

逢 甲 大 學
交通工程與管理學系碩士班
碩士論文

公路客運轉運站最適規模之研究
——以台中統聯客運中港轉運站為例

The Research of Transfer Terminals on Optimal Scale :
A Case Study of Taichung Terminal of Ubus

指導教授：李克聰
研 究 生：詹雅雯

中 華 民 國 九 十 五 年 八 月

誌 謝

本論文得以順利如期完成，承蒙恩師 李克聰教授之悉心指導，從探討課題之啟發、研究瓶頸之排除，乃至於研究方法傳授、論文架構建立，均蒙受恩師諄諄教誨。而平日治學態度及為人處世更蒙恩師多所叮囑與啟迪，恩師如此身教言教並重之典範令學生實是受益匪淺，在此謹致最高之謝忱與敬意。師恩浩蕩，學生永銘於心，沒齒難忘。

論文口試期間，承蒙台灣大學 張學孔教授及成功大學 林佐鼎教授之撥冗細審，惠賜寶貴意見及殷切指正，使本論文更臻嚴謹。論文審查期間，承蒙本所 徐耀賜教授詳加審閱，使論文得以及時斧正。研究所授業期間，承蒙 溫傑華老師、楊宗璟老師、葉名山老師、劉霈老師、邱裕鈞老師、林大傑老師、林良泰老師、胡大瀛老師、艾嘉銘老師、王笙老師、顏秀吉老師之啟蒙與教導，皆使學生受益良多，在此致上最高之謝意。

論文資料蒐集期間，承蒙業界多位先進之鼎力相助，方使論文進度得以順利完成，在此特別感謝統聯客運公司對於論文資料之熱心提供在此致上由衷敬意與謝意，感謝各位先進無私的付出與協助。另亦感謝煒騰學長提供課業上的想法與相關建議，並在論文研究過程的從旁幫忙與協助，使論文得以順利完成，在此致上無盡之謝意。

最後，謹將本論文獻給我最摯愛的家人與同窗好友，感謝父母多年的辛勞、呵護、教導及鼓勵，並感謝同窗好友雅博、昱彰、米其於求學路途的陪伴。謹將此成果獻給一路陪伴的所有人，願能與您們共同分享這份榮耀。

詹雅雯 謹誌於逢甲

中華民國九十五年八月

摘要

近幾年來，國內許多重大的交通建設相繼完成，造就便捷的交通路網，縮短了旅行時間，使得人們往來於各個生活圈次數頻繁，城際間的旅運需求亦隨之大幅提高；此外，行政院為健全公路客運發展，於民國84年8月23日核頒「促進大眾運輸發展方案」，透過各項優惠措施之推動，改善公路客運內外部營運環境，並漸開放多家業者申請經營公路客運路線紛紛投入這競爭激烈的市場。

現今公路客運系統的營運方式多採取單一起迄點之直達操作方式，對業者而言，則會因營運路線間重複路段多，而產生有運能浪費之問題；對乘客而言，則會因可及性不高、班次不多，而產生公路客運服務水準不佳的狀況。有鑑於此，轉運系統勢必為未來公路客運趨勢，其可使公路客運藉由重疊路線之合併，整合部分使用率偏低路線，提昇載客績效，以達到城際客運系統之整體最佳化。此外，由於公路客運轉運系統之規模，亦會影響轉運站之營運績效，故建構一最適規模之轉運站，發揮整體系統之營運效率，乃成為一個重要且具前瞻性的課題。

本研究透過解析性模式(Analytical Model)，以班距為模式設計變數，建構業者與乘客因設置轉運站所反映之相關成本總和最小化之目標函數，經模式最適化與載客容量限制決定進入轉運站各路線之最適營運班距；並由最適營運班距，估算轉運站最適設施量與所需最適規模面積。此外，為了更充份發揮轉運站之功能，對於轉運站轉乘設施進行最佳之配置與規劃，並以台中統聯客運中港轉運站為例，作為未來興建及經營管理之依據。

關鍵詞：公路客運、轉運站、最適營運班距、最適規模面積

Abstract

Recently, many major highway constructions had completed, it appears highway transportation system play more important role in Taiwan area for now. However, the government doesn't yet make clear and specific plans for the topic that integrate between transportation systems. It leads lower transportation effect and no efficiency. Thus, how to plan and design optimal scale of highway transfer terminals are urgent and important research issues.

In recent years, some transit operators set up transfer systems in intercity bus services to improve the situation of operation deficits. Therefore, without analytic and systematic procedure, transit operators are hard to obtain the best operation efficiency and benefit for transfer systems. Furthermore, the optimal scale of transfer terminal is also a good topic for study.

In this paper, using headway as model's decision variable and through an analytical model to establish costs about operator and user. Through optimal model of total cost, it determines optimal operating headway about the transfer routes. By way of optimal operating headway, the quantities of facilities in transfer terminal to be estimated. Finally, an optimal plan in transfer system and terminal correlation path are processed and using Taichung Terminal of Ubus as a case study.

Keywords: intercity bus, transfer terminal, optimal operating headway, optimal scale

目 錄

誌 謝.....	i
摘 要.....	ii
Abstract	iii
目 錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究範圍與限制.....	2
1.4 研究方法與架構.....	3
1.5 研究內容與流程.....	3
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 轉運站相關文獻.....	6
2.1.1 轉運站定義.....	6
2.1.2 轉運站分類.....	6
2.2 轉運/接駁相關文獻.....	12
2.2.1 轉運系統概念.....	12
2.2.2 轉運路線設計.....	14
2.2.3 轉運排班設計.....	16
2.3 最適規模相關文獻.....	18
2.4 文獻綜合評析與啟示.....	20
第三章 轉運站規模最適化分析.....	21
3.1 問題說明.....	21
3.2 模式構想與假設.....	22
3.3 模式名詞定義及符號.....	23
3.3.1 名詞定義.....	23
3.4 模式參數.....	23
3.5 模式目標函數.....	25
3.6 模式構建與求解.....	30
3.6.1 模式最佳化.....	30
3.6.2 模式求解程序.....	31
3.6.3 模式求解.....	34
3.6.4 轉運站相關設施與面積之推估.....	35
3.7 簡例驗證.....	39
3.7.1 簡例設計.....	39

3.7.2 參數項目說明	40
3.7.3 簡例結果分析	41
第四章 轉運站轉乘設施之設置準則	45
4.1 各項設施參數符號	45
4.2 轉乘設施與面積估算公式	46
第五章 實例驗證	53
5.1 統聯客運現況分析	53
5.1.1 路線規劃	53
5.1.2 轉運站設施規劃	54
5.1.3 轉乘設施規劃	57
5.2 轉運站規模最適化分析	59
5.2.1 路線規劃	59
5.2.2 模式之最適化	60
5.2.3 轉運站設施規劃	65
5.2.4 轉乘設施規劃	66
5.3 比較分析	68
第六章 結論與建議	70
6.1 結論	70
6.2 建議	71
參考文獻	72



圖目錄

圖 1.1	研究範圍示意圖.....	2
圖 1.2	研究架構圖.....	3
圖 1.3	研究流程圖.....	5
圖 3.1	模式架構圖.....	21
圖 3.2	國道客運市場營運環境示意圖.....	22
圖 3.3	國道客運系統總成本.....	25
圖 3.4	國道客運系統示意圖.....	26
圖 3.5	求解程序示意圖.....	31
圖 3.6	模式求解方式.....	31
圖 3.7	模式求解程序.....	33
圖 3.8	轉運站最適規模之示意圖.....	35
圖 3.9	簡例國道客運路線之營運示意圖.....	39
圖 5.1	中港轉運站目前之規劃圖.....	55
圖 5.2	月台設施之設置圖.....	56
圖 5.3	客運臨停車位設施之設置圖.....	56
圖 5.4	旅客候車區之設置圖.....	56
圖 5.5	人行進出通道設施圖.....	58
圖 5.6	計程車上下客臨停彎設施圖.....	58
圖 5.7	小汽車上下客臨停彎設施圖.....	58

表目錄

表 3.1	模式參數符號彙整表.....	23
表 3.2	轉運站各項設施數與面積規模之整理.....	39
表 3.3	簡例之路線起迄需求基本資料.....	40
表 3.4	簡例之 10 條直達路線基本資料.....	40
表 3.5	模式參數設定.....	40
表 3.6	簡例經轉運站之 7 條直達路線基本資料.....	42
表 3.7	簡例經合併切割之 4 條區段式路線型態基本資料	42
表 3.8	簡例 7 條直達路線經本研究模式最佳化結果	42
表 3.9	簡例 7 條直達路線經容量限制模式最佳化結果	43
表 3.10	簡例 7 條直達路線之結果.....	43
表 3.11	簡例 4 條區段式路線經本研究模式最佳化結果.....	44
表 3.12	簡例 4 條區段式路線經容量限制模式最佳化結果	44
表 3.13	簡例 4 條區段式路線之結果.....	44
表 4.1	各項設施面積符號.....	45
表 4.2	離站運具分配率.....	46
表 4.3	轉運站各項轉乘設施數與面積規模之整理.....	52
表 5.1	統聯目前經營之 21 條路線.....	53
表 5.2	中港轉運站設施規格表.....	54
表 5.3	中港轉運站設施數與面積規模.....	54
表 5.4	中港轉運站轉乘設施規格表.....	57
表 5.5	中港轉運站轉乘設施數與面積規模.....	57
表 5.6	擇選之 19 條原始路線.....	59
表 5.7	規劃之 15 條區段式營運路線.....	60
表 5.8	19 條直達路線經本研究模式最佳化結果.....	60
表 5.9	19 條直達路線經容量限制模式最佳化結果.....	61
表 5.10	19 條直達路線之結果.....	62
表 5.11	15 條區段式路線經本研究模式最佳化結果.....	63
表 5.12	15 條區段式路線經容量限制模式最佳化結果	63
表 5.13	15 條區段式路線之結果.....	64
表 5.14	本研究轉運站設施規格表.....	65
表 5.15	本研究路線之各項設施設施數.....	65
表 5.16	本研究轉運站設施數與面積規模.....	66
表 5.17	離站運具分配率.....	66
表 5.18	各項設施面積符號.....	66
表 5.19	本研究轉運站轉乘設施規格表.....	67
表 5.20	本研究轉運站轉乘設施數與面積規模.....	68

表 5.21	模式建構前後之轉運站設施比較分析.....	68
表 5.22	模式建構前後之轉運站轉乘設施比較分析.....	69



第一章 緒論

1.1 研究緣起

近幾年來，國內許多重大的交通建設相繼完成，造就便捷的交通路網，使得人們往來於各個生活圈次數頻繁，因此城際間的旅運需求亦隨之大幅提高；此外，行政院為健全公路客運發展，於民國84年8月23日核頒「促進大眾運輸發展方案」，透過各項優惠措施之推動，以改善公路客運內外部營運環境，且開放多家業者申請經營公路客運路線，故為數不少的運輸業者紛紛投入這競爭激烈的市場。

視看現今公路客運系統的營運方式，大部分多採取單一起迄點之直達操作方式，此營運方式常造成路線間重複路段多，且若經營偏遠路線或需求點分散的情況時，將會因車輛乘載率偏低、乘客等車時間長，造成業者營運嚴重虧損與乘客需求轉移之現象，故將需求量少且旅次分佈廣之營運路線與需求量大之路線予以整合為未來之需要。有鑑於此，設置轉運系統勢必為未來公路客運之趨勢，其可使公路客運藉由重疊路線之合併，整合部分使用率偏低路線，提昇載客績效，以達到城際客運系統之整體最佳化。

而目前公路客運業者的車輛排班作業多以經驗判斷，少有學理依據或系統性分析評估程序，依此方式處理日後乘客的轉車行為、轉運合併路線與未轉運合併路線發車間距等問題時，將無法以一套有效率的程序處理。因此，未來如何以一更有效的車輛排班作業來提升業者的利潤，同時亦能兼顧乘客服務水準之維持，乃成為目前設計轉運站一個重要的依據。此外，由於公路客運轉運系統之規模，亦會影響轉運站之營運績效，故建構一最適規模之轉運站發揮整體系統之營運效率，乃為一個具前瞻性的課題。

本研究將探討轉運站最適規模之相關規劃，並期望未來為了更能充份發揮轉運站之功能，於此將進一步研擬轉運站之相關轉運站轉乘設施，並探究目前台中統聯客運中港轉運站規劃，以作為未來興建及經營管理之依據。故基於上述諸多因素，如何構建一個可提供轉運接駁等多元服務策略之公路客運轉運站規模最適化模式，實為當前極具重要之研究議題。

1.2 研究目的

本研究之目的在於發展一系統化且能提高運輸效能之公路客運轉運站最適規模之規劃方法。展望未來，大眾運輸在城際間的客運上勢必扮演

重要之角色，從使用者追求高服務水準、營運者追求高營運獲利、政府監督單位追求高運輸效能與社會公平等三方面來審視，現存之轉運站運作體系必無法合乎現在與未來之要求，而轉運站規模與其牽涉到的轉運接駁問題更是問題之核心所在。因此，設置適當之轉運站規模、研擬與規劃相關之管理策略，藉以提昇國道客運運輸系統之服務品質及經營績效，則遂成為值得進一步深入探究之課題。鑒於此，本研究之主要目的如下：

1. 考量國道客運層級營運路線下，依解析性數學模式與載客容量限制規劃求解出進入轉運站路線之最適營運班距，進而規劃轉運站之設施數與最適規模。
2. 規劃轉運站之轉乘接駁系統，使轉運站之服務型態與功能具有較多之營運彈性。
3. 以現有統聯客運公司之台中中港轉運站為實例，以提出統聯客運公司實施之具體規劃內容及預期效益，俾供相關主管機關及業者參考。

1.3 研究範圍與限制

本研究以直線型高速公路及轉運站生活圈交流道下之都會區為研究範圍(如圖 1.1 所示)，並探討在該範圍內由國道客運系統、轉運站轉乘接駁系統等所構成之多功能轉運系統。此外，在轉運站之規劃上，本研究僅探討不受區位因素限制之單一轉運中心，至於主要研究之轉運類型為「國道客運系統間之轉運」及「國道客運系統與地區接駁系統間之轉運」等兩種轉運類型。其中，國道客運系統與地區接駁系統間之轉運系統包括公車系統、計程車系統、私人接駁運具等，故本研究將針對這些轉乘接駁行為所產生之轉運所需空間進一步規劃與設計，使得轉運站之服務功能全面化，以增進設置轉運站之效益。

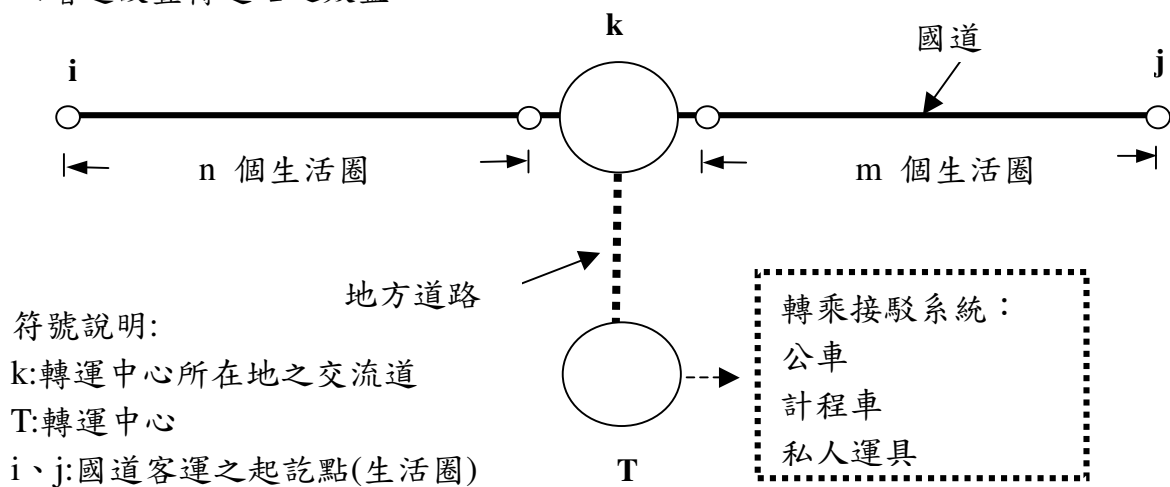


圖 1.1 研究範圍示意圖

1.4 研究方法與架構

本研究以分析性數學方法與數學規劃法為基本方法論，並對於研究方向組織研究架構(如圖1.2所示)。於此，首先針對國道客運路線之系統特性，規劃出其適當之路線數，進而求解出相對應之最適公路客運轉運站規模。

此外，假設公路客運市場特性皆屬均質狀態(Homogeneous)，並同時思考公路客運轉運站之轉運型式與操作方式，因其決定公路客運業者、乘客所受正負影響之所在。基於此，轉運站最適規模之最佳化模式即應依上述之影響關係加以建立。

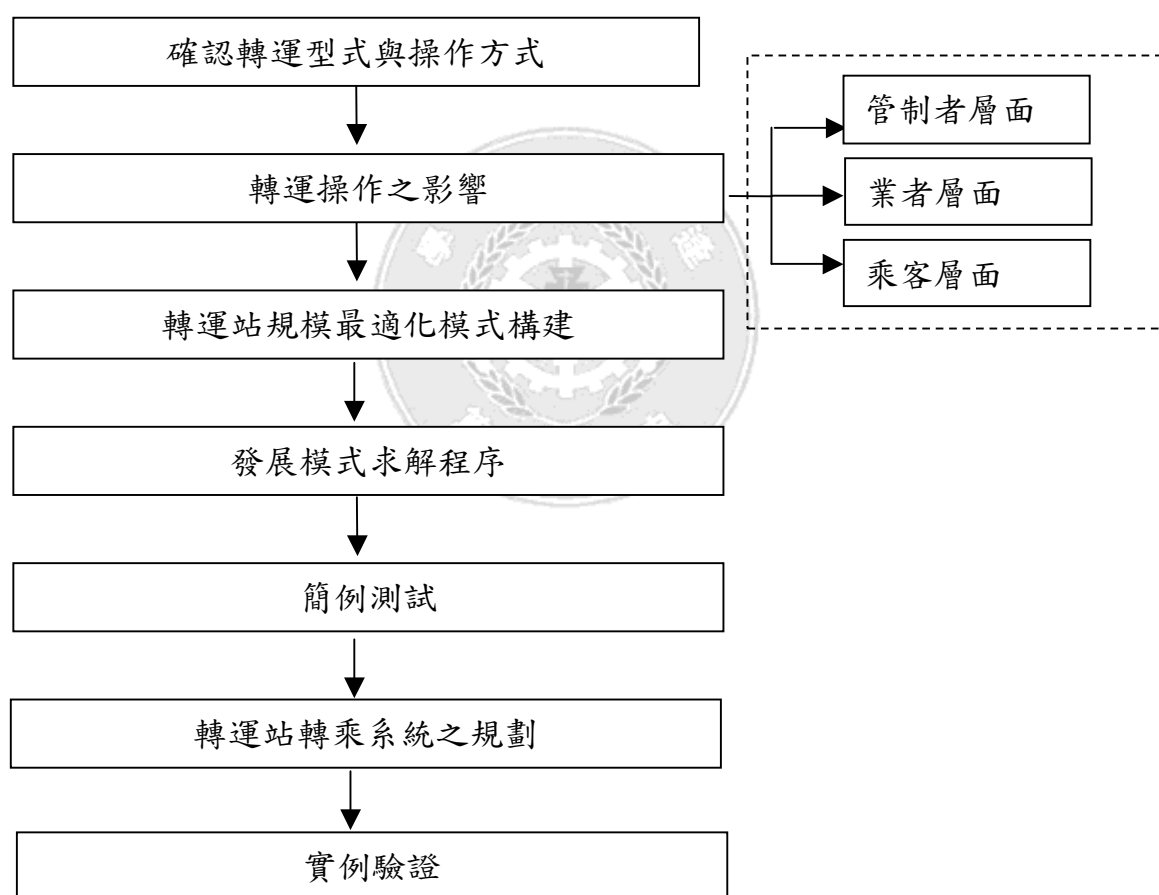


圖 1.2 研究架構圖

1.5 研究內容與流程

本研究之主要內容共可分為六個部分來進行，其研究流程如圖 1.3 所示，茲將研究中各進行步驟分述如下：

1.文獻回顧分析

基於問題特性及研究目的之需要，本研究分(1)轉運站(2)轉運/接駁及(3)最適規模等三部分進行文獻蒐集與回顧，並作綜合性評析，以供模式發展之借鏡與啟發。

2.資料蒐集分析

蒐集分析統聯客運公司各行駛國道客運路線之營運現況資料，其包括路線起訖點、路線長度、路線班距及路線乘客需求等資料。

3.構建均質環境之轉運站規模最適化模式

此以設置轉運站後，業者與乘客因進入轉運站所反映之相關成本總和，並建構轉運站規模最適化模式。其中，業者成本項目包括營運成本、場站租用成本等；乘客成本項目包括起訖端候車時間成本及轉運接駁時間成本等。並在均質環境之假設下，亦即所有系統參數均相等，與考慮載客容量限制之情況下，建構系統總成本之最小化。

