

國立成功大學  
都市計劃研究所  
碩士論文

模糊層級分析法應用於城際運具選擇模式之研究  
A Study of Applying the Fuzzy Analytic Hierarchy Process to the Choice of  
Intercity Travel Mode

研究生：陳育甄

指導教授：姜渝生

中華民國九十一年七月

國立成功大學  
碩士論文

模糊層級分析法應用於城際運具選擇模式之研究

研究生：陳育甄

本論文業經審查及口試合格特此證明  
論文考試委員

張清智 呂錦墜  
符村和

指導教授： 郭宗仁

系(所)主管： 張益三

中華民國 九十一年 元 月 二十五 日

## 中文摘要

基於過去預測運量分配的方法不論在人力、時間、金錢、技術上都需耗費大量的資源，且預測能力通常並不理想，故本研究試圖嘗試發展另一簡易的方法，可減少所需資料的數量，具有行為理論基礎，又能較明確考量舒適、便利性、安全等不可衡量因素的運量分配模式。

分析階層程序法 (Analytic Hierarchy Process ; A.H.P.) 可將複雜的問題藉階層結構化而加以簡化，可同時處理可衡量與不可衡量變數，具有用以處理複雜的旅運選擇行為的可能性，但傳統 AHP 法具有 (1) 判斷的感覺量模糊 ; (2) 決策屬性相關性問題 ; (3) 平均數問題 ; (4) 群體決策問題 ; (5) 不精確問題等缺失。由於本研究欲探討安全、舒適、便利等因素影響運具選擇的程度，此為主觀及心理的評價，具有不精確性，故應加入模糊理論概念，以考慮偏好及行為的不確定性。因此，本研究以修正之 Buckley 模糊層級分析法建立不可衡量變數的運量分配模式，可有效改善 Buckley 模糊層級分析法計算繁雜之缺失。

本研究所考慮影響運具選擇之因素主要為時間、成本、安全、舒適及便利。依旅次長度區分，選擇長、中、短程各兩個起迄運輸市場作為實證研究對象。以便利抽樣方式進行問卷調查，以蒐集研究所需之資料。針對各運輸市場，分析之內容主要包含個體運具選擇行為之特性分析、模糊層級分析法運量分配之結果分析及檢定、運量分配模式地區轉移性之分析等，以了解不可衡量因素對個體運具選擇行為之影響以及本研究所建議方法之可行性。

研究結果顯示，安全因素為旅運者選擇運具之重要因素，對於中短程旅運者而言，舒適及便利的重要性高於成本之考量。個體由問卷反映之運具選擇偏好與其實際選擇行為之相符情形尚佳，顯示旅運者之選擇行為可透過問卷反映出來。運量分配結果以有市場區隔、整合整體意見以幾何平均方式以及可量化評估準則以絕對績效值之成對比較矩陣所求得的模式結果較佳。而運量分配地區轉移性的分析結果顯示預測偏誤不大，且不隨起迄市場不同而變化，此將有助於減輕未來運輸規劃中運量預測之調查工作。

關鍵字：運具選擇、模糊理論、模糊層級分析法

## Abstract

The approach commonly used in the past to develop a mode choice model for predicting mode choice was typically a costly and time-consuming task. This study suggests to develop a simple and easy to use mode choice model to improve these defects. The model can consider the variables of comfortability, convenience, safety, and also uses the behavior theory as its basic.

Analytic Hierarchy Process (A.H.P.) is a method that can simplify a complex problem through the process of layer structuring. This method can consider quantitative as well as qualitative variables at the same time, and has the potential ability to solve complex problems of the traveler's mode choice behavior. Traditional A.H.P. has some defects and in this study we focus on comfortability, convenience, and safety factors, which are subjective and psychology evaluations by decision makers, thus, the results wouldn't be able to reflect the truth. So we will try to introduce the concept of Fuzzy Theory to the A.H.P. model in order to consider the uncertainty of the human's preference and behavior.

In the study, the factors we considered that influence mode choice are time, cost, comfort ability, convenience, and safety. We classify trips by their length and choose six OD transportation markets as our subject of study. Convenience sampling method was used to perform the questionnaire survey. The content of this study includes the character analysis of individual mode choice, the analysis and tests of the results of mode choice model by fuzzy A.H.P., and the analysis of locational transferability.

Our findings are( 1 )Safety is an important factor when a traveler chooses modes. ( 2 ) For short and middle distance travelers, they take into consideration the comfortability and convenience factors more seriously than cost factors. ( 3 ) The travelers' real behavior fit in with their preference choice.( 4 )The results of locational transferability analysis shows that the predicting bias are acceptable and doesn't change because of different transportation markets, this might reduce the amount of travel survey that must be done in the future transportation planning.

Keywords: mode choice, fuzzy theory, fuzzy A.H.P.

# 目 錄

第一章 緒論.....	1-1
第一節 研究動機與目的.....	1-1
第二節 研究內容與方法.....	1-3
第三節 研究流程.....	1-4
第二章 文獻回顧.....	2-1
第一節 傳統的運量分配模式.....	2-1
第二節 直接需求模式.....	2-2
第三節 個體選擇模式.....	2-3
2.3.1. 個體選擇模式簡述.....	2-3
2.3.2. 個體旅運需求模式的優點.....	2-3
2.3.3. 個體羅吉特運量分配模式的型式.....	2-4
2.3.4. 羅吉特模式之變數資料.....	2-4
2.3.5. 個體羅吉特模式參數校估與檢定.....	2-5
2.3.6. 個體羅吉特模式應用於運具選擇之相關研究.....	2-6
2.3.7. 過去建構之運具分配模型預測績效的檢討.....	2-6
第四節 性向研究.....	2-10
第五節 運量分配模式之檢討.....	2-11
第六節 AHP 應用於運具選擇之相關研究.....	2-13
第七節 模糊層級分析法應用之相關研究.....	2-14
第三章 研究方法.....	3-1
第一節 分析階層程序法之理論.....	3-1
3.1.1. 理論精神.....	3-1
3.1.2. 理論探討.....	3-1
3.1.3. AHP 法的作業流程.....	3-3
3.1.4. 傳統 AHP 的問題.....	3-6
第二節 模糊集合理論.....	3-8
3.2.1. 基本概念.....	3-8
3.2.2. 模糊集合基本概念.....	3-8
3.2.3. 截集.....	3-11
3.2.4. 模糊語意變數 ( Fuzzy Linguistic Variable ).....	3-11
第三節 模糊層級分析法 ( Fuzzy AHP ).....	3-13
3.3.1. Buckley 的模糊層級分析法.....	3-13
3.3.2. 修正之 Buckley 模糊層級分析法.....	3-16
第四節 以模糊層級分析法建構運量分配模式.....	3-19
3.4.1. 模式建構.....	3-19
3.4.2. 問卷設計.....	3-25

3.4.3. 研究分析內容.....	3-27
<b>第四章 實證研究分析.....</b>	<b>4-1</b>
<b>第一節 城際運具選擇行為調查分析 .....</b>	<b>4-1</b>
4.1.1. 研究範圍.....	4-1
4.1.2. 抽樣調查與資料蒐集.....	4-2
4.1.3. 樣本基本資料分析.....	4-3
4.1.4. 小結.....	4-15
<b>第二節 城際運具選擇個體行為特性分析 .....</b>	<b>4-16</b>
4.2.1. 台北高雄運輸市場之運具選擇個體行為特性分析.....	4-16
4.2.2. 台北台中運輸市場之運具選擇個體行為特性分析.....	4-21
4.2.3. 台南高雄運輸市場之運具選擇個體行為特性分析.....	4-27
4.2.4. 小結.....	4-32
<b>第三節 城際運輸市場運量分配分析 .....</b>	<b>4-33</b>
4.3.1. 城際運輸市場運量分配現況.....	4-33
4.3.2. 模糊層級分析法之運量分配結果.....	4-38
4.3.3. 模式檢定、比較與檢討.....	4-44
<b>第四節 模糊層級分析法運量分配模式地區轉移性之分析.....</b>	<b>4-46</b>
4.4.1. 相同長度運輸市場個體偏好之比較.....	4-46
4.4.2. 運量分配模式地區轉移性之分析.....	4-48
4.4.3. 小結.....	4-50
<b>第五章 結論與建議 .....</b>	<b>5-1</b>
<b>第一節 結論 .....</b>	<b>5-1</b>
<b>第二節 建議 .....</b>	<b>5-3</b>
<b>參考文獻.....</b>	<b>參-1</b>
<b>附錄.....</b>	<b>附-1</b>

## 圖目錄

圖 1-1	研究流程圖.....	1-5
圖 3-1	隸屬函數形式圖.....	3-9
圖 3-2	三角模糊函數圖.....	3-10
圖 3-3	$\alpha$ 截集示意圖.....	3-11
圖 3-4	五個等級語意變數的隸屬函數圖.....	3-12
圖 3-5	運具選擇流程圖.....	3-23
圖 3-6	運量分配分析階層圖.....	3-24
圖 3-7	研究內容流程圖.....	3-30
圖 4-1	不同旅次目的 (台北高雄) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-7
圖 4-2	不同旅次目的 (台北台南) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-8
圖 4-3	不同個人所得 (台北高雄) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-9
圖 4-4	不同個人所得 (台北台南) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-9
圖 4-5	不同旅次目的 (台北台中) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-10
圖 4-6	不同旅次目的 (台中台南) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-11
圖 4-7	不同個人所得 (台北台中) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-12
圖 4-8	不同個人所得 (台中台南) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-12
圖 4-9	不同旅次目的 (台北新竹) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-13
圖 4-10	不同旅次目的 (台南高雄) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-14
圖 4-11	不同個人所得 (台北新竹) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-14
圖 4-12	不同個人所得 (台南高雄) 樣本實際選擇運具之比例圖.....	4-15
圖 4-13	不同旅次目的 (台北高雄) 對於影響運具選擇因素之重要程度圖.....	4-17
圖 4-14	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具時間因素之滿意程度比例圖.....	4-18
圖 4-15	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具成本因素之滿意程度比例圖.....	4-19
圖 4-16	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具安全因素的滿意程度比例圖.....	4-19
圖 4-17	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具舒適因素的滿意程度比例圖.....	4-20
圖 4-18	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具便利因素的滿意程度比例圖.....	4-21
圖 4-19	不同旅次目的 (台北台中) 對於影響運具選擇因素之重要程度圖.....	4-22
圖 4-20	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具時間因素之滿意程度比例圖.....	4-23
圖 4-21	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具成本因素之滿意程度比例圖.....	4-24
圖 4-22	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具安全因素的滿意程度比例圖.....	4-25
圖 4-23	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具舒適因素的滿意程度比例圖.....	4-25
圖 4-24	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具便利因素的滿意程度比例圖.....	4-26
圖 4-25	不同旅次目的 (台南高雄) 對於影響運具選擇因素之重要程度圖.....	4-27
圖 4-26	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具時間因素之滿意程度比例圖.....	4-28
圖 4-27	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具成本因素之滿意程度比例圖.....	4-29
圖 4-28	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具安全因素的滿意程度比例圖.....	4-30
圖 4-29	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具舒適因素的滿意程度比例圖.....	4-31

圖 4-30 不同旅次目的（台南高雄）對各運具便利因素的滿意程度比例圖 ..... 4-31



## 表目錄

表 2-1	Logit 運具選擇解釋變數表.....	2-4
表 2-2	各期台灣地區整體運輸規劃之運具分配模式.....	2-8
表 2-3	相關研究運具分配模式預測結果與實際值比較表.....	2-9
表 2-4	運量分配模式比較表.....	2-12
表 3-1	AHP 評估尺度表.....	3-3
表 3-2	評估矩陣的隨機指標值 (R.I.值) .....	3-5
表 3-3	模糊權重 的隸屬函數 的定義表.....	3-15
表 3-4	國內城際間個體運具分配模式相關文獻整理表.....	3-20
表 3-5	問卷成對比較表之範例.....	3-26
表 3-6	模糊層級分析法運量分配模式表.....	3-29
表 4-1	研究範圍表.....	4-1
表 4-2	問卷發放回收統計表.....	4-2
表 4-3	長程運輸市場問卷基本資料統計表.....	4-4
表 4-4	中程運輸市場問卷基本資料統計表.....	4-5
表 4-5	短程運輸市場問卷基本資料統計表.....	4-6
表 4-6	不同旅次目的 (台北高雄) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-7
表 4-7	不同旅次目的 (台北台南) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-8
表 4-8	不同個人所得 (台北高雄) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-9
表 4-9	不同個人所得 (台北台南) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-9
表 4-10	不同旅次目的 (台北台中) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-10
表 4-11	不同旅次目的 (台中台南) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-11
表 4-12	不同個人所得 (台北台中) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-11
表 4-13	不同個人所得 (台中台南) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-12
表 4-14	不同旅次目的 (台北新竹) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-13
表 4-15	不同旅次目的 (台南高雄) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-13
表 4-16	不同個人所得 (台北新竹) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-14
表 4-17	不同個人所得 (台南高雄) 樣本實際運具選擇統計表.....	4-15
表 4-18	不同旅次目的 (台北高雄) 對於影響運具選擇因素之重要程度表.....	4-17
表 4-19	不同旅次目的 (台北高雄) 對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表.....	4-17
表 4-20	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具時間因素的滿意程度.....	4-18
表 4-21	不同旅次目的 (台北高雄) 各運具對時間因素滿意度之檢定表.....	4-18
表 4-22	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具成本因素的滿意程度.....	4-18
表 4-23	不同旅次目的 (台北高雄) 各運具對成本因素滿意度之檢定表.....	4-19
表 4-24	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具安全因素的滿意程度.....	4-19
表 4-25	不同旅次目的 (台北高雄) 各運具對安全因素滿意度之檢定表.....	4-20
表 4-26	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具舒適因素的滿意程度.....	4-20
表 4-27	不同旅次目的 (台北高雄) 各運具對舒適因素滿意度之檢定表.....	4-20

表 4-28	不同旅次目的 (台北高雄) 對各運具便利因素的滿意程度 .....	4-21
表 4-29	不同旅次目的 (台北高雄) 各運具對便利因素滿意度之檢定表 .....	4-21
表 4-30	不同旅次目的 (台北台中) 對於影響運具選擇因素之重要程度表 .....	4-22
表 4-31	不同旅次目的 (台北台中) 對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表 .....	4-22
表 4-32	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具時間因素的滿意程度 .....	4-23
表 4-33	不同旅次目的 (台北台中) 各運具對時間因素滿意度之檢定表 .....	4-23
表 4-34	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具成本因素的滿意程度 .....	4-24
表 4-35	不同旅次目的 (台北台中) 各運具對成本因素滿意度之檢定表 .....	4-24
表 4-36	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具安全因素的滿意程度 .....	4-24
表 4-37	不同旅次目的 (台北台中) 各運具對安全因素滿意度之檢定表 .....	4-25
表 4-38	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具舒適因素的滿意程度 .....	4-25
表 4-39	不同旅次目的 (台北台中) 各運具對舒適因素滿意度之檢定表 .....	4-26
表 4-40	不同旅次目的 (台北台中) 對各運具便利因素的滿意程度 .....	4-26
表 4-41	不同旅次目的 (台北台中) 各運具對便利因素滿意度之檢定表 .....	4-26
表 4-42	不同旅次目的 (台南高雄) 對於影響運具選擇因素之重要程度表 .....	4-27
表 4-43	不同旅次目的 (台南高雄) 對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表 .....	4-28
表 4-44	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具時間因素的滿意程度 .....	4-28
表 4-45	不同旅次目的 (台南高雄) 各運具對時間因素滿意度之檢定表 .....	4-28
表 4-46	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具成本因素的滿意程度 .....	4-29
表 4-47	不同旅次目的 (台南高雄) 各運具對成本因素滿意度之檢定表 .....	4-29
表 4-48	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具安全因素的滿意程度 .....	4-30
表 4-49	不同旅次目的 (台南高雄) 各運具對安全因素滿意度之檢定表 .....	4-30
表 4-50	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具舒適因素的滿意程度 .....	4-30
表 4-51	不同旅次目的 (台南高雄) 各運具對舒適因素滿意度之檢定表 .....	4-31
表 4-52	不同旅次目的 (台南高雄) 對各運具便利因素的滿意程度 .....	4-31
表 4-53	不同旅次目的 (台南高雄) 各運具對便利因素滿意度之檢定表 .....	4-32
表 4-54	各運輸市場系統現況整理表 .....	4-36
表 4-55	模糊層級分析法運量分配模式表 .....	4-38
表 4-56	各運輸市場各種運具之旅行時間及成本資料表 .....	4-39
表 4-57	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 高雄) .....	4-39
表 4-58	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 高雄) .....	4-39
表 4-59	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台南) .....	4-40
表 4-60	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台南) .....	4-40
表 4-61	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台中) .....	4-40
表 4-62	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台中) .....	4-40
表 4-63	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台中 台南) .....	4-40
表 4-64	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台中 台南) .....	4-41
表 4-65	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 新竹) .....	4-41

表 4-66	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台北 新竹）.....	4-41
表 4-67	各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台南 高雄）.....	4-41
表 4-68	各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台南 高雄）.....	4-41
表 4-69	各運輸市場各種模式之運量分配分析結果與現況運量比較表.....	4-43
表 4-70	各運輸市場運量分配情形表.....	4-43
表 4-71	各模式運量分配與現況運量分配之差異表.....	4-44
表 4-72	模糊層級分析法運量分配分析結果最佳模式表.....	4-44
表 4-73	長程運輸市場不同旅次對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表.....	4-46
表 4-74	長程運輸市場不同旅次對各運具安全因素滿意度之檢定表.....	4-47
表 4-75	長程運輸市場不同旅次對各運具舒適因素滿意度之檢定表.....	4-47
表 4-76	長程運輸市場不同旅次對各運具便利因素滿意度之檢定表.....	4-47
表 4-77	短程運輸市場不同旅次對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表.....	4-47
表 4-78	短程運輸市場不同旅次對各運具安全因素滿意度之檢定表.....	4-48
表 4-79	短程運輸市場不同旅次對各運具舒適因素滿意度之檢定表.....	4-48
表 4-80	短程運輸市場不同旅次對各運具便利因素滿意度之檢定表.....	4-48
表 4-81	以台北台南旅次預測台北高雄運量分配表.....	4-49
表 4-82	以台北高雄旅次預測台北台南運量分配表.....	4-49
表 4-83	以台北新竹旅次預測台南高雄運量分配表.....	4-50
表 4-84	以台南高雄旅次預測台北新竹運量分配表.....	4-50

## 第一章 緒論

### 第一節 研究動機與目的

隨著經濟成長，交通問題的產生難以避免。整體運輸系統的全面發展不僅對交通問題的解決有所助益，且對空間結構的合理化與產業的發展亦有所助益。合理的運量分配不僅是整體運輸規劃中最關鍵性的課題，亦為各交通部門單位擬定發展計畫、營運計畫時的基礎，實有深入研究的必要。

運量分配的研究旨在探討各種運輸工具間的競合關係，為運輸規劃作業需求分析中最難掌握的一項工作。各種運輸工具雖性能不盡相同，提供服務水準也各有差異，但同為達成運輸目的的手段，其間具有替代性與互補性。故如何掌握旅運者選擇運輸工具的行為，為規劃作業中運量分配工作的關鍵課題。

早期都市運輸的規劃作業大多使用轉換曲線(Diversion Curves)來預測運量分配，方法非常簡單，考慮的因素為相對旅行性指標，透過圖形可直接查得運具使用之比率。但其缺點為需要非常大量的量化調查資料，且缺乏行為理論基礎。

1960年代末，開始有直接需求模式(Direct Demand Model)的發展，企圖將運量分配與旅次分佈合併在一起，直接預測 $T_{ijm}$  ( $i$ :起點; $j$ :迄點; $m$ :運具數量)。

直接需求模式亦需相當大量的資料，又模式通常為非線性函數，校估較為困難，各運具間的替代、互補關係亦不易獲得具一致性的校估結果。

之後有個體選擇模式之發展，個體運具選擇模式主要是建立在個人對運具選擇的行為上。此類模式是以效用函數為出發點，其假設消費者在面對各種可能的替選方案將選擇效用最大的運具，以機率的型態來預測各運具使用的分配。模式中最廣為使用的為羅吉特模式(Logit Model)，為目前實務規劃上最常使用的方法。羅吉特模式之校估，所需蒐集的資料數量較過去的方法大為降低，且有行為理論的基礎，但模式校估的工作仍相當困難。

羅吉特模式、早期的轉換曲線或直接需求模式均面臨一個相同的困難，即對運具選擇所考量的變數無法充分的掌握。過去所考量的因素不外乎車內時間、車外時間、旅行成本及社經變數與土地使用變數，對影響運具選擇之舒適性、便利性、私密性、安全性等因素大多未加以考慮，而僅企圖反映於車外時間的變數中。

回顧運量分配模式之發展趨勢，所需蒐集之資料數量已大幅減少，並已具有行為理論為其基礎。但模式之校估與使用相對上逐漸複雜，主要掌握的變數多為可量化因素，對於不可量化的因素則一直甚少考量。基於過去的方法不論在人力、時間、金錢、技術上都需耗費大量的資源，本研究試圖嘗試發展另一研究方法，可減少所需資料的數量，具有行為理論基礎，又能較明確考量舒適性、便利性、安全等不可衡量因素的運量分配模式。

由於分析階層程序法 (Analytic Hierarchy Process ; A.H.P.) 可將複雜的問

題藉階層結構化而加以簡化，並可同時處理可衡量與不可衡量變數，故具有用以處理複雜的旅運選擇行為的可能性。但傳統 AHP 法具有(1)判斷的感覺量模糊；(2)決策屬性相關性問題；(3)平均數問題；(4)群體決策問題；(5)不精確問題等缺失。因此，本研究企圖以 A.H.P.分析法之理論架構，嘗試考慮建立不可衡量變數的運量分配模式，並加入模糊理論概念，考慮偏好及行為的不確定性及改善傳統 AHP 法之缺失。

本研究之目的在於以模糊層級分析法建立運量分配模式，瞭解(1)個體選擇運具之行為特性以及選擇運具所重視之因素；(2)個體反映於問卷之運具選擇偏好是否與實際選擇行為相符，可顯示實際行為能否藉由問卷調查反映出來；(3)以模糊層級分析法所運算之運量分配是否符合實際之現況；(4)運量分配地區轉移性之分析等，以驗證本研究方法應用於運具選擇之可行性。

## 第二節 研究內容與方法

本研究主要是試圖發展一低成本、易操作且效果良好的運量分配模式，將模糊層級法應用於城際運具之選擇行為，依此分析方法之理論架構設計問卷，了解個人運具選擇之行為，並加以檢定。所得之結果將與現況比較，並且整合歸納在不同市場區隔下，對運具選擇準則偏好的不同以及重視程度的差異，以驗證本研究所建議方法之可行性，並衡量本模式之預測能力。本研究主要的研究內容及方法如下：

### 一、運量分配模式之回顧：

主要由相關文獻回顧，探討從早期開始至現今運量分配模式的基本假設、作業方式及適用範圍與對象等基本概念，比較各模式之優劣與限制，以說明本研究所發展之運量分配方法的意義，並從中歸納整理可能影響運量分配模式之相關變數。

主要回顧之內容包含傳統的運量分配模式、直接需求模式、個體選擇模式之敘述性與顯示性偏好模式、性向研究，以及分析階層程序法（A.H.P.）與模糊理論等的理論回顧及應用文獻等。

### 二、模糊層級分析法運量分配模式之建立：

在運量分配模式建立前，先對 A.H.P 法、模糊理論及模糊層級分析法的理論基礎作一深入之探討，並透過相關文獻的回顧，綜合整理以提出本研究所欲探討處理的問題重點，並以其理論之運算程序建立模糊層級分析法運量分配模式。針對所提的問題特性，研擬適當的問卷設計。

### 三、實證研究：

實證研究方面，將選擇台灣地區若干個起迄運輸市場為對象，以航空、鐵路、大客車、小汽車等作為個人進行城際旅行之可選擇的運具，分析各運輸市場運具運量分配的情形以及影響個人運具選擇因素為何及其之重要程度。另一方面，探討運量分配地區轉移性之可行性。

### 第三節 研究流程

本研究首先確定研究動機與目的；然後進行相關文獻的蒐集、整理、回顧與分析，以釐清過去作業觀念與方法上之限制及不足，並作為模式建構之基礎；進而進行模式建構的工作，包含決定研究對象、相關資料蒐集與問卷設計的內容與調查，再將所得之資料加以整理、分析與變數分類後，進行模式之建立與測試；最後經實證研究以及地區性轉移分析之結果，提出本研究之結論與建議。研究流程圖如下：

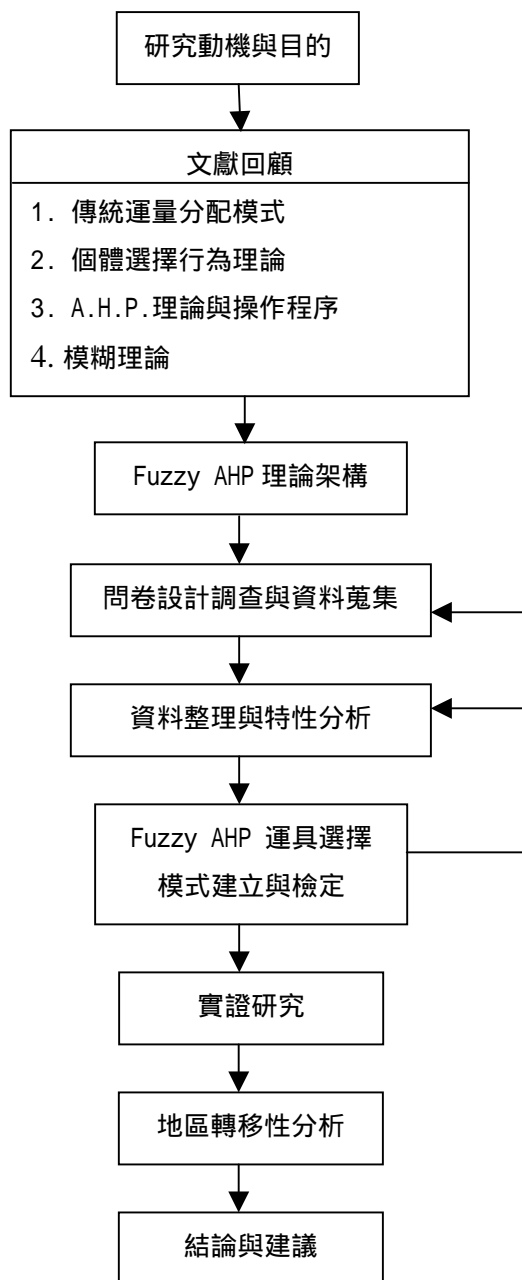


圖 1-1 研究流程圖



## 第二章 文獻回顧

本研究於文獻回顧的部分主要分為三個部分：1.運量分配模式之檢討；2.傳統 AHP 法之相關研究；3.模糊層級分析法之相關研究。

### 第一節 傳統的運量分配模式

所謂傳統的運量分配模式，是指美國於 1960 年代所發展的「都市規劃運輸系統」( Urban Transportation Planning System ; UTPS ) 中的運量分配階段而言。其操作方法基本上是利用觀察、調查現況旅次行為，經統計分析後建立各種情況組合下選擇小客車和大眾運輸工具的比例。在運用上只須找出交通分區社經及運輸系統服務水準變數之組合情形，查表或圖後即可得選擇運輸工具的比例。

由於可藉由控制票價、稅價等政策變數以達到影響運具分配比率的目的，故本模式本可視為具有反映政策影響之能力的模式。惟本模式只適用於二競爭運輸工具之分配，需要多次二分法處理後才可預測多種運具分配的情形，是此模式的一大缺點。在實際作業中，其是以交通分區的總計資料為主，不能反映個別旅運者所有及門 ( Door to Door ) 的旅行時間和旅行成本在內，使此模式之應用受到限制，目前此模式已不常被使用。

由於在規劃程序上的差異，上述的傳統運量分配模式可分為旅次端點運量分配模式與旅次交往運量分配模式兩類。依此分類，旅次端點運量分配模式的實例有 1960 年布吉特桑 ( Puget Sound ) 與東南威斯康辛 ( Southeastern Wisconsin ) 的運量分配模式；旅次交往運量分配模式的實例則有 1969 年華盛頓特區 ( Washington D.C. ) 與多倫多運量分配等。

一般旅次端點運量分配模式，主要是在於估計無權選擇運具使用的旅次發生數，所考慮的變數基本上有三種型態：( 1 ) 旅次發生者的家庭特性；( 2 ) 大眾運輸系統與道路系統所構成的交通服務特性；( 3 ) 由旅次目的所表現的旅次特性，其中服務特性係交通分區之加總資料，而非個別起迄交通分區間的資料。諸如布吉特桑的運量分配模式考慮的變數有：旅次目的、居住淨密度、住戶所得、可及性比率、每戶平均汽車持有率。東南威斯康辛的運量分配模式考慮的變數有：旅次型態、旅次發生者特性、運輸系統特性。將兩種運具的可及性指標相除，可求得可及性比率，加上交通調查資料，可繪製工作旅次的運量分配曲面圖，此時直接由圖即可察知使用大眾運輸工具的比率。

旅次交往運量分配模式使用與旅次端點運量分配模式相似的方法，但考慮的變數為：相對旅行時間、相對旅行成本、相對服務水準與旅行者所得，其中時間及成本等服務水準變數係起迄區間之資料，並改運量分配凸面為多個轉換曲線圖，同樣透過圖形可直接查得使用大眾運輸工具的比率。

## 第二節 直接需求模式

直接需求模式係美國 1960 年代後期為了預測美國東北岸運輸走廊城際間運輸需求而建立的，最著名的就是 Quandt-Baumol 模式。直接需求模式是一種複合模式，將旅次產生、旅次分佈及運量分配等三個模式合而為一，可經由一個模式直接預測兩點之間各種運具的運量。

直接需求模式有兩個前提假設：

1. 運具的旅運需求是取決於運具本身所提供的服務水準特性，而非運具的名稱。即在模式中假設消費者選擇搭乘運具時主要考慮的為運具的屬性，如票價、旅行時間及班次等。
2. 模式之型態是取決於需求彈性，早期的模式採用引力模式之型式，後期之模式接假設各服務水準對數之直接需求彈性係數為常數。

Quandt-Baumol 直接需求模式的參數較估方法，是將模式兩邊取對數，轉成線性型態，即可以多元迴歸法求取參數。

直接需求模式較適用於都市間 (Inter City) 的旅運需求分析，其最大的貢獻為簡化了傳統運輸需求的步驟，並增強了模式的預測能力，而將服務水準變數納入模式中，加上旅次產生區的社會經濟特性及旅次目的區的吸引特性，可衡量運輸系統改變後對旅次總量與運量分配情形的影響，此類模式較傳統之轉換曲線法似有分析運輸政策的能力。

直接需求模式雖具有甚多理論上的優點，其在應用上之缺點亦不少，諸如：

1. Quandt-Baumol 模式可以反映運具服務水準改變後，對各運具需求的改變，然而在實際操作中，若某運具的非最佳服務屬性改變，仍為非最佳屬性，則其對本身運量會受影響，但對最佳運具之運量卻不改變，此與事實不符。
2. 此模式考慮之服務水準，包括「時間」、「費用」和「班次」等可量化變數，而對安全、舒適、私密性等非量化之服務屬性則不易納入模式中，會影響預測的能力。
3. 此模式只適合於城際間旅運需求預測，較不適用在都市內，因都市內的運輸工具中私人運輸佔了相當高的比例，而私人運具的成本與班次難以確定。
4. 此模式一般為雙對數，由於為非線性，模式校估時各觀察值之配適情形常常不理想，預測時之偏誤幅度亦甚大。
5. 此模式在校估時甚難求得各服務水準變數間之合理性，亦不易求得各運具間之一致性，對處理新運具之問題亦常發生所謂「紅巴士 藍巴士」的問題。

此模式主要有三種形式，即 Kraft-SARC 模式、Quandt-Baumol 運具抽象化模式及 McLynn 模式，國內外之應用實例甚多，我國第一期的「台灣地區整體運輸規劃」(民國 65 年) 即係以總體直接需求模式預測城際運量。

