



逢甲大學學生報告 ePaper

大眾運輸系統學期末報告：500 中清幹線

Term Report on Public Transit Systems: Route 500 Zhongqing Main Line

作者：柯承佑、鍾皓雲、張書瑜、林志翰、楊俊傑

系級：運輸與物流一乙

學號：D1461609、D1461673、D1461139、D1423978、D1461405

開課老師：蘇昭銘、吳佳真、羅乙棋、陳文政

課程名稱：大眾運輸系統學

開課系所：運輸與物流學系

開課學年： 114 學年度 第 2 學期



中文摘要

本研究旨在探討臺中市核心公車「500 路中清幹線」及其相關路線之營運現況，主要針對尖峰路段供不應求、路線過長導致郊區運能閒置，以及夜間運能過剩等供需失衡問題進行診斷並提出具體優化方案。在研究過程中，團隊結合 2024 年電子票證大數據進行時間與空間起訖點（OD）旅次分析，並運用地理資訊系統（GIS）評估周邊土地利用、路網條件與車輛調頭動線；同時依據大眾運輸服務品質手冊（TCQSM）標準與 TCRP 需求彈性中點弧公式，量化評估調整班距及區間截短之影響，並輔以電子票證資料探討各重要節點之搭乘特性。研究結果顯示，透過「尖峰加密、離峰截短、夜間減班」策略可顯著改善營運體質：包括於平日 17 時增發跳蛙公車班次以紓解學生通勤人潮；離峰時段開行臺中車站至大雅的區間車，並將清水郊區段班距適度調整為 60 分鐘以精簡無效運能；夜間時段則將班距由 30 分鐘微調為 45 分鐘以節省成本並維持基本民行。此外，亦建議增設公車優先道與改善車頭 LED 路線標示。本研究成果及評估模型可作為市府交通主管機關與客運業者在幹線公車排班調度、路線精簡及公共運輸資源配置之實務決策參考。

關鍵字：幹線公車、跳蛙公車、電子票證分析

Abstract

This study aims to investigate the current operational status of Taichung City's core bus route, "Route 500 Zhongqing Main Line," and its related routes. It primarily diagnoses supply-demand imbalances—such as peak-hour corridor capacity shortages, suburban capacity idling caused by overly long routes, and nighttime excess capacity—and proposes concrete optimization plans.

During the research process, the team integrated 2024 electronic ticketing big data to conduct spatiotemporal Origin-Destination (OD) trip analyses and utilized Geographic Information Systems (GIS) to evaluate surrounding land use, road network conditions, and vehicle turnaround movements. Simultaneously, based on the Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM) standards and the TCRP midpoint arc elasticity formula, the study quantitatively evaluated the impacts of headway adjustments and route short-turning, supplemented by smart card data to explore the ridership characteristics of key nodes.

The research findings show that the strategy of "increasing peak-hour frequency, short-turning off-peak services, and reducing nighttime trips" can significantly improve operational efficiency. This includes adding express "leapfrog" bus services at 17:00 on weekdays to relieve student commuter congestion; operating short-turn shuttle services between Taichung Station and Daya during off-peak hours while moderately adjusting headways in the suburban Qingshui section to 60 minutes to eliminate ineffective capacity; and fine-tuning nighttime headways from 30 minutes to 45 minutes to reduce costs while maintaining essential public mobility. Furthermore, the study recommends establishing bus priority lanes and improving head-sign LED destination displays.

The findings and evaluation models of this study can serve as practical decision-making references for municipal transportation authorities and bus operators in trunk bus scheduling and dispatching, route streamlining, and public transit resource allocation.

Keyword : Trunk Line 、 Skip-Stop Bus 、 Electronic Ticket Analysis

目錄

壹、	研究動機	5
貳、	研究目的	5
參、	研究架構	5
肆、	文獻探討	6
一、	路線基本資料	6
二、	票證資料名稱對照表	7
三、	文獻	9
四、	小結	10
伍、	使用者特性分析	11
一、	前言	11
二、	路線周圍土地利用情況	11
三、	500、500 延、500 延區 2、500 延區 3	13
1.	搭乘時間、空間分析	13
2.	票證總類及搭乘次數分析	15
四、	500 延區 1	17
1.	搭乘時間、空間分析	17
2.	票證總類及搭乘次數分析	18
五、	500 跳蛙	19
1.	停靠站分析	19
2.	搭乘時間、空間分析	20
3.	票證總類及搭乘次數分析	23
六、	重要轉運節點分析	24
1.	機場分析	24
2.	臺中車站分析	28
3.	捷運文心中清分析	32

陸、發現問題	36
一、路線站點過多與運量集中於大型節點之營運情況不相符	36
二、路線過長導致供給未匹配需求.....	36
三、夜間需求過低	37
柒、 營運優化效益分析	40
一、前言	40
二、17 時增發跳蛙公車可行性	40
三、開行區間車可行性評估	42
四、夜間班次調整可行性評估.....	45
五、非營運之其他建議	46
六、小節	47
捌、 結論與建議.....	48
資料來源	錯誤! 尚未定義書籤。

壹、 研究動機

本研究之初衷，旨在將課堂理論與實際公共運輸實務進行結合，
第一**深化大眾運輸系統知識**藉由探討臺中市公車的營運現況，結合理
論概念來解析其路網設計、班次調度等核心機制。第二**跨領域資訊技
術與數據分析之實踐**現代大眾運輸高度依賴資訊技術（IT）的輔助。
本研究將引導團隊成員運用相關先進科技與技術，蒐集並分析臺中市
公車的實時動態數據、承載量或轉乘效率。透過數據的整合與解釋，
將抽象的數字轉化為具體的運輸物流改善建議，達到學以致用的目
的。第三**建構團隊共識與「感同身受」的實際體驗**紙上談兵不如親身
體驗，真正理解臺中市公車系統的優缺點、路網痛點及乘客面臨的實
際問題，我們將透過實際搭乘、實地考察與個案討論的方式，讓每位
成員親自體驗公共運輸的運作流程。

貳、 研究目的

本研究以臺中市核心幹線公車「500 路（中清幹線）」為研究對
象，旨在透過理論與實務的結合，剖析其營運概況並提出具體改善策
略。首先，本研究將掌握其營運現況與特性，分析 500 路（含延線與
跳蛙公車）之路線規劃、尖離峰班次密度，並針對重要轉運樞紐的進
行分析。其次，透過票證資料與團隊成員的實地搭乘體驗，進行營運
痛點的問題診斷。最終，本研究將整合所搜集之數據，運用運輸物流
知識與資訊技術思維，針對班次和非班次問題提出優化策略與改善建
議，優化 500 路公車的整體服務品質與運輸效能。

參、 研究架構

500路公車營運分析：研究架構與細項流程圖



（圖）研究架構

肆、 文獻探討

一、路線基本資料

路線編號	起訖站	班距	路線里程	首末班車時間
500	臺中國際機場/臺中車站	平日尖峰 15min/ 離峰 20min/ 夜間 30min / 假日 20min	20km	06 : 00 / 22 : 00
500 延	三田國小/臺中車站	15min 至 40min	27km	06 : 00 / 20 : 30
500 延區 1	大雅/三田國小(單向)	24hr	14km	06 : 45
500 延區 2	臺中車站/三田國小(單向)	30min	27km	06 : 00 / 06 : 30
500 延區 3	三田國小/臺中車站(單向)	30min	27km	21 : 00 / 22 : 00
500 跳蛙	忠義里 (中科實驗高中) / 臺中車站	15min	16.5km	06 : 00 / 06 : 30(往車站方向) , 17 : 00 / 17 : 30(往中科方向)

二、票證資料名稱對照表

根據公共運輸票證資料 - 旅運分析用標準 (2013) 的內容

1. 票卡種類代碼 (IDtype)

代碼	代表意義	說明
EasyCard	電子票證-悠遊卡	使用悠遊卡（包含實體卡、聯名卡、手機悠遊卡）
IPASS	電子票證-一卡通	使用一卡通（包含實體卡、手機一卡通、乘車碼）
icash	電子票證-愛金卡	愛金卡（聯名卡、ICASH PAY 乘車碼）
PaymentID	電子支付	使用載具掃描 QR Code 形式扣繳之搭乘方式。

2. 身分代碼 (Cardusetype)

代碼	代表意義	詳細說明
A	普通身分	一般民眾使用的普通卡，全臺各縣市行政院通勤月票（TPASS）亦歸類於此
B	學生身分	經教育部認可之學生身分所持有的學生卡。
C01	優待身分-敬老優待	符合法定年齡長者（65 歲以上）搭乘之優待卡
C02	優待身分-愛心優待	供持有身心障礙證明之特定對象（含必要陪伴者）使用之愛心卡
C09	優待身分-其他優待	依法享有法定優待票價之對象，如：軍人卡、警察卡、孩童卡等。
X	無法區別身分	系統無法辨識或無法歸類持有者身分

3. 票種類型代碼 (TicketType)

代碼	代表意義 (中文)	說明
1	單程票	一般的 單趟搭乘 (使用普通電子票證單次扣款搭乘皆填此碼)
4	定期票	各種天數套票 (1 日票、30 天/60 天)

4. 轉乘代碼 (TransferCode)

記錄乘客在前一次與本次旅次中所搭乘的運具銜接狀態，採用 4 碼數字，前兩碼為前次運具，後兩碼為本次運具

基礎運具代碼對照表：01 捷運、02 公車、03 客運、04 臺鐵、99 其他。

原始數據	轉乘組合意義 (前次 → 本次)	說明
199	捷運 → 其他	代表該旅客上一次搭乘的運具是 捷運 ，本次則轉乘無法歸類的 其他 運具或扣款場域 (如特定停車場)。
202	公車 → 公車	代表該旅客連續搭乘 公車 ，屬於公車與公車之間的轉乘或連續出行紀錄。
303	客運 → 客運	代表該旅客連續搭乘公路/國道 客運 ，屬於客運與客運之間的轉乘或連續出行紀錄。
499	臺鐵 → 其他	代表該旅客上一次搭乘的運具是 臺鐵 ，本次出站後則轉乘了 其他 運具。
9903	其他 → 客運	代表該旅客上一次使用的場域或運具屬於 其他 類，本次則轉乘搭乘公路/國道 客運 。
9999	其他 → 其他	代表該旅客上一次使用的場域或運具屬於 其他 類，本次則轉乘使用的場域或運具屬於 其他 類。

5. 資料欄位

英文名稱	中文名稱
id	資料識別碼
BusCompanyName	客運/公車公司名稱
ICCardNo	票卡卡號
ICCardType	票卡種類 (如悠遊卡、一卡通)
CardUseType	票卡身分別 (如普通卡、學生卡、敬老卡、愛心卡)
TicketType	票種 (如單程票、定期票)
PlateNumer	車牌號碼
RouteUID	路線識別碼
RouteName	路線名稱
SubRouteID	子路線識別碼
SubRouteName	子路線名稱
Direction	去返程方向
BoardingStopname	上車站點
BoardingSequence	上車站序
BoardingStopNo	上車站牌編號
BoardingTime	上車時間
DeboardingStopname	下車站點
DeboardingSequence	下車站序
DeboardingStopNo	下車站牌編號
DeboardingTime	下車時間
Price	原始票價
Discount	優惠金額
TransferCosde	轉乘代碼
PaymentPrice	實際扣款金額

三、文獻

1. 根據電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫 (蘇昭銘、邱裕鈞等人，2018)這篇研究指出，電子票證可分為時間指標分析和空間指標進行分析，其中時間指標包含統計不同期間、時段各站上下車人數統計、各營運區間人數統計等，空間指標則包含各站上下車人數統計與各營運區間人數統計等指標，並且根據分析指標，可應用於路線、班次調整。

2. 根據電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫 (蘇昭銘、邱裕鈞等人, 2018)中提到增減班次時, 需要應用時間指標判斷時段是否高於或低於營運標準, 並進一步針對班次的指標進行探討, 若發現未達或高於營運指標, 則可進行班次的調整。
3. 根據電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫 (蘇昭銘、邱裕鈞等人, 2018)中提到改變營運區間需判斷在空間指標上是否符合營運標準及具有一致性, 並進一步分析未符合營運標準的車站所在位置, 進而做出取消站牌或路線縮減的措施。
4. Transit Capacity and Quality of Service Manual, Third Edition (2013, 後續簡稱 TCQSM), 在文中提到, 班距 11~15 分為乘客所能容忍的最大理想等車時間; 16~30 及 31~59 分為乘客會調整行程以配合時刻表, 導致到達或出發時間並非最理想時間; 班距 60 分以上為提供基本民行需求的最低限度服務水準。
5. 根據一篇研究 (TCRP REPORT 95, 2013) 的第一章提到, 運輸需求彈性可以定義為: 當服務水準變動一個百分點時, 公眾對該服務需求量所產生的百分比變化。其中, 在實務評估中最常用的計算方法為中點弧彈性法 (Arc Mid-point Elasticity)。該報告在第九章中進一步指出, 個別公車運行路線的「班次間隔」等因素, 非常適合使用此彈性指標來量化其對乘客數量的影響, 其公式如下:
$$\eta_f = ((Q_2 - Q_1)(F_1 + F_2)) / ((F_2 - F_1)(Q_1 + Q_2))$$
。

四、小結

本研究於後續報告進入「發現問題及解決方案評估」階段時, 將依循《電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫》之流程評估執行可行性。至於執行後之成效, 則會依據 TRCP 第九章之「原始班距對旅客影響」數據, 搭配第一章附錄之「彈性公式」進行改善後評估; 同時, 將結合 TCQSM 所定義之情境觀察路線之實際狀況, 以綜合評估班距調整後之整體影響。

伍、使用者特性分析

一、前言

為了評估每年不同期間的使用者搭乘狀況，本分析將全年區分為：平日（193 天）、假日（103 天）、寒暑假（58 天）及國定假日（12 天）四大類別。

由於臺中市公車靜態時刻表未留存 2024 年資訊，因此針對時刻表相關分析，本研究改為擷取電子票證資料，並選取調查期間內每日各車號的第一筆資料時間作為發車時間。同時，為確保時刻表計算的正確性，亦加入「同方向 120 分鐘內同車牌號碼不得重複計算」之過濾規則。

二、路線周圍土地利用情況

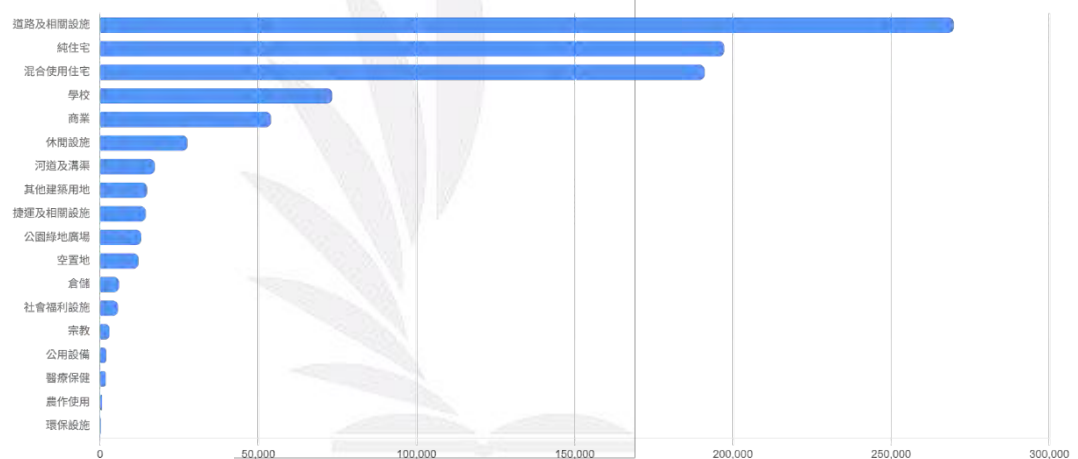
整條路線周邊的土地利用以農業為主，住宅次之，而路線是從臺中車站的市區開往清水市區，由此推斷在沿線僅在特定區域有較密集的商業區，周邊也會聚集較多的人流，而一旦離開市區，就會幾乎沒有上下車的旅客，並且為了探討上述的推測是否正確及觀察轉乘節點周圍的運量是否為其他運具所帶來的運量，因此以下將分成三個區域做討論，分別是臺中車站及國立臺中科技大學的市區，路線中段的捷運文心中清站，及路線尾端的臺中國際機場站來做特定區域的土地利用討論。

