

逢甲大學學生報告 ePaper

台灣好行 6721、6721A 瑞龍瀑布線

Taiwan Tourist Shuttle 6721 & 6721A Ruolong Waterfall Route

作者：馮祥庭、張祐豪、曹子謙、吳曜宇

系級：運物二甲

學號：D1258510、D1290086、D1231529、D1258478

開課老師：蘇昭銘、吳佳真

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：113 學年度 第二學期

中文摘要

本研究旨在分析台灣好行 6721 與 6721A 瑞龍瀑布線之營運狀況，針對低運量問題探討其成因並提出改善策略。

運量資料分析，分析 112 年 8 月至 113 年 12 月的月運量資料觀察其變化與探究原因。本研究結合瑞龍瀑布園區旅客數與竹山地區降水日數進行相關性檢定，探究瑞龍瀑布線與瑞龍瀑布園區、竹山地區降水日數之關聯，以釐清可能影響運量的主要因素。

票證資料分析，利用 2022 年 9 月至 2023 年 8 月之 6721A 票證資料進行變數設定、資料清洗與交叉分析，觀察不同乘客類型、班次偏好及旅次特徵。

結果顯示，本路線屬低密度運輸，日均運量最高月僅 6 人；相關性檢定，運量與瑞龍瀑布園區旅客量呈顯著正相關，而與降水日數無明顯關聯；票證分析發現敬老票為主要客群，高頻旅次集中於特定站點與時段，旅次多呈非對稱分佈。

基於分析結果，研究建議導入需求反應式運輸（DRTS）以提升資源利用與服務彈性，適用於類似低運量且需求分化明顯的公車路線改善。

關鍵字：台灣好行、運量分析、票證資料分析、需求反應式運輸服務

Abstract

This study aims to analyze the operational status of the Taiwan Tourist Shuttle routes 6721 and 6721A to the Ruilong Waterfall, focusing on the causes of their persistently low ridership and proposing improvement strategies.

In the ridership analysis, monthly ridership data from August 2023 to December 2024 was examined to observe changes and identify underlying causes. The study incorporated visitor numbers at the Ruilong Waterfall Scenic Area and the number of rainy days in Zhushan Township to conduct correlation tests, exploring the relationships between the Ruilong Waterfall route, the scenic area's visitor volume, and rainfall patterns, in order to clarify the primary factors affecting ridership.

In the ticketing data analysis, ticketing records for route 6721A from September 2022 to August 2023 were processed through variable definition, data cleaning, and cross-analysis to examine differences in passenger types, preferred departure times, and travel patterns. The results indicate that the route is a low-density transit service, with the highest monthly average daily ridership reaching only six passengers. Correlation tests showed a significant positive relationship between ridership and the visitor volume of the Ruilong Waterfall Scenic Area, but no significant relationship with rainfall days. Ticketing analysis revealed that senior citizen concession tickets form the largest passenger group, with high-frequency trips concentrated at specific stops and times, and most travel patterns exhibiting asymmetry between outbound and return journeys.

Based on these findings, the study recommends introducing Demand-Responsive Transport (DRTS) services to enhance resource utilization and operational flexibility, making it suitable for improving other bus routes with low ridership and highly segmented travel demand.

Keyword : Demand-Responsive Transport Service (DRTS) 、 Passenger

Ticketing Data Analysis 、 Ridership Analysis 、 Taiwan Tourist Shuttle

目 次

壹、路線基本介紹.....	4
一、路線基本資料.....	4
二、時刻表.....	7
三、票價表.....	8
四、瑞龍瀑布園區介紹.....	8
貳、運量分析.....	10
一、運量分析.....	10
二、運量分析小結.....	13
三、運量影響變數分析.....	13
四、運量影響變數分析小結.....	20
參、票證資料分析.....	21
一、定義問題.....	21
二、流程圖.....	21
三、資料說明.....	21
四、資料變數設定.....	22
五、資料清洗.....	23
六、變數修正.....	27
七、交叉分析.....	29
八、各頻率用戶特徵觀察.....	33
肆、精進策略研擬.....	35
一、低頻旅客面向.....	35
二、中高頻旅客面向.....	35
三、導入 DRTS	36
伍、總結與建議.....	38
一、總結.....	38
二、建議.....	38
三、簡報問題回覆.....	39

壹、 路線基本介紹

一、 路線基本資料

➤ 6721

路線編號與名稱：6721－竹山站～山坪頂（經瑞竹）

類型：公路客運

路線長度：21KM；行駛時間：51min；共 19 站

起點站：竹山站；終點站：山坪頂

行經行政區：南投縣竹山鎮

營運業者：員林客運

站牌：竹山站→戶政前→地政→回窯→車店仔→半路店→過溪→鯉魚→鯉魚國小→照安寮→山仔頂→鯉南社區→山邊→木瓜潭→頂木瓜潭→瑞興橋→瑞竹（由瑞西巷迴轉回鯉南路）→下山坪頂→山坪頂



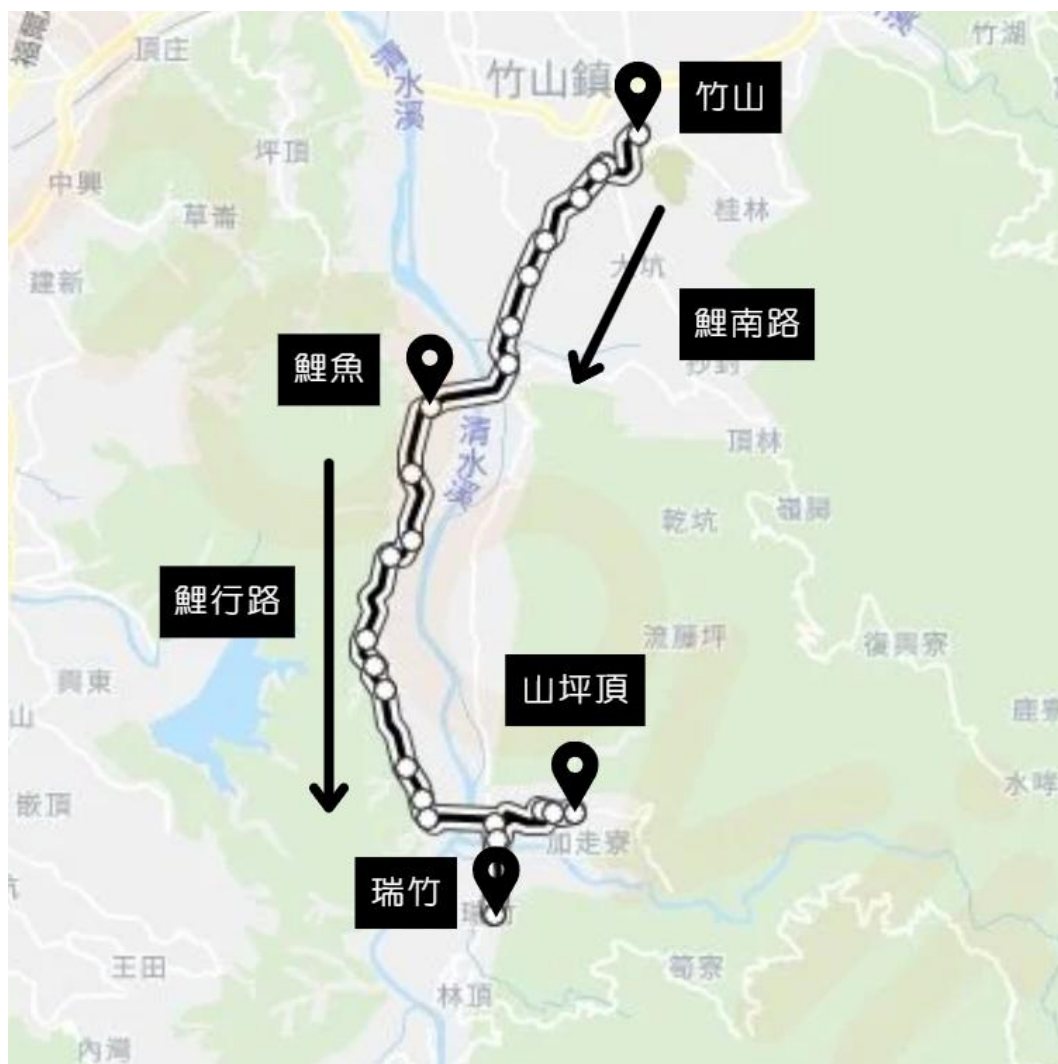


圖 1-1-1 6721 路線圖

➤ 6721A

路線編號與名稱：6721A－竹山站～山坪頂（經瑞竹、瑞龍瀑布）

類型：公路客運

路線長度：24KM；行駛時間：58min；共 20 站

起點站：竹山站；終點站：瑞龍瀑布

行經行政區：南投縣竹山鎮

營運業者：員林客運

站牌：竹山站→戶政前→地政→回窯→車店仔→半路店→過溪→鯉魚→鯉魚國小→照安寮→山仔頂→鯉南社區→山邊→木瓜潭→頂木瓜潭→瑞興橋→瑞竹（由瑞西巷迴轉回鯉南路）→下山坪頂→山坪頂→瑞龍瀑布