4.尋求轉運站最適規模與規劃轉運站轉乘系統

前述最佳化模式，乃業者與乘客進入轉運站所反映之相關成本總和最小化為目標函數，但鑑於求解不易之限制，將發展求解程序，以尋求進入轉運站各路線之最適營運班距，並估算轉運站最適之設施量與所需之規模面積。此外，為了更充份發揮轉運站之功能，亦對於轉運站轉乘設施進行最佳之配置與規劃，此乃將成為後續擬定相關服務策略之主要依據。

5.簡例測試

本研究設計一規模較小、路線特性較單純之簡例，用以測試模式之操作方式及精確性(Robustness)，作為模式檢討分析以及模式參數設定之依據。

6.實例驗證

為驗證最佳化分析模式之有效性，此以統聯客運公司行經台中之各路線營運狀況為實例，並確認以台中中港轉運站為單一轉運中心，進而分析接駁/轉運之相關規劃，並研提具體實施方案，其中包括轉運站應容納之路線數、班距、面積與所需之轉乘/轉運系統，俾供業者與主管機關作為參考。

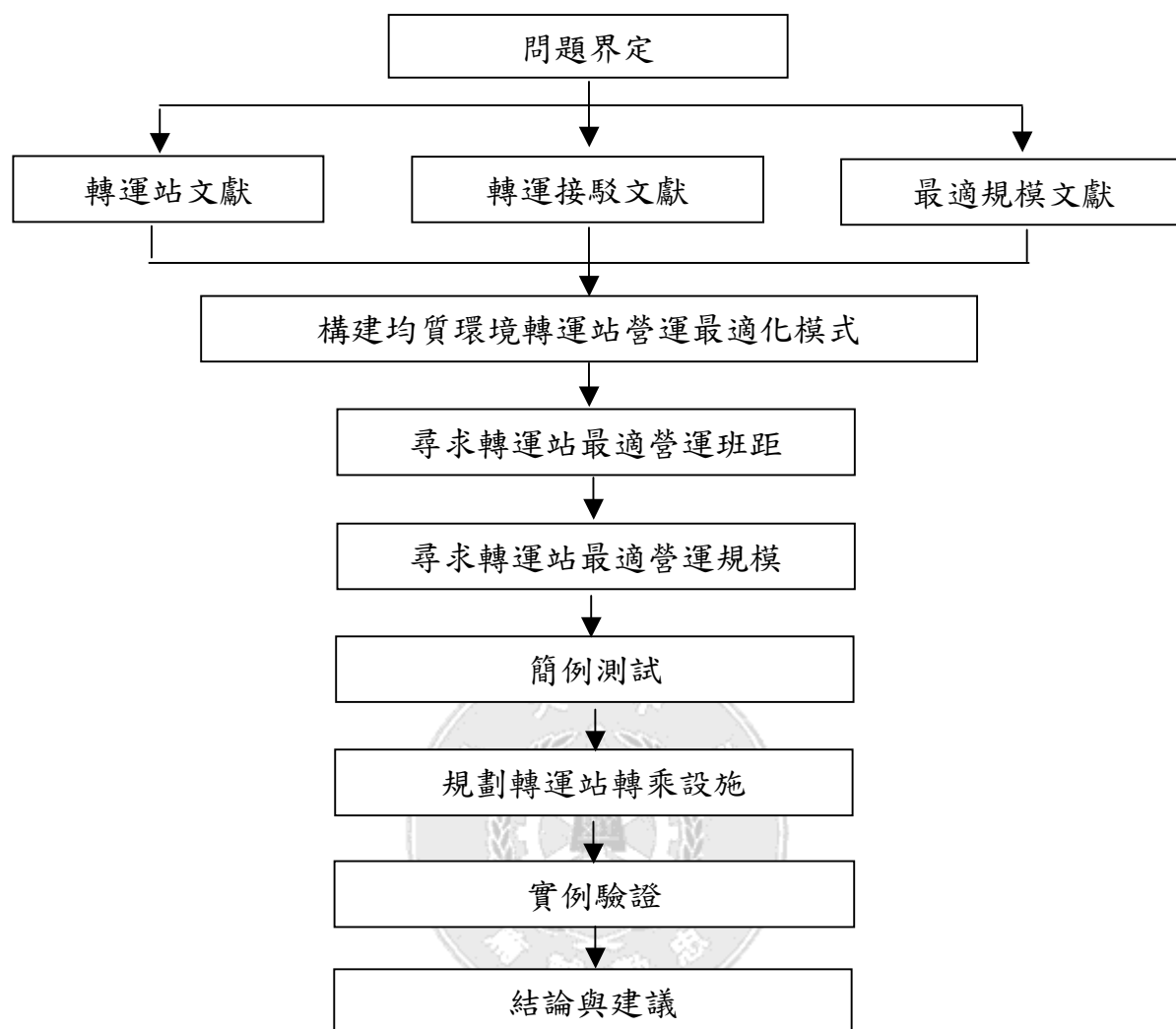


圖 1.3 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本研究針對所蒐集之文獻，分別為轉運站文獻、轉運/接駁文獻及最適規模文獻，此將其說明並進行綜合評析與歸納。

2.1 轉運站相關文獻

2.1.1 轉運站定義

依「公路客運轉運中心之規劃—台北都會區」【1】對轉運站定義如下：『一個可由一家或多家公路客運公司參與營運，同時並與其他運具在路線、班次及時刻表方面進行協調整合，使乘客能夠方便快捷地完成公路客運間或與其他運具間轉運行為之場站，稱之為公路客運轉運中心。』

2.1.2 轉運站分類

轉運站依不同功能與型態有所區分，茲將依各類標準加以區分如下：

(一)依大眾運輸系統所提供之場所與設施型態區分--五種類型【2】

A.停靠站(stop)

為沿街設置的簡單設施，一般可能只有招牌標誌等設備。

B.車站(station)

指在地上、地下或地面提供建築物等設施供乘客使用及系統營運之用。

C.終點站(Terminal)

為主要大眾運輸路線之終點車站。

D.轉運站(Transfer Station)

只可服務多條路線並供乘客在這些路線轉換之場站設施。

E.多運具轉運站(Multimodal Transfer Stations)

泛指可以提供多種運具及路線供乘客轉運之場站設施。

(二)依轉運站之規模區分--三種類型【2】

A.第一級轉運站(轉運中心)

(a)設置面積

約需 2 公頃以上。

(b)基本設施

①公路客運車輛之停車場地及簡易維修區，以方便車輛之停靠、

調度與維修。

②供私人運具停車轉乘(Park-and-Ride)及接送轉乘(Kiss-and-Ride)之停車場地。

③提供計程車之排班等候空間。

④乘客候車休息大廳及乘車月台。

⑤售票處及餐飲服務設施。

(c)基本功能

①可提供不同運具間之轉運服務。

②可供客運車輛作短暫停留、調度及緊急維修之用。

③站區內之設施，可以聯合開發方式兼作商業使用。

B.第二級轉運站(轉運集散站)

(a)設置面積

約需 1~2 公頃之間。

(b)基本設施

①公路客運車輛之停車場地，以方便車輛之停靠。

②私人運具之停車場地。

③乘客候車休息區及乘車月台。

④售票窗口及簡易販賣處。

(c)基本功能

①在於服務同一運具間不同系統之轉運。

②站區內可供公路客運車輛停等調度。

③站區內可兼營商業活動，其服務對象為轉乘旅客。

C.第三級轉運站(轉運招呼站)

(a)設置面積

約需 0.5~1 公頃之間。

(b)基本設施

①公路客運車輛之停靠站。

②私人運具之停車場地。

③乘客候車、乘車月台(包括候車亭及完整之轉乘資訊告示牌)。

(c)基本功能

①為最基本之轉運站型式，即類似目前之公車招呼站方式，但基於安全考量，宜以公車彎型式設置。

②其功能主要在於同一運具且同一系統之轉運。

③其僅准許車輛臨時停靠以上下乘客，但不提供車輛較長時間停留所須之場地。

(三)依路線型態區分--二種類型【2】

A.路線至轉運站間之關係

(a)輻射路線 (Radial Route)

即以轉運站作為路線之終點。

(b)穿越路線 (Through Route)

即轉運站僅是沿線眾多車站之一。

B.路線至轉運站間之關係

(a)相似路線 (Similar Route)

轉運系統中所有路線有相似特性 (如班次、容量、實體的運具特性相同等)。

(b)主從路線 (Trunk with Feeder's Route)

即轉運系統具有主幹線與支線之關係，通常主幹線具有較高之班次、容量及績效；而支線則具有較低之班次與容量。

(四)依旅客轉運行為特性區分--三種類型【2】

A.過境型轉運中心

主要供長途與長途客運間之旅客轉運，其功能類似空運中心 (Hub)。為縮短旅客轉運時間，以達轉運中心功能，則各客運業者間之路線、班次及時刻協調整合即相當重要。

B.轉接型轉運中心

以服務長途與地方性客運之旅客轉運為主。由於旅客之目的地與轉運中心仍有相當距離，故必須透過地方性客運接駁，以擴大長途客運之服務範圍。其接駁運具系統中，以提供方便之中程距離運具為特別重要。

C.集散型轉運中心

以服務長途客運與市區公車或其他運具間之旅客轉運為主。一般較靠近主要人口集中地區，旅客可透過多種運具，在轉運中心進行長途客運與短距離接駁以抵達其目的地。其接駁運具系統中，以提供方便而迅速之短距離接駁運具為特別重要。

(五)依服務路線區分--三種類型【2】

A.路線分散式轉運中心

(a)功能特徵

各轉運中心自成一完整系統，相同目的地之城際客運路線分散於各轉運中心，且各轉運中心同質性高。

(b)優點

由於同質性高，旅客可選擇距離起(訖)點最近之轉運中心，節省旅客於市區內之轉運時間。

(c)缺點

若硬性規定所有業者需服務所有場站，則運量分散、班次無法增加，影響營運效率。若未硬性規定服務所有場站，則業者勢必僅選擇區位最佳之場站，餘則乏人問津。

B.路線集中轉運中心

(a)功能特徵

依各轉運中心區位之特性，配置不同目的地之路線於適當之轉運中心，各轉運中心間同質性低。

(b)優點

①市區行駛路徑較短。

②運量集中、班次數量較多、旅客等候時間較短。

(c)缺點

旅客於市區內之轉運時間增長。

C.路線混合式轉運中心

(a)功能特徵

分散運輸需求量較大之路線於各轉運中心；而將運輸需求量較低路線依行駛路線特性，配置於適當轉運中心。

(b)優點

①運輸需求量較低之路線較易達規模經濟。

②運輸需求較高之路線分散於各轉運中心，以供旅客較佳便利性。

(c)缺點

主管單位於分配路線時，與公路客運業者溝通困難。

(六)依經營方式區分--二種類型【2】

A.衛星式轉運中心

於都會區中心設立統一調度之轉運中心，旅客至此中心購票及拖運行李，再由此轉運中心提供迅速便捷之轉運系統，並依旅客目的地載運到位於都會區外圍之衛星式轉運中心轉搭長途客運。

B.獨立式轉運中心

相對於衛星式轉運中心，都會區各轉運中心獨立經營其所屬上下旅客服務，以減少旅客再轉運之不便。

(七)依高速公路設置轉運站之位址區分--三種類型【2】

A.主線(收費站)

(a)轉運站規模

因主線(收費站)附近可使用之空間有限，故僅能考慮設置第三級轉運站。

(b)設施需求

於主線路肩外側設置大客車停車彎，包括分隔帶、車道路面、月台及維護旅客安全進出停靠站之通道等設施。

(c)效益

- ①旅客可就近利用轉運站上下高速公路客運，而不須經由現有之特定場站。
- ②可節省旅運時間。
- ③提高搭乘之便利性。

B.服務區(休息站)

(a)轉運站規模

由於目前服務區(休息站)皆為封閉式，且其為服務高速公路車輛，故僅能設置第三級轉運站。

(b)設施需求

- ①公路客運車輛之停靠站。
- ②私人運具之停車場地。
- ③乘客候車、乘車月台(包括候車亭及完整之轉乘資訊告示牌)。

(c)效益

- ①旅客可利用停車休息時間轉搭其他車輛。
- ②較不會延誤旅程。
- ③若其能直接與地區道路相連通，則轉運站之設置型態可提升至第二級轉運站，以加強其轉運功能。

C.交流道附近

(a)轉運站規模

各類型轉運站皆可設置於交流道附近，惟需視其設置區位、面積及其需要性而定。

(b)設施需求

視所設置之轉運站規模而定。

(c)效益

提供乘客一個安全、便利之轉乘場所，以杜絕違規客運之經營。

(八)依公路客運系統區分--二種類型【2】

A.地區性公路客運轉運站

服務市區公車與鄉鎮間公路客運系統之轉運站。

B.城際間中長途客運轉運站

服務經高(快)速道路之公路客運系統的轉運站。

(九)依轉運操作特性區分--分為三種類型【3】

A.終站型轉運站

設置於路線起點或迄點交流道鄰近區域，為高速公路城際客運與地區客運之轉接介面。

(a)適用性

係解決因路線起點或迄點都市其市區內交通狀況不佳，導致城際客運行駛市區產生延滯之問題。

(b)效益

減少車輛在市區行駛中所遭遇之延滯，亦即提高車輛之運轉效率。

(c)缺失

交流道附近地區交通之便利程度不如現有場站所在之市中心區，故乘客搭乘城際運輸班車將變得較不方便。

B.招呼站型轉運站

於高速公路沿線之交流道設置長途客運之招呼站，班車因應乘客需要停靠於交流道旁。

(a)適用性

日本在高速公路設計時，即加入沿線城際客運招呼站式轉運站之設計，操作甚為良好。

(b)效益

- ①營運之機動性大幅提升。
- ②乘客可享有較為密集班次與較大之可行性。

(c)缺失

沿途隨時停靠上下客，將造成乘客行車時間增加與搭乘不適之感覺。

C.集散型轉運站

轉運站設置的地點為合併路段端點的交流道鄰近地區。

(a)適用性

將有重複路段之數條路線合併為一線，並在此合併的路段上，將合併前數條路線原本的旅客集中運輸。

(b)效益

①可提高合併路段班車的承載率，亦即可用較少車輛里程的供應，運送相同延客里程之需求。

②合併路段的班次數增加增加，班距的縮短使得合併路段乘客的候車時間減少。

(c)缺失

乘客會有轉車損失(Transfer Penalties)的產生，包括轉車時間及中途停等的負面感受。

2.2 轉運/接駁相關文獻

以往探討轉運/接駁之文獻相當多，其相關文獻一般包括區位選擇、路線規劃、排班設計等研究課題。而轉運站之區位選擇不在本研究所探討之範圍，故僅針對本研究欲探討之課題，進行相關文獻之回顧與評析。茲分述如下：

2.2.1 轉運系統概念

一般而言，公路客運系統中心路網型態【3】可區分為單核心網路型態、雙核心網路型態、線形多核心網路型態、多角形網路型態，茲將其整理說明如下：

A.單核心路網(Unifocal Network)

包含單一的核心點及一些轉車路線。此核心點即為轉運站，而路線可能有輻射路線、穿越路線。

特點：

①當大部分旅次終點在轉運站，或不同路線需要不同班距時，營運以採用輻射路線為佳。

②若兩條輻射路線具有平衡的流量需求及相同的班距，且可靠度高，則應將之配對形成穿越路線來營運。

③服務區域大約為 4~6 公里長之距離。

B. 雙核心路網(Bifocal Network)

包含兩個轉運站，此網路的轉車路線除輻射路線及穿越路線外，比單核心網路多了一種直接路線(Direct Rout)，亦即連接轉運站間之路線。

特點：

提供兩核心點間之快速服務。

C. 線形多核心網路(Linear Multifocal Network)

在雙核心網路中，外加一個以上核心，並使其呈直線排列。

特點：

- ①將任兩個轉運站間之直接路線視為一條獨立路線，車輛在獨立路線間往返行駛。
- ②將直接路線所形成之封閉路線視為一條聯合路線，車輛環繞整個封閉路網行駛。

D. 多角型網路(Multi-angular Network)

由多個核心點所形成之多角形路網，且允許不相鄰的核心點間有互相連結的直接路線。

特點：

可提供同步式或錯開式之營運方式。

除上述外，「台灣省公路汽車客運路網整體改善規劃研究」【4】依運輸環境特性可以兩種方式建立轉運系統，茲說明如下：

A. 附載式轉運系統

係利用較長距離營運路線班車，對於高速公路沿線的某些特定據點停靠，負載共同目的之旅客，轉運站則設置於這些據點鄰近之高速公路主線上或交流道附近，乘客之接送郵遞區性客運服務。

B. 專線式轉運接駁系統

係單獨或匯整運量達到一客運運輸經濟規模，以直達路線行駛於各主要都市間，提供乘客較便捷服務，即將路線重疊度高、運量差異較大、班次數甚低之客運路線，或將偏遠鄉鎮之地區性客運旅客集中於主要都市，再經由高速公路客運以專線班車，將旅客運送至各主要都市。

