

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文

#### 捷運運量路網效應之研究

A Study on the Ridership Effect for MRT Network



指導教授：黃台生 老師

研究生：邱薰論

中華民國九十六年六月

捷運運量路網效應之研究

A Study on the Ridership Effect for MRT Network

研究生：邱薰論

Student：Hsun-Lun Chiou

指導教授：黃台生教授

Advisor：Tai-Sheng Huang

國立交通大學  
交通運輸研究所  
碩士論文



A Thesis  
Submitted to Institute of Traffic and Transportation  
College of Management  
National Chiao Tung University  
In Partial Fulfillment of the Requirements  
For the Degree of  
Master  
in  
Traffic and Transportation

June 2007

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

# 捷運運量路網效應之研究

研究生：邱薰論

指導教授：黃台生

國立交通大學交通運輸研究所

## 摘要

隨著台北捷運系統路網規模逐漸擴大，台北捷運運量逐年增加，但若將其標準化，以單位路網長度之運量來看，就不一定會隨著路網規模擴大而增加，因此本研究探討台北捷運運量路網效應。本研究先收集台北捷運公司民國 85 年 3 月至民國 95 年 12 月之月運量與民國 87 年 12 月至 95 年 12 月之各車站起迄旅次分佈資料，利用 t 檢定分析台北捷運路網擴充不同階段之效應，並建立台北捷運運量路網效應之迴歸關係。

由研究分析結果顯示，隨著淡水、中和線由淡水站通車至中山站、延伸至台北車站、再延伸至南勢角站的過程中，路線本身單位長度運量會隨著路線長度的延長而逐漸增加。與淡水、中和線平行之木柵線單位長度運量亦逐段增加。板南線之龍山寺站至市政府站通車，台北捷運才形成路網之型態，路網形成時與路網形成前相同路線與不同路線，因路網服務範圍增加，旅客可以在捷運路線之間互相轉乘，因此路網形成時路線單位長度運量會比路網形成前路線單位長度運量大。路網形成後，陸續有板南線龍山寺站至新埔站與小南門線西門站至中正紀念堂站、板南線市政府站至昆陽站、小碧潭支線、板南線新埔站至府中站與板南線府中站至永寧站通車，分析結果顯示在捷運路網的外圍延長路網長度，對整體路網單位長度運量並不會造成顯著的影響，亦發現路網長度延伸至 74.4 公里時單位長度運量有開始下降之趨勢。

最後，本研究利用迴歸分析建立捷運單位長度運量與路網長度之關係，結果顯示三次曲線模式最符合實際捷運單位長度運量之曲線。

關鍵字：台北捷運、運量路網效應、運量與路網關係

# A Study on the Ridership Effect for MRT Network

Student : Hsun-Lun Chiou

Advisor: Dr. Tai-Sheng Huang

Institute of Traffic and Transportation College of Management

National Chiao Tung University

## ABSTRACT

With the expansion the Taipei MRT network, the ridership also increases annually. However, after the standardization process, the unit length ridership may not increase with network. Therefore, in order to analyze the effect for MRT network, the this research collected the overall ridership data from 1996.3~2006.12 and OD ridership data of each station from 1998.12~2006.12. T-test was used to analyze the effect between different expansion period, regression models were also built to construct the ridership effect for Taipei MRT network.

The results indicate that the unit length ridership of Danshui, Zhonghe Line increase while the expansion period from Danshui station through Zhongshan station, Taipei Station and Nanshijiao station. Furthermore, the unit length ridership of Muzha Line also increase with respect to the expansion process of Danshui, Zhonghe Line. The MRT network had not been formed until the construction of Bannan Line from Longshan Temple Station to Taipei City Hall Station. The connection of two parallel lines allows passenger to transfer between different lines, at the mean time, the unit length ridership increased comparing to the duration before the forming of MRT network. In addition, the analysis showed that the overall unit length ridership did not increase while Longshan Temple Station to Xinpu Station of BanNan Line, Ximen station to C.K.S. Memorial Hall station of Xiaonanmen Line, Taipei City Hall Station to Kunyang station of BanNan Line, Xiaobitan branch Line, Xinpu Station to Fuzhong station of BanNan Line and Fuzhong station to Yongning station of Bannan Line started commercial service. The results indicated that the expansion of network in suburban area did not have significant effect to the whole network. Moreover, this research also shows that unit length ridership tended to decrease after the network expand to 74.4 km.

Lastly, this research applied regression analysis to build the relation of MRT annual ridership and unit network length. The result showed that the model of cubic curve best fit to the actual unit network length of MRT.

*Keyword : Taipei MRT · Ridership Effect for MRT Network · Relationship between ridership and network*

## 致謝

兩年的碩士生活隨著論文的完成即將劃下句點，能順利完成論文最要感謝的是我的指導老師黃台生老師，因為有老師耐心的教導與協助，我才能完成論文並且通過口試，在這兩年中不管是課業上的問題或是生活上遇到挫折，老師都會協助我解決課業上的問題並且教導我一些做人處事的道理，在我人生遇到最大的挫折時，也是因為有老師的幫助，我才能回到寫論文的狀況內，真的很感謝老師。另外也要感謝兩位口試委員周義華老師與陳椿亮老師在百忙之中仍撥冗細審，並給予我許多寶貴的建議。

進入北交的另一個收穫就是認識 IIT96 這群同學，因為有你們的陪伴及容忍我的孩子氣，我在這兩年過的很快樂，這些點點滴滴將會成為我人生中最重要回憶。總是提醒我大小事的靜宜，因為妳的提醒與鼓勵讓我順利完成很多事情，尤其在口試時妳給了我很大的勇氣與安心，還有謝謝妳在升碩二暑假時給我的關心，謝謝妳。美艷的大冠，我很喜歡撲到妳身上抱著妳的感覺，很舒服(呵呵)，謝謝妳一大早就跑來幫我加油並給了我一個大大的擁抱，要不是還要口試眼淚都快流出來。學識豐富的士軒(mud)，謝謝你經常在課業上給我幫助，每次跟你討論完就覺得豁然開朗，還有謝謝你在升碩二暑假時給我的關心。美麗又可愛的書婷，超懷念我們一起出去拍攝影片與作報告時的歡樂，因為妳的叮嚀，我們這一組的報告都能很順利。快畢業才很熟的小慧，沒跟妳相處前不知道妳妙語如珠阿，謝謝妳在快畢業前的日子陪伴我，讓我不孤單。很無厘頭的阿朋，有一次為了趕計畫案的東西加上很多事情要弄，在 LAB 待到很晚，老實說本來我已經不哭了，但聽到你對我說”加油!我們會陪你的。”眼淚又不聽使喚的一直留下來，很高興計畫案能跟你一起合作。純樸的玥蓁，因為妳 LAB 多了很多歡笑，也多了很多零食，很懷念我們一起出去拍攝影片與作報告時的歡樂。依珊老師，懷念我們一起出去拍攝影片時，妳另一種可愛的樣貌。很愛捉弄我的大頭，我始終弄不懂你也會怕癢，怎麼還那麼喜歡搔我癢(哈)?你在電腦方面的專業令我很佩服，超厲害的，還教我畫出一張很漂亮的捷運路網圖，還有你在講一些事情時，會讓我覺得你很成熟而且很有想法，最後謝謝你騎機車載我去捷運公司送初稿。唱歌很 MAN 的丐一尤(長恩)，同 LAB 兩年，覺得你是個很不受拘束的人，就像你的網誌裡寫到你知道你在幹麻，但你又是個很隨和的人也很好相處，那天一起去唱歌才知道你唱歌很 MAN 很好聽，下次還要跟你去唱歌，還有謝謝你在升碩二暑假時給我的關心，我真的很感動。我的好厝邊董 EJ，謝謝你每次論文研討都要聽我吵著跟你換次序，同時也給我鼓勵，謝謝你在最後一個月把厝(桌子)借給我用，你唱歌真的超投入、超深情的，下回還要一起去唱歌，記得用我畫給你的麥克風唱(哈)。打扮漂亮的芝吟，你知道好玩的地方超多的，下次要出去玩一定要問妳，懷念我們一起出去拍攝影片時，還跑去逛街的歡樂時光。可愛的文君，妳家釀的蜂蜜醋真的很好喝，妳即將要出國去讀書了，祝妳一切順利，回國時再相聚。很愛美食的博彥，每天看到我都愛玩我的頭髮，真搞不懂為什麼，不過看在你每次都叫我美女，就讓你玩吧，還有在我很忙、很累的時候，聽到你對我說”加油!”我的眼淚都會不聽使喚的滴下來。人很好又白白淨淨的 A 中(維

中)，聚餐的時候感謝你騎機車載我喔，還有你提供的海苔與品客，很好吃，最後在 LAB 的日子因為有你在，我跟小慧每天都很開心。我的笛箏寶貝，畢業後就看不到妳了，我會想妳，什麼時候還能在一起去逛五分埔呢？記得妳是我的寶貝不是大玥的喔。被我的偶像茶毒的阿秋，對你的印想最深的就是你拍的啤酒廣告，超好笑的，也很感謝你一直容忍我拿我最喜歡的韓國綜藝節目與你分享，雖然你百般不願但還是會意思一下看個幾分鐘，記得有一次你對我說”加油!”哇!真的很感動。熱心助人又善良的 Webber(志維)，謝謝你載我去買提拉米蘇，在我難過的時候傳簡訊安慰我，幫我一起查每一個捷運站位在哪個交通分區，還跟我介紹周圍的環境，又幫我跟大玥張羅口試時要給老師吃的東西，真的很感謝你。小黃 LAB 的一哥龍哥，謝謝你包容我每次都跟你抱怨說你不等我，其實我很高興你的進度超前。金門妹菁怡，謝謝妳每次都幫我買藥膏及藥布，讓我媽的手痛能稍微舒緩，有機會再去金門玩，一定要找妳導遊。漂亮又成熟的怡安，謝謝妳細心和耐心的教我怎麼跑 SPSS，還容忍我動不動就怡安、怡安的一直叫妳。成熟懂事的凱，幾次的聊天與相處，覺得妳對自己的要求很高，那時看妳為了程式在苦惱覺得很心疼，還好一切都完美的劃下句點，最後想跟妳說口試那天你真的很棒。美麗又可愛的宇函，北交歌姬的名號果然名不虛傳，妳不僅歌聲好聽人又善良，很感謝妳和妳男友蕭阿炮謝師宴那天送我回家，還有謝謝你們在升碩二暑假時給我的關心，真的很謝謝你們。開朗的明宏，謝謝你邀請大家去你家烤肉，很好玩，還有加油，半年很快就過了。紅豆你要出國去讀書，在國外要加油，別忘了要用 MSN 跟我們連絡喔。神祕的良淵，雖然你很少在 LAB 出沒，但遇到時聊了幾句發現你是個很風趣的人。Kilik 每次遇到你都是笑臉，詢問彼此論文的進度再互相加油，感覺很窩心。最後謝謝柏雅學姐，在我收集捷運運量資料時，給予我最大的幫助。在這兩年的日子裡能遇到你們，真的很幸福快樂，未來大家即將各自踏上另一個人生，希望大家都能找到自己想要的路，最後想告訴大家我真的真的好愛你們唷!有空一定要再相聚。

最後要感謝的是我最愛的家人，我親愛的爸爸，很感謝你為了養育我犧牲了很多，當我課業上有問題時又要陪我討論並給予我方向，還要忍受我的壞脾氣，但我真的很愛你，一直生活在你給我堅固的象牙塔中，從沒有想過有一天我會離開象牙塔或是象牙塔會有破裂的一天，那種痛會讓我快要倒下去，我沒有了方向與目標，現在的我會好好珍惜你跟媽媽給我的象牙塔，爸爸你知道我已經完成論文囉!雖然寫的不是很好，但我還是要把它獻給你，因為若沒有你在背後的支持，我無法獨立完成它。我親愛的媽媽，這麼多年妳都一直無怨無悔的照顧我，即使我常常跟妳耍脾氣，妳還是一樣愛我，謝謝妳一直包容我，當妳看到我為了寫論文在哭時，心疼的想跟我說乾脆不要讀了並且陪我一哭時，我好難過覺得自己很糟糕讓妳這麼擔心我，如今我的論文完成了，我也要將它獻給妳，媽媽我真的好愛妳，以後我會盡量不要再耍脾氣了，會好好的孝順妳。還有我越來越漂亮的妹妹和哥哥，雖然我們會吵架，但我還是愛你們的，希望你們的學業都能順順利利，未來的路都能很平坦，還有可愛的顯湛，姑姑愛妳。

邱薰論 謹誌

中華民國九十六年七月

# 目錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
致謝 .....	III
目錄 .....	V
圖目錄 .....	VII
表目錄 .....	IX
第一章 緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機 .....	1
1.2 研究目的與課題 .....	1
1.3 研究對象與範圍 .....	2
1.4 研究架構 .....	3
1.5 研究方法與流程 .....	4
第二章 文獻回顧與評析 .....	6
2.1 捷運相關文獻 .....	6
2.1.1 捷運路網規模與都市特性相關之文獻 .....	6
2.1.2 與捷運成本相關之文獻 .....	8
2.1.3 優惠政策對運量之影響 .....	8
2.2 統計分析 .....	12
2.3 台北捷運路網形成過程 .....	15
第三章 捷運路網效應之意義與基本資料處理 .....	23
3.1 捷運路網效應之意義與可能之影響 .....	23
3.2 資料收集與處理 .....	24
3.3 台北捷運單位路網長度運量之變化 .....	40

第四章 台北捷運路網擴充不同階段效應分析 .....	41
4.1 台北捷運之路網擴充過程及分析構想 .....	41
4.2 台北捷運路網擴充第一階段效應分析 .....	45
4.3 台北捷運路網擴充第二階段效應分析 .....	51
4.4 台北捷運路網擴充第三階段效應分析 .....	57
第五章 台北捷運運量路網效應關係之建立與驗證 .....	60
5.1 台北捷運運量與路網長度之迴歸分析 .....	60
5.1.1 路網長度與年運量之迴歸分析 .....	60
5.1.2 加權路網長度與捷運年運量之迴歸分析 .....	62
5.2 台北捷運運量路網效應關係式之建立 .....	65
5.2.1 路網長度與單位長度運量之關係 .....	65
5.2.2 路網長度與單位長度運量之迴歸分析 .....	66
5.3 台北捷運運量路網效應關係之驗證 .....	67
第六章 結論與建議 .....	77
6.1 結論 .....	77
6.2 建議 .....	80
參考文獻 .....	81

## 圖目錄

圖 1.1 台北捷運系統路網圖 .....	2
圖 1.2 研究架構圖 .....	3
圖 1.3 研究流程圖 .....	5
圖 3.1 路網效應之概念圖 .....	23
圖 3.2 捷運月運量圖 .....	25
圖 3.3 民國 80 年、82 年、84 年公車單月運量柱狀圖 .....	27
圖 3.4 民國 80 年、82 年、84 年公車雙月運量柱狀圖 .....	32
圖 3.5 大眾運輸運量典型年週期變化柱狀圖 .....	37
圖 3.6 捷運年運量與路網規模之關係圖 .....	38
圖 3.7 捷運單位路網長度運量與路網規模之關係圖 .....	39
圖 4.1 捷運路網圖 .....	43
圖 4.2 淡水、中和線路線延長其單位長度運量之變化 .....	46
圖 4.3 淡水、中和線路線延長時木柵線單位長度運量的變化 .....	47
圖 4.4 整體路網單位長度運量之變化 .....	50
圖 4.5 木柵線路網形成時與路網形成前所有單位長度運量的變化圖 .....	52
圖 4.6 淡水、中和線路網形成時與路網形成前所有單位長度運量的變化圖 .....	52
圖 4.7 木柵線路網形成時與路網形成前本身單位長度運量的變化圖 .....	54
圖 4.8 淡水、中和線路網形成時與路網形成前本身單位長度運量的變化圖 .....	54

圖 4.9 路網形成後，整體路網路網單位長度運量圖 .....	57
圖 5.1 捷運年運量圖 .....	61
圖 5.2 加權過的路網長度與捷運年運量圖 .....	63
圖 5.3 捷運單位長度運量圖 .....	65
圖 5.4 捷運單位長度運量與三次曲線模式單位長度運量( $f(L)/L$ )之比較圖 .....	68
圖 5.5 捷運單位長度運量與單位長度運量迴歸分析( $h(L)$ )之比較圖 .....	68
圖 5.6 平均單位長度運量( $f(L)/L$ )與單位長度運量迴歸分析( $h(L)$ )之比較圖 .....	70



## 表目錄

表 2.1 轉乘優惠政策因素影響效果 .....	10
表 2.2 公車運量迴歸分析結果 .....	11
表 2.3 捷運運量迴歸分析結果 .....	11
表 2.4 公車加捷運(代表大眾運輸)運量迴歸分析結果 .....	12
表 2.5 捷運各路線之說明 .....	18
表 2.6 台北捷運路線通車之時間表及通車公里數 .....	19
表 2.7 台北都會區大眾捷運系統興建中之路線細部設計與施工時程 .....	22
表 3.1 民國 80 年與 82 年公車運量卡方檢定 .....	28
表 3.2 民國 82 年與 84 年公公車運量卡方檢定 .....	28
表 3.3 民國 80 年與 84 年公車運量卡方檢定 .....	29
表 3.4 民國 80 年與 81 年公車運量卡方檢定 .....	29
表 3.5 民國 81 年與 82 年公車運量卡方檢定 .....	30
表 3.6 民國 82 與 83 年公車運量卡方檢定 .....	30
表 3.7 民國 83 與 84 年公車運量卡方檢定 .....	31
表 3.8 民國 80 年與 82 年公車運量卡方檢定 .....	33
表 3.9 民國 82 年與 84 年公公車運量卡方檢定 .....	33
表 3.10 民國 80 年與 84 年公車運量卡方檢定 .....	34
表 3.11 民國 80 年與 81 年公車運量卡方檢定 .....	34
表 3.12 民國 81 年與 82 年公車運量卡方檢定 .....	35
表 3.13 民國 82 與 83 年公車運量卡方檢定 .....	35
表 3.14 民國 83 與 84 年公車運量卡方檢定 .....	36
表 4.1 捷運路網擴充分析階段之說明 .....	42
表 4.2 不同階段淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定 .....	46
表 4.3 不同階段木柵線單位長度運量之 t 檢定 .....	48

表 4.4 淡水站至中山站通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定 .....	49
表 4.5 中山站至台北車站通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定 .....	49
表 4.6 台北車站至南勢角通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定 .....	50
表 4.7 路網形成時與路網形成前不同路線單位長度運量之 t 檢定 .....	51
表 4.8 路網形成時與路網形成前木柵線單位長度運量之 t 檢定 .....	53
表 4.9 路網形成時與路網形成前淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定 .....	53
表 4.10 路網形成時與路網形成前木柵線本身單位長度運量的比較 .....	54
表 4.11 路網形成時與路網形成前淡水、中和線本身單位長度運量的比較 .....	55
表 4.12 路網形成時新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)、路網形成時木柵線 與路網形成時淡水、中和線之 t 檢定 .....	56
表 4.13 路網形成時與路網形成前，整體路網單位長度運量之 t 檢定 .....	56
表 4.14 龍山寺站至新埔站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定 .....	57
表 4.15 市政府站至昆陽站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定 .....	58
表 4.16 七張站至小碧潭站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定 .....	58
表 4.17 新埔站至永寧站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定 .....	58
表 4.18 路網形成後延長路線之 t 檢定 .....	59
表 5.1 路網長度與年運量之線性模式迴歸分析 .....	61
表 5.2 路網長度與年運量之二次曲線模式迴歸分析 .....	61
表 5.3 路網長度與年運量之三次曲線模式迴歸分析 .....	62
表 5.4 路網長度與年運量之指數模式迴歸分析 .....	62
表 5.5 加權路網長度與年運量之線性模式迴歸分析 .....	63
表 5.6 加權路網長度與年運量之二次曲線模式迴歸分析 .....	64
表 5.7 加權路網長度與年運量之三次曲線模式迴歸分析 .....	64
表 5.8 加權路網長度與年運量之指數模式迴歸分析 .....	64
表 5.9 路網長度與單位長度運量之線性模式迴歸分析 .....	66
表 5.10 路網長度與單位長度運量之二次曲線模式迴歸分析 .....	66

表 5.11 路網長度與單位長度運量之三次曲線模式迴歸分析 .....	67
表 5.12 路網長度與單位長度運量之指數模式迴歸分析 .....	67
表 5.13 捷運單位長度運量與三次曲線模式單位長度運量( $f(L)/L$ )之比較 .....	69
表 5.14 捷運單位長度運量與單位長度運量迴歸分析( $h(L)$ )之比較 .....	70
表 5.15 平均單位長度運量( $f(L)/L$ )與單位長度運量迴歸分析( $h(L)$ )之比較 .....	71
表 5.16 捷運運量路網邊際效應 .....	72
表 5.17 三次曲線模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較 .....	74
表 5.18 線性模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較 .....	75
表 5.19 指數模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較 .....	76



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

台北捷運系統於民國 85 年 3 月木柵線通車，而後淡水線、中和線、新店線、板橋線、南港線、小南門線及土城線等路線亦陸續通車，建構出台北捷運系統的初期路網；此外，再配合其他接駁運具的發展，使台北都會區民眾享受前所未有的交通便利，也使得台北市大眾運輸的運量逐年提升。於台北捷運系統陸續通車後，其運量除了於民國 90 年受納莉颱風和民國 92 年受 SARS 影響而下降外，其餘均逐年上升，公車系統在捷運通車後，運量亦呈同步上升之趨勢。然而使得台北捷運運量上升的原因主要為捷運路網規模的增加與轉乘優惠額度，由交研所的研究案[7]的結果得知台北捷運路網規模對捷運運量變化的影響較大，轉乘優惠額度對捷運運量變化的影響較小；而轉乘優惠額度對公車運量變化的影響較大，捷運路網規模對公車運量變化的影響較小。

近年來，隨著台北捷運系統路網規模逐漸擴大，使得台北捷運運量逐年增加，但捷運每段路線通車的長度與區位皆不同，因此本研究將探討台北捷運路網規模的增加對捷運運量的影響，探討每增加一段路線長度對原來路線運量的變化為何？而增加的路線若與原有的路線沒有交會時，對原來路線與新增加的路線之單位長度運量是否會產生影響；此外，若新增之路線與原有的路線有交會時，對原來路線與新增加的路線之單位長度運量是否會影響？



## 1.2 研究目的與課題

基於上述之研究背景與動機，本研究之目的即在為探討台北捷運路網擴大的過程中對載客之影響。在此目的下，本研究課題將包括下列六項：

1. 探討捷運路網擴大過程中對運量之加成效果。
2. 探討捷運路網擴大過程中路線延伸對本身單位長度運量之影響。
3. 探討捷運路網擴大過程中路線延伸對其他路線單位長度運量之影響。
4. 探討捷運路網擴大過程中路網延伸對本身單位長度運量之影響。
5. 探討捷運路網擴大過程中路網延伸對其他路線單位長度運量之影響。
6. 台北捷運運量路網效應關係之建立。

### 1.3 研究對象與範圍

本研究之對象為台北都會區之捷運系統(如圖 1.1)，運量資料捷運運量將採用民國 85 年至民國 95 年之資料。



圖 1.1 台北捷運系統路網圖

## 1.4 研究架構

本研究將台北捷運通車的時程分為路網形成前、形成路網時與路網形成後三個階段，利用捷運各起迄站之運量得到各路線之單位長度年運量，分析台北捷運路網擴大過程中，在路網形成之前路線長度延長對路線本身單位長度運量之影響與對其他路線單位長度運量之影響；在路網形成時，分析相同路線在路網形成時與路網形成前單位長度運量之變化及不同路線在路網形成時與路網形成前單位長度運量之變化；在路網形成以後，捷運路網長度延伸對整體路網單位長度運量之影響。此外，亦分析台北捷運路網擴大過程中，捷運路網長度與年運量之關係，以得到台北捷運路網擴大對捷運運量之影響，本研究架構如圖 1.2 所示：