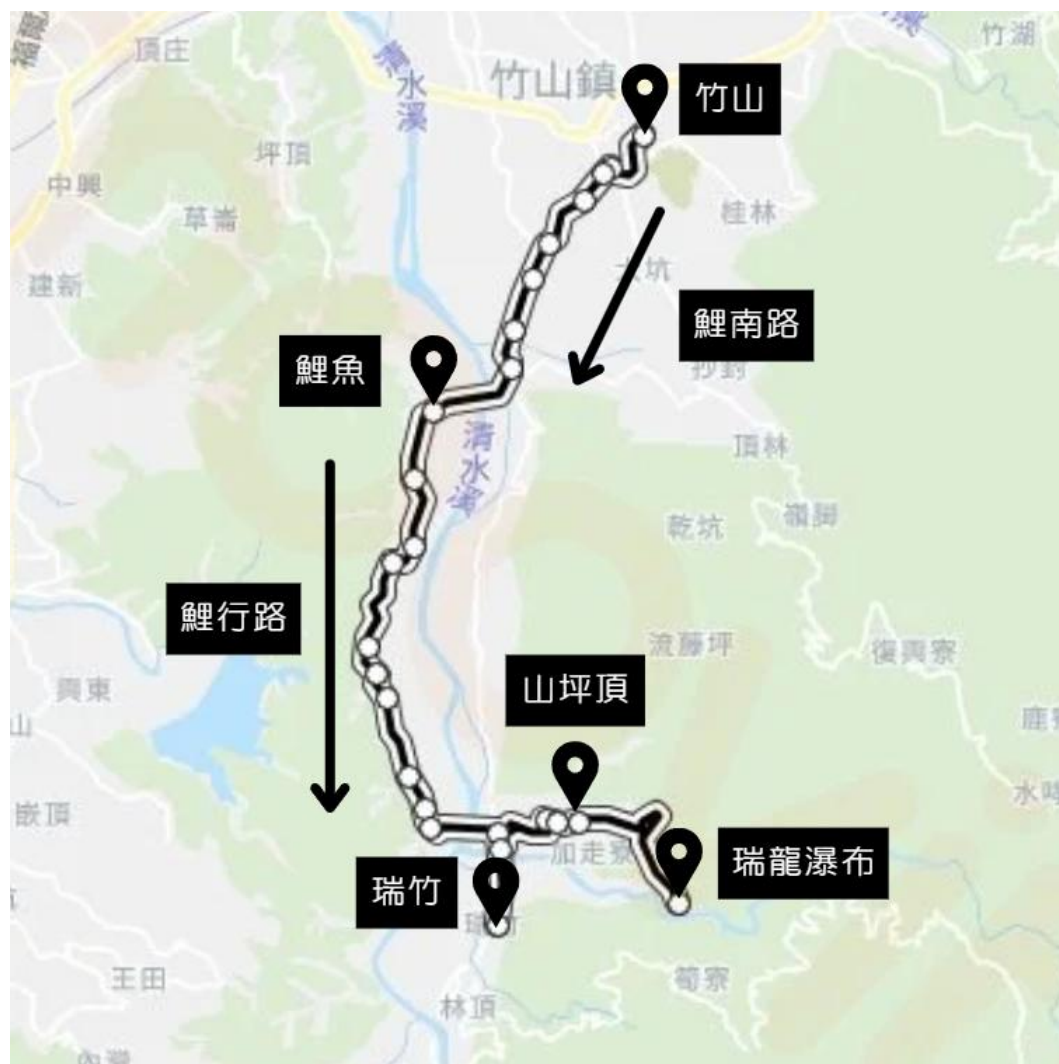


圖 1-1-2 6721A 路線圖

二、時刻表

班次	去程	一	二	三	四	五	六	日	無障礙
6721-1	10:30	✓	✓	✓	✓				
6721A-1	10:30					✓	✓	✓	
6721-2	12:40	✓	✓	✓	✓				
6721A-2	12:40					✓	✓	✓	
6721-3	17:30	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

圖 1-2-1 去程時刻整合時刻表

班次	返程	一	二	三	四	五	六	日	無障礙
6721-1	11:10	✓	✓	✓	✓				
6721A-1	11:10					✓	✓	✓	
6721-2	13:20	✓	✓	✓	✓				
6721A-2	13:20					✓	✓	✓	
6721-3	18:10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

圖 1-2-2 去程時刻整合時刻表

三、票價表

票價表 – 全票

現金	ic卡	竹山站																
全票	26	23	過溪															
	26	23	26	23	鯉魚國小													
	26	23	26	23	26	23	照安寮											
	33	29	26	23	26	23	26	23	山邊									
	41	36	27	24	26	23	26	23	26	23	木瓜潭							
	50	44	36	31	28	24	26	23	26	23	26	23	瑞竹					
	57	51	44	38	36	31	31	27	26	23	26	23	26	23	山坪頂			
	76	67	62	55	54	48	50	44	43	37	35	31	26	23	26	23	瑞龍瀑布	

圖 1-3-1 全票票價表

票價表 – 半票

現金	ic卡	竹山站																
半票	13	12	過溪															
	13	12	13	12	鯉魚國小													
	13	12	13	12	13	12	照安寮											
	17	15	13	12	13	12	13	12	山邊									
	20	18	14	12	13	12	13	12	13	12	木瓜潭							
	25	22	18	16	14	12	13	12	13	12	13	12	瑞竹					
	29	25	22	19	18	16	16	14	13	12	13	12	13	12	山坪頂			
	38	33	31	27	27	24	25	22	21	19	18	15	13	12	13	12	瑞龍瀑布	

圖 1-3-2 半票票價表

四、瑞龍瀑布園區介紹

地點：南投縣竹山鎮坪頂里

開放時間：08:00~16:00

全票：100 元

園區特色：

1. 瑞龍瀑布擁有號稱有竹山第一美瀑之稱

2. 全長 215 公尺的瑞龍吊橋，橫跨走寮溪
3. 無障礙高架步道
4. 跨河空中觀瀑平台



圖 1-4-1 瑞龍瀑布園區照片¹

¹ 資料來源：南投好交遊 <https://funbus.welcometw.com/>

貳、運量分析

一、運量分析

我們主要針對 112 年 8 月至 113 年 12 月共 17 個月份的運量資料進行彙整與分析。資料總共涵蓋 17 筆。首先主要針對資料進行敘述的統計：

112 年運量	113 年運量	總運量
612	941	1553

	月份	運量
最多	2023/10	169
最少	2024/09	58

平均值	91.35
中位數	85
標準差	30.6

通過運量敘述統計後，我們可以發現標準差相當大，代表數據相當波動，高的運量的很高例如 2023/10、而相反低的很低。但實際上而言，最高 169 的月運量，對比其他大部分的路線而言是非常少的運量。

年份	月份	運量	運量等級
2023 年	10 月	169	高
2023 年	12 月	149	高
2023 年	8 月	116	高
2023 年	9 月	109	中
2024 年	6 月	101	中
2024 年	11 月	95	中
2024 年	10 月	88	中
2024 年	8 月	86	中
2024 年	1 月	85	中
2024 年	5 月	83	中
2024 年	3 月	79	中
2024 年	12 月	79	中
2023 年	11 月	69	低
2024 年	7 月	64	低
2024 年	2 月	63	低

2024 年	4 月	60	低
2024 年	9 月	58	低

運量區間	運量等級	分類依據	資料筆數
1~75	低運量	低於平均值 - 0.5 × 標準差	5
76~110	中運量	平均值 ± 0.5 × 標準差之間	9
111~169	高運量	大於平均值 + 0.5 × 標準差	3

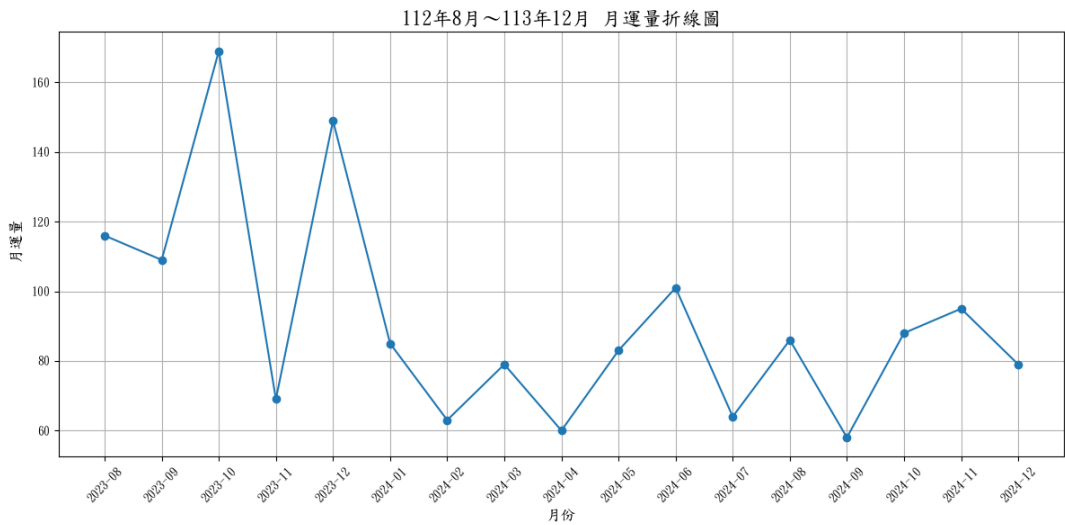


圖 2-1-1 月運量折線圖

運量與瑞龍瀑布園區的關聯

時間	關聯
112/10	我們猜測是園區需要修園而讓民眾想前往觀看修繕前的景象。
112/11	針對吊橋需要整體修繕，因此整月休園導致運量下降；但可能也代表這條路線的固定使用者浮出。
112/12	園區重新開園
113/09	發生山陀兒颱風，雖然無特別災害發生，但我們猜想颱風還是一定程度影響園區營運。