### 第三節 個體選擇模式

#### 2.3.1. 個體選擇模式簡述

上述之模式均係為以交通分區或城鎮之總體資料為基本資料所構建的模式，然而實際的旅運行為之發生者為個人或者家庭，而非交通分區或城鎮，這是總體需求模式理論上的缺點，故之後發展出個體選擇模式。個體旅運需求模式是以個別旅行者或家庭之個體資料為單元，直接使用運輸行為發生者之個體資料，來表達旅次行為與社會經濟、運輸系統特性間的因果關係；亦即是以個別旅行者或家庭之個體資料為單元，用旅客對運輸服務之偏好與選擇行為之理論基礎，所建立的運輸需求模式。

個體選擇模式亦常被稱為行為模式，是根據兩個與行為有關的領域，一為經濟學的消費行為；另一為心理學的選擇。其中消費者行為導出的理論應用較廣，說明較易且為一般人所採用。消費者行為之個體選擇模式以效用函數為出發點，係假設消費者皆為理性之決策者，在面對眾多可以選擇的體選方案中，選擇效用最大的方案。

大約在 1980 年以後，個體需求模式具有政策導向、行為理論基礎等優點，逐漸被廣泛應用於估計運量分配。應用個體模式於運量分配的實例甚多，諸如：Buckeye(1992)及 Miller(1992)用個體需求模式預測興建高鐵的運量；Forinash and Koppelman(1993)整理各種羅吉特模式的模型應用於城際運輸。國內研究方面，許昭琮(民 73)、曾華聰(民 84)、鄭尚文(民 85)、陳敦基及林新敏(民 87)、黃秀敏(民 87)、王郁珍(民 88)等人分別以不同方法建立城際間個體需求模式，張仲杰(民 88)整理國內城際間個體選擇模式之相關研究，這些文獻主要在探討城際運輸的運量分配。

#### 2.3.2. 個體旅運需求模式的優點

相對於總體旅運需求模式而言，個體旅運需求模式的優點大致如下：

1. 以消費者對貨品的選擇行為與偏好為根據，並將效用函數引入模式中，較具有理論基礎。
2. 個體行為模式之變數較具有因果關係。
3. 由於個體需求行為模式有各種運輸工具之屬性變數，為一政策導向模式，較能分析運輸政策對於旅運需求的影響。
4. 因行為模式為因果關係模式，故方法上較具有地區移轉與資料更新之特

性，因此可應用已建立的模式，在空間上轉移到其他地區，在時間上做資料之更新。

5. 建立模式所需之調查資料遠較傳統之運輸需求模式為小，可節省較多的作業時間與費用。
6. 應用上較富彈性，能處理長期與短期問題，亦較能處理新的規劃問題。

### 2.3.3. 個體羅吉特運量分配模式的型式

依個體行為的觀念所建立的運量分配模式一般有三種數學型態表示：區別分析（Discriminant analysis）、普羅比模式（Probit model）及羅吉特模式（Logit model）。這些數學分析法都是以旅運效用或綜合旅運成本，加上決策者之社經變數，以分析運具被使用的機率，進而推計使用各種運具的旅次數。其中使用最廣的為羅吉特模式。

消費者  $t$  選擇第  $I$  個替選方案之選擇機率，以羅吉特模式型態表示為：

$$P_t(i) = \frac{e^{V_{it}}}{\sum_{j=1}^j e^{V_{jt}}}$$

其中， $P_{it}$ ：為個人  $t$  選擇運具  $i$  的機率

$V_{it}$ ：為個人  $t$  使用運具  $i$  可以被測度的效用

### 2.3.4. 羅吉特模式之變數資料

McFadden (1976) 曾歸納，於羅吉特模式中，依解釋能力來分類，影響運具選擇的解釋變數如表：

表 2-1 Logit 運具選擇解釋變數表

解釋能力最強的變數	解釋能力次強的變數	解釋能力略強的變數	解釋能力較低的變數
旅行成本	轉車次數	家戶所得	是否到 CBD 上班
車上時間	工作地點及業密度	住宅人口密度	性別
走路時間	市區及郊區	與 CBD 距離	年齡
轉車及等車時間	家戶組成	家戶中有業人數	戶長職業
大眾運輸班距		戶長年齡	運具私密性
家戶中有無駕照人數		運輸工具的可靠性	
是否有自用車		安全及舒適的感覺	
是否有公車服務			
薪資			

資料來源：McFadden (1976)

校估個體羅吉特模式所使用之資料可大致分為兩類：顯示性偏好（Reveal Preference, RP）與敘述性偏好（Stated Preference, SP）數據。

顯示性偏好是根據已發生的結果，直接透過問卷調查方式，將真實的狀況紀錄下來，顯示在問卷的答案上，並比較實際選擇與未選擇之替選方案的屬性值，再推導出旅運者所隱含之效用函數。在 1980 年代中期以前，個體運輸需求模式多使用顯示性偏好以蒐集資料，但此模式在運用上有若干限制，包括：

1. 所使用之數據可能因變數值的變異程度不夠而導致該變數不顯著，無法進一步分析。
2. 顯示性偏好模式須使用實際數據，變數間常有高度相關。
3. 顯示性偏好模式使用的變數多為可量化變數，對主觀判斷的不可量化變數較少使用。
4. 顯示性偏好模式收集資料常需耗大量時間、金錢及人力，且難決定替選方案集合。
5. 顯示性偏好模式無法處理新的運輸系統。

敘述性偏好模式的發展，是為解決顯示性偏好模式的缺點，其模式之建立是透過可控制的實驗設計，模擬真實或預想的條件或狀況，由受訪者針對上述情境的認知作成決策，研究者再利用這些決策進行各種分析。

敘述性偏好法最大的優點是可以模擬未存在運輸設施的情境，進行旅運需求預測。然而此法仍有一些限制：

1. 受訪者所陳述之行為並非其實際的選擇行為。
2. 當屬性及水準數很多時，情境組合數龐大，所構成的替選方案會導致受訪者無法做正確選擇。
3. 效用函數參數較估方法並沒有一定的準則。
4. 若假設的情境與真實狀況相差太多，會導致分析結果的誤差。

無論是顯示性偏好或敘述性偏好法，皆有其應用上的優點與缺點，因而有結合兩種數據優點之模式的發展。

### 2.3.5. 個體羅吉特模式參數校估與檢定

個體選擇模式的係數無法使用線性迴歸的最小平方法估計之，因個體選擇模式的應變數為機率，而從觀測中所獲得者為實際的選擇。個體選擇模式之估計通常使用最大概似法（Maximum Likelihood Method），此法在於尋求模式參數的估計值時，係求算觀測樣本選擇分佈機率（即概似函數）之最大化。

由於模式為非線性函數，須使用反覆運算的非線性最佳化（Nonlinear Optimization）方法求解係數值。McFadden 證明其概似函數是絕對的凸曲線，而且只有一個最大值，故任何可收斂的方法均可使用來求最大值。

羅吉特模式之參數檢定可由兩個方面進行：統計檢定及先驗知識檢定。統計檢定方法包括概似比指標、漸進 t 檢定及正確預測百分比等。而由先驗知識來檢驗參數是否合理則包括參數符號、時間價值及彈性等。

### 2.3.6. 個體羅吉特模式應用於運具選擇之相關研究

過去曾應用敘述性或顯示性偏好於運具選擇之相關研究如：段良雄（民 82）之「敘述性偏好在旅韻選擇研究上之應用」、楊志文（民 88）之「運具選擇模式更新效果之研究 數據型態」、蕭銘雄之「考慮活動的旅行時間價值研究」等。敘述性偏好模式之問卷設計，必須透過情境模擬以及實驗設計的方式，設計出不同型式的問卷，在問卷設計的過程中，需繁瑣之操作，方能得到最終之調查問卷，且敘述性偏好模式所設計之問卷，多數為考慮新運具的加入，故通常所模擬的情境為受訪者還未曾體驗過的情況，在填答問卷時可能造成實際行為與其內心之感受有所差異。而顯示性偏好模式之問卷，雖能得到明確之量化數值以作為分析之基礎，但其缺點為未能預測新運具加入時之運量分配。

王郁珍（民 88）於「整合顯示性偏好與敘述性偏好數據的運具選擇模式」中，分別建立三種運具選擇模式：敘述性偏好模式、顯示性偏好模式及結合兩種數據之整合模式。其研究結果顯示整合模式對模式的預測能力有相當大的影響。對現有運具而言，各重要變數的係數值都變得更為顯著，也就是更為精確。但此法必須先分別設計敘述性與顯示性偏好之問卷，顯示性偏好數據與敘述性偏好數據兩者具有互補的特性，將此不同型態的數據予以合併，可顯露出彼此的優點，需以聯合估計法來校估轉移運具選擇行為模式的參數。如此相對的增加了模式於建構時之複雜度以及校估的困難程度，在使用上較不具實用性。

### 2.3.7. 過去建構之運具分配模型預測績效的檢討

以下就過去所建立之運具分配模式，檢核比較其預測能力，檢核之方法主要以實際值與預測值比較，由兩者之差距情形，分析其預測績效。國內過去所從事之運輸規劃，目標年已到的主要計畫為「台灣地區整體運輸規劃」，故以此計畫所建構之運量預測模型進行預測績效之分析。交通部運研所曾於民國 65 年、75 年及 88 年，前後三期辦理台灣地區整體運輸系統之規劃及修定工作，以下先簡單說明此計畫各期的工作內容，再以實際資料檢核其運具分配模式之預測能力。

#### （一）第一期台灣地區整體運輸規劃

台灣地區整體運輸規劃緣起於民國 61 年，由目前交通部運研所之前身 運輸計畫委員會著手進行，於民國 65 年完成第一期規劃報告。其目的在從事整體觀點統籌研擬未來運輸系統發展計畫。

第一期台灣地區整體運輸規劃之運輸需求預測模式之預測年期為民國 74 年

及 89 年，而其運輸需求預測模式採總體直接需求模式，以一般式直接求得各分區之運量預測，由於當時國內航空客運缺乏起迄資料，且受到當時積極推動之空中巴士政策影響，故其運量採另外單獨預測之方式處理，其做法為預估此項政策變數之影響力，預測由鐵路、大客車及小客車轉移至航空之旅次百分比，並利用鐵路、大客車及小客車之旅次起迄預測，以 Fratar 成長率法預測國內航空旅客之起迄運量。模式選用之社會經濟變數包括人口數、每人年所得；服務水準變數包括運輸時間及運輸費用。

### （二）第二期台灣地區整體運輸規劃

有鑒於整體運輸規劃係一綜合性、協調性與持續性之工作，交通部運研所於民國 73 年著手編擬台灣地區整體運輸系統規劃第二期之工作內容，隨即展開全面性資料蒐集與調查工作，並針對民國 65 年至民國 75 間之台灣地區社經特性變化修正第一期之預測結果，其主要預測年期為民國 89 年。

此規劃之運具選擇採用羅吉特模式，依運具種類與旅次長度交叉組成運具選擇模式。其中運具種類分為航空、鐵路（分高級車與普通車）、小客車（含計程車）及大客車（分高級車與普通車）四組；旅次長度分為短途（小於 50 公里）及長途旅次（大於 50 公里）二組。模式選用之社經變數包括人口數、每人年所得及小客車持有率；服務水準變數包括旅行時間、旅行成本及運具可及性。

### （三）第三期台灣地區整體運輸規劃

第三期台灣地區整體運輸規劃客運需求使用總體程序性運輸需求模式，預測年為民國 89 年、94 年、104 年及 109 年。運具分配模式將 20 公里以內之短途旅次及旅次長度在 50 公里以內、20 公里以上之旅次合併建立短途運具分配模式；另針對長度在 50 公里以上之長途旅次建立長途運具分配模式，使用之模式為羅吉特模式。

各期的運具分配模式的分析方法、模式輸入變數，如表 2-2 所示。各期所考慮之變數皆未考慮態度變數諸如舒適、安全、便利等因素，僅使用過去一般常用的變數於模式中。

表 2-2 各期台灣地區整體運輸規劃之運具分配模式

模式名稱	模式分析方法	模式輸入變數
第一期運具分配模式	直接需求模式	社經變數： 人口數、每人年所得 服務水準： 旅行時間及旅行費用
第二期運具分配模式	羅吉特模式	社經變數： 人口數、每人年所得及小客車持有率 服務水準： 旅行時間、旅行成本及運具可及性
第三期短途運具分配模式	羅吉特模式	1.大眾運具模式變數為行車時間與付費成本 2.機車模式變數為機車持有數、行車時間與付費成本 3.自小客模式變數為小汽車持有數、行車時間與付費成本
第三期長途運具分配模式	羅吉特模式	共生變數： 1.各運具旅行成本 2.車內旅行時間 3.車外旅行時間 方案特定變數： 1.個人所得 航空與高鐵 2.性別 小客車

資料來源：本研究整理

以下針對各期計畫所建立之運量分配模式進行其預測能力之檢核，比較實際值與預測值之間的誤差。由於有些模型的預測年尚未到達，尚無實際資料可供比對，係選擇預測目標年已到之模型進行預測績效分析。另外，受到資料取得的限制，故對於運具分配模式之檢核，試針對民國 84 年進行比較，就第二期之「台灣地區整體運輸規劃」及「台灣地區整體運輸規劃需求分析與預測之研究」（ITDPS 模式）兩模式，經基年與預測年內插而得之民國 84 年運具分配預測結果與實際值比較之，如表 2-3 所示。



表 2-3 相關研究運具分配模式預測結果與實際值比較表

年期	72 年	79 年	84 年		實際值	第二期 預測誤 差率 (%)	ITDPS 模式預 測誤差 率(%)
	第二期	ITDPS 模式	第二期	ITDPS 模式			
小客車	523,592 ( 23.6% )	2,680,411 ( 45.3% )	1,513,984 ( 32.0% )	4,256,586 ( 55.2% )	12,500,286 ( 66.2% )	-87.89	-65.95
大客車	1,389,650 ( 62.6% )	2,856,618 ( 48.2% )	2,675,183 ( 56.5% )	2,983,348 ( 38.8% )	5,917,619 ( 31.4% )	-54.80	-49.59
鐵路	300,577 ( 13.5% )	377,853 ( 6.4% )	530,654 ( 11.2% )	428,864 ( 5.6% )	413,978 ( 2.2% )	28.18	3.60
航空	4,705 ( 0.3% )	8,024 ( 0.1% )	11,221 ( 0.3% )	28,382 ( 0.4% )	30,060 ( 0.2% )	-62.67	-5.59
合計	2,218,524 ( 100% )	5,922,906 ( 100% )	4,731,042 ( 100% )	7,697,180 ( 100% )	18,861,943 ( 100% )	-79.91	-59.19

註：1. ( ) 內為運具分配比例

2. 原報告並無民國 84 年之預測值，表中數字是以內插法推得。

3. 第二期之資料不含區內旅次。

4. 誤差百分比若為負值表預測低估，若為正則表高估。

資料來源：「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」

比較結果可明顯看出不論是哪一個模式所預測之小客車與大客車旅次的數量及所佔比例，皆與實際值存在相當大的誤差。尤其第二期所預測之運量分配結果，與實際值的誤差最小者亦大於 10%，顯示模式之建構可能出現了很大的問題，導致模式之預測能力不佳。其中一主要原因為兩種模式對於小客車與大客車旅次數計算之定義不同，所以使得兩種模式求算出的旅次數值相差相當大。而模式變數的選取有否疏忽了重要變數，可能是影響模型預測能力不佳的主因。除此之外，模式產生誤差的另一可能為忽略了機車與汽車之使用特性，而將兩者合併為私人運具，無法反映旅次長度對運具選擇之影響以及乘坐舒適度等不可量化變數的差異等，這些均可能會顯著影響預測之結果。

#### 第四節 性向研究

性向研究 (Attitudinal Studies) 主要是利用調查運輸使用者對運輸方案屬性的態度及偏好的資料，以判別運輸選擇方案間屬性的相對重要性。

本研究將應用的 Fuzzy AHP 方法基本上亦屬此一方法的範疇 Banai-Kashani 於 1984 年曾利用 AHP 方法分析城際間的運量分配情形，其階層結構為：旅運需求、旅次目的、家戶所得、家庭人數、旅次長度及運輸工具等七層，研究的主要結論為：(1) 以 AHP 法可求得運量分配之粗估值，且不需傳統所需要的大量時間、金錢及人力；(2) 可掌握不可量化的質化變數；(3) 以階層結構表示旅運行為較為直接清楚。之後，Banai-Kashani 又於 1989 年以 AHP 法分析都市內的運量分配情形，其階層結構為旅行迄點、旅行起點、選擇運輸工具評估準則及運輸工具等四層，研究的主要結論為 AHP 可用在分析運量配情形上，且可同時處理可量化和不可量化變數，為其他模式難以達到的。

國內曾平毅 (民國 77 年) 曾於「捷運車站鄰近地區交通設施規劃之研究」中，在探討各種捷運車站之交通設施前，先對各種類型的捷運車站乘客進出車站之運具選擇特性作一探討，其應用 A.H.P.法預估各種捷運乘客進出車站之運量分配情形，作為各種進出車站方式所需交通設施規劃之依據。其研究依捷運車站類型共建立四個或五個階級，由上而下分別為旅次目的、所得水準、活動地點、客觀條件及運具選擇項目。

游振偉 (民 81) 曾應用 AHP 探討城際運量之分配，其研究採用由上至下建立階層結構，共有六個階層，其階層結構為：運輸需求、旅次目的、個人所得、擁有小汽車數、運具服務屬性、運數選擇以及路線。

## 第五節 運量分配模式之檢討

綜合以上所述，運量分配模式的發展，已從最簡單的轉換取線法，到有行為理論基礎的羅吉特模式，再到要求能同時處理可量化與不可量化變數的性向研究。運輸規劃者不斷地追求一個能滿旅行者行為的分析模式以幫助其進行規劃並能準確預測。過去的運量分配模式，往往需要大量的資料以掌握現況，且耗費相當長的時間於模式之建構及校估。此外，影響旅行者選擇運輸工具的變數相當多，但有許多變數很難取得，尤其屬於心理感受的不可量化變數，不僅很難取得，在模式的校估上也相當不易。以下將過去的運量分配模式的變數、模式校估方式以及使用上的優缺點，整理於表 2-4：

表 2-4 運量分配模式比較表

模式名稱	主要變數	模式校估方法	所需資料數	模式優點	模式缺點
傳統運具分配模式	1.總旅行時間 2.旅行成本 3.車外旅行時間 4.所得 5.車輛擁有	轉換曲線表或迴歸分析	以分區為單位，需大量資料	1.簡單易懂 2.可做政策分析	1.無行為理論基礎 2.需資料數相當多 3.只適用於二競爭運輸工具 4.無法處理不可量化變數 5.採總計資料忽略個別差異 6.政策敏感度不高
直接需求模式	1.旅行時間 2.旅行成本 3.班次數 4.社經土地使用變數	模式兩邊取對數，轉成線性型態，再以多元迴歸法求得參數。	以分區為單位，需大量資料	1.比傳統模式較具理論基礎 2. 可做政策分析 3. 可處理新運具	1.非線性函數，校估較困難 2.需資料數相當多 3.運具改良或引進新運具之處理並不理想 4. 採總計資料忽略個別差異
個體選擇模式	1.車內外旅行時間 2.車內外旅行成本 3.個人所得 4.車輛擁有 5.態度變數等	最大概似法	由個人訪談取得資料，需資料數較少	1.可處理量化與不可量化變數 2.可做政策分析 3.可處理新運具	1.模式校估較複雜 2.敘述性偏好受限於受訪者之主觀判斷
性向研究	可處理可量化與不可量化之變數。		由個人訪談取得資料，需資料數少	1.可處理可量化與不可量化變數 2.可處理新運具 3.可檢定篩選樣本 4.模式之校估較個體選擇模式簡易	1.受限於訪問者之主觀判斷

資料來源：本研究整理

## 第六節 AHP 應用於運具選擇之相關研究

過去以 AHP 法來分析運具選擇之相關研究數量有限。國外 Alireza Banai-Kashani (1984) 曾以 A.H.P.法分析旅行者選擇使用運輸工具的機率，基本上是以行為方法 (Behavioral Approach) 的方式來分析運量分配情形，其基本假設為：個人的偏好或需求會充分反映在實際行為上。A.H.P.法即藉成對比較方式，經運算處理後獲得旅行者對各種運輸工具的偏好、需求或滿意程度，並以此來代表旅行者選擇各種運輸工具的機率。

國內以 A.H.P.法來分析運具選擇之研究並不多，游振偉 (民國 81 年) 曾應用 AHP 探討城際運量之分配。其研究考慮影響旅行者運具選擇的因素分為三類：旅次目的、旅行者的社會經濟特性及運輸工具所能提供的服務。所考慮的社經特性變數為個人所得與汽車持有情形，服務屬性有旅行時間、旅行成本、便利性、舒適性及安全性來作為旅行者選擇運具的評估準則。此研究採用由上至下建立階層結構，共有六個階層。研究針對城際間運具選擇加以探討，故供選擇的運具分別為小汽車、大客車、鐵路及航空四種，以台南—台北為運輸市場之實證對象。經調查與分析後，研究中以整合群體共識之權重作為運量分配之比率，與「台灣地區西部走廊高速運輸系統對整體運輸系統運量影響之研究」現有之基本運量資料進行比較，發現分析所得之運量分配結果與現況運量分配的配合度還算佳。但本模式缺乏與基礎相同的模式相互比較，說服力稍嫌不足，且此研究之研究為欲瞭解個人運具選擇之偏好，以整合群體共識的方式，是否能反映個體之特性，這一部份將是未來本研究急待改善的地方。

運用 AHP 法分析運量分配情形，其假設旅行者的運具選擇是經由決策過程所決定的結果，而此決策過程受旅行者的社會經濟特性、旅次目的、運輸工具所能提供服務水準、及旅行者對不同服務屬性的偏好所影響。因此，以 AHP 法來分析旅行者選擇使用運輸工具時，是將旅行者的社經特性、旅次目的、服務屬性、及各種運輸工具建立層級關係。假設旅行者會基於偏好與效用的觀點，對各服務屬性的偏好程度，及對各運輸工具針對不同服務屬性所能提供服務水準的滿意程度進行成對比較，藉此可建立 AHP 法所需之成對比較矩陣，再計算各成對矩陣的特徵向量，作為選擇各種運具的優先值，並假設旅行者會根據此優先值作為選擇運具的機率。若將各樣本的成對矩陣經幾何平均處理後，再計算特徵向量，可得到一代表全體旅行者對各種運具的優先值向量，而此最後之優先值向量即是所欲分析的運具選擇行為。

曾平毅 (民國 77 年) 曾於「捷運車站鄰近地區交通設施規劃之研究」中，在探討各種捷運車站之交通設施前，先對各種類型的捷運車站乘客進出車站之運具選擇特性作一探討，其應用 A.H.P.法預估各種捷運乘客進出車站之運量分配情形，作為各種進出車站方式所需交通設施規劃之依據。本研究依捷運車站類型共建立四個或五個階級，由上而下分別為旅次目的、所得水準、活動地點、客觀條件及運具選擇項目。本研究對於選用運具預估之正確性並沒有進一步的驗證，難以確定此方法的可行性。

## 第七節 模糊層級分析法應用之相關研究

Laarhoven 以及 Pedrycz (1983) 針對傳統 AHP 法中各成對比較矩陣值具有主觀的、不精確的、模糊的等問題特性，利用模糊集合理論以及模糊算數來解決此項不精確的問題。Laarhoven 與 Pedrycz 的作法，事實上是 de Graan 及 Lootsma 所提出方法的模糊版，其作法是以三角型模糊數 (triangular fuzzy numbers) 來表示其對兩兩要素間相對重要程度的看法；然後找出各決策準則的模糊權重；接著在各決策準則下求出各替選方案的模糊權重；最後經由各層級的串聯，就可獲得各替選方案的模糊分數，以作為選擇的標準。此法的優點是計算過程簡單，缺點是 (1) 所求得的解不一定是唯一的；(2) 採用三角型模糊數進行權重的代數運算時，所獲得的結果並非是一組三角型模糊數，而必須再使用近似的方法使其成為三角型模糊數；(3) 並未考慮到群體決策的問題。

徐村和 (民 82) 針對傳統 AHP 模式具有 (1) 決策屬性具有相關性問題；(2) 平均數問題；(3) 群體決策的共識性問題；以及 (4) 決策屬性評估值具有模糊性極不精確性問題等缺失，使用模糊度量理論建立模糊度量 AHP 模式，此模式可謂模糊度量 AHP 模式中最完備者，可解決大部分傳統 AHP 法的缺失，但其缺點是計算過程太過複雜，不易操作。

徐村和 (民 84) 於「模糊度量 AHP 法應用在交通運輸計畫評估之研究」中表示，由於人類思考上的限制以及資訊的不足，評估者對各決策屬性無法精確衡量，或以單一數值表示，因此決策屬性值的認定，本質上隱含決策者的主觀偏好。這種具不確定性及主觀偏好的決策特性，不適合使用一般確定性或隨機性決策模式進行評估，故在此研究中採用模糊度量理論來處理這樣的問題。

研究中發展新的計畫評估方法 模糊度量 AHP 法，以解決傳統 AHP 法的決策屬性具相關性、平均數、不精確性，以及群體決策共識性問題等。以「高雄大捷運系統計畫評估」為例，從事實例研究，並與傳統 AHP 法、修正 Buckley 之模糊 AHP 法進行比較分析，其模式針對 Buckley 之模糊 AHP 法修正的部分，在於以三角模糊數代替原本要求專家以梯形模糊數代表兩兩要素間相對重要程度的看法，以及簡化原本模式計算繁複等缺失。結果發現模糊度量 AHP 法能解決傳統 AHP 法之缺失，此外，亦與修正 Buckley 之模糊 AHP 法相同，而此研究之模式計算過程較為簡單，較具實用性。

盧淵源 (民 84) 針對國內導入無人搬運車系統之可行性分析上無一完善的評估方法，以及以往的評估方法對於需要語意表達的準則，往往欠缺完善的評估標準等缺失，將模糊集合理論結合 AHP 法，以建構無人搬運車系統之設置評估模式，以供廠商在導入無人搬運車系統前之參考。作者所提出的模糊 AHP 法，首先是視每一成對比較矩陣的數值為一模糊數，其隸屬函數假設為三角型模糊數；接著，利用 AHP 法，找出每一因素的模糊權重；再利用 Teng 與 Tzeng (1993) 所發展的模糊數排序法 (即重心法則)，找出最佳去模糊值或明確值，比較該值

大小並加以排序，排出各因素的優先順序。然後，利用語意評比來評定欲導入無人搬運車系統的廠商之準則，如極佳、佳、普通、劣、極劣等。接著，經由層級串聯，可獲得一組模糊數。最後再將模糊數與成功引用廠商的模糊數進行比較，以作為廠商設置無人搬運車系統之參考。此模糊 AHP 法的主要缺失是決策程序較繁雜，且決策時間過長。

楊宗欣、徐村和（民 88）於「應用模糊層級分析法評選廣告媒體」中，首先瞭解每位專家對兩兩因素間之相對重要性，選出專家對兩因素之最大及最小值作為模糊區間之上下界，以幾何平均求出最大可能相對重要程度。再以不同的  $\alpha$ -cut 去瞭解當評選所面臨的決策環境為明確可掌握之資訊或者模糊時，對決策所產生的影響。另外，評估者可依個人對準則採取保守或者樂觀的態度，決定  $\lambda$  值。

林振國（民 90）於「都市路外停車場設置區位評選之研究」之研究中，使用了「模糊層級分析法」再以「模糊多評準決策法」進行對路外停車場設置區位之模糊綜合評判。其作法為先依傳統 AHP 方法求出每位專家對每個準則的權重值，在整合所有專家的意見處理上，過去多以幾何平均數來整合決策人員的意見。而此研究主要針對專家進行意見調查，找出每人對每個準則之權重值，為考慮各決策人員因本身的認知與立場不同，找出某準則之最大、最小及其平均權重，作為整體對某評估準則的模糊權重，再以重心法進行去模糊化（defuzzification），求出非模糊權重值，再依權重大小對準則進行排序，以篩選出具影響力的評估準則；接著進行第二階段的問卷訪問，採用五層次語意變數的方式（很低、低、中、高、很高）來評估各替選方案之績效達成值，並要求決策者於 0~100 的整數尺度範圍中，主觀地認定各語意變數的尺度範圍。對於對方案績效值之去模糊化，將採所有專家對某一準則評估模糊區間的平均值來整合所有專家的評斷值；然後，將所選出重要的每個準則的模糊權重值\*模糊績效值，再加以加總，使得每個方案皆有一整體的判斷模糊區間（模糊綜合評判），最後利用重心法得到非模糊綜合判斷值，即可對方案之重要性排序。本研究之訪談對象為專家學者，其對事物之看法應較為一致，所以利用最大、最小以及平均值以作為某評估準則之模糊權重值不易使模糊區間範圍過廣。而本研究之主題為欲瞭解個體行為之不確定性，以及訪問的對象並非為專家，故不適合以此方法來整合整體意見，因每個個體對運具選擇的偏好將受其社會經濟背景之影響而有很大的差異。

林煥堂（民 91）於「台鐵關鍵經營改善策略」中，利用 Buckley 提出的模糊層級分析法（Fuzzy Hierarchical Analysis），以評選出台鐵關鍵之經營策略。其於問卷設計部分與傳統 AHP 法相同，以 1-9 尺度讓專家選擇兩兩因素間之相對重要程度，研究者為了分析容易，以三點標示法的方式，自訂一心理感受範圍作為模糊區間，採簡化的三角模糊數作為模糊隸屬函數。而對於專家整體決策的整合，則採用 Saaty 利用幾何平均數作為整合函數的方式。此時所計算出的權重仍為模糊數，故利用 Teng 與 Tzeng（1993）所發展的模糊數排序法，即利用重心法對三角模糊數去模糊化，以找出最佳的非模糊值（Nonfuzzy）或者最佳明確值

(best crisp value)。如此利用所得的一明確值，以了解各評估準則的權重順序。

在目前將模糊集合理論應用於 AHP 法的相關文獻中，多只將模糊集合理論的概念應用於傳統 AHP 的某一程序上，很少建立一完整的模糊 AHP 模式；且其應用的範疇多為對未來決策的排序評選，訪問的對象為少數的專家學者，與本研究利用模糊 AHP 以瞭解一般個人的想法有所差異。所以，本研究基於應用對象的不同，將檢視個人之偏好是否符合其實際選擇運具之行為。



## 第三章 研究方法

本研究方法探討的內容主要分為三部份：1.傳統之分析階層程序法；2.模糊理論；3.模糊層級分析法。再以本研究所建議之模糊層級分析法建構運量分配模式，依研究內容研擬適當的問卷以及說明研究分析之內容。

### 第一節 分析階層程序法之理論

分析階層程序法(Analytic Hierarchy Process, AHP)為1971年Thomas L. Saaty為美國國防部從事應變計畫問題的研究時所發展出來的一套系統決策方法，主要應用在不確定(Uncertainty)情況下及具有多數個評估準則的決策問題上。AHP法的理論簡單，同時又具實用性；因此，自發展以來，已被各研究單位普遍使用，其應用的範圍相當廣泛，特別是應用在規劃、預測、判斷、資源分派及投資組合等方面都有不錯的效果。

#### 3.1.1. 理論精神

AHP法發展的目的，即將複雜的問題系統化，經學有專長或累積相當經驗的人員，藉群體討論方式，匯集各方意見，將問題由不同的層面給予層級分解，以名目尺度作要素的成對比較予以量化後，建成立成對比較矩陣，進而求得特徵向量代表階層內要素的優先順序，然後再以特徵值來評斷各個成對比較矩陣的一致性強弱程度。最後將關連階層串連起來，便可算出最低階層之要素對整個系統的優先程度，此優先程度即可提供決策者進行整體判斷，從而獲致較合理正確的決策。

#### 3.1.2. 理論探討

對於決策者而言，階層結構有助於對事物的瞭解，但在面臨「選擇適當方案」時，必須根據某些基準進行各替選方案的評估，以決定各替選方案的優勢順位(Priority)，從而找出適當的方案。而評估基準則必須從多方面進行考量，避免因單一層面的決定導致錯誤的決策。