臺中車站和國立臺中科技大學周圍的土地利用在商業及公園用地相對路線其他站點，有較為聚集的現象，加上車站附近有大型轉運節點和國立臺中科技大學附近有知名觀光景點——一中商圈，因此推測這兩站的人流量會因此高於其他站點。（圖一）

土地利用大類	具體土地用途	全區總面積 (AREA_SUM)	全區比例	統計區(車站周邊)比例	區位商數 (LQ)
農業/森林利用	農作使用	5,458,724	15.35%	0.04%	0.003
	竹林	40,789	0.11%	0.10%	0.930
交通與水利	道路及相關設施	12,430,441	34.96%	30.31%	0.868
	一般鐵路及相關	1,263,18	0.35%	6.28%	17.68
核心建築利用	商業	1,430,026	4.02%	23.29%	5.79
	純住宅	3,707,084	10.43%	4.26%	0.408
	混合使用住宅	1,719,716	4.84%	33.13%	6.85
	製造業	1,775,750	4.99%	0.01%	0.001
	政府機關	1,290,948	3.63%	2.26%	0.621
公共與文化	公園綠地廣場	2,420,355	6.81%	14.08%	2.07
	其他土地總數	1,905,972	5.36%	11.97%	2.23

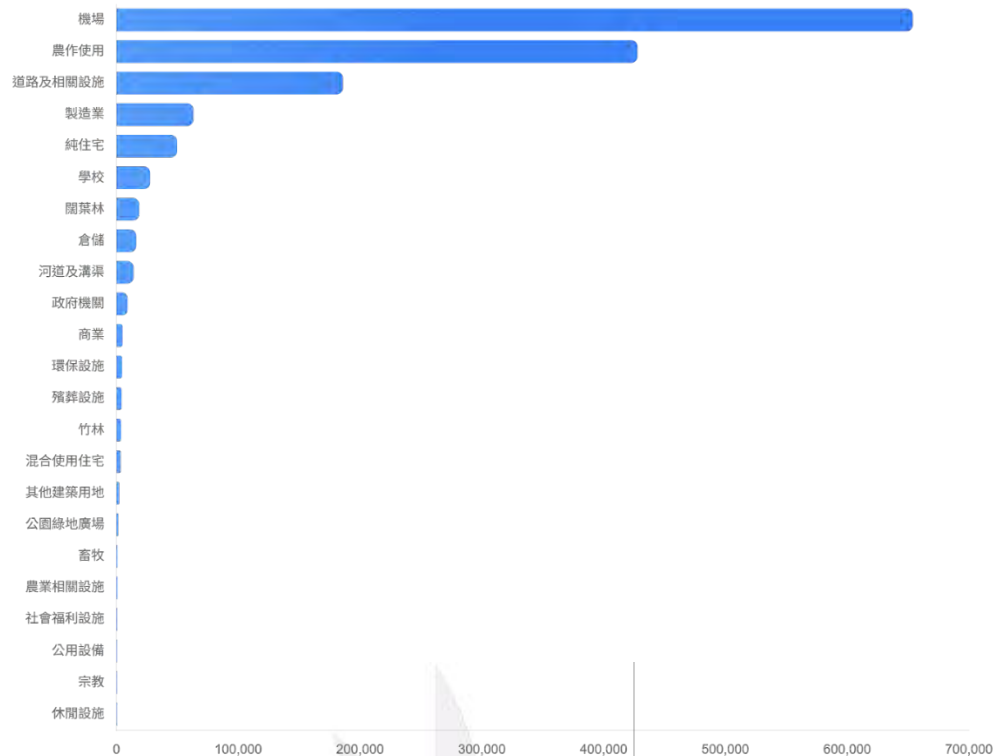
(圖一) 車站及國立臺中科技大學周邊土地利用與全線之比較

捷運文心中清站周圍的土地利用以住宅區為主，並包含部分混合式住宅的商業區，且周圍也有學校和一些商業區，因此推測除了捷運的轉乘旅次外，也會有不少的民眾從此站搭乘 500 路線到其他重要節點。



(圖二) 捷運文心中清站周邊土地利用面積

臺中國際機場站周圍的土地利用以機場用地及農地為主，周圍幾乎沒有商業設施，且周圍的學校亦可透過公明國中站到達，因此推測臺中國際機場的旅客來源主要會以搭乘飛機的旅客及機場工作人員為主 (圖三)。



(圖三) 臺中國際機場周邊土地利用面積

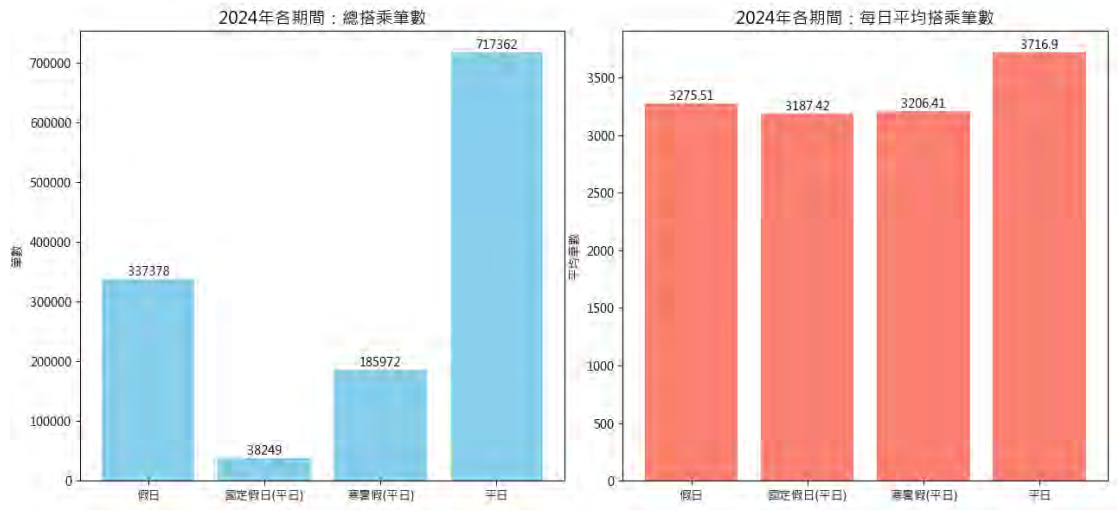
三、500、500 延、500 延區 2、500 延區 3

1. 搭乘時間、空間分析

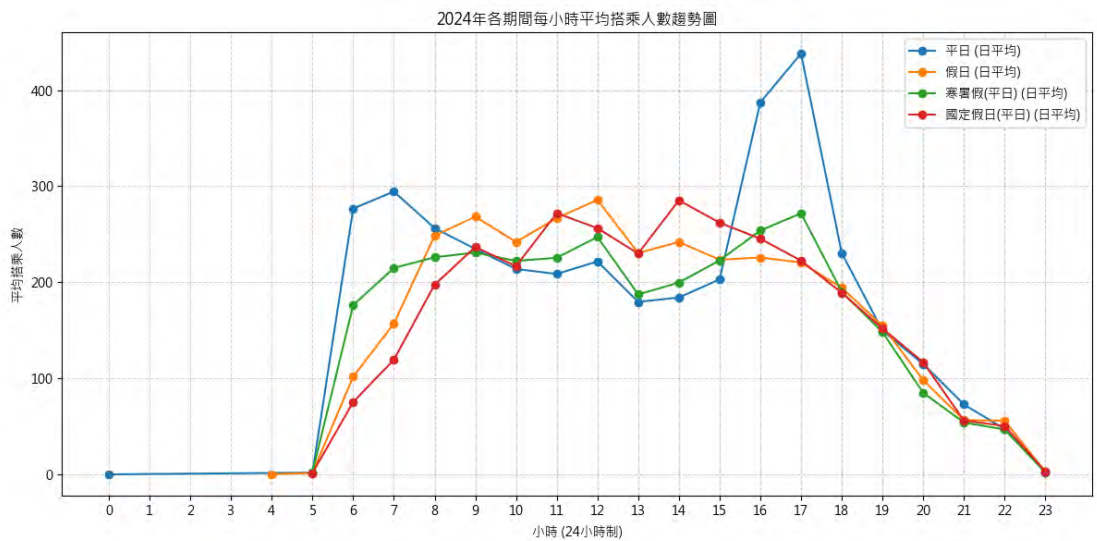
在營運量方面，500 路公車於平日期間的平均每日搭乘人數最多（圖四），其中平日的 6、7、16、17 時為運量高峰；而在日間 9~15 時之間，則以假日及國定假日的運量相對較高（圖五）。在車站運量方面，國立臺中科技大學站的年運量最高，接近 20 萬人次；其次為臺中車站、大雅、中友百貨及水滴市場等站，年運量均超過 10 萬人次；臺中二中則約為 9 萬 4 千人次。值得注意的是，自第八名起，其後各站的年運量皆不足首位車站之半數，包含臺中國際機場、華南銀行（清水分行）約 7 萬人次，以及六張犁約 6 萬人次。此數據顯示 500 路客運路廊具有顯著的特定重要節點，而這也跟前面土地利用分析所推測的內容相符。

進一步分析起訖點（OD）數據發現，無論在何種期間，客流皆高度集中於「國立臺中科技大學往返臺中車站」區間，年運量高達約 2 萬 5 千人次。其餘 OD 客流中，除「臺中車站至鄰近

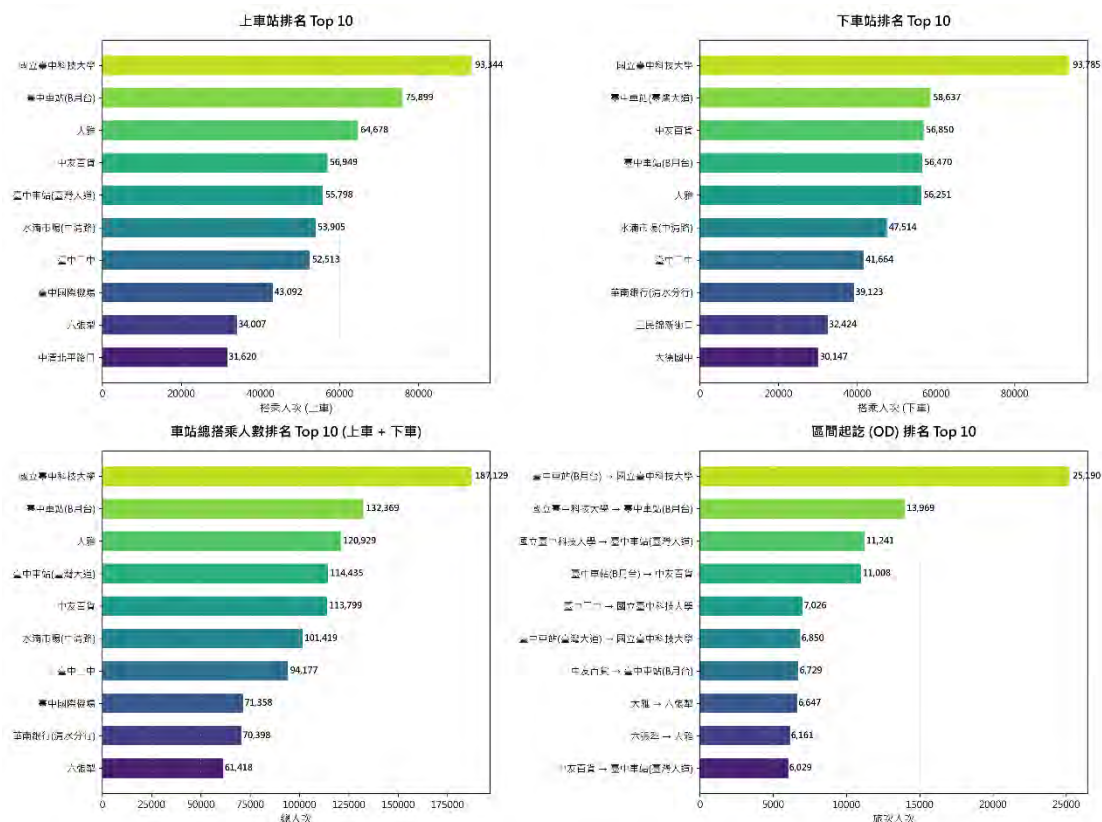
之中友百貨」具備約 1 萬人次之運量外，其餘起訖組合的客流量皆不足 1 萬人次（圖六）。由於多數旅客的 OD 呈現短途型態（圖七），反映出該路線在不同路段所服務的客群具有明顯的空間差異性。



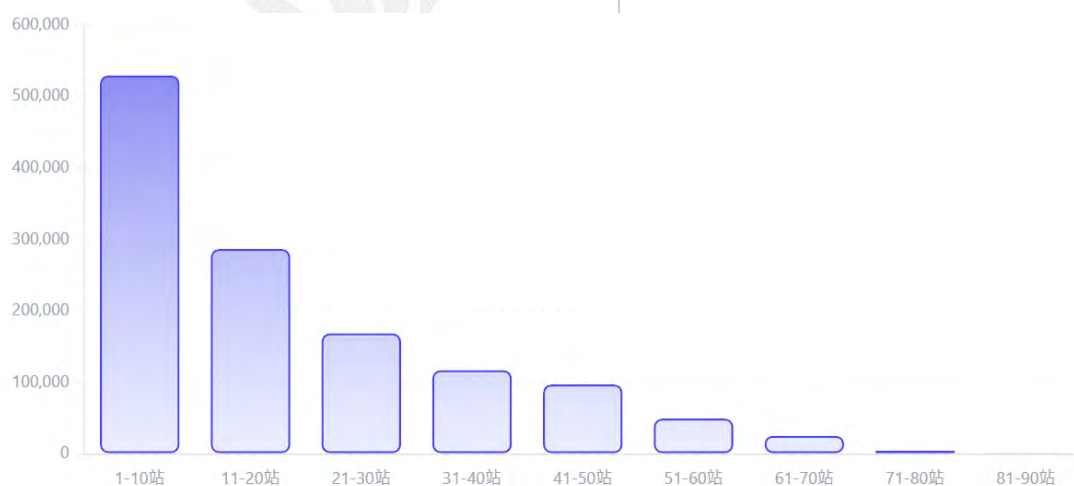
（圖四）500 路線各期間搭乘人數及平均搭乘人數



（圖五）500 路線各期間各時段平均搭乘人數



(圖六) 500 路線上下車站及 OD 前十名排名

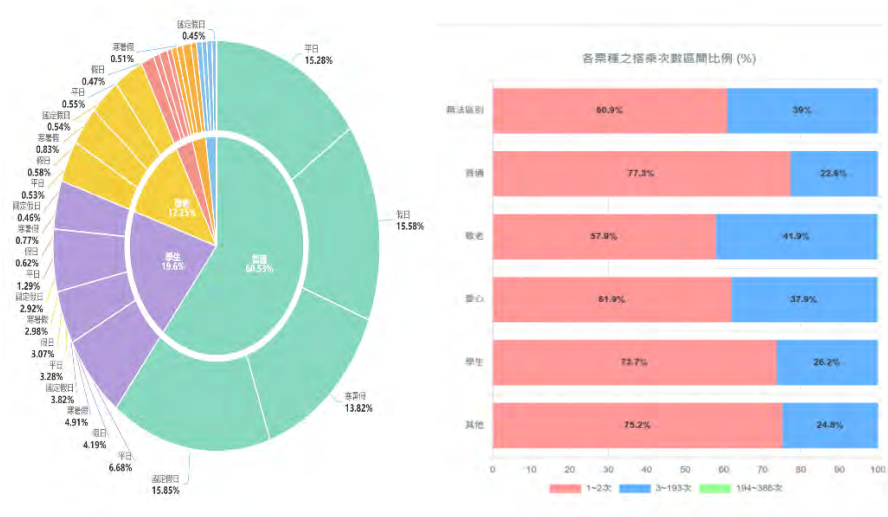


(圖七) 500 路線旅客搭乘站序長度

2. 票證總類及搭乘次數分析

500 路公車的整體搭乘結構以普通身分占比最高 (48.1%)，其次依序為敬老優待 (23.3%)、學生身分 (18.2%)、無法區別 (5.2%)、愛心優待 (3.4%) 及其他優待 (1.9%)。在搭乘頻率方