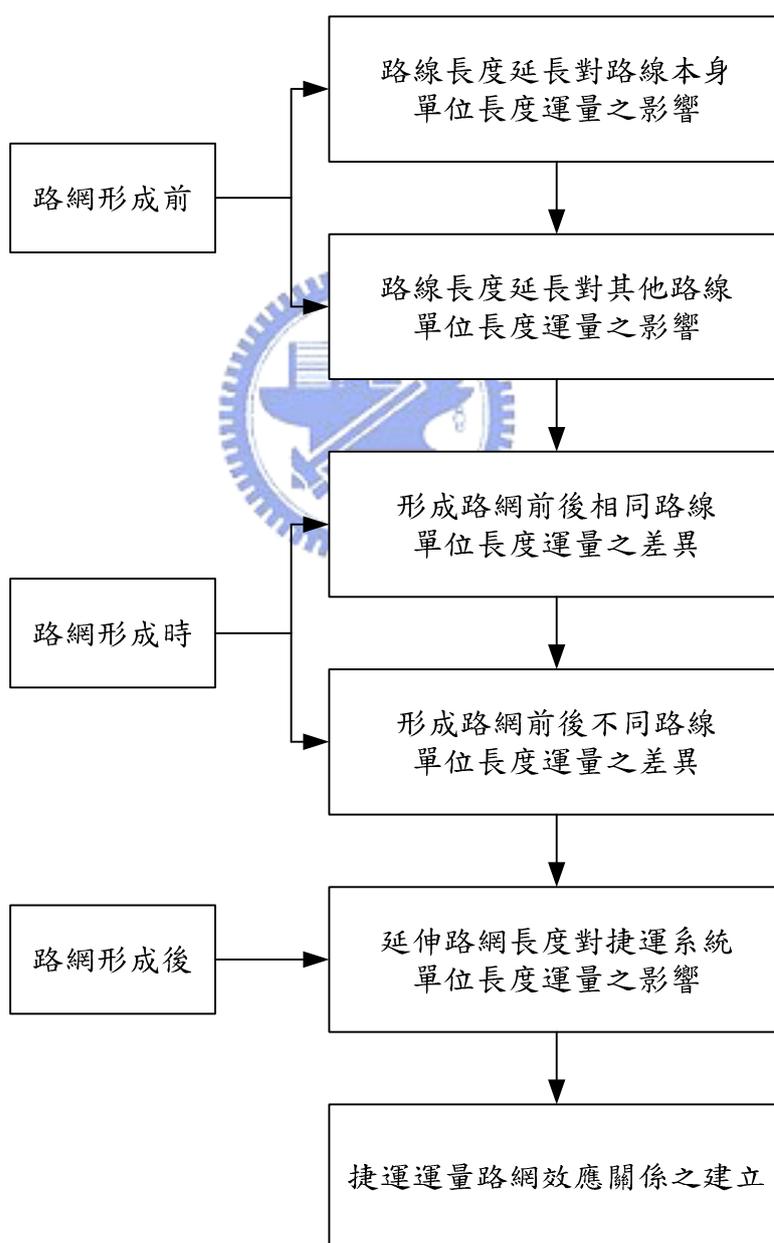


圖 1.2 研究架構圖

## 1.5 研究方法與流程

本研究將向台北捷運公司及台北市交通局等有關單位蒐集公車、捷運月運量之資料，以統計方法分析運量之趨勢與週期特性，其中趨勢改變將使用迴歸分析方法建立其趨勢關係；在進行週期現象分析時，將使用適合度檢定之方法確定週期之型態，當台北捷運新路線陸續通車時，利用統計方法 t 檢定來檢定所有路線在通車前後單位長度運量之差異性，最後再利用迴歸分析建立捷運路網長度與年運量之關係，得到台北捷運運量之路網效應。

本研究將用上述之方法進行探討與分析捷運路網擴大過程中對載客之影響，本研究流程如圖 1.3 所示，其說明如下：

1. 確定研究目的：本研究目的為探討捷運路網擴大過程中對載客之影響。
2. 文獻回顧：向捷運公司及台北市交通局等有關單位蒐集公車、捷運運量之資料，並回顧相關影響運量因素之資料與路網規模之相關文獻。
3. 分析捷運路網擴大過程中對運量之加成效果：由捷運公司提供之捷運各站起迄站之運量表，分析當捷運路網逐漸擴大時，新增加路線對其他路線運量之影響。
4. 分析捷運路線長度延伸對路線本身單位長度運量加成效果之影響。
5. 分析捷運路線長度延伸對其他路線單位長度運量加成效果之影響。
6. 分析捷運路網形成時與路網形成前，對相同路線單位長度運量加成效果之影響。
7. 分析捷運路網形成時與路網形成前，對不同路線單位長度運量加成效果之影響。
8. 分析捷運路網長度延伸對整體路網單位長度運量加成效果之影響。
9. 利用迴歸分析建立捷運路網長度與年運量之間的關係。

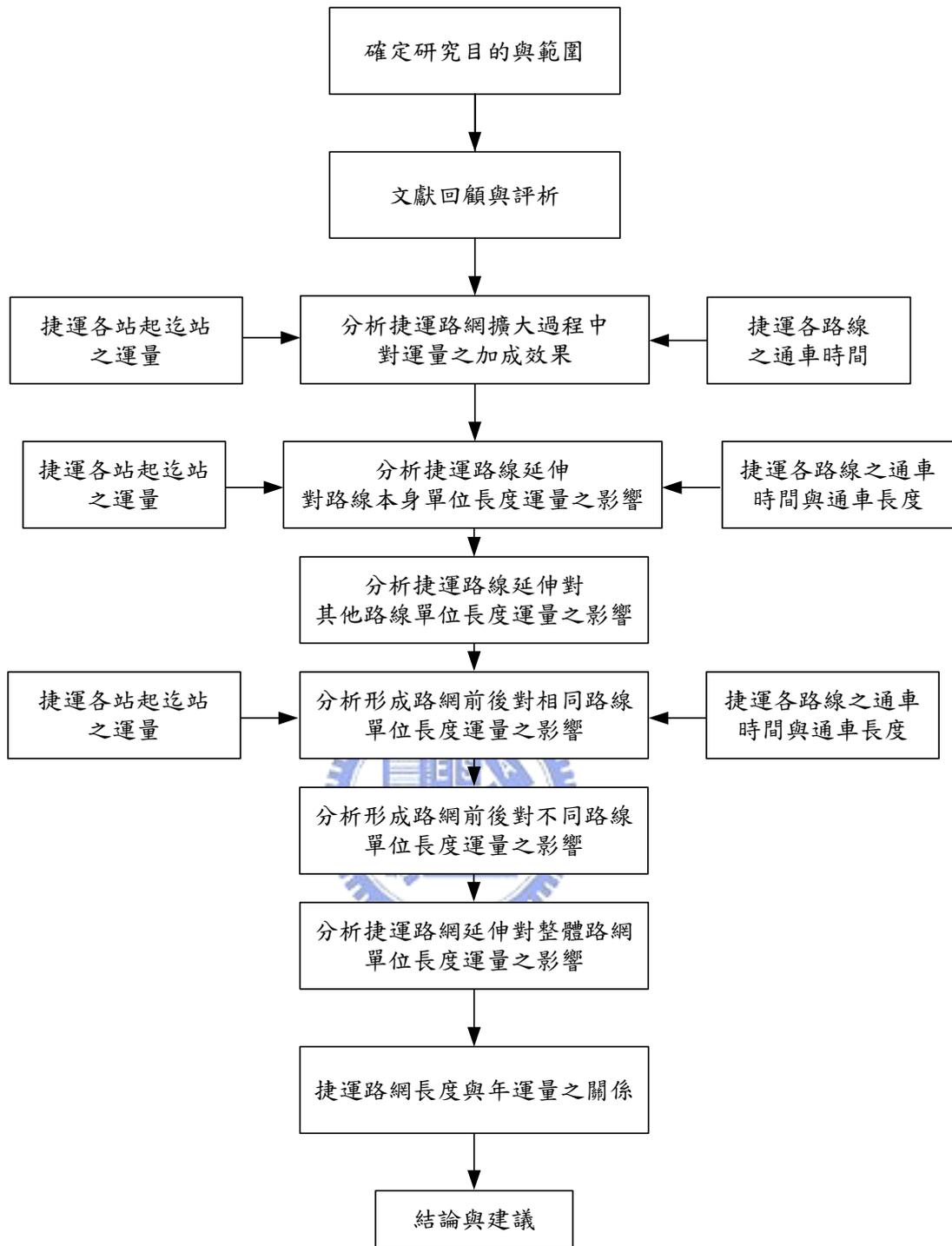


圖 1.3 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧與評析

### 2.1 捷運相關文獻

#### 2.1.1 捷運路網規模與都市特性相關之文獻

本所王傳芳教授(1984)在都市捷運技術近代發展研討會中所發表之一篇論文「都市捷運系統發展策略」,曾指出都市捷運系統之規劃應考慮系統容量有效使用、符合都市機動性與可及性需求,及考慮都市財物負擔能力三項目標,並依此訂出捷運系統技術選擇及路網長度之準則如下:

1. 由系統容量有效使用率來看,中運量捷運系統適用於運輸走廊每小時旅次在 1 萬至 2 萬人之間,而傳統鐵軌捷運系統則適用於每小時旅次 2 萬人以上。
2. 為符合都市機動性及可及性的基本需求,一個都市捷運系統的路網長度規模應當與其人口數成一適當比例,對於一般都市,平均每 5 萬至 6 萬人即應當有一公里之捷運系統。
3. 一般都市的捷運系統投資成本應為都市每年淨產出值的 15%~20%之間。

為具體得到以上三準則之數值,王教授進行了高運量捷運系統與中運量捷運系統單位運能成本與運能關係之分析,並以世界 22 個擁有相當規模捷運系統都市之資料進行都市人口與捷運路網長度,及都市 GNP 與捷運系統投資成本之迴歸分析,結果如下:

都市人口與捷運路網長度之關係:

$$NL=7.515+20.83P$$

其中都市人口(P)之單位為百萬人,捷運路網長度(NL)之單位為公里。

都市 GNP 與捷運系統投資成本之關係為:

$$IC=2.668+0.162UGNP$$

其中都市 GNP(UGNP)與捷運系統投資成本(IC)之單位成本均為 10 億美元。

范玉峰(1994)以 1991 年世界擁有捷運系統的八十三個都市特性及其捷運路網規模資料進行相關性研究。范君首先將捷運路網定義為捷運路網總長及都會區捷運路網密度兩種,以此兩種路網規模定義分別與都市特性資料進行相關性之檢定。經檢定結果顯示,與捷運路網長度相關之都市特性有都會區人口數、都市公車數、都市總產值;與都會區捷運密度相關之都市特性則有中心都市人口密度、都會區人口密度及都市居民年產值(GDP),該研究認為與捷運路網長度相關之都市特性變數同時代表了影

響捷運乘客需求、財物支付能力、其他運輸系統服務狀況三項因素，因此只取捷運路網長度與都市總產值、都會區人口、都市公車數三變數建立捷運路網規模與都市特性之關係式。該研究最後僅選取與捷運路網長度之間最有相關之都市總產值變數，做為建構關係模式之唯一解釋變數，依據所建立之關係式顯示，都市居民年產值與都會區人口兩變數可以解釋捷運路網長度的變異達 46.2%，且皆為正向之影響。

邱啟仁(2001)，針對輕軌運輸系統路網規模與都市特性關係進行研究，以探討輕軌運輸系統路網規模與都市特性之關係。其蒐集 1997 年全世界擁有輕軌運輸系統之 62 個代表性都市之都市特性及輕軌運輸路網資料，進行模式之構建。由於代表性都市中，有 26 個都市係採用輕軌捷運系統，故再針對此 26 個都市另行構建輕軌捷運系統路網規模與都市特性之關係式。

經多元迴歸分析結果發現，在輕軌運輸系統路網長度部分，其與中心都市人口、中心都市人口密度和都市小汽車持有數等呈正向關係，卻與都市公車車輛數呈反向關係。在另一模式中則發現，輕軌捷運系統路網長度與中心都市人口密度、都會區人口呈正向關係，而與都市公共運輸路線長度呈反向關係。之後，分別以輕軌運輸和輕軌捷運系統所建構之模式，以民國 88 年底都市社經資料為主，分別推估桃園、新竹、台中及台南等四都會區輕軌運輸系統及輕軌捷運系統之路網規模。其二者規模都以台中都會區的規模最大，依序為桃園、台南都會區及新竹都會區。

DeMenezes 等 (1983) 為探討可能影響歐洲及美國都市居民使用捷運之因素，曾以歐美都市的捷運系統使用率 (每人每年使用捷運旅次數) 分別與都市的捷運路網規模 (每平方公里的路線長度)、人口密度、以及汽車持有率等變數資料進行迴歸分析。迴歸分析結果顯示，影響歐美都市居民使用捷運的因素乃是捷運路網規模，其解釋能力  $R^2$  值分別為 0.81、0.69，說明歐洲都市居民較美國都市居民偏好使用捷運。作者並輔以歐美都市社會、經濟以及文化的差異支持此一分析結果。就汽車持有率與捷運使用率的相關性而言，歐洲都市明顯低於美國，這點說明歐洲都市居民使用捷運的意願較不受汽車持有率的多寡所影響。

Giannopoulos (1984) 曾詳細分析當時全世界 61 個都市捷運系統的技術、營運及經濟特性，並輔以都市的社會、經濟資料進行捷運系統與都市關係之研究。有關捷運與都市人口之關係，其由當時 61 個擁有捷運的都市人口與全世界都市人口的比較分析得知，都市人口數在 100 萬以下而擁有捷運的都市僅佔 1.2%，100 萬至 500 萬則佔 13.6%，500 萬以上則佔 66.7%，文中並指出人口在 50 萬人以下使用捷運之都市多基於社會政治因素的考量而使用，而非如一般都市著重在經濟投資效益方面的考量。研究同時發現，歐洲使用捷運的都市，在相同都市人口數的條件下，顯然較世界其他地區使用捷運都市的數量高，例如歐洲地區人口數在 100 萬至 500 萬人而擁有捷運的都市即佔歐洲地區的 79.7%，明顯高於世界的 13.6%，基於此，作者認為一都市使用捷運與否應當不只取決於此一都市的運輸需求大小，都市對於支付捷運興建成本的財務負擔能力亦是極為重要的影響因素。

該文獻同時對都市的捷運路網長度、營運路線數與都市人口數、人口密度之間進行相關性分析，所得結果並不盡令人滿意，由此，作者認為捷運路網的長度所反映的應不僅是人口數量及人口密度所代表的運輸需求壓力，其背後隱藏的應當還有高度的政治、社會、以及經濟因素。

以上國內、外關於捷運路網規模與都市特性之研究文獻大都與都市人口數、都市人口密度有關。

### 2.1.2 與捷運成本相關之文獻

陸進勝(1991)以捷運系統單位運量之成本對路線長度的變化，探討捷運走廊新設路線及延伸線所應使用之最適技術，其以總成本最小化為目標，成本項包括資本成本與營運成本，並將資本成本與營運成本視為路線長度的函數。其先求出系統總成本再求出累計捷運旅次運量百分比與各技術之單位運量平均成本跟路線長度的關係，以求得最適捷運技術與其延伸線之組合運用。

陳世鴻(1993)利用解析性方法，建立長條形運輸走廊與扇形運輸走廊之捷運系統最適路線長度模式。其以營運者及使用者之總成本最小化為目標，成本項包括旅行時間成本、捷運車輛擁有成本、捷運路線建造成本、捷運營運成本及接駁運具行駛成本等。以探討都會區內引入都市捷運與區域鐵路兩種新系統後，此兩種運輸系統的最適路線長度。

Wirasinghe and Seneviratne (1986) 利用分析數學法，建立鐵路路線長度之函數，以營運者及使用者之總成本最小化為目標，所考慮之使用者與營運者成本項包括使用者旅行時間成本、營運成本、路線建造成本、及車隊成本等，以探討最佳的鐵路路線長度。最後再利用敏感度分析之方法，探討各成本項變動與旅客需求變動對鐵路最適長度之影響。

以上國內、外關於路線延伸之研究文獻大都考量營運者成本與使用者成本之權衡取捨，以決策路線延伸之最適長度。其中所考量之成本項包含使用者旅行時間成本、營運成本、路線建造成本等。

### 2.1.3 優惠政策對運量之影響

趙珮君(2005)分析捷運與公車轉乘優惠政策對轉乘優惠運量之影響[3]，其以時間序列分析與介入模式之方法，將民國88年7月到94年12月之轉乘優惠運量整理成兩個資料檔，分別為單向轉乘優惠時期(88年7月到92年11月)與單向加雙向轉乘優惠時期(88年7月到94年12月)。

$$\text{轉乘優惠運量} = \begin{cases} \text{捷運轉乘公車優惠運量} & , t < 92\text{年}11\text{月} \\ \text{捷運轉乘公車} + \text{公車轉乘捷運優惠運量} & , t \geq 92\text{年}11\text{月} \end{cases}$$

由於捷運與公車轉乘優惠運量資料是以時間順序型態出現之一連串觀察值集合，因此趙君利用時間序列分析之 ARIMA 模式分別建構單向轉乘優惠運量成長模式與單向加雙向轉乘優惠運量成長模式，分別為：

單向轉乘優惠運量成長模式：

$$TL_t - TL_{t-1} = 101983.4372 + (1 - 0.132B)a_t$$

單向加雙向轉乘優惠運量成長模式：

$$TL_t - TL_{t-1} = 149902.5436 + (1 - 0.2779B)a_t$$

趙君進一步將轉乘優惠政策、捷運路線通車、納莉風災、SARS 等重大事件分別套入單向轉乘優惠運量模式與單向加雙向轉乘優惠運量模式做介入模式分析，其介入模式分別為：

單向轉乘優惠運量模式之介入模式：

$$TL_t - TL_{t-1} = 10560 + (-9979 + 54111B)BP + (-12232 + 11842B)ML1 + (11809 - 50109B)ML2 + (-65011 - 68747B)ML3 + (687454 + 224270B)ML4 + (-285470)ND1 + (-552470 + 806310B)TP1 + (310788 - 469191B)TP2 + (-634410)ND2 + (1 - 0.9964B)a_t$$

單向加雙向轉乘優惠運量模式之介入模式：

$$TL_t - TL_{t-1} = 10566 + (-9981 + 54118B)BP + (-12437 + 11943B)ML1 + (11944 - 50262B)ML2 + (-65176 - 655747B)ML3 + (699075 + 254500B)ML4 + (-286290)ND1 + (-553750 + 822700B)TP1 + (321664 - 470860B)TP2 + (-642120)ND2 + (3123460 - 3107700B)TP3 + (2153340 - 2223900B)TP4 + (1 - 0.9962B)a_t$$

趙君分析之結果(如表 2.1 所示)顯示短期之轉乘優惠政策有立即明顯之吸引效果(如 10 元趴趴 go 政策)，但對整體轉乘優惠運量增加有限，甚至會帶來負效果；而長期之轉乘優惠政策(如捷運接公車闢駛、公車儲值卡與悠遊卡單向並行政策、悠遊卡雙向轉乘政策等)雖會有政策延滯之效果，但其對轉乘優惠運量之增加有較顯著之效果。

表 2.1 轉乘優惠政策因素影響效果

因素	初期效果 (人)	整體效果 (人)
BP (捷運接駁公車闢駛)	-9981	44137
TP1 (公車儲值卡與悠遊卡(單向)並行)	-553750	268950
TP2 (10 元趴趴 go 政策)	321664	-149196
TP3 (悠遊卡雙向轉乘<容許 2 小時>)	3123460	15760
TP4 (悠遊卡雙向轉乘<容許 1 小時>)	2153340	-70560

交研所計畫案(2006)，為分析捷運路網規模變動及轉乘優惠等因素對捷運與公車運量趨勢之影響，首先依影響時間後之月運量(雙月運量)轉換為年運量，再探討其成長趨勢之變化，但因部分影響事件相隔較近，其後之雙月運量資料筆數過少，分析結果甚不理想。即以各事件發生後各月運量直接轉換為年運量，再與代表當時狀況之捷運路網規模及轉乘優惠額度進行迴歸分析，公車運量之迴歸分析結果如表 2.2 所示；捷運運量之迴歸分析結果如表 2.3 所示；公車加捷運(代表大眾運輸)運量之迴歸分析結果如表 2.4 所示。

由此些結果可以看出，捷運路網規模與轉乘優惠額度對公車運量變化之說明性較低， $R^2$  只有 0.519，相對而言，對捷運運量及大眾運輸運量變化之說明性較佳， $R^2$  分別為 0.91 及 0.95；但進一步檢視常數項與因變數係數之 t 統計值與 P 值，發現大眾運輸運量及捷運運量總優惠額度 P 值分別為 0.872 與 0.411，顯示顯著性均很低，然相對而言，公車運量之 P 值為 0.075，雖然亦不顯著，但較大眾運輸運量及捷運運量之顯著性即高出許多；而捷運路網規模之 P 值大眾運輸運量及捷運運量分別為 0.003 及 0.012，顯著性較高，相對而言，公車運量之 P 值為 0.453，其顯著性則較低。

表 2.2 公車運量迴歸分析結果

迴歸統計	
R 值	0.7203248
R 平方	0.5188678
調整的 R 平方	0.3584904
標準誤	20288965
觀察值個數	9
迴歸式	$Y = 658413062 - 1307667X_1 + 7186619.4X_2$

迴歸分析	係數	t 統計	P-值
截 距	658413062	42.94051	1.07E-08
捷運路網長度 ( $X_1$ )	-1307667	-1.45638	0.195544
總優惠額度 ( $X_2$ )	7186619.4	2.151759	0.074924

表 2.3 捷運運量迴歸分析結果

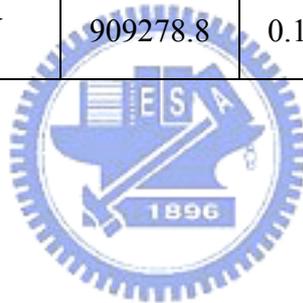
迴歸統計	
R 值	0.9530993
R 平方	0.9083982
調整的 R 平方	0.8778643
標準誤	43213364
觀察值個數	9
迴歸式	$Y = -84439382 + 7244140X_1 - 6277341X_2$

迴歸分析	係數	t 統計	P-值
截 距	-84439382	-2.58557	0.041458
捷運路網長度 ( $X_1$ )	7244140	3.787957	0.009095
總優惠額度 ( $X_2$ )	-6277341	-0.88244	0.411493

表 2.4 公車加捷運(代表大眾運輸)運量迴歸分析結果

迴歸統計	
R 值	0.9759068
R 平方	0.9523942
調整的 R 平方	0.9365256
標準誤	32741135
觀察值個數	9
迴歸式	$Y = 5.74E + 08 + 5936473X_1 + 909278.8X_2$

迴歸分析	係數	t 統計	P-值
截 距	5.74E+08	23.19674	4.21E-07
捷運路網長度 (X <sub>1</sub> )	5936473	4.097048	0.006379
總優惠額度 (X <sub>2</sub> )	909278.8	0.168707	0.871571



## 2.2 統計分析

### 1. 線性迴歸分析

迴歸分析(Regression Analysis)是一種統計分析方法，它將所要研究的變數區分為依變數(Dependent Variable)與自變數(Independent Variable)，並根據相關理論建立依變數為自變數的函數，然後利用所獲得的樣本資料去估計函數中參數之方法。迴歸的主要目的是做預測，目標是發展一種能以一個或多個預測變數的數值來做為依變數預測之方法。

本研究將探討「簡單」迴歸模式，也就是只用一個獨立變數 X 去預測依變數 Y 的模式。所謂建立模式，就是找出 Y 與 X 的函數關係式，即函數 f 滿足  $Y=f(X)$  最常用的函數 f 是線性函數，即  $Y=f(X)=\beta_0+\beta_1X$  稱為簡單線性迴歸(Simple Linear Regression)

模式；二次式(或多次式)函數為  $Y=f(X)=\beta_0+\beta_1X+\beta_2X^2+\dots$ ，指數函數為  $Y = \beta_0 e^{\beta_1 X}$ 。

此類函數因為只有一個自變數，因此稱為簡單迴歸模式。其中  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  稱為迴歸係數， $\beta_0$  表示截距。並以最小平方方法求取  $\beta_0$  和  $\beta_1$  (參數估計)；當估計得到  $\beta_0$  和  $\beta_1$  後，即可求出估計的迴歸方程式。當得出估計的迴歸方程式之後，即可求出預測值、擬合值和殘差等，並可評估模式擬合的好壞。觀察值與擬合值的差距稱為殘差。要評估模式

擬合的好壞，最常用的方法是畫殘差圖。所謂殘差圖就是殘差對預測變數的散佈圖，或是殘差對擬合值的散佈圖。殘差圖愈亂表示模式擬合得愈好。拿到資料的第一步就是先畫散佈圖，了解 Y 與 X 的關係是否呈現線性或其他形狀。算出迴歸線後畫殘差圖，看看模式是否良好，如果良好就作解釋、預測或控制，如果模式不良就作修正。一般統計模式皆有：觀察值 = 母體參數 + 抽樣誤差。條件常態分配：誤差項  $\varepsilon$  有大有小，我們假設它的分佈是常態分配，因此給定 X 之後，Y 的分配也是常態分配。此種給定 X 後，所有同樣的 X 對應 Y 的分配為常態分配，稱為條件常態分配。

一般來說條件常態分配都具有均質性，就是不同的預測變數的母體具有相同的變異數。其次是獨立性，誤差項具有獨立性，即每一誤差項不會受到其它誤差項的影響。然後是線性，不同的預測變數所對應的應變數的平均數的連接線是一直線。在迴歸分析中，我們可以知道的事是，到底所找的預測變數 X 對準則變數 Y 有沒有解釋能力？如果有，其解釋能力有多大？預測變數 X 對準則變數 Y 有沒有解釋能力，也就是預測變數與準則變數有無相關，可寫成假設檢定如下：

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

上式的含意為：若  $\beta_1 = 0$ ，表示 X 對 Y 沒有貢獻，不論提供的 X 值是多少，對 Y 值的預測都沒有幫助，Y 對 X 是一常數，即： $Y = \beta_0$ ，也就是模式  $Y = \beta_0 + \beta_1 X$  中的迴歸係數  $\beta_1 = 0$ 。變異數分析主要的功能是分析因素（或變數）是否重要，它所使用的工具是分解平方和。如果都不用預測變數的訊息時， $Y_i$  與  $\bar{Y}$  的變異稱為總平方和，以 SSTO 表示。如果用上預測變數 X 的訊息，則  $Y_i$  與  $\hat{Y}_i$  的變異稱為殘差平方和，以 SSE 表示。而  $SSTO - SSE = SSR$ ，稱為迴歸平方和，表示用了預測變數後總變異降低的部份。如要檢定  $H_0: \beta_1 = 0$ ，可以利用 F 統計量檢定之：

$$F = MSR / MSE$$

X 對 Y 的解釋能力，我們是以  $SSR / SSTO$  來量測，它表示由於預測變數 X 進入模式後，Y 的變異降低的比例，我們稱它為 X 對 Y 的解釋能力（更正確的說法是解釋變異的能力），通常以  $R^2$  表示，稱  $R^2$  為判定係數。SSTO 是沒有利用預測變數 X 時 Y 的變異，SSE 是有利用預測變數 X 時 Y 的變異，因此  $R^2$  的分子部份是變數 X 進入模式後變異降低的部份，而分母是 Y 的總變異，二者的比值即為由於變數 X 進入模式後 Y 變異降低的比例。判定係數  $R^2$  的存在著一些特性，如下：

