

# 國立交通大學

## 交通運輸研究所

### 碩士論文

#### 全國與城市層級汽機車總體持有與使用 模式之建構

Modeling Aggregate Car/Motorcycle Ownership  
and Usage at National and City levels

研究生：林振達

指導教授：邱裕鈞 博士

中華民國九十八年六月

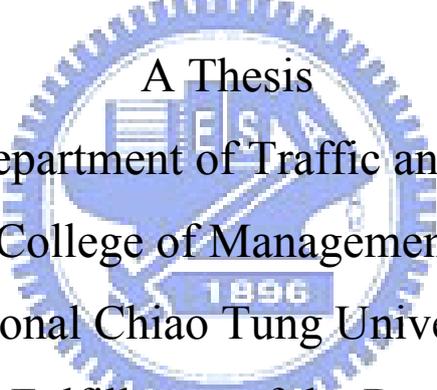
全國與城市層級汽機車總體持有與使用模式之建構  
Modeling Aggregate Car/Motorcycle Ownership and  
Usage at National and City levels

研究生：林振達  
指導教授：邱裕鈞

Student: Chen-Ta Lin  
Advisor: Yu-Chiun Chiou

國立交通大學  
交通運輸研究所  
碩士論文

A Thesis  
Submitted to Department of Traffic and Transportation  
College of Management  
National Chiao Tung University  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
in  
Traffic and Transportation  
June 2009  
Taipen, Taiwan, Republic of China

The logo of National Chiao Tung University is a circular emblem. It features a gear-like outer border. Inside the circle, there is a stylized building or structure. Below the building, the year '1896' is inscribed. The text 'A Thesis' is positioned above the main text block, and 'Submitted to Department of Traffic and Transportation' is positioned below it.

中華民國九十八年六月

# 全國與城市層級汽機車總體持有與使用模式之建構

研究生：林振達

指導教授：邱裕鈞 博士

國立交通大學交通運輸研究所碩士班

## 摘要

近數十年來，經濟的快速發展與高速公路持續興建導致汽機車持有率與使用量的持續攀升。此一趨勢不僅造成都市與城際交通嚴重壅塞，亦造成污染廢氣之過度排放與大量之能源消耗。為達永續運輸之目的，提出有效降低汽機車持有率與使用量對策即成為重要之課題。然而策劃有效之私人運具管理策略仍需仰賴對於影響汽機車持有與使用之重要因素的了解。

基於上述原因，本研究自數個資料庫中蒐集汽機車持有與使用之相關解釋變數資料。全國層級資料主要來自於國際道路組織整理之世界道路統計彙編，該資料庫包含全球 188 個國家自 1963 年至 2008 年之資料。而城市層級資料主要來自於世界大眾運輸協會整理之千禧年城市永續運輸資料庫，該資料庫蒐集 2001 年度全球 100 個城市之相關資料。根據上述之資料，將分別針對全國層級與城市層級各建構兩種模式，其一為汽機車持有長期預測模式，其二為汽機車聯立模式。汽機車持有長期預測模式主要目的在於透過估計之羅吉斯非線性迴歸模式分別預測全國與台北都會區之汽機車持有長期趨勢。其中，羅吉斯非線性迴歸模式之汽機車飽和率，將透過判別函數設定高、中、低三個水準之飽和率值。而汽機車聯立模式將汽車持有、汽車使用、機車持有、機車使用等高度相關且相互影響之變數視為系統之內生變數進行模式估計。

汽機車持有長期預測模式結果顯示，全國之汽機車飽和率分別為每千人 472 輛汽車和 760 輛機車；台北都會區汽機車飽和率分別為每千人 364 輛汽車和 760 輛機車。根據模式結果，全國與台北都會區之汽車持有率將分別在平均國民所得三萬三千美元與三萬八千美元時達到飽和；全國與台北都會區之機車持有率將分別在平均國民所得三萬美元與三萬五千元時達到飽和。

根據全國層級汽機車聯立模式估計結果，汽車持有率與平均國民所得、公路密度呈正向變動；與人口密度呈負向變動。汽車使用與機車使用、公路密度呈正向變動；與汽車使用成本呈負向變動。機車使用與汽車使用、道路交通負荷、汽車使用成本呈正向變動；與人口密度呈負向變動。另一方面，根據城市層級汽機車聯立模式估計結果，汽車持有率與汽車使用、平均國民所得、高速公路密度（每千人長度）、平均每人每日旅次數、平均旅次長度呈正向變動；與機車持有率、職業密度、大眾運輸路網保守密度（每千人長度）、平均每公里油價呈負向變動。機車持有率與職業密度呈正向變動；與機車使用、大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）呈負向變動。汽車使用與汽車持有率、高速公路密度、平均每人每日旅

次數、平均旅次長度、大眾運輸使用成本比例呈正向變動；與機車持有率、大眾運輸路網保守密度（每千人長度）、平均私人運輸成本呈負向變動。機車使用與汽車持有率、機車持有率、平均國民所得、平均私人運輸成本呈負向變動。並基於以上結果，提出相關對策之建議。

**關鍵字：**汽機車、持有、使用、羅吉斯非線性迴歸、聯立方程式



# Modeling Aggregate Car/Motorcycle Ownership and Usage at National and City levels

Student : Chen-Ta Lin

Advisor: Yu-Chiun Chiou

Institute of Traffic and Transportation  
National Chiao Tung University

## Abstract

In recent decades, the rapid economic growth and continuous construction of highways has inevitably led to greater ownership and usage of private motor vehicles. This trend has not only created severe congestion on urban roadways and intercity highways, but also excessive emissions and energy consumption. Towards sustainable transportation, it is crucial to propose countermeasures capable of effectively curtailing ownership and usage of private vehicles. However, to devise management strategies which can effectively relieve dependency on private vehicles depends on the thoroughly understanding of the key factors affecting private vehicles ownership and usage.

Based on this, this study collects data of car/motorcycle ownership and usage along with their related explanatory variables from several databases. The national-level data mainly come from the database of “World Road Statistics Compilation” prepared by International Road Federation, including related information of a total of 188 countries ranging from 1963 to 2008. While the city-level data are adopted from the database of “Millennium Cities Database for Sustainable Transport” compiled by International Association of Public Transport, which includes related information of a total of 100 cities in 2001. Based on such datasets, two types of models are respectively developed for both national- and city-levels. The first model is a car/motorcycle ownership growth model aiming to forecast the long-term growth of the number of private vehicles in Taiwan and Taipei by employing logistic-curve nonlinear regression model. To determine the saturation level of car and motorcycle ownership for facilitating the model building, discrimination functions of high, medium and low saturation levels are derived from the abovementioned datasets. The second model is a simultaneous equations model to take ownership and usage of cars and motorcycles as four endogenous variables from a whole system point of view due to the strong correlational relationship among them.

The results of first type of models show that the saturation levels of car and motorcycle ownership of Taiwan are 472 and 760 vehicles per thousand people respectively, and those of Taipei are 364 and 760 vehicles per thousand people respectively. The ownership of cars in Taiwan and Taipei will reach their saturation

level at 33 and 38 thousands US dollars, respectively; while the motorcycle ownership will attain their saturation level at 30 and 35 thousands US dollars, respectively.

As to the estimation results of the national-level simultaneous equation model, *income*, *road density* and *population density* are identified as the key variables affecting car ownership. *Motorcycle usage*, *road density* and *car usage cost* are the key variables for car usage. *Car usage*, *road traffic load*, *car usage cost* and *population density* are the key variables for motorcycle usage. These findings confirm the existence of close relationship among car/motorcycle ownership and usage. A biased result will be obtained if these endogenous variables are separately estimated. On the other hand, according to estimation results of the city-level simultaneous equation model, *car usage*, *income*, *freeway density*, *average number of daily trips*, *average trip length*, *motorcycle ownership*, *occupation density*, *network density of public transportation* and *fuel price* are the key variables affecting car ownership. *Occupation density*, *motorcycle usage* and *level of service of public transportation* are the key variables for motorcycle ownership. *Car ownership*, *freeway density*, *average number of daily trips*, *average trip length*, *the ratio of usage cost of public to private transportation*, *motorcycle ownership*, *network density of public transportation* and *average private transportation cost* are the key variables for car usage. *Car ownership*, *motorcycle ownership*, *income* and *average private transportation cost* are the key variables for motorcycle usage. Based on the results, corresponding countermeasures are then suggested.

**Keywords** : car/motorcycle, ownership, usage, logistic-curve nonlinear regression model, simultaneous equations model.

## 誌謝

看完「征服北極」一片後，喜歡上「我 26 歲，我的夢想才剛開始。」這句話，與我此時此刻的心情相同。然而時間讓過去的點點滴滴都化為最美好的回憶，閉上眼睛的同時，過去兩年的美好畫面如同電影般在我小小腦袋中不斷播放。

論文得以順利完成，首先要感謝恩師—邱裕鈞老師。感謝老師總是不厭其煩一再與我討論，縱使再忙碌，老師都會以超強的耐心與親切的笑容回答我所有問題。當我遭遇生活中之挫折時，老師便化身為最值得信賴的朋友與我分享他的人生經驗，成為我兩年求學生涯中的意外收穫。此外，要感謝口試委員胡均立所長與賈凱傑老師細心指教方能完成論文，在此振達獻上萬方感謝。

在北交求學的這兩年，和大家一起寫論文、討論作業、聊八卦、玩小遊戲、夜衝、出遊、吃麻辣鍋、幫律友不斷擴建新家都成為重要的回憶。感謝蘇菲一直以來對我的熱心付出；感謝 PK、宗翰、妹妹、思慧、筱婷、子婷、mini、一姐、小王子、欣萍和小銘陪伴我度過大部份的時間，並在我需要幫助的時候適時伸出援手，而與律友、詮勳一起跳的愛情森巴舞更是我這輩子難忘的回憶。此外，也感謝小辣椒、蕙如、世寧、辛巴克爸媽、文晟、沛志、孟達、凱創、書玫和俊儀為我帶來一次又一次的感動與歡笑。

另外，我也要感謝 u 舟、厂勺、喇叭哥、低估、熊、D 哥、師爺在我無聊之時陪伴我聊天、逛街、玩耍、代辦新竹事務和管理不受控制的 Sam。此外，思緯，有你這個朋友是我這輩子最幸福的事。謝謝你們為我留下那麼多美好的回憶。

最後，我要感謝我的家人，感謝爸爸、媽媽對我的栽培，給我充分的自由選擇自己的道路，感謝洪爸、洪媽一直把我視為己出的無私奉獻。感謝哥哥總是在我需要歡笑的時候帶給我歡笑，感謝梓恒幫我 Update 所有最新資訊。因為有你們的鼓勵與支持，讓我能夠沒有後顧之憂做自己想做的事。

親愛的老師及親朋好友們，我尚有許多對你們的感謝埋藏在心裡已久。但由於想說的話太多，一時間卻不知該如何向你們傳達，請容我僅以此簡潔之誌謝表達我內心的無限感激。感謝大家對我的照顧，謝謝你們！！！！

林振達 謹誌

中華民國九十八年六月  
于交通運輸研究所碩二 LAB

# 目錄

中文摘要.....	ii
英文摘要.....	iv
誌謝.....	vi
目錄.....	vii
圖目錄.....	ix
表目錄.....	x
第一章、緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究範圍與限制.....	3
1.4 研究流程與內容.....	3
第二章、國內外汽機車現況分析.....	6
2.1 國內車輛持有.....	6
2.2 國內車輛使用.....	8
2.3 國外車輛持有與使用.....	9
第三章、文獻回顧.....	11
3.1 國外汽機車持有與使用模式.....	11
3.2 國內汽機車持有與使用模式.....	21
3.3 小結.....	23
第四章、研究方法.....	27
4.1 聯立迴歸分析 ( simultaneous regression analysis ) .....	27
4.2 判別分析 ( discrimination analysis ) .....	28
4.3 羅吉斯迴歸分析 ( Logistic Regression ) .....	29
第五章、資料蒐集與分析.....	30
5.1 資料來源.....	30
5.1.1 全國層級 .....	30
5.1.2 城市層級 .....	30
5.2 基本統計分析.....	30
5.2.1 全國層級 .....	30
5.2.2 城市層級 .....	33
第六章、全國層級模式構建與估計.....	42
6.1 變數說明.....	42
6.2 模式估計.....	46
6.2.1 全國層級汽機車持有長期預測模式.....	46
6.2.2 全國層級汽機車持有與使用模式.....	55
6.3 政策意涵.....	59

第七章、 城市層級模式構建與估計.....	61
7.1 變數說明.....	61
7.2 模式估計.....	67
7.2.1 城市層級汽機車持有長期預測模式.....	67
7.2.2 城市層級汽機車持有與使用模式.....	73
7.3 政策意涵.....	80
第八章、 結論與建議.....	82
8.1 結論.....	82
8.2 建議.....	85
參考文獻.....	87
附錄.....	90



## 圖目錄

圖 1.4-1、研究流程圖.....	4
圖 2.1-1、我國人口、所得及機動車輛成長狀況.....	7
圖 2.3-1、其他國家之車輛持有散佈圖 .....	9
圖 2.3-2、其他國家之車輛使用散佈圖 .....	10
圖 5.2-1、平均國民所得與汽車持有率散佈圖.....	31
圖 5.2-2、平均國民所得與機車持有率散佈圖.....	32
圖 5.2-3、平均國民所得與汽車使用散佈圖.....	32
圖 5.2-4、平均國民所得與機車使用散佈圖.....	33
圖 5.2-5、城市平均國民所得與汽車持有率散佈圖.....	40
圖 5.2-6、城市平均國民所得與機車持有率散佈圖.....	40
圖 5.2-7、城市平均國民所得與汽車使用散佈圖.....	41
圖 5.2-8、城市平均國民所得與機車使用散佈圖.....	41
圖 6.2-1、飽和率設定流程圖 .....	46
圖 6.2-2、汽車持有成長預測圖.....	54
圖 6.2-3、機車持有成長預測圖.....	55
圖 7.2-1、台北都會區汽車持有長期預測圖 .....	72
圖 7.2-2、台北都會區機車持有長期預測圖.....	73



## 表目錄

表 2.1-1、臺灣地區歷年人口及汽車持有數.....	6
表 2.1-2、我國家戶機動車輛持有狀況.....	7
表 2.2-1、我國汽機車各使用用途之全年行駛里程.....	8
表 3.1-1、國外文獻彙整表.....	17
表 3.3-1、全國與城市層級文獻整理表.....	24
表 3.3-2、文獻顯著變數整理表.....	26
表 5.2-1、各國基本統計表.....	31
表 5.2-2、城市指標基本統計分析表.....	36
表 6.1-1、全國層級指標變數定義表.....	45
表 6.2-1、先進國家篩選結果.....	47
表 6.2-2、各國指標變數與基本統計量.....	50
表 6.2-3、各飽和率之國家.....	53
表 6.2-4、全國層級汽車其預測模式判別函數.....	53
表 6.2-5、全國層級變數相關分析表.....	57
表 6.2-6、全國層級變數缺漏表.....	58
表 7.1-1、城市層級指標變數定義表.....	65
表 7.2-1、飽和城市篩選結果.....	67
表 7.2-2、各飽和率之城市.....	68
表 7.2-3、全國層級汽車其預測模式判別函數.....	69
表 7.2-4、各飽和率平均數差異檢定表.....	70
表 7.2-5、城市層級變數相關分析表.....	75
表 7.2-6、城市層級變數相關分析表（續）.....	76
表 7.2-7、城市層級變數相關分析表（續）.....	77

# 第一章、緒論

## 1.1 研究背景與動機

我國為島嶼型國家，國家土地面積約三萬六千平方公里；而我國人口總數截至民國 97 年三月底為止約為兩千兩百九十七萬人。人口密度約為每平方公里 640 人，由此可見我國之地狹人稠的地理特性。而我國之土地面積中百分之七十四為高山、丘陵與台地地形，絕大多數人口集中於百分之二十六之平地地區，更使得平地都會區人口密度較全國平均密度高出許多。而隨著經濟發展我國汽機車持有與使用均呈現相當快速之成長，至民國 96 年 12 月底為止，我國汽車登記數量已超過 669 萬輛，機車總數更達 1,352 萬輛，每千人持有汽車數達 295 輛，機車數則高達 593 輛。依我國人口地理分佈特性，可知都會地區汽機車集中，產生相當程度之交通擁擠問題，近年來我國雖提倡大眾運輸，但汽機車車輛持有數仍不段隨國民所得增加而攀升，而這些機動車輛所使用之能源絕大部份需仰賴石油產品，導致我國運輸部門之石油能源消耗量僅次於工業部門，且呈現逐年快速成長之趨勢。我國能源消耗倚賴國外進口之原油，隨國際油價履創新高，對我國產生莫大經濟壓力。此外，使用石化原料造成之空氣污染亦隨著能源消耗增加而日趨嚴重。然而有關私人運具相關管理策略之相關研究，大多係以參酌國內外學術理論或實施經驗，再配合國內特性與需求加以研訂而成，較缺乏客觀量化之效果可供佐證。因此，有效的汽機車持有與使用模式將有助於了解汽機車持有與使用之影響因素，利於管理我國之汽機車持有與使用狀況。

汽機車持有與使用的預測在運輸研究中佔據相當重要的角色，正確的需求預測不僅可以提供運輸基礎設施的設計規劃之參考，使得運輸設施能提供適當的服務水準；更能進一步針對未來可能的車輛成長狀態進行預先的管理策略研擬，避免隨車輛持有與使用迅速成長而造成嚴重之交通壅塞問題。此外，汽機車使用量將影響道路使用年限與維護作業的進行，準確的預測可以提供道路管理單位作為參考依據，而進行適當之維護作業以維持道路之服務水準。

在汽機車持有與使用方面，國內外均已有相當多的研究。大致可分為個體與總體兩大類。個體模式係以家戶或個人之角度出發，透過問卷調查了解其偏好與選擇行為，進而加以構建模式。此類模式可因應不同管理政策，預測不同特性家戶或個人可能產生之選擇行為。雖然個體角度可分析及預測不同管理策略下，家戶或個人汽機車持有與使用行為之變化，進而推估污染及油耗之增減效果，但若以個體角度建立模式，再依抽樣技術予以比例放大，易出現總量低估之現象。而總體模式則以城市或國家總體為樣本進行模式估計，可作為長期趨勢之預測（例

如，藍武王和邱裕鈞，民 84、民 85、交通部運輸研究所，民 91)。

雖然國內外對於汽車持有與使用之研究相當豐富，然而受限於西方國家機車使用習慣不同，造成機車持有率遠不如我國，機車持有與使用之相關研究寥寥可數。此外，在前人的研究中，大多針對單一運具之持有或使用進行研究，缺乏同時考慮持有與使用之聯立關係，與汽機車間可能產生之替代關係。而缺乏該替代關係，在進行政策研擬時就無法了解運輸需求轉移之現象，導致政策分析不完整。因此，將汽機車聯立關係、持有與使用聯立關係納入考量，構建正確之總體汽機車持有與使用聯立模式將是非常值得進行之研究。

## 1.2 研究目的

本研究期望透過蒐集各國與各城市相關之汽機車持有與使用資料，再配合我國歷史資料，構建汽機車持有與使用之總體模式。模式包含兩大部份，第一部份為全國層級模式，第二部份則為城市層級模式。在全國模式中，將透過羅吉斯非線性迴歸估計我國汽機車持有長期預測模式。並建立我國汽機車持有與使用之聯立迴歸模式。城市層級部份亦會針對台北都會區建立汽機車持有長期預測模式與汽機車持有與使用聯立模式。此外，亦將探討導致各國汽機車飽和率差異之原因，並進行政策意涵之分析。基於上述，本研究之目的詳述如下：

1. 回顧國內外汽車、機車持有與使用模式之相關文獻，了解前人研究使用之變數、資料取得來源、應用範圍及各研究結論等。並建立我國汽機車持有長期預測模式，以了解我國汽機車成長趨勢。同時，依據我國之歷史資料構建我國汽機車持有與使用之聯立模式，以了解我國汽機車間之替代關係以及持有與使用間之聯立關係。
2. 以城市層級為單位，比較全球各大城市汽機車持有與使用狀況，建立台北都會區之汽機車持有長期預測模式，預測台北都會區汽機車成長趨勢。同時亦將以全球各城市為樣本，進行汽機車持有與使用模式的估計，以了解影響汽機車持有與使用的重要變數。
3. 由於汽機車持有長期預測模式之需要，本研究將推估我國及台北都會區汽機車持有飽和率。

### 1.3 研究範圍與限制

1. 本研究分為全國層級與城市層級。全國層級研究對象為我國全國之自用小客車及機車；城市層級研究對象為台北都會區之自用小客車與機車。
2. 由於商用車輛之持有與使用特性主要受到經濟活動所影響，與一般自用小客車及機車之持有與使用特性不同，因此商用車輛不在本研究範圍之內。本研究僅包含自用小客車與機車，以下自用小客車簡稱汽車。
3. 由於各地區人口總數、車輛總數不同，使用總量指標如：車輛總持有數、總行駛里程等無法正確了解、比較各地區持有狀況與使用量。故車輛持有研究單位以平均每千人持有之車輛數為計算單位。車輛使用研究單位為平均每年每車行駛里程。

### 1.4 研究流程與內容

本研究之研究流程圖如圖 1.4-1 所示。流程中各階段之細節詳述如後。



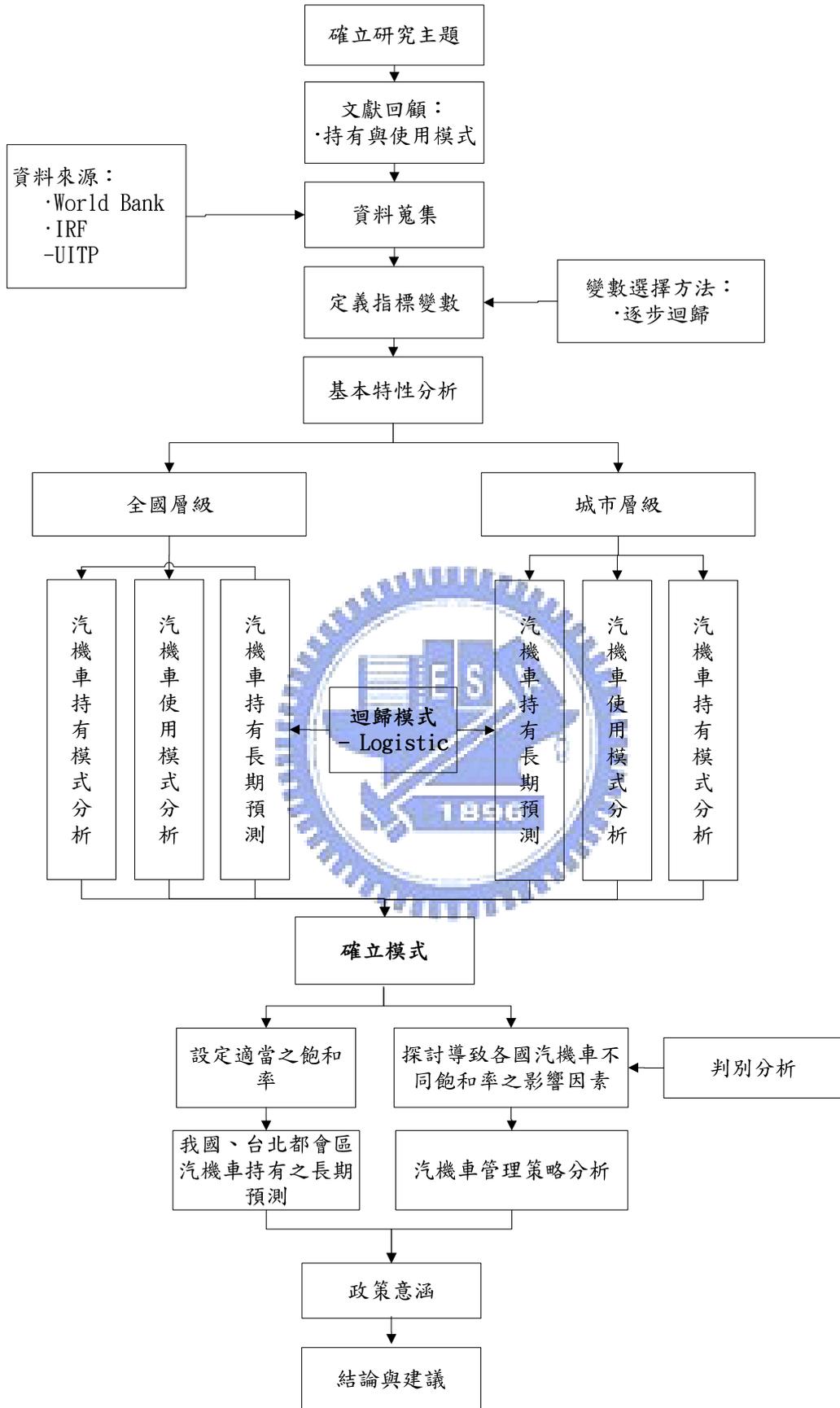


圖 1.4-1、研究流程圖

### 1. 確立研究目的與研究範圍之界定

依據研究之背景與動機，了解目前實務所需及先前學術研究不足之部分，確立研究目的及界定研究的範圍。

### 2. 文獻回顧與確認重要影響變數

回顧車輛持有與使用總體模式之相關文獻，彙整各文獻重要影響變數，作為模式設定、挑選解釋變數，及管理策略分析時之參考。

### 3. 資料蒐集與基本特性分析

針對所需使用之變數進行資料蒐集作業，並針對該資料進行初步之特性分析，比較我國與其他國家之車輛持有與使用現況之差異，以做為我國與他國比較之背景基礎。

### 4. 建立全國層級與城市層級模式

本研究將針對全國層級與城市層級分別估計汽機車持有長期預測模式、汽機車持有與使用模式。其中汽機車持有長期預測模式將使用羅吉斯非線性迴歸進行模式建構。汽機車持有與使用模式則考慮各種不同聯立關係進行模式估計。

### 6. 模式構建與確立最佳模式

透過汽機車持有與使用模式，分析各解釋變數對汽車持有、汽車使用、機車持有、機車使用之影響，並根據估計結果挑選出最佳模式。

### 7. 設定飽和率與長期車輛持有預測

由於汽機車持有長期預測模式使用之羅吉斯非線性迴歸需預先設定一飽和率，因此將透過判別分析預判我國、台北都會區之汽車持有飽和率，並根據汽機車持有長期預測模式進行持有趨勢預測。

### 8. 探討導致各國不同飽和率之影響因素與汽機車管理策略分析

根據先前蒐集之資料，分析導致各國不同飽和率之影響因素。再透過確認之影響因素分析汽機車管理策略之可行性。

### 9. 政策意涵

根據所建立之全國層級汽機車持有與使用模式、城市層級汽機車持有與使用模式提出相關政策意涵。

### 10. 結論與建議

根據研究結果進行歸納分析，總結本研究之結論，並依據研究過程之所得研提後續研究發展建議。

## 第二章、國內外汽機車現況分析

### 2.1 國內車輛持有

近年來國內機動車輛數目逐年快速成長，民國 80 年至 95 年之汽機車數量及每千人持有數（擁車率）彙整如表 2.1 所示，成長趨勢則如圖 2.1-1 所示。由表 2.1-1 知，至 95 年底汽車車輛總數約為 669 萬輛，達 80 年底總數（320 萬輛）的 2 倍，而 95 年底的機車更達 1,352 萬輛（占機動車輛總數的 66.9%），也幾為 80 年底 741 萬輛之 2 倍，明顯高於人口數之成長倍數（1.1 倍），但與國內生產毛額之成長倍數（2 倍）相當，顯示汽機車成長與國民所得提高具有相當程度之關聯。

就汽車持有數量而言，由民國 80 年之每千人 156 輛，成長至 95 年之每千人 295 輛，擁車率幾達 3 成。而機車持有數量更從 80 年之每千人 360 輛，至 95 年之 593 輛，擁車率幾達 6 成。若扣除未達考照年齡之幼童及青少年（約占 25%）及 65 歲以上年長者（約占人口數 10%），合計平均每人之機車持有數量已接近 1 輛，若再加上汽車持有數量，則國內機動車輛持有數已遠超過每人 1 輛。未來國民所得持續成長，民眾購買力增強，可預見的是國內機動車輛之數量仍會隨之成長，足見國民所得為機動車輛持有率之重要解釋變數。

表 2.1-1、臺灣地區歷年人口及汽車持有數

民國	人口數	GDP (百萬元)	機動車輛數		每千人持有數	
			汽車	機車	汽車	機車
80	20,455,000	4,942,042	3,201,862	7,409,175	156	360
81	20,654,668	5,502,802	3,618,942	7,649,311	174	369
82	20,848,250	6,094,146	3,989,134	7,867,394	190	376
83	21,034,899	6,673,939	4,342,575	8,034,509	206	380
84	21,214,987	7,252,757	4,684,447	8,517,024	208	400
85	21,387,815	7,944,595	4,989,551	9,283,914	235	432
86	21,577,382	8,610,139	5,283,466	10,027,471	244	462
87	21,777,096	9,238,472	5,418,278	10,503,877	248	480
88	21,952,486	9,640,893	5,346,525	10,932,150	243	496
89	22,125,102	10,032,004	5,586,269	11,395,621	251	513
90	22,277,933	9,862,183	5,718,488	11,704,003	256	524
91	22,396,420	10,194,278	5,908,485	11,952,876	263	532
92	22,493,921	10,318,610	6,117,997	12,334,830	271	547
93	22,575,034	10,770,434	6,372,007	12,760,727	281	564
94	22,652,541	11,146,783	6,466,705	13,160,350	285	580
95	22,790,250	11,889,823	6,694,058	13,520,764	295	593

資料來源：交通部運輸研究所（民 96）「運輸研究統計資料彙編」。

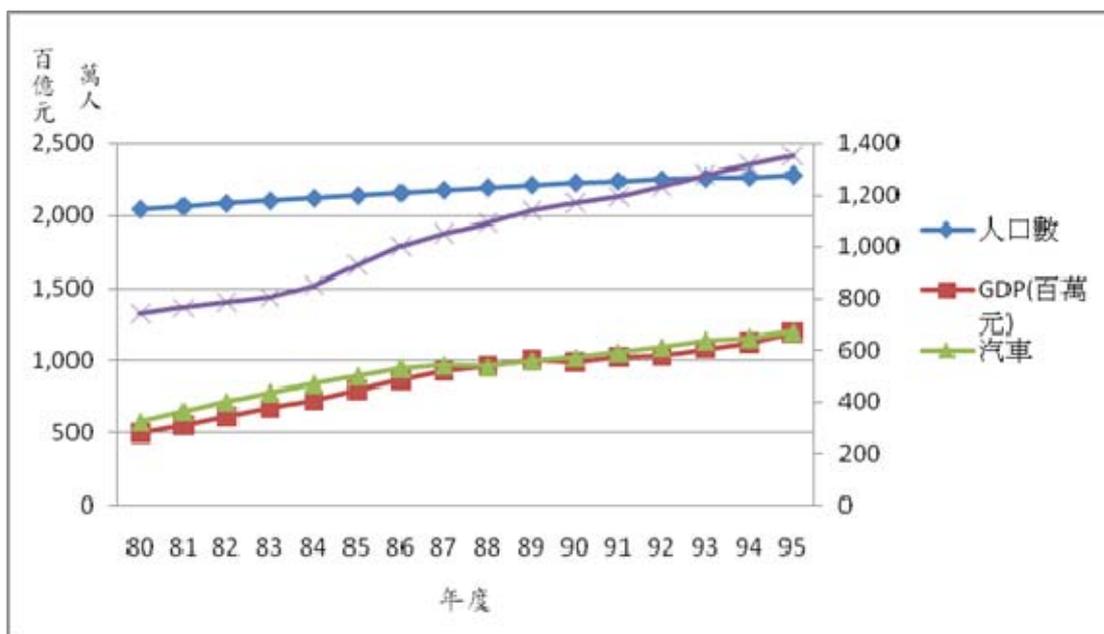


圖 2.1-1、我國人口、所得及機動車輛成長狀況

若以家戶角度（個體角度）觀之，我國家戶持有汽機車之狀況如表 2.1-3 所示。由該表可知民國 94 年之家戶持有汽車比例達百分之七十七，略高於民國 92 年之家戶汽車持有比例百分之六十六。機車部份，民國 94 年之家戶機車持有比例高達百分之九十九，也略高於民國 92 年之家戶機車持有比例百分之九十五。其中全國家戶中，又以持有 2 輛機車之家戶最多，約佔總家戶之百分之三十二，其次為持有 3 輛機車之家戶，約佔百分之二十七。即使是持有 4 輛及 4 輛以上機車之家戶也有百分之十九，顯示國人對於機車之依賴程度相當高，機車為我國最為普及之交通運輸工具。

表 2.1-2、我國家戶機動車輛持有狀況

機動車輛數	92 年		94 年	
	汽車	機車	汽車	機車
1 輛	44.75%	21.35%	49.10%	18.71%
2 輛	15.62%	32.97%	20.44%	32.87%
3 輛	5.83%	24.40%	8.16%	27.82%
4 輛及以上		16.68%		19.60%
合計	66.20%	95.40%	77.70%	99.00%

資料來源：交通部統計處（民 95）「機車使用狀況調查報告」。

## 2.2 國內車輛使用

相對於車輛持有統計資料之完整性，車輛使用狀況之統計資料則較為缺乏。針對國內小客車之使用狀況，交通部統計處每兩年會針對國內汽車使用狀況、機車使用狀況、計程車營運狀況、小客車租賃業營運狀況、遊覽車營運狀況等分別進行調查，並出版報告。此五份報告為目前國內有關車輛使用狀況之最完整之統計報告。其中，就民國 95 年度汽車使用狀況（調查期間：96 年 3 月 15 日至 96 年 5 月 15 日）報告而言，係依據交通部公路總局、臺北市監理處及高雄市監理處等單位提供之汽車母體資料（監理資料庫），自民國 95 年 12 月之汽車總數計 553 萬 9,834 輛中，利用分層隨機抽樣法，以 23 個縣市及四個出廠年份（1997 年及以前、1998~2000 年、2001~2003 年、2004~2006 年）為分層變數，採比例分配之系統抽樣法共抽取 2 萬輛（抽出率為 0.36%），回收有效樣本數達 9,040 輛。

以國內汽車及機車之全年行駛公里數而言，依其主要使用用途區分彙整如表 2.2-1 所示。由該表可知我國汽車主要使用用途為洽公或業務使用之車輛使用最多，每車每年行駛里程達 11,311 公里。主要用途為上下班（學）之車輛次之，達 10,585 公里，其他用途最短，僅 6,810 公里，各種用途之平均則為 9,193 公里。我國機車每年行駛里程則以主要用途為上下班（學）最長，全年約達 5,112 公里，洽公或業務使用用途者次之，約達 4,171 公里，其他最短，僅 1,389 公里，各種用途之平均為 3,854 公里，約為汽車平均行駛里程之四成。

表 2.2-1、我國汽機車各使用用途之全年行駛里程

單位：公里

主要使用用途	汽車	機車
上下班（學）	10,585	5,112
探親或接送親人	7,231	2,659
洽公或業務使用	11,311	4,171
休閒、購物	6,854	2,024
其他	6,810	1,389
平均	9,193	3,854