2.2.2 轉運路線設計

Assad【5】探討鐵路貨物排程與貨物重組之最佳化模式，其將原起訖站直接運輸之路線改以轉運方式，作貨物之併車動作，以增加列車承載率，減少列車營運成本。而在路網設計問題中，其則考慮了火車類型、每一類型的車輛數和服務的路線，最小化營運成本。

Dobson and Lenderer【6】探討航空公司在單一轉運站之軸輻路線下排班與路線最佳化，並假設路線均已固定，且以總收入減去飛行變動成本與航機固定成本為目標式，限制式則為航機容量，其利用梯度最適法以不同的拉式乘數重複求解每一路線之最佳價格，並選擇獲利最大之價格進行票價之定價。

Shih【7】提出首先由路線產生程序(RGP)產生一路線集合，其次由一組反覆尋優程序所組成的路網分析程序(NETAP)進行處理，並決定所有路線之班表及營運車輛大小，然後再根據所得計算系統績效指標，最後藉路線改良程序(NIP)修正得大眾運輸路網。除此之外，路網分析過程中亦納入轉運中心的構想，由區位選擇程序進行篩選，確定轉運中心區位後，再由路線產生程序產生新的班表，並以路網分析程序評估路網轉運績效。

Aykin【8】探討航空運輸路網進行轉運系統之規劃，在假設乘客需求完全無彈性之狀況下建構一個軸輻路網決策模式，並以分枝定限法(Branch and bound)及 SAGI 啟發式解法(Simulated annealing based greedy interchange)求解目標函數，其中各路線之轉運效益係以外生方式處理，並以經濟規模作為評估指標。

Martins and Pato【9】探討接駁巴士路網設計問題，且必須同時滿足資源限制和旅運需求，並使用 Tabu Search 作為理論基礎，當中起始路線的建立是採用連續法(Sequential Building)和兩階段法(Two-phase building)兩種方法，以設計出多條符合規定服務水準之接駁巴士路線和站牌停等位置。

游政霖【10】探討城際客運轉車系統路線問題，其以啟發式方法建構轉運系統路線之設計程序，其所建立的路網評估指標，包括營運成本、乘客搭車與等車時間成本、票證費用、轉車代價等。並以提出包含基本路線、轉運路線、幹道路線之路網設計方法，且考量可能的情況歸納出兩種的轉運路線，從合併路線的方向出發，在成本節省的考量下，發展轉運路線定線之方法。

朱正祺【11】探討城際客運轉車系統路線問題，以數學規劃法進行最佳化模式之建構與求解。為了探討轉運操作對城際客運系統的影響，研究中考量四種不同成本，第一、單由業者層面考量；第二、單由乘客層面考量；第三、同時兼顧業者與乘客雙方面的考量；第四、加入設站成本考量。

許書耕【12】探討大眾運輸直達路線轉型成線性軸-輻(linearhub-and-spoke)路網之問題，並將轉運系統整體切割成排程、排班、區位及站數四個層次。且以最佳區位尋優程序求解站數與區位問題，而以其所研擬的二階段求解程序加以求解排程與排班問題。在最佳站數的推估，忽略場站投資成本項目，僅單由營運成本(使用者與業者)作站數上限推估，轉運站區位選擇問題上係直接採用既有之最佳區位尋優程序，在排程與排班的問題上，研擬二階段求解程序求解。

林祥生【13】探討管制且均質的環境下，找出巴士之最適路線組合、車廂容量及營運班距。設計出直達、接駁、轉運和接轉四種營運方案，並採用分析性數學，且在考慮車廂容量限制的前提下，以業者營運成本和乘客時間成本的和為最小化目標，求出個別方案間的最適巴士容量和最適班距。

林祥生【14】考量國道客運市場具有隨空間及時間而異的特性，發展一多時段異質型的分析模式，有助於尋求更符合實際情況的最適經營策略。而空間異質性分為各生活圈互異的旅次產生點分佈和各起訖旅次的需求強度皆不同之二類型，時間異質性則為多時段特性。

邱裕鈞【15】探討線性軸輻路網之接駁/轉運課題，首先利用遺傳演算法之編解碼技術，分別構建同時分組、逐步分組及種子分組三模式，俾進行路線分組，以決定路線間之接駁轉運關係，並與層級分組模式比較；其次，並以構建路網最佳化及排班最佳化模式，求解各路線分組之最佳路網型式及班距。乘客候車成本、乘客懲罰成本、業者成本，以及場站設置營運成本之總和最小化為目標函數。

李宗翰【16】探討長途城際客運的轉運路線合併方式與路網規劃。其採用的啟發法：以路線平均乘載率為準則規劃出直達與合併路線，平均承載率高於設計乘載率的路線維持直達的營運方式；平均承載率較低且彼此重複路段最長之路線反覆加以合併，進行模擬估計，選擇績效指標較高者；至於無法合併的剩餘路線則規劃成直達路線，並新路網決定後需重算各路線之發車班距，若合併路線發車班距大於原路網中最大發車班距，則沿用原設定之發車班距。

陳昱豪【17】以公路客運轉運站為主要規劃範圍，並基於場站區位與面積大小不受限制之單一轉運中心假設前提下，透過分析性數學模式、數學規劃法等方法構建轉運站最適規模之求解模式，並發展有效之求解程序及配合數值分析法，進而求解出轉運站規模與其容納路線數間之權衡關係。此外，為更能增進轉運站之設置效益，其於轉運站最適規模之基礎上據以規劃設計『整數班距策略』及『混合車隊策略』等相關之營運服務策略。

2.2.3 轉運排班設計

Newell【18】探討公車之派班模式，依照營運者所制定之營運目標，訂定出適當的派車班距。並假設每一位乘客的到站過程已知且為一常數、行駛時間為固定不變之值、車隊容量與車隊規模無限制，且為方便推導，將路線上各站的旅客需求數，全部換算成起站的有效需求，以起站的旅客到達、等候情形來表示所有旅客到達、等候的情形。而該研究首先以圖形分析旅客到達與車隊派遣之行為，經由數學推導後，以乘客等候時間最小化為目標式，得到單向發車之發車班距。

Salzaborn【19】延續 Newell 的研究，並改善部分不合理的假設，如車子仍可駛回起站重覆使用。其目標首重為單一路線上車輛數目最小化，其次則為旅客等候時間最小化亦考慮了承載率的觀念，以及尖、離峰應採行不同的派車策略，並利用微分技巧推導，求得單一路線上所需的最小車隊數字後，再考慮使乘客等車總時間最小，得到最佳派車率。

Hurdle【20】亦延續 Newell 的觀念，假設車輛數與車輛容量固定，並將業者的營運成本(固定成本與行車成本)納入目標函數中，故目標函數設定為乘客等候時間與業者營運成本。模式中分別對尖峰與離峰的派車情形與最適車隊規模進行數學推導，模式推導過程中，以每人座位的觀念，進而得到發車頻率。

Vuchic【21】探討以班次途中之最大承載區間(Maximum LoadSection; MLS)，來決定公車的基本派車頻率。此一派班方式的基本原則，是對路線上最大的旅次需求，提供足夠的運能加以運載，認為班距的訂定應以提供足夠的運能來滿足乘客需求，且系統必需維持在一定的服務水準上(不超過某一承載率的限制)，再由路線中最大的承載區間決定發車班距，而所謂最大承載區間是指路線載客量最多的兩個停靠區間。

Friedman【22】採用數學規劃法求解公車排班問題，先假設公車路線、候車站位置、乘客需求以及道路交通均已知且確定，在車隊數限制的條件下，建立最小乘客等待時間求解最佳化班距。

Jannson【23】從社會總成本的觀點，構建一簡單的公車路線模式，以乘客候車成本、車內時間成本與業者營運成本最小化為目標，求解最適的路線發車率及公車容量。且其在研究中認為業者在採用最適公車容量之後，應以相同車輛來服務尖、離峰時段的乘客，以避免社會總成本的增加。

Chang and Schonfeld【24】將多對一的公車路線型態分為固定路線與彈性路線兩種，前者係指傳統的公車營運，後者則是採彈性路線的及門服務。在業者與乘客成本最小化、社會福利最大、業者利潤最大的目標下，分別探討固定需求、變動需求之情形。推導結果顯示固定路線方案適合以大型公車在旅次需求高的地區營運；彈性路線方案應採小型公車服務乘客較少的地方。

Chang and Schonfeld【25】在需求固定的假設條件下，以營運者成本及使用者進出站成本、等車成本、車內成本最小化為目標函數，探討多對一的接駁公車系統最佳化，提出固定路線與彈性路線兩個方案，決策變數包括最佳公車容量與服務範圍。該研究以平均每人旅次成本高低為決策依據，比較兩方案之適用環境，並獲得多時段的最佳化結果。

張國揚【26】根據影響公車路網中班次分派與車輛配置的主要因素(例如旅次需求、服務水準、營運成本、車輛容量等)，在提供合理的服務水準為前提下，以業者的營運淨收益最大化為目標函數，建立路線班次分派與車輛配置的數學模式，並利用作業研究上尋優的觀念，發展模式的求解方法。並假設總旅次數固定不變(即班距彈性為零)、車輛型式相同，且將所承載的旅客分為『選擇性旅次』與『無選擇性旅次』。

賴金和【27】分析多時段公車費率及相關服務水準，在考量營運者損益兩平與容量等限制條件下，以社會福利最大化為目標，建立最佳化數學模式，並在求解過程中引入拉氏乘數，分別求得最佳化費率與最佳化班距。該研究亦將旅客上下時間損耗、不同時段時間價值及成本分配等問題，納入數學分析模式，以增加模式之精確度。

許哲瑋【28】延續賴金和之研究，探討管制情況下公車系統的營運設計，以分析性最佳化方法進行求解。研究中考量大眾運輸成本項目、服務功能與需求特性，依最大利潤、損益兩平下最大社會福利之目標函數，建立多時段公車之最佳化模式及二階段公車營運模式。模式中的決策變數包

括了網路密度、費率與班距，經過各種模式分析後，可以得到不同時段班距與費率的最佳化結果。

吳宗憲【29】結合專家系統，以系統模擬法構建公車排班模式。先假設公車及乘客之到站間距皆具隨機性與所有車輛車型、容量一致，以最大承載率與現有配車數為限制條件，尋求乘客等候時間成本、車內時間成本及營運成本總和最小化。該研究以滿足路線最大承載量的發車班距為基礎，依此班距透過模擬得到公車營運的迴車時間，由迴車時間與發車班距求得經營路線所需之車輛數。

劉方旗【30】認為公車排班系統應屬隨機性(stochastic)，乘客需求與行車時間具有不確定性，故將不確定因素納入公車排班系統中，依實際班車行車路線來定義目標函數，並建立一隨機系統的數學模式，最後發展出一隨機最佳化方法論找出最佳的班車班距。所謂隨機最佳化，即利用目標函數的估計值來求最佳解，而該研究以系統模擬實驗來估計任一可行解的目標函數值。

2.3 最適規模相關文獻

邊泰明【31】從都市系統觀點，針對加油站之區位需求、區位配置及用地規模進行分析。在區位需求部分，基於空間特性的產出，以逐步迴歸方式建立區位需求方程式，找出區位選擇變數之關係，並透過選擇變數之性質與加油行為分析，以固定需求及隨機需求之比例作為指標，分析階層性的高低。在區位配置方面，設定目標函數為總體行車成本最低，並考慮現有加油站均衡不變動之情況下，尋求最佳配置方案。至於用地規模部分，則是透過等候理論模式中的到達率及服務率作為建立使用者效用函數之基礎及等候線中等待車輛數，進而決定用地規模之大小。

蔡建年【32】以線性規劃方法綜合中心都市內外居民或決策所追求之不同目標，使內外雙方之不滿意程度降至最低，以期建立高雄都會區之最適人口規模分佈。其次，再利用最適的人口規模分佈，建議中心都市將來行政區域調整擴大之發展方向。

陳榮輝【33】探討運輸技術與生產技術改變對都會設施規模之影響。該研究以顧客平均旅行成本與單位生產成本之權衡取捨關係為基礎，並透過最適化技巧建立一基本的解析模式，以決定最適之設施規模。且在單位生產成本與平均旅行成本總和最低為目標及供給等於需求、成本等於收益之假設條件下，延伸構建非線性數學規劃問題決定最適規模與市場範圍。

吳雅惠【34】以解析性方法從整體系統進行分析，並同時考慮供給與需求兩方面，以探討航空運輸系統之結構與特性，進而了解影響機場市場規模的各項因素及相互間之關係。研究中透過各項成本隨機場市場規模增加而遞減現象之相互間權衡取捨關係，且在各項成本之組合平均成本最小為目標函數下，分別建立單一城市對航線市場規模模式與整體機場市場規模模式，再對各主要參變數進行敏感度分析，以探討其在政策上之實質意義。

游佳瑜【35】探討工業用地供需變化與工業區使用現況，找出工業區規模編定之決策因素；並由外部因素(外部環境)及內部因素(內部環境)來探討影響工業區開發規模的因素；最後則考慮工業區所在都市階層，建立各都市階層工業區規模目標函數及限制條件，適當轉換雪拉吉土地使用計畫模型之變數，並運用線性規劃方法(SAS/OR)，求解工業區之最適規模。

蕭幸金【36】以 DEA 模式探討我國區域醫院及地區醫院的規模報酬，結果發現大部份區域醫院均處於報酬遞增的型態，此說明我國目前許多地區醫院確實存在規模不足的情況。再以 DEA 模型求得各級醫院最具生產力的規模大小(MPSS)，並分析各級醫院為達到最適規模大小，其各項投入項目應調整的數量。最後以差額變數分析，探討各級醫院實際各項投入與目前產生量下最小投入間的差異。

陳富義【37】嘗試定義站前廣場之基本意涵，提出站前廣場之規劃程序、供給面因素及影響因素，比較分析各類站前廣場面積估算模型之優缺點，並以國內鐵路及捷運站前廣場為研究範圍，探討其站前廣場之形成與現有規劃設計準則，並與實際供給現況面積作比較分析，再經由旅客調查，以旅客之觀點分析旅客感受站前廣場規模之充足程度，據以檢討分析國內站前廣場規模之課題，並提出改善措施，以建構站前廣場規模之估算流程，作為日後國內規劃設計站前廣場規模之依據與參考。

呂昭宏【38】以台南都會區大眾捷運系統為例，假設捷運聯合開發存在短期之成本及收益均衡，則在利潤最大化下存在最適開發規模，並對其成本與收益項目進行探討，且亦在各部門權利與義務分配比例假設固定不變下進行個案分析。此外，該研究亦針對各場站不同之屬性建立不動產價格預測模型，推測開發後之不動產價格。並對該變量進行敏感度分析，以瞭解不動產增值狀況與聯合開發基地規模之變動情形。

2.4 文獻綜合評析與啟示

綜合過去國內、外有關之研究，有不少重要之觀點與成果，值得本研究借鏡與參考，茲整理如下。

- 1.過去文獻對於最適規模課題之研究採用多種研究方法，而來研究囿限於轉運站設置成本與各營運路線成本資料之取得困難，故遂以分析性模式和數學規劃方法進行轉運站最適規模之求解。
- 2.過去部分研究者在探討公車系統最佳化時，係以乘客時間成本最小化或業者收益最大化為目標函數，後來均被批判為有失偏頗。其實，大眾運輸系統是由業者與乘客以服務的供給、需求關係而組成，二者缺一不可。因此，在選擇系統最佳化目標時，應平等兼顧雙方之權益，才能確保系統之均衡與服務品質
- 3.在求解公車排班最佳化方面，圖解化與最大承載區間概念法受其方法論所限，均僅適於處理較單純之設計問題；系統模擬法雖以反映實際狀況見長，但必須進行大規模調查是其主要缺陷，因此亦不適合探討大範圍的城際客運問題。基於研究方法論的一致性，本研究仍將選擇分析性數學模式，來求解公路客運轉運站路線排班最佳化之問題。
- 4.在處理公路客運之排班時，若將各班次排定時間及是否銜接以決策變數方式表之，將大幅增加問題之複雜性。惟因公路客運在一定時段內之班距大小變動性低，明顯不同於航機班表，故接駁/轉運之排班機制，可作一定程度之簡化，僅以各路線之班距為決策變數，分析乘客於起站之等候時間以及轉乘不同班距路線時之等候時間。

第三章 轉運站規模最適化分析

本章首先就研究問題進行相關分析並明確地界定其探討範圍，其次為避免問題過於複雜而模糊規劃重點，或過度簡化而無法反映實際問題特性，因此於構建模式前先設定幾項假設，並對於相關符號及名詞作清楚之定義與說明。於前述之基礎上，本研究將構建轉運站規模最適化之求解模式，並透過簡例驗證所構建模式之正確性與功能性。

3.1 問題說明

本研究之問題目標為在既有的路線、旅運需求為已知前提下，使用分析性數學模式架構(Analytic Mathematical Approach)、數學規劃法為基本方法論，並以業者成本與乘客成本總和最小化為目標式，進而規劃城際客運路線的最佳營運方式，其中包含營運路線、相對應之班距、轉運站設施數、轉運站規模面積，其模式架構(如圖 3.1 所示)。

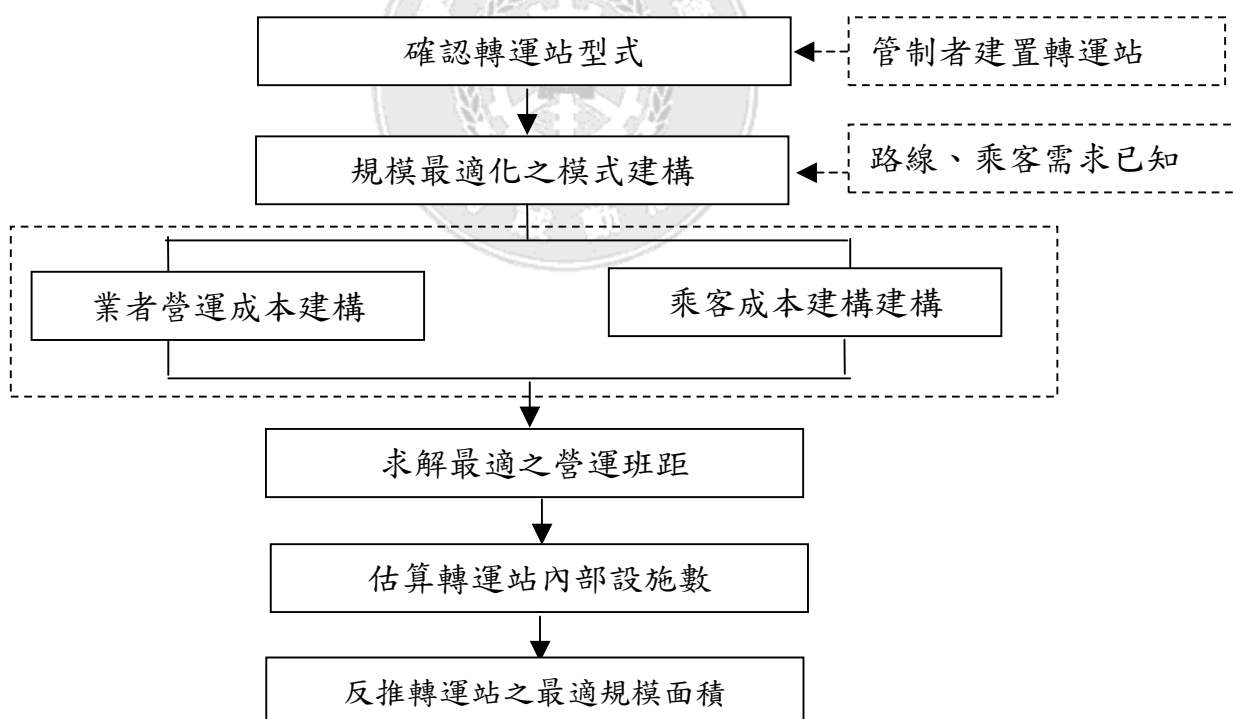


圖 3.1 模式架構圖

3.2 模式構想與假設

本研究以管制性(Regulated)、時間均質性(Time Homogeneous)與空間異質性(Space Heterogeneous)之營運環境下的公路客運轉運站為研究對象。假設研究範圍內一高速公路自起點 i 至迄點 j 共有 $n+m+1$ 個生活圈，其中設有一轉運中心 T ，且每一生活圈均設有交流道供車輛進出(如圖 3.2 所示)。