##### 一、理論假設

由鄧振源與曾國雄(民國78年)整理AHP法的基本假設，主要包括下列九項：

1. 一系統可被分解成許多種類(classes)或成分(components)，以形成有向網路的層級結構。

2. 每一層級的要素均假設彼此具獨立性 ( independence )。
3. 每一層級中的要素可以用上一層內某些或所有要素作為評準，以進行評估。
4. 進行比較評估時，可將絕對數值尺度轉換成比例尺度 ( ratio scale )。
5. 在進行成對比較 ( pairwise comparison ) 後，可使用正倒值矩陣 ( positive reciprocal matrix ) 處理。
6. 偏好關係滿足遞移性 ( transitivity )，不僅彼此優劣關係須滿足，同時其強度關係也應滿足。
7. 要求完全遞移性並不容易，因此容許非完全遞移性之存在，惟需測試其一致性 ( consistency ) 的程度。
8. 要素的優勢程度，可經由加權法則 ( weighting principle ) 而求得。
9. 任何要素只要出現在階層結構中，不論其優勢程度是如何小，均被認為與整個評估結構有關，而並非檢核階層結構的獨立性。

## 二、層級與要素

階層為系統特別的型態，基於個體可以加以組成並形成不同集合體的假設下，將影響系統的要素組合成許多層級，每一層級只影響另一層級，同時僅受另一層級的影響。層級為系統結構的骨架，用以研究階層中各要素的交互影響，以及對整個系統的衝擊。層級的多寡，端視系統的複雜性與分析所需而定。

### (一) 層級結構化的要點

將影響系統的要素加以分解成數個群體，每個群體再區分成數個次群體，以此下去建立全部的層級架構。在分析組群時，應注意下列各點：

1. 最高層級代表評估的最終目標。
2. 盡量將重要性相近的要素放在同一層級。
3. 層級內的要素不宜過多，依 Saaty 的建議最好不要超過 7 個，超出者可再分層解決，以免影響層級的一致性。
4. 層級內的各要素，力求具備獨立性，若有相依性存在時，可先將獨立性與相依性各自分析，再將兩者合併分析。
5. 最低層級的要素即為替選方案。

### (二) 建立層級的優點

依 Saaty 的說明，建立層級結構具有以下優點：

1. 利用要素個體形成層級形式，易於達成工作。
2. 有助於描述高層級要素對低層級要素的影響程度。
3. 對整個系統的結構面與功能面能詳細的描述。
4. 自然系統都是以層級的方式組合而成，且是一種有效的方式。
5. 層級具有穩定性與賦彈性；也就是微量的變化能形成微量的影響，同時新層級的加入，對一結構良好的層級而言，並不會影響整個系統的有效性。

### 三、評估尺度

AHP 法採名目尺度作為每一階層要素間的成對比較評比。依 Saaty 建議，評估尺度劃分為同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要等，並賦予名目尺度 1、3、5、7、9 的衡量值；另有四項介於五個基本尺度之間，即同等重要到稍重要之間、稍重要到頗重要之間、頗重要到極重要之間、極重要到絕對重要之間，並賦予 2、4、6、8 的衡量值，如表 3-1。

表 3-1 AHP 評估尺度表

評估尺度	相對的名目尺度	說明
1	同等重要 ( Equal Importance )	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性
3	稍重要 ( Weak Importance )	經驗與判斷稍微傾向喜好某依方案
5	頗重要 ( Essential Importance )	經驗與判斷強烈傾向喜好某依方案
7	極重要 ( Demonstrated Importance )	經驗與判斷非常強烈傾向喜好某依方案
9	絕對重要 ( Absolute Importance )	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案
2,4,6,8	中間程度的重要 ( 介於相鄰的尺度間 )	需要折衷值時

資料來源：本研究整理

### 四、群體評估的整合

AHP 法可使用在個人的決策問題上，亦可使用於群體決策。若因素的評估為群體決策時，決策群體中成員的偏好須加以整合。當處理團體判斷時，Saaty 建議指出，任何方法在整合個人意見時都應滿足相互倒值關係的特性。整合函數分很多種，分為算數平均數、幾何平均數、調和平均數、極指數平均數等等。J.Aczel and C.Alsina 證明使用幾何平均數可滿足這個條件，所以 Saaty 在一些合理的假設下，認為以幾何平均數作為整合的函數較為適當。

#### 3.1.3. AHP 法的作業流程

一般來說，在利用 Saaty 之 AHP 法來處理決策問題時，主要可分為以下的步驟：

##### 步驟一：陳述評估問題

“問題”為整個研究討論的依據與焦點，也是最後評估階段的目標，故必須明確的界定，才不致產生偏差或悖離主題。

**步驟二：確認影響問題的所有要素**

根據過去相關研究，相關學說理論、經驗，或透過群體腦力激盪（Brainstorming）德爾菲法（Delphi Method）等過程，將可能影響決策的因素一一列出，然後就所列要素依其相關及獨立程度加以分隔。

**步驟三：建立階層關係**

一般階層的建立可採由上至下法進行，逐一衍生出各個層次。原則上每一階層以含 7 個以下要素為宜。每一階層的要素最好具獨立性，若有相依性可先就獨立性與相依性各別分析後，再加以合併處理。

**步驟四：建立成對比較矩陣**

某一層級的要素，應以上一層級所對應的要素作為評估基準，進行要素間的成對比較。若某一層級中共有  $n$  個準則時，則決策者必須進行  $n(n-1)/2$  次的成對比較。成對比較所採用的數值為  $1/9, 1/8, \dots, 1/2, 1, 2, \dots, 8, 9$ ，將要素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣  $A$  的上三角形部分（主對角線為要素自身的比較，故均為 1），而下三角形部分的數值，為上三角形部分相對位置數值的倒數，即

$a_{ji} = 1/a_{ij}$ 。成對比較矩陣的元素，如下所示：

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

其中， $A_1, A_2, \dots, A_n$ ：代表階層  $i$  的  $n$  個要素；

$w_1, w_2, \dots, w_n$ ：代表階層  $i$  的  $n$  個要素對上一階層某要素的影響權數；

$a_{ij} = w_i/w_j$ ：代表理論上  $a_{ij}$  為  $A_i$  與  $A_j$  的影響權數的比值。

因為  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ ，且  $a_{ii} = 1$ ， $a_{ij} > 0$ ，所以  $A$  矩陣為一正倒值矩陣（Positive Reciprocal Matrix）。

**步驟五：計算特徵向量**

成對比較矩陣得到後，即可求取各層級要素的權重。使用數值分析中常使用的特徵值（Eigen-value）解法，以求得各比較矩陣之最大特徵值及其對應之特徵向量（Eigen-vector）或優勢向量（Priority-vector）。

**步驟六：一致性檢定**

若成對比較矩陣 A 為正倒值矩陣，要求決策者在成對比較時，能達到前後一貫性，這是相當困難的。因此需要進行一致性檢定，作成一致性指標 (Consistency Index ; C.I.) 與一致性比率 (Consistency Ratio ; C.R.)，檢查決策者的回答是否具一致性。

1. 一致性指標 (Consistence Index)

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1),$$

其中，

n 為準則各數；

$\lambda_{\max}$  為最大特徵根。

一般當  $C.I. \leq 0.1$  時，一致性程度可以接受。

2. 一致性比率 (Consistency Ratio ; C.R.)

一致性指標大小受正倒值矩陣及名目尺度的影響，由隨機產生的正倒值矩陣之一致性指標稱為隨機指標 R.I. (Random Index) 來衡量。表 3-2 列出階數 n 及其相對應的隨機指標 R.I。

表 3-2 評估矩陣的隨機指標值 (R.I.值)

階數 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

資料來源：本研究整理

$$C.R. = (C.I.) / (R.I.),$$

若  $C.R. \leq 0.1$ ，則是為一致性程度達可接受的水準。

3. 整個階層的一致性檢定

以上所討論的一致性指標是針對單一階層的某一成對比較矩陣之一致性程度而言，然就整個階層觀點而言，亦應滿足一致性的要求，整個階層之一致性 (Consistency Ratio of the Hierarchy ; C.R.H.) 檢定，可以下式表示：

$$C.R.H = \frac{\sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^{n_{ij}} W_{ij} U_{i,j+1}}{\sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^{n_{ij}} W_{ij} R_{i,j+1}}, \text{ 當 } j = 1 \text{ 時, } W_{ij} = 1$$

其中，

$W_{ij}$ ：第 j 層中第 i 個要素的綜合權數值；

$U_{i,j+1}$ ：第 j+1 層中所有要素對第 j 層第 i 要素的一致性指標；

$R_{i,j+1}$  : 第  $j+1$  層中所有要素對第  $j$  層第  $i$  要素的一致性隨機指標 ;

$n_{ij}$  : 第  $j$  層所包含的要素個數。

若整個階層的一致性比率  $C.R.H. \leq 0.1$  時, 則是整個階層的一致性達可接受的水準。

#### 步驟七：整個層級權重的計算

個層級要素間的權重計算後, 再進行整體層級權重的計算。最後依各替選方案的權重, 以決定最終目標的最適替代方案。若為群體決策時, 個替代方案的權重可以加以整合。

#### 3.1.4. 傳統 AHP 的問題

雖然 AHP 法相當地簡單易懂, 應用範圍相當廣泛, 但仍存在一些問題 (Belton and Gear, (1983)(1985); Waston and Freeling, (1982)(1983)), 敘述如下:

##### 一、判斷的感覺量模糊

若  $X_1$  比  $X_2$  的判斷是絕強, 而  $X_2$  比  $X_3$  的判斷仍為絕強, 則  $X_1$  比  $X_3$  也比須是絕強。依 Saaty 建議使用的尺度, 則

$$a_{12} = 9, a_{23} = 9, a_{13} = 9$$

基於 AHP 法偏好具遞移性, 且強度也具遞移性的假設, 在成對比較矩陣  $A$  中的各個要素, 滿足以下的關係:

$$a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}, 1 \leq i, j, k \leq n$$

由上述結果知, 上式不成立。

若  $a_{12} * a_{23} = a_{13}$  要成立時, 必須  $a_{12} = 3, a_{23} = 3$ 。由此可知, 相對重要度可用比率尺度測定, 但卻受到上式的限制。同樣是極強的判斷, 卻受到  $a_{13} = 9$  的最高尺度限制, 而必須盡可能的使用稍強的程度。因此, Saaty 建議使用 1-9 尺度的妥當性, 有必要再加以檢討。

##### 二、決策屬性相關性問題

以 AHP 法處理決策問題時, 於各層級中需要儘可能納入與上層相關的所有屬性, 而且各層集中所有屬性之間都必需具有互斥性; 但在實際應用時常會因人們思考上的限制或資訊取得的困難, 使得在各層級所列出決策屬性, 在意涵上往往會有不具互斥特性的缺點, 而造成評估結果逆轉等不合理現象。

##### 三、平均數問題

利用 AHP 法求得的評估結果，實際上是準則權重的平均值，然而權重平均值缺乏各權重的分佈資訊，是一種不太可靠的統計指標，較缺乏可靠度的現象。

#### 四、群體決策問題

當 AHP 法被使用為整合不同專家或學者的意見，作為其對決策評估的依據結果時，通常依 Saaty 的建議使用幾何平均數的方式來做為整合的函數。然而，幾何平均數法適合用於決策者彼此具有共識的情況，因為幾何平均數也是一種平均數，但當決策者對各決策屬性的認知差異很大時，對部分評估者亦可能會產生他們的權重無法反映在評估結果的問題，造成他們無法接受的評估結果，亦導致決策無法真正反映現實面。

#### 五、不精確問題

由於 AHP 是以 1,2, ,9 的比例尺度，來表示影響要素間相對重要程度的看法，即將決策者主觀認定的不精確數值，作為精確值來處理，以致評估結果可能與現實有所差異。

## 第二節 模糊集合理論

### 3.2.1. 基本概念

模糊理論的觀念，是由 Zadeh 教授，於 1965 發表了一篇著名的論文 Fuzzy Sets 後，開始迅速的發展。模糊理論是一種針對人腦這種利用模糊的訊息或是不完全的資料，不需經過繁瑣複雜的演算過程，仍能作出正確判斷的特色而發展出來的。模糊數學在處理現實環境之問題時，既能與傳統數學結合，又與傳統數學中的「非此即彼」與「亦此亦彼」的特性有所區別。

傳統的 AHP 法隱含一嚴重的問題，即是將決策者主觀認定的數值或相對重要性之不精確值，當作精確值來處理，也就因為如此，所評估的結果往往會和現實問題有所差距。故本研究將擬以模糊理論的應用來解決兩準則間相互比較的問題，希望能更合乎人類思維與語意描述的方式表達事件之本質，此部分主要用於問卷中模糊數之設計與處理。

### 3.2.2. 模糊集合基本概念

#### 一、模糊集合

我們在日常生活中常充滿著各式各樣模糊性的現象，如「高個子」、「漂亮」，這些現象的基準或印象會因人而異，我們很難明確地對這樣的現象利用傳統數學在量化上定義這些具模糊性的現象。像這樣對象物之集合的範圍或境界式不明確的集合，若能利用模糊集合的概念時，就很方便。而 Zadeh 教授對此模糊所定義的集合引進隸屬函數（membership function）以訂出模糊集合的特性。

模糊集合的定義為：設  $X$  為全集合，所謂在  $X$  中的模糊集合  $A$ ，是指利用隸屬函數  $\mu_A$  說明  $X$  的任意要素屬於  $A$  的程度。像這樣以加上特性的要素的集合來加以定義。其中， $[0,1]$  是表示由 0 到 1 的區間內的所有實數值。

$$\mu_A: x \rightarrow [0,1]$$

#### 二、模糊數與隸屬函數

模糊數（fuzzy numbers）為實數中的一模糊子集（Dubois and Prade, 1980），係信賴區間概念的擴充（徐村和, 1993）。依 Dubois and Prade 對模糊數的定義，模糊數的隸屬函數  $\mu_A(x)$  具備下列的基本性質：

1.  $\mu_A(x)$  為連續性。
  2.  $\mu_A(x)$  為一凸模糊子集（convex fuzzy subset）。
  3.  $\mu_A(x)$  為正規化模糊子集（normality of a fuzzy subset）。
- 亦即存在一實數  $x_0$ ，使得  $\mu_A(x) = 1$ 。



隸屬函數型式有：三角模糊數、梯形模糊數以及其他。如圖 3-1。

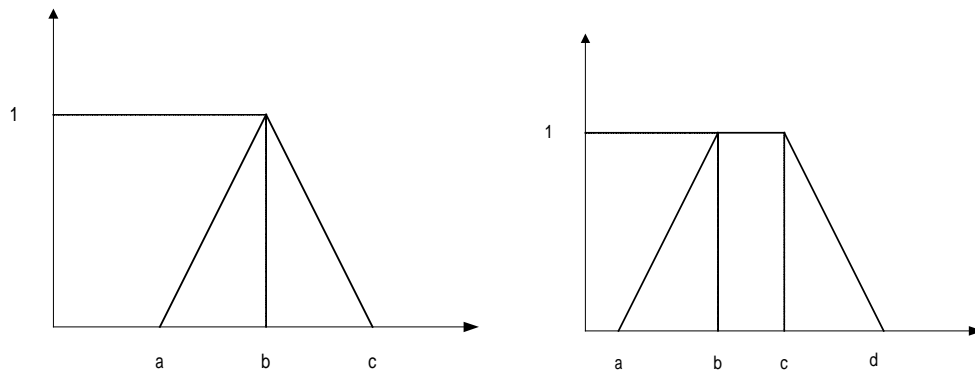


圖 3-1 隸屬函數形式圖

上述圖形表示模糊數的方式雖相當清楚，然在實際應用上並不方便，因此一般皆以數學方式來表示模糊數的特性。對任一模糊數  $\mu_A = (a, b, c, d)$ ，其具有下列特性：

1.  $a \leq b \leq c \leq d$ ；
2.  $\mu_A(x) = 0$ ，當  $x \in (-\infty, a) \cup (d, \infty)$ ；
3.  $\mu_A$  在  $[a, b]$  間為連續且由 0 至 1 的嚴格遞增； $\mu_A$  在  $[c, d]$  間為連續且由 1 至 0 之嚴格遞減；
4.  $\mu_A(x) = 1$ ，當  $x \in (b, c)$ 。

以數學式可表示為：

$$\mu_A(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a) & , a \leq x \leq b \\ 1 & , b \leq x \leq c \\ (x-d)/(c-d) & , c \leq x \leq d \\ 0 & , \text{others} \end{cases}$$

由上式可知，當  $b \neq c$  時， $\mu_A$  為梯形模糊數；當  $b = c$  時， $\mu_A$  為三角模糊數；當  $a = b = c = d$  時，則  $\mu_A$  為一明確數值 (crisp value)。依徐村和 (1993) 指出， $[b, c]$  之區間值為  $\mu_A$  最有可能出現的數值，且當決策人員所擁有的資訊越少，此區間的距離也越大，即此時越模糊。

### 三、三角模糊數

本研究僅應用三角模糊數的概念及簡單的運算，故以下僅對三角模糊數的特性與運算進行說明。

#### (一) 三角模糊數的概念

對任一三角模糊數  $\mu_A(x) = (l, m, u)$ ，依前述對模糊數的定義可知，其圖形(圖 3-2)及數學式可表如下：

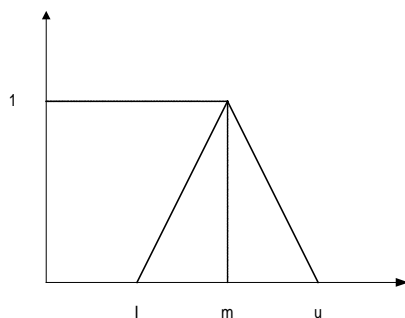


圖 3-2 三角模糊函數圖

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , x < l \\ (x-l)/(m-l) & , l \leq x \leq m \\ (x-u)/(m-u) & , m \leq x \leq u \\ 0 & , x > u \end{cases}$$

(二) 三角模糊數的運算

依三角模糊數的性質，以及 Zadeh (1965) 所提出的擴張原理 (extension principle)，三角模糊數  $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  與  $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  的代數運算如下：

1. 模糊數加法 (Laarhoven and Pedrycz, 1983)

$$(l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

2. 模糊數減法 (Kaufmann, 1984)

$$(l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2)$$

3. 模糊數乘法

a. (Laarhoven and Pedrycz, 1983)

$$(l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad , \quad l_1 \geq 0, l_2 \geq 0$$

b. (Kaufmann, 1984)

對任一實數 k

$$k \otimes \mu_A(x) = (k, k, k) \otimes (l, m, u) = (kl, km, ku)$$

4. 模糊數除法 (Kaufmann, 1984)

$$(l_1, m_1, u_1) \div (l_2, m_2, u_2) = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2) \quad , \quad l_1 \geq 0, l_2 > 0$$

5. 模糊數倒數

$$\tilde{M}_1^{-1} = (u_1^{-1}, m_1^{-1}, l_1^{-1})$$

## 6. 模糊數開根號運算

$$\tilde{M}_1^{1/n} = (l_1^{1/n}, m_1^{1/n}, u_1^{1/n})$$

3.2.3.  $\alpha$ -截集

$\alpha$ -截集 ( $\alpha$ -cut 或  $\alpha$ -level) 係將模糊集合，轉變成明確集合的工具，在模糊集合論中佔有相當重要的地位， $\alpha$ -截集的定義如下：

對於給定實數  $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$

$$N_\alpha = \{X | u_N(X) \geq \alpha\}, \text{ 稱為模糊集 } N \text{ 的 } \alpha \text{ 截集。}$$

當  $\alpha \leq u_N(X) \leq 1$ ，則稱  $X \in N_\alpha$ ， $\alpha$  稱為置信水準，或稱為門檻值。

$N_\alpha$  是普通集，為一區間值，其意義為：X 對 N 的隸屬度大於或等於  $\alpha$  值的數值所成的集合。當  $\alpha$  值越大，也就是所面臨決策環境為明確且可掌握時，表示門檻值越高，所對應的區間值 X 的個數越少；反之，若所面臨的評選環境相當模糊、資訊難以掌握，許多無法確定之可能性，就可選擇較低的  $\alpha$  值。若為三角形模糊數，則  $\alpha = 1$  時，即成為單一的實數值。如圖 3-3 所示。

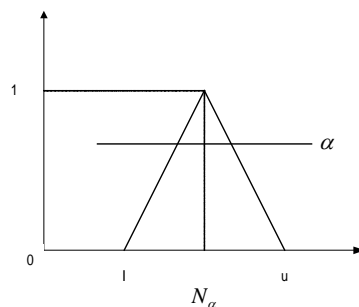


圖 3-3  $\alpha$  截集示意圖

## 3.2.4. 模糊語意變數 (Fuzzy Linguistic Variable)

人類通常都是在不確定的環境下做出選擇，而 Zadeh 在其 1972 年發表的文章中提到，當我們處理的問題太過於複雜或難以定義，且傳統量化方法很難合理地加以描述的情況下，此時可能需要以「模糊語意變數」(Fuzzy Linguistic Variable) 的概念來處理。

所謂「模糊語意變數」，是一種針對人類語言之語意程度的不同所相對應的變數，其價值是以自然語言或人工語言來表示，即將人類的自然語言(文字或字句)或人工語言中不同程度的詞語視為變數值。當我們要明確反映出語意變數所代表的價值與意義時，則需有適當的訊息轉變方式才能達成。例如，在人類自然

語言中，語意所代表的權重可視為一種語言變數，其值可分為「很低」、「低」、「中」、「高」、「很高」等五種不同程度的語詞，再給予不同的權重值。語意變數之使用相當廣泛。於本研究中，語意變數主要在進行決策人員以語意變數評估個準則的重要性，如圖 3-4。

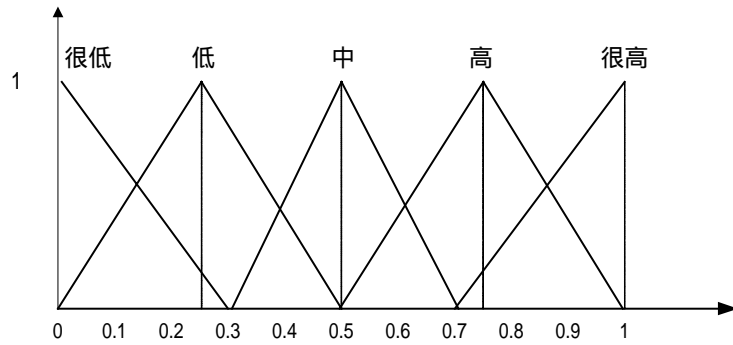


圖 3-4 五個等級語意變數的隸屬函數圖

### 第三節 模糊層級分析法 ( Fuzzy AHP )

針對傳統 AHP 法具有 (1) 判斷的感覺量模糊 ; (2) 決策屬性相關性問題 ; (3) 平均數問題 ; (4) 群體決策問題 ; (5) 不精確問題等缺失 , 以模糊觀念加以克服這些問題。

#### 3.3.1. Buckley 的模糊層級分析法

本研究不論對準則或方案的評估上都應用模糊理論的概念, 這種判斷或衡量是一種主觀及心理的評價, 皆具有不精確性, 為解決這樣的缺失, 模糊理論的應用是最好的一種方式。本研究目的主要為利用調查運輸使用者對運輸方案屬性的態度與偏好的資料, 以判別運輸選擇方案間屬性的相對重要性, 並由所求得的權重代表旅行者選擇各種運輸工具的機率。

Buckley 針對 Laarhoven 與 Pedrycz (1983) 所提出的模糊層級分析法具有 (1) 所求得的解不一定是唯一的 ; (2) 採用三角型模糊數進行權重的代數運算時, 所獲得的結果並非是一組三角型模糊數, 而必須再使用近似的方法, 使其成為三角型模糊數 ; (3) 並未考慮群體決策的問題等缺失。Buckley 採用幾何平均數法來導出模糊權重以及各替選方案的模糊分數, 可避免 Laarhoven 與 Pedrycz 所提出方法的缺失。

Buckley (1984) 針對傳統 AHP 法中各成對比較值過於主觀、不精確等缺失, 提出順序尺度 (ordinal scale) 的觀念。即首先要求各專家以順序尺度排列各決策準則即所有替選方案的優先順序, 以取代傳統 AHP 法中以數字的比率來表示其對兩兩要素間相對重要程度的看法, 以解決成對比較值過於主觀、不精確、模糊等缺失。然後再將專家所給予每一準則下各替選方案, 以及各決策準則的優先順序分別轉成模糊集合。最後利用平均及總計的方法串聯各層級, 即可求算出各替選方案的等級。此種作法的優點是要求專家以順序尺度來表達其對各決策準則及所有替選方案相對重要程度的看法, 而不是使用數字比率值, 對專家而言比較容易, 尤其是當決策準則及替選方案的數目很多時, 更可發揮避免成對比較值過於主觀及不精確的結果。其缺點是求解過程相當複雜, 且不易瞭解, 實用性不高。

Buckley (1985) 基於 (1) 傳統 AHP 法不精確的問題 ; 及 (2) Saaty 用來求取權重的  $\lambda - \max$  方法, 難以被使用在模糊矩陣的求算上等缺失, 亦將模糊集合理論應用在傳統 AHP 上, 並將一致性的概念一般化到模糊矩陣中。其作法是要求決策者以梯形模糊數來表示對兩兩要素相對重要程度的看法, 形成模糊正倒值矩陣 ; 接著, 利用幾何平均數的方法計算每一模糊矩陣的模糊權重 ; 再經各層級之間的串聯, 以決定各替選方案的最後模糊權重 ; 最後, 以各替選方案模糊權重的特徵函數圖形來排列各替選方案的優先順序。以下將對 Buckley 之模糊層級

分析法 (Fuzzy AHP) 的運算過程簡述如下：

步驟一：建立模糊成對比較矩陣

經由問卷調查，以梯形模糊數表示各專家對兩兩要素間相對重要程度的看法，建立模糊成對比較矩陣  $\tilde{A}_i$ 。

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$$

$$\tilde{a}_{ij} = [a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}]$$

$\tilde{a}_{ij}$ ：為因素  $A_i$  與  $A_j$  的影響權數的模糊數比值

步驟二：模糊矩陣  $\tilde{A}_i$  一致性之檢定

依 Buckley 的研究證明，可得下列結果：

設  $A = [a_{ij}]$  為一正倒值矩陣 (positive reciprocal matrix)，

$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$  為一模糊正倒值矩陣，

若  $A = [a_{ij}]$  具有一致性，則  $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$  亦具有一致性。

步驟三：計算每一模糊成對比較矩陣的模糊權重

依據 3.1 式和 3.2 式計算模糊正倒值矩陣中每一列的模糊權重值  $\tilde{W}_i$ 。

$$Z_i = [\tilde{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in}]^{1/n}, \quad \forall i \quad (3.1)$$

$$\tilde{W}_i = Z_i \otimes (Z_1 \oplus \dots \oplus Z_n)^{-1} \quad (3.2)$$

$Z_i$ ： $A_i$  相對所有  $i \neq j$  之  $A_j$  的重要程度

$\tilde{W}_i$ ：每一因素的模糊權重

步驟四：層級串聯

依 3.1 式與 3.2 式進行層級的串聯。

設  $w_i = (a_1, b_1, c_1, d_1)$  且  $r_1 = (a_2, b_2, c_2, d_2)$

$$\begin{aligned}
 w_1 \cdot r_1 &= \{(a_1 \cdot a_2)[L_1, L_2], b_1 \cdot b_2, c_1 \cdot c_2, (d_1 \cdot d_2)[R_1, R_2]\} \\
 a &= a_1 \cdot a_2, \quad b = b_1 \cdot b_2, \quad c = c_1 \cdot c_2, \quad d = d_1 \cdot d_2, \\
 L_1 &= (b_1 - a_1)(b_2 - a_2), \\
 L_2 &= a_2(b_1 - a_1) + a_1(b_2 - a_2), \\
 R_1 &= (d_1 - c_1)(d_2 - c_2), \\
 R_2 &= -[d_2(d_1 - c_1) + d_1(d_2 - c_2)], \\
 U_i &= \Pi(w_i \cdot r_i)
 \end{aligned}$$

**步驟五：建立隸屬函數**

假設在步驟四中層級串聯後的結果為  $U_i$

$$U_i = \{a_i[L_{i1}, L_{i2}], b_i, c_i, d_i[R_{i1}, R_{i2}]\},$$

則模糊權重  $U_i$  的隸屬函數  $\mu_{U_i}(x)$  的定義如表 3-3 所示。

表 3-3 模糊權重  $U_i$  的隸屬函數  $\mu_{U_i}(x)$  的定義表

$X$	$\mu_{U_i}(x)$
$\leq a_i$	0
$\geq d_i$	0
$\in [b_i, c_i]$	1
$\in [a_i, b_i]$	$\alpha \in [0,1]$
$\in [c_i, d_i]$	$\alpha \in [0,1]$

當  $x \in [a_i, b_i]$  時，模糊權重隸屬函數的圖形可依據 3.3 式畫出；當  $x \in [c_i, d_i]$  時，模糊權重的隸屬函數圖形可依據 3.4 式畫出。

$$x_i = L_{i1}\alpha^2 + L_{i2}\alpha + a_i \tag{3.3}$$

$$x_i = R_{i1}\alpha^2 + R_{i2}\alpha + d_i \tag{3.4}$$

**步驟六：排列各替選方案的優先順序**

計算各替選方案優先順序的排列時，必須先求出兩兩替代方案  $A_i$  與  $A_j$  的相

對優先程度  $e_{ij}$ 。

$$e_{ij} = \max[\min(\mu_{U_i}(x_i), \mu_{U_j}(x_j)), x_i \geq x_j, \forall i, j]$$

$e_{ij}$  :  $A_i \geq A_j$  的程度

判斷準則：

- (1) 若  $e_{ij} = 1$  且  $e_{ji} < \sigma$  ,  $\sigma \in [0,1]$  , 則  $A_i$  優先於  $A_j$ 。  $\sigma$  是由決策者先決定的實數,  $\sigma$  值可視為非顯著門檻值( nonsignificant threshold ), Buckley 建議合適的  $\sigma$  值大約是 0.7,0.8,0.9 等實數。
- (2) 若  $e_{ij} = 1$  且  $e_{ji} > \sigma$  , 則  $A_i$  不優先於  $A_j$ 。
- (3) 若  $A_i$  不優先於  $A_j$  , 且  $A_j$  不優先於  $A_i$  , 則推斷  $A_i \cong A_j$ 。

### 3.3.2. 修正之 Buckley 模糊層級分析法

本研究針對 Buckley 的模糊層級分析法具有：(1) 要求各專家以梯形模糊數代表兩兩要素間相對重要程度的看法；及(2) 該模式計算上太過複雜等缺失，將以三角模糊數作為模糊隸屬函數。在問卷訪調查的同時，要求決策者依自己的感受填寫對各尺度值的區間值。對每一位受訪者進行模糊權重的計算，對於整體決策的整合，將採 Saaty 利用幾何平均數作為整合函數的方式。而由 Buckley 的方法所求出的權重為模糊值，本研究依據 Teng & Tzeng (1993) 所發展之模糊數排序方法，即利用「重心法」對三角模糊數去模糊化 (defuzzy) 找出最佳非模糊值 (nonfuzzy) 或最佳明確值 (best crisp value)。另一方面，過去研究之訪談對象為專家，為整合專家之意見，需求得整體專家之共識性，本研究之對象以及主題為針對一般個體，故將以市場區隔方式找出具有共識的群體，再加以整合整體之意見。並由模式之運算結果判斷每一個體之偏好是否與其實際行為相符。

本研究對修正之 Buckley 模糊層級分析法 (Fuzzy AHP) 權重求算的運算過程簡述如下：

步驟一：建立模糊成對比較矩陣

經由問卷調查，將每一份問卷，以三角模糊數表示決策者對兩兩要素間相對重要程度的看法，建立模糊成對比較矩陣  $\tilde{A}_i$ 。

$$\tilde{A}_i = [\tilde{a}_{ij}] = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$



$$\tilde{a}_{ij} \cdot \tilde{a}_{ji} \approx 1, \quad \forall ij = 1, 2, \dots, n$$

