與設備佈建規劃。傳統的數據蒐集需仰賴高成本的路側設施，例如 eTag 及 VD 等。該些設施不僅初期投資成本高昂，其後續維護和運作成本也不菲，使得在大範圍的道路佈設面臨一定的經濟挑戰。然而，隨著 AI 影像辨識技術的發展，交通參數的蒐集方式正逐漸改變，透過道路上的攝影機影像，可利用 AI 技術即時分析影像，有效地檢測和計算各種交通參數。為達到最佳效果，本章提出攝影機佈建參數、原則及實際佈建的考量，以確保佈建的準確性和效率。

第四章：智慧交通數位中樞神經系統功能模式庫與知識庫開發。基於前期計畫中的六都首長訪談結果，並結合地方管理單位需求，本章進行各類型模式庫及知識庫的開發與精進。此工作有助於深化地方交通治理的數據支援，提升管理效能。

第五章：數位雙生模型功能擴充與精進。根據前期計畫，本章介紹臺中市臺灣大道的數位雙生雛型開發和實作，範圍涵蓋臺灣大道之永福路口至工業區一路口。隨著本期場域範圍以及蒐集資訊的擴充，數位雙生數據庫也隨之進行相應的擴充，以確保數據完整性。

第六章：規劃層級大數據決策分析平台與建置。本章主要在說明模式資料庫的應用效益，透過功能概念性實作平台，說明交通神經中樞預測模組在決策分析中的作用，並提出具體的應用示例，供地方縣市主管機關參考，強化決策支持能力。

第七章：緊急救援車輛智慧優先號誌功能實作精進。此章著重於 5G CV2X 的應用發展，本計畫自 110 年開始實作緊急救援車輛智慧優先號誌控制，逐年進行範圍及技術之精進，本年度將延續 110-111 年完成之緊急救援車輛智慧優先號控系統之驗證實作成果，與原臺中場域相關主管單位協調後規劃一擴大範圍實作方案。

第八章：都市交通控制通訊協定 3.0 研討。為進一步完善都市交通控制系統，本章根據前期研究成果，針對通訊協定進行深入研討，並提出通訊協定 3.5 版之檢討結果。調整後的新協定旨在更符合實際需求，加強系統間的通訊效能。

第九章：其他計畫成果。本章整合計畫的各項推廣成果，包括成果發表會、學術論文投稿，以及與計畫相關的各類重要活動紀錄，全面展現計畫執行過程中的成果，並提供後續參考。

第十章：結論與建議。本章對計畫的執行成果進行總結，並提出建設性建議。透過本計畫的執行成果與反思，提出未來可能的改進方向，以達成長期交通治理效能的提升目標。

第二章 國內外數位雙生應用發展與探討

數位雙生(Digital Twin, DT)最早在 2002 年由美國佛羅里達理工學院教授 Michael Grieves 於一場有關於產品生命週期管理的演講中首次提出(Wu et al. [1])。此後，Framling 等人[2]於 2003 提出一種基於代理的架構，亦即每個產品都有一個相對應的虛擬對應物或是與之關聯的代理。DT 的正式定義直至 2017 年由 Grieves 與 Vickers [3]提出，該定義包含三個主要元素，即物理空間中的物理對象、虛擬空間中的虛擬對象，以及兩個空間中的鏈接數據。而近年來 DT 技術的發展在製造業、工業即時遠程監控、交通運輸風險評估、交通運輸等諸多領域均有其應用價值。本章節將透過國內外數位雙生相關技術於公共運輸與交通疏導管理等智慧交通應用案例蒐集，探討並綜整各項案例之優劣勢並提出可借鏡參考之處。

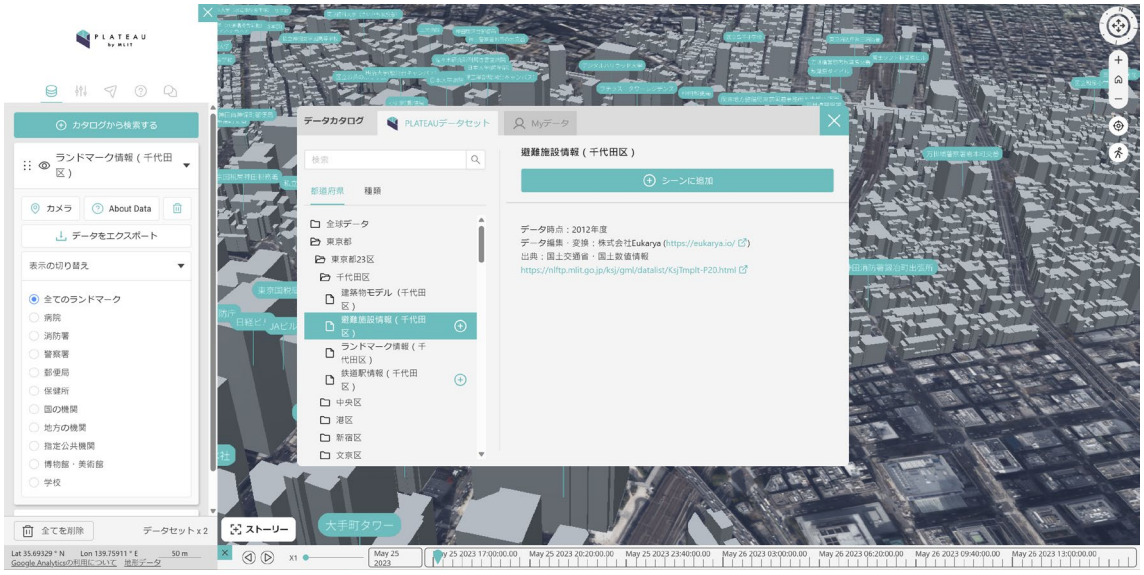
2.1 國外數位雙生應用案例

一、日本 PLATEAU 計畫

Project PLATEAU 是日本國土交通省自 2020 年度開始的城市數位雙生社會推動計畫，該計畫透過整合、活化、數據開放(Open Data)，將名為「3D 城市模型」的數位雙生推廣到社會中各個領域，推動許多創新服務與工作(如圖 2.1.1)。該計畫舉辦應用程式競賽、主題短講(Lightning Talk)、黑客松、實踐(Hands-on)、演示活動、加速器計劃和兒童活動等多種方式，在開發者社區中推動實施。期望各領域的工程師、創作者和規劃者能夠結合自己的技術和 3D 城市模型數據，創造出新的價值。該計畫目前至少已經有 75 項實作案例，使用 3D 城市模型公開資料進行開發與加值應用，以下將整理幾項與智慧交通與城市治理較相關的幾個計畫。

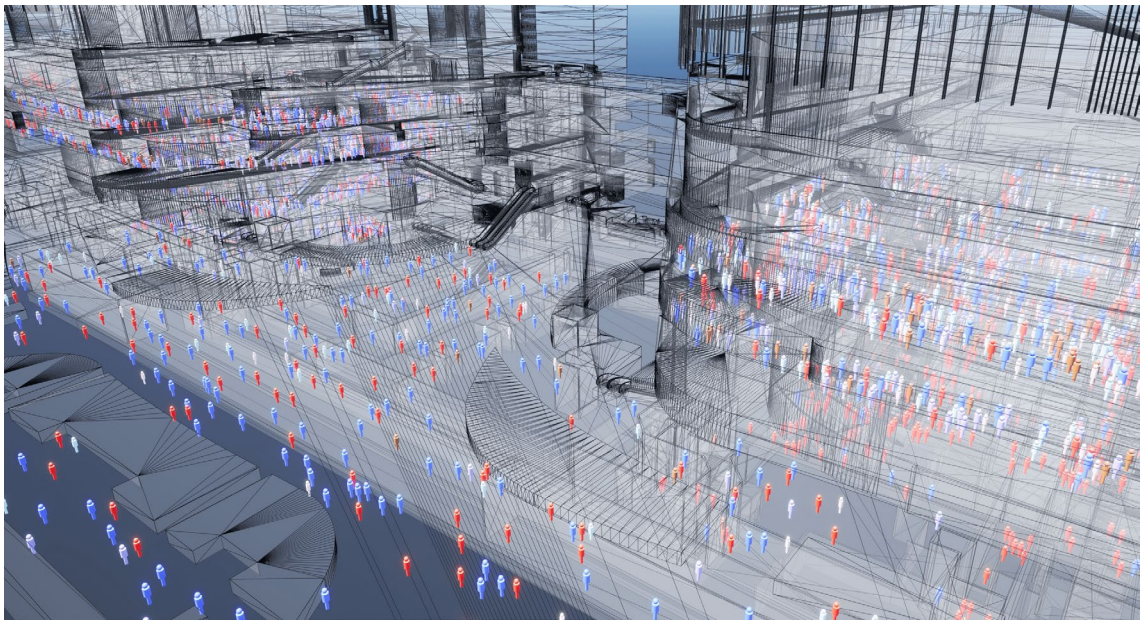
(一) PLATEAU 案例-人流疏散規劃

本案例使用東京品川車站周邊鬧區的數位雙生模型，模擬緊急事件時，人流疏散可能會發生的狀況，進一步安排可能的人流疏散規劃。本案例結合高擬真度的數位雙生模型與遊戲物理引擎，用遊戲引擎的物理碰撞模式模擬人流疏散時的碰撞行為，讓疏散人流行為可視化。並且可以輸入不同參數，預測在不同參數下，疏散人流所需要的時間以及可能發生瓶頸的地方(如圖 2.1.2)。



資料來源：https://www.mlit.go.jp/plateau/plateau-view-app/[4]

圖 2.1.1 PLATEAU View App 實機畫面

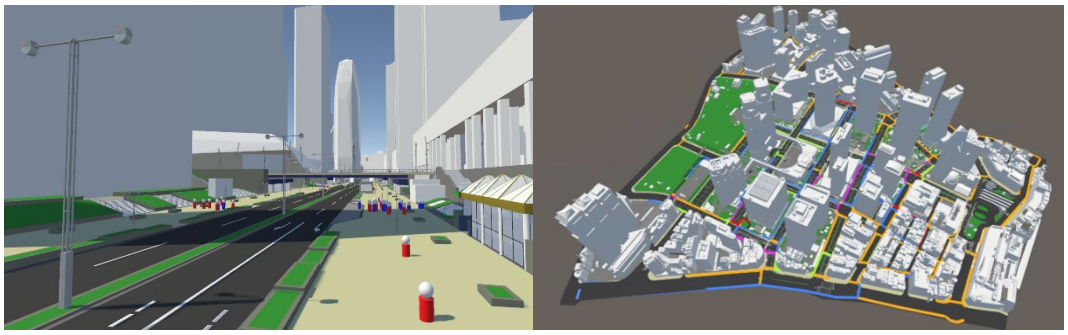


資料來源：https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-030/[5]

圖 2.1.2 PLATEAU 案例-人流疏散規劃

(二) PLATEAU 案例-人流移動模擬

本案例以東京西新宿地區為範例，利用偵測器偵測人流移動方向，找出都市步行熱區，並且以視覺化的方式展示在數位雙生模型中。案例中也能夠設定行人的視野範圍，從而找出都市中哪些地方曝光量較大，哪些地方又是視線盲區。可以利用這種技術，計算警示告示、標誌、廣告看板應該如何放置，能夠獲得最大的曝光效果(如圖 2.1.3)。



資料來源：https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-023/[6]

圖 2.1.3 PLATEAU 案例-人流移動模擬

(三) PLATEAU 案例-以遊戲化的方式進行參與型社區總體營造

本案例使用電腦遊戲的創作模式與外掛模組，載入公開資料的數位模型，打造社區的數位雙生模型，並且以此促進使用者參與社區總體營造。使用現有套裝遊戲能夠大幅降低數位雙生開發成本，遊戲的 UI 設計也能降低使用者的進入門檻與學習成本，增加使用意願(如圖 2.1.4)。

資料來源：https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-011/[7]

圖 2.1.4 PLATEAU 案例-以遊戲化的方式進行參與型社區總體營造

(四) PLATEAU 案例-區域管理

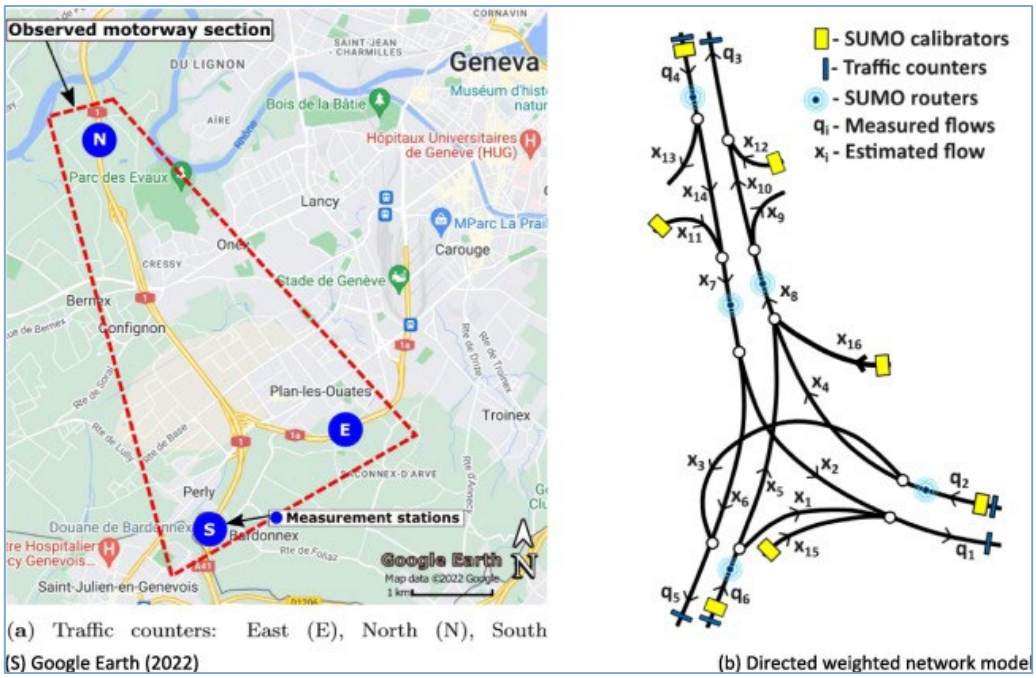
本案例使用數位雙生進行區域事件告警與事件通報。使用者能夠透過系統獲得該區域的緊急事件(如火警、車禍、道路封鎖.....等)，也能利用系統進行鄰近事件通報。透過事件通報，數位雙生能夠獲取許多固定式偵測器無法取得的訊息，擴充數位雙生的資料來源。然而該如何設計使用者通報介面，以及是否有適當的核實機制，將會是此類設計的關鍵議題(如圖 2.1.5)。

資料來源：https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-019/[8]

圖 2.1.5 PLATEAU 案例-區域管理

二、日內瓦高速公路數位雙生

本案例選定高速公路做為場域，使用車輛偵測器蒐集車流資訊，輸入 SUMO 進行車流分析模擬。不只能夠利用數位雙生模型進行車流預測，持續蒐集即時數據也能夠不斷精進預測模型，提升預測的準確度。根據數位雙生的預測結果，甚至有機會做到動態調整道路速限，提升路網效率與安全性。



(a) Traffic counters: East (E), North (N), South (S) Google Earth (2022)

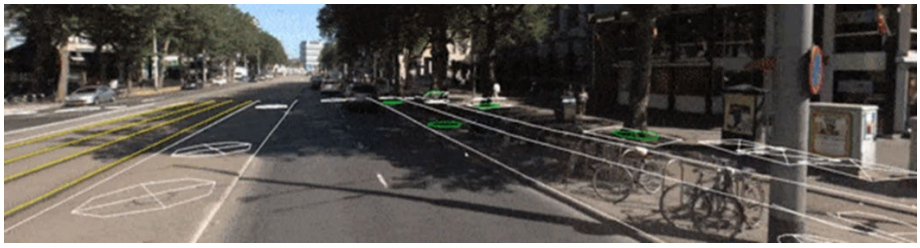
(b) Directed weighted network model

資料來源：A digital twin in transportation: Real-time synergy of traffic data streams and simulation for virtualizing motorway dynamics[9]

圖 2.1.6 日內瓦高速公路數位雙生

三、澳洲道路與城市數位雙生服務

本案例運用數位雙生做城市交通設備的生命週期管理，設備的裝設位置、型號、維修日期、運作狀態，都能夠透過數位雙生系統視覺化管理。當設備達到使用期限，或者突發狀況導致設備異常時，維修人員能夠第一時間收到通知，並且從系統上了解現場狀況，安排維修計畫。能夠有效縮短設備失效的時間，減少設備毀損造成的安全風險。



資料來源：https://rapidmap.com.au/digital-twin/[10]

圖 2.1.7 澳洲道路與城市數位雙生服務

四、中國北京海淀數位雙生服務-城市大腦

本案例運用數位雙生技術做為城市公共交通應用管理與城市治理。隨著先進都市巨量感測儀器以及都市交通用路人口密集度提升，數位雙生服務展現出重要的影響力，結合具象化、交通分析數位雙生服務應用，能夠大幅提升治理交通與先進都市管理能力，作為表達現代化先進都市的具體象徵。

城市大腦提出一套應用在數位雙生的事件管理方法，事件管理分為事件發現、事件通報、事件處理、事件回報四個步驟。透過數位雙生技術，能夠自動化感知事件發生的位置與內容，根據事件內容提供事件處理建議，大幅度的減少事件管理的人力需求負擔，並且對事件的全生命週期有效追蹤，足以顯見數位雙生技術是一套高效率的事件管理解決方案。

圖 2.1.8 中國北京海淀數位雙生服務

2.2 國內數位雙生應用案例

有關國內交通領域應用數位雙生案例，以下回顧交通部於淡海新市鎮辦理之「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」(第一期及第二期)。該計畫中應用雙生進行聯網車監測、智慧交通基礎設施管理及 AI CCTV 車流監測等。

一、淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫

考量傳統戰情中心 Central Management System(CMS)數據細節的分層級顯示，容易因資訊傳達落差影響決策，在此交通應用上主要強調透過「智慧交通監控系統(3D Smart Traffic System)」突破傳統盲點，結合大數據、物聯網、3D 影像、數位雙生等技術，將以往 2D 的圖台資訊導入 3D 可視化中央管理平台，並藉由「智慧交通監控系統」數位雙生應用，建構智慧交通監控中心，其中透過多維度電子圖台及地圖/環境參數管理建立模型，並從中介接新北市自駕巴士即時動態資訊等，串聯 AI 影像辨識應用及交通感測器聯網應用顯示，掌握不同訊號及交通號誌管理，藉此達到完善的風險管控。在計畫建置的過程中，為進行多元技術驗證的需求，已於 10 個測試路口佈建終端設備，可將即時資訊傳送給聯網車或巡禮巴士，包含即時號誌時相應用(SPaT)、前方號誌時相秒數資訊提示、前方道路障礙/違停車輛警示、前方道路壅塞提示、行人防撞警示和路口車輛闖入輕軌軌道區域警示等。相關資訊均能在車載資訊系統上呈現，讓駕駛員與乘客能即早因應。

資料來源：CIO Taiwan(2020)[11]

圖 2.2.1 淡海新市鎮以數位雙生概念呈現的 3D 戰情中心

二、淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究二期計畫

「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究二期計畫」為銜接交通部其他計畫成果，將其呈現於淡海平台，由運籌管理專案辦公室(PMO)以數位雙生精神研發，建置「數位雙生系統平台」。藉由數位雙生與聯網車(V2X)應用服務標準訂定，落實場域一致性管理及呈現。所建構之整合具國際化平台與智慧交通數位雙生應用示範的相關應用程式介面(Application Programming Interface, API)、包含微軟 Azure、數位分身數據庫、元件庫及函式庫，以利相關計畫展示其成果之用。該計畫將檢視 NGSI-LD 公告的 Ontology 標準中，與智慧交通及車聯網領域較為相關的 Ontology 相關標準。同時未來將參考其他相關的 Ontology，輔以案場的交通特性，建立相應之數據模型。

平台延續第一期成果，維持智慧路側設施與交通服務之管理與控制，並持續銜接各類交通服務應用，以達成智慧交通測試場域之目的；針對數位雙生平台規劃完成功能說明如下：

(一) 除延續提供前期 AI CCTV 驗證平台功能外，亦持續提升相關智慧路側設施管理及交通服務可用度及可靠度。

(二) 整合資訊與中央監控功能，可介接 TCROS 號誌控制器及聯網車相關路側設施，提供即時資訊監控及分析等功能。

(三) 整合 C-V2X 聯網車設施管理功能，運用感測器、邊緣運算及聯網車資訊平台等技術，實現「人、車、路」環境進行無線通訊和資訊交換的 VIP-N(Vehicle, Infrastructure, Person and Network)網路。並將聯網車系統需求之靜態(V2X MAP/TIM)和動態(SPaT/SRM/SSM/RSA/PSM/BSM/EVA)資訊進行整合及傳遞，並將資料彙整於後端平台實現智慧化交通管理、智慧動態資訊服務，以提升交通安全性與效能性。

(四) 建立智慧交通應用功能測試驗證規範，包括 C-V2X 車聯網設施及車聯網需求資訊的感測輔助資訊蒐集器(如：AI 影像辨識設備或雷達感測設備等)等多元測試驗證項目，針對智慧交通應用進行驗證作業，確保該應用能正常運作且持續符合功能規範需求，以提升服務品質。

(五) 運用數位雙生概念(Digital Twin)，進行智慧交通管理，並透過實體虛擬化、資訊標準化、應用智慧化的反饋系統，讓 VIP-N 資訊數位化並且彼此關聯。實現所有交通設施與使用者間的相互協作，以實證場域進行測試，進而提升實體世界交通服務水準。

2.3 5G AIoT 應用案例

5G 技術在物聯網應用中佔有關鍵的角色，車聯網是物聯網的一個分支，為智慧交通中不可或缺的一部分，必須仰賴 5G 技術高速度、低延遲、廣連接的特性，提供用路人與管理者最即時、正確的資訊，以輔助使用者作出決策。以下針對 5G AIoT 技術應用在車聯網的情境介紹兩個案例。

一、韓國 K-City

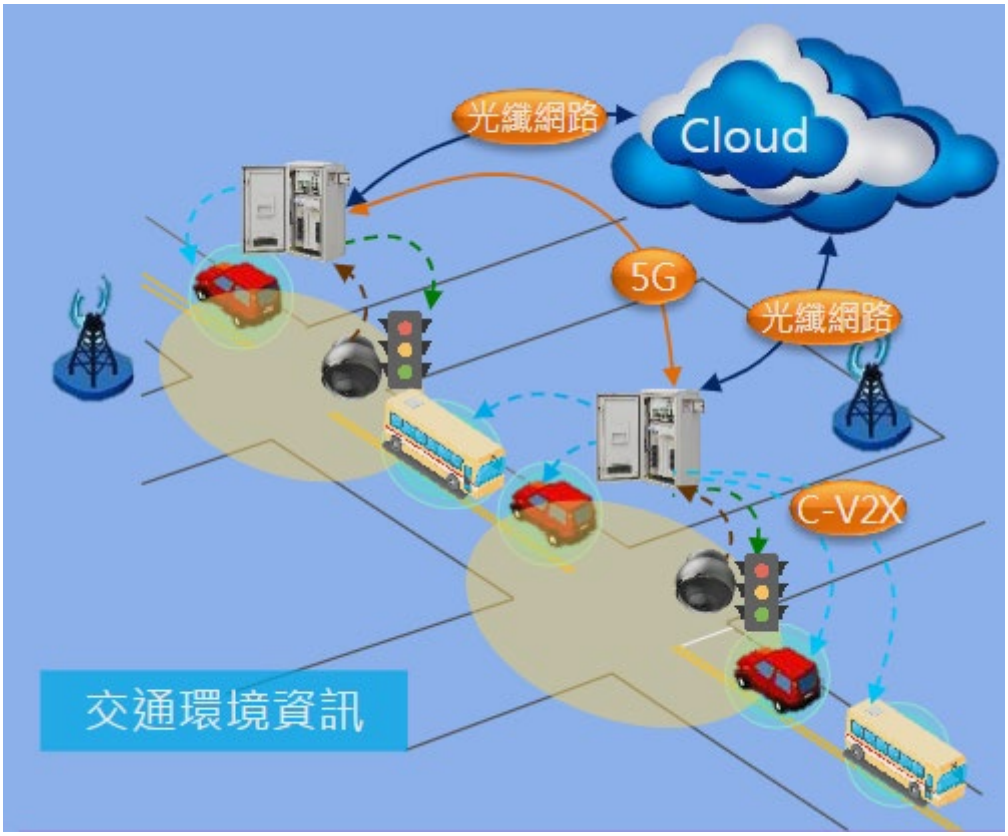
K-City 是韓國的一個自駕車測試城市，位於首爾西南部的華城市。這個模擬城市佔地 32 萬平方公尺，以 5G 行動網路為基礎，用於測試自駕車的性能和安全性。南韓政府投入了約 1,100 萬美元(約 125 億韓元)來建造這個城市，旨在推動自駕車技術的發展。K-City 將成為全球最大的自駕車測試場地之一，有助於加速自動駕駛技術的研究和應用。此外，K-City 設有不同的道路環境，包括高速公路、市區道路、鄉村道路和隧道，以模擬各種實際駕駛情境。還具有不同的天氣和照明條件，以測試自駕車在不同環境下的表現。K-City 的建設是為了促進自駕車技術的發展，並為汽車製造商、技術公司和研究機構提供一個安全且真實的測試環境。

資料來源：https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=15242

圖 2.3.1 K-City 場域介紹

二、淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫

淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫旨在在淡海新市鎮建立智慧交通實驗場域，並佈建 5G 環境、新世代路側及感測設備、智慧號控、邊緣交通資訊蒐集運算系統等基礎設施，如圖 2.3.2。這個場域將成為「5G 智慧交通實驗場域」的首選，因為它具有運具多元性和低人口密度的環境優勢，能夠在真實道路上進行各種測試、資料蒐集及實證服務模式。此外，淡海新市鎮還將結合自駕車與車聯網等議題，打造以人、車、路及雲的開放型智慧運輸實證環境，協助創新持續探索智慧運輸創新應用，讓民眾體驗 5G 智慧服務帶來的便利。



資料來源：https://smartcity.org.tw/b2b/upload/ecatalog/supplier_pdf_en_361_968.pdf

圖 2.3.2 淡海車聯網應用情境

2.4 綜合探討

根據前述文獻探討，歸納出數位雙生擁有開放性、資訊可視化、AI 輔助決策、預測模擬、感測遙控等特性，如圖 2.4.1 所示，並簡述如下。

一、開放性：資料共享(Open Data)能夠讓同一份資料產生更多價值，以此進行各種創新應用，增進社會整體效益。並且應制定標準化的通訊規範，讓資料共享的門檻降低，不同單位、部門間的資料能夠交互產生更大效益。

二、資訊可視化：使艱澀難懂的數據資料轉化為真實有感的影像化資料，能夠更加直觀看出資料間的相關性，降低判讀數據的難度，使得資料更容易被利用。

三、AI 輔助決策：AI 人工智慧能夠輔助使用者進行決策，可以降低人為干預造成的影響與操作失誤， 也能夠將繁雜的程序交給 AI 處理，讓使用者更專注於更加重要的決策上。

四、預測模擬：數位雙生能夠複製整個場域環境，模擬各種變數對於場域環境的交互影響，可以快速且低成本的模擬不同參數狀況，找出最佳設定。

五、感測遙控：遠距感測遙控不只能夠將大範圍的資訊集中在一起，減少親臨現場的時間成本，也能夠遙控危險場域中的設備，避免使用者暴露在危險的環境中。

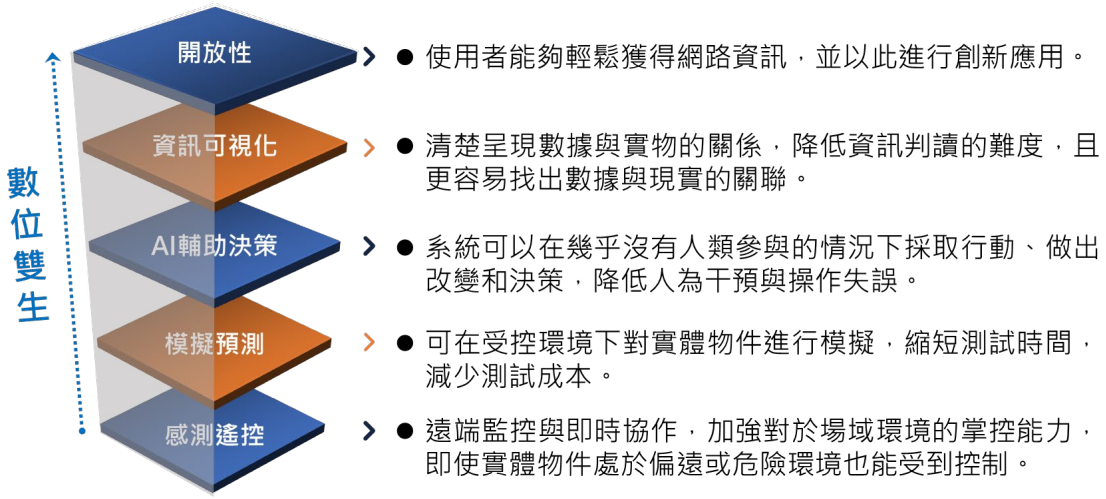


圖 2.4.1 數位雙生的特性

然非所有特性均符合下，才稱之為數位雙生，依照符合的特性數量有其優劣之分，每一個數位雙生案例，按照場域不同與目標不同，皆有可能符合一個到數個上述特性。故本計畫即針對前述案例，整理出各自符合的數位雙生特性，如表 2.4-1，可作為本計畫之參考。

淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫是目前國內數位雙生的指標案例，本計畫所研提之數位雙生平台與該計畫之淡海場域相互比較之差異如表 2.4-2 所示，可作為兩者差異之參考，並依據實際需求進行調整。

表 2.4-1 數位雙生特性比較

案例名稱	開放性	資訊視覺化	AI 輔助決策	預測模擬	感測遙控
PLATEAU-人流疏散規劃	O	O		O	
PLATEAU-人流移動模擬	O	O		O	O
PLATEAU-參與型社區總體營造	O	O		O	
PLATEAU-區域管理	O	O	O		O
日內瓦高速公路			O	O	O
澳洲道路與城市數位雙生		O		O	O
淡海新市鎮	O	O			O

表 2.4-2 數位雙生場域比較表

場域名稱	臺中市臺灣大道	新北市淡海新市鎮
位置圖		
號誌化路口數	3	29
車道狀況	公車專用道、快／慢車道	一般車道
所屬區域	市區	郊區、市區
道路設施	BRT 車站、CMS	智慧號誌桿、RSU、輕軌車站
設計風格	科技風／暗色調／對比強烈	寫實風
設計重點	複製實物實景(以虛擬呈現實體)	強調建築與景物
資訊內容	1. 路口即時號誌 2. 車流狀況 3. BRT 車站人流 4. 公車、電巴狀態 5. CMS 資訊發布 6. 車流預測	1. 路口即時號誌 2. 設備狀況 3. 車聯網資訊彙整 4. TIM 資訊發布 5. 多視角場域導覽

此外，本計畫主要是以 Microsoft Azure Digital Twins 數據模型來做中心傳輸處理，也網羅以下國際 Digital Twin 軟體平台案例，包含：

一、Siemens MindSphere：MindSphere 是西門子的工業物聯網平台，專為工業應用設計。提供強大的數據分析工具和開發者平台，支持多種工業協議和標準，其應用更側重於工業環境中的交通管理。

二、GE Digital Predix：Predix 是通用電氣推出的工業物聯網平台，專注於預測性維護和大型基礎設施運營維護。該平台在鐵路運營、航空交通管理和車隊管理方面具有優勢，但主要針對重工業和大型基礎設施。

三、IBM Watson IoT：IBM Watson IoT 平台結合人工智慧技術，提供智慧分析和預測功能。該平台在智慧城市交通管理、自動駕駛技術支援和物流管理方面具有優勢，但更強調 AI 驅動的分析能力。

四、PTC ThingWorx：ThingWorx 是 PTC 推出的一個 IoT 平台，專為快速開發和部署工業物聯網應用而設計。其拖放式開發環境簡化應用開發過程，適合需要快速部署的工業應用場景，如智慧交通號誌控制和智慧物流管理。

五、Ansys Twin Builder：Ansys Twin Builder 是一個專業的工程模擬軟體，用於創建高精度的數位雙生模型。該平台在高精度多物理場景模擬、自動駕駛車輛模擬和航空器性能分析方面具有優勢，適合複雜工程系統的詳細模擬分析。

故結合以上數位雙生案例探討與本計畫需求，且符合國內交通法規、交通環境現狀，在未來都市交通複雜車輛以及設備儀器管理上，數位雙生都能做到以下幾點：

一、交通管理中心：提升交通數據分析計算與輔助交控人員決策。

二、智慧交通管理：數位雙生可以提供實時數據，幫助城市更好地管理交通流量和預測交通壅塞。這些數據可以用於調整信號控制、優化公共交通路線和安排設施設備維護。

三、交通效率提升：幫助用路人避開壅塞的路段或找到最佳的路線。這些數位工具可以幫助減少交通壅塞，提高整體交通效率。

綜合而言，數位雙生對交通的影響取決於如何應用這些技術以及城市的整體交通管理策略，幫助解決交通問題。

第三章 智慧交通資料偵測蒐集與設備佈建規劃

在現代都市交通管理中，即時和準確的交通參數蒐集扮演關鍵角色。路口交通轉向量、車流量、速率和行人通行量等交通參數都是交通管理和預測的重要基礎，傳統的數據蒐集需仰賴高成本的路側設施，例如 eTag 及 VD 等。該些設施不僅初期投資成本高昂，其後續維護和運作成本也不菲，使得在大範圍的道路佈設面臨一定的經濟挑戰。然而，隨著 AI 影像辨識技術的發展，交通參數的蒐集方式正逐漸改變，透過道路上的攝影機影像，可利用 AI 技術即時分析影像，有效地檢測和計算各種交通參數。相較於傳統的路側設施，攝影機的佈設和維護成本更低，且具有更高的靈活性，並且能在更廣泛的範圍內進行佈設。然對於該些新型設備，交通主管機關對於特定路段或路口需要佈設的攝影機數量，以及其最佳位置和高度等議題都是必須加以考慮，故本計畫為解決這些問題，藉由明確的攝影機佈建原則推估合適的 AI 攝影機的數量規劃，以提供交通主觀機關參考，然實際在參考該些建議值時仍應考量遮蔽、交接道路角度等現場條件加以調整。

傳統的交通數據蒐集方式如車輛偵測器或 ETC 系統雖然準確度高，但其初期設備成本和後續維護費用較高，這些設備通常需要特殊硬體並且安裝難度較高，導致成本上升。此外，市面上還有一些專門用於車牌辨識的高級攝影機，可以進行車輛路徑追蹤與旅行時間資料的蒐集，但同樣面臨設備與維運成本高昂的問題。針對以上問題，本計畫主要目標為提出「以『一般』攝影機結合 AI 影像辨識技術來達成多元化交通資料蒐集」的方案。此方案利用『一般』攝影機配合影像辨識演算法，能在低成本下實現不同種類的交通數據蒐集需求，並提高整體投資的效益。傳統蒐集方式與使用一般攝影機結合 AI 技術蒐集方式之差異如表 3.0-1 所示。

表 3.0-1 傳統蒐集方式與使用一般攝影機結合 AI 技術蒐集方式之差異

傳統蒐集方式面臨的限制	使用一般攝影機結合 AI 技術蒐集方式的優勢
1. 人工調查：需大量人力，難以實現大範圍及全天候監控，成本高且準確度有限。 2. 浮車法：僅能提供少量樣本數據，無法即時且全面反映交通流況。 3. VD 設備：設備需經常維護，對於多車種/多方向的辨識精度有限。 4. eTag 系統：僅能覆蓋少數有架設設備之範圍，無法達到全面性的交通	1. 降低成本：普通攝影機設備與維護費用遠低於傳統系統 2. 多功能性：單一設備可蒐集多種數據，提升投資效益 3. 靈活性與擴充性：便於調整位置、角度，配合 AI 技術升級擴展功能 4. 維護簡便：軟體升級即可提高性能，不需頻繁更換硬體

傳統蒐集方式面臨的限制	使用一般攝影機結合 AI 技術蒐集方式的優勢
流量監測。 5. 車牌辨識攝影機：可提供準確的旅行時間及路徑分析，但成本較高。	

3.1 攝影機佈建原則規劃目的

本節首先就攝影機佈建原則規劃目的進行說明，包含智慧交通管理與道路交通參數的重要性、傳統路側設施佈建的成本與挑戰、AI 影像辨識技術在交通參數蒐集中的應用、攝影機佈設的挑戰及佈建原則制定的重要性。

一、智慧交通管理與道路交通參數的重要性：在現今的都市交通網絡中，準確且即時的交通參數蒐集對於智慧交通管理系統的運作至關重要。這些交通參數，如路口交通轉向量、路段車流量、速率、行穿線行人通行量、路段平均旅行時間延滯，以及綠燈使用率等，都是評估交通狀態和預測未來交通流的關鍵資料。透過這些資料，交通管理者可以更有效地指引車流，減少交通壅塞，提高道路運輸效率，並確保行人和駕駛者的安全。例如，透過監測路段車流量和速率，可以提前預測並避免可能發生的交通壅塞。同樣地，行穿線行人通行量的資料也有助於確保行人的安全，並提供交通規劃師所需的資料來改善行人設施。

二、傳統路側設施佈建之成本與挑戰：為能夠蒐集上述交通參數，道路上必須佈設一系列的路側設施，例如 eTag、VD 等，這些設備可提供即時和精確的交通數據。然而，這些先進設備的初期設置成本高昂，且後續的維護和維運成本也相對較高。這使得如要在廣範圍的道路上進行佈設面臨一定的經濟挑戰。此外，這些設備的安裝和維護也需要專業知識和技能，進一步增加佈設的困難。

三、AI 影像辨識技術在交通參數蒐集中的應用：隨著 AI 影像辨識技術的進步，許多道路交通參數現在可以通過道路上的攝影機影像來蒐集。這種方法的主要優點是，相對於佈設 eTag 和 VD 等高成本的路側設施，安裝攝影機的費用更加經濟實惠。此外，攝影機的維運成本也相對較低，且因其小巧、靈活的特點，更易於在大範圍的道路上進行佈設。透過攝影機捕捉影像及 AI 演算法的融合，藉此能夠實現 AIVD(Artificial Intelligence Vehicle Detector)，以取得高品質的交通參數數據。

四、攝影機佈設的挑戰：除不斷優化 AI 模型的訓練和推論能力，攝影機的特性和佈建方式也起著關鍵性的作用。攝影機不僅僅是物聯網裝置，更像是人工智慧系統的「眼睛」，因此必須經過精心的規劃以滿足特定需求，儘管利用 AI 影像辨識技術來蒐集交通參數具有眾多優點，但交通主管機關在佈建過程中仍然面臨一些挑戰。主要的

問題是，如何確定在特定的路口或路段上，需要佈設多少攝影機以確保資料的完整性和準確性。攝影機的數量受到多種因素的影響，如路口或路段的大小和規模、攝影機的架設高度和位置等。這些不確定性因素使得預算的分配和管理變得複雜，並可能影響到整體計畫的成功。其中還包含攝影機的角度必須最佳化，藉以捕捉清晰的交通場景。通常以道路水平線為基準，以確保車輛、行人和道路標誌等元素都能夠被準確觀察。

五、攝影機佈建原則的制定：鑒於上述的挑戰，本計畫旨在為各項交通參數針對管理單位常使用之槍型攝影機進行佈建歸納的原則。這些原則將依據 AI 影像辨識的技術特性，以及不同交通參數的蒐集需求來確定。例如，對於車流量的蒐集，可能需要從多個角度來觀測同一路段，以確保蒐集到的資料的完整性和準確性。而對於行人通行量的蒐集，則可能需要專注於人行道的特定位置，藉此歸納所需之攝影機數量。後續透過這些歸納原則，交通主管機關將能夠更有效地分配資源，確保蒐集到的交通參數資料的品質和完整性。

綜合前述，攝影機佈建和 AI 演算法的運用可提供有價值的交通參數，用於交通管理、安全監控和路線規劃。本計畫歸納路側攝影機結合中心端 AI 影像辨識之交通參數，主要以傳統交通參數為主，傳統交通參數內容如表 3.1-1。

表 3.1-1 本計畫歸納路側攝影機結合 AI 影像辨識可蒐集之交通參數說明

交通參數	說明
路口轉向量	屬於路口型偵測，針對每個路口離開車道及進入車道的方式進行轉向量計數，監測車輛的數量，包括車輛的進出情況。
路段速率	屬於路段型偵測，由於道路上會有一白一黑的道路白色虛線，依據「道路交通標誌標線號誌設置規則」，線段長 4 公尺，間距 6 公尺，線寬 10 公分，運用實際道路與攝影機每秒取得資訊可以測量車輛的實際速度，以便分析道路流量和速度分佈。
路段車流量	屬於路段型偵測，針對每個車道進行車輛偵測及計算，可以呈現道路車道流量，監測車輛的數量，包括車輛的進出情況。

3.2 攝影機規劃原則與使用限制

本規劃原則適用正交型的 T 字路口和十字路口，並假設現場裝設環境為理想狀態(有桿件、電力、無遮蔽等)來進行攝影機的佈建數量推估，且推估值僅為初步參考概念使用，實際所需數量仍需視現場環境進行數量增減。

一、估計模式之限制

無論路口型或路段型，實際場域裝設數量差異原因，在於進行攝影機配置和佈局設計時，必須考慮到現場的實際條件與限制。儘管透過數學公式計算可以得出理論上所需的攝影機最佳數量，但實際安裝過程中，可能會遇到諸如電力供應不足、缺乏適合安裝攝影機的固定點(例如，適當的號誌桿、燈桿或建築物)，或是現場環境限制(如樹木遮擋、建築物阻礙視線等)等問題。這些現場條件可能導致無法完全按照計算所得的數量和佈局來進行攝影機的安裝。

二、攝影機規格

攝影機規格有其對應之相關參數，圖 3.2.1 中說明了攝影機的幾個重要參數關係，包含「焦距」、「照射角度」、「水平視野」。攝影機的焦距是影響佈設數量的其中一個關鍵因素，焦距會決定攝影機提供的照射角度，簡言之，焦距越短，照射角度越廣。當然，這也受 CMOS 感應晶片的特性和透鏡的規格所影響，而這些因素會共同決定焦距對於水平視野的影響，同時也影響攝影機的照射距離。

而需要注意的是，無論距離如何，水平視野寬度始終保持相等。唯有在相同焦距下提供不同照射距離才能提供更好的水平視野，然而，這可能會導致解析度的損失。如果物件的解析度在取像過程中在電腦的圖素解析度長寬中的任何一邊小於 100 個像素，則在 AI 辨識推論過程中可能無法順利抓取物件。因此，每個攝影機參數都直接影響到數位圖像的呈現效果，進而影響 AI 辨識的品質。

在本計畫的佈建和歸納過程中，將特別關注焦距、照射角度、水平/垂直視野等參數，並使用目前主流的解析度 1,920*1,080，以確保攝影機設置能夠提供高品質的數位圖像，有助於 AI 辨識的準確性。

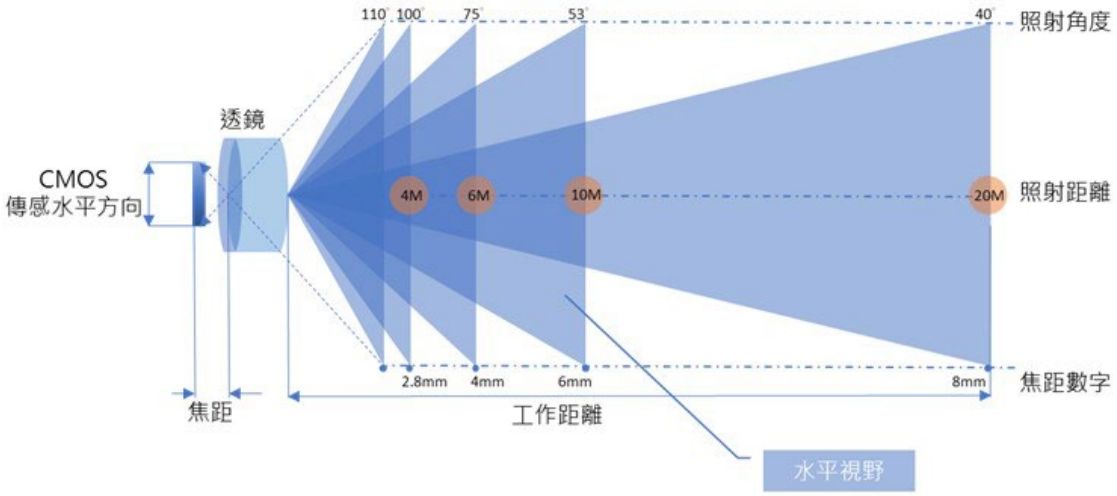


圖 3.2.1 鏡頭焦距與水平角度關係圖

三、路側架設角度

在路側實際架設攝影機時，可參考圖 3.2.2 示意圖。在目前的路側環境中，通常情況下攝影機可以安裝在可供使用的高度上，包括 3.5 公尺，為號誌桿的最高可架設高度和 5.5 公尺，為路燈桿的最高可架設高度。而在水平方向上，可考慮使用號誌或燈桿水平延伸部分進行裝設，或者在不影響交通的情況下架設延伸桿來延伸攝影機架設位置，降低其照射死角範圍。

由於攝影機的取像會在光學角度下進行擴散，因此需要使用三角函數來計算取像寬度。以攝影機的取像寬度為例，可以使用以下公式來計算取像寬度(H)：

$$H = 2 \times D \times \tan\left(\frac{\theta_w}{2}\right)$$

其中 D 是攝影機到目標的距離，θ_w是水平角度，如圖 3.2.3 所示。根據上述公式，作為後續制定各項傳統常用交通參數之攝影機佈建原則，後續章節將逐一針對各項內容進行說明，包含路口轉向量、路段速率及路段車流量。希冀透過這些指南助於確保攝影機的正確佈建，以提供高品質的交通參數數據。

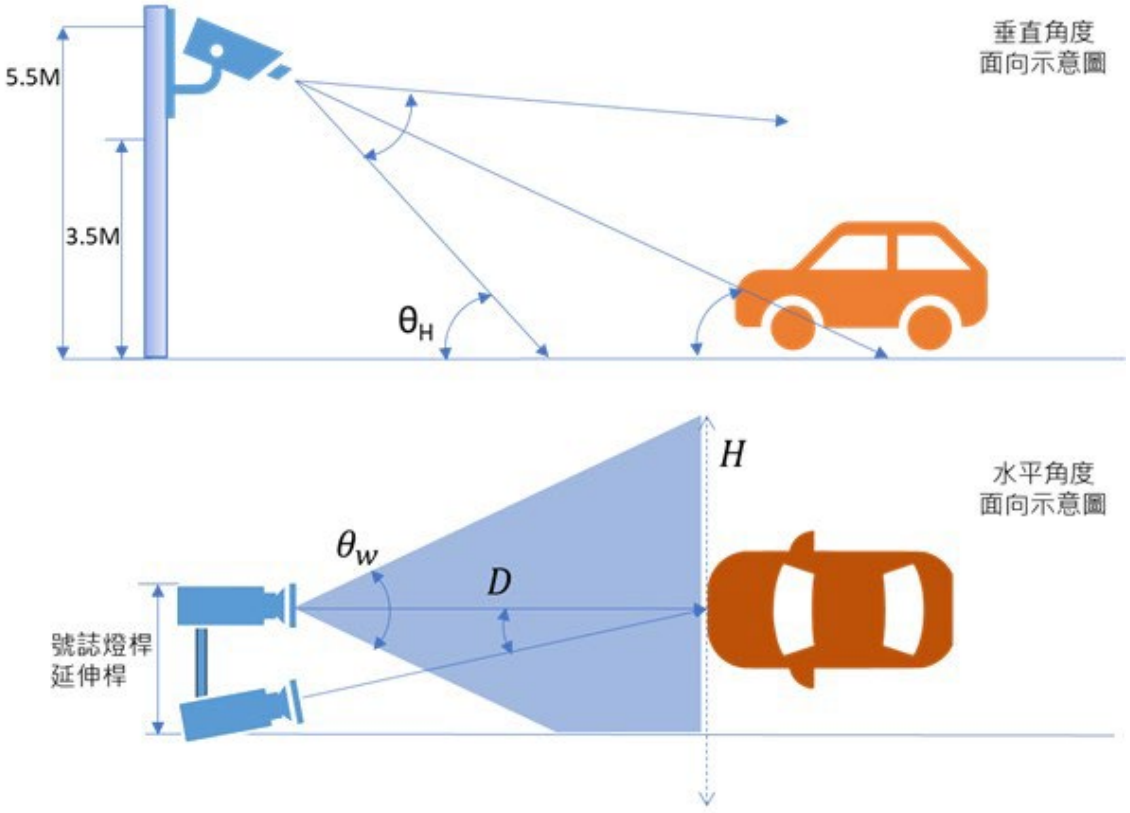


圖 3.2.2 路側架設攝影機考量的視角示意圖

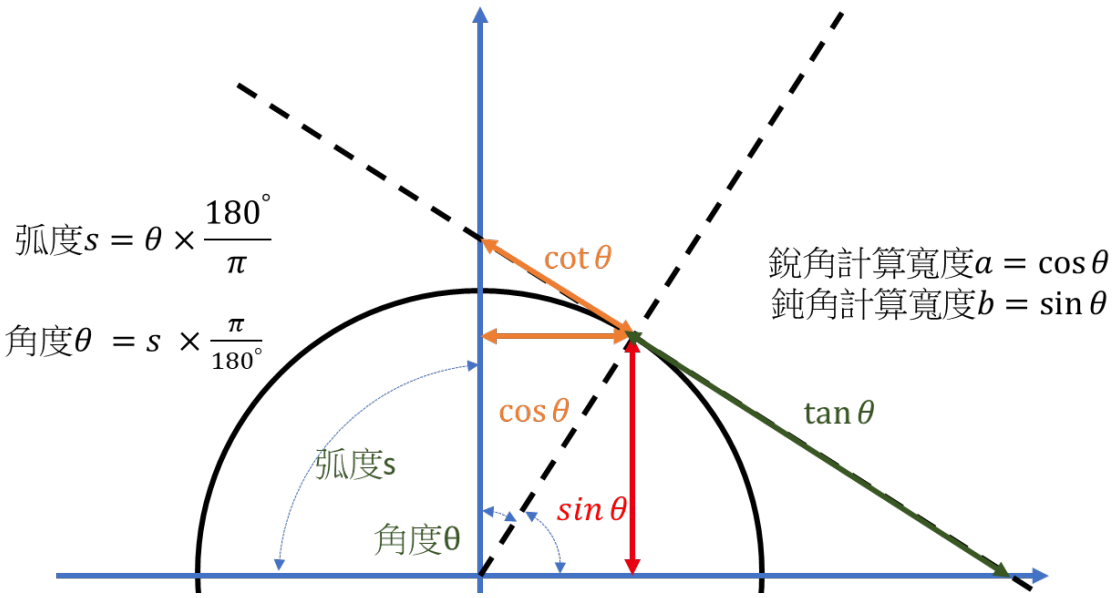


圖 3.2.3 三角函數與寬度計算式關係圖

3.3 路口型交通參數偵測攝影機佈建原則

一、佈建原則(估計模式)攝影機配置

交通管理常用之路口型交通參數主要為路口轉向交通量，亦即針對路口每個方向離開車道及進入車道的方式進行轉向車流量計數，這有助於呈現不同時段的尖峰車流情況，同時也有利於評估路口交通效率，這些資訊在交通管理、號誌控制中非常重要。

無論是 T 字路口或十字路口，因車道數量之多寡，而使幹/支道道路寬度組合多樣，常見之幹道路幅寬度可從 6 公尺至 50 公尺不等，支道路幅寬度亦有從 6 公尺至 50 公尺不等，若以寬度每 0.5 公尺進行增加，約共有 4 千多種道路寬度組合，本計畫將於此章節歸納在不同幹/支路幅寬度組合下，當進行路口轉向量偵測辨識時，分別所需的攝影機數量。說明如下：

(一) 攝影機建議使用規格

1. 解析度水平：1,920(H)*1,080(V)，1/3”晶片（含）以上。
2. 最低照度：0.002Lux（含以下），或以能攝影全景之環境照度。
3. 鏡頭：2.8mm-12mm 手動變焦鏡頭，路口轉向量偵測採用焦距為 2.8mm，因此水平視野角度為 110 度。

(二) 攝影機架設位置限制

1. 通常建議架設未超過斑馬線的號誌桿上，如圖 3.3.1。
2. 如沒有前述類型號誌桿，則需向後找尋其他路側合適桿件進行攝影機架設。

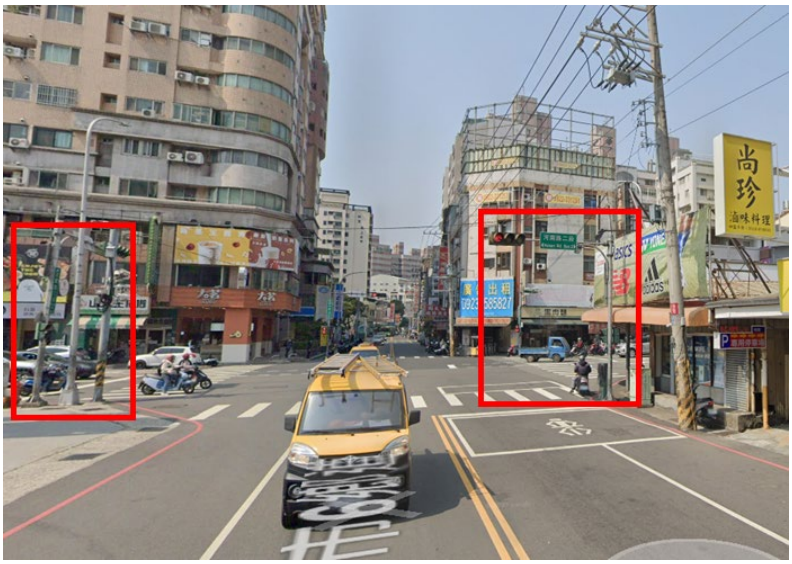


圖 3.3.1 攝影機架設位置建議位置圖

二、歸納原則(估計模式)流程及數量計算說明

(一) 目標：透過以下步驟計算偵測路口轉向量所需攝影機數量。

(二) 假設條件：攝影機位置架設在未超過斑馬線的號誌桿，焦段為 2.8mm、攝影視角為 110 度(θ)、攝影機畫面為 16:9(S1 : S2)。

(三) 歸納計算流程

攝影機數量歸納計算流程說明如下，流程中所使用公式中的變數位置如圖 3.3.2 所示，歸納計算流程繪製如圖 3.3.3 所示。

1. 設定路口兩條道路(幹道/支道)之道路寬度(公尺)，分別為 R_1、R_2，並假設 $R_1 \geq R_2$，亦即路寬較寬之道路設定為 R_1，反之為 R_2。
2. 經由 R_1 及 R_2 計算 D 值(攝影機鏡頭至補捉畫面下緣距離)。

若：

$$\frac{R_1}{16} \geq \frac{R_2}{9}$$

則：

$$D = \frac{R_1}{artan\left(\frac{\theta}{2}\right) \times \frac{16}{9}}$$

反之，則：

$$D = \frac{R_2}{artan\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

3. 經由 D 值計算攝影機實際捕捉畫面之寬度(公尺)與高度(公尺)，分別為 H_1、H_2，確認 $H_1 > R_1$ 及 $H_2 > R_2$。

$$H_1 = 2 \times D \times \tan\left(\frac{\theta}{2} \times \frac{\pi}{180}\right)$$

$$H_2 = 2 \times D \times \tan\left(\frac{\theta}{2} \times \frac{\pi}{180}\right) \times \frac{9}{16}$$

4. 計算不同攝影機架設高度(A=3.5 或 5.5 公尺)之死角距離 W(攝影機立桿處至補捉畫面下緣距離)，為 W 推估不同 W 所需之攝影機數量 C，若 W≤5 則該路口要進行路口轉向量 AI 偵測辨識時需要 1 支攝影機；若 5<W≤10 則為 2 支；若 W≥10 則為 4 支。

$$W = \sqrt{D^2 - A^2}$$

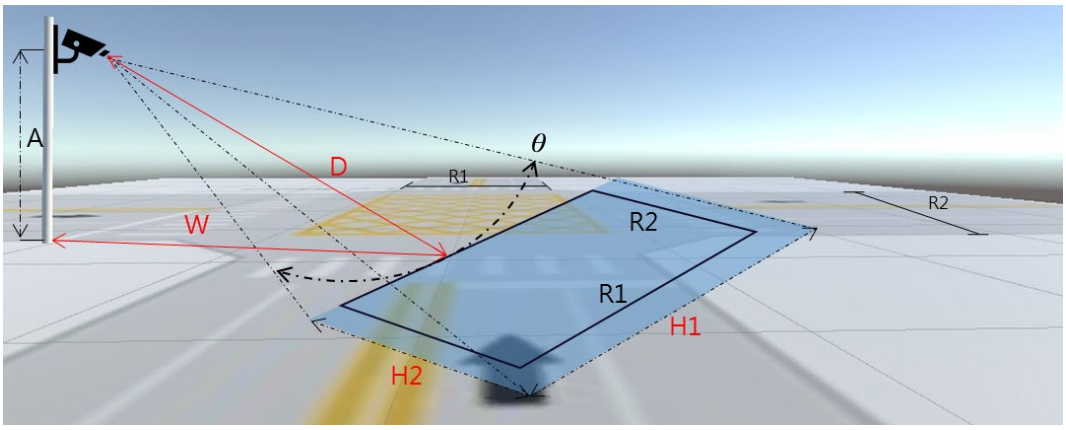


圖 3.3.2 公式中變數位置示意圖

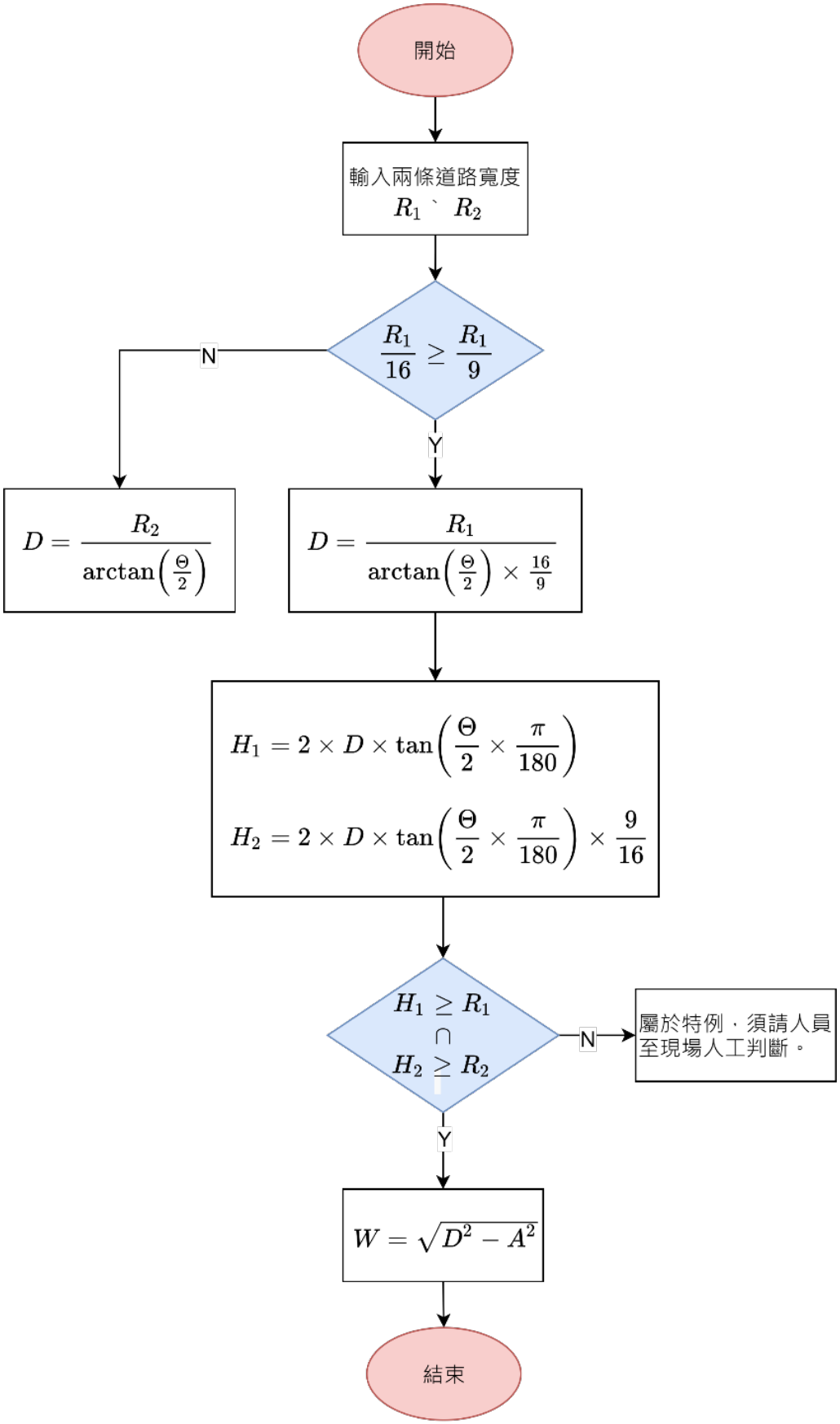


圖 3.3.3 歸納原則流程圖

三、歸納結論彙整

(一) 1 支攝影機規劃：死角距離 W 小於 5 公尺，且路幅寬度在雙線車道以內的情況下，可以使用 1 支攝影機完成路口轉向交通量之蒐集。

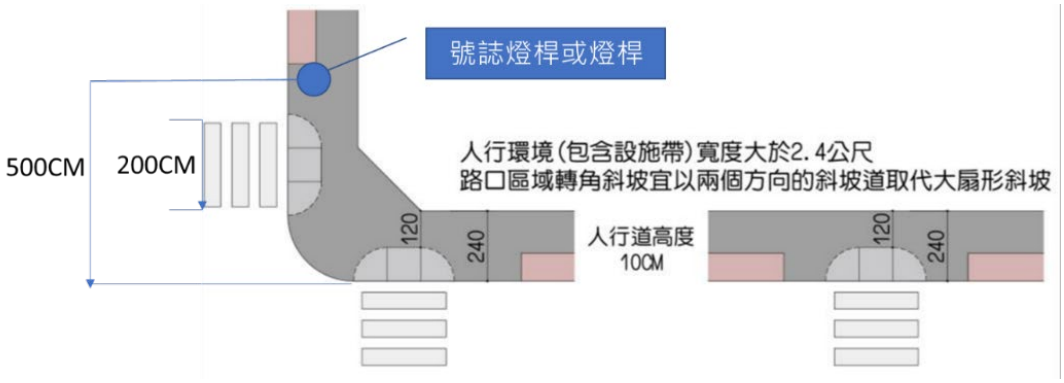


圖 3.3.4 數量為 1 支攝影機

(二) 2 支攝影機規劃：當死角距離 W 在 5 至 10 公尺間時，需要使用 2 支攝影機來完整捕捉四個方向的車流轉向量。由於 1 支攝影機無法將所有路口完整取像，因此可以考慮使用如圖 3.3.5 所示的方式，以對角線設置來配置攝影機，以抓取對向的兩個方向進行轉向量計數。另一支攝影機也以對向方式取得另外兩個方向的轉向量計數，這樣就能夠完成整個十字路口的轉向量計數。

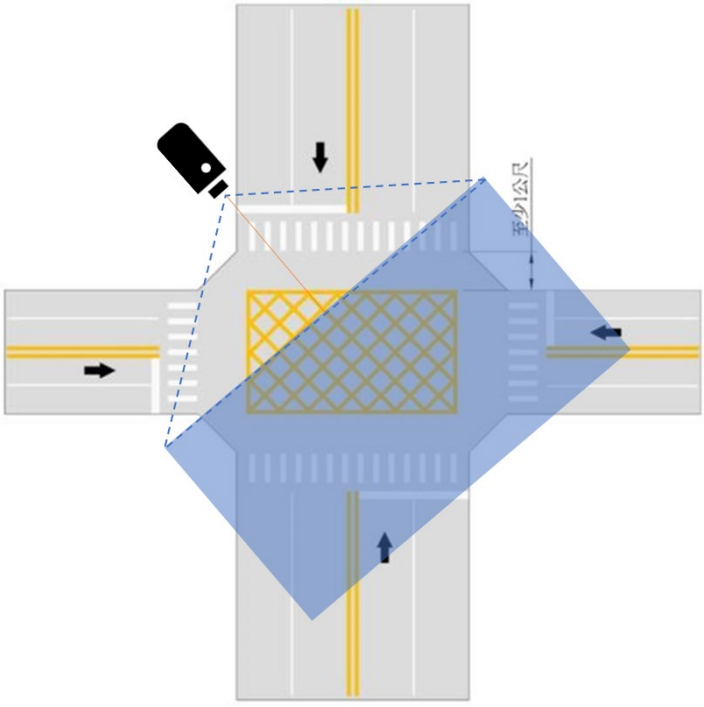


圖 3.3.5　2 支攝影機應用在轉向量照射位置示意圖

(三) 4 支攝影機規劃：當死角距離大於 10 公尺(道路面積超過 400 平方公尺或幹道具有 6 條以上車道)時，需要使用 4 支攝影機來完整捕捉路口的轉向量計數。如下

圖 3.3.6 所示，由於路口規模較大，每支攝影機可以設置在對向路口的出發點，以計算轉向量。這些攝影機以配置在對向的方式，或者在同一方向上由後向前拍攝。同時，在借用既有桿的情況下，可以對車輛駛離路口的方向(如直行、左轉、右轉等)進行清晰的計數。這樣的配置可以確保對路口的所有部分進行有效的監控和轉向量計數。

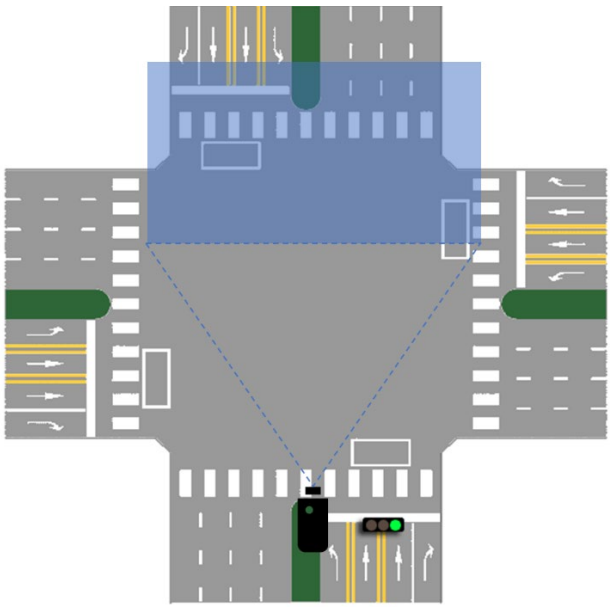
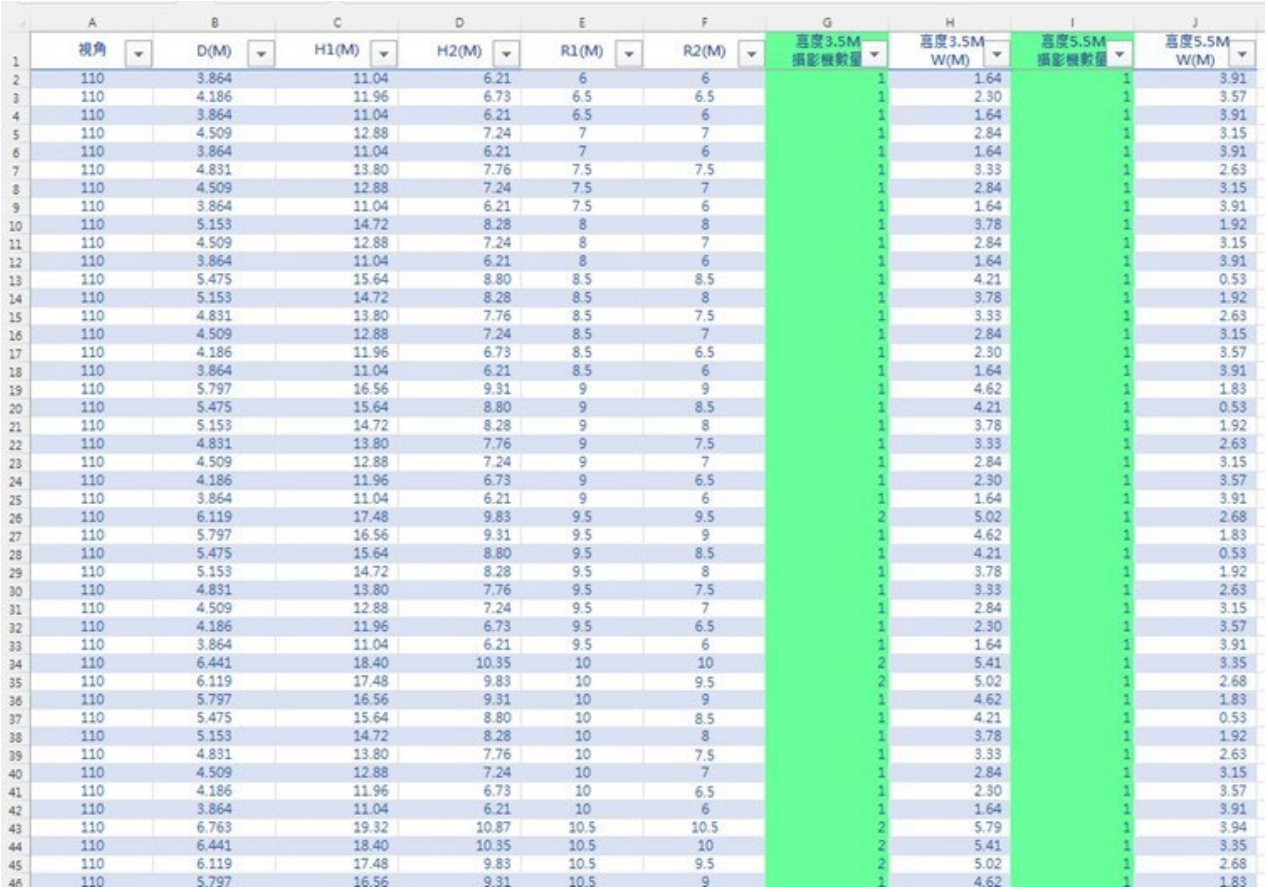


圖 3.3.6 四支攝影機以其中一支為例照射角度示意圖

(四) 架設高度 3.5 及 5.5 公尺之道路寬度攝影機數量歸納：根據前述提到常見之幹道路幅寬度可從 6 公尺至 50 公尺不等，支道路幅寬度亦有從 6 公尺至 50 公尺不等，若以寬度每 0.5 公尺進行增加，約共有 4 千多種道路寬度組合。藉由前述歸納原則流程及其公式，以窮舉法列舉 4 千多種情境經計算後(如圖 3.3.7)，歸納得到如表 3.3-1 的概算攝影機數量。未來當管理人員需要針對特定路口進行路口轉向量 AI 偵測時，只需要知道幹/支道寬度進行查表後，即可得到該路口在攝影機架設高度 3.5 或 5.5 公尺情況下，各需要設置幾支攝影機。如特定路口之路寬超過表 3.3-1 建議最大路寬時，須依實際路口狀況進行調整。

(五) T 字路口攝影機數量：前述計算方式得出十字路口攝影機數量，若路口為 T 字路口，所需攝影機數量則為十字路口攝影機數量減 1。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	視角	D(M)	H1(M)	H2(M)	R1(M)	R2(M)	高度3.5M 攝影機數量	高度3.5M W(M)	高度5.5M 攝影機數量	高度5.5M W(M)
2	110	3.864	11.04	6.21	6	6	1	1.64	1	3.91
3	110	4.186	11.96	6.73	6.5	6.5	1	2.30	1	3.57
4	110	3.864	11.04	6.21	6.5	6	1	1.64	1	3.91
5	110	4.509	12.88	7.24	7	7	1	2.84	1	3.15
6	110	3.864	11.04	6.21	7	6	1	1.64	1	3.91
7	110	4.831	13.80	7.76	7.5	7.5	1	3.33	1	2.63
8	110	4.509	12.88	7.24	7.5	7	1	2.84	1	3.15
9	110	3.864	11.04	6.21	7.5	6	1	1.64	1	3.91
10	110	5.153	14.72	8.28	8	8	1	3.78	1	1.92
11	110	4.509	12.88	7.24	8	7	1	2.84	1	3.15
12	110	3.864	11.04	6.21	8	6	1	1.64	1	3.91
13	110	5.475	15.64	8.80	8.5	8.5	1	4.21	1	0.53
14	110	5.153	14.72	8.28	8.5	8	1	3.78	1	1.92
15	110	4.831	13.80	7.76	8.5	7.5	1	3.33	1	2.63
16	110	4.509	12.88	7.24	8.5	7	1	2.84	1	3.15
17	110	4.186	11.96	6.73	8.5	6.5	1	2.30	1	3.57
18	110	3.864	11.04	6.21	8.5	6	1	1.64	1	3.91
19	110	5.797	16.56	9.31	9	9	1	4.62	1	1.83
20	110	5.475	15.64	8.80	9	8.5	1	4.21	1	0.53
21	110	5.153	14.72	8.28	9	8	1	3.78	1	1.92
22	110	4.831	13.80	7.76	9	7.5	1	3.33	1	2.63
23	110	4.509	12.88	7.24	9	7	1	2.84	1	3.15
24	110	4.186	11.96	6.73	9	6.5	1	2.30	1	3.57
25	110	3.864	11.04	6.21	9	6	1	1.64	1	3.91
26	110	6.119	17.48	9.83	9.5	9.5	2	5.02	1	2.68
27	110	5.797	16.56	9.31	9.5	9	1	4.62	1	1.83
28	110	5.475	15.64	8.80	9.5	8.5	1	4.21	1	0.53
29	110	5.153	14.72	8.28	9.5	8	1	3.78	1	1.92
30	110	4.831	13.80	7.76	9.5	7.5	1	3.33	1	2.63
31	110	4.509	12.88	7.24	9.5	7	1	2.84	1	3.15
32	110	4.186	11.96	6.73	9.5	6.5	1	2.30	1	3.57
33	110	3.864	11.04	6.21	9.5	6	1	1.64	1	3.91
34	110	6.441	18.40	10.35	10	10	2	5.41	1	3.35
35	110	6.119	17.48	9.83	10	9.5	2	5.02	1	2.68
36	110	5.797	16.56	9.31	10	9	1	4.62	1	1.83
37	110	5.475	15.64	8.80	10	8.5	1	4.21	1	0.53
38	110	5.153	14.72	8.28	10	8	1	3.78	1	1.92
39	110	4.831	13.80	7.76	10	7.5	1	3.33	1	2.63
40	110	4.509	12.88	7.24	10	7	1	2.84	1	3.15
41	110	4.186	11.96	6.73	10	6.5	1	2.30	1	3.57
42	110	3.864	11.04	6.21	10	6	1	1.64	1	3.91
43	110	6.763	19.32	10.87	10.5	10.5	2	5.79	1	3.94
44	110	6.441	18.40	10.35	10.5	10	2	5.41	1	3.35
45	110	6.119	17.48	9.83	10.5	9.5	2	5.02	1	2.68
46	110	5.797	16.56	9.31	10.5	9	1	4.62	1	1.83

註：僅顯示部分資料，實際情境為 4,083 種

圖 3.3.7 各情境幹/支道路寬度所需攝影機數量計算

表 3.3-1 進行路口轉向量偵測時之交叉路口道路寬度攝影機數量歸納

攝影機數量	架設高度 3.5 公尺		架設高度 5.5 公尺	
	道路寬度 R_1	道路寬度 R_2	道路寬度 R_1	道路寬度 R_2
1	6~10 公尺	6~9 公尺	6~20 公尺	6~11.5 公尺
2	9.5~29 公尺	6~16 公尺	12~30 公尺	6~17.5 公尺
4	16.5~30.5 公尺	6~30.5 公尺	18~30.5 公尺	18~30.5 公尺

3.4 路段型交通參數偵測攝影機佈建原則

交通管理常用之路段型交通參數主要為路段車流量及速率，為確保有效的測量，攝影機設置於路段的位置在路段流量或速率測量中至關重要。流量之計數較為單純，僅需以一條虛擬偵測線進行影像辨識車輛通過即可。而速率之辨識，在通常情況下，路段型之攝影機應該位於具有明確車道虛線標記的道路段上。這些車道虛線根據「道路交通標誌標線號誌設置規則」所設定的，標示線段的長度為四公尺，間距為六公尺，總共寬度為十公分。攝影機可以根據實際道路情況和每秒取得的資訊來進行車輛速率的推估。此

外，為確保精確度，攝影機的角度應盡量與車道平行，這樣做可以確保攝影機能夠捕捉到車道虛線的最長連續部分，從而獲得最長的道路長度，這對於速率測量的準確性非常重要。因此，在攝影機的佈置過程中，應特別注意與車道的平行性，以確保測量的可靠性和有效性。

一、原則限制

(一) 攝影機建議使用規格：

1. 解析度水平：1,920(H)*1,080(V)，1/3” 晶片（含）以上。
2. 最低照度：0.002Lux（含以下），或以能攝影全景之環境照度。
3. 鏡頭：2.8mm-12mm 手動變焦鏡頭，路段速率偵測亦採用焦距為 2.8mm，因此水平視野角度為 110 度。

(二) 攝影機架設位置限制

1. 中央設置：架設於中央分隔島能得到較佳的視野寬度，是最適合架設之位置，能使所需攝影機數量最少。
2. 路側設置：建議架設未超過斑馬線的號誌桿上。如果沒有這種號誌桿，需將攝影機往後架設。
3. 排除遮蔽問題：不考慮路樹、招牌及其它遮蔽問題。

二、歸納原則流程及數量計算說明

(一) 目標：透過以下步驟計算偵測路段速率所需攝影機數量。

(二) 假設條件：攝影機位置架設在未超過斑馬線的號誌桿或中央分隔島位置，焦段為 2.8mm、攝影水平視角為 110 度(θ)。

(三) 歸納計算流程

攝影機數量歸納計算流程說明如下，流程中所使用公式中的變數位置如圖 3.4.1 所示。

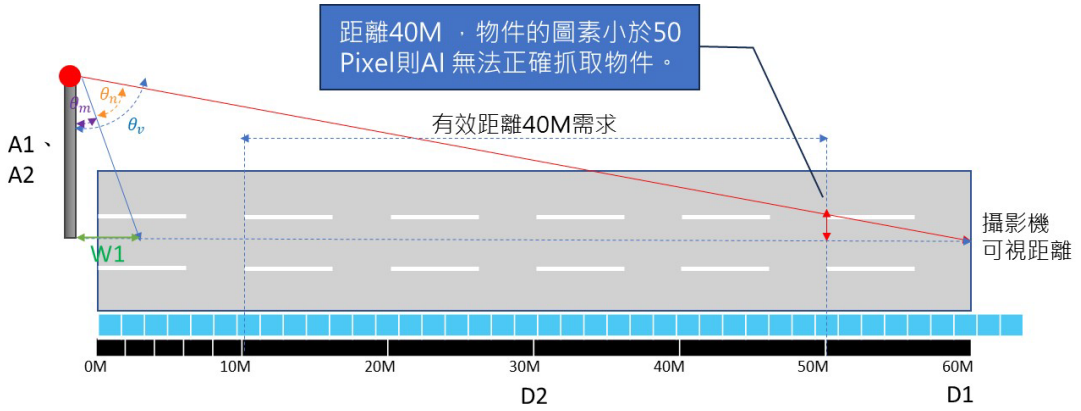


圖 3.4.1 由攝影機垂直角度計算出攝影機死角距離

要計算出攝影機的垂直視角θ_v以及死角距離 W_1，同樣可使用三角函數，具體步驟如下：

1. 首先，攝影機 A_1 的高度為 3.5 公尺，攝影機 A^2 的高度為 5.5 公尺，在前述攝影機規格下，可視距離 D1 為 60 公尺。
2. 在此以高度 3.5 公尺(A1=3.5)為例進行後續計算(高度 5.5 公尺計算亦同)，使用三角函數計算垂直視角θ_v，並計算死角距離 W_1，最佳有效辨識距離通常 10 公尺。

   實際架設的攝影機垂直視角$A_1\theta_v = 90^\circ - tan^{-1}(\frac{A_1}{D}) = 86.7^\circ$

   垂直可視角度$A_1\theta_n = 61.8^\circ$

   餘角$A_1\theta_m = 86.7^\circ - 61.8^\circ = 24.9^\circ$

   死角距離$W_1 = 3.5 \times 2 \times \sin(24.9^\circ) = 2.95$ 公尺
3. 基於前述所計算出之參數，分別求解中央及路側以 1 支攝影機進行辨識時，能夠辨識的最大路寬範圍

   (1) 求解 1 支攝影機進行辨識的最大路寬-佈設於中央

   架設於中央分隔島上，可以更容易與道路平行取得最好的區段測速辨識效果，建置在中央分隔島之路幅寬度計算公式及其變數位置示意圖如圖 3.4.2，主要目標為求解的辨識最大路幅寬度 H3，於實際道路之位置如圖 3.4.3。

   (A) 攝影機最下緣寬度 H_1 為：

   $$H_1 = 2 \times W_1 \times \tan(\frac{\theta}{2}) = 8.4 \text{ 公尺}$$

   (B) 因θ_3為銳角，所以 H_2 為：

   $$H_2 = \frac{W3}{\sin\theta_3} = 7.73 \text{ 公尺}$$

   (C) 最後計算辨識最大路幅寬度 H_3 為：

   $$H_3 = H_1 + 2 \times H_2 = 23.9 \text{ 公尺}$$

   (2) 求解 1 支攝影機進行辨識的最大路寬-路側

   在路側建置的環境下，會運用延伸桿架設之方式以盡量保持 H_1 的寬度，但由於是架設路側，因此仍會失去一邊 H_2，如圖 3.4.4 及圖 3.4.5。因此此時 H_3 為：

   $$H_3 = H_1 + H_2 = 16.1 \text{ 公尺}$$

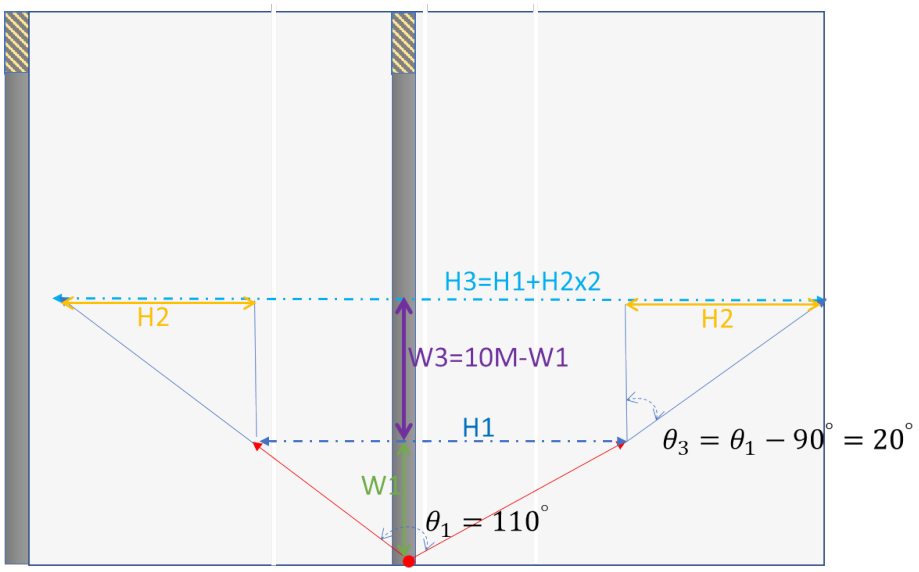


圖 3.4.2 建置在中央分隔島-路幅寬度計算公式的變數位置示意圖

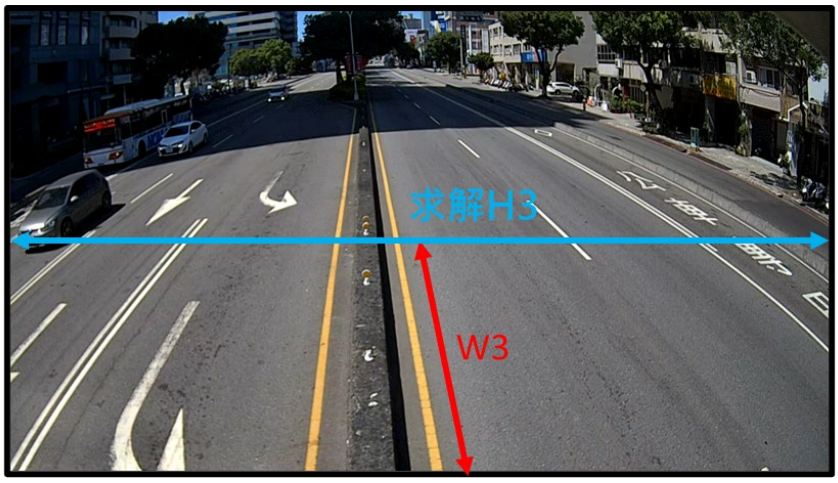


圖 3.4.3 求解建置在中央分隔島的路幅寬度示意圖

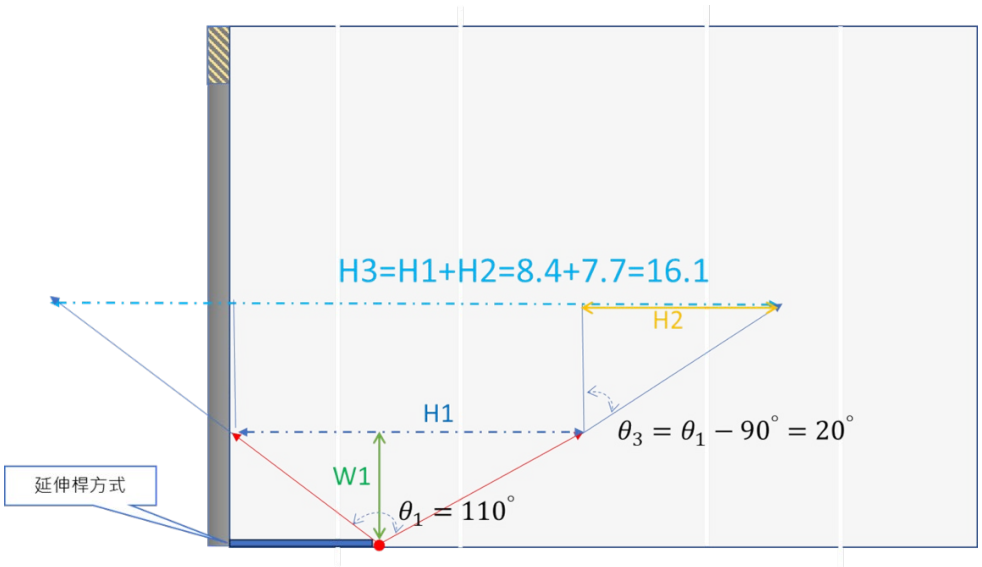


圖 3.4.4 建置在路側-路幅寬度計算公式的變數位置示意圖

圖 3.4.5 建置在路側的路幅寬度示意圖

三、歸納結論彙整

在要求攝影機照射深度為 60 公尺的情況下，攝影機的架設高度和位置會影響其垂直角度，並可能因為架設於路側導致失去一邊的延展寬度，架設中央則無此問題。表 3.4-1 彙整當要進行路段速率偵測時之單支攝影機可照射最大道路寬度。

(一) 當攝影機架設高度為 3.5 公尺時，攝影機位置如架設於中央處，使用一支攝影機最大照射路寬為 23.7 公尺，若路寬超過 23.7 公尺，則需要架設 2 支以上之攝影機。

(二) 當攝影機架設高度為 3.5 公尺時，攝影機位置如架設於路側處，使用一支攝影機最大照射路寬為 16.1 公尺，若路寬超過 16.1 公尺，則需要架設 2 支以上之攝影機。

(三) 當攝影機架設高度為 5.5 公尺時，攝影機位置如架設於中央處，使用一支攝影機最大照射路寬為 28.2 公尺，若路寬超過 28.2 公尺，則需要架設 2 支以上之攝影機。

(四) 當攝影機架設高度為 5.5 公尺時，攝影機位置如架設於路側處，使用一支攝影機最大照射路寬為 22 公尺，若路寬超過 22 公尺，則需要架設 2 支以上之攝影機。

如有路段距離較長且大於攝影機可辨識距離需求時，可以運用鏡頭的倍率將其收容，因 AI 辨識有最小解析度的條件限制，所以在 AI 無法辨識到收容範圍時，可以利用在路段增加攝影機數量，讓 AI 可以進行辨識。此外，在路段距離較長且大於攝影機可辨識距離時，攝影機無法完整呈現路段的樣貌，需在路段中增加攝影機數量，利用拼接攝影機影像的方式，可以完整收納路段的樣貌後再進行辨識。

表 3.4-1 行路段速率偵測時之單支攝影機可照射最大道路寬度歸納

架設高度(公尺)	偵測項目	攝影機類型	攝影機焦距	攝影機水平角度 θ_1	攝影機垂直角度 θ_n	架設位置	實際架設的攝影機垂直視角 θ_v	可捕捉路幅寬度(公尺)
3.5	路段流量、速率	槍型	2.8mm	110 度	61.8 度	中央	86.7 度	23.7
						路側		16.1
5.5						中央	84.8 度	28.2
						路側		22.0

3.5 數位雙生場域實際佈建內容

本計畫於前期數位雙生場域(臺灣大道四段永福路口至工業區一路口)之基礎上，希冀利用路側攝影機結合影像辨識之技術，擴大數位雙生場域中資訊展示之豐富性，遂於本期計畫持續與臺中市政府交通局合作，並經交通局協助於數位雙生展示場域中佈建一般槍型攝影機，藉此蒐集場域中完整之路口型交通參數(包含路口轉向交通量【含機車待轉】、行穿線行人通行量等)及路段型交通參數(包含路段車流量【含快/慢車道】、速率等)。為完整蒐集該場域前述交通參數，攝影機裝設數量則依據 3.3 節及 3.4 節之歸納原則進行推估。經由本計畫場域(3 路口與 3 路段)進行實際佈設攝影機數量之推估與驗證，彙整分別依佈建規劃原則推估攝影機所需數量、實際場域勘查後所需攝影機數量、實際場域裝設之攝影機數量如表 3.5-1 及表 3.5-2 所示。

無論路口型或路段型，實際場域裝設數量差異原因，在於進行攝影機配置和佈局設計時，必須考慮到現場的實際條件與限制。儘管透過數學公式計算可以得出理論上所需的攝影機最佳數量，但實際安裝過程中，可能會遇到諸如電力供應不足、缺乏適合安裝攝影機的固定點(例如，適當的號誌桿、燈桿或建築物)，或是現場環境限制(如樹木遮擋、建築物阻礙視線等)的問題。這些現場條件可能導致無法完全按照計算所得的數量和佈局來進行攝影機的安裝。

基於前述，本期計畫經臺中市政府交通局協助後，最終於場域所安裝之攝影機共計 11 支，佈建位置如圖 3.5.1，分別為永福路口架設 2 支攝影機、永福路至福雅路架設 2 支攝影機、福雅路至福康路架設 2 支攝影機、福康路口架設 1 支攝影機、福雅路至福康路架設 2 支攝影機以及工業區一路口架設 2 支攝影機，本計畫攝影機類型採管理單位常使用之槍型攝影機進行佈建。攝影機已全數安裝完畢，攝影機實際架設畫面如表 3.5-3 所示，並對應圖 3.5.1 所設定編號，其畫面類型分成路口及路段兩類。後續將透過 5G 通訊將現場影像回傳後進行各項交通參數辨識，辨識結果將傳至本計畫數位雙生模型

中展示。

表 3.5-1 計畫場域實際佈設攝影機數量－路口型交通參數

路口	幹道寬度 (m)	支道寬度 (m)	依佈建歸納原則推估攝影機所需數量	實際場域勘查後所需攝影機數量	實際場域裝設之攝影機數量
臺灣大道四段-永福路口	40	22.5	3	3	2
臺灣大道四段-福康路口	40	20	3	3	1
臺灣大道四段-工業區一路口	40	18	3	3	2

表 3.5-2 計畫場域實際佈設攝影機數量－路段型交通參數

路口	3 快車道+1 慢車道路段寬度 (m)	依佈建歸納原則推估攝影機所需數量	實際場域勘查後所需攝影機數量	實際場域裝設之攝影機數量*
臺灣大道四段(永福路至福雅路)	15.2	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1
臺灣大道四段(福雅路至福康路)	15.2	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1
臺灣大道四段(福康路至工業區一路)	15.2	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1	往東：1 往西：1

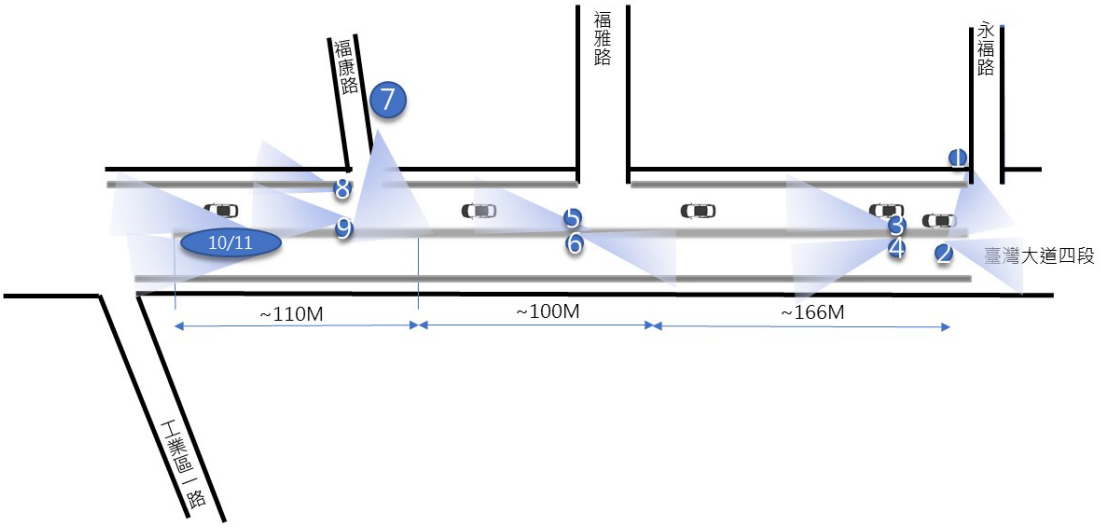
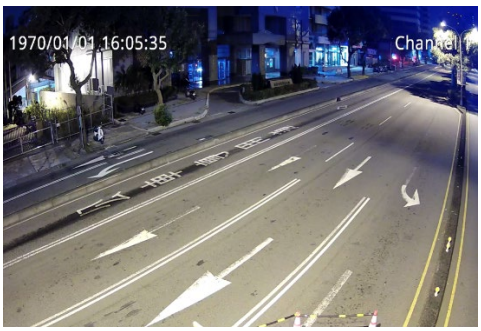
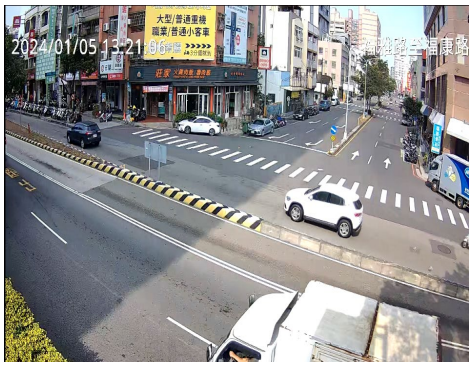
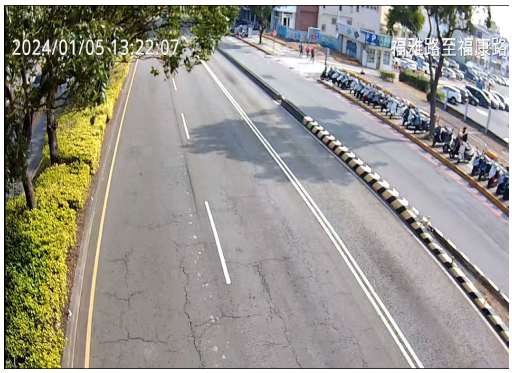
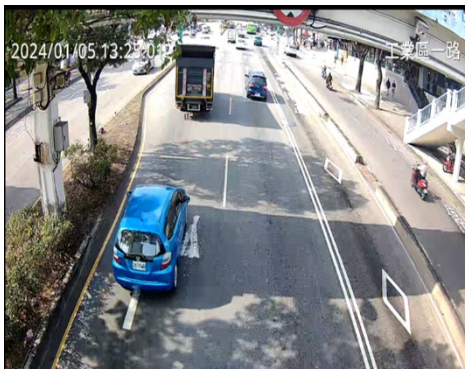
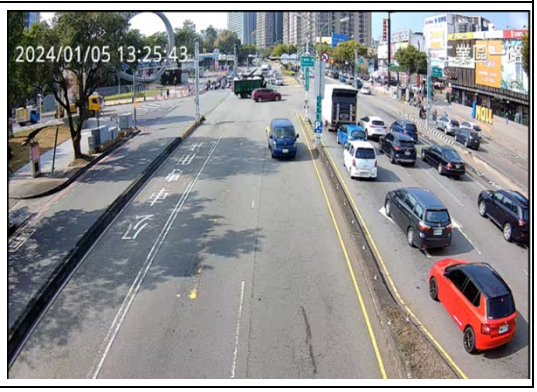


圖 3.5.1 計畫場域內攝影機實際佈建位置

表 3.5-3 各路口/段實際攝影機畫面

名稱	類型	對應編號	實際攝影畫面	對應編號	實際攝影畫面
永福路	路口	1		2	
永福路至福雅路	路段	3		4	
福雅路至福康路	路段	5		6	
福康路	路口	7			-

名稱	類型	對應編號	實際攝影畫面	對應編號	實際攝影畫面
福雅路至福康路	路段	8		9	
工業路	路口	10		11	

3.6 計畫場域交通參數偵測實作成果歸納

一、本計畫數位雙生場域之攝影機資源配置歸納

(一) 使用『一般』攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之「攝影機數量」配置歸納

經本計畫於數位雙生場域進行試驗，針對路口車流轉向量、路口行穿線行人通行量、路口綠燈使用率、路段車流量、路段速率、路段旅行時間、路段平均旅行時間延滯，試驗使用『一般』的攝影機結合 AI 辨識技術『同時』進行『多種交通資料蒐集』。根據本計畫於數位雙生場域試驗的結果顯示，表 3.6-1 歸納出，透過『一般』攝影機結合 AI 辨識技術，可以實現多項交通參數的即時蒐集，達到傳統方法無法輕易實現的多功能與高效率。在不同的參數蒐集位置上，使用『一般』攝影機結合 AI 辨識技術能夠取代傳統蒐集方式。透過試驗結果可得知，利用一般攝影機結合 AI 辨識技術進行本計畫數位雙生場域的交通資料蒐集，並且將交通參數於數位雙生模型中進行呈現(詳第五章)，此方式不僅顯著降低設備與人力成本，還能在單一攝影機架設下同時獲取多種交通參數。在路口和路段兩種不同位置，普通攝影機能滿足交通流量、車

流速率、旅行時間、行人通行量等多項數據需求，有效提升數據蒐集的效率與完整性，達到傳統方法無法輕易實現的多功能及低成本的目標。

(二) 使用『一般』攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之「攝影機解析度」配置歸納

此外，在表 3.6-1 之攝影機數量配置下，回傳之影像解析度高低會影響後續通訊傳輸費用，因此經本計畫試驗，各項交通參數辨識準確率平均為 84%~98%，要維持此準確率，且同時偵測多項參數，其不同蒐集參數組合所需最低解析度如表 3.6-2 所示。

表 3.6-1 使用一般攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之攝影機數量配置歸納

蒐集位置	交通參數	傳統蒐集方式	使用『一般』的攝影機結合 AI 辨識技術蒐集
路口型	車流轉向量	人工調查(碼表+計數器)	依據路口規模佈設 2~4 支攝影機可同時蒐集 3 項交通參數。
	行穿線行人通行量	人工調查(碼表+計數器)	
	綠燈使用率	人工調查(碼表+計數器)	
路段型	車流量	● 人工調查(碼表+計數器) ● VD ● eTag	路段上 1 支攝影機可同時蒐集 3 項交通參數。
	速率	● 人工調查(碼表) ● 浮車法 ● VD ● eTag	
	旅行時間	● 人工調查(碼表) ● 浮車法 ● eTag	
	平均旅行時間延滯	● 人工調查(碼表) ● eTag ● 車牌辨識專用攝影機	路段上 2 支攝影機可蒐集，並且可同時蒐集車流量、速率、旅行時間，共 4 項交通參數。

表 3.6-2 使用一般攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之攝影機解析度及網路頻寬配置歸納

路口型（網路頻寬為 5G 環境）			
辨識的交通參數組合	720*480	1280*720	1920*1080
車流轉向量	V(不分車種)	V(分車種)	
行穿線行人通行量			V
綠燈使用率	V		
車流轉向量(分車種)+ 行穿線行人通行量			V
車流轉向量(分車種)+ 綠燈使用率		V	
行穿線行人通行量+綠燈使用率			V
車流轉向量(分車種)+ 行穿線行人通行量+ 綠燈使用率			V
路段型（網路頻寬為 5G 環境）			
辨識的交通參數組合	720*480	1280*720	1920*1080
交通量	V		
速率	V		
旅行時間	V		
平均旅行時間延滯		V	
以上交通參數任意組合		V	

註：以上係以準確率 84%~98%，係以同時偵測多項參數為主進行配置。

(三) 使用『一般』攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之「中心辨識端所需最低資源」配置歸納

本計畫針對此次實作場域為例，佈建歸納需求為 12 支攝影機，其蒐集交通參數所需之資源如表 3.6-3，並以最小單位來評估傳統交通參數運用中心端影像辨識蒐集所需資源，其中包含 AI 算力、頻寬、儲存空間等方面進行評估如表 3.6-4。

此外，當進行交通基礎資料蒐集(如各車種車流量、速率)時，除考量品質與成本外，需考量設備是否能夠提供更多元的交通參數，本計畫利用佈設「一般」(非高規

格)IP CAM 後進行影像辨識同樣亦能進行前述資料蒐集，且長期而言佈設價格相對較低，針對 IPCAM 價格以及佈設成本進行分析(設備建置成本、收容頻寬維運成本、即時影像、其它因素及風險)，如表 3.6-5。依據 IPCAM 價格以及佈設成本分析，本計畫規劃在 5G 頻寬環境下以 4 支 IPCAM，使用邊原生(Edge Native)之容器服務(Nvidia Triton Inference Server) 做推論，並呈現至數位雙生平台。為使運算效能達到最佳化，比較解碼流及切相版到推論，以不同設備(遠端)與同設備(本地)的效率測試，從遠端 (Client Python)將資料傳送至 Nvidia Triton Inference Server，回傳辨識結果進行後處理，可得到 16 fps 之速度，從本地 (Client Python) 將資料傳送至 Nvidia Triton Inference Server，回傳辨識結果進行後處理，可達到 162 fps 之速度，其驗證結果為 AI 辨識與程式邏輯運算在同一台推論伺服器執行效率最佳。

表 3.6-3 使用『一般』攝影機結合 AI 辨識技術取代傳統蒐集方式之中心端所需最低資源配置歸納

交通參數	攝影機編號＊	中心端收容頻寬	每秒位元率 FPS	Cuda	CPU	RAM	儲存空間
路口行穿線行人通過量	1,2	96MB	120	12288 6144*2 (nvidia A4000)	24 Core	128GB	60.644TB
路口行穿線行人通過量	7						
路口轉向交通量(中型)	1,2						
路段交通量(大型)	3,4						
路段速率(大型)	3,4						
路段交通量(大型)	5,6						
路段速率(大型)	5,6						
路口轉向交通量(小型)	7						
路段交通量(小型)	8						
路段交通量(小型)	9						
路段速率(小型)	8						
路段交通量(小型)	9						
路段平均旅行時間延滯	4→11 3→5						

註：攝影機編號詳表 3.5--3、圖 3.5.1

表 3.6-4 以最小單位評估蒐集交通參數所需之資源(最低成本)

攝影機數量	AI 算力			頻寬	儲存容量(TB/6個月)	可蒐集之傳統交通參數項目
	CPU	RAM	CUDA			
1	6 Core	16 GB	1,024	8M	3.790	● 路口轉向量(小型：小於 20 公尺*小於 11.5 公尺) ● 路口行穿線行人通行量(小型：小於 20 公尺*小於 11.5 公尺) ● 路段交通量(小型：小於 22 公尺) ● 路段速率(小型：小於 22 公尺)
2	8 Core	32 GB	2,048	16M	7.581	● 路口轉向量(中型：12~30 公尺*6~17 公尺) ● 路口行穿線行人通行量(中型：12~30 公尺*6~17 公尺) ● 路段交通量(中型：大於 22 公尺) ● 路段速率(中型：大於 22 公尺) ● 路段平均旅行時間延滯(小型：小於 22 公尺)
4	8 Core	32 GB	4,096	32M	15.161	● 路口轉向量(大型：大於 30 公尺*大於 30 公尺) ● 路口行穿線行人通行量(大型：大於 30 公尺*大於 30 公尺) ● 路段平均旅行時間延滯(中型：大於 22 公尺)

註：

- 每小時儲存容量=影片格式 * 解析度 * 影片品質 * 鏡頭活動 * 每秒畫面格數 * 每秒位元率，本次規格採用 =(H.264 * 2MP (1920x1080) * 影片品質(中) *鏡頭活動(中) * 每秒 10 畫面格數 (FPS)
- 儲存容量 = 攝影機數量 * 儲存天數 * 每天小時數 * 每小時儲存容量
- 儲存容量 =攝影機數量 * 183 (6 個月)* 24 * 每小時儲存容量

表 3.6-5 「一般」IPCAM+影像辨識佈設成本分析

項目	嵌入式運算	邊原生(Edge Native)	邊緣雲(MEC)	雲端運算
設備建置成本	高 5 萬/IPCAM ALPR IPCAM 市價 5 萬 (含 IPCAM)	**較低** 2 萬/IPCAM 5G Edge Native 為例市價約 8 萬，提供 4 支	低 1.6 萬/IPCAM 50 支 IPCAM 約須要 80 萬的推論伺服器進	低 1.6 萬/IPCAM 50 支 IPCAM 約須要 80 萬的推論伺服器進

項目	嵌入式運算	邊原生(Edge Native)	邊緣雲(MEC)	雲端運算
		攝影機(不含 IPCAM)	行(不計算儲存)	行(不計算儲存)
收容頻寬維運成本	低或無	低	中	高
即時影像	須有 VMS 收容	VMS 建置在路側	VMS 建置在電信商	VMS 建置在局內
其它因素及風險	-	-	Nvidia GPU 市場供貨及價格相當不穩定	Nvidia GPU 市場供貨及價格相當不穩定

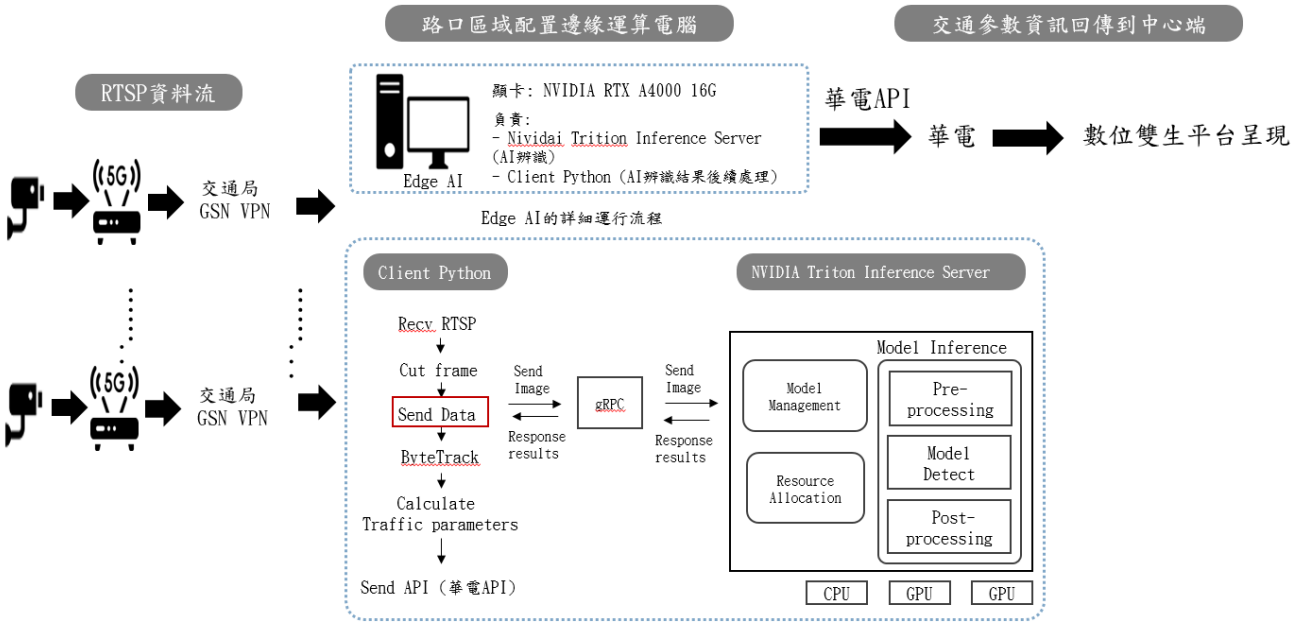


圖 3.6.1 本計畫 Edge Native 架構應用

二、交通參數驗證結果歸納

本計畫在 5G 環境下進行交通參數路口轉向量、路段交通量、路口行穿線行人通行量、路段速率、路段平均旅行時間延滯、綠燈使用率計算之影像資料處理流程、AI 辨識率及人工驗證，如下說明。

(一) 路口車流轉向量(包含行穿線行人通行量)

1. AI 辨識資料處理流程

在交通參數偵測路口轉向量中，將偵測攝影機蒐集到的 rtsp 影像資料對其解碼並擷取圖片後，再把圖片針對交通參數所需使用之資料進行圖片縮放等影像處理，使其符合 AI 模型的解析度需求，將前處理後的圖片進行 AI 辨識，將辨識完成的資料進行解析及篩選分類，如轉換成類別、物件框位置、信心值等

交通參數所需資料數據，將整理後的資料用來追蹤物件的位置，並記錄物件經過的特定區域(ROI 區塊)至 Json 檔，最後追蹤結果和其他分析數據會通過 API 傳送至本計畫數位雙生平台。如圖 3.6.2 所示。

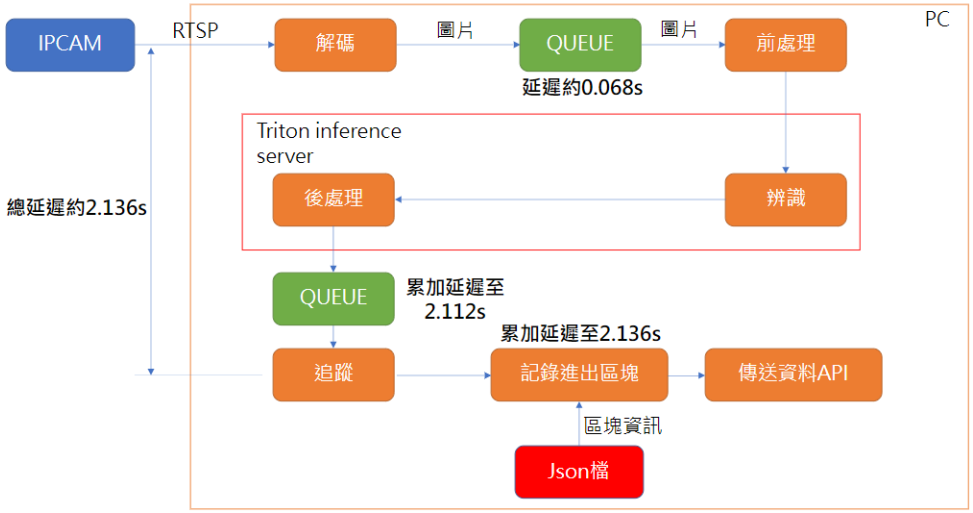


圖 3.6.2 路口轉向量資料處理流程圖

2. AI 辨識準確率

以臺灣大道/福康路口為例，針對尖峰時段之影像進行準確率計算，AI 辨識進行車流轉向量及車種數量統計，再進行人工統計，比對各種車輛在 AI 辨識及人工計數之間的車輛差異數量。在辨識 ROI 區塊設定如圖 3.6.3、圖 3.6.4 所示，當車輛進出路口各方向路段所設定的 ROI 區塊時，依據車輛通過的區塊順序辨識車輛行進方向，並統計車輛類型(如小型車、大貨車、小貨車、機車、腳踏車、大客車、行人等)，在影像解析度 1280*720 情況下，其辨識準確率彙整如表 3.6-6 所示。

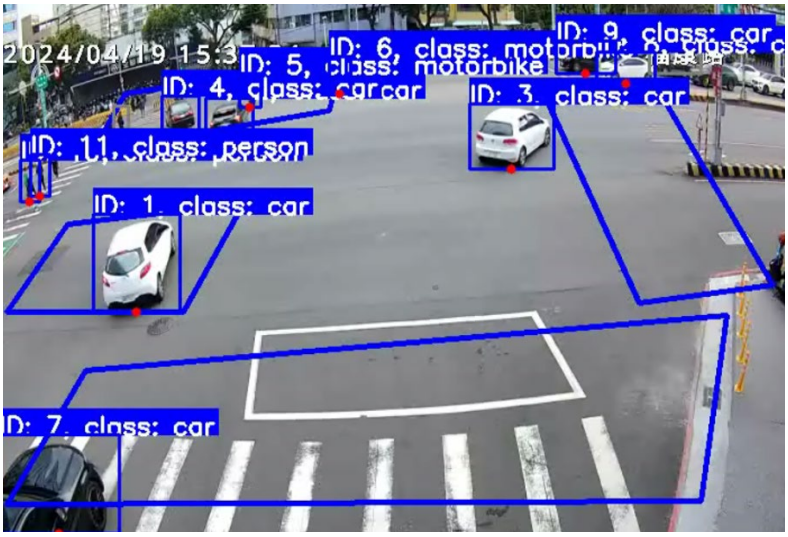


圖 3.6.3 路口轉向量 ROI 區塊設定(藍色)-轉向車流量

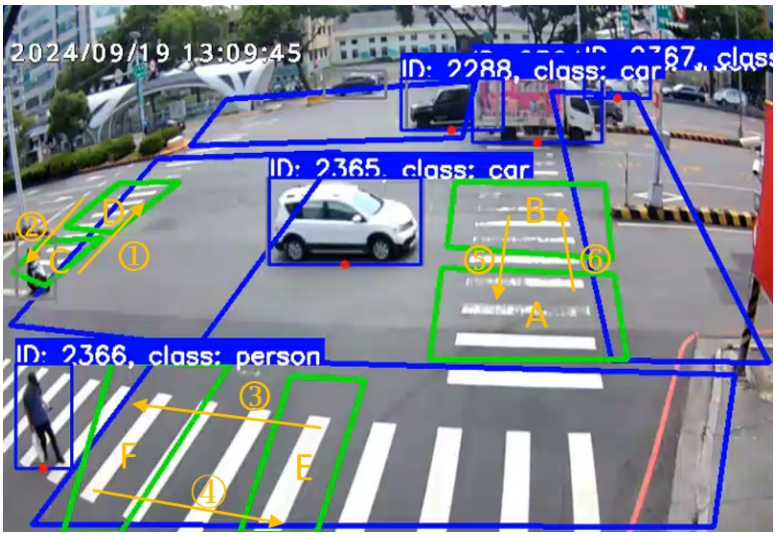


圖 3.6.4 路口行穿線行人通行量 ROI 區塊設定(綠色)-行穿線行人通行量

表 3.6-6 路口轉向量(含行人)AI 辨識準確率彙整

路口轉向量	臺灣大道往東準確率		臺灣大道往西準確率	福康路準確率	
車種	直行	左轉	直行	左轉	右轉
小車	98%	96%	98%	98%	97%
大車	95%	100%	97%	100%	100%
機車	100%	100%	96%	92%	94%
平均	97% (尖峰時段)				

註：行穿線行人辨識準確率為 96.4%

(二) 路段交通量與速率

1. AI 辨識資料處理流程

在交通參數偵測路段交通量、路段速率中，將偵測攝影機蒐集到的 rtsp 影像資料對其解碼並擷取圖片後，再將圖片針對交通參數所需使用之資料進行圖片縮放等影像處理，使其符合 AI 模型的解析度需求，將前處理後的圖片進行 AI 辨識，將辨識完成的資料進行解析及篩選分類，如轉換成類別、物件框位置、信心值等交通參數所需資料數據，將整理後的資料用來追蹤物件的位置，並記錄物件經過的特定區域(ROI 區塊)至 Json 檔，最後，追蹤結果和其他分析數據會通過 API 傳送至本計畫數位雙生平台。如圖 3.6.5 所示。

2. AI 辨識準確率

以永福路至福雅路段為例，針對尖峰時段之影像進行準確率計算，進行路段交通車流數量統計、路段速率辨識率驗證，比對各種車輛在 AI 辨識及人工計數之間的車輛差異數量。針對辨識 ROI 區塊設定，如圖 3.6.6，當車輛進出路段所設定的 ROI 區塊時，則計入為該路段交通車流數量，並統計車輛類型(如小型

車、大貨車、小貨車、機車、腳踏車、巴士等)，在影像解析度 720*480 情況下其辨識準確率彙整如表 3.6-7 所示。

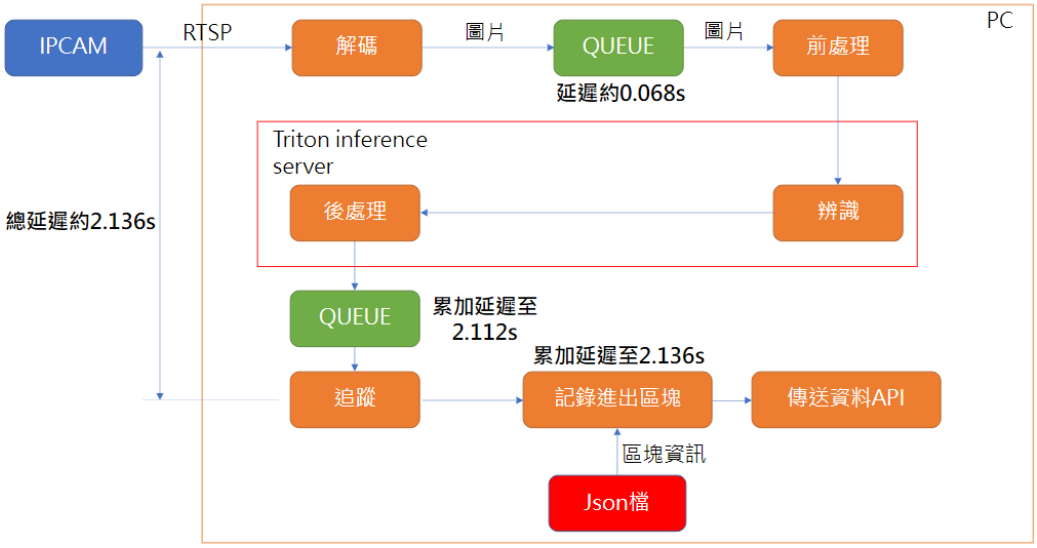


圖 3.6.5 路段轉向量資料處理流程圖

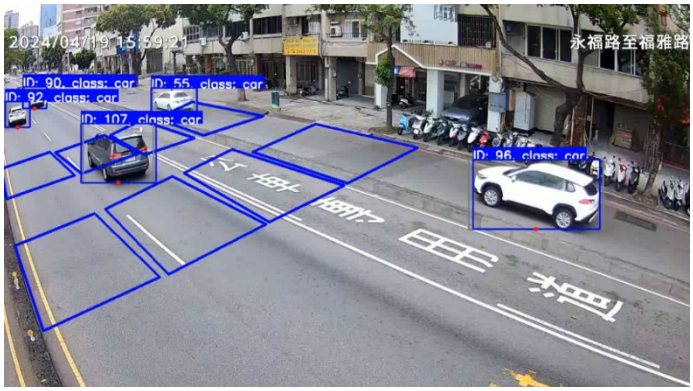


圖 3.6.6 永福路至福雅路段交通量 ROI 區塊設定

表 3.6-7 路段交通量各車種 AI 辨識準確率彙整

車種	永福路至福雅路段	
	路段交通量準確率	路段平均速率準確率(不分車種)
小車	99%	86%
大車	94%	
機車	85%	

(三) 路段平均旅行時間延滯

平均旅行時間延滯 (Average Travel Time Delay)係指的是從一個地點到另一個地點的實際旅行時間，和在理想交通條件下(沒有交通壅塞)所預計需要的時間之間的差異。在進行 AI 影像辨識時，須利用路段上兩支攝影機影像進行協作，如圖 3.6.7 所

示，計算流程如圖 3.6.8 所示。

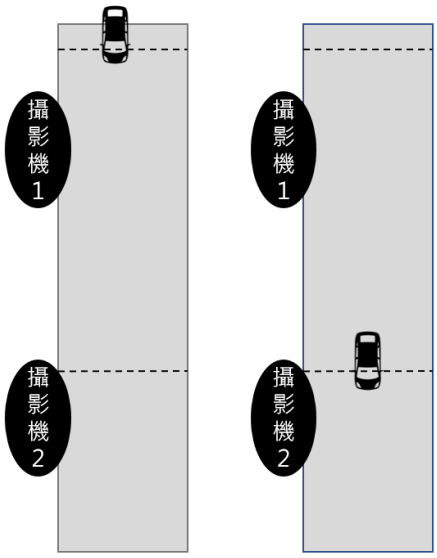


圖 3.6.7 路段平均旅行時間延滯所需攝影機佈設方式示意圖

1. 計算理想旅行時間：在沒有交通壅塞和其他延遲的情況下，從起點到終點所需的時間。通常基於道路的限速或者在特定路段的平均行駛速度計算。

$$T_{ideal,i} = \frac{D}{V_{ideal}}$$

$T_{ideal,i}$：理想旅行時間 D：旅行距離

V_{ideal}：理想狀態下的平均行駛速度 i：第 i 輛車

2. 對每輛個別車輛測量實際旅行時間（$T_{actual,i}$）
3. 對每輛個別車輛計算延滯時間（$T_{delay,i}$）

$$T_{delay,i} = T_{actual,i} - T_{ideal,i}$$

4. 計算所有車輛旅行時間延滯的平均值

$$T_{delay,i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_{delay,i}}{n}$$

n：車輛數

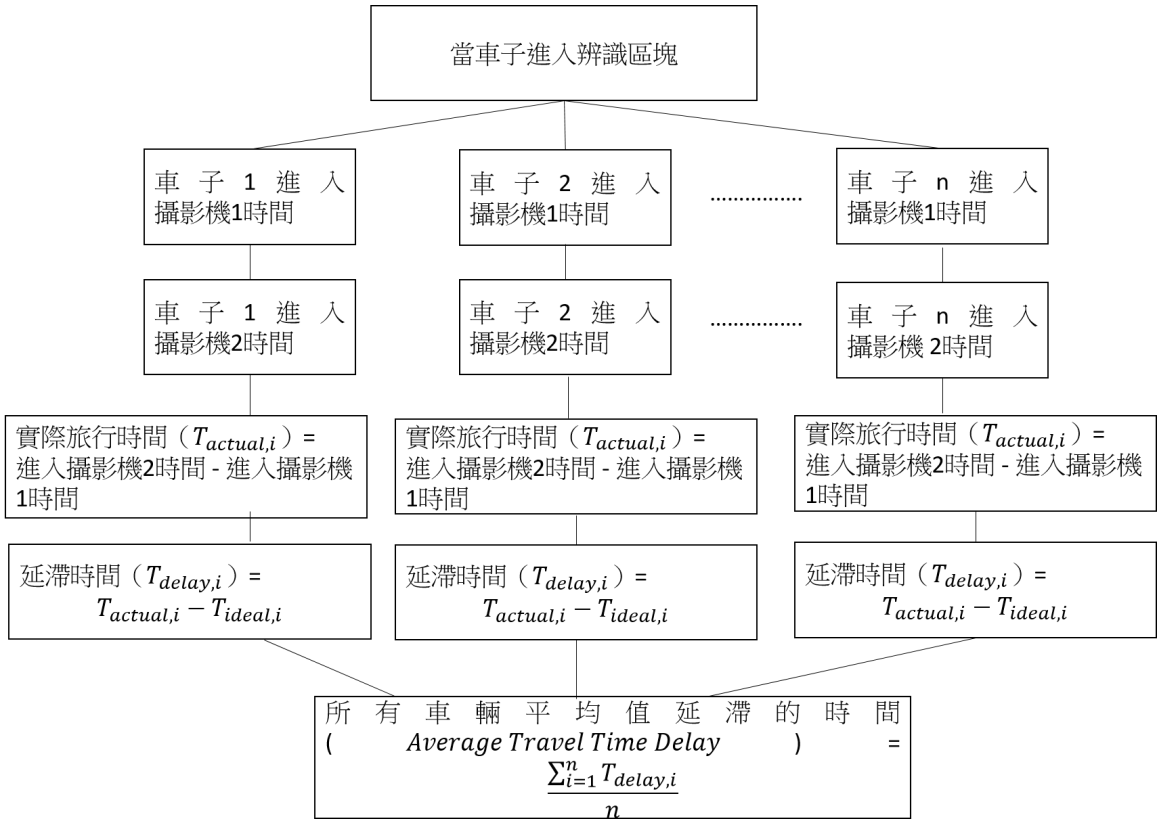


圖 3.6.8 路段平均旅行時間延滯計算流程圖

5. AI 辨識資料處理流程

其資料處理流程為，將偵測攝影機蒐集到的 rtsp 影像資料對其解碼並擷取圖片後，再將圖片針對交通參數所需使用之資料進行圖片縮放等影像處理，使其符合 AI 模型的解析度需求，將前處理後的圖片進行 AI 辨識，將辨識完成的資料進行解析，如轉換成類別、物件框位置、信心值等等交通參數所需資料數據，將整理後的資料用 ReID 的方式來進行跨追蹤物件的位置，並記錄物件經過的特定區域(ROI 區塊)及特徵至 Json 檔，再進行餘弦相似度的物件特徵比對，最後比對後的結果和其他分析數據會通過 API 傳送至本計畫數位雙生平台。如圖 3.6.9 所示。

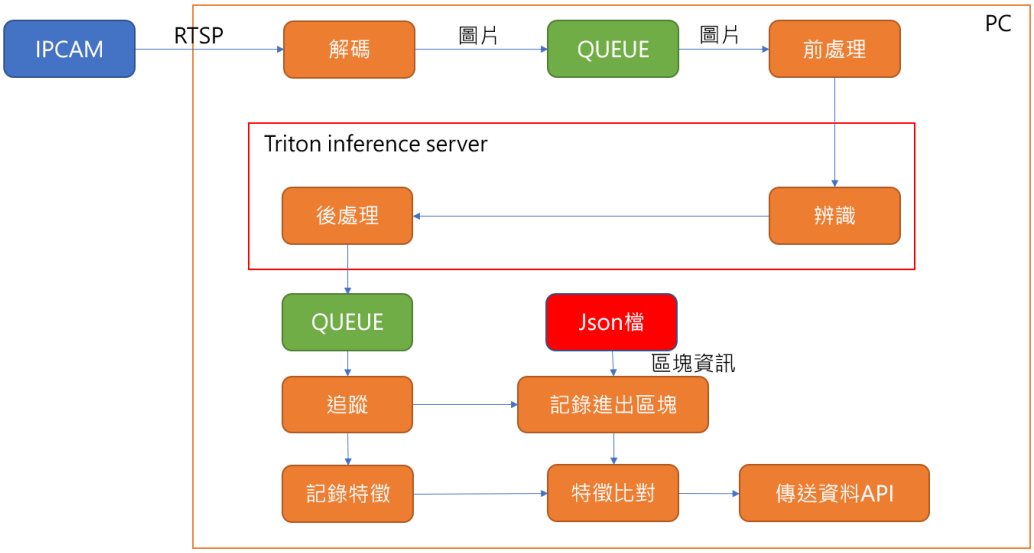


圖 3.6.9 路段平均旅行時間延滯資料處理流程圖

(1) Re-ID 模型

在交通參數中路段平均旅行時間延滯使用跨攝影機進行驗證，針對跨攝影機追蹤使用 Re-identification 重辨識技術，是基於機器視覺判斷某人或某物是否存在圖像或影像中的技術，主要用於跨境追蹤，在 Re-ID 模型中分為三種，分別為 Fast-ReID、VOC ReID、TransReID，三種都使用 VeRi 資料集，並盡量都以原預設 config 進行訓練，訓練結果如下表，本計畫最後選定使用 Fast-ReID 來進行本計畫路段平均旅行時間延滯之跨攝影機追蹤，相較 TransReID，不需要使用較高的效能與時間，相較 VOC ReID，模型討論度較高。

表 3.6-8 三類 Re-ID 模型比較表

Re-ID 模型	訓練耗時	mAP
Fast-ReID	訓練 60 epoch 耗時約 2 小時 20 分鐘	81.05%
VOC ReID	訓練 40 epoch 耗時約 2 小時	81.2%
TransReID	訓練 120 epoch 耗時約 9 小時	80.8%

(2) 辨識車輛比對

將兩支攝影機所辨識到的車輛進行餘弦相似度比對，藉由測量兩個向量夾角的餘弦值，來度量它們之間的相似性。向量之間夾角越小，表示兩個向量的方向越接近，方向一致夾角度數 θ 為 0，餘弦值為 1；反之向量之間夾角 θ 越大，表示兩個向量的方向差異越大，當方向相反時餘弦值為-1。

$$cos\,\theta = \frac{\vec{a}\cdot\vec{b}}{\|a\|\cdot\|b\|}$$

6. AI 辨識準確率

以福雅路/福康路段及臺灣大道/永福路口為例，車輛從 A 區塊到 B 區塊，且 AI 辨識皆為同一個 ID，則計入為經過車輛數。再經過餘弦相似度配對，從已配對率較高車輛的資料集，以計算從福雅路/福康路段至臺灣大道/永福路口的平均旅行延滯時間。

本計畫擷取路口及路段以晨峰、中午離峰、昏峰共三個時段之影片，進行平均旅行時間延滯辨識準確率驗證，先得知 AI 辨識路口及路段的車輛數及餘弦相似度配對數量，再以人工計算實際路口及路段的車輛數，及人工判斷車輛相似配對實際是否為一致，最後計算平均旅行時間延滯。最後經本計畫驗證準確率平均為 92%，如表 3.6-9 所示。

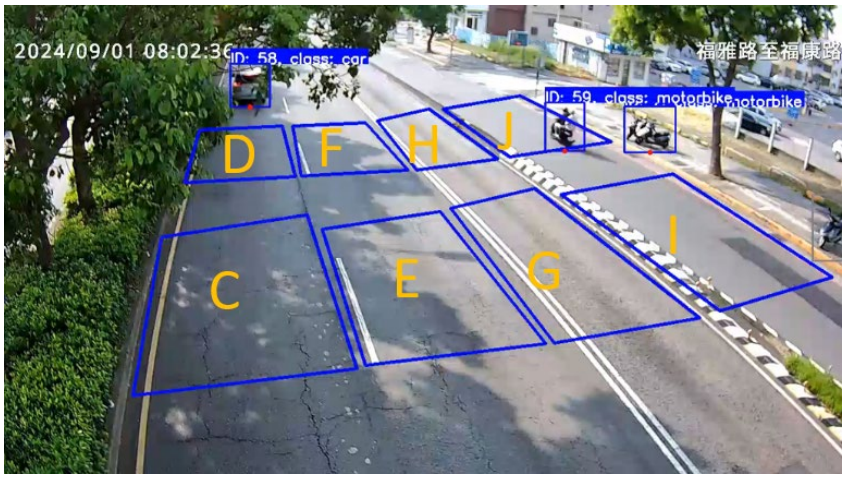


圖 3.6.10 福雅路至福康路段平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定

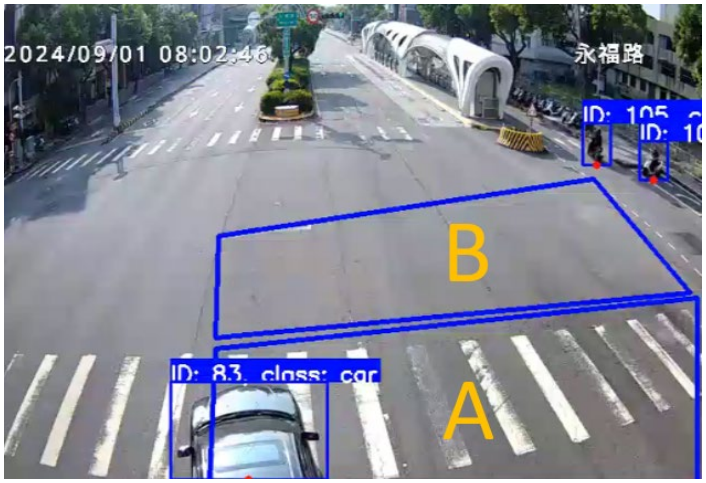


圖 3.6.11 臺灣大道/永福路口平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定

表 3.6-9 平均旅行時間準確率驗證表

驗證/時段	晨峰	中午離峰	昏峰
準確率	93%	96%	88%
平均準確率	92.3%		

(四) 綠燈使用率

綠燈使用率係指在道路順暢時(上游路口未溢流情況)，綠燈時，各方向路段實際通過車輛數與理想情況下能通過的最大車輛數差異比例，例如理想情況下，30 秒綠燈能通過最大車輛數為 15 輛(2 秒通過 1 輛)，實際情況下卻只通過 5 輛，綠燈使用率為 33%，代表有 67%的綠燈時間被浪費掉，因此綠燈使用率可作為時制計畫檢討的指標之一。

1. AI 辨識資料處理流程

在辨識交通參數綠燈使用率過程中，將偵測攝影機蒐集到的 rtsp 影像資料對其解碼並擷取圖片後，再將圖片針對交通參數所需使用之資料進行圖片縮放等影像處理，使其符合 AI 模型的解析度需求，將前處理後的圖片進行 AI 辨識，將辨識完成的資料進行解析及篩選分類，如轉換成類別、物件框位置、信心值等交通參數所需資料數據，將整理後的資料用來追蹤物件的位置，並記錄物件經過的特定區域(ROI 區塊)至 Json 檔，最後追蹤結果和其他分析數據會透過 API 傳送至本計畫數位雙生平台。如圖 3.6.12 所示。

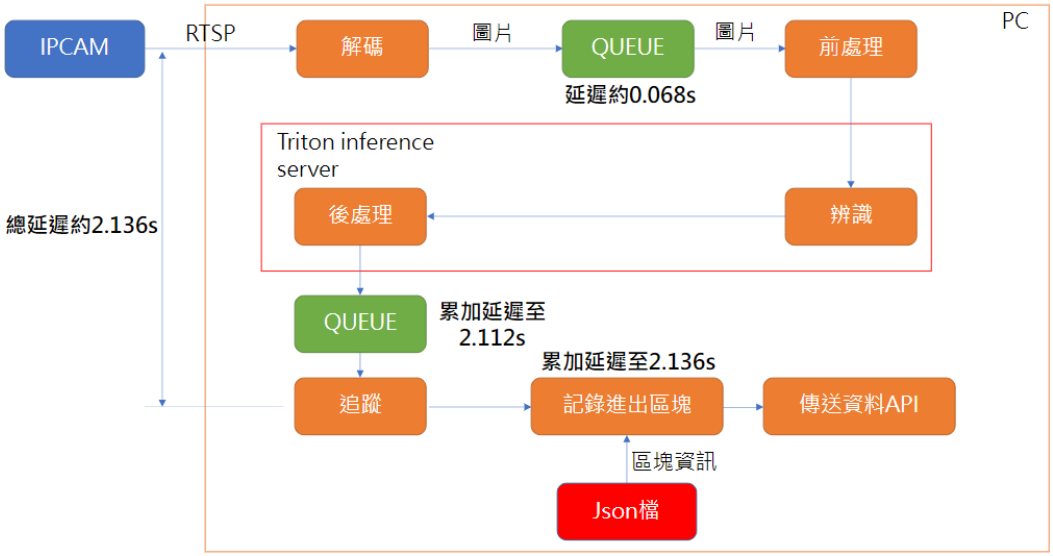


圖 3.6.12 臺灣大道/永福路口平均旅行時間延滯 ROI 區塊設定

2. AI 辨識準確率

以臺灣大道/永福路口為例，以停止線為基準繪製兩塊區域，若車輛進入區塊 1 並通過區塊 2 接辨識為同一 ID，則會將此計入至車輛通過數量。再透過一段時間內的實際通過車輛數 (PCU)÷預估通過車輛數，得到路口某個方向道路的綠燈使用率。擷取尖峰時段影像進行驗證，根據本計畫實證結果，準確率為 88.8%。

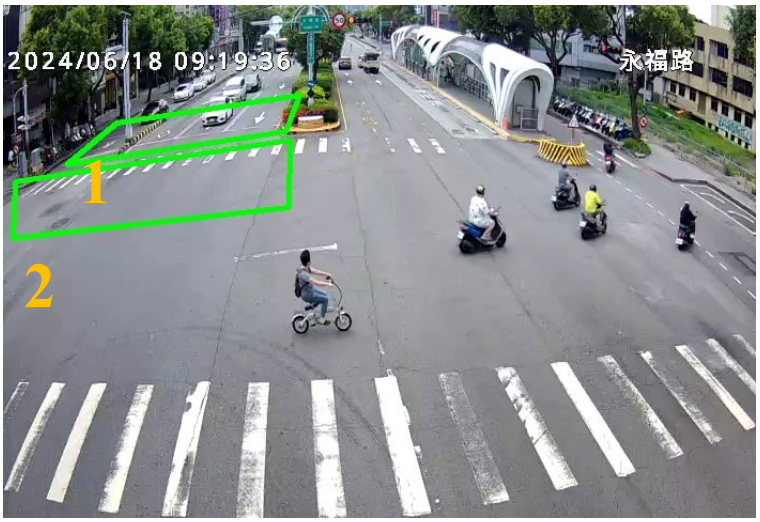


圖 3.6.13 綠燈使用率 ROI 區塊設定

第四章 智慧交通數位中樞神經系統功能模式庫與知識庫開發

本計畫的發展概念根植於「技術發展」、「數位轉型」和「交通管理」的創新思維，目標是打造智慧交通治理體系。智慧交通數位神經中樞系統應具備即時偵測、資料分析、3D 視覺化模型、模式庫及知識庫等核心功能，透過即時偵測和資料分析，以及模式庫中的預測模型，能夠全面掌握周邊環境資訊，進而實現精準決策與治理。

該系統的數據流從物聯網偵測模組開始，數據經由邊緣計算初步處理後傳送至雲端，進入數據湖進行大數據分析。分析結果隨即更新數位雙生平台，用於模擬和預測，並最終傳送至決策支援系統，經由 AI 與大數據技術輔助管理者進行即時、智能化的交通管理。這種層層傳遞與回饋的資料流，不僅確保數據的即時性與準確性，還可有效提升整體系統運作效率，幫助管理者提前掌握未來趨勢並制定相應策略。

在智慧交通系統中，數位雙生平台與大數據決策分析平台之間的緊密連結，是實現實體世界和虛擬模擬之間動態互動的關鍵。數位雙生平台主要負責實體物件的虛擬化與動態模擬，透過蒐集並處理 RFID、全球導航系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、攝影機、偵測器等各類物聯網設備的即時數據，將交通設施、車輛、人員等元素的即時狀態呈現在虛擬空間中，讓管理者得以直觀觀察和模擬交通流動並進行情境預測與分析。大數據決策分析平台則負責數據的深度挖掘、分析與治理，來自數位雙生平台的動態數據流入數據湖後，經過清理、分類和整合，再透過數據挖掘技術發掘潛在交通規律和異常情況，生成交通流量預測、行為模式分析等結果，並回饋給數位雙生平台，提供準確的模擬參數以優化模擬精度。

綜合各偵測模組的資料流，從邊緣計算、雲端平台、大數據分析平台、數位雙生平台到決策支援系統的完整流程，構成無縫的智慧交通管理架構，具體架構如圖 4.0.1 所示，各偵測模組之資料流及功能模組間之關係則如下所述。

一、物聯網偵測模組

各種偵測模組如 RFID、GNSS、電子票證系統、攝影機、偵測器等分佈在端(物聯網設備)層，這些模組負責實時蒐集交通數據，包括車流量、速度、道路使用情況等。這些數據首先通過 5G 網絡傳送至邊緣計算設備，以減少延遲並實現即時處理。

二、邊緣計算

邊緣計算層在端設備與雲平台之間發揮數據處理作用，對傳輸過來的數據進行預處理(如濾波、去噪、格式化)，篩選出關鍵訊息，並在必要時進行本地分析，以快速提供即時響應。

三、雲平台與數據存儲

經過預處理的數據進入雲平台，進行數據存儲和管理。數據湖可存放原始數據，為後續的大數據分析和治理提供基礎。雲平台同時提供數據共享、擴展性計算資源和 AI 訓練所需的計算能力。

四、大數據決策分析平台

雲平台內的大數據決策分析平台負責數據挖掘、分析和治理。透過數據清理、分類和聚合，分析平台能夠生成交通模式、趨勢和預測，並將這些結果傳送至數位雙生平台，用於交通模擬和狀況預測。

五、數位雙生平台

數位雙生平台依據來自大數據決策分析平台的結果，持續更新虛擬模型，實現實體世界的動態映射。利用建模和 AI 辨識的能力，從而在虛擬空間中模擬未來的交通情境，為管理者提供精準的決策支援。

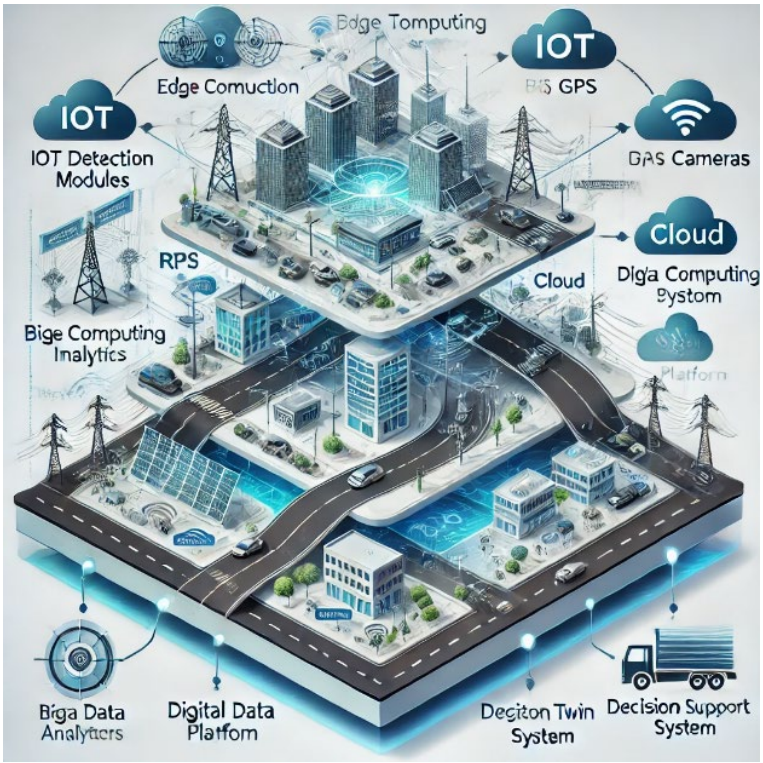


圖 4.0.1 本計畫整體端-邊-霧-雲協同運算之交通治理架構

此外，本計畫自 110 年發展智慧交通數位神經中樞系統起，即針對各項交通治理痛點，如何能夠做到精準決策以達到精準治理，需仰賴各式各樣模式功能建立，110 年期藉由功能模式庫與知識庫之持續開發，漸進式地強化智慧交通數位神經中樞系統功能性。而各類型模式庫與知識庫的開發項目係根據前(110)期計畫經由六都首長訪談，以及對地方管理單位普發問卷，蒐集歸納彙整出數個交通治理面臨的痛點，包含以下：

一、交通壅塞問題：尖峰與離峰時段交通壅塞，在上下班的尖峰時段，大量車流同時出現導致道路超負荷所形成之壅塞;市區交通號誌管控或設計不良及故障所導致之交通流不順暢與壅塞。

二、公共運輸供需掌握問題：班次安排不當導致在尖峰時段公共運輸的供給無法滿足大量乘客的需求，使乘客等待時間過長。缺乏準確的客流量數據而無法準確掌握大量乘客的需求，導致公共運輸服務亦無法有效地滿足乘客需求，而顧客滿意度降低和使用率下降。

三、大型活動辦理衍生之交通問題：跨年活動、民俗活動、示威遊行等大型活動瞬間湧入參與人數過多所衍生之交通影響衝擊。或是活動結束時，大量的人群同時離場，也會在短時間內造成交通衝擊。

四、事件交通影響偵測/應變疏導問題：事故、散落物、災害等突發事件所導致衝擊之即時應變處置問題，亦即需要有一套能夠迅速而有效地處理這些問題的應變計劃。

五、基於前述痛點描述，下表 4.0-1 彙整本計畫自 110 年期開始至本期(112-113 年)計畫歷年開發的模式及其對應解決的特定交通治理痛點。各開發模式皆主要以多元且巨量的交通數據為基礎進行與智慧交通數位神經系統的整合發展，希冀藉此改善交通問題，並提供更有效、更可靠的輔助決策方案。根據問卷調查和首長訪談的反饋來確定其發展方向和重點，使各模式都著重於特定的交通痛點。

智慧交通神經中樞系統需透過功能的擴充與精進，持續優化其「主動發現問題」及「主動解決問題」的能力，遂於本期計畫中為強化其主動發現問題的能力主要開發項目包含「都市地區常態車流參數預測模式(精進版)」、「都市地區非常態車流參數預測模式」、「壅塞機率轉換模式(精進版)」、「客流量預測模式(車站級)」、「車輛旅運關鍵路徑分析模式」;為強化其主動解決問題的能力主要開發項目則包含「主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式」、「交通異常事件疏導應變輔助決策知識庫」、「大型活動交通影響分析模式」、「大型活動疏導輔助決策知識庫」。而前述模式於智慧交通神經中樞系統中之相互應用關聯繪製如圖 4.0-2 所示；後續本章節內容則逐一說明各項模式開發成果。

表 4.0-1 本計畫歷年開發模式及對應解決之痛點，本期計畫(112-113 年)主要專注於

開發和精進幾項模式與工具(表中粗體字)，以解決交通管理中的各項痛點：包括都市地區常態車流參數預測模式(精進版)和都市地區非常態車流參數預測模式來改善常態及非常態交通流量的預測準確性；壅塞機率轉換模式(精進版)以應對交通壅塞問題；緊急救援車輛號誌優先通行實作於本期擴展至多路口及多時相，以期更進一步提升緊急救援車輛的通行效率；客流量預測模式(車站級)為公運供需掌握提供精確的預測；主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式和車輛旅運關鍵路徑分析模式則分別可在壅塞管理和路線規劃中發揮輔助決策的作用。此外，為大型活動設計交通影響分析模式 和疏導輔助決策知識庫，以及交通異常事件疏導應變輔助決策知識庫，以提升事件偵測及應變疏導能力。

表 4.0-1 本計畫歷年開發模式及對應解決之痛點

開發年度	歷年開發模式	對應解決之痛點			
		交通壅塞問題	公運供需掌握問題	大型活動辦理交通影響	事件交通影響偵測/應變疏導
110 111 112 113	1. 高速公路常態車流參數預測模式 2. 都市地區常態車流參數預測模式(已導入數位雙生模型) **3. 都市地區常態車流參數預測模式(精進版)** **4. 都市地區非常態車流參數預測模式**	V			
110 112	1. 壅塞機率轉換模式(已導入數位雙生模型) **2. 壅塞機率轉換模式(精進版)**	V			
110 111	1. 高速公路工程事件影響分析模式 2. 都市地區工程事件影響分析模式	V			
110 | 113	**緊急救援車輛號誌優先通行實作(單一路口→多路口；簡單時相→多時相)**				V

開發年度	歷年開發模式	對應解決之痛點			
		交通壅塞問題	公運供需掌握問題	大型活動辦理交通影響	事件交通影響偵測/應變疏導
111	主動式車流異常偵測辨識及示警模式(結合預測模式已導入數位雙生模型)				V
111	主動式公運場站人流偵測辨識及示警模式(已導入數位雙生模型)		V		V
111	主動式號誌燈頭異常偵測辨識及示警模式(已導入數位雙生模型)				V
111	1. 公車連班事件處理應變知識庫 2. 公車緊急事件處理應變知識庫(已導入數位雙生模型)		V		V
111 112	1. 客流量預測模式(路線級) **2. 客流量預測模式(車站級)**		V		
113	**主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式**	V		V	V
112	**車輛旅運關鍵路徑分析模式**	V		V	
112	**交通異常事件疏導應變輔助決策知識庫**				V
112 | 113	**大型活動交通影響分析模式**			V	
113	**大型活動疏導輔助決策知識庫**				V

註：**字體加粗項目**為本期計畫新開發或持續開發項目

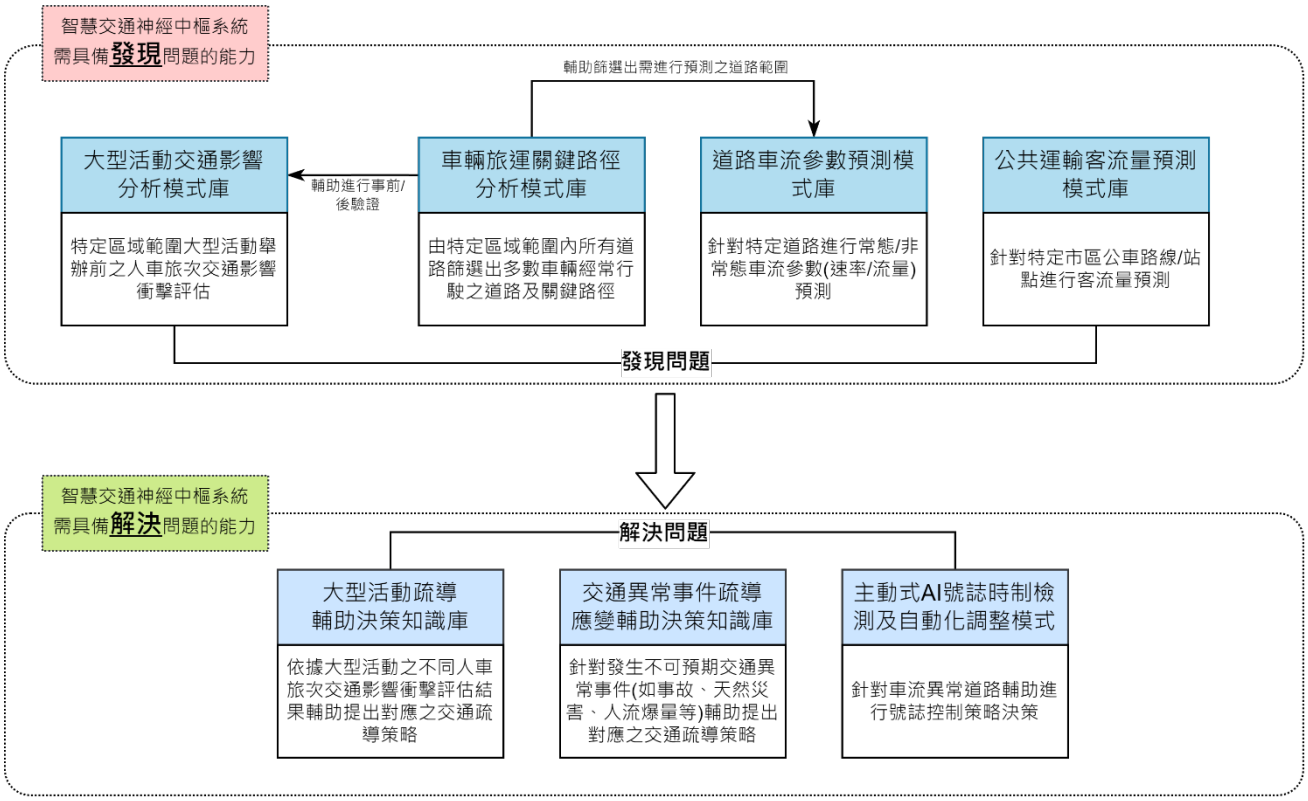


圖 4.0-2 本期計畫開發模式相互應用關聯

4.1 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫開發與實證

隨著 5G 技術與智慧化的推動，越多的資料可以更即時蒐集、處理與分析，從而對現況發生的問題或者未來可能的狀況快速反應與調整，提升管理效率及安全。伴隨後疫情時代下，各大活動場所也陸續開放舉辦多樣活動，創造許多商業營運而生的機會，經濟發展出現報復性消費行為。過去舉辦大型活動時，若達到一定規模，會要求業者提出交維計劃或者管制方案及疏導措施，以維持活動舉辦所衍生的交通問題，減少用路人行進時之困惑，維護人車安全，為能有效管理都市地區舉辦各類型大型活動，如：年度大型藝術節、演唱會、百貨公司週年慶等所帶來的報復性人潮及車流，本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析藉由蒐集歷史 GVP(GPS-Based Vehicle Probe, GVP)資料，透過車輛上裝載的 GNSS 訊號以每 15-30 秒即時回傳車輛位置、速率等資訊作為車輛關鍵路徑分析基礎，並進一步與交通部路段編碼圖資媒合，使每一筆 GVP 資料能對應到路段編碼(LinkID)上作為後續資料分析應用。

針對大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫所定義之大型活動，主要指在特定計畫範圍場所可事前預期其發生或舉辦的特殊活動事件，包括體育競技活動、演唱會或者於活動場所內興辦事業計畫之百貨週年慶、博覽會等屬於非重現性中的可預期特殊活

動事件，透過主辦方或相關單位事前公告活動資訊讓民眾可預先得知其舉辦時間及地點，且為探討該活動舉辦時對周邊道路所產生的交通影響，藉由關鍵路徑分析提前歸納活動舉辦時主要影響路徑，輔助管理單位準備相應管理措施。

4.1.1模組目的

本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析主要目的希望藉此歸納出每次大型活動(可預期性特殊活動事件)舉辦時，活動範圍周遭於活動期間用路人主要行徑較為壅塞、車流量多的關鍵路徑，作為後續各類交通管理措施，如輔助交管人力分配管理等之參考。

前述係以歷史 GVP 資料，探討過去大型活動(可預期性特殊活動事件)舉辦期間車流主要影響哪些關鍵路段及周邊道路，再進一步歸納出特別壅塞、車流量特別多的路徑，透過事前分析方式歸納出大型活動(可預期性特殊活動事件)周遭於活動期間用路人主要行徑路徑，當下次有同樣的活動舉辦時能有一個參考基準，輔助交管單位提前掌握並預期該路徑因活動造成的交通影響，可因應相對的管制方式，維護活動進行時的效率及安全。在資料充裕下，未來應用層面亦能針對所有可預期發生的類似特殊活動事件進行事前關鍵路徑分析，輔助交管措施研擬。

有鑑於此，本計畫於後續章節將針對大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫逐一說明其通用核心概念架構、概念性實證分析。

4.1.2核心概念架構

本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫能夠找出大型活動(可預期性特殊活動事件)周遭於活動期間用路人主要行徑較為壅塞、車流量多的關鍵路徑，提供交管單位進行人力分配管理，維護活動進行時的效率及安全，以及作為都市地區道路非常態車流速率預測模式構建時，事前選擇重要關鍵路徑進行預測之參考。針對模式庫通用性執行架構如圖 4.1.1 所示，主要蒐集 3 種資料分別為 GVP 資料、縣市界圖資、交通部路段編碼圖資進行資料媒合，使每一筆 GVP 資料能對應到路段編碼(LinkID)上，作為後續分析每條路段上不重複車流量及車流量多的路段，詳細架構說明如下。

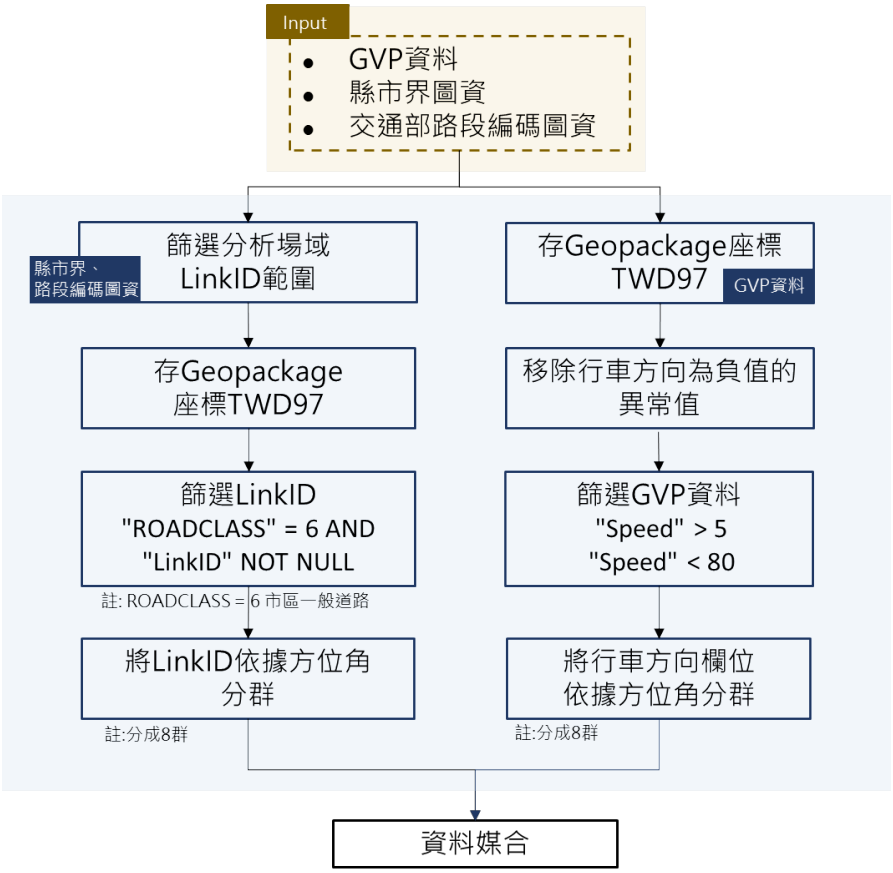


圖 4.1.1 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫通用性架構

一、資料蒐集：蒐集分析範圍之 GVP 資料、縣市界圖資及交通部路段編碼資料。

二、資料預處理作業：透過上述 3 種資料(含 GVP 資料、交通部路段編碼資料、縣市界資料)蒐集完畢後即進行資料預處理。在資料預處理過程分為 3 大部分，第 1 部分針對 GVP 資料進行異常值清理；第 2 部分針對交通部路段編碼資料及縣市界資料進行篩選；第 3 部分將交通部路段編碼資料與 GVP 資料根據行車方向與方位角媒合，最後產出資料集，各部分執行說明如下。

(一) GVP 資料異常值清理

當預計執行範圍之 GVP 資料蒐集完畢後，為確保資料 GVP 資料穩定性，需參考交通部基礎路段編碼規範中將行車方向依據方位角分為 8 群(代碼 0-7)，而移除行車方向為負值的異常值。考量大型活動場域及非常態車流中的特殊活動事件範圍以都市地區為主，因此瞬間速率(Speed)欄位超過 80km/h 的資料將進行移除，同時考量 GVP 資料受紅綠燈停等影響或者因交通壅塞重複對應到同一路段編碼上的問題，因此將瞬間速率小於 5km/hr 的資料也進行移除。

(二) 交通部路段編碼資料與縣市界資料篩選

根據所選之都市地區分析場域，在 QGIS 進行區域篩選相對應之縣市界範圍與路段編碼，篩選完畢後再針對路段編碼資料中再次篩選道路層級分類編號為 6 的市區一般道路。

(三) 資料媒合

透過上述清理及篩選步驟後，接著將路段編碼資料與 GVP 資料根據行車方向與方位角轉換，使 GVP 的點資料能與路段編碼線資料進行對應，為了避免 GVP 資料對應到反向路徑，因此將篩選出相同方位角的 GVP 資料與交通部路段編碼資料進行媒合，確保其行車方向與路段方向一致性。而 GVP 資料對應至路段過程中，以路段直徑 25 公尺作為判斷距離，選取最接近的路段媒合。若 GVP 點位周遭 25 公尺處沒有路段存在，則將該點位排除，資料媒合過程以迴圈方式，依照方位角(分 8 群)執行 8 次，以產出分析資料集。

後續針對上述關鍵路徑分析模式庫架構以臺中七期百貨 2 公里範圍為示範案例，進行概念性實證分析說明。

4.1.3概念性實證分析

本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析場域將延續前期臺灣大道場域，以該場域之七期百貨週年慶作為示範分析案例，蒐集過去百貨週年慶期間 2 公里範圍內 GVP 資料，分析百貨週年慶期間車流量較多之主要影響路徑，藉由事前關鍵路徑分析找出關鍵路徑後，提供管理單位進行交管人力分配之策略輔助。因此，本節後續將以臺中七期百貨時實證分析案例，針對分析目標與範圍、資料蒐集與預處理、資料現況趨勢分析及分析結果比較彙整進行說明。