資料來源：交通部統計處（民 95）「自用小客車使用狀況調查」及交通部統計處（民 95）「機車使用狀況調查」。

## 2.3 國外車輛持有與使用

本研究挑選車輛持有率較高之國家以及中國為對象，繪製其車輛持有率與所得關係圖。車輛持有相關資料來源為 IRF(International Road Federation)之彙整販售資料庫，資料年份從 1963 年至 2005 年。而各國之國民生產毛額資料則整理自世界銀行之線上查尋資料庫。

在汽車持有部份，本研究透過目前汽車持有率進行初步分析對象之挑選，挑選出澳大利亞、加拿大、中國、法國、德國、義大利、日本、美國、英國等國。圖 2.3-1 為上述各國自 1963 年至 2005 年之汽車持有率與平均每人國民生產毛額之關係圖。由圖 2.3-1 可知各國之汽車持有率隨所得增加而上升，然而隨汽車持有率的增加，持有增加率卻逐漸下降，由此可知汽車持有率卻有其飽和率存在。

根據 IRF 之資料顯示，2005 年底澳大利亞之車輛持有率約為每 1000 人持有 542 輛車、加拿大 561 輛車、中國 15 輛車、法國 494 輛車、德國 550 輛車、義大利 595 輛車、日本 343 輛車、美國 461 輛車、英國 457 輛車。依目前各國之狀況可推測合理之汽車飽和率應介於每千人持有 300 至 600 輛車之間。

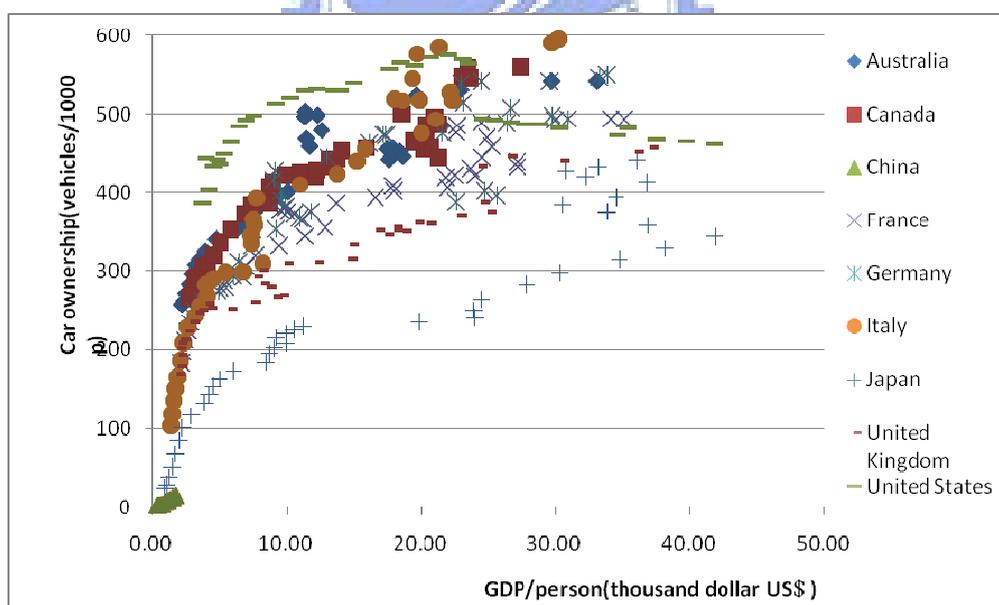


圖 2.3-1、其他國家之車輛持有散佈圖

汽車使用部分，由圖 2.3-2 可知隨平均國民生產毛額的增加，大多數國家之汽車使用也會隨之成長或是持平。根據 IRF 資料顯示至 2005 年底澳大利亞之車輛年使用里程約為每輛車行駛 14776 公里、加拿大 20184 公里、法國 14066 公里、德國 12743 公里、義大利 5904 公里、日本 9990 公里、美國 18635 公里、英國 16809 公里，中國礙於資料無法取得因此不納入比較。

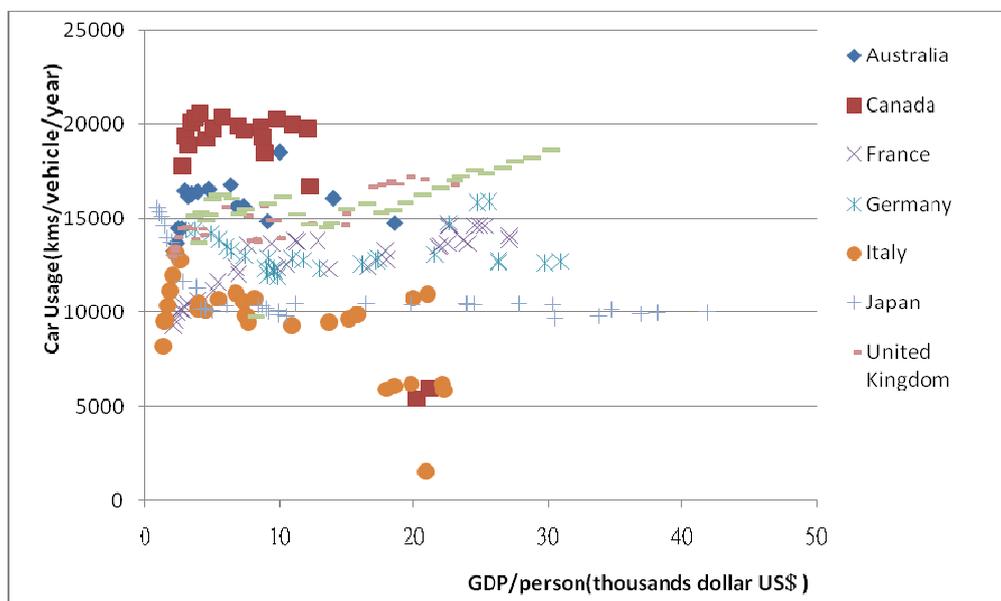


圖 2.3-2、其他國家之車輛使用散佈圖



### 第三章、文獻回顧

國內外有關汽機車持有與使用之相關模式，大致可分為總體模式（以國家或區域為樣本）及個體模式（以家戶或個人為樣本）兩大類。一般而言，總體模式較適合用於整體總量及長期趨勢之預測，以及跨國之比較分析，但無法反映個別家戶或個人之行為變化。個體模式則較適合用於家戶或個人行為變化與偏好之預測，但較難進行國家整體總量變化之長期趨勢預測。本研究之目的在於汽機車持有長期預測與汽機車持有、使用模式估計，總體模式較能符合本研究之需要，故僅回顧相關之國內汽機車總體持有與使用文獻，分述如下：

#### 3.1 國外汽機車持有與使用模式

Tanner(1958)提出了最早的 S 形函數模式為羅吉斯非線性模式，其模式必須先預設一飽和率，而其解釋變數只考慮時間趨勢，因此只使用年份作為解釋變數。而後在 1974 年(Tanner, 1974)進一步針對模式進行修正，將模式的解釋變數加入個人所得與車輛成本，其中車輛成本包含購車成本與使用成本。然而作者對修正過的模式仍不感到滿意，在 1977(Tanner, 1977)年提出了 Logistic power growth 模式，該模式相較原本的羅吉斯模式擁有更大的曲度，改善了羅吉斯模式在機動車輛數成長過於迅速的缺點，增加一額外的係數來控制整體 S 曲線的曲度。當增加之額外係數趨近於無限大時，則 Logistic power growth 模式近似於羅吉斯模式。

Kain 和 Beesley (1965)曾以美國為例進行研究，使用線性模式來進行模式的建立。其參數估計方式是利用最小平方法，而考慮之變數則包含人口密度與家戶所得。並以 Tanner(1962)學者對英國進行之研究進行預測比較，結果發現兩者之預測模式都顯示車輛持有率將快速攀升。最後進行敏感度分析並以每十年為單位預測 2010 年之車輛持有狀況。

Button 等人(1993)針對低所得國家進行車輛持有與使用的研究，認為準確的車輛持有率預測將有助於發展中國家經濟規劃與建設。此外車輛數的增加也將對道路維護以及道路管理造成負擔，若要維持一定的道路服務水準須進行適當的管理。而交通基礎設施的規劃也必須考量車輛持有之趨勢以免造成資源的浪費。雖然前人的研究中使用了各種不同的模式設定，但在實證資料的影響下作者認為車輛持有率應隨經濟成長而上升，但在車輛持有率上升後將使得成長率遞減而形成一 S 形曲線。而燃料價格與個人所得至少在短期內是影響車輛持有與使用的重要因素。在國家挑選上鎖定低所得國家，作者將標準值設在 1986 年該國國民之個人所得低於 3000 美元，但由於部分國家之資料無法取得，故將這些國家排除在外。此外部份國家在特殊的地理環境，如：小島型國家等影響下，會有非常特別

的車輛持有與使用行為，故此類國家也不在研究範圍內。使用之資料為個別國家的時間序列資料，資料年份可回溯到 1967 年，大約 20 多年之資料。

然而作者認為雖然研究之國家皆為低所得的國家，但在車輛持有與所得狀況的差異下，研究之國家車輛持有模型仍會有差異存在，故將研究國家依其車輛持有現況與經濟狀況分為 A~E 五個群組。A 和 B 群為最低所得與最低車輛持有之國家，此類國家大多沒有經歷過車輛持有快速增加的階段，還停留在低持有率狀態下。C、D、E 群則相較於 A 和 B 群擁有較高的所得與一定的車輛持有率，此類國家大多經歷過車輛持有迅速增加的過程，其車輛持有率正處於快速攀升的階段。在模型方面，作者使用類羅吉斯模型(quasi-Logistic)及羅吉斯模型加入其他相關解釋變數之延伸。模式之飽和率則在考慮英國交通與道路研究所之建議 0.4 到 0.7 與其他國家之狀況後，將低所得國家之飽和率設定 0.3 至 0.45。而作者更認為飽和率的設定可以當作一種改善最終預測品質的技術性工具。同時為了測試飽和率設定對模式造成的影響，也建立一系列不需要設定飽和率的對數線性迴歸模式進行比較。而參數估計的結果顯示，不同群組間的參數存在差異，顯示這些解釋變數對車輛持有率的影響並非一固定常數，其影響力會隨該國的車輛持有與個人所得改變而變化，因此額外增加時間趨勢變數來描述車輛持有率的變化。除了個人所得、時間趨勢變數外，也將國家特定變數以虛擬變數的方式放入模式，並加入燃料價格、都市化程度、工業化程度等解釋變數。而類羅吉斯模式與對數線性模式的估計結果有一定程度上的相似，作者認為這說明了採用之飽和率設定並沒有支配整個類羅吉斯模式。模式估計結果也顯示當車輛持有率與所得狀況上升時，車輛持有的價格彈性會隨之上升。此結論與學者 Tanner(1983)的結論不一致，作者解釋此一現象的形成是由於該研究所研究之低所得國家與 Tanner 所研究之工業化國家位於 S 曲線的不同位置所致。

而影響車輛使用的主要因素為車輛持有率，除此之外個人所得、燃料價格、都市化程度、路網建置程度也相當重要。在車輛使用模式方面作者採用 Tanner 學者於 1983 年提出非線性模式，其模式估計結果擁有相當高的解釋能力。作者也針對商用車輛持有與使用分別建立模式。商用車輛包含貨運車輛與公車，但由於公車受當地狀況、公眾運輸政策與規範的影響程度過大，因此該研究將公車排除在外。貨運車輛的持有特性依照地域的不同而不同，如亞洲國家大多使用小型貨運車輛，因此對車輛數有較大的彈性。該研究按照地域分成三類：非洲南部、亞洲、拉丁美洲分別估計其持有模式。而商用車輛使用模式同樣按照車輛使用模式進行估計，估計結果大多符合預期，唯有道路長度之參數與預期結果不符呈現負號，顯示當道路長度增加時，將導致車輛的使用減少與先驗知識不符，其造成的原因可能來自於資料的品質。

Prevedouros 和 An (1998)針對亞洲 8 個國家進行車輛持有的研究，將亞洲國家劃分為開發中國家與已開發國家；開發中國家包含：中國、印度、馬來西亞、泰國等四國，已開發國家則包含：香港、日本、新加坡與南韓等四國。研究目的在於辨別亞洲之開發中國家與已開發國家之車輛持有模式之異同，此外為了進一步了解區域差異，額外加入西方已開發國家美國、加拿大、荷蘭與英國進行比較。由於先前的研究中大多數是以個別國家為研究對象，對於亞洲國家的研究少之又少，因此該研究將重心放在亞洲國家。研究考慮之變數包含：人口數、國民生產毛額、失業率、車價、油價、鐵路延人英哩、公路哩程數等。其中車價、油價與國民生產毛額有高度共線性問題，因此不適合同時放入模式中。

該研究使用之資料為 1963 年到 1990 年將近 30 年的資料，但礙於部分國家資料的缺乏，中國及香港僅使用 12 年的歷史資料進行模式估計。由於使用之資料為時間序列資料故使用時間序列迴歸模式進行參數估計，針對單一國家分別進行曲線配適法、加權最小平方法、兩階段最小平方法及時間序列迴歸法的估計。而估計出來之模式透過以下準則進行比較找出最適當的方法，(1)係數正負號與先驗知識是否相同。(2)顯著解釋變數之係數。(3)自我相關程度。(4)標準誤。比較結果發現時間序列迴歸模式，此外發現開發程度相近的國家其模式估計結果較為相近。

該研究最後提出以下五點結論：

- 1、無論任何國家小汽車持有量都呈正向發展。
- 2、國民所得是一個很重要的變數。
- 3、在沒有政策干擾的國家比較容易預測小汽車的持有與使用。
- 4、預測模式主要受到經濟和交通政策影響。
- 5、發展中國家的汽車成長率較已發展國家來的高。

Dargay 和 Gately (1999)曾針對包含 OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)國家及數個開發中國家如：中國、印度、巴基斯坦等，透過估計之計量模式進行車輛持有成長趨勢的預測。其模是使用之資料為 26 國的年統計資料，資料年份則是 1960 到 1992 年，超過三十年份的資料。此外，這也是第一次有研究之研究國家包含各種不同所得層級，從所得較低的中國、印度、巴基斯坦到高所得國家如：美國、日本、歐洲國家等。

作者認為總體模式有利於進行國與國之間的比較，但礙於各國學者使用的變數與模式之設定不一致，因此無法在同樣的基礎上進行比較，其結果仍有相當大的討論空間。而該研究之優點在於針對大量國家應用單一的計量經濟模式設定與一致性的資料來進行比較。再變數方面，作者認為車輛成本(車價、油價)、地理因素等之重要性不如個人所得顯著，因此在模式中僅使用個人所得變數，並沒有將其他變數放入模式中。在模式方面，該研究認為車輛持有(車輛數/人口數)與個人所得的長期關係呈現 S 形的函數關係。一個國家的發展過程隨個人所得的上升，其所得彈性從低所得層級的所得彈性小於 1.0 上升至中所得層級的 2.0 以上，在

逐漸下降至 0(達到飽和狀態)的高所得層級。S 形的函數設定也有相當多種，如：Logistic、logarithmic Logistic、cumulative normal、Gompertz 等。作者再測試多種模式之後，認為 Gompertz 較 Logistic 模式再曲度上擁有更大的彈性，故選擇以 Gompertz 函數型態建立模型。最後並針對此 26 個國家進行車輛持有數的預測，預測時間為 20 年。

Romilly 等人(2001)分別使用五個共整合方法估計車輛持有與使用和變數的共整合關係，分別是 Engle-Granger 兩階段法(EG2S)、Phillips-Hansen 兩階段法(PHFM)、Wickens-Breusch 一階段法(WB1S)、自我迴歸分配模式(ARDL)、和 Johansen 最大概似法(JML)。以上述五個方法估計車輛持有與使用的錯誤修正模式，並比較短期、長期車輛持有與使用之需求彈性。使用之資料為 1953 年至 1996 年長達 44 年的觀測資料，觀測國家為英國。分別對車輛持有與車輛使用建立模式，模式考慮之參數包含時間趨勢、家戶可支配所得、車輛成本、公車費率指標、年齡分布、道路擁擠指標、家戶總數、總道路長度、利率、失業率等。結果顯示時間趨勢、家戶可支配所得、公車費率指標、駕駛成本指標較顯著性。

而該研究試著解釋時間趨勢對車輛持有與使用的影響。雖然車輛持有與使用呈現正向增加，但增加量卻與時間趨勢成反向運動。作者認為造成以上的原因是因為道路的擁擠指標(總道路長度/車輛使用)從 1953 年的 100(以該年度指數為基礎)下降至 1996 年的 11.3，且時間趨勢與對數之道路擁擠指數呈高度負相關。最後以單根檢定(root unit test)、F 檢定、Wu-Hausman 外生性檢定和聯合最大概似外生性檢定，再以檢驗預測的結果和英國國家道路交通預測所發展的模式預測車輛持有與使用作比較。在預測 2031 年的車輛持有與使用上，以平均絕對預測誤差、平方和預測誤差、均方根預測誤差、Chow predictive failure test 評估 EG2S、PHFM、WB1S、ARDL、ARIMA 五個方法的優劣。結果顯示 EG2S 和 ARDL 預測結果最佳。此外該研究也針對公車費率指標作敏感度分析，結果發現政府政策對車輛持有與使用有重要的影響，尤其是對車輛使用的影響較大。

Medlock Iii 和 Soligo (2002)認為車輛為一項商品，其被購買與否受到相當多相關因素的影響，相關研究包含(Hess 1977; Deaton 1980; Tishler 1982)。當消費者決定是否購買車輛的同時，也必須同時決定要購買車輛的燃油效率、車輛大小、舒適程度、地位象徵、安全性等。當燃料價格上升時，消費者必須付出的使用成本上升，成本的增加將抑制消費者購買商品的行為；然而此時車廠為了迎合消費者的偏好，將會推出燃油效率較高的車種刺激消費者購車欲望。類似的因素可以透過改變車輛商品的組合來達到銷售目的，然而在總體研究中，改變商品的組合而帶來的影響非研究重點，故再進行總體模式推導之前重要的前提假設為：假設車輛據有同質性。作者根據所取得之資料繪製個人所得與車輛持有數圖，由圖中明顯發現車輛持有數與個人所得呈現 S 形曲線關係。並由圖中之曲線確認飽

和點的存在，所得彈性會隨著個人所得的上升而下降，所得彈性並非一固定常數。為了改善預測的準確度，各國學者使用不同模式來描述車輛持有數與個人所得關係，如：Dargay 和 Gately (1999)使用 Gompertz 模式、Mogridge(1989)學者使用 Logistic power growth 模式、Button 等人(1993)使用 quasi-Logistic 模式；然而作者認為以上模式皆缺乏明確的模式試驗，且這些模式必須預先設定適當的飽和率，飽和率可以任意強加設定，可能會導致預測時的顯著錯誤。作者在考慮以上議題後，將機動車輛視為一項實體資產，並與燃料、時間、其他物品一起當成投入項放入生產函數中產出運輸服務，進行生產效用最大化的求解。其效用定義為運輸服務的生產量，亦即為車輛的使用量，而車輛之使用量在假設條件：車輛具有同質性的前提下，將可透過燃料使用量取代，並在限制式：各項費用總合小於所得與資產利率的條件下，利用拉氏乘數法求解。透求解之車輛持有數模式可推導出所得彈性，當所得彈性為零時即為飽和點。當個人所得高於飽和點後，車輛的持有數將不受個人所得的變化而改變，僅受使用成本影響。

Ogut (2004)將總體車輛持有模式分成線性模式與 S 形模式兩類。線性模式是將各種可能影響車輛持有的變數放入線性迴規模式中，透過各種不同的迴歸技巧與設定進行模式係數的估計，然而此類型線性迴規模式有著以下兩項缺點：(1)大部分的解釋變數會受到時間趨勢的影響，因此解釋變數間的內部相關性很高將導致模式估計結果不具解釋能力。(2)迴規模式中不包含飽和率的設定。少了飽和率設定，模式中的車輛持有率將不受限制的成長，當模式應用在高所得國家車輛持有預測或長期車輛持有預測時將產生嚴重的錯誤，預測結果將被高估。而 S 形模式主要可分為 Tanner 提出的 Logistic 模式、Power 模式與 Gompertz 模式。由於 S 形模式改善了迴規模式的不足，因此作者將分別針對 S 形的三個模式進行估計並進行比較。在變數方面除了考慮個人所得以外，也將車輛成本與燃料價格納入考慮，但由於此兩變數之係數估計結果與先驗知識不符，故沒有將此兩變數納入模式中。其飽和率在考慮土耳其的家庭結構與年齡分布後設為 0.5(車輛數/人口數)。作者為了比較三個模式的好壞，使用誤差平方總合作為評量基準，結果顯示 Power 模式與 Gompertz 模式結果相近且與真實狀況差異不大，而 Logistic 模式則高估車輛持有率。

Dargay 等人(2007)在 Dargay 和 Gately (1999)的基礎上針對包含：OECD、中國、印度、巴基斯坦、台灣、韓國、以色列、...等共 45 國進行車輛持有成長趨勢的預測。使用之資料年份從 1960 年到 2002 年共 45 國之統計資料建立各國車輛持有模式。研究之國家範圍較 1999 年之研究更為廣泛，涵蓋國家之所得層級包含高、中、低等各層級國家。模式方面則將 Gompertz 模式的飽和率加以放寬，將飽和率設定以美國之飽和率 0.852 為基準。使用之解釋變數仍為個人所得單一解釋變數。

Ogut (2006)認為影響車輛持有的主要原因為經濟狀況、社會因子與人口統計因子，因此車輛持有應使用多元變數模式。為了解釋這些變數對車輛持有的影響，該研究使用模糊多元迴歸模式來作預測。作者認為在傳統迴歸分析中，殘差項被視為隨機誤差的結果，然而殘差項也可能來自於系統架構的不完整定義與不準確的觀察值，在此狀況下迴歸模式中的不確定性應為模糊而非隨機。而使用模糊多元迴歸模式作預測可以克服因時間趨勢而造成解釋變數間之共線性關係。其模式估計結果並非是一個明確值，而是包含上下界的範圍值。在變數方面包含：每人國民生產毛額、車價、油價、總人口數、都市化比例(都市人口數/總人口數)、平均家戶人口數及道路總長度。該研究在模式架構設定上先針對各個解釋變數繪製解釋變數與車輛持有數散布圖，透過散布圖來檢視兩變數之關係為線性關係或是非線性關係。若為非線性關係，則再以線性、指數、冪次、對數、二項式分別計算各變數的相關係數，找出最合適之模式設定建立各個解釋變數模糊迴歸式。最後利用逐步迴歸的技巧逐一放入解釋變數，而逐步迴歸的技巧也可觀察到逐次加入解釋變數的同時，上下界有逐漸逼近觀測值之現象。

Sillaparcharn (2007)曾以泰國為案例進行車輛持有模式的研究。作者認為根據研究資料的取得與模式的需要應用Khan和Willumsen (1986)學者提出的對數線性模式較為恰當。該研究的車輛持有模式分別針對汽車、機車、卡車和重型貨車、公車等四種車輛進行研究。資料方面，使用1998年到2002年間76個行政區域的資料。模式中考慮之解釋變數包含個人所得、人口密度、都市化程度等。其中人口密度變數由於並不顯著因此將其刪除，而都市化程度則以各區域與泰國首都曼谷的直線距離表示。由於採用之對數線性模式並沒有設定飽和率，長期來看其模式之所得彈性為一常數並不合理；因此作者將飽和率放入模式中做出修正，而飽和率設定則是根據歷史成長路徑之配適度決定。此外模式估計上遭遇到同質性問題，作者提出使用加權最小平方方法來改善模式估計的準確性。研究發現，汽車的飽和率大約是每人0.62輛；機車大約是每人0.35輛。此外機車持有與公車使用會受到汽車持有量之影響。最後模式預測2006、2011、2016、2021、2026年在低、中、高三種不同收入水準下的車輛持有成長，發現卡車和重型貨車會隨經濟成長而增加；機車會先增加但當收入達到一定水準後減少；公車也和機車呈現相同之趨勢。

以上相關文獻所使用之模式各有不同，對於模式之飽和率設定也不盡相同，各文獻考慮之解釋變數與變數之顯著狀況也有差異，為方便比較本研究將上述文獻彙整於下表3.1-1。

表 3.1-1、國外文獻彙整表

文 獻	研究國家與資料年份	模式設定	飽和率設定	考慮之解釋變數	顯著之解釋變數
Kain 和 Beesley (1965)	研究國家： 美國  資料年份： 1957- 1959	最小平方迴歸法	無須設定	人口密度(都市地區每 平方英里人口數)、家戶 所得	人口密度 (-)、 家戶所得 (+)
Button 等人(1993)	研究國家： 低所得國家(1986 年 年個人所得低於 3000 美金之國家)  資料年份： 1967 - 1986	quasi-logistic 模式	0.3 ~ 0.45	個人所得、時間趨勢、 燃料價格、都市化程 度、工業化程度、國家 特定變數、路網建置程 度	個人所得 (+)、 時間趨勢 (+)、
Prevedouros 和 An (1998)	研究國家： 中國、印度、泰國、 馬來西亞、日本、新 加坡、韓國、香港、 美國、加拿大、荷蘭、 英國等 12 國  資料年份： 1963 - 1990	曲線配適法、 加權最小平方法、 兩階段最小平方 法、 時間序列迴歸法、	無須設定	人口數、個人所得、失 業率、車價、油價、總 道路長度、鐵路延人英 哩	個人所得 (+)、 鐵路延人英哩 (-)、 總道路長度 (+)

文 獻	研究國家與資料年份	模式設定	飽和率設定	考慮之解釋變數	顯著之解釋變數
Dargay 和 Gately (1999)	<b>研究國家：</b> OECD 共 20 國、中國、印度、巴基斯坦、台灣、韓國、以色列  <b>資料年份：</b> 1970 - 1992	Gompertz 模式	0.62~0.85	個人所得 (探討所得對車輛持有之影響)	個人所得 (+)
Romilly 等人(2001)	<b>研究國家：</b> 英國  <b>資料年份：</b> 1953 - 1996	Engle-Granger 兩階段法 (EG2S)、Phillips-Hansen 兩階段法 (PHFM)、Wickens-Breusch 一階段法 (WB1S)、自我迴歸分配模式 (ARDL) 和 Johansen 最大概似法 (JML)	無須設定	時間趨勢、可支配所得、車輛成本指標、公車費率指標、年齡、道路壅塞指標、家戶數、道路長度、利率、失業率	<b>車輛持有：</b> 時間趨勢 (-)、可支配所得 (+)、車輛成本指標 (-)、公車費率指標 (+)  <b>車輛使用：</b> 時間趨勢 (-)、可支配所得 (+)、車輛成本指標 (-)、公車費率指標 (+)

文 獻	研究國家與資料年份	模式設定	飽和率設定	考慮之解釋變數	顯著之解釋變數
Medlock Iii 和 Soligo (2002)	<b>研究國家：</b> 英國、美國、法國、日本、中國、土耳其、韓國、印度、...、等 28 國家  <b>資料年份：</b> 1978 – 1995	自行推導效用最大模式	無須設定	個人所得指標、使用成本指標(車價、折舊、保險費、停車費、牌照稅、燃料稅、維修費)、燃料價格	個人所得 (+)、個人所得平方項 (-)、燃料價格 (-)、
Ogut (2006)	<b>研究國家：</b> 土耳其  <b>資料年份：</b> 1970 - 2002	模糊多元迴歸	無須設定	每人國民生產毛額、平均車輛價格、燃油價格、人口數、都市人口、都市化程度、平均家戶規模、道路總長度	平均家戶規模 (-)、 平均家戶規模平方項 (+)、 都市人口 (-)、 都市人口平方項(+)、 每人國民生產毛額(+)、 每人國民生產毛額平方項(-)、 道路總長度 (+)、 道路總長度平方項(-)

文 獻	研究國家與資料年份	模式設定	飽和率設定	考慮之解釋變數	顯著之解釋變數
Ogut (2004)	研究國家： 土耳其  資料年份： 1970 - 2002	Logistic 模 式 Gompertz 模 式 Power growth 模式 該 研 究 認 為 Gompertz 模 式 與 Power growth 模 式 較佳。	0.5 (依土耳其家 庭結構與年齡 分佈研究推 估)	每人國民生產毛額、平 均購車成本、燃油價格	每人國民生產毛額(+)
Dargay 等人(2006)	研究國家： OECD、中國、印度、 巴基斯坦、台灣、韓 國、以色列、…等  資料年份： 1960 - 2002	修正之 Gompertz 模式 (放寬飽和率設定)	0.852 以美國車輛持 率之飽和值為 飽和率。	個人所得	個人所得 (+)
Sillaparcharn (2007)	研究國家： 泰國  資料年份： 1998 - 2002	對數線性模式加入 飽和率設定 (1)汽車 (2)機車 (3)卡車和重型貨車 (4)公車	汽車：0.62 機車：0.35	汽車： 個人所得、人口密度、 都市化程度(與曼谷直 線距離) 機車： 個人所得、人口密度、 都市化程度、汽車持有	汽車： 個人所得 (+)、 都市化程度 (-) 機車： 個人所得 (+)、 都市化程度 (-) 汽車持有 (+)

註：括號內正負符號為顯著變數對模式的影響情形。

### 3.2 國內汽機車持有與使用模式

國內相關文獻主要應用個體模選擇模式為分析方法，討論家戶車輛持有與使用特性。總體車輛持有與使用模式在國內之研究則相對較少，相關文獻分述如下：

交通部統計處（民 84）曾以計畫經濟方法及數學規劃模式建立臺灣地區小客車成長預測模式。其中，以計量經濟方法構建之模式又分為無條件限制下之預測模式（聯立迴歸模式）及有條件限制之推估模式（包括小客車持有率之飽和率限制、道路服務水準類比推估法、道路服務水準等級推估法、停車空間容量限制及空氣污染管制限制等）。另以數學規劃模式考量空氣污染管制、停車空間、各種運具之供給與需求、各種運具基本服務水準及各種運具數量組成比率等限制條件下，求解使小客車、機車及大眾運輸持有及使用成本最低之小客車持有數量。當然，此一模式僅提供我國小客車持有率最適水準之設定，作為研擬管制策略之參考，無法據以預測。

（藍武王 和 邱裕鈞 民國 85 年）蒐集瑞士、日本、美國、法國...等 29 個國家之小客車持有與使用資料，先利用逐步迴歸分析，選擇重要解釋變數及構建模式如下：

$$Y=176.942 + 0.143 A + 10.387 GNP - 3.4931 PR$$

(3.517) (2.447) (4.902) (-3.760)

$$R\text{-square} = 0.722$$

其中 Y 為小客車持有率（輛/千人）。A 為全國面積（萬平方公里）。GNP 為平均國民所得（千美元/人）。PR 為大眾運輸比例（%）。顯示，各國小客車持有率與國家面積及國民所得成正比，但與大眾運輸比例成反比。進而將這些國家 alysis）方法，依據面積、人口密度、平均國民所得、家戶人口數以及公路密度等變數，分成四群。再進一步利用判別分析（discrimination analysis）建立判別函數，用以判斷我國之歸屬群組。

此外，（藍武王, 邱裕鈞 等 民國 84 年; 藍武王 和 邱裕鈞 民國 85 年）及（藍武王 民國 85 年）進一步利用羅吉斯迴歸模式（Logistic regression）建構我國小客車持有率之成長趨勢。唯因羅吉斯迴歸模式，必須先設定小客車持有之飽和率，方能加以估計。因此，該研究依據各國小客車持有率之分佈情形，訂出高飽和率值（每千人 520 輛，如義大利、德國、瑞士等國家）、中飽和率值（每千人 450 輛，如法國、奧地利、比利時等國家），以及低飽和率（每千人 380 輛，如英國、西班牙、日本等國），估計結果如表 8 所示。該研究指出我國小客車持有率將於平均國民所得達 3 萬美元時達到飽和值，但屆時將達到高、中或低飽和率，則需視我國大眾運輸發展狀況及政府實施之相關管理策略而定。目前，我國平均國民所得約為 1 萬 6 千美元，雖離 3 萬美元仍有相當差距，但目前每千人小客車持有數量已達 285 輛，未來勢必隨著國民所得提昇而持續成長。如欲維持我國小客車持有率維持在低飽和率水準，實有必要針對國人機動車輛持有行為，研議更有效之管理策略，以達永續運輸之目標。

交通部運輸研究所（民 91）針對運輸部門能源需求之預測，建構持有率模式之建立與預測。研究指出自用車輛之持有率多寡係反映國民生活水準高低的指標之一，亦即每人國民所得逐年提高，自用車輛之持有率可能隨之成長，最後將趨於飽和極限。因此，該研究採每人國民所得作為說明變數，以進行自用車輛之持有率預測分析。其中預測模型將以修正指數曲線之迴歸分析模式為主，模式建立如下：

### 1. 機車

$$\ln(747 - YVR_{it}) = 6.36 - 3.65 \times 10^{-6}(API_t) \quad (1)$$

$$YVR_{it} = 747 - 576 (0.999996353)^{API_t} \quad (2)$$

### 2. 自用小客車

$$\ln(450 - YVR_{it}) = 6.29 - 2.6 \times 10^{-6}(API_t) \quad (3)$$

$$YVR_{it} = 450 - 541 (0.999997309)^{API_t} \quad (4)$$

### 3. 營業小客車

$$\ln(7 - YVR_{it}) = 0.542573 - 5.164110 \times 10^{-6}(API_t) \quad (5)$$

$$YVR_{it} = 7 - 1.72 (0.999994836)^{API_t} \quad (6)$$

其中  $YVR_{it}$ ：第  $i$  型車第  $t$  年之車輛持有率（輛／千人），15 歲以上之人口指標。  
 $API_t$ ：第  $t$  年平均每人國民生產毛額 GNP。 $AP_t$ ：第  $t$  年國民生產毛額。而機車、自用小客車，以及營業小客車之飽和率分別設定在 747、450 及 7。

（孫珮珊 民國 93 年）以台灣地區各縣市之資料進行持有模式的估計。其考慮之變數包含個人機車及小客車持有數量、個人所得、家戶機車及小汽車持有數量、家戶所得等變數。資料以民國 63 年至 91 年間之時間序列資料進行模式估計而以民國 87 年至 91 年之資料進行模式優劣之評選。在模式方面，該研究分別以類神經網路、灰預測、Gompertz 模式與對數線性模式（包含：線性、雙對數、semi-log、loginverse）進行比較與分析。該研究發現長期之小客車持有模式以 Gompertz 模式最佳，而長期之個人機車持有模式則以對數線性模式擁有最佳效果。在短期方面，個人小客車與機車持有模式則以倒傳遞類神經網路效果最佳。而在家戶方面，長期小客車與機車持有模式分別以對數線性模式之雙對數模式、倒傳遞類神經網路與為最佳。短期之小客車持有模式除台東縣外以 Gompertz 模式結果最佳外，皆以倒傳遞類神經網路最佳。短期機車持有模式則以對數線性模式之 semi-log 與 loginverse 模式較佳。

### 3.3 小結

由表 3.3-1 可得知，全國層級汽車持有之相關研究較為豐富，國內外均有相關研究，其中研究使用之方法主要為線性與非線性迴歸模式為主，而非線性迴歸模式又以美國道路與交通實驗室建議之 Logistic 模式及 Gompertz 模式為主。針對單一國家之相關研究包含：美國 (Kain 和 Beesley, 1965)、英國 (Romilly 等人, 2001)、土耳其 (Ogut, 2004、2006)、台灣 (交通運輸研究所, 1995)、台灣 (藍武王和邱裕鈞, 1996)。亦有針對多個國家之研究如：Button (1993)、Prevedouros 和 An (1998)、Dargay 和 Gately (1999)、Medlock Iii 和 Soligo (2002) 和 Dargay 等人 (2006)。相較於全國層級汽車持有豐富之文獻，全國層級汽車使用之文獻僅有 Romilly 等人針對英國以 Engle-Granger 兩階段法、自我迴歸分配法估計模式。全國層級機車研究，受限於先進國家機車持有與使用狀況並不如汽車普及，相關研究非常有限，持有部份僅有 Sillaparcharn (2007) 以線性對數模式建立泰國機車持有模式。國內則有張新立、吳宗修等人 (2002) 在進行汽機車持有與使用個體研究前，曾以總體資料做特性分析。

