

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

台灣高鐵運輸需求預測及對運輸市場之衝擊分析

作者：柯旻嬋、邱煜勝、劉秋蘭、馬偉誠

系級：運管三乙

學號：D9475399、D9475028、D9425287、D9475210

開課老師：葉名山 教授

課程名稱：專題研究

開課系所：運輸科技與管理學系

開課學年：九十六 學年度 第二 學期



中文摘要

本研究目的在於探討高速鐵路營運後對於台灣鐵路、國內航空以及國道客運旅運量之影響，由於高鐵營運後造成國內航空旅客量衰退及台鐵客運營收降低之衝擊，皆促使國內城際運輸市場重新分配，此議題為值得深入探討，故分別討論高鐵營運前後之差異以及其影響程度。因高鐵適逢營運之初，資料之樣本數過低，且由於資料取得不易，目前僅有 15 個月份之資料可進行分析，因此本研究採用成對樣本 t 檢定以及適用於樣本數較低之灰色理論進行其資料關聯分析，並利用灰預測及迴歸分析探討不同運具客運量未來之趨勢。結果顯示，藉由 t 檢定可以得知營運前後有顯著差異之變數為台鐵縱貫線延人公里數、國內航空西部運量及統聯客運之運量與延人公里共四項。在灰關聯度分析中，最高為統聯客運之運量，最低為國內航空西部運量，但灰關聯分析對於同幅變化之數列，其具有較高之關聯度。另外，透過灰預測與迴歸分析預測結果發現，其模式之預測運量準確度均高達 90% 以上，故可建議未來使用於運量預測之分析方法上。再者，其模式結果得知，台鐵、航空、國道客運、高速公路小汽車量均受到高鐵營運後之顯著衝擊。而若採高鐵營運後 13 筆資料進行迴歸分析，則僅有台鐵與航空受到顯著影響。

關鍵字：成對樣本 t 檢定、灰色理論、迴歸分析、高速鐵路

目 次

一、緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究動機	1
1.3 研究目的	2
1.4 資料範圍	2
1.5 研究流程	2
二、國內運輸需求分析	5
2.1 運輸市場需求現況分析	5
2.2 需求預測文獻回顧	14
2.3 研究方法文獻評析	15
2.4 各運具之相關文獻	16
三、研究方法	20
3.1 成對樣本檢定	20
3.2 灰色理論(Grey theory)	21
3.2.1 灰關聯	21
3.2.2 灰預測	24
3.3 迴歸分析	26
四、資料來源與變數	27
4.1 資料來源	27
4.1.1 台灣高鐵	27
4.1.2 台灣鐵路	27
4.1.3 國內航空	27
4.1.4 國道客運	28
4.1.5 私人運具	28
4.2 解釋變數	28
4.3 資料統計	28
五、模式建立與驗證	30
5.1 營運前後 t 檢定	30
5.2 灰關聯分析	32
5.3 灰預測模式	33
5.3.1 灰預測 GM(1,1)	33
5.4 迴歸分析	47
5.4.1 高鐵運量預測模式	47
5.4.2 整體市場衝擊模式	49

5.5 分析討論	53
六、結論與建議	56
6.1 結論	56
6.2 建議	57

圖目錄

圖 1.1、研究流程圖.....	3
圖 2.1、國內航空西部旅客人數趨勢圖.....	6
圖 2.2、台灣高速鐵路車站位置圖.....	11
圖 3.1、灰關聯度圖.....	22
圖 3.2、灰關聯分析操作流程圖.....	23
圖 5.1、GM(1,1)預測高鐵各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖.....	34
圖 5.2、GM(1,1)預測台鐵各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖.....	35
圖 5.3、GM(1,1)預測統聯客運各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖..	37

表目錄

表 2.1、國內航空西部航線客運量.....	6
表 2.2、國內航空西部航線班機短期之總客運量.....	7
表 2.3、國內航空西部航線同期運量增減率.....	8
表 2.4、台灣鐵路旅運資料統計表.....	9
表 2.5、台鐵縱貫線客運量之同期增減率.....	10
表 2.6、台鐵縱貫線客運量.....	10
表 2.7、台灣高鐵前期營運路線.....	12
表 2.8、台灣高鐵預期 2010 年後之營運路線.....	12
表 2.9、高速鐵路客運量統計表.....	13
表 2.10、國內運輸市場定位分析.....	13
表 3.1、平均誤差百分比絕對值(MAPE)預測能力等級.....	26
表 4.1、本研究所蒐集之資料統計表.....	29
表 5.1、成對樣本敘述統計量.....	30
表 5.2、成對樣本檢定.....	31
表 5.3、灰關聯分析之關聯係數表.....	32
表 5.4、灰預測 GM(1,1)高鐵運量預測統計表.....	38
表 5.5、灰預測 GM(1,1)高鐵延人公里預測統計表.....	39
表 5.6、灰預測 GM(1,1)高鐵營收預測統計表.....	40
表 5.7、灰預測 GM(1,1)台鐵運量預測統計表.....	41
表 5.8、灰預測 GM(1,1)台鐵延人公里預測統計表.....	42
表 5.9、灰預測 GM(1,1)國內航空西部運量預測統計表.....	43
表 5.10、灰預測 GM(1,1)統聯運量統計表.....	44
表 5.11、灰預測 GM(1,1)統聯延人公里統計表.....	45
表 5.12、灰預測 GM(1,1)統聯營收統計表.....	46
表 5.13、模式一之模式摘要表.....	47
表 5.14、模式一校估參數顯著性質摘要表.....	47
表 5.15、迴歸分析模式一、二之高鐵運量預測表.....	48
表 5.16、模式二之模式摘要表.....	48
表 5.17、模式二校估參數顯著性質摘要表.....	48
表 5.18、模式三之模式摘要表.....	49
表 5.19、模式三校估參數顯著性質摘要表.....	49
表 5.20、模式四之模式摘要表.....	50
表 5.21、模式四校估參數顯著性質摘要表.....	50
表 5.22、迴歸分析模式三、四之高鐵運量預測表.....	50

表 5.23、模式五之模式摘要表	51
表 5.24、模式五校估參數顯著性質摘要表	51
表 5.25、模式六之模式摘要表	52
表 5.26、模式六校估參數顯著性質摘要表	52
表 5.27、迴歸分析模式五、六之高鐵運量預測表	52
表 5.28、灰預測 GM(1,1)各運具模式比較表	53
表 5.28、灰預測 GM(1,1)各運具模式比較表(續)	54
表 5.29、迴歸分析之各模式比較表	55

一、緒論

1.1 研究背景

台灣地區城際運輸過去主要以航空、台鐵、國道客運及小客車為主，而隨著高速鐵路的營運，台灣地區西部走廊城際運輸市場產生了重大的衝擊，對運輸市場佔有率快速轉變且造成重大的影響，使得城際運輸系統產生極大的變化。近年來，民眾對於生活品質與時間價值的重視不斷地提升，不論是旅運時間、運輸服務水準或運輸安全皆日益重視，其已較過去有明顯不同。

台灣高速鐵路營運後使得運輸系統改變，以及重新分配城際間運具使用之際，因高速鐵路具有速度快、運量高及安全等優點，有效地縮短長程客運之運輸時間，故勢必會以旅行時間短之優勢吸引長程旅客搭乘，而具有相同優勢之航空運輸，則將首當其衝；台鐵亦可能受致高鐵的總旅行時間較短而受到影響，因此許多重視時間價值之商務旅次就此轉移，故長程旅次可能會有相當大的影響；中程旅次之旅運者則會權衡總旅行時間、總旅行成本及接駁的便利性等因素加以取捨，因此台鐵於中程旅次可能仍具有競爭性；而短程旅次方面，由於台鐵的車站均位於各地區之市中心且票價較低廉，故仍可吸引旅客使用，因此高速鐵路的加入對於台鐵短程旅次之影響研判會較小。

高速鐵路致使台灣西部走廊運具使用重新分配，因此未來是否重創西部市場是一個重要的問題，且目前國內航空台北至台中、台北至台南及台北至高雄航線已有停飛之困境，因此國內航線受到高鐵通車之運量轉移情況，以及台鐵與國道客運受到高鐵之影響衝擊，皆為值得探討之議題。

1.2 研究動機

台灣地區城際運輸隨著高速鐵路的營運，使得運具有更多的選擇，且由於民眾對於時間價值的看法日益重視，因此，運輸市場佔有率快速地轉移，對於國內航空、台鐵及國道客運皆由於高鐵通車而遭受衝擊，導致台灣西部走廊城際間運輸系統產生極大的變化。另外，近期國內航空紛紛傳出停飛之消息，因此本研究欲探討其是否受高鐵營運之影響。

整體研判高速鐵路通車後，對於國內航空業、台鐵、國道客運業之運量，均有一定程度的衝擊。因此航空業如何謀得其生存發展空間與台鐵如何能確保適當的市場佔有率以及國道客運未來如何於城際運輸市場具有生存空間，不同城際運具如何有效分配其運量，同時滿足不同需求旅客，一方面是政府在政策考量下，有效管制，另一方面亦發揮市場機制，讓其充分競爭，將其票價優惠給旅客，並避免惡性競爭，皆是值得研究的問題。

1.3 研究目的

本研究以國內航空西部航線與台鐵西部幹線之縱貫線以及國道客運為研究主體，探討高速鐵路通車後對於國內航空、台鐵及國道客運之衝擊與運量轉移以及所面臨的問題，並加以分析探討為求永續經營所必須採取之因應對策，期能達成下列目標：

- (1) 廣泛蒐集國內外相關文獻，透過文獻回顧以得知相關研究所預測的數據及其影響程度的分析，並探討與現況之間的差異。
- (2) 針對所蒐集的國內航空、台鐵與國道客運之客運量等相關資料加以探討，以了解國內航空、台鐵及國道客運現況。
- (3) 藉由所蒐集關於國內航空、台鐵與國道客運的資料加以分析，以得知其受高速鐵路之影響程度。
- (4) 透過所蒐集的國內航空、台鐵與國道客運之客運量等資料加以推估，以得知國內航空、台鐵及國道客運未來之運量，以分析其未來趨勢。
- (5) 利用所蒐集之資料加以探討分析，以得知高鐵影響國內航空、台鐵及國道客運的衝擊程度，並探討其未來的發展方向及其因應對策以供航空公司、台灣鐵路及國道客運參考。

1.4 資料範圍

本研究之研究對象主要在於城際間之大眾運輸工具，包括高速鐵路、台灣鐵路、航空及國道客運，其中航空只針對含有國內航空路線之遠東、復興、立榮及華信航空，而國道客運只採用統聯汽車客運之資料。本研究所採用之研究資料為西元 2005 年至 2008 年 3 月為止各運具之相關資料，如台灣高鐵之客運量、延人公里、營收等，台鐵則選取縱貫線之客運量、延人公里、營收等相關資料，而航空便選取西部航線之運量加以探討，國道客運亦選擇西部之總運量加以分析探討。由於本研究主要以比較高鐵對於航空、台鐵及國道客運彼此間運量轉移之關係為主，而東部幹線並無高鐵通過，故於本研究中不予考慮。

1.5 研究流程

本研究經由資料的蒐集及文獻回顧與探討加以分析目前高鐵、國內航空、台灣鐵路及國道客運之現況，並進而了解國內航空、台鐵及國道客運三者與台灣高速鐵路其間之關係，且利用適當的方法有效分析資料，以得知高速鐵路通車後對於國內航空、台鐵與國道客運間旅客轉移之情形，並探討其彼此間的影響程度。本研究之研究流程如圖 1.1 所示。

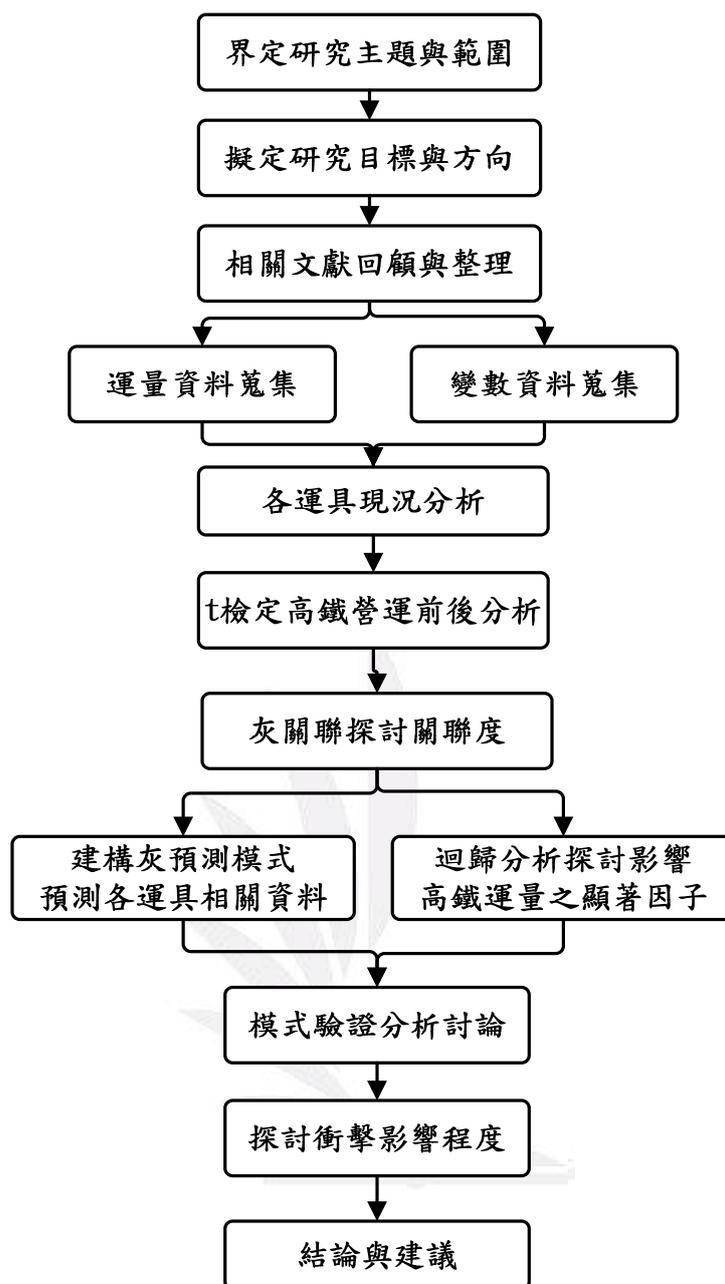


圖1.1、研究流程圖

本研究茲將各步驟簡述如下：

- (1) 界定研究主題與範圍：將研究動機、目的、問題與範圍詳細地加以界定。
- (2) 文獻回顧與整理討論：回顧文獻主要包含各運具現況分析與探討、高鐵運量預測或移轉評估、灰色理論和迴歸分析相關等三大部分之文獻。
- (3) 運量及其他變數資料蒐集：本研究初步擬定選取之變數有：台鐵及航空之運量、班次、票價及其優惠措施、營收、連續假期、接駁運具、場站開發程度、停靠方式。

- (4) t 檢定高鐵營運前後分析：利用成對樣本 t 檢定以得知高鐵營運前後，台鐵及國內航空運量是否有顯著之差異。
- (5) 灰關聯探討關聯度：藉由灰關聯分析探討台鐵與國內航空運量和高鐵間之關連強度大小。
- (6) 利用灰預測以預測高鐵未來運量：灰預測之 GM(1,1)與 GM(1,N)進行高速鐵路運量預測之實證分析，分別進行模式建立與分析。
- (7) 應用迴歸分析以分析影響運量之因子：迴歸分析探討影響高速鐵路運量變動之顯著影響因子。
- (8) 模式驗證分析討論：將所建立之模式分析探討並加以驗證。
- (9) 結論與建議：本研究將針對研究成果及所建立之模式，提出可行之改善方案或建議，以供業者參考或相關研究參考。



二、國內運輸需求分析

2.1 運輸市場需求現況分析

國內航空客運市場，從早期的嚴格管制轉為開放的效應下，國內航空於全盛時期共有十家航空公司在運輸市場上競爭，但也因此造成供給大於需求之現象，在多重競爭下，出現互相削價割喉等競爭狀況，使得多家規模較小的航空公司相繼倒閉，最後形成國內航線為遠東、立榮、華信、復興四家航空公司寡占競爭之局面。另外，由於航空客運近幾年受到恐怖組織攻擊的陰影，加上國際油價不斷上漲，導致航空業者營運日漸艱困，只好利用降低營運成本之方法來維持營運，隨著營運成本之降低，服務品質也隨之下降，加上高速鐵路於 2007 年開始通車，在這競爭壓力下，國內航空相較於高鐵並無絕對優勢。

台鐵之城際旅客運輸服務，依運距長短，分為短程、中程及長程旅次。長期以來，台鐵運輸之旅客結構大多以短程旅次為主，台鐵之主要客源為短程旅次之乘客，而台鐵之票價收入卻有逾七成五來自中長程旅次，其為台鐵之主要收入來源。由此可知，雖然台鐵會受到高鐵之影響衝擊，但由於其主要客源為短程之旅次，故影響程度不會非常的大。又因財務虧損方面仍然無法有效改善，因此，台鐵未來如何改善營運以減少虧損將是一大問題。

台灣高速鐵路建設是國內首度採用 BOT 方式之重大國家基礎建設，並於 2007 年正式營運，高鐵具有快速、安全及運量大之特點，故其所造成之轉移需求勢必對西部現有運具造成不小之威脅。政府單位當時為能持續推動國家重大建設並促進經濟與地區之發展，故行政院於民國 76 年辦理「臺灣西部走廊高速鐵路可行性研究」，並於民國 79 年正式成立「交通部高速鐵路工程籌備處」，且於民國 83 年經行政院院會列為十二項建設之一，正名為「建設南北高速鐵路計畫」。高速鐵路通車後已對於其他運具造成影響衝擊，故彼此間之競合關係及各運具之市場定位、發展分向及服務策略，應是當務之急。