一、分析目標與範圍

本計畫以臺中七期百貨以新光、遠百為中心 2 公里內作為分析範圍，如圖 4.1.2。根據購物中心情報網站統計 2022 年，全臺灣營業額超過 100 億的前 10 名百貨商場排名如表 4.1-1 可發現營業額最高前 2 名為臺中市新光三越及遠百，兩間百貨位置比鄰坐落於臺灣大道三段上，顧客因購物、休閒娛樂等因素，每逢假日、國定假期及週年慶優惠期間吸引大量人流及車流匯集於此，排隊車潮可由臺灣大道三段往東方向慢車道延伸至惠中路一段、市政北七路，加上兩間百貨停車場位於惠中路一段右轉市政北七路往西方向上，造成該路段上周邊道路交通大打結的狀態。

圖 4.1.2 百貨週年慶車輛旅運關鍵路徑分析場域

表 4.1-1 全臺營業額超過 100 億的前 10 名百貨商場排名

排名	商場名稱	2022 年業績金額(億元)
1	新光三越(臺中中港店)	245
2	臺中遠百	202
3	遠東 SOGO(復興店)	180
4	臺北 101	180
5	新光三越(臺南西門)	173
6	漢神巨蛋購物廣場	143
7	巨城購物中心(含遠東 SOGO)	142
8	漢神百貨	128
9	夢時代(含時代百貨)	125
10	板橋遠百	115

資料來源：購物中心情報網站[12]

由於臺中新光、遠百百貨週年慶期間為每年 9 月底開始至 10 月底結束，為期約 39 天，本計畫在分析中加上週年慶開始前 3 天至後 3 天時間進行分析，因此分析天數為 45 天。非週年慶期間蒐集 2021/6/21-8/4(45 天)、2022/6/20-8/3(45 天)，週年慶期間蒐集 2021/9/20-11/3(45 天)、2022/9/19-11/2(45 天)之 GVP 資料，詳細分析時間如表 4.1-2。

表 4.1-2 週年慶與非週年慶資料分析時間

時間	週年慶期間	非週年慶期間
2021 年	9/20-11/3(45 天)	6/21-8/4(45 天)
2022 年	9/19-11/2(45 天)	6/20-8/3(45 天)

二、資料蒐集與預處理

經上述確立實證分析場域後，後續主要說明資料蒐集與預處理過程，本計畫大型活動場域以新光、遠百百貨週年慶活動為例，在車輛旅運關鍵路徑分析主要蒐集 3 種資料，分別為 GVP 資料、交通部路段編碼資料及臺中市縣市界圖資。資料預處理目的將 GVP 資料媒合交通部路段編碼資料，作為後續統計每條路段上不重複車流量並且分析車流量多的路段，縣市界圖資則為 QGIS 呈現上之背景底圖。詳細資料蒐集與預處理流程說明如下。

(一) 資料蒐集

1. GVP 資料

本計畫大型活動(百貨週年慶)車輛旅運關鍵路徑分析之交通資料遂利用景翊科技、資策會提供之 GVP (GPS-Based Vehicle Probe)資料進行分析。GVP 資料主要分為 6 個欄位，包含 ID(車輛編號)、GNSS Time 及 TimeStamp(資料時間)、Lon(經度)、Lat(緯度)、Speed(瞬間速率)、Heading(行車方向)，各欄位說明如表 4.1-3 所示，GVP 資料型態如圖 4.1.3 所示。

表 4.1-3 GVP 資料欄位說明

欄位名稱	範例	備註
ID	A000093000	車輛編號
GNSS Time、TimeStamp	1619798383 2021/4/30 23:59:43	資料時間
Lon	120.640656	經度
Lat	24.164734	緯度
Speed	7	瞬間速率，km/h
Heading	231	行車方向

資料來源：景翊科技、資策會、本計畫彙整

2. 交通部路段編碼資料

為使 GVP 資料能對應至分析場域路段上進行車流量統計，本計畫透過交通部路段編碼資料與 GVP 資料做資料媒合，讓每個 GVP 點位資料能夠對應至一條路段編碼上。交通部路段編碼資料欄位包含 LinkID(路段編碼)、RoadID(道路編碼)、RoadName(道路名稱)、RoadClass(道路層級分類編號)等，詳細欄位如圖 4.1.4 所示。

	A	B	C	D	E	F	G
1	ID	GPSTime	Lon	Lat	Speed	Heading	TimeStamp
2	A000093000	1.62E+09	120.6407	24.16473	7	231	2021/4/30 23:59
3	A000321604	1.62E+09	120.6407	24.1476	10	16	2021/5/1 00:00
4	A000338277	1.62E+09	120.6265	24.17048	56	222	2021/4/30 23:59
5	A000339992	1.62E+09	120.6274	24.17135	57	220	2021/4/30 23:59
6	A000369924	1.62E+09	120.63	24.1741	56	219	2021/5/1 00:00
7	A000379649	1.62E+09	120.6589	24.15276	1	0	2021/5/1 00:00
8	A000383845	1.62E+09	120.6467	24.16434	10	301	2021/4/30 23:59
9	A000384404	1.62E+09	120.6367	24.18166	9	111	2021/5/1 00:00
10	A000385750	1.62E+09	120.661	24.15533	1	106	2021/4/30 23:59
11	A000387588	1.62E+09	120.6334	24.17892	57	24	2021/4/30 23:59
12	A000387783	1.62E+09	120.6311	24.17532	55	35	2021/4/30 23:59
13	A000389952	1.62E+09	120.6339	24.17985	53	22	2021/4/30 23:59
14	A000392757	1.62E+09	120.6317	24.17599	68	32	2021/5/1 00:00
15	A000393450	1.62E+09	120.6466	24.14463	23	182	2021/5/1 00:00
16	A000093000	1.62E+09	120.6406	24.16472	8	203	2021/5/1 00:00
17	A000321604	1.62E+09	120.6407	24.1476	2	16	2021/5/1 00:00
18	A000379649	1.62E+09	120.6588	24.15293	7	9	2021/5/1 00:00
19	A000383845	1.62E+09	120.6433	24.1662	31	302	2021/5/1 00:00
20	A000384404	1.62E+09	120.6367	24.18166	10	111	2021/5/1 00:00
21	A000385750	1.62E+09	120.661	24.15532	5	106	2021/5/1 00:00

圖 4.1.3 GVP 資料型態

LINKID	ROADID	ROADNAME	ROADCLASS	RDCNAME	RDDIRECTID	BEARING	STARTNODE	ENDNODE	CITYID	CITYNAME	CITY
62077204000...	620772E	鼓山三路	6	市區一般道路	4	SW	5CG1FG6N	5CDGFG4P	E	高雄市	Kaohsiung
61931104000...	619311E	中華一路	6	市區一般道路	4	S	5CHEFG32	5CHEFG28	E	高雄市	Kaohsiung
62506717000...	625067E	高雄港聯外高架...	6	市區一般道路	7	NW	5FAPF5XP	5F1FF6BE	E	高雄市	Kaohsiung
63683301000...	636833H	保安路一段	6	市區一般道路	1	NE	7R1EPBD8	7RB3PC2P	H	桃園市	Taoyuan
63683305000...	636833H	保安路一段	6	市區一般道路	5	SW	7R1EPBD8	7QTQPB1T	H	桃園市	Taoyuan
61931100000...	619311E	中華一路	6	市區一般道路	0	N	5CHEFG28	5CHEFG32	E	高雄市	Kaohsiung
63683301000...	636833H	保安路一段	6	市區一般道路	1	NE	7QTQPB1T	7R1EPBD8	H	桃園市	Taoyuan
63683305000...	636833H	保安路一段	6	市區一般道路	5	SW	7RB3PC2P	7R1EPBD8	H	桃園市	Taoyuan
63535007000...	635350H	中山路一段	6	市區一般道路	7	NW	7VW4PF9E	7VG0PFFB	H	桃園市	Taoyuan
63535003000...	635350H	中山路一段	6	市區一般道路	3	SE	7VFNPFF6	7VW3PF96	H	桃園市	Taoyuan
63532506000...	635325H	中山西路二段	6	市區一般道路	6	W	7QQGPADL	7QMSPAE8	H	桃園市	Taoyuan
60812704000...	608127B	三豐路三段	6	市區一般道路	4	S	6QLQLWDM	6QKELVQM	B	臺中市	Taichung
60812700000...	608127B	三豐路三段	6	市區一般道路	0	N	6QKSLVQL	6QM2LWDM	B	臺中市	Taichung
63532502000...	635325H	中山西路二段	6	市區一般道路	2	E	7QMRPAE1	7QQEPADD	H	桃園市	Taoyuan
63532502000...	635325H	中山西路二段	6	市區一般道路	2	E	7QLPPAE5	7QMRPAE1	H	桃園市	Taoyuan
32000300100...	620003E	忠義路	6	市區一般道路	0	E	6HHLH90J	6J0QH90J	E	高雄市	Kaohsiung
32000304100...	620003E	忠義路	6	市區一般道路	4	E	6HHLH90J	6J0QH90J	E	高雄市	Kaohsiung
63655601000...	636556H	東福路	6	市區一般道路	1	NE	7TQVP913	7U9QP99B	H	桃園市	Taoyuan
63655605000...	636556H	東福路	6	市區一般道路	5	SW	7U9QP99B	7TQVP913	H	桃園市	Taoyuan
63843804000...	638438H	觀海路二段	6	市區一般道路	4	S	7N1UPAGU	7MPKP9M5	H	桃園市	Taoyuan
63843800000...	638438H	觀海路二段	6	市區一般道路	0	N	7MPKP9M5	7N1UPAGU	H	桃園市	Taoyuan
61963406000...	619634E	正大路	6	市區一般道路	6	SW	547FG6G6	53VJG6A3	E	高雄市	Kaohsiung
62077200000...	620772E	鼓山三路	6	市區一般道路	0	NE	5CDGFG4P	5CG1FG6N	E	高雄市	Kaohsiung

圖 4.1.4 交通部路段編碼資料型態

3. 縣市界資料

本計畫大型活動(百貨週年慶)車輛旅運關鍵路徑分析場域以新光、遠百為中心 2 公里內範圍，因此透過政府資料開放平台蒐集全台縣市界圖資，如圖 4.1.5，再篩選臺中市範圍作為後續路徑分析底圖。縣市界資料欄位包括 CountyID(縣市編碼)、CountyCode(縣市編號)、CountyName(縣市名稱)、CountyYeng(縣市英文名稱)，詳細欄位如圖 4.1.6 所示。

圖 4.1.5 縣市界資料來源

COUNTYID	COUNTYCODE	COUNTYNAME	COUNTYENG
Z	09007	連江縣	Lienchiang Co...
G	10002	宜蘭縣	Yilan County
N	10007	彰化縣	Changhua Cou...
M	10008	南投縣	Nantou County
P	10009	雲林縣	Yunlin County
C	10017	基隆市	Keelung City
A	63000	臺北市	Taipei City
F	65000	新北市	New Taipei City
B	66000	臺中市	Taichung City
D	67000	臺南市	Tainan City
H	68000	桃園市	Taoyuan City
K	10005	苗栗縣	Miaoli County
I	10020	嘉義市	Chiayi City
Q	10010	嘉義縣	Chiayi County
W	09020	金門縣	Kinmen County
E	64000	高雄市	Kaohsiung City

圖 4.1.6 縣市界資料型態

(二) 資料預處理作業

透過上述 3 種資料(含 GVP 資料、交通部路段編碼資料、縣市界資料)蒐集完畢後即進行資料預處理。本計畫以臺中七期百貨為示範案例，在資料預處理過程主要分為 3 大部分，第 1 部分針對 GVP 資料進行異常值清理；第 2 部分針對交通部路段編碼資料及縣市界資料進行篩選；第 3 部分將交通部路段編碼資料與 GVP 資料根據行車方向與方位角分群進行媒合，最後產出資料集，圖 4.1.7 為資料處理作業流程，後續茲各部分執行內容進行說明。

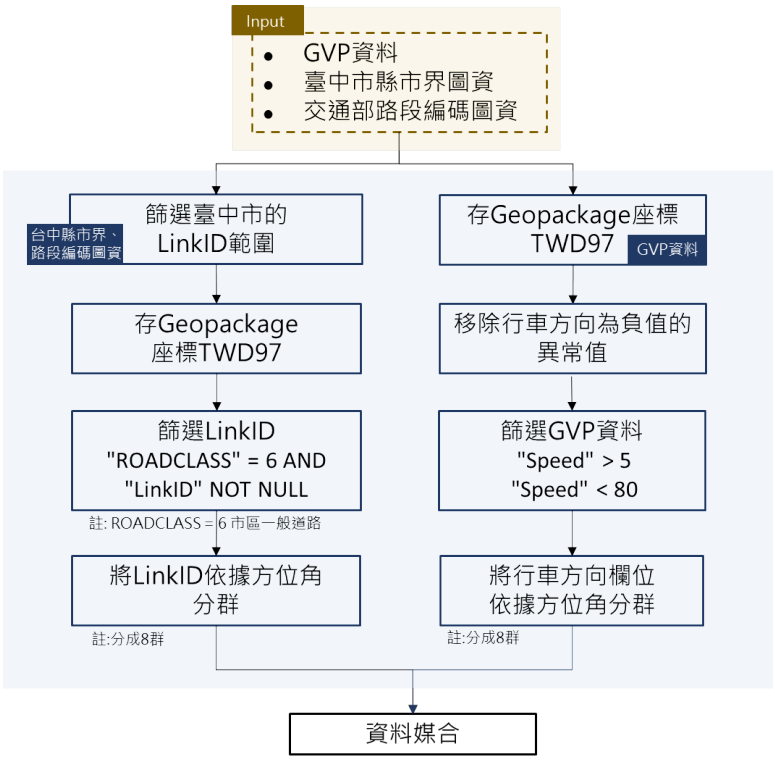
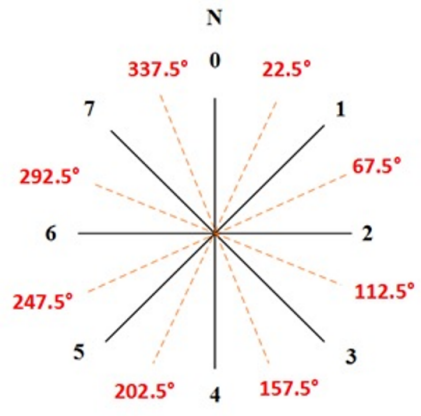


圖 4.1.7 資料預處理作業流程

1. GVP 資料異常值清理

首先抓取新光、遠百為中心 2 公里內範圍 GVP 資料，根據表 4.1-2 所蒐集之分析時間分為 4 份檔案。在 GVP 資料中為確保資料穩定性，參考交通部基礎路段編碼規範中將行車方向依據方位角分為 8 群(代碼 0-7)圖 4.1.8 所示，而移除行車方向為負值的異常值。由於 GVP 資料抓取範圍為都市地區，因此瞬間速率(Speed)欄位超過 80km/h 的資料將進行移除，同時考量 GVP 資料受紅綠燈停等影響或者因交通壅塞重複對應到同一路段編碼上的問題，因此將瞬間速率小於 5km/hr 的資料也進行移除。



方位角度	角度區間
0	337.5°≤方位角 < 22.5°
1	22.5°≤方位角 < 67.5°
2	67.5°≤方位角 < 112.5°
3	112.5°≤方位角 < 117.5°
4	117.5°≤方位角 < 202.5°
5	202.5°≤方位角 < 247.5°
6	247.5°≤方位角 < 292.5°
7	292.5°≤方位角 < 337.5°
8,9	道路起訖點相接(外環)
A	道路起訖點相接(內環)

資料來源：交通部基礎路段編碼規範 V1.0[13]

圖 4.1.8 方位角度代號與角度區間

2. 交通部路段編碼資料與縣市界資料篩選

由於分析場域百貨週年慶活動位於臺中市，因此在縣市界資料中篩選臺中市範圍並與路段編碼資料在 QGIS 進行區域篩選，以挑選出臺中市範圍的路段編碼資料，在路段編碼資料選出臺中市範圍後再篩選 RoadClass(道路層級分類編號)為 6 的市區一般道路。

3. 資料媒合

透過上述清理及篩選步驟後，接著將路段編碼資料與 GVP 資料根據行車方向與方位角轉換，使 GVP 的點資料能與路段編碼線資料進行對應，為了避免 GVP 資料對應到反向路徑，因此將篩選出相同方位角的 GVP 資料與交通部路段編碼資料進行媒合，確保其行車方向與路段方向一致性。而 GVP 資料對應至路段過程中，以路段直徑 25 公尺作為判斷距離，選取最接近的路段媒合。若 GVP 點位周遭 25 公尺處沒有路段存在，則將該點位排除，資料媒合過程以迴圈方式，依照方位角(分 8 群)執行 8 次，以產出分析資料集，圖 4.1.9 為 GVP 資料與路段編碼資料媒合之分析資料集。

A	B	C	D	E	F	G	H
ID	GPSTime	Speed	Heading	TimeStamp	geometry	LINKID	
A0003999	1.66E+09	21	8	2022/10/5 15:38	POINT (120.6	6055110000000B	
A0003999	1.66E+09	8	3	2022/10/5 16:12	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	9	3	2022/10/5 16:14	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	10	3	2022/10/5 16:17	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	10	3	2022/10/5 16:18	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	9	3	2022/10/5 16:20	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	8	3	2022/10/5 16:23	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	8	3	2022/10/5 16:25	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	8	3	2022/10/5 16:27	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	6	3	2022/10/5 16:29	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	7	3	2022/10/5 16:32	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	10	3	2022/10/5 16:33	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	7	17	2022/10/5 16:34	POINT (120.6	6074280000000B	
A0003999	1.66E+09	8	353	2022/10/5 18:04	POINT (120.6	6055110000010B	
A0003999	1.66E+09	10	353	2022/10/5 18:05	POINT (120.6	6055110000000B	
A0003999	1.67E+09	6	357	2022/10/14 16:14	POINT (120.6	6061990000050B	
A0003999	1.67E+09	15	1	2022/10/14 16:15	POINT (120.6	6061990000040B	
A0003999	1.67E+09	17	16	2022/10/14 16:26	POINT (120.6	6077340000040B	
A0003999	1.67E+09	28	16	2022/10/14 16:26	POINT (120.6	6077340000020B	

圖 4.1.9 GVP 媒合路段編碼資料集

三、資料驗證

本節資料驗證主要評估車輛旅運關鍵路徑分析所使用之 GVP 資料可信度。評估方式挑選分析場域上 3 處 VD 與 GVP 進行速率驗證，指標參酌 Lewis 於 1982 提出之 MAPE 預測能力量表，當 MAPE 值小於 10%表示預測能力極佳；介於 10%～20%表示優良；20%～50%表示合理；超過 50%表示不準確，根據計算預測值與實際值之平均絕

對百分誤差(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)衡量模擬之結果，本節在驗證中以 VD 資料作為實際值，GVP 資料作為預測值。相關 MAPE 評估公式與指標劃分如下公式，公式中n表示樣本數量，$\hat{y}_i$表示 GVP 速率數據y_i表示 VD 速率數據。

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{\hat{y} - y_i}{y_i}\right|$$

表 4.1-4 MAPE 評估標準劃分

MAPE(%)	評估說明
<10	極佳預測
10~20	優良預測
20~50	合理預測
>50	不準確預測

資料來源：Lewis[14]

驗證過程中挑選分析場域上 3 處 VD 與 GVP 進行速率驗證，資料驗證時間為 2023/6/30 至 2023/7/2。VD 資料來源為臺中市即時交通資訊網，所偵測之速率為現點速率。挑選 3 處之 VD 編號分別為 V021461 臺灣大道三段(惠中路/惠中路一段-惠來路二段/三段)、V630000 市政北七路(河南路三段-朝富路)、V115941 環中路三段(朝馬路(虹揚橋)-市政路)，詳細 VD 編號與位置如表 4.1-5 及圖 4.1.10 所示。

表 4.1-5 驗證 VD 編號與方向

驗證代號	VD 編號	方向
1	V021461 臺灣大道三段(惠中路/惠中路一段-惠來路二段/三段)	W
2	V630000 市政北七路(河南路三段-朝富路)	W
3	V115941 環中路三段(朝馬路(虹揚橋)-市政路)	S

圖 4.1.10 分析場域 3 處 VD 位置

本分析所使用之 GVP 資料來源主要蒐集商用車隊為主(含計程車、物流車、客運車)，蒐集範圍為新光、遠百半徑 2 公里範圍，所偵測之速率與 VD 相同為現點速率，且 GVP 需對應到與 VD 偵測方向相同的路段編碼進行驗證。

表 4.1-6 GVP 對應 VD 之路段編碼

驗證代號	VD 編號	VD 偵測方向	對應路段編碼
1	V021461	W	6076270700070B
2	V630000	W	6052620700000B
3	V115941	S	6078930500030B

針對本分析所使用之 GVP 資料驗證結果如表 4.1-7 及表 4.1-8。驗證時間為 2023/6/30-2023/7/2 分為整體及尖峰時段(10-12)進行驗證。驗證 1 對應上述 VD 編號 V021461 臺灣大道三段(惠中路/惠中路一段-惠來路二段/三段)，路段編碼為 6076270700070B；驗證 2 對應 V630000 市政北七路(河南路三段-朝富路)路段編碼為 6052620700000B；驗證 3 對應 V115941 環中路三段(朝馬路(虹揚橋)-市政路)路段編碼為 6078930500030B。結果表示 3 處整體 MAPE 分別為 18.62%、15.62%、19.56%屬於優良預測，以尖峰時段而言 3 處 MAPE 分別為 6.31%、6.87%、16.43%落於極佳至優良預測範圍內。

比較 VD 與 GVP 驗證資料後發現，兩者速率差距不大，以整體驗證而言 VD 與 GVP 速率分別相差 5.66km/hr、3km/hr、5.01km/hr；尖峰時段相差 1.91km/hr、1.35km/hr、4.89km/hr，在兩者速率差距不大的狀況下，因分母實際值小影響使 MAPE 誤差大，但實際上不論是整體或是尖峰時段 VD 與 GVP 速率差距約在 6km/hr 內，且 MAPE 誤差落皆落於 20%內。

表 4.1-7 2023/6/30-2023/7/2(整體及尖峰時段) MAPE 速率驗證

6/30-7/2	VD(km/hr)	GVP(km/hr)	MAPE
驗證 1	30.38	24.72	18.62%
驗證 2	19.19	22.19	15.62%
驗證 3	25.63	30.64	19.56%

表 4.1-8 尖峰時段(10-12) MAPE 速率驗證

尖峰時段 (10-12)	VD(km/hr)	GVP(km/hr)	MAPE
驗證 1	30.33	28.42	6.31%
驗證 2	19.56	18.21	6.87%
驗證 3	29.78	24.89	16.43%

四、資料現況趨勢分析

針對資料現況趨勢分析，主要說明利用 2021 年及 2022 年週年慶與非週年慶期間 GVP 資料進行關鍵路徑現況趨勢分析結果。在分析時間上週年慶期間蒐集 2021/9/20-11/3(45 天)、2022/9/19-11/2(45 天)之 GVP 資料；非週年慶期間蒐集 2021/6/21-8/4(45 天)、2022/6/20-8/3(45 天) 之 GVP 資料。表 4.1-9 為 2021、2022 年週年慶及非週年慶關鍵路徑分析，圖中路網為新光、遠百半徑 2 公里內路段編碼圖資，顏色深淺表示車輛數多寡，呈現越深紫色代表該路段上車輛數越多，呈現越粉白色代表路段車輛數越少。

從表 4.1-9 中可看出 2021 年不論是週年慶或者非週年慶期間車輛數相對 2022 年少，推測 2021 年受疫情衝擊影響。以 2022 年分析來看車輛數較多路段集中在臺灣大道、市政路、環中路三段及部分公益路段，但由於環中路三段與公益路相對臺灣大道、市政路而言距離較百貨公司遠，因此在分析中判斷若關鍵路徑受百貨週年慶影響，路段應會整條呈現深紫色並延伸至百貨公司周遭路段，實際觀察環中路三段、公益路並無出現上述狀況，而判斷環中路三段、公益路為一般道路壅塞並非受到百貨週年慶影響。

根據表 4.1-9 關鍵路徑分析圖可判斷影響百貨週年慶關鍵路徑主要以臺灣大道三段為主，在圖 4.1.11 及圖 4.1.12 中統計 2022 年週年慶與非週年慶車流量排名前 5 名路段。在 2022 年非週年慶期間車流量最多路段為臺灣大道三段(文心路三段-惠中路)往西方向，路段編碼為 6076270700090B 車流量有 18,029 輛，同路段在 2021 年非週年慶期間車流量為 7,925 輛，相比之下 2022 年車流量多 2.27 倍，成長約 127.5%；其次第二多路段編碼為 6076260700000B，為臺灣大道二段(何厝街-文心路三段)往西方向車流量有 17,150 輛；第 3 至 5 名路段分別為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向、臺灣大道二段(文心路二段-大墩路)往東方向及臺灣大道二段(惠中路一段-文心路二段)往東方向。

在 2022 年週年慶期間車流量最多路段為臺灣大道三段(何厝街-文心路)往西方向，路段編碼為 6076260700000B 車流量為 21,497 輛，同路段在 2021 年週年慶期間車流量為 7,541 輛，相比之下 2022 年車流量多 2.85 倍，成長約 185.1%；其次第二多路段編碼為 6078930500050B，為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向車流量有 21,063 輛；第 3 至 5 名路段分別為臺灣大道三段(文心路三段-惠中路)往西方向、臺灣大道三段(光明陸橋-朝富路)往東方向、環中路三段(市政路-市政南一路)往南方向。

此外，在分析中轉彎分支以右轉進入新光、遠百(惠中路-市政北七路)方向車流量較多，在非週年慶期間 2022 年車流量為 4,510 輛，2021 年為 2,292 輛，兩者相比 2022 年車流量增加 1.97 倍，成長 96.8%。而在 2022 年分析中，週年慶期間有 5,239 輛，非週年慶有 4,510 輛，兩者相比週年慶期間增加 1.16 倍，成長約 16.2%。

表 4.1-9 週年慶與非週年慶期間車輛旅運關鍵路徑分析

期間/年	週年慶期間	非週年慶期間
2021		
2022		

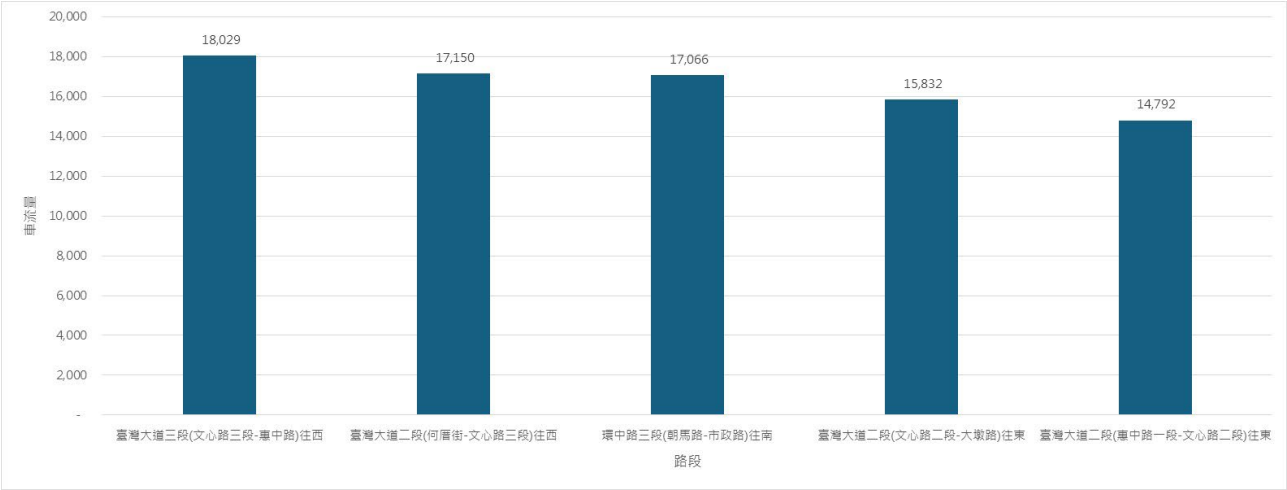


圖 4.1.11 2022 年非週年慶期間車流量排名前 5 名路段統計

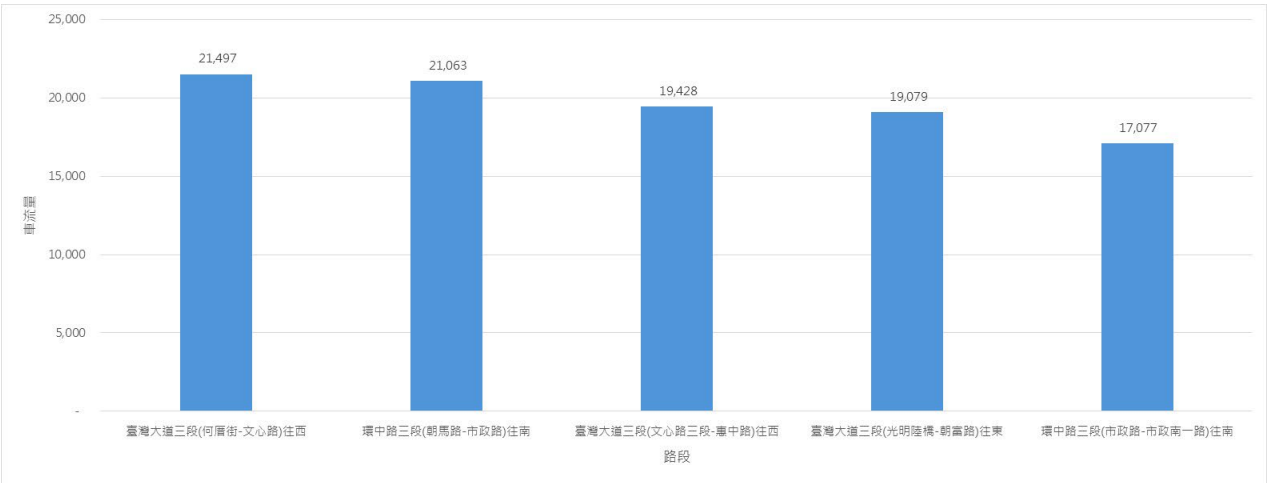


圖 4.1.12 2022 年週年慶期間車流量排名前 5 名路段統計

表 4.1-10 為週年慶與非週年慶期間(10-12)尖峰時段關鍵路徑分析。可看出 2021 年不論是週年慶或者非週年慶期間的尖峰時段車流量相對 2022 年少，推測 2021 年受疫情衝擊影響。圖 4.1.13 及圖 4.1.14 中統計 2022 年週年慶與非週年慶尖峰時段車流量排名前 5 名路段。在 2022 年非週年慶尖峰期間車流量最多路段為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向，路段編碼為 6078930500050B 車流量有 4,686 輛，同路段在 2021 年非週年慶尖峰期間車流量為 2,077 輛，相比之下 2022 年車流量多 2.26 倍，成長約 125.6%；其次第二多路段編碼為 6076270700090B，為臺灣大道三段(文心路三段-惠中路)往西方向車流量於尖峰時段有 4,613 輛；尖峰時段第 3 至 5 名路段分別為臺灣大道二段(文心路二段-大墩路)往東方向、臺灣大道二段(何厝街-文心路三段)往西方向、臺灣大道二段(惠中路一段-文心路二段)往東方向。

在 2022 年週年慶尖峰期間車流量最多路段為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向，路段編碼為 6078930500050B 車流量有 5,737 輛，同路段在 2021 年週年慶尖峰期間車流量為 2,156 輛，相比之下 2022 年車流量多 2.66 倍，成長約 166.1%；其次第二多路段編碼為 6076260700000B，為臺灣大道二段(何厝街-文心路三段)往西方向車流量於尖峰時段有 5,060 輛；尖峰時段第 3 至 5 名路段分別為臺灣大道三段(文心路三段-惠中路)往西方向、環中路三段(市政南一路-公益路二段)往南方向、環中路三段(市政路-市政南一路)往南方向。

由於 2022 年週年慶與非週年慶(10-12)尖峰時段車流量最多路段為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向，但若尖峰時段關鍵路徑受百貨週年慶影響，路段應會整條呈現深紫色並延伸至百貨公司周遭路段，實際觀察環中路三段並無延伸至百貨周遭的臺灣大道，而判斷環中路三段一般道路壅塞並非受到百貨週年慶影響，主要受影響路段以臺灣大道三段為主。

表 4.1-10 週年慶與非週年慶期間(尖峰)車輛旅運關鍵路徑分析

期間/年	週年慶期間(10-12 尖峰)	非週年慶期間(10-12 尖峰)
2021		

期間/年	週年慶期間(10-12 尖峰)	非週年慶期間(10-12 尖峰)
2022		

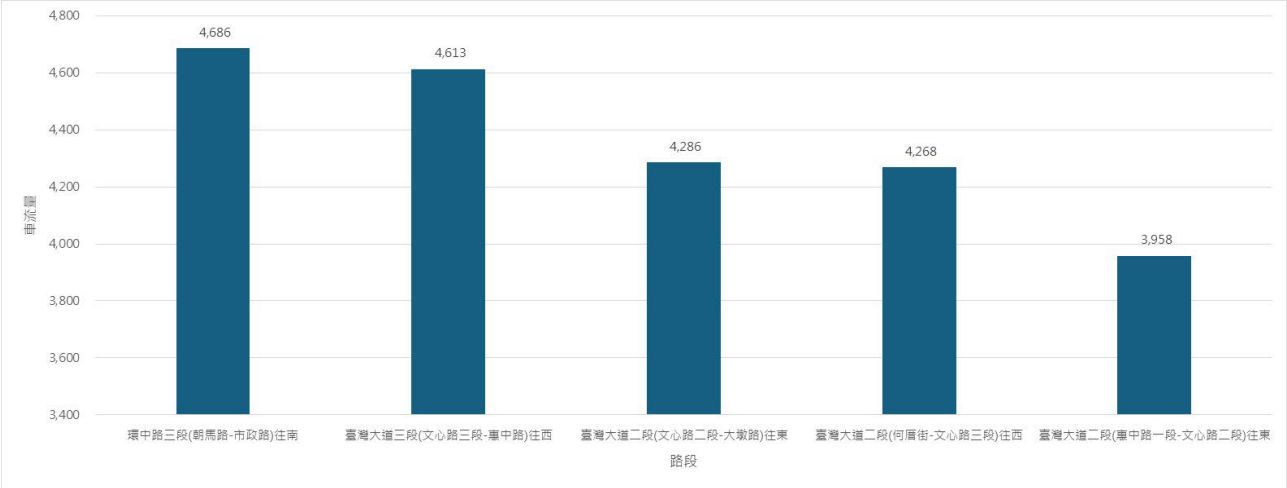


圖 4.1.13 2022 年非週年慶(尖峰)期間車流量排名前 5 名路段統計

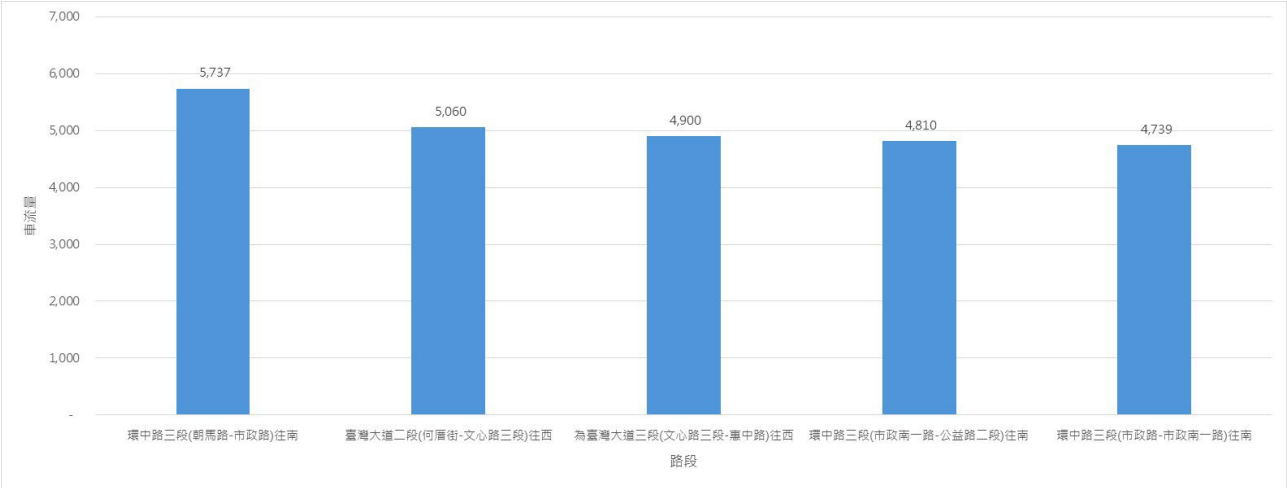


圖 4.1.14 2022 年週年慶(尖峰)期間車流量排名前 5 名路段統計

從上述分析推測 2021 年受疫情衝擊影響，不論是非週年慶或週年慶期間車流量皆比 2022 年少，也發現到以整體而言 2022 年車流量多之路段主要集中在臺灣大道三段/二段(黎明路二段-何厝街)之間的範圍，轉彎分支以右轉進入新光、遠百(惠中路-市政北七路)為主，尖峰時段車流量最多之路段雖為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向，但

由於環中路三段距離百貨公司較遠，加上從路徑分析圖觀察並無呈現深紫色並延伸至百貨公司周遭路段，因此判斷尖峰時段流量輛最多之環中路三段為一般道路壅塞狀況。

圖 4.1.15 為 2021、2022 年週年慶與非週年慶期間各時段平均流量變化分析，圖中縱軸表示平均流量，橫軸表示 24 小時，圖例中不同顏色折線圖代表 2021、2022 年週年慶與非週年慶分析時間。從中發現 2022 年不論是週年慶或非週年慶流量均高於 2021 年，推測 2021 年因疫情影響使流量相對 2022 年低，進一步觀察車流尖峰時段可發現 4 個區間皆以 10-13 點最高，其次為 16-19 點，當中車流最多時段為 2022 年週年慶的 11 點，平均車流量可上漲至 5,661 輛，相比同年非週年慶期間平均車流量為 4,757 輛，平均車流量增加約 1.19 倍，成長約 19%。

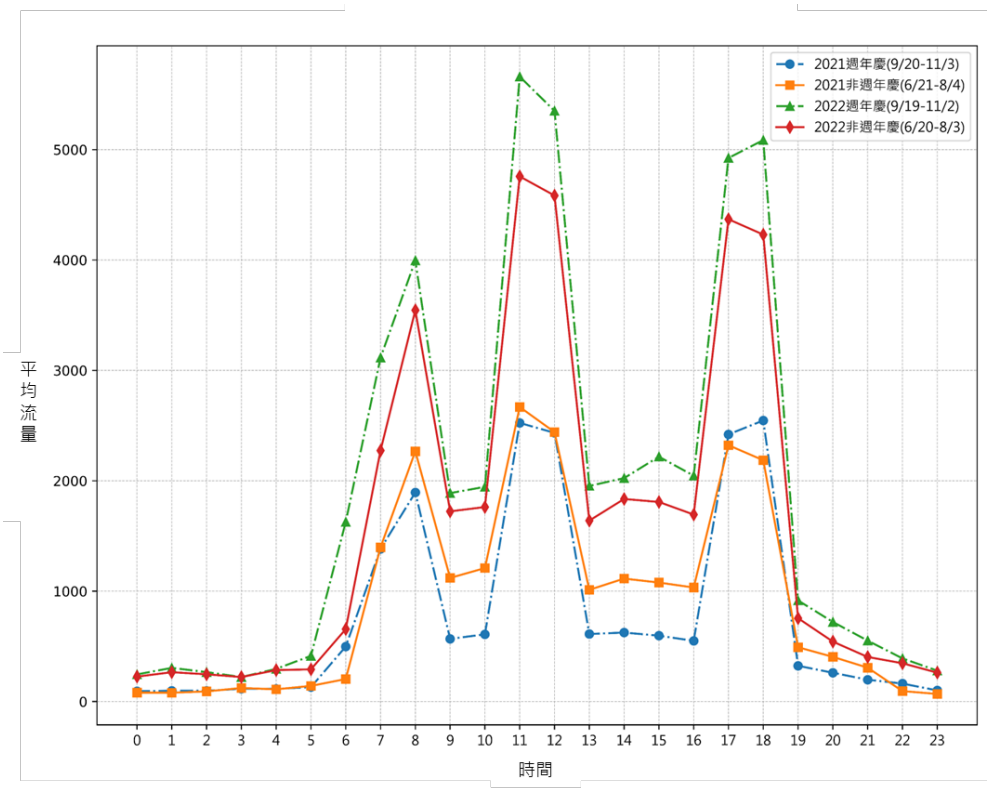


圖 4.1.15 各時段平均流量變化

為觀察週年慶與非週年慶期間車流量變化趨勢，下方以年度分析 2021、2022 年週年慶與非週年慶期間之車流量狀況。表 4.1-11 為 2021 與 2022 年週年慶期間每日時段車流量統計表。表中發現 2022 年每日平均車流量與 2021 年相比均呈現上漲，從早上 6 點開始呈現上坡，車流差異從 1,129 輛開始成長，直到中午 11 點達到尖峰為 3,137 輛後則慢慢舒緩走向下坡至 1,496 輛，傍晚 16 點起車流量又開始成長至 2,540 輛。就車流量年成長率而言，平均成長約 175.5%，最高則為下午 3 點及 4 點，2022 年較 2021 年成長約 271.8%。

表 4.1-11 2021 與 2022 年週年慶期間每日時段車流量統計表

時間	2021 年(輛)	2022 年(輛)	車流量差異(輛)	車流量年度成長率
0	94	246	152	162%
1	98	305	207	211%
2	98	267	169	172%
3	116	222	106	91%
4	115	296	181	157%
5	131	414	283	216%
6	498	1,627	1,129	227%
7	1,383	3,115	1,732	125%
8	1,894	3,996	2,102	111%
9	568	1,888	1,320	232%
10	609	1,945	1,336	219%
11	2,524	5,661	3,137	124%
12	2,434	5,351	2,917	120%
13	612	1,953	1,341	219%
14	625	2,024	1,399	224%
15	597	2,218	1,621	272%
16	550	2,046	1,496	272%
17	2,420	4,924	2,504	103%
18	2,546	5,086	2,540	100%
19	324	916	592	183%
20	261	721	460	176%
21	198	552	354	179%
22	163	391	228	140%
23	101	280	179	177%

表 4.1-12 為 2021 與 2022 年非週年慶期間每日時段車流量統計表。表中發現 2022 年非週年慶期間每日時段平均車流量與 2021 年比較呈現上漲，從早上 8 點開始呈現上坡車流量差距為 1,278 輛，直到中午 12 點達到尖峰車流差異為 2,143 輛，傍晚 17、18 點時才又開始湧入車流，晚上 19 時車流量則大幅縮減至 263 輛，明顯可看出較大車流量之差異均落於上班、中午休息及下班時段。就車流量年成長率而言，平均成長約 109.8%，相較週年慶期間的車流量成長率減少約 65.9%。

表 4.1-12 2021 與 2022 年非週年慶期間每日時段車流量統計表

時間	2021 年(輛)	2022 年(輛)	車流量差異(輛)	車流量年度成長率
0	81	226	145	179%
1	80	266	186	233%
2	92	247	155	168%
3	123	222	99	80%
4	111	285	174	157%
5	142	292	150	106%
6	204	656	452	222%
7	1,397	2,274	877	63%
8	2,267	3,545	1278	56%
9	1,120	1,723	603	54%
10	1,209	1,762	553	46%
11	2,668	4,757	2,089	78%
12	2,441	4,584	2,143	88%
13	1,012	1,639	627	62%
14	1,114	1,835	721	65%
15	1,078	1,808	730	68%
16	1,033	1,694	661	64%
17	2,322	4,369	2,047	88%
18	2,186	4,230	2,044	94%
19	492	755	263	53%
20	405	543	138	34%
21	307	404	97	32%
22	95	347	252	265%
23	69	262	193	280%

表 4.1-13、表 4.1-14 以同年度觀察週年慶與非週年慶期間之車流量變化趨勢。從表 4.1-13 中可發現 2021 年非週年慶部分時段車流量反而相對週年慶高，例如從上午 7 至下午 16 點車流量皆高於週年慶期間，差異最大為早上 9、10 點相差 552 輛及 600 輛，此種差異均落於上班、中午休息及下班時段。就成長率而言 2021 年成長率最高為上午 6 點，最低為上午 10 點，平均為-3.5%，以整體而言 2021 年車流量有負成長趨勢。

表 4.1-13 2021 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計表

時間	2021 年週年慶(輛)	2021 年非週年慶(輛)	車流量差異(輛)	車流量成長率
0	94	81	13	16%
1	98	80	18	23%
2	98	92	6	7%
3	116	123	-7	-6%
4	115	111	4	4%
5	131	142	-11	-8%
6	498	204	294	144%
7	1,383	1,397	-14	-1%
8	1,894	2,267	-373	-16%
9	568	1,120	-552	-49%
10	609	1,209	-600	-50%
11	2,524	2,668	-144	-5%
12	2,434	2,441	-7	0%
13	612	1,012	-400	-40%
14	625	1,114	-489	-44%
15	597	1,078	-481	-45%
16	550	1,033	-483	-47%
17	2,420	2,322	98	4%
18	2,546	2,186	360	16%
19	324	492	-168	-34%
20	261	405	-144	-36%
21	198	307	-109	-36%
22	163	95	68	72%
23	101	69	32	46%

表 4.1-14 中可發現 2022 年週年慶期間車流量較非週年慶期間高，因此判斷表 4.1-13 中 2021 年分析不排除受疫情影響使車流量變少。而在表 4.1-14 中可看出 2022 年車流差異最大為上午 6 點、11 點，差距分別為 971 輛及 904 輛。就成長率而言 2022 年平均落於 23.9%，最低為凌晨 3 點，最高則為上午 6 點，2022 相較 2021 年成長率多 27.4%。

表 4.1-14 2022 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計表

時間	2022 年週年慶(輛)	2022 年非週年慶(輛)	車流量差異(輛)	車流量成長率
0	246	226	20	9%
1	305	266	39	15%
2	267	247	20	8%
3	222	222	0	0%
4	296	285	11	4%
5	414	292	122	42%
6	1,627	656	971	148%
7	3,115	2,274	841	37%
8	3,996	3,545	451	13%
9	1888	1723	165	10%
10	1,945	1,762	183	10%
11	5,661	4,757	904	19%
12	5,351	4,584	767	17%
13	1,953	1,639	314	19%
14	2,024	1,835	189	10%
15	2,218	1,808	410	23%
16	2,046	1,694	352	21%
17	4,924	4,369	555	13%
18	5,086	4,230	856	20%
19	916	755	161	21%
20	721	543	178	33%
21	552	404	148	37%
22	391	347	44	13%
23	280	262	18	7%

經上述現況趨勢分析結果，發現 2021 年受疫情影響，使車流量相對較少。2022 年週年慶期間每日時段平均車流量與 2021 年週年慶相比，每日時段平均車流量呈上漲趨勢，尤其新光、遠百開幕時間為 11 點，在 2021、2022 年週年慶期間車流量最多之最尖峰小時落於 11-12 點間，且主要集中在臺灣大道(黎明路二段-何厝街)，轉彎分支以右轉進入新光、遠百(惠中路-市政北七路)為主。

五、分析結果比較彙整

根據前述分析結果顯示，在 2021 及 2022 年週年慶與非週年慶之車流量分析結果中，可發現 2021 年受疫情因素影響，與 2022 年相比不論是週年慶或非週年慶期間，2022 年的車流量皆相對增加，其中在 2022 年週年慶期間平均成長約 175.5%；非週年慶期間平均成長約 109.8%，各時段增加幅度如圖 4.1.16 及圖 4.1.17 所示。

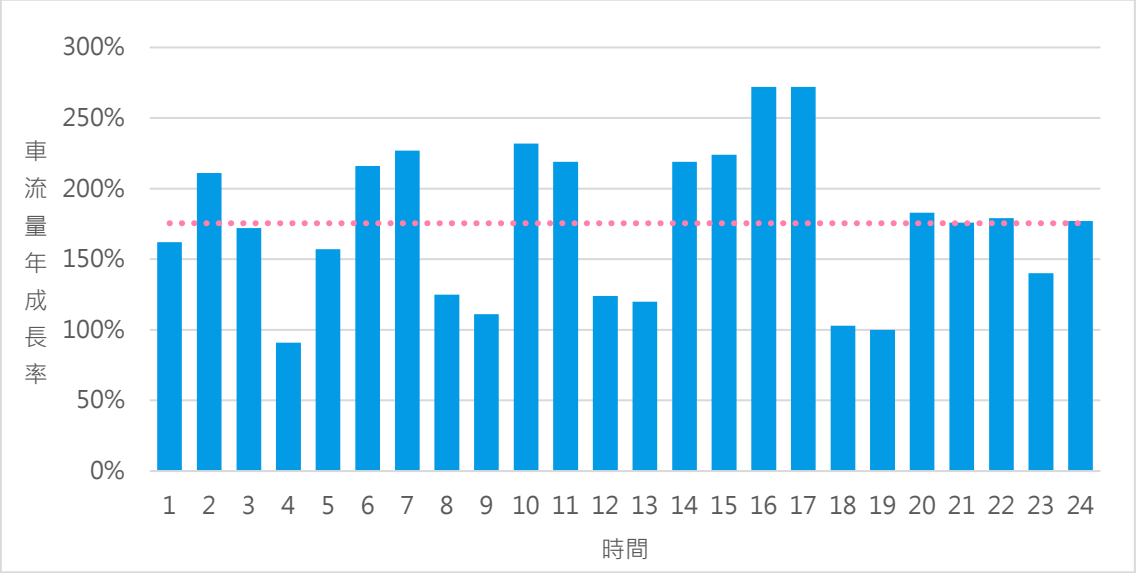


圖 4.1.16 2021 年與 2022 年週年慶每日時段車流量年成長率變化

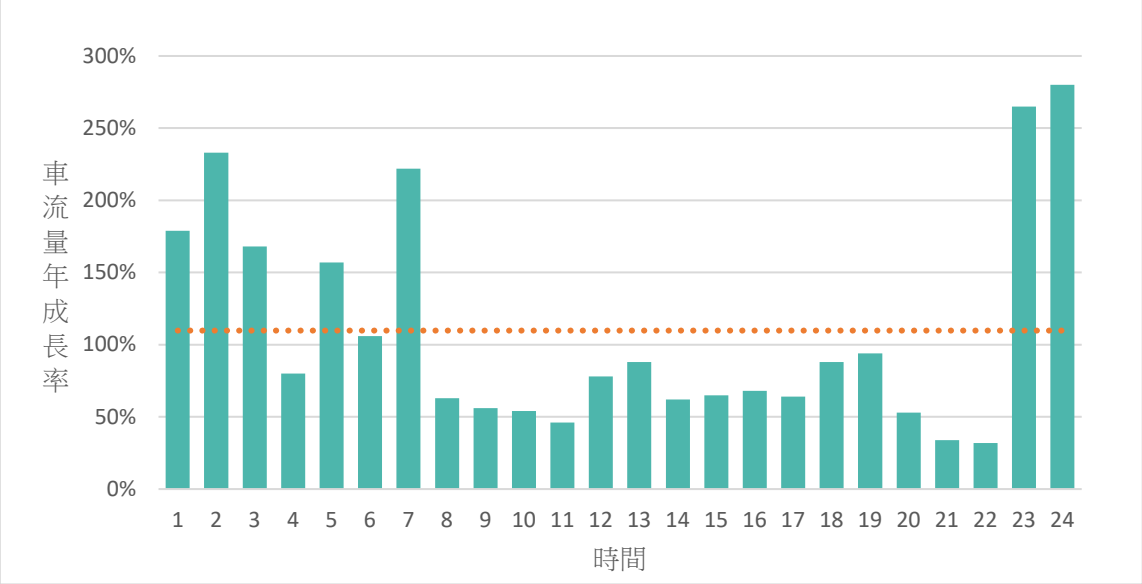


圖 4.1.17 2021 年與 2022 年非週年慶每日時段車流量年成長率變化

從表 4.1-9 車輛旅運關鍵路徑分析中可發現，以整體而言 2022 年車流量最多之路段以臺灣大道三段/二段為主，路段範圍集中在黎明路二段-大墩路/何厝街之間，比較 2022 年排名前 5 路段統計結果，如圖 4.1.11、圖 4.1.12 顯示 2022 年非週年慶車流量最

多路段為臺灣大道三段(文心路三段-惠中路)往西方向，路段編碼為 6076270700090B；週年慶為臺灣大道二段(何厝街-文心路)往西方向，路段編碼為 6076260700000B，轉彎分支以右轉進入新光、遠百後方停車場(惠中路-市政北七路)為主。

以 10:00-12:00 尖峰時段而言，2022 年車流量最多路段以環中路三段為主，路段範圍集中在朝馬路-市政路間，比較 2022 年尖峰時段排名前 5 路段統計如圖 4.1.13、圖 4.1.14 顯示 2022 年非週年慶與週年慶尖峰時段車流量最多路段為環中路三段(朝馬路-市政路)往南方向，路段編碼為 6078930500050B，在尖峰時段路徑分析中雖以環中路三段車流量較多，但由於環中路三段與臺灣大道相比距離百貨公司較遠，加上從路徑分析圖觀察並無呈現深紫色並延伸至百貨公司周遭路段，因此判斷尖峰時段流量輛最多之環中路三段為一般道路車流量多之樣態，影響百貨周遭路段仍以臺灣大道為主要路段，轉彎分支以右轉進入新光、遠百後方停車場(惠中路-市政北七路)為主。

綜合前述關鍵路徑分析結果，本節歸納出 5 條週年慶期間主要關鍵路徑分別為臺灣大道三段/二段(黎明路二段-何厝街/大墩路)、河南路三段(臺灣大道-市政路)、市政路(河南路三段-文心路)、惠中路一段(臺灣大道二段-市政路)及市政北七路(惠中路一段-河南路三段)，如圖 4.1.18 所示。由於新光、遠百兩間百貨緊鄰坐落於臺灣大道三段上，加上兩間百貨停車場位於臺灣大道三段往東慢車道右轉方向至惠中路一段、市政北七路，因此對於週年慶期間影響最為重要，車流也最多，後續針對這 5 條週年慶期間車流量較多的關鍵路徑，當後續有週年慶活動舉辦時，即可提供管理單位進行人力分配規劃或管理方案研擬之參考。

圖 4.1.18 百貨週年慶期間主要關鍵路徑

此外，為輔助都市地區道路非常態車流速率預測作業，圖 4.1.19 統計新光、大遠百 2 公里範圍內的 LinkID 路段數量與進行關鍵路徑分析後歸納出 5 條路徑的 LinkID 數量比較，發現到若無關鍵路徑分析去歸納主要路徑提供車流速率預測參考，原本需要針對 1096 條路段逐一進行預測，而透過關鍵路徑分析後找出主要影響路徑只需針對 57 條路段 LinkID 歸納出的 5 條路徑進行預測，大幅減少車流預測作業的時間及人力成本。

本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析，以新光、遠百百貨週年慶活動為分析場域，透過蒐集新光、遠百範圍 2 公里範圍內 GVP 資料、交通部路段編碼圖資、臺中市圖資，經過資料預處理流程後，媒合 GVP 資料與路段編碼，使每一點 GVP 資料能對應到路段編碼作為關鍵路徑分析使用。根據分析結果顯示，週年慶期間主要影響關鍵路徑歸納為 5 條分別為臺灣大道三段/二段(黎明路二段-何厝街/大墩路)、河南路三段(臺灣大道-市政路)、市政路(河南路三段-文心路)、惠中路一段(臺灣大道二段-市政路)及市政北七路(惠中路一段-河南路三段)，提供後續百貨週年慶活動時，輔助交管進行人力資源分配管理，以及 4.2.2 節都市地區道路非常態車流速率預測作業之參考應用。

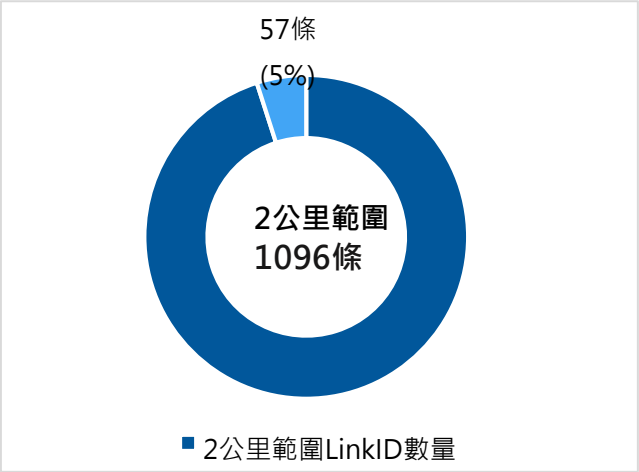


圖 4.1.19 分析場域 2 公里範圍 LinkID 路段與關鍵路段統計

4.1.4小結

本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析，以新光、遠百百貨週年慶活動場域為案例，蒐集新光、遠百範圍 2 公里範圍內 GVP 資料、交通部路段編碼圖資、臺中市縣市圖資，經過資料預處理作業流程後，媒合 GVP 資料與路段編碼，使每一點 GVP 資料能對應到路段編碼作為關鍵路徑分析使用。根據分析節結果顯示，2022 年週年慶期間相較 2021 年平均成長約 175.5%、非週年慶成長 109.8%，由於 2021 年受疫情影響使整體車流量相較 2022 年少；以 2022 年百貨週年慶期間發現，車流影響的關鍵路段主要以臺灣大道三段/二段為主，右轉彎分支以進入新光、遠百後方停車場(惠中路-市政北七路)為主，

進一步歸納出車流量特別多的 5 條路徑分別為臺灣大道三段/二段(黎明路二段-何厝街/大墩路)、河南路三段(臺灣大道-市政路)、市政路(河南路三段-文心路)、惠中路一段(臺灣大道二段-市政路)及市政北七路(惠中路一段-河南路三段)，針對這 5 條主要影響路徑，除了作為後續非常態車流速率預測之範圍外，後續可輔助管理單位進行人力分配規劃或管理方案研擬之參考。

此外，本計畫百貨週年慶關鍵路徑分析，現階段所蒐集之 GVP 資料為 2021、2022 年週年慶期間與非週年慶期間之資料，後續若資源充足下可考慮擴大資料蒐集時間進行分析。關鍵路徑分析目前於本計畫中主要配合都市地區非常態車流速率預測模式進行，場域以臺中市七期百貨週年慶活動為主，透過事前分析歸納出車流特別壅塞之主要路徑，作為後續非常態車流速率預測模式構建範圍之參考，未來亦可考量針對不同類型大型活動進行分析應用。

4.2 大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫

大型活動屬於非重現性事件，因人潮大量聚集於同一地點，易產生網路使用超載之問題，加上大量人潮短時間湧入導致交通狀況亦相對複雜。在網路技術提升至 5G 後，具備高頻寬、低延遲及大量物聯網連結等優勢，可提供更快速與及穩定的網路品質，本計畫預計結合 5G 通訊技術掌握大型活動期間人潮及活動方向，並利用過往非重現之事件進行交通預測，使交通資料能夠活化並充分加值應用，首要藉由建構大型活動交通影響分析模式庫，預測舉辦大型活動期間到訪人數、旅次分佈情形、分時周邊道路衝擊分析等：其次建立交通疏導應變決策知識庫，依據前述分析結果給予交通疏導策略建議，以利管理者事前掌握活動區域周邊交通狀況與流量，並提前部署相關交通疏導策略，以期降低大型活動期間對周邊交通之影響。相關流程如圖 4.2.1 所示。

本章節首要說明大型活動定義與分類，其次說明模式庫構建與應用目的、模式庫核心運用架構，最後選擇一大型活動進行概念性驗證與實作。

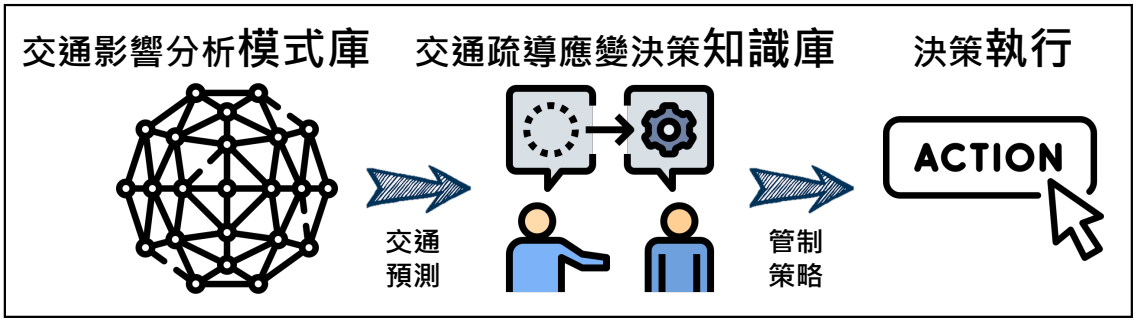


圖 4.2.1 大型活動交通影響分析模式庫及決策知識庫之執行流程示意圖

4.2.1大型活動定義與分類

一、何謂大型活動

大型群聚活動參考各國文獻甚少以人數多寡量化定義，大部分僅針對活動類型、形式予以分類，美國聯邦緊急事務管理署(Federal Emergency Management Agency, FEMA)規範之大型活動包括大型聚會及特別活動，係指有大量人潮聚集之非常態性社群活動，參與人數眾多及大量使用社會資源；世界衛生組織(World Health Organization, WHO)定義一個大型群眾活動是指在特定期間、特定地點，多數人為了特定目的而聚集所舉辦之活動；而根據 Harry H. Hiller、Martin Muller 的研究顯示，大型活動是短期、一次性、高知名度或固定且持續一段時間的活動，並非是一年一度的活動，而是具有獨特的一次性特徵，此活動將會吸引大量人潮，擁有巨大的媒體影響力、需負擔龐大的成本，對環境與人口影響很大，往往需要大量公共投資在基礎設施上，活動最終不一定在財務上取得收穫，但它將對經濟產生一定的影響。另外，國外學者 McDonnell, Johnny Allen, William O' Toole 將重大活動分類定義如下：

(一) 超大型活動

吸引全球媒體大篇幅報導，規模龐大到會影響整個社會經濟與發展，如世界盃足球賽、奧林匹克運動會、F1 賽車、世界博覽會等。

(二) 大型活動

經常性舉辦或偶爾舉辦，但時間有持續限制的活動，主要目的是為吸引民眾對於舉辦地的注意及興趣，進而創造當地產業的商機，如慕尼黑啤酒節、巴西里約嘉年華會。

(三) 重要活動

吸引相當數量的媒體報導、參觀人潮及經濟效益的各式活動，如節慶活動、展覽會等。

二、國內大型活動法令規範

根據上述定義，大型活動具有聚集大量人潮之特性，國內為確保舉辦大型群聚活動時，避免災害發生，能有更妥善的緊急應變作為，內政部消防署參考各國大型活動辦理準則及機制，盤點國內現行相關法令及作業準則頒布「大型群聚活動安全管理要點」，藉此強化事前活動安全整備工作，減少活動潛在風險，同時提供審核單位及場地主管單位指引，以檢核主辦單位的各項安全規劃是否妥善。本計畫針對國內現行法令規範與現

況大型活動進行資料蒐集，以利作為後續模式庫之構建之參考。

(一) 內政部消防署(104.11.02)

「大型群聚活動安全管理要點」第 3 條大型群聚活動指舉辦每場次預計參加或聚集人數達 1,000 人以上且持續 2 小時以上之下列活動：

1. 體育競技活動。
2. 演唱會、音樂會等演出或類似之娛樂活動(派對、祭、季等)。
3. 展覽(售)、人才招募會、博覽會等活動。
4. 燈會、花會、廟會、煙火晚會等活動。
5. 民俗節慶、原住民慶典等活動。
6. 其中，下列活動，不適用本規定：
7. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、娛樂場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區等，於其建築使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍內舉辦之活動。
8. 人民之婚、喪等社交、習俗活動。
9. 集會遊行法規範之集會、遊行等活動。

(二) 直轄市與縣(市)政府

根據內政部消防署「大型群聚活動安全管理要點」第 2 條，直轄市、縣(市)政府得參照規定，依轄區緊急應變能力及活動特性，訂定自治法規管理大型群聚活動。據瞭解國內各直轄市與縣(市)政府皆已於民國 106-109 年發布大型群聚活動安全管理自治條例或大型群聚活動安全管理要點，本計畫歸納彙整各縣市規範內容略有差異之部分如表 4.2-1 所示，並說明如下：

1. 活動聚集人數差異:除宜蘭縣定義人數為 600 人以外,國內其餘縣市皆以 1,000 人作為標準定義。
2. 適用項目差異：部分縣市大型群聚活動不包含體育活動、民俗節慶活動，如高雄市、臺中市與屏東縣，而根據地方特殊活動，亦於自治條例增加當地大型群聚活動之適用項目，如臺東縣熱氣球、水域遊憩等觀光嘉年華類活動、雲林縣與臺東縣農產銷售、行銷等農業推廣類活動。
3. 不適用項目差異：臺北市因包含眾多中央機關，故相對其餘縣市增加國家慶典、選舉活動與國際型賽事等，此不適用之項目則以集會遊行法、臺北市大型路外活動交通維持作業辦法方式辦理。

表 4.2-1 直轄市大型群聚活動適用項目彙整表

項次	法令名稱(發布日期)及定義	
	適用項目	不適用項目
一	**<u>臺北市大型群聚活動安全管理自治條例(107.05.24)</u>** 每場次預計聚集人數達 1,000 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 體育活動 2. 演唱會、音樂會等演出或類似之娛樂活動(派對、祭、季等) 3. 展覽(售)、人才招募(徵才)會、博覽會、園遊會等類似活動 4. 燈會、花會、煙火晚會等活動 5. 民俗節慶、原住民慶典等活動 6. 活動內容有影響公共安全之虞，經市政府公告指定者，視為大型群聚活動	1. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區或其他經市政府公告之場所，於其建築物使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍場所內所舉辦之活動 2. 婚、喪禮等活動 3. 依集會遊行法或臺北市民俗遶境、大型宗教慶典或類似活動標準作業程序規定辦理之活動 4. 國家慶典、選舉活動、總統就職典禮、國際性或全國性賽事 5. 維安層級非侷限於本市之活動
二	**<u>高雄市大型群聚活動安全管理自治條例(108.01.24)</u>** 每場次預計聚集人數達 1,000 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 演唱會、音樂會等演出或類似之營利性活動 2. 定點區域內之高空煙火活動 3. 其他經主管機關認定有危害公共安全之虞而公告之表演、助興等活動 4. 於主管機關公告易生危險場域舉辦之活動	1. 適用集會遊行法之集會、遊行 2. 婚禮或喪禮等活動 3. 民俗、遶境或大型宗教慶典活動 4. 國家慶典 5. 選舉活動 6. 國際性或全國性賽事 7. 於下列場所舉辦其日常業務範圍內之活動，包含體育場館、影劇院、音樂廳、寺、廟、教堂或壇場等宗教場所、百貨商場、展覽場所、觀光遊樂業園區、其他經主管機關公告之場所
三	**<u>臺中市民間辦理大型群聚活動安全管理自治條例(109.01.22)</u>** 每場次預計聚集人數達 1,000 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 體育競技活動 2. 演唱會、音樂會等演出或類似之娛樂活動 3. 展覽(售)、人才招募會、博覽會 4. 煙火晚會等活動 5. 其他有致生公共危險或活動內容、	1. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、娛樂場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區等依其原使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍內舉辦之活動 2. 宗教、民俗、婚喪喜慶活動

項次	法令名稱(發布日期)及定義	
	適用項目	不適用項目
	方法超出市政府應變能力之虞，經公告之活動	3. 集會遊行法規範之活動
四	**<u>宜蘭縣大型群聚活動安全管理自治條例(106.09.07)</u>** 每場次預計聚集人數達 600 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 體育競技活動 2. 演唱會、戲劇、音樂、舞蹈等表演藝術類活動 3. 展覽(售)會、人才招募會、就業博覽會等活動 4. 燈會、花會、煙火晚會、農產展售、行銷等農業推廣活動 5. 廟會、宗教、民俗節慶、慶典等 6. 其他經各執行機關指定並公告之大型群聚活動	1. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、娛樂場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區等，於其建築使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍內舉辦之活動 2. 人民之婚、喪等社交、習俗活動 3. 依集會遊行法應申請許可之集會、遊行活動
五	**<u>臺東縣大型群聚活動安全管理自治條例(106.06.28)</u>** 每場次預計聚集人數達 1,000 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 體育競技類活動 2. 戲劇、音樂、舞蹈等表演藝術類活動 3. 展售、展覽等促進經濟發展活動 4. 人才招募、就業博覽會等職業媒合類活動 5. 熱氣球、水域遊憩等觀光嘉年華類活動 6. 民俗、客家、宗教節慶類活動 7. 農產銷售行銷等農業推廣類活動 8. 原住民傳統祭儀類活動 9. 活動有新穎表演、助興方法致生公共危險之虞，或活動內容、方法有超出縣政府應變能力之虞時，得指定或公告為大型活動	1. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、娛樂場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區等在其原使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍內舉辦之活動 2. 婚、喪等社交活動 3. 依集會遊行法應申請許可之集會、遊行活動
六	**<u>雲林縣民間辦理大型群聚活動安全管理自治條例(107.11.29)</u>** 每場次預計聚集人數達 1,000 人以上，且持續 2 小時以上之活動	
	1. 演唱會、音樂會、燈會、跨年晚會、展覽會或其他類似活動 2. 校園活動、體育競技活動或其他類似活動	1. 體育場館、影劇院、音樂廳、宗教場所、娛樂場所、百貨商場、展覽場、觀光遊樂業園區等，於其建築使用用途、營業項目、興辦事業計畫之範圍內舉辦之

項次	法令名稱(發布日期)及定義	
	適用項目	不適用項目
	3. 農業博覽會、農業機械博覽會或其他類似活動 4. 民俗節慶、原住民慶典或其他類似活動 5. 人才招募或其他類似活動 6. 其他新穎性表演或助興方法有致公共危險之虞，或活動內容及方法超出縣政府應變能力，經公告為大型群聚活動者	活動 2. 人民之婚、喪等社交、習俗等活動 3. 依其他法令應申請許可、報備之活動

資料來源：本計畫彙整

三、國內大型群聚活動概況

針對上述國內法規之定義，概述國內大型群聚活動不同類型舉辦概況：

(一) 體育競技活動(體育活動)

國內大型體育競技活動多元，多數體育競賽皆於不同體育場館、校園舉辦，易大規模影響地區生活、交通與經濟之運動類型，以大型馬拉松影響最鉅，此活動考量路跑長度，容易對區域造成交通影響，參考國內每年路跑活動賽事，大小活動多達上百場次，其中，活動人數多達上萬跑者參與，包括臺北馬拉松(人數限制 28,000 人)、新北市萬金石馬拉松(人數限制 11,000 人)、臺灣米倉田中馬拉松(人數限制 16,500 人)、高雄富邦馬拉松(人數限制 26,000 人)、臺中國際馬拉松(人數限制 18,000 人)、臺南古都國際半程馬拉松(人數限制 16,000 人)等，皆為國內極具盛名之大型馬拉松活動。

(二) 演唱會、戲劇、音樂、舞蹈等表演藝術類活動

表演藝術類活動地點因累積聚集大量人口，尤以活動結束離場影響最鉅，國內目前大型活動場地包括臺北小巨蛋(容納人數 15,000)、林口體育館(容納人數 15,000)、高雄巨蛋(容納人數 15,000)、高雄世運主場館(容納人數 55,000)皆為演唱會或音樂活動熱門舉辦之處。另外，除特定場地外，大型表演藝術類活動亦包含特定期間舉辦之文藝活動，如屏東墾丁春吶、貢寮音樂祭、福隆沙雕藝術季等。

(三) 展覽(售)會、人才招募會、就業博覽會等活動

國內目前展覽會、就業博覽會等多數於特定場地舉辦，如臺北世貿展覽館、南港展覽館、臺中國際展覽館、高雄展覽館、大臺南會展中心等，因展覽類型屬特定族群，對於整體活動影響相對較低。

(四) 燈會、花會、煙火晚會等活動

1. 臺灣燈會為每年元宵節舉行之燈藝節慶活動，由交通部觀光局與各縣市政府共同主辦，每年於活動舉辦期間，皆吸引百萬人次共襄盛舉，如 2019 屏東燈會、2020 臺中燈會、2022 高雄燈會、2023 臺北燈會。
2. 花會為大型花卉、園藝等之活動，國內於 2010 年首次正式獲得國際園藝家協會及國際展覽局認證授權舉辦的 A2/B1 級國際園藝博覽會，於臺北市境內舉行，總費用達到 135.91 億，展期結束後，部分展區改為常設繼續開放參觀，並更名為花博公園。第 2 次大型花卉博覽會則於 2018 年在臺中市舉辦。
3. 煙火晚會為每年定期於不同縣市舉辦之大型活動，易發生於跨年或特殊節日，如各縣市跨年晚會、大稻埕煙火秀等。

(五) 民俗節慶、原住民慶典等活動

民俗節慶與原住民慶典活動為針對既有節慶舉行之地方特色活動，如平溪天燈、鹽水蜂炮、端午龍舟競賽、中元祭、達悟族飛魚季、阿美族豐年祭、卑南族年祭等。

(六) 其他大型活動

1. 國內第一場熱氣球嘉年華會於 2011 年在臺東縣舉辦，舉辦頻率為一年一次，活動期間遊客參與人數逐年增加，於 2020 年達逾 120 萬人次，為國內熱門大型活動之一。
2. 臺灣第一個縣市舉辦大型農業博覽會之地點為雲林縣，總投入費用達新臺幣 4.55 億，活動展期共 72 天，參與人次共計 92 萬人次，展期結束後，部分展區改為常設繼續開放參觀，並更名為農博公園。

4.2.2模式庫構建及應用目的

有鑑於活動人數、運具選擇、旅次分布方向及到訪時間為影響交通效率及管制作為之關鍵，而過往受限於網路技術及預算成本等考量，多以單位面積法概算活動總人數，以主辦單位經驗規劃管制範圍、替代停車場選擇等交維措施。然而此等作法可能使分析結果未能實際貼近實際狀況，故本計畫隨著網路技術提升，應用手機信令資料(Cellular-Based Vehicle Probe, CVP)分析技術以及應用最短路徑交通量指派模式，建立交通影響分析模式庫，以提升預測活動旅次行為之精準度。透過此交通影響分析模式庫之結果，不僅可掌握活動期間總旅次需求以及其分布情形，亦能透過半動態指派考量不同時段旅次於路網遞延之影響，更精準地掌握活動期間周邊道路的分時交通量分布與變化情形，以進一步針對活動期間採取之管制措施或相關應變策略時提供更完善的方案分析

結果。茲將交通影響分析模式庫之執行流程如圖 4.2.2 所示。

資料來源：本計畫繪製

圖 4.2.2 交通影響分析模式庫執行流程

綜上所述，本計畫將依據前述分析結果建立交通疏導應變知識庫，給予管理者交通疏導策略建議。考量活動管制範圍、軌道場站接駁車需求規劃與外圍攔截停車場規劃為影響交通順暢之關鍵交維策略，本計畫期可透過前述對於活動人數、旅次分布之掌握精準度提升，推估活動會場往返軌道場站之接駁車需求，同時量身規劃活動管制範圍，以科學評估的方式取代經驗法則；而針對外圍攔截停車場，則希望透過交通分析模式庫預測結果，提出停車需求缺口總數預測與各方向停車需求預測，以利完善發揮攔截停車場之作用，避免某一來向之攔截停車場負荷過重或空閒，額外增加繞行動線。有關交通分析模式庫與疏導應變知識庫預期的產出內容如表 4.2-2 所示。

表 4.2-2 大型活動交通分析模式庫與應變知識庫預期產出內容

產出項目	交通影響分析模式庫	交通疏導應變知識庫
說明	1. 大型活動總人旅次量(全日/分時)推估 2. 活動期間分時人旅次與車旅次分布 3. 活動期間周邊道路之分時交通量、速率與道路服務水準分析 4. 會場往返軌道場站之分時接駁車需求推估 5. 各方向汽機車分時停車需求推估	1. 提出交通管制範圍建議(包含人與車) 2. 針對會場往返軌道場站之接駁車需求，提出接駁車所需車數與路線規劃 3. 針對各來車方向之停車需求，提出攔截停車場數量建議

4.2.3模式庫核心運作架構

交通影響分析模式庫之建構主要有以下幾個步驟:首先利用巨觀模式掌握研究範圍內整體路網以及相關路網基礎屬性資料，並配合大型活動地點周邊道路細化路網建置；其次，透過手機信令資料取得過去活動期間之旅次需求量，並利用臺中捷運全系統每月日均運量，以推估未來活動期間分時人旅次需求量與其旅次分布情形；第三步驟：於掌握整體路網上各起迄間之路徑庫資訊與整體路網在活動期間之分時旅次分布需求後，進一步應用路徑交通量指派模式，因應本計畫活動期間道路管制計畫，同時透過半動態指派考慮不同時段旅次於路網遞延之影響，於各時段進行指派分析，以推估活動期間整體路網之分時路段流量及服務水準，作為後續規劃相關交通疏導應變策略及擬定相關管制措施之參考依據。

本計畫於期末階段利用最短路徑交通量指派模式(傳統演算法)建置路徑指派模組，並與鼎漢工程顧問公司內部研發的 AI 路徑交通量指派模式結果(本計畫期中階段所使用之交通量指派模式)進行相互比較。同時，本計畫後續亦透過調整公路路網參數，將模式產出之路段速率與 GVP(GPS-Based Vehicle Probe)資料的實際路段速率進行對比驗證，以期本計畫最終給付最短路徑交通量指派模式具備合理之預測能力，進而反映活動期間周邊道路的實際路況。茲將大型活動最短路徑交通量指派模式與 AI 路徑交通量指派模式之建構流程繪製如圖 4.2.3 和圖 4.2.4 所示，兩者之差異在於：前者的模式建置較為單純；而後者則需依據過往模型的路徑指派結果建立路徑庫，以作為 AI 模式的訓練與測試集，從而完成模型的訓練。

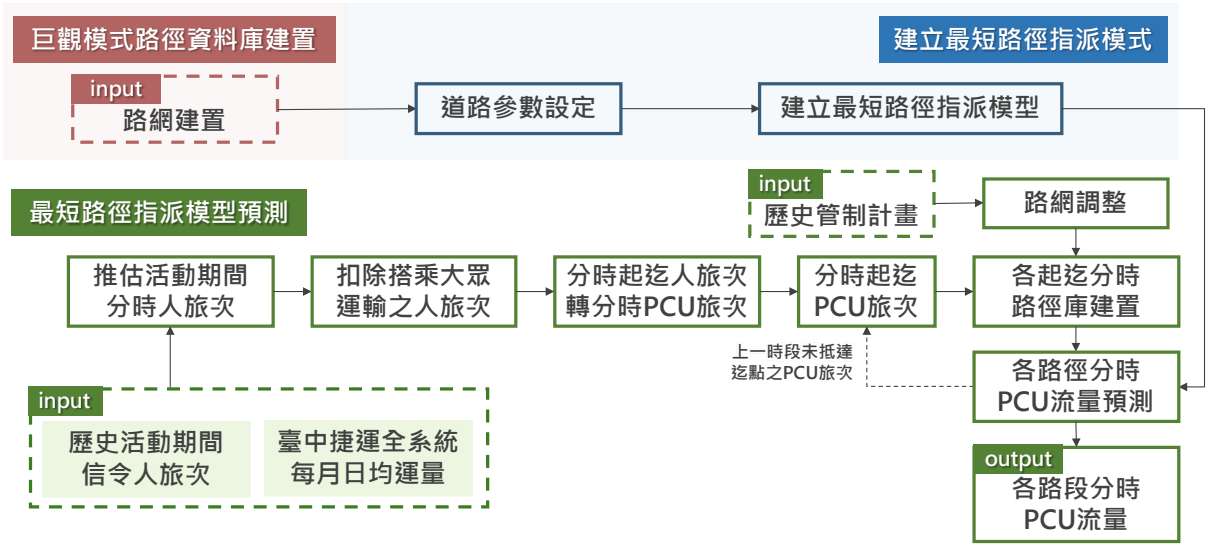


圖 4.2.3 交通影響分析模式庫(最短路徑交通量指派模式)之建構流程

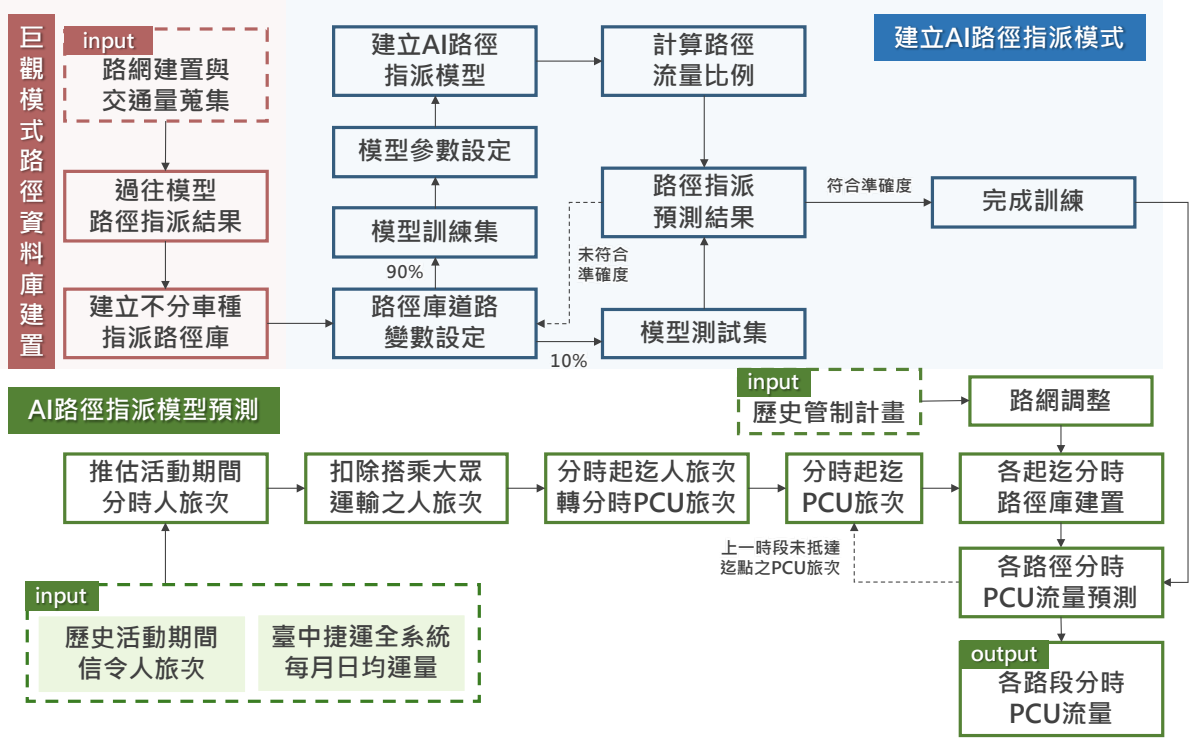


圖 4.2.4 交通影響分析模式庫(AI 路徑交通量指派模式)之建構流程

一、手機信令資料

近年來公私部門經常性地透過手機信令資料迅速掌握活動熱點與到訪人潮，在區域旅次特性資料掌握上，除透過旅次特性調查問卷取得用路人實際旅次目的與其採用之運具外，更加以利用手機信令資料進行輔助分析，以掌握整體旅次需求量，可見透過信令資料掌握用路人之旅次行為具有一定可利用價值。而手機信令相較於問卷調查具有即時、巨量之優勢，可快速掌握指定範圍之旅次需求與特性，更可反映特殊事件或大型活動事件下旅次行為變化與分布情形，故本計畫採用手機信令資料以作為掌握臺中市於大型活動期間之旅次起迄需求量與分布之基礎資料。

信令資料係以基地臺服務網格為單位，將基地臺訊號投射服務範圍利用三角座標進行定位，並透過空間地理資訊技術，依內政部最小統計分區，建立各分區圖資資料與其所屬之空間屬性對應資料，以利於基地臺所蒐集之數據進行空間化匹配與應用分析，因本計畫後續將以臺中水湳跨年活動當實作範例，故將臺中市以及跨年活動會場範圍手機信令資料網格切分示意圖繪製如圖 4.2.5 所示，並將手機信令資料處理流程圖繪製如圖 4.2.6 所示。

雖跨年活動舉辦地為水湳中央公園周邊，但本計畫考量到除參與跨年活動之旅次需求外，其餘因必要性通過或觀光需求等旅次皆會對全臺中市道路路網上交通量帶來變化與影響，故本計畫在手機信令資料蒐集之範圍為全臺中市，資料期間則為

2021/12/31~2022/1/1、2022/12/31~2023/1/1 兩年期跨年活動期間全日以及 2023/3/14~16 日平均平日資料。此外，本計畫亦蒐集 2023/12/31~2024/1/1 跨年活動期間的全日手機信令資料，供後續驗證本計畫推估 2024 年跨年活動旅次需求與實際旅次需求之用途。

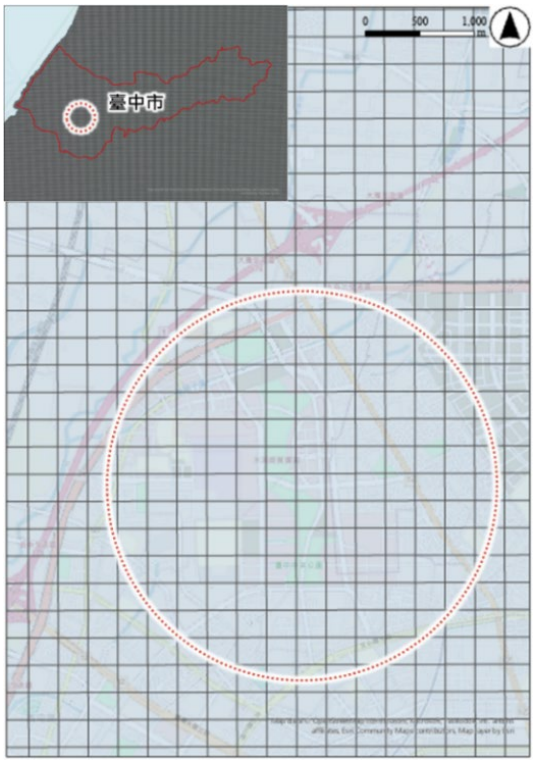


圖 4.2.5 行動數據網格切分示意圖

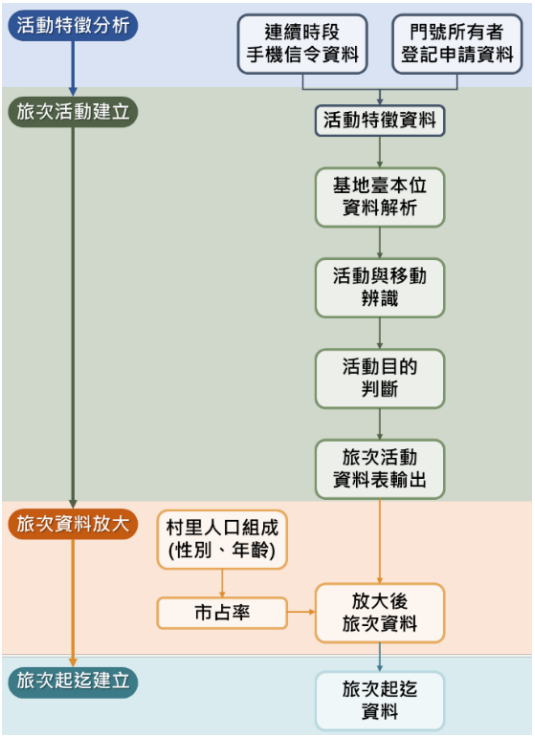


圖 4.2.6 手機信令資料處理流程圖

(一) 蒐集連續時段手機信令資料進行活動特徵分析

手機信令資料屬個人化資料，需透過長時段資料的觀察以及分析，因此本計畫蒐集連續平日計畫範圍內活動的信令資料，再配合門號所有者的登記申請資料，藉以釐清個別信號的活動特徵。

(二) 利用手機信令資料建立旅次活動資料

針對資料的處理與流程包含基地臺本位資料解析、活動與移動點辨識、活動目的判斷、移動運具(機動與非機動)判讀、旅次活動資料表輸出，如圖 4.2.7 所示。

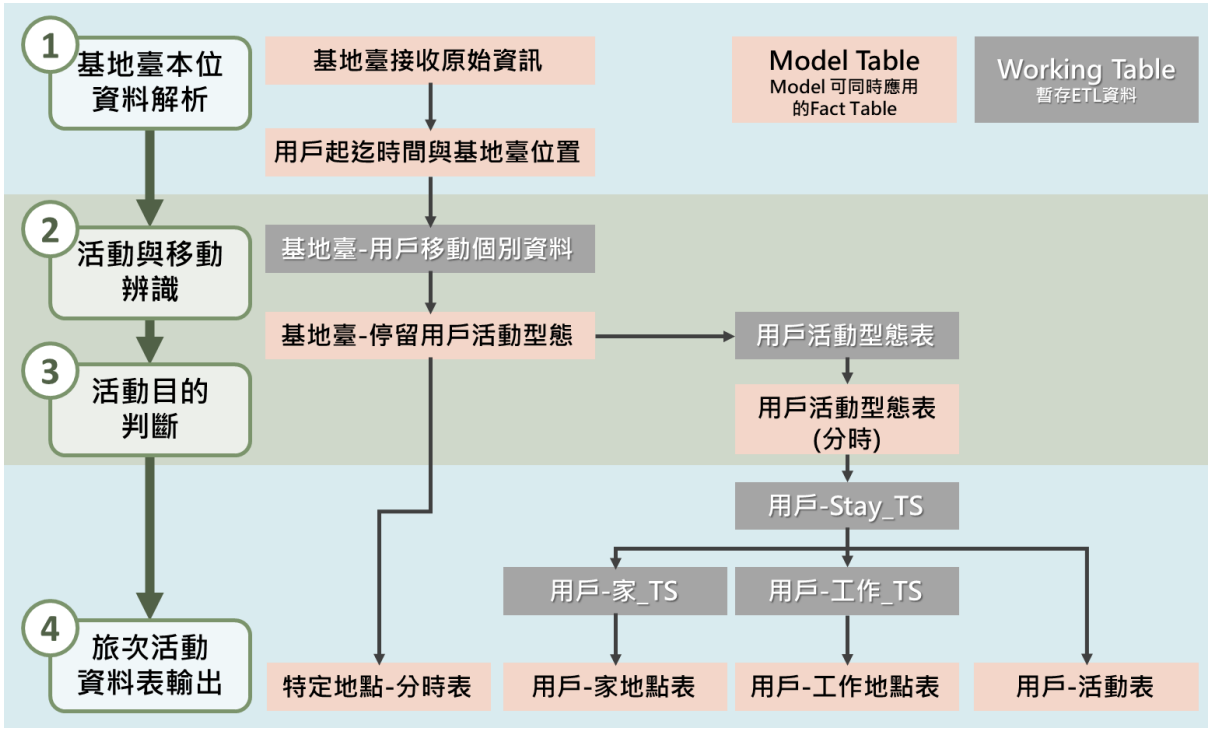


圖 4.2.7 旅次活動資料建立流程圖

(三) 以村里為分析單元進行旅次資料放大處理

將透過社會經濟資料服務平臺取得村里資料為基礎分析單元，將村里中的人口組成，依其性別、年齡層進行區分，再依據取得手機信令資料於該村里單元各人口結構群組的市占率進行放大處理，若有樣本數過少之情形，再以鄰近村里樣本進行插補。

(四) 建立旅次起迄資料

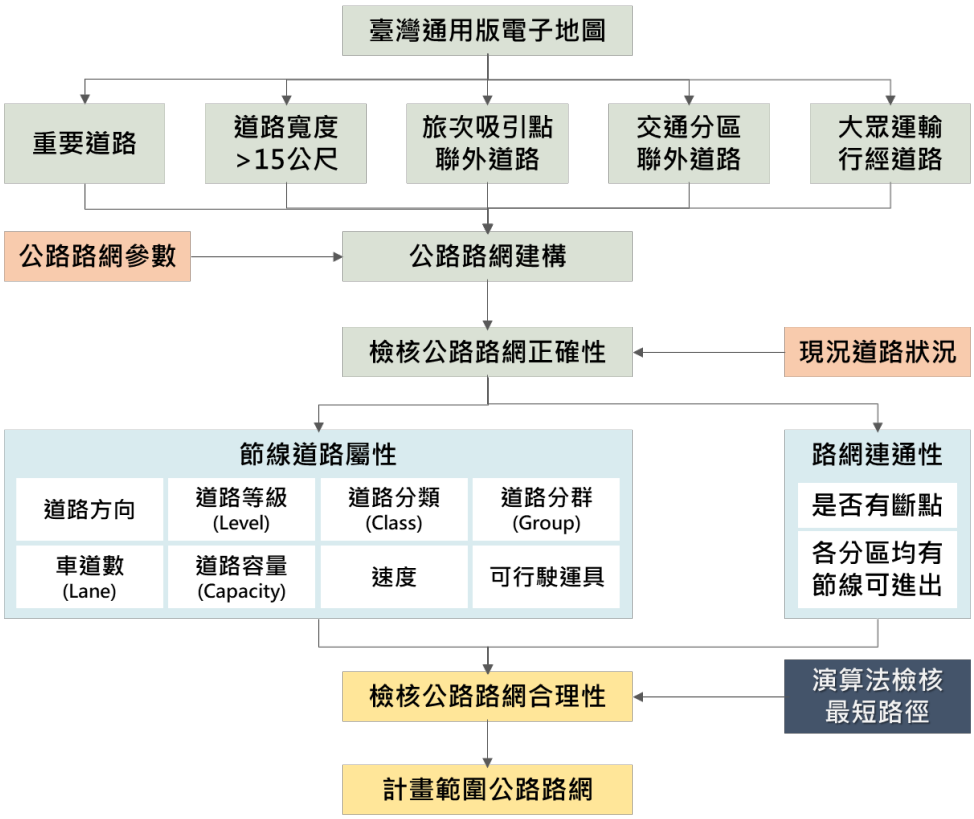
本計畫之手機信令資料係以個人資料為旅次分析與放大基礎，分別分析臺中市整體跨年期間旅次量、起迄分布、活動熱點，以掌握並分析臺中市大型活動期間之旅次特性，並作為後續大型活動交通影響分析模式庫之基礎輸入資料，有關透過信令資料掌握之旅次分析初步結果將於 4.4.4 節進行說明。

二、道路路網建置

本計畫透過最短路徑與 AI 路徑交通量指派模式預測大型活動期間臺中市路網之分時流量分布，透過掌握臺中市範圍內各起迄下所有可行路徑中，考量所有行經之路段道路屬性與用路人於路徑選擇時考量之影響變數。因此透過建置巨觀模型路網並設定相關道路變數，以供建置臺中市範圍路網起迄路徑庫相關變數使用。

巨觀模型路網建置主要係由公路路網中節線(Link)、節點(Node)、交通分區中心點(Centroid)所構成，節點為道路之交叉點，兩交叉點間之路段則為節線，而交通分區中心點代表交通分區的旅次產生及吸引點，為所有旅次之重心點。公路路網於運輸規劃模型中扮演之公用包含計算分區與分區間之最短路徑、行駛時間或行駛成本，以提供後續模擬各旅次分布所選擇之行駛路徑，藉此求得路網上所有旅次需求之交通量指派結果。

本計畫以內政部國土測繪中心「臺灣通用電子地圖」為基礎進行生活圈公路路網之建構，並參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」所設定之公路路網道路屬性參數，再依據現況道路狀況與大型活動道路管制計畫加以編修與檢核公路路網，另為有利於後續大型活動交通疏導應變決策知識庫所用，額外針對本計畫進行驗證之場域(水湳中央公園)周邊道路進行細化與編修，如圖 4.2.8 中所呈現之公路路網編修流程圖。



資料來源：本計畫繪製

圖 4.2.8 公路路網編修流程圖

(一) 公路路網建構

本計畫以內政部國土測繪中心之「臺灣通用電子地圖」為基礎，篩選出臺中市範圍內重要道路，並保留道路寬度較寬者、大眾運輸行經道路者、交通分區聯外道路者、旅次吸引點聯外道路者等，並透過 Google Map 街景現況、縣府或政府公開資料查詢平臺提供之道路資料進行道路檢核。本計畫路網建構以 GIS 軟體編修，路網建構原則說明如下：

1. 保留計畫範圍內重要道路以符合計畫範圍內交通特性。
2. 保留道路寬度多於 15 公尺。
3. 保留大眾運輸行經道路以供大眾運具通行。
4. 保留交通分區聯外道路以保持各交通分區進出之完整性。
5. 保留重要旅次吸引點聯外道路，以確保各交通分區人口聚集地之聯通性。
6. 同一路段以一條節線為原則，但高快速公路、高架道路則以兩條不同方向之單向節線建立。
7. 部分快慢分隔之道路予以簡化。

本計畫所建立之公路路網，如圖 4.2.9 所示，範圍涵蓋臺中市之國道、快速公路、省道、市道、區道與其他主要道路。

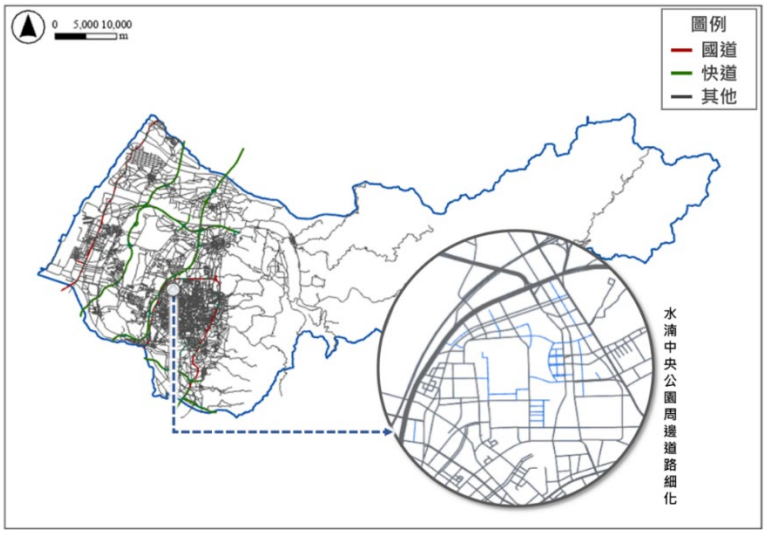


圖 4.2.9 臺中市簡化版公路路網(編修後)

(二) 公路路網參數

本計畫參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」所設定之路網參數建構本計畫範圍之公路路網，並根據現況道路進行路網更新與編修。

1. 道路等級(Level)

本計畫參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」將路網節線依照類型將公路路網等級劃分為高速公路、快速公路、匝道、市區道路(高干擾)、市區道路(中干擾)、市區道路(低干擾)、郊區道路(平原區)、郊區道路(丘陵區)、郊區道路(山嶺區)及單行道，其等級及等級說明詳如表 4.2-3 所示，公路路網屬性說明詳如表 4.2-4 所示。

表 4.2-3 公路路網節線等級

編碼	道路等級		等級說明
1	高速公路		國道主線，如：國道 1 號、國道 3 號等。
2	快速公路		服務等級低於國道，如：台 61 線、台 74 線等。
3	匝道		高速公路及快速公路之匝道。
4	市區道路	高干擾程度	指道路兩旁土地使用型態以商業使用為主，或道路兩側違規停車問題嚴重，如中正路、復興路三段、文心路一段等。
5		中干擾程度	指兩旁土地使用以非商業使用為主，或道路兩側無違規停車問題，如臺灣大道二段、文心南路、西屯路二段等。
6		低干擾程度	非以高中干擾程度道路則屬於低度干擾道路，如中棲路、環中路五段等。
7	郊區道路	平原區	位於平原區公路，公路經過之地域，地形平坦之省、縣、鄉道，如：台 1 線、縣道 127 等。
8		丘陵區	位於丘陵區公路，公路經過之地域，地形起伏之省、縣、鄉道，如：台 3 線、縣道 136 等。
9		山嶺區	位於山區公路，公路經過之地域，地形複雜之省、縣、鄉道，如：台 8 線、台 21 線等。
10	單行道		市區單行道，如中山路、成功路、光復路。

資料來源：「中臺區域整體運輸規劃系列研究」[21]，本計畫彙整

表 4.2-4 公路路網屬性說明表

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位名稱(英)	欄位名稱(中)
NO	節線編碼(13 碼)	ROADNAME	道路名稱
TypeNO	道路屬性碼(2 碼)	IMPT_DIR	(0,1)=(雙向,單行)
TSySet	可使用運具別	Length	道路長度(km)
FromNodeNO	節線起點編號	V0PrT	道路速率
ToNodeNO	節線迄點編號	CapPrT	道路容量
LEVEL	道路等級	NMT	禁行機車
CLASS	道路分類	NBUS	禁行公車
GROUP	道路分群	NTK	禁行大貨車
NumLanes	車道數	CAPACITY	道路容量
STATE_2022	2022 年跨年管制路段	STATE_2023	2023 年跨年管制路段

資料來源：「中臺區域整體運輸規劃系列研究」[21]，本計畫彙整

2. 道路分類(Class)

道路分類及容量界定係依據「道路型態」、「路邊干擾程度」等特性，區分為國/快道、高架路段、匝道、橋樑、隧道、市區道路/郊區道路等。市區道路依據兩旁土地使用、停車狀況商業活動情形，分為高干擾、中干擾及低干擾等三類，而郊區道路則根據地形，區分為平原、丘陵及山區，分類判斷原則歸納如下。

(1) 高速公路

國道高速公路主線，即臺灣通用電子地圖之中道路分類編碼為 HW 者。

(2) 快速公路/道路

省道快速公路主線及市區快速道路主線，即臺灣通用電子地圖之中道路分類編碼為 RE、1E 者，但排除匝道。

(3) 匝道

高速公路及快速公路附屬之匝道，即臺灣通用電子地圖之中道路分類編碼為 HU 者及 RE、1E 之中屬匝道者。

(4) 市區道路/郊區道路

套疊都市計畫圖，若屬於都市計畫區、非都市計畫區甲建/乙建以及農村區則歸屬於市區道路，其餘則為郊區道路。

(5) 平原/丘陵/山區

平原區係結合各種坡度之坡長、平曲線及豎曲線之路形下，貨車仍可維持與小客車幾乎相等的速度行駛之地形，一般而言其坡度未超過 1%；丘陵區為公路之平曲線及豎曲線的設計，迫使貨車以甚低於小客車之速率行進，但貨車速率尚未低到爬坡速率之地形；山嶺區為貨車只能以低速爬坡速度行駛之地形。

(6) 道路幾何特性

(A) 道路分隔

道路分隔型態分為有分隔與無分隔，其中有分隔包含中央分隔、快慢分隔等；無分隔則包含標線分隔、無分隔等。

(B) 行駛動線良好/不佳

考量道路幾何條件、號誌干擾、道路坡度與曲率、行駛速率快慢、車流運行交織情形、號誌影響程度。在國道屬性中，速限 90kph 以上為良好，

未達 90kph 為不佳。

(7) 干擾程度

(A) 低度干擾

無路邊干擾，號誌路口間隔距離大於 500 公尺，號誌與兩主要交叉路口之平均間隔距離大於 1,500 公尺，道路兩側之任一側無主要商業鬧區及違規停車、左轉迴繞、鐵路平交道、路幅寬度不一等情況之發生頻率較高。

(B) 高度干擾

平均號誌路口間隔距離小於 300 公尺，號誌與兩主要交叉路口之平均間隔距離大於 750 公尺，主要商業吸引區位於道路之一側或兩側，違規停車、左轉迴繞、鐵路平交道、路幅寬度不一等情況之發生頻率較高。

(C) 中度干擾

自由旅行速率、道路干擾程度、幾何特性介於高度干擾與低度干擾之間者。

3. 旅行成本參數

旅行成本函數(速率-流量曲線)為路網指派之基礎，反映路網節線之容量、車流擁擠(V/C)與速率(行駛時間)間之變化關係，將車流量對行駛時間之影響變化回饋至路徑選擇上，因此需藉由旅行成本函數及參數之設定，反映路網不同群組旅行成本變化。

本計畫參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」之函數分群與參數值，採取 BPR 函數(Bureau of Public Roads Function)建立旅行成本函數，函數式與分群設定方式說明如下。

(1) BPR 函數式

基本概念為速率=距離/時間，關係式如下：

$$S_i = S_o \times \left[1 + 0.15\left(\frac{V_i}{a \times C_i}\right)^n\right]^{-1}$$

其中，S_i：i類道路在流量V_i下之速度

S_o：i類道路之自由車流速度

C_i：i類道路之容量

a、n：參數值

因路網指派多以旅行時間作為路徑選擇之考量，而成本函數校估是利用跟車調查行駛時間，與計算某路段交通量／容量比，因各調查路段長度不同，為去除距離的影響因素，利用速率=距離／時間之關係式，可將式(1)轉換為旅行時間方程式，推導後之關係式如下，由關係式，可得知∝=0.15/an，而$\beta=$ n。

$$T_C = T_0 \times \left[1+\propto \left(\frac{V_i}{C_i}\right)^{\beta}\right]$$

其中，T_C：擁擠旅行時間

T_0：自由車流旅行時間

V：流量

C：容量

∝、β：參數值

(2) 旅行成本參數分群

旅行成本函數分群依道路類型、道路動線與干擾程度共可區分為 10 群，如表 4.2-5 所示。

本計畫參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」、實際道路速限等資料，建立S_o(道路i之自由車流速度)及∝、β參數值，如表 4.2-6 所示。

表 4.2-5 旅行成本函數分群表

道路分類	道路分群(GROUP)
走路、區心連線	0
高速公路	1
快速公路	2
匝道	3
市區道路-低干擾度	4
市區道路-中干擾度	5
市區道路-高干擾度	6
郊區道路-平原區	7
郊區道路-丘陵區	8
郊區道路-山區	9
市區單行道	10

資料來源：「中臺區域整體運輸規劃系列研究」[21]，本計畫彙整

表 4.2-6 旅行成本函數參數值

道路分群 (GROUP)	道路分類	小客車			大客車			機車		
		自由速率 S_o (km/h)	$\propto$	β	自由速率 S_o (km/h)	$\propto$	β	自由速率 S_o (km/h)	$\propto$	β
0	區心連線	4	-	-	4	-		4	-	-
1	高速公路	93	0.8981	4.9896	93	0.8981	4.9896	-	-	-
2	快速公路	75	1.212	4.609	75	1.6680	3.6640	-	-	-
3	匝道	47	0.993	3.659	47	1.2150	3.2160	-	-	-
4	市區道路-低干擾度	58	0.692	6.128	40	0.9730	5.8840	53	0.3840	6.8300
5	市區道路-中干擾度	41	1.088	5.608	31	1.1130	5.2480	36	0.6330	5.1470
6	市區道路-高干擾度	32	1.112	4.829	22	1.1850	4.8290	28	0.5930	5.9870
7	郊區道路-平原區	60	0.811	5.815	43	1.0860	5.8580	56	0.5550	5.9450
8	郊區道路-丘陵區	57	1.323	5.064	39	1.8600	4.6620	52	1.0780	4.4370
9	郊區道路-山嶺區	50	3.76	3.290	50	3.7600	3.2900	50	3.7600	3.2900
10	市區道路-單行道	35	1.848	4.403	24	2.2490	4.7380	30	1.0280	4.7600

資料來源：「中臺區域整體運輸規劃系列研究」[21]，本計畫彙整

4. 道路分類與容量

道路容量計算是將原始容量，依據車道數、行駛動線、干擾程度和地形等因子進行折減。國道和快速公路依行駛動線進行容量修正；省道、縣道、鄉道及一般道路依干擾程度修正容量，道路容量計算公式為：道路容量＝原始容量 × 折減係數[(行駛動線或干擾程度) × 地形]。而本計畫參考「2022 年臺灣公路容量手冊」[21]之道路容量設定，如表 4.2-7 所示，其中由於道路分群為 0 之走路、區心連線為虛擬道路連線，以提供轉乘、區心與道路連結等功用，其不應受到道路容量之限制，故本計畫將其道路容量設為最大值。

表 4.2-7 道路分類與容量對照表

編碼	道路等級		分類型態	車道數	容量(pcu/h)
1	高速公路		有分隔型態	2	4000
				3	5850
				4	7600
2	快速公路		有分隔型態	1	2050
				2	3850
				3	5950
				4	8050
3	匝道		無分隔型態	1	1650
				2	3300
4	市區道路	高干擾程度	有分隔型態	1	900
				2	1800
				3	2700
				4	3600
			無分隔型態	1	850
				2	1700
				3	2550
				4	3400
5		中干擾程度	有分隔型態	1	1050
				2	2150
				3	3200
				4	4300
			無分隔型態	1	1000
				2	2050

編碼	道路等級		分類型態	車道數	容量(pcu/h)
				3	3050
				4	4100
6		低干擾程度	有分隔型態	1	1250
				2	2500
				3	3750
				4	5000
			無分隔型態	1	1150
				2	2350
				3	3550
				4	4750
7	郊區道路	平原區	有分隔型態	1	1200
				2	2400
				3	3600
			無分隔型態	1	1100
				2	2250
				3	3400
8		丘陵區	有分隔型態	1	1050
				2	2150
				3	3200
			無分隔型態	1	1000
				2	2050
				3	3050
9		山嶺區	無分隔型態	1	900
				2	1800
10	單行道		無分隔型態	1	1050
				2	2150
11	禁機車市區	中干擾程度	有分隔型態	2	2150
				3	3200
				4	4300
		低干擾程度	有分隔型態	2	2500
				3	3750
				4	5000

資料來源：「2022 年臺灣公路容量手冊」[21]，本計畫彙整

5. 大型活動交通管制計畫

除基礎公路路網建置外，考量到本計畫為驗證大型活動期間之交通影響分析，故特別蒐集歷年大型活動期間交通管制計畫路段，並於路網建置時新增道路屬性欄位，供後續應用至不同年份之大型活動道路交通量指派時應用。圖 4.2.10、圖 4.2.11 為水湳中央公園於 2022 及 2023 跨年晚會活動周邊交通管制計畫圖。

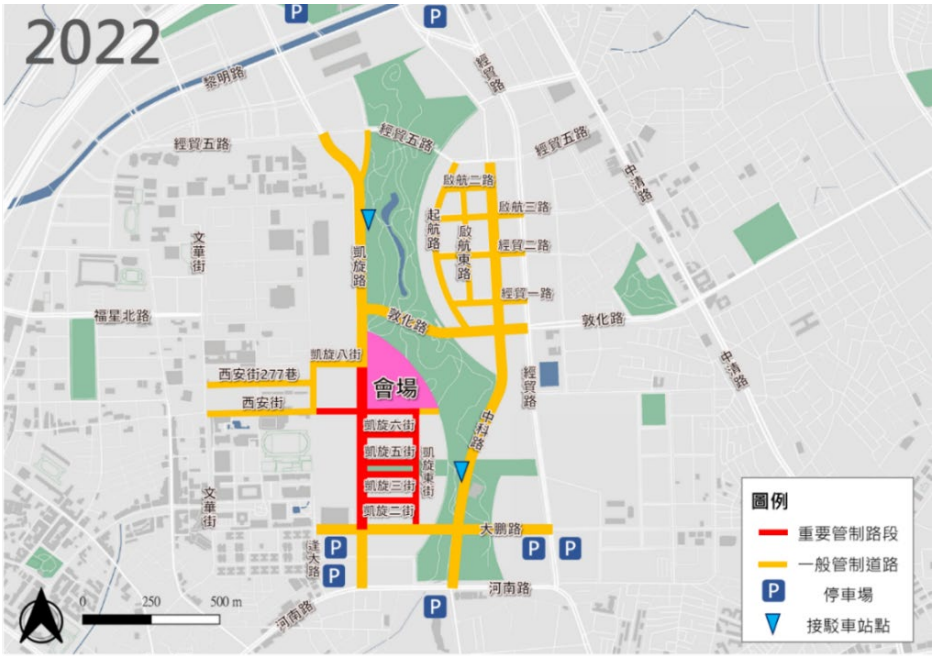


圖 4.2.10 2022 年臺中跨年晚會活動交通管制計畫圖

圖 4.2.11 2023 年臺中跨年晚會活動交通管制計畫圖

4.2.4知識庫建構及應用

國內常見大型活動包含燈會、跨年晚會/演唱會等年度例行性活動，亦有國際花卉博覽會等主題式活動。本章節主要彙整相關活動的交通規劃及疏導計畫，透過對於相關大型活動計畫之經驗借鏡，作為制訂本計畫交通疏導措施之參考。

參考過往大型活動交通維持計畫經驗，歸納整體交通維持計畫主要分為 4 個主要面向，其中包含管制、停車、接駁及宣導等面向，而各面向下又可細分為針對不同對象及情況下的疏導應對措施，以有效應對活動期間周邊交通相關課題，供活動順利舉辦，相關知識庫整體架構可圖 4.2.12 所示。

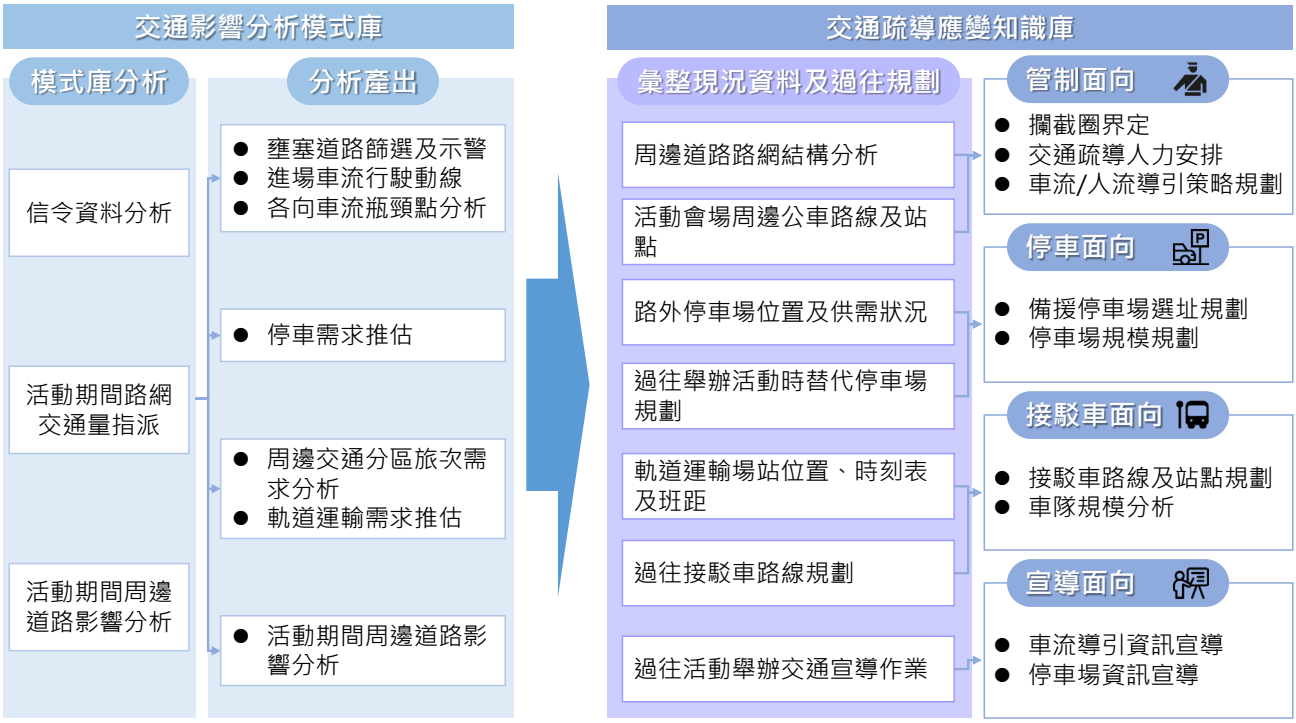


圖 4.2.12 知識庫架構圖

配合前述模式庫分析產出之結果，作為各個疏導措施的參考，以利管理者事前掌握活動區域周邊交通狀況與流量，並提前部署相關交通疏導策略，以期降低大型活動期間對周邊交通之影響。

一、管制面向

活動期間相關管制面向主要包含活動期間攔截圈的界定、交通疏導人員人力安排及人流/車流導引措施，透過上述三個應對措施，以有效管理活動期間衍生活動旅次以及周邊交通狀況，降低活動期間對交通之衝擊。

(一) 攔截圈界定

本計畫規劃透過模式庫分析活動期間周邊交通量指派之結果，找到周邊道路服務水準明顯因舉辦活動而大幅下降或道路趨於飽和，透過圖示化的呈現，判斷活動期間之攔截圈，以提供後續攔截停車場的選址、車流導引策略規劃及重要節點路口交通疏導人員安排規劃等，相關模式庫在活動期間周邊交通影響分析之結果，如圖 4.2.13、圖 4.2.14 所示。

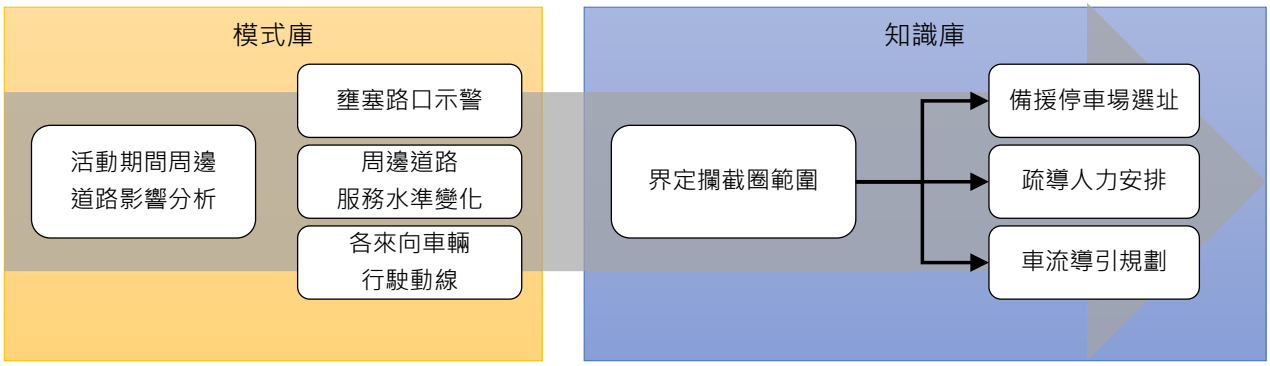


圖 4.2.13 攔截圈界定構想

圖 4.2.14 利用模式庫分析產出示警路口

(二) 交通疏導人員

交通疏導人員安排主要為提高路口車輛紓解效率，參考相關大型活動交通疏導人員安排規劃，主要針對攔截圈決策路口、活動周邊主要聯絡道路沿線主要路口、活動會場管制路口以及攔截停車場出入口等大量活動衍生車輛匯集與行經之路口，引導車輛順利前進，並適時提供必要協助，降低衍生車輛對周邊道路之衝擊。

一般而言舉辦大型活動期間，需要大量指揮及疏導人員協助交通引導的工作，而為確保活動期間確實針對相關節點安排適當的交通疏導人員人員，並同時避免人力安排不均或人力不足之狀況，故參考過往相關經驗，建議針對路口大小以及目標進行人力安排，相關人數建議如表 4.2-8 所示。

表 4.2-8 不同路口規模交通疏導人員人數配置建議

路口車道數總和	交通疏導人員配置人數
車道數≦6	2
6＜車道數	5

註：路口車道數總和=各車道進入路口方向車道數之總和

(三) 車流/人流導引

活動舉辦期間，為降低活動衍生旅次對交通之衝擊，在車流及人流上皆需設置足夠的導引牌面，以提高人/車流紓解效率，同時可透過導引牌面設置以及相關 CMS，達到管理面的作為，以下分別針對車流及人流兩個面向進行說明。

1. 車流導引措施

導引策略主要針對活動衍生車輛以及背景常態車輛，分別說明如下。

(1) 活動衍生車流導引措施

為降低活動衍生車輛對周邊交通之衝擊，可透過於針對區外衍生旅次，於主要聯外道路設置相關導引牌面，適當的引導車輛行駛道路容量較於充裕之道路，並分流不同來向車流，分散進場車輛動線，避免產生周邊道路容量無法負荷之狀況，產生嚴重的交通壅塞，一般上述相關的導引牌面多數設置於會場主要聯外道路如國道、快速公路及省道等等，引導車流透過交通狀況較佳之路線前往停車場，可有效管理進場車流，並降低外地車輛因不熟悉路況而於周邊道路繞行，而產生額外的交通負擔。

(2) 背景常態車流導引措施

活動舉辦期間倘若需佔用道路空間作為活動會場，或是相關行人相關步行空間，則背景常態行通過旅次就必須改道通行，故需盤點活動期間影響的道路範圍，並檢視周邊道路結構，規劃適當的替代動線，引導車輛改道通行，降低活動舉辦期間對交通之衝擊。

2. 人流導引措施

關於大眾運輸工具之民眾，應於大眾運輸場站設置相關動線導引之告示牌，

同時規劃適當的動線，提高搭乘大眾運輸前往活動現場的便利性，以提高民眾搭乘大眾運輸系統之意願，並避免參加活動之人潮，影響既有大眾運輸場站之運作，另也需針對停車場至活動會場之動線，設置相關導引牌面，引導民眾前往活動會場，如圖 4.2.15、圖 4.2.16 所示。

圖 4.2.15 車流導引牌面示意圖

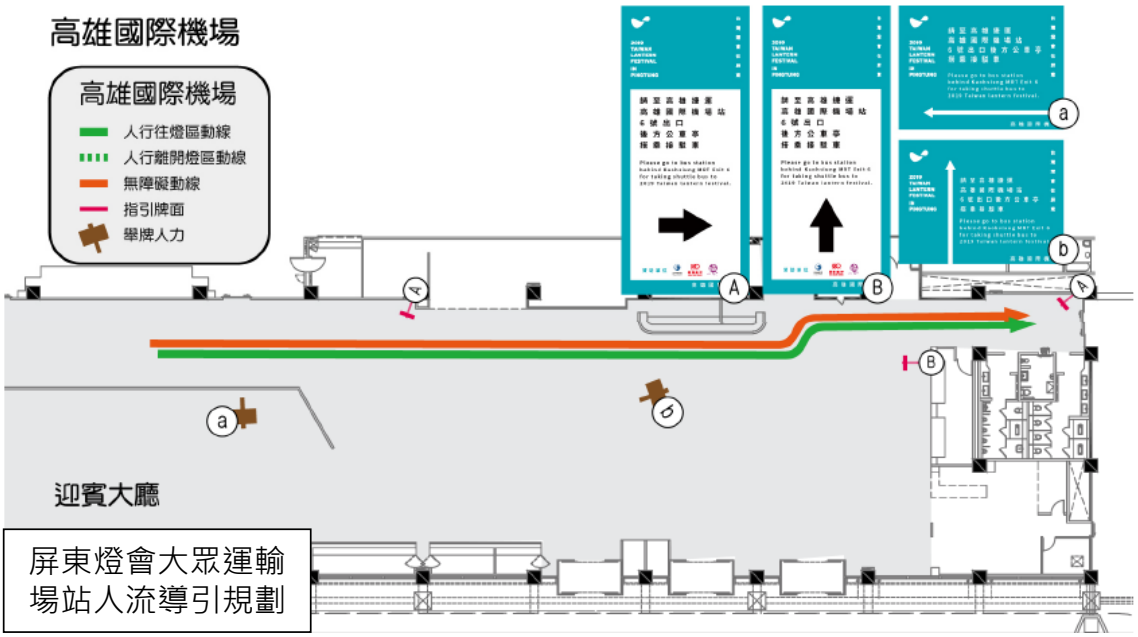


圖 4.2.16 大眾運輸場站人流導引規劃示意圖(2019 屏東燈會為例)

二、停車面向

舉辦大型活動期間因衍生大量旅次，故同樣將衍生大量停車需求，而為避免活動衍生之停車需求影響周邊交通，故需先推估活動衍生之停車需求，估算活動停車場所需之停車席位，本計畫透過模式庫分析結果，可得知各來向衍生之停車需求，配合相關攔截圈的定義，於適當位置尋找攔截停車場之位置以及所需席位數，利用過往相關舉辦大型活動之經驗，停車場探詢方式如下所述，備援停車場規劃流程架構則如圖 4.2.17 所示。

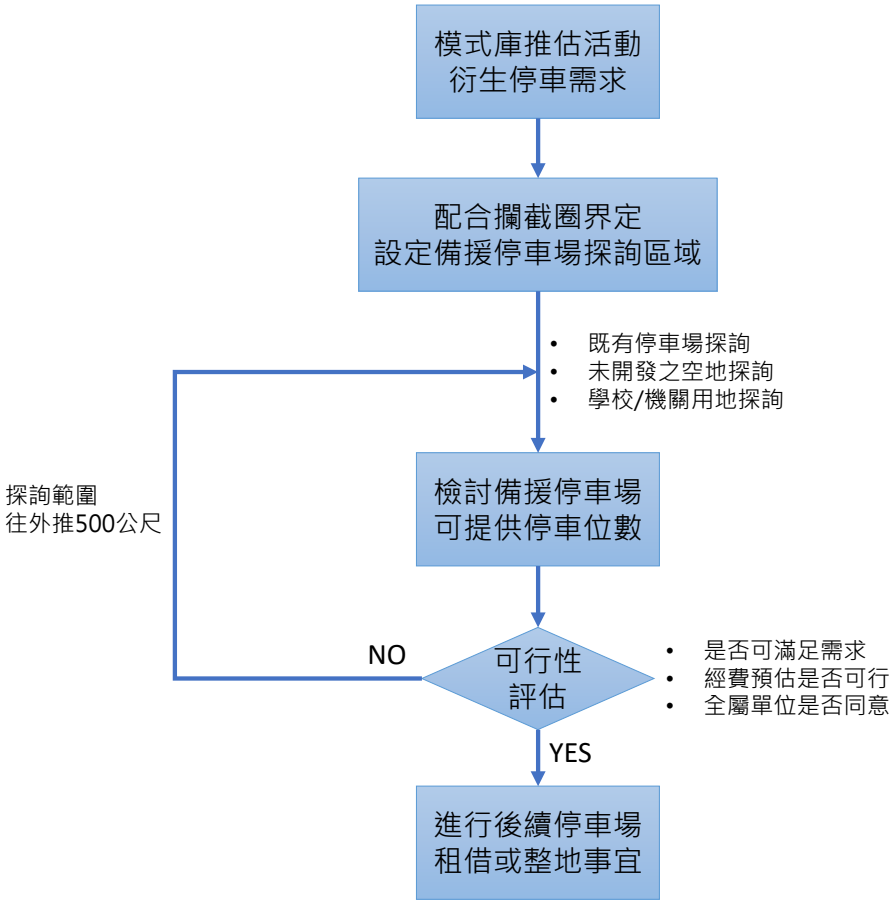


圖 4.2.17 備援停車場規劃流程架構圖

(一) 既有停車場探詢

彙整針對目標範圍周邊既有停車場資訊，並透過現況停車需求調查，掌握停車場未來可提供給活動衍生需求的停車位數，並檢視作為備援停車場的可行性，本方案執行步驟及相關需注意事項，如圖 4.2.18 所示。

(二) 未開發之空地探詢

透過航照圖、土地使用分區及街景圖尋找目標範圍周邊可利用之未開發空地，透過土地使用類別及所有人確認空地土地權屬與可行性，並以每車位約需 30m^2 進行估

算，推估作為停車場可提供之停車位數，同時考量其聯絡道路之寬度，是否可負荷相關衍生車流量，最後將土地權屬等等因素納入考量，判斷其作為備援停車場之可行性，本方案執行步驟及相關需注意事項，如圖 4.2.19 所示。

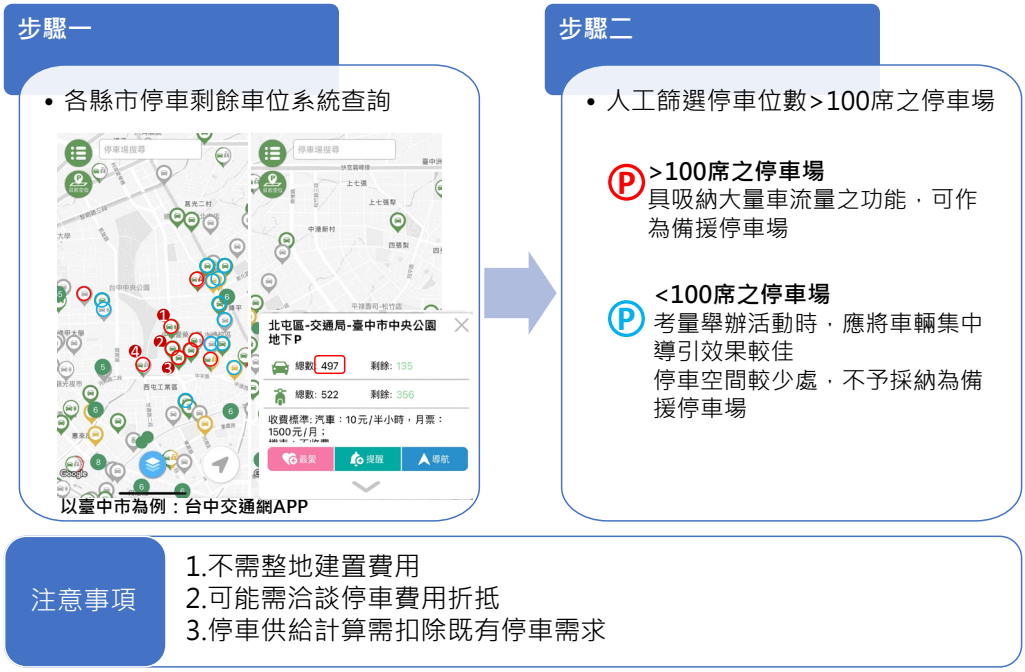


圖 4.2.18 既有停車場探詢執行步驟及相關需注意事項

圖 4.2.19 未開發之空地探詢執行步驟及相關需注意事項

(三) 學校/機關用地探詢

可尋找目標範圍內相關學校用地及機關用地，並與其單位洽談租借為備援停車場之可行性，因其用地原有之運作狀況，需考量可租用的時段以及活動舉辦期間主要衍生停車需求之時段，作為本方案可行性之參考，本方案執行步驟及相關需注意事項，

如圖 4.2.20 所示。

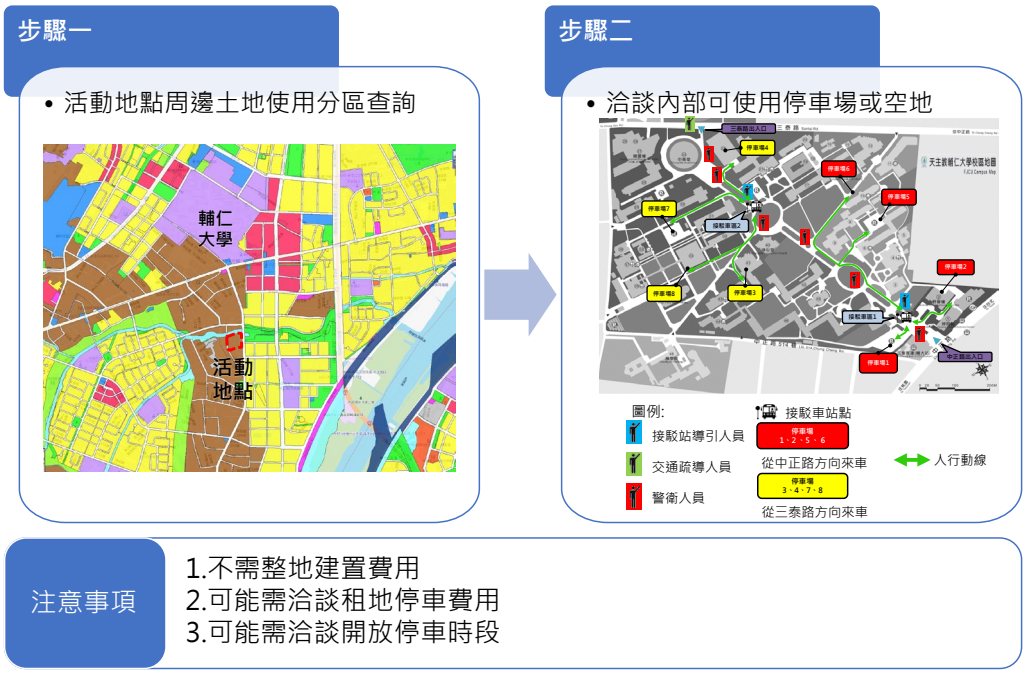


圖 4.2.20 學校/機關用地探詢執行步驟及相關需注意事項

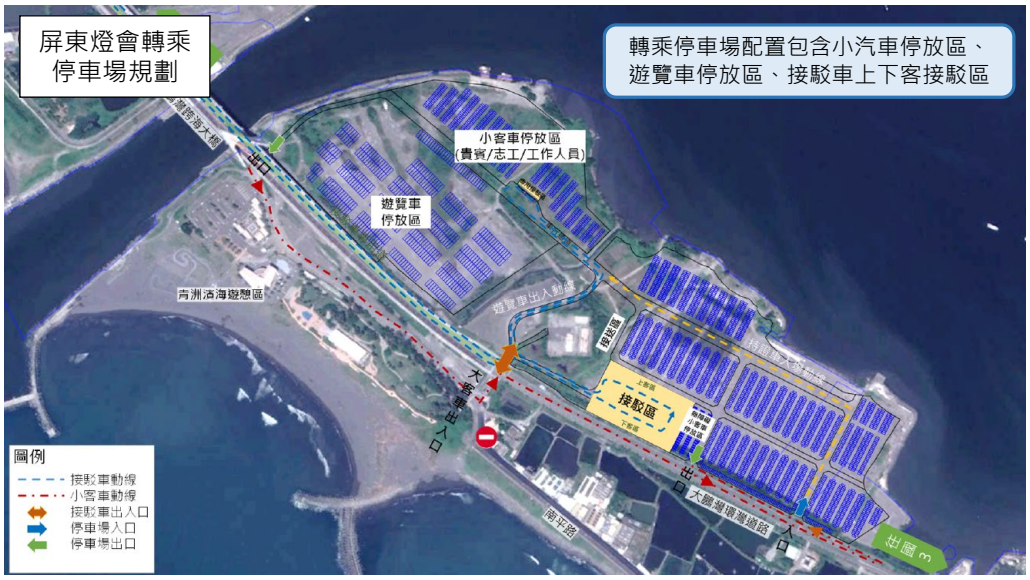


圖 4.2.21 備援停車場規劃示意圖(2019 屏東燈會為例)

三、接駁車面向

舉辦大型活動期間為降低對周邊道路之衝擊，吸引民眾使用接駁車前往活動會場，最有效能減輕周邊道路的負擔及停車的需求，故便捷的接駁路線規劃是相當重要的一環，另外倘若相關備援停車場位置距離會場過遠，仍會需要設置停車場到活動會場的接駁車路線，以強化備援停車場之使用率，接駁車營運計畫如圖 4.2.22 所示，相關接駁車路線規劃內容說明如下。

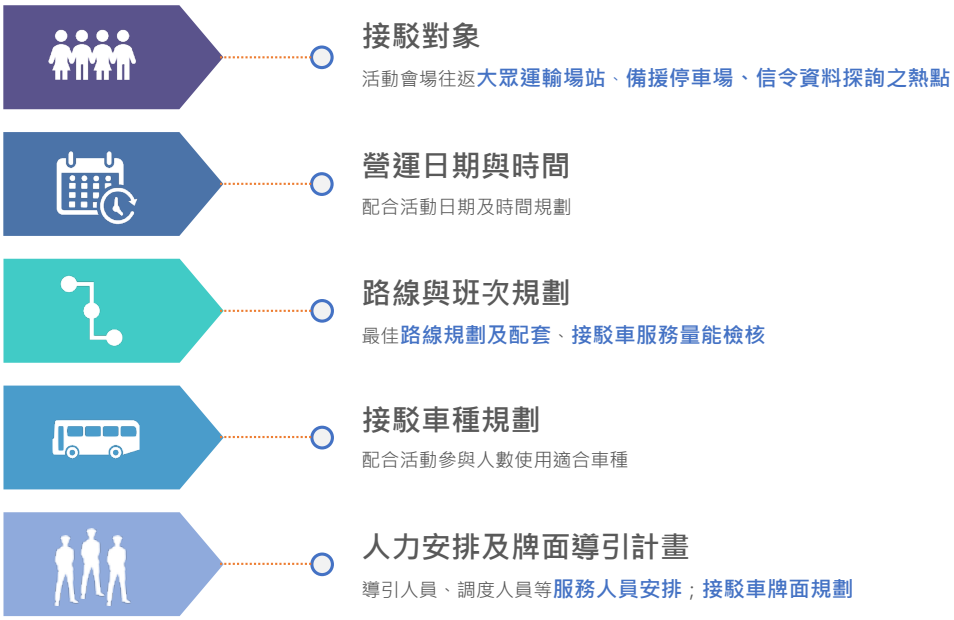


圖 4.2.22 接駁車營運計畫規劃

(一) 透過模式庫分析掌握接駁旅次需求

透過模式庫信令資料分析結果可知，各個區外及區內相關交通區前往會場的人數，並透過其 OD 表找到開設接駁車站為的分區，已掌握接駁車需求的路線，例如本次信令分析可知，2022 跨年活動期間，由一中街商圈、逢甲商圈及新光三越等地區前往會場的旅次需求偏多，顯示可規劃上述相關點位與活動會場間開設接駁車路線，以降低私人運具的使用。

(二) 路線與班次規劃

相關接駁車路線及班次規劃可分為停靠站點位置規劃、行駛動線規劃、車隊規模預估、接駁車種規劃及人員規劃及牌面，分別說明如下。

1. 停靠站點位置規劃

相關停靠站點可尋找既有公車站位、黃線、臨停區或占用道路空間進行設置，設置時需考量其路段交通狀況、既有公車站位容量及候車民眾候車空間等因素，選擇最合適的停靠點，以提升接駁車之使用率。

站點選址同時需考量候車民眾等候所需之空間，參考相關人流分析標準，民眾排隊所需之空間約每人 0.7 平方公尺，透過需求分析結果以及班次規劃，推估整體接駁站點候車空間需求，作為接駁車站點位置規劃參考。

2. 行駛動線規劃

接駁車量行駛動線需考量單趟行駛時間、路線道路壅塞狀況、中間停靠站

設置需求以及接駁車專用道設視需求等，以有效規劃合理的接駁車路線，並配合後續相關車隊規模及接駁車種規劃以提出完善的接駁計畫。

3. 車隊規模預估

依據過往經驗，每輛車平均搭載 30 人進行推估，相關參考的變數包含接駁車來回行駛的時間、民眾上下車時間及車輛整備時間等，透過計算每車每趟次服務時間進而推估每小時所需之趟數，再透過每小時所需之趟數推算所需服務的車輛數，除上述所推得之基本車輛數外，仍需要有備援車輛，備援車輛數則以基本車輛數乘以 20%進行推算，相關推估內容詳圖 4.2.23 所示。

公式 基本車輛數=尖峰人旅次÷每輛車30人÷每車輛每小時服務量能(如下表E)

公式 備用車輛數=基本車輛數*20%

編號	接駁路線(假設)	來回行駛時間(分) A	上下車時間(分) B	車輛整備時間(分) C	每車服務一趟時間(分) D=A+(B*2)+C	每小時趟數 E=60/D
P1	經貿6.8停車場	25	2.5	10	40	1.5
P2	捷運站接駁線	15	2.5	10	30	2.0

■ 舉P2線而言，假設尖峰小時該運具活動人旅次為600人，則基本車輛數為600/30/2.0=10輛車，備用車輛則為10*20%=2輛車

圖 4.2.23 接駁車對規劃估算示意圖

4. 接駁車種規劃

接駁車之車輛型式、車輛規範、車輛配備及相關保險要求將符合公路監理機關及道路交通安全規則相關規定，並依實際需求來訂定。

一、車輛型式

- 大型活動優先採用甲種大客車(約30~40人)，其次採用乙種大客車(約20人)
- 視需求規劃特殊規格，如電動車、低底盤公車、復康公車

二、車輛規範

- 車齡限制：例如10年車，2014年1月1日(含)以後出廠且經監理機關檢驗合格。
- 車身尺寸：車身尺寸應符合道路交通安全規則相關規定

三、車輛配備

- 需備有無線電或免持聽筒手機，可隨時與調度人員聯繫調度
- 車輛應配合於車頭及車側懸掛或張貼車輛識別牌面

四、相關保險要求

- 於履約期間依公路法第65條規定投保強制險、乘客責任險等
- 投保期間為活動期間，廠商應於活動開始前完成投保，並檢附相關證明文件呈報機關

圖 4.2.24 接駁車種規劃與要求示意圖

5. 人員規劃及牌面

各服務人員人數、應具資格及能力之規劃與要求將配合主辦單位，並視接駁車動線規劃、接駁車數量、服務時間與班次來訂定。

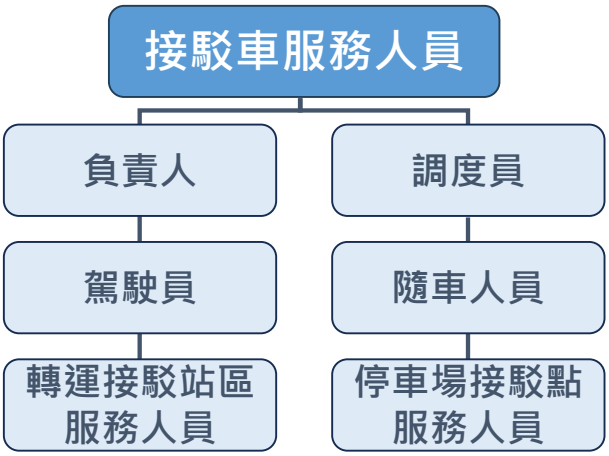


圖 4.2.25 相關接駁車服務人員組織示意圖

圖 4.2.26 接駁車站位牌面示意圖

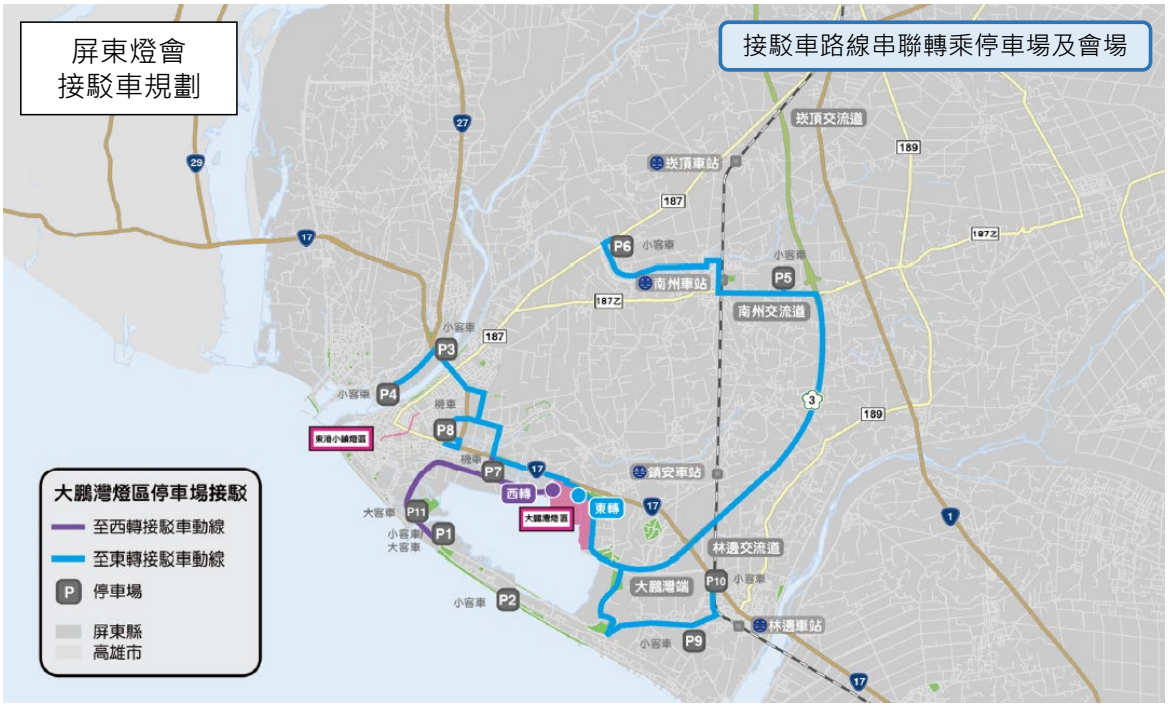


圖 4.2.27 接駁路線規劃示意圖(2019 屏東燈會為例)

四、宣導面相

活動前可透過地方有線電視、報紙、電台廣播及相關政府機關網頁等宣導媒體，宣傳本活動之時間及活動場地等相關訊息。依交通疏導計畫宣導措施，於活動兩周前、一周前及活動當天在各路口設置相關交通管制告示牌，以提醒用路人於活動當天做好事先規劃。

透過模式庫分析之結果，彙整活動期間易壅塞之道路清單，提供用路人參考，提前示警，提醒用路人改道行駛，並可與智慧科技應用結合，利用手機 APP、網頁等方式，提供燈會資訊給民眾使用。

圖 4.2.28 宣傳計畫參考示意圖

五、相關大型活動交通疏導應變作為彙整

(一) 臺灣燈會

國內自 1990 年起於每年元宵節舉辦燈慶活動，原僅為臺北燈會，自 2001 年後移師至各縣市輪流舉辦並改名為臺灣燈會，由交通部觀光局與各縣市政府共同主辦。茲彙整近年燈會基本資料如表 4.2-9 所示。並挑選幾處燈會簡要說明交通疏導作為如下：

表 4.2-9 近年臺灣燈會基本資料表

名稱	地點	備註
2023 臺灣燈會	臺北市	主燈位於市區，大眾運輸系統發達
2022 臺灣燈會	高雄市	主燈位於市區，大眾運輸系統發達
2021 臺灣燈會	新竹市	因 Covid-19 疫情停辦
2020 臺灣燈會	臺中市	主燈位於郊區，大眾運輸系統較不發達
2019 臺灣燈會	屏東縣	主燈位於郊區，大眾運輸系統較不發達
2018 臺灣燈會	嘉義縣	主燈位於郊區，鄰近高鐵站
2017 臺灣燈會	雲林縣	主燈位於郊區，鄰近高鐵站
2016 臺灣燈會	桃園市	主燈位於郊區，鄰近高鐵站

1. 2022 年臺灣燈會

2022 年臺灣燈會展期為 2 月 1 日至 2 月 28 日，中央主燈(衛武營燈區)訂於 2 月 15 日正式點燈，因主燈場地位於市區，大眾運輸系統方便，故交通管制方式以鼓勵民眾多搭乘大眾運輸系統前往為主，並設置管制區限制私人運具進入。有關私人運具管制的部分，在外圍設置 9 大轉乘停車場約 1 萬席汽車位，民眾停車後再轉搭捷運前往；另機車則封閉部分道路規劃作為臨時機車停車場。相關管制措施如圖 4.2.29 所示。

2. 2019 年臺灣燈會

2019 年臺灣燈會大鵬灣主燈區展期(含試營運)為 2 月 15 日至 3 月 3 日，因應燈區聯外道路主要僅以台 17 線疏運，且周邊大眾運輸系統並不發達。為避免過多車輛大量湧入台 17 線癱瘓交通，該年交通疏運計畫係以「大眾運輸優先」及「管制攔截圈概念」為主要規劃構想：攔截私人運具於外圍區域，導引民眾將車輛停放至外圍停車場後，再透過接駁車轉乘至燈區週邊之轉運站。相關交通規劃與管制構想如圖 4.2.30 所示。

另外，屏東縣政府規劃官網及燈會 APP，鼓勵民眾透過手機 APP 即時掌握燈會相關資訊，其中「即時交通不打結」功能中包含停車場即時剩餘車位顯示、定位車位、接駁車資訊及推播訊息等細項功能，期透過 APP 訊息推播方式，將交通疏導計畫發揮最大效用。

資料來源：高雄市政府宣導新聞稿[22]

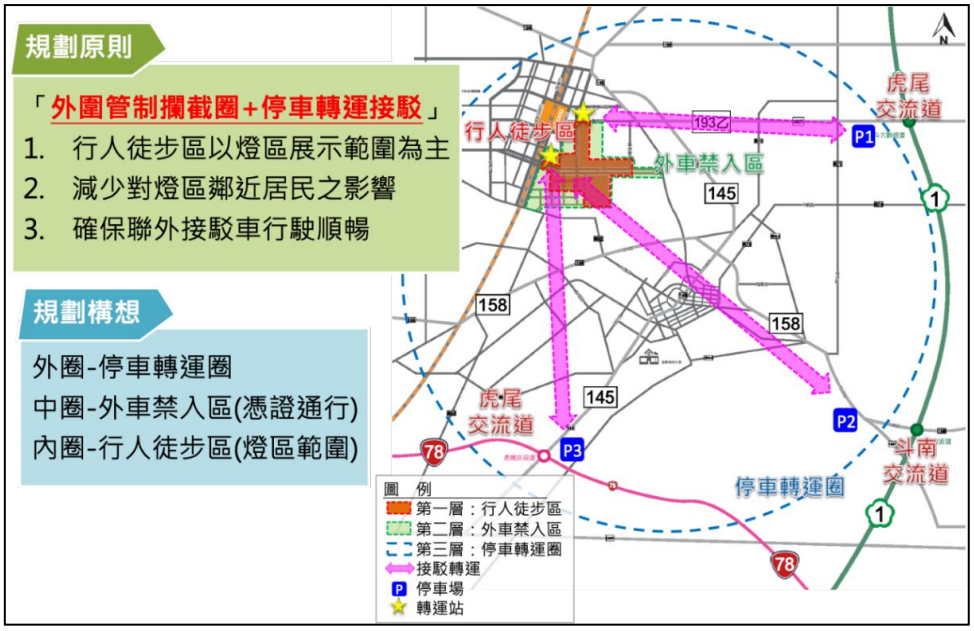
圖 4.2.29 2022 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖

資料來源：「2019 臺灣燈會在屏東」交通總體規劃委託技術服務案報告書[23]

圖 4.2.30 2019 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖

3. 2017 年臺灣燈會

2017 年臺灣燈會自 2 月 7 日至 2 月 19 日共為期 13 天(含試營運)，依兩大燈區鄰近高鐵雲林站之交通環境特性，並考慮臺大醫院雲林分院就醫病患家屬及周邊住戶民眾之進出與停車權益，以「管制攔截圈+停車轉運接駁」為主要規劃構想，區分外圈、中圈、內圈進行交管措施，相關交通規劃與管制構想如圖 4.2.31 所示。



資料來源：2017 臺灣燈會整體交通及疏運計畫報告[24]

圖 4.2.31 2017 臺灣燈會交通規劃與管制構想示意圖

(二) 跨年晚會

跨年按字面意義是指舊的一年結束至新的一年開始，近年有許多國家會在跨年的時間舉行迎接新年的活動，以國內而言，多數縣市政府於每年 12 月 31 日下午 7 時起至隔日元旦上午 1 時安排知名歌手輪流上陣表演，並結合跨年倒數及煙火秀來迎接嶄新的一年，深受國人喜愛，每年皆吸引眾多人潮前往舉辦場地共襄盛舉。

為維持活動交通秩序及安全，各地皆以管制私人運具與提升大眾運輸運能為規劃原則。以臺北市為例，主要交管措施包含分階段(時段)調整管制範圍，規劃車輛只出不進或全面禁止車輛進出；管制區內禁止停車；YouBike 部分區域暫停使用；捷運 42 小時不停駛，並開闢散場接駁車。相關管制作為如圖 4.2.32 與圖 4.2.33 所示。

資料來源：臺北市政府宣導新聞稿[25]

圖 4.2.32 2023 年臺北市跨年晚會分階段交通管制圖

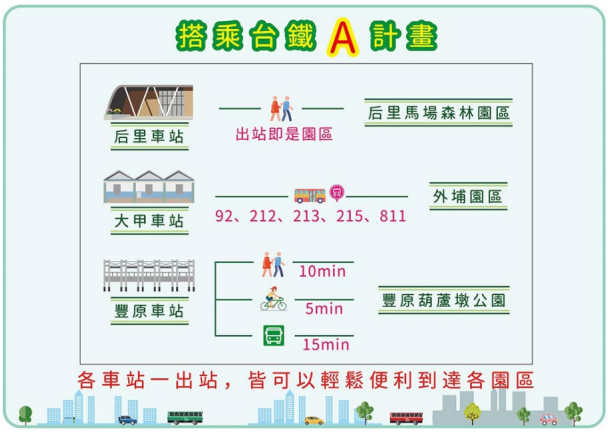
資料來源：臺北市政府宣導新聞稿[25]

圖 4.2.33 2023 年臺北市跨年晚會散場接駁車規劃路線圖

(三) 花卉博覽會

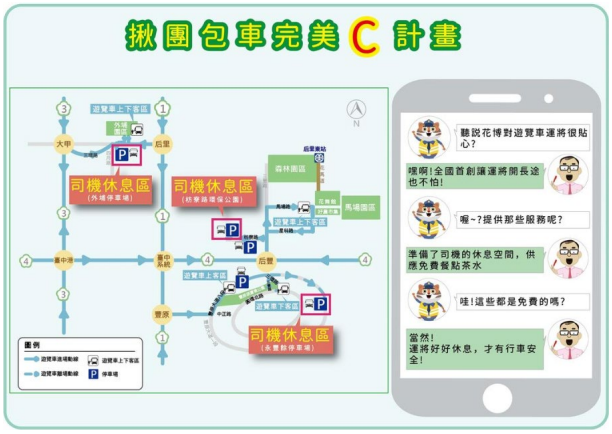
「2018 臺中世界花卉博覽會」臺中世界花卉博覽會展覽期間自 2018 年 11 月 3 日至 2019 年 4 月 24 日，展區分別位於后里、外埔及豐原三區，為因應龐大參觀人潮所帶來之交通衝擊，及對周邊居民生活旅次之影響，整體運輸規劃方針概述如下：

1. 利用臺鐵做為主要的大眾運輸接駁系統，各車站一出站，皆可以輕鬆便利到達各園區。
2. 開設免費接駁車連接市區及外圍停車場。
3. 重視遊覽車及計程車需求，鼓勵以團客方式參訪。
4. 部分道路封閉禁止車輛通行，並在外圍規劃停車場及提供轉乘接駁服務。



搭乘臺鐵計畫

完全接駁計畫



揪團包車計畫

外圍停車導引計畫

資料來源網址：https://travel.taichung.gov.tw/zh-tw/event/activitydetail/2762[26]

圖 4.2.34 2018 臺中世界花卉博覽會交通配套策略示意圖

4.2.5模式庫概念性實作及驗證

本計畫選定臺中市跨年晚會作為大型活動示範案例，進行概念性驗證及實作。本章節首要彙整相關活動的交通規劃及疏導計畫，透過對於相關大型活動計畫之經驗借鏡，作為制訂本計畫交通疏導措施知識庫之參考。其次，透過臺中捷運運量資料與歷年跨年期間之手機信令資料，可推估 2024 年跨年活動期間停留活動會場周邊之信令旅次，並掌握用路人之分時旅次起迄需求，從而推估各時段往返會場與臺中市內軌道場站之接駁車需求。另外，透過本計畫最終給付之最短路徑交通量指派模式，同時利用半動態指派考量不同時段旅次於路網上遞延之影響，可更精準地推估跨年期間的分時道路速率與服務水準，並針對活動期間其周邊道路交通影響之分析結果，提出人車管制範圍建議及各方向攔截停車場數量建議。最後，透過與鼎漢公司內部研發之 AI 路徑交通量指派模式結果之對比，同時與 GVP 資料之實際路段速率進行驗證，確保本計畫使用之最短路徑交通量指派模式能夠反映跨年活動期間會場周邊的實際路況，供知識庫制定符合實際需求的交通疏導方案。

一、信令資料基礎說明

本計畫蒐集臺中市範圍於大型活動期間(跨年活動)之手機信令資料，同時為比較大型活動舉辦期間與平常日之旅次需求特性差異，故另外蒐集平日全日之臺中市手機信令資料。以下為本計畫信令資料蒐集期間與範圍說明及本計畫蒐集之手機信令資料欄位說明。

(一) 信令資料基礎說明

1. 資料期間
   (1) 2021/12/31(五)~2022/1/1(六)，連續兩日分時。
   (2) 2022/12/31(六)~2023/1/1(日)，連續兩日分時。
   (3) 2023/3/14(二)~16(四)，平均平日(分時) 。
   (4) 2023/12/31(日)~2024/1/1(一)，連續兩日分時，供未來驗證用。
2. 資料範圍：所有通過臺中市範圍之起迄資料。
3. 基礎單元網格大小：250 x 250 公尺網格。

表 4.2-10 臺中市手機信令資料欄位說明

欄位名稱	欄位名稱	欄位說明
o_end_date	日期	日期
o_end_week_day	星期	星期別
home_gridid	家網格編號	家網格
home_c_name	家網格縣市	家網格縣市
home_t_name	家網格鄉鎮市區	家網格鄉鎮市區
trip_purpose	旅次目的	旅次目的(HBW、HBO、NHB)
trip_type	旅次類型	旅次類型(II、IE、EI、EE)
trip_hour	旅次發生小時	旅次發生小時(出發時間與抵達時間中點，24 小時制)
od_dur_minute_flag	旅次時間長度	旅次時間長度組別
o_gridid	起點網格編號	起停留網格 ID
o_c_name	起點網格縣市	起停留縣市
o_t_name	起點網格鄉鎮市區	起停留鄉鎮市區
d_gridid	迄點網格編號	迄停留網格 ID
d_c_name	迄點網格縣市	迄停留縣市
d_t_name	迄點網格鄉鎮市區	迄停留鄉鎮市區
pass_flag	行經水湳中央公園	是否經過水湳中央公園(1=Yes/0=No)
amp_imsi_cnt	放大後旅次數	小於等於 5 以平均值取代*

*：當電信業者於旅次信令資料中提供單一組起迄對之旅次數經放大後若仍小於 5 時，為避免追蹤用戶真實足跡，需以所有小於 5 之放大後旅次數之平均值取代其放大後旅次數。

(二) 信令資料初探結果說明

本計畫透過信令資料掌握 2022 年與 2023 年間跨年活動期間臺中地區總旅次需求量與旅次分布情形，以下將針對 2022 與 2023 年跨年期間信令資料整體性數據進行分析並說明。

圖 4.2.35 中所載之 2022 及 2023 年跨年期間停留臺中市總旅次量，跨年當日(12/31)總旅次量皆比隔日(1/1)旅次數還多，連續兩年期間 12/31 全日停留臺中市旅次數皆達 530 萬人次以上，其中多數起迄數集中於西屯區、北屯區、北區與南屯區。

圖 4.2.35 2022、2023 年跨年期間停留臺中旅次數

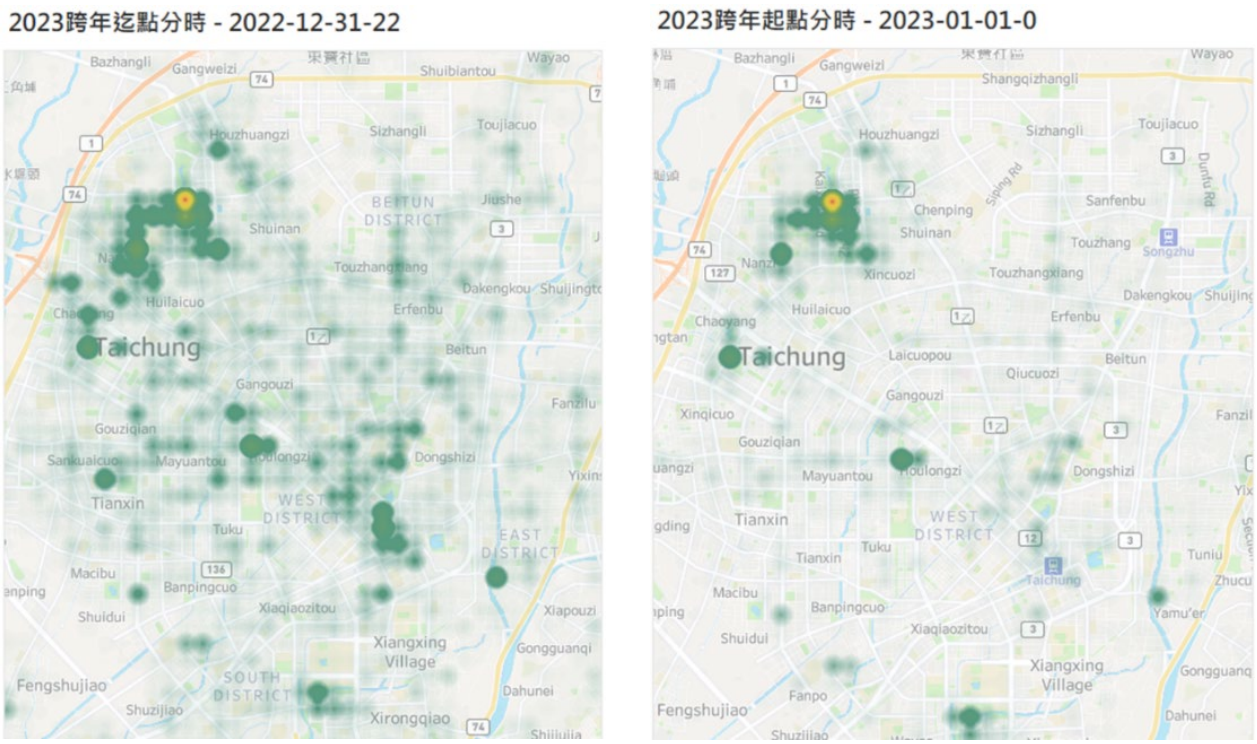
註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.36 2022 年跨年期間停留臺中旅次起迄表

