

逢 甲 大 學  
交通工程與管理學系碩士班  
碩士論文

區位分析應用於任務型共乘接駁計程車  
之派遣規劃

The Dispathing Planning of the Missioned Taxipooling on  
Feeder System Applying Location Analysis

指導教授：李克聰

研 究 生：陳昱彰

中 華 民 國 九 十 五 年 八 月

## 摘要

一般而言，運輸走廊上之公共運輸搭乘率最高，因為班次密集又經人潮聚集地區，自然容易吸引搭乘旅次。然此類運輸走廊路線主要是進行「線」的服務，若欲將其延伸成「面」的服務，則須靠其他運量較小路線或輔助接駁路線達成，然而接駁問題令民眾在搭乘公共運輸時感到不方便，其原因包括路線迂迴彎繞、班次過疏與停靠站過多等因素。此外，由於受到經濟不景氣影響，計程車(副大眾運輸)乘載率逐年下降，市場供給遠大於需求，計程車資源形成極大浪費，若能整合此項資源，做為輔助型之大眾運輸接駁系統，將可吸引潛在大眾運輸使用者，並滿足都市整體之公共運輸規劃。有鑑於此，本研究延續以往文獻，嘗試發展任務型共乘接駁計程車，賦予其「蒐集隨機接駁需求、培養固定接駁客源」之任務，嘗試整合計程車資源進行接駁服務，使計程車在接駁方面能有更多貢獻。

本研究結合處理任務型計程車共乘接駁問題之演算法並配合計程車招呼站類型之派遣作業流程，於大眾運輸場站為中心之共乘接駁服務區域，依同心圓方式向外 800 至 2280 公尺提供共乘接駁之服務，計程車招呼站區位之設置分南北二招呼站與四招呼站，針對 2 個與 4 個共乘接駁計程車招呼站派遣效率進行模擬分析，且分別在不同情境之下比較其派遣效率，依下列參考值衡量派遣效率：內部社會總成本、總利潤、閒置率、乘載率、車輛派遣時間、乘客等候時間、乘客旅行時間及失敗率。本研究之招呼站。內部社會總成本在失敗率 0.01 為前提之下，四招呼站將優於二招呼站之最適車隊規模；業者之總利潤隨車隊規模增加而遞減，且為負值，此情況並不因招呼站數由二增為四而有所改善，整個曲線趨勢兩者差異不大。四招呼站之閒置率較二招呼站為小。整體而言，增加至四招呼站將比二招呼站之派遣效率為佳。

**關鍵字：**任務型共乘接駁計程車、計程車招呼站、區位分析

# Abstract

Generally, the public transportation on transportation corridors have the highest hitched rate, because the headway is very concentrated and the routes through the place of stream of people, it easily attracts passenger trips. Therefore, this kind of transportation corridor routes mainly offer the service of "line", if it would be extended to the service of "plane", it must depend on other lesser capacity routes or assisted feeder routes, however, for the feeder problems, the public don't feel convenience when they take the public transportation, the cause includes that route is indirect, too much less the headways and too many stops and so on. Furthermore, by unprosperous economic, the taxi (para-transit) hitched rate decreases year by year, the market supply is much larger than the market demand. If the taxi resource could be integrated, for the assisted use for transit feeder system, it will attract potential transit users to increase the ridership of public transportation. This resource is following the previous literature, try to develop the missioned taxipooling mode and give it the mission of collect random feeder demand. Furthermore, try to integrate the taxi resource to feeder service, and contribute the feeder service of taxipooling.

The paper basically uses the connection of the mission taxipooling; the operation cost and the user cost for the object function; the hail station, the vehicle numbers, total passenger waiting time and total in-vehicle time for related variables, and then analyzed the effect for taxipooling feeder dispatch. In the taxipooling feeder range, to use two hails and four hails compare each other's effect. Finally, effect of four hails is better than two.

**Keywords:** the Missioned Taxipooling on Feeder System, taxi hail, location analysis

# 目錄

中文摘要 .....	i
英文摘要 .....	ii
目錄 .....	iii
圖目錄 .....	v
表目錄 .....	vii
第一章 緒論 .....	1
1.1. 研究背景 .....	1
1.2. 研究目的 .....	2
1.3. 研究內容 .....	3
1.4. 研究流程 .....	4
第二章 文獻回顧 .....	5
2.1. 共乘接駁 .....	5
2.1.1. 接駁 .....	5
2.1.2. 共乘 .....	8
2.2. 計程車招呼站 .....	15
2.3. 區位問題 .....	16
第三章 研究方法 .....	19
3.1. 共乘接駁演算法 .....	22
3.1.1. 兩階段系統最佳化 .....	23
3.1.2. 共乘接駁雙時窗限制 .....	31
3.1.3. 共乘接駁車輛容量限制 .....	32
3.1.4. 共乘接駁象限掃描 .....	32
3.1.5. 往前同向共乘接駁搜索 .....	33
第四章 模擬分析 .....	35
4.1. 系統參數探討 .....	35
4.2. 情境分析 .....	36
4.2.1. 模擬情境設計 .....	36
4.2.2. 模擬結果分析 .....	37

第五章 結論與建議.....	69
5.1. 結論 .....	69
5.2. 建議 .....	70
參考文獻 .....	71



## 圖目錄

圖 1-1 二招呼站示意圖 .....	2
圖 1-2 四招呼站示意圖 .....	3
圖 1-3 研究流程圖 .....	4
圖 3-1 二招呼站距離示意圖 .....	20
圖 3-2 四招呼站距離示意圖 .....	20
圖 3-3 尚未接載與已接載乘客之載客數組合示意圖 .....	23
圖 3-4 各車輛接載排序之系統最佳化流程圖 .....	24
圖 3-5 共乘接駁象限掃描示意圖(一) .....	33
圖 3-6 共乘接駁象限掃描示意圖(二) .....	33
圖 3-7 尋找乘客前往樓層的同方向電梯示意圖 .....	34
圖 4-1 共乘接駁模擬分析架構 .....	35
圖 4-2 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 150 位) .....	50
圖 4-3 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 200 位) .....	51
圖 4-4 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 300 位) .....	51
圖 4-5 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 400 位) .....	51
圖 4-6 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 500 位) .....	52
圖 4-7 內部社會總成本與車隊規模關係圖 (需求 600 位) .....	52
圖 4-8 需求 150 之總利潤比較 .....	53
圖 4-9 需求 200 之總利潤比較 .....	54
圖 4-10 需求 300 之總利潤比較 .....	54
圖 4-11 需求 400 之總利潤比較 .....	54
圖 4-12 需求 500 之總利潤比較 .....	55
圖 4-13 需求 600 之總利潤比較 .....	55
圖 4-14 閒置率與車隊規模關係圖 (需求 150 位) .....	56
圖 4-15 閒置率與車隊規模關係圖 (需求 200 位) .....	56
圖 4-16 閒置率與車隊規模關係圖 (需求 300 位) .....	56
圖 4-17 閒置率與車隊規模關係圖 (需求 400 位) .....	57
圖 4-18 閒置率與車隊規模關係圖 (需求 500 位) .....	57

圖 4-19	閒置率與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	57
圖 4-20	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 150 位）	58
圖 4-21	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 200 位）	58
圖 4-22	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 300 位）	59
圖 4-23	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 400 位）	59
圖 4-24	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 500 位）	59
圖 4-25	乘載率與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	60
圖 4-26	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 150 位）	60
圖 4-27	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 150 位）	61
圖 4-28	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 150 位）	61
圖 4-29	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）	61
圖 4-30	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）	62
圖 4-31	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）	62
圖 4-32	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）	62
圖 4-33	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）	63
圖 4-34	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）	63
圖 4-35	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）	63
圖 4-36	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）	64
圖 4-37	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）	64
圖 4-38	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）	64
圖 4-39	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）	65
圖 4-40	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）	65
圖 4-41	派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	65
圖 4-42	等候時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	66
圖 4-43	旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	66
圖 4-44	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 150 位）	67
圖 4-45	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 200 位）	67
圖 4-46	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 300 位）	67
圖 4-47	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 400 位）	68
圖 4-48	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 500 位）	68
圖 4-49	失敗率與車隊規模關係圖（需求量 600 位）	68

## 表目錄

表 2-1 共乘制度實施計畫彙整表 .....	11
表 2-2 共乘制度實施計畫彙整表(續) .....	12
表 2-3 共乘制度實施計畫彙整表(續) .....	13
表 2-4 共乘制度實施計畫彙整表(續) .....	14
表 2-5 共乘制度實施計畫彙整表(續) .....	15
表 2-6 區位決策目標分類 .....	18
表 3-1 派遣結果項目說明彙整表 .....	21
表 3-1 派遣結果項目說明彙整表 (續) .....	22
表 4-1 二招呼站需求量 150 之不同車隊規模之情境分析 .....	38
表 4-2 四招呼站需求量 150 之不同車隊規模之情境分析 .....	39
表 4-3 二招呼站需求量 200 之不同車隊規模之情境分析 .....	40
表 4-4 四招呼站需求量 200 之不同車隊規模之情境分析 .....	41
表 4-5 二招呼站需求量 300 之不同車隊規模之情境分析 .....	42
表 4-6 四招呼站需求量 300 之不同車隊規模之情境分析 .....	43
表 4-7 二招呼站需求量 400 之不同車隊規模之情境分析 .....	44
表 4-8 四招呼站需求量 400 之不同車隊規模之情境分析 .....	45
表 4-9 二招呼站需求量 500 之不同車隊規模之情境分析 .....	46
表 4-10 四招呼站需求量 500 之不同車隊規模之情境分析 .....	47
表 4-11 二招呼站需求量 600 之不同車隊規模之情境分析 .....	48
表 4-12 四招呼站需求量 600 之不同車隊規模之情境分析 .....	49
表 4-13 不同共乘接駁需求下，四優於二招呼站之臨界車隊規模 ...	50



# 第一章 緒論

## 1.1. 研究背景

都市交通隨著私人車輛數成長而愈來愈擁擠，發展公共運輸(大眾運輸與副大眾運輸)以解決此困境是各先進國家皆有之共識，且各國均大力推動。然國內公共運輸使用率始終偏低，其原因不外等車時間過長、轉乘接駁麻煩與未經目的地等，而此類原因共同特徵即為「搭乘不便」，故若欲改善公共運輸之搭乘率，從改善「搭乘不便」之方向將有相當收獲。

一般而言，運輸走廊上之公共運輸搭乘率最高，因為班次密集又經人潮聚集地區，自然容易吸引搭乘旅次。然此類運輸走廊路線主要是進行「線」的服務，若欲將其延伸成「面」的服務，則須靠其他運量較小路線或輔助接駁路線達成，而接駁問題通常為「搭乘不便」之問題來源，意即解決接駁問題，對提升民眾搭乘公共運輸意願，應極有幫助，也能減少私人運輸旅次，在紓解擁擠之都市交通方面亦將有所裨益。接駁問題以捷運轉乘公車為例，民眾在搭乘時感受不到其應有之便利性，其原因包括路線迂迴彎繞、班次過疏與停靠站過多等因素(丁迺龍【1】)。另一方面，計程車(副大眾運輸)由於受到經濟不景氣影響，計程車乘載率逐年下降(交通部統計處【6】)，市場供給遠大於需求，計程車資源形成極大浪費，若能令計程車對接駁問題有所貢獻，使其扮演輔助型之大眾運輸接駁系統，將可吸引潛在大眾運輸使用者，並滿足都市整體之公共運輸規劃。有鑑於此，吳沛儒【7】發展任務型共乘接駁計程車，賦予其「蒐集隨機接駁需求、培養固定接駁客源」之任務，嘗試整合計程車資源進行接駁服務，使計程車在接駁方面能有更多貢獻。延續以往文獻，即共乘接駁計程車派遣系統以招呼站方式進行接駁服務，而本研究欲瞭解招呼站之數量與區位對計程車派遣效率之影響。

## 1.2. 研究目的

本研究以吳沛儒【7】之任務型共乘接駁計程車為基礎，針對計程車招呼站之設置數量如何影響派遣效率進行探討。計程車派遣方式一般有駐站、招呼站、街頭巡迴攬客與無線電輔助營業，而本研究之任務型共乘接駁計程車以招呼站型態服務接駁旅次。其中計程車招呼站設站區位分析乃透過篩選比較而選定二招呼站與四招呼站之兩種情況如圖 1-1 與圖 1-2，後續再進行兩者派遣接駁效率比較分析。二招呼站為吳君於接駁同心圓之範圍內，分別設立南北招呼站於南接駁服務邊界中點及北接駁服務邊界中點，由於僅對二招呼站做模擬分析，無法得知不同數量下之接駁效率，因此本研究嘗試模擬 4 招呼站派遣接駁結果並與 2 招呼站派遣接駁結果比較，分析 4 招呼站對共乘接駁計程車之派遣效率之影響。

本研究之目的如下：

1. 利用共乘接駁演算法求得派遣效率，藉派遣效率瞭解適當之招呼站數量，及設立位置點。
2. 評估招呼站位置與數量是否符合實際需要，藉以做為實際設置之參考。

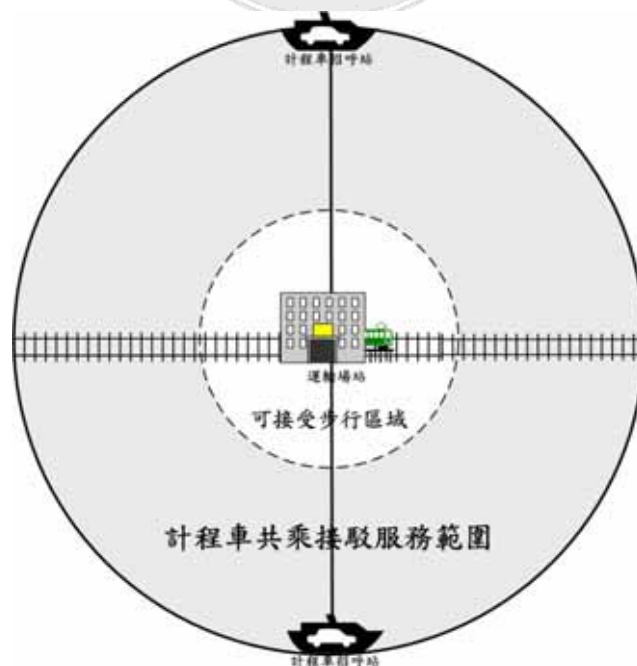


圖 1-1 二招呼站示意圖

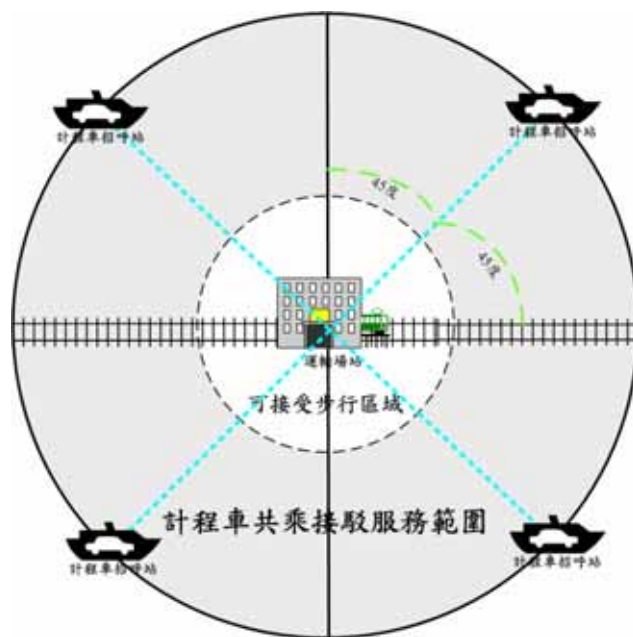


圖 1-2 四招呼站示意圖

### 1.3. 研究內容

本研究假設在有旅次聚集(all to one)或離散(one to all)現象之運輸場站實施任務型共乘接駁計程車之服務，且以任務型共乘接駁計程車演算法為基礎，針對其計程車招呼站之位置與數量做進一步探討。共乘接駁計程車之派遣規劃乃為整個共乘服務之成敗關鍵之一，應如何規劃讓車輛派遣極有效率，為共乘接駁計程車派遣規劃之重要目標之一。本研究主要針對下列項目做探討：

1. 四個任務型共乘接駁計程車招呼站之派遣效率。
2. 任務型共乘接駁計程車招呼站設立地點對派遣效率之影響。
3. 不同設立地點之即時派遣效率比較。

本研究範圍為具旅次聚集(all to one)或離散(one to all)現象之運輸場站，其周圍 800 公尺至 2280 公尺之同心圓區域內，任務型共乘接駁計程車以招呼站方式於此區域內接受派遣接駁服務。

## 1.4. 研究流程

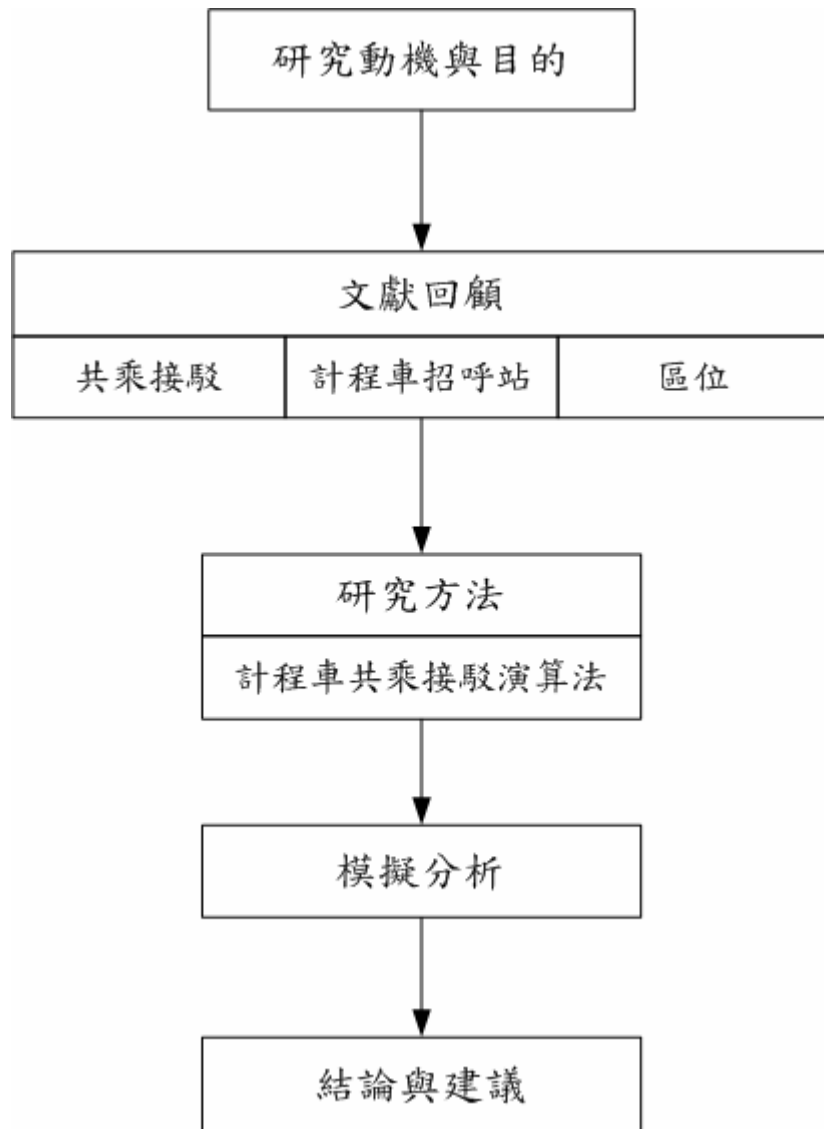


圖 1-3 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

本研究以下依共乘接駁、計程車招呼站與區位問題等三方面回顧。

### 2.1. 共乘接駁

#### 2.1.1. 接駁

蔡瑞鉉【37】指出捷運系統本身僅能提供沿線走廊幹道式的服務，必須有方便可靠的接駁系統相配合，方能擴大捷運車站的服務面積，該研究並建立捷運車站接駁運具服務市場範圍之數學解析模式，藉以了解主要供給與需求影響因素改變對各種接駁運具之旅運需求量及最適服務市場範圍的影響，以決定捷運車站各接駁運具之最適服務市場範圍與旅運需求量，研究結果顯示接駁運具服務速率提高，將使其旅運需求增加，服務市場範圍擴大。

曹壽民與陳佳慧【34】以調查資料顯示出台北捷運系統轉乘運具之規劃值與實際調查值實存有差距。在使用公車作為捷運轉乘工具之調查值低於規劃值方面，可解釋為因目前公車系統、捷運系統尚未充分整合成為有效「大眾運輸系統」之故。

張有恆【27】指出捷運系統興建成本相當龐大，因此其通常服務於主要運輸走廊，無法如同公路運輸般的提供戶及戶之運輸服務，為使捷運系統充分發揮其主要之運輸功能，須有完善的轉運機制配合，故捷運系統除本身機能健全外，尚須規劃完善之接駁運具，才足以擴大捷運服務範圍、讓民眾更便捷地搭乘捷運。

張有恆與楊博文【28】以數學分析法來建立大眾運輸系統與接運公車系統之營運整合模式，以便確立各營運決策變數（公車服務班距、

捷運服務班距、公車路線之間距及車輛數等）與參數系統（需求量、營運速度及營運單位成本）之關係。

張學孔與劉孟翰【30】針對捷運走廊之公車服務範圍進行研究，研究中將捷運走廊之公車服務型態分為「以集散公車轉乘捷運系統」及「以直達公車至市中心區」兩類，並假設多對一旅次需求型態與均一分佈狀況，探討公車之路線密度、班次、服務範圍及車輛配置。

唐富藏與張有恆【21】提出國內大眾捷運接駁系統之規劃技術，在考慮不同接駁系統特性下，為使捷運系統之場站設計能提供適當的場站設施與服務，故其建議須先預測使用該接駁系統之旅客需求量，以作為規劃設計接駁運輸系統之硬體設施時之參考。

張學孔與張美香【31】曾利用當時現有之公車站址及預定之捷運路址來進行設計之工作，其研究方向為針對一既定之捷運路線、車站、公車站位、公車車輛總數及旅次需求之狀況下，並基於營運與使用成本最小原則，以進行最佳公車接駁路網設計模式之建立。

林志盈【16】則是參考國外捷運系統與公車整合之現況，對國內未來在路線配合、計費方式、票證實施與資訊提供方面，提出較為敘述性之初步整合構想。

周義華與邱榮川【20】配合捷運之程序性公車路網設計方法，於此方法中依序設計基本路線、直捷路線與集散路線，以形成完整之路網。其中並考慮轉車旅次作為公車旅次之指派，並以路線長度、彎繞度、運量及道路容量限制作為其控制變數。

朱家德【4】為擴大捷運服務範圍，以中小型公車提供短程接駁服務，輔助現有公車與捷運路線。該研究考量業者因彈性彎繞行駛路線而增加之營運成本、旅客車上時間成本與旅客步行時間成本間之權衡，以一巨觀模式分析前述三項成本總和最小狀況下的最適彈性彎繞

設站數。該規劃程序並結合地理資訊系統之資料庫管理、空間分析、成果展示等功能，提昇規劃作業效率與成果溝通品質，最後以台北捷運木柵線為實例驗證其規劃設計方法具有實用性。

丁迺龍【2】則提倡捷運系統須藉由接駁小巴士達到及戶的功能，主要係以捷運站為基地來作小範圍、高頻率及封閉式的循環運輸服務，且無固定招呼站、可於沿途隨時上下車，採單一票價，並以一個硬幣為原則。收費初期採投幣式，對長期而言，則採刷卡式，並與捷運之儲值卡通用，研究中亦預期接駁小巴士將能為捷運系統增加三倍之乘客。

李克聰等人【10】【11】運用先進大眾運輸系統之技術，規劃大眾運輸之先進接駁系統，以滿足使用者「即時」與「及戶」之需求，以吸引目前仍在使用私人運具之可能潛在使用者轉而使用大眾運輸，進而改善日益嚴重之交通問題，提出公共運輸工具除了捷運與公車系統外，尚包括副大眾運輸工具-計程車，文中擬定共乘接駁計程車之概念，係以捷運車站為中心之某範圍內，行駛彈性路線之往來穿梭運具，以彌補公車或中小型巴士無法服務之處。

吳韻雯【9】提出以共乘小巴士為長途客運場站(航空、高鐵、台鐵)做共乘接駁服務。長途旅客事前通知業者搭乘需求，業者安排旅客共乘事宜，並且指派車輛與司機在接送當天進行接送之服務。其中，接送路線規劃的目標式考慮車輛接送路線最小化與旅客到場站後等待時間的總合最短；票價計算包括原始票價及最終票價，因旅客搭乘方式具有共乘行為，車輛在接送時車內旅客會因為車輛繞行而增加時間成本，並且有可能為了配合同車旅客的預定到達場站時間提早到達場站行程無益等候，業者將依此兩種的時間成本給予旅客票價折扣作為服務回饋。