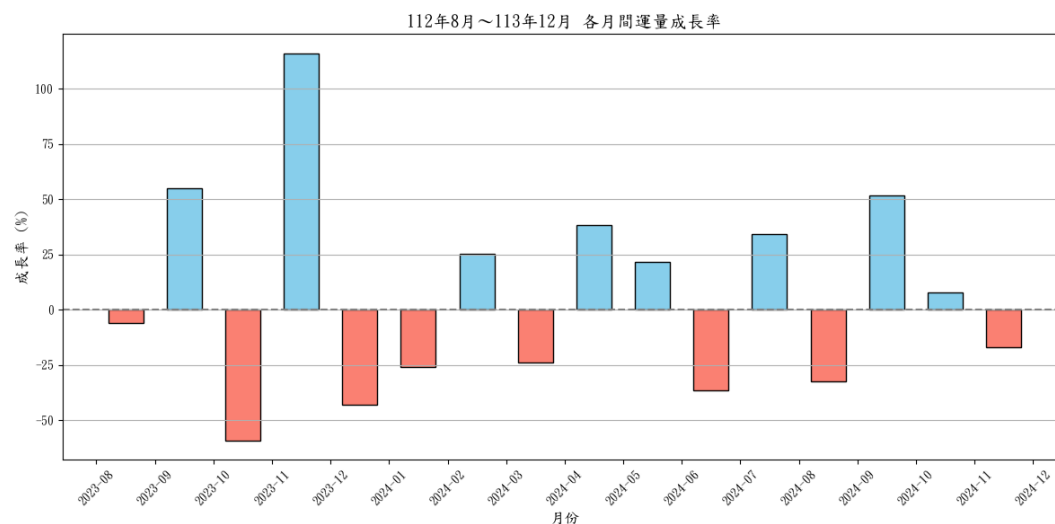


圖 2-1-2 月間運量成長率圖

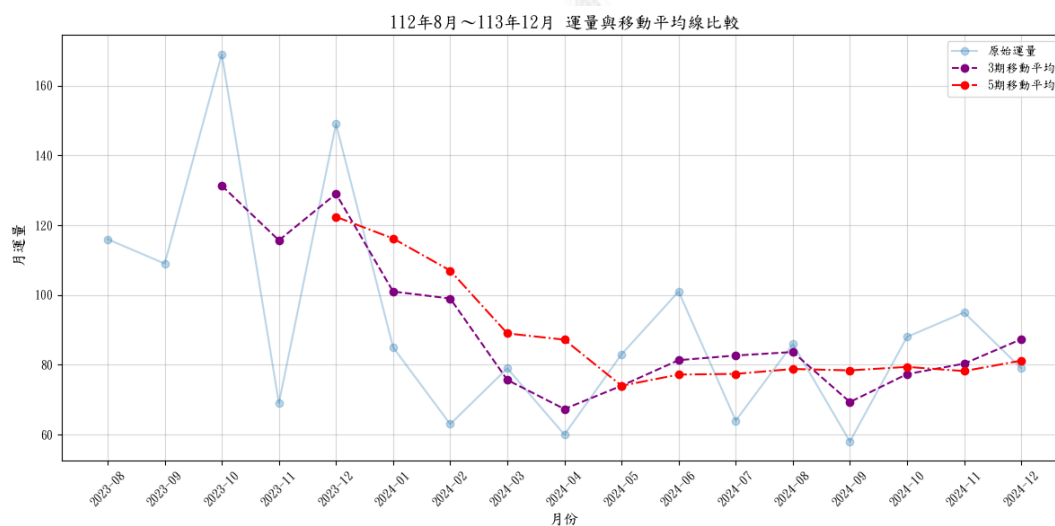


圖 2-1-3 運量移動平均線圖

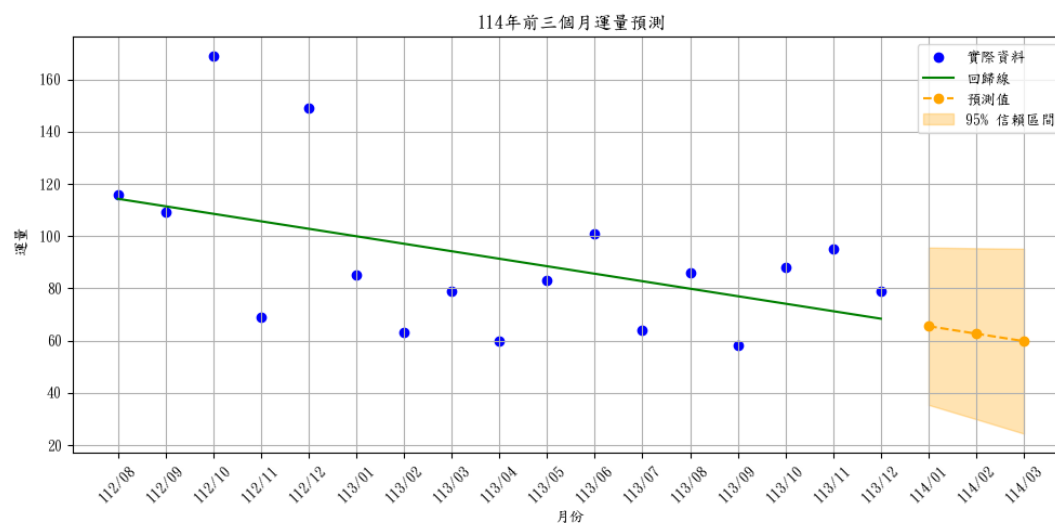


圖 2-1-4 運量移動平均線圖

二、運量分析小結

通過各種圖表的分析結果，我們可以發現我們所研究的路線整體使用率偏低，屬低密度運輸類型。而每月運量多數落在百人以下，即使最高運量月有 169 人，但每日平均運量不超過 6 人，這都反映出整體搭乘需求有限。造成此現象可能與班次時段不利通勤使用因此導致運量偏少有關，或班車時刻未涵蓋通勤尖峰時段，所以難以支援通勤族群固定通勤的需求，導致運量長期偏低的原因之一。

此外，我們還發現瑞龍瀑布園區有可能是影響運量表現的因素之一，因運量明顯高峰可能與瑞龍瀑布園區旅客量或其他因素相關。因此我們後面希望可以針對瑞龍瀑布園區旅客量與其他變數進行分析討論。

雖然我們的圖標從三期與五期移動平均線或運量預測圖都顯示營運波動趨於穩定，顯示路線使用行為逐漸穩定化。但即使趨於穩定的現象，使用需求的總量依然偏低。而整體運量仍未見成長。

三、運量影響變數分析

為了更準確地掌握路線的運量變化，以及理解影響運量的主要因素，本次針對運量，我們結合瑞龍瀑布園區的旅客量、竹山地區的每月降水日數進行相關性分析。本次分析共有三：

- 1、竹山地區降水日數與瑞龍瀑布園區旅客量關聯分析（旅客量與降水日數關聯分析）
- 2、瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量關聯分析（旅客與運量關聯分析）
- 3、竹山地區降水日數與 6721 路線運量關聯分析（運客與降水日數關聯分析）

資料來源如下：

瑞龍瀑布園區旅客量		竹山地區降水日數	
資料來源	南投縣政府主計處.南投縣統計資訊服務網.南投縣觀光遊憩區遊客人次統計	資料來源	氣候觀測資料查詢服務.自動氣象站－竹山 (C01110)

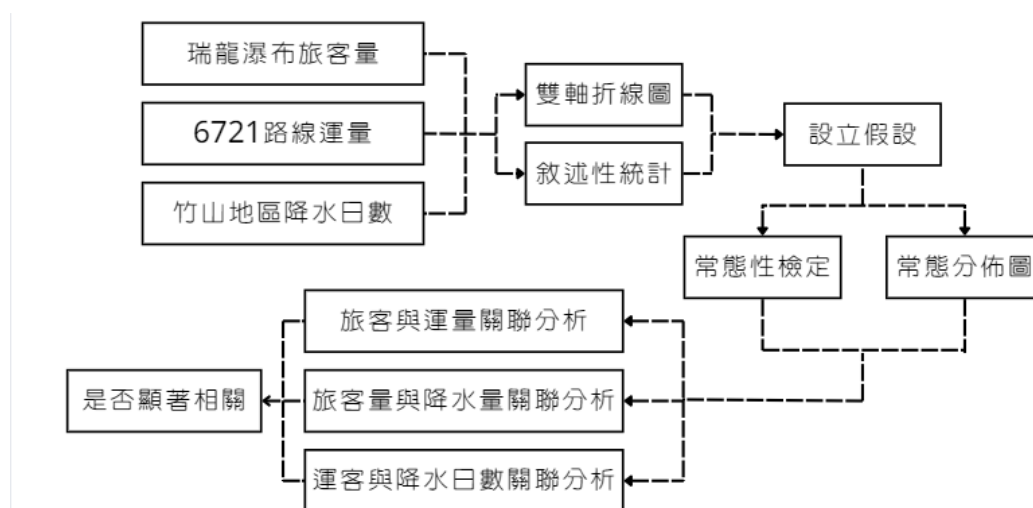


圖 2-2-1 運量移動平均線圖

每月降水日數對旅客量之影響

根據蔡淑芬（2025）在分析石門水庫、澄清湖和龍鑾潭水庫的遊客人數與降雨日數關係時發現，降雨日數與遊客人數之間存在顯著負相關，表示降雨會顯著降低民眾的出遊意願（Author, 2025, p. 8）。

因此我們先就瑞龍瀑布旅客量與竹山地區降水日數之關聯做分析，待確認兩者之關聯後，再探討竹山地區降水日數與 6721 路線運量之關聯性。

本次分析中瑞龍瀑布旅客量與竹山地區降水日數不受運量僅 17 筆資料（17 個月資料）所限制，因此將樣本增加到 36 筆，以增加準確性，我們分別將其區分為旅客量(36)、降水日數(36)，而其他有關運量的分析則是 17 筆為準。

竹山地區降水日數(36)與瑞龍瀑布園區旅客量(36)

➤ 敘述性統計

旅客量(36)統計表：

樣本數：111/01~113/12—共 36 個月，36 筆資料

最大值（112/10）	16493
最小值（112/11）	209
中位數	7957
平均值	8116
標準差	3445

降水日數(36)統計表：

樣本數：111/01~113/12—共 36 個月，36 筆資料

最大值（111/08）	25
最小值（112/11）	0

中位數	9
平均值	9.8
標準差	7.3

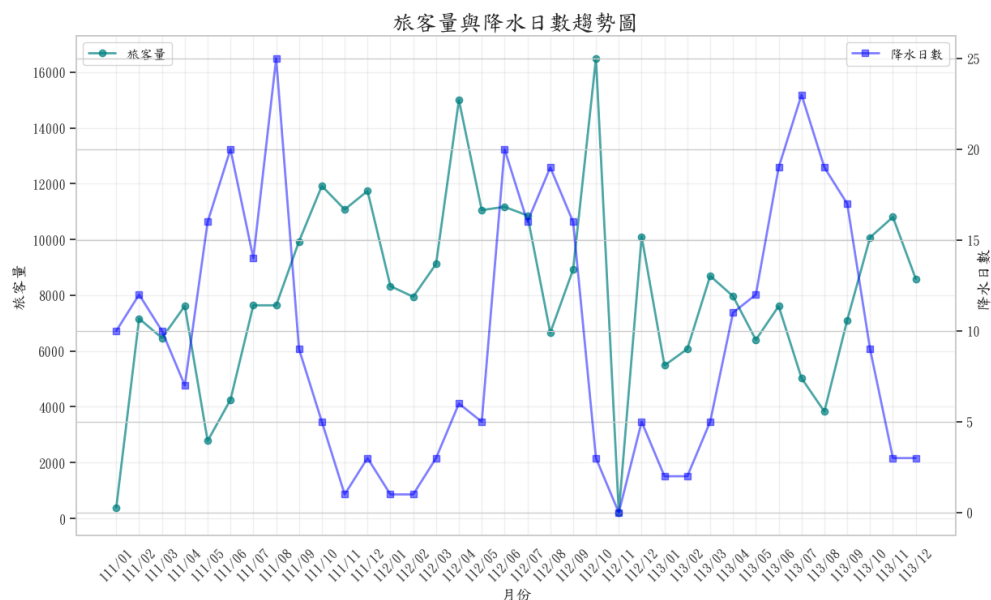


圖 2-2-2 竹山地區降水日數(36)與瑞龍瀑布園區旅客量(36)雙軸折線圖

► 設立假設

本次分析使用資料為期間涵蓋 2022-01 至 2024-12，共計 36 筆樣本。

主要目標為驗證竹山降水日數與瀑布園區旅客量是否存在統計顯著之相關性。

虛無假設 (H_0)：降水日數與旅客量之間無顯著相關 ($\rho = 0$)。

對立假設 (H_1)：降水日數與旅客量之間有顯著相關 ($\rho \neq 0$)。

顯著水準 (α)：0.05

► 常態性檢定

在選擇相關性檢定方法時，我們需要先確認資料是否符合常態，因為不同的方法對資料分佈的要求不同。因為樣本數不多，我們使用 Shapiro-Wilk 來進行常態性檢定，檢定結果如下：