在城市層級方面狀況與全國層級類似，汽車持有包含 Ogut (2006) 針對土耳其以模糊多元迴歸建立模式、Sillaparcharn (2007) 以泰國為研就對象建立對數線性模式。Zhang 等人 (2004) 以日本為研究對象，透過時間序列迴歸法、兩階段最小平方法建立模式。台灣方面孫珮珊 (2004) 曾以類神經網路、灰預測、Gompertz 模式、對數線性模式以台灣各縣市為樣本建立模式。汽車使用不殆則僅有 Zhang 等人 (2004) 之研究。機車持有部份則包含 Sillaparcharn (2007)、孫珮珊 (2004) 和張新立、吳宗修等人 (2002)。

文獻顯著解釋變數如表 3.3-2 所示，個人所得為相當重要之解釋變數，個人隨得的增加，人民富裕程度上升，將導致汽機車需求增加，與汽機車持有與使用成正向變動。而人口密度低的國家地廣人稀，相較於人口密度高之國家較不利於發展大眾運輸，與汽機車持有成負向變動。而 Button 等人 (1993) 和 Romilly 等人 (2001) 研究中指出汽車持有與時間趨勢成正向變動。此外汽機車持有與使用與大眾運輸之鐵路延人英里成負向變動、與公車費率指標成正向變動。亦與私人運具之道路長度成正向變動，與車輛成本指標、燃料價格成負向變動。

本研究整理上述文獻顯示個人所得、人口密度、軌道運輸里程、公車費率指標、車輛成本指標、道路密度指標、燃料價格皆為影響汽機車持有使用之顯著變數。然而，運具需求主要受到旅次產生與運具選擇行為影響；其中旅次產生受到經濟活動與勞動人員之特性所影響，包含：人口特性 (人口密度、職業密度、都市化程度等變數)、個人所得、旅次特性 (平均每人每日旅次數、平均旅次長度、旅次目的等變數)。而運具選擇則受到道路供給 (道路密度、高速公路密度)、道路負荷 (每公里道路汽車延車公里、每公里道路機車延車公里)、私人運輸成本 (取得成本、持有成本、使用成本、燃油價格、停車費)、大眾運輸供給 (大眾運輸路網密度、大眾運輸服務水準)、大眾運輸特性 (大眾運輸平均速率、大眾運輸擁擠程度)、大眾運輸成本 (平均大眾運輸成本、大眾運輸成本與私人運輸成本比例) 等影響。本研究為了解汽機車持有與使用影響變數，將在資料可取得範圍內蒐集上述變數進行模式之估計。

表 3.3-1、全國與城市層級文獻整理表

層級	類別	文獻作者	年份	方法	國家
全國層級	汽車持有	Kain 和 Beesley	1965	最小平方迴歸法	美國
		Button 等人	1993	quasi-logistic 模式	低所得國家，共 52 國
		Prevedouros 和 An	1998	曲線配適法、 加權最小平方法 時間序列迴歸法 兩階段最小平方法	中國、印度、泰國、馬來西亞、日本、新加坡、韓國、香港、美國、加拿大、荷蘭、英國等 12 國
		Dargay 和 Gately	1999	Gompertz 模式	OECD 共 20 國、中國、印度、巴基斯坦、台灣、韓國、以色列
		Romilly 等人	2001	Engle-Granger 兩階段法(EG2S) 自我迴歸分配模式(ARDL) Johansen 最大概似法(JML)	英國
		Medlock Iii 和 Soligo	2002	自行推導效用最大模式	英國、美國、法國、日本、中國、土耳其、韓國、印度、...、等 28 國家
		Ogut	2006	模糊多元迴歸	土耳其
		Ogut	2004	Logistic 模式 Gompertz 模式 Power growth 模式	土耳其
		Dargay 等人	2006	修正之 Gompertz 模式	OECD、中國、印度、巴基斯坦、台灣、韓國、以色列、...等
		交通部統計處	1995	聯立迴歸模式	台灣
		藍武王、邱裕鈞	1996	羅吉斯迴歸模式	台灣
		汽車使用	Romilly 等人	2001	Engle-Granger 兩階段法(EG2S) 自我迴歸分配模式(ARDL) Johansen 最大概似法(JML)

表 3.3-1、全國與城市層級文獻整理表 (續)

層級	類別	文獻作者	年份	方法	國家
全國層級	機車持有	Sillaparcharn	2007	對數線性模式	泰國
	機車持有	張新立 等	2002	持有特性分析	台灣
	機車使用	缺乏相關研究			
城市層級	汽車持有	Ogut	2006	模糊多元迴歸	土耳其
		Sillaparcharn	2007	對數線性模式	泰國
		Zhang 等	2004	時間序列迴歸法 兩階段最小平方法	日本
		孫珮珊	2004	類神經網路 灰預測 Gompertz 模式 對數線性模式	台灣各縣市
	汽車使用	Zhang 等	2004	時間序列迴歸法 兩階段最小平方法	日本
	機車持有	Sillaparcharn	2007	對數線性模式	泰國
		孫珮珊	2004	類神經網路 灰預測 Gompertz 模式 對數線性模式	台灣各縣市
		張新立等	2002	持有特性分析	台灣
		機車使用	缺乏相關研究		

表 3.3-2、文獻顯著變數整理表

顯著之解釋變數	文獻作者	年份	顯著之解釋變數	文獻作者	年份	
個人所得	Kain 和 Beesley	1965	時間趨勢	Button 等人	1993	
	Button 等人	1993		Romilly 等人	2001	
	Prevedouros 和 An	1998		鐵路延人英哩	Prevedouros 和 An	1998
	Dargay 和 Gately	1999	Prevedouros 和 An		1998	
	Romilly 等人	2001			Prevedouros 和 An	1998
	Medlock Iii 和 Soligo	2002				Ogut
	Ogut	2006	道路長度	Ogut	2006	
	Ogut	2004		車輛成本指標	Romilly 等人	2001
	Dargay 等人	2006			Romilly 等人	2001
	Sillaparcharn	2007				2001
人口密度	Kain 和 Beesley	1965	公車費率指標	Romilly 等人	2001	
	Ogut	2006		Medlock Iii 和 Soligo	2002	
			燃料價格			

## 第四章、研究方法

本研究目的在於建立汽機車持有與使用之總體模式，而模式主旨在於建立車輛持有率與變數間之關係，並加以檢定。以下就本研究可能會採用之聯立迴歸分析、判別分析、羅吉斯迴歸分析等研究方法簡介如下：

### 4.1 聯立迴歸分析 (simultaneous regression analysis)

當系統內有兩個以上的因變數，而因變數間又互有關聯，不宜分別獨自建立單一迴歸式時，即必須建立聯立迴歸模式來加以分析。其標準型式如下：

$$\begin{aligned} \beta_{11}y_{1i} + \beta_{12}y_{2i} + \dots + \beta_{1G}y_{Gi} + \gamma_{11}x_{1i} + \gamma_{12}x_{2i} + \dots + \gamma_{1K}x_{Ki} &= u_{1i} \\ \beta_{21}y_{1i} + \beta_{22}y_{2i} + \dots + \beta_{2G}y_{Gi} + \gamma_{21}x_{1i} + \gamma_{22}x_{2i} + \dots + \gamma_{2K}x_{Ki} &= u_{2i} \\ &\vdots \\ \beta_{G1}y_{1i} + \beta_{G2}y_{2i} + \dots + \beta_{GG}y_{Gi} + \gamma_{G1}x_{1i} + \gamma_{G2}x_{2i} + \dots + \gamma_{GK}x_{Ki} &= u_{Gi} \end{aligned}$$

$i=1, 2, \dots, N$

其中， $y$  為因變數、 $x$  為自變數， $u$  為殘差項， $N$  為樣本數。上述聯立方程式可轉換為引申型式 (reduced-form)：

$$\begin{aligned} y_{1i} &= \pi_{11}x_{1i} + \pi_{12}x_{2i} + \dots + \pi_{1K}x_{Ki} + v_{1i} \\ y_{2i} &= \pi_{21}x_{1i} + \pi_{22}x_{2i} + \dots + \pi_{2K}x_{Ki} + v_{2i} \\ &\vdots \\ y_{Gi} &= \pi_{G1}x_{1i} + \pi_{G2}x_{2i} + \dots + \pi_{GK}x_{Ki} + v_{Gi} \end{aligned}$$

$i=1, 2, \dots, N$

其矩陣型式為： $\mathbf{Y}=\boldsymbol{\pi}\mathbf{X}+\mathbf{V}$ 。由於各殘差項 ( $v$ ) 之間互有關聯 (共變異矩陣期望值不為零)，若分別以最小平方估計上述各式之參數，將導致偏誤之估計值。因此，上述格式必須視為聯立方程式，以特殊方法估計之。最常用於估計聯立迴歸之方法為：兩階段最小平方 (two-stage least squares, 2SLS)、近似無相關迴歸法 (seemingly unrelated regression estimation, SUR) 及三階段最小平方 (three-stage least squares, 3SLS)。

其中，2SLS 係先針對一因變數，以最小平方法對所有自變數進行迴歸，並以其估計值作為替代變數(instrumental variable)，再以最小平方法分別估計係數。實證上，一般係重覆進行 2SLS 之程序，直到估計的係數和殘差項的共變異矩陣達到收斂為止。惟 2SLS 雖可估計得之一致 (consistent) 估計值，但卻不具效率。SUR 則將數個迴歸式合併為一(樣本數成為  $G \times N$  個)，並以一般化最小平方法 (generalized least squares) 加以估計。3SLS 第一階段先估計引申型式之係數，並獲得因變數之預估值，再以 2SLS 估計所有方程式，第二階段則採 SUR 估計方程式間之變異與共變異。最後，再以一般化最小平方法估計參數。

聯立迴歸應先進行方程式認定(identification)，以確定各參數值能加以估計。若為不足認定(under identified)，則無法估計模式之參數；若為適足認定(exactly identified)或過度認定(over identified)則可估計其參數值。此外，聯立迴歸之認定條件有二：一為階(order)之條件，一為級(rank)之條件，前者為認定之必要條件，後者為認定之充分條件。在進行參數或迴歸式檢定時，則必須符合前述單一迴歸分析之假設。

## 4.2 判別分析(discrimination analysis)

判別分析處理目的變數為類目資料且說明變數為數量資料的問題，功能在就樣本之各種特性，判斷其歸屬的群體。最常見的判別基準是線性判別函數如下：

$$D = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_px_p$$

其中， $x_j$  為說明變數； $a_j$  為函數係數，為樣本估計的結果； $D$  為判別得點，判別中點通常以  $D=0$  為界， $D > 0$  與  $D < 0$  分屬二種群體（以二群體之判別分析為例）。在以足夠的樣本估計出(2-16)式後，將新個體之  $x_j$  值代入判別函數，由  $D$  值判斷其可能歸屬的群體。

使用線性判別函數必須注意三個重要假設：一是說明變數呈常態分配，必須事先加以檢核確認；二是各個群體具有相同的共變異矩陣，必須經過統計檢定確認或是增加樣本數量來克服；三是說明變數之間必須互相獨立，因此必須經過共線性之檢定與篩選。至於判別式的精度，通常可以由判中率及誤判率等指標來衡量。

### 4.3 羅吉斯迴歸分析( Logistic Regression )

羅吉斯迴歸模式 (Logistic Regression) 就是針對二元因變數，即是1 或0。在 Logistic Curve 中有一個臨界遞增的 S 型函數，適用於分析一機率模型，而根據分類性變數，產生輸出變數，其值可為0 或1，常代表選擇量度中的「是」與「否」兩類。

在統計學上，許多學者認為Logistic Regression的優點，主要能處理依變項有兩個類別的名目變項，用以預測事件發生的勝算比(Odds Ratio)，它可解決了傳統線性迴歸模式中，不能處理依變項是兩個類別的名目變項的缺點。而勝算比的定義是一件事情會發生的或然率除以不會發生的或然率，若以或然率 $P(Y)=0.5$ 為判別值 (Cut Value)，將0.5以上判別為1，0.5以下判別為0，則利用邏輯迴歸便可進行類別預測。其中 $p/(1-p)$ 稱為勝算比(Odds Ratio)， $P$ 為事件發生的或然率，羅吉斯迴歸在因變數為離散型，且分類只有兩類或少數類時，變成了一個最標準的分析方法。

單變量羅吉斯迴歸是假設 $\pi(x)=E(y|x)$ ，則模型表示如下：

$$\pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)}$$

若將 $\pi(x)$ 做羅吉斯轉換，可得下列表示式，

$$g(x) = \text{logit}[\pi(x)] = \log\left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)}\right] = \beta_0 + \beta_1 x$$

經由此轉換， $g(x)$ 便符合線性迴歸模型的性質，此時 $g(x)$ 就為連續變數。如果因變數為二分變項時，羅吉斯迴歸有以下特性，

1. 條件期望值的迴歸式必須介於0~1之間，即

$$0 \leq E(y/x) = \pi(x) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \leq 1$$

其誤差分配是服從二項分配而不是服從常態分配。

2. 用來處理線性迴歸的分析原則也可以用在羅吉斯迴歸上。

羅吉斯迴歸模式常用之估計方法如下：

#### (A) 最大似估計法

$$\text{概似函數} : \prod_{i=1}^k \binom{n_i}{c_i} p_{x_i}^{c_i} (1 - p_{x_i})^{n_i - c_i} = \prod_{i=1}^k \binom{n_i}{c_i} \left( \frac{e^{\alpha + \beta x_i}}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}} \right)^{c_i} \left( \frac{1}{1 + e^{\alpha + \beta x_i}} \right)^{n_i - c_i} \equiv L(\alpha, \beta)$$

找出 $\alpha, \beta$ 使得以上之機率為最大。

#### (B) Weighted LSE (least square estimator)

$$c_i \text{ 之 } \text{Var}(c_i) = n_i p_{x_i} (1 - p_{x_i}) \leftarrow n_i \cdot \frac{c_i}{n_i} \left(1 - \frac{c_i}{n_i}\right)$$

給予權數 (加權數，加重數)  $1/\text{Var } c_i$ 。

## 第五章、資料蒐集與分析

### 5.1 資料來源

#### 5.1.1 全國層級

本研究引用之各國數據主要來源為國際道路聯合會(International Road Federation)之世界道路統計彙編(World Road Statistics Compilation)，其資料庫包含全球 188 個國家，資料年份為 1963 年至 2008 年。而部份變數如：各國國內生產毛額、人口總數、國土面積等則是引用自世界銀行免費線上資料庫。我國之相關資料則蒐集自交通部統計處之交通統計要覽與專題報告及交通部運輸研究所之運輸研究彙編。

#### 5.1.2 城市層級

本研究世界各城市之資料來源為世界大眾運輸協會(International Association of Public Transport)之千禧年城市永續運輸資料庫(Millennium Cities Database for Sustainable Transport)，資料包含：紐約、舊金山、東京、香港、北京、聖地牙哥、巴黎、柏林、台北…等全球 100 個城市<sup>1</sup>，資料為 2001 年之橫斷面資料。我國各縣市之資料來源為交通部統計處、交通運輸研究所及各縣市統計處報告。

### 5.2 基本統計分析

#### 5.2.1 全國層級

表 5.2-1 為世界各國基本統計表，由國際道路聯合會資料庫提供之 188 個國家扣除資料缺漏過多國家，剩餘 66 個國家進行計算的統計資料。其中平均國民所得最低者為甘比亞，平均每人每年國民所得 300 美元；最高為盧森堡平均每人每年 8 萬 8 千美元，我國 1 萬 6 千美元略低於各國平均之 1 萬 8 千美元。在汽車持有率部份，最低者仍為甘比亞之每千人持有 5 輛汽車，最高為盧森堡之每千人持有 647 輛汽車，我國持有率為每千人 247 輛汽車略低於各國平均之每千人 262 輛汽車。機車持有率部份，最低者為塞內加爾共和國之每千人持有 0.37 輛機車，最高為我國之每千人持有 590.21 輛機車。汽車使用部份，最低為哈薩克共和國之平均每年每車行駛 200 公里，最高為迦納之平均每年每車行駛 3 萬 7 千公里，我國平均每年每車行駛 9 千 9 百公里略低於各國平均之 1 萬 2 千公里。在機車使用部份，最低者仍為哈薩克共和國之平均每年每車行駛 100 公里，最高為突尼西亞之平均每年每車行駛 1 萬 6 千公里，我國 4 千 9 百公里率低於各國平均之 5 千 2 公里。

<sup>1</sup> 千禧年城市永續運輸資料庫包含全球 100 個城市之資料，由於資料量過於龐大，將完整資料放於附錄中以供參考。

此外，下圖 5.2-1 為平均國民所得與汽車持有率散佈圖，圖 5.2-2 為平均國民所得與機車持有率散佈圖，圖 5.2-3 為平均國民所得與汽車使用散佈圖，圖 5.2-4 為平均國民所得與機車使用散佈圖，我們可經由以上四個散佈圖了解到我國與世界各國指標變數之確切散佈位置。由圖 5.2-1 我們也可發現到平均國民所得與汽車持有率相關性很高，持有率隨所得增加而增加，但會逐漸趨於飽和。由圖 5.2-2 則發現機車持有狀況與所得並沒有明顯關係。同理，由圖 5.2-3 與圖 5.2-4 可發現國民所得與汽機車使用量並無明顯相關性。

表 5.2-1、各國基本統計表

	平均國民所得	汽車持有率	機車持有率	汽車使用	機車使用
平均數	1.873	262.403	39.213	12.694	5.245
標準差	1.988	201.951	80.530	7.017	4.116
變異數	3.950	40784.201	6485.114	49.240	16.945
全距	8.830	642.000	589.840	37.450	16.740
最小值	0.030	5.000	0.370	0.200	0.100
最大值	8.860	647.000	590.210	37.650	16.840
台灣	1.610	247.320	590.210	9.894	4.909

註：世界各國包含世界道路統計彙編內所蒐集之 188 個國家。

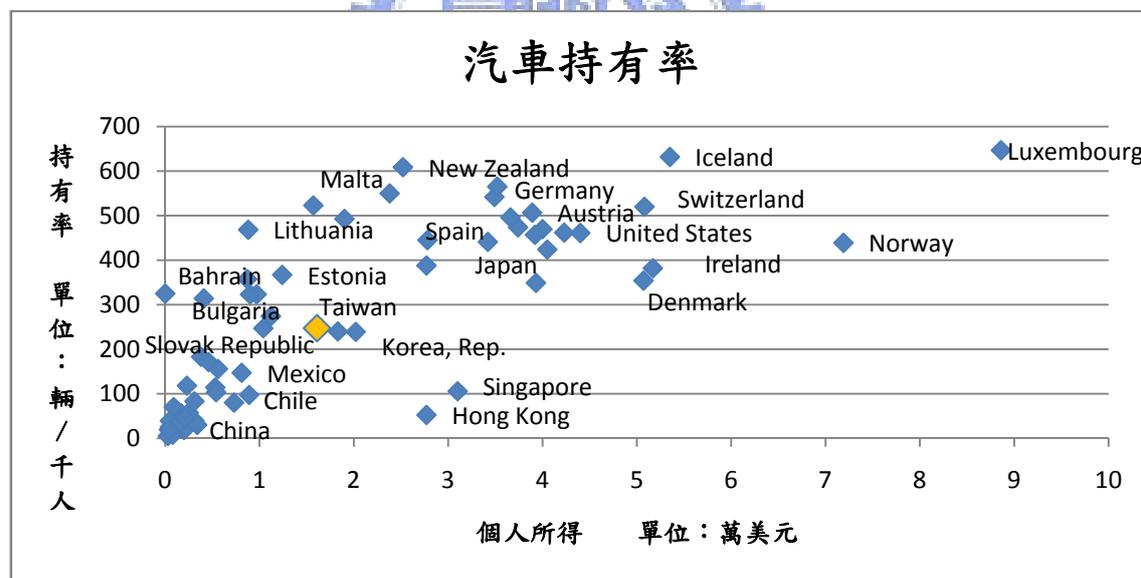


圖 5.2-1、平均國民所得與汽車持有率散佈圖

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年各國資料。

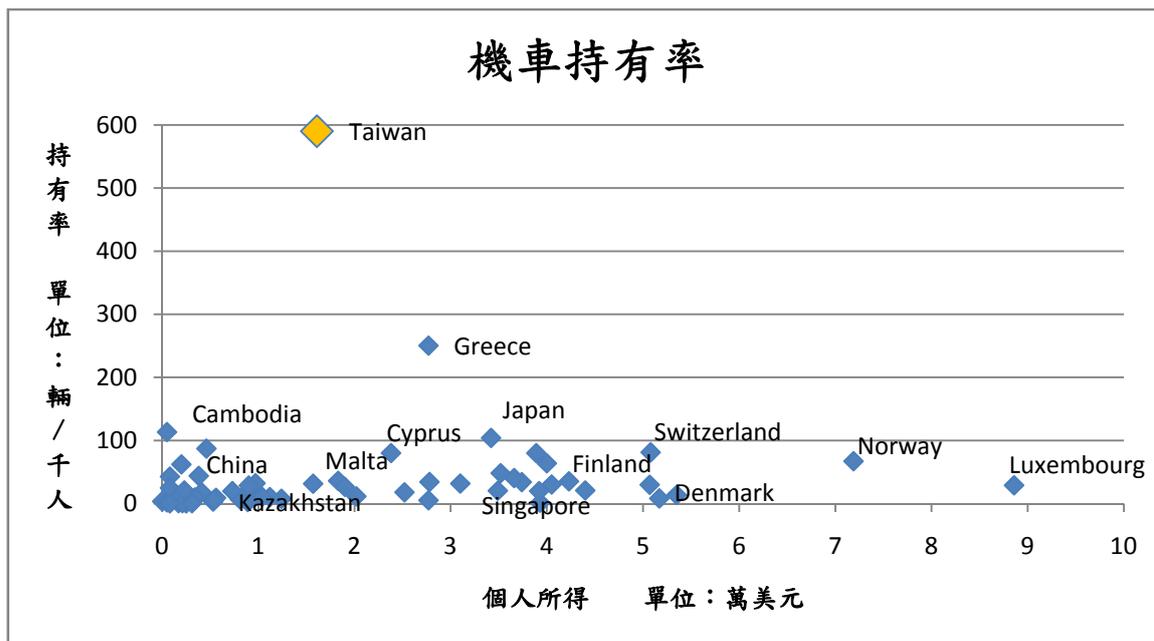


圖 5.2-2、平均國民所得與機車持有率散佈圖

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年各國資料。

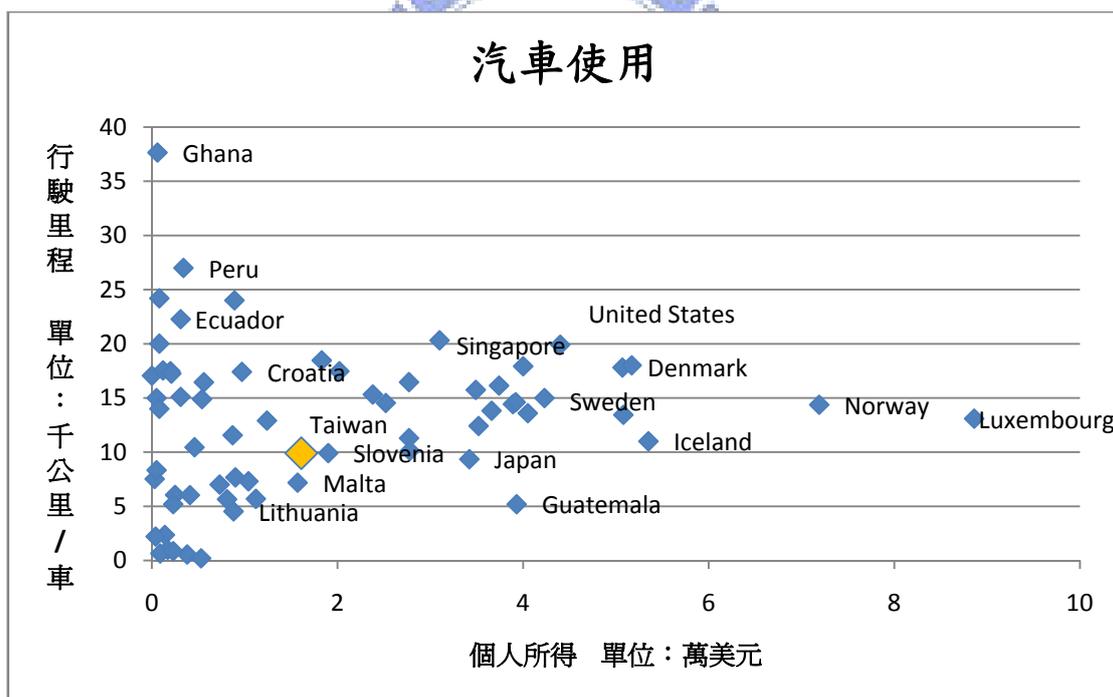


圖 5.2-3、平均國民所得與汽車使用散佈圖

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年各國資料。

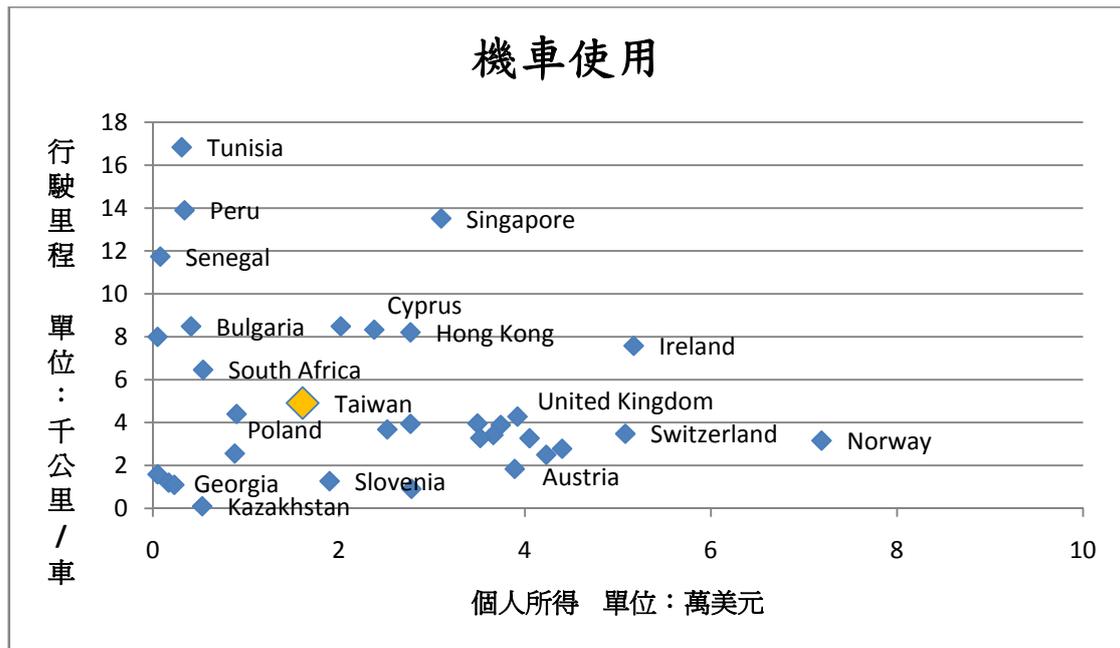


圖 5.2-4、平均國民所得與機車使用散佈圖

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年各國資料。

### 5.2.2 城市層級

城市層級基本資料由於過於龐大故至於附錄中以供參考，本小節僅說明表 5.2-2 各城市指標之敘述性統計指標，資料年份為 2001 年各城市之橫斷面資料。表中人口密度最低者為美國亞特蘭大之都市化土地每公頃 6.36 人，最高為越南胡志明市之每公頃 355.65 人，台北都會區為每公頃 230.12 人高於各城市平均之每公頃 78.32 人。職業密度部份，最低者仍為美國亞特蘭大之都市化土地每公頃 34.46 工作數，最高者為中國香港之每公頃 151.28 工作數，台北都會區為每公頃 96.37 工作數高於各城市平均之每公頃 34.46 工作數。

CBD 佔區域工作數百分比部份，最低者為美國鳳凰城之百分之 2.71，最高者為中國上海之百分之 75.18，台北都會區為百分之 14.31，略低於各城市平均之百分之 17.80。平均國民所得部份，最低者為印度清奈之平均每人每年 395.64 美元，最高者為德國慕尼黑之 54692.08 美元，台北都會區為 13035.73 美元低於各城市平均之 20142.79 美元。

道路密度（每千人長度）部份，最低者為埃及開羅之每千人 147.98 公尺，最高者為美國休士頓之 9595.31 公尺，台北都會區為 848.56 公尺低於各城市平均 3042.70 公尺。若以每公頃道路長度計算，最低者為印度清奈之每公頃 38.80 公尺，最高者為日本大阪之 382.80 公尺，台北都會區為 195.27 公尺高於各城市平均之 123.48 公尺。

高速公路密度（每千人長度）部份，最底者包含越南胡志明市、巴西古里提

巴、哥倫比亞波各大等城市內皆無高速公路，最高者為紐西蘭威靈頓之每千人 215.60 公尺，台北都會區為 11.41 公尺低於各城市平均之 70.50 公尺。若以每公頃長度計算，最低者同為越南胡志明市、巴西古里提巴、哥倫比亞波各大，最高者為摩洛哥卡薩布蘭加之每公頃 11 公尺，台北都會區為 2.63 公尺略低於各城市平均之 2.97 公尺。

CBD 內停車位（每千工作）部份，最低者為中國上海之每千工作 2.49 個停車位，最高者為沙烏地阿拉伯利雅德之 1883.08 停車位，台北都會區為 27.25 停車位低於各城市平均之 277.94 停車位。

每人每日大眾運輸旅次數部份，最低者為越南胡志明市之平均每人每日 0.03 旅次，最高者為捷克共和國布拉格之 2.30 旅次，台北都會區為 0.47 旅次略低於各城市平均之 0.51 旅次。

每人每日私人運輸旅次數部份，最低者為印度孟買之平均每人每日 0.12 旅次，最高者為美國休士頓之 4.45 旅次，台北都會區為 1.51 旅次，略高於各城市平均之 1.48 旅次。平均每人每日旅次數部份，最低者為象牙海岸阿必尚平均每人每日 0.86 旅次，最高者為美國休士頓之 4.66 旅次，台北都會區為 2.67 旅次略低於各城市平均之 2.69 旅次。

平均旅次長度部份，最低者為越南胡志明市之平均旅次長度 3.3 公里，最高者為瑞典斯德哥爾摩之 16.9 公里，台北都會區為 7.2 公里略低於各城市平均之 8.56 公里。平均上班旅次長度部份，最低者為越南胡志明市之平均上班旅次 2.9 公里，最高者為美國亞特蘭大之 26.80 公里，台北都會區為 9.5 公里略低於各城市平均之 10.80 公里。

大眾運輸路網密度（每千人長度）部份，最低者為沙烏地阿拉伯利雅德之每千人 129.33 公尺，最高者為義大利羅馬之 27543.71 公尺，台北都會區為 2435.77 公尺略低於各城市平均之 2737.83 公尺。大眾運輸保守路網密度（每千人長度）部份，最低者為辛巴威哈拉雷之每千人 0.01 公尺，最高者為瑞士伯恩之每千人 727.46 公尺，台北都會區為 10.54 公尺低於各城市平均之 100.96 公尺。若以每公頃長度計算，最低者為同為辛巴威哈拉雷之每公頃 0.003 公尺，台北都會區為 2.43 公尺低於各城市平均之 5.02 公尺。

每百萬人計程車數部份，最低者為伊朗德黑蘭之每百萬人 117.65 輛計程車，最高者為台北都會區之 10783.25 輛計程車，高於各城市平均之 2736.39 輛計程車。大眾運輸車輛數（每百萬人）部份，最低者為象牙海岸阿必尚之每百萬人 208.96 輛車，最高者為菲律賓馬尼拉 13375.38 輛車，台北都會區為 1113.09 輛車略低於各城市平均之 1338.52 輛車。

大眾運輸服務水準（每人延車公里）部份，最低者為越南胡志明市之平均每人獲得 10.39 延車公里，最高者為菲律賓馬尼拉之 420.14 延車公里，台北都會區為 79.59 延車公里略低於各城市平均之 80.54 延車公里。若以每公頃延車公里計算，最低者為美國鳳凰城之每公頃 129.52 延車公里，最高者仍為菲律賓馬尼拉之 86704.91 延車公里，台北都會區為 18316.02 延車公里高於各城市平均之

6877.506 延車公里。

大眾運輸平均速率部份，最低者為泰國曼谷之每小時 10.39 公里，最高者為日本大阪之 49.62 公里，台北都會區為 13.27 公里低於各城市平均之 24.57 公里。平均大眾運輸車輛使用人數部份，最低者為菲律賓馬尼拉之平均每單位車輛 3.3 人，最高者為印度孟買之 129.27 人，台北都會區為 20.02 人略低於各城市平均之 24.047 人。平均大眾運輸座位使用人數部份，最低者為英國格拉斯哥之每座位承載 0.15 人，最高者為中國上海之 2.84 人，台北都會區為 0.7 人高於各城市平均之 0.582 人。

大眾運輸平均每人次票箱收入部份，最低者為中國北京每人次 0.01 美元，最高者為日本大阪之 1.96 美元，台北都會區為 0.28 美元低於各城市平均之 0.58 美元。大眾運輸平均每延人公里票箱收入部份，最低者為中國北京平均每延人公里低於 0.001 美元，最高者為瑞士日內瓦之 0.37 美元，台北都會區為 0.05 美元低於各城市平均之 0.08 美元。大眾運輸使用比例部份，最低者為美國鳳凰城之大眾運輸使用比例百分之 0.66，最高者為印度孟買之百分之 84.10，台北都會區為百分之 23.91 略低於各城市平均之百分之 26.92。大眾運輸使用成本比例（每延人公里）部份，最低者為埃及開羅之 0.03，最高者為沙烏地阿拉伯利雅德之 1.23，台北都會區為 0.13 低於各城市比例之 0.32。

道路負荷（每公里汽車數）部份，最低者為塞內加爾達卡之每公里 24.84 輛車，最高者為西班牙巴塞隆納之 696.49 輛車，台北都會區為 206.43 輛車高於各城市平均之 147.13 輛車。若以每公里汽車行駛里程計算，最低者為越南胡志明市之每公里每年行駛 133177.57 公里，最高者為墨西哥墨西哥市之 4802212.79 公里，台北都會區為 2136233.11 公里高於各城市平均之 881564.06 公里。

道路負荷（每公里機車數）部份，最低者為沙烏地阿拉伯利雅德之每公里 232.16 輛機車，最高者為越南胡志明市之 1090.34 輛機車，台北都會區為 232.16 輛機車高於各城市平均之 42.85 輛機車。若以每公里機車行駛里程計算，最低者為美國多倫多之每公里每年行駛 685.88 公里，最高者為越南胡志明市之 3352567.76 公里，台北都會區為 1470016.12 公里高於各城市平均之 171735.68 公里。