- (1)  $0 \leq R^2 \leq 1$  。
- (2)  $R^2$  愈大，表示 X 提供的訊息對 Y 愈有用。

(3) 調整的 Adj-R<sup>2</sup> 其定義為：

$$\text{Adj-R}^2 = 1 - (1 - R^2)(n - 1) / (n - p)$$

其中，p 為模式中參數的個數

在簡單線性迴歸中有二個參數  $\beta_0$  和  $\beta_1$ ，故  $p = 2$ 。Adj-R<sup>2</sup> 是對模式中參數個數多寡作修正，當模式中增加愈多的參數(即預測變數愈多時)，則 R<sup>2</sup> 必會增大，但 Adj-R<sup>2</sup> 則是對參數個數的增加作懲罰的工作。因為模式中參數太多，會增加解釋上的困難。

## 2. t 檢定

假設檢定是先對母體參數(母體特性)提出某一假設(hypothesis)或主張(claim)，然後根據我們從樣本中獲得的樣本統計量，去檢定(test)母體參數是否符合此一假設，以決定接受或拒絕此一假設或主張。而所謂假設是指對母體參數做某種假定或猜測。檢定是一種推論方法，其目的在於建立一套拒絕或接受假設的統計法則。

(1) 當兩母體的變異數  $\sigma_1^2$  及  $\sigma_2^2$  已知，並可假定兩母體各趨於常態分配，如樣本很大 ( $n \geq 30$ )，依據中央極限定理，用作判定準則的統計量為隨機變數  $\overline{X}_1 - \overline{X}_2$ ，可用標準常態分配處理。兩母體各隨機抽取一獨立樣本，其樣本大小為  $n_1$  與  $n_2$ ，並計算樣本平均數差  $\overline{X}_1 - \overline{X}_2$ ，利用

$$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

透過標準常態分配對  $u_1 - u_2$  所建立的假設，進行檢定

(2) 當母體的變異數  $\sigma_1^2$  及  $\sigma_2^2$  未知，兩獨立樣本皆為大樣本，則可以樣本變異數  $S_1^2$  及  $S_2^2$  代替  $\sigma_1^2$  及  $\sigma_2^2$ ，仍採用常態分配處理。利用

$$Z = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

透過標準常態分配對  $u_1 - u_2$  所建立的假設，進行檢定。

(3) 當母體的變異數  $\sigma_1^2$  及  $\sigma_2^2$  未知，但  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ ，兩獨立樣本皆為小樣本 ( $n < 30$ )，則決策法則按 t 分配確定。兩母體趨於常態分配，兩變異數相等但未知，由此兩母體各抽取一組樣本，樣本大小為  $n_1$  與  $n_2$ ，樣本平均數為  $\overline{X}_1$ ， $\overline{X}_2$ ，樣本變異

數為  $S_1^2$  及  $S_2^2$ ，則共同變異數的優良估計量為：

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

利用

$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (u_1 - u_2)}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

透過自由度  $\nu = n_1 + n_2$  的 t 分配進行  $\mu_1 - \mu_2$  的檢定。

- (4) 當  $\sigma_1^2$  及  $\sigma_2^2$  未知，且  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ，兩獨立樣本皆為小樣本，樣本大小為  $n_1$  與  $n_2$ ，樣本均數為  $X_1, X_2$ ，樣本變異數為  $S_1^2$  及  $S_2^2$ 。

$$t' = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

此  $t'$  統計量分配近於 t 分配，透過自由度  $\nu$  為

$$\nu = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)2}{\left(\frac{S_1^2/n_1}{n_1 - 1}\right) + \left(\frac{S_2^2/n_2}{n_2 - 1}\right)}$$



取最接近的整數為自由度的 t 分配，進行檢定。

### 2.3 台北捷運路網形成過程

台北捷運目前已通車路線為 8 條，分別為木柵線、淡水線、中和線、新店線(含小碧潭支線)、南港線、板橋線、小南門線及土城線，營運路網總長 74.4 公里，停靠車站 69 個，平常日每日搭乘運量旅次達 115 萬人次以上，總旅運量也突破 25 億人次。以下為已通車路線之說明及整理表格(如表 2.5)：

1. 木柵線：民國 85 年 3 月 28 日通車營運，是國內第一條通車的捷運路線，屬中運量捷運系統。從木柵動物園經新光路、萬芳路、興隆路、辛亥路，穿越辛亥隧道北側接和平東路轉復興南、北路，至民權東路的中山國中，全長約 10.5 公里均為高架，有 12 個車站，行車時間只需約 22 分鐘，在忠孝復興站可轉乘南港線。

2. 淡水線：由淡水站至中正紀念堂站(含新北投支線)，全長 23.5 公里，共 22 個車站，於民國 86 年 3 月 28 日由淡水站通車至中山站，86 年 12 月 25 日再通車至台北車站，於 87 年 12 月 24 日通車至中正紀念堂站，至此淡水線全線通車營運，是國內第一條通車的高運量捷運系統，有高架、平面、地下三種建造型式。

淡水線北起淡水站沿原北淡鐵路南行至北投以北之貴子坑溪為地面段；自貴子坑溪堤起高架南行跨基隆河，過民族西路下降進入地下至中正紀念堂站與新店線銜接，全程行車時間只要約 37 分鐘，在台北車站可以與南港-板橋線轉乘，在中正紀念堂站可與小南門線轉乘。

3. 中和線：全線均以地下型式興建，北起羅斯福路、和平東路口(和新店線之古亭站銜接)，沿著羅斯福路轉入師大路，至水源路旁之兒童交通公園後穿越新店溪，接永和路、中和路、景安路以迄中和南勢角。全長約 5.4 公里，設 4 個車站及 1 座機廠。

捷運木柵線、淡水線通車營運後，中和線及新店線北段(古亭站至台大醫院站)也於 87 年底加入輸運的行列，自中和南勢角至台北車站全長 7.9 公里，搭捷運只要 14 分鐘，是來往中和與台北市區最佳的運輸工具。

4. 新店線：由中正紀念堂站至新店站(含小碧潭支線)，北起中正紀念堂站南側沿羅斯福路、經北新路南迄台北縣新店市台汽客運總站，全長 11.2 公里，共設 10 個車站及 1 座機廠，除小碧潭支線外，全程為地下段。為提供台北都會區居民便捷的交通服務，新店線於 88 年 11 月 11 日完工通車，另為服務新店十四張地區民眾之需求，並配合新店機廠聯合開發；於機廠上方設置小碧潭站，與七張站間以區間車方式營運，並於 93 年 9 月 29 日完工通車。

另為服務新店十四張地區民眾之需求，並配合新店機廠聯合開發；於機廠上方設置小碧潭站，與七張站間以區間車方式營運，並於 93 年 9 月 29 日完工通車。

5. 南港線：自長沙街與中華路口，沿中華路東轉忠孝西路、忠孝東路至南港，全長 9.5 公里，均在地下，設有 11 個車站。上述所經路段多為人口密集、車流量最龐大的商圈，且鄰接台北車站、行政院、監察院等建築物，同時施工需穿越台北市一級古蹟北門下方，係屬施工困難度較高之路線。

南港線係分兩階段通車，第一階段西門站至市政府站已於民國 88 年 12 月 24 日通車，第二階段市政府站至昆陽站則於民國 89 年 12 月 30 日完工通車，已全線通車營運。

6. 板橋線：全線均以地下型式興建，路線由舊台鐵板橋車站往北穿越民權路至新板橋車站特定區，續沿台北縣板橋市文化路一、二段，穿越新店溪進入台北市，經和平西路三段至中華路，全長約 7.2 公里，沿線設有府中站、板橋站、新埔站、江子翠站、龍山寺站等 5 個車站，迄於銜接南港線之西門站。配合南港線第一階段通車計

畫，西門站至龍山寺站間路段於 88 年 12 月 24 日完工通車，龍山寺站至新埔站於 89 年 8 月 31 日完工通車。

另配合板橋線第二階段及土城線通車計畫，由板橋線新埔站至土城線永寧站間路段，於 95 年 5 月 31 日完工通車。

7. 小南門線：由西門站至中正紀念堂站全長 1.6 公里，設置 1 個車站。全程為地下段，於民國 89 年 8 月 31 日通車營運，此路線同時提供南港線、板橋線電聯車至北投機場作維修保養之用。
8. 土城線：其路線接續板橋線府中站起沿縱貫鐵路西側平行鐵路西行接至南雅南路二段、土城市裕民路-明德路間之公館溝、金城路一段至土城市中央路和承天路交口止，全長約 5.5 公里。本路線全採地下型式建造，設永寧站、土城站、海山站、亞東醫院站等 4 個車站。

配合板橋線第二階段及土城線通車計畫，由板橋線新埔站至土城線永寧站間路段，於 95 年 5 月 31 日完工通車。



表 2.5 捷運各路線之說明

路線	起訖點	營運長度 (公里)	停靠 車站數	型式	捷運系統
木柵線	中山國中站至動物園站	10.5 公里	12 個	高架	中運量
淡水線	淡水站至中正紀念堂站 (含新北投支線)	23.5 公里	22 個	高架 平面 地下	高運量
中和線	古亭站至南勢角站	5.4 公里	4 個	地下	高運量
新店線	中正紀念堂站至新店站 (含小碧潭支線)	11.2 公里	10 個	地下 (高架)	高運量
南港線	昆陽站至西門站	9.5 公里	11 個	地下	高運量
板橋線	西門站至府中站	7.2 公里	5 個	地下	高運量
小南門線	西門站至中正紀念堂站	1.6 公里	1 個	地下	高運量
土城線	府中站至永寧站	5.5 公里	4 個	地下	高運量

資料來源：台北捷運公司、本研究整理

台北捷運自民國 85 年 3 月 28 日木柵線通車後，陸續有許多路段通車，至今已通車路線為 8 條，其通車時間及通車長度均不一樣，因此本研究將各階段通車路段之通車時間及通車公里數整理成下表 2.6：

表 2.6 台北捷運路線通車之時間表及通車公里數

通車時間	路線	通車路段	通車公里數		總通車公里數
85/3/28	木柵線	中山國中站至動物園站	10.5		10.5
86/3/28	淡水線	淡水站至中山站	21.2		31.7
86/12/25	淡水線	中山站至台北車站	0.7		32.4
87/12/24	中和線	古亭站至南勢角站	5.4	7.9	40.3
	新店線北段	台北車站至古亭站	2.5		
88/11/11	新店線南段	古亭站至新店站	8.4		48.7
88/12/24	板橋線	龍山寺站至西門站	1.4	7.7	56.4
	南港線	西門站至市政府站	6.3		
89/8/31	板橋線	龍山寺站至新埔站	3.9	5.5	61.9
	小南門線	西門站至中正紀念堂站	1.6		
89/12/30	南港線	市政府站至昆陽站	3.2		65.1
93/9/29	小碧潭支線	七張站至小碧潭站	1.9		67
95/5/31	板橋線	新埔站至府中站	1.9	7.4	74.4
	土城線	府中站至永寧站	5.5		

資料來源：台北捷運公司、本研究整理

台北捷運初期路網呈以台北車站為中心，向外放射狀延伸，但僅有縱向的聯繫，缺乏橫向的銜接，且約有 74% 路線集中於台北市，造成台北縣市捷運系統路網分佈不均且量不足，故應考慮規劃都會區郊區線及外環線，以滿足未來都會郊區化發展之需求。因此，為了顧及對都會地區之均衡服務，台北捷運工程局將陸續推動捷運第二階段與第三階段之路網建設，除加速推動施工中之南港線東延段、內湖線、新莊線、蘆洲線、信義線、松山線、臺灣桃園國際機場捷運線三重至台北市段及環狀線第一階段等路線外，更將積極推動規劃捷運第三階段計畫，包括土城線延伸頂埔段、信義線東延段、萬大中和樹林線、社子士林北投區域輕軌路網、安坑線、三鶯線、環狀線第二階段及民生汐止線與北市東側地區南北線等路線，以構成更為完善的台北都會區大眾捷運系統路網。估計至 110 年，所有規劃中路線均興建完成後，路網總長將達 280 公里以上，預測每日運量可達 360 萬人次以上，屆時捷運系統將成為台北都會區民眾不可或缺的大眾運輸工具，台北市也將更具國際城市競爭力。以下為目前台北捷運正在興建之路線介紹(如表 2.7)：

- (1) 新莊線：捷運新莊線為中和線之延伸，在羅斯福路與和平東路口與新店線之古亭站相交轉乘，與蘆洲支線、中和線三者合為稱橋線。

路線自古亭站起，北經杭州南路轉信義路、新生南路、松江路、民權東、西路至三重、新莊，全長約 19.7 公里，均採地下化型式興建，共設 16 個車站及 1 座機廠。

- (2) 蘆洲線：自台北大橋西端起，經三重三和路至蘆洲，全長 6.4 公里，共設 5 個車站及 1 座機廠，全線將以地下型式興建。
- (3) 內湖線：行政院於民國 90 年 8 月 1 日審議通過捷運內湖線增設松山機場站，規劃路線係銜接木柵線中山國中站尾軌，沿復興北路以高架型式至民族東路口轉進松山機場內佈設漸變段駛入地下，至台北航站大廈前平面停車場設松山機場站，之後，續往北穿越松山機場、基隆河，經北安路 458 巷 41 弄於大直自強隧道南端圓環旁之北安路東側出土後，以高架路線往東沿北安路、內湖路、文德路、成功路、康寧路，最後進入南港經貿園區，並於東側設 1 機廠。路線總長約 14.8 公里，共設 12 個車站及 1 座機廠。
- (4) 南港線東延段：本路線自捷運南港線昆陽站後以潛盾隧道方式往東延伸，於台鐵南港貨運場南側之忠孝東路下方設置南港站車站，之後路線偏北穿越高鐵、台鐵隧道仍向東行至研究院路東側之南汐公園下方設置南港展覽館站車站；路線長約 2.5 公里，設 2 個車站，全線採地下方式建造。其中在臺鐵路權內約 740 公尺，與高鐵、地鐵形成三鐵共構。
- (5) 信義線：信義線自羅斯福路上新店線中正紀念堂站往東穿越金華街、愛國東路、杭州南路一帶後，沿信義路至信義計畫區，止於中強公園，全長約 6.4 公里，沿線共設 7 個地下車站（含中正紀念堂站），全線採地下方式建造。

營運路線方式為淡水－信義線，系統技術採傳統重軌高運量捷運系統，與其他捷運線共有三處轉乘站，分別與新店線之中正紀念堂站、新莊線之東門站及木柵線之大安站交會。

- (6) 松山線：松山線未來將接續新店線、小南門線，由南港線之西門站西側經中華路接塔城街向北過鄭州路後轉天水路接南京西路、續沿南京西、東路行經 1 至 5 段，偏向東南轉入八德路 4 段繼續東行至台鐵松山站後站廣場止。計劃路線長約 8.5 公里，沿線設 8 個地下車站(含西門站)，全線採地下方式建造。松山線完成後除連接新店線之營運外，並可與南港線、淡水線、新莊線、木柵線轉乘。
- (7) 臺灣桃園國際機場線：交通部高速鐵路工程局主辦之「臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫」(以下簡稱桃園國際機場捷運線)為連接台北市與桃園國際機場間之捷運路線，計畫路線由臺灣桃園國際機場第二期航站往東至台北車站特定專用區，往南經高鐵桃園車站至中壢中豐路與環北路口，全長 51.5 公里，共設 22 個車站。台北捷運工程局負責此捷運路線「三重至台北市段」之土建工程及一般機電系統與土地開發事宜。

台北捷運工程局負責之「三重至台北市段」起自桃園國際機場捷運線三重站南端臨時尾軌(不含)，沿三重堤防旁以高架型式配置，過中興橋後利用都市計畫公用事業專用區進入地下，並以潛盾隧道穿越忠孝橋下方後北行，復轉向東穿過淡水河與兩側堤防進入台北市區，沿市民大道南側經台北市玉泉公園，穿越西寧北路並與捷運松山線北門站交會後東行，止於台北車站西側之用地，於地下 3 樓設機場捷運線之台北站。本路段長約 4.1 公里；主體設施包括：台北站地下車站 1 座、儲車區、聯合開發共構結構體。

表 2.7 台北都會區大眾捷運系統興建中之路線細部設計與施工時程

台北都會區大眾捷運系統各線細部設計與施工時程						
路網現況	工程路線	細設部分		施工部分		通車長度(公里)
		開始時間	完成時間	發包時間	完工通車時間	
興 建 路 線	新莊線	87.03	91.03	90.05	預定 98.12 台北縣轄段至忠孝 新生站	19.7
					預定 99.12 全線通車	
	蘆洲線	88.06	90.07	90.09	預定 98.12 全線通車	6.4
	內湖線	90.06	91.11	91.03	預定 98.03 全線通車	14.8
	南港線東 延段	91.02	92.08	92.09	預定 97.12 昆陽站至南港站	2.5
			93.06	93.07	預定 99.12 全線通車	
	信義線	92.04	94.03	93.12	預定 101.12.31 全線通車	6.4
	松山線	93.04	預定 95.06	94.12	預定 102.12.31 完成	8.5
臺灣桃園 國際機場 線	94.09	97.04	95.07	預定 101.06.30 完成	51.5	

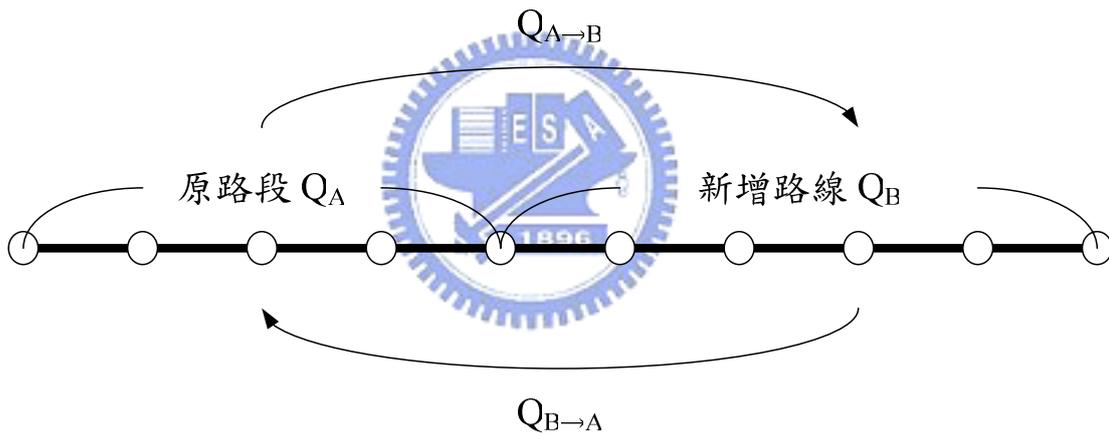
資料來源：台北捷運公司、本研究整理

### 第三章 捷運路網效應之意義與基本資料處理

#### 3.1 捷運路網效應之意義與可能之影響

捷運系統的運量會隨路網規模擴大而增加，但若將其標準化，也就是以單位路網長度之運量來看，恐怕就不一定會隨著路網規模擴大而增加，一般可能的狀況是在捷運路網形成初期會隨著路網規模的增加而增加，當捷運路網達到某一規模時，單位路網長度之運量會逐漸趨於穩定，捷運路網繼續擴大時，單位路網長度之運量反而會下降，顯示路網規模對捷運運量有其影響效果，本研究即稱此為捷運運量路網效應。

捷運運量路網效應發生的可能原因，應是捷運路網規模擴大過程中，因服務範圍增加對運量產生加成作用之結果，換言之，在捷運路網規模擴大過程中，除了原服務範圍內及新增加服務範圍內之旅次外，會增加原服務範圍與新增加服務範圍間之旅次，此即路網規模擴大過程中之運量加成效果，此一概念示如圖 3.1。



$Q_A$ ：原路段服務範圍之運量

$Q_B$ ：新增路段服務範圍之運量

$Q_{A \rightarrow B}$ ：從原路段服務範圍到新增路段服務範圍之運量

$Q_{B \rightarrow A}$ ：從新增路段服務範圍到原路段服務範圍之運量

$(Q_{A \rightarrow B} + Q_{B \rightarrow A})$ 即路網擴大過程中之加成效果

圖 3.1 路網效應之概念圖

前章王傳芳教授及范玉峰先生所探討之都市特性與捷運路網規模關係[1、2]，應是前述都市捷運路網效應趨於穩定時之路網規模。而趙珮君小姐利用時間序列與介入模式建立捷運運量之變化關係[6]，則應是探討捷運路網規模改變時運量之變化，其中應包含新增服務範圍內運量及新增服務範圍與原路網服務範圍間之旅次數。

如果在捷運路網擴大過程中單位長度運量之變化果然如前所述，呈現先逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之趨勢，及顯示在捷運路網擴大過程中，路網對運量之加成效果並不是固定的，而是隨著捷運路網之擴大而有變化，造成此些變化之原因估計將有以下三項：

1. 在捷運路網形成初期，可能只以路線之型態呈現，並沒有真正形成路網。
2. 捷運路網形成過程中，重要幹線或路線應會優先建造，然後再建造次要路線或外原路線。
3. 在捷運路網形成之中後期，路線密集程度增加，路線間之重疊作用或替代效果逐漸呈現。

此些影響捷運路網效應之因素，及其可能之影響關係，即為本研究將探討之課題。

## 3.2 資料收集與處理

本研究為探討捷運運量路網效應，以台北都會區捷運路網擴充過程中之運量資料進行分析，計收集台北捷運公司民國 85 年 3 月至民國 95 年 12 月之月運量與民國 87 年 12 月至 95 年 12 月之各車站起迄旅次分佈資料，捷運各月運量狀況如圖 3.2 所示，並將捷運各路線通車之時間點繪於圖中，由圖中可以發現捷運運量會隨著路網規模擴大而逐漸增加，其中運量大幅下滑係因受納莉風災與 SARS 事件之影響，民國 90 年 9 月與民國 92 年 4 月此些不正常因素之影響應予排除，對此趙珮君[6]之研究將納莉風災之影響期間設定為兩個月；SARS 的影響期間設定為三個月，但是由捷運月運量圖(圖 3.2)中可以發現納莉風災影響的期間不只兩個月，其影響的時間將近 10 個月；而 SARS 的影響期間大約為 8 個月，因此本研究將納莉風災的影響期設定為民國 90 年 9 月至民國 91 年 6 月共 10 個月；SARS 的影響期設定為民國 92 年 3 月至民國 92 年 10 月共 8 個月，本研究將在往後之分析中將此兩段時間之資料取消。

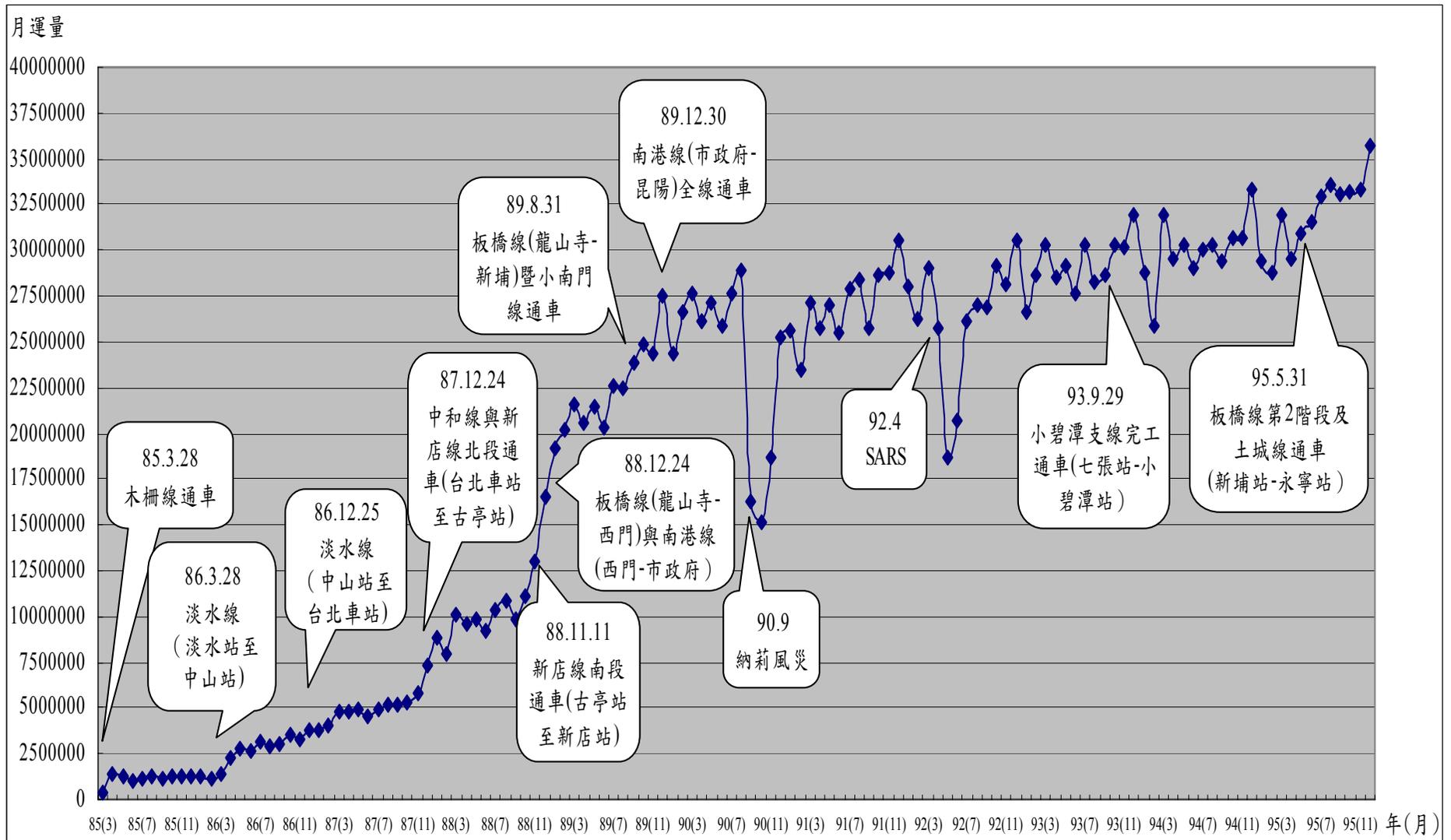


圖 3.2 捷運月運量圖

為進一步分析捷運運量與路網規模之關係，以及捷運單位路網長度運量與路網規模之關係，本研究發現無法利用捷運月運量資料進行分析，因捷運運量為時間序列資料，會受週期(Cycle)特性之影響，必須以年運量資料表示才能立於相同之背景狀況，並看出捷運路網擴充時運量之變化。