由上述文獻可知，大眾運輸系統欲發揮良好效用，必須有規劃完善之接駁系統加以輔助，同時提出彼此之整合係以運輸場站為中心，

以有系統的方式進行接駁。

## 2.1.2. 共乘

張有恆【27】一書中詳細描述車輛共乘的定義與實施的環境背景、車輛共乘的成本效益評估與需求預測模式以及實施車輛共乘之成功要件與行銷策略之建立。

郭瑜堅【22】從社會總成本觀點為基礎，從對各種運輸工具之「使用者成本」、「基礎建設成本」、「旅行時間成本」與「外部成本」，加上對旅次行為之探討而構建旅次成本模式。分析之結果發現，私人運輸工具對於乘載率之敏感度遠高於大眾運輸，可作為相關單位提倡高乘載政策與共乘之依據。

張文俊【32】分析台灣地區客貨運輸工具乘載及耗油現況特性，建議採「規劃能源」策略實施，以提高客貨運輸工具之乘載率著手，進而增進能源使用效率，研究中並建議客車部門應實施共乘策略以紓解都市交通之擁擠。

揚文龍【36】研究指出計程車費率調漲將同時導致空氣污染物增加，而小客車共乘制度、免費公車、捷運票價對折以及捷運離峰時段增班等策略可使得空氣污染物之排放量同時減少，為建議採行之空氣污染管制策略，並可紓解壅塞之交通。

賴淑芬【38】指出實施車輛共乘在經濟、政治、技術上皆具可行性，而欲實施共乘策略，若能搭配相關配套措施較易成功，包括由政府建立共乘推動機構、重視共乘行銷策略、提供共乘撮合資訊、改善消費者對共乘之態度、建立實施車輛共乘之法律基礎以及建立共乘之輔助措施等實施要件。

寇世傑【33】提出通勤共乘行為之分析架構，從習慣觀點、學習觀點與促進行為改變技巧，分析促進通勤共乘行為之契機，同時探討運具選擇行為之內蘊行為與外顯表徵行為，結果顯示管理當局若大力教育宣導車輛共乘概念與效益、設置高乘載專用道、提供免費交通車與巡迴公車系統，並進行相關抑制措施，如入園區收費制、限制園區內汽機車停車位數，將可促進非共乘通勤者轉以車輛共乘方式通勤。此外，亦對於國內外施行的車輛共乘制度進行彙整。



林明德【17】以供給導向探討都會區最適運具組合，建議可將兩種運具實施共乘，其一係小客車，當管制達每車 3 人時，使用小客車成本低於單獨搭乘計程車成本；另一則為計程車，當乘載率達每車 4 人時，使用計程車成本低於機車成本。

曾國雄【35】對於台灣地區實施合車共乘（carpool）與合租共乘（vanpool）進行可行性分析，指出共乘制度在台灣是可行的，並提出共乘制度實施辦法，包括：1.先在相關機關團體或企業公司作試驗，以蒐集施行共乘之相關資訊；2.提高小客車稅捐；3.利用管制方式限制計程車數目成長；4.利用各種宣傳工具讓共乘觀念深植民心；5.配合運輸系統管理策略，如共乘車輛優先通行及高乘載專用車道等。

何依栖【15】探討計程車共乘制度之實施及管理，並歸納出對乘客、業者與社會所產生之效益，對通勤者而言，可減少對自有車輛之依賴性，且可降低駕車的疲勞與不便，尤其在擁擠時之改善效果更大，另一方面亦可降低通勤成本，而通勤時亦較為舒適，還能增加與他人共乘之社交機會，減輕能源短缺時之不便性，且比大眾運輸更能達到及戶服務，充分展現其便利性；對社會而言，除了可減少停車需求之外，亦可減輕尖峰時間之交通擁擠，進而降低交通事故成本、減輕空氣污染程度；對業者而言，提高計程車固定工時內收入之機會、減少計程車之行使里程與能源無效率使用。

李克聰等人【13】為了探究民眾對於捷運共乘接駁計程車之接受程度，進行「捷運共乘接駁計程車之可行性」調查，統計顯示尚未配合措施時願意搭乘比例即高達 53%，而在配合相關配套措施下，整體願意比例增為 66%，代表民眾對於共乘接駁計程車之接受程度達到半數以上，而配合其他共乘接駁相關的優惠措施及管制措施後，接受度更為提昇，此現象顯示一般民眾認為若政府相關單位能提供民眾更完整之共乘資訊並規劃完善之共乘制度，同時賦予共乘接駁計程車明確之定位，在不影響現有之大眾運輸工具下，可為計程車尋覓出另特有之生存空間。

吳沛儒【7】探討任務型共乘接駁計程車之問題特性，從車輛組織、營運安全管理、營運區域、計費與收費方式等方面進行規劃，並結合地理資訊系統建構計程車共乘接駁演算法。研究結果認為，營運者營運總成本、系統總成本、使用者總成本、派遣總成本、車隊購置總成本皆隨著車隊規模增加而有遞減的趨勢，但業者利潤隨著車隊規模增加而遞減。

Glazer【42】提出部分時間小客車共乘（part-time carpooling）概念，以解決小客車共乘缺乏彈性之問題，實施方式為每週兩人共乘兩天，而該想法使得共乘更有效率。

Hupp【43】利用問卷調查美國密西根州實施合租共乘之成效，發現合租共乘的成員大多來自於單獨開車者，且每月可減少 339 延車哩數。

Richardson 與 Young【50】對於澳洲 Melbourne 都會區進行小客車共乘制度之研究，選擇 80 處地點進行路邊問卷調查，並將共乘成員分成來自相同家庭之內部性及大部分來自相近工作地點之外部性，調查結果顯示以住家為迄點的平均彎繞半徑範圍為 52 公里、以工作地點為迄點的平均彎繞半徑範圍為 1.1 公里。

Pearlstein【47】針對運輸服務委員會（Transportation Services Administration,TSA）與洛杉磯大學加州大學共同規劃之一套校園共乘計畫進行分析，指出推動共乘之誘因包括：學校提供合租共乘車輛、降低通勤成本及提供更具彈性之共乘計畫。

Rudolf【51】指出由於車輛擁擠阻礙經濟發展、龐大車輛數造成嚴重空氣污染、在歐洲每年超過 40,000 死於交通意外（共乘者較不易造成交通意外）及在美國有三分之一太老、太年輕或太窮的人口需要去提供機動服務等因素，故建議使用大量新資訊技術（電子、通訊等）導入小汽車共乘系統以提高共乘配對率，並提出一叫車步驟，依序為

撥打一特別號碼、汽車共乘中心將知道您的位置、輸入迄點之郵遞區號(或選擇已建檔之迄點)、提供排序後可接載之乘客(照片、需求)、按一鍵即可聯繫欲搭載之乘客及雙方確認後完成配對。

表 2-1 共乘制度實施計畫彙整表

實施地點 年代	緣起或主要採行措施	施行結果
美國加州 1958 年	加州 55 號公路為一條通往規模五萬個工作機會地點的必經之路，而於尖峰時間相當壅塞，故聯邦政府將該公路列為小汽車共乘專用試辦道路。	該專用道可提高尖峰時間乘載率 7 至 9.5%。
美國明尼蘇達州 3M 公司 1973 年	實施中小型車輛合租共乘策略，只要坐滿八人即可開車，第九人為駕駛，駕駛享有晚上及週末使用該車之權利，當載客超過九人時，額外的車費收入歸駕駛者擁有。	實施初期為 6 輛中型車，施行一段時間後，共乘車輛增加為 91 輛，共乘人數由 1000 人增至 2000 人，為該公司節省超過 250 萬元之停車設備費用。
美國 Knoxville 市 1973 年	田納西谷管理局在該市推行共乘制，並搭配共乘車具有優先停車權。	施行三年後共乘人數提升至 80%，並節省 500 萬元停車場建造費用。
美國波特蘭 1974 年	先透過對員工小客車共乘的意願調查及廣告宣傳，進而推行小客車共乘制度。	施行至 1978 年已有超過 1150 位員工參與共乘計畫，並開發了 73 處停車轉乘區、9 條交通車直達路線、30 個大眾運輸補貼計畫、65 個資訊服務計畫，促進共乘制度及大眾運輸發展。
美國休士頓大陸石油公司 1975 年	實施員工共乘制度	初期僅 25% 員工參加，後來增加至 52%，其中小客車共乘佔 31%、中型車佔 69%，該制度並讓員工於購買房屋時會考慮位於共乘車輛服務範圍內。

表 2-2 共乘制度實施計畫彙整表(續)

實施地點 年代	緣起或主要採行措施	施行結果
美國丹佛 1976 年	由於空氣污染日趨嚴重，環保單位鼓勵通勤者使用交替運輸方法，其中包括了汽車共乘、大眾運輸、腳踏車...等。	業者所規劃之共乘計畫能夠影響員工選擇通勤運具之決定，而共乘汽車雖可優先停車，但卻無法有效增加共乘之需求。
美國 Hartsville 核能電廠 1976 年	田納西谷管理局在該廠實施合租共乘及巴士共乘策略。實施過程中有關營運管理、車輛維修、資金調度及監督作業均由田納西谷管理局之不同部門管理。	實施後每年減少一億九千七百萬的延車英哩，並因此節省八十萬加侖汽油，合計一千二百萬美金之通勤成本，更讓預定擴建之道路不必興建。
美國休士頓 1979 年	在 145N 公路之尖峰時間內，將較不擁擠方向的一車道調撥給另一擁擠方向之高乘載車輛使用，如公車、交通車及共乘中型車。	調撥車道運輸量相當於兩線雙向道路的運輸量，且使用該車道者，每一旅程平均可節省 15 至 20 分鐘及每人每月節省 40 美金的費用。
美國紐約 1980 年	為減少低乘載車輛進入曼哈頓，規定只乘坐一人之自用小客車必須經由收費的橋樑和隧道進入市區，僅高乘載車輛才允許通行免費路段。	施行三個月後，原先行駛收費站的非管制車輛改經由免費通路進入市區，而部分低乘載車輛旅次也改變運具型態，轉為搭乘大眾運輸系統或共乘。通往市區各通路之交通流量最後獲得均衡，但該計畫因市民反對以及法院裁定不合法而宣告終止。
美國及英國 1984 年	實施迷你巴士合資共乘制度，主要係一群工作者共同搭乘一輛迷你巴士來自和到達一個共同工作的地點，共同負擔其營運費用。	該制度較能吸引從事長途旅行的旅客，但美國長途旅行的乘客習慣使用大眾運輸，使得搭乘迷你巴士的比例相較於英國少。

表 2-3 共乘制度實施計畫彙整表(續)

實施地點 年代	緣起或主要採行措施	施行結果
南加洲 1988 年	為了減少道路尖峰時段之擁塞，要求超過 100 員工以上的公司，需做高乘載之規劃，其受影響的公司超過 8000 家，而每家公司皆有一管理者專門規劃及協調共乘機制。	因政府未建立相關懲罰制度，而無法達到預期之效果。
台灣台北 1988 年	為改善道路擁擠問題，在福和橋試辦六個月的汽車共乘免費通行計畫，並具有優先通行專用道，免費通行對象為永和往台北市方向乘坐 3 人或 3 人以上之各類大小型車輛，通行時間為週一至週六上午 7 至 9 時。	共乘車輛由施行前 630 輛增為 965 輛，約佔總車輛 24%，所運送旅次高達所有旅次 70%；非共乘車輛則由原先 3632 輛減至 3012 輛，僅運送 30% 旅次，但該計畫最後因尖峰時段停止收費而停辦。
台灣台北 1988 年	選定台北-石牌、台北-淡水、台北-土城三峽、台北-新店、台北中和永和及台北-板橋六條大眾運輸走廊設置 21 定點共乘招呼站，實施計程車定點共乘，而每人搭乘費用不得超出跳表車資一定比例。	因多數計程車仍維持固有營運與收費型態，與民眾搭車習慣不符，以及無法與無線電計程車業者相互競爭，導致當時計畫實施成效不佳。
德國柏林 1988 年	德國的 Berlin 區則稱歐洲汽車共乘網路 ( European Car Sharing ,ECS) 為 Stattauto。Stattauto 汽車共乘組織實施的目標是為了減少地區汽車數量及使用率，有以下特點：1.採用會員制。2.以會員卡識別。3.平均發車時間為 15 分鐘。4. 提供搭乘至大眾運輸網（鐵路站、機場）服務。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 平均 StattAuto 每一部車輛一年行駛里數為 34000 公里，德國每部車平均每年行駛 14500 公里</li> <li>2. StattAuto 平均每部車共乘率 2 人。</li> <li>3. 平均每一部 Stattauto 車輛可抵 5 部自用車，每年省下 42,000 行駛里數。</li> </ol>

表 2-4 共乘制度實施計畫彙整表(續)

實施地點 年代	緣起或主要採行措施	施行結果
台灣台北 1990 年	台北市交通局實施共乘資訊撮合服務，主要服務對象為進入台北市區工作之民眾，依通勤主要行進路線與起迄點予以撮合。撮合程序為由交通局知會撮合成功之其中一人，並提供其他共乘者聯絡方式，交由其自行聯絡，交通費則由其共乘者自行協商分攤，而交通局並不會對於共乘資訊撮合成功者做進一步追蹤調查。	計畫實施至 1995 年止申請參加共乘人數並不多（630 人），且絕大多數為無車者（463 人），而撮合成功比例亦不高（18.89%），主要乃因缺乏願意提供交通工具之共乘者參與、等候撮合時間過長、共乘者彼此上下班時間無法完全配合等因素。
台灣 新竹科學園區 1994 年	對園區廠商員工進行行駛固定路線之大型交通車與公車之共乘制度可行性分析。	受訪 15528 份有效問卷中，僅三分之一受訪者願意搭乘大型交通車、公車或參與共乘，而不願意參與共乘之理由，以時間難以配合最高（佔 90%），其次為接送子女不便（佔 5%）、無理由（佔 5%）。
越南金邊 1996 年	機動三輪車車體較小可行駛於小巷道中，但僅載一人效率不彰，故以共乘方式進行巡迴載客。	形成當地主要之公共運輸系統之一
新加坡 1997 年	地區通行證計畫中之共乘策略，小客車或計程車搭載四人以上，免用通行證即可通過收費區域。	進入管制區的小客車減少 73% 的車輛數、乘載 4 人以上的小客車比例由原先 10% 增至 44%，區內平均行駛速率提高 20%、進城輻射道路行駛速度增加 10%。
美國檀香山 1998 年	以員工選擇上班時間之方式，規劃小汽車共乘。	因為員工選擇適宜自己上班的出發時間，造成難以配對成功。

表 2-5 共乘制度實施計畫彙整表(續)

<p>德國 司徒嘉特市 2000 年</p>	<p>為解決交通壅塞問題，發展出車輛共乘配對軟體系統，用以連結供、需間的相關資訊，並配合交通管理系統解決在道路使用者在路線選擇、旅行時間及旅行成本上之相關問題，以減少交通流量解決道路壅塞問題。在系統建置上，車輛供給和乘客共乘需求之相關配對，以區域範圍性列入為主要之考量，而初期以環保局員工為對象進行分析。</p>	<p>根據現有使用者初步的反應，該共乘系統確實方便可靠。</p>
<p>台灣宜蘭縣 2002 年</p>	<p>在童玩節時提供遊客接駁服務，以火車站以及會場為起迄點實施共乘計程車，而乘客僅需負擔五十元費用即可享受舒適、快捷服務。</p>	<p>該制度廣受好評</p>
<p>台灣台南市 2003 年</p>	<p>因應台南客運停駛推出「計程車共乘」，共擬定十條路線，彌補公車路線不足，不論遠近，費率一率每人三十元，每滿四人就發車或每廿分鐘發一車次方式進行，再沿途隨招隨停，車頂都有明顯路線牌。</p>	<p>宣導作業不足、參與共乘計程車過少、固定路線限制營運範圍以及類似公車之經營方式，造成民眾於共乘搭車處常常等不到車，計程車業者也常抱怨載不到客人。</p>

資料來源：吳沛儒【7】、本研究蒐集及彙整

## 2.2. 計程車招呼站

關於計程車招呼站之文獻。陳衍敏【25】對台北市設置計程車招呼站可行性研究中係以問卷方式對計程車司機及乘客調查，其以定性方式分析計程車對都市所造成之利弊，並根據在不同地點，如百貨公司、飯店前乘客及計程車到達率等應用等候理論運用等候理論(Queue theory)建立計程車招呼站設置之模式，選定地點、路段、依模式分析招呼站應否設置及停車數量。其對於當時台北市已有之計程車招呼站

並未作詳細之使用狀況檢討，且計程車招呼站設置方式與道路交通之間的影響亦未作詳細探討，僅只止於可行性分析。然陳衍敏指出設置計程車招呼站主要影響因素為空計程車到達間距及乘客到達間距。

王君惠【3】針對招呼站設置時應考慮之條件，在研究方法上分別兩部份，一為探討計程車停靠招呼站上下客對道路交通之影響，二為分析設置招呼站需考慮之條件，以下分別說明之。計程車停靠招呼站上下客對道路交通之影響，在資料收集上係以錄影方式，取得道路流量資料並計算車輛旅行之空間平均速率，經由流量、密度、速率三者關係，推算各樣本之密度，並以一因子變異數分析檢定計程車停靠招呼站與否對道路交通所造成顯著影響之臨界點。其臨界點  $V/C$  大於或等於 0.82，計程車於每小時/每百公尺內有 34 分鐘以上時間停靠路旁，以及乘客到達率較空計程車到達率為高時，即有設置計程車招呼站之必要。

林天淦【18】探討影響醫院計程車招呼站設置時機、條件、影響因素及其之間的關係，及醫院計程車招呼站規模之影響因子之間的關係，並依此建立一個醫院計程車招呼站停等空間的模式。透過在台大醫院門診部蒐集分析之門診供給量資料對應停等空計程車車位長度之變化，建立空計程車停等空間與服務地點特性函數關係之模式。

空計程車到達間距及乘客到達間距為計程車招呼站中計程車之供給與需求條件（陳衍敏【25】），藉以做為設立參考，然並未明確訂定，若能有一套設立評估準則，應能幫助共乘接駁計程車招呼站設置在適當地點，目前僅能依靠如上述之地點、路段、 $V/C$  值及其他影響因子等做為判斷依據。

## 2.3. 區位問題

任務型共乘接駁計程車某些特性與物流配送相似，如派遣路線規劃、時窗限制等特性，故計程車招呼站之區位問題應納入相關物流中



心區位選擇文獻，且由於計程車招呼站具公共服務性，故應考慮公共設施區位特性，如公園、學校區位選擇等區位文獻。

吳琴玲【8】指出，所謂的區位選擇問題(Facility Location Problem, FLP)通常是在考慮每一個場站與各需求點之間的運輸成本與設施固定成本下，探討如何在多個潛在場站中，選擇最適當的區位進行設施的闢設，以達到中、長期運輸成本極小化的目的。它的應用範圍相當廣泛，諸如車站、郵局、辦公室、倉庫、轉運站等等之位置設立，都可視為 FLP 來求解。

林千琪【19】指出都市中一般公共性設施會針對設施不同性質及模式，採用不同區位理論來評選最合適的設施區位點。區位問題則依問題特性、設施需求的不同而予以變化，進而求解出符合該問題需求的區位模式。由於社會環境組成因素越來越複雜，進而各項設施區位的評定因素也越來越多，為解決各種設施區位問題，不同的區位模式及理論便油然而生。

李國正【14】指出公共設施為社會群聚生活中大眾生活所共同必需，具有社會福利的特性，因此公共設施的配置除了需考慮設施系統的效率外，尚必須考慮公平性。公平原則指所有需求均能獲得設施合理程度(如在特定的距離或時間內)的服務，其目標是在大的公共福利下，提供最均等的服務，多半以設施使用者接受服務之總成本極小化或使大多數使用者與服務距離小於臨界距離為準。

下頁表 2-6 為區位決策目標分類將設施區位欲達成之目標做一整理。經常考量之決策目標分成本、需求導向、利潤與環境。

表 2-6 區位決策目標分類

分類	目標
成本	需求點與設施總距離最小化、設施與最近競爭者距離最小化、需求點與最近設施最大距離最小化、設施與設施間最大距離最小化、每一需求點與最近設施距離最小化、設施數量最小化、設施總成本最小化、營運支出最小化、總操作成本最小化、總運輸成本最小化、總成本最小化、使用者總成本最小化
需求導向	單一設施需求指派最大化、滿足需求評價最大化、與競爭者或其他設施距離最大化、總需求覆蓋度最大化
利潤	投資回收最大化、產量輸出最大化、市場佔有率最大化、其他一般利潤最大化
環境	空氣品質破壞最小化、儲水設施最小化、居民危險最小化、舒適性最小化

[資料來源：Current【40】]



### 第三章 研究方法

本研究結合處理任務型計程車共乘接駁問題之演算法【7】並配合目前計程車派遣作業流程，針對 4 個共乘接駁計程車招呼站進行模擬分析，且分別在不同需求量與車隊規模之下求得派遣系統運作結果資料，然後據此衡量派遣效率：內部社會總成本、系統總成本、平均乘載率、平均派遣時間、失敗率、無車率、無方向率、無前方率、無時窗率，如表 3-1 所述。關於內部社會總成本，其為系統總成本、車隊建置總成本與派遣失敗總成本之和，未加入計程車招呼站設置成本乃因計程車招呼站原則上設置於為需求量高之地點，其所需設置成本極低，幾可忽略，是以未納入其中。其中因 GIS 可透過位相關係迅速進行各種空間分析作業，故演算法以 GIS 為基礎進行構建，期共乘接駁問題能夠以有效率方式求解。

本研究之招呼站共乘接駁服務區域以大眾運輸場站為中心，依同心圓方式向外 800 至 2280 公尺提供共乘接駁之服務，計程車招呼站區位之設置分南北二招呼站與四招呼站，其分布距離位置如圖 3-1 與圖 3-2 所示。

共乘接駁演算法係為兩階段最佳化，第一階段係屬「各車輛接載排序之系統最佳化」，主要乃在因應共乘特性，新需求產生時各車輛在經過第一階段篩選條件後嘗試納入新需求於排程中，並以系統最佳化方式進行乘客接載排序之排列，最後決定各車輛內部乘客之最適載送順序；第二階段則係為「即時增量派遣之近似優化」，此一考量係希望能從符合所有篩選條件下之共乘接駁計程車中，決定在需求即時產生並須即時滿足之目標下，且以不變更現有接載組合為原則（原有計程車與其欲搭載乘客之組合），透過系統總成本最小化方式，選擇最適共乘接駁計程車進行派遣。

在演算邏輯判斷過程中，茲以「刪除法」之方式決定最適派遣車輛，所謂刪除法係將所有參與共乘接駁之計程車納入一派遣候選名單之集合中，當計程車不符合某派遣條件時，則將由候選派遣名單中刪除。

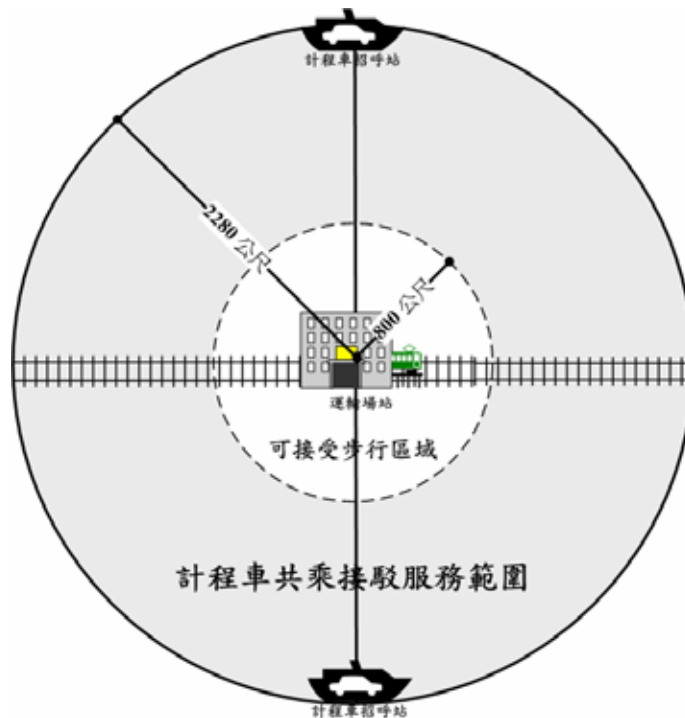


圖 3-1 二招呼站距離示意圖

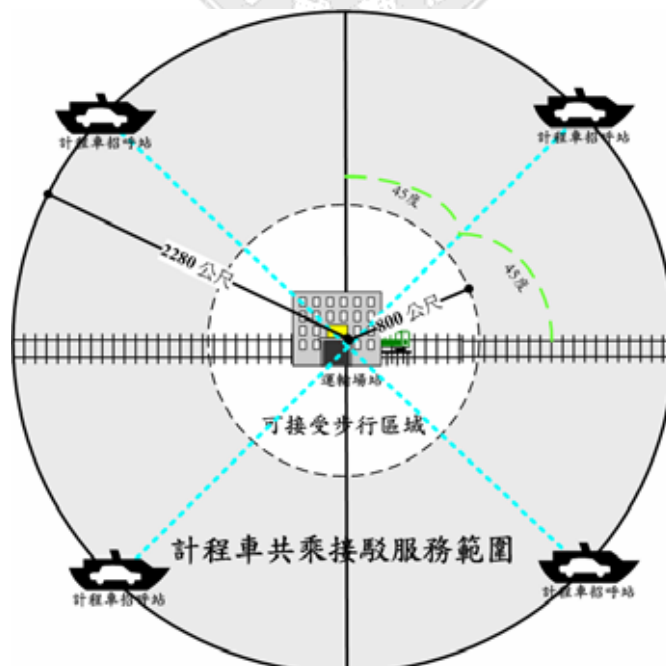


圖 3-2 四招呼站距離示意圖

表 3-1 派遣結果項目說明彙整表

項目	單位	內容
內部社會總成本	元/小時	「系統總成本」、「車隊建置總成本」與「派遣失敗總成本」之和。
系統總成本	元/小時	「所有乘客之等候時間乘以等候時間價值」、「所有乘客之旅行時間乘以旅行時間價值」與「所有被派遣計程車之總派遣時間乘以車輛派遣成本」之和。
總利潤	元/小時	「總收入」先減去「派遣總成本」再減去「車隊總建置成本」。
營運者總成本	元/小時	「派遣總成本」加上「車隊購置總成本」。
派遣總成本	元/小時	「總載客趟數」、「平均派遣時間」與「車輛派遣成本」之乘積。
使用者總成本	元/小時	「總需求乘以『1-失敗率』乘以『平均等候時間乘以乘客等候時間價值』加上『平均旅行時間乘以乘客旅行時間價值』」。
車隊建置總成本	元/小時	「車隊規模」乘以「車隊建置成本」。
派遣失敗總成本	元/小時	「總需求」、「失敗率」與「派遣失敗之懲罰成本」之乘積。
總收入	元/小時	「總需求」、「1-失敗率」與「票價」之乘積。
閒置率	%	「營運時間內未被派遣車輛數」除以「車隊規模」。
總載客趟數	趟	營運時間內車輛被派遣次數。
平均乘載率	人/車	平均每一回派遣之「每車載客人數」除以「車容量3位」。
平均派遣時間	分鐘	「總派遣時間」除以「所有被派遣計程車數量」。
平均等候時間	分鐘	「總等候時間」除以「所有被接載乘客」。
平均旅行時間	分鐘	「總旅行時間」除以「所有被接載乘客」。
失敗率	%	「未被派遣乘客數」除以「總需求量」，亦即總需求量中違反某派遣條件導致無法派遣之乘客數比率。