平均每公里油價部份，最低者為美國亞特蘭大之每公里 8.7 分，最高者為哥倫比亞波哥大之 1069.34 分，台北都會區為 36.89 分低於各城市平均之 80.541 分。平均私人運輸成本（每延人公里）部份，最低者為美國華盛頓之每延人公里 52.45 分，最高者為埃及開羅之 2201.06 分，台北都會區為 251.03 分略低於各城市平均之 268.41 分。

平均大眾運輸成本（每延人公里）部份，最低者為義大利羅馬之每延人公里 11.35 分，最高者為胡志明市之 295.09 分，台北都會區為 33.17 分低於各城市平均之 56.25 分。CBD 最高停車費（第一小時）部份，最低者為中國廣州不收費，最高者為土耳其伊斯坦堡之第一小時 2767.37 分，台北都會區為 94.71 分低於各城市平均之 125.08 分。

汽車持有率部份，最低者為越南胡志明市之每千人持有 7.90 輛汽車，最高

者為美國亞特蘭大每千人持有 746.01 輛汽車，台北都會區為每千人持有 175.17 輛汽車低於各城市平均之 329.89 輛汽車。機車持有率部份，最低者為沙烏地阿拉伯利雅德之每千人持有 0.16 輛機車，最高者為台北都會區之每千人 439.83 輛機車，各城市平均為 36.12 輛機車。汽車使用部份，最低者為印度清奈之平均每年每車行駛 2647.50 公里，最高者為美國亞特蘭大之 27073.78 公里，台北都會區為 10348.56 公里低於各城市平均之 12234.96 公里。機車使用部份，最低者為捷克共和國布拉格之平均每年每車行駛 420.02 公里，最高者為中國北京之 12799.98 公里，台北都會區為 5013.92 公里高於各城市平均之 4200.52 公里。

圖 5.2-5 為各城市平均國民所得與汽車持有率散佈圖，由圖可知台北都會區汽車持有率低於各城市平均，且汽車持有率與平均國民所得呈現正相關。圖 5.2-6 為平均國民所得與機車持有率散佈圖，台北都會區機車持有率較其他城市高出許多，由圖可知機車持有率與平均國民所得並無明顯關係。圖 5.2-7 為平均國民所得與汽車使用散佈圖，由圖可知平均國民所得汽車使用呈現正相關。圖 5.2-8 為平均國民所得與機車使用散佈圖，由圖可知平均國民所得與機車使用呈現負相關。

表 5.2-2、城市指標基本統計分析表

	人口密度	職業密度	CBD 估區域工作 數百分比	平均國民所得
平均數	78.328	34.461	17.802	20142.799
標準差	72.450	30.402	11.332	14811.075
變異數	5249.037	924.310	128.403	219367940.122
全距	349.290	147.680	72.470	54296.440
最小值	6.360	3.600	2.710	395.640
最大值	355.650	151.280	75.180	54692.080
台北都會區	230.120	96.370	14.310	13035.730

	道路密度 (每千人長度)	高速公路密度 (每千人長度)	道路密度 (每公頃長度)	高速公路密度 (每公頃長度)
平均數	3042.701	70.509	123.483	2.975
標準差	2448.182	59.972	62.704	2.305
變異數	5993597.325	3596.652	3931.818	5.315
全距	9447.330	215.600	344.020	11.000
最小值	147.980	0.000	38.800	0.000
最大值	9595.310	215.600	382.820	11.000
台北都會區	848.560	11.410	195.270	2.630

表 5.2-2、城市指標基本統計分析表（續）

	CBD 內停車位 (每千工作)	每人每日大眾運 輸旅次數	每人每日私人運 輸旅次數	平均每人每日旅 次數
平均數	277.949	0.514	1.484	2.692
標準差	296.037	0.346	0.987	0.842
變異數	87638.022	0.119	0.973	0.710
全距	1880.590	2.279	4.330	3.800
最小值	2.490	0.030	0.120	0.860
最大值	1883.080	2.309	4.450	4.660
台北都會區	27.250	0.470	1.510	2.670

	平均旅次長度	平均上班旅次長 度	大眾運輸路網密 度(每千人長度)	大眾運輸保守路 網密度(每千人長 度)
平均數	8.564	10.809	2737.838	100.968
標準差	2.886	4.44	3925.734	126.329
變異數	8.329	19.713	15411388	15959.12
全距	13.6	23.9	27414.38	727.46
最小值	3.3	2.9	129.33	0.01
最大值	16.9	26.8	27543.71	727.46
台北都會區	7.2	9.5	2435.77	10.54

	大眾運輸保守路 網密度(每公頃長 度)	每百萬人計程車 數	大眾運輸車輛數 (每百萬人)	大眾運輸服務水 準(每人延車公 里)
平均數	5.021	2736.399	1338.526	80.541
標準差	5.939	2282.564	1439.765	63.101
變異數	35.276	5210099	2072924	3981.743
全距	32.74	10665.6	13166.42	409.75
最小值	0.003	117.65	208.96	10.39
最大值	32.74	10783.25	13375.38	420.14
台北都會區	2.43	10783.25	1113.09	79.59

表 5.2-2、城市指標基本統計分析表（續）

	大眾運輸服務水準(每公頃延車公里)	大眾運輸平均速率	平均每大眾運輸車輛使用人數	平均每大眾運輸座位使用人數
平均數	6877.506	24.570	24.047	0.582
標準差	11381.62	7.426	17.062	0.457
變異數	1.3E+08	55.145	291.116	0.209
全距	86575.39	39.230	125.900	2.690
最小值	129.52	10.390	3.370	0.150
最大值	86704.91	49.620	129.270	2.840
台北都會區	18316.02	13.270	20.020	0.700

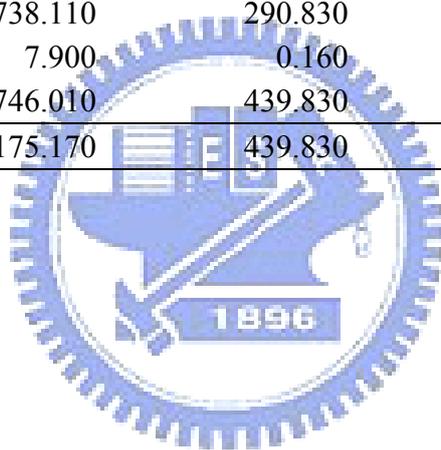
	大眾運輸平均每人次票箱收入	大眾運輸使用比例	大眾運輸使用成本比例(每延人公里)	道路負荷(每公里汽車數)
平均數	0.587	26.929	0.321	147.135
標準差	0.365	21.276	0.211	102.865
變異數	0.133	452.654	0.044	10581.24
全距	1.950	83.440	1.200	671.65
最小值	0.010	0.660	0.032	24.84
最大值	1.960	84.100	1.232	696.49
台北都會區	0.280	23.910	0.132	206.43

	道路負荷(每公里機車數)	道路負荷(每公里汽車行駛里程)	道路負荷(每公里機車行駛里程)	平均每公里油價
平均數	42.85		171735.7	80.342
標準差	128.503	1615372	457652.8	137.792
變異數	16513.14	881564.1	2.09E+11	18986.610
全距	1090.29	7.77E+11	3351882	1060.640
最小值	0.05	4669035	685.88	8.700
最大值	1090.34	133177.6	3352568	1069.340
台北都會區	232.16	4802213	1470016	36.890

表 5.2-2、城市指標基本統計分析表（續）

	平均私人運輸成本 （每延人公里）	平均大眾運輸成本 （每延人公里）	CBD 最高停車費 （第一小時）
平均數	268.416	56.257	125.084
標準差	359.976	49.105	307.515
變異數	129583.047	2411.311	94565.643
全距	2148.610	283.74	2767.370
最小值	52.450	11.35	0.000
最大值	2201.060	295.09	2767.370
台北都會區	251.030	33.17	94.710

	汽車持有率	機車持有率	汽車使用	機車使用
平均數	329.892	36.126	12234.964	4200.524
標準差	193.984	49.244	4818.260	2740.855
變異數	37629.938	2424.988	23215632.058	7512286.031
全距	738.110	290.830	24426.280	12379.960
最小值	7.900	0.160	2647.500	420.020
最大值	746.010	439.830	27073.780	12799.980
台北都會區	175.170	439.830	10348.560	5013.920



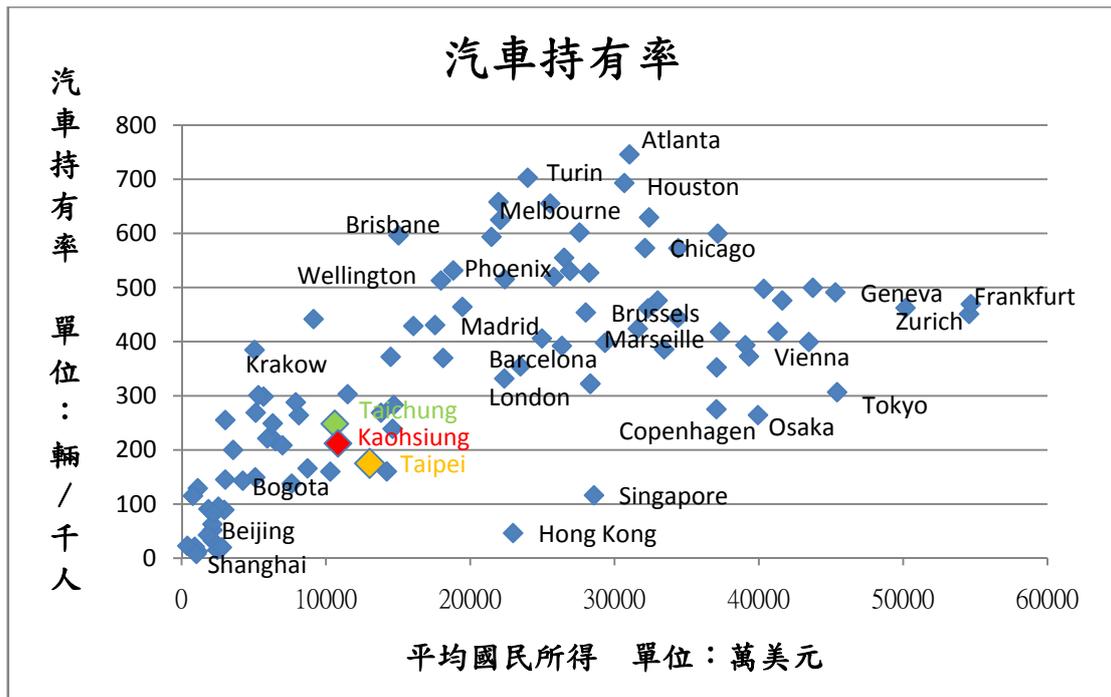


圖 5.2-5、城市平均國民所得與汽車持有率散佈圖

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

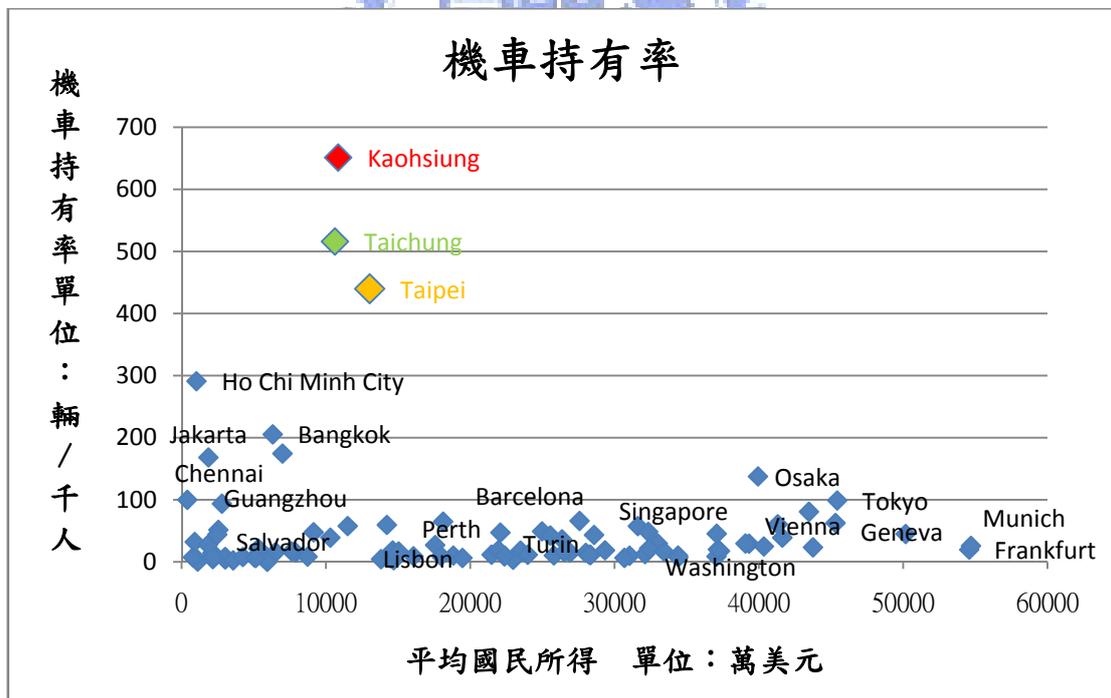


圖 5.2-6、城市平均國民所得與機車持有率散佈圖

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

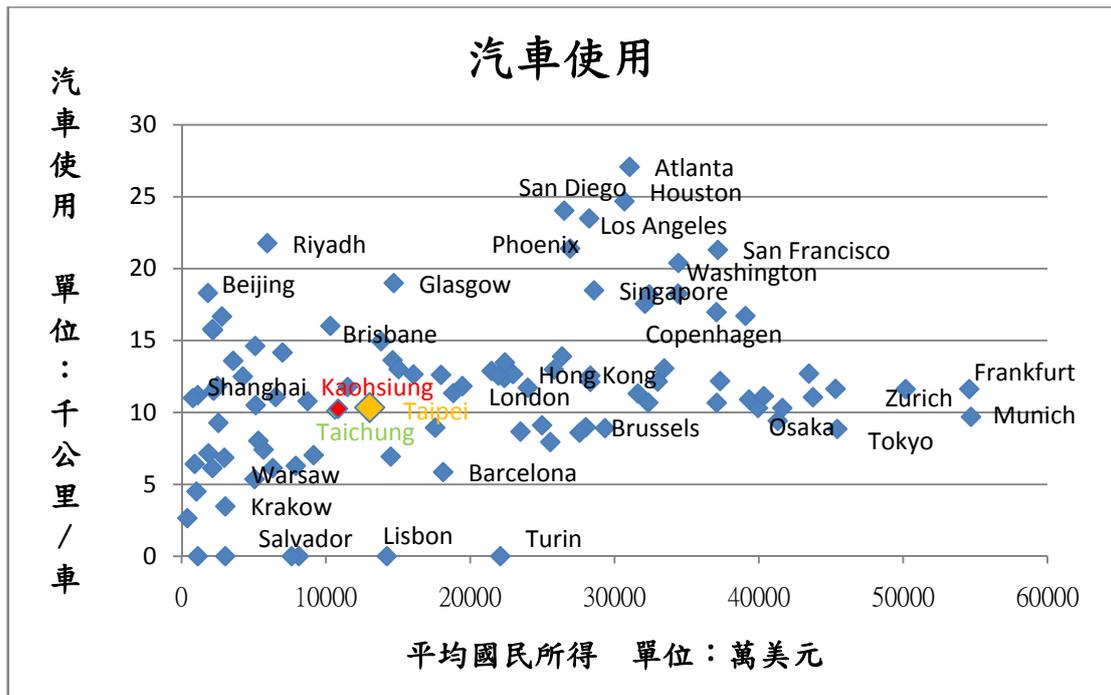


圖 5.2-7、城市平均國民所得與汽車使用散佈圖

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

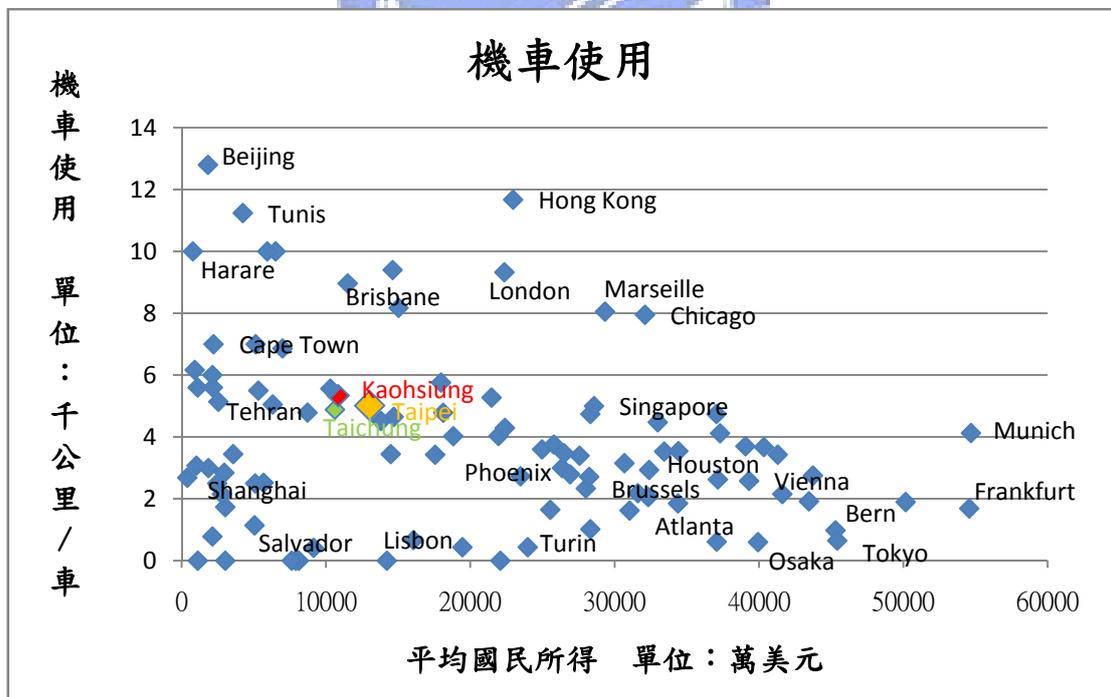


圖 5.2-8、城市平均國民所得與機車使用散佈圖

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

## 第六章、全國層級模式構建與估計

關於本研究之資料蒐集與基本分析、研究方法等均在以上章節陳述過。在本章中，主要說明各模式之構建及參數估計工作。估計之模式包含汽機車持有長期預測模式、汽機車持有與使用模式兩大部份。汽機車持有長期預測模式之目的在於預測汽機車持有之長期趨勢，而汽機車持有與使用模式之目的在於確認影響汽機車持有與使用之重要變數，作為研擬政策之依據。全國層級模式以國家為研究單位，用於量測全國之汽機車持有與使用狀況。

### 6.1 變數說明

本研究目的在於了解汽機車持有與使用之影響因素，作為研擬汽機車管理策略之參考。根據 3.3 小節所述，本研究欲蒐集人口特性、個人所得、旅次特性、道路供給、道路負荷、私人運輸成本、大眾運輸供給、大眾運輸特性、大眾運輸成本等九類變數，礙於全國層級資料取得不易，僅將可取得之變數詳細度量方式說明如下。其中，被解釋變數共包含：汽車持有率、機車持有率、汽車使用、機車使用等四項。解釋變數包含：國土面積、人口密度、平均國民所得、公路密度、軌道運輸比例、公車行駛里程、道路交通負荷、汽油價格、汽車取得成本、汽車持有成本、汽車使用成本等變數。以下將蒐集之解釋變數整理成國家地理社經變數、大眾運輸變數、私人運輸變數、相關稅費成本變數等四大類列於表 6.1-1。

#### 汽車持有率

汽車持有率為常用之車輛持有指標，透過該指標可以了解區域內車輛數與人口數之關係。為方便不同國家或城市間相互比較，本研究汽車持有率定義為每千人持有之汽車數。汽車持有率越高顯示每人擁有汽車數越高，有利於汽車使用量，推測汽車持有率與汽車使用呈正向變動。然而汽車、機車互為競爭運具，故推測汽車持有率與機車持有率呈負向變動。

#### 機車持有率

同汽車持有率，此指標為衡量機車數與人口數之關係，以每千人持有之機車數為單位。機車持有率高有利於機車使用量，故推測機車持有率與機車使用呈正向變動。

#### 汽車使用

汽車使用為量測平均每年每車行使里程之變數。車輛使用之多寡直接關係到燃油使用量與各廢氣排放量，在追求永續運輸的前提下，車輛使用量逐漸成為交通部門的管理重點，為便於比較不同國家或城市間之使用輛，本研究以平均每車每年行駛里程。

#### 機車使用

同汽車使用，機車使用指標為量測機車平均每年每車行駛里程之變數。

### 國土面積

國土面積為描述國家涵蓋地理範圍之變數，涵蓋範圍較大之國家擁有較為寬敞之生活空間，但為滿足生活所須而衍生之運輸需求亦較大。而運輸需求之大小正是影響運具持有率與使用量之重要變數。推測國土面積與汽機車持有及使用呈正向變動。

### 人口密度

人口密度為衡量區域內人口稠密、集中程度之變數，人口密度較高之區域其大眾運輸系統相對容易達到經濟規模，有利於發展大眾運輸。故推測人口密度與汽機車持有及使用呈負向變動。

### 平均國民所得

平均國民所得為衡量國民富裕程度之指標，一般認為汽機車為正常財，故當居民富裕程度上升時對於汽機車之需求量亦會上升。然而富裕程度上升，民眾會追求更好的服務與更舒適的環境及更便利的運具，汽車較機車提供使用者更舒適的駕駛環境，故推測平均國民所得與汽車持有與使用呈正向變動；與機車持有及使用呈負向變動。

### 公路密度

公路密度為衡量道路路網密集程度之指標，公路密度越大顯示汽機車擁有較高之可及性，將有利於汽機車持有與使用，故推測公路密度與汽機車持有與使用呈正向變動。

### 軌道運輸比例

軌道運輸比例為衡量總軌道運輸與總道路運輸之比例，軌道運輸為各國常使用之大眾運輸運具，軌道運輸比例上升顯示大眾運輸使用度較高，有利降低私人運具支持有與使用，故推測軌道運輸比例與汽機車持有及使用呈負向變動。

### 公車行駛里程指標

公車行駛里程定義為公車總行駛里程除以國土面積，為衡量公車服務水準之指標，公車行駛里程指標大顯示公車擁有較完善的路線與班次，將提高公車之服務水準，故推測公車行駛里程與汽機車持有與使用呈負向變動。

### 道路交通負荷

道路交通負荷為衡量道路使用狀況之指標，道路交通負荷大顯示道路使用量較大將導致道路相對擁擠，進而將降低汽機車持有與使用意願，故推測道路交通負荷與汽機車持有與使用呈負向變動。

### 汽油價格

汽油價格直接影響汽機車使用成本，為影響汽機車使用之重要變數。汽油價格上升時汽機車使用成本上升，將導致需求量降低，轉換到成本較低之運具。我國機車持有率全球第一，當汽油價格上升時，汽車使用者可能轉移到機車使用，此機車使用增加；亦可能汽機車使用同時轉移至大眾運輸或取消旅次。故推測汽油價格與汽車持有與使用呈負向變動，但汽油價格與機車持有與使用無預設相關性。

### 汽車取得成本

汽車取得成本包含關稅與非關稅，非關稅包含購買稅、銷售稅、增值稅、註冊登記費、駕駛執照費等，為衡量汽機車取得所需付出之成本。汽機車亦為一般商品，取得成本提高將導致需求降低，為影響汽機車持有之重要變數。汽車取得成本增加將使得汽車持有率降低，同時使得機車相對成本降低，使得需求轉移至機車持有。

### 汽車持有成本

汽車持有成本包含車輛稅、牌照費、道路稅、保險費等，為衡量汽機車持有之成本。汽車持有成本與汽車取得成本相似，不同之處在於汽車持有成本為持續持有汽車每年所需繳付之稅費。

### 汽車使用成本

汽車使用成本包含燃料稅、空污費等，為衡量單位使用成本之變數，單位使用成本高，將導致使用量降低，為影響汽機車使用之重要變數。同汽車取得成本與汽車持有成本，汽車使用成本提高，將導致汽車使用量轉移至機車、大眾運輸或取消旅次。

各指標變數詳細量度方式如下表 6.1-1 所示。



表 6.1-1、全國層級指標變數定義表

變數	量度方式	單位
被解釋變數		
(1) 汽車持有率	小客車總數 / 全國人口數	輛 / 人
(2) 機車持有率	機車總數 / 全國人口數	輛 / 人
(3) 汽車使用	每年總汽車行駛里程 / 汽車總數	千公里 / 車
(4) 機車使用	每年總機車行駛里程 / 機車總數	千公里 / 車
解釋變數		
1. 國家地理社經變數		
(1) 國土面積	全國面積	萬平方公里
(2) 人口密度	全國人口數 / 國土面積	人 / 平方公里
(3) 平均國民所得	國內生產毛額 / 全國人口數	萬美元 / 人
(4) 公路密度	全國公路長度 (有鋪面) / 全國面積	公里 / 平方公里
2. 大眾運輸變數		
(1) 軌道運輸比例	軌道延人公里 / 總延人公里	比率
(2) 公車行駛里程	公車總行駛里程 / 國土面積	公里 / 平方公里
3. 私人運輸變數		
(1) 道路交通負荷	小客車延車公里 / 道路長度 (有鋪面)	千延車公里 / 公里
(2) 汽油價格	油價	美分 / 公升
4. 相關稅費變數		
(1) 汽車取得成本	汽車關稅與非關稅	100SDR
(2) 汽車持有成本	汽車車輛稅、牌照費、增值稅、註冊登記費、 駕駛執照費等	100SDR / 年
(3) 汽車使用成本	汽車燃料稅、空污費等	100SDR / 年

## 6.2 模式估計

### 6.2.1 全國層級汽機車持有長期預測模式

本小節主要探討各國汽機車持有特性，並建構我國之汽機車成長預測模式。本研究採用英國運輸與道路實驗室（Allanson，1982）建議之羅吉斯(Logistic)模式建構之。該類模式適用於預測一國家自未開發、開發中、至已開發國家之汽車持有成長軌跡。唯其前提必須預設車輛持有之飽和率，但該飽和值與各國之地理社經背景與相關管理措施之鬆嚴有關，主觀訂定飽和率易受爭議。較合理之方式為藉由世界各先進國家之汽車持有率與背景條件、管理狀況間之關係推估適當之我國汽車飽和率。本章將蒐集世界各主要國家汽車持有之相關變數作為設定我國汽車持有飽和率之參考依據，並配合我國歷年汽車持有資料，構建持有長期預測模式，預測我國未來汽車之成長趨勢。然而機車持有飽和率礙於先進國家持有狀況與我國差異甚大，無法以相同方式設定機車持有飽和率。機車持有飽和率僅能參考我國人口分布特性加以推估設定。圖 6.2-1 為汽車持有飽和率之設定方法。首先進行資料蒐集與指標變數之定義，並透過篩選準則挑選出汽車持有率已達飽和之國家，在透過判別分析判斷我國之飽和率歸屬。

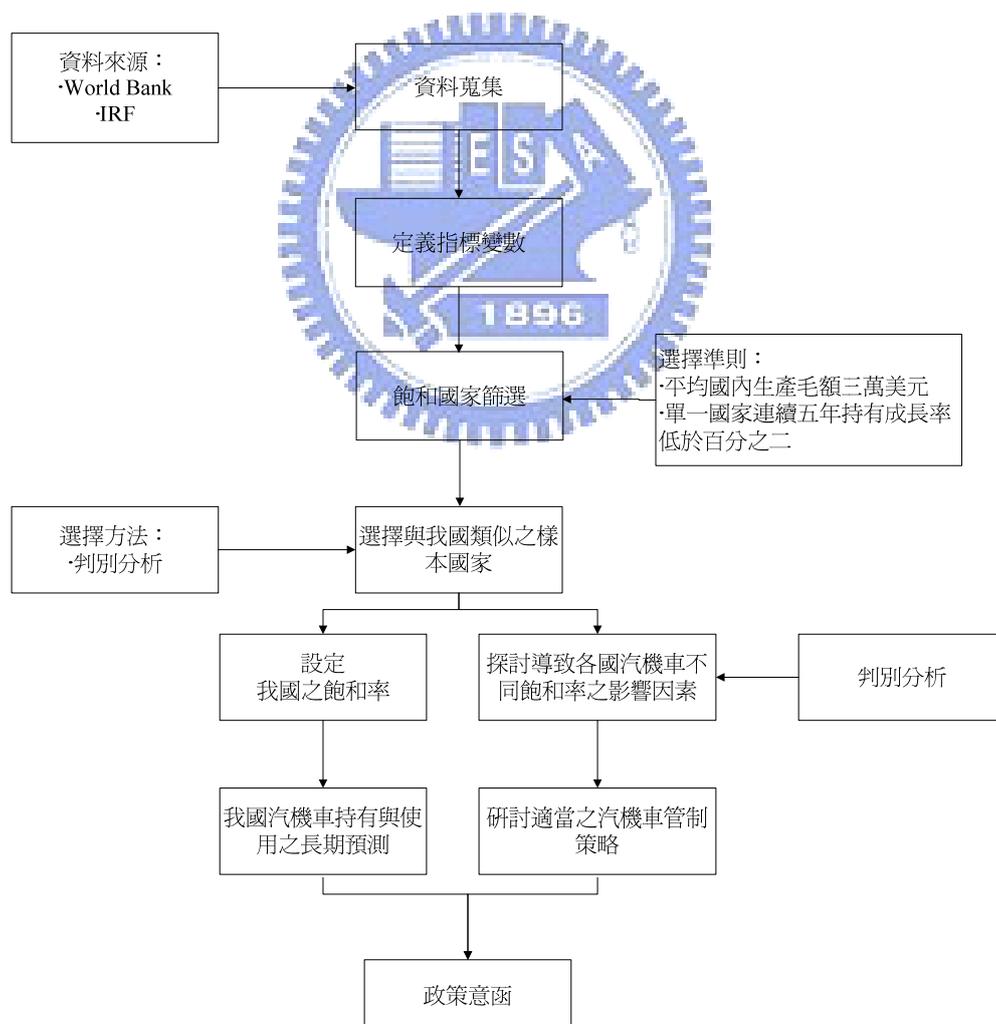


圖 6.2-1、飽和率設定流程圖

## 一、國家篩選

本研究為求客觀設定我國之汽車持有飽和率，首先將篩選已達飽和之先進國家作為設定我國汽車飽和率之參考依據。在汽車持有之國內外相關研究中皆顯示汽車持有率與國民所得呈正相關，更有部份研究僅以國民所得作為解釋汽車持有率之唯一變數，顯示國民所得與汽車持有之關係密切。因此，本研究定義汽車持有已達飽和之國家必須符合國民所得條件限制。其條件為以 2007 年各國之平均每人國內生產毛額為依據，國家平均每人國內生產毛額需大於三萬美元。此外，為確保符合國民所得篩選條件之國家汽車持有已達飽和。因此，符合國民所得篩選條件之國家仍需滿足單一國家連續五年內每年之汽車持有成長率低於百分之二條件。其中符合國民所得條件而未符合汽車持有成長率條件剔除之國家包含：芬蘭、希臘、南韓、荷蘭、英國等五國。香港與新加坡為城市型國家與我國狀況不符，因此並不納入本研究中。基於上述兩篩選準則挑選出符合篩選條件之國家如下表 6.2-1 所示。

表 6.2-1、先進國家篩選結果

Country Name	國家	國家代碼	國內生產毛額 (\$US)	總人口數	平均每人 GDP (\$US)
Australia	澳大利亞	AUS	821,716,254,720	21017200	39,097.32
Austria	奧地利	AUT	377,028,345,856	8315427	45,340.83
Belgium	比利時	BEL	448,560,168,960	10625701	42,214.64
Canada	加拿大	CAN	1326,375,632,896	32976000	40,222.45
Denmark	丹麥	DNK	308,093,321,216	5460017	56,427.17
France	法國	FRA	2562,287,730,688	61707073	41,523.40
Germany	德國	DEU	3297,232,551,936	82268358	40,078.99
Icel 和	冰島	ISL	19,510,360,064	310997	62,734.88
Irel 和	愛爾蘭(島)	IRL	254,969,610,240	4366193	58,396.32
Italy	義大利	ITA	2107,481,128,960	59374701	35,494.60
Japan	日本	JPN	4376,704,843,776	1.28E+08	34,254.36
Luxembourg	盧森堡	LUX	47,942,041,600	479994	99,880.50
New Zeal 和	紐西蘭	NZL	129,371,635,712	4228300	30,596.61
Norway	挪威	NOR	381,950,623,744	4709153	81,108.14
Spain	西班牙	ESP	1429,226,389,504	44878946	31,846.26
Sweden	瑞典	SWE	444,442,804,224	9148093	48,583.11
Switzerl 和	瑞士	CHE	415,515,672,576	7550077	55,034.63
United States	美國	USA	13811,200,294,912	3.02E+08	45,789.92

## 二、資料蒐集

本研究針對上述挑選之國家蒐集其汽機車之相關資料，分成汽機車持有狀況、國家地理社經變數、大眾運輸、私人運輸，以及汽車相關稅費等四類。引用之數據為 2001 年各國資料，搜集之變數包括如下：

- (一) 汽機車持有狀況  
包含汽車持有率、機車持有率。
- (二) 國家地理社經變數  
包含國土面積、人口密度、平均國內生產毛額、公路密度、汽油油價。
- (三) 大眾運輸變數  
包含軌道運輸比例、公車行駛里程指標。
- (四) 私人運輸變數  
包含道路交通負荷、汽油價格。
- (五) 汽車相關稅費  
包含關稅、燃料稅、牌照稅、貨物稅等。

## 三、基本特性分析

依表 6.1-1 之變數量度方式，分別計算各國之指標變數值及基本統計量，如表 6.2-2 所示。

### (一) 汽機車持有率

1. 汽車持有率  
以盧森堡最高（每千人平均持有 611.25 輛），冰島次之（602.71 輛），我國為 217.32 輛。平均 477.04 輛，標準差 99.81 輛。
2. 機車持有率  
以我國最高（每千人平均持有 573.23 輛），日本次之（105.97 輛），瑞士再次之（78.44 輛），最低為愛爾蘭（8.04 輛）。平均 69.92 輛，標準差 128.61 輛。

### (二) 國家地理社經變數

1. 國土面積  
以加拿大最大（9.98 百萬平方公里），美國次之（9.63 百萬平方公里），澳大利亞再次之（7.74 百萬平方公里），最小為盧森堡（2590 平方公里），我國為 3.6 萬平方公里。平均 1.62 百萬平方公里，標準差 3.36 百萬平方公里。
2. 人口密度  
以我國最高（每平方公里 633.02 人），其次為比利時（343.22 人），再次為德國（230.97 人），最低為澳大利亞（2.64 人）。平均 140.21 人，標準差 160.40 人。
3. 平均國民所得  
以盧森堡最高（每年每人 99880 美元），挪威次之（81108 美元），我國為 16073 美元。平均 47,615 美元，標準差 18,928 美元。
4. 公路密度

以比利時最高(每平方公里公路長度 4.90 公里),日本次之(3.12 公里),盧森堡再次之(2.01 公里),最低為澳大利亞(0.11 公里),我國為 1.04 公里。平均 1.50 公里,標準差 1.32 公里。