面，各票種普遍呈現低頻率的使用特性。其中，普通身分在「低頻率（1 至 2 次）」的占比高達 77.3%，學生身分與其他優待亦分別達 73.7% 與 75.2%，顯示短期或一次性旅客為 500 路公車的主要運量來源。相對而言，敬老優待與愛心優待票種在「中高頻率（3 至 193 次）」的占比較高，分別達 41.9% 與 37.9%，反映出高齡與弱勢族群對大眾運輸具備較強的穩定搭乘依賴性。此外，極高頻率（194 至 386 次）的搭乘者比例在各票種中皆低於 0.2%，顯示超高頻率的通勤型使用者並非市場結構主力。綜合上述數據，500 路公車目前主要由普通身分的短期旅次與敬老族群的穩定搭乘客流所共同構成（圖八、圖九）。



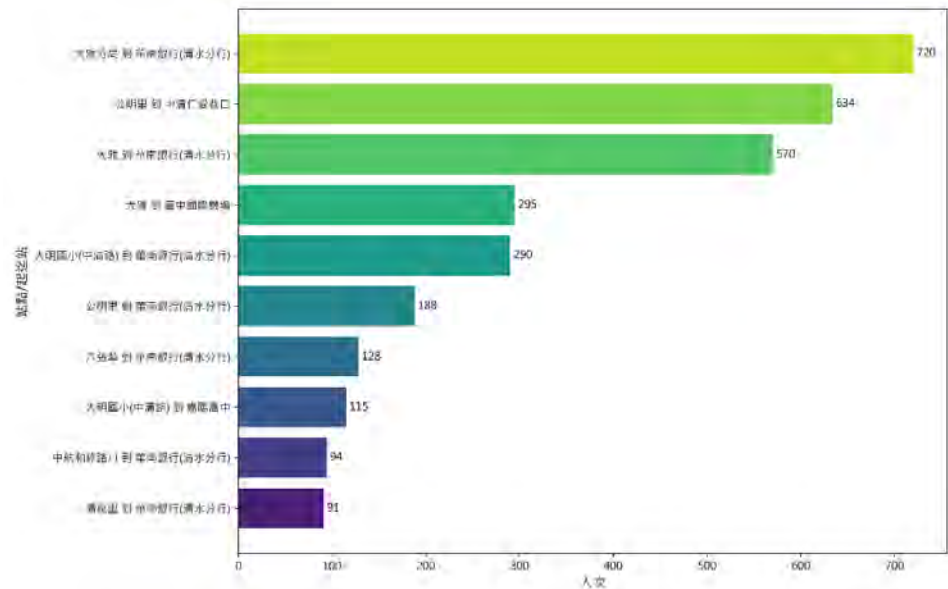
（圖八）500 路線搭乘旅客持卡種類佔比

（圖九）500 路線搭乘旅客持卡種類搭乘次數佔比

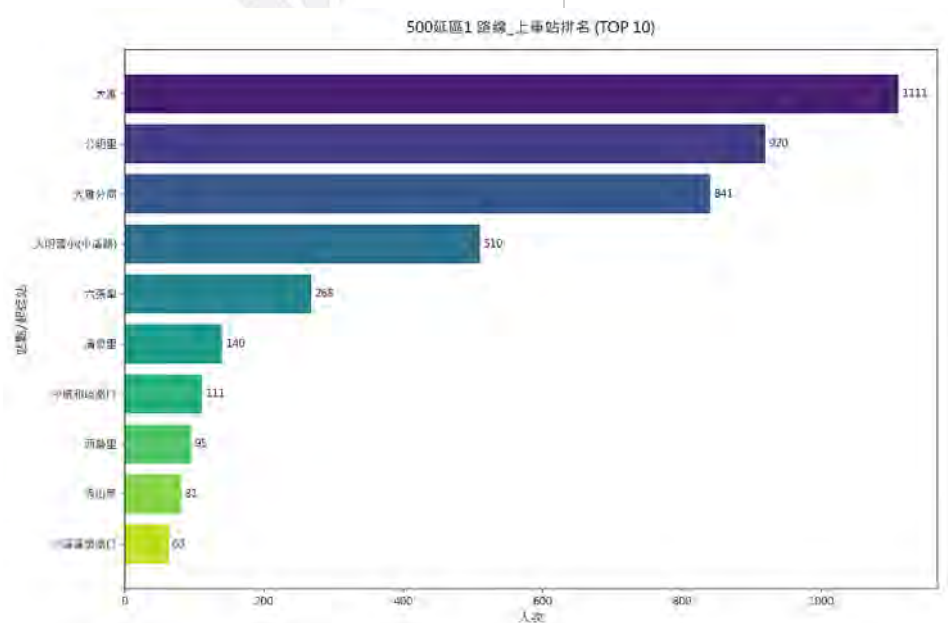
四、500 延區 1

1. 搭乘時間、空間分析

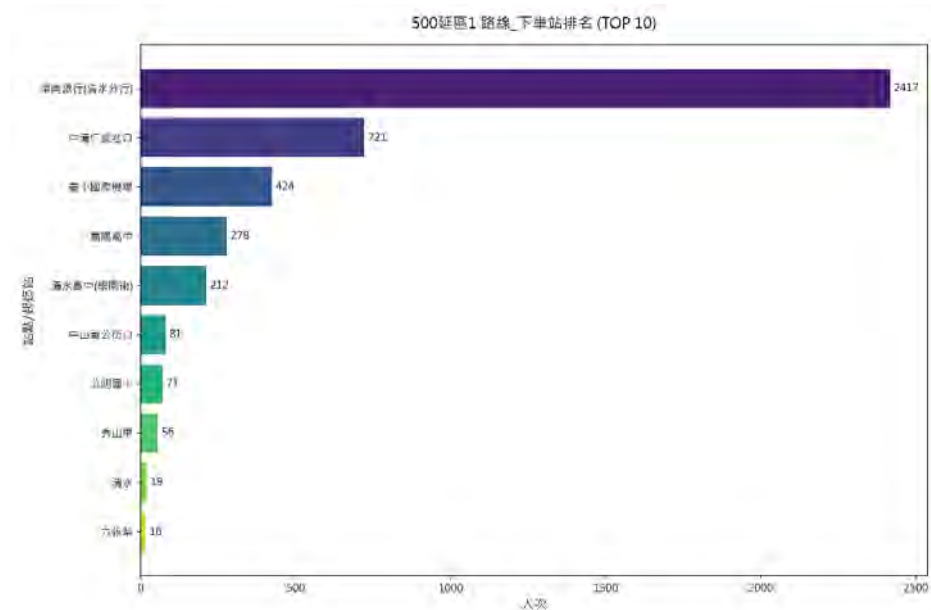
500 延區 1 僅在平日 6:45，從大雅往機場、清水方向發一班車，由數據可以看到旅客主要由大雅地區前往華南銀行（清水分行）及機場，和前面的路線一樣具有特定的重要節點（圖十）。



（圖十）500 延區 1 往清水 OD 人次排名



（圖十一）500 延區 1 往清水上車站人次排名

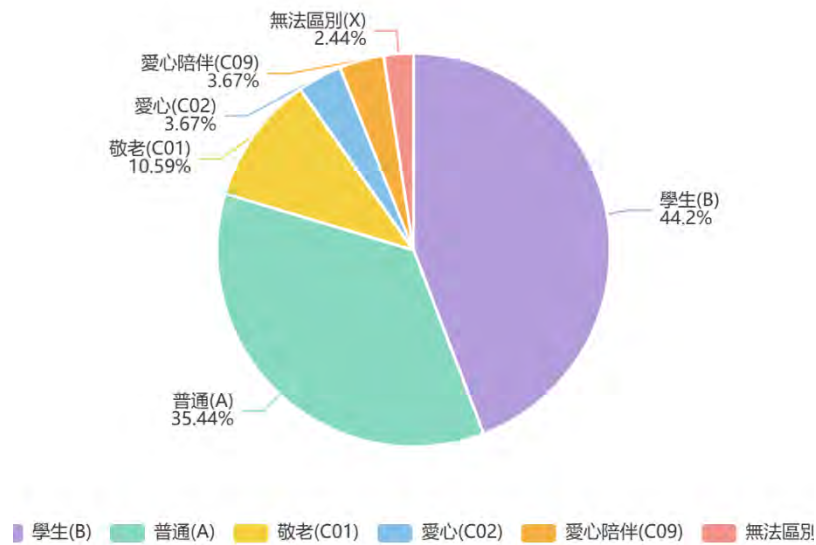


(圖十二) 500 延區 1 往清水下車站人次排名

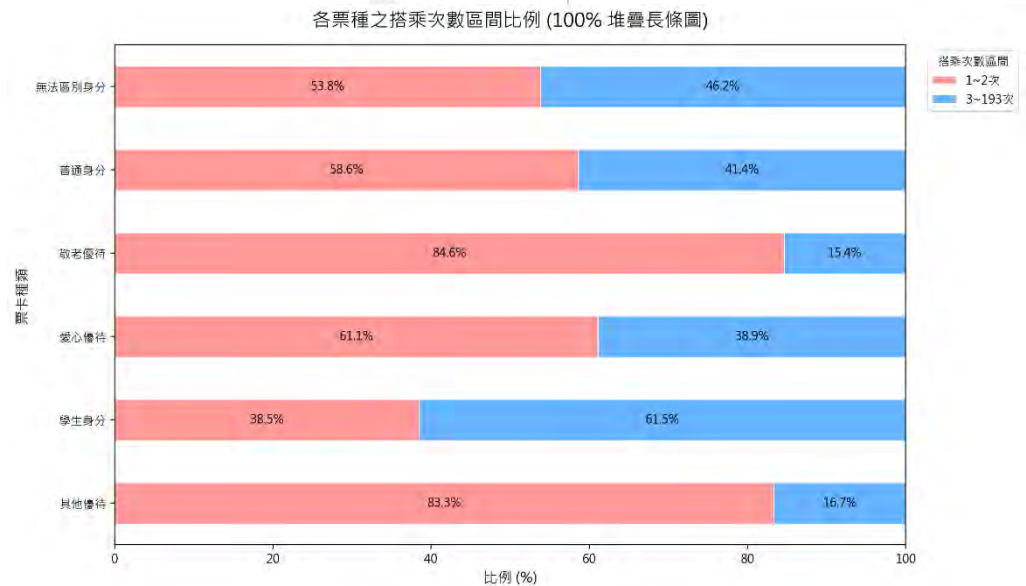
2. 票證總類及搭乘次數分析

根據搭乘票卡種類的比例數據顯示，該路線之整體乘車客群以「學生身分」為最大宗，佔比高達 **61.0%**；其次為普通身分（含 TPASS），佔 **31.1%**，兩者合計已逾總票證數之九成。而敬老優待（**3.6%**）、身分未明（**2.3%**）、愛心優待（**1.1%**）及其他優待（**0.8%**）之比例則相對較低（圖十三）。

進一步交叉分析各票種的搭乘頻率區間（如圖十四所示），學生身為高頻率搭乘（**3 至 193 次**）比例最高之族群。在學生客群內部，高頻率搭乘者佔 **61.5%**，明顯高於僅搭乘 **1 至 2 次** 之低頻率分佈（**38.5%**），充分顯示學生客群對該路線具極高之黏著度與通勤常態性。相反地，普通身分、敬老優待與其他優待票種，則皆以低頻率搭乘為主，分別佔 **58.6%**、**84.6%** 與 **83.3%**，說明其利用多屬偶發性或短期之隨機需求。鑑於目前市場結構穩定且供需型態明確，營運班次之運量配置亦具備合理性，因此本研究認為現階段尚無調整當前營運模式之必要。



(圖十三) 500 延區 1 搭乘旅客持卡種類佔比



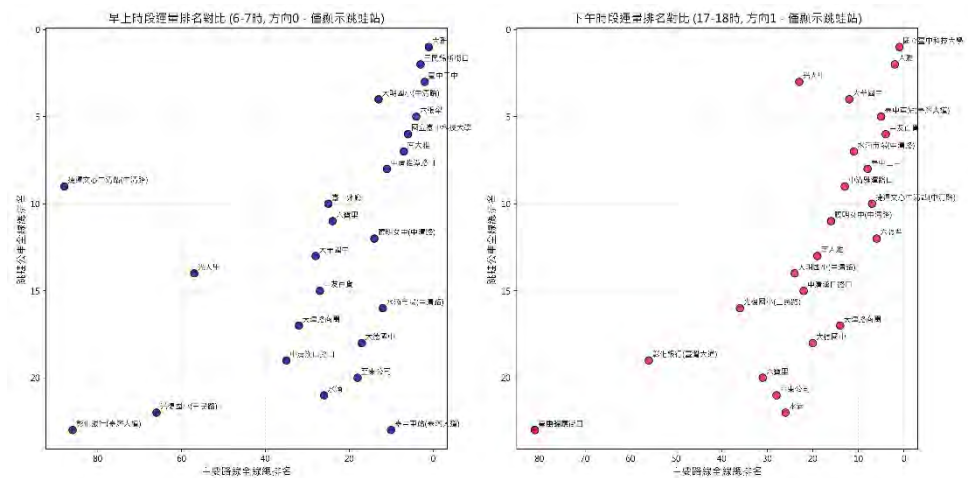
(圖十四) 500 延區 1 搭乘旅客持卡種類搭乘次數佔比

五、500 跳蛙

1. 停靠站分析

為了評估 500 跳蛙公車停靠站點的效率，我們透過散布圖分析 500 路跳蛙公車之停靠站點效率，藉此觀察跳蛙公車營運時間內，其停靠站運量在全線同編制時段車站中的排名落點。由散布圖結果（如圖十五所示），上午 6 時班次共有 20 個停靠站名列全線前 40 大高運量站點，下午 17 時班次則有 21 個停靠站名

列前 40 大高運量站點。此外，三民錦新街口站只有往臺中車站的票證資料，往清水方向皆無資料，經過 google 街景調查當時站牌無取消或施工等情況，因此判斷為票證資料異常，因此在此不討論；為避免增加整體行車時間，故採取減少停靠策略。上述數據與設站邏輯充分顯示，500 路跳蛙公車之站點配置多數符合高需求客群之分布，只有水滸站，在早上及下午在跳蛙公車排名在 579 人以下，也就是平均每個平日每班車不到一個人在該站上下車，再加上水滸站不到 200m 後就有水滸市場站，因此本團隊評估跳蛙公車應該裁撤水滸站。