所謂管制環境係指政府可全權決定國道客運與轉運中心之服務方式，包括轉運站規模、轉運站內所容納營運路線之型態、班距水準及車輛容量等，亦即業者必須在政府整體性考量的原則下從事經營。有關轉運中心之區位選擇，本研究假設僅於第 k 個生活圈的交流道附近設置單一轉運中心，不考慮多轉運中心之問題，而接駁路線無進行規劃，但會於市區旅運需求已知下，於轉運中心規劃出應映的轉乘設施系統，以備未來營運之所需。

所謂時間均質性環境係指乘客需求量、道路行車速率等均不因時段不同而有所變化。至於空間異質性係指國道客運市場具有「因地而異」的特性，如各生活圈的旅次分佈型態互異，各起訖旅次(O-D pair)的需求強度不同等。

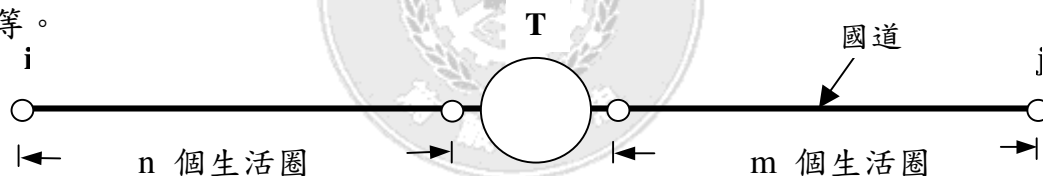


圖 3.2 國道客運市場營運環境示意圖

在公路客運路網研究中所涉及的環節多且複雜，故為了降低問題過於複雜而模糊規劃重點，但又不致過度簡化而無法反映實際問題之特性，本研究於進行模式構建前先設定下列幾項假設：

1. 此所探討並規劃之轉運站類型僅限於單一轉運中心之集散型轉運站(即不考慮其他型式之轉運站系統)，並假設其不受區位、面積等因素之限制。
2. 國道客運路線之起訖站固定，不因納入轉運站運作而增加或減少路線之可及性，且將經轉運站之路線營運方式假設為區間車之型態，即此定義轉運站之功能為路線起端、起端或轉車站。
3. 乘客旅運需求為已知且固定，不因轉運站之設置而有所變動，且同一時段內之乘客需求呈均勻分配，而經接駁或轉運之設計後，乘客必會進入轉運站進行轉運/接駁行為，雖會改變其所搭乘之原始車輛，但原路線所經路段均不會改變。

3.3 模式名詞定義及符號

本節將分別針對系統名詞與模式中所引用之符號加以定義並說明之。

3.3.1 名詞定義

傳為掌握公路客運轉運站的系統特性，以利最適規模模式之描述與構建，首先定義相關名詞如下：

1. 國道路線：以行駛高速公路為主的城際公路客運路線。
2. 接駁路線：以行駛市區道路為主並具備接駁國道路線乘客至地方客運或市區公車之路線。
3. 轉運：二條以上國道路線在轉運中心所進行的乘客轉車作業。
4. 接駁：國道路線與接駁路線在轉運中心所進行乘客轉車作業。

3.4 模式參數

茲將模式構建中所引用之相關符號茲彙整如表3.1所示。

表 3.1 模式參數符號彙整表

符號	參數定義	單位
ΣTC	單一路線總成本	元/時
ΣRC	業者租用轉運站設施成本	元/時
ΣCC	業者營運成本	元/時
ΣPC	乘客成本	元/時
RC_1	業者月台租用成本	元/時
RC_2	業者臨停車位租用成本	元/時
RC_3	業者駕駛員休息室租用成本	元/時
RC_4	業者旅客候車區租用成本	元/時
RC_5	業者旅客走道區租用成本	元/時
RC_6	業者廁所區租用成本	元/時
CC_1	業者車隊營運成本	元/時
CC_2	業者車隊折舊成本	元/時
PC_1	乘客起站等車時間成本	元/時
PC_2	乘客轉運站等車時間成本	元/時
Q	國道客運之起站乘客人數	人/時
q	國道客運之迄站乘客人數	人/時
D	國道客運之起站至迄站之距離	公里

V	國道行駛速率	公里/時
h	國道客運之路線班距	時
B	車輛單位營運成本	元/時
a	車輛固定營運成本	元/時
b	車輛變動單位成本係數	元/車人時
S	車輛座位數	人/車
ω	配合行車時間調整之場站時間係數	--
Γ	車輛折舊成本	元/公里
α	尖峰小時班次調整係數	--
β	月台週轉率	班次/月台-時
γ	月台租用成本	元/月台-時
δ	臨停車位週轉率	班次/臨停車位-時
ε	臨停車位租用成本	元/臨停車位-時
ζ	駕駛人數	人/臨停車位
η	單位駕駛員佔用面積	$\text{m}^2/\text{人}$
θ	休息室租用成本	元/ m^2 -時
ι	旅客人數調整係數	--
κ	單位候車區旅客佔用面積	$\text{m}^2/\text{人}$
λ	候車區租用成本	元/ m^2 -時
μ	單位走道區旅客佔用面積	$\text{m}^2/\text{人}$
ν	走道區租用成本	元/ m^2 -時
ξ	女廁相對於男廁之比例	%
\omicron	女廁便池使用率	人/女廁便池-時
π	單位女廁便池租用面積	$\text{m}^2/\text{女廁便池}$
ρ	男廁相對於女廁之比例	%
σ	男廁便斗使用率	人/男廁便斗-時
τ	單位男廁便斗租用面積	$\text{m}^2/\text{男廁便斗}$
υ	男廁便池相對於男廁便斗之比例	%
φ	男廁便池使用率	人/男廁便池-時
χ	單位男廁便池租用面積	$\text{m}^2/\text{男廁便池}$
ψ	廁所區租用成本	元/ m^2 -時
Δ	國道乘客起站候車時間係數	--
U	國道客運之乘客於起訖站候車時間價值	元/人-時
Ω	國道乘客轉運站候車時間係數	--
Π	國道客運之乘客於轉運站候車時間價值	元/人-時

3.5 模式目標函數

Holroyd(1967)認為在求解大眾運輸系統最佳化之同時，應兼顧業者與乘客的權益。基於此，本研究由管制者角度出發，並以系統設計(System Design)的觀點來尋求透過設置適當規模之轉運站，促使國道客運系統之總社會成本最小化，亦即以業者成本、乘客成本等二項總和最小化為目標函數。故本研究之目標函數可設定如下(如圖 3.3 所示)：

$$\text{Min 總成本} = \text{業者成本} + \text{乘客成本}$$

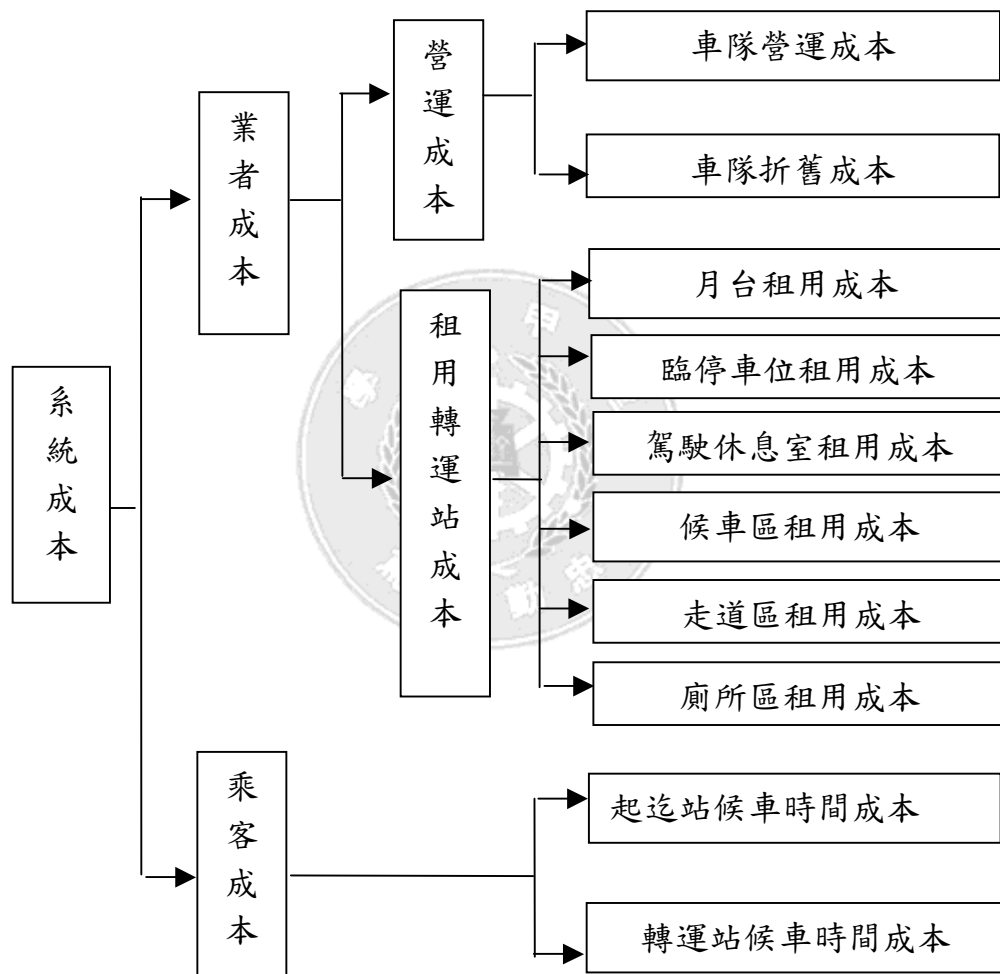


圖 3.3 國道客運系統總成本

(一)業者成本 Operator Cost (OC)

(1)業者營運成本(OC)

由圖 3.4 可知，若以起站至迄站來回營運之狀況而言，所至少需要之國道客運車隊規模(車輛數，N)，如下式：

$$N = \frac{2D}{Vh} \quad (3.1)$$

其中，D：起站至迄站之距離(公里)

V：行車速度(公里/時)

h：路線班距(時)

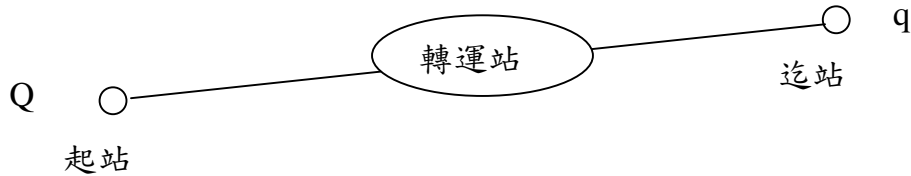


圖 3.4 國道客運系統示意圖

①業者車隊營運成本(OC_1)

此成本乃為業者營運時，其公車之營運時間成本。而一個班次的營運時間，則為其行車時間與場站時間的和，其中場站時間則假設與行車時間成正比【13】，如下式：

$$OC_1 = \frac{BT}{h}, \text{ 其中 } T = \frac{2D(1+\omega)}{V} \quad (3.2)$$

其中，T：營運路線往返時間(時)

D：起站至迄站之距離(公里)

V：行車速度(公里/時)

h：路線班距(時)

ω ：配合行車時間調整之場站時間係數

B：車輛單位營運成本(元/時)

$$B = a + bS$$

a：車輛固定營運成本(元/時)

b：車輛變動單位成本係數(元/車人時)

S：國道客運車輛座位數(人)

②業者車隊折舊成本(OC_2)

此成本乃為業者營運時，維持路線班距，所需最小車隊之固定折舊成本，如下式：

$$OC_2 = \frac{\alpha J_1}{h}, \text{ 其中 } J_1 = D \times \Gamma \quad (3.3)$$

其中，D：起站至迄站之距離(公里)

α ：班次調整係數

h：路線班距(時)

Γ ：車輛折舊成本(元/公里)

由上述可知，業者營運成本可整理如公式 3.4 所示：

$$\begin{aligned}
 OC &= \sum_{i=1}^2 OC_i = OC_1 + OC_2 = \frac{BT}{h} + \frac{\alpha J_1}{h} \\
 &= \frac{1}{h}(BT + \alpha J_1)
 \end{aligned} \tag{3.4}$$

(2) 營業者轉運站設租用成本 Rent Cost (RC)

① 月台租用成本

此成本乃為國道客運車輛進入轉運站內進行轉運/接駁行為時，轉運站所提供乘客上下車之月台租用成本。如下式：

$$RC_1 = \frac{\alpha R_1}{h}, \text{ 其中 } R_1 = \frac{1}{\beta} \times \gamma \tag{3.5}$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

β ：月台週轉率(班次/月台-時)

γ ：月台租用成本(元/月台-時)

② 臨停車位租用成本

此成本為國道客運車輛進入轉運站內進行轉運/接駁行為時，轉運站提供車輛臨停之臨停車位租用成本。如下式：

$$RC_2 = \frac{\alpha R_2}{h}, \text{ 其中 } R_2 = \frac{1}{\delta} \times \varepsilon \tag{3.6}$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

δ ：臨停車位週轉率(班次/臨停車位-時)

ε ：臨停車位租用成本(元/臨停車位-時)

③ 駕駛員休息室租用成本

此為轉運站內供駕駛員休息之休息室租用成本。如下式：

$$RC_3 = \frac{\alpha R_3}{h}, \text{ 其中 } R_3 = \frac{1}{\delta} \times \zeta \times \eta \times \theta \tag{3.7}$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

δ ：臨停車位週轉率(班次/臨停車位-時)

ζ ：駕駛人數(人/臨停車位)

η ：單位駕駛員佔用面積(m^2 /人)

θ ：休息室租用成本(元/ m^2)

④旅客候車區租用成本

此為轉運站內供乘客等車之候車空間租用成本。如下式：

$$RC_4 = \frac{\alpha R_4}{h}, \text{ 其中 } R_4 = S \times l \times \kappa \times \lambda \quad (3.8)$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

S ：座位數(人/班次)

l ：旅客人數調整係數

κ ：單位候車旅客佔用面積(m^2 /人)

λ ：候車區租用成本(元/ m^2)

⑤旅客走道區租用成本

此為供乘客之走道空間租用成本。如下式：

$$RC_5 = \frac{\alpha R_5}{h}, \text{ 其中 } R_5 = S \times l \times \mu \times \nu \quad (3.9)$$

其中， h ：班距(時)

S ：座位數(人/班次)

l ：旅客人數調整係數

μ ：單位走道區旅客佔用面積(m^2 /人)

ν ：走道區租用成本(元/ m^2)

⑥廁所區租用成本

此為轉運站所提供乘客廁所空間租用成本。如下述：

⑥-1 男廁所租用成本

此為轉運站所供男乘客廁所空間租用成本。如下式：

$$RC_6 = \frac{\alpha R_6}{h}, \text{ 其中 } R_6 = S \times l \times \left[\left(\rho \times \frac{1}{\sigma} \times \tau \right) + \left(\nu \times \frac{1}{\phi} \times \chi \right) \right] \times \psi \quad (3.10)$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

S ：座位數(人/車)

l ：旅客人數調整係數

ρ ：男廁相對於女廁之比例

σ ：男廁便斗使用率(人/男廁便斗-時)

τ ：單位男廁便斗租用面積(m^2 /男廁便斗)

ν ：男廁便池相對於男廁便斗之比例

ϕ ：男廁便池使用率(人/男廁便池-時)

χ ：單位男廁便池租用面積(m^2 /男廁便池)

ψ ：廁所區租用成本(元/ m^2)

⑥-2 女廁所租用成本

此為轉運站所供女乘客廁所空間租用成本。如下式：

$$RC_7 = \frac{\alpha R_7}{h}, \text{ 其中 } R_7 = S \times l \times \xi \times \frac{1}{O} \times \pi \times \psi \quad (3.11)$$

其中， h ：班距(時)

α ：班次調整係數

S ：座位數(人/班次)

l ：旅客人數調整係數

ξ ：女廁相對於男廁之比例

O ：女廁便池使用率(人/女廁便池-時)

π ：單位女廁便池租用面積(m^2 /女廁便池)

ψ ：廁所區租用成本(元/ m^2)

由上述可知，業者轉運站設租用成本可整理如公式 3.12 所示：

$$\begin{aligned} RC &= \sum_{i=1}^7 RC_i \\ &= RC_1 + RC_2 + RC_3 + RC_4 + RC_5 + RC_6 + RC_7 \\ &= \frac{\alpha}{h} (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7) \\ &= \frac{\alpha J_2}{h} \end{aligned} \quad (3.12)$$

(二) 乘客成本 Passenger Cost (PC)

此成本乃為乘客欲使用轉運站時，乘客起訖站等車時間成本與乘客轉運站等車時間成本的和，故此針對上述兩項成本分述如下：

① 乘客起訖站等車時間成本(PC₁)

此項成本為單位時間內所有乘客與每一乘客平均起站等車時間成本之乘積，如下式所示：

$$PC_1 = (Q + q)hP_1, \text{ 其中 } P_1 = \Delta U \quad (3.13)$$

其中， Q ：起站乘客人數(人/時)

q ：迄站乘客人數(人/時)

Δ ：乘客起站候車時間係數

h ：路線班距(時)

U ：乘客於起訖站候車時間價值(元/人時)

② 乘客轉運站等車時間成本(PC₂)

此項成本為單位時間內所有乘客與每一乘客平均轉運站等車時間均等車時間成本之乘積，如下式所示：

$$PC_2 = (Q+q)hP_2, \text{ 其中 } P_2 = \Omega\Pi \quad (3.14)$$

其中，Q:起站乘客人數(人/時)

q:迄站乘客人數(人/時)

Ω:乘客轉運站候車時間係數

h:路線班距(時)

Π:乘客於轉運站候車時間價值(元/人時)