本研究主要探討高速鐵路通車後對於航空業者、台鐵及國道客運之影響，故航空運量之資料採用遠東、立榮、華信、復興四家有飛行國內航線之航空公司選取 2006 年至 2008 年 3 月之西部航線月份統計資料探討其目前營運狀況且加以分析研究。台鐵資料選取範圍鑒於蒐集有相當之困難，故僅採用 2006 年至 2008 年 1 月之月份統計資料加以分析，且由於高鐵營運之範圍僅限於西部，因此僅採用縱貫線之運量加以分析討論。另外，高鐵營運之統計資料，本研究所蒐集的資料範圍為 2007 年至 2008 年 3 月之相關資料，其詳細資料現況如后所述：

(1) 國內航空現況

台灣地區目前有遠東、復興、立榮以及華信四家航空公司飛行國內航線，高鐵未開始通車前，長途旅次之旅行時間以國內航空為最短，相較於其他運具為最省時之運具，因此，國內航空於長途旅次較具有競爭優勢，而於中短距離旅次則較不具競爭之優勢。近年來，國內航空之西部旅客人數呈現不斷下降之趨勢，其班次與載客人數皆逐年下滑，如表 2.1 所示。

表 2.1、國內航空西部航線客運量

年份	飛行班次 (次)	載客人數(人)	載客人數增減率(%)
2003 年	70,218	5,202,773	---
2004 年	63,722	5,222,579	0.38
2005 年	52,825	4,596,452	-11.99
2006 年	47,113	4,043,677	-12.03
2007 年	29,037	1,947,956	-51.83

資料來源：交通部民用航空局，本研究整理

高速鐵路加入台灣西部運輸市場中、長程城際運輸，提供高速運輸的新選擇後，國內航空運輸市場即面臨新考驗，使得國內航空西部旅客人數呈現直線下滑，由圖 2.1 可明顯地看出其趨勢。

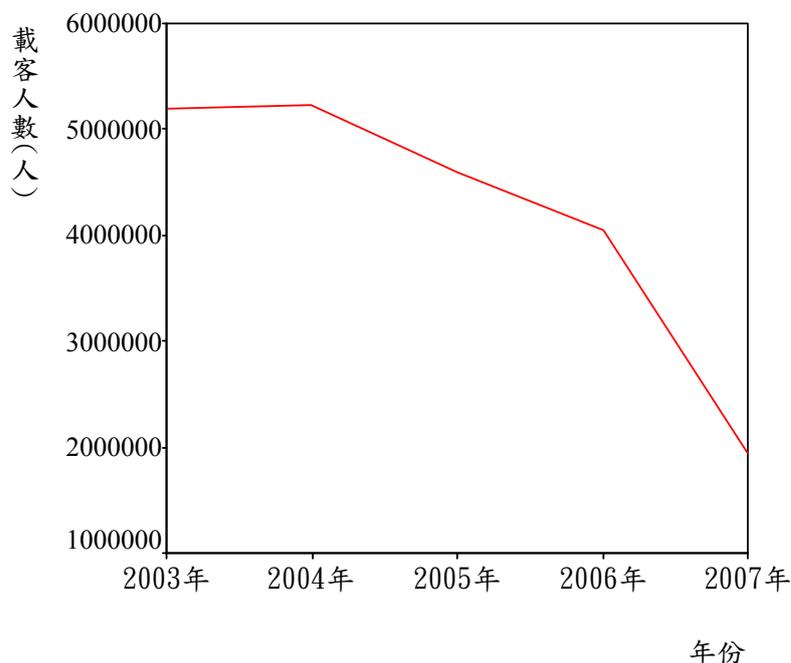


圖2.1、國內航空西部旅客人數趨勢圖

另外，透過 2006 年與 2007 年國內航空西部航線運量統計發現班次及旅客人數皆有明顯下滑之現象，顯示近期國內航空西部航線之班次與旅客人數相較於過去皆有極大之差異，如表 2.2 所示。

表 2.2、國內航空西部航線班機短期之總客運量

時間	飛行班次(次)	可售座位數(位)	載客人數(人)	載客人數增減率(%)
2006 年 1 月	4,230	560,006	370,521	-0.03
2006 年 2 月	3,811	505,773	314,214	-0.15
2006 年 3 月	4,241	563,195	367,113	0.17
2006 年 4 月	4,038	536,189	335,804	-0.09
2006 年 5 月	4,243	561,496	339,411	0.01
2006 年 6 月	4,023	527,464	338,614	0.00
2006 年 7 月	3,749	498,511	306,626	-0.09
2006 年 8 月	4,149	543,854	333,283	0.09
2006 年 9 月	3,950	518,430	313,997	-0.06
2006 年 10 月	3,818	492,779	342,881	0.09
2006 年 11 月	3,377	444,014	332,657	-0.03
2006 年 12 月	3,484	468,217	348,556	0.05
2007 年 1 月	3,466	457,935	288,753	-0.17
2007 年 2 月	2,991	389,922	229,880	-0.20
2007 年 3 月	3,086	397,239	210,388	-0.08
2007 年 4 月	2736	324752	189408	-0.10
2007 年 5 月	2,697	333,964	172,794	-0.09
2007 年 6 月	2262	280956	139649	-0.19
2007 年 7 月	2209	278138	139516	0.00
2007 年 8 月	1813	230501	95260	-0.32
2007 年 9 月	1,774	219,763	106,419	0.12
2007 年 10 月	1,865	209,205	122,247	0.15
2007 年 11 月	2,063	220,425	125,137	0.02
2007 年 12 月	2,075	222,524	128,505	0.03
2008 年 1 月	1,901	199,442	115,953	-0.10
2008 年 2 月	1,765	179,040	106,060	-0.09
2008 年 3 月	3,725	347,047	202,256	0.91

資料來源：交通部民用航空局，本研究整理

再者，本研究觀察 2006 年與 2007 年同月份班次與載客人數之比較，資料顯示其增減率皆為負值，且班次及載客人數分別與上年同期比較大幅減少 38.52%與 52.08%，其顯示國內航空西部運量呈現明顯下降之現象，如表 2.3 所示。

表 2.3、國內航空西部航線同期運量增減率

月份	飛行班次 (次)			載客人數(人)			載客率(%)		
	2006年	2007年	增減率(%)	2006年	2007年	增減率(%)	2006年	2007年	增減率(%)
1月	4230	3466	-18.06	370521	288753	-22.07	56.66	46.04	-18.74
2月	3811	2991	-21.52	314214	229880	-26.84	54.65	49.17	-10.03
3月	4241	3086	-27.23	367113	210388	-42.69	55.02	36.77	-33.17
4月	4038	2736	-32.24	335804	189408	-43.60	56.54	40.88	-27.70
5月	4243	2697	-36.44	339411	172794	-49.09	52.85	35.67	-32.51
6月	4023	2262	-43.77	338614	139649	-58.76	56.05	34.22	-38.95
7月	3749	2209	-41.08	306626	139516	-54.50	56.74	36.05	-36.46
8月	4149	1813	-56.30	333283	95260	-71.42	55.29	30.32	-45.16
9月	3950	1774	-55.09	313997	106419	-66.11	48.57	33.65	-30.72
10月	3818	1865	-51.15	342881	122247	-64.35	57.35	36.20	-36.88
11月	3377	2063	-38.91	332657	125137	-62.38	57.55	33.36	-42.03
12月	3484	2075	-40.44	348556	128505	-63.13	56.29	35.22	-37.43
平均增減率		-38.52%			-52.08%			-32.48%	

資料來源：交通部民用航空局，本研究整理

國內航空由於高鐵通車及燃油飆漲的雙重影響，其運量持續下滑，西部航線之台北至台中、台北至嘉義航線分別已自 2007 年 5 月 1 日及 8 月 16 日起停航，而台北至恆春及台北至屏東航線亦分別有 2 家及 1 家航空公司退出營運，其皆顯示西部航線之經營困境，於不堪虧損下，立榮航空於 2008 年 3 月 1 日起，率先退出台北至高雄航線，亦即立榮航空與高鐵重疊之西部線全面撤守，而遠東航空台北至台南航線也將於 2008 年 3 月 1 日停駛，屆時台北至台南航線將只剩下復興航空。未來立榮航空公司將著重於離島航線，並爭取從台中出發之國際航線，而復興航空台北至台南航線，將採取小飛機飛航。

(2) 台鐵運量分析

台鐵城際旅客運輸服務，依運距之長短，分為短程、中程及長程旅次，其中短程旅次係指 50 公里(含)以下，中程旅次係指 50 公里以上至 200 公里，而長程旅次係指 200 公里以上。台鐵運輸結構中，短程旅次占七成三，為台鐵之主力客群，而逾七成五之客票收入來自中長程旅運，為台鐵主要收入來源【鄭偉強】。由此可知，台鐵受到高鐵營運後之旅客人數影響可能不大，因為其主要客源為短程之旅客，而高鐵所吸引之旅客以長途為主，故台鐵於台灣地區運輸市場之短程運輸仍佔有重要之地位。觀察表 2.4 發現台灣鐵路之旅客人數及延人公里皆無明顯之差異，即由台鐵資料顯示其受高鐵影響程度不大。

表 2.4、台灣鐵路旅運資料統計表

時間	旅客人數(人)		延人公里(人·公里)	
	縱貫線	增減率	縱貫線	增減率
2006 年 1 月	12,130,148	-7.77%	693,029,827	4.94%
2006 年 2 月	13,092,778	7.94%	649,377,257	-6.30%
2006 年 3 月	13,047,592	-0.35%	674,470,266	3.86%
2006 年 4 月	12,901,241	-1.12%	657,127,443	-2.57%
2006 年 5 月	12,829,226	-0.56%	654,215,798	-0.44%
2006 年 6 月	11,735,896	-8.52%	627,499,317	-4.08%
2006 年 7 月	12,604,113	7.40%	693,936,340	10.59%
2006 年 8 月	13,322,126	5.70%	710,080,552	2.33%
2006 年 9 月	12,712,352	-4.58%	656,821,794	-7.50%
2006 年 10 月	13,505,911	6.24%	667,417,998	1.61%
2006 年 11 月	12,371,841	-8.40%	624,162,025	-6.48%
2006 年 12 月	13,302,956	7.53%	680,073,272	8.96%
2007 年 1 月	12,535,744	-5.77%	666,399,516	-2.01%
2007 年 2 月	12,381,417	-1.23%	616,755,694	-7.45%
2007 年 3 月	13,222,892	6.80%	669,310,876	8.52%
2007 年 4 月	12,887,091	-2.54%	628,935,529	-6.03%
2007 年 5 月	12,838,280	-0.38%	622,503,251	-1.02%
2007 年 6 月	12,025,769	-6.33%	625,843,959	0.54%
2007 年 7 月	13,445,320	11.80%	710,685,336	13.56%
2007 年 8 月	12,711,467	-5.46%	638,676,503	-10.13%
2007 年 9 月	13,168,951	3.60%	657,062,300	2.88%
2007 年 10 月	13,024,629	-1.10%	610,926,138	-7.02%
2007 年 11 月	12,868,522	-1.20%	599,041,675	-1.95%
2007 年 12 月	13,837,848	7.53%	637,728,541	6.46%
2008 年 1 月	12,848,179	-7.15%	637,953,008	0.04%

資料來源：台灣鐵路統計月報，本研究整理

透過台鐵統計資料得知其每人平均運程於 2005、2006 年各為 56.0 和 55.3 公里，即台鐵旅客主要以短程旅次為主，但其主要營收卻來自長途旅客，而高鐵主要影響為長程之旅次，因此高鐵對於台鐵之運量影響勢必會小於國內航空運量。由表 2.5 可得知 2007 年縱貫線人數相對於 2006 年為上升之現象，但其延人公里卻呈現下滑之趨勢。

表 2.5、台鐵縱貫線客運量之同期增減率

月份	縱貫線人數(人)			縱貫線延人公里(人·公里)		
	2006 年	2007 年	增減率 (%)	2006 年	2007 年	增減率 (%)
1 月	12,130,148	12,535,744	3.34	693,029,827	666,399,516	-3.84
2 月	13,092,778	12,381,417	-5.43	649,377,257	616,755,694	-5.02
3 月	13,047,592	13,222,892	1.34	674,470,266	669,310,876	-0.76
4 月	12,901,241	12,887,091	-0.11	657,127,443	628,935,529	-4.29
5 月	12,829,226	12,838,280	0.07	654,215,798	622,503,251	-4.85
6 月	11,735,896	12,025,769	2.47	627,499,317	625,843,959	-0.26
7 月	12,604,113	13,445,320	6.67	693,936,340	710,685,336	2.41
8 月	13,322,126	12,711,467	-4.58	710,080,552	638,676,503	-10.06
9 月	12,712,352	13,168,951	3.59	656,821,794	657,062,300	0.04
10 月	13,505,911	13,024,629	-3.56	667,417,998	610,926,138	-8.46
11 月	12,371,841	12,868,522	4.01	624,162,025	599,041,675	-4.02
12 月	13,302,956	13,837,848	4.02	680,073,272	637,728,541	-6.23
合計	153,556,180	154,947,930	0.91	7,988,211,889	7,683,869,318	-3.81

資料來源：台灣鐵路統計月報，本研究整理

另外，由表 2.6 發現 2007 年之運量大於 2006 年，但延人公里數卻下滑，2007 年整體每人平均運距由 2006 年 55.3 公里降為 52.7 公里，顯示台鐵每年之平均運程逐年下降中，表示台鐵之短程旅次與中長程旅次比例持續變化中，亦即西部運輸市場中，台鐵旅客之旅運距離已由過去的中長程改為短程運輸，故台鐵短程之旅客數有上升之現象，但長程運輸旅次卻是下降的。

表 2.6、台鐵縱貫線客運量

年份	縱貫線人數 (人)	縱貫線延人公里 (人·公里)	縱貫線平均運距 (公里)
2003 年	147,118,429	7,518,212,373	51.10
2004 年	152,991,878	8,013,016,178	52.38
2005 年	153,694,304	8,102,547,147	52.72
2006 年	153,556,180	7,988,211,889	52.02
2007 年	154,947,930	7,683,869,318	49.59

資料來源：台灣鐵路統計月報，本研究整理

根據台灣鐵路管理局之分析報告中，指出台鐵於高鐵通車前後載客數和營收之變化如下：

(1) 全線

客運收入：全線日平均較去年減少，減幅2%。

上車人數：全線日平均較去年減少，減幅1%。

(2) 西部幹線

- a. 短程客運：收入持平，增幅0%；上車人數略減，減幅1%。
- b. 中程客運：收入略減，減幅1%；上車人數略減，減幅2%。
- c. 長程客運：收入減少，減幅10%；上車人數減少，減幅9%。

(3) 東部幹線

- a. 短程客運：收入增加，增幅3%；上車人數增加，增幅3%。
- b. 中程客運：收入減少，減幅2%；上車人數減少，減幅5%。
- c. 長程客運：收入增加，增幅4%；上車人數持平，增幅4%。

由此可知，由於高鐵加入台灣西部運輸市場與其他外部因素所造成之運輸型態的改變，已大幅地影響台鐵長程客運之載客率，使得台鐵之營運逐漸形成以短中程客運為營運之主要路線。

【註：比較期間為 2007 年 3 月 1 日(高鐵全線通車)至 9 月 30 與 2006 年同期資料】

(3) 高鐵營運狀況

高速鐵路全程路線經過 14 個縣市，77 個鄉鎮，32 個都市計畫區，全長共約 345 公里，其具有速度快、運量大、安全、節省能源且減少環境污染之特性，目前營運於台灣西部走廊，包含南港、台北、板橋、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南、左營共 12 站，其中南港、苗栗、彰化、雲林 4 站預計於 2010 年加入營運。其站點位置參考如下圖 2.2。其中橘色站點為已啟用通車，黃色為預訂 2010 年通車之站點，而目前高雄站正在評估是否增設。



圖2.2、台灣高速鐵路車站位置圖

台灣高鐵營運路線依照大部分旅客需求加以排定，其視國內旅客之所需，開行 6 種不同之路線，目前未採取 A 路線之營運方式，且 B 線及 D 線為主要營運模式，其路線如表 2.7 所示。

表 2.7、台灣高鐵前期營運路線

停站方式	台北	板橋	桃園	新竹	台中	嘉義	台南	左營	行車時間(分鐘)
A 線	●	(○)	—	—	—	—	—	●	81(83)
B 線	●	●	—	—	●	—	—	●	96
C 線	●	●	—	—	●	●	●	●	108
C'線	●	●	●	●	●	—	—	●	108
D 線	●	●	●	●	●	●	●	●	120
E 線	●	●	●	●	●	—	—	—	58

資料來源：台灣高鐵

註：○為尚未確定是否停靠

另外，台灣高鐵預計將於 2010 年後增設南港、苗栗、彰化及雲林四站，故其營運停站方式將會視民眾需求重新調整，其預期之路線如表 2.8 所示。

表 2.8、台灣高鐵預期 2010 年後之營運路線

停站方式	南港	台北	板橋	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	雲林	嘉義	台南	左營	行車時間(分鐘)
A 線	●	●	(○)	—	—	—	—	—	—	—	—	●	92(94)
B 線	●	●	●	—	—	—	●	—	—	—	—	●	102
C 線	●	●	●	—	—	—	●	●	●	●	●	●	128
D 線	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	147
E 線	●	●	●	●	●	●	●	—	—	—	—	—	76

資料來源：台灣高鐵

註：○為尚未確定是否停靠

另外，台灣高鐵為感謝旅客的支持，於 2008 年 1 月分別在以下各站設點：桃園、新竹、台中、嘉義、台南及高雄，提供旅客往返高鐵站與市區之免費快捷專車接駁服務，其發車間距約為 15~20 分。其中，台中與高雄各提供兩條路線以服務民眾，但由於高雄捷運之通車營運，因此，高雄之免費快捷專車服務於 2008 年 4 月 16 起已經停駛，而嘉義則採用 BRT 公車服務，且每日增開高鐵嘉義站往返台鐵嘉義站之班次，其免費優惠至 2008 年 5 月 31 日為止。