$l_{ij}$  : 受訪者所填寫尺度區間值之最小值。

$m_{ij}$  : 取尺度區間範圍值之平均數。

$u_{ij}$  : 受訪者所填寫尺度區間值之最大值。

### 步驟二：模糊矩陣 $\tilde{A}_i$ 一致性之檢定

依 Buckley 的研究證明，可得下列結果：

設  $A = [a_{ij}]$  為一正倒值矩陣 (positive reciprocal matrix)，

$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$  為一模糊正倒值矩陣，

若  $A = [a_{ij}]$  具有一致性，則  $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$  亦具有一致性。

以此判斷問卷是否為有效問卷。

### 步驟三：模糊權重 $\tilde{Z}_i$ 之計算

Buckley 對準則權重的評估係利用幾何平均數的觀念加以導出。

$$\tilde{Z}_i = [\tilde{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in}]^{1/n}, \quad \forall i$$

### 步驟四：層級串聯

設決策架構為三層，若  $\tilde{f}_k = (\tilde{f}_{1k}, \dots, \tilde{f}_{nk})$  為每一方案  $A_k$  的模糊權重，而  $\tilde{e} = (\tilde{e}_1, \dots, \tilde{e}_k)$  為其上一階層  $E$  的模糊權重，則每一方案的整體層級權重的公式如下：

$$\tilde{w}_j = (\tilde{f}_{j1} \otimes \tilde{e}_1) \oplus \dots \oplus (\tilde{f}_{jk} \otimes \tilde{e}_k)$$

### 步驟五：去模糊化 (defuzzy)

本研究依據 Teng & Tzeng (1993) 所發展之模糊數排序方法，即利用「重心法」(Center of Area, COA 或 Center Index, CI) 對三角模糊數去模糊化 (defuzzy) 找出最佳非模糊值 (nonfuzzy) 或最佳明確值 (best crisp value)，即求出每個方

案之明確權重，其算法如下：

$$DFw_i = [(u_i - l_i) + (m_i - l_i)] / 3 + l_i$$

步驟六：正規化

將每個方案所求得的權重數進行正規化，對本研究而言，可得到每種運具選擇的比例。

$$W_i = DFw_i / \sum DFw_i$$

## 第四節 以模糊層級分析法建構運量分配模式

本研究模糊層級分析法運量分配模式的建立，於變數的考量上與架構的階層關係，主要擷取過去運量分配模式所常用的解釋變數以及鮮少考慮到的不可量化因素，作為評斷個人於城際旅行時選用運具的評估準則，再依模糊層級分析法之作業程序逐步推演以得到最終之運量分配結果。

### 3.4.1. 模式建構

本研究模式之架構部分，以層級分析法（AHP）之作業流程來建立分析之模式，說明如下：

#### 一、界定問題

台灣地區的交通問題已是長年存在的事實，欲解決此一問題單由興建或拓寬道路，以提高道路系統容量已不敷所需，尤其對於地狹人稠的台灣，土地資源相當有限，導致用地之成本非常高，故除設法提高道路容量外，尚需配合各種運輸系統的整體考量，調整最適當的分配情形，加上全面運輸設施的整體規劃，才較易收到改善交通狀況的效果。運量分配情形成為改善交通的關鍵課題，多年的運輸規劃發展，運量分配仍無法準確的被預測，一重要關鍵在於是否掌握旅運者的運具選擇行為，這即為本研究所欲探討的主要問題，希望藉由模糊層級分析法能更清楚瞭解個人真正之運具選擇之行為。

運具選擇屬個人決策之行為，個體於不同的目的下產生不同旅次長度的運輸需求，在考慮個體本身之社會經濟條件以及各種心裡因素影響之下，最後決定所選擇之運具。本研究欲藉此分析不同運輸市場中個體選擇運具考量因素之差異，更確實瞭解個體之行為以進行有效之模擬運具選擇行為，作為預測運量分配之基礎。

#### 二、確認影響問題的所有要素

本研究對於影響旅行者選擇運具的因素，透過過去運量分配模式所使用之變數為主要之影響因素，再加上過去可能忽略之態度變數，作為評斷個人選擇運輸工具的評估準則，過去國內城際間運具分配模式所選取的變數可整理如表 3-4。

表 3-4 國內城際間個體運具分配模式相關文獻整理表

研究者	資料型態	應用模式	選取重要變數
許昭琮 (民 73)	顯示性偏好	多項羅吉特模式 增量羅吉特模式	總旅行成本 車內外旅行時間 個人所得 車輛擁有 態度變數 (方便、舒適、服務、適意、安全、自在)
吳英亮 (民 73)	顯示性偏好	不可補償性選擇模式	車內旅行成本 車內旅行時間 便利性 舒適性 安全性
顏進儒 (民 87)	顯示性偏好	多項羅吉特模式	等車時間 車內旅行成本/所得 職業 性別 小汽車持有
朱冠文 (民 79)	顯示性偏好	多項羅吉特模式 增量羅吉特模式	總旅行成本 車內旅行時間 性別
劉慧燕 (民 81)	敘述性偏好	多項羅吉特模式	總旅行成本 車內外旅行時間 等車時間 巴士內有無電視
李奇 (民 81)	敘述性偏好 顯示性偏好	多項羅吉特模式	車內旅行成本/所得 車內旅行時間
游振偉 (民 81)		AHP	旅行成本 旅行時間 便利性 舒適性 安全性
運研所 (民 82)	顯示性偏好	多項羅吉特模式	車內旅行成本/所得 總旅行時間
汪佳政 (民 83)	顯示性偏好	多項羅吉特模式 增量羅吉特模式	總旅行成本/家戶所得 總旅行時間 個人所得

蕭銘雄 (民 85)	整合偏好	多項羅吉特模式	旅運部分之旅行時間 活動部分旅行時間 總旅行成本 有到達時間限制特定變數
王郁珍 (民 85)	整合偏好	巢式羅吉特模式	總旅行時間 家戶所得 年齡
謝淵鈞 (民 86)	顯示性偏好	多方案效用無異門 檻值羅吉特模式	總旅行時間 個人所得 性別
周榮昌、李其澧、 曾鵬庭 (民 87)	敘述性偏好	普洛比模式	總旅行時間 票價
陳牧民 (民 88)		Lingo 電腦程式求 出最適運具組合	旅行時間 班次密度 票價 安全 準點性 有無座位
黃秀敏 (民 87)	顯示性偏好 敘述性偏好	以多項羅吉特模式 為基礎，並採線性 可加乘效用函數	旅次目的 旅次起迄點 旅行成本 旅行時間 公務補助 同行人數 小汽車持有 個人及家戶所得

資料來源：本研究整理

根據過去文獻，影響旅行者選擇運具的因素，主要可歸納為四類：旅次目的、旅行者的社會經濟特性、運輸工具所能提供的服務屬性，以及旅次目的地的土地使用特性。而城際的旅次中，土地使用特性較不影響旅運行為，故本研究僅考慮前三項因素。

(一) 旅次目的方面，本研究將旅次目的分為商務公務、娛樂購物、探親訪友以及其他等四類。

(二) 旅行者的社會經濟特性方面，本研究參考相關文獻後，決定考慮因素為家戶及個人所得、汽車持有情形、有無公務補助等。

(三) 運具提供的服務屬性方面，根據段良雄教授 (1984) 的研究結果，認為影響旅行者選擇運輸工具的屬性變數可歸納為旅行成本、旅行時間、便利性、舒適性、安全性及可靠性等六項為代表，惟其所謂之可靠性是指準點開車與準時

到達而言，應可併入旅行時間一項同時考慮。故本研究以旅行時間、旅行成本、便利性、舒適性及安全性來做為旅行者選擇使用運輸工具時的評估準則，分別說明如下：

- 1.旅行時間：指到達車站所需之時間、實際行車時間、車站到目的地所需之時間與準時性等。
- 2.旅行成本：指大眾運輸之票價；私人汽車之汽油費、過路費。
- 3 便利性：指到達車站之便利性與成本；從車站到目的地之便利性與成本；購票時間、等車時間、班次密集性、攜帶行李之便利性、用餐方便等。
- 4.舒適性：指座位寬敞、活動空間、如廁方便、空氣調節、噪音干擾、平穩性及觀賞風景等。
- 5.安全性：指乘車安全、事故發生的可能性及其嚴重性等。

### 三、建立階層關係

本研究採由上至下法建立階層結構，旅運者在考慮最終所選擇的運具，首先個人必須先產生運輸需求（Travel Demand），將此需求按不同目的別予以分類；然後再依市場區隔法（Market Segmentation）將旅行者按其社會經濟背景分類；接下來為旅行者選擇運輸工具的評估準則，即旅行之時間、成本、安全、舒適以及便利；最後則為可供旅行者選擇的運輸工具。本研究於中短途旅次部分，將運具區分為小汽車、大客車以及鐵路三種；而長途旅次部分，運具可分為小汽車、大客車、鐵路以及航空等四種。整個運具選擇的流程如圖 3-5：

第一步驟（Travel Demand）：旅行者必須先產生運輸需求，然後才有運具選擇的問題發生。

第二步驟（Trip Purpose）：按照旅次目的分類，主要在考慮因旅次目的不同會影響旅行者對運輸工具提供屬性服務水準的需求。本研究將旅次目的分為四類：商務公務、娛樂購物、探訪親友及其他。

第三步驟（Income）：按所得水準分類，主要在考慮因所得水準的不同，可能對旅行成本有不同的敏感度。

第四步驟（Car-ownership）：小汽車擁有數，藉此反映是否擁有小汽車者較可能選用小汽車為運輸工具。

第五步驟（Trip Criteria）：選用運輸工具的評估準則，藉此可獲得旅行者對各評估準則需求的相對重要程度。本研究所選用的運輸工具評估準則為：時間、費用、安全、舒適、便利。

第六步驟（Travel Mode）：為決定運輸工具的選擇。

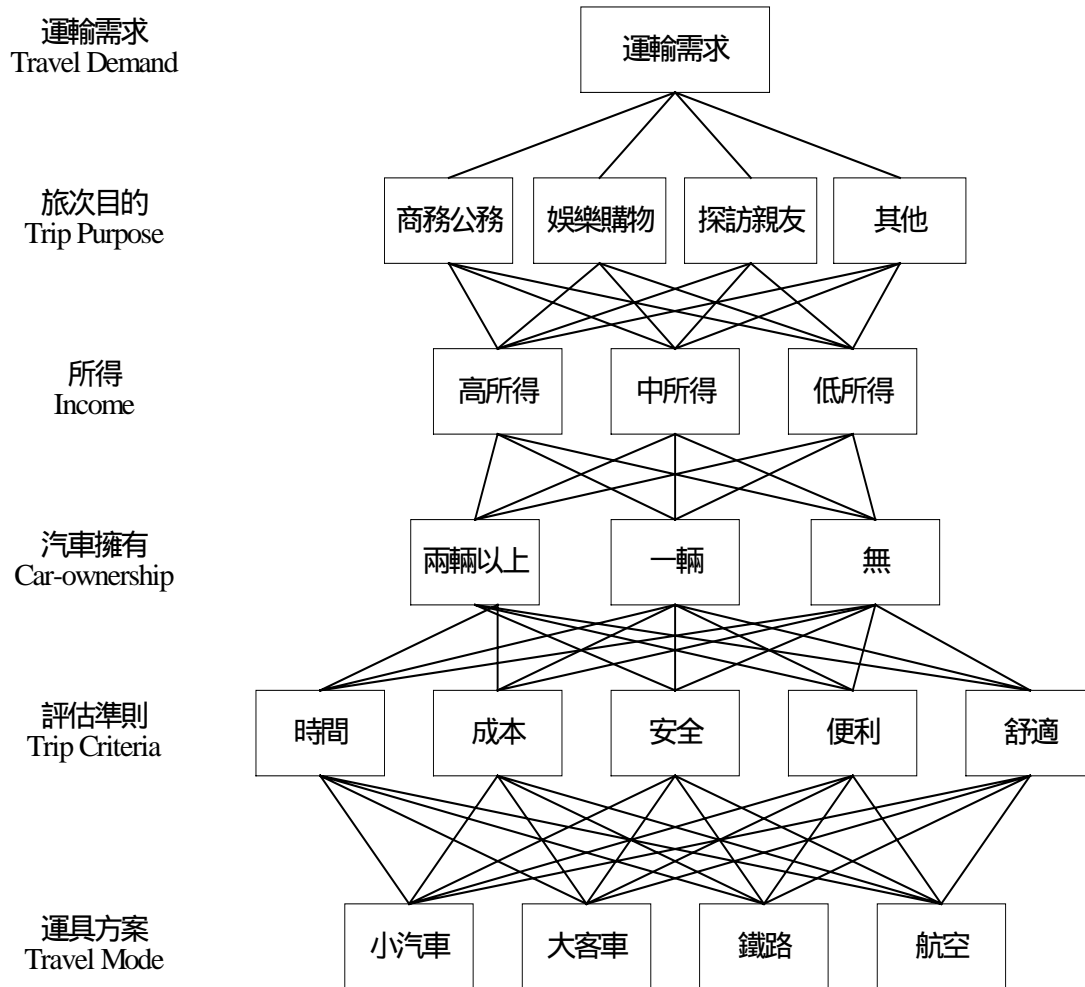


圖 3-5 運具選擇流程圖

本研究中，於第一至第四步驟之旅運資料，將以傳統問卷調查方式進行，對於運具選擇準則的評估以及運具之選擇，則建立 AHP 法的階層架構，所建立之層級分析架構如圖 3-6 所示：

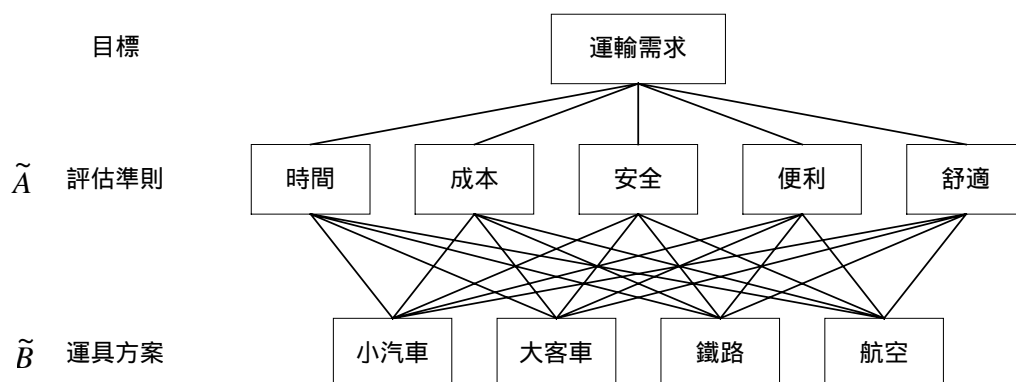


圖 3-6 運量分配分析階層圖

#### 四、建立成對比較矩陣

本研究利用問卷調查方式來取得個體之實際旅行者對評估準則以及在特定準則下對不同運輸工具的評價，並建立相對值衡量的模糊成對比較矩陣。另將可量化評估準則（旅行時間與成本），依各運具的績效表現建立絕對值衡量的成對比較矩陣。

對選擇運具所考慮之五項評估準則（時間<sub>(1)</sub>、成本<sub>(2)</sub>、安全<sub>(3)</sub>、舒適<sub>(4)</sub>、便利<sub>(5)</sub>）所建立之模糊成對比較矩陣如下：

$$\tilde{A}_i = [\tilde{a}_{ij}] = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{15} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{25} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{a}_{51} & \tilde{a}_{52} & \cdots & \tilde{a}_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{15} \\ \tilde{a}_{21} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{25} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ \tilde{a}_{51} & \tilde{a}_{52} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, 5$$

$\tilde{A}_i$  = 針對五項評估準則所建立之模糊成對比較矩陣。

$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ ：為兩兩評估準則之相對重要性。

$l_{ij}$ ：決策者所填寫尺度區間值之最小值。

$m_{ij}$ ：取決策者所填寫尺度區間範圍值之平均數。

$u_{ij}$ ：決策者所填寫尺度區間值之最大值。

例如： $\tilde{a}_{12} = (l_{12}, m_{12}, u_{12})$ ，為時間因素相對成本因素的重要性，其他以此類推。



於某一特定準則下，對各運具（小汽車<sub>(1)</sub>、大客車<sub>(2)</sub>、鐵路<sub>(3)</sub>、航空<sub>(4)</sub>）之滿意程度所建立之模糊成對比較矩陣為：

$$\tilde{B}_i = [\tilde{b}_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{b}_{12} & \tilde{b}_{13} & \tilde{b}_{14} \\ \tilde{b}_{21} & 1 & \tilde{b}_{23} & \tilde{b}_{24} \\ \tilde{b}_{31} & \tilde{b}_{32} & 1 & \tilde{b}_{34} \\ \tilde{b}_{41} & \tilde{b}_{42} & \tilde{b}_{43} & 1 \end{bmatrix}$$

$\tilde{B}_i$ ：針對特定之評估準則，對各種運具相對滿意程度之模糊成對比較矩陣。

$\tilde{b}_{ij}$ ：為運具兩兩之相對滿意度。

例如： $\tilde{b}_{12} = (l_{12}, m_{12}, u_{12})$ ，為在某特定準則下，小汽車相對於大客車之滿意程度。

## 五、權重計算

根據所建立的模糊成對比較矩陣，將每個個體決策者，依 Buckley 的研究證明，檢定模糊成對比較矩陣的一致性以判斷問卷的有效性，計算每一準則的模糊權重，再經過層級串聯以及去模糊化，可求得個體對各個方案的權重，以此權重代表各運具之運量分配。

經過以 Buckley 之幾何平均方式求出各評估準則之模糊權重 ( $\tilde{A}_i$ ) 以及各準則下對每種運具之滿意權重 ( $\tilde{B}_i$ )，個體選擇各運具之整體權重為：

$$\tilde{W}_j = (\tilde{A}_{j1} \otimes \tilde{B}_1) \oplus \dots \oplus (\tilde{A}_{jk} \otimes \tilde{B}_k), j=1,2,3,4,$$

$\tilde{W}_j$ ：每一個體選擇每種運具之權重。

再對模糊權重以重心法進行去模糊化，得到方案之明確權重值。

## 六、提供決策資訊

利用所求得各準則以及各方案之權重，在不同市場區隔下，歸納出各個市場之選擇偏好，可提供運量分配之相關訊息，作為未來運輸規劃作業的參考。

### 3.4.2. 問卷設計

本研究根據所建立的模式階層架構來設計問卷，問卷內容共分為三部分：第一部份為受訪者的基本資料，目的在瞭解受訪者往返城際的主要目的及其社經背

景，訪問的項目為：旅次目的、有無公費補助、通常選用之運具、受訪者之年齡、性別、家庭所得、個人所得、職業、擁有小汽車數等；第二部份為受訪者對運輸工具特性的看法，目的在取得受訪者對評估準則及在特定準則下對不同運輸工具的評價值以建立模糊成對比較矩陣，其中影響選擇運具之因素為：時間、成本、安全、舒適、便利等五項，在各影響因素下，分別瞭解各種運具對特定因素的滿意程度，可供選擇的運具為：小汽車、大客車、鐵路、航空等四項；第三部份為瞭解未來旅行者乘用高速鐵路的傾向，用以作為預測未來新運具加入時運量預測的根據。本研究實際問卷如附錄 1~6。

社會調查的設計問卷過程中充滿很多模糊性概念、模糊性架構與模糊性歸納邏輯，又人類的語言、思維與決策，常有模糊及非量化的特質，尤其是人類的行為，常出現不確定的情形，若利用模糊統計技術，將可解決這樣的問題。過去數學理論中的集合論和人類思維最大的不同在於數學的精準性及排他性，模糊邏輯的應用，主張個人喜好程度不需非常清晰或有條理，因人的思維是複雜的，兼具不明確性的喜好。在模糊問卷的設計上，考量了人類複雜的思維與行為模式，應用區間值的模糊特性，估計人類對事物的喜惡強弱。

本研究之問卷設計在運具服務屬性準則以及在特定準則下對不同運輸工具的評價值採成對比較的方式進行，並且請受訪者對各尺度值依個人感受進行評分，如表 3-所示。問卷成對比較的評估尺度不引用 Saaty 所建議使用之九個尺度，採用五個具順序性的語意性措辭（非常重要、重要、同等重要、不重要、非常不重要；非常滿意、滿意、同等滿意、不滿意、非常不滿意）請受訪者勾選，並請受訪者對評估尺度（非常重要、重要、同等重要）由 1~5 進行評分，以瞭解個人對尺度看法的差異，參閱表 3-5，詳細之問卷內容參閱附錄。

本研究使用五個具順序性的語意性措辭來表示重要以及滿意程度的原因如下：

1.G.A.Miller 在 1956 年的研究發現，人類無法同時對 7 種以上的事物進行比較。為避免混淆，他建議以「七項加減兩項」的語意性措辭是適當的方式。

2.Saaty 之所以建議使用 1-9 尺度作為評估指標，最強的理由是因 1-9 尺度的 RMS 值與 MAD 值最小。但其他研究也發現，1-9 尺度的 MAD 值也有最小的時候，同時計算所舉三例的 C.R.值，顯示 1-5 尺度優於 1-9 尺度。表示 Saaty 對於建議使用 1-9 尺度的理由並未十分明確。

表 3-5 問卷成對比較表之範例

因素 A	非常重要	重要	同等重要	不重要	非常不重要	因素 B
時間	✓					成本

依個人的主觀認定，由 1-5 分，越重要分數越高，填寫對上述五個尺度的判斷值：

極為重要：\_\_\_ 4~5 \_\_\_      較為重要：\_\_\_ 2~4 \_\_\_      同等重要：\_\_\_ 1~2 \_\_\_

### 3.4.3. 研究分析內容

選定實證研究地區進行問卷調查後，依問卷調查所得之樣本資料，對個體建立基本資料庫，進行資料之分析，瞭解運輸市場運量分配之情形以及相關之分析研究，茲將後續之研究分析內容及方法詳述如下，研究內容流程如圖 3-7。

#### 一、問卷調查與資料蒐集

問卷設計完成後，即著手進行問卷調查及相關資料的蒐集。

#### 二、一致性檢定

將蒐集的個體資料，對各評估準則看法所建立之模糊成對比較矩陣，進行問卷一致性的檢定，判斷受訪者的回答是否前後一貫，及其回答是否合理。若受訪者回答具一致性，即當  $C.I. \leq 0.1$ ，則問卷視為有效問卷，若回答不通過一致性檢定，則問卷視為無效問卷。

#### 三、建立樣本個體基本資料庫

通過一致性檢定之有效樣本，針對個體基本資料建檔，所使用之軟體為 EXCELL，將資料分為兩部分：第一部份為對個體基本資料建檔，如受訪者之性別、年齡、所得、擁有汽車數、職業等資料，資料以名目尺度進行編碼建檔。

第二部份為各準則的模糊權重，依受訪者填答各準則之成對比較矩陣，配合受訪者自行填答之模糊尺度區間，建立模糊成對比較矩陣。受訪者所填答之尺度區間，以區間之最大、最小以及其平均數建立評估準則兩兩比較之模糊三角函數，如 3-式。每一筆個體資料依 Buckley 以幾何平均的方式，求算出每一評估準則（時間、成本、安全、便利、舒適）特定準則下對每種運具的評價（小汽車、大客車、鐵路、航空等各運具對時間、成本、安全、便利、舒適的滿意度），以及經層級串後受訪者選擇各種運具的模糊權重值。由於要求受訪者填寫各尺度之區間範圍之主要目的在於更明確瞭解受訪者對各因素兩兩比較之看法，故為了後續分析之便利，將每一評估準則、特定準則下對每種運具之評價以及各個替選方案之模糊權重，以 Teng & Tzeng 之重心法對三角模糊數去模糊化，找出各準則或方案之明確權重值。

$$\tilde{A}_i = [\tilde{a}_{ij}] = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \cdots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & 1 & \cdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.)$$

#### 四、樣本基本資料分析

針對樣本第一部份所建立之基本資料庫，對所調查之樣本進行基本的統計分析，如年齡、性別、所得、旅次目的、費用來源、職業、擁有小汽車之樣本組成，受訪者實際選擇運具的比例及未來轉搭高鐵的意願，以瞭解樣本之基本組成結構及反映受訪者對事物的看法。

#### 五、個體行為特性分析

由所建立的個體基本資料庫，可求得個體經模糊層級分析法選擇各種運輸工具的權重值，權重值越大者代表個體選擇此運具的可能性越高。本研究將檢視個體最高偏好選擇之運具是否為其實際選擇的運具，以此可判斷個體之實際選擇行為是否與其偏好相符合，若個體偏好與實際行為之符合率高，顯示藉由問卷調查所得的資料更趨於實際行為。

另一部份，將各個運輸市場之個體資料以市場區隔方式，分析不同群體其對影響運具選擇所考慮因素偏好之差異關係，藉此探討不同群體之特性。由於時間之限制，除長途旅運市場依旅次目的及個人所得進行市場區隔加以分析外，中短程運輸市場僅依旅次目的進行市場區隔加以分析個體之行為特性。

依不同市場區隔區分出不同群體，本研究欲探討不同群體對各準則之看法，由於各決策者本身對事物看法的認知不盡相同，對同一評估準則看法及結果亦不相同，而傳統 AHP 法以平均數概念整合群體的決策，可能無法完整反映決策者的意見，故本研究對於群體意見之整合，採三角模糊數概念，即以群體對某一準則權重之最小值、幾何平均值及最大值，作為某一評估準則之三角模糊區間，再以重心法去模糊，得到明確之權重值，以求得的明確權重作為各群體對某一準則的重視程度。利用 K-W 檢定，可檢定不同群體間偏好之差異度，進行探討。

#### 六、運輸市場運量分配現況

瞭解目前各個運輸市場運量分配之現況，本研究以各種運具每日旅次數換算為運量分配之比例，主要之目的用以與模糊層級分析法之運量分配做比較分析，以驗證模式之預測能力。另一方面，由於後續研究之需要，需了解各運輸市場各種運具往返城際間之旅行時間以及成本，主要調查的項目為各運輸市場各種運具之旅行時間、票價、往返班次、座位數等資料。

#### 七、模糊層級分析法之運量分配

利用修正 Buckley 之模糊層級分析法求得個體對各運具方案之權重，依市場區隔，整合各個群體選擇運具的權重，最後再整合整個運輸市場選擇各運具之權重，以此權重代表運量分配之比例。

整合各群體選擇運具方案之權重，本研究採用兩種方式求得各群體對各種運具選擇之權重：1.以幾何平均方式，即將某一群體內所有個體對某運具選擇之權

重以幾何平均的計算方式加以整合所求得之數值，代表整個群體選擇某運具之權重值；2.以三角模糊數概念，即以群體內所有個體對某一運具方案權重值之最小值、幾何平均值及最大值，作為選擇某運具之三角模糊區間，再以重心法去模糊，得到明確之權重值，代表某群體選擇某運具之權重值。

依市場區隔分別求得各群體對各種運具選擇之權重，將各群體相同運具之運具方案權重相加，加以標準化，即可求得某一運輸市場整體之運量分配。

本研究原本成對比較矩陣之構成，均以受訪者之主觀心理感受為依據，其優點為所得結果可解釋為旅運者對各運具的潛在需求強度，但其有一缺點，即在做預測時，必須重新設計問卷，說明未來運具的改變以及所能提供之服務水準，此缺點會降低了本研究方法的可操作性，故本研究擬將評估準則中，可量化的評估準則，即各運具的時間及成本滿意度，基於理性行為的假設，直接以各運具之絕對值來建構成對比較矩陣，至於安全、舒適以及便利等因素，則維持原受訪者感受，成對比較矩陣不予以更動。

惟本研究前述之方法為利用模糊之概念，今若以絕對績效值建購時間以及成本的成對比較矩陣，便無所謂模糊之權重值。故本研究先對未予以更動之模糊評估準則進行去模糊化，所得之明確權重值則作為各準則之權重值，再與由絕對績效值所建構之成對比較矩陣求出之權重值加以層級串聯，最終求出整體之運量分配。

整體而言，本研究依「有無市場區隔」、「整合群體意見方式」以及「可量化評估準則之成對比較矩陣形式」三類分類方式進行排列組合，可構成六種模糊層級分析法之運量分配模式，六種運量分配模式如表 3-6，依這六種模式分別求出每一運輸市場之運量分配。

表 3-6 模糊層級分析法運量分配模式表

模式	有無市場區隔	整合群體意見方式	可量化評估準則之成對比較矩陣形式
模式一	無	幾何平均	相對成對比較矩陣
模式二	有	幾何平均	相對成對比較矩陣
模式三	有	三角模糊數	相對成對比較矩陣
模式四	無	幾何平均	絕對成對比較矩陣
模式五	有	幾何平均	絕對成對比較矩陣
模式六	有	三角模糊數	絕對成對比較矩陣

資料來源：本研究整理

## 八、模式檢定

每一運輸市場依六種模式分別求出運量分配後，與實際現況的運量分配透過 RMS 統計方法可檢定模式所得結果與現況的差異程度。方法如下：

設有兩向量：

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \text{ 以及}$$

$$B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\},$$

則

$$RMS = \left\{ \left[ \sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2 / n \right]^{1/2} \right\}.$$

$a_i$  : i 運具現況運量分配比例。

$b_i$  : 由 fuzzy AHP 求出 I 運具之運量分配比例。

### 九、運量分配模式地區轉移性分析

於同一長度之運輸市場，以 A 運輸市場之運量分配模式預測 B 運輸市場之運量分配，即以 A 運輸市場舒適、便利、安全之成對比較矩陣，加上 B 運輸市場旅行時間及成本之絕對績效值成對比較矩陣，而求算 B 運輸市場之運量分配。本研究以此方式，分析將一地區的模糊層級分析法運量分配模式預測其他運輸市場運量分配之可行性，所求得之運量分配比例亦可依 RMS 統計方法檢定模式之估計結果與實際情形之差異。若模式預測結果不錯時，未來將可減輕運量預測之資料調查工作。

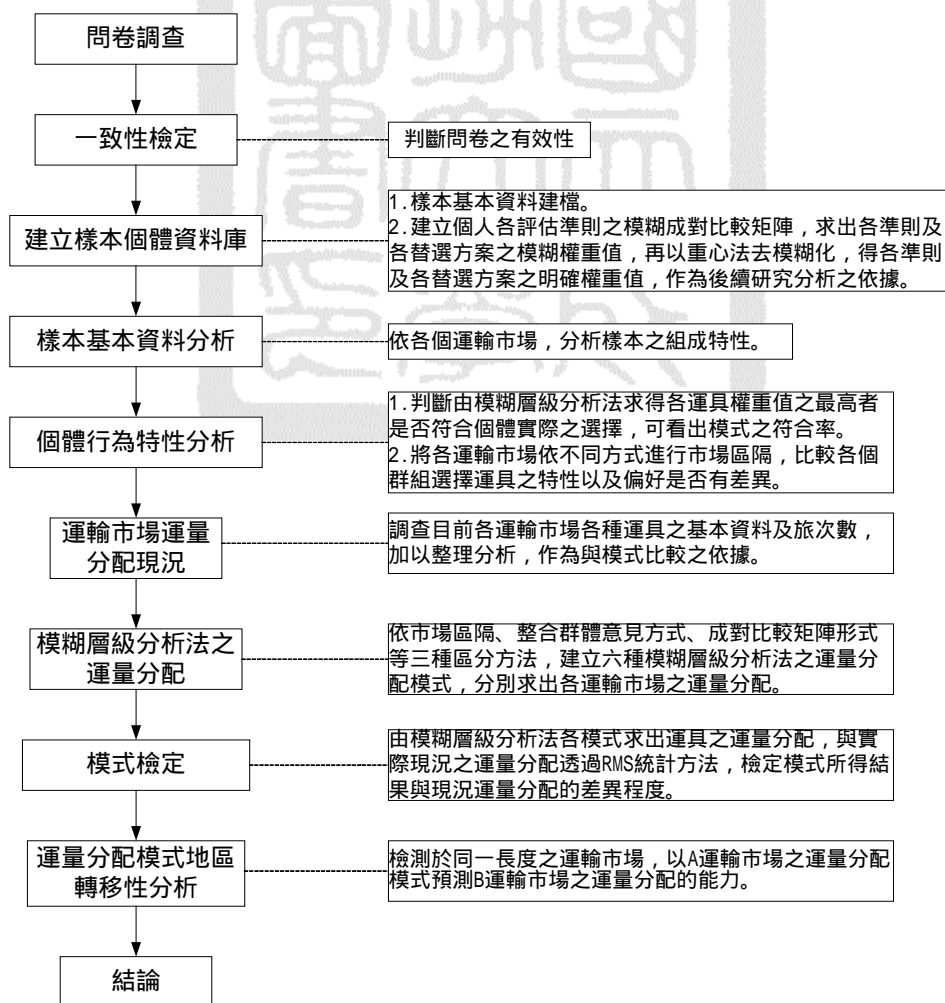


圖 3-7 研究內容流程圖

## 第四章 實證研究分析

本章主要根據第三章所建立之模式架構以及研究內容之需要，選定特定之運輸市場，作為實證研究之對象，以檢測所建構模式之可行性，並探討各運輸市場個體運具選擇行為之特性，最後並就所建構運量分配模式之地區轉移性作一分析。