註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.37 2023 年跨年期間停留臺中旅次起迄表

另從跨年期間起迄點分時熱點來看，可得知於跨年當日(12/31)晚間 7~10 點為抵達跨年活動尖峰時段，而散場時間主要集中於隔日(1/1)凌晨 0~2 時，由此信令起迄熱點分時分布來看，可知跨年晚會活動期間人潮散場強度大於抵達會場強度。圖 4.2.38 為 2023 年跨年活動期間抵達跨年活動會場尖峰時段與離開跨年活動會場尖峰時段熱點圖。



抵達活動會場　　離開活動會場

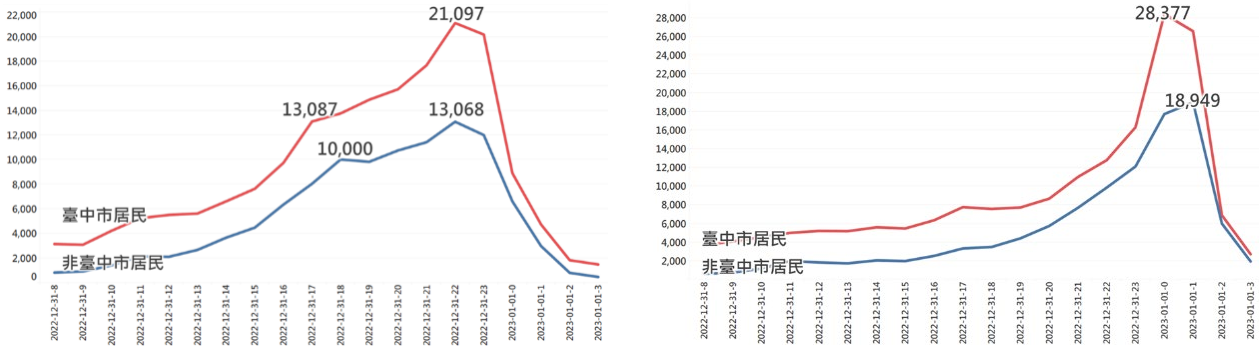
圖 4.2.38 2023 跨年活動抵達與離開會場尖峰時段熱點圖

表 4.2-11 將用路人類型分為臺中市和非臺中市居民，探討兩者在 2023 年跨年活動期間到訪臺中市及行經水湳周邊之旅次量分布。在跨年當日和隔日的全日旅次量中，到訪臺中市及行經水湳周邊的用路人仍以臺中市居民為主。此外，相較於跨年晚會當日，元旦當日的整體旅次量及行經水湳周邊之旅次量各別下降 14.06%和 40.45%，由此可知，受跨年活動影響，水湳周邊道路旅次數較未舉辦活動期間高，可由此判斷此大型活動舉辦期間亦對水湳中央公園周邊道路之服務具一定程度之影響，故本計畫透過建置大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫，期藉此模式庫與知識庫之結果，可有效緩解大型活動期間對周邊道路之交通影響，並透過知識庫提出具體策略方案。

表 4.2-11 2022/12/31~2023/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比

用路人類型	2022/12/31		2023/1/1	
	停留臺中市	通過水湳	停留臺中市	通過水湳
非臺中市居民	17.86%	32.07%	22.74%	29.48%
	1,159,109	71,616	1,041,791 (-10.12%)	39,201 (-45.26%)
臺中市居民	82.14%	67.93%	77.26%	70.52%
	4,171,019	151,715	3,538,853 (-15.16%)	93,793 (-38.18%)
總計	6,489,238	223,331	4,580,644 (-29.41%)	132,994 (-40.45%)

圖 4.2.39 為 2023 年跨年活動期間抵達跨年活動會場與離開跨年活動會場的分時旅次分布。針對抵達活動會場的分時旅次分布，臺中市與非臺中市居民抵達活動會場的趨勢相似，民眾自傍晚 5 點起逐漸抵達會場，而晚間 10 點為最多人湧進會場之時段。針對離開活動會場的分時旅次分布，全體民眾在跨年倒數活動結束後，集中於凌晨 0~1 點離開會場，進一步細分至用路人身分，可知當中臺中市居民多集中於 0 點離開會場，而非臺中市居民多集中於 1 點離開會場，由此推斷非臺中市居民可能因搭乘接駁車或於跨年倒數後仍短暫留於現場，未即時返回住宿地點。



抵達活動會場　　離開活動會場

圖 4.2.39 2023 跨年活動抵達與離開會場的分時旅次分布

將 2023/12/31 全日到訪活動會場旅次之起點分布位置，區分為臺中市境內各大方向分區和境外區域，以探討到訪活動會場之來向分布比例。如圖 4.2.40 所示，可知境內以西邊區域前往活動會場為最多，約占境內旅次之 48.86%，其次為南邊區域，約占境內旅次之 30.83%；而境外旅次以南部地區往北前往活動會場之旅次為多數，約占境外旅次之 67.08%。由此分布情形可知，受跨年活動位於西屯區(臺中市西邊區域)之水湳公園舉辦，且其鄰近逢甲商圈，研判多數前往跨年活動會場之用路人前一旅次停靠於鄰近之西邊區域；次要來向區域為南邊，研判受多數百貨商業等所在位置影響，多數用路人於參與跨年活動前前往百貨商業區域從事其他休閒活動後，由南往北前往水湳區域。

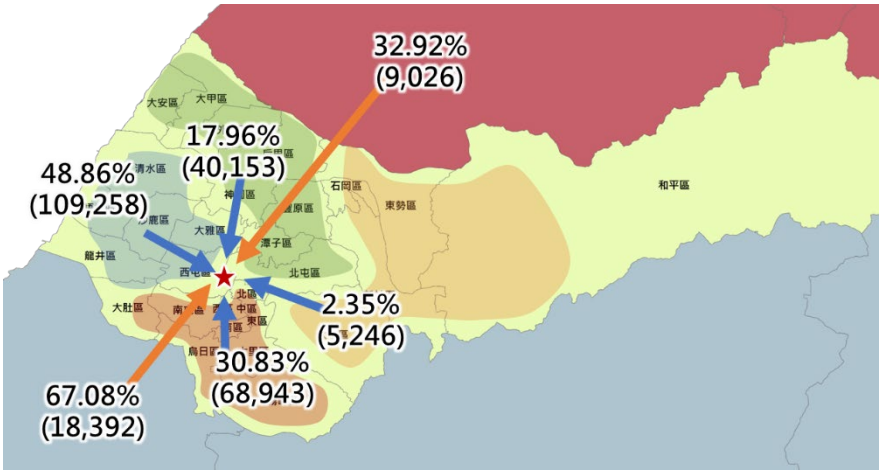


圖 4.2.40 2023 跨年當日 12/31 全日境內及境外旅次到訪來向分布比例

由上述可知跨年期間到訪活動會場旅次仍以臺中市境內為主，以下針對臺中市境內行政區為分析單位，就非活動期間與 2023 年跨年活動期間抵達和離開水湳周邊旅次探討其旅次分布差異。從表 4.2-12，可知跨年當日 2022/12/31 晚間 10 點前往水湳周邊的旅次較平日增長 399.75%，約達 20,018 人旅次數。另外，不論平日或跨年日，抵達水湳周邊的旅次起點皆以西屯區、北區、北屯區、南屯區和西區為主，其旅次數於平日約占 76.33%，跨年日約占 66.24%，其分布狀況則如圖 4.2.41、圖 4.2.42 所示。

表 4.2-12 平日與 2022/12/31 晚間 10 時抵達水湳周邊旅次起點

起點行政區	旅次量（與平日相比的增長%）		起點行政區	旅次量（與平日相比的增長%）	
	平日	2022/12/31		平日	2022/12/31
西屯區	1,318	5,247 (+297.98%)	龍井區	30	254 (+747.11%)
北區	558	2,383 (+327.31%)	烏日區	40	204 (+410.06%)
北屯區	509	2,278 (+347.28%)	霧峰區	15	202 (+1228.73%)
南屯區	368	1,783 (+384.26%)	清水區	16	187 (+1055.46%)
西區	319	1,629 (+410.41%)	后里區	19	176 (+838.76%)
東區	145	773 (+434.37%)	大肚區	13	126 (+867.60%)
大雅區	129	673 (+421.29%)	神岡區	15	101 (+584.73%)
大里區	50	644 (+1200.85%)	大甲區	96	6 (+1409.79%)
豐原區	41	588 (+1345.59%)	新社區	29	11 (+157.96%)
中區	63	533 (+745.28%)	外埔區	27	6 (+367.04%)
太平區	81	523 (+545.61%)	和平區	26	1 (+2488.91%)
南區	119	518 (+335.36%)	大安區	18	3 (+595.90%)
潭子區	58	413 (+612.27%)	東勢區	16	1 (+1196.98%)
沙鹿區	60	370 (+513.93%)	石岡區	7	1 (+418.79%)
梧棲區	286	31 (+832.13%)	總數	4,026	20,018 (+399.45%)

註：此處將旅次量以整數呈現，而增長%則以原始的旅次量進行計算。

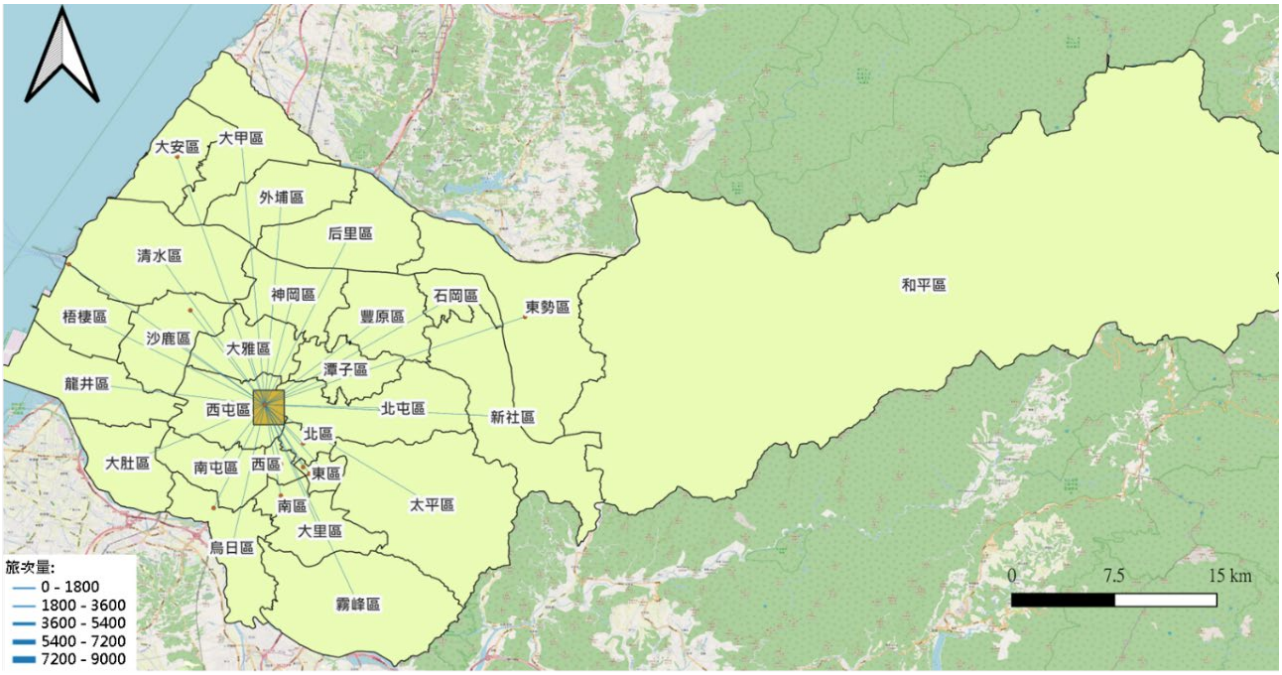


圖 4.2.41 平日晚間 10 時抵達水湳周邊的旅次分布

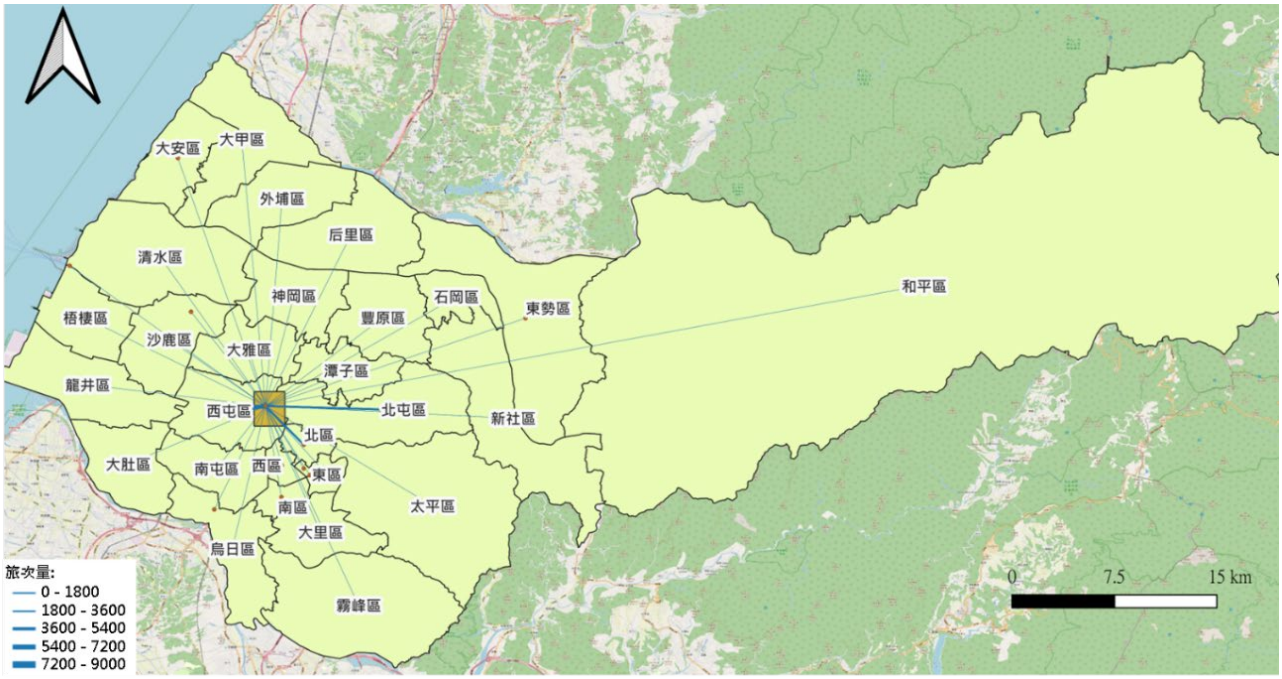


圖 4.2.42 2023 跨年當日 12/31 晚間 10 時抵達水湳周邊的旅次分布

從表 4.2-13 可知 2023/1/1 凌晨 0 時前自水湳周邊出發的旅次量較平日增長 1287.31%，共約達 30,063 人旅次數。另可知不論平日或跨年日凌晨，自水湳周邊出發之旅次同樣皆以西屯區、北屯區、北區、南屯區和西區為主，其旅次數於平日約占 62.71%，跨年日約占 62.88%，其分布狀況則如圖 4.2.43、圖 4.2.44 所示。

表 4.2-13 平日與 2023/1/1 凌晨 0 時自水湳周邊出發旅次迄點

迄點 行政區	旅次量 （與平日相比的增長%）		迄點 行政區	旅次量 （與平日相比的增長%）	
	平日	2023/1/1		平日	2023/1/1
西屯區	1,095	8,227 (+651.18%)	神岡區	60	398 (+566.78%)
北屯區	580	4,053 (+598.95%)	霧峰區	36	353 (+884.14%)
北區	461	3,134 (+579.78%)	清水區	33	329 (+882.57%)
南屯區	333	1,929 (+479.15%)	烏日區	84	312 (+270.46%)
西區	193	1,563 (+708.75%)	大肚區	38	210 (+453.67%)
大雅區	198	1,284 (+549.81%)	梧棲區	33	188 (+472.19%)
太平區	131	1,132 (+767.13%)	后里區	21	95 (+341.60%)
潭子區	136	1,118 (+720.11%)	東勢區	5	77 (+1319.73%)
大里區	127	1,043 (+721.65%)	大甲區	25	62 (+146.54%)
沙鹿區	158	880 (+458.50%)	外埔區	8	44 (+451.41%)
南區	121	871 (+617.92%)	新社區	6	30 (+373.53%)
豐原區	84	731 (+766.79%)	石岡區	1	15 (+1086.03%)
中區	67	723 (+971.68%)	和平區	1	5 (+445.60%)
東區	96	650 (+574.79%)	大安區	1	3 (+161.02%)
龍井區	110	605 (+448.88%)	總數	4,245	30,063 (+608.25%)

註：此處將旅次量以整數呈現，而增長%則以原始的旅次量進行計算。

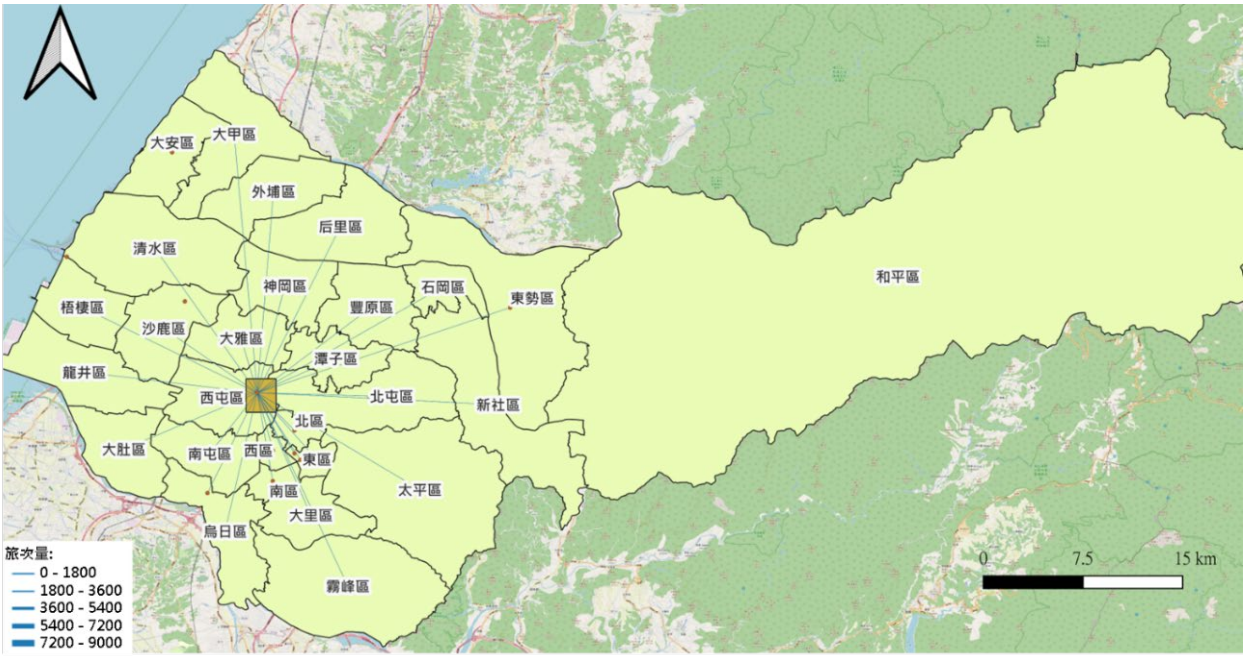


圖 4.2.43 平日凌晨 0 時自水湳周邊出發的旅次分布

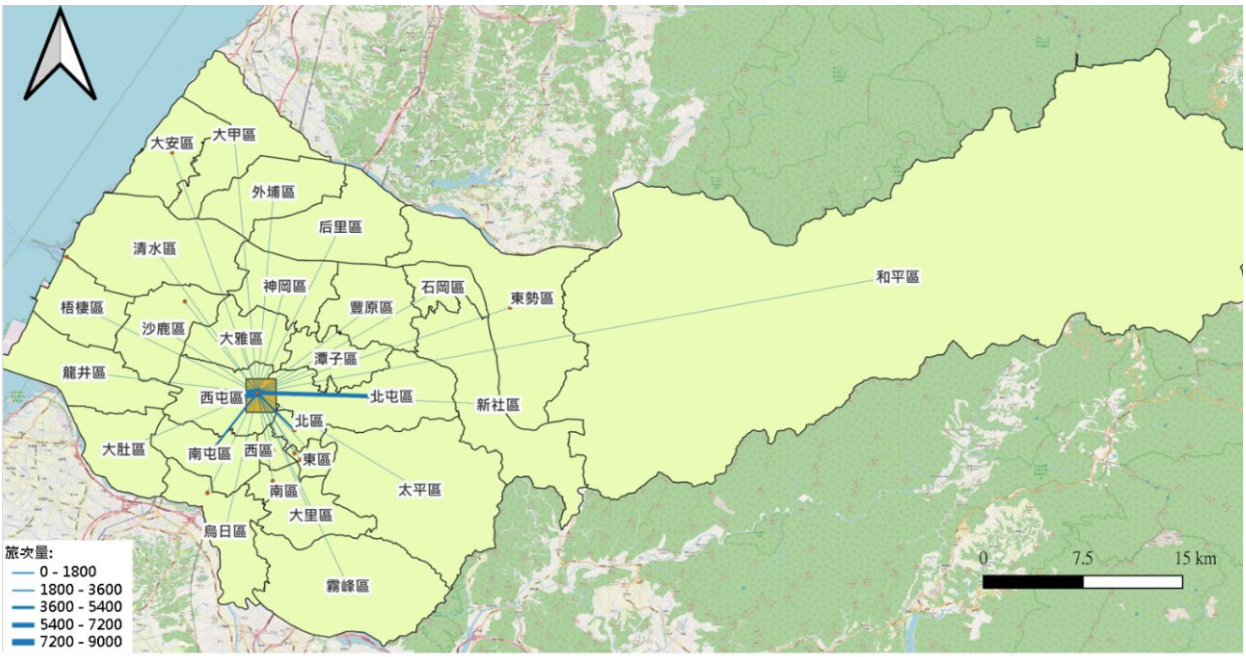


圖 4.2.44 2023 跨年隔日 1/1 凌晨 0 時自水湳周邊出發的旅次分布

二、2024 年跨年活動旅次需求推估

(一) 跨年期間水湳周邊信令人旅次推估

本計畫預計以 2024 年跨年活動為期末階段於概念性驗證與實作之範例，但水湳中央公園自 2020 年起舉辦跨年活動即受新冠肺炎疫情影響到訪民眾數，有鑑於 2023 年間全國受疫情影響逐漸趨緩，故本計畫推估 2024 年跨年活動將隨疫情趨緩增加民眾到訪參與活動之意願。然而，因無法掌握水湳中央公園於未受影情影響之到訪民眾數，故本計畫參考臺中捷運每日運量之變化趨勢，作為 2024 年於水湳中央公園舉辦跨年活動之推估依據。

圖 4.2.45 為 2021/05~2024/09 間臺中捷運全系統每日運量分布圖，可觀察其運量自 2021 年 4 月通車後逐步上升，於 2022 年跨年後受疫情影響整體運量至 2022 年中旬影響最劇，直至 2022 下半年逐漸回升。本計畫參考此運量下降與上升趨勢，結合本計畫掌握之水湳中央公園 2022 與 2023 年跨年期間旅次數，以推估 2024 年跨年活動期間之旅次需求分布。參考圖 4.2.46，本計畫首先計算跨年期間停留水湳信令旅次與臺中捷運各月日均運量之相關係數。一般而言，當相關係數介於 0 至 1 時，兩變數間即存在正相關關係；當相關係數介於-1 至 0 時，兩變數間存在負相關關係；而當相關係數為 0 時，兩變數間完全不相關。另外，當相關係數的絕對值高於 0.7 時，即可視為高度正或負相關。從圖 4.2.46 中可知，跨年期間停留水湳信令人旅次數與臺中捷運各月每日平均運量皆存在高度正相關，故本計畫另訂定使用相關係數高於 0.9 以上

之月份進行信令人旅次之推估。然而，從圖 4.2.46 可知，2021 年 5 月至 7 月底為臺中捷運通車後的首三個月，且 2022 年 5 月至 7 月為受疫情影響最劇之時期，故本計畫不使用 5 至 7 月的日均運量進行推估。另外，假設活動主辦方需於跨年活動 30 天前掌握跨年活動信令旅次，則無法使用 12 月的日均運量推估信令旅次，故本計畫最終使用每年 8 月至 11 月的日均運量作為推估 2024 年跨年期間人旅次之參考數據。

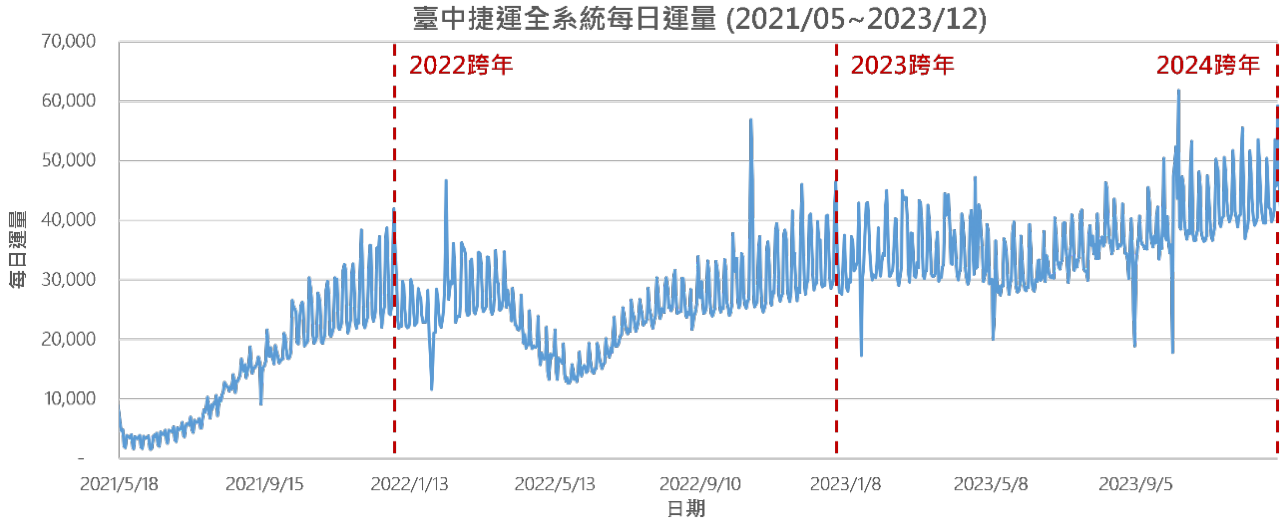


圖 4.2.45 2021/05~2023/12 間臺中捷運每日運量分布圖

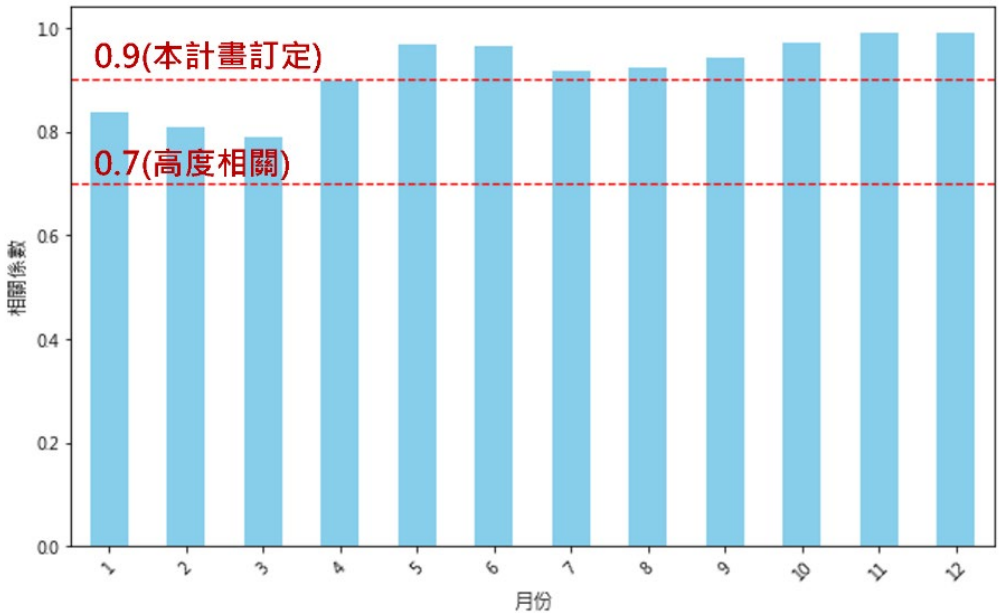


圖 4.2.46 跨年期間停留水滴信令旅次與臺中捷運各月日運平均量之相關係數

通過表 4.2-14 可知 2022/08~2022/11 之日均運量對比 2021/08~2021/11 之日均運量增長 54.16%，而 2023 年跨年期間停留水滴人旅次對比 2022 年則增長了 1.05%，由此可知臺中捷運運量增長與跨年旅次增長之關係為 51.58:1。另可知

2023/08~2023/11 之日均運量對比 2021/08~2021/11 之日均運量增長 131.11%，透過 51.58:1 之關係，可推估 2024 年跨年期間停留水湳人旅次對比 2022 年之增長率(2.54%)，進而推算 2024 年跨年期間停留水湳約有 432,525 之人旅次。

表 4.2-14 推估 2024 年跨年期間停留水湳人旅次之計算表

2022 年		2023 年		2024 年	
2021/08~2021/11 中捷日均運量	跨年期間停留水湳人旅次	2022/08~2022/11 中捷日均運量	跨年期間停留水湳人旅次	2023/08~2023/11 中捷日均運量	跨年期間停留水湳人旅次
15,859	421,803	24,448	426,210	36,652	432,525 (推估值)
-	-	+54.16% (與 2021 年日均運量相比)	+1.05% (與 2022 年跨年期間相比)	+131.11% (與 2021 年日均運量相比)	+2.54% (與 2022 年跨年期間相比)
-	-	中捷運量增長與跨年旅次增長之關係為 51.58:1		-	(以 51.58:1 之關係推估)

圖 4.2.47 所示為本計畫推估之 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表，可知多數起迄數集中於西屯區、北屯區、北區與南屯區。圖 4.2.47 亦將用路人類型分為臺中市和非臺中市居民，探討兩者在本計畫推估 2024 年跨年活動期間到訪臺中市及行經水湳周邊之旅次量分布。在跨年當天和隔日(即 1/1)的全日旅次量中，到訪臺中市及行經水湳周邊的用路人仍以臺中市居民為主。此外，相較於跨年晚會當日，元旦當日的整體旅次量及行經水湳周邊之旅次量各別下降 10.76%和 37.44%；與表 4.2-15 相比，亦可發現水湳周邊道路旅次數較 2023 年跨年活動舉辦期間高，可認為 2024 年跨年活動對對水湳中央公園周邊道路服務水準之影響更甚。

茲將本計畫推估之 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時人旅次分布如圖 4.2.48 和圖 4.2.49 所示。針對抵達活動會場的分時旅次分布，臺中市與非臺中市居民抵達活動會場的趨勢相似，民眾自傍晚 6 點起逐漸抵達會場，而晚間 10 點為最多人湧進會場之時段。針對離開活動會場的分時旅次分布，全體民眾集中於凌晨 0~1 點離開會場，當中臺中市居民多集中於 0 點離開會場，而非臺中市居民多集中於 1 點離開會場。

註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.47 本計畫推估之 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表

表 4.2-15 本計畫推估 2023/12/31~2024/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比

用路人類型	2023/12/31		2024/1/1	
	停留臺中市	通過水湳	停留臺中市	通過水湳
非臺中市居民	24.09%	33.07%	27.75%	33.88%
	1,373,535	76,898	1,411,601 (+2.77%)	49,294 (-35.90%)
臺中市居民	75.91%	66.93%	72.25%	66.12%
	4,327,217	155,657	3,675,943 (-15.05%)	96,202 (-38.20%)
總計	5,700,752	232,555	5,087,544 (-10.76%)	145,496 (-37.44%)

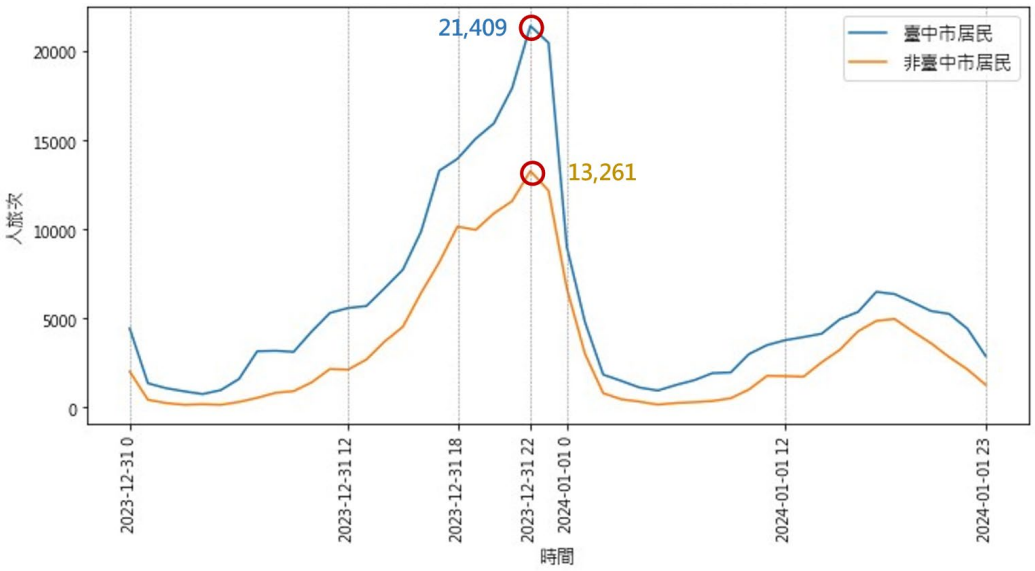


圖 4.2.48 本計畫推估之 2024 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布

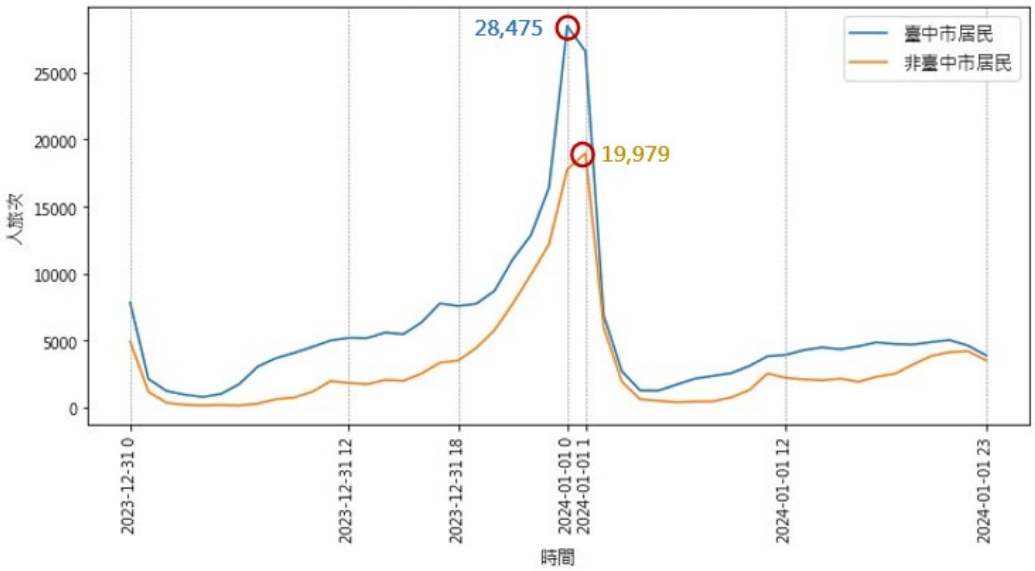


圖 4.2.49 本計畫推估之 2024 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布

(二) 跨年活動期間往返會場與臺中市內軌道場站之接駁車需求推估

根據前述的信令人旅次推估結果，本計畫可掌握跨年活動期間的分時信令人旅次起迄分布，從而推算活動期間往返會場與臺中市內軌道場站之接駁車需求，作為後續知識庫進行接駁車路線規劃與量能規劃之參考。

圖 4.2.50 所示為接駁車需求推估流程圖，本計畫首先選定臺中市內各軌道場站環域與活動會場周邊所含行動數據網格(如圖 4.2.51 所示)，再將行動數據網格起迄資料透過起迄點網格中軌道場站與活動會場周邊的面積占比進行細部拆分後，轉換為軌道場站與活動會場之間的人旅次總量。隨後，依歷年臺灣燈會之運具使用比，本計畫預估使用大眾運輸(接駁車)往返各軌道場站與會場的人旅次佔所有人旅次總量之 40%，如圖 4.2.52 所示，可進一步計算往返各軌道場站與會場之接駁車需求。上述步驟將針對跨年活動期間的每小時進行計算，從而得出分時往返各軌道場站與會場的接駁車需求。

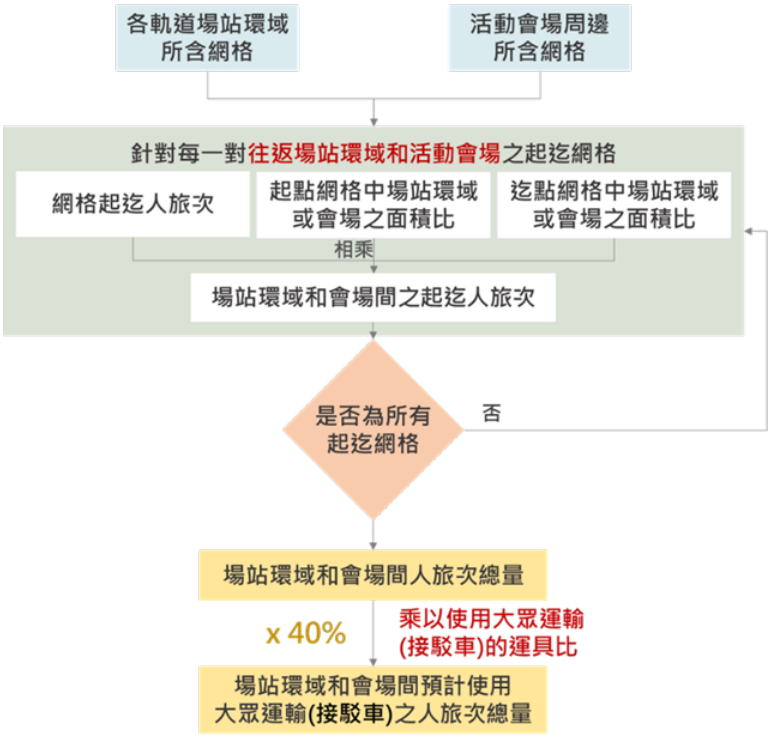
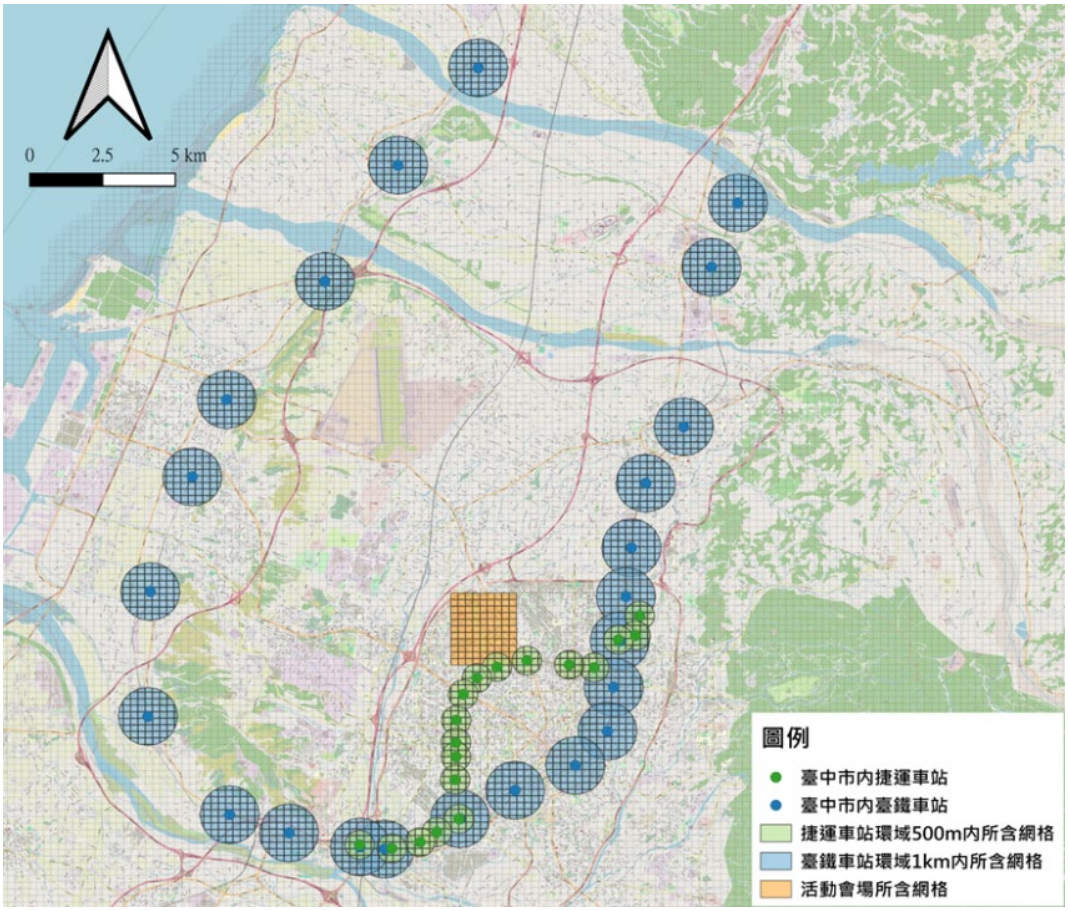


圖 4.2.50 往返活動會場與軌道場站之接駁車需求推估流程圖



註：本計畫以軌道場站環域 500m 或 1km 的範圍計算搭乘大眾運輸之人旅次。

圖 4.2.51 活動會場與臺中市內軌道場站環域之行動數據網格

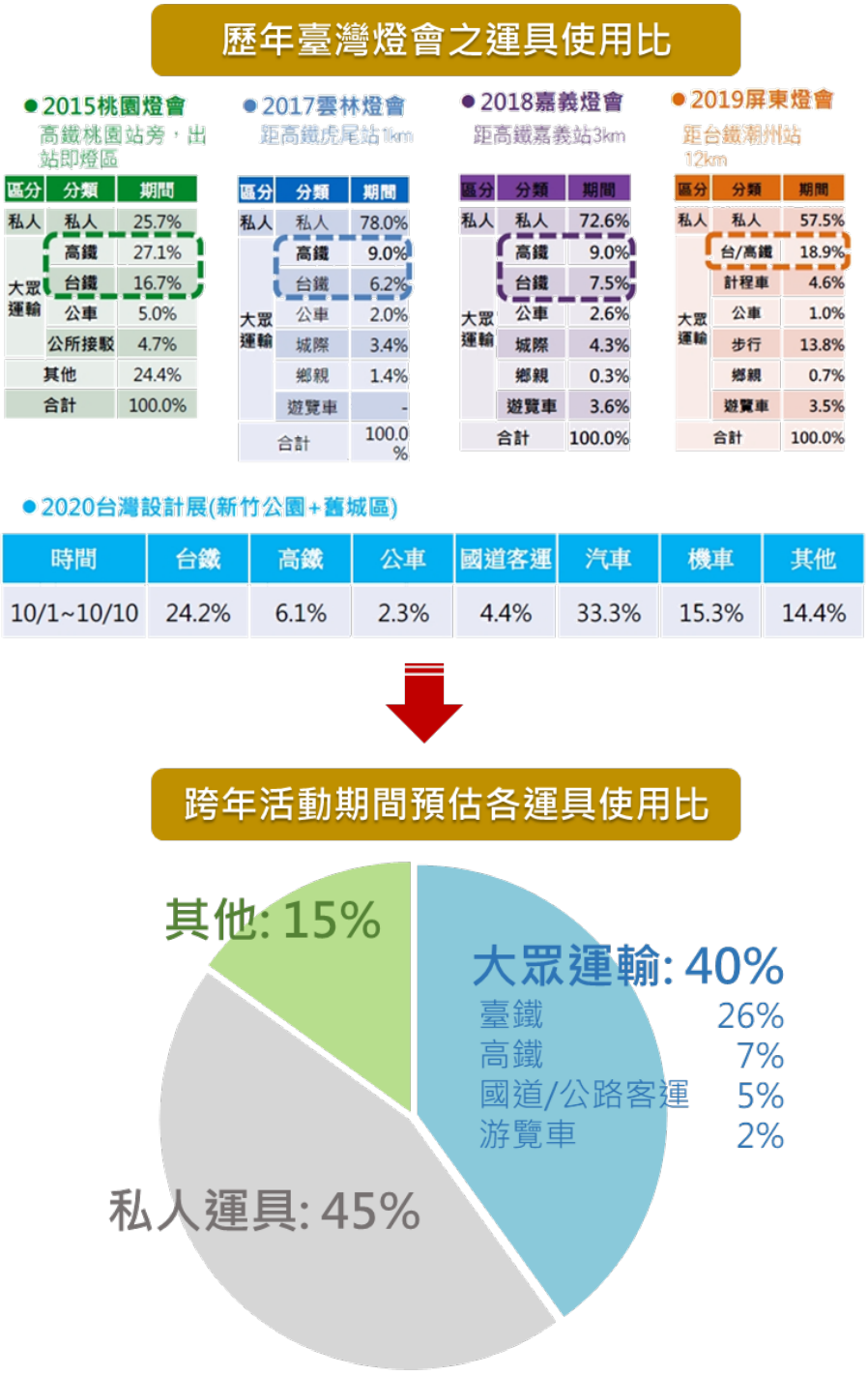
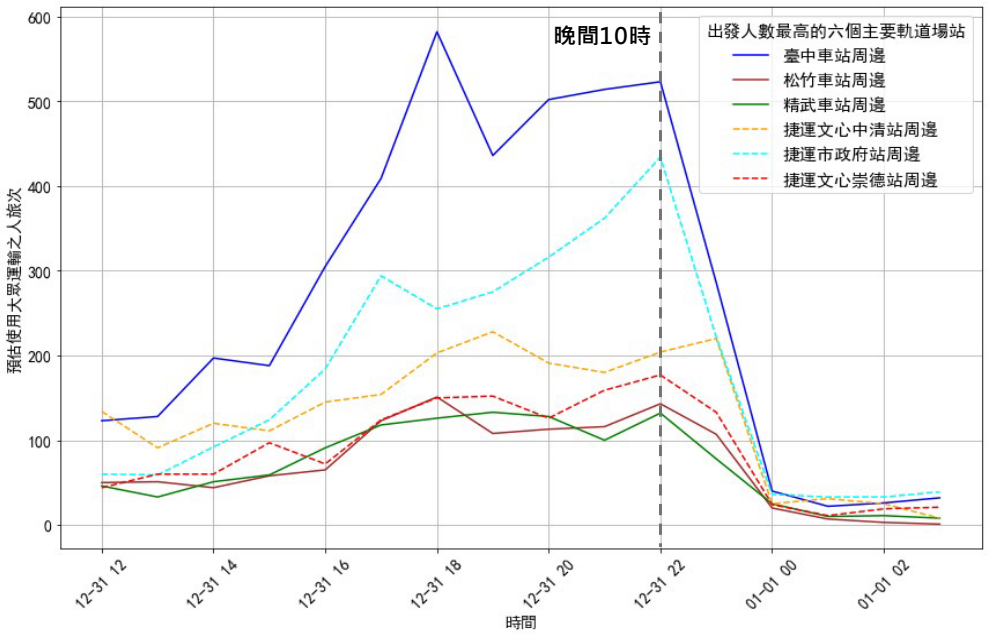


圖 4.2.52 由歷年臺灣燈會之運具使用比推估本示範活動各運具使用比

茲將自六個主要軌道場站出發且預估使用大眾運輸前往活動會場的分時人旅次(接駁車需求)如圖 4.2.53 和表 4.2-16 所示，本計畫預估跨年當日晚間 10 點為最多民眾使用接駁車入場的時段，預計搭乘接駁車入場約有 1,613 人，且民眾多使用接駁車從臺中車站、捷運市政府站與捷運文心中清站周邊抵達活動會場。另外，圖 4.2.54 和表 4.2-17 所示為自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站周邊的分時人旅次，可推估多數民眾於倒數活動結束後（即凌晨 0 時和 1 點）使用接駁車抵達該軌道

場站，當中又以凌晨 1 點對於接駁車的需求最高，達 1,945 人次；另可觀察大部分自活動會場周邊出發的民眾多使用接駁車前往臺中車站、捷運文心中清站和精武車站周邊。根據上述推估結果，後續知識庫階段可掌握往返活動會場及主要軌道場站的分時接駁車需求，進而針對接駁車需求進行路線規劃與每小時接駁車班次之計算。

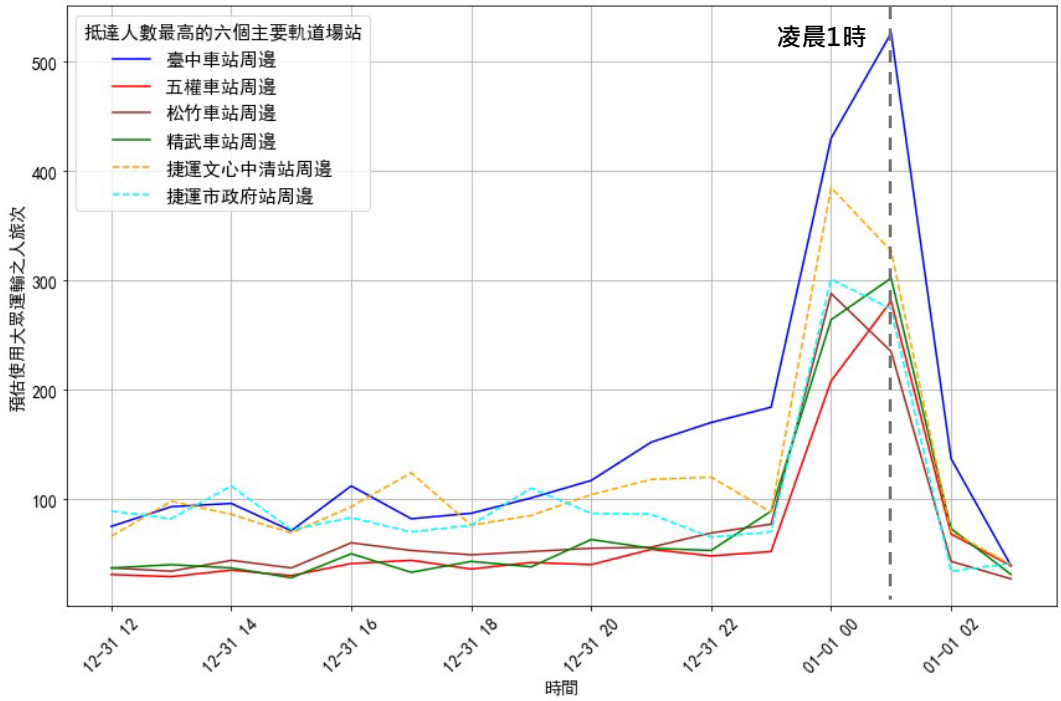


註：本計畫於推估接駁車需求時，排除步行即可抵達活動會場的文心櫻花和文華高中站。

圖 4.2.53 自主要軌道場站出發且使用大眾運輸前往會場分時人旅次(2024 年跨年期間)

表 4.2-16 自主要場站出發且使用大眾運輸前往會場分時人旅次(2024 年跨年期間)

(日期)時間	臺中車站周邊	松竹車站周邊	精武車站周邊	捷運文心中清站周邊	捷運市政府站周邊	捷運文心崇德站周邊	總數
(12/31) 12:00	123	50	46	134	60	44	457
(12/31) 13:00	128	51	33	91	59	60	422
(12/31) 14:00	197	44	51	120	92	60	564
(12/31) 15:00	188	58	59	111	124	97	637
(12/31) 16:00	305	65	91	145	184	72	862
(12/31) 17:00	409	123	118	154	294	124	1,222
(12/31) 18:00	582	151	126	203	255	150	1,467
(12/31) 19:00	436	108	133	228	275	152	1,332
(12/31) 20:00	502	113	128	191	316	126	1,376
(12/31) 21:00	514	116	100	180	362	159	1,431
(12/31) 22:00	523	143	132	204	434	177	1,613
(12/31) 23:00	286	107	78	220	222	133	1,046
(1/1) 00:00	40	20	25	25	36	24	170
(1/1) 01:00	22	7	10	31	33	11	114
(1/1) 02:00	26	3	11	25	33	19	117
(1/1) 03:00	32	1	8	8	39	21	109



註：本計畫於推估接駁車需求時，排除步行即可抵達活動會場的文心櫻花和文華高中站。

圖 4.2.54 自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站分時人旅次(2024 年跨年)

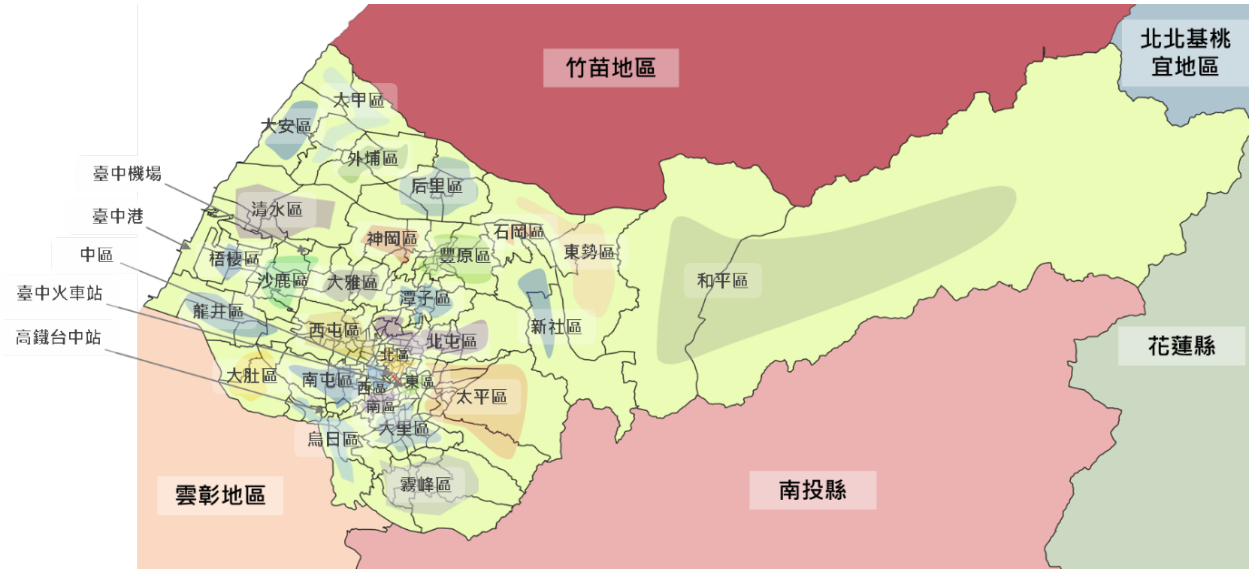
表 4.2-17 自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站分時人旅次(2024 年跨年)

(日期)時間	臺中車站周邊	五權車站周邊	松竹車站周邊	精武車站周邊	捷運文心中清站周邊	捷運市政府站周邊	總數
(12/31) 12:00	75	31	37	37	66	89	335
(12/31) 13:00	93	29	34	40	98	82	376
(12/31) 14:00	96	35	44	37	86	112	410
(12/31) 15:00	71	30	37	28	69	72	307
(12/31) 16:00	112	41	60	50	93	83	439
(12/31) 17:00	82	44	53	33	124	70	406
(12/31) 18:00	87	36	49	43	76	76	367
(12/31) 19:00	101	42	52	38	85	110	428
(12/31) 20:00	117	40	55	63	104	87	466
(12/31) 21:00	152	54	56	55	118	86	521
(12/31) 22:00	170	48	69	53	120	65	525
(12/31) 23:00	184	52	77	89	88	70	560
(1/1) 00:00	430	208	288	264	385	301	1,876
(1/1) 01:00	526	281	235	302	327	274	1,945
(1/1) 02:00	137	68	43	73	70	34	425
(1/1) 03:00	39	39	27	31	40	41	217

三、交通分區劃分

由於行動數據資料分析尺度以 250 公尺之矩形網格為單位，網格數眾多且遍布全臺，不適於旅次分析與交通量指派使用，故本計畫將以交通分區作為交通量指派的分析空間單元。交通分區之劃分目的在於將研究範圍依照不同地區特性劃分為若干交通分區，並進行資料分析與預測，以解釋與分析交通分區間之旅次行為及特性。

本計畫將行政區內數個村里組成一個交通分區，共劃設 268 個界內交通分區。並考量鐵路與公路轉乘、港區貨運、機場客貨運等特性劃設 4 個交通場站分區，分別為高鐵臺中站、臺中火車站、臺中港、臺中機場；而界外交通分區則以臺中市與界外之聯通道路歸類為 6 個界外交通分區，分別為北北基桃宜地區、竹苗地區、雲彰地區、中南部和臺東地區、南投地區、花蓮地區，因此本計畫共計 278 個交通分區，如圖 4.2.55 與表 4.2-18 所示。



註：中南部和臺東地區並未列出。

圖 4.2.55 交通分區示意圖

表 4.2-18 交通分區列表

分區	涵蓋範圍	分區數量
區內交通分區	中區	4
	東區	12
	南區	10
	西區	16
	北區	20
	西屯區	22
	南屯區	13

	北屯區		24
	豐原區		17
	東勢區		3
	大甲區		4
	清水區		6
	沙鹿區		11
	梧棲區		6
	后里區		6
	神岡區		5
	潭子區		11
	大雅區		7
	新社區		2
	石岡區		2
	外埔區		3
	大安區		2
	烏日區		9
	大肚區		3
	龍井區		5
	霧峰區		11
	太平區		14
	大里區		18
	和平區		2
交通場站分區	高鐵臺中站		4
	臺中火車站		
	臺中港		
	臺中機場		
界外交通分區	北北基桃宜地區	臺北市、新北市、基隆市、桃園市、宜蘭縣	6
	竹苗地區	新竹縣、新竹市、苗栗縣	
	雲彰地區	雲林縣、彰化縣	
	中南部和臺東地區	嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣、臺東縣	
	南投地區	南投縣	
	花蓮地區	花蓮縣	
總計			278

四、行動數據人旅次轉換車旅次需求

(一) 行動數據人旅次轉換車旅次需求

透過行動數據網格之起迄資料，本計畫可取得過去活動期間之旅次需求量，然本計畫以交通分區作為交通量指派的分析空間單元，故需要將行動數據網格之起迄資料轉換為交通分區之起迄資料，其轉換流程如圖 4.2.56 所示。

將每一起迄網格之間的人旅次，透過起迄點網格中各交通分區的面積占比進行細部拆分，再依交通分區尺度進行整併後彙整為以交通分區為單元之起迄旅次量，即可進行後續的交通量指派分析。

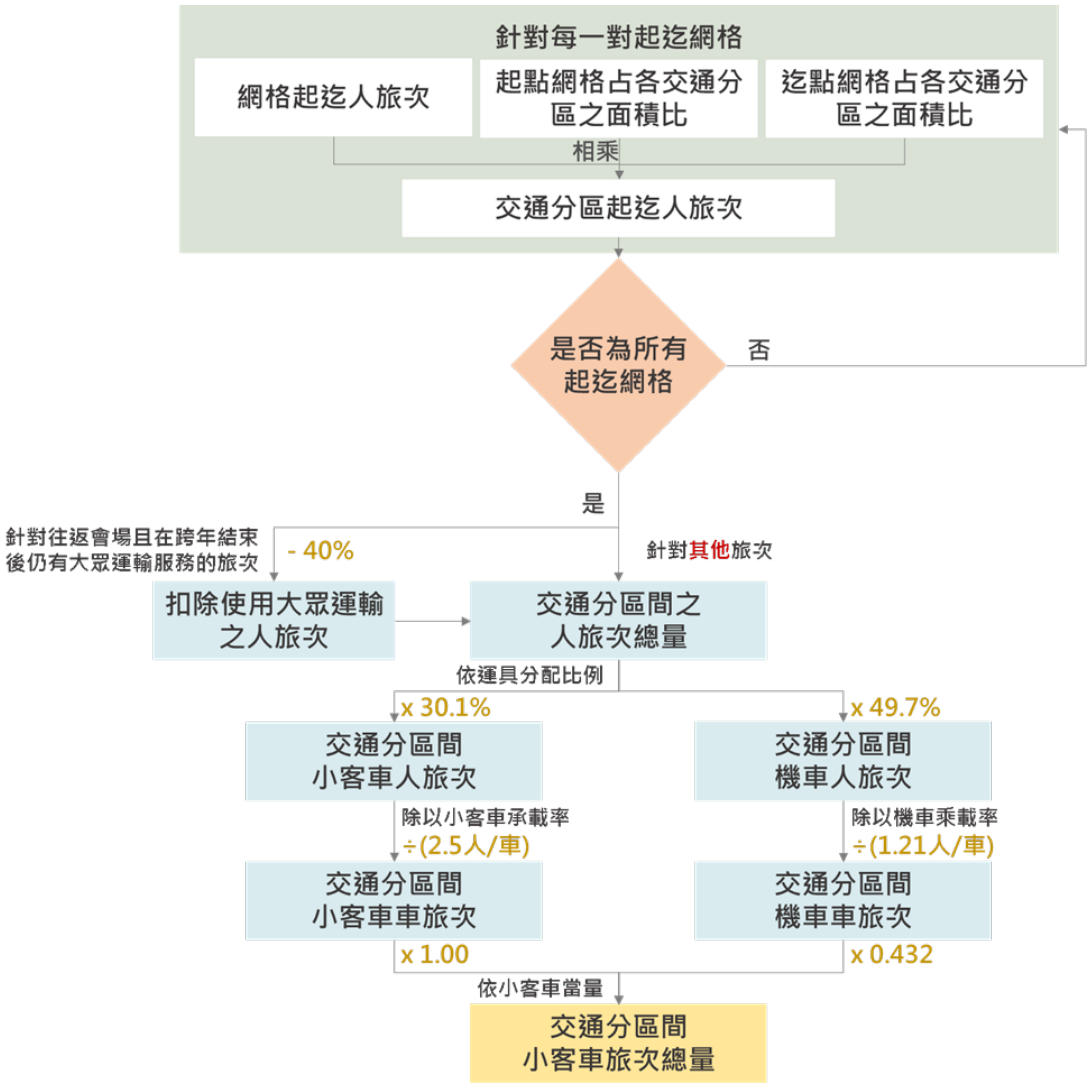


圖 4.2.56 行動數據網格人旅次轉換為交通分區車旅次總量流程

因本計畫之實作範例為跨年活動期間，部分民眾會使用大眾運輸(軌道或公車客運服務)往返會場，依圖 4.2.52 所示之歷年臺灣燈會之運具使用比，本計畫預估使用大眾運輸往返會場的人旅次占交通分區間之人旅次總量之 40%。因使用大眾運輸入

場之民眾於活動結束後一般亦搭乘大眾運輸離場，故本計畫優先找出跨年活動後仍提供軌道或公車客運服務之交通分區，如圖 4.2.57 所示，將使用大眾運輸往返會場的人旅次自該交通分區的人旅次總量中扣除後進行私人運具於公路路網之交通量指派。

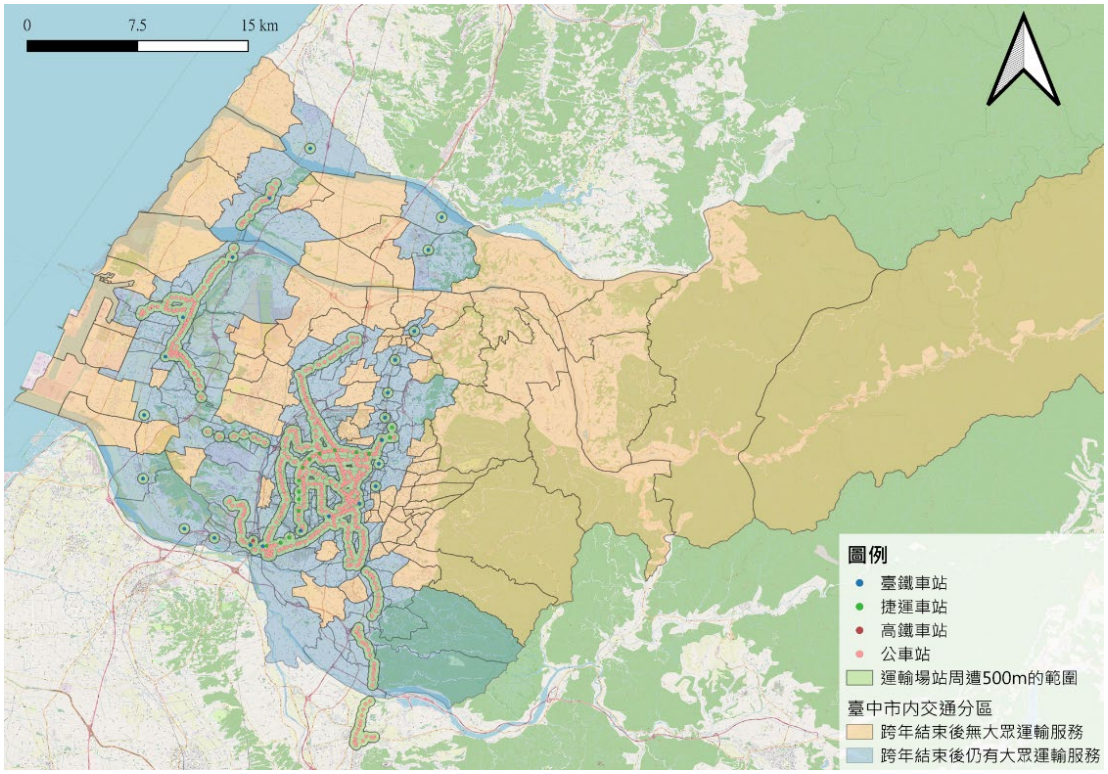


圖 4.2.57 跨年活動後仍提供大眾運輸服務之交通分區

另參考交通部統計處發布「111 年民眾日常使用運具狀況調查摘要分析」[17]之中部地區外出民眾運具次數市占率，取自用小客車市占率為 30.1%、機車市占率為 49.7%，可將交通分區間之人旅次總量拆分為小客車和機車人旅次。本計畫亦參考交通部統計處發布「111 年自用小客車使用狀況調查報告」和「111 年機車使用狀況調查報告」，中部地區平假日自用小客車最常乘坐人數(含駕駛人)和機車最常乘載人數(含駕駛人)為本計畫之乘載率，小客車平日為 1.7 人、小客車假日為 2.5 人、機車為 1.21 人，可將交通分區間之小客車和機車人旅次分別轉換為小客車和機車車旅次，如表 4.2-19 所示，故透過小客車當量可將交通分區間之小客車和機車車旅次轉換為交通分區之間車旅次(PCU)總量。

為掌握與推估於大型活動期間，交通分區間之車旅次起迄需求於臺中市道路路網中之流量分布情形，需建立各分區區心與道路節點之虛擬連線，其交通分區區心透過虛擬連線與道路節點連線之對照資訊如表 4.2-20 所示。

表 4.2-19 起迄網格人旅次轉換為起迄交通分區人旅次之說明表

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
o_end_date	日期	日期
o_end_week_day	星期	星期別
trip_purpose	旅次目的	旅次目的(HBW、HBO、NHB)
trip_type	旅次類型	旅次類型(II、IE、EI、EE)
trip_hour	旅次發生小時	旅次發生小時(出發與抵達時間中點，24 小時制)
o_gridid	起點網格	起停留網格編號
o_zoneid	起點網格交通分區	起停留網格內的交通分區編號
o_zone_area	起點網格交通分區面積	起停留網格內的交通分區面積(m^2)
o_zone_proportion	起點網格交通分區面積占比	起停留網格內的交通分區面積占比(%)
d_gridid	迄點網格	迄停留網格編號
d_zoneid	迄點網格交通分區	迄停留網格內的交通分區編號
d_zone_area	迄點網格交通分區面積	迄停留網格內的交通分區面積(m^2)
d_zone_proportion	迄點網格交通分區面積占比	迄停留網格內的交通分區面積占比(%)
amp_imsi_cnt	放大後旅次數	起停留網格與迄停留網格之間的人旅次
od_zone_tripnum	交通分區人旅次	起停留交通分區與迄停留交通分區之間的人旅次

表 4.2-20 交通分區區心與道路節點對照起迄表

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
o_end_date	日期	日期
o_end_week_day	星期	星期別
trip_purpose	旅次目的	旅次目的(HBW、HBO、NHB)
trip_type	旅次類型	旅次類型(II、IE、EI、EE)
trip_hour	旅次發生小時	旅次發生小時(出發時間與抵達時間中點，24 小時制)
o_zoneid	起點分區	起點交通分區編號
o_zone_lon	起點區心經度	起點交通分區區心經度
o_zone_lat	起點區心緯度	起點交通分區區心緯度
o_nodeid	起點節點	起點路網節點編號
o_node_lon	起點節點經度	起點路網節點經度
o_node_lat	起點節點緯度	起點路網節點緯度

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
d_zoneid	迄點分區	迄點交通分區編號
d_zone_lon	迄點區心經度	迄點交通分區區心經度
d_zone_lat	迄點區心緯度	迄點交通分區區心緯度
d_nodeid	迄點節點	迄點路網節點編號
d_node_lon	迄點節點經度	迄點路網節點經度
d_node_lat	迄點節點緯度	迄點路網節點緯度
od_zone_pcu_trip	交通分區車旅次	起迄交通分區之間的車旅次(PCU)

(二) 跨年期間水湳周邊信令車旅次之分時分布

將圖 4.2.48 和圖 4.2.49 中所有前往抵達和離開會場周邊的分時人旅次，通過圖 4.2.56 所述之流程轉換為分時車旅次(如圖 4.2.58 所示)，可觀察抵達會場周邊的旅次於 12/31 日下午 6 點後逐步增加，並於當日晚間 10 點達到高峰，並突破 5,000 車旅次；而離開會場周邊的車旅次較集中，於 1/1 日 0~1 點出現尖峰，並於 1 點達至高點(約 8,000 車旅次)。由此可知，跨年當日晚間 10 點和凌晨 1 點為最多車輛抵達和離開會場之尖峰時段，其對周邊道路之交通影響最劇，故本計畫藉由建置大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫，依據知識庫分析結果，供知識庫提出具體之策略方案，以緩解大型活動期間對周邊道路之交通影響。

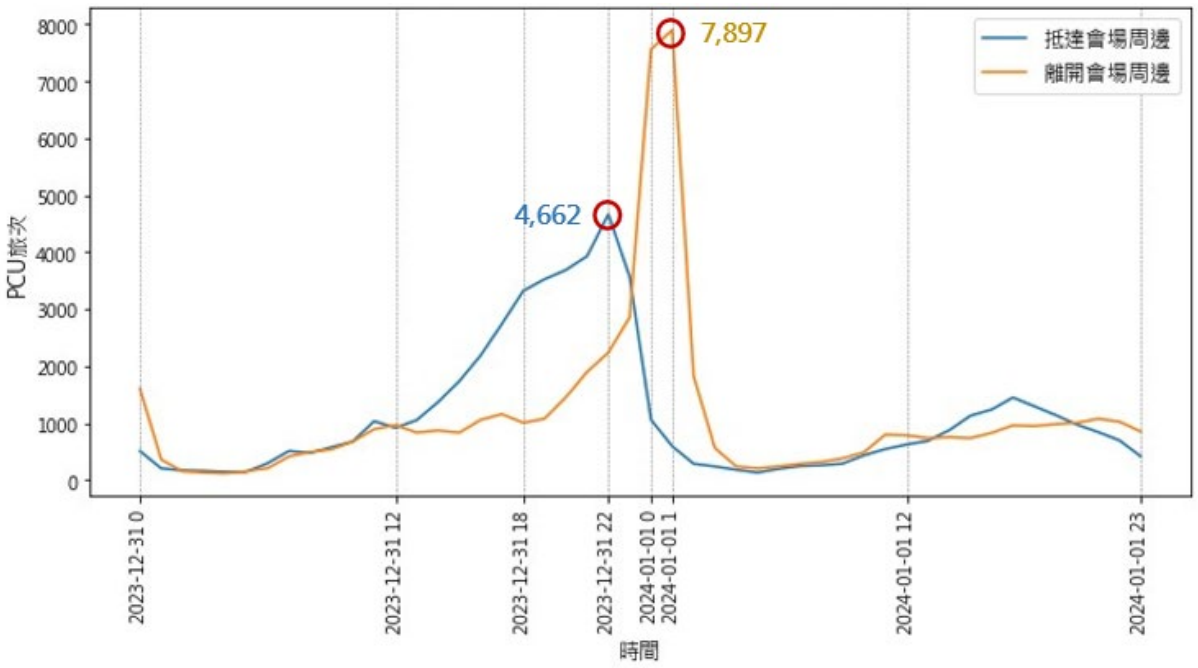


圖 4.2.58 本計畫推估 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊分時旅次(PCU)

五、路徑庫的建置

透過建置巨觀模型路網以及根據歷年大型活動之交通管制計畫，進一步對水湳中央公園周邊道路進行細化與編修。本計畫同時考慮整體路網的旅次分布需求，進一步構建各起迄間不分車種之路徑庫資訊。針對各起迄交通分區依據可行駛時間或行駛距離，利用 Yen's 演算法求出臺中市範圍內各起迄下之所有可行路徑。茲將路徑庫資訊之欄位建置如表 4.2-11 所示，並配合之公路路網屬性，可知路徑上各節線屬性，以供後續路徑交通量指派模式進行路網交通量推估使用。

表 4.2-21 路徑庫資訊之說明表

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
o_zoneid	起點分區	起點交通分區編碼
o_nodeid	起點節點	起點路網節點編碼
d_zoneid	迄點分區	迄點交通分區編碼
d_nodeid	迄點節點	迄點路網節點編碼
path_id	路徑序號	該對起迄交通分區的路徑 ID (依照路徑成本由小至大排序)
path_cost	路徑成本	路徑的行駛時間(秒)或行駛距離(公里)
path_seq	節線序號	路徑所經節線順序
l_id	節線	節線編碼(13 碼)
l_fromnodeNO	節線起點	節線起點編號
l_tonodeNO	節線迄點	節線迄點編號
cum_time	累積行駛時間	自起點路網節點至該節線迄點的行駛時間(秒)

六、路徑交通量指派模式之建立

透過前述推估之 2024 年跨年活動期間車旅次需求分布，以及參考跨年活動期間交通管制計畫下之臺中市路網路徑庫資料，本計畫於期末階段進行概念性驗證與實作之交通量指派主要以最短路徑交通量指派模式，並透過與鼎漢工程顧問公司自行研發 AI 路徑交通量指派模式的指派結果進行對比，以驗證最短路徑交通量指派模式指派結果之合理性。

最短路徑交通量指派模式與 AI 路徑交通量指派模式之輸入資料為以交通分區為基礎之旅次需求分布表(起迄表)以及指派範圍之路網及道路屬性資料表(如表 4.2-22)，交通分區起起資料表格式如下表所示。透過本計畫建立之模式庫流程(如圖 4.2.59 所示)，依計畫範圍道路路網資料產製之路徑庫，結合以交通分區為基礎之起迄表，後透過此二路徑交通量指派模組產製出 2024 年跨年活動期間，臺中市路網範圍內所有道路之道路

流量(PCU)，以作為下一階段於交通疏導應變決策知識庫之參考數據。

表 4.2-22 交通分區起迄表

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
o_end_date	日期	日期
trip_hour	旅次發生小時	旅次發生小時(出發時間與抵達時間中點，24 小時制)
o_zoneid	起點分區	起點交通分區編號
d_zoneid	迄點分區	迄點交通分區編號
od_zone_pcu_trip	交通分區車旅次	起迄交通分區之間的車旅次(PCU)

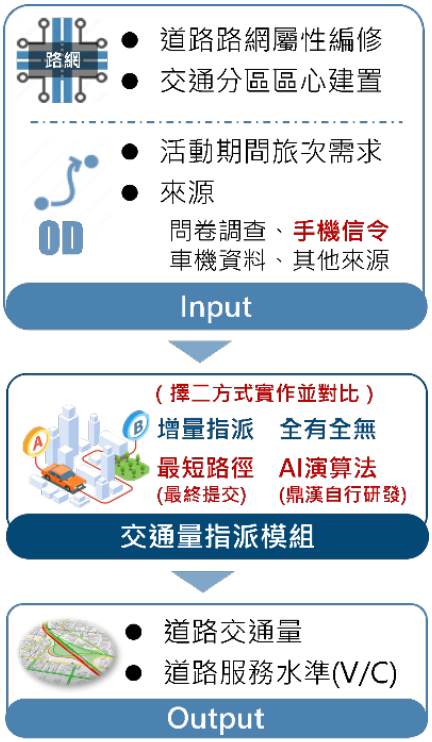


圖 4.2.59 大型活動交通影響分析模式庫流程

於跨年活動期間，各時段皆有旅次需求陸續由不同交通分區進入活動會場或由活動會場離開至各交通分區。本計畫假設單一時段的時長為一小時，且民眾所處起點分區至會場所處迄點分區之最短旅行時間長於一小時時，可知該旅次將無法於該單一時段內抵達活動會場，進而停留於路網中的某一節點中(如圖 4.2.60 所示之i點)。於實際情況中，該旅次將會於下一時段由i點出發繼續前往活動會場，惟一般的連續性靜態指派僅在數個時段中進行互相獨立的靜態指派，無法考慮此旅次遞延之問題，故本計畫提出半動態指派之概念。

半動態指派的核心概念乃於各時段進行靜態指派，找出各路徑於該時段的停留點，

並將無法抵達迄點分區之旅次遞延至下一時段的起迄需求中，並繼續進行下一時段的靜態指派，如圖 4.2.61 所示。本計畫於掌握 2024 年跨年活動期間分時車旅次起迄需求後，於各時段建立路徑庫並透過最短路徑或 AI 路徑交通量指派模式，以靜態指派之方式預測各路徑交通量。本計畫計算該路徑的旅次能否於該時段內抵達迄點分區(即判段表 4.2-21 所述「path_cost」之路徑行駛時間是否多於該時段時長)，若該旅次無法於該指派時段抵達迄點分區，則將無法於原指派時段中抵達迄點分區的旅次加入下一時段的車旅次起迄需求中，並於下一時段自其停留點分區出發繼續前往迄點分區。上述步驟將於各時段重複進行，直至完成所有時段之交通量指派。

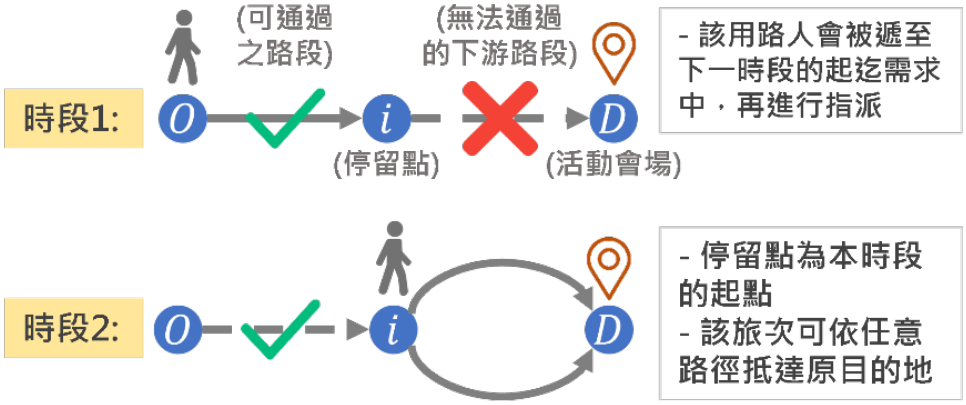


圖 4.2.60 半動態指派示意圖

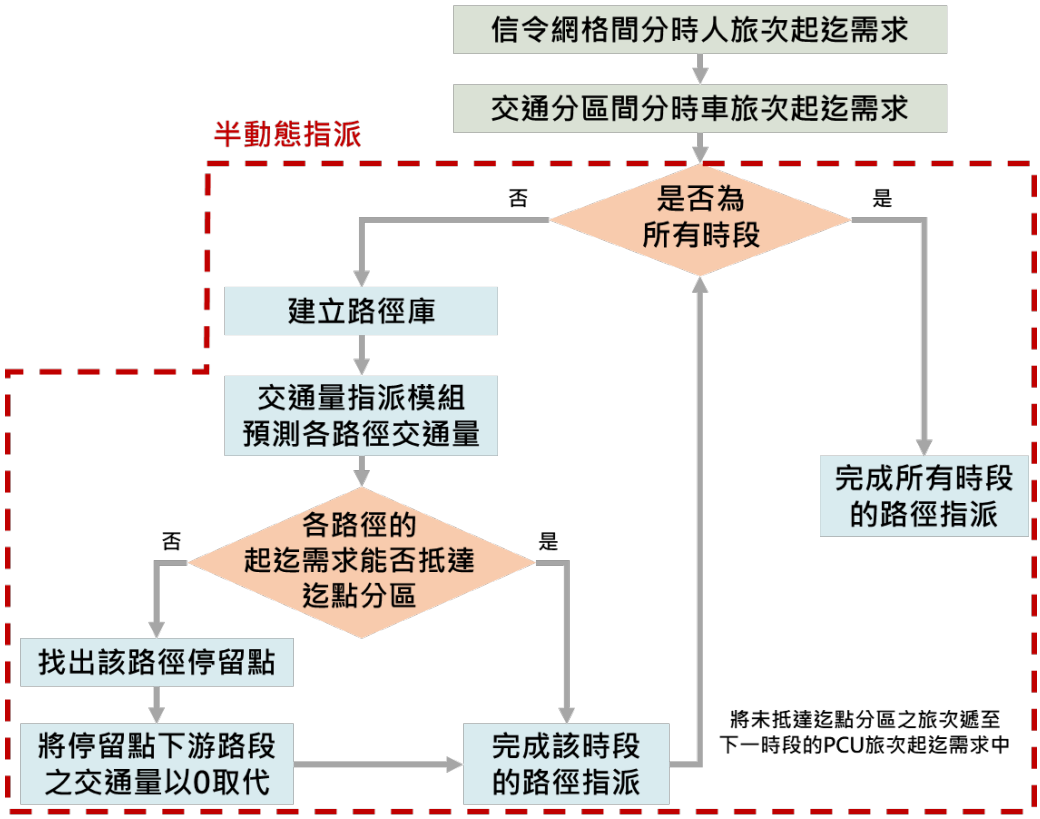


圖 4.2.61 半動態指派流程圖

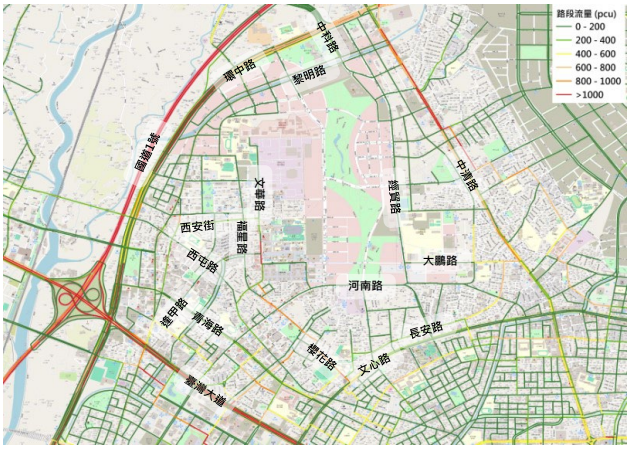
七、指派結果與壅塞警示路口篩選機制

(一) 2024 年跨年期間活動會場周邊道路之分時交通量指派結果

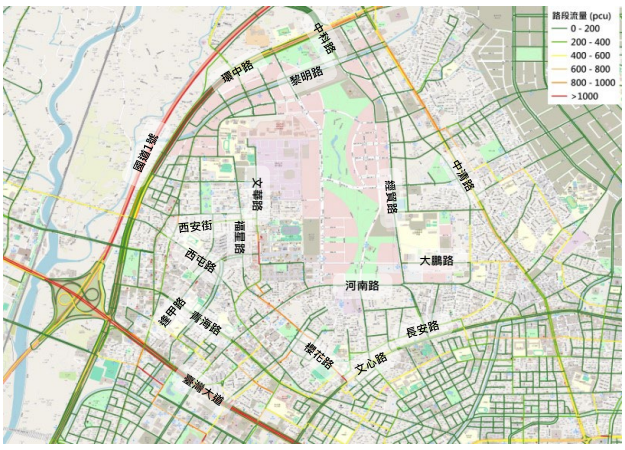
透過路徑交通量指派模式，可推估 2024 年跨年活動期間臺中市整體路網上之各路段流量，並透過 BPR 公式和路段容量將路段流量分別轉換為路段速率和路段服務水準，供後續進一步規劃相關交通疏導應變策略及擬定相關管制措施。由圖 4.2.58 的分時車旅次分布推估結果可知，民眾自 2024 年跨年當日(12/31)下午 6 點起陸續進場，直至隔日(1/1)凌晨 1 點後始完成離場，故本計畫於跨年當日下午 6 點至隔日凌晨 2 點進行半動態指派分析，以掌握活動期間進出場車旅次對周邊道路服務水準的動態影響。此外，本計畫亦對比最終擬提交之最短路徑交通量指派模式與鼎漢工程顧問公司自行研發 AI 路徑交通量指派模式的指派結果，以驗證最短路徑交通量指派模式預測結果之合理性。

圖 4.2.62 為本計畫推估 2024 年跨年期間活動會場周邊道路分時路段流量，可發現水湳中央公園周邊道路於下午 6 點即出現流量高於 1,000 車旅次之路段，其中臺灣大道、中清路北側及環中路的流量最為顯著，顯示民眾多由東北側和西南側進入活動會場周邊；而櫻花路、長安路、文華路、福星路等路段亦出現流量較高之狀況，其路段流量均高於 400 車旅次。於晚間 7 點至 10 點間上述路段流量持續增加，直至晚間 11 點才緩解壅塞之現象，尤以臺灣大道、中清路北側和環中路的交通流量減少幅度最為明顯，可判定此時民眾多已抵達活動會場並等待倒數活動。於倒數活動結束後，可觀察到，於凌晨 0 點至 1 點活動會場周邊交通流量大幅上升，當中臺灣大道、中清路及環中路的流量於凌晨 1 點達尖峰，且文華路、西安路、西屯路、逢甲路與鄰近道路的流量亦明顯增加。從這兩個時段的交通流量分布可知，民眾多由會場周邊的西側、西南側、東側和北側離開會場。而於凌晨 2 點，多數路段之流量已下降至 200 車旅次以下，臺灣大道、中清路及環中路的流量亦大幅減少，反映大部分民眾於倒數活動後已完成離場。

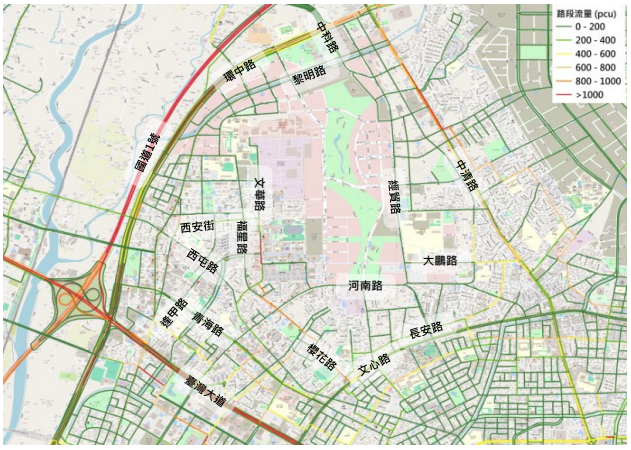
若比較最短路徑交通量指派模式與 AI 路徑交通量指派模式的結果，可發現兩者在各時段的派結果趨勢相似，皆顯示臺灣大道、中清路及環中路於進離場尖峰時段會出現流量峰值，且民眾的進離場動線相似；而後續透過與路段實際速率的對比與驗證，亦可發現兩個模式產出之路段速率與實際速率的差異極小，說明本計畫最終給付的最短路徑交通量指派模式與鼎漢工程顧問公司自行研發的 AI 路徑交通量指派模式均能準確預測活動期間的交通狀況。



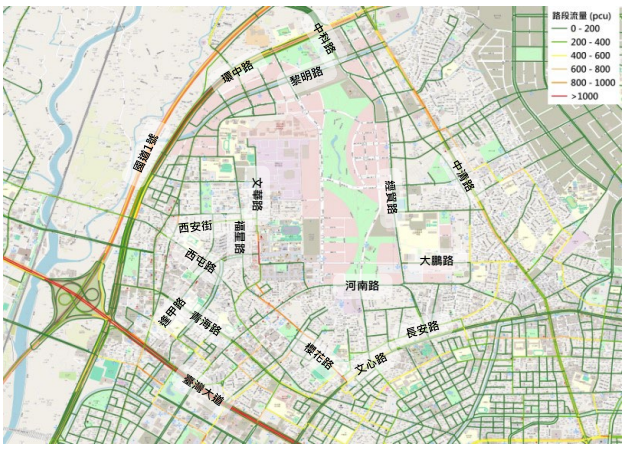
最短路徑交通量指派模式(12/31 18:00)



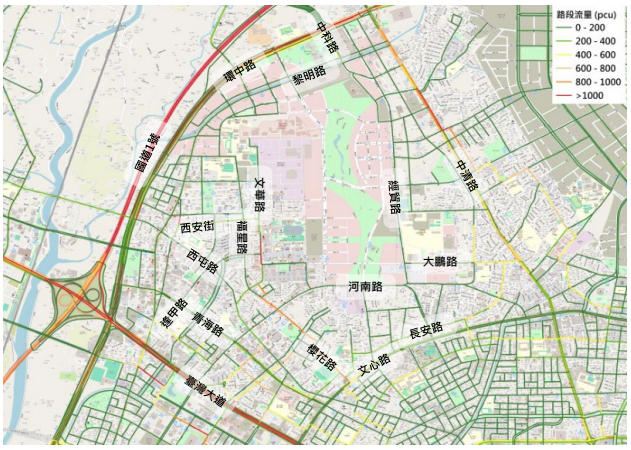
AI 路徑交通量指派模式(12/31 18:00)



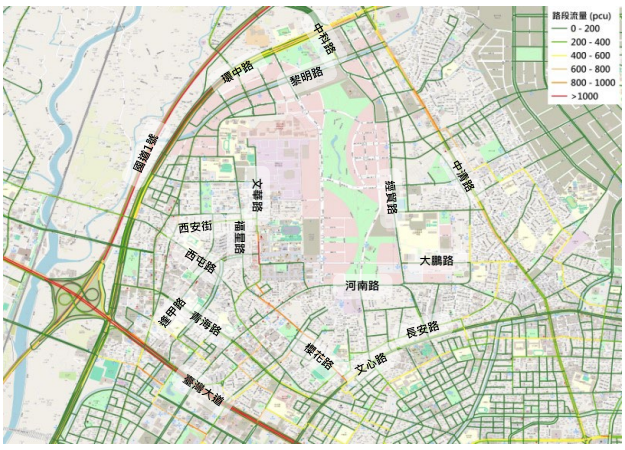
最短路徑交通量指派模式(12/31 19:00)



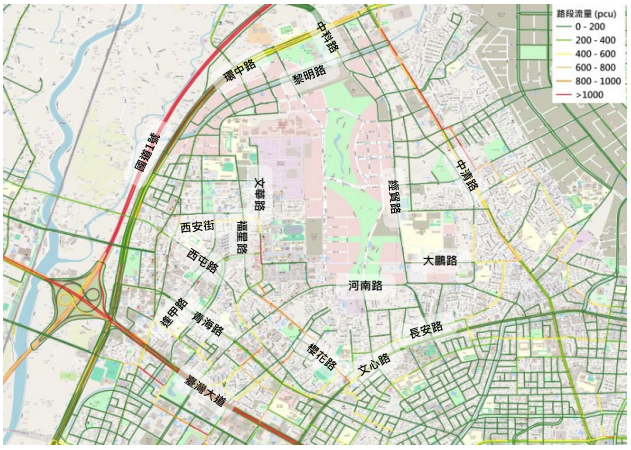
AI 路徑交通量指派模式(12/31 19:00)



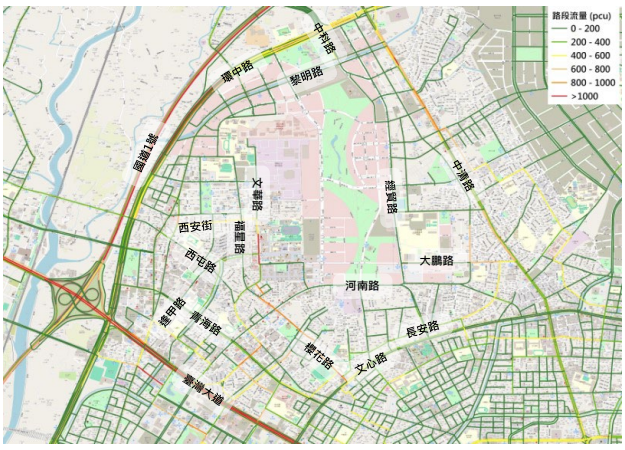
最短路徑交通量指派模式(12/31 20:00)



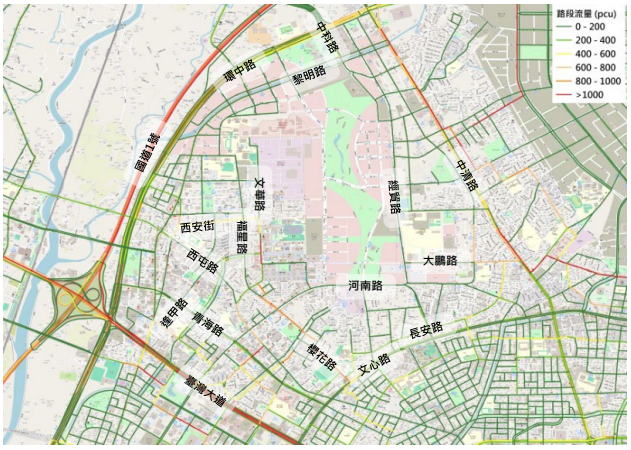
AI 路徑交通量指派模式(12/31 20:00)



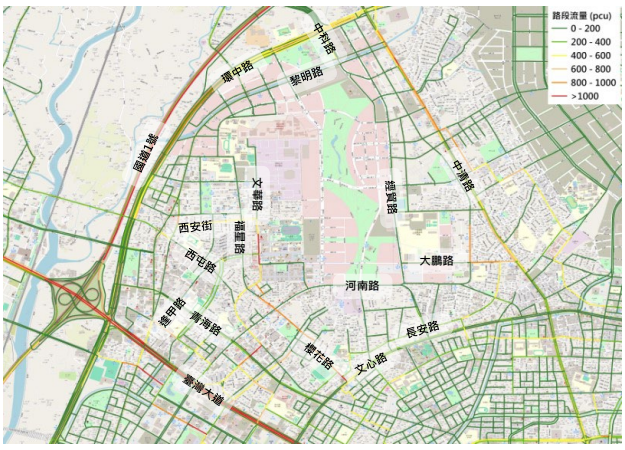
最短路徑交通量指派模式(12/31 21:00)



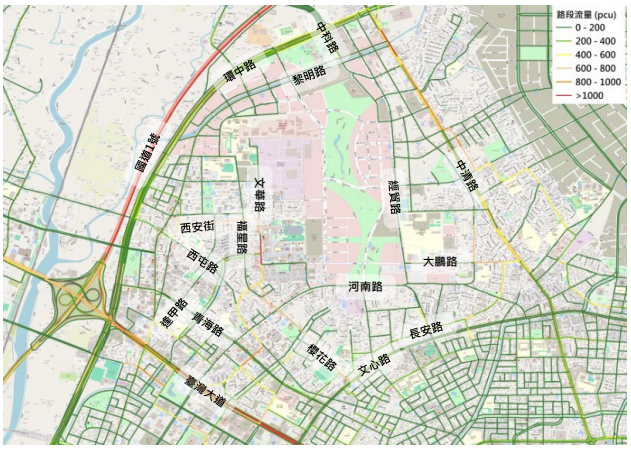
AI 路徑交通量指派模式 (12/31 21:00)



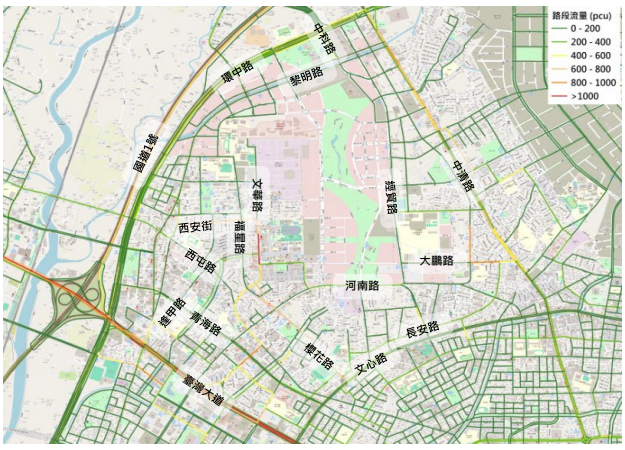
最短路徑交通量指派模式(12/31 22:00)



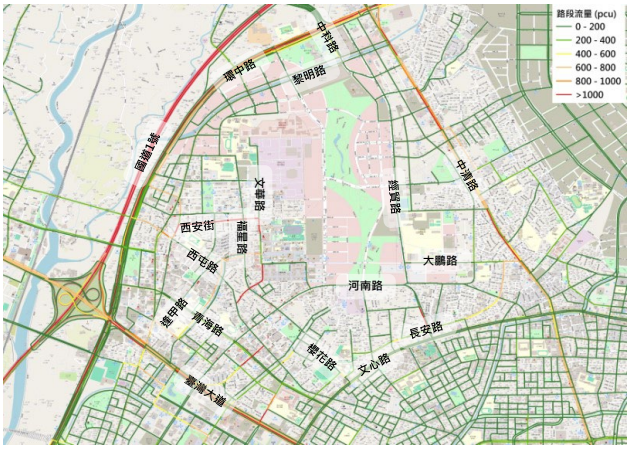
AI 路徑交通量指派模式 (12/31 22:00)



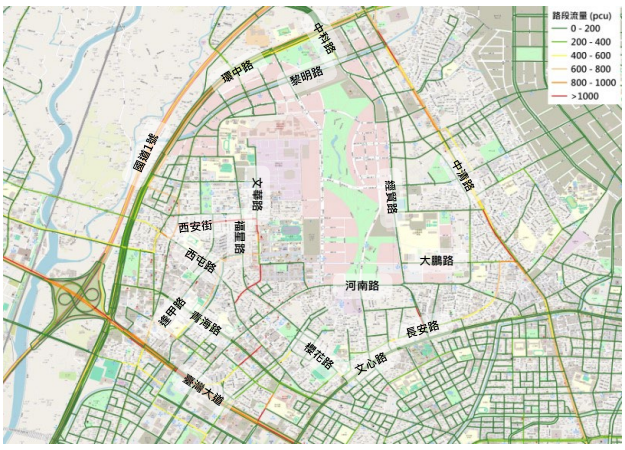
最短路徑交通量指派模式(12/31 23:00)



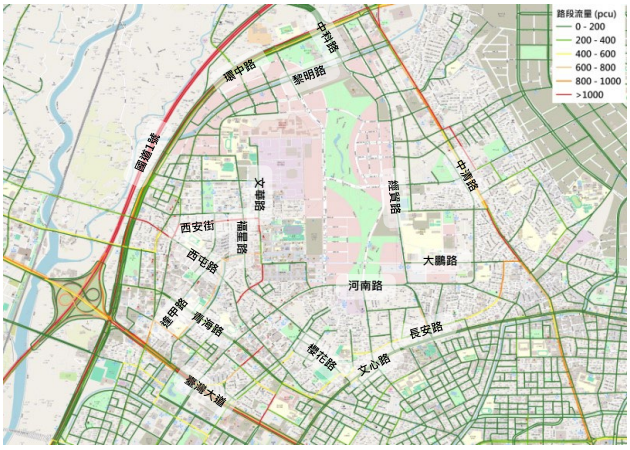
AI 路徑交通量指派模式 (12/31 23:00)



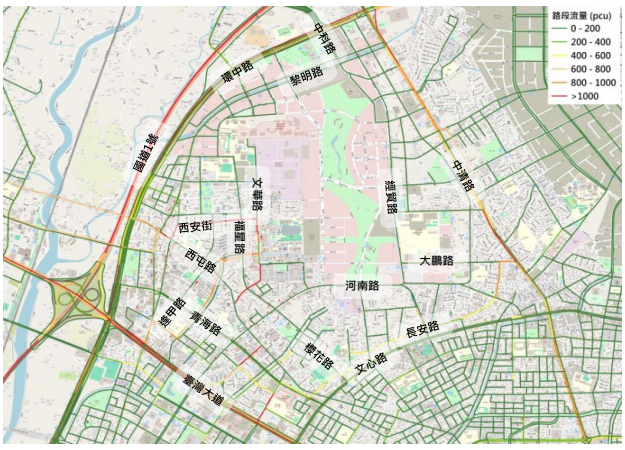
最短路徑交通量指派模式(1/1 00:00)



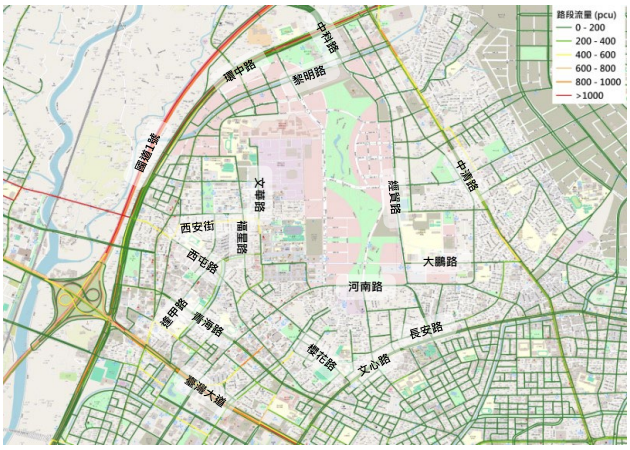
AI 路徑交通量指派模式 (1/1 00:00)



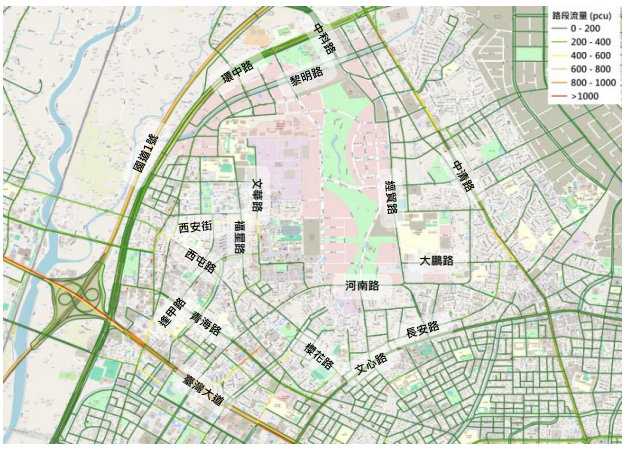
最短路徑交通量指派模式(1/1 01:00)



AI 路徑交通量指派模式 (1/1 01:00)



最短路徑交通量指派模式(1/1 02:00)



AI 路徑交通量指派模式 (1/1 02:00)

圖 4.2.62 本計畫推估 2024 年跨年期間活動會場周邊道路之分時路段流量

依圖 4.2.58 的分時車旅次分布與圖 4.2.62 之分時路段流量，可知活動會場周邊道路於 12/31 晚間 10 點與 1/1 凌晨 1 點分別因進場與離場尖峰而出現最高的路段流量，故本計畫後續將針對這兩個時段進行深入探討，分析道路流量增加對活動會場周

邊道路路段速率與服務水準之影響，以供知識庫評估交通狀況並提出相關管制與疏導措施的建議。

透過 BPR 公式，本計畫可將上述路段流量轉換為路段速率。圖 4.2.63 所示為 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段速率，可發現西安街、福星路、文華路、西屯路、青海路、逢甲路、河南路、櫻花路、黎明路、中清路、臺灣大道等路段因流量增加而導致其速率降低，反映民眾多由東北側和西南側進入活動會場周邊。而針對 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段速率，如圖 4.2.64 所示，可觀察其路段速率分布與晚間 10 點相似，但可觀察到多數位於會場西側道路路段速率明顯下降，表示民眾多由會場周邊的西側、西南側和東北側離場之趨勢。

最短路徑交通量指派模式　　AI 路徑交通量指派模式

圖 4.2.63 本計畫推估 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段速率

最短路徑交通量指派模式　　AI 路徑交通量指派模式

圖 4.2.64 本計畫推估 2024 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段速率

茲將本計畫推估 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點和 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路流容比(V/C)如圖 4.2.65 和圖 4.2.66 所示，大多處於活動會場周邊西南側、東側和北

側路段之 V/C 值達 0.4 或以上(即 C 級服務水準或以上)，與上述道路流量分布與民眾進離場動線之趨勢相同。

最短路徑交通量指派模式

AI 路徑交通量指派模式

圖 4.2.65 本計畫推估 2024 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之流容比(V/C)

最短路徑交通量指派模式

AI 路徑交通量指派模式

圖 4.2.66 本計畫推估 2024 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之流容比(V/C)

綜上所述，本計畫所交付之最短路徑交通量指派模式能準確的推估跨年活動期間會場周邊道路的分時路段流量、速率與服務水準，提供管理單位可進一步提前掌握民眾到離場時段與動線。透過與鼎漢工程顧問公司自行研發的 AI 路徑交通量指派模式結果及後續實際速率的對比與驗證，顯示最短路徑交通量指派模式具有合理且準確的預測能力。因此，本計畫後續將基於最短路徑交通量指派模式之指派結果，提出壅塞警示路口之構想、初步制定攔截圈範圍並推估攔截圈重要路口各方向分時停車需求，作為未來知識庫在設定最終攔截圈、指派交管人員引導人車流、挑選備援停車場及擬定相關管制策略時的參考依據。

(二) 2024 年跨年期間活動會場周邊道路壅塞警示路口之篩選機制

針對一特定路口（或路網節點），本計畫定義流入該路口之路段為上游路段，自

該節點流出的路段為下游路段，分別計算該路口所有上游(和下游路段)之平均路段交通量($\bar{V}$)、平均路段容量($\bar{C}$)、平均路段流容比($\bar{V}/\bar{C}$)、平均路段速率($\bar{S}$)、平均路段自由車流速率($\bar{S_0}$)及平均路段速率/自由車流速率($\bar{S}/\bar{S_0}$)等數據。隨後，本計畫提出壅塞警示路口之篩選條件，任何壅塞警示路口都必需符合以下三項條件:

(1) 路口下游路段平均$\bar{V}/\bar{C}$較其上游路段平均$\bar{V}/\bar{C}$值高。

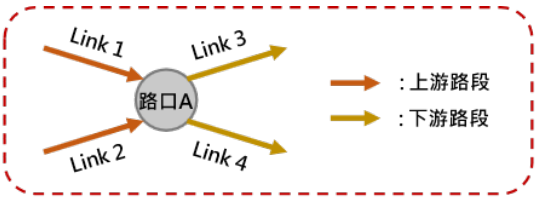
(2) 路口下游路段平均$\bar{S}$較其上游路段平均$\bar{S}$低。

(3) 路口下游路段平均$\bar{V}/\bar{C}$必需大於門檻值 0.5，或其下游路段平均$\bar{S}/\bar{S_0}$必須小於門檻值 0.8。

第一點和第二點為確保路口下游路段之平均路況較上游路段之平均路況差;而第三點則參考「臺灣公路容量手冊」，當V/C值大於 0.5，或S/S_0值小於 0.8 時為高速公路、市區高架快速道路、郊區雙車道、郊區雙車道之服務水準的 C~F 級，故本計畫定義路口下游路段之平均服務水準僅在達到 C~F 級時，該路口才能被認定為壅塞警示路口。以上三項條件的設定在於篩選出用路人通過後，下游路段路況明顯惡化之路口，並且只有在下游路段服務水準達特定門檻時，該路口才會被選為壅塞警示路口，藉此協助知識庫判斷真正影響用路人駕駛體驗之路口，以更有效地進行交管人員的人力調度。

圖 4.2.67 為例進行試算，依公路路網參數設定與前述分時交通量指派結果，可掌握各路段流量、容量、自由車流速率與指派速率。根據各路段對於路口 A 之流向，可將這些路段分為上游或下游路段,進一步計算路口 A 上游與下游路段之平均路況，如平均$\bar{V}/\bar{C}$、平均$\bar{S}$與平均$\bar{S}/\bar{S_0}$。依路口 A 之試算結果，可知路口 A 完全符合本計畫擇定壅塞警示路口的三項條件，故該路口將被篩選為壅塞警示路口。

隨後，本計畫依最短路徑交通量指派模式之指派結果，針對民眾進場與離場之尖峰時刻（即 12/31 晚間 10 點與 1/1 凌晨 1 點）進行壅塞警示路口的篩選。圖 4.2.67 所示為活動會場周邊於此兩尖峰時段之壅塞警示路口，可觀察到壅塞警示路口多分布於臺灣大道、中清路、青海路與文心路周邊；而於凌晨 1 點，亦可發現部分壅塞警示路口位於逢甲大學西側，即文華路及福星路周邊，反映民眾離場時亦會選擇從活動會場西側離開。根據壅塞警示路口之定義，可知用路人於通過這些壅塞警示路口後，普遍會發現路口下游路段之平均服務水準明顯惡化，故壅塞警示路口可作為知識庫設定攔截圈或制定相關交通管制措施之依據。



路段名	流量, V	容量, C	自由車流速率, S_0	速率, S	V/C	$\overline{S}/\overline{S_0}$
Link 1	200	300	80	75	0.67	0.94
Link 2	400	300	80	60	1.33	0.75
Link 3	300	250	80	62	1.20	0.78
Link 4	300	250	80	62	1.20	0.78

路口名	下游路段平均$\bar{V}/\bar{C}$	上游路段平均$\bar{V}/\bar{C}$	下游路段平均$\bar{S}$	上游路段平均$\bar{S}$	下游路段平均$\bar{S}/\overline{S_0}$
路口A	1.20	1.00	62.0	67.5	0.78

註：以上數值非實際數值，僅供試算使用。

圖 4.2.67 壅塞警示路口之試算示意圖

12/31 晚間 10 點之壅塞警示路口

1/1 凌晨 1 點之壅塞警示路口

圖 4.2.68 活動會場周邊的壅塞警示路口

(三) 攔截圈初步設定與攔截圈重要路口各方向分時停車需求之推估

根據前述最短路徑交通量指派模式之分時交通量指派結果與壅塞警示路口之篩選分析，可發現壅塞路段和壅塞警示路口多分布於臺灣大道、中清路與文心路周邊，且用路人多由活動會場之西側、西南側、和東北側進離場，故本計畫初步設定活動會場的攔截圈範圍，如圖 4.2.69 所示藍色虛線範圍內，以臺灣大道、文心路、中清路和

黎明路作為攔截圈之邊界。另外，由圖 4.2.62 的分時路段流量，本計畫挑選用路人進出攔截圈的 9 個重要路口，進一步推算這些重要路口的分時停車需求。

圖 4.2.69 攔截圈初步設定範圍與攔截圈重要路口之分布

依本計畫所設立之分時路徑庫與指派結果，可掌握各時段不同路徑途徑之路段及其交通量。隨後，以活動會場周邊為迄點分區，可計算由各重要路口從外部進入攔截圈範圍內的分時進入車旅次；另一方面，通過設定活動會場周邊為起點分區，可計算自各重要路口離開攔截圈範圍的分時離開車旅次。之後，計算各重要路口的分時累積進入車旅次，即本時段的累積進入車旅次乃上一時段累積進入車旅次加上本時段進入車旅次並減去本時段離開車旅次之數值，可視為由該路口進入之分時累積停車需求。最後，將各重要路口的分時累積停車需求進行加總，可得活動期間的分時累積停車需求總量。圖 4.2.70 所示為本計畫針對活動期間分時累積停車需求之推估流程。

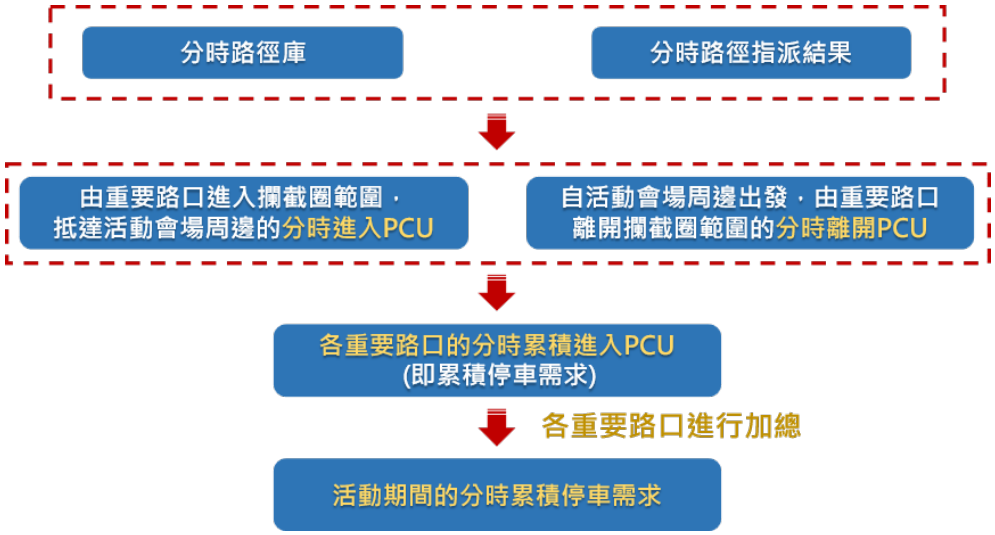


圖 4.2.70 活動期間分時累積停車需求之推估流程

茲將攔截圈各重要路口分時累積進入車旅次之推估結果如表 4.2-23 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果所示，可觀察用路人多由攔截圈的東北側和西南側抵達及離開活動會場，故建議知識庫可於這兩個方向優先安排更多交管人員，或搭配車流導引策略，引導用路人前往最近的停車場，避免車輛經過壅塞路口或路段，以降低會場周邊道路壅塞之情況並提高整體交通之運行效率。

將上述各重要路口的分時累積停車需求進行加總後，可掌握活動期間的分時累積停車需求，如圖 4.2.71 中灰色長條圖所示。當中，可發現停車需求於下午 6 點後逐漸增加，並於晚間 11 點達尖峰，隨後因應倒數活動結束而迅速減少。根據此分析結果，以晚間 11 點的最大停車需求作為基礎，進行備援停車場數量的計算，確保活動期間能提供足夠的停車位以應對最高需求。另外，圖 4.2.71 之結果亦顯示自凌晨 12 點起將有大量車輛從活動會場周透過重要路口離開攔截圈範圍，故建議知識庫應於凌晨 12 時至 1 安排足夠人力引導車流有效地離場，避免繞行或經過壅塞路口與路段。

綜上所述，通過交通量指派結果，本模式庫可初步界定攔截圈範圍、挑選出進出攔截圈範圍之重要路口，並計算透過這些路口進入及離開活動會場的分時車旅次，進而推算分時累積停車需求。該結果可供知識庫掌握用路人進出活動會場的主要動線、最大停車需求之車旅次及其發生時間，作為車流導引動線規劃、不同時段交管人員配置及備援停車場規劃之參考。

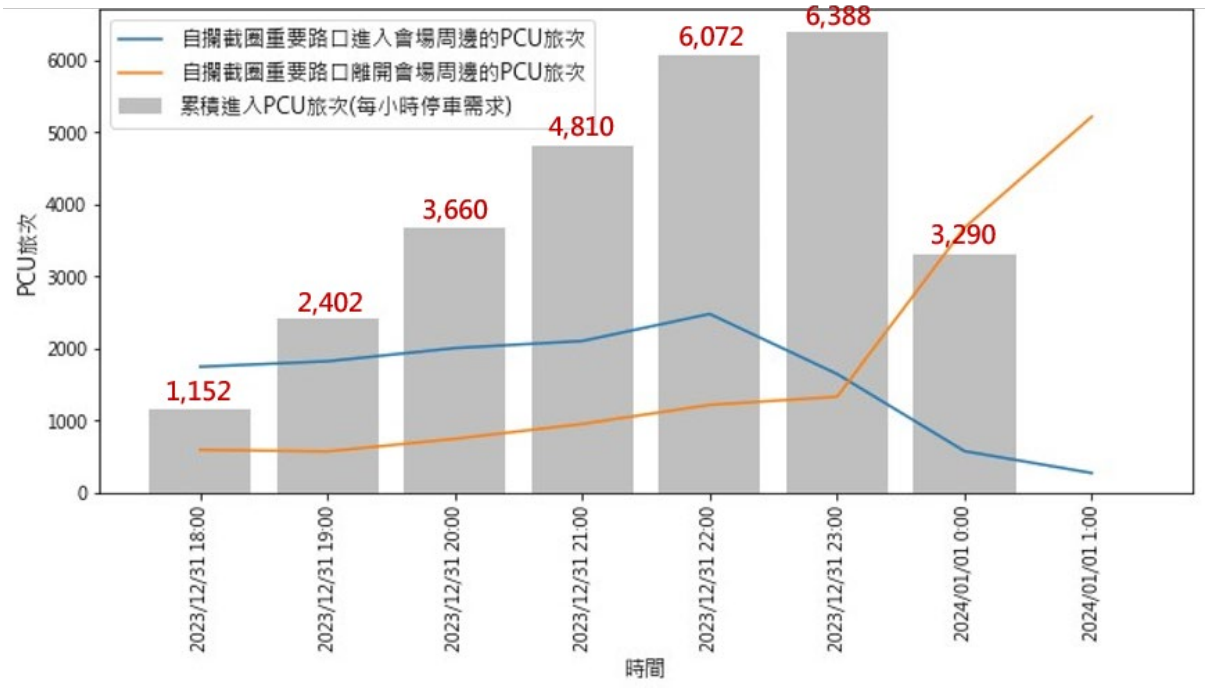


圖 4.2.71 活動期間分時累積停車需求之推估結果

表 4.2-23 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果

時間	分時車旅次	中清路-黎明路路口	中清路-后莊北路路口	中清路-四平路路口	中清路-文心路路口	櫻花路-文心路路口	臺灣大道-文心路路口	臺灣大道-惠來路路口	臺灣大道-黎明路路口	中科路-黎明路路口
12/31 18:00	進入	273	249	27	49	700	9	99	39	299
	離開	93	85	9	17	238	3	34	13	101
	累積進入	180	164	18	32	462	6	65	26	198
12/31 19:00	進入	285	260	28	51	731	9	103	41	312
	離開	89	81	9	16	229	3	32	13	98
	累積進入	376	343	37	67	964	12	136	54	412
12/31 20:00	進入	314	286	31	56	804	10	114	45	343
	離開	117	106	12	21	299	4	42	17	128
	累積進入	573	523	57	103	1,469	19	208	82	627
12/31 21:00	進入	329	300	33	59	843	11	119	47	360
	離開	149	136	15	27	382	5	54	21	163
	累積進入	753	687	74	135	1,931	25	273	108	825
12/31 22:00	進入	388	354	38	70	994	13	141	55	425
	離開	190	173	19	34	488	6	69	27	208
	累積進入	950	867	94	171	2,437	31	345	136	1,041
12/31 23:00	進入	257	235	25	46	660	8	93	37	282
	離開	208	190	21	37	533	7	75	30	228
	累積進入	1,000	912	99	179	2,564	33	363	143	1,095
1/1 00:00	進入	90	82	9	16	230	3	33	13	98
	離開	575	524	57	103	1,474	19	208	82	630
	累積進入	515	470	51	92	1,321	17	187	74	564
1/1 01:00	進入	42	39	4	8	108	2	15	6	46
	離開	816	744	81	146	2,092	27	296	117	894
	累積進入	0	0	0	0	0	0	0	0	0

八、2024 年跨年活動期間交通量指派實作結果驗證

(一) 2024 年跨年旅次需求量驗證

為驗證本計畫推估之跨年期間旅次需求量是否符合實際需求量，本計畫以 2023/12/31 至 2024/1/1 連續兩日的分時信令資料進行驗證。首先，本節將分析於實際情況下，2024 年跨年期間停留臺中市內的人旅次起迄表，並探討不同用路人類型於跨年期間到訪臺中市及行經水湳周邊之旅次分布情形，同時分析抵達和離開活動會場周邊分時旅次分布情形。最後，本計畫將與 2024 年跨年期間推估之需求量與實際需求量進行比較，並探討相關可精進之建議與改進方案。

圖 4.2.72 所示為實際情況下 2024 年跨年期間停留臺中市內之人旅次起迄表，可知多數起迄數集中於西屯區、北屯區、北區與南屯區。與圖 4.2.47 本計畫所推估 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表相比，整體旅次分布情形相似，惟前往北屯區的人旅次明顯較本計畫推估值高，其可能係受知名樂團於北屯區臺中洲際棒球場舉辦跨年演唱會之故。

註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.72 (實際情況) 2024 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表

而將用路人類型分為臺中市和非臺中市居民，如表 4.2-24 所示，可觀察於跨年當天和隔日(即 1/1)的全日旅次量中，到訪臺中市及行經水湳周邊的用路人仍以臺中

市居民為主。此外，相較於跨年晚會當日，元旦當日的整體旅次量及行經水湳周邊之旅次量各別下降 3.90%和 43.01%。而對比表 4.2-24 之推估分布，跨年期間兩日停留臺中市的非臺中市居民旅次(3,361,235)明顯較推估值(2,785,136)高，而其於 12/31 日通過水湳的實際旅次(85,155)亦較推估值(76,898)稍高，說明有部分外縣市居民停留臺中市前來參與水湳跨年活動，但多數外縣市居民則停留於臺中市其它地區；結合圖 4.2.72，可推測外縣市居民多前往參與知名樂團跨年演唱會，並在臺中市停留超過一天，從而導致跨年期間兩日停留臺中市之非臺中市居民旅次量較推估值高。另可觀察跨年當日實際行經水湳周邊的旅次量(236,595)較推估值(232,555)稍高，而元旦當日實際行經水湳周邊的旅次量(134,825)則較推估值(145,496)低，兩者之差異不大，說明知名樂團跨年演唱會並未對水湳跨年活動人次之推估造成太大影響。

表 4.2-24 (實際情況) 2023/12/31~2024/1/1 到訪臺中市及行經水湳周邊旅次占比

用路人類型	2023/12/31		2024/1/1	
	停留臺中市	通過水湳	停留臺中市	通過水湳
非臺中市居民	30.33%	35.99%	29.85 %	30.65%
	1,727,306	85,155	1,633,929 (-5.41%)	41,320 (-51.48%)
臺中市居民	69.67%	64.01%	70.15%	69.35%
	3,969,038	151,440	3,838,162 (-3.30%)	93,505 (-38.26%)
總計	5,694,344	236,595	5,472,091 (-3.90%)	134,825 (-43.01%)

茲將於實際情況下，2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時人旅次分布如圖 4.2.73 和圖 4.2.74 所示。針對抵達活動會場的分時旅次分布，臺中市與非臺中市居民抵達活動會場的分布趨勢相似，民眾同樣自傍晚 6 點起逐漸抵達會場周邊，而晚間 10 點亦為最多人進入會場之時段。而針對離場的分時旅次分布，可發現全體民眾集中於凌晨 0~1 點離開會場，當中臺中市居民多集中於 0 點離開會場，而非臺中市居民多集中於 1 點離開會場。將所有人旅次轉換為車旅次，如圖 4.2.75 所示，可知抵達會場周邊的旅次於 12/31 日下午 6 點後逐步增加，並於當日晚間 10 點達到峰值且突破 5,000 車旅次；而離開會場周邊的車旅次亦相對集中，於 1/1 日 0~1 點出現尖峰，更於 1 點達至高點(約 9,300 車旅次)。與圖 4.2.48、圖 4.2.49 和圖 4.2.58 之分時旅次分布相比，可發現實際情況與本計畫所推估分時人車旅次分布之趨勢一致。

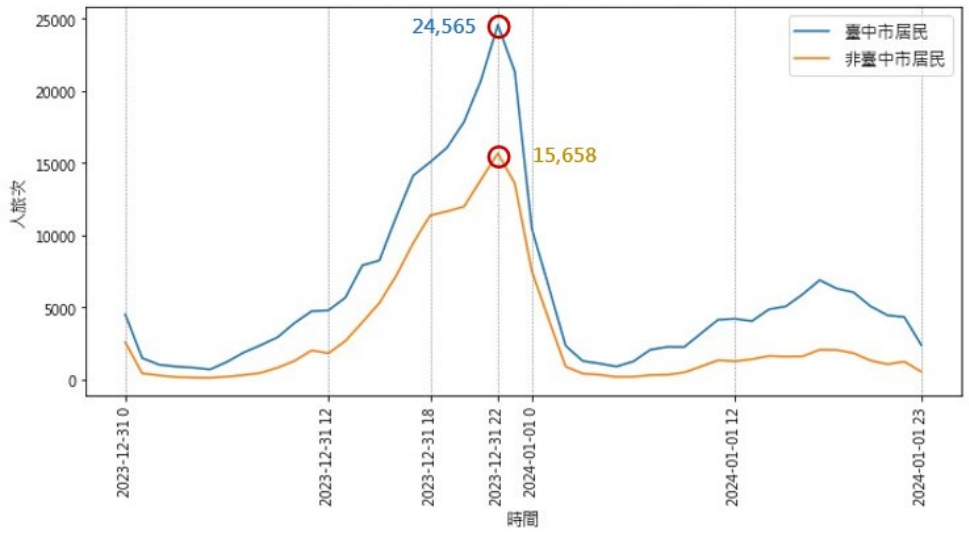


圖 4.2.73 (實際情況) 2024 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布

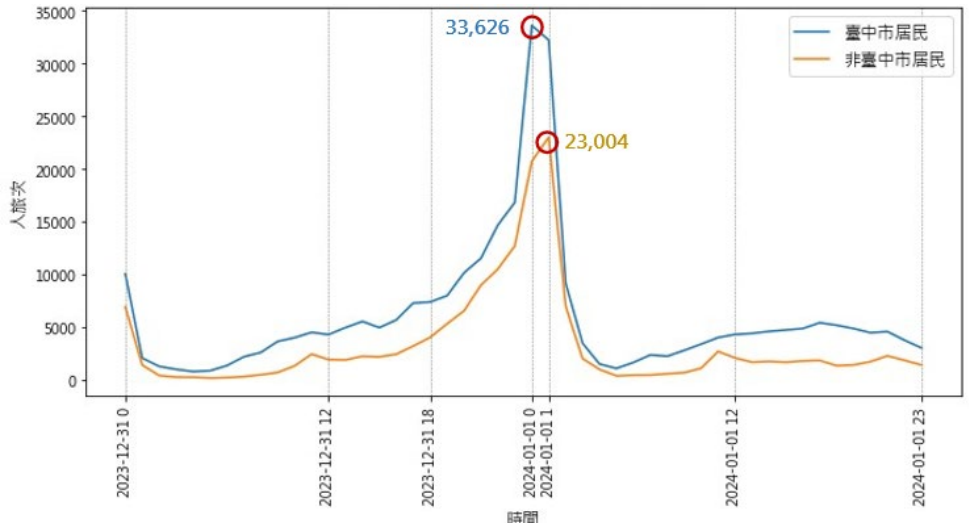


圖 4.2.74 (實際情況) 2024 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布

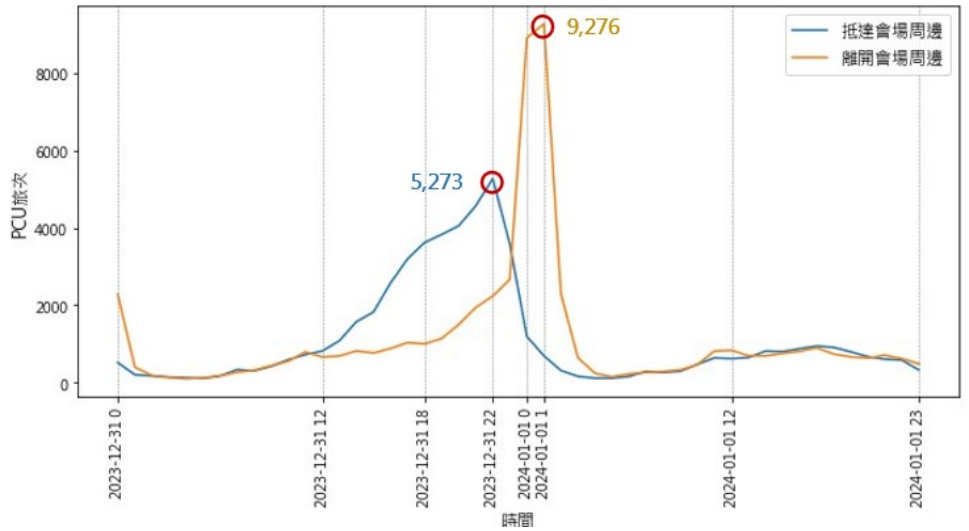


圖 4.2.75 (實際情況) 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時車旅次分布

根據 2024 年跨年期間之分時信令資料，顯示跨年期間停留水湳之人旅次為

441,765 人，而本計畫利用往年停留水湳人旅次與臺中捷運每月日均運量所推估之停留人次為 432,525 人，兩者人旅次之差異僅有 2.09%，說明本推估方式具一定合理性。其中造成兩者差異之原因可能受知名樂團跨年演唱會之影像，使其對跨年期間停留水湳旅次之推估造成一定影響。從表 4.2-25 之分析結果，跨年期間實際行經水湳周邊的旅次量與推估值相近，反映知名樂團跨年演唱會並未對跨年期間停留水湳信令之推估造成顯著影響；惟若未來能蒐集相關資料，本計畫建議於人旅次需求推估中納入重大活動或事件的影響作為考量因素之一。此外，若能將氣溫或雨量等天氣因素納入，對未來活動人旅次需求之推估亦有一定程度的幫助。

表 4.2-25 2024 年跨年當日推估與實際停留水湳人旅次之差異

2024 年跨年當日停留水湳人旅次		相差人旅次	相差百分比(%)
推估值	實際值		
432,525	441,765	9,240	2.09

(二) 2024 年跨年活動交通量指派實作結果驗證

為驗證交通量指派結果是否符合活動會場周邊道路的實際路況，本計畫額外採購 GVP 車機資料進行相關驗證。根據車輛在不同時間段於各路段之行駛速度，可進一步彙整為不同時間點各路段之旅行速度資料，供本計畫進行路段速率驗證使用，以下為本計畫 GVP 資料蒐集期間、範圍與欄位說明。

1. 資料蒐集期間: 2023/12/31(日)~2024/1/1(一)，連續兩日，由每 5 分鐘一筆的原始資料轉換為每小時平均資料。
2. 資料蒐集範圍:水湳中央公園周邊路段速率資料。

表 4.2-26 GVP 車機資料欄位說明

欄位名稱(英)	欄位名稱(中)	欄位說明
link_date	日期	日期
link_time	時間	時間(細至小時與分鐘)
link_name	路段名稱	路段中文名稱
link_id	路段編碼	交通資訊基礎路段編碼(14 碼)
fromnode_lat	起點緯度	路段起點緯度
fromnode_lon	起點經度	路段起點經度
tonode_lat	迄點緯度	路段迄點緯度
tonode_lon	迄點經度	路段迄點經度
link_direction	路段方向	路段行駛方向
link_time	路段速率	路段旅行速率(km/h)

依 2024 年跨年期間之指派結果，可知 12/31 晚間 10 點為最多民眾入場之時刻，該時段的指派結果對活動期間壅塞警示路口判定與最高停車需求推估具重要影響，故本計畫主要透過調整該時段之道路路網參數，將指派模式產出的路段速率與 GVP 的實際路段速率進行對比。本計畫採用 Lewis (1982)所提出平均絕對值誤差率(Mean Absolute Percentage Error, MAPE)作為判斷交通量指派模式之評估指標：若 MAPE≦10%，代表模型具有高精確預測能力；若 MAPE 介於 10-20%，屬於優良的預測；若 MAPE 落在 20-50%，則屬於合理的預測；若 MAPE 超過 50%，則代表預測能力不佳。茲將 MAPE 之計算公式如下所示：

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |\frac{y_i - \hat{y_i}}{y_i}|}{n},\ i = 1,2,3,\ \ldots,\ n$$

其中，y_i：路段i之實際速率

$\hat{y}_i$：路段i之模式產出速率

n：所驗證路段之總數。

透過 BPR 公式，可將驗證路段之流量轉換為路段速率，進一步與 GVP 的實際路段速率進行比較。圖 4.2.76 和圖 4.2.77 所示各為最短路徑交通量指派模式和 AI 路徑交通量指派模式所產出驗證路段於 12/31 晚間 10 點之速率，而圖 4.2.78 為 GVP 資料驗證路段於同時段之實際速率。經對比，可發現最短路徑交通量指派模式與 AI 路徑交通量指派模式產出之路段速率一致，且兩者與實際速率之 MAPE 極小，分別為 2.22%和 1.39%，說明這兩種指派模式都具備高度的預測準確性，皆能有效反映實際路況。透過上述的對比與驗證，本模式庫的指派結果可作為知識庫制定交通疏導應變與車輛導引策略之精準依據，確保其策略能夠於符合活動會場周邊實際道路的路況有效地執行。

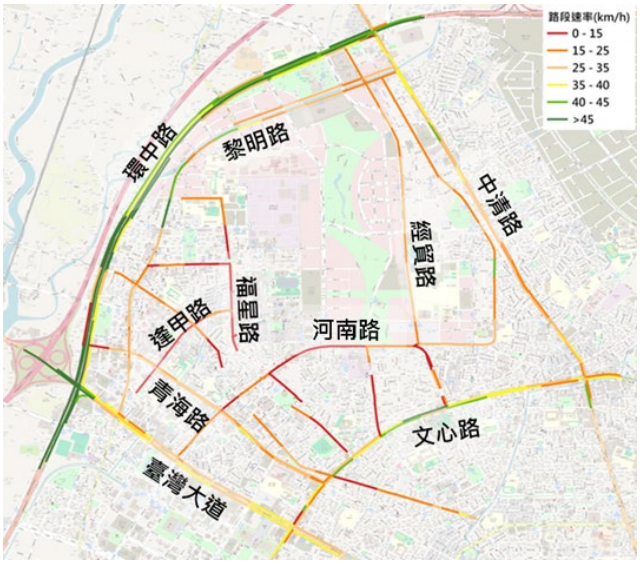


圖 4.2.76 最短路徑交通量指派模式所產出驗證路段之速率

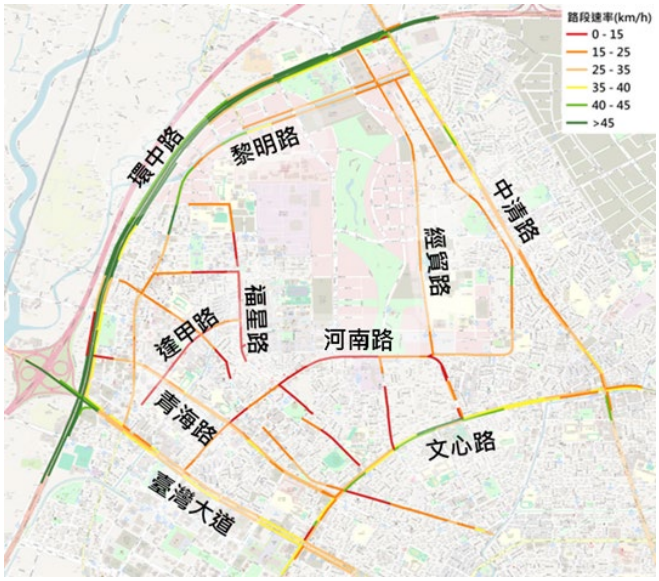


圖 4.2.77 AI 路徑交通量指派模式所產出驗證路段之速率

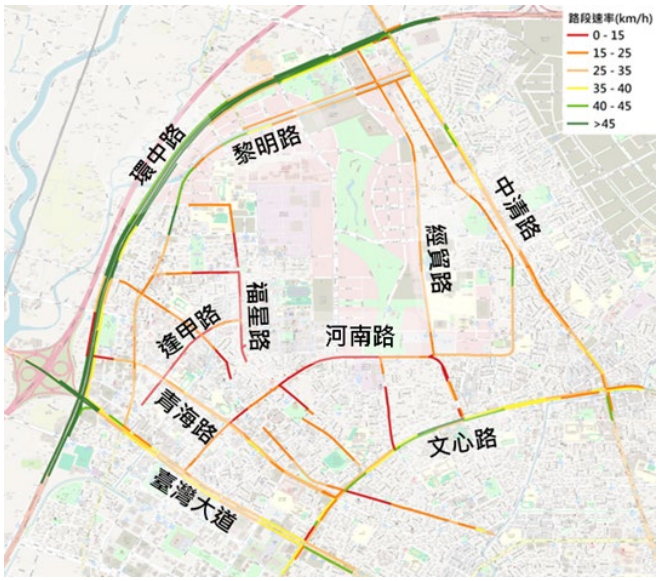


圖 4.2.78 GVP 資料所提供驗證路段之實際速率

九、2025 年跨年活動旅次需求與交通量指派之推估結果

為提供水湳跨年活動主辦方於來年(2025 年)跨年活動之交通疏導方案建議，本節首先推估 2025 年跨年活動旅次需求之基礎值，為能掌握於不同活動規模下之推估結果，針對於不同活動強度(80%、100%、110%、120%的基礎值)下提供其推估之旅次需求。隨後，本計畫將以最短路徑指派模式進行交通量指派，分析不同活動強度下各旅次需求的接駁車需求，並進一步探討各需求對活動會場周邊道路之影響，進一步推估停車需求，供知識庫用於訂定未來年跨年活動的交通疏導策略。

(一) 2025 年跨年期間水湳周邊信令人旅次推估

以 2024 年跨年期間水湳周邊信令人旅次之推估方式，本計畫同樣透過跨年當天

停留水湳人旅次與臺中捷運各月日均運量推估 2025 年跨年當天停留水湳人旅次。通過表 4.2-27，可知 2023/08~2023/11 之日均運量對比 2022/08~2022/11 之日均運量增長 49.92%，而 2024 年跨年當日停留水湳人旅次對比 2023 年則增長了 3.65%，由此可知中捷運量增長與跨年旅次增長之關係為 13.68:1。另可知 2024/08~2024/09 之日均運量對比 2022/08~2022/11 之日均運量增長 73.57%，透過 13.68:1 之關係，可推估 2025 年跨年當日停留水湳人旅次對比 2023 年之增長率(5.38%)，進而推算 2025 年跨年當日停留水湳基礎人旅次約有 449,140 人。

表 4.2-27 推估 2025 年跨年當日停留水湳信令之計算表

2023 年		2024 年		2025 年	
2022/08~2022/11 中捷日均運量	跨年當日停留水湳人旅次	2023/08~2023/11 中捷日均運量	跨年當日停留水湳人旅次	2024/08~2024/09 中捷日均運量	跨年當日停留水湳人旅次
24,448	426,210	36,652	441,765	42,434	449,140 (推估基礎值)
-	-	+49.92% (與 2022 年日均運量相比)	+3.65% (與 2023 年跨年當日相比)	+73.57% (與 2022 年日均運量相比)	+5.38% (與 2023 年跨年當日相比)
-	-	中捷運量增長與跨年旅次增長之關係為 13.68:1		-	(以 13.68:1 之關係推估)

註：以 2024/08~2024/09 的中捷日均運量以進行推估。

隨後，本計畫針對未來年跨年活動強度擬定四種不同規模，以基礎人旅次為基數，分為 80%、100%、110%及 120%的基礎人旅次，即假設 2025 年跨年當日停留水湳信令的人次分別為 359,311 人、449,140 人、494,052 人及 538,966 人。圖 4.2.79、圖 4.2.80、圖 4.2.81 及圖 4.2.82 所示各為 80%、100%、110%及 120%之基礎人旅次下，本計畫推估之 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表，可發現多數起迄數仍集中於西屯區、北屯區、北區與南屯區，與往年未有太大差異。另亦發現隨著活動強度增大，「西屯區-西屯區」、「西屯區-北屯區」、「西屯區-北區」、「西屯區-西區」及「北屯區-北屯區」之起迄對(雙向)的旅次量增幅較大。

註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.79 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (80%之基礎人旅次)

註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.80 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (100%之基礎人旅次)

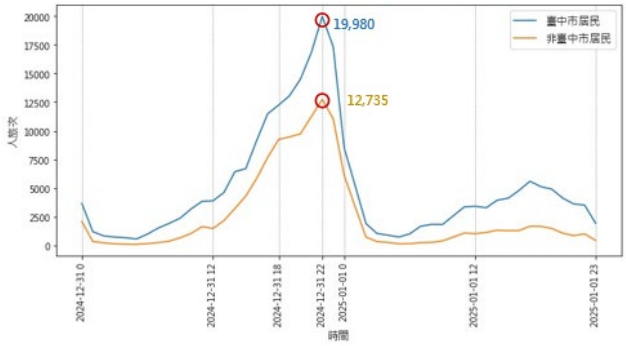
註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.81 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (110%之基礎人旅次)

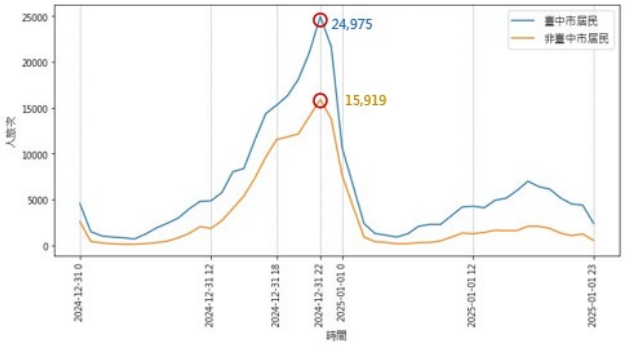
註：僅列出部分起迄資料。

圖 4.2.82 2025 年跨年期間停留臺中市內人旅次起迄表 (120%之基礎人旅次)

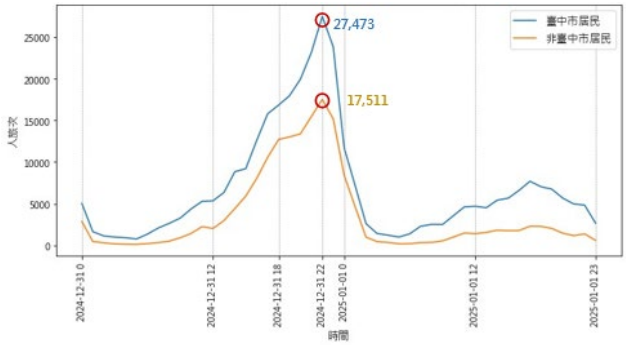
茲將本計畫推估之推估 2024 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時人旅次分布如圖 4.2.83 和圖 4.2.84 所示。針對抵達活動會場的分時旅次分布，臺中市與非臺中市居民抵達活動會場的趨勢相似，民眾同樣自傍晚 6 點起逐漸抵達會場，而晚間 10 點亦為最多人湧進會場之時段。當活動強度為 80%、100%、110%和 120%之基礎人旅次時，晚間 10 點抵達活動會場周邊之人旅次分別共有 32,715、40,894、44,984 及 49,073 人；平均而言，當活動強度每增加 10%時，入場尖峰時刻抵達活動會場周邊的人會增加約 4,100 人次。而針對離開活動會場的分時旅次分布，全體民眾集中於凌晨 0~1 點離開會場，當中臺中市居民多集中於 0 點離開會場，而非臺中市居民多集中於 1 點離開會場，此趨勢亦與理念趨勢相同。當活動強度為 80%、100%、110%和 120%之基礎人旅次時，凌晨 0~1 點抵達活動會場周邊之人旅次分別共有 89,117、111,397、122,537 及 133,677 人；平均而言，當活動強度每增加 10%時，凌晨 0~1 點離開活動會場周邊的人會增加約 11,140 人次。



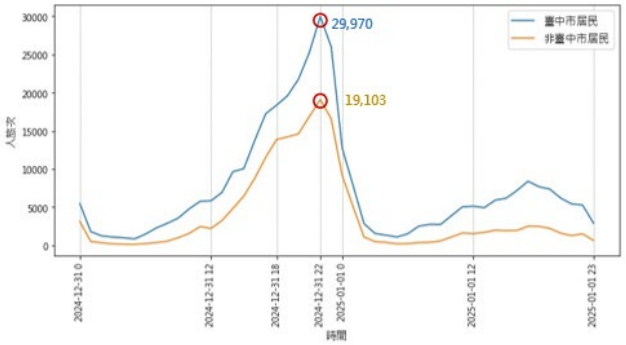
80%之基礎人旅次



100%之基礎人旅次

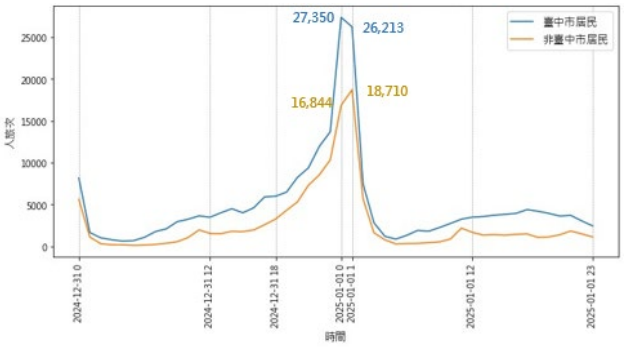


110%之基礎人旅次

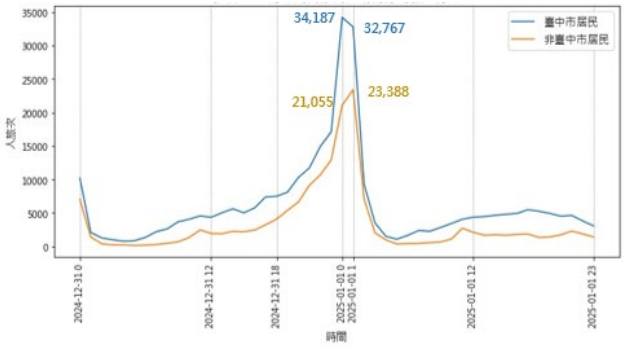


120%之基礎人旅次

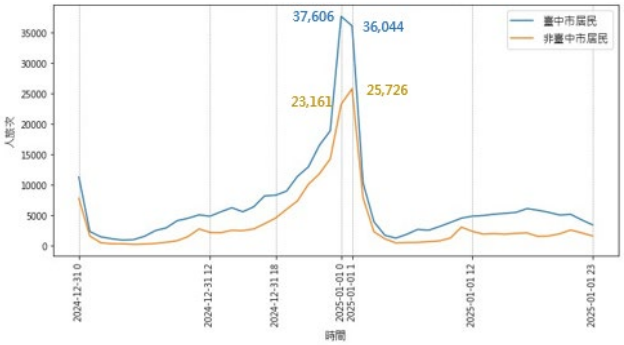
圖 4.2.83 本計畫推估 2025 年跨年期間抵達會場周邊的分時人旅次分布



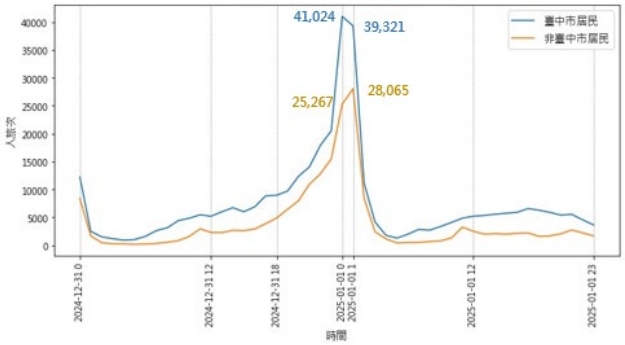
80%之基礎人旅次



100%之基礎人旅次



110%之基礎人旅次

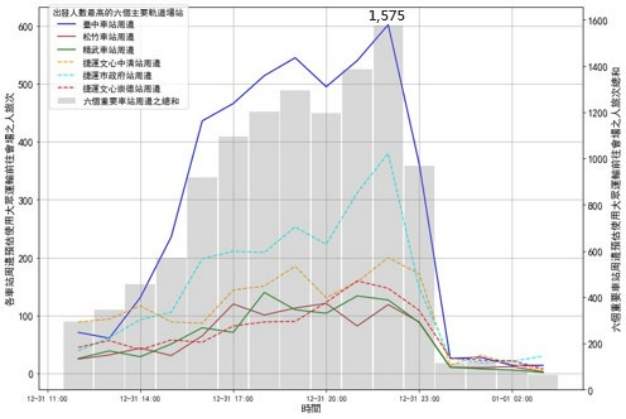


120%之基礎人旅次

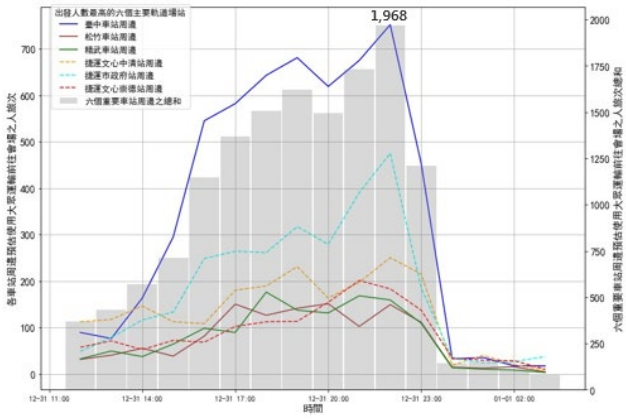
圖 4.2.84 本計畫推估 2025 年跨年期間離開會場周邊的分時人旅次分布

(二) 2025 年跨年期間往返會場與臺中市內軌道場站之接駁車需求推估

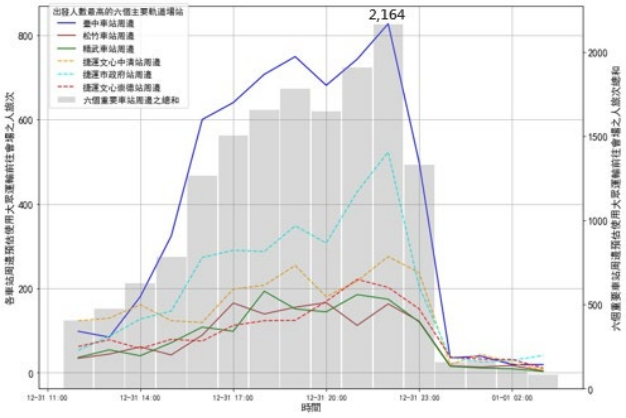
依圖 4.2.50 之接駁車需求推估流程圖，本計畫推估 2025 年跨年期間分時往返會場與臺中市內軌道場站之接駁車需求推估。茲將本計畫推估來年跨年活動期間自主要軌道場站周邊出發且使用大眾運輸前往活動會場的分時人旅次如圖 4.2.85，本計畫預估跨年當日晚間 10 點為最多民眾使用接駁車入場的時段，且多數民眾多使用接駁車從臺中車站、捷運市政府站與捷運文心中清站周邊抵達活動會場。另外，圖 4.2.86 所示為本計畫推估自活動會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站周邊的分時人旅次，可知民眾同樣多於倒數活動結束後（即凌晨 0~1 點）使用接駁車抵達該軌道場站，當中凌晨 1 點對於接駁車的需求最高，另可觀察大部分自活動會場周邊出發的民眾亦多使用接駁車前往臺中車站、捷運文心中清站和捷運市政府站周邊。上述推估結果可供知識庫掌握 2025 年跨年期間往返活動會場與主要軌道場站的分時接駁車需求，以及進一步針對於不同活動強度下之接駁車需求，以進行相關路線與班次規劃。



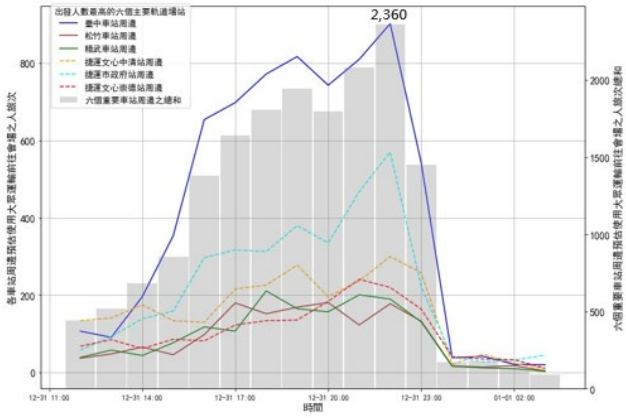
80%之基礎人旅次



100%之基礎人旅次



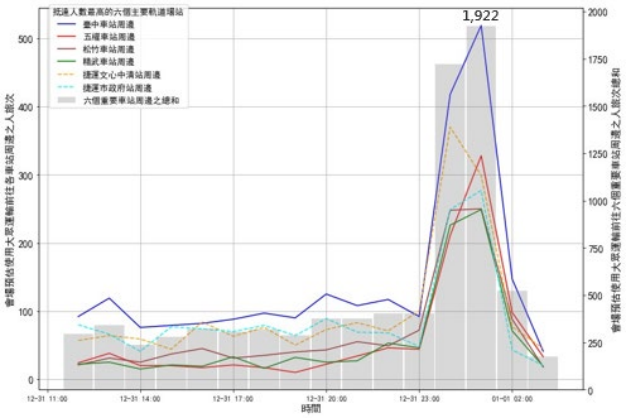
110%之基礎人旅次



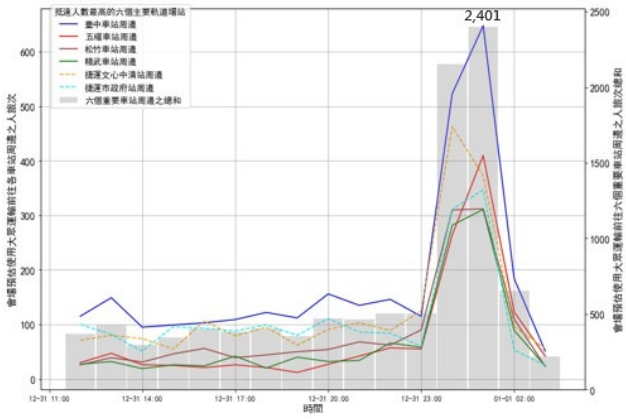
120%之基礎人旅次

註：本計畫於推估接駁車需求時，排除步行即可抵達活動會場的文心櫻花和文華高中站。

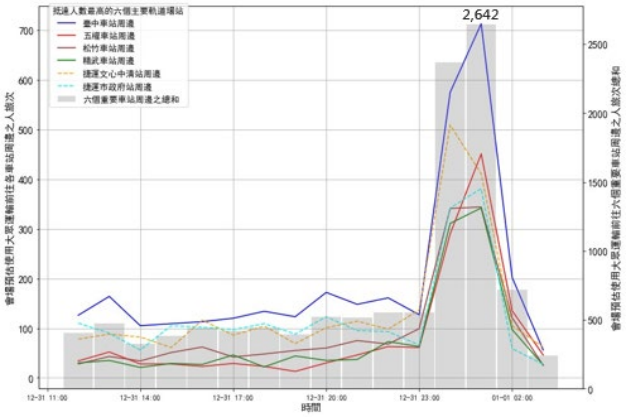
圖 4.2.85 推估自主要軌道場站出發且使用大眾運輸前往會場人旅次(2025 年跨年期間)



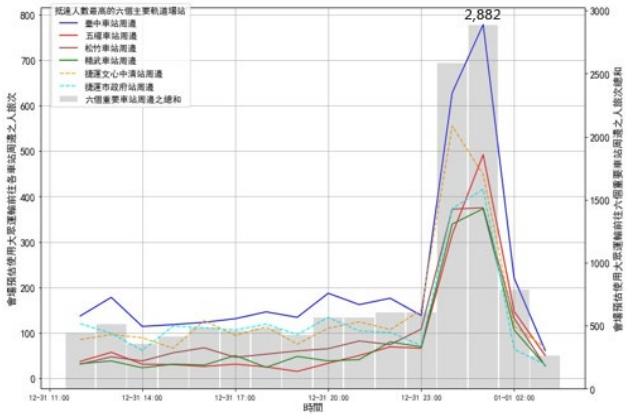
80%之基礎人旅次



100%之基礎人旅次



110%之基礎人旅次



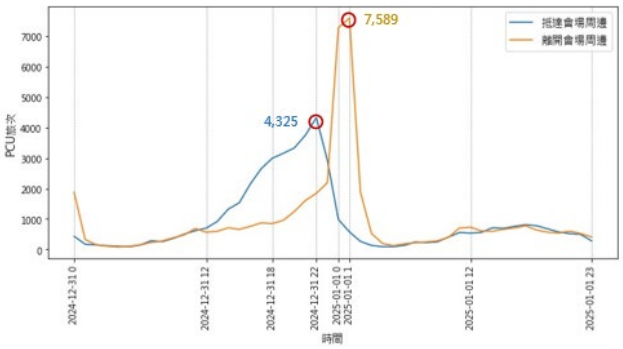
120%之基礎人旅次

註：本計畫於推估接駁車需求時，排除步行即可抵達活動會場的文心櫻花和文華高中站。

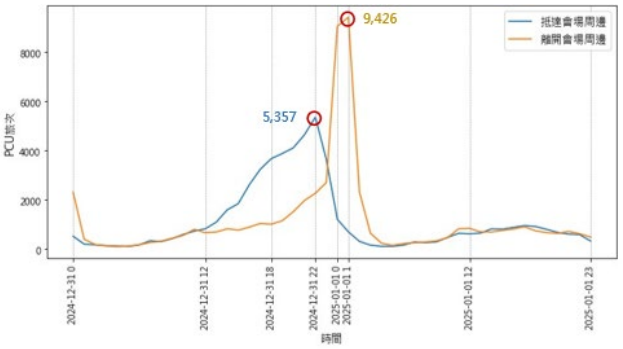
圖 4.2.86 推估自會場離開並使用大眾運輸抵達主要軌道場站人旅次(2025 年跨年期間)

(三) 2025 年跨年期間水湳周邊信令車旅次分時分布之推估

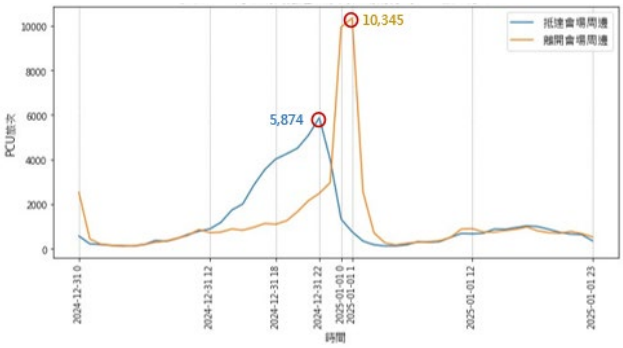
據圖 4.2.56 之轉換流程圖，可將前述所推估行動數據網格人旅次轉換為交通分區之間的車旅次，進行後續之交通量指派。由圖 4.2.87 可知，於各種活動強度下，抵達會場周邊的旅次於 12/31 日下午 6 點後逐步增加，並於當日晚間 10 點達到尖峰；而離開會場周邊的車旅次較集中，於 1/1 日 0~1 點出現尖峰，並於 1 點達至高點，其整體趨勢與歷年跨年活動期間相似。經計算可發現，平均而言，當活動強度每提高 10%，活動期間進場與離場尖峰時刻的車旅次將各增加約 516 和 919 的車旅次，本計畫後續將利用前述構建之最短路徑交通量指派模式，分析不同活動強度對活動會場周邊道路之影響，作為知識庫於 2025 年制定交通疏導應變策略之參考。



