

# 汽機車能源消耗與污染排放管理策略之 決策支援系統<sup>1</sup>

## A MANAGEMENT STRATEGY DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ENERGY CONSUMPTION AND EMISSIONS OF CARS AND MOTORCYCLES

邱裕鈞 Yu-Chiun Chiou<sup>2</sup>  
溫傑華 Chieh-Hua Wen<sup>3</sup>  
陳一昌 I-Chang Chen<sup>4</sup>  
閻姿慧 Barbara T.H. Yen<sup>5</sup>  
喻世祥 Shyh-Shyang Yuh<sup>6</sup>

(98年3月31日收稿，98年6月24日第一次修改，98年12月8日定稿)

### 摘 要

本文建立一套汽機車管理策略決策支援系統，用以分析各種管理策略所能達到之全國及各縣市污染排放與能源消耗之減量效果。本系統包含模式庫、資料庫及使用者介面等三大元件。其中，模式庫（本系統之核心）包括全國型及區域型汽機車持有、車型車齡及使用等三類型個體選擇模式，共計 24 個模式。資料庫則儲存各模式顯著變數之數值（依縣市而異）及能

- 
1. 本文為交通部運輸研究所合作研究計畫（編號：MOTC-IOT-97-SDB004）之部分成果。
  2. 國立交通大學交通運輸研究所副教授（聯絡地址：100 臺北市忠孝西路一段 118 號 4 樓交通大學交通運輸研究所；電話：02-23494940；E-mail：ycchiou@mail.nctu.edu.tw）。
  3. 逢甲大學運輸科技與管理學系副教授。
  4. 交通部運輸研究所運輸安全組組長。
  5. 國立交通大學交通運輸研究所博士班研究生。
  6. 交通部運輸研究所運輸安全組副研究員。

耗與排污係數值。使用者介面則利用 Flash MX 軟體撰擬而成。為驗證本系統之應用性，本文針對油價調漲 50% 及汽燃費改隨油徵收兩項策略，進行推估。結果顯示當油價上漲 50% 時，由於汽機車間之高度替代效果及機車之低油價彈性，導致總行駛里程、能源消耗及 CO<sub>2</sub> 排放量僅下降約 9.60 ~ 13.35%，而污染排放量更僅只下降 5 ~ 6%。至於汽燃費改隨油徵收，亦僅使能耗與污染下降約 1.27% ~ 2.95%。

**關鍵詞：**能源消耗；污染排放；汽機車；決策支援系統

### ABSTRACT

*This paper develops a decision support system for estimating total energy consumption and emissions of cars and motorcycles under various management strategies. The system contains three key components: Modelbase, Database and User interface. The Modelbase, the core of this system, entails a total of 24 disaggregate choice models, including nationwide and regional ownership, type and vintage choice and usage models of cars and motorcycles, while the Database contains the values of the significant variables for various cities/counties and coefficients of energy consumption and emissions for various type and vintage categories of cars and motorcycles. The User interface is programmed by Flash MX. To validate the applicability of the system, two management strategies are analyzed: 50% increase in gas price and mile-based fuel costs. With a 50% increase in gas price, the total miles traveled, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions are curtailed only by approximately 9.60~13.35% and emissions of NO<sub>x</sub>, CO and HC are curtailed at even lower ratios (about 5~6%) due to the high substitution effect between car usage and motorcycle usage and low gas price elasticity of motorcycle usage. As to the strategy of mile-based fuel costs, only 1.27% ~2.95% reductions in energy consumption and emissions are achieved.*

**Key Words:** *Energy consumption; Emissions; Car and motorcycle; Decision support system*

## 一、前言

隨著經濟發展我國汽機車持有與使用呈現快速之成長，至民國 96 年 12 月底為止，我國汽車登記數量已超過 669 萬輛，機車登記總數更高達 1,352 萬輛，每千人持有汽車數達 295 輛，機車數則高達 593 輛。而這些機動車輛所使用之能源絕大部分仍仰賴石油產品，使得我國運輸部門之石油產品消耗量僅次於工業部門，且呈現逐年快速成長之趨勢。同時，也導致嚴重空氣污染排放的問題。而且，各車種超過 10 年之老舊車輛，自用大客車約占 48.4%、自用大貨車約占 64.7%、自用小客車約占 29.4%、自用小貨車約占 32.0%。機

車平均報廢車齡則為：50c.c.以下輕型機車為 11.76 年、50c.c.未滿 150c.c.重型機車為 13.07 年、150c.c.以上重型機車為 18.28 年，顯見國內老舊車輛比例甚高。依據國外研究顯示，車齡增加會造成污染排放量增加以及燃油效率降低，使得能源消耗與污染排放問題益形嚴重。因此，如何有效管理機動車輛之持有與使用，以及加速老舊車輛汰換，以增加能源使用效率與降低污染排放，一直是各國政府推動永續運輸的重要方向。

然而，有關汽機車持有與使用管理策略之相關研究<sup>[1,2]</sup>，大多係參酌國內外學術理論或實施經驗，再配合國內特性與需要，加以研訂而成，較缺乏客觀量化之實施成效可供佐證。其中，最困難之處即在於難以預測家戶或個人對各種管理策略之反應行為，以及不同程度的汽機車使用行為，可能產生之能源消耗與污染排放量，造成交通與環保主管機關在研議、評估與選擇管理策略時之困擾。因此，實有必要因應各項機動車輛管理策略，建構汽機車持有使用與車型車齡選擇模式，並進一步作為推估能源消耗與污染排放總量之用。

有關汽機車持有使用與車型車齡之相關研究甚多，大多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，再利用個體選擇模式加以建構而成。相關研究主要可分為兩大類：第一類是汽機車持有與使用行為之相關研究<sup>[3-13]</sup>。第二類是汽機車車型與車齡選擇行為之相關研究<sup>[14-19]</sup>。此兩課題之相關研究均甚多，惟大部分研究因非針對汽機車能耗與排污之推估所設計，因此，在推估上仍存有三項空隙。第一是大部分國外研究僅考量汽車之選擇行為，而未進一步建構機車選擇行為。第二是大部分研究多分別探討汽車持有、使用或車型車齡之選擇行為，並未加以整合。第三是大部分並未因應汽機車能耗及排污推估之需要，進行模式選擇方案之設計，因此較難與能耗與排污鏈結，導致在推估上之困難。至於在污染排放方面，國內已有部分研究針對汽機車之空氣污染排放，嘗試建立總量排放模式<sup>[20,21]</sup>，此類推估移動污染源之排放量，主要係透過平均排放係數與車輛總行駛里程進行推估。環保署已有相關研究建立總量推估模式，此類模式多係以美國環保署所發展之 MOBILE 系列模式為基礎，包括中鼎公司依據 MOBILE5a 程式改寫建構之 MOBILE-Taiwan2.0，加入部分本土化之參數值而進行推估。參照 MOBILE 系列模式，影響排放係數之因子包括車輛特性（如車齡分布、行程）、車輛活動強度、環境因子、車輛零里程排放率與劣化率等；而車輛總行駛里程則多透過問卷調查法及燃油消耗法進行推算。國內雖亦有不少研究針對移動污染源之總量排放模式進行推估<sup>[22-25]</sup>，但受限於本土化排放係數參數值、車輛總行駛里程資料取得不易與精確性有待商榷，以及部分已不再使用但未完成報廢程序之車輛未納入考量等因素，其推估值之正確性尤待驗證。而且前述研究因未與汽機車持有與使用行為模式結合，故無法用於推估相關管理策略之成效。基此，邱裕鈞等人<sup>[26,27]</sup>乃依據國內家戶汽機車持有狀況及車輛污染定檢分析結果，研訂持有、車型，以及車齡之選擇方案，透過一全國性之大規模家戶問卷調查，分別建構全國型與區域型汽機車持有使用及車型車齡選擇模式。由於各項模式之配適度佳，應具有相當之預測能力。惟由於該研究共建構了多達 24 個迴歸及個體選擇模式，在應用上確有困難，尤其也未與能源消耗與污染排放加以整合，致其在應用上頗受限制。基此，本文乃以邱裕鈞等人<sup>[26,27]</sup>所提出之模式為基礎，配合問卷調查彙整之各車種燃料效率係數及 MOBILE-Taiwan2.0 模擬之各車種

污染排放係數，建構一決策支援系統，以供交通及環保主管機關，研析各項管理策略之參考。

本文後續章節安排如下：第二章先介紹本決策系統所包含之核心模式及其校估結果；第三章說明本決策支援系統之整體架構，包括模式庫、資料庫及使用者介面；第四章則利用本決策支援系統推估油價上漲 50% 及汽燃費隨油徵收兩項管理策略之能耗與排污減量成效，以驗證本系統之可應用性；第五章為結論與建議。