### 第一節 城際運具選擇行為調查分析

#### 4.1.1. 研究範圍

本研究所研議之模糊層級分析法的運量分配模式，基本上應可適用於任何型態的運輸市場，為簡化實證分析的作業，本研究將以旅次長度作為分類，對長程、中程、短程之運輸市場各選擇兩個起迄點，共六個運輸市場，作為本研究實證研究分析之對象。起迄點都市之選擇，主要考量為同一長度之運輸市場，都市間的層級關係及都市之發展情況相似者。最後決定選擇長程的運輸市場為「台北 高雄」、「台北 台南」；中程的運輸市場為「台北 台中」、「台中 台南」；短程的運輸市場為「台北 新竹」、「台南 高雄」以作為本研究之研究範圍，如表 4-1 所示。選定這些運輸市場之主要原因為：(1) 台灣西部走廊之城際運輸系統具明顯的走廊型態，在起迄點固定的情況下，旅運者較易比較各種運具所提供的服務水準；(2) 本研究欲探討旅運者對各種運具的偏好，對於長程運輸市場，選擇之運輸市場以飛機能到達之區域為主要考量，如此能完整考量到每一種運具的服務水準；(3) 本研究的資料蒐集方式主要由問卷調查得到，故選擇較易獲得人力資源的都市作為實證研究之地區。

本研究設定之台北地區包括台北市各行政分區，新竹地區包括新竹市各行政分區，台中地區包括台中市各行政分區，台南地區包括台南市各行政分區以及永康市，高雄地區包括高雄市各行政分區。

表 4-1 研究範圍表

	長程運輸市場	中程運輸市場	短程運輸市場
起迄點	台北 高雄 台北 台南	台北 台中 台中 台南	台北 新竹 台南 高雄

資料來源：本研究整理

## 4.1.2. 抽樣調查與資料蒐集

本研究所需要之資料，主要來自問卷調查。而目前城際運輸市場現況資料之取得，則主要由運研所歷年出版之「運輸資料分析」以及其他相關之二手資料而得。

問卷調查部分，於問卷設計完成進行小規模試調並加以修正後，即展開正式的抽樣與訪問調查。問卷訪問調查分別在台北、新竹、台中、台南、高雄等五個地區進行。本研究之目的在於瞭解個體運具選擇的偏好，與過去 AHP 法之訪問對象主要為專家有所差異，本研究之訪問對象為一般大眾。由於研究範圍廣泛加上研究時間以及人力資源之限制，基本上本研究採便利抽樣方式，定點對一般大眾進行訪問。回收之問卷，分別先進行一致性檢定，通過一致性檢定之問卷代表受訪者的回答是具一致性的，沒有矛盾或前後不一的情形，視為有效問卷。依不同運輸市場所發放以及回收之問卷統計如表 4-2，由問卷回收之情形以及通過一致性檢定的比例來看，總有效問卷占總發放問卷之 60% 以上，顯示一般民眾對於問卷之填答並沒有太困難的地方，回答的意願亦相當高。

表 4-2 問卷發放回收統計表

旅次長度	運輸市場	發放問卷 (份)	回收問卷 (份)	有效問卷 (份)	總有效問卷(份)
長程	台北 高雄	台北：150 高雄：150	台北：120 高雄：128	台北：81 ( 67.5% ) 高雄：85 ( 66.5% )	166 ( 66.9% )
	台北 台南	台北：150 台南：130	台北：146 台南：90	台北：84 ( 57.5% ) 台南：68 ( 75.6% )	152 ( 64.4% )
中程	台北 台中	台北：150 台中：150	台北：135 台中：129	台北：88 ( 65.2% ) 台中：96 ( 74.4% )	184 ( 69.7% )
	台中 台南	台中：130 台南：140	台中：114 台南：126	台中：73 ( 64.0% ) 台南：79 ( 62.7% )	152 ( 63.3% )
短程	台北 新竹	台北：170 新竹：220	台北：156 新竹：196	台北：119 ( 76.3% ) 新竹：138 ( 70.4% )	257 ( 73.0% )
	台南 高雄	台南：140 高雄：170	台南：121 高雄：150	台南：78 ( 64.5% ) 高雄：91 ( 60.7% )	169 ( 62.4% )

\*有效問卷率為有效問卷佔回收問卷數之百分比。



### 4.1.3. 樣本基本資料分析

#### 一、問卷基本資料統計分析

針對各個運輸市場問卷調查回收之有效問卷，分別建立資料庫，經過模糊層級分析法對各因素以及方案權重的計算後，本研究對長程運輸市場資料進行進一步之篩選工作，將明顯不合理之回答樣本資料予以刪除，原因為長程運輸市場不同運具的旅運票價以及時間的差異甚大，在理性的判斷下，受訪者對於各運具之時間及票價的滿意度之間應不致有太不一致的現象，如果有太顯著的不一致時，可假設為不合理的樣本，而予以剔除。對於中程以及短程之運輸市場則僅對問卷進行一致性之檢定來判斷問卷之有效性。

在完成問卷篩選工作後，接著進行基本資料的統計分析，分別依本研究選定之六個運輸市場：台北 高雄、台北 台南、台北 台中、台中 台南、台北 新竹以及台南 高雄等運輸市場分別統計，其中台北 高雄及台北 台南運輸市場進行第二次問卷篩選後有效之問卷數減少為 146 以及 132 份，依旅次長度，各運輸市場之資料統計分述如表 4-3、4-4、4-5 所示。

以旅次目的來看，所調查之資料，長程運輸市場以公務商務旅次所佔比例最高，中程運輸市場以探親訪友旅次為最多，短程運輸市場以公務商務旅次佔的比例最少。於公務商務旅次中，長程運輸市場之費用接受公務補助比例較中短程市場高。長程運輸市場選擇航空的比例大於 30%，尤其台北 高雄旅次選擇航空之比例高達 46%。中短程運輸市場選擇小汽車之比例最高。若未來興建高鐵，受訪者是否願意轉乘高鐵之意願，隨著旅次長度的增加，願意轉乘之比例相對增加，即長程之旅運者願意轉乘高鐵之意願較高。

表 4-3 長程運輸市場問卷基本資料統計表

長程		台北高雄		台北台南	
		次數	百分比%	次數	百分比%
旅次目的	商務公務	52	35.6	39	29.5
	娛樂購物	37	25.3	17	12.9
	探訪親友	48	32.9	55	41.7
	其他	9	6.2	21	15.9
費用來源	自費	81	55.5	80	60.6
	公司補助	46	31.5	30	22.7
	家庭補助	19	13.0	21	15.9
	其他	0	0.0	1	0.8
選擇運具	小汽車	21	14.4	30	22.7
	大客車	31	21.2	27	20.5
	鐵路	26	17.8	35	26.5
	航空	68	46.6	40	30.3
轉搭高鐵意願	是	125	85.6	114	86.4
	否	21	14.4	18	13.6
年齡	20歲以下	5	3.4	8	6.1
	20-29歲	56	38.4	43	32.6
	30-39歲	37	25.3	42	31.8
	40-49歲	25	17.1	28	21.2
	50-59歲	19	13.0	10	7.6
	60歲以上	4	2.7	1	0.8
性別	男	71	48.6	56	42.4
	女	75	51.4	76	57.6
家庭所得	30000以下	7	4.8	9	6.8
	30001-60000	18	12.3	27	20.5
	60001-90000	51	34.9	36	27.3
	90001-120000	25	17.1	24	18.2
	120001-150000	22	15.1	15	11.4
	150001以上	23	15.8	21	15.9
個人所得	20000以下	30	20.5	30	22.7
	20001-40000	39	26.7	37	28.0
	40001-60000	39	26.7	43	32.6
	60001-80000	17	11.6	15	11.4
	80001-100000	9	6.2	2	1.5
	100001以上	12	8.2	5	3.8
職業	公務員	12	8.2	13	9.8
	教職	8	5.5	11	8.3
	工	20	13.7	8	6.1
	商	36	24.7	41	31.1
	學生	18	12.3	24	18.2
	農林漁牧	1	0.7	0	0.0
	自由業	12	8.2	13	9.8
	服務業	31	21.2	14	10.6
	其他	8	5.5	8	6.1
擁有汽車數	無	41	28.1	52	39.4
	一輛	91	62.3	72	54.5
	二輛以上	14	9.6	8	6.1
總有效份數		146	100	132	100

表 4-4 中程運輸市場問卷基本資料統計表

中程		台北台中		台中台南	
		次數	百分比%	次數	百分比%
旅次目的	商務公務	56	30.4	31	20.4
	娛樂購物	30	16.3	37	24.3
	探訪親友	87	47.3	70	46.1
	其他	11	6.0	14	9.2
費用來源	自費	123	66.8	115	75.7
	公司補助	45	24.5	19	12.5
	家庭補助	16	8.7	15	9.9
	其他	0	0.0	3	2.0
選擇運具	小汽車	71	38.6	79	52.0
	大客車	60	32.6	29	19.1
	鐵路	44	23.9	44	28.9
	航空	9	4.9	0	0.0
轉搭高鐵意願	是	129	70.1	112	73.7
	否	55	29.9	40	26.3
年齡	20歲以下	2	1.1	5	3.3
	20-29歲	69	37.5	61	40.1
	30-39歲	71	38.6	47	30.9
	40-49歲	31	16.8	29	19.1
	50-59歲	8	4.3	10	6.6
	60歲以上	3	1.6	0	0.0
性別	男	81	44.0	70	46.1
	女	103	56.0	82	53.9
家庭所得	30000以下	8	4.3	17	11.2
	30001-60000	36	19.6	41	27.0
	60001-90000	54	29.3	52	34.2
	90001-120000	44	23.9	22	14.5
	120001-150000	19	10.3	10	6.6
	150001以上	23	12.5	10	6.6
個人所得	20000以下	26	14.1	34	22.4
	20001-40000	78	42.4	53	34.9
	40001-60000	43	23.4	42	27.6
	60001-80000	20	10.9	17	11.2
	80001-100000	7	3.8	4	2.6
	100001以上	10	5.4	2	1.3
職業	軍	8	4.3	5	3.3
	公務員	18	9.8	13	8.6
	教職	19	10.3	15	9.9
	工	10	5.4	16	10.5
	商	52	28.3	30	19.7
	學生	20	10.9	25	16.4
	農林漁牧	0	0.0	0	0.0
	自由業	14	7.6	7	4.6
	服務業	35	19.0	33	21.7
	其他	8	4.3	8	5.3
擁有汽車數	無	65	35.3	46	30.3
	一輛	90	48.9	81	53.3
	二輛以上	29	15.8	25	16.4
總有效份數		184	100	152	100

表 4-5 短程運輸市場問卷基本資料統計表

短程		台北新竹		台南高雄	
		次數	百分比%	次數	百分比%
旅次目的	商務公務	41	24.3	61	23.7
	娛樂購物	62	36.7	79	30.7
	探訪親友	47	27.8	90	35
	其他	19	11.2	27	10.5
費用來源	自費	133	78.7	173	67.3
	公司補助	26	15.4	34	13.2
	家庭補助	8	4.7	44	17.1
	其他	2	1.2	6	2.3
選擇運具	小汽車	83	49.1	163	63.4
	大客車	50	29.6	16	6.2
	鐵路	36	21.3	78	30.4
	航空	0	0	0	0
轉搭高鐵意願	是	116	68.4	160	62.3
	否	53	31.4	97	37.7
年齡	20 歲以下	2	1.2	12	4.7
	20-29 歲	75	44.4	76	29.6
	30-39 歲	65	38.5	72	28
	40-49 歲	23	13.6	72	28
	50-59 歲	3	1.8	23	8.9
	60 歲以上	1	0.6	2	0.8
性別	男	100	59.2	96	37.4
	女	69	40.8	161	62.6
家庭所得	30000 以下	13	7.7	18	7
	30001-60000	55	32.5	66	25.7
	60001-90000	45	26.6	82	31.9
	90001-120000	28	16.6	47	18.3
	120001-150000	14	8.3	19	7.4
	150001 以上	14	8.3	25	9.7
個人所得	20000 以下	22	13	60	23.3
	20001-40000	77	45.6	75	29.2
	40001-60000	50	29.6	63	24.5
	60001-80000	14	8.3	25	9.7
	80001-100000	3	1.8	14	5.4
	100001 以上	3	1.8	20	7.8
職業	軍	1	0.6	3	1.2
	公務員	11	6.5	51	19.8
	教職	1	0.6	19	7.4
	工	91	53.8	41	16
	商	12	7.1	31	12.1
	學生	19	11.2	32	12.5
	農林漁牧	8	4.7	3	1.2
	自由業	19	11.2	21	8.2
	服務業	7	4.1	42	16.3
	其他	0	0	14	5.4
擁有汽車數	無	61	36.1	64	24.9
	一輛	96	56.8	153	59.5
	二輛以上	12	7.1	40	15.6
總有效份數		169	100	257	100

## 二、樣本實際運具選擇分析

針對不同長度之運輸市場以及不同市場區隔下，對所調查樣本之實際運具選擇行為進行分析，分別說明如下。

### (一) 長程運輸市場（台北 高雄、台北 台南）

#### 1. 依不同旅次目的區隔市場

##### (1) 台北 高雄

調查的結果，如表 4-6 及圖 4-1，公務商務旅次最多，佔 35.62%，探親訪友其次，佔 32.89%，娛樂購物佔 25.34%，其餘為其他旅次。公務商務旅次中，有 75% 的受訪者選擇搭乘航空，較其他旅次目的者選擇航空的機率來的高，且選擇小汽車的比例僅 5.77%，這可能與公務商務旅次重視時間效率以及受公務補助者較不需考慮成本因素有關，公務商務旅次中，受公務補助之比例佔總公務商務旅次達 78.85% 之高。於探親訪友旅次中，選擇小汽車的比例較其他兩種目的來的高，此現象之原因可能由於通常進行此項活動為非個人單獨行動，可能偕同家人或者朋友，在考慮成本、不趕時間等因素下，選擇較節省成本的大客車或者小汽車做為往返城際的運具。經

卡方檢定， $X_{9,0.05}^2 = 38.654$ ， $P=0.00 < 0.05$ ，達顯著水準，可判斷不同旅次目的下，受訪者實際運具選擇的比例有顯著之差異。

表 4-6 不同旅次目的（台北高雄）樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	份數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務(無補助)	9	6.16				
公務商務(公務補助)	43	29.45	5.77	11.54	7.69	75.00
娛樂購物	37	25.34	18.92	18.92	29.73	32.43
探親訪友	48	32.89	22.92	35.42	14.58	27.08
其他	9	6.16	0.00	11.11	44.44	44.44
總計	146	100				

資料來源：本研究整理

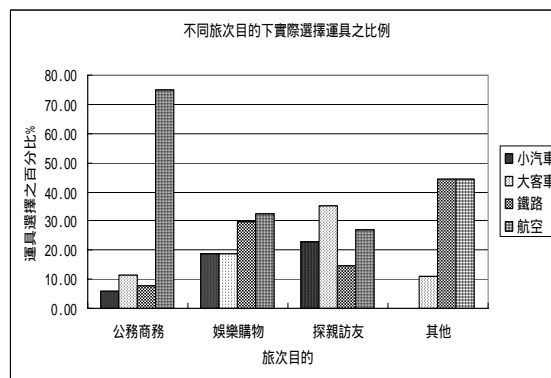


圖 4-1 不同旅次目的（台北高雄）樣本實際選擇運具之比例圖

## (2) 台北 台南

調查樣本中，台北台南不同旅次目的實際選擇運具之比例與台北高雄之情形相似，公務商務旅次選擇航空之比例最高，佔 69.23%；但娛樂購物以及探親訪友旅次，其選擇小汽車之比例佔所有運具選擇之 30% 以上，此與台北高雄運輸市場之情形有所差異，這可能是受旅次長度之影響，使得往返台北台南之旅運者較願意選擇小汽車，亦可能僅為調查樣本之差異。公務商務旅次中，約 75% 的旅運者接受公務補助，與台北高雄運輸市場之情形差異不大。如表 4-7 及圖 4-2。

表 4-7 不同旅次目的（台北台南）樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	份數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務(無補助)	10	7.58				
公務商務(公務補助)	29	21.97	10.26	12.82	7.69	69.23
娛樂購物	17	12.88	35.29	29.41	17.65	17.65
探親訪友	55	41.67	30.91	23.64	32.73	12.73
其他	21	15.91	14.29	19.05	52.38	14.29
總計	132	100.00				

資料來源：本研究整理

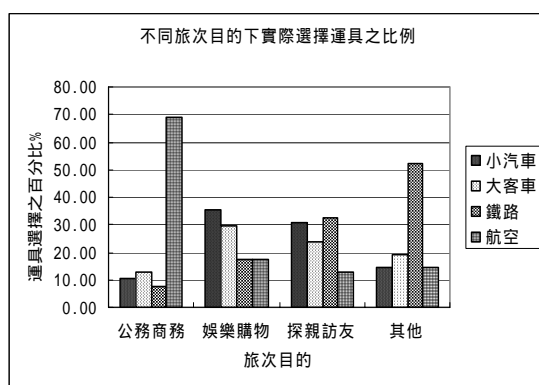


圖 4-2 不同旅次目的（台北台南）樣本實際選擇運具之比例圖

## 2. 依個人所得區隔市場

## (1) 台北 高雄

調查樣本之統計資料顯示，低所得者選擇大客車的比例最高（26%），大客車所需花費之成本為所有運具中最少者。中高所得選擇航空之比例遠高於其他運具。隨著所得的增加，選擇航空之比例亦增加，這可能與航空票價價位高有相當大的關係。由統計資料顯示，高所得者有 90% 的旅運者選擇航空作為往返台北高雄之運具。相關統計資料如表 4-8 及圖 4-3。

表 4-8 不同個人所得（台北高雄）樣本實際運具選擇統計表

所得分類	份數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
低所得	69	47.26	17.39	26.09	31.88	24.64
中所得	56	38.36	16.07	19.64	7.14	57.14
高所得	21	14.38	0.00	9.52	0.00	90.48
總計	146	100.00	-			

資料來源：本研究整理

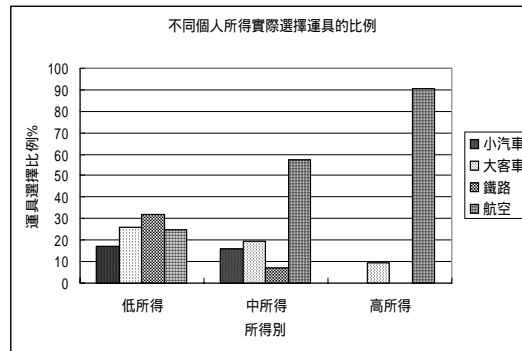


圖 4-3 不同個人所得（台北高雄）樣本實際選擇運具之比例圖

## (2) 台北 台南

由樣本資料顯示，如表 4-9 及圖 4-4，往返台北台南之低所得者，選擇大客車的比例較選擇其他運具高，佔 34%，其次選擇之運具為鐵路，選擇航空的比例最低。中高所得者選擇大客車的比例相當低，多數中高所得者選擇航空往返台北台南。

表 4-9 不同個人所得（台北台南）樣本實際運具選擇統計表

所得分類	份數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
低所得	67	50.76	20.90	34.33	29.85	14.93
中所得	58	43.94	25.86	6.90	24.14	43.10
高所得	7	5.30	14.29	0.00	14.29	71.43
總計	132	100.00	-			

資料來源：本研究整理

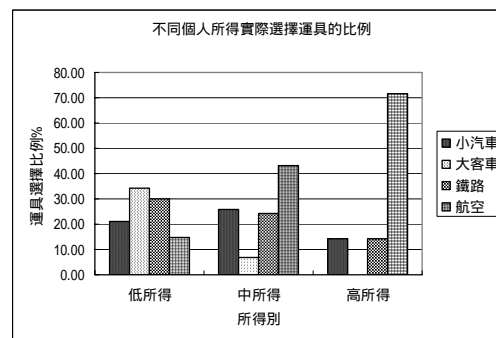


圖 4-4 不同個人所得（台北台南）樣本實際選擇運具之比例圖

## (二) 中程運輸市場 (台北 台中、台中 台南)

## 1. 依不同旅次目的區隔市場

## (1) 台北 台中

由統計資料可明顯看出，選擇航空的對象全部為公務商務旅次，且由訪問所得的資料顯示，選擇航空者皆接受經費之補助，費用之來源非為個人支出，顯示若無公費補助，一般人不會選擇航空作為往返台北台中之運具。公務商務及娛樂購物旅次者選擇大客車的比例遠低於探親訪友旅次之比例，而娛樂購物者選擇小汽車之比例高達 66.67%。資料統計如表 4-10 及圖 4-5。

表 4-10 不同旅次目的 (台北台中) 樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	份數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務(無補助)	15	8.12				
公務商務(公務補助)	41	22.28	33.93	17.86	32.14	16.07
娛樂購物	30	16.30	66.67	13.33	20.00	0.00
探親訪友	87	47.30	34.48	49.43	16.09	0.00
其他	11	6.00	18.18	27.27	54.55	0.00
總計	184	100.00				

資料來源：本研究整理

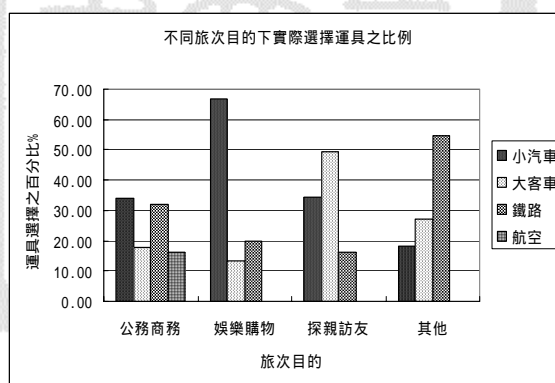


圖 4-5 不同旅次目的 (台北台中) 樣本實際選擇運具之比例圖

## (2) 台中 台南

往返台中台南僅三種運具 (小汽車、大客車、鐵路) 可供選擇，由調查樣本中，除其他旅次以外，不論何旅次目的，旅運者選擇小汽車之比例最高，尤其娛樂購物旅次選擇小汽車之比例高達 75.68%，如表 4-11 及圖 4-6。



表 4-11 不同旅次目的（台中台南）樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
公務商務	31	20.39	51.61	25.81	22.58
娛樂購物	37	24.34	75.68	8.11	16.22
探親訪友	70	46.05	45.71	20.00	34.29
其他	14	9.21	21.43	28.57	50.00
總計	152	100	-	-	-

資料來源：本研究整理

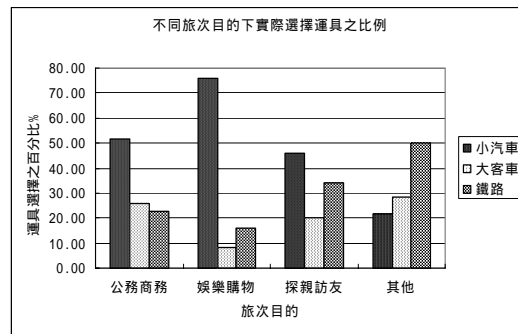


圖 4-6 不同旅次目的（台中台南）樣本實際選擇運具之比例圖

## 2. 依個人所得區隔市場

### (1) 台北 台中

由統計資料顯示，低所得者不會選擇航空作為往返台北台中之運具，低所得者選擇大客車之比例最高（42.31%），隨著所得的提高，選擇大客車的比例減少。所得越高者，選擇小汽車與鐵路之比例越高，可看出不同所得面對運具選擇時成本為一大考量因素。相關統計資料如表 4-12 及圖 4-7。

表 4-12 不同個人所得（台北台中）樣本實際運具選擇統計表

個人所得	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%			
			小汽車	大客車	鐵路	航空
低所得	104	56.52	32.69	42.31	25.00	0.00
中所得	63	34.24	44.44	23.81	23.81	7.94
高所得	17	9.24	52.94	5.88	17.65	23.53
總計	184	100	-	-	-	-

資料來源：本研究整理

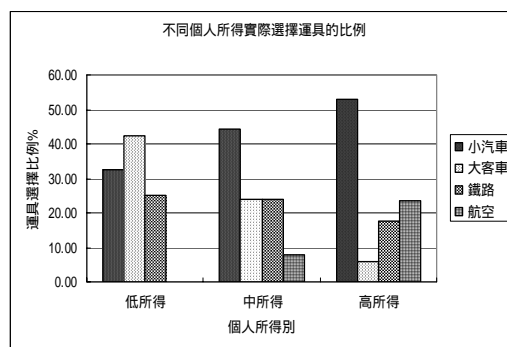


圖 4-7 不同個人所得（台北台中）樣本實際選擇運具之比例圖

(2) 台中 台南

由統計資料顯示，往返台北台中與台中台南之旅運者，對於實際運具選擇行為相似，旅運者隨著所得的增加，而選擇大客車的比例減少；所得中高者選擇小汽車的比例皆在 65% 以上，較低所得選擇小汽車之比例來得高，相關統計分析如表 4-13 及圖 4-8。

表 4-13 不同個人所得（台中台南）樣本實際運具選擇統計表

個人所得	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
低所得	87	57.24	39.08	21.84	39.08
中所得	59	38.82	69.49	16.95	13.56
高所得	6	3.95	66.67	0.00	33.33
總計	152	100	-	-	-

資料來源：本研究整理

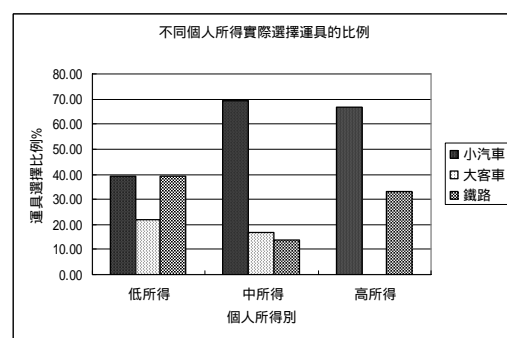


圖 4-8 不同個人所得（台中台南）樣本實際選擇運具之比例圖

(三) 短程運輸市場（台北 新竹、台南 高雄）

1. 依不同旅次目的區隔市場

(1) 台北 新竹

由調查資料顯示，不論旅運者的旅次目的為何，往返台北新竹選擇小汽車的比例最高，大客車其次，選擇鐵路之比例最少，如表 4-14 及圖 4-9。

表 4-14 不同旅次目的（台北新竹）樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
公務商務	41	24.26	46.34	26.83	26.83
娛樂購物	62	36.69	46.77	27.42	25.81
探親訪友	47	27.81	55.32	29.79	14.89
其他	19	11.24	47.37	42.11	10.53
總計	169	100	-		

資料來源：本研究整理

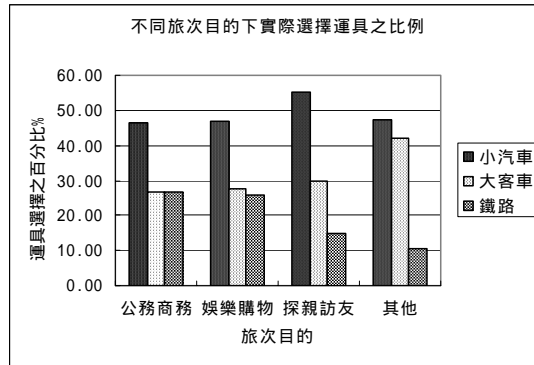


圖 4-9 不同旅次目的（台北新竹）樣本實際選擇運具之比例圖

## (2) 台南 高雄

由調查樣本顯示，往返台南高雄之旅運者，不論為哪一類旅次目的，選擇小汽車的比例最高，其次為鐵路，選擇大客車的比例相當低，皆低於10%。其他旅次中，選擇鐵路的比例最高，由調查資料顯示，其他目的中學生佔50%，皆為通學旅次，皆選擇鐵路為其往返之運具，故選擇鐵路的比例較高，如表4-15及圖4-10。

表 4-15 不同旅次目的（台南高雄）樣本實際運具選擇統計表

旅次目的	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
公務商務	61	23.74	63.93	9.84	26.23
娛樂購物	79	30.74	56.96	5.06	37.97
探親訪友	90	35.02	76.67	4.44	18.89
其他	27	10.51	37.04	7.41	55.56
總計	257	100	-		

資料來源：本研究整理

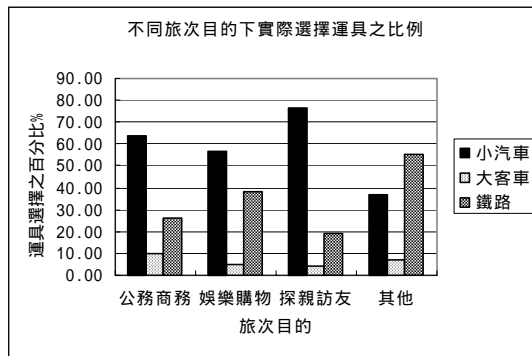


圖 4-10 不同旅次目的（台南高雄）樣本實際選擇運具之比例圖

2. 依個人所得區隔市場

(1) 台北 新竹

由調查資料顯示，隨著所得的增加，選擇大客車的比例減少，而選擇小汽車往返台北新竹的比例增加，如表 4-16 及圖 4-11。

表 4-16 不同個人所得（台北新竹）樣本實際運具選擇統計表

個人所得	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
低所得	99	58.58	42.42	33.33	24.24
中所得	64	37.87	54.69	26.56	18.75
高所得	6	3.55	100.00	0.00	0.00
總計	169	100			

資料來源：本研究整理

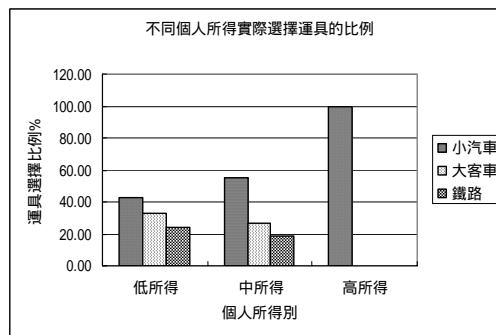


圖 4-11 不同個人所得（台北新竹）樣本實際選擇運具之比例圖

(2) 台南 高雄

由調查資料統計，隨著所得的提高，選擇鐵路以及大客車的比例隨之減少，高所得者選擇大客車的比例為 0，而選擇小汽車的比例高達 94.12%，相關統計資料如表 4-17 與圖 4-12。

表 4-17 不同個人所得（台南高雄）樣本實際運具選擇統計表

個人所得	次數	百分比%	實際選擇運具百分比%		
			小汽車	大客車	鐵路
低所得	135	52.53	49.63	5.93	44.44
中所得	88	34.24	72.73	9.09	18.18
高所得	34	13.23	94.12	0.00	5.88
總計	257	100	-	-	-