由上述可知，乘客成本可整理如下式 3.15 所示：

$$\begin{aligned} PC &= \sum PC_i = PC_1 + PC_2 \\ &= (Q+q)h(P_1 + P_2) \\ &= (Q+q)hJ_3 \end{aligned} \quad (3.15)$$

由以上可知，目標函數可表示如下式3.16所示：

$$\begin{aligned} \text{Min TC} &= \sum OC_i + \sum RC_i + \sum PC_i \\ &= \frac{1}{h}[BT + \alpha(J_1 + J_2)] + h(Q+q)J_3 \end{aligned} \quad (3.16)$$

3.6 模式構建與求解

3.6.1 模式最佳化

本研究於此僅將國道客運系統納入轉運站最適規模之模式系統考量，而模式之建構乃基於系統最小總成本成之最佳化觀念著手，亦即所建構之模式必須符合一階為分等於零、二階為分大於零之狀況下，始可得本模式之最佳解(如圖 3.5、3.6 所示)。

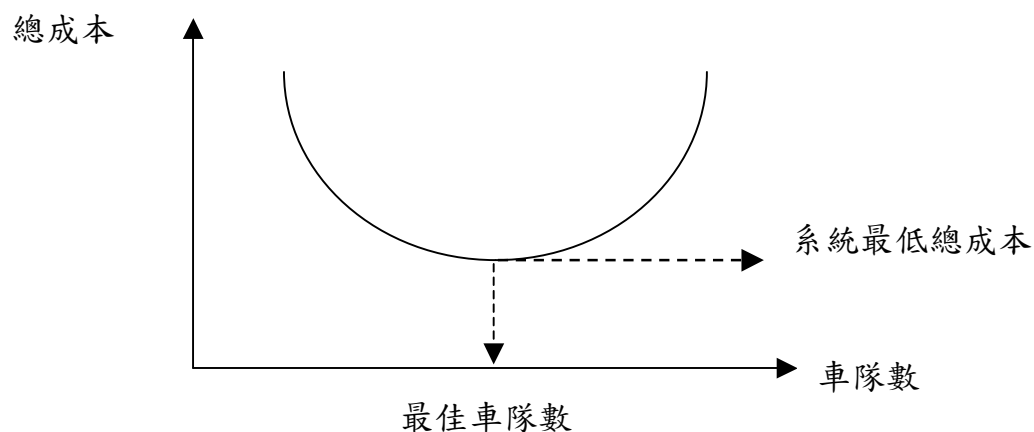


圖 3.5 求解程序示意圖

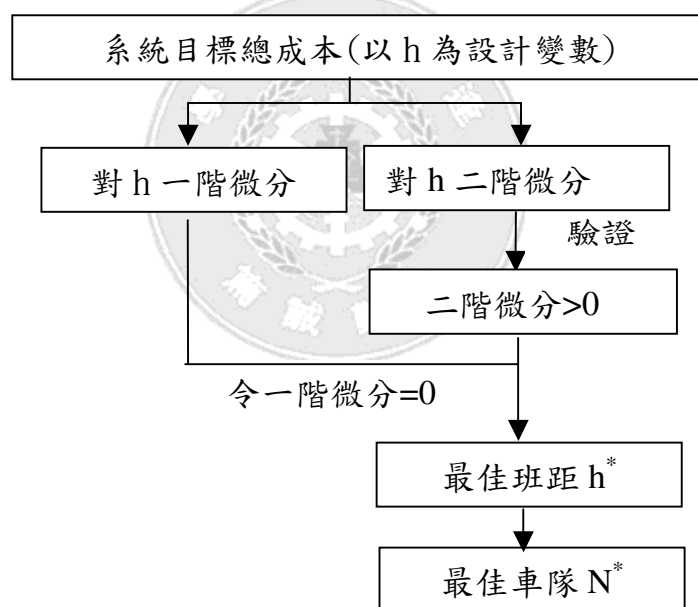


圖 3.6 模式求解方式

3.6.2 模式求解程序

本研究於僅將國道客運系統納入轉運站最適營運之模式系統考量，而其求解階段如下說明：(如圖 3.7 所示)

(一)第一階段

於此階段中，將進行原始營運路線、路線長度、起訖端運量之調查，並將僅選取經過轉運站之路線，且將每條路線以轉運站為中途點或起訖點之路線進行區段式分割，使得原營運型態由直達型式變更為區段型式。

Step1：調查原始營運路線、路線長度、起訖端運量，並從原有路線中篩選出必須經過或抵達轉運站生活圈之國道路線，以形成路線待選集合。

Step2：將路線待選集合之各路線以轉運站為起訖點，使原直達營運型態變更為區段營運型態，並將重複之路段進行合併之動作，進而將路線長度進行切割、起訖端運量重複路段進行合併加總的運算，至此進入第二階段。

(二)第二階段

於此階段中，經成本模式之建構，將進行模式最佳化之步驟，並進一步求出轉運站之最適班距、最佳成本規模。

Step1：將業者成本與乘客成本之加總為模式之目標函數，並進行模式之最佳化，求出各路線之最佳營運班距，而為符合旅客需求，亦考量載客容量限制，並與本研究建構模式之班距，此班距採取小數位無條件捨去策略，並由此班距求的成本最小化、尖峰小時班次數；此外，亦可求得各路線營運車隊規模，而此車隊規模將採取小數位無條件進位策略，以符合尖峰時段需求。

Step2：由尖峰小時班次數，求得知轉運所需之各項設施數量，並推估面積規模，即可得轉運站之最適營運規模。

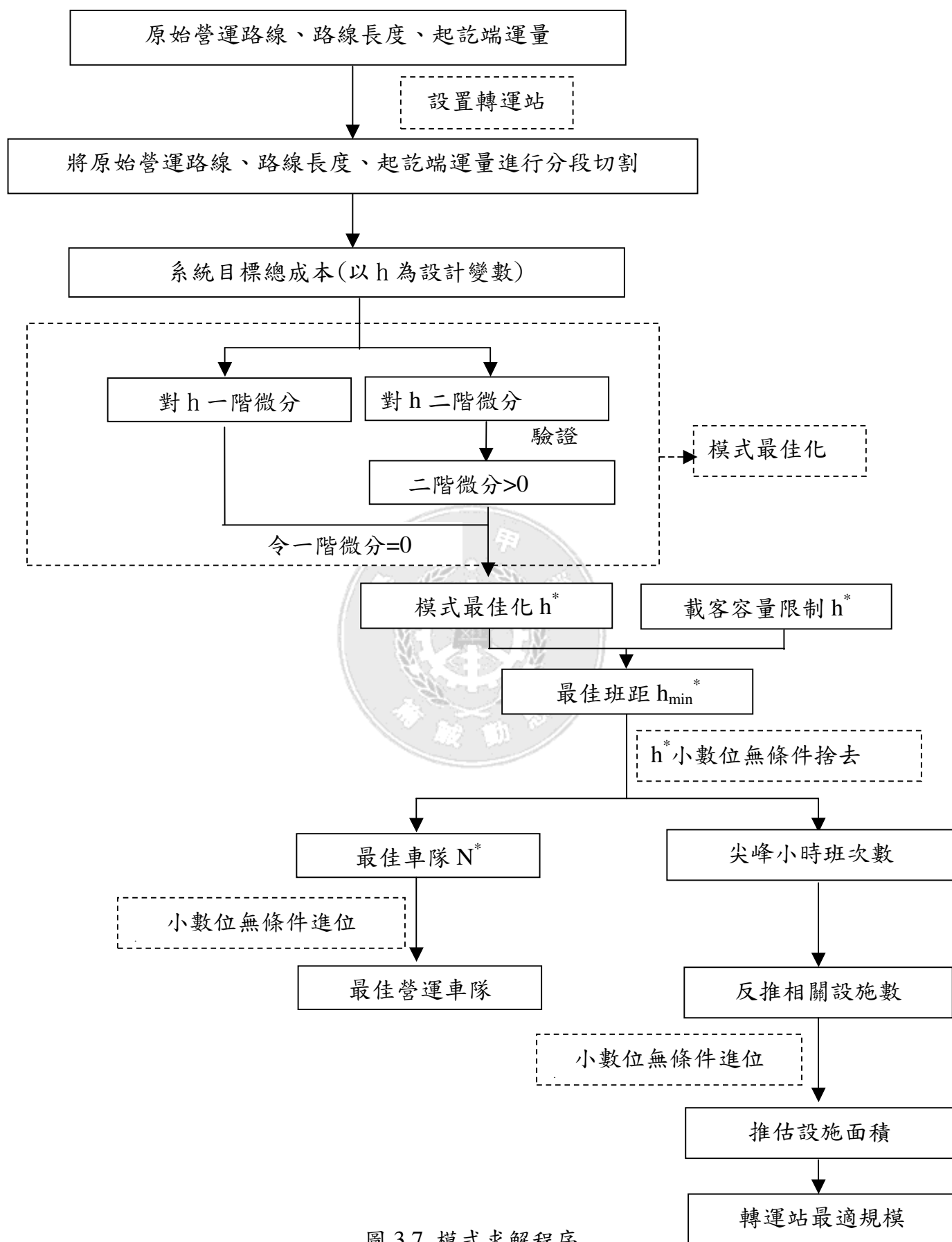


圖 3.7 模式求解程序

3.6.3 模式求解

(一)路線成本構建

$$\begin{aligned} TC &= \sum OC_i + \sum RC_i + \sum PC_i \\ &= \frac{1}{h} [BT + \alpha(J_1 + J_2)] + h(Q + q)J_3 \end{aligned} \quad (3.17)$$

(二)路線成本最佳化

將(3.17)式對 h 進行一階與二階函數的推導如(3.18)、(3.19)式：

(a)一階微分

$$\frac{\partial TC}{\partial h} = -\frac{1}{h^2} [BT + \alpha(J_1 + J_2)] + (Q + q)J_3 \quad (3.18)$$

(b)二階微分

$$\frac{\partial^2 TC}{\partial^2 h} = \frac{1}{h^3} [BT + \alpha(J_1 + J_2)] \quad (3.19)$$

令(3.18)式為零，可解出 TC 的最適班距 h^* 及最適車輛數 N^* 如(3.20)式、(3.21)式，再將該二式代入(3.17)式，即可得到最小化之 TC^* 。此外，由(3.19)式可知其二階導函數恆大於零，表示該目標函數具備嚴格凸面特性，故 h^* 、 N^* 必為全域最佳解。

$$h_{\min} = \begin{cases} h^* = \left[\frac{BT + \alpha(J_1 + J_2)}{(Q + q)J_3} \right] \\ h = \frac{S}{G} \end{cases}, G = \text{路線最大需求} \quad (3.20)$$

$$N_{\min} = \frac{T}{h_{\min}} \quad (3.21)$$

3.6.4 轉運站相關設施與面積之推估

關於轉運站設施與規模之推估，於此將依模式所建構之轉運站相關設施進行推估，如圖 3.8 所示。

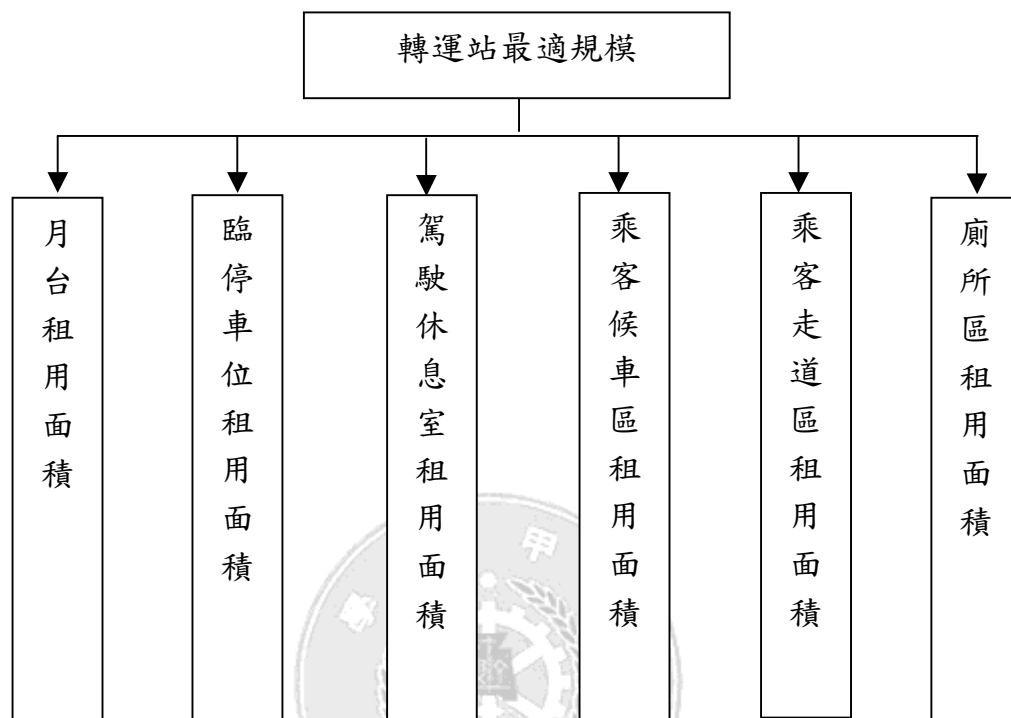


圖 3.8 轉運站最適規模之示意圖

(一)轉運中心月台租用面積

(A)月台設施數量

$$NC_1 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times \frac{1}{\beta} \right) \quad (3.22)$$

其中， h :班距(時)

β :月台週轉率(班次/月台-時)

(B)月台面積

$$AC_1 = NC_1 \times A_1 \quad (3.23)$$

其中， NC_1 :月台設施數量(個)

A_1 :單位月台面積(m^2 /月台)

(二)客運臨停車位租用面積

(A)客運臨停車位數量

$$NC_2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times \frac{1}{\delta} \right) \quad (3.24)$$

其中， h :班距(時)

δ :臨停車位週轉率(班次/臨停車位-時)

(B)客運臨停車位面積

$$AC_2 = NC_2 \times A_2 \quad (3.25)$$

其中， NC_2 :客運臨停車位數量(個)

A_2 :單位客運臨停車位面積(m^2 /臨停車位)

(三)駕駛休息室租用面積

(A)駕駛員數量

$$NC_3 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times \frac{1}{\delta} \times \zeta \right) \quad (3.26)$$

其中， h :班距(時)

δ :臨停車位週轉率(班次/臨停車位-時)

ζ :駕駛人數(人/臨停車位)

(B)駕駛休息室租用面積

$$AC_3 = NC_3 \times \eta \quad (3.27)$$

其中， NC_3 :客運臨停車位數量(個)

η :單位駕駛員佔用面積(m^2 /人)

(四)旅客候車區租用面積

(A)旅客數量

$$NC_4 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times S \times \iota \right) \quad (3.28)$$

其中， h :班距(時)

S :座位數(人/班次)

ι :旅客人數調整係數

(B)旅客候車區租用面積

$$AC_4 = NC_4 \times \kappa \quad (3.29)$$

其中， NC_4 :旅客數量(人)

κ :單位候車旅客佔用面積(m^2 /人)

(五)旅客走道區租用成本

(A)旅客數量

$$NC_4 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times S \times l \right) \quad (3.30)$$

其中， h :班距(時)

S :座位數(人/班次)

l :旅客人數調整係數

(B)旅客走道區租用面積

$$AC_5 = NC_4 \times \mu \quad (3.31)$$

其中， NC_4 :旅客數量(人)

μ :單位走道區旅客佔用面積(m^2 /人)

(六)廁所區租用成本

(A)旅客數量

$$NC_4 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{h_{i\min}^*} \times S \times l \right) \quad (3.32)$$

其中， h :班距(時)

S :座位數(人/班次)

l :旅客人數調整係數

(B)女廁區

(a)女廁便池數量

$$NC_6 = NC_4 \times \xi \times \frac{1}{o} \quad (3.33)$$

其中， NC_4 :旅客數量(人)

ξ :女廁相對於男廁之比例

o :女廁便池使用率(人/女廁便池-時)

(b)女廁便池租用面積

$$AC_6 = NC_6 \times \pi \quad (3.34)$$

其中， NC_6 :女廁便池數量(個)

π :單位女廁便池租用面積(m^2 /女廁便池)

(C)-1 男廁便斗區

(a)男廁便斗數量

$$NC_7 = NC_4 \times \rho_f \times \frac{1}{\sigma} \quad (3.35)$$

其中， NR_4 :旅客數量(人)

ρ :男廁相對於女廁之比例

σ :男廁便斗使用率(人/男廁便斗-時)

(b)男廁便斗租用面積

$$AC_7 = NC_7 \times \tau \quad (3.36)$$

其中， NC_7 :男廁便斗數量(個)

τ :單位男廁便斗租用面積(m^2 /男廁便斗)

(C)-2 男廁便池區

(a)男廁便池數量

$$NC_8 = NC_4 \times v \times \frac{1}{\varphi} \quad (3.37)$$

其中， NC_4 :旅客數量(人)

v :男廁便池相對於男廁便斗之比例

φ :男廁便池使用率(人/男廁便池-時)

(b)男廁便池租用面積

$$AC_8 = NC_8 \times \chi \quad (3.38)$$

其中， NC_8 :男廁便池數量(個)

χ :單位男廁便池租用面積(m^2 /男廁便池)

小結：

表 3.2 轉運站各項設施數與面積規模之整理

名稱	設施數	面積
月台	NC ₁	AC ₁
客運臨停車位	NC ₂	AC ₂
駕駛休息室	--	AC ₃
旅客候車區	--	AC ₄
旅客走道區	--	AC ₅
女廁便池	NC ₆	AC ₆
男廁便斗	NC ₇	AC ₇
男廁便池	NC ₈	AC ₈

3.7 簡例驗證

本研究運用數學規劃法於客運公司在路線規劃、班次設定之問題，為測試最適化模式及尋優求解程序之有效性，本研究將進行簡例進行測試分析，並以Visual Basic.net 2005 之視窗介面撰寫執行，所得輸出結果且進行相關分析。並敘述說明其分析結果。

3.7.1 簡例設計

假設有10條國道客運路線，其路線營運示意與基本資料如圖3.9與表3.3、表3.4所示。若已決定於T點之交流道附近設置一座轉運站，則以下將透過本研究所構建之轉運站規模最適化模式，進行轉運站應容納路線數之決策分析。

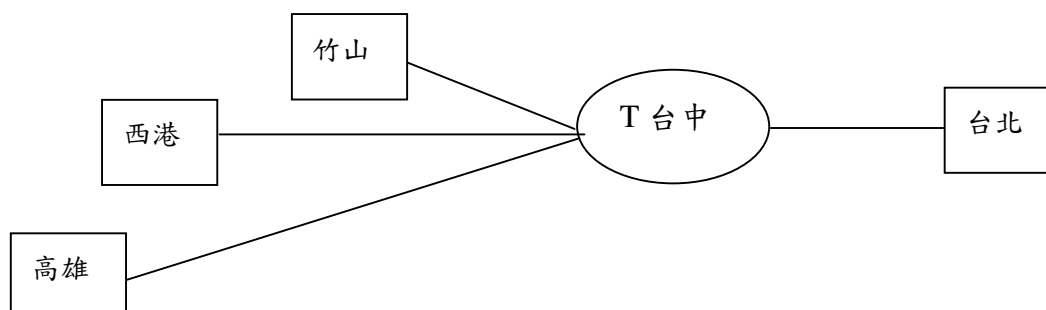


圖 3.9 簡例國道客運路線之營運示意圖

表 3.3 簡例之路線起迄需求基本資料

起 \ 迄	台北	台中	竹山	西港	高雄
台北	--	99	14	22	108
台中	100	--	12	11	51
竹山	15	10	--	8	18
西港	14	12	5	--	10
高雄	107	44	14	12	--