## 二、核心模式

由於能源消耗及污染排放與那一種類車型與車齡之汽機車總共行駛多少車公里有關。因此，在推估汽機車管理策略之成效時，必須了解使用者對於各種管理策略之反應程度，而此一反應可能是汽機車持有數量的改變、車型車齡選擇的改變，或是使用數量（行駛里程）的改變。因此，其核心模式必須包括汽機車持有、車型與車齡選擇，以及使用等三個模式。

為建構上述核心模式，邱裕鈞等人<sup>[26,27]</sup>乃於民國 96 年 9 至 10 月間，以分層抽樣方式隨機抽取汽車與機車樣本，計畫調查之範圍包含臺灣地區 23 縣市之所有家戶，抽取汽車及機車主要駕駛人為主要調查對象，總計隨機抽出汽車及機車樣本數各 45,000 份（合計 90,000 份）。其中，汽車有效問卷 3,450 份，機車有效問卷 2,536 份。汽機車有效問卷樣本分別用於構建全國型汽車及機車持有、車型與車齡，以及使用模式。由於該問卷係透過全國車籍資料，以車輛（車主）作為抽樣對象，且由於必須同時考量該車之持有、車型車齡及使用，以及主要使用者對相關管理策略之反應行為，其問項甚多，很難進一步調查同一家戶其他汽機車之相關資訊。因此，在問卷調查之設計上，係將汽機車分別抽樣，無法進一步整合成為汽機車合併選擇模式。因此，汽車及機車模式係分別建構。最後，鑑於汽車及機車使用之高度替代性，故邱裕鈞等人<sup>[26]</sup>乃利用主要使用者在不同管理策略下，所回答之汽車及機車移轉使用比例，進行汽機車移轉總量之推估。

至於區域型模式，因各縣市回收有效問卷樣本數量不一，部分縣市實難單獨建構模式。因此，該研究將性質較為類似之縣市合併，以 *K-mean* 集群法分為：主要都會型、次要都會型，以及一般城市型等三群（如表 1），以提高其樣本數量，俾利模式校估與分析。基此，進行各縣市之管理策略成效分析時，係將各該縣市之變數值代入其所屬之區域別模式加以推估。因此，各縣市即便同屬一區域，其推估結果仍會依其縣市屬性而異。各模式校估結果摘述如下：

### 2.1 汽機車持有模式

邱裕鈞等人<sup>[26]</sup>在進行汽機車持有模式之校估時，曾嘗試並比較圖 1 之四種多項及巢式結構。其中，汽機車持有模式之選擇方案，為能反應家戶持有車輛數之動態變化，乃以  $(n_{t-1})$

$n_t$ ) 表之。 $n_{t-1}$  代表上一年度家戶持有車輛數， $n_t$  代表當年度家戶持有車輛數。另外，為考量家戶汰舊換新行為（車輛數不變），則多加一參數  $T$ ，以資區隔。考量國內家戶之持有車輛數量係以 0~3 輛（汽車）及 0~4 輛（機車），且一年內至多處理（新增、汰舊、置換）1 輛車居絕大多數。因此，圖 1 之汽車持有模式共設計 11 項選擇方案。至於機車之持有模式則設計 15 個選擇方案。

表 1 臺灣省 23 縣市之分群結果

區域別	包含縣市
主要都會	臺北市、臺北縣、臺中市、高雄市
次要都會	基隆市、桃園縣、新竹縣、新竹市、臺中縣、彰化縣、臺南市
一般城市	宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣、苗栗縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、臺南縣、高雄縣、屏東縣、澎湖縣

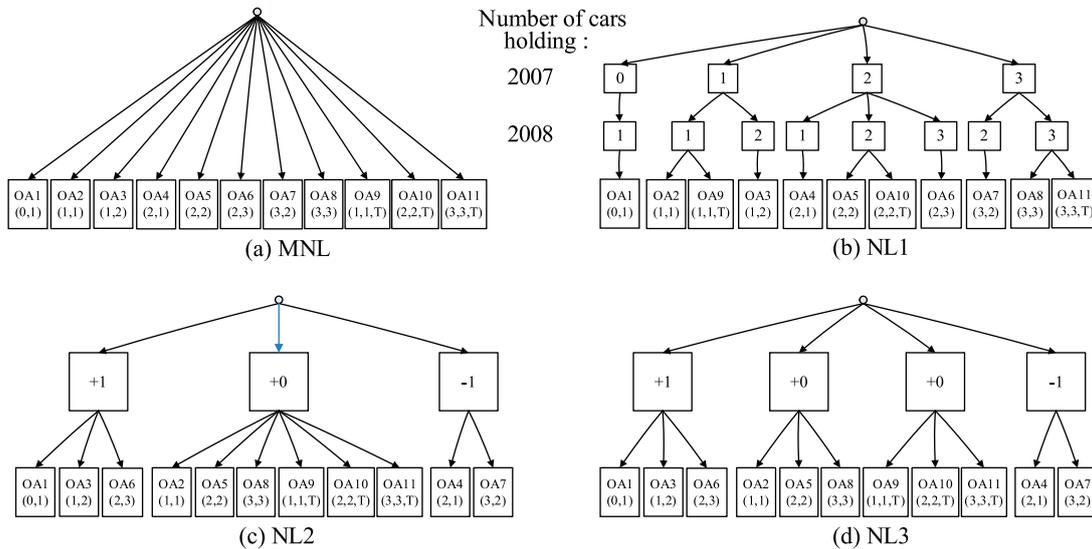


圖 1 多項與巢式車輛持有選擇結構圖（以汽車為例）

邱裕鈞等人<sup>[26]</sup>分別針對汽機車全國型、區域型模式進行四種選擇結構之校估，結果發現無論是全國或區域、汽車或機車，均以 NL2 巢式結構之配適程度最佳，汽機車之校估結果分別如表 2 及表 3 所示。由表 2 及表 3 知，無論是汽車或機車、全國或區域模式，其模式概似比指標均達 0.331 ~ 0.404 間，其配適度佳。而且，各變數之正負號與顯著性均與先驗知識相符，各模式應具有相當程度之應用性與預測準確度。至於各模式校估結果之詮釋，為節篇幅，請參閱邱裕鈞等人研究<sup>[26]</sup>。

表 2 全國型及區域型汽車巢式持有模式 (NL2) 校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
方案特定常數				
OA1(0,1)(基準)	-	-	-	-
OA2(1,1)	3.146	3.202	3.202	3.202
OA3(1,2)	-0.696	-2.184	-2.184	-2.184
OA4(2,1)	-2.129	-1.342	-1.342	-1.342
OA5(2,2)	2.849	3.078	3.078	3.078
OA6(2,3)	-3.144	-3.119	-3.119	-3.119
OA7(3,2)	-2.430	-2.463	-2.463	-2.463
OA8(3,3)	0.719	0.307	0.307	0.307
OA9(1,1,T)	0.866	0.922	0.922	0.922
OA10(2,2,T)	1.167	1.396	1.396	1.396
OA11(3,3,T)	-0.890	-1.303	-1.303	-1.303
方案特定變數				
二、三級人口比例				
OA5(2,2)	-3.613**	-4.618**	-3.405	-3.594
OA8(3,3)	-4.667**	-5.243**	-2.558	-3.580
OA10(2,2,T)	-3.613**	-4.618**	-3.405	-3.594
OA11(3,3,T)	-4.667**	-5.243**	-2.558	-3.580
每人可享有的道路面積				
OA5(2,2)	0.019***	0.041*	0.015	0.013*
OA6(2,3)	0.015***	0.078*	0.025	0.003
OA10(2,2,T)	0.019***	0.041*	0.015	0.013*
每人享有大眾運輸延車公里				
OA8(3,3)	-0.010***	-0.004***	-0.051	-0.017
OA11(3,3,T)	-0.010***	-0.004***	-0.051	-0.017
家戶工作人口數				
OA3(1,2)	0.163**	0.168	0.305*	0.108
OA6(2,3)	0.370***	0.333	0.503**	0.338**
家戶未滿 18 歲人口數				
OA5(2,2)	0.199***	0.145*	0.223***	0.201***
OA8(3,3)	0.364***	0.086**	0.378***	0.412***
OA10(2,2,T)	0.199***	0.145*	0.223***	0.201***
OA11(3,3,T)	0.364***	0.086**	0.378***	0.412***
家戶持有機車數				
OA5(2,2)	-0.294***	-0.451***	-0.394***	-0.203***
OA8(3,3)	-0.259***	-0.650***	-0.324**	-0.156*
OA10(2,2,T)	-0.294***	-0.451***	-0.394***	-0.203***
OA11(3,3,T)	-0.259***	-0.650***	-0.324**	-0.156*