資料來源：本研究整理

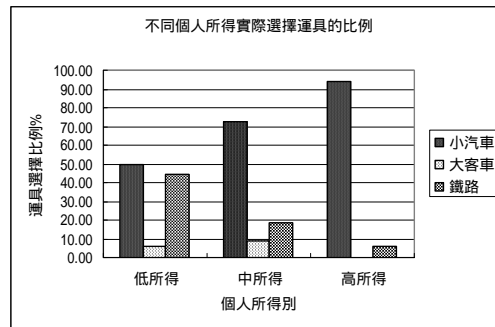


圖 4-12 不同個人所得（台南高雄）樣本實際選擇運具之比例圖

#### 4.1.4. 小結

上述對所調查之樣本資料進行基本之資料統計分析，可得以下之主要結論：

1. 旅次目的及個人所得為影響旅運者運具選擇行為較顯著之因素。
2. 中長程旅次中，商務旅次選擇航空之比例較其他旅次目的為高。所得越高者，實際選擇航空之比例越高；所得低者，實際選擇大客車的比例較其他運具高。
3. 短程旅次中，不論旅次目的為何，旅運者選擇小汽車往返城際之比例最高。隨所得的增加，選擇大客車的比例逐漸下降，選擇小汽車的比例增加。
4. 公務商務旅次之費用是否為自己負擔對實際運具選擇行為有顯著的影響。
5. 問卷調查統計資料顯示，旅次長度越長，受訪者未來願意搭乘高鐵之意願越高。

## 第二節 城際運具選擇個體行為特性分析

運具選擇個體行為特性之分析，主要希望由訪問調查所蒐集之樣本資料中，瞭解個體選擇運具之偏好及與其實際選擇行為是否相符的情形，可反映以模糊層級分析法求得的運量分配是否能掌握民眾實際的運具選擇。本研究以樣本依偏好所選擇之運具與其實際選擇之運具是否一致的比例來表示行為與偏好相符的情形，其計算的方式為： $100 * (\text{偏好與行為相符之樣本數}) / (\text{整體樣本數})$ 。

同時，並就各運輸市場瞭解個體在選擇運具時所重視的因素為何，以及檢討不同長度的運輸市場中，民眾選擇運具所重視的因素是否有所差異。

由於時間之限制，本研究選擇長、中、短程旅次各一個運輸市場進行本節之分析，其中長程運輸市場為台北 高雄；中程運輸市場為台北 台中；短程運輸市場為台南 高雄。

### 4.2.1. 台北高雄運輸市場之運具選擇個體行為特性分析

#### 一、旅運者運具選擇之偏好與實際行為的比較

由個體基本資料中各個體的資料，可透過模糊層級分析法計算出其對各運具的偏好情形。由於問卷調查係詢問受訪者通常使用之運具，為單一選項，故並無法得知旅運者是否選擇搭乘其他運具，且長途運輸市場中有四種運具可供搭乘，民眾可以選擇搭乘之運具種類甚多，故假設其實際選擇行為與其偏好之前兩名運具符合者即視為旅運者之偏好與實際行為一致。

台北高雄運輸市場的有效樣本數為 146 份，經樣本篩選後，旅運者之偏好與實際行為相符者共有 112 位，即台北高雄旅運者偏好與行為之符合率為 76.12%，顯示調查樣本中高達 76.12% 的民眾反映在問卷上之偏好與其實際運具選擇行為係相符。

#### 二、依旅次目的分群，各群體行為特性之分析

將調查所得之資料，依本研究所設定之四類旅次目的(公務商務、娛樂購物、探親訪友以及其他)分群，以探討不同旅次目的的群體對運具選擇偏好之差異。由於「其他旅次」的樣本數相當少，只佔總問卷數的 6.2%，且其旅次目的不明確，故本研究主要探討其餘三類旅次目的的特性。

##### (一) 不同旅次目的對影響運具選擇因素重要程度的看法

整合不同旅次目的下群體對運具選擇因素重視的程度，由統計資料(表 4-18, 圖 4-13)可看出，不論哪一旅次目的(不含其他旅次)，其選擇運具所重視的因素由大到小依序為：安全(24-26%)、時間(22-24%)、成本(18-19%)、便利(16-18%)以及舒適(12-15%)，不同者僅為程度上的差異。利用 K-W 檢

定，如表 4-19，結果顯示不同旅次目的對於運具影響運具選擇因素重要程度的認知、偏好沒有顯著之差異。

表 4-18 不同旅次目的（台北高雄）對於影響運具選擇因素之重要程度表

旅次目的	影響運具選擇因素之重要程度%				
	時間	成本	安全	舒適	便利
公務商務	24.567	18.332	25.868	12.954	18.278
娛樂購物	24.572	19.921	24.518	14.984	16.004
探親訪友	22.576	19.377	26.101	15.559	16.388
其他	21.209	18.835	30.931	15.625	13.401

資料來源：本研究整理

表 4-19 不同旅次目的（台北高雄）對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表

	時間	成本	安全	舒適	便利
卡方值	6.808	4.245	7.106	3.878	2.629
自由度	2	2	2	2	2
漸進顯著性	0.078	0.236	0.069	0.275	0.452

資料來源：本研究整理

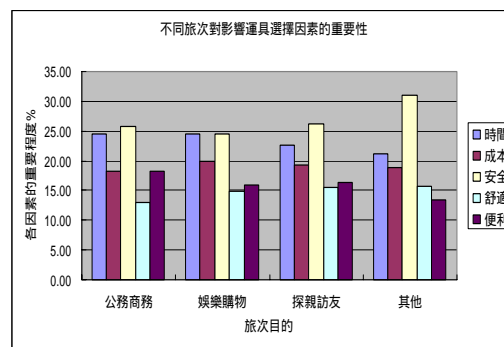


圖 4-13 不同旅次目的（台北高雄）對於影響運具選擇因素之重要程度圖

## （二）不同旅次目的對於特定影響運具選擇因素下各運具之滿意程度

### 1. 對時間因素而言

各旅次目的對於時間因素之滿意程度，由表 4-20 及圖 4-14 可觀察出運具時間滿意度最高者為航空，主要因航空為目前往返台北高雄間旅行時間最短的一項運具，滿意程度佔 40% 以上。其他運具之時間滿意度則因旅次目的的不同而對運具之時間滿意程度及次序有所差異。排除其他旅次，對其餘旅次進行 K-W 檢定，如表 4-21，結果顯示不同的旅次目的在時間因素的考量下，對於大客車、鐵路以及航空的滿意程度無顯著的差異，只有對小汽車時間的滿意程度因旅次目的之不同而有不同的滿意程度。

表 4-20 不同旅次目的（台北高雄）對各運具時間因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具時間因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	19.76	18.71	19.26	42.27
娛樂購物	15.92	15.45	22.49	46.14
探親訪友	22.56	15.08	16.33	46.03
其他	16.23	24.63	19.52	39.63

資料來源：本研究整理

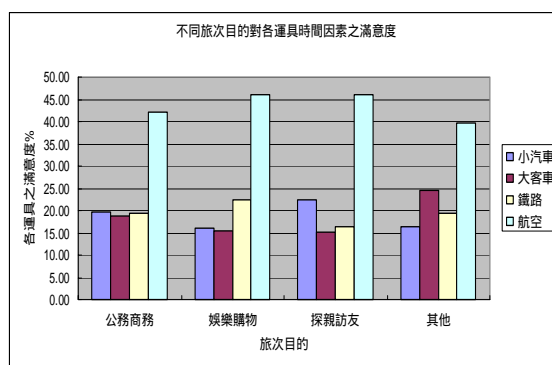


圖 4-14 不同旅次目的（台北高雄）對各運具時間因素之滿意程度比例圖

表 4-21 不同旅次目的（台北高雄）各運具對時間因素滿意度之檢定表

	小汽車	大客車	鐵路	航空
卡方	6.472	1.458	2.601	4.133
自由度	2	2	2	2
漸進顯著性	0.039	0.482	0.272	0.127

資料來源：本研究整理

## 2. 對成本因素而言

整體而言，不論哪一旅次目的大客車之成本滿意度均高於其他運具，如表 4-22 與圖 4-15 所示，而航空之成本滿意度為最低者，這是由於航空之票價較其他運具所需花費的費用高出許多，所以航空之成本滿意度最低是由事實來反映的，可檢核受訪者反映的早法與事實常理是否相符。但不同旅次目的下對各運具成本因素滿意之程度依 K-W 檢定，如表 4-23，得到不同旅次目的下，對鐵路成本的滿意程度有顯著的差異，對其餘運具間的成本滿意度則無顯著差異。

表 4-22 不同旅次目的（台北高雄）對各運具成本因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具成本因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	23.56	29.96	23.93	22.55
娛樂購物	25.46	28.46	24.78	21.31
探親訪友	26.32	31.82	20.64	21.21
其他	24.71	42.23	21.52	11.54

資料來源：本研究整理



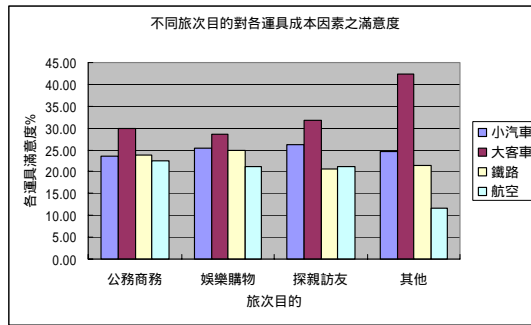


圖 4-15 不同旅次目的（台北高雄）對各運具成本因素之滿意程度比例圖

表 4-23 不同旅次目的（台北高雄）各運具對成本因素滿意度之檢定表

	小汽車	大客車	鐵路	航空
卡方	5.262	3.845	8.786	2.920
自由度	2	2	2	2
漸進顯著性	0.072	0.146	0.012	0.232

資料來源：本研究整理

### 3. 對安全因素而言

由表 4-24 與圖 4-16 可觀察，不論何種旅次目的之群體，均認為鐵路以及航空之安全滿意度為最優先之前兩名，並認為小汽車以及大客車為安全較低之運具。經 K-W 檢定，如表 4-25，顯示不同群體對運具之安全滿意度無顯著之差異，表示各群體對運具安全滿意度的看法不受旅次目的之不同而有差異。

表 4-24 不同旅次目的（台北高雄）對各運具安全因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具安全因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	24.45	18.08	31.33	26.14
娛樂購物	21.12	21.33	30.43	27.12
探親訪友	25.57	18.69	30.72	25.01
其他	20.86	23.88	31.12	24.14

資料來源：本研究整理

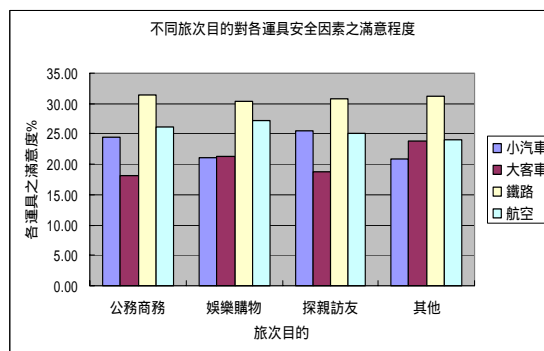


圖 4-16 不同旅次目的（台北高雄）對各運具安全因素的滿意程度比例圖

表 4-25 不同旅次目的（台北高雄）各運具對安全因素滿意度之檢定表

	小汽車	大客車	鐵路	航空
卡方	0.377	2.145	2.633	3.482
自由度	2	2	2	2
漸進顯著性	0.828	0.342	0.268	0.175

資料來源：本研究整理

## 4. 對舒適因素而言

整體而言，如表 4-26 與圖 4-17，無論群體之旅次目的為何，旅運者皆認為航空之舒適滿意度為最高（約 30%）。由 K-W 檢定，如表 4-27，顯示不同旅次目的群體對各運具舒適之滿意程度無顯著差異，即對各運具之舒適滿意度不受旅次目的之影響。

表 4-26 不同旅次目的（台北高雄）對各運具舒適因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具舒適因素的滿意程度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	22.72	22.01	26.21	29.06
娛樂購物	24.66	25.04	20.93	29.38
探親訪友	24.23	21.06	24.70	30.01
其他	22.44	21.38	21.89	34.29

資料來源：本研究整理

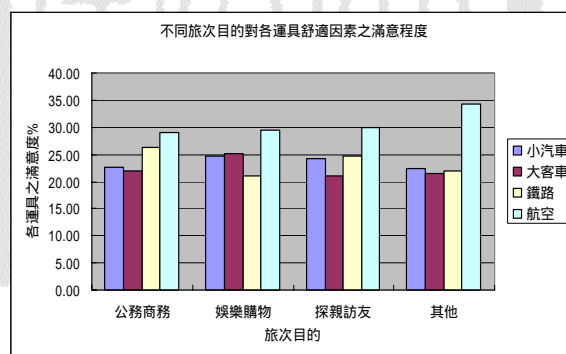


圖 4-17 不同旅次目的（台北高雄）對各運具舒適因素的滿意程度比例圖

表 4-27 不同旅次目的（台北高雄）各運具對舒適因素滿意度之檢定表

	小汽車	大客車	鐵路	航空
卡方	2.067	3.339	5.615	1.525
自由度	2	2	2	2
漸進顯著性	0.356	0.188	0.060	0.466

資料來源：本研究整理

## 5. 對便利因素而言

由表 4-28 與圖 4-18 顯示，不論旅運者的旅次目的為何，一致認為小汽車之便利滿意度最高，其次為航空。本研究對便利之定義，主要著重於出

發地至場站、候車時間以及場站至目的地所花費的時間，過去搭乘航空，由於等候時間較其他運具長，航空之便利滿意度應低於其他運具，但由本研究之調查發現，旅運者對航空之便利滿意度已高於大客車以及鐵路之便利性。另外，由 K-W 檢定，如表 4-29，不同旅次目的群體間對各運具的便利滿意度無顯著之差異。

表 4-28 不同旅次目的（台北高雄）對各運具便利因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具便利因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	32.14	17.23	22.09	28.54
娛樂購物	30.96	21.38	23.74	23.92
探親訪友	29.86	22.13	21.72	26.30
其他	41.49	16.22	19.49	22.81

資料來源：本研究整理

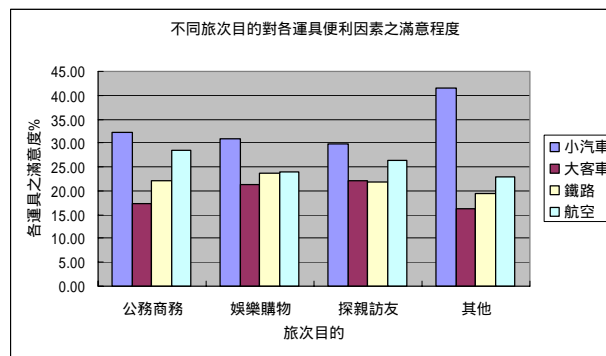


圖 4-18 不同旅次目的（台北高雄）對各運具便利因素的滿意程度比例圖

表 4-29 不同旅次目的（台北高雄）各運具對便利因素滿意度之檢定表

	小汽車	大客車	鐵路	航空
卡方	1.031	3.842	4.724	2.393
自由度	2	2	2	2
漸進顯著性	0.597	0.146	0.094	0.302

資料來源：本研究整理

由以上分析可知，不同旅次目的之群體，對運具之時間以及成本因素的滿意度有顯著差異，即表示不同旅次目的之群體，會因不同需求對時間以及成本重視的程度不同。而其對安全、舒適、便利的滿意程度並不受旅次目的不同而旅運者對運具之滿意度有所顯著之差異。

#### 4.2.2. 台北台中運輸市場之運具選擇個體行為特性分析

##### 一、旅運者運具選擇之偏好與實際行為比較

與篩選台北高雄運輸市場相同方式篩選台北台中運輸市場中個體選擇運具之偏好與實際行為相符者。台北台中運輸市場之樣本資料數為 184 份，樣本經篩

選後，旅運者之偏好與實際行為相符者有 130 份，即往返台北台中之旅運者其選擇運具之偏好與行為之符合率為 70.65%，表示有 70.65% 之受訪者反映於問卷之偏好與實際行為相符。

## 二、依旅次目的分群，各群體行為特性之分析

### (一) 不同旅次目的對影響運具選擇因素重要程度的看法

由統計資料表 4-30 及圖 4-19 顯示，時間及安全為各旅次目的最重視之因素，不考慮其他旅次來看，公務商務旅次重視時間因素優於安全因素，而另兩種旅次目的重視安全因素憂慮時間因素，因一般非公務旅次者在時間的掌控上較具彈性，比較不受時間之約束。公務商務旅次者對於成本之重視程度較其他旅次目的者低。不論為何旅次目的，旅運者重視舒適及便利皆高於對成本之重視程度，如表 4-31。

表 4-30 不同旅次目的（台北台中）對於影響運具選擇因素之重要程度表

旅次目的	影響運具選擇因素之重要程度%				
	時間	成本	安全	舒適	便利
公務商務	26.66	13.35	26.41	18.34	15.23
娛樂購物	23.27	16.03	27.99	16.24	16.48
探親訪友	22.28	15.32	26.91	17.15	18.34
其他	27.73	12.48	27.03	18.59	14.16

資料來源：本研究整理

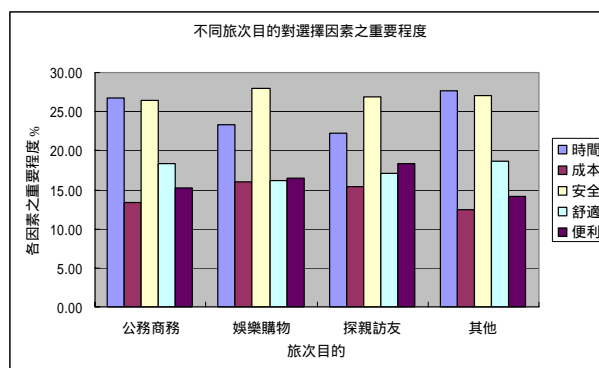


圖 4-19 不同旅次目的（台北台中）對於影響運具選擇因素之重要程度圖

表 4-31 不同旅次目的（台北台中）對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表

	時間	成本	安全	舒適	便利
卡方	16.18286	1.650272	3.615973	6.55395	0.085371
自由度	2	2	2	2	2
漸近顯著性	0.000306	0.438175	0.163984	0.037742	0.958213

資料來源：本研究整理

### (二) 不同旅次目的對於特定影響運具選擇因素下各運具之滿意程度

#### 1. 對時間因素而言

由統計資料顯示，如表 4-32 及圖 4-20，公務商務旅次以及探親訪友

旅次對於航空之時間滿意度最高，其次為小汽車之旅行時間，娛樂購物旅次則認為小汽車之時間滿意度優於航空，主要原因可能為小汽車之可及性高，可隨駕駛者意願到達任一目的地。整體而言，對於大客車之時間滿意度最低。由卡方檢定表 4-33 得知，不同旅次目的對於各運具之旅行時間滿意度無顯著之差異。

表 4-32 不同旅次目的（台北台中）對各運具時間因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具時間因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	26.77	19.94	21.36	31.94
娛樂購物	29.46	20.23	22.17	28.14
探親訪友	25.71	22.19	23.33	28.77
其他	26.34	11.28	24.76	37.62

資料來源：本研究整理

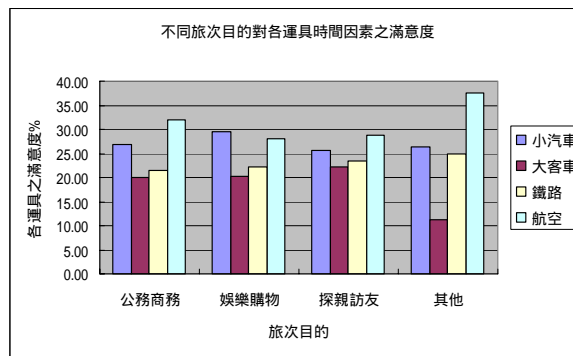


圖 4-20 不同旅次目的（台北台中）對各運具時間因素之滿意程度比例圖

表 4-33 不同旅次目的（台北台中）各運具對時間因素滿意度之檢定表

	時間小車	時間大車	時間鐵路	時間航空
卡方	5.720611	1.051831	0.448528	1.978253
自由度	2	2	2	2
漸近顯著性	0.057251	0.591014	0.799104	0.371901

資料來源：本研究整理

## 2. 對成本因素而言

由統計資料顯示，如表 4-34 及圖 4-21，任何旅次目的對於航空之成本滿意度最低，其次為鐵路，而不同旅次目的對於小汽車及大客車成本之滿意度不盡相同，除商務公務旅次外，另兩旅次目的旅運者對小汽車成本之滿意度優於大客車。由卡方檢定表 4-35 顯示，不同旅次目的對於小汽車、大客車以及鐵路的成本滿意度有顯著之差異。

表 4-34 不同旅次目的（台北台中）對各運具成本因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具成本因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	26.96	30.34	26.65	16.05
娛樂購物	30.23	26.27	23.74	19.76
探親訪友	27.96	26.52	24.01	21.51
其他	27.04	25.23	24.92	22.82

資料來源：本研究整理

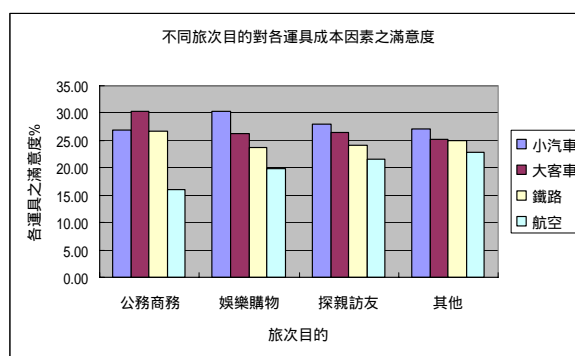


圖 4-21 不同旅次目的（台北台中）對各運具成本因素之滿意程度比例圖

表 4-35 不同旅次目的（台北台中）各運具對成本因素滿意度之檢定表

	成本小車	成本大車	成本鐵路	成本航空
卡方	11.33572	6.069776	12.00606	1.187577
自由度	2	2	2	2
漸近顯著性	0.003455	0.04808	0.002471	0.552231

資料來源：本研究整理

### 3. 對安全因素而言

由統計資料顯示，如表 4-36 與圖 4-22，任一旅次目的對於各運具安全之滿意度，由高至低依序為：鐵路、小汽車、航空，最不滿意者為大客車。由卡方檢定表 4-37 可知，不同旅次目的對於各運具之安全滿意度無顯著之差異，即對各運具安全之滿意度看法相近。

表 4-36 不同旅次目的（台北台中）對各運具安全因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具安全因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	25.50	19.58	31.74	23.19
娛樂購物	27.49	19.45	28.60	24.46
探親訪友	26.38	21.58	29.03	23.01
其他	27.44	17.18	35.54	19.84

資料來源：本研究整理

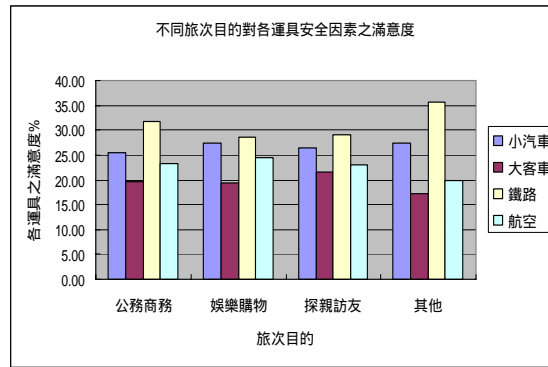


圖 4-22 不同旅次目的（台北台中）對各運具安全因素的滿意程度比例圖

表 4-37 不同旅次目的（台北台中）各運具對安全因素滿意度之檢定表

	安全小車	安全大車	安全鐵路	安全航空
卡方	3.084416	0.289099	4.799632	1.413607
自由度	2	2	2	2
漸近顯著性	0.213908	0.865412	0.090735	0.493218

資料來源：本研究整理

#### 4. 對舒適因素而言

由資料顯示，如表 4-38 及圖 4-23，娛樂購物及探親訪友旅次對運具之舒適滿意度最高者為小汽車，其次為航空、鐵路、大客車，而公務商務旅次認為大客車之舒適滿意度最低。由卡方檢定知，不同旅次目的對於運具之舒適滿意度無顯著之差異，如表 4-39。

表 4-38 不同旅次目的（台北台中）對各運具舒適因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具舒適因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	25.75	22.24	26.40	25.61
娛樂購物	29.64	21.05	24.06	25.25
探親訪友	30.79	12.69	27.60	28.92
其他	25.77	21.83	24.43	27.97

資料來源：本研究整理

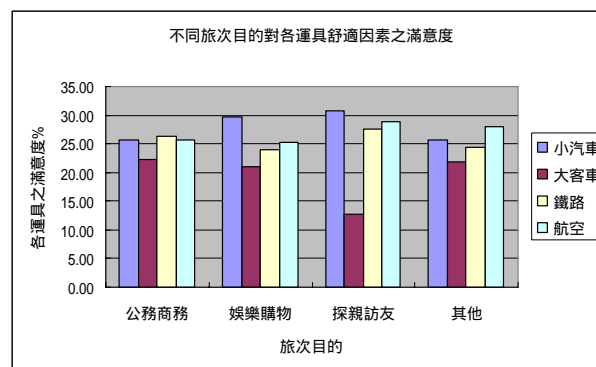


圖 4-23 不同旅次目的（台北台中）對各運具舒適因素的滿意程度比例圖

表 4-39 不同旅次目的（台北台中）各運具對舒適因素滿意度之檢定表

	舒適小車	舒適大車	舒適鐵路	舒適航空
卡方	2.812636	2.572783	4.867158	0.51062
自由度	2	2	2	2
漸近顯著性	0.245044	0.276266	0.087722	0.774676

資料來源：本研究整理

## 5. 對便利因素而言

由樣本資料分析，任何旅次目的旅運者皆一致認為小汽車之便利滿意度最高，大客車之便利滿意度最低，如統計資料表 4-40 及圖 4-24。由卡方檢定知，不同旅次對於運具之便利滿意度看法無顯著之差異，如表 4-41。

表 4-40 不同旅次目的（台北台中）對各運具便利因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具便利因素的滿意度%			
	小汽車	大客車	鐵路	航空
公務商務	32.62	19.78	23.38	24.22
娛樂購物	36.13	19.26	23.07	21.53
探親訪友	32.01	21.77	23.43	22.79
其他	35.34	19.34	23.33	22.00

資料來源：本研究整理

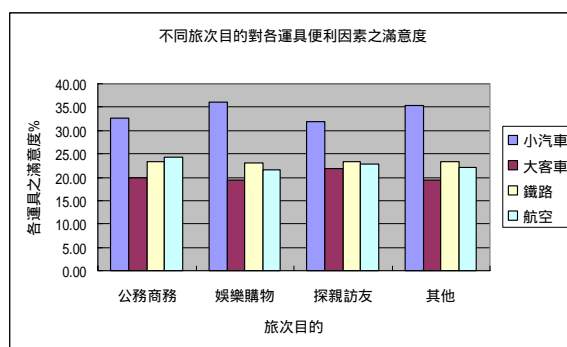


圖 4-24 不同旅次目的（台北台中）對各運具便利因素的滿意程度比例圖

表 4-41 不同旅次目的（台北台中）各運具對便利因素滿意度之檢定表

	便利小車	便利大車	便利鐵路	便利航空
卡方	0.958084	1.042879	0.315075	2.336067
自由度	2	2	2	2
漸近顯著性	0.619376	0.593665	0.854245	0.310978

資料來源：本研究整理

由以上分析可知，不同旅次目的之群體，對於各運具成本的滿意程度有顯著之差異，即不同旅次目的對於各種運具成本的滿意度有所不同。但不同旅次目的之群體對於各運具時間、安全、舒適、便利之滿意度並無顯著之差異。



## 4.2.3. 台南高雄運輸市場之運具選擇個體行為特性分析

## 一、旅運者運具選擇之偏好與實際行為比較

由於台南高雄為短程之運輸市場，往返城際間可選擇之運具僅三類：小汽車、大客車、鐵路。故於問卷之篩選，僅考慮樣本之實際選擇與最大優先偏好符合者，不考慮第二偏好。台南高雄運輸市場之有效樣本數為 257 份，樣本經篩選後，其中旅運者之偏好與實際行為相符者有 162 份，即往返台南高雄之旅運者其選擇運具之偏好與實際行為之符合率為 63.04%，顯示有 63.04% 的受訪者反映於問卷之偏好與實際行為相符。

## 二、依旅次目的的分群，各群體之行為特性分析

## (一) 不同旅次目的對影響運具選擇因素重要程度的看法

由統計資料顯示，如表 4-42 及圖 4-25，不同旅次目的所重視之選擇因素不相同。公務商務旅次而言，最重視之因素為時間及安全，其重視之程度相等，其次為便利、舒適、成本。而娛樂購物旅次，最重視之因素為安全，其次為時間、成本、舒適，重視便利因素的程度最低。探親訪友旅次，最重視之因素為安全，其次為時間、成本、便利、舒適。由卡方檢定表知，不同旅次目的對於運具之時間、成本及舒適之重視程度有顯著之差異，如表 4-43。

表 4-42 不同旅次目的（台南高雄）對於影響運具選擇因素之重要程度表

旅次目的	影響運具選擇因素之重要程度%				
	時間	成本	安全	舒適	便利
公務商務	24.55	13.36	24.55	18.20	19.34
娛樂購物	20.22	20.87	24.14	18.49	16.28
探親訪友	21.99	17.54	25.64	17.39	17.45
其他	22.02	16.85	24.82	14.05	22.26

資料來源：本研究整理

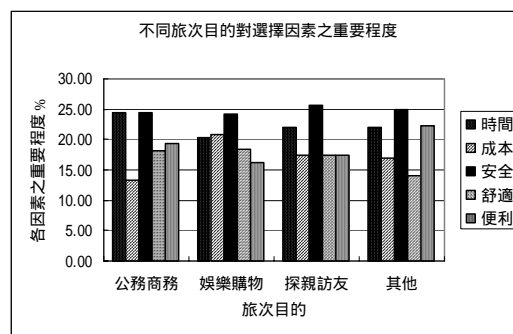


圖 4-25 不同旅次目的（台南高雄）對於影響運具選擇因素之重要程度圖

表 4-43 不同旅次目的（台南高雄）對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表

	時間	成本	安全	舒適	便利
卡方	17.9439	9.24242	2.771499	6.0535	1.5710
自由度	2	2	2	2.0000	2.0000
漸近顯著性	0.000127	0.009841	0.250136	0.0485	0.4559

資料來源：本研究整理

(二) 不同旅次目的對於特定影響運具選擇因素下各運具之滿意程度

1. 對時間因素而言

由統計資料顯示，如表 4-44 及圖 4-26，任一旅次目的對運具時間之滿意程度由高至低依序為：小汽車、鐵路、大客車。台南高雄之距離短，任何運具之旅行時間差異性不大，加上小汽車之駕駛者操控性高，一般民眾對於小汽車之時間滿意程度最高。由卡方檢定顯示，不同旅次目的對於運具時間之滿意程度無顯著之差異，如表 4-45。

表 4-44 不同旅次目的（台南高雄）對各運具時間因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具時間因素的滿意度%		
	小汽車	大客車	鐵路
公務商務	42.85	20.70	36.45
娛樂購物	37.49	29.78	32.72
探親訪友	41.25	21.60	37.15
其他	38.51	26.24	35.24

資料來源：本研究整理

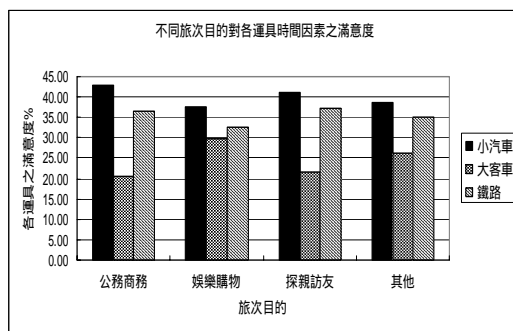


圖 4-26 不同旅次目的（台南高雄）對各運具時間因素之滿意程度比例圖

表 4-45 不同旅次目的（台南高雄）各運具對時間因素滿意度之檢定表

	時間小車	時間大車	時間鐵路
卡方	4.258276463	0.16571252	1.973046303
自由度	2	2	2
漸近顯著性	0.118939748	0.920483448	0.372870855