### (三)大眾運輸變數

#### 1. 軌道運輸比例

以日本最高(0.29),我國次之(0.27),盧森堡再次之(0.25),最低為愛爾蘭和美國同為 0.01。平均 0.11,標準差 0.09。

#### 2. 公車行駛里程

以新加坡最高(每平方公里 2081.25 公里),南韓次之(709.28 公里),我國再次之(88.99 公里),最低為澳大利亞(0.65 公里)。平均 134.34 公里,標準差 428.67 公里。

### (四)私人運輸變數

#### 1. 道路交通負荷

以德國最高(每公里道路每年負荷 2497839 延車公里),加拿大次之(859191 延車公里),瑞士再次之(762146 延車公里),最低為瑞典(148101 延車公里),我國為 237364 延車公里。平均 512,133 延車公里,標準差 518869 延車公里。

#### 2. 汽油價格

以冰島最高(每公升 1.86 美元),挪威次之(每公升 1.80 美元),比利時再次(1.60 美元),最低為美國(0.63 美元),我國每公升 0.83 美元。平均 1.29 美元,標準差 0.34 美元。

### (五)相關稅費變數

#### 1. 取得成本

以義大利最高(7640 SDR),美國次之(5910 SDR),法國再次(4580 SDR),我國由於相關變數在彙編停編,參考歷史資料以平均數 2224 SDR 代替。平均 2224 SDR,標準差 1728 SDR。

#### 2. 每年持有成本

以我國最高(每車每年 7288 SDR),愛爾蘭次之(3202 SDR),紐西蘭再次(1964 SDR),最低為西班牙(52.76 SDR)。平均 863 SDR,標準差 1745 SDR。

#### 3. 每年使用成本

以愛爾蘭最高(7059 SDR),我國次之(5568 SDR),紐西蘭再次之(4330 SDR),最低為盧森堡(8.52 SDR)。平均 1,424 SDR,標準差 1990 SDR。

表 6.2-2、各國指標變數與基本統計量

國家名稱	國土面積	人口密度	平均國民所得	公路密度
澳大利亞	7,741,220	2.64	39,097.32	0.11
奧地利	83,870	98.17	45,340.83	1.6
比利時	30,530	343.22	42,214.64	4.9
加拿大	9,984,670	3.24	40,222.45	0.14
丹麥	43,090	125.69	56,427.17	1.68
法國	551,500	110.38	41,523.40	1.72
德國	357,050	230.97	40,078.99	0.65
冰島	103,000	2.88	62,734.88	0.13
愛爾蘭	70,270	59.19	58,396.32	1.32
義大利	301,340	194.49	35,494.60	1.59
日本	377,910	338.1	34,254.36	3.12
盧森堡	2,590	176.34	99,880.50	2.01
紐西蘭	267,710	15.44	30,596.61	0.35
挪威	323,800	14.28	81,108.14	0.28
西班牙	505,370	85.87	31,846.26	1.32
瑞典	450,290	20.04	48,583.11	0.94
瑞士	41,280	180.16	55,034.63	1.73
美國	9,632,030	30.78	45,789.92	0.68
台灣	35,980	632.02	16,073.00	1.04
平均值	1,626,500	140.21	47,615.64	1.33
標準差	3,362,042	160.40	18,928.69	1.17
最大值	9,984,670	632.02	99,880.50	4.90
最小值	2,590	2.64	16,073.00	0.11

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年資料。

表 6.2-2、各國指標變數與基本統計量（續）

國家名稱	軌道運輸比例	公車行駛里程	道路交通負荷	汽油價格
澳大利亞	0.04	0.65	210,917	93
奧地利	0.11	13.07	276,324	132
比利時	0.06	67.30	528,336	163
加拿大	0.01	2.27	859,191	84
丹麥	0.08	40.88	472,314	158
法國	0.10	4.70	441,647	148
德國	0.06	12.42	2,497,840	155
冰島	0.24	26.86	158,262	186
愛爾蘭	0.01	31.95	284,725	134
義大利	0.07	2.13	315,793	156
日本	0.29	15.60	447,064	109
盧森堡	0.25	40.61	675,722	129
紐西蘭	0.08	48.32	398,010	98
挪威	0.05	709.28	317,268	180
西班牙	0.05	29.62	283,910	115
瑞典	0.09	35.62	148,102	146
瑞士	0.13	4.84	762,147	127
美國	0.01	8.33	415,591	63
台灣	0.27	2,081.25	237,365	83
平均值	0.11	19.74	512,133	129
標準差	0.09	5.48	518,869	34
最大值	0.29	6.77	2,497,840	186
最小值	0.01	58.81	148,102	63

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年資料。

表 6.2-2、各國指標變數與基本統計量（續）

國家名稱	取得成本	持有成本	使用成本	汽車持有率	機車持有率
澳大利亞	2,224.11	448.74	989.32	518.45	20.08
奧地利	2,224.11	169.62	50.86	494.16	73.62
比利時	2,224.11	1,003.13	2,211.56	458.74	30.38
加拿大	2,224.11	275.4	607.15	538.42	10.62
丹麥	1,806.00	278.73	473.95	350.88	29.69
法國	4,580.00	123.26	843.85	487.79	40.49
德國	2,224.11	107.76	237.57	551.56	46.53
冰島	94.8	305.16	618.86	602.71	13.45
愛爾蘭	2,224.11	3,202.23	7,059.82	349.72	8.04
義大利	7,640.00	145.63	877.23	587.5	69.37
日本	4,098.00	314.33	479.98	440.54	105.97
盧森堡	2,224.11	57.26	8.52	611.25	27.88
紐西蘭	2,224.11	1,964.15	4,330.27	588.76	15.08
挪威	1,081.00	207.99	705.31	430.84	66.52
西班牙	3,053.00	52.76	330.42	416.42	33.72
瑞典	18	123.01	628.31	454.08	35.2
瑞士	496	213	719.76	511.76	78.44
美國	1,240.00	123.92	318.58	452.78	20.65
台灣	2,224.11	7,288.95	5,568.28	217.32	573.23
平均值	2,224.11	863.42	1,424.19	477.04	69.92
標準差	1,728	1,745.34	1,990.23	99.81	128.61
最大值	7,640	7,288.95	7,059.82	611.25	573.23
最小值	18	52.76	8.52	217.32	8.04

資料來源：世界道路統計彙編 2005 年資料。

#### 四、我國汽機車飽和率設定

##### （一）與我國社經狀況相似國家篩選及汽車飽和率設定

由於汽車持有之飽和率會因各國地理社經背景之不同而異，例如地廣人稀之國家，民眾以汽車代步之需求較高，而此類國家亦會興建相應之道路路網以滿足汽車使用之所需，故其持有率較高，飽和率亦較高。反之，若為地狹人稠之國家，除在發展大眾運輸之條件上較為有利外，受限於道路空間，其汽車持有率多於相對低持有率時即達飽和。此外，各國汽車飽和率除受道路等實體條件之限制外，亦受該國管理措施之鬆嚴影響。

由於國家地理社經背景為既定條件，甚難予以改變，其衍生之汽車持有特性並不能直接引用至國內，因此若欲藉由各國之汽車持有率高低分佈情形界定我國之飽和率，對引用之國家必須有所篩選。本研究以本章第一節之篩選準則篩選適當國家。在符合篩選條件之國家中，每千人汽車持有率以盧森堡之 611.25 輛車最高，愛爾蘭 349.72 輛最低。為研究不同飽和率國家特性，我們將飽和率設定

分成高中低三群，高飽和率國家設定為該國汽車持有率每千人 525 輛以上，中飽和率國家設定為該國汽車持有率每千人 425 至 525 輛，低飽和率國家設定為該國汽車持有率每千人 425 輛以下。並依據上述三個水準值將以上國家分門別類，其結果如下表 6.2-3。根據該分類，以判別分析建立判別函數，並透過建立之判別函數將預測我國之飽和率歸屬，並以此為依據設定我國之汽車持有飽和率。其判別函數如表 6.2-4 所示，誤判率為 0.166，誤判國為奧地利、法國與挪威三國，三國判別結果皆為低估。而根據建立之判別函數，預判我國屬於中飽和率國家，由於中飽和率國家之飽和率平均值為每千人 472 輛，因此本研究將我國之汽車持有飽和率定為每千人 472 輛汽車。

表 6.2-3、各飽和率之國家

類別	國家
高飽和率	加拿大、德國、冰島、義大利、盧森堡、紐西蘭
中飽和率	澳大利亞、奧地利、比利時、法國、日本、挪威、瑞典、瑞士、美國
低飽和率	丹麥、愛爾蘭、西班牙

表 6.2-4、全國層級汽車其預測模式判別函數

	高飽和率	中飽和率	低飽和率
常數	-37.551	-37.169	-38.639
國土面積	0.376	0.318	0.157
人口密度	-1.995	-1.939	-1.728
公路密度	13.155	10.299	9.497
公車行駛里程	-0.333	-0.447	-0.266
道路交通負荷	1.642	1.822	1.192
小客車行駛里程	1.362	1.085	0.958
小客車燃料價格	4.496	4.550	3.455
汽車取得成本	5.906	6.21	8.179
汽車持有成本	3.003	3.023	4.407
汽車使用成本	-0.377	-0.470	-1.344

由標準化係數之判別函數可知，公路密度是影響判別為高、中、低飽和率最重要之變數。公路密度越高，將越容易形成高飽和率國家。除公路密度外，汽車取得成本與汽車持有成本亦為判別之重要變數，此兩項成本越高將導致成為低飽和率國家。此外，國土面積之係數在中高飽和率上明顯高於低飽和率，而人口密度係數顯示人口密度低的國家易容易有高飽和率，推測國土面積小、人口密度高之國家有較加之機會發展大眾運輸系統，容易趨於低飽和率。道路交通負荷、小客車行駛里程反映出汽車使用狀況，其結果顯示，中、高飽和率國家較低飽和率國家汽車使用較多。我國地狹人稠具有發展大眾運輸的良好條件，然而若欲發展大眾運輸、抑制私人運具，從汽車取得成本、持有成本方面著手有較佳效果。此外，道路路網的擴建，將有利於發展私有運具，應審慎思考擴建路網之必要性。

## (二) 我國機車飽和率設定

由於先進國家之機車持有狀況與我國差異甚大，各先進國家中以我國持有率最高，故無法參考其他各國飽和狀況推估適當之我國機車飽和率。因此我國機車之飽和率將透過人口分佈特性推估。本欲扣除傷殘及無法駕車人士比例後再透過估計之平均每人持有機車數推估機車飽和率，但考慮到部份個人擁有一部以上機車，且並無可靠之平均每人持有機車數數據支持推估，恐會有低估機車飽和率之疑慮。故我國機車飽和率以可持有機車駕照人口比率推估。我國 1~18 歲人口比例約佔百分之二十四，因此我國之機車飽和率設為每千人持有 760 輛。

## 六、我國汽機車持有長期預測模式

### (一) 汽車持有長期預測

本研究採用民國 52 年至民國 96 年，共 45 年之歷史資料建構我國汽車持有長期預測模式。模式使用英國道路與交通實驗室建議之羅吉斯模式，飽和率設定為每千人 472 輛車，模式估計結果如(7)式，其解釋能力為 0.984。

$$CO = \frac{4.72}{1+25.6540e^{-0.2119GDP}} \quad (7)$$

根據上述之汽車持有長汽預測模式進行汽車成長預測，預測結果顯示我國汽車持有率將在平均國民所得三萬三千美元時達到飽和。成長預測如圖 6.2-1 所示。

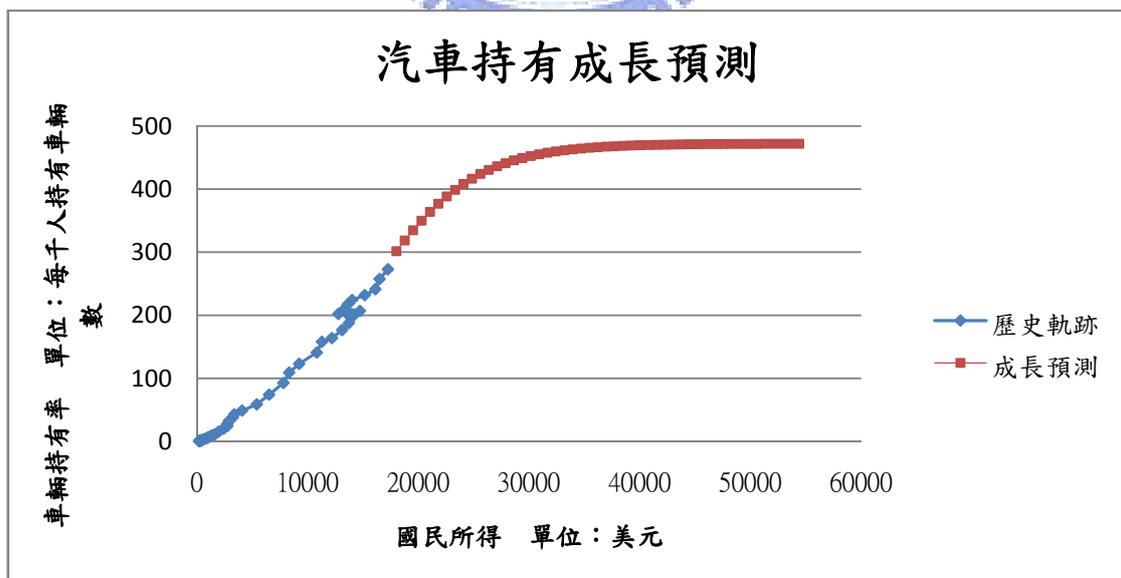


圖 6.2-2、汽車持有成長預測圖

### (二) 機車持有長期預測模式

本研究採用民國 52 年至民國 96 年，共 45 年之歷史資料構建我國之機車持有長期預測模式。模式使用英國道路與交通實驗室建議之羅吉斯模式，飽和率設定為每千人 760 輛車，模式估計結果如(8)式，其解釋能力為 0.961。

$$MO = \frac{7.6}{1 + 5.9655e^{-0.1785GNP}} \quad (8)$$

根據上述之機車持有長期預測模式進行機車成長預測，預測結果顯示我國機車持有率將在平均國民所得三萬美元時達到飽和。成長預測如圖 6.2-2 所示。

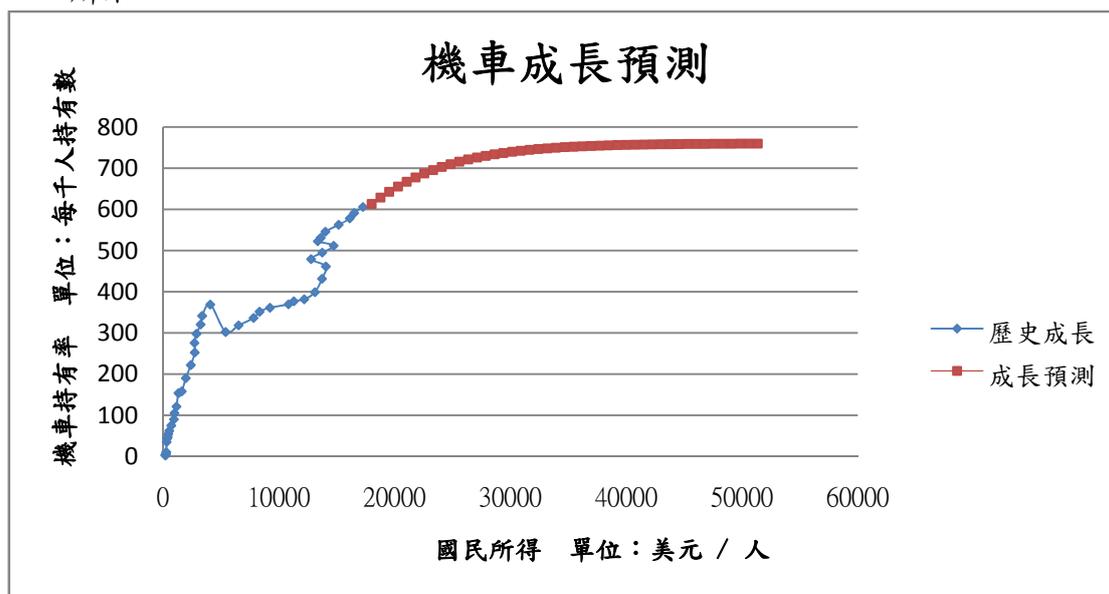


圖 6.2-3、機車持有成長預測圖

## 6.2.2 全國層級汽機車持有與使用模式

構建全國層級汽機車持有與使用模式之目的於確認影響汽機車持有與使用之重要變數，並研究汽機車之替代關係以及持有與使用間之聯立關係。為達到此一目的，在模式估計之前先進行變數相關分析，以確保模式估計結果之正確性，亦可驗證變數對於被解釋變數之影響是否符合先驗知識，是否有其他解釋可能性。以下即進行變數相關分析。此外為加強汽機車間差異以利於了解其替代關係，在汽機車持有與使用模式中將額外放入高速公路比例、高速公路密度此兩變數。

### 變數相關分析

由於取得之資料仍有缺漏嚴重之緣故，故先剔除部份缺漏嚴重之國家再進行變數相關分析，變數相關分析結果如表 6.2-5，其中汽車持有率與平均國民所得、公路密度呈顯著正相關，與汽油價格呈顯著負相關。機車持有率與高速公路比例呈顯著負相關，與道路交通負荷呈正相關。汽車使用與國土面積、公路密度呈正相關，與道路交通負荷量呈負相關。機車使用與軌道運輸比例、道路交通負荷量、小客車燃料價格、汽車使用呈正相關，與人口密度呈負相關。

然而由於資料缺漏嚴重，各變數缺漏值如表 6.2-6 所示，其中汽車取得成本、汽車持有成本、汽車使用成本、機車使用及汽車使用等變數缺漏最多。為克服此一狀況，本研究分別採用資料填補法與單一國家採計多年分資料來放大樣本數。資料填補法是利用現有無缺漏之資料針對需要填補之變數建立迴歸式填補遺漏值。但汽機車持有與汽機車使用為模式之被解釋變數故不進行迴歸填補。而單一國家採計多年資料放大樣本法乃是針對全部變數皆未遺漏之國家，包含：奧地利、法國、荷蘭、挪威、西班牙、瑞士、美國等國，各採計五年度資料。然而國家之總體資料年度變動幅度不大，故單一國家採計五年資料中，連續兩筆資料間隔五年，即從 25 年資料中每隔五年採計一筆資料作為樣本，以擴大變數變動幅度。

我國之資料受限於早期並無汽機車使用量相關統計資料，交通部統計處歷數年之研究與推動，協調各公路監理單位建立汽機車定檢里程登錄制度，並建立台灣地區汽機車延車公里統計推估作業方法，終於 93 年版交通統計要覽開始刊載台灣地區汽車延車公里。而機車延車公里亦於 95 年版交通統計要覽開始刊載。故我國之汽機車資料僅採計三年度資料。而本研究在測試過兩種不同放大樣本之方法後，單一國家五年度資料放大樣本法資料較為可靠與正確，故採用此方法放大樣本數。



表 6.2-5、全國層級變數相關分析表

	國土面積	人口密度	平均國民所得	公路密度	軌道運輸比例	公車行駛里程
汽車持有率	-0.052	-0.109	<b>0.767***</b>	<b>0.420***</b>	-0.254	-0.202
樣本數	76	76	76	76	44	62
機車持有率	-0.059	0.016	0.102	0.068	0.158	0.013
樣本數	73	73	73	73	44	60
汽車使用	<b>0.173***</b>	0.136	0.125	<b>0.022***</b>	0.026	0.241
樣本數	68	68	68	68	42	62
機車使用	0.139	<b>-0.116***</b>	-0.301	-0.089	<b>0.658***</b>	-0.101
樣本數	35	35	35	35	24	35
	高速公路比例	高速公路密度	道路交通負荷	汽油價格	汽車取得成本	汽車持有成本
汽車持有率	0.289	0.118	0.1	<b>-0.528***</b>	0.22	-0.158
樣本數	70	48	67	74	35	37
機車持有率	<b>-0.304***</b>	0.075	<b>0.391***</b>	0.037	0.212	0.448
樣本數	69	48	65	71	34	36
汽車使用	0.161	0.187	<b>-0.283***</b>	-0.082	0.034	0.103
樣本數	63	44	68	67	27	31
機車使用	0.146	0.03	<b>0.16***</b>	<b>0.048***</b>	0.05	0.052
樣本數	32	28	35	35	14	18
	汽車使用成本	汽車持有率	機車持有率	汽車使用	機車使用	
汽車持有率	0.191	1	0.125	-0.038	-0.3	
樣本數	38	76	72	67	35	
機車持有率	0.08	0.125	1	0.058	-0.093	
樣本數	37	72	73	65	35	
汽車使用	<b>-0.077***</b>	-0.038	0.058	1	<b>0.43***</b>	
樣本數	31	67	65	68	35	
機車使用	0.49	-0.3	-0.093	<b>0.43***</b>	1	
樣本數	16	35	35	35	35	

表 6.2-6、全國層級變數缺漏表

	國 土 面 積	人 口 密 度	平 均 國 民 所 得	公 路 密 度	軌 道 運 輸 比 例	公 車 行 駛 里 程	高 速 公 路 比 例	高 速 公 路 密 度	道 路 交 通 負 荷	汽 油 價 格	汽 車 取 得 成 本	汽 車 持 有 成 本	汽 車 使 用 成 本	汽 車 持 有 率	機 車 持 有 率	汽 車 使 用	機 車 使 用
樣本數	188	188	173	188	52	65	115	58	69	163	38	40	43	150	111	68	35
缺漏數	0	0	15	0	136	123	73	130	119	25	150	148	145	38	77	120	153

### 模式估計

由於運具持有率高隱含有私人運具取得容易，有利於增加車輛使用量，而車輛使用量較高亦有利提高車輛持有率，顯示車輛持有與使用互為因果關係；而汽車與機車亦為替代運具，故在估計模式時宜採用聯立迴歸模式。然而克服變數間共線性之問題與了解各應變數對因變數之直接效果，本研究先分別對四因變數使用逐步迴歸法估計迴歸模式並進行共線性檢定。模式結果顯示汽車持有率與平均國民所得、公路密度、人口密度有關。汽車使用與機車使用、公路密度、汽車使用成本、汽車取得成本、汽油價格、公車行駛里程有關。汽車使用與汽車使用、人口密度、道路交通負荷、使用成本有關。機車持有率無顯著有效之模式。因此，本研究針對汽車持有率、汽車使用、機車使用等三項因變數以上述之解釋變數為變數進行近似無相關聯立迴歸模式（SUR）估計模式係數。然而估計聯立模式係數時需先檢測模型階和級之認定條件。即：

m：某一特定方程式內生變數之數目。

K：模型中外生變數之數目。

k：某一特定方程式外生變數之數目。

若  $(K-k) \geq (m-1)$ ，稱該方程式為適足認定。

本模型有三個內生變數，八個外生變數，由以上認定條件可知，本模型之三個方程式均屬適足認定。

由估計之模式發現，僅汽車使用與機車使用聯立關係顯著，故另針對汽車持有率、機車持有率獨立估計其各自迴歸模式，但機車持有率模式並無顯著有效之模式可供參考。汽車持有率模式估計結果如下式（9），其模式調整後解釋能力為 0.713。汽車使用與機車使用聯立模式估計結果如下式（10）（11）所示，其模式調整後解釋能力分別為汽車使用之 0.791，機車使用之 0.863。

$$\begin{aligned} \text{汽車持有率} = & 72.16 + 78.067 * \text{平均國民所得} + 56.789 * \text{公路密度} \\ & - 0.056 * \text{人口密度} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{汽車使用} = & 7.553 + 2.343 * \text{機車使用} + 1.203 * \text{公路密度} \\ & - 0.120 * \text{汽車使用成本} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{機車使用} = & -2.042 + 0.301 * \text{汽車使用} - 0.006 * \text{人口密度} \\ & + 0.019 * \text{道路交通負荷} + 0.036 * \text{汽車使用成本} \end{aligned} \quad (11)$$

結果顯示，汽車持有率與平均國民所得、公路密度呈正相關，與人口密度呈負相關。當平均國民所得增加一萬美元，每千人汽車持有率增加 78.067。公路密度每平方公里上升一公里時，汽車持有率上升 56.789。當然人口密度每平方公里增加一人，汽車持有率下降 0.056。汽車使用與機車使用、公路密度呈正相關，與使用成本呈負相關。當機車使用每上升一千公里時，汽車使用上升 2.343 公里。公路密度每平方公里上升一公里時，汽車使用上升 1203 公里。汽車使用成本每增加 100 SDR 時，汽車使用減少 120 公里。機車使用與汽車使用、道路交通負荷、使用成本呈正相關，與人口密度呈負相關。當汽車使用增加一千公里時，機車使用增加 301 公里，道路交通負荷每公里增加一千延車公里時，機車使用增加 19 公里。汽車使用成本增加 100 SDR 時，機車使用增加 36 公里。人口密度增加每平方公里增加一人，機車使用減少 6 公里。

### 6.3 政策意涵

本小節主要依照前兩小節估計之模式提出汽機車管理意涵。可分為兩個部份，其一為依據汽車持有長期預測模式之判別函數提出管理意涵。其二為依據汽機車持有與使用模式提出之政策意涵。

1. 根據判別函數，公路密度為影響汽車飽和率高低之重要變數。公路密度越高越容易趨於高飽和率國家。根據以上結果推論公路密度提高，將使得車輛可及性上升，導致汽車持有增加。因此，若道路擁擠不敷使用時，而進行路網擴建將使得公路密度上升，導致汽車持有率上升。故當任一國家遭遇道路不敷使用之狀況時，若其路網密度未達一定程度，可考慮在進行路網擴建的同時一併增加大眾運輸之供給。若其路網密度具有一定程度，則可考慮不進行路網擴建轉而增加大眾運輸之供給。
2. 根據判別函數，汽車取得成本與汽車持有成本為除公路密度外，影響汽車飽和率較大之重要變數。汽車取得成本與汽車持有成本上升，將使得汽車持有下降。因此，可藉由提高汽車取得及使用成本來達到抑制汽車持有之功效。其中汽車取得成本包含：關稅及非關稅部份；持有成本包含：汽車車輛稅、牌照費、註冊登記費、駕駛執照費等。各政策案例中，新加坡為公認成效良好之成功案例。新加坡除了對於購買汽車課以重稅，購買汽車前需取得車輛持有許可證，並針對車輛許可總額進行控管，使得可供交易之車輛許可證價

格昂貴，增加持有汽車之障礙，有效抑制汽車持有率。類似政策包含課徵奢侈稅、實施買車自備停車位、限制車輛使用年限、提高車輛保險費等皆為提高汽車取得成本與使用成本之作法。

3. 根據汽機車持有與使用模式，平均國民所得上升會使得汽車持有率上升。顯示平均國民所得隨我國經濟成長而上升的同時，無法避免汽車持有率的成長，值得一提的是，由判別分析發現大眾運輸行駛里程增加有助於趨於低飽和率。因此，在國民所得上升時，應同時提升大眾運輸之服務水準，提供更完善、可靠、舒適、便利之大眾運輸系統，提高民眾搭乘大眾運輸系統之意願將有助於抑制私人運具。
4. 根據汽機車持有與使用模式，汽車使用成本上升將使得汽車使用量下降，機車使用量上升。顯示當汽車使用成本上升時，部分汽車使用量將轉移至機車。我國機車持有率全球第一，機車使用狀況較汽車使用更為普及，雖然機車擁有能源消耗低、佔用車道空間少等優點；但其污染排放量較汽車高、機車事故死亡率亦較汽車高出許多，且機車持有之增加將使路網車流更加複雜，進而增加肇事機率。故雖然提高汽車使用成本可達到抑制汽車使用之效果，但不可忽略從汽車轉移至機車之使用量對於道路車流之影響。而提高汽車使用成本之策略包含：提高車輛定期檢查次數或標準、採用道路定價等，其中道路定價又可包含徵收進城擁擠費、提高通行費、里程定價等。



## 第七章、城市層級模式構建與估計

同全國層級模式，城市層級亦會構建汽機車持有長期預測模式、汽機車持有與使用模式。而城市層級資料主要來源為世界大眾運輸協會之千禧年城市永續運輸資料庫(Millennium Cities Database for Sustainable Transport)，資料包含：紐約、舊金山、東京、香港、北京、聖地牙哥、巴黎、柏林、台北…等全球 100 個城市。其中，該資料庫對於城市之定義為城市範圍必須涵蓋大部分之工作旅次，即城市必須涵蓋勞力市場，此外亦需考慮資料可取得性設定城市範圍。以台北為例，台北縣市為一完整勞力市場，而將台北縣市當成一個城市樣本，以下稱台北縣市為台北都會區。然而我國之城市受限於各縣市政府對於相關指標變數所需統計資料並沒有進行蒐集，因此僅以台北都會區作為研究對象。

### 7.1 變數說明

城市層級同樣根據 3.3 節所述，蒐集各城市相關變數之資料，由於資料較為齊全，故使用之變數較全國層級豐富，其中汽車持有率、機車持有率、汽車使用、機車使用為被解釋變數，與全國層級相同。其他各解釋變數說明如下，並將所蒐集之變數整理成城市社經變數、大眾運輸變數、私人運輸變數、相關成本變數等四大類列於表 7.1-1。

#### 人口密度

同全國層級變數，為衡量人口稠密、集中程度之指標。推測人口密度與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 職業密度

職業密度為衡量職業人口密集度指標，職業密集指標與人口密度指標相似，職業密度高顯示商業活動集中，有利於車輛共乘與發展大眾運輸。推測職業密度與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### CBD 佔區域工作數百分比

CBD 佔區域工作數百分比為衡量中心商業區內工作數佔全部工作數之比例，CBD 佔區域工作數百分比高顯示就業人口需移動至中心商業區工作，而有利於大眾運輸的發展，故推測 CBD 佔區域工作數百分比與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 平均國民所得

同全國層級，為衡量國民富裕程度之指標。推測平均國民所得與汽車持有及使用呈正向變動，而與機車持有及使用呈負向變動。

#### 道路密度（每千人長度）

同全國層級，道路密度為衡量道路路網密集程度之指標，本指標衡量方式為每千人擁有的道路長度。推測道路密度與汽機車持有及使用呈正向變動。

道路密度（每公頃長度）

同道路密度（每千人長度）指標，不同之處在於本指標使用之衡量方式為每公頃道路長度。

高速公路密度（每千人長度）

高速公路密度有別於道路密度，高速公路擁有行駛速率高之特性，受限於車輛特性，高速行使時汽車較機車擁有更佳之舒適及安全性。此外，高速公路大多有車輛種類限制，有利於使用汽車作為運具。推測高速公路密度與汽車持有及使用呈正相關，與機車持有及使用呈負向變動。

高速公路密度（每公頃長度）

同高速公路密度（每千人長度）指標，本指標衡量單位為每公頃高速公路長度。

CBD 內停車位（每千工作數）

CBD 內停車位（每千工作數）指標衡量中心商業區內車輛停車位，停車位多表示 CBD 內擁有較大的車輛停駐能力，有利於私人運具，故推測 CBD 內停車位與汽車持有及使用呈正向變動。

平均每人每日大眾運輸旅次數

平均每人每日大眾運輸旅次數為衡量大眾運輸使用頻率之變數，大眾運輸旅次數多顯示民眾使用大眾運輸意願大，進而使私人運具使用量減少，降低持有意願。推測平均每人每日大眾運輸旅次數與汽機車持有及使用呈負向變動。

平均每人每日私人運輸旅次數

每人每日私人運輸旅次數為衡量私人運具使用頻率之變數，私人運輸旅次數多顯示民眾使用私人運具意願高，將使得私人運具之持有與使用增加；然而使用頻率增加，消費者可能傾向選擇較舒適之運具。故推測平均每人每日私人運輸旅次數將與汽車持有及使用呈正向變動；與機車持有與使用之相關性無法預期。

平均每人每日旅次數

平均每人每日旅次為大眾運輸旅次與私人運輸旅次之和，為衡量區域內民眾運輸需求的重要指標，需求的增減將直接影響持有與使用狀況。推測平均每人每日旅次數與汽車持有及使用呈正向變動；與機車持有與使用之相關性無法預期。

平均旅次長度

旅次長度是影響運具選擇的重要變數，旅次長度越長顯示使用者於運具之車內時間越長，故舒適度越高之運具將能使使用者獲得越高之效用，進而影響運具之持有與使用量。運具選擇將導致車輛持有與使用產生變化，故平均旅次長度為影響汽機車持有與使用的重要變數。推測平均旅次長度與汽車持有及使用呈正向變動；與機車持有與使用之相關性無法預期。

平均上班旅次長度

平均上班旅次長度與平均旅次長度相似，衡量之旅次長度為最頻繁之上下班旅次。推測平均上班旅次長度與汽車持有及使用呈正向變動；與機車持有與使用

之相關性無法預期。

#### 大眾運輸路網密度（每千人長度）

大眾運輸路網密度變數為衡量大眾運輸路線的密集程度，大眾運輸路網密度高顯示大眾運輸路網較健全，有利於吸引民眾使用大眾運輸，故推測大眾運輸路網密度與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 大眾運輸保守路網密度（每千人長度）

大眾運輸保守路網密度與大眾運輸路網密度不同之處在於，保守路網密度不重複計算不同運具、不同營運公司、不同行駛方向之路網長度，為衡量大眾運輸可及性較準確之變數。推測大眾運輸保守路網密度與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 大眾運輸保守路網密度（每公頃長度）

與大眾運輸保守路網密度（每千人長度）相似，衡量單位為每公頃路網長度。

#### 每百萬人計程車數

計程車為副大眾運輸運具，兼具大眾運輸與私人運輸之特性。而計程車可作為汽機車之替代運具，故推測每百萬人計程車數與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 大眾運輸車輛數（每百萬人）

大眾運輸車輛數為衡量大眾運輸服務品質之另一變數，大眾運輸車輛數多顯示大眾運輸擁有較佳之車輛調度能力，可提供較為密集之大眾運輸班次與服務水準，故推測大眾運輸車輛數與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 大眾運輸服務水準（每人延車公里）

大眾運輸服務水準（每延人公里）為衡量大眾運輸提供服務之密集度指標，密集度高可能原因為班次短、可及性大，不論原因為何皆有利於提高大眾運輸使用意願，故推測大眾運輸服務水準與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）

同大眾運輸服務水準（每人延車公里）變數，但衡量單位為每公頃延車公里。

#### 大眾運輸平均速率

大眾運輸平均速率直接影響到大眾運輸之移動性，移動性高有助於節省使用者時間成本，故大眾運輸平均速率提高有助於提高大眾運輸使用意願，而降低汽機車持有及使用。推測大眾運輸平均速率與汽機車持有及使用呈負向變動。

#### 平均大眾運輸車輛使用人數

大眾運輸車輛使用人數為衡量大眾運輸使用狀況變數，平均每車輛使用人數越多顯示車輛擁擠程度越大，擁擠程度大將使得舒適度降低，進而使得大眾運輸使用意願降低，故推測平均大眾運輸車輛使用人數與汽機車持有及使用呈正向變動。

平均大眾運輸座位使用人數

同平均大眾運輸車輛使用人數，但衡量單位為平均每座位使用人數。

大眾運輸平均每人次票箱收入

大眾運輸平均每人次票箱收入為衡量大眾運輸使用成本之變數，票箱收入高顯示大眾運輸費率高，有利於私人運具之持有與使用。推測大眾運輸平均每人次票箱收入與汽機車持有及使用呈正向變動。