表 2 全國型及區域型汽車巢式持有模式 (NL2) 校估結果 (續)

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
汽車駕照數				
方案 3(1,2)	0.375 <sup>***</sup>	0.328 <sup>**</sup>	0.388 <sup>***</sup>	0.371 <sup>***</sup>
方案 5(2,2)	0.508 <sup>***</sup>	0.617 <sup>***</sup>	0.606 <sup>***</sup>	0.425 <sup>***</sup>
方案 6(2,3)	0.563 <sup>***</sup>	0.387 <sup>**</sup>	0.455 <sup>***</sup>	0.649 <sup>***</sup>
方案 8(3,3)	1.090 <sup>***</sup>	1.397 <sup>***</sup>	1.201 <sup>***</sup>	0.992 <sup>***</sup>
方案 10(2,2,交易)	0.508 <sup>***</sup>	0.617 <sup>***</sup>	0.606 <sup>***</sup>	0.425 <sup>***</sup>
方案 11(3,3,交易)	1.090 <sup>***</sup>	1.397 <sup>***</sup>	1.201 <sup>***</sup>	0.992 <sup>***</sup>
共生變數				
車價/家戶所得	-0.123 <sup>**</sup>	-0.166 <sup>*</sup>	-0.219 <sup>*</sup>	-0.078 <sup>*</sup>
(牌照稅+燃料費)/家戶所得	-8.247 <sup>***</sup>	-3.688 <sup>*</sup>	-8.680 <sup>**</sup>	-10.231 <sup>***</sup>
燃油成本/家戶所得	-0.848 <sup>*</sup>	-2.853 <sup>*</sup>	-1.063	-0.319
包容值	0.630 <sup>**</sup>	0.618 <sup>**</sup>		
對數概似函數值				
$LL(0)$	-9521.599	-9521.599		
$LL(\hat{\beta})$	-5701.230	-5673.396		
$\rho^2$	0.401	0.404		

註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

表 3 全國型及區域型機車巢式持有模式 (NL2) 校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
方案特定常數				
OA1(0,1)(基準)	-	-	-	-
OA2(1,1)	6.555	3.849	3.849	3.849
OA3(1,2)	0.915	0.917	0.917	0.917
OA4(2,1)	-11.705	-6.002	-6.002	-6.002
OA5(2,2)	7.086	4.385	4.385	4.385
OA6(2,3)	-1.780	-1.540	-1.540	-1.540
OA7(3,2)	-10.869	-5.162	-5.162	-5.162
OA8(3,3)	4.515	1.553	1.553	1.553
OA9(3,4)	-3.601	-3.393	-3.393	-3.393
OA10(4,3)	-10.772	-5.059	-5.059	-5.059
OA11(4,4)	3.347	-3.406	-3.406	-3.406
OA12(1,1,T)	3.901	1.195	1.195	1.195

表 3 全國型及區域型機車巢式持有模式 (NL2) 校估結果 (續)

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
OA13(2,2,T)	5.021	2.329	2.329	2.329
OA14(3,3,T)	2.515	-0.459	-0.459	-0.459
OA15(4,4,T)	2.267	-4.488	-4.488	-4.488
方案特定變數				
二、三級產業人口比例				
OA11(4,4)	2.443**	11.193***	12.204***	12.812***
OA15(4,4,T)	2.443**	11.193***	12.204***	12.812***
每人享有道路面積				
OA8(3,3)	0.006*	0.030	0.023**	0.005
OA14(3,3,T)	0.006*	0.030	0.023**	0.005
每人享有大眾運輸延車公里				
OA11(4,4)	-0.019**	-0.074***	-0.014***	-0.019
OA15(4,4,T)	-0.019**	-0.074***	-0.014***	-0.019
家戶工作人口數				
OA8(3,3)	0.282**	0.308***	0.428***	0.062**
OA11(4,4)	0.807***	0.821***	0.918***	0.658***
OA14(3,3,T)	0.282**	0.308***	0.428***	0.062**
OA15(4,4,T)	0.807***	0.821***	0.918***	0.658***
汽車數				
OA6(2,3)	-0.360***	-0.372**	-0.361	-0.353**
OA8(3,3)	-0.131***	-0.226*	-0.054	-0.020**
OA9(3,4)	-0.579***	-0.583*	-0.333	-0.831**
OA14(3,3,T)	-0.131***	-0.226*	-0.054	-0.020**
機車駕照數				
OA6(2,3)	-0.360***	0.926***	0.959***	0.926***
OA8(3,3)	-0.131***	0.526***	0.315***	0.618***
OA9(3,4)	-0.579***	1.410***	1.336***	1.284***
OA14(3,3,T)	-0.131***	0.526***	0.315***	0.618***
共生變數				
車價/家戶所得	-1.120***	-2.106**	-1.152*	-0.394
包容值	0.190***	0.344***		
對數概似函數值				
$LL(0)$	-8100.174	-8100.174		
$LL(\hat{\beta})$	-5387.967	-5370.949		
$\rho^2$	0.334	0.337		

 註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

## 2.2 汽機車車型車齡選擇模式

邱裕鈞等人<sup>[27]</sup>在進行汽機車車型與車齡選擇模式之校估時，曾嘗試並比較圖 2 之三種多項及巢式結構。其中，車型車齡選擇方案，基於各車種（不同排氣量及車齡之組合）燃油效率與污染排放係數之檢定結果（請參閱邱裕鈞等人研究<sup>[28]</sup>），配合回收有效問卷之分布，將汽車依排氣量（分為小於 1,200c.c.、1,200c.c.~1,800c.c.、1,800c.c.~2,400c.c.，以及大於 2,400c.c.四類）與車齡（小於 5 年及大於 5 年兩類）分為 8 個選擇方案；至於機車則分為 6 個選擇方案。

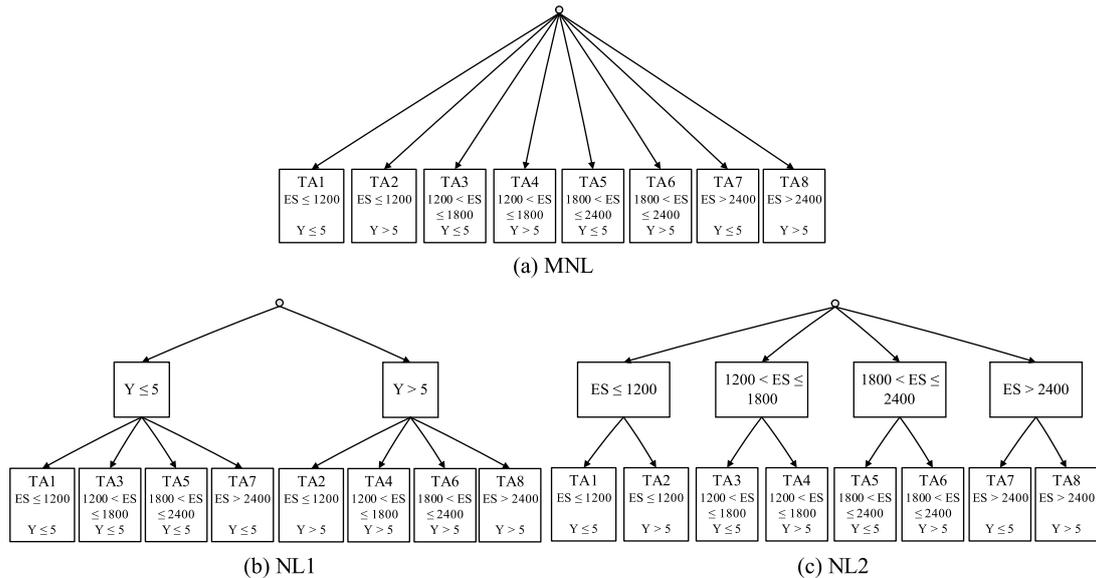


圖 2 多項與巢式車輛車型與車齡選擇結構圖（以汽車為例）

邱裕鈞等人<sup>[27]</sup>分別針對全國型及區域型模式進行多項羅吉特及巢式羅吉特之校估，結果發現無論是全國或區域、汽車或機車，均以多項選擇結構配適程度最佳，校估結果分別如表 4 及表 5 所示。由表 4 及 5 知，無論是汽車或機車、全國或區域模式，其模式概似比指標均達 0.331~0.404 間，其配適度良好。各變數之顯著性與正負號均符合先驗知識，顯示本模式具有應用性與預測力。至於各顯著變數之詮釋與政策意涵，請參閱邱裕鈞等人研究<sup>[27]</sup>。