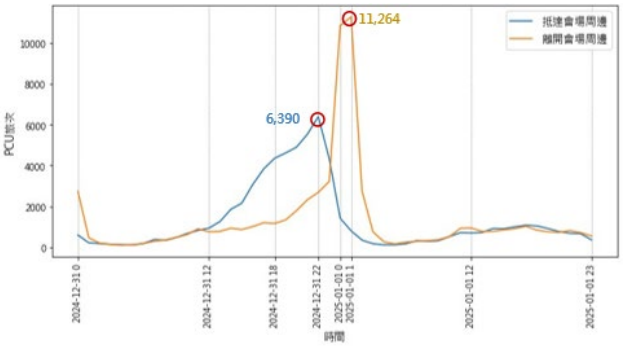
80%之基礎人旅次



100%之基礎人旅次



110%之基礎人旅次



120%之基礎人旅次

圖 4.2.87 本計畫推估 2025 年跨年期間抵達和離開會場周邊的分時車旅次分布

(四) 2025 年跨年期間活動會場周邊道路之分時交通量指派結果

依前述所掌握 2025 年跨年期間之分時車旅次分布，本計畫利用最短路徑交通量指派模式，分析不同活動強度對活動會場周邊道路之影響。從圖 4.2.87 可知 2025 年跨年期間 12/31 日晚間 10 點為用路人之入場尖峰時段，而 1/1 日凌晨 1 點為用路人之離場尖峰時段，故本計畫後續將以這兩個時段為主要分析時段，探討活動會場周邊道路的路段流量、速率和服務水準於各活動強度下之差異。

12/31 日晚間 10 點與 1/1 日凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段流量如圖 4.2.88 與圖 4.2.89 所示。針對用路人之入場尖峰時段，可發現臺灣大道、中清路北側及環中路的流量最高，其部分路段流量高於 1,000 車旅次，與本計畫針對 2024 年跨年期間所進行之交通量指派結果有相似趨勢，說明民眾仍主要由東北側和西南側進入活動會場周邊；另櫻花路、長安路、文華路、福星路等路段亦出現流量較高之狀況。隨活動強度增加，除主要幹道(臺灣大道、中清路及環中路)外，活動會場南側櫻花路、大鵬路、長安路等路段之流量亦逐步增加，顯示用路人亦使用這些路段抵達活動會場，同時也反映本模型可掌握用路人於不同活動強度下之入場動線。而針對用路人之入場尖峰時段，可知臺灣大道、中清路及環中路於該時段的流量較晚間 10 點明顯增多，

且文華路、西安路、西屯路、逢甲路與鄰近道路之流量亦明顯增加；令隨活動强度增加，可觀察臺灣大道、中清路、環中路以及長安路等路段流量增加，反映民眾多由會場周邊的西側、西南側、東側和北側離開會場。

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.88 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段流量

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.89 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段流量

利用 BPR 公式，可將上述路段流量轉換為路段速率，圖 4.2.90 和圖 4.2.91 所示為活動會場周邊道路於 12/31 晚間 10 點和 1/1 凌晨 1 點之路段速率。針對晚間 10 點的指派速率結果，可發現西安街、福星路、文華路、西屯路、青海路、逢甲路、河南路、櫻花路、黎明路、中清路、臺灣大道等路段的速率較低，同樣可反映用路人多由東北側和西南側進入活動會場周邊之趨勢。而針對凌晨 1 點之路段速率，可觀察其路段速率分布與晚間 10 點相似，而位於會場西側有更多路段之速率顯著下降且低於 15km/h，可推測民眾多由會場周邊的西側、西南側和東北側離場。

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.90 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之路段速率

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.91 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之路段速率

此外，將路段流量透過其道路容量可轉換為路段流容比(V/C)，如圖 4.2.92 與圖 4.2.93 所提供 12/31 晚間 10 點和 1/1 凌晨 1 點之路段流容比。由這兩個時段的流容比

分析結果，可發現大部分 V/C 值達 0.4 或以上之路段位於活動會場周邊西南側、東側和北側路段，與上述道路流量分布與民眾進離場動線之趨勢相同，即用路人多由東北側和西南側進入活動會場周邊，由西側、西南側、東側和北側離開會場。

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.92 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊道路之流容比(V/C)

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.93 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊道路之流容比(V/C)

(五) 2025 年跨年期間活動會場周邊道路之壅塞警示路口

於掌握 2025 年跨年期間活動會場周邊道路之指派結果後，依所提出之壅塞警示路口篩選機制，本計畫進一步找出 2025 年跨年期間於不同活動強度下之壅塞警示路口，供知識庫設定攔截圈，並於各路口指派交管人員以引導活動人車流。以 12/31 晚間 10 點與 1/1 凌晨 1 點進行分析，本計畫於用路人進離場尖峰時刻所推估之壅塞警示路口分別如圖 4.2.94 與圖 4.2.95 所示。

從入場尖峰時段壅塞警示路口之分析結果，可發現大部分壅塞警示路口位於中清路、文心路、長安路、臺灣大道、西安街、青海路與上石路周邊，再次反映用路人多由東北側和西南側進入活動會場周邊之趨勢；而當活動強度增大時，其新增之壅塞警示路口多處於活動會場之東南側，顯示當進場車輛增加時，民眾亦會從該方向前往活動會場。

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.94 本計畫推估 2025 年跨年 12/31 晚間 10 點活動會場周邊之壅塞警示路口

從離場尖峰時段壅塞警示路口之分析結果，可發現大部分壅塞警示路口位於中清路、文心路、長安路、臺灣大道、西安街、文華路、青海路與上石路周邊，可反映用路人多由西側、西南側、東側和北側離開活動會場周邊之趨勢；而當活動強度增大時，其新增之壅塞警示路口多處於活動會場之西側，顯示當離場車輛增加時，民眾自該方向離開活動會場之趨勢增強。另外，通過對比圖 4.2.95 之 2024 年跨年活動期間壅塞警示路口，可發現 2025 年與 2024 年有相近趨勢，說明知識庫針對 2024 年跨年活動期間所採取之交通疏導策略適用於來年的交通管理，惟必需依 2025 年跨年活動之具體需求進行適當調整。

80%之基礎人旅次

100%之基礎人旅次

110%之基礎人旅次

120%之基礎人旅次

圖 4.2.95 本計畫推估 2025 年跨年 1/1 凌晨 1 點活動會場周邊之壅塞警示路口

(六) 2025 年跨年期間攔截圈重要路口各方向分時停車需求之推估

前述指派結果與壅塞警示路口之判斷分析可作為初步設定 2025 年跨年活動活動會場攔截圈範圍之依據，供知識庫進一步安排路口交管人員、規劃停車導引動線等交通疏導策略。因 2025 年跨年活動期間交通量指派與壅塞警示路口之分析結果與 2024 年跨年活動期間有相同趨勢，故本計畫針對未來年跨年活動攔截圈之設定與 2024 年相同，如圖 4.2.69 所示。

表 4.2-28 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (80%之基礎人旅次)

時間	分時車旅次	中清路-黎明路路口	中清路-后莊北路路口	中清路-四平路路口	中清路-文心路路口	櫻花路-文心路路口	臺灣大道-文心路路口	臺灣大道-惠來路路口	臺灣大道-黎明路路口	中科路-黎明路路口
12/31 18:00	進入	209	184	26	26	691	8	84	41	219
	離開	79	70	10	10	262	3	32	16	83
	累積進入	130	114	16	16	429	5	52	25	136
12/31 19:00	進入	208	191	28	36	681	12	89	26	236
	離開	85	78	12	15	279	5	37	11	97
	累積進入	253	227	33	37	831	12	105	41	275
12/31 20:00	進入	217	215	24	44	717	17	81	32	316
	離開	98	97	11	20	323	8	37	15	143
	累積進入	372	345	46	61	1,225	22	150	58	449
12/31 21:00	進入	214	262	41	54	717	12	116	46	355
	離開	116	142	22	29	388	7	63	25	192
	累積進入	471	465	65	86	1,553	27	203	80	612
12/31 22:00	進入	257	385	48	100	722	14	141	41	432
	離開	129	193	24	50	362	7	70	21	216
	累積進入	599	658	89	136	1,914	34	273	100	827
12/31 23:00	進入	167	230	30	69	325	7	49	18	352
	離開	141	193	26	58	274	6	41	15	296
	累積進入	625	694	94	147	1,965	35	281	103	882
1/1 00:00	進入	34	62	1	5	40	1	13	8	431
	離開	222	405	4	35	257	5	83	53	2,804
	累積進入	438	351	90	117	1,748	31	211	58	0
1/1 01:00	進入	37	45	4	2	49	2	9	8	117
	離開	768	933	76	48	1,006	51	193	174	2,406
	累積進入	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 4.2-29 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (100%之基礎人旅次)

時間	分時車旅次	中清路-黎明路路口	中清路-后莊北路路口	中清路-四平路路口	中清路-文心路路口	櫻花路-文心路路口	臺灣大道-文心路路口	臺灣大道-惠來路路口	臺灣大道-黎明路路口	中科路-黎明路路口
12/31 18:00	進入	251	223	32	32	852	14	103	50	251
	離開	82	72	10	10	277	5	33	16	82
	累積進入	169	150	22	22	575	10	69	34	169
12/31 19:00	進入	253	232	35	45	842	23	109	32	253
	離開	89	82	12	16	297	8	38	11	89
	累積進入	333	301	44	51	1,121	24	140	54	333
12/31 20:00	進入	264	264	29	55	885	25	100	40	264
	離開	101	102	11	21	341	10	38	15	101
	累積進入	495	463	62	85	1,665	40	201	79	495
12/31 21:00	進入	263	322	51	68	889	22	143	57	263
	離開	120	148	23	31	407	10	65	26	120
	累積進入	638	638	90	121	2,147	52	278	110	638
12/31 22:00	進入	315	473	60	124	894	24	173	50	315
	離開	134	201	25	53	379	10	73	21	134
	累積進入	820	910	124	193	2,662	65	378	138	820
12/31 23:00	進入	204	282	38	85	404	11	60	21	204
	離開	145	201	27	61	288	8	43	15	145
	累積進入	878	992	135	218	2,778	69	395	145	878
1/1 00:00	進入	39	74	1	7	47	1	15	10	39
	離開	213	404	4	37	255	7	82	52	213
	累積進入	704	661	132	187	2,570	63	328	102	704
1/1 01:00	進入	41	53	4	3	58	4	11	10	41
	離開	725	931	78	49	1,021	77	196	179	725
	累積進入	20	0	58	141	1,606	0	143	0	20

表 4.2-30 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (110%之基礎人旅次)

時間	分時車旅次	中清路-黎明路路口	中清路-后莊北路路口	中清路-四平路路口	中清路-文心路路口	櫻花路-文心路路口	臺灣大道-文心路路口	臺灣大道-惠來路路口	臺灣大道-黎明路路口	中科路-黎明路路口
12/31 18:00	進入	272	242	35	35	16	112	933	55	272
	離開	83	74	11	11	5	34	284	17	83
	累積進入	189	169	24	25	11	78	649	38	189
12/31 19:00	進入	275	253	38	49	25	118	923	35	275
	離開	91	84	13	16	8	39	305	11	91
	累積進入	373	337	50	58	27	157	1,266	61	373
12/31 20:00	進入	287	288	31	60	27	109	969	43	287
	離開	103	104	11	22	10	39	349	16	103
	累積進入	557	522	70	96	45	227	1,886	89	557
12/31 21:00	進入	288	352	56	74	24	156	974	62	288
	離開	123	150	24	32	10	66	416	27	123
	累積進入	721	724	102	139	59	316	2,444	125	721
12/31 22:00	進入	344	518	66	137	26	189	980	55	344
	離開	136	205	26	54	10	75	387	22	136
	累積進入	929	1,037	142	222	74	430	3,037	158	929
12/31 23:00	進入	222	309	42	94	12	66	443	23	222
	離開	148	205	28	62	8	44	294	16	148
	累積進入	1,004	1,140	156	253	78	452	3,185	165	1,004
1/1 00:00	進入	41	80	1	7	1	16	50	10	41
	離開	210	405	4	38	7	82	254	52	210
	累積進入	835	815	152	223	72	386	2,981	124	835
1/1 01:00	進入	43	57	5	3	5	12	62	11	43
	離開	709	930	79	50	77	197	1,028	181	709
	累積進入	170	0	79	176	0	201	2,016	0	170

表 4.2-31 攔截圈重要路口分時累積進入車旅次(累積停車需求)推估結果 (120%之基礎人旅次)

時間	分時車旅次	中清路-黎明路路口	中清路-后莊北路路口	中清路-四平路路口	中清路-文心路路口	櫻花路-文心路路口	臺灣大道-文心路路口	臺灣大道-惠來路路口	臺灣大道-黎明路路口	中科路-黎明路路口
12/31 18:00	進入	293	262	38	39	1,014	17	122	59	293
	離開	84	75	11	11	291	5	35	17	84
	累積進入	208	187	27	28	722	12	87	42	208
12/31 19:00	進入	298	273	41	54	1,003	27	128	37	298
	離開	93	85	13	17	314	8	40	12	93
	累積進入	413	374	55	64	1,411	30	174	68	413
12/31 20:00	進入	310	312	34	66	1,053	29	118	47	310
	離開	105	106	12	22	358	10	40	16	105
	累積進入	618	580	78	108	2,107	50	253	99	618
12/31 21:00	進入	312	382	61	81	1,060	26	169	68	312
	離開	125	153	25	33	425	11	68	27	125
	累積進入	805	810	115	157	2,742	65	354	140	805
12/31 22:00	進入	373	562	72	149	1,066	28	205	59	373
	離開	139	209	27	55	396	11	76	22	139
	累積進入	1,039	1,163	160	250	3,412	83	482	177	1,039
12/31 23:00	進入	241	335	45	102	482	13	72	25	241
	離開	150	209	28	64	301	8	45	16	150
	累積進入	1,129	1,289	177	289	3,593	88	509	186	1,129
1/1 00:00	進入	44	86	1	8	54	2	17	11	44
	離開	208	405	4	39	254	8	82	52	208
	累積進入	966	969	173	258	3,393	82	445	145	966
1/1 01:00	進入	45	60	5	3	67	5	13	12	45
	離開	694	930	79	50	1,034	78	199	183	694
	累積進入	316	99	99	211	2,426	10	259	0	316

依圖 4.2.70 之流程，可進一步推算各重要路口的分時累積停車需求(如表 4.2-28~表 4.2-31)，將其進行加總後，可掌握活動期間的分時累積停車需求總量，如圖 4.2.96 所示。與 2024 年跨年活動期間相似，2025 年跨年活動期間之累積停車需求於晚間 11 點達至尖峰，隨後因應倒數活動結束後而迅速減少；另可發現當活動強度每增加 10%時，活動期間平均增加約 900 車旅次之最大停車需求。

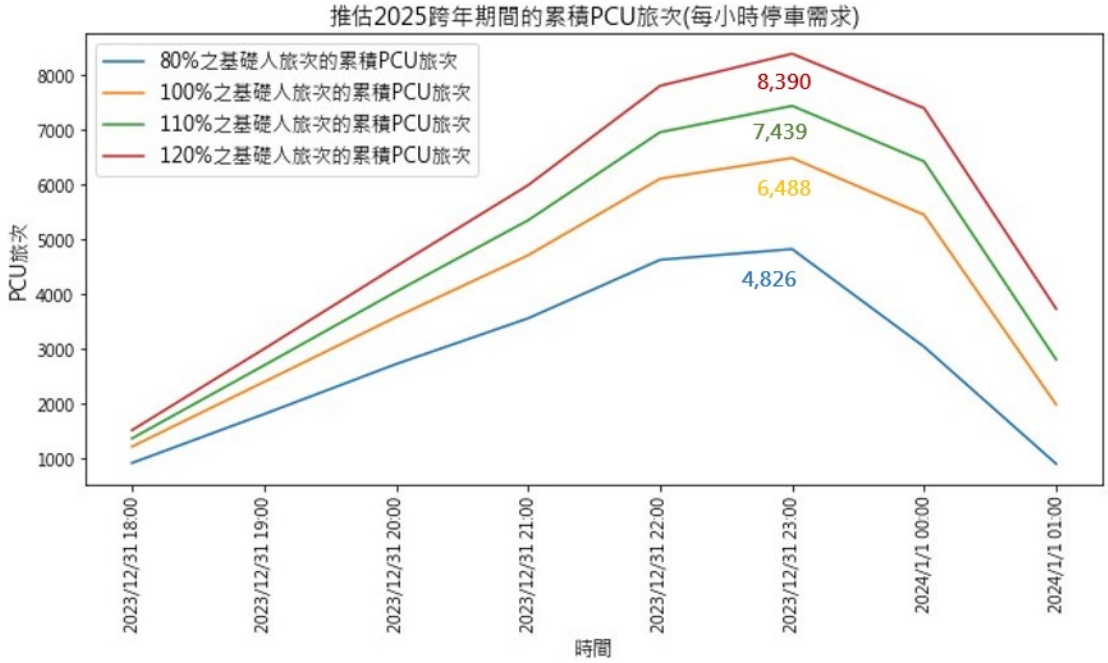


圖 4.2.96 活動期間分時累積停車需求之推估結果

綜上所述，通過交通量指派結果，本模式庫可掌握 2025 年跨年期間活動會場周邊之道路路況，進一步挑選進出道路路網攔截圈範圍內之重要路口，並計算行經此重要路口進入及離開活動會場的分時車旅次，進而推算分時累積停車需求，供知識庫對來年跨年活動進行車流導引動線規劃、備援停車場規劃與各時段交管人員之配置。

十、小結

本模式庫得使用於各類大型活動期間分時旅次分布與接駁車需求之推估，亦可用於分析活動期間對會場周邊道路路況之影響程度，從而對攔截圈的初步設定以及分時停車需求等進行推估，惟本模式庫之使用條件為必需掌握過往活動期間之旅次分布（不局限於手機信令資料起迄資料）與道路路網參數，故若需將本模式套用於其他場域，則必需掌握目標場域過往活動期間之旅次分布與其周邊道路之路段參數，從而進行後續模式庫之相關交通量推估與分析。

4.2.6知識庫概念性實作及驗證

配合前述模式庫分析產出之結果，作為各個疏導措施的參考，以利管理者事前掌握活動區域周邊交通狀況與流量，並提前部署相關交通疏導策略，以期降低大型活動期間對周邊交通之影響，本計畫針對 2024 年跨年晚會活動進行概念型實作，以了解本計畫建構之知識庫產出與以往活動期間疏運計畫之差異。

一、管制面向

活動期間相關管制面向主要包含活動期間攔截圈的界定、交通疏導人員人力安排及人流/車流導引措施，透過上述三個應對措施，以有效管理活動期間衍生活動旅次以及周邊交通狀況，降低活動期間對交通之衝擊。

(一) 攔截圈界定

本計畫規劃透過模式庫分析活動期間周邊交通量指派之結果，掌握活動期間周邊道路壅塞示警路口，透過地圖化點位的呈現，判斷活動期間之攔截圈範圍，以提供後續攔截停車場的選址、車流導引策略規劃及重要節點路口交通疏導人員安排規劃等，本計畫攔截圈實作結果，顯示活動期間相關交通管制攔截圈個方向應個別延伸至臺灣大道、文心路、黎明路及中清路，模式庫在活動期間周邊交通影響分析產出之壅塞示警路口及攔截圈如圖 4.2.97 所示。

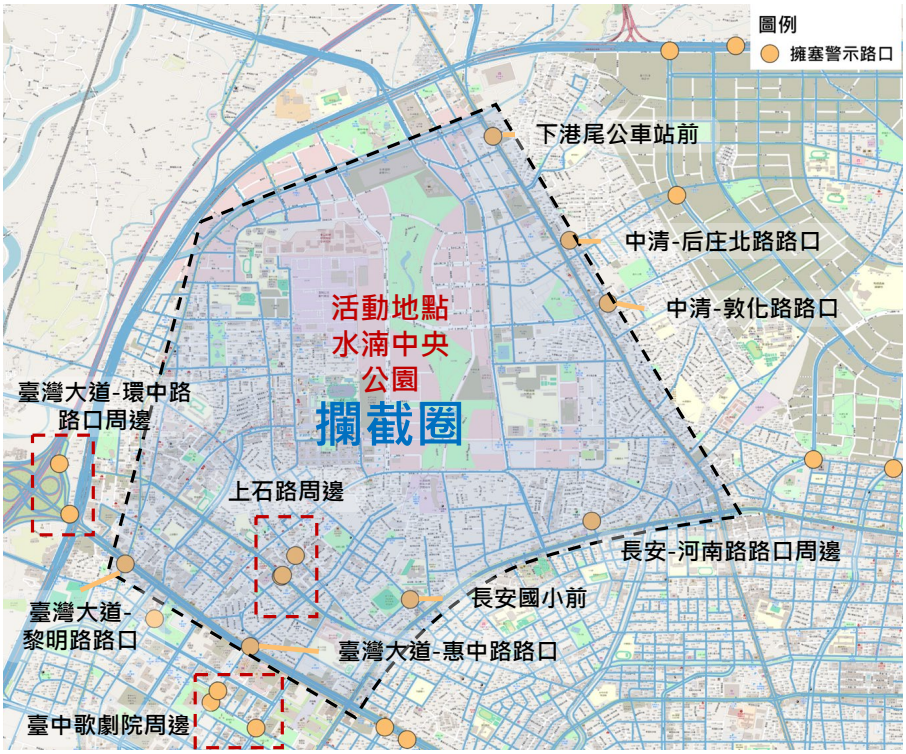


圖 4.2.97 模式庫分析產出示警路口及攔截圈示意圖

(二) 交通疏導人員規劃

交通疏導人員安排主要為提高路口車輛紓解效率，引導車輛順利前進，並適時提供必要協助，降低衍生車輛對周邊道路之衝擊。本計畫配合模式庫壅塞示警路口以及攔截圈之判定，針對壅塞警示路口、攔截圈周邊車道數大於 8 路口、主要聯外動線行經路口，分別安排義交指揮並引導交通，本計畫合計挑選 22 處路口，並配合路口特性規畫義交 101 人，篩選路口及相關人數建議如圖 4.2.98、表 4.2-32 所示。

彙整 2024 臺中跨年疏運計畫義交規劃人數為 120 人及 47 處路口，檢視結果發現，傳統疏運計畫主要針對活動周邊路口安排 1-2 位義交，本計畫可提前掌握活動期間交通狀態，適時調配路口義交的數量，以有效紓解交通壅塞。

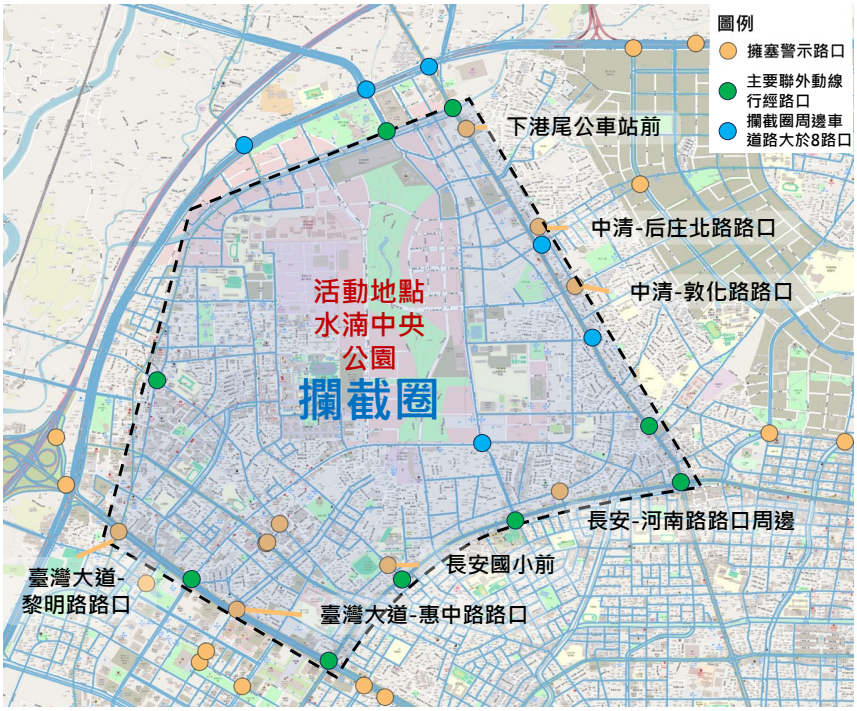


圖 4.2.98 交通疏導人員指派路口示意圖

表 4.2-32 交通疏導人員人數配置建議

類別	路口	路口車道數總和	交通疏導人員配置人數
壅塞警示路口	下港尾公車站前	4	2
	中清路-後庄北路	10	5
	中清路-敦化路	12	5
	長安路-河南路	3	2
	長安國小前	3	2
	臺灣大道-惠中路	19	5
	臺灣大道-黎明路	12	5
主要聯外動線	中清路-黎明路	10	5

類別	路口	路口車道數總和	交通疏導人員配置人數
行經路口	中清路-四平路	10	5
	中清路-文心路	16	5
	文心路-河南路	12	5
	文心路-櫻花路	9	5
	臺灣大道-文心路	16	5
	臺灣大道-惠來路	17	5
	西屯路-黎明路	7	5
	中科路-黎明路	10	5
攔截圈周邊 車道數大於 8 路口	中清-經貿一路	8	5
	河南-經貿路路口	12	5
	中清路-後庄路	8	5
	廣福路橋-經貿九路	9	5
	環中路-中清路	16	5
	環中路-廣福路	12	5
合計		-	101

註：路口車道數總和=各車道進入路口方向車道數之總和

(三) 車流/人流導引

本計畫參考活動規劃之行人徒步區之規劃，配合周邊備用停車選定以及接駁車站點，規劃相關人行進離場動線，並設置相關導引牌面，同時可參考活動會場過往舉辦相關活動之經驗進行規劃，過往計畫與本計畫建議導引牌面如圖 4.2.99 所示。

圖 4.2.99 車流/人流導引牌面示意圖

二、停車面向

(一) 備援停車場挑選

舉辦大型活動期間因衍生大量旅次，故同樣將衍生大量停車需求，而為避免活動衍生之停車需求影響周邊交通，故需先推估活動衍生之停車需求，估算活動停車場所需之停車席位。

本計畫盤點會場周邊既有停車場如表 4.2-33 所示，並透過模式庫分析結果，得知各來向衍生之停車需求，配合攔截圈之規劃，於適當的位置尋找備用停車場之位置以及所需之席位數，配合車輛進場動線，規劃於活動會場北側、東南側及西南側安排備援停車場，分別透過北側停車場吸納北側進場車輛，東南側停車場吸納文心路及中清路方向進場車輛，西南側停車場則主要吸納臺灣大道方向進場車輛，各方向來車數及備援停車場如圖 4.2.100、表 4.2-34 所示，導引策略則以優先導引至攔截圈周邊大型公有停車場。本計畫經模式庫計算，停車需求分為汽車 3,771 輛、機車 6,231 輛。

彙整過往備援停車場分布如圖 4.2.101 所示，過往活動停車需求為汽車 3,000 輛、機車 6,667 輛，顯示本計畫推估之停車需求略高於過往活動推估之結果，故建議可增加其他備援停車場。

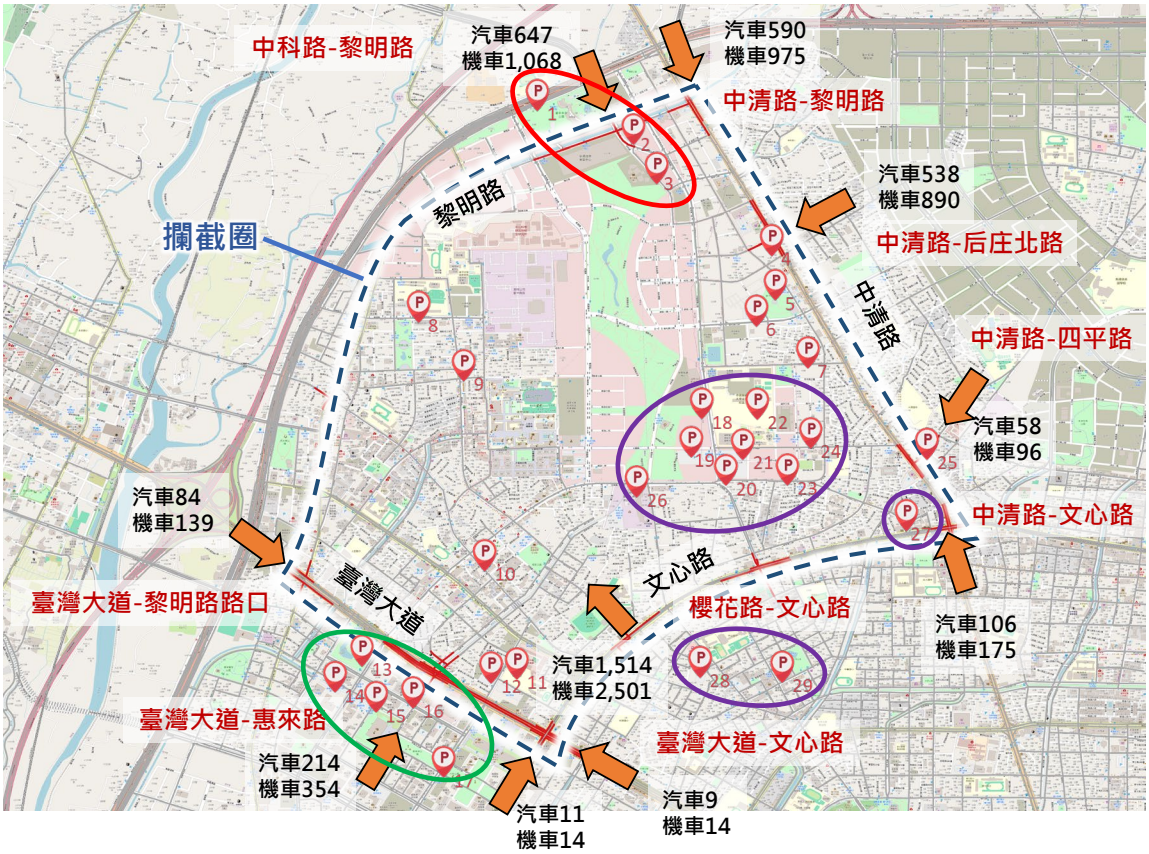


圖 4.2.100 各方向來車及備援停車場示意圖

表 4.2-33 備援停車場彙整表

編號	停車場	公有/民營	汽車(席)	機車(席)
1	中央公園北側停車場	公有	401	427
2	經貿 8 停車場	公有	610	-
3	經貿 6 停車場	公有	665	-
4	城市車旅-中清二站	民營	109	-
5	新平公園附屬停車場	公有	95	-
6	新平停車場	公有	150	-
7	和雲臺中經貿一路	民營	83	-
8	文修停車場	公有	135	-
9	星享道公有停車場	公有	393	-
10	逢甲停車場	公有	280	91
11	惠中停車場(A 區)	公有	217	-
12	惠中停車場(B 區)	公有	109	-
13	秋紅谷停車場	公有	114	-
14	朝富停車場	公有	171	524
15	惠順停車場	公有	108	192
16	惠新停車場	公有	176	-
17	市政公園地下停車場	公有	899	400
18	臺中市中央公園地下停車場	公有	497	522
19	創研 26 停車場	公有	550	200
20	創研 22 停車場	公有	966	200
21	創研 21 停車場	公有	243	-
22	中國醫藥大學水湳校區停車場	民營	137	-
23	下石碑停車場	公有	156	-
24	鑫大鵬停車場	民營	70	-
25	水湳中清站	民營	139	-
26	中央公園南側停車場	公有	376	386
27	捷運文心中清站轉乘機車停車場	公有	-	329
28	銀聯三村停車場	公有	172	97
29	漢口立體停車場	公有	372	241
合計			6,251	3,421

表 4.2-34 各方向汽機車供需彙整表

方向	停車需求	總停車供給	備援停車場	優先導引停車場
北方	汽車 1,237 機車 2,044	汽車 2,113 機車 427	P1-7	P1-3
西、南方	汽車 1,075 機車 1,776	汽車 2,602 機車 1,207	P8-17	P14-17
東、南方	汽車 1,460 機車 2,414	汽車 3,678 機車 1,975	P18-29	P18-21、P26-29

圖 4.2.101 2024 年疏運計畫備援停車場示意圖

(二) 備援停車場導引

配合本計畫掌握之停車需求以及壅塞示警路口，可透過進場車流導引，避開壅塞路口，同時掌握各方向停車需求，以有效降低會場周邊停車壓力，並使前往備援停車場車輛對外部交通影響降至最低，本計畫擬定備援停車場導引牌面設置原則如下：

1. 提前於攔截圈外導引車輛行駛替代動線
2. 避免於攔截圈周邊大型路口左轉，導引車向直行、右轉為主
3. 避免行經壅塞警示路口

依據上述原則規劃各方向車輛行駛動線及備援停車場導引牌面位置如圖 4.2.102 所示。相較過往活動，備援停車場導引牌面設置範圍較大，於攔截圈外側開始設置導

引牌面，避免車輛行經壅塞路口、路段，減少壅塞情形。

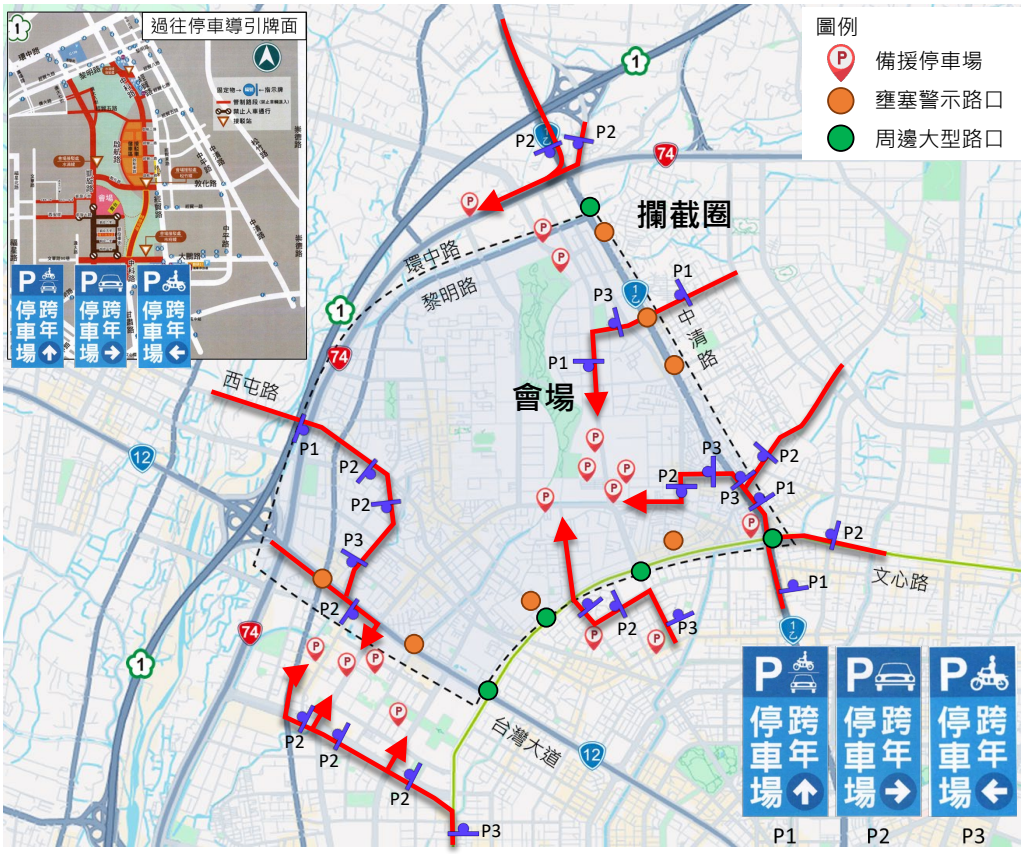


圖 4.2.102 備援停車場導引牌面

三、接駁車面向

舉辦大型活動期間為降低對周邊道路之衝擊，吸引民眾使用接駁車前往活動會場，最有效能減輕周邊道路的負擔及停車的需求，故便捷的接駁路線規劃是相當重要的一環，接駁車規劃流程如圖 4.2.103，相關接駁車路線規劃內容說明如下。

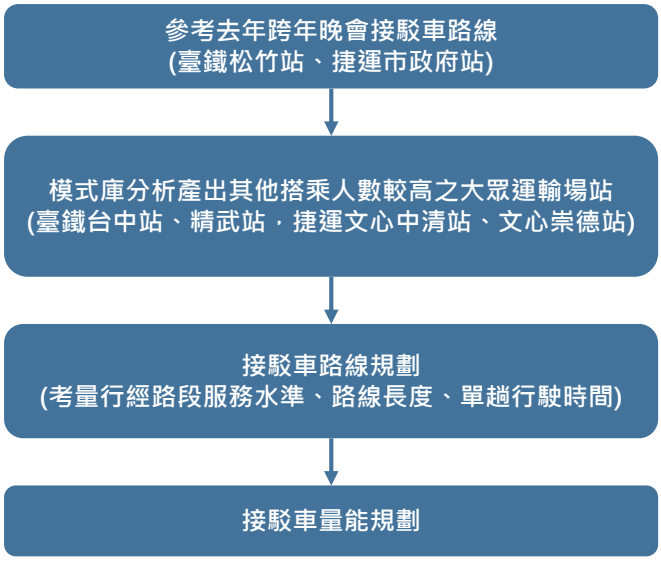


圖 4.2.103 接駁車規劃流程圖

(一) 過往跨年接駁車路線

2024 跨年晚會分別針對臺鐵、捷運及替代停車場規劃 3 條接駁路線，大眾運輸場站目標站點為臺鐵松竹站以及捷運市府站為目標，替代停車場考量北側經貿 6 及經貿 8 距離較遠，規劃接駁車路線，會場周邊 3 處接駁車站點分別位於敦化路、大鵬路及凱旋路。

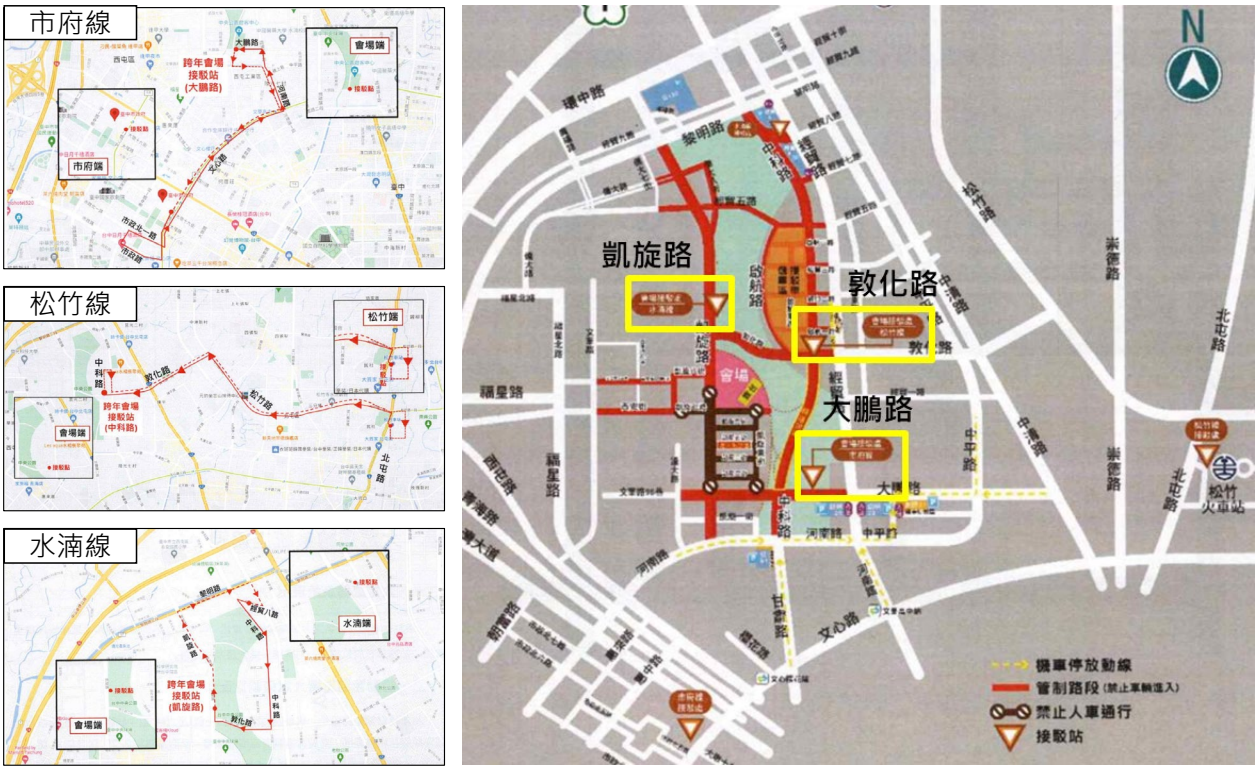


圖 4.2.104 2024 臺中跨年接駁車規劃

(二) 透過模式庫分析掌握接駁旅次需求

本計畫透過模式庫信令資料分析結果，掌握周邊前往會場人數較高之大眾運輸場站，規劃相關點位與活動會場間開設接駁車路線，以降低私人運具的使用。除過往活動接駁車路線外，增加其他大眾運輸場站建議路線：

1. 臺鐵：臺中、精武
2. 捷運：文心中清、文心崇德、水安宮站

(三) 接駁車路線規劃

各大眾運輸場站之接駁車路線，考量行經路段服務水準、路線長度、單趟行駛時間等因素進行規劃，本計畫接駁車路線如表 4.2-35 所示。

(四) 接駁車量能規劃

依據過往經驗，每輛車平均搭載 30 人進行推估，相關參考的變數包含接駁車來

回行駛的時間、民眾上下車時間及車輛整備時間等，透過計算每車每趟次服務時間進而推估每小時所需之趟數，再透過每小時所需之趟數推算所需服務的車輛數，除上述所推得之基本車輛數外，仍需要有備援車輛，備援車輛數則以基本車輛數乘以 20%進行推算，本計畫接駁車量能如表表 4.2-36 所示。

表 4.2-35 接駁車路線規劃彙整表

路線別	起訖點	行經路線	路線長度(公里)	單趟時間(分)
臺鐵接駁線 1	臺中車站-會場	臺中火車站-新民街-大智北路-南京路-光復路-自由路-臺灣大道-文心路-甘肅路-中科路-會場	8.0	30
臺鐵接駁線 2	松竹車站-會場	松竹火車站-軍福十九路-南興路-松竹路-敦化路-會場	6.1	20
臺鐵接駁線 3	精武車站-會場	精武火車站-南京東路-三光北一街-北屯路-文心路-甘肅路--會場	7.4	26
捷運接駁線 1	文心中清-會場	文心中清站-文心路-中清心二街-中平路-會場	2.2	8
捷運接駁線 2	市政府-會場	市政府站-文心路-甘肅路-會場	1.9	8
捷運接駁線 3	文心崇德-會場	文心崇德站-文心路-中清心二街-會場	4.8	13
捷運接駁線 4	水安宮站-會場	水安宮站-文心路-甘肅路-會場	4.8	13

表 4.2-36 接駁車量能規劃彙整表

編號	接駁路線	來回行駛時間(分) A	上下車時間(分) B	車輛整備時間(分) C	每車服務一趟時間(分) D=A+(B*2)+C	每小時趟數 E=60/D	尖峰人旅次 F	基本車輛數 G=F/30/F	預備車輛數 H=G*20%
P1	臺中車站-會場	60	2.5	10	75	0.8	523	22	5
P2	松竹車站-會場	40	2.5	10	55	1.1	143	5	1
P3	精武車站-會場	52	2.5	10	67	0.9	132	5	1
P4	文心中清-會場	16	2.5	10	31	1.9	204	4	1
P5	市政府-會場	16	2.5	10	31	1.9	434	8	2
P6	文心崇德-會場	26	2.5	10	41	1.5	177	5	1
P7	水安宮站-會場	26	2.5	10	41	1.5	166	4	1
合計							1,779	53	12

四、宣導面相

活動前可透過地方有線電視、報紙、電台廣播及相關政府機關網頁等宣導媒體，宣傳本活動之時間及活動場地等相關訊息。依交通疏導計畫宣導措施，於活動兩周前、一周前及活動當天在各路口設置相關交通管制告示牌，以提醒用路人於活動當天做好事先規劃。

透過模式庫分析之結果，彙整活動期間易壅塞之道路清單，提供用路人參考，提前示警，提醒用路人改道行駛，並可與智慧科技應用結合，利用手機 APP、網頁等方式，提供燈會資訊給民眾使用。

圖 4.2.105 宣傳計畫參考示意圖

五、小結

本知識庫主要蒐集過往相關大型活動交通維持計畫規劃之作法，透過彙整各面向標準化之規劃流程，提供未來使用者可參考知識庫所整理，初步整理舉辦大型活動期間，在管制、停車、接駁車及宣傳等面向規畫之方法及流程。

經本計畫針對 2024 年臺中水湳跨年晚會進行實作，並配合與過往疏運計畫的內容進行比對，找到本模式庫及知識庫實作後與傳統規劃方法之差異，結果顯示，因配合模式庫路網指派結果，可較科學化之方式分析活動期間道路之狀況，並更精準掌握衍生車旅次及相關停車需求，即可配合之知識庫之架構，精確的規劃義交、導引牌面及備援停車場，同時可透過模式庫推估接駁車搭乘人數，合理規劃接駁車班距及備用車輛數。

經工作會議討論，本計畫完成之知識庫內容，原則上可用於各類別的相關活動，但因模式庫的部分，需考量活動類型、活動地點及過往舉辦活動時的相關歷史資訊，才能

有需掌握相關旅次產生及分布，方可有效提升整體模式庫及知識庫所產出之結果，故建議本計畫所完成之成果，仍需透過後續更多的資料蒐集及驗證，進一步提高整體架構，並增加其實用性，供後續各地方主管機關舉辦各類大型活動時進行使用，以降低舉辦活動之成本。

4.3 前期公共運輸運量預測模式庫精進

運輸管理或營運單位在進行公共運輸運量預測時通常有幾項原因，如希望能準確切合運輸需求、提高運輸效率、降低營運成本，另外由於公共運輸除本業之收入以外，尚需其餘附屬事業(如廣告看板、場站店鋪出租等)來挹注收入，提升本業之營運動力，因此透過公共運輸運量預測，除了可以了解未來公共運輸之載客需求及其變化(包含人流量、地點、時段等)，以此調整與精進班次、路線和車輛數等營運策略外，更可以此提升廣告看板、場站商店等附屬事業產值，再透過附屬事業獲得之收益用以改善、精進或提升本業之服務水準，故透過公共運輸運量預測，可以更好地掌握運輸需求，從而降低空車行駛之機率，減少車輛使用成本和人力成本，再者透過運量預測可提高附屬事業之產值並同時給予運輸業更好之收入以提升服務品質，所以透過公共運輸運量預測，可以更準確地預測未來的運輸需求及需求量變化，並據此調整本業與附屬事業之營運手段與運輸方案，提高服務水準，從而滿足旅客運輸需求，促使公共運輸產生正向循環。此外，還可以透過提供公共運輸之即時資訊查詢服務、互動式娛樂、智慧導航等功能，提高旅客運輸體驗和滿意度。另外，若以智慧城市整體規劃而言，藉由公共運輸運量預測可更好地預測人、車流等交通情況，以此進行交通規劃與調度，從而減少交通壅塞情況之發生與影響範圍。

綜合前述，本公共運輸運量預測模式的建立，主要目的是協助運輸管理與營運單位更準確掌握未來的公共運輸需求，並以此提升運營效率與服務品質。具體來說，透過精確的客流量預測，運輸單位可以更好地調整班次、最佳化路線，並合理分配車輛資源，以降低空車行駛率及減少營運成本。此外，模式預測結果還可以為附屬事業(如場站廣告、商店出租等)提供高需求時段與地點的資訊，進而提升其產值，並將附加收入回饋至公共運輸服務中，形成正向的營運循環。特別是在大型活動或特殊事件期間，客流量激增的情況下，該模式可以協助交通管理部門提前預測並制定應變措施，以減少壅擠、最佳化資源配置，並維護整體交通順暢運作。本計畫之公共運輸運量預測服務主要可在以下幾個方面進行應用：

一、運輸系統最佳化：藉由公共運輸運量預測，可幫助整體運輸系統最佳化之運作計畫

擬訂，如調整或優化班次、路線和車輛數等，以減少運輸成本和提高服務品質，並藉由預測出需求最高之時間與地點，可提高相關廣告宣傳與場站租賃之產值，再透過附屬事業之額外收入進一步改善與提升本業之服務品質與水準，達成運輸業經營正向循環之發展。

二、交通管理：透過公共運輸運量預測，可幫助交通管理部門及時預測交通需求和流量，從而針對相關交通管制和調度提早進行應變，減少交通壅塞情況發生之機率與影響範圍和程度。此外運輸業者亦可依此預測進行排班與班距之修正，以求能良好且即時地滿足需求，並進一步協助交通管理可以更良好地進行。

三、商業決策：利用公共運輸運量預測模型，協助運輸業者等營運單位優化商業決策，如藉由準確了解大量人流匯集或途經之時間地點，除就本業之路線班次進行調整優化以外，更可以此了解高曝光量之時間與地點，提高廣告宣傳等附屬事業之產值，而附屬事業產值之提昇又可回饋至本業中協助改善與提升，促使整體運輸市場之競爭力上升。

四、旅客服務：將公共運輸運量預測之資訊，即時提供旅客進行查詢(以網頁或 APP 形式)，從而幫助旅客掌握公共運輸之狀況、了解自己所欲搭乘之公共運輸擁擠程度，以此減少人群匯集與避開人潮洶湧之時間和地點，並從中選擇最適合自己的旅行方式和時間，以提高旅行體驗。

過去許多於公共運輸領域之預測研究主要有分為 3 種，針對單一路線進行總客流量預測，亦即單一路線於一段時間內所服務的全線總客流量，稱為路線級客流(line-level passenger flow)；亦有針對每個站點不同路線之進站客流量進行預測，稱為車站級客流(station-level passenger flow)。此外，針對各站點一段時間內所到達的每條公車上、下客後離開站點時加總車上人數，稱為服務級客流(service-level passenger flow)(Baghbani et al. [27])，例如於 10:00-10:30 期間，某站點共有三條路線之公車到達，三條路線之公車停等上、下客後，車上人數分別為 20、25、15 人，因此共計服務 60 人。

不同種類的客流預測皆有其應用目的，然而在特殊活動期間，更關心的是車站級客流量的預測，這是因為特殊活動容易導致特定車站的客流量劇增，進而引發車輛擁擠、時刻表失準、設施容量不足等問題(Zhong et al.[28])，為緩解公共運輸營運壓力，管理單位或營運單位不僅需要掌握現況，還須提前預測未來變化。針對車站級客流量的預測可幫助交通管理者在面對特殊活動時，更有效地分配公共運輸資源及制定適當的營運策略。基於此，本計畫於前期計畫階段，蒐集臺中市區公車票證資料，並已針對前述之三項客流級別中之路線級客流構建完成一市區公車路線分時總運量預測模式，進行單一

路線每小時總客流量預測，並取得不錯之預測成效(MAPE 為 6.851%)。將於前期計畫之市區公車路線分時總客流預測模式基礎下，於本期計畫中針對不同種類的客流進行預測，即針對三項客流級別中之車站級，進行特殊活動期間之車站客流量預測模式構建。

4.3.1精進方式

本節將說明於本次市區公車運量預測精進作業所採用的精進方式，包含預測類別、預測型態、資料蒐集量、模式考量特徵、特徵分析與提取、預測模型架構等，依序說明以上項目與前期構建之差異，並彙整如表 4.3-1 所示。

一、預測類別：前期計畫主要針對「路線級客流」進行單一路線的總客流量預測。而本期計畫則針對「車站級客流」，預測公車停靠站點的客流量。

二、預測型態：前期計畫的預測型態為「常態客流」，而本期計畫則針對「非常態客流」進行預測，特別是在特殊事件期間的客流量。常態客流係指在正常日常情況下，沒有特殊事件或外部因素影響之客流量，此類型客流量通常具有一定的規律性，例如工作日的上下班高峰期、學校放學時間等。而非常態客流係指受到特殊事件或外部因素影響之客流量，例如音樂節、運動賽事、大型展覽等。在本計畫中，將以數位雙生實作之臺中場域為例，並以臺中七期百貨週年慶(臺灣大道)作為特殊活動案例進行後續非常態客流量預測構建。

三、資料蒐集量：前期計畫模式構建使用之票證資料量為 1 年，本計畫則持續蒐集最新之 2022 年整年度及 2023 年 1~3 月票證資料，並結合前期之 2021 年整年度資料，以兩年多資料量進行百貨週年慶期間之公車站點客流量預測模式構建。

四、模式考量特徵：前期計畫主要考慮的特徵包括目標特徵單一路線的總客流量、外部時間特徵(如星期別、小時別)以及內部時間特徵(如前 60 分鐘客流量、前一日同時客流量等)。此外，尚包含其他外部特徵，如降雨和假期。而本期計畫則增加了更多地時間特徵，如一年中第幾周、每月第幾天、月份別等。內部時間特徵也更為詳細，包括前 30 分鐘客流量、前一日同時段客流量、前 2、3、4 週的同時段平均客流量等。外部特徵除雨量外，同時加入其他外部特徵，如搜尋引擎的關鍵字搜尋量和氣溫。

五、是否進行特徵分析與提取：在模式構建過程中，未經過挑選則將所有特徵全盤輸入模型中進行訓練，當模型輸入的資料太過龐大冗餘，會大幅降低模型訓練之效率，亦即分析過多特徵變數會耗費大量的記憶體以及計算能力，且可能也會產生過度擬合之問題，因此需要透過特徵提取刪除大量冗餘或無關之特徵變量來降低維度，達

到降低模型計算量從而減少模型訓練時間，亦可減少資料雜訊對於模型分析的影響。當然，若無硬體資源負擔之考量，能夠提供強大的運算資源，則可不考慮運算效率而採納全部特徵。前期計畫並未進行特徵分析與提取。而本期計畫則進行特徵重要性分析，以便更深入地了解哪些特徵對模型的預測效果有重要影響，從而進行更有效的特徵選擇和模型最佳化。

六、預測模型架構：前期計畫預測模型使用的是 Stacking 架構。本期計畫則在前期架構基礎上進行調整，以期更精確地預測客流量。

表 4.3-1 本計畫市區公車運量預測精進方式

精進方式	前(111)期計畫	本期計畫
預測類別	路線級客流：單一路線總客流量預測。	車站級客流：公車停靠站點客流量預測。
預測型態	常態客流	非常態客流(特殊事件期間)
資料蒐集量	票證資料：1 年(2021 年)	票證資料：2 年多(2021~2023 年)
模式考量特徵	1. 目標特徵：單一路線總客流量預測 2. 外部時間特徵：星期別、小時別 3. 內部時間特徵： (1) 前 60 分鐘客流量 (2) 前一日同時客流量 (3) 前一日總客流量 (4) 前 N 週同一日同時段平均客流量(N = 2) 4. 其他外部特徵： (1) 降雨 (2) 假期	1. 目標特徵：單一車站點總客流量預測 2. 外部時間特徵： (1) 一年中第幾周 (2) 每月第幾天 (3) 月份別 (4) 星期別 (5) 小時別 (6) 一天中第幾個 30 分鐘 (7) 一小時中第幾個 30 分鐘 3. 內部時間特徵： (1) 前 30 分鐘客流量 (2) 前一日同時段客流量 (3) 前一日總客流量 (4) 前 2 週同時段平均客流量 (5) 前 3 週同時段平均客流量 (6) 前 4 週同時段平均客流量 (7) 前 1 週日客流量 (8) 前 2 週平均日客流量 (9) 前 3 週平均日客流量 (10) 前 4 週平均日客流量 4. 其他外部特徵： (1) 搜尋引擎關鍵字搜尋量 (2) 氣溫 (3) 降雨
是否進行特徵分析與提取	無	特徵重要性分析
預測模型架構	Stacking	以前期 Stacking 架構之基礎進行調整。

4.3.2精進結果

本計畫延續前期成果，包含數位雙生及其他發展之相關模式庫均以臺中臺灣大道作為實作場域，遂以該場域之七期百貨週年慶作為特殊事件期間客流量預測模式構建之案例，該活動所直接涉及之公車站點為新光/遠百站，蒐集其 2021 年 1 月至 2023 年 1 月之票證資料進行後續模式構建。

臺中七期百貨主要為兩大百貨公司新光三越及大遠百兩建築物連棟比鄰坐落於臺灣大道三段往東方向，而臺中新光三越為全台百貨業績店王，因此每到週年慶期間總是吸引非常大量之人車湧入。上述蒐集之票證資料，其中週年慶期間主要落於 2021 及 2022 年的 9 月 22 日至 10 月 31 日間。後續茲就客流量現況分析及模式構建過程與結果進行說明。

表 4.3-2 臺中七期百貨週年慶舉辦期間

百貨	年度	週年慶期間	週年慶 第一週週末	週年慶 最後一週周末
大遠百	2021	9/23(四)至 10/24(日)	9/25(六) 9/26(日)	10/23(六) 10/24(日)
	2022	9/22(四)至 10/23(日)	9/24(六) 9/25(日)	10/22(六) 10/23(日)
新光三越	2021	10/7(四)至 10/31(日)	10/9(六) 10/10(日)	10/30(六) 10/31(日)
	2022	10/6(四)至 10/30(日)	10/8(六) 10/9(日)	10/29(六) 10/30(日)

一、客流量現況趨勢分析

本章節內容茲就該站點之票證資料進行客流量現況分析，主要分為兩層次，分別為整體客流量趨勢分析(2021 年 1 月至 2023 年 1 月)及週年慶期間客流量趨勢分析(2021 及 2022 年之 9 月 22 日至 10 月 31 日)。

(一) 整體客流量趨勢分析(2021 年 1 月至 2023 年 1 月)

1. 總客流量趨勢：本計畫經票證資料預處理後，將 2021 年 1 月至 2023 年 1 月之票證資料以每 30 分鐘之時間解析度針對新光/遠百站進行客流量統計(東向與西向各為 36,528 筆資料)，圖 4.3.1 顯示該站東向與西向客流量區間頻率分佈情形，每個柱子代表特定運量區間的頻率。東向客流量高於西向(東向為 1,679,062 人、西向為 1,012,480 人)，兩方向客流量分佈均呈現右偏分佈(偏向左側，但右側有長尾)，亦即大部分的時間點，客流量都集中在較低的範圍內，東向 50%以上之資料為 50 人/半小時以下，西向 50%以上之資料為 35 人/半小時以下。

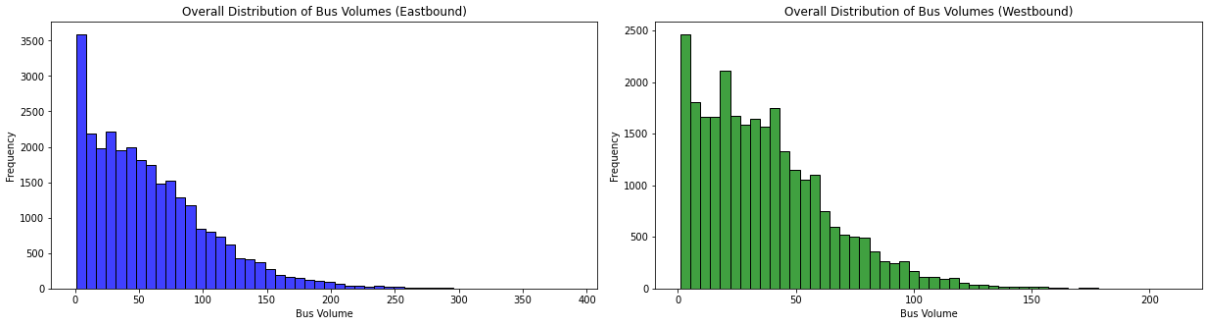


圖 4.3.1 新光/遠百站客流量區間頻率分佈圖

2. 月客流量趨勢說明：圖 4.3.2 顯示 2021 年 1 月至 2023 年 1 月每月之客流量分佈趨勢，由於 2021 年 5~7 月為 COVID-19 疫情最為嚴重期間，之後逐漸趨緩至 2022 年 5~6 月再次受疫情衝擊，因此由圖 4.3.2 可看出無論東向或西向，兩個疫情嚴重期間所造成之公車客流量低靡。

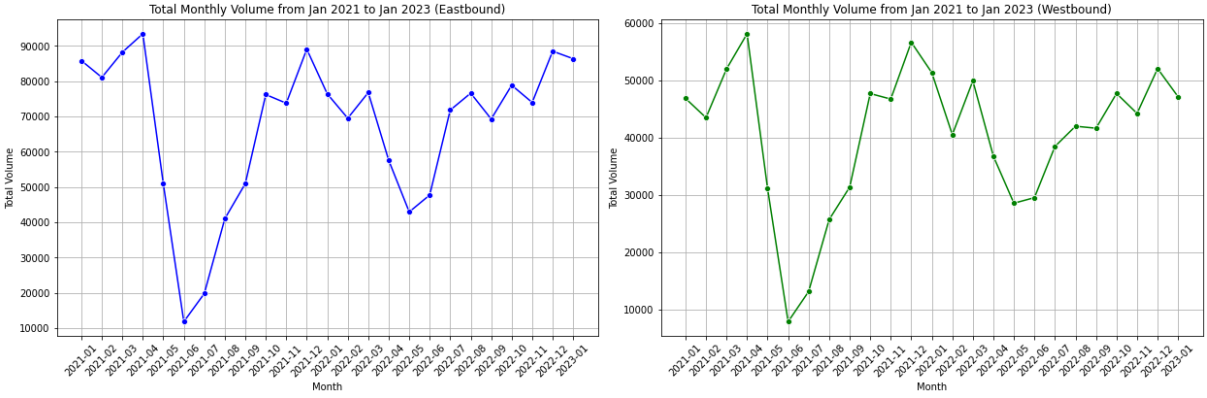


圖 4.3.2 新光/遠百站每月客流量趨勢圖

3. 星期別客流量趨勢說明：圖 4.3.3 顯示 2021 年 1 月至 2023 年 1 月間，各星期別平均客流量趨勢，其中東向客流量從星期一到星期六持續增加，客流量於星期六為一週中最高星期別(該站之新光三越與大遠百坐落於往東方向)；西向客流量則是從星期二到星期五持續增加，客流量於星期五及星期六為一週中最高星期別；兩方向之客流量皆於星期六過後開始下降。

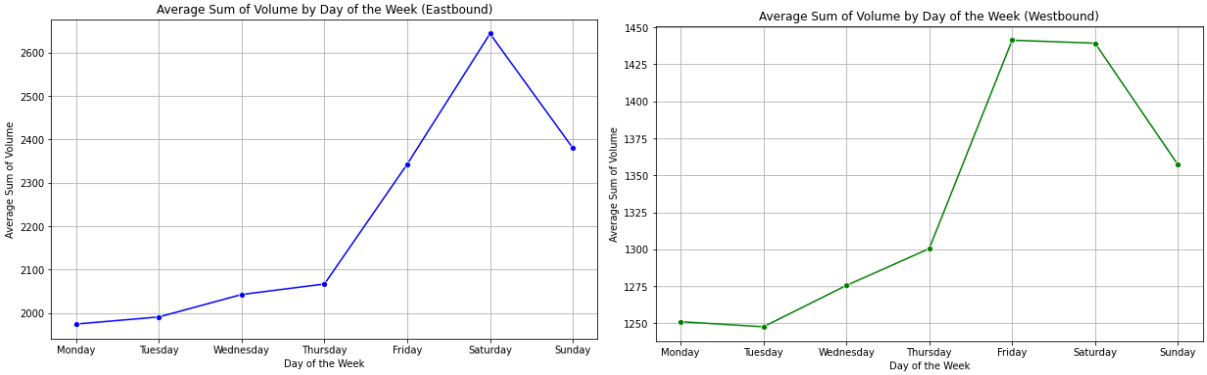


圖 4.3.3 新光/遠百站每星期別平均客流量趨勢圖

4. 分時段平均客流量趨勢說明：圖 4.3.4 顯示了 2021 年 1 月至 2023 年 1 月每半小時時間段之平均客流量趨勢。從圖 4.3.4 可看出，無論往東或往西方向，該站之客流量在一天中有 3 個時間段出現明顯的變化，06:30~08:30、16:00~18:30 及 22:00~22:30，這些時段分別為上午尖峰、下午尖峰、晚上百貨公司打烊。

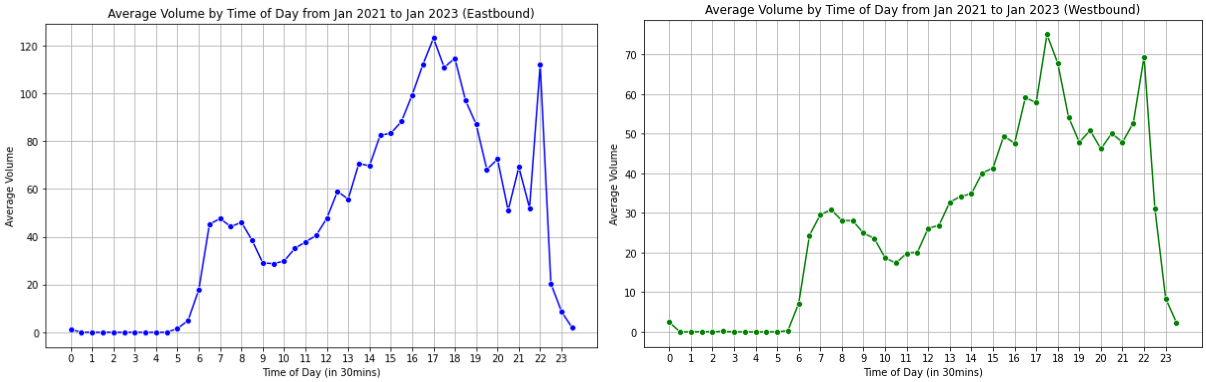


圖 4.3.4 新光/遠百站每日分時平均客流量趨勢圖

(二) 週年慶期間客流量趨勢分析(2021 及 2022 年之 9 月 22 日至 10 月 31 日)

經由前述整體客流量趨勢分析，該站點鄰近百貨公司，因此客流高峰多出現於週末兩天，以下遂針對週年慶期間每個星期六與星期日之客往西/2021 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈流量進行趨勢分析說明，在 2021 及 2022 年週年慶期間，皆分別涵蓋 6 個星期六與星期日。

1. 2021 年週年慶

圖 4.3.5 至圖 4.3.8 顯示 2021 年週年慶期間 6 個星期六中，無論往東或往西方向最高客流皆出現在第 5 個星期六，而一天中最高流量則多發生於 16:00-19:00。

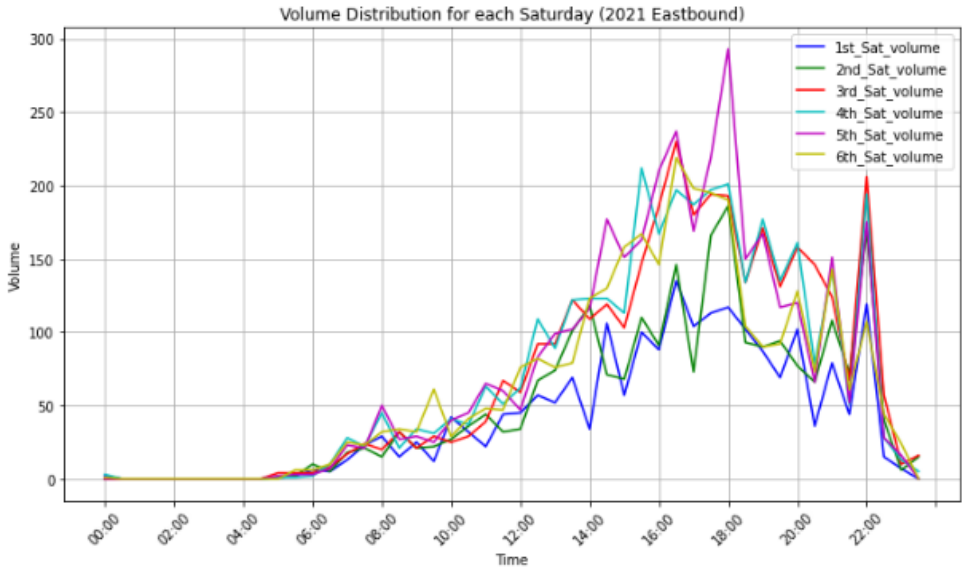


圖 4.3.5 往東/2021 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖

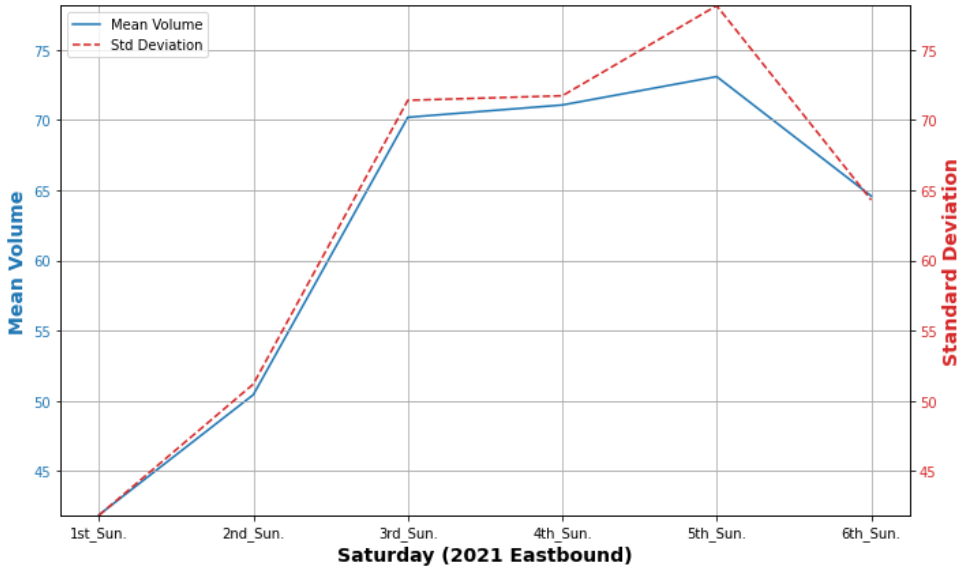


圖 4.3.6 往東/2021 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖

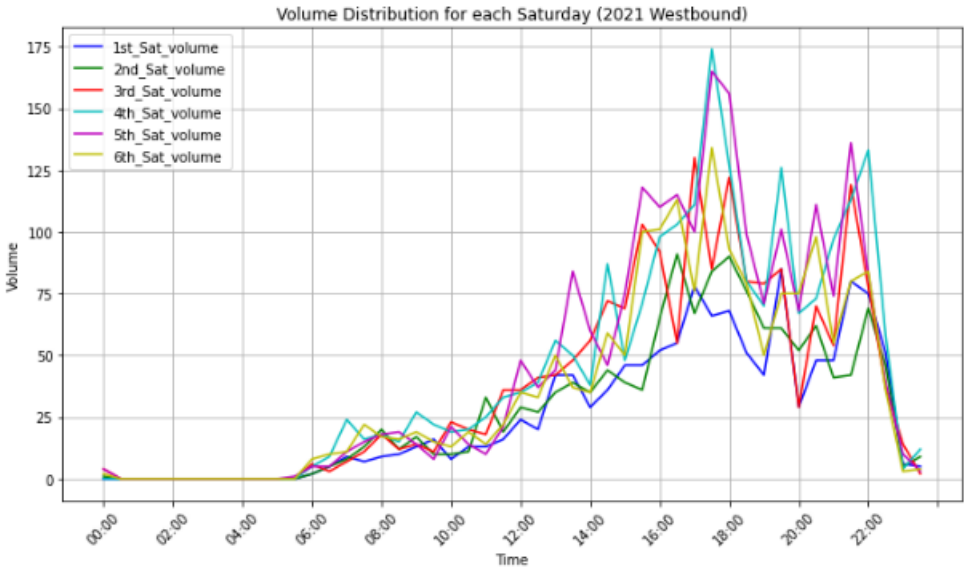


圖 4.3.7 往西/2021 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖

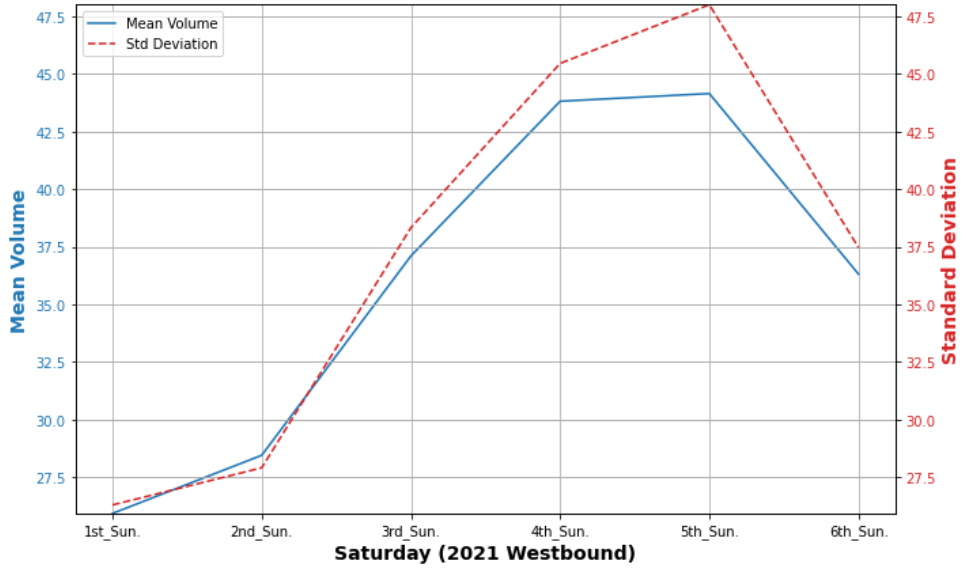


圖 4.3.8 往西/2021 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖

另從圖 4.3.9 至圖 4.3.12 中可以發現，2021 年週年慶期間 6 個星期日中，無論往東或往西方向最高客流皆出現在第 3 個星期日，一天中最高流量則多發生於 16:30~19:30。

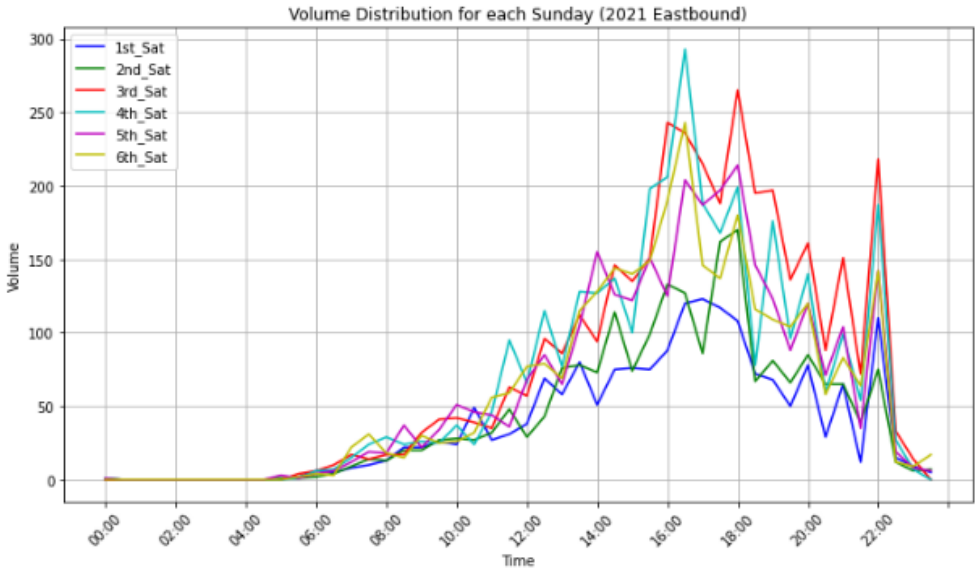


圖 4.3.9 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖

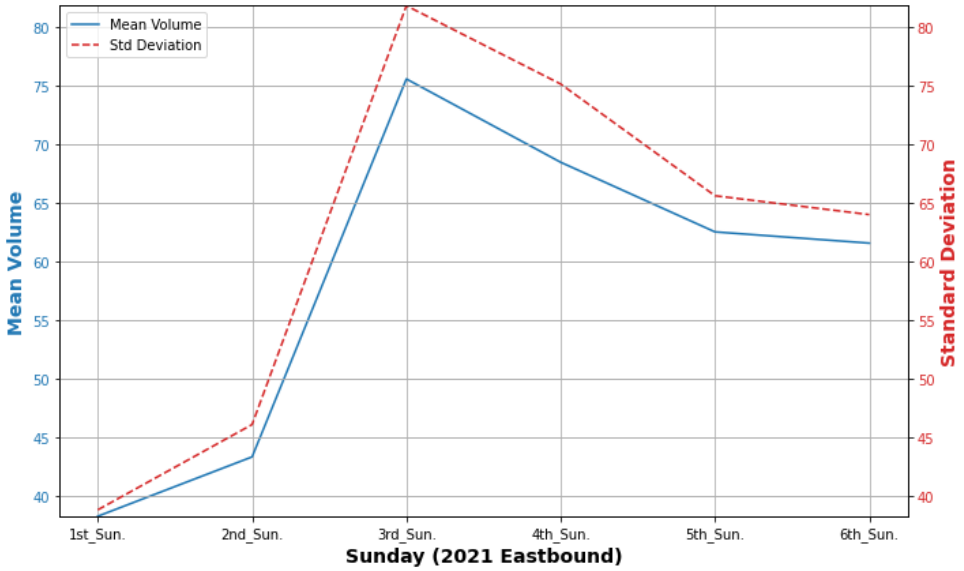


圖 4.3.10 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖

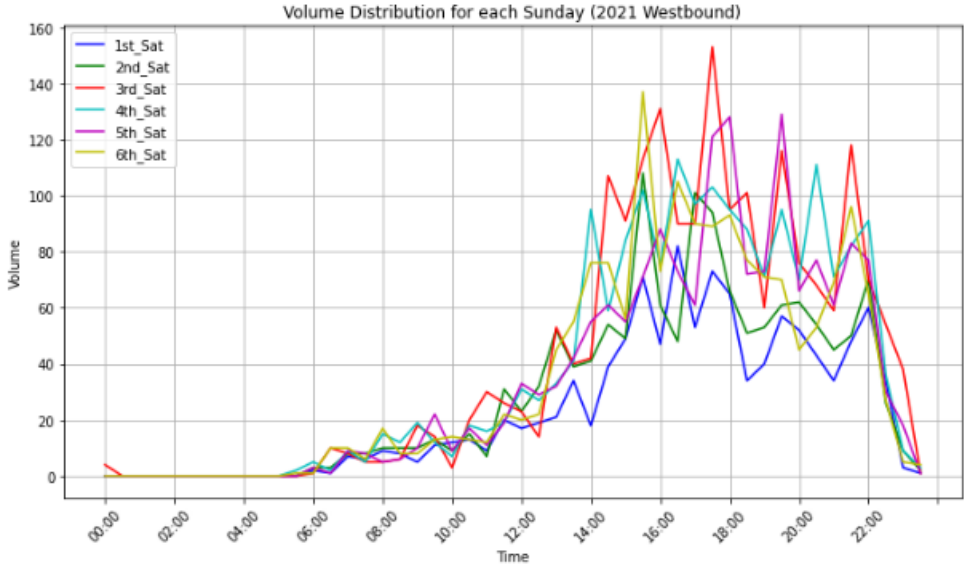


圖 4.3.11 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖

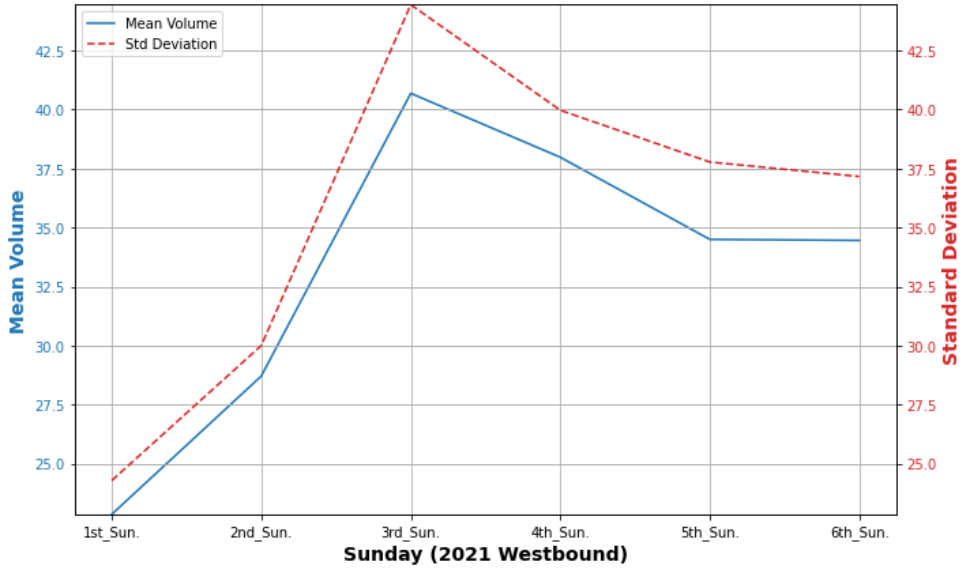


圖 4.3.12 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖

2. 2022 年週年慶

圖 4.3.13 至圖 4.3.16 顯示 2022 年之週年慶期間，6 個星期六中，無論往東或往西方向最高客流，與 2021 年同樣都發生在第 5 個星期六，而一天中最高流量則多發生於 16:00-19:00。

另從圖 4.3.17 至圖 4.3.20 中可以發現，2022 年週年慶期間之 6 個星期日中，無論往東或往西方向最高客流，與 2021 年同樣都發生在第 3 個星期日，一天中最高流量則多發生於 16:00~18:00。

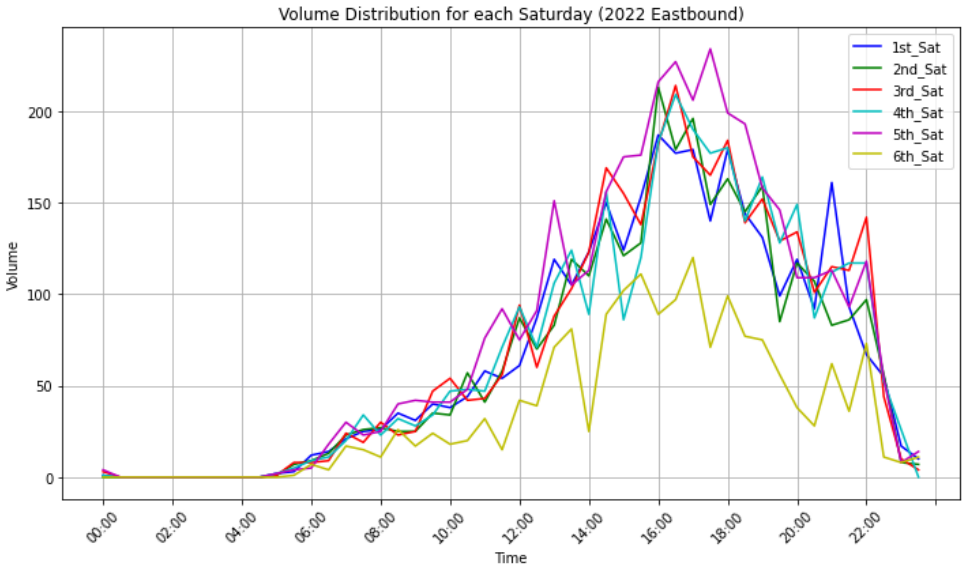


圖 4.3.13 往東/2022 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖

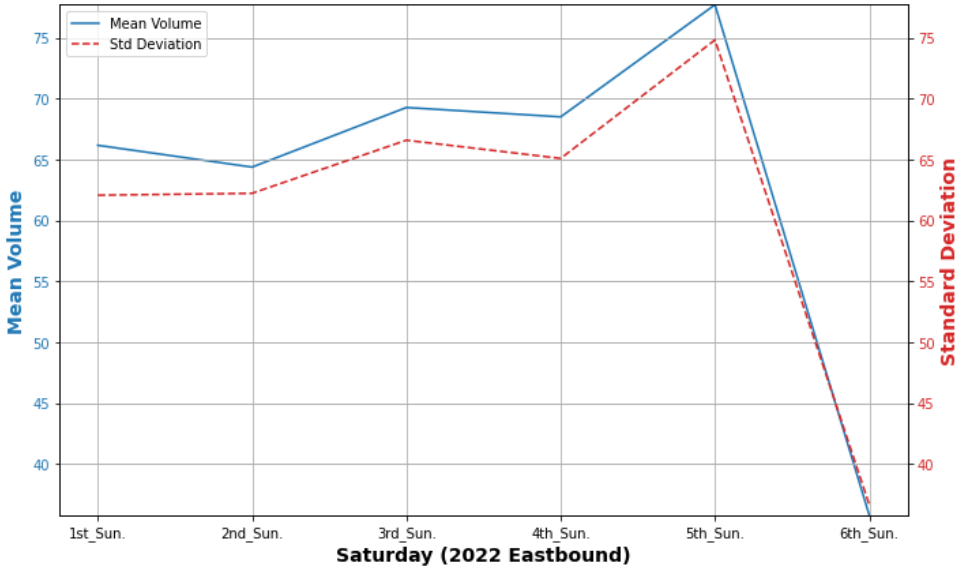


圖 4.3.14 往東/2022 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖

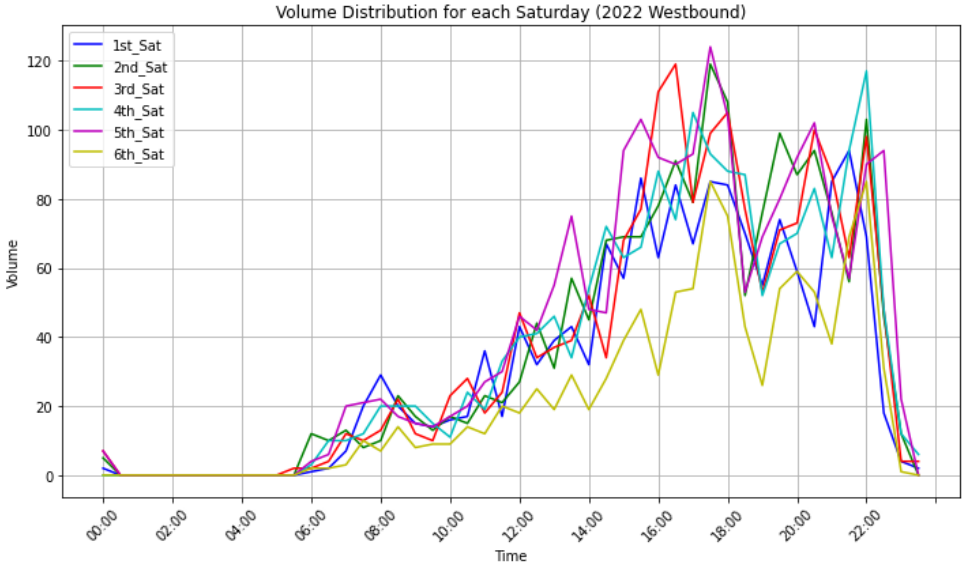


圖 4.3.15 往西/2022 週年慶期間 6 個星期六/客流量分佈趨勢圖

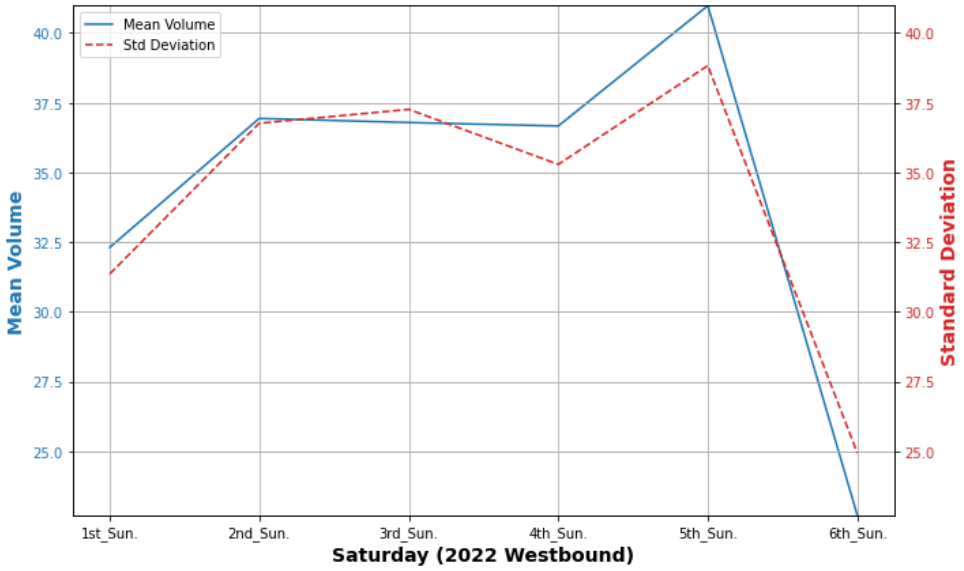


圖 4.3.16 往西/2022 週年慶期間 6 個星期六/平均客流量與標準差趨勢圖

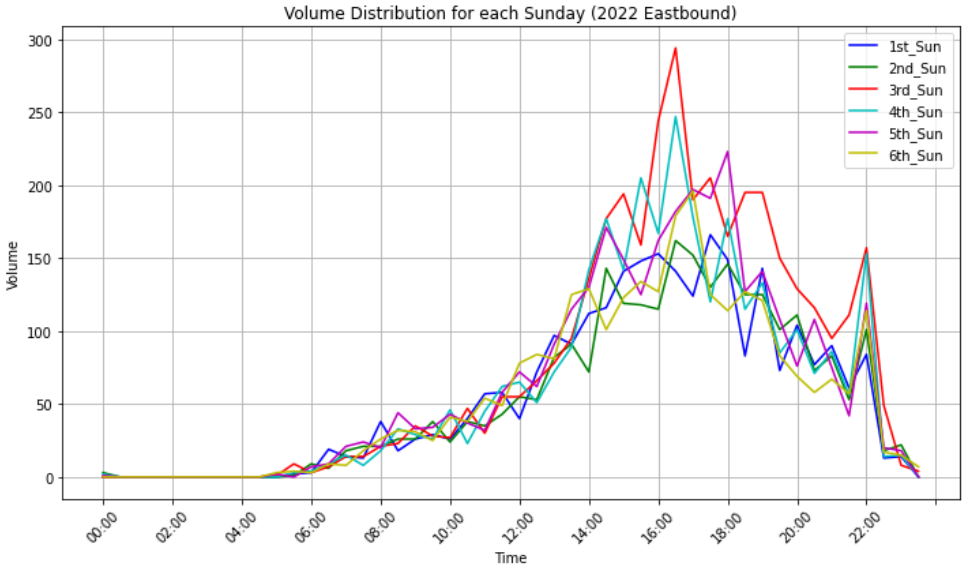


圖 4.3.17 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖

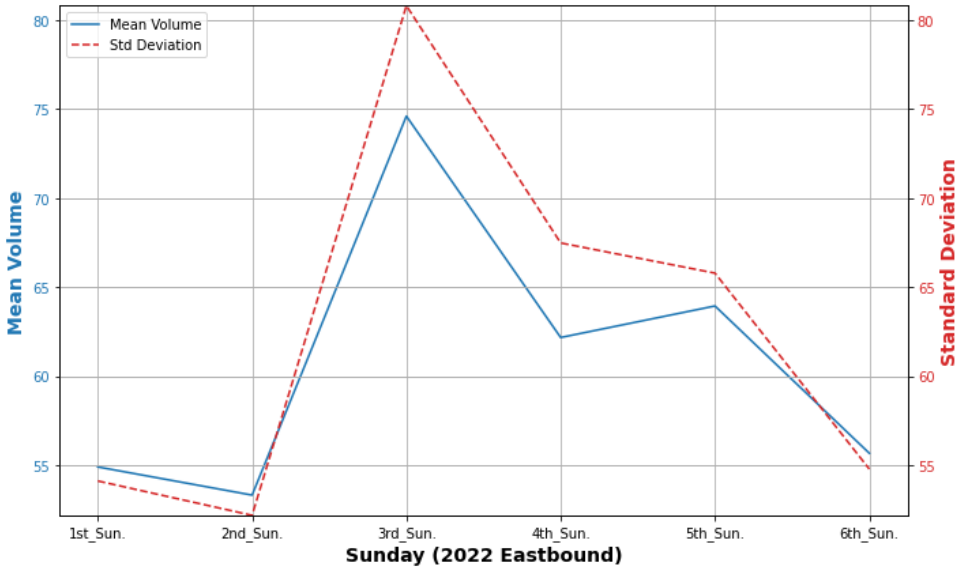


圖 4.3.18 往東/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖

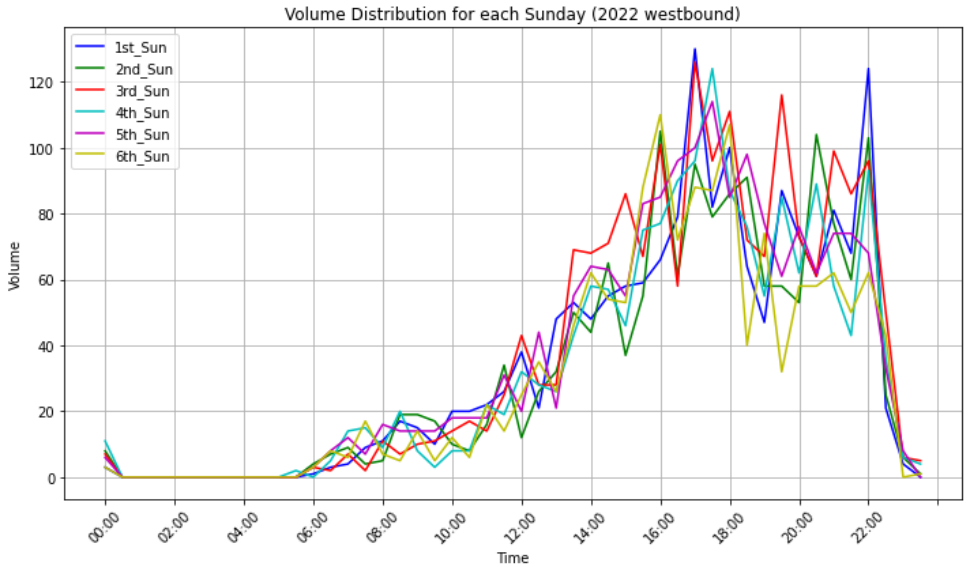


圖 4.3.19 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/客流量分佈趨勢圖

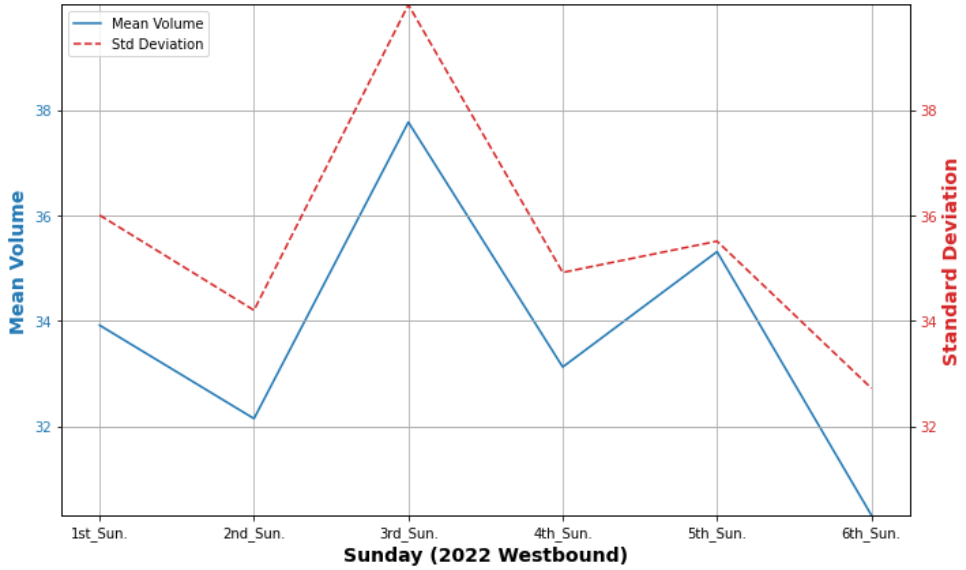


圖 4.3.20 往西/2021 週年慶期間 6 個星期日/平均客流量與標準差趨勢圖

二、模式構建與預測結果說明

(一) 特徵分析與選擇

本計畫所建立之公車站點客流量預測模型，考慮了一系列內部和外部時間特徵，以及其他外部特徵，彙整如表 4.3-3 所示。在進行預測結果說明前，本計畫先針對模型中採納特徵進行重要性評估說明，藉此先理解哪些特徵對模型預測最具貢獻度。本計畫模型考量了 19 大項特徵，並分別針對百貨週年慶所涉及之新光/遠百站往東及往西方向客流量進行預測，而這 19 大項特徵在該站點往東及往西方向客流量預測時之重要性排序分別繪製如圖 4.3.21 及圖 4.3.22 所示。

表 4.3-3 本計畫公車站點客流預測考量特徵彙整

特徵名稱	特徵意義	特徵屬性	資料來源
volume	客流量	目標特徵	歷史票證資料
previous_30_minutes_volume	前 1 時階客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
same_time_previous_day_volume	前 1 天同時段客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
daily_volume_ previous_day	前 1 天日客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
same_time_2_weeks_ago_ average_volume	前 2 週同時段平均客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
same_time_3_weeks_ago_ average_volume	前 3 週同時段平均客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
same_time_4_weeks_ago_ average_volume	前 4 週同時段平均客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
daily_volume_last_week	前 1 週日客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
average_daily_volume_2_weeks_ago	前 2 週平均日客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
average_daily_volume_3_weeks_ago	前 3 週平均日客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
average_daily_volume_4_weeks_ago	前 4 週平均日客流量	內部時間特徵	歷史票證資料延伸處理
week_of_year	一年中第幾周	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
day_of_month	每月第幾天	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
monthly	月份別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
weekly	星期別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
hourly	小時別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
half_hour_segment_of_day	一天中第幾個 30 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
half_hour_segment_of_hour	一小時中第幾個 30 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
search_engine_index_volume	搜尋引擎關鍵字搜尋量	其他外部特徵	Google Trend
temperature	氣溫	其他外部特徵	CODiS
precipitation	雨量	其他外部特徵	CODiS

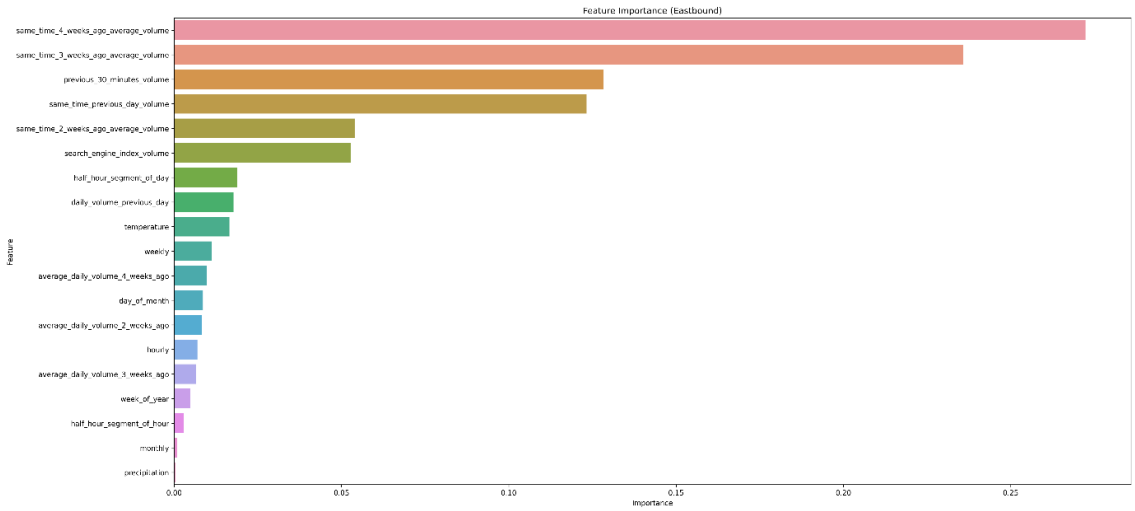


圖 4.3.21 往東方向各特徵重要度排序

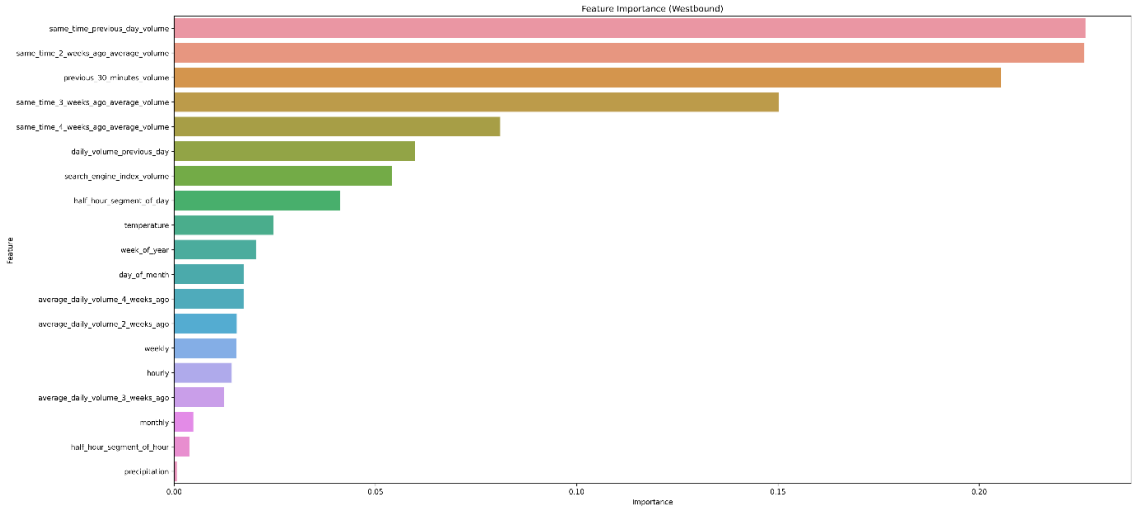


圖 4.3.22 往西方向各特徵重要度排序

此外由表 4.3-4 各方向特徵重要度排序彙整比較表可看出，無論是往東或往西方向，重要度前 5 名皆包含「前 1 時階客流量」、「前 2 週同時段平均客流量」、「前 1 天同時段客流量」、「前 3 週同時段平均客流量」、「前 4 週同時段平均客流量」，差別僅在排序有些許不同。顯示在預測未來的客流量時，可能因為客流量具有一定的時間連續性，即最近的客流量對於即將到來的客流量有很強的預測力。同時，過去幾週的同時段平均客流量對於未來的客流量預測也很重要，可能是因為存在週期性或季節性影響。

表 4.3-4 各方向特徵重要度排序彙整比較表

重要度排序	往東	往西
1	前 1 時階客流量	前 1 天同時段客流量
2	前 2 週同時段平均客流量	前 2 週同時段平均客流量
3	前 1 天同時段客流量	前 1 時階客流量
4	前 3 週同時段平均客流量	前 3 週同時段平均客流量
5	前 4 週同時段平均客流量	前 4 週同時段平均客流量
6	搜尋引擎關鍵字搜尋量	前 1 天日客流量
7	一天中第幾個 30 分鐘	搜尋引擎關鍵字搜尋量
8	前 1 天日客流量	一天中第幾個 30 分鐘
9	氣溫	氣溫
10	星期別	一年中第幾周
11	一年中第幾周	每月第幾天
12	前 4 週平均日客流量	前 4 週平均日客流量
13	每月第幾天	前 2 週平均日客流量
14	前 2 週平均日客流量	星期別
15	小時別	小時別
16	前 3 週平均日客流量	前 3 週平均日客流量
17	月份別	月份別
18	一小時中第幾個 30 分鐘	一小時中第幾個 30 分鐘
19	雨量	雨量

(二) 預測模型架構

本計畫採用之預測模型為 Stacking，是一種組合學習方法(ensemble method)，主要優點是能夠充分利用數個模型的預測能力，通過學習來進行數個模型的最佳組合，從而達到比任何單一模型都要好的預測性能。模型架構如圖 4.3.23 所示，選擇 Base Learners 及 Meta Learner 的主要準則係根據驗證集上的預測性能，反覆實驗後發現在本計畫的預測課題中，將 K-NN、Random Forest、XGBoost 作為基礎模型，將 Ridge 作為 Meta Learner，且在 K 折交叉驗證(K-Fold Cross-Validation)中，當 K=2 時，能得到較好的預測結果。

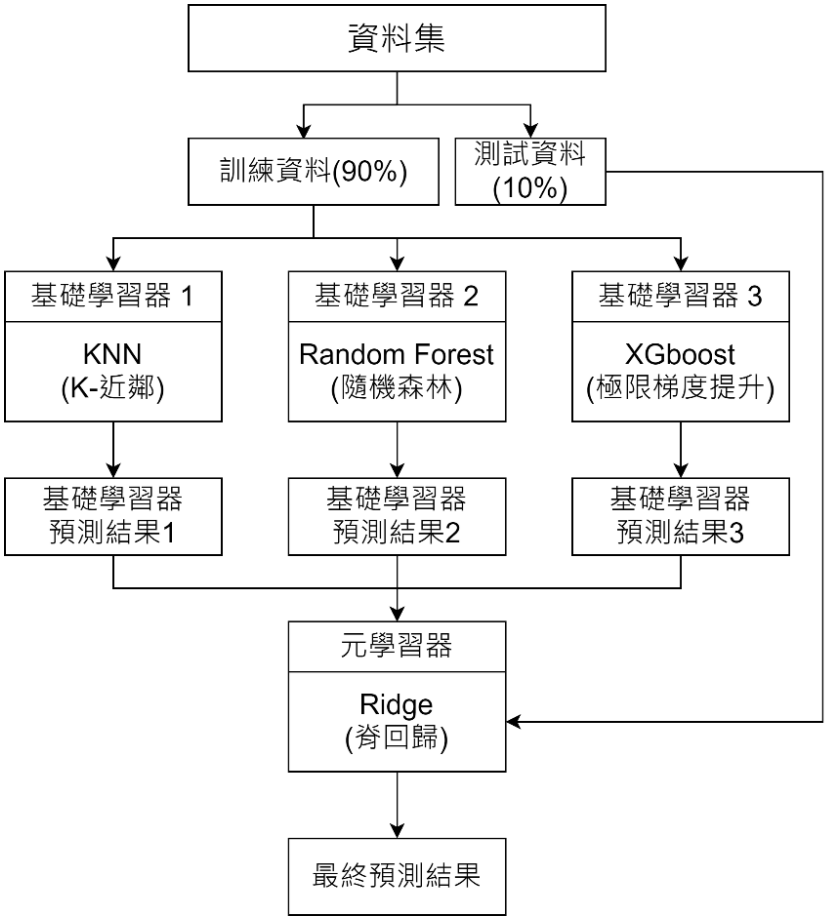


圖 4.3.23 Stacking 模型架構-客流預測

(三) 預測結果說明

本計畫針對百貨週年慶特殊活動期間所構建之客流量預測模型總共考量了 19 個特徵，經過前述重要性分析後，以本計畫所在場域而言，重要性前 5 名包含前 1 時階客流量、前 2 週同時段平均客流量、前 1 天同時段客流量、前 3 週同時段平均客流量、前 4 週同時段平均客流量，表 4.3-5 為採納不同特徵進行預測之彙整比較結果。以 MAPE、R^2 和處理時間(秒)綜合評估採納不同特徵時各情境之預測性能。MAPE 為一種易於理解和解釋的指標，能表示預測值與實際值之間的平均百分比誤差，可直觀地了解模型的平均誤差率，數值越接近 0 表示模型的預測越準確。R^2 代表模型可以解釋的數據中的變異性百分比。例如，R^2 為 0.98 表示模型能夠解釋 98% 的變異性，值介於 0 和 1 之間，1 表示模型完美地預測了所有的觀測值。此外，除模型的預測能力外，計算效率也是評估模型性能的重要指標，在實際應用中，尤其是需要快速反應的情境中，模型計算時間非常關鍵。

基於上述，本計畫各情境預測性能說明如下：

1. 選擇全特徵情境：如表 4.3-5 項次 1，當使用所有 19 項特徵進行百貨週年慶公車

站點客流量預測時，模型表現最佳，MAPE 為 8.02%，而 R2 達到 0.98。這說明在考慮所有特徵時，模型能夠捕捉到數據中的大部分變異性，但處理時間較長，為 61 秒。

2. 重要性前 5 名的特徵：如表 4.3-5 項次 16，亦即模式僅考慮重要性前 5 名的特徵時，模型的 MAPE 為 12.74%，而 R2 為 0.94。儘管這比使用所有特徵的效果略差一些，但考慮到只使用了 5 個特徵的情況下，這仍然是個不錯的結果，且處理時間縮短到 13 秒。
3. 添加單一特徵：如表 4.3-5 項次 2~15，當在重要性前 5 名的特徵基礎上，加入其他單一特徵時，模型的效果在不同情境下有所不同：
   (1) 加入「搜尋引擎關鍵字搜尋量」時，模型的 MAPE 為 9.45%，比僅使用前 5 名特徵的結果好，且處理時間為 17 秒。
   (2) 當加入「一年中第幾周」和「月份別」作為時間特徵時，模型的效果也有所提升，但效果增益較小。
   (3) 當加入天氣相關特徵，如「氣溫」和「雨量」，對模型的效果提升較小，尤其是雨量，但仍然比僅使用前 5 名特徵的效果好。簡言之，「雨量」為 19 項特徵中對於預測性能之提升幫助最小的特徵。深入探究原因，本計畫蒐集 2022 年各縣市總雨量，臺中的雨量為 1,558 毫米，相對於其他縣市來說，尤其是基隆的 5,569 毫米，確實是較低的，基隆的雨量是臺中的 3.5 倍以上。因此，雨量對於臺中的客流量影響可能不如基隆等雨量較高的地區那麼敏感。雖然在臺中，「雨量」這項特徵對預測性能的提升可能不明顯，但在其他雨量較高的縣市，如基隆，可能會變得更加重要。因此特徵選擇上應因地制宜，如果模式將來擴散到其他縣市使用，建議重新評估各特徵的重要性。

表 4.3-5 各特徵採納情境之預測結果比較彙整

項次	特徵採納情境	MAPE	R2	處理時間(sec)
1	全特徵	8.02%	0.98	61
2	重要性前 5 名+關鍵字搜尋量	9.45%	0.97	17
3	重要性前 5 名+一年中第幾周	9.98%	0.96	14
4	重要性前 5 名+月份別	10.13%	0.96	33
5	重要性前 5 名+氣溫	10.39%	0.96	15
6	重要性前 5 名+每月第幾天	10.70%	0.95	14
7	重要性前 5 名+前 4 週平均日客流量	10.96%	0.95	17
8	重要性前 5 名+前 3 週平均日客流量	11.01%	0.95	17
9	重要性前 5 名+前天日客流量	11.18%	0.95	17

項次	特徵採納情境	MAPE	R2	處理時間(sec)
10	重要性前 5 名+小時別	11.25%	0.95	35
11	重要性前 5 名+前 2 週平均日運量	11.31%	0.95	17
12	重要性前 5 名+一天中第幾個 30 分鐘	11.57%	0.95	14
13	重要性前 5 名+星期別	12.04%	0.94	20
14	重要性前 5 名+一小時中第幾個 30 分鐘	12.15%	0.94	16
15	重要性前 5 名+雨量	12.49%	0.94	14
16	重要性前 5 名	12.74%	0.94	13

4.4 前期車流速率預測模式庫精進

預測交通速率可以幫助人們更好地規劃自己的旅行路線和時間，交通速率預測是指通過分析歷史交通數據、當前交通狀況以及其他相關因素，預測未來某段時間內某條路段的交通速率。這個預測結果可以幫助人們選擇最佳的旅行路線和旅行時間，避免塞車和浪費時間，提高交通效率和旅行舒適度。交通速率預測可以應用於各種領域，如：

一、交通規劃：政府單位可以利用交通速率預測來規劃城市道路和交通設施，使其更加高效和便捷。

二、交通管理：交通管理部門可以利用交通速率預測來最佳化路況管控和交通疏導，減少壅塞和交通事故。如號誌控制可根據交通流預測結果，以最大排隊長度逐步最佳化號誌配時，增加道路使用率，減少車輛排隊時間。

三、旅行建議：旅運 APP 可以利用交通速率預測向用戶提供旅行建議，讓用戶更加智慧地選擇旅行路線和時間。

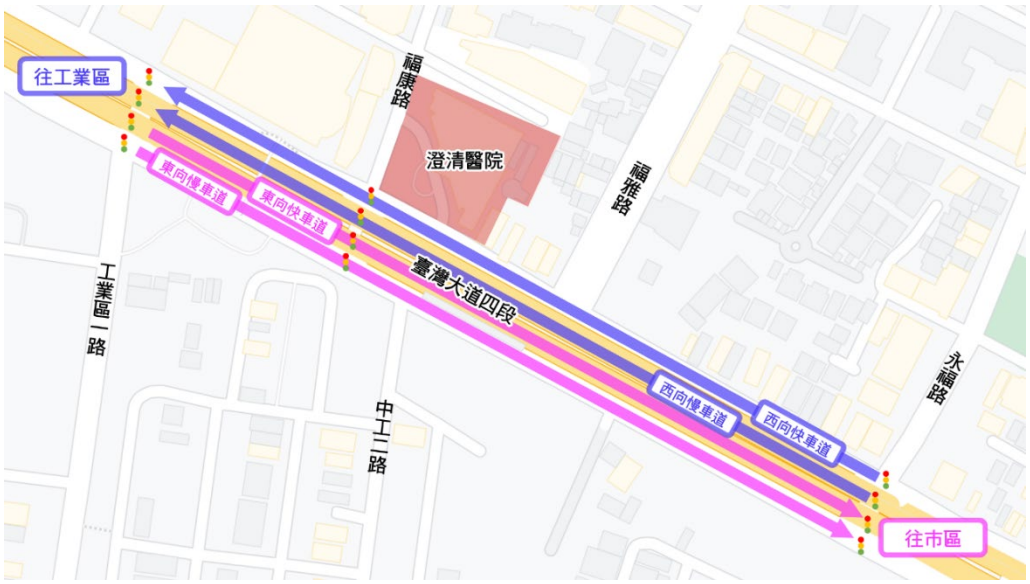
四、商業應用：交通速率預測可以應用於物流和配送等商業領域，提高交通效率和降低成本。

本節內容擬在前(110-111)期計畫成果基礎上，持續精進都市地區道路常態性車流速率預測準確性，並結合 110 年期所開發之「壅塞機率轉換模式」，產出適用於都市地區道路環境之速率區間發生機率表供交通管理單位作為後續智慧交通應用之參考。

4.4.1精進方式

本計畫接續 111 年期計畫之都市地區道路交通速率預測內容，並配合後續數位雙生相關工項所構建 3D 模型之路段，遂同樣以臺灣大道四段工業區一路至永福路路段作為預測研究範圍，如圖 4.4.1 所示，持續蒐集其最新 GVP 資料進行預測模式精進。此外，模式精進完成後，再以 110 年期所構建之壅塞機率轉換模式為基礎，使用前述預測結果

進行轉換後產出精進後之壅塞機率轉換對照表。後續將說明本次精進作業之執行方式與精進結果。



資料來源：交通部運輸研究所(2023)[29]

圖 4.4.1 都市地區道路常態車流速率預測精進範圍

一、精進方式

本節將說明於本次都市地區道路常態車流速率預測精進作業所採用的精進方式，包含預測類別與型態、資料蒐集量、模式考量特徵、特徵分析與提取、預測模型架構等，依序說明以上項目與前期構建之差異，並彙整如表 4.4-1 所示。

(一) 預測類別與型態：前期計畫針對都市地區道路常態車流速率進行預測，本期計畫除對常態車流速率進行精進外，還新增非常態車流速率預測模式構建(如 4.5 節所示)。不僅對常態車流速率進行了更深入探討，還考慮非常態情況下的車流速率預測，使得模型更為完整和實用。

(二) 資料蒐集量：前期計畫模式構建使用之 GVP 資料量為 1 年，本計畫則持續蒐集最新之 2022 年整年度 GVP 資料，並結合前期之 2021 年整年度資料，以兩年資料量進行預測模式精進。

(三) 模式考量特徵：前期計畫考慮的特徵較為簡單，主要包括目標特徵、幾個外部和內部時間特徵，如星期別、小時別、一小時中第幾個 5 分鐘、前一時階速率。而本期計畫則引入了更多的外部時間特徵，如一年中第幾周、每月第幾天、月份別等、一天中第幾個 5 分鐘、一小時中第幾個 5 分鐘，內部時間特徵則新增了前一日同時段速率、前 1 週同時段速率、前 2 週同時段平均速率、前 3 週同時段平均速率、前 4 週同時段平均速率。此外，其他相關的外部特徵，則加入了氣溫和降

雨。引入更多和更廣泛的特徵係期望幫助模型更好地理解和預測車流速率的變化。

(四) 是否進行特徵分析與提取：在模式構建過程中，未經過挑選則將所有特徵全盤輸入模型中進行訓練，當模型輸入的資料太過龐大冗餘，會大幅降低模型訓練之效率，亦即分析過多特徵變數會耗費大量的記憶體以及計算能力，且可能也會產生過度擬合之問題，因此需要透過特徵提取刪除大量冗餘或無關之特徵變量來降低維度，達到降低模型計算量從而減少模型訓練時間，亦可減少資料雜訊對於模型分析的影響。當然，若無硬體資源負擔之考量，能夠提供強大的運算資源，則可不考慮運算效率而採納全部特徵。前期計畫並未進行特徵分析與提取。而本期計畫則進行特徵重要性分析，以便更深入地了解哪些特徵對模型的預測效果有重要影響，從而進行更有效的特徵選擇和模型最佳化。

(五) 預測模型架構：前期計畫預測模型使用的是 Stacking 架構。本期計畫則在前期架構基礎上進行調整，以期更精確地預測客流量。根據新加入的特徵和更多的資料量，對模型架構進行調整和最佳化可以使其更適應資料變化，進而提高預測的準確性。

表 4.4-1 本計畫都市地區車流速率預測精進方式

精進方式	前(111)期計畫	本期計畫
預測類別與型態	都市地區道路常態車流速率	1. 都市地區道路常態車流速率預測精進(如本節報告中說明) 2. 都市地區道路非常態車流速率預測模式構建(如 4.5 節報告中說明)
資料蒐集量	GVP：1 年(2021 年)	GVP：2 年(2021、2022 年)
模式考量特徵	1. 目標特徵：速率 2. 外部時間特徵： (1) 星期別 (2) 小時別 (3) 一小時中第幾個 5 分鐘 3. 內部時間特徵：前一時階速率	1. 目標特徵：速率 2. 外部時間特徵： (1) 一年中第幾周 (2) 每月第幾天 (3) 月份別 (4) 星期別 (5) 小時別 (6) 一天中第幾個 5 分鐘 (7) 一小時中第幾個 5 分鐘 3. 內部時間特徵： (1) 前 1 時階速率 (2) 前一日同時段速率 (3) 前 1 週同時段速率 (4) 前 2 週同時段平均速率 (5) 前 3 週同時段平均速率 (6) 前 4 週同時段平均速率 4. 其他外部特徵：

精進方式	前(111)期計畫	本期計畫
		(1) 氣溫 (2) 降雨
是否進行特徵分析與提取	無	特徵重要性分析
預測模型架構	Stacking	以前期 Stacking 架構之基礎進行調整。
前期計畫預測結果	臺灣大道數位雙生場域 MAPE：4.125%(依評估標準劃分屬於「高準確預測」)	

4.4.2精進結果

一、特徵分析與選擇

本計畫基於前期計畫成果基礎所精進之常態車流速率預測模型，考慮了一系列內部和外部時間特徵，以及其他外部特徵，彙整如表 4.4-2 所示。在進行預測結果說明前，本計畫先針對模型中採納特徵進行重要性評估說明，藉此先理解哪些特徵對模型預測最具貢獻度。本計畫模型考量了 16 大項特徵，並針對計畫範圍臺灣大道路段進行速率預測，該路段快車道速限為 70 公里/小時、慢車道速限為 40 公里/小時，而這 16 大項特徵在該路段快、慢車道速率預測時之重要性排序分別繪製如圖 4.4.2 及圖 4.4.3 所示。

此外從表 4.4-3 中所述各類型車道特徵重要度排序彙整比較表可看出，無論是快車道或慢車道，重要度前 5 名皆包含「前 1 時階速率」、「前 1 週同時段速率」、「前 4 週同時段速率」、「前 3 週同時段平均速率」、「前 4 週同時段平均客流量」，差別僅在排序有些許不同。此外，「前 1 時階速率」這項短期特徵在兩種車道上都非常重要，顯示時間最近的交通狀況變化在預測未來速率時扮演關鍵角色。而過去幾週的同時段速率也相當重要，這表示車流狀況存在週期性，使這些中長期的特徵在預測未來的車流速率上亦扮演關鍵角色。基於前述，由於兩類車道的重要性特徵排名非常相似，這表示該預測模型在不同類型車道上之適用性高。這也意味著後續交通管理單位可以使用相同的策略和技術來最佳化管理都市地區道路交通。

表 4.4-2 本計畫常態車流速率預測考量特徵彙整

特徵名稱	特徵意義	特徵屬性	資料來源
speed	速率	目標特徵	歷史 GVP 資料
previous_5_minutes_speed	前 1 時階速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理
same_time_previous_day_speed	前 1 天同時段速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理

特徵名稱	特徵意義	特徵屬性	資料來源
same_time_1_week_ago_ average_speed	前 1 週同時段速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理
same_time_2_weeks_ago_ average_speed	前 2 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理
same_time_3_weeks_ago_ average_speed	前 3 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理
same_time_4_weeks_ago_ average_speed	前 4 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 GVP 資料延伸處理
week_of_year	一年中第幾周	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
day_of_month	每月第幾天	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
monthly	月份別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
weekly	星期別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
hourly	小時別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
5min_segment_of_day	一天中第幾個 5 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
5min_segment_of_hour	一小時中第幾個 5 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
temperature	氣溫	其他外部特徵	CODiS
precipitation	雨量	其他外部特徵	CODiS

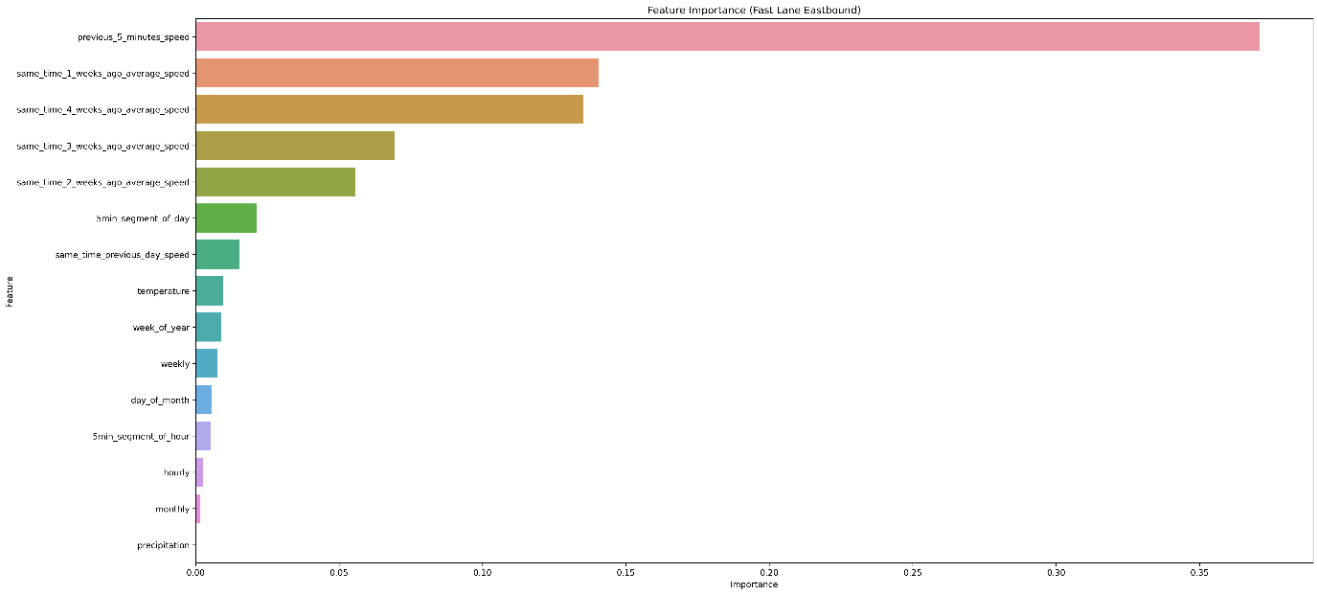


圖 4.4.2 快車道各特徵重要度排序

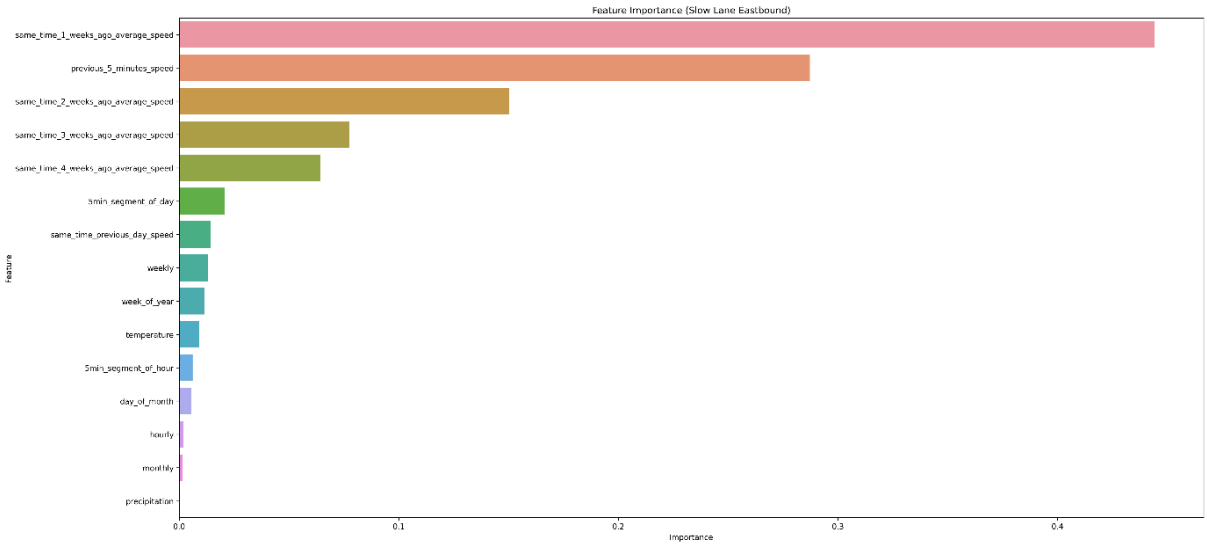


圖 4.4.3 慢車道各特徵重要度排序

表 4.4-3 各類車道特徵重要度排序彙整比較表

重要度排序	快車道	慢車道
1	前 1 時階速率	前 1 週同時段速率
2	前 1 週同時段速率	前 1 時階客流量
3	前 4 週同時段平均速率	前 2 週同時段平均速率
4	前 3 週同時段平均速率	前 3 週同時段平均速率
5	前 2 週同時段平均速率	前 4 週同時段平均速率
6	一天中第幾個 5 分鐘	一天中第幾個 5 分鐘
7	前 1 天同時段速率	前 1 天同時段速率
8	氣溫	星期別
9	一年中第幾周	一年中第幾周
10	星期別	氣溫
11	每月第幾天	一小時中第幾個 5 分鐘
12	一小時中第幾個 5 分鐘	每月第幾天
13	小時別	小時別
14	月份別	月份別
15	雨量	雨量

二、預測模型架構

本計畫採用之預測模型為 Stacking，是一種組合學習方法(ensemble method)，主要優點是能夠充分利用數個模型的預測能力，通過學習來進行數個模型的最佳組合，從而達到比任何單一模型都要好的預測性能。模型架構如圖 4.4.4 所示，選擇 Base Learners 及 Meta Learner 的主要準則係根據驗證集上的預測性能，反覆實驗後發現在本計畫的預測課題中，將 K-NN、LR、Random Forest、XGBoost 作為基礎模型，將 MLP 作為 Meta

Learner，且在 K 折交叉驗證(K-Fold Cross-Validation)中，當 K=3 時，能得到較好的預測結果。

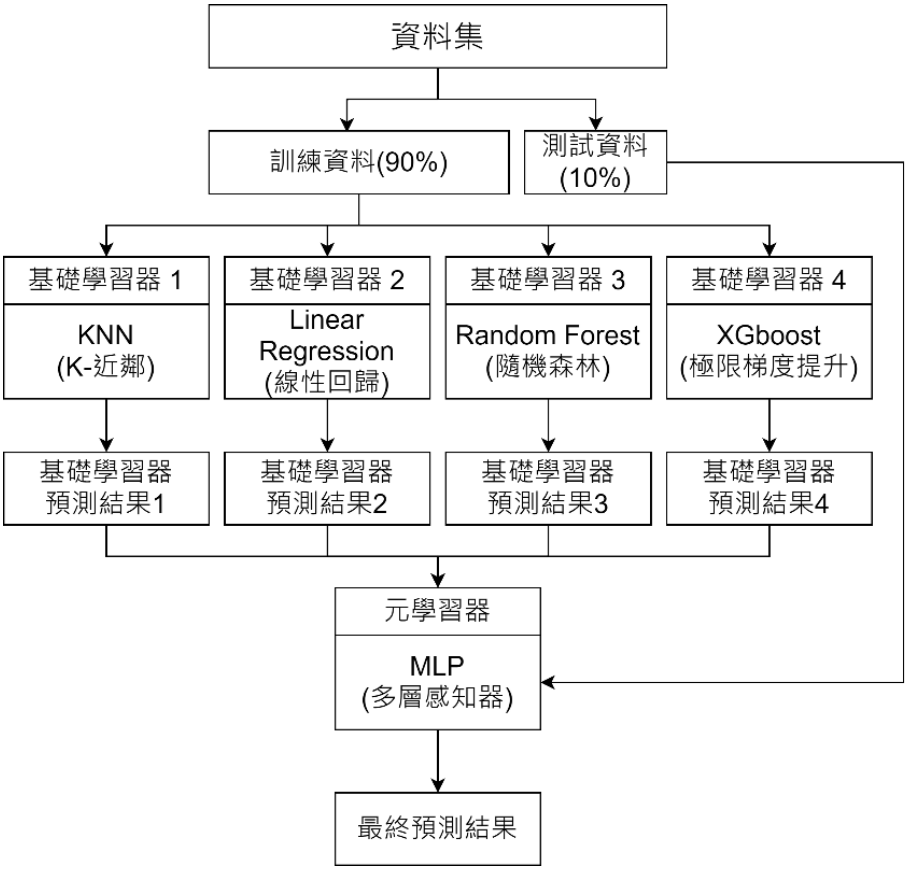


圖 4.4.4 Stacking 模型架構-速率預測

三、預測結果說明

(一) 整體預測精進結果

表 4.4-4 模型採納全部特徵後，針對計畫場域範圍臺灣大道四段澄清醫院路段之速率預測精進結果，與前期計畫相比，精進提升程度的百分比在各個方向和車道上都在 22%到 26%之間，平均提升了 24.708%。整體而言透過本計畫中進行的精進作業，不僅使預測模型的精度得到顯著的提高，而且提升的程度在各個方向和車道上都是相當穩定的。

表 4.4-4 臺灣大道四段澄清醫院路段速率預測精進結果彙整

方向	車道	前期計畫 MAPE(%)	本計畫 MAPE(%)	精進提升程度(%)
東向(往市區)	快車道	4.027	2.970	26.235
	慢車道	3.360	2.523	24.911
西向(往工業區)	快車道	4.994	3.752	24.870
	慢車道	4.120	3.180	22.816
MAPE 平均		4.125	3.106	24.708

(二) 採納不同特徵進行預測之細部結果說明

本計畫以前期計畫所構建之都市地區常態車流速率預測模型為基礎,本期共考量了 15 大項特徵，經過前述重要性分析後，以本計畫所在場域而言，重要性前 5 名包含前 1 時階速率、前 1 週同時段速率、前 2 週同時段平均速率、前 3 週同時段平均速率、前 4 週同時段平均速率，表 4.4-5 以快車道為例，說明當採納不同特徵進行預測時預測結果之變化。以 MAPE、R^2 和處理時間(秒)綜合評估採納不同特徵時各情境之預測性能。MAPE 為一種易於理解和解釋的指標，能表示預測值與實際值之間的平均百分比誤差，可直觀地了解模型的平均誤差率，數值越接近 0 表示模型的預測越準確。R^2 代表模型可以解釋的數據中的變異性百分比。例如，R^2 為 0.98 表示模型能夠解釋 98% 的變異性，值介於 0 和 1 之間，1 表示模型完美地預測了所有的觀測值。此外,除模型的預測能力外,計算效率也是評估模型性能的重要指標,在實際應用中,尤其是需要快速反應的情境中，模型計算時間非常關鍵。

基於上述，本計畫各情境預測性能說明如下：

1. 選擇全特徵情境：如表 4.4-5 項次 1，當使用所有 15 項特徵進行都市地區車流速率預測時，模型表現最佳，MAPE 為 2.970%，而 R2 達到 0.98。這說明在考慮所有特徵時,模型能夠捕捉到數據中的大部分變異性,但處理時間較長,為 538 秒。
2. 重要性前 5 名的特徵：如表 4.4-5 項次 7，亦即模式僅考慮重要性前 5 名的特徵時，模型的 MAPE 略增加為 3.280%，而 R2 仍維持 0.97 的高水平，且處理時間大幅降低至 118 秒。這表示只使用重要性前 5 名特徵就可以得到相當不錯的預測結果，且運算效率高。
3. 添加單一特徵：當在重要性前 5 名的基礎上加入「月份別」這一特徵時，MAPE 略微增加 3.018%，但 R^2 和處理時間都有所改善。其他特徵，如「一天中第幾個 5 分鐘」、「小時別」和「每月第幾天」等，當加入到模型中時，MAPE 有所上升，但差異不大。無論加入哪個特徵，R^2 都維持在 0.97，表示模型的解釋能力仍然很強。

總體來說，在都市地區道路車流預測模型中，選擇合適的特徵非常重要。根據具體的應用需求，並考量效率和準確性的來選擇使用哪些特徵。當添加更多的特徵時，處理時間可能會增加，但預測的準確性可能也會有所提高。例如，使用所有特徵時，處理時間最長，但 MAPE 最低。然而，只使用重要性前 5 名特徵時，處理時間大幅減少，但 MAPE 只略有上升，無非是一個效率和準確性之間的權衡選擇。

表 4.4-5 各特徵採納情境之預測結果比較彙整-以快車道為例

項次	特徵採納情境	MAPE	R^2	處理時間 (sec)
1	全特徵	2.970%	0.98	538
2	重要性前 5 名+月份別	3.018%	0.97	355
3	重要性前 5 名+一天中第幾個 5 分鐘	3.192%	0.97	132
4	重要性前 5 名+小時別	3.202%	0.97	370
5	重要性前 5 名+每月第幾天	3.254%	0.97	132
6	重要性前 5 名+一小時中第幾個 5 分鐘	3.258%	0.97	357
7	重要性前 5 名	3.280%	0.97	118
8	重要性前 5 名+前 1 天同時段速率	3.285%	0.97	140
9	重要性前 5 名+雨量	3.286%	0.97	141
10	重要性前 5 名+星期別	3.297%	0.97	167
11	重要性前 5 名+一年中第幾周	3.321%	0.97	129
12	重要性前 5 名+氣溫	3.336%	0.97	138

四、壅塞機率對照表更新精進

本計畫以 110 年期計畫之所發展之高速公路壅塞機率轉換模式為基礎，於本期計畫進行精進後，透過市區道路巨量歷史交通資料發展出精進後之壅塞機率轉換模式如下說明。藉由此轉換模式，針對市區道路不同道路等級(以不同速限區分)產出一適用於市區道路不同道路等級之速率區間發生機率對照表，能夠將市區道路歷史速率真實值與預測值轉換為不同速率區間之發生機率，並將發生壅塞的機率應用於使用者服務資訊發佈。

(一) 定義壅塞門檻

設定壅塞門檻值T(例如，$T = 20$ *公里/小時*)，用於判斷路段在何種速率水平以下為交通壅塞。計算公式如下：

(二) 判斷實際速率是否低於門檻

對每個觀察值計算其指示函數I_i後，表示實際速率R_i是否低於壅塞門檻T：

$$I_i = \begin{cases} 1, & \text{若} R_i < T \\ 0, & \text{否則} \end{cases}$$

其中，$I_i = 1$表示實際速率低於壅塞門檻，即該觀測值處於壅塞狀態；$I_i = 0$則表示未壅塞。

(三) 動態建立速率範圍分組

根據預測速率P_i，將觀測值分組至不同的速率範圍內。速率範圍由最小預測速率

P_{min}到最大預測速率P_{max}動態建立，每個範圍的間隔由切分間隔S(例如，每 1 公里/小時)定義：

$$Bins = [P_{min},\ P_{min}+S), [P_{min}+S,\ P_{min}+2S), \ldots, [P_{max}-S,\ P_{max})$$

(四) 計算每個速率範圍內的壅塞機率

對於每個速率範圍$B_j = [a_j,\ b_j)$，計算該範圍內所有觀測值的壅塞機率C_j為該範圍內所有I_i的平均值：

$$C_j = \frac{\sum_{P_i \in B_j} I_i}{N_j} \times 100\%$$

其中，a_j是範圍的下限(包含)，b_j是範圍的上限(不包含)，N_j是落在速率範圍B_j內的觀測值數量。

過往管理單位在進行使用者服務資訊發佈時，通常會給定一個明確的值進行資訊發佈，例如針對未來的某一天「XXX 年 X 月 X 日 18:00-19:00，XX 路段至 XX 路段預估行車時間為 11 分鐘」或是「預估行車速率為 96 公里/小時」，但實際到了當天，實際的行車時間可能為 20 分鐘，或是相關設備偵測的即時平均速率可能是 77 公里/小時，此時發佈資訊的單位或預測模式便容易遭受到挑戰與質疑其不準確。但若是像氣象單位一樣，以類似降雨機率的方式進行資訊發佈，較不易產生爭議。因此，本計畫在前期計畫成果基礎上，除持續精進都市地區道路常態性車流速率預測準確性外，並同時將前述預測結果結合 110 年期所開發之壅塞機率轉換模式，以式(1)產出適用於都市地區道路環境之速率區間發生機率表供交通管理單位作為後續智慧交通應用之參考。

此外，由於壅塞機率表是透過巨量歷史速率真實值及速率預測值所建立，因此唯有先提升速率預測準確性(如前述章節)，後續所產生之壅塞機率表方能更加貼近現實。再透過前述車流速率預測模式獲得某時段路段之速率預測值後，即可以壅塞機率轉換表(如表 4.4-6、表 4.4-7)進行查表得到壅塞機率。雖未來的交通狀況難以精準預測，但藉由仿效天氣預報之方式，將未來壅塞狀況以機率方式呈現給交通管理單位或用路人參考，事先掌握該路段之交通概況，讓交通管理單位與用路人得以提早應變與決策，不僅可避免個人堵塞於車流當中，亦可透過用路人繞道行駛以舒緩當地該時段的交通壅塞狀況。表 4.4-6、表 4.4-7 係以本計畫範圍臺灣大道速限 70 公里/小時及 40 公里/小時為例進行壅塞機率表產製，並且分別設定速限 70 公里/小時之壅塞機率計算門檻值為 35 公里/小時、速限 40 公里/小時之壅塞機率計算門檻值為 20 公里/小時，未來其他速限之道路亦可應用本計畫模式產製不同速限下對應之壅塞機率表，門檻值亦可自行進行設

定，SpeedRange 的區間(亦即速率區間之切分粒度)亦可自行設定。

以表 4.4-7 為例，若本計畫前述構建之速率預測模式預測某速限 40 公里/小時路段於某時段之速率為 21 公里/小時，並且設定該路段當速率為 20 公里/小時以下即為壅塞，因此對照表 4.4-7 中之預測值坐落區間為[21.0~22.0)，透過對照表進行轉換後，可以得到當預測速率為 21 公里/小時，其壅塞發生機率為 16.233%。此時管理單位進行資訊發佈時就可發佈「XXX 年 X 月 X 日 18:00-19:00，XX 路段至 XX 路段預估壅塞發生機率為 16.233%或整數 20%」。

表 4.4-6 市區道路速率 70 公里/小時之壅塞機率轉換表

SpeedLimit	SpeedRange	CongestionProbability	AdjustCongestionProbability
70km/hr	[13.0, 24.0)	100.0%	100%
	[24.0, 25.0)	99.999%	100%
	[25.0, 26.0)	99.993%	
	[26.0, 27.0)	99.967%	
	[27.0, 28.0)	99.855%	
	[28.0, 29.0)	99.537%	
	[29.0, 30.0)	98.606%	
	[30.0, 31.0)	96.212%	95%
	[31.0, 32.0)	91.803%	90%
	[32.0, 33.0)	84.133%	85%
	[33.0, 34.0)	72.129%	70%
	[34.0, 35.0)	57.045%	55%
	[35.0, 36.0)	41.618%	45%
	[36.0, 37.0)	27.348%	30%
	[37.0, 38.0)	15.488%	15%
	[38.0, 39.0)	7.692%	10%
	[39.0, 40.0)	3.233%	5%
	[40.0, 41.0)	1.235%	0%
	[41.0, 42.0)	0.427%	
	[42.0, 43.0)	0.126%	
	[43.0, 44.0)	0.031%	
	[44.0, 45.0)	0.007%	
	[45.0, 46.0)	0.001%	
	[46.0,)	0.000%	

表 4.4-7 市區道路速率 40 公里/小時之壅塞機率轉換表

SpeedLimit	SpeedRange	CongestionProbability	AdjustCongestionProbability
40km/hr	[10.0, 12.0)	100.0%	100%
	[12.0, 13.0)	99.999%	
	[13.0, 14.0)	99.997%	
	[14.0, 15.0)	99.945%	
	[15.0, 16.0)	99.361%	
	[16.0, 17.0)	98.151%	
	[17.0, 18.0)	93.699%	95%
	[18.0, 19.0)	73.568%	70%
	[19.0, 20.0)	54.048%	55%
	[20.0, 21.0)	35.581%	35%
	[21.0, 22.0)	16.233%	20%
	[22.0, 23.0)	5.448%	10%
	[23.0, 24.0)	1.724%	5%
	[24.0, 25.0)	0.232%	0%
	[25.0, 26.0)	0.028%	
	[26.0, 27.0)	0.003%	
	[27.0,)	0.000%	

五、常態車流速率預測模式地區移轉適用性

綜合前述，本計畫在探討「常態車流速率預測模式」的過程中，係以臺中地區豐富的數據進行預測模式之建立。此模式的構建基於臺中地區特有的交通動態及環境條件，顯示出對臺中常態車流速率準確預測的能力。而如何將此一在臺中地區表現良好的預測模式探討是否適用於其他地區，成為一個待解的問題。基於此，本計畫將探討的視角轉向臺北地區，一個與臺中地區交通環境截然不同的地區，具有更為複雜交通環境。本計畫在此階段，透過 TDX 蒐集臺北地區 VD 數據，依循臺中地區構建模式之經驗，逐步由多元資料蒐集、預處理(清洗、格式統一、篩選、融合)、特徵工程、特徵重要性分析、模式訓練與調參，構建臺北地區之預測模式，藉此探討本計畫常態車流速率預測模式地區移轉之適用性。由圖 4.4.5 及表 4.4-8 顯示經特徵重要性分析後臺北地區重要性前 5 名包含前 4 週同時段平均速率、前 10 分鐘速率、前 20 分鐘速率、前 1 天同時段速率、前 30 分鐘速率(臺中地區重要性前 5 名則包含前 10 分鐘速率、前 1 週同時段速率、前 2 週同時段平均速率、前 3 週同時段平均速率、前 4 週同時段平均速率)。表 4.4-9 則顯示臺北地區路段當採納不同特徵進行預測時預測結果之變化，同樣以 MAPE、R2 和處理時間(秒)綜合評估採納不同特徵時各情境之預測性能。以情境 1 全特徵來看，臺北地區之預測 MAPE 為 1.847%、R2 為 0.98、處理時間為 485 秒(臺中地區 MAPE 為

2.970%、R2 為 0.98、處理時間為 334 秒)。

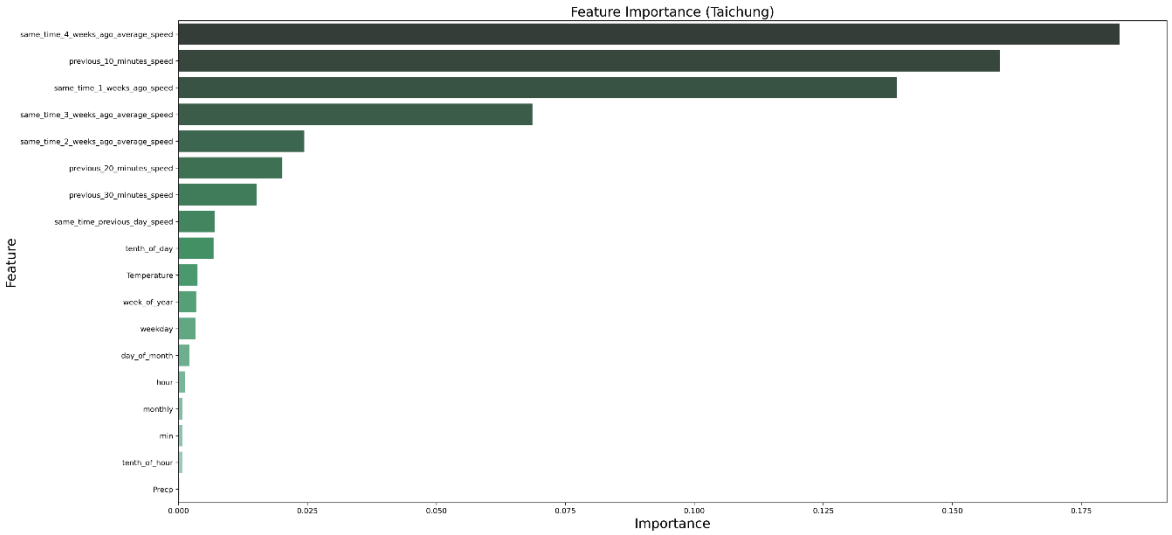


圖 4.4.5 臺北地區預測模式採納各特徵重要度排序

表 4.4-8 特徵重要度排序彙整比較表-以臺北地區速限 50 路段為例

重要度排序	特徵
1	前 4 週同時段平均速率
2	前 10 分鐘速率
3	前 20 分鐘速率
4	前 1 天同時段速率
5	前 30 分鐘速率
6	一天中第幾個 10 分鐘
7	前 3 週同時段平均速率
8	前 2 週同時段平均速率
9	前 1 週同時段速率
10	一年中第幾周
11	氣溫
12	每月第幾天
13	小時別
14	星期別
15	月份別
16	一小時中第幾個 10 分鐘
17	雨量

表 4.4-9 各特徵採納情境之預測結果比較彙整-以臺北地區速限 50 路段為例

情境	特徵採納情境	MAPE(%)	R^2	處理時間(sec)
1	全特徵	1.847	0.985	485
2	重要性前 5 名+一天中第幾個 10 分鐘	2.759	0.965	244
3	重要性前 5 名+星期別	3.138	0.954	237
4	重要性前 5 名+氣溫	3.155	0.955	253
5	重要性前 5 名+一年中第幾周	3.159	0.957	243
6	重要性前 5 名+每月第幾天	3.267	0.951	247
7	重要性前 5 名+一小時中第幾個 10 分鐘	3.400	0.947	236
8	重要性前 5 名+前 2 週同時段平均速率	3.403	0.946	274
9	重要性前 5 名+前 1 週同時段速率	3.419	0.947	272
10	重要性前 5 名+小時別	3.457	0.946	234
11	重要性前 5 名+前 3 週同時段平均速率	3.775	0.934	273
12	重要性前 5 名	3.891	0.931	227
13	重要性前 5 名+月份別	3.904	0.933	235
14	重要性前 5 名+雨量	4.069	0.924	232

4.5 非常態車流速率預測模式構建

接續 4.4 節內容中所提及，本計畫內容擬在前(110-111)期計畫成果基礎上，除針對前述 4.4 節持續精進都市地區道路「常態性」車流速率預測之準確性外，亦會針對「非常態性」之車流速率建立預測模式。前述 4.4 節內容係主要針對一般在如上、下班尖峰之重現性常態車流情況進行預測模式精進，而與異常事件發生之車流行為相較之下，往往較難以預測的是非常態事件發生時之交通情況，例如難以預測特殊活動舉辦時對交通之影響，因非常態事件與交通狀況之間的關係相對複雜。除此之外，針對非常態單一種事件下，例如舉辦百貨週年慶、演唱會、馬拉松路跑活動等之交通流資料在時空範圍中相對稀疏，資料量往往較少而會導致趨勢較難掌握。

如同 4.3 節之公共運輸運量預測針對特殊事件情況進行，本節非常態情況之車流速率預測範圍，同樣選定本計畫範圍臺灣大道上之臺中七期百貨週年慶，作為特殊活動事件下車流速率預測對象。七期百貨週年慶期間，兩大百貨公司新光三越及大遠百兩建築物連棟比鄰坐落於臺灣大道三段上，平常期間每逢假日車輛為進入百貨，排隊車潮由臺灣大道三段往東方向慢車道至惠中路、市政北七路，造成周邊道路交通大打結，遇週年慶期間(約 1 個月)更是雪上加霜，臺灣大道慢車道周邊宛若停車場，附近住戶苦不堪言，對交通系統造成極大壓力。而活動導致的交通問題不僅限於車流量增加，還包括路線改

變、停車需求上升等多方面因素。因此，開發能夠針對特殊活動進行精確預測的交通模型顯得尤為重要。

綜上所述，本節內容將參考 4.3 節特殊事件七期百貨週年慶期間公車站點運量預測之模型構建經驗，並同時以 4.4 節常態車流速率預測模式為基礎，發展計畫範圍中非常態事件下之車流速率預測模式。模式構建作業說明如後：

4.5.1預測模式構建

一、預測範圍說明

本節非常態車流速率預測內容選定臺中七期百貨週年慶作為特殊事件之交通速率預測標的，若以臺中七期百貨坐落地區為中心，將此中心周邊範圍內所有路徑進行預測，將耗費相當多的時間與精力，而預測路徑除了主要幹道路徑外可能還包括許多小分支路段，因此為了減少車流速率預測的時間、人力成本，可透過事前關鍵路徑分析由大範圍歸納出主要影響路徑後，再針對關鍵路徑進行車流速率預測，以確保車流速率預測有效進行。

基於此，本節內容結合 4.1 節「車輛旅運關鍵路徑分析模式庫」之分析功能，在進行預測模式構建前，首先透過該模式由七期百貨周邊眾多道路中篩選出關鍵且重要道路包含，臺灣大道三段/二段(黎明路二段-何厝街/大墩路)、河南路三段(臺灣大道-市政路)、市政路(河南路三段-文心路)、惠中路一段(臺灣大道二段-市政路)及市政北七路(惠中路一段-河南路三段)，如 4.1 節之圖 4.1.18 所示。

惟受限於現況，目前僅有七期百貨正門前之臺灣大道路段有佈建車流偵測器設備進行資料蒐集，但臺灣大道因作為連接主要地區的關鍵重要交通脈絡，相較於其他道路，亦為百貨週年慶期間正面衝擊最劇烈之道路，因此其車流資料的預測依然具有重要價值。後續遂以七期百貨正門前之臺灣大道路段作為特殊事件期間預測模式之構建案例。

二、資料蒐集與預處理

(一) 資料蒐集

本計畫以臺中七期百貨週年慶作為特殊事件活動之非常態車流預測模式構建案例，並進行資料蒐集。資料蒐集對象主要分為兩部分，歷史交通資料及其他外部資料(如氣候資料、搜尋引擎關鍵字等)，說明如下：

1. 歷史交通資料蒐集：用於後續建模主要之歷史交通資料蒐集目標為臺灣大道三段(RoadID：607627B)七期百貨正門前之 VD(VDID：V014922)，該 VD 所對應之

路段 LinkID 為 6076270300060B。VD 資料來源為 TDX 平台(/v2/Road/Traffic/VD/City/{City}/{VDID})，原始資料之資料蒐集頻率為每 1 分鐘，資料表單類別包含 VDLiveType、LinkFlowType、LaneType、VehicleType 四大類。而主要的車流參數相關欄位則位於 VehicleType 中，如車種(VehicleType)、流量(Volume)、速率(Speed)，如圖 4.5.1 所示。基於前述，本計畫由 TDX 抓取 VD 資料進行初步整理，擇取必要欄位後(日期時間、流量、速率)匯入資料庫存放，資料庫中之資料欄位如圖 4.5.2 所示。此外，臺中七期百貨舉辦期間為每年 9 月底至 10 月底，因此本計畫 VD 資料蒐集期間為 2021 年、2022 年、2023 年之 9~10 月，共 3 年之週年慶期間資料。


```
{
  "UpdateTime": "2024-03-11T15:26:12+08:00",
  "UpdateInterval": 60,
  "SrcUpdateTime": "2024-03-11T15:22:00+08:00",
  "SrcUpdateInterval": 60,
  "AuthorityCode": "TXG",
  "LinkVersion": "20.10.1",
  "VDLives": [
    {
      "VDID": "V014922",
      "LinkFlows": [
        {
          "LinkID": "60762703000608",
          "Lanes": [
            {
              "LaneID": 0,
              "LaneType": 1,
              "Speed": 11,
              "Occupancy": 50,
              "Vehicles": [
                {
                  "VehicleType": "L",
                  "Volume": 4,
                  "Speed": 9
                },
                {
                  "VehicleType": "S",
                  "Volume": 15,
                  "Speed": 11
                },
                {
                  "VehicleType": "M",
                  "Volume": 11,
                  "Speed": 10
                }
              ],
              "ErrorType": "diag0"
            },
            {
              "LaneID": 1,
              "LaneType": 1,
              "Speed": 16,
              "Occupancy": 100,
              "Vehicles": [
                {
                  "VehicleType": "L",
                  "Volume": 0,
                  "Speed": 0
                },
                {
                  "VehicleType": "S",
                  "Volume": 17,
                  "Speed": 16
                },
                {
                  "VehicleType": "M",
                  "Volume": 14,
                  "Speed": 19
                }
              ],
              "ErrorType": "diag0"
            }
          ]
        }
      ],
      "Status": 0,
      "DataCollectTime": "2024-03-11T15:26:00+08:00"
    }
  ]
}
```


圖 4.5.1 TDX 平台之 VD 原始資料

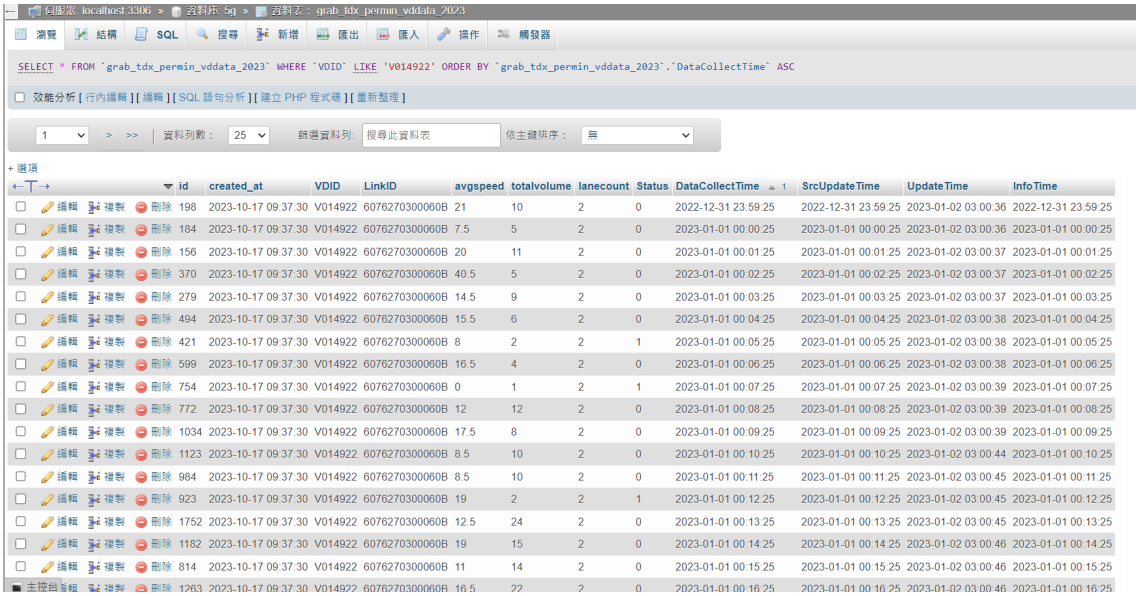


圖 4.5.2 由 TDX 抓取 VD 資料匯入資料庫

2. 其他外部資料蒐集：其他外部資料如同 4.3 節同樣也是針對百貨週年慶進行的公共運輸運量預測，所蒐集之資料包含氣候資料及搜尋引擎關鍵字搜尋量，資料來源分別由 CODiS 和 Google Trend 取得與歷史交通資料相應時間之資料，如表 4.3-3 所中最後三項所示。

三、特徵分析與選擇

本計畫基於 4.3 節百貨週年慶特殊事件之公共運輸運量預測與 4.4 節常態車流速率預測模型成果之基礎，本節所構建之百貨週年慶特殊事件下之非常態車流速率預測模型，考慮一系列內部和外部時間特徵，以及其他外部特徵，彙整如表 4.5-1 所示。在進行預測結果說明前，本計畫先針對模型中採納特徵進行重要性評估說明，藉此先理解哪些特徵對模型預測最具貢獻度。本計畫模型考量了 16 大項特徵，並針對計畫範圍臺灣大道三段路段進行週年慶期間之速率預測，而這 16 大項特徵在該路段速率預測時之重要性排序分別繪製如圖 4.5.3 所示。並將排序彙整如表 4.5-2 各類型車道特徵重要度排序彙整比較表可看出，重要度前 5 名包含「前 1 時階速率」、「一天中第幾個 10 分鐘」、「前 1 週同時段速率」、「前 1 天同時段速率」、「前 3 週同時段平均客流量」。此外，「前 1 時階速率」這項短期時間特徵重要度為第 1 名，顯示時間最近的交通狀況變化在預測未來速率時扮演關鍵角色。而過去幾週的同時段速率也相當重要，這表示車流狀況存在週期性，使這些中長期的時間特徵在預測未來的車流速率上亦扮演了關鍵角色。值得一提的是，「搜尋引擎關鍵字搜尋量」這項針對百貨週年慶特殊事件活動所蒐集之特徵，重要度排序為全部 16 項中的排列較前的第 6 名，顯示特殊事件之相關熱門關鍵字之搜

尋量對於路況亦會帶來影響。

表 4.5-1 本計畫非常態車流速率預測考量特徵彙整

特徵名稱	特徵意義	特徵屬性	資料來源
speed	速率	目標特徵	歷史 VD 資料
previous_10_minutes_speed	前 1 時階速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
same_time_previous_day_speed	前 1 天同時段速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
same_time_1_week_ago_ average_speed	前 1 週同時段速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
same_time_2_weeks_ago_ average_speed	前 2 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
same_time_3_weeks_ago_ average_speed	前 3 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
same_time_4_weeks_ago_ average_speed	前 4 週同時段平均速率	內部時間特徵	歷史 VD 資料延伸處理
week_of_year	一年中第幾周	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
day_of_month	每月第幾天	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
monthly	月份別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
weekday	星期別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
hourly	小時別	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
tenth_of_day	一天中第幾個 10 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
tenth_of_hour	一小時中第幾個 10 分鐘	外部時間特徵	日期/時間資料延伸處理
search_engine_index_volume	搜尋引擎關鍵字搜尋量	其他外部特徵	Google Trend
Temperature	氣溫	其他外部特徵	CODiS
Precp	雨量	其他外部特徵	CODiS

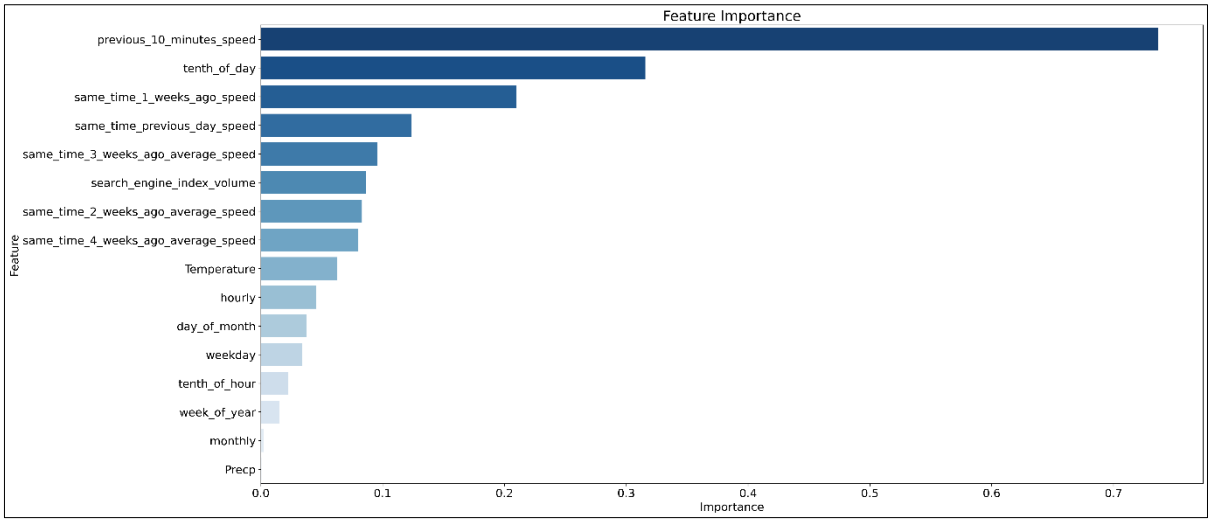


圖 4.5.3 各特徵重要度排序

表 4.5-2 特徵重要度排序彙整比較表

重要度排序	特徵名稱	特徵意義
1	previous_10_minutes_speed	前 1 時階速率
2	tenth_of_day	一天中第幾個 10 分鐘
3	same_time_1_weeks_ago_speed	前 1 週同時段速率
4	same_time_previous_day_speed	前 1 天同時段速率
5	same_time_3_weeks_ago_average_speed	前 3 週同時段平均速率
6	search_engine_index_volume	搜尋引擎關鍵字搜尋量
7	same_time_2_weeks_ago_average_speed	前 2 週同時段平均速率
8	same_time_4_weeks_ago_average_speed	前 4 週同時段平均速率
9	Temperature	氣溫
10	hourly	小時別
11	day_of_month	每月第幾天
12	weekday	星期別
13	tenth_of_hour	一小時中第幾個 10 分鐘
14	week_of_year	一年中第幾周
15	monthly	月份別
16	Precp	雨量