	p-value	結論
降水日數(36)	p = 0.0145	不符合常態
旅客量(36)	p = 0.541	符合常態

降水日數(36)：p=0.0145，<0.05，拒絕常態性假設 → 不符合常態

旅客量(36)：p=0.541，>0.05，無法拒絕常態性假設 → 符合常態

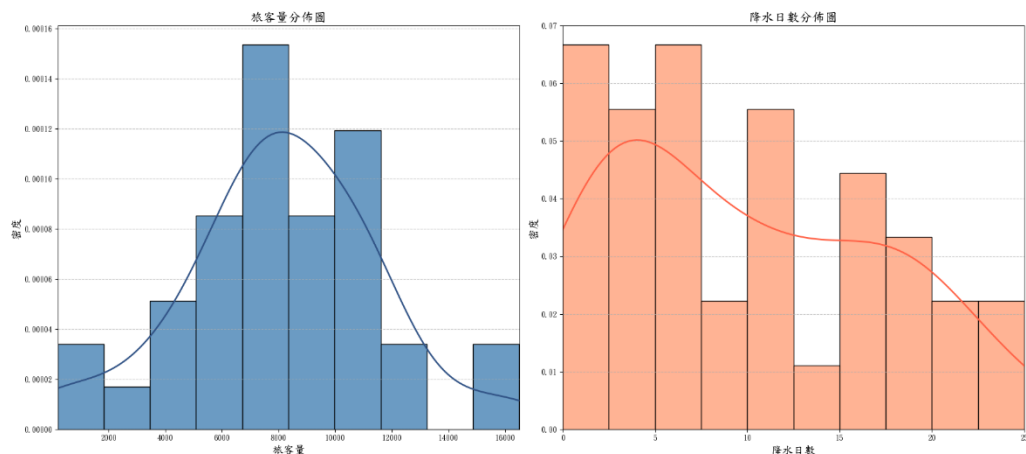


圖 2-2-3 竹山地區降水日數(36)與瑞龍瀑布園區旅客量(36) 常態分布圖

➤ 相關係數與小結

由於樣本量較小且降水日數(36)呈現偏態，為避免分佈假設不符導致結果偏差，本次分析同時採用 Pearson 與 Spearman 方法進行相關性分析。

方法	相關係數	p-value	結論
Pearson	-0.2694	0.1119	無顯著相關
Spearman	-0.2838	0.0933	無顯著相關

從結果顯示，我們無法拒絕虛無假設（H0），因此可以得知降水日數與旅客量之間沒有顯著相關。

瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量

➤ 敘述性統計

旅客量統計表：

樣本數：112/08~113/12—共 17 個月，17 筆資料

最大值（112/10）	16,943
最小值（112/11）	209
中位數	7613
平均值	7,651
標準差	3,451

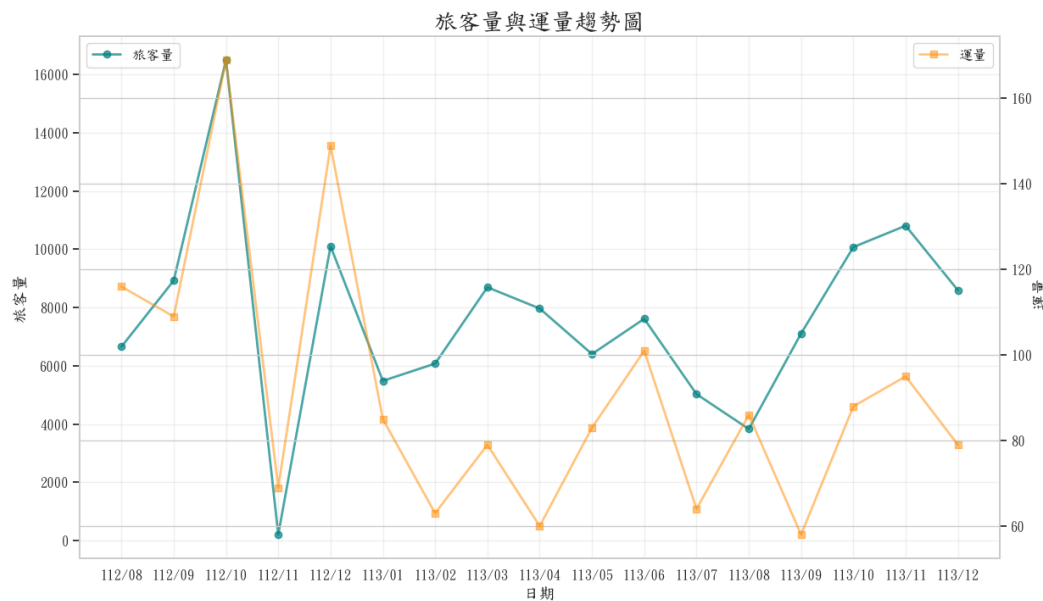


圖 2-2-4 瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量雙軸折線圖

➤ 設立假設

本次分析使用資料為期間涵蓋 2023-08 至 2024-12，共計 17 筆樣本。

主要目標為驗證客運運量與瀑布園區旅客量是否存在統計顯著之相關性。

虛無假設 (H_0): 運量與旅客量之間無顯著相關 ($\rho = 0$)。

對立假設 (H_1): 運量與旅客量之間有顯著相關 ($\rho \neq 0$)。

顯著水準 (α): 0.05

➤ 常態性檢定

同樣使用 Shapiro-Wilk 來進行常態性檢定，檢定結果如下：

變數	p-value	結論
運量	0.0211	不符合常態
旅客量	0.4086	符合常態

運量: $p = 0.0211$, < 0.05 , 拒絕常態性假設 → 不符合常態

旅客量: $p = 0.4086$, > 0.05 , 無法拒絕常態性假設 → 符合常態

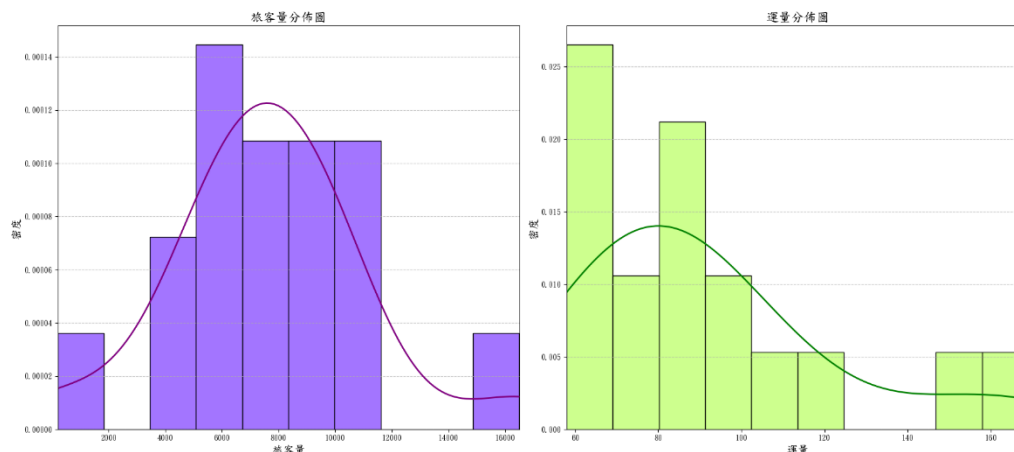


圖 2-2-5 瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量常態分佈圖

➤ 相關係數與小結

由於樣本量較小且運量數據偏態，為避免分佈假設不符導致結果偏差，本次分析同時採用 Pearson 與 Spearman 方法進行相關性分析。

方法	相關係數	p-value	結論
Pearson	0.6747	0.0008	拒絕 H0，存在顯著正相關
Spearman	0.5280	0.0299	拒絕 H0，存在顯著正相關

通過分析結果我們可以否定虛無假設（H0），即認為運量與旅客量之間存在顯著正相關。無論採用 Pearson 或 Spearman 方法，結果皆顯示兩者有中等強度以上的正相關。