表 3-1 派遣結果項目說明彙整表（續）

項目	單位	內容
無車率	%	「無『處於可供派遣狀態下之計程車』造成派遣失敗次數」除以「總失敗次數」，亦即無「處於可供派遣狀態下」之計程車造成派遣失敗次數佔總派遣失敗數之比率。
無方向率	%	「違反『前往或離開運輸場站之方向與乘客一致』條件造成派遣失敗次數」除以「總失敗次數」，亦即違反「前往或離開運輸場站之方向與乘客一致」條件造成派遣失敗次數佔總派遣失敗數之比率。
無前方率	%	「違反『乘客位置在行駛方向前方』條件造成派遣失敗次數」除以「總失敗次數」，亦即違反「乘客位置在行駛方向前方」條件造成派遣失敗次數佔總派遣失敗數之比率。
無時窗率	%	「違反『可滿足時窗限制』條件造成派遣失敗次數」除以「總失敗次數」，亦即違反「可滿足時窗限制」條件造成派遣失敗次數佔總派遣失敗數之比率。
收入差距變化	%	「『目前車隊規模下之收入』減去『上一個數量較小車隊規模下之收入』」除以「目前車隊規模下之收入」。

[資料來源：吳沛儒【7】]

### 3.1. 共乘接駁演算法

此演算法僅討論共乘接駁計程車招呼站(起點)至運輸場站(迄點)之計程車行為，而運輸場站(迄點)至共乘接駁計程車招呼站(迄點)之過程則不加討論。

### 3.1.1. 兩階段系統最佳化

共乘接駁派遣不再僅是一對一之派遣，係為複雜之多對一或一對多派遣，亦即每當有新需求產生時，如何將其插入計程車排程中，並以最適排序方式進行接載，以及最終應於可供派遣車隊中決定哪一部計程車前往接載新需求，牽係著演算法優劣與否。而以往撥召公車派遣（似共乘派遣）大多僅考慮營運者成本，假設營運者成本最小時則使用者成本亦最小，然此一假設忽略乘客等候時間價值與旅行時間價值。有鑑於此，本研究考量使用者成本與營運者成本，並擬定「各車輛接載排序之系統最佳化」及「即時增量派遣之系統最佳化」兩階段之系統最佳化，茲依序說明如后。

#### 1. 各車輛接載排序之系統最佳化

此一階段最佳化可確保各車輛以系統總成本最小方式進行乘客接載排序。因每一回共乘接駁派遣演算法被觸發時，必有一新需求，使得尚未接載乘客至少有 1 人，另根據每部共乘接駁計程車最多接載 3 位乘客之規劃，故每部車尚未接載與已接載乘客之載客數組合共有 6 種，如圖 3-3 所示，然而已接載乘客因正在車上無須再一次進行最佳化排序，故針對尚未接載乘客之排序頂多 6 種排列組合（僅 1 位之尚未接載乘客無須排序排序）。

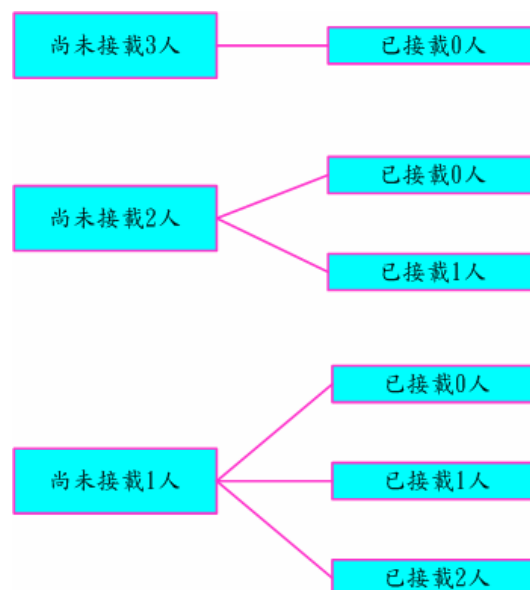


圖 3-3 尚未接載與已接載乘客之載客數組合示意圖

在最佳化程序上，首先判斷尚未接載與已接載乘客之載客數組合情境；進而透過「窮舉法」將新需求搭配各可派遣計程車中所有乘客之接載情況列出，主要乃因在共乘接駁計程車最多接載 3 位乘客（排列種類數少）之規劃下，可避免 NP-hard 情況發生，故茲藉由窮舉方式求取最佳；最後以系統最佳化模式，計算出系統總成本最小之排列方式，而本階段系統最佳化流程如圖 3-4 所示。

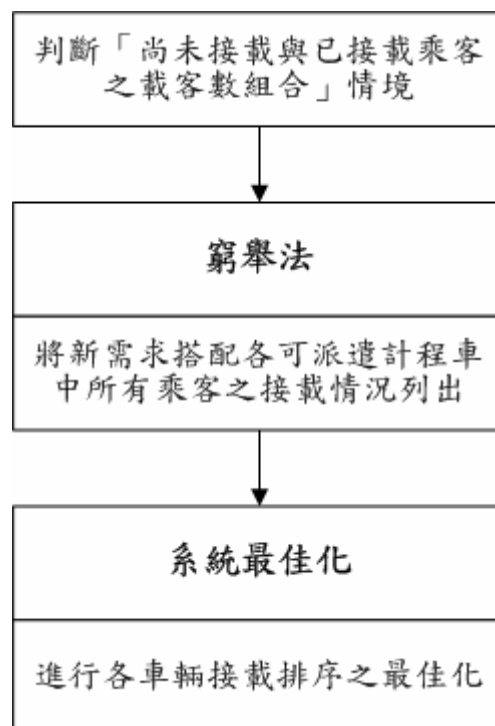


圖 3-4 各車輛接載排序之系統最佳化流程圖

在模式構建上係以整數規劃法(Integer Programming)為觀念發展各車輛接載排序之系統最佳化模式，該模式之目標式如(3-1)所示，其中 TC 為經由窮舉法求得之第 j 部車第 g 種尚未接載乘客排列組合  $A_{jg}$  情況下，乘客使用者總成本  $C_u$  與派遣總成本  $C_o$  加總後之系統總成本，所謂派遣總成本乃指隨機派遣時之變動成本，亦即未包括車輛購置成本與人事費用之固定成本，而  $C_u$  係為被第 j 部車接載之所有乘客等候時間  $WT_{ij}$  與乘客等候時間價值  $WV$  相乘加上乘客旅行時間  $DT_{ij}$  與乘



客旅行時間價值  $DV$  相乘之結果，以及  $C_o$  係為第  $j$  部車之車輛派遣接載時間  $OT_j$  與車輛派遣成本  $OV$  相乘。在限制式部分， $A_{jg}$  係為二元決策變數，若  $A_{jg}$  為 1 則代表計程車  $j$  之乘客最佳化排列組合方式為  $g$ ；若  $A_{jg}$  為 0 則表示第  $g$  種乘客排列組合情況非計程車  $j$  中系統總成本最小者。由於無論如何均需評選出一尚未接載乘客排列組合方式，故(3-2)為每部計程車均必須有一種接載新乘客後之排序組合方式限制式；(3-3)則限制  $A_{jg}$  必為整數 0 或 1。而若出現兩個以上之可行解時，則利用改善法之特質中「須有一個選擇策略 (Selection Strategy)」之首先改善 (First Improvement) 觀念，選擇搜尋過程中遇到的第一個可行解。

$$\begin{aligned} \text{Min } TC &= (C_u + C_o) \times A_{jg} \\ &= \left( \sum_i WT_{ij} \times WV + \sum_i DT_{ij} \times DV + OT_j \times OV \right) \times A_{jg} \end{aligned} \quad (3-1)$$

ST :

$$\sum_g A_{jg} = 1 \quad \text{for all } j \quad (3-2)$$

$$A_{jg} = 0 \text{ 或 } 1 \quad (3-3)$$

式中，

$TC$ ：系統總成本（元/分）；

$C_u$ ：使用者總成本（元/分）；

$C_o$ ：派遣總成本（元/分）；

$A_{jg}$ ：第  $j$  部車之第  $g$  種尚未接載乘客排列組合情況；

$WT_{ij}$ ：被第  $j$  部車接載之第  $i$  個乘客等候時間（分）；

$WV$ ：乘客等候時間價值（元/分）；

$DT_{ij}$ ：被第  $j$  部車接載之第  $i$  個乘客旅行時間（分）；

$DV$ ：乘客旅行時間價值（元/分）；

$OT_j$ ：第  $j$  部車之車輛派遣接載時間（分）；

$OV$ ：車輛派遣成本（元/分）。

然隨著乘客係前往或離開運輸場站、乘客是否已被接載以及乘客被接載之順位，乘客旅行時間、等待時間以及車輛派遣接載時間之計算方式不同，茲分別說明如后。

# 1. 前往運輸場站

前往運輸場站乘客之運輸行為係由其非運輸場站端點前往運輸場站，故在考量乘客運輸行為，並根據尚未接載與已接載乘客之載客數組合情境，可分為「尚未接載為 3 人、已接載 0 人」、「尚未接載為 2 人、已接載 0 人」、「尚未接載為 2 人、已接載 1 人」、「尚未接載為 1 人、已接載 0 人」、「尚未接載為 1 人、已接載 1 人」及「尚未接載為 1 人、已接載 2 人」等六種組合方式。

## a. 尚未接載為 3 人、已接載 0 人

在旅行時間之計算上，第 1 順位前往運輸場站尚未接載乘客之旅行時間  $DT^{jtm1}$  係為「其非運輸場站端點  $P_{jtm1}$  至第 2 順位尚未接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm2}$  之時間  $T_{P_{jtm1}P_{jtm2}}$ 」、「第 2 順位尚未接載乘客非運輸場站端點至第 3 順位尚未接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm3}$  之時間  $T_{P_{jtm2}P_{jtm3}}$ 」與「第 3 順位尚未接載乘客非運輸場站端點至運輸場站  $S$  之時間  $T_{P_{jtm3}S}$ 」之和，故其旅行時間如(3-4)所示，至於第二順位前往運輸場站尚未接載乘客之旅行時間  $DT^{jtm2}$  以及第三順位前往運輸場站尚未接載乘客之旅行時間  $DT^{jtm3}$  則分別如(3-5)及式(3-6)所示。

$$DT^{jtm1} = T_{P_{jtm1}P_{jtm2}} + T_{P_{jtm2}P_{jtm3}} + T_{P_{jtm3}S} \quad (3-4)$$

$$DT^{jtm2} = T_{P_{jtm2}P_{jtm3}} + T_{P_{jtm3}S} \quad (3-5)$$

$$DT^{jtm3} = T_{P_{jtm3}S} \quad (3-6)$$

式中，

$T$  : 兩點間之旅行時間或兩時間點之時間差；

$jtm$  : 第  $j$  部車中前往運輸場站尚未被接載之乘客；

$P_{jtm1}$  : 第  $j$  部車第 1 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之非運輸場站端點；

$P_{jtm2}$  : 第  $j$  部車第 2 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之非運輸場站端點；

$P_{jtm3}$  : 第  $j$  部車第 3 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之非運輸場站端點；

$S$  : 運輸場站位置；

$DT^{jtm1}$  : 第  $j$  部車第 1 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之旅行時間；

$DT^{jtm2}$  : 第  $j$  部車第 2 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之旅行時間；

$DT^{jtm3}$  : 第  $j$  部車第 3 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之旅行時間。

在等候時間之計算上，須考量新需求產生前後所累積之時間，不可如一對一派遣時僅考慮計程車目前位置至其非運輸場站端點之時間，因每當有新需求產生時，計程車目前位置已非其他尚未接載乘客叫車時之計程車位置，應以各乘客叫車時計程車所在位置為基準，計算「乘客叫車時計程車所在位置至計程車目前位置所經歷之時間」加上「計程車目前位置至各需求非運輸場站端點所經歷之時間」作為等待時間，前者雖會因需求不斷加入造成行駛路徑之改變，但就新需求產生時，其係屬已發生狀態，故可以各乘客產生時間（叫車時計程車所在位置之時間點為該乘客產生之時間）至新需求產生之時間（計程車目前位置之時間點為新需求產生之時間）替代前者；而後者因尚未發生，僅可根據彼此間位相關係計算之。因此，第一順位前往運輸場站尚未被接載乘客之等候時間  $WT^{jtm1}$  係為「其產生時間  $Gt_{jtm1}$  至新需求產生  $Nt$  之時間  $T_{Gt_{jtm1}Nt}$ 」加上「計程車目前位置  $L_{now}$  至第 1 順位尚未被接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm1}$  之時間  $T_{L_{now}P_{jtm1}}$ 」，故其等候時間如(3-7)所示，而第二順位前往運輸場站尚未接載乘客之等候時間  $WT^{jtm2}$  以及第三順位前往運輸場站尚未接載乘客之等候時間  $WT^{jtm3}$  則分別如(3-8)及(3-9)所示。

$$WT^{jtm1} = T_{Gt_{jtm1}Nt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} \quad (3-7)$$

$$WT^{jtm2} = T_{Gt_{jtm2}Nt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} + T_{P_{jtm1}P_{jtm2}} \quad (3-8)$$

$$WT^{jtm3} = T_{Gt_{jtm3}Nt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} + T_{P_{jtm1}P_{jtm2}} + T_{P_{jtm2}P_{jtm3}} \quad (3-9)$$

式中，

$Gt$  : 各需求產生之時間；

$Nt$  : 新需求產生之時間；

$L_{now}$  : 計程車目前位置；

$WT^{jtm1}$  : 第  $j$  部車第 1 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之等候時間；

$WT^{jtm2}$  : 第  $j$  部車第 2 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之等候時間；

$WT^{jtm3}$  : 第  $j$  部車第 3 順位前往運輸場站尚未被接載乘客  $tm$  之等候時間；

在車輛派遣接載時間之計算上，係從計程車甫接受派遣之時間至將所有乘客送抵達運輸場站之時間，故第  $j$  部前往運輸場站計程車之派遣接載時間  $OT_{tj}$  係為「計程車開始接受派遣時間  $At_j$  至新需求產生  $Nt$  之時間  $T_{At_jNt}$ 」、「計程車目前位置  $L_{now}$  至第 1 順位尚未被接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm1}$  之時間  $T_{L_{now}P_{jtm1}}$ 」、「第 1 順位尚未被接載乘客非運輸場站端點至第 2 順位尚未接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm2}$  之時間  $T_{P_{jtm1}P_{jtm2}}$ 」、「第 2 順位尚未接載乘客非運輸場站端點至第 3 順位尚未接載乘客非運輸場站端點  $P_{jtm3}$  之時間  $T_{P_{jtm2}P_{jtm3}}$ 」與「第 3 順位尚未接載乘客非運輸場站端點至運輸場站  $S$  之時間  $T_{P_{jtm3}S}$ 」之和，故其派遣接載時間如(3-10)所示。

$$OT_{tj} = T_{At_jNt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} + T_{P_{jtm1}P_{jtm2}} + T_{P_{jtm2}P_{jtm3}} + T_{P_{jtm3}S} \quad (3-10)$$

式中，

$OT_{tj}$  : 第  $j$  部前往運輸場站計程車之派遣接載時間；

$At_j$  : 第  $j$  部計程車開始接受派遣時間。

b. 尚未接載為 2 人、已接載 0 人

在旅行時間之計算上，直接將(3-4)及(3-5)之順位數提前一順位即可，如(3-11)及(3-12)所示；而車輛派遣接載時間則將(3-10)之第3 順位乘客去除去除，如(3-13)所示；至於等候時間則等同(3-7)及(3-8)。

$$DT^{jtn1} = T_{P_{jtn1}P_{jtn2}} + T_{P_{jtn2}S} \quad (3-11)$$

$$DT^{jtn2} = T_{P_{jtn2}S} \quad (3-12)$$

$$OT_j = T_{At_jNt} + T_{L_{now}P_{jtn1}} + T_{P_{jtn1}P_{jtn2}} + T_{P_{jtn2}S} \quad (3-13)$$

c. 尚未接載為 2 人、已接載 1 人

尚未接載乘客之旅行時間與等候時間及車輛派遣接載時間之計算如情境 b 所示；已接載乘客因其已在車內且屬已發生之狀態，故其等候時間等同其尚未被接載時，如(3-14)所示，而旅行時間則須變更為「其被接載之時間至新需求產生之時間」加上「計程車由目前位置前往接載其他尚未被接載乘客抵達運輸場站所經歷之時間」，故已被第 j 車接載之前往運輸場站乘客 tn1 之旅行時間為「其被接載之時間  $Ht_{jtn1}$  至新需求產生 Nt 之時間  $T_{Ht_{jtn1}Nt}$ 」加上「計程車由目前位置  $L_{now}$  前往接載其他尚未被接載乘客抵達運輸場站 S 所經歷之時間  $T_{L_{now}P_{jtn2}S}$ 」，如(3-15)所示。

$$WT^{jtn1} = WT^{jtn1} \quad (3-14)$$

$$DT^{jtn1} = T_{Ht_{jtn1}Nt} + T_{L_{now}P_{jtn1}} + T_{P_{jtn1}P_{jtn2}} + T_{P_{jtn2}S} \quad (3-15)$$

式中，

$jtn$  : 前往運輸場站已被第 j 部車接載之乘客；

$Ht$  : 各需求被接載之時間；

$WT^{jtn1}$  : 第 1 位前往運輸場站乘客 tn 被第 j 部車接載之等候時間；

$DT^{jtn1}$  : 第 1 位前往運輸場站乘客 tn 被第 j 部車接載之旅行時間。

d. 尚未接載為 1 人、已接載 0 人

在旅行時間之計算上，直接將(3-12)之順位數提前一順位即可，如(3-16)所示；而車輛派遣接載時間則將(3-13)之第 2 順位乘客去除，如(3-17)所示；至於等候時間則等同(3-7)。

$$DT^{jtm1} = T_{P_{jtm1}S} \quad (3-16)$$

$$OT_j = T_{At_jNt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} + T_{P_{jtm1}S} \quad (3-17)$$

e. 尚未接載為 1 人、已接載 1 人

尚未接載乘客之旅行時間與等候時間及車輛派遣接載時間之計算如情境 d 所示；而已接載乘客之等候時間及旅行時間則等同(3-14)及(3-15)。

f. 尚未接載為 1 人、已接載 2 人

尚未接載乘客之旅行時間與等候時間及車輛派遣接載時間之計算如情境 d 所示；第 1 位已被接載乘客之等候時間及旅行時間分別等同(3-14)及(3-15)，而第 2 位已被第 j 車接載乘客 tn2 之等候時間及旅行時間如(3-18)及(3-19)所示；

$$WT^{jtm2} = WT^{jtm2} \quad (3-18)$$

$$DT^{jtm2} = T_{Ht_{jtm2}Nt} + T_{L_{now}P_{jtm1}} + T_{P_{jtm1}S} \quad (3-19)$$

## 2. 即時增量派遣之系統最佳化

此一階段最佳化可力求在派遣瞬間，評選出可供派遣計程車車隊中使系統總成本增加最小者前往接載新需求，並以不改變原有計程車與其欲搭載乘客之組合為原則下進行，而非將全部計程車與乘客重新進行最佳化，此乃為達成「需求為即時產生並須即時被滿足」之目標下，避免隨著乘客數增加，產生系統運算時間上 Np-Hard 之情況發生，另一方面，為避免計程車司機與乘客雙方確認上之混淆，應不可任意變更接與被接之組合，準此，其本質上係屬於即時增量下之系統最佳化而非整體之系統最佳化。故為使新產生之共乘接駁需求能由增量系統總成本最小之計程車前往接載，本研究利用指派問題(Assignment

Problems)觀念，並以整數規劃法構建即時增量派遣之系統最佳化模式，以確認新產生之共乘接駁需求僅由增量系統總成本最小之計程車負責搭載。該模式之目標式如(3-20)所示，與(3-1)類似但  $A_{jg}$  改為乘以  $X_{jk}$ ，而  $X_{jk}$  代表計程車  $j$  被指派至新需求  $k$  之二元決策變數，若  $X_{jk}$  為 1 則代表計程車  $j$  被指派至新需求  $k$ ；若  $X_{jk}$  為 0 則表示計程車  $j$  未被指派至新需求  $k$ 。由於無論如何均需有計程車前往搭載新需求，故(3-21)為新需求均必須有一部計程車前往之限制式；(3-22)則限制  $X_{jk}$  必為整數 0 或 1。而若出現兩個以上之可行解時，則同樣地利用改善法之特質中「須有一個選擇策略」之首先改善觀念，選擇搜尋過程中遇到的第一個可行解。

$$\begin{aligned} \text{Min } TC &= (C_u + C_o) \times X_{jk} \\ &= \left( \sum_i WT_{ij} \times WV + \sum_i DT_{ij} \times DV + OT_j \times OV \right) \times X_{jk} \end{aligned} \quad (3-20)$$

ST :

$$\sum_j X_{jk} = 1 \quad \text{for } k \quad (3-21)$$

$$X_{jk} = 0 \text{ 或 } 1 \quad (3-22)$$

式中，

$X_{jk}$ ：計程車  $j$  是否被指派至新需求  $k$ 。

### 3.1.2. 共乘接駁雙時窗限制

當新需求加入並已透過最佳化排序後之各可派遣計程車，無論在車上之已接載乘客與不在車上之尚未接載乘客（包含新需求）以及前往或離開運輸場站之運輸行為，等候時間及旅行時間皆可能因此受到異動，故皆須重新檢視是否可滿足等候與旅行雙時窗限制，才可進行即時增量派遣系統最佳化，本研究將此限制條件稱之為「共乘接駁雙時窗限制」，而該模式可表現如(3-23)及(3-24)所示。

$$DT^{jbzy} \leq R_{DT_{jbzy}} \quad b \in \{t, f\} \quad z \in \{\phi, m, n\} \quad y \in \{1, 2, 3\} \quad (3-23)$$

$$WT^{jbzy} \leq R_{WT_{jbzy}} \quad b \in \{t, f\} \quad z \in \{\phi, m, n\} \quad y \in \{1, 2, 3\} \quad (3-24)$$

式中，

$b$  : 前往  $t$  或離開  $f$  運輸場站之運輸行為；

$z$  : 尚未接載乘客  $m$ 、已接載乘客  $n$  或空集合；

$y$  : 排序後乘客被接送之順位；

$DT^{jbzy}$  : 第  $j$  部車第  $y$  順位前往或離開運輸場站  $b$  是否已被接載  $z$  之乘客旅行時間；

$WT^{jbzy}$  : 第  $j$  部車第  $y$  順位前往或離開運輸場站  $b$  是否已被接載  $z$  之乘客等候時間；

$R_{DT}^{jbzy}$  : 第  $j$  部車第  $y$  順位前往或離開運輸場站  $b$  是否已被接載  $z$  之乘客旅行時間限制；

$R_{WT}^{jbzy}$  : 第  $j$  部車第  $y$  順位前往或離開運輸場站  $b$  是否已被接載  $z$  之乘客等候時間限制。

### 3.1.3. 共乘接駁車輛容量限制

在每部共乘接駁計程車最多接載 3 位乘客之規劃下，故其容量限制係為第  $j$  部車前往或離開運輸場站  $b$  是否已被接載  $z$  之乘客數量加總需小於或等於 3，如 (3-25) 所示。

$$\sum_j bz \leq 3 \quad b \in \{t, f\} \quad z \in \{\phi, m, n\} \quad (3-25)$$