而台北捷運路網通車的時間非常緊湊，難以取得整年之運量資料，因此必須將月運量資料轉換為年運量資料，才能比較其趨勢之變化，此一轉換工作須先掌握大眾運輸之週期特性，捷運自民國 85 年通車至今，不斷有新的路線通車，月運量資料夾雜週期特性之影響與路網擴充之影響，不適合用來進行此項分析工作，所以本研究選擇捷運尚未通車前之公車運量資料進行分析。基於此，本研究先任意選取民國 80 年、82 年、84 年公車月運量資料進行其週期特性之一致性檢定，由圖 3.3 運量柱狀圖顯示其一致性不高，以此進行卡方分配之適合度檢定，結果如表 3.1~3.7 所示，均不通過自由度 5 之檢定。本研究考量大眾運輸運量之週期特性應為每年 1-2 月為學校寒假與春節，若將此兩個月的運量加總，其變異即較小；同理每年 3-4、5-6 月為學校下半學年，7-8 月為暑假期間，9-10、11-12 月為學校上半學年，如此加總後應能顯示其週期特性。民國 80 年、82 年、84 年公車雙月運量柱狀圖(如圖 3.4)即較為一致。本研究以此進行卡方分配之適合度檢定，結果如表 3.8~3.14 所示，其檢定結果顯示雙月運量之一致性均比月運量好，其中又以民國 80 年、81 年、82 年之檢定結果最佳，因此，本研究即以此三年之運量加總平均(如圖 3.5 所示)，作為大眾運輸運量每年週期變化之典型，往後月運量與年運量之轉換即以此為標準。

依此將台北捷運民國 85 年至民國 95 年之月運量轉換為年運量，並與捷運路網規模之關係示如圖 3.6；捷運單位路網長度運量與路網規模之關係示如圖 3.7。

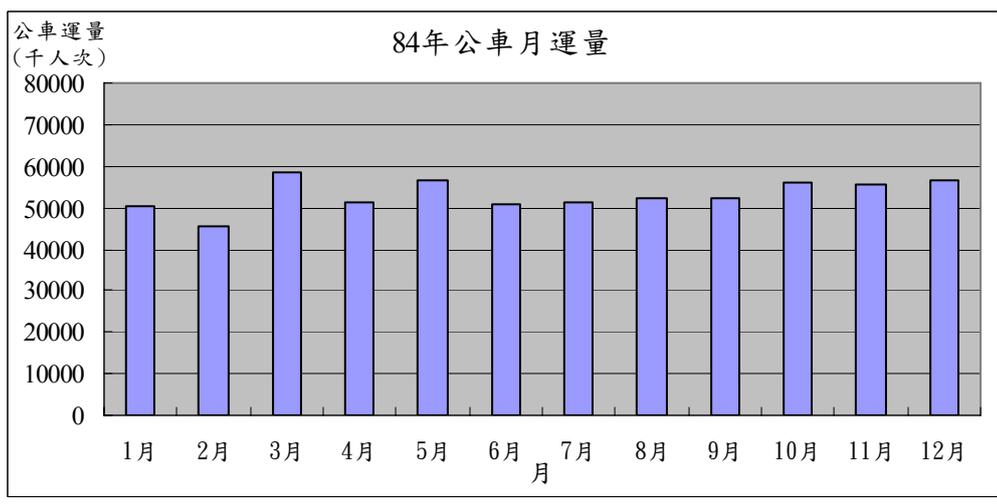
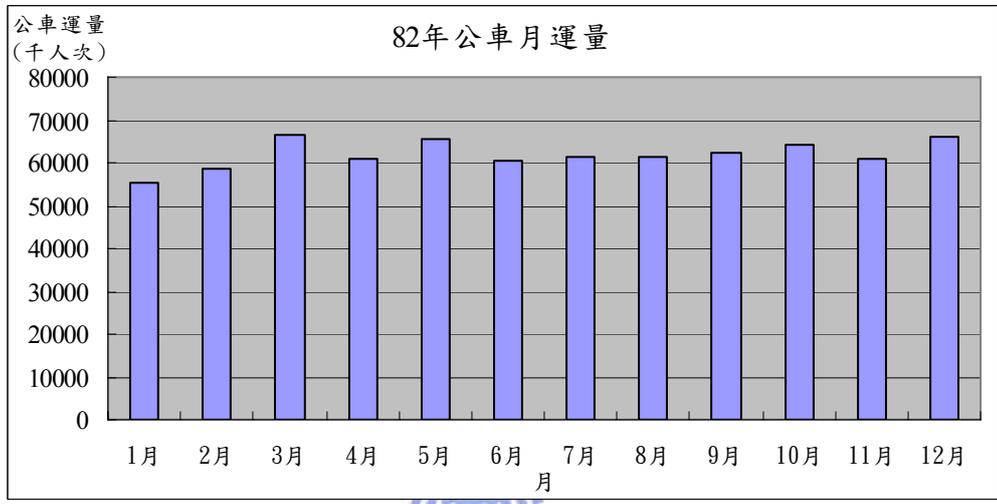
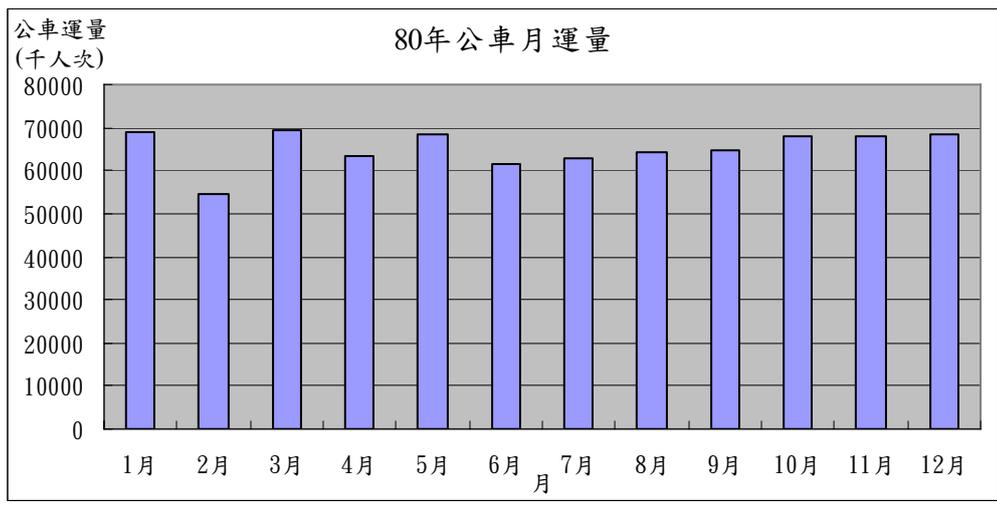


圖 3.3 民國 80 年、82 年、84 年公車單月運量柱狀圖

表 3.1 民國 80 年與 82 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
80 年運量(x)	68978	54727	69366	63127	68525	61423	62868	64298	64553	67798	67854	68325	781842
比例	0.08822	0.07000	0.08872	0.08074	0.08765	0.07856	0.08041	0.08224	0.08257	0.08672	0.08679	0.08739	
82 年運量	55561	58702	66602	60714	65747	60358	61219	61274	62215	64044	60864	65870	743170
比例(r)	0.07476	0.07899	0.08962	0.08170	0.08847	0.08122	0.08238	0.08245	0.08372	0.08618	0.08190	0.08863	
$X*r$	58452	61757	70068	63873	69168	63499	64405	64462	65452	67377	64031	69298	712544
$x-X*r$	10526	-7030	-702	-746	-643	-2076	-1537	-164	-899	421	3823	-973	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	110792412	49415970	492436	557034	413766	4309036	2361217	27056	809017	177554	14614164	946043	183969663
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	1895.44	800.17	7.03	8.72	5.98	67.86	36.66	0.42	12.36	2.64	228.24	13.65	3079.16

表 3.2 民國 82 年與 84 年公公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
82 年運量(x)	55561	58702	66602	60714	65747	60358	61219	61274	62215	64044	60864	65870	743170
比例	0.07476	0.07899	0.08962	0.08170	0.08847	0.08122	0.08238	0.08245	0.08372	0.08618	0.08190	0.08863	
84 年運量	50534	45373	58216	51197	56469	50576	51049	52268	52339	55999	55639	56428	636087
比例(r)	0.07945	0.07133	0.09152	0.08049	0.08878	0.07951	0.08025	0.08217	0.08228	0.08804	0.08747	0.08871	
$X*r$	59041	53011	68016	59816	65975	59090	59643	61067	61150	65426	65006	65927	677243
$x-X*r$	-3480	5691	-1414	898	-228	1268	1576	207	1065	-1382	-4142	-57	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	12111934	32383107	2000691	806702	52147	1607086	2484032	42794	1134042	1910570	17153092	3301	71686198
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	205.14	610.87	29.41	13.49	0.79	27.20	41.65	0.70	18.55	29.20	263.87	0.05	1240.92

表 3.3 民國 80 年與 84 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
80 年運量(x)	68978	54727	69366	63127	68525	61423	62868	64298	64553	67798	67854	68325	781842
比例	0.08822	0.07000	0.08872	0.08074	0.08765	0.07856	0.08041	0.08224	0.08257	0.08672	0.08679	0.08739	
84 年運量	50534	45373	58216	51197	56469	50576	51049	52268	52339	55999	55639	56428	636087
比例(r)	0.07945	0.07133	0.09152	0.08049	0.08878	0.07951	0.08025	0.08217	0.08228	0.08804	0.08747	0.08871	
X*r	62114	55770	71556	62928	69408	62165	62747	64245	64332	68831	68388	69358	712484
x-X*r	6864	-1043	-2190	199	-883	-742	121	53	221	-1033	-534	-1033	
(x-X*r)*(x-X*r)	47121063	1087669	4795222	39425	780548	550780	14755	2824	48786	1066653	285474	1067278	55793200
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	758.63	19.50	67.01	0.63	11.25	8.86	0.24	0.04	0.76	15.50	4.17	15.39	901.97

表 3.4 民國 80 年與 81 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
80 年運量(x)	68978	54727	69366	63127	68525	61423	62868	64298	64553	67798	67854	68325	781842
比例	0.08822	0.07000	0.08872	0.08074	0.08765	0.07856	0.08041	0.08224	0.08257	0.08672	0.08679	0.08739	
81 年運量	66666	55216	69672	63698	68251	61812	63003	61806	63971	67124	64606	66680	772505
比例(r)	0.08630	0.07148	0.09019	0.08246	0.08835	0.08002	0.08156	0.08001	0.08281	0.08689	0.08363	0.08632	
X*r	67472	55883	70514	64468	69076	62559	63764	62553	64744	67935	65387	67486	714356
x-X*r	1506	-1156	-1148	-1341	-551	-1136	-896	1745	-191	-137	2467	839	
(x-X*r)*(x-X*r)	2268732	1337207	1318137	1798001	303520	1290724	803704	3044928	36556	18853	6086729	704025	18307090
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	33.62	23.93	18.69	27.89	4.39	20.63	12.60	48.68	0.56	0.28	93.09	10.43	294.81

表 3.5 民國 81 年與 82 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
81 年運量(x)	66666	55216	69672	63698	68251	61812	63003	61806	63971	67124	64606	66680	772505
比例	0.08630	0.07148	0.09019	0.08246	0.08835	0.08002	0.08156	0.08001	0.08281	0.08689	0.08363	0.08632	
82 年運量	55561	58702	66602	60714	65747	60358	61219	61274	62215	64044	60864	65870	743170
比例(r)	0.07476	0.07899	0.08962	0.08170	0.08847	0.08122	0.08238	0.08245	0.08372	0.08618	0.08190	0.08863	
X*r	57754	61019	69231	63111	68342	62740	63635	63693	64671	66572	63266	68470	704035
x-X*r	8912	-5803	441	587	-91	-928	-632	-1887	-700	552	1340	-1790	
(x-X*r)*(x-X*r)	79421103	33676344	194510	345096	8321	862111	400038	3559472	489720	304708	1794334	3204362	121055756
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	1375.16	551.90	2.81	5.47	0.12	13.74	6.29	55.89	7.57	4.58	28.36	46.80	2098.68

表 3.6 民國 82 與 83 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
82 年運量(x)	55561	58702	66602	60714	65747	60358	61219	61274	62215	64044	60864	65870	743170
比例	0.07476	0.07899	0.08962	0.08170	0.08847	0.08122	0.08238	0.08245	0.08372	0.08618	0.08190	0.08863	
83 年運量	60891	48423	64892	59109	62456	56682	56345	54783	57398	58133	57076	57659	693847
比例(r)	0.08776	0.06979	0.09352	0.08519	0.09001	0.08169	0.08121	0.07896	0.08272	0.08378	0.08226	0.08310	
X*r	65220	51865	69505	63311	66896	60711	60350	58677	61478	62265	61133	61758	681412
x-X*r	-9659	6837	-2903	-2597	-1149	-353	869	2597	737	1779	-269	4112	
(x-X*r)*(x-X*r)	93286902	46741687	8427007	6743571	1319660	124830	754542	6742750	542859	3163210	72533	16910488	167919550
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	1430.35	901.21	121.24	106.52	19.73	2.06	12.50	114.91	8.83	50.80	1.19	273.82	3043.16

表 3.7 民國 83 與 84 年公車運量卡方檢定

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
83 年運量(x)	60891	48423	64892	59109	62456	56682	56345	54783	57398	58133	57076	57659	693847
比例	0.08776	0.06979	0.09352	0.08519	0.09001	0.08169	0.08121	0.07896	0.08272	0.08378	0.08226	0.08310	
84 年運量	50534	45373	58216	51197	56469	50576	51049	52268	52339	55999	55639	56428	636087
比例(r)	0.07945	0.07133	0.09152	0.08049	0.08878	0.07951	0.08025	0.08217	0.08228	0.08804	0.08747	0.08871	
$X^*r$	55123	49493	63502	55846	61597	55169	55685	57014	57092	61084	60691	61552	632295
$x-X^*r$	5768	-1070	1390	3263	859	1513	660	-2231	306	-2951	-3615	-3893	
$(x-X^*r)*(x-X^*r)$	33272715	1145122	1931225	10647474	738434	2290491	436242	4978278	93849	8708400	13070466	15155100	77312695
$(x-X^*r)*(x-X^*r)/X^*r$	603.61	23.14	30.41	190.66	11.99	41.52	7.83	87.32	1.64	142.56	215.36	246.22	1602.26



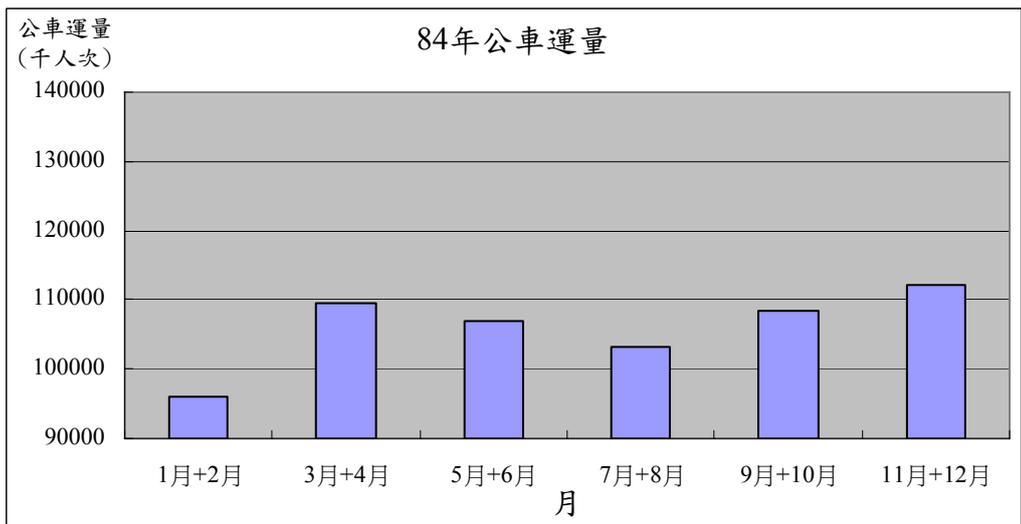
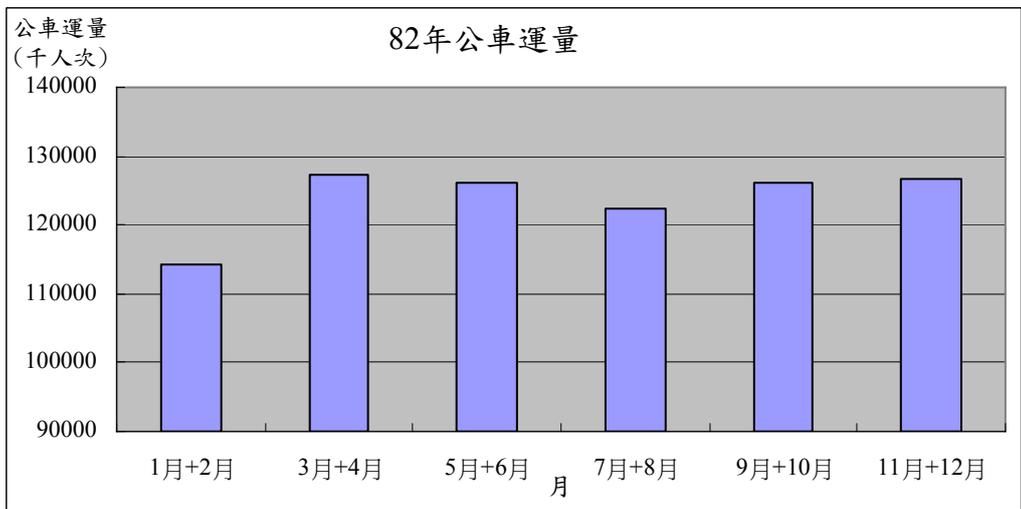
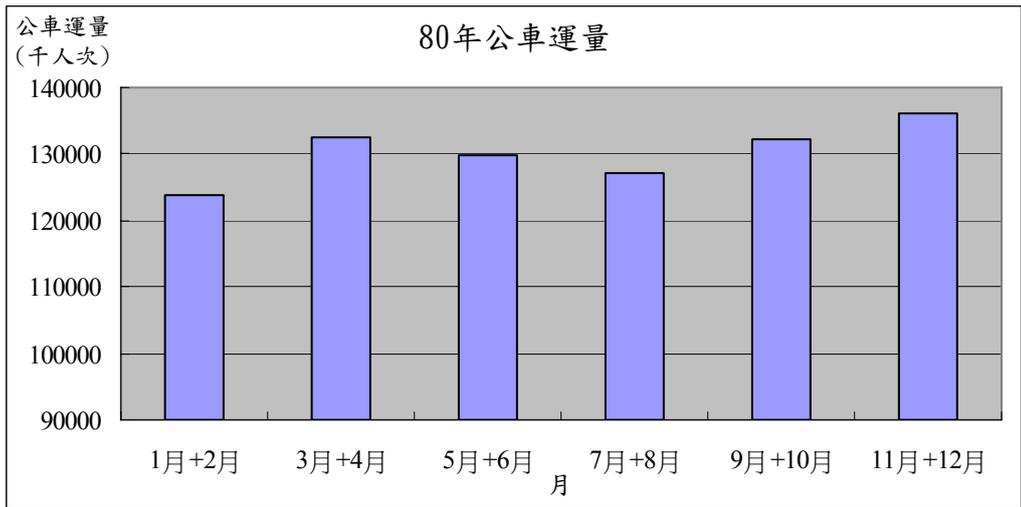


圖 3.4 民國 80 年、82 年、84 年公車雙月運量柱狀圖

表 3.8 民國 80 年與 82 年公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
80 年運量(x)	123705	132493	129948	127166	132351	136179	781842(X)
比例	0.15822251	0.1694626	0.16620749	0.16264923	0.16928101	0.17417714	
82 年運量	114263	127316	126105	122493	126259	126734	743170
比例(r)	0.15375082	0.1713148	0.16968527	0.16482501	0.16989249	0.17053164	
$X*r$	120209	133941	132667	128867	132829	133329	781842
$x-X*r$	3496	-1448	-2719	-1701	-478	2850	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	12223051.7	2096949.9	7393334.33	2893784.24	228562.666	8123642.1	32959325
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	101.681794	15.655763	55.7284819	22.4555682	1.72072759	60.9293875	258.17172

表 3.9 民國 82 年與 84 年公公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
82 年運量(x)	114263	127316	126105	122493	126259	126734	743170(X)
比例	0.15375082	0.1713148	0.16968527	0.16482501	0.16989249	0.17053164	
84 年運量	95907	109413	107045	103317	108338	112067	636087
比例(r)	0.15077654	0.1720095	0.16828673	0.16242589	0.17031947	0.17618187	
$X*r$	112052.605	127832.29	125065.648	120710.052	126576.32	130933.084	
$x-X*r$	2210.39526	-516.29214	1039.3523	1782.94793	-317.31969	-4199.08367	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	4885847.21	266557.57	1080253.2	3178903.33	100691.783	17632303.6	
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	43.6031561	2.0852131	8.63748934	26.335034	0.79550253	134.666527	216.12292

表 3.10 民國 80 年與 84 年公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
80 年運量(x)	123705	132493	129948	127166	132351	136179	781842(X)
比例	0.15822251	0.1694626	0.16620749	0.16264923	0.16928101	0.17417714	
84 年運量	95907	109413	107045	103317	108338	112067	636087
比例(r)	0.15077654	0.1720095	0.16828673	0.16242589	0.17031947	0.17618187	
$X*r$	117883.435	134484.24	131573.632	126991.386	133162.914	137746.389	
$x-X*r$	5821.56472	-1991.2431	-1625.6321	174.613737	-811.91419	-1567.38912	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	33890615.8	3965049.1	2642679.56	30489.9571	659204.646	2456708.64	
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	287.492605	29.483373	20.085176	0.24009469	4.95036212	17.835013	360.08662

表 3.11 民國 80 年與 81 年公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
80 年運量(x)	123705	132493	129948	127166	132351	136179	781842(X)
比例	0.15822251	0.1694626	0.16620749	0.16264923	0.16928101	0.17417714	
81 年運量	121882	133370	130063	124809	131095	131286	772505
比例(r)	0.15777503	0.1726461	0.16836525	0.161564	0.16970117	0.16994841	
$X*r$	123355	134982	131635	126318	132679	132873	
$x-X*r$	349.854539	-2488.9969	-1687.0264	848.476906	-328.4998	3306.19165	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	122398.199	6195105.7	2846057.97	719913.059	107912.116	10930903.2	
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	0.99224234	45.895793	21.6208258	5.6992335	0.81332923	82.2659157	157.28734

表 3.12 民國 81 年與 82 年公車運量卡方檢定

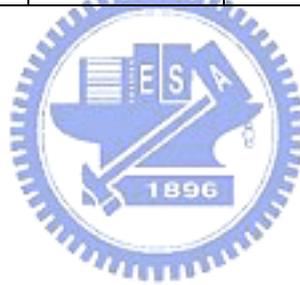
	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
81 年運量(x)	121882	133370	130063	124809	131095	131286	772505(X)
比例	0.15777503	0.1726461	0.16836525	0.161564	0.16970117	0.16994841	
82 年運量	114263	127316	126105	122493	126259	126734	743170
比例(r)	0.15375082	0.1713148	0.16968527	0.16482501	0.16989249	0.17053164	
X*r	118773	132342	131083	127328	131243	131737	
x-X*r	3108.71957	1028.4811	-1019.7173	-2519.1416	-147.79612	-450.545703	
(x-X*r)*(x-X*r)	9664137.38	1057773.4	1039823.4	6346074.21	21843.6941	202991.43	
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	81.366258	7.9927557	7.93257432	49.8403113	0.16643728	1.54088927	148.83923