資料來源：本研究整理

## 2. 對成本因素而言

對於各運具旅行成本之滿意度而言，每種運具之成本滿意度差異不大，皆 30% 左右。這可能由於為短程旅次，旅行成本對於旅運者的感受度無太大的差別如表 4-46 及圖 4-27。由卡方檢定顯示，不同旅次目的對於各運具之成本滿意程度無顯著之差異，如表 4-47。

表 4-46 不同旅次目的（台南高雄）對各運具成本因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具成本因素的滿意度%		
	小汽車	大客車	鐵路
公務商務	34.07	33.19	32.74
娛樂購物	34.40	31.94	33.67
探親訪友	34.31	31.00	34.69
其他	35.01	29.02	35.97

資料來源：本研究整理

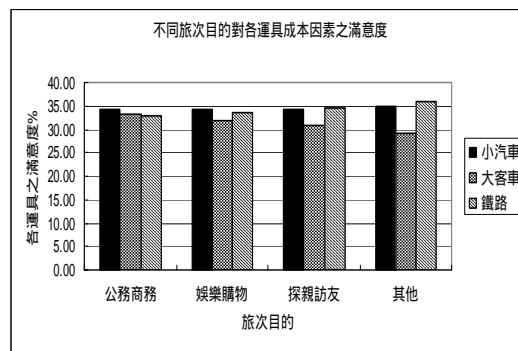


圖 4-27 不同旅次目的（台南高雄）對各運具成本因素之滿意程度比例圖

表 4-47 不同旅次目的（台南高雄）各運具對成本因素滿意度之檢定表

	成本小車	成本大車	成本鐵路
卡方	0.370406032	2.440018177	0.810909569
自由度	2	2	2
漸近顯著性	0.830935574	0.295227484	0.666673549

資料來源：本研究整理

## 3. 對安全因素而言

對於各運具之安全滿意程度而言，各旅次目的對各運具安全之滿意程度由高至低依序為：鐵路、小汽車、大客車，如表 4-48 及圖 4-28。由卡方檢定知，不同旅次目的對於運具之安全滿意度看法無顯著之差異，如表 4-49。

表 4-48 不同旅次目的（台南高雄）對各運具安全因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具安全因素的滿意度%		
	小汽車	大客車	鐵路
公務商務	35.90	26.00	38.10
娛樂購物	33.48	28.24	38.29
探親訪友	33.29	26.58	40.14
其他	33.32	29.02	37.67

資料來源：本研究整理

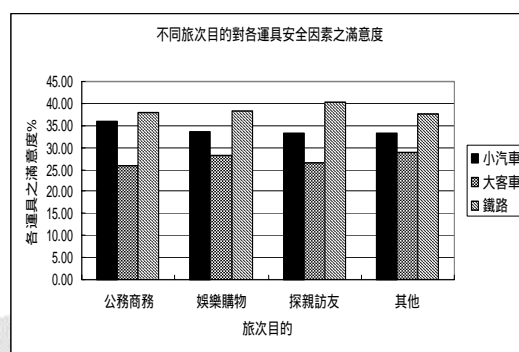


圖 4-28 不同旅次目的（台南高雄）對各運具安全因素的滿意程度比例圖

表 4-49 不同旅次目的（台南高雄）各運具對安全因素滿意度之檢定表

	安全小車	安全大車	安全鐵路
卡方	2.540271282	0.156674236	1.523754478
自由度	2	2	2
漸近顯著性	0.280793532	0.924652657	0.466789329

資料來源：本研究整理

## 4. 對舒適因素而言

由統計資料顯示：如表 4-50 及圖 4-29，除娛樂購物旅次外，其他之旅次目的旅運者對於各種運具之舒適滿意度，滿意度最高者為小汽車，其次為鐵路、大客車。由卡方檢定表 4-51 可知，不同旅次目的者對於運具之舒適滿意度看法無顯著之差異。

表 4-50 不同旅次目的（台南高雄）對各運具舒適因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具舒適因素的滿意度%		
	小汽車	大客車	鐵路
公務商務	37.19	30.00	32.81
娛樂購物	38.68	31.19	30.13
探親訪友	36.55	30.36	33.09
其他	41.36	22.19	36.46

資料來源：本研究整理

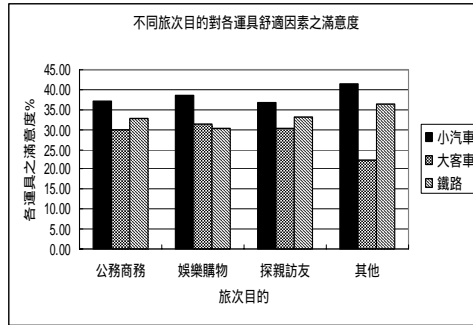


圖 4-29 不同旅次目的（台南高雄）對各運具舒適因素的滿意程度比例圖

表 4-51 不同旅次目的（台南高雄）各運具對舒適因素滿意度之檢定表

	舒適小車	舒適大車	舒適鐵路
卡方	5.416902542	1.289595485	5.8123
自由度	2	2	2.0000
漸近顯著性	0.066639934	0.52476867	0.0547

資料來源：本研究整理

5. 對便利因素而言

對便利因素而言，任一旅次目的對於各運具之便利滿意度由高至低依序為：小汽車、鐵路、大客車，如表 4-52 及圖 4-30。由卡方檢定顯示，不同旅次目的對於運具之便利滿意度無顯著差異，如表 4-53。

表 4-52 不同旅次目的（台南高雄）對各運具便利因素的滿意程度

旅次目的	不同旅次目的對各運具便利因素的滿意度%		
	小汽車	大客車	鐵路
公務商務	42.11	25.18	32.71
娛樂購物	42.70	25.61	31.69
探親訪友	41.24	26.91	31.85
其他	42.43	22.08	35.49

資料來源：本研究整理

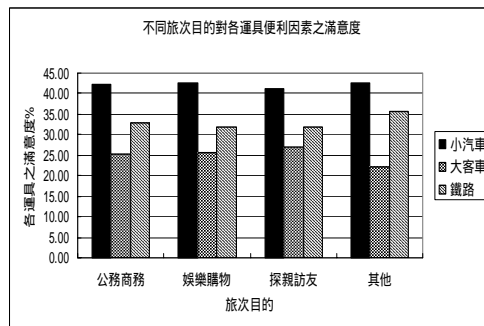


圖 4-30 不同旅次目的（台南高雄）對各運具便利因素的滿意程度比例圖

表 4-53 不同旅次目的（台南高雄）各運具對便利因素滿意度之檢定表

	便利小車	便利大車	便利鐵路
卡方	0.281126499	4.657707691	0.79
自由度	2	2	2.00
漸近顯著性	0.868868708	0.097407327	0.67

資料來源：本研究整理

由分析結果可知，台南高雄運輸市場中，不同旅次目的之群體，對於各運具之時間、成本、安全、舒適、便利滿意程度，並不因旅次目的之市場區隔而有所差異。

#### 4.2.4. 小結

經由上述對各種長度之運輸市場進行個體行為特性分析後，可得以下主要結論：

1. 於台北高雄運輸市場，調查樣本中有 76.12% 的民眾反映在問卷上之偏好與其實際運具選擇行為相符；於台北台中運輸市場，有 70.65% 之受訪者反映於問卷之偏好與實際行為相符；而於台南高雄運輸市場，則有 63.04% 的受訪者反映於問卷之偏好與實際行為相符，比率均相當高。
2. 不同長度運輸市場旅運者對影響運具選擇因素之重要程度如下：
  - 長程運輸市場 安全 > 時間 > 成本 > 便利 > 舒適。
  - 中程運輸市場 安全 > 時間 > 舒適 > 便利 > 成本。
  - 短程運輸市場 安全 > 時間 > 舒適 > 便利 > 成本。
 不論運輸市場之為長程或短程旅運者選擇運具最重要的兩項因素均為安全及時間，中短程旅運者認為舒適及便利之重要性高於成本的考量，長程旅客則較重視成本。
3. 除大客車的成本令旅運者感到滿意外，一般旅運者對大客車的偏好度較其他運具為低。

### 第三節 城際運輸市場運量分配分析

#### 4.3.1. 城際運輸市場運量分配現況

以下針對本研究所選定之四項運輸工具：小汽車、大客車、鐵路、航空，分別敘述目前城際旅運之現況及各運具之優劣勢，以及未來高鐵運輸市場之情形。

##### 一、公路

公路系統可分為私人之小汽車以及大眾運輸之大客車兩大類。小汽車是目前最便利的交通工具，可隨駕駛人的意願操控，沒有其他運輸工具必須到車站或機場搭乘以及等候之限制，不需轉乘其他運輸工具，可直接到達目的地。旅運者在時間上的調配可隨心所欲，駕駛者有相當高的決策權來操控其旅運行為，且私人小汽車具有其他運具所沒有的私密性及寬敞之置物空間，亦可隨需要增設冰箱、音響、電視等配備，這些都是其他運具所不能提供的優勢。非私人之大客車，其票價低廉，且由於目前市場競爭激烈，車內之配備及服務較過去提升不少，另外其班次密集亦是本運具之競爭優勢。但不論為小汽車或者大客車，其易受道路事故或擁塞而造成延誤，時間準點之不確定性極高，是公路系統的一大劣勢。

大客車客運基本資料方面，本研究係參考目前台汽以及其他私營客運之旅行時間以及成本。小汽車往返城際間之旅行成本，本研究參考陳裕強（民 87）於「城際運輸運具高鐵、航空、小汽車之競爭與互補市場範圍分析」中對小汽車成本之假設，小汽車往返城際間之旅行時間，則參考運研所 90 年之公路行駛時間資料。由於小汽車之現況旅次數不易調查與掌握，本研究小汽車現況旅次數資料之取得乃數根據鼎漢顧問公司所提供之民國 84 年之現況旅次數以及民國 89 年之旅次預測值，以外插法方式，預估民國 91 年之小汽車旅次數。民國 91 之大客車現況旅次數，本研究依歷年（民國 81~89 年）台汽客運統計年報對各路線客運人數之統計資料，與根據民營客運公司每日之班次及座位數，考慮其載客率，以及由統聯客運所提供該公司 91 年度上半年每日之各運輸市場之載客數，推估民國 91 年大客車之現況旅次數。資料之整理結果如表 4-54。

##### 二、鐵路

鐵路客運方面，安全、舒適、不塞車、準點性高等為台鐵強調之服務品質，為與其他運具競爭之優勢，且其沿途停靠之營運方式，可吸納起點或迄點遠離機場或公路客運站地區之乘客，其最大之劣勢為速度最快之自強號運能不足，導致一般日尖峰時段以及連續假日一座難求，或者載客量過多，導致乘坐之不舒適感，如此可能流失部份客源。

目前台鐵之車種分為自強號、莒光號、復興號以及平快車四等級，由於本研究之研究範圍為長途之城際旅次，故僅考慮較具效率之自強號、莒光號及復興

號。各類車種其行駛時間依車種速度以及沿途停靠站數有所不同，票價依車種不同而有所差異，不同運輸市場鐵路之旅行時間、票價以及班次等等相關資料，整理如表 4-54，其中不同車種的旅行時間，本研究採平均值計算。而鐵路之現況旅次數，本研究依交通部運研所歷年（民國 84~89 年）對各個運輸起迄點客運人數之統計，以迴歸趨勢延伸的方式，推估目前現況鐵路之旅次數。

### 三、航空

航空客運為目前往返城際間速度最快的運輸工具，旅行時間最短以及運能充足等為航空之絕對優勢。惟其票價較其他運具成本高出許多，旅行過程中會有噪音或振動等不舒適感，且有些乘客對飛行安全之顧慮，這些皆為航空的不利劣勢。另外，航空亦受外在環境變化之影響，尤其氣候之影響力極大，必須顧及起點及迄點的氣候情況，班次之不確定性高。主要客源為爭取時間或希望當天往返之公務商務人員。

目前行駛台北高雄的航空公司有遠東、復興、華信以及立榮四家航空公司；行駛台北台南的航空公司有遠東、復興以及立榮三家航空公司；行駛台北台中的航空公司有立榮及華信航空公司。其飛行時間依機型不同而有所差異，票價及班次也依不同航空公司自行訂定，相關基本資料之整理如表 4-54。航空之現況旅次數，本研究依交通部運研所歷年（民國 86~89 年）對各個起迄點客運人數之統計，以迴歸趨勢延伸的方式，推估目前現況航空之旅次數，進一兩年以來，航空票價大幅調漲，使得航空每日之旅次數有逐年下降之趨勢。

### 四、高鐵

高速鐵路是指營運時速 200 公里以上之鐵路系統。台灣南北高速鐵路系統使用專用路權，全線無平交道，為行車絕對安全的高速運輸工具。高速鐵路具有高運能、快速、準點、安全以及不受天候影響等優勢。高速鐵路具有強大的運輸能量，營運成熟期每日可載運三十萬人次以上，旅客運能為中山高速公路的 3.7 倍，為第二高速公路的 2.5 倍。台灣高速鐵路的行駛速率每小時高達 300 公里以上，當高鐵加入台灣運輸市場，可將台灣南北時間縮短為 90 分鐘以內。高速鐵路為具有專用路權之導軌系統，並結合自動行車控制之功能，相較於其他運具而言，較不受天候影響。高速鐵路符合環保理念，土地使用效率高，能源耗能少以及空氣污染低。惟其票價僅低於航空，對一般民眾仍稍嫌票價過高，且有些高鐵場站之設置位置遠離市中心，必須建立完善的轉乘服務才不易導致不便。

高鐵之相關資料來源取自台灣高鐵網站以及票價之計算以陳羽盈（民 87）之研究中所用之平均票價計算方式： $P_{ij} = 143 + 2.68D_{ij}$ ，其中  $D_{ij}$  為各起迄點距離，單位為公里。計算出各起迄點之平均票價，相關之統計資料如表 4-54。

各運輸市場現況運量分配之情形，長程旅次中，以台北高雄運輸市場而言，航空之運量最高，約佔 38%，其次為大客車約佔 30%，小汽車為 23%，鐵路佔



9%。台北台南運輸市場，現況運量分配情形由高至低為大客車、航空、鐵路、小汽車，所佔比例分別為 42.19%、31.81%、13.93%及 12.07%。台北高雄運輸市場由於距離較台北台南遠，不同運具往返城際的旅行時間差異相當大，故台北高雄選擇航空之比例較其他運具高。而近年來民營客運公司價格競爭激烈，加上經濟不景氣以及航空票價調漲，使得大客車旅次數近年來大幅成長。

中程旅次而言，台北台中運輸市場現況運量分配情形，運具選擇最高者為大客車，約佔 54%，其次為小汽車、鐵路及航空，各運具運量比例為 25%、15%及 6%。大客車之運量相當高，佔所有運具之運量 1/2 以上。而航空票價昂貴，且以航空往返台北台中所花費之時間與其他運具之差異性不大，加上近年來空難頻傳，導致往返台北台中之旅運者選擇航空之比例相當低。台中台南現況運量分配情形，大客車之運量約佔 50%，選擇小汽車與鐵路之比例相近，約各佔 25%。

短程旅次而言，不論為往返台北新竹或台南高雄，小汽車之運量所佔比例皆最高，約佔 50%。台北新竹運輸市場大客車之運量所佔比例亦相當高，約 34%，其餘為鐵路之運量。往返台南高雄選擇大客車之比例相較於其他運具明顯偏低，僅約 4%的旅運者選擇大客車往返台南高雄，選擇小汽車及鐵路之旅次數較多。

表 4-54 各運輸市場系統現況整理表

運輸市場	運輸系統別		距離(公里)	車內時間(分)	票價(元)	班次	座位數	旅次數(百分比%)
台北 高雄	公路系統	自用小汽車	347.5	414	614	-	-	5931 (23.10)
		台汽國光號		295	500	84	28	7697 (29.98)
		統聯客運		300	500	96	20	
		尊龍		300	650	60	20	
	鐵路系統	自強號	371.8	280	845	42	-	2303 (8.97)
		莒光號		358	651	27	-	
		復興號		370	544	15	-	
	航空系統	遠東航空	-	50	1990	39	-	9740 (37.94)
		復興航空		55	1900	26	-	
		立榮航空		50	1920	34	-	
		華信航空		50	1990	40	-	
	高鐵系統	高鐵	345	82	1142	137	-	-
台北 台南	公路系統	自用小汽車	306.5	382	543	-	-	1467 (12.07)
		台汽國光號		255	445	28	28	5126 (42.19)
		和欣客運		270	550	92	19	
		統聯客運		270	450	96	20	
		尊龍		270	550	96	20	
	鐵路系統	自強號	325.1	240	741	42	-	1693 (13.93)
		莒光號		320	571	27	-	
		復興號		342	476	15	-	
	航空系統	遠東航空	-	45	1780	18	-	3865 (31.81)
		復興航空		50	1730	20	-	
		立榮航空		45	1755	14	-	
	高鐵系統	高鐵	313	91	1008	56	-	-
台北 台中	公路系統	自用小汽車	152.9	195	271	-	-	8303 (25.10)
		台汽國光號		165	255	89	28	17930 (54.21.)
		飛狗巴士		180	300	88	26	
		統聯客運		150	250	192	19	

	鐵路系統	大有		150	240	72		
		自強號	165	128	375	45	-	4827 (14.59)
		莒光號		168	289	27	-	
	復興號		177	241	8	-		
	航空系統	立榮航空	-	35	1290	30	-	2017
華信航空			35	1246	26	-	(6.10)	
高鐵系統	高鐵	165	42	653	105	-	-	
台中 台南	公路系統	自用小汽車	153.6	186	272	-	-	1704 (25.40)
		台汽國光號		140	245	44	40	3333 (49.68.)
		統聯客運		140	250	144	20	
		如皇客運		140	350	144	19	
	鐵路系統	自強號	160.1	113	366	41	-	1671 (24.91)
		莒光號		149	282	21	-	
		復興號		169	236	5	-	
高鐵系統	高鐵	148	40	582	56	-	-	
台北 新竹	公路系統	自用小汽車	70.6	52	128	-	-	14003 (47.52)
		台汽國光號		85	110	68	40	10000 (33.94.)
		飛狗巴士		90	120	144	35	
		新竹客運		85	110	140	40	
	鐵路系統	自強號	78.1	66	180	46	-	5463 (18.54)
		莒光號		80	139	38	-	
		復興號		87	116	17	-	
高鐵系統	高鐵	72	27	400	42	-	-	
台南 高雄	公路系統	自用小汽車	41.0	32	71	-	-	21148 (50.05)
		全航		50	120	144	25	1500
		中南客運		60	120	134	15	(3.55)
	鐵路系統	自強號	46.7	34	107	44	-	19605 (46.40)
		莒光號		54	83	31	-	
		復興號		46	69	18	-	
高鐵系統	高鐵	32	11	303	56	-	-	

\*旅次數下之( )表示所佔旅次百分比%

資料來源：本研究整理

## 4.3.2. 模糊層級分析法之運量分配結果

利用修正 Buckley 之模糊層級分析法求得個體對各運具方案之權重，依市場區隔，整合各個群體選擇運具的權重，最後再整合整個運輸市場選擇各運具之權重，並假設以此權重代表運量分配之比例。

由 3.4.3 節之敘述，本研究依「有無市場區隔」、「整合群體意見方式」以及「可量化評估準則之成對比較矩陣形式」三類分類，可構成六種模糊層級分析法之運量分配模式，六種運量分配模式如表 4-55，分別利用這六種模式求出每一運輸市場之運量分配。

表 4-55 模糊層級分析法運量分配模式表

模式	有無市場區隔	整合群體意見方式	可量化評估準則之成對比較矩陣形式
模式一	無	幾何平均	相對成對比較矩陣
模式二	有	幾何平均	相對成對比較矩陣
模式三	有	三角模糊數	相對成對比較矩陣
模式四	無	幾何平均	絕對成對比較矩陣
模式五	有	幾何平均	絕對成對比較矩陣
模式六	有	三角模糊數	絕對成對比較矩陣

資料來源：本研究整理

本研究於模式四~六的部分，對旅行時間及成本可量化之評估準則採絕對績效值之成對比較矩陣，先依各個運輸市場，分別計算每種運具之實際旅行時間及成本值。旅行時間所考慮的因素含實際行車時間、起迄點至場站接駁需花費之時間及候車時間。對於各運具時間之計算，若因車種或者各營運公司之差異而有不同的行駛時間，則以班次採加權平均數計算某運具之代表行駛時間。起迄點至場站時間以各行政分區中心至各場站時間之平均值為依據，候車時間以 1/2 班距計算；旅行成本考慮的因素為票價、油費、過路費以及起迄點至場站接駁的平均費用。各運具成本之計算，加權方式與旅行時間之計算方式相同。經加權運算後，各運輸市場之旅行時間及成本之明確值如表 4-56。

依各運輸市場明確之旅行時間及成本值，每一運輸市場可對旅行時間及成本建立絕對績效值成對比較矩陣，所建立之絕對績效值成對比較矩陣如表 4-57~表 4-68。

表 4-56 各運輸市場各種運具之旅行時間及成本資料表

	運輸市場	運具別	旅行時間 (分)	成本(元)	運輸市場	運具別	旅行時間 (分)	成本(元)
長程	台北 高雄	小汽車	444	646	台北 台南	小汽車	422	585
		大客車	336	567		大客車	306	538
		鐵路	351	757		鐵路	316	667
		航空	98	1606		航空	99	1523
中程	台北 台中	小汽車	229	307	台中 台南	小汽車	211	298
		大客車	197	288		大客車	169	313
		鐵路	179	362		鐵路	152	350
		航空	84	1306			-	
短程	台北 竹 新	小汽車	86	163	台南 高雄 高	小汽車	64	104
		大客車	122	141		大客車	83	139
		鐵路	105	181		鐵路	65	111

資料來源：本研究整理

各運輸市場旅行時間及成本絕對績效值成對比較矩陣如表 4-57 至 4-68 所示，其中表 4-57 至 4-60 為長程運輸市場，表 4-61 至 4-64 為中程運輸市場，表 4-65 至 4-68 為短程運輸市場。

表 4-57 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台北 高雄）

台北 高雄 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.757	0.791	0.221
大客車	1.321	1	1.045	0.292
鐵路	1.265	0.957	1	0.279
航空	4.531	3.429	3.582	1

資料來源：本研究整理

表 4-58 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台北 高雄）

台北 高雄 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.878	1.172	2.486
大客車	1.139	1	1.335	2.832
鐵路	0.853	0.749	1	2.122
航空	0.402	0.353	0.471	1

資料來源：本研究整理

表 4-59 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台南)

台北 台南 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.725	0.749	0.235
大客車	1.379	1	1.033	0.324
鐵路	1.335	0.968	1	0.313
航空	4.263	3.091	3.192	1

資料來源：本研究整理

表 4-60 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台南)

台北 台南 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.920	1.140	2.603
大客車	1.087	1	1.240	2.831
鐵路	0.877	0.807	1	2.283
航空	0.384	0.353	0.438	1

資料來源：本研究整理

表 4-61 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台中)

台北 台中 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.860	0.782	0.367
大客車	1.162	1	0.909	0.426
鐵路	1.279	1.101	1	0.469
航空	2.726	2.345	2.131	1

資料來源：本研究整理

表 4-62 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台北 台中)

台北 台中 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路	航空
小汽車	1	0.938	1.179	4.254
大客車	1.066	1	1.257	4.535
鐵路	0.848	0.796	1	3.608
航空	0.235	0.221	0.277	1

資料來源：本研究整理

表 4-63 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表 (台中 台南)

台中 台南 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	0.801	0.720
大客車	1.249	1	0.899
鐵路	1.388	1.112	1

資料來源：本研究整理

表 4-64 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台中 台南）

台中 台南 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	1.050	1.174
大客車	0.952	1	1.118
鐵路	0.851	0.894	1

資料來源：本研究整理

表 4-65 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台北 新竹）

台北 新竹 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	1.419	1.221
大客車	0.705	1	0.861
鐵路	0.819	1.162	1

資料來源：本研究整理

表 4-66 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台北 新竹）

台北 新竹 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	0.865	1.110
大客車	1.156	1	1.284
鐵路	0.901	0.779	1

資料來源：本研究整理

表 4-67 各運具對時間準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台南 高雄）

台南 高雄 (旅行時間)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	1.297	1.016
大客車	0.771	1	0.783
鐵路	0.985	1.277	1

資料來源：本研究整理

表 4-68 各運具對成本準則之絕對績效值成對比較矩陣表（台南 高雄）

台南 高雄 (旅行成本)	小汽車	大客車	鐵路
小汽車	1	1.337	1.067
大客車	0.748	1	0.799
鐵路	0.937	1.252	1

資料來源：本研究整理

依上述六種模式，分別運算各運輸市場各種運具之權重值，以此代表各運具之運量分配比例，各運輸市場運算運量分配之結果如表 4-69 所示。

長程旅次方面，由模糊層級分析法求得的運量分配，以航空之運量最高，約 30%，鐵路及小汽車的運量約各佔 25%，大客車之運量約佔 20%。與現況之運量

分配比較，以台北高雄運輸市場來看，航空及小汽車運量比例與現況之情形較為符合，對於鐵路的運量比例則較為高估，大客車之運量則稍微低估。台北台南運輸市場，航空之運量比例與現況之情形相距不大，但高估小汽車與鐵路之運量比例，低估大客車之運量。現況運量中大客車所佔的比例皆比由模式運算出之運量分配比例為高，其原因可能近年民營客運價格競爭激烈，加上經濟不景氣以及航空票價調漲的影響，使得民眾選擇搭乘大客車的比例大幅提昇。由模式求得之運量分配比例主要反映民眾之偏好，顯示民眾對於選擇大客車作為往返城際之運具的意願較其他運具低，這與民眾對於大客車之安全、舒適、便利度低有關，造成大客車權重值偏低的情形。

中程旅次方面，由模糊層級分析法求得的運量分配，往返台北台中之旅運者由模式所求得之運量分配比例，選擇小汽車之比例最高，約佔 31%，其次鐵路、航空及大客車之運量比例各約 20-25%，與現況運量分配資料比較，明顯低估了大客車之運量，相對的高估了其他運具之運量。往返台中台南之旅次，以小汽車的運量所佔比例最高，約為 40%，鐵路為其次，約佔 35% 左右，大客車之比例約佔 25%，與現況資料比較，高估了小汽車及鐵路的運量，且低估了大客車之運量。而現況大客車所佔之運量比例較其他運具高出許多，這和長程旅次大客車運量比高的原因相同，且大客車提供多處之下車處，與鐵路相較起來較為便利，故現況選擇大客車的比例相當高。

短程旅次方面，由模糊層級分析法求得的運量分配，台北新竹與台南高雄運輸市場選擇運具之比例，最多為小汽車，約佔 40%，鐵路之運量約佔 35%，大客車之運量約佔 25%。與現況運量相比較，台北新竹運輸市場低估了小汽車及大客車的運量，高估了鐵路之運量；台南高雄運輸市場低估了小汽車及鐵路之運量，高估了大客車之運量。各運輸市場運量分配情形如表 4-70。



表 4-69 各運輸市場各種模式之運量分配分析結果與現況運量比較表

運輸市場		現況旅次數(人次)	現況運量分配	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
台北 高雄	小汽車	5931	23.10%	22.59%	22.55%	23.77%	22.40%	22.62%	23.91%
	大客車	7697	29.98%	20.10%	20.78%	20.48%	20.20%	20.56%	19.58%
	鐵路	2303	8.97%	25.78%	25.63%	25.27%	25.22%	24.87%	25.03%
	航空	9740	37.94%	31.52%	31.04%	30.48%	32.18%	31.95%	31.47%
台北 台南	小汽車	1467	12.07%	26.21%	26.30%	26.18%	24.35%	24.48%	25.34%
	大客車	5126	42.19%	18.27%	18.39%	18.94%	19.82%	19.93%	20.03%
	鐵路	1693	13.93%	26.19%	26.39%	26.39%	25.61%	25.90%	25.66%
	航空	3865	31.81%	29.33%	28.92%	28.49%	30.22%	29.68%	28.97%
台北 台中	小汽車	8303	25.10%	30.78%	30.22%	30.19%	27.75%	27.41%	27.67%
	大客車	17930	54.21%	20.48%	19.60%	19.64%	21.65%	21.14%	20.46%
	鐵路	4827	14.59%	25.70%	26.45%	26.29%	26.65%	26.90%	26.94%
	航空	2017	6.10%	23.04%	23.74%	23.87%	23.94%	24.56%	24.93%
台中 台南	小汽車	1704	25.40%	43.89%	43.15%	39.82%	37.21%	36.80%	36.27%
	大客車	3333	49.68%	23.11%	23.10%	25.56%	26.56%	26.76%	27.29%
	鐵路	1671	24.91%	33.01%	33.75%	34.62%	36.24%	36.44%	36.44%
台北 新竹	小汽車	14003	47.52%	42.25%	42.40%	39.43%	39.35%	39.45%	38.29%
	大客車	10000	33.94%	25.05%	25.73%	26.66%	26.47%	26.81%	27.22%
	鐵路	5463	18.54%	32.69%	31.87%	33.91%	34.18%	33.74%	34.49%
台南 高雄	小汽車	21148	50.05%	41.58%	41.92%	38.81%	38.72%	38.92%	36.29%
	大客車	1500	3.55%	23.07%	22.92%	23.91%	24.58%	24.63%	24.69%
	鐵路	19605	46.40%	35.35%	35.15%	37.29%	36.71%	36.45%	39.02%

資料來源：本研究整理

表 4-70 各運輸市場運量分配情形表

長程旅次	台北	高雄	航空及小汽車運量比例與現況情形相符，高估鐵路運量及低估大客車運量。
	台北	台南	航空之運量比例與現況之情形相距不大，高估小汽車與鐵路之運量，低估大客車之運量。
中程旅次	台北	台中	低估大客車之運量，高估小汽車、鐵路及航空之運量。
	台中	台南	高估小汽車及鐵路的運量，低估大客車之運量。
短程旅次	台北	新竹	低估小汽車及大客車的運量，高估鐵路之運量。
	台南	高雄	低估小汽車及鐵路之運量，高估大客車之運量。

資料來源：本研究整理

## 4.3.3. 模式檢定、比較與檢討

每一個運輸市場各以六種模式求得整體之運量分配，利用 RMS 法以檢定分析結果與現況的差異程度，各市場運算出之運量分配與現況運量分配之差異程度如表 4-71 所示。由表可看出，同一運輸市場中，不論由哪一種模式求算出運量分配，與現況之差異程度皆尚相近。其中以台北新竹與台北高雄之運量分配與現況之差異程度較低。而各運輸市場最佳之模式如表 4-72。由模式結果顯示，整體而言，有市場區隔、整合整體意見以幾何平均方式以及可量化評估準則以絕對績效值之成對比較矩陣所求得的模式結果較佳。

表 4-71 各模式運量分配與現況運量分配之差異表

	模式一	模式二	模式三	模式四	模式五	模式六
台北 高雄	10.27	10.13	10.15	9.91	9.72	10.10
台北 台南	15.23	15.27	15.05	14.05	14.11	14.25
台北 台中	19.88	20.47	20.45	19.56	19.94	20.33
台中 台南	19.27	19.15	17.16	16.36	16.21	15.84
台北 新竹	10.12	9.51	10.87	11.06	10.75	11.33
台南 高雄	13.84	13.76	14.42	14.88	14.91	15.17

資料來源：本研究整理

表 4-72 模糊層級分析法運量分配分析結果最佳模式表

旅次長度	運輸市場	最佳模式	有無市場區隔	整合群體意見方式	評估準則成對比較矩陣
長程旅次	台北 高雄	模式五	有	幾何平均	絕對成對比較矩陣
	台北 台南	模式四	無	幾何平均	絕對成對比較矩陣
中程旅次	台北 台中	模式四	無	幾何平均	絕對成對比較矩陣
	台中 台南	模式六	有	三角模糊數	絕對成對比較矩陣
短程旅次	台北 新竹	模式二	有	幾何平均	相對成對比較矩陣
	台南 高雄	模式二	有	幾何平均	相對成對比較矩陣