2007 年元月高鐵通車試營運，初期之負面消息不斷，如：土木結構的品質問題、煞車距離之爭議、系統整合之問題以及最重要之安全問題等，皆可能造成民眾心理上不安，而隨著時間之增加，高鐵旅運人次不斷地增加，對國內航空、台鐵及公路客運業已產生重大之衝擊。其營運狀況如表 2.9 統計資料所示。

表 2.9、高速鐵路客運量統計表

時間	營業收入 (千元)	旅客數 (人)	座位利用率 (%)	總班次 (班次)	延人公里 (人·公里)
2007年1月	599,263	1,161,047	79.36	1,034	252,905,393
2007年2月	669,273	724,784	49.44	1,064	163,397,100
2007年3月	867,659	919,455	55.82	1,190	211,535,284
2007年4月	1,030,259	1,076,413	51.87	1,500	251,318,735
2007年5月	1,078,242	1,155,098	53.29	1,550	266,817,258
2007年6月	1,135,954	1,241,227	49.19	1,860	287,557,049
2007年7月	1,282,161	1,425,755	52.69	1,982	327,989,649
2007年8月	1,258,984	1,373,686	43.61	2,240	313,322,354
2007年9月	1,268,284	1,367,236	39.73	2,509	313,785,859
2007年10月	1,320,430	1,448,553	36.58	2,754	325,843,898
2007年11月	1,413,973	1,659,506	34.9	3,214	368,249,058
2007年12月	1,578,305	2,002,896	37.57	3,503	437,451,789
2008年1月	1,550,991	1,958,004	35.95	3,589	427,087,575
2008年2月	1,728,569	2,095,210	40.12	3,516	464,631,472
2008年3月	1,903,876	2,311,821	40.88	3,712	499,869,206

資料來源：交通部高速鐵路工程局，公開資訊觀測站

綜合上述之航空業、台鐵與高鐵之營運狀況分析，並經由文獻回顧，便得得知國內運輸市場之各種運具的定位，其如下表 2.10 所示。

表 2.10、國內運輸市場定位分析

定位	高 鐵	台 鐵	航 空	公 路
空間範圍	西部走廊	西部走廊、東部走廊及環島	西部走廊、東部走廊及離島	西部走廊、東部走廊及環島
旅客屬性	時間價值高	時間價值中低	時間價值高	時間價值中低
旅程距離	長程	短中程	長程、離島及國際	短中程、及門運輸
旅次特性	商務為主，通勤、旅遊為輔	通勤、旅遊為主，商務為輔	商務、旅遊為主	通勤、日常生活需求為主，旅遊、商務為輔
旅客票價敏感度	低	高	低	高

資料來源：交通部運輸研究所

2.2 需求預測文獻回顧

嚴振昌君（2001 年）認為高鐵新加入西部市場的營運，若是沒有適當地行銷手法與競爭策略，則可能無法吸引旅客搭乘，因此其利用 SWOT 分析與問卷調查以找出高速鐵路之營運目標與競爭策略。經由其問卷調查顯示：曾有搭乘航空經驗之旅客未來有 71.0% 可能轉搭高鐵，而放棄原來搭乘的航空。透過其推估分析表示：城際運輸市場中，小汽車旅客數將為穩定微量之增加；台鐵則逐漸下降且有趨向穩定之現象；而高鐵之運量雖不及其他運具，卻為穩定之微幅成長。

王盈惠君（2007 年）指出高鐵通車營運後，可能造成旅客運具移轉之現象，因此透過問卷調查以蒐集旅運行為資料，以概估高鐵通車前後之市場佔有率。其研究結果顯示：高鐵加入西部運輸市場後，航空運輸的下降幅度最大，而對於國道客運的影響相對較小。根據 89 年交通部運輸研究所預估之市場運具移轉比例表示：高速鐵路將佔有市場比例之 14.9%，航空由 3.1% 降至 1.4%，傳統鐵路由 21.9% 下降至 16.9%，國道客運則由 14.9% 下滑至 12%，而自小客車反而由 60.1% 上升至 64.9%。

李宜臻君（2007 年）認為高速鐵路已逐漸取得城際運輸市場之競爭優勢，並能帶動區域進一步發展，因此如何藉由行銷策略以提高服務品質，增加旅客滿意度，將是高鐵營運之主要目標。根據交通部運輸研究所分析，指出運輸距離 80 公里以下旅次量佔高鐵總運量之 15%，80~160 公里旅次量約佔 30%，而運輸距離 160 公里以上旅次佔高鐵總運量之 55%。由此可知，高鐵旅客將以中、長程旅客為主。根據交通部運輸研究所分析，預計高鐵 2005 年通車，其運量可達 16.7 萬人/日，2015 年預估可達 21.7 萬人/日，2020 年成長至 23.7 萬人/日，2025 年則成長至 26.7 萬人/日。但高鐵於 2007 年通車，取至 8 月統計資料為止，其每日人旅次數平均不到 4 萬人，與預估值有極大差距，其中之原因為何值得探討。

Brand 等（1921 年）分析比較高速鐵路相對於其它運具的服務特性，以及其它重要因素以決定旅客移轉率。其利用顯示性偏好估計各個現有運具的旅次數量，再使用敘述性偏好計算從各個現有運具移轉到高速鐵路的數量，藉以估計高速鐵路之旅次數量，其考慮的因素包括速度、票價、頻率、場站位置以及舒適度等加以分析探討。該研究認為旅運者使用高速鐵路時，基於下列原因會使旅運者產生不同行為：每位旅運者的時間價值、需求彈性、地區之方便程度、選用大眾運具或私有運具的旅次彈性。

2.3 研究方法文獻評析

鄧聚龍君（1999 年）提出灰色理論（grey theory），歷經幾年的時間，灰色理論已跨足控制領域與社會經濟等領域。經過這幾年來的發展，灰色理論已經初步形成以灰色模型 GM 為主體的模型體系、灰關聯（grey relation analysis）空間為基礎的分析體系。灰預測具有下列之特性：預測所需之樣本數可不為大樣本、計算方式簡易、不需要太關聯的因素、可以用於短期或中長期預測、灰預測精準度高；缺點則是當資料離散程度越大，即資料灰度越大，預測精度越差。

余豐榮等（2006 年）在工程製程管制(EPC)之架構下，發展一個以灰預測為基礎的預測模式，用以預測實際製程中之製程變化，並利用統計迴歸模式獲得 EPC 的調整方程式及製程偏移偵測系統，建構 EPC 動態模型，應用於預測製程輸出值及輸入與輸出間之關係，模擬結果顯示，所建構之模型具有良好的預測效果，其對於製程雜訊數據中的相關性進行有效的補償，使製程穩定進而降低製程變異。

錢炳全等（2003 年）指出產業界通常使用統計預測方法以規劃長程的產能擴充計畫及短程的生產計畫，但傳統的預測方法需要大量資料，才能使預測值有一定的準確性。而現今消費性產品的生命週期已越來越短，使得企業界利用傳統的預測方法做短期銷售預測時，往往尚未收集足夠之觀察值，該產品便已從市場上消失，因此選用灰色理論中灰預測加以預測。灰預測具有計算簡單且不需大量數據之特性，其利用灰預測設計模式以達成有效的短期預測架構。實驗結果顯示，其可於短期預測得到較準確的結果，並且比以往的方法更加穩定和簡易。

Diyar Akay 與 Mehmet Atak（2006 年）利用能源需求分析模式(MAED)和灰預測兩種方式以預測電量的需求，其採用 1970 至 2004 年總電量及工業用電量加以分析比較，研究結果顯示灰預測具有良好的預測效果。

陳麗惠等（2006 年）指出正確客觀的成本資訊提供是非常重要的，而迴歸模式決定成本動因需要大量之樣本，導致資訊提供不具時效性之缺點，因此加以採用灰關聯分析建構成本動因之模式並驗證其應用性，因為灰關聯分析具有只須少量樣本之特性。研究結果發現灰關聯分析利用少量數據即可求得最適成本動因，相較於迴歸分析較具時效性，進而彌補迴歸分析需要大樣本且耗時之缺點。因此，當樣本數為大樣本時，利用迴歸分析可得較符合理論之結果；反之，當樣本為小樣本時，可利用灰關聯分析以求最適結果且具時效性。

陳維東等（2005 年）指出廠商為求得標而導致低價搶標的情況極為嚴重，因而希望能準確且合理地預測可能之最低標價，作為增加得標機率之依據。該研究應用迴歸分析探討變數與最低標價間之關連性，建立道路工程最低標價之預測模式，經模式驗證結果顯示，53 筆可供驗證之資料僅有 2 筆資料落於預測區間之外。另外，該文亦提出楊雅媛君之看法，其認為當資料符合簡單線性迴歸模式的假定之下，若樣本數不大且適合以常態線性迴歸模式配適，此型態之預測模式較佳。

李惠妍等（2006年）認為期貨交易已愈來愈沸騰，其發展潛力已不可忽視，又鑒於類神經網路於資訊處理技術上績效卓越，因此運用類神經網路與統計方法中的迴歸分析以尋求適宜之預測模式。經由結果顯示：迴歸分析之預測績效最好，而最差為倒傳遞類神經網路。另外，該研究發現若資料服從統計假設，則迴歸分析預測模式效果較佳；但若資料不服從統計假設，則為改良式類神經網路效果較佳。因此，該研究認為傳統的統計方法仍有其存在價值，其不僅能達到類神經網路的預測效果，相較於類神經網路可更快速的提供更多訊息。

2.4 各運具之相關文獻

賴瑩潔君（2006年）於「台灣高鐵營運策略之分析」中指出，由於台灣地狹人稠且運輸需求不斷增加，加上對於服務水準及時間價值重要性之觀念隨之提升，因此具有高速度、高運量之高速鐵路一直為民眾所期待的運具。以高鐵觀點而言，其消費者即為旅運者，為了能使高鐵更具市場競爭力，且多元化發展，因此瞭解消費者特性為重要之行銷策略，亦為營運策略之重要的一環。此研究為瞭解民眾對於高鐵安全信心度與行銷策略，選擇多項邏輯斯迴歸模型加以探討分析，由最終模型可知民眾對行車安全信心度受到年齡、教育程度與職業之影響。另外選擇二元邏輯斯迴歸模型加以分析行銷策略，利用其預測機率找出目標市場（T），依其需求提出合適之產品或服務，並做市場定位（P），最後分別建議不同之行銷組合（4P）。其建議高鐵與觀光業者合作，提供旅遊套裝行程，並定時推出不同的旅遊路線，由高鐵與觀光業者合力推銷，並利用媒體宣傳，以增加高鐵之市場佔有率。

陳欣欣君（2001年）於「台鐵旅運需求與預測之研究」一文中指出由於運輸不具儲存性，因此假日一票難求與非假日座位過剩之情況是常常會發生之現象，以致於準確的運量預測對於鐵路的各項工程與各項作業計畫是非常重要的。由於旅運需求具有季節、星期、假日、尖離峰等特性，故本研究利用時間數列中的ARIMA模式建立旅運需求預測模式，採用過去三年的旅運資料加以探討分析旅運量的變動趨勢。本研究以單一車站的觀點探討高雄站至台北地區與高雄站至台中站的旅運需求特性。本研究實證結果發現：（1）長程旅運與中程旅運之旅運量的變動趨勢不同，長程旅運受假日因素影響的程度較中程旅運大。（2）長程旅運以三個月為一週期具有季特性，而中程旅運並無明顯的週期性變化；每日旅運總量而言，長程與中程旅運明顯具有週期性變化以七天為一週期。（3）深夜時段列車以南下至高雄或北上至台北的旅次較多。（4）未實施週休二日前旅運量集中在週六；而實施隔週休二日政策後旅運量則集中在週五。

江衍緯君（2003年）於「台灣高速鐵路列車運行策略對旅客特性之影響」文中指出由於高速鐵路快速及運量大等特性，將使得台灣各區域的互動更加明顯，故各地方政府皆希望能夠藉由高鐵所帶來之人潮引進商機，以促進地區之發展。

又高鐵各車站之旅客種類，將可以左右未來車站地區之發展，故本研究將透過台灣高速鐵路之列車運行策略，即列車班次及停站策略，分析其對高鐵所創造之旅客特性所產生的影響。本研究考慮高鐵旅客之平均旅行時間及旅行費用，進而推估高鐵各車站之旅客平均時間價值，以瞭解各車站不同特性之旅客。其中，高鐵旅客所花費之總旅行時間，考慮了旅客之列車內時間以及列車外時間。列車內時間為列車行駛時間；列車外時間則包括旅客等待列車的時及旅客搭乘接駁運具之轉乘時間。高鐵旅客之總旅行費用則包括高鐵之票價以及接駁運具之平均票價兩種。分析發現高速鐵路將會是適合中長途旅客使用之交通工具且轉乘之距離遠近將會是影響高鐵旅客搭乘意願之重要因素。另外，某些特定站之旅客總旅行時間會因為路線支安排而有所拉長。

洪孟甫君（2006年）主要探討高鐵加入營運競爭後，分析各運具間相互競爭及航空公司營運業者對於票價與班次調者的策略，文中利用模式構建的基本假設，構建出各運具的起訖點需求模式、市場佔有率模式以及航空業者之報酬函數，以賽局理論之 Bertrand 與 Stackelberg 模式求各運具均衡費率與營收情形，再以合作賽局理論的觀點求不同情境下各航空公司的報酬，最後利用夏普利值與核仁的公式得到各航空公司在市場中最終穩定的利益分配及最佳因應策略，並以台北—高雄及台北—台南兩條路線做實證分析，求解發現高鐵通車後航空均衡費率在 Bertrand 模式下以全聯營為最佳方式，營收方面除了高鐵在 Stackelberg 模式下有較好的營收，其他運具營收皆以 Bertrand 模式為佳，而社會福利分析方面，各運具 Bertrand 模式總社會福利較高速鐵路通車前高。

許婉琪君（2004年）提出台鐵營運因遭受第一、第二高速公路通車後及未來高鐵通車後之衝擊，發生財務嚴重虧損，為使台鐵未來有發展空間，利用實施「公司化」決策，將台鐵改制為國營公司，並利用文獻研究法、TOWS 分析法、訪談調查法三種方式來探討公司化策略研究，驗證是否公司化優於國營或完全民營的方式，透過實證研究途徑，蒐集各國鐵路改革之不同和借鏡，得到評估認為最適合台鐵改方式為漸進式，維持國營但改制進行公司化，處理台鐵公司化之基本要件及相關配套措施，使成本合理化，等改制完成後，去除相關法令限制，使其企業化及多角化經營，轉虧為盈，永續發展。

鄭啟瑞君（2003年）針對國內航空業受到新內陸運具加入，對於國內航空經營環境將遇到巨大之衝擊，因此探討國內航空公司為求永續經營所採取必要之因應策略。利用模糊層級分析法(Fuzzy AHP)建立簡單之層級架構，並選取國內航空公司經營策略面之各項影響因素，並以內、外部環境作為層級架構之兩大構面，再藉由專家問卷之調查結果進行綜合分析，並在多種影響因素中以「塑造良好企業印象」、「異業結盟擴大服務範圍」、「推動同業策略聯盟」、「票價多元化」、「網路訂位服務」五項為影響要素，且外部影響之重要性遠超過內部影響。

丁迺龍君（1999年）於「高速鐵路對國內空運的影響」一文中指出高速鐵路的營運將會改變城際運輸間的交通型態，且航空運輸與高速鐵路的特性相似，故航空運輸受高速鐵路的影響至鉅，文中介紹兩者的基本特性且比較其間的差異，分析航空公司可能受到的衝擊程度。本文以交通時間與票價做為服務水準的指標，以利比較。分析得知高速鐵路對國內空運的可能影響至少包括下列四點：旅客的流失、營收的減少、載客率降低和班次的減少。而為因應此變化，航空公司可採取的因應對策至少包括：調整班次、調整航線、調整機隊及調整公司規模。最後此文建議為維護航空業的生存，航空公司應改善經營體質與型態，民航主管機關亦應採取必要措施維護業者的經營環境，避免惡性競爭。

葉俊賢等（2002年）於「飛航安全對航空業的經營衝擊分析-以中華航空公司為例」文中表示由於國內航空市場競爭激烈，因此各航空公司不僅需要提供值得信賴的飛航安全、優惠的價格、便捷的航線、快速便利的服務、及良好的服務品質和安全設施，藉由改變原有的經營政策，提供優質的服務品質和安全設施更是一個不容忽視的課題，航空公司所提供的服務品質必須讓民眾感到滿意，才能吸引更多的旅客，如此才能增進市場占有率及競爭力。因此，此研究嘗試利用 FMEA 分析，探討中華航空公司遭遇的經營問題，希望能藉由個案的分析提出航空業經營改善的模式，以供參考。此研究發現執行多方面的思考與具有彈性變化的改善方案，可適時地降低改善過程中的成本，或是多餘、無效的改善步驟可讓有限的資本得到最佳的運用方式。航空業者更需要發揮更多的創意結合各種行銷、改善計畫並以最佳的彈性面對各種不確定的挑戰。

林煥堂君（2002年）於「台鐵關鍵經營改善策略之研究」一文中認為台灣鐵路一直是台灣本島西部運輸走廊長途運輸的大動脈，但由於高鐵的營運將會改變這長久以來的局勢，因為高鐵通車後勢必會使得台鐵流失掉中長程的旅客，損失大量的營收來源，導致虧損嚴重的台鐵財務狀況更形惡化，因此，如何在有限的資源下，使台鐵突破經營困境，改善台鐵的經營策略，實是刻不容緩的課題。此研究針對台鐵內、外部環境加以分析，找出台鐵經營上的優勢、劣勢、機會與威脅，並利用 SWOT 分析法加以研擬台鐵可行之經營策略，且參考歷年建議的經營改善策略，建構一個影響台鐵經營成功的層級架構，利用模糊層級分析法 (FAHP)，找出台鐵經營策略的關鍵。經分析得知台鐵在實施經營改善策略上需重建構一個具有企業化經營效率的組織體，且致力經營環境的合理化並擴充事業經營的項目。