竹山地區降水日數與 6721 路線運量

➤ 敘述性統計

運量統計表：

樣本數：112/08~113/12—共 17 個月，17 筆資料

最大值（112/10）	169
最小值（112/11）	58
中位數	85
平均值	91.35
標準差	30.6

降水日數統計表：

樣本數：112/08~113/12—共 17 個月，17 筆資料

最大值（113/07）	23
最小值（112/11）	0
中位數	9

平均值	9.88
標準差	7.39

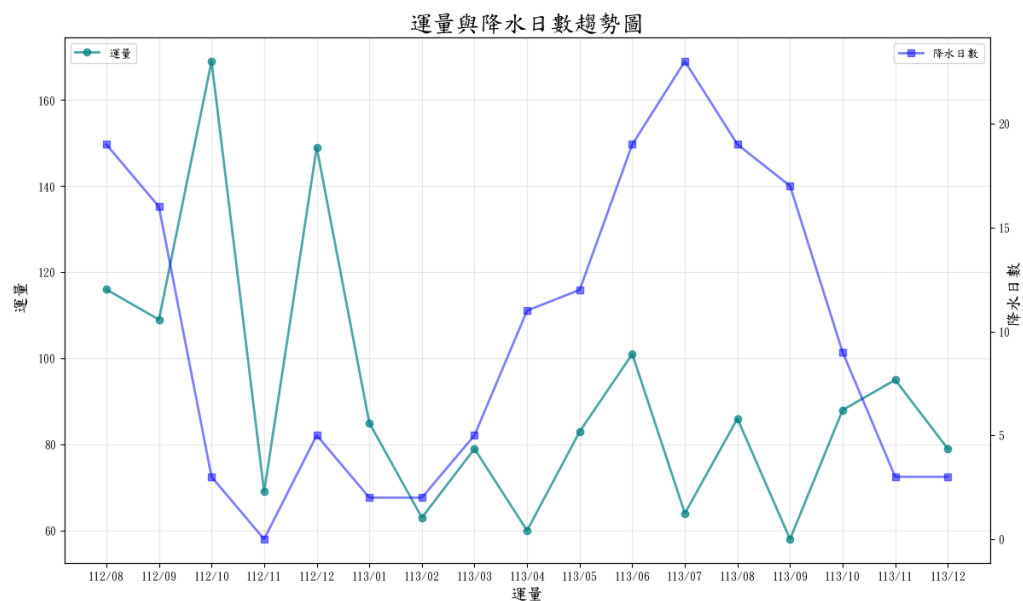


圖 2-2-5 竹山地區降水日數與 6721 路線運量的雙軸折線圖

➤ 設立假設

本次分析使用資料為期間涵蓋 2023-08 至 2024-12，共計 17 筆樣本。

主要目標為驗證客運運量與降水日數是否存在統計顯著之相關性。

虛無假設 (H_0)：降水日數與運量之間無顯著相關 ($\rho = 0$)。

對立假設 (H_1)：降水日數與運量之間有顯著相關 ($\rho \neq 0$)。

顯著水準 (α)：0.05

➤ 常態性檢定

同樣使用 Shapiro-Wilk 來進行常態性檢定，檢定結果如下：

變數	p-value	結論
降水日數	p=0.0522	接近符合常態
運量	p=0.0211	不符合常態

降水日數：p=0.0522， >0.05 ，無法拒絕常態性假設→接近符合常態

運量：p=0.0211， <0.05 ，拒絕常態性假設→不符合常態

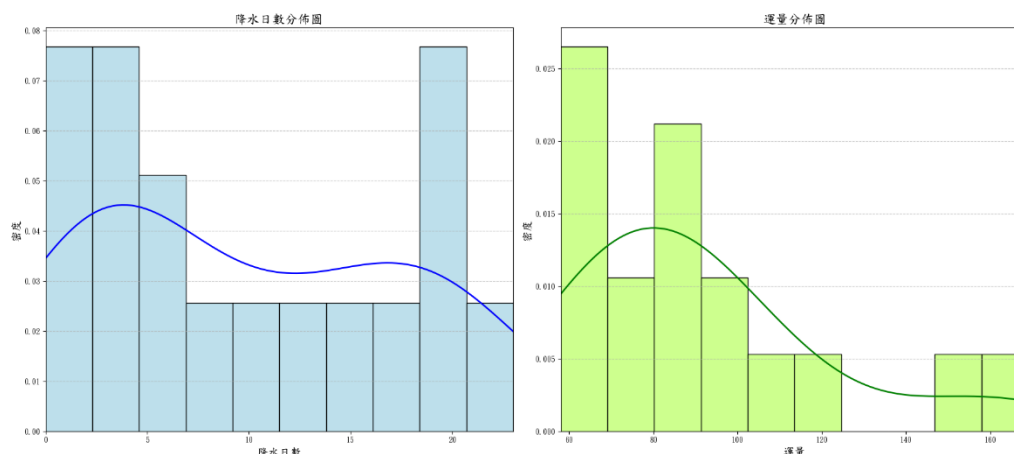


圖 2-2-6 竹山地區降水日數與 6721 路線運量的常態分佈圖

➤ 相關係數與小結

方法	相關係數	p-value	結論
Pearson	-0.1274	0.6258	無顯著相關
Spearman	0.0746	0.7758	無顯著相關

通過分析結果我們無法拒絕虛無假設 (H_0)，降水量與運量之間沒有顯著相關。

四、運量影響變數分析小結

- 1、瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量之間存在顯著正相關
- 2、竹山地區降水日數與瑞龍瀑布園區旅客量之間沒有顯著相關
- 3、竹山地區降水日數與 6721 路線運量之間沒有顯著相關

根據相關係數檢定結果，降水日數與旅客量之間沒有顯著相關、降水量與運量之間沒有顯著相關，然而，由於樣本數相對較少，且有可能存在非線性或隱藏變數的影響，無法排除其他類型的潛在關聯性。建議在後續研究中進一步檢查非線性關係，以全面評估這些變數之間的交互影響。

參、票證資料分析

一、定義問題

根據運量分析結果，6721 路線自營運開始至 113 年 12 月以來，運量持續低迷，即使在最高月運量期間，平均每日載客量也僅約 6 人次。

透過票證分析，我們期望**找出旅客潛在特徵**，我們期望透過將票證資料分成：時間類變數、空間類變數、乘客類變數，進行資料探索，並利用交叉分析與卡方檢定來去判斷各變數之間的關聯，最後利用圖表的方式呈現結果。

觀察出旅客們的淺在特質後，我們期望提出有效的精進策略，來進行路線的修正、調整。

二、流程圖

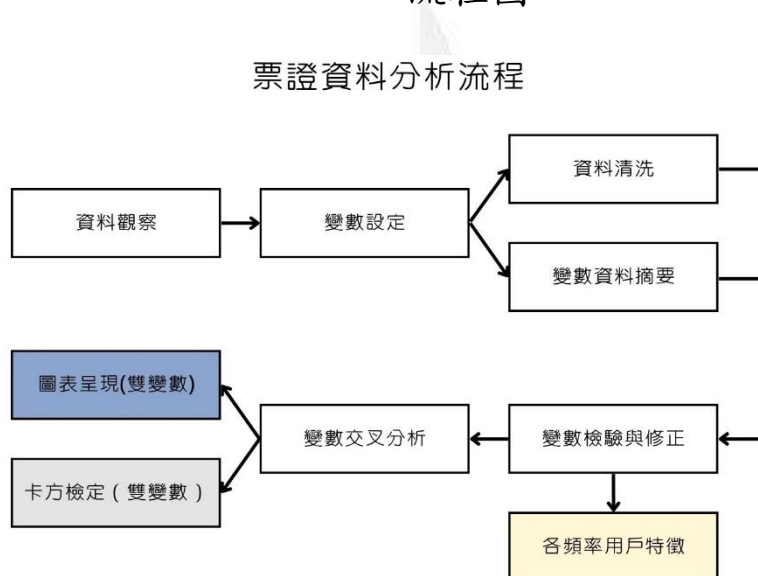


圖 3-2-1 資料分析流程圖

三、資料說明

資料名稱：6721 票證資料

資料期間：2022/09/02~2023/08/27

資料筆數：851 筆

欄位：篩選前：27；篩選後：7（紅色）

Boarding Stop Name	Boarding Stop UID	Boarding Time	De Boarding Stop Name	De Boarding Stop UID
-----------------------	----------------------	------------------	--------------------------	-------------------------

De Boarding Time	Deboarding Stop Name	Fare Pricing Type	Holder Type	ID
ID Type	Plate Number	Route UID	Sub Route Name	Sub Route UID
Transfer Code	Update Time	Boarding Stop Sequence	De Boarding Stop Sequence	Direction
Discount	Discount Info	Payment Price	Price	Route Name
Stop Or Station	Ticket Type			

四、資料變數設定

時間類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱
平假日	新增：利用資料內的 Boarding Time 的日期來區分平日假日。	二元變項	平、假
班次	新增：班次時間與行駛時間設為時間段，並利用 Direction 區分來回。	多元變項(6)	早去、午去、晚去、早回、午回、晚回

空間類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱
去回程 ²	Direction	二元變項	去程(0)、回程(1)
上車站名	Boarding Stop Name	多元變項(20)	竹山站、瑞龍瀑布...
下車站名	De Boarding Stop Name	多元變項(20)	竹山站、瑞龍瀑布...

乘客類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱

² 班次已經包含去回程資訊，但去回程也很重要，因此去回程與班次無法同時出現在同一分析中。

票種	Holder Type	多元變項(6)	(C01)敬老、(B)學生、(A)普通...
頻率	新增：利用票卡 ID 統計不同用戶的搭乘次數，並將搭乘次數依照固定級距分類。	多元變項(3)	高頻、中頻、低頻

變數	對應資料	變項數量	變項名稱
票卡號	ID	多元變項	ID

五、資料清洗

➤ 票種

在後續的分析中，我們預期將 C09（僅三筆且包含的優惠類型多）、X（類別不明）的部分進行清洗。

票證資料：851 筆；清洗後：837 筆

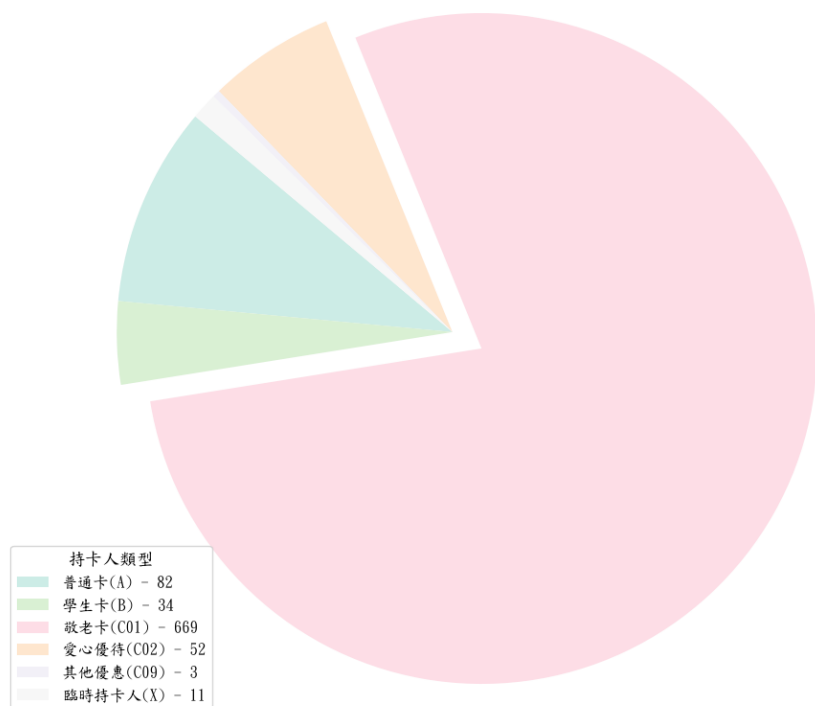


圖 3-5-1 各票種持卡人占比

持卡人類型	總使用量	平均付款額
普通卡(A)	82	36.65
學生卡(B)	34	50.61
敬老卡(C01)	669	1.06
愛心優待(C02)	52	5.55
其他優惠(C09)	3 (清除)	27.66