(圖十五) 跳蛙及普通路線上下午排名散布圖

2. 搭乘時間、空間分析

由時刻表觀之，該路線於每日上午 06:00、06:15、06:30 自忠義里（中科實中）發車往臺中車站方向；下午則於 17:00、17:15、17:30 自市區開往大雅與忠義里方向。其班次規劃與開行方向，切合整條中清路廊之運量時空分布特性（圖十六）。

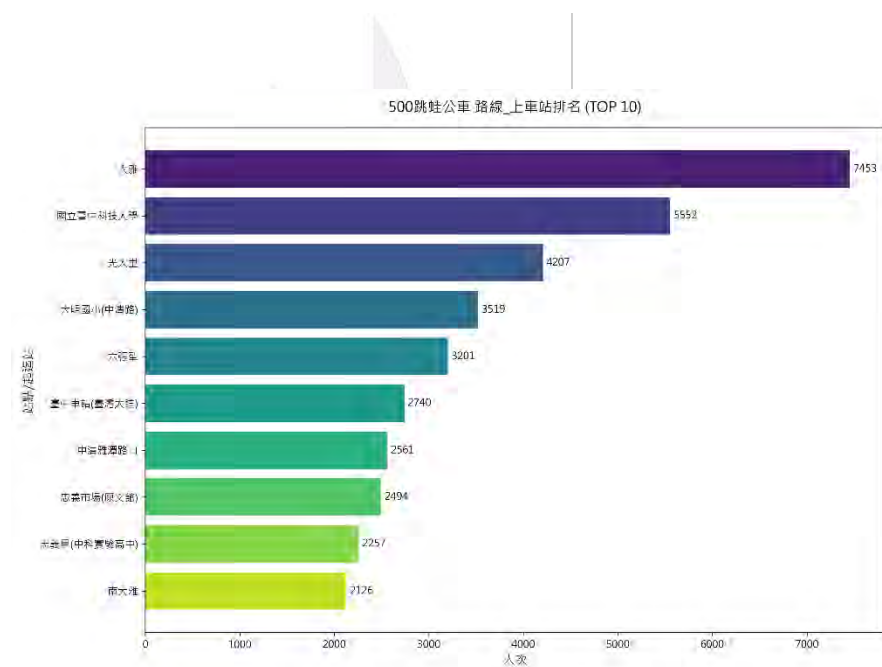
在車站節點方面，大雅站為上下車運量最高之核心站點，顯示不論上午往臺中車站或下午往忠義里方向，該站皆為旅客集散之重要樞紐（圖十七、圖十八）。此外，由起訖點（OD）數據觀察，多數旅客係搭乘 500 路跳蛙公車往返市區與大雅之間，顯示其運輸需求以中長程旅次為主（圖十九、圖二十）。

在旅行時間方面，上午 6 時往車站方向，500 路跳蛙與

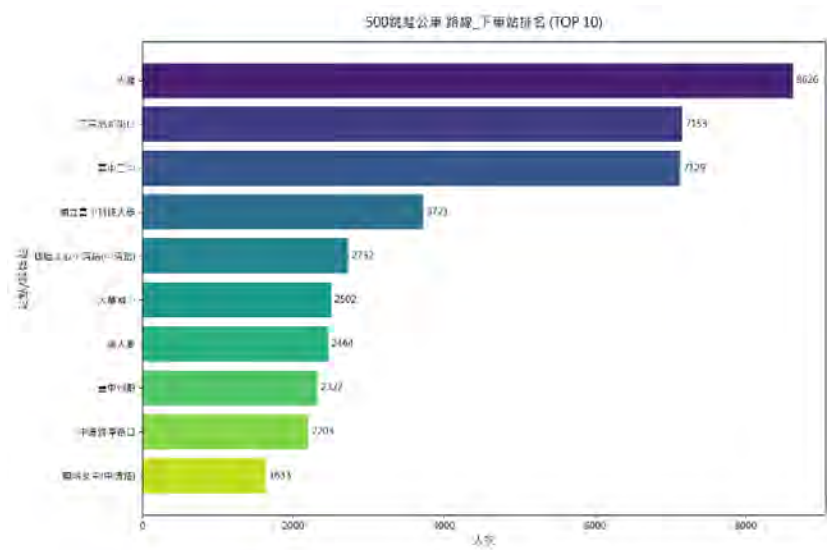
500 路普通公車之平均旅行時間分別為 71.48 分鐘與 69.37 分鐘，在統計上並無顯著差異；然而，下午 17 時往大雅方向，500 路普通公車與 500 路跳蛙之平均旅行時間分別為 75.85 分鐘與 69.41 分鐘，兩者在統計上具顯著差異。跳蛙公車成功為旅客節省約 6 分鐘的行車時間，成功與各站停車的 500 路線做出市場區隔。



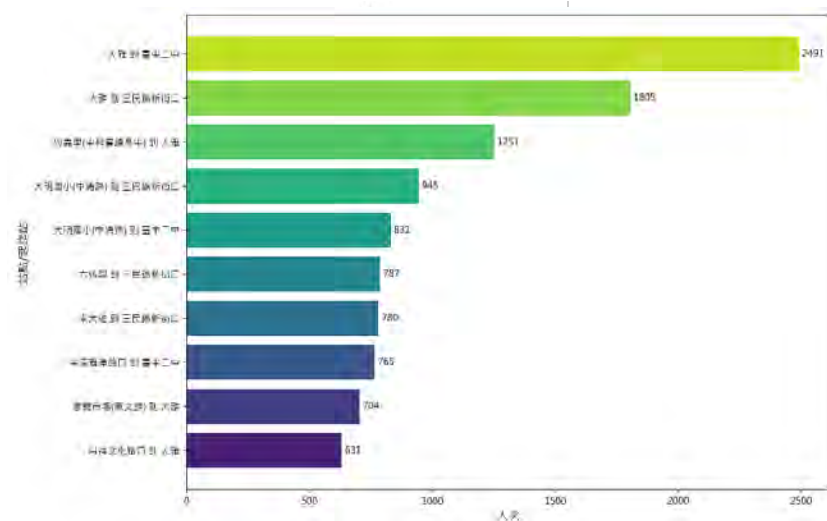
(圖十六) 路廊方向運量



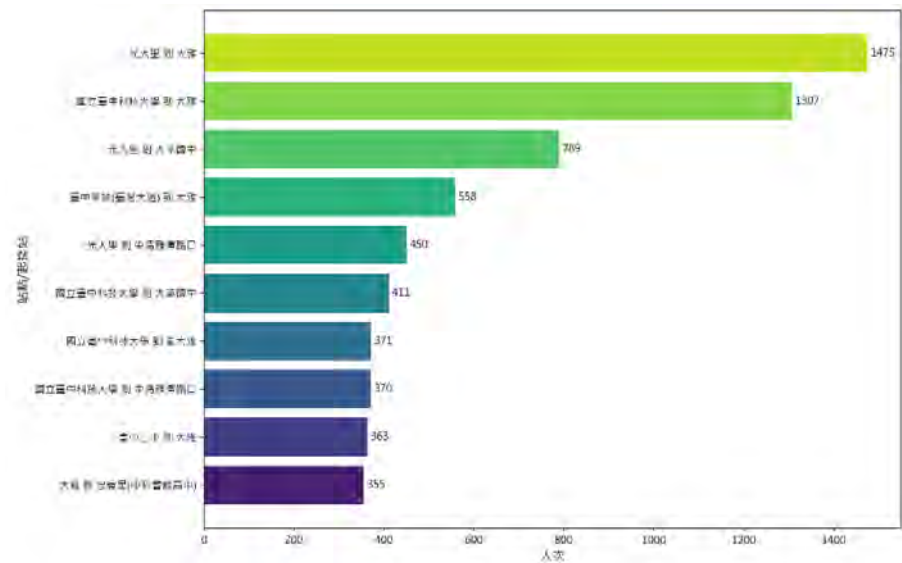
(圖十七) 500 跳蛙上車站人次排名



(圖十八) 500 跳蛙下車站人次排名



(圖十九) 500 跳蛙往臺中車站 OD 人次排名

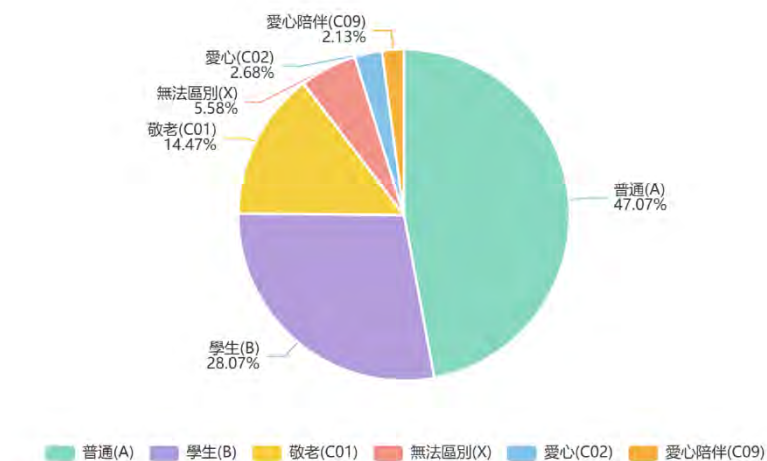


(圖二十) 500 跳蛙往清水 OD 人次排名

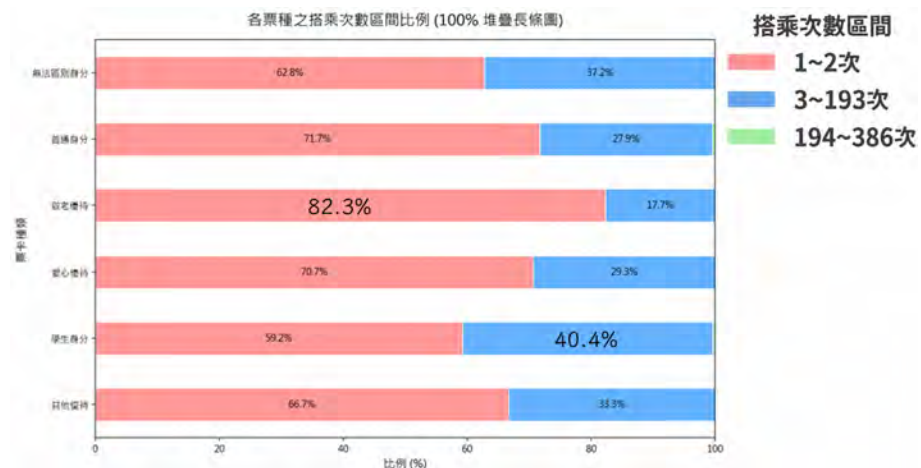
3. 票證總類及搭乘次數分析

在 500 路跳蛙公車的客群結構中，普通身分（含 TPASS）與學生身分為兩大核心客群。其中，普通身分佔比最高，達 **44.93%**；學生身分則緊追在後，佔 **38.55%**，兩者共同構成本路線之主要運量與營運收益來源（圖二十一）。

進一步交叉分析搭乘頻率可以發現，在兩大客群中，具常態性通勤習慣（高頻率搭乘）的比例分別為 **27.88%** 與 **40.38%**。由此數據推測，普通身分客群多數僅搭乘 **1 至 2 次**，行為特性較偏向非經常性的隨機旅次（如商務、轉乘或一般民生需求）；相對地，學生族群經常性搭乘的比例顯著較高，充分反映其強烈的通學常態性與高黏著度（圖二十二）。



(圖二十一) 500 跳蛙搭乘旅客持卡種類佔比



(圖二十二) 500 跳蛙搭乘旅客持卡種類搭乘次數佔比

六、重要轉運節點分析

1. 機場分析

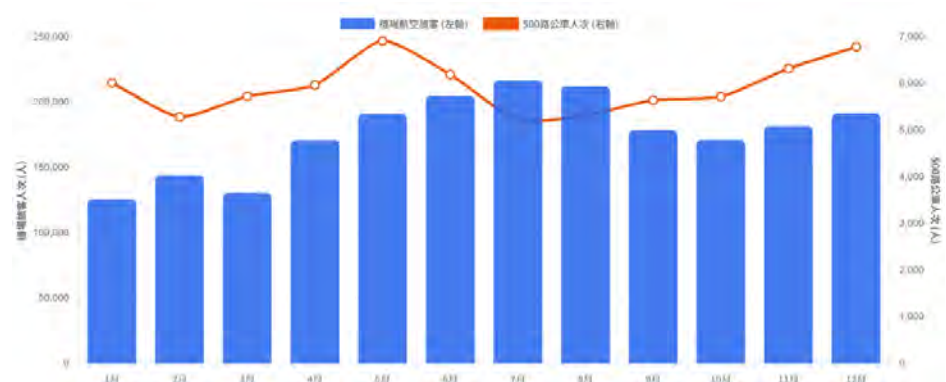
(1). 旅客在不同期間及時段之分布

臺中國際機場的每月運量在 6、7、8 月均達 20 萬人次以上，然而 500 路公車在「臺中國際機場站」的運量，反而在寒暑假的 2、7、8 月相對較低（如圖二十三所示）。

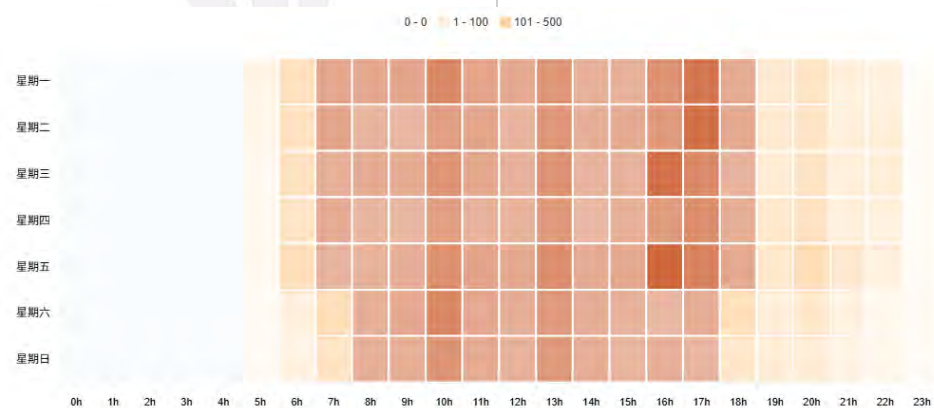
推測其核心原因在於寒暑假期間多為家庭出遊，旅客往往隨身攜帶大量大型行李。雖然 500 路公車多數採低地板車型，但結合團隊實地勘查發現，該路線的公車站牌多屬簡陋的簡易站牌，不僅缺乏遮蔭歇息空間，站牌周邊亦無平整且

寬闊的人行道。因此，民眾在考量攜帶大件行李的便利性欠佳後，多數傾向改由搭乘計程車或自行開車前往機場。這也導致 500 路公車在 2、7、8 月期間，於機場站的運量數據並未呈現相應的成長趨勢。

此外，進一步分析時間與星期的交叉數據發現，週五下午在機場站的旅客數明顯偏多。推測可能是有部分學生或民眾利用空運返鄉，亦或是遊客規劃利用週末假日出遊所致（圖二十四）。