### 3.1.4. 共乘接駁象限掃描

對於大眾運輸場站，本研究依據掃描法(Sweep Approach)觀念發展「共乘接駁象限掃描法」，首先以大眾運輸場站為中心，並以假想之線劃分運輸場站為前後站，然後向外延伸之一條虛擬節線掃描共乘接駁需求，確定其係在前站或後站之象限內，如圖 3-5 所示，再來則在需求所屬之前站或後站象限以另一條假想線將此象限劃分為左右象限，接著以延伸之虛擬節線再掃描共乘接駁需求，確定需求在左或右象限，如圖 3-6，由此得出共乘接駁需求最後落在四象限中之何象限。若欲更貼近實際狀況之象限區域範圍則可根據後續共乘接駁需求分布狀況擬定之。



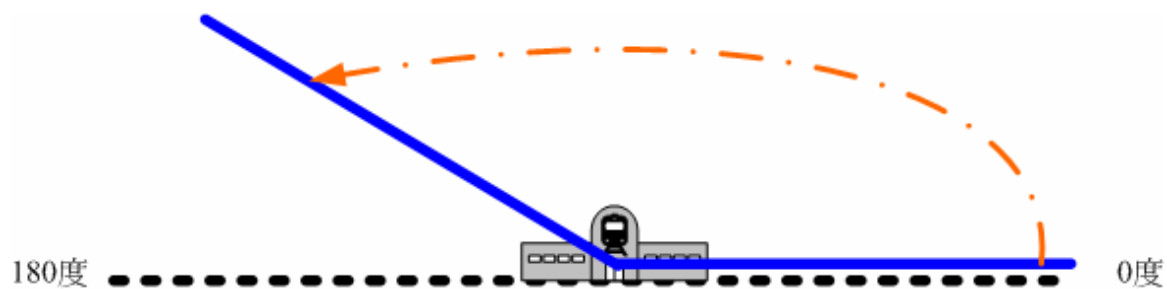


圖 3-5 共乘接駁象限掃瞄示意圖(一)

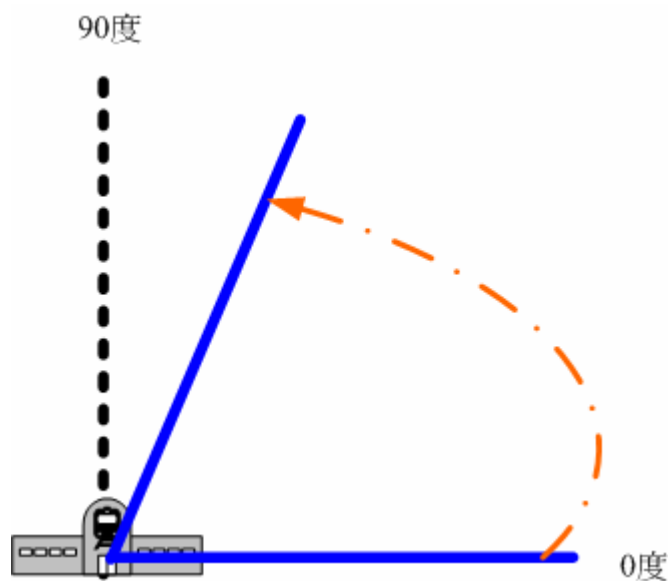


圖 3-6 共乘接駁象限掃瞄示意圖(二)

### 3.1.5. 往前同向共乘接駁搜索

在電梯控制系統 (Elevator Control System) (陳克群【24】) 中，一項重要考量之決策因素係為優先尋找乘客前往樓層的同方向電梯，其概念如圖 3-7 所示有電梯 1、2 及 3，其運行方向分別為向上、向下及向上，所在位置分別為二樓、七樓及七樓，若此時六樓有一向上之需求，則電梯控制系統將會派遣距離該需求較遠，但為往前方且同向之電梯 1 前往接載。因此，本研究根據上述觀念發展「往前同向共乘接駁搜索法」，該法主要可分為往前及同向兩要素，所謂「往前」可避免計程車回頭繞載時間上之浪費外，特別是當車流量大時車輛不易迴轉或某些路段禁止迴轉之情況，另一方面，亦可消弭回頭搭載其他乘客時，造成車上乘客心裡不安的情境發生，例如：原本計程車正前往運輸場站，但有一新需求加入排程，使得車輛往運輸場站反方向行駛

接載新需求，讓車上乘客感到車輛非前往其迄點運行方向之安全與時間顧慮（雖然系統已有考量旅行時間因素），因此，須確保欲搭載乘客位置在車輛行駛方向前方；而所謂「同向」乃是尋找共乘接駁計程車之過程中，乘客前往或離開大眾運輸場站之方向應與欲接載該乘客之共乘接駁計程車一致。



圖 3-7 尋找乘客前往樓層的同方向電梯示意圖

## 第四章 模擬分析

本章透過共乘接駁計程車之派遣模擬系統，分析共乘接駁派遣績效，包括系統總成本、計程車營運利潤、閒置率、計程車平均派遣時間、乘載率、乘客平均等候時間及旅行時間。共乘接駁模擬分析架構如圖 4-1 所示，而模擬結束定義為最後一個乘客已產生且所有車輛空位數為 3（無載送乘客）。

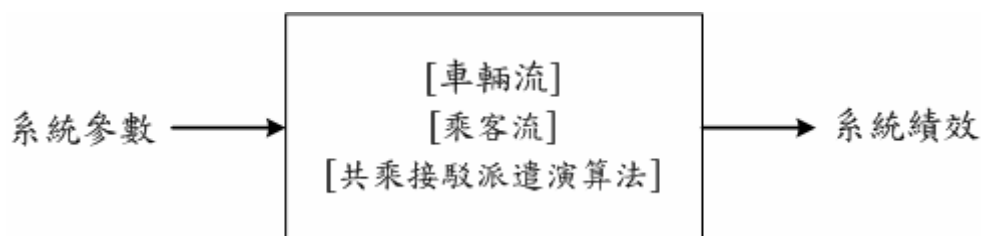


圖 4-1 共乘接駁模擬分析架構

### 4.1. 系統參數探討

本研究發展之共乘接駁派遣模擬系統共包括車輛行駛速率、乘客等候時間價值、乘客旅行時間價值、車輛派遣成本、乘客可接受等候時間、乘客可接受旅行時間、共乘接駁服務範圍及以直線代替迂迴路徑比率、路網規模、模擬時間等參數，其值之設定係參考過去之相關研究，茲依序說明如后。

1. 車輛行駛速率：張學孔與郭瑜堅【22】於都市旅次成本之研究中指出計程車平均行駛速率為 21.28 公里/小時。
2. 乘客等候時間價值：張學孔與郭瑜堅【22】於都市旅次成本之研究中指出計程車之平均旅次長度為 4.45 公里，而計程車平均行駛速率為 21.28 公里/小時，故平均旅次時間為 12.55 分鐘，又因每旅次需負擔的車上時間成本為 14.18 元，可推論出乘客等候時間價

值為每分鐘 1.1 元。

3. 乘客旅行時間價值：同乘客等候時間價值之推估方式，其時間價值為每分鐘 2.3 元。
4. 車輛派遣成本：張學孔與黃世明【29】於計程車最適費率與空車率之研究中提及計程車單位營運成本為 19.63（元/車-公里），而在計程車平均行駛速率為 21.28 公里/小時之情況下，每分鐘車輛派遣成本為 6 元。
5. 乘客可接受等候時間：根據李克聰等人【13】於捷運共乘接駁計程車可行性之研究中指出乘客可接受等候時間約為 10 分鐘。
6. 乘客可接受旅行時間：根據李克聰等人【13】於捷運共乘接駁計程車可行性之研究中指出乘客可接受等候時間約為 15 分鐘。
7. 共乘接駁服務範圍：在共乘接駁服務範圍之假設上係以步行速度為衡量基準，根據李克聰【12】於大眾運輸學一書指出步行到站的旅次 85% 都在以車站為中心 800 公尺的範圍內，故 800 公尺以內將不提供共持接駁服務，而國人平均步行速度為每分鐘 76 公尺，若以乘客可接受等候時間之 2 倍乘以平均步行速度作為共乘接駁營運範圍上限，則共乘接駁服務範圍為 800 至 2280 公尺。
8. 以直線代替迂迴路徑比率：David 等人於供應鏈之設計與管理一書中提出當以直線代替迂迴路徑進行運算時應乘上一迂迴係數（circuitry factor） $\rho$ ，避免低估實際道路距離，而於都市地區該值為 1.3。

## 4.2. 情境分析

為了模擬實際環境下計程車共乘接駁派遣情況，本節首先對於模擬情境進行設計，繼而將模擬結果進行分析。

### 4.2.1. 模擬情境設計

除 4.1 節之相關參數設定外，茲對於整個模擬情境說明如后。

#### 1. 營運象限

在模擬過程中為了解營運於某派遣象限中之計程車數量與需求

量之關係，茲限定計程車與乘客皆隨機產生於同一象限中。

## 2. 營運範圍

為避免產生於營運範圍外之乘客，影響計程車數量與需求量之關係，故須限定乘客產生於共乘接駁範圍。

## 3. 路網規模

在營運象限與營運範圍之假設下，路網規模可涵蓋其即可，而依據 4.1 節共乘接駁服務範圍之上限為 2280，故本研究以 10396800 ( $2280*2*2280$ ) 節點作為路網規模。

## 4. 模擬時間

假設尖峰時段內每小時派遣情況相同，故模擬時間設定為 1 小時。

## 5. 共乘接駁需求

分別以每小時 150、200、300、400、500 及 600 位之共乘接駁需求進行模擬。

## 6. 車隊規模

分別以 10、20、30、40、50、60、70、80、90 及 100 部之車隊規模進行模擬。

## 7. 乘車費用

為了計算計程車業者之營運利潤，假設共乘接駁之乘車費用為固定每人 20 元。

## 8. 運輸場站與招呼站座標

運輸場站之座標將隨著路網規模產生於整個路網之中間，而招呼站之座標則為共乘接駁象限區域範圍之邊界中心點。

### 4.2.2. 模擬結果分析

以共乘接駁需求為基礎，各在二招呼站與四招呼站之情況下對於不同車隊規模之共乘接駁派遣情況分別模擬 30 次（總計模擬 1800 次之共乘接駁派遣），並將模擬結果分別彙整如表 4-1 至表 4-12 所示。

表 4-1 二招呼站需求量 150 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
150	10	8767	6046	-4184	6063	4463	1583	1600	1121	1879	0.00	63.80	0.49	11.66	4.07	6.82	0.37	0.00	0.60	0.40	0.00
	20	13082	9759	-8016	10893	7693	2066	3200	123	2877	0.00	132.97	0.36	9.64	3.31	6.14	0.04	0.00	0.54	0.44	0.01
	30	14796	9974	-9751	12729	7929	2045	4800	22	2978	0.14	142.73	0.35	9.26	3.06	6.08	0.01	0.00	0.22	0.09	0.29
	40	16271	9852	-11259	14240	7840	2012	6400	19	2981	0.33	142.30	0.35	9.18	2.95	6.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.60
	50	17863	9848	-12853	15838	7838	2009	8000	15	2985	0.44	142.33	0.35	9.18	2.93	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
	60	19590	9977	-14552	17539	7939	2038	9600	13	2987	0.53	143.17	0.35	9.24	3.01	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
	70	21136	9921	-16111	19096	7896	2024	11200	15	2985	0.60	143.10	0.35	9.20	2.98	6.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
	80	22744	9924	-17726	20706	7906	2018	12800	20	2980	0.64	142.97	0.35	9.22	2.95	6.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.60
	90	24335	9921	-19310	22296	7896	2025	14400	14	2986	0.67	142.80	0.35	9.22	2.97	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
	100	25877	9868	-20864	23855	7855	2013	16000	9	2991	0.71	142.40	0.35	9.19	2.92	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30

註：單位說明：需求量（位/小時）、車隊規模（部）、系統總成本（元/小時）、總利潤（元/小時）、閒置率（%）、派遣時間（分）、乘載率（人/車）、等候時間（分）及旅行時間（分）、失敗率（%）、無車率（%）、無方向率（%）、無前方率（%）、無時窗率（%）。

表 4-2 四招呼站需求量 150 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
150	10	8398	5559	-3990	5751	4151	1407	1600	1239	1761	0.00	63.17	0.46	10.95	3.80	6.59	0.41	0.00	0.07	0.06	0.00
	20	12595	9100	-7555	10260	7060	2040	3200	295	2705	0.00	116.50	0.39	10.10	3.57	6.26	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00
	30	15058	10220	-9890	12852	8052	2168	4800	38	2962	0.07	137.07	0.36	9.79	3.42	6.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	40	16665	10227	-11518	14480	8080	2147	6400	38	2962	0.24	138.63	0.36	9.71	3.37	6.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
	50	18340	10322	-13169	16151	8151	2171	8000	18	2982	0.37	139.57	0.36	9.73	3.40	6.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05
	60	19929	10314	-14773	17758	8158	2156	9600	15	2985	0.45	140.43	0.35	9.68	3.34	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
	70	21405	10186	-16273	19254	8054	2132	11200	19	2981	0.54	139.63	0.36	9.61	3.30	6.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.13
	80	23045	10224	-17908	20887	8087	2138	12800	21	2979	0.57	139.83	0.36	9.64	3.31	6.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
	90	24586	10170	-19461	22445	8045	2125	14400	16	2984	0.63	139.67	0.36	9.60	3.27	6.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08
	100	26232	10218	-21099	24085	8085	2133	16000	14	2986	0.67	140.37	0.35	9.60	3.29	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10

註:單位說明同表 4-1

表 4-3 二招呼站需求量 200 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
200	10	9914	6406	-4112	6204	4604	1802	1600	1908	2092	0.00	64.37	0.54	11.92	4.12	7.05	0.48	0.05	0.57	0.38	0.00
	20	15082	11335	-8398	11851	8651	2684	3200	547	3453	0.00	136.53	0.42	10.56	3.69	6.41	0.14	0.00	0.61	0.39	0.00
	30	17967	13147	-11260	15240	10440	2707	4800	20	3980	0.00	187.50	0.35	9.28	2.96	6.17	0.00	0.00	0.48	0.26	0.10
	40	19430	13018	-12760	16748	10348	2671	6400	12	3988	0.18	187.70	0.35	9.19	2.88	6.16	0.00	0.00	0.14	0.13	0.33
	50	20956	12943	-14321	18308	10308	2635	8000	13	3987	0.32	189.37	0.35	9.07	2.82	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
	60	22685	13079	-16006	20000	10400	2679	9600	7	3993	0.43	188.73	0.35	9.18	2.89	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67
	70	24058	12853	-17438	21432	10232	2620	11200	5	3995	0.50	188.90	0.35	9.03	2.78	6.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
	80	25647	12837	-19048	23038	10238	2599	12800	9	3991	0.55	189.47	0.35	9.01	2.73	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
	90	27231	12827	-20625	24621	10221	2606	14400	4	3996	0.60	189.60	0.35	8.98	2.76	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
	100	28818	12810	-22222	26214	10214	2596	16000	8	3992	0.64	189.47	0.35	8.98	2.74	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43

註:單位說明同表 4-1



表 4-4 四招呼站需求量 200 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
200	10	9512	5928	-3913	5929	4329	1598	1600	1984	2016	0.00	65.73	0.51	10.98	3.70	6.67	0.50	0.04	0.11	0.06	0.00
	20	14381	10469	-7879	11167	7967	2502	3200	712	3288	0.00	128.20	0.43	10.36	3.57	6.38	0.18	0.00	0.02	0.01	0.00
	30	17622	12616	-10884	14679	9879	2737	4800	205	3795	0.02	169.07	0.38	9.74	3.32	6.18	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	40	19650	13221	-12881	16851	10451	2769	6400	29	3971	0.10	183.63	0.36	9.49	3.13	6.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	50	21343	13325	-14540	18521	10521	2803	8000	19	3981	0.23	183.70	0.36	9.55	3.19	6.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	60	22925	13316	-16138	20128	10528	2788	9600	9	3991	0.34	184.77	0.36	9.50	3.14	6.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
	70	24538	13323	-17756	21741	10541	2782	11200	15	3985	0.42	185.00	0.36	9.50	3.12	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
	80	26166	13351	-19379	23365	10565	2786	12800	15	3985	0.49	185.63	0.36	9.49	3.14	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
	90	27721	13307	-20949	24936	10536	2772	14400	13	3987	0.54	185.50	0.36	9.47	3.10	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
	100	29282	13266	-22513	26497	10497	2769	16000	16	3984	0.58	184.83	0.36	9.46	3.10	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10

註:單位說明同表 4-1

表 4-5 二招呼站需求量 300 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
300	10	12133	6843	-4046	6356	4756	2087	1600	3690	2310	0.00	64.07	0.60	12.37	4.38	7.26	0.62	0.20	0.48	0.31	0.00
	20	17762	12784	-8219	12441	9241	3543	3200	1778	4222	0.00	132.37	0.53	11.64	4.00	6.90	0.30	0.01	0.62	0.37	0.00
	30	22710	17262	-12651	18003	13203	4059	4800	648	5352	0.00	212.73	0.42	10.34	3.54	6.39	0.11	0.00	0.49	0.51	0.00
	40	25315	18855	-15422	21362	14962	3893	6400	60	5940	0.00	274.40	0.36	9.09	2.76	6.15	0.01	0.00	0.34	0.56	0.04
	50	26884	18868	-17058	23042	15042	3826	8000	16	5984	0.10	281.20	0.35	8.92	2.63	6.13	0.00	0.00	0.23	0.15	0.29
	60	28359	18745	-18572	24558	14958	3787	9600	14	5986	0.23	282.37	0.35	8.83	2.58	6.11	0.00	0.00	0.01	0.10	0.46
	70	29819	18601	-20062	26044	14844	3757	11200	18	5982	0.33	280.93	0.36	8.81	2.54	6.11	0.00	0.00	0.00	0.03	0.60
	80	31393	18583	-21653	27643	14843	3740	12800	10	5990	0.40	282.37	0.35	8.76	2.50	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57
	90	32975	18559	-23221	29205	14805	3754	14400	16	5984	0.48	280.70	0.35	8.79	2.53	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60
	100	34448	18430	-24742	30724	14724	3706	16000	18	5982	0.53	282.40	0.35	8.69	2.48	6.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63

註:單位說明同表 4-1

表 4-6 四招呼站需求量 300 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
300	10	11761	6419	-3907	6165	4565	1854	1600	3742	2258	0.00	67.43	0.56	11.28	3.90	6.77	0.62	0.13	0.10	0.08	0.00
	20	17050	11912	-7926	11988	8788	3124	3200	1938	4062	0.00	137.80	0.49	10.63	3.53	6.60	0.32	0.00	0.05	0.04	0.00
	30	21412	15828	-11661	16877	12077	3751	4800	784	5216	0.00	202.20	0.43	9.95	3.22	6.35	0.13	0.00	0.01	0.01	0.00
	40	25022	18434	-15036	20848	14448	3986	6400	188	5812	0.00	254.57	0.38	9.46	3.00	6.21	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	50	26866	18810	-16920	22864	14864	3946	8000	56	5944	0.06	268.47	0.37	9.23	2.82	6.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	28530	18912	-18619	24601	15001	3911	9600	18	5982	0.45	274.20	0.36	9.12	2.75	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
	70	30446	19222	-20459	26435	15235	3988	11200	24	5976	0.24	274.87	0.36	9.24	2.86	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80	31765	18937	-21848	27820	15020	3917	12800	28	5972	0.33	274.37	0.36	9.12	2.76	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	90	33460	19036	-23530	29506	15106	3929	14400	24	5976	0.39	276.50	0.36	9.11	2.79	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
	100	35110	19084	-25153	31127	15127	3957	16000	26	5974	0.44	274.20	0.36	9.19	2.82	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07

註:單位說明同表 4-1

表 4-7 二招呼站需求量 400 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
400	10	14197	7021	-3992	6416	4816	2205	1600	5576	2424	0.00	65.47	0.62	12.26	4.49	7.16	0.70	0.26	0.43	0.31	0.00
	20	20096	13525	-8114	12743	9543	3982	3200	3371	4629	0.00	135.53	0.57	11.74	4.13	7.00	0.42	0.06	0.53	0.41	0.00
	30	25441	18942	-12343	18645	13845	5098	4800	1699	6301	0.00	207.03	0.51	11.15	3.80	6.76	0.21	0.00	0.54	0.46	0.00
	40	30336	23240	-16891	24195	17795	5445	6400	696	7304	0.00	289.93	0.42	10.23	3.44	6.36	0.09	0.00	0.58	0.42	0.00
	50	32484	24431	-19434	27381	19381	5050	8000	53	7947	0.00	362.57	0.36	8.91	2.57	6.17	0.01	0.00	0.38	0.57	0.02
	60	34051	24438	-21111	29097	19497	4941	9600	13	7987	0.06	372.77	0.36	8.72	2.45	6.13	0.00	0.00	0.17	0.26	0.40
	70	35710	24510	-22763	30763	19563	4946	11200	0	8000	0.18	374.53	0.35	8.71	2.45	6.13	0.00	0.00	0.08	0.20	0.42
	80	37203	24398	-24274	32269	19469	4929	12800	5	7995	0.26	372.03	0.36	8.72	2.42	6.15	0.00	0.00	0.05	0.07	0.62
	90	38776	24362	-25874	33861	19461	4902	14400	13	7987	0.34	373.47	0.36	8.68	2.40	6.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.56
	100	40163	24155	-27317	35309	19309	4846	16000	8	7992	0.41	374.27	0.36	8.60	2.35	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53

註:單位說明同表 4-1

表 4-8 四招呼站需求量 400 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
400	10	13910	6806	-3806	6302	4702	2103	1600	5504	2496	0.00	67.63	0.62	11.59	4.04	6.88	0.69	0.30	0.08	0.06	0.00
	20	19459	12846	-7796	12382	9182	3663	3200	3413	4587	0.00	138.90	0.55	11.02	3.72	6.74	0.43	0.05	0.05	0.05	0.00
	30	24498	17845	-11874	18020	13220	4624	4800	1853	6147	0.00	210.93	0.49	10.45	3.41	6.55	0.23	0.00	0.03	0.02	0.00
	40	28903	21719	-15800	23016	16616	5103	6400	784	7216	0.00	281.43	0.43	9.84	3.11	6.36	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
	50	32139	23862	-18929	26652	18652	5210	8000	277	7723	0.01	330.60	0.39	9.40	2.88	6.25	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	60	34179	24501	-21057	28980	19380	5121	9600	77	7923	0.03	355.93	0.37	9.07	2.67	6.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	70	36133	24901	-22985	30953	19753	5148	11200	32	7968	0.11	364.17	0.37	9.04	2.67	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80	37324	24511	-24265	32252	19452	5059	12800	13	7987	0.21	362.60	0.37	8.94	2.57	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	90	39108	24702	-25999	33994	19594	5108	14400	5	7995	0.28	363.63	0.37	8.98	2.61	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
	100	40663	24653	-27586	35575	19575	5077	16000	11	7989	0.35	364.30	0.37	8.96	2.58	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

註:單位說明同表 4-1

表 4-9 二招呼站需求量 500 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
500	10	16267	7254	-3936	6523	4923	2331	1600	7413	2587	0.00	67.43	0.64	12.17	4.40	7.19	0.74	0.34	0.37	0.29	0.00
	20	22311	13991	-8007	12887	9687	4303	3200	5120	4880	0.00	135.77	0.60	11.89	4.28	7.07	0.51	0.13	0.48	0.39	0.00
	30	28066	20166	-12199	19099	14299	5867	4800	3100	6900	0.00	204.60	0.56	11.65	4.09	6.91	0.31	0.02	0.56	0.41	0.00
	40	33148	25125	-16531	24908	18508	6617	6400	1623	8377	0.00	282.03	0.50	10.94	3.70	6.62	0.16	0.00	0.59	0.41	0.00
	50	37776	29176	-21024	30424	22424	6753	8000	600	9400	0.00	375.67	0.42	9.95	3.21	6.34	0.06	0.00	0.49	0.51	0.00
	60	39815	30122	-23612	33519	23919	6203	9600	93	9907	0.00	450.70	0.37	8.84	2.50	6.16	0.01	0.00	0.40	0.56	0.04
	70	41449	30209	-25346	35306	24106	6103	11200	40	9960	0.03	462.63	0.36	8.68	2.39	6.14	0.00	0.00	0.30	0.29	0.31
	80	42868	30044	-26807	36784	23984	6060	12800	23	9977	0.13	462.67	0.36	8.64	2.35	6.13	0.00	0.00	0.22	0.19	0.42
	90	44163	29736	-28174	38147	23747	5989	14400	27	9973	0.24	462.53	0.36	8.56	2.29	6.13	0.00	0.00	0.08	0.16	0.45
	100	45802	29772	-29808	39778	23778	5994	16000	30	9970	0.31	461.80	0.36	8.58	2.30	6.13	0.00	0.00	0.05	0.00	0.58