➤ 班次

票證資料：834 筆（已清除異常後）

分類邏輯：

早班去程：10:30 前 10 分鐘到 10:30 後 1 小時 10 分鐘

早班回程：11:10 前 10 分鐘到 11:10 後 1 小時 10 分鐘

午班去程：12:40 前 10 分鐘到 12:40 後 1 小時 10 分鐘

午班回程：13:20 前 10 分鐘到 13:20 後 1 小時 10 分鐘

晚班去程：17:30 前 10 分鐘到 17:30 後 1 小時 10 分鐘

晚班回程：18:10 前 10 分鐘到 18:10 後 1 小時 10 分鐘

處理方式：將原本為文字各式之時間 data 轉換成可用於計算之時間格式時間 data。

結果：異常(6 筆，刪除 3 筆)：

過早刷卡(3 筆)：已經提早 10 分鐘但還是有更早刷卡的情況，共 3 筆，但時間非常靠近可以直接歸入班次中。

不在時刻表上的班次(3 筆)：在資料中共三筆出現異常資料，其不屬於任何班次，時間介於 15:30 左右，該時間段無班次通行，因此刪除 3 筆資料。

類型	早班	午班	晚班
去程	447	129	0
回程	109	149	0

異常資料

出發站	出發時間	抵達站	抵達時間	票種	ID	去回程	班次	處理方式
竹山站	2022/9/18 10:19	地政	2022/9/18 10:32	C01	...	0	未分類	早班去程
竹山站	2022/9/18 10:19	地政	2022/9/18 10:32	C01	...	0	未分類	早班去程
竹山站	2023/8/27 15:55	地政	2023/8/27 15:55	A	...	0	未分類	刪除
瑞龍瀑布	2022/12/3 13:08	竹山站	2022/12/3 13:52	C01	...	1	未分類	午班回程
竹山站	2023/8/27 15:43	地政	2023/8/27 15:43	A	...	0	未分類	刪除
竹山站	2023/7/27 15:31	地政	2023/7/27 15:32	A	...	0	未分類	刪除

圖 3-5-2 異常資料表

➤ 平假日

類型	數量
假日(含國定假日)	505
*平日（均為禮拜五） ³	329

2022 年國定假日(0902 後)	2023 年國定假日(08/27 前)
中秋節：9/9 國慶日：10/10	元旦：1/1 春節：1/20~1/29 和平紀念日：2/28 兒童節：4/4 清明節：4/5 端午節：6/22

➤ 去回程

類型	數量	類型
去程 (0)	576	去程 (0)
回程 (1)	258	回程 (1)

➤ 上車站點

³ 平日均為禮拜五

前五名站點	上車次數
竹山站	543
瑞龍瀑布	84
山邊	64
山坪頂	54
地政	20

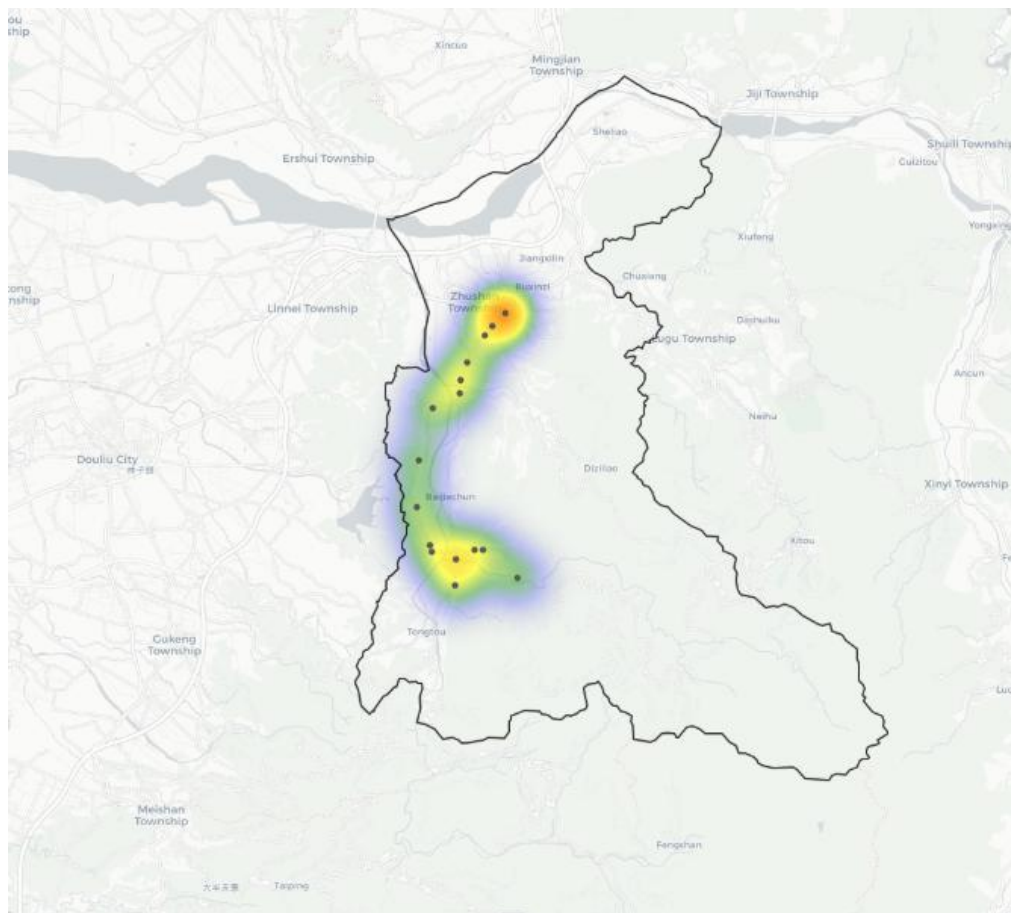


圖 3-5-3 上車站點熱力圖

► 下車站點

前五名站點	上車次數
竹山站	170
山邊	127
瑞龍瀑布	88
地政	87

山坪頂	82
-----	----

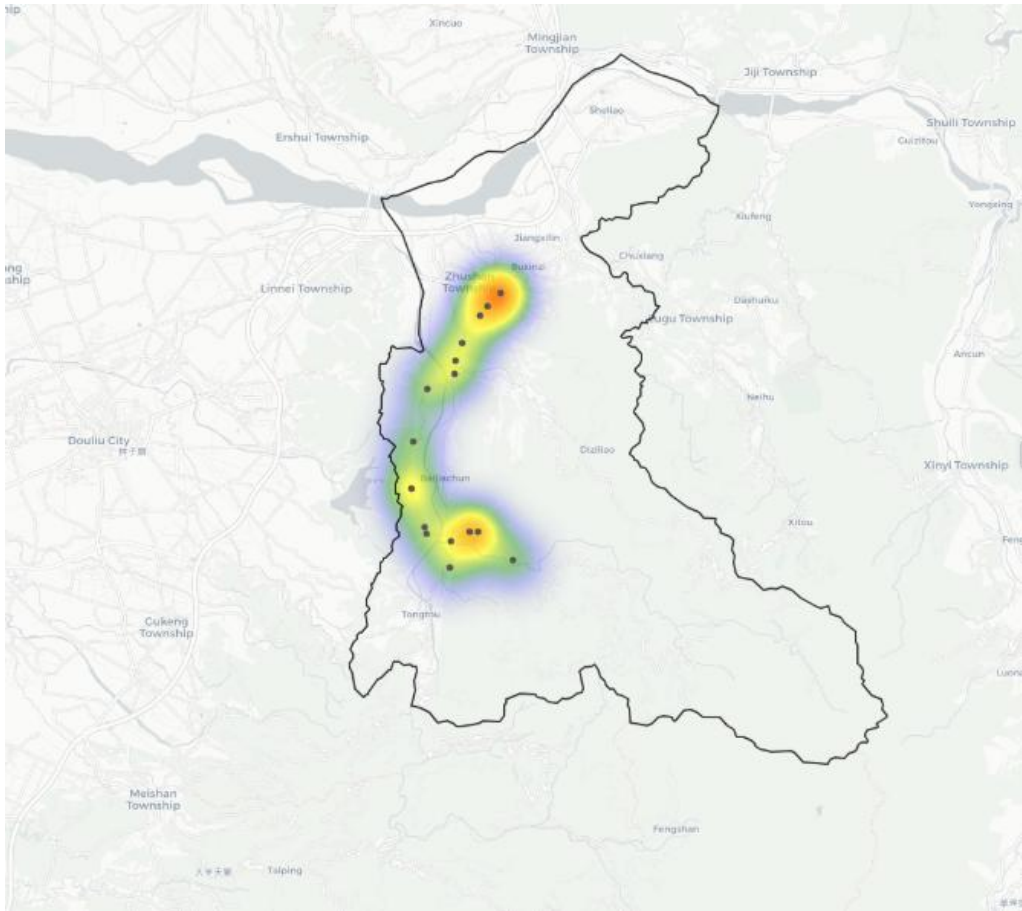


圖 3-5-4 下車站點熱力圖

➤ 頻率

由於搭乘次數樣本少且呈現高度偏態分布，故本研究以使用次數排名前 10 名者定義為高頻者，中頻與低頻則依據剩餘乘客的次數進行分段。

分類	級距	用戶數量	用戶比率
低頻	1-3 次	177	78.31%
中頻	4-15 次	40	17.69%
高頻	16 次以上	9	3.98%

六、變數修正

在檢查資料後，我們進行了以下的整理：

變數	狀況	應對措施
班次	無晚班回程與晚班去程	將晚班回程與晚班去程兩變項刪除

平假日	變數定義時的平日皆為 禮拜五	刪除變數
票種	將較少之特殊情況刪除	1、將有 X、C09 的資料刪除。 2、將變項數由 6 變 4

透過班次、平假日兩個變數的狀況，對應 6721、6721A 次的時刻表，我們得知本次資料僅有 6721A 之票證資料，無 6721 次票證資料。再來，是對變數進行定義的修正。也因此我們無法做平假日分析。

以下是我們對於變數的說明：

時間類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱
班次	新增：班次時間與行駛時間 設為時間段，並利用 Direction 區分來回。	多元變項(4)	早去、午 去、早回、 午回

空間類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱
去回程	Direction	二元變項	去程(0)、回 程(1)
上車地點	Boarding Stop Name	多元變項(20)	竹山站、瑞 龍瀑布...
下車地點	De Boarding Stop Name	多元變項(20)	竹山站、瑞 龍瀑布...