四、預測模型架構

本計畫採用之預測模型同 4.3 節及 4.4 節皆採用 Stacking 的組合學習方法(ensemble method)，模型架構如圖 4.5.4 所示，選擇 Base Learners 及 Meta Learner 的主要準則係根據驗證集上的預測性能，反覆實驗後發現在本計畫的預測課題中，將 ExtraTrees、Random Forest、XGBoost 作為基礎模型，將 Ridge 作為 Meta Learner，且在 K 折交叉驗證(K-Fold Cross-Validation)中，當 K=7 時，能得到較好的預測結果。

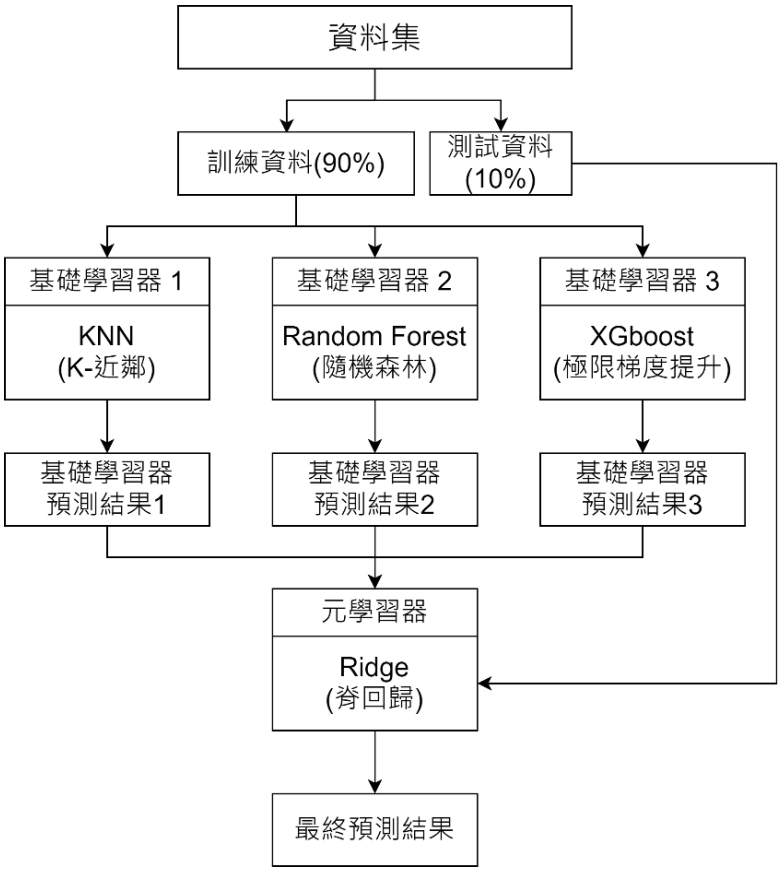


圖 4.5.4 Stacking 模型架構-非常態(七期百貨週年慶)車流速率預測

4.5.2預測結果說明

本計畫針對百貨週年慶特殊活動期間所構建之車流速率預測模型總共考量 16 個特徵，經過前述重要性分析後，以本計畫所在場域而言，重要性前 5 名包含「前 1 時階速率」、「一天中第幾個 10 分鐘」、「前 1 週同時段速率」、「前 1 天同時段速率」、「前 3 週同時段平均速率」，表 4.5-3 為採納不同特徵進行預測之彙整比較結果。以 MAPE、R2 和處理時間(秒)綜合評估採納不同特徵時各情境之預測性能。MAPE 為一種易於理解和解釋的指標，能表示預測值與實際值之間的平均百分比誤差，可直觀地了解模型的平均誤差率，數值越接近 0 表示模型的預測越準確。R2 代表模型可以解釋的數據中的變異性百分比。例如，R^2 為 0.98 表示模型能夠解釋 98% 的變異性，值介於 0 和 1 之間，1 表示模型完美地預測了所有的觀測值。此外，除模型的預測能力外，計算效率也是評估模型性能的重要指標，在實際應用中，尤其是需要快速反應的情境中，模型計算時間非常關鍵。

基於上述，本計畫各情境預測性能說明如下：

一、選擇全特徵情境：如表 4.5-3 項次 1，當使用所有 16 項特徵進行百貨週年慶車流速

率預測時，模型表現最佳，MAPE 為 3.895%，而 R2 達到 0.967。這說明在考慮所有特徵時，模型能夠捕捉到數據中的大部分變異性，但運算處理時間較長，為 402 秒。

二、重要性前 5 名的特徵：如表 4.5-3 項次 13，亦即模式僅考慮重要性前 5 名的特徵時，模型的 MAPE 為 6.160%，而 R2 為 0.920。這比使用所有特徵的效果僅略差一些，但考慮到只使用了 5 個特徵的情況下，這仍然是不錯的結果，且處理時間縮短到 190 秒。

三、添加單一特徵：如表 4.5-3 項次 2~12，當在重要性前 5 名的特徵基礎上，加入其他單一特徵時，模型的效果在不同情境下有所不同：

(一) 當「關鍵字搜尋量」作為外部特徵被納入模型時，與僅添加重要性前 5 名特徵相比，MAPE 改善至 4.001%，R2 為 0.964，處理時間增至 209 秒。這表示在百貨週年慶期間，相關的關鍵字搜尋量能夠提供額外的資訊，幫助模型更準確地預測車流速率，儘管會稍微增加處理時間。

(二) 添加「前 2 週同時段平均速率」後，與僅添加重要性前 5 名特徵相比，MAPE 僅微幅改善至 6.034%，R2 下降至 0.922，處理時間為 228 秒。這暗示該特徵雖然與目標變量有一定關聯，但可能因為引入一些噪聲的資料對預測結果產生正面的影響。

(三) 當考慮「小時別」、「每月第幾天」、「星期別」、「一小時中第幾個 10 分鐘」、「一年中第幾周」等情境時，都展現特定時間特徵對模型預測能力的正面影響，但 MAPE 和 R2 的變化顯示，這些特徵的貢獻程度和對處理時間的影響各有不同。

(四) 添加「氣溫」作為特徵後，模型的 MAPE 達到 5.035%，R2 為 0.946，處理時間為 212 秒。這表示氣溫作為一項外部因素，能夠有效地提高模型預測的準確度。

(五) 「月份別」這項特徵的添加對模型的負面影響較大，MAPE 升至 6.370%，R2 降至 0.914，這可能是因為該特徵與目標變量的關聯性不如其他特徵顯著，或在數據集中的變異不足以對模型造成正面的影響。

總結前述，添加單一特徵情境的分析顯示，雖然某些特徵能顯著提高預測準確度，但也有可能增加處理時間或甚至降低預測性能。因此，在選擇特徵時，除考慮其對預測結果的貢獻，還需考量其對計算效率的影響，從而在準確度和效率之間找到最佳平衡點。此外，即使某些特徵在單獨進行重要性分析時的重要度不高，但加入到模型中時可能與其他特徵產生交互作用，這種交互作用有可能對預測結果產生影響。例如，氣溫可能與一天中的某個時刻(如與「一天中第幾個 10 分鐘」)結合起來，對車流速率有更好的預

測效果。或是某些模型可能對特定特徵組合特別敏感，即便這些特徵單獨看來重要度不高。當這些特徵與其他重要特徵結合時，可能會對模型預測的準確性產生顯著影響。這種情況下，即使是重要度排名較後的特徵，也可能在特定的特徵組合中顯著提升模型性能。

表 4.5-3 各特徵採納情境之預測結果比較彙整

項次	特徵採納情境	MAPE(%)	R^2	處理時間(sec)
1	全特徵	3.895	0.967	402
2	重要性前 5 名+關鍵字搜尋量	4.001	0.964	209
3	重要性前 5 名+前 2 週同時段平均速率	6.034	0.922	228
4	重要性前 5 名+前 4 週同時段平均速率	5.683	0.932	227
5	重要性前 5 名+氣溫	5.035	0.946	212
6	重要性前 5 名+小時別	5.592	0.934	200
7	重要性前 5 名+每月第幾天	5.270	0.941	206
8	重要性前 5 名+星期別	5.936	0.926	197
9	重要性前 5 名+一小時中第幾個 10 分鐘	5.354	0.941	199
10	重要性前 5 名+一年中第幾周	5.112	0.943	199
11	重要性前 5 名+月份別	6.370	0.914	193
12	重要性前 5 名+雨量	5.965	0.925	192
13	重要性前 5 名	6.160	0.920	190

4.5.3預測模型適應性與擴展策略建議

綜整 4.3 節至 4.5 節之預測模式構建經驗，儘管本計畫最終構建之模型，包含公共運輸客流量預測模式庫、道路車流參數預測模式，在臺中地區資料集上皆表現出優越的性能，但這並不意味能在所有資料集上都會有最佳的性能。因此後續在模型移轉應用部分，在使用模型組合時，應根據具體情況進行必要的模型調整和驗證，確保模型的預測性能能夠適應新的環境。

考慮到地理、環境、社會經濟因素的多樣性，而在特徵選擇上應更因地制宜，特徵選擇的地域適應性也是成功移轉的關鍵。由於不同地區的環境特點和影響交通系統運行的因素存在差異，原有模型中權重較高的特徵在新環境中可能不再適用，例如適用於臺中的重要性前 5 項特徵，若移轉到其他縣市使用，前 5 項特徵或許會因此而不同，例如臺中年雨量相對偏少，雨量對於臺中的客流量可能不如基隆等雨量較高的地區那麼敏感，如果後續將研究範圍擴大到其他縣市，建議重新評估各特徵的重要性後因地制宜地選擇採納之特徵後再進行當地的預測。

此外，在實際應用中，目前的模型運算，在有限的電腦硬體資源下進行之預測運算，選擇全特徵情境之運算時間，公車站點客流量預測、常態車流速率預測、非常態車流速率預測分別為 61 秒、334 秒、412 秒，若是未來同時需要運算數百或是數千個大規模範圍，運算時間恐是一大負擔。因此未來進行擴散使用時，如地方政府經費足夠，能夠提供強大的硬體運算資源，則可不考慮運算效率而採納全特徵。綜上所述，面對未來的挑戰，預測這項工作需要採取靈活多變的策略，以確保模型的適應性和擴展性。透過持續的模型調整、特徵選擇的地域適應性研究，以及對硬體運算資源的有效利用，才能夠在臺灣各地成功應用預測模型。

4.6 主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式

道路上的交通車流因用路人的通勤、通學等不同旅次需求，一段時間後會呈現一個穩定的趨勢，即有固定的尖離峰時段，然管理單位針對此穩定交通趨勢研擬定時時制及策略來疏解車流，但有時遇到天氣影響、舉辦活動、節慶，或區域開發衍生新旅次時，將出現有別於穩定趨勢的交通狀況。當出現這些差異情況時，以歷史資料產生下的定時時制已無法有效疏解車流，會產生車輛於路口停等延滯時間增加，甚至造成上下游路段的壅塞，需進行時制重整或全面的檢討才可改善，但所需花費的成本將相當高。

因此，本模式庫將以穩定趨勢之交通車流為研擬時制基礎，並假設不同情境之異常車流，並將執行成效良好之時制納入模式庫中，以用來即時因應車流產生變化的狀況發生，甚至可以從車流變化的頻率檢視，該變化狀況是否已變成「常態」的交通趨勢，以作為時制重整啟動的依據。以下茲就車流檢測必要性、執行架構及模式建構等內容進行說明。整體運作及應用邏輯架構如圖 4.6.1。

圖 4.6.1 各模式庫間之應用關係圖

4.6.1主動式車流檢測必要性

車流變化係指流量明顯與訂定時誌計畫時之車流狀況有所差異，產生差異之可能性可能是非重現性壅塞之現象，如因突發事件，如天氣災害、重大活動、路面工程等突發事件，可能影響道路順暢通行；因行車違規，如違規停車、逆向行駛、超速等駕駛行為，影響道路通行安全和效率；因道路產生瓶頸，如因道路施工道路縮減，造成交通瓶頸影響交通通行。另一方面，車流變化亦可能因為土地使用型態改變，造成路口流量產生變化，由於過去在定時時誌計畫的調整僅能仰賴多年才執行一次之實際計畫重整，或者因為民眾反映產生交通壅塞現象時，才可能被動式進行重整，故本計畫嘗試藉由前述章節所敘述之車流偵測技術主動檢測各項交通參數，並進行時誌計畫之調整，以各積極方式因應車輛量之變化。

車流的變化亦可指有別於過去「歷史資料」穩定趨勢的差異。其中，包含流量差異及速度差異等情況。

一、「流量」差異之情況

(一) 流量增加，可能是活動結束突然流量湧現、或者天氣因素造成流量增加或土地使用改變產生衍生性車流等情境。

(二) 流量減少，可能因上游路段施工、事故，或者新道路開闢駕駛人路徑選擇行為改變等。

二、流量異常定義

(一) 異常車流之流量定義初步以過去同星期別同時段之「歷史資料」平均流量，超過 1 倍標準差、2 倍標準差即視為異常車流。

(二) 其中「歷史資料」考量到大樣本，因此以過去同星期別同時段之 30 筆為交通趨勢基準，可將日期型態分為以下幾種，來比較當下車流是否為「異常車流」。

1. 週一、週二、週三、週四、週五、週六、週日。
2. 連續假期的第一天、第二天、...、最後一天，並分不同的假期類型，如春節、端午節、國慶日、元旦等。

三、「速度」差異之情況

(一) 速度降低，可能因塞車、事故、事件等情況造成。

(二) 速度增加，可能因路段車輛少，讓駕駛者可以開很快，可以用來檢視是否需透過路段號誌的控制，有效降低車速，避免事故發生。

四、速度異常定義

異常車流之速度定義初步以落差同星期別同時段之「歷史資料」平均速度 10 公里/小時為門檻，後續實作實將再依實際運作情況調整。

4.6.2模式庫核心執行架構

主動式車流模擬及實作之執行架構如圖 4.6.2，分為模擬模式建構及現場實作兩階段進行說明。

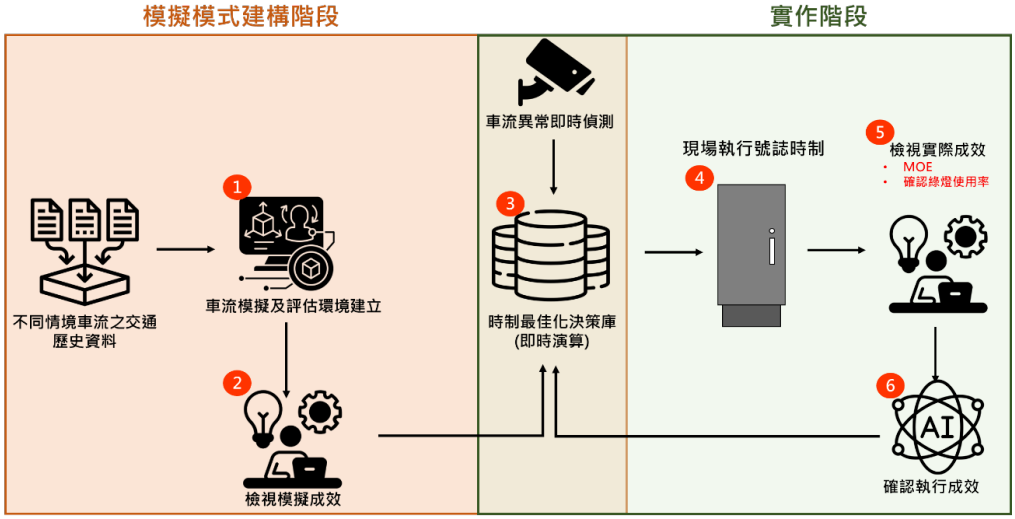


圖 4.6.2 執行運作架構圖

一、模擬模式建構階段

(一) 假設不同情境之異常車流情況之交通參數，輸入於交通模擬軟體，進行策略模擬演練，建立模擬模式。

(二) 模擬軟體於本計畫扮演之角色，當現場的偵測設備即時偵測到異常車流時(在某個流量及平均速率達到定義的壅塞門檻下)，並即時執行決策庫中的最佳化時制計畫，下達管控指令於號誌控制器執行合適策略來疏解車流。

二、實作階段

(一) 透過路側設備的即時偵測資料，如流量、速率等，並研擬異常車流門檻判斷邏輯，作為啟動異常車流管控之來源。

(二) 時制最佳化決策庫係在許多異常車流實際情況下，透過實際下達策略後，檢視該策略執行成效，並記錄於決策庫中進行檢討，同時系統於該異常車流事件結束後，將納入該事件資料及執行成效再納入模擬軟體中進行模擬分析，讓決策庫重新學習及修正對應的時制計畫，成為一個學習式的專家知識庫。系統上線執行愈久，愈能掌握車流變化的趨勢。

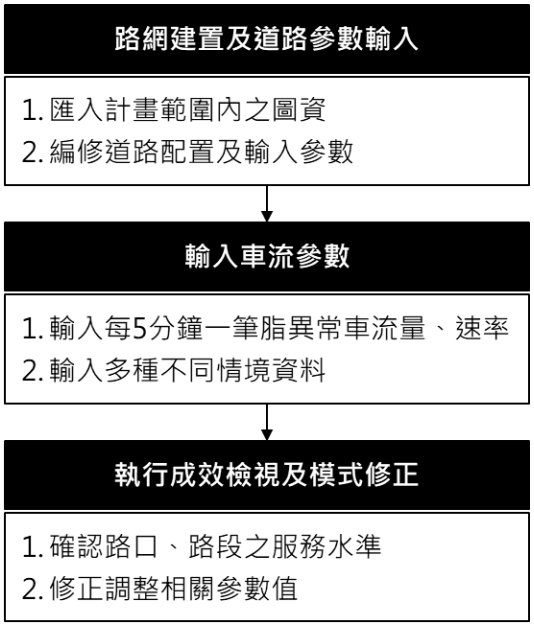


圖 4.6.3 模擬模式建立流程圖

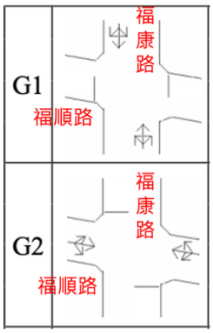
4.6.3概念性實作

一、模擬環境建立

實作場域經與臺中市政府交通局討論後，選定福康路-福順路口，位置如圖 4.6.4，福康路為雙向四線道、福順路為雙向兩線道，路口鄰近本期數位雙生實作路段(臺灣大道)附近，周遭有商家、醫院等，且距離鄰近路口上下游約 150m~180m。其現況時制計畫為簡單二時相，分為尖峰週期 75 秒、離峰週期 60 秒，平日(週一～週五)7 點～9 點、16 點～19 點，及假日(週六、週日) 12 點～19 點執行尖峰時制，其餘時段執行離峰時制。經路口轉向交通量調查，調查結果如圖 4.6.6 及圖 4.6.7，可以看出交通量福康路交通量約 200~300PCU，福順路交通量約 150~300PCU。

圖 4.6.4 福康路-福順路口位置圖

時　制		一		二		三	
時　相		02		02		02	
時　差		050		034		015	
週　期		100		60		75	
步階	燈 號	秒數	鎖定	秒數	鎖定	秒數	鎖定
1	G1	50		27		40	
2	Y1	3		3		3	
3	R2	2		2		2	
4	G2	40		23		25	
5	Y2	3		3		3	
6	R2	2		2		2	



週一～週五		週六、週日	
一		二	
時間	時制	時間	時制
07：00	03	07：00	02
09：00	02	12：00	03
16：00	03	19：00	02
19：00	02		

圖 4.6.5 福康路-福順路口現況時治計畫說明圖

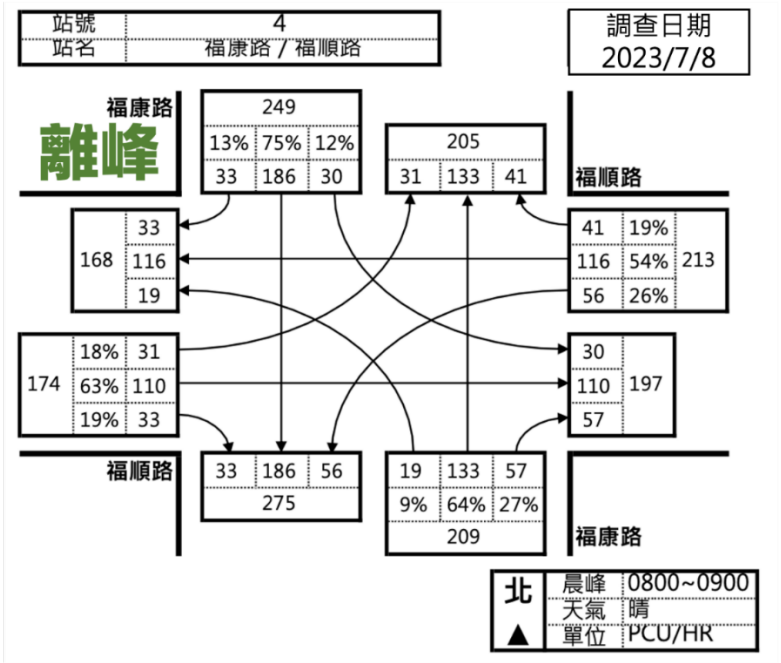


圖 4.6.6 福康路-福順路口離峰轉向交通量

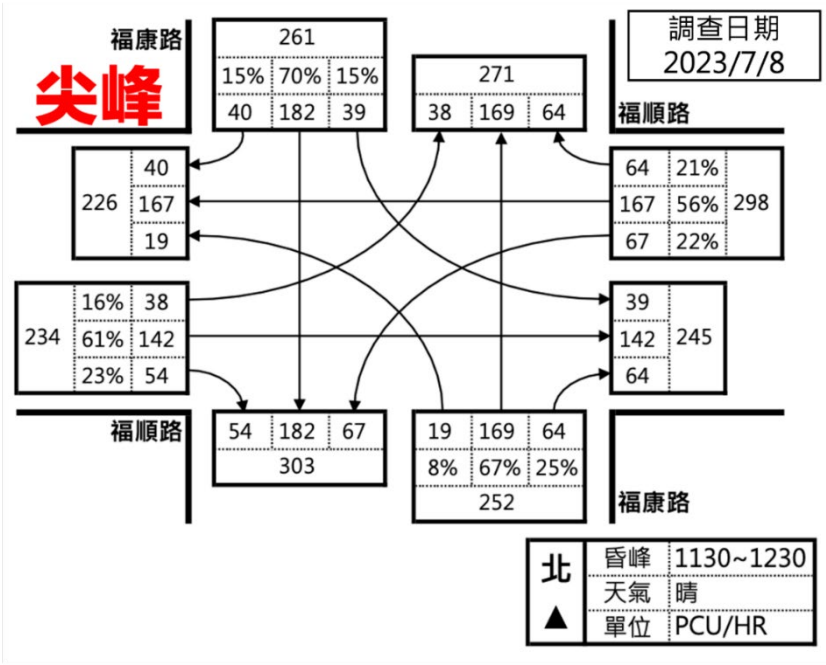


圖 4.6.7 福康路-福順路口尖峰轉向交通量

本計畫將道路線型、交通量、時制計畫等參數輸入 Synchro 軟體進行時制計畫檢視及產製最佳化，畫面如圖 4.6.8，該路口於尖峰、離峰時段路口平均停等延滯分別為 18.6 秒、10.2 秒。

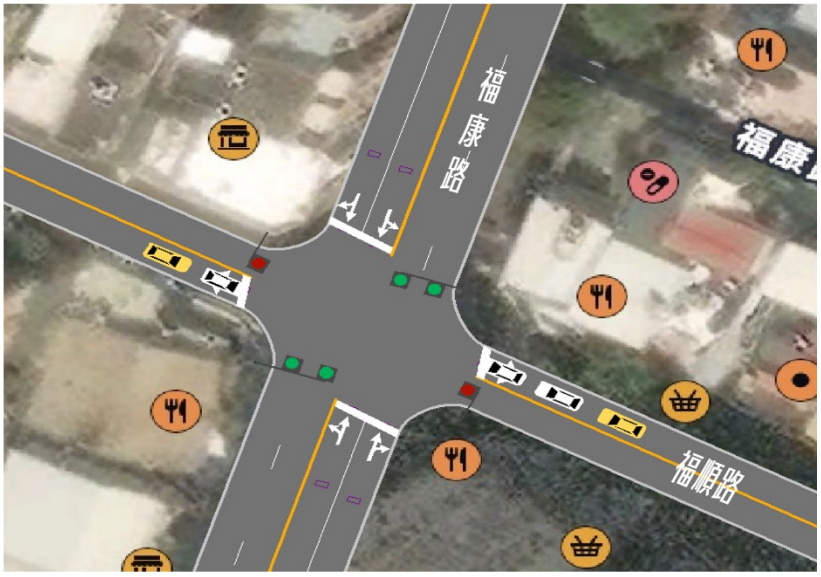


圖 4.6.8 福康路-福順路口 Synchro 模擬畫面圖

表 4.6-1 福康路-福順路口現況服務水準

時段	方向	各方向平均停等延滯(秒)	路口平均停等延滯(秒)
離峰	EB	6.1	10.2
	WB	13.0	
	NB	8.9	
	SB	11.2	

尖峰	EB	17.8	18.6
	WB	35.0	
	NB	5.5	
	SB	10.3	

二、情境假設及模擬

(一) 現況時制計畫評估及最佳化模擬

以現況交通量調查結果為假設基礎，針對不同方向之增減交通量進行模擬分析，評估其服務水準差異。福康路路口交通量現況直行＋右轉交通量約 190PCU~234PCU，左轉 (19PCU~39PCU)；福順路路口交通量現況直行＋右轉交通量約 (143PCU~231PCU)，左轉(31PCU~67PCU)。考量現況交通量變化幅度不大，因此針對路口不同方向的行向進行模擬流量假設，如圖 4.6.9。

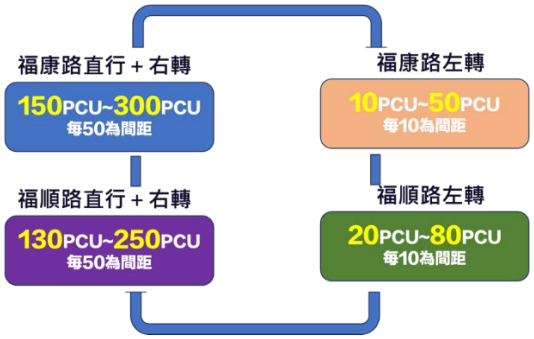


圖 4.6.9 模擬假設流量說明

在交疊多種交通量情境下，若維持服務水準在 A～B 級的表現下，週期長度之最佳化仍維持在 60 秒，顯示目前的週期長度足以因應現況交通量，而當有比較明顯交通量變化時，再行提高至週期 75 秒、90 秒，建議流量反應之時制計畫表如表 4.6-2。

應用情境即表示若因雨天情境，當天上午尖峰時段偵測到福順路出現 300 輛車時，即時對應出週期長度為 75 秒(福康路 32 秒、福順路 43 秒)之時制計畫進行因應，而本計畫未來在實作時，不僅將考量路口平均平等延滯所呈現的績效值來確認該時制計畫是否為良好的策略，亦同時檢視「綠燈使用率」，因有可能該路口某方向平均平等延滯小，是因為路口已無車輛通過時，綠燈仍持續亮著，造成綠燈的使用率不高造成。因此綠燈為讓車流可以達到「穩定車流」的目標，若在綠燈時間下車間距超過 10 秒，則定義為綠燈使用之損失(非起步損失、清道損失)。後續思考綠燈使用率若連續 5 個週期都少於 60%，該時制計畫將重新調整。若平均停等延滯及綠燈使用率皆達到預期目標，則該流量所對應之時制計畫留存，若沒有達到預期改善目標，則持續檢討修正，以此機制達到學習效果，主要是用 Q-learning 演算法，透過定義路口車流量(門檻)，再對應其行為(時制計畫轉換切換方案)，再定義回報(減少車輛停等時間、

綠燈使用率)，如表 4.6-3。所定義之綠燈使用率及穩定車流綠燈時間如下所述。

1. 綠燈使用率=穩定車流綠燈時間/有效綠燈時間
2. 穩定車流綠燈時間：在綠燈時間下，車輛以車間距以 2 秒鐘通過觀測點

表 4.6-2 福康路-福順路口流量反應之時制計畫表

週期長度	福康路交通量	福順路交通量	福康路時比	福順路時比
60 秒	500 輛以下	250 輛以下	32 秒	28 秒
75 秒	500 輛以下	251 輛以上~400 輛	32 秒	43 秒
90 秒	500 輛以下	401 輛以上	32 秒	58 秒
		每增加 150 輛		+15 秒
	超過 800 輛，每增加 300 輛		+15 秒	

表 4.6-3 時制計畫績效檢視說明表

情境	流量(幹道)	流量(支道)	時制計畫	平均停等延滯(模擬)	平均停等延滯(實際)	模擬與實際差距在10%內	幹支道綠燈是否有效使用	是否儲存至決策庫
情境 1	500	800	編號 1	20.5	22.0	是	否	否
情境 2	600	300	編號 2	23.5	21.6	是	是	是
情境 3	700	400	編號 3	30.1	40.2	否	是	否
情境…	…		…					

(二) SUMO 模擬模式建立

本計畫於利用前述之時制最佳化軟體進行不同情境流量下模擬，研擬初步不同情境下最佳化之時制計畫，並將所模擬出來的流量條件及時制計畫，透過建置 SUMO 模擬模式輸入相關參數於其中，進行模擬分析，整體運作流程如圖 4.6.10。

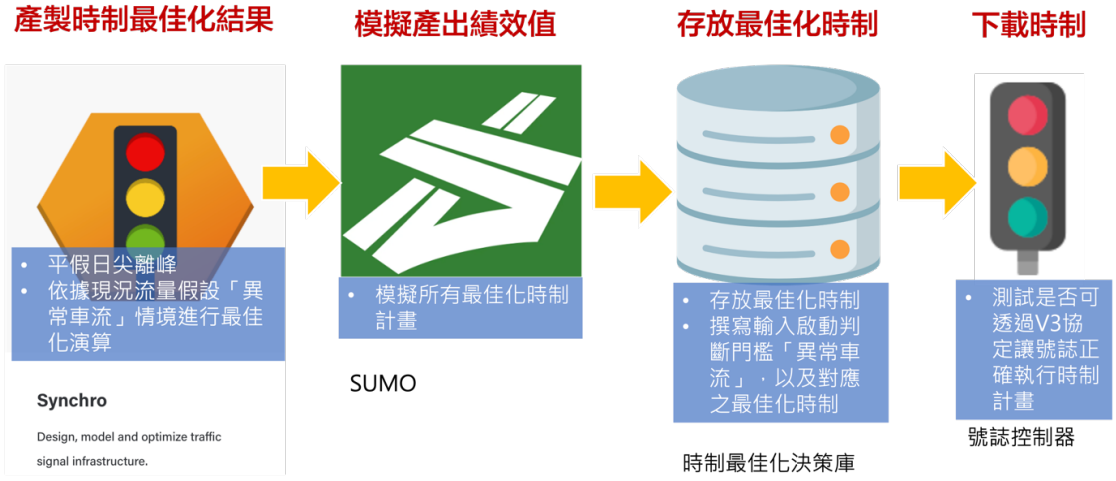


圖 4.6.10 實驗室執行流程說明圖

SUMO 模式畫面如圖 4.6.11 及圖 4.6.12 所示。並將本計畫所調查的交通流量資料(PCU)匯入進行模擬，而在驗證模擬模式的過程中，發現此場域機車佔比較高，以 PCU 方式之模擬狀況與實際有落差，因此改以車輛數進行流量輸入，模擬輸出結過較符合實際情況。而為例後續可以進行即時模擬驗算，輸出結果採 XML 格式，產出的主要資料包含車流量、旅行時間、密度、佔有率、延滯…等。

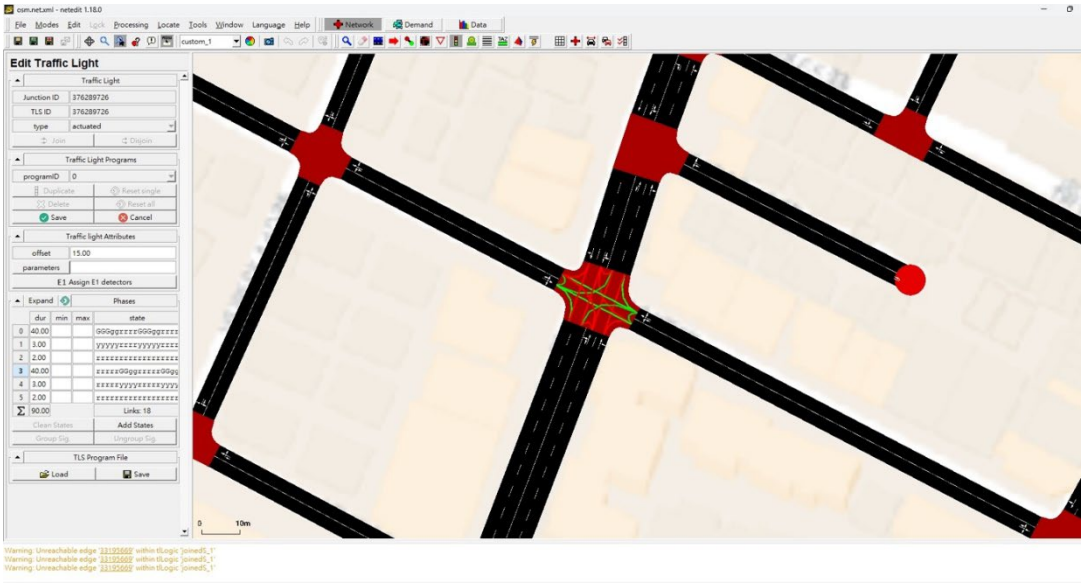


圖 4.6.11 SUMO 模擬畫面

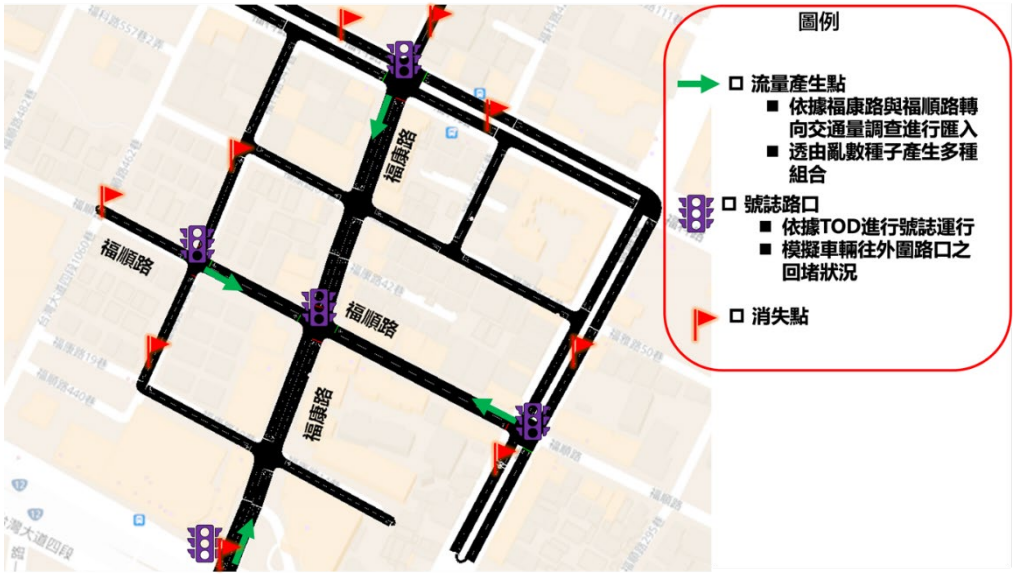


圖 4.6.12 SUMO 相關參數設定說明圖

(三) 資料庫連動號誌控制器之開發

平台從資料庫中挑選合適時制計畫後，進行解碼、編碼的動作並與號誌控制器連動，並撰寫 API 端點與號誌控制器通訊，提供必要的 API 端點以支持資料查詢、狀

態更新和遠程控制功能，如表 4.6-4 所示。

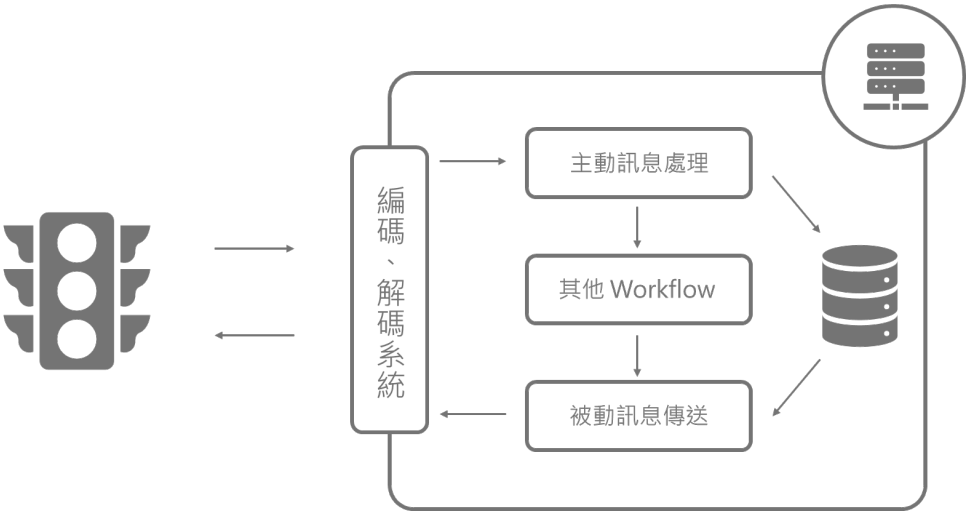


圖 4.6.13 號誌控制器與資料庫連動架構說明圖

表 4.6-4 API 端點之資料查詢、狀態更新和遠程控制功能

API 端點	HTTP 方法	描述
/api/status	GET	取得當前號誌控制器的狀態。(頻繁使用)
/api/settings	POST	更新號誌控制器的設定。
/api/control	POST	向號誌控制器傳送控制指令。
/api/history	GET	獲取號誌控制器的操作歷史記錄。
/api/updates	GET	檢查系統是否有更新。

於實驗室與號誌控制器進行測試，主要測試號誌控制器是否可正常接收指定，改為動態模式，如圖 4.6.14。接續測試當資料庫接收到異常流量後，由系統挑選時制計畫後，傳送指定給號誌控制器是否可正確顯示出該時制計畫，如圖 4.6.15。兩項測試皆可正確接收指定，並顯示正確時制計畫。

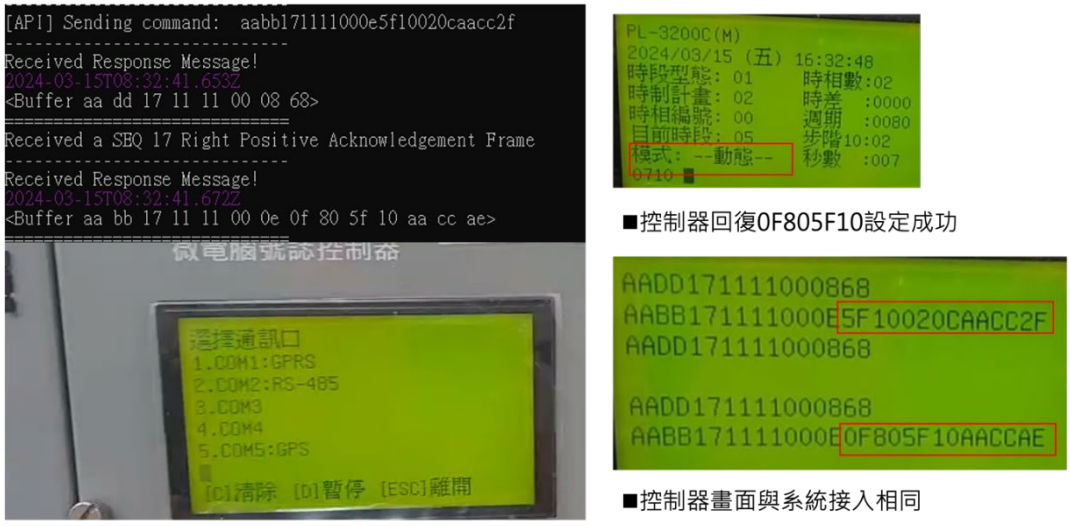


圖 4.6.14 測試成功畫面(控制模式改為動態)

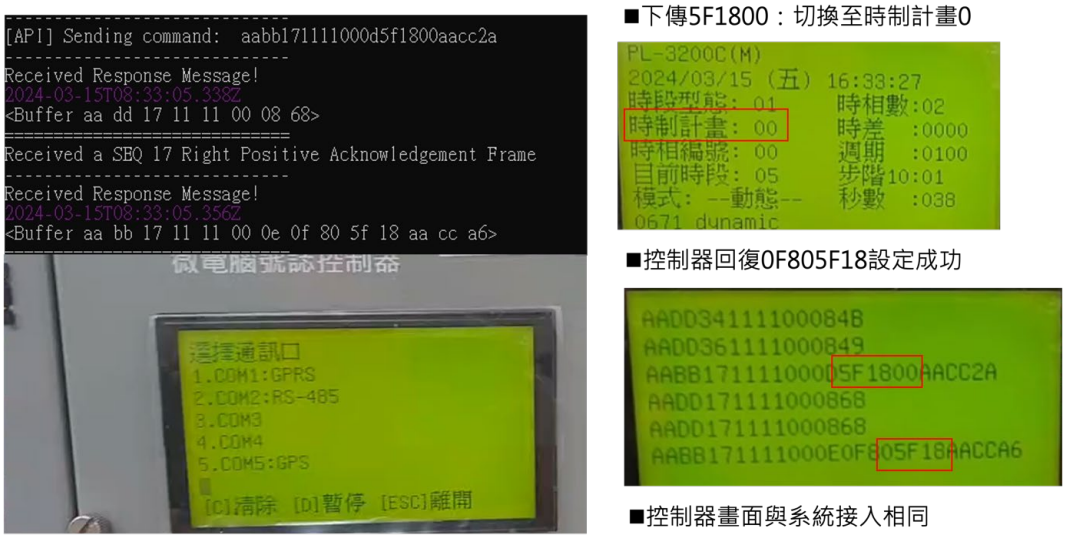


圖 4.6.15 測試成功畫面(時制計畫更改為 0)

4.6.4實作驗證

本計畫完成上述實驗室測試後，在確認實作日期後，事先申請義交協勤，確保若實作當天號誌發生異常時，可由義交緊急指揮交通，避免影響車流及事故的發生。接續研擬整體測試計畫書給臺中市政府交通局備查，實作測試前準備工作如下：

一、前置作業準備

包含路口號誌控制器更換、sim 卡申請開通(需設定為臺中市政府交通局的 MVPN 網路環境)。 目前福康路-福順路口的號誌控制器為縮小版號誌控制器(如圖 4.6.16)，未支援動態控制，於 113 年 9 月 12 日更換具有支援動態控制的控制控制器 (如圖 4.6.17)。

圖 4.6.16 路口號誌控制器現況照片(中陸微型號誌控制器)

圖 4.6.17 已更換為具有動態控制功能之號誌控制器

二、現場測試調校

(一) 測試時程：113 年 10 月 11 日 09:30~113 年 10 月 11 日 16:30

(二) 準備措施：

1. 安排一名義交人員於路口現場，當在測試過程中若發生號誌異常時，可以即時指揮交通，維持現場交通秩序。
2. 安排號誌控制器廠商到場支援，當號誌異常時，可以即時調整號誌控制器，恢復號誌控制器的正常運作。

(三) 測試情境：總計做以下四種測試，說明如下

1. 第一組：測試有效時間是否有作用
   (1) 5F10 啟動，確認現場控制器是否顯示動態、中心查詢 5F40 正確、5F00 是否有回復策略變化。
   (2) 經過有效時間後，查看現場 5F40 是否恢復為 TOD，且 5F00 是否有回復策略變化。
2. 第二組：測試動態是否可以順利轉換、有效時間是否有作用
   (1) 5F10 啟動下，確認現場控制器是否顯示動態、中心查詢 5F40 是否正確執行。
   (2) 下傳 5F18 切換時制至其他套時制計畫後不動作，並固定每分鐘查詢 5F40 狀況，在經過有效時間後，查看現場 5F40 是否恢復 TOD，且 5F00 是否有回復策略變化。
3. 第三組：動態測試
   (1) 5F10 啟動下，確認現場控制器是否顯示動態，中心查詢 5F40 是否正確執行。

(2) 下傳 5F18 切換時制至其他套時制計畫後，併同每週期重複動作，並固定每週期查詢 5F40、5F48 的狀況。

4. 第四組：手動測試

(1) 5F10 啟動下確認現場控制器是否顯示動態，且中心查詢 5F40 是否正確執行。

(2) 下傳 5F18 切換時制至其他套時制計畫後不動作，並固定每分鐘查詢 5F40 狀況。

(3) 現場在控制器顯示動態情況下切換手動，並且有按到下一步階的動作，確認動態是否恢復 TOD。

5. 第五組：斷線測試

(1) 5F10 啟動下確認現場控制器是否顯示動態，且中心查詢 5F40 是否正確執行。

(2) 下傳 5F18 切換時制至其他套時制計畫後不動作，並固定每分鐘查詢 5F40 狀況。

(3) 現場拔掉通訊模組 R232 線，確認動態是否恢復 TOD。

三、實作驗證

本計畫於 113 年 10 月 12 日 07:00~113 年 10 月 20 日 20:00 進行實作驗證，透過於實驗室階段所模擬分析的最佳化時制計畫，事先輸入於路口的號誌控制器，並根據現場的即時流量偵測結果，可即時反應出合適時制計畫，並檢視其綠燈使用率及平均停等延滯來確認是否存入 AI 模式庫，若該時制計畫運行後未符合績效目標，將重新模擬再納入 AI 模式庫後，供即時運作因應流量變化來選擇合適時制計畫，該實作路口目前所研擬之邏輯及運作流程如圖 4.6.18。

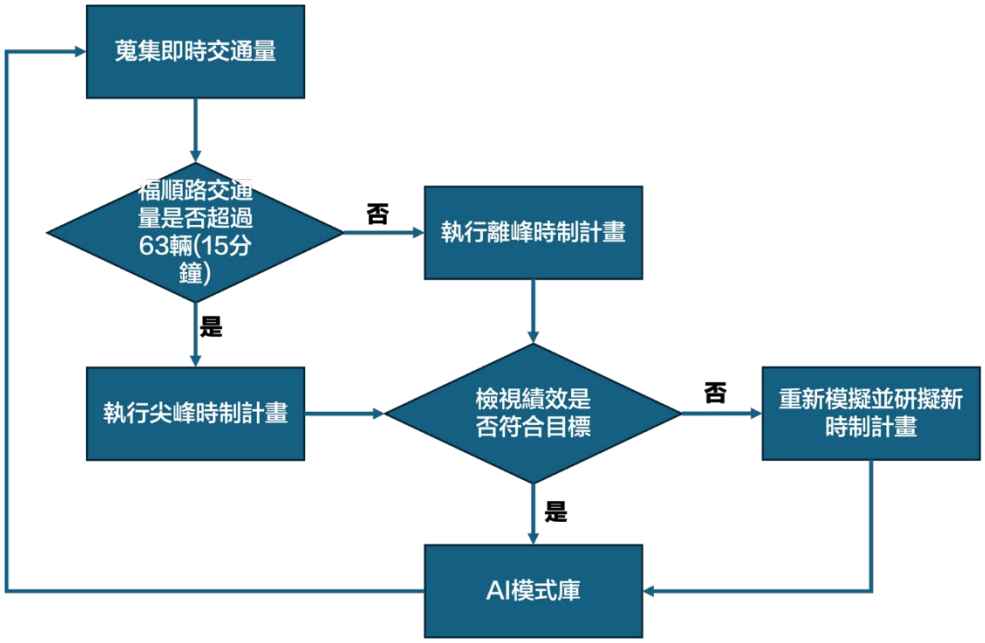


圖 4.6.18 AI 號誌時制計畫執行運作流程

本計畫蒐集 10 月 12 日～10 月 31 日運作時的交通量，並檢視其時制計畫表現，可從圖 4.6.19，經檢視因現有 TOD 設定 17~19 為尖峰時制，但實際流量僅兩天有出現尖峰流量，表示現有現況 TOD 已不符現況車流；且現況車流於中午時段有出現尖峰流量，但在上述的情況中顯示過去所研擬的時制計畫已無法因應目前的交通量尖離峰趨勢，而本模式可檢查出目前 TOD 約有 13.4%有調整必要，且可有效反應尖離峰狀況，並選擇合適時制計畫。

本計畫將所偵測出來的交通流量及本計畫所研擬出來的時制計畫輸入 Synchro 進行模擬，亦將該偵測出來的交通流量及現行的時制計畫輸入 Synchro 進行另一格模擬，並將兩個模擬結果的平均停等延滯進行比較，從表 4.6-5 可以看本模式運作下所執行的時制計畫，在離峰時段的績效表現與現況表現差異不大，但在尖峰時段時的績效表現優於現況時制計畫的表現，從模擬的結果可以得知利用本計畫時制實話因應合適的交通量，在這一小時的交通量中可以節省 6.3 公升的油耗，可節省 138 公克的碳排放量。

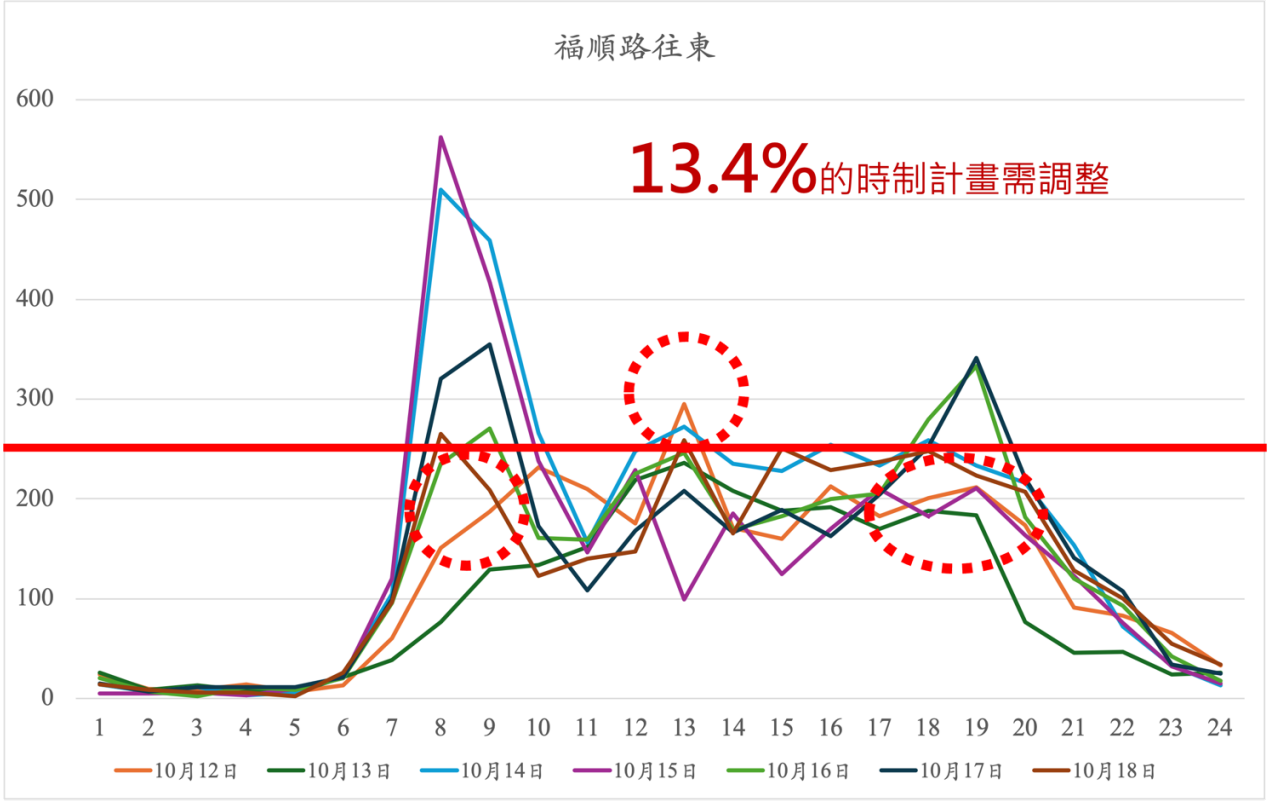


圖 4.6.19 流量趨勢與時制運作檢視說明圖

表 4.6-5 本模式與現況時制計畫運作績效比較表

單位：秒/車

時段	現況路口平均延滯	本模式路口平均延滯
離峰	10.2	9.5
尖峰	18.6	11.9

4.6.5綜合討論

定時時制的擬定係透過交通流量調查，並輸入號誌時制最佳化軟體中產製時制計畫，並下載於路口執行，但當交通趨勢已改變時，或者遇到天氣影響、舉辦活動、節慶，或區域開發衍生新旅次時，現行的時制計畫已無法有效疏解車流，用路人會因為路口的壅塞，因而反應給交通管理單位，接著就需重新調整時制計畫。而本模式庫透過模擬分析不同情境之車流，並將執行成效良好之時制納入模式庫中，可即時因應異常車流的狀況發生，不僅可以因應車流變化，亦可檢測出目前的時制計畫是否已無法滿足車流的變化，本計畫時制運作模式與傳統運作模式比較如圖 4.6.20。而未來若要推廣本計畫成果給地方政府，主要有兩個方向：

一、時制計畫自動檢測機制

本模式可以透過該流量檢測，檢視路口所執行的時制計畫是否可滿足車流變化，以作為是否有調整時制計畫之必要。

二、AI 時制模式運作

當確認該路口有調整時制計畫時，可以本模式之運作流程建立 AI 時制計畫模式庫，並於路口裝設 AI 流量偵測器來實際執行本模式時制運作。

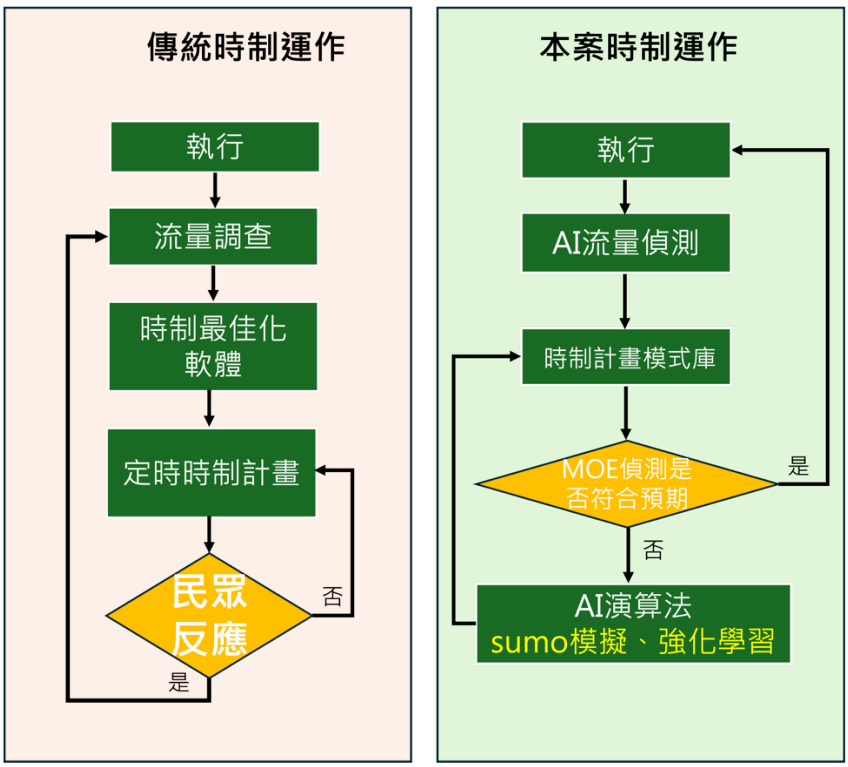


圖 4.6.20 本計畫時制運作模式與傳統運作模式比較

4.7 交通異常事件疏導應變知識庫

前(110-111)期計畫主要係針對公共運輸中公車系統之異常事件進行相對應的應變流程知識庫研擬(如公車人流增加、公車連班、公車緊急事件等狀況)，而前期與本期計畫之知識庫係以 5G 通訊技術為基礎，進行即時性的事件通知與反應應變，將通知單位的警示訊息與對策建議等反應及步驟予以進行流程規劃及自動化，除依據業者或相關單位既有的應變方式與流程進行精簡優化外，若無原有慣用之方式亦會擬訂一新方法流程，以加速整體組織或系統對於重現性或非重現性異常甚至重大事件的反應，減少因單位或系統間之通報溝通以及對於異常事件之思考應對時所帶來的時間耗損，而加劇事件之風險損傷。而相關異常事件的應變流程，會透過事件發生門檻值的設定以防止警示頻繁跳出，減少相關管理人員的注意力損耗，使得真正事件發生之時卻未能及時反應。

目前公車系統大多僅一部份為公車專用道，大部分時間皆行駛在與其它汽機車共用之一般道路，而在非公車專用道之一般道路行駛時，容易受行人與其它車輛之行駛(如煞車、左/右轉、切入等)，以及道路上所產生之事件(如車禍事故、外物入侵)等影響。為此，本期計畫將針對一般道路之交通異常事件狀況，結合前(110-111)期計畫所發展之各種先進感測技術與設備，與 AI 人工智慧之判別技術，將所偵測到與判別到之道路交通異常事件進行初步研擬，將個別相關事件之疏導應變流程加入到知識庫，以協助交通管理單位及運輸業者能夠良好串連組織甚至是彼此奧援，再藉由系統化的迅速通知與建議隨時掌握道路狀況並進一步決策處理，以此及早進行應變準備或較佳的應變措施，提高整體道路交通與公車系統之安全與服務水準。

但道路交通狀況多變、異常事件複雜，而目前 AI 影像辨識尚須具體資料方可進行訓練，也就是需有明確的事件或物件方可進行影像學習及其後的辨識，然後再針對後續相關交通管理單位的通知警示與處置建議進行系統建置。目前 AI 影像辨識技術已能針對道路上之車輛、車道、方向等參數進行高準確率之判別與辨識，故本計畫將以此技術為基礎，並透過前(110-111)期計畫所制定的架構(系統事件偵測、系統通知、系統建議、系統事件資料記錄)，分別就不同之事件或不同之狀況、情境，進行都市地區道路車輛異常停留進行應變知識庫之流程研擬。此外，公車系統同屬道路交通系統的一部份，所以亦會將前(110-111)期計畫所提出之公車異常事件知識庫結合至都市地區道路交通異常事件應變疏導知識庫，利用較為宏觀、全面的都市地區道路交通異常事件應變疏導知識庫進行整體道路交通之疏導應變，以完善整體都市交通運輸之服務水準。

4.7.1都市交通異常事件定義與分類

道路交通異常事件定義係指在道路交通系統中，發生與一般或正常情況不同的事件或狀況，而這些事件或狀況可能會對道路交通的安全性、流動性、效率和環保等方面產生不良影響。現今歐美日等先進國家大多具備安全管理系統(Safety Management System, SMS)之觀念，也就是任何意外事故只要能被預期，不論發生機率多小，只要其風險或損害程度超過其所能容忍之負荷值，就應將其納入評估之中，並針對該天然災害或意外事故發生時擬定相關流程對策，以期在發生之初就能迅速應變並且立即動員與處置，將相關風險危害降至最低，甚至是防範於未然，而此一核心觀念也正是本計畫研擬交通管理事件處理應變流程知識庫的原因。

道路交通的其中一項具體表現即是車流，亦即車流的順暢與否，足以說明該地區或都市道路交通良好是否。而車流既然指的是道路上行駛車輛的狀態，道路交通的順暢與否便取決於道路上車輛行駛是否流暢，而停留便會使得這流暢產生影響，因此是否合理停留，便成為道路交通和車流是否順暢的表現之一，也就是說在正常狀況下，除非是有交通號誌或人員指揮，否則在一般道路上的車輛通常會是行駛狀態，而若無號誌或人員指揮時就有車輛停留在車道上，代表恐有異常事件發生，不僅妨礙交通或車流運行，此事件恐又會有重大影響，須立即通知相關單位或業者進行了解或處置，故本期計畫之研究主要就以道路上異常停留之車輛進行交通異常事件疏導應變流程知識庫之研擬。

而影響車流也就是影響行駛中之車輛於道路上停留的因素種類很多，如道路施工、交通壅塞、道路事故、車輛故障、天然災害或其它等，其中如道路施工、交通壅塞等可以事先預知之事件，讓交通管理單位、運輸業者或一般用路人能提早應變；道路事故、車輛故障、天然災害等，則為突發性、較無法預測的異常事件。前者可能因須事先申請，或者為重現性或常態性發生的事件，政府交通管理部門或運輸業者得以根據經驗，提早進行準備與應變，以減緩事件衝擊，但後者因無法預測，故事件一旦發生，便可能需耗費些許時間才能讓相關交管部門或業者知悉，然後再抵達現場了解狀況並處理善後，較無法立即掌握事件狀況，如此便可能加劇影響交通之時間，或者增加損失的風險。為此，本計畫特利用現今先進的影像辨識和感測技術，由路口的網路攝影機(IP CAM)主動協助交通管理單位進行監控，並透過 5G 通訊技術在辨識出有異常狀況的車輛(如異常停留)時即可立即發出警訊通知該單位相關人員注意，若是真為影響道路交通之事件，即可立即出發趕往現場處置，甚至是前往現場預防，而非較為被動的等到民眾通知才行前往處理，徒增風險增加之可能性。

在交通異常事件分類上，107 年之交通事件資訊整合服務與精進計畫為整合高雄市各種交通事件資訊，亦曾針對交通事件進行分類，其係以四種特性作為依據來進行區分，此四種特性分別為：依事件資訊取得區分、依事件長短區分、依事件影響範圍區分、依事件空間特性等四特性來進行畫分，此四種特性分別說明如下：

一、依事件資訊取得區分：可分為兩類，可預期事件與突發性事件，前者為可事先知道將會影響道路交通與車流之事件，如活動、施工等；突發性事件則為無法事先預期之事件，也可視為臨時性事件，例如事故、天災等。

二、依事件長短區分：可分為長時間影響之事件與短時間影響之事件，前者像捷運興建此種長期之道路施工，或是天然災害造成的道路中斷等所造成的道路封閉，影響時間較為長久，恐有幾個月之長；後者則如交通事故或號誌故障所造成的短時間道路壅塞，影響時間較短，大多以一日之內即可排除。

三、依事件影響範圍區分：分別有單一局部地點事件和區域性事件，前者如輕微之交通事故或者是因道路不平所產生的局部影響，此局部影響可能僅一路段或路口；而後者則會對較大面積之區域產生較大影響，例如遊行活動、宗教遶境或某些重大災害，會引發地區性交通事件，且此種區域性交通事件其管理難度亦較高。

四、依空間特性區分：可分為固定性事件和移動性事件，固定性事件為發生在固定位置或地點，影響當地交通之事件，例如交通事故、道路積水或施工、號誌故障等，此些事件並不會隨著時間的改變而有空間上的變化；移動性事件就會隨時間的遞移而會有空間上的改變，例如遊行、路跑或其他體育活動、廟會繞境等。

另檢視臺中市交控中心值班標準作業程序書及道路交通事故處理辦法(111 年 7 月 7 日版)，亦有針對交通重大事件分類有所規範，茲將其彙整如下：

一、重大交通事故

有死亡人數之案件或嚴重事故致公路單/雙向交通阻斷，無法於短時間恢復通車者[15]，道路交通事故有下列情形之一者[16]：

(一) 死亡人數在三人以上，或死亡及受傷人數在十人以上，或受傷人數在十五人以上。

(二) 運送之危險物品發生爆炸、燃燒或有毒液(氣)體、放射性物質洩漏等事故。

二、治安事件[15]

發生聚眾陳情、請願致交通陷於重大停頓者。

三、其他重大災害[15]

發生全國/面性或較大區域性之颱風、地震、水災等天然災害，導致淹水、火災或樹木傾倒等致交通陷於重大停頓者。工程災害：因新建、改建、維護、裝修等工程事故發生時，造成重大人員傷亡或嚴重影響道路通行之事件。因火災、爆炸、公用氣體、電器管線外洩等，需消防車或警車至現場封閉道路處理之事件。

四、道路交通事故[16]

指車輛、動力機械或大眾捷運系統車輛在道路上行駛 ，致有人受傷或死亡，或致車輛、動力機械、大眾捷運系統車輛、財物損壞之事故。

而由於本計畫係以路側 IP CAM 設備透過 AI 影像辨識技術，針對都市地區各個路口進行道路交通或者說道路車流之影像監控，再以 5G 通訊技術之快速、低延遲特性將現場影像畫面即時回傳至交控中心，讓交控人員能夠迅速掌握完整資訊以利做出較為完善的判斷決策，盡可能地減少相關風險危害。

就本計畫中針對新北市、桃園市、臺中市、高雄市等直轄縣市進一步了解現行 IP CAM 佈設比例及用途亦進行調查，用以確認目前縣市政府的應用方向，以及在使用這些設備上遇到的困境，可以發現目前多以觀測現有交通流量為主，且將影像資料儲存於本地伺服器中，多屬傳統的監控作為，若有導入科技執法或是建置之初係考量監控處交通狀況欲改善者則採用專案方式進行，並非全面均導入 AI 辨識功能，且同時也面臨到維運成本高的窘境，導致當專案結束後，該設備則回歸於傳統僅做監控用，更有因為架設環境網路關係，造成通訊品質不穩定等等問題，彙整如表 4.7-1 所示。

從中可以發現儘管交通異常事件之分類有多種面向，且某些城市有明顯的市郊之分，地理環境、社經條件也不一，加上設備都有其維運以及通訊費用成本問題，故而在設置上當地政府均有其限制和考量。但本計畫都市地區道路交通異常事件疏導應變知識庫，主要係協助較難預期、突發性之異常交通事件進行主動監控與後續疏導應變作業，而 IP CAM 等路側設備也主要以人口較多之都市地區進行設置，但當地政府也可就其認為有需要之處進行裝設，卻往往因為受限於網路關係、維運成本過高，甚至於仍停留於傳統監控車流用喪失了設備裝設之效益，且於電話訪談的過程中，受訪者均希望若有其他縣市有成功的案例，或是較好的解決方案可提供借鏡。

表 4.7-1 新北市、桃園市、臺中市、高雄市現行 IP CAM 佈設比例及用途彙整

縣市別	IP CAM 設備數量	具有 AI 辨識功能設備	應用方向	設備使用上遇到之困境
新北市	350	36-48	1. 裝設在匝道車流偵測回傳，所有影像偵測後回存到伺服器(採後端辨識) 2. 做為現場路口號誌運作之數據，後提供給高公局進行匝道儀道控制秒數參考用(後高公局不採用)	1. 伺服器儲存空間不足(一台伺服器僅能儲存 10-12 處設備影像回傳) 2. 維運成本高 3. 網路流量負荷大
桃園市	79	6 (僅限於專案使用)	1. 現有 79 支設備由交通局自建，提供民眾進行影像查看，及交控中心同仁查看車流使用。 2. 仍採用傳統的方式進行監控。 [專案] 1. 於大竹交流道六處路口進行車流監測，並動態將車流狀況寫入號誌控制器中進行號誌秒數控制 2. 僅有專案建置之設備有影像辨識功能，包括每一個方向、車間距等數據回傳，提供最適秒數至號誌控制器中 3. 遇到設備異常狀態時即恢復至原始號誌設定，並通知廠商妥處	1. 專案建置之設備無維運經費可支應，僅能用加長保固來維持 2. 過保後設備若有故障即汰除
臺中市	210	只有影像式的 VD 具有 AI 影像辨識功能	監控臺中市道路車流狀況。	
高雄市	340	32 (僅限專案使用)	1. 應用於 AI 影像辨識、車流轉向量偵測、科技執法上 2. 利用車流數量進行號誌控制，或發生事故時確認用 3. 原於 108、109 年專案裝設的 43 支設備均全數移至為一般設備做車流監視使用 4. 傳統類比影像可儲存一個月，其餘影像多儲存 2 週內 5. 囿於影像儲存時間影響，若遇到有事故發生現場人員會先行儲存，再交由相關單位使用	1. 部分設備仍屬於類比式影像，影像畫質差 2. 通訊品質不佳，因攝影機多架設在路口須以 4G 無線網路進行傳輸，常有影像斷訊 lag 狀況

4.7.2都市地區道路交通異常事件疏導應變知識庫之建立

都市地區道路交通異常事件疏導應變知識庫係配合智慧交通數位中樞神經系統之開發，也就是都市地區道路交通異常事件疏導應變知識庫係為智慧交通數位中樞神經系統之一部分。智慧交通數位中樞神經猶如人體的神經系統，有眼睛、耳朵等資料訊息輸入，也有手腳等反應行為輸出。模式庫、數位雙生與知識庫如同人的眼耳與手腳，也就是在模式庫或數位雙生進行車流或道路交通的預測和圖像化、視覺化後，即由知識庫進行相關事件的反應和應變。前期計畫已執行公車異常事件的知識庫研擬，本期則配合都市地區道路交通異常事件模式庫進行知識庫研擬，而道路交通也包含公車等公共運輸，故在都市地區道路交通異常事件知識庫的流程研擬上，除以六都交控中心運作流程和方式為基礎進行外，也會包含上期公車異常事件知識庫內容，亦即就前小節對於都市交通異常事件應變流程之簡化與精進後，再加入前期所研提的公共運輸(公車系統)異常事件應變知識庫，即可形成一完整之都市地區道路交通異常事件疏導應變知識庫。本期公車異常事件知識庫原新增公車轉乘縫隙的系統邏輯研擬，以針對某些重大道路事件發生增加轉乘時間時，公車等公共運輸系統可以迅速作出反應和公告，以彌補或減緩道路交通因重大事件所產生的壅塞反應，將道路運輸需求透過公車或其他公共運輸系統引導至其它道路或運具等，減少事件道路的車輛數與減緩道路的壅塞情況。然透過進一步與六都首長進行意見交流時，重新檢視現行的公車不需要即時調度，因駕駛不夠，反而應著重在路線的效益分析、路線調整上，若遇到事件則無法做到完全的即時調度，故於整體交通異常事件疏導應變處理流程中則不納入增班或臨時調度的相關處置手段。

就都市地區道路交通異常事件應變流程來看，日常都市地區之道路交通即時應變管理主要係由地方政府之交通控制中心(交控中心)為主要監管單位，並在經民眾或其他單位通報或由交控中心同仁發現後，即會轉知相關單位進行現場確認或處置，而交控中心亦會透過中心與號誌之連線直接進行號誌秒數調整，協助都市地區道路之車流疏導，解決因各種事件所產生的道路壅塞問題。交控中心就如同各個都市交通之大腦一樣，大腦在得到外界資訊後即知會手腳進行相關行為應變，同樣地交控中心在接獲相關通報後，即會自行確認或轉知相關單位前往現場確認並逕行排除問題，故而各都市日常之各種道路交通事件的應變流程主要即由交控中心依據自身條件狀況所擬定，而此流程則關係各種都市道路交通事件的排除速度與風險管控，亦即本計畫知識庫所欲納入之內容。後續交控中心之流程內容將同樣依事件偵測、系統通知、系統建議、資料記錄等架構進行說明，如圖 4.7.1 所示。

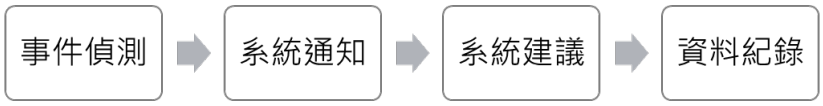


圖 4.7.1 異常交通事件應對流程架構

在臺灣較具規模之都市主要以臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市、高雄市等六直轄市(六都)為主，故本計畫於 102 年 5/22(臺北市)、5/23(新北市)、5/25(臺中市)、5/30(高雄市)、5/31(桃園市)、6/2(臺南市)等 6 日分別前往六都交控中心進行訪談交流，就背景資料(系統資料來源，如自有感測設備或外部系統介接/系統現行狀況，如號誌連線比例、設備維運情形等)、運作流程(重現性和非重現性之道路交通系統作業與應變流程)、系統設備(是否與其他地方或中央單位之系統介接/是否有先進智慧設備)以及其它問題(系統維運狀況)等四部分，進行瞭解與資料蒐集，再就蒐集所得到之資料進行整理歸納。所以後續就六都交控中心之訪談內容彙整如表 4.7-3 所示，並進行摘要說明如後，包括系統設備等基本狀況先做個簡單介紹，及各交控中心現行運作流程以及各都差異之處進行說明。

表 4.7-2 六都交控中心之訪談內容彙整

縣市別	訪談日期	系統現況	設備運作/系統介接	運作流程	其他問題
臺北市	5/22	1. 自建系統具有足夠的路側設備 2. 已有動態號誌及 AI 影像辨識	大部分號誌已與中心連線	1. 10 席位/三班制/平時 3~5 人 2. 遇有緊急事件時，透過既有宣傳管道發布資訊	
新北市	5/25	1. 與其他單位共用 2. 設備老舊、妥善率低。 3. 仰賴 Google 路網資料	1. 不到 50%號誌與中心連線 2. 與府內其他單位系統進行介接	1. 5 席位/三班制/平時 1~4 人 2. 仰賴人力確認及處置	
臺中市	5/25	1. 自建系統 2. 設備老舊、妥善率低	1. 不到 10%號誌與中心連線 2. 與高公局進行介接	1. 2 席位/雙班制/平時 1~2 人 2. 仰賴人力確認及處置	
高雄市	5/30	1. 自有空間 2. Google Map + 自建系統 3. 自有機房(資訊室管理) 4. 動態號誌	1. 不到 50%號誌與中心連線 2. 無府內跨單位系統介接 3. 與高公局、公路局系統介接	1. 4 席位/三班制/平時 2 人 2. 仰賴外界通報及人力確認處置	1. 多與交通部(科資司)合作 2. 較多廠商進行測試

縣市別	訪談日期	系統現況	設備運作/系統介接	運作流程	其他問題
桃園市	5/31	1. 借用空間(養工處) 2. Google Map + 自建系統 3. 自有機房 4. 動態號誌	1. 約 70%號誌與中心連線 2. 無府內跨單位系統介接 3. 自行撈取高公局、公路局資料匯入	1. 10 席位/三班制/平時 15 人(含交工、交控、號誌維修) 2. 仰賴外界通報及人力確認處置	警察專用設備和線路供交控中心監控
臺南市	6/2	1. 借用空間(工務處) 2. Google Map + 自建系統 3. 自有機房 4. 動態號誌	1. 80%~90%號誌與中心連線 2. 與府內警察、消防、水利系統介接 3. 與高公局、公路局系統介接	1. 8 席位/雙班制/平時 2~3 人 2. 仰賴外界通報及人力確認處置	大部分路側設施已由 IP CAM 取代

一、六都交通控制中心運作流程現況說明

(一) 臺北市

臺北市交控中心位於臺北轉運站地下三樓，其空間為交控中心自有，其地除交控中心外，尚有臺北的交通資訊中心與臺北捷運的行車控制中心，係為臺北市交通之大腦中樞。臺北交控中心共有 10 個席位，24 小時三班制，每班約 3~4 人，若遇重大活動需進行監控則全員到齊，就分屬區域進行監控。由於臺北市為我國首善之都，因此預算經費較其他五都而言也充裕許多，所以在相關路側設施、設備的建置上也較為充足、密集且多元，號誌連線比例高達 90%。而因這些路側設備足夠，其所蒐集來的資料也足夠完整形成一路網系統，故臺北市交控中心不似其他五都交控中心較仰賴 Google Map 系統進行整體路網監控，其可就自有設備所蒐集來的資料彙整成整體路網進行 24 小時道路系統監控，且亦較有自主性不受制於人，能自行掌握整體系統之改善與擴充。此外由於臺北市大部分土地皆屬於人口較為密集之市區，相較其他五都有市郊(區)之分的狀況來說較為單純，故在設備建置上也較無須考量人口效用問題，可就相關路側設備進行較完善的設置，加之以整個臺北市的土地面積為 272 平方公里，較其他五都小得多，所以就建置於其土地上之設備也較不用其他五都來得大量和廣闊。

在現行運作流程方面，臺北市領先其他五都，除動態號誌外，更透過 AI 影像辨識協助重點路段或地點的事件主動偵測，但此項設備尚未完整遍及全市，故在許多地點的事件監控和事件通知上，仍仰賴現有路網系統的壅塞警示再由交控中心人員利用 CCTV 影像確認或協請當地警察同仁、主管單位確認，抑或者仰賴民眾或其他單

位的通知，但民眾的通知同樣有時須當地派出所的警察同仁前往現場了解與確認。在確認後則利用 CMS、WEB、APP 或其他宣傳管道，發布相關道路事件訊息提供用路人知悉，以及透過連線進行紅綠燈號誌的秒數調整，以舒緩事件道路之壅塞狀況。此外目前事件應變處置建議上，各交控中心對外發包的運作勞務採購合約大多都會要求投標廠商須擬定交控中心運作的 SOP，而交控人員須熟悉 SOP 內容後再以之進行工作。最後事件的資料記錄上，由於有些事件恐涉及後續責任釐清甚至是司法判斷，故各交控中心都會有此步驟用以記錄並儲存相關事件之發生與過程資料，而臺北市在此則有自己的機房可將檔案進行電子化歸檔儲存。

(二) 新北市

新北市交控中心位於新北市政府，其空間係向消防局借用，同時也是新北市政府之戰情中心。該中心共有 5 席位，24 小時三班制，每班約有 3~4 人，此外 1 人負責在外巡查、維護相關路側設備，而全市之號誌連線比例不到 50%不到。新北市為六都中人口最多(401.5 萬)，不僅本身腹地較大並有市郊區之分，所以在設備建置上須考量其是否符合成本效益，此外與臺北、基隆、桃園等地組成一總人口 9 百多萬之北北基桃都會圈，也是臺北、桃園、基隆等三地往來的必經之地，故道路交通的相關事件管理亦會複雜許多，於此情況下，即便有與臺北市相同數字的經費預算，在經較大的人口數或土地面積均分下，其所能運用之設備費用恐遠不及臺北市的資源預算充裕。所以在設備建置較為不足的情況下，資料無法完整蒐集以形成新北市整體之路網系統，故新北係介接 Google Map 的系統資料作為全市的路網監控系統。另外，在設備老舊、妥善率不高的情況下，許多閉路電視(CCTV)其實已無作用，所幸透過新北市府內的協調溝通下，透過另外介接警察單位的系統以彌補本身 CCTV 之不足，可藉由警察系統的 CCTV 影像進一步了解確認事件發生之現場狀況。

現行運作流程方面，由於缺乏經費建置及維運數量眾多之設備，較難針對道路異常事件進行主動監控，以及其後能夠協助其快速應變的系統，所以新北較為仰賴民眾或其他單位通報相關道路異常事件，並經 CCTV、當地員警或相關負責單位的確認後回報中心，再同樣透過 CMS、WEB、APP 或其它公告管道等發布訊息供用路人參考，另外亦會視狀況利用連線進行當地紅綠燈號誌的秒數調整，以紓解事件發生道路的交通壅塞狀況，並且通知警消、工程單位或其他相關人員前往現場處理。在事件記錄的部分，新北同樣有自己的機房伺服器進行事件細節資料的記錄與儲存，而在路網監控的介面上會顯示每日事故件數與已處理件數，用以提醒交控人員並記錄與管理當日之事件處理。

(三) 桃園市

桃園市交控中心位於桃園市風禾公園，該場地原屬桃園市政府養護工程處，經府內協調而向養工處借用，且該空間重新修整過，設備較為新穎。其中心共有 10 個席位，24 小時三班制，每班約 4~5 人，但若包含交通工程及在外的號誌維修人員，則共有 15 人，員額為六都最多。在資料方面，則係透過 Google Map 作為對外提供市民查詢路網所用，內部則係再搭配自有設備蒐集到的資料所彙整建置的系統，進行全市的交通路網監控與管理。桃園市號誌連線比率約有 70%，除臺北外，相較其他幾個城市算是比較高比例之數字。由於桃園不僅係北北基桃都會圈之一員，每日與新北之間的交通往來頻繁，故兩市之間的重要道路是其主要監測對象，而作為臺灣主要國際機場的桃園機場同樣也位於該市境內，故而鄰近機場附近的道路交通也會是其主要監控對象。所以同樣在府內協調下，桃園交控中心可透過警察單位提供之電腦進入警察系統觀看該系統之 CCTV 畫面，此外亦有消防單位的系統與其中心系統介接，可獲取消防系統的任何緊急通報。而與高公局、公路局等中央單位的系統則係桃園交控中心自行從相關單位公開之來源進行資料撈取，再套用到桃園自己的交控系統中使用。

在現行運作流程方面，桃園市交控中心除會針對市內的重要幹道進行監控外，前述通往新北的幾處重要幹道與機場聯外道路等，也是重點地區而會就路口路段進行主動監控，也就是幾處重點地區或路口路段之影像會常駐於交控人員的畫面中，一旦有事件發生即會立即透過進行了解並通知鄰近派出所員警和相關人員前往處理，並就 CMS、APP、WEB 等公告管道發布事件資訊，告知用路人該地因事故而產生壅塞，請用路人改道等訊息，並依據交通工程技師之指示進行當地號誌秒數之調整，以紓解當地因事件而發生之壅塞。在相關單位或人員的溝通聯繫上，係以 Line 為主要工具進行，任何事件之通報或排除，皆會透過此 Line 群組知會相關單位。

(四) 臺中市

臺中市交控中心位於其交通局內，場地即為交通局自有，主要係由局內之交通規劃科負責管理承包廠商進行日常臺中市之交通路網監控。臺中市之交控中心儘管其空間為自己交通局所有，但席位僅有 2 個，而營運時間也並非其他交控中心 24 小時運作，時間從 6~21 時僅 15 小時以雙班制運行(含休息時間)，且僅每班 1 位人員進行相關交控管理工作，而承包廠商亦會另外自行派遣其主管階級之人員到場協助相關工作。而臺中因過往經費較為缺乏，故而不僅路側設備之建置比其他六都還來得少以外，號誌設施與中心的連線比例也不到 10%，亦無經費仿效其他六都城市介接 Google Map 的系統作為對外市民或用路人查詢路況參考用，更無將其作為對內交控中心以

及交通局內同仁監控臺中市整體道路狀況之用。此外如同桃園、臺南、高雄等縣市合併之六都城市，在許多政策管理上其實會延續過往縣市之地理劃分，也就是依市郊區之差別進行不同之管理方式，所以臺中路側設備主要建置在過往行政劃分上屬於臺中市之區域，尤其以臺灣大道、中清路、五權路等臺中主要幹道上，在省道台 74 線以外的區域就較無相關路側設備之建置。較為特殊的係臺中利用有行駛郊區路段的公車 GNSS 進行道路速率的換算，再顯示至網站上提供用路人參考，但若恰好無公車行駛的時間或路段就無法顯示相關資訊，同時也說明該區之事件偵測較為薄弱。臺中在跨系統介接上恰好與新北狀況大相逕庭，由於臺中市警察局因資安議題，而未能與交通局或交控中心之系統進行介接，所以無法透過跨系統間的互補作用而完善整體都市道路交通路網的監控，但在與高快速公路等中央單位的協調與系統介接上，正好得益於中區協控計畫的推動執行，而能和高公局、公路局等中央單位進行較有效的溝通，能就不同道路連接之處進行良好合作互動，提升地區道路與國道、省道之事件監控與行車效率。

在現行運作流程方面，如同前面說明，由於較缺乏之經費用以建置充足之路側設備，故在臺中市整體路網系統的監控作業上，僅能就重點或敏感路段進行較為主動的道路狀況監控，若有相關異常事件之發生，除從自有之 CCTV 系統發現與確認，其餘皆須仰賴民眾、警察或者其他單位的通報，並在確認事件狀況後，即可同樣以 CMS、WEB、APP 和其他管道公告相關道路訊息讓用路人參考。此外，臺中市亦仿效高公局之作法，在某些重要路段上利用車流速率低於一門檻值，系統即會自動於 CMS 發布道路壅塞之訊息供用路人知悉，在時間上確實能有效縮短溝通及聯繫時間，但缺點在於若當路側設施故障以致車流速率偵測不準確，同樣也會導致需求無法平均分散而導致其他道路壅塞。在交控中心的運作上，臺中市同樣會要求承包廠商需擬訂相關 SOP 供交控人員執行，且每個月皆會整理事故資料並送件歸檔，惟此資料儲存作業還是以紙本作業方式進行。儘管臺中為目前六都當中交控中心最為簡陋之都市，但在局裡長官的爭取下，目前新的交控中心已在整建當中，預計三年後即可落成啟用。

(五) 臺南市

臺南市交控中心位於智慧交通中心，用以執行民眾相關政策宣導作業，同時也進行日常交通管理業務，但該場地並非交通局所擁有，而係向臺南市工務處所借用，與高雄相同係剛更新整修完畢，故相關設備同樣也較為新穎。該中心共有 8 席位，但因臺南之人口社經狀況較為單純，所以與臺中一樣並非 24 小時輪班，而係 6~22 時共 16 小時雙班制運作，每班共 2~3 位人員輪值，其中包含一位具有技師執照之交通工

程師。臺南與其他五都之差異在於該市目前之路側設施大多為 CCTV 且部設相當密集，較無如迴路線圈或其它感測裝置用以監控道路車流狀況，係六都當中較為特殊一例子。所以就目前技術來說，CCTV 之影像資料較難處理成整體路網概況之系統介面，所以在整體路網監測上，臺南同樣係以 Google Map 為基礎，再於此基礎上介接自有之 CCTV 影像資料，與任何事故事件發生的資訊都顯示於此介面或儀表板上，可讓民眾清楚上網查詢現在臺南市內之道路狀況。在號誌連線率上，臺南幾乎和首都臺北一樣有近 90%之號誌連線率，但同樣僅限於以前之舊臺南市範圍。在跨單位系統介接上，因臺南市府內部有較良好之協調作業，故而警察、消防等系統也可讓其交控中心介接使用，此外因臺南部分路段為地下道，所以也將其府內水利局之系統介接到其系統上，用以監控地下道之積水情形。同樣地，在與中央單位的協調溝通上臺南市交控中心亦有不錯成果，而能將高快速公路之影像等資料介接於其系統當中，此外也與府內和中央單位透過 Line 的方式，密切進行全市道路狀況的資訊交換。

所以在臺南現行的運作流程方面，其交控中心可透過眾多之 CCTV 影像進行全市的道路車流監控，尤其是重要幹道或地區(如南科)，並就路網系統上顯示壅塞的路段去了解其成因並透過連線調整號誌秒數，而此號誌秒數皆有相關表單可給予參考和規範，另外同樣也可透過連線，即時透過 CMS 公告相關交通資訊，但在事件的主動偵測上，因眾多的影像難以兼顧，所以同樣需仰仗民眾和其他單位的通報，再以此通知警察或其他單位人員協助確認與排除。在營運上，臺南亦要求廠商需擬訂 SOP 作為交控中心人員之作業指引。而在交通事件資料的儲存上，臺南交控中心同樣有自己的機房設施，故系統中的相關資料同樣也會儲存於其系統當中。

(六) 高雄市

高雄市交控中心(智慧運輸中心)即位於其新興區之交通局內，也因剛整修完畢，故相關硬體設備亦相當新穎，而其空間同樣為交通局自有，但伺服器機房則由交通局之資訊室所負責管理。高雄市交控中心共有 4 席位，與臺北、新北、桃園同樣為 24 小時三班制，每班約 2 人，一人負責交控另一人則負責確認號誌運行。雖高雄平時僅 2 人輪班，但考量到電腦設備需有所備援與記錄，故輪值同仁需操控兩套設備進行相關工作。高雄交控中心之系統同樣是以 Google Map 位前端供民眾查詢之系統，而後端則不僅有自有設備所彙整資路網車流資料進行監控外，同樣也會透過 Google Map 的系統進行全市整體路網的監控管理。路側號誌與中心的連線比例上與新北接近，約 40%左右，而也因現今高雄市為過往高雄縣市合併，故市郊的土地劃分較為明顯，所以有連線的號誌和路側設施大多皆主要設置於市區或重要幹道。跨系統介接部分，高

雄與臺中同樣因資安問題，而使得交通局系統無法與警察系統介接串連，但同樣因南區協控計畫而與高公局、公路局等中央單位之系統進行合作介接，讓高雄在整體路網監控和號誌協控上都較能完整看待與應對。此外，高雄因歡迎廠商到高雄測試路側設備，加之以與交通部科資司有較多合作，故而有較多研究經費或廠商支援設備，但因皆是專案性質，所以一旦專案結束後交通局無編列維運預算，則這些設備就可能因無經費而無力繼續運作。與其他五都較為不同的是，高雄會利用過往歷史資料預測未來路網車流狀況，尤其是大型連假，以提醒用路人某些路段可能會塞車，請提早上路或改道以避免壅塞狀況加劇。

運作流程方面，高雄同樣有動態號誌協助優化道路車流效率，但在事件偵測上卻也較依賴民眾或其他單位之通報，在接獲通報告就立即透過 CCTV 之影像進行確認，或電洽鄰近警察局、派出所等請警員到場釐清，在事件問題確認並經通報後，再利用 CMS、WEB 或其它管道公告相關事件資訊，讓用路人掌握知悉以避開事件路段、加劇道路壅塞程度，此外，交控人員同樣可透過連線進行事件地點的號誌秒數調整。而在建議措施上，高雄交控中心有 SOP 之流程圖供相關人員盡速熟悉交控相關工作，並可適時用以確認。最後事故或事件之相關訊息資料會儲存在前述由交通局資訊室所管理的機房中，但此機房的維護並非由交控中心或承包廠商進行管理，而係交通局之資訊室為主要負責單位。

二、六都交控中心異同比較

繼前面針對六都各交控中心之背景資料、運作流程、系統設備等現行概況進行初略說明後，本小節將針對各交控中心之運作差異與相同之處進行比較，以就後續研擬相關交通異常事件疏導應變知識庫時，可就六都交控中心相同之處研擬並提出一套可讓各地接受並可行之設計，再就差異之處另行規劃，讓未來各交控中心可就自己地方之條件環境適時選用搭配，以求建構最佳之系統工具，協助優化與精進該都市之交通管理方法。以下茲就六都交控中心異同之處彙整如表 4.7-3 所示，並進行摘要說明如下：

表 4.7-3 六都交控中心異同之處

相同	差異
1. 介接 google map 系統 2. 依賴傳統人力通報、轉知、處置 3. 公告以 CMS、APP、WEB 為主 4. 多有其 SOP 手冊或圖表 5. 維運(含通訊)費用高昂 6. 多以 Line 作為單位間聯繫管道	1. 社經條件不同，設備應用環境有所差異 2. 與府內、中央單位協調整合狀況不一 3. 設備採用、系統建置、作業流程標準不一

(一) 六都交控中心相同處

1. 地圖應用查詢：由於 Google Map 完整之路況資訊以及使用者介面，且民眾密集使用的關係又讓 Google Map 可以透過使用者手機信令即時更新路況資訊，在此循環下，讓 Google Map 早已是臺灣民眾習以為常、不可或缺的出遊或通勤、洽公工具，所以除臺中以外的其他五都交控中心皆是以 Google Map 為基礎進行自己城市整體路網監控系統的建置，不僅在對外供民眾查詢的即時交通路況資訊採用，在對內的全市交通路網監控也會採用，可見 Google Map 已是監控都市交通路網不可或缺的其中一項工具。
2. 多以傳統人力進行監況：目前大部分之交控中心尚未採用較先進的 AI 主動影像辨識協助監控異常事件的發生，故而在交通異常事件的監控與應變流程上，還是依賴傳統的人力方式進行，也就是較為被動的仰賴民眾或其他單位通報，然後再由交控中心透過 CCTV 影像確認事發地點與影響狀況，若不巧當地的監視攝影機毀損無作用，就需協請鄰近派出所員警前往現場確認勘查，再回報狀況予交控中心，然後再進行後續訊息公告及號誌秒數調整等疏導應變措施。
3. 現行資訊公告方式：六都交控中心同樣都係以資訊可變標誌，也就是 CMS(Changeable Message Sign)、交通路況即時資訊網(WEB)、手機 APP 等作為主要資訊公告工具。
4. 多數仰賴維運廠商：各交控中心之運作通常係採外包的方式讓外面的廠商經營，所以通常都會在合約當中敘明須擬定相關工作之標準作業程序(SOP)手冊或相關圖表，此外，因各管轄各交控中心之交通局同仁自己本身大多亦出身交通專業，故而在交控中心不僅有 SOP 可作為交控人員之作業參考外，具有公務員資格的交通局同仁亦可在需要時提供必要之介入與協助。
5. 過高的成本支出：因現今資通訊技術之發達，所以許多交通控制或交通管理工具皆賴這些先進工具提升管理或服務效益、或減少或降低管理障礙，然而在物聯網(IoT)或萬物聯網(IoE)時代，雖各項事物皆能透過通訊來協調整合各種工作之進行，但如此便衍生額外的通訊費用，就城市管理而言，為數眾多的號誌、路側設施等勢必會帶來龐大的通訊費用，且科技日新月異，設備汰換的速度太快會造成設備攤提時間變短，平均成本便會增加，如若再加上維護修繕等營運成本，則將會給地方政府帶來沉重之財政負擔。
6. 數位化時代發展：由於現今手機通訊的方便，使得人人大多利用手機通訊軟體作為主要溝通工具，其中 Line 在臺灣的通訊市場佔有率高達 95.7%，廣泛被臺灣

民眾應用且習慣於生活之中，為此許多政府機關或民間企業也皆以 Line 作為跨單位或者是團隊成員間聯繫溝通、傳達訊息的主要管道，六都交控中心亦不例外。因我國道路交通管轄單位較多，故而許多交控中心或交通局皆會與各地方政府內的警察局、消防局或中央單位的高公局、公路局等成立 Line 群組，隨時掌握對方的道路狀況與資訊，並提供自身的交通情報，以讓彼此可以隨時提早應變準備。

(二) 六都交控中心差異處

1. 社經條件不同：因社會文化、土地使用、產業經濟等條件不同故而在管理策略與方式上也皆會有所不同，如：
   (1) 臺北市較無明顯市郊之別，其他五都皆有明顯的市郊差異，尤其曾歷經縣市合併的桃園市、臺中市、臺南市和高雄市等城市在管理上更為明顯，會有所謂舊市區或以前縣轄區域之分，而有連線的號誌或路側設施大多皆係佈設在舊市區中，尤以重要幹道為主，且高速公路匝道處為佈設重點區域。
   (2) 郊區人煙稀少，路側設備的佈設也較不易符合成本效益，故許多先進設備或動態號誌多不會佈於偏遠地區，進而導致郊區事件與路況便不易掌握，或者事件的發生需耗費些許時間才能排除。
2. 交通事件發生管轄單位不同：交通事件的發生有時不僅涉及交通局或交控中心，亦會涉及地方政府內部其他單位，如警政、消防等。而屬高公局管轄之國道、公路局的省道部分路段均與地方道路連接，關係更是緊密，故而中央和地方政府的溝通協調也相當重要。以此次訪談資料來看，由於府內跨單位溝通或跨系統介接有賴地方政府較為高層出面協調，方得較容易組織整合；而中央與地方同樣也需某些動力，較容易讓中央地方積極合作，例如中彰投的中區協控計畫適時地做為不同政府間的溝通橋樑，更在計畫執行單位的推動之下，讓中央單位更為積極地執行與出面協調等工作，減輕了地方政府與中央政府溝通不良的壓力。
3. 交控中心建置時間不同：因各地方交控中心的建置與開始運作時間不一，且地理狀況、社會文化、經濟產業等條件也無法一概而論，加上各交控中心交流甚少，所以在設備採用、系統建置、作業流程等方面較無一明確標準可言，縱使交控中心的承包廠商相同，也會因各地需求觀念不同而產生不同的結果，在沒有明確標準或規範的情況下，未來相關系統的介接恐怕會較為不易。

三、小結

因日常都市道路系統的監控管理有賴許多基礎設備之建置，方能蒐集到足夠資料

以形成完整之路網系統，提供交控中心進行全市的道路事件監控與管理。臺北市因大多數區域皆係屬人口稠密之市區，因此在設備建置和運用上較不像其他五都有人口稀疏的郊區，需考量設備的建置採用是否有成本效益，所以臺北市無須考量效用問題。另外較小土地面積的也使得臺北市較容易充分建置設備於其土地之上，更遑論身為首都的臺北市經費又較其他五都來充足，故在都市地區道路交通異常事件的疏導應變流程研擬上，也較其他五都來得單純，僅就其現行的交控中心運作流程為基礎進行規劃精進或優化即可。

而新北、桃園、臺中、臺南、高雄等五都狀況較為類似，不僅腹地較大且市郊區區分較為明顯，所以在市郊的號誌應用上亦有所差異，市區幾處重要幹道路口設有動態號控可依據車流變化進行秒數微調，並透過號誌連線隨時掌握號誌運作狀況，郊區則無連線，係以當地的時制計畫自行進行調整變化，故兩者在疏導應變流程上應也有所差異，後續在進行都市地區道路交通異常事件應變疏導流程研擬時也應有所區別。此外，有些都市之設備不僅較為欠缺、老舊，後續維運費用也較前期建置來得高昂，所以未來除了有一通用之應變系統流程外，也應考量都市本身條件特性設計符合該地需求的疏導應變流程，才能比較符合在地需求讓相關單位參考甚至採納使用。

由於道路事件的監控與管理相當仰賴相關路側設備之應用，而此應用包含前期建置與後期維運，而維運包含檢測和巡查人員費用之外，更包含通訊費用，尤其對腹地愈大需要的設備可能愈多，所需通訊費用亦會愈多，這點對於地方政府來說皆是相當大之財政負擔，加之以現今科技日新月異、一日千里，在設備更新汰換上會變得更為快速，攤提折舊時間恐會拉短，平均成本亦會拉高，故後續都市地區道路交通異常事件疏導應變流程之研擬上或者可於其後建議後續研究，應考量如何利用最少設備達到最大管理效益，或者將跨單位之系統進行串連介接，有效進行資源整合利用，例如善用警方豐富的 CCTV 系統，以彌補交控中心不足之處。

4.7.3現行都市交通異常事件疏導應變流程簡化與精進

由於目前尚未能夠完全將都市地區道路交通異常事件疏導應變流程以 AI 監控與系統自動化之方式進行，且相關管理機制與流程也應視當地狀況和需求進行規劃設計方能因地制宜，故後續將先就目前六都交控中心大致共通之交通異常事件疏導應變流程進行說明，再從此處進行相關流程的簡化設計加上系統化之優化改進。

一、現行都市交通異常事件疏導應變流程

目前六都交控中心現行之事件應變流程如圖 4.7.2 所示。從前面小節之敘述與圖中

可發現目前六都之交控中心大抵還是依賴系統壅塞警示、民眾通報或其他單位通知等外界通報事件後，再由交控中心透過事件發生現場附近之派出所員警進行確認，或者是以自有或其他單位的 CCTV 影像進行事件狀況的確認，了解事件成因與情形後，再通知相關單位和利用 CMS、APP、WEB 或其他政府宣傳管道進行資訊公告，並透過連線進行號誌控制與派遣人力至現場將狀況排除，最後再以紙本或電子化的方式進行將關事件的資料記錄。雖然，有時交控中心人員恰好可在影像中看到事件的發生，並立即進行警消、醫護等單位的通知與反應處理，但因需要監控的影像眾多，直接透過面前的螢幕影像發現事件發生機會較低，所以同樣較難仰賴交控人員透過監控全部的路況影像進行異常事件的管理。

從此流程中可以發現，目前現行的相關應變流程其實較為被動，也就是事件發生後較無法第一時間掌握狀況，而係須等民眾或其他單位等外界通知後才會進行反應，如此一來不僅需耗費接時間，加上許多事件的發生可能無關緊要，或者事發當下因無任何損害而事件相關人自行離去，故而許多民眾通報之事件需請鄰近派出所派遣員警前往確認，即便是壅塞警示同樣亦須先進行壅塞道路狀況與成因之確認，如此一來一往便會讓交控中心錯失許多應立即處置的時間，徒增風險與損害的機率，若能透過先進設備，如 AI 影像辨識第一時間偵測事件之發生，並通知所有相關單位立即進行應變處置，或可大幅減少相關風險危害之機率，提升交通管理上之相關效率及效益。

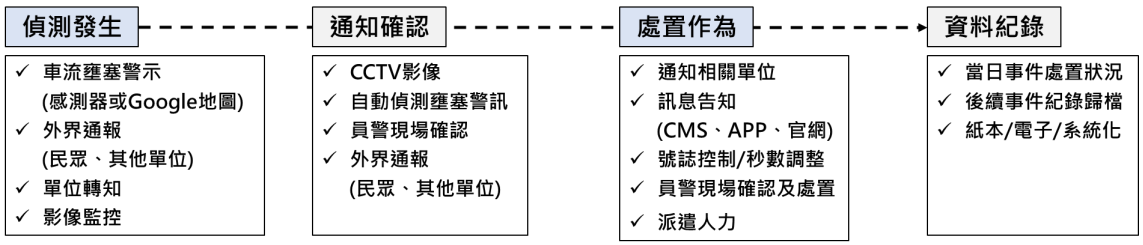
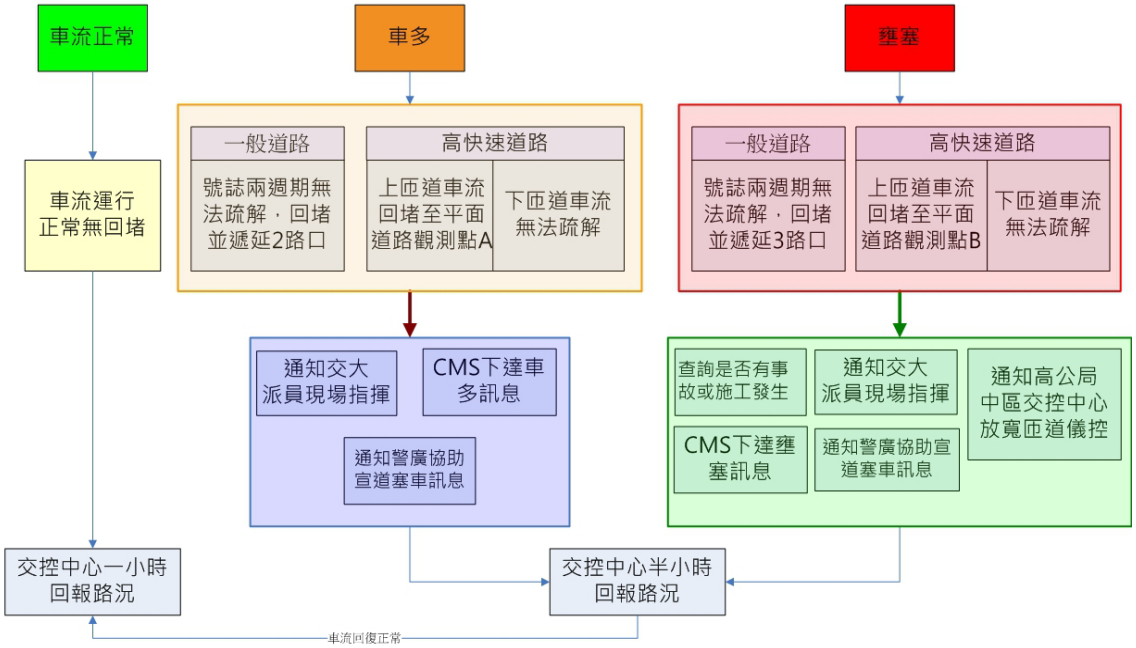


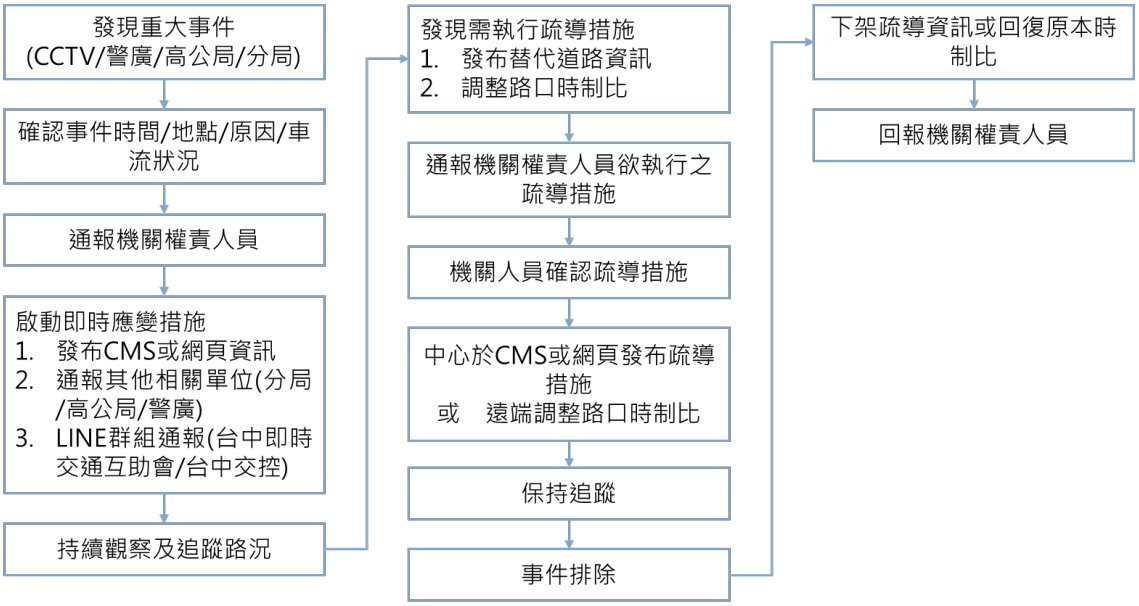
圖 4.7.2 現行傳統交控中心事件應變流程

另外，目前交控中心針對交通異常事件中路況通報及重大事件兩類型事件也有其基本處理標準作業流程，如圖 4.7.3、圖 4.7.4 所示，可以發現經訪談後其實各縣市既有之流程均雷同，已有其標準供執行者依循。



資料來源：臺中市交控中心值班標準作業程序書[15]

圖 4.7.3 臺中市政府交通局交控中心路況通報處理流程



資料來源：臺中市交控中心值班標準作業程序書[15]

圖 4.7.4 臺中市政府交通局交控中心重大事件處理流程

二、交通異常疏導作為案例

除從交控中心訪談得知該內部作業流程外，本計畫亦搜尋實際案例，包括常態性的壅塞及臨時性的突發事件兩大類，用以探討各縣市在遇到異常時所進行的疏導，可以發現當遇到緊急事件導致影響到交通時，以簡訊的方式通知相關民眾，地方警局即派遣人力至重要路口支援，或是內部開設一級應變中心，由相關局處首長進駐，並請警力出動

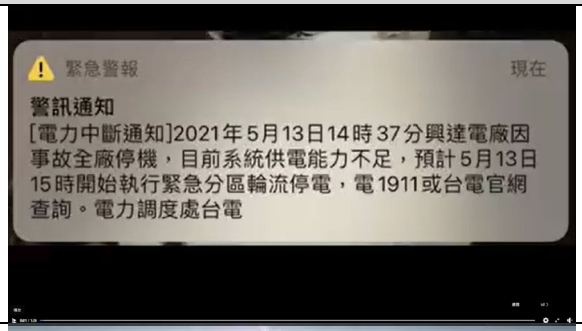
疏導等等，其中在臺南市部分更透過即時路況平台，採用四大策略「週期延長」、「左轉優化」、「智慧交控」、「警力疏導」進行各項智慧化的輔助疏導作為，簡要彙整如下：

(一) 常態性的壅塞

縣市	處置作為	
高雄市	**車輛故障導致前方車流異常回堵**	
	1. 員警巡邏時發現，通知拖吊服務車廠 2. 將巡邏機車擺放在故障車後方，並打開警示燈提醒用路人，並進行現場指揮	
臺南市	**市區交通壅塞問題**	
	1. 採用四大策略「週期延長」、「左轉優化」、「智慧交控」、「警力疏導」 2. 增加尖峰時段市區整體號誌週期，延長幹道方向的綠燈秒數 3. 增設左轉專用車道 4. 瓶頸路口：增派警力及義交加強交通疏導	5. 建置臺南即時路況平台：提供**壅塞自動告警**功能，輔以 **CCTV 攝影機**觀看回堵情形及判讀塞車原因 6. 智慧化輔助：於中西區大同路、健康路及新市交流道設置智慧動態號誌系統，**AI 影像辨識**判斷塞車路段及方向，並**自動增加**壅塞方向綠燈**秒數**

資料來源：本計畫彙整

(二) 臨時性的突發事件：興達電廠事故停電導致號誌停擺

縣市	處置作為	
苗栗縣	以**國家級緊急通報簡訊**的方式發布警訊通知，地方警局派遣警力人力至重要路口支援。	
臺南市	開設一級應變中心，由相關局處首長進駐，並請警力出動疏導。	

資料來源：本計畫彙整

三、都市交通異常事件應變流程簡化與精進

但從前述現行交控中心傳統上針對異常事件之處理流程可發現，儘管圖 4.7.5 之流程看起來並不複雜，然而在實際運作上，涉及地方政府內部單位、中央相關單位以及外界民眾等眾多利害關係人，再加上若還需要先確認事件以及後續相關應變處置等，則此流程將會變得縱橫交錯、錯綜複雜許多。為此，該如何利用先進設備及系統之運作邏輯，協助人員進行都市地區道路之交通異常事件監控，將會是其中關鍵，其相關流程細節如後所述。

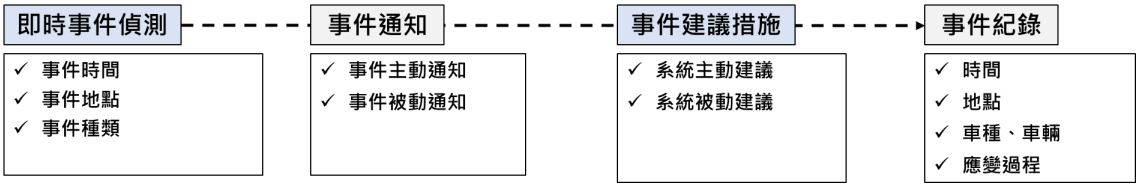


圖 4.7.5 都市交通異常事件應變流程

(一) 即時事件偵測

在事件發生之時，路側之 IP CAM 即可透過影像辨識即時掌握事件之發生，並配合機器設備或者系統之時間進行事件發生的時間標記，以及根據辨識出異常事件的路口 IP CAM 進行地點定位，如市區/郊區、哪個路口、路段等，並就事件停留車種(如大型車、小型車、機慢車、行人)，或者是道路異物入侵，亦或者是其它問題進行判別，以確認事件內容並即時通知交控中心人員進行後續應變。

另外，在現行異常事件監控上主要係以系統路網發生壅塞並發出警訊時，交控人員才主動就壅塞地點透過影像進行了解，但因壅塞通常為異常事件發生後所產生之結果，甚至是事件已發生一段時間後才積累造成壅塞結果，故而在即時事件的偵測上，也依優化此部分，亦即在事件發生之初就透過影像辨識進行事件判定，不僅只判定是否發生，同時亦根據事件內容進行判斷與記錄，好讓交控中心同仁能夠掌握完整資訊以利其作出相關應變處置的判斷與執行。

在技術上，由於分車種或分車道進行車流車輛的分類與計數，甚至是行人的畫分已可實現在現今日常生活中，故而利用此項技術再搭配停留時間，以及透過學習所建立的各種事件狀況資料庫進行比對判斷，即可完成此項流程。

(二) 事件通知

在系統透過路側的 IP CAM 利用 AI 影像辨識進行即時異常事件的發生掌握後，系統即可將異常事件之警訊與影像資料迅速且高解析地傳送回中心，讓交控人員立即掌握知悉並以此進行反應應變。雖可透過 IP CAM 提供即時、影像式的訊息藉以進

行事件通知，讓接收通知的人員能夠直觀地了解事件的情況，有助於快速決策和應對，除架設成本外，同時也需要注意隱私保護、網絡安全等問題。

而因現行作法係較為被動地由事件現場民眾或其他單位轉知交控中心後，中心才進行後續的公告、號誌秒數調整等等的一些應變措施，因此在本計畫所研擬的系統中，除了系統會主動偵測與通知以外，也會納入民眾通報、單位轉知或是交控人員自行在 CCTV 上發現等現行做法的系統通知，以防因過於依賴系統問題而致使交控人員忽略外界其他人的警示。

所以在系統事件通知的部分，將會由事件主動通知與事件被動通知等兩部分，前者係事件透過自身的影像監控與辨識，主動掌握相關異常事件的發生並主動通報交控中心同仁注意；後者即外界民眾或其他單位對於異常事件的轉知，抑或者中心同仁恰好在影像畫面上看到事件發生過程，由同仁自行進入系統當中了解狀況並可選擇後續的相關應變措施，以避免有事件發生卻因系統問題而產生疏忽或忽略的風險。

而許多事件之發生其實並不影響日常交通之進行，所以在事件主動通知的部分，即可透過門檻值來做為事件是否有重大影響之選擇指標，例如可設定車道上車輛的停留時間做為是否異常的判斷標準，舉例而言，紅燈時間為 30 秒，若是停留超過 33 秒即可先行設定一預警通知，停留超過 35 秒則確認為異常，即可立即發布正式警訊給予中心同仁主動了解；抑或者也可利用車流速率作為當地交通是否壅塞的判準依據，舉例而言，在車流速率低於 40 km/hr 的時候，恐有壅塞現象出現，故而先行提供一預警給交控中心同仁，讓他們先行了解並判斷是否有惡化機會，而一旦車流速率低於 30 km/hr 時，即可正式確認有該道路有壅塞狀況，而引起此壅塞狀況的恐是異常事件，請交控中心人員主動了解。

除了就即時的道路交通狀況進行辨識與通知外，系統亦可透過歷史資料的分析與學習，進行相關事件(例如壅塞)的預測，用以在事件或狀況發生前，就先給予交控中心同仁予以關注和準備，如若真的發生即可立即運用預警機制所事先產生的相關應變辦法進行應對準備，以減少時間耗損所帶來的風險或損失遞增，甚至在事件發生之前，就先將其控制以防患於未然。

(三) 事件建議措施

為配合前述事件通知有分為主動以及被動，因此事件通知後的事件建議措施上，同樣也分為系統主動建議與系統被動建議。為避免系統上的失誤或是因人員太過仰賴系統，而忽略了系統以外的其它警示，故而在都市道路交通異常事件應變疏導的流程上，不僅有透過先進設備監控所產生相關警示外，同樣也包含外界的警示，所以在

後續的處理應變上，系統之做法亦會有所不同。

首先若系統監控或預測接下來可能有異常事件或道路壅塞情況發生，並進一步透過系統主動通知或警示交控中心同仁，則接下來系統可進一步利用訊息視窗，主動將下一步可進行的相關應變動作藉由螢幕所跳出之訊息視窗提供給交控中心人員參考決策，甚至是協助轉知相關訊息給有關單位，以縮短單位以及單位間的反應時間，增加異常事件反應或應對的之時效。例如系統可建議交控人員採取單位通知、資訊公告、號誌控制或者是派遣人力等方式，進行下一步之應對措施，而若是採取單位通知，也可在經交控人員同意後即立刻發出通知予相關單位知悉和應變；而資訊公告則同樣可在交控人員同意後，就利用已設定好的模組，立刻顯示在 CMS、APP、WEB 或是其它宣傳管道上，也或是由交控人員立刻操作編輯並發布警訊給用路人知悉；而若是號誌控制，則可協助交控人員參考號誌秒數調整之規則或參考建議進行秒數與時間的調整；而若是需派遣人力前往處理，也可透過模組化的處理，在交控人員同意之後就立即發送訊息給相關人員立刻前往處理或排除。

另一方面，若是系統沒有預警或警示，而係透過外界民眾或其他單位轉知的異常事件，則交控人員可主動進入系統頁面當中查詢相關事件之應變作為，並如同前面系統主動警示說明的，在經交控人員專業判斷並決定後，同樣可直接透過點擊處置措施並確認後，直接發送相關通知給有關單位，或者逕行於 CMS、APP、WEB 或其他宣傳管道中公告，抑或者在參考號誌秒數調整規範或建議後調整事件路段的號誌時間和秒數。此作法亦可協助交控中心同仁快速反應應變，避免接獲相關通知後，不僅需進行事件的內容細節確認，還需思考如何反應以及計算調整秒數等徒增事件整體的反應時間。

(四) 事件記錄

最後系統則可依照當初事件發生之時所標誌的時間，以及按照設備位置所標誌的地點開始進行記錄，並且連同系統進行影像判別時之過程，包含車種、車輛等，以及交控人員透過系統所做之整個應變過程皆予以詳細記錄。而若是外界民眾或是其他單位通知，系統上沒有預警之狀況，也可於後續補上時間、地點等相關資料，且於系統中進行相關應變措施之參考查找，或是應變執行時，系統也會予以記錄，所以也可待後續配合此記錄進行其他事件記錄的補述，以完善整個異常事件資料的記錄。

傳統現行交控中心對於交通異常事件的做法流程或思維邏輯主要係從人的角度進行，也就是過往受限於人力無法較為全面且主動地監控和即時地資訊傳遞，所以在做法上係以有限的人力思考如何執行才能夠快速且完善的排除異常事件，所以傳統

的異常事件處理做法係以人的角度切入，思考如何安排相關流程和工作。

而本計畫則係以先進科技做為基礎，期望藉由一監控系統與決策輔助系統，協助交控人員可以全面且主動監控都市各地的道路交通異常事件，並迅速透過系統預警或警示通知交控中心人員，再提供後續可執行之相關建議措施，縮短交控人員的反應時間，快速決策執行，所以本計畫係以系統之邏輯角度建構此一都市地區道路交通異常事件應變疏導流程的知識庫系統。

故而在流程上會與傳統過程有所不一，而在具體的作法上也會有所不一。並有鑑於過往各交控中心標準作業流程的(SOP)手冊大抵是以書冊或是圖表方式，提供新進人員閱讀了解或是供現場人員查找參閱，一來是此方式較為耗費時間，二來是冗長枯燥的手冊也較難讓人閱讀吸收，所以未來知識庫系統的設計上，也可以表單勾稽的方式讓交控中心人員，不論新進與否，在執行時皆可按照系統所提供的建議選項進行勾選，以此方式進行整個疏導應變的過程，此作法除較能讓人實際參與其中使人印象較為深刻外，同時也能在後續責任釐清時有個參考依據。所以在後續的知識庫系統設計上，具體的操作方式也可以此思路進行建置，讓都市地區道路交通疏導應變知識庫能夠協助支援交控或其他單位專業人員，卻又不讓其過度依賴而失去人員應持有之警覺性。

承上所述，以下茲將其交通異常事件疏導應變知識庫流程規劃如圖 4.7.6 所示。從偵測事件發生到整體資料記錄上，透過事件主動式到被動式建議兩方面著手，不論式從系統偵測後跳出建議措施視窗，或由人工發現做緊急應變之作為，均需在事件完成後進行相關資料記錄，進行經驗傳承。

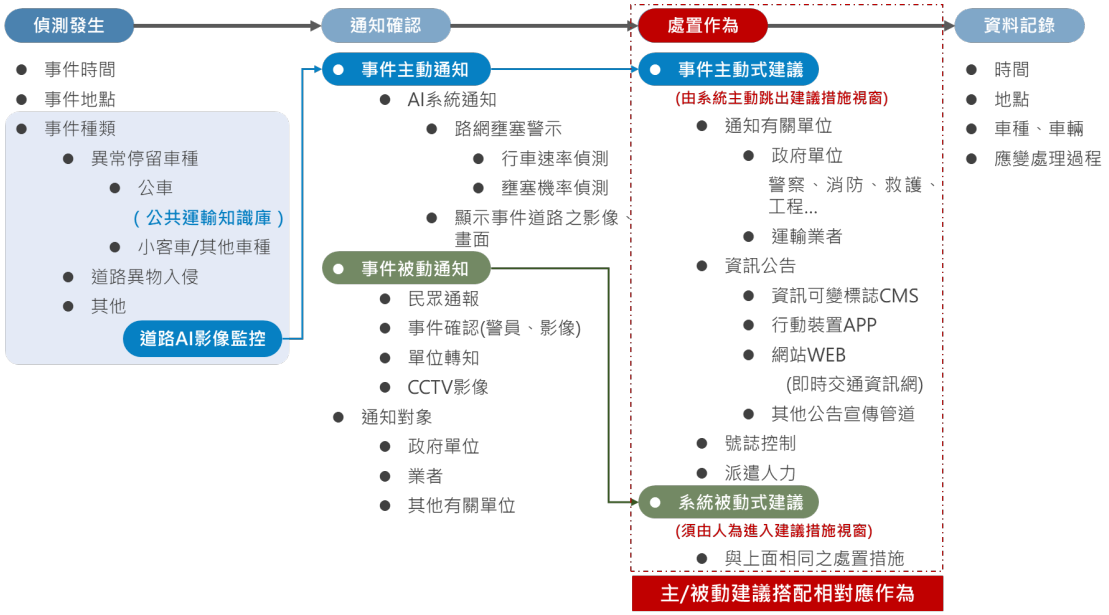


圖 4.7.6 交通異常事件疏導應變知識庫流程規劃

第五章　數位雙生模型功能擴充與精進

交通數位雙生模型需要建立真實世界的虛擬模型，包括交通網絡、道路、交通設施、車輛、行人、交通號誌和其他相關數據。透過整合來自不同來源的多種數據，包括即時交通數據、遙感數據、地理資訊數據等，以便進行更精確的模擬亦或是預測。基於文獻回顧，本計畫歸納出數位雙生技術的五大核心特性，如圖 5.0.1，包含開放性、資訊視覺化、AI 輔助決策、模擬預測能力以及感測遙控功能。本次數位雙生平台的功能擴充與精進工作，主要係圍繞這五大特性進行展開，旨在全面強化系統性能。透過系統功能調整，確保本次功能擴充與精進不僅符合數位雙生技術的本質特性，更進一步推動其在實際應用中的效能和價值。全面的優化不僅提高系統的整體性能，能為未來的智慧交通管理奠定更為堅實的技術基礎，使數位雙生平台在交通決策和管理中發揮更加關鍵的作用。

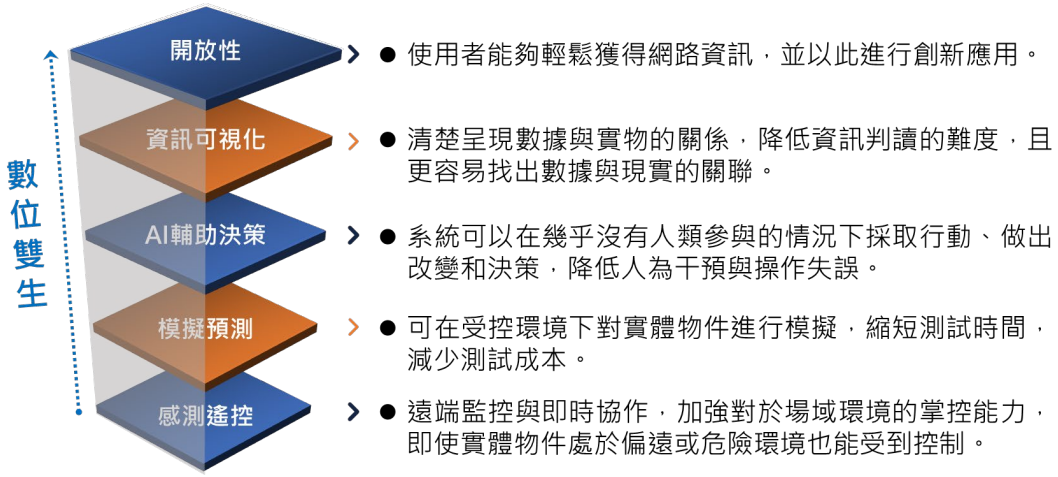


圖 5.0.1　數位雙生的特性

前期計畫場域範圍以臺中市臺灣大道永福路口至工業區一路口，進行數位雙生雛型開發與實作，本計畫基於前期成果，擴大場域範圍進行數位雙生功能擴充與精進，並說明如後。

5.1 前期計畫(110-111)重點功能成果說明

一、數據模型的開發與呈現

參考 NGSI-LD Ontology 及 SAE J2735 等國際標準開發數據模型。透過 CCTV 等偵測器蒐集場域即時資訊並傳回 Microsoft Azure 數位雙生平台，並以 Ontology 數據模型存取，透過 API 提供 3D 模型(數位神經中樞三維平台)即時呈現。前期計畫開發成果如表 5.1-1，功能架構如圖 5.1.1。

表 5.1-1 前期計畫開發成果

呈現內容	數據模型	資料端 API	應用端 API
即時車流	RoadSegment TrafficFlowObserved	UpdateTrafficFlowObserved	GetTrafficFlowObserved AlertTrafficFlow
公車場站人流	CrowdFlowObserved	UpdateCrowsFlow	GetCrowdFlowObserved AlertCrowdFlow
號誌時制	SPaT	UpdateSignal	BroadcastSPaT
CMS 看板	CMS	UpdateCMS	BroadcastCMS
公車/電動公車	Bus	UpdateBus	GetBus BroadcastBusStatus BroadcastBusLocation
路況預測	--	UpdateTrafficPredict	GetTrafficPredict

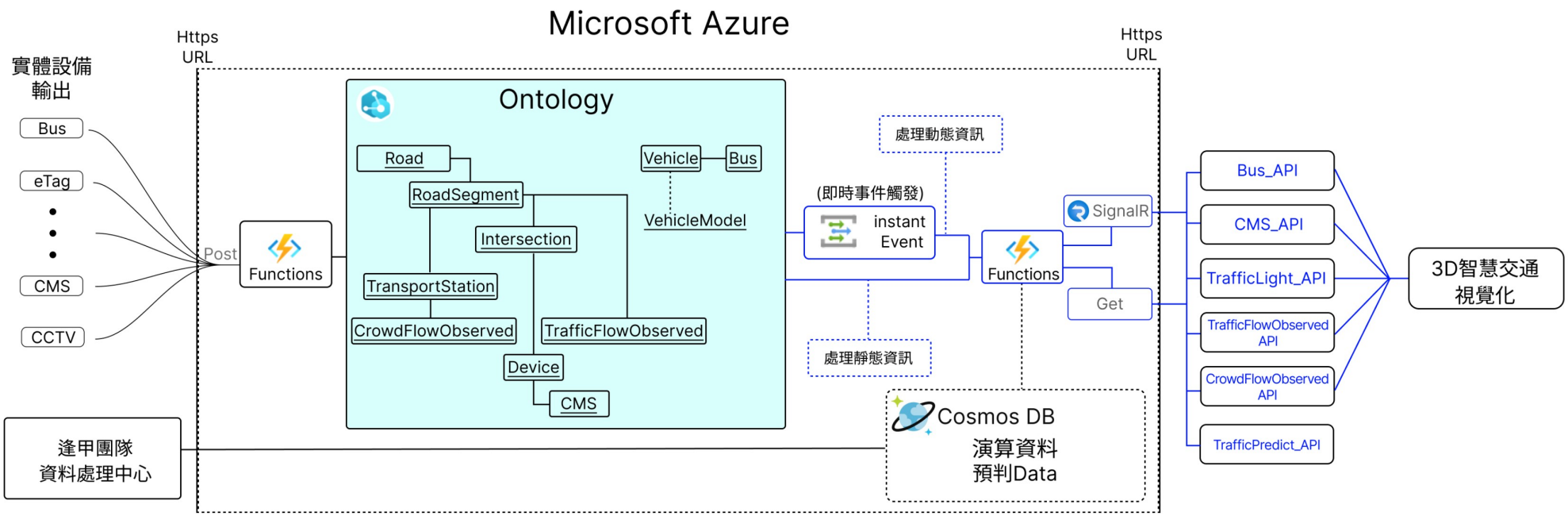


圖 5.1.1 前期計畫數位雙生功能架構

二、知識庫整合應用

前期計畫透過知識庫整合應用，實作三項告警功能：車流告警、人流告警、號誌異常告警。車流告警功能會在路段車流過多導致服務水準下降時觸發，提醒主管單位進行交通疏導，並檢討號誌時制設計。人流告警會在公車場站人流超過門檻時觸發，提醒主管單位公車場站可能過於擁擠。號誌異常告警會在設備傳送異常訊息時觸發，通知主管單位進行設備檢修。

平台收到告警訊息時，會在畫面左下角顯示紅色三角形圖示，告知使用者目前有告警訊息發生。點擊圖示會展開告警訊息列表，能夠看到目前觸發的所有告警訊息。點擊告警訊息，畫面視角會聚焦到告警發生的場所，並且顯示告警內容明細與建議措施，讓使用者能夠快速理解發生告警的地點並盡速採取相應對策，如圖 5.1.2 與圖 5.1.3。平台收到一則告警訊息後，預設會持續顯示告警訊息 3 分鐘，期間若持續收到相同的告警訊息，則顯示時間延長；若 3 分鐘後沒有收到相同的告警訊息，則認定告警狀況解除，不再顯示告警訊息。

圖 5.1.2 告警訊息畫面 1

圖 5.1.3 告警訊息畫面 2

三、交通參數預測模式之整合應用

數位雙生路況預測功能流程如圖 5.1.4，透過資料端 API 介接路況預測資料，並更新 Azure Cosmos DB，透過應用端 API 進行資料庫查詢，使用者可透過智慧交通數位神經中樞三維平台選定查詢時間範圍，查詢畫面呈現如圖 5.1.5；路況預測功能提供查詢指定時間的預測車速與壅塞機率，查詢結果將顯示在主畫面上，並在畫面右上角顯示詳細預測車速與壅塞機率，如圖 5.1.6 就概念性呈現內容針對功能內容進行滾動式調整。另本功能所使用之 API 則比照前期所開發建置完成之內容，如表 5.1-1 所列。

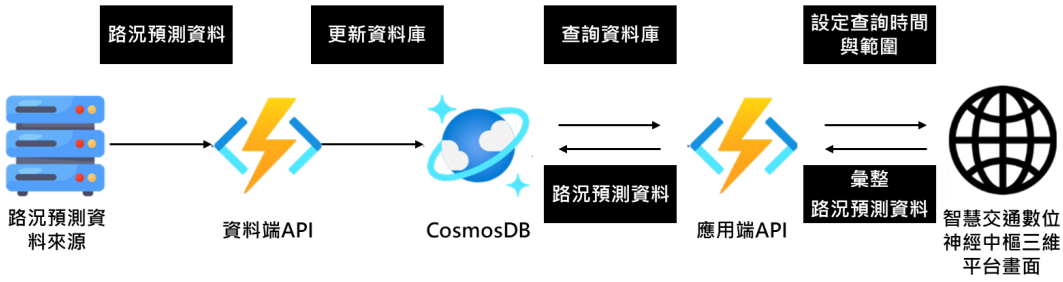


圖 5.1.4 數位雙生路況預測功能流程圖

圖 5.1.5 路況預測查詢畫面

圖 5.1.6 路況預測顯示畫面

表 5.1-2 本期計畫新增數位雙生範圍彙整

數據模型	ID	名稱
dtmi:com:hwacom:Road;1	yongfuRd.	永福路
dtmi:com:hwacom:Road;1	fuyaRd.	福雅路
dtmi:com:hwacom:Road;1	fukangRd.	福康路
dtmi:com:hwacom:Road;1	gongyequ1stRd.	工業區一路
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_3_f	永福路北向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_3_b	永福路南向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_4_f	福雅路北向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_4_b	福雅路南向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_5_f	福康路北向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_5_b	福康路南向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_6_f	工業區一路北向
dtmi:com:hwacom:RoadSegment;1	roadSegment_6_b	工業區一路南向
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_1_f_4	臺灣大道西向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_1_b_5	臺灣大道東向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_1_b_6	臺灣大道東向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_2_f_5	臺灣大道西向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_2_f_6	臺灣大道西向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_2_b_4	臺灣大道東向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_2_b_5	臺灣大道東向慢車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_3_f_1	永福路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_3_f_2	永福路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_3_b_1	永福路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_3_b_2	永福路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_4_f_1	福雅路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_4_f_2	福雅路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_4_b_1	福雅路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_4_b_2	福雅路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_5_f_1	福康路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_5_f_2	福康路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_5_b_1	福康路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_5_b_2	福康路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_6_f_1	工業區一路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_6_f_2	工業區一路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_6_f_3	工業區一路北向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_6_b_1	工業區一路南向車道
dtmi:com:hwacom:TrafficFlowObserved;1	trafficFlowObserved_6_b_2	工業區一路南向車道

5.2 平台功能擴充與實作

一、場域範圍

前期計畫已測試臺灣大道主要幹道路線方向，本期計畫納入相交支道，並考量使用更多元資料。另依據前期計畫處理多元資料經驗，將延續 Azure 作為數據中心環境運作。而 Azure 平台在物聯網(IoT)領域的前端到後端有許多相應的服務，使用者能夠按照使用情境與需求自由選擇所需的服務，讓 Azure 幫助使用者快速的建立物聯網環境。

此外，前期數位雙生實現範圍受感測器建置範圍與資料蒐集範圍限制，聚焦在臺灣大道四段永福路口至工業區一路口的快車道路段，其中包含三處號誌化路口、兩處 BRT 公車站，以及一個 CMS 數位看板。本期計畫則於場域內增設攝影機，以影像辨識作為蒐集車流資訊的手段，因此數據庫範圍新增臺灣大道四段慢車道路段、永福路、福雅路、福康路與工業區一路，如圖 5.2.1 所示，淺綠色部分為前期工作範圍，淺藍色部分則為本期新增工作範圍。

二、數位雙生數據庫

為實現數位雙生平台的協同運作，需對數據模型進行標準化，以確保平台和 API 層級的互操作性，使不同領域和應用服務之間能夠共享數據，同時確保應用服務在數據層級的互通性。本計畫延續前期成果（如圖 5.2.1 所示），並遵循 NGSI-LD（Next Generation Service Interfaces）標準規範，進一步擴充數位雙生數據庫。在既有模型的基礎上，新增了綠燈使用率模型、旅行時間使用率模型，並擴展了道路數位雙生模型的內容，包括平均間距、平均間程、平均車長、平均車速，以及路口轉向流量模型，以充分滿足本期數位雙生平台的需求。

根據本期新增場域範圍，數位雙生數據庫進行相應擴充。新增內容包含 4 條道路、8 條路段及 24 條車道，詳細內容如表 5.1-2 所示。隨後，數位雙生模型根據模型屬性與層級關係輸入至 Azure Digital Twins 中，建立數位雙生場域關係圖（如圖 5.2.2 所示）。納入新增範圍後，目前系統共包含 5 條道路、12 條路段、38 條車道、3 個號誌化路口、2 處 BRT 車站及 1 座 CMS 可變號誌。

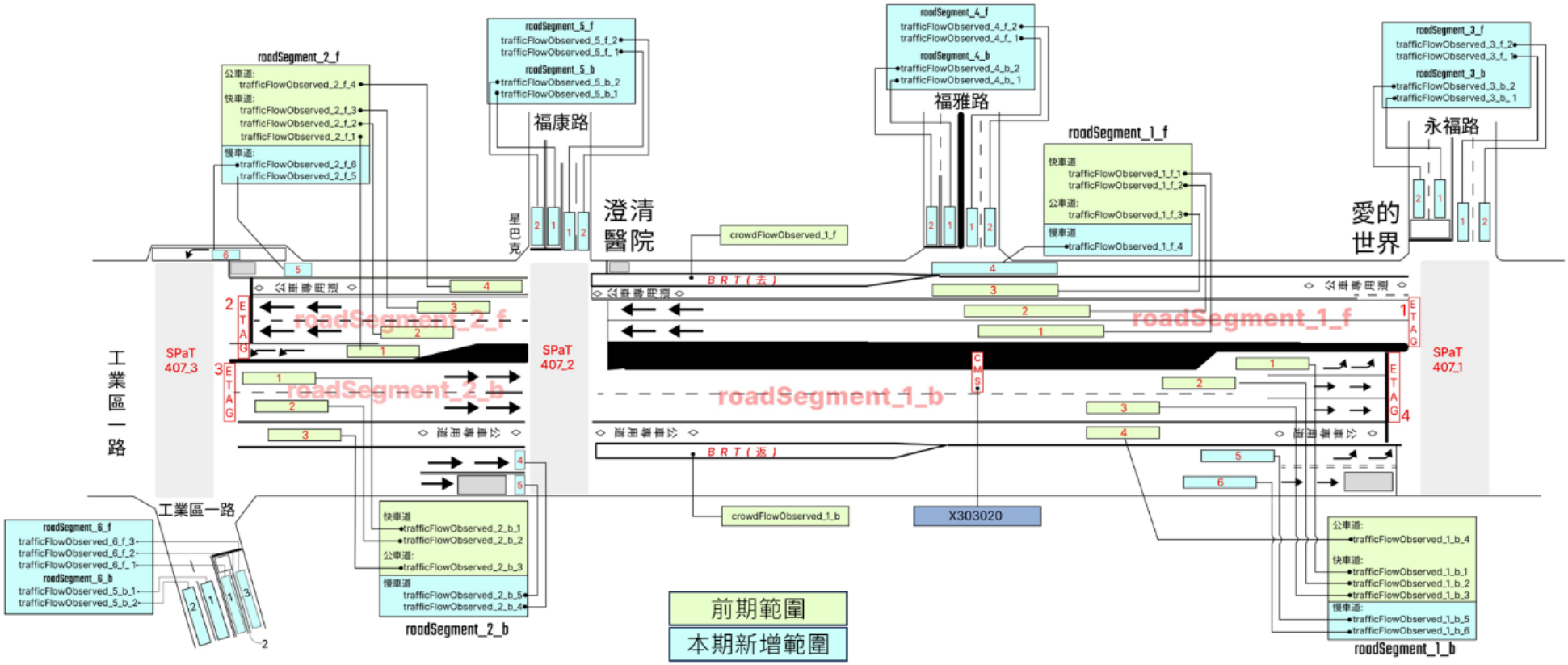


圖 5.2.1 本期計畫數位雙生構建範圍示意圖 1

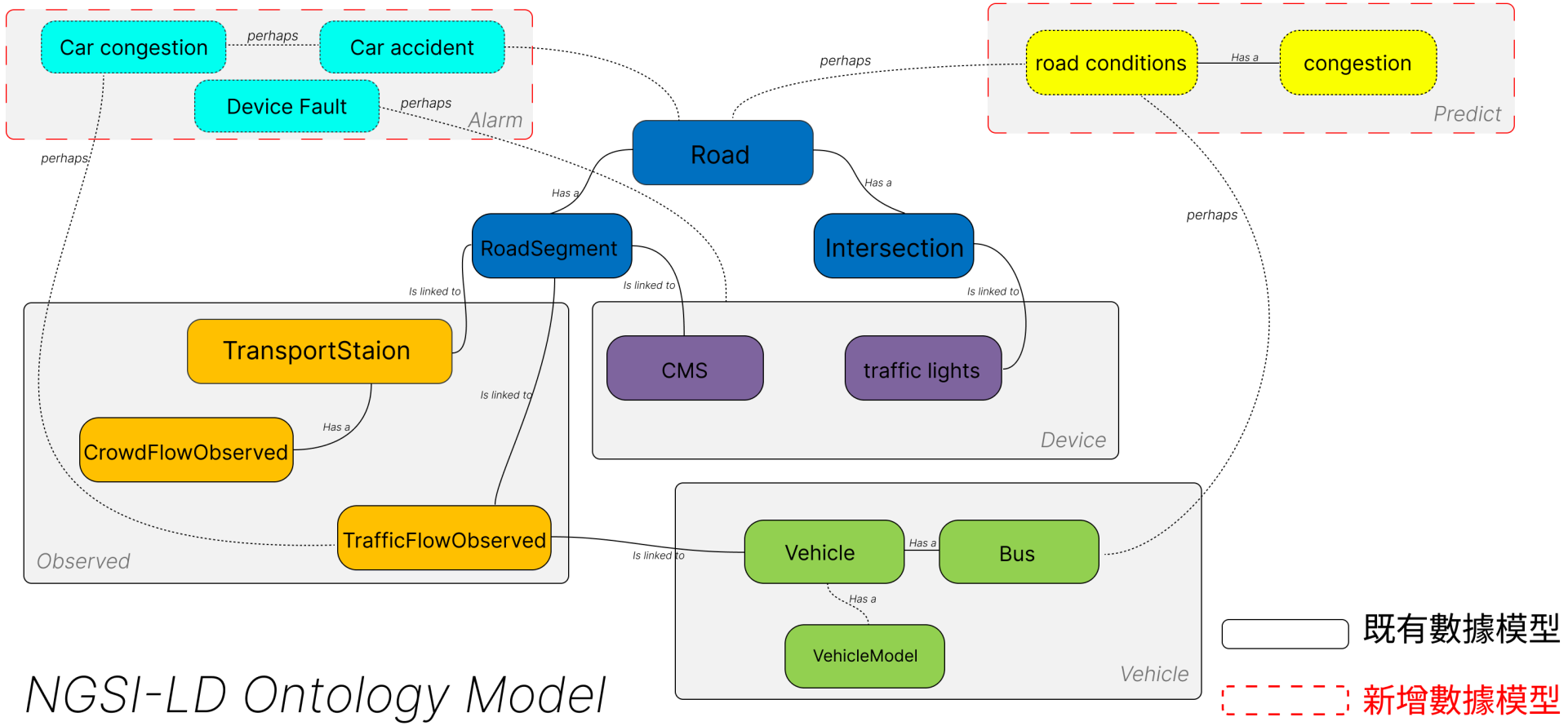


圖 5.2.2 本期計畫數位雙生構建範圍示意圖 2

三、本期資料介接項目 API 開發

現場端設備經過影像辨識產生資料後，需要透過應用程式介面(Application Programming Interface, API)將資料傳輸至數位雙生平台，以便平台處理辨識結果，視覺化呈現於數位雙生平台。依照資料內容，設計並建置路口轉向量、路段車流量、行穿線行人偵測、路段平均旅行時間延滯及綠燈使用率五支 API。

現場端設備經過影像辨識產生資料後，需要透過應用程式介面(Application Programming Interface, API)將資料傳輸至數位雙生平台，以便平台處理辨識結果，視覺化呈現於數位雙生平台。依照資料內容，需設計並建置路口轉向量、路段車流量、行穿線行人偵測、路段平均旅行時間延滯及綠燈使用率五支 API。

表 5.2-1 路口轉向量 API

編號	1-1
URL	https://hwacom-digital-nerve-hub-funcapp.azurewebsites.net/api/PostTurningRate?code=[key]
對象	力學
功能說明	轉向量資料接收
Request	
方法	HTTP POST
Header	"encoding": "utf8"
Body	
Body 範例	{ "intersectionId": { "id": 2, "region": 407 }, "timestamp": "1583142373736", "turn": [{ "from": 18, "to": 98, "count": 20, "info": [{ "detectClass": "CAR", "count": 5 }, { "detectClass": "BUS", "count": 4 }, { "detectClass": "S_TRUCK", "count": 3 }, { "detectClass": "B_TRUCK", "count": 2

<table>
<tr><td></td><td>
<pre>
                    }, {
                        "detectClass": "TRAILERS",
                        "count": 1
                    }, {
                        "detectClass": "MOTOR",
                        "count": 5
                    }, {
                        "detectClass": "BICYCLE",
                        "count": 0
                    }, {
                        "detectClass": "PEDESTRIAN",
                        "count": 0
                    }
                ]
            }
        ]
}
</pre>
</td></tr>
<tr><td>欄位說明</td><td>
<table>
<tr><th>欄位名稱</th><th>欄位內容</th><th>說明</th><th>JSON 類型</th></tr>
<tr><td>intersectionId</td><td>路口 ID</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>-region</td><td>路口所屬區域編號</td><td>路口所屬區域編號，本標準採用郵遞區號</td><td>int</td></tr>
<tr><td>-id</td><td>區域內路口流水編號</td><td>區域內路口流水編號</td><td>int</td></tr>
<tr><td>timestamp</td><td>基準對時時間點</td><td>Unix timestamp</td><td>string</td></tr>
<tr><td>turn</td><td>路口車流轉向量</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>-from</td><td>出發車道 ID</td><td></td><td>int</td></tr>
<tr><td>-to</td><td>抵達車道 ID</td><td></td><td>int</td></tr>
<tr><td>-count</td><td>車輛數</td><td></td><td>int</td></tr>
<tr><td>-info</td><td>車種情報</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>--detectClass</td><td>車種</td><td>CAR：小客車
BUS：大客車
S_TRUCK：小貨車
B_TRUCK：大貨車
TRAILERS：聯結車
MOTOR：機車
BICYCLE：自行車
PEDESTRIAN：行人</td><td>string</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

表 5.2-2 車道 ID 對照表

region	id	路口	車道 ID	描述
407	1	永福路口	1	永福路往北內側
			2	永福路往北外側
			17	永福路往南內側

region	id	路口	車道 ID	描述
			18	永福路往北外側
			33	臺灣大道(中工三路-永福路)往東快車道內側
			34	臺灣大道(中工三路-永福路)往東快車道外側
			35	臺灣大道(中工三路-永福路)往東公車道
			36	臺灣大道(中工三路-永福路)往東慢車道
			49	臺灣大道(中工三路-永福路)往西快車道內側
			50	臺灣大道(中工三路-永福路)往西快車道外側
			51	臺灣大道(中工三路-永福路)往西公車道
			52	臺灣大道(中工三路-永福路)往西慢車道
			65	臺灣大道(永福路-福康路)往西快車道內側
			66	臺灣大道(永福路-福康路)往西快車道外側
			67	臺灣大道(永福路-福康路)往西公車道
			68	臺灣大道(永福路-福康路)往西慢車道
			81	臺灣大道(永福路-福康路)往東快車道左轉道
			82	臺灣大道(永福路-福康路)往東快車道內側
			83	臺灣大道(永福路-福康路)往東快車道外側
			84	臺灣大道(永福路-福康路)往東公車道
			85	臺灣大道(永福路-福康路)往東慢車道左轉道
			86	臺灣大道(永福路-福康路)往東慢車道
	2	福康路口	1	福康路往北內側
			2	福康路往北外側
			17	福康路往南內側
			18	福康路往南外側
			33	臺灣大道(永福路-福康路)往東快車道內側
			34	臺灣大道(永福路-福康路)往東快車道外側
			35	臺灣大道(永福路-福康路)往東公車道
			36	臺灣大道(永福路-福康路)往東慢車道
			49	臺灣大道(永福路-福康路)往西快車道內側
			50	臺灣大道(永福路-福康路)往西快車道外側
			51	臺灣大道(永福路-福康路)往西公車道
			52	臺灣大道(永福路-福康路)往西慢車道
			65	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西快車道內側
			66	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西快車道外側
			67	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西公車道
			68	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西慢車道
			81	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東快車道內側
			82	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東快車道外側
			83	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東公車道
			84	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東慢車道

region	id	路口	車道 ID	描述
	3	工業區一路口	1	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東快車道內側
			2	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東快車道外側
			3	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東公車道
			4	臺灣大道(福康路-工業區一路)往東慢車道
			17	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西快車道內側
			18	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西快車道外側
			19	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西公車道
			20	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西慢車道
			21	臺灣大道(福康路-工業區一路)往西慢車道待轉
			33	工業區一路往南內側
			34	工業區一路往南外側
			49	工業區一路往北內側
			50	工業區一路往北機車優先
			51	工業區一路往北右轉道
			65	臺灣大道(工業區一路-福林路)往西快車道內側
			66	臺灣大道(工業區一路-福林路)往西快車道外側
			67	臺灣大道(工業區一路-福林路)往西公車道
			68	臺灣大道(工業區一路-福林路)往西慢車道
			81	臺灣大道(工業區一路-福林路)往東快車道內側
			82	臺灣大道(工業區一路-福林路)往東快車道外側
			83	臺灣大道(工業區一路-福林路)往東公車道
			84	臺灣大道(工業區一路-福林路)往東慢車道

圖 5.2.3 永福路口車道 ID 對照

圖 5.2.4 福康路口車道 ID 對照

圖 5.2.5 工業區一路口車道 ID 對照

表 5.2-3 路段車流量 API

編號	1-2
URL	https://hwacom-digital-nerve-hub-funcapp.azurewebsites.net/api/PostRoadSegmentTrafficFlow?code=[key]
對象	力學
功能說明	路段車流資料接收
Request	
方法	HTTP POST
Header	"encoding": "utf8"
Body	

Body 範例


```
{
    "roadSegmentId": "roadSegment_2_b",
    "timestamp": "1583142373736",
    "laneData": [{
            "lane": "18",
            "averageGapDistance": 5.0,
            "averageHeadwayTime": 1.0,
            "averageVehicleLength": 9.87,
            "averageVehicleSpeed": {
                " averageSpeed ": 52.8,
                "info": [{
                        "detectClass": "CAR",
                        "averageSpeed": 40.6
                    }, {
                        "detectClass": "BUS",
                        " averageSpeed": 38.8
                    }
                ]
            },
            "intensity": {
                "mount": 16,
                "info": [{
                        "detectClass": "CAR",
                        "count": 10
                    }, {
                        "detectClass": "BUS",
                        "count": 6
                    }
                ]
            },
            "park": {
                "count": 3,
                "info": [{
                        "detectClass": "CAR",
                        "count": 1
                    }, {
                        "detectClass": "BUS",
                        "count": 2
                    }
                ]
            },
            "period": 60
        }
    ]
}
```


欄位說明

欄位名稱	欄位內容	說明	JSON 類型
roadSegmentId	路段 ID		Object
timestamp	基準對時時間點	Unix timestamp	string

	laneData	車道車流量		Object
	-lane	車道 ID		string
	-averageGapDistance	平均車間程	單位：m	float
	-averageHeadwayTime	平均車間距	單位：s	float
	-averageVehicleLength	平均車長	單位：m	float
	-averageVehicleSpeed	平均車速		Object
	--averageSpeed	車速	單位：km/h	float
	--info	車種情報		Object
	---detectClass	車種	CAR：小客車 BUS：大客車 S_TRUCK：小貨車 B_TRUCK：大貨車 TRAILERS：聯結車 MOTOR：機車 BICYCLE：自行車 PEDESTRIAN：行人	string
	---count	數量		int
	-intensity	車流量		Object
	--mount	車輛數		int
	-park	停止車輛		Object
	-period	訊號週期	單位：s	int

表 5.2-4 路段 ID 對照表

路段 ID	路段描述	車道 ID	車道描述
roadSegment_1_f	永福路-福康路(西向)	trafficFlowObserved_1_f_1	快車道內側
		trafficFlowObserved_1_f_2	快車道外側
		trafficFlowObserved_1_f_3	公車道
		trafficFlowObserved_1_f_4	機車道
roadSegment_1_b	永福路-福康路(東向)	trafficFlowObserved_1_b_1	快車道左轉道
		trafficFlowObserved_1_b_2	快車道內側
		trafficFlowObserved_1_b_3	快車道外側
		trafficFlowObserved_1_b_4	公車道
		trafficFlowObserved_1_b_5	慢車道左轉
		trafficFlowObserved_1_b_6	慢車道外側
roadSegment_2_f	福康路-工業區一路(西向)	trafficFlowObserved_2_f_1	快車道左轉道
		trafficFlowObserved_2_f_2	快車道內側
		trafficFlowObserved_2_f_3	快車道外側
		trafficFlowObserved_2_f_4	公車道
		trafficFlowObserved_2_f_5	慢車道內側
		trafficFlowObserved_2_f_6	慢車道待轉區
roadSegment_2_b	福康路-工業	trafficFlowObserved_2_b_	快車道內側

	區一路(東向)	trafficFlowObserved_2_b_	快車道外側
		trafficFlowObserved_2_b_	公車道
		trafficFlowObserved_2_b_	慢車道內側
		trafficFlowObserved_2_b_	慢車道外側

表 5.2-5 行穿線行人偵測 API

編號	1-3			
URL	https://hwacom-digital-nerve-hub-funcapp.azurewebsites.net/api/crowdFlow?code=[key]			
功能說明	行穿線行人資料接收			
Request				
方法	HTTP POST			
Header	"encoding": "utf8"			
Body				

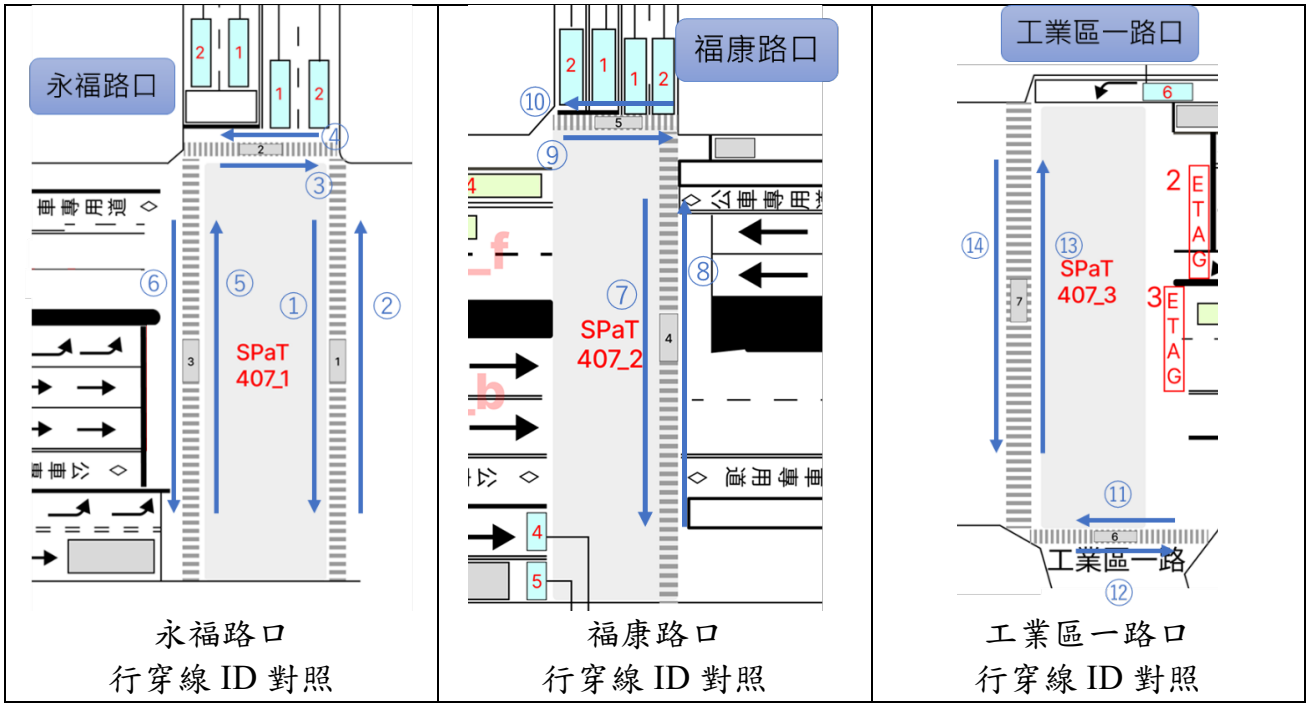
Body 範例	[{
	"id": "crowdFlowObserved_2_f",
	"averageCrowdSpeed": 2.2,
	"averageHeadwayTime": 18,
	"dateObservedFrom": "2024-03-15 17:07:00",
	"dateObservedTo": "2024-03-15 17:08:00",
	"peopleCount": 12,
	"occupancy": 0.08
	}
	]			

欄位說明	欄位名稱	欄位內容	說明	JSON 類型
	id	行穿線 ID		string
	averageCrowdSpeed	平均人流速度	單位：m/s	float
	averageHeadwayTime	人流移動間距	單位：s	float
	dateObservedFrom	記錄起始時間	yyyy-MM-dd HH:mm:ss	string
	dateObservedTo	記錄結束時間	yyyy-MM-dd HH:mm:ss	string
	peopleCount	人流數量統計	單位：人	int
	occupancy	佔有率		float

表 5.2-6 行穿線 ID 對照

編號	ID	位置描述
①	crowdFlowObserved_2_f	永福路口東側南向(順時針方向)
②	crowdFlowObserved_2_b	永福路口東側北向(逆時針方向)
③	crowdFlowObserved_3_f	永福路口北側東向(順時針方向)
④	crowdFlowObserved_3_b	永福路口北側西向(逆時針方向)

編號	ID	位置描述
⑤	crowdFlowObserved_4_f	永福路口西側北向(順時針方向)
⑥	crowdFlowObserved_4_b	永福路口西側南向(逆時針方向)
⑦	crowdFlowObserved_5_f	福康路口東側南向(順時針方向)
⑧	crowdFlowObserved_5_b	福康路口東側北向(逆時針方向)
⑨	crowdFlowObserved_6_f	福康路口北側東向(順時針方向)
⑩	crowdFlowObserved_6_b	福康路口北側南向(逆時針方向)
⑪	crowdFlowObserved_7_f	工業區一路口南側西向(順時針方向)
⑫	crowdFlowObserved_7_b	工業區一路口南側東向(逆時針方向)
⑬	crowdFlowObserved_8_f	工業區一路口西側北向(順時針方向)
⑭	crowdFlowObserved_8_b	工業區一路口西側南向(逆時針方向)



永福路口 行穿線 ID 對照　　福康路口 行穿線 ID 對照　　工業區一路口 行穿線 ID 對照

圖 5.2.6 行穿線 ID 對照

表 5.2-7 路燈使用率 API

編號	1-4
URL	https://hwacom-digital-nerve-hub-funcapp.azurewebsites.net/api/GreenLightUsage?code=[key]
功能說明	綠燈使用率資料接收
Request	
方法	HTTP POST
Header	"encoding": "utf8"
Body	

Body 範例	[{
	"intersectionId": {
	"id": 1,

<table>
<tr><td></td><td>
<pre>
            "region": 407
        },
        "timestamp": "1716652800000",
        "approach": 1,
        "totalLength": 900,
        "greenLength": 570,
        "cycle": 180,
        "usage": 0.65,
        "count": 42
    }
]
</pre>
</td></tr>
<tr><td>欄位說明</td><td>
<table>
<tr><th>欄位名稱</th><th>欄位內容</th><th>說明</th><th>JSON 類型</th></tr>
<tr><td>intersectionId</td><td>路口 ID</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>-region</td><td>路口所屬區域編號</td><td>路口所屬區域編號，本標準採用郵遞區號</td><td>int</td></tr>
<tr><td>-id</td><td>區域內路口流水編號</td><td>區域內路口流水編號</td><td>int</td></tr>
<tr><td>timestamp</td><td>資料時間</td><td></td><td>string</td></tr>
<tr><td>approach</td><td>行進方向</td><td>道路進入路口的方向。由北端路口順時針排序，數值由 0 開始</td><td>int</td></tr>
<tr><td>totalLength</td><td>總時長</td><td>本筆資料統計時長，單位：s</td><td>int</td></tr>
<tr><td>greenLength</td><td>綠燈時長</td><td>本筆資料綠燈總時長，單位：s</td><td>int</td></tr>
<tr><td>cycle</td><td>號誌週期</td><td>單位：s</td><td>int</td></tr>
<tr><td>usage</td><td>綠燈使用率</td><td></td><td>float</td></tr>
<tr><td>count</td><td>車輛數</td><td>本筆資料統計車輛數，單位：輛</td><td>int</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

圖 5.2.7 永福路口行進方向對照

圖 5.2.8 福康路口行進方向對照

圖 5.2.9 工業區一路口行進方向對照

表 5.2-8 路段平均旅行時間延滯 API

編號	1-5
URL	https://hwacom-digital-nerve-hub-funcapp.azurewebsites.net/api/TravelTimeDelay?code=[key]
功能說明	路段平均旅行時間延滯資料接收
Request	
方法	HTTP POST
Header	"encoding": "utf8"
Body	
Body 範例	[{ "id": "travelTimeDelay_1",