邱泰榕君（2001年）之日本高速鐵路發展政策之研究，以分析檢驗運輸策略、整理分析發展與影響內容及比較台灣高速鐵路與日本新幹線高速鐵路之發展策略、訪談專業人士，進而分析其對交通運輸同業者之衝擊，主要包括客運業及航空業。並且比較日本新幹線高速鐵路影響其旅次分配、城際間的發展以及觀光旅遊事業的影響，與台灣高速鐵路興建後，對於公路客運、台灣鐵路、航空的影響。

陳筱葳君(2002年)於「城際旅運者運具選擇行為之研究」文中表示由於城際運輸市場競爭日益激烈，因此提供高品質的服務以滿足旅運者需求顯得日益重要。故研究運具選擇之因素，除了考慮旅行時間、旅行成本等因素外，運具服務品質亦是影響旅運者之重要因素，故此研究將分析運具服務品質對於旅運者運具選擇之行為。此研究以線性結構關係式衡量無法量化的隱藏變數，再將此隱藏變數連結於個體選擇模式中，視為一新變數以探討對運具選擇行為之影響。另外，利用多項式羅吉特模式作為模式評比的基準，並加以考量多項式普羅比模式(MNP)，以探討替選方案間相關之特性，最後由校估結果探討影響旅運者選擇城際運具的因素，並應用敏感度分析探討相關政策對其市場佔有率的影響。研究結果顯示影響長程運具選擇的因素是年齡、個人所得、同行人數、車內旅行時間與成本、航空可靠性、鐵路舒適性與安全性以及客運的形象。影響中北運具選擇的因素為年齡、個人所得、同行人數、車內旅行時間與成本、航空可靠性、鐵路方便性以及客運的舒適性和方便性。而中高的運具選擇影響因素有性別、同行人數、車內旅行時間與成本、鐵路可靠性與安全性以及客運的方便性。



三、研究方法

3.1 成對樣本檢定

當母體變異數 σ_1^2 , σ_2^2 未知且樣本數為小樣本時 ($n_1, n_2 \leq 30$)，一般皆採用兩母體均數差檢定之 t 檢定，其可分為變異數未知但相等、變異數未知且不等及成對抽取，其中變異數未知但相等和變異數未知且不等須先檢定 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ 是否存在，而成對樣本 t 檢定之樣本數必須相同，即 $n_1 = n_2 = n$ 。若欲探討同一個體之前後關係，由於其非獨立之樣本，故具有相關性，即可使用成對樣本 t 檢定。其將兩組成對資料變成一組資料，再進行 t 檢定，成對樣本 t 檢定之計算流程如下：

(1) 計算兩組資料之差

$$d_i = X_i - Y_i$$

(2) 計算 d_i 這組資料之平均數

$$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$$

(3) 計算 d_i 這組資料之變異數

$$\hat{S}_d^2 = \frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n-1}$$

(4) 計算 t 值，自由度為 n-1

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\hat{S}_d / \sqrt{n}}, \quad \mu_d = \mu_1 - \mu_2$$

透過以上之計算，即可將檢定兩樣本間會出現之問題解除，且由 t 值便可得知其是否接受虛無假設，其決策法則如下所示：

(1) $H_0: \mu_1 - \mu_2 = C$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq C$ 若 $t \leq t_{(\alpha/2)}$ 或 $t \geq t_{(1-\alpha/2)}$ ，則拒絕虛無假說

(2) $H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq C$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 > C$ 若 $t \geq t_{(1-\alpha)}$ ，則拒絕虛無假說

(3) $H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq C$

$H_1: \mu_1 - \mu_2 < C$ 若 $t \leq t_{(\alpha)}$ ，則拒絕虛無假說

藉由 t 檢定之 P 值大小即可判定其前後是否有顯著關係，若 P 值小於 0.05，則其間之關係具有顯著性。

3.2 灰色理論(Grey theory)

對於資訊不完全(如：樣本資料相當少)或不確定性的系統，可利用灰色加以描述模化，當模式必須作出明確之決定或控制時，再藉由「白化」機制，將不確定的「灰色結果」轉化成明確的「白色結果」，此即稱為灰色理論(Grey Theory)。1982年鄧聚龍教授提出灰色理論，其可有效地處理不確定性、衝突性、無法量化及系統內部訊息無法完全掌握等決策與控制的相關問題。因此，對於系統特性只有概略性了解，且所能蒐集之樣本數量有限時，則適合利用灰色理論加以分析。其中所謂資訊不完全包括：

- (1) 系統的影響因素不完全明瞭。
- (2) 因素關係不完全清楚。
- (3) 系統結構不完全知道。
- (4) 系統的作用原理不完全確知。

另外，微分方程為描述系統特性之最佳數學模式，但由於微分方程的建構與求解不易，因此灰色理論利用「生成技術」以近似微分方程效果，使預測結果較為準確，此為灰色理論之重要特色。

3.2.1 灰關聯

探討變數之間的關係，通常會使用統計方法加以分析，如：迴歸分析、相關分析或因子分析。但如果所蒐集或能掌握的樣本資料有限或無法確定其分布型態時，則不適用這些統計方法，因為這些統計方法有一定的要求，例如：樣本需具有 30 個以上呈常態分配。此時，即可考慮利用灰色理論探討變數間的關係，此方法即為灰關聯分析。雖然灰關聯分析適用於小樣本的情況，但已有不少研究證實於樣本數充足情況下，亦可能產生好的分析結果。灰關聯分析具有以下之特性：

- (1) 建立之模型屬於非函數型式的序列模型
- (2) 對於樣本數沒有嚴格之限制
- (3) 不要求序列數據符合常態分配
- (4) 不會產生與定性分析相逕庭之矛盾分析
- (5) 計算方便易行

灰關聯分析是用以分析離散序列間相關程度的方法，假設一參考序列，經由推算可求出參考序列與比較序列間的關聯程度，形成灰關聯度。傳統的灰關聯分析只能排列順序，藉由引入模糊理論的隸屬函數技巧後，灰關聯度轉為具有意義的量。兩個變數之間，隨著時間或不同對象而變化的關聯性大小，稱為關聯度。若兩個因素的變化具有一致性，則兩者之間關聯程度較高；反之，則較低。由參考序列與比較序列之折線幾何形狀相似度，即可判斷其間關聯度的高低。如圖 3.1， X_0 為參考序列， X_1, X_2, X_3 為比較序列。透過形狀之相似度，可明顯地判斷出序列 X_2 的折線形狀與 X_0 較為類似，因此可認定 X_0 與 X_2 的關聯度較高。

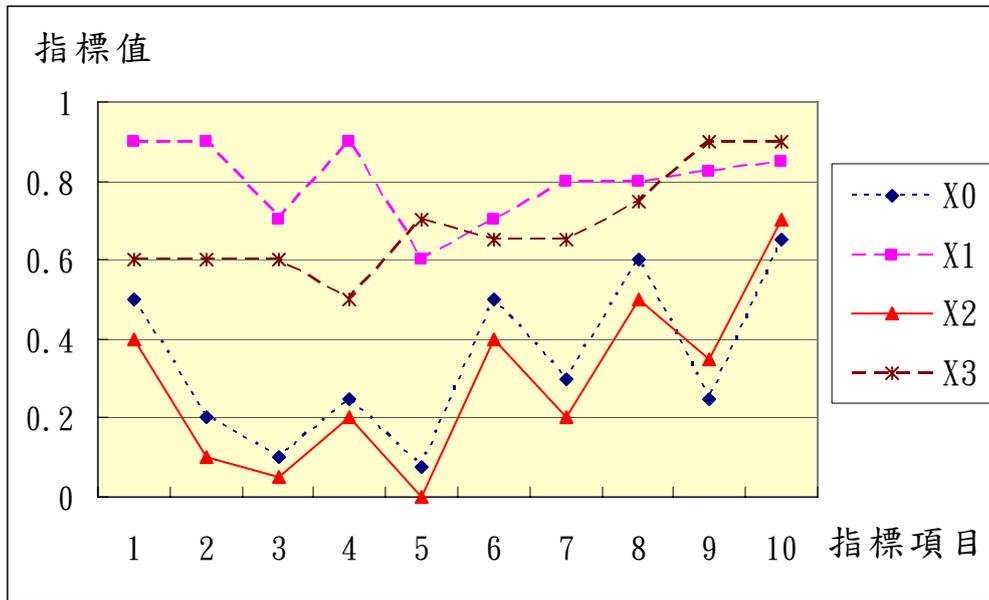


圖3.1、灰關聯度圖

灰關聯度必須符合灰關聯四公理，以函數 $\gamma(X_i, X_j)$ 為例，須滿足下列四個條件：

(1) 規範性

$$0 \leq \gamma(X_i, X_j) \leq 1 \quad \forall_i, \forall_j$$

當 $\gamma(X_i, X_j) = 1$ 時， X_i 與 X_j 為完全相關。

當 $\gamma(X_i, X_j) = 0$ 時， X_i 與 X_j 為不完全相關。

(2) 偶對稱性

當因子集中僅有兩組序列時，則必須滿足 $\gamma(X_i, X_j) = \gamma(X_j, X_i)$

(3) 整體性

當因子集中的序列有三組以上時，必須考慮其相互影響的關係，因此通常會滿足 $\gamma(X_i, X_j) \neq \gamma(X_i, X_k)$

(4) 接近性

$|x_i(k) - x_j(k)|$ 需為 $\gamma(x_i(k), x_j(k))$ 的主控項。

則此空間就稱為灰關聯空間， $\gamma(X_i, X_j)$ 稱為灰關聯度。

分辨係數 (ζ) 的主要功能是在調整背景值與待測值的對比關係，其值為 0 至 ∞ ，通常皆取值 0 至 1，一般分辨係數的選擇值為 0.5，若為了加大結果的差異性，可依實際狀況作適當的調整， ζ 值只會改變相對數值的大小，並不會影響到灰關聯度的排序情形。灰關聯分析之步驟如圖 3.2 之流程圖所示：

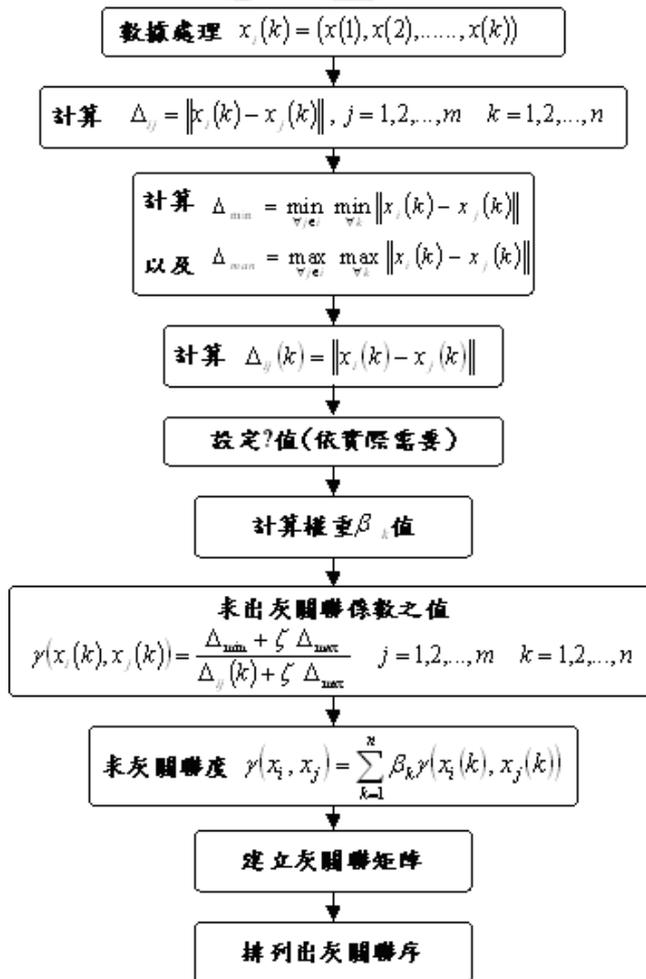


圖3.2、灰關聯分析操作流程圖

3.2.2 灰預測

灰預測模型(Grey forecasting model, grey model, GM)將離散不規則的原始數據轉換為指數規律的累加生成數，據此建立微分方程式，並由樣本數值產生微分方程組求解係數，據以進行預測。利用灰預測模式進行預測時，主要有下列兩項限制：

- (1) 樣本資料至少要有 4 筆以上。
- (2) 預測結果為一明確值，無法產生如統計分析的信賴區間的結果。

灰預測模型是應用灰色理論進行預測的主要模型，通常以 GM(h,N)代表之，h 代表微分階數，一般以一階(h=1)之模型較常見；N 代表變數數目，N=1 指僅有一個變數的模型。灰預測模型係依據數據序列過去的自身變化狀況來預測其未來變化，類似時間序列分析。N≥2 是指 1 個被解釋變數與 N-1 個解釋變數的模型，其除考量數據序列過去的自身變化外，同時納入其他重要解釋變數之影響，因此，灰預測以 GM(1,1)及 G(1,N)兩種模型最為常見。灰預測模型與計量經濟模型(時間序列及迴歸分析)之最大不同特性，如下所示：

- (0) 時間序列及迴歸分析模式建構基礎是以原始數據為主，而灰色模型則奠基於生成數據。
- (1) 灰預測模型不需要大量資料(數據只要等間距且超過 4 筆即可)，計量經濟模型則有一定數量樣本的要求。
- (2) 建構灰預測模型的樣本不必符合特定分配型態，應用上較具彈性。但也因此灰預測模型無法進行檢定。

(1) GM(1,1)

灰預測之建構模式假設 GM 模式為一階線性常微分方程式，透過對生成數據進行一階微分方程式求解，建立 GM 模式，再以累減生成還原，即為灰色預測模式。GM(1,1)屬於單元數列之預測，即依據數列資料的發展變化進行下一時階之數列預測。GM(1,1)利用 n 筆時間序列資料 $X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n))$ 加以預測第 n+1、n+2...筆資料的型態，其一階微分方程式可以下式表示之：

$$\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b \quad (1)$$

其中，a 為發展參數(developed coefficient)，b 為控制變數(controlled variable)，t 代表序列變數， $X^{(1)}$ 為生成數據，且 a、b 均為灰色模型所要校估的參數。利用原始數列資料以一階累加生成技術產生數列： $X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n))$ ，其中 $x^{(1)}(k) = \sum_{i=0}^k x^{(0)}(i)$ 。另外，利用一階生成數列以均質生成技術產生數列： $Z^{(1)} = (z^{(1)}(2), x^{(1)}(3), \dots, x^{(1)}(n))$ ，其中 $z^{(1)}(k) = 0.5(x^{(1)}(k-1) + x^{(1)}(k))$ 。由於式 1 的偏

微分部份難以處理，故改以灰微分方程表示之，即：

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k) = b \quad \text{for } k=2, \dots, n \quad (2)$$

$$z^{(1)}(k) = 0.5(x^{(1)}(k) + x^{(1)}(k-1)) \quad \text{for } k=2, \dots, n \quad (3)$$

其中，生成數據微分之部份($\frac{dX^{(1)}}{dt}$)以 $X^{(1)}$ 差分數據近似之，即為原始數據 $X^{(0)}$ 。灰色變數 $X^{(1)}$ 則以均值方式予以白化處理，以 $Z^{(1)}$ 表示之。 $Z^{(1)}$ 可透過生成數據加以計算，另外(2)式可利用最小平方法校估 a 、 b 兩參數，其計算公式如下：

$$A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N \quad (4)$$

$$\text{其中， } Y_N = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2), 1 \\ -z^{(1)}(3), 1 \\ \vdots \\ -z^{(1)}(n), 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.5(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(1)), 1 \\ -0.5(x^{(1)}(3) + x^{(1)}(2)), 1 \\ \vdots \\ -0.5(x^{(1)}(n) + x^{(1)}(n-1)), 1 \end{bmatrix}$$

當 a 、 b 經校估後，則下一序列的資料可以利用下式加以預測：

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-at} + \frac{b}{a} \quad (5)$$

再利用反生成技術將生成數據還原成原始數據：

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t) \quad (6)$$

進行殘差檢驗時，定義其誤差為： $\delta(k) = \left| \frac{\hat{x}^{(0)}(k) - x^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right| \times 100\%$ 。而進行精確度檢驗時，可利用平均誤差平方值(mean square error, MSE)、平均誤差絕對值(mean absolute error, MAE)，或平均誤差百分比絕對值(mean absolute percent error, MAPE)等指標來檢驗模式的準確度。此三指標的計算方式如下：

$$MSE = \frac{\sum_{i=2}^n (\hat{x}^{(0)}(i) - x^{(0)}(i))^2}{n-1}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=2}^n |\hat{x}^{(0)}(i) - x^{(0)}(i)|}{n-1}$$

$$MAPE = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \left| \frac{\hat{x}^{(0)}(i) - x^{(0)}(i)}{x^{(0)}(i)} \right|$$

其中 MAPE 之值若小於 10 則模式具有高準確之預測，若大於 50 則為不合理之預測，其詳細說明如下表 3.1 所示。

表 3.1、平均誤差百分比絕對值(MAPE)預測能力等級

MAPE	預測能力說明
MAPE <10%	高準確預測
10% < MAPE <20%	優良預測
20% < MAPE <50%	合理預測
MAPE >50%	不準確預測

3.3 迴歸分析

線性迴歸分析主要是探討兩個或兩個以上變數之間的關係，其目的是找出不同變數間之關係，利用迴歸分析可建立一線性組合以了解其因變數(Y)與自變數間(X)是否有關係，若有關係而其強度又有多大，整體解釋關係是否具有統計上的顯著性，另外亦可找出哪些自變數是最為重要的。