乘客類變數			
變數	對應資料	變項數量	變項名稱
票種	Holder Type	多元變項(4)	(A)普通、(B) 學生、(C01) 敬老、(C02) 愛心
頻率	新增：利用票卡 ID 統計不同 用戶的搭乘次數，並將搭乘 次數依照固定級距分類。	多元變項(3)	高頻：16 次 以上 中頻：4 - 15 次 低頻：1 - 3 次

變數	對應資料	變項數量	變項名稱
票卡號	ID	多元變項	ID

七、交叉分析

➤ 交叉分析

用於探索兩個或多個變數之間的關係。找出變數之間的關聯性、觀察資料分布、識別潛在的商機或問題。

➤ 卡方檢定

用於檢驗兩個變數之間是否存在顯著關聯。檢查變數之間的獨立性，驗證觀察到的頻數分布是否符合期望值。

➤ 交叉分析與卡方檢定的組合意義

- 1、透過交叉分析找出變數之間的明顯模式。
- 2、透過卡方檢定排除隨機巧合的可能性，確認結果的可靠性。

但當分析三個或更多變數時，卡方檢定不再適用，因為自由度急劇增加、期望值過小、交互效應的複雜性、計算效率問題，因此本次研究我們只針對二變數進行卡方檢定，而三變數以上則只做交叉分析。

➤ 卡方檢定流程

（一）確立研究目的與變數

假設我們想知道「上車站點」是否會影響「下車站點」。

（二）設定統計假設

虛無假設 H_0 ：上車站點與下車站點無關聯，乘客上下車站點的選擇是隨機的。

對立假設 H_1 ：上車站點與下車站點有關聯，表示乘客的上下車點選擇具某種傾向性或規律。

（三）收集資料並製作交叉表

（四）計算期望值與卡方統計量

（五）比對自由度查表或使用軟體取得 **p-value**

（六）判定與解釋

若 $p\text{-value} < 0.05$ ：**拒絕** H_0 ，兩變數之間**有**顯著關聯性。

若 $p\text{-value} \geq 0.05$ ：**無法拒絕** H_0 ，兩變數**無**明顯關聯，可能獨立。

雙變數分析表與小節

1	上車站名 × 下車站名	8	下車站名 × 班次
2	上車站名 × 票種	9	下車站名 × 頻率
3	上車站名 × 去回程	10	票種 × 去回程
4	上車站名 × 班次	11	票種 × 班次

5	上車站名 × 頻率	12	票種 × 頻率
6	下車站名 × 票種	13	去回程 × 頻率
7	下車站名 × 去回程	14	班次 × 頻率

➤ 卡方檢定

本次雙變數交叉分析中，所有變數組合皆通過卡方檢定，顯示各變數之間皆存在顯著統計關聯，乘客行為呈現明確結構，非隨機分布。

➤ 上下車站點

- 1、竹山站為重要之樞紐站點，時常出現於交叉摘要中。
- 2、最常見路線組合為竹山站→山邊、竹山站→下山坪頂站、竹山站→山坪頂站、竹山站→瑞龍瀑布、瑞龍瀑布→竹山站，可以發現前往瑞龍瀑布的旅客具有往復搭乘的特性，而其他站點呈現去程常搭，但回程卻較少人搭乘。
- 3、卡方檢定結果顯示兩者具高度關聯，顯示搭乘行為具路線穩定性與方向性。

三、票種

- 1、敬老票為最大宗，集中在「竹山站」出發與回程站，以年長者為主要客群。
- 2、學生票多見於「山坪頂」、「地政」等區域，推測由山坪頂往返市區或市區短途移動為主。

四、去回程

雙向對稱性低，推測部分乘客回程非搭乘同一路線，可能以其他方式返程（接送、自駕等）。

五、班次

大部分旅客活動是搭乘「早上去程，中午回程」的集中型態。

六、頻率

- 1、高頻族群集中於「竹山」、「山邊」等站，中頻者出現於生活站如「山坪頂」、「瑞竹」，而低頻者為瑞龍瀑布、偶發竹山市區內短途移動，說明 6721 需兼顧少數客群往返與低頻率觀光。
- 2、由於山邊並非原預期之重要站點，將在後續分析著重注意其成為可能重要站點之原因。
- 3、高頻用戶以敬老票用戶為主，且學生、普通票無高頻用戶。

三變數分析表與小節

1	上車站名 × 下車站名 × 票種	9	上車站名 × 班次 × 頻率
2	上車站名 × 下車站名 × 去回程	10	下車站名 × 票種 × 去回程
3	上車站名 × 下車站名 × 班次	11	下車站名 × 票種 × 班次
4	上車站名 × 下車站名 × 頻率	12	下車站名 × 票種 × 頻率

5	上車站名 × 票種 × 去回程	13	下車站名 × 去回程 × 頻率
6	上車站名 × 票種 × 班次	14	下車站名 × 班次 × 頻率
7	上車站名 × 票種 × 頻率	15	票種 × 去回程 × 頻率
8	上車站名 × 去回程 × 頻率	16	票種 × 班次 × 頻率

一、上車、下車

- 1、敬老票組合眾多且「竹山→山邊」為最大宗，其他如山坪頂、瑞竹為輔。
- 2、普通票、學生票上下車地點相對分散，缺乏集中性。
- 3、愛心票也出現「竹山→山邊」之特徵。

二、去回程

存在明顯「活動區 → 家」旅次特性的路線型態，去回程非對稱。

三、頻率

- 1、高頻使用者以「竹山→山邊」為主；中頻「竹山→山坪頂」；低頻「竹山→瑞龍瀑布」。
- 2、瑞龍瀑布為偶發使用居多，山坪頂、瑞竹則具生活性、社區功能。

四、票種

- 1、敬老票涵蓋所有頻率，年長者族群有許多不同搭乘模式。
- 2、學生票、普通票多中低頻，且除竹山站外，下車站不固定，推測均為非通勤型或偶發搭乘者。

四變數分析表與小節

1	上車站名 × 下車站名 × 票種 × 去回程
2	上車站名 × 下車站名 × 票種 × 班次
3	上車站名 × 下車站名 × 票種 × 頻率
4	上車站名 × 下車站名 × 去回程 × 頻率
5	上車站名 × 下車站名 × 班次 × 頻率
6	上車站名 × 票種 × 去回程 × 頻率
7	上車站名 × 票種 × 班次 × 頻率
8	下車站名 × 票種 × 去回程 × 頻率
9	下車站名 × 票種 × 班次 × 頻率

在四變數交叉分析中，旅次行為逐漸呈現明顯分群，顯示使用者族群已有初步分化。因此本次分析聚焦於四變數階段，並從中觀察到若干關鍵趨勢。

首先，高頻率使用者對路線的偏好清晰可辨，如「敬老票、竹山→山邊、早上去程、高頻」。該長者、高中頻率族群亦集中於「早上去程」，且主要分布站點也相對穩定，不會各處散落。

相較之下，普通票與學生票之旅次路徑則呈現中低頻分布，且站點與班次選擇分散，屬於彈性高、模式多元但不具集中特徵的旅次。

觀察後發現愛心票使用者亦展現一定程度的集中趨勢，但整體數量較

少，可能為潛在次要使用類型，可使用更多票證資料進行分析。

在營運策略方面，針對高頻旅次使用者在接下來的特徵蒐集將提出具體方針；而針對低頻使用者，則可著重於優化轉乘資訊的提供，例如竹山站內增設清楚易懂的轉乘導引，以提升偶發旅次者的使用體驗。

交叉分析總結

面向	重點觀察	主要意涵
旅次對稱性	多數為非對稱旅次，如早上去程集中、回程分散	回程配置可調整為需求導向、縮班或改以預約制
票種分布	敬老票有穩定模式、普通票、學生票彈性高較不穩定、愛心票則具發展潛力	可針對不同客群應規劃不同營運策略
班次偏好	去程班次時間可能受大部分旅次接受，旅次大部分集中在去程	去程時間可能較符合大眾習慣，而回程時間可能有待調整
頻率結構	高頻者集中於特定站點與票種，低頻者分布廣	高頻者可強化服務，低頻者可優化轉乘資訊
站點功能	山邊相當突出且高頻使用者常搭乘；瑞龍瀑布為觀光型；山坪頂為生活型	透過各頻率用戶特徵觀察，實際觀察每個用戶的使用習慣

山邊站並不是我們所預期的熱門站點，而資料卻顯示出大量旅次集中於早上到站、午前返程的特殊模式，顯然不同於典型的通勤或觀光需求。這類旅次很可能受到特定活動的驅動，如社福服務或宗教聚會、探望朋友。

有鑑於此，我們將進一步透過辨識不同使用頻率族群的票種、上下車站點等使用習慣，我們將得以判斷是否有必要針對特定族群調整服務服務方向。以需求為導向，作為提升整體營運效能與服務精準度的依據。