<table>
<tr><td></td><td>
<pre>
        "origin": {
            "latitude": 24.181924,
            "longitude": 120.617378
        },
        "destination": {
            "latitude": 24.181142,
            "longitude": 120.618928
        },
        "timestamp": "1716652800000000",
        "distance": 200,
        "speedLimit": 40,
        "standardTravelTime": 18.0,
        "averageTravelTime": 22.4,
        "totalDelay": 140.8,
        "averageDelay": 4.4,
        "startCount": 32,
        "endCount": 32,
        "matchCount": 32
    }
]
</pre>
</td></tr>
<tr><td>欄位說明</td><td>
<table>
<tr><th>欄位名稱</th><th>欄位內容</th><th>說明</th><th>JSON 類型</th></tr>
<tr><td>id</td><td></td><td>旅行時間延滯流水編號</td><td>string</td></tr>
<tr><td>origin</td><td>起點資料</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>-latitude</td><td>緯度</td><td></td><td>float</td></tr>
<tr><td>-longitude</td><td>經度</td><td></td><td>float</td></tr>
<tr><td>destination</td><td>迄點資料</td><td></td><td>Object</td></tr>
<tr><td>timestamp</td><td>資料時間</td><td></td><td>string</td></tr>
<tr><td>distance</td><td>距離</td><td>起訖點距離，單位：m</td><td>float</td></tr>
<tr><td>speedLimit</td><td>速限</td><td>此路段的速限，單位：km/hr</td><td>int</td></tr>
<tr><td>standardTravelTime</td><td>標準旅行時間</td><td>以最高速限行駛此路段所需花費的時間，單位：s</td><td>float</td></tr>
<tr><td>averageTravelTime</td><td>平均旅行時間</td><td>車輛行駛此路段平均需花費的時間，單位：s</td><td>float</td></tr>
<tr><td>totalDelay</td><td>總延滯秒數</td><td>所有通過車輛的旅行時間延滯之和，單位：s</td><td>float</td></tr>
<tr><td>averageDelay</td><td>平均延滯秒數</td><td>總延滯秒數除以比對成功車輛數，單位：s</td><td>float</td></tr>
<tr><td>startCount</td><td>起點偵測車輛數</td><td>單位：輛</td><td>int</td></tr>
<tr><td>endCount</td><td>迄點偵測車輛數</td><td>單位：輛</td><td>int</td></tr>
<tr><td>matchCount</td><td>比對成功車輛數</td><td>單位：輛</td><td>int</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

四、數位雙生模型分級

數位雙生技術的核心優勢之一在於其卓越的視覺化能力，而 3D 模型無疑是最能直觀呈現和精確還原現場狀況的技術。3D 模型的精細度通常以細節層級(Level of Detail, LOD)來衡量，從最簡略的 LOD 0 到最精細的高等級，隨著等級提升，模型所包含的資訊和細節隨之增加，但同時也需要更多的建置成本和維護資源。

本計畫在權衡實際應用需求與資源投入後，選擇採用 LOD 1 至 2 之間的 3D 模型標準。這個折衷方案不僅能在有限預算內提供足夠清晰的環境細節，確保使用者能夠準確辨識和理解模擬場景，還能有效降低系統維護需求，縮短建置時程。這種策略性的平衡不僅優化成本效益，還確保系統的高效運作和長期可持續性，為數位雙生平台的實際應用和未來擴展奠定堅實基礎。

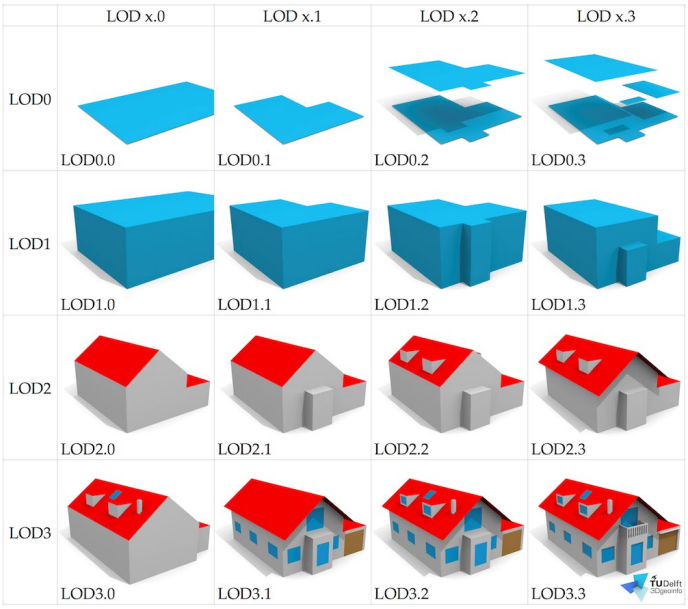


圖 5.2.10 LOD 等級示意圖

5.3 數位雙生平台功能展示

本期數位雙生平台新增路口轉向量、行穿線行人偵測、綠燈使用率、路段旅行時間延滯及路段影像資料介接等五項功能，同時著重強化既有的路段車流量功能。以下將針對各項新增及改進的功能進行詳細說明，以展示本次更新為平台帶來的效能提升和應用拓展。

一、路段車流量

本平台先前的即時車流功能主要依賴 ETC 偵測器資料來推算路段車流量，但因 ETC 偵測器覆蓋範圍有限，僅能提供臺灣大道快車道的即時車流數據。為突破此限制，本次更新採用 AI-CCTV 影像辨識技術作為路段車流量資料來源，大幅擴展偵測範圍至

臺灣大道雙向快慢車道。此項改進不僅使系統能夠分別計算每個車道的車流，並使用綠、黃、紅三色直觀呈現不同路段的車流速率，顯著提升視覺化效果，如圖 5.3.1 所示。

二、路口轉向量

路口轉向量功能採用 AI-CCTV 影像辨識技術作為主要資料來源，實現偵測路口車輛轉彎方向的能力。圖 5.3.2 中，在路口轉向量顯示牌上，能夠切換顯示「轉向」或「車種」，選擇「轉向」時，顯示此行進方向往各個方向的轉向量；選擇「車種」時，顯示此方向各車種的偵測數量。路口轉向量功能不僅能夠準確捕捉車輛的行進路徑，還能有效區分車輛類型，將其分類為大型車輛、小型車輛和機車。透過這種細緻的分類方法，系統能夠分別統計各類車輛的轉向量，為交通規劃和管理提供更為全面且精確的數據支持。

圖 5.3.1 數位雙生平台畫面-路段車流量

圖 5.3.2 數位雙生平台畫面-路口轉向量

三、行穿線行人偵測

行穿線行人偵測功能運用 AI-CCTV，針對特定行人穿越道進行實時監控。透過影像辨識技術，系統能夠辨識並統計穿越道上的行人數量及其移動方向。這些數據經過處理後，會即時呈現在數位雙生平台上，為使用者提供直觀且實用的人流資訊。為確保數據的時效性和準確性，系統每 15 分鐘自動更新一次資料，而系統中一組行穿線會顯示兩個方向的行人通行統計量，如圖 5.3.3。此功能能持續為交通管理和都市規劃提供最新、最可靠的行人動態資訊。

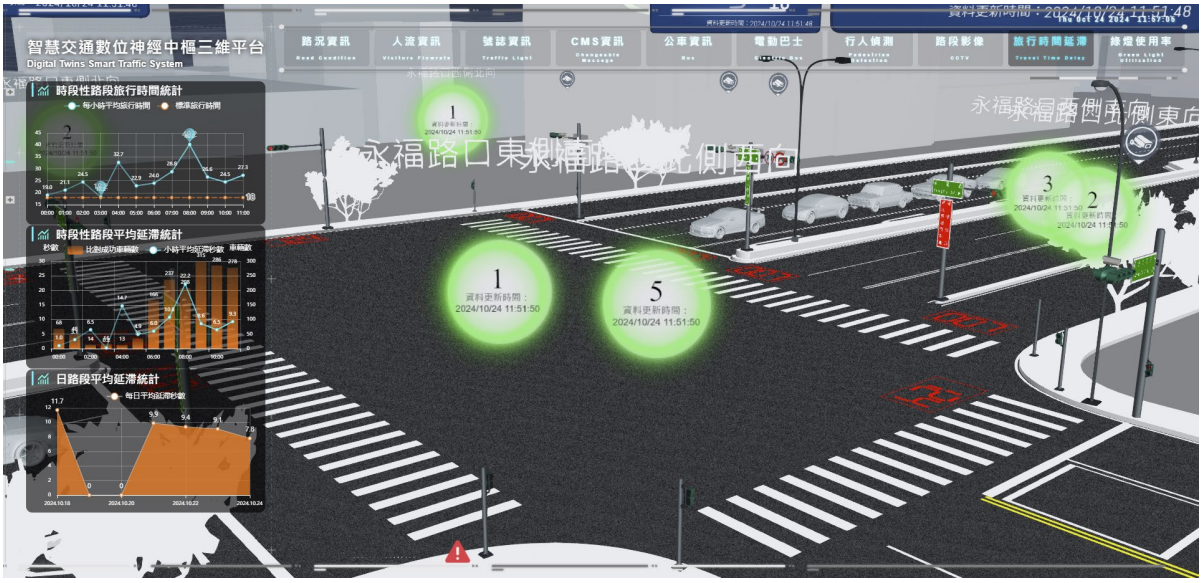


圖 5.3.3 數位雙生平台畫面-行穿線行人偵測

四、綠燈使用率

綠燈使用率功能運用 AI-CCTV，統計綠燈時相內通過的車輛數量，藉此推算綠燈實際使用時長，進而計算出綠燈使用率。此指標對交通管理極為重要，較高的使用率意味著路口交通流量大，可能需要調整增加綠燈時長以提升通行效率。圖 5.3.4 在數位雙生平台的視覺化呈現中，不僅以百分比數值展示路口各方向的綠燈使用率，更運用綠色深淺變化進行強調：使用率越高，呈現的綠色越深，直觀反映路口繁忙程度。為確保數據時效性，系統每 15 分鐘自動更新一次資料，持續為交通規劃決策提供最新、最準確的參考依據，有助於優化交通號誌時制，提高整體路口運作效能。

圖 5.3.4 數位雙生平台畫面-綠燈使用率

五、路段旅行時間延滯

路段旅行時間延滯功能透過在路段起訖點部署 AI-CCTV，精確追蹤同一車輛通過整段路程所需的時間。系統將這一實際旅行時間與預設的標準通行時間進行比對，從而計算出路段旅行時間延滯情況。圖 5.3.5 中的圖板左上角為本路段的「標準旅行時間」，係以路段長度與路段速限計算得出之理想狀態下標準旅行時間，右上角為「平均旅行時間」，藉由影像偵測資料，計算車輛實際通過此路段花費的平均時間，下方為「平均延滯時間」，為平均旅行時間與標準旅行時間之差值。這項功能為使用者提供即時且直觀的路段壅塞程度評估，成為了解當前交通狀況的重要工具。為確保資訊的及時性和準確性，系統每 15 分鐘自動更新一次數據，持續為交通管理人員和道路使用者提供最新的路況資訊。這不僅有助於即時交通管制決策，也為長期交通規劃和改善提供了可靠的數據支持，進一步優化城市交通網絡的整體效能。

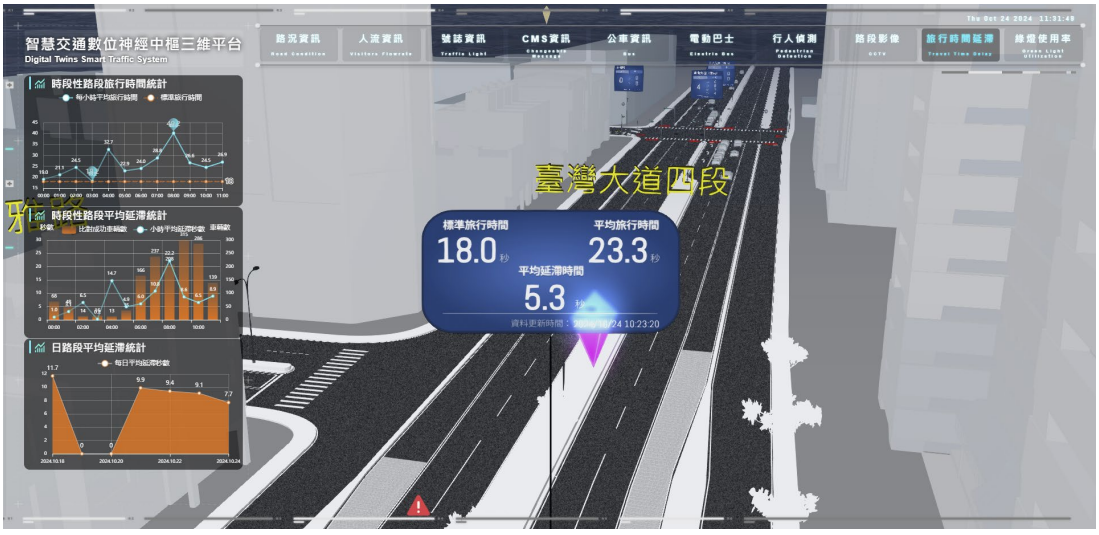


圖 5.3.5 數位雙生平台畫面-路段旅行時間延滯

六、路段影像資料介接

數位雙生平台實現了場域內 AI-CCTV 的統一化管理，為使用者提供了一個高度整合且易於操作的中央控制介面。圖 5.3.6 中點擊左側攝影機名稱，數位雙生畫面會切換到攝影機視角，模擬攝影機拍到的畫面，攝影機名稱右側有一個外連按鈕，能夠外連到攝影機控制介面，觀看即時影像與操作攝影機參數。透過這個先進的平台，授權用戶可以輕鬆連接到特定的 AI-CCTV 管理模組，實現對現場即時監視畫面的遠程檢視。不僅如此，平台還賦予使用者調整和設定 AI-CCTV 參數的權限，大幅提升了系統的靈活性和適應性。這種集中化的管理方式不僅簡化了操作流程，還顯著提高了監控效率，使得管理人員能夠迅速回應各種交通狀況，進行及時的決策和調整。

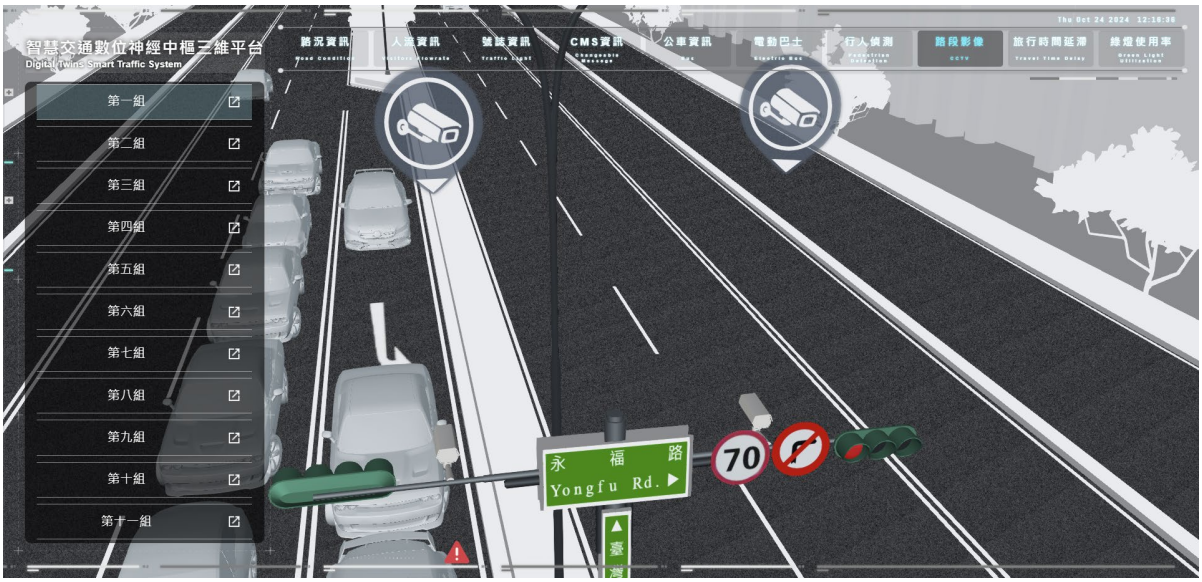


圖 5.3.6 數位雙生平台畫面-路段影像資料介接

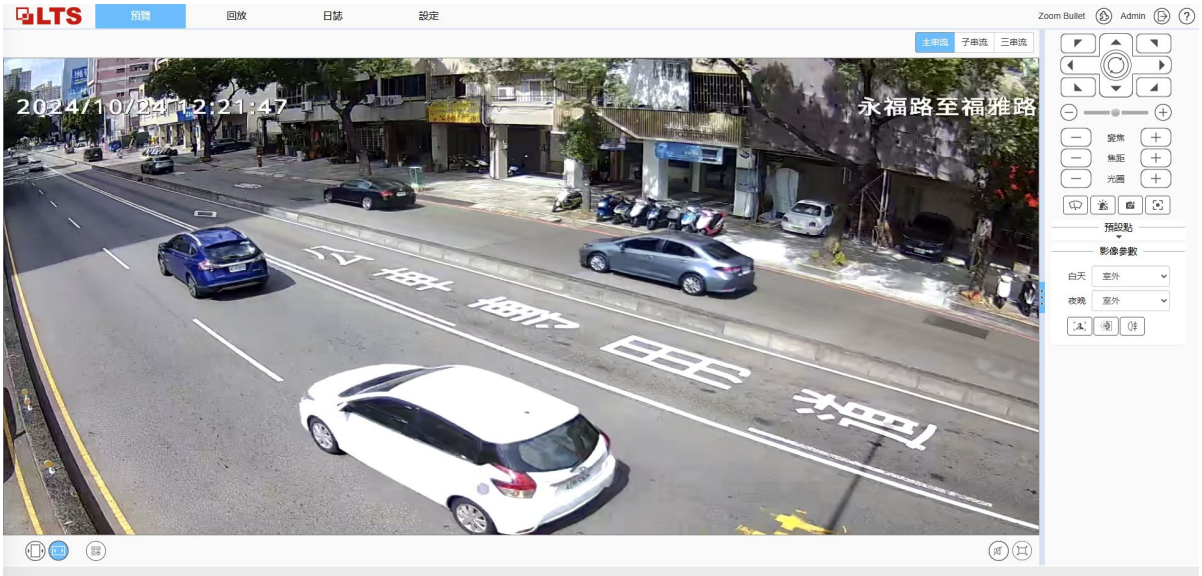


圖 5.3.7　AI-CCTV 管理介面

第六章 規劃層級大數據決策分析平台與建置

為達到更為安全與便利的交通服務與用路環境，運輸事業伴隨著技術演進及發展趨勢，逐步發展車端、路端與雲端協作機制，以提供各式道路路況資訊掌握、即時監控、事件預警等創新應用服務，本計畫自 111 年起逐步進行智慧交通數位神經中樞系統功能之擴充，內容包含都市地區道路速率預測+壅塞機率預測、市區公車運量預測、市區公車營運績效分析、數位雙生模型及知識庫管理等重要交通管理模組開發，其目的在於呈現大範圍模式資料庫之應用效益，並展示應用交通神經中樞預測模組於決策分析之重要扮演角色。以功能概念性實作平台展示設計，提供地方縣市政府主管機關未來自設平台應用相關模組之功能展示之參考。

本章節藉由回顧臺灣地區既有決策分析平台內容與重點，進一步提出規劃層級大數據決策分析平臺中合適之 GIS 視覺化資訊，透過互動式決策分析的方式呈現計畫中累積之能量服務，並對如何增益交通管理決策者應用之效益作展示設計。

6.1 臺灣地區決策分析平台回顧

交通資訊的決策平台是一種專門用於蒐集、分析和呈現交通相關數據以支持交通管理和決策的工具或系統。這些平台通常整合多種數據來源，包括交通流量數據、道路和交通設施訊息、氣象數據、事件報告等，以提供即時的、全面的交通情報。這樣的決策平台通常有以下功能和用途：

一、交通監測：蒐集和監測道路上的交通情況，包括交通壅塞、事故、施工等，以便即時應對問題。

二、路線規劃：提供交通參與者有關最佳路線和交通工具的建議，以減少壅塞和節省時間。

三、交通管理：支持交通管理部門進行號誌調整、交通管制和事故緊急反應，以維持交通流暢。

四、旅客訊息：提供給乘客有關公共交通選項、班次、到站時間等訊息，以方便乘客做出選擇。

五、數據分析：分析交通數據以識別趨勢、優化交通運輸系統並制定政策。

六、氣象訊息：整合氣象數據，以預測天氣對交通的影響，例如雨雪、風暴等。

七、事件管理：監視和管理交通事件，並提供相關訊息給相關機構和公眾。

這些決策平台通常使用先進的訊息技術，例如地理資訊系統（GIS）、大數據分析、人工智慧和機器學習等，以實現更有效的交通管理和更好的交通體驗。它們有助於提高交通流暢性，減少交通事故和擁堵，提高運輸效率，並為交通參與者提供更多便利和安全。

在國內外的交通決策平臺中，本章節針對國內政府機關加以檢視，冀望可達到以下目標：

一、更能夠反映國內的特殊需求和情境。擁有對臺灣交通系統的更深入了解，包括地理、文化、法規等方面的知識，有助於更好地解決當地的交通挑戰。

二、參考國內政府機關的平台更容易確保符合臺灣的法規和法律要求。國外的平台可能需要額外的判斷跟過濾，以確保符合臺灣的法規。參考臺灣政府機關的平台可以更容易確保數據的安全性和隱私保護做法。

三、臺灣政府機關的平台使用在地的交通數據，於資料取得及資料類型上，對於本計畫之參考價值較高，對於決策和分析至關重要。

且近年來國內各縣市政府積極辦理與發展決策輔助資訊系統，主要是透過智慧儀表板之建置，匯集各類設施設備資訊、交通大數據等多元資料，以視覺化方式呈現重點資訊內容，提供上位管理者整體交通綜合資訊及交通數位化治理之決策輔助資訊。以下茲針對各地方政府及主管機關之相關決策分析平台案例進行回顧介紹，透過案例回顧方式蒐集國內各縣市決策支援分析系統與智慧儀表板之建置與規劃內容，其歸納出國內相關儀表板內容，以作為本計畫視覺化資訊呈現服務設計之參考，回顧內容包括臺北市、桃園市、新竹市、臺南市等縣市，透過回顧該系統之重要模組與特性，為本計畫設計之參考，詳細說明如後。

一、臺北市決策支援系統

臺北市決策支援系統主要透過蒐集 eTag、VD、YouBike、捷運、公車、Google 旅行時間等多元資料來源，以分析 eTag、YouBike 交通特性、道路績效、公共運輸服務績效、跨運輸系統績效等，期透過建置整合性分析平臺，以淺顯易懂及易操作之儀表板畫面，提供使用者查詢不同時間維度與條件之分析結果，達到輔助使用者進行決策之目的。

(一) eTag 進階交通特性儀表板

規劃資料查詢功能，考量即時與歷史資料分析與查詢(含壅塞路段、特定區域、特定週內日)，可於網站上便利選取路段、路徑或區域，查詢特定時間內之相關彙整資訊，並提供下載功能，如圖 6.1.1 至圖 6.1.3。

資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.1 臺北市特定區域特性分析功能

資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.2 臺北市週內日特性分析功能

資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.3 臺北市壅塞路段特性分析功能-路廊旅次分析

(二) YouBike 交通特性儀表板

提供 YouBike 租借站與旅運行為於特定時間內之儀表板，包含租借站借還特性分析、壅塞時段與空間分佈狀況、旅運行為排序、以及長期性(週、月)趨勢比較分析等項目，提供管理者可檢視彙整性之分析結果，如圖 6.1.4、圖 6.1.5。

. 資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.4 臺北市 YouBike 租賃站分析功能

資料來源：臺北市政府交通局內部資料

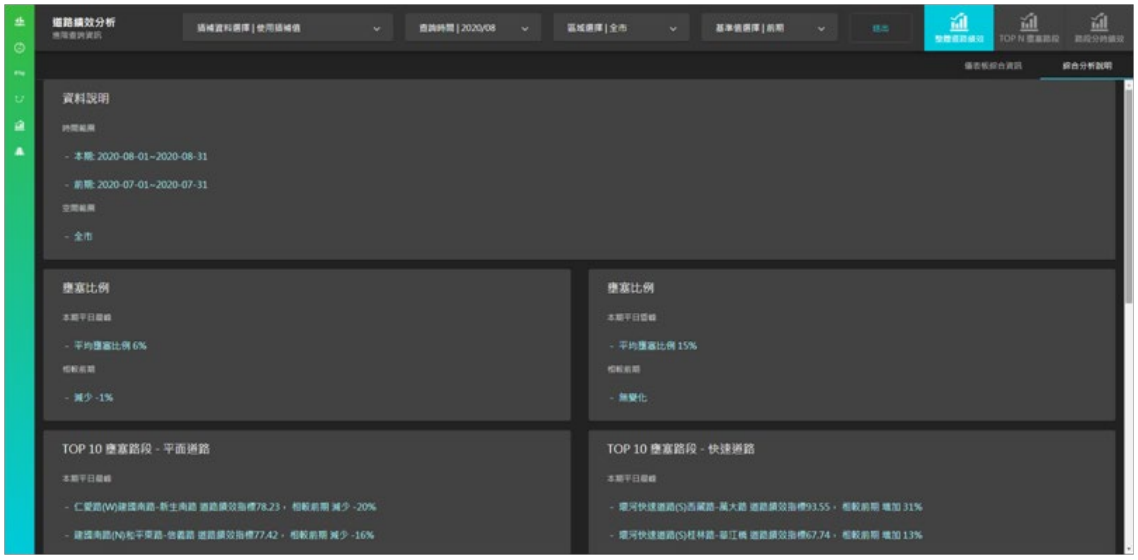
圖 6.1.5 臺北市 YouBike 旅運行為分析功能-租借量分析

(三) 道路績效儀表板

提供道路績效於特定時間內之儀表板、綜合分析說明以及進階查詢資訊，包含整體壅塞/異常比例、壅塞路段、預警路段、以及長期性(週、月)趨勢比較分析等項目，提供管理者可檢視彙整性之分析結果，如圖 6.1.6、圖 6.1.7。

資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.6 臺北市整體道路績效-儀表板綜合資訊



資料來源：臺北市政府交通局內部資料

圖 6.1.7 臺北市整體道路績效-綜合分析說明

二、桃園市智慧儀表板

桃園市智慧儀表板主要透過交控中心運資平臺所蒐集之資訊進行分析，提供直覺化的數據展示，以及整合型之視覺化顯示功能。儀表板之使用對象主要針對一級長官呈現桃園市全市交通概況。智慧儀表板包含道路績效分析、交通事件資訊、停車場資訊、公共運輸資訊、旅次特性資訊、設備/資料、戰情室儀表板及專案性儀表板，以下針對於本計畫較相關之資訊儀表板內容進行說明。

(一) 道路績效分析

道路績效分析透過蒐集道路系統之 VD 及 eTag，以分析道路績效、流量、路段

旅行時間等交通趨勢變化，並探討可能影響之因素(天候、活動等)，據以研擬道路系統之綜合性績效指標，包含十大即時壅塞路段、易壅塞路段與整體交通趨勢等時空特性，期能反應主要道路系統之交通特性，如圖 6.1.8。

資料來源：桃園市政府交通局內部資料

圖 6.1.8 桃園市智慧儀表板-道路績效分析

(二) 停車場資訊分析

停車場資訊包含路邊、路外停車場資料，其透過統計分析呈現桃園市行政區停車剩餘格位數與停車場使用率，藉由停車場使用率顯示，使用者能夠掌握全市停車情形，停車場資訊儀表板包含停車剩餘車位與停車場使用率、停車場資訊，如圖 6.1.9。

資料來源：桃園市政府交通局內部資料

圖 6.1.9 桃園市智慧儀表板-停車場資訊分析

(三) 戰情室儀表板

戰情室監控畫面以提供主管與高層長官快速掌握全市整體交通情況與問題，著重於各分析項目整體交通指標呈現。戰情室儀表板呈現內容包含道路績效資訊(十大即

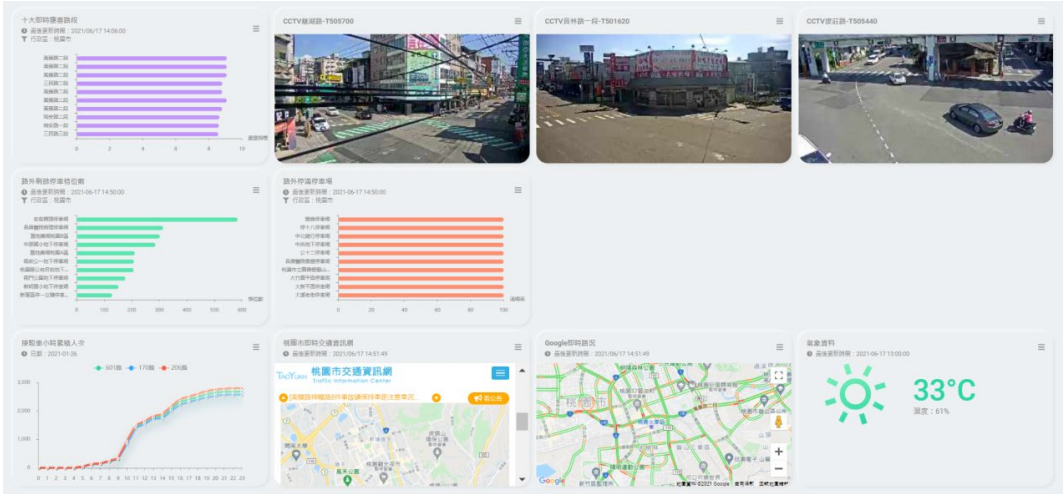
時壅塞路段、十大易壅塞路段、整體交通趨勢、時空分析圖)、停車資訊(即時剩餘停車格位比例、十大停滿停車場)、公運資訊(不同運具運量、公共運輸空間涵蓋率、公運處公告資訊、YouBike 即時無車無位)、人民陳情滿意度及科技執法資訊(科技執法設置地點清單)，如圖 6.1.10。

資料來源：桃園市政府交通局內部資料

圖 6.1.10 桃園市智慧儀表板-戰情室儀表板

(四) 專案性儀表板

專案性儀表板內容包含道路績效資訊(即時壅塞路段排行、桃園市即時交通資訊網、Google 即時路況)、CCTV 即時路況畫面、停車資訊(路外即時剩餘停車格位數、路外停滿停車場、停車場小時累積進入量、停車場進入量)、接駁車小時累積人次及天候資訊等，以提供快速掌握大溪地區周邊的交通狀況及相關公運訊息，如圖 6.1.11。



資料來源：桃園市政府交通局內部資料

圖 6.1.11 桃園市智慧儀表板-專案性儀表板

三、新竹市決策支援系統

新竹市決策支援系統主要係提供交通安全、道路監控、交通規劃等有價值、有用的資訊給管理者，提高決策支援品質，其透過介接 eTag、停車場、肇事及施工等資料來源，經一連串之資料處理過程計算道路績效、旅次數量與事件統計等指標結果，最後根據分析功能分為四個主要預設儀表板，包括道路績效分析、交通事件類別統計、路側設備資料品質分析以及旅次特性分析，進而提供管理者瞭解新竹市區整體交通狀況，可作為交通管理決策者的決策支援依據，相關說明如後。

(一) 道路績效分析

道路績效分析運用電子標籤偵測器 eTag 資料，彙整出路段旅行時間與速率，藉以衡量新竹市區道路績效，掌握道路的壅塞程度、瓶頸點及旅行時間狀況，可提供交通管理單位進行研擬交通管理措施、交通管制策略與疏導措施等。另外，與停管處介接停車場資訊，統計新竹市各停車場剩餘格位數，呈現全市停車情形，如圖 6.1.12。

資料來源：新竹市政府交通局內部資料

圖 6.1.12 新竹市道路績效分析儀表板

(二) 交通事件分析

交通事件分析可分為交通事件類別統計、易發生事故統計及施工案件行事曆等三大項功能，如圖 6.1.13。

(三) 資料品質分析

資料品質分析目的在於掌握 eTag、CMS、號誌控制器(TC)與停車場計數設備等路側端設備連線狀態與回傳資料之準確程度、縮短資料缺漏時間與缺漏比例，如圖 6.1.14。

(四) 旅次特性分析

旅次特性分析以新竹市市中心區域為分析範圍，其利用 eTag 配對的結果，探討新竹市區旅次起迄的分布狀況，如圖 6.1.15。

資料來源：新竹市政府交通局內部資料

圖 6.1.13 新竹市交通事件分析儀表板

資料來源：新竹市政府交通局內部資料

圖 6.1.14 新竹市資料品質分析儀表板

資料來源：新竹市政府交通局內部資料

圖 6.1.15 新竹市旅次特性分析儀表板

四、臺南市停車智慧管理分析系統

臺南市停車智慧管理分析系統為利用現代數據資料庫技術、線上分析處理技術、數據挖掘和數據展現技術進行數據分析以實現商業價值，其用來處理企業中現有數據，並將其轉換成知識、分析和結論，輔助業務或決策者做出決定。本系統所包含之儀表板內容說明如後。

(一) 特定時間分析

特定時間分析內容包含路段平均停車使用率、路段平均停車周轉率、車牌重現率分析、路段綜合停車績效查詢、路段綜合停車績效查詢、路段平均停車使用率最差前五名、路段平均停車周轉率最差前五名、整體平均停車使用率、整體平均停車周轉率、開單數量總計及開單金額總計，如圖 6.1.16。

資料來源：臺南市政府交通局內部資料

圖 6.1.16 臺南停車智慧管理分析系統-特定時間分析

(二) 交叉分析

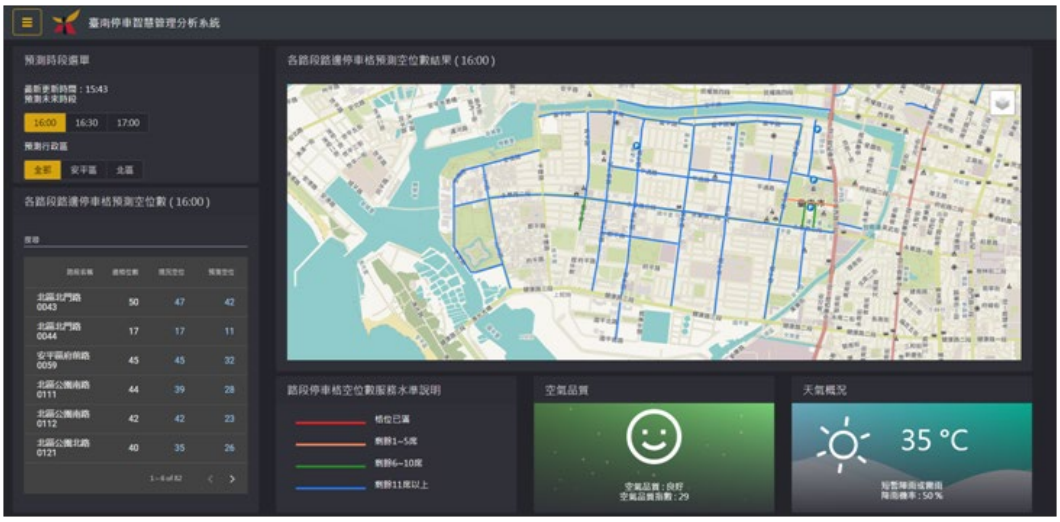
交叉分析之內容包含路段停車平均使用率交叉分析、路段停車平均周轉率交叉分析、停車供需率交叉分析、停車繳費管道占比交叉分析、開單費總金額交叉分析、開單費金額類型占比交叉分析、新開單及續單數占比交叉分析、新開單次數交叉分析及續單次數交叉分析，如圖 6.1.17。

(三) 路邊停車空位預測

路邊停車空位預測之內容包含各路段路邊停車格預測空位數、各路段路邊停車格預測空位數、空氣品質即時狀態及天氣即時狀態，如圖 6.1.18。

資料來源：臺南市政府交通局內部資料

圖 6.1.17 臺南停車智慧管理分析系統-交叉分析



資料來源：臺南市政府交通局內部資料

圖 6.1.18 臺南停車智慧管理分析系統-路邊停車空位預測

6.2 平台規劃原則

基於前小節回顧各縣市政府決策平台，可歸納本計畫設計示範用決策平台之相關重點，可作為設計規劃原則參考。

一、符合當地需求：確保平台能夠滿足當地的用路人習慣、文化和法規需求。考慮道路系統、城市規劃和人口特點，以確保平台能夠有效地應對當地的交通挑戰。

二、即時數據：提供即時的交通數據，包括路況、交通事件和公共交通訊息。這有助於交通管理者做出即時決策。

三、數據安全和隱私：確保平台具有強大的數據安全和隱私保護措施，以保護個人訊息和交通數據的安全性。

四、可擴展性：考慮平台的可擴展性，以應對未來的需求和新技術的引入。交通系統和需求可能會隨時間變化，平台應能夠適應這些變化。

五、開放數據：鼓勵數據的共享和開放，以支持研究機構、開發者和企業創建基於交通數據的創新應用。

六、智慧分析預測：使用人工智慧和大數據分析來提供更深入的交通洞察，例如預測交通壅塞、改進路線規劃和交通號誌調整。

為配合本計畫開發展示決策平台，考慮開發方便性及通用性等因素，因此規劃平台將架設具有豐富開發經驗之 Microsoft Azure 雲端平臺，Azure 是微軟的公用雲端服務平臺，可依照需求快速部屬基礎結構與服務，彈性選擇及擴充虛擬機器、儲存空間，並具備負載平衡、防火牆設定等機制，其機房通過 ISO27001:2005 資安國際認證，且對於微軟自身產品具有高支援度，可用性更高達 99.95%，可確保系統穩定提供服務，規劃使用 Microsoft Azure，定能完善佈建軟硬體環境，使用 Microsoft Azure 雲端運算平台作為決策平台系統運作環境，其具有三大面向的優勢，說明如下：

一、開發便利性

(一) 透過微軟的 Azure 雲端平台，可以開發完整的 IaaS、PaaS、SaaS 解決方案，以 IoT 服務為例，僅需一個 IoT 中樞服務就可處理超過 40 萬筆串流資料，且透過統一化的開發標準和架構，有助於降低未來維運及管理的成本。

(二) 透過 Azure 統一的雲平台，可將所有資料打通、儲存及加值，未來就不需要為新專案重新設計 E2E 的解決方案，而僅須透過 Azure 雲平台來開展垂直應用。

二、考量資訊安全

(一) 微軟每年投資超過一百億新臺幣、聘請 3500 位資安專家 7*24*365 負責資安監控。

(二) 透過 Azure 雲平台，可將整個系統的資安標準拉高到同一層級來實現資安標準統一化，解決過去不同系統開發商及維運商因各自資安標準不同，而可能產生的疏忽。

(三) 微軟擁有全部公雲廠商最多的資安合規性項目，也僅有微軟持有國際標準 ISO/IEC 27701 隱私權資訊管理系統認證。

三、維運及轉移方便

(一) 以微軟平台開發解決方案，可以將過去傳統的 IaaS 架構重塑為更有靈活性及彈性的 PaaS 微服務架構，除有助於後續維運，亦有助於開發時降低開發除錯的成本，透過開發雲端新的架構及服務，更可助於後續與微軟有更深入的全面性合作。

(二) 透過雲端快速完成高可用性及資料備份需求而不需實體機的架設及維運。

(三) 從總持有成本(TCO，電力、人力、時間等)來估算費用，雲端佔有優勢。

6.3 平台規劃構想

交通部自 106 年起推動第一期「智慧運輸系統發展建設計畫」(106-109 年)，以打造出門安全、行車順暢、旅行無縫、交通共享及環境永續的智慧交通環境，將智慧交通服務導入民眾日常生活，然除針對民眾日常生活之發展外，亦應配合 5G、人工智慧(AI)、大數據等新興科技應用於交通，讓交通服務更貼近人民需求的發展趨勢，將智慧交通數據技術與服務就定位，並發展國家核心路網數位基礎建設，將 AI 結合交通應用，打造創新交通科技實驗場域。

對政府治理來說，交通流的時空特徵與 OD 特徵，傳統交通模型係通過交通調查、人口、以及建模軟體進行預測，但因應技術的發展，已可透過 AI 發展之技術，偵測交叉口排隊長度、路段流量與行車速度等，作為號誌控制、決策輔導、管制提供基礎參考值，使其更加精準，透過精準採集代替傳統預測，提升預測準確度，並透過交通實際的路況訊息，可採用多種方式進行管理手段，如區域間的資訊交換、調教最佳化號誌控制、實施必要性交通管制、及發布交通資訊等，透過多元的數據融合、運算，進行實時分析與預警為當前治理之目標。

本計畫致力於將各項交通數據資源進行整合與優化，通過大數據技術發揮數據價值，促進數據間的交互關聯與知識萃取，以生成高價值的知識庫、模式庫及數位雙生平台，並將這些成果集中於一個智慧決策支援平台。此平台不僅提供管理決策人員視覺化的數據檢視功能，亦有預測分析和設定警示之功能，可提前通知相關管理人員，輔助其快速研判並下達決策指令，從而有效應對並排除交通系統中的潛在問題。

為進一步強化此智慧平台的功能，計畫納入歷年研究成果，包括「公共運輸運量預測模式庫精進」及(110-111)年度計畫中產出的「壅塞機率轉換模式」所構建的「車流速率預測模式庫」，以及針對公共運輸系統（特別是公車系統）異常事件的「交通異常事件疏導應變知識庫」。這些模式庫與知識庫構成了平台的核心分析資源，結合即時路況訊息和多維度數據支持，為交通管理部門提供實時且準確的資訊服務。透過平台的多層次數據融合、動態分析和決策支援功能，管理單位得以精確掌握交通態勢，進行高效的交通管制及資訊發布，以保障交通秩序及通行效率，本平台特色示意如圖 6.3.1。

此外，為滿足六都交通治理需求，此平台實現多元數據融合、快速運算及預測分析的能力，並提供一個預警與展示規劃，為地方政府單位的自建方向提供參考建議。平台

能夠針對各類交通治理痛點進行多角度、多層次的數據解析與提供管理策略方式參考，使其成為智慧交通治理體系中的關鍵支柱，助力管理單位在動態且複雜的交通環境中實現精準、高效的治理。

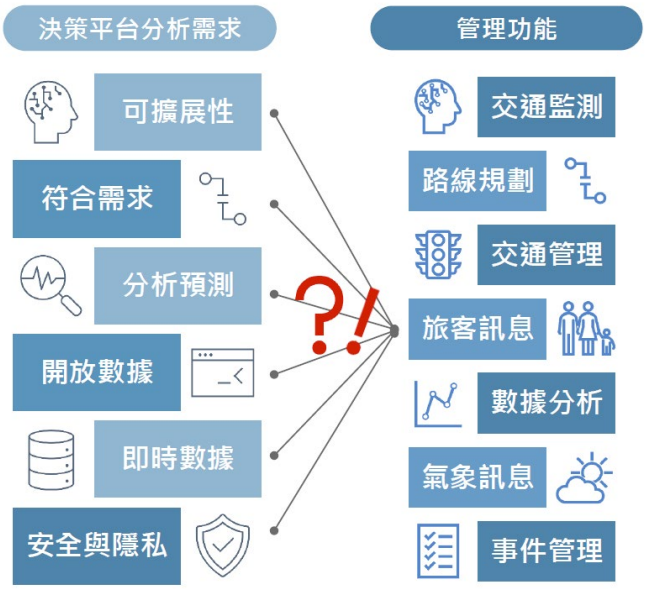


圖 6.3.1 大數據決策平台特性示意圖

而本計畫中所提出之平台，即是依據各模組之交通特性，提供管理單位依照其使用目的及進階規劃管理情境作研擬，透過單一點、線、面之調整而影響整體管理，故後續再依據整理之情境，設計平台功能及視覺化呈現方式。特色在於多次交通首長交流和地方基層問卷調查，歸納痛點、畫靶射箭，設計符合需求的模式庫、知識庫，並將模式效果以 GIS 方式呈現，如圖 6.3.2 所示。以下茲針對各項模組各項功能內容說明如下：

一、近 6 個月公車站間運量績效分析

(一) 路線調整：考慮調整公車路線，使其在乘客需求較高的地區增加服務，或者重新設計路線以覆蓋該路段的乘車需求。做為增加站點、更改路線走向或添加新的路段之參考。

(二) 服務頻率調整：增加特定路段上公車的服務頻率，提供更頻繁的班次，以增加乘客的方便性和選擇性。

(三) 合作與整合：作為與其他運輸模式(如地鐵、輕軌、自行車共享系統等)進行合作整合之參考，提供無縫轉乘服務，增加該路段公車的吸引力和便利性。

二、行政區低運量公車站位排比分析

透過公共運輸運量預測，可幫助交通管理部門即時預測交通需求和流量，從而針對相關交通管制和調度提早進行應變，減少交通壅塞情況發生之機率與影響範圍和程度。

三、近 6 個月低運量公車路線分析

(一) 運輸政策制定：預測結果提供政府單位制定運輸政策重要參考，根據預測結果評估現有政策效果，並針對交通需求和問題制定適當的政策措施，用以改善城市的交通狀況和可持續性。

(二) 預算規劃和資金分配：預測結果可以幫助政府單位進行預算規劃和資金分配。政府單位可以根據預測結果優先考慮在人口密集或交通繁忙的區域投入資源，並確保資金的有效使用，以提供更好的交通服務和基礎設施建設。

(三) 路線調整評估：因目前部分路線須提供業者補貼款，如虧損補貼，用以維持地方公共運輸服務水準，另也有需要強化該路線者經營價值，或需吸引搭乘而提供衝量獎金予業者除維持原有成本支出外，也提高經營意願，避免因經營問題而放棄營運，造成後續衍生的營運問題，故可藉由運量預測部分進行後續路線調整或是補助經費挹注的考量。

四、進入高快速公路前(152 路臺中往豐原)滿座機率

(一) 提示公車路線於須進入高快速公路前之站位滿座機率，幫助管理部門了解路線於不同時段滿座情況，避免乘客無座位可搭乘。

(二) 服務頻率調整：可增加公車的服務頻率，提供更頻繁的班次，以增加乘客的方便性和選擇性。

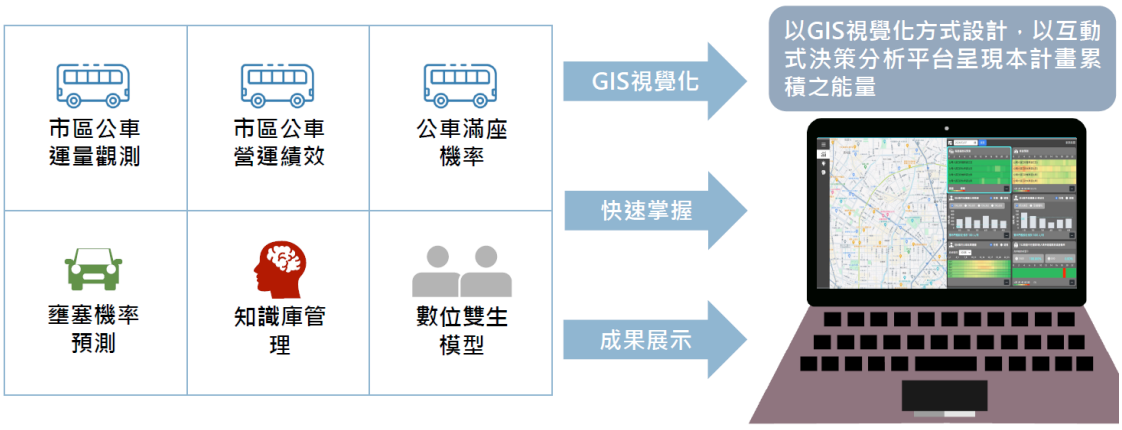


圖 6.3.2 大數據決策平台主要管理成果藉由 GIS 展示

6.3.1系統架構規劃

本計畫平台主要目的為三，首先將歷年累計之交通預測模組及公車運量歷史分析作功能性之展示於大數據決策分析平台(一頁式戰情儀錶版 Dashboard)，其次將智慧交通數位中樞神經系統知識庫內容建立查詢入口，最後則是提供數位雙生平台開啟鏈結，供決策人員跳轉，如圖 6.3.3。

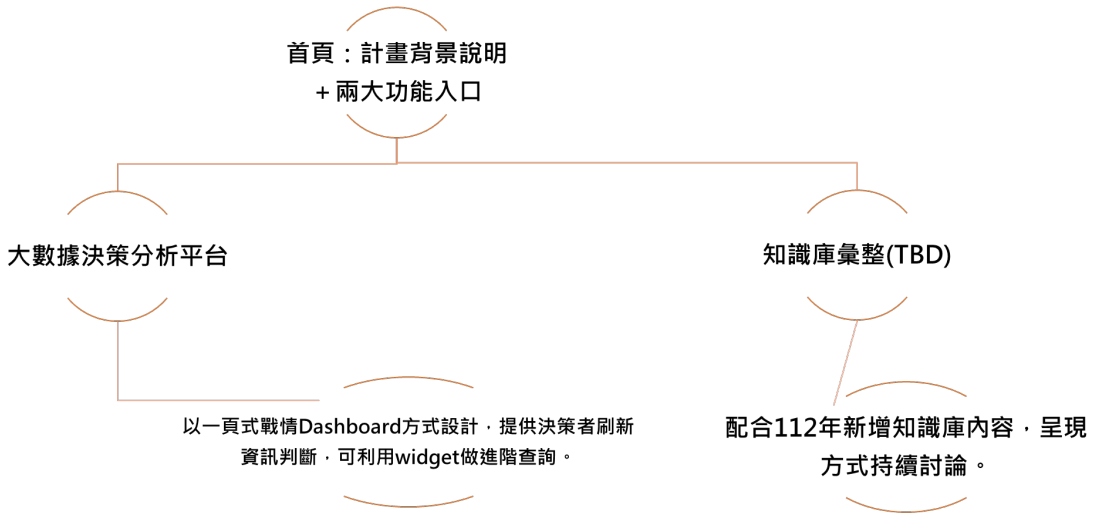


圖 6.3.3 決策分析平台網站入口架構

為呈現智慧交通數位神經中樞系統功能之擴充，規劃合適之視覺化資訊呈現服務(進行功能概念性實作展示)，本計畫其視覺化設計要點包含以下兩大重點。

一、視覺化呈現

儀表板內容設計將提供使用者淺顯易懂且有感的視覺化呈現方式，以使管理者易於解讀，並能即時掌握交通概況，進而採取適當交通管理決策。

二、資料內容呈現

儀表板之資料內容分析，將依據不同模組之參數差異區隔，以提供使用者查詢使用。係配合各模組資料屬性及查詢需求概念，整理各模組所提供之查詢及圖表顯示功能如圖 6.3.4，並於 Azure 雲端依照各資料屬性規劃資料庫欄位如圖 6.3.5。

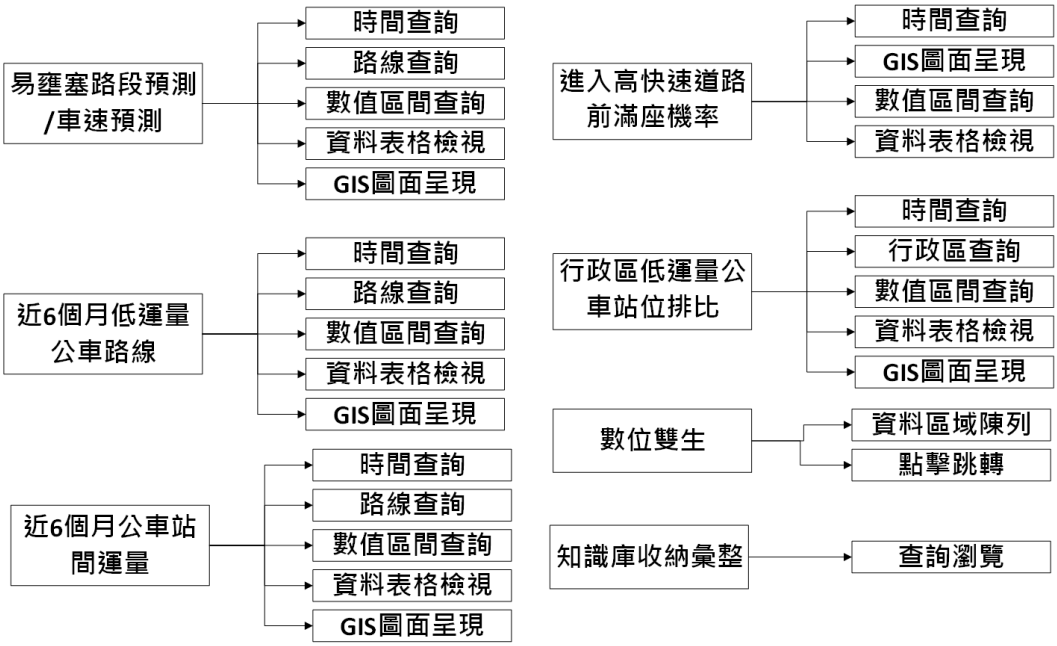


圖 6.3.4 各模組初步功能架構設計

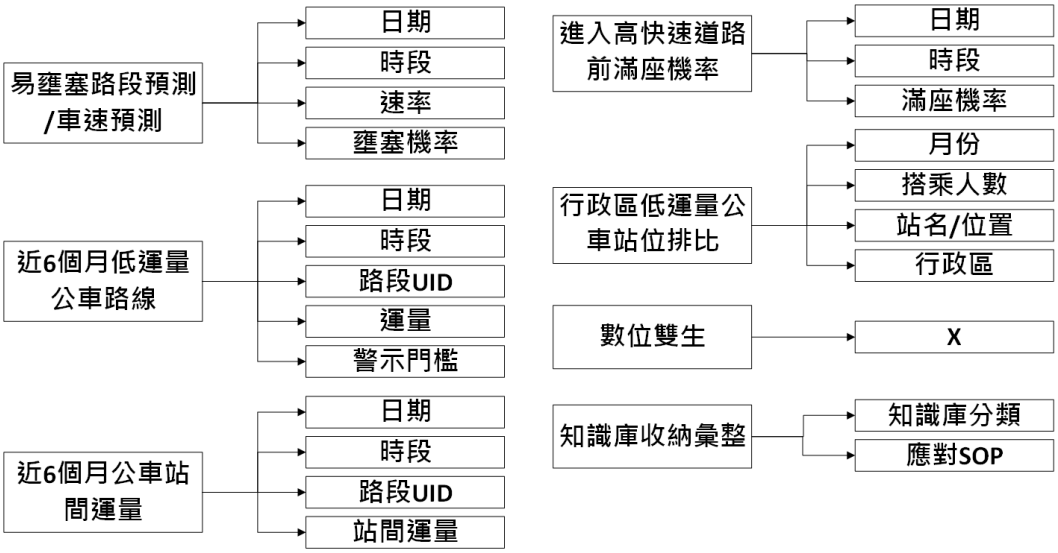


圖 6.3.5 各模組資料屬性欄位設計

6.3.2平台功能說明

本計畫平台包含都市地區道路速率預測+壅塞機率預測、近 6 個月低運量公車路線、行政區低運量公車站位排比、近 6 個月公車站間運量、152 路臺中往豐原進入高快速公路前滿座機率、數位雙生模型及知識庫管理等重要系統功能之視覺化呈現，針對各功能模組 Widget 設計方案對應之參數查詢及呈現方式展示，以下為各模組參數設計內容說明，透過不同的模組 Widget 即可組合成 6.3.2 節中所述之主訊息區內容。

一、都市地區道路速率預測模組+壅塞機率轉換模組

(一) 使用者輸入參數設計

1. Input：日期、時間(例如 17:00、18:00、19:00…) 。
2. Output：速率、壅塞機率。

(二) 建模參數說明：速率預測

1. Input：速率、星期別、時段別、前一時階速率、前一日同時段速率、前 N 週同星期別同時段平均速率。
2. Output：速率。

(三) 建模-壅塞機率

1. Input：

$$P(V_r|V_p) = \frac{P(V_r \cap V_p)}{P(V_p)} = \frac{n_{pr}}{N_p}$$

V_r：速率實際值區間(公里/小時)

V_p：速率預測值區間(公里/小時)

n_{pr}：速率預測值區間為V_p且速率實際值區間為V_r之次數

N_p：速率預測值區間為V_p之次數

2. Output：壅塞機率。

(1) 呈現每日道路速率，X 軸是 24 小時，Y 軸是道路區段，顏色是速度等級。

(2) 呈現每日或每周壅塞機率，X 軸是 24 小時，Y 軸是道路區段，顏色是壅塞機率。

(四) 功能模組 Widget 設計概念

1. 道路速率模組

橫軸作為每日 24 小時之時間區塊，以顏色呈現速率之狀態，並以一路線為一行資料，逐行呈現，設計如圖 6.3.6。

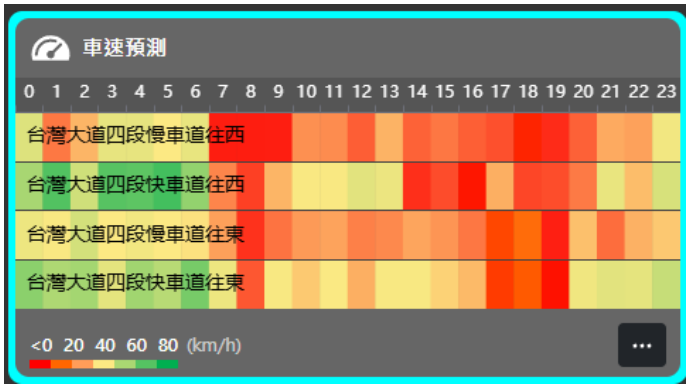


圖 6.3.6 道路速率模組圖

2. 壅塞機率模組

橫軸作為每日 24 小時之時間區塊，以顏色呈現壅塞狀態，縱軸分別呈現一周七日，各路線各自呈現一區，如圖 6.3.7。

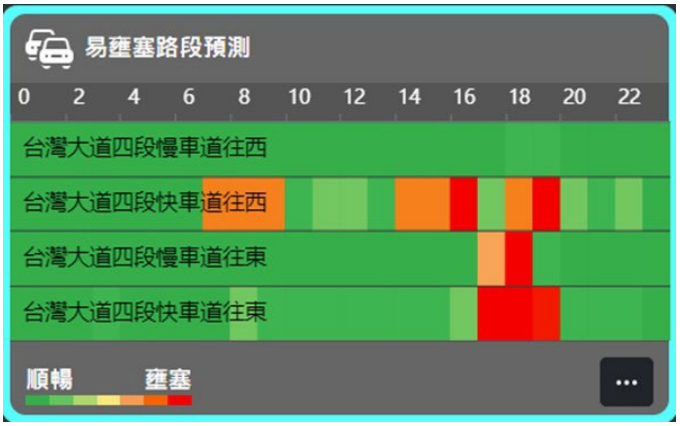


圖 6.3.7 壅塞機率模組圖

二、公車路線／站間運量績效分析

(一) 使用者輸入資訊設計

1. Input：路線別、往返。

2. Output：站間乘載運量。

(二) 建模參數說明

1. Input：票證資料，包含路線、乘客上下車時間、站點。

2. Output：路線每月乘載運量。

(三) 功能模組 Widget 設計概念

以橫條圖方式呈現各路線資料近六個月內運量績效(依 24 小時狀態呈現)，如圖 6.3.8。同時也在 GIS 區以色帶呈現站間運量分布，提供決策者視覺化資訊，如圖 6.3.9。

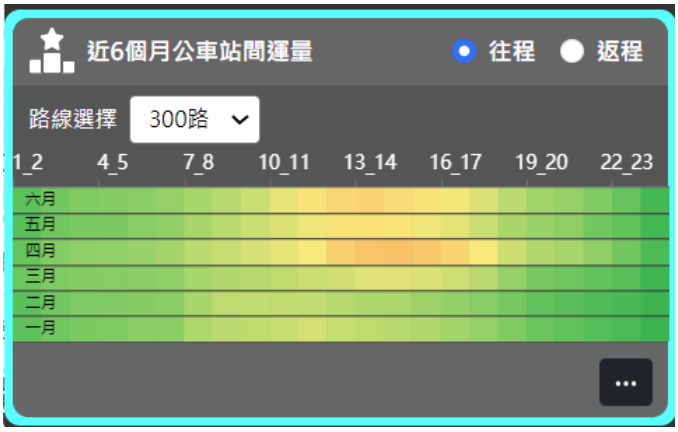


圖 6.3.8 站間運量績效分析圖

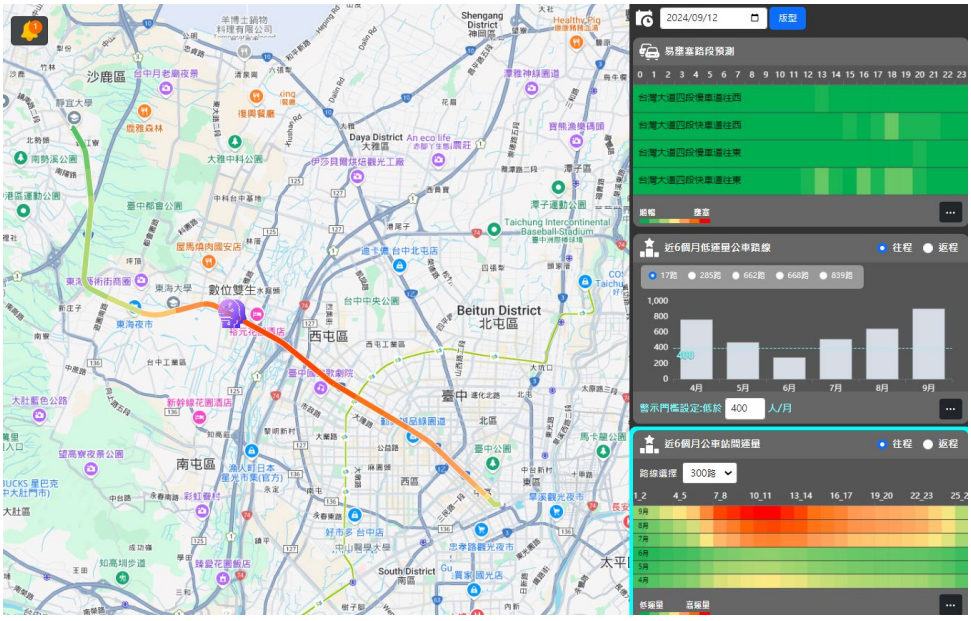


圖 6.3.9 站間運量績效 GIS 效果呈現圖

三、站點運量／低運量公車站位分析

(一) 使用者輸入資訊設計

1. Input：自動顯示每月低運量公車站位前六名。

2. Output：依行政區做公車站位運量排行。

(二) 功能模組 Widget 設計概念

以現有票證資料統整後發現過多站位上下車搭乘人數均過低，若要顯示所有低運量之站位，則不易閱讀，故依照行政區作低運量站位數累積調整，並分別以直方圖顯示低運量前數行政區之狀況，設計如圖 6.3.10。GIS 畫面上則將依照點選區域，展示低運量站點分布及名稱，如圖 6.3.11。

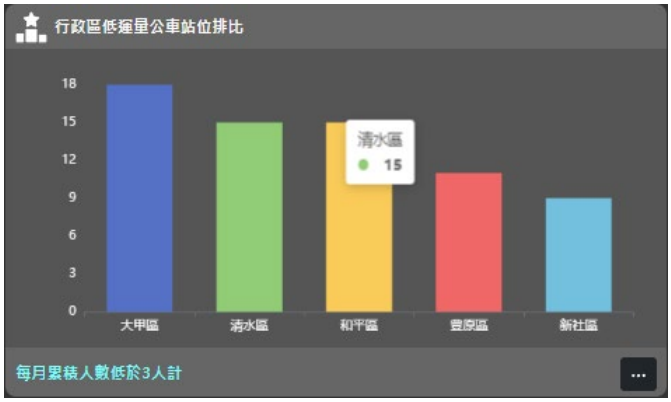


圖 6.3.10 站點運量模組圖

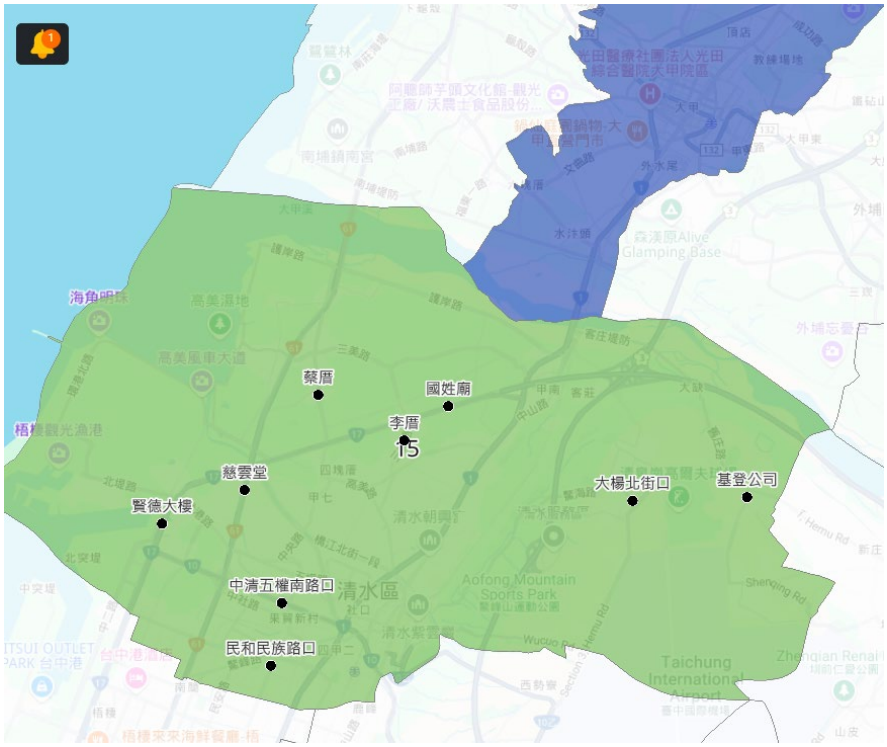


圖 6.3.11 低運量站點分布 GIS 呈現效果圖

四、低運量公車路線運量分析

(一) 使用者輸入資訊設計

1. Input：日路線別、往返。
2. Output：站間乘載運量。

(二) 建模參數說明

1. Input：票證資料，包含路線、乘客上下車時間、站點。
2. Output：路線每月乘載運量。

(三) 功能模組 Widget 設計概念

依使用者選擇之路線秀出該路線近半年運量狀況，每一條路線門檻值不同，當點選該路線時則對應秀出該路線的數值跟統計圖，設計如圖 6.3.12。

圖 6.3.12 低運量公車路線運量圖

五、進入高快速公路前滿座機率

(一) 使用者輸入資訊設計

1. Input：日期、月份別。
2. Output：路線滿座機率。

(二) 建模參數說明

1. Input：路線站點乘客資訊。
2. Output：滿座機率。

(三) 功能模組 Widget 設計概念

自動即時更新該時間之滿座機率預測，點擊可呈現路線之預測折線圖，設計如圖 6.3.13。

圖 6.3.13 公車路線站點滿座機率模組設計圖

6.4 決策平台視覺化設計成果

本平台依據機關需求指示，其目的在於呈現大範圍模式資料庫之應用效益，並展示應用交通神經中樞預測模組於決策分析之重要扮演角色。以功能概念性實作平台展示設計，提供地方縣市政府主管機關未來自設平台應用相關模組之功能展示之參考。

基於地方交通首長及基層問卷調查，並經歷多次工作會議版面設計調整，本計畫於 113 年 3 月 11 日與臺中市政府交通局公共運輸及捷運工程處就資訊呈現方式及目的需求進行訪談，獲得公共運輸及捷運工程處認可及肯定，平台設計內容與交通局關切之公共運輸績效指標中公車準點率、公車肇事率、陳情案件數、公車行駛速率異常率之概念大致相符，可作為後續參考之用。原則同意本計畫針對大數據決策分析平台功能之設計概念，與該局 TOPIS 平臺中之公共運輸部分均屬決策輔助用，可提供予相關應用。

以下說明依照訪談會議建議調整後之視覺化內容規劃，詳細設計內容定案如下：

6.4.1視覺化服務內容

大數據決策分析平台以一頁式戰情看板(Dashboard)畫面為設計出發點，其預想使用方式為當使用者無特殊操作時，可自行更新最新預測資訊供監看者檢視。並規劃加入異常資訊告警機制，當出現非尋常之離群資料時，則以強化顯示的方式提醒監看者關注，意即為常態的 Dashboard 顯示，輪播監控資料品質及是否異常，其二則為提供使用者進階查詢，並以圖表提供，其平台畫面如圖 6.4.1 所示。

此外，本平臺中之畫面布局分為左方主訊息區及右方卡片顯示區，右方卡片區提供動態資訊更新及操作資訊過濾與進階查詢之功能，目前共有六大卡片功能，各卡片獨立顯示。左方主訊息區則預設為 GIS 地圖與交通模組資訊之顯示，並提供數位雙生功能之跳轉介面。當使用者操作右卡片區之功能，左主訊息區可切換為卡片設定細節畫面或

進階查詢圖表之介面區塊，以一頁式資訊統整方式呈現。右方卡片布局可依照使用者需求，調整為 4/6 卡片數量，未來卡片數量提升之時，並可做卡片內容選取。其選取示意畫面如圖 6.4.2、圖 6.4.3 所示。

其中壅塞機率、速率預測及滿座機率，皆可帶入告警資訊門檻顯示與設定，提供管理者即時狀況提醒。壅塞機率、滿座機率跟速率加入警告提示條件如下：慢車道速度低於 20km/h 、快車道速度低於 35km/h、壅塞機率高於 80%、滿座機率高於 80%。其設定示意畫面如圖 6.4.4 所示。告警效果呈現畫面則如圖 6.4.5 所示。透過平台系統，業務管理人員可參考預測數值做出後續調整建議，例如調整號誌控制或發布壅塞警示等。

利用票證資料大數據，幫助公共運輸業務管理者更直觀地確認路線運量趨勢，輔助路線調整決策。如參考運量績效調整班次、路線等因應作為。管理人員藉由低運量站位排行，了解各行政區搭乘人數較低的站位，並藉由 GIS 方式清楚冷門站點分布。

圖 6.4.1 大數據決策分析平台 Dashboard 畫面布局

圖 6.4.2 大數據決策分析平台 Dashboard 畫面卡片數調整

圖 6.4.3 大數據決策分析平台_分隔畫面示意

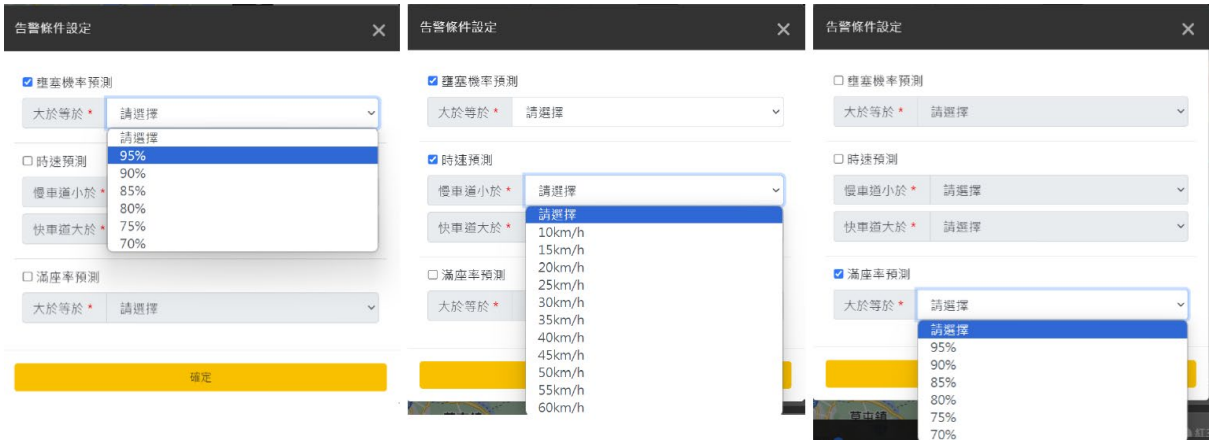


圖 6.4.4 大數據決策分析平台_告警門檻設定

圖 6.4.5 大數據決策分析平台_告警注意效果

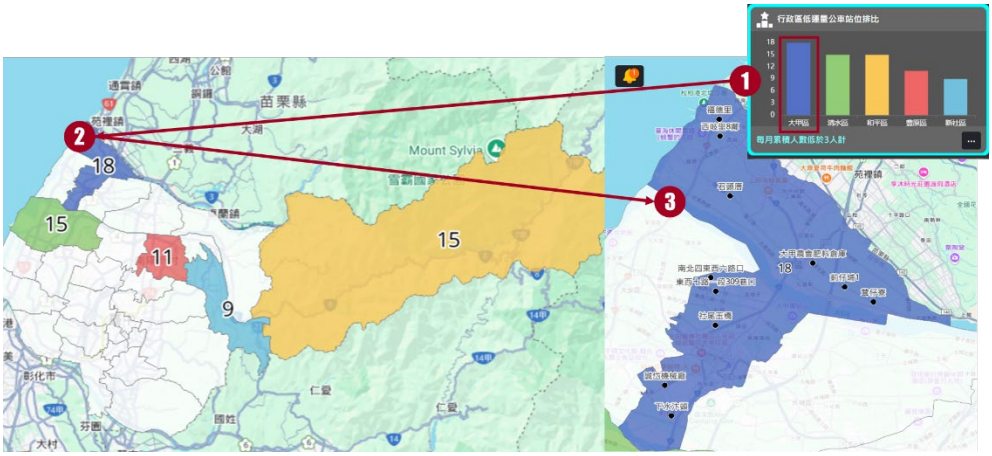


圖 6.4.6 大數據決策分析平台_低運量公車站位統計顯示效果

點選站間運量，在 GIS 地圖上以色帶呈現運量分布。選擇需分析的路線，系統自動生成運量統計圖，顯示近 6 個月各路線站間的乘載運量。監控員觀察歷史運量資料，作為後續調整公車班次及通報相關部門進行人力調配之參考。

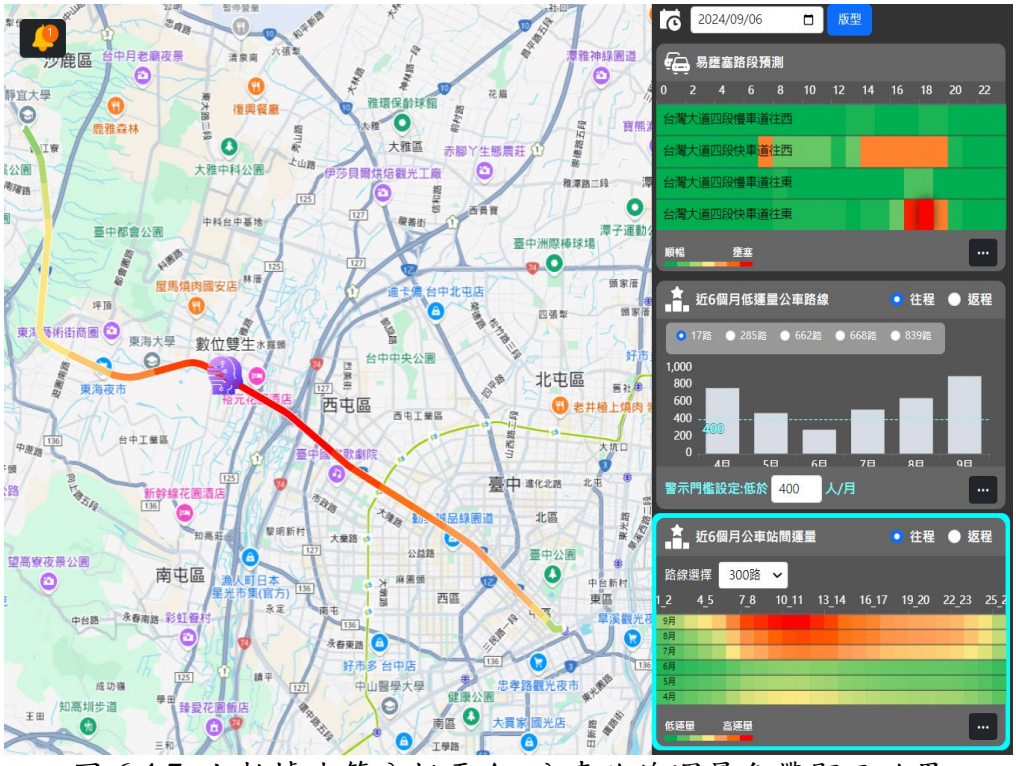


圖 6.4.7 大數據決策分析平台_公車路線運量色帶顯示效果

6.5 知識庫管理主題目錄查詢

配合歷年來智慧交通數位神經中樞系統知識庫的蒐集歸納，包含「公車連班事件處理應變知識庫」、「公車緊急事件處理應變知識庫」、「交通異常事件疏導應變輔助決策知識庫」、「大型活動疏導輔助決策知識庫」及「公車因應人流即時增加之營運調度知識庫」

等皆已分別就不同之事件或不同之狀況、情境整理出友善的問答知識庫，各知識庫詳細 QA 內容則如附件四所示。依據五大知識庫之下的主題分布整理問答目錄，將常見可用的事件處理知識，以簡潔方式留存，供管理者查找應對，呈現方式如圖 6.5.1 所示。

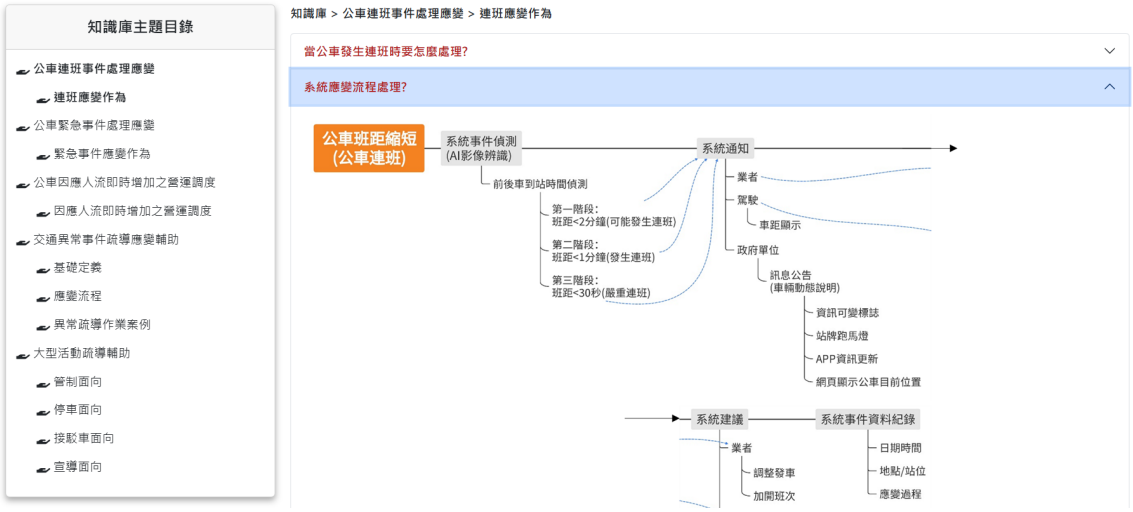


圖 6.5.1 知識庫主題查詢_問答目錄及 QA 彙整(以公車連班事件處理為範例)

第七章 緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進

緊急車輛號誌優先通行技術可以幫助緊急救援車輛穿過繁忙的交通路口更快地到達現場，進行急救和救援工作，提高救援效率，縮短救援時間，進而減少事故和傷亡對公眾和財產的傷害。對於提高城市交通營運效率、減少交通壅塞、提升城市安全有著重要的作用。本計畫自 110 年開始實作緊急救援車輛智慧優先號誌控制，逐年進行範圍及技術之精進，本年度將延續 110-111 年完成之緊急救援車輛智慧優先號控系統之驗證實作成果，與原臺中場域相關主管單位協調後規劃一擴大範圍實作方案，包括實作車輛數、出勤路線、實際出勤之各種可能情境、相關設備擴充、實作績效評估指標等項目進行後續實作精進。本章首先針對 110-111 年度之執行重點成果進行說明後，再於 7.2 節提出本年度實作計畫之規劃構想及目前執行狀況。

另外前期計畫擬定之「緊急救援車輛優先號控系統建置參考手冊初稿」，主要係提供相關單位未來預計建置緊急車輛優先號誌之參考，期望提供建置單位可根據其建置範圍、優先控制需求、成本考量等因素，選用適宜之設備及運作方式。本期則根據計畫實測結果及其他縣市建置案例，補充系統運作異常處理原則納入參考手冊附錄，供相關單位建置參考，詳附件五。

7.1 前期計畫(110-111)重點成果說明

一、110 年度執行成果

110 年度計畫係於淡海場域進行一處路口之概念性驗證，基本狀態下由號誌控制器主動發送號誌即時資訊至 RSU，同時 RSU 由交通控制中心取得車聯網地圖資訊，並以 C-V2X 將 SPAT 與 MAP 訊息傳遞至 OBU，整合兩份資料進行即時號誌資訊顯示。針對優先號誌執行之 RSU 與 OBU 間的國際通訊協定(SRM 與 SSM)，由車輛評估自身狀態決定發出優先號誌需求(SRM)，RSU 負責接收、解析、授權、號誌運作與監控的工作，在路側端 IPC 接收需求後，決策是否授權給與優先號誌，並透過通訊協定執行，持續監控號誌狀態回報車輛(SSM)。此外，110 年度計畫之預計抵達路口時間以分為計算單位，較難符合優先號誌運作需求，計畫系統架構如圖 7.1.1 所示。

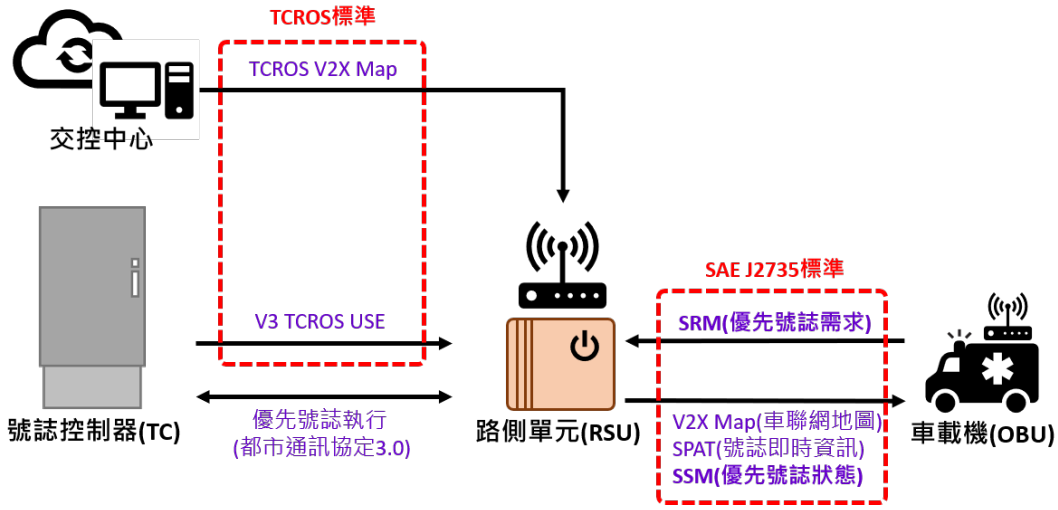


圖 7.1.1 前(110)期計畫緊急車輛優先號誌系統架構

二、111 年度執行成果

前期(111 年度)計畫於水湳場域進行三處路口測試(單一路徑)，車輛出發時，車機導航即組成路徑，單一筆 SRM 訊息提供三處路口資訊，包含路口編號、預計抵達時間、方向等，並透過 RSU 回傳至中心，由中心另行租用雲端伺服器架設之 MQTT broker 接收 SRM 並回覆相對應之 SSM，再由中心進行優先邏輯運算後下達指令至號誌控制器更改時制，以提供緊急車輛優先號誌，執行成果摘述如下。

(一) 緊急車輛優先號誌實作係以中心端控制，車上端接收路側端(RSU)廣播之 MAP 與 SPaT 訊息，並於接近路口時發出 SRM 訊息，透過 RSU 回傳至中心，並由中心回覆對應之 SSM 訊息後經 RSU 傳送至 OBU 至車機。中心經邏輯運算後將所需更改之號誌時制透過 API 介面至交控系統，由交控系統下達指令更改現場號誌時制。在路側端與車輛端透過 C-V2X 傳輸訊息，路側端與中心端則採用 5G 傳輸。

(二) 由車機發送之 SRM 訊息，係一次提供沿途經過三處路口之預定抵達時間。執行優先號誌可大幅提升(約提升 63%)車輛順利通過路口之機率。且推估一年約可減少緊急車輛 973 小時之延滯時間。

(三) 於水湳整合實測以測試記錄資料之封包丟失率、延遲(設備間封包收送時間差)、及正確性作為指標。丟失率以發送端發送後接收端是否接收到為判斷依據，格式正確性以接收端在接到封包後可解析視為正確，延遲以接收時間與發出時間差計算。SPaT、MAP、SRM/SSM 之丟失率分別為 0%、4.7%、0.44%(TMC 收到 SRM 到發出 SSM)、2.90%(路側端收到 SRM 到發出 SSM)；正確率皆為 100%；此外，依場域測試結果，各項資料傳遞延遲均小於 1 秒，顯示以 C-V2X 傳輸方式應可

減少以往以 4G 傳輸產生之延遲。

7.2 緊急車輛優先通行實作範圍擴充與精進

本年度延續 110-111 年完成之緊急救援車輛智慧優先號控系統之驗證實作成果，與場域相關主管單位協調後規劃一擴大範圍實作方案，包括實作車輛數、出勤路線、實際出勤之各種可能情境、相關設備擴充、實作績效評估指標等，現階段執行結果如後所述。

7.2.1實作計畫規劃與安裝(含與場域主管單位協調結論)

前期(111 年度)計畫已先對相關單位(臺中市政府消防局及交通局)進行訪談，初步掌握緊急車輛既有之運行、號誌管理及個別單位需求，並歸納相關課題與需求，包含實作範圍(測試路線及行經路口)、號誌管理現況(時制計畫、控制器型號、是否與中心連線)、優先策略與參數設計、實測方式等。去年度針對實作範圍中之經貿東路/經貿二路→經貿東路/經貿三路→經貿三路/中平路共三處路口，以一輛消防車進行連續路口優先號誌現場實測。

本期計畫於 112 年 6 月 13 日及 6 月 21 日與交通局協調，另於 112 年 7 月 28 日與消防局協調，針對本年度的實作範圍及方式與機關進行研議，協調會議照片如表 7.2-1 所示，相關內容如下：

表 7.2-1 交通局/消防局協調會議

日期	112 年 6 月 21 日	112 年 7 月 28 日
地點	臺中市政府交通局	臺中市政府消防局水湳分隊
會議照片		

一、實作範圍

以前期成果為基礎，擴大實作範圍，除前述路徑外，增加經貿東路/經貿二路→經貿二路/經貿路→經貿路/敦化路路徑，如圖 7.2.1 所示，並以一輛消防車及一輛救護車(共二輛緊急車輛)，進行現場實作及評估。

圖 7.2.1 實測範圍

二、設備採購及安裝

(一) 路側設備

依計畫規劃架構所需之路側設備包含 TC(具 V3 TCROS USE 功能)、路側端 5G Router(M600 含 IPC 功能) 及 RSU-301U，各需五組，其中 TC 有三處路口已於前期計畫更新，故本期計畫有三處路口待更新，由交通局協助安裝更新。其他路側設備(RSU、路側端 Router)及車上端(車機、OBU、車上端 5Grouter)由交通局採購，並在本期計畫安裝。設備彙整如表 7.2-2 所示。

表 7.2-2 設備彙整表

項目	說明
TC(具 V3 TCROS USE 功能)	測試路口(共五處，其中**二處已由交通局協助更新控制器**)
路側端 5G Router(M600 含 IPC 功能)	測試路口(共五處)
RSU-301U	測試路口(共五處)
OBU-351U	一部車需一台(共二台)
車輛端 5G Router(M600 含 IPC 功能)	一部車需一台(共二台)
(具車機功能之)手機(Android 版本)	一部車需一台(共二台)

(二) 車上設備

依本計畫規劃架構，車上端需每秒回傳車輛資訊，將 SRM 訊息經由路側端回傳至中心運算，另須能接收解析 SSM 及 SPaT 等訊息，並發送 EVA 訊息提醒其他車輛。因此車上端需安裝車機、OBU、及車上端通訊模組(M600)，如圖 7.2.2 所示，經與消

防局協調後檢視車上空間，消防車及救護車應可提供車上端設備所需安裝空間。另有關介接車上電力事宜，在不影響原有設備功能前提下，消防局同意本計畫介接。配合提供測試之消防車已於 112 年 12 月完成線路改裝及車上端設備安裝，救護車則於 113 年 3 月 29 日辦理線路改裝及設備安裝。

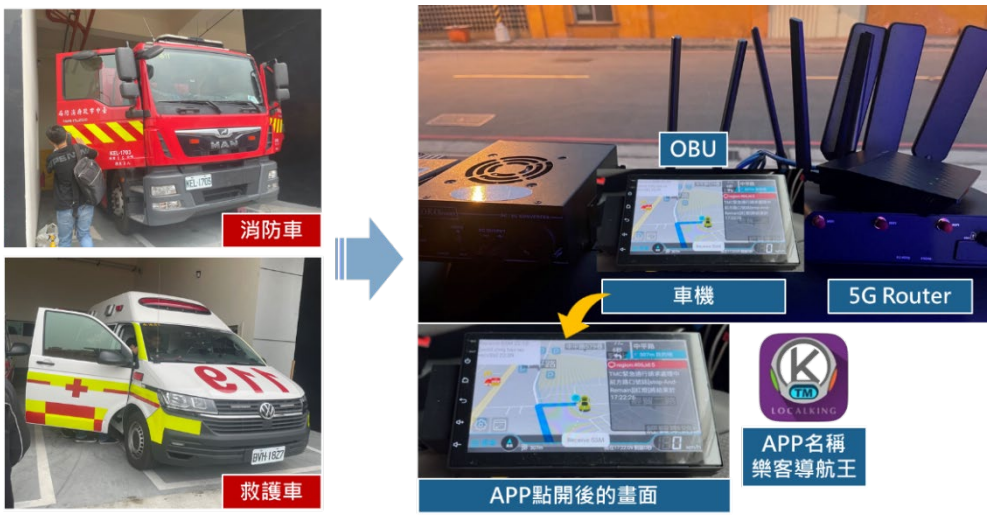


圖 7.2.2 車輛端設備

三、路徑選擇

由於車上端設備須確定所欲行走之路徑，以計算抵達各路口之預定時間，且號誌轉換須一定時間，惟因本年度實作尚無與派遣系統介接，因此初期規劃請隨車人員出發時於車機點選路徑。然經協調結果，考量不影響消防出勤任務之原則，不宜請隨車人員在出發時於平板點選路徑，因此另採其他方案(詳參 7.2.3 節說明)。

四、通訊租用申請

本計畫所需之路側設備通訊申請及中心端雲端租用，係請交通局協助申請(由本計畫填寫相關資料後提請交通局用印)。

五、發布緊急車輛優先測試相關內容

請交通局協助於臺中市即時交通資訊網及臺中交通網 APP 發布水湳地區緊急車輛優先號誌測試相關事宜，其呈現方式規劃如圖 7.2.3 所示，並將測試訊息納入鄰近中清路之 CMS 輪播選項，以提醒用路人注意。

六、宣導標誌設置

本計畫在測試範圍內，針對車流相對較大之路口且非緊急車輛需求方向設置「試辦緊急車輛優先號誌請注意號誌轉換」宣導標誌，以警示行經測試範圍之車輛注意緊急車輛優先號誌，設置地點及標誌牌面尺寸及內容(如圖 7.2.4 所示)已另函提送且經交通主

管機關同意(來文日期/文號：112 年 10 月 20 日/中市交規字第 1120060368 號)，現場標誌亦已於 113 年 1 月 4 日安裝完成，安裝成果如圖 7.2.5~圖 7.2.7 所示。

圖 7.2.3 臺中即時交通資訊網

圖 7.2.4 宣導標誌設置地點及內容

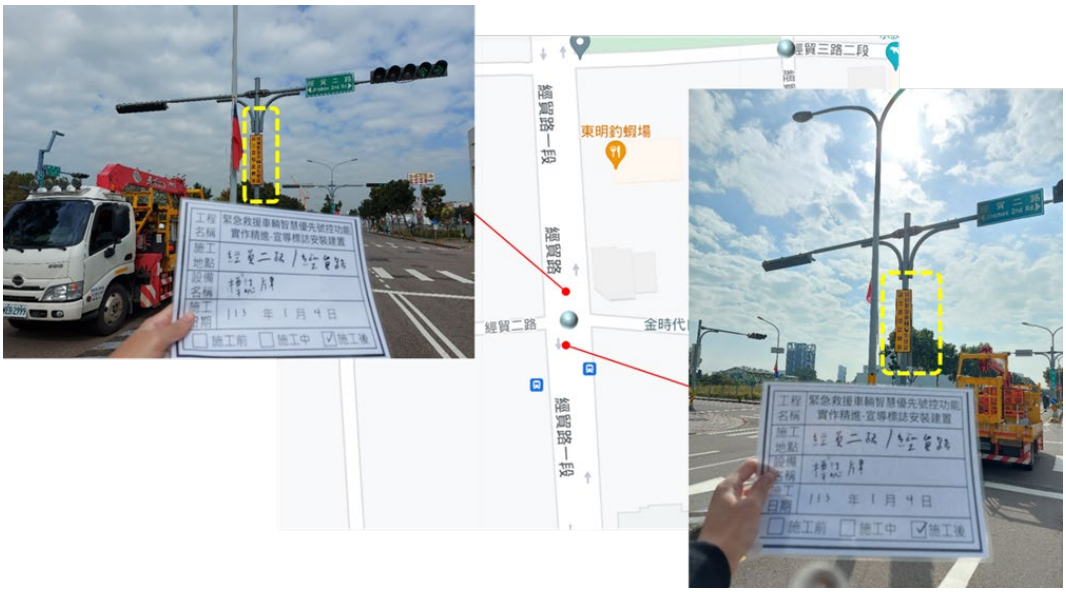


圖 7.2.5 宣導標誌安裝成果(路口二-經貿路/經貿二路)

圖 7.2.6 宣導標誌安裝成果(路口三-經貿路/敦化路二段)

圖 7.2.7 宣導標誌安裝成果(路口五-經貿三路/中平路)

7.2.2實作場域既有資料蒐集

一、路口號誌現況

(一) 路口號誌控制器

本計畫實作路口包含經貿東路/經貿二路、經貿路/經貿二路、經貿路/敦化二路、經貿東路/經貿三路、經貿三路/中平路等五處路口，各路口之號誌控制器彙整如表 7.2-3 所示。因應本計畫優先號誌實測，路口號誌控制器須具備 TCROS USE 功能，其中經貿東路/經貿二路、經貿東路/經貿三路及經貿三路/中平路三處路口已於前期計畫更換為具 TCROS USE 功能之號誌控制器，另二處路口(經貿路/經貿二路與經貿路

/敦化二路)則於本期計畫更新。運作架構延續前期計畫運作模式，於中心端另行租用雲端伺服器(以下簡稱 TMC)，TMC 端則在接收到 SRM 訊號即進行優先號誌運算，依據優先邏輯運算各路口所需執行之優先策略，並將結果透過 API 介面傳送至既有交控系統，由交控中心下達指令至現場號誌控制器，進行步階變換，以使車輛能順利通過路口，因此需另行申請租用雲端伺服器及各路口通訊。

表 7.2-3 既有路口號誌控制器彙整表

編號	路口名稱	製造廠商	控制器型號
1	經貿東路/經貿二路	普烙	PL-3200(具 TCROS USE 功能)
2	經貿路/經貿二路	普烙	PL-3200(具 TCROS USE 功能)
3	經貿路/敦化路二段	普烙	PL-3200(具 TCROS USE 功能)
4	經貿東路/經貿三路	普烙	PL-3200(具 TCROS USE 功能)
5	經貿三路/中平路	普烙	PL-3200(具 TCROS USE 功能)

(二) 路口號誌時制計畫

本計畫實作之五處路口，包含二~四時相(各路口時相彙整如圖 7.2.8 所示)，平假日時段切分及週期略有不同，以白天為例，路口 2、3、5 週期為 180 秒，其餘路口週期 90 秒，另外各路口平日與假日周期相同，白天時制計畫如表 7.2-4 所示。路口號誌時制計畫在現場測試前均再逐一檢查是否與設計階段資料一致，如現場與設計階段資料不一致，需重新檢視各項設計參數，以符合現場需求。

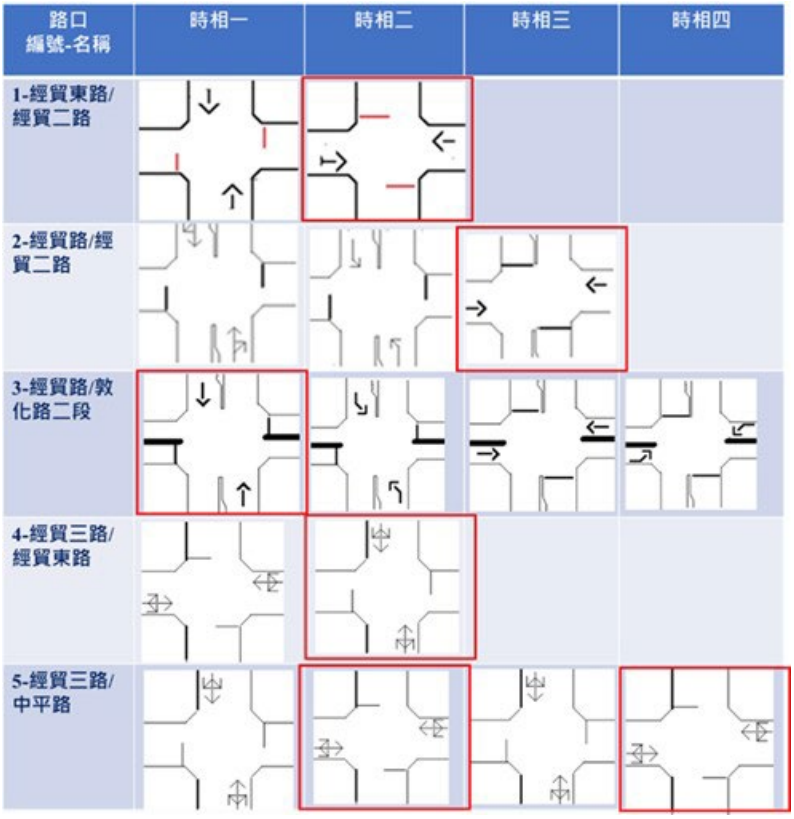


圖 7.2.8 路口時相圖

表 7.2-4 既有路口號誌控制器時制計畫彙整表

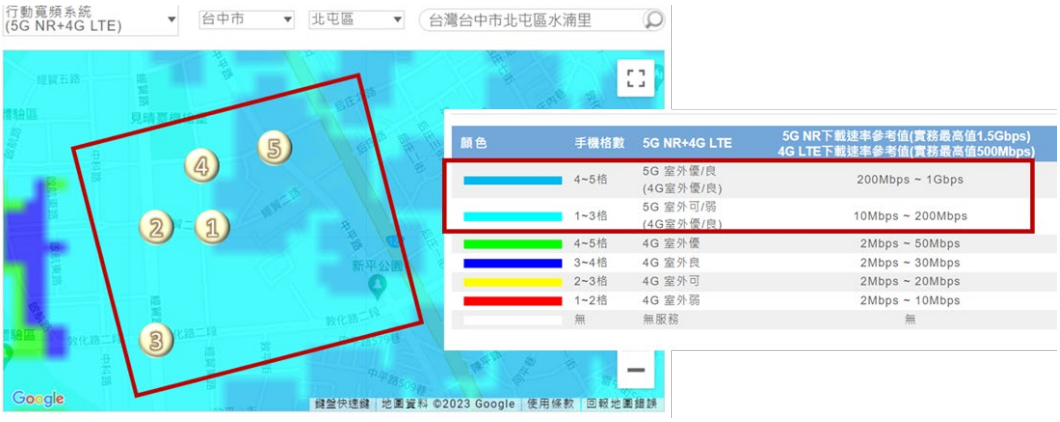
路口編號	路口名稱	平日/假日	時段	時差(秒)	週期(秒)	時制計畫(秒)											
						時相一			時相二			時相三			時相四		
						綠	黃	紅	綠	黃	紅	綠	黃	紅	綠	黃	紅
1	經貿東路/	平日	7:00~19:00	20	90	30	3	2	50	3	2						
	經貿二路	假日	8:00~19:00	65	90	30	3	2	50	3	2						
2	經貿路/	平日	7:00~21:00	5	180	95	3	2	20	3	2	50	3	2			
	經貿二路	假日	8:00~22:00	50	180	95	3	2	20	3	2	50	3	2			
3	經貿路/	平日	7:00~21:00	5	180	80	3	2	15	3	2	55	3	2	10	3	2
	敦化路二段	假日	8:00~22:00	50	180	80	3	2	15	3	2	55	3	2	10	3	2
4	經貿東路/	平日	7:00~21:00	20	90	50	3	2	30	3	2						
	經貿三路	假日	8:00~21:00	18	90	50	3	2	30	3	2						
5	經貿三路/	平日	7:00~21:00	170	180	40	3	2	25	3	2	40	3	2	55	3	2
	中平路	假日	8:00~22:00	170	180	40	3	2	25	3	2	38	3	2	57	3	2

二、臺中市交控系統

臺中市 T-TOPIS 將其所需「涵蓋功能」歸納為：公共運輸、道路管理、停車管理、事件管理以及區域交控等五大區塊，以符合交通資訊應用服務及發展，如圖 7.2.9 所示。其中與號誌系統相關部分包括道路管理、事件管理及區域交控等服務功能。本計畫於臺中市交控環境下建置測試平台(以下簡稱 TMC)，以供緊急救援車輛優先號誌實作測試，未來再視 TOPIS 後續擴充計畫納入系統中。

三、實測場域 5G 環境現況

由於本計畫優先號誌執行主要係以 C-V2X 搭配 5G 通訊技術，因此實測場域 5G 通訊信號之良莠，將影響執行成果。經檢視實測場域範圍之 5G 行動網路通信連線狀況屬尚可至良好，如圖 7.2.10 所示，惟實際使用仍可能受使用之終端設備、移動速度或其他因素影響。



資料來源：https://coverage.cht.com.tw/coverage/tw.html

圖 7.2.9 實測場域 5G 環境現況

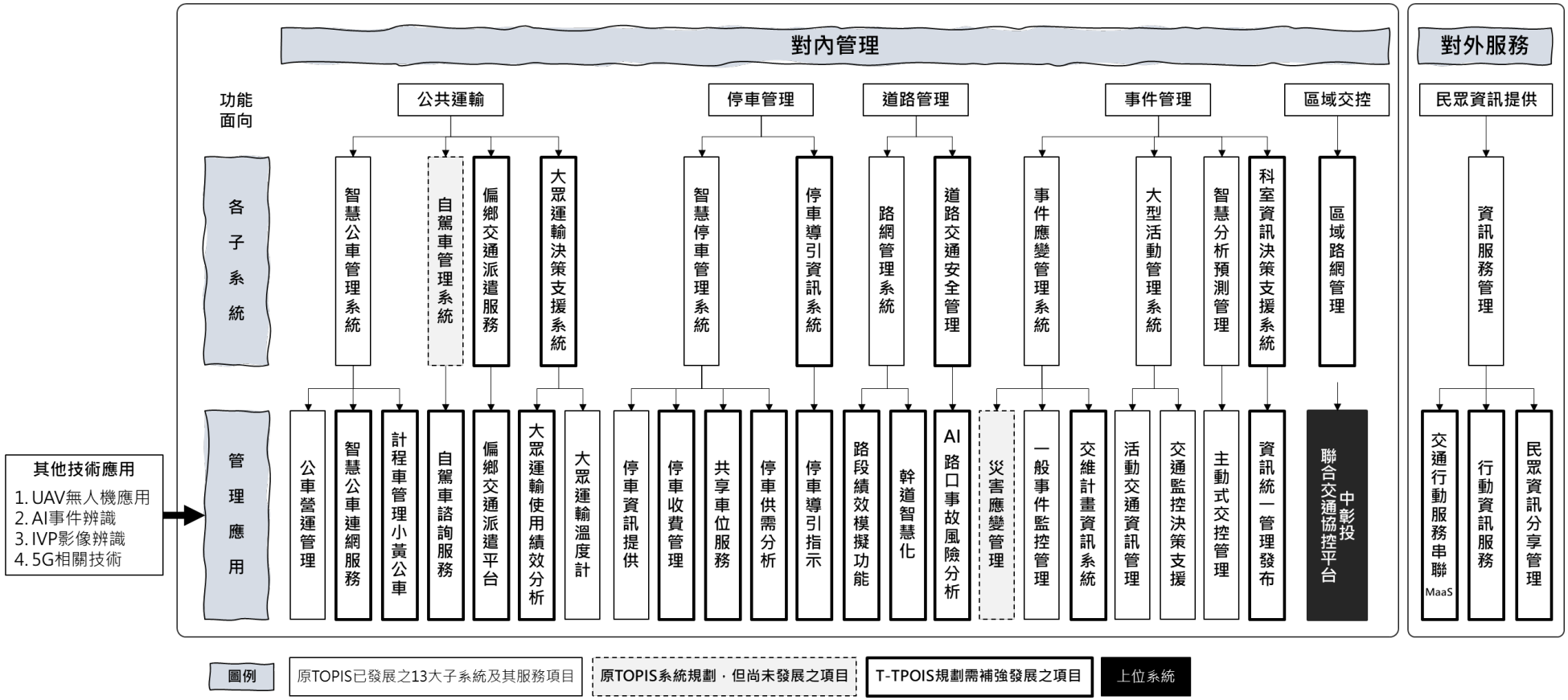


圖 7.2.10 T-TOPIS 運輸服務功能

7.2.3優先號誌運作邏輯

茲將本計畫實施緊急救援車輛優先號誌之規劃運作策略及邏輯說明如下：

一、優先號誌運作策略

國內外實施緊急救援車輛優先號誌策略多採行主動式優先控制，藉由偵測緊急救援車輛接近路口而實施優先號誌。優先策略模式包括延長綠燈/縮短紅燈及插入時相，實施優先後則以補償方式將號誌時間回復原序列，補償則盡量於二週期內補償完畢。實務上並可考量以限制方式，減輕優先號誌對一般交通之衝擊，例如限制固定時間內，優先號誌控制之執行次數。各策略實施方式及適用時機如下所述，並綜整如表 7.2-5 所示：

表 7.2-5 不同優先策略之適用時機及配套措施

優先策略	延長綠燈/縮短紅燈(時相控制)	插入時相(特勤控制)
策略概述	1. 根據預估車輛抵達路口之時間點，延長需求方向綠燈，或縮短非需求方向綠燈 2. 當週期更改時制 3. 待車輛通過路口即結束延長綠燈	1. 鎖定單一方向，插入特勤方向綠燈 2. 當週期更改時制 3. 待車輛通過路口且至少一段時間(例如 20 秒)後即結束特勤指令
通訊協定	1. 5F10 Bit4 時相控制 2. 5F1C 更改步階秒數	1. 5F10 Bit7 特勤路線控制 2. 5F1E 開始/結束特勤控制
特性	1. 控制器無須更新韌體 2. 時相順序不變，對一般用路人影響較小 3. 在多時相路口，可能無法立即獲得通過的時相	1. 多時相路口以插入時相方式，可較快執行優先時相 2. 時相順序改變，對用路人安全可能有疑慮 3. 時相數增加，會增加時相轉換造成路口效率降低 4. 至少執行一段時間後才結束特勤方向綠燈，如衝突方向交通量大，對路口績效衝擊大
適用時機	1. 簡單二時相 2. 多時相路口(可有效縮短紅燈時間之路口	1. 多時相且需求方向不易獲得通行權之路口 2. 距離不足以提供號誌轉換之路口
配套措施	非需求方向綠燈縮短，如非需求方向為幹道(車流量大)，對幹道衝擊大。優先策略設計建議將補償機制納入考量，以減輕對幹道之衝擊	1. 控制器須更新韌體 2. 優先策略設計可能須限制每週期插入時相之次數，避免頻繁地時相轉換造成路口效率降低 3. 執行前預先對用路人進行教育宣導 4. 現場設置警告標誌牌面提醒用路人

(一) 延長綠燈(Green Extension)/縮短紅燈(Red Truncation)

延長綠燈係當緊急救援車輛於綠燈時相的尾端接近路口時，延長其行進方向之綠燈時間，使車輛能夠順利通過路口，延長綠燈時間端視車輛通過停止線的時間而定，惟若延長後之綠燈時間已大於行進方向最大綠燈時間，則不再進行綠燈延長且必須進行燈態轉換。

縮短紅燈係在紅燈時相接收緊急救援車輛通行需求時，可提前切斷紅燈時相(綠燈提早)，以減少車輛之停等時間。惟仍需滿足競爭方向綠燈時相之最小綠燈時間後方能執行。延長綠燈/縮短紅燈策略如圖 7.2.11 所示。

執行優先策略所使用之通訊協定，參考「都市交通控制通訊協定 3.0 版」，先以 5FH+10H 設定控制策略，再配合所設定之控制策略更改時制計畫。緊急車輛優先號誌需在接收優先訊息後當週期即更改步階秒數，因此執行延長綠燈/縮短紅燈策略時，可採用 5FH+10H Bit4 時相控制，將定時模式更改為全動態模式，再以 5FH+1CH 執行步階變換。

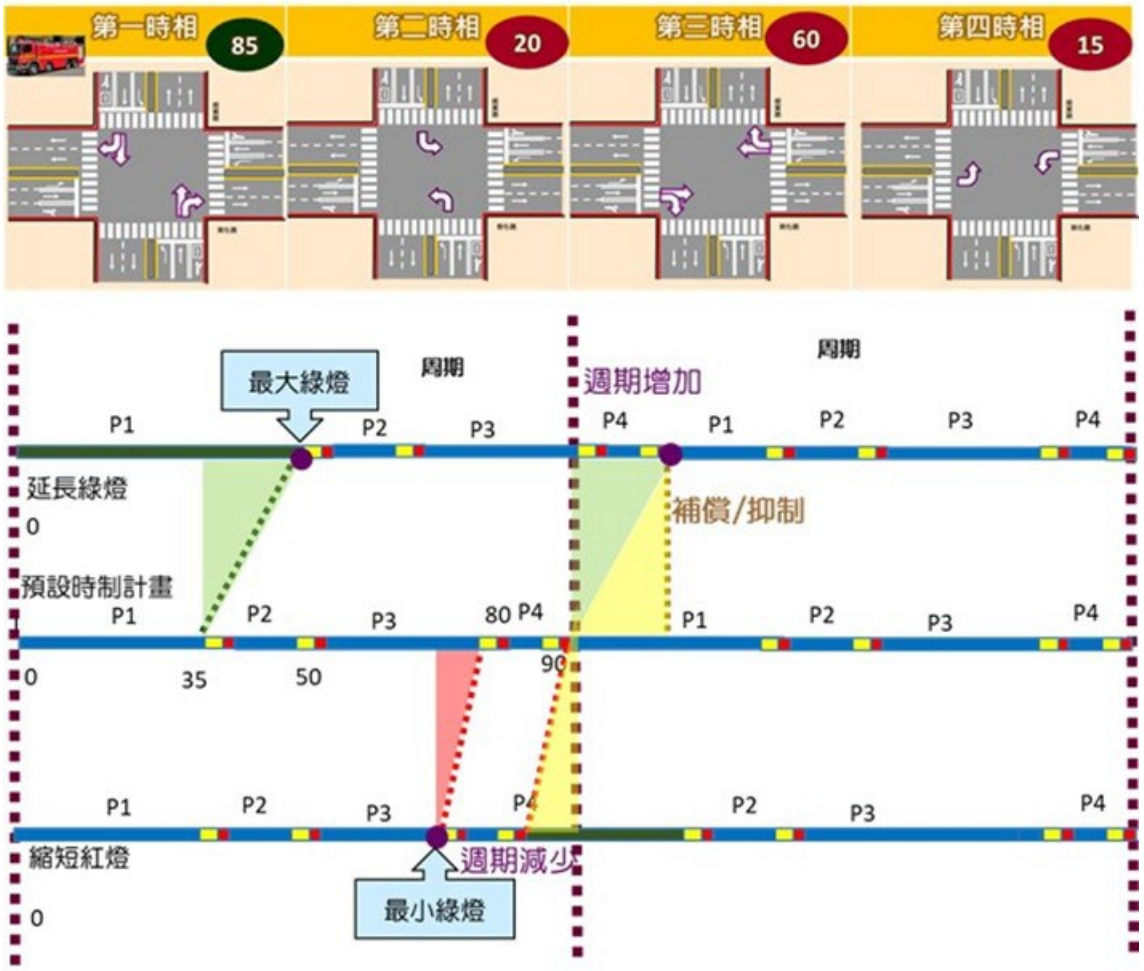


圖 7.2.11 延長綠燈/縮短紅燈優先運作策略

原則上，所有路口均可採用延長綠燈/縮短紅燈策略，此策略亦是國內外在執行優先號誌之案例中(包含緊急車輛、輕軌、或公車等優先號誌)最常使用之策略，其執行時相順序不變，對一般用路人影響較小，且控制器無須更新韌體，對機關而言執行成本亦較低。

惟在多時相路口，可能無法立即獲得通過的時相，以需求方向北往南(時相一)為例，假設預估緊急車輛在時相一結束時抵達，優先號誌需經由時相二(最小綠)→時相三(最小綠)→時相四(最小綠)→時相一(需求方向)，亦即號誌需經過所有非需求分相之最小綠燈才會提供需求方向的綠燈。如可在路口上游足夠距離(足夠讓號誌轉換至需求分相)先得知車輛將抵達該路口，將可提高車輛於此路口獲得優先之機率。

此外，在執行紅燈縮短策略時(即非需求方向綠燈縮短)，如非需求方向為幹道(車流量大)，對幹道衝擊大。優先策略設計建議將補償機制納入考量，以減輕對幹道之衝擊。

(二) 插入時相(Phase Insertion)

以緊急車輛需求方向由北往南為例，緊急車輛抵達時路口正在執行時相 2 或時相 3，則待該時相執行完最小綠燈後即插入優先時相，插入優先時相情境如圖 7.2.12 所示。

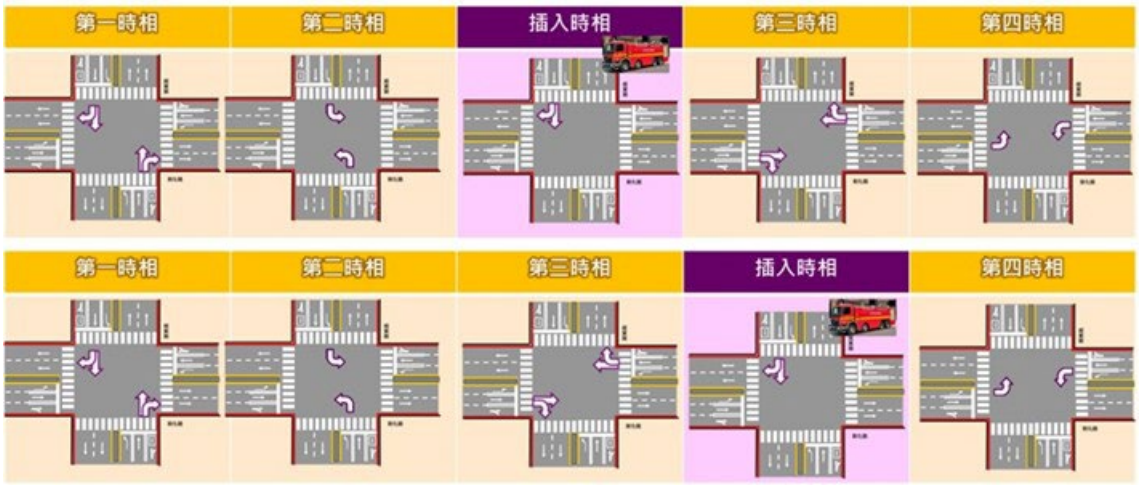


圖 7.2.12 插入時相優先運作策略

依高雄市實地執行經驗，偶有發生從優先時相下載後至緊急車輛通過路口之時間間隔短，導致優先時相開啟秒數較低(如 5 秒)，而同方向之用路人面對此較低綠燈秒數，可能有行車安全之疑慮。因此，插入時相設計中，建議應有優先時相開啟秒數之最小綠設定，例如插入至少需 20 秒後方能結束優先時相。

參考「都市交通控制通訊協定 3.0 版」，執行插入時相策略時可採用 5FH+10H Bit7 特勤路線控制，再以 5FH+1EH 設定特勤路線控制參數，以設定控制方向與起迄時間。

插入時相策略在多時相路口，可較快獲得優先時相，以圖 7.2.8 四時相路口為例，路口定時時制為 P1→P2→P3→P4，以插入時相策略執行，時相順序變為 P1→P2→插入優先時相→P3→P4，或是 P1→P2→P3→插入優先時相→P4。惟由於時相順序改變，對用路人安全可能有疑慮，以東西向直行用路人為例，在見到南北向車流左轉時即準備啟動(習慣 P2→P3)，而路口時相因緊急需求變更為 P2→插入優先時相(北往南)，則對東西向用路人可能有安全疑慮。另外一般號誌設計原則宜盡量減少時相數，以減少時相轉換時間(黃燈及全紅)及損失時間，亦減少用路人停等時間，插入時相因時相數增加，因此增加時相轉換損失時間，造成路口效率降低。此外，執行插入時相策略，控制器須更新韌體，對機關而言執行成本較高。

因此，執行插入時相策略應更審慎為之，包含現場設置警告標誌提醒用路人，執行前預先對用路人教育宣導，執行初期亦建議申請義交派遣，於現場對用路人宣導一段期間，以使用路人適應不規律的號誌轉換。

(三) 本計畫實作

本計畫實作採用之優先策略為延長綠燈/縮短紅燈，由於實作場域(水湳地區)交通狀況相對較單純，因此執行優先控制後之補償係由控制器自行補償。另以路徑 1→2→3 為例，說明由水湳分隊出發行經三路口之情境分析，路口 1 為二時相、週期 90 秒、需求分相為時相二，路口 2 為三時相、週期 180 秒、需求分相為時相三，路口 3 為四時相、週期 180 秒、需求分相為時相一，因此將 180 秒之時間劃分區段，檢視由水湳分隊出發之續進狀況。

1. 情境 D

情境 D 為在定時時制下(TOD)，緊急車輛由水湳分隊出發之續進帶寬約 25 秒，如圖 7.2.13 所示，即路口在不改變時制之情形下，車輛由水湳分隊出發可續進三路口之機率約 25/180，代表車輛遇到紅燈的機率為 155/180，因此期望透過優先號誌之實施，減少在路口遇到紅燈的機率。

2. 情境 A、B、C

在加入優先策略後，透過實施延長綠燈/縮短紅燈，情境 A 與情境 C 由水湳分隊出發後可續進三路口，增加之續進帶寬分別為 33 秒及 55 秒，續進帶寬累積為 113 秒，而情境 B 在實施優先後，可續進路口 1 及路口 2，在路口 3 仍可能遇到紅燈，此情境約 5 秒。情境 A、B、C 如圖 7.2.14 所示。

3. 情境 E、F、G

在加入優先策略後，透過實施延長綠燈/縮短紅燈，情境 E 與情境 G 由水滴分隊出發後可續進三路口，增加之續進帶寬分別為 35 秒及 7 秒，續進帶寬累積為 155 秒，而情境 F 在實施優先後，可續進路口 1，在路口 2 即可能遇到紅燈，此情境約 20 秒。情境 E、F、G 如圖 7.2.15 所示。

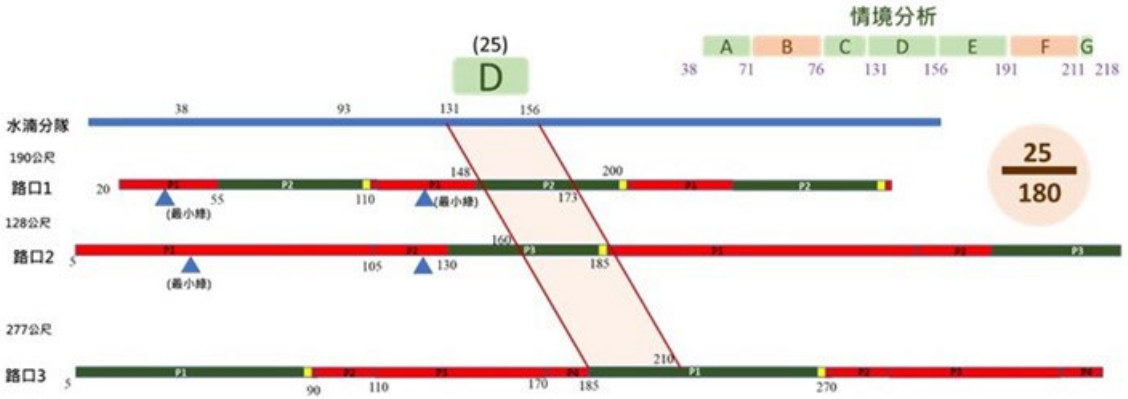


圖 7.2.13 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 D)

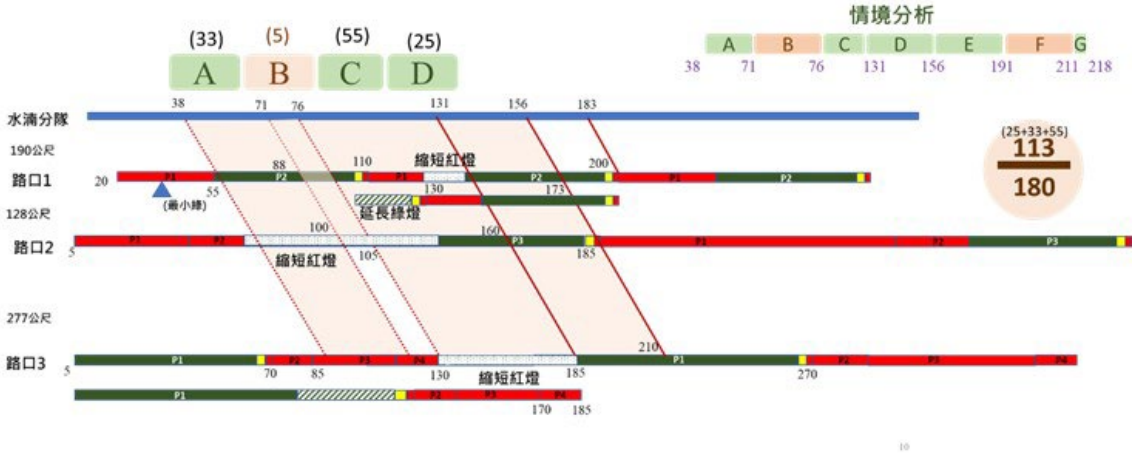


圖 7.2.14 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 A、B、C)

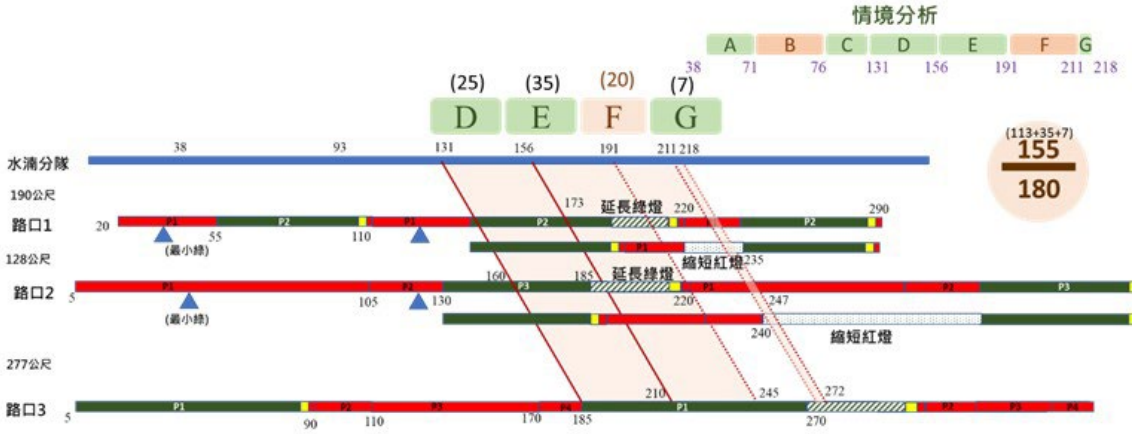


圖 7.2.15 路徑 1→2→3 續進帶寬(情境 E、F、G)

4. 綜上所述，經實施優先號誌，車輛由水淹分隊出發後可續進三路口之續進帶寬預計由 25 秒提升為 155 秒。

二、緊急救援車輛優先號誌運作邏輯

原則以收到緊急救援車輛訊號後，根據預計抵達路口時間，決定要採取之動作，如：延長綠燈或縮短紅燈，控制邏輯如圖 7.2.16 所示，並說明如後。

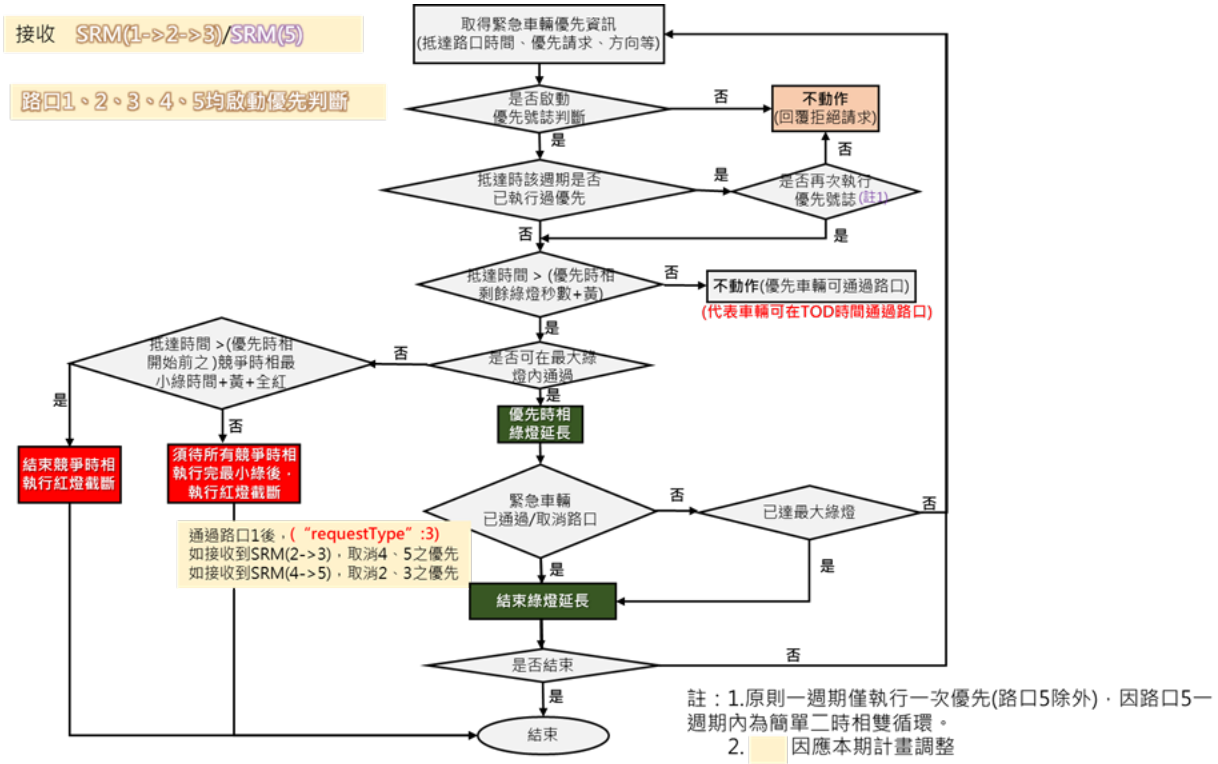


圖 7.2.16 緊急救援車輛優先號誌控制邏輯

(一) 是否啟動優先號誌判斷

緊急救援車輛優先資訊包含路口編號、預計抵達路口時間、優先請求、方向，根據取得之路口編號是否符合控制路口編號，進行後續判斷評估，若不符合路口編號時，則忽略緊急救援車輛資訊不動作。此外，保留啟動優先判斷功能，可提供未來彈性運用，如路口只提供某方向優先，在需求方向不符時，則忽略不動作。

此外本年度新增判斷緊急車輛抵達路口時間以啟動優先號誌之功能，若緊急車輛需成功觸發優先號誌，與路口之最短距離影響因素包含時制計畫、優先策略、最短綠燈時間、清道時間(黃燈+全紅)及通訊延遲，如圖 7.2.17 所示。以一極端狀況為例，即車輛在需求分相結束時抵達路口，並以延長綠燈/縮短紅燈為優先策略，則路口須等待所有非需求分相最小綠燈與清道時間執行完，才回到需求分相，此時間即系統須預先得知車輛抵達路口之時間，該時間車輛可行駛之距離，即緊急車輛可成功觸發優

先號誌之最短距離。

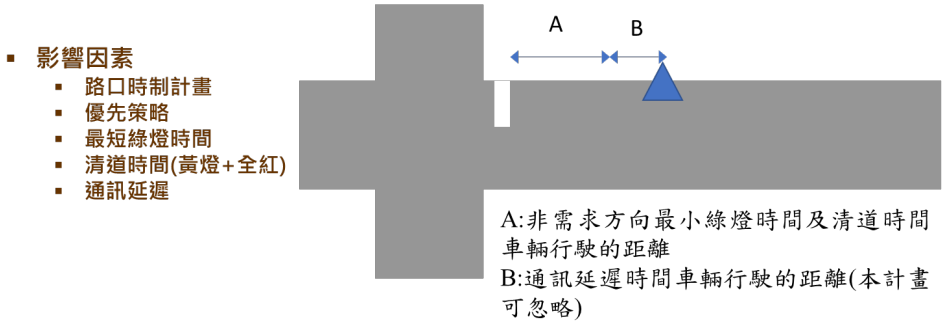


圖 7.2.17 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離

以路口四經貿三路/經貿東路為例，如圖 7.2.18 所示，以前述方式計算，至少需在路口 222 公尺前觸發優先號誌，較易成功(才有足夠時間執行優先號誌控制)。如在水滴分隊出發時，即啟動優先運算，在路口四較有機會獲得優先號誌，如在車輛通過路口一之後始確定路徑往路口四，則不易獲得優先(因路口一與四之距離不足以提供號誌轉換)。以路口二經貿路/經貿二路為例，如圖 7.2.19 所示，以前述方式計算，至少需在路口 611 公尺前啟動優先號誌，較易成功(才有足夠時間轉換至優先時相)，因此在水滴分隊出發時即啟動優先運算，在路口二仍可能不及轉換為優先時相。

一般而言，分隊接獲派遣訊息後，即準備等待出動指令，消防車出勤準備時間約 90 秒，由於本年度實作係於緊急車輛上安裝車機，因此如分隊接獲派遣訊息即先啟動車輛電力，則在車輛實際出發前尚有一段緩衝時間，假設為 45 秒，車機在車輛實際出發前 45 秒即開始傳送預計抵達路口時間訊息，應有足夠時間供路口時制轉換。另由於本計畫實作並無介接派遣系統，出發時未知車輛欲行駛之路徑，因此實作方式採行車輛於分隊出發時，所有路口均啟動優先號誌運算，待通過路口 1，確定路徑後將另一路徑之優先號誌取消，惟如另一路徑之路口已在執行優先號誌則無法取消。

圖 7.2.18 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離-路口四為例

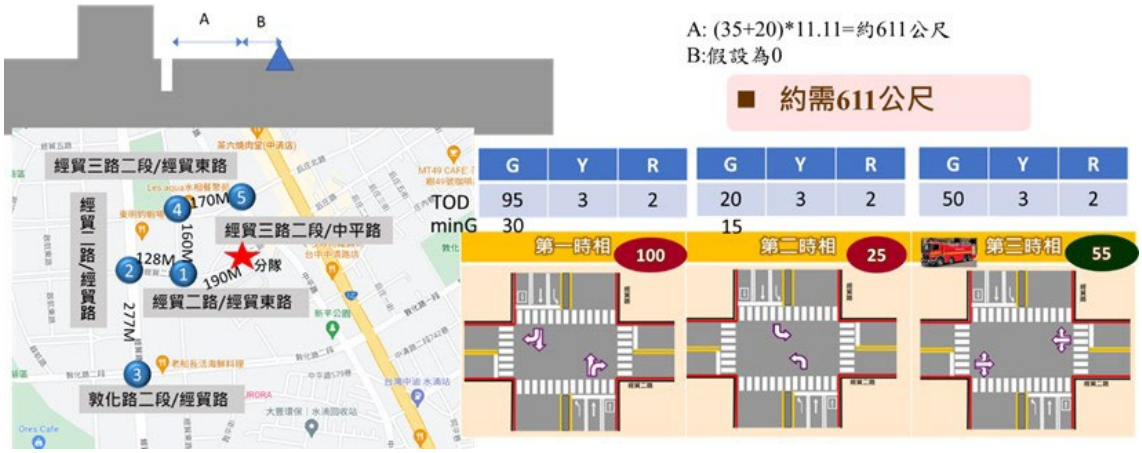


圖 7.2.19 緊急救援車輛觸發優先號誌所需距離-路口二為例

(二) 抵達時該週期是否已執行過優先

本計畫優先時相控制策略，以每週期控制一次為主，避免同週期執行多次優先時相，使用路人誤以為路口號誌控制器異常。因此當系統收到緊急救援車輛訊號時，需判斷緊急救援車輛抵達時該週期是否已執行優先時相運作。

(三) 抵達時間是否為優先時相

抵達時為優先時相，則判斷緊急救援車輛預計通過路口秒數，是否小於剩餘綠燈時間，如低於剩餘綠燈時間，代表可在綠燈時間內通過路口，則不須進行優先控制；如預計通過時間超過剩餘綠燈時間，則檢視是否可在最大綠燈時間內通過，如可在最大綠燈時間內通過，則延長優先時相。如抵達時間為競爭時相，則判斷抵達時間是否超過(優先時相開始前之)競爭時相剩餘最小綠燈+黃燈+全紅，若是，則實施紅燈截斷，將所有競爭時相執行最小綠燈後即切換時相，讓優先時相提早開始；若否，則代表競爭時相尚未執行完最小綠，須待競爭時相執行至最小綠燈+黃燈+全紅再切換時相，將路權提供給優先需求方向。

(四) 結束優先號誌

結束優先號誌之機制包括收到車輛已離開路口，或綠燈時間已達最大綠燈時間，優先結束後，則由控制器進行補償。

三、緊急救援車輛優先通行模組

根據前述緊急車輛優先號誌策略與邏輯規劃，緊急救援車輛優先通行包含通訊與接收模組、優先號誌演算模組、及控制策略執行模組，其功能如下：

(一) 通訊與接收模組

1. 負責接收與解析 SRM 訊息，並將訊息提供優先號誌演算模組。
2. 在優先號誌執行中則拒絕新的 SRM 需求。
3. 在定時控制模式下才可接收 SRM 需求。
4. 確認收到 SRM 訊息完整性。

(二) 優先號誌演算模組：依本計畫優先號誌控制策略，在接受優先號誌請求後，依預設控制邏輯演算，並產生對應的控制指令，再將運算結果傳送至控制策略執行模組。

(三) 控制策略執行模組：根據優先號誌演算模組所產生之控制指令，下載至號誌控制器以變換燈號。

7.2.4實作架構規劃

根據臺灣車聯網產業協會(Taiwan Telematics Industry Association，以下簡稱 TTIA)所訂之 TCROS 資通訊標準，其目的是通過使用標準化訊息集及其資料框架與資料元，來支持車聯網應用之間的互操作性(interoperability)，在一些應用情境下，該標準還提供了有助於理解如何將訊息集應用於車聯網應用的資訊。因此，該標準主要是訂定通訊協定格式，其應用架構係供參考，如圖 7.2.20 所示，使用單位可依需求規劃不同的架構。

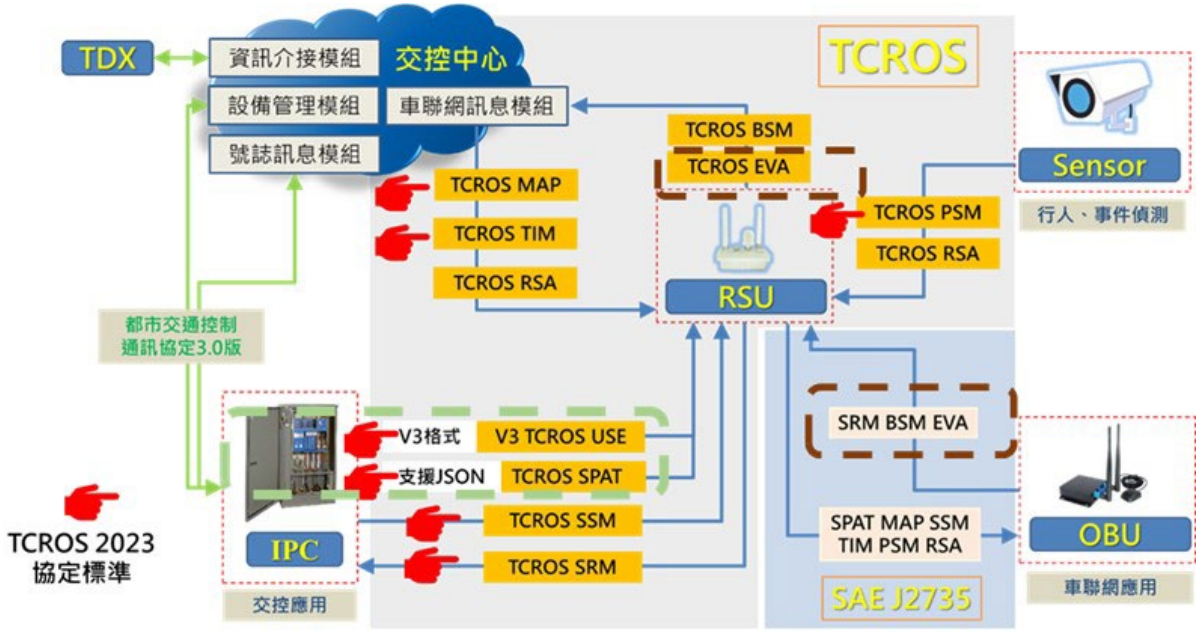


圖 7.2.20 TCROS 參考架構

以路側 IPC 為例，在 TTIA 架構中，係由路側 IPC 負責解析 SRM 資料及回應相對之 SSM 訊息，並依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後下達優先號誌指令至號

誌控制器，再將運作結果回傳至中心。本計畫實作則將此功能置於中心端，由中心端接手解析 SRM 及回應相對應之 SSM，並由中心端進行緊急優先號誌決策運算後下達指令至現場號誌控制器，主要考量未來如擴充建置，中心端可即時掌控整體緊急車輛及現場號誌運作，亦可減少路側需增設 IPC 之成本。

另以 EVA 訊息為例，依照 TTIA 架構，EVA 可由 OBU 直接發送或是由 OBU 經由車聯網傳送至 RSU，再由 RSU 代傳回中心，由中心發送，惟如以中心端發送，則中心端需新增功能以接收解析 EVA 訊息再將其發送出去，因此本計畫之 EVA 資訊係由車機端傳送回導航王之雲端，再由雲端系統傳送至一般車輛。

本計畫之系統架構規劃如圖 7.2.21 所示，概分為現場端、中心端與車上端，各設備運作功能說明如後。

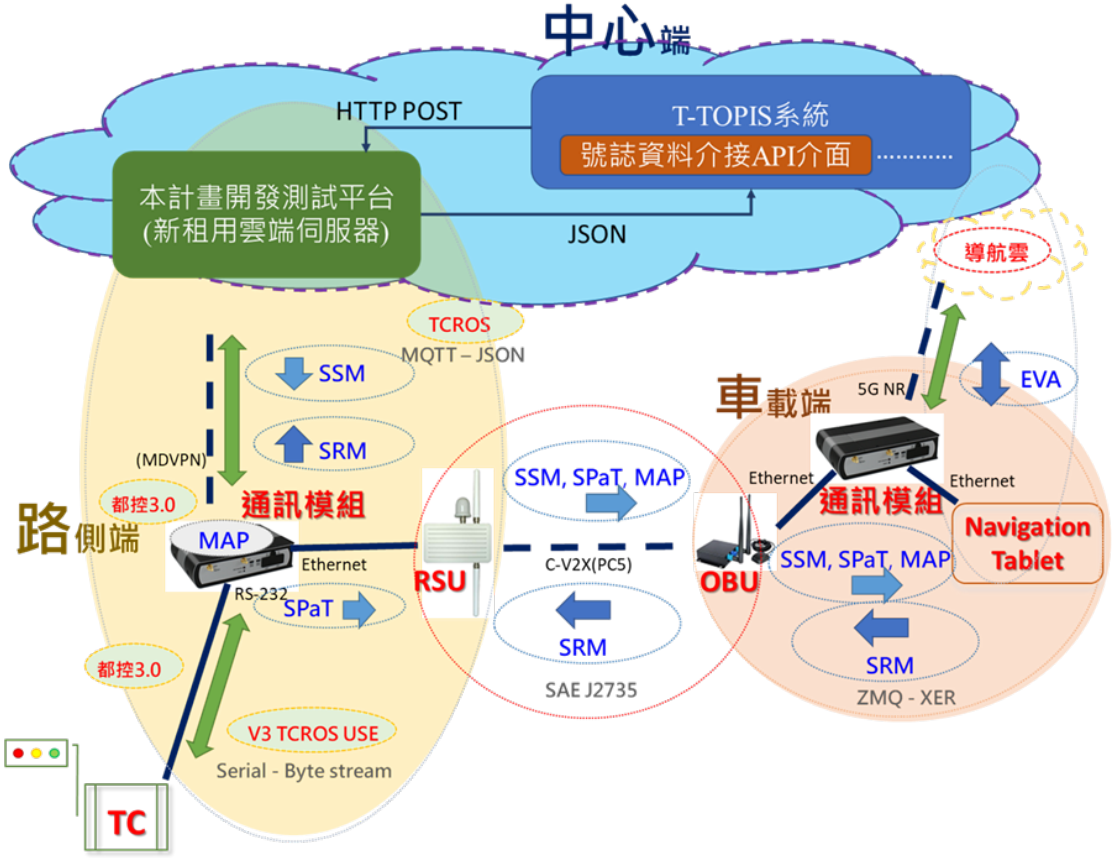


圖 7.2.21 系統架構示意圖

一、現場端

路側端設備包括 RSU、路側通訊模組及 TC，路側設備運作功能如下：

(一) 路側通訊模組

路側通訊模組即 5G Route，預計經由 MDVPN 連上 TMC。路口圖資遵循 TCROS V2X MAP 格式，於裝置安裝時，將該路口的圖資安裝於路側通訊模組，其運作功能規劃如表 7.2-6 所示。

表 7.2-6 路側端設備功能規劃

項次	功能
1	定時將儲存的 V2X Map，透過 RSU 廣播出去(發送頻率：1 秒)。
2	收到 TMC 傳來的都控 3.0 訊息並轉發給 TC。
3	收到 TC 傳來的都控 3.0 訊息並轉發給 TMC、收到 TC 傳來的 SPaT message 再由 RSU 透過 C-V2X 廣播出去。
4	將 RSU 傳來的 SRM(XML)轉成 SRM(JSON)再傳給 TMC；以及將 TMC 傳來之 SSM (JSON)轉成 SSM(XML)，並透過 RSU 廣播出去。

(二) RSU

RSU 透過有線 Ethernet cable 與路側通訊模組連接，RSU 運作功能規劃如表 7.2-7 所示。

表 7.2-7 RSU 功能規劃

項次	功能
1	定時將 V2X MAP 廣播出去
2	將 SPAT message 透過 C-V2X 廣播出去
3	將 SRM 訊息傳送至通訊模組再由通訊模組轉發給 TMC
4	將 SSM 訊息廣播出去

(三) TC

TC 需更新為具備 TCROS USE 功能，前期計畫(111 年度)已更新三處路口之 TC，本期與主管機關協商後已擴充更新另二處路口 TC。TC 功能規劃如表 7.2-8 所示。

表 7.2-8 TC 功能規劃

項次	功能
1	傳送 SPAT message 再由 RSU 透過 C-V2X 廣播出去
2	接收 TMC 下達之優先號誌指令並變換燈號
3	將都控 3.0 訊息回傳 TMC

二、中心端

本計畫之中心端係於臺中市交控環境下建置測試平台(以下簡稱 TMC)，根據設計架構，TMC 負責解析 SRM 資料，並結合當前路口號誌時制計畫、最短綠/最長綠等相關參數，依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後下達優先號誌指令至號誌控制器。另外需將 SSM 訊息傳送至路側端透過 RSU 廣播出去。中心端功能規劃如表 7.2-9 所示。

表 7.2-9 中心端功能規劃

項次	功能
1	接收並解 SRM 資料
2	回應 SSM 資料(Json 格式)
3	依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後下達優先號誌指令至號誌控制器

三、車上端

車輛端設備包含導航車機、OBU 及車上通訊模組，車輛端須能提供行駛路徑及預計抵達各路口之時間、方向，且能接收 SPaT、MAP 及 SSM 等訊息。車上端功能規劃如表 7.2-10 所示。

表 7.2-10 車輛端功能規劃

項次	測試項目
1	須能正常接收與解析 RSU 傳送之 SPaT 和 MAP
2	送出預估路徑沿途所有路口之 SRM 訊息，包含訊息發送時間、預計抵達各路口時間、方向等，並傳送至路側端設備。
3	接收與解析 SSM 資料

為能有效進行優先號誌控制決策，須提前掌握任務路徑以協助優先號誌的運作，根據行駛路徑預先瞭解行經路口及所需行駛方向，再透過即時取得車輛位置及行駛方向，判斷是否接近路口，動態給予或收回優先號誌控制。任務路徑可透過介接消防署派遣系統資料取得或導航軟體提供，兩種方式分述如下。

(一) 消防署派遣系統

緊急救援車輛的執勤狀態及任務行經路線，將影響路口優先號誌控制是否需要啟動，以及能否有效率的提前決策判斷。為了直接取得緊急救援車輛執行勤務的狀態，需取得消防隊協助，由派遣系統提供案件資料、消防車輛 GNSS 點位、及行車路徑資料，亦可能須進行警報器線路改裝，期能在不影響警報器正常運作及保固狀態下，讓 OBU 取得警報器的啟動訊號，以作為由 OBU 主動觸發優先號誌的條件。經與消防局協調，本計畫實作階段暫不與派遣系統介接，行駛路徑仍由本計畫之車機產生。

(二) 導航軟體提供行駛路徑

如不能與派遣中心系統介接，可由導航軟體(如前期計畫實作方式)提供行駛路徑及預計抵達各路口之時間，為使緊急車輛系統精確預估抵達時間，導航軟體提供之時間單位最小需以秒為單位。

以前期計畫為例，係由車輛端提供預計抵達路口時間資訊，因此車輛端須具備導航功能、通訊功能、更進一步提供顯示功能，其所需設備包含車用電腦、OBU 以及

顯示器。在車輛接近路口時，OBU 收到 RSU 廣播之 MAP 及 SPaT 資訊，並根據自身狀況發出 SRM 訊息，RSU 則將 SRM 訊息傳送至控制端(中心或路側 IPC)，並由控制端回覆 SSM 經 RSU 傳至 OBU。

本計畫經與相關單位協調，係由本計畫之車機導航產生行駛路徑，惟由於本年度實測有三路徑(1→2→3、1→4→5 及水淹分隊出發後左轉往路口 5)，在出發時尚未能確定路徑，而優先號誌運作需預先確定行車路徑(以利於號誌轉換)，因此實作擬於車機開始發送訊息後，所有路口均啟動優先號誌運算，待通過路口 1，確定路徑後將另一路徑之優先號誌取消，惟如另一路徑之路口已在執行優先號誌則無法取消。本計畫實作場域水淹地區，交通相對較單純，因此對競爭方向影響應不大。

7.2.5UI 監控面板功能優化與提升

前期計畫針對實作範圍開發之 UI 監控介面，分為「即時資訊」及「記錄查詢」二頁籤。在 TC 與中心連線正常情況下，「即時資訊」頁面可顯示測試範圍各路口即時燈態變化及步階倒數秒數，當車輛開始發送 SRM 訊息且 TMC 收到，則畫面上呈現車輛即時位置資訊，另外畫面右側亦顯示緊急車輛優先號誌相關訊息，包含 SRM 發出時間、訊息序號、行駛路徑、預計抵達之路口 ID、預計抵達路口時間、SSM 發出時間、處理之狀態回報等；「記錄查詢」頁面則可查詢優先執行後之結果，使用者可點選日期時間選擇所要查詢之時段，點選查詢後，即顯示該時段內執行過之記錄，包含 SRM 發出時間、預計抵達之路口編號、預計抵達路口時間、所執行之優先策略等，亦可篩選所要查詢之路徑、路口，查詢特定路口執行過之記錄。

本期以前期為基礎持續優化與提升監控面板功能，初步規劃如下：

一、「即時資訊」頁面增加顯示救護車之即時點位資訊，SRM 及 SSM 訊息之車輛編號及車種欄位，亦將分別顯示消防車及救護車之編號及種類；

二、「記錄查詢」頁面則擬規劃增加車種選項，並可由車輛編號點選單一車輛之記錄；

三、新增「運作結果分析」分頁，記錄個別車輛單一趟次之起訖時間，及該趟次通過路口時之燈號。

UI 監控畫面如圖 7.2.22 至圖 7.2.24 所示。前期(110~111 年度)與本期(112-113 年度計畫)測試項目差異則如表 7.2-11 所示。

圖 7.2.22 UI 監控介面－「即時資訊」畫面

圖 7.2.23 UI 監控介面－「記錄查詢」畫面

圖 7.2.24 UI 監控介面－「運作結果分析」畫面

表 7.2-11 前期(110~111 年度)與本期(112 年度)測試項目差異

項目	前期(110 年度)計畫	前期(111 年度)計畫	本期計畫
控制方式	路側 IPC	交控中心	交控中心
預計抵達路口時間	以分顯示，倒數較為不精確，與緊急救援車輛情境不合。	客製化導航軟體，提供以秒顯示的 UI 界面，配合緊急救援車輛情境。	客製化導航軟體，提供以秒顯示的 UI 界面，配合緊急救援車輛情境。
實作路口	單一路口測試，實驗機制單純。(簡單二時相)	一次提供三路口(單一路徑)SRM 資訊。 (簡單二時相)	一次提供多路口 SRM 資訊，(二路徑，共五處路口)。 (二~四時相)
路徑計算	離線運算，路徑僅供導航軟體本身使用。	車機導航產生(引入根據大數據 GVP 資訊建立的雲端路徑預測模型，計算最佳化路徑，並上傳至本計畫交控中心 TMC，提供中心端即時管理資訊。)	路徑來源：車機導航產生
UI 監控介面	TCROS 檢視介面，顯示燈態與倒數秒數。	平台初步功能(資訊、SRM 訊息、SSM 訊息、包含「即時資訊」及「記錄查詢」頁面，顯示車輛即時位置、各路口號誌燈態即時執行後之記錄可根據篩選條件查詢)	平台功能優化(擴充「即時資訊」及「記錄查詢」功能，並新增「運作結果分析」頁面)
運作期間	短期運作 (以一測試車輛為主)	短期運作 (以一測試車輛為主)	中~長期運作 (將以二輛緊急車輛為主)

7.2.6 測試成果

一、優先號誌階段性測試成果

經檢視車輛通過路口之速率，於綠燈期間通過路口之平均速率約 34.31km/hr，於紅燈期間通過路口之平均速率約 27.35km/hr，兩者速率差異 25.45%，顯見車輛於綠燈期間通過路口之速率明顯高於紅燈期間。因此提升抵達路口為綠燈之機率，應有助於提高車輛行駛速率，縮短行駛時間。本計畫之測試績效規劃以提升抵達路口為綠燈之機率為主。以下綜整本計畫整合測試成果：

本計畫系統整合測試分為二階段，第一階段先以測試車輛測試整體架構邏輯在現場確實可運作，第二階段則將車上端設備安裝於緊急車輛上(消防車及救護車)，觀察設備在緊急車輛上之運作情形無虞，並檢視邏輯及參數調整，其後運作至十月下旬，實測

期間則定期統計其運作績效。以下分別說明：

(一) 系統整合測試第一階段(以測試車輛測試)

本階段主要以測試車輛進行，檢視所規劃之架構及邏輯於現場環境之運作狀況，並根據現場環境進行調整，測試結果如表 7.2-12 所示，以優先號誌啟動前後抵達路口時為綠燈之機率作比較。在系統啟動前(TOD)，車輛抵達路口為綠燈之機率以該路口需求時相長度/週期長度計算，在系統啟動後(優先號誌)，以車輛抵達路口為綠燈之次數/車輛抵達該路口之總次數計算。由表 7.2-12 顯示，各路口在執行優先號誌後，抵達路口為綠燈之機率均大幅提高，成長幅度由 27.12%~50%。

表 7.2-12 抵達路口時之燈號(啟動前)

路口	1.經貿東/經貿二路	2.經貿路/經貿二路	3.經貿路/敦化路	4.經貿東路/經貿三路	5.經貿三路/中平路
優先號誌	88.24%	62.5%	88.89%	88.89%	88.89%
TOD	61.11%	30.56%	47.22%	38.89%	44.44%

【計算說明】優先號誌：通過路口為綠燈次數/通過路口總次數

TOD：需求分相長度/週期長度

(二) 系統整合測試第二階段(以緊急車輛測試)

根據中心端收到之統計資料樣態概分為二類，如表 7.2-13 所示，左側欄位案例為中心端所收到車輛點位，惟車輛未經過本計畫範圍之路口，右側欄位案例則為中心端收到之車輛點位，且車輛行經本計畫範圍路口，即整合測試第二階段績效統計之資料範圍。

表 7.2-13 資料樣態

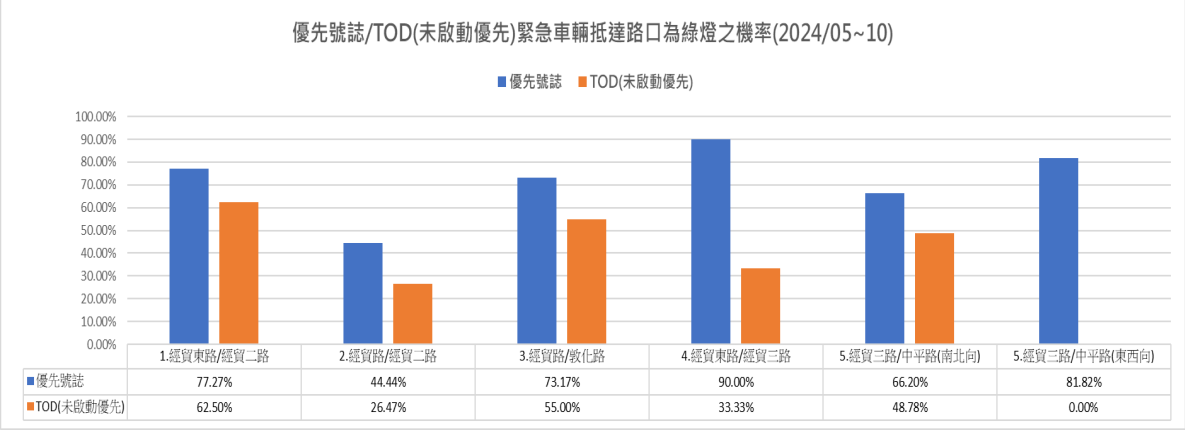
收到 SRM，未行經計畫範圍	收到 SRM，且行經計畫範圍

系統整合測試第二階段，係將車上端設備安裝於緊急車輛(消防車及救護車各一輛)，觀察設備在緊急車輛上之運作情形，並持續調整軟體及參數設定，以及蒐集啟動/未啟動優先號誌之績效。經統計 113 年 5~10 月，各路口啟動/未啟動優先號誌於抵達路口為綠燈之機率如圖 7.2.26 所示，各路口在執行優先號誌期間抵達路口為綠燈之機率均高於未啟動優先期間，有啟動及未啟動遇綠燈之機率平均為 72.15%及 37.68%，啟動期間抵達路口為綠燈之機率提升約 34.47%。

有關優先執行記錄統計資料如表 7.2-14 所示：編號欄位數值代表日期_車號_趟次；抵達路口之燈號代表車輛抵達該路口所見之燈號為綠燈或紅燈；優先策略/執行秒數欄位則代表該路口所執行之優先策略與時間，GE 為綠燈延長，RT 為紅燈縮短，執行秒數如為正值，代表延長需求分相綠燈時間，如為負值，代表縮短非需求分相綠燈時間之總和。以 20240820_1827_154 為例，代表 2024 年 8 月 20 日，救護車(1827 為本次配合測試之救護車車號後 4 碼)154 趟，本趟次行經路口 1→路口 2→路口 3，於路口 1 執行紅燈縮短策略，縮短非需求分相綠燈 3 秒，於路口 2 執行延長綠燈 17 秒，於路口 3 縮短非需求分相綠燈時間(總和)33 秒，車輛於三處路口均為綠燈通過。

(三) 使用者問卷分析

為了解消防機關對於緊急車輛優先通行實作成果滿意度，以問卷方式調查水淹分隊之使用滿意度，問卷採不記名方式辦理，以水淹分隊有駕駛緊急車輛經驗者為主要調查對象。問題主要對緊急車輛駕駛在路口遇到不同燈號之感受與行為及本次實測之感受(問卷內容如表 7.2-15 所示)，並以感受程度計分，例如以非常滿意、滿意、無意見、不滿意、非常不滿意供選擇，則以非常滿意為 5 分、滿意 4 分、無意見 3 分、不滿意 2 分、非常不滿意 1 分計算。整體問卷回覆總平均為 4.01 分(如表 7.2-16 所示)，實測成果獲得平均滿意以上之回覆，顯示使用者對系統抱持相對正面之看法，另外受訪對象也提供未來如擴大實施之建議路口，可供未來主管機關建置參考。



【計算說明】通過路口為綠燈次數/通過路口總次數

註：TOD(未啟動優先)資料範圍自 10/8 中午起至 10/24(於 10/8 中午起關閉優先號誌)

圖 7.2.25 抵達路口為綠燈之機率

表 7.2-14 優先號誌執行記錄(部分資料)

編號(case_no)	車號	車種	抵達路口之燈號						優先策略/執行秒數									
			序號	路口 1	路口 2	路口 3	路口 4	路口 5	路口 1		路口 2		路口 3		路口 4		路口 5	
20240816_1703_40	1703	消防車	1	綠	綠				RE	-15	RE	-74						
20240816_1703_42	1703	消防車	2	綠					GE	20								
20240816_1703_44	1703	消防車	3	綠					GE	11								
20240816_1827_129	1827	救護車輛	4					綠									RE	-6
20240816_1827_131	1827	救護車輛	5					綠									GE	7
20240817_1827_139	1827	救護車輛	6					綠									GE	17
20240817_1827_141	1827	救護車輛	7					紅									RE	-10
20240819_1703_49	1703	消防車	8	綠	綠	綠			GE	17	GE	13	GE	33				
20240819_1827_152	1827	救護車輛	9	綠	紅				RE	-10	RE	-9						
20240820_1827_154	1827	救護車輛	10	綠	綠	綠			RE	-3	GE	17	RE	-33				
20240820_1827_155	1827	救護車輛	11	綠	紅				GE	8	RE	-84						
20240822_1827_167	1827	救護車輛	12		紅	綠					RE	-25	GE	35				
20240823_1703_57	1703	消防車	13	綠			綠		GE	20			RE	-30				
20240823_1827_175	1827	救護車輛	14					綠									GE	12
20240824_1827_183	1827	救護車輛	15	紅	綠						GE	5						
20240825_1703_60	1703	消防車	16	綠			綠		GE	20					GE	4		
20240827_1827_199	1827	救護車輛	17					綠									RE	-4
20240827_1827_207	1827	救護車輛	18					綠									GE	7
20240829_1703_67	1703	消防車	19	綠					GE	3								
20240829_1827_215	1827	救護車輛	20					綠									RE	-6
20240829_1827_216	1827	救護車輛	21	綠	綠				GE	2	RE	-37						
20240829_1827_217	1827	救護車輛	22					綠									GE	12
20240829_1827_224	1827	救護車輛	23					綠									GE	11
20240830_1703_68	1703	消防車	24		綠													
20240830_1703_71	1703	消防車	25	綠			綠		GE	12					GE	21		
20240831_1827_239	1827	救護車輛	26					綠									GE	2
20240903_1827_4	1827	救護車輛	27					綠									GE	9
20240903_1827_5	1827	救護車輛	28	綠					GE	5								
20240903_1827_9	1827	救護車輛	29					綠									GE	25
20240904_1827_10	1827	救護車輛	30					綠									GE	19

表 7.2-15 調查問卷內容

水滴分隊緊急車輛優先通行號誌實作成果問卷調查

您好！

感謝水滴分隊在過去一年來協助交通部運輸研究所「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」計畫中，有關【緊急優先車輛優先通行號誌】內容之測試。本次優先號誌系統測試已於 10 月 8 日順利結束。而依據本計畫彙整測試成果，本次測試路口，包含 1.經貿東路/經貿二路、2.經貿路/經貿二路、3.經貿路/敦化路、4.經貿東路/經貿三路、5.經貿三路/中平路。

以上路口在未實施本計畫優先號誌系統前後績效如下：

系統實施【前】：車輛抵達路口遇到綠燈的機率平均為 41.2%

系統實施【後】：車輛抵達路口遇到綠燈的機率平均為 72.2%

為進一步了解您對測試過程中之實際感受及滿意度，特進行本次問卷調查，以作為後續國內進行優先號誌通行研究以及擴散實施之參考。本問卷採無記名方式進行，且僅作為本計畫使用，敬請安心填答。

本次測試路口，包含 1.經貿東路/經貿二路、2.經貿路/經貿二路、3.經貿路/敦化路、4.經貿東路/經貿三路、5.經貿三路/中平路

一、滿意度調查

1.請問您通過路口遇到紅燈時，是否會擔心與綠燈來向車輛發生交通事故?