註:單位說明同表 4-1

表 4-10 四招呼站需求量 500 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
500	10	16014	7058	-3773	6416	4816	2241	1600	7357	2643	0.00	69.30	0.64	11.58	4.08	6.89	0.74	0.41	0.06	0.04	0.00
	20	21713	13503	-7663	12653	9453	4051	3200	5010	4990	0.00	141.50	0.59	11.13	3.82	6.78	0.50	0.17	0.06	0.04	0.00
	30	27023	19136	-11715	18628	13828	5308	4800	3087	6913	0.00	216.03	0.53	10.67	3.49	6.67	0.31	0.02	0.05	0.04	0.00
	40	31903	23837	-15828	24162	17762	6075	6400	1667	8333	0.00	292.40	0.47	10.12	3.26	6.43	0.17	0.00	0.02	0.02	0.00
	50	36180	27440	-19877	29137	21137	6304	8000	740	9260	0.00	369.27	0.42	9.54	2.90	6.31	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00
	60	39168	29305	-22888	32624	23024	6281	9600	263	9737	0.00	421.13	0.39	9.11	2.64	6.22	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
	70	41203	29883	-24928	34808	23608	6275	11200	120	9880	0.03	436.37	0.38	9.02	2.56	6.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	80	42964	30117	-26759	36712	23912	6204	12800	47	9953	0.08	449.57	0.37	8.86	2.47	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	90	44587	30174	-28363	38349	23949	6224	14400	13	9987	0.17	451.53	0.37	8.84	2.48	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	100	46181	30154	-29998	39971	23971	6183	16000	27	9973	0.23	453.67	0.37	8.81	2.45	6.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

註:單位說明同表 4-1

表 4-11 二招呼站需求量 600 之不同車隊規模之情境分析

需求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
600	10	18376	7460	-3897	6581	4981	2479	1600	9316	2684	0.00	66.23	0.68	12.53	4.61	7.16	0.78	0.41	0.34	0.26	0.00
	20	24467	14319	-7945	12997	9797	4522	3200	6948	5052	0.00	134.20	0.63	12.17	4.37	7.13	0.58	0.25	0.42	0.33	0.00
	30	30351	20939	-11971	19359	14559	6380	4800	4612	7388	0.00	206.53	0.60	11.75	4.15	7.02	0.38	0.09	0.48	0.43	0.00
	40	35967	26867	-16277	25577	19177	7690	6400	2700	9300	0.00	280.30	0.55	11.40	3.93	6.82	0.23	0.00	0.58	0.42	0.00
	50	41015	31559	-20915	31459	23459	8101	8000	1456	10544	0.00	367.00	0.48	10.65	3.56	6.52	0.12	0.00	0.54	0.45	0.00
	60	45394	35146	-25365	36717	27117	8029	9600	648	11352	0.00	459.60	0.41	9.83	3.13	6.31	0.05	0.00	0.39	0.60	0.01
	70	46629	35341	-27405	39317	28117	7224	11200	88	11912	0.00	541.83	0.37	8.65	2.33	6.16	0.01	0.00	0.31	0.62	0.07
	80	48359	35547	-29182	41170	28370	7177	12800	12	11988	0.02	552.27	0.36	8.56	2.27	6.14	0.00	0.00	0.29	0.35	0.25
	90	49781	35377	-30690	42686	28286	7092	14400	4	11996	0.11	556.23	0.36	8.48	2.21	6.14	0.00	0.00	0.12	0.36	0.42
	100	51296	35288	-32217	44209	28209	7080	16000	8	11992	0.20	554.00	0.36	8.49	2.19	6.16	0.00	0.00	0.11	0.17	0.59

註:單位說明同表 4-1



表 4-12 四招呼站需求量 600 之不同車隊規模之情境分析

需 求 量	車隊 規模	內部社 會總成 本	系統 總成 本	總利潤	營運者 總成本	派遣總 成本	使用者 總成本	車隊建 置總成 本	派遣失 敗總成 本	總收入	閒置率	載客趟 數	乘載 率	派遣 時間	等候 時間	旅行 時間	失敗 率	無車 率	無方 向率	無前 方率	無時 窗率
600	10	18084	7248	-3700	6464	4864	2384	1600	9236	2764	0.00	69.00	0.67	11.75	4.19	6.91	0.77	0.49	0.06	0.04	0.00
	20	23926	13958	-7561	12793	9593	4365	3200	6768	5232	0.00	139.67	0.63	11.45	3.99	6.83	0.56	0.29	0.04	0.03	0.00
	30	29479	20131	-11551	19003	14203	5929	4800	4548	7452	0.00	215.77	0.58	10.97	3.70	6.73	0.38	0.08	0.04	0.03	0.00
	40	34652	25452	-15689	24889	18489	6963	6400	2800	9200	0.00	292.53	0.52	10.53	3.43	6.59	0.23	0.00	0.04	0.02	0.00
	50	39322	29718	-19915	30311	22311	7407	8000	1604	10396	0.00	373.57	0.46	9.95	3.11	6.46	0.13	0.00	0.01	0.01	0.00
	60	43062	32666	-23609	34813	25213	7453	9600	796	11204	0.00	449.50	0.42	9.35	2.78	6.28	0.07	0.00	0.00	0.01	0.00
	70	46151	34659	-26662	38370	27170	7489	11200	292	11708	0.00	499.23	0.39	9.07	2.58	6.22	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
	80	48431	35535	-28999	40903	28103	7431	12800	96	11904	0.02	525.97	0.38	8.91	2.46	6.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	90	49963	35515	-30621	42573	28173	7341	14400	48	11952	0.07	534.13	0.37	8.79	2.39	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	100	51528	35516	-32213	44201	28201	7315	16000	12	11988	0.16	536.57	0.37	8.76	2.36	6.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

註:單位說明同表 4-1

茲將模擬結果（表 4-1-表 4-12），包括內部社會總成本、總利潤、閒置率、乘載率、車輛派遣時間、乘客等候時間、乘客旅行時間及失敗率，依序分析如后：

#### 1. 內部社會總成本分析

依據不同需求量，二與四招呼站在內部社會總成本項目中，與車隊規模之關係如圖 4-2 至圖 4-7 所示，由圖可瞭解某需求量下，二招呼站與四招呼站之車隊規模對內部社會總成本造成之差異，內部社會總成本在相同需求之下，二招呼站並非皆大於四招呼站，而是低需求量於低車隊規模時，二招呼站會大於四招呼站，當車隊規模持續增加，在通過臨界車隊規模後，將會小於四招呼站；此外，高需求量則能從低車隊規模至高車隊規模皆大於四招呼站。

表 4-13 不同共乘接駁需求下，四優於二招呼站之臨界車隊規模

每小時共乘接駁需求	四優於二招呼站之臨界車隊規模
150	27
200	36
300	51
400	58
500	74
600	78

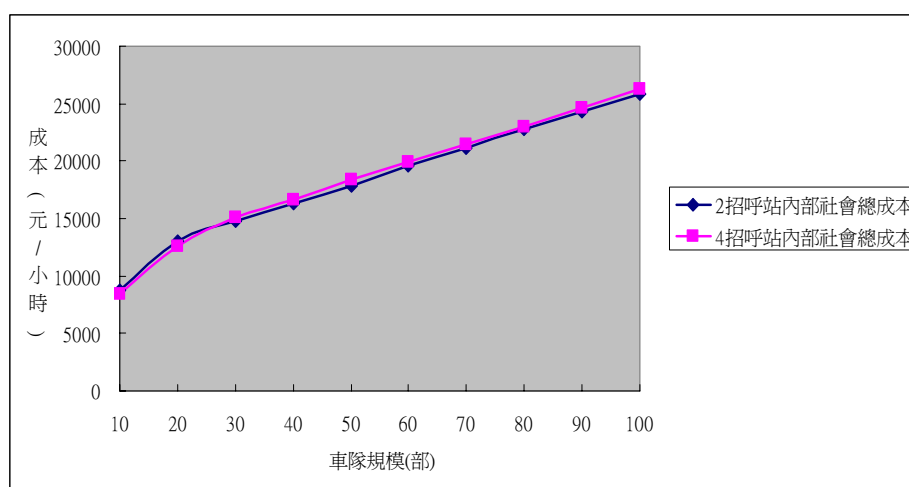


圖 4-2 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求量 150 位）

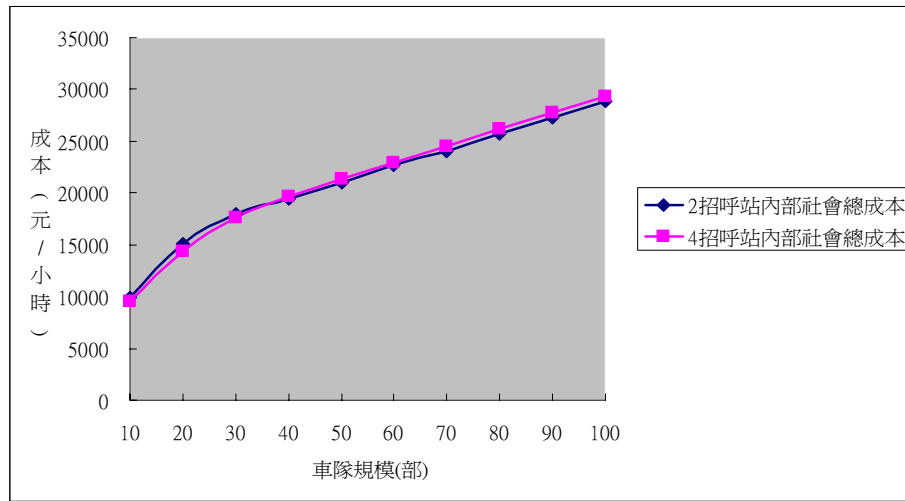


圖 4-3 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求 200 位）

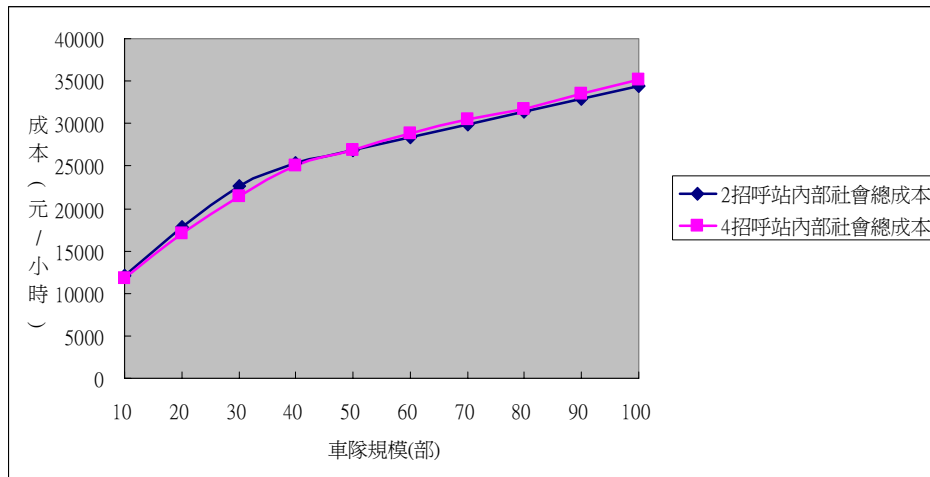


圖 4-4 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求 300 位）

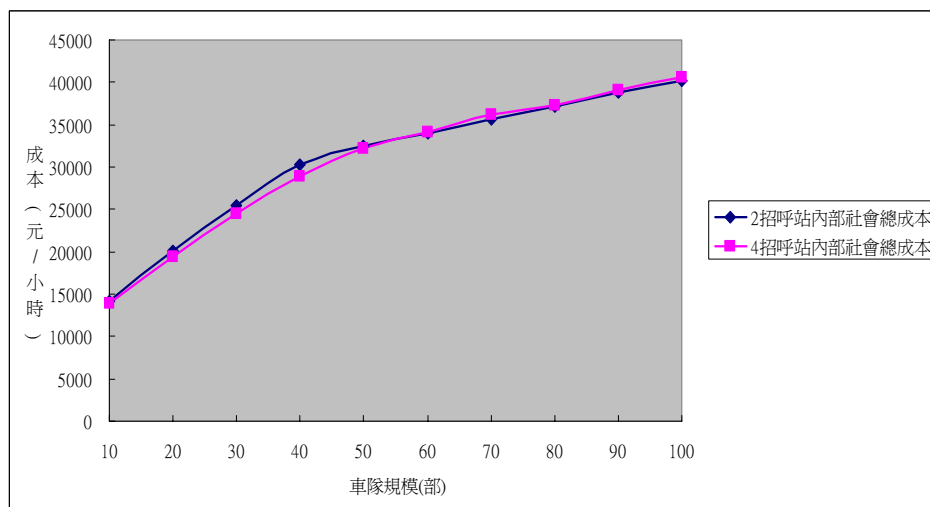


圖 4-5 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求 400 位）

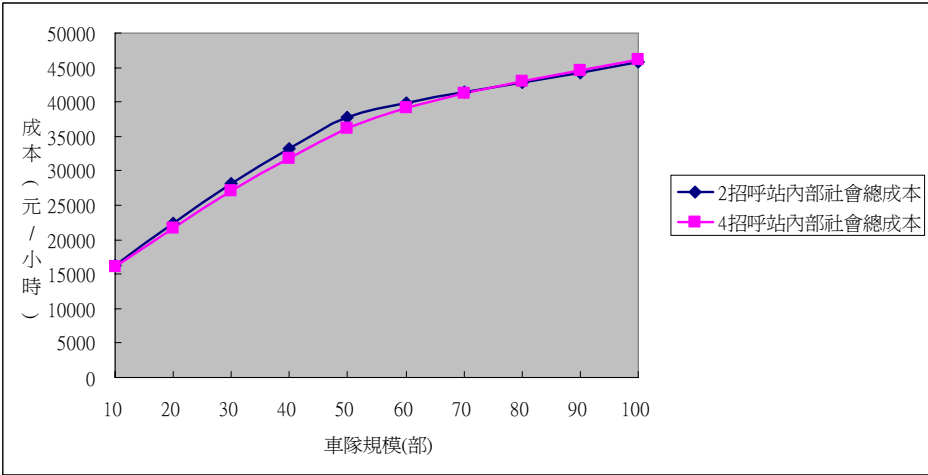


圖 4-6 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求量 500 位）

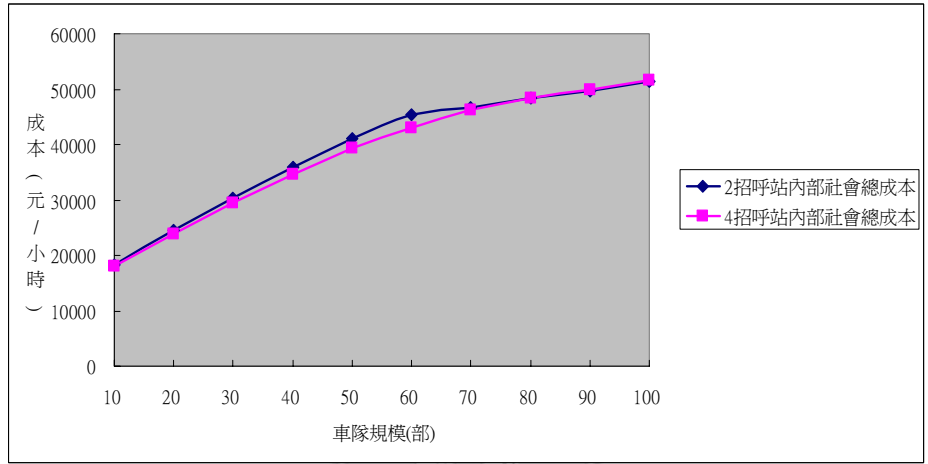


圖 4-7 內部社會總成本與車隊規模關係圖（需求量 600 位）

## 2. 總利潤

總利潤係「總載客人數乘以乘車費用」先減去「派遣總成本」再減去「車隊建置成本」之結果，由分析數據中（表 4-1 至表 4-12 與圖 4-8 至圖 4-13）可發現業者之總利潤隨車隊規模增加而遞減，且為負值，此情況並不因招呼站數由二增為四而有所改善，整個曲線趨勢兩者差異不大，其原因主要係在參數設定上每分鐘之車輛派遣成本高達 6 元與車隊建置成本每人每小時 160 元，而乘車費用每人卻僅收取 20 元所造成之影響。

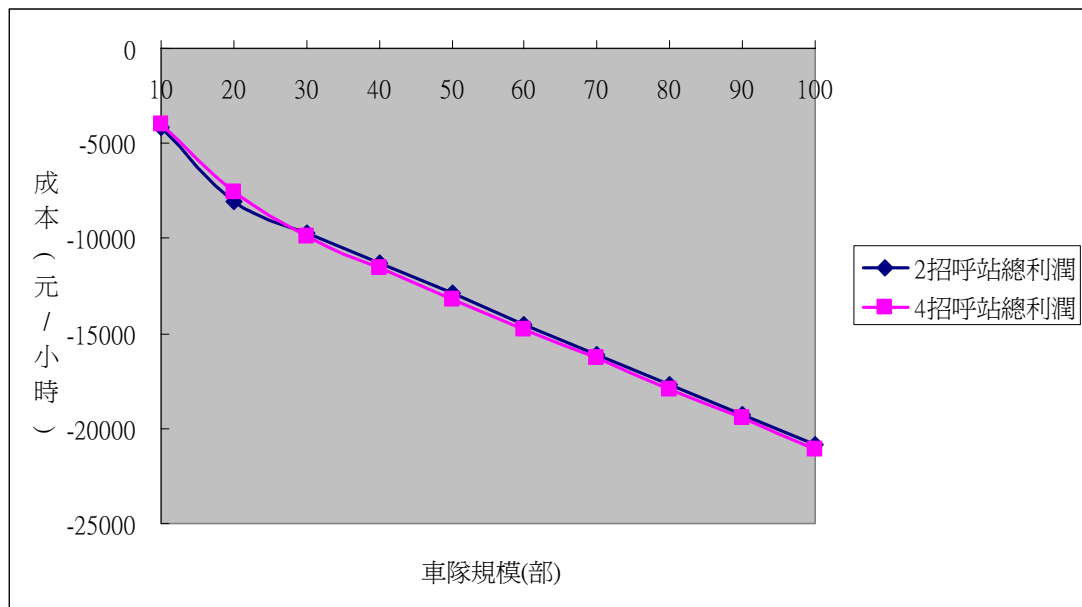


圖 4-8 需求量 150 之總利潤比較

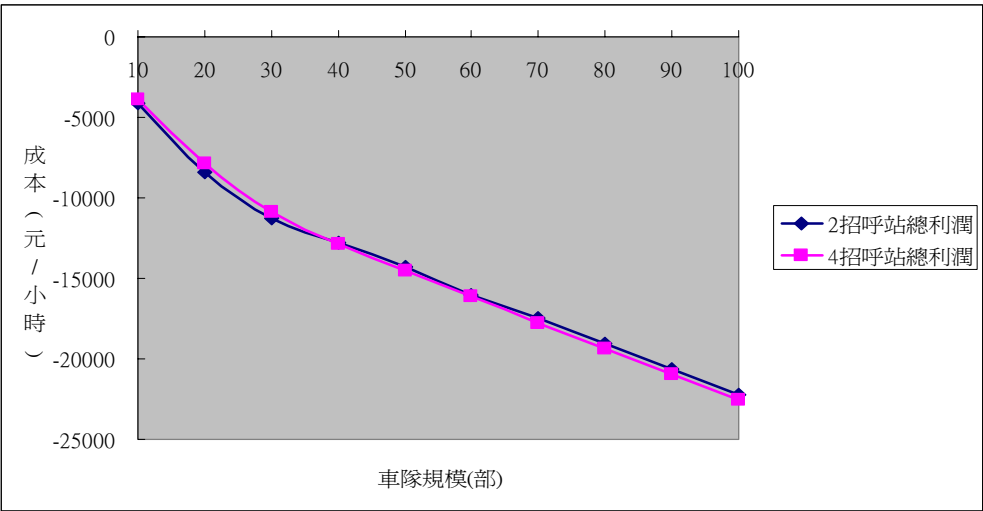


圖 4-9 需求量 200 之總利潤比較

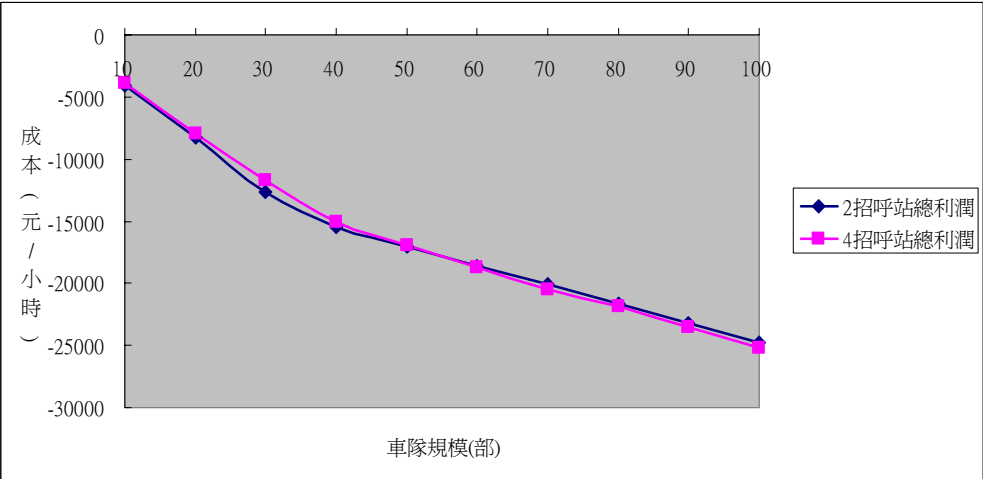


圖 4-10 需求量 300 之總利潤比較

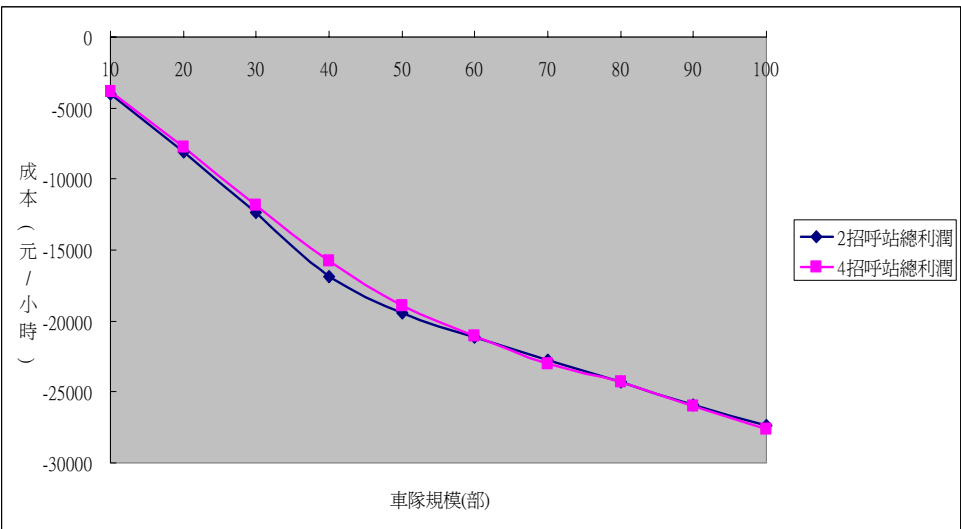


圖 4-11 需求量 400 之總利潤比較

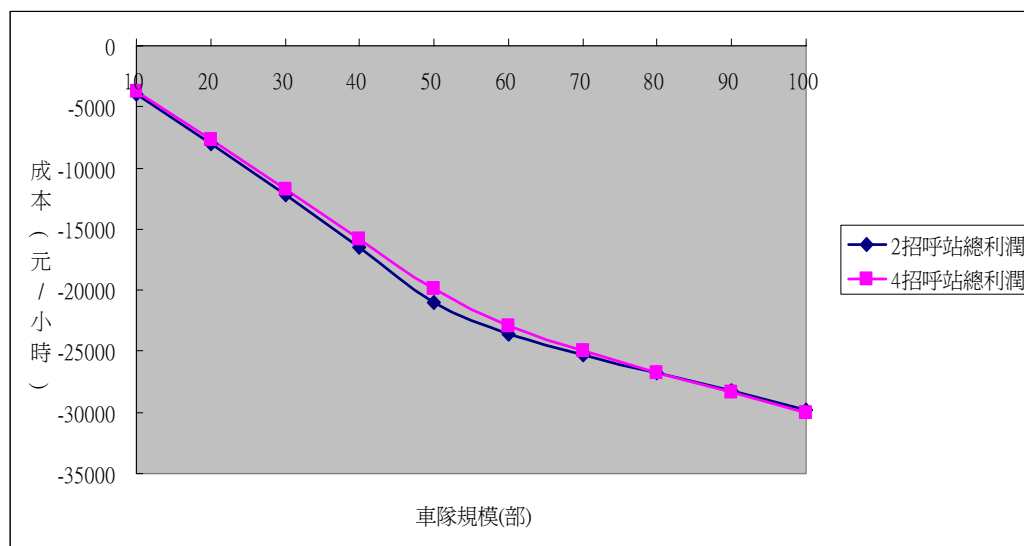


圖 4-12 需求量 500 之總利潤比較

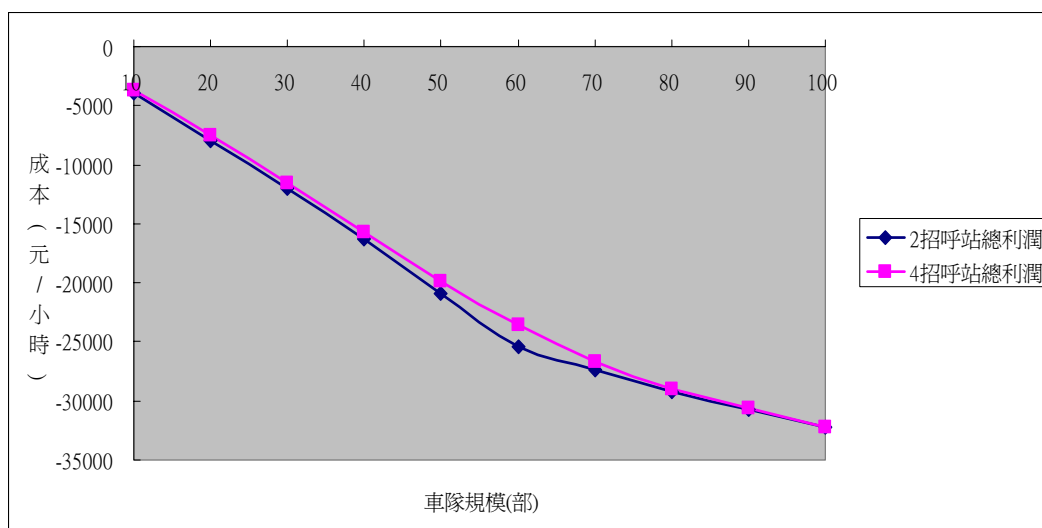


圖 4-13 需求量 600 之總利潤比較

### 3. 閒置率

閒置率係「營運時間內未被派遣車輛數」除以「車隊規模」之結果，依據不同需求量，閒置率與車隊規模之關係如圖 4-14 至圖 4-19 所示，在需求固定情況下，車隊規模愈大則閒置率愈大，與先驗之事相符；反之，車隊規模不足(很小)時，則閒置率幾近 0(設置等於 0)，但亦表示計程車車隊在共乘接駁營運時間內幾乎可達百分之百之使用率。