表 3.4 簡例之 10 條直達路線基本資料

路線	路線起端	路線迄端	乘客需求(人/時)	
			起端	迄端
1	台北	台中	99	100
2	台北	竹山	14	15
3	台北	西港	22	14
4	台北	高雄	108	107
5	台中	竹山	12	10
6	台中	西港	11	12
7	台中	高雄	51	44
8	竹山	西港	8	5
9	竹山	高雄	18	14
10	西港	高雄	10	12

3.7.2 參數項目說明

此之轉運系統共包括 32 項參數，茲依序說明並彙整表 3.5 所示。

表 3.5 模式參數設定

符號	參數定義	參數值	文獻來源
V	國道行駛速率(公里/時)	75	【17】
a	車輛固定營運成本(元/時)	300	【17】
b	車輛變動單位成本係數(元/車人時)	25	【17】
S	客運車輛座位數(人/車)	29	自訂
ω	配合行車時間調整之場站時間係數	0.15	【13】
Γ	車輛折舊成本(元/公里)	2	【41】
α	尖峰小時班次調整係數	1.5	自訂
β	月台週轉率(班次/月台-時)	7.5	自訂

表 3.5(續) 模式參數設定

γ	月台租用成本(元/月台-時)	25	【41】
δ	臨停車位週轉率(班次/臨停車位-時)	3	自訂
ε	臨停車位租用成本(元/臨停車位-時)	25	【41】
ζ	駕駛人數(人/臨停車位)	1	自訂
η	單位駕駛員佔用面積(m^2 /人)	0.93	【2】
θ	休息室租用成本(元/ m^2 -時)	0.3	【41】
ι	旅客人數調整係數	1	自訂
κ	單位候車旅客佔用面積(m^2 /人)	0.93	【2】
λ	候車區租用成本(元/ m^2 -時)	1	自訂
μ	單位走道區旅客佔用面積(m^2 /人)	0.74	【2】
ν	走道區租用成本(元/ m^2 -時)	1	自訂
ξ	女廁相對於男廁之比例(%)	0.5	【2】
\omicron	女廁便池使用率(人/女廁便池-時)	20	自訂
π	單位女廁便池租用面積(m^2 /女廁便池)	5.5	【2】
ρ	男廁相對於女廁之比例(%)	0.5	【2】
σ	男廁便斗使用率(人/男廁便斗-時)	60	自訂
τ	單位男廁便斗租用面積(m^2 /男廁便斗)	3.9	【2】
υ	男廁便池相對於男廁便斗之比例(%)	0.125	【2】
φ	男廁便池使用率(人/男廁便池-時)	12	自訂
χ	單位男廁便池租用面積(m^2 /男廁便池)	5.5	【2】
ψ	廁所區租用成本(元/ m^2 -時)	1	自訂
Δ	乘客起站候車時間係數	0.5	【17】
U	乘客於起訖站候車時間價值(元/人時)	217	【17】
Ω	乘客於轉運站候車時間係數	0.5	【17】
Π	乘客於轉運站候車時間價值(元/人時)	217	【17】

3.7.3 簡例結果分析

此簡例原始基本資料如表3.4所示，但由於部分路線未經轉運站，故將其刪之並整理如表3.6所示，且本研究假設營運型態為區段式路線，故將路線切割合併並彙整如表3.7所示。

表 3.6 簡例經轉運站之 7 條直達路線基本資料

路線	路線起端	路線迄端	路線長度(公里)		乘客需求(人/時)	
			轉運站前	轉運站後	起端	迄端
1	台北	台中	168.7	0	99	100
2	台北	竹山	168.7	70	14	15
3	台北	西港	168.7	141.4	22	14
4	台北	高雄	168.7	182.2	108	107
5	台中	竹山	0	70	12	10
6	台中	西港	0	59.1	11	12
7	台中	高雄	0	182.2	51	44

表 3.7 簡例經合併切割之 4 條區段式路線型態基本資料

路線	路線起端	路線迄端	路線長度(公里)		乘客需求(人/時)	
			轉運站前	轉運站後	起端	迄端
1	台北	台中	168.7	0	254	248
2	台中	竹山	0	70	26	25
3	台中	西港	0	59.1	33	26
4	台中	高雄	0	182.2	159	151

藉由本研究所構建之最適化模式及其尋優求解程序，茲將此簡例之分析結果歸納如下(表3.8、表3.9、表3.10、表3.11、表3.12、表3.13)：

(一)原始路線之最佳班距、最佳車隊與最佳總成本求解

Step1 由本研究所建構之模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.8 所示。

表 3.8 簡例 7 條直達路線經本研究模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	199	168.7	22	13	31941.26956
2	台北-竹山	29	238.7	68	6	14470.08231
3	台北-西港	36	227.8	60	7	15753.0944
4	台北-高雄	215	350.9	30	19	47687.17546
5	台中-竹山	22	70	43	3	6920.223963
6	台中-西港	23	59.1	39	3	6524.443942
7	台中-高雄	95	182.2	33	9	22921.76708
					$\Sigma = 60$	$\Sigma = 146218.0567$

Step2 由容量限制模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.9 所示。

表 3.9 簡例 7 條直達路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	199	168.7	17	16	33080.18708
2	台北-竹山	29	238.7	116	4	16468.06204
3	台北-西港	36	227.8	79	5	16317.01093
4	台北-高雄	215	350.9	16	36	58115.72482
5	台中-竹山	22	70	145	1	12574.75883
6	台中-西港	23	59.1	145	1	12943.86929
7	台中-高雄	95	182.2	34	9	22924.65874
					$\Sigma = 72$	$\Sigma = 172424.2717$

Step3 比較本研究建構模式與容量限制模式求得之最佳班距，且擇選較小之最小班距，並進而求得最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.10 所示。

表 3.10 簡例 7 條直達路線之結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	199	168.7	17	16	33080.18708
2	台北-竹山	29	238.7	68	6	14470.08231
3	台北-西港	36	227.8	60	7	15753.0944
4	台北-高雄	215	350.9	16	36	58115.72482
5	台中-竹山	22	70	43	3	6920.223963
6	台中-西港	23	59.1	39	3	6524.443942
7	台中-高雄	95	182.2	33	9	22921.76708
					$\Sigma = 80$	$\Sigma = 157785.5236$

(二)區段式路線之最佳班距、最佳車隊與最佳總成本求解

Step1 由本研究建構之模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.11 所示。

表 3.11 簡例 4 條區段式路線經本研究模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	502	168.7	13	21	50861.21772
2	台中-竹山	51	70	28	4	10537.84513
3	台中-西港	59	59.1	24	4	10451.67766
4	台中-高雄	310	182.2	18	17	41417.44799
					$\Sigma = 46$	$\Sigma = 113268.1885$

Step2

由容量限制模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.12 所示。

表 3.12 簡例 4 條區段式路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	502	168.7	6	45	69954.24396
2	台中-竹山	51	70	67	2	14603.68528
3	台中-西港	59	59.1	53	2	13723.11787
4	台中-高雄	310	182.2	11	17	47083.38458
					$\Sigma = 66$	$\Sigma = 145364.4317$

Step3

比較本研究所建構模式與容量限制模式求得之最佳班距，且擇選較小之最小班距，並進而求得最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 3.13 所示。

表 3.13 簡例 4 條區段式路線之結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	台北-台中	502	168.7	6	45	69954.24396
2	台中-竹山	51	70	28	4	10537.84513
3	台中-西港	59	59.1	24	4	10451.67766
4	台中-高雄	310	182.2	11	17	47083.38458
					$\Sigma = 70$	$\Sigma = 138027.1513$

小結：

經由本研究求解程序將原本直達式路線經營型態轉為區段式路線經營型態，可發現本研究之班距、車隊與總成本皆會有下降之趨勢。即對使用者而言，規劃班距之下降，將可減少等車之時間；對營業者而言，規劃車隊之下降，可減少車輛之營運成本。故就整體，對營運者與使用者而言，區段式路線經營型態所得之效益比原本之路線經營型態來的較佳。

第四章 轉運站轉乘設施之設置準則

由於一完整之轉運系統，其考量之範圍不僅要探討轉運站內部相關設施，更要進一步考量轉運站之轉乘設施的規劃，此設施包括步行、接送轉乘(Kiss-and-Ride)、停車轉乘(Park-and-Ride)等，於此將相關轉乘設施之配置與設置準則進行探討與分析。

4.1 各項設施參數符號

茲將模式構建中所引用之相關符號進行說明，茲彙整如下表4.1。

表 4.1 各項設施面積符號

符號	參數定義	單位
OAC_1	人行進出通道面積	m^2
OAC_2	市區公車彎面積	m^2
OAC_3	計程車下客臨停彎面積	m^2
OAC_4	計程車排班席位面積	m^2
OAC_5	小客車下客臨停彎面積	m^2
OAC_6	小客車上客臨停彎面積	m^2
OAC_7	機車下客臨停彎面積	m^2
OAC_8	機車上客臨停彎面積	m^2
OAC_9	小客車停車區面積	m^2
OAC_{10}	機車停車區面積	m^2
Q_T	尖峰小時到離轉運站人數	人/時
Q_a	尖峰小時到轉運站人數	人/時
Q_l	尖峰小時離轉運站人數	人/時
P_w	平均步行密度	人/ m^2
V_w	平均步行速率	公尺/時
D_w	平均步行距離	公尺
R_B	市區公車運具分配率	%
S_B	每車平均載客數	人/班次
T_B	市區公車彎週轉率	班次/市區公車彎-時
G_B	市區公車彎彈性放大係數	--
AC_B	單位市區公車彎面積	m^2 /市區公車彎
R_T	計程車運具分配率	%
S_T	計程車每車平均載客數	人/班次

T_T	計程車下客臨停彎週轉率	班次/計程車下客臨停彎-時
G_T	計程車下客臨停彎彈性放大係數	--
T_{Tl}	計程車排班席位週轉率	班次/計程車排班席位-時
AC_T	計程車下客臨停彎面積	m^2 /計程車下客臨停彎
R_C	小客車臨停轉乘分配率	%
S_C	小客車每車平均載客數	人/班次
T_C	小客車下客臨停彎週轉率	班次/小客車下客臨停彎-時
G_C	小客車下客臨停彎彈性放大係數	--
AC_C	小客車下客臨停彎面積	m^2 /小客車下客臨停彎
R_m	機車臨停轉乘分配率	%
S_m	機車每車平均載客數	人/班次
T_m	機車下客臨停彎週轉率	班次/機車下客臨停彎-時
G_m	機車下客臨停彎彈性放大係數	--
AC_m	機車下客臨停彎面積	m^2 /機車下客臨停彎
R_{Sc}	小客車停車轉乘分配率	%
T_{Sc}	小客車停車設施週轉率	班次/小客車停車設施-時
G_{Sc}	小客車停車設施彈性放大係數	--
R_{Sm}	機車停車轉乘分配率	%
T_{Sm}	機車停車設施週轉率	班次/機車停車設施-時
G_{Sm}	機車停車設施彈性放大係數	--

4.2 轉乘設施與面積估算公式

由表4.2之運具分配率，本研究將依其規劃出相關之轉運站轉乘設施與規模，其設施種類有以下四種，並分述說明之【41】。

表 4.2 離站運具分配率

運具別	運具分配率參數
公車(含客運)	R_B
計程車	R_T
小客車停車轉乘	R_{Sc}
小客車臨停轉乘	R_C
機車停車轉乘	R_{Sm}
機車臨停轉乘	R_m
其他	R_o
合計	100.0%

(一)人行進出通道寬度估算

關於人行進出通道寬度的計算，因步行速率及平均密度相互影響，故人行進出通道寬度估算之公式如下：

$$OAC_1 = \left(Q_T \times \frac{1}{P_w \times V_w} \right) \times D_w \quad (4.1)$$

其中， OAC_1 :人行進出通道面積(m^2)

Q_T :尖峰小時到離轉運站人數(人/時)

P_w :平均步行密度(人/ m^2)

V_w :平均步行速率(公尺/時)

D_w :平均步行距離(公尺)

(二)市區公車彎數量估算

由於本研究欲規劃設計之轉運中心是採取市區公車與國道客運聯營之模式，因此於轉運中心一樓之部分將設置公車彎供旅客上下車，進行轉運。其估算公式如下：

(a)市區公車彎數量

$$ONC_2 = (Q_T \times R_B) \times \frac{1}{S_B} \times \frac{1}{T_B} \times G_B \quad (4.2)$$

其中， ONC_2 :市區公車彎數量(公車彎)

Q_T :尖峰小時到離轉運站人數(人/時)

R_B :市區公車運具分配率

S_B :每車平均載客數(人/班次)

T_B :市區公車彎週轉率(班次/公車彎-時)

G_B :市區公車彎彈性放大係數

(b)市區公車彎面積

$$OAC_2 = ONC_2 \times AC_B \quad (4.3)$$

其中， OAC_2 :市區公車彎面積(m^2)

AC_B :單位市區公車彎面積(m^2 /公車彎)

(三)計程車、汽機車臨停設施規模估算

計程車及汽、機車之接送亦是到離轉運站重要的接駁工具之一，因此在規劃轉運中心之相關設施時，除了必要之公車彎之外，亦需估算其臨停空間，而臨停設施有以下六種，並於此說明如下：

(A)計程車下客臨停彎

(a)計程車下客臨停彎數量

$$ONC_3 = (Q_a \times R_T) \times \frac{1}{S_T} \times \frac{1}{T_T} \times G_T \quad (4.4)$$

其中， ONC_3 :計程車下客臨停彎數量

Q_a :尖峰小時到轉運站人數(人/時)

R_T :計程車運具分配率

S_T :計程車每車平均載客數(人/班次)

T_T :下客臨停彎週轉率(班次/下客臨停彎-時)

G_T :計程車下客臨停彎彈性放大係數

(b)計程車下客臨停彎面積

$$OAC_3 = ONC_3 \times AC_T \quad (4.5)$$

其中， OAC_3 :計程車下客臨停彎面積(m^2)

AC_T :計程車下客臨停彎面積(m^2 /下客臨停彎)

(B)計程車排班席位

(a)計程車排班席位數量

$$ONC_4 = (Q_l \times R_T) \times \frac{1}{S_T} \times \frac{1}{T_{T1}} \times G_T \quad (4.6)$$

其中， ONC_4 :計程車排班席位數量

Q_l :尖峰小時離轉運站人數(人/時)

R_T :計程車運具分配率

S_T :計程車每車平均載客數(人/班次)

T_{T1} :排班席位週轉率(班次/排班席位-時)

G_T :計程車排班席位彈性放大係數

(b)計程車排班席位面積

$$OAC_4 = ONC_4 \times AC_T \quad (4.7)$$

其中， OAC_4 :計程車下客臨停彎面積(m^2)

AC_T :計程車下客臨停彎面積(m^2 /下客臨停彎)

(C)小客車下客臨停彎

(a)小客車下客臨停彎數量

$$ONC_5 = (Q_a \times R_c) \times \frac{1}{S_c} \times \frac{1}{T_c} \times G_c \quad (4.8)$$

其中， ONC_5 :小客車下客臨停彎數量

Q_a :尖峰小時到轉運站人數(人/時)

R_c :小客車臨停轉乘分配率

S_c :小客車每車平均載客數(人/班次)

T_c :下客臨停彎週轉率(班次/下客臨停彎-時)

G_c :小客車下客臨停彎彈性放大係數

(b)小客車下客臨停彎面積

$$OAC_5 = ONC_5 \times AC_c \quad (4.9)$$

其中， OAC_5 :小客車下客臨停彎面積(m^2)

AC_c :小客車下客臨停彎面積(m^2 /下客臨停彎)

(D)小客車上客臨停彎

(a)小客車上客臨停彎數量

$$ONC_6 = (Q_l \times R_c) \times \frac{1}{S_c} \times \frac{1}{T_{cl}} \times G_c \quad (4.10)$$

其中， ONC_6 :小客車上客臨停彎數量

Q_l :尖峰小時離轉運站人數(人/時)

R_c :小客車臨停轉乘分配率

S_c :小客車每車平均載客數(人/班次)

T_{cl} :上客臨停彎週轉率(班次/上客臨停彎-時)

G_c :小客車上客臨停彎彈性放大係數

(b)小客車上客臨停彎面積

$$OAC_6 = ONC_6 \times AC_c \quad (4.11)$$

其中， OAC_6 :小客車上客臨停彎面積(m^2)

AC_c :小客車上客臨停彎面積(m^2 /上客臨停彎)

(E)機車下客臨停彎

(a)機車下客臨停彎數量

$$ONC_7 = (Q_a \times R_m) \times \frac{1}{S_m} \times \frac{1}{T_m} \times G_m \quad (4.12)$$

其中， ONC_7 :機車下客臨停彎數量

Q_a :尖峰小時到轉運站人數(人/時)

R_m :機車臨停轉乘分配率

S_m :機車每車平均載客數(人/班次)

T_m :下客臨停週轉率(班次/下客臨停彎-時)

G_m :機車下客臨停彎彈性放大係數

(b)機車下客臨停彎面積

$$OAC_7 = ONC_7 \times AC_m \quad (4.13)$$

其中， OAC_7 :機車下客臨停彎面積(m^2)

AC_m :機車下客臨停彎面積(m^2 /機車下客臨停彎)

(F)機車上客臨停彎

(a)機車上客臨停彎數量

$$ONC_8 = (Q_l \times R_m) \times \frac{1}{S_m} \times \frac{1}{T_m} \times G_m \quad (4.14)$$

其中， ONC_8 :機車上客臨停彎數量

Q_l :尖峰小時離轉運站人數(人/時)

R_m :機車臨停轉乘分配率

S_m :機車每車平均載客數(人/班次)

T_m :上客臨停彎週轉率(班次/上客臨停彎-時)

G_m :機車上客臨停彎彈性放大係數

(b)機車上客臨停彎面積

$$OAC_8 = ONC_8 \times AC_m \quad (4.15)$$

其中， OAC_8 :機車上客臨停彎面積(m^2)

AC_m :機車上客臨停彎面積(m^2 /機車上客臨停彎)

(四)汽機車停車設施規模估算

停車空間對於旅客而言，也是其未來對於轉運中心之設置之後，其旅運型態改變的重要影響因素之一，因此未來轉運中心將闢設停車空間。汽機車停車設施估算公式如下所示：

(A)小客車停車設施規模

(a)小客車停車設施數量

$$ONC_9 = (Q_a \times R_{Sc}) \times \frac{1}{S_c} \times \frac{1}{T_{Sc}} \times G_{Sc} \quad (4.16)$$

其中， ONC_9 :小客車停車設施數量

Q_a :尖峰小時到轉運站人數(人/時)