應用迴歸分析時必須檢定以下幾項假設：

- (1) 自變數係數之正負號與顯著性符合先驗知識
- (2) 無線性重合關係
- (3) 誤差項變異數為同質性
- (4) 無自我現象關係
- (5) 誤差項符合常態分配，平均數為 0，變異數為 σ^2 之 $N(0, \sigma^2)$ 。

迴歸分析普遍地應用於運輸領域，其主要在於分析資料間之相互關係，並利用檢定以驗證其假說。另外亦可利用迴歸分析進行運量預測。本研究欲透過迴歸分析以得知各因子影響台鐵及國內航空運量移轉之重要性，藉以得知影響運量之重要因子。多元迴歸模式由一個因變數及 n 個自變數組成，其可以下式表示之：

$$Y = \beta_0 + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \dots + \beta_m\chi_m + \varepsilon \quad (7)$$

亦即利用數個自變數加以預測因變數，其主要研究流程如下所示：

- (1) 利用單變數和雙變數分析檢視各個準備納入複迴歸分析的變數是否符合線性迴歸分析之基本假定。
- (2) 選定迴歸模式，並評估所得到的參數估計和適合度檢定。
- (3) 進行迴歸分析結果前，先做殘差(residuals)之診斷分析。一般而言會先確定迴歸模式之設定(specification)是否恰當，再進行進一步之殘差分析。

四、資料來源與變數

4.1 資料來源

本研究欲探討高鐵通車後之運量成長預測及對國內航空、台鐵及國道客運之影響，故蒐集高鐵、國內航空、台鐵與國道客運之營運資料加以分析，其詳細資料來源如下：

4.1.1 台灣高鐵

本研究所採用之資料為交通部高速鐵路工程局所提供之台灣高速鐵路公司營運統計資料，其資料期程為高鐵通車 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，資料內容有：旅客數、座位利用率、列車次數、準點率及延人公里數，本研究欲探討高鐵通車後對於台鐵、國內航空及國道客運之客運影響，故採用旅客人數、延人公里數及列車次數加以分析其對於台鐵、國內航空及國道客運之影響。另外，本研究亦藉由公開資訊觀測站蒐集其營收相關資料，以分析其未來趨勢。

4.1.2 台灣鐵路

本研究台鐵資料部份蒐集自台灣鐵路統計月報以及交通部台灣鐵路管理局網站數據內容及相關簡報資料補充統計月報不足之處，蒐集資料範圍由 2005 年 1 月至 2008 年 1 月的旅客人數、延人公里數及營收之每月資料。由於高鐵之營運僅限於西部地區，故本研究對於台鐵運量之分析將針對西部路線加以探討，因此選取縱貫線之運量及延人公里加以分析討論。

4.1.3 國內航空

本研究採用之航空資料為交通部民用航空局公佈之資料，其蒐集範圍自 2002 年至 2008 年 3 月之資料，其包含之資料有：飛行班次、可售座車數、載客人數及載客率，並且選取 2005 年 1 月至 2008 年 3 月以月份統計的資料，相較於其他運具分析比較，另外，本研究利用載客人數之資料求出載客人數增減率，且將資料分為國內航空資料扣除東部及離島部分，只採取西部資料加以分析探討。

4.1.4 國道客運

本研究國道客運所採用之資料為統聯汽車客運股份有限公司所提供之營運統計資料，其範圍包含 2005 年 1 月至 2008 年 3 月之月份統計資料，其資料包含：乘客人數、客運收入、延人公里及行駛延車公里，本研究欲分析其受高鐵之影響衝擊，故採用乘客人數、客運收入及延人公里加以分析其與高鐵間之關係。

4.1.5 私人運具

本研究探討私人運具受高鐵之影響分析以交通部公佈之高速公路小汽車通行車輛數為主要探討資料，其蒐集之範圍為 2005 年 1 月至 2008 年 3 月之月份統計資料。

4.2 解釋變數

本研究欲探討高速鐵路通車後對於國內航空、台鐵及國道客運甚至是私人運具之影響，因此於研究主題與範圍界定後，便透過相關之文獻加以討論分析其可能影響的相關變數。所謂變數，是被研究對象的某一屬性，因時、地、人物的不同，而在質或量上的變化。單一變數，僅能作為現象與特徵的描述，透過變數與變數間之關係的描述與驗證，才能了解實際狀況的種種情況，發展具有意義的知識與概念。

本研究初步考量之因果變數含高鐵運量、高鐵班次、高鐵優惠、高鐵營收、高鐵延人公里、台鐵縱貫線運量、台鐵縱貫線延人公里、國內航空運量、高速公路小汽車通行車輛數、油價、汽油銷售量及統聯客運之運量、營收、延人公里與延車公里。研究過程中，如資料蒐集不完整便剔除此變數不將其納入分析之變數，且加以篩選哪些變數為主要之因素，最後預測高鐵運量所採用之變數含有高鐵班次及高鐵優惠；此外，分析運輸市場是否受高鐵影響而受到衝擊之變數則包括台鐵運量、國內航空運量、統聯客運之運量及高速公路小汽車通行車輛數。

4.3 資料統計

本研究針對所蒐集之資料進行敘述性統計，利用 2005 年 1 月至 2008 年 1 月資料加以統計，其詳細內容如表 4.1 所示。藉由下表可知高鐵之運量平均數為 473,342.16，而台鐵縱貫線運量平均數是 12,839,097，兩者相差甚鉅。然高鐵之標準差較大，除母體樣本數較大外，亦易造成資料分析不穩之現象以及旅客容易流失狀況。再者，高鐵之延人公里平均數為 106,682,730，台鐵為 659,799,496，而統聯客運之延人公里平均數是 241,958,256。

表 4.1、本研究所蒐集之資料統計表

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
高鐵運量(人)	473,342.16	686,154.94	2,002,896	0
高鐵營收(千元)	406,858.86	587,521.61	1,578,305	0
高鐵延人公里	106,682,730.00	153,758,750.00	437,451,789	0
高鐵優惠	97.03	9.68	100	50
高鐵班次	756.46	1,165.05	3,589	0
台鐵縱貫線運量(千人)	12,839,097.00	451,992.14	13,837,848	11,735,896
台鐵縱貫線延人公里	659,799,496.00	30,590,880.19	725,241,215	599,041,675
國內航空西部運量(人)	289,298.32	105,698.25	414,605	95,260
統聯運量	1,030,205.57	68,454.81	1,168,827	888,826
統聯營收	283,585,243.00	21,426,213.00	337,050,111	243,592,524
統聯延人公里	241,958,256.00	17,731,741.00	276,019,795	203,373,499
統聯延車公里	17,340,508.00	848,023.99	18,944,429	15,827,650



五、模式建立與驗證

本研究進行模式建構前，首先藉由成對樣本 t 檢定加以分析高鐵營運前後，對於台鐵運量與延人公里、國內航空西部運量、統聯客運之運量與延人公里及高速公路小汽車通行車輛數前後是否差異。其次，藉由灰關聯分析加以探討其各項目與高鐵間之關聯係數及關聯度。接著利用灰預測 GM(1,1) 以預測高鐵與統聯客運之運量、營收和延人公里及國內航空西部運量與台鐵之運量、延人公里，最後利用迴歸分析以預測高鐵運量及其對於其他運具之影響衝擊分析。其各詳細內容如下所示。

5.1 營運前後 t 檢定

本研究欲瞭解高鐵營運前後對於台鐵、國內航空及國道客運之旅運量是否有顯著差異，故採用成對樣本 t 檢定加以分析討論，探討台鐵、國內航空及國道客運之旅運資料，利用運量、延人公里及營收探討其是否於高鐵營運後有顯著之差異。本研究蒐集之高鐵資料為 2007 年 1 月至 2008 年 3 月為止之資料，為了分析各運具前後之差異，故採用資料為 2006 年及 2007 年之時間序列資料加以分析。其敘述統計資料如表 5.1 所示：

表 5.1、成對樣本敘述統計量

	平均數	樣本數	標準差	平均數標準誤
2006 年台鐵縱貫線運量	12,796,348	12	521,558	150,561
2007 年台鐵縱貫線運量	12,912,328	12	483,701	139,633
2006 年台鐵縱貫線延人公里	665,684,324	12	26,173,593	7,555,665
2007 年台鐵縱貫線延人公里	640,322,443	12	30,956,550	8,936,386
2006 年國內航空西部運量	336,973	12	19,568	5,649
2007 年國內航空西部運量	162,330	12	57,597	16,627
2006 年國道客運 A 公司運量	1,058,705	12	70,545	20,365
2007 年國道客運 A 公司運量	1,000,092	12	51,161	14,769
2006 年國道客運 A 公司延人公里	251,284,363	12	15,478,947	4,468,387
2007 年國道客運 A 公司延人公里	230,346,219	12	12,605,623	3,638,930
2006 年高速公路小汽車通行車輛數	37,645	12	2,684	775
2007 年高速公路小汽車通行車輛數	39,625	12	2,492	719

再者，藉由成對樣本之 t 檢定高鐵營運後對於台鐵運量、延人公里及國內航空西部運量與國道客運之運量和延人公里以及高速公路小汽車通行車輛數相對於去年同期之運量是否具有顯著差異之關係。其分析如下表 5.2 所示。

表 5.2、成對樣本檢定

	成對變數差異		t	顯著性 (雙尾)
	標準差	平均數的標準誤		
台鐵縱貫線運量	493,375.88	142,425.35	-0.814	0.433
台鐵縱貫線延人公里	25,007,330.00	7,218,994.49	3.513	0.005*
國內西部航空運量	51,321.49	14,815.24	11.788	0.000*
統聯客運運量	77,081.16	22,251.41	2.634	0.023*
統聯客運延人公里	21,682,702.00	6,259,257.03	3.345	0.007*
高速公路小汽車通行車輛數	3,314.80	956.90	-2.069	0.063

註：顯著性小於 0.05 為顯著變數，則附加註記 “*”

若顯著性值小於 0.05，即代表其於高鐵營運之前後有明顯之差異。故藉由上表可得知台鐵縱貫線延人公里、國內西部航空運量、統聯客運運量及延人公里皆為顯著之變數，即其 2006 年與 2007 年之運量有顯著之差異，而台鐵縱貫線運量與高速公路小汽車通行車輛數則不顯著。深究其原因發現台鐵之運量由通勤者所佔多數，是故運量變化不大，但長途旅客卻受到高鐵之磁吸作用而流失，但佔總體而言為少數，卻對延人公里造成影響，故推測高鐵有吸引到台鐵長途客運之衝擊；另外，航空運量確實減少許多，因此營運前後比較下為顯著有差異；此外，統聯客運因高鐵營運後亦受到影響，旅客量以及旅客乘載距離皆有顯著差異；最後為國內高速公路小汽車之通行車輛數，因國內私人運具仍持續增加，故對於此營運前後差異不顯著之現象實屬合理。

5.2 灰關聯分析

灰關聯分析適用於短期資料或資訊不完全之樣本，然礙於高鐵營運至今約有 17 個月，故所取得的資料樣本有限，而本研究所取得之資料只有 15 筆，適合採用灰色理論加以分析，因此，本研究採取灰關聯分析加以探討。本研究選取資料時間自 2007 年 1 月至 12 月為止，即高鐵通車後至目前所蒐集之資料，採用灰關聯分析之初值處理，分辨係數為 0.5 且權重平均分配，並利用 2007 年 1 月為參考序列，以下將針對此模式分析探討，其分析結果如下表 5.3 所示：

表 5.3、灰關聯分析之關聯係數表

時間	台鐵運量		航空運量	國道客運	
	縱貫線 旅客人數	縱貫線 延人公里	西部總數	統聯客運 運量	統聯客運 延人公里
2007 年 1 月	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2007 年 2 月	0.6378	0.6800	0.7883	0.5722	0.5638
2007 年 3 月	0.7088	0.7508	0.9100	0.6926	0.7004
2007 年 4 月	0.8638	0.9746	0.7024	0.7477	0.7534
2007 年 5 月	0.9563	0.9133	0.6175	0.8559	0.8734
2007 年 6 月	0.8536	0.8313	0.5223	0.9658	0.9451
2007 年 7 月	0.8046	0.7985	0.4622	0.9076	0.8992
2007 年 8 月	0.7910	0.7401	0.4286	0.8697	0.8564
2007 年 9 月	0.8343	0.7696	0.4417	0.9234	0.9061
2007 年 10 月	0.7542	0.6592	0.4371	0.7149	0.6985
2007 年 11 月	0.6138	0.5468	0.3912	0.6104	0.5980
2007 年 12 月	0.5075	0.4545	0.3333	0.5108	0.5002
關聯度	0.7771	0.7599	0.5862	0.7809	0.7745

經由表 5.3 得知與高鐵運量關聯度最高是統聯客運之運量，次之為台鐵縱貫線旅客人數，而關聯度最低為國內航空西部總旅客數。本研究發現關聯度之計算原理以參考數列與其他相關數列資料之距離差運算，如此不難發現資料如果與參考數列具有同幅變化，則關聯度比較高，如台鐵之運量變化實屬不大，而延人公里因其本身數值量大，故標準化後較看不出其趨勢，是故關聯度比起高鐵運量而言較高；反之，航空運量與高鐵運量成反向增減，故以距離差作為計算時，高鐵與航空運量所呈現之關聯度則較低，但實際上航空受到高鐵相當嚴重之衝擊，由關聯度仍可見一般。

5.3 灰預測模式

本研究欲分析高鐵運量未來之發展趨勢，因此利用灰預測加以建構其運量預測之模式，以探討其未來運量之需求。另外，本研究亦欲分析高鐵通車對於其他相關運具之營運是否有影響衝擊，故利用各相關旅運資料加以分析，如採用高鐵運量、延人公里及營收之預測模式加以分析其趨勢，並為台鐵運量、延人公里及營收與國內航空西部運量和國道客運加以建構預測之模式以分析未來發展，再藉由上述各模式資料分析其相關運具未來趨勢以探討國內航空、台鐵及國道客運是否受高鐵營運而影響。本研究採用蒐集之資料加以構建各相關模式，其詳細內容如后所述：

5.3.1 灰預測 GM(1,1)

(1) 高鐵模式

(a) 運量模式

本研究利用高鐵運量資料加以構建運量預測模式，GM(1,1)模型進行預測分析是直接將資料輸入模式中分析，採用滾動模型分析時會自動剔除先前數筆資料，僅保留近期資料加以預測。本研究滾動模型之滾動時階採用4、5、6、7、8等5種時階，探討不同滾動學習時階之模式預測精準度變化，其預測期間為2007年1月至2008年3月，預測量及誤差如表5.4所示。透過不同時階之預測結果比較發現，各滾動時階之平均準確率皆達90%以上，其中以8滾動時階之預測模型的平均準確率92.52%為最高，而4滾動時階建構之預測模型的平均準確率90.12%為最低。因此，應用GM(1,1)於高鐵短期運量預測上為相當準確之模式，故建議後續可以此方法進行高鐵運量之預測。其中，8滾動時階對於2008年4月之預測值為2,539,806萬人，而4滾動時階之預測為2,501,485萬人。

(b) 延人公里模式

本研究透過GM(1,1)模型分析高鐵延人公里之資料以構建高鐵延人公里預測模式，其滾動模型分析僅保留近期數筆資料加以預測，過程中會自動剔除先前數筆資料。本研究滾動模型之滾動時階採用4、5、6、7、8等5種時階，並加以探討不同滾動學習時階之模式預測精準度變化，預測期間自2007年1月至2008年3月，其預測量與誤差等統計如表5.5所示。藉由不同時階之預測結果比較GM(1,1)之高鐵延人公里預測模型發現，各滾動時階之平均準確率皆達90%以上，且其預測平均準確率趨勢和高鐵運量預測模型是一致的，最高為8滾動時階之預測模型平均準確率達92.62%，且其對於2008年4月之預測值為546,890,228(人·公里)，而最低為4滾動時階建構之預測模型平均準確率為90.74%。

(c) 營收模式

本研究以高鐵營收資料利用 GM(1,1)模型直接構建高鐵營收預測之模型，其滾動模型之滾動時階採用 4、5、6、7、8 等 5 種時階，以探討不同滾動學習時階之模式預測精準度變化。利用滾動模型分析過程時僅保留近期數筆資料加以預測，其餘資料則自動剔除。其模型預測期間由 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，表 5.6 為其預測量及誤差等統計資料。經由各種不同時階之預測結果比較，發現各滾動時階之平均準確率仍皆達 90%以上，且其平均準確率以 6 滾動時階為最佳模式，其平均準確率高達 94.42%，而最低為 4 滾動時階建構之預測模型，其平均準確率為 92.17%。

綜合以上有關高鐵旅運之模式，彙整模式之平均準確率趨勢圖，如圖 5.1 所示。本研究發現高鐵營收 GM(1,1)之模式優於運量及延人公里預測模式。

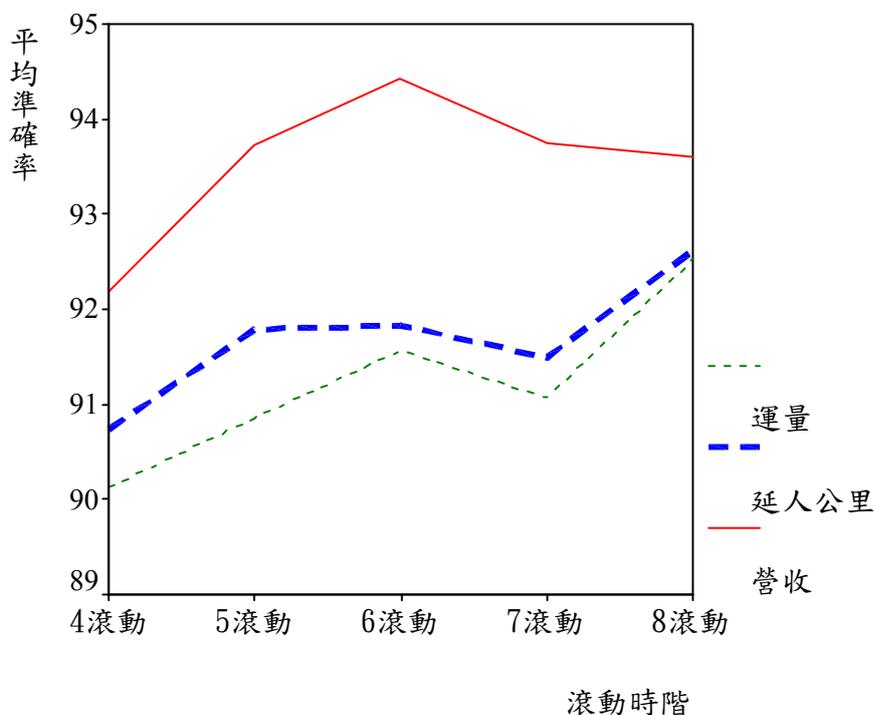


圖 5.1、GM(1,1)預測高鐵各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖

(2) 台鐵模式

(a) 運量模式

本研究採用台鐵旅運資料以構建台鐵運量預測之模型，其滾動模型之滾動時階採用 4、5、6、7、8 等 5 種時階，以探討不同滾動時階之模式預測精準度變化。GM(1,1)之滾動模型分析過程時會自動剔除較前期之資料，僅保留近期數筆資料加以預測。其模型預測期間由 2007 年 1 月至 2008 年 1