道路負荷（每公里汽車數）

道路負荷為衡量道路擁擠程度之變數，道路負荷量大顯示道路擁擠程度高，將會降低汽機車持有及使用之意願。推測道路負荷與汽機車持有及使用呈負向變動。

道路負荷（每公里機車數）

同道路負荷（每公里汽車數），衡量對象為每公里機車數。

道路負荷（每公里汽車行駛里程）

同道路負荷（每公里汽車數），衡量單位為每公里汽車行駛里程。

道路負荷（每公里機車行駛里程）

同道路負荷（每公里機車數），衡量單位為每公里機車行駛里程。

平均每公里油價

平均每公里油價為反應汽機車燃料價格之變數，油價升高將直接影響汽機車使用成本，進而降低汽機車持有與使用之意願。推測平均每公里油價與汽機車持有及使用呈負向變動。

平均私人運輸成本（每延人公里）

平均私人運輸成本（每延人公里）為衡量平均私人運輸成本之變數，私人運輸成本將直接影響運輸需求與運具選擇行為。推測平均私人運輸成本與汽機車持有及使用呈負向變動。

平均大眾運輸成本（每延人公里）

與大眾運輸平均每人次票箱收入相似，但衡量單位每延人公里大眾運輸成本。推測平均大眾運輸成本與汽機車持有及使用呈正向變動。

大眾運輸使用成本比例（每延人公里）

為平均大眾運輸成本與平均私人運輸成本比例，比例越高表示大眾運輸成本相對於私人運輸成本越高，將導致汽機車持有與使用意願降低。推測大眾運輸使用成本比例與汽機車持有及使用呈正向變動。

CBD 最高停車費（第一小時）

CBD 最高停車費（第一小時）為反應中心商業區停車費用之變數，停車費用為私人運具使用成本之一，故為影響汽機車持有與使用之重要變數。推測 CBD 最高停車費與汽機車持有及使用呈負向變動。

以上各變數詳細量度方式如表 7.1-1 所示。

表 7.1-1、城市層級指標變數定義表

變數	量度方式	單位
被解釋變數		
(1) 汽車持有率	小客車總數 / 全國人口數	輛 / 千人
(2) 機車持有率	機車總數 / 全國人口數	輛 / 千人
(3) 汽車使用	每年總汽車行駛里程 / 汽車總數	千公里 / 車
(4) 機車使用	每年總機車行駛里程 / 機車總數	千公里 / 車
解釋變數		
1.城市地理社經變數		
(1) 人口密度	人口數 / 都市化面積	十人 / 公頃
(2) 職業密度	工作數 / 都市化面積	十工作數 / 公頃
(3) CBD 佔區域工作數百分比	CBD 內工作數 / 全部工作數	百分比
(4) 平均國民所得	平均每人可支配所得	萬美元 / 人
(5) 道路密度 (每千人長度)	道路長度 / 人口數	千公尺 / 千人
(6) 道路密度 (每公頃長度)	道路長度 / 都市化面積	十公尺 / 公頃
(7) 高速公路密度 (每千人長度)	高速公路長度 / 人口數	十公尺 / 千人
(8) 高速公路密度 (每公頃長度)	高速公路長度 / 都市化面積	公尺 / 公頃
(9) CBD 內停車位 (每千工作數)	CBD 內停車位 / CBD 內工作數	百車位 / 工作數
(10) 每人每日大眾運輸旅次	每日大眾運輸旅次數 / 人口數	旅次數
(11) 每人每日私人運輸旅次	每日私人運輸旅次數 / 人口數	旅次數
(12) 平均每人每日旅次數	每日運輸旅次 / 人口數	旅次數
(13) 平均旅次長度	總旅次長度 / 旅次數	公里
(14) 平均上班旅次長度	總上班旅次長度 / 上班旅次數	公里
2.大眾運輸變數		
(1) 大眾運輸路網密度 (每千人長度)	大眾運輸路線長度 / 人口數	百公里 / 千人
(2) 大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	大眾運輸保守路線長度 / 人口數	百公里 / 千人
(3) 大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	大眾運輸保守路線長度 / 人口數	公里 / 公頃
(4) 每百萬人計程車數	計程車數 / 人口數	百輛 / 百萬人
(5) 大眾運輸車輛數 (每百萬人)	大眾運輸車輛數 / 人口數	百車當量 / 百萬人
(6) 大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	大眾運輸延車公里 / 人口數	車公里 / 人
(7) 大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	大眾運輸延車公里 / 都市化面積	百車公里 / 公頃
(8) 大眾運輸平均速率	大眾運輸運具平均速率	公里 / 小時
(9) 平均大眾運輸車輛使用人數	總延人公里 / 延車公里	人 / 車
(10) 平均大眾運輸座位使用人數	總延人公里 / 座位公里	人 / 座位
(11) 大眾運輸平均每人 票箱收入	總票箱收入 / 使用人數	美元

表 7.1-1、城市層級指標變數定義表 (續)

變數	量度方式	單位
<b>3.私人運輸變數</b>		
(1) 道路負荷 (每公里汽車數)	汽車數 / 道路長度	輛 / 公里
(2) 道路負荷 (每公里機車數)	機車數 / 道路長度	輛 / 公里
(3) 道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	汽車總延車公里 / 道路長度	車公里 / 公里
(4) 道路負荷 (每公里機車行駛里程)	機車總延車公里 / 道路長度	車公里 / 公里
(5) 平均每公里油價	每升油價 / 每升行駛里程	美分
<b>4.相關成本變數</b>		
(1) 平均私人運輸成本 (每延人公里)	每延人公里成本	美分
(2) 平均大眾運輸成本 (每延人公里)	每延人公里成本	美分
(3) 平均大眾運輸使用成本比例 (每延人公里)	平均大眾運輸成本 / 平均私人運輸成本	比例
(4) CBD 最高停車費 (第一小時)	CBD 第一小時最高停車費	美分

註 1：都市化面積為該城市建築用地、道路用地，不包含水道、氾濫平原、湖泊、森林、農田及大型休閒用地。

註 2：大眾運輸保守路線長度指同一路線不重複計算不同運具、不同公司經營之路線，道路雙向亦只計算一次。



## 7.2 模式估計

### 7.2.1 城市層級汽機車持有長期預測模式

本小節主要探討各城市汽機車持有特性，而我國受限於資料的取得將以台北都會區為研究對象，構建台北都會區之汽機車持有長期預測模式。同第六章全國層級長期預測模式，將採用英國運輸與道路實驗室（Allanson, 1982）建議之羅吉斯(Logistic)模式建構之，故飽和率設定為第一要務。城市之汽車模式將參考世界各大城市之相關資料作為設定台北都會區汽車持有飽和率之參考依據，並配合台北都會區歷年汽車資料建構其汽車持有長期預測模式。機車部份受限於我國城市機車持有遠高於國外城市，機車飽和率設定同全國層級長期預測模式，以人口比例推估。

#### 一、城市篩選

本研究為較客觀設定台北都會區之汽車飽和率，將篩選世界先進城市藉以作為台北都會區飽和率設定之參考依據。由於城市資料來源為世界大眾運輸協會之千禧年城市永續運輸資料庫(Millennium Cities Database for Sustainable Transport)，該資料庫之資料為 2001 年度世界各大城市之橫斷面資料。因此，本研究以 2001 年各城市之平均國民所得為依據，挑選出該年平均國民所得大於三萬美元之城市。由於挑選國家之目的在於設定台北都會區之飽和率，因此進一步將汽車持有未達飽和之城市剔除。在本研究中針對飽和率的設定為單一城市連續五年內每年之車輛持有成長率低於百分之二。基於上述兩原則篩選之城市如下表 7.2-1。

表 7.2-1、飽和城市篩選結果

國家	城市	國家	城市
奧地利	格拉茨	瑞士	伯恩
	維也納		日內瓦
丹麥	哥本哈根		蘇黎世
法國	里昂	美國	亞特蘭大
	南特		芝加哥
	巴黎		丹佛
德國	法蘭克福		休士頓
	漢堡		紐約
	杜塞爾多夫		舊金山
	慕尼黑		華盛頓
	魯爾		日本
斯圖加	札幌		
挪威	奧斯陸		
瑞典	斯德哥爾摩		

## 二、使用變數

本研究針對上述挑選之城市蒐集其汽機車之相關變數資料，其詳細變數如前一小節所述，共包含四大類：城市地理社經變數、大眾運輸變數、私人運輸變數、相關成本變數等。

## 三、台北都會區汽機車飽和率設定

### (一) 與台北都會區社經狀況類似城市篩選及汽車飽和率設定

前述飽和城市篩選結果，以美國之亞特蘭大每千人汽車持有最高，達到每千人 746 輛，最低為日本大阪之每千人汽車持有 264 輛。同樣將城市飽和率分為高、中、低三群，高飽和率城市設定為該城市汽車持有率每千人 525 輛以上，中飽和率城市設定為該城市汽車持有率每千人 425 至 525 輛，低飽和率城市設定為該城市汽車持有率每千人 425 輛以下。並依據上述三個水準值將以上城市分門別類，其結果如下表 6.2-3。

由於城市地理社經背景為既定條件，甚難予以改變，其衍生之小客車持有特性並不能直接引用至台北都會區，因此若欲藉由各城市之小客車持有率高低分佈情形界定台北都會區之飽和率，對引用之城市必須有所篩選。本研究以本小節第一部份之篩選準則篩選適當城市。在所有蒐集城市中汽車持有率以盧森堡之每千人 611.25 輛最高，愛爾蘭之每千人 349.72 輛最低。我們將飽和率設定分成高中低三群，高飽和率國家設定為該國車輛持有率每千人 525 輛以上，中飽和率國家設定為該國車輛持有率每千人 425 至 525 輛，低飽和率國家設定為該國每千人 425 輛以下。並依據上述三個水準值將以上城市分門別類，其結果如下表 7.2-2。並根據以下分類，以判別分析建立判別函數，並透過建立之判別函數將預測台北都會區之飽和率，並以此為依據設定台北都會區之飽和率。

由於使用之變數相當多，為避免判別函數受到變數間共線性影響及多解釋變數提高判中率之謬誤，判別函數變數選擇方式採用逐步選擇法；並將變數進入顯著水準與變數剔除顯著水準皆設定為 0.05。根據上述設定，其判別函數如表 7.2-3 所示，模式中僅有常數、每人每日私人運輸旅次數、高速公路密度、平均私人運輸成本等變數，誤判率為 0.186，誤判城市為哥本哈根、慕尼黑、魯爾、伯恩與紐約等五的城市，而誤判之結果並沒有一致高估或低估現象。而根據建立之判別函數，台北都會區屬於低飽和率城市，由於低飽和率城市之飽和率平均值為每千人持有 364 輛汽車，因此本研究將台北都會區之汽車持有飽和率定為每千人持有 364 輛汽車。

表 7.2-2、各飽和率之城市

類別	城市
高飽和率	亞特蘭大、芝加哥、丹佛、休士頓、舊金山、華盛頓
中飽和率	里昂、南特、法蘭克福、杜塞爾多夫、慕尼黑、魯爾、斯圖加、日內瓦、蘇黎世、紐約
低飽和率	格拉茨、維也納、哥本哈根、巴黎、漢堡、奧斯陸、斯德哥爾摩、伯恩、大阪、札幌、東京

表 7.2-3、全國層級汽車其預測模式判別函數

	高飽和率	中飽和率	低飽和率
常數	-36.150	-23.727	-18.713
每人每日私人運輸旅次數	<u>16.865</u>	7.970	6.040
高速公路密度（每公頃長度）	<u>2.389</u>	2.343	1.429
平均私人運輸成本（每延人公里）	0.091	0.236	<u>0.249</u>

由標準化係數之判別函數可知，每人每日私人運輸旅次數為影響判別結果最重要之變數，而每人每日私人運輸旅次數越多，越有可能為高飽和率城市。高速公路密度為次要影響變數。高速公路密度越高則該城市亦較可能為高飽和率城市。平均運輸成本越高則越可能為低飽和率城市。由於判別函數中顯著變數較少，因此進一步進行各變數不同飽和率平均數差異檢定，檢定結果如下表 7.2-4。其中高飽和率與中低飽和率之差異在絕大多數變數皆有顯著差異；而中飽和率與低飽和率差異較不顯著，僅在高速公路密度（每公頃長度）、大眾運輸使用比例、道路負荷（每公里汽車行駛里程）等變數有顯著差異，但由於中飽和率與低飽和率飽和值差異甚大，且其平均值有顯著差異故保留原有分群。但在討論政策意涵時，將透過各飽和率平均數差異檢定獲得更多資訊，提出相關政策意涵。

從各飽和率平均數差異檢定中發現城市人口集中程度變數包含：人口密度、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比等越高越容易成為中、低飽和率城市。平均國民所得越高則越容易成為高飽和率城市。道路供給變數中，道路密度（每千人長度）、高速公路密度（每千人長度）、道路密度（每公頃長度）皆顯示隨道路供給越多，汽車飽和率越高，僅高速公路密度（每公頃長度）未成一穩定趨勢，以高飽和率之平均值最高，低飽和次之，而中低飽和雖然差異不大但仍有顯著差異。CBD 內停車位（每千工作）越多，則易成為高飽和率城市。運輸需求變數顯示，平均每人每日私人運輸需求越多、平均旅次長度越長、上班旅次長度越長越容易成為高飽和率城市。

大眾運輸變數中，除大眾運輸路網密度（每千人長度）、大眾運輸平均速率、平均每人票箱收入、使用成本比例（每延人公里）各飽和率平均值無顯著差異外，大眾運輸路網保守密度、每百萬人計程車數、每百萬人大眾運輸車輛數、大眾運輸延車公里、大眾運輸使用量越高越容易成為低飽和率城市。私人運輸變數，道路汽車負荷越大汽車使用越多，越容易為高飽和率城市；道路機車負荷越大機車使用越多，越容易為低飽和率城市。相關成本變數包含：平均油價、平均私人運輸成本（每延人公里）、CBD 最高停車費（第一小時）等成本越高，越容易成為低飽和率城市。

表 7.2-4、各飽和率平均數差異檢定表

	高飽和平均 值	中飽和平均 值	低飽和平均 值	高、中飽和 差異 (P 值)	高、低飽和 差異(P 值)	中、低飽和 差異 (P 值)
人口密度	1.366	4.459	5.236	<b>0.000*</b>	<b>0.002*</b>	0.389
職業密度	0.732	2.736	2.673	<b>0.001*</b>	<b>0.002*</b>	0.904
CBD 佔區域工作 數 百分比	9.727	19.798	18.789	<b>0.029*</b>	<b>0.048*</b>	0.817
平均國民所得	4.302	3.864	3.297	<b>0.013*</b>	<b>0.007*</b>	0.136
道路密度 (每千人長度)	6.957	3.185	3.604	<b>0.001*</b>	<b>0.001*</b>	0.462
高速公路密度 (每千人長度)	16.292	10.258	6.770	<b>0.009*</b>	<b>0.001*</b>	0.075
道路密度 (每公頃長度)	17.872	13.228	8.723	<b>0.044*</b>	<b>0.036*</b>	0.187
高速公路密度 (每公頃長度)	4.463	2.098	2.715	<b>0.010*</b>	<b>0.031*</b>	<b>0.049*</b>
CBD 內停車位 (每千工作)	4.315	2.342	1.669	0.084	<b>0.008*</b>	0.183
每人每日大眾運輸 旅次數	0.132	0.524	0.604	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>	0.261
每人每日私人運輸 旅次數	3.557	1.622	1.394	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>	0.226
平均每人每日旅次 數	3.973	3.092	2.926	<b>0.003*</b>	<b>0.001*</b>	0.364
平均旅次長度	13.533	8.060	9.545	<b>0.000*</b>	<b>0.018*</b>	0.231
平均上班旅次長度	20.200	9.800	11.273	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>	0.296
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	15.058	16.246	26.619	0.670	0.380	0.303
大眾運輸保守路網 密度(每千人長度)	0.518	1.911	2.534	<b>0.006*</b>	0.058	0.444
大眾運輸保守路網 密度(每公頃長度)	0.815	8.986	10.496	<b>0.002*</b>	<b>0.012*</b>	0.625
每百萬人計程車數	9.943	20.748	21.530	<b>0.036*</b>	<b>0.005*</b>	0.825
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	6.908	10.409	12.715	<b>0.032*</b>	<b>0.002*</b>	0.125
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	33.442	68.707	90.455	<b>0.040*</b>	<b>0.000*</b>	0.136
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公 里)	4.957	31.271	47.000	<b>0.005*</b>	<b>0.002*</b>	0.145
大眾運輸平均速率	28.632	26.932	32.619	0.500	0.286	0.087
平均每大眾運輸車 輛使用人數	14.015	19.456	28.930	<b>0.031*</b>	<b>0.036*</b>	0.076
平均每大眾運輸座 位使用人數	0.272	0.393	0.585	<b>0.049*</b>	<b>0.040*</b>	0.104
平均每人次票箱收 入	0.697	0.733	0.985	0.777	0.144	0.118
使用成本比例 (每延人公里)	4.667	4.300	4.636	0.717	0.978	0.739

	高飽和平 均值	中飽和平 均值	低飽和平 均值	高、中飽和 差異 (P 值)	高、低飽和 差異(P 值)	中、低飽和 差異 (P 值)
道路負荷 (每公里 汽車數)	97.602	171.642	117.053	<b>0.020*</b>	0.440	0.054
道路負荷 (每公里機車數)	2.108	11.155	16.204	<b>0.000*</b>	<b>0.009*</b>	0.204
道路負荷 (每公里 汽車行駛里程)	207.783	195.369	135.048	0.680	<b>0.016*</b>	<b>0.026*</b>
道路負荷 (每公里 機車行駛里程)	0.795	2.850	3.109	<b>0.014*</b>	0.070	0.804
平均每公里油價	12.773	22.092	23.993	<b>0.003*</b>	<b>0.000*</b>	0.434
平均私人運輸成本 (每延人公里)	55.942	92.618	92.128	<b>0.001*</b>	<b>0.001*</b>	0.956
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	25.853	35.505	34.761	<b>0.012*</b>	<b>0.033*</b>	0.885
CBD 最高停車費 (第一小時)	35.302	56.243	123.738	<b>0.014*</b>	<b>0.029*</b>	0.342
汽車持有率	635.725	472.957	364.690	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>
機車持有率	13.015	32.876	52.975	<b>0.011*</b>	<b>0.029*</b>	0.152
汽車使用	21.536	11.815	12.097	<b>0.000*</b>	<b>0.000*</b>	0.802
機車使用	3.639	2.567	2.552	0.219	0.242	0.980

## (二) 台北都會區機車飽和率設定

由於先進城市之機車持有狀況與台北都會區差異甚大，各城市中以我國高雄都會區持有率最高，故無法參考其他各城市飽和狀況推估適當之台北都會區機車飽和率。因此台北都會區機車之飽和率將透過人口分佈特性以可持有機車駕照人口比率推估。我國 1~18 歲人口比例約佔百分之二十四，因此台北都會區之機車飽和率設定同我國機車飽和率為每千人持有 760 輛。

### 四、台北都會區之汽機車持有成長預測

#### (一) 汽車持有模式與成長況狀預測

本研究採用民國 73 年至民國 95 年，共 23 年之歷史資料建構台北都會區之持有模式。模式採用英國道路與交通實驗室建議之羅吉斯非線性迴歸模式，飽和率設定為每千人 364 輛車，模式估計結果如 (9) 式，其解釋能力為 0.996。

$$CO = \frac{3.64}{1+4.9106e^{-0.1307GDP}} \quad (9)$$

以上述之汽車持有長期預測模式進行台北都會區汽車持有預測，結果顯示台北都會區之車輛持有率約在國民所得三萬八千美元時達到飽和。長期預測如圖 7.2-1 所示。

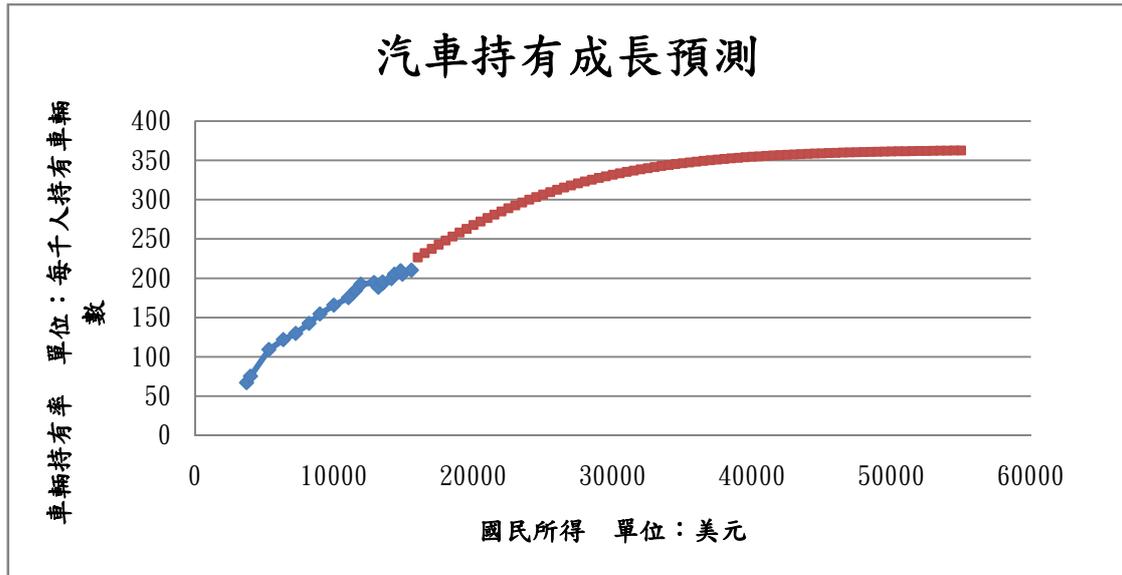


圖 7.2-1、台北都會區汽車持有長期預測圖

#### (二) 機車持有模式與成長況狀預測

本研究採用民國 73 年至民國 95 年，共 23 年之歷史資料建構台北都會區之機車持有模式。模式同樣採用羅吉斯非線性迴歸模式，飽和率設定為每千人 760 輛車，模式估計結果如 (10) 式，其解釋能力為 0.995。

$$MO = \frac{7.6}{1 + 5.0641e^{-0.1379GNP}} \quad (10)$$

以上述之機車持有長期預測模式進行台北都會區機車持有預測，結果顯示台北都會區之機車持有率約在國民所得三萬五千美元時達到飽和。長期預測如圖 7.2-2 所示。

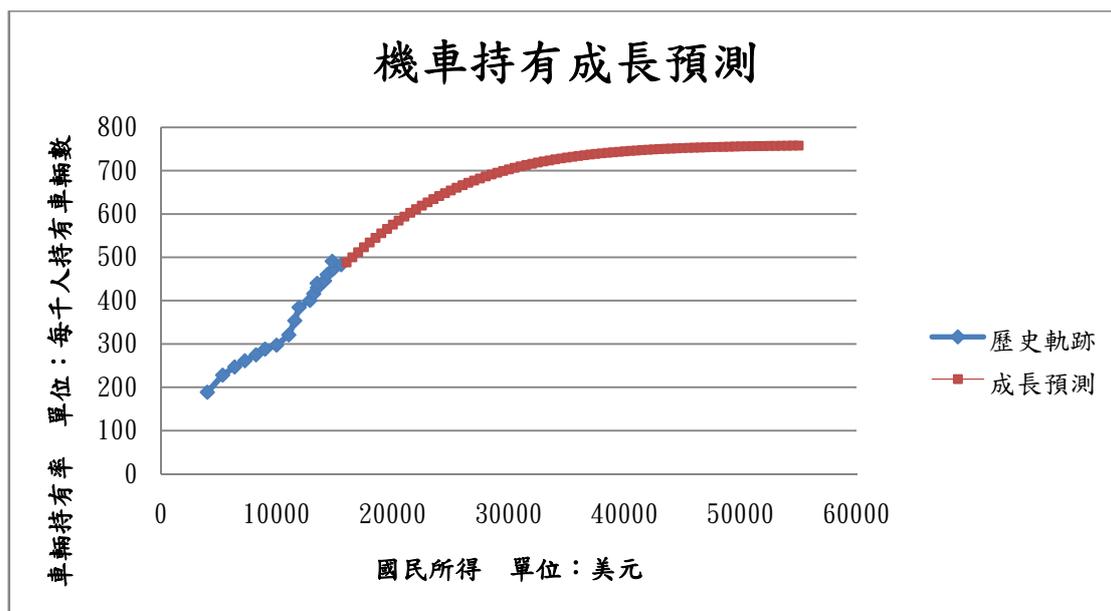


圖 7.2-2、台北都會區機車持有長期預測圖

## 7.2.2 城市層級汽機車持有與使用模式

### 變數相關分析

由於部份資料缺漏，故資料庫中 100 個城市中僅放入包含台北都會區在內之 83 個城市。其相關分析結果如表 7.2-1 所示。其中汽車持有率與平均國民所得、道路密度（每千人長度）、高速公路密度（每千人長度）、高速公路密度（每公頃密度）、CBD 內停車位（每千工作數）、每人每日私人運輸旅次數、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、平均上班旅次、大眾運輸平均速率、大眾運輸平均每人次票箱收入、道路負荷（每公里汽車行駛里程）、平均大眾運輸成本（每延人公里）及汽車使用呈顯著正相關。與人口密度、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比、每百萬人計程車數、大眾運輸車輛數（每百萬人）、平均大眾運輸車輛使用人數、平均大眾運輸座位使用人數、大眾運輸服務水準（每人延車公里）、大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）、道路負荷（每公里機車數）、道路負荷（每公里機車行駛里程）、平均每公里油價、平均私人運輸成本（每延人公里）、機車持有率、機車使用呈顯著負相關。

其中道路負荷（每公里汽車行駛里程）與汽車持有率呈正相關不符合預期，可能原因為該變數未正確反應道路擁擠程度，卻反應出車輛使用多寡，故該變數與汽車持有率呈現正相關。大眾運輸平均速率與汽車持有率呈正相關與先驗知識不符。平均大眾運輸車輛使用人數、平均大眾運輸座位使用人數與汽車持有呈負相關，顯示兩變數無法反應大眾運輸車輛佔用、擁擠程度而映出大眾運輸使用狀況。以上與先驗知識不符之變數在模式構建時將不放入模式中。

機車持有率部份，機車持有率與人口密度、職業密度、道路密度（每千人長度）、每百萬人計程車數、道路負荷（每公里機車數）、道路負荷（每公里機車行駛里程）、平均大眾運輸成本（每延人公里）、大眾運輸使用成本比例（每延人公里）呈顯著正相關。與高速公路密度（每千人長度）、CBD 內停車位（每千工作數）、平均旅次長度、平均上班旅次長度、大眾運輸路網保守密度（每千人長度）、大眾運輸平均速率、汽車持有率、汽車使用呈顯著負相關。其中與預期不符之變數包含人口密度、職業密度與道路負荷（每公里機車行駛里程）。其原因可能為機車可及性與移動性均較一般大眾運輸運具強，佔用空間亦較汽車少，人口密度高之城市平均每人活動空間相對較低有利於機車使用，故機車持有率較高。職業密度同理雖然與先驗之是不符但亦為可解釋之結果。而道路負荷（每公里機車行駛里程）變數未能正確反應道路擁擠程度，卻反應機車使用量，此變數將不放入模式估計中。

汽車使用部份，汽車使用與平均國民所得、道路密度（每千人長度）、高速公路密度（每千人長度）、CBD 內停車位（每千工作數）、每人每日私人運輸旅次數、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、平均上班旅次、大眾運輸平均速率、大眾運輸平均每人每次票箱收入、道路負荷（每公里汽車行駛里程）、平均大眾運輸成本（每延人公里）及汽車持有率呈顯著正相關。與人口密度、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比、大眾運輸路網保守密度（每公頃長度）、每百萬人計程車數、平均大眾運輸車輛使用人數、平均大眾運輸座位使用人數、大眾運輸服務水準（每人延車公里）、道路負荷（每公里汽車數）、道路負荷（每公里機車數）、道路負荷（每公里機車行駛里程）、平均每公里油價、平均私人運輸成本（每延人公里）、CBD 最高停車費（第一小時）、機車持有率呈顯著負相關。同汽車持有部份，道路負荷（每公里汽車行駛里程）、大眾運輸平均速率、平均大眾運輸車輛使用人數、平均大眾運輸座位使用人數等變數不納入迴歸模式中。

機車使用部份，機車使用僅與大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）、平均大眾運輸成本（每延人公里）呈顯著正相關。與平均國民所得、高速公路密度（每千人長度）、平均每人每日旅次數、汽車持有率呈顯著負相關。大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）結果與預期不符，亦無明顯可解是因果關係，故不納入機車使用模式中。此外由變數相關分析發現，道路供給指標度量方式為每千人長度之指標與因變數相關性較高，故相關變數將採用此度量方式放入各模式估計中。

表 7.2-5、城市層級變數相關分析表

	人口密度	職業密度	CBD 佔區域 工作數百分 比	平均國民所 得	道路密度 (每千人長 度)	高速公路密 度(每千人 長度)
汽車持有率	<b>-0.702***</b>	<b>-0.694***</b>	<b>-0.265***</b>	<b>0.630***</b>	<b>0.739***</b>	<b>0.732***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車持有率	<b>0.478***</b>	<b>0.494***</b>	0.062	-0.149	<b>0.334***</b>	<b>-0.324***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
汽車使用	<b>-0.41***</b>	<b>-0.365***</b>	<b>-0.289***</b>	<b>0.243***</b>	<b>0.523***</b>	<b>0.562***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車使用	0.162	0.171	-0.188	<b>-0.398***</b>	-0.166	<b>-0.237***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
	道路密度 (每公頃長 度)	高速公路密 度(每公頃 長度)	CBD 停車位 (每千工作 數)	每人每日大 眾運輸旅次 數	每人每日私 人運輸旅次 數	平均每人每 日旅次數
汽車持有率	0.046	<b>0.294***</b>	<b>0.396***</b>	0.049	<b>0.795***</b>	<b>0.713***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車持有率	0.15	-0.078	<b>-0.216***</b>	0.02	-0.227	-0.195
樣本數	83	83	83	83	83	83
汽車使用	-0.158	0.023	<b>0.455***</b>	-0.123	<b>0.662***</b>	<b>0.52***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車使用	-0.148	-0.096	0.069	-0.148	-0.148	<b>-0.232***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
	平均旅次長 度	平均上班旅 次長度	大眾運輸路 網密度(每 千人長度)	大眾運輸路 網保守密度 (每千人長 度)	大眾運輸路 網保守密度 (每公頃長 度)	每百萬人計 程車數
汽車持有率	<b>0.462***</b>	<b>0.523***</b>	0.108	0.283	0.085	<b>-0.533***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車持有率	<b>-0.257***</b>	<b>-0.278***</b>	-0.161	<b>-0.124***</b>	0.012	<b>0.388***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
汽車使用	<b>0.502***</b>	<b>0.581***</b>	-0.086	-0.056	<b>-0.302***</b>	<b>-0.304***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車使用	-0.088	-0.132	-0.015	-0.201	-0.197	0.11
樣本數	83	83	83	83	83	83

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

表 7.2-6、城市層級變數相關分析表 (續)

	大眾運輸車 輛數 (每百 萬人)	大眾運輸服 務水準 (每 人延車公 里)	大眾運輸服 務水準 (每 公頃延車公 里)	大眾運輸平 均速率	平均大眾運 輸車輛使用 人數	平均大眾運 輸座位使用 人數
汽車持有率	<b>-0.225***</b>	<b>-0.293***</b>	<b>-0.434***</b>	<b>0.356***</b>	<b>-0.405***</b>	<b>-0.493***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車持有率	-0.092	-0.094	0.074	<b>-0.248***</b>	0.133	0.197
樣本數	83	83	83	83	83	83
汽車使用	-0.158	<b>-0.226***</b>	-0.187	<b>0.226***</b>	<b>-0.286***</b>	<b>-0.241***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車使用	0.138	0.135	<b>0.218***</b>	-0.03	0.048	0.121
樣本數	83	83	83	83	83	83
	大眾運輸平 均每人票 箱收入	道路負荷 (每公里汽 車數)	道路負荷 (每公里機 車數)	道路負荷 (每公里汽 車行駛里 程)	道路負荷 (每公里機 車行駛里 程)	平均每公里 油價
汽車持有率	<b>0.394***</b>	0.047	<b>-0.418***</b>	<b>0.271***</b>	<b>-0.451***</b>	<b>-0.456***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車持有率	-0.146	0.133	<b>0.804***</b>	-0.075	<b>0.827***</b>	-0.059
樣本數	83	83	83	83	83	83
汽車使用	<b>0.234***</b>	<b>-0.378***</b>	<b>-0.32***</b>	<b>0.243***</b>	<b>-0.285***</b>	<b>-0.313***</b>
樣本數	83	83	83	83	83	83
機車使用	-0.097	-0.051	-0.036	-0.052	0.121	0.096
樣本數	83	83	83	83	83	83
	平均私人運 輸成本 (每 延人公里)	平均大眾運 輸成本 (每 延人公里)	大眾運輸使 用成本比例 (每延人公 里)	CBD 最高停 車費 (第一 小時)		
汽車持有率	<b>-0.584***</b>	<b>0.511***</b>	-0.147	-0.203		
樣本數	83	83	83	83		
機車持有率	0.098	<b>0.304***</b>	<b>0.373***</b>	0.158		
樣本數	83	83	83	83		
汽車使用	<b>-0.433***</b>	<b>0.233***</b>	0.031	<b>-0.222***</b>		
樣本數	83	83	83	83		
機車使用	-0.033	<b>0.216***</b>	0.063	0.042		
樣本數	83	83	83	83		

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

表 7.2-7、城市層級變數相關分析表 (續)

	汽車持有率	機車持有率	汽車使用	機車使用
<b>汽車持有率</b>	1	<b>-0.326***</b>	<b>0.338***</b>	<b>-0.356***</b>
樣本數	83	83	83	83
<b>機車持有率</b>	<b>-0.326***</b>	1	<b>-0.339***</b>	-0.115
樣本數	83	83	83	83
<b>汽車使用</b>	<b>0.338***</b>	<b>-0.339***</b>	1	0.129
樣本數	83	83	83	83
<b>機車使用</b>	<b>-0.356***</b>	-0.115	0.129	1
樣本數	83	83	83	83