□總是　□經常　□無意見　□偶爾　□從不會

2.請問您通過路口遇到紅燈時，是否會讓因為擔心綠燈來向車輛而採取減速行為？

□總是　□經常　□無意見　□偶爾　□從不會

3.請問您在本次測試期間，通過實施系統的路口時，感覺遇到綠燈的機會是否增加？

(實施路口：經貿東路/經貿二路、經貿路/經貿二路、經貿路/敦化路、經貿東路/經貿三路、經貿三路/中平路)

□明顯增加　□增加　□沒有感覺　□減少　□明顯減少

4.請問您認為本計畫測試實施緊急車輛優先通行號誌對於緊急車輛通過路口之「行車安全」有顯著提升？

□非常讚成　□贊成　□無意見　□不贊成　□非常不贊成

5.請問您認為本計畫測試實施緊急車輛優先通行號誌對於緊急車輛通過路口之「行車通行速度」有顯著提升？

□非常讚成　□贊成　□無意見　□不贊成　□非常不贊成

6.請問您對於本次測試計畫之整體滿意度？

□非常滿意　□滿意　□無意見　□不滿意　□非常不滿意

7.如果後續有機會能夠擴大實施範圍至水湳分隊周邊其他路口，您建議需要包含哪些路口?

8.如果後續有機會能夠擴大實施範圍 ， 請問您是否贊成擴大至其他消防分隊？

□非常讚成　□贊成　□無意見　□不贊成　□非常不贊成

表 7.2-16 問卷調查結果

項次	問題	得分（滿分為 5 分）
1	請問您通過路口遇到紅燈時，是否會擔心與綠燈來向車輛發生交通事故？	4.4
2	請問您通過路口遇到紅燈時，是否會讓因為擔心綠燈來向車輛而採取減速行為？	4.6
3	請問您在本次測試期間，通過實施系統的路口時，感覺遇到綠燈的機會是否增加？	3.6
4	請問您認為本計畫測試實施緊急車輛優先通行號誌對於緊急車輛通過路口之「行車安全」有顯著提升？	4.1
5	請問您認為本計畫測試實施緊急車輛優先通行號誌對於緊急車輛通過路口之「行車通行速度」有顯著提升？	3.6
6	請問您對於本次測試計畫之整體滿意度？	3.8
7	如果後續有機會能夠擴大實施範圍至水湳分隊周邊其他路口，您建議需要包含哪些路口？	中科路-經貿二路；中平路-經貿二路；中平路-敦化路二段；中清路二段-敦化路；中清路二段-經貿二路

二、現場及整合測試遭遇問題及處理方式

(一) 現場號誌時制計畫與設計階段所得資訊不同

在開始現場測試前，需先確認現場路口 TC 時制計畫等基本資料與設計階段資料

一致，以確保資料庫內各項參數資料與現場符合。本次於現場測試時發現路口 5 現場號誌平日離峰時段之時制與設計階段所取得之資料不同，設計階段資料該時段路口為四時相，週期為 180 秒，如表 7.2-17 所示，現場 TC 之路口為二時相，週期為 90 秒，如表 7.2-18 示。因應現場時制，需調整資料庫內所設定之各項參數，包含各分相時間、時差與週期需與現場 TC 一致，另外最大綠燈時間亦須隨之調整。

表 7.2-17 路口 5 時制計畫(設計階段資料)

設計	路口編號		時差	週期	分相一					分相二					分相三					分相四				
					G	PF	PR	Y	R	G	PF	PR	Y	R	G	PF	PR	Y	R	G	PF	PR	Y	R
	5	經貿三路 /中平路	170	180	40	0	0	3	2	25	0	0	3	2	40	0	0	3	2	55	0	0	3	2

表 7.2-18 路口 5 時制計畫(現場測試階段資料)

現場	路口編號		時差	週期	分相一					分相二				
					G	PF	PR	Y	R	G	PF	PR	Y	R
	5	經貿三路 /中平路	170	90	35	7	3	3	2	25	7	3	3	2

(二) 控制器重複增加綠燈時間

在通訊不穩定情況下，中心端下載優先指令後未收到現場控制器回應，即會重新下載，下載指令為固定步階時間，並非延長時間。在現場測試時發現號誌控制器未正常回覆指令，且在中心端重新下載後，現場控制器重複增加綠燈時間。以路口二為例，其需求分相為分相三(即控制器面板顯示之步階 11)，步階 11 由 40 開始倒數至 39. 38. … 24. 23. 22. 41. 40. 39. 39. 37. 56. 55. 54. 53. 52. 71. 70. 69，控制器面板如圖 7.2.26。

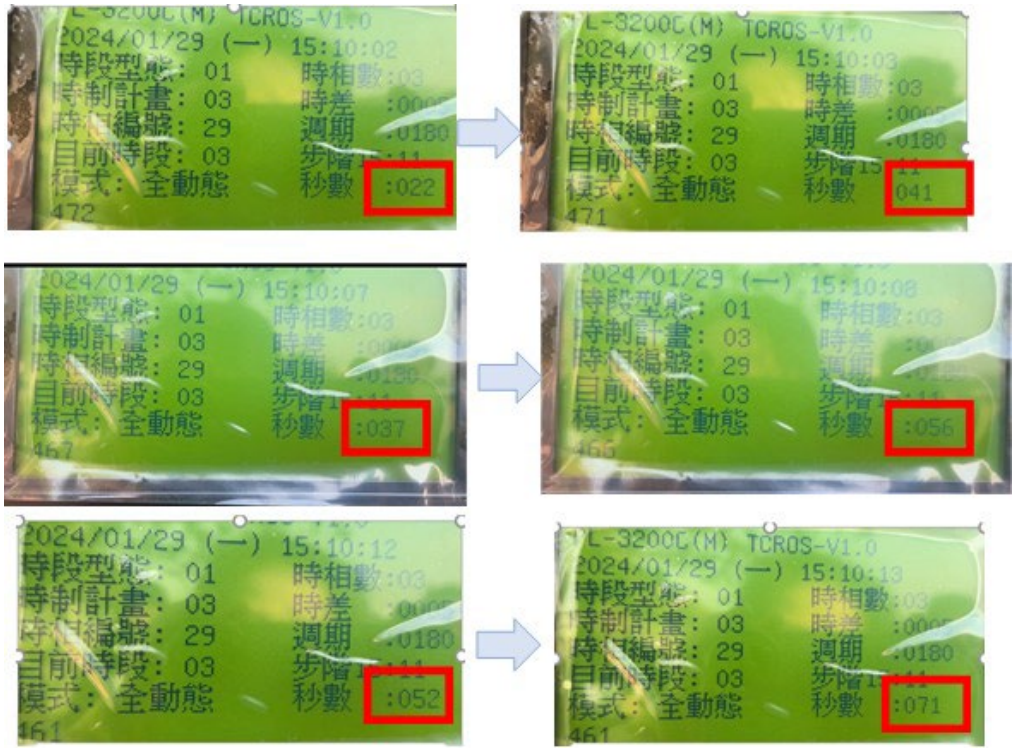


圖 7.2.26 路口二控制器面板

針對上述問題，考量「中心端下載優先指令後，未收到現場控制器回應，會重新下載」此機制係由於部分動態控制，係於本周期下載後，下周期運作，而本計畫之策略執行需立即調整(當週期調整)，且本計畫實測範圍路口間距短，因此將下載機制更改為僅下載一次。

(三) SRM 訊息缺漏

在整合測試初期曾發生中心端未收到車輛端發送之 SRM 訊息，根據本計畫架構，SRM 訊息係由車輛端發送至路側端，再由路側回傳至中心。因此當中心端未收到 SRM，需先釐清可能產生之原因，根據系統架構，可能產生原因包含：(1)車輛端未發送 (2)車輛端有發送，路側端未收到(3)路側端有收到，中心端未收到。其處理方式如表 7.2-19。

表 7.2-19 SRM 訊息缺漏問題釐清與處理方式

問題釐清	處理方式
1. 車輛端未發送。 2. 車輛端有發送，路側端未收到。 3. 路側端收到，中心端未收到。	1. 檢視 OBU 狀況是否正常，及是否與車機成功建立網路連線。 2. 檢查 RSU 狀況及與 M600 網路連線。路側端設備(RSU&M600)重啟，檢視重啟後是否正常接收與發送。 3. 檢查中心端網路連線情況，並將路側端設備重啟後，檢視是否正常接收與發送。

(四) 行人綠燈倒數

由於現場行人號誌燈設備為學習式，其特性為學習前二週期之號誌時制均相同，在第三週期則顯示該時間。經現場測試觀察，在執行紅燈截斷策略時，綠燈被縮短的方向之行人綠倒數秒數會在倒數期間就轉變為行人紅。以路口五為例，中平路之行人綠燈倒數….16.15.14.13.12.11→行人紅，即行人出發時剩餘綠燈時間 足夠通行，行走至途中發現剩餘綠燈時間不足。針對行人綠燈倒數顯示問題，本計畫初擬三方案及個別影響與所需配套措施，如表 7.2-20 所示。經計畫工作會議討論，本計畫測試將採方案三，即維持學習式，行綠倒數不顯示，如在測試期間，交通局將現場行綠倒數設備更換為通訊式，則將配合觀測通訊式之影響。

表 7.2-20 行人綠燈倒數因應方案

方案	作法	影響/限制/配討措施
方案一	更換為通訊式，可依動態策略即時更新倒數秒數，惟仍可能有風險，例如倒數 20.19.18.7.6.5.4.3.2.1，在倒數 18 才出發的行人，剛進入路口就剩下七秒。	1. 行人可得知動態之剩餘綠燈時間，惟仍可能有風險，即行人出發時剩餘綠燈時間足夠通行，行走至途中發現剩餘綠燈不足。 2. 如更換行人號誌為通訊式，維持目前通訊協定，仍可能有上述 1 之現象。 3. 如更換行人號誌為通訊式，號誌控制器更換為新版通訊協定(3.5 版)，中心端新增或

方案	作法	影響/限制/配討措施
		擴充軟體功能，在執行優先號誌(或其他動態控制)期間關閉行綠倒數，待執行結束則恢復，將可避免 1 之現象。
方案二	維持學習式，固定第一步階和第二步階時間，延長縮短都在第三步階(行紅)執行。	1. 行人綠燈倒數固定，惟行人可通行的時間只有最小綠燈，即使無緊急車輛通行。 2. 需更改路口步階一、二、三。
方案三	維持學習式，取消行人綠燈倒數，行綠倒數不顯示。	1. 用路人較難判斷剩餘時間是否足夠通過。 2. 擬請交通局先協助關閉三處路口之行綠倒數(關閉至測試結束或交通局將現場行綠倒數更換為方案一通訊式為止) 。

7.3 勤務派遣系統車輛出勤資訊介接可行性評估

7.3.1勤務派遣系統介接案例蒐集分析

本節綜整已介接消防署勤務派遣系統之案例，並根據本計畫緊急優先號誌架構規劃，提出消防署勤務派遣系統與本計畫優先號誌系統合作模式之規劃建議。

一、消防車輛行車安全管控計畫(消防一路通)

(一) 參與計畫之單位與權責關係

該計畫為內政部消防署消防車輛行車安全管控計畫(消防一路通)委託研究案[30]之場域試辦計畫，場域主管機關為高雄市政府交通局及消防局，計畫執行主要由富鴻網股份有限公司辦理，其團隊成員包括偵誠科技有限公司、三商電腦股份有限公司、資拓宏宇股份有限公司、及良基電子工程有限公司。

(二) 實施場域概述

以高雄市為實測場域範圍，於中華五路-正勤路至四維四路-成功一路等 12 個路口，及康定路-康定路 121 巷、鎮中路-康定路、康定路-同安路與鎮中路-樹人路等 4 個路口，共計 16 處路口。

表 7.3-1 相關單位權責劃分

單位	權責
內政部消防署(計畫主辦機關)	指導與監督計畫執行
高雄市政府交通局及消防局(試辦場域主管機關)	1. 交通局：提供試辦路線建議，並配合更換路側號誌控制器。 2. 消防局：提供驗證車輛進行試辦驗證。 (1) 成功分隊：2 輛救護車及 2 輛消防車。 (2) 前鎮分隊：2 輛救護車及 2 輛消防車。

單位	權責
富鴻網股份有限公司(執行團隊)	研究、驗證 5G 技術於智慧交通號誌控制系統之可行性，辦理裝機測試及試辦場域驗證，並記錄完整出勤路線。
其他配合單位 1. 偵誠科技有限公司 2. 三商電腦股份有限公司 3. 資拓宏宇股份有限公司 4. 良基電子工程有限公司	1. 提供硬體設備並協助裝機、維護。 2. 為「消防局 119 救災救護指揮 派遣系統」(以下簡稱 119 派遣系統)之電腦建置維護廠商，負責提供 119 派遣系統之案件資訊、導航路徑及 GNSS 資訊。 3. 協助中心平台介接。 4. 配合試辦路口更換號誌控制器。

資料來源：富鴻網股份有限公司(2021)[30]

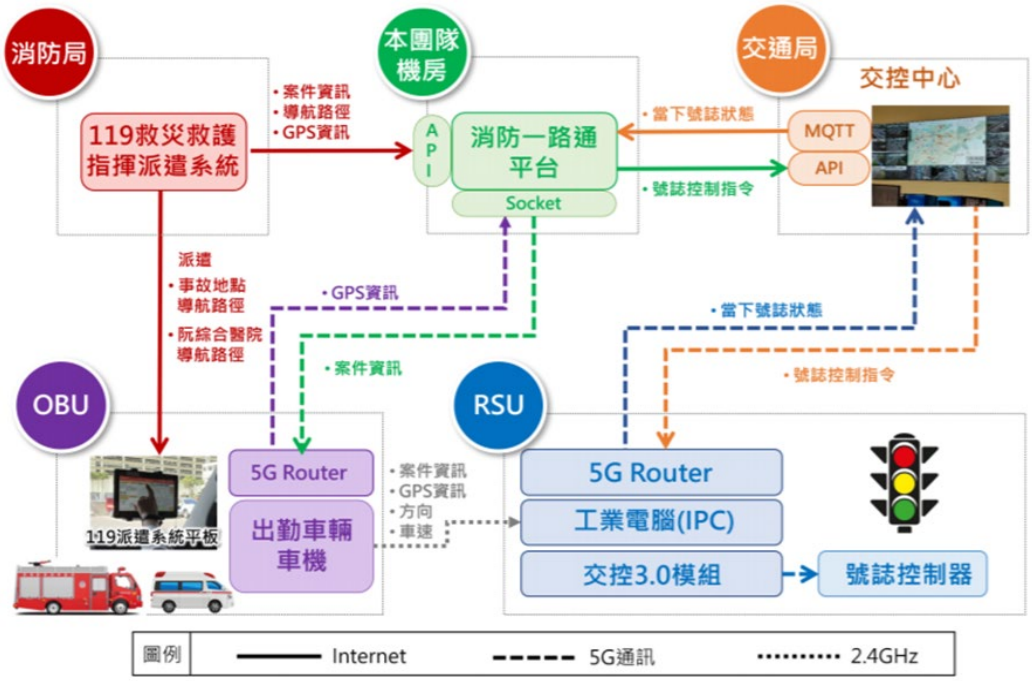
圖 7.3.1 高雄市試辦場域路線範圍

(三) 系統基本架構，該專案規劃之架構說明如下：

1. 119 派遣系統接獲報案後，同時發送案件資訊、GNSS 資訊及導航路徑(至事故現場的路徑)等資料至消防分隊之平板與一路通平台，一路通平台在整個出勤流程中都會同時記錄 119 派遣系統之 GNSS 資訊及安裝在驗證車輛的車機之 GNSS 資訊。
2. 出勤人員於出車時按下 119 派遣系統平板的「出勤」按鍵後，於 119 派遣系統記錄出勤時間。
3. 出勤車輛抵達事故現場後，按下 119 派遣系統平板的「到達現場」按鍵，記錄到達現場時間，一路通平台此時會依據 GNSS 資訊判斷此案件是否落在電子圍籬中、是否為驗證一路通的候選案件。
4. 由出勤人員確認傷病患後送之醫院，如確認送往阮綜合醫院，出勤人員於平板選擇阮綜合醫院後，按下「離開現場」按鍵，記錄離開現場時間，一路通就會透過

119 派遣系統於平板呈現至阮綜合醫院之試辦路線。此時一路通平台會開始根據 GNSS 靠近之虛擬觸發區間、演算法、號誌狀態(資料來源：交控中心)及發送控制指令給交控中心平台，再經由中心平台透過 5G 訊號來對試辦路口之號誌做控制。

5. 驗證車輛到達阮綜合醫院後，出勤人員按下「送達醫院」按鍵，記錄抵達醫院時間，一路通平台就會結束記錄 GNSS 資訊，整個流程結束即完成一筆驗證案件。



資料來源：富鴻網股份有限公司(2021)[30]

圖 7.3.2 消防一路通案系統整體架構圖

該專案之車輛資訊來源透過與 119 派遣系統介接，蒐集案件資訊、GNSS 資訊及導航路徑，車輛即時點位原則採用車機設備傳送之 GNSS 資料，因消防署期望將平板傳送 GNSS 的方式加入驗證，因此另寫一支 APP 強制 1 秒回傳一筆 GNSS 資料。該計畫於車輛端及路側端均更新或新增設備。

表 7.3-2 高雄市案例(消防一路通)新增設備

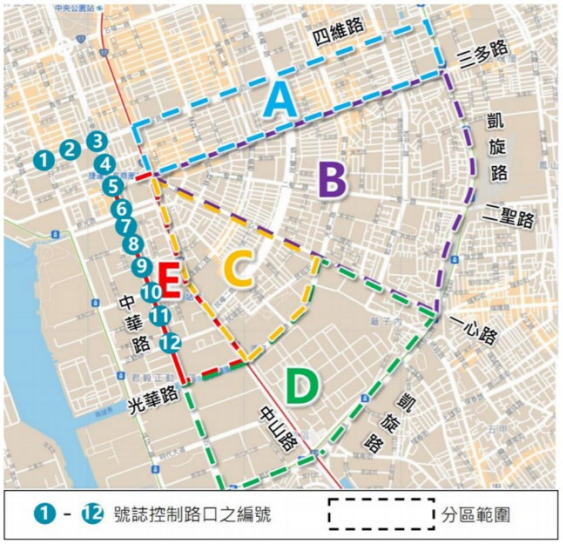
分類項目	硬體名稱	安裝地點
RSU	5G Router	12 個，置於中華五路試辦路口
	IPC	16 個，置於每個試辦路口
	TC(此項由交通局提供)	16 個，置於每個試辦路口
OBU	5G Router	8 個，置於每輛驗證車輛
	車機	8 個，置於每輛驗證車輛
	平板	8 個，置於每輛驗證車輛

資料來源：富鴻網股份有限公司(2021)[30]

(四) 系統運作邏輯

1. 位於電子圍籬內的不同區域之案件觸發

只要案發座標落在此電子圍籬範圍內，一路通平台就會判斷為驗證一路通的候選案件。判斷為一路通的候選案件後，會進一步判斷出勤車輛位在哪一分區的哪一條路上(設定一該區的虛擬觸發區間)，以及經由 Google Map API 提供案發地點到試辦路線最短距離的路口、號誌狀態(資料來源：交控中心)，進而評估開啟廊道綠燈優先號誌控制。



資料來源：富鴻網股份有限公司(2021)[30]

圖 7.3.3 消防一路通案系統運作圍籬圖

2. 由前鎮分隊的案件觸發

前鎮分隊的案件主要研究如何控制號誌讓消防車輛方便出車，在分隊門口就有 1 個路口，但是第 2 個路口距離第 1 個路口皆不超過 200 公尺，如出勤車輛以時速 50-60 公里行駛，約 12 至 15 秒即能通過 2 個路口。因此該計畫規劃案件觸發從消防一路通平台接到 119 救災救護指揮派遣系統的屬前鎮分隊的案件資料，一路通平台會通知前鎮分隊的四台消防車輛待命，因為消防車輛出車要在 80 秒內出車，救護案件出車一般為 2 人，動作會比較快，會在 60 秒完成出車，若為救護案件，會設定在第 20 秒時下達指令，若為救災案件，會設定在第 40 秒時下達指令，讓第 80 秒時前鎮分隊外的第一個紅綠燈變為全紅狀態，當其中一台消防車輛移動時，會進行下一個路口紅綠燈的控制，透過車輛移動的方向，進行時制的調整。

3. 控制策略邏輯

該計畫之優先時制是專門提供救護車輛及消防車輛優先通行的特殊時制，主要利用即時的出勤車輛座標資訊(每秒一筆)，透過交控中心下達號誌控制指令，讓出勤車輛暢行無阻、安全快速地抵達阮綜合醫院。控制策略如下：

(1) 優先時制控制策略皆為延長綠燈、截斷紅燈。

(2) 考慮道路的行人穿越之最短綠燈時間(簡稱行人最小綠)，作為截斷紅燈時間的依據。

(3) 觸發一路通後須有 40 秒的指令傳送時間。

(4) 號誌補償機制交由號誌控制器本身的設定自動執行。

(5) 預估車輛抵達路口為綠燈或紅燈，可分成 4 種情境：

(A) 情境一：在原時制下，預估消防車輛到達路口時，綠燈剩餘 20 秒以上，故不予調整該路口時制。

(B) 情境二：在原時制下，預估消防車輛到達路口時，綠燈剩餘不足 20 秒，則延長綠燈 10 秒。

(C) 情境三：在原時制下，預估消防車輛到達路口時，紅燈剩餘超過 20 秒，則延長綠燈最多至 40 秒

(D) 情境四：在原時制下，預估消防車輛到達路口時，紅燈剩餘 20 秒以下，則截斷紅燈最多至 20 秒。

二、111 年臺北市北區智慧號控計畫

(一) 實施場域概述

該計畫係根據 111 年度臺北市導入智慧動態號誌控制[31]範圍，及消防局前十大送醫之醫院歷史資料，選擇以排名前五名之臺北榮民總醫院，針對其連外道路進行優先號誌實作示範，另因財團法人振興醫院比鄰臺北榮民總醫院，故亦同步納入該計畫執行緊急優先號誌之醫院。

有關緊急優先控制之施作範圍，除了石牌路 14 處沿線路口(石牌路/承德路~石牌路/天母西路)，同時考量承德路南向左轉至石牌路之車流動線，易與對向車流產生衝突(承德路北向往石牌路設有右轉專用道，相對安全)，為提升緊急車輛執勤安全，故納入承德路/實踐街口、承德路/立賢路及大度路/中央北路 257 巷，總計 17 處控制路口導入緊急優先控制，總路段長度約 2 公里，範圍詳參圖 7.3.4 所示。

資料來源：臺北市交通管制工程處(2022)[31]

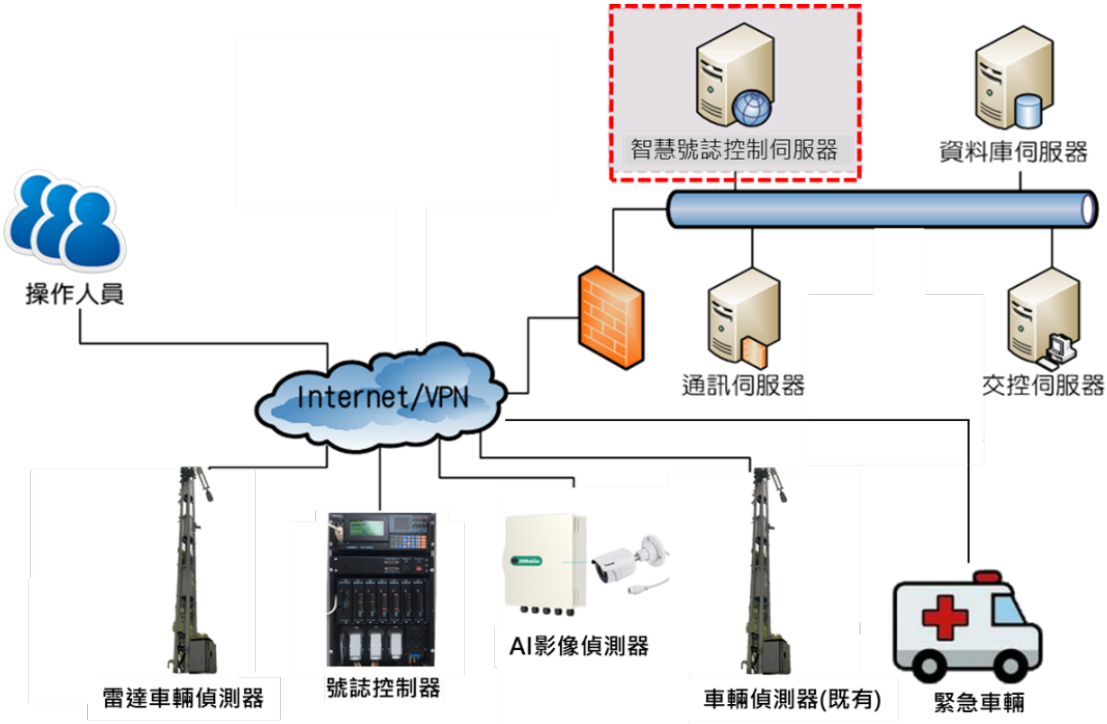
圖 7.3.4 緊急車輛控制施作範圍及路口示意圖

此外，緊急優先計畫範圍乃以臺北榮民總醫院及財團法人振興醫院作為主要實作對象，故目標車輛以前往臺北榮民總醫院與財團法人振興醫院之救護車為主，惟大度路/大度路 257 巷距離臺北榮民總醫院較遠，可視為獨立路口，故該路口可同時偵測消防車及救護車，以滿足兩種緊急車輛通行需求。

(二) 系統基本架構

臺北市用於接收緊急車輛車機資訊之平台共有兩處，分別為臺北市聯合運輸管理平台，以及臺北市政府消防局派遣系統。而聯管平台接收資料之來源即為派遣系統，故若能以介接資料源頭之方式，直接向派遣系統介接資料，理應能加速緊急車輛資料回傳的更新頻率。因此該計畫系統直接以臺北市政府消防局提供之緊急車輛資料作為控制資料來源。

該計畫之智慧化號誌系統整體架構可分為中心端、路側端與使用者端，系統架構如圖 7.3.5 所示，說明如下。該計畫緊急車輛之資料來源係透過 API 資料交換方式取得，藉該計畫資料驗證與萃取作業，將有效資料應用於智慧號誌控制系統。

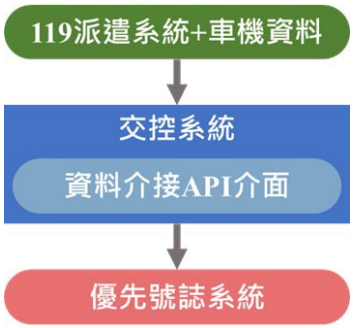


資料來源：臺北市交通管制工程處(2022)[31]

圖 7.3.5 智慧化號誌系統架構圖

交控系統之車輛資料來源係由臺北市政府消防局整合緊急車輛車機與派遣系統之案件資料，而優先號誌系統則是透過 API 與交控系統資料交換取得，如圖 7.3.6 所

示，車輛 GNSS 更新頻率至少 10 秒(平均約 31 秒)，因此優先邏輯判斷須考量較多假設因素，惟由於車輛資訊即時性不足，因此執行效果受限。該計畫並無新增任何路側或車上端設備。

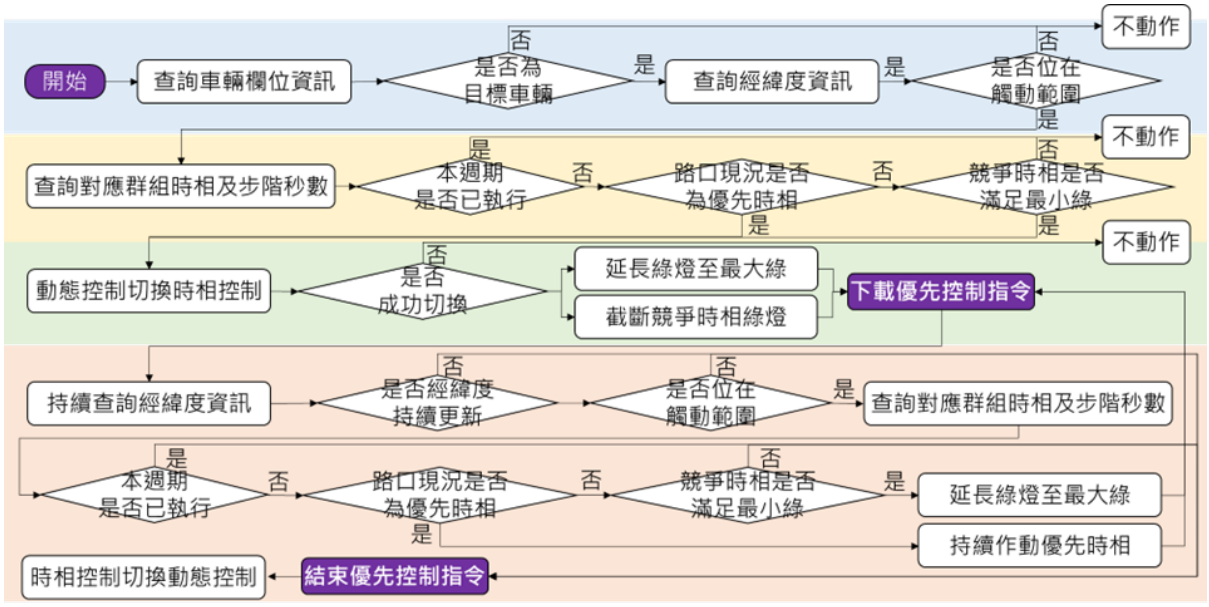


資料來源：臺北市交通管制工程處(2022)[31]

圖 7.3.6 車輛資料來源

(三) 系統運作邏輯

緊急優先控制係依據緊急車輛行經路徑及號誌現行時相步階秒數，決定是否執行優先時相控制，其控制邏輯如圖 7.3.7 所示，判斷方式說明如後。



資料來源：臺北市交通管制工程處(2022)[31]

圖 7.3.7 緊急優先控制邏輯流程圖

1. 查詢車輛欄位資訊

透過查詢控制資料的特定欄位，篩選出開啟緊急優先號誌之目標車輛，當該筆資料滿足目標車輛條件，則進一步判斷其是否已進入觸動範圍；若不符合目標車輛條件時，則忽略緊急車輛資訊不進行動作。

2. 是否位在觸動範圍

各控制路口以群組為單位，並分別界定車輛進入範圍，符合控制路口範圍時，進行後續判斷評估作業；若不符合路口範圍時，忽略緊急車輛資訊不進行動作。

3. 本週期是否已執行過優先時相策略

假設優先時相控制策略以每週期控制一次為主，避免同週期執行多次優先時相，使用路人誤以為路口號誌控制器異常，故當系統收到緊急車輛訊號時，首先需判斷本週期是否已執行並結束過優先時相運作，若現況正執行優先時相運作時，則新加入之緊急車輛訊號直接加入控制策略運作。

4. 路口現況是否已為優先時相

路口現況是否為優先時相將影響後續評估方式，在路口本週期尚未執行優先時相的情況下，緊急車輛位於觸動範圍內，將下載控制指令以達到優先時相運作。

當路口現況為優先時相時，則延長優先時相綠燈至最大綠燈，直到緊急車輛離開觸動範圍，則結束優先控制指令，將延長之綠燈秒數收回；當路口現況為競爭時相時，則截斷競爭時相綠燈，惟至少需滿足最小綠燈限制，方能進行截斷，若不滿足則不動作。

5. 優先控制下載至結束

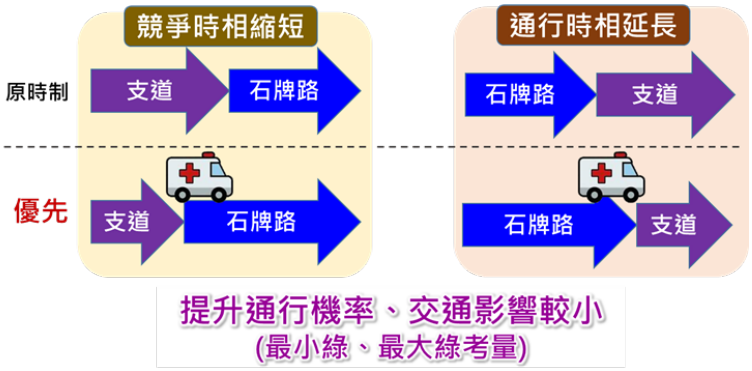
當優先控制指令一旦下載後，系統會以每秒作為持續更新緊急車輛資訊，持續評估緊急車輛位置是否仍位在觸動範圍內，而結束優先控制指令之情況分為二種，詳細當優先控制結束後，恢復為原動態號誌控制或 TOD 運作。

此外，當緊急優先號誌執行的時相控制結束觸動後，系統會先下達定時控制指令，使控制器回歸 TOD，並由控制器自行運作補償機制，之後再透過指令方式將控制器回歸動態號誌控制。

(1) 車輛已不在對應群組的觸動範圍：緊急車輛已順利離開目標路口或群組。
(2) 緊急車輛訊號消失持續一段時間：以資料更新頻率為基礎，當超過平均更新頻率則推斷為訊號消失。
(3) 預設最大綠時間到達：以最大綠作為緊急優先控制之限制式，避免無上限提供幹道綠燈秒數，導致影響支道或其他車流運行。

該計畫規劃緊急優先號誌控制策略，分為通行時相延長及競爭時相縮短方式，如圖 7.3.8 所示，主要依據緊急車輛即時點位準確性、現場交通考量等，進行策略

調整及參數設定工作。



資料來源：臺北市交通管制工程處(2022)[31]

圖 7.3.8 緊急優先控制策略

6. 競爭時相縮短控制

若緊急車輛行進方向為紅燈，則將競爭時相的綠燈時間縮短，以最短時間讓緊急車輛方向之時相轉為綠燈，減少緊急車輛停等時間，但仍需考量競爭時相行人通行之最小綠燈時間。

7. 通行時相延長控制

若緊急車輛接近路口時，該方向綠燈時間即將結束，則延長綠燈時間，使其順利通過路口，而綠燈延長之原則為確保緊急車輛安全通過路口，但仍需考量通行時相最大綠燈時間，以及支道交通之衝擊。

三、112-114 年臺北市導入智慧動態號誌控制策略計畫

臺北市交通管制工程處之「112-114 年臺北市導入智慧動態號誌控制策略計畫」，將臺北市 29 條路段分為四個分項計畫，導入動態號誌控制、緊急車輛優先通行、智慧控制器及智慧燈頭以改善尖峰時段交通壅塞問題及滿足緊急車輛優先通行需求，其中緊急車輛優先號誌之車輛資訊來源，統一由臺北市交控系統提供給各分項計畫之執行廠商。以分項三為例，該計畫內容摘述如下：

(一) 實施場域概述

該計畫實作控制路段包含中山北路、承德路、重慶北路、環河北路、民族西路、民權西路、民生西路、南京西路等八條主要幹道，共 67 處路口，執行動態號誌控制與緊急車輛優先號誌，實施範圍如圖 7.3.9 所示。

資料來源：臺北市交通管制工程處

圖 7.3.9 112-114 年臺北市場域實作範圍

(二) 緊急車輛優先策略

該計畫緊急車輛優先控制策略如圖 7.3.10 所示，控制策略分為車輛觸發、車輛通行中、車輛離開等三階段。當緊急車輛進入控制路口所預設之觸發路段時，控制路口將準備進行緊急優先控制，此階段需判斷控制路口現行步階秒數，以維持通行方向綠燈為主要目標；車輛進入觸發路段後將持續進行車輛資訊判斷，確認車輛仍維持往控制路口方向行進，若控制器尚未達到最大綠限制，仍持續開啟綠燈秒數；當車輛通過控制路口後，將立即結束路口優先控制，恢復為動態號誌控制。其控制議題摘述如下：

資料來源：臺北市交通管制工程處

圖 7.3.10 112-114 年臺北市緊急車輛優先控制策略示意圖

1. 觸發路段設計

該計畫實作控制路段包含八條主要幹道，為能透過緊急車輛即時 GNSS 點位進行行駛路段判斷，因此系統針對各幹道進行虛擬路段經緯度劃設，藉此判斷車輛行駛之路段與方向，符合行駛路段之緊急車輛，再進一步進行路口觸發判斷。其中，車輛 GNSS 於虛擬路段上容忍範圍設定為 30 公尺，因此在觸發路段判斷上維持 30 公尺範圍設定。

2. 觸發門檻設計

觸發門檻之設計以緊急車輛即時 GNSS 點位，推估到達控制路口之距離，若符合設定距離範圍內，依據現行號誌控制器步階秒數，判斷與執行合適的策略時制內容。此外，考量當路況為壅塞時，則緊急車輛速度將下降，導致預計到達路口時間增加，邏輯判斷上會有誤判之可能性，因此考量路段交通路況，若路況壅塞時須將觸發門檻提前判斷，則可一併進行車流紓解，使緊急車輛能順利前行。

3. 最大最小綠燈規劃

優先控制最小綠燈時間考量行人基本通行時間為主，最大綠燈時間考量對交通造成負面衝擊為主，該計畫考量觸動門檻到達控制路口距離與平均通行時間，以 20 秒作為延長綠燈秒數上限。

4. 限制條件規劃

由於緊急優先號誌實施，必然破壞原有路段路網連鎖運作，導致短暫車流續進不順暢，因此預先規劃限制條件，包含時段特性考量及週期對齊考量。時段特性主要考量尖離峰交通車流特性差異，尖峰時段車流量大且較為壅塞，緊急優先對於車流影響範圍較大，離峰時段車流量較低且路網較為順暢，緊急優先對於車流影響範圍較小，因此以車流影響進行控制頻率考量，離峰時段緊急車輛優先控制頻率可較尖峰時段為高；週期對齊考量主要由於緊急優先控制將導致路網短期內週期不連鎖，若有緊急車輛頻繁觸動情形發生時，則使車流影響範圍擴大，因此根據實際觸發情形，適時限制觸發頻率，避免造成控制範圍周邊車流影響過大負面衝擊。

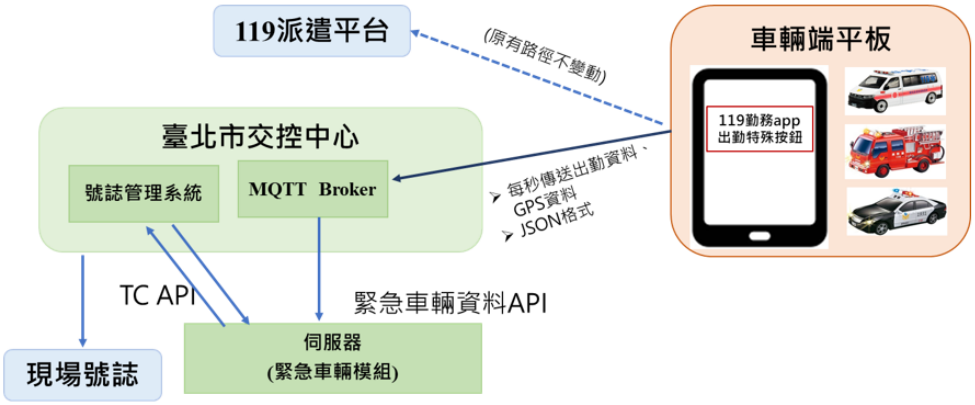
5. 資料異常處理規劃

優先號誌控制有賴緊急車輛 GNSS 資料及控制器通訊穩定回傳，當邏輯於路口觸發成功後，發生 GNSS 資料欄位缺漏或超出系統設定點位更新時間(15 秒)，將立即降階停止邏輯控制，避免控制結果不如預期且造成路網車流影響。

該計畫之緊急車輛資料係經由臺北市交通局與消防局協調，由消防局整合緊急車輛車機與派遣系統之案件資料，將出勤資料與車輛 GNSS 資料以每秒傳送一次之頻率傳送至 MQTT Broker，交控中心端則以 MQTT 方式提供資訊給進行訂閱的程式(緊急車

輛模組)，服務內容的通訊格式皆為 JSON，架構如圖 7.3.11 所示。緊急車輛模組介接資料欄位如圖 7.3.12 所示。

該計畫以旅行時間改善幅度作為緊急車輛優先運作績效，各路徑旅行時間改善幅度介於 4.0%~26.8%，整體運作績效依據各路徑全時段改善比例，再透過各路徑樣本數進行加權平均，得出整體運作績效改善幅度為 9.3%。



資料來源：臺北市交通管制工程處(2023)[32]、本計畫彙整

圖 7.3.11 交控系統介接 119 派遣系統示意圖(臺北市案例)

資料名稱	類型	屬性
case_no	String	案名編號
case_category	String	案類—主分類
case_type	String	案別—次分類
case_status	String	勤務狀態
incident_location_lat	numeric(18,10)	案發地點緯度
incident_location_lon	numeric(18,10)	案發地點經度
call_no	String	車輛呼號(含分隊名稱, 數字兩碼)
car_name	String	出勤車輛名稱(車牌號碼)
car_lat	numeric(18,10)	出勤車輛緯度
car_lon	numeric(18,10)	出勤車輛經度
car_type	String	出勤車輛種類
car_status	String	車輛狀態
speed	numeric(10,2)	車速
azimuth	String	行車方向
destination_hospital	String	目的地醫院
destination_hospital_lat	numeric(18,10)	目的地緯度
destination_hospital_lon	numeric(18,10)	目的地經度
car_info_updatetime	Datetime	出勤車輛資料更新時間(到毫秒)
case_updatetime	Datetime	案件資料更新時間(到毫秒)
infoTime	Datetime	該筆資料更新時間(到毫秒)

資料來源：臺北市交通管制工程處(2023)[32]

圖 7.3.12 119 派遣系統資料欄位示意圖(臺北市案例)

四、小結

綜整上述案例彙整如所示，並摘述如下：

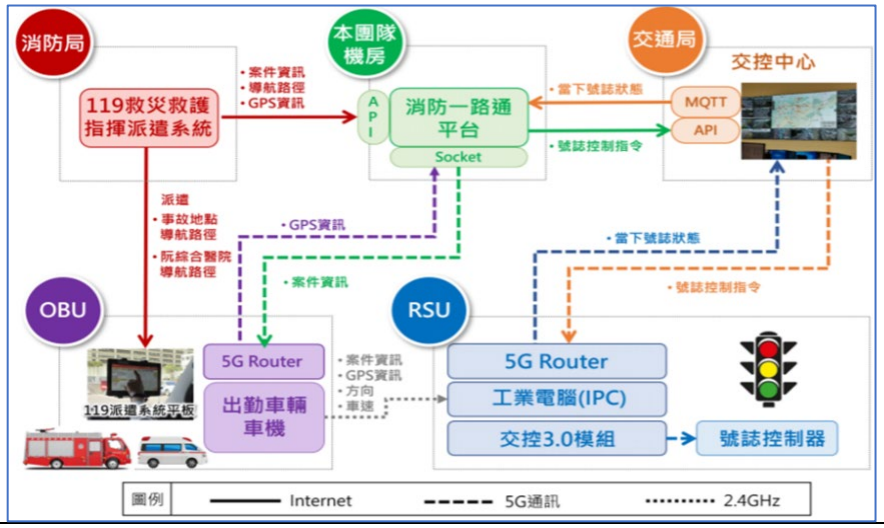
(一) 高雄市

高雄市之一路通平台係直接介接 119 派遣系統，蒐集案件資訊、GNSS 資訊及導航路徑，由一路通平台另寫一支 APP 強制每秒回傳車輛 GNSS 資訊。平台根據 GNSS 資訊、演算法及號誌狀態將運算結果傳送至交控系統，由交控系統透過 5G 下達指令更改路口號誌時制。該計畫在路側端及車上端均更新相關設備。

(二) 臺北市

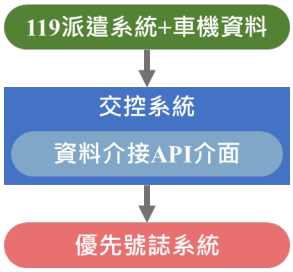
臺北市係於交控系統新增功能以接收 119 派遣系統相關資訊，在 111 年度計畫中車輛 GNSS 資訊更新頻率至少 10 秒，在 112 年度則更改為每秒更新，優先號誌系統則透過交控系統取得車輛相關資訊，並據以判斷是否為目標車輛及是否在觸動範圍內，以決定所需執行之優先策略。

表 7.3-3 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 1

案例單位	消防署(2022)
實作路口	16 處路口(高雄)
控制策略	**綠燈延長、紅燈截斷**
整體架構	1. 行政面：消防署/高雄市政府交通局 2. 車輛資料來源 (1) 與 119 派遣系統介接，蒐集案件資訊、GNSS 資訊及導航路徑。 (2) GNSS 資訊：原則採用車機設備傳送之 GNSS 資料，因消防署期望將平板傳送 GNSS 的方式加入驗證，因此另寫一支 APP 強制 1 秒回傳一筆 GNSS 資料。 3. 優先號誌系統 (1) 一路通平台根據 GNSS 訊號、演算法、號誌狀態，發送控制指令至交控中心平台。 (2) 交控中心平台透過 5G 對路口號誌控制。 

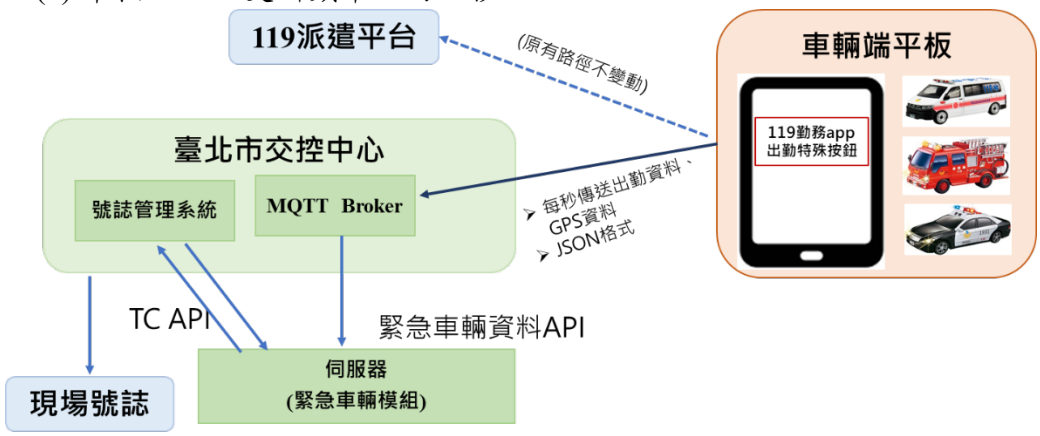
<table>
<tr><td></td><td>4. 小結
(1) 車輛端及路側端更新設備。
<table><tr><th>分類項目</th><th>硬體名稱</th><th>安裝地點</th></tr><tr><td rowspan="3">RSU</td><td>5G Router</td><td>12 個，置於中華五路試辦路口</td></tr><tr><td>IPC</td><td>16 個，置於每個試辦路口</td></tr><tr><td>TC（此項由交通局提供）</td><td>16 個，置於每個試辦路口</td></tr><tr><td rowspan="3">OBU</td><td>5G Router</td><td>8 個，置於每輛驗證車輛</td></tr><tr><td>車機</td><td>8 個，置於每輛驗證車輛</td></tr><tr><td>平板</td><td>8 個，置於每輛驗證車輛</td></tr></table>(2) 車輛即時資料來源由車機或是平板傳送之 GNSS。</td></tr>
</table>

表 7.3-4 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 2

<table>
<tr><td>案例單位</td><td>臺北市(2022)</td></tr>
<tr><td>實作路口</td><td>17 處路口</td></tr>
<tr><td>控制策略</td><td>綠燈延長、紅燈截斷</td></tr>
<tr><td>整體架構</td><td>1. 行政面：臺北市政府交通局/消防局
2. 車輛資料來源
(1) 臺北市政府消防局整合緊急車輛車機與派遣系統之案件資料。
(2) 車輛資料來源透過 API 資料交換取得。
(3) 車輛 GNSS 更新頻率：至少 10 秒(平均約 31 秒)。
 

3. 優先號誌系統
(1) 前置工作：資料格式檢視(出勤車輛名稱、出勤車輛 GNSS 資訊、行車方向、目的地與時間等)、即時資料檢驗、有效資料萃取。
(2) 優先邏輯：判斷是否為目標車輛、判斷是否在觸動範圍、決定所需執行之優先策略、優先號誌下載至結束。
(3) 與既有動態控制整合運作。
4. 小結
(1) 車輛端及路側端均無新增或更新設備。
(2) 車輛即時資料來源由交控系統介接。
(3) 邏輯判斷需考量較多假設因素。
(A) 車輛 GNSS 更新頻率無法滿足優先號誌需求。
(B) 事前無法得知行車路徑。</td></tr>
</table>

表 7.3-5 緊急車輛優先通行介接派遣系統案例 3

案例單位	臺北市(2023)
實作路口	29 處路口
控制策略	**綠燈延長、紅燈截斷**
整體架構	1. 行政面：臺北市政府交通局/消防局 2. 車輛資料來源 (1) 臺北市政府消防局整合緊急車輛車機與派遣系統之案件資料。 (2) 交控中心端以 MQTT 方式提供所需車輛資訊給進行訂閱的程式(各分項計畫)。 (3) 車輛 GNSS 更新頻率：約 1 秒。  3. 優先號誌系統 (1) 前置工作：資料格式檢視(出勤車輛名稱、出勤車輛 GNSS 資訊、行車方向、目的地與時間等)、即時資料檢驗、有效資料萃取。 (2) 優先邏輯：判斷是否為目標車輛、判斷是否在觸動範圍、決定所需執行之優先策略、優先號誌下載至結束。 (3) 與既有動態控制整合運作。 5. 小結 (1) 車輛端及路側端均無新增或更新設備。 (2) 車輛即時資料來源由交控系統介接。 (3) 事前無法得知行車路徑，由車輛是否進入該分項計畫範圍路口，判斷是否提供優先號誌。

7.3.2勤務派遣系統介接可行性探討

一、勤務資訊

主要為確認車輛正在執行勤務中，緊急車輛行駛路徑包含由出發端至案發地點(出動)、案發地點至醫院(救護車)(送醫)、案發地點返回出發端(返隊)、或由醫院返回出發端(返隊)，如圖 7.3.13 所示，優先號誌需求主要在「出動」階段，「返隊」階段則不需。

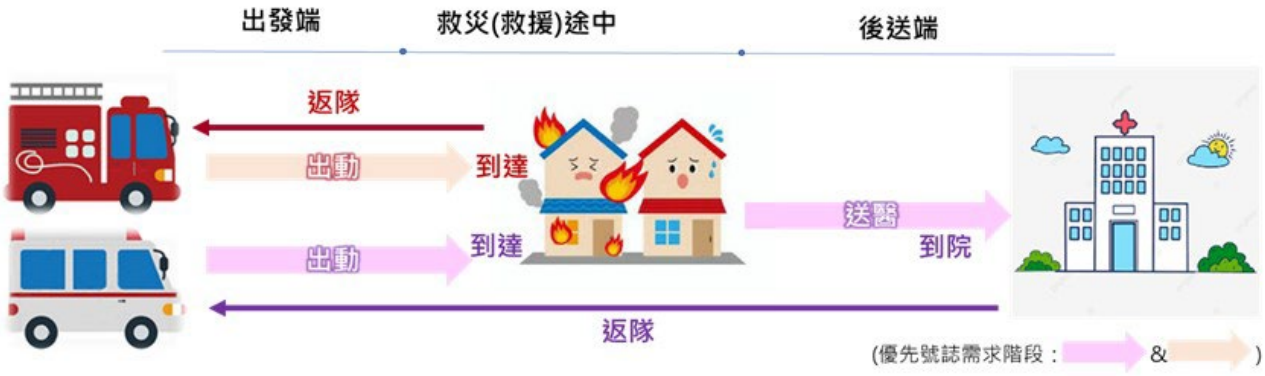


圖 7.3.13 緊急車輛出勤階段示意圖

所需介接欄位包含案件狀態及車輛狀態，救護車輛之案件狀態分為已派遣、已出動、已到達、送醫中、已到院等五種類型，車輛狀態分為出動、離開、到院、返隊等四種類型，透過案件狀態進行控制需求篩選較為準確，當救護車案件狀態為「已出動」及「送醫中」時需進行路口控制；消防車輛之案件狀態分為已派遣、已出動、已到達、已離開、已返隊等五種類型，車輛狀態分為派遣、出動、返隊等三種類型，因此當消防車案件狀態為「已出動」時進行路口控制。

二、車輛資訊

主要為確認該車為配合測試之目標車輛，所介接欄位主要為出勤車輛名稱(車牌號碼)。

三、出勤車輛經緯度

為優先號誌控制之重要資訊來源，其正確性及發送頻率影響現場號誌控制之準確性。高雄市之案例係於車上端新增設備並另寫一支 app 強制每秒回傳車輛定位資訊；臺北市 111 年度之案例車上無任何新增設備，僅透過交控系統獲得派遣系統原定之車輛定位回傳頻率(至少 10 秒以上)，難以滿足執行優先號誌之需求；臺北市 112 年度計畫派遣系統更新車輛定位回傳頻率為每秒傳送一次，並由車輛端直接傳送至交控中心，由交控系統接收派遣系統相關資訊，並由 MQTT 方式提供所需車輛資訊給進行訂閱的程式(各分項計畫)。

四、案發地點經緯度：藉此判斷車輛由出發端至案發地點之行駛路段與方向。

五、目的地醫院經緯度：藉此判斷車輛由案發地點至醫院之行駛路段與方向。

表 7.3-6 優先號誌介接派遣系統需求項目

需求項目	說明	介接欄位
勤務資訊	確認車輛是否在執行勤務	勤務狀態(case_status) 車輛狀態(car_status)
車輛資訊	確認是否為目標車輛	出勤車輛名稱(車牌號碼)(car_name)
出勤車輛經緯度	為優先號誌控制之重要資訊來源，其正確性及發送頻率影響現場號誌控制之準確性。 **(需求：至少每秒發送一次車輛經緯度資訊。)**	出勤車輛種類(car_type) 出勤車輛緯度(car_lat) 出勤車輛經度(car_lon)
案發地點經緯度	判斷由出發端至案發地點所需**行車方向**。	案發地點緯度(incident_location_lat) 案發地點經度(incident_location_lon)
目的地醫院經緯度	判斷由案發地點至醫院所需**行車方向。**	目的地醫院(destination_hospital) 目的地緯度(destination_hospital_lat)目的地經度(destination_hospital_lon)

臺中市未來如介接消防署勤務派遣系統，原則可行，惟須相關單位共同研商以達目標，各單位分工建議如表 7.3-7 所示，概述如下：

一、內政部消防署及其系統商

消防署是消防與災害防救事務的最高主管機關，隸屬於內政部，負責所有消防行政、人事、教育訓練等事務規則之訂定，同時監督地方政府之消防機構與各式特種消防組織。消防署主要辦理火災預防、人為與天然災害搶救、緊急救護 3 項消防業務，自 90 年起依災害防救法規定，另辦理災害管理業務，並統一指揮、監督全國消防機關，執行消防及災害防救任務為職掌事項。

三商電腦是國內知名資訊系統整合廠商，成功跨足金融、電訊、交通及行動數位產品等領域，並持續致力於新產品開發及拓展業務領域。「消防局 119 救災救護指揮派遣系統」(以下簡稱 119 派遣系統)即為三商電腦建置維護，目前臺北市及新北市之派遣系統為個別建置，其餘縣市之派遣系統原則均依循消防署之派遣系統。可由三商電腦協助提供 119 派遣系統之案件資訊、導航路徑及 GNSS 資訊，惟傳送頻率須能滿足執行優先號誌需求(至少每秒傳送一筆)。

二、臺中市交通局及其相關廠商(交控系統建置維護商、號誌設備商)

臺中市交通局主要負責交通相關業務，其中亦包含路口號誌控制，未來可考量於既有交控系統新增功能以介接派遣系統(案件資訊、路徑及 GNSS 等)，介接方式可由交控

系統商提出 API 介面以接收派遣系統傳送之資料，另外新增優先號誌邏輯運算功能(如本計畫於中心端測試平台之功能)、再將運算結果傳送至控制策略執行模組，由既有交控系統下指令更改現場號誌時制。如實施路口有其他動態控制，則優先號誌須能與動態控制整合運作。此外，交控系統有事件反應功能，其中事件即包含交通事故相關資訊，如能在交控系統新增功能以介接派遣系統之事故地點及送往醫院等，亦能有助於事件反應功能更臻完善。

介接欄位可參採表 7.3-6 派遣系統相關資料，至少須包含勤務狀態(case_status)、車輛狀態(car_status)、出勤車輛名稱(車牌號碼)(car_name)、出勤車輛經緯度(car_lon/car_lat)、出勤車輛種類(car_type)、案發地點經緯度(incident_location-_lon/incident_location_lat)、目的地醫院(destination_hospital)、目的地經緯度(destination_hospital_lon/destination_hospital_lat)，其餘欄位可視統計需求介接。

在硬體方面，則視未來執行架構，如參考本計畫執行案例，則需更換號誌控制器(更換為具 V3 TCROS 功能)，亦須請號誌廠商配合更換控制器或更新韌體，另外採行車聯網通訊技術，路側及車上端亦需有相應之通訊設備(RSU 及 OBU)。

三、臺中市消防局

臺中市政府消防局(以下簡稱消防局)為臺中市最高消防行政機關，隸屬於臺中市政府，負責臺中市內消防救災之事宜及市內所有消防行政、人事、教育及訓練等事務，須配合提供執行優先號誌所需之驗證車輛。

表 7.3-7 臺中市未來介接派遣系統相關單位及分工建議

單位	分工建議
內政部消防署 (及其系統商)	1. 提供 119 派遣系統之案件資訊及 GNSS 等資訊 2. 傳送頻率須能滿足執行優先號誌需求(至少每秒傳送一筆)
臺中市交通局 (及其相關廠商)	1. 交控系統新增功能 ■ 提出 API 介面以介接派遣系統資訊(案件資訊、車輛狀態、車輛經緯度、案發地點、目的地醫院等) ■ 新增優先號誌邏輯運算功能，運算結果透過既有 API 與交控中心之號誌系統介接，並由交控中心下達指令以更改路口號誌時制 2. 現場設備更新(視需求)：以本計畫為例 ■ 更換為具 V3 TCROS 功能之號誌控制器 ■ 新增 5GRouter ■ 新增 RSU 及 OBU 設備
臺中市消防局	提供執行優先號誌所需之驗證車輛(消防車、救護車)

7.4 緊急救援車輛優先號誌參考手冊初稿

前期計畫成果包含「緊急救援車輛優先通行建置參考手冊初稿」，其內容主要係提供相關單位未來建置緊急車輛優先號誌之參考，建置單位可根據其建置範圍、優先控制需求、成本考量等因素，選用適宜之設備及運作方式。該參考手冊共分為四章：第一章總則描述手冊目的、系統功能、規劃考量等；第二章為緊急救援車輛優先號誌系統架構，內容包含集中式控制與分散式控制個別適用情境及優先號誌運作邏輯；第三章為實施緊急優先所需資訊需求與設備；第四章則為定位及通訊技術等內容。本節則依本期計畫執行結果，提供建議參考手冊調整之內容說明如下，完整之參考手冊詳見附件五：

一、優先號誌資訊需求

該手冊 3.1 節優先號誌資訊需求中提及「五、緊急救援任務最佳派遣路徑判定， 最佳派遣路徑可透過介接消防署派遣系統資料取得或導航軟體提供...」。經本期計畫蒐集國內目前介接派遣系統之案例，以臺北市為例，透過派遣系統取得之資料包含案件類別(case_category)、車輛執行階段(car_status)、案件執行階段(case_status)、車輛類型(car_type)、目的地(destination_hospita)、車輛經緯度等，優先號誌系統主要透過車輛持續發出之位置資訊判斷行駛方向及預計抵達之路口與時間。因此建議派遣路徑相關文字調整為行駛方向。

二、補充系統異常處理原則

本計畫執行期間除整理本計畫測試期間曾發生之異常狀況，並蒐集部分縣市實測之異常處理。由於各縣市執行緊急車輛優先號誌採用之系統架構、設備、通訊技術不盡相同，且各縣市測試場域環境與交通特性亦有差異，執行過程可能面臨不同課題。因此建議手冊補充附錄，納入本計畫蒐集之異常處理原則，供相關單位實施緊急車輛優先通行參考。

處理流程主要為異常情形→問題釐清→異常排除(處理方式)，在發現異常情形時，檢視可能產生的原因，再根據可能原因加以檢測排除。以本計畫為例，測試初期曾發生中心端未收到車輛端發送之 SRM 訊息，依本計畫系統架構，SRM 訊息由車上端發出經由路側端再傳送至中心端，因此需釐清問題發生在車輛端、路側端或中心端，處理案例如表 7.4-1 所示。其餘異常處理案例詳見附件五之附錄部分。

表 7.4-1 系統運作異常處理案例

異常情形	問題釐清	處理方式
中心端未收到車輛端發送之 SRM 訊息	3. 車輛端未發送。 4. 車輛端有發送，路側端未收到。 5. 路側端收到，中心端未收到。	1. 檢視 OBU 狀況是否正常，及是否與車機成功建立網路連線。 (檢查車端設備、天線、接線、或設備重啟) 2. 檢查 RSU 狀況及路側通訊模組之網路連線。 (路側端設備重啟，並檢視重啟後是否正常接收與發送) 3. 檢查中心端網路連線情況，並將路側端設備重啟後，檢視是否正常接收與發送

第八章 都市交通控制協定 3.0 版檢討

在智慧交通數位神經中樞系統中，通訊協定的功能猶如神經網路中的訊號傳遞管道，將各種分布於都市中的路側設備的即時數據迅速傳回至中心，並使中心能有效控制與監控這些設備的運作與狀態。通訊協定的穩定性和準確性決定了整體系統的反應速度與靈敏度，使得路側設備如同系統的「眼睛」與「手腳」般，成為中樞神經系統中的關鍵感知與執行部位。這些即時傳輸的數據進一步支持了系統中的資料分析、3D 視覺化模型建立、模式庫與知識庫的構建，最終實現對都市交通的全方位智能管理，提供高效、整合的交通服務。

本期將延續前期計畫研討成果，針對尚未完整探討的都市交通控制通訊協定內容進行進一步之確認，本期並將研討新的應用方向，包含路側設備之不斷電設備、內照式標誌、號誌燈頭等狀態監控，以及號誌控制器運作記錄[Log]等相關通訊協定，讓整個都市交通控制通訊協定檢討的內容更為完善。

8.1 前期計畫(110-111 年)重點成果說明

前期蒐集多方需求與透過座談會凝聚共識之後，研討都市交通控制通訊協定之修訂內容，其中多數內容已於 110 年期時獲得交通管理單位與設備開發單位之共識，制訂修訂初稿，剩餘仍須討論之議題，也於 111 年期進行討論。前期都市交通控制通訊協定修訂之重點成果如表 8.1-1 說明。

表 8.1-1 前(110-111 年)期都市交通控制通訊協定檢討成果

分類	協定內容	目前研討狀態	備註說明
現場設備共用訊息	設備日期、時間管理	訊息等級改為 B(0F H+42 H、0F H+C2 H)	已完成修訂初稿
	設備硬體狀態管理	修正無線通訊限制(0F H+14 H)，並增加自動車輛辨識內容(0F H+04 H)	已完成修訂初稿
	GNSS 對時設備管理	增加 GNSS 對時模組管理	已完成修訂初稿
	設備日期、時間管理擴充	擴增對時指令，增加精度至毫秒	已完成修訂初稿
	設備韌體燒錄日期及版本管理擴充	擴增查詢韌體版本資訊	已完成修訂初稿
	設備位置資訊	增加設備座標查詢功能	已完成修訂初稿
號誌控制器訊息	目前控制策略管理	修正參數與增加優先權指定的說明(5F H+10 H)	已完成修訂初稿
	時相資料管理	修正無線通訊限制(5F H+03 H)，與增加時相資料主動回報的時間(5F H+0D H)	已完成修訂初稿

分類	協定內容	目前研討狀態	備註說明
	時制計畫基本參數管理	修正參數的說明(5F H+14 H)	已完成修訂初稿
	時制計畫資料庫管理	增加說明，規範 5F H+14 H 與 5F H+15 H 的使用順序與檢核方式	已完成修訂初稿
	一般日時段型態管理	限定時段時間不能重複與時段順序(5F H+16 H)、增加說明，不論查詢方式為何，回傳資料必須一致(5F H+46 H)	已完成修訂初稿
	特殊日期段時段型態管理	放大特殊日之套數限制(5F H+17 H)	已完成修訂初稿
	目前時制計畫管理	補充說明目前時制的定義(5F H+48 H、5F H+C8 H)，新增目前時制計畫內容主動回報(5F H+08 H)，新增目前時制計畫內容主動回報週期設定	已完成修訂初稿
	觸動控制組態管理	補充行人觸動的模式內容(5F H+19 H) ，目前以管理單位需求為主，制定 5 種觸動模式	已完成修訂初稿
	時相步階變換控制管理	調整指令參數定義，使其可以支援即時控制(5F H+1C H)	已完成修訂初稿
	燈態步階傳輸週期管理	修正無線通訊限制(5F H+3F H)與修正無線通訊限制，訊息等級調整成 O(5F H+0F H)	已完成修訂初稿
	時制補償機制管理	新增設定與查詢時制補償參數，目前先制定延長綠燈時相秒數、縮短綠燈時相秒數與混合模式三種方式處理。	設定幹支道決定時制補償之作法，涉及號誌安裝與設定，須長期研討蒐集各縣市之作法才能凝聚共識。
	號誌燈號硬體狀態管理	新增查詢詳細燈號硬體狀態內容	已完成修訂初稿
	綠衝突表管理	新增設定與查詢綠衝突表定義	已完成修訂初稿
	倒數秒數管理	新增設定與查詢倒數秒數執行模式，不需要設定兩階段紅燈計算，但保留關閉倒數機制。	已完成修訂初稿
	時制計畫管理	新增設定與查詢時制計畫內容	已完成修訂初稿
車輛偵測器訊息	交通資料之傳輸週期管理	修正無線通訊限制與擴增歷史資料格式，增加自行車資料(6F H+0E H)說明	已完成修訂初稿
	歷史資料記錄狀態管理擴充	擴增歷史資料格式，增加自行車資料	已完成修訂初稿
資訊可變標誌訊息	循環顯示參數管理	補充錯誤處理與全圖下載機制(AF H+10 H)	已完成修訂初稿
	預設全文管理	補充錯誤處理說明(AF H+11 H)	已完成修訂初稿
	預設全文全彩參數管理	擴充全彩設定，加強通訊協定 3.1 初稿之說明。	已完成修訂初稿
	目前全文顯示管理	補充錯誤處理說明(AF H+13 H)	已完成修訂初稿

分類	協定內容	目前研討狀態	備註說明
	目前全文全彩參數管理	擴充全彩設定，加強通訊協定 3.1 初稿之說明。	已完成修訂初稿
	全文顯示頁移動顯示管理(文字跑馬燈)	補充錯誤處理說明(AF H+15 H)	已完成修訂初稿
	顯示模組狀態	新增逐點掃描機制(AF H+57 H、AF H+D7 H)	已完成修訂初稿
	全彩字窗圖型管理(單一圖形)	擴充全彩設定，加強通訊協定 3.1 初稿之說明。	已完成修訂初稿
	離線顯示模式管理	擴充離線模式管理(AF H+32 H、AF H+62 H、AF H+E2 H)	已完成修訂初稿
	全圖下載管理	新增全圖下載管理	已完成修訂初稿
自動車輛辨識訊息	歷史車輛識別碼資料管理	增加說明歷史資料管理，用於資料回補	已完成修訂初稿
	車輛識別碼資料回報週期管理	增加即時資料傳遞之應用說明(E4 H+12 H)	已完成修訂初稿
	車輛識別碼資料週期回報	補充說明資料計算方式(E4 H+02 H)	已完成修訂初稿
	累計車輛數歷史資料管理	補充說明，可先檢查是否缺少資料，再執行回補(E4 H+44 H)	已完成修訂初稿
路口資料偵測器訊息	路口轉向輛資料蒐集	TurningMovementEvent TurningMovementStats	已完成修訂初稿
	路口行人量資料蒐集	PedestrianVolume	已完成修訂初稿
	路口停等長度資料蒐集	QueueLengthCycleSet QueueLength	已完成修訂初稿
行人行車倒數號誌訊息	設定行人倒數計時器立即執行參數	01 H(11H)	已完成修訂初稿
	設定行車倒數計時器立即執行參數	02 H(12H)	已完成修訂初稿
	燈頭主動回報硬體狀態	目前已制定燈頭硬體狀態回報之內容	燈頭硬體狀態回報受限於號誌控制器與燈箱之間的通訊方式，目前單向的 RS-485 很難達成主動回報的機制。目前臺北市正在研究透過不同的通訊架構提供號誌控制器與燈箱之間的通訊，若能提供穩定的雙向通訊，即可蒐集燈頭的硬體狀態。

除表 8.1-1 之有關都市交通控制通訊協定修訂之外，前期也針對車聯網設備路側設備(RSU)與交通控制中心之間之溝通，制定相關通訊協定；也研討國內輕軌系統之使用

情境，研討輕軌系統與交通控制系統之間互相溝通之通訊協定。並針對前期所研討之通訊協定，開發通訊協定測試工具，以驗證協定之可行性與穩定性。

8.2 本期計畫工作項目

一、前期計畫研討衍生議題

(一) 不斷電系統通訊協定研討

電力穩定問題將會影響許多層面，包含交通安全。近年來因為電力問題導致路口號誌無訊號，造成用路安全事件，因此各縣市交通控制管理單位已經逐步計畫增加號誌不斷電系統，以因應電力不穩定之情況。故此不斷電系統的狀態如何回傳至交通控制中心，也需要有相對應之通訊協定，故本計畫提出不斷電系統與交通控制中心通訊之數種方案如圖 8.2.1 說明，並就所提出之三種不同方案的優缺點進行比較如表 8.2-1 所示。

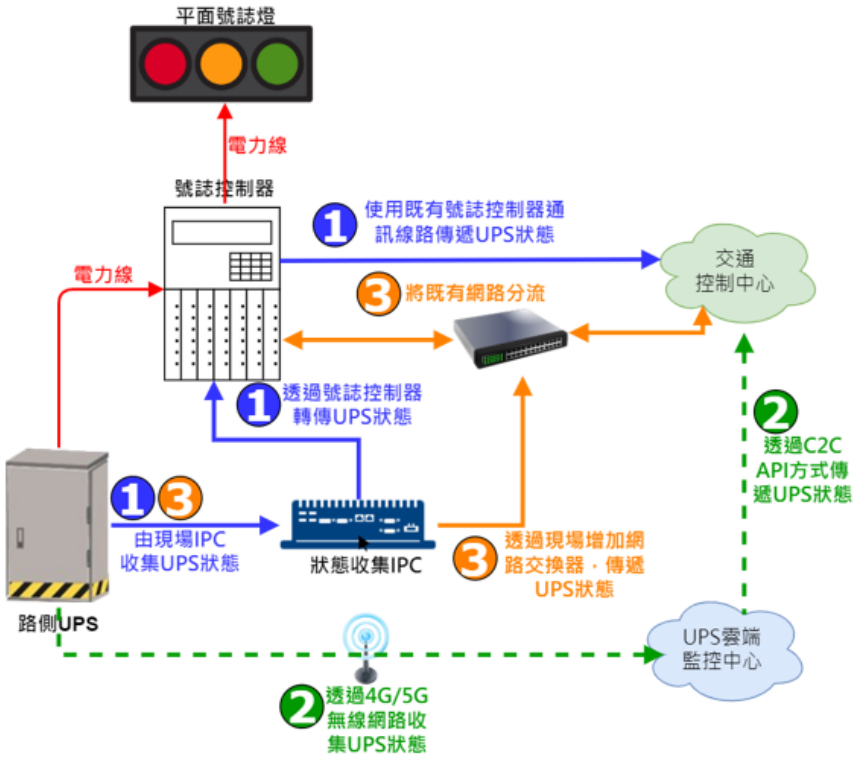


圖 8.2.1 不斷電系統資訊回傳之通訊方案

就交通控制中心管理需求而言，建議須蒐集下列資訊：

1. 市電電壓
2. 市電頻率
3. 市電電流
4. 輸出電壓

5. 輸出電流
6. 輸出頻率
7. UPS 溫度
8. 總電池電流
9. 設備故障
10. 當前聲音
11. 工作模式(市電、電池)
12. 電池剩餘電量(%)
13. 預估電池可用時間(分鐘)
14. 電池壽命(正常、壽命將近)

表 8.2-1 不斷電系統資訊回傳之方案比較

優缺點比較	方案 1	方案 2	方案 3
	採用號誌控制器傳送	透過 UPS 雲端中心整合	透過現場擴充網路設備整合
優點	不需要額外的通訊線路	不需要更換號誌控制器	無須更換號誌控制器與新增線路
缺點	可能須更換號誌控制器	可能需增加額外的通訊線路與費用	可能會增加路側通訊設備與增加網路設定複雜度

(二) 號誌控制器 Log 記錄研討

路側設備連接至交通控制中心，於交通控制中心之交通控制系統通常會具備 Log 記錄功能，可側錄所有或是重點的資訊，用以作為後續稽核與故障排除之用。但是路側設備本身卻缺乏此種記錄功能，或是記錄時間區間過短，導致無法釐清故障原因，增加查修之困難度。因此須研討讓路側設備可回傳 Log 記錄回交通控制中心之機制，可行的建議方案如圖 8.2.2 所示。

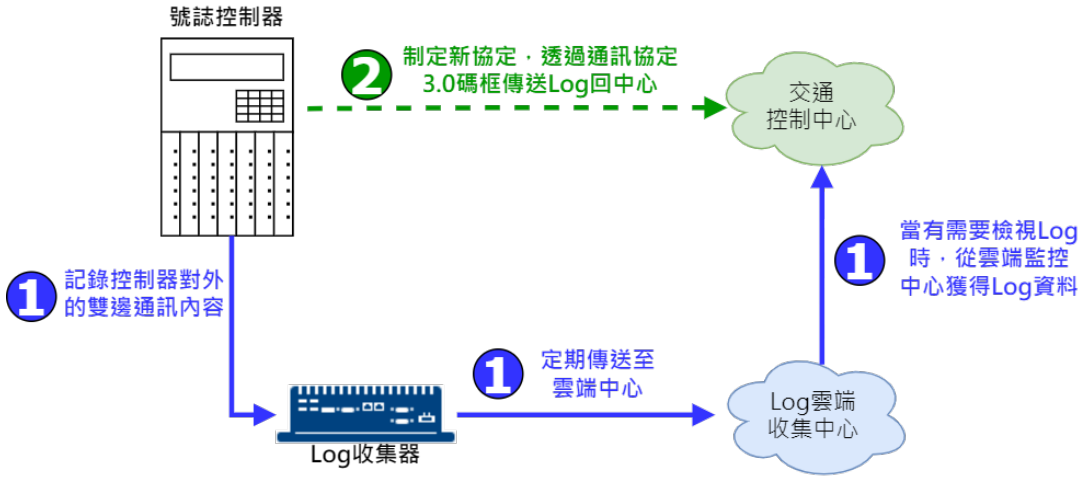


圖 8.2.2 Log 資料蒐集之通訊方案

表 8.2-2 2 種方案之優缺點比較表

優缺點比較	方案 1 採用外部 Log 蒐集器	方案 2 採用號誌控制器傳送
優點	可以適合各種控制器之 Log 內容，且降低號誌控制器對中心通訊負擔	現場不需要額外的硬體設備
缺點	可能須增加設備硬體	可能無法適用所有種類 Log 之內容，未來擴充性與彈性受限，且可能會加重號誌控制器與中心通訊負擔

記錄的 Log 資料應該包含下列資訊：

1. 接收來自中心的指令
2. 傳遞給中心的指令
3. 綠衝突記錄
4. 控制策略模式
5. 時制補償運作記錄
6. 觸動記錄(行人、鐵路…etc.)
7. 時制異常記錄
8. 手動操作記錄
9. 對時記錄(來自中心與 GNSS 對時)

(三) 號誌燈頭狀態監控

號誌燈頭狀態監控於前期已經制定相關的通訊協定，但由於目前號誌燈頭與號誌控制器之間的通訊方案並未統一，而通訊方案將會影響通訊協定制定的方案，例如若只能半雙工傳遞資訊，採用輪詢並以循序之方式溝通兩者，會比較合適；但若能支援全雙工傳遞資訊，即可採用主動回報並規劃平行處理，縮短整體反應時間。目前臺北市有針對燈頭燈箱與號誌控制器之間的通訊方案進行研討，可參考該計畫之結果，作為後續研討號誌燈頭狀態監控功能通訊協定之依據。

(四) 內照式牌面應用研討

內照式牌面設備是為了解決道路上標示版面過暗問題，增加用路安全性。目前普遍都採用太陽能供電，儘量自給自足電源，而無須額外連接電力線。因為設計架構上追求獨立運作，因此更需要掌握狀態資訊，才能在故障發生時能夠即時處理。內照式牌面並不需要控制，也和目前都市交通控制通訊協定中規範的路側設備不同，並不像不斷線系統一般，與號誌控制器關聯，因此如何讓內照式牌面能有自己的通訊方案，並且能定義內照式牌面的設備資訊，是研討進行之重點。

二、研討成果整理與發表

(一) 成果彙整

歷經前期兩年度的研討,已經蒐集各界先進對於都市交通控制通訊協定之意見與建議，並且大多已經擬定初稿，甚至有一些協定，業界的廠商已經開始支援，具備相當之可行性與穩定性。本計畫預計將前期與本計畫所研討之成果彙整，整理成完整的都市交通控制通訊協定初稿修訂內容，以提供各縣市交通管理單位使用，增加交通管理之便利性。

(二) 都市交通控制通訊協定初稿技術交流會

前期都市交通控制通訊協定之研討會著重於需求蒐集與通訊協定擬定之後的共識凝聚，因此大多是審視文件與修訂文字，本計畫之都市交通控制通訊協定初稿技術交流會目標則是希望藉由舉辦工作坊(workshop)的方式，說明如何使用都市交通控制通訊協定修訂初稿的內容，開發廠商與管理單位能夠以「實際使用」的角度來審視本次修訂之內容，可讓都市交通控制通訊協定修訂初稿頒布之後，於各單位使用上避免產生疑義，推行更為順利，故已於 112 年 11 月 22 日舉辦都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流工作坊。

8.3 綜合檢討彙整

本計畫已針對四大工項進行研討，除了蒐集交通管理單位意見之外，也有蒐集號誌協會之意見，並與相關開發廠商單位進行深度與廣泛的討論，下列為討論結果之彙整。

8.3.1協定研討結果彙整

一、不斷電系統通訊協定研討

關於不斷電系統通訊協定研討的過程與結論如表 8.3-1 所示。連接的方案則是採用圖 8.2.1 中的方案二之方式，如此雖然可能需要增加通訊線路與費用，但是無須更換制路口之號誌控制器。然就交通控制中心管理需求而言,建議須持續蒐集表 8.3-2 之資訊。

表 8.3-1 不斷電系統通訊協定研討過程與結論

討論日期	參與人員	研討摘要記錄
2023/4/13	臺北市交通管制工程處工程隊 臺北市交通管制工程處交通控制中心 力歐新能源	1. 檢討目前現行之 UPS 通訊方案(安勤科技所制定)，並檢視通訊協定傳輸之內容。 2. 建議通訊方案為透過雲端機房或是霧端機器,將 ups 設備資訊整理後再與交通管理單位連接。

討論日期	參與人員	研討摘要記錄
2023/7/7	臺北市交通管制工程處工程隊 臺北市交通管制工程處交通控制中心 力歐新能源 遠傳電信	彙整安勤科技、力歐新能源與遠傳電信之解決方案，並參考國內其他縣市之成果(桃園與基隆)，制定初版通訊協定內容。
2023/8/11	臺北市交通管制工程處工程隊 臺北市交通管制工程處交通控制中心 力歐新能源 遠傳電信	1. 根據前次會議意見再做調整，統一確認只提供主動回報，狀態監控之告警交由交通管理單位之系統(交控系統)負責。 2. 不規定通訊方式，可採用傳統 socket、web socket 或是物聯網的 mqtt 連線方式皆可。

表 8.3-2 不斷電系統須回報之項目內容

欄位	說明	備註
DataType	資料種類	可填入的資料項目為 QueryUPSStatus：UPS 狀態查詢
DeviceID	UPS 設備編號	UPS 的識別編號
DeviceName	UPS 的名稱	設備名稱、位置等資訊
UpdateTime	資料傳送時間	時間格式採 ISO8601 格式 (yyyy-MM-ddTHH:mm:sszzz) 例：2017-05-03T17:30:08+08:00
ACVolt	市電電壓(V)	交流電，單位伏特
OutputVolt	輸出電壓(V)	交流電，單位伏特
OutputCurr	輸出電流(A)	交流電，單位安培
CellVolt	電池電壓(V)	直流電，單位伏特
CellCurr	電池電流(A)	直流電，單位安培
RemainRatio	電池剩餘電量	單位：%
EstimatedTime	電池預估使用時間	單位分鐘
Mode	工作模式	可填入的資料項目為：市電、逆變
ACStatus	市電狀態	可填入的資料項目為：正常、異常
SystemTemperature	UPS 系統溫度	溫度，攝氏度數

二、號誌控制器 Log 記錄研討

根據與號誌協會成員多次探討關於號誌控制器 Log 記錄技術方案之應用，發現每一家號誌控制器內部的記錄都有所不同，並有相當的差異，若是制定統一的訊息格式，有些公司的設備須大幅修正韌體。

而訪談交通管理單位得知，須使用號誌控制器 Log 記錄的時機是當號誌控制器發生異常之時，這種路口的數目並不會很多，而且目前交通管理單位也尚未規劃能夠全時記錄所有連線化號誌路口的 Log，通常只會針對已經知道有問題的路口，透過側錄的方

式來蒐集該號誌控制器之 Log 記錄。

綜合以上探討，建議號誌控制器 Log 記錄功能，無須制定標準通訊協定，而是開放由號誌控制器之開發廠商提供該公司個別之解決方案給交通管理單位使用。可採用雲端蒐集再統一下載至交通控制中心，也可以採用於路側設備掛載側錄設備，Log 蒐集完全後再拿回至交通控制中心解析。如此可兼顧採購成本與實務交通管理應用需求，也保留後續廠商開發調整之彈性。另於 112 年 2 月時，中華交通號誌協會第九次技術委員會中亦有討論到號誌 log 資料之傳輸架構應由各地方交通管理單位自行評估為佳，故本計畫將依循此會議決議內容辦理(該會議討論記錄如圖 8.3.1 所示)。

中華交通號誌協會第九屆技術委員會會議紀錄

一、時間：112 年 02 月 13 日 15 時 00 分
二、地點：中華交通號誌協會辦公室
三、出席人員：詳簽到表
四、主席：吳健生理事長　　記錄:王心瑜
五、討論事項：

1. 教育訓練部分

決議事項：

(1)有關協會教育訓練課程安排部分初步規劃為兩天的課程，分別為第一天：基本號控（號誌時制說明與號誌控制設備的操作），第二天：號誌規劃設計說明與維護操作。

(2)講師的規劃與邀請，委由教育訓練小組於下次會議提供相關說明。

2. 號誌控制器檢驗部分

決議事項：

(1)有關控制器的功能檢驗基本項目說明部分，參考 03/28 附件作法並於下次會議中進行討論。

3. V3.0 協定討論部分

決議事項：

(1)有關 V3.0 協定:號誌控制器 Log 資料傳輸架構比較討論說明方案與作法，建議由各地方交通管理單位自行評估適當的架構(資料存放可採機動彈性方式處置)。

(2)建請下次會議由協會邀請不斷電系統廠商參與討論。

4. 下次技術委員會召開時間為 112 年 4 月。

散會：17:15 時，會議結束。

圖 8.3.1 號誌協會技術委員會會議記錄-Log 蒐集由各交通管理單位評估

三、號誌燈頭狀態監控

臺北市有針對燈頭燈箱與號誌控制器之間的通訊方案進行研討，建議採用電力通

訊線(PLC)為主，無線通訊方式為輔的方式，通訊模組可支援雙模，視當地的實際情況，再決定採用何種通訊方式來傳遞燈箱設備狀態。

表 8.3-3 為本次研討中與兩家燈箱製造廠商研討針對不同的通訊方式對於燈箱狀態主動回報的意見與看法，目前各縣市採用通訊式的主要目的為傳遞行人與行車倒數秒數，隨著動態號誌的增加，步階秒數可能會動態調整，因此傳統的學習式燈箱將無法正確顯示秒數。倒數秒數為每秒都需要傳送，如果採用 RS486 over PLC 通訊，在只支援單向傳輸的前提之下，燈箱狀態很難即時傳遞至號誌控制器，而採用其他種類的傳輸方式(例如無線通訊)則有機會解決此問題，

因此協定研討後，將不規範號誌控制器與燈箱之間的通訊方式，而是以採用建議方案的方式，採用頻寬較大且雙向傳遞方式的，建議可採用密集主動回報以提昇狀態監控即時性；採用受限頻寬或是單向傳輸方式，建議可降低主動回報之頻率，以確保燈箱狀態與倒數秒數皆能正常運作。

表 8.3-3 號誌燈箱主動回報討論與結論

討論日期	討論方式	參與人員	討論議題與結論
2023/8/14-2023/8/16	電子郵件	聯嘉光電	1. 燈箱狀態如果每分鐘回報，很多通訊方式可能會塞車，建議可放寬至小時等級。 2. 故障後，再派工維修也是幾個小時後，所以狀態回報無須太過頻繁，若要警示提醒維修，可以由平台固定時間提醒一次。當現場端設備要求這樣密集通訊，後續驗收可能會有很大風險。
2023/8/22	線上會議	晶亮電工	1. 採用 PLC 的通訊方案並不是未來的趨勢，尤其 PLC 方案目前受限很多。 2. 若是在受限的通訊方案中，可採用降低燈箱狀態主動回報的頻率，因為維修時間通常都是隔天以上。 3. 燈箱故障仍然有區分緊急(例如綠燈恆亮)或非緊急(例如倒數秒數)，會影響交通安全的問題必須立即發現並處理，採用 PLC 方案可能就無法這麼即時。 4. 採用無線通訊使用時，頻率應該切分出來，須有固定的頻率提供給路側設備使用，避免衝突。 5. 無線通訊在相鄰路口時，須設置 id 或是其他辨識資訊，確保資料能傳輸至正確的對象。

四、內照式牌面應用研討

內照式牌面之通訊內容已經於前期中已經納入，但當時規劃方向為「路名牌」。考量越來越多交通管制之牌面轉換成內照式牌面(如機車待轉、禁止左轉等)，這些與交通

安全相關的牌面重要性更高於一般的路名牌，因此將原本的路名牌規劃內容修正為內照式牌面，以內照式牌面的名稱彙整交通管制牌面與既有的路名牌面。

五、行人觸動邏輯

行人觸動邏輯可分成下表四個模式，此四種模式目前於各縣市交通管理單位與開發廠商皆有所支援，也具備使用情境與用途，但開發廠商目前所採行的版本，參數設定較為複雜，雖提供更多的設定彈性，卻也增加交通管理層面之複雜度。

表 8.3-4 行人觸動之模式說明

觸動種類	觸動說明
閃光模式	平時閃光，觸動後執行三色
步階延長模式	平時三色，觸動後延長行人綠燈
插入分相模式	平時三色，觸動後增加一行人專用時相
長綠模式	平時三色且幹道常綠，觸動之後轉換步階至行人方向

本計畫目前針對行人觸動邏輯，與臺北市交通控制中心進行多次訪談，以了解實際交通管理層面上，針對此四種模式之使用情境與參數設定之需求，同時於 113 年 3 月 27 日於號誌協會上討論此議題，提供下列意見：

(一) 建議設定參數採用比較清楚且列出來的方式，比較有依循。

(二) 行人觸動有許多種方式，要注意現場運作的情況。

(三) 行人觸動也有許多考慮的內容，例如觸動之後延長行人綠燈，延長的次數與方法也須考慮，避免一直觸動造成交通連鎖問題。但也要注意最短綠燈(行人通過路口的安全秒數)之限制，保證行人通過的安全。

(四) 法規也是需要考慮之重點，但是實際上出現全紅，有民眾反映更危險。

於工作會議時針對此議題進行多次研討，針對「道路交通標誌標線號誌設置規則」第 231 條第四款的「行車管制號誌轉變為閃光號誌時，幹線道上號誌應由綠色燈號經過黃色燈號時段轉變為閃光黃燈，支線道上號誌應由紅燈轉變為閃光紅燈；由閃光號誌轉變為行車管制號誌時，應有三秒全紅時間，再循序轉換」指的是行車管制號誌，若該路口涉及行人觸動，則應引用第六款「行人觸動號誌經行人按鈕後，行車管制號誌應先循序變換為紅燈，行人專用號誌始顯示綠燈」。目前各縣市實務作法，大多皆無設置三秒全紅時間。因此協定制定上，應不須保留經過全紅選項。行人觸動建議之參數設定之內容如表 8.3-5 所示。

表 8.3-5 表行人觸動之詳細參數設定說明

模式	觸動參數 2	說明
閃光模式 (平時閃光，觸動後執行三色)	0	立即執行模式，轉換為幹道綠燈，行人通行方向紅燈，再按照該路口之時制計畫內容，轉換步階至行人綠燈，讓行人可通過。執行三色時相一個週期之後，路口再恢復閃光。
步階延長模式(平時三色，觸動後延長行人綠燈)	10	[行人綠燈前延長模式] 非[行綠與行閃]才可觸動，只觸動 1 次，會於下次行人綠燈反應延長的秒數由 TimeExtend 指定，但 TimeExtend 時間不可大於原本行紅之時間。
	11	[行人綠燈中延長模式] 於行綠+行閃才可觸動、只觸動 1 次。延長的秒數由 TimeExtend 指定。
插入分相模式(平時三色，觸動後增加一行人時相)	20	未觸動時跳過觸動分相，觸動分相秒數按照時比分配給其他分相；未達原設定秒數前觸動，則本周期執行觸動分相，超過臨界點則於下周期執行
	21	未觸動時跳過觸動分相，觸動分相秒數平均分配給其他分相；未達原設定秒數前觸動，則本周期執行觸動分相，超過臨界點則於下周期執行
長綠模式(平時三色且幹道常綠，觸動之後轉換步階至行人方向)	30	平常幹道永遠常綠，觸動後一段秒數後變黃燈，再切換至行人方向綠燈。
	31	未觸動時鎖定第一分相綠燈，觸動後對齊連鎖時間點後執行其餘步階

六、AI 號誌控制車輛偵測器

AI 號誌控制車輛偵測器蒐集之資料用以提供 AI 號誌控制之用，通常放置於路口中，偵測路口各方向的車流、停等長度與轉向量之類的數據，在通訊協定檢討中，也增加了「路口型交通偵測器訊息」項目，作為該設備之通訊協定之內容。研討過程蒐集國內主要廠商針對 AI 號誌控制車輛偵測器所蒐集的資料內容：

(一) 目前時間

(二) 新時制資料陣列

1. 週期、時差、時制計畫編號、路口編號
2. 分相時比({分相編號:綠燈秒數})
3. 目前時制資料陣列
   (1) 週期、時差、時制計畫編號、路口編號
   (2) 分相時比({分相編號:綠燈秒數})
4. 旅行時間陣列：偵測器編號、旅行時間
5. 停等長度陣列：等候線偵測器編號、等侯線長度
6. 轉向量陣列：轉向量偵測器編號、左轉車數量、直行車數量、右轉車數量、通過

車輛數與車種資料

7. 額外資料(Additional)：備用資料

(三) 車種資料

車種資料參考臺灣 2022 公路容量手冊之定義，區分為七種基本車種：自行車、機車、小車(包含大型重型機車)、大客車、大貨車、半聯結車、全聯結車。車種規格定也是參考臺灣 2022 公路容量手冊，車長不超過 5.5 公尺歸類為小車；車長超過 5.5 公尺，但不超過 12.2 公尺歸類為大車；車長超過 12.2 公尺者則為聯結車。

目前蒐集轉向量與停等長度的時間範圍有兩種，分別是即時蒐集(事件觸動型資料)與週期性蒐集(累計一段時間之後提供資料)。目前這兩種資料蒐集的機制，都已經包含在本次的通訊協定修訂範圍中，應可採用此版通訊協定來與路口之 AI 號誌控制車輛偵測器進行溝通，達成路口動態控制之目標。

七、號誌時制補償關閉機制

號誌時制補償機制關閉議題於工作坊時由業界先進所提出，希望能檢討號誌控制器於動態控制或是步階控制時，時制補償機制的操作，可能造成對動態控制或是步階控制的影響，進而將低整體動態號誌運作之績效。另於 113 年 3 月 27 日與號誌協會討論過程中，提出表 8.3-6 之討論議題，獲得下列意見回饋：

(一) 關閉時制補償，須考慮道路網或是上下游路口之關聯。

(二) 關閉補償機制涉及號誌控制器韌體之架構，增加此開關機制，必須修正與調整號誌控制器韌體架構，將會影響號誌控制器採購成本。

(三) 關閉時制補償的情況是否可以採用模擬軟體來進行驗證，檢視關閉補償與開啟補償時，動態號誌運作的績效提升情況，以此判斷是否需要增加時制補償關閉開關。

表 8.3-6 號誌協會討論-號誌時制補償機制關閉議題

討論議題	議題說明
號誌進行智慧動態控制之時，會即時計算新的時制計畫內容或是步階秒數，進算出來的內容可能會異動週期，觸發時制補償機制。此時由於號誌控制器不同的廠牌，可能有不同的時制補償機制，會讓智慧動態控制模組無法精確的掌握秒數，導致控制績效不彰	1. 不進行時制補償，是否會有安全性問題？ 2. 由智慧動態號控制廠商實作補償，是否會對號誌控制器造成問題？ 3. 針對路網的控制，由動態號誌控制廠商實做補償比較有優勢？還是由號誌控制器進行補償比較有優勢？

此外，計畫執行過程中亦蒐集國內主要開發動態號誌之系統廠商，進行時制補償關閉機制的意見蒐集，使用下面之問卷進行訪談，並獲得表 8.3-7 中之結論：：

● 週期型的動態控制，是否須要關閉補償機制？
  ① 只要週期型的動態控制，一定要啟動時制補償
  ② 可以有開關讓控制單位來設定。
● 執行動態號誌或是時相控制(步階控制)時，補償機制建議：
  ① 提供設定開關，讓控制單位自行控制開或關閉
  ② 不提供開關設定，由控制策略決定，例如切換到動態控制與時相控制的時候，自動關閉時制補償，切回 TOD的時候，自動啟動時制補償
  ③ 提供設定開關，但是增加安全機制，例如只有在動態控制與時相控制的時候才能關閉時制補償，不論有沒有啟動時制補償，只要脫離動態控制與時相控制(例如返回TOD)，就自動開啟時制補償。

圖 8.3.2 時制補償關閉機制討論之問卷內容

表 8.3-7 國內主要開發動態號誌廠商針對時制補償關閉之意見

討論日期	問題 1	問題 2	討論議題與結論
資拓宏宇國際股份有限公司	2	3	開放給動態邏輯單位設定，但加入檢核機制，確保彈性與安全性。
台灣世曦工程顧問股份有限公司	2	3	時相控制一定要關閉補償，週期型控制則是可以是情況處理，如果開關來指定，整體會比較有彈性
中華電信	2	3	週期性動態控制和時相控制都可能會有關閉補償的需求，如果有開關的話，後續都能夠處理，建議採用設定預設值得方式，例如時相控制預設關閉，動態控制預設開啟。
華電聯網股份有限公司	2	3	有開關的設計將來遇到需求，會比較有彈性。
創新交通科技	1	X 選項皆不合	建議保留原本的規劃方式，時相控制要關閉補償，但是週期性動態控制要強制補償，這是考慮再多路口的路網中，若只考慮單一路口的自行補償，執行數週期之後，時差可能偏離，導致路網不連鎖

八、通訊底層正認知碼框與負認知碼框檢核機制

此議題為蒐集通訊協定修訂意見時，有開發廠商所提出，於通訊底層中，正認知碼框與負認知碼框檢核的機制有不同的意見與看法。通訊底層的正認知碼框(ACK)與負認知碼框(NAK)檢核碼(CheckSum)需要 XOR ETX(CC H)。但 ETX 並沒有出現於正認知碼框與副認知碼框中。

1. 訊息碼框：

DLE	STX	SEQ	ADDR	LEN	INFO	DLE	ETX	CKS
1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Bytes	2 Bytes	N Bytes	1 Byte	1 Byte	1 Byte

欄位長（LEN）： 10 Bytes + N Bytes

CKS=XOR(DLE，STX，SEQ，ADD，LEN，INFO，DLE，ETX)

2. 正認知碼框：

DLE	ACK	SEQ	ADDR	LEN	CKS
1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Bytes	2 Bytes	1 Byte

欄位長（LEN）： 8 Bytes

CKS=XOR(DLE，ACK，SEQ，ADD，LEN，ETX)

3. 負認知碼框：

DLE	NAK	SEQ	ADDR	LEN	ERR	CKS
1 Byte	1 Byte	1 Byte	2 Bytes	2 Bytes	1 Byte	1 Byte

欄位長（LEN）： 9 Bytes

CKS=XOR(DLE，NAK，SEQ，ADD，LEN，ERR，ETX)

圖 8.3.3 正認知碼框與負認知碼框內容說明

而 ETX 用途為 End of Text，表示訊息結尾，原始設計 ACK 和 NAK 加入 ETX 是表示訊息結尾。一般說來，CheckSum 定義為採將碼框自 DLE 至 CKS 前一欄位止之所有位元組以“Exclusive OR”邏輯運算結果附加於碼框最後稱為核對位元組 CKS(check sum)。以此定義，不 XOR ETX 也為吻合定義。

但若是採用上述議題建議，修正通訊協定正認知碼框與負認知碼框之計算定義，將會導致目前已經正在運作的路側設備與中心軟體無法正常運作，因此須進行研討。本議題也於 113 年 3 月 27 日於號誌協會中進行討論，獲得下列之意見回饋：

(一) 建議採用 ACK 和 NAK 不需要 xor ETX(CCH)

(二) 但是建議應該要有緩衝期，確保所有設備端與中心端都已經採用此作法，在全面推動。

(三) 讓既有按照原本協定開發的設備有退場的時間。

此外，亦針對國內有使用都市交通控制通訊協定 3.0 版的主要單位進行調查：

表 8.3-8 國內主要使用都市交通控制通訊協定 3.0 版系統整合廠商之檢核機制

開發廠商	維護場域	說明
資拓宏宇國際股份有限公司	都市交通控制系統、公路局(蘇花改、快速公路系統)、科學園區(竹科、南科)	沒有 xor ETX
台灣世曦工程顧問股份有限公司	都市交通控制系統	沒有 xor ETX
創新交通科技	都市交通控制系統	沒有 xor ETX
逢甲大學	公路局系統	沒有 xor ETX

上述表格涵蓋國內大多數使用都市交通控制通訊協定 3.0 版之系統，路側設備與其對接，也必須遵守一樣的檢核機制，因此只要是跟上述表格中的系統相連接並可正常連線，及表示該設備廠商之檢核機制也是無 xor ETX，此為目前國內實際運作之現況調查。

8.3.2彙整衍生議題探討修訂成果

彙整上述章節研討內容，成果如表 8.3-9 所示。備註說明目前研討過程中仍然有疑問或是需要補充說明之內容，後續將持續訪談與研討，修正協定內容使其更加完善。

表 8.3-9 衍生議題談討修訂結果之彙整表

衍生議題	目前研討內容	備註說明
不斷電系統通訊協定研討	1. 已經制定通訊協定內容初稿。 2. 採用設備主動回報 UPS 所有必要狀態，再由控制中心加值處理。 3. 通訊方案則是採用雲端機房或是霧端設備彙整之後，再傳遞至交通管理單位。	通訊的技術方案可由廠商與交通管理單位自行定義，協定中並不限制此部份。
號誌控制器 Log 記錄研討	建議不制定協定，由各交通管理單位視需求採用個別號誌廠商之解決方案來獲取路口號誌控制器之 Log 記錄。	
號誌燈頭狀態監控	1. 維持原本的協定內容，可用於傳遞燈箱故障狀態。 2. 不規範燈箱主動回報之頻率，而是採用建議方案，視該路口採用之通訊方案，建議不同的主動回報頻率。	目前燈箱到號誌控制器間的狀態內容多於號誌控制器回報給交通控制中心，須由交通管理層面上再檢討每個狀態資訊之必要性。
內照式牌面應用研討	1. 修正原本協定內容，由「路名牌」修正為「內照式牌面」。 2. 路名牌與其他交通管制之主動發光牌面皆一併併入「內照式牌面」中。 3. 內照式牌面只有一種狀態屬性：正常或是異常。	此協定是否只針對「道路交通標誌標線號誌設置規則」中之項目，須與交通管理單位進行研討。

8.4 研提新版都市交通控制通訊協定初稿

新版都市交通控制通訊協定初稿研提之前，建議舉辦工作坊邀請設備開發廠商與交通管理單位，針對新版都市交通控制通訊協定初稿內容進行深度了解，藉由主題式的說明，讓各界先進更能掌握新版都市交通控制通訊協定初稿之內容。而在舉辦工作坊之前，預計要召開一場座談會，向各界專家說明目前新版都市交通控制通訊協定初稿之修訂成果，作為研提新版都市交通控制通訊協定初稿之基礎版本。

表 8.4-1 第二年期都市交通控制通訊協定座談會內容

舉辦時間	座談會名稱	座談會議議題	參與對象	招開方式	參加人數
2023/10/26	都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流座談會	介紹前兩年期已經制定之新版都市交通控制通訊協定初稿內容，並針對行人議題與後續工作坊蒐集產官學意見	各界先進，包含產、官、學之代表與專家	線上	51
2023/11/22	都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流工作坊	說明新版都市交通控制通訊協定初稿內容，並與號誌廠商深度討論並提供測試機制	國內號誌控制器開發廠商與各界先進	線上/實體混合會議	線上 33 實體 10

8.4.1都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流座談會

一、新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之議題內容

(一) 介紹前兩年期已經制定之新版都市交通控制通訊協定初稿內容

(二) 說明本期到目前為止修訂協定的內容與方向

1. 不斷電系統通訊協定
2. 號誌控制器 Log 記錄
3. 號誌燈頭狀態監控
4. 內照式牌面應用研討

(三) 說明從通訊協定的層面上，如何能輔助交通管理單位處理行人地獄之問題。

(四) 蒐集各縣市於行人地獄的處理方式與意見交流。

(五) 介紹後續研討工作坊的舉辦方式並邀請各界專家參與

二、新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之成果

新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之成果議題整理如表 8.4-2 所示。

表 8.4-2 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會意見彙整表

單位	意見	回應	目前研討處理
公路局東分局	請問號誌 UPS 是否已經大規模試辦了？那為何選擇 gogoro 電池？跟一般的電池有何差異？	1. 目前臺北、新北、桃園、高雄等幾大都市已經逐漸導入 UPS 應用。 2. 以協定檢討的角度，並不只支援 gogoro 電池，只要是能提供號誌不斷電系統的廠商，都可以採用本次制定之通訊協定與交控中心溝通。	
	請教一下導入 AI CCTV 來輔助行人通行,AI 準確率是否足夠？在放寬行人秒數時，有無調整秒數與次數的限制？	AI CCTV 辨識的準確性與調整秒數並非與通訊協定檢討相關，但已經有縣市採用此方式來調整行人秒數，也根據機關的觸動與調整準則進行處理。通訊協定的主要任務為將現場判斷的資料與調整的秒數回傳交控中心，進行現場設備與交控中心之間資料與指令交換。	
臺北市政府交通管制工程處吳育緯副主任	很感謝團隊這幾期來針對通訊協定進行探討，很多內容跟目前臺北市遭遇的問題有關，臺北市也會在未來採用新版的通訊協定，也請號誌開發廠商如果針對協定有疑問，可以盡早通知運研所或是臺北市，進行協定的調整。	很感謝臺北市配合使用都市交通控制通訊協定 3.0 修訂版，並且提供許多寶貴的意見與經驗，本計畫將會針對回饋之意見調整修訂通訊協定內容。	
	關於行人早開與號誌控制器 Log 部份，很感謝運研所有將其作為議題討論。行人早開是目前交通部的政策，臺北市現階段只能用增加時相方式來調整，但是會增加管理的困擾，所以增加六步階概念。號誌控制器 Log 則是希望能強化針對號誌運作的錯誤處理與排除，提出這些問題是希望能與其他單位有更多交流討論，解決實務上遇到之問題。	1. 行人早開採用六步階方案涉及修改軟硬體層面過大，且只有即少數路口無法用增加時相的方式完成行人早開，故目前仍先維持不調整。 2. 號誌控制器 Log 應用則是多家號誌廠商記錄的資訊量不同、格式也不同,建議由各家廠商自行提供解決方案讓交通管理單位進行號誌錯誤查修。	1. 不增加行人早開六步階 2. 號誌控制器 Log 建議由廠商自行規範格式,不制定統一之通訊協定。
創新交通科技曾明德博士	號誌控制器的通訊故障判斷準則過為嚴苛，只要單一指令故障，連續五個指令沒有收	都市交通控制通訊協定 3.0 版內容為單一指令的作法，但目前通訊可能有多指令同時傳	修正通訊協定之通訊底層內容

單位	意見	回應	目前研討處理
	到，就判斷為通訊故障。但是在此期間，仍然有正常收到其他指令，卻還是規範為通訊故障，設備就會進入通訊故障處理，導致與中心連線被關閉，後續也無法收到指令。希望能放寬此通訊故障的判斷準則。	遞，因此不適合以單一指令的問題，判定為通訊故障。將修訂為若連續五次無法成功，且期間無任何其他指令成功，才判定通訊故障。只要有任何一個指令成功，就不能判定成通訊故障。	
	目前在動態控制中，為了減少對行人的影響，都是調整行車綠燈或是行人紅的步階，而不去調整行人綠燈的步階。將來若是有行人早開步階，可能會影響目前動態控制之使用方式。建議要通訊協定內容說明調整動態秒數的使用方式，並且要考慮沒有通訊式的行人行車倒數燈，如何因應動態控制調整秒數時的情境。	1. 本次修訂不建議調整行人早開六步階，因此可以採用既有的動態控制方案來調整，避免影響行人綠燈。 2. 採用動態號誌的路口，建議應配備通訊式行人行車倒數燈，以避免秒數錯誤。	不增加行人早開六步階

圖 8.4.1 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之參與人員

圖 8.4.2 新版都市交通控制通訊協定初稿說明座談會之討論畫面

8.4.2都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流工作坊

一、新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊議題說明

採用教程(tutorial)的方式，並非針對所有協定，而是針對某些複雜或是容易造成困擾的協定內容，說明其應用情境與處理方式，工作坊說明的主題為：

(一) 號誌動態控制

(二) 號誌步階控制

(三) 行人觸動管理

(四) 號誌主動回報應用情境說明

另採用臺北市交通控制中心之測試空間，邀請設備開發廠商進行協定的測試，藉由實際模擬路口情境，了解每一個協定之應用情境、呼叫順序與使用限制，也可蒐集開發廠商調整設備時回饋之意見，作為年底研提新版都市交通控制通訊協定初稿之重要依據。

二、新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之成果

新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之成果議題整理如表 8.4-3 所示。此外，圖 8.4.3 與圖 8.4.4 為當天會議參與人員與討論訊息。

表 8.4-3 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊意見彙整表

單位	意見	回應	研討處理
良基黃義銘總經理	行人觸動管理的觸動參數二早期只是預留，所以我們一開始就拿來做各種行人觸動的模式的設定。目前為止已經用了十四種，但是與目前協定制定的內容皆不相同。採用了多種模式，例如有兩種於三色之前，會先經過全紅，有兩種則沒有，這些都是為了現況使用所作的調整。這些設備已經在市面上販售與使用，這在推動本次行人觸動協定修正會是比較麻煩一點的事情。	感謝提供實際使用需求，將會納入研討處理。	於號誌協會技術討論會議中確認此議題
	5FH+F8H 這個指令是用來檢核前面下的時制計畫是否正確，比如說現在執行動態控制策略，用 5FH+F8H 來檢測 5FH+14H 和 5FH+15H 是否有修改時制秒數成功？但是這個指令被要求要加上時制補償之後運算的結果，這對控制器來講不是問題，	5FH+F8H 指令就是用來免去週期開始前，都要透過許多查詢指令 (例 如 5FH+44H 或 是 5FH+45H)來查詢時制內容，讓這些查詢以主動回報的方式來減少訊息傳遞。 裡面回傳的是「實際」執行的秒	

單位	意見	回應	研討處理
	但是對於動態號誌廠商來說，那可能就會跟計算出的時制內容不相同，必須判斷是否在一個合理範圍內，是不是在做一個時差調整，才能確認是否剛剛他下載的內容一致，這點需要注意。	數，可透過此協定了解號誌控制器補償的秒數，如果掌握了時制補償的運作法則，可驗算整個時制秒數是否正確。	
	關於那個什麼實際上執行結果的追蹤，目前應該都大家最常用的方法就是透過蒐集 5FH+03H 的記錄，每一個燈態改變的時候就會收到，可透過事後的記錄來分析動態號誌運作內容是否跟計算的一致。	這是目前普遍的使用方式，蒐集燈態變化資訊，可完整組合出整個步階變換的歷程與執行秒數，可作為稽核驗證之用。建議使用 5FH+F3H 版本，具備有時戳，避免通訊誤差導致秒數計算錯誤。	
臺北市交通控制中心 吳育緯副主任	很謝謝運研所這幾期的案子，針對號誌控制器的協定做了很多討論，那今天其實臺北市也藉著這個工作坊這個機會，我想通訊協定經過很多討論，大概也要定稿了，本次改版之後應該可以解決我們很多問題，許多號誌廠商與智慧號誌廠商在應用 ITS 技術會比較麻煩，因為這些協定都非以往常用的新協定。臺北市從明年開始，會在採購規範中納入這個修訂版本，但是會保留一個彈性，如果有實務執行上困難的地方，因此希望廠商能儘早提出協定上面的問題。	很感謝臺北市於明年採購規範配合使用都市交通控制通訊協定 3.0 修訂版，針對廠商提出之通訊協定意見與看法，本計畫將會蒐集並調整修訂通訊協定內容。	
	動態控制雖然指令單純，但是功能面是非常困難與複雜。以往測試以人工為主，所以明年臺北市會有一個計畫，內容為號誌控制器的自動檢測。目前已經有設計一個功能的測試腳本，如果各位先進有興趣的話，臺北市可以把提供測試腳本和自動檢測工具，也歡迎大家參與討論，完善測試機制，與縮短系統整合時間。	很感謝臺北市願意開發通訊協定自動化測試工具與腳本，測試過程中若有發現協定任何問題，本計畫將會蒐集並調整修訂通訊協定內容。	
中華電信研究院 陳韋龍研究員	簡報裡面有一個是 5FH+F8H 的指令，每一個週期開始執行時會主動回報這個指令，這個指令的用途是用來讓我們可以查看這個週期是否跟我們下的動態實施計畫內容一致，如果不一樣的話，可以立刻切回到 TOD 的，使用方式是這樣嗎？	基本上該指令的用途為在週期開始之前，將本週期執行的一些參數，包含時制、時段與時制補償情況等等資訊回傳，節省多次查詢。 如果控制器回報的執行內容與預期不同，控制系統須根據該細	

單位	意見	回應	研討處理
		系統設計的邏輯，可能降階回定時控制或是採用其他方案進行錯誤處理。	
	那如果是當週期跑完了以後才回報，這樣會不會比較清楚知道這個週期內容是不是跟我們下的一樣，因為在動態控制的時候，他有可能會有其他因素干擾，比如說像路口手動或者是中央手動之類的，就是有一些其他額外的控制來干擾我們下的動態實施計畫內容。	在週期執行開始時就收到該週期預計執行的內容，如果發現問題，可在這週期修正，於下週期反應。但如果於週期結束之後才蒐集檢驗，整體反應需要等錯誤兩週期之後才會修正。 另外，若要做號誌運作的稽核記錄，可透過 5FH+F3H 的主動回報蒐集燈態轉換資訊，可實際還原路口號誌運作情況。 補充：5FH+F8H 所主動回報的時制計畫，於路口手動、中央手動與時相控制時不適用，因為步階秒數可能隨時異動，無法事先決定。	

圖 8.4.3 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之參與人員

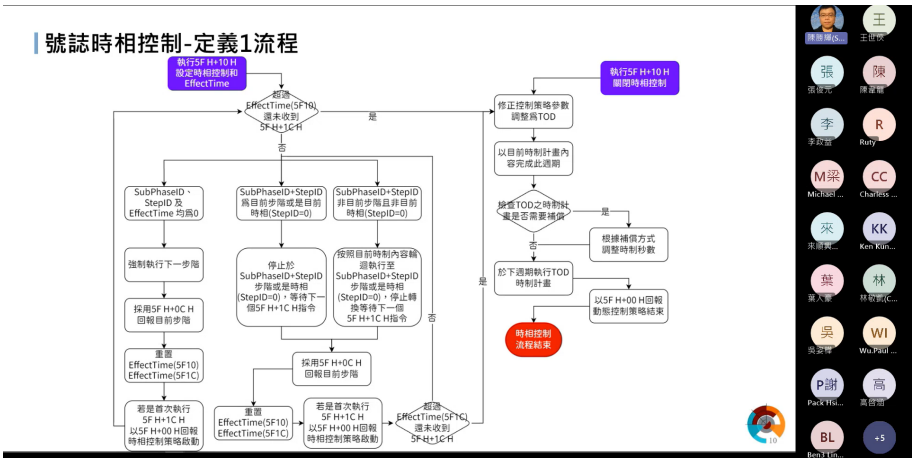


圖 8.4.4 新版都市交通控制通訊協定初稿研討工作坊之討論內容

第九章 其他計畫成果

本章茲彙整其他計畫相關成果如後，包含計畫執行期間所辦理之相關成果推廣活動之內容，以及計畫相關內容之運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會等學術投稿內容，最後則將本計畫執行期間相關活動大事記進行臚列彙整。

9.1 各項成果發表推廣活動

一、【構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進】112 年成果交流座談會

(一) 會議資訊與議程

1. 時間：112 年 11 月 22 日（星期三）10:00
2. 地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室（臺北市敦化北路 240 號）
3. 邀請對象：各縣市政府交通管理與實務應用單位
4. 會議方式：實體會議並提供線上會議連結
5. 會議議程：

時間	議程
09:30~10:00	報到
10:00~10:10	主辦單位致詞
10:10-11:00	「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」112 年成果介紹 一、 智慧交通數位神經中樞之規劃構想 二、 運用 AI-CAM 偵測蒐集交通資料之設備佈建原則 三、 模式庫/知識庫應用模式-以車流預測速率、大型活動規劃為例 四、 導入數位雙生模型應用-以臺中臺灣大道為例
	主講人：逢甲大學建設學院 蘇院長昭銘
11:00-12:00	綜合討論
	主持人： 交通部運輸研究所 吳組長東凌 逢甲大學建設學院 蘇院長昭銘

(二) 活動現場照片

二、都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流工作坊

(一) 會議資訊與議程

1. 時間：112 年 11 月 22 日（星期三）13:40
2. 地點：臺北市交通控制中心號誌測試實驗室（臺北市大同區華陰街 32 號 B3）
3. 邀請對象：設備開發廠商、具備開發通訊協定系統或設備經驗之單位
4. 會議方式：實體會議並提供線上會議連結
5. 會議議程：

時間	議程	說明
13:40-14:00	報到程序	會議前準備
14:00-14:10	開場致詞	吳東凌 組長/交通部運輸研究所 蘇昭銘 教授/逢甲大學智慧運輸與物流創新中心
14:10-14:50	通訊協定使用案例之實際說明	內容主要說明： 1. 號誌動態控制 2. 號誌步階控制 3. 行人觸動管理 4. 號誌主動回報應用
14:50-15:30	綜合討論	根據實際案例執行方式進行互動討論
15:30-18:00	設備連接測試	若與會單位有攜帶原型機或是測試機，可進行通訊協定運作測試

(二) 活動現場照片

三、六都交通首長意見交流座談會

(一) 會議資訊與議程

1. 時間：113 年 1 月 11 日(星期四)下午 3 時-5 時 30 分
2. 地點：高鐵南港站 TSUTAYA BOOKSTORE 南港店
3. 邀請對象：六都交通局局長
4. 會議方式：實體會議
5. 會議議程：

時間	議程
15:00 - 15:30	報到程序
15:30 -15:40	主辦單位致詞
15:40 -16:10	「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」112 年計畫成果介紹
16:10 -17:30	綜合討論與意見交流
17:30～	會後餐敘

(二) 活動現場照片

四、「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」成果發表與未來展望

(一) 會議資訊與議程

1. 時間：113 年 10 月 29 日（星期二）上午 10 點
2. 地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室（臺北市敦化北路 240 號）
3. 邀請對象：中央及地方政府交通單位(交通管理與公共運輸管理相關人員)與消防單位以及相關公/學/協會
4. 會議方式：實體會議並提供線上會議連結（報名後提供相關資料）
5. 會議議程：

時間	議程
09:30~10:00	報　到
10:00~10:10	主辦單位致詞
10:10-11:00	「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」成果發表與未來展望 一、 何謂智慧交通數位神經中樞？ 二、 運用 AI-CAM 蒐集交通資料研提設備佈建原則 三、 人工智慧交通管理及公共運輸模式庫建置 四、 緊急救援車輛智慧優先號控功能實作成果 五、 智慧交通數位神經中樞系統擴充與數位雙生技術應用
	主講人：逢甲大學建設學院 蘇院長昭銘
11:00-12:00	綜合討論

時間	議程
	一、本計畫成果如何應用於交通管理上？ 二、未來展望-落地推廣實作發展方向
	主持人： 交通部運輸研究所 吳組長東凌 逢甲大學建設學院 蘇院長昭銘

(二) 活動現場照片

五、計畫成果相關海報

本計畫在建置成果上包括數據模型標準化、API 互操作性及數據共享機制的實現。依照 NGSI-LD 標準擴充的數據庫模型，新增多項交通模型內容，如綠燈使用率、旅行時間使用率及路口轉向流量等。擴充內容則涵蓋新增的道路、路段及車道資訊，透過 Azure Digital Twins 建構出數位雙生場域關係圖，提供視覺化的系統架構，呈現平台在不同場域的應用及效能提升，均可代表本計畫主要技術亮點與成效，據此設計相關海報以及參加 2023 年運輸年會之展示，如圖 9.1.1、圖 9.1.2 所示，並簡要說明如下：

(一) 數據模型標準化與擴充

1. 遵循 NGSI-LD 標準，完成數據模型的標準化，以確保平台間的互操作性及數據共享需求。
2. 擴充了數位雙生數據庫內容，新增了綠燈使用率、旅行時間使用率等多項交通模

型，涵蓋了平均間距、平均車速、轉向流量等指標。

(二) 平台應用範圍與基礎設施

根據本期新增範圍，數據庫涵蓋 4 條道路、8 條路段及 24 條車道，並擴展至全系統中，共包含 5 條道路、12 條路段、38 條車道，還包含 3 個號誌化路口、2 處 BRT 車站及 1 座 CMS 可變號誌，為未來的大型活動管理提供數據支援。

(三) 場域關係圖構建

透過 Azure Digital Twins，數位雙生模型依照屬性及層級關係建立場域關係圖，提供系統架構的視覺化展示，便於了解各數據層之間的互動，並為未來的數位雙生應用提供參考。

(四) 成果與應用效益

概述平台在不同場域中的應用效益，強調其在交通管理及成本控制方面的潛在價值。此成果為後續擴展應用打下基礎，有助於其他地方主管機關在規劃大型活動時，達到高效的交通管理和資源配置。

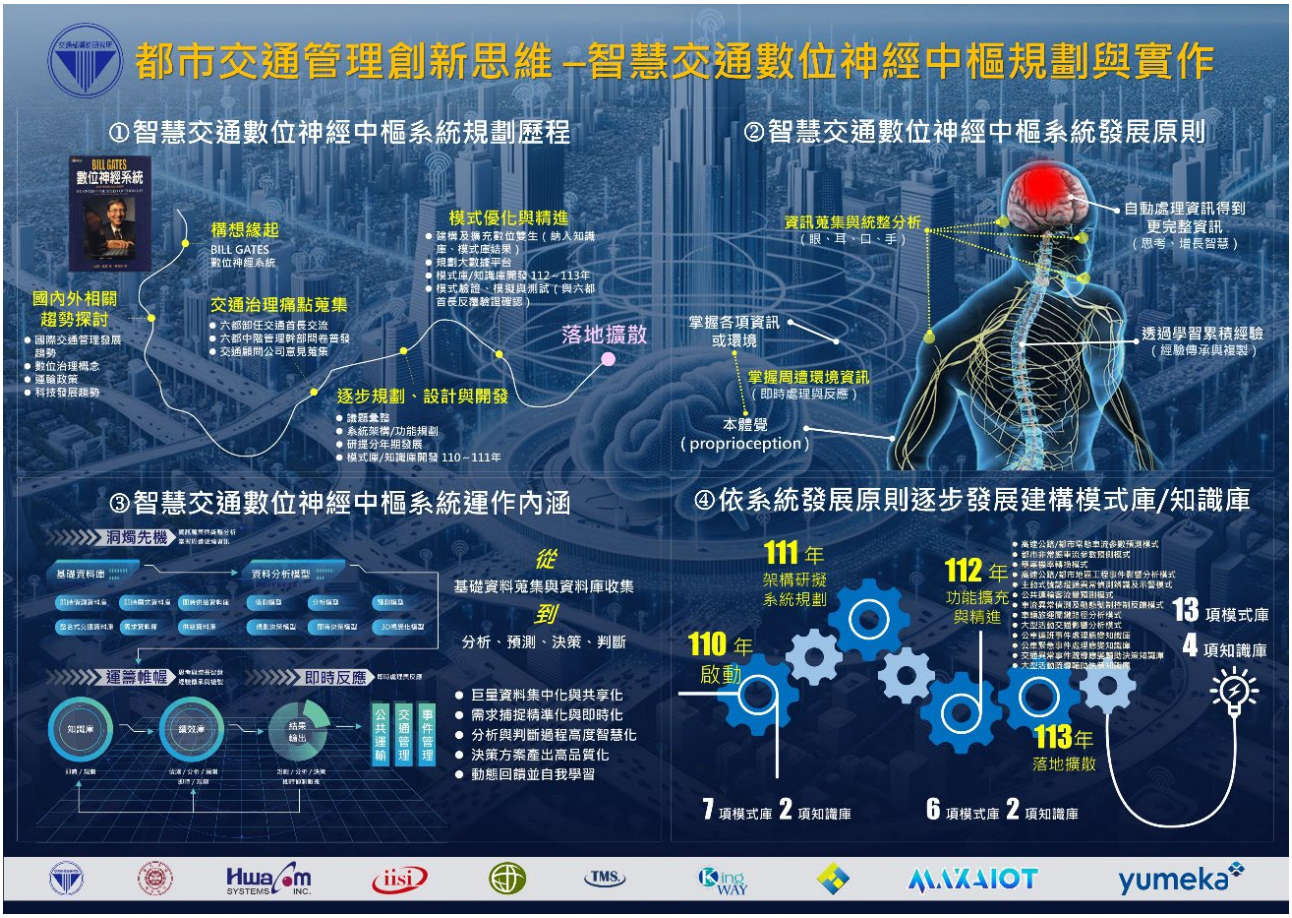


圖 9.1.1 計畫相關成果海報(1)

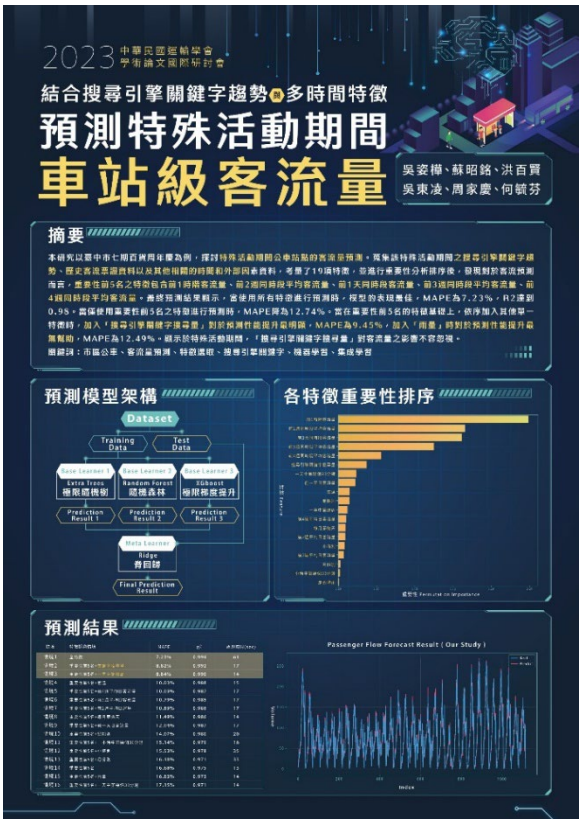


圖 9.1.2 計畫相關成果海報(2)

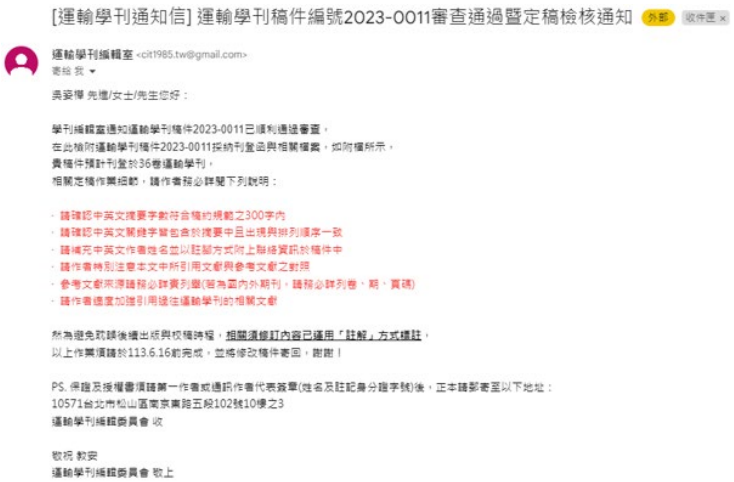
9.2 計畫成果學術投稿活動

本計畫相關成果學術投稿共計 4 篇，投稿論文題目、投稿目標、審查結果分別臚列如下：

一、題目：利用集成學習模式與不同時間特徵預測短期公車服務運量

(一) 投稿期刊期刊：運輸學刊

(二) 審查結果：接受刊登


[運輸學刊通知信] 運輸學刊稿件編號2023-0011審查通過暨定稿檢核通知

運輸學刊編輯室 <cit1985.tw@gmail.com>

吳姿樺 先生/女士/先生您好：

學刊編輯室通知運輸學刊稿件2023-0011已順利通過審查，
在此檢附運輸學刊稿件2023-0011採納刊登函與相關檔案，如附檔所示，
貴稿件預計刊登於36卷運輸學刊，
相關定稿作業細節，請作者務必詳閱下列說明：

- 請確認中英文摘要字數符合稿約規範之300字內
- 請確認中英文關鍵字皆包含於摘要中且出現與排列順序一致
- 請補充中英文作者姓名並以註腳方式附上聯絡資訊於稿件中
- 請作者特別注意本文中所引用文獻與參考文獻之對照
- 參考文獻來源請務必詳實列舉(皆為國內外期刊、請務必詳列卷、期、頁碼)
- 請作者儘量加強引用運輸學刊的相關文獻

為避免耽誤後續出版與校稿時程，相關須修訂內容已運用「註解」方式標註，
以上作業請於113.6.16前完成，並將修改稿件寄回，謝謝！

PS.併寄及授權書須請第一作者或通訊作者代表簽章(姓名及註記身分請手寫)後，正本請郵寄至以下地址：
10571台北市松山區南京東路五段102號10樓之3
運輸學刊編輯委員會 收

敬祝 教安
運輸學刊編輯委員會 敬上

圖 9.2.1 運輸學刊投稿證明

二、題目：結合搜尋引擎關鍵字趨勢與多時間特徵預測特殊活動期間車站級客流量

(一) 投稿目標：中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會

(二) 審查結果：通過並接受發表（優秀論文海報發表）

中華民國運輸學會投審稿系統

親愛的吳姿樺，您好:
這是一封來自運輸學會112年學術論文研討會發送的通知函。
非常感謝您提交運輸學會112年學術論文研討會的「結合搜尋引擎關鍵字趨勢與多時間特徵預測特殊活動期間車站級客流量」稿件。
稿件編號為2023-027。
我們將進一步通知您有關本稿件的後續處理結果。

謝謝您!
祝研安
詳細內容如下:

編號	2023-027
投稿年度:	2023
投稿人或通訊作者姓名:	吳姿樺
服務單位:	逢甲大學建設規劃與工程博士學位學程
職稱:	博士研究生
聯絡電話:	04-24517250 #4535
通訊作者e-mail:	ronniewu@icitl.com
投稿分類:	10.智慧運輸與高科技應用
論文題目(中文):	結合搜尋引擎關鍵字趨勢與多時間特徵預測特殊活動期間車站級客流量
論文題目(英文):	Integrating Search Engine Index Trends and Multi-temporal Features for Predicting Bus Station-level Passenger Flow during Special Events
作者(一)姓名(中文):	吳姿樺
作者(一)姓名(英文)::	Zih-Hua Wu
作者(其他)姓名(中文): (多位作者姓名間請用逗點分隔):	蘇昭銘，洪百賢，吳東凌，周家慶，何毓芬

圖 9.2.2 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會投稿證明 1

三、題目：異常車流號誌時制決策機制

(一) 投稿目標：中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會

(二) 審查結果：通過並接受發表

中華民國運輸學會投審稿系統

親愛的黃啟倡，您好:
這是一封來自運輸學會113年學術論文研討會發送的通知函。
非常感謝您提交運輸學會113年學術論文研討會的「異常車流號誌時制決策機制」稿件。
稿件編號為2024-185。
我們將進一步通知您有關本稿件的後續處理結果。

謝謝您!
祝研安
詳細內容如下:

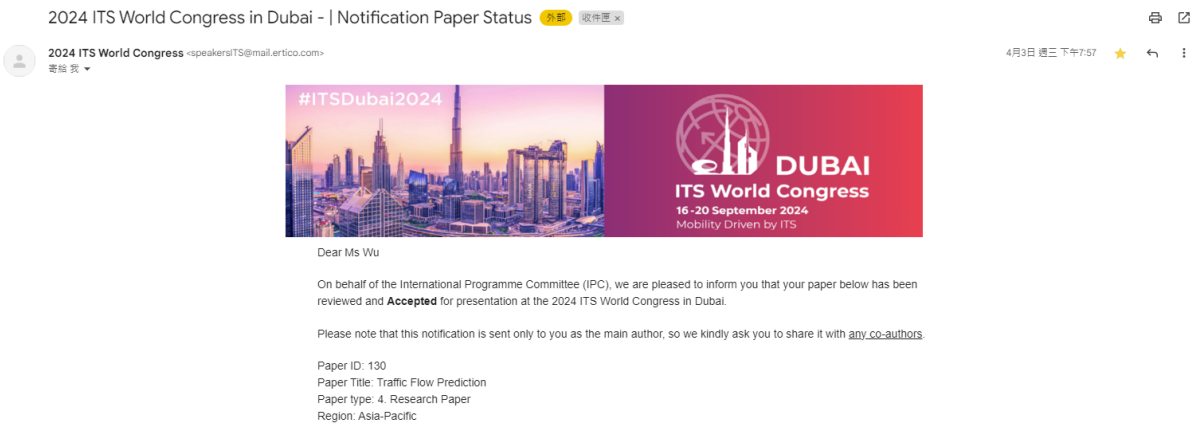
編號	2024-185
投稿年度:	2024
投稿人或通訊作者姓名:	黃啟倡
服務單位:	逢甲大學建設學院
職稱:	助理教授
聯絡電話:	04-24517250
通訊作者e-mail:	canbyhuang@mail.fcu.edu.tw
投稿分類:	04.交通工程
論文題目(中文):	異常車流號誌時制決策機制
論文題目(英文):	Decision-Making Mechanism for Traffic Signal Timing under Abnormal Traffic Flow
作者(一)姓名(中文):	黃啟倡
作者(一)姓名(英文)::	Chi-Chang Huang
作者(其他)姓名(中文): (多位作者姓名間請用逗點分隔):	蘇昭銘,吳東凌,何毓芬,周家慶,郭松庭

圖 9.2.3 中華民國運輸學會 2023 年會暨學術論文國際研討會投稿證明 2

四、題目：Advancing Traffic Flow Prediction for Special Events: A Stacking Approach to Clustering-Based Predictive Modeling

(一) 投稿目標：2024 ITS World Congress in Dubai

(二) 審查結果：通過並接受發表


2024 ITS World Congress in Dubai - | Notification Paper Status 外部 收件匣 ×

2024 ITS World Congress <speakersITS@mail.ertico.com>
寄給 我

4月3日 週三 下午7:57

Dear Ms Wu

On behalf of the International Programme Committee (IPC), we are pleased to inform you that your paper below has been reviewed and **Accepted** for presentation at the 2024 ITS World Congress in Dubai.

Please note that this notification is sent only to you as the main author, so we kindly ask you to share it with any co-authors.

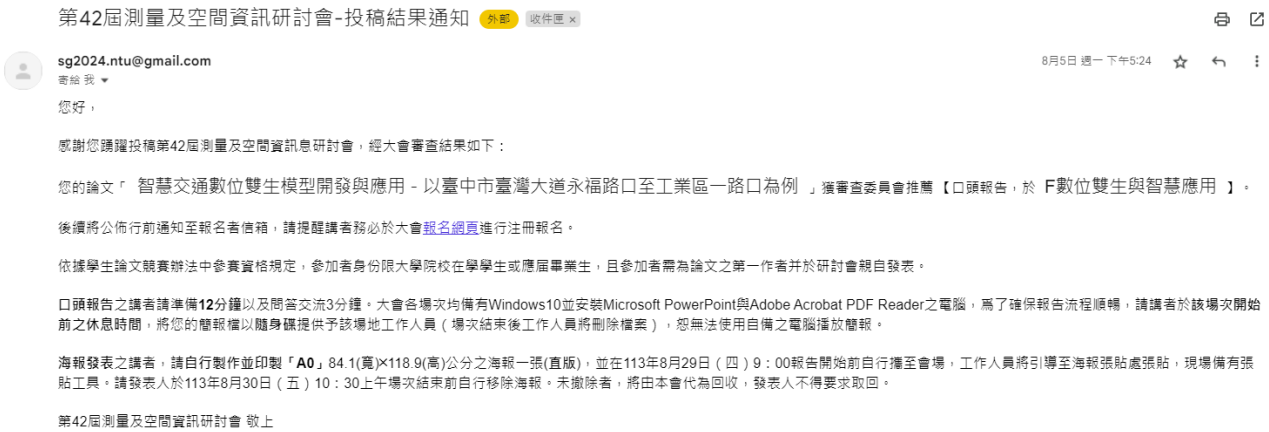
Paper ID: 130
Paper Title: Traffic Flow Prediction
Paper type: 4. Research Paper
Region: Asia-Pacific

圖 9.2.4 2024 ITS World Congress in Dubai 投稿證明

五、題目：智慧交通數位雙生模型開發與應用－以臺中市臺灣大道永福路口至工業區一路口為例

(一) 投稿目標：第 42 屆測量及空間資訊研討會

(二) 審查結果：通過並接受發表


第42屆測量及空間資訊研討會-投稿結果通知 外部 收件匣 ×

sg2024.ntu@gmail.com
寄給 我

8月5日 週一 下午5:24

您好，

感謝您踴躍投稿第42屆測量及空間資訊息研討會，經大會審查結果如下：

您的論文「 智慧交通數位雙生模型開發與應用 - 以臺中市臺灣大道永福路口至工業區一路口為例 」獲審查委員會推薦【口頭報告，於 F數位雙生與智慧應用 】。

後續將公佈行前通知至報名者信箱，請提醒講者務必於大會報名網頁進行注冊報名。

依據學生論文競賽辦法中參賽資格規定，參加者身份限大學院校在學學生或應屆畢業生，且參加者需為論文之第一作者并於研討會親自發表。

口頭報告之講者請準備**12分鐘**以及問答交流3分鐘。大會各場次均備有Windows10並安裝Microsoft PowerPoint與Adobe Acrobat PDF Reader之電腦，為了確保報告流程順暢，請講者於該場次開始前之休息時間，將您的簡報檔以隨身碟提供予該場地工作人員（場次結束後工作人員將刪除檔案），恕無法使用自備之電腦播放簡報。

海報發表之講者，請自行製作並印製「**A0**」84.1(寬)×118.9(高)公分之海報一張(直版)，並在113年8月29日（四）9：00報告開始前自行攜至會場，工作人員將引導至海報張貼處張貼，現場備有張貼工具。請發表人於113年8月30日（五）10：30上午場次結束前自行移除海報。未撤除者，將由本會代為回收，發表人不得要求取回。

第42屆測量及空間資訊研討會 敬上

圖 9.2.5 第 42 屆測量及空間資訊研討會投稿證明

9.3 其他計畫相關活動大事記

茲就本計畫執行過程中，計畫相關活動大事記彙整如表 9.3-1 所示，相關活動共計 53 場次。

表 9.3-1 計畫執行活動大事記

項次	辦理時間	計畫相關活動大事記
1	112/4/20	第一次工作會議
2	112/4/26	數位雙生場域之攝影設備佈建地點初勘
3	112/5/11	第二次工作會議
4	112/5/24	數位雙生場域之 eTag 設備佈建地點初勘
5	112/6/1	第三次工作會議
6	112/6/13	與臺中市政府交通局局長召開緊急車輛優先號誌控制與數位雙生實作設備安裝討論會議
7	112/6/20 112/6/26	第四次工作會議
8	112/6/21	與臺中市政府交通局交通規劃科召開緊急車輛優先號誌控制與數位雙生實作設備安裝討論會議
9	112/7/13	第五次工作會議
10	112/7/10	申請 2023 年 ITS 論文獎，論文獎主題-車流參數預測模式
11	112/7/28	與臺中市政府消防局水湳分隊召開緊急車輛優先號誌控制車輛端設備安裝討論會議
12	112/8/8	第六次工作會議
13	112/8/24	第七次工作會議
14	112/8/4	申請傑出交通運輸計畫獎，提送中華民國運輸學會「傑出交通運輸計畫獎」推薦書
15	112/9/15	提送第一次期中報告書
16	112/9/25 112/9/26	第八次工作會議
17	112/10/11	第一次期中報告書審查會議
18	112/10/16	舉辦都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流座談會
19	112/10/17	第九次工作會議
20	112/10/23	與高速公路局及公路局進行多元交通資訊蒐集方式及落實應用交通管理相關(技術交流會)
21	112/11/9	第十次工作會議
22	112/11/10	與高速公路局中區養護工程分局進行訪談蒐集其連假交通管理作為
23	112/11/22	舉辦 112 年度階段性成果交流座談會
24	112/11/22	舉辦都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討成果交流工作坊

項次	辦理時間	計畫相關活動大事記
25	112/11/24	榮獲中華智慧運輸協會 2023 年會智慧運輸論文獎
26	112/11/27	與水湳消防分隊至梧棲消防車保修廠討論車輛改裝事宜
27	112/11/30	第十一次工作會議
28	112/12/7	2023 運輸年會展出傑出論文海報
29	112/12/25 112/12/27	第十二次工作會議
30	113/1/11	舉辦「構建 5G 智慧交通數位神經中樞－功能擴充與精進」-交通首長意見交流座談會
31	113/1/16	第十三次工作會議
32	113/1/26 113/1/29	針對現場路側設備(號控器、OBU、RSU 等)逐一進行相關測試
33	113/1/30 113/1/31	以測試車輛進行整體架構在現場環境之系統整合測試
34	113/2/5	第十四次工作會議
35	113/1/31 113/2/20 113/2/26	以測試車輛進行整體架構在現場環境之系統整合測試
36	113/3/7	第十五次工作會議
37	113/3/11	與臺中市政府公共運輸及捷運工程處進行平台功能設計訪談會議
38	113/3/28	第十六次工作會議
39	113/3/28	第十六次工作會議
40	113/4/15	提送第二次期中報告書
41	113/4/25	第十七次工作會議
42	113/5/3	第二次期中報告書審查會議
43	113/5/16	第十八次工作會議
44	113/6/6	第十九次工作會議
45	113/6/27	第二十次工作會議
46	113/7/30	第二十一次工作會議
47	113/8/22	第二十二次工作會議
48	113/8/29	參與第 42 屆測量及空間資訊研討會，並進行論文發表
49	113/9/12	第二十三次工作會議
50	113/10/3	第二十四次工作會議
51	113/10/24	第二十五次工作會議
52	113/10/29	辦理「構建 5G 智慧交通數位神經中樞-功能擴充與精進」成果交流座談會
53	113/11/8	提送計畫期末報告

第十章 結論與建議

本計畫的核心理念在於利用 5G 通訊網路所提供的高頻寬、低延遲與高可靠性，打造「智慧交通數位神經中樞」，為整體交通管理建立更即時且彈性的資訊共享與決策支援環境。透過 5G 的強大傳輸能力，龐雜而多元的交通數據得以在極短時間內回饋至後端分析系統，使人工智慧與雲端運算資源可同步且高效地執行預測、分析與判斷。在此基礎上，本計畫所構築的智慧交通系統將不僅能提升路況偵測的精確度、縮短異常事件處理的反應時間，更能對大型活動等非重現性事件中可能產生的人流與車流激增情境，提供更為靈活且精準的應變能力。而本計畫在 5G 技術對智慧交通發展的關鍵價值簡述如下：

一、明確點出 5G 技術在即時影像資料回傳與分析過程中的關鍵作用：路側攝影機蒐集的高畫質影像需即時回傳並分析，以快速偵測壅塞、違規或事故。5G 的高頻寬與低延遲特性，確保影像數據能迅速且穩定地傳送至後端伺服器與雲端平台，並結合 AI 辨識技術進行即時判讀。此舉能縮短由偵測到決策執行的時間差距，確保交通管理單位能快速採取適當措施，提升整體交通服務品質與安全性。

二、藉由 5G 支援之 CVP 資料蒐集與傳輸，提升非重現性大型活動中突發交通行為的掌握度與預測精度：大型活動中人潮與車流往往在短時間內出現劇烈變化。透過 5G 的穩定與高速傳輸環境，後端系統能更即時地取得 CVP 資料，動態捕捉人流熱點、移動方向與集中程度。相較於傳統資料來源，5G 可使模型即刻更新預測結果，提供更細緻且貼近實況的資訊，協助交通主管機關迅速研擬與執行最適化的交通疏導策略，降低因資料延遲或品質不佳所導致的決策誤差。

三、強調模式庫與數據處理流程可藉由 5G 網路持續拓展，以靈活、即時地整合龐大而多元的資料來源：已開發的各式交通預測與分析模式，如車流速率、公共運輸量、關鍵路徑分析，雖初期多著重於模型精度與特徵選擇，但未來可透過 5G 實現數據來源的更靈活接入。5G 使各種感測端，如車載感測器、行人移動裝置、智慧城市路側感測基礎設施等資料得以即時匯入，並快速整合至模式庫中。此舉有助於模式動態更新、即時反應路況與環境變化，最終形塑出高度智慧化、具備彈性延展性與高精準度的智慧交通生態系統。

透過上述改善方向與建議的落實，本計畫「5G 智慧交通數位神經中樞」將更能體現 5G 技術的價值與優勢，為國內智慧交通發展奠定堅實的技術基礎與應用實例，同時提供決策單位未來推動與拓展智慧交通應用的參考方向。

以下茲將本計畫相關重要工項包括國內外數位雙生應用發展與探討、智慧交通資料偵測蒐集實作、發展與精進人工智慧模式庫與知識庫(交通管理/公共運輸)、數位雙生模型功能擴充與精進、緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進、都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討等六大項目之研究成果摘整重要結論與後續建議分別說明如後。

10.1 結論

一、國內外數位雙生應用發展與探討

本計畫完成相關案例回顧，確認數位雙生技術在都市交通管理中具有多重應用價值，構件符合國內交通法規及環境現狀的數位雙生，能提升交通管理中心的數據分析能力，輔助交控人員決策。在智慧交通管理方面，即時數據有助於優化交通流量、預測壅塞，並用於調整號誌控制和公共運輸路線。對用路人而言，數位雙生可提供最佳路線建議，提高整體交通效率。數位雙生技術的成效取決於應用方式和城市整體交通管理策略，有潛力解決複雜的交通問題。

二、智慧交通資料偵測蒐集實作

本計畫針對都市交通管理中的攝影機佈建原則完成歸納彙整，並提出 AI 影像辨識技術應用於交通參數蒐集的優勢。傳統路側設施如 eTag 和 VD 雖然具備良好的資料蒐集功能，但面臨建置成本較高和後續維護的挑戰。而 AI 影像辨識技術則可利用攝影機作為蒐集交通參數的有效替代方案，結合先進的演算法，有助於在減少建置成本的同時，實現精確且多元的交通參數蒐集。本計畫透過對路口和路段型參數的分析，制定適用於正交型路口及路段的攝影機佈建原則，並根據焦距、視野、架設高度等參數，初步推算出所需的攝影機數量。實際場域安裝結果顯示，考量現場環境與限制後，實際攝影機數量與推估數量可能有所不同，但仍能有效達成交通參數的蒐集需求，為交通管理人員建置設備前提供初步參考應用。

三、發展與精進人工智慧模式庫與知識庫(交通管理/公共運輸)

本計畫完成發展人工智慧公共運輸相關預測模式庫與知識庫及人工智慧交通管理偵測分析模式庫兩大類，茲就各項內容分別說明如下：

(一) 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫開發與實證

本計畫針對新光與遠百百貨週年慶活動進行車輛旅運關鍵路徑分析，蒐集了週邊 2 公里範圍內的 GVP 資料，並經過與交通部路段編碼媒合後，確定每一筆 GVP 資料與相應路段進行分析。結果顯示，2022 年百貨週年慶期間車流量較 2021 年大幅成長

175.5%，而非週年慶期間也有 109.8%的增長，這與 2021 年疫情影響導致的較低車流量相關。分析中辨識出車流影響最顯著的關鍵路段，集中在臺灣大道三段/二段以及惠中路等地，並進一步歸納出臺中市七期區域內的 5 條車流量特別高的路徑。這些路徑在非常態車流情況下（如百貨週年慶期間）成為壅塞的主要原因，分析結果為未來非常態車流速率預測模式的構建提供範圍依據，也為交通管理單位在人力配置與交通疏導方案的研擬提供參考依據。

(二) 大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫

本計畫所建置的模式庫可有效應用於各類大型活動期間的分時旅次分布與接駁車需求推估，並能分析活動對會場周邊道路交通狀況的影響，且具備推估攔截圈初步設置及分時停車需求的功能，為活動期間的交通管理提供更精準的數據支持。

此外，在知識庫中整合過往大型活動交通維持計畫的實施經驗，標準化整體規劃流程，涵蓋管制、停車、接駁車與宣傳等操作指引。在 113 年臺中水湳跨年晚會的實作驗證裡，模式庫與知識庫展現出顯著成效。結果顯示，模式庫能透過分析活動期間的道路狀況，精準預測車旅次及停車需求，並藉助知識庫規劃義交、導引牌設置與備援停車場。同時，亦能準確預測接駁車搭乘人數，以合理規劃接駁車班距及備用車輛數，顯著提升活動期間的交通管理效率。

(三) 前期公共運輸量預測模式庫精進

本計畫針對百貨週年慶期間的客流量預測模型考量 19 個特徵，經過重要性分析後，前 5 名關鍵特徵顯示對預測效果有顯著影響，且使用所有特徵進行預測時，MAPE 為 8.02%、R^2 達到 0.98，顯示模型有良好的預測性能。然而，加入部分特徵如「搜尋引擎關鍵字搜尋量」也能在降低處理時間的同時維持不錯的預測效果。此外，特徵選擇應根據地區特性進行調整，如臺中地區的雨量對預測影響較小，但在其他雨量較高的縣市可能會有較大影響。

(四) 前期車流速率預測模式庫精進

本計畫針對臺中地區的車流速率預測模型，以前期計畫為基礎進行精進，結果顯示相較於前期計畫，車流速率預測精度平均提升約 24.7%，且提升幅度在各方向和車道上均十分穩定。此外，結合壅塞機率轉換模式，預測結果可以轉換為壅塞發生機率，供交通管理單位發佈資訊，減少資訊不準確引發的爭議。透過此模型的應用，交通管理單位能更準確地預測未來的交通狀況，提前進行應變措施。當模型應用於臺北地區時，雖然交通環境較臺中複雜，但透過多元資料的蒐集及模式構建，預測結果同樣達到高精準度，顯示出該模式具有地區移轉的適用性。

(五) 非常態車流速率預測模式構建

本計畫針對百貨週年慶車流速率預測模型考量 16 個特徵，並發現當使用所有特徵時，預測效果最佳，MAPE 為 3.895%，R^2 為 0.967，但處理時間較長。當僅使用前 5 名重要特徵時，預測結果仍然相當不錯，MAPE 為 6.160%，R^2 為 0.920，且處理時間大幅縮短。加入單一特徵的效果差異顯著，例如「關鍵字搜尋量」能有效提高預測準確度，而「月份別」特徵則可能帶來負面影響。選擇合適的特徵需要在準確度和運算效率間找到平衡。

(六) 主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式

當遇到交通量因天氣、活動、節慶或突發事件而異常增加時，現有的固定時制計畫難以有效應對，本計畫透過分析異常車流的定義與發生情境，設計一個異常車流的號誌時制決策與反饋模式，並建立模擬模式庫，以累積不同異常情境下的最佳化時制計畫，並能即時應對異常車流狀況。本模式不僅能反應車流變化，也能偵測現有時制計畫是否需要調整。通過多次模擬與現場測試，本計畫的時制決策系統在應對尖離峰時段的效率上優於現有系統，尤其在尖峰時段顯著降低了車輛平均延滯時間。

(七) 交通異常事件疏導應變知識庫

本計畫透過六都的參訪調查，深入了解各地交控中心在應對日常道路壅塞及異常事件中的應變流程，並蒐集相關資料。調查過程中參考以往研究報告中的異常事件處理流程，其中涵蓋交控中心對路況通報和重大事件的應對步驟、警局勤務指揮中心的疏導程序，以及各地的臨時疏導案例等。在整合這些資訊後，歸納出統一的應變標準與步驟，並將其納入前期計畫建立的公共運輸知識庫，進一步完善交通異常事件的應對流程；該知識庫綜合車禍、交通壅塞、道路施工等多種類型事件的應變流程，提供標準化的操作步驟，冀望可幫助交通管理單位即時掌握並處理異常情況，有效減少人工干預，提升應變效率。

四、智慧交通數位神經中樞系統功能擴充與精進

(一) 完成數位雙生模型功能擴充與精進

本計畫透過增設攝影機，大幅拓展數位雙生系統的資料蒐集範圍，將監控區域擴展至臺灣大道四段的快慢車道及部分支道，不僅擴大監控範圍，更藉助在場域中驗證先進的影像辨識新技術，提升數據採集的廣度和深度。本次新增五項關鍵功能：路口轉向量、行穿線行人偵測、綠燈使用率、路段旅行時間延滯。同時也著重強化既有的路段車流量功能，進一步提升其資料蒐集範圍和實用性。這些創新功能的導入，使國內發展數位雙生系統技術的監控能力更加全面且精細，為未來交通管理思維提供更

進步的方式。

(二) 規劃並建置層級大數據決策分析平台

本計畫所開發之平台的設計和實作符合智慧交通管理的需求,成功地整合了交通神經中樞預測模組,並通過一頁式戰情看板展示,達到即時監控和決策輔助的目的。視覺化的呈現方式獲得了地方主管機關的認可,尤其在公共運輸指標方面,如公車準點率、肇事率、行駛速率異常等方面有助於提升管理效率。透過多次會議討論和需求調整,平台具備了異常資訊告警及 GIS 資訊整合的互動功能,提供了完整且實用的操作介面。此外,知識庫的整理使得各類突發事件和大型活動的應變策略更加完善,便於管理者迅速查詢並做出決策。

五、緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進

本計畫完成緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進作業,經實測各路口在執行優先號誌期間抵達路口為綠燈之機率均高於未啟動優先期間,有啟動及未啟動遇綠燈之機率平均為 72.15%及 37.68%,啟動期間抵達路口為綠燈之機率提升約 34.47%。另本計畫實測結合 5G+C-V2X 通訊技術,參考前期實試通訊延遲<1 秒,過去以 4G 執行優先號誌,曾發生因通訊延遲導致指令於下周期才執行,以緊急車輛之需求,號誌須能快速反應,因此以 5G 執行優先號誌更能符合其運作需求。

此外,本計畫亦探討完成未來介接消防勤務派遣系統之相關建議與單位分工,包含消防署及其系統商(主要提供勤務及車輛資訊)、交通局及其相關廠商(交控系統新增功能以接收派遣資訊及新增邏輯運算功能)、臺中市消防局(配合提供驗證所需緊急車輛)。所需介接資料至少包含勤務資訊、車輛資訊、出勤車輛經緯度、案發地點經 緯度、目的地醫院經緯度等。

六、都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討

本計畫完成都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討,除針對前期仍未研討完成之協定內容進行研討,也探討前期中衍生之議題(不斷電系統通訊協定研討、號誌控制器 Log 記錄研討、號誌燈頭狀態監控與內照式牌面應用研討),並考慮通訊協定實際應用之情況,對於「行人觸動邏輯」、「AI 號誌控制車輛偵測器」、「號誌時制補償關閉機制」與「通訊底層正認知碼框與負認知碼框檢核機制」進行深入之探討,蒐集國內各界先進對此些議題之意見與回饋,歸納整理出都市交通控制通訊協定 3.5 版初稿。

10.2 建議

一、國內外數位雙生應用發展與探討

數位雙生技術在全球交通管理領域的應用日益普及，值得大力推廣。國際上，已經有數個城市與國家正在積極推動相關研究和應用。在國內正逐步將數位雙生技術納入智慧城市規劃。透過本計畫的雛型建構實證，這項新興技術能在虛擬環境中精確複製現實世界的交通系統，為未來都市規劃者和交通管理人員提供更細緻的洞察。通過即時數據分析，數位雙生可預測交通流量、最佳化號誌系統、改善公共運輸營運，並模擬各種交通情境，提供最佳策略的決定。建議未來政府部門、研究機構和企業加強合作，投資基礎設施，培養人才，進行實地試點，以充分發揮數位雙生技術在交通管理中的巨大潛力，提升城市競爭力。針對我國發展道路數位雙生技術提出以下具體建議：

(一) 建立統一數據標準與協議：參考國際標準，如 NGSI-LD Ontology 及 SAE J2735，制定適合我國需求的道路數據標準與 API 介接規範，確保數據的互操作性與兼容性。統一數據模型的命名規則與屬性定義，方便多部門和多場域的數據整合與應用。

(二) 擴大感測器與影像監控佈建：在現有重要道路與路口擴充 AI-CCTV、ETC 等感測設備，特別針對路口、主要幹道和交通熱點進行精細化佈建，並利用 AI 技術提升感測器的數據處理能力。

(三) 強化數據視覺化功能：在數位雙生平台中加入更多 3D 可視化技術，採用適當的細節層級（LOD 1-2），兼顧成本效益與精度。

(四) 持續優化數據庫與模型應用：建立動態更新機制，定期更新數據庫內容，包括新增路段、道路模型屬性與路況數據。

二、智慧交通資料偵測蒐集實作

在以 AI 影像辨識技術進行交通參數蒐集時，建議交通管理單位根據不同路段和路口的特性，靈活應用攝影機佈建原則。除依據理論推算所需攝影機數量外，還應考慮現場的實際環境限制，如電力供應、安裝點的選擇和遮蔽問題。此外，隨著 AI 技術的進步，應持續優化攝影機架設方式和影像辨識演算法，以提升交通參數的蒐集精度與效率。

三、發展與精進人工智慧模式庫與知識庫(交通管理/公共運輸)

內容包括發展人工智慧公共運輸相關預測模式庫與知識庫及人工智慧交通管理偵測分析模式庫兩大類，茲就各項內容分別說明如下：

(一) 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫開發與實證

為進一步提升分析的準確度與應用範圍，建議未來在資源許可的情況下，擴大資料蒐集時間範圍，不僅限於週年慶期間，亦可涵蓋其他類型的大型活動，來進行更廣泛的車流影響分析。此外，關鍵路徑分析可應用於不同活動場域，針對不同型態的非常態交通需求進行預測與管理，這將有助於進一步提升交通管理的靈活性，並提供管理單位更多決策支援的依據。

(二) 大型活動交通影響分析模式庫與交通疏導應變知識庫

為確保模式庫的精確應用，須全面掌握過往活動期間的旅次分布（不限於手機信令資料）及周邊道路路網參數。若將模式庫應用於其他場域，應充分蒐集該場域歷次活動期間的旅次分布與道路參數，藉此進行更為準確的交通量推估與分析，進而增強模式庫在不同場域中的適用性與精度。

此外，本計畫完成的知識庫具備通用性，可用於多種活動的規劃設計。然而，為提升模式庫精確度，仍需依據活動類型、地點及歷史數據來調整，以便更精確掌握旅次生成與分布。建議未來進行更廣泛的數據蒐集和驗證，以進一步優化模式庫與知識庫的結構和實用性。這樣的改進將有助於各地主管機關在規劃大型活動時提供更具價值的參考，從而降低活動成本並提升管理效率。

(三) 前期公共運輸量預測模式庫精進

建議未來根據不同地區的特性，針對重要性特徵進行地區化調整，尤其是像雨量這樣的特徵，在臺中對預測幫助不大，但在雨量較高的縣市可能更具影響力。若模型應用於其他縣市時，應重新評估各特徵的重要性，從而提升模型的準確度與效率。

(四) 前期車流速率預測模式庫精進

建議未來擴展壅塞機率表的應用至更多不同速限的道路上，並進一步探討該模型在其他地區如臺北地區的適用性。隨著不同地區的交通特性與條件差異，建議在地區移轉時重新進行特徵重要性分析，以確保模型能夠有效應用於不同地區的常態車流速率預測，並提供管理單位精確的交通狀況參考與預警機制。

(五) 非常態車流速率預測模式構建

在模型構建時，建議根據實際應用情境選擇特徵，尤其是考量對處理時間的影響。對於需要快速反應的情境，應優先使用重要性較高且處理時間較短的特徵組合。同時，對於特徵組合的交互作用應進行進一步分析，特定特徵雖單獨效果不顯著，但與其他特徵組合後可能會提升模型的整體預測性能，因此建議進行特徵組合的測試以獲取最佳結果。

(六) 主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式

1. 推動時制計畫快篩機制：地方政府應考慮引入時制計畫快篩機制，以便根據即時流量檢測，快速判斷現有時制計畫是否適應當下的交通需求，並在異常車流出現時及時採取對應措施，提升路口運行效率。
2. 導入 AI 時制模式：地方政府可考慮推廣 AI 流量偵測設備，在主要路口部署 AI 時制計畫模式庫，透過 AI 技術自動學習與調整時制計畫，以提高對異常車流的應對能力，進一步提升交通系統的智慧化與高效化。
3. 進一步研究與擴展應用範圍：建議進一步研究不同類型路口和不同流量特徵的時制需求，以擴展該模式的應用範圍，並結合現地數據持續優化 AI 時制計畫庫的精度和適應性。

(七) 交通異常事件疏導應變知識庫

1. 推動跨部門的系統整合：建議在地方政府與中央政府的交通、警察、消防等系統間強化資訊整合，並建立跨單位的自動化通報和即時資料共享機制，讓各部門能迅速協作處理重大異常事件。
2. 加強對維運成本的支持與資源投入：各都市因設備維運成本高、財政負擔大，建議建立長期的經費支持機制，以確保系統和設備的穩定運作。同時，應考慮科技日新月異下的更新需求，以保持知識庫和設備的先進性。

綜合前述，為利於本計畫所發展之多項模式庫與知識庫後續能有效移轉推廣予地方政府單位參採使用，建議未來應統一採用 API（Application Programming Interface）服務方式進行提供。透過 API 介接模式，可避免複製龐大資料庫或重複部署模型運算資源，提升系統整合效率及降低地方端維運負擔。在後續移轉及使用階段，建議應遵循以下程序與配合事項：

(一) 移轉程序

1. 建立各模式庫與知識庫之 API 服務介面，亦或是綜合服務介面，並完成 API 規格文件撰寫。
2. 提供地方政府授權存取 API 的驗證機制（如 API Key）。
3. 進行地方政府端系統測試與驗證，確保可正確串接與調用服務。
4. 提供必要之使用培訓與技術支援，協助地方端順利整合應用。

(二) 使用單位配合事項

1. 指派專責單位或人員負責 API 串接與測試作業。
2. 配合完成帳號申請、憑證管理與權限設定。
3. 落實資料安全與存取控管，依據 API 服務規範妥善管理存取行為。
4. 定期回報使用狀況及需求建議，作為後續維運與優化之依據。

前述方式不僅能提升後續技術移轉與擴散之可行性，亦有助於確保後續模式庫與知識庫之更新維護可持續進行，達成技術成果最大化之目標。

本計畫開發成果不依賴特定外部資料庫。雖部分模型可選擇使用 CVP（Car Video Probe）等商用交通資料以提升精度，惟設計上保留資料彈性，亦可依地方可得資源採用其他來源（如交通部開放資料、地方感測器資料等）進行替代與應用，不會因未取得 CVP 而影響實際落地應用。若有採用外部資料（如 CVP 資料），將依相關授權條件向資料提供單位正式申請使用，並於成果報告中明確標註資料來源與用途。此外，亦將提供地方政府必要的整合指引與申請建議，以利順利應用。整體而言，本計畫各項成果皆朝向可模組化、可 API 化設計，透過標準化資料與模型服務介面，確保 114 年度起可快速導入至其他使用單位，提升應用彈性並降低維運負擔。

四、智慧交通數位神經中樞系統功能擴充與精進

(一) 數位雙生模型功能擴充與精進

數位雙生技術已然成為驅動智慧交通發展的重點技術，為現代交通管理開啟嶄新篇章。這項創新技術高度依賴於實體場域中佈署的偵測器，這些設備持續不斷地提供豐富、即時的數據，使數位模型能夠精準映射現實環境。為進一步提升數位雙生平台的精確度和實用性，未來發展策略應著重於擴充和多樣化偵測器的類型與數量，透過整合多元資料，構建更加全面、動態的數位雙生。

另外，本計畫數位雙生平台目前主要用於即時監控，然而數位雙生技術的潛力遠不止於此，其最具前瞻性的特色在於強大的情境模擬能力，這正是未來發展的重點方向。透過加強模擬功能，數位雙生平台將能夠預測、分析各種交通情境，為決策者提供更深入的洞察和更可靠的預測，從而在交通政策制定和管理優化中扮演更為關鍵的角色，推動智慧交通系統邁向新的高度。

(二) 規劃層級大數據決策分析平台與建置

在當前卡片功能的基礎上，未來可持續保持擴展彈性，使其能快速適應變化中的交通管理需求。配合地方政府的需求及新的資訊來源，模組化設計將確保平台在新指標監控需求出現時，仍能靈活地添加或調整卡片。

現行的異常警示條件較為固定，未來隨著資料類型跟數據運算的等級提升，朝向可依據不同模組跟資料的特性進行動態調整，提供更加精準的異常告警資訊，進一步提高管理效能。

本計畫所開發之平台，主要功能為整合與展示各模組 API 結果，並非作為獨立需

移轉的系統。未來推廣階段，地方政府可直接透過 API 介接各項模型與資料服務，自行開發符合在地需求的可視化介面與應用平台，無須重複部署本案平台系統。

五、緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進

(一) 本次計畫係以勤崴導航王產生之路徑作為實測路徑，未來可考量與勤務派遣系統介接，將派遣路徑與緊急優先系統整合，以更接近實務運作。

(二) 設備簡化整合：由於本計畫測試係額外增加車上設備，包含導航裝置及通訊設備，並非與既有車上端既有設備整合，未來如欲擴大推廣，可考量與既有設備間之功能整合，以簡化設備。

(三) 基本資料維護機制：依本計畫實作經驗，依設計階段所取得之路口時資料進行規劃設計及各項參數設定，惟現場測試時發現現場 TC 之時制計畫與設計階段取得資料不同，因此需重新修改資料庫所設定之各項參數以符合現場設備。如能訂立機制維護基本資料，應可確保設計與現場資料一致性。

(四) 跨域合作：緊急車輛優先號誌涉及單位甚多，包含緊急車輛使用單位、交通管理單位、規劃設計單位、設備廠商、系統開發與整合建置廠商，涵蓋公私部門，仰賴相關單位相互協調配合始能達成。

六、都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討

(一) 建立都市交通控制通訊協定後續檢討與升版之機制，避免新交通管理需求或是新技術無法應用，通訊協定應提前規劃，而非於後追趕。

(二) 落實都市交通控制通訊協定檢核與認證，通訊協定制定雖然妥善，但缺乏認證機制，標準無法落實，會將低標準通訊協定所帶來之效益。

(三) 可採用共同編輯與開放版本控管工具來蒐集各界先進之意見，如同開放原始碼的專案一般，對此有興趣的各界先進都能貢獻其意見與看法，經過審查之後修訂，可加速都市交通控制通訊協定研討之過程。

參考文獻

[1] Wu, Y., Zhang, K., & Zhang, Y. (2021). Digital twin networks: A survey. IEEE Internet of Things Journal, 8(18), 13789-13804.