（圖二十三）500 臺中國際機場站搭乘旅客人次與航班數量



（圖二十四）機場人潮集中時段熱力圖

(2). 人流動向

數據顯示，前往機場與離開機場的搭乘人次存在顯著差異（如圖二十五所示）。其中，前往機場的人流主要來自大雅或臺中車站（如圖二十六所示）；而從機場離開的人流則以「往清水」為主，往大雅及臺中車站方向次之（如圖二十七

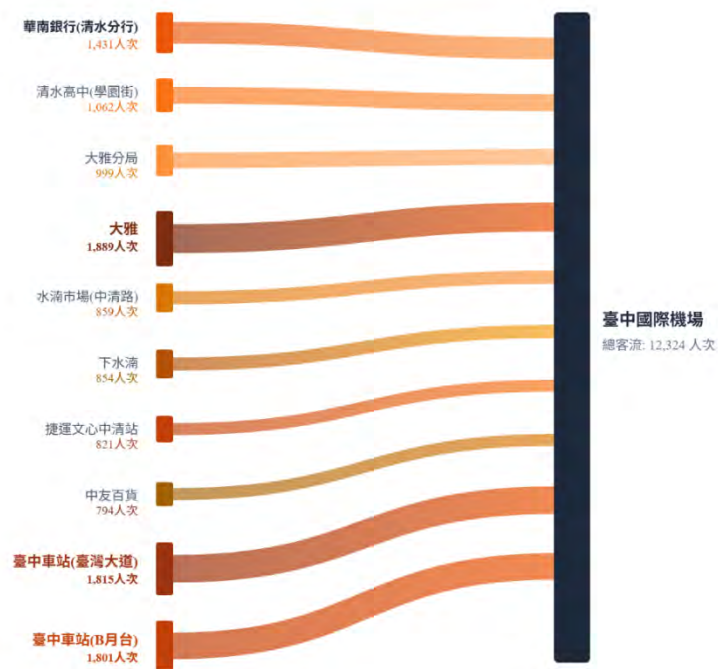
所示)。

針對此現象，推測核心原因在於 500 路公車日間平均每 20~30 分鐘僅有一班，使民眾需配合時刻表進行乘車。由於前往機場的目的是為了搭乘飛機，一旦錯過班機，所付出的時間與改票成本過高，這使得民眾在「去程」時，更傾向選擇自行開車或搭乘計程車等能自主掌控時間的交通方式。相反地，從機場「返程」離開時，由於錯過車次的風險與時間成本相對較低，旅客較願意選擇相對經濟的公車，進而願意花費時間去配合公車的發車時刻。

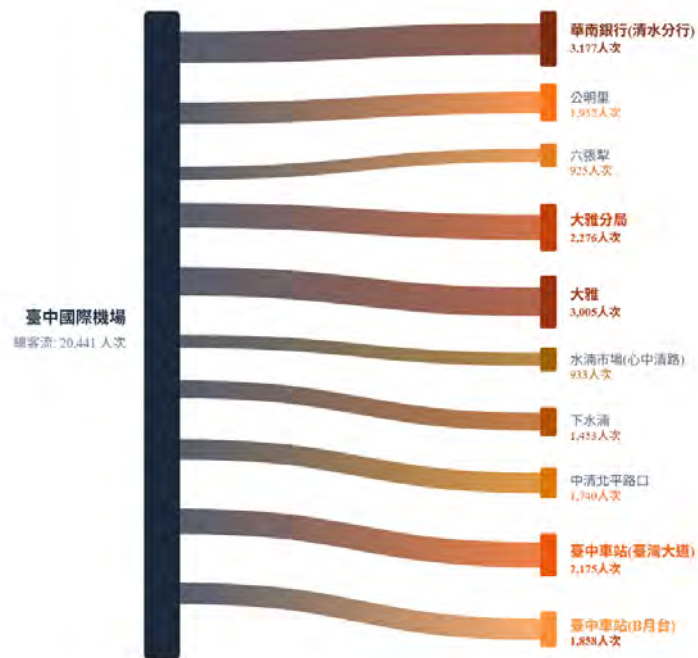
另外，數據也指出「華南銀行（清水分行）」站在前往機場與離開機場的搭乘人同樣有著顯著的落差。推測其原因在於，對清水地區的居民而言，前往機場屬於短途行程，無論是自行開車或搭乘計程車，其經濟與時間成本都相對低廉。因此，居民在準備出發前往機場時，更缺乏意願去選擇搭乘班次較少、且受限於時刻表束縛的公車。



(圖二十五) 前往機場與離開機場使用 500 路線之比較



(圖二十六) 機場旅次來源地排名



(圖二十七) 機場旅次目的地排名

(3). 重複搭乘次數

前往機場的人大部分是一次性搭乘的遊客，而搭乘 194~386 次僅有一小部份的人，推測是機場的員工透過 500 路線通勤上班。(圖二十八)



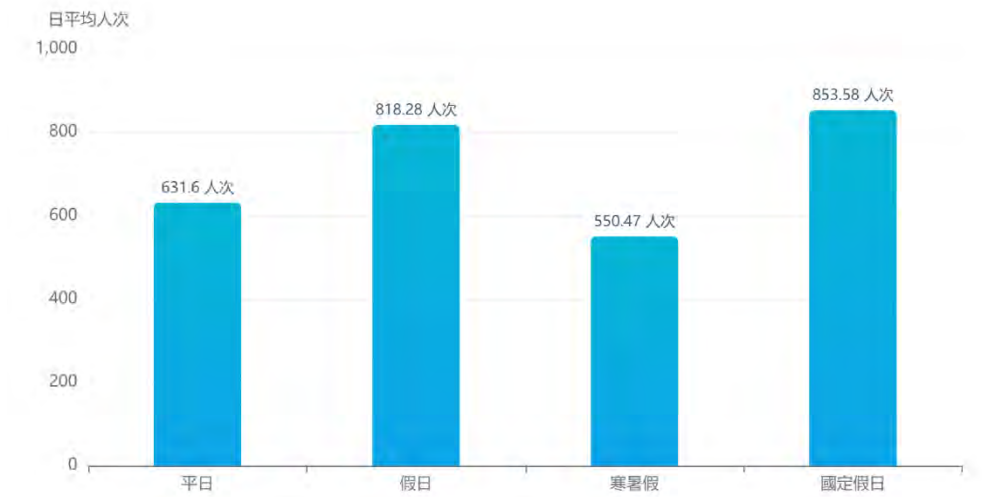
(圖二十八) 前往機場搭乘 500 路線次數

2. 臺中車站分析

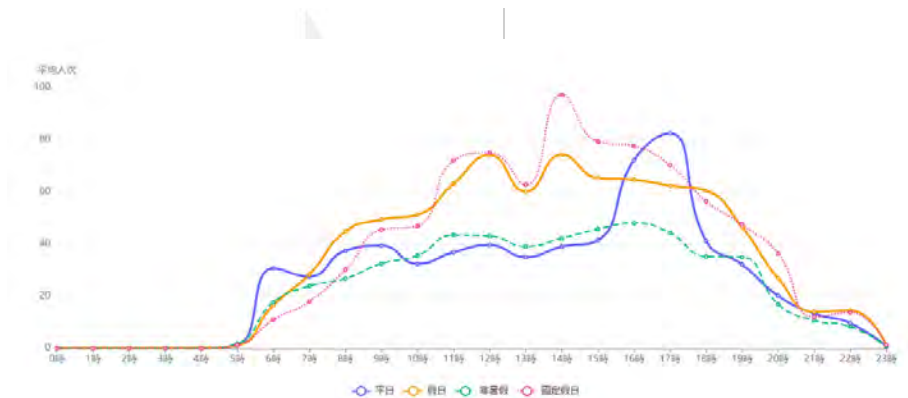
(1). 旅客在不同期間及時段之分布

透過電子票證數據分析(如圖二十九所示)，假日與國定假日前往「臺中車站」的旅次數明顯較多，且時間主要分散在 11~18 時之間。

相對地，平日的旅次則在 16、17 時出現較為顯著的峰值(圖三十)。結合前述的土地利用分區分析，推測此現象很可能是周邊學校放學後，學生人潮在此聚集所致。



(圖二十九) 臺中車站各期間搭乘人次

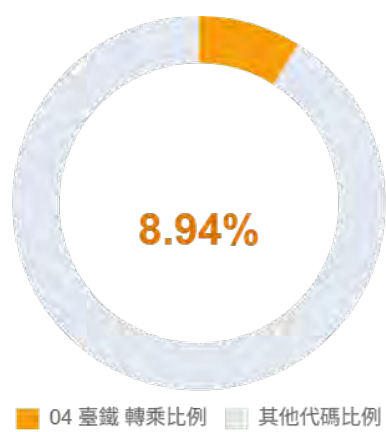


(圖三十) 臺中車站各期間各時段搭乘人次

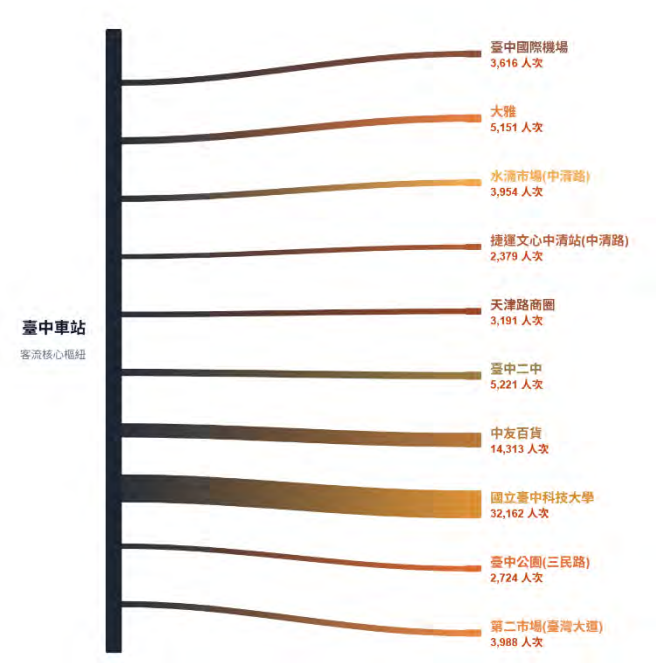
(2). 人流動向

透過電子票證的轉乘代碼分析發現，在所有旅客中，約有 8% 的旅客會選擇由臺鐵轉乘 500 路公車前往目的地（如圖三十一所示）。

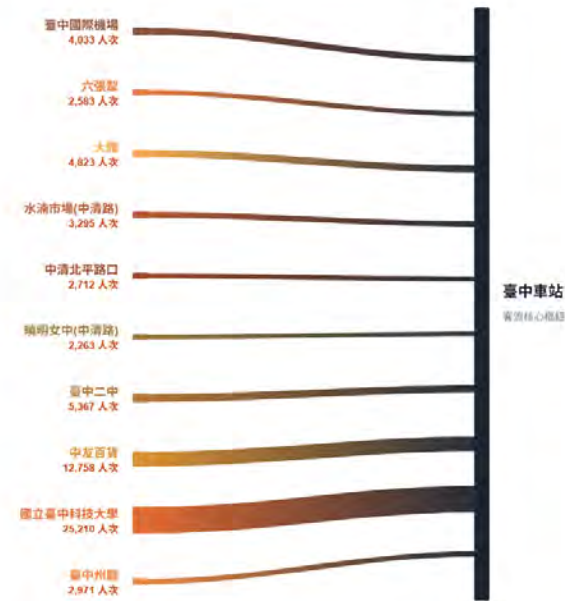
其中，以「臺中車站」來往「國立臺中科技大學站」的人潮最為密集，「中友百貨站」則次之（圖三十二、圖三十三）。結合前述的土地利用分析可以發現，這兩站周邊的商業區與休閒娛樂用地最為集中；再加上一中街、中友百貨等知名商圈的加持，成為帶動假日及國定假日期間搭乘人次顯著偏高的主要因素。



(圖三十一) 從臺鐵轉乘 500 路線比例



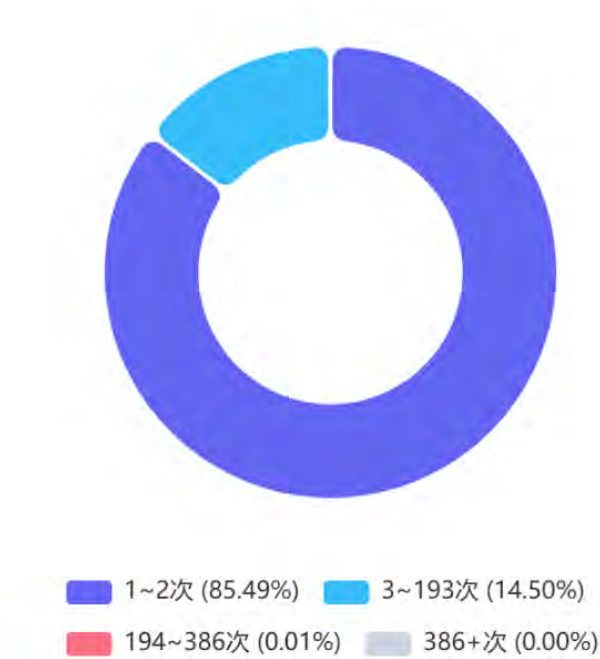
(圖三十二) 臺中車站旅次目的地排名



(圖三十三) 臺中車站旅次來源地排名

(3). 重複搭乘次數

數據顯示，往來臺中車站的旅客，在一年之中大多僅搭乘 1~2 次（圖三十四）。對應前述的人流動向，可以推斷絕大多數民眾是在觀光旅遊時，才產生的代步需求。此外，從臺中車站往來國立臺中科技大學，除了 500 路中清幹線外，還有 700 路崇德幹線（班距約 15~20 分鐘）及 900 路北屯幹線（班距約 20 分鐘）等多條幹線公車行經，其聯合班距可望達到 10 分鐘以下。這讓旅客無需特別查詢時刻表，直接在月台候車便能快速到達目的地。也正因為多路線重疊的便利性，即便是經常在此路段通勤的民眾，其搭乘足跡也會分散在不同路線上，因而不易透過單一公線的電子票證資料完整呈現。

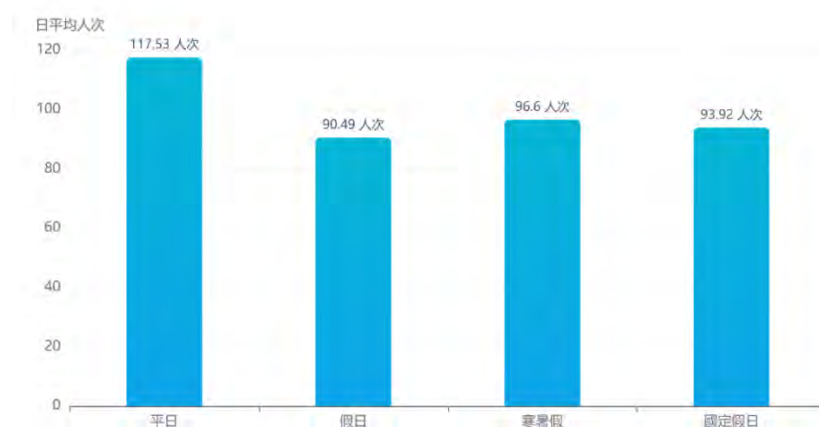


(圖三十四) 前往臺中車站搭乘 500 路線次數

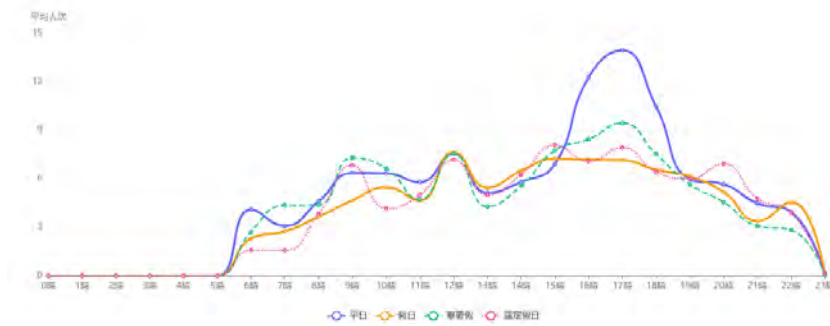
3. 捷運文心中清分析

(1). 旅客在不同期間及時段之分布

由期間分析圖來看，平日的平均搭乘人數為 117 人，相較於假日（90 人）、寒暑假（96 人）及國定假日（93 人）期間明顯較多（圖三十五）。再加上平日的 16~17 時之間，搭乘人次出現了顯著的峰值（圖三十六），因而可以推測，有很大一部分的搭乘人潮，是由捷運文心中清站服務的周邊學校學生，以及利用捷運轉乘公車的通勤族群共同組成。