表 3.13 民國 82 與 83 年公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
82 年運量(x)	114263	127316	126105	122493	126259	126734	743170(X)
比例	0.15375082	0.1713148	0.16968527	0.16482501	0.16989249	0.17053164	
83 年運量	109314	124001	119138	111128	115531	114735	693847
比例(r)	0.1575477	0.1787152	0.17170644	0.16016211	0.16650789	0.16536066	
X*r	117084.725	132815.77	127607.077	119027.676	123743.669	122891.084	
x-X*r	-2821.7253	-5499.7694	-1502.0769	3465.32422	2515.33134	3842.91601	
(x-X*r)*(x-X*r)	7962133.54	30247464	2256234.9	12008471.9	6326891.74	14768003.5	
(x-X*r)*(x-X*r)/X*r	68.0031791	227.74	17.6811111	100.888065	51.1290138	120.17148	585.61285

表 3.14 民國 83 與 84 年公車運量卡方檢定

	1 月+2 月	3 月+4 月	5 月+6 月	7 月+8 月	9 月+10 月	11 月+12 月	合計
83 年運量(x)	109314	124001	119138	111128	115531	114735	693847(X)
比例	0.1575477	0.1787152	0.17170644	0.16016211	0.16650789	0.16536066	
84 年運量	95907	109413	107045	103317	108338	112067	636087
比例(r)	0.15077654	0.1720095	0.16828673	0.16242589	0.17031947	0.17618187	
$X*r$	104615.853	119348.27	116765.241	112698.72	118175.653	122243.265	
$x-X*r$	4698.14678	4652.7319	2372.75859	-1570.7197	-2644.6525	-7508.26507	
$(x-X*r)*(x-X*r)$	22072583.1	21647914	5629983.31	2467160.28	6994186.96	56374044.4	
$(x-X*r)*(x-X*r)/X*r$	210.986982	181.3844	48.2162606	21.8916443	59.1846697	461.162783	982.82674



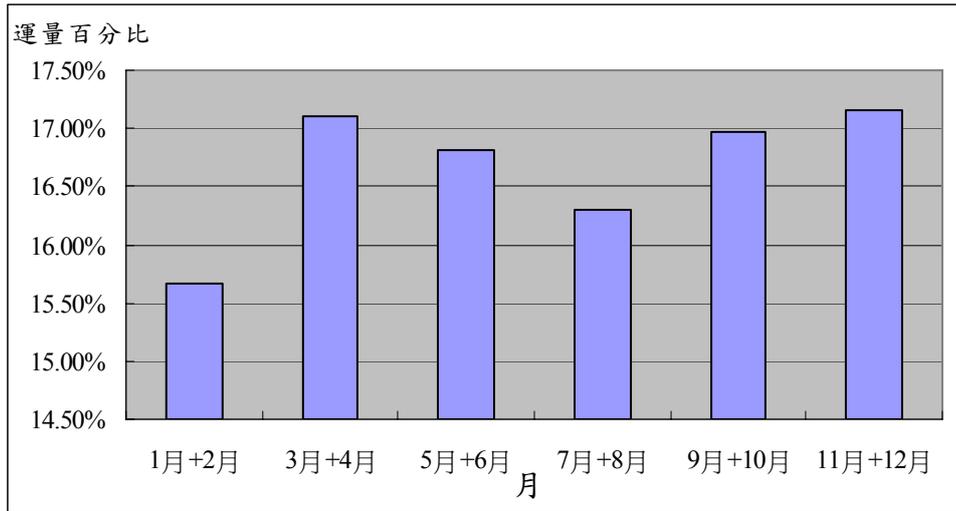


圖 3.5 大眾運輸運量典型年週期變化柱狀圖



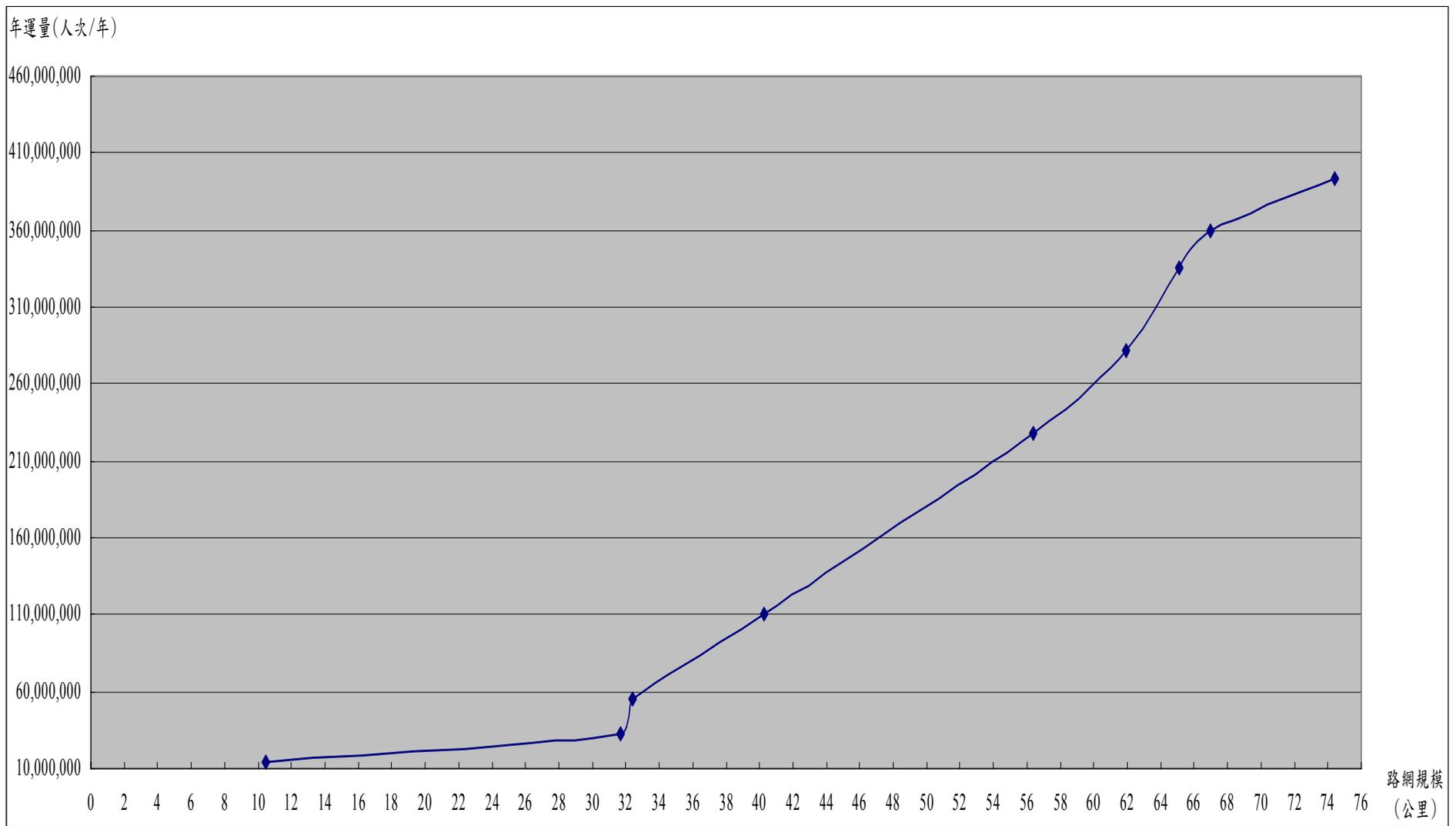


圖 3.6 捷運年運量與路網規模之關係圖

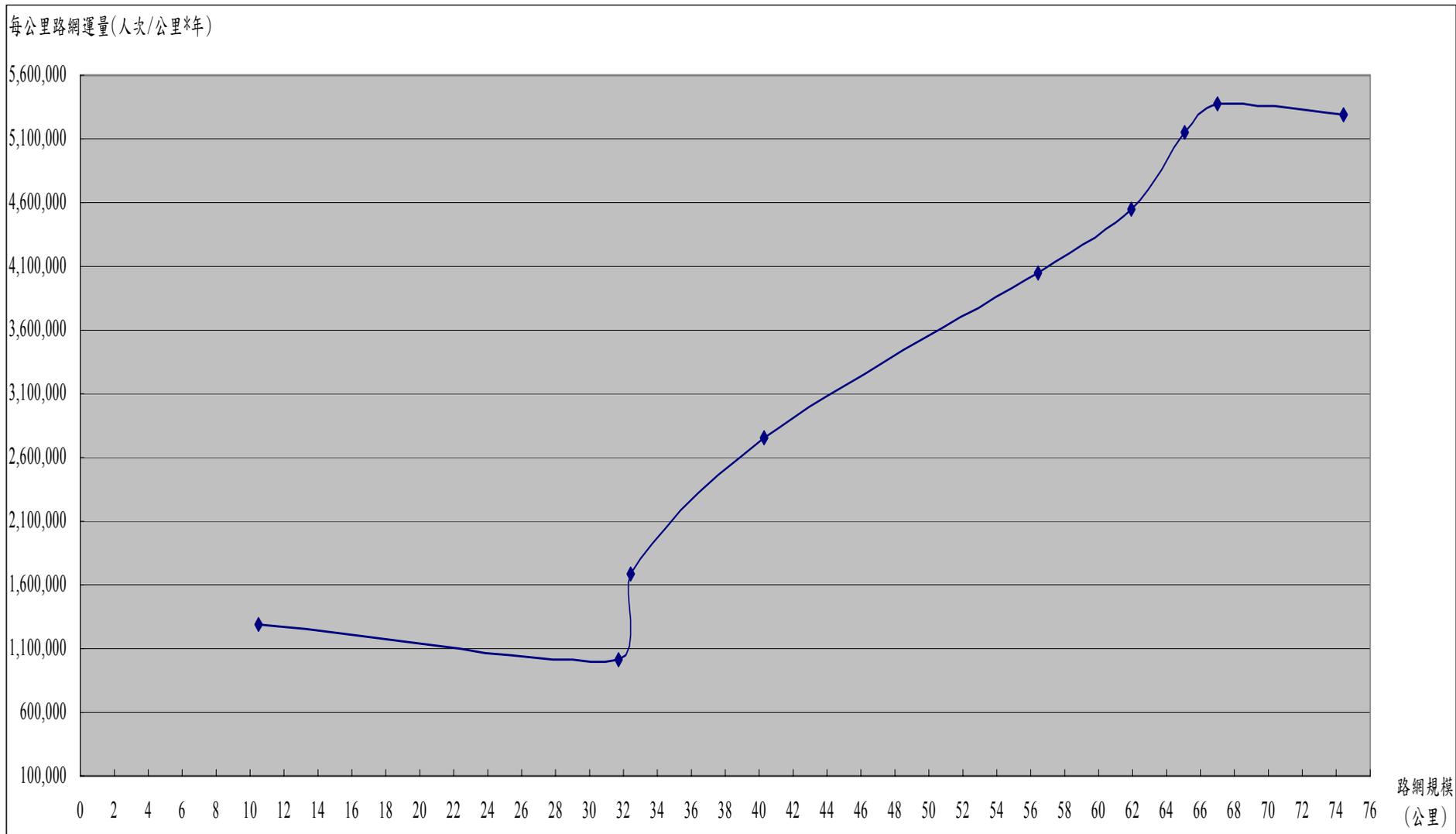


圖 3.7 捷運單位路網長度運量與路網規模之關係圖

### 3.3 台北捷運單位路網長度運量之變化

由圖 3.6 捷運年運量與路網規模之關係圖中可以看出台北捷運的運量確隨路網規模擴大而增加，與我們的預期是一致的，亦可以發現路網規模在 30 公里以下運量的成長非常平緩，此時的捷運路線只有木柵線和淡水線之淡水站至中山站段而已，但淡水線延至台北車站以後，捷運運量的成長就非常快速，直至板橋線新埔站至府中站與土城線府中站至永寧站通車後，捷運運量之成長才趨於平緩。

由圖 3.7 捷運單位路網長度運量與路網規模之關係圖中可以看出台北捷運路網規模在 30 公里以下捷運單位路網長度運量是下降的，在淡水線延至台北車站後路網效應即明顯發揮，單位路網長度運量的成長非常快速，直至板橋線新埔站至府中站與土城線府中站至永寧站通車後，捷運單位路網長度運量開始下降。

影響捷運運量的因素除路網規模外，運量本身的成長與政府優惠措施亦會有所影響。捷運運量本身之成長主要係因捷運路線通車後引起沿線土地使用改變，土地使用的改變會為當地帶來人潮而造成捷運運量的增加，本研究鑒於土地使用的改變係長時期的，而台北捷運路網通車的時間非常緊湊，因此，運量本身成長的幅度應該不大。至於政府之優惠，主要係為整合公車系統與捷運系統而實施的轉乘優惠措施，依本所所進行捷運與公車雙向轉乘優惠效益之分析[7]中對捷運路網規模變動及轉乘優惠等因素對捷運與公車運量趨勢之影響分析，結果顯示轉乘優惠對捷運運量之影響並不顯著。基於此，本研究即不對捷運運量本身之成長及轉乘優惠措施等因素之影響進行捷運運量之修正。

## 第四章 台北捷運路網擴充不同階段效應分析

### 4.1 台北捷運之路網擴充過程及分析構想

台北捷運第一條木柵線全線通車之時間為民國 85 年 3 月，路線長度為 10.5 公里，第二條通車路段為淡水線之淡水站至中山站，路線長度為 21.2 公里，於民國 86 年 3 月通車，同年 12 月淡水線由中山站延伸至台北車站，路線長度只有 0.7 公里，民國 87 年 12 月淡水線又由台北車站通至古亭站同時中和線古亭站至南勢角站通車，兩段路線長度分別為 2.5 公里及 5.4 公里，此時，台北捷運路網形成木柵線與淡水線至中和線兩條平行路線之型態。民國 88 年 11 月新店線之古亭站至新店站通車，接著民國 88 年 12 月板南線之龍山寺站至市政府站通車，台北捷運才形成路網之型態。之後民國 89 年 8 月板南線之龍山寺站至新埔站與小南門線之西門站至中正紀念堂站通車，因小南門線之基本功能在於列車維修轉線，路網效應不大，民國 89 年 12 月板南線之市政府站至昆陽站通車、民國 93 年 9 月小碧潭支線通車及民國 95 年 5 月板南線之新埔站至永寧站通車，這些路段皆屬台北捷運形成路網後往外延伸之路段。基於此，本研究分三個階段分析捷運路網形成過程中之路網效應，即民國 87 年 12 月淡水線台北車站至古亭站通車及中和線古亭站至南勢角站通車時為第一階段，此一階段路網尚未成型，只是兩條路線之逐段通車；民國 88 年 12 月板南線龍山寺站至市政府站通車為第二階段，此一階段台北捷運路網已經成型；民國 88 年 8 月後各路線通車均屬第三階段，此一階段均屬路網成型後往外延伸之階段。各階段路段之說明如表 4.1，各階段所包含之路段如圖 4.1 所示。

表 4.1 捷運路網擴充分析階段之說明

路網擴充分析階段	通車路段	通車路段長度 (公里)	捷運路網長度 (公里)	通車時間
第一階段	中山國中至動物園站	10.5	10.5	85/3/28
	淡水站至中山站	21.2	31.7	86/3/28
	中山站至台北車站	0.7	32.4	86/12/25
	台北車站至南勢角站	7.9	40.3	87/12/24
第二階段	古亭站至新店站	8.4	48.7	88/11/11
	龍山寺站至市政府站	7.7	56.4	88/12/24
第三階段	龍山寺站至新埔站	3.9	60.3	89/8/31
	西門站至中正紀念堂站	1.6	61.9	89/8/31
	市政府站至昆陽站	3.2	65.1	89/12/30
	七張站至小碧潭站	1.9	67	93/9/29
	新埔站至永寧站	7.4	74.4	95/5/31

資料來源：台北捷運公司、本研究整理

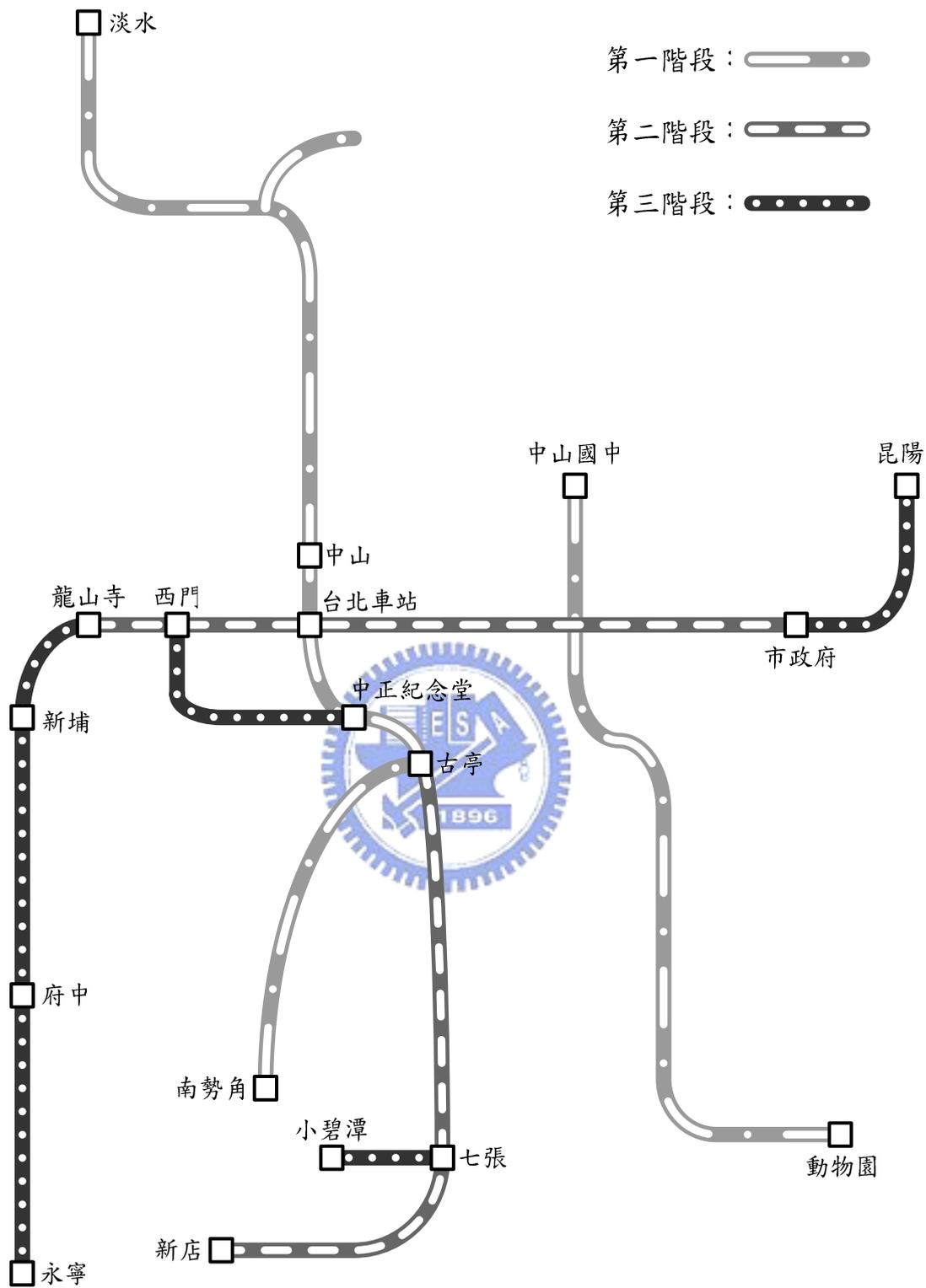


圖 4.1 捷運路網圖

第一階段分析中，主要將分析淡水、中和線由淡水站通車至中山站，中山站延伸至台北車站，再由台北車站延伸至南勢角站之過程中，逐段路網效應之差異，亦即在逐段延長過程中，路線延長前後單位長度運量是否相同。其次將比較淡水、中和線延伸過程中，對相鄰路線，即木柵線，運量之影響，亦即比較在淡水、中和線延伸過程中，木柵線單位長度運量之差異。最後比較延伸過程中，整體路網單位長度運量之差異性。

第二階段主要將分析路網形成時之路線與路網形成前之路線其單位長度運量是否有差異，即比較路網形成時之新店線與板南線龍山寺站至市政府站段，與路網形成前之木柵線與淡水、中和線之單位長度運量是否有差異？其次比較路網形成時與路網形成前木柵線與淡水、中和線本身之單位長度運量是否有差異？最後比較路網形成時與路網形成前整體路網單位長度運量是否不相同。

第三階段即路網形成後，將比較路網外圍增加各路段，對整體路網單位長度運量是否會有差異？

本研究比較不同通車階段單位長度運量之差異性時，基本上將採小樣本之 t 檢定方法，因在第一階段淡水、中和線由淡水站通至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站，其運量資料分別只有 3 筆、5 筆與 5 筆；板南線由龍山寺站至市政府站通車後之第二階段，其運量資料亦只有 3 筆；第三階段通車各路段中板南線龍山寺站至新埔站與小南門線西門站至中正紀念堂站、板南線市政府站至昆陽站、小碧潭支線、板南線新埔站至府中站與板南線府中站至永寧站，其運量資料分別只有 2 筆、13 筆、9 筆與 3 筆，在此樣本數極度受限之情況下，本研就只能用 t 檢定之方法進行分析，所用 t 檢定之公式如下：

(1) 當母體的變異數  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ ，兩獨立樣本皆為小樣本( $n < 30$ )

$$Sp^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)}$$

利用

$$t = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (u_1 - u_2)}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

透過自由度  $\nu = n_1 + n_2$  的 t 分配進行  $\mu_1 - \mu_2$  的檢定。

(2) 當母體的變異數  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ，兩獨立樣本皆為小樣本

$$t' = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (u_1 - u_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

此  $t'$  統計量分配近於  $t$  分配，透過自由度  $\nu$  為

$$\nu = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

取最接近的整數為自由度的  $t$  分配，進行檢定。

## 4.2 台北捷運路網擴充第一階段效應分析

台北捷運路網擴充第一階段只有木柵線與淡水、中和線兩條路線，而且兩條路線並不相交，此一階段分析之重點在於淡水、中和線延伸時，對本身之效應及對木柵線之效應。

### 1. 淡水、中和線延伸時對本身之效應分析：

淡水、中和線之路線長度分三階段延長，淡水站至中山站、中山站至台北車站及台北車站至南勢角站，隨著淡水、中和線路線延長其單位長度運量之變化很大(由圖 4.1 所示)，為了解路線長度的延長對路線本身單位長度運量的是否有影響，因此，本研究利用  $t$  檢定比較此三個階段淡水、中和線之單位長度運量，假設路線長度延長前後單位長度運量是相同的，利用  $t$  檢定比較三個階段路線長度延長前後淡水、中和線單位長度運量是否相同。由表 4.1 檢定結果得知三個階段的  $P$  值皆小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，所以假設不成立。隨著淡水、中和線長度由淡水站通車至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站的過程中，淡水、中和線是由一段路線變成半條運輸走廊，再形成一條完整的運輸走廊，而半條運輸走廊的單位長度運量會大於一段路線；一條完整的運輸走廊的單位長度運量亦會大於半條運輸走廊，因此，淡水、中和線單位長度運量會隨著路線長度的延長而逐漸增加。

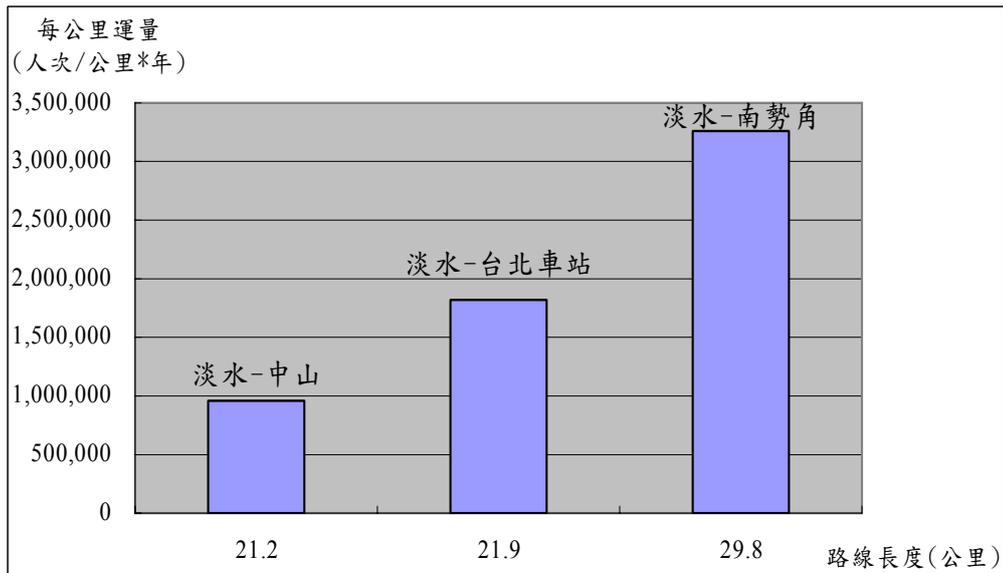


圖 4.2 淡水、中和線路線延長其單位長度運量之變化

表 4.2 不同階段淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定

	淡水站-中山站	淡水站-台北車站	淡水站-南勢角站
平均數	965,858	1,809,467	3,256,804
變異數	16,134,083,522	41,131,867,530	76,358,088,136