## 2.3 汽機車使用模式

邱裕鈞等人<sup>[26]</sup>建構之汽機車使用模式係以  $\ln$ （年行駛里程）為應變數（自然對數值），分別對車輛特性、主要用車者特性、旅運行為及家戶車輛之持有與使用狀況等相關變數，進行迴歸分析。結果分別如表 6 及 7。由表 6 及 7 知，模式之配適度尚佳，其  $R^2$  值達 0.364 至 0.626 間，且各變數之顯著性與正負號均符合先驗知識。因此，本模式應具有解釋與預測能力。至於各變數之詮釋，請參閱邱裕鈞等人研究<sup>[26]</sup>。

表 4 全國型及區域型汽車車型與車齡多項羅吉特模式 (MNL) 校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
方案特定常數				
TA1(ES≤1200c.c.&Y≤5 年)(基準)	-	-	-	-
TA2(ES≤1200c.c.&Y≥5 年)	-3.221	1.718	-3.960	-3.907
TA3(1201≤ES≤1800c.c.&Y≤5 年)	4.796	4.988	4.207	5.394
TA4(1201≤ES≤1800c.c.&Y≥5 年)	-0.395	0.715	-0.894	-0.649
TA5(1801≤ES≤2400c.c.&Y≤5 年)	4.490	4.703	3.705	5.359
TA6(1801≤ES≤2400c.c.&Y≥5 年)	-0.480	0.876	-1.531	-0.280
TA7(ES≥2401c.c.&Y≤5 年)	5.429	4.818	4.342	7.005
TA8(ES≥2401c.c.&Y≥5 年)	3.193	2.977	2.494	4.251
方案特定變數				
主要駕駛人所得 車齡超過 5 年	-0.097***	0.425	-1.345*	-2.544***
主要駕駛人性別 (女為 0；男為 1) 排氣量 1801c.c.以上	1.173***	-21.224	-43.316***	-16.505
主要駕駛人性別 (女為 0；男為 1) 車齡超過 5 年	1.245***	-0.219	-0.958***	-1.806***
主要駕駛人教育程度 (碩士以上為 1) 車齡超過 5 年	-0.801***	-1.406***	-0.594***	-1.609***
每人享有大眾運輸延車公里 排氣量 1801c.c.以上	0.005**	-1.496***	-1.767***	-2.253***
共生變數				
(燃油成本) <sup>0.5</sup>	-1.348***	-0.090	-0.036	-0.247***
(牌照稅+燃料費)/家戶所得	-26.955***	0.618*	1.508***	1.293***
ln(車價/家戶所得)	-1.037***	0.628	2.014***	1.269***
ln(保險費/家戶所得)	-1.239***	-0.323	-1.109*	-0.943
ln(維修保養費/家戶所得)	-1.827***	0.003	-0.016	-0.006
對數概似函數值				
LL(0)	-2894.450	-840.201	-856.683	-1199.34
LL( $\hat{\beta}$ )	-1244.615	-389.013	-408.638	-401.779
$\rho^2$	0.570	0.537	0.523	0.665

註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

表 5 全國型及區域型機車車型與車齡多項羅吉特模式 (MNL) 校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
方案特定常數				
TA1(ES≤90c.c.&Y≤3 年)(基準)	-	-	-	-
TA2(ES≤90c.c.&Y≥3 年)	-0.370	-0.621	-0.310	0.218
TA3(91≤ES≤125c.c.&Y≤3 年)	2.897	4.060	2.853	2.625
TA4(91≤ES≤125c.c.&Y≥3 年)	1.997	2.790	2.073	2.141
TA5(ES≥126c.c.&Y≤3 年)	2.039	3.360	2.081	1.037
TA6(ES≥126c.c.&Y≥3 年)	2.439	2.810	3.044	1.748
方案特定變數				
主要駕駛人性別 (女為 0 ; 男為 1) 排氣量 91c.c.以上	1.004***	0.827**	0.876**	1.325***
主要駕駛人年齡 排氣量 91c.c.以上	-0.021**	-0.039**	-0.019	-0.018
年行駛公里 (萬公里) 車齡超過 3 年	-0.803***	-0.507	-0.890**	-1.147***
年行駛公里 (萬公里) 排氣量 91c.c.以上	2.636***	3.856***	3.002***	1.099
每人享有道路面積 排氣量 91c.c.以上	-0.023**	-0.095***	-0.034*	-0.001
共生變數				
(燃油成本) <sup>0.5</sup>	-1.658***	-2.069***	-1.043	-1.331
ln(車價/家戶所得)	-1.896***	-1.939***	-2.242***	-0.958*
ln(保險費/家戶所得)	-1.727***	-2.571***	-1.240***	-0.932***
ln(維修保養費/家戶所得)	-1.424***	-1.340***	-1.459***	-1.687***
對數概似函數值				
LL(0)	-2239.990	-977.129	-708.152	-553.251
LL( $\hat{\beta}$ )	-1021.434	-392.806	-348.411	-253.942
$\rho^2$	0.544	0.598	0.508	0.541

註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

表 6 全國型及區域型汽車使用迴歸模式校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
常數	8.855***	9.011	8.906	8.745
ln(家戶所得)	0.039***	0.040**	0.030	0.045
(家戶持有汽車數) <sup>2</sup>	-0.003*	-0.004**	-0.001**	-0.001**
家戶持有機車數	-0.002**	-0.025*	-0.001	-0.007*
主要使用者性別	0.036*	0.058*	0.039**	0.079***
上班 (學) 通勤時間	0.005***	0.004***	0.005***	0.005***
車齡	-0.009***	-0.008***	-0.009***	-0.010***
車型	0.0002***	0.00016***	0.0002***	0.0002***
通勤使用天數	0.015***	0.011*	0.017**	0.015***
旅遊使用天數	0.010*	0.012**	0.003*	0.011**
ln(燃油成本)	-0.451***	-0.464***	-0.425***	-0.442***
ln(維修成本)	-0.129***	-0.114***	-0.133***	-0.134***
樣本數	3450	894	846	1710
R <sup>2</sup>	0.610	0.606	0.597	0.626

註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

表 7 全國型及區域型機車使用迴歸模式校估結果

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
常數	8.815***	8.886***	8.624***	8.876***
工作人口數	0.018*	0.042***	0.021**	0.004
家戶持有汽車數	-0.012*	-0.023*	-0.008	-0.030
(家戶持有機車數) <sup>2</sup>	-0.004***	-0.001**	-0.006**	-0.005
ln(家戶所得)	-0.083***	-0.092***	-0.065**	-0.069**
主要使用者性別	0.128***	0.211***	0.072*	0.082*
主要使用者年齡	-0.001**	-0.004***	-0.003	-0.001
上班 (學) 通勤時間	0.004***	0.004***	0.003**	0.006***
車齡	-0.011***	-0.011***	-0.010*	-0.011*
車型	0.002***	0.001***	0.002***	0.001***
通勤使用天數	0.057***	0.058***	0.062***	0.048***

表 7 全國型及區域型機車使用迴歸模式校估結果 (續)

變數名稱	全國型	區域型		
		主要都會	次要都會	一般城市
旅遊使用天數	0.037***	0.043***	0.053***	0.011
ln(燃油成本)	-0.389**	-0.395**	-0.387**	-0.383**
樣本數	2536	1061	789	686
R <sup>2</sup>	0.403	0.464	0.364	0.386

註：\*表在  $\alpha = 0.1$  下顯著，\*\*表在  $\alpha = 0.05$  下顯著，\*\*\*表在  $\alpha = 0.01$  下顯著。

### 三、決策支援系統之架構與界面

決策支援系統 (decision support system, DSS)，主要觀念由 Scott-Morton<sup>[29]</sup> 於 1970 年代早期提出，是一個用以解決非結構化問題的電腦式交談系統。利用資料與模型的運算，與電腦以互動式、交談的溝通方式處理決策制定者的問題，協助使用者進行決策 (Sprague 和 Carlson<sup>[30]</sup>)，以提高個人與組織的管理效能。為達此一目的，本決策支援系統包括模式庫、資料庫及整合介面等三部分，其內容分述如下。