資料來源：千禧年城市永續運輸資料庫 2001 年各城市資料。

### 模式估計

城市層級汽機車持有與使用模式同樣以近似無相關迴歸法估計聯立迴歸模式。在估計聯立模式之前同樣先使用逐步迴歸法估計各因變數之迴歸模式。其結果顯示汽車持有率受機車持有率、汽車使用、職業密度、平均國民所得、道路密度(每千人長度)、高速公路密度(每千人長度)、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、大眾運輸服務水準(每公頃延車公里)、平均每公里油價顯著影響。機車持有率受汽車持有率、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比、平均私人運輸成本、平均大眾運輸成本顯著影響。汽車使用會受汽車持有率、機車持有率、高速公路密度(每千人公里)、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、大眾運輸服務水準、平均私人運輸成本、大眾運輸使用成本比例顯著影響。機車使用受汽車持有、機車持有、CBD 內停車位、高速公路密度、平均大眾運輸成本(每延人公里)顯著影響。以上述之變數進行聯立模式之估計，而根據 6.1 節所述之聯立方程認定條件，本模型各方程式皆有足夠之外生變數，亦為適足認定，可估計各變數之係數。聯立模式估計結果四個方程式中皆有至少一個顯著之內生變數，顯示聯立關係之必要性。其中汽車持有率模式如下式(12)，調整後解釋能力為 0.847。汽車使用模式如下式(13)，調整後解釋能力為 0.704。機車持有率模式如下式(14)，調整後解釋能力為 0.315。機車使用模式如下式(15)，調整後解釋能力為 0.295。

$$\begin{aligned}
 \text{汽車持有率} = & 65.321 - 0.451 * \text{機車持有率} \\
 & + 22.736 * \text{汽車使用} \\
 & - 11.622 * \text{職業密度} \\
 & + 22.939 * \text{平均國民所得} \\
 & + 12.381 * \text{高速公路密度(每千人長度)} \\
 & + 127.685 * \text{平均每人每日旅次數} \\
 & + 19.668 * \text{平均旅次長度} \\
 & - 28.198 * \text{大眾運輸路網保守密度(每千人長度)} \\
 & - 0.154 * \text{平均每公里油價}
 \end{aligned} \tag{12}$$

$$\begin{aligned}
\text{汽車使用} = & 1.211 + 0.024 * \text{汽車持有率} \\
& - 0.022 * \text{機車持有率} \\
& + 0.419 * \text{高速公路密度(每千人長度)} \\
& + 4.229 * \text{平均每人每日旅次數} \\
& + 0.739 * \text{平均旅次長度} \\
& - 0.851 * \text{大眾運輸路網保守密度(每千人長度)} \\
& - 0.002 * \text{平均私人運輸成本(每延人公里)} \\
& + 2.787 * \text{大眾運輸使用成本比例(每延人公里)} \quad (13)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{機車持有率} = & 28.465 - 4.892 * \text{機車使用} \\
& + 11.111 * \text{職業密度} \\
& - 0.117 * \text{大眾運輸服務水準(每公頃延車公里)} \quad (14)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{機車使用} = & 9.772 - 0.006 * \text{汽車持有率} \\
& - 0.020 * \text{機車持有率} \\
& - 0.729 * \text{平均國民所得} \\
& - 0.003 * \text{平均私人運輸成本(每延人公里)} \quad (15)
\end{aligned}$$

由模式得知，汽車持有率每千人增加 1 輛車，將使汽車使用平均每年每車行駛里程增加 24 公里，機車使用平均每年每車行駛里程減少 6 公里。汽車使用平均每年每車行駛里程增加 1000 公里，將使得汽車持有率每千人增加 22.736 輛車。以上結果顯示汽車持有率與汽車使用量成同向變動，持有率上升顯示私人運具取得便利將導致使用量上升，而使用量上升顯示對於私人運具需求提高亦會導致持有率上升。

機車持有率每千人增加 1 輛車，將使汽車持有率每千人減少 0.451 輛車，汽車使用平均每年每車行駛里程減少 22 公里，機車使用平均每年每車行駛里程減少 20 公里。機車使用平均每年每車行駛里程增加 1000 公里，將使得機車持有率每千人減少 4.892 輛車。以上結果顯示機車與汽車替代運具，機車持有率上升將導致汽車持有率與汽車使用量降低。而機車使用量增加卻導致機車持有率下降，可能原因包含使用習慣差異與運具特性。機車持有率以東南亞地區(包含:台灣、泰國、越南、印尼、馬來西亞等)較高，這些地區以機車作為通勤工具，相較於先進國家將機車視為休閒運動之工具擁有持有率高、使用量較低的特性。此外，機車之舒適性較差，當機車使用量增加使用者傾向使用其他運具，使得機車使用量與機車持有率成反向變動。

職業密度與汽車持有率呈負相關，與機車持有率呈正相關。顯示職業密度增加，將使得汽車持有率降低、機車持有率上升。職業密度每公頃增加 10 人，將使得汽車持有率每千人下降 11.622 輛車，機車持有率每千人上升 11.111 輛車。

結果顯示職業密度集中有助於降低汽車持有率，但卻會使得使用較為便利之機車持有率上升，有轉移效果存在。

平均國民所得每上升一萬美元，汽車持有率將增加每千人 22.939 輛車，機車使用平均每年每車減少 729 公里。結果顯示國民所得增加，國民富裕程度上升將導致使用者使用更加舒適性、安全性較高之汽車，減少機車之使用。

高速公路密度（每千人長度）每千人增加 1000 公尺，將使汽車持有率每千人增加 12.381 輛車，汽車使用平均每年每車增加 419 公里。顯示高速公路密度增加，汽車可及性與移動性增加將導致汽車持有率與使用量增加。

大眾運輸路網保守密度（每千人長度）每千人增加 1000 公尺，將使汽車持有率每千人減少 28.198 輛車，汽車使用平均每年每車減少 851 公里。顯示大眾運輸路網的健全將有助於吸引民眾使用大眾運輸系統，進而降低汽車持有與使用。

平均每人每日旅次數每增加一次，將使汽車持有率每千人增加 127.68 輛車，汽車使用平均每年每車增加 4229 公里。顯示平均每人每日旅次數為影響汽車持有與使用最重要之變數，平均每人每日旅次數隨商業活動熱絡而增加，將導致汽車使用之需求增加。

平均旅次長度每增加 1 公里，汽車持有率每千人增加 19.668 輛車，汽車使用平均每年每車增加 739 公里。顯示平均旅次長度同樣為影響汽車持有率與汽車使用之重要變數，旅次長度上升汽車持有與使用皆同向上升。

平均私人運輸成本（每延人公里）每增加 1 美分，汽車使用平均每年每車減少 2 公里，機車使用平均每年每車減少 3 公里。顯示私人運輸成本上升，汽機車使用量將同時減少。

大眾運輸使用成本比例（每延人公里）每增加 1 單位，將導致汽車使用平均每年每車增加 2787 公里，顯示大眾運輸系統必須靠低廉的使用成本留住使用者，一旦大眾運輸使用成本比例上升，將使得民眾轉向使用汽車。

平均每公里油價每公升上升 1 美元，將使得汽車持有率每千人下降 0.154 輛車。顯示平均每公里油價上升將導致汽車持有率降低，進而影響汽車使用量。

大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）每公頃上升 1 延車公里，將導致機車持有率每千人下降 0.117 輛車，顯示大眾運輸服務水準的提昇有助於降低機車持有。

### 7.3 政策意涵

本小節將透過本章估計之模式與各城市資料之實證分析提出管理意涵，其中飽和率判別分析結果將配合各飽和率平均數差異檢定提出管理意涵。

1. 由各飽和率平均數差異檢定得知，低飽和率城市在人口密度、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比等變數上皆顯著高於高飽和率城市。汽機車持有使用聯立模式亦顯示職業密度上升將使得汽車持有率下降。說明人口及商業活動較為集中之城市一般擁有較低之汽車持有率。然而機車持有模式顯示，職業密度上升將使得機車持有率上升。顯示人口集中之城市，雖不利於汽車持有，但卻有利於機車持有。因此，雖然人口集中度高的地區因不利於汽車持有而有較佳之機會發展大眾運輸，但該地區亦有利於機車持有率，汽機車持有與使用聯立模式顯示職業密度上升汽車持有率下降量大多會轉移至持有機車，顯示職業密度集中雖然有較佳之機會發展大眾運輸，但亦有可能轉移至使用機車，故在都市化導致就業人口集中的過程中應加強大眾運輸系統的發展已達抑制私人運具之目的。
2. 根據判別函數及各飽和率平均數差異檢定可發現道路供給指標：道路密度、高速公路密度等變數越高，較容易為汽車高飽和率城市。汽機車持有使用聯立模式中，高速公路密度與汽車持有與汽車使用呈正向變動。以上結果顯示高速公路供給越多越有利於汽車持有使用，若欲抑制私人運具發展應更審慎評估各高速公路興建計畫。
3. 由汽機車持有使用聯立模式發現，平均每人每日旅次數增加將使得汽車持有、汽車使用量增加。平均旅次長度增加亦會使得汽車持有、汽車使用量增加。由模式估計結果發現平均每人每日旅次數與平均旅次長度為影響汽車持有及使用之相對重要變數。顯示平均每人每日旅次數隨經濟活動熱絡而增加時，對於汽車之持有與使用亦會提高，然而值得一提的是根據汽機車持有使用聯立模式，改善大眾運輸服務水準、增加大眾運輸路網保守密度、降低大眾運輸使用成本比例皆有助於減少汽車持有與使用，故在經濟發展過程中應持續加強大眾運輸發展，提供更強之誘因吸引使用者使用大眾運輸系統。
4. 由汽機車持有使用聯立模式，汽機車為替代運具，兩運具之使用者會針對各外在因素改變而變更其運具選擇行為。由聯立模式亦可發現，外變因素的變動對於汽車持有與使用有較顯著之影響，對於機車持有與使用之影響大多是透過汽車持有與使用之間接效果。然而由係數可知，汽車持有與使用之變動

對於機車持有與使用的影響並不強烈。說明機車為較強勢之運具，一旦使用者購買並使用機車作為運具，將不亦透過外在管理策略影響該使用者，故在籌劃各項私人運具管理策略時，需審慎考慮使否會造成使用者轉移至使用機車，提供更有利之條件吸引使用者使用大眾運輸，避免使用者轉移至機車後難以將使用者重新吸引至大眾運輸。



## 第八章、結論與建議

本研究分別建立全國與城市層級汽機車持有與使用模式，同時考慮汽機車間聯立關係與持有及使用間聯立關係。建立之模式包含：全國層級汽機車持有長期預測模式、全國層級汽機車持有與使用模式、城市層級汽機車持有長期預測模式、城市層級汽機車持有與使用模式。其中全國層級與城市層級汽機車持有長期預測模式透過判別分析設定我國及台北都會區汽車飽和率，機車飽和率則以人口比例推估。汽機車持有與使用模式則考慮各種汽機車持有與使用聯立關係，挑選出較佳之持有與使用模式。本研究考慮之解釋變數較其他研究豐富，提供更多實證分析結果，並提供相關政策意涵，可作為往後推估我國及各都會區汽機車持有使用資參考，並可提供相關政策研擬時的之量化參考依據。

### 8.1 結論

本研究應用判別分析設定全國及台北都會區汽車飽和率，以羅吉斯非線性迴歸建立汽車持有長期預測模式；全國層級判別分析應用已達飽和之國家共 18 國資料，全國層級汽機車持有長期預測模式以設定之飽和率配合平均國民所得為解釋變數估計汽機車持有長期預測模式，使用之資料為我國時間序列資料自民國 52 年至民國 96 年共 45 年之資料。全國層級汽機車持有與使用模式由於變數缺漏嚴重，使用單一國家多年份放大樣本方式，採計資料完整之奧地利、法國、荷蘭、挪威、西班牙、瑞典、瑞士、美國等七國，單一國家五筆資料。我國受限於汽機車使用資料僅有近三年份資料採計三筆資料。使用解釋變數包含 (1) 國家地理社經變數：國土面積、人口密度、平均國民所得、公路密度。(2) 大眾運輸變數：軌道運輸比例、公車行駛里程。(3) 私人運輸變數：道路交通負荷、汽油價格。(4) 相關稅費變數：汽車取得成本、汽車持有成本、汽車使用成本等。

城市層級判別分析應用已達飽和之城市共 27 個城市資料，城市層級汽機車持有長期預測模式以設定之飽和率配合平均國民所得為解釋變數估計汽機車持有長期預測模式，使用之資料為我國時間序列資料自民國 73 年至民國 95 年共 23 年之資料。城市層級汽機車持有與使用模式使用包含台北都會區在內的 93 個城市估計模式。使用解釋變數包含 (1) 城市地理社經變數：人口密度、職業密度、CBD 佔區域工作數百分比、平均國民所得、道路密度 (每千人長度)、道路密度 (每公頃長度)、高速公路密度 (每千人長度)、高速公路密度 (每公頃長度)、CBD 內停車位 (每千工作數)、每人每日大眾運輸旅次、每人每日私人運輸旅次、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、平均上班旅次長度。(2) 大眾運輸變數：大眾運輸路網密度 (每千人長度)、大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)、大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)、每百萬人計程車數、大眾運輸車輛數 (每百

萬人)、大眾運輸服務水準(每人延車公里)、大眾運輸服務水準(每公頃延車公里)、大眾運輸平均速率、平均大眾運輸車輛使用人數、平均大眾運輸座位使用人數、大眾運輸平均每人票箱收入。(3)私人運輸變數:道路負荷(每公里汽車數)、道路負荷(每公里機車數)、道路負荷(每公里汽車行駛里程)、道路負荷(每公里機車行駛里程)、平均每公里油價。(4)相關成本變數:平均私人運輸成本(每延人公里)、平均大眾運輸成本(每延人公里)、平均大眾運輸使用成本比例(每延人公里)、CBD最高停車費(第一小時)等。茲將本研究獲得之相關結論歸納如下:

1. 根據蒐集之世界各國資料以判別分析預判我國之汽車飽和率。判別分析中以標準化係數建立判別函數,並透過標準化係數了解影響全國飽和率的首要變數為公路密度,其次為汽車取得成本、汽車持有成本。公路密度越高越容易趨於高飽和率;汽車取得成本、汽車持有成本越高則越容易趨於低飽和率。平均國民所得受到樣本皆為已飽和之高所得國家,重要性不如上述變數,顯示隨平均國民所得上升,汽車持有率固然會隨之上升,但亦可透過其他管理策略抑制汽車持有率之飆升。而判別分析結果預判我國為中飽和率國家,汽車飽和率為每千人持有472輛汽車。而根據設定之飽和率估計之全國層級汽車持有長期預測模式顯示對於我國歷年資料解釋能力高達0.989。
2. 我國機車持有率為全球最高,無法透過相同方式推估我國機車持有飽和率,僅能根據人口比例特性推估我國機車持有率,推估之飽和率為每千人持有760輛機車。在此飽和率設定下估計我國機車持有長期預測模式,該模式解能力為0.961。
3. 全國層級汽機車持有與使用模式將汽機車間聯立關係、持有與使用間聯立關係納入模式估計中。模式估計結果顯示汽車持有率與平均國民所得、公路密度呈正向變動;與人口密度呈負向變動。汽車使用與機車使用、公路密度呈正向變動;與汽車使用成本呈負向變動。機車使用與汽車使用、道路交通負荷、汽車使用成本呈正向變動;與人口密度呈負向變動。顯示公路路網的擴建,提高公路密度將有利於發展私人運具,人口密度高的地區因人口集中商業活動較為集中有利於發展大眾運輸。汽車使用成本的上升將導致汽車使用減少,機車使用增加,其結果顯示汽機車間之替代關係。道路交通負荷上升將導致道路擁擠程度上升,將使機車使用量增加。
4. 根據蒐集之各城市資料預判台北都會區之汽車飽和率。以逐步判別分析進行判別函數估計,結果顯示每人每日私人運輸旅次數為影響城市汽車持有飽和率之首要變數,其次為高速公路密度、平均私人運輸成本。配合各飽和率平均值差異檢定可發現,高飽和率城市有以下特性:平均國民所得較高、道路

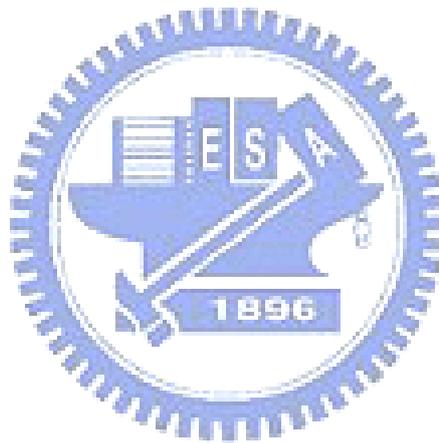
與高速公路密度較高、平均每人旅次及平均每人私人運輸旅次數較高等。而低飽和率城市則具有：人口集中、大眾運輸路網密度較高、大眾運輸服務水準較高、私人運具使用成本較高等特性。判別分析結果預判台北都會區為低飽和率城市，汽車飽和率為每千人持有 364 輛汽車。根據該飽和率估計台北都會區汽車持有長期預測模式之解釋能力為 0.996。

5. 城市層級機車持有飽和率同樣以人口比例推估，設定為每千人 760 輛機車。在此一飽和率設定下，該模式解釋能力為 0.995。
6. 城市層級汽機車持有與使用模式同樣考慮汽機車間聯立關係、持有與使用間聯立關係。模式估計結果顯示汽車持有率與汽車使用、平均國民所得、高速公路密度（每千人長度）、平均每人每日旅次數、平均旅次長度呈正向變動；與機車持有率、職業密度、大眾運輸路網保守密度（每千人長度）、平均每公里油價呈負向變動。機車持有率與職業密度呈正向變動；與機車使用、大眾運輸服務水準（每公頃延車公里）呈負向變動。汽車使用與汽車持有率、高速公路密度、平均每人每日旅次數、平均旅次長度、大眾運輸使用成本比例呈正向變動；與機車持有率、大眾運輸路網保守密度（每千人長度）、平均私人運輸成本呈負向變動。機車使用與汽車持有率、機車持有率、平均國民所得、平均私人運輸成本呈負向變動。
7. 由上述模式可知，人口集中程度影響到大眾運輸的發展，人口集中度高有利於發展大眾運輸，道路密度越高越有利於私人運具。平均每人每日旅次數隨經濟成長增加時，將使得民眾使用私人運具之意願提高，將導致車輛持有趨於高飽和。大眾運輸路網越密集、服務水準越高、使用意願越高越容易趨於低飽和城市。增加私人運輸成本為抑制私人運具之有效作法。增加私人運輸成本之作法包含（1）增加車輛取得與持有成本：課徵奢侈稅、進行車輛總額管制、提高牌照稅、提高註冊登記費、提高駕駛執照費、實施買車自備停車位、限制車輛使用年限、提高車輛保險費用等。（2）提高車輛使用成本：課徵能源稅、提高燃油價格、提高燃料稅、提高空污費、提高車輛定檢次數或標準、道路擁擠定價等。

## 8.2 建議

1. 民眾為從事各種商業及社交活動而產生運輸旅次之衍生需求，其運輸需求可透過大眾運輸系統或私人運具完成，而大眾運輸系統與私人運具之間的取捨則來自於民眾之偏好。即便大眾運輸系統發展完善，民眾對於私人運具提供之機動力仍有需求。民眾對機動力之需求會直接影響私人運具之持有率，而機動力之總需即為持有率之飽和點。如能更適當估算民眾對機動力之需求總量，將有助於改善機動車輛飽和率之推估。此外，汽機車為相互競爭之替代運具，此兩運具對於機動車輛持有狀況之替代率亦為值得深入研究之課題。
2. 機車之持有與使用模式解釋能力皆不如汽車模式，顯示仍有其他影響機車持有與使用之重要變數未納入模式中。檢視機車持有資料，發現機車持有以東南亞地區（包含：台灣、泰國、越南、印尼、馬來西亞等）較高。推測導致東南亞機車持有較高之可能原因包含氣候條件佳、文化背景優勢與經濟發展過程等三項。東南亞地區屬於熱帶與亞熱帶地區，相較於西方國家冬天降雪導致機車無法使用之窘況，東南亞氣候溫熱擁有較佳的氣候條件。此外，東南亞國家與西方國家對於機車使用看法不一致，西方國家機車之主要用途為休閒旅次，而東南亞國家則以機車作為商業活動通勤運具。最後，西方國家大多屬於已開發國家，在經濟發展過成中，受到產業發展影響，略過機車運具發展之過程，使得機車持有與使用習慣與東南亞國家不同；而東南亞國家大多屬於未開發國家或開發中國家，機車提供使用者價格低廉、機動性強的運具特性，廣受使用者青睞，導致機車持有率較高。
3. 機車擁有佔用空間少、停車便利、低油耗、機動性強之特性，為相當強勢之私人運具；但其污染排放較汽車更為嚴重，故為達永續運輸之目的需針對機車進行管理。一般汽機車常用之管理策略包含提高燃料價格、限制停車場所等。然而由於機車油耗遠較汽車為低，每公升汽油約可行駛五十至六十公里，使得提高燃料價格策略難以奏效；而機車佔用空間少、停車便利，因此限制停車場所策略亦難收成效。然而，一旦使用者選擇以機車作為運具，即難以重新將使用者吸引至大眾運輸系統，故若欲有效管理機車持有與使用，必須在經濟發展過程中積極發展大眾運輸系統。北高兩市即為最鮮明之案例，台北市在經濟發展過程中亦不斷發展大眾運輸，使得機車持有率維持在較低水準。高雄市機車持有率居全台之冠，爾後雖然積極發展大眾運輸系統，但仍難吸引機車使用者改用大眾運輸系統，以至於大眾運輸發展不順。

4. 本研究受限於我國交通相關統計指標之不足，無法針對我國歷年資料仔細研究影響我國汽機車持有與使用之影響變數。此外，各縣市政府發佈之統計指標不盡相同，使得資料收集不易，建議各縣市政府將國際交通組織所蒐集之相關變數納入交通統計資料，以利於往後相關研就之進行。
5. 針對全國汽機車持有與使用模式採用國際道路組織資料庫，但該資料庫對於部份資料缺漏甚大，使得可用之變數與樣本數不如預期，若能獲得更加豐富、正確的相關資料將有助於提高模式準確性。
6. 汽機車持有長期預測模式使用羅吉斯非線性迴歸估計，該模式必須預先設定飽和率方能估計，若能透過其他無須預設飽和率之方法估計汽機車持有長期預測模式，將獲得更客觀之參考依據。



## 參考文獻

- [1]. 交通部統計處 (民國95年)，自用小客車使用狀況調查，交通部統計處。
- [2]. 交通部統計處 (民國95年)，機車使用狀況調查，交通部統計處。
- [3]. 交通部統計處 (民國95年)，機車使用狀況調查報告，交通部統計處。
- [4]. 交通部運輸研究所 (民國96年)，運輸研究統計資料彙編-96年，交通部運輸研究所。
- [5]. 孫珮珊 (民國93年)，台灣地區各縣市汽機車持有模式之建立，暨南國際大學，碩士論文。
- [6]. 張新立、吳宗修、吳舜丞、楊政樺 (民國91年)，我國機車持有與使用特性之研究，交通部運輸研究所、國立交通大學。
- [7]. 藍武王 (民國85年)，小客車持有與管理措施之研究，行政院研究發展考核委員會委託研究報告。
- [8]. 藍武王、邱裕鈞 (民國85年)，各國小客車持有與使用特性之比較分析，第四屆海峽兩岸都市交通學術研討會論文集，天津大學。
- [9]. 藍武王、邱裕鈞、許書耕 (民國84年)，影響小汽車持有率之判別分析與成長預測，中華民國運輸學會第十屆論文研討會，273-278。
- [10]. 陳順宇 (民國87年)，多變量分析，華泰書局。
- [11]. Button, K. Ngoe, N. and Hine, J. (1993), "Modelling vehicle ownership and use in low income countries," *Journal of Transportation Economics and Policy*, Vol. 27, pp. 51-51.
- [12]. Dargay, J. and Gately, D. (1999), "Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960-2015," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 33, pp. 101-138.
- [13]. Dargay, J. Gately, D. and Sommer, M. (2007), "Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030," *Energy Journal-Cambridge Ma Then*

*Cleveland*, Vol. 28, pp. 143.

- [14]. Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980), "Author economics and consumer behavior," *Cambridge; Cambridge University Press*.
- [15]. Hess, A.C. (1977), "A comparison of automobile demand equations," *Econometrica* , Vol. 45, pp. 683-702.
- [16]. Kain J.F. and Beesley, M.E. (1965), "Forecasting car ownership and use," *Urban Studies*, Vol. 2, pp. 163-185.
- [17]. Khan and Willumsen, L.G. (1986), "Modelling car ownership and use in developing countries," *Traffic Engineering and Control*, Vol. 27, pp. 554-560.
- [18]. Medlock, K.B. and Soligo, R. (2002), "Car ownership and economic development with forecasts to the year 2015," *Journal of Transportation Economics and Policy*, Vol. 36, pp. 163-188.
- [19]. Mogridge, M.J.H. (1989), "The prediction of car ownership and use revisited," *Journal of Transportation Economics and Policy*, Vol. 23, pp. 55-74.
- [20]. Ogut, K.S. (2004), "S-curve models to determine the car ownership in Turkey," *ARI: The Bulletin of Istanbul Technical University*, Vol. 54, pp. 65-69.
- [21]. Ogut, K.S. (2006), "Modeling car ownership in Turkey using fuzzy regression," *Transportation Planning and Technology*, Vol. 29, pp. 233-248.
- [22]. Prevedouros, P.D. and An, P. (1998), "Automobile ownership in Asian countries: Historical trends and forecasts," *ITE Journal*, Vol 68, pp. 24-29.
- [23]. Romilly, P. Song, H. and Liu, X. (2001), "Car ownership and use in Britain: A comparison of the empirical results of alternative cointegration estimation methods and forecasts," *Applied Economics*, Vol. 33, pp. 1803-1818.
- [24]. Sillaparcharn, P. (2007), "Modeling of vehicle ownership: Case study of Thailand," *Transportation Research Record*, 2038, pp. 98-104.
- [25]. Tanner, J.C. (1958), "An analysis of increases in motor vehicles in Great Britain

and the United States," *Research Note, Harmondworth: Road Research Laboratory, RN/3340.*

[26]. Tanner, J.C. (1962), "Forecasts of future numbers of vehicles in Great Britain," *Roads and Road Construction*, Vol. 40, pp. 236-274.

[27]. Tanner, J.C. (1974), "Forecasts of vehicles and traffic in Great Britain: 1974 revision," *Access and Mobility Division*, Transport Operations Department, Transport and Road Research Laboratory.

[28]. Tanner, J.C. (1977), "Car ownership trends and forecasts," *Access and Mobility Division*, Transport Operations Department, Transport and Road Research Laboratory.

[29]. Tanner, J.C. (1983) "International comparisons of cars and car usage," *Access and Mobility Division*, Transport Operations Department, Transport and Road Research Laboratory.

[30]. Tishler, A. (1982), "The demand for cars and the price of gasoline: The user cost approach," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, pp. 184-190.

[31]. World Road Statistics Compilation - data 1963 – 2008, International Road Federation. <http://www.irfnet.org/statistics.php>

[32]. Millennium Cities Database for Sustainable Transport (2001), International Association of Public Transport.

<http://www.uitp.org/publications/index2.cfm?id=5>

## 附錄

城市	Graz	Vienna	Brussels	Copenhagen	Helsinki	Lille	Lyon	Marseille	Nantes	Paris
人口密度	3.73	6.94	7.24	2.85	3.30	6.05	4.74	5.87	3.58	4.76
職業密度	2.14	3.71	4.76	1.50	1.62	2.10	2.05	2.19	1.62	2.13
CBD 佔區域工作數百分比	22.00	11.79	26.68	14.14	21.33	10.24	15.06	19.80	12.47	18.07
平均國民所得	3.16	3.93	2.80	3.71	2.83	2.64	4.16	2.93	3.23	4.13
道路密度 (每千人長度)	3.64	1.77	1.97	4.57	3.36	3.30	2.43	1.63	5.24	1.93
高速公路密度 (每千人長度)	7.08	2.64	3.69	11.90	14.93	16.10	6.77	4.13	12.73	6.68
道路密度 (每公頃長度)	13.59	12.30	14.29	13.03	11.08	20.00	11.52	9.56	18.79	9.17
高速公路密度 (每公頃長度)	2.64	1.83	2.67	3.39	4.93	9.75	3.21	2.43	4.56	3.18
CBD 內停車位 (每千工作)	2.90	2.11	2.75	2.21	3.81	5.72	3.78	4.25	5.55	1.42
每人每日大眾運輸旅次數	0.58	0.86	0.48	0.46	0.58	0.25	0.40	0.41	0.42	0.48
每人每日私人運輸旅次數	1.49	1.19	1.12	1.61	1.58	2.15	1.97	1.77	1.85	1.25
平均每人每日旅次數	3.20	2.86	2.55	2.97	2.92	3.45	3.53	3.33	3.16	2.83
平均旅次長度	5.80	5.00	11.10	11.00	8.00	4.20	6.50	5.00	7.20	6.90
平均上班旅次長度	7.30	7.50	9.90	12.40	12.00	4.50	7.60	6.20	4.80	9.10
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	9.76	8.03	31.08	36.38	107.87		12.64	7.55	12.98	16.53
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.32	1.68	1.85	2.67	1.81		1.68	0.26	0.52	1.50
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	1.17	11.68	13.36	7.62	5.96		7.98	1.54	1.88	7.12
每百萬人計程車數	19.87	27.63	14.98	15.48	17.62	2.48	10.85	14.40	3.95	16.08
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	8.90	13.69	16.13	10.53	17.33	6.90	11.79	9.41	6.18	13.80
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	43.57	84.25	85.00	104.40	111.84		49.19	36.95	33.93	71.34
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	16.25	58.45	61.53	29.74	36.91		23.32	21.69	12.16	33.97
大眾運輸平均速率	17.09	24.86	24.55	36.36	29.91		20.17	21.17	20.02	31.63
平均每大眾運輸車輛使用人數	35.89	19.49	18.97	16.32	17.61		11.18	14.61	23.52	24.71
平均每大眾運輸座位使用人數	0.90	0.43	0.37	0.33	0.35		0.30	0.44	0.68	0.59
平均每人次票箱收入	0.48	0.56	0.58	1.01	0.69		0.57	0.69	0.44	0.83
道路負荷 (每公里汽車數)	116.37	210.29	229.92	60.17	95.92	118.75	195.98	244.49	88.05	216.98
道路負荷 (每公里機車數)	15.82	16.55	7.42	1.93	3.28	11.00	16.07	11.46	9.22	31.46
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	131.66	229.19	206.22	102.14	120.45	165.00	202.05	217.69	94.03	204.30
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	3.45	4.27	1.73	0.91	0.33	3.30	3.46	9.23	1.90	10.79
平均每公里油價	22.30	22.14	30.34	22.87	30.70	35.62	22.55	32.00	29.04	22.73
平均私人運輸成本 (每延人公里)	112.17	96.24	105.96	66.73	142.08	133.27	94.90	156.93	125.62	109.02
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	34.39	33.83	32.45	33.87	37.80		44.67	56.65	21.42	26.58
使用成本比例 (每延人公里)	0.31	0.35	0.31	0.51	0.27		0.47	0.36	0.17	0.24
CBD 最高停車費 (第一小時)	50.17	30.25	48.55	97.31	97.21	59.39	73.55	55.65	48.60	776.96
汽車持有率	424.16	372.88	453.96	275.26	322.09	392.28	476.23	398.08	461.70	418.02
機車持有率	57.65	29.35	14.64	8.82	11.00	36.34	39.05	18.66	48.35	60.61
汽車使用	11.31	10.90	8.97	16.97	12.56	13.89	10.31	8.90	10.68	9.42
機車使用	2.18	2.58	2.34	4.74	1.02	3.00	2.16	8.05	2.06	3.43

城市	Berlin	Frankfurt	Hamburg	Dusseldorf	Munich	Ruhr	Stuttgart	Athens	Bologna	Milan
人口密度	5.60	4.76	3.84	4.92	5.57	3.65	5.89	6.94	7.66	6.70
職業密度	2.48	3.87	2.23	3.52	3.23	1.46	4.33	3.01	3.11	3.03
CBD 佔區域工作數百分比	20.16	20.46	16.36	34.26	36.29	4.77	22.48	17.33	10.32	11.82
平均國民所得	2.35	5.46	3.73	4.37	5.47	3.30	4.03	1.15	2.50	2.76
道路密度 (每千人長度)	1.50	2.02	2.56	2.10	1.72	2.98	2.46	4.52	2.32	1.81
高速公路密度 (每千人長度)	1.84	15.46	4.80	11.91	4.53	10.66	11.78	3.87	6.71	5.18
道路密度 (每公頃長度)	8.37	9.61	9.83	10.35	9.56	10.87	14.50	31.38	17.76	12.15
高速公路密度 (每公頃長度)	1.03	7.37	1.84	5.86	2.52	3.89	6.95	2.69	5.14	3.47
CBD 內停車位 (每千工作)	1.74	1.69	1.85	1.61	2.71	1.61	3.10	2.25	1.07	5.46
每人每日大眾運輸旅次數	0.72	0.56	0.40	0.63	0.73	0.42	0.69	0.43	0.71	0.48
每人每日私人運輸旅次數	1.35	1.10	1.79	1.35	1.08	1.48	1.46	1.27	1.52	1.77
平均每人每日旅次數	3.05	2.64	2.90	3.00	2.67	2.80	3.11	1.93	2.84	3.18
平均旅次長度	5.90	7.10	9.10	7.50	8.80	9.10	7.20	9.00	6.50	7.60
平均上班旅次長度	9.80	9.70	9.70	10.60	9.40	11.40	10.70	8.40	7.50	7.20
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	8.09	25.97	13.30	15.29	22.39	13.70	15.10	13.07	4.02	9.34
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	1.40	2.18	1.27	2.22	2.76	1.76	2.13	0.55	1.00	0.00
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	7.85	10.38	4.87	10.92	15.38	6.42	12.57	3.84	7.66	0.00
每百萬人計程車數	19.03	26.21	23.42	33.27	26.43	15.63	11.83	43.29	25.00	14.06
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	14.32	11.81	11.57	8.73	11.81	6.43	11.53	7.05	13.98	10.67
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	115.31	73.84	78.26	58.50	101.94	47.86	57.52	37.29	67.85	34.94
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	64.45	35.18	30.05	28.80	56.74	17.49	33.90	25.89	51.99	23.41
大眾運輸平均速率	26.62	27.04	31.17	26.41	34.99	27.71	28.43	20.00	20.43	15.50
平均每大眾運輸車輛使用人數	15.05	15.81	18.48	20.60	25.72	20.62	23.37	25.68	21.82	19.05
平均每大眾運輸座位使用人數	0.29	0.29	0.36	0.36	0.49	0.34	0.45	0.97	0.45	1.44
平均每人次票箱收入	0.77	1.09	0.90	0.65	0.60	0.61	0.61	0.17	0.31	0.39
道路負荷 (每公里汽車數)	237.00	223.65	163.38	237.76	273.22	159.98	202.22	67.05	175.26	331.83
道路負荷 (每公里機車數)	12.19	9.73	6.84	11.16	15.00	9.95	10.14	12.77	21.23	36.44
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	205.36	260.00	198.99	262.89	264.75	194.34	225.13	78.88	159.60	285.04
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	3.33	1.64	2.82	3.07	6.19	4.46	3.72	11.45	7.64	12.37
平均每公里油價	45.46	19.56	28.61	24.40	19.52	32.36	26.46	70.60	38.38	34.76
平均私人運輸成本 (每延人公里)	188.19	70.18	80.71	89.37	79.95	110.01	101.83	214.77	139.86	129.40
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	47.77	46.07	32.92	27.27	18.54	25.13	54.83	32.63	30.46	47.28
使用成本比例 (每延人公里)	0.25	0.66	0.41	0.31	0.23	0.23	0.54	0.15	0.22	0.37
CBD 最高停車費 (第一小時)	118.84	49.60	74.80	63.79	63.77	84.59	69.17	73.33	63.17	57.21
汽車持有率	354.46	451.25	418.23	499.62	469.39	476.18	497.60	303.04	406.10	601.85
機車持有率	18.23	19.63	17.51	23.45	25.78	29.63	24.95	57.72	49.19	66.09
汽車使用	8.67	11.63	12.18	11.06	9.69	12.15	11.13	11.76	9.11	8.59
機車使用	2.73	1.69	4.12	2.75	4.13	4.48	3.67	8.96	3.60	3.40