	淡水站-中山站	淡水站-台北車站	淡水站-南勢角站
淡水站-中山站	-	0.0003 (顯著)	0.0000 (顯著)
淡水站-台北車站	-	-	0.0000 (顯著)
淡水站-南勢角站	-	-	-

## 2. 淡水、中和線延伸時對木柵線之效應分析：

當淡水、中和線之路線長度逐段延長時，對木柵線單位長度運量是否會有影響，圖 4.2 為淡水、中和線路線延長時木柵線單位長度運量的變化，為了解淡水、中和線路線長度的延長對木柵線單位長度運量的影響，因此，將木柵線分為四的階段，只有 1 條木柵線、淡水站至中山站時之木柵線、淡水站至台北車站時之木柵線及淡水站至南勢角站時之木柵線，利用 t 檢定比較此四個階段木柵線之單位長度運量，假設淡水、中和線路線長度延長前後木柵線單位長度運量相同，利用 t 檢定比較路線長度延長前後木柵線單位長度運量是否相同，由表 4.2 檢定結果得知只有淡水站至中山站時之木柵線與只有 1 條木柵線的 P 值大於  $\alpha=0.05$  即為不顯著；其於的 P 值皆小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，所以淡水、中和線通車至中山站前後對木柵線單位長度運量是相同的；淡水、中和線路線長度延長至台北車站及南勢角前後對木柵線單位長度運量是不相同的，顯示在淡水、中和線由淡水站通車至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站的過程中，當淡水、中和線延伸至市中心，即接駁的交通工具多，旅客轉乘方便，要到木柵線的旅客可以先搭乘淡水、中和線至市中心，再利用接駁的交通工具至木柵線，因此，隨著淡水、中和線路線逐漸延長，利用淡水、中和線轉乘交通工具至木柵線的旅客會增加，所以使得木柵線單位長度運量增加。

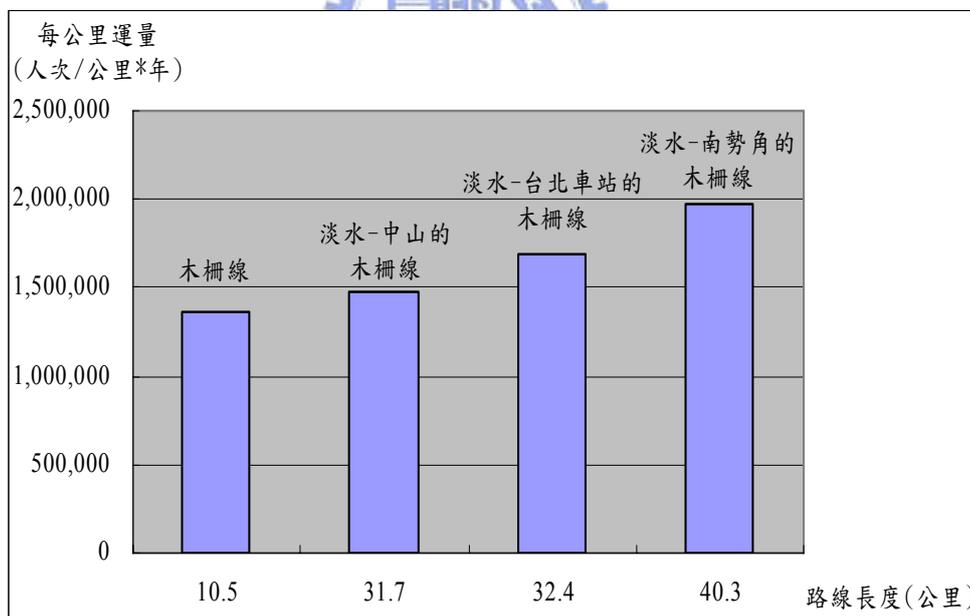


圖 4.3 淡水、中和線路線延長時木柵線單位長度運量的變化

表 4.3 不同階段木柵線單位長度運量之 t 檢定

	木柵線	淡水站-中山站時 之木柵線	淡水站-台北車站時 之木柵線	淡水站-南勢角站時 之木柵線
平均數	1,370,835	1,478,179	1,687,366	1,979,839
變異數	8,556,882,163	3,794,066,420	1,317,458,620	11,804,394,103

	木柵線	淡水站-中山站時 之木柵線	淡水站-台北車站時 之木柵線	淡水站-南勢角站時 之木柵線
木柵線	-	0.096 (不顯著)	0.0008 (顯著)	0.0000 (顯著)
淡水站-中山站 時之木柵線	-	-	0.013 (顯著)	0.0002 (顯著)
淡水站-台北車 站時之木柵線	-	-	-	0.0023 (顯著)
淡水站-南勢角 站時之木柵線	-	-	-	-

3. 不同區位路段單位長度運量之比較分析：

- (1) 淡水站至中山站通車時，比較此時木柵線與淡水、中和線單位長度運量，利用 t 檢定比較不同區位路線的差異性，假設兩條不同區位的路線單位長度運量相同，由表 4.3 檢定結果顯示 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，此時木柵線為一條次要的運輸走廊，而淡水、中和線只是一條區域性的路線，所以木柵線單位長度運量會大於淡水、中和線。
- (2) 中山站至台北車站通車時，比較此時木柵線與淡水、中和線單位長度運量，利用 t 檢定比較不同區位路線的差異性，假設兩條不同區位的路線單位長度運量相同，由表 4.4 檢定結果顯示 P 值大於  $\alpha=0.05$  即為不顯著，假設成立，此時的淡水、中和線已經由地區性的中心連接至市中心區形成半條運輸走廊，結果顯示木柵線的運輸功能相當於半條運輸走廊。
- (3) 台北車站至南勢角站通車時，比較此時木柵線與淡水、中和線單位長度運量，利用 t 檢定比較不同區位路線的差異性，假設兩條不同區位的路線單位長度運量相同，由表 4.5 檢定結果顯示 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，此時淡水、中和線已經形成一條完整的運輸走廊，而木柵線的運輸功能相當於半條運輸走廊，因此淡水、中和線單位長度運量會大於木柵線。

表 4.4 淡水站至中山站通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定

	淡水站-中山站 時之木柵線	淡水站-中山站
平均數	1,478,179	965,858
變異數	3,794,066,420	16,134,083,522
P 值	0.008	
結果	顯著	

表 4.5 中山站至台北車站通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定

	淡水站-台北車站時 之木柵線	淡水站-台北車站
平均數	1,687,366	1,809,467
變異數	1,317,458,620	41,131,867,530
P 值	0.256	
結果	不顯著	

表 4.6 台北車站至南勢角通車時，木柵線與淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定

	淡水站-南勢角站時 之木柵線	淡水站-南勢角 站
平均數	1,979,839	3,256,804
變異數	11,804,394,103	76,358,088,136
P 值	0.0002	
結果	顯著	

#### 4. 淡水、中和線延伸過程對整體路網單位長度運量之影響分析

分析路線長度延長對路線本身及其他路線的影響後，檢視整體路網單位長度運量之變化，由圖 4.3 中得知捷運總路線長度由 10.5 公里增加至 31.7 公里時單位長度運量下降，因為此時增加淡水、中和線的路線長度為 21.2 公里，但是其單位長度運量卻比路線長度 10.5 公里的木柵線少，因此會降低整體路網單位長度運量；當淡水、中和線的長度逐漸延伸形成一條運輸走廊時，其單位長度運量會比木柵線多，因此會使整體路網單位長度運量增加。

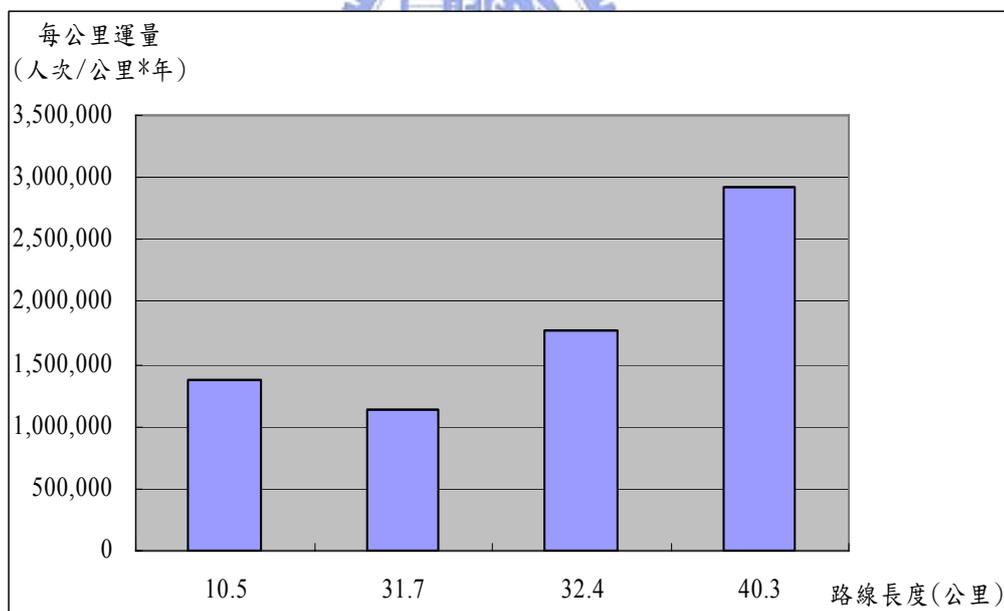


圖 4.4 整體路網單位長度運量之變化

### 4.3 台北捷運路網擴充第二階段效應分析

台北捷運路網擴充第二階段，此階段因為新店線及板南線(龍山寺站至市政府站)通車形成了路網，因此，本研究將比較路網形成時與路網形成前對各路線單位長度運量的變化。

#### 1. 路網形成時與路網形成前不同路線效應差異分析：

新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)為路網形成時的路線，因為路網形成，使得捷運系統的服務範圍增加，所以利用 t 檢定比較路網形成時的路線與路網形成前的路線彼此間之差異，假設路網形成時的路線，新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)，與路網形成前之路線，木柵線與淡水、中和線，單位長度運量相同。由表 4.6 檢定結果得知 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，路網形成時的路線因為服務範圍的增加，所以單位長度運量會增加，因此，路網形成時與路網形成前路線單位長度運量是不相等的，顯示路網形成時，路網之服務範圍增加，因此，路網形成時之路線單位長度運量會比路網形成前之路線單位長度運量大。

表 4.7 路網形成時與路網形成前不同路線單位長度運量之 t 檢定

	新店線	板南線(龍山寺站-市政府站)	路網前木柵線	路網前淡水、中和線
平均數	3,842,261	9,556,525	1,979,839	3,256,804
變異數	552,107,359	63,219,117,582	11,804,394,103	76,358,088,136

	新店線	板南線(龍山寺站-市政府站)	路網前木柵線	路網前淡水、中和線
新店線	-	0.0007 (顯著)	0.0000 (顯著)	0.0092 (顯著)
板南線(龍山寺站-市政府站)	-	-	0.0004 (顯著)	0.0000 (顯著)
路網前木柵線	-	-	-	0.0002 (顯著)
路網前淡水+中和線	-	-	-	-

## 2. 路網形成時與路網形成前木柵線與淡水、中和線單位長度運量之差異性分析

(1) 為了解路網形成時與路網形成前對相同路線單位長度運量之影響，相同的路線是否會因為路網形成其服務範圍增加，而使得單位長度運量產生變化，木柵線與淡水、中和線之單位長度運量變化如圖 4.4、4.5，由圖中得知在路網形成時木柵線與淡水、中和線單位長度運量有明顯的增加。因此，利用 t 檢定比較路網形成時與路網形成前相同路線單位長度運量是否相同，假設路網形成時與路網形成前相同路線單位長度運量相同，由表 4.7、4.8 檢定結果得知 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，顯示相同的路線在路網形成時，會因為服務範圍的增加而使得單位長度運量增加，因此，木柵線與淡水、中和線在路網形成時單位長度運量皆比路網形成前之單位長度運量大。

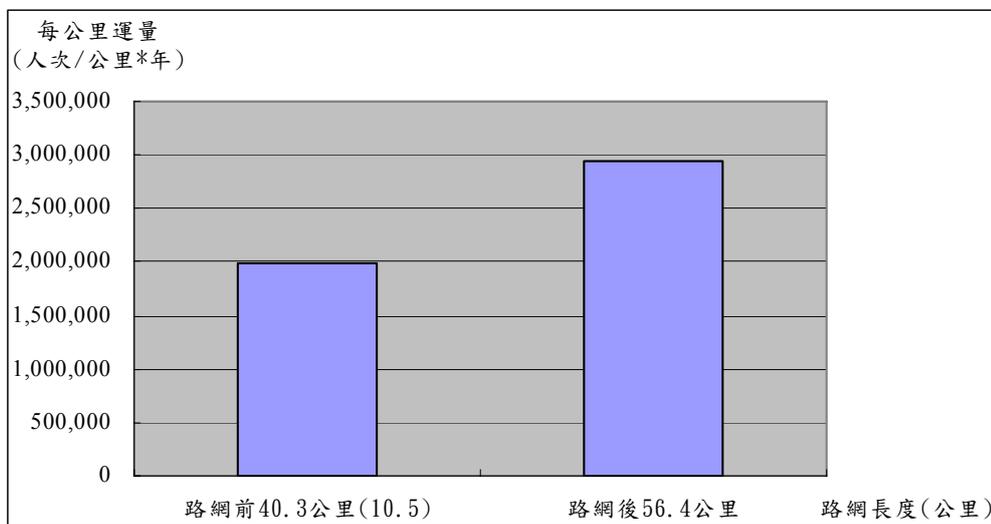


圖 4.5 木柵線路網形成時與路網形成前所有單位長度運量的變化圖

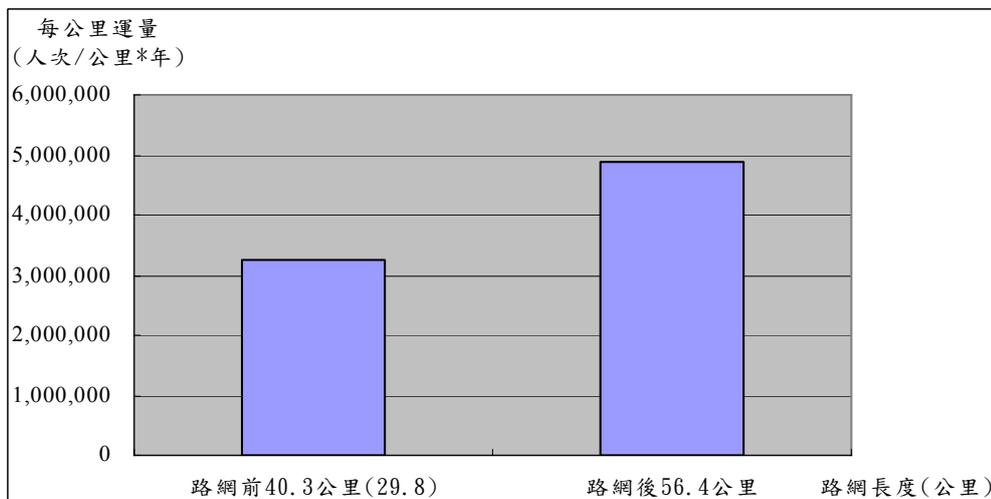


圖 4.6 淡水、中和線路網形成時與路網形成前所有單位長度運量的變化圖

表 4.8 路網形成時與路網形成前木柵線單位長度運量之 t 檢定

	路網前木柵線	路網後木柵線
平均數	1,979,839	2,947,903
變異數	11,804,394,103	3,328,605,227
P 值	0.0000	
結果	顯著	

表 4.9 路網形成時與路網形成前淡水、中和線單位長度運量之 t 檢定

	路網前淡水、中和線	路網後淡水、中和線
平均數	3,256,804	4,871,109
變異數	76,358,088,136	1,557,526,351
P 值	0.0002	
結果	顯著	

- (2) 為了解路網形成時與路網形成前相同路線本身單位長度運量之變化，木柵線與淡水、中和線路線本身單位長度運量變化如圖 4.6、4.7。利用 t 檢定比較路網形成時與路網形成前相同路線本身單位長度運量是否相同，假設路網形成時與路網形成前相同路線本身單位長度運量相同，由表 4.9 檢定結果得知 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，顯示在路網形成前，木柵線單位長度運量就已經包含由其他運具轉乘的旅客，因此當路網形成時，服務範圍增加，旅客利用捷運路線間互相轉乘，反而會降低木柵線本身單位長度運量，所以路網形成時木柵線本身單位長度運量會低於路網形成前木柵線本身單位長度運量；由表 4.10 檢定結果得知 P 值大於  $\alpha=0.05$  即為不顯著，假設成立，顯示在路網形成時，淡水、中和線單位長度運量的增加是因為服務範圍增加，使得旅客可以在捷運路線之間互相轉乘，因此路網形成時與路網形成前淡水、中和線本身單位長度運量是相等的。

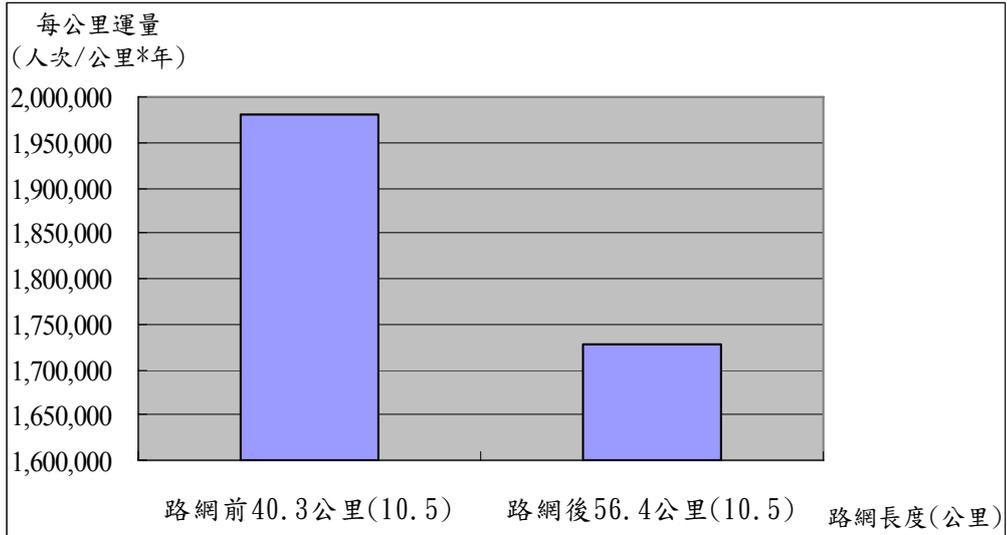


圖 4.7 木柵線路網形成時與路網形成前本身單位長度運量的變化圖

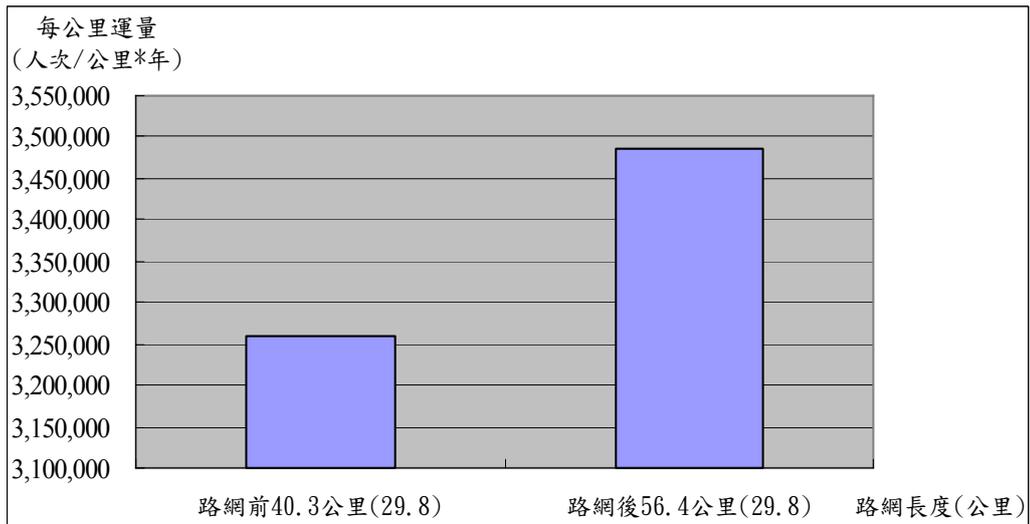


圖 4.8 淡水、中和線路網形成時與路網形成前本身單位長度運量的變化圖

表 4.10 路網形成時與路網形成前木柵線本身單位長度運量的比較

	路網前木柵線本身	路網後木柵線本身
平均數	1,979,839	1,728,900
變異數	11,804,394,103	537,522,442
P 值	0.004	
結果	顯著	

表 4.11 路網形成時與路網形成前淡水、中和線本身單位長度運量的比較

	路網前淡水、中和線 本身	路網後淡水、中和線 本身
平均數	3,256,804	3,487,559
變異數	76,358,088,136	2,867,646,536
P 值	0.144	
結果	不顯著	

### 3. 路網形成時不同區位路線差異性分析：

路網形成時不同路線彼此間因為所在的區位不同而產生之差異，所以利用 t 檢定比較路網形成時新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)、路網時木柵線與路網時淡水至中和線單位長度運量是否相同。假設路網形成時新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)、路網形成時木柵線與路網形成時淡水、中和線單位長度運量相同，由表 4.11 得知檢定結果 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，顯示路網形成時不同路線因所在不同的區位而造成單位長度運量不相等，也可以由各路線的平均值得知運輸走廊的大小，板南線(龍山寺站-市政府站)為主要的運輸走廊所以單位長度運量最大，其次為淡水、中和線，而新店線與木柵線為次要的運輸走廊，所以單位長度運量會比板南線、淡水、中和線小，而新店線為連接外縣市之次要運輸走廊，因此，新店線單位長度運量會大於木柵線。

表 4.12 路網形成時新店線與板南線(龍山寺站至市政府站)、路網形成時木柵線 與路網形成時淡水、中和線之 t 檢定

	新店線	板南線(龍山寺站-市政府站)	路網後木柵線	路網後淡水、中和線
平均數	3,842,261	9,556,525	2,947,903	4,871,109
變異數	552,107,359	63,219,117,582	3,328,605,227	1,557,526,351

	新店線	板南線(龍山寺站-市政府站)	路網後木柵線	路網後淡水+中和線
新店線	-	0.0007 (顯著)	0.0001 (顯著)	0.0000 (顯著)
板南線(龍山寺站-市政府站)	-	-	0.0005 (顯著)	0.001 (顯著)
路網後木柵線	-	-	-	0.0000 (顯著)
路網後淡水+中和線	-	-	-	-

4. 路網形成時與路網形成前整體路網單位長度運量之差異性分析：

為了解路網形成時對整體路網單位長度運量之影響，利用 t 檢定比較路網形成時與路網形成前整體路網單位長度運量是否相同，假設路網形成時與路網形成前整體路網單位長度運量相同，由表 4.12 得知檢定結果 P 值小於  $\alpha=0.05$  即為顯著，假設不成立，顯示路網形成時因為服務範圍增加，旅客可以在捷運路線間轉乘，因此，會吸引更多旅客搭乘捷運，所以路網形成時單位長度運量會比路網形成前單位長度運量大很多。

表 4.13 路網形成時與路網形成前，整體路網單位長度運量之 t 檢定

	40.3 公里	56.4 公里
平均數	2,919,140	4,402,972
變異數	48,821,807,919	1,917,444,808
P 值	0.0000	
結果	顯著	

#### 4.4 台北捷運路網擴充第三階段效應分析

台北捷運路網擴充第三階段，即路網形成後，在外圍延長路網長度對整體路網單位長度運量之影響分析如下：

##### 1. 路網形成後增加路段對整體路網路網單位長度運量之差異性分析：

台北捷運路網擴充第三階段，即路網形成後，捷運路網長度仍陸續的延長，整體路網路網單位長度運量變化如圖 4.8，為了解在路網中延長路網的長度對整體路網單位長度運量的影響，因此，利用 t 檢定比較延長一段路網長度前後整體路網單位長度運量是否相同，假設延長路網長度前後整體路網單位長度運量相同，表 4.13~4.16 為路網長度延伸前後整體路網單位長度運量之檢定結果，其結果 P 值皆大於  $\alpha=0.05$  即為不顯著，假設延長路網長度前後整體路網單位長度運量相同成立，顯示在路網形成後，陸續在外圍增加路網長度會使運量增加但並不會影響整體路網單位長度運量，由此分析亦發現路網長度延伸至 74.4 公里時單位長度運量有開始下降之趨勢。