#### 3.1 模式庫

本系統之核心模組為前述汽機車持有模式、車型車齡選擇模式及使用模式，各模式之相互關係如圖 3 所示。

由圖 3 知，汽車之車型車齡選擇模式僅適用於持有方案  $OA_1$ 、 $OA_3$ 、 $OA_6$ 、 $OA_9$ 、 $OA_{10}$ ，以及  $OA_{11}$  等新購至少一輛車之方案。各種車型與車齡之車輛總數可以式(1)、式(2)及式(3)推估之：

$$TN_i = TH \times Pr_{TA_i} \times (Pr_{OA_1} + Pr_{OA_3} + Pr_{OA_6} + Pr_{OA_9} + Pr_{OA_{10}} + Pr_{OA_{11}}) \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (1)$$

$$TO_i = TH \times MS_{TA_i} \times (Pr_{OA_2} + Pr_{OA_3} + Pr_{OA_4} + 2Pr_{OA_5} + 2Pr_{OA_6} + 2Pr_{OA_7} + 3Pr_{OA_8} + Pr_{OA_{10}} + 2Pr_{OA_{11}}) \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (2)$$

$$TT_i = TN_i + TO_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (3)$$

其中， $TN_i$  為車型車齡方案  $TA_i$  之新購車輛總數。 $TH$  為持有至少 1 輛車的家戶總數。 $Pr_{TA_i}$  為車型車齡  $TA_i$  之選擇機率 (以車型車齡模式推估之)。 $Pr_{OA_i}$  為持有方案  $OA_i$  之選擇機率+

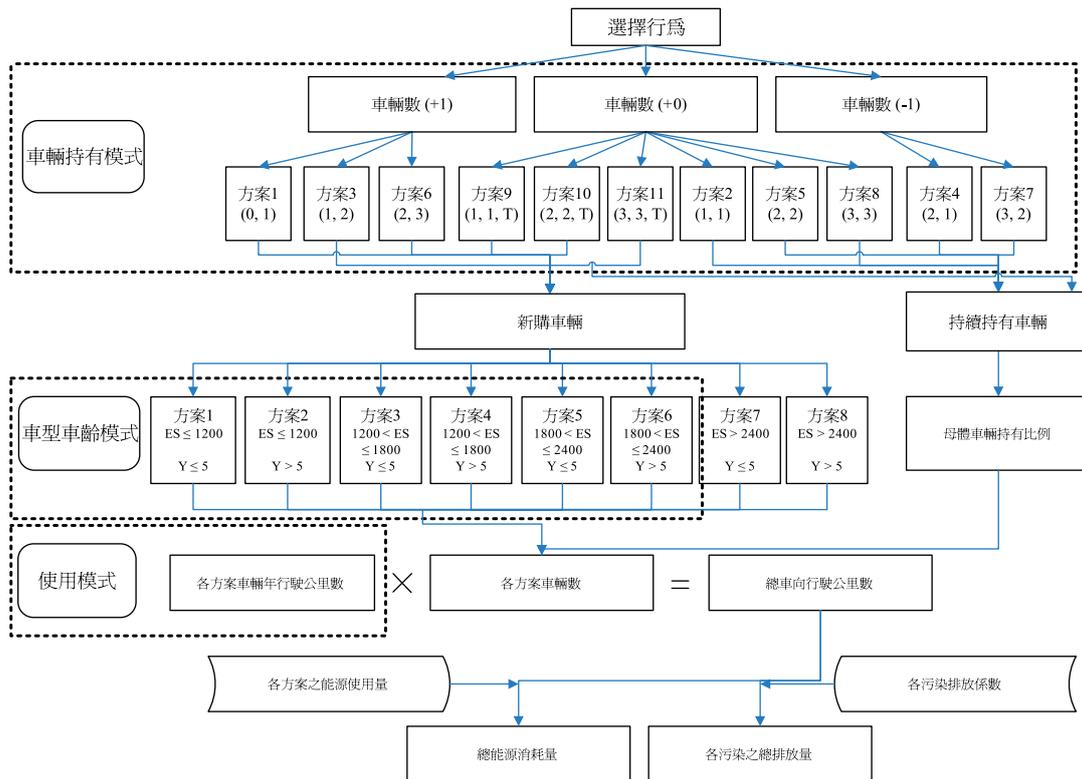


圖 3 整合模式架構 (以汽車為例)

(以持有模式推估之)。 $TO_i$  為車型車齡方案  $TA_i$  之持續持有車輛總數。 $MS_{TA_i}$  為車型車齡方案  $TA_i$  之原市場占有率。 $TT_i$  車型車齡方案  $TA_i$  之總車輛數。其中，式 (1) 係利用「汽車持有模式」推估而得之各方案選擇機率，乘以各方案新購車輛數，加總後，再乘以車型  $i$  之選擇機率 ( $P_{rTA_i}$ ) 及總家戶數 ( $TH$ )，即可推估得該年新購車型  $i$  之汽車總數。至於式 (2) 則利用「汽車持有模式」推估而得之各方案選擇機率，乘以各方案持續持有之車輛數，加總後，再乘以車型  $i$  之市場占有率 ( $MS_{TA_i}$ ) 及總家戶數 ( $TH$ )，即可得該年持續持有車型  $i$  之汽車總數。以  $OA6(2,3)$  為例，代表家戶去年持有 2 輛車，於今年新購 1 輛車，故共持有 3 輛車。因此，該方案選擇機率在式 (1) 時係乘以 1 輛車，但在式 (2) 時，則乘以 2 輛車。

此外，車輛使用模式則用以推估各種車型車齡類別之平均年行駛里程。因此，各車種總年行駛里程可以式 (4) 推估之：

$$TM_i = TT_i \times AM_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (4)$$

其中， $TM_i$  為所有車型車齡  $TA_i$  車輛之總行駛里程。 $AM_i$  為車型車齡  $TA_i$  之平均年行駛里程 (以車輛使用模式推估之)。基於推估所得之各車型車齡  $TA_i$  車輛之總行駛里程，可進一步推估其能源消耗與污染排放，如下式：

$$EC_i = g_i \times TM_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (5)$$

$$HC_i = h_i \times TM_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (6)$$

$$CO_i = c_i \times TM_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (7)$$

$$CO_{2_i} = k_i \times TM_i \quad \text{for } i = 1, 2, \dots, 8 \quad (8)$$

其中， $EC_i$  表車型車齡  $TA_i$  之總燃油消耗總量 (liter,  $l$ )。  $g_i$  為車型車齡  $TA_i$  每行駛 1 公里之燃油消耗量 ( $l/km$ )，即燃油效率之倒數。 $HC_i$ 、 $CO_i$ 、 $CO_{2_i}$  分別代表車型車齡  $TA_i$  之  $HC$ 、 $CO$ 、 $CO_2$  總排放量 ( $g$ )。  $h_i$ 、 $c_i$ 、 $k_i$  分別代表車型車齡  $TA_i$  每行駛 1 公里之  $HC_i$ 、 $CO_i$ 、 $CO_{2_i}$  排放量 ( $g/km$ )。因此，將各車型車齡  $TA_i$  之能源消耗與污染排放總量予以加總，即可獲得全國 (或該縣市) 之總能源消耗量 (TEC) 及  $HC$ 、 $CO$ 、 $CO_2$  污染排放量 ( $THC$ 、 $TCO$ 、 $TCO_2$ )，如下式：

$$TEC = \sum_{i=1}^8 EC_i \quad (9)$$

$$THC = \sum_{i=1}^8 HC_i \quad (10)$$

$$TCO = \sum_{i=1}^8 CO_i \quad (11)$$

$$TCO_2 = \sum_{i=1}^8 CO_{2_i} \quad (12)$$

因此，針對某一管理策略或環境變動，此一整合模式推估能耗與排污總量之操作方式如下：先以「車輛持有模式」推估車輛持有數量之變動。對於新購車輛之家戶，則透過「車型與車齡選擇模式」推估各種車型及車齡方案之車輛數。另一方面，針對持續持有車輛，則利用現有的車型車齡分布狀況，計算其車型車齡之車輛數。兩者加總後，即可推估取得各種車型及車齡之車輛數。再利用「車輛使用模式」推估各車種 (車型及車齡組合) 之平均年行駛里程，乘以各車種車輛總數，即可獲得各車種年總行駛里程。最後，依各車種平均污染排放係數與能源消耗係數，推估各車種污染排放總量 ( $NO_x$ 、 $HC$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ ) 及能源消耗總量，即可作為管理策略成效分析之量化基礎。

### 3.2 資料庫

為進行全國及各縣市在不同管理策略下之能源消耗與污染排放減量成效，除運用第二章所述個體選擇及迴歸模式之校估參數外，本系統仍須儲存相關模式中各項變數之數值及

能源消耗與污染排放之係數值，方能進行能耗與排污之推估。基本上，本系統資料庫包含兩類資料：變數值及參數值，分述如下：

### 1. 變數值之設定

在汽機車持有、車型車齡選擇及使用等相關模式中，達顯著水準之變數分別彙整如表 8 及表 9 所示。大部分變數在全國及各縣市之數值，係依回收有效樣本予以平均而得，但全國及各縣市二三級人口比例、每人享有道路面積及每人享有大眾運輸延車公里，則係依各公務統計報告獲得。其中，性別及教育程度兩項類別變數係直接以平均方式表之。例如，教育程度之數值，係將教育程度由小學及以上、國中、高中、大學、碩士以及博士等，分別以 1-6 分評分後，再依各區受訪者之教育程度狀況，加以平均而得，以便表達各縣市受訪者之教育程度分布特性。至於上述車型及車齡選擇模式中有關教育程度係以「碩士以上 = 1 之虛擬變數」表之，故該變數值則依全國或各縣市受訪者之教育程度是否超過碩士以上，分別以 0 或 1 編碼後，再加以平均。