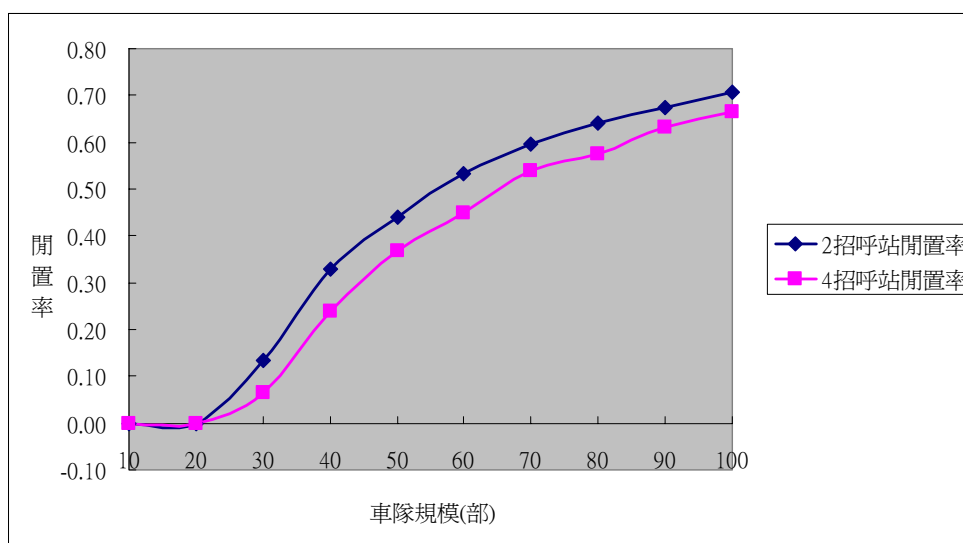


圖 4-14 閒置率與車隊規模關係圖（需求 150 位）

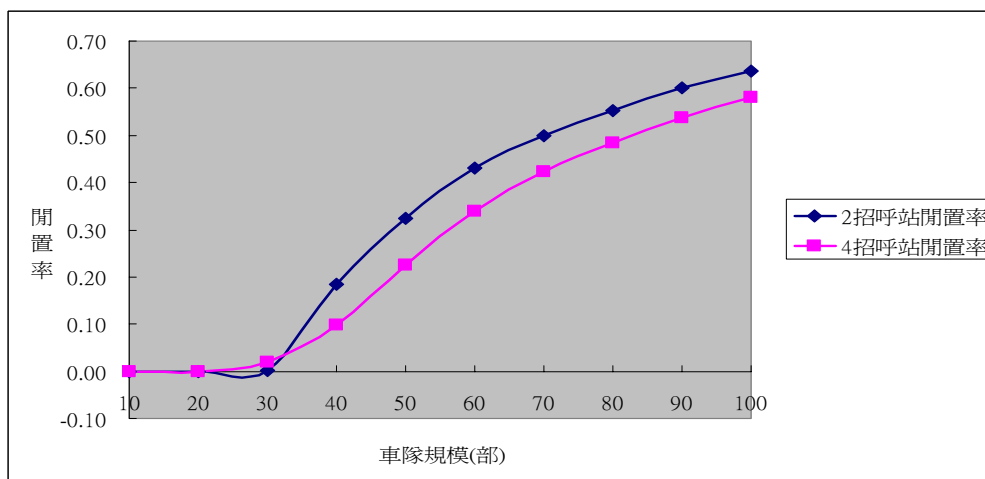


圖 4-15 閒置率與車隊規模關係圖（需求 200 位）

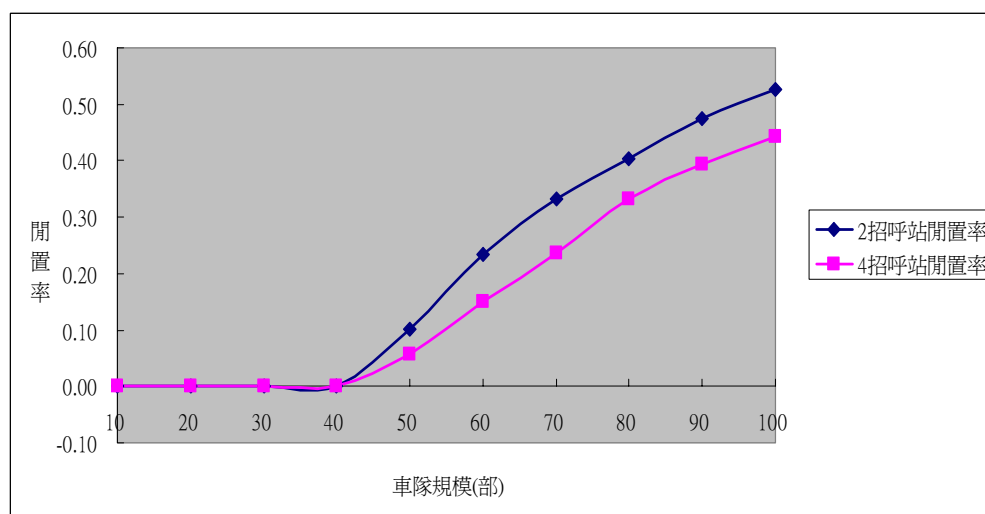


圖 4-16 閒置率與車隊規模關係圖（需求 300 位）



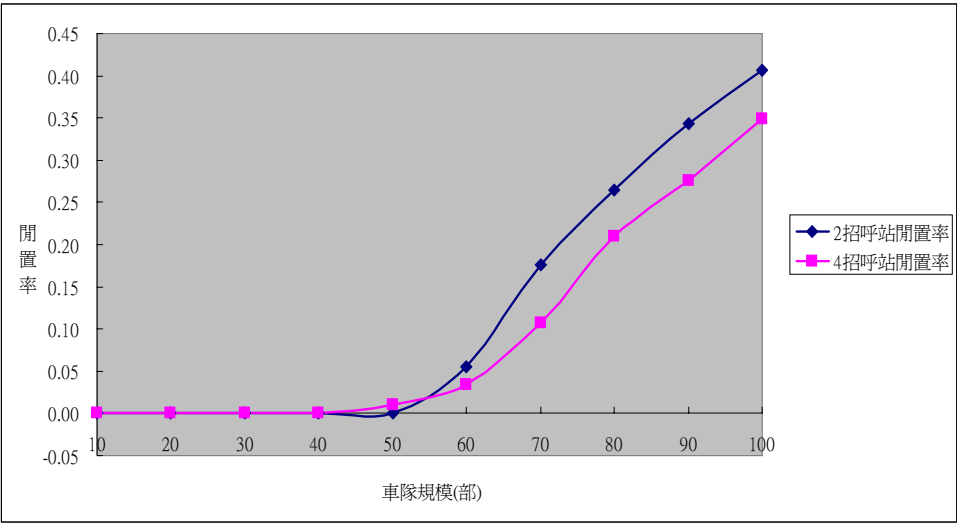


圖 4-17 閒置率與車隊規模關係圖（需求 400 位）

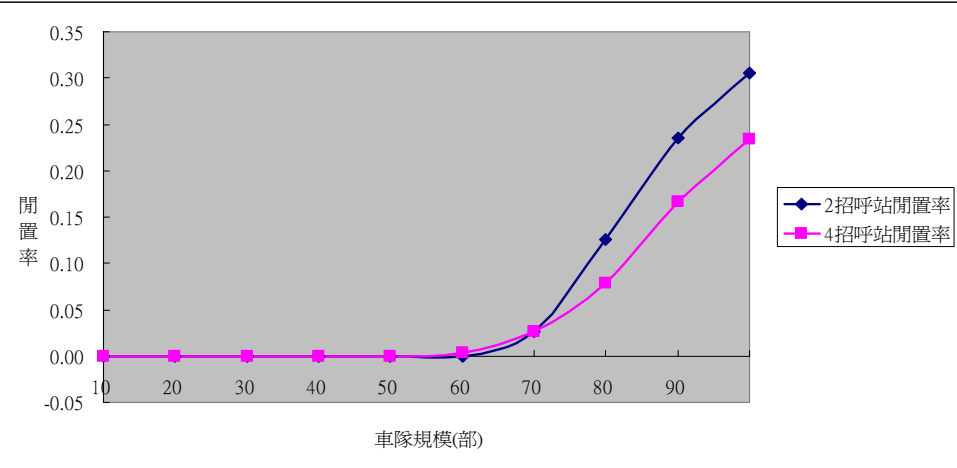


圖 4-18 閒置率與車隊規模關係圖（需求 500 位）

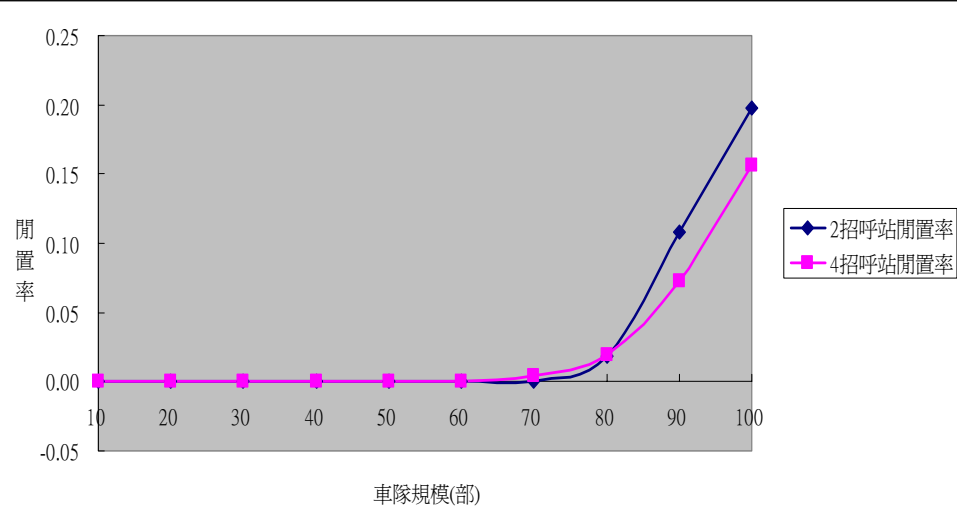


圖 4-19 閒置率與車隊規模關係圖（需求 600 位）

#### 4. 乘載率

乘載率係每一回派遣之「每車載客人數」除以「車容量 3 位」，依據不同需求量，乘載率與車隊規模之關係如

圖 4-20 至圖 4-25 所示，可發現車隊規模越小，則乘載率越高，此乃因供給小於需求所致。另外由圖可發現需求愈小，四招呼站於大車隊規模時，其乘載率往往較二招呼站為大，意即關於乘載率，二招呼站於小車隊規模時較四招呼站佔優勢，其原因應為上述供給小於需求。

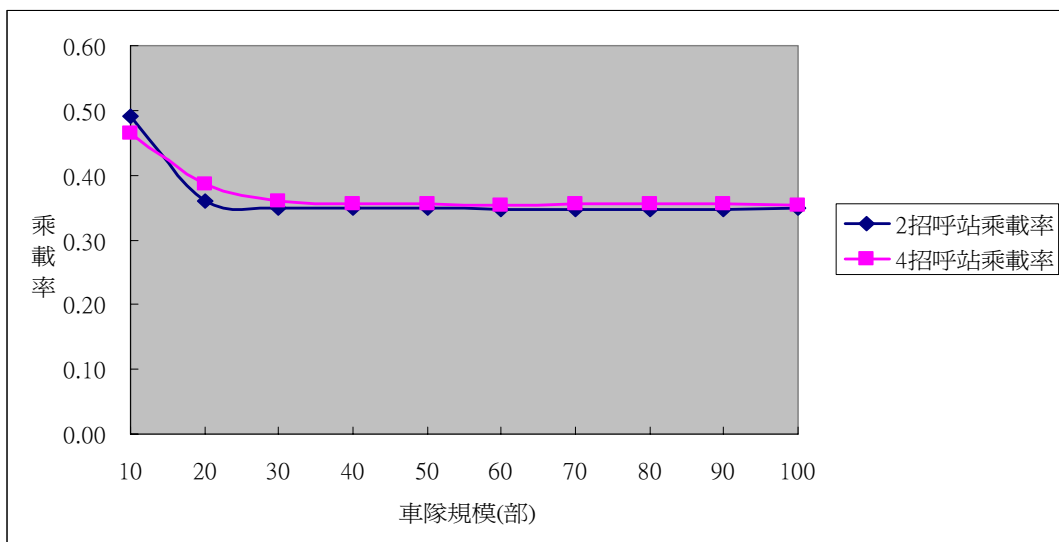


圖 4-20 乘載率與車隊規模關係圖（需求量 150 位）

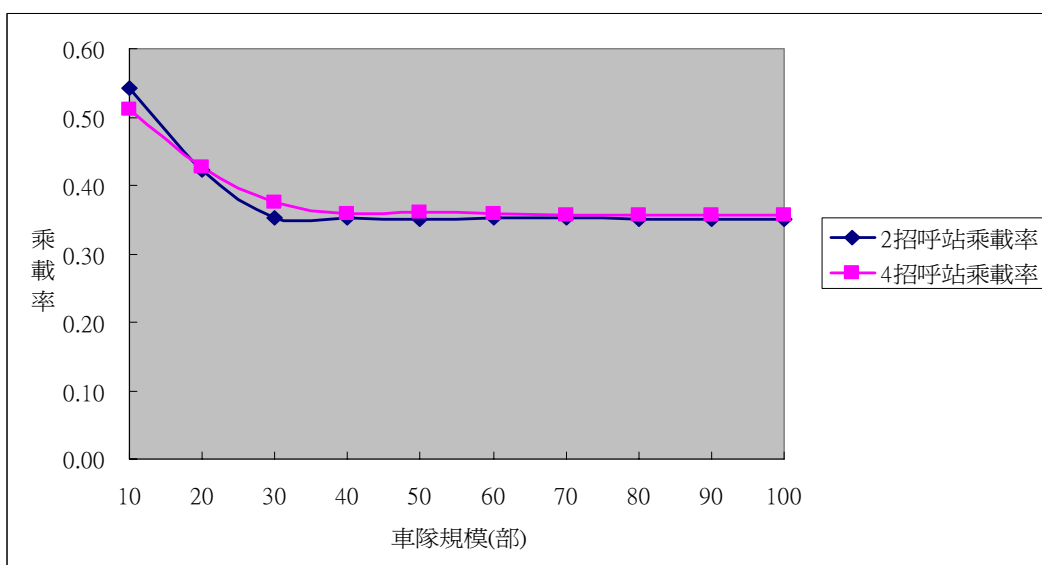


圖 4-21 乘載率與車隊規模關係圖（需求量 200 位）

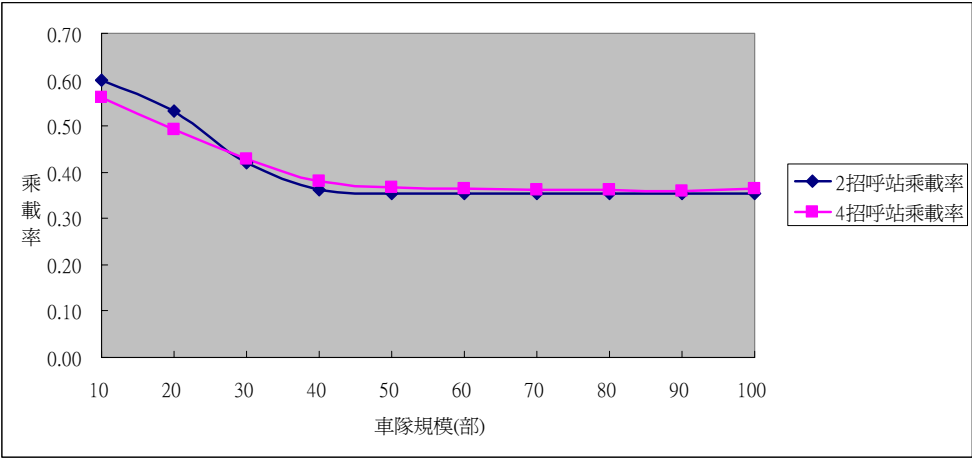


圖 4-22 乘載率與車隊規模關係圖（需求量 300 位）

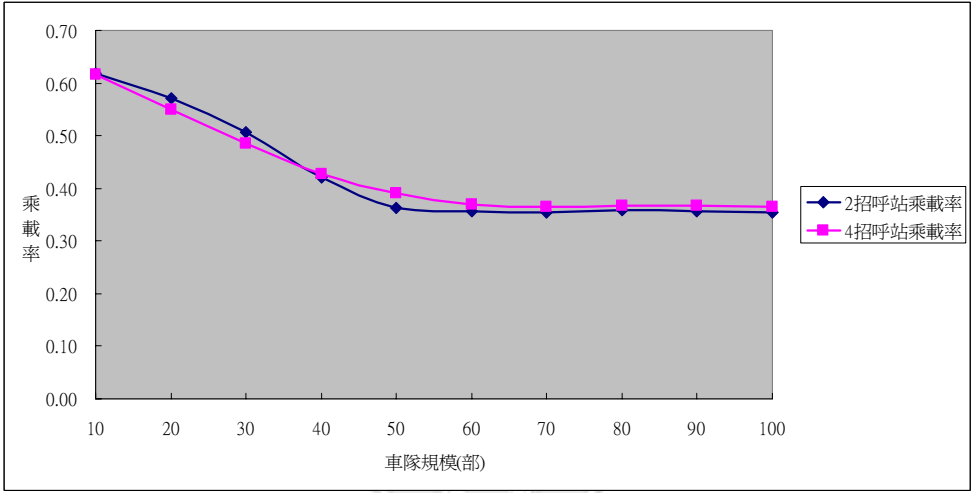


圖 4-23 乘載率與車隊規模關係圖（需求量 400 位）

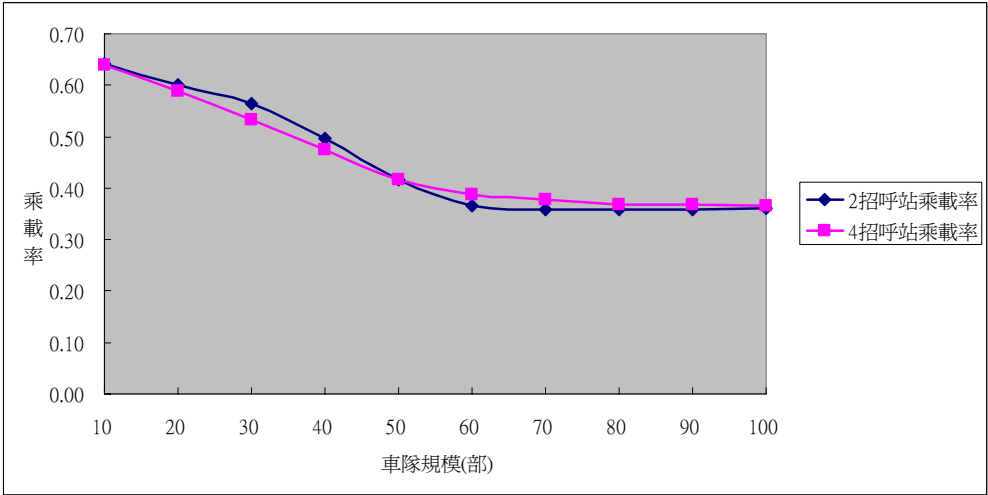


圖 4-24 乘載率與車隊規模關係圖（需求量 500 位）

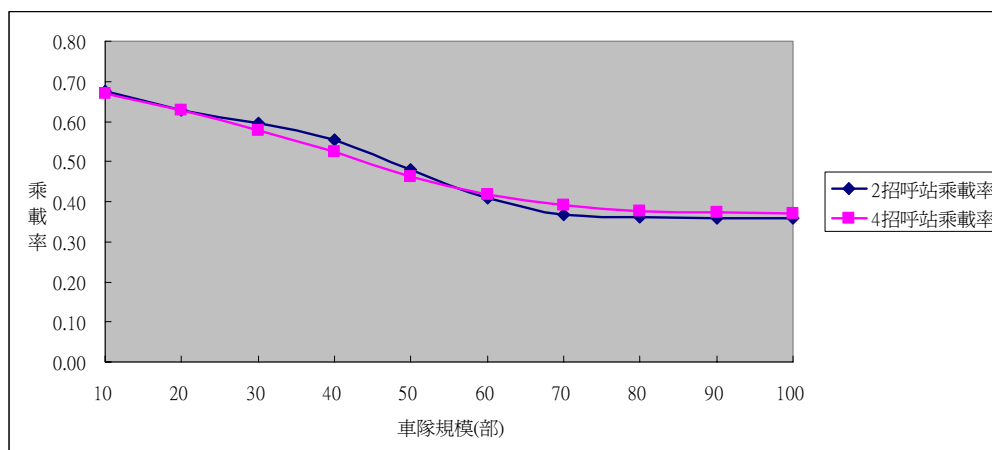


圖 4-25 乘載率與車隊規模關係圖 (需求 600 位)

#### 5. 車輛派遣時間、乘客等候時間及旅行時間

依據不同需求量，計程車平均派遣時間、乘客等候時間及旅行時間與車隊規模之關係如圖 4-26 至圖 4-43 所示，可發現隨著車隊規模愈大，則派遣時間、乘客等候時間及旅行時間愈少，而參照乘載率與車隊規模關係，可發現越多車提供接駁服務時，則一趟派遣欲載送之人數愈少，使得繞行時間隨之減少，趨近於直達服務，則後段曲線也趨於水平。

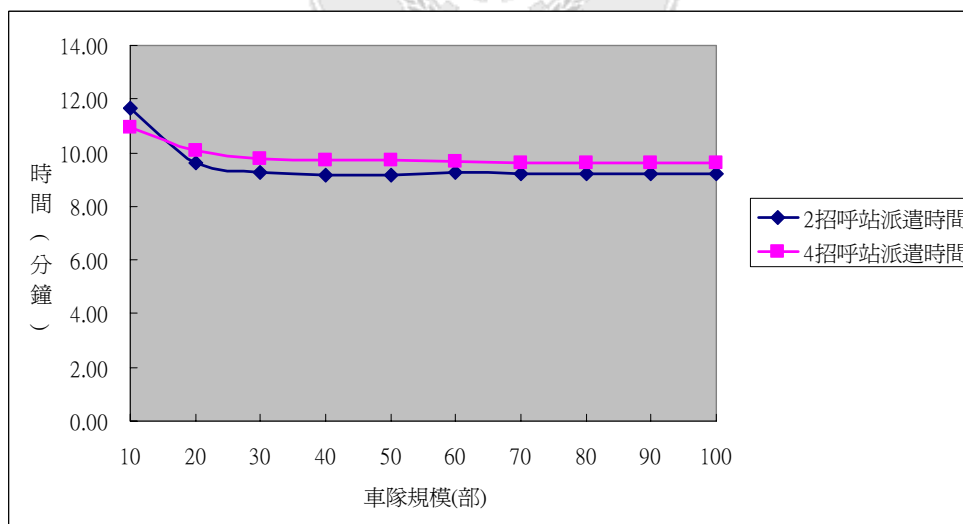


圖 4-26 派遣時間與車隊規模關係圖 (需求 150 位)