(圖三十五) 捷運文心中清站各期間搭乘人次

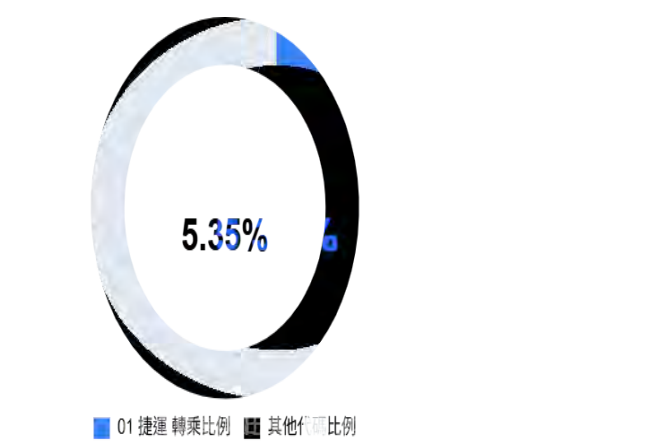


(圖三十六) 捷運文心中清站各期間各時段搭乘人次

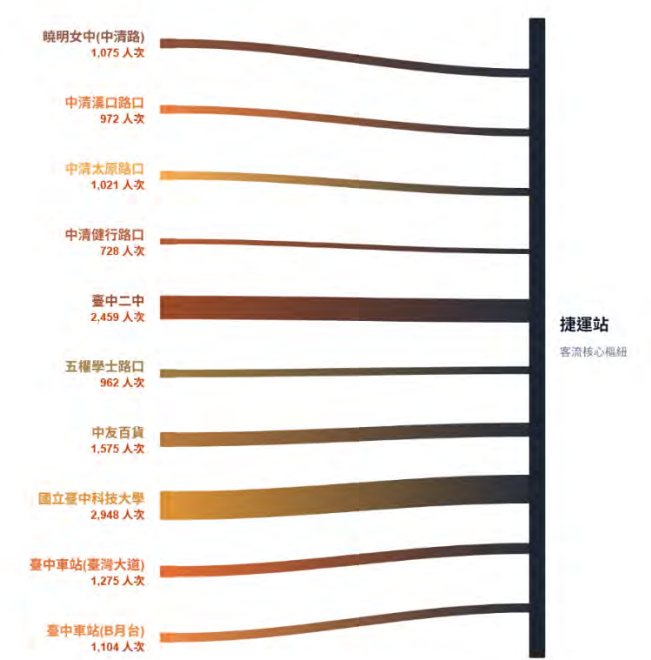
(2). 人流動向

由於電子票證資料中，從「清水往臺中車站方向」行經捷運文心中清站的數據並未被存取，經團隊實地調查，該站於 2024 年間並未因施工或其他因素導致站牌封閉或改設臨時站，且周邊鄰近兩站的票證資料量亦無異常增加之情形，故判定此現象純屬數據缺失之異常。在此數據限制下，本研究後續凡涉及前往「捷運文心中清站」的數據排名與分析，皆僅指「由臺中車站往捷運文心中清站」的單向站點數據。

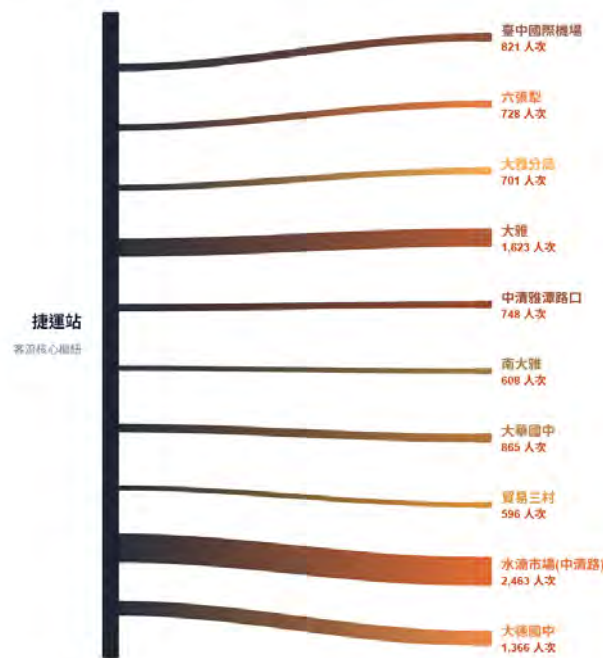
經我們觀察，在捷運文心中清站由「捷運轉乘至公車」的旅客比例約為 5%（圖三十七），其人流主要來自國立臺中科技大學及臺中二中（圖三十八）；而在捷運文心中清站上車「往清水方向」的旅客，則主要前往水湳市場與大雅（圖三十九）。代表僅有少數旅客會透過捷運轉乘 500 路公車長途前往清水。結合前述的期間與時段分析，基本上 500 路公車除了服務捷運轉乘的通勤族群外，也同樣服務了原就在捷運文心中清站附近的在地通勤族群。



(圖三十七) 從捷運轉乘 500 路線比例



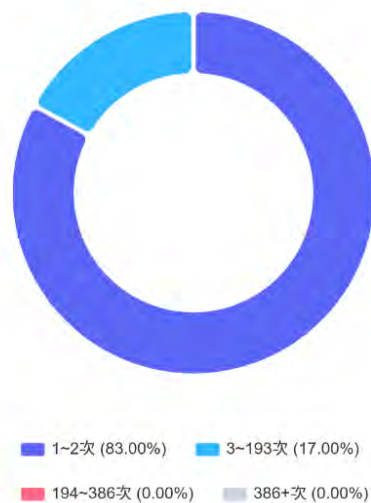
(圖三十八) 捷運文心中清旅次來源地排名



(圖三十九) 捷運文心中清旅次目的地排名

(3). 重複搭乘次數

來往「捷運文心中清站」的旅客中，有 17% 的旅客屬於經常重複搭乘的常客。此比例雖然明顯高於臺中機場與臺中車站，但從整體客源結構來看，依舊是以一次性搭乘為主的客源型態（圖四十）。



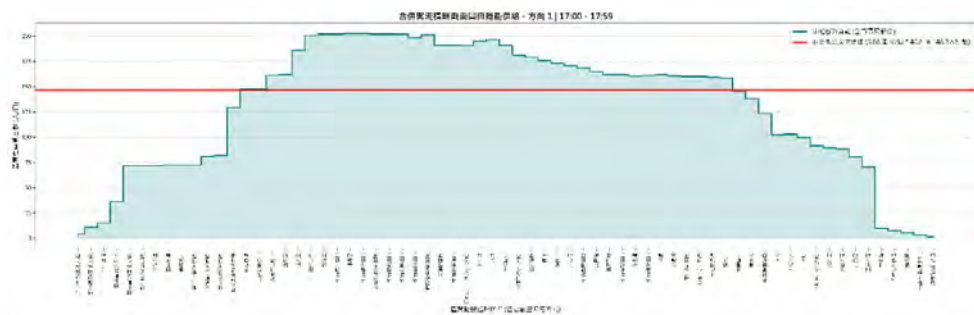
(圖四十) 前往捷運文心中清搭乘 500 路線次數

陸、發現問題

一、路線站點過多與運量集中於大型節點之營運情況不相符

根據前述之使用者特性分析，該路線的運量主要集中於特定節點。在時間統計方面，上午 6 時由大雅往車站方向的跳蛙公車與正班公車，其運行時間並無顯著差異。然而在反向路段上，車站往大雅方向的跳蛙公車與正班公車，平均乘車時間則存在明顯落差。

此外，經調查尖峰時段的供給與需求量發現，17 時往清水及大雅方向的特定路段，目前呈現顯著的需求大於供給之現象（如圖四十一所示）。對此，團隊規劃透過增發跳蛙公車班次的方式，以達成旅客分流並強化實質運能供給之目的。

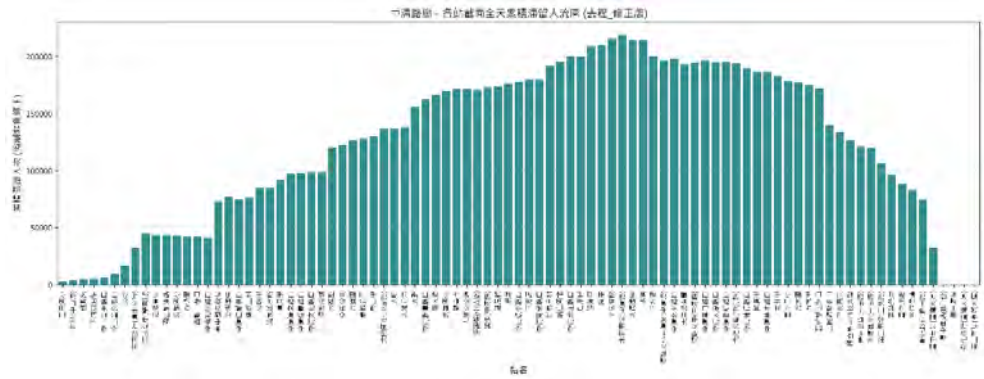


（圖四十一）17 時乘載區間人數圖

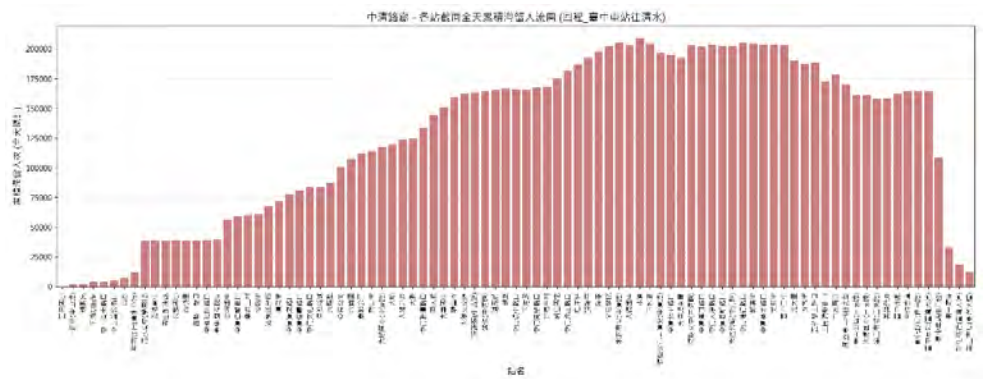
Note. 本圖表係基於本研究收集之原始數據，並透過 Gemini (Gemini, 2026) 輔助生成之程式碼繪製而成。

二、路線過長導致供給未匹配需求

根據客群搭乘特性分析，旅客的搭乘行為主要以短距離為主。經訪談陳文政老師，政府端亦認為 500 路公車目前存在營運里程過長的問題。同時，從營運數據中可發現，該路線自「清水路段」至「六張犁路段」的運量低於 10,000 人次，呈現運能利用率明顯偏低的現象（圖四十二、圖四十三）。為解決上述公車營運里程過長及部分路段運能無效投放的問題，團隊規劃透過「開行區間車」的方式進行優化，以期能更精準地調配運能並提升整體營運效率。



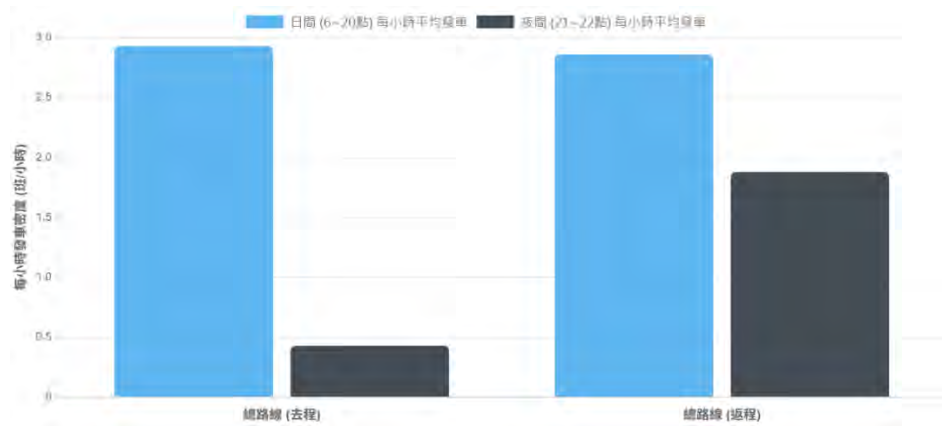
(圖四十二) 路線路廊往臺中車站乘載區間總人數



(圖四十三) 路線路廊往清水乘載區間總人數

三、夜間需求過低

從前述的使用者特性分析中，團隊發現不論在任何期間，21~23時（以下簡稱夜間時段）的平均運量皆為全日最低。進一步交叉分析時刻表與運能發現，500 延與 500 延區 3 兩條路線在夜間往臺中車站方向所提供的班次，幾乎與日間無異（如圖四十四所示），且夜間雙向的實際運量並無顯著差異（如圖四十五所示），導致兩個方向的運能供給皆遠大於實際需求（如圖四十六、圖四十七所示）。由此可知，該時段的班次密集度與車型配置已呈現明顯過剩的現象。



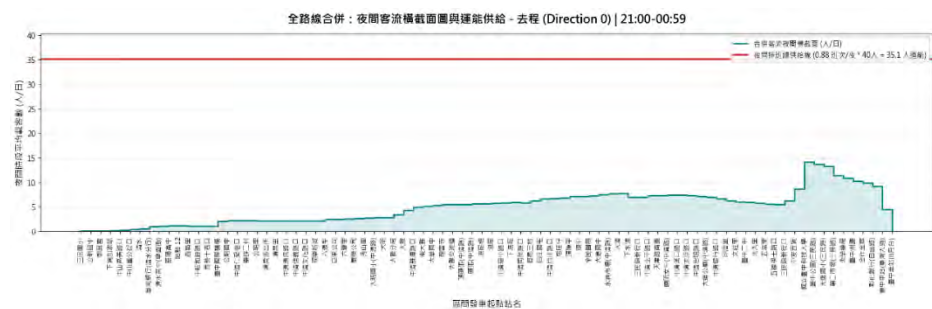
(圖四十四) 日夜間雙向發車班次比較



(圖四十五) 夜間雙向搭乘人數比較與檢定



(圖四十六) 夜間往清水乘載區間每日平均人數



(圖四十七) 夜間往臺中車站乘載區間每日平均人數

柒、營運優化效益分析

一、前言

在評估後續的改善措施時，為有效衡量該路廊更為完整的實質運量，同時考量到 500 路路廊各大主要節點間的距離較為遙遠，團隊決定篩選並納入「共線率達 60% 以上」的相關公車路線（如圖四十八所示），並將其併入後續的可行性評估與整體規劃中。