此外，傳統在利用羅吉特模式進行預測時，多以「模擬方式」方式進行，即在推估各方案選擇機率時，逐一將受訪者之相關變數代入模式中，推測各受訪者之選擇方案（選擇機率最高者），再據以統計各方案之選擇機率。另一種推測方式則先將各受訪者社經特性加以平均後，直接代入模式，推估各方案之選擇機率。經本文比較結果發現，此兩方式之推估結果相當接近，因此，為便於決策支援系統之運作，本文採後者之方式進行各管理策略效果之預測。

### 2. 參數值之設定

如前述，本整合模式在進行能源消耗與污染排放推估時，各車種之能源消耗及污染排放係數 ( $g_i$ 、 $h_i$ 、 $c_i$ 、 $k_i$ ) 亦相當重要，本模式採用係數如表 10 所示。其中，各車種之能源消耗係數係以問卷調查結果為主。至於污染排放係數，則透過 MOBILE-Taiwan2.0 依據國內環保標準及車輛組成推估而得。由表 10 知，燃油效率係數會隨著排氣量及車齡增加而降低，符合先驗知識。而且，機車之燃料效率為汽車之 2~4 倍不等。至於污染排放係數由於目前 MOBILE-Taiwan2.0 僅能推估不同車齡之排放係數，尚無法進一步依車型加以區隔，故各車型以平均值代之。由表 10 知， $NO_x$  及  $CO$  之排放係數值，在 3 年以上機車及 5 年以上汽車之值，較 3 年以下機車及 5 年以下汽車之值高達 4 倍，此說明車輛汰舊換新之重要性。

## 3.3 使用者介面

為便於決策者操作使用及美化介面外觀，本系統乃利用 Flash MX 軟體撰寫，並儘可能將可行之管理策略予以條列，透過點選方式提供決策者操作分析之用。其管理策略介面如圖 4 (全國型) 所示。由圖知，本系統可模擬油價成本、牌照稅 + 燃料費、保險費、車輛價格、維修保養費、道路面積 (以每人享用道路面積表之)、都市化程度 (二三級人口比例)、大眾運輸延車公里 (以每人享用大眾運輸延車公里表之)，以及所得等變數變動之影響。

表 8 全國及各縣市汽車相關模式之解釋變數數值

區域	性別	教育程度	家戶未滿18歲人口數(人)	家戶月所得(萬元)	家戶汽車駕照數(張)	家戶工作人口數(人)	家戶機車數(輛)	二三級人口比例(%)	每人享有大眾運輸延車公里(車公里/人)	每人可享有道路面積(100m <sup>2</sup> /人)	車輛價格(萬元)	保險費(元)	年維修費(元)	月加油費(元)	燃油效率(公里/公升)
全國	0.72	3.59	1.03	10.90	2.66	2.39	1.79	0.41	15.30	0.19	64.95	8368.93	11091.20	594.21	11.18
臺北市	0.84	3.79	0.78	11.98	2.27	2.30	1.12	0.99	95.45	0.08	71.35	8720.70	13602.67	316.21	10.23
高雄市	0.68	3.78	0.83	15.73	2.66	2.40	2.05	0.98	11.25	0.12	93.71	12404.41	10536.99	693.77	11.87
臺北縣	0.86	3.62	1.00	10.87	2.38	2.40	2.71	0.98	0.34	0.08	64.75	9261.18	11661.63	544.62	10.86
花蓮縣	0.72	3.60	1.02	10.38	2.42	2.39	1.62	0.85	0.00	0.40	61.86	5645.63	10575.00	278.31	10.76
宜蘭縣	0.66	3.45	1.23	12.11	2.37	2.40	1.72	0.79	0.00	0.28	72.12	10345.89	7062.06	692.53	11.77
基隆市	0.84	3.67	1.11	9.96	2.25	2.40	1.58	0.99	17.14	0.16	59.31	5727.32	10834.79	491.83	10.96
新竹市	0.70	4.09	1.22	17.28	2.40	2.40	1.87	0.95	4.58	0.13	102.91	9485.50	11899.87	765.36	11.01
新竹縣	0.71	3.78	1.29	10.66	2.80	2.41	1.84	0.78	16.46	0.21	63.49	10608.77	11268.51	523.30	10.75
桃園縣	0.75	3.78	0.95	13.28	2.36	2.40	1.55	0.92	8.30	0.13	79.12	13780.03	8861.46	654.84	11.14
苗栗縣	0.79	3.45	1.18	9.70	2.77	2.41	1.86	0.75	0.00	0.28	57.76	7257.18	11617.26	569.16	11.23
臺中市	0.77	3.54	1.17	12.66	2.62	2.41	1.82	0.97	12.42	0.24	75.41	9892.11	10246.30	794.99	10.91
臺中縣	0.74	3.43	1.08	10.60	2.77	2.41	2.07	0.87	0.23	0.19	63.14	10387.25	12083.01	593.60	11.11
彰化縣	0.77	3.40	1.18	11.07	2.78	2.42	2.14	0.76	0.10	0.16	65.91	8763.53	9477.68	658.39	11.63
南投縣	0.76	3.46	0.99	9.65	2.67	2.41	1.63	0.71	0.00	0.31	57.47	7107.17	10076.52	629.05	11.06
嘉義市	0.83	3.63	0.75	9.15	2.35	2.40	2.06	0.93	0.66	0.35	54.48	5696.80	11736.19	437.19	11.61
嘉義縣	0.69	3.47	1.02	7.91	2.93	2.41	2.27	0.69	6.28	0.34	47.11	7480.36	9289.32	546.52	11.49
雲林縣	0.80	3.45	1.51	10.02	2.91	2.41	1.69	0.69	0.00	0.29	59.71	7146.98	8271.99	553.28	11.45
臺南市	0.77	3.63	0.95	9.74	2.55	2.40	2.04	0.96	3.84	0.17	58.03	9352.56	10344.26	529.93	11.10
臺南縣	0.79	3.48	1.15	8.46	2.54	2.41	2.15	0.77	0.00	0.36	50.42	11206.13	10335.54	584.90	10.85
高雄縣	0.83	3.53	1.05	14.26	2.46	2.40	2.12	0.85	11.87	0.36	84.94	7109.49	13207.39	935.44	11.27
屏東縣	0.72	3.60	0.89	8.73	2.50	2.40	2.07	0.76	0.00	0.30	51.98	7042.47	9881.12	487.84	11.20
臺東縣	0.68	3.47	0.85	9.81	2.27	2.40	1.88	0.78	0.00	0.43	58.42	6352.92	10581.64	482.54	11.98
澎湖縣	0.70	3.77	1.28	8.67	2.16	2.19	1.66	0.78	16.51	0.23	51.63	2927.23	14381.62	351.00	10.97