R_{Sc} :小客車停車轉乘分配率

S_c :小客車每車平均載客數(人/班次)

T_{Sc} :小客車停車設施週轉率(班次/設施-時)

G_{Sc} :小客車停車設施彈性放大係數

(b)小客車停車設施面積

$$OAC_9 = ONC_9 \times AC_c \quad (4.17)$$

其中， OAC_9 :小客車停車區面積(m^2)

AC_c :小客車停車設施面積(m^2 /小客車停車設施)

(B)機車停車設施規模

(a)機車停車設施數量

$$ONC_{10} = (Q_a \times R_{Sm}) \times \frac{1}{S_m} \times \frac{1}{T_{Sm}} \times G_{Sm} \quad (4.18)$$

其中， ONC_{10} :機車停車設施數量

Q_a :尖峰小時到轉運站人數(人/時)

R_{Sm} :機車停車轉乘率

S_m :機車每車平均載客數(人/班次)

T_{Sm} :機車停車設施週轉率(班次/設施-時)

G_{Sm} :機車停車設施彈性放大係數

(b)機車停車設施面積

$$OAC_{10} = ONC_{10} \times AC_m \quad (4.19)$$

其中， OAC_{10} :機車停車區面積(m^2)

AC_m :單位機車停車設施面積(m^2 /設施)

小結：

對於一具功能完整性之轉運中心而言，人本服務之觀念是勢在必行之條件，若要增加提升轉運站之使用率，相對的相關於使用者之便利性設施則更應好好考量，故人行進出通道、市區公車彎、計程車下客臨停彎、計程車排班席位、小汽車下客臨停彎、小汽車上客臨停彎、機車下客臨停彎、機車上客臨停彎、小客車停車設施、機車停車設施等轉乘設施將會視此轉運站成敗之重要關鍵，應此對於轉運站之設計與設置，則必須對轉乘設施進一步探討研究，由上述可知，將轉運站之各項轉乘設施數與面積規模整理如表 4.3 所示。

表 4.3 轉運站各項轉乘設施數與面積規模之整理

名稱	設施數	面積
人行進出通道	--	OAC ₁
市區公車彎	ONC ₂	OAC ₂
計程車下客臨停彎	ONC ₃	OAC ₃
計程車排班席位	ONC ₄	OAC ₄
小汽車下客臨停彎	ONC ₅	OAC ₅
小汽車上客臨停彎	ONC ₆	OAC ₆
機車下客臨停彎	ONC ₇	OAC ₇
機車上客臨停彎	ONC ₈	OAC ₈
小客車停車設施	ONC ₉	OAC ₉
機車停車設施	ONC ₁₀	OAC ₁₀

第五章 實例驗證

為說明如何以本研究構建之數學模式從事國道客運車輛排班規劃的工作，本章將透過統聯客運公司之轉運系統路網型態與實際營運資料，進行分析及驗證。

5.1 統聯客運現況分析

5.1.1 路線規劃

統聯客運的路線營運方式大多採用傳統點對點直達，對於旅運需求較大的績優路線而言，以直達方式營運較能滿足乘客不必轉車、班次密集的期望與業者的利益；若以偏遠路線而言，其路線之旅客需求較低，使得平均乘客承載率偏低，業者為避免運能浪費，必須提供較低的發車頻率來服務旅客，因此乘客的平均等車時間亦會增加。有鑑於此，期望藉由轉運操作來降低偏遠路線的營運成本，改善運能浪費、虧損嚴重的情況，目前統聯客運所規劃之21路線如表5.1所示。

表 5.1 統聯目前經營之 21 條路線

路線編號	規劃路線	距離(公里)	班距(分)
1	中轉-台北	168.7	10-15
2	中轉-機場	143.2	20-40
3	中轉-松山	176.4	60
4	中轉-新竹	95	30-40
5	中轉-中壢	113.6	60
6	屏東-中轉	255.3	60
7	高雄-中轉	182.2	30
8	台南-中轉	141.4	20-30
9	高雄-台北	350.9	20-40
10	台南-台北	310.1	20
11	屏東-台北	394	60
12	台南-松山	317.8	60
13	嘉義-台北	258.3	30-60
14	員林-台北	195.9	60
15	彰化-台北	195.9	60
16	竹山-台北	238.7	30-60

表 5.1(續) 統聯目前經營之 21 條路線

路線編號	規劃路線	距離(公里)	班距(分)
17	西港-台北	227.8	40-60
18	北港-台北	278.5	60-90
19	布袋-台北	284.3	30-60
20	西螺三條崙-台北	273.2	90-120
21	台西箔仔寮-台北	273.6	60

5.1.2 轉運站設施規劃

目前之統聯中港轉運站之設施規劃，其相關設施之規格如表 5.2，而本研究進一步將相關設施數與面積整理如表 5.3，並將其設計圖表示如圖 5.1 所示，其現況圖表示如圖 5.2、圖 5.3、圖 5.4 所示。

表 5.2 中港轉運站設施規格表

名稱	單位面積
月台	60(m ² /月台)
客運臨停車位	60(m ² /臨停車位)
駕駛休息室	0.93(m ² /人)
旅客候車區	0.93(m ² /人)
旅客走道區	0.74(m ² /人)
廁所區	--

表 5.3 中港轉運站設施數與面積規模

名稱	設施數	面積(m ²)
月台	32	1920
客運臨停車位	26	1560
駕駛休息室	--	--
旅客候車區	1	342.09
旅客走道區	--	--
廁所區	1	97.84

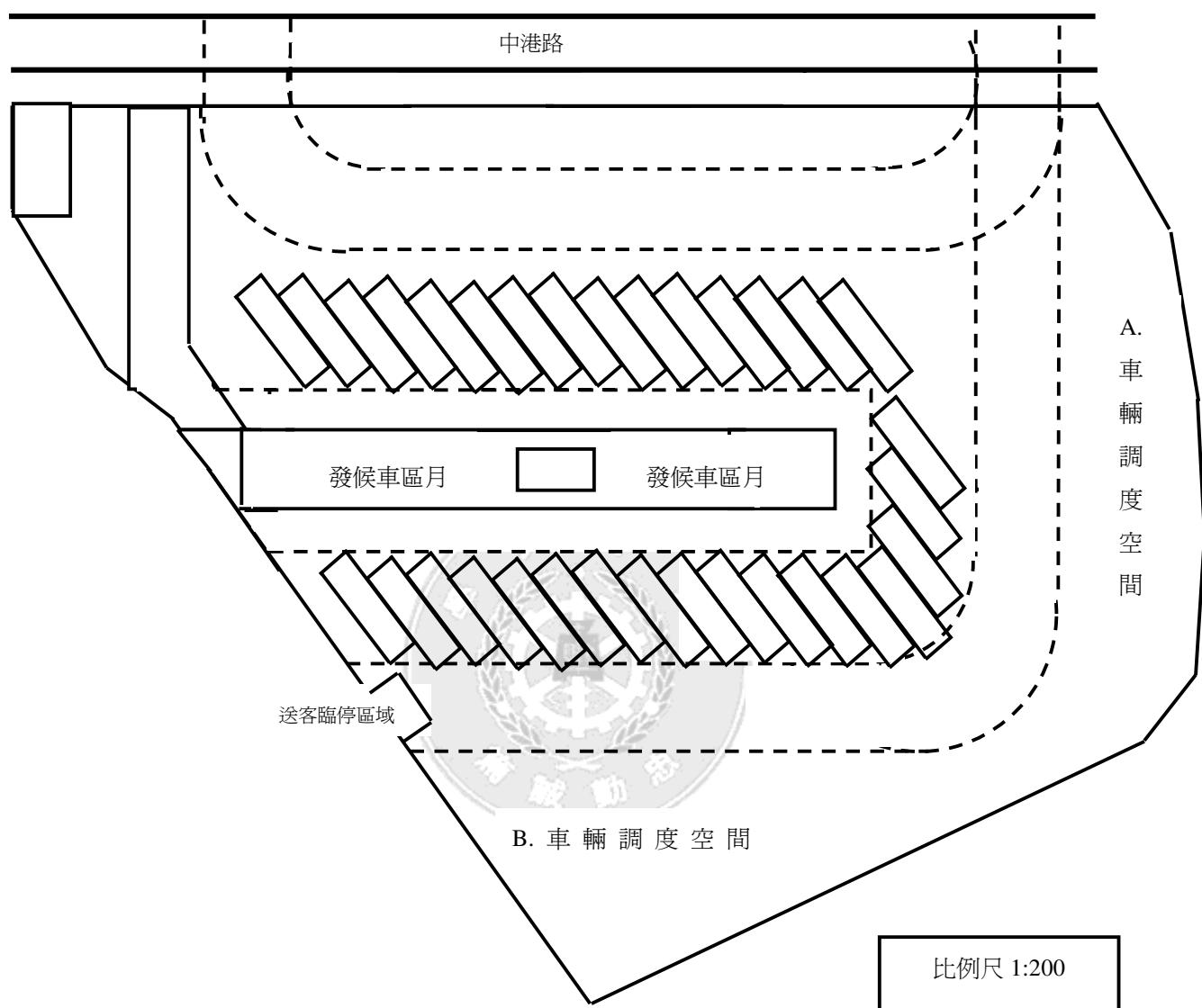


圖 5.1 中港轉運站目前之規劃圖



圖 5.2 月台設施之設置圖



圖 5.3 客運臨停車位設施之設置圖



圖 5.4 旅客候車區之設置圖

5.1.3 轉乘設施規劃

目前中港轉運站之對於轉乘設施規劃，僅針對於市區公車在轉運站內設置，而計程車、小汽車、機車之接送與停車位僅有少數之規劃停車位，其相關設施之規格如表 5.4，而此進一步將相關設施數與面積整理如表 5.5，並將現況圖表示如圖 5.5、5.6、5.7。

表 5.4 中港轉運站轉乘設施規格表

名稱	單位面積(m ²)
人行進出通道	--
市區公車彎	60
計程車下客臨停彎	30
計程車排班席位	30
小汽車下客臨停彎	30
小汽車上客臨停彎	30
機車下客臨停彎	5
機車上客臨停彎	5
小客車停車設施	30
機車停車設施	5

表 5.5 中港轉運站轉乘設施數與面積規模

名稱	設施數	面積(m ²)
人行進出通道	1	222
市區公車彎	4	240
計程車下客臨停彎	--	--
計程車排班席位	3	90
小汽車下客臨停彎	--	--
小汽車上客臨停彎	3	90
機車下客臨停彎	--	--
機車上客臨停彎	--	--
小客車停車設施	--	--
機車停車設施	--	--



圖 5.5 人行進出通道設施圖



圖 5.6 計程車上下客臨停彎設施圖



圖 5.7 小汽車上下客臨停彎設施圖

5.2 轉運站規模最適化分析

此節將利用本研究所建構之最適化模式進行路線、班距、轉運站設施、轉乘設施等相關之規劃，並於以下做進一步之探討。

5.2.1 路線規劃

由於僅針對經轉運站或以轉運站為起訖端之路線為對象，且限於某些路線資料不足，最後路線選取僅剩 19 條路線(如表 5.6)。

表 5.6 擇選之 19 條原始路線

路線編號	規劃路線	起端運量(人/時)	迄端運量(人/時)	距離(公里)
1	中轉-台北	280	285	168.7
2	中轉-機場	88	132	143.2
3	中轉-松山	55	98	176.4
4	中轉-新竹	121	88	95
5	中轉-中壢	33	104	113.6
6	屏東-中轉	56	57	255.3
7	高雄-中轉	141	128	182.2
8	台南-中轉	195	325	141.4
9	高雄-台北	107	136	350.9
10	台南-台北	97	106	310.1
11	屏東-台北	22	17	394
12	台南-松山	53	73	317.8
13	嘉義-台北	65	68	258.3
14	員林-台北	68	60	195.9
15	彰化-台北	73	71	195.9
16	竹山-台北	15	14	238.7
17	西港-台北	26	33	227.8
18	北港-台北	71	72	278.5
19	布袋-台北	6	29	284.3

又由於本研究假定以轉運站為起訖點之區段式營運型式，故將進行路線、運量之切割合併動作，最後規劃路線僅剩下 15 條營運路線(如表 5.7 所示)。

表 5.7 規劃之 15 條區段式營運路線

路線編號	規劃路線	起端運量(人/時)	迄端運量(人/時)	距離(公里)
1	中轉-台北	830	891	168.7
2	中轉-機場	88	132	143.2
3	中轉-松山	105	171	176.4
4	中轉-新竹	121	88	95
5	中轉-中壢	33	104	113.6
6	屏東-中轉	78	74	255.3
7	高雄-中轉	248	294	182.2
8	台南-中轉	345	504	141.4
9	嘉義-中轉	65	68	89.6
10	員林-中轉	68	60	30.2
11	彰化-中轉	73	71	30.2
12	竹山-中轉	15	14	70
13	西港-中轉	26	33	59.1
14	北港-中轉	71	72	109.8
15	布袋-中轉	6	29	115.6

資料來源：台中統聯客運公司

5.2.2 模式之最適化

藉由本研究所構建之最適化模式及其尋優求解程序，茲將此簡例之分析結果歸納如下(表5.8、表5.9、表5.10、表5.11、表5.12、表5.13)：

(一)原始路線之最佳班距、最佳車隊與最佳總成本求解

Step1 由本研究所建構之模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.8 所示。

表 5.8 19 條直達路線經本研究模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	565	168.7	13	21	53823.26772
2	中轉-機場	220	143.2	19	13	30995.67002
3	中轉-松山	153	176.4	25	12	28644.68055
4	中轉-新竹	209	95	16	10	24725.43732
5	中轉-中壢	137	113.6	22	9	21833.74532
6	屏東-中轉	113	255.3	36	12	29525.95177

表 5.8(續) 19 條直達路線經本研究模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
7	高雄-中轉	269	182.2	19	16	38603.52353
8	台南-中轉	520	141.4	12	19	47398.27198
9	高雄-台北	243	350.9	28	21	50707.45228
10	台南-台北	203	310.1	29	18	43584.33266
11	屏東-台北	39	394	76	9	21507.10084
12	台南-松山	126	317.8	38	14	34748.32799
13	嘉義-台北	133	258.3	33	13	32221.3883
14	員林-台北	128	195.9	29	11	27582.31714
15	彰化-台北	144	195.9	28	12	29245.26656
16	竹山-台北	29	238.7	68	6	14470.08231
17	西港-台北	59	227.8	47	8	20166.58398
18	北港-台北	143	278.5	33	14	34679.53072
19	布袋-台北	35	284.3	68	7	17331.1176
					$\Sigma = 245$	$\Sigma = 691794.0486$

Step2 由容量限制模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.9 所示。

表 5.9 19 條直達路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	565	168.7	6	45	71321.34396
2	中轉-機場	220	143.2	13	18	33549.97926
3	中轉-松山	153	176.4	18	16	30531.03688
4	中轉-新竹	209	95	14	11	25018.14265
5	中轉-中壢	137	113.6	17	11	22571.94983
6	屏東-中轉	113	255.3	31	14	29871.78539
7	高雄-中轉	269	182.2	12	25	43529.27198
8	台南-中轉	520	141.4	5	46	68995.98608
9	高雄-台北	243	350.9	13	44	67639.68567
10	台南-台北	203	310.1	16	32	52153.02482
11	屏東-台北	39	394	79	8	21520.6065
12	台南-松山	126	317.8	24	22	38537.03599
13	嘉義-台北	133	258.3	26	16	33255.61271
14	員林-台北	128	195.9	26	13	27827.04604
15	彰化-台北	144	195.9	24	14	29605.87766

表 5.9(續) 19 條直達路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
16	竹山-台北	29	238.7	116	4	16468.06204
17	西港-台北	59	227.8	53	7	20299.23485
18	北港-台北	143	278.5	24	19	36629.56099
19	布袋-台北	35	284.3	60	8	17481.57773
					$\Sigma = 373$	$\Sigma = 686806.8210$

Step3 比較本研究所建構模式與容量限制模式求得之最佳班距，且擇選較小之最小班距，並進而求得最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.10 所示。

表 5.10 19 條直達路線之結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	565	168.7	6	45	71321.34396
2	中轉-機場	220	143.2	13	18	33549.97926
3	中轉-松山	153	176.4	18	16	30531.03688
4	中轉-新竹	209	95	14	11	25018.14265
5	中轉-中壢	137	113.6	17	11	22571.94983
6	屏東-中轉	113	255.3	31	14	29871.78539
7	高雄-中轉	269	182.2	12	25	43529.27198
8	台南-中轉	520	141.4	5	46	68995.98608
9	高雄-台北	243	350.9	13	44	67639.68567
10	台南-台北	203	310.1	16	32	52153.02482
11	屏東-台北	39	394	76	9	21507.10084
12	台南-松山	126	317.8	24	22	38537.03599
13	嘉義-台北	133	258.3	26	16	33255.61271
14	員林-台北	128	195.9	26	13	27827.04604
15	彰化-台北	144	195.9	24	14	29605.87766
16	竹山-台北	29	238.7	68	6	14470.08231
17	西港-台北	59	227.8	47	8	20166.58398
18	北港-台北	143	278.5	24	19	36629.56099
19	布袋-台北	35	284.3	60	8	17481.57773
					$\Sigma = 377$	$\Sigma = 684662.6848$

(二)區段式路線之最佳班距、最佳車隊與最佳總成本求解

Step1 由本研究所建構之模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.11 所示。

表 5.11 15 條區段式路線經本研究模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	1721	168.7	7	39	94193.56387
2	中轉-機場	220	143.2	19	13	30995.67002
3	中轉-松山	276	176.4	19	15	38453.86651
4	中轉-新竹	209	95	16	10	24725.43732
5	中轉-中壢	137	113.6	22	9	21833.74532
6	屏東-中轉	152	255.3	31	14	34244.33539
7	高雄-中轉	542	182.2	13	23	54887.34593
8	台南-中轉	849	141.4	9	26	60741.97931
9	嘉義-中轉	133	89.6	19	8	19189.02529
10	員林-中轉	128	30.2	12	5	11240.53865
11	彰化-中轉	144	30.2	11	5	11930.98761
12	竹山-中轉	29	70	37	4	7946.922894
13	西港-中轉	59	59.1	24	4	10451.67766
14	北港-中轉	143	109.8	21	9	21940.73875
15	布袋-中轉	35	115.6	43	5	11132.86156
					$\Sigma = 189$	$\Sigma = 453908.691$

Step2 由容量限制模式求得最佳班距、最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.12 所示。

表 5.12 15 條區段式路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	1721	168.7	2	135	189631.0985
2	中轉-機場	220	143.2	13	18	33549.97926
3	中轉-松山	276	176.4	10	29	47009.32638
4	中轉-新竹	209	95	14	11	25018.14265
5	中轉-中壢	137	113.6	17	11	22571.94983
6	屏東-中轉	152	255.3	22	19	36334.1635
7	高雄-中轉	542	182.2	5	59	86252.37942
8	台南-中轉	849	141.4	3	76	108326.1379