比較路線名稱	比較路線方向	500正線去程	500正線回程	500延區去程	500延區回程	500延區1去程	500延區2去程	500延區3回程	500跳蛙公車回程	500跳蛙公車去程
6	去程	50 / 75.76%	-	50 / 61.73%	-	9 / 25.71%	50 / 61.73%	-	-	25 / 89.29%
6	回程	-	51 / 72.86%	-	51 / 60.00%	-	-	51 / 60.00%	26 / 92.86%	-
6副	去程	52 / 78.79%	-	52 / 64.20%	-	11 / 31.43%	52 / 64.20%	-	-	20 / 71.43%
6副	回程	-	53 / 75.71%	-	53 / 62.35%	-	-	53 / 62.35%	21 / 75.00%	-
61	去程	35 / 53.03%	-	35 / 43.21%	-	-	35 / 43.21%	-	-	13 / 46.43%
61	回程	-	33 / 47.14%	-	33 / 38.82%	-	-	33 / 38.82%	13 / 46.43%	-
82	去程	-	20 / 28.57%	-	20 / 23.53%	-	-	20 / 23.53%	7 / 25.00%	7 / 25.0%
82	回程	19 / 28.79%	-	19 / 23.46%	-	-	19 / 23.46%	-	-	-
108	去程	-	41 / 58.57%	-	41 / 48.24%	-	-	41 / 48.24%	14 / 50.00%	14 / 50.0%
108	回程	37 / 56.06%	-	37 / 45.68%	-	-	37 / 45.68%	-	-	-

(圖四十八) 500 路廊與其他路線共線率

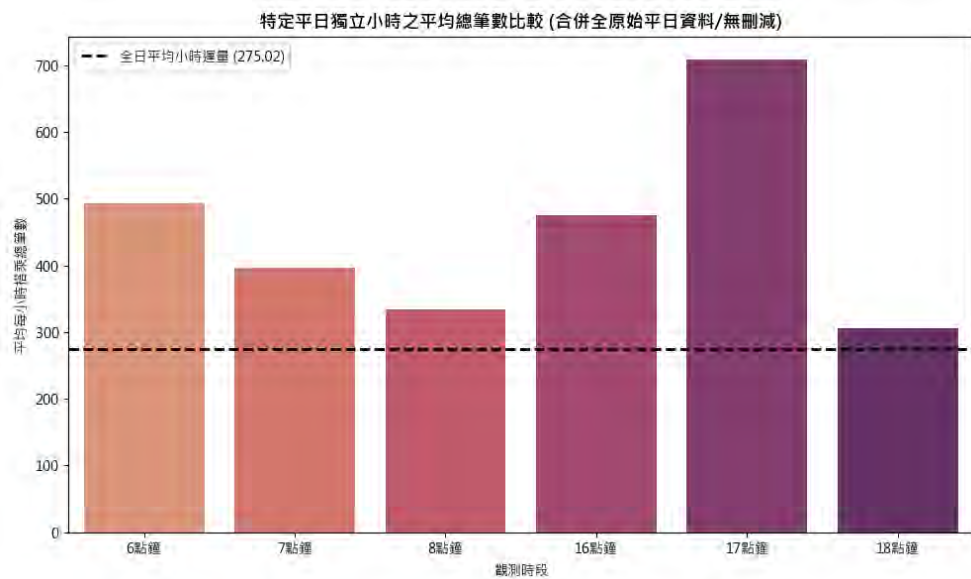
二、17 時增發跳蛙公車可行性

在平日早午尖峰 6~8 時、16~18 時，路廊的平均每日搭乘人次，皆顯著高於 6~18 時的運量平均值（圖四十九），針對該路段於每日下午 17~18 時的尖峰客流分析顯示，既有運能已無法滿足實際乘車需求，尖峰時段的載運量已超越供給基準，呈現高度滿載狀態（圖五十）。透過微時段數據的細部拆解可知，下午 17 時 00 分至 17 時 10 分為臺中二中及國立臺中科技大學等學生群體的離校高峰期，該時段的乘車需求佔比最為顯著；隨後於 17 時 10 分至 17 時 20 分，往大雅方向的客流需求亦快速攀升（圖五十一、圖五十二）。鑑於該區間需求高度聚集的特性，建議優先針對 17 時 05 分至 17 時 20 分之時段研擬增班策略，特別是針對臺中二中等高需求站點進行精準投放運能。

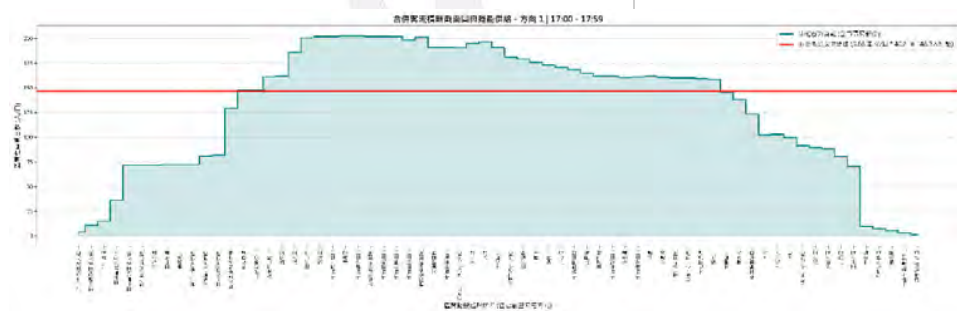
考量到該時段符合「跳蛙公車」停靠站的搭乘需求佔比相當穩定，團隊建議於 17 時 08 分增開一班車，將跳蛙公車的班距加密為 7.5 分鐘一班。該班次預計於 17 時 15 分抵達臺中二中站，恰好能精準切合放學學生往大雅方向的通勤需求。

根據現行數據，非跳蛙路線在 17 時 00 分至 17 時 20 分之間，共有約 6,923 人次的潛在旅客可透過跳蛙公車抵達目的地。因此，增班計畫實施後，預計每個平日可成功吸引約 37 人在此時段轉移至跳蛙公車，進而將該路廊每日運能提升至 186 人，有效紓緩目前

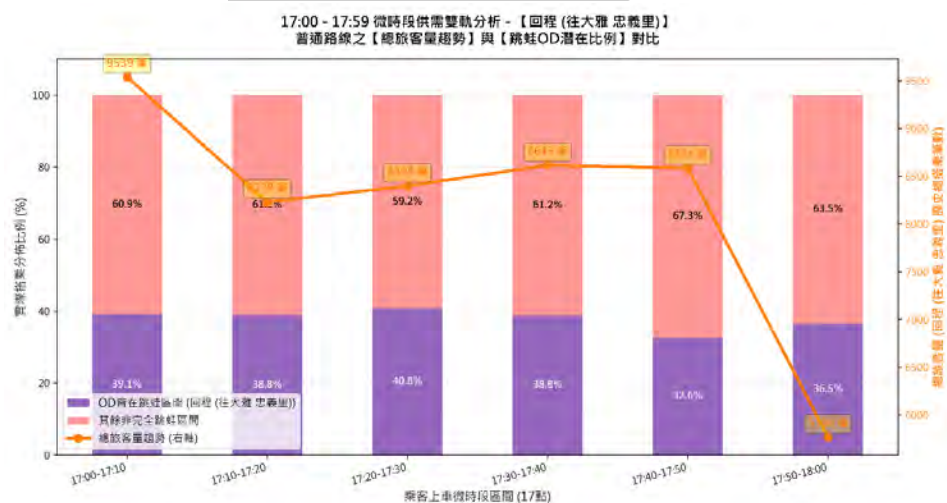
17 時尖峰路廊運能供給不足的痛點。



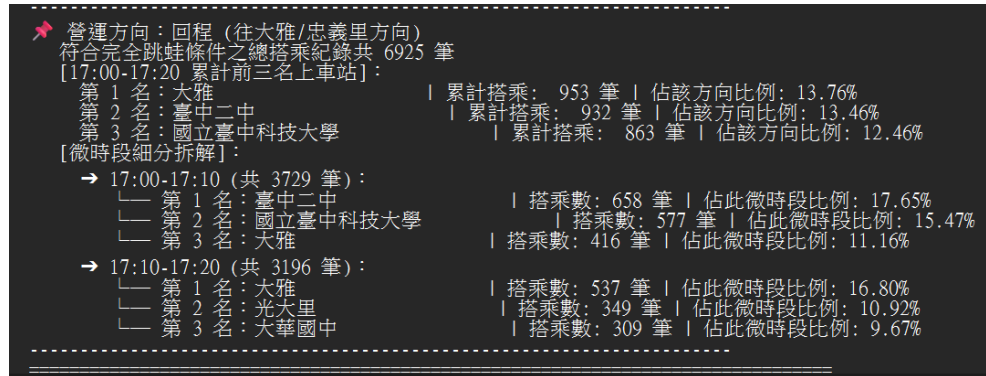
(圖四十九) 預期可增發跳蛙公車時段運量



(圖五十) 17 時往清水方向乘載區間平日平均每日人數與車輛供給



(圖五十一) 17 時往清水方向搭乘普通路線可使用跳蛙公車人次分析



(圖五十二) 17 時往清水方向可使用跳蛙公車之車站人次分析

三、開行區間車可行性評估

在先前發現問題的環節中曾提及，500 路公車存在營運里程過長的問題，且旅客搭乘行為主要集中於市區及短程旅次。為此，團隊計畫將部分全程車截短運行區間，改以開行「區間車」的方式解決此痛點。

為了將區間車對既有旅客的衝擊降至最低，同時提升業者在車輛調度與運用上的效率，團隊選擇在路線中段（總站數 25% 至 75% 之間）的車站進行篩選。在剔除前段與尾段各 23 個站點後，進一步分析各站點的「非通過比例」（如圖四十九所示）。非通過比例越高的站點，代表在該站上下車的旅客愈多，若選定其作為區間車的端點站，對直行通過旅客的影響便相對較小。分析結果顯示，中段站點中的六張犁、大雅及捷運文心中清站具有較高的非通過比例，因此團隊鎖定這三個站點進行時間維度的深入分析。在營運時段方面，考量到早尖峰（6~7 時）及午尖峰（16~17 時）受影響的旅客量龐大，團隊評估於尖峰時段維持既有班次、不開行區間車；而日間離峰時段（8~15 時）及午尖峰後的非深夜時段（18~20 時），則適合開行區間車（圖五十）。

為便利業者進行車輛調度，團隊運用 GIS 進行空間分析，篩選出站牌周圍路寬達 10 公尺以上且具備調頭條件的道路，並透過最短路徑分析，計算出六張犁、大雅、捷運文心中清站三處的調頭空駛里程，分別為 283 公尺、0 公尺及 790 公尺。其中，以「大雅方案」的調路效率最佳（圖五十一、圖五十二、圖五十三）。公車可依循原行駛路線，在通過「中清雅潭路口」後進入「中清東路」前往大雅站；隨後繼續沿中清東路行駛，通過大雅

分局後左轉駛入「民生路一段」，再度左轉接回「中清路」並停靠「大雅公園」站，最後返回中清雅潭路口。此調頭路徑全程皆可維持在線載客，而司機的休息整備站點則規劃選定為臺中客運建國站。

而我們進一步分析，日間的運量發現無論是各時段當前提供的班次數量皆充足，如果將該車從全程車改為區間車所節省的時間，在市區段增發一台區間車，現行原始班距為 30 分鐘，假設增發一班區間車後，市區段的班距會變成 20 分鐘一班，根據 TCRP 的研究數據及彈性弧公式：

$$\eta f = ((Q2 - Q1)(F1 + F2)) / ((F2 - F1)(Q1 + Q2))$$

$$0.46 = ((Q2 - Q1) * (2 + 3)) / ((3 - 2) * (Q1 + Q2))$$

$$Q2 \approx 1.203 Q1$$

初步估計約可以增加 20% 的客流量，但整體乘車率不足以支撐現有的客流量（圖五十四）。

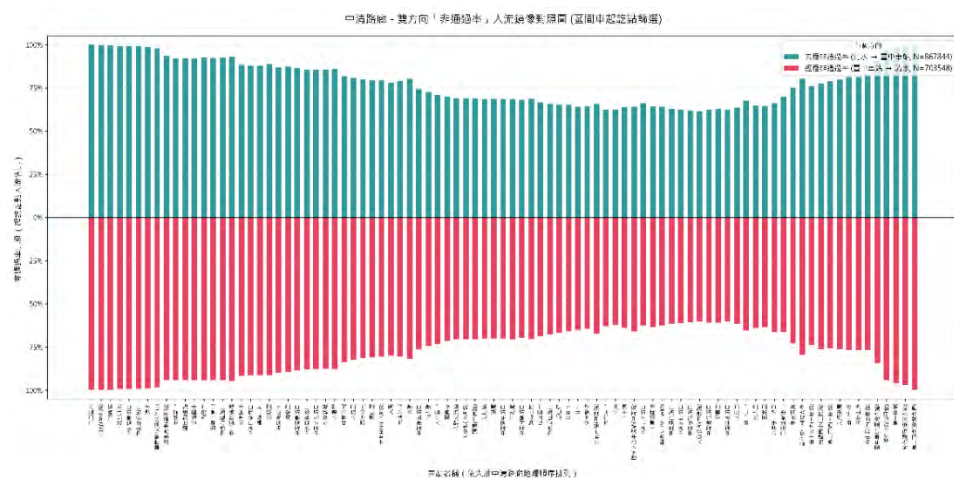
而清水段的運量因班距拉長為 60 分鐘，導致旅客數量呈現下降 27%，計算公式如下：

$$\eta f = ((Q2 - Q1)(F1 + F2)) / ((F2 - F1)(Q1 + Q2))$$

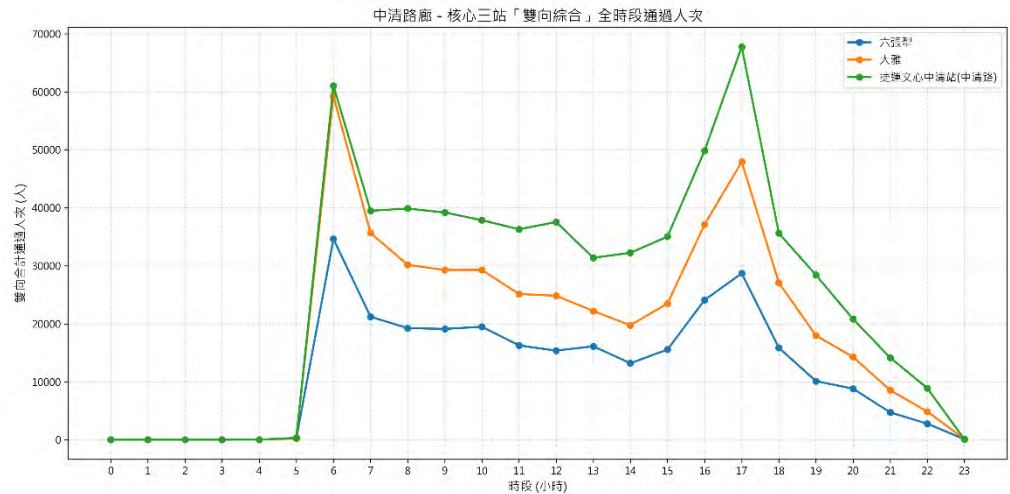
$$0.46 = ((Q2 - Q1) * (2 + 1)) / ((1 - 2) * (Q1 + Q2))$$

$$Q2 \approx 0.734 Q1$$

但整體乘車率呈現略微上升的趨勢（圖五十五），因此團隊建議 500 路線，可減少郊區段 1 班全程車的運能，從原始班距 30 分鐘調整為 60 分鐘，節省在清水郊區段客流較少所造成的運能浪費，同時保持 TCQSM 中所提到維持基本民行的服務水準。