表 9 全國及各縣市機車相關模式之解釋變數數值

區域	性別	年齡 (歲)	工作人口數 (人)	家戶月所得 (萬元)	汽車數 (輛)	機車 駕照數 (張)	一、二、三級 人口 比例 (%)	每人享有 大眾運輸 延車公里 (車公里 /人)	每人可 享有道 路面積 (100m <sup>2</sup> /人)	車輛價格 (萬元)	年行駛 里程數 (公里)	年保險費 (元)	年保養 維修費 (元)	燃油效率 (公里/ 公升)
全國	0.65	39.73	2.48	8.37	1.09	2.93	0.41	15.30	0.19	4.52	5431.85	1284.49	2658.84	26.76
臺北市	0.75	39.72	2.42	11.18	0.93	2.50	0.99	95.45	0.08	4.52	5363.78	1134.59	3200.50	26.69
高雄市	0.58	38.13	2.30	7.45	0.98	2.77	0.98	11.25	0.12	4.23	5858.57	1094.18	2563.95	26.95
臺北縣	0.69	37.52	2.47	8.47	0.83	2.71	0.98	0.34	0.08	4.62	5712.06	1199.92	2797.34	26.98
花蓮縣	0.78	44.74	2.48	5.98	1.33	3.11	0.85	0.00	0.40	4.75	5233.52	1418.22	2982.44	26.76
宜蘭縣	0.71	39.96	2.15	10.34	1.08	3.00	0.79	0.00	0.28	4.34	6361.31	2657.82	2628.69	28.70
基隆市	0.78	37.35	2.49	8.59	0.90	2.70	0.99	17.14	0.16	4.95	4656.76	1034.96	2503.27	24.72
新竹市	0.51	43.82	2.29	11.08	1.14	3.22	0.95	4.58	0.13	4.23	4591.24	1083.64	1795.51	27.03
新竹縣	0.65	39.96	2.83	8.19	1.31	3.19	0.78	16.46	0.21	4.91	6330.43	1211.01	3366.70	27.56
桃園縣	0.64	39.66	2.35	9.17	1.18	2.85	0.92	8.30	0.13	4.80	5234.46	1642.78	2780.10	26.35
苗栗縣	0.61	41.72	2.69	7.87	1.42	3.13	0.75	0.00	0.28	4.20	4744.39	1193.43	2701.76	24.26
臺中市	0.61	38.22	2.43	7.22	1.14	2.91	0.97	12.42	0.24	4.65	5332.01	1336.66	2313.91	27.63
臺中縣	0.61	39.83	2.57	7.81	1.37	3.34	0.87	0.23	0.19	3.94	4917.45	1223.05	2483.53	27.41
彰化縣	0.63	41.55	2.75	7.60	1.35	3.22	0.76	0.10	0.16	4.99	5204.40	1356.79	1877.46	26.46
南投縣	0.51	42.86	2.22	8.06	1.29	2.96	0.71	0.00	0.31	4.01	4576.49	1701.31	2596.00	26.43
嘉義市	0.62	45.46	2.44	8.89	1.26	3.00	0.93	0.66	0.35	4.04	4833.46	1179.00	2455.59	25.00
嘉義縣	0.70	37.78	2.84	8.78	1.32	3.43	0.69	6.28	0.34	4.07	5808.60	920.00	2704.27	27.97
雲林縣	0.69	43.92	2.61	8.65	1.51	3.10	0.69	0.00	0.29	4.51	5514.33	1275.51	2878.00	27.30
臺南市	0.70	41.02	2.56	7.39	0.97	3.24	0.96	3.84	0.17	4.00	5334.57	1177.90	2464.18	25.09
臺南縣	0.63	41.49	2.58	8.19	1.16	3.09	0.77	0.00	0.36	5.55	5803.77	1322.01	3225.79	26.60
高雄縣	0.58	38.15	2.58	7.90	1.13	3.07	0.85	11.87	0.36	4.18	5617.97	1255.49	2590.12	27.52
屏東縣	0.68	42.85	2.34	5.97	1.14	3.18	0.76	0.00	0.30	4.07	5167.00	1173.74	2221.69	26.25
臺東縣	0.81	50.19	2.18	5.31	1.18	3.06	0.78	0.00	0.43	4.18	4342.94	1561.56	1670.05	25.13
澎湖縣	0.60	49.30	1.70	6.00	1.00	3.00	0.78	16.51	0.23	4.13	4377.30	853.30	2164.67	20.30

表 10 汽機車各車型車齡方案之污染及油耗係數值

車種	車型	車齡	$NO_x$ (g/km)	$CO$ (g/km)	$HC$ (g/km)	$CO_2$ (g/km)	燃油效率 (km/l)
汽車	ES ≤ 1200	Y ≤ 5	0.12	0.37	0.31	175.15	12.92
		Y > 5	0.50	1.34	0.69	190.49	11.88
	1200 < ES ≤ 1800	Y ≤ 5	0.12	0.37	0.31	208.00	10.88
		Y > 5	0.50	1.34	0.69	219.07	10.33
	1800 < ES ≤ 2400	Y ≤ 5	0.12	0.37	0.31	240.49	9.41
		Y > 5	0.50	1.34	0.69	255.42	8.86
	ES > 2400	Y ≤ 5	0.12	0.37	0.31	310.00	7.30
		Y > 5	0.50	1.34	0.69	349.23	6.48
機車	ES ≤ 90	Y ≤ 3	0.15	1.23	0.69	83.60	27.07
		Y > 3	0.64	4.20	2.07	106.75	21.20
	90 < ES ≤ 125	Y ≤ 3	0.15	1.23	0.69	87.71	25.80
		Y > 3	0.64	4.20	2.07	111.20	20.35
	ES > 125	Y ≤ 3	0.15	1.23	0.69	91.40	24.76
		Y > 5	0.64	4.20	2.07	116.83	19.37

- 註：1.  $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$  之污染係數係由中鼎公司以美國環保署 Mobile 軟體依國內車種組成及排放標準所調整之 Mobile-Taiwan。  
 2. 燃油效率則由問卷調查結果彙整而得。  
 3.  $CO_2$  之排放係數則以汽油每公升排放 2,263 g  $CO_2$ ，再配合燃油效率推估而得。

依據各項模式之顯著影響變數，可整理成圖 4 之輸入介面。該介面又分為：汽車模式、機車模式，以及移轉明細等三次界面。其中，汽機車模式次介面皆列出管理策略對應之影響變數，供決策者勾選模擬策略，並設定變數變動比例（例如，圖 4 中勾選油價成本，下降 20%），移轉明細則用於輸出汽機車使用量相互移轉數量。至於各該影響變數可適用之管理策略，彙整於表 11 所示。由表 11 知，可分析之管理策略可分為提高車輛持有成本、提高車輛使用成本及促進大眾運輸發展等三大類。

當決策者完成模擬影響變數之勾選與設定後，按「計算」鍵，本系統即會在同一介面下方列出主要輸出結果，包括總行駛公里數、各污染物排放量及能源消耗量等，如圖 5 所示。

如果決策者想要了解各管理策略對各車種之影響，可進一步按圖 5 下方之「行駛里程明細」、「污染能源明細」等按鍵，結果如圖 6 所示。



圖 4 全國汽機車之管理策略選擇分析介面

表 11 本模式可供分析之汽機車管理策略

政 策	管理策略	相關模式	影響變數
提高車輛持有成本	1.提高牌照稅、燃料費	持有模式	(牌照稅+燃料費)/ 家戶所得
		車型車齡模式	
	2.徵收購車稅 3.實施買車自備停車位	持有模式	車輛價格/家戶所得
		車型車齡模式	
4.提高車輛保險費用	持有模式	保險費用/家戶所得	
	車型車齡模式		
提高車輛使用成本	1.提高油價 (燃料費改隨油徵收、 加徵能源稅、提高空污費)	持有模式	油價成本/家戶所得
		車型車齡模式	
		使用模式	油價成本
	2.提高車輛定檢次數或標準	持有模式	維修保養費/家戶所得
		車型車齡模式	
		使用模式	維修成本
3.減緩道路興建	持有模式	道路面積	
	車型車齡模式		
促進大眾運輸發展	1.提高大眾運輸行駛路線與班次	持有模式	每人享有大眾運輸延 車公里
		車型車齡模式	



圖 5 汽車模式在油價下降 20% 情境下之輸出結果



(a) 各車種行車里程



(b) 各車種能耗與排污量

圖 6 汽車模式輸出之各車種行車里程、能源消耗與污染排放量

機車模式之使用介面與汽車模式同，不另贅述。至於區域型模式則可用於分析管理策略對於各縣市汽機車總行駛里程、能源消耗及污染排放之減量效果。進入區域型模式前，本系統先提供決策者選擇欲分析之縣市，如圖 7 所示。由圖 7 知，當決策者於臺灣地圖上點選臺北市後，即出現臺北市之汽機車登記數量及汽機車有效問卷調查樣本數（家戶數）。



圖 7 區域型模式之進入介面（以選擇臺北市為例）

確認點選之縣市後，即進入與全國型汽機車模式相同之操作介面，如圖 8 所示。惟不同的是所引用的模式所選縣市對應之是區域型（主要都會、次要都會及一般城市）個體選擇模式及各該縣市之相關資料（如汽機車總數、道路面積、二三級人口比例...）。



圖 8 臺北市汽車模式在油價下降 20% 情境下之輸出結果

## 四、管理策略之應用與評估

為驗證本決策支援系統之應用性，本章乃此一系統先進行汽機車總行駛里程、能源消耗及污染排放現況之推估，再進行各項管理政策成效之評估。由於本系統可供分析的管理策略甚多，為節篇幅，以下僅針對油價上漲及汽燃費隨油徵收兩項環境變化（或實施政策）進行分析。