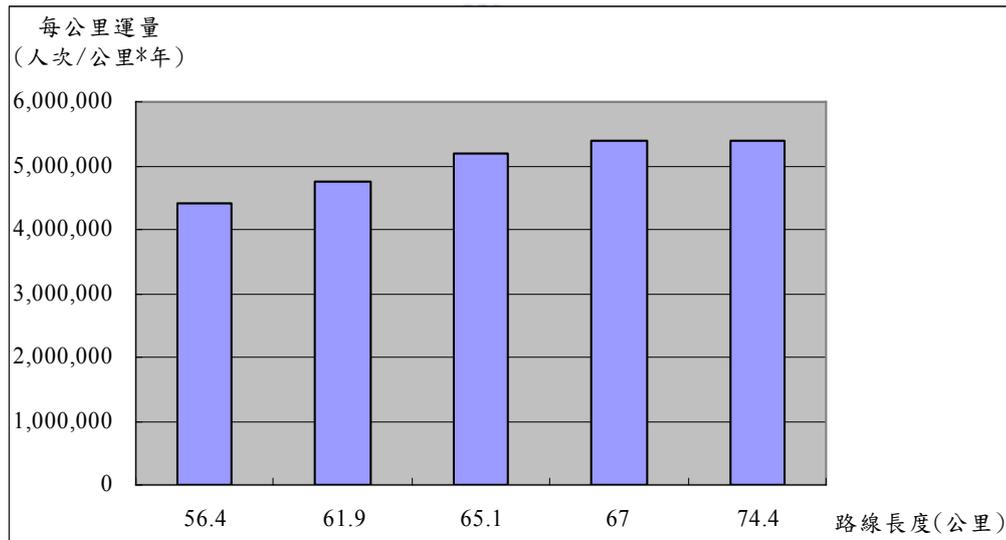


圖 4.9 路網形成後，整體路網路網單位長度運量圖

表 4.14 龍山寺站至新埔站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定

	56.4 公里	61.9 公里
平均數	4,402,972	4,760,667
變異數	1,917,444,808	29,811,203,665
P 值	0.21	
結果	不顯著	

表 4.15 市政府站至昆陽站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定

	61.9 公里	65.1 公里
平均數	4,760,667	5,201,239
變異數	29,811,203,665	23,414,013,790
P 值	0.09	
結果	不顯著	

表 4.16 七張站至小碧潭站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定

	65.1 公里	67 公里
平均數	5,201,239	5,390,561
變異數	23,414,013,790	16,542,819,933
P 值	0.08	
結果	不顯著	

表 4.17 新埔站至永寧站通車前後，整體路網路網單位長度運量之 t 檢定

	67 公里	74.4 公里
平均數	5,390,561	5,383,862
變異數	16,542,819,933	14,086,765,576
P 值	0.9	
結果	不顯著	

## 2. 路網形成後新增路線差異性分析：

路網形成後，比較延長每段路線長度的差異，利用 t 檢定比較每段增加的路線之差異，假設延長每段路線長度其路線單位長度運量相同，由表 4.17 得知檢定結果只有板南線(龍山寺站至新埔站)與板南線(市政府站至昆陽站)的 P 值大於  $\alpha=0.05$  即為不顯著，其餘的皆為顯著，板南線由市政府站延伸至昆陽站、龍山寺站通車延伸至新埔站、再由新埔站延伸至永寧站的過程中，發現市政府站至昆陽站段所吸引的旅次量較大，使得板南線單位長度運量增加，而新埔站至永寧站所吸引的旅次量較小，因此，會使板南線單位長度運量下降。由路網形成後新增路線差異性分析可以得知板南線為主要的運輸走廊所以單位長度運量很大，新店線為次要的運輸走廊，而小碧潭支線為支線，因此，單位長度運量最小，顯示路線所在區位的吸引旅次量及路線的運輸功能皆會影響路線之單位長度運量。

表 4.18 路網形成後延長路線之 t 檢定

	板南線(新埔站-永寧站)	小碧潭支線	板南線(市政府站-昆陽站)	板南線(龍山寺站-新埔站)	新店線
平均數	7,935,288	2,366,264	8,938,024	8,643,511	3,842,261
變異數	88,682,069,438	1,439,329,120	204,904,987,801	215,165,800,491	552,107,359

	板南線 (新埔站-永寧站)	小碧潭支線	板南線 (市政府站-昆陽站)	板南線 (龍山寺站-新埔站)	新店線
板南線 (新埔站-永寧站)	-	0.0009 (顯著)	0.02 (顯著)	0.2 (不顯著)	0.002 (顯著)
小碧潭支線	-	-	0.0000 (顯著)	0.03 (顯著)	0.0000 (顯著)
板南線 (市政府站-昆陽站)	-	-	-	0.5 (不顯著)	0.0001 (顯著)
板南線 (龍山寺站-新埔站)	-	-	-	-	0.04 (顯著)
新店線	-	-	-	-	-
淡水站-中山站	-	-	-	-	-

## 第五章 台北捷運運量路網效應關係之建立與驗證

由第四章檢定路線長度延伸前之單位長度運量與路線長度延伸後之單位長度運量之差異性，結果顯示在捷運路網延伸的過程中，捷運單位長度運量不相同即捷運運量沒有隨著路網的延伸而呈現一定比例的增加，顯示路網規模對捷運運量有影響，使捷運運量先呈現逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應，因此，本章中將建立台北捷運運量路網效應之關係，首先利用迴歸分析得到捷運運量與路網長度之關係，由第四章之分析得知捷運路線之區位會影響運量，因此，將捷運各站所在區位之吸引旅次當做權重得到加權過後的路網長度，再利用迴歸分析得到捷運運量與加權路網長度之關係。為了解捷運路網效應，因此，將捷運運量與路網長度之關係式與捷運運量與加權路網長度之關係式除以路網長度得到平均單位長度運量之關係式，再將捷運單位長度運量與路網長度作迴歸分析得到關係式，最後比較這三個關係式中哪一個關係式符合先呈現逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應。

### 5.1 台北捷運運量與路網長度之迴歸分析

#### 5.1.1 路網長度與年運量之迴歸分析

捷運年運量隨著路網長度的延長而逐漸增加(如圖 5.1)，為了解路網長度與年運量之間的關係，利用統計軟體 SPSS 之迴歸分析將路網長度與年運量作線性迴歸與非線性迴歸，其中非線性迴歸分析包括二次曲線模式、三次曲線模式及指數模式，四種模式之迴歸分析結果(如表 5.1~5.4)均顯示路網長度與年運量具有迴歸關係，線性模式之判定係數(R 平方)為 0.9362、二次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9856、三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9969 及指數模式之判定係數(R 平方)為 0.9641，其中二次曲線模式之一次項係數與常數項均不通過  $\alpha < 0.05$  之檢定結果，而線性模式之檢定結果雖然通過檢定，但是由第四章之分析結果顯示在捷運路網延伸的過程中，捷運運量沒有隨著路網的延伸而呈現一定比例的增加，線性迴歸模式並不符合第四章之分析結果，而指數模式捷運運量會隨著路網長度增加而呈指數增加，亦不符合第四章之分析結果，因此，三次曲線模式之結果較具解釋能力，其迴歸方程式如下：

三次曲線模式：

$$f(L) = Q = 91309717.586 - 11107982.397L + 381170.752L^2 - 2356.53L^3 \quad (5-1)$$

其中  $f(L) = Q$ ：捷運運量(人次/年)

$L$ ：捷運路網長度(公里)

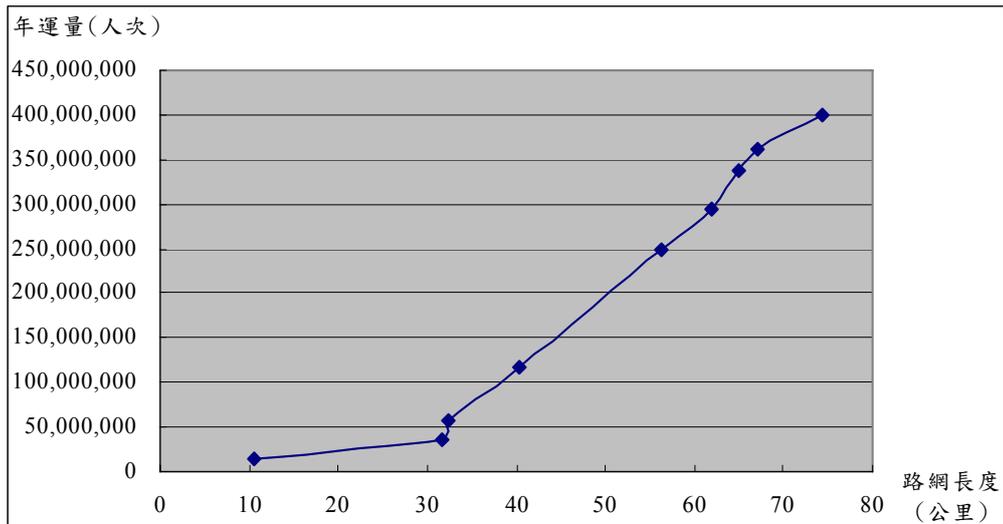


圖 5.1 捷運年運量圖

表 5.1 路網長度與年運量之線性模式迴歸分析

線性模式	係數	t 值	顯著性
常數項	-131610800.463	-3.639	0.0083
路網長度	6942156.836	10.131	0.0000

R : 0.9676

R 平方 : 0.9362

調過後的 R 平方 : 0.9270

表 5.2 路網長度與年運量之二次曲線模式迴歸分析

二次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	168465.108	0.005	0.9963
路網長度	-815325.985	-0.468	0.6562
路網長度**2	88771.067	4.547	0.0039

R : 0.9927

R 平方 : 0.9856

調過後的 R 平方 : 0.9808

表 5.3 路網長度與年運量之三次曲線模式迴歸分析

三次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	91309717.586	3.307	0.0213
路網長度	-11107982.397	-4.322	0.0076
路網長度**2	381170.752	5.504	0.0027
路網長度**3	-2356.530	-4.267	0.0080

R : 0.9984

R 平方 : 0.9969

調過後的 R 平方 : 0.9950

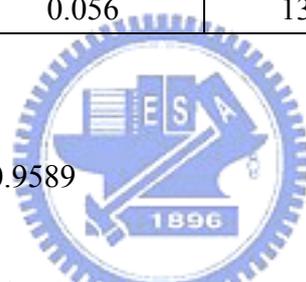
表 5.4 路網長度與年運量之指數模式迴歸分析

指數模式	係數	t 值	顯著性
常數項	8757604.03	4.671	0.0023
路網長度	0.056	13.702	0.0000

R : 0.9818

R 平方 : 0.9641

調過後的 R 平方 : 0.9589



### 5.1.2 加權路網長度與捷運年運量之迴歸分析

由第四章之檢定結果為路線長度延伸前後捷運單位長度運量不相同，顯示在捷運路網延伸的過程中，捷運運量沒有隨著路網的延伸而呈現一定比例的增加，推測與路線所在區位的吸引旅次有關，因此，將捷運各站所在區位之吸引旅次當做權重得到加權過後的路網長度 ( $L' = \sum (W_{\text{吸引}} * L)$ )，捷運年運量與加權過的路網長度之變化如圖

5.2，為了解加權過的路網長度與年運量之間的關係，利用統計軟體 SPSS 之迴歸分析將路網長度與年運量作線性迴歸與非線性迴歸，其中非線性迴歸分析包括二次曲線模式、三次曲線模式及指數模式，四種模式之迴歸分析結果(如表 5.6~5.9)均顯示路網長度與年運量具有迴歸關係，線性模式之判定係數(R 平方)為 0.9717、二次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9838、三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9934 及指數模式之判定係數(R 平方)為 0.9510，其中二次曲線模式與三次曲線模式之係數與常數項均不通過  $\alpha < 0.05$  之檢定結果，線性模式與指數模式對加權路網長度與捷運年運量之關係均具有說明之能力，而其中線性模式之判定係數較指數模式之判定係數佳，因此，線性模式之結果較具解釋能力，其迴歸方程式如下：

線性模式：

$$g(L') = Q = -67231289.937 + 106.003L' \quad (5-2)$$

指數模式：

$$k(L') = Q = 15498469.315e^{8.275 \times 10^{-7} L'}$$

其中  $g(L') = k(L') = Q$ ：捷運運量(人次/年) (5-3)

$L'$ ：捷運加權的路網長度(公里)

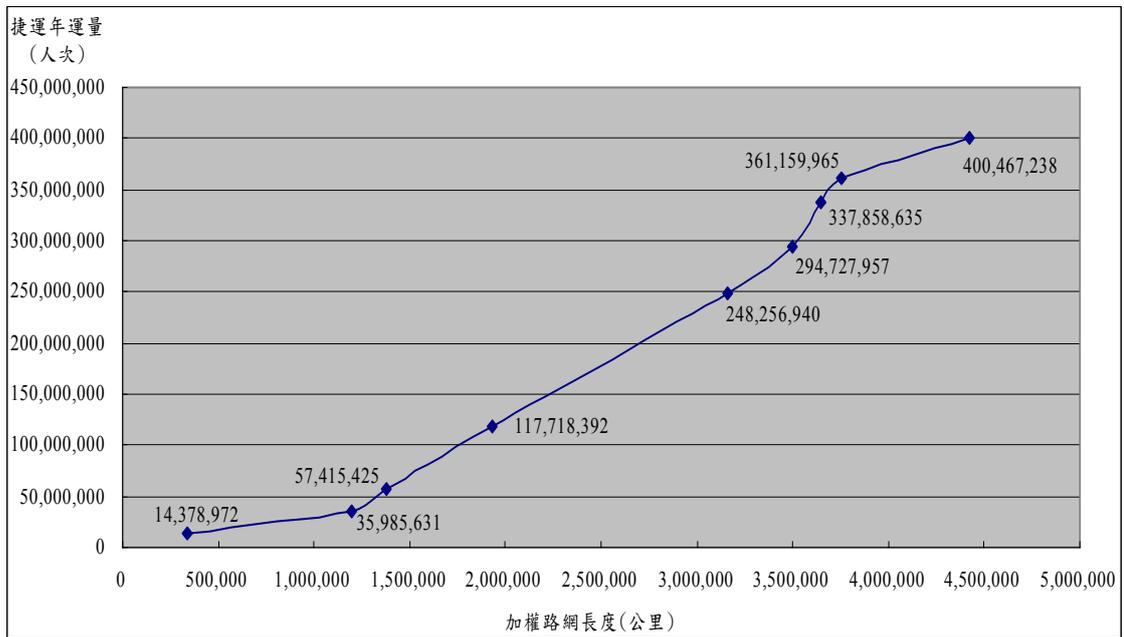


圖 5.2 加權過的路網長度與捷運年運量圖

表 5.5 加權路網長度與年運量之線性模式迴歸分析

線性模式	係數	t 值	顯著性
常數項	-67231289.937	-3.375	0.0118
路網長度	106.003	15.505	0.0000

R：0.9858

R 平方：0.9717

調過後的 R 平方：0.9677

表 5.6 加權路網長度與年運量之二次曲線模式迴歸分析

二次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	-21828506.028	1.872	0.4486
路網長度	50.344	2.116	0.1103
路網長度**2	$1.16 \times 10^{-6}$	-0.81	0.0787

R : 0.9919

R 平方 : 0.9838

調過後的 R 平方 : 0.9784

表 5.7 加權路網長度與年運量之三次曲線模式迴歸分析

三次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	24865223.354	0.975	0.3745
路網長度	-52.143	-1.234	0.2721
路網長度**2	$6.38 \times 10^{-5}$	3.246	0.228
路網長度**3	$-7.36 \times 10^{-12}$	-	-

R : 0.9967

R 平方 : 0.9934

調過後的 R 平方 : 0.9895

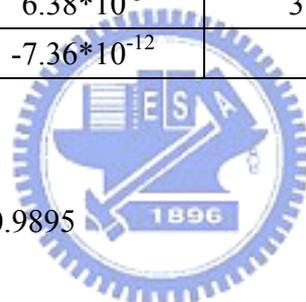


表 5.8 加權路網長度與年運量之指數模式迴歸分析

指數模式	係數	t 值	顯著性
常數項	15498469.315	4.834	0.0019
路網長度	$8.275 \times 10^{-7}$	11.658	0.0000

R : 0.9752

R 平方 : 0.9510

調過後的 R 平方 : 0.9440

綜合上述之分析，路網長度與年運量之迴歸分析結果三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9969，加權的路網長度與捷運年運量之迴歸分析指數模式之判定係數(R 平方)為 0.9510，結果顯示路網長度與單位長度運量之三次曲線模式更具解釋能力。

## 5.2 台北捷運運量路網效應關係式之建立

### 5.2.1 路網長度與單位長度運量之關係

由圖 5.1 中得知捷運運量是隨著路網長度延長而逐漸增加，但是延長一段路線長度單位長度運量之變化為何？由圖 5.3 得知一開始捷運單位長度運量在 10.5 公里至 31.7 公里時是下降的，由第四章的分析結果得知此時增加了淡水站至中山站，多了這一段 21.2 公里的捷運路線但是其單位長度運量卻比 10.5 公里的木柵線少，因此，會造成捷運系統單位長度運量下降；之後陸續增加的捷運路線皆使得捷運單位長度運量有顯著的增加，直到形成路網後捷運單位長度運量增加的幅度就很小印證第四章的分析結果，結果顯示形成路網之後在外圍延長路網長度，對單位長度運量並沒有造成顯著的影響。

將 5.1 節得到具有解釋路網長度與捷運年運量關係之三次曲線模式(5-1 式)除以  $L$ ，得到平均單位長度運量之關係式，即可以得到每一階段路網長度平均單位長度運量，其中路網長度  $L$  適用於 25~100 公里，公式如下：

$$\frac{f(L)}{L} = \frac{Q}{L} = \frac{91309717.586}{L} - 11107982.397 + 381170.752L - 2356.53L^2 \quad (5-4)$$

其中  $\frac{f(L)}{L} = \frac{Q}{L}$ ：捷運單位長度運量(人次/公里\*年)

$L$ ：捷運路網長度(公里)

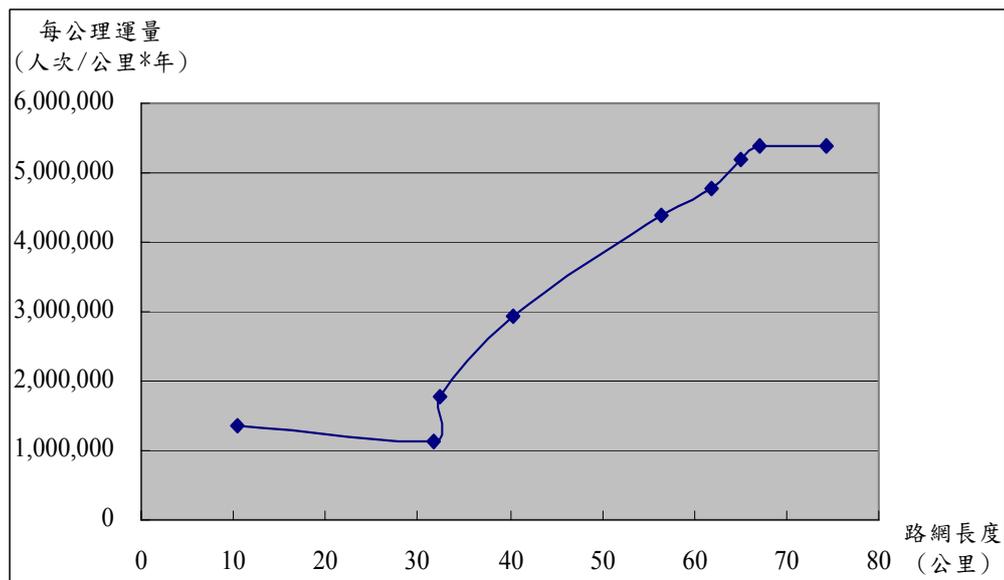


圖 5.3 捷運單位長度運量圖

### 5.2.2 路網長度與單位長度運量之迴歸分析

將路網長度與單位長度運量利用統計軟體 SPSS 之迴歸分析作線性迴歸與非線性迴歸，其中非線性迴歸分析包括二次曲線模式、三次曲線模式及指數模式，四種模式之迴歸分析結果(如表 5.9~5.12)均顯示路網長度與每公里年運量具有迴歸關係，線性模式之判定係數(R 平方)為 0.9039、二次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9296、三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.983 及指數模式之判定係數(R 平方)為 0.8620，其中線性模式之常數項不通過  $\alpha < 0.05$  之檢定，二次曲線模式之一次項係數、二次項係數與常數項均不通過  $\alpha < 0.05$  之檢定結果，而指數模式雖然通過檢定，但指數模式之判定係數比三次曲線模式差，捷運單位長度運量應先呈現逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應，而指數模式單位長度運量會隨著路網長度增加而增加，不符合第四章之分析結果，因此三次曲線模式之結果較具解釋能力，其中路網長度  $L$  適用於 25~100 公里，迴歸方程式如下：

$$h(L) = 3119448.012 - 250184.529L + 8276.885L^2 - 60.614L^3 \quad (5-5)$$

其中  $h(L)$ ：單位長度運量(人次/公里\*年)

$L$ ：捷運路網長度(公里)

表 5.9 路網長度與單位長度運量之線性模式迴歸分析

線性模式	係數	t 值	顯著性
常數項	-346970.885	-0.662	0.529
路網長度	80615.141	8.114	0.000

R：0.9507

R 平方：0.9039

調過後的 R 平方：0.8902

表 5.10 路網長度與單位長度運量之二次曲線模式迴歸分析

二次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	775149.934	0.861	0.422
路網長度	14558.976	0.319	0.76
路網長度**2	755.899	1.48	0.189

R：0.9642

R 平方：0.9296

調過後的 R 平方：0.9061

表 5.11 路網長度與單位長度運量之三次曲線模式迴歸分析

三次曲線模式	係數	t 值	顯著性
常數項	3119448.012	4.073	0.0096
路網長度	-250184.529	-3.509	0.0171
路網長度**2	8276.885	4.308	0.0077
路網長度**3	-60.614	-3.956	0.0108

R : 0.9914

R 平方 : 0.983

調過後的 R 平方 : 0.9727

表 5.12 路網長度與單位長度運量之指數模式迴歸分析

指數模式	係數	t 值	顯著性
常數項	799557.389	4.533	0.0027
路網長度	0.028	6.613	0.0003

R : 0.9284

R 平方 : 0.862

調過後的 R 平方 : 0.8423



### 5.3 台北捷運運量路網效應關係之驗證

捷運路網擴大過程中單位長度運量之變化，呈現先逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之趨勢，由 5.2 節得到之 5-4 式為捷運年運量與路網長度之三次曲線迴歸模式除以路網長度得到每增加一段路線之平均單位長度運量，5-5 式為捷運單位長度運量與路網長度之三次曲線迴歸模式，並繪於圖 5.4、5.5，將公式得到之單位長度運量與捷運單位長度運量比較(如表 5.13、5.14)，將路網長度代入 5-4 式與 5-5 式，再將得到的值分別與捷運單位長度運量做比較看是否相符合，此外亦分別比較 5-4 式及 5-5 式與捷運單位長度運量之誤差值，從比較結果中可以發現只有 31.7 公里、32.4 公里與 40.3 公里的單位長度運量與捷運單位長度運量誤差稍大，顯示由 5-4 式與 5-5 式得到之單位長度運量具有解釋路網長度與單位長度運量關係之能力，而由圖 5.4 與 5.5 可以看出由公式得到之單位長度運量隨著路網長度擴大呈現先逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應。

最後，亦比較由 5-4 式平均單位長度運量與 5-5 式單位長度運量得到之單位長度運量是否相近，圖 5.6 中兩條曲線相當接近，幾乎重疊，亦可從表 5.15 得知由兩個公式所得到之單位長度運量誤差均很小，顯示 5-4 式與 5-5 式對於路網長度與單位長度運量之關係具有解釋之能力。

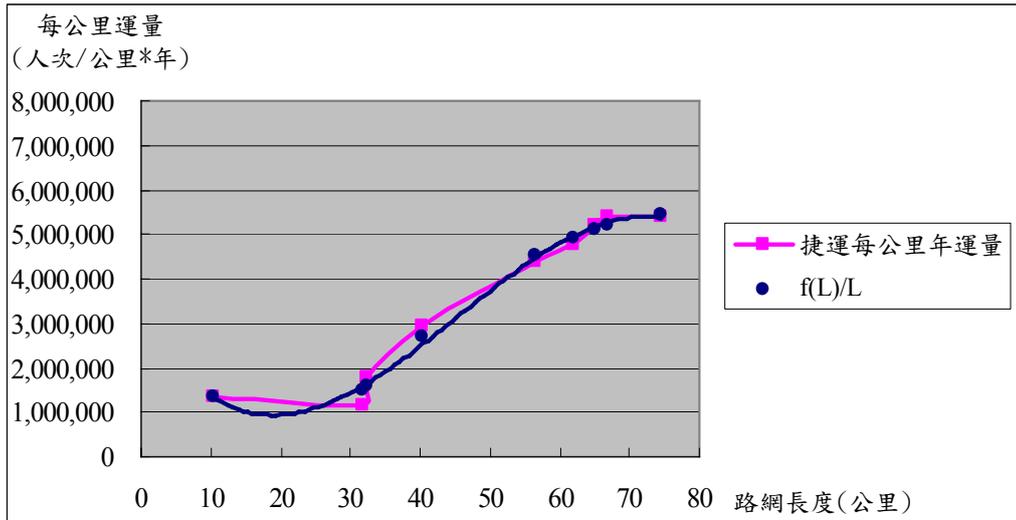


圖 5.4 捷運單位長度運量與三次曲線模式單位長度運量(f(L)/L)之比較圖

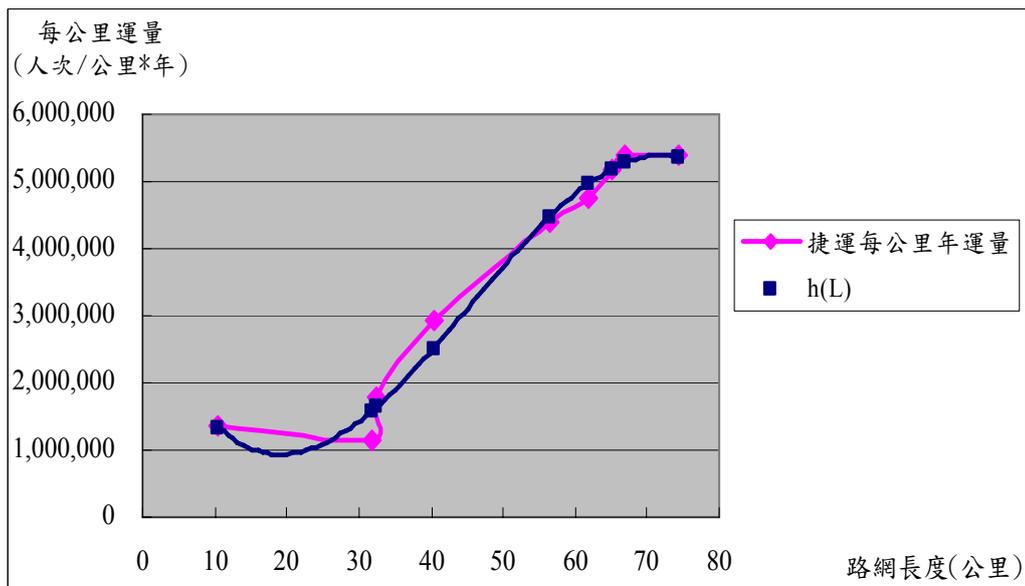


圖 5.5 捷運單位長度運量與單位長度運量迴歸分析(h(L))之比較圖

表 5.13 捷運單位長度運量與三次曲線模式單位長度運量(f(L)/L)之比較

路網長度 (公里)	捷運單位長度運量 (人次/公里*年)A	f(L)/L (人次/公里*年)B	C=B-A	C/A%
10.5	1,369,426	1,330,667	-38,759	-2.83%
31.7	1,135,193	1,487,510	352,316	31.04%
32.4	1,772,081	1,586,360	-185,721	-10.48%
40.3	2,921,052	2,691,732	-229,320	-7.85%
56.4	4,401,719	4,512,987	111,268	2.53%
61.9	4,761,356	4,932,300	170,944	3.59%
65.1	5,189,841	5,121,843	-67,998	-1.31%
67	5,390,447	5,214,826	-175,621	-3.26%
74.4	5,382,624	5,434,161	51,537	0.96%