表 5.12(續) 15 條區段式路線經容量限制模式最佳化結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
9	嘉義-中轉	133	89.6	26	6	19850.45117
10	員林-中轉	128	30.2	26	2	14660.26912
11	彰化-中轉	144	30.2	24	3	15341.86932
12	竹山-中轉	29	70	116	1	13463.45687
13	西港-中轉	59	59.1	53	2	13723.11787
14	北港-中轉	143	109.8	24	8	22107.30266
15	布袋-中轉	35	115.6	60	4	11672.6744
					$\Sigma = 384$	$\Sigma = 659512.3189$

Step3 比較本研究建構模式與容量限制模式求得之最佳班距，且擇選較小之最小班距，並進而求得最佳車隊與最佳總成本，此將其彙整如下表 5.13 所示。

表 5.13 15 條區段式路線之結果

路線	規劃路線	總運量(人/時)	距離(公里)	班距(分)	車隊	總成本(元/時)
1	中轉-台北	1721	168.7	2	135	189631.0985
2	中轉-機場	220	143.2	13	18	33549.97926
3	中轉-松山	276	176.4	10	29	47009.32638
4	中轉-新竹	209	95	14	11	25018.14265
5	中轉-中壢	137	113.6	17	11	22571.94983
6	屏東-中轉	152	255.3	22	19	36334.1635
7	高雄-中轉	542	182.2	5	59	86252.37942
8	台南-中轉	849	141.4	3	76	108326.1379
9	嘉義-中轉	133	89.6	19	8	19189.02529
10	員林-中轉	128	30.2	12	5	11240.53865
11	彰化-中轉	144	30.2	11	5	11930.98761
12	竹山-中轉	29	70	37	4	7946.922894
13	西港-中轉	59	59.1	24	4	10451.67766
14	北港-中轉	143	109.8	21	9	21940.73875
15	布袋-中轉	35	115.6	43	5	11132.86156
					$\Sigma = 398$	$\Sigma = 642525.9299$

小結：經由本研究求解程序將原本直達式路線經營型態轉為區段式路線經營型態，可發現此實例之班距、車隊與總成本皆會有下降之趨勢。但經容量限制模式後，班距與總成本皆下降，但車隊規模卻上升，故就整體而言，對營運者與使用者而言，區段式路線經營型態所得之效益比原本之路線經營型態來的較佳。

5.2.3 轉運站設施規劃

本研究將以營運班距推估轉運站相關設施之數量與面積，本研究假設其相關設施之規格如表 5.14，並將相關設施數與面積整理如表 5.15、表 5.16。

表 5.14 本研究轉運站設施規格表

名稱	面積	單位
月台(採 60 度停靠)	60	m ² /月台
客運臨停車位(採 60 度停靠)	60	m ² /客運臨停車位
駕駛休息室	0.93	m ² /人
旅客候車區	0.93	m ² /人
旅客走道區	0.74	m ² /人
女廁便池	5.5	m ² /個
男廁便斗	3.9	m ² /個
男廁便池	5.5	m ² /個

表 5.15 本研究路線之各項設施設施數

路線	規劃路線	月台	客運臨停車位	女廁便池	男廁便斗	男廁便池
1	中轉-台北	4	10	15	8	6
2	中轉-機場	1	2	3	2	1
3	中轉-松山	1	2	3	2	2
4	中轉-新竹	1	2	3	2	1
5	中轉-中壢	1	2	2	1	1
6	屏東-中轉	1	1	2	1	1
7	高雄-中轉	2	4	6	3	3
8	台南-中轉	3	7	10	5	4
9	嘉義-中轉	1	2	2	1	1
10	員林-中轉	1	2	3	2	1
11	彰化-中轉	1	2	3	2	1
12	竹山-中轉	1	1	1	1	1
13	西港-中轉	1	1	2	1	1
14	北港-中轉	1	1	2	1	1
15	布袋-中轉	1	1	1	1	1
	總和	21	40	58	33	20

表 5.16 本研究轉運站設施數與面積規模

名稱	設施數	面積(m ²)
月台	21	1260
客運臨停車位	40	2400
駕駛休息室	1	37.2
旅客候車區	1	2835.743
旅客走道區	1	2256.397
女廁便池	58	319
男廁便斗	33	128.7
男廁便池	20	143

5.2.4 轉乘設施規劃

長途客運旅客到離站運具分配率參考台灣省交通處「高速公路交流道附近設置轉運站可行性研究」而得，如表 5.17 所示。

表 5.17 離站運具分配率

運具別	運具分配率
公車(含客運)	30.0%
計程車	30.0%
小客車停車轉乘	8.0%
小客車臨停轉乘	11.0%
機車停車轉乘	6.0%
機車臨停轉乘	12.0%
其他	3.0%
合計	100.0%

本研究由尖峰小時到離轉運站之旅客數將可推估轉運站相關轉乘設施之數量與面積，本研究其相關設施之參數、規格如表 5.18、表 5.19，並進一步將相關設施數與面積整理如表 5.20。

表 5.18 各項設施面積符號

參數符號	參數定義	單位
Q_T	尖峰小時到離轉運站人數	2186(人/時)
Q_a	尖峰小時到轉運站人數	1099(人/時)
Q_l	尖峰小時離轉運站人數	1087(人/時)
P_w	平均步行密度	2.1(人/ m ²)

表 5.18(續) 各項設施面積符號

參數符號	參數定義	單位
V_w	平均步行速率	5(公里/時)
D_w	平均步行距離	500(公尺)
S_B	市區公車每車平均載客數	20(人/班次)
T_B	市區公車彎週轉率	20(班次/公車彎時)
G_B	市區公車彎彈性放大係數	1.1
S_T	計程車每車平均載客數	1.8(人/班次)
T_T	計程車下客臨停彎週轉率	30(班次/臨停彎時)
G_T	計程車下客臨停彎彈性放大係數	1.1
T_{T1}	計程車排班席位週轉率	30(班次/臨停彎時)
S_C	小客車每車平均載客數	1.5(人/班次)
T_C	小客車上客臨停彎週轉率	30(班次/臨停彎時)
G_C	小客車下客臨停彎彈性放大係數	1.1
T_{C1}	小客車下客臨停彎週轉率	12(班次/臨停彎時)
S_m	機車每車平均載客數	1.2(人/班次)
T_m	機車下客臨停彎週轉率	60(班次/臨停彎時)
G_m	機車下客臨停彎彈性放大係數	1.1
T_{m1}	機車上客臨停彎週轉率	12(班次/臨停彎時)
T_{Sc}	小客車停車設施週轉率	10(班次/設施-時)
G_{Sc}	小客車停車設施彈性放大係數	1.1
T_{Sm}	機車停車設施週轉率	5(班次/設施-時)
G_{Sm}	機車停車設施彈性放大係數	1.1

資料來源：【2】

表 5.19 本研究轉運站轉乘設施規格表

名稱	單位面積(m ²)
人行進出通道	--
市區公車彎	60
計程車下客臨停彎	30
計程車排班席位	30
小汽車下客臨停彎	30
小汽車上客臨停彎	30
機車下客臨停彎	5
機車上客臨停彎	5
小客車停車設施	30
機車停車設施	5

表 5.20 本研究轉運站轉乘設施數與面積規模

名稱	設施數	面積(m ²)
人行進出通道	1	104.0952
市區公車彎	2	120
計程車下客臨停彎	7	210
計程車排班席位	7	210
小汽車下客臨停彎	3	90
小汽車上客臨停彎	8	240
機車下客臨停彎	3	15
機車上客臨停彎	2	10
小客車停車設施	7	210
機車停車設施	7	35

5.3 比較分析

經前兩節之分析，此將模式建構前後之轉運站內部設施、轉運站轉乘設施進行比較分析如下表 5.21、表 5.22。

(一)轉運站設施比較分析

表 5.21 模式建構前後之轉運站設施比較分析

分類	設施數量		設施面積	
	原始路線	模式路線	原始路線	模式路線
月台	32	21	1920	1260
客運臨停車位	26	40	1560	2400
駕駛休息室	--	1	--	37.2
旅客候車區	1	1	342.09	2835.743
旅客走道區	--	1	--	2256.397
女廁便池	17	58	43.9	319
男廁便斗	10	33	21.96	128.7
男廁便池	10	20	21.96	143
			Σ=3909.91	Σ=9380.04

由表 5.21 可知，若將原本之路線經營型態轉為本研究之區段式路線經營型態，除月台數之外，其他設施皆會有上升之趨勢，即相對於目前之轉運站設施，本研究所規劃之設施數與面積皆比原來規劃多。

(二)轉運站轉乘設施比較分析

表 5.22 模式建構前後之轉運站轉乘設施比較分析

分類	設施數量		設施面積	
	原始路線	模式路線	原始路線	模式路線
人行進出通道	--	1	222	104.0952
市區公車彎	4	2	240	120
計程車下客臨停彎	--	7	--	210
計程車排班席位	3	7	90	210
小汽車下客臨停彎	--	3	--	90
小汽車上客臨停彎	3	8	90	240
機車下客臨停彎	--	3	--	15
機車上客臨停彎	--	2	--	10
小客車停車設施	--	7	--	210
機車停車設施	--	7	--	35
			$\Sigma=602$	$\Sigma=1244.0952$

由表 5.22 可知，若將原本之路線經營型態轉為本研究之區段式路線經營型態，除人行進出通道、市區公車彎之外，其他設施皆會有上升之趨勢，即相對於目前之轉運站設施，本研究所規劃之設施數與面積皆比原來規劃多。

第六章 結論與建議

此將本研究所獲得之重要成果歸納成以下幾點結論，並提出建議以供未來後續相關研究之參考。

6.1 結論

隨著台灣經濟的大幅成長，城際運輸的發展也越顯得重要，如何提供更好的服務來吸引旅客，又要能夠兼顧公司的成本利益之下，轉運中心的設置越發顯得重要。本研究藉由模式之評估與分析，提供未來相關單位在執行轉運中心設計規劃時之參考。根據上述各章之討論，本研究獲得如下之結論。

1. 本研究由管制者之觀點出發，尋求透過設置適當規模之轉運站促使國道客運系統之社會總成本最小化，並以業者成本、乘客成本等二項總和最小化為目標函數。此外，藉由所發展之模式所得之最適營運班距，進而可求得公路客運轉運站之最適設置規模。
2. 經由本研究求解程序將原本直達式路線經營型態轉為區段式路線經營型態，可發現本研究之班距、車隊與總成本皆會有下降之趨勢。即對使用者而言，規劃班距之下降，將可減少等車之時間；對營業者而言，規劃車隊之下降，可減少車輛之營運成本。故就整體，對營運者與使用者而言，區段式路線經營型態所得之效益比原本之路線經營型態來的較佳。
3. 若原本之路線經營型態轉為本研究之區段式路線經營型態，對於轉運站內部設施之規劃而言，除月台數之外，其他設施皆會有上升之趨勢，即相對於目前之轉運站內部設施，本研究所規劃之設施數與面積皆比原來規劃多。
4. 將原本之路線經營型態轉為本研究之區段式路線經營型態，對於轉運站轉乘設施之規劃而言，除市區公車彎之外，其他設施皆會有上升之趨勢，即相對於目前之轉運站設施，本研究所規劃之設施數與面積皆比原來規劃多。

6.2 建議

本研究在方案設計之部分，由於缺乏相關之工具與技巧輔助，故整體之方案設計上稍嫌粗糙，另外由於時間與經費之限制下，部分相關課題未能加以探討，尚待後續研究繼續努力。

1. 在評估與分析方面，由於缺乏某些路線的資料，僅能以手邊的資料來做相關的評估，但就現況而言，本研究之評估與分析已可合理反應各方案之相關特性。然而未來若真要執行此一轉運中心規劃時，長期的運量需求估算以及附近交通運量調查是必要的，使得轉運中心在規劃設計之初可以更真實反映出轉運中心之實際營運狀況。
2. 建議未來國內可由政府興建設置轉運站，以供各家客運業者租用進駐，而各家客運業者即可依據本研究所構建最適化模式求解應納入轉運站之最適路線數。此外，轉運站之運作亦可以策略聯盟方式經營，如此將可採用「整合班距策略」與「混合車隊策略」進行實務營運上之調整，進而增進轉運站之使用效益。
3. 由於本研究欲規劃之轉運中心與以往的轉運中心之型式或營運方式都有所不同，因此在正式營運時，對於附近交通與旅客所造成之效益於規劃之初無法有效估計。另外由於轉運中心之設置位置影響下，對於地區發車之旅客而言是否有利，以及因此而產生的負效益無法評估，轉運中心之設置與否有待更進一步地討論與研究，因此未來可以考慮加入業者與乘客之問卷分析評估，以瞭解業者與旅客之意願。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，「公路客運轉運中心之規劃—台北都會區」，民國 85 年 2 月。
2. 亞聯工程顧問股份有限公司，「高速公路交流道附近設置轉運站可行性研究」，台灣省政府交通處委託，民國 85 年 7 月。
3. 朱正祺，「高速公路城際客運轉運操作最佳化模式之構建與求解」，交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
4. 台灣省政府交通處，「台灣省公路汽車客運營運路網整體改善規劃研究」，民國 84 年。
5. Assad, A. A., "Modelling of Rail Networks: Toward a Routing/Makeup Model", *Transportation Research*, 14B, pp.101-114, 1980.
6. Dobson, G. and Lederer, P. J., "Airline Scheduling and Routing in a Hub-and-Spoke System", *Transportation Science*, Vol.27, Issue3, pp.281-297, 1993.
7. Shih, M. C., "A Design Methodology for Bus Transit Route Networks with Coordinated Operations", Ph.D. Dissertation, The University of Texas at Austin, 1994.
8. Aykin, T., "Networking Policies for Hub-and-Spoke Systems with Application to the Air Transportation System", *Transportation Science*, Vol.29, Issue3, pp.201-221, 1995.
9. Martins C.L., Pato M., "Search Strategies for the Feeder Bus Network Design Problem", *European Journal of Operational Research* 106 425-440, 1998.
10. 游政霖，「城際客運轉車系統路線設計之研究」，台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
11. 朱正祺，「高速公路城際客運轉運操作最佳化模式之構建與求解」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 85 年。
12. 許書耕，陳茂南，邱裕鈞，「高速公路客運轉運系統之研究」，運輸計劃季刊，第二十七卷，第二期，頁 315-338，民國 87 年。
13. 藍武王，林祥生，「均質環境下城際國道客運服務策略之最佳化分析」，運輸學刊，第十卷，第三期，39-78 頁，民國 86 年。
14. 藍武王，林祥生，「異質環境下城際國道客運服務策略之最佳化分析」，運輸學刊，第十卷，第四期，21-58 頁，民國 86 年。
15. 邱裕鈞，「線性軸輻路網接駁轉運區位、路線與排班之規劃-遺傳演算法之應用」，運輸計劃季刊，第二十九卷第三期，頁 465-498，民國 89 年。

16. 李宗翰，「系統模擬應用於長途客運轉運系統—轉運站、路網及時刻表之設計」，大葉大學工業工程研究所碩士論文，民國89年。
17. 陳昱豪，「公路客運轉運站最適規模與服務策略之規劃設計」，逢甲大學交通工程與管理學研究所碩士論文，民國92年6月。
18. Newell, G.F., "Dispatching Policies for a Transportationute", *Transportation Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 91-105, 1971.
19. Salzbom, F. J. M., "Optimum Bus Scheduling," *Transportation Science*, Vol.6, No. 2, pp. 137-148, 1972.
20. Hurdle, V. H., "Minimum Cost Schedules for a Public TransportationRoute-- I. Theory", *Transportation Science*, Vol. 7, No. 2, pp. 109-137,1973a.
21. Vuchic, V. R., "Transit Operating Manual", Pennsylvania Department of Transportation, 1976.
22. Friedman, M., "A Mathematical Programming Model for Optimal Scheduling for Buses Depature under Deterministic Condition",*Transportation Research*, Vol. 10, No. 2, pp. 83-90, 1976.
23. Jansson, J. O., "A Simple Bus Line Model for Optimization of Service Frequency and Bus Size", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol.14, No. 1, pp. 53-80, 1980.
24. Chang, S.K. and P.M. Schonfeld, "Multiple Period Optimization of Bus Transit System," *Transportation Research*, Vol. 25B, No.6, pp. 453-478,1991a.
25. Chang, S.K. and P.M. Schonfeld, "Optimization Models for Comparing Conventional and Subscription Bus Feeder Services" ,*Transportation Science*, Vol. 25, No. 4, pp. 281-298, 1991b.
26. 周義華，張國揚，『公車路網班次分派與車輛配置之研究』，運輸計劃季刊，18卷2期，民國78年6月，頁223-54。
27. 張學孔，賴金和，『多時段公車系統費率與服務水準之最佳化』，運輸計劃季刊，23卷4期，民國83年12月，頁375-406。
28. 張學孔，許哲璋，『管制情況下多時段公車系統費率與服務水準之最佳化』，運輸計劃季刊，25卷3期，民國85年9月，頁395-438。
29. 周義華，吳宗憲，『公車路線間相互支援之排班專家研究』，運輸計劃季刊，26卷1期，民國86年3月，頁159-202。
30. 劉方旗，『市區公車排班與即時機動調度之研究—以新竹客運為例』，國立交通大學交通運輸研究所，民國86年。
31. 邊泰明，「加油站區位及規模之研究—以台北市為例」，中興大學碩士論文，民國71年6月。
32. 蔡建年，「高雄都會區最適都市規模分佈之研究」，中興大學法商學院

都市計畫研究所碩士論文，民國 77 年 6 月。

33. 陳榮輝，「規模經濟、旅行成本與都會設施規模之研究」，交通大學運輸工程與管理研究所碩士論文，民國 81 年 6 月。
34. 吳雅惠，「機場市場規模之研究」，交通大學運輸工程與管理研究所碩士論文，民國 82 年 6 月。
35. 游佳瑜，「工業區最適規模之研究」，政治大學地政研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。
36. 蕭幸金、張石柱，「醫院最適規模之探討」，管理學報第十四卷第四期，民國 86 年 12 月。
37. 陳富義，「站前廣場規模之檢討分析」，中興大學法商學院都市計畫研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
38. 呂昭宏，「捷運聯合開發場站最適基地規模之研究—以台南都會區為例」，成功大學都市計畫研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
39. 中華大學交通與物流管理學系，「高速公路大眾運輸系統轉運策略之研究」，高速公路局委託，民國 90 年 12 月。
40. 黃燦煌，「公路客運中站設施設置基準之研究—以台汽公司台北總站為例」，交通大學運輸工程與管理研究所碩士論文，民國 75 年 6 月。
41. 湯詠旭，「國道客運台中轉運中心之研究」，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 92 年 7 月。
42. 許朝宗，「捷運車站轉乘設施規劃之研究—以高雄都會區大眾捷運系統為例」，成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 81 年 7 月。

作者簡歷



姓 名：詹雅雯

籍 貫：嘉義市

生 日：民國 72 年 9 月 5 日

學 歷：逢甲大學交通工程與管理學系碩士班

逢甲大學交通工程與管理學系

私立宏仁女子高級中學

地 址：嘉義縣水上鄉民生村和平街 41 巷 45 號

電 話：(05)2354505

E-mail：a81895@yahoo.com.tw