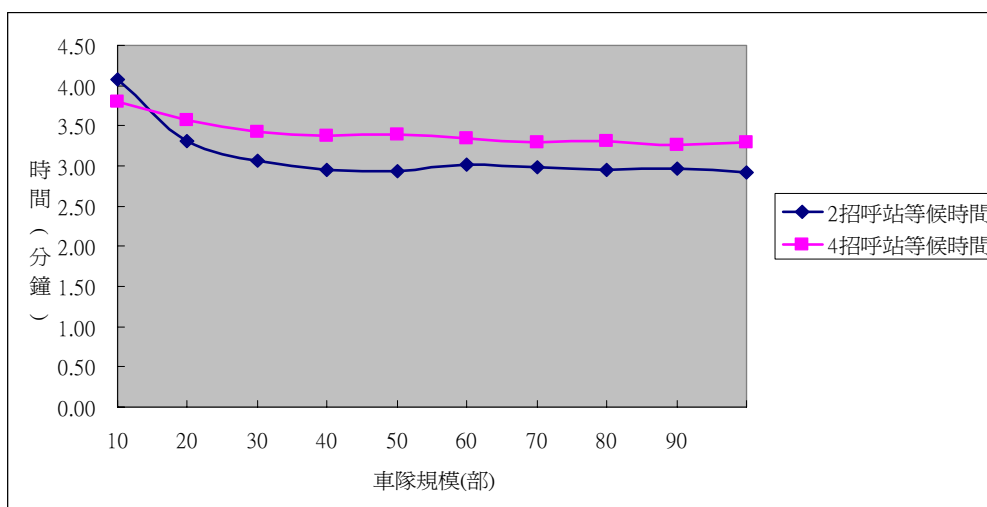


圖 4-27 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 150 位）

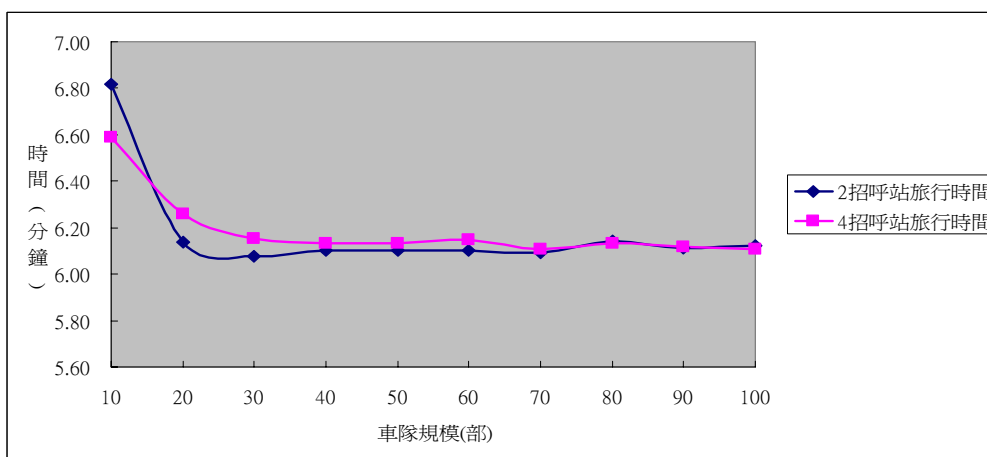


圖 4-28 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 150 位）

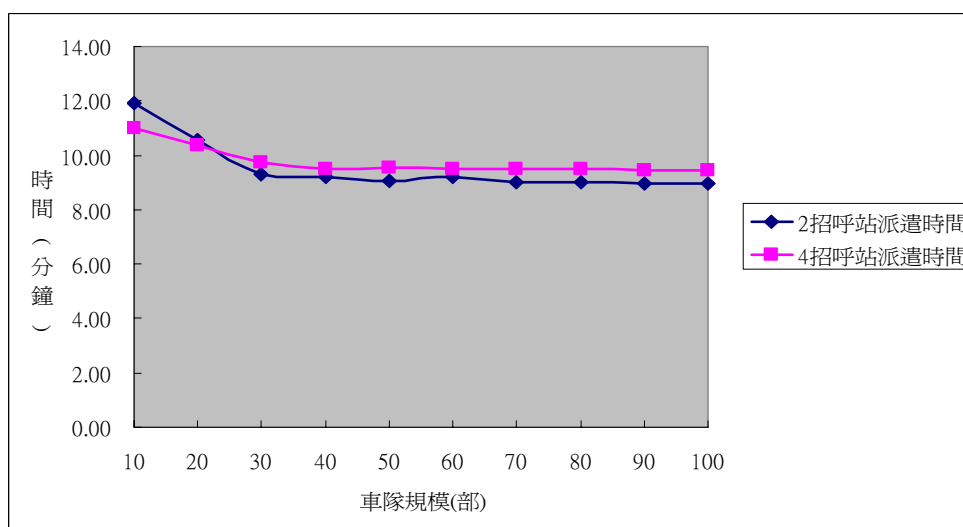


圖 4-29 派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）

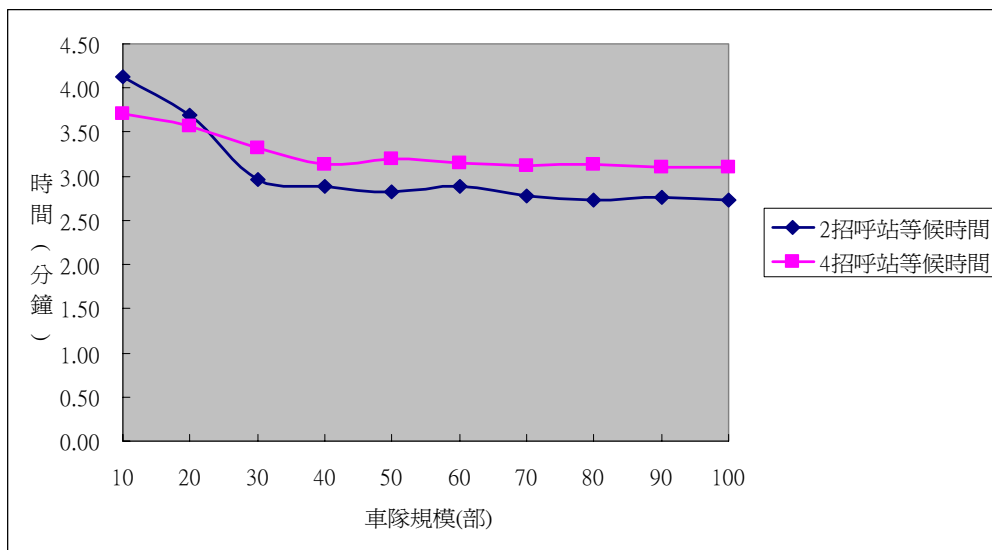


圖 4-30 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）

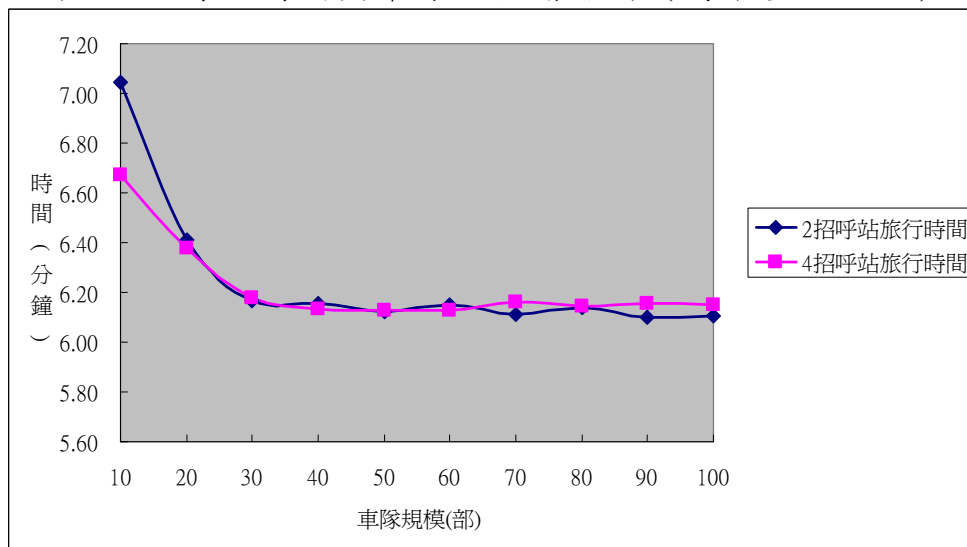


圖 4-31 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 200 位）

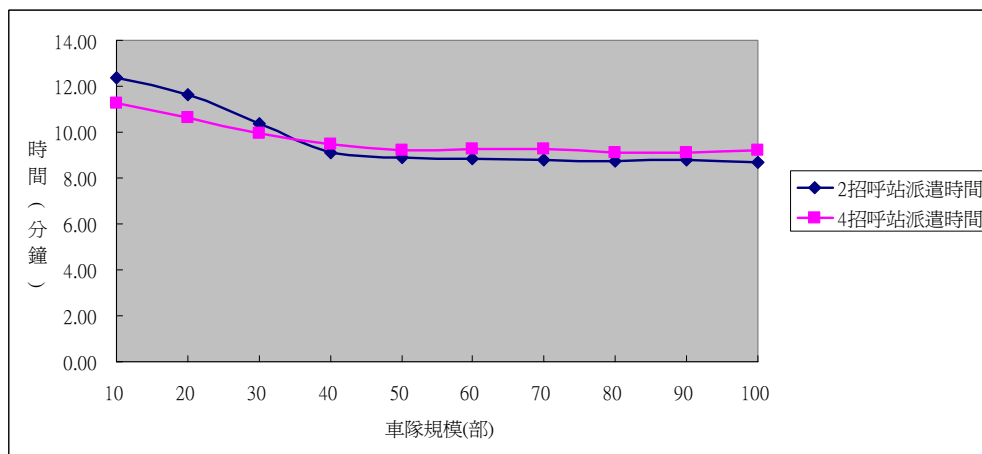


圖 4-32 派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）

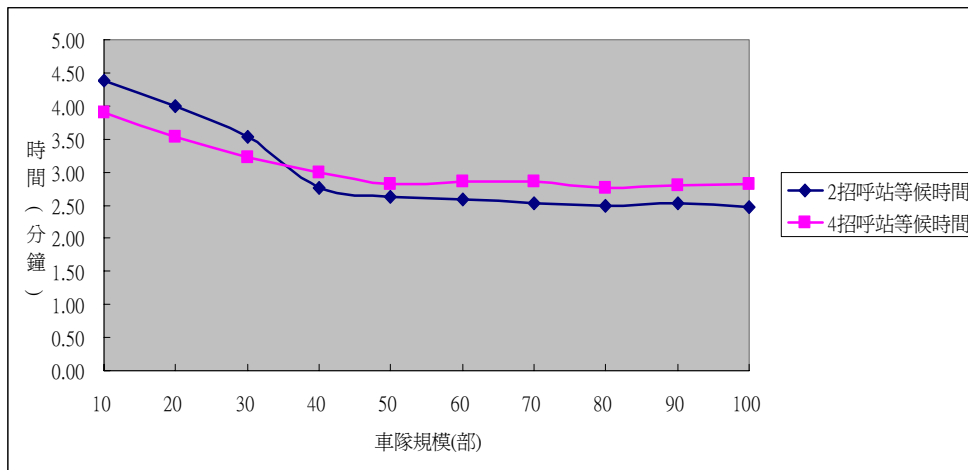


圖 4-33 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）

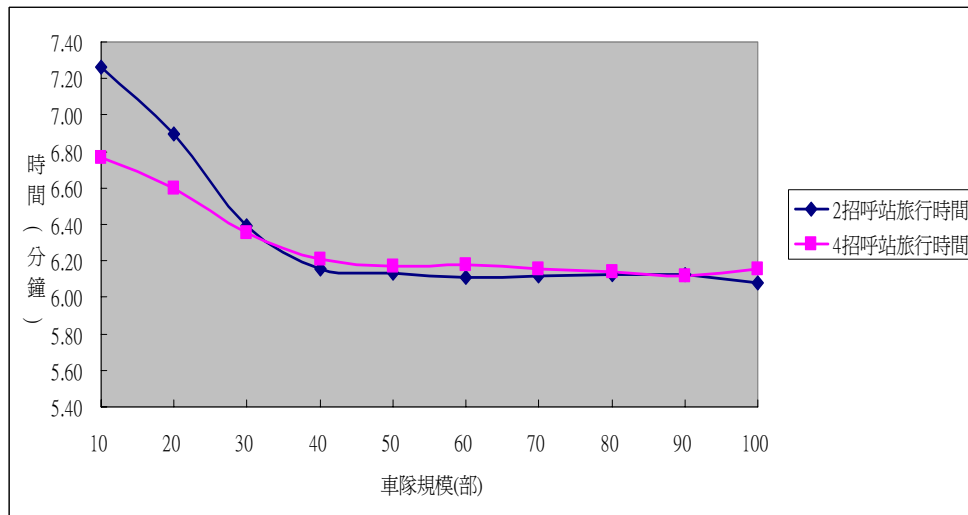


圖 4-34 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 300 位）

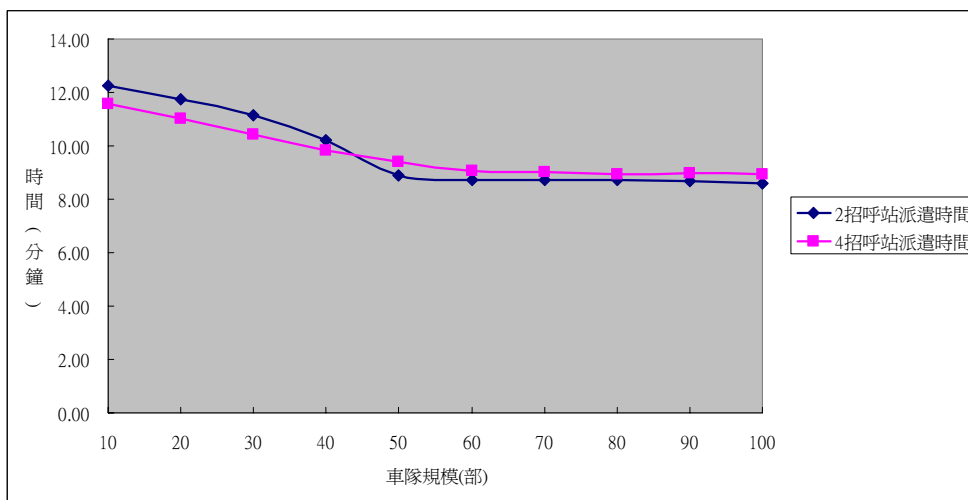


圖 4-35 派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）

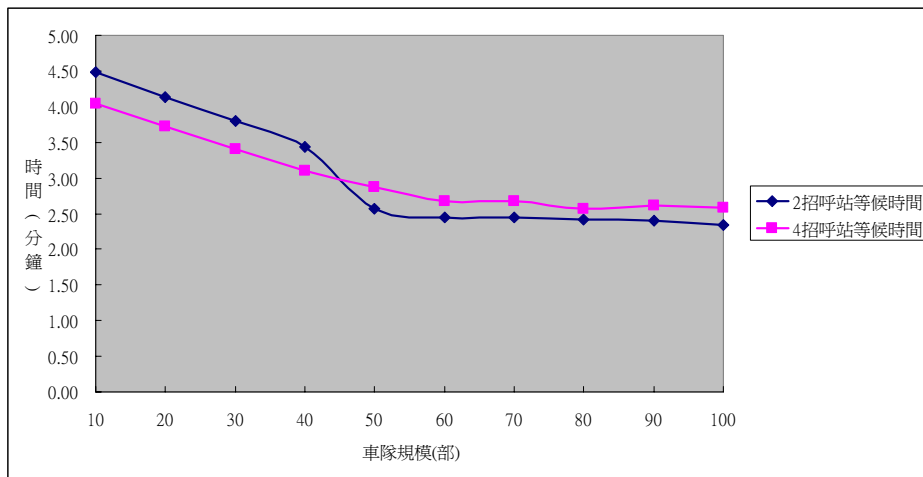


圖 4-36 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）

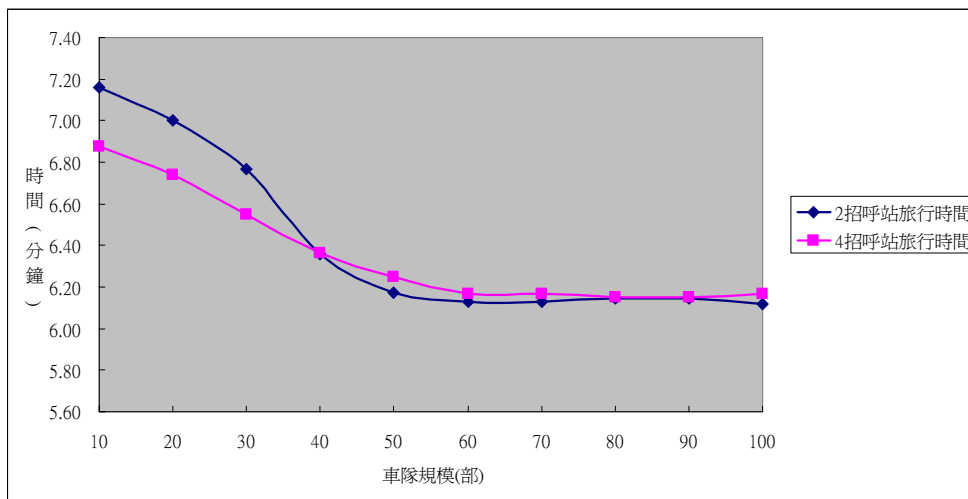


圖 4-37 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 400 位）

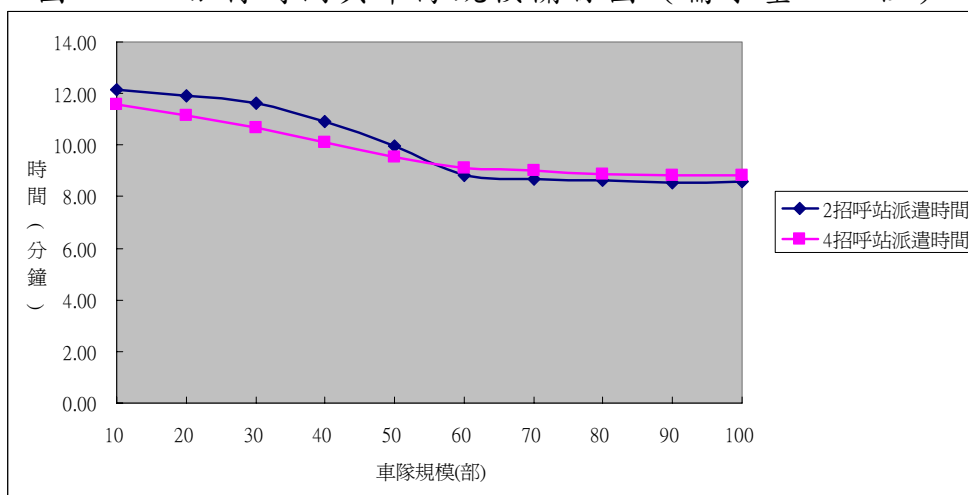


圖 4-38 派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）



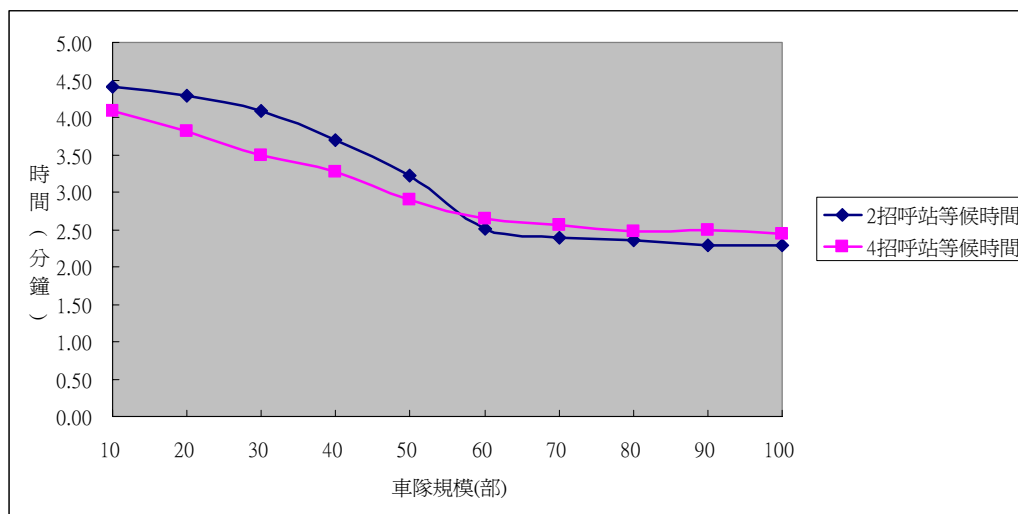


圖 4-39 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）

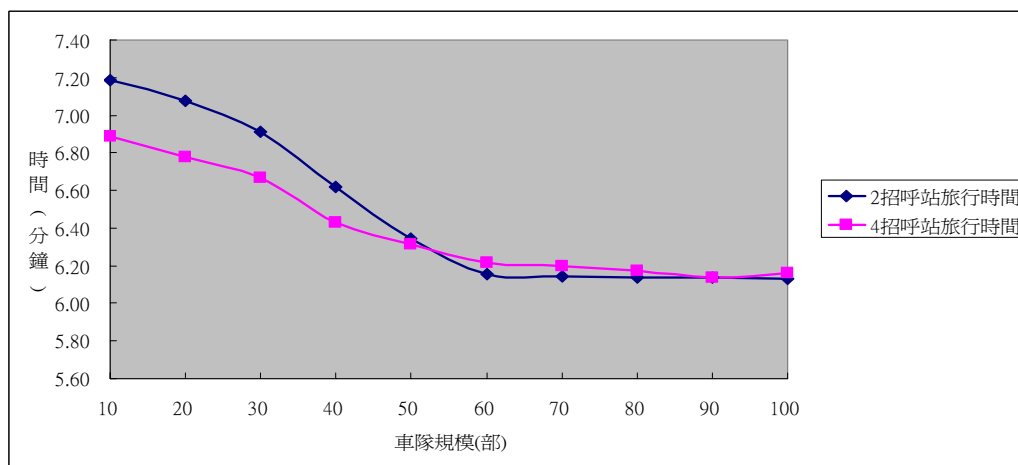


圖 4-40 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 500 位）

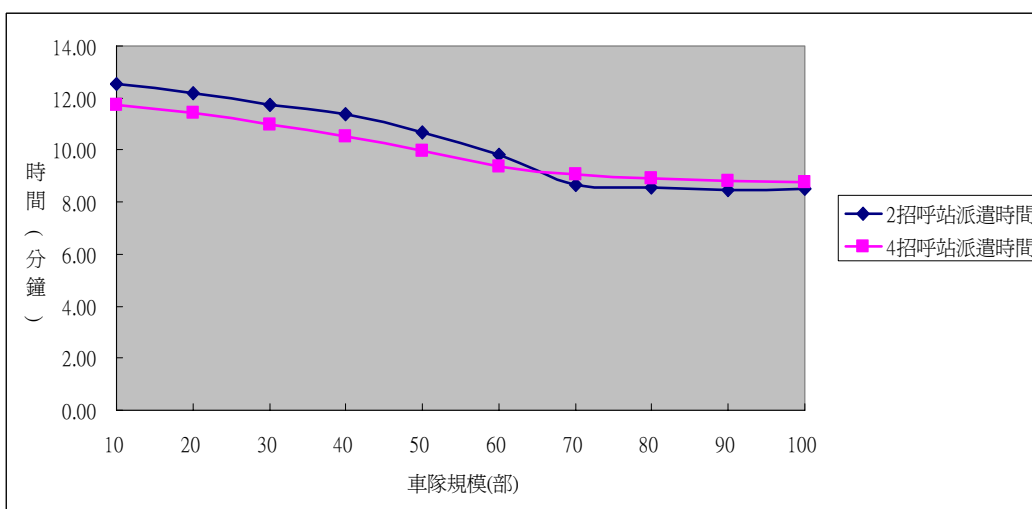


圖 4-41 派遣時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）

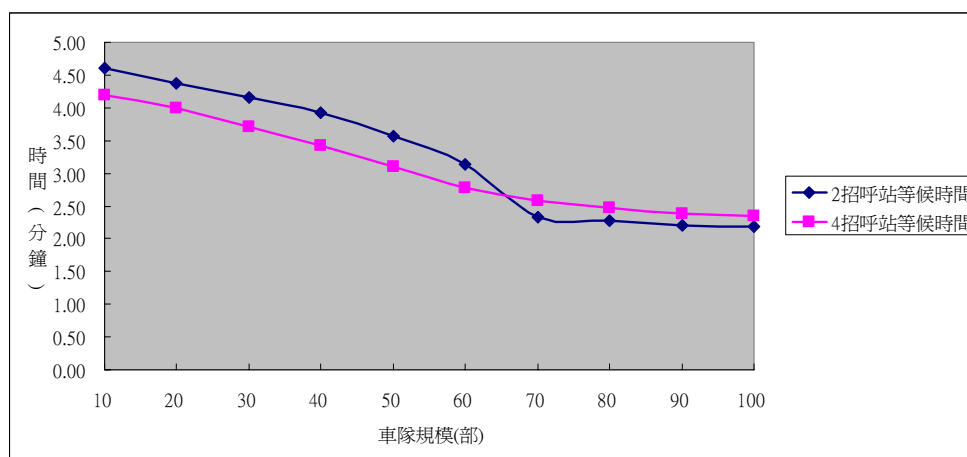


圖 4-42 等候時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）

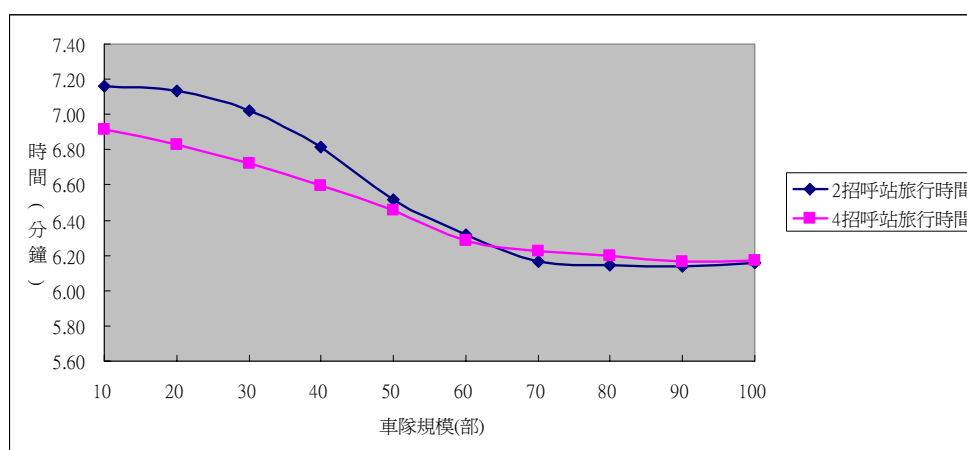


圖 4-43 旅行時間與車隊規模關係圖（需求量 600 位）

## 6. 失敗率

失敗率係為總需求量中因違反某派遣條件導致無法派遣之乘客數比率，其與車隊規模之關係如圖 4-44 至圖 4-49 所示，隨著車隊規模增加，派遣失敗之比率越低，而失敗率又可劃分為無車率、無方向率、無前方率及無時窗率（因已限定乘客必產生於營運範圍中，故不會違反「分析乘客非運輸場站之旅次端點是否在共乘接駁服務範圍內」之條件），依序為共乘接駁演算法邏輯流程圖中之篩選條件，由於系統係為一個接著一個（step by step）之篩選，故違反程序較前面之條件者即會跳出演算法，並記錄該違法因素，故各別失派比率之大小不代表該因素最易造成派遣失敗。閒置率為供給大於需求，失敗率則為供幾小於需求，故兩者圖形可對映比較。