月，其預測值如表 5.7 所示。透過比較各種不同時階之預測結果，本研究發現各滾動時階之平均準確率皆高達 95% 以上，且其平均準確率以 7 滾動時階為最佳模式，其平均準確率高達 97.75%，而最低為之模式為 4 滾動時階建構之預測模型，其平均準確率為 95.37%。

(b) 延人公里模式

本研究採用台鐵延人公里資料以構建台鐵運量預測之模型，同前述之作法其滾動模型之滾動時階採用 4、5、6、7、8 等 5 種不同時階，以探討不同滾動時階之模式預測精準度變化。GM(1,1) 之滾動模型分析過程時會自動剔除較前期之資料，僅保留近期數筆資料加以預測。其模型預測期間由 2007 年 1 月至 2008 年 1 月，其預測值如表 5.8 所示。本研究以比較各種不同滾動時期之預測結果，本研究發現各滾動時階之平均準確率皆高達 94% 以上，且其平均準確率以 8 滾動時階為最佳模式，其平均準確率高達 96.43%，而最低為之模式為 4 滾動時階建構之預測模型，其平均準確率為 94.34%。

綜合本研究構建之 GM(1,1) 台鐵模式，彙整其平均準確率趨勢圖，如圖 5.2 所示。本研究發現台鐵運量預測優於台鐵延人公里預測。

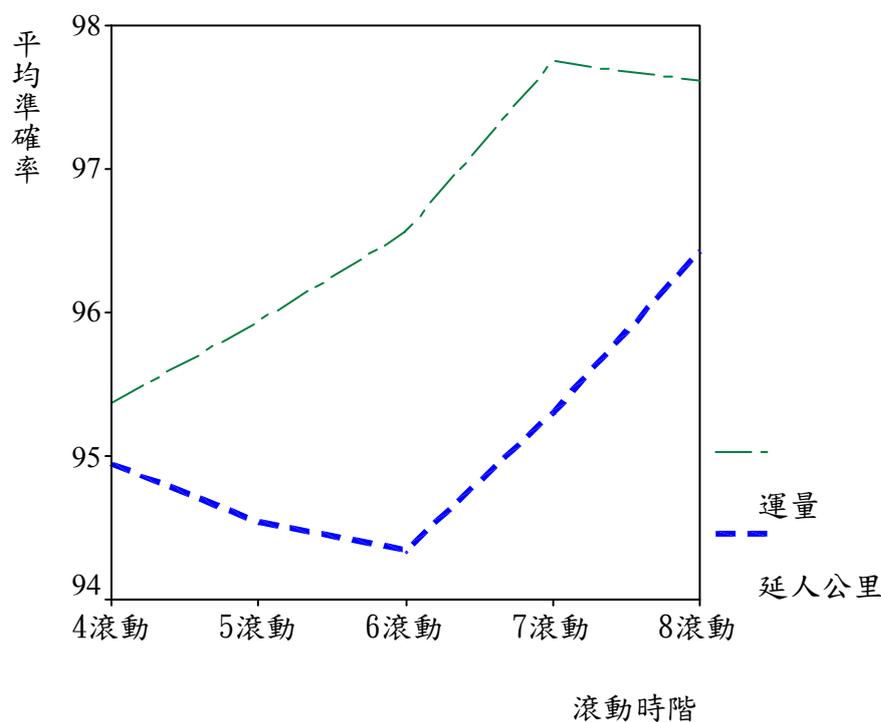


圖 5.2、GM(1,1) 預測台鐵各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖

(3) 航空模式

本研究利用國內航空西部運量資料加以構建其預測模式，以求國內航空西部運量之需求預測，利用 GM(1,1)模型直接將資料輸入模式中以進行預測分析，採用滾動模型分析僅會保留近期資料加以預測，而先前數筆資料則會自動剔除。本研究滾動模型採用之滾動時階為 4、5、6、7、8 等 5 種時階，並加以探討不同滾動學習時階之模式預測精準度變化，其預測期間為 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，其統計如表 5.9 所示。透過 GM(1,1)國內航空西部運量預測模型之各種不同時階預測結果比較發現，其平均準確率相較於其他運具資料明顯地大幅下降，經由表 21 可明顯地看出 2008 年 3 月之誤差率相較之下皆明顯地大於其他資料，本研究加以探究其原因，發現本月份之運量資料相較於上期資料約成長 48%，且其為所採用之預測資料範圍的極端值，因此而影響整體之平均值。整體而言，最佳之預測模型為 4 滾動時階之預測，其平均準確率為 82.80%，而 7 滾動時階之預測模型平均準確率 76.94%為最低。

(4) 統聯客運模式

(a) 運量模式

本研究利用統聯客運之運量資料加以構建其 GM(1,1)預測模式，以預測統聯客運未來之運量需求。本研究採用之滾動時階為 4、5、6、7、8 等 5 種時階滾動模型，以探討不同滾動學習時階之模式預測，其預測期間為 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，其統計如表 5.10 所示。透過 GM(1,1) 統聯客運運量預測模型之各種不同時階預測結果比較發現，其平均準確率皆達 90%以上。藉由表 22 可得知，其最佳之預測模型為 7 滾動時階之預測，其平均準確率為 94.33%，而 4 滾動時階之預測模型平均準確率 90.68%為最低。

(b) 延人公里模式

本研究利用統聯客運之延人公里資料加以構建其 GM(1,1)預測模式，用以預測統聯客運未來之延人公里變化。本研究利用滾動時階為 4、5、6、7、8 等 5 種時階滾動模型加以建構其模型，以利探討不同滾動學習時階之模式預測，其預測時程為 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，其預測如表 5.11 所示。透過統聯客運延人公里之 GM(1,1) 預測模型各種不同時階預測結果比較，發現其平均準確率亦為 90%以上，其最佳預測模型為 7 滾動時階之預測，其平均準確率為 94.32%，而 4 滾動時階之預測模型平均準確率 90.61%仍為最低。

(c) 營收模式

本研究利用 GM(1,1) 構建統聯客運營收之預測模式，以分析統聯客運未來營收之變化。本研究採用之滾動時階為 4、5、6、7、8 等 5 種時階之

滾動模型加以建構其模型，以便探討不同滾動時階之模式預測，其預測時程為 2007 年 1 月至 2008 年 3 月，其預測如表 5.12 所示。藉由上表可知統聯客運營收之各種不同時階預測結果，其平均準確率仍皆為 90%以上，其最佳預測模型亦為 7 滾動時階之預測，平均準確率達 93.42%，而最低仍為 4 滾動時階之預測模型，平均準確率為 90.51%。

綜合以上本研究構建之統聯客運預測模式，彙整模式平均準確率趨勢圖，如圖 5.3 所示。本研究發現其平均準確率皆以 7 滾動時階為最高，而最低為 4 滾動時階，。

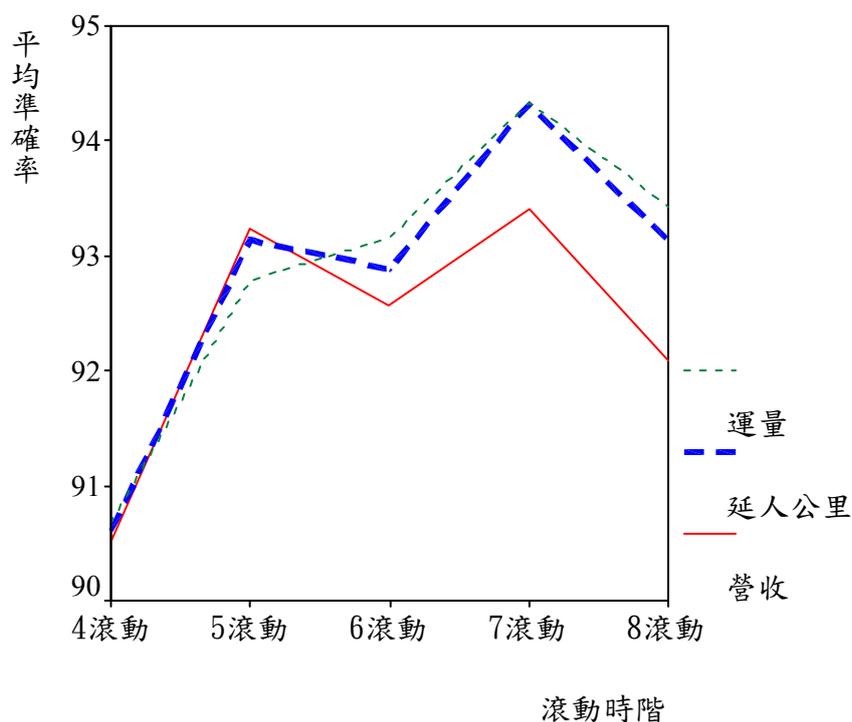


圖5.3、GM(1,1)預測統聯客運各指標之不同滾動時階準確率趨勢圖

表 5.4、灰預測 GM(1,1) 高鐵運量預測統計表

時間	實際值 (萬人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (萬人)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	1,161,047	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	724,784	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	919,455	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	1,076,413	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	1,155,098	1,310,312	13.44	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	1,241,227	1,303,848	5.05	1,373,419	10.65	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	1,425,755	1,331,945	6.58	1,379,420	3.25	1,445,254	1.37	--	--	--	--
2007 年 8 月	1,373,686	1,571,617	14.41	1,539,164	12.05	1,559,659	13.54	1,610,066	17.21	--	--
2007 年 9 月	1,367,236	1,480,517	8.29	1,517,333	10.98	1,530,514	11.94	1,567,512	14.65	1,624,778	18.84
2007 年 10 月	1,448,553	1,331,033	8.11	1,433,041	1.07	1,482,080	2.31	1,510,856	4.30	1,555,284	7.37
2007 年 11 月	1,659,506	1,473,769	11.19	1,419,660	14.45	1,480,016	10.82	1,519,373	8.44	1,547,018	6.78
2007 年 12 月	2,002,896	1,811,681	9.55	1,719,264	14.16	1,632,025	18.52	1,651,091	17.56	1,669,212	16.66
2008 年 1 月	1,958,004	2,338,768	19.45	2,236,034	14.20	2,115,968	8.07	1,994,547	1.87	1,971,382	0.68
2008 年 2 月	2,095,210	2,179,972	4.05	2,267,947	8.24	2,263,770	8.05	2,206,624	5.32	2,122,674	1.31
2008 年 3 月	2,311,821	2,114,136	8.55	2,257,377	2.36	2,342,253	1.32	2,360,164	2.09	2,327,812	0.69
2008 年 4 月預測值		2,501,485		2,378,292		2,456,348		2,521,472		2,539,806	
平均準確率		90.12%		90.86%		91.56%		91.07%		92.52%	

表 5.5、灰預測 GM(1,1) 高鐵延人公里預測統計表

時間	實際值 (人·公里)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人·公里)	誤差 率(%)								
2007 年 1 月	252905393	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	163397100	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	211535284	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	251318735	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	266817258	310,826,876	16.49	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	287557049	302,508,222	5.20	321,142,912	11.68	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	327989649	306,880,022	6.44	319,857,791	2.48	337,108,487	2.78	--	--	--	--
2007 年 8 月	313322354	361,150,267	15.26	352,726,319	12.58	359,213,200	14.65	372,885,280	19.01	--	--
2007 年 9 月	313785859	335,456,266	6.91	345,387,159	10.07	348,118,940	10.94	358,145,272	14.14	373,169,266	18.92
2007 年 10 月	325843898	304,302,250	6.61	326,572,602	0.22	338,243,173	3.81	344,287,611	5.66	355,503,291	9.10
2007 年 11 月	368249058	330,446,496	10.27	318,719,547	13.45	332,582,803	9.69	342,435,642	7.01	348,677,156	5.31
2007 年 12 月	437451789	394,855,222	9.74	378,029,398	13.58	359,786,683	17.75	364,963,262	16.57	370,381,406	15.33
2008 年 1 月	427087575	503,564,091	17.91	479,905,155	12.37	456,365,880	6.86	431,066,578	0.93	427,374,654	0.07
2008 年 2 月	464631472	471,119,447	1.40	488,721,329	5.18	485,663,034	4.53	474,163,406	2.05	456,206,062	1.81
2008 年 3 月	499869206	471,414,352	5.69	497,397,495	0.49	512,682,227	2.56	513,210,842	2.67	505,441,511	1.11
2008 年 4 月預測值		541,136,206		517,339,361		532,731,729		545,255,502		546,890,228	
平均準確率		90.74%		91.79%		91.83%		91.50%		92.62%	

表 5.6、灰預測 GM(1,1) 高鐵營收預測統計表

時間	實際值 (千元)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (千元)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	599,263	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	669,273	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	867,659	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	1,030,259	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	1,078,242	1,274,801	18.23	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	1,135,954	1,216,035	7.05	1,296,984	14.18	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	1,282,161	1,191,460	7.07	1,253,703	2.22	1,330,400	3.76	--	--	--	--
2007 年 8 月	1,258,984	1,386,491	10.13	1,353,094	7.48	1,386,338	10.12	1,447,880	15.00	--	--
2007 年 9 月	1,268,284	1,350,693	6.50	1,368,056	7.87	1,367,343	7.81	1,406,025	10.86	1,467,817	15.73
2007 年 10 月	1,320,430	1,255,934	4.88	1,330,420	0.76	1,359,325	2.95	1,371,281	3.85	1,412,230	6.95
2007 年 11 月	1,413,973	1,345,534	4.84	1,314,154	7.06	1,361,769	3.69	1,387,175	1.90	1,400,887	0.93
2007 年 12 月	1,578,305	1,487,060	5.78	1,451,378	8.04	1,411,213	10.59	1,438,284	8.87	1,455,594	7.77
2008 年 1 月	1,550,991	1,716,272	10.66	1,673,898	7.92	1,625,274	4.79	1,572,278	1.37	1,579,412	1.83
2008 年 2 月	1,728,569	1,653,374	4.35	1,688,233	2.33	1,687,834	2.36	1,665,063	3.67	1,628,027	5.82
2008 年 3 月	1,903,876	1,778,503	6.59	1,810,537	4.90	1,824,419	4.17	1,818,846	4.47	1,795,180	5.71
2008 年 4 月預測值		2,109,423		2,005,692		2,006,051		2,005,349		1,992,870	
平均準確率		92.17%		93.72%		94.42%		93.75%		93.61%	

表 5.7、灰預測 GM(1,1) 台鐵運量預測統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	12,535,744	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	12,381,417	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	13,222,892	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	12,887,091	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	12,838,280	13,336,219	3.88	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	12,025,769	12,601,249	4.79	13,089,542	8.85	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	13,445,320	11,753,885	12.58	11,864,982	11.75	12,353,161	8.12	--	--	--	--
2007 年 8 月	12,711,467	13,406,898	5.47	13,021,137	2.44	12,756,707	0.36	12,969,374	2.03	--	--
2007 年 9 月	13,168,951	13,408,333	1.82	13,017,328	1.15	12,859,015	2.35	12,684,531	3.68	12,869,465	2.27
2007 年 10 月	13,024,629	12,830,336	1.49	13,515,258	3.77	13,248,115	1.72	13,094,821	0.54	12,913,584	0.85
2007 年 11 月	12,868,522	13,282,065	3.21	12,885,831	0.13	13,391,675	4.07	13,235,067	2.85	13,125,931	2.00
2007 年 12 月	13,837,848	12,723,056	8.06	13,024,530	5.88	12,792,433	7.55	13,212,835	4.52	13,128,217	5.13
2008 年 1 月	12,848,179	14,088,806	9.66	13,701,946	6.65	13,722,584	6.81	13,410,659	4.38	13,679,573	6.47
2008 年 2 月預測值		13,165,013		13,253,750		13,200,982		13,329,783		13,152,354	
平均準確率		95.37%		95.94%		96.56%		97.75%		97.61%	

表 5.8、灰預測 GM(1,1) 台鐵延人公里預測統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	666,399,516	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	616,755,694	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	669,310,876	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	628,935,529	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	622,503,251	650,312,324	4.47	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	625,843,959	594,392,822	5.03	628,719,375	0.46	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	710,685,336	622,667,349	12.38	602,689,914	15.20	624,211,636	12.17	--	--	--	--
2007 年 8 月	638,676,503	747,954,213	17.11	713,339,188	11.69	676,686,581	5.95	680,283,449	6.51	--	--
2007 年 9 月	657,062,300	670,832,963	2.10	682,639,922	3.89	677,979,283	3.18	659,035,796	0.30	665,719,027	1.32
2007 年 10 月	610,926,138	615,711,759	0.78	663,387,244	8.59	675,408,099	10.55	674,823,512	10.46	660,691,595	8.15
2007 年 11 月	599,041,675	608,733,703	1.62	586,483,196	2.10	624,606,381	4.27	640,774,254	6.97	645,992,438	7.84
2007 年 12 月	637,728,541	565,945,432	11.26	586,599,491	8.02	570,689,317	10.51	600,788,402	5.79	616,777,021	3.29
2008 年 1 月	637,953,008	643,544,695	0.88	608,432,289	4.63	610,697,125	4.27	589,689,082	7.57	609,882,138	4.40
2008 年 2 月預測值		664,370,617		652,030,816		625,045,618		622,802,831		601,746,189	
平均準確率		94.94%		94.54%		94.34%		95.30%		96.43%	