（圖五十三）開行區間車旅客可搭乘區間車直達目的地不換車之比例



(圖五十四) 開行區間車各站各時段旅客可搭乘區間車直達目的地不換車之總人數



(圖五十五) 六張犁掉头路线空駛里程

(圖五十六) 大雅掉头路线空駛里程

(圖五十七) 捷運文心中清站掉头路线空駛里程

Direction	Hour	Orig_Buses	New_Buses	Orig_Avg_LF(%)	Orig_Max_LF(%)	Orig_Min_LF(%)	New_Avg_LF(%)	New_Max_LF(%)	New_Min_LF(%)	Avg%	Max%	Min%
0	6:00	10.22	11.22	24.3	33.7	0	26.6	36.9	0	2.3	3.2	0
0	7:00	2.33	3.33	62.8	84.1	0.2	52.9	70.8	0.1	-9.9	-13.3	-0.1
0	8:00	1.73	2.73	75.6	104.2	0.7	57.6	79.4	0.5	-18	-24.8	-0.2
0	9:00	3.5	4.5	30.5	40.9	0.2	28.6	38.3	0.2	-1.9	-2.6	0
0	10:00	2.54	3.54	40	54.4	0.1	34.5	47	0	-5.5	-7.4	-0.1
0	11:00	4.06	5.06	25.1	34.1	0.1	24.2	32.9	0.1	-0.9	-1.2	0
0	12:00	4.18	5.18	24.4	31.3	0.1	23.7	30.4	0.1	-0.7	-0.9	0
0	13:00	3.89	4.89	23.7	31.1	0	22.7	29.8	0	-1	-1.3	0
0	14:00	4	5	19.6	25	0.1	18.9	24.1	0.1	-0.7	-0.9	0
0	15:00	3.56	4.56	18.8	23.1	0.1	17.6	21.7	0.1	-1.2	-1.4	0
0	16:00	3.41	4.41	23	32	0	21.4	29.8	0	-1.6	-2.2	0
0	17:00	3.26	4.26	30	47.1	0.1	27.6	43.3	0.1	-2.4	-3.8	0
0	18:00	2.8	3.8	20.3	23	0.1	18	20.3	0.1	-2.3	-2.7	0
1	6:00	1.78	2.78	3.3	4.9	0	2.5	3.8	0	-0.8	-1.1	0
1	7:00	3.75	4.75	3.5	4.9	0	3.3	4.7	0	-0.2	-0.2	0
1	8:00	3.84	4.84	4.2	8.4	0	4	8	0	-0.2	-0.4	0
1	9:00	3.39	4.39	4.2	7.9	0	3.9	7.3	0	-0.3	-0.6	0
1	10:00	3.69	4.69	4.1	7	0	3.9	6.6	0	-0.2	-0.4	0
1	11:00	3.39	4.39	2.7	4.9	0	2.5	4.5	0	-0.2	-0.4	0
1	12:00	4.19	5.19	3.4	5.6	0	3.3	5.5	0	-0.1	-0.1	0
1	13:00	4.15	5.15	2.2	3	0	2.1	2.9	0	-0.1	-0.1	0
1	14:00	3.27	4.27	1.2	2.4	0	1.1	2.2	0	0	-0.1	0
1	15:00	4.42	5.42	2.7	3.8	0	2.7	3.7	0	0	-0.2	0
1	16:00	4	5	3.8	9.1	0	3.7	8.8	0	-0.1	-0.3	0
1	17:00	3.46	4.46	3.7	5.5	0	3.4	5.1	0	-0.3	-0.4	0
1	18:00	3.52	4.52	4.2	6.3	0	4	5.9	0	-0.2	-0.4	0

(圖五十八) 調整運行區間後增加市區班次後乘車率

Direction	Hour	Orig_Buses	New_Buses	Lost_Passengers(人次/日)	Orig_Avg_LF(%)	Orig_Max_LF(%)	Orig_Min_LF(%)	New_Avg_LF(%)	New_Max_LF(%)	New_Min_LF(%)	Avg%	Max%	Min%
0	6:00	6.23	5.23	8.3	12.5	39.6	0.5	10.9	34.6	0.4	-1.6	-5	-0.1
0	7:00	2.78	1.78	5	16.8	43.3	0.7	19.3	49.6	0.8	2.5	6.3	0.1
0	8:00	2.33	1.33	4.4	17.8	41.5	0.8	22.8	53.3	1	5	11.8	0.2
0	9:00	2.43	1.43	3.6	13.9	30.7	0.8	17.3	38.2	0.9	3.4	7.5	0.1
0	10:00	1.87	0.87	4	20.2	39.2	0.5	31.9	61.9	0.7	11.7	22.7	0.2
0	11:00	3.13	2.13	4.1	12.4	22.6	0.3	13.4	24.4	0.4	1	1.8	0.1
0	12:00	3.33	2.33	3.2	9.1	18.2	0.3	9.6	19.1	0.3	0.5	0.9	0
0	13:00	3.1	2.1	4	12.3	22.2	0.3	13.3	24	0.3	1	1.8	0
0	14:00	2.76	1.76	2.7	9.2	16.7	0.4	10.6	19.2	0.5	1.4	2.5	0.1
0	15:00	2.73	1.73	2.9	9.9	16.8	0.2	11.5	19.5	0.2	1.6	2.7	0
0	16:00	2.49	1.49	5.4	20.4	32.7	0.3	25	40.1	0.4	4.6	7.4	0.1
0	17:00	2.27	1.27	5.6	23.1	35	0.7	30.4	46	0.9	7.3	11	0.2
0	18:00	2.06	1.06	2.8	12.8	21	0.3	18.3	30	0.4	5.5	9	0.1
1	6:00	0.76	0	0.1	1.2	6.6	0	0	0	0	-1.2	-6.6	0
1	7:00	1.65	0.65	0.2	1.1	7.1	0	2.1	13.3	0	1	6.2	0
1	8:00	2.01	1.01	0.2	0.8	3.4	0	1.2	5	0	0.4	1.6	0
1	9:00	2.27	1.27	0.2	0.7	3.1	0	0.9	4.1	0	0.2	1	0
1	10:00	2.46	1.46	0.2	0.7	3.3	0	0.9	4	0	0.2	0.7	0
1	11:00	2.06	1.06	0.1	0.6	2.1	0	0.8	3	0	0.2	0.9	0
1	12:00	2.59	1.59	0.2	0.6	2.4	0	0.7	2.9	0	0.1	0.5	0
1	13:00	2.34	1.34	0.2	0.6	2.4	0	0.8	3	0	0.2	0.6	0
1	14:00	1.64	0.64	0.1	0.3	1	0	0.6	1.9	0	0.3	0.9	0
1	15:00	2.53	1.53	0.2	0.7	2.8	0	0.8	3.4	0	0.1	0.6	0
1	16:00	2.19	1.19	0.2	0.9	3.2	0	1.2	4.3	0	0.3	1.1	0
1	17:00	2.47	1.47	0.3	1	3.6	0	1.2	4.4	0	0.2	0.8	0
1	18:00	2.58	1.58	0.2	0.9	4.6	0	1.1	5.5	0	0.2	0.9	0

(圖五十九) 調整運行區間後郊區乘車率

四、夜間班次調整可行性評估

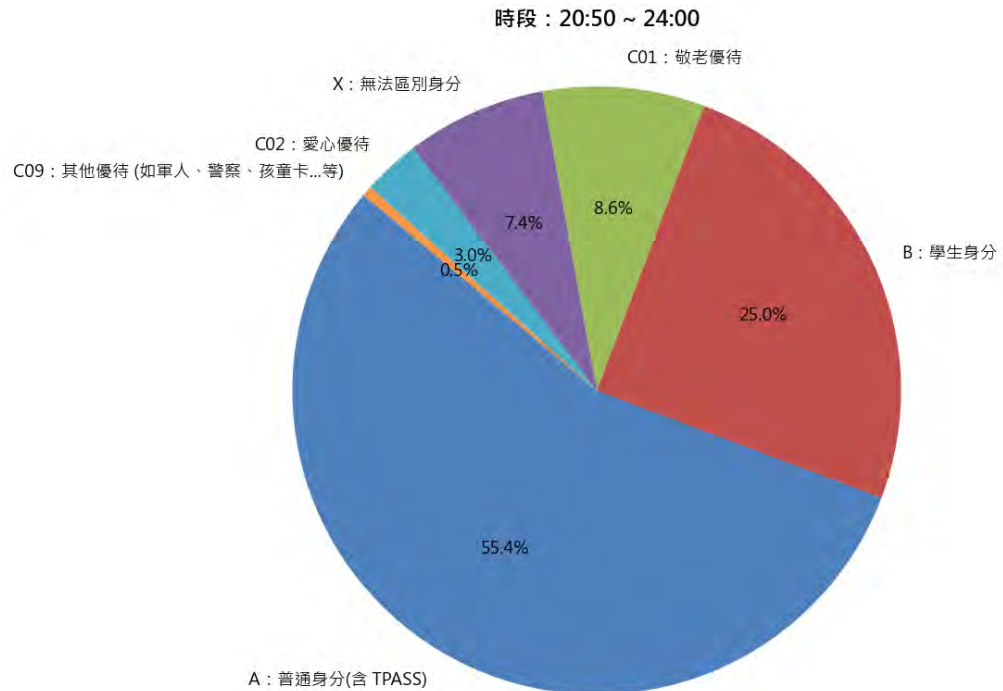
根據夜間班次檢討流程，團隊發現夜間往臺中車站方向的運能供給與實際運量並不相符，遂決定適度減少夜間班次。依據減少班距的流程，我們發現票證種類以普通民眾為主，評估減少班距後，較不會影響弱勢族群（圖五十六）。現在原始往臺中車站的班距為 500 延往臺中車站方向的末班車為 20 時 30 分，接下來為 500 延區 3 的主要營運時間，首班車為 21 點 00 分，班距為每 30 分鐘一班，共發 3 班車，調整後改為每 45 分鐘一班，末班車的時間固定，改善後的預期運量根據公式計算。調整後的預期運量將依既定公式：

$$nf = ((Q2 - Q1)(F1 + F2)) / ((F2 - F1)(Q1 + Q2))$$

$$0.46 = ((Q2 - Q1) * (2 + 1.333)) / ((1.333 - 2) * (Q1 + Q2))$$

$$Q2 \approx 0.8314 Q1$$

預估運量下跌約 17%，然而改善後的乘車率可略為增加 1%，可節省一班的營運成本，同時可保障夜間基本民行需求（圖五十七）。



(圖六十) 夜間搭乘 500 延區 3 票卡總類次數加權比例

21:00-23:00 全線【不分期間】車輛乘車率效益改變摘要表 (基於40人容量)				
統計指標	原有乘車率 (3台車)	更新後乘車率 (2台車)	乘車率改變量 (差值)	
最大乘車率 (Max)	9.03%	11.25%	+2.22%	
平均乘車率 (Avg)	4.97%	6.20%	+1.23%	
最小乘車率 (Min)	0.04%	0.04%	+0.00%	

(圖六十一) 調整夜間班距後預期乘車率

五、非營運之其他建議

在前面發現問題中有提到，大雅到車站的跳蛙公車運行時間和普通公車沒有顯著差異。為有效縮短跳蛙公車的運行時間，團隊建議將中清路原有的機慢車道調整為公車優先道，供公車優先行駛，右轉車輛則在接近路口時提前開啟右轉方向燈，與公車交錯匯入最右側車道。

另外，根據團隊成員的實地考察，發現 500 延的車頭路線標示在遠方觀看時，容易看起來像兩位數字一樣，因此團隊建議將起訖區域都完整顯示出來，改為「500 延 | 往 XXXX」的標示方式（如圖五十八所示）。

改善前 (Before Improvement):



改善前 (Before Improvement):

改善後 (After Improvement):



改善後 (After Improvement):

(圖六十二) 改善前後車頭旅客顯示器

六、小節

本改善計畫透過「尖峰加密、離峰截短、夜間減班」的動態調度手段，在不增加總車輛與人力負擔的理想狀況下，預期能解決尖峰重要節點供給不足、離峰路線過長未對應使用者空間分布、夜間供給過多的問題，並提供預期成效，可供業者和政府評估調整。

捌、 結論與建議

綜上所述，本研究以臺中市核心幹線公車 500 路中清幹線及其相關支線、跳蛙公車為對象，結合電子票證加值應用分析、GIS 空間分析與運輸物流實務理論，針對該路廊之供需特性進行分析，並據以提出「尖峰加密、離峰截短、夜間減班」等動態運能調配策略與非營運優化配套，期能確實解決特定路段需求過剩之痛點，同時精簡運能，在保障基本民行需求與提升業者營運效率之間取得最佳平衡。

然而，受限於既有票證資料及靜態資料不足，本研究在資料搜集與分析上仍存在若干研究限制，主要表現在以下三點：首先是靜態時刻表資料缺失，由於臺中市公車靜態時刻表未留存 2024 年資訊，本研究改為擷取電子票證資料、並選取每日各車號首筆資料時間作為發車時間進行替代計算，此過濾規則雖具統計參考價值，但與公車實際準點發車之狀況仍可能存在些微落差；其次為票證數據缺失與異常，在分析過程中發現，500 跳蛙公車「三民錦新街口站」往清水方向皆無旅次資料，且 500、500 延、500 延區 3「捷運文心中清站」從清水往臺中車站方向之行經數據亦未被完整存取，使本研究只要涉及上述站點之分析皆僅能採單向數據進行討論。上述資料不足之處，若後續研究可進一步爭取更多跨路線之票證數據整合及官方完整時刻表，以期做出更為精準之實務成效評估。



參考文獻

- 中華民國交通部 (2013)。公共運輸票證資料—旅運分析用標準。
<https://www.motc.gov.tw/ch/app/data/view?module=bussiness&id=2737&serno=9e66185d-33cb-4a7a-ae9e-51cdbace9703>
- 交通部民用航空局 (2024)。民航統計月報 (2024 年 1 月至 12 月各期)。
<https://www.caa.gov.tw/>
- 蘇昭銘、邱裕鈞、王晉元、林至康、游坤明、周幼珍、郭奕宏、張志鴻、沈美慧、張朝能、蔡欽同 (2018)。電子票證資料加值應用分析之研究及示範計畫。交通部運輸研究所。
- Transportation Research Board. (2013). *Transit capacity and quality of service manual* (3rd ed., TCRP Report 165). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24766>
- National Academies of Sciences, *Engineering, and Medicine*. 2013. Traveler Response to Transportation System Changes Handbook, Third Edition: Chapter 1, Introduction. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/22648>.
- National Academies of Sciences, *Engineering, and Medicine*. 2004. Traveler Response to Transportation System Changes Handbook, Third Edition: Chapter 9, Transit Scheduling and Frequency. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23433>.

Note.圖一~圖四十七、圖四十九~圖五十四、圖五十八~圖六十一係基於本研究統計之原始數據，並透過 Gemini (Gemini, 2026) 輔助生成之程式碼繪製而成。圖六十二為團隊成員拍攝，並透過 Gemini (Gemini, 2026) 輔助繪製而成。段落文字透過 Gemini (Gemini, 2026) 輔助修正組員原始撰寫文字而成。