表 5.14 捷運單位長度運量與單位長度運量迴歸分析(h(L))之比較

路網長度 (公里)	捷運每公里運量 (人次/公里*年)A	h(L) (人次/公里*年)B	C=B-A	C/A%
10.5	1,369,426	1,334,869	-34,557	-2.52%
31.7	1,135,193	1,575,098	439,904	38.75%
32.4	1,772,081	1,640,595	-131,486	-7.42%
40.3	2,921,052	2,512,181	-408,871	-14.00%
56.4	4,401,719	4,462,957	61,238	1.39%
61.9	4,761,356	4,970,595	209,239	4.39%
65.1	5,189,841	5,186,890	-2,950	-0.06%
67	5,390,447	5,281,573	-108,874	-2.02%
74.4	5,382,624	5,358,546	-24,078	-0.45%

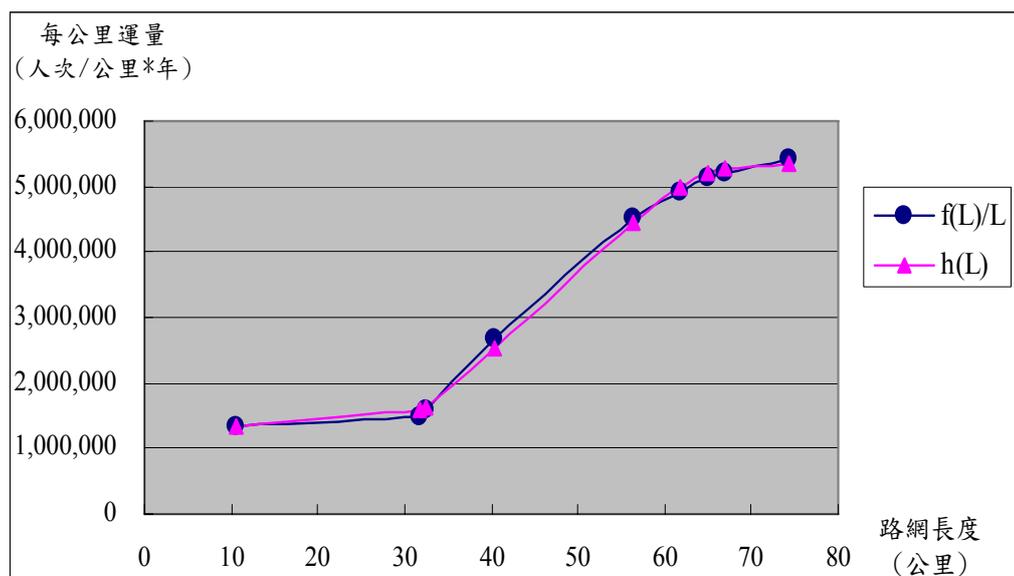


圖 5.6 平均單位長度運量(f(L)/L)與單位長度運量迴歸分析(h(L))之比較圖

表 5.15 平均單位長度運量(f(L)/L)與單位長度運量迴歸分析(h(L))之比較

路網長度 (公里)	f(L)/L	h(L)	f(L)-h(L)	誤差百分比
10.5	1,330,667	1,334,869	-4,202	-0.31%
31.7	1,487,510	1,575,098	-87,588	-5.56%
32.4	1,586,360	1,640,595	-54,235	-3.31%
40.3	2,691,732	2,512,181	179,551	7.15%
56.4	4,512,987	4,462,957	50,030	1.12%
61.9	4,932,300	4,970,595	-38,295	-0.77%
65.1	5,121,843	5,186,890	-65,047	-1.25%
67	5,214,826	5,281,573	-66,746	-1.26%
74.4	5,434,161	5,358,546	75,615	1.41%

台北捷運每一段路段通車，因為通車路段之區位不同，所以增加的旅次量也會不同，由表 5.16 得知捷運年運量隨著路網長度增加而增加，其中路網長度由 40.3 公里延伸至 56.4 公里即路網形成，年運量增加 130,538,548(人次/年)為最多，顯示路網形成使得服務範圍增加，旅客可以在捷運內互相轉乘，所以增加了很多運量。將增加的年運量除以增加的路網長度得到平均單位長度之增量，由表 5.16 發現路網長度由 31.7 公里延伸至 32.4 公里即淡水線中山站通車至台北車站時，平均單位長度運量之增量 30,613,991(人次/公里\*年)為最多，顯示台北車站是重要的交通樞紐，因此，當捷運通車至台北車站時會吸引許多運量，其次路網長度由 61.9 公里延伸至 65.1 公里即板南線市政府站通車至昆陽站，平均單位長度運量之增量為 13,478,337(人次/公里\*年)，顯示市政府站至昆陽站吸引了許多運量，而路網長度由 65.1 公里延伸至 67 公里即小碧潭支線通車，平均單位長度運量之增量為 12,263,858(人次/公里\*年)，但是小碧潭支線單位長度運量約為 2,350,000(人次/公里\*年)，顯示此階段所增加之運量為整體路網之成長，最後路網長度由 67 公里延伸至 74.4 公里即板南線新埔站至永寧站通車，平均單位長度運量之增量為 5,311,794(人次/公里\*年)，顯示當路網形成後，繼續擴大路網會使得平均單位長度運量之增量下降。

表 5.16 捷運運量路網邊際效應

路網長度 (公里)	年運量 (人次/年)	每段路網 增加之運量	平均單位長度 之增量
10.5	14,378,972		
31.7	35,985,631	21,606,659	1,019,182
32.4	57,415,425	21,429,794	30,613,991
40.3	117,718,392	60,302,968	7,633,287
56.4	248,256,940	130,538,548	8,107,984
61.9	294,727,957	46,471,017	8,449,276
65.1	337,858,635	43,130,678	13,478,337
67	361,159,965	23,301,330	12,263,858
74.4	400,467,238	39,307,273	5,311,794

將 5.1 節之 5-1 式捷運年運量與路網長度之三次曲線迴歸模式( $f(L)$ )、5-2 式與 5-3 式捷運年運量與加權路網長度之線性迴歸模式( $g(L')$ )與指數迴歸模式( $k(L')$ )分別對路網長度與加權路網長度微分，得到公式如下：

$$\frac{\partial f(L)}{\partial L} = -11107982.397 + 762341.504L - 7069.59L^2 \quad (5-6)$$

$$\frac{\partial g(L')}{\partial L'} = 106.003 \quad (5-7)$$

$$\frac{\partial k(L')}{\partial L'} = 12.825 * e^{8.275 * 10^{-7} L'} \quad (5-8)$$

其中  $L$ ：路網長度(公里)

$L'$ ：加權路網長度

將路網長度與加權路網長度分別代入 5-6 式、5-7 式與 5-8 式，再將每個階段取平均得到路網邊際效應，分別將得到每個階段取平均得到路網邊際效應與捷運平均單位長度之增量相比較，表 5.17 中路網長度為 32.4 公里即淡水線由中山站通車至台北車站，與捷運運量路網邊際效應誤差為-80.20%，而表 5.18 在此階段與捷運運量路網邊際效應誤差為-11.53%，顯示此階段通車受到台北車站之吸引量影響，而台北車站是重要的交通樞紐，每日載容量約有三十到四十萬人次，因此，當淡水線由中山站通車至台北車站即路網長度增加 0.7 公里，運量卻增加 30,613,991(人次/公里\*年)，路網長度為 65.1 公里、67 公里及 74.4 公里時，三次曲線模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之誤差分別為-34.89%、-31.53%與 38.47%，線性模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之誤差分別為-64%、50.19%與 80%，而指數模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之誤差分別為-15.91%、29.24%與 568.14%，綜合上述之分析 5-7 式與 5-8 式所得到的值與捷運運量路網邊際效應誤差大，顯示對於捷運運量路網邊際效應之解釋能力不佳。

表 5.17 三次曲線模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較

路網長度 (公里)	年運量 (人次/年)	平均單位長度 之增量	$\partial f(L)/\partial L$	平均單位長度 之增量	誤差百分比
10.5	14,378,972		-3,882,819		
31.7	35,985,631	1,019,182	5,954,083	1,035,632	1.61%
32.4	57,415,425	30,613,991	6,170,510	6,062,296	-80.20%
40.3	117,718,392	7,633,287	8,132,730	7,151,620	-6.31%
56.4	248,256,940	8,107,984	9,399,995	8,766,363	8.12%
61.9	294,727,957	8,449,276	8,993,045	9,196,520	8.84%
65.1	337,858,635	13,478,337	8,559,456	8,776,251	-34.89%
67	361,159,965	12,263,858	8,233,509	8,396,483	-31.53%
74.4	400,467,238	5,311,794	6,477,500	7,355,504	38.47%

表 5.18 線性模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較

加權路網長度	年運量 (人次/年)	平均單位長度 之增量	$\partial g(L)/\partial L$	誤差百分比
334,956	14,378,972		106.003	
1,196,813	35,985,631	25.07	106.003	322.83%
1,375,658	57,415,425	119.82	106.003	-11.53%
1,929,258	117,718,392	108.93	106.003	-2.69%
3,159,181	248,256,940	106.14	106.003	-0.12%
3,502,090	294,727,957	135.52	106.003	-21.78%
3,648,566	337,858,635	294.46	106.003	-64.00%
3,758,055	361,159,965	212.82	106.003	-50.19%
4,425,522	400,467,238	58.89	106.003	80.00%

表 5.19 指數模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之比較

加權路網長度	年運量 (人次/年)	平均單位長度 之增量	$\partial k(L)/\partial L$	平均單位長度 之增量	誤差百分比
334,956	14,378,972		16.92		
1,196,813	35,985,631	25.07	34.53	25.72	2.61%
1,375,658	57,415,425	119.82	40.03	37.28	-68.89%
1,929,258	117,718,392	108.93	63.30	51.67	-52.57%
3,159,181	248,256,940	106.14	175.15	119.22	12.33%
3,502,090	294,727,957	135.52	232.61	203.88	50.44%
3,648,566	337,858,635	294.46	262.59	247.60	-15.91%
3,758,055	361,159,965	212.82	287.49	275.04	29.24%
4,425,522	400,467,238	58.89	499.45	393.47	568.14%

## 第六章 結論與建議

本研究藉由分析了解捷運路線延長對路線本身、其他路線及整體路網單位長度運量之影響，並分析捷運路網長度與年運量之間呈現何種關係，從中獲得下列幾項研究成果：本章旨在對本研究的研究成果進行總結，並提出後續研究之建議，在 6.1 節中將說明分析捷運路線延長對路線本身、其他路線及整體路網單位長度運量之影響，並分析捷運路網長度與年運量之間呈現何種關係之成果，並於 6.2 節中提出相關建議以供後續研究繼續努力。

### 6.1 結論

本研究分三個階段分析捷運路網形成過程中之路網效應，即民國 87 年 12 月淡水線台北車站至古亭站通車及中和線古亭站至南勢角站通車時為第一階段，此一階段路網尚未成型，只是兩條路線之逐段通車；民國 88 年 12 月板南線龍山寺站至市政府站通車為第二階段，此一階段台北捷運路網已經成型；民國 88 年 8 月後各路線通車均屬第三階段，此一階段均屬路網成型後往外延伸之階段。從中獲得下列幾項研究成果：

1. 捷運路網形成初期會隨著路網規模的增加而增加，當捷運路網達到某一規模時，單位路網長度之運量會逐漸趨於穩定，捷運路網繼續擴大時，單位路網長度之運量反而會下降，即捷運運量之路網效應。
2. 台北捷運路網擴充第一階段，即在路網形成前，隨著淡水、中和線長度由淡水站通車至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站的過程中，淡水、中和線是由一段路線變成半條運輸走廊，再形成一條完整的運輸走廊，而半條運輸走廊的單位長度運量會大於一段路線；一條完整的運輸走廊的單位長度運量亦會大於半條運輸走廊，因此，淡水、中和線單位長度運量會隨著路線長度的延長而逐漸增加。
3. 淡水、中和線由淡水站通車至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站的過程中，當淡水、中和線延伸至市中心時，接駁的交通工具多，旅客轉乘方便，要到木柵線的旅客可以先搭乘淡水、中和線至市中心，再利用接駁的交通工具至木柵線，因此，隨著淡水、中和線路線逐漸延長，利用淡水、中和線轉乘交通工具至木柵線的旅客會增加，所以使得木柵線單位長度運量增加。
4. 淡水、中和線由淡水站通車至中山站、中山站延伸至台北車站、再由台北車站延伸至南勢角站的過程中，淡水、中和線與木柵線單位長度運量之比較：
  - (1) 淡水站至中山站通車時，此時木柵線為一條次要的運輸走廊，而淡水、中和線只是一條區域性的路線，所以木柵線單位長度的運量會大於淡水、中和線。

- (2) 中山站至台北車站通車時，此時的淡水、中和線已經由地區性的中心連接至市中心區形成半條運輸走廊，分析結果顯示木柵線的運輸功能相當於半條運輸走廊。
- (3) 台北車站至南勢角站通車時，此時淡水、中和線已經形成一條完整的運輸走廊，而木柵線的運輸功能相當於半條運輸走廊，因此淡水、中和線單位長度的運量會大於木柵線。
5. 台北捷運路網擴充第一階段，在路線總長度由 10.5 公里增加至 31.7 公里時，捷運整體路網單位長度運量是下降的，因為此時增加淡水、中和線路線長度為 21.2 公里，但是其單位長度運量卻比路線長度 10.5 公里的木柵線少，因此，會降低捷運整體路網單位長度運量；當淡水、中和線的長度逐漸延伸形成一條運輸走廊時，單位長度運量會比木柵線多，因此會使捷運整體路網單位長度運量增加。
6. 台北捷運路網擴充第二階段，即在路網形成時，路網形成時的路線，因路網之服務範圍增加，旅客可以在捷運路線之間互相轉乘，因此，路網形成時之路線單位長度運量會比路網形成前之路線單位長度運量大。
7. 路網形成時與路網形成前，相同的路線因為服務範圍的增加，旅客可以在捷運內互相轉乘，因此，相同路線在路網形成時與路網形成前單位長度運量有顯著的增加。而相同路線本身單位長度運量在路網形成時與路網形成前沒有變化，顯示路網形成時木柵線與淡水、中和線所增加的運量皆是因為路網服務範圍增加。
8. 路網形成時，不同路線因位於不同的區位，所吸引旅客的程度不一樣，因此，不同路線單位長度運量會不同。其中板南線(龍山寺站-市政府站)為主要的運輸走廊所以單位長度運量最大，其次為淡水、中和線，而新店線與木柵線為次要的運輸走廊，所以單位長度運量會比板南線、淡水、中和線小，而新店線為連接外縣市之次要運輸走廊，因此，新店線單位長度運量會大於木柵線。
9. 捷運系統在路網形成時，因為增加路線長度，使得捷運的服務範圍增加，旅客可以在捷運內互相轉乘，會吸引更多旅客搭乘捷運，因此，捷運整體路網單位長度運量會有顯著的增加。
10. 台北捷運路網擴充第三階段，即路網形成後，陸續在捷運路網的外圍延長路網長度，對整體路網單位長度運量並不會造成顯著的影響，顯示此時的路網長度與整體路網運量呈現一定比例的成長，亦發現路網長度延伸至 74.4 公里時單位長度運量有開始下降之趨勢。
11. 路網形成後，比較陸續在捷運路網的外圍延長之路線，發現板南線由市政府站延伸至昆陽站、龍山寺站通車延伸至新埔站、再由新埔站延伸至永寧站的過程中，市政府站至昆陽站段所吸引的旅次量較大，使得板南線單位長度運量增加，而新埔站至永寧站所吸引的旅次量較小，因此，會使板南線單位長度運量下降。由路

網形成後新增路線差異性分析可以得知板南線為主要的運輸走廊所以單位長度運量很大，新店線為次要的運輸走廊，而小碧潭支線為支線，因此，單位長度運量最小，顯示路線所在區位的吸引旅次量及路線的運輸功能皆會影響路線之單位長度運量。

12. 捷運路網長度與年運量之迴歸分析中，線性模式之判定係數(R 平方)為 0.9362、二次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9856、三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9969 及指數模式之判定係數(R 平方)為 0.9641，其中以三次曲線模式(f(L))較佳，最具解釋能力，顯示捷運年運量呈現先遞增後遞減之曲線。
13. 捷運路網長度與單位長度運量之迴歸分析中，線性模式之判定係數(R 平方)為 0.9039、二次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.9296、三次曲線模式之判定係數(R 平方)為 0.983 及指數模式之判定係數(R 平方)為 0.8620，其中以三次曲線模式(h(L))較佳，最具解釋能力，顯示捷運單位長度運量應先呈現逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應。
14. 將捷運路網長度與年運量之三次曲線模式除以路網長度 L 得到平均單位長度運量 (f(L)/L)及捷運路網長度與單位長度運量之三次曲線模式與捷運單位長度運量比較，結果在路網長度 31.7 公里、32.4 公里與 40.3 公里的單位長度運量與捷運單位長度運量誤差稍大，其餘的誤差皆不大，而且 f(L)/L 與 h(L)彼此間的誤差很小，顯示由 f(L)/L 與 h(L)具有解釋路網長度與單位長度運量關係之能力，而單位長度運量會隨著路網長度擴大呈現先逐漸上昇，再趨於穩定，後逐漸下降之路網效應。
15. 分析捷運每延伸一段路網，平均單位長度之增量，其中以路網長度為 32.4 公里即淡水線由中山站延伸至台北車站之增量為最多，路網長度增加了 0.7 公里，但平均單位長度之增量卻增加 30,613,991(人次/公里\*年)，顯示台北車站為重要的交通樞紐，吸引了許多旅客。其次路網長度由 61.9 公里延伸至 65.1 公里即板南線市政府站通車至昆陽站，平均單位長度運量之增量為 13,478,337 (人次/公里\*年)，顯示市政府站至昆陽站亦吸引了許多運量。
16. 將捷運年運量與路網長度之三次曲線迴歸模式(f(L))與捷運年運量與加權路網長度之線性迴歸模式(g(L))及指數迴歸模式(k(L))分別對路網長度與加權路網長度微分，將得到每個階段取平均得到路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應相比較，結果顯示路網長度為 32.4 公里即淡水線由中山站通車至台北車站，與捷運運量路網邊際效應之誤差，三次曲線迴歸模式路網邊際效應為-80.20%，線性迴歸模式路網邊際效應為-11.53%，此階段通車受到台北車站之吸引量影響，而台北車站是重要的交通樞紐，每日載客量約有三十到四十萬人次，因此，當淡水線由中山站通車至台北車站即路網長度增加 0.7 公里，運量卻增加 30,613,991(人次/公里\*年)，綜合所有比較結果顯示三次曲線迴歸模式路網邊際效應及指數迴歸模式路網邊際效應與捷運運量路網邊際效應之誤差較大，顯示對於捷運運量路網邊際效應之解釋能力不佳。

## 6.2 建議

1. 由於台北捷運路網通車的時間非常緊湊，難以取得整年之運量資料，因此，在做分析時受限於運量樣本數太少，會造成分析結果之誤差，建議後續研究可以更長的時間收集更完整的運量資料。
2. 受限於運量樣本數太少，本研究僅排除明顯影響捷運運量之因素，將不對捷運運量本身之成長及轉乘優惠措施等因素之影響進行捷運運量之修正，建議後續研究可以利用其他方法將捷運運量本身之成長及轉乘優惠措施等因素之影響對捷運運量做修正。
3. 由於台北捷運路網通車的時間非常緊湊，難以取得捷運運量之週期，因此，本研究利用民國 80 年、82 年、84 年公車運量資料進行週期性檢定，並以此三年之運量加總平均，作為大眾運輸運量每年週期變化之典型，建議後續研究以捷運路網完成後之運量資料進行週期性之檢定。
4. 本研究僅收集民國 87 年 12 月至民國 95 年 12 月捷運各站起迄之運量，建議後續研究可以收集民國 85 年 3 月至民國 87 年 11 月捷運各站起迄之運量，以更完整之資料分析捷運運量路網效應。
5. 本研究利用大台北都會區各交通分區全日旅次吸引量，以捷運各站所在的交通分區之吸引旅次量當作權重得到加權過的捷運路網長度，由分析中發現捷運各站所在之交通分區吸引量似乎不能代表捷運各站知吸引量，因此，建議後續之研究可以找更能代表捷運各站吸引量之因素，當作權重進行分析。

## 參考文獻

1. 王傳芳，「都市捷運系統發展策略」，都市捷運技術近代發展研討會論文集，民國83年。
2. 范玉峰，「大眾捷運路網規模與都市特性關係之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國83年。
3. 邱啟仁，「輕軌運輸系統路網規模與都市特性關係之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國89年。
4. 陸進勝，「運輸走廊捷運技術組合之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國80年。
5. 張有恆、陳世鴻，「都會區都市捷運與區域鐵路系統最適路線長度之研究」，運輸計劃季刊，第二十二卷，第三期，pp. 347-373，民國82年。
6. 趙珮君，「捷運與公車轉乘優惠政策對轉乘優惠運量之影響分析」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國95年。
7. 台北捷運公司，「捷運與公車雙向轉乘優惠效益分析」，民國95年。
8. 台北市政府捷運工程局，台北都會區大眾捷運系統規劃手冊，民國87年。
9. 張文哲，「捷運系統路線最適延長長度之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國78年。
10. 鄭復生，「台北都會區捷運走廊運輸需求之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國68年。
11. 張學孔、朱珮芸、涂保民、許平和，「捷運系統服務路線長度之最佳化研究」，中國土木水利工程學刊第六卷第四期，民國83年。
12. 廖珮君，「捷運系統支線最適路線長度之研究」，台灣大學土木工程學研究所，碩士論文，民國八十八年。
13. 林協同，「組合捷運技術路網設計之研究」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國八十三年。
14. 沈勁利，「捷運路線路網型態分析」，國立交通大學交通運輸研究所，碩士論文，民國81年。
15. 劉孟翰，「捷運走廊公車系統服務範圍之最佳設計」，台灣大學土木工程學研究所，碩士論文，民國八十一年。

16. 練俊文，「通勤鐵路與高速鐵路整合下最適區間車營運路線長度之研究」，台灣大學土木工程學研究所，碩士論文，民國八十八年。
17. 陳永松，「兩階段捷運路網設計方法之研究」，台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國八十一年。
18. 吳國禎，「路段衍生式捷運路網設計方法之研究」，台灣大學土木工程學研究所碩士論文，民國八十一年。
19. 台北市政府交通局委託亞聯工程顧問公司辦理，「台北都會區整體運輸系統發展分析及規劃模式之建立與運用」，民國86年。
20. 台北市交通統計月報。
21. 台北市交通統計年報。
22. 林惠玲、陳正倉，應用統計學，雙葉書廊有限公司，民國91年4月。
23. 楊世瑩，SPSS統計分析實務，旗標出版股份有限公司，民國94年4月。
24. 林傑斌、林川雄、劉明德、飛捷工作室，SPSS統計建模與應用實務，博碩文化股份有限公司，民國93年7月。
25. 台北大眾捷運股份有限公司。
26. Demenezes, Jose T. and John C. Falcocchio，「Factors influencing transit use in European and U.S. cities.」，Transportation Research Record 936;44-47.1983。
27. Giannopoulos G.A.，「Urban Metropolitan Railways Lines.」，Ekistics,305, March/April,123-130,1984。
28. Wirasinghe, S. C., and Seneviratne, P. N.，「Rail Line Length in an Urban Transportation Corridor.」，Transportation Science, Vol. 20, pp.237-245, 1986。