表 5.9、灰預測 GM(1,1)國內航空西部運量預測統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人)	誤差率 (%)	預測值 (人)	誤差率 (%)	預測值 (人)	誤差率 (%)	預測值 (人)	誤差率 (%)	預測值 (人)	誤差率 (%)
2007 年 1 月	288,753	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	229,880	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	210,388	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	189,408	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	172,794	172502.4	0.17	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	139,649	156028	11.73	156842.9373	12.31	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	139,516	123881.2	11.21	128438.0744	7.94	132139.1	5.29	--	--	--	--
2007 年 8 月	95,260	119164.3	25.09	118847.0189	24.76	119538.2	25.49	121276.1	27.31	--	--
2007 年 9 月	106,419	88398.22	16.93	88539.7442	16.80	92693.64	12.90	96062.56	9.73	99498.58	6.50
2007 年 10 月	122,247	82053.66	32.88	87838.2961	28.15	84323.2	31.02	85655.07	29.93	87421.01	28.49
2007 年 11 月	125,137	137884.7	10.19	104967.8714	16.12	100194	19.93	91337.3	27.01	88481.21	29.29
2007 年 12 月	128,505	137469.3	6.98	140593.9819	9.41	117138.5	8.85	109549.1	14.75	98376.61	23.45
2008 年 1 月	115,953	131682.5	13.57	138448.2204	19.40	142532.3	22.92	124980.4	7.79	117044.8	0.94
2008 年 2 月	106,060	114469.4	7.93	119223.1829	12.41	127075.7	19.81	132819.1	25.23	121150.3	14.23
2008 年 3 月	202,256	95999.7	52.54	102804.1463	49.17	108004.7	46.60	115767.5	42.76	122067	39.65
2008 年 4 月預測值		262,488		209,516		186,289		174,124		171,651	
平均準確率		82.80%		80.35%		78.58%		76.94%		79.64%	

表 5.10、灰預測 GM(1,1) 統聯運量統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	925,243	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	1,020,322	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	995,590	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	1,057,655	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	1,020,188	1,062,940	4.19	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	968,150	1,048,910	8.34	1,038,905	7.31	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	1,075,880	929,131	13.64	981,447	8.78	989,028	8.07	--	--	--	--
2007 年 8 月	1,005,937	1,079,835	7.35	1,031,147	2.51	1,045,146	3.90	1,038,978	3.28	--	--
2007 年 9 月	1,040,456	1,053,898	1.29	1,033,824	0.64	1,011,183	2.81	1,025,998	1.39	1,024,522	1.53
2007 年 10 月	918,223	1,005,223	9.47	1,059,330	15.37	1,045,813	13.90	1,025,922	11.73	1,035,880	12.81
2007 年 11 月	944,568	905,699	4.11	906,126	4.07	963,144	1.97	969,865	2.68	965,222	2.19
2007 年 12 月	1,028,892	873,253	15.13	903,165	12.22	895,765	12.94	939,003	8.74	946,445	8.01
2008 年 1 月	888,826	1,080,820	21.60	980,860	10.35	972,331	9.39	947,798	6.63	973,606	9.54
2008 年 2 月	929,021	901,682	2.94	944,194	1.63	907,596	2.31	913,225	1.70	901,073	3.01
2008 年 3 月	994,306	850,153	14.50	902,468	9.24	931,916	6.27	903,137	9.17	905,941	8.89
2008 年 4 月預測值		1,048,096		943,779		957,002		970,170		938,537	
平均準確率		90.68%		92.79%		93.16%		94.33%		93.43%	

表 5.11、灰預測 GM(1,1) 統聯延人公里統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值	誤差率								
		(人)	(%)								
2007 年 1 月	215,264,155	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	240,954,507	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	229,417,171	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	244,673,806	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	234,130,839	242,162,156	3.43	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	222,130,520	240,739,168	8.38	235,992,187	6.24	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	248,899,234	211,978,592	14.83	224,779,674	9.69	224,648,289	9.74	--	--	--	--
2007 年 8 月	231,578,544	250,621,183	8.22	237,633,065	2.61	240,861,280	4.01	237,443,739	2.53	--	--
2007 年 9 月	239,216,632	243,505,307	1.79	238,977,986	0.10	232,838,453	2.67	236,286,146	1.23	234,294,713	2.06
2007 年 10 月	209,104,717	230,204,062	10.09	243,920,219	16.65	241,120,461	15.31	235,946,065	12.84	238,301,458	13.96
2007 年 11 月	215,080,091	205,607,922	4.40	205,834,852	4.30	220,047,502	2.31	222,100,496	3.26	220,784,975	2.65
2007 年 12 月	233,704,409	197,408,953	15.53	204,558,949	12.47	202,858,195	13.20	213,689,778	8.56	215,895,485	7.62
2008 年 1 月	203,373,499	245,249,537	20.59	221,530,694	8.93	219,678,738	8.02	213,998,413	5.22	220,721,873	8.53
2008 年 2 月	215,009,993	206,340,939	4.03	215,661,761	0.30	206,236,745	4.08	207,225,781	3.62	204,108,848	5.07
2008 年 3 月	225,867,366	198,718,584	12.02	209,310,086	7.33	215,285,189	4.69	207,402,676	8.18	207,407,284	8.17
2008 年 4 月預測值		238,167,897		216,422,224		219,482,865		222,395,847		214,416,864	
平均準確率		90.61%		93.14%		92.89%		94.32%		93.13%	

表 5.12、灰預測 GM(1,1) 統聯營收統計表

時間	實際值 (人)	4 滾動時階		5 滾動時階		6 滾動時階		7 滾動時階		8 滾動時階	
		預測值 (人)	誤差率 (%)								
2007 年 1 月	243,592,524	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 2 月	298,597,841	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 3 月	270,548,567	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 4 月	288,689,525	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 5 月	283,402,756	275,906,351	2.65	--	--	--	--	--	--	--	--
2007 年 6 月	275,547,826	293,786,182	6.62	278,403,094	1.04	--	--	--	--	--	--
2007 年 7 月	294,255,844	269,665,470	8.36	281,938,280	4.19	273,457,651	7.07	--	--	--	--
2007 年 8 月	279,891,337	295,594,547	5.61	287,729,389	2.80	292,907,900	4.65	283,954,692	1.45	--	--
2007 年 9 月	300,345,016	287,517,471	4.27	285,314,112	5.00	282,333,997	6.00	287,602,597	4.24	281,284,900	6.35
2007 年 10 月	252,533,066	297,761,650	17.91	302,839,875	19.92	298,428,011	18.17	293,817,192	16.35	296,685,825	17.48
2007 年 11 月	261,251,645	252,311,311	3.42	257,088,109	1.59	269,125,874	3.01	271,919,878	4.08	272,361,435	4.25
2007 年 12 月	289,353,065	233,225,637	19.40	248,739,612	14.04	250,930,846	13.28	260,529,318	9.96	263,621,427	8.89
2008 年 1 月	253,146,312	307,036,989	21.29	269,515,531	6.47	270,518,192	6.86	266,718,251	5.36	271,654,996	7.31
2008 年 2 月	260,736,034	260,217,401	0.20	271,384,762	4.08	254,204,544	2.51	257,255,759	1.33	255,783,403	1.90
2008 年 3 月	280,688,188	239,587,997	14.64	256,955,439	8.46	265,840,706	5.29	252,916,304	9.89	254,903,870	9.19
2008 年 4 月預測值		293,768,131		266,215,504		272,156,722		276,696,891		263,787,335	
平均準確率		90.51%		93.24%		92.57%		93.42%		92.09%	

5.4 迴歸分析

迴歸分析之目的在於探討自變數與因變數間之關係，而本研究欲探討高鐵通車後對於台鐵、國內航空及國道客運甚至是私人運具之影響，因此希冀能透過迴歸分析模式之建立以推估受高鐵影響之運具。本研究首先利用迴歸分析建立預測高鐵運量之模式，再者，建立各運具運量與高鐵運量間之關係，以分析各運具和高鐵間是否具有關係，其詳細內容說明如后。

5.4.1 高鐵運量預測模式

本研究運用迴歸分析建構高鐵運量之需求預測模式，其利用所蒐集之資料加以分析探討，最後採用自變數為高鐵班次及高鐵優惠，而因變數為高鐵運量以建構預測之模式。本研究首先以 2007 年 1 月至 2008 年 1 月建立需求預測模式，共計 13 筆資料為模式一；然考量使用迴歸分析時，其誤差項須符合常態分配之假設前提，因此需將資料數量增加至 30 筆樣本以上，方能求得迴歸模式，故本研究為常態之假設，選用 2005 年 1 月至 2008 年 1 月之每月資料以分析探討，共計有 37 筆資料為模式二。其模式摘要如下表 5.13 與表 5.14 所示。

由表 5.13 之模式一結果摘要顯示，其模式一之解釋力 R^2 為 0.930，而調整後之 R^2 為 0.916，而且資料並無時間序列之現象(DW 值為 1.575)，顯示出本模式之解釋能力相當良好；另外從表 5.14 中可以發現，高鐵運量預測之模式解釋變數高鐵優惠及班次皆為顯著，在信賴水準為 95%的區間下，顯著性皆小於 0.05，均相當顯著有影響，此外兩變數亦無共線性之現象產生，VIF 值分別均為 1.017；另外，高鐵優惠與運量為負相關以及高鐵班次與運量呈現正相關，均符合先驗知識之假設；此外，由表 5.15 知本模式之平均準確率為 93.84%，預測驗證亦相當準確，因此本模式為相當良好之預測模式。

表 5.13、模式一之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.964	0.930	0.916	107,374.71

表 5.14、模式一校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	1,016,591.80	213,280.805	4.766	0.001
高鐵優惠	-5,201.131	2,057.242	-2.528	0.030**
高鐵班次	374.694	34.624	10.822	0.000***

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

表 5.15、迴歸分析模式一、二之高鐵運量預測表

時間	實際值	模式一		模式二	
		預測值	誤差	預測值	誤差
2007 年 1 月	1,161,047	1,143,969	1.47%	926,973	20.16%
2007 年 2 月	724,784	895,153	23.51%	625,080	13.76%
2007 年 3 月	919,455	942,365	2.49%	695,007	24.41%
2007 年 4 月	1,076,413	1,058,520	1.66%	867,049	19.45%
2007 年 5 月	1,155,098	1,077,255	6.74%	894,798	22.53%
2007 年 6 月	1,241,227	1,193,410	3.85%	1,066,841	14.05%
2007 年 7 月	1,425,755	1,239,122	13.09%	1,134,548	20.42%
2007 年 8 月	1,373,686	1,335,793	2.76%	1,277,732	6.99%
2007 年 9 月	1,367,236	1,436,586	5.07%	1,427,020	4.37%
2007 年 10 月	1,448,553	1,528,386	5.51%	1,562,989	7.90%
2007 年 11 月	1,659,506	1,804,768	8.75%	1,945,696	17.25%
2007 年 12 月	2,002,896	1,913,055	4.49%	2,106,084	5.15%
2008 年 1 月	1,958,004	1,945,278	0.65%	2,153,812	10.00%
	平均準確率	93.84%		85.66%	

再者，模式二之資料為 37 筆樣本數之分析，由表 5.16 之結果摘要顯示，其解釋力 R² 為 0.969，而調整後 R² 之為 0.967，且根據結果顯示其 DW 值為 0.505，無時間序列資料現象發生，顯示出本模式之解釋能力相當良好；另外從表 5.17 中可以發現，高鐵運量預測之模式解釋變數高鐵優惠及班次皆為顯著，在信賴水準為 95% 的區間下，顯著性小於 0.05，均相當顯著有影響，而兩解釋變數之 VIF 值均為 1.227，無資料共線性狀況產生；另外，高鐵優惠與運量為負相關以及高鐵班次與運量呈現正相關，均符合先驗知識之假設；此外本模式之平均準確率為 85.66%，因此本研究建議採用模式一做為高鐵運量預測模式之參考分析用。

表 5.16、模式二之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.984	0.969	0.967	124544.68

表 5.17、模式二校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	671,670.027	238,163.093	2.820	0.008
高鐵優惠	-6,370.853	2,375.393	-2.682	0.011**
高鐵班次	554.976	19.735	28.121	0.000***

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

5.4.2 整體市場衝擊模式

本研究建構高鐵衝擊整體市場模式，除了資料筆數以 13 筆及 37 筆區分外，另考量模式是否加入高鐵優惠之變數影響，模式三為資料樣本 13 筆有高鐵優惠之變數；模式四為資料樣本 37 筆有高鐵優惠之變數；模式五為資料樣本 13 筆而不考量高鐵優惠之變數；模式六為資料樣本 37 筆亦不考量高鐵優惠之變數。根據模式三之表 5.18 的結果顯示，其模式解釋力高達 0.936，其調整後的 R² 也具有 0.890 之解釋能力，其時間序列檢定之 DW 值為 0.899，並無時間序列之狀況產生。另外，經 VIF 值檢定顯示無共線性之關係，此外，此模式由表 5.19 在顯著性小於 0.05 以下為顯著有影響之變數，其解釋變數共有高鐵優惠、台鐵縱貫線運量與國內航空運量顯著，而統聯運量與高速公路小汽車通行車輛數較不顯著，本研究推斷因為 13 筆資料僅觀察高鐵營運後之結果，並未考量到前後之差異，是故統聯運量乃因高鐵採優惠措施後進而跟進加強優惠措施之折扣，促使國道客運進入所謂割喉時代，因此旅客數仍會維持一定數量而不至於大幅驟減，因此高鐵的持續營運對統聯影響程度為不顯著；另外高速公路小汽車通行車輛數不顯著也因高鐵營運期間其成長率仍維持持續增長，較不與高鐵有實質之影響，是故為不顯著變數。

表 5.18、模式三之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.967	0.936	0.890	122691.71

表 5.19、模式三校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	887872.104	1239411.000	0.716	0.497
高鐵優惠	-16465.423	3581.777	-4.597	0.002***
台鐵縱貫線運量	0.245	0.098	2.506	0.041**
國內西部航空運量	-5.988	0.935	-6.405	0.000***
統聯運量	-1.279	1.054	-1.213	0.264
高速公路小汽車通行車輛數	25.778	23.704	1.088	0.313

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

根據表 5.20 的模式四結果摘要顯示，其模式解釋力高達 0.963，其調整後的 R² 也具有 0.957 之解釋能力，其時間序列檢定之 DW 值為 0.972，並無時間序列之狀況產生，且 VIF 值亦皆於合理之範圍，顯示無共線性之問題。此外，此模式由表 5.21 在顯著性小於 0.05 以下為顯著有影響之變數，其解釋變數均為顯著，因本模式所探討為高鐵營運之前後，各運量之影響是否顯著，然模式三中不顯著變數之統聯運量

與高速公路小汽車通行車輛數在高鐵營運前與高鐵營運後是有受到其實質之影響，意即統聯與小汽車通行量於高鐵營運前後是有差異影響的，而營運後之持續影響則較不顯著。

表 5.20、模式四之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.981	0.963	0.957	143008.55

表 5.21、模式四校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	1817098.192	803746.283	2.261	0.031
高鐵優惠	-16585.223	2768.403	-5.991	0.000***
台鐵縱貫線運量	0.140	0.059	2.395	0.023***
國內西部航空運量	-5.358	0.253	-21.199	0.000***
統聯運量	-1.126	0.440	-2.559	0.016***
高速公路小汽車通行車輛數	30.048	10.087	2.979	0.006***

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

模式三與模式四之判中準確率由下表 5.22 可知，分別為 93.82%及 92.34%皆為預測品質優良之模式，因此本研究建議模式三與模式四均可做為高鐵運量預測之模式用。

表 5.22、迴歸分析模式三、四之高鐵運量預測表

時間	實際值	模式三		模式四	
		預測值	誤差	預測值	誤差
2007 年 1 月	1,161,047	1,221,029	5.17%	1,316,173	13.36%
2007 年 2 月	724,784	772,517	6.59%	885,502	22.17%
2007 年 3 月	919,455	968,313	5.31%	950,522	3.38%
2007 年 4 月	1,076,413	980,444	8.92%	1,002,231	6.89%
2007 年 5 月	1,155,098	1,054,519	8.71%	1,055,057	8.66%
2007 年 6 月	1,241,227	1,129,948	8.97%	1,188,570	4.24%
2007 年 7 月	1,425,755	1,408,114	1.24%	1,345,191	5.65%
2007 年 8 月	1,373,686	1,477,590	7.56%	1,435,749	4.52%
2007 年 9 月	1,367,236	1,547,237	13.17%	1,481,004	8.32%
2007 年 10 月	1,448,553	1,483,497	2.41%	1,408,733	2.75%
2007 年 11 月	1,659,506	1,702,415	2.59%	1,648,811	0.64%
2007 年 12 月	2,002,896	1,895,684	5.35%	1,769,175	11.67%
2008 年 1 月	1,958,004	1,872,353	4.37%	1,814,604	7.32%
	平均準確率		93.82%		92.34%

模式五為資料樣本 13 筆而不考量高鐵優惠之變數，僅考慮高鐵運量對於運輸市場之影響，根據表 5.23 所示，其解釋能力 R² 為 0.742，調整後之 R² 為 0.614，模式解釋能力僅稱尚可；而其時間序列檢定之 DW 值為 1.515，並無時間序列之狀況產生，且經 VIF 檢定，顯示變數間無共線性之現象，然其模式解釋變數中以台鐵縱貫線運量(0.042)及國內西部航空運量(0.042)為顯著影響變數。其結果如模式三之高鐵營運後影響程度，僅台鐵與國內西部航空顯著，而統聯運量與高速公路小汽車通行車輛數均不顯著，推測其因素亦與模式三相同，統聯持續進行價格折扣以及高速公路小汽車均持續成長有關，是故受到其高鐵持續之影響並不顯著。模式變數顯著請參閱表 5.24。