[2] Främling, K., Holmström, J., Ala-Risku, T., & Kärkkäinen, M. (2003). Product agents for handling information about physical objects. Report of Laboratory of information processing science series B, TKO-B, 153(03).

[3] Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. Transdisciplinary perspectives on complex systems: New findings and approaches, 85-113.

[4] PLATEAU 官方網頁，取自 https://www.mlit.go.jp/plateau/plateau-view-app/

[5] PLATEAU 官方網頁，取自 https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-030/

[6] PLATEAU 官方網頁，取自 https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-023/

[7] PLATEAU 官方網頁，取自 https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-011/

[8] PLATEAU 官方網頁，取自 https://www.mlit.go.jp/plateau/use-case/uc22-019/

[9] Krešimir Kušić , René Schumann, Edouard Ivanjko.(2023,January),A digital twin in transportation: Real-time synergy of traffic data streams and simulation for virtualizing motorway dynamics,Advanced Engineering Informatics,Volume 55.

[10] rapidmap 官網，取自 https://rapidmap.com.au/digital-twin/

[11] CIO Taiwan(民 109 年 12 月 21 日)，淡海 5G 智慧交通場域啟用，產業速報，取自 https://www.cio.com.tw/tamhai-5g-smart-traffic-field-enablement/

[12] 購物中心情報網站網頁(民 112 年 1 月 12 日)，取自 https://sc2100.com/category/%e7%87%9f%e9%81%8b%e6%95%b8%e6%93%9a/

[13] 交通部基礎路段編碼規範 V1.0。

[14] Lewis, C. D.,."Industrial and Business Forecasting Method" , London, Butterworth Scientific Publishers, 1982.

[15] 臺中市政府交通局，臺中市交控中心值班標準作業程序書。

[16] 道路交通事故處理辦法(民 111 年 7 月 7 日版)，交通部，取自 https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=D0080090

[17] 交通部統計處，「111 年民眾日常使用運具狀況調查摘要分析」，民國 112 年 4 月。

[18] 交通部統計處，「111 年自用小客車使用狀況調查報告」，民國 112 年 10 月。

[19] 交通部統計處，「111 年機車使用狀況調查報告」，民國 112 年 10 月。

[20] Yen, J.Y. (1970). An algorithm for finding shortest routes from all source nodes to a given destination in general networks. Quarterly of Applied Mathematics, 27, 526-530.

[21] 交通部運輸研究所，「2022 年臺灣公路容量手冊」，民國 111 年 12 月。

[22] 高雄市政府交通局網頁(民 111 年 1 月 19 日)，取自 https://www.tbkc.gov.tw/Message/Bulletin/News?ID=7a49a74d-3aeb-4778-8f31-e88ef9d66380

[23] 鼎漢國際工程顧問股份公司，「2019 臺灣燈會在屏東」交通總體規劃委託技術服務案」，屏東縣政府，民國 108 年 5 月。

[24] 鼎漢國際工程顧問股份公司，「2017 臺灣燈會整體交通及疏運計畫」委託技術服務，雲林縣政府，民國 106 年 5 月。

[25] 臺北市政府交通局網頁(民 111 年 12 月 16 日)，取自 https://www.dot.gov.taipei/News_Content.aspx?n=D739A9F6B5C0AB95&sms=72544237BBE4C5F6&s=BBA1D8E144FF0914

[26] 臺中市政府觀光旅遊局網頁(民 111 年 4 月 12 日)，取自 https://travel.taichung.gov.tw/zh-tw/event/activitydetail/2762

[27] Baghbani, A., Bouguila, N., & Patterson, Z. (2022). Short-term passenger flow prediction using a bus network graph convolutional long short-term memory neural network model. Transportation Research Record, 03611981221112673.

[28] Zhong, C., Batty, M., Manley, E., Wang, J., Wang, Z., Chen, F., & Schmitt, G. (2016). Variability in regularity: Mining temporal mobility patterns in London, Singapore and Beijing using smart-card data. PloS one, 11(2), e0149222.

[29] 交通部運輸研究所，「構建 5G 智慧交通數位神經中樞(2/2)－系統雛型開發與驗證實作」，民國 112 年 7 月。

[30] 富鴻網股份有限公司，「消防車輛行車安全管控計畫(消防一路通)委託研究案 場域試辦計畫書」，內政部消防署委託研究，民國 110 年 10 月。

[31] 臺北市交通管制工程處，「111 年度臺北市導入智慧動態號誌控制策略計畫」，民國 111 年 6 月。

[32] 臺北市交通管制工程處，「112-114 年臺北市導入智慧動態號誌控制策略計畫」，執行中。

附件一、第一次期中審查意見回覆對照表

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
一、國立陽明交通大學 邱教授裕鈞		
1.報告內容建議再以計畫整體架構進行思考，先說明計畫的上位框架再說明分年期可產出哪些成果，並且說明所規劃開發之功能應發展或精進到什麼程度才足以做決策使用。	感謝委員指教，已修正於報告書 1.1~1.3 節，先述明本計畫發展研究背景緣起，逐步以交通治理新觀念、發展歷程、分年發展項目、計畫核心理念、規劃構想及創新理念等面向進行架構性說明。	同意辦理
2.本計畫屬多年期延續型計畫，建議每一研究專題均簡介前期發展成果，再介紹本年度研究貢獻及突破。	感謝委員指教，已針對報告書中不同延續性工項，分別於適合章節處補充前期發展成果。	同意辦理
3.本計畫應以 5G 為核心技術，但目前多數研究成果似乎與 5G 技術關聯性不高，建議應再強化與 5G 之關聯。	感謝委員寶貴建議。本計畫針對適合使用 5G 通訊技術之項目說明，包含第三章攝影機佈設後之影像傳輸；4.7 節主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式中所需之路口即時流量蒐集；第五章數位雙生相關應用；第七章緊急救援車輛智慧優先號控。	同意辦理
4.報告書 4.1 節提及大型活動運用 GVP 及 CVP 資料，建議這兩種資料之取得與分析宜再說明。此外，如何進行人流量及車流量之推估放大，亦宜再說明。	本計畫所使用之 GVP 資料，主要作為車輛旅運關鍵路徑分析模式庫之開發，其資料來源為景翊科技與資策會合作取得，以商用車隊為主。針對分析部分係以臺中七期百貨週年慶為示範場域，將 GVP 資料與交通部路段編碼資料媒合，藉此分析出車流於週年慶期間經常行經之路徑，在呈現關鍵路徑分析時以實際之車流量數據呈現，並無推估放大。且本計畫 GVP 資料進行分析前，已有與 VD 進行交互驗證，以確保資料之可用性。 另，本計畫信令資料蒐集與應用已說明於報告書 4.2.5 節，主要用以掌握跨年期間分時用路人旅次起迄需求，以利後續推估參加活動民眾的停車及搭乘接駁車的需求。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
5.報告書 4.3 節，有關公共運輸運量推估及績效驗證，建議再加以說明時階長度，以及如何因應管理決策需求決定預測時階數量。	感謝委員寶貴建議，本計畫選擇每 30 分鐘進行一次公車站點運量預測，以反映公共交通一天中不同時間段的使用情況，提供更細緻的數據支持。且未來若解決缺工情況，此時階長度給予管理層足夠的時間作出調度決策，如增加班次或調整車輛大小，以應對短期內的需求變化。	同意辦理
6.報告書 5.2 節，數位雙生的關鍵應在於決策的模擬成果，以利決策的智慧化，否則只是資訊整合平台。	本計畫範圍主要係擴增數位雙生監測範圍，建議後續可逐步導入車流決策模擬功能，以彰顯數位雙生特點。	同意辦理
7.本計畫中所提出的大型活動交通管理是以事前規劃整體預測為主，還是以活動過程之監控為主(可以在不同層級進行不同管制作為)，請再加以補充說明。	本計畫發展之模式庫及知識庫係提供事前規劃使用，於大型活動事件發生前，供相關單位參考本計畫模式庫與知識庫產出之交通量以及相對應之應變措施。	同意辦理
二、交通部高速公路局 彭副局長煥儒		
1.不同攝影機規格或不同環境皆會影響偵測辨識的結果，針對路段型的交通資料進行偵測蒐集，路段距離較長且大於攝影機可辨識距離時應如何因應？請再補充說明。	當路段距離較長且大於攝影機可辨識距離時，可以運用鏡頭的倍率進行辨識，但 AI 辨識有最小解析度要求，在 AI 無法辨識之範圍則建議在路段增加攝影機數量，再利用拼接影像方式完整收納路段的影像樣貌後進行辨識作業。	同意辦理
2.相關模式庫經由構建到後續場域實例驗證後，除驗證通過之外，模式庫產出之成果是否有任何回饋及建議能夠提供給該場域的管理單位？請再補充說明。	感謝委員指教，以下茲針對各項模式庫相關內容簡要說明回復： (1) 大型活動交通影響分析模式庫及知識庫：本計畫中之概念性實作與驗證結果可將執行過程回饋相關單位，以供未來面臨同樣類型大型活動事件規劃時之參考。 (2) 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫：分析臺中七期百貨週年慶 2021 及 2022 年期間車輛關鍵路徑，並歸納 5 條活動期間車流量較多之關鍵路徑，以輔助交管單位提前掌握該路徑因週年慶活動造成的交通影響，進而提出適當的人力分配與管制方式。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	(3) 公共運輸客流量預測模式庫/道路車流參數預測模式庫：已提出後續管理單位應用時之相關建議事項如報告書中 4.5.3 節所示。 (4) 主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式：該模式庫可持續因應車流變化給予更合適的時制計畫，以供地方政府參採應用。	
3. 不同都會區旅運特性存在一定差異，針對模式庫的開發，應先提出一通用之構建流程後，再以特定地點為案例進行驗證，而非針對特定地點直接進行模式庫開發，且後續較不會有移轉問題。	感謝委員指教。本計畫於發展各項模式庫過程，確為先建立一通用之流程，再將本計畫選定實作驗證場域之相關資料，依據流程中之需求各自輸入至流程中，以進行本計畫概念性實作與驗證，後續可供各單位以此作為案例驗證，於後續移轉應用進行調整流程之參採。	同意辦理
4. 報告書中提及大型活動利用歷史資料找出關鍵影響路徑，建議未來可將這些分析資料提前回饋給市府做參考以進行長期追蹤。	敬悉。本計畫之相關成果皆可提前提供給市府參採。	同意辦理
5. 本案數位雙生平台與淡海新市鎮數位雙生平台的區別為何？另外計畫中也有規劃一個大數據決策平台，兩者間之整體架構為何？後續是否可整合資料蒐集、預測、數位雙生模擬，公開讓地方政府使用，提供準確的預測資料，並以此進行交通反應決策。	淡海新市鎮數位雙生平台為目前國內代表性數位雙生平台成果之一，主要聚焦於車聯網技術的應用與呈現；而本計畫的數位雙生平台係著重於車流路況與人流模擬。另大數據決策平台主要係為展示本計畫預測模組之成果，非直接提供服務之平台，兩平台皆有其計畫角色定位。	同意辦理
6. 有關緊急救援車輛優先號誌，本計畫規劃採用中心運算方式，請補充未採用邊緣運算之原因。	考量未來如需進行大範圍路網控制或較複雜情境之運算，以路側控制(邊緣運算)所需成本較高；再者，在 5G 環境下，預期由中心控制方式應可符合緊急車輛優先號誌即時執行之需求，爰規劃以中心控制方式。	同意辦理
7. 針對本計畫中所提出之模式庫開發成果與驗證，是否有相關回饋與建議？請補充說明。	感謝委員指教，以下茲針對各項模式庫相關內容簡要說明回復： (1) 大型活動交通影響分析模式庫及知識庫：本計畫中之概念性實作與驗證結果可將執行過程回饋相關	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	單位，以供未來面臨同樣類型大型活動事件規劃時之參考。 (2) 大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫：分析臺中七期百貨週年慶 2021 及 2022 年期間車輛關鍵路徑，並歸納 5 條活動期間車流量較多之關鍵路徑，以輔助交管單位提前掌握該路徑因週年慶活動造成的交通影響，進而提出適當的人力分配與管制方式。 (3) 公共運輸客流量預測模式庫/道路車流參數預測模式庫：已提出後續管理單位應用時之相關建議事項如報告書中 4.5.3 節所示。 (4) 主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式：該模式庫可持續因應車流變化給予更合適的時制計畫，以供地方政府參採應用。	
8. 報告書中陳述本計畫各工項與 5G 技術的連結性不強，建議重新審視報告內容加強與 5G 之關聯。	感謝委員寶貴建議。本計畫針對適合使用 5G 通訊技術之項目說明，包含第三章攝影機佈設後之影像傳輸；4.7 節主動式 AI 號誌時制檢測及自動化調整模式中所需之路口即時流量蒐集；第五章數位雙生相關應用；第七章緊急救援車輛智慧優先號控。	同意辦理
三、交通部公路局 李副總工程司忠璋		
1. 本局目前有與中華電信合作針對無偵測設備的地點以 CVP 資料分析該地點之交通績效，合作的方式主要為中華電信以自行開發的模式將 CVP 資料分析完成後，再將結果提供給公路局，公路局支付一定費用予中華電信。此模式可提供給本計畫參考，建議後續也可思考應以何種方式將計畫產出之模式進行推廣應用。	敬悉。本計畫亦已規劃於後續研擬推廣應用方式。	同意辦理
2. 有關表 3.3-1 路口轉向量偵測時之交叉路口道路寬度攝影機數量歸納結果來看，攝影機 4 支的情境	感謝委員指教。本計畫範疇係僅針對較常使用之槍型攝影機進行研究。經由本計畫之推估模式，運算後針對路	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
下建議最大照射路寬為 30.5 公尺，惟許多大型路口路寬達 50 公尺(或以上)，其所需攝影機數量是否也是 4 支？此外，除槍型攝影機外，是否有考量針對魚眼攝影機進行不同偵測項目之攝影機數量歸納？請再補充說明。	寬 50 公尺*50 公尺之大型路口之攝影機數量約為 8 支。未來其他不同路寬之路口案例，亦可透過本計畫推估模式得出初步數量結果，惟實際建置時仍建議應以路口現況進行調整。	
3. 大型活動關鍵路徑透過 GVP 來取得相關資訊，惟 GVP 資料來源多屬私人企業，後續應如何落地推廣及合作，其商業化模式為何？CVP 資料亦有同樣問題，請再補充說明。	感謝委員指教。本計畫中採用 CVP 資料取得方式係向電信公司採購取得，未來各單位可參考本計畫向電信公司購買更為細緻之旅次分布需求資料外，亦可透過縣市過去既有旅次需求分布之資料加以推估活動期間衍生之旅次分布需求量。 另外 GVP 資料則視各單位管理規劃及需求，透過採購方式簽屬公私部門相關合作協議。例如可透過訂閱方式(每年或每月付費)小額採購需求範圍之 GVP 資料，或者透過一次性採購方式取得歷史 GVP 資料。	敬悉
4. 大型活動可區分為兩類，一類是特性固定(包括場地與時間等)，此類活動經過舉辦幾年後基本上人車流模式應該就會差不多，但另一類特性不固定活動(如燈會可能每年在不同位置)之人車流模式會有不同，是否需要重新再去推估旅運模式行為？如果是第一次發生且沒有以前的資料可以分析，又應如何處理？請再補充說明。	感謝委員指教。考量大型活動類型多元且複雜，本計畫主要係建立一通用分析流程，定義分析資料庫所需輸入之資料格式，並發展旅次指派模式，規劃單位依據本計畫定義之流程輸入相關資料即可求得周邊道路分時交通量及服務水準。之後依據分析結果可對應知識庫，提出相關之交通維持措施建議。	同意辦理
5. 報告書 P.84 旅行時間的參數值，跟臺灣地區公路容量手冊中的數值不同且偏低，當有不同的自由流速會產生不同的數據，請問其自由流速是如何定義的？請再補充說明。	本計畫於大型活動交通量指派之基礎路網屬性及自由流速率等參數，係參考「中臺區域整體運輸規劃系列研究」案，並依照現況進行路網編修。	同意辦理
四、交通部高速公路局		
期待團隊針對模式精進與知識庫結果，並可以據此加以應用。	敬悉。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
五、交通部公路局		
1.針對車流速率或客流預測模式中，建議補充說明特徵重要度排序分析的方法。	本計畫 4.3 節至 4.5 節預測模式之特徵重要度計算方法係採用置換重要性(permutation importance)，該方法主要透過隨機打亂特徵的值來評估該特徵對模型預測能力的影響。	敬悉
2.市區道路壅塞機率之百分比呈現，僅有 4 種態樣,且百分比區間態樣變化差異大,是否應針對百分比區間進行更細緻的切分,亦或是直接提供用路人預測速率區間即可？請補充說明。	本計畫所開發之壅塞機率轉換模式可隨不同路段之特性進行壅塞門檻值及切分粒度之設置，產生相應之壅塞機率對照表，可供交管單位選擇符合不同路段特性之實際需求。	同意辦理
3.報告書 P.49，GVP 來源採用客運車、物流車、小車等車種，但物流車旅運特性與其他車種有所不同，請思考是否適合納入分析。	本計畫以多類商用車隊 GVP 資料為資料來源，並在分析過程已經去識別化，且進行分析前已有與 VD 進行交互驗證，以確保資料之可用性。	同意辦理
4.報告書 P.50，建議可將 GVP 速率資料與 VD 速率資料進行趨勢分析驗證。	本計畫已針對 GVP 與 VD 速率資料驗證如【4.1.3 節 三、資料驗證】處，驗證結果彙整如 4.1-7、4.1-8 表所示。	同意辦理
5.報告書 P.58,表 4.1-13 的 2021 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計,發現部分非週年慶期間比週年慶期間來的高,建議可再補充說明原因。	表 4.1-13 主要呈現 2021 年週年慶與非週年慶期間每日時段車流量統計表，由於 2021 年受三級警戒疫情影響，減少民眾外出行為，以致 2021 年期間車流量浮動較為明顯。	敬悉
六、內政部消防署		
1.報告書 P.203，111 年度之實作績效包含封包的延遲等資料傳遞之績效,建議可補充其他業務面之實體績效，例如預期縮短之出勤秒數。	本計畫於期末階段係以優先號誌啟動前後，車輛抵達路口遇到綠燈之機率作為績效指標，相關說明詳報告書 7.2.6 節。	同意辦理
2.報告書 P.206，本計畫將於車上安裝車機，惟車機啟動會有暖機時間，是否可能導致系統反應不及，建請補充說明。	本計畫系統啟動完成(含 OBU 暖機及導航裝置接收 GNSS)約 35 秒,應可足以應對車輛於接獲任務至出發的時間(據了解消防車需於 90 秒內出發)。	敬悉
七、臺北市政府交通局		
有關緊急救援車輛優先號誌控制,請補充說明如何降低對橫向車流的影響。	緊急車輛通過後馬上結束優先控制，再依控制器補償機制進行補償，原則上於二周期內補償完畢。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
八、臺南市政府交通局		
1.有關緊急救援車輛優先號誌控制，是否會有緊急車輛通過路口後，號誌才變換成綠燈的情況，該情況是否有對應之改善方式？請補充說明。	可於測試期間觀察是否頻繁出現該現象，如僅偶爾出現，可能僅是該趟次車輛速度較快；如頻繁出現，可考量調整預計抵達路口時間之計算方式，或是需更提早啟動優先號誌。	敬悉
2.請補充說明緊急車輛由支道轉入幹道，補償機制與控制器之補償有何不同。	執行優先後之補償機制，可由控制器補償或邏輯設計補償方式，控制器補償機制原則上以對齊第一時相開始時間為原則，並於一~二周期內補償完畢，邏輯設計則可設定綠燈被縮短方向補償較多時間，惟各分相仍須滿足最小綠燈。本計畫實測場域水淹地區交通相對較單純，因此本計畫以控制器補償機制進行補償。	同意辦理
九、高雄市政府交通局		
1.經審閱報告書發現現階段攝影機類型以「槍型」為主，並歸納可偵測路口轉向量及路段速率之數量、位置及可捕捉之路幅寬度，為因應攝影機鏡頭技術的快速發展，建議未來可將其他種類的攝影機(如360 度或多種廣角鏡頭)納入考量，進而歸納蒐集道路資訊所需之佈建原則。	本計畫範疇係僅針對管理單位較常使用之槍型攝影機進行研究。建議後續計畫可再針對其他種類攝影機加以研究。	同意辦理
2.本計畫利用 GVP 資料得知行駛速率及方向，再結合交通部路段編碼資料及縣市界資料歸納大型活動對於周遭路段之影響，進而輔助管理者提前部屬相關交通疏導策略。建議可藉由得知旅次分布及周邊道路衝擊分析後，進一步精進活動期間的時制計畫乃至於該地區的道路容量等工程面課題，以利舒緩交通壅塞。	本計畫大型活動車輛旅運關鍵路徑分析模式庫開發宗旨為透過關鍵路徑，輔助交管單位提前掌握並預期該路徑因活動造成的交通影響，以提出適當的管制作為，並可提供都市地區道路非常態車流速率預測模式選定重要關鍵路徑作為預測對象。針對藉由旅次分布及周邊道路衝擊分析進一步精進活動期間的時制計畫及該地區的道路容量等工程面課題並非本計畫研究範圍。	敬悉
3.有關緊急救援車輛優先號誌，建請補充與過去成果之差異，此外本年	本期緊急車輛測試績效係以車輛抵達路口遇到綠燈之機率計算，並說明於	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
度實作範圍擴大，建議可與前(110-111)期計畫的執行成果(通過路口綠燈機率、每趟次平均減少時間)在相同路段內進行比較，以觀察系統建置後對於優先車輛的協助。	報告書 7.2.6 節(二)。	
十、新北市政府交通局(書面意見)		
1. P.15 倒數第二行，書籤參照不正確。P.17 亦出現 3 處書籤參照不正確。請檢視修正。	謝謝提醒。已於報告書進行修正，並全面審視確認無誤。	同意辦理
2. 異常車流除流量及速度差異外，是否考量納入密度(或佔有率)差異？請再補充說明。	本計畫於實作階段經評估暫無需考量納入密度(或佔有率)資料進行分析判斷。	同意辦理
十一、本所運輸資訊組		
1. 第二章文獻回顧部分，依 RFP 工項內容，應蒐集探討國內外數位雙生與 5G+AIoT 等相關技術應用於智慧交通服務案例探討，且應以公共運輸與交通疏導管理等案例探討本計畫可借鏡之處，惟目前於期中報告內容僅見數位雙生案例未見 5G+AIoT 之技術應用案例，且似乎亦未針對公共運輸與交通疏導管理案例進行探討，請於第二次期中報告補充說明。	遵照辦理。	敬悉
2. 第三章有關設備佈建規劃部分，本計畫實際上已針對臺中市兩處實證場域完成相關規劃並已展開安裝作業，請再加以補充說明。	遵照辦理，本期計畫於臺中場域所新增之設備佈建內容詳如報告書 3.5 節所示。	同意辦理
3. 第四章 4.1.3 節，透過車輛偵測器(VD)進行 GVP 速率驗證，請補充說明 P.50~P.60 所分析車流量之資料來源，倘若使用 GVP 數據，請檢視此方式之合理性或補充說明驗證方式。	本計畫已於報告書 4.1.3 節說明所使用之車流量分析資料為 GVP 數據，並於同節第三點資料驗證部分說明其 GVP 資料與 VD 資料之驗證過程。	同意辦理
4. 第四章 4.6.2 節蒐集與分析 6 都現有交控系統現況與各面向課題，請在本計畫經費與時程許可下，就所分析 6 都各面向課題中擇若干	目前數位雙生模擬感測器建置範圍與資料蒐集範圍限制，聚焦在臺灣大道四段永福路口至工業區一路口，本期計畫則於場域內增設攝影機，以影像	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
課題，研提精進或創新作法，利用 P.165 的交通異常事件知識庫系統與第五章在數位雙生模擬分析發展，並透過本計畫進行試作，以於後續將計畫成果提供各縣市參用。	辨識作為蒐集車流資訊的手段，新增臺灣大道四段慢車道路段、永福路、福雅路、福康路與工業區一路。後續可再研議將此與交通異常事件知識庫相互搭配與試作可行性。	
5. 第四章 P.162 對於利用 IP CAM 進行事件即時偵測與現行交控中心作業模式進行探討，在 IP CAM 無法全面佈設下，報告所評估採用 IP CAM 事件即時偵測的優勢似仍無法解決所提現況問題，請再審視與調整。	透過 IP CAM 可以提供即時影像訊息藉以進行事件通知，包括自動檢測和識別異常事件內容(如交通壅塞、車禍等)，讓接收通知的人員能夠直觀地了解事件的情況，有助於快速決策和應對，除架設成本外，同時也需要注意隱私保護、網絡安全等問題。	敬悉
6. 第五章 5.2 節提及本計畫應用 Azure 作為數據中心環境運作，且 Azure 平台可提供使用者按照使用情境與需求自由選擇所需服務，請再加以補充說明此一功能可如何應用於本計畫。	以本計畫為例，本計畫使用 Azure Digital Twins 服務做為數位雙生資料平台，並且使用 Azure Functions 架設資料串接 API 與運算服務，使用 CosmosDB 記錄車流資料，以及使用 SignalR 做為資訊發布服務。	敬悉
7. 第五章 P171 最後第二段話提及 12 條路段、38 條路段，皆為路段是否有誤？請再確認後修正。	確認為誤植，已修正為 12 條路段、38 條車道。	敬悉
8. 第六章 6.3 節針對各項預測分析模組功能皆有依使用對象(包括管理單位、業者、旅客或用路人)加以考量，但於系統規劃設計上仍以管理端為主，建議後續可加以思考提出對旅客或用路人提供資訊之作法，有利後續推廣應用時可供地方政府參採。	本計畫開發之數位雙生模型或各類模式庫皆是以服務管理端為主，將各類結果提供予交通主管機關，交通主管機關可視用路人需求加值應用以提供相關服務資訊。	敬悉
9. 報告書內容有多處圖表不易閱讀請加以改善以利閱讀，包括：(1)P.29 圖 3.3.7 解析度不足，內容不清楚；(2)有多張圖太黑了(如第二、三、六章)；(3)內容提及以顏色區分之圖例，請以彩色列印；(4)屬本計畫開發之系統畫面，建議以彩色列印(如第五、六章)。	遵照辦理。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
10.有關報告書初稿中之錯漏字及語句不適當等部分，請於會後洽本所後修正。	遵照辦理。	敬悉
十二、主席結論		
1.請團隊再與本所討論報告書內容架構，建議應先針對數位神經中樞的主架構(Framework)概念加以論述，再進一步說明如何規劃與設計所需相關功能，讓各單位有所依循參採與應用。	遵照辦理。已修正於報告書 1.1~1.3 節，先述明本計畫發展研究背景緣起，逐步以交通治理新觀念、發展歷程、分年發展項目、計畫核心理念、規劃構想及創新理念等面向進行架構性說明。	同意辦理
2.本計畫與 5G 技術有關，應強調進入 5G 時代之後數位神經中樞系統的建置構想，與過去最大的變革與差異是什麼？未來各都市要如何以既有基礎加以發展應用？可能會面臨的挑戰應如何因應？才能讓數位神經中樞系統發揮最大的存在價值。	遵照辦理。於報告書述明交通治理新觀念，佐以與過去變革進行比較，另藉由計畫執行過程中遭遇的問題進行檢討，提出有可能面臨的挑戰，建議後續可如何再發展之價值，與傳統的交通管理方式做差異化說明，期以智慧化、數位化的城市移動創新應用服務達到交通治理目的。	同意辦理
3.針對模式庫與知識庫擴充部分，應納入操作流程說明(如何蒐集、整合資料並進而建立模式庫或知識庫)。另外本計畫應先定義清楚使用者定位(如地方政府交通主管機關、運輸業者等)，以利使用者可在建置或使用過程中善用本計畫成果。	遵照辦理。已於報告書第四章加以說明各項模式庫與知識庫擴充內容。	同意辦理
4.審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請研究團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	敬悉
5.本計畫經徵詢審查委員意見，第一次期中報告初稿審查通過，請研究團隊後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。	遵照辦理。	敬悉

附件二、第二次期中審查意見回覆對照表

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
一、交通部高速公路局 彭副局長煥儒		
1.本案為分年分期計畫，並逐步導入與開發相關科技與智慧交通功能(模式庫與知識庫等)，建議有一張大架構圖說明本案整個架構，各年期與各章節所撰擬功能在本研究案之角色，並擘畫未來目標(願景)，以及說明本期辦理工作及預期成果。 (1)報告書P47已有歸納要解決的交通問題痛點，並利用表 4.0-1 對應相關模式與知識庫，建議規劃整體目標，再將逐年推動與研究成果敘述，以逐步達到前述之未來願景。 (2)建議以圖說明數位雙生平台與大數據決策分析平台間之關係，各個偵測模組間之資料流及功能模組間之關係。	感謝委員寶貴建議。已於報告書第四章前言中補充說明本計畫整體架構。	同意辦理
2.報告書第三章 P26 起，交通資料參數(如車速、車流量…參數)蒐集設備之建置，其源自於所要分析及實施的交通策略，因此建議增加敘述數位神經中樞要展現的功能與交通策略，如此即能了解應蒐集的交通資料參數(項目)，並據以進行資料蒐集設備之佈建。 此外目前資料蒐集規劃都是使用 AI CAM，不同偵測器有其適用條件與對環境的優勢，目前之規劃同一位置是否會佈設太多 AI CAM；設施設置數量密度建議可增加說明與探討。另外建議增加說明，目前建置與試辦運作之經驗，AI CAM 是否可滿足所需要的準確度以及相關環境之影響(例如天候、光害等)。	感謝委員寶貴建議。已於報告書據以敘述說明各知識庫、模式庫及本計畫數位神經中樞所要展現的功能與交通策略等內容。 另本計畫數位雙生示範場域位於臺灣大道之三處 T 字路口與路段，由於該路寬至少為 50 公尺，因此每個方向僅設置一支攝影機來進行影像辨識蒐集路口轉向量、行人通行量等交通參數，該路口最多需三支攝影機。針對路段部分，每個方向也僅設置一支攝影機以蒐集路段車流量、速率、綠燈使用率等交通參數。 此外，示範場域之 AI CAM 辨識準確度已可達 93%以上，基本足夠支持相關的交通管理需求。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
3.報告書第四章，在建立模式庫與知識庫後，可針對各關鍵路徑的交通流量進行預測，並進行概念性驗證與實作；P139 說明將於 2023 年臺中水湳跨年晚會為目標，以應用成果與驗證成果，作法值得肯定。建議本案既然以臺中跨年為實際驗證，應與臺中市政府相關單位密切合作，並建議在後續的年度將研究成果納入實務運作，讓研究成果得以驗證與應用，並展現其成效。	感謝委員寶貴建議。本計畫針對2024 年跨年晚會及 2025 年跨年晚會進行實作，並已將實作結果提供臺中市交通局作為 2025 年度疏運計畫參考。	同意辦理
4.報告書 P159 表 4.3-5 與 P169 表 4.4-5，採用的特徵項目越多，MAPE 提升，但處理時間會增加不少，建議依據本案研究經驗，分門別類提供建議的「特徵採納情境」項目；即在不同應用條件下建議的採納情境，以供未來實務單位建置系統時應用。	感謝委員寶貴建議。模型在不同地理和環境下可能需調整以適應新情況。根據地區特有的社會環境因素進行特徵選擇和模型調整。不同地區特徵的重要性差異，如臺中與基隆年雨量對客流量影響不同。後續擴展至其他縣市時，建議評估運算資源後，應用本計畫研究成果進行特徵重要性分析加以選擇最適特徵。	同意辦理
5.報告書第 4.7 節 P196 與 P203 表 4.7-2，資料蒐集後透過相關演算，需進行相關交通資訊發布及採取相關疏導策略、交通管制，而其中有關號誌部分僅臺北市遠端連線較為完整，如此一來要如何有效採取即時號誌調整？是否有其他建議的交通管制措施？此外，異常車流發生時，用路人最希望了解的是原因(例如事故或其他突發狀況)，也因此需要有相關資訊發布設施或建議用路人改道，建議針對 CMS 佈建方式及原則有所探討；相關所需配合開發的功能建議也探討佈建的優先順序，以利逐步展現本案相關研究成果之成效。	感謝委員寶貴建議。本節主要就六都交控中心遇到異常交通事件時之應對流程進行了解，並提出一標準作業流程供交通局、交控中心及其他轄管單位參採，亦可作為依經驗傳承之用，爰未探究號誌遠端連線課題以及 CMS 佈建方式及原則。	敬悉
6.報告書第五章 P222，前期數位雙生知識庫已實作車流警告、人流警告及號誌異常告警等整合應用，本期	感謝委員寶貴意見，有關數位雙生擴增設備與偵測路段和偵測項目等內	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
將擴增路段及新增 AI CCTV，並傳輸至數位雙生平台。建議可增加說明實作之成效如何，以利展現其功效。	容，各實際成果與平台實機畫面已說明於報告書 5.2~5.3 節。	
7. 報告書第六章 P257，本期平台規劃及功能開發，建議與六都實務單位(交通局)研討，以利確認所開發之功能項目可符合其需求；另 P258 亦說明利用大數據交互與碰撞後產出各項知識庫、模式庫及數位雙生平台，建議補充說明數位雙生與此決策平台間之關係(抑或數位雙生為平台的功能之一)。	感謝委員寶貴建議。本計畫已於 113 年 3 月 11 日與臺中市交通局研討確認功能項目符合其需求，並依據細節意見調整完成。 另本決策平台係為展現本計畫所開發模式庫/知識庫成果，供管理單位決策參考，亦可於決策平台中切換介面至數位雙生平台查看視覺化資訊。	同意辦理
8. 報告書 P347，二、交通部公路總局係誤植，應修訂為「交通部高速公路局」。	感謝委員指正。已修正報告書內容。	敬悉
二、國立勤益科技大學 林正堅教授		
1. 報告書第 2.3 節 P21~P25，在 5G AIoT 的應用範例，建議增加國際參考文獻及實際場域。	感謝委員寶貴建議。已於報告書 2.3 節新增相關國際案例。	同意辦理
2. 報告書第 4.3.2 節 P147~P154，圖 4.3.6~4.3.20 之平均客流量與標準差，建議再確認這些圖的標準差之正確性。	感謝委員指正。已重新檢視修改平均客流量與標準差雙軸顯示資料間距單位之一致性。	同意辦理
3. 報告書第 4.3.2 節 P157，「…..且在 K 折交叉驗證中, K=2 時,能得到較好的預測結果」，為何取 K=2？一般在產業界似乎不會取 K=2，請補充說明。	本計畫預測模型針對不同預測目標(如速率、客流量)，於訓練模型過程中皆是以 K = 2~7 進行反覆實驗。在車流預測時 K = 2 有較好預測成效，而在公共運輸客流預測時則是 K = 7 有較好預測成效。	同意辦理
4. 報告書第 4.3.2 節 P158，圖 4.3.23 Stacking 模型架構-客流預測中，所選的基礎學習器是否會因為它們學習有差異性(有些基礎學習器好及有些基礎學習器差)，而導致效果不佳。若是這樣如何確保所選的基礎學習器是恰當的，請補充說明。	本計畫在挑選基礎學習器時首先會定義數個基礎學習器(例如包括 Logistic Regression、Decision Tree、Random Forest、Gradient Boosting、Support Vector Machine、K-Nearest Neighbors 等共計 11 種)。接著根據不同預測目標(速率或公共運輸客流)的資料集使用交叉驗證反覆評估每個基礎學習器的表現，取得表現較	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	好之前幾名基礎學習器來做為不同預測目標所適合使用之基礎學習器組合。	
5. 報告書第 4.3.2 節 P159，表 4.3-5 中重要性前五名…，如何得到及哪幾個重要特徵，請補充說明。	本計畫預測模式之特徵重要度計算方法係採用置換重要性(permutation importance)，重要性分數較高代表該特徵相對其他特徵來說較為重要。該方法主要透過隨機打亂特徵的值來評估該特徵對模型預測能力的影響。	同意辦理
三、淡江大學 陶教授治中(書面審查意見)		
1. 本研究以智慧交通數位中樞神經比擬人體神經中樞系統，建議以端(物聯網設備)-邊(邊緣計算)-網(5G 行動通訊)-雲(雲平台)-圖(GIS、BIM)等階層呈現 RFP 有關 5G、AIoT、雲平台、圖資等工項需求之技術架構圖。進而演繹出包括：(1)物聯網服務(RFID/GNSS/CVP/電子票證/攝影機/偵測器…等)；(2)雲網基礎平台(公有雲/私有雲/混合雲、5G 專網/商用網/混合網…等)；(3)大數據服務(建立數據湖、數據挖掘與分析、數據治理…等)；(4)數位雙生(分身)服務(實體-虛擬可視化、動態模擬…等)；(5)人工智慧(AI)服務(辨識、分類、建模…等)；(6)決策支援服務(智慧客服、智慧調度、智慧控制..等六大功能之總體架構圖，此 6 個功能各有各自的功能架構圖。	感謝委員寶貴建議。已於報告書第四章前言中補充說明本計畫整體架構。	同意辦理
2. 報告書第三章，智慧交通資料偵測蒐集與設備佈建規劃之章節內容，建議對應上述之物聯網功能架構圖 3，從各類感測器、GNSS、影像監控等設備，對道路、場站、車輛、行人各類資訊進行蒐集與儲存，從而實現對智慧交通運行、管理與服務狀態的全方位感知與監控，並為 AI 服務相關模組提供大量的數據資源。	感謝委員寶貴建議。已參照修訂報告書相關內容。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
3.報告書第四章，智慧交通數位神經中樞系統功能模式庫與知識庫開發則是對應人工智慧(AI)服務之功能架構圖，涉及建立車流辨識、分類、預測、控制等知識庫與模式庫之工作內容。	感謝委員寶貴建議。已於報告書第四章前言中補充說明本計畫整體架構。	同意辦理
4.報告書第五章，數位雙生功能架構為本研究重中之重，建議補充智慧交通數位雙生服務平台之邏輯架構，包括：應用系統、通用業務服務及基礎設施，並以淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫為場景應用案例，展示本研究之數位雙生平台可實現多少個上述邏輯架構之項目。	感謝委員寶貴建議。已參照修訂相關內容於報告書 5.1 節。	同意辦理
5.報告書第六章，該章節內容則是涵蓋前述總體架構中之大數據服務與決策支援服務，建議強調自主學習與判斷之功能，以即時輔助決策者之迫切要求。	感謝委員寶貴建議。大數據決策平台目前係依據歷史資料產製預測數據加以呈現，可提供決策者判斷及利用交通資訊排除問題之功能。	同意辦理
6.報告書第七章與第八章，建議此兩章可視為以上功能架構之專題探討，以佐證上述總體功能架構之妥善性。	感謝委員寶貴意建議。此兩章之內容為獨立主題，其中緊急救援車輛智慧優先號控系統主要延續 110-111 年完成之驗證實作成果，於本期擴大範圍實作方案；另都市交通控制通訊協定 3.5 版則是延續前期研討成果，進一步探討與修訂相關通訊協定內容。	同意辦理
四、交通部公路局 李副總工程司忠璋(書面審查意見)		
1.報告書第 3.1 節 P27，建議量化比較 e-Tag、VD 和攝影機佈設成本。	因 e-Tag、VD 和攝影機的佈設成本會隨著不同的應用範圍和情境而變化，包含硬體規格、軟體開發、通訊、線材、電力等，爰較難詳細量化相關成本。本計畫係以實作場域為例，以最小單位來評估傳統交通參數運用中心端影像辨識蒐集所需資源，包含 AI 算力、頻寬、儲存容量等方面。並補充於報告書第 3.6 節。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
2.報告書第 3.2 節 P29，延伸桿可能會因為桿件長度所衍生力臂和力矩有較大的擺動或震動，影響到攝影鏡頭和影像，這如何克服？另依照「道路交通標誌標線號誌設置規則」號誌燈箱下緣距路面高度應在 4.6 公尺~5.6 公尺之間(除了豎立式燈箱外)。若是採 3.5 公尺會不會有被大型車碰撞的問題，請補充說明。	依據經驗，如在需要桿件長度較長的情況下，可選擇抗震性能好的材料，如高強度鋁合金等，以增加桿件的剛性，減少因風力和其他外力引起的擺動，或增加桿件的直徑可以提高其穩定性。此外，為避免大型車碰撞，需考慮高度後，向後找尋其他路側合適燈桿進行攝影機架設。	敬悉
3.報告書第 3.3 節 P31，建議將「斑馬線」改為「行人穿越道線」，因為「斑馬線」是指路段中的行人穿越道線。	感謝委員指正。已修正相關用詞。	敬悉
4.報告書 P60，請補充 MAPE 公式中各項變數的定義。	MAPE 公式中n表示樣本數量，$\hat{y}_i$表示 GVP 速率數據y_i表示 VD 速率數據，已補充於報告書 4.1.3 節。	敬悉
5.報告書 P61，挑 2023/6/30~7/2 共 3 天來做速率驗證的原因是什麼，經查這 3 天為週五到週日，但為非週年慶時間，而資料現況趨勢分析則有包括了週年慶時間，是否也應該要做週年慶的速率驗証會比較好，請補充說明。	速率驗證的主要目的，是驗證 GVP 與 VD 數據在一般情況下的準確性，以確保數據在正常交通流下具有一致性和可靠性，因此選擇非週年慶時間的週五到週日進行驗證較為適宜。	同意辦理
6.報告書 P60~P76 之表 4.1-9 與表 4.1-10，(1)本節在「三、資料驗證」為速率，但在「四、資料況趨勢分析」則是用車流量來分析，是要驗証 GVP 的準確程度嗎？但 GVP 的車輛數不能代表實際的車流量。請問資料驗證的目的是什麼？(2)表 4.1-9 和 10，2022 年的路段顏色代表車流量的多寡，但沒有看到流量與容量分析，無法從顏色得知路段的服務水準，如何來研判其是否車多或是壅塞？請補充說明。	在「三、資料驗證」部分，主要目的是驗證 GVP(車輛速率數據)的可用性和準確性，以確保後續分析結果的準確性和可信度；在「四、資料況趨勢分析」部分，目的是使用 GVP 數據進行關鍵路徑的趨勢分析，以獲知哪些路段是車輛經常行駛的路徑，有助於交通規劃和管理。 表 4.1-9 和表 4.1-10 中，2022 年的路段顏色代表車流量的多寡，主要是為直觀展示哪些路段是車輛經常行駛的路徑，而非判斷路段是否壅塞或服務水準。	同意辦理
7.報告書第 4.2.3 節 P87，(1)手機信令資料來源是？三大電業者都有嗎？(2)手機信令資料活動特徵分析中，	本計畫手機信令資料來源為遠傳電信，其相關數據皆以實住人口進行旅次數放大為母體總數。另有關電信信	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
報告書第一段「再配合門號所有者的登記申請資料，藉以釐清個別信號的活動特徵」，是否有無侵犯個人隱私的疑慮，建議補充說明。	令資料取得用於本計畫之旅次起迄相關數據，皆已經母體總量放大且無包含任何用戶個資，故無侵犯個人隱私之疑慮，已補充說明於報告書中。	
8.報告書 P89~P92，(1)「公路」有其法規上的定義，而報告書所講的路網事實上不只有「公路」，也包括了「市區道路」和其他道路，因此建議將「公路路網」改為「道路路網」。(2)表 4.2-3 建議將「公路等級」調整為「道路分類」。	感謝委員寶貴建議。報告書相關文字已完成修正。	敬悉
9.報告書 P85 圖 4.2.3，本計畫在大型活動中希望經由歷史的手機信令資料推估人旅次然後再轉車旅次，請問是否有做驗證？如何做？另外，不同類型的大型活動其交通影響分析的方法一樣嗎？例如單一天的活動和持續好幾天的活動、定點活動和非定點活動會不會有所不同，請補充說明。	本計畫取得手機信令之旅次資料係以人旅次為基礎，為能提供後續模式庫與知識庫應用，故將人旅次轉換為車旅次資料。其轉換為車旅次之流程說明及相關驗證資料可詳報告書 4.2.6 節。另本計畫之指派方式係依每日分時之流量進行半動態指派，因此不同時間樣態之活動類型皆可應用此模式庫。	同意辦理
10.報告書 P133，報告書中擬用「20.87%」做為 2024 年跨年旅次比例的算法是什麼？請補充說明。	本計畫於期中階段推估 2024 跨年活動推估成長比例係參考臺北捷運 2020~2023 年間跨年活動期間之逐年運量變化之比例，推估 2024 年仍受疫情影響的情況下相較於未受疫情影響情況下之運量影響程度，故於此階段時直接假設為負 20.87%，期末階段則修正為以臺中捷運運量進行活動參與人數推估依據，並提出不同影響比例推估結果情境之周邊道路流量指派結果。	同意辦理
11.報告書第 7.2.3 節 P286，最後一段第 1 行，圖 7.2.8 是否是誤植，而應該是 7.2.12 才對？請補充說明。	感謝委員指正。已修正為圖 7.2.12。	敬悉
12.報告書 P286~P287，提供緊急救援車輛通行主要是爭取其救援時間，以符合社會公義，因此對路口短暫	感謝委員寶貴意見。就以往執行經驗，緊急車輛優先號誌會破壞原有幹道連鎖續進，尤其優先需求與幹道為	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
績效運作影響應可忽略不計，請補充說明。	競爭時相，因此於報告書中說明可能產生之衝擊及所需配套措施。	
13.報告書 P287~P288，請問緊急車輛的綠燈寬帶的假設前題是什麼(車速、臨近路口的停等車隊長度)？請補充說明。	有關緊急車輛的綠燈帶寬情境，係假設車速 40km/hr，計算車輛由水滴分隊出發行經各路口之續進帶寬。	敬悉
14.報告書第 7.2.4 節 P293，將緊急優先號誌控制邏輯由現場端運算改為中央處理，若是大規模事件發生所產生巨量的緊急救援車輛需求，再加上網路系統不穩定時，可能無法發揮緊急車輛優先通行的功能。既然有車機、OBU、RSU，何不透過現場端即時運算處理會比較好，請補充說明。	參考目前實際運作案例(如臺北市)，如需進行大範圍路網控制或較複雜情境之運算，以中心控制方式可節省路側設備成本；另如要在現場端運作，仍須增建 IPC 才可控制，建議可針對緊急車輛優先號誌需求較高、且無法承受網路較不穩定風險之路口(如鄰近醫院之號誌化路口)增設 IPC 作為備援，以使整體系統更趨完善。	同意辦理
五、交通部高速公路局		
1.報告書 P96，依照表 4.2-6，高速公路小客車及大客車旅行成本計算參數相同之原因為何？是否可補充其他車輛，如貨車、聯結車。	旅行成本函數參數值來源為「中臺區域整體運輸規劃系列研究」定稿報告內容，本計畫納入相關車種之參數進行參考。	同意辦理
2.報告書 P97 之表 4.2-7，有關高速公路容量部分，建議參考 2022 運研所公路容量手冊所訂定之容量修正。	本計畫已依照 2022 年公路容量手冊訂定之容量進行修正。	同意辦理
3.報告書 P101，有關「攔截圈」一項，請於報告中再詳細定義。	本計畫主要透過易壅塞路口篩選，掌握活動周邊衝擊影響之範圍，並定義該活動之攔截圈。	同意辦理
4.報告書 P103 之表 4.2-8，有關配置人數建議部分，請補充相關參考資料，或相關人數計算方式。	關於義交人數配置主要參考相關交維計畫之分派經驗，後續可依實務單位需求調整人數。	敬悉
5.報告書 P106 之圖 4.2.16，有關「…探詢範圍往外推 500 公尺…」部分，請再補充其上限範圍。	本計畫參考相關交維規劃，在備援停車場距離會場 500 公尺以上之距離，則建議規劃停車場接駁車。	敬悉
6.報告書 P107，有關「…每車位約需 30m^2 進行估算…」部分，請補充係以何種類型之車輛進行估算？	本計畫主要以一般小型車進行估算。	同意辦理
7.報告書 P110，有關「…民眾排隊所需空間約每人 0.7 平方公尺…」部	民眾排隊所需之空間，主要參考大眾運輸場站民眾所需之空間，考量目前	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
分，請將疫情與非疫情時期之差異納入考量。另有關「...備援車輛數則以基本車輛數乘以 20%進行推算...」部分，推估比例建議依不同活動規模而進行機動調整，請補充說明。	已無疫情疑慮，建議維持原有之空間需求設定；另備援車輛之規劃係透過模式庫指派模型進行停車需求推估，建議後續相關單位可針對各地區特性及活動類別參酌使用相關參數。	
8.報告書 P113，有關「...利用手機APP、網頁等方式...」部分，建議可增加市區道路 CMS。	感謝寶貴建議。本計畫已將 CMS 宣導策略納入模式庫內。	敬悉
9.報告書 P120 之表 4.2-10，有關放大後旅次數「小於等於 5 以平均值取代」部分，請於本節再補述相關內容。	當電信業者於旅次信令資料中提供單一組起迄對之旅次數經放大後若仍小於 5 時，為避免追蹤用戶真實足跡，需以所有小於 5 之放大後旅次數之平均值取代其放大後旅次數。	同意辦理
10.報告書 P123，有關「...用路人身分...」部分，請補充臺中市居民與非臺中市居民之分辨方法。	有關用路人是否為臺中市居民之分辨辦法係透過信令資料中之用戶家縣市進行判斷。	敬悉
11.報告書 P132~P134，報告中說明因缺乏疫情期間資料，以臺北捷運歷年運量推算疫情期間增減，惟經圖 4.2.39 分析，在臺中跨年的民眾多為臺中市境內民眾，且北區、中區受疫情影響程度及跨年特性不同，建議評估改以臺中市內相關連假或大型活動為參考。此外報告中說明考量 2024 推估仍受疫情影響，減少 2 成，請確認 2024 年受疫情影響後仍較 2023 年增加 8%的原因為何？亦請考量如沒有疫情影響時，龐大的人流該如何疏運、安排接駁車，請補充說明。	本計畫於期中階段推估 2024 跨年活動推估成長比例係參考臺北捷運 2020~2023 年間跨年活動期間之逐年運量變化之比例，推估 2024 年仍受疫情影響的情況下相較於未受疫情影響情況下之運量影響程度，故於此階段時直接假設為負 20.87%，期末階段則修正為以臺中捷運運量進行活動參與人數推估依據，並提出不同影響比例推估結果情境之周邊道路流量指派結果。後續亦透過知識庫針對不同流量結果提出相對應之疏運與接駁計畫。	同意辦理
12.報告書 P139，有關「...互動式娛樂...」部分是否必要一項，請再考量。	公共運輸資訊看板之互動式娛樂功能，僅是做為提升公共運輸服務之旅客運輸體驗滿意度方式之一的舉例。	敬悉
13.報告書 P141，有關「...百貨週年慶作為特殊活動...」部分，因現行消費型態多轉向電子商務，則再以百	本計畫特殊活動期間之非常態車流速率預測，係以臺中七期百貨週年慶做為案例，該活動每年都吸引大量人潮，已成為當地一項重大事件，對於	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
貨週年慶作為研究對象是否合適，請再考量。	臺中市尤其是臺灣大道周邊交通造成顯著衝擊。因此，針對該活動進行非常態車流速率的預測實作仍有其必要性。	
14.報告書 P142 與 P162，有關「…刪除大量冗餘或無關之特徵變量…」部分，請補充預計特徵值大於或小於多少門檻值則可予以剔除。	有關特徵提取之技術，本計畫乃透過置換重要性(permutation importance)方法針對各項特徵重要度進行計算。該方法主要透過隨機打亂特徵的值來評估該特徵對模型預測能力的影響。置換重要性方法本身沒有固定的門檻值，使用者可以根據特徵重要性分數的分佈情況自行評估運算資源後決定特徵的去留。	同意辦理
15.報告書 P156 與 P166 之表 4.3-4 與表 4.4-3，[小時別]在特徵重要度排序時，均為倒數的特徵，但每日客流量、車流量均有明顯且重複性高之時段性尖離峰趨勢，請說明造成其特徵不明顯的原因為何？此外[氣溫]在特徵重要度排名時約在中間排序，是否代表其具有一定之影響力？請補充相關說明。	在特徵重要度排序中，「小時別」均位於較低的位置，造成這一現象的原因可能是其他特徵(如前 1 時階客流量、前 1 週同時段速率等)已經包含足夠多的時段性資訊，這些特徵能更直接地反映出時段性尖離峰趨勢，因此「小時別」特徵的邊際貢獻相對較小。另「氣溫」之特徵重要度排名位於中間位置，這表示其對道路交通或客流量模型預測有一定的影響力例如高溫或低溫可能影響民眾的旅行意願和交通模式。	敬悉
16.報告書 P159 之表 4.3-5，請補充建議採用之特徵採納情境。	本計畫的模型運算係在有限的電腦硬體資源下選擇全特徵情境進行，惟後續相關單位應用時，建議可先行評估運算資源後選擇最適特徵進行。	同意辦理
17.報告書 P163 之表 4.4-1，有關外部時間特徵中，(6)一天中第幾個 5 分鐘、(7)一小時中第幾個 5 分鐘，取此二作特徵變量之用意為何？請說明。	「一天中第幾個 5 分鐘」特徵可以精細地捕捉到一天中不同行為模式的變化，有助於模型更準確地預測特定時段的流量變化。而「一小時中第幾個 5 分鐘」特徵進一步細化時間粒度，能夠捕捉到每小時內的細微變化。例如，某些活動可能在小時的前 5 分鐘或後 5 分鐘內有特定的模式，	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	這些細微的變化對於交通預測也是有幫助的。結合此兩種特徵可以同時考慮全局(整天)和局部(每小時)時間的資訊，從而提高模型的預測精度。	
18.報告書之表 4.4-8，有關雨量部分，建議可分類成晴天、下雨及大雨事件，以提升雨量之重要度排序。	根據歷年來的氣象數據，臺中市的年平均降雨量明顯低於其他縣市地區，且於特徵重要度排序中，雨量特徵已經位於相對中後的位置，表示降雨量對交通流量和客流量的影響較小，爰應無需進一步細分。	同意辦理
19.報告書 P190 之表 4.6-1，如只以單一路口作為車流模擬並評估其停等延滯，對於整體車流助益有限，建議納入號誌連鎖之概念，把範圍擴大為路網性的績效。	本計畫之概念性實作是以單一路口進行，主要是先確認車流異常處理模式的可行性與準確性。根據本期成果，未來建議可考慮將範圍擴大到路網群組上，以驗證路網性的績效。	同意辦理
20.報告書提及「公路總局」(如表 4.7-2、P211 等)，現已改名為「公路局」，請修正。	感謝指正。已修正報告書內容。	敬悉
21.報告書 P217，「CAMI」誤植部分，請修正。	感謝指正。已修正報告書內容。	敬悉
22.報告書 P326，表 8.2-2 有關方案 1「採用外部 Log 蒐集器」部分，請將相關資安作為一併納入考量。	本計畫針對 Log 蒐集之議題，建議不制定標準通訊協定，而是讓各家廠商自行研發該產品。因此會建議廠商研發 Log 蒐集產品時，要納入相關的資安機制，避免資訊外洩或被竄改。	同意辦理
六、臺北市政府交通局		
1.研究團隊已於報告書陳述未來國內外應用相關文獻，且因 AI 應用著重於未來發展性，建議可就未來國內或國外的 AI 應用內容進行探討。	本計畫主要關注 5G、AIoT 數位雙生之相關發展應用，若相關應用案例有結合 5G、AIoT(AI+IoT)等相關技術則一併進行回顧彙整。	同意辦理
2.有關緊急車輛優先號誌，臺北市曾發生系統在判斷路徑上會有誤判導致民眾陳情，是否有方法讓判斷行經路口更準確？另外緊急車輛有時候會繞行、或司機忘記按出勤的目的地，是否有相關因應措施？請再補充說明。	介接勤務派遣系統雖可透過目的地初步判斷緊急車輛行駛路徑，惟勤務人員可能行駛其他路徑。建議可考量在實施緊急車輛優先號誌前，對勤務人員進行教育訓練，要求依照規劃路徑行駛方可獲得優先號誌，以引導勤務人員盡量行駛預定路徑。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3.有關行人配合措施，不同種類號誌控制整合運作時須特別留意，建議可再加以補充探討。	本計畫並無探討不同種類號誌控制之整合運作(例如感應性與優先號誌)，另有關動態號誌控制下之行人配合措施，已於通訊協定章節中進行探討。	同意辦理
七、交通部公路局(書面審查意見)		
1.報告書第四章第 4.2.5 節，本計畫利用手機信令分析跨年期間臺中地區旅次特性，惟報告內未定義何謂旅次「停留」行為，是否手機信令應於同網格內維持特定時間後始可認定，另如手機信令於計畫範圍內有連續多次停留行為，則旅次起訖點應如何判定，建議補充說明。	用路人停留判斷依據為在一分析單元網格內停留 15 分鐘以上，相關旅次數量會依交通分區進行彙整，在本計畫範圍中將其設定為同一交通分區，故於範圍內之旅次起迄則判斷為同一分區內之旅次行為，亦不影響後續模式庫之流量指派結果。	同意辦理
2.報告書第七章第 7.2.6 節，目前緊急救援車輛優先號誌成果，係以抵達路口時為綠燈之機率作比較，建議可再增加旅行時間作為比較指標，另執行成效可能受當下車流狀態影響，建議可分別於尖離峰時段均進行測試。	因本計畫實測路徑不長(約 600 公尺)，以旅行時間計算成效較不明顯，爰以抵達時為綠燈之機率作為指標。另本計畫之實作測試，在尖離峰均啟動優先號誌運作，惟實測場域水淹地區交通相對較為單純，依目前實測觀察，執行成效於尖離峰差異不大。	同意辦理
八、臺中市政府交通局(書面審查意見)		
1.報告書第四章第 4.6 節，福康路與福順路口目前已完成實驗室測試階段，後續建議於現場實測前先提送測試計畫書予本局。	遵照辦理。已於測試前提供測試計畫書予貴局。	敬悉
2.報告書第五章，由於交通部近期推動「智慧道路設施數位化標準」以及「道路交通事件資料標準」，故建議可以透過上述 2 標準評估與數位雙生的應用與結合。	此兩項標準對於數位雙生模型建置與資料交換能夠提供很好的幫助。惟目前計畫已經執行一定程度，貿然更換資料模型可能會造成難以挽回的後果。建議未來可以在考慮相容性情況下，逐步更換模型，以符合標準。	同意辦理
3. 報告書第七章， (1)針對緊急車輛路徑之掌握，以利有效進行優先號誌控制決策部分，建議未來與消防署協調，由消防署提供派遣系統資訊，以讓緊	(1) 本計畫之實作測試係以導航軟體產生路徑進行實測，另亦研提介接消防署派遣系統所需資訊。 (2) 本計畫整合測試共分三階段，相關時程安排已說明於報告書 7.2	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
急車輛優先號誌系統運作效率最大化。 (2) 建議團隊應於報告書中詳細說明整合測試以及系統上線運作之整體時程安排。 (3) 本計畫結束後，計畫所開發的功能是否保留讓本局使用？	節。 (3) 本計畫僅在計畫執行期間租用雲端及 sim 卡通訊以供現場實測使用，屬臨時性租用，另所開發的功能建議可於後續討論適合之移轉應用方式。	
九、高雄市政府交通局(書面審查意見)		
1. 報告書第 3.2 節 P28，針對攝影機路側架設角度建議考慮針對路口採用空拍方式比較數據蒐集正確性之差異。	雖空拍設備提供的數據覆蓋面更廣，但初始安裝成本和維護成本均較高，使用攝影機亦具精確性，並可長時間進行連續不間斷蒐集，且建置及維護成本較低。	敬悉
2. 報告書第 4.1 節 P50，對於關鍵路徑分析建議一併採用 CVP 資料蒐集分析路徑熱區。	本計畫選擇 GVP 進行關鍵路徑分析的選擇，主要考量 GVP 可反映車輛實際行駛路徑。至於 CVP 則在分析活動人潮等方面較具優勢。	敬悉
十、本所運輸資訊組(書面審查意見)		
1. 第三章 3.3 節與 3.4 節分別針對路口型與路段型攝影機的轉向交通量以及車流量與速率進行偵測，請補充說明上述 3 種交通參數的車種類型，以及自行車與行人偵測是否亦適用此佈建原則。	佈建原則之擬定區分為路口型及路段型，因此，所欲蒐集之交通參數若為路口型，則適用路口型原則(例如路口行人通行量)；若為路段型，則適用路段型原則(例如路段自行車)。	敬悉
2. 本計畫已依據實作經驗歸納提出使用 IP 攝影機蒐集傳統交通參數(路口型參數、路段型參數)之佈設數量推估模式，後續亦可提供各地方政府於佈建設備時參採，再請於第三章中進一步補充說明影像辨識所需最低之攝影機解析度為何，以及從畫面資料到實際辨識完成進入決策平台資料庫所產生的時間延遲數據。	影像辨識所需最低之攝影機解析度依模型與訓練資料與參數而定，以本計畫場域為例，此次使用的 yolox 訓練模型之資料為 1280*720 的資料，亦為目前市面上普遍常使用之解析度。另有關畫面資料到決策平台資料庫所產生的時間延遲數據已於工作會議中說明。	敬悉
3. 本計畫應屬國內少數應用數位雙生模型於都市交通管理之實作案例，請依據本計畫實作經驗，於第五章	遵照辦理。已於報告書 5.2 節補充模型精細度(LOD)相關說明。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
中再補充說明數位雙生模型精細程度之分級標準，並且依不同交通管理需求所需要導入之決策資訊，評估不同精細程度的數位雙生模型所需的時間/成本/人力等資源。		
4. 第四章 4.2 節有關大型活動交通影響分析模式庫與疏導應變知識庫部分已大致完成，後續將再蒐集臺中市水湳2024跨年晚會資料進行分析驗證，並請進一步與臺中市政府當時制定的交維計畫進行比較分析，亦可增加臺中市近期其他大型活動案例(例如燈會活動)，以提供模式庫與知識庫進行調整修正。	本計畫已完成模式庫及知識庫的整體架構，並以跨年晚會之活動進行相關實作及驗證，據以調整模式庫與知識庫。	同意辦理
5. 第四章有關本計畫所發展之多項模式庫與知識庫，後續皆將可移轉推廣予地方政府參採使用，因此請於期末階段清楚說明各項模式庫與知識庫移轉使用時，所需程序以及使用單位應配合事項。	已補充說明於報告書 10.2 節。	同意辦理
6. 第七章 P.302 第(三)點 SRM 訊息缺漏部分，請補充說明表 7.2-15 各項問題及處理方式是否可於後續納入前期「緊急救援車輛優先通行建置參考手冊初稿」，抑或為本案架構下的特例。	表中所列為本計畫系統架構之問題釐清及處理方式，已納入參考手冊之附錄供各單位參考。	同意辦理
7. 第七章 P.303 表 7.2-16 中「方案一」與「方案三」部分，緊急車輛優先號誌運作邏輯應維持行人通行的最小綠燈設計，對於行人於行走途中遭遇優先號誌運作時，除緊急車輛本身聲響警示外，建議同時探討可能的提醒行人緊急車輛即將到來機制。	參考國外案例，建議可在路口安裝確認燈，除可防止緊急車輛碰撞，亦可提醒用路人緊急車輛即將到來。	敬悉
8. 第七章 7.2 節部分，請補充說明本案後續進行實際緊急車輛優先號誌實測的執行構想與作法。	遵照辦理。已於歷次工作會議中進行說明，並於報告書補充內容。	同意辦理
9. 第七章 7.3.2 節部分內容未具體說明與勤務派遣系統介接可行性，建議	遵照辦理。已補充內容於報告書 7.3 節。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
補充說明階段性的分析成果，以及後續探討方向與建議可行作法。		
10. 第八章都市交通控制通訊協定 3.0 版檢討部分，請補充納入歷次工作會議討論行人觸動邏輯、AI 號誌控制車輛偵測資料需求、號誌控制補償關閉機制、通訊底層正認知碼框與負認知碼框檢核機制等與本次通訊協定檢討相關的內容與階段成果。	遵照辦理。已補充內容於報告書 8.3 節。	同意辦理
11. 有關報告內文中之錯漏字及語句不適當等部分，請於會後洽本所運資組，至於編排格式則請依本所出版品印製規範修正。	遵照辦理。	敬悉
十一、主席結論		
1. 本計畫後續若要將成果移轉 6 都，須說明 6 都若要建立以神經中樞為理念的管理系統，其首要工作為何？從資料處理著手，再來談及資料精準度及力道要達到甚麼程度？又本計畫的模式庫跟知識庫已互相進行結合，並利用預測模型進行分析，但這僅是開始，應持續利用 AI 技術透過學習逐步累積經驗、磨合再學習。	敬悉。已參照意見進行整體報告之撰寫與審視。	敬悉
2. 請團隊在完成本計畫前，需再次針對技術和目標等做進一步的思考和討論，明確說明未來成果會呈現怎樣的內容，讓閱讀者更容易被理解，也不要過度關注於技術上，或給予過高的目標值，應適度確認本計畫執行的目標與原因。	遵照辦理。	敬悉
3. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請研究團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	敬悉
4. 本計畫經徵詢審查委員意見，第二次期中報告初稿審查通過，請研究	遵照辦理。	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
團隊後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。		

附件三、期末審查意見回覆對照表

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
一、臺中市政府交通局 江俊良副局長		
1.報告書第 4.1 節 P79-82，圖 4.1.11-圖 4.1.14，各路段僅標註路段編碼，無法直接判讀路段位置，建議標註路段名稱。	感謝委員寶貴建議。已修正報告書 4.1 節並於圖 4.1.11-圖 4.1.14 加入路段名稱。	同意辦理
2.報告書第 4.2.5 節，跨年晚會為本市一年一度的重要活動，本案選定本市跨年晚會做為示範案例，相關成果應可作為本局辦理跨年晚會活動交通疏導參考，感謝團隊的努力。	敬悉。	敬悉
3.報告書 4.2.5 節 P151-153， (1) 本局辦理跨年晚會交通疏運關注之主要軌道場站為捷運市政府站、文心櫻花站、文華高中站、松竹站，而本計畫推估跨年晚會主要軌道場站為台鐵臺中車站、松竹車站、精武車站及捷運文心中清站、市政府站、文心崇德站，請問本計畫是如何選定主要軌道場站？ (2) 表 4.2-16、表 4.2-17 推估之前往及離開會場分時人旅次是否有再與實際資料驗證比對？	有關委員意見簡要回覆如下： (1) 針對往返活動會場與軌道場站之免費接駁車的需求分析，本計畫係檢視往年跨年期間軌道場站是否提供接駁車服務，同時結合信令資料掌握民眾進場前及離場後的主要進出場站，作為選定主要軌道場站之依據。依往年臺中水湳跨年活動期間的接駁車路線，本計畫發現免費接駁車主要服務於距會場較遠之軌道場站，而距會場最近的捷運文心櫻花站與文華高中站在過去 3 年的跨年活動中均未安排免費接駁車運送，且活動主辦方於過往跨年活動期間亦曾建議民眾由該兩處捷運站步行至活動會場，故本計畫將其排除於後續之分析範圍外。 (2) 表 4.2-16 與表 4.2-17 主要直接透過信令資料進行分時段進離場旅次的分析，並無再與實際資料進行比對。	同意辦理
4.報告書 4.2.5 節 P164-177， (1) 本計畫推估之交通量指派結果是否有與實際資料驗證比對？依本	感謝委員寶貴意見，回覆如下： (1) 透過 BPR 公式，本計畫將所推估之路段流量指派結果轉為路段速	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
局觀察跨年晚會活動期間壅塞情形較嚴重之道路有河南路、甘肅路，但本計畫交通量指派未有前述道路。 (2) 另外本計畫選定之攔截圈重要路口與本局重點觀察路口不同，本局觀察進入即離開跨年晚會會場南側、西南側車流主要由文心路/甘肅路口、文心路/河南路口、臺灣大道/河南路口進入，而由文心路/櫻花路口、臺灣大道/惠來路口進入會場路徑較為彎繞，作為主要路徑可能不符用路人習慣。	率，同時透過調整 BPR 公式之參數，與 GVP 車機資料之實際路段速率進行對比驗證，其驗證結果如圖 4.2-76 至圖 4.2-78 所示。雖指派結果顯示河南路與甘肅路之路段流量於整體路網中非大量流量之路段，然經 BPR 公式計算出之路段流量顯示此兩路段速率較低，仍可顯示河南路與甘肅路為壅塞路段。 (2) 本計畫所選定攔截圈重要路口係依據分時交通量指派結果與壅塞警示路口提出建議，且指派結果已與實際 GVP 資料進行驗證對比。另外，雖本計畫選定之攔截圈重要路口與臺中市政府交通局之重點觀察路口略有不同，但這些路口的位置仍極為相近且皆能反映車輛多由跨年晚會會場南側與西側進出之趨勢，說明本計畫選定之攔截圈重要路口仍有一定參考依據，可用於計算後續的分時停車需求推估。	
5. 報告書 4.2.6 節 P207-208，本計畫知識庫建議可納入過去疏運計畫採用之交通疏運措施，例如 2024 臺中跨年疏運計畫有於甘肅路規劃人行通道，並於 23 時至隔日 1 時封閉甘肅路(長安路至甘河路)。	感謝委員寶貴建議。本計畫目前未將短時間之管制計畫納入考量，建議後續相關計畫可持續精進該模式庫及知識庫，針對不同時段管制作為納入分析，以確保相關成果符合實際需求。	同意辦理
6. 報告書 6.3.2 節 P357-358，圖 6.3.6 道路速率模組圖速率越高顏色越紅，而圖 6.3.7 壅塞機率模組圖越壅塞顏色越紅，兩張圖相同顏色代表的路段績效不同，建議速率越低與越壅塞使用同一顏色。	感謝委員寶貴建議。已將圖 6.3.6 改為速率越高顏色越綠。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
7.報告書第七章，感謝團隊這兩年在本市推動緊急車輛優先通行計畫，本局已規劃於本市主要急救責任醫院周邊道路導入緊急車輛優先號誌，並向交通部爭取補助經費，本計畫成果將對本局未來推動緊急車輛優先號誌有所助益。	敬悉。	感謝交通局於本計畫之相關協助與配合
8.報告書 7.2.6 節 P397，表 7.2.12 所示經貿路/經貿二路口通過綠燈比例明顯較其他路口低，請問是何原因？	緊急車輛可成功觸發優先號誌之最短距離，與路口時制計畫及優先策略相關。本計畫優先策略採用延長綠燈/縮短紅燈，在多時相路口，系統在接獲優先請求訊息後，需經過所有非需求分相之最小綠燈及清道時間，始轉換至需求分相，該時間車輛行駛之距離即緊急車輛可成功觸發優先號誌之最短距離，詳見 7.2.3 節二(一)。路口二為三時相路口，依前述，至少需在路口 611 公尺前啟動優先號誌，較易成功(才有足夠時間轉換至優先時相)，惟路口二與水淹分隊距離約 318 公尺，因此在水淹分隊出發時即啟動優先運算，在路口二仍可能不及轉換為優先時相。	敬悉
9.本期計畫應用了本市交通資料建置數位雙生模型、人工智慧模式庫與知識庫等成果，建議將這些成果提供予本局操作體驗，作為本局未來交通管理規劃參考。	遵照辦理。	敬悉
二、淡江大學 陶治中教授		
1.報告書 2.4 節 P19 頁，應針對數位雙生功能特性將蒐集的國內外案例進行彙整比較，以凸顯各案例在數位雙生成熟度之表現。亦可說明國際知名之 Digital Twin 軟體平台有哪些？	感謝委員寶貴建議。已補充其他國際軟體平台案例於報告書 2.4 節。	同意辦理
2.報告書第五章 P307，建議第五章移至第三章，詳細說明數位雙生系統架構，包括實體層、感知層、數據層、	感謝委員寶貴建議。已更新於報告書適當章節。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
模型層、分析層、功能層、應用層，並以功能導向(描述、診斷、預測、決策、控制)之應用案例(第四章、第八章)如何達到數位雙生的技術特性(虛實映射、雙向互動、模擬擇優、數據驅動、模型支持、軟體定義)。		
3. 報告書第十章 P474，有關結論與建議之建議部分，宜聚焦於我國發展道路數位雙生之建議。	感謝委員寶貴建議。已將相關建議補充於報告書 10.2 節。	同意辦理
4. 報告書結論與建議部分建議可補充政策推動做法與經費需求，將有助於專案落地與實施，並針對不同縣市的應用需求進行適配，避免過度求全。	感謝委員寶貴建議。鑑於本計畫執行期間尚無法明確列出後續政策推動計畫與所需經費細項，建議可於後續年度計畫中，依據不同縣市的在地條件與實務需求，透過分階段推動、試辦與驗證的策略，以有機且彈性的方式適配各地之應用情境。	同意辦理
5. 整體報告值得肯定，但需在邏輯梳理與技術層次上進一步完善，以助於更好地推動數位雙生技術的應用與發展。	遵照辦理，感謝委員的肯定與寶貴建議。	敬悉
三、國立勤益科技大學 林正堅教授(書面審查意見)		
1. 報告書 3.4 節第 40 頁，表 3.4-1 表示路段速率偵測時之單支攝影機可照射最大道路寬度歸納，宜說明這些參數是否對應 AI 辨識之最佳效果。	表 3.4-1 為在理想環境狀況下之規劃，並依據 AI 辨識的條件限制(如解析度、角度和距離)進行可照射最大道路寬度分析及歸納。	同意辦理
2. 報告書 3.6 節第 48、49 頁，表 3.6-6 表示「一般」IPCAM+影像辨識佈設成本分析，得到邊原生(Edge Native)之建置成本較低，宜說明實際驗證結果。	建置成本以過去建置經驗歸納出表 3.6-6 成本提供參考表。針對邊原生(Edge Native)使用之容器服務(Nvidia Triton Inference Server) 為例，比較解碼流及切相版到推論，以不同設備(遠端)與同設備(本地)的效率測試，驗證結果為 AI 辨識與程式邏輯運算在同一台推論伺服器執行效率最佳，並在報告書 3.6 節中補充邊原生(Edge Native)之建置架構及驗證結果。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3.報告書 3.6 節第 49-52 頁，承上問題，宜說明這些 AI 驗證結果是否有引入 5G 環境。	有關 3.6 節交通參數驗證結皆係於 5G 環境下進行驗證。	敬悉
4.報告書 4.3 節第 227、228、230…，圖 4.3.6、圖 4.3.8、圖 4.3.10…等圖之平均客流量與標準差趨勢圖，標準差趨勢圖不宜以折線圖呈現，無法呈現變化情形。	感謝委員寶貴意見。經評估使用雙軸折線圖呈現「平均客流量」與「標準差」，能直觀表達資料的變化趨勢與對比。這些圖表中，每個時間點的標準差折線與平均客流量折線之間的距離，可清楚反映每個時間點的波動幅度。當標準差的線段與平均值的距離增加時，這代表該時間段客流量的波動較大。	同意辦理
5.本計畫是「建構 5G 智慧交通數位神經中樞」，結案報告中未有任何以 5G 建構智慧交通的相關結論與建議，似乎與本計畫的目標相違和，請執行單位務必改善。	本計畫之整體目標在於建構一套「5G 智慧交通數位神經中樞」，透過 5G 特性強化智慧交通相關技術的數據蒐集、傳輸、分析與應用能量。然而，在實際執行過程中，各技術研發項目的 5G 依賴度有所差異。有關本計畫在 5G 技術的應用與價值，已補充說明於報告書第十章。	同意辦理
四、交通部高速公路局		
1.報告書第四章 P79-82，圖 4.1.11 至圖 4.1.14 建議圖上之路段編碼文字改以文字說明，以利閱讀。	已修正於報告書 4.1 節，圖 4.1.11-圖 4.1.14 改以路段名稱表示。	同意辦理
2.報告書第四章 P112，表 4.2-7 有關高速公路容量部分，建議依照 2022 公路容量手冊之建議容量。	本計畫相關道路容量皆已參照 2022 公路容量手冊之建議容量進行分析，相關內容可詳報告書第四章。	同意辦理
3.報告書第四章 P251，壅塞機率與降雨機率不同，壅塞機率之發布會影響壅塞機率之準確度，且民眾是否真的需要得知壅塞機率？或可思考公布易壅塞路段與時段，來分流引導民眾，以達宣導之目的。	提出壅塞機率作為一種路況服務資訊的呈現方式，主要目的在於為管理單位提供多元的選擇，而非對最終採用的資訊呈現形式做出限制。管理單位仍可依據特定服務目標與實際需求，選擇提供壅塞機率、絕對速率，或其他結合形式的資訊。	同意辦理
4.報告書第四章 P253，表 4.4-8 有關臺北市特徵重要排序彙整比較表中，第 1 名為前 4 週同時段平均速率，反而較接近前 2 週、前 3 週分	關於表 4.4-8 中臺北地區速限 50 路段的特徵重要度分析結果，前 4 週同時段平均速率的重要性高於前 2 週	敬悉

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
別為第 8 及第 7 名，造成此結果之可能原因為何？建請補充說明。	及前 3 週，這可能看似不符合直觀預期。然而，此排序結果是基於機器學習模型的「置換重要性（Permutation Importance）」分析而得，其結果主要反映各特徵在模型預測中的實際貢獻程度，而非完全依據特徵間的邏輯關聯性或直覺排序。 造成此結果的可能原因在於，前 4 週同時段平均速率可能包含更多穩定且具代表性的長期趨勢特徵，能有效幫助模型捕捉速率變化的模式，從而對模型的預測結果產生更大影響。而前 2 週及前 3 週同時段速率可能雖有相關性，但其貢獻程度相對分散，對於模型預測的影響因此較低。 此外，置換重要性分析的結果本身會受到數據特徵之間相關性以及模型結構的影響，因此可能出現一些不符合直覺的情況，但這也正是機器學習的特徵，模型重視的特徵排序往往基於其對預測能力的貢獻，而非僅基於人類的直觀推測。	
5. 報告書第 8.2 節 P432，目前路口號誌不斷電系統，市面上已有商家可提供勞務契約服務，可與得標廠商簽訂勞務契約後，由廠商提供不斷電系統之設備租賃、維護及該路口不斷電系統之狀態回報系統建置(公版系統)。	市面上目前的確有提供租賃服務的不斷電系統廠商，也能提供不斷電設備狀態回報的維護系統，但無法跟目前交通控制中心系統整合。因此仍須廠商支援不斷電系統之標準通訊協定，將不斷電系統的狀態整合至交通控制系統中，降低管理人員之負擔。	敬悉
五、交通部公路局		
1. 報告書中已有對小車、大車、機車辨識準確率進行檢討，亦有針對行人進行 AI 影像辨識，建議補充說明行人辨識準確率。	本計畫於路口轉向交通量辨識項目包含大車、小車、機車、行人，有關行人辨識準確率可參見報告書表 3.6-6。	同意辦理
2. 目前數位雙生平台中各項交通資料展示(如行穿線行人偵測、綠燈使用率)更新頻率為每 15 分鐘，請補充	本計畫數位雙生平台資料蒐集頻率設計保留彈性，管理者可自行調整其頻率。惟資料更新頻率不宜過於頻	

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
說明資料更新頻率是否能再縮短以供尖峰時段進行即時決策使用。	繁，若資料更新頻率短於一個完整的號誌週期，可能導致所蒐集的資訊不夠完整或具有代表性，進而呈現出偏頗或片面的交通流量數據。	
3. 數位雙生功能中的告警功能目前有車流異常告警、號誌燈頭異常告警等，請補充說明是否可提供其他事件(突發性事故、事故)所導致的異常告警。	本計畫執行項目除車流異常告警、號誌燈頭異常告警，亦包含人流異常告警。	同意辦理
六、內政部消防署(書面審查意見)		
謝謝交通部協助消防緊急車輛優先通行計畫，提升消防車、救護車通行安全及速度，佈過這幾年各機關試辦都算是小區域，建議未來可擴大試辦，在交通繁忙區域，可以取得更多數據。	敬悉。	敬悉
七、臺北市政府交通局		
報告書第七章 P401-403，主要是詢問臺中市水湳分隊的調查問卷，本計畫雖以緊急車輛優先通行的部分去做詢問，大致都獲得正向的意見回饋，但道路除緊急車輛使用，仍須提供大多數的一般民眾使用。建議未來實施相關計畫，亦針對民眾角度調查意見，俾利後續優化。	本計畫實測場域(水湳地區)交通環境相對較單純，因此問卷調查對象僅針對緊急車輛駕駛人員。未來如有相關計畫，建議應進一步調查其他用路人之意見，俾利後續優化。	同意辦理
八、臺中市政府交通局		
1. 感謝運研所及逢甲團隊在臺中試辦計畫帶來的寶貴經驗，本計畫在福康與福順路口進行 AI 號誌時制檢討部分，後續本局將根據實際成效據以檢視或修改該路口現行時制計畫。	感謝貴局協助與配合。	敬悉
2. 報告書第 4.6 節的 AI 號誌時制檢測機制是否有建議適用的路口態樣？俾利未來持續推廣至其他路口或路段或路網型式。	可適用於周邊有常發生車流變化大的路口(例如商圈、醫院周邊、新興重劃區等)。如若因活動或特殊狀態突然湧現較多車流，可應用本計畫機制因應衍生之車流變化。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
3.有關緊急車輛優先號誌控制參考手冊，建議應加入系統運作執行成效之評估指標。	遵照辦理。已補充於報告書附件 5 參考手冊。	同意辦理
4.有關緊急車輛優先號誌控制系統運作滿意度調查結果，部分項目之滿意度較不明顯，建請補充說明。	本計畫雖以問卷調查使用滿意度，惟並沒有詢問使用頻率，因此可能部分項目較不明顯。建議相關計畫可考量將問卷內容納入使用頻率。	同意辦理
九、臺南市政府交通局		
1.本計畫緊急車輛優先號誌控制系統之中心端控制是架設於何處？請補充說明。	本計畫係租用雲端伺服器接收車輛請求訊息，並進行優先號誌運算與策略判斷，運算結果透過既有 API 介面與臺中市號誌系統介接，由系統下指令至現場控制器更改號誌時制。相關系統架構可參閱圖 7.2.21。	同意辦理
2.請補充緊急車輛優先號誌控制系統執行後的時制補償機制為何？	由於本計畫實測場域水湳地區交通相對較單純，因此時制補償機制係由控制器進行補償。	同意辦理
3.臺南市是以模擬方式評估緊急車輛優先號控執行績效，本計畫則是如何取得實際執行後的績效數據？請補充說明。	本計畫車機每秒傳送一筆 SRM 訊息，訊息內容包括 request type，其中 request type 3 取消優先即代表車輛已通過路口，系統則在接收到 request type 3 時記錄當下之時相，以統計車輛通過路口時為綠燈或是非綠燈，並以通過路口為綠燈之次數/通過路口總次數作為執行績效(抵達路口為綠燈之機率)。	同意辦理
十、新北市政府交通局(書面審查意見)		
1.報告書第 7.3 節 P418，請說明為何以 20 秒作為延長綠燈秒數上限？	該節內容為臺北市案例，主要因臺北市係以路網控制，為避免單一路口延長綠燈影響整體路網甚鉅，因此設定 20 秒為延長綠燈秒數上限，並於現場進行觀察確認妥適，維持設計值。	敬悉
2.報告書第 7.3 節 P418，GPS 飄移之誤差請納入考量。	該節內容為臺北市案例，其設計已考量 GNSS 飄移誤差，將車輛於虛擬路段上容忍範圍設定為 30 公尺。	敬悉
十一、桃園市政府交通局(書面審查意見)		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
1.報告書第 7.2.1 節 P373，緊急車輛優先號控係以告警牌面告知用路人該場域為試辦場域，建議後續可考慮透過小型 CMS 告知民眾救護車接近路口，降低現場民眾號誌突然變更的疑慮。	本計畫於實測階段係以簡易宣導標誌牌面提醒用路人，建議未來相關計畫如須長期實作，應設置 CMS 告知民眾。	同意辦理
2.報告書第 7.2.4 節 P390，有關緊急車輛優先號誌係採中心控制，將資料回傳中心後，再由中心下達控制指令，請問不採 edge 端運算的理由。	本計畫參考目前實際運作案例(如臺北市)，如需進行大範圍路網控制或較複雜情境之運算，以中心控制方式可節省路側設備成本；再者，本計畫雖有車機、OBU、RSU 等設備，如要在現場端運作，仍須增建 IPC 才可於現場端控制。	同意辦理
3.報告書第 7.2.6 節 P397，有關緊急車輛優先號誌，依測試成果說明目前係以緊急車輛抵達路口時為綠燈之機率作為指標，惟本次施作係以多個連續路口之廊道為目標，建議可新增平均旅行時間指標，凸顯實施前後差異。	因本計畫實測路徑不長(由出發至行駛完三處路口共約 600 公尺，且並非幹道路廊型式)，以旅行時間計算成效較不明顯，爰以抵達時為綠燈之機率作為指標。	同意辦理
十二、本所運輸資訊組(書面審查意見)		
1.報告書 3.6 節之「一、傳統交通數據…之差異」相關內容，建議應置放於第三章之前言，先說明本計畫係提出「一般」攝影機結合 AI 影像辨識技術蒐集多元交通資料之優勢，再開始闡述 3.1 節以後內容。	遵照辦理。已調整章節內容。	同意辦理
2.報告書第七章緊急救援車輛智慧優先號控功能實作精進，7.4 節參考手冊初稿部分， (1) 手冊名稱建議改為「緊急救援車輛優先號控系統建置參考手冊初稿」。 (2) P.536 表 1 分析內容，請考量現場端分散式在車載端 OBU 的硬體規格要求可能高於中心端集中式的 OBU 規格之限制，以及現場端分散式的運作方式傳輸即時性較	(1) 遵照辦理。 (2) 採用不同控制及通訊方式，OBU 所需功能已補充於報告書附件 5 參考手冊。 (3) 已綜整不同通訊技術採中心端控制與現場端控制之軟硬體需求，並將相關內容補充說明於報告書附件 5 參考手冊之表 6。 (4) 附錄內容主要蒐集本計畫及部份縣市執行緊急車輛優先號誌曾發生之異常狀況與處理方式，主要	同意辦理

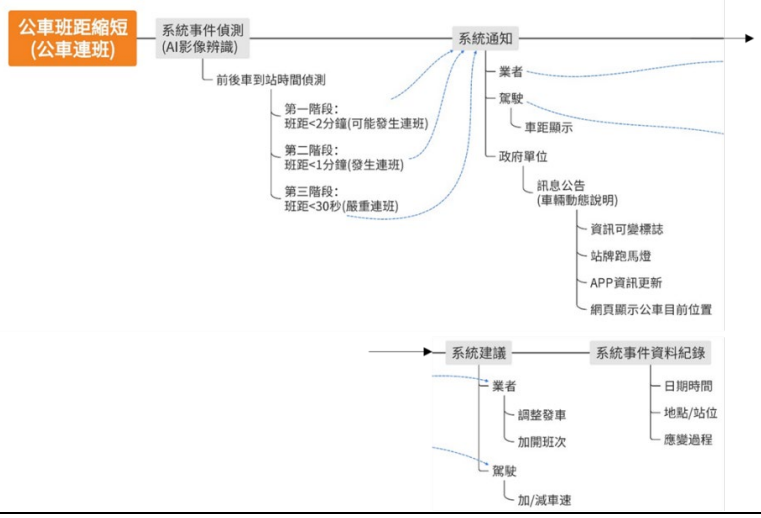
參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
高的特色。 (3) 第三章系統資訊需求與設備 3.1 節優先號誌資訊需求，請分別依現場端分散式與中心端集中式，列出對應之資通訊軟硬體需求。 (4) 附錄之附表一內容似僅針對現場端分散式，請將中心端集中式納入，並分開敘述。 (5) 請補充說明為達緊急救援車輛優先號誌運作需求之車載端 OBU 的 GNSS 定位精度與傳輸頻率需求。	為中心端控制之異常處理。部分異常處理項目在不同控制端均適用，例如調整邏輯以減輕對橫向車流的影響、檢查 OBU、檢查通訊服務等。目前並無蒐集到因現場端控制而產生之特殊異常處理。 (5) 傳輸頻率至少每秒傳送一筆車輛經緯度資訊(傳輸頻率已於表 4 之特色欄位說明)。有關車載端定位精度參考本計畫及其他執行優先號誌案例約 3~30m。	
3. 考量 GPS 係由美國提供的全球衛星定位服務，且為國際 4 大(美國、俄羅斯、歐盟、中國大陸)全球衛星定位系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)之一，同時目前衛星定位資訊均為多衛星定位系統整合產生，而非單一美國 GPS 定位資訊，因此請將 GPS 相關用詞統一調整為 GNSS。	遵照辦理。	同意辦理
4. 請將報告中有關「V3.0 通訊協定」統一調整為「都市交通控制通訊協定 3.0 版」或「都市交控通訊協定 3.0 版」。	遵照辦理。已修正相關用詞。	同意辦理
5. 有關本計畫所完成之各項研發成果(模式庫/知識庫/大數據平台等)，預期將於 114 年度落地應用，爰請逢甲大學應確實說明各項成果之移轉應用方式或程序(如涉及採購外部資料庫[如 CVP]部分亦應清楚說明)，以利本所後續推廣使用。	有關本計畫研發成果之後續應用與移轉方式簡要說明如下，相關內容可參閱報告書 10.2 節。 1.有關預測模式庫建議採「封裝服務」的方式於雲端或伺服器平台進行部署，並以 API 介面對外提供服務。 2.大數據平台主要係提供計畫成果展示用，可提供相關單位於類似平台設計參採。 3.有關大型活動模式庫成果，其中最短路徑指派模型可提交供後續應用；未來欲實務應用該模型的單位，可視需求自行採購相關外部資料，如信令	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
	(CVP)資料或其他分時起訖(O-D)分布資料，搭配本計畫所提供之模型進行交通量指派。此彈性做法有利於符合不同場域及應用場景的需求。	
6. 請再檢視第一次及第二次期中審查會議之「審查意見處理情形表」，應確實依回覆處理內容修訂於期末報告修正定稿。	遵照辦理。	同意辦理
7. 有關報告內文錯別字(如台/臺、收集/蒐集、記錄/紀錄等)、語意不清、段落編排(頁碼應置於頁面下方)等部分請於會後洽本所運資組，至於編排格式則請依本所出版品印製規範修正。	遵照辦理。	敬悉
十三、主席結論		
1. 本計畫所提出之數位雙生技術在智慧城市中扮演核心角色，展現出其重要性與前瞻性價值。作為未來智慧化發展的基石，本計畫應充分運用研究成果參與2029年國際智慧城市與運輸展示活動，以彰顯臺灣在該領域的技術實力。此外建議本計畫應持續將部分研究成果交付地方政府實施，協助逐步導入操作，累積實務經驗，為後續大規模推廣奠定基礎。同時，透過實際場景應用驗證技術的可行性與效能，進一步提升地方政府的應用能力。此外，後續計畫的制定至關重要，特別是在2029年成果展示的準備階段，應確保資源配置充分，以支持技術的深化與拓展。各單位應攜手合作，共同推動智慧運輸技術的廣泛應用，為未來的成功奠定堅實基礎。	敬悉。建議納入後續年度計畫參採。	敬悉
2. 有關審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請逢甲大學整理「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。	敬悉

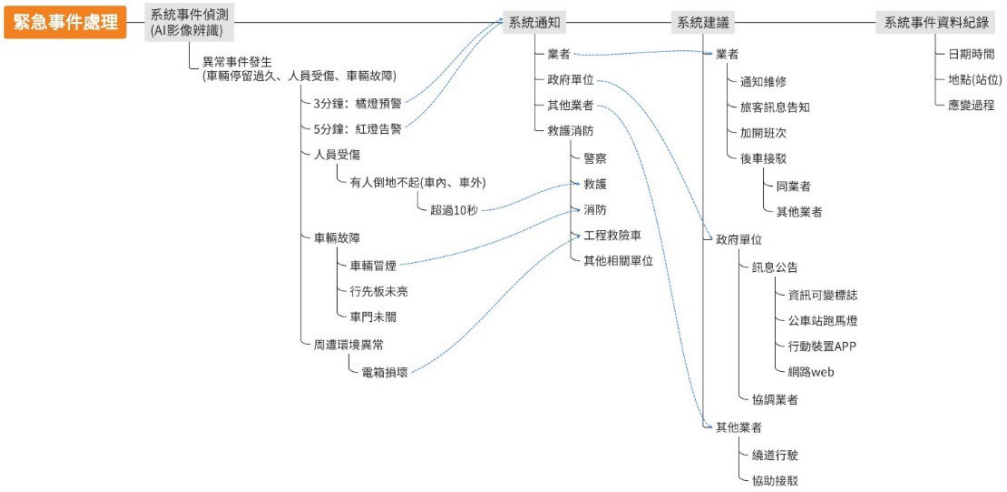
參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦 單位審查意見
3.本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告審查原則通過，請逢甲大學於113 年 12 月 13 日前提送期末報告修正定稿。	遵照辦理。	敬悉

附件四、本計畫各知識庫 QA 彙整

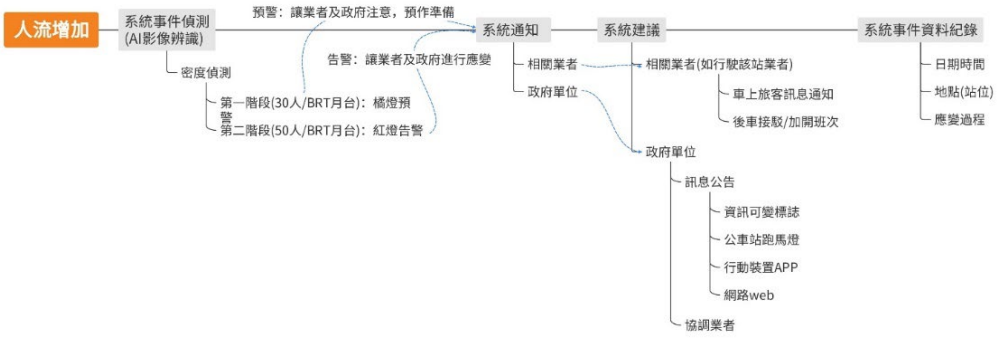
一、公車連班事件處理應變知識庫

子主題	問題	回覆
連班應變作為	當公車發生連班時要怎麼處理？	一、系統事件偵測 1. 採取 AI 影像辨識：偵測並記錄同路線每班公車的到站時間並計算前後車班距，當後車班距明顯縮短時，系統即會通知該路線業者、前後車駕駛、政府機關。 2. 設定偵測階段： (1) 預警(班距< 2 分鐘)：可能發生公車連班的狀況發生，需觀察並預作相關應變措施之準備。 (2) 告警(班距< 1 分鐘)：持續縮短至小於 1 分鐘時，發生公車連班狀況，相關單位應立即確認與了解情況，並進行相關應變處理。 (3) 警示(班距< 30 秒)：持續惡化至班距小於 30 秒時，偵測器已連續發出多次系統通知，說明需立即通知駕駛進行加減速等應變。 二、系統通知 1. 提醒旅客等待時間之變動。 2. 路線所屬客運業者：包括該路線所屬管轄之站所站務人員、調度人員、總公司業務單位，並於網路 web、行動裝置 APP、車上設備(廣播、跑馬燈) 佈達資訊。 3. 直屬之中央行政管理單位，如地方交通局轄管課室，於 CMS、公車站跑馬燈、網路 web 之 GIS 動態、行動裝置 APP 佈達資訊。 三、系統建議：避免後續站點候車之旅客等候時間過長或搭不上車 1. 通知起始站調整後續班次之發車時間。2.以加開班次支援受連班影響的站點。3.建議駕駛行駛過程中適時進行加/減速。 四、系統事件資料記錄 1. 連班狀況發生之地點與時間、路線等資料。2.處理方式。3.聯絡窗口(客運單位、地方交通局、課室承辦單位) 。4.發送之消息公告文稿。5.如有影像資料亦可留存。
	系統應變流程處理？	

二、公車緊急事件處理應變知識庫

子主題	問題	回覆
緊急事件應變作為	當公車發生緊急事件時要怎麼處理？	一、系統事件偵測 1. 採取 AI 影像辨識：確認車輛停滯狀況。 2. 事件類別：包括民眾滋事、乘客身體不適倒地、車輛冒煙、行先板未亮、車門未關等可能影響車輛運行之狀態。 3. 設定偵測階段： (1) 給予業者或管理人員預警(3 分鐘)和告警(5 分鐘)通知。 (2) 時間設定可由管理者依據自身知識或經驗輸入或更改。 二、系統通知 1. 路線所屬客運業者：包括該路線所屬管轄之站所站務人員、調度人員、總公司業務單位。 2. 直屬之中央行政管理單位，如地方交通局轄管課室。 3. 若涉及生命安全疑慮，則需同步通知消防隊、醫院甚至工程救險等單位到場進行緊急救援。 4. 通知項目：包括事件發生地點、狀況、車輛運行狀況、影響人數及相關影像資料。 三、系統建議 1. 利用彈跳式視窗給予「通知維修」、「旅客訊息告知」、「加開班次」、「後車接駁」，或者「請求其他業者支援接駁」等應變處理選項給予業者參考並執行。 2. 於 CMS、公車站跑馬燈、網路 web 之 GIS 動態、行動裝置 APP 佈達資訊。 3. 通知其他業者：繞道行駛、協調其協助疏運接駁。 四、系統事件資料記錄 1. 緊急狀況發生之種類、地點、時間、受影響之路線等資料。2.處理方式。3.聯絡窗口(客運單位、地方交通局、課室承辦單位) 。4.發送之消息公告文稿。5.如有影像資料亦可留存。
	系統應變流程處理？	

三、公車因應人流即時增加之營運調度知識庫

子主題	問題	回覆
因應人流即時增加之營運調度	如何因應人流即時增加進行營運調度？	一、確認需偵測之事件類別 1. 採取 AI 影像辨識：人流增加。 2. 設定偵測階段：第一階段的橘燈「預警」、第二階段的紅燈「告警」。 3. 通報警戒設定及單位 (1) 橘燈「預警」：候車站人流密度已達 30 人時，同步警示業者、政府等單位。 (2) 紅燈「告警」：候車站人流密度持續增加至 50 人時，告知業者與政府等相關單位異常事件已發生。 二、系統通知 1. 行經該站位之客運業者，包括該站所屬管轄站務人員、調度人員、總公司業務單位。 2. 直屬之中央行政管理單位，如地方交通局轄管課室。 三、系統建議：提供資訊提供管道 1. 客運業者：網路 web、行動裝置 APP、車上設備(廣播、跑馬燈) 。 2. 地方交通局：CMS、公車站跑馬燈、網路 web、行動裝置 APP 等平台或介面。 3. 協調其他同業業者派車。 四、系統事件資料記錄 1. 記錄該起異常事件發生「日期時間」、「地點站位」與「應變過程」等。 2. 聯絡窗口(客運單位、地方交通局、課室承辦單位) 。 3. 發送之消息公告文稿。 4. 如有影像資料亦可留存。
	系統應變流程處理？	

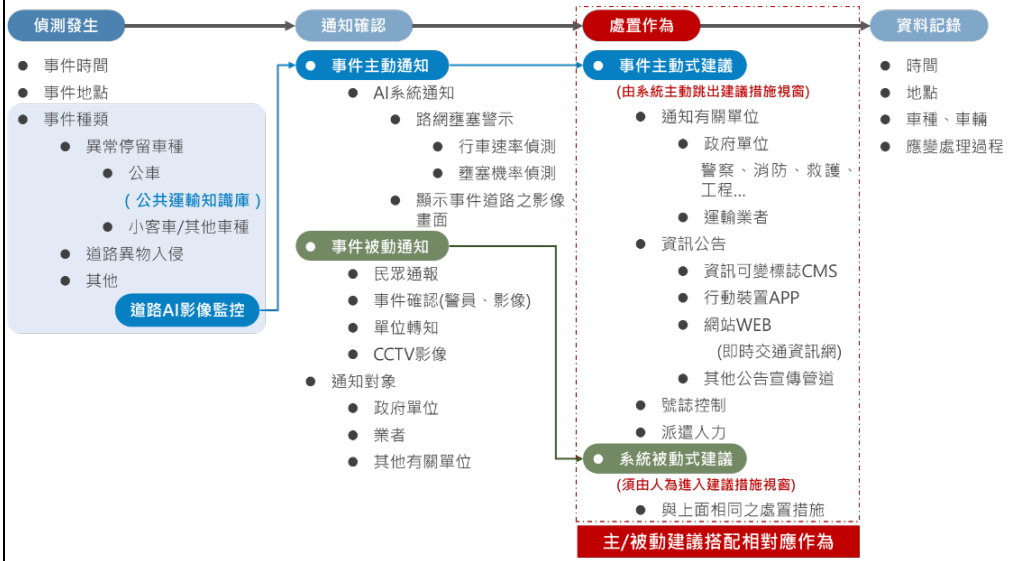
四、大型活動疏導輔助決策知識庫

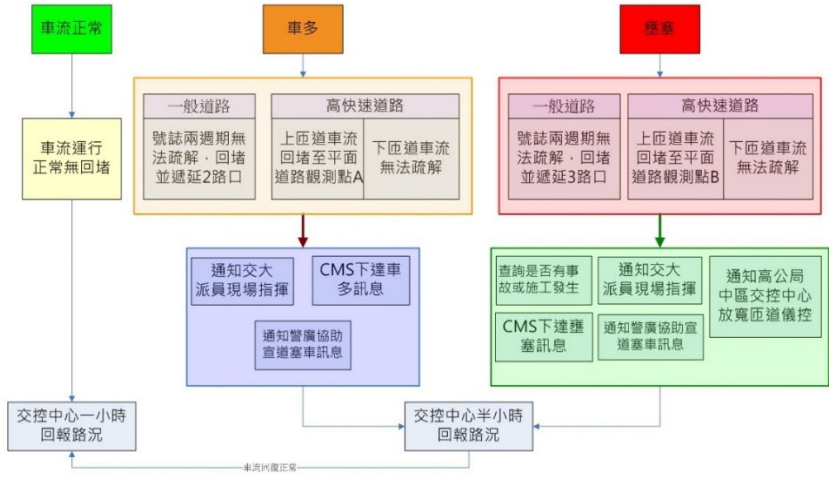
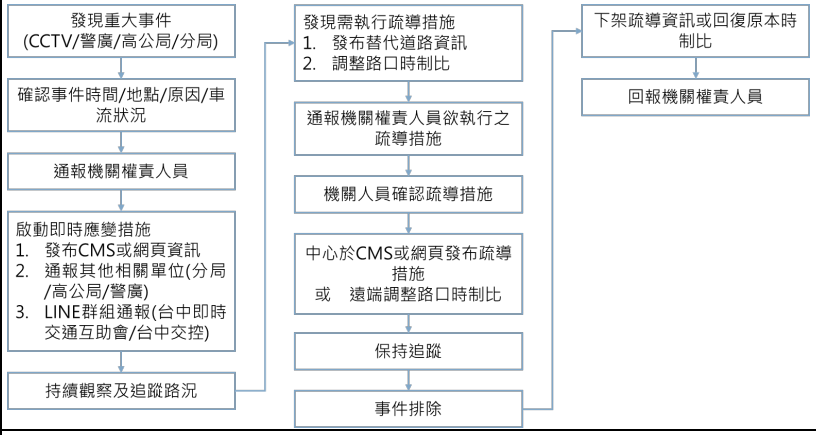
<table>
<tr><th>子主題</th><th>問題</th><th>回覆</th></tr>
<tr><td rowspan="3">管制面向</td><td>如何界定攔截圈的範圍</td><td>一、資料蒐集與判斷
1. 蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料
2. 規劃前往活動車輛進場動線
3. 確認周邊道路寬度、車道數、交通量等道路特性資訊
4. 確定活動場地周邊潛在性壅塞路口
二、研議攔截圈的範圍
1. 聯繫交通局、轄區警察局、活動主辦單位等相關單位
2. 初步建議以 500 公尺為範圍，再依實際狀況進行滾動調整
三、資料記錄
1. 會議討論記錄。2.活動背景資料。3.聯絡窗口。</td></tr>
<tr><td>義交人力要如何安排</td><td>一、以路口車道數為基準安排義交人力。
二、以路口大小規劃相對應的義交人數，仍需依實際狀況進行滾動調整。建議如下
<table><tr><th>進入路口車道數總和</th><th>交通疏導人員配置人數</th></tr><tr><td>車道數≦6</td><td>2</td></tr><tr><td>6＜車道數</td><td>5</td></tr></table>三、資料記錄
1. 會議討論記錄。2.協助交通疏導之相關單位聯繫方式。</td></tr>
<tr><td>如何有效設置車流導引牌面</td><td>一、資料蒐集與判斷
1. 蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料，包括導引牌面文字、數量、裝設方式、車流量數據等
2. 規劃前往活動車輛進場動線
3. 探討活動期間對周邊道路之影響，包括交通影響評估資訊
二、確定指引涵蓋範圍
1. 備援停車場導引
2. 壅塞道路替代動線導引
三、確認各方向導引措施
1. 管制區牌面文字設置建議「前方道路管制、請改道行駛」。
2. 停車場導引牌面文字設置建議「XX 活動停車場↑」，可將活動主要 LOGO 放進牌面，增加辨識度。
四、資料記錄
1. 活動背景資料。2.導引牌面資訊。</td></tr>
<tr><td>停車面向</td><td>備援停車場如何尋找</td><td>一、資料蒐集與判斷
1. 蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料，包含停車場清單/位置/可停大小車位數/計費方式、停車數量、旅次數量、聯絡方式等
2. 依據車輛行駛動線規劃結果，確認活動車輛進場動線
二、尋找活動周邊備援停車場
1. 蒐集活動周邊範圍 500 公尺範圍之既有停車場、空地及校園與機關用地清單
2. 徵詢該清單下各停車場所屬管理單位配合意願</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>子主題</th><th>問題</th><th>回覆</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>3. 視情況調整備援停車場搜尋範圍，如未達預計停車場數量，則建議以 500 公尺往外擴展
4. 確認活動周邊備援停車場
三、資料記錄
1. 備援停車場相關資訊，包括清單/位置/可停大小車位數/計費方式。
2. 停車數量，包括大/小車數量
3. 聯絡窗口</td></tr>
<tr><td></td><td>如何確保滿足活動衍生之停車需求</td><td>一、資料蒐集與判斷
1. 蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料，包含停車數量、旅次數量、尖／離峰需求
2. 確認活動車輛進場動線
二、資料記錄
1. 停車數量，包括大/小車數量、時段需求。2.旅次數量，依時間區段記錄。3.聯絡窗口</td></tr>
<tr><td>接駁車面向</td><td>接駁車車次需求要如何評估</td><td>一、資料蒐集與判斷
1. 蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料，包含接駁車次、旅次數量、尖／離峰接駁需求、提供接駁服務之業者
2. 推估周邊地區活動期間各別衍生之旅次數量
二、資料記錄
1. 車次發車數，依時間區段記錄。2.旅次數量，依時間區段記錄。3.提供接駁車之業者聯繫方式</td></tr>
<tr><td>宣導面向</td><td>舉辦活動主要需要跟民眾宣導甚麼</td><td>一、資料蒐集與判斷
蒐集過往舉辦相關活動相關歷史資料，包含宣導方式、宣傳管道聯繫資訊，張貼內容包括：活動時間、活動場地、行車管制範圍、停車場位置、接駁車路線及站點、壅塞路段替代動線等資訊
<table><tr><th>官網資訊</th><th>手機 APP</th><th>CMS</th><th>實體宣傳</th></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table>二、研議本次活動宣導措施內容
1. 聯繫配合之單位、廠商討論張貼方式及範圍，張貼內容包括
2. 活動時間、活動場地、行車管制範圍、停車場位置、接駁車路線及站點、壅塞路段替代動線等資訊
3. 若是屬於實體張貼部分，則需於活動地區所在鄉鎮及周邊鄉鎮相關機關單位及民間合作單位，張貼上述所提之相關內容
4. 可利用過往活動張貼樣本進行相關內容之修正
三、資料記錄
1. 張貼方式及宣傳樣本。2.聯絡方式。</td></tr>
</table>

五、交通異常事件疏導應變輔助決策知識庫

子主題	問題	回覆
基礎定義	道路交通異常事件定義是甚麼？	在道路交通系統中，發生與一般或正常情況不同的事件或狀況，而這些事件或狀況可能會對道路交通的安全性、流動性、效率和環保等方面產生不良影響
	可能影響車流的因素種類有哪些？	一、可事先預知的事件：道路施工、交通壅塞等可讓交通管理單位、運輸業者或一般用路人能提早應變屬之。 二、突發性無法預測的異常事件：道路事故、車輛故障、天然災害等。
	交通事件特性分類？	會影響道路交通與車流之事件分類 一、依事件資訊取得區分：分為可預期事件(如活動、施工)與突發性事件(如事故、天災)。 二、依事件長短區分：分為長時間影響之事件(如長期之道路施工、天然災害造成的道路中斷等)與短時間影響之事件(如短時間道路壅塞)。 三、依事件影響範圍區分：分為單一局部地點事件(如輕微之交通事故)和區域性事件(如遊行活動、宗教遶境或某些重大災害等)。 四、依空間特性區分：分為固定性事件(如交通事故、道路積水、施工、號誌故障等)和移動性事件(如遊行、路跑或其他體育活動、廟會繞境等)。
	交通重大事件分類？	一、重大交通事故 1. 有死亡人數之案件或嚴重事故致公路單、雙向交通阻斷，無法於短時間恢復通車者。 2. 死亡人數在三人以上，或死亡及受傷人數在十人以上，或受傷人數在十五人以上。 3. 運送之危險物品發生爆炸、燃燒或有毒液(氣)體、放射性物質洩漏等事故。 二、治安事件：發生聚眾陳情、請願致交通陷於重大停頓者。 三、其他重大災害 1. 發生全國/面性或較大區域性之颱風、地震、水災等天然災害，導致淹水、火災或樹木傾倒等致交通陷於重大停頓者。 2. 工程災害：因新建、改建、維護、裝修等工程事故發生時，造成重大人員傷亡或嚴重影響道路通行之事件。 3. 因火災、爆炸、公用氣體、電器管線外洩等，需消防車或警車至現場封閉道路處理之事件。 四、道路交通事故：指車輛、動力機械或大眾捷運系統車輛在道路上行駛，致有人受傷或死亡，或致車輛、動力機械、大眾捷運系統車輛、財物損壞之事故。
應變流程	都市地區道路交通異常事件應變流程？	一、管理單位：由地方政府之交通控制中心(交控中心)為主要監管單位。 二、事件偵測(發現事件) 1. 車流壅塞警示(AI 影像辨識重點路段或地點的事件主動偵測)。 2. 建置路網監控系統(介接 Google Map)。 3. 號誌與中心連線，影像監控。

子主題	問題	回覆
		4. 其他單位資訊提供： (1) 高公局、公路局進行資料介接(或自行撈取資料匯入) (2) 警察、消防、水利等相關系統介接 (3) 警消專用設備和線路供交控中心監控(內網設定) 5. 外界通報(民眾、其他單位)。 三、系統通知(事件確認) 1. 利用 CCTV 影像確認或協請當地警察同仁、主管單位確認。 2. 自動偵測壅塞資訊(進行門檻設定，以警示視窗通報) (1) 號誌設定：設定預警門檻如紅燈時間 30 秒，則停留超過 33 秒可先設定預警通知，超過 35 秒則為異常可通知相關單位。 (2) 車速設定：如低於 40 km/hr(依路段速限，由各單位人員進行設定) 3. 利用通訊軟體(如 Line 群組)進行橫向通報。 4. 外界通報(民眾、其他單位)。 四、系統建議(事件處理) 1. 透過中心與號誌之連線直接進行號誌秒數調整。(號誌控制) 2. 透過既有宣傳管道發布資訊，如 CMS、Web、APP、廣播、電視等。 3. 重要路段上利用車流速率低於一門檻值，系統自動於 CMS 發布道路壅塞之訊息。 4. 相關單位人員(警、消)到場處置。 五、資料記錄 1. 紙本/電子/系統化資料存查。 2. 每日事故件數與已處理件數。 3. 當日事件細節資料記錄(事件類別、時間、地點、車種、車輛、死傷人數、應變過程、聯繫窗口)。 4. SOP 作業流程圖。 六、 應變作業流程圖 

子主題	問題	回覆
	交控中心值班標準作業	交控中心值班標準作業流程參閱(以臺中市交控中心為例) 
	重大事件處理流程	重大事件處理流程參考(以臺中市交控中心為例) 
異常疏導作業案例	常態性壅塞	一、車輛故障導致前方車流異常回堵 1. 員警巡邏時發現，通知拖吊服務車廠 2. 將巡邏機車擺放在故障車後方，並打開警示燈提醒用路人，並進行現場指揮 二、市區交通壅塞問題 1. 採用「週期延長」、「左轉優化」、「智慧交控」、「警力疏導」等作為 2. 增加尖峰時段市區整體號誌週期，延長幹道方向的綠燈秒數 3. 增設左轉專用車道 4. 瓶頸路口：增派警力及義交加強交通疏導 5. 建置平台觀測： (1) 提供壅塞自動告警功能，輔以 CCTV 攝影機觀看回堵情形及判讀塞車原因 (2) 智慧化輔助：設置智慧動態號誌系統，AI 影像辨識判斷塞車路段及方向，並自動增加壅塞方向綠燈秒數
	臨時性突發事件	一、以緊急通報簡訊的方式發布警訊通知，地方警局派遣警力人力至重要路口支援。 二、開設一級應變中心(視情況而定開設不同等級之應變中心)，由相關局處首長進駐，並請警力出動疏導。

附件五、緊急救援車輛優先號控系統建置參考手冊

第一章 總則

1.1 目的

本手冊主要在於彙整有關緊急救援車輛優先通行之規劃、設計以及實際建置與應用經驗，以作為國內相關單位未來於規劃、設計與建置緊急救援車輛優先通行系統之參考。

1.2 緊急救援車輛定義

本手冊之緊急救援車輛，係以消防車及救護車之優先號誌需求作為資料蒐集、規劃及實作考量。

1.3 內容

本手冊內容包括緊急救援車輛優先號誌系統架構、車上設備、路側設備、定位及通訊技術等。

1.4 應用

本手冊係彙整國內外緊急救援車輛優先通行建置經驗，僅供進行緊急救援車輛優先通行規劃與設計時之參考，使用者於參考本手冊時，仍需衡量實際情況與需求，運用專業經驗對各項緊急救援車輛優先系統相關設施之技術性、經濟性與有效性等因素研判及評估，從而進行系統性與整體性之規劃設計。此外，使用者於進行規劃設計時，另應注意下列各點：

一、資通訊設施相關技術之發展日新月異，故具有與本手冊同等(含)以上功能之新穎技術或材料時，得依其實用性而加以試用或試驗。

二、本手冊供緊急車輛優先號誌規劃設計參考，使用者可依其計畫所需，選取適當之架構與設施設計之。

三、使用者根據所要實施範圍之路口型態分類及其現況，規劃可行之緊急救援車輛優先通行控制模式。

1. 獨立型：依路口車流型態設計。
2. 幹道型：需求方向一次通過數處路口。
3. 路網型：需事先掌握緊急救援車輛之路徑，由路徑來判斷緊急車輛所需之行進方向及路口數量。

四、控制方式

1. 路側端控制

路口數量不多、獨立路口、或對於號誌控制即時性要求較高之路口，可考量以路側端(分散式)控制。

2. 中心端控制

在路口已實施其他動態控制策略時，在既有動態控制執行期間，如再接獲緊急車輛優先通行需求，需暫停動態控制功能，或需處理整體路網運算複雜之策略，此種情形以中心端(集中式)控制較為適宜。

3. 混合運用

部分路口以中心端控制，部分以路側端控制之方式。

五、績效指標

參考國內外案例，常見之績效指標包括行駛時間、平均速率、通過路口為綠燈之機率，使用者可根據實作範圍型式選擇適用之指標，亦可根據場域需求研擬其他種類評估指標。

1. 行駛時間或平均速率

實作範圍路口數量較多或幹道型式，可考量以行駛時間或速率做為績效指標。

2. 通過路口為綠燈之機率

實作範圍路口數量不多、獨立路口或非連續路口，可考量以通過路口為綠燈之機率作為績效指標。

第二章 系統控制與策略架構

2.1 優先號誌系統控制方式

優先號誌控制方式分為中心端(集中式)控制及現場端(分散式)控制。其控制方式說明、傳輸方式、通訊協定、特色與限制如表 1。

表 1 優先號誌系統控制方式

項目	中心端集中式	現場端分散式
控制方式	OBU 之 GNSS 資訊透過通訊傳輸至中心系統，進行運算與判斷後，下達指令予號誌控制器改變時制	OBU 之 GNSS 資訊透過通訊傳輸至路側設備，進行運算與判斷後，下達指令予號誌控制器改變時制。
傳輸	以 4G/5G 進行傳輸溝通，或經有線網路傳輸至中心，中心再經由路口有線網路或 4G/5G 無線網路，傳輸優先指令。	以 C-V2X 進行路側端與車輛端之溝通。
通訊協定	都市交通控制通訊協定 3.0 版	都市交通控制通訊協定 3.0 版/TCROS 標準/SAE J2735
特色	可搭配其他控制進行路口控制 路側設備成本較低	● 中心端軟硬體更動幅度小 ● 車路通訊不受行動通訊品質影響。
限制	● 若以 4G 方式傳輸有延遲之可能(受行動通訊品質影響) ● 仰賴中心運算負荷較高	路側設備成本較高

2.2 優先號誌控制策略

實施優先號誌策略，除確保緊急救援車輛的優先外，仍須維持路口安全，優先邏輯運作原則如下：

一、各分相均需滿足其最小綠燈時間。

二、延長之綠燈時間應有最大綠燈之限制。

三、黃燈及全紅時間不得縮短或省略。

四、行人與同向車流需分開控制時，現場需具備行人號誌設備。

五、為避免橫向車輛損失過多時間，可透過補償競爭時相綠燈(Compensation Green)方法及禁止一段時間內(例如同一週期)再提供優先號誌等功能。

六、控制策略可採單一策略或組合運用。

控制策略如圖 1，包含綠燈延長(Green Extension)、紅燈截斷(Red Truncation)、時相插入(Phase Insertion)及插入綠燈(Red Interruption)四種策略說明如表 2。

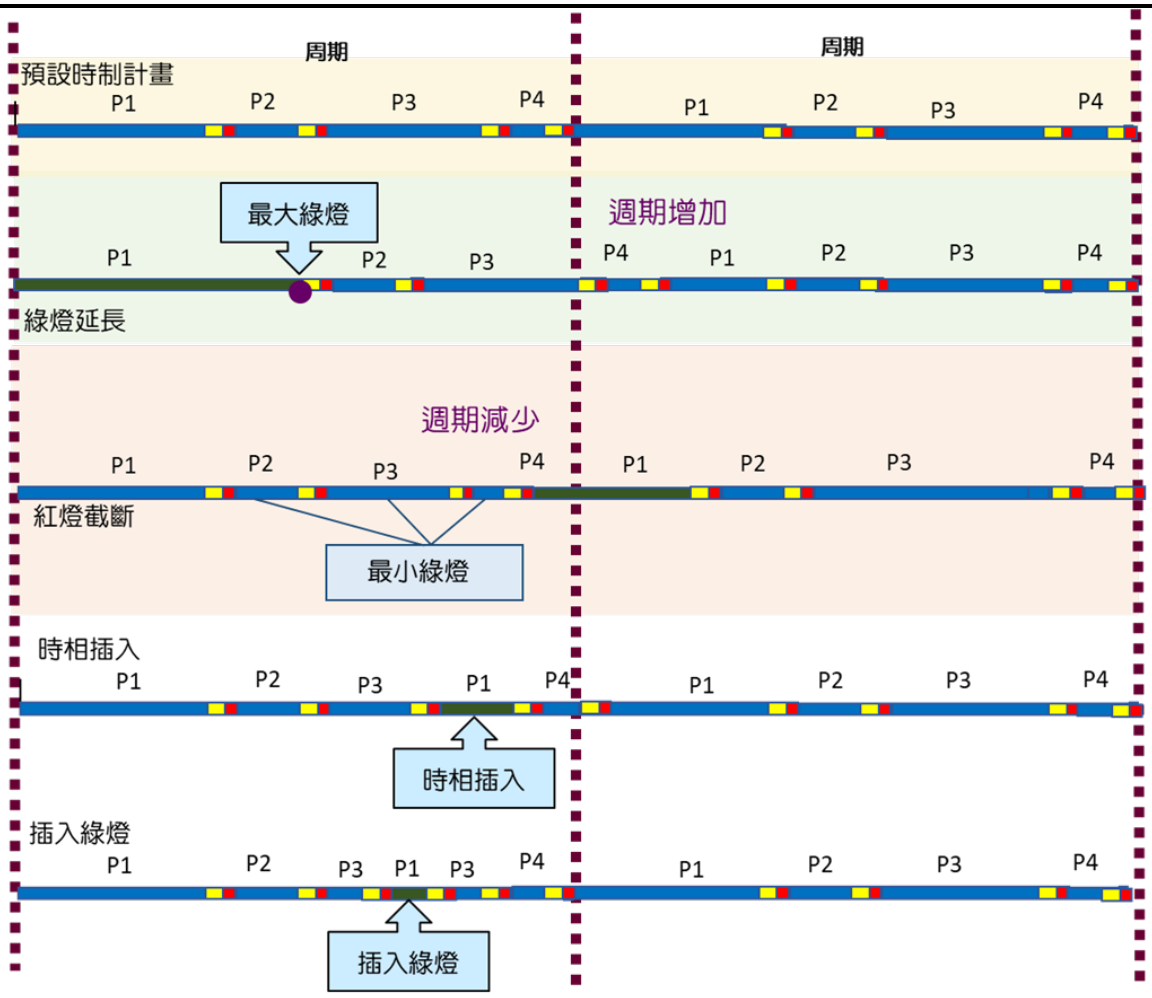


圖 1 優先號誌控制策略

表 2 優先號誌控制策略

控制策略	策略說明	注意事項
綠燈延長	路口綠燈即將結束時，系統透過偵測設備所得之資料，判斷緊急救援車輛通行路口之需求，並將到達路口時間及各緊急救援車輛之行車間距的大小作為判定延長綠燈之依據。	有最大綠燈時間限制
紅燈截斷	紅燈時相內接收緊急通行需求時，系統待競爭時相之最短綠燈結束後，根據車輛到達時間，判斷是否提前切斷紅燈時段。	需維持各時相最小綠燈時間
時相插入	在預估緊急救援車輛到達路口時點前後均為競爭時相時，在競爭時相執行完最小綠燈後，插入優先時相，待車輛通過後，恢復原時制計畫。	● 對路口衝擊較大，TC 設備需配合大幅度更動。 ● 需透過宣導使用路人了解時相變化，以避免安全風險。
插入綠燈	紅燈時相內接收緊急通行需求時，系統在衝突方向經過最短綠燈時間之後，判斷是否在紅燈時相插入綠燈時間。	● 返回該競爭時相剩餘時間如未能滿足最小綠燈，則不能開啟行人綠燈。 ● 需透過宣導使用路人了解時相變化，以避免安全風險。

2.3 優先號誌控制邏輯

優先號誌控制執行階段主要分為 4 階段：優先號誌運作階段、確認優先號誌策略階段、執行優先號誌策略階段、結束優先號誌階段，各階段之運作邏輯如圖 2。

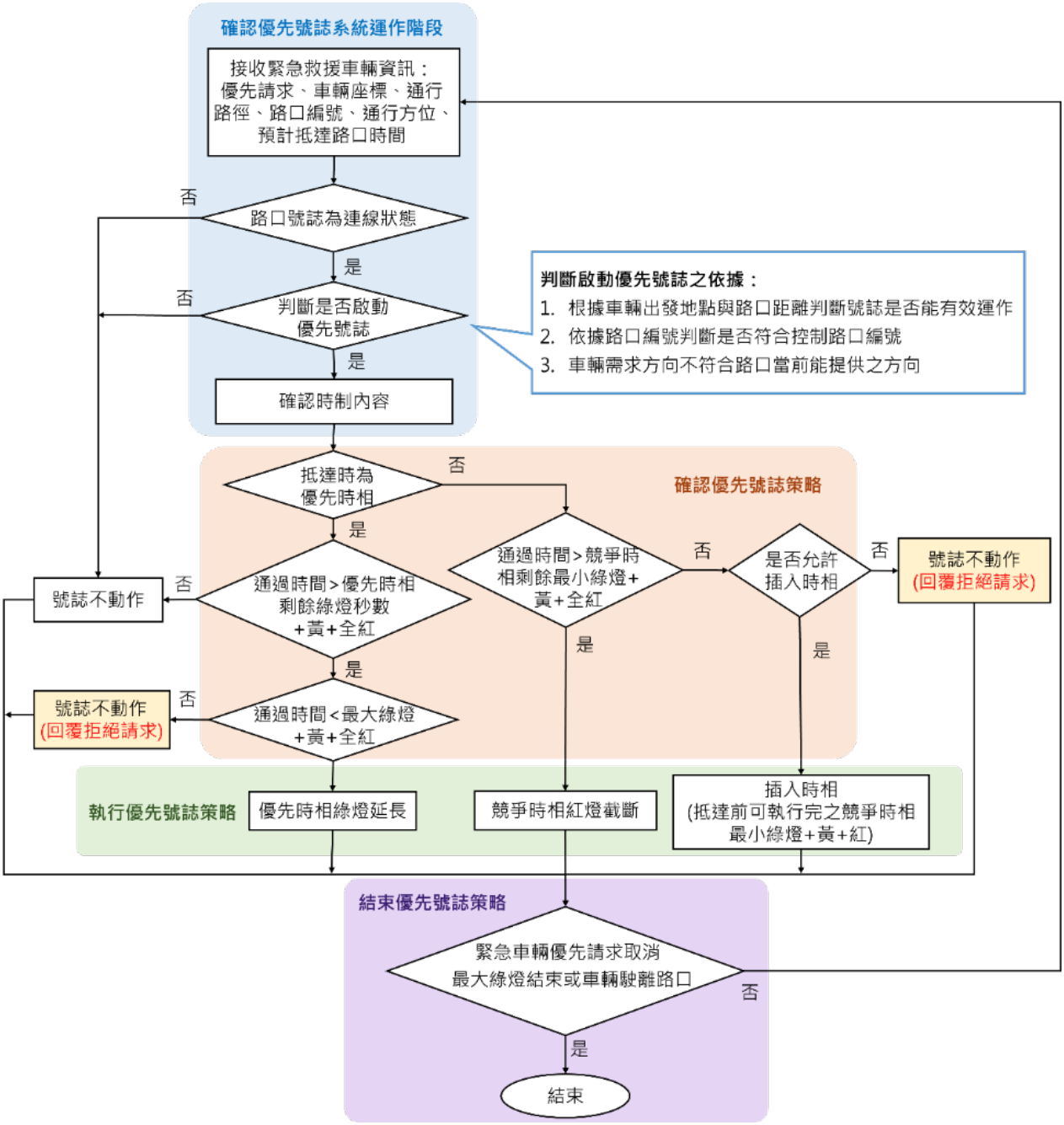


圖 2 優先號誌系統運作邏輯

第三章 系統資訊需求與設備

緊急救援車輛優先號誌之執行，需藉由接收之訊息判斷執行狀態、合適的優先策略，並發布執行訊息、告警訊息等。以下詳述系統資訊需求及設備需求，資訊內容可依實際狀況進行增/減項之修訂。

3.1 優先號誌資訊需求

本手冊將系統資訊歸納為車輛資訊、路側資訊、中心系統資訊及車輛偵測點設置與行駛方向。

一、車輛資訊

(一) 車輛基本資訊

緊急救援車輛編號、車輛座標位置、及車輛狀態。

(二) 優先請求訊息

發布訊息時間、路口編號、訊息編號、請求型態（優先請求、請求取消等）、根據最佳派遣路徑得知的車輛入向及車輛離向、入向及離向之車道編號、預估抵達時間、預估抵達時間範圍。

二、路側資訊

(一) RSU 設備資訊

RSU 註冊訊息（如 RSU ID、位置、路段 ID 等）及 RSU 運作狀態（如連/斷線情形、CPU 使用率、數據傳輸量）。

(二) 號誌資訊

路口編號、路口時制計畫、號誌運作狀態（包含手控燈、定時號誌、優先號誌等）、號誌燈態、時間點等。

(三) 緊急車輛告警訊息

包含路口編號、發布設備編號、發布時段排程、號誌狀態變更訊息、緊急車輛入向及離向、車道位置、抵達路口秒數、駛離路口狀態。

三、中心系統資訊

(一) 優先請求訊息回覆訊息

與優先請求訊息相似，包括發布訊息時間、路口編號、訊息編號、請求狀態回報（同意請求、拒絕請求、處理中等）、根據最佳派遣路徑得知的車輛入向及車輛離向、入向及離向之車道編號、預估抵達時間、預估抵達時間範圍。

(二) 地圖資訊

路口編號、路口座標位置、各車道編號、車道座標、車道屬性（行駛方向、路口轉向等）、鏈接之車道資訊。

四、緊急救援車輛偵測器或虛擬點設置

系統透過於路口前後設置車輛偵測（觸發）點，於路口前預估緊急救援車輛抵達路口的時間，並確認緊急救援車輛駛離路口狀態，作為結束優先策略之判斷。偵測點設置方式說明如表 3。

表 3 車輛偵測點設置方式比較

方式	實體偵測器	虛擬偵測點
介紹	採用固定點之一次性觸發資料作計算。	進入優先號誌系統範圍後，車機頻率性回傳車輛訊息。

特色	從觸發點到路口之間，可能會受其他車流干擾或路側活動影響行駛速率，進而影響預估抵達路口時間的準確性。	可即時根據車流狀況及車輛行駛速率更新預估抵達路口時間，提升預估準確性。

五、緊急救援車輛行駛方向判定

車輛行駛方向可透過介接消防署派遣系統資料推估或導航軟體提供，兩種方式說明如表 4。

表 4 緊急救援任務最佳派遣路徑判定方式比較

方式	消防署派遣系統	導航軟體提供行駛路徑
介紹	與任務派遣中心進行資料交換推估行駛方向	由導航軟體(如本計畫預計實作方式)提供行駛路徑及預計抵達各路口之時間。
特色	行駛方向外，亦可透過勤務狀態判斷優先號誌控制啟動與否，並可獲知車輛經緯度資訊(至少需每秒發送一次，以滿足優先號誌需求)，	為使緊急車輛系統精確預估抵達時間，導航軟體需客製化提供最小以秒為時間單位進行計算。 需在不影響警報器正常運作及保固狀態下進行警報器線路改裝，使 OBU 能取得啟動訊號作為觸發優先號誌的條件。

3.2 路側端設備

路側設備規劃為封閉獨立運行的運作方式，所有設備透過區域網路連線互通資料，與中心連線則採用 GSN VPN 網路。

一、號誌控制器

參考國內建置案例，號誌控制器具備都市交通控制通訊協定 3.0(以下稱 V3.0)功能，除基本功能外，也須包含選擇性與進階性功能，包括：

(一) 設定控制策略 5F H + 10 H 指令。

(二) 查詢目前控制策略 5F H + 40 H。

(三) 回報目前控制策略 5F H + C0 H。

(四) 主動回報目前控制策略 5F H + 00 H。

(五) 時相步階的即時控制 5F H + 1C H。

(六) 特勤路線控制（VIP）參數管理 5F H + 1E H。

(七) 回傳步階轉換資訊 5F H+ 03 H。

若實施範圍較大，都市交控之號誌控制器多支援 V3.0，無須大規模更換控制器及進行控制器指令測試，惟若考量未來與國際標準接軌，更換為 TCROS 控制器，則需考量更新成本，有關 V3.0 與 TCROS 之比較如表 5。

表 5 TCROS 與 V3.0 應用比較表

項目	TCROS	V3.0
介紹	● TCROS 為號誌控制器與車聯網路側設施間資通訊標準，因應美國(國際)車聯網標準協定(SAE J2735)的應用需求，我國制定/新增的相應資通訊標準 ● 以 SAE J2735 資訊需求欄位，整合國內都市交通控制通訊協定 3.0 版框架 ● 協定框架以 JSON 結構化資料為基礎	● 目前國內一般使用交通部頒佈之都市交通控制通訊協定 3.0 版 ● 由於 3.0 版已施行多年，針對各單位新應用，如號誌動態控制的相關通訊協定，各廠商對協定指令有不同處理，目前正持續訂出標準詳細說明，針對多種規則(如：行人與行車倒數號誌、時制轉換與補償、優先

	● 號誌資訊內容為各行駛方向的綠、黃、紅燈起始及結束時間點，以解決傳輸過程中所造成的時間延遲 ● V1.0 標準中有兩個重要資訊 ■ Signal Phase And Timing ➔ SPaT 號誌相位與時間點(號誌資訊) ■ Map Data ➔ V2X MAP 地圖訊息(車聯網地圖)	號誌控制等)，進行通訊協定檢討與修正。
特色	調和國內交控中心及號誌控制器技術水準至美國(國際)車聯網應用需求➔和國際標準接軌	目前國內一般都市交控之號誌控制器多為支援 V3.0，無須大規模更換控制器。
限制	目前國內一般都市交控之號誌控制器多為支援 V3.0，故需額外經費進行 TCROS 號誌控制器更換或提升擴充	因應國際車聯網市場發展，若國內外標準不一，會對我國產業或國外的車輛要進來國內，產生無法對接之問題。

二、IPC

整合緊急救援車輛的觸發資訊、當前號誌資訊、適應性系統指令等資訊蒐集後，結合當前路口號誌時制計畫、最短綠、最長綠等相關參數後，依緊急優先號誌控制邏輯，進行預測及決策運算後，下達優先號誌指令至號誌控制器，並於 CMS 顯示緊急車輛警示訊息。最後並將優先號誌執行結果回傳至中心系統。

三、RSU

RSU 由中心取得地圖資訊，並負責接收、解析、授權、號誌運作與監控的工作，在接收優先請求需求後，決策是否授權給與優先號誌，並透過通訊協定執行，持續監控號誌狀態回報 OBU。定時將地圖資訊、號誌資訊、優先請求回覆訊息廣播至 OBU。此外，RSU 用於取得 OBU 廣播之車輛基本資訊，並將資訊傳送至 IPC 進行運算。可提供緊急車輛告警訊息下載，由資訊發布模組傳播給 RSU，再透過 CMS 顯示訊息。

四、CMS

接收由 RSU 廣播之緊急救援車輛告警訊息，於優先號誌改變前/後或車輛行經路口前/後顯示告警訊息，以通知用路人做出應對措施。

3.3 車輛端設備

車輛端包含車用電腦、OBU 以及顯示器，OBU 與車用電腦定時蒐集車輛基本資訊，並解析接收之地圖資訊、號誌資訊及優先請求回覆訊息，再根據解析之資訊進行顯示。透過 RSU 發布優先請求訊息至中心，OBU 定時傳播車輛資訊至 RSU 進行系統計算。

3.4 中心端系統

如以中心端控制，中心端功能須包含接收車輛及路側訊息功能，並根據蒐集之資訊定時將優先請求回覆訊息及地圖資訊透過 RSU 廣播出去，此外並能下達指令至號誌控制器更改號誌時制。如為路側控制，則中心端需接收路側控制後回傳之執行結果。

根據高雄市緊急優先通行試辦計畫，若原先路口包含適應性與既有交控軟體，優先號誌系統應考量與既有適應性號誌系統運作，中心系統功能可分為兩部分：

(一) 緊急救援車輛優先號誌系統功能

優先號誌系統，採用模組化開發，功能包括路口號誌資訊接收、策略邏輯演算、

回傳緊急優先執行結果。

(二) 適應性號誌系統與緊急救援車輛號誌優先系統整合功能

功能包含資料接收、策略邏輯演算、回傳緊急優先執行結果。其中策略邏輯演算模組將配合調整時制內容，並下載於現場控制器進行時制秒數調整，同時特勤控制之優先時制內容回傳至現場 RSU，提供緊急救援車輛車機顯示優先時制內容。

由於資訊格式根據所採用之通訊技術而異，而所需設備又依控制方式不同，以下將綜整不同通訊技術分別採中心端控制與現場端控制之軟硬體需求，如表 6 所示。

表 6 中心端/現場端控制軟硬體需求

車載資訊通訊方式		4G/5G	C-V2X
通訊協定		V3.0	TCROS，以 SAE J2735 資訊需求欄位，整合 V3.0 版框架
中心端控制	運作流程說明	OBU(或具導航功能之裝置)之 GPS 及速度等資訊透過 4G/5G 傳輸至中心，進行運算與判斷後，通知號誌控制器改變時制，讓該車輛優先通過目標路口。	● OBU 透過 C-V2X 接收 RSU 廣播之 SPaT/MAP 訊息，向 RSU 發出 SRM 訊息，RSU 再將 SRM 傳送至中心 ● 由中心判斷優先號誌要求(SRM)是否被接受，再回覆 SSM 訊息經 RSU 至 OBU，並進行優先號誌運算與策略判斷後，將號誌控制指令下達至號誌控制器 ● (現場端與車上端採 C-V2X，現場端與中心端採 4G/5G)
	軟硬體需求	● 中心端：新增伺服器或既有伺服器功能擴充 ■ 接收車輛資訊(車種、定位、速度等) ■ 依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後，下達優先號誌指令至現場號誌控制器更改時制。 ● 現場端： ■ 號誌控制器(V3.0) ◆ 接收中心端下達之指令變換燈號 ◆ 回傳都市交控 V3.0 訊息至中心端 ● 車上端： ■ OBU 或由派遣系統提供車輛資訊(至少每秒一筆)	● 中心端：新增(或租用)伺服器或既有伺服器功能擴充 ■ 接收及解析 SRM 訊息 ■ 回應 SSM 訊息 ■ 依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後，下達優先號誌指令至現場號誌控制器更改時制。 ● 現場端： ■ 號誌控制器(具 V3 TCROS USE 功能) ◆ 接收中心端下達之指令變換燈號 ◆ 回傳都市交控 V3.0 訊息至中心端 ◆ 傳送 SPAT message 再由 RSU 透過 C-V2X 廣播出去 ■ RSU ◆ 將 V2X MAP、SPAT message、SSM 廣播出去 ◆ 將 SRM 訊息透過路側通訊模組轉發至中心端 ■ 路側端通訊模組 ◆ 將中心端傳來之都控 V3.0 轉發至 TC ◆ 將 TC 傳來之都控 V3.0 轉發至中

			心端 ◆ 將 TC 傳來的 SPAT message 轉發至 RSU ◆ 將 RSU 傳來之 SRM 轉發至中心端 ◆ 將中心端傳來之 SSM 及 V2X MAP 轉發至 RSU ● 車上端： ■ OBU ◆ 接收與解析 V2X MAP、SPAT、SSM 並傳至車機 ◆ 發出 SRM 訊息(至少每秒一筆)
路側端控制	運作流程說明	OBU (或具導航功能之裝置)之 GNSS 及速度等資訊透過 4G/5G 傳輸至路側 IPC，進行運算與判斷後，通知號誌控制器改變時制，使車輛優先通過目標路口，並將執行結果回傳至中心。	OBU 透過 C-V2X 接收 RSU 廣播之 SPaT/MAP 訊息，向 RSU 發出 SRM 訊息，再由 IPC 進行運算與判斷後，執行優先號誌控制。
	軟硬體需求	● 中心端：新增伺服器或既有伺服器功能擴充 ■ 接收優先號誌執行結果 ● 現場端： ■ IPC ◆ 接收車輛資訊(車種、定位、速度等) ◆ 依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後，下達優先號誌指令至現場號誌控制器更改時制 ◆ 優先號誌執行結果回傳至中心端 ■ 號誌控制器(V3.0) ◆ 接收 IPC 下達之指令變換燈號 ● 車上端： ■ OBU 或由派遣系統提供車輛資訊(至少每秒一筆)	● 中心端：新增伺服器或既有伺服器功能擴充 ■ 接收優先號誌執行結果 ● 現場端： ■ IPC ◆ 接收及解析 SRM 訊息 ◆ 回應 SSM 訊息 ◆ 依照緊急優先號誌控制邏輯，進行決策運算後，下達優先號誌指令至現場號誌控制器更改時制。 ◆ 優先號誌執行結果回傳至中心端 ■ 號誌控制器(具 V3 TCROS USE 功能) ◆ 接收 IPC 下達之指令變換燈號 ◆ 傳送 SPAT message 再由 RSU 透過 C-V2X 廣播出去 ■ RSU ◆ 將 V2X MAP、SPAT message、SSM 廣播出去 ◆ 將 SRM 訊息透過路側通訊模組轉發至 IPC ■ 路側端通訊模組 ◆ 將 IPC 傳來之都控 V3.0 轉發至 TC ◆ 將 TC 傳來之都控 V3.0 轉發至 IPC ◆ 將 TC 傳來的 SPAT message 轉發至 RSU

			◆ 將 RSU 傳來之 SRM 轉發至 IPC ◆ 將 IPC 傳來之 SSM 及 V2X MAP 轉發至 RSU ● 車上端： ■ OBU ◆ 接收與解析 V2X MAP、SPAT、SSM 並傳至車機 ◆ 發出 SRM 訊息(至少每秒一筆)

第四章 定位及通訊技術

4.1 定位及通訊技術

系統應採用之通訊技術應符合安全標準規範，車機的 GNSS 定位系統應符合行車安全標準 J2945 定位規範。下述說明通訊技術與應用協定之比較，以供技術選用之參考。

一、即時定位的效能

全球衛星導航系統國際委員會認定之 GNSS 包括 GPS、 GLONASS、Galileo、BeiDou，各定位系統之規格與特色比較如表 7。由於現有衛星畢為系統精確度並非達到 100%，因此須透過技術校正衛星定位數據，現有定位校正技術比較於表 8。

表 7 定位系統之規格與特色

定位系統	中文名稱	定位精度 (m)	測速精度 (m/s)	授時精度 (ns)	特色
GPS (美國)	全球衛星定位系統	10 m (民用)	0.2	20	• 覆蓋率 98% • 設備發展成熟 • 系統隱蔽性佳 • 滲透率高 • 延遲時間待提升
GLONASS (俄國)	格洛納斯系統	5-20 m	0.2	20	• 抗干擾能力強 • 滲透率高
GALILEO (歐盟)	伽利略定位系統	3 m	0.2	20	• 精準度高
BDS (中國)	北斗衛星導航系統	10 m (全球) 5 m (亞太)	0.2 (全球) 0.1 (亞太)	20 (全球) 10 (亞太)	• 具短信通訊服務 • 滲透率不高
AGNSS (電信業者)	輔助全球衛星定位系統	5-10 m	-	-	• 冷啟動時間短(~8 秒) • 有訊號的環境訊號不易受影響，但定位精度受訊號影響 • 降低終端耗電量 • 需支付額外電信基地台資料傳輸費

表 8 定位校正技術

定位技術	運作方法	特色與限制	
AGNSS (輔助 GNSS)	在搜索到衛星信號之前，透過通訊基地台連接遠程伺服器下載衛星星曆，提供給 GNSS	特色	• 縮短冷啟動時間 • 依賴訊號穩定程度 • 定位精度 5-10 m
DGNSS (差分 GNSS)	透過廣播差分修正訊號給使用者，藉此改善使用者 GNSS 定位精	特色	• 適用於長距離 • 成本較 RTK 低 • 最高 40 cm 的定位精度

	度	限制	• 訊號易受遮蔽物(如樹蔭)影響，使用地面無線網路可解決上述問題
RTK 即時動態	只要將基準站位置架在已知坐標點的位置上，即可精確計算位置	特色	• 適合短距離 • 即時校正現場數據 • 若訊號穩定，無需使用 GCP (地面控制點) • 時間效益較高 • 依賴訊號穩定程度 • 釐米級高精度定位 (~5 cm)
		限制	• 高成本 • 大面積測繪容易發生訊號中斷 • 障礙物遮蔽容易導致數據失準
PPK 動態後處理	從衛星蒐集數據，在飛行後進行 GNSS 數據校正。	特色	• 釐米級精度 (~10 cm) • 適合長距離 • 不易受地形限制，不易斷訊 • 不需要 GNSS 基準站到無人機基之間的連接，具有更高的靈活性
		限制	• 無需 GCP (地面控制點) • 無法即時接收校正數據 • 事後數據處理較耗時

二、緊急救援車輛與路側設備間的通訊技術及應用協定選用

針對緊急救援車輛行車安全及優先號誌控制需求，選用合適的通訊技術及應用協定。如：依據低延遲及通訊範圍需求的特性，選擇適當的車間通訊技術，以高雄市緊急優先通行試辦計畫為例，該計畫採用 SAE 標準訊息構建應用服務，緊急救援車輛 OBU 與路側 RSU 透過 C-V2X 車載通訊，採用符合 C-V2X R14 PC5 標準和 IEEE 1609 系列通訊協定，其中優先號誌請求採用車載應用標準訊息 SAE J2735 編解碼傳送相關資訊。有關通訊技術之選用，4G/5G 及 C-V2X 技術介紹與比較詳述如表 9。

表 9 4G/5G 與 C-V2X 技術比較表

項目	4G/5G	C-V2X
介紹	● 蜂巢式網路 ● 3GPP 規範中，4G 包括版本 10 到 14；5G 包括版本 15 到 17 及更高版本。 ● 3GPP Release 14 (4G)允許直接的設備到設備通訊(不涉及蜂窩基站)。這通常被稱為 LTE-CV2X。 ● 3GPP Release 15 (5G) 奠定 5G 的基礎，引入了新的無線電概念，針對增強移動寬頻網路(eMBB)場景進行標準制定。它不會更改 R14 中的設備到設備	● 蜂巢式網路基礎 ● 透過採用直接通訊模式，支援與其他汽車、行人終端及道路旁基礎設施(如交通號誌和施工區域)進行直接通訊，無需使用蜂巢式網路或成為行動數據電信用戶。 ● C-V2X 應用之 3GPP 標準規範初步分為三階段：階段一為 R14 的 LTE-based V2X (LTE V2X)，階段二為 R15 的 LTE-based enhanced V2X (eV2X)，階段三為 R16 NR-based V2X (NR-V2X)。而今年定案

<table>
<tr>
<td></td>
<td>通訊。R15 中無 5GNRC-V2X 技術。
● 3GPP Release 16 (5G)在 R15 的基礎上完善 uRLLC 和 mMTC 場景的標準規範。R16 增加了對 5G NR 免許可頻譜（NR-U）的支持，並定義新無線電的設備到設備通訊。主要針對的工業互聯網、車聯網等垂直行業領域。使用 R16 的設備需要 R14 無線電才能與 LTE-CV2X 設備通訊。
● 3GPP Release 17 (5G)從網路覆蓋、移動性、功耗和可靠性等方面擴展了 5G 技術基礎。R17 對 5G 毫米波進行了頻譜擴展，並增強了毫米波及終端能力特性，更多公共安全、非地面網路和非公共網路的新用例和部署方式將得以實現。
● 3GPP Release 18 (5G) 定義為 5G Advanced 技術的開端，該標準目前尚未定案，與 R16 及 R17 的垂直行業領域擴展不同，R18 將基於人工智慧及機器學習的技術引入無線網路，並擴展現實領域。</td>
<td>的 R17 的朝向 NR-based enhanced V2X 朝向發展更低功耗與低延遲的資源分配、廣播/群播/單播的特性增強等相關技術。各標準之技術規格如下表 C-V2X 之 3GPP 標準技術規格所示。
C-V2X 之 3GPP 標準技術規格
<table><tr><th>標準</th><th>技術</th><th>傳輸範圍 (m)</th><th>延遲時間 (ms)</th><th>最高車速 (km/h)</th></tr><tr><td>R14</td><td>LTE V2X</td><td>500~600</td><td>< 15</td><td>250</td></tr><tr><td>R15</td><td>eV2X</td><td>1000</td><td>< 15</td><td>500</td></tr><tr><td>R16</td><td>NR-V2X</td><td>1000</td><td>< 1</td><td>500</td></tr></table>● C-V2X 包括直接通訊和基於網路的通訊，支援車對車(V2V)、車對基礎設施(V2I)、車對人(V2P)和車對網路(V2N)。</td>
</tr>
<tr>
<td>特色</td>
<td>● 5G 中備受關注的最高速度通常被稱為“毫米波”，它在 26、28 或 39 GHz 左右的寬頻帶中運行。可提供高傳輸速率，但範圍極短。
● 與現有的 4G LTE 連接相比，它允許更高的數據速率，而範圍損失很小。
● 5G 的 OTA 點對點的傳輸延遲約 1~5ms，而 4G 的傳輸延遲約 30~50ms。</td>
<td>● 通訊範圍廣和無線電性能：C-V2X 可以提供更高的通訊範圍(約 2 倍的視距)，更好的非視距(Non-Line-of-Sight) 性能，提高可靠性(更低的封包數據錯誤率)，更高的容量，以及更出色的壅塞控制能力。
● 相容性：C-V2X 旨在為 5G 提供一個演進路徑，並且可以向前/向後兼容。
● 低延遲：C-V2X 專為低延遲直接通訊而設計。C-V2X 的最小傳輸延遲最多為 4ms，並且可能會更低。
● 高速移動使用：C-V2X 直接通訊利用其蜂巢式傳統優勢，專為高速車輛案例設計。</td>
</tr>
<tr>
<td>限制</td>
<td>電信服務運營商須安裝足夠基地台，才能滿足覆蓋需求。</td>
<td>建置成本高。</td>
</tr>
</table>

4.2 優先號誌車路協同運作

為求系統建置標準化及互通性，規劃採用國際車載通訊訊息標準 SAE J2735 中相關訊息格式，實作緊急救援車輛與路側/中心間優先號誌運作機制，以確保未來廣泛建置的一致性。

SAE J2735 中，SRM(SignalRequestMessage)與 SSM(Signal Status Message)可透過訊息傳遞優先需求，藉此提供優先號誌服務。同時可從由 RSU 所發出的 SSM 訊息中

瞭解所有處理中的 request 狀態，如果 request 處理成功並接受，申請需求的車輛即可從 SPAT 中瞭解號誌狀態的變化。綜上所述，通訊技術及協定彙整如表 10 所示。

表 10 通訊技術及協定綜整比較表

車載資訊通訊方式		4G/5G	C-V2X
通訊協定		V3.0	TCROS，以 SAE J2735 資訊需求欄位，整合 V3.0 版框架
中心端控制	運作流程說明	OBU 之 GNSS 及速度等資訊透過 4G/5G 傳輸至中心，進行運算與判斷後，通知號誌控制器改變時制，讓該車輛優先通過目標路口。	● OBU 透過 C-V2X 接收 RSU 廣播之 SPaT/MAP 訊息，向 RSU 發出 SRM 訊息，RSU 再將 SRM 傳送至中心 ● 由中心判斷優先號誌要求(SRM)是否被接受，再回覆 SSM 訊息經 RSU 至 OBU，並進行優先號誌運算與策略判斷後，將號誌控制指令下達至號誌控制器
	特色	● 可降低路側 IPC 建置成本 ● 既有 V3.0 協定已可支援優先號誌運作需求 ● 中心軟體/車機/號誌控制器變動幅度較小	● 可降低路側 IPC 建置成本 ● 車路通訊不受行動網路服務品質影響 ● 車路通訊採用國際標準易於與國際接軌，有利範圍擴充與整合 ● OBU 可即時掌握號誌燈態
	限制	● 可能受行動網路服務品質影響 ● 緊急車輛優先訊息缺乏統一標準，擴充與整合不易 ● 相較於使用 TCROS 的 C-V2X，較不易精準掌握即時燈態 ● 大範圍執行可能增加中心端運算負荷及資安成本	● 目前國內一般都市交控之號誌控制器多為支援 V3.0，故需額外經費進行 TCROS 號誌控制器更換或升級 ● 中心需新增或擴充功能，以因應 TCROS 訊息需求 ● 大範圍執行可能增加中心端運算負荷及資安成本
路側端控制	運作流程說明	OBU 之 GNSS 及速度等資訊透過 4G/5G 傳輸至路側 IPC，進行運算與判斷後，通知號誌控制器改變時制，使車輛優先通過目標路口，並將執行結果回傳至中心。	OBU 透過 C-V2X 接收 RSU 廣播之 SPaT/MAP 訊息，向 RSU 發出 SRM 訊息，再由 IPC 進行運算與判斷後，執行優先號誌控制。
	特色	● 既有 V3.0 協定已可支援優先號誌運作需求 ● 中心軟體/車機/號誌控制器變動幅度較小 ● 大範圍執行對於中心負荷影響較小	● 車路通訊不受行動網路服務品質影響 ● 車路通訊採用國際標準易於與國際接軌，有利範圍擴充與整合 ● OBU 可即時掌握號誌燈態 ● 中心軟體變動幅度較小，大範圍執行對於中心負荷影響較小
	限制	● 路側設備(IPC)建置維護成本增加 ● 可能受行動網路服務品質影響 ● 緊急車輛優先訊息缺乏統一標準，擴充與整合不易 ● 相較於使用 TCROS 的 C-V2X，較不易精準掌握即時燈態	● 路側設備(IPC)建置與維護成本增加 ● 目前國內一般都市交控之號誌控制器多為支援 V3.0，故需額外經費進行 TCROS 號誌控制器更換或升級

附錄 系統運作異常處理原則(案例)

由於各縣市執行緊急車輛優先號誌採用之系統架構、設備、通訊技術不盡相同，且各縣市測試場域環境與交通特性亦有差異，執行過程可能面臨不同課題。本節主要蒐集本計畫及部份縣市執行緊急車輛優先號誌曾發生之異常狀況與處理方式，供相關單位實施緊急車輛優先通行參考。

處理流程主要為異常情形→問題釐清→異常排除(處理方式)，在發現異常情形時，檢視可能產生的原因，再根據可能原因加以檢測排除。處理案例如下表所示。

附表 系統運作異常處理案例

異常情形	問題釐清	處理方式
中心端未收到車輛端發送之SRM訊息。	1. 車輛端未發送。 2. 車輛端有發送，路側端未收到。 3. 路側端收到，中心端未收到。	1. 檢視OBU狀況是否正常,及是否與車機成功建立網路連線。 (檢查車端設備、天線、接線、或設備重啟) 2. 檢查 RSU 狀況及路側通訊模組之網路連線。 (路側端設備重啟，並檢視重啟後是否正常接收與發送) 3. 檢查中心端網路連線情況，並將路側端設備重啟後，檢視是否正常接收與發送
中心端可下載及接收號誌控制器回傳訊息，惟時常不成功。	中心端與路側端間訊號不穩定。(現場端 PING 中心端(10.1.1.194) 會有時候正常，有時候無回應，現場端 PING 現場端則是正常。)	請電信公司(中華電信)檢視設定。 (經檢視為同一群組門號中之 CCTV 佔用頻寬，因此將號誌與 CCTV 個別獨立群組後排除通訊問題。)
運作緊急優先號誌的幹道沿線路口，號誌週期不一致，造成車流不續進。	該異常發生時段有較多緊急車輛頻繁通過,由於採用時相控制指令，故觸動結束之後，號誌控制器自我補償期間可能造成各路口週期不一致。	1. 利用目標車輛與目標路口的經緯度距離，以及車輛平均行駛速率進行判斷，若經計算目標車輛能在既有綠燈秒數通過路口，則不延長綠燈秒數,減少控制器自我補償的頻率。 2. 號誌控制器延長優先時相的過程，增加保護機制,延長第一次綠燈後，最多只能再延長一次；爾後，要等5 個週期過後才能再進行優先時相延長。

異常情形	問題釐清	處理方式
目標車輛經現場檢視已通過路口，但系統卻持續延長優先時相綠燈。	經檢視車機資料回傳情況，該目標車輛的經緯度在進入觸發範圍並使緊急優先號誌啟動之後，隨機因短暫通訊不穩，造成下一筆資料遲遲未回傳，故優先號誌仍在持續延長優先時相的綠燈秒數。	1. 號誌控制器延長優先時相的過程，增加保護機制，延長第一次綠燈後，最多只能再延長一次；爾後，要等 5 個週期過後才能再進行優先時相延長。 2. 當目標車輛經緯度突然連續 5 筆偏離觸動範圍，則視為車輛已離開，該案件編號不再追蹤；此外，若是車機資料超過 10 筆未回傳，則該案件編號亦不再追蹤。
號誌資料異常	1. 號誌沒有回應。 2. 沒有正常收到號誌燈態資料。 3. 號誌沒有正確執行燈態秒數。	1. 檢查號誌與網路通訊是否正常。 2. 檢查網路通訊是否正常，檢測網路環境是否順暢。 3. 檢測與號誌間指令執行是否正常。
座標資料無法更新	1. 車輛端未發送 2. 車輛端有發送，資料蒐集端未收到 3. 資料蒐集端收到，中心端未收到	1. 檢視平板電腦或是車機是否正常。 2. 檢視資料蒐集端網路是否正常，可採用測試平板或是車機進行測試。 3. 檢視資料蒐集端與中心端之間網路是否正常，檢視中心端接收的服務是否正常。