城市	Rome	Turin	Amsterdam	Oslo	Lisbon	Barcelona	Madrid	Stockholm	Bern	Geneva
人口密度	5.58		5.70	2.40		19.71	8.59	2.90	4.39	5.24
職業密度	2.58		2.90	1.23		6.93	2.95	1.41	2.52	3.27
CBD 佔區域工作數百分比	19.61	14.18	17.70	18.30		20.46	38.74	13.33	15.03	19.29
平均國民所得	2.55	2.21	2.83	3.91	1.42	1.81	1.76	3.34	4.35	4.53
道路密度 (每千人長度)	4.13		2.60	6.10		0.53	1.72	4.50	3.70	3.40
高速公路密度 (每千人長度)	14.69	5.65	9.50	7.41		3.71	9.07	13.04	15.55	6.26
道路密度 (每公頃長度)	23.08		14.81	14.62		10.47	14.75	13.05	16.22	17.79
高速公路密度 (每公頃長度)	8.20		5.42	1.78		7.30	7.79	3.78	6.82	3.28
CBD 內停車位 (每千工作)	3.45		3.16	1.64		4.55	2.63	1.37	1.54	1.41
每人每日大眾運輸旅次數	0.63	0.55	0.66	0.56		0.48	0.62	0.43	0.68	0.54
每人每日私人運輸旅次數	1.53	1.34	1.20	2.20		0.89	0.59	1.29	1.33	2.14
平均每人每日旅次數	2.70	2.44	3.83	3.88		1.84	1.95	2.38	3.27	3.87
平均旅次長度	11.50		6.00	7.20		5.50	8.80	16.90	11.30	5.30
平均上班旅次長度	13.20		9.70	12.00		7.40	10.80	13.20	10.40	6.10
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	275.44		9.86	54.26		22.24	17.56	106.80	24.77	9.62
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	2.30		0.85	5.95		1.66	0.82	4.57	7.27	1.07
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	12.84		4.87	14.26		32.74	7.02	13.25	31.90	5.61
每百萬人計程車數	20.53	16.25	16.84	22.33		39.32	30.11	26.94	8.42	27.56
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	17.41		8.92	15.44		8.22	8.78	18.01	18.48	9.28
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	100.08		57.63	91.25		61.73	65.33	125.15	135.56	46.35
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	55.86		32.86	21.87		121.67	56.08	36.33	59.45	24.26
大眾運輸平均速率	23.58		18.93	31.43		22.62	23.97	35.26	32.86	19.62
平均每大眾運輸車輛使用人數	38.02		19.71	16.57		28.57	22.25	18.51	22.97	16.69
平均每大眾運輸座位使用人數	0.73		0.35	0.24		0.61	0.44	0.30	0.35	0.37
平均每人次票箱收入	0.45		0.35	1.02		0.94	0.46	0.59	0.93	0.84
道路負荷 (每公里汽車數)	158.48		124.17	62.89		696.49	250.80	85.86	108.04	144.56
道路負荷 (每公里機車數)	10.27		4.41	4.86		122.02	15.79	3.65	21.84	18.46
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	125.80		150.48	105.09		407.61	224.14	112.13	137.17	168.14
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	1.69		2.09	1.80		58.40	5.41	1.29	4.19	1.81
平均每公里油價	37.52	43.40	33.01	26.74		28.32	31.41	35.93	17.80	17.07
平均私人運輸成本 (每延人公里)	139.02		131.16	117.27		239.53	233.01	120.66	85.42	112.87
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	11.35		29.31	38.26		42.13	50.83	25.37	36.61	53.72
使用成本比例 (每延人公里)	0.08		0.22	0.33		0.18	0.22	0.21	0.43	0.48
CBD 最高停車費 (第一小時)	3.85	85.72	88.03	60.76	0.00	112.41	37.51	67.38	39.99	38.37
汽車持有率	655.33	625.09	322.55	393.65	160.40	370.00	430.78	386.01	399.53	491.19
機車持有率	42.47	47.29	11.46	29.64	59.58	64.82	27.12	16.42	80.76	62.71
汽車使用	7.94		12.12	16.71		5.85	8.94	13.06	12.70	11.63
機車使用	1.65		4.74	3.70		4.79	3.43	3.53	1.92	0.98

城市	Zurich	Glasgow	London	Manchester	Newcastle	Prague	Budapest	Krakow	Warsaw	Moscow
人口密度	4.43	3.40	5.91	5.16	3.84	4.88	5.10	5.88	5.19	14.63
職業密度	3.06	1.47	3.15	1.99	1.48	3.16	1.91	2.69	3.30	8.33
CBD 佔區域工作數百分比	12.18	12.64	28.04	10.53	16.04	37.27	11.16	12.44	11.59	12.71
平均國民所得	5.02	1.47	2.24	1.45	1.38	0.91	0.57	0.30	0.51	0.51
道路密度 (每千人長度)	4.63	4.79	1.92	3.22	3.87	2.32	2.24	1.47	1.13	0.53
高速公路密度 (每千人長度)	11.20	8.96	0.89	5.82	9.90	5.86	1.26	2.28	1.11	1.29
道路密度 (每公頃長度)	20.48	16.30	11.34	16.60	14.83	11.30	11.45	8.65	5.87	7.71
高速公路密度 (每公頃長度)	4.96	3.05	0.52	3.00	3.80	2.86	0.64	1.34	0.57	1.89
CBD 內停車位 (每千工作)	1.30	2.30	1.22	3.48	2.57	0.48	1.47	0.31	1.29	0.16
每人每日大眾運輸旅次數	0.56	0.33	0.44	0.26	0.49	2309.00	1.15	0.85	1.04	1.28
每人每日私人運輸旅次數	1.30	1.55	1.38	1.15	1.29	1.33	0.74	0.37	0.68	0.89
平均每人每日旅次數	2.83	2.83	2.81	1.92	2.67	4.56	2.47	1.75	2.56	2.69
平均旅次長度	10.30	9.50	8.50	6.30	7.60	7.70	4.90	6.30	5.00	7.70
平均上班旅次長度	10.80	11.40	7.20	9.30	7.10	8.20	6.40	8.20	6.90	
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	18.93	65.49	13.68	76.83	84.17	21.90	9.27	28.34		7.87
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	3.85	2.11	1.66	1.02	0.73	2.02	1.78	2.22		0.52
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	17.05	7.17	9.83	5.26	2.82	9.86	9.08	13.07		7.64
每百萬人計程車數	22.48	17.77	25.69	27.93	28.74	34.31	37.76	46.98	73.69	16.67
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	16.93	15.63	17.30	12.03	16.99	23.64	17.43	14.24		18.55
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	158.34	100.21	141.43	60.70	91.32	123.14	111.95	78.79		227.70
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	70.10	34.09	83.54	31.30	35.03	60.08	57.10	46.34		333.03
大眾運輸平均速率	32.74	29.08	27.00	20.91	21.45	29.21	18.28	16.80		30.29
平均每大眾運輸車輛使用人數	15.81	8.83	14.48	8.91	12.78	35.09	32.40	22.50		31.41
平均每大眾運輸座位使用人數	0.22	0.15	0.24	0.16	0.22	0.73	0.87	0.73		0.62
平均每人次票箱收入	0.67	1.08	0.95	0.77	0.66	0.06	0.08	0.11		
道路負荷 (每公里汽車數)	99.97	59.07	172.96	115.58	69.53	190.81	133.07	173.68	340.39	283.36
道路負荷 (每公里機車數)	9.73	0.57	4.61	1.76	1.15	20.64	3.00	5.41	6.39	13.51
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	116.14	112.20	214.36	80.12	103.96	134.05	98.64	60.22	182.59	414.15
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	1.85	0.26	4.30	0.61	0.52	0.87	0.76	0.94	0.73	3.38
平均每公里油價	15.42	68.54	45.05	71.66	72.92	127.41	362.37	128.83	77.14	
平均私人運輸成本 (每延人公里)	82.72	126.62	107.39	225.10	150.46	316.17	452.15	892.44	352.92	
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	26.16	102.02	75.18	86.09	60.85	11.52	18.77	85.59		
使用成本比例 (每延人公里)	0.32	0.81	0.70	0.38	0.40	0.04	0.04	0.10		
CBD 最高停車費 (第一小時)	34.65	67.49	103.97	128.35	115.56	82.20	103.03	73.62		844.69
汽車持有率	462.42	282.96	331.95	372.07	268.79	441.84	298.69	255.28	384.80	149.43
機車持有率	45.02	2.71	8.85	5.66	4.45	47.80	6.74	7.96	7.22	7.13
汽車使用	11.62	19.00	12.39	6.93	14.95	7.02	7.41	3.47	5.36	14.62
機車使用	1.90	4.65	9.32	3.45	4.52	0.42	2.52	1.73	1.14	2.50

城市	Istanbul	Calgary	Montreal	Ottawa	Toronto	Vancouver	Atlanta	Chicago	Denver	Houston
人口密度		2.08	3.17	3.13	2.55	2.16	0.64	1.68	1.51	0.88
職業密度		1.10	1.33	1.57	1.28	1.04	0.36	0.90	0.90	0.43
CBD 佔區域工作數百分比		23.03	16.32	20.11	6.45	12.57	6.26	9.98	8.64	7.16
平均國民所得	0.30	2.40	1.61	1.88	1.95	2.58	3.10	3.21	3.24	3.07
道路密度 (每千人長度)	0.55	4.73	4.48	7.95	4.08	5.14	8.70	5.11	8.57	9.60
高速公路密度 (每千人長度)		16.30	14.49	14.40	8.04	7.68	20.09	8.99	19.75	20.60
道路密度 (每公頃長度)		9.86	14.21	24.84	10.41	11.10	5.54	8.58	12.96	8.46
高速公路密度 (每公頃長度)		3.40	4.59	4.50	2.05	1.66	1.28	1.51	2.99	1.82
CBD 內停車位 (每千工作)		4.65	4.55	3.48	2.39	4.44	7.27	1.14	6.23	6.98
每人每日大眾運輸旅次數		0.22	0.33	0.21	0.28	0.18	0.10	0.18	0.05	0.05
每人每日私人運輸旅次數		3.36	1.96	2.36	1.56	2.48	4.33	3.40	3.27	4.45
平均每人每日旅次數		3.72	2.62	2.97	1.97	3.14	4.57	3.99	3.57	4.66
平均旅次長度	8.20	10.50	8.60	7.80	11.10	8.80	14.80	12.20	10.40	15.00
平均上班旅次長度		11.50	11.90	10.50	16.30	13.00	26.80	16.30	16.20	20.80
大眾運輸路網密度 (每千人長度)		17.25	17.65	37.51	15.32	8.68	10.12	8.17	22.93	13.39
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.11	0.40	0.60	0.27	0.96	0.54	0.22	1.14	0.03	0.00
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)		0.84	1.90	0.84	2.45	1.16	0.14	1.92	0.04	0.00
每百萬人計程車數	18.71	17.04	17.78	14.40	10.69	5.80	13.43	7.98	4.22	5.03
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	11.55	8.90	9.97	10.96	7.76	6.17	3.66	8.01	4.54	8.00
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)		45.73	55.93	41.54	50.92	45.58	28.28	38.42	23.77	18.63
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)		9.53	17.73	12.98	13.00	9.85	1.80	6.46	3.59	1.64
大眾運輸平均速率		26.14	22.75	23.85	24.08	28.71	31.28	31.45	26.81	25.20
平均每大眾運輸車輛使用人數		20.24	17.75	20.50	20.63	12.84	12.66	17.91	8.61	9.87
平均每大眾運輸座位使用人數		0.41	0.42	0.41	0.37	0.40	0.24	0.33	0.20	0.23
平均每人次票箱收入		0.42	0.39	0.63	0.65	0.52	0.53	1.02	0.45	0.56
道路負荷 (每公里汽車數)	262.22	148.56	95.71	66.91	113.88	101.17	85.72	112.24	73.45	72.25
道路負荷 (每公里機車數)	7.41	2.44	2.03	1.29	1.57	2.03	1.14	2.48	2.52	0.67
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)		174.06	121.05	75.88	134.70	131.33	232.08	197.08	133.74	178.32
道路負荷 (每公里機車行駛里程)		0.11	0.14	0.52	0.07	0.76	0.19	1.97	0.74	0.21
平均每公里油價		21.99	46.96	36.18	38.78	17.89	8.70	13.08	15.44	15.65
平均私人運輸成本 (每延人公里)		128.59	185.31	171.47	179.96	106.57	54.93	60.40	59.68	53.65
平均大眾運輸成本 (每延人公里)		21.43	50.51	41.34	50.68	31.19	24.09	31.94	21.89	20.21
使用成本比例 (每延人公里)		0.17	0.27	0.24	0.28	0.29	0.44	0.53	0.37	0.38
CBD 最高停車費 (第一小時)	2767.37	52.53	68.39	57.19	36.90	56.80	32.22	46.71	30.87	32.59
汽車持有率	145.34	703.02	429.06	531.64	464.37	519.68	746.01	573.04	629.65	693.25
機車持有率	4.11	11.54	9.12	10.28	6.39	10.41	9.96	12.65	21.61	6.48
汽車使用		11.72	12.65	11.34	11.83	12.98	27.07	17.56	18.21	24.68
機車使用		0.44	0.67	4.03	0.44	3.76	1.62	7.95	2.93	3.15

城市	Los Angeles	New York	Phoenix	San Diego	San Francisco	Washington	Buenos Aires	Brasilia	Curitiba	Rio de Janeiro
人口密度	2.41	1.80	1.04	1.46	2.05	1.43	8.74	7.14	3.03	5.81
職業密度	1.12	0.95	0.43	0.66	0.89	0.92		2.61	1.74	3.20
CBD 佔區域工作數百分比	4.08	20.72	2.71	5.76	13.90	12.42			8.89	3.71
平均國民所得	2.82	3.44	2.69	2.65	3.72	3.44	0.81	0.79	0.65	0.87
道路密度 (每千人長度)	3.73	4.88	9.18	5.30	4.51	5.25			3.22	1.31
高速公路密度 (每千人長度)	9.67	11.28	17.89	19.26	14.83	13.51		9.17	0.00	2.55
道路密度 (每公頃長度)	8.99	8.80	9.54	7.71	9.26	7.53			9.76	7.61
高速公路密度 (每公頃長度)	2.33	2.03	1.86	2.80	3.05	1.94		6.54	0.00	1.48
CBD 內停車位 (每千工作)	6.27	0.66	15.03	7.67	1.57	2.71			0.84	0.34
每人每日大眾運輸旅次數	0.09	0.29	0.03	0.05	0.21	0.20	1.02		0.44	0.52
每人每日私人運輸旅次數	3.54	2.49	3.40	3.06	3.21	2.68	0.55		0.91	0.42
平均每人每日旅次數	4.02	3.31	3.60	3.30	3.87	3.18	1.72		2.05	1.22
平均旅次長度	12.10	11.60	11.00	15.40	13.20	15.60			8.50	14.80
平均上班旅次長度	20.00	16.90	15.00	18.60	20.40	20.70			11.80	
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	11.05	15.83	11.49	13.46	21.13	14.61		114.60	43.11	30.27
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.39	0.92	0.00	0.45	0.55	1.16		0.00	0.25	0.35
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	0.95	1.67	0.00	0.65	1.13	1.66		0.00	0.75	2.05
每百萬人計程車數	6.61	29.26	2.16	5.39	4.38	24.62	33.90	17.56	11.93	22.57
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	4.31	9.61	3.22	3.34	9.20	8.03		11.51	9.73	13.89
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	21.92	59.60	12.46	20.35	50.37	41.18		98.49	57.24	123.66
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	5.28	10.75	1.30	2.96	10.34	5.90		70.30	17.34	71.90
大眾運輸平均速率	21.38	32.19	23.85	23.83	26.26	30.79		25.00	22.41	14.99
平均每大眾運輸車輛使用人數	14.87	21.24	8.04	10.15	16.08	18.96		23.29	33.01	30.27
平均每大眾運輸座位使用人數	0.36	0.43	0.23	0.22	0.30	0.33		0.49	0.71	0.67
平均每人次票箱收入	0.54	1.25	0.45	0.72	0.72	0.90		0.70	0.31	1.11
道路負荷 (每公里汽車數)	141.49	91.03	57.81	104.71	132.94	109.01			67.18	126.87
道路負荷 (每公里機車數)	3.14	2.09	1.62	2.99	4.45	1.39			4.88	6.46
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	332.35	166.22	123.68	251.64	283.17	222.31			74.35	136.81
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	0.85	0.39	0.45	1.04	1.17	0.49			4.88	3.09
平均每公里油價	13.81	14.54	15.97	13.96	11.57	12.20		99.79	121.17	90.46
平均私人運輸成本 (每延人公里)	62.79	58.73	74.63	65.34	54.54	52.45			261.17	225.39
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	28.63	37.24	25.42	35.23	23.61	33.38		50.01	67.70	71.39
使用成本比例 (每延人公里)	0.46	0.63	0.34	0.54	0.43	0.64			0.26	0.32
CBD 最高停車費 (第一小時)	53.11	36.34	22.29	37.72	40.37	29.05	121.95	0.00	80.26	70.49
汽車持有率	527.41	443.99	530.62	555.08	599.60	572.80	264.19	288.09	216.49	166.06
機車持有率	11.72	10.19	14.84	15.86	20.07	7.32		15.19	15.73	8.45
汽車使用	23.49	18.26	21.39	24.03	21.30	20.39		6.29	11.07	10.78
機車使用	2.71	1.85	2.79	3.47	2.63	3.54			10.00	4.79

城市	Salvador	Sao Paulo	Santiago	Bogota	Mexico City	Caracas	Tel Aviv	Tehran	Riyadh	Cairo
人口密度		7.77	9.65	11.60	10.70	16.25	7.23	11.41	4.40	27.22
職業密度		3.22	4.02	4.74	4.28	6.91	3.26	3.86	1.36	7.71
CBD 佔區域工作數百分比	15.95	29.60		49.68	16.34	34.00	14.72	17.25	8.00	13.50
平均國民所得	0.76	0.53		0.30	0.36		1.46	0.26	0.59	0.21
道路密度 (每千人長度)		0.98		1.83	0.57	0.88	2.45	0.38	2.09	0.15
高速公路密度 (每千人長度)	2.48	0.91		0.00	1.26	4.40	7.13	3.09	14.15	0.14
道路密度 (每公頃長度)		7.61		21.23	6.06	14.26	17.74	4.35	9.17	4.03
高速公路密度 (每公頃長度)		0.71		0.00	1.35	7.14	5.15	3.52	6.22	0.37
CBD 內停車位 (每千工作)		1.83		0.03	0.52		4.67	0.22	18.83	1.15
每人每日大眾運輸旅次數	0.50	0.61	0.82	0.73	0.95		0.28	0.59	0.03	0.33
每人每日私人運輸旅次數	0.71	0.59	0.35	0.46	0.95		1.30	1.51	2.15	0.57
平均每人每日旅次數	1.67	1.86	1.50	1.56	2.07		1.81	2.98	2.23	1.41
平均旅次長度		11.20	10.90	8.60	7.90		7.70	4.00	10.40	5.00
平均上班旅次長度		8.60		9.90			8.80	6.40	11.70	8.50
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	27.96	43.98	38.94	28.14		11.21	14.05	5.38	1.29	6.66
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.07	0.31	0.20	0.03	0.12	0.09	0.15	0.04	0.00	0.21
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)		2.38	1.96	0.31	1.30	1.54	1.06	0.45	0.00	5.61
每百萬人計程車數		19.42	58.93	71.66	58.10	12.06	22.21	1.18	37.63	42.19
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	9.96	11.12	20.20	38.95	34.96	16.23	11.68	13.19	4.66	3.48
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	79.54	83.90	102.77	243.03	262.91		49.67	54.78	16.89	25.69
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)		65.15	99.22	281.99	281.28		35.91	62.51	7.42	69.92
大眾運輸平均速率	19.52	17.19	18.42	15.69	18.37		16.67	17.74	36.83	19.78
平均每大眾運輸車輛使用人數	16.59	38.10	27.01	13.07	11.42		28.22	24.16	6.35	33.55
平均每大眾運輸座位使用人數	0.37	0.85	0.68	0.45	0.48		0.57	1.07	0.23	0.92
平均每人次票箱收入	0.35	0.57		0.26			1.06	0.10	0.74	0.10
道路負荷 (每公里汽車數)		307.34		48.84	353.44	158.08	97.51	249.52	106.15	351.75
道路負荷 (每公里機車數)		21.91		3.16	4.48	19.94	7.54	134.95	0.05	73.58
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)		246.64		33.47	480.22	201.41	132.87	231.39	231.03	215.63
道路負荷 (每公里機車行駛里程)		12.05		0.90	1.54	12.70	7.09	69.42	0.08	5.76
平均每公里油價	103.48	148.40		1069.34			81.79	40.12	34.62	133.70
平均私人運輸成本 (每延人公里)		398.14		919.16			169.81	268.63	102.85	2201.06
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	67.25	77.99		77.76			69.03	70.62	126.73	70.82
使用成本比例 (每延人公里)		0.20		0.08			0.41	0.26	1.23	0.03
CBD 最高停車費 (第一小時)		183.09		53.55	182.38		65.43	89.73	0.00	0.00
汽車持有率	137.82	301.19	83.32	89.37	200.11	138.68	239.20	95.15	221.44	52.05
機車持有率	16.88	21.47	2.76	5.78	2.54	17.49	18.50	51.47	0.16	10.89
汽車使用		8.02	9.73	6.85	13.59	12.74	13.63	9.27	21.76	6.13
機車使用		5.50	4.04	2.84	3.45	6.37	9.40	5.14	10.00	0.78

城市	Abidjan	Casablanca	Dakar	Tunis	Cape Town	Johannesburg	Harare	Osaka	Sapporo	Tokyo
人口密度	5.55	15.47	10.48	7.11	2.96	9.14	3.41	9.81	7.21	8.77
職業密度	1.61		1.93	2.70	1.07	3.13	0.81	4.00	3.79	4.75
CBD 佔區域工作數百分比	9.13		22.69	10.91	18.18	14.15	9.64	15.86	47.54	14.26
平均國民所得	0.22	0.11	0.11	0.42	0.51	0.21	0.08	3.99	3.71	4.54
道路密度 (每千人長度)	0.81	0.45	0.51	2.34	3.36	2.00	1.79	3.90	2.95	4.01
高速公路密度 (每千人長度)	5.38	7.11	0.32	5.07	1.84	1.76	0.00	2.24	2.13	1.02
道路密度 (每公頃長度)	4.51	7.00	5.33	16.64	9.94	18.25	6.10	38.28	21.30	35.20
高速公路密度 (每公頃長度)	2.98	11.00	0.34	3.60	0.54	1.61	0.00	2.19	1.53	0.89
CBD 內停車位 (每千工作)	0.74		1.20	2.98	2.21	1.70	3.70	1.05	1.87	0.40
每人每日大眾運輸旅次數	0.22	0.24	0.75	0.20	0.26	0.57	0.63	0.78	0.53	0.88
每人每日私人運輸旅次數	0.37	0.42	0.29	0.68	0.73	0.40	0.53	1.02	1.25	0.91
平均每人每日旅次數	0.86	1.43	1.58	1.37	2.08	2.00	2.03	2.44	2.60	2.86
平均旅次長度	3.90	7.00	8.50	9.70	11.70	4.70	9.50	11.40	9.60	10.80
平均上班旅次長度		7.00		12.40	20.20	6.60	14.20	14.50	10.80	17.10
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	3.43	4.15	5.13	58.44	203.84	15.26	18.33	4.98	13.84	4.17
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.02	0.00	0.15	0.89	0.57	0.41	0.00	1.18	0.54	0.92
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	0.10	0.00	1.57	6.30	1.69	3.76	0.00	11.59	3.90	8.10
每百萬人計程車數	27.95	16.29	19.10	1.72	8.17	36.50	6.95	22.97	29.77	23.92
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	2.09	3.83	21.07	23.78	47.13	6.35	20.60	9.51	10.18	9.76
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	14.71	21.35	137.61	92.09	237.75	36.57	209.46	105.88	59.17	96.17
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	8.17	33.03	144.23	65.44	70.43	33.44	71.35	103.90	42.67	84.32
大眾運輸平均速率	20.41	14.00	24.02	35.60	30.01	13.36	36.10	49.62	27.42	41.11
平均每大眾運輸車輛使用人數	35.28	19.75	25.17	16.52	13.78	51.83	16.39	56.77	30.23	58.29
平均每大眾運輸座位使用人數	1.29	0.39	0.77	0.47	0.37	1.72	0.67	1.14	0.66	1.14
平均每人次票箱收入	0.36		0.23	0.48	0.63	0.23	0.21	1.96	1.42	1.14
道路負荷 (每公里汽車數)	39.92	285.71	24.84	61.23	80.16	31.57	64.36	67.79	119.39	76.42
道路負荷 (每公里機車數)	5.49	7.14	0.96	3.40	1.88	7.34	4.10	35.28	15.35	24.66
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	62.73		27.81	76.54	84.16	49.88	70.80	69.86	127.36	67.63
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	3.08		0.54	3.83	1.32	4.41	4.10	2.12	0.94	1.60
平均每公里油價			451.82	126.65	104.61	191.59	376.34	21.92	23.61	19.27
平均私人運輸成本 (每延人公里)			472.15	502.67	475.40	752.37	1043.92	82.21	66.47	76.51
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	190.14		164.57	72.70	54.20	112.21	178.51	32.57	60.57	27.40
使用成本比例 (每延人公里)			0.35	0.14	0.11	0.15	0.17	0.40	0.91	0.36
CBD 最高停車費 (第一小時)	94.19		274.39	129.24	0.00	49.12	164.22	73.05	26.23	64.22
汽車持有率	32.42	129.28	12.62	143.37	268.97	63.01	115.26	264.46	352.63	306.76
機車持有率	4.46	3.23	0.49	7.97	6.32	14.66	7.35	137.64	45.35	98.97
汽車使用	15.71		11.20	12.50	10.50	15.80	11.00	10.31	10.67	8.85
機車使用	5.60		5.60	11.24	7.00	6.00	10.00	0.60	0.61	0.65

城市	Hong	Singapor	Mumbai	Chennai	New	Jakart	Kuala	Beijin	Shangha	Guangzho
人口密度	32.04	9.35	33.74	13.32	16.53	17.34	5.79	12.31	19.63	11.90
職業密度	15.13	5.33	7.95	8.73		6.66	2.44	9.59	11.49	6.13
CBD 佔區域工作數百分比	6.35	16.38	17.93	32.25		22.80	20.00	25.33	75.18	52.02
平均國民所得	2.30	2.86	0.09	0.04		0.19	0.70	0.18	0.25	0.28
道路密度 (每千人長度)	0.28	0.98	0.35	0.29		0.66	1.52	0.32	0.31	0.47
高速公路密度 (每千人長度)	1.30	4.42	0.00	1.07		0.74	6.81	0.51	0.31	0.00
道路密度 (每公頃長度)	8.85	9.16	11.68	3.88		11.52	8.78	3.98	6.17	5.59
高速公路密度 (每公頃長度)	4.16	4.13	0.00	1.42		1.29	3.94	0.63	0.62	0.00
CBD 內停車位 (每千工作)	0.34	2.37	0.77	0.05		1.75	2.98	0.24	0.02	0.24
每人每日大眾運輸旅次數	1.33	0.81	0.53	0.53	0.46	0.47	0.20	0.68	0.48	0.33
每人每日私人運輸旅次數	0.52	1.38	0.12	0.17	0.30	0.51	1.87	0.59	0.22	0.38
平均每人每日旅次數	2.81	2.62	1.30	1.25	1.24	1.83	2.72	2.44	3.16	2.30
平均旅次長度	5.00	8.10	11.00	11.10	6.80	6.50	6.50	7.30	4.30	4.30
平均上班旅次長度	7.70	7.50	7.60	12.70	9.70	9.20	8.60	8.10	4.50	3.70
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	21.40	12.00	3.34	17.74		11.05	11.96	5.56	28.53	12.14
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.22	0.22	0.16	0.24		0.08	0.39	0.05	0.02	0.00
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	7.11	2.10	5.46	3.24		1.34	2.25	0.63	0.33	0.00
每百萬人計程車數	28.19	55.31	100.39	98.50	77.71	35.51	63.41	69.43	38.65	47.07
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	18.08	13.04	3.04	5.40		20.45	4.28	6.57	7.38	7.37
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	145.77	109.91	25.62	42.49		105.3	31.66	35.46	31.15	47.87
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	466.99	102.80	86.46	56.60		182.6	18.32	43.65	61.16	56.98
大眾運輸平均速率	23.87	24.13	29.05	19.59		13.01	18.54	15.36	12.35	13.13
平均每大眾運輸車輛使用人數	25.21	28.59	129.27	71.19		13.19	22.92	75.94	60.10	23.55
平均每大眾運輸座位使用人數	0.45	0.48	1.73	1.34		0.48	0.55	2.59	2.84	0.62
平均每人次票箱收入	0.60	0.43	0.05	0.06		0.16	0.43	0.01	0.03	0.09
道路負荷 (每公里汽車數)	168.32	118.81	61.17	78.64		136.7	137.48	132.61	48.36	43.03
道路負荷 (每公里機車數)	12.99	44.32	92.94	343.34		253.1	114.94	85.71	140.01	199.57
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	213.20	219.63	39.23	20.82		97.93	194.70	242.68	57.23	71.74
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	15.17	22.16	57.32	92.26		75.85	78.88	109.71	35.02	43.03
平均每公里油價	66.95	25.98	244.15	451.91		114.8	27.57	140.69	96.70	72.34
平均私人運輸成本 (每延人公里)	282.58	174.27	880.52	2028.27		963.8	201.68	420.62	392.05	381.42
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	38.57	22.88	37.61	128.35		133.6	73.60	13.67	28.61	60.78
使用成本比例 (每延人公里)	0.14	0.13	0.04	0.06		0.14	0.36	0.03	0.07	0.16
CBD 最高停車費 (第一小時)	42.34	123.71	143.25	359.23		582.0	42.21	0.00	0.00	0.00
汽車持有率	46.49	116.32	21.18	22.91	51.14	90.88	208.74	42.91	15.20	20.20
機車持有率	3.59	43.39	32.17	100.01	143.16	168.1	174.51	27.74	44.01	93.68
汽車使用	12.67	18.49	6.41	2.65	3.84	7.16	14.16	18.30	11.84	16.67
機車使用	11.67	5.00	6.17	2.69	3.63	3.00	6.86	12.80	2.50	2.16

城市	Manila	Seoul	Taipei	Bangkok	Ho Chi Minh City	Brisbane	Melbourne	Perth	Sydney	Wellington
人口密度	20.64	23.04	23.01	13.87	35.57	0.96	1.37	1.09	1.89	2.20
職業密度	9.18	10.94	9.64	7.35	13.91	0.40	0.57	0.46	0.80	0.81
CBD 佔區域工作數百分比	18.36	7.49	14.31	10.49	10.27	11.92	9.44	19.15	12.80	21.98
平均國民所得	0.22	1.03	1.30	0.63	0.10	1.50	2.15	2.20	2.24	1.80
道路密度 (每千人長度)	0.52	0.95	0.85	0.58	0.27	8.80	9.53	9.05	6.89	6.00
高速公路密度 (每千人長度)	0.36	1.65	1.14	1.35	0.00	15.92	16.83	4.26	5.91	21.56
道路密度 (每公頃長度)	10.73	21.79	19.53	8.10	9.49	8.44	13.04	9.89	13.05	13.20
高速公路密度 (每公頃長度)	0.74	3.81	2.63	1.87	0.00	1.53	2.30	0.46	1.12	4.74
CBD 內停車位 (每千工作)	0.29	0.25	0.27	3.04	1.05	2.93	3.49	6.30	1.97	10.57
每人每日大眾運輸旅次數	1.20	0.84	0.47	1.11	0.03	0.14	0.26	0.14	0.28	0.15
每人每日私人運輸旅次數	0.40	1.14	1.51	1.19	0.92	3.19	2.74	3.40	2.90	3.06
平均每人每日旅次數	2.04	2.41	2.67	2.61	1.70	3.87	3.72	3.91	3.84	3.98
平均旅次長度	6.50	8.50	7.20	8.00	3.30	9.50	7.80	10.10	9.70	6.60
平均上班旅次長度	3.40	12.60	9.50	9.60	2.90	9.50	15.60	12.80	16.90	10.90
大眾運輸路網密度 (每千人長度)	7.45	27.24	24.36	6.42	3.48	23.71	19.15	44.05	27.88	45.47
大眾運輸保守路網密度 (每千人長度)	0.06	0.16	0.11	0.20	0.00	2.52	2.29	0.82	2.25	2.89
大眾運輸保守路網密度 (每公頃長度)	1.19	3.77	2.43	2.74	0.00	2.42	3.14	0.89	4.26	6.36
每百萬人計程車數	22.97	52.37	107.83	99.74	4.16	11.19	10.42	8.25	11.95	26.64
大眾運輸車輛數 (每百萬人)	133.75	11.22	11.13	18.90	6.72	8.79	8.90	8.25	12.15	15.20
大眾運輸服務水準 (每人延車公里)	420.14	107.21	79.59	111.03	10.39	65.77	49.41	38.84	75.41	42.32
大眾運輸服務水準 (每公頃延車公里)	867.05	246.96	183.16	153.99	36.94	6.31	6.76	4.23	14.28	9.30
大眾運輸平均速率	10.90	23.41	13.27	10.39	19.02	38.88	27.62	31.32	32.29	33.41
平均每大眾運輸車輛使用人數	3.37	25.94	20.02	25.21	9.72	10.94	20.12	16.52	20.02	17.14
平均每大眾運輸座位使用人數	0.25	0.78	0.70	0.75	0.48	0.17	0.31	0.30	0.23	0.34
平均每人次票箱收入	0.27	0.36	0.28	0.13	0.28	1.17	0.73	0.51	1.17	1.25
道路負荷 (每公里汽車數)	158.62	169.32	206.43	426.43	29.60	67.79	62.27	72.53	74.82	85.45
道路負荷 (每公里機車數)	14.87	41.32	232.16	351.62	1090.34	1.93	1.22	2.10	1.44	1.58
道路負荷 (每公里汽車行駛里程)	182.55	271.13	213.62	261.24	13.32	88.16	80.23	91.03	100.80	107.76
道路負荷 (每公里機車行駛里程)	10.41	22.98	147.00	177.60	335.26	1.58	0.64	0.85	0.62	0.91
平均每公里油價	253.33	72.05	36.89	45.13	71.20	28.24	23.24	23.03	22.95	27.26
平均私人運輸成本 (每延人公里)	374.98	208.11	251.03	180.29	414.80	135.94	92.54	95.63	102.07	152.53
平均大眾運輸成本 (每延人公里)	263.89	45.49	33.17	29.65	295.09	52.26	28.21	21.36	32.55	53.89
使用成本比例 (每延人公里)	0.70	0.22	0.13	0.16	0.71	0.38	0.30	0.22	0.32	0.35
CBD 最高停車費 (第一小時)	167.77	475.95	94.71	62.85	0.00	96.12	69.38	46.06	97.79	89.06
汽車持有率	82.44	160.14	175.17	249.09	7.90	596.40	593.68	658.11	515.55	513.06
機車持有率	7.73	39.08	197.00	205.40	290.99	17.00	11.63	19.04	9.94	9.48
汽車使用	11.51	16.01	10.35	6.13	4.50	13.00	12.88	12.55	13.47	12.61
機車使用	7.00	5.56	6.33	5.05	3.07	8.18	5.27	4.03	4.29	5.76