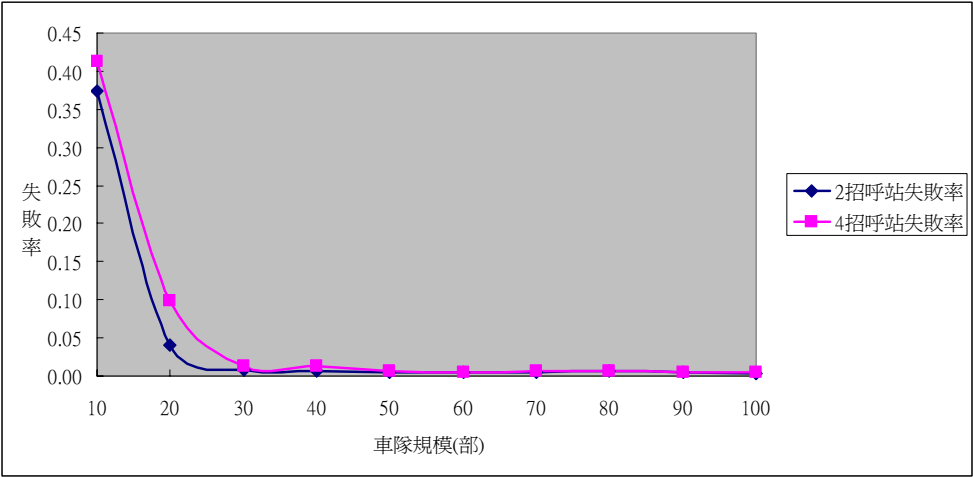


圖 4-44 失敗率與車隊規模關係圖 (需求 150 位)

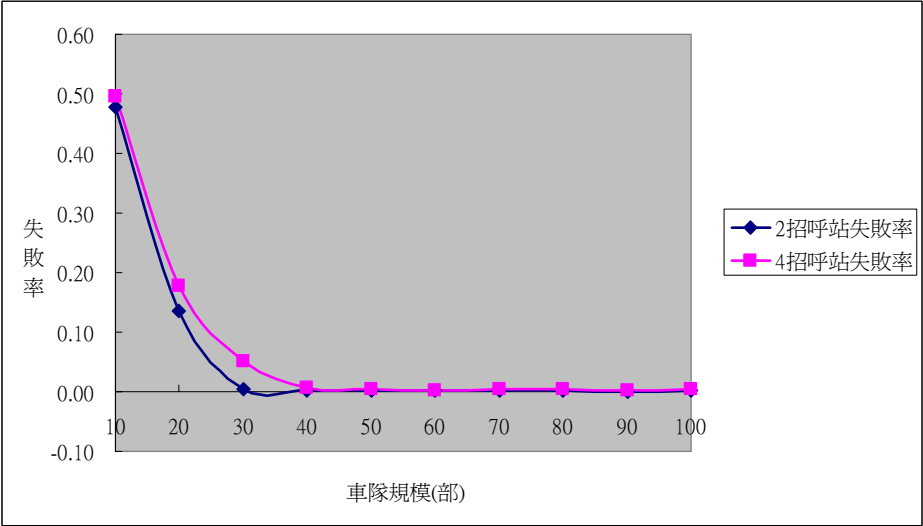


圖 4-45 失敗率與車隊規模關係圖 (需求 200 位)

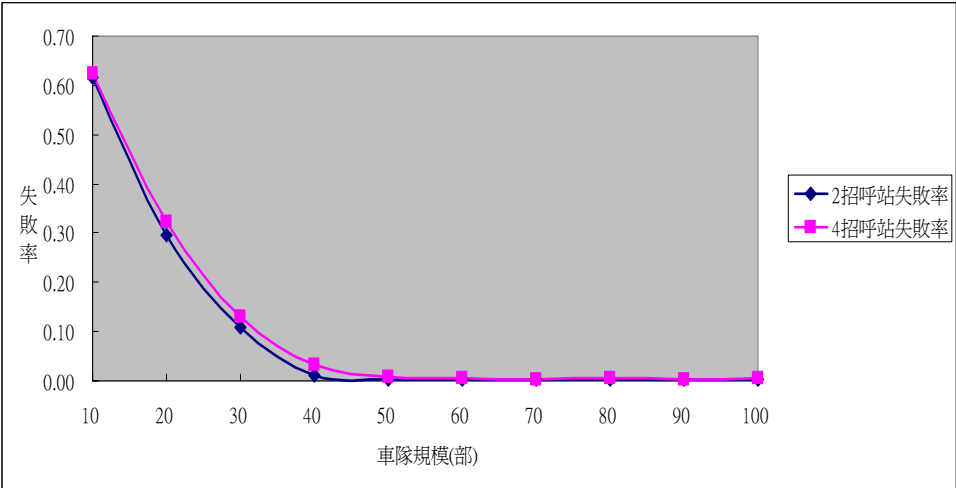


圖 4-46 失敗率與車隊規模關係圖 (需求 300 位)

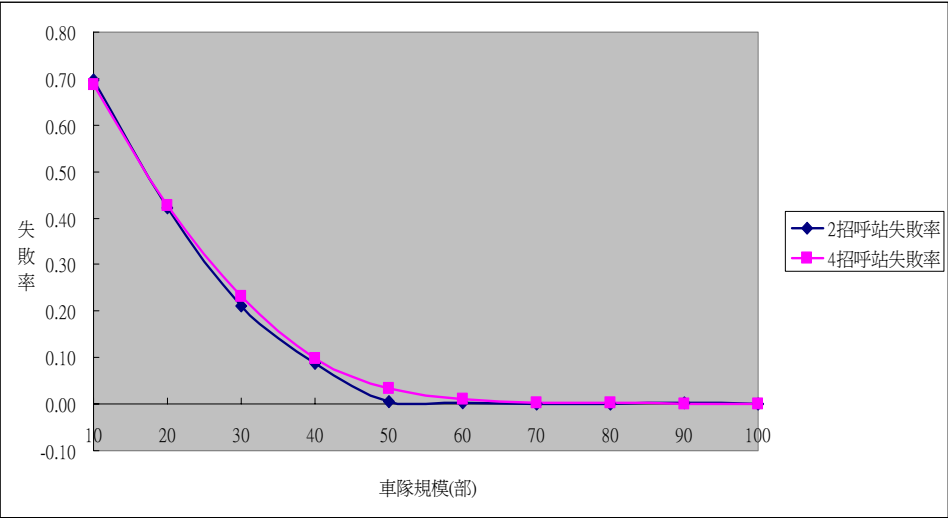


圖 4-47 失敗率與車隊規模關係圖（需求量 400 位）

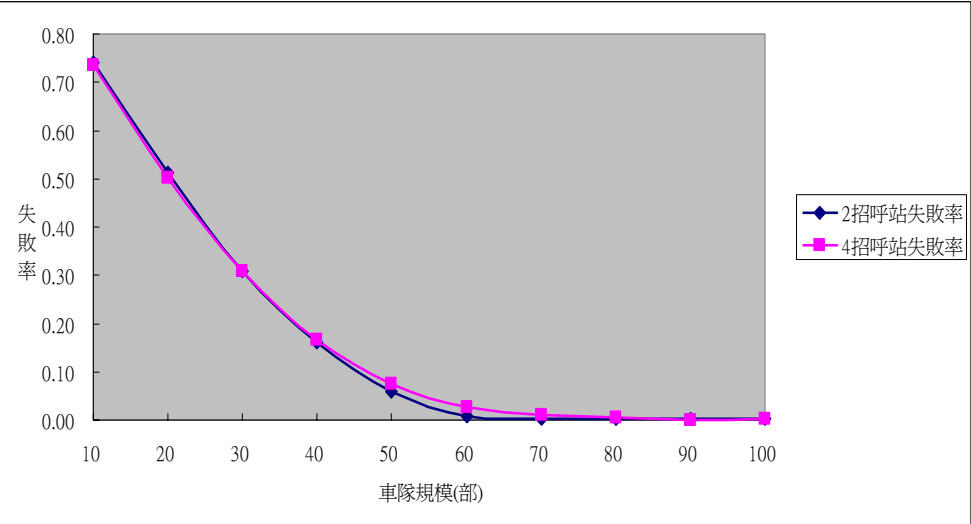


圖 4-48 失敗率與車隊規模關係圖（需求量 500 位）

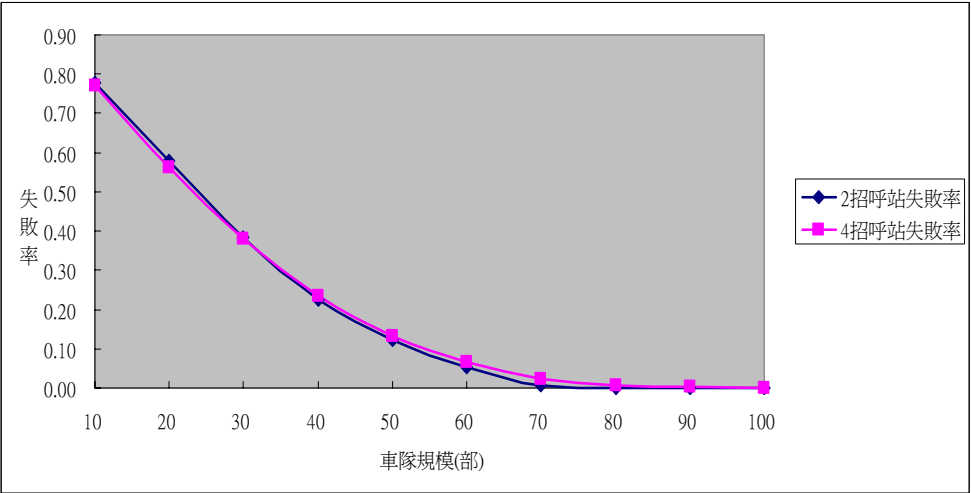


圖 4-49 失敗率與車隊規模關係圖（需求量 600 位）

## 第五章 結論與建議

本研究分析比較共乘接駁計程車招呼站於共乘接駁演算法中，四招呼站與二招呼站於內部社會總成本、總利潤、閒置率、乘載率、車輛派遣時間、乘客等候時間、乘客旅行時間及失敗率等變數，瞭解四招呼站對共乘接駁計程車派遣模擬系統之派遣結果影響為何，歸納結果得出以下結論與建議。

### 5.1. 結論

經由共乘接駁演算法所得到之四招呼站與二招呼站派遣模擬結果，加以分析歸納，可得如下結論：

1. 內部社會總成本在同一需求之下，四招呼站並非皆小於二招呼站，而是低需求量於低車隊規模時，四招呼站尚能小於二招呼站，當車隊規模持續增加，在通過臨界車隊規模後，將會大於二招呼站；此外，若於高需求量則能從低車隊規模至高車隊規模皆小於二招呼站。因內部社會總成本與計程車平均派遣時間、乘客平均等候時間及平均旅行時間有較直接相關，故內部社會總成本之變動情況與此三者類似，即通過車隊臨界規模後，曲線將變得較平緩。由此觀之，二招呼站適合低需求量地區與小車隊規模，而四招呼站適合高需求量地區與大車隊規模。
2. 業者之總利潤隨車隊規模增加而遞減，且為負值，此情況並不因招呼站數由二增為四而有所改善，整個曲線趨勢兩者差異不大。總利潤負值原因主要係在參數設定上每分鐘之車輛派遣成本高達 6 元與車隊建置成本每人每小時 160 元，而乘車費用每人卻僅收取 20 元所造成之影響，然而整個社會效益間接受共乘接駁計程車之特性提升，包括政府實現政策、大眾運輸業者（乘客前往之大眾運輸）提升乘載率、計程車業者有穩定收入、民眾能享受便利快捷之接駁服務等，但成本卻僅由乘客與計程車業者共同負擔，就

公平原則而言不甚合理，有鑑於此政府與大眾運輸系統業者理應共同負擔成本。

3. 四招呼站之閒置率較二招呼站小，故計程車之服務頻率較高，計程車資源利用上較為確實。此外需求量愈大，閒置率將會極低，顯示若閒置率為零，則表示車隊規模不足，將令計程車車隊使用率達百分之百。
4. 本研究發現車隊規模越小，則乘載率越高，此乃因供給小於需求所致。另外，需求愈小，而車隊規模愈大時，四招呼站之乘載率往往較二招呼站為大，換言之，二招呼站於小車隊規模時較四招呼站佔優勢，其原因應為上述供給小於需求。
5. 計程車平均派遣時間、乘客平均等候時間及平均旅行時間於相同需求量下，在過了車隊規模臨界值之後，曲線下降幅度將趨於平緩，其原因應為計程車供過於求所致。此外，二招呼站之臨界值皆大於四招呼站，此因四招呼站供給量大於二招呼站，故二招呼站車隊臨界規模會大於四招呼站。

## 5.2. 建議

1. 本文未討論共乘接駁計程車招呼站之設置條件，故後續研究應針對以下項目仔細探討，如設置成本、設置路段、可選用區域、達到設置之供給與需求量及設置可行性等，建議可透過專家問卷方式進行設置條件之評選。
2. 此共乘接駁服務範圍內之最適招呼站數尚未求得，針對此項目可再進一步探討：了解不同招呼站數對派遣效率之影響，以及招呼站成本與車隊規模成本對映派遣效率，分析是否有繼續往上增加招呼站數之價值。
3. 本研究簡化實際派遣過程，故有一些限制條件，後續應逐步釋放限制條件，如考慮因車流量變化導致車輛行駛速度之改變，並以地理資訊系統之電子路網取代網格式路網，以符合真實情境。
4. 本研究以只模擬方式進行車輛派遣，俟將來實際施行共乘接駁計程車，有了實際派遣資料後，將可與模擬結果做驗證比較，以增加論述可信度。

## 參考文獻

- 【1】 丁迺龍，民國 92 年，「台北市捷運接駁公車的缺失」，交通評論、施政及論壇彙集，中華民國運輸學會，頁 57。
- 【2】 丁迺龍，民國 84 年 3 月，「捷運接駁小巴士之研究」，都市交通，頁 29-42。
- 【3】 王君惠，民國 77 年，「台北市區計程車招呼站設置之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【4】 朱家德，民國 85 年，「中小型公車路線與服務策略規劃設計之研究」，國立台灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 【5】 交通部統計處，民國 90 年，台北都會區機車使用趨勢分析之研究。
- 【6】 交通部統計處，民國 91 年，台灣地區計程車營運狀況調查報告。
- 【7】 吳沛儒，民國 93 年，「任務型共乘接駁計程車之規劃與設計」，逢甲大學交通工程與管理研究所碩士論文。
- 【8】 吳琴玲，民國 88 年，「物流配送系統之區位-途程問題研究」，雲林科技大學工業工程與管理系研究所碩士論文。
- 【9】 吳韻雯，民國 94 年，「長途運輸場站共乘小巴士排程服務之研究」，中原大學土木工程研究所碩士論文。
- 【10】 李克聰、陳忠平、黃美玫、張怡正、羅濟統，民國 84 年，「計程車共乘制度之研究-以台北市為例」，現代交通第 22 期，頁 71-81。
- 【11】 李克聰、陳昱豪、黎秋蓮、吳宜璟，民國 88 年，「台北都會區先進大眾運輸接駁系統之規劃設計」，第一屆台灣智慧型運輸系統國際研討暨展覽會，頁 D1-26~40。
- 【12】 李克聰，民國 90 年，大眾運輸學，初版，俊傑書局。
- 【13】 李克聰、蕭易呈、何光鎧、陳嘉良，民國 91 年，「捷運共乘接駁計程車可行性之研究」，逢甲大學交通工程與管理學系專題報告。
- 【14】 李國正，民國 89 年，「公共設施區位之合理配置」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【15】 何依栖，民國 78 年，「都會區計程車共乘制度實施及管理之探討」，運輸計劃季刊，第 18 卷，第 4 期，頁 507-518。
- 【16】 林志盈、曹壽民，民國 75 年 7 月，「未來台北都會區公車與捷運系統整合之研究」，中華民國運輸學會第一屆學術論文研討會論文集，頁 29-44。
- 【17】 林明德，民國 84 年，「供給導向之都會區最適運具組合研究」，淡江大學土木工程學系碩士論文。
- 【18】 林天淦，民國 89 年，「醫院設置計程車招呼站長度之研究」，國立

台灣大學土木工程研究所碩士論文。

- 【19】林千琪，民國 91 年，「都市地區國民中學學校設施區位選擇之研究」，朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
- 【20】周義華、邱榮川，民國 76 年 6 月，「配合捷運公車路網設計方法之研究」，運輸計畫季刊，第 16 卷，第 2 期，頁 319-344。
- 【21】唐富藏、張有恆，民國 71 年 12 月，「都市大眾捷運系統之接運系統規劃設計」，運輸計畫季刊，第 11 卷，第 4 期，頁 467-482。
- 【22】郭瑜堅，民國 92 年，「都市旅次成本之研究」，國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 【23】陳春益、鄭守志，民國 83 年 9 月，「建立物流中心區位模式之研究」，運輸計畫季刊，第 21 卷，第 3 期，頁 81-94。
- 【24】陳克群，民國 91 年，「智慧型電梯控制系統」，國立中正大學電機工程研究所碩士論文。
- 【25】陳衍敏，民國 69 年，「計程車招呼站設置之可行性研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【26】許采蘋，民國 93 年，「計程車共乘與撥召計程車可行條件之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【27】張有恆，民國 83 年，都市公共運輸，華泰書局。
- 【28】張有恆、楊博文，民國 86 年 3 月，「配合大眾捷運系統之接駁公車營運計畫整合之研究」，運輸學刊，第 10 卷，第 1 期，頁 41-72。
- 【29】張學孔、黃世明，民國 92 年，「計程車最適費率與空車率之研究」，運輸計畫季刊，第 32 卷，第 2 期，頁 341-364。
- 【30】張學孔、劉孟翰，民國 85 年，「捷運走廊公車服務範圍之設計」，中國土木工程水利工程學刊，第 8 卷，第 4 期，頁 647-658。
- 【31】張學孔、張美香，民國 83 年 3 月，「捷運路線之接駁公車網路設計」，運輸，第 23 期，頁 31-52。
- 【32】張文俊，民國 73 年，「車輛乘載與耗油特性及其策略之研究」，國立交通大學交通運輸工程研究所碩士論文。
- 【33】寇世傑，民國 87 年，「以習慣領域理論探討推動通勤者共乘行為之契機」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 【34】曹壽民、陳佳慧，民國 87 年 12 月，「台北都會區大眾捷運系統運具移轉欲轉乘運具之研究」，中華民國運輸學會第十三屆學術論文研討會論文集，頁 671-680。
- 【35】曾國雄，民國 77 年，「合租共乘 (Vanpool) & 合車共乘 (Car pool) 在台灣地區之可行性」，都市交通，第 30 期，頁 10-22。
- 【36】楊文龍，民國 89 年，「交通管理策略對都會空氣品質之影響評估」，淡江大學水資源及環境工程學系博士論文。
- 【37】蔡瑞鉉，民國 81 年，「捷運車站接駁運具市場範圍之研究」，國立



交通大學土木工程研究所碩士論文。

- 【38】 賴淑芬，民國 79 年，「工業區實施車輛共乘之可行性研究與規劃－以高雄市楠梓加工出口區為例」，國立成功大學交通管理研究所碩士論文。
- 【39】 Bodin, L., and B. Golden, 1981, “Classification in vehicle routing and scheduling”, Networks, Vol. 11, pp. 97-108.
- 【40】 Current, J., and Min, H. and Schilling, D., 1990, “Multiobjective Analysis of Facility Locations” European Journal of Operation Research, Vol.49, pp.295-307.
- 【41】 Clarke, G. and J. W. Wright, 1964, “Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points”, Operations Research, Vol. 2, pp. 568-581.
- 【42】 Glazer, J. , 1986, “Part-time Carpooling : A New Marking Concept For Ridesharing”, TRR 1082, pp.6-14.
- 【43】 Hupp, R.C., , 1981 “Vanpool Travel Characteristics In Southeast Michigan”, TRR823.
- 【44】 Krolak et al., 1971, “A computational modification to the savings method of vehicle scheduling”, Operational Research Quarterly, Vol. 31, pp. 147-184.
- 【45】 Labbe, M., 1985, “Outcomes of Voting and Planning in Single Facility Location Problems,” European Journal of Operation Research, Vol.20, pp.299-313.
- 【46】 Moon, I. D., and Chaudhry, S. S., 1984, “An Analysis of Network Location Problems with Distance Constraints,” Management Science, Vol.30, No.3, pp.290-307.
- 【47】 Pearlstein A, 1986, “A Study of Staff and Faculty Commuters at The University of California, Los Angeles”, TRR 1082, pp.26-33.
- 【48】 Revelle, C., Marks, D., and Lieman J.C., 1970, “An Analysis of Private and Public Sector Location Model,” Management Science, Vol.16, No.11, pp.692-705.
- 【49】 Rajan, B., and Narasimha, R.M., 1990 “Covering-Location Models for Emergency Situations That Require Multiple Response Unit,” Management Science, Vol.36 No.1, pp.16-23.
- 【50】 Richardson, A.J. , 1981, & Young, W.,”Spatial Relationships between Carpool Members’s Trip Ends”, TRR 823.
- 【51】 Rudolf Anner, 2000, “More mobility, less traffic ? ”, Traffic Technology International, Annual Review.
- 【52】 Susan, H. O. and S. D. Mark, 1998, “Strategic facility location”,

- European Journal of Operational Research, Vol. 111, pp. 423-447.
- 【53】 Thomas, I., and Vandenbussche, D., and Beguin, H.,1992, “Weight Variations within a Set of Demand Points, and Location-Allocation Issues: a Case Study of Public Libraries,” Environment and Planning A, Vol. 24,pp.1769-179.
- 【54】 Webb, M. H. J., 1968, “Cost functions in the location of depot for multiple-delivery journeys”, Operational Research Quarterly, Vol. 19, pp. 311-328.