資料來源：本研究整理

以本研究所建構模式運算出之運量分配，與現況運量分配之比例有間的差異，探究其可能原因為：

1. 本模式所使用的方法是屬於心理主觀判斷之分析方法，所求得之運量分配結果應為旅運者之潛在需求，當其真正面臨實際運具選擇行為時，可能因某些不可控制之因素，導致其實際選擇未能符合偏好。
2. 現況運量分配資料之來源，鐵路與航空之旅次數是以歷年運輸規劃分析所統計之資料，以趨勢延伸的方式求得民國 91 年現況旅次數，由於歷年旅次數呈現穩定的成長或衰退，故所估算之現況旅次數應與現況情形差異不

大。而大客車旅次數之資料來源，為透過歷年（民國 81~89 年）台汽客運統計年報對各路線客運人數之統計資料，與根據民營客運公司每日之班次及座位數，考慮其載客率，以及由統聯客運所提供該公司 91 年度上半年每日之各運輸市場之載客數，推估民國 91 年大客車之現況旅次數，由單一客運營運公司推估整體之大客車運量時是否有誤差，可能是造成大客車運量相當高的原因之一。而小汽車之旅次數資料取得不易，是以民國 84 年之實際旅次數與民國 89 年預測之旅次數，利用外插法求得民國 91 年小汽車之旅次數。故大客車與小客車現況旅次數之準確性可能與實際現況情形略有差異，使得各運輸市場之運量分配比例受到影響。

3. 問卷訪問尺度之設計區間過小，可能使得受訪者之偏好無法顯著顯現。

#### 第四節 模糊層級分析法運量分配模式地區轉移性之分析

本節試圖對本研究所建構模糊層級分析法之運量分配模式的地區轉移性做一測試，於同一長度之運輸市場，以 A 運輸市場之模式預測 B 運輸市場之運量分配，以了解其地區轉移之能力，即以 B 運輸市場旅行時間及成本之絕對績效值成對比較矩陣替代 A 市場旅行時間及成本之成對比較矩陣，B 市場有關舒適、便利、安全之成對比較矩陣假設與 A 市場相同，而求算出 B 運輸市場之運量分配，然後進行比較。於預測之前，先都對相同長度之運輸市場之個體偏好進行分析，觀察個體偏好之差異與地區轉移性運量分配的關係。

##### 4.4.1. 相同長度運輸市場個體偏好之比較

探討同一長度之兩個運輸市場之個體其運具選擇偏好是否具有差異，本研究主要係針對個體對於運具服務屬性之看法比較其有無顯著差異，以及對各運具安全、舒適、便利等滿意度有無顯著差異。是否當兩運輸市場之偏好無顯著差異時，以 A 運輸市場之旅運資料，且旅行之時間與成本以絕對績效值成對比較矩陣取代，預測 B 運輸市場之運量分配可以得到較佳的結果。

兩兩運輸市場偏好是否有差異，本研究以卡方檢定檢測兩兩運輸市場之差異是否顯著。而由於中程之台北台中與台中台南運輸市場，可選擇之運具種類不相同，故本研究僅針對長程與短程之旅次進行比較分析。

##### 一、長程運輸市場

本研究選定之長程運輸市場分別為台北 高雄以及台北 台南，針對兩個運輸市場旅運者對運具之服務屬性以及旅運者對各運具之安全、舒適、便利滿意度之看法，以瞭解兩運輸市場旅運者偏好之差異性。

##### (一) 比較不同運輸市場對運具之服務屬性看法之差異

在無市場區隔之下，比較整體運輸市場對於本研究選定之五項運具服務屬性，兩運輸市場之旅運者的看法是否有顯著差異。由卡方檢定如表 4-73 所顯示，台北高雄與台北台南之旅運者對安全以及便利準則之重視程度有顯著之差異，對時間、成本、舒適之重視程度則無顯著差異。

表 4-73 長程運輸市場不同旅次對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表

	時間	成本	安全	舒適	便利
卡方	0.01125	2.24967	6.594826	0.027005	3.930007
自由度	1	1	1	1	1
漸近顯著性	0.915528	0.133643	0.010228	0.869471	0.047432

資料來源：本研究整理

## (二) 比較不同運輸市場對運具之安全、舒適以及便利滿意度之差異

在無市場區隔之下，比較兩個運輸市場對各運具之安全、舒適以及便利的滿意程度是否有顯著之差異。

由卡方檢定表 4-74 至表 4-76，可知長程之兩運輸市場對於小汽車之安全滿意度；小汽車、大客車的舒適滿意度；以及小汽車的便利滿意度有顯著之差異，即兩運輸市場的看法並不一致。

表 4-74 長程運輸市場不同旅次對各運具安全因素滿意度之檢定表

	安全小車	安全大車	安全鐵路	安全航空
卡方	6.706831	0.150295	1.797789	1.524598
自由度	1	1	1	1
漸近顯著性	0.009604	0.698254	0.17998	0.216925

資料來源：本研究整理

表 4-75 長程運輸市場不同旅次對各運具舒適因素滿意度之檢定表

	舒適小車	舒適大車	舒適鐵路	舒適航空
卡方	5.286221	5.929845	1.704869	2.427934
自由度	1	1	1	1
漸近顯著性	0.021495	0.014887	0.191652	0.11919

資料來源：本研究整理

表 4-76 長程運輸市場不同旅次對各運具便利因素滿意度之檢定表

	便利小車	便利大車	便利鐵路	便利航空
卡方	4.954897	0.418445	0.048886	3.824207
自由度	1	1	1	1
漸近顯著性	0.026017	0.517714	0.825013	0.050517

資料來源：本研究整理

## 二、短程運輸市場

針對台北 新竹及台南 高雄兩個短程之運輸市場，分析旅運者對運具之服務屬性以及旅運者對各運具之安全、舒適、便利滿意度之看法，以瞭解兩運輸市場旅運者偏好之差異性。

## (一) 比較不同運輸市場對運具之服務屬性看法之差異

由卡方檢定如表 4-77 所顯示，兩個短程運輸市場對於影響運具選擇之五項因素之重視度並無顯著差異。

表 4-77 短程運輸市場不同旅次對於影響運具選擇因素之重視度之檢定表

	時間	成本	安全	舒適	便利
卡方	0.69851	0.042337	2.254927	0.425678	1.672539
自由度	1	1	1	1	1
漸近顯著性	0.403285	0.836978	0.13319	0.514117	0.195919

資料來源：本研究整理

## (二) 比較不同運輸市場整體對運具之安全、舒適以及便利滿意度之差異

由卡方檢定如表 4-78 至表 4-80 之結果可知，兩運輸市場之旅運者僅對於大客車與鐵路的便利滿意度看法有顯著之差異，對於其他因素之滿意度並無顯著之差異。

表 4-78 短程運輸市場不同旅次對各運具安全因素滿意度之檢定表

	安全小車	安全大車	安全鐵路
卡方	0.434621	0.001755	0.422715
自由度	1	1	1
漸近顯著性	0.50973	0.966585	0.515585

資料來源：本研究整理

表 4-79 短程運輸市場不同旅次對各運具舒適因素滿意度之檢定表

	舒適小車	舒適大車	舒適鐵路
卡方	0.11133	0.157067	0.175907
自由度	1	1	1
漸近顯著性	0.738635	0.691871	0.674914

資料來源：本研究整理

表 4-80 短程運輸市場不同旅次對各運具便利因素滿意度之檢定表

	便利小車	便利大車	便利鐵路
卡方	0.741867	2.906267	11.1084
自由度	1	1	1
漸近顯著性	0.389063	0.088236	0.000859

資料來源：本研究整理

## 4.4.2. 運量分配模式地區轉移性之分析

以下針對長程及短程旅次之運輸市場，進行運量分配模式地區轉移性之分析，並與現況旅運資料進行比較分析。

## 一、長程運輸市場

假設目前僅有台北高雄運輸市場之旅運調查資料，若欲瞭解同一旅次長度台北台南運輸市場之運量分配情形，本研究假設就台北高雄調查之旅運資料所得出受訪者對各運具安全、舒適、便利的看法具有地區普遍性，亦即亦適用於台北台南運輸市場，而旅行時間及成本之成對比較矩陣則以台北台南旅次之絕對值成對比較矩陣取代，從而求算台北台南旅次之運量分配。由前文所分析各運量模式所估計結果與現況之比較可知，有市場區隔、整合整體意見以幾何平均方式、以及可量化評估準則以絕對績效值之成對比較矩陣所求得的模式結果較佳，故以此模式進行上述之運算。使用同樣的方式，亦以台北台南之模式預測台北高雄之運量分配，試圖檢測運量分配結果與現況之差異度。上述運量分配估計之結果如表

4-81 及表 4-82。長程旅次運量分配模式地區轉移性的估計結果，與原始最佳運量分配模式結果的差異不大，顯示模式地區轉移性的效果相當不錯。

表 4-81 以台北台南旅次預測台北高雄運量分配表

運輸市場		現況旅次數 (人次)	現況運量	以北南預測北 高運量	模式五
台北 高雄	小汽車	5931	23.10%	24.37%	22.62%
	大客車	7697	29.98%	19.84%	20.56%
	鐵路	2303	8.97%	25.45%	24.87%
	航空	9740	37.94%	30.35%	31.95%
	RMS	-	-	10.41	9.72

資料來源：本研究整理

表 4-82 以台北高雄旅次預測台北台南運量分配表

運輸市場		現況旅次數 (人次)	現況運量	以北高預測北 南運量	模式四
台北 台南	小汽車	1467	12.07%	22.74%	24.35%
	大客車	5126	42.19%	20.63%	19.82%
	鐵路	1693	13.93%	25.36%	25.61%
	航空	3865	31.81%	31.27%	30.22%
	RMS	-	-	13.32	14.05

資料來源：本研究整理

## 二、短程運輸市場

於短程運輸市場中，欲估計台南高雄運輸市場之運量分配情形，假設以台北新竹之旅運資料所求得有關舒適、便利、安全的成對比較矩陣，將其旅行時間及成本之成對比較矩陣則以台南高雄旅次之絕對績效值成對比較矩陣取代，而求算台南高雄旅次之運量分配。整合整體運量分配的方式以有市場區隔、整合整體意見以幾何平均方式，以及可量化評估準則以絕對績效值之成對比較矩陣的模式運算。同樣地，以台南高雄之模式預測台北新竹之運量分配，試圖檢測運量分配結果與現況之差異情形。運量分配結果如表 4-83 及表 4-84。短程旅次運量分配模式地區轉移性的結果顯示，與原始最佳模式比較，誤差值較上述長程運輸市場之分析結果為大，即較長程旅次之地區轉移能力稍差，但整體而言，運量分配的結果與原始最佳模式的結果之差異不大，顯示運量分配模式之地區轉移性分析應屬可接受。

表 4-83 以台北新竹旅次預測台南高雄運量分配表

運輸市場		現況旅次數 (人次)	現況運量	以北竹預測南 高運量	模式二
台南	小汽車	21148	50.05%	39.33%	41.92%
	大客車	1500	3.55%	25.13%	22.92%
高雄	鐵路	19605	46.40%	35.54%	35.15%
	RMS	-	-	15.26	13.76

資料來源：本研究整理

表 4-84 以台南高雄旅次預測台北新竹運量分配表

運輸市場		現況旅次數 (人次)	現況運量	以南高預測北 竹運量	模式二
台北	小汽車	14003	47.52%	39.04%	42.40%
	大客車	10000	33.94%	26.33%	25.73%
新竹	鐵路	5463	18.54%	34.63%	31.87%
	RMS	-	-	11.38	9.51

資料來源：本研究整理

#### 4.4.3. 小結

不論長程旅次或短程旅次，模糊層級分析法運量分配之地區轉移性分析結果，與原始運量分配模式之結果差異不大，顯示本研究所建構之方法應有其可行性，值得進一步較大規模之測試及評估。



## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究之目的主要在於探討模糊層級分析法運用於運量分配預測之可行性，同時並企圖了解目前各運輸市場個體之運具選擇行為特性。本研究之主要結論如下：

#### 一、樣本基本資料分析

1. 旅次目的及個人所得為影響旅運者運具選擇行為較顯著之因素，即不同的旅次目的或個人所得會影響個人之運具選擇行為。
2. 公務商務旅次之費用是否為自己負擔對實際運具選擇行為有顯著的影響，但對各屬性之偏好則無顯著差異。
3. 中長程旅次中商務旅次選擇航空之比例較其他旅次目的為高。所得越高者，實際選擇航空之比例越高；所得較低者，實際選擇大客車的比例較其他運具為高。
4. 短程旅次中，不論旅次目的為何，旅運者選擇小汽車往返城際之比例最高。隨所得的增加，選擇大客車的比例逐漸下降，選擇小汽車的比例則增加。
5. 由問卷調查統計資料顯示，旅次長度越長，受訪者未來願意搭乘高鐵之意願越高。長程旅次願意轉乘高鐵的比例約為 85%，中程旅次約為 70%，短程旅次約為 65%。

#### 二、個體行為特性分析

1. 民眾選擇運具之偏好與其實際行為的符合率情形良好，符合率皆高於六成。
2. 各種長度運輸市場旅運者選擇運具最重要的兩項因素均為安全及時間，而中短程旅運者認為舒適及便利之重要性高於成本的考量，由此可反映不可量化的安全因素為民眾之選擇運具為非常重要的考量因素。
3. 由分析結果顯示，除大客車的成本令旅運者感到滿意外，一般旅運者對大客車的偏好度較其他運具均為低。

#### 三、模糊層級分析法運量分配模式結果

1. 以模糊層級分析法求得各運輸市場之運量分配與現況之比較結果顯示，除台南高雄運輸市場外，預測之大客車運量比例均低估現況大客車之運量，預測之鐵路運量比例均高於現況鐵路之運量比例。長程運輸市場預測之航空運量比例與現況情形大致相符。

2. 各運輸市場模糊層級分析法運量分配分析結果整體而言，有市場區隔、整合整體意見以幾何平均方式、以及可量化評估準則以絕對績效值之成對比較矩陣所求得的模式結果較佳。
3. 整體而言，模糊層級分析法之運量分配模式的預測能力並不如預期。與現況運量分配之比例有差異，造成此情形的原因可能為：
  - (1) 本模式所使用的方法是屬於心理主觀判斷之分析方法，所求得之運量分配結果應為旅運者之潛在需求，其實際運具選擇行為可能因某些不可控制之因素，導致其實際選擇未能符合其偏好。
  - (2) 本研究所使用現況旅次數資料中大客車及小客車係估計的資料，準確性可能影響運量分配之比較結果。
  - (3) 問卷訪問尺度之設計區間過小，可能使得受訪者之偏好無法顯著顯現。

#### 四、模糊層級分析法地區轉移性分析

對同一長度運輸市場以模糊層級分析法進行地區轉移性分析，測試以一地區旅運資料所求得的參數預測其他運輸市場運量分配之可行性，所得結論如下：

1. 不論長程或短程運輸市場，模糊層級分析法運量分配模式的預測能力均不錯，其偏誤不隨起迄市場不同而變化。
2. 長程運輸市場模糊層級分析法運量分配模式之地區轉移性效果較短程為佳。

## 第二節 建議

針對本研究之研究過程中面臨的缺失或者間接引發的課題提出若干建議，以供後續研究之參考。

1. 現況運量分配資料之取得困難，尤其小汽車之起迄資料。建議政府應盡速建立各種運具起迄資料之系統化建檔制度。
2. 本研究於樣本的抽樣採便利抽樣，故若有某運具之實際運量分配比例過低時，可能會造成未被抽到的可能，因此建議未來可採擇基抽樣之方式，以避免抽到之樣本不具代表性。
3. 於問卷設計上，本研究為考慮一般大眾填答問卷容易，僅將成對比較矩陣設為五尺度的評估尺度，但如此可能造成受訪者所回答感受無法真正顯示於尺度上，導致尺度的不敏感，建議後續之研究宜更細分評估尺度。
4. 本研究之問卷中係請受訪者填寫對各尺度之評分值，建議後續之研究可擴大供填答之區間範圍，如此個體對尺度的看法也許更能夠突顯出來，或許更能真正發揮語意模糊之作用，較能有效反映個體對尺度感受的差異。
5. 有關各運具之成本，問卷中可加入小汽車搭載人數之問項以及有無公費補助之問項，以便能進行更深入之探討。
6. 於整合群體之意見時，建議未來加入 $\alpha$ -截集的觀念，避免因訪問對象眾多，每位受訪者的看法不同時，易導致三角模糊區間範圍過大。
7. 未來在調查時建議應提供充分之資訊，詢問受訪者對新運具安全、舒適、便利等之看法，以便能預測新運具加入後之運量分配。
8. 本研究僅就模式細節之不同方式的結果進行比較，為同一模式內之比較，並未與基礎相同之其他模式比較本研究方法之可行性，在說服力上可能稍嫌不足，建議將來可用相同資料同時建立其他之運量分配模式，而與本研究方法所建立之模式進行比較。

## 參考文獻

### 一、中文部分

1. 王宗聖,「模糊階層分析法之應用 以中華民國國家品質獎為例」,國立成功大學工業管理研究所碩士論文,民國 86 年。
2. 井上洋、天笠美和夫,模糊理論,五南圖書出版,1999。
3. 台灣汽車客運股份有限公司,「台汽客運統計年報」,第十三期,民國九十年四月。
4. 交通部統計處,「交通部重要交通分析彙輯」,第五輯,民國 85 年 7 月至 86 年 6 月,民國 86 年 8 月。
5. 交通部運輸研究所,「運輸資料分析」,第 19~24 期,民國 85~90 年。
6. 交通部運輸研究所,「公路行駛時間」,民國 87 年。
7. 李奇,「敘述性偏好模式與顯示性偏好模式比較之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國 81 年 6 月。
8. 李顯榮,「高速鐵路列車座位管理之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國 86 年 6 月。
9. 阮亨中、吳柏林,模糊數學與統計應用,俊傑書局股份有限公司,民國 89 年。
10. 吳英亮,「城際間運具選擇模式之研究 EBA 模式之應用」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國 73 年 6 月。
11. 周榮章,「層級分析法與模糊評估法之比較」,國立成功大學機械工程研究所碩士論文,民國 82 年 6 月。
12. 林信成、彭啟峰,Oh! Fuzzy 模糊理論剖析,第三波文化事業,1994。
13. 施鴻志、段良雄、凌瑞賢,都市交通規劃理論與實務,國立編譯館出版,1984。
14. 柯靜玲,「企業對外投資環境評估因素模式之應用 AHP 法及模糊理論之應用」,國立成功大學工業管理研究所碩士論文,民國 83 年。
15. 姜渝生,「捷運系統運量預測模型及預測績效驗證與評估方法之研究」,行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告,民國 86 年。
16. 凌瑞賢,運輸規劃原理與實務,鼎漢國際工程顧問,民國 90 年 9 月。
17. 段良雄,「運具感覺空間之界定方法」,運輸季刊,第十三卷,第四期,民國 73 年。
18. 段良雄、王郁珍,「整合顯示性偏好與敘述性偏好數據的運具選擇模式」,運輸計劃季刊,第二十八卷,第一期,p25~60,民國 88 年 3 月。
19. 許昭琮,「城際間個體運具選擇模式之研究」,國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文,民國 73 年 6 月。
20. 陳裕強,「城際運輸運具高鐵、航空、小汽車之競爭與互補市場範圍分析」,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文,民國 87 年 6 月。
21. 陳敦基、林新敏,「木柵線捷運系統通車前後個體運具選擇模式比較之研究」,

- 運輸計劃季刊，第二十七卷，第四期，p669~706，民國 87 年 12 月。
22. 陳牧民，「台灣地區城際客運運具最適距離暨組合之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
  23. 連經宇、陳彥仲，「模糊語意變數法應用於住宅消費決策行為之初探研究」，住宅學報，第八期，p69-90，民國 88 年 8 月。
  24. 連經宇，「家戶住宅區位選擇之影響分析：結合模糊語意之多項 Logit 模型的比較實證」，中華民國住宅學會第十一屆年會論文集，民國 91 年。
  25. 游振偉，「運量分配模式之研究 分析階層程序法之應用」，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文，民國 81 年 6 月。
  26. 曾華聰，「以敘述性模糊偏好個體模式探討捷運系統木柵線營運後之運具選擇行為」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 84 年 6 月。
  27. 馮正民、李穗玲，「由決策習慣探討 AHP 之評估方法」，中華管理學報，1:1，p.21-26，民國 89 年 3 月。
  28. 「第三期台灣地區整體運輸系統規劃—整體運輸系統供需預測與分析」，交通部運輸研究所民國 88 年。
  29. 黃秀敏，「城際客運選擇市場區隔之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
  30. 張喬，模糊語義學，中國社會科學出版發行，民國 87 年。
  31. 張仲杰，「以成對組合羅吉特模式探討城際間運具選擇行為之研」，國立成功大學工業管理研究所碩士論文，民國 88 年 6 月。
  32. 鄧振源、曾國雄，「層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用 (上)」，中國統計學報，第二十七卷，第六期，p.5~22，民國 78 年 6 月。
  33. 鄧振源、曾國雄，「層級分析法 (AHP) 的內涵特性與應用 (下)」，中國統計學報，第二十七卷，第七期，p.1~15，民國 78 年 7 月。
  34. 鄭尚文，「混合決策規則之運具選擇模式 以旅行者之屬性分群」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國 85 年 6 月。

## 二、國外部分：

1. Alireza Banai-Kashani, 1984, Travel Demand ( Modal Split ) Estimation by Hierarchical Measurement, Journal of Advanced Transportation 18 : 1.
2. Banks and Walter, 1993, Clear Thinking on Fuzzy Linguistics, Electronic Engineering Times, p46-47.
3. Bates, J.J., 1991, Introducing New Alternatives to a Choice Model, Traffic Engineering & Construction.
4. Bell, Pamela McCauley, Sep2000, A Fuzzy Linguistic Model for the Prediction of Carpal Tunnel Syndrome Risks in an Occupational Environment, IBM Journal of Research & Development, Vol. 44 Issue 5, p759-769.

5. Belton, V., Gear, A.E. , 1983 , On a Shortcoming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies , *Omega* , Vol.11 , No.3 , pp.227-230.
6. Ben-Akiva, M. and Lerman, S. , 1985 , *Discrete choice analysis : Theory and Application to Travel Demand* , Cambridge , MA, MIT Press.
7. Ben-Akiva, M. and Morikawa, T. , 1990 , Estimation of Switching Models from Revealed Preference and Stated Intentions , *Transportation Research* , 24A , pp.485-495.
8. Bradley, M. A. and Daly, A. J. , 1991 , Estimation of Logit Models Using Mixed Stated Preference and Revealed Preference Information , *Proceeding of the 6<sup>th</sup> International Conference on Travel Behavior* , Quebec , pp.117-133.
9. Chuan Lee, Li-Chen Liu and Gwo-Hshiung Tzeng , 2001 , Hierarchical Fuzzy Integral Evaluation Approach for Vocational Education Performance : Case of Junior Colleges in Taiwan , *International Journal of Fuzzy System* , Vol.3 , No.3 , pp.476-485.
10. Eelko K. R. E. Huizingh and Hzn C. J. Vrolijk , June 1997 , A Comparison of Verbal and Numerical Judgments in the Analytic Hierarchy Process , *Organizational Behavior and Human Decision Processes* , Vol.70 , No.3 , pp.237-247.
11. Hensher, D.A. , 1994 , Stated Preference Analysis of Travel Choices : The State of Practice , *Transportation* , 21 , pp.107-133.
12. Herrera, Francisco and Martinez, Luis , Apr 2001 , A Model Based on Linguistic 2-Tuples for Dealing with Multigranular Hierarchical Linguistic Contexts in Multi-Expert Decision-Making , *IEEE Transactions on Systems, Man & Cybernetics: Part B* , Vol. 31 Issue 2 , p227-234.
13. Hua-Kai Chiou and Gwo- Hshiung Tzeng , 2001 , Fuzzy Hierarchical Evaluation with Grey Relation Model of Green Engineering for Industry , *International Journal of Fuzzy System* , Vol.3 , No.3 , pp.466-475.
14. Reza Banai-Kashani , 1989 , Discrete mode-choice analysis of urban travel demand by the Analytic Hierarchy Process , *Journal of Transport Economics and Policy*.
15. Thomas L. Saaty , 1990 , *The Analytic Hierarchy Process*.
16. Yuh-Wen, Chen , 2001 , Implementing an Analytical Hierarchy Process by Fuzzy Integral , *International Journal of Fuzzy System* , Vol.3 , No.3 , pp.493-502.
17. Zahedi, F. , 1986 , The Analytic Hierarchy Process-A survey of the Method and its Applications , *Interfaces* , vol.16 , No.6.

敬啟者：

您好，本問卷的目的在瞭解不同決策者在往返台北與高雄之間時，選擇運輸工具所考量因素的優先順序及對運輸工具的偏好，期有助於未來運輸系統的政策。所調查資料純供學術研究使用，絕不供其他目的之使用，懇請不吝提供寶貴意見。謝謝您的合作。

敬祝 萬事如意

國立成功大學都市計劃研究所

研究生陳育甄敬上

聯絡電話：06-2757575 轉 54210 轉 12

**壹、請問您往返台北高雄的目的與運輸工具為何？**

一、請問您是否曾經往返台北與高雄？

是 否

二、請問您通常往返台北高雄的目的為何？（若為回家，請填去程的目的）（單選）

商務公務 娛樂購物 探訪親友 其他\_\_\_\_\_

三、通常您往返台北高雄間最常使用的運輸工具為何？（單選）

小汽車 大客車 鐵路 航空

四、請問您支付所搭乘之運輸工具的費用大部分從哪裡來？（單選）

全額自己負擔 公司補助 家庭補助 其他\_\_\_\_\_

**貳、對運具特性的看法**

本研究可供選擇的運輸工具包括小汽車、大客車、鐵路與航空四類；影響選擇運輸工具的因素歸納為五項：時間、成本、安全、舒適及便利。說明如下：

時間：指到達車站所需之時間、實際行車時間、車站到目的地所需之時間與準時性等。

成本：指大眾運輸之票價；私人汽車之汽油費、過路費。

安全：指乘車安全、事故發生的可能性及其嚴重性等。

舒適：指座位寬敞、活動空間、如廁方便、空氣調節、噪音干擾、平穩性及觀賞風景等。

便利：指到達車站之便利性與成本；從車站到目的地之便利性與成本；購票時間、等車時間、班次密集性、攜帶行李之便利性、用餐方便等。

一、影響選擇運輸工具之因素的相對重要程度

（一）相對重要程度

本研究認為在選擇運輸工具時所考慮的因素為：時間、成本、安全、舒適、便利等五項。針對這五項因素，兩兩比較其相對重要程度。就下列表格，請依您個人認為「因素 A」對「因素 B」比較起來之重要程度加以勾選。例如：對時間與成本相對重要性之比較，若認為在考慮運輸工具之選擇時，時間與成本比較起來是「非常重要」的，請在「非常重要」一欄處打勾。

**範例：**

因素 A	非常重要	重要	同等重要	不重要	非常不重要	因素 B
時間	✓					成本

**請您填答的部分：**

因素 A	非常重要	重要	同等重要	不重要	非常不重要	因素 B
時間						成本
時間						安全
時間						舒適
時間						便利
成本						安全
成本						舒適
成本						便利
安全						舒適
安全						便利
舒適						便利

(二) 依個人的主觀認定，請填寫您對上述五個尺度的判斷值

本研究將運具選擇因素比較之相對重要程度分為 5 個評估尺度，分別為：非常重要、重要、同等重要、不重要、非常不重要。請您依個人的感受，填寫對非常重要、重要、同等重要各重要程度的判斷值。本研究之評分標準採 1 至 5 分，分數越高則表重要性越高。各個重要程度定義為一範圍值。各尺度的範圍數值可能存在彼此重疊的情形（例如：認為「重要」的定義為 2~4 分；認為「同等重要」為 1~3 分，兩尺度在 3 分為重疊情形是可以發生的）。

**範例：** 非常重要：\_\_\_4~5\_\_\_ 重要：\_\_\_2~4\_\_\_ 同等重要：\_\_\_1~3\_\_\_

**請您填寫的部分：**

非常重要：\_\_\_\_\_ 重要：\_\_\_\_\_ 同等重要：\_\_\_\_\_

二、各種運輸工具的相對滿意程度

針對選擇運輸工具所考量的五項因素，在選定某一項因素之下，比較「運輸工具 X」與「運輸工具 Y」兩者對此一因素的相對滿意程度，共分五種滿意程度，由高到低分別為：非常滿意、滿意、同等滿意、不滿意、非常不滿意。例如：在考慮成本這一項因素之下，小汽車與鐵路兩者相互比較，您認為其相對的滿意程度為何。若認為小汽車的成本與鐵路的成本（票價）比較起來是為滿意，即認為小汽車之成本較低於鐵路，則在「滿意」一欄打勾。

(一) 對時間而言

運輸工具 X	非常滿意	滿意	同等滿意	不滿意	非常不滿意	運輸工具 Y
小汽車						大客車
小汽車						鐵路
大客車						鐵路



(二) 對成本而言

運輸工具 X	非常滿意	滿意	同等滿意	不滿意	非常不滿意	運輸工具 Y
小汽車						大客車
小汽車						鐵路
大客車						鐵路

(三) 對安全而言

運輸工具 X	非常滿意	滿意	同等滿意	不滿意	非常不滿意	運輸工具 Y
小汽車						大客車
小汽車						鐵路
大客車						鐵路

(四) 對舒適而言

運輸工具 X	非常滿意	滿意	同等滿意	不滿意	非常不滿意	運輸工具 Y
小汽車						大客車
小汽車						鐵路
大客車						鐵路

(五) 對便利而言

運輸工具 X	非常滿意	滿意	同等滿意	不滿意	非常不滿意	運輸工具 Y
小汽車						大客車
小汽車						鐵路
大客車						鐵路

(六) 依個人的主觀認定，請填寫您對上述五個尺度的判斷值

本研究在評估於某因素下對不同運輸工具的相對滿意程度共 5 個評估尺度，分別為：非常滿意、滿意、同等滿意、不滿意、非常不滿意。請您依個人的感受，填寫對非常滿意、滿意各滿意程度的判斷值。本研究之評分標準採 1 至 5 分，分數越高則表滿意度越高。各滿意程度可定義一範圍值，各尺度的範圍數值可能存在彼此重疊的情形。

非常滿意：\_\_\_\_\_ 滿意：\_\_\_\_\_ 同等滿意：\_\_\_\_\_

### 參、對新運輸工具的看法

高速鐵路為時速 200 公里以上之鐵路系統，較其他運輸工具具有高運能、快速、安全等優勢，來往台北高雄時間僅約需 90 分鐘，票價介於自強號與航空票價之間。台北站區位於台北車站，轉乘其他交通工具非常便利；高雄站區位於左營，距離高雄車站 5 公里，未來左營車站將為高鐵、捷運、台鐵三鐵共站的車站，車站提供足夠的轉運接駁功能。假設高鐵已完成，您將會選擇搭乘高鐵嗎？

會，主要原因為何？\_\_\_\_\_（時間、費用、安全、舒適、便利）

不會，主要原因為何？\_\_\_\_\_（時間、費用、安全、舒適、便利）

### 肆、基本資料

#### 一、年齡：

20 歲以下      20~29 歲      30~39 歲      40~49 歲  
50~59 歲      60 歲以上

#### 二、性別：

男      女

#### 三、請問您家庭每月所得總計約為：

30,000 以下  
30,001~60,000 元      60,001~90,000 元      90,001~120,000 元  
120,001~150,000 元      150,001 元以上

#### 四、請問您個人每月平均所得為：

20,000 以下  
20,001~40,000 元      40,001~60,000 元      60,001~80,000 元  
80,001~100,000 元      100,001 元以上

#### 五、請問您的職業為：

軍      公務員      教職員      工      商      學生  
農、林、漁、牧      自由業      服務業      其他\_\_\_\_\_

#### 六、擁有小汽車數：

無      1 輛      2 輛以上

#### 七、請問您來往台北高雄的頻率為何？

1 星期一趟以上      1 個月一趟以上      半年一趟以上      一年一趟