表 5.23、模式五之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.862	0.742	0.614	230077.188

表 5.24、模式五校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	-166055.53	2284091.4	-0.073	0.944
台鐵縱貫線運量	0.412	0.171	2.413	0.042**
國內西部航空運量	-3.338	1.380	-2.419	0.042**
統聯運量	-3.288	1.799	-1.827	0.105
高速公路小汽車通行車輛數	-0.225	43.166	-0.005	0.996

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

最後模式六所代表著為 37 筆樣本且不考量高鐵優惠之解釋變數，根據模式結果摘要表之表 5.25 所示，其解釋能力 R² 為 0.919，且調整後 R² 為 0.909，其模式預測能力比模式五較佳。而模式參數較估結果如表 5.26 可知，台鐵縱貫線運量(0.028)、國內西部航空運量(0.000)及統聯運量(0.001)之解數變數顯著，其中台鐵縱貫線運量係數為正值，意味著台鐵旅客增加而高鐵旅客提高，本研究推估其原因可能為轉運旅客以及通勤旅客增加之故，致使其符號為正向影響；另外航空與統聯於高鐵加入營運前後呈負向影響，其與預期符號及先驗知識相符；另外，高速公路小汽車通行車輛數所影響高鐵運量顯著性較為薄弱，其顯著性值為 0.074，而高速公路小客車運量成長亦造成高鐵運量之成長可能與外部因素有關，因為兩者均同時處於運量成長之時期。

表 5.25、模式六之模式摘要表

R	R平方	調整後的R平方	估計的標準誤
0.959	0.919	0.909	206761.860

表 5.26、模式六校估參數顯著性質摘要表

自變數	未標準化係數		t	顯著性
	B之估計值	標準誤		
(Constant)	692182.42	1129900.6	0.613	0.544
台鐵縱貫線運量	0.193	0.084	2.310	0.028**
國內西部航空運量	-5.516	0.363	-15.175	0.000***
統聯運量	-2.095	0.591	-3.542	0.001***
高速公路小汽車通行車輛數	26.934	14.565	1.849	0.074*

註：*代表顯著性為 0.1~0.05；**顯著性為 0.05~0.01；***顯著性小於 0.01

透過下表 5.27 可得知模式五與模式六之判中準確率分別為 88.68%及 86.09%皆劣於模式三與模式四之預測，因此對於高鐵運量之預測，本研究建議模式三與模式四為品質較優良之模式。

表 5.27、迴歸分析模式五、六之高鐵運量預測表

時間	實際值	模式五		模式六	
		預測值	誤差	預測值	誤差
2007 年 1 月	1,161,047	978,473	15.72%	623,554	46.29%
2007 年 2 月	724,784	797,259	10.00%	909,125	25.43%
2007 年 3 月	919,455	1,291,396	40.45%	1,065,039	15.83%
2007 年 4 月	1,076,413	1,018,709	5.36%	1,036,248	3.73%
2007 年 5 月	1,155,098	1,177,823	1.97%	1,132,821	1.93%
2007 年 6 月	1,241,227	1,125,081	9.36%	1,277,694	2.94%
2007 年 7 月	1,425,755	1,354,974	4.96%	1,397,173	2.00%
2007 年 8 月	1,373,686	1,431,579	4.21%	1,536,218	11.83%
2007 年 9 月	1,367,236	1,468,519	7.41%	1,562,278	14.27%
2007 年 10 月	1,448,553	1,759,005	21.43%	1,609,182	11.09%
2007 年 11 月	1,659,506	1,598,655	3.67%	1,485,831	10.47%
2007 年 12 月	2,002,896	1,708,370	14.71%	1,565,293	21.85%
2008 年 1 月	1,958,004	1,803,818	7.87%	1,700,139	13.17%
	平均準確率		88.68%		86.09%

5.5 分析討論

本研究經由蒐集台灣高速鐵路、台灣鐵路、國內航空及國道客運的旅運資料，加以分析城際間各運具是否受高鐵營運而影響，首先利用成對樣本 t 檢定以探討各運具於高鐵通車前後是否有顯著差異，再使用灰關聯分析以探討其間之關連度，接著利用灰預測分析各運具未來之需求預測以探討其需求是否受影響，最後採用迴歸分析以探討各相關運具間與高鐵之關係，分析其是否受衝擊。

1. 經由 t 檢定之分析，顯示台鐵縱貫線延人公里、國內西部航空運量、統聯客運運量及延人公里皆為顯著之變數，即代表其於高鐵營運之前後有明顯之差異，而台鐵縱貫線運量及高速公路小汽車通行車輛數則不顯著。
2. 透過灰關聯分析發現關聯度最高為統聯客運之運量，次之為台鐵縱貫線旅客人數，而關聯度最低為國內航空西部總旅客數。而本研究發現關聯度之計算原理以參考數列與其他相關數列資料之距離差運算，如此不難發現資料如果與參考數列具有同幅變化，則關聯度比較高。如航空運量與高鐵運量成反向增減，故以距離差作為計算時，高鐵與航空運量所呈現之關聯度則較低，但實際上航空受到高鐵相當嚴重之衝擊。
3. 灰預測之 GM(1,1) 對於台灣高鐵、台灣鐵路、國內航空及國道客運各旅運相關資料構建模式以預測其未來之變化，其運量預測準確率均優於 90% 以上，除航空之運量灰預測僅 82.80%，而航空運量預測之平均準確率較低狀況，受到於 2008 年 3 月之運量突增，故使運量預測產生偏頗。本研究故建議可採用灰預測之 GM(1,1) 的模式做為未來進行各運具之運量預測模型，且準確率相當良好。下表 5.28 為各運具模式之結果。

表 5.28、灰預測 GM(1,1) 各運具模式比較表

	運量			
	高鐵	台鐵	航空	統聯
滾動時階	8 滾動時階	7 滾動時階	4 滾動時階	7 滾動時階
MSE	33817871206.08	2.29497E+11	1487587189.52	4808390634.90
MAE	144546.36	473311.38	26653.10	62331.57
MAPE	8.72	3.60	18.92	6.47
RMSE	183896.36	479058.59	38569.25	69342.56
平均準確率	92.52%	97.75%	82.80%	94.33%

表 5.28、灰預測 GM(1,1)各運具模式比較表(續)

延人公里				
	高鐵	台鐵	航空	統聯
滾動時階	8 滾動時階	8 滾動時階	--	7 滾動時階
MSE	1.56495E+15	1.49571E+15	--	2.46821E+14
MAE	31661646.48	38598834.12	--	14220840.11
MAPE	8.61	6.25	--	6.49
RMSE	39559416.91	38674454.20	--	15710530.11
平均準確率	92.62%	96.43%	--	94.32%
營收				
	高鐵	台鐵	航空	統聯
滾動時階	7 滾動時階	--	--	7 滾動時階
MSE	12754322637.45	--	--	5.42209E+14
MAE	102018.42	--	--	20343711.00
MAPE	7.14	--	--	7.53
RMSE	112935.04	--	--	23285391.16
平均準確率	93.75%	--	--	93.42%

- 除採用灰預測模型預測高速鐵路之運量外，另嘗試建構迴歸模型討論預測模式之因子關係，其分別為模式一及模式二，變數則是以高鐵優惠以及高鐵班次作為解釋變數，並且發現其變數有顯著影響高鐵運量。而根據表 5.29，迴歸模式之預測能力為 93.84%(模式一)易較優於灰預測之 GM(1,1)滾動時階為 8 時之準確度 92.52%。
- 探討高速鐵路對於國內整體市場之衝擊，如台灣鐵路、航空公司西部幹線、國道客運統聯公司、國道小汽車通行量之影響，可以發現台鐵與航空西部幹線是一直受到高速鐵路之影響。模式三及模式五則是探討高鐵營運後，其他運具是否持續受著高鐵營運的影響，因此為探討 2007 年 1 月以後之狀況；根據模式結果發現，國內統聯客運之旅運量及國道高速公路之通行量，是受到高鐵作為現存運具之影響不顯著之運具，意即高鐵已經營運之條件下，對於此兩項運具之持續性影響則略顯不顯著；而解釋能力則是以加上高鐵優惠之變數解釋能力較佳。準確率資料請參照表 5.29。
- 另外則是討論高鐵鐵路通車前後對於國內市場之衝擊影響，故討論分析範圍涵蓋高鐵營運前之資料，意即完成之模式為模式四及模式六，根據模式摘要分析結果顯示，所有運具均受到高鐵營運前後之衝擊，是故每項變數均為顯著影響變數。而準確率之解釋能力上仍是以加上高鐵優惠之變數解釋能力較佳。準確率資料請參照表 5.29。

7. 本研究利用迴歸分析探討變數間之關係，經由模式三可知顯著之解釋變數有高鐵優惠、台鐵縱貫線運量及國內航空西部運量，而統聯運量與高速公路小汽車通行車輛數則較不顯著，本研究推斷由於其資料僅有 13 筆，故僅觀察高鐵營運後之結果，而未考量前後之差異，且統聯客運隨著高鐵採優惠措施，因此旅客數不至於大幅驟減，導致統聯客運影響程度為不顯著；另外高速公路小汽車通行車輛數不顯著也因高鐵營運期間其成長率仍維持持續增長，較不與高鐵有實質之影響，是故為不顯著變數。此外，模式四加入高鐵營運前各相關資料以分析討論，其模式顯示高鐵優惠、台鐵縱貫線運量、國內航空西部運量、統聯運量及高速公路小汽車通行車輛數皆為顯著之變數，故若考慮高鐵營運前後之變化，其皆具有顯著之差異。
8. 模式預測準確率中，依據表 5.29 所示其最佳預測模式為模式一，平均準確率高達 93.84%，而最低之預測模式為模式六，其平均準確率為 86.09%。因此本研究認為，如要預測高鐵之運量，仍依高鐵優惠及高鐵班次做為解釋變數進行模式預測較佳。

表 5.29、迴歸分析之各模式比較表

	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
資料樣本數	13	37	13	37	13	37
解釋變數個數	2	2	5	5	4	4
顯著變數個數	2	2	3	5	2	4
R ²	0.928	0.969	0.936	0.963	0.742	0.919
調整後 R ²	0.914	0.967	0.890	0.957	0.614	0.909
MSE(千)	9607774	14649634	8781080	17610962	35290341	38000415
MAE	81287.37	88302.16	86388.52	106202.12	156128.09	150550.21
MAPE	6.67	5.18	6.70	2.77	12.26	5.02
RMSE	98019.26	121035.67	93707.42	132706.30	187857.24	194936.95
平均準確率	93.84%	85.66%	93.82%	92.34%	88.68%	86.09%

9. 而依據 t 檢定之結果，國內西部航空運量、統聯客運運量於高速鐵路營運前後是有顯著差異，而台鐵與國道小汽車通行量為無明顯差異；但依據迴歸分析之結果顯示，台鐵運量則有顯著影響，則兩檢定結果不一致之現象產生。本研究深入了解緣由推測，台鐵之運量每月以百萬人進行旅運，因此可能於 t 檢定之平均數檢定認為前後差異不顯著，但迴歸分析則一併考量與高鐵運量之影響，其結果發現是有受到高速鐵路營運之影響，因此為顯著變數。

六、結論與建議

6.1 結論

- (1) 採成對樣本 t 檢定分析 2006 年與 2007 年中六項變數，其中具有顯著差異變數為台鐵縱貫線延人公里、國內西部航空運量、統聯客運之運量及延人公里，而不顯著變數為台鐵縱貫線運量及高速公路小汽車通行車輛數。
- (2) 灰關聯分析其他運具與高速鐵路之運量是否具有同幅相關性，其中發現以統聯客運之運量與高鐵運量間之關聯度為最高，次之為統聯客運之延人公里，而關聯度最低為國內航空西部總旅客數。分析其原因為灰關聯分析中，當兩變數之趨勢呈現一致性時，則其兩者間之關聯程度較高，若兩變數之間呈現互補關係，則其關聯度會較差。
- (3) 由灰預測之分析結果得知，當年運量預測之準確率分別為台灣高鐵 92.52%、台灣鐵路 97.75%、國內航空 82.80%及國道客運 94.33%，各運具均可藉由灰預測構建模式並可預測其未來之變化；而延人公里及營收部份，高鐵、台鐵及國道客運部分均可達成 90% 以上之預測精準度。
- (4) 本研究亦應用迴歸分析於高速鐵路之運量預測中(模式一及模式二)，其結果發現解釋變數高鐵優惠及高鐵班次均為顯著影響高鐵運量之變數，而且其模式預測之準確度 93.84%，亦同時較灰預測模式佳。
- (5) 運用 13 筆資料對現有運具進行迴歸分析高速鐵路，國內運輸市場之運量衝擊。研究結果顯示，台鐵與航空西部幹線仍受到高速鐵路顯著影響，但統聯國道客運以及國道小汽車並未顯著影響。
- (6) 運用 37 筆資料迴歸分析高速鐵路營運前後對於各運具之影響，本研究結果顯示台鐵、航空西部幹線、國道客運、國道小汽車通行量均受到影響，因此高鐵通車與否會影響到不同運具之客運量。

6.2 建議

- (1) 因資料具有時間序列之影響性存在，因此希望後續研究能夠透過時間序列分析方法將各運具受到高速鐵路影響進一步加以分析。
- (2) 目前灰預測僅考量到 $GM(1,1)$ 之生成數列影響，未考量其他因素之數列影響，是故建議後續採用 $GM(1,N)$ 進一步構建預測模式。
- (3) 建議後續研究增加台鐵營收預測、航空延人公里及航空營收之灰預測分析，使本研究內容更加周延。

建議後續研究在國道客運能補充國光客運以及和欣客運採相關資料，則其國道客運之變數因樣本數增加，希能增加其預測能力。



參考文獻

- [1] 丁迺龍(民88),「高速鐵路對國內空運的影響」,中華民國運輸學會第14屆論文研討會。
- [2] 王盈惠(民96),「台灣高速鐵路營運後對城際間運送能量影響之研究」,逢甲大學交通工程與管理學系碩士班碩士論文。
- [3] 江衍緯(民92),「台灣高速鐵路列車運行策略對旅客特性之影響」,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- [4] 李宜臻(民96),「高速鐵路運輸之旅客服務行銷策略—以台灣高速鐵路公司為例」,國立中山大學企業管理學系碩士班碩士論文。
- [5] 李惠妍、吳宗正、溫敏杰(民95),「迴歸模式與類神經網路在台股指數期貨預測之研究」,經營管理叢論第2卷第1期,頁83-99。
- [6] 余豐榮、金憲、李芸茜(民95),「應用灰預測於工程製程管制之研究」,科學與工程技術期刊第二卷第三期。
- [7] 卓坤賦(民94),「國道客運業因應台灣高鐵營運競爭策略之研究」,南台科技大學工業管理研究所碩士學位論文。
- [8] 邱泰榕(民90),「日本高速鐵路發展政策之研究」,中國文化大學日本研究所碩士論文。
- [9] 林煥堂(民91),「台鐵關鍵經營改善策略之研究」,國立成功大學交通管理學系碩士論文。
- [10] 洪孟甫(民95),「航空公司策略聯盟與高速鐵路競爭賽局之研究」,淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班碩士論文。
- [11] 陳欣欣(民90),「台鐵旅運需求與預測之研究」,國立成功大學交通管理學系碩士論文。
- [12] 陳怡愷(民95),「台鐵捷運化後費率調整方式之研究」,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- [13] 許婉琪(民93),「台鐵局公司化策略之研究」,國立台北大學企業管理學系碩士論文。
- [14] 陳筱葳(民91),「城際旅運者運具選擇行為之研究」,逢甲大學交通工程與管理學系碩士班碩士論文。
- [15] 陳維東、潘南飛、劉述舜、虞順逸(民94),「應用迴歸分析預測道路工程之最低標價」,技術學刊第20卷第4期,頁387-397。
- [16] 陳麗惠、呂雅萍(民95),「作業基礎成本制以迴歸與灰關聯模式決定最適成本動因之應用性比較」,2006年創新、整合與應用研討會。

- [17] 馮正民、邱裕鈞(民93),「研究分析方法」,建都文化事業股份有限公司。
- [18] 葉俊賢、龔清景、陳琪琪、李姿慧、蔡秀卿、莊馥瑜、林秀蓉(民91),「飛航安全對航空業的經營衝擊分析-以中華航空公司為例」,正修技術學院工業工程與管理系研究論文。
- [19] 鄭偉強(民94),「以敘述性偏好法探討台鐵營運方式改變對旅運者運具選擇之影響」,逢甲大學交通工程與管理學系碩士論文。
- [20] 鄭啟瑞(民95),「台灣高鐵通車後國內航空公司經營策略之研究」,長榮大學經營管理研究所碩士論文。
- [21] 鄧聚龍(民88),「灰預測模型方法與應用」,高立圖書有限公司。
- [22] 錢炳全、李順益、王學亮(民92),「基於灰色理論之短期銷售預測方法」,資訊管理展望第5卷第1期。
- [23] 賴螢潔(民95),「台灣高鐵營運策略之分析」,國立中央大學統計研究所碩士論文。
- [24] 嚴振昌(民90),「台灣高速鐵路競爭策略之研究」,國立交通大學運輸工程與管理學系碩士論文。
- [25] Brand, D., Parody, T.E., Hsu, P.S. and Tierney, K.F. (1992) “Forecasting High.Speed Rail Ridership” Transportation Research Record 1341, pp.12-18.
- [26] Diyar Akay,Mehmet Atak(2006), “Grey prediction with rolling mechanism for electricity demand forecasting of Turkey ” ,Energy,Volume 32, Issue 9, pp.1670-1675.