八、各頻率用戶特徵觀察

抽樣用戶表

ID	乘車次數	頻率分類	票種	主要班次	來回程習慣	上車地點	下車地點
1204666277	120	高頻	敬老卡	早上去程	是	竹山站	山邊
1384768258	22	高頻	敬老卡	早上去程	是	竹山站	山坪頂
2999239170	22	高頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	下山坪頂
1217686981	21	高頻	愛心卡	早上去程	否	竹山站	回寮
1110171906	20	高頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	木瓜潭
315212290	18	高頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	下山坪頂
38068994	18	高頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	山邊
47563266	17	高頻	敬老卡	早上去程	是	竹山站	山坪頂
937481333	17	高頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	山邊
2721677082	15	中頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	頂木瓜潭

ID	乘車次數	頻率分類	票種	主要班次	來回程習慣	上車地點	下車地點
1745627509	14	中頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	照安寮
2776755759	11	中頻	普通卡	早上去程	否	竹山站	山邊
2734552834	3	低頻	敬老卡	早上回程	否	木瓜潭	竹山站
1383392002	3	低頻	敬老卡	早上去程	否	竹山站	下山坪頂
1017347585	2	低頻	普通卡	早上去程	是	竹山站	下山坪頂

觀察小結

透過對高頻率用戶的特徵觀察，發現特定個別旅次會對整體交叉分析結果產生放大效果。山邊站在分析中被判定為高頻重要站點，實際上是因為某一特

定敬老票高頻使用者長期往返於「竹山站 → 山邊站」，導致山邊站的搭乘次數異常集中。雖然其他旅次也有往返山邊的情形，但其頻率遠低於上述主體旅次，因此必須小心詮釋「重要站點」的結論，避免將個案特徵誤判為整體趨勢。

往復習慣的部分，由於資料來源僅涵蓋 6721A 路線，無法直接掌握使用者是否回程改搭 6721 晚上班次，或甚至改以其他交通方式（如接送、自駕等）返回，因此回程資訊存在一定不確定性。



肆、精進策略研擬

一、低頻旅客面向

➤ 旅客習慣

觀察結果：普通票與學生票多為中低頻，缺乏穩定搭乘行為。

延伸思考：普通與學生票行為難以預測，我們認為並非路線上需要重視的客群，將其重要性擺在相對後面。

解決方法：此類票種不宜以固定班次服務支撐，建議仍提供班次，不過不以此族群為著重設計時刻表、班次。

➤ 班次偏好

觀察結果：偏好早上去程與中午回程，但散佈範圍廣，無固定路線。

延伸思考：搭乘班次呈現時間段集中，但缺乏穩定往返旅次形成閉環非對稱性。

解決方法：調整回程班次以補齊觀光型單向旅次落差。

➤ 非對稱性

觀察結果：出現大量去程但無對應回程之低頻觀光型旅次

延伸思考使用者可能於回程轉搭 6721 或改採其他方式，考慮瑞龍瀑布園區旅遊時間進一步改善時刻表。

解決方法：針對瑞龍瀑布的遊玩時長加入時刻表的考慮因素之一，尤其中午去程的旅客到瑞龍瀑布後根本無所適從。

➤ 站點功能

觀察結果：瑞龍瀑布在低頻中訪問次數非常高，低頻旅次應為旅遊導向為主

延伸思考：瑞龍瀑布應視為觀光需求集中的節點，規劃應區隔於社區站點

解決方法：將瑞龍瀑布設為觀光班次轉運節點，評估回程集中接駁需求。

二、中高頻旅客面向

➤ 使用特性

觀察結果：高頻敬老票集中於竹山→山邊／山坪頂，佔整體旅次明顯比例。

延伸思考：山邊站之所以被高估，來自特定高頻族群造成的數據集中效應。

解決方法：針對山邊站的旅客進行探討，是否有特殊服務需求。

► 時段偏好

觀察結果：集中於早上去程，中午與回程班次相對稀疏。

延伸思考：早去中回的時段設計反映活動安排的規律性，但也暴露回程接駁不足。

解決方法：以高頻者的早上班次為核心構建穩定服務，補齊下午回程區段。

► 頻率結構

觀察結果：敬老旅次涵蓋高頻與中頻最多，使用模式穩定，空間集中性高。

延伸思考：特定高頻者旅次規律，可作為固定服務規劃基礎，但不代表所有乘客行為

解決方法：以穩定使用者為目標優先設計班表，提升載客率與資源效率。

► 回程缺口

觀察結果：多數為單向去程搭乘，回程資料缺乏，疑似轉搭他路線或改採其他方式返家。

延伸思考：回程行為模糊，無法建立完整旅次路徑，影響營運調度與資源配置。

解決方法：設法補強回程或引導搭配特定回程時段，建立完整旅次循環。

三、導入 DRTS

根據楊証琨（2015）的研究，針對相對效率不佳的服務性路線其提供 4 種改善策略：

1、路線整併、路線刪除

將重複性高的路線進行合併；若重複性高且運量不佳則刪除。

2、路線優化

透過減少、增加班次（非改善線型）以提升營運效率。

3、轉型 DRTS

轉型成 DRTS，預期效益：

1、及門服務

2、較低的價格

3、多元化管理

4、高服務水準

► DRTS 導入

一、固定班次制度難以反映旅次差異

敬老票使用者多集中於早上去程，回程卻缺乏對應班次；普通票、學生票則較分散。現行班表無法因應不同旅次結構，服務效率低落、搭乘品質不佳。

二、旅次非對稱性凸顯服務落差

旅次在時間、空間與使用者行為上皆呈非對稱分布，例如竹山→山邊明顯高頻，但回程不明確；瑞龍瀑布單向集中但回程分散。傳統對稱式班表已無法因應此類需求差異。

三、兩種對立的旅運需求，透過 DRTS 作為補足固定制度的彈性解法。

DRTS 可依實際需求提供「接駁型」與「觀光型」服務：一方面滿足高頻固定族群的運輸需求，另一方面補足低頻觀光旅次的回程空缺，相較於調整時刻表等方式，我們認為 DRTS 是更對症下藥的策略。



伍、 總結與建議

一、總結

一、運量分析總結

- 1、路線使用率低、屬低密度運輸，日均搭乘量最高月僅 6 人。
- 2、班表設計無法支援通勤尖峰需求，難吸引固定族群。
- 3、運量波動趨於穩定，但運量低迷。

二、運量影響變數分析總結

- 1、瑞龍瀑布園區旅客量與 6721 路線運量呈顯著正相關。
- 2、竹山地區降水日數與園區旅客量、運量均無顯著相關。

三、交叉分析總結

- 1、山邊站旅次集中於上午到站、午前返程，受特定活動影響，非典型通勤、觀光需求。
- 2、旅次多為非對稱：早上集中出行、回程則較分散
- 3、敬老票穩定，普通票與學生票彈性大、愛心票則為隱藏潛力。
- 4、去程班次時間相對符合多數習慣，回程時段應再檢討。

四、用戶特徵觀察總結

- 1、高頻使用者影響特定站點數據，需避免以個案誤判整體趨勢。
- 2、高頻使用者集中特定站點與票種，低頻使用者分散，需強化高頻族群服務，並優化低頻族群轉乘資訊。

二、建議

■ 運量變數分析

由於樣本數相對較少，且有可能存在非線性或隱藏變數的影響，無法排除其他類型的潛在關聯性。建議在後續研究中進一步檢查非線性關係，以全面評估這些變數之間的交互影響。

■ 票證分析

目前交叉分析僅針對兩變數使用卡方檢定；面對多變數或複雜結構，建議採更多元檢定（如多變量回歸、主成分分析、機器學習方法等）深入探討變數間潛在的關聯與交互影響。

■ 精進策略研擬

關於營運績效評估使用楊証琨（2015）的研究方法調查 6721 路線的效率，並依照其規劃 DRTS 的路線應具以下特點，來做為轉型 DRTS 的規劃。

一、技術無效率且規模報酬遞減，此者建議將資源進行收回，並建置 DRTS 系統用以提升服務水準。

二、技術無效率、 $0.9 > \text{規模效率} > 0.7$ ，需考量其區域之社經特性、旅客性質、路線重疊性、設立路線時的目標是否相符，若皆否可考慮設置 DRTS。

三、社經特性、旅客性質相符、路線重疊性低，以回到經濟有效率為前提進行改善。

三、 簡報問題回覆

➤ 推薦 6721 路線使用什麼樣的載具經營？

若以乘客量「平日多在 5-9 人、假日偶爾突破 10 人」的觀測結果為基礎，最彈性的做法是先採 14 至 15 座的小型巴士作為日常主力，平常載客率，維持在五成以上而不致於空跑，當需求攀升到九、十人時仍能一次載足。

➤ 班次應該如何改進？

依照分析結果的初步判斷，我們認為沒有返程的主要原因可能是返程的班次時間對應不上。

根據旅遊資訊瑞龍瀑布的遊玩時間大概落在 2 小時。我們將回程由原本的 11:10 與 13:20，分別延後至 12:30 和 15:30

10:30 的車次到站後，旅客不用急著掉頭就能從容走完瀑布步道、拍照、用午餐；同樣地，12:40 去程抵達的遊客，也能安心逛到午後再下山。

去程 10:30 與 12:40 「維持不動」，因為資料分析時顯示大多數旅客可能已經習慣上午出發以避開清晨與尖峰車潮，我們認為目前兩班車的時刻表可滿足竹山市區到山坪頂的旅運需求，因此不做修改。

➤ 哪些重要的三變數、四變數分析組合可以再探討？

三變數：

上車站名 × 票種 × 去回程

上車站名 × 去回程 × 頻率

下車站名 × 票種 × 去回程

下車站名 × 去回程 × 頻率

票種 × 班次 × 頻率

四變數：

上車站名 × 下車站名 × 票種 × 去回程

上車站名 × 下車站名 × 票種 × 頻率



參考文獻

- 蔡淑芬（2017）。台灣主要水庫遊客人次影響因素之研究〔碩士論文，朝陽科技大學〕。華藝線上圖書館。
<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=U0078-1108201714033802>
- 交通部（2020）。公共運輸票證資料 - 旅運分析用標準（V2.01）。臺北市：交通部。
- 楊証琨（2015）。服務性公車路線營運績效評估與改善策略之研究〔碩士論文，國立臺灣大學〕。華藝線上圖書館。<https://doi.org/10.6342/NTU.2015.00805>