### 4.1 現況推估結果分析

由於本研究進行問卷調查期間正值油價高漲，故 95 無鉛汽油之價格平均為每公升 30 元，故在進行現況推估時，乃將油價重新設定為每公升 23.7 元（民國 98 年 3 月 5 日之 95 無鉛汽油公告牌價）。全國汽機車行駛里程、能耗及排放總量如表 12。由表 12 知，我國汽車之總行駛里程數達 63,886 百萬公里略高於機車之 56,226 百萬公里，但能源消耗量及  $CO_2$  排放量卻約為機車之 3 倍，主要因為其燃料效率遠低於機車所致。但另一方面汽車排放之  $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$  總量則低於機車，尤其  $CO$  及  $HC$  約僅機車之三分之一。

表 12 全國汽機車總行駛里程、污染排放及能源消耗總量

項 目	汽 車	機 車	合 計
總行駛里程 (百萬公里)	63,886	56,226	120,112
$NO_x$ (噸)	20,632	26,799	47,431
$CO$ (噸)	56,733	180,475	237,208
$HC$ (噸)	32,770	90,519	123,289
$CO_2$ (噸)	15,009,942	5,788,754	20,798,696
能源消耗量 (百萬公升)	6,633	2,558	9,191

進一步分析各縣市汽機車總行駛里程、污染排放及能源消耗總量占全國（僅計算 23 縣市，未包括金門縣及連江縣）之比例則彙整如表 13 所示。由表知，依本文將 23 縣市分為主要都會、次要都會及一般城市三類，各類之總行駛里程、各項污染排放及能源消耗各約占全國之三分之一。惟其中，主要都會之都市雖只有 4 個，但其總行駛里程、各項污染排放及能源消耗則約占全國總量之 37%，顯示為達永續運輸之目標，若先由主要都會區著手，可達事倍功半之效。而其中又以臺北市及臺北縣所占比例最高，兩者合計即約占全國之四分之一。值得慶幸的是，臺北都會區已提供密集之捷運與公車路網，使大眾運輸旅次高達 45%，大幅降低私人運具之依存度，否則能源消耗與污染排放之總量可能更高。

表 13 各縣市汽機車之總行駛里程、污染排放及能源消耗比例

縣 市	總行駛里程	$NO_x$	$CO$	$HC$	$CO_2$	能源消耗
主要都會	37.51%	37.81%	37.79%	37.69%	37.24%	37.23%
臺北市	12.25%	12.25%	12.25%	12.25%	12.08%	12.08%
臺北縣	13.12%	13.38%	13.36%	13.28%	12.87%	12.86%
臺中市	5.36%	5.24%	5.25%	5.28%	5.42%	5.42%
高雄市	6.78%	6.94%	6.93%	6.88%	6.87%	6.87%
次要都會	33.20%	33.20%	33.21%	33.20%	33.07%	33.07%
基隆市	1.22%	1.25%	1.25%	1.24%	1.24%	1.24%
桃園縣	9.98%	9.89%	9.90%	9.92%	10.00%	9.99%
新竹市	2.20%	2.06%	2.07%	2.11%	2.24%	2.24%
新竹縣	2.70%	2.63%	2.63%	2.66%	2.69%	2.69%
臺中縣	7.59%	7.54%	7.55%	7.56%	7.51%	7.51%
彰化縣	5.99%	6.18%	6.17%	6.11%	5.90%	5.91%
臺南市	3.52%	3.65%	3.64%	3.60%	3.49%	3.49%
一般城市	29.31%	28.99%	29.03%	29.13%	29.70%	29.71%
宜蘭縣	1.90%	1.73%	1.75%	1.80%	1.98%	1.97%
苗栗縣	2.23%	2.09%	2.10%	2.14%	2.23%	2.24%
南投縣	4.26%	3.82%	3.85%	3.99%	4.43%	4.42%
嘉義市	1.02%	1.08%	1.07%	1.06%	1.06%	1.06%
嘉義縣	2.19%	2.15%	2.16%	2.17%	2.26%	2.27%
雲林縣	3.09%	3.14%	3.14%	3.12%	3.12%	3.12%
臺南縣	4.59%	4.81%	4.80%	4.73%	4.56%	4.55%
高雄縣	4.60%	4.63%	4.63%	4.62%	4.67%	4.67%
屏東縣	2.89%	2.98%	2.97%	2.95%	2.85%	2.84%
花蓮縣	1.58%	1.58%	1.58%	1.58%	1.59%	1.60%
臺東縣	0.69%	0.72%	0.72%	0.71%	0.68%	0.69%
澎湖縣	0.27%	0.26%	0.26%	0.26%	0.27%	0.28%
全 國	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

#### 4.2 油價調漲推估結果分析

除機車持有模式外，油價（燃油成本）顯著影響汽機車持有、車型車齡選擇及使用等模式，因此，在研擬汽機車之有效管理策略時，必須將油價視為一項重要控制機制。以下即針對油價上漲 50% 之情境下，分析全國及各縣市汽機車總行駛里程、能源消耗與污染排

放之變化程度。由於本研究進行問卷調查期間正值油價高漲，故基礎油價設定為每公升 30 元。然而為使決策支援系統之分析更貼近現況，在此將初始油價重新設定為每公升 23.7 元 (民國 98 年 3 月 5 日之 95 無鉛汽油公告牌價)，並進行油價上漲 50% (即達 35.55 元) 能耗與排污之減量效果。

表 14 顯示全國之油價調漲前及油價調漲 50% 後之汽機車總行駛里程、 $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$ 、 $CO_2$  以及能源消耗量。由表 14 知，當油價調漲 50% 時，汽車總行駛里程大幅降低至 52,203 百萬車公里，降幅約 18.29%。但機車總行駛里程反而增加 0.28%，因為機車行駛里程也因油價上漲而下降外，但同時也因部分汽車因油價上漲後改使用機車而導致其行駛里程反而略為增加。由於汽機車之高度替代性以及機車使用者之低油價彈性，降低了油價調漲所可能帶來的能耗與排污減量效果。汽機車合計之總行駛里程、 $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$ 、 $CO_2$  及能源消耗量減少比例分別為 9.60%、8.97%、5.29%、5.52%、13.35% 及 13.35%，而能源消耗量則降低 18.47%。另外，值得注意的是，油價調漲後，機車總行駛里程雖因為汽車移轉量而略為增加，但能源消耗與污染排放總量卻略為下降，其主要原因乃是因應油價上漲，部分車主將改購買較省能源之車型與車齡。以全國機車油價調漲 50% 前後為例，各方案之選擇結果如表 15 所示。由表 15 知，油價上升後新購車輛在 3 年以下之選擇比率將略為提高，故污染量也會略為下降。

表 16 進一步彙整各縣市因油價調漲所導致之各縣市汽機車總行駛里程、污染排放及能源變動比例。由表 16 知，主要都會區之平均降幅略高於次要都會區，再高於一般城市。推測其主因乃是主要都會區之大眾運輸系統，相對於次要都會及一般城市較為方便，故可獲致較為顯著之減量效果。此亦顯示在實施私人運具使用抑制策略時，可配合強化大眾運輸服務，以收其綜效。

表 14 油價調漲 50% 前後汽機車總行駛里程、污染排放及能源消耗總量

項 目	油價調漲前			油價調漲 50%			變動 比例
	汽車	機車	合計	汽車	機車	合計	
總行駛里程 (百萬公里)	63,886	56,226	120,112	52,203	56,383	108,586	-9.60%
$NO_x$ (噸)	20,632	26,799	47,431	16,620	26,558	43,178	-8.97%
$CO$ (噸)	56,733	180,475	237,208	45,750	178,905	224,655	-5.29%
$HC$ (噸)	32,770	90,519	123,289	26,539	89,940	116,478	-5.52%
$CO_2$ (噸)	15,009,942	5,788,754	20,798,696	12,238,622	5,783,139	18,021,761	-13.35%
能源消耗量 (百萬公升)	6,633	2,558	9,191	5,408	2,556	7,964	-13.35%

表 15 油價調漲 50%前後全國機車車型與車齡之選擇比率

方案	車型	車齡	選擇比率 (%)	
			油價上漲前	油價上漲 50%
1	90c.c. 以下	3 年以下	5.84	5.87
2		3 年以上	3.80	3.58
3	91-125c.c	3 年以下	63.85	64.45
4		3 年以上	19.08	18.67
5	126c.c. 以上	3 年以下	6.27	6.27
6		3 年以上	1.17	1.15

表 16 油價調漲 50%後各縣市汽機車總行駛里程、污染排放及能源變動比例

縣市	總行駛里程	NO <sub>x</sub>	CO	HC	CO <sub>2</sub>	能源消耗量
主要都會	-9.78%	-9.16%	-5.59%	-5.83%	-13.45%	-13.45%
臺北市	-11.60%	-11.14%	-7.15%	-7.47%	-14.85%	-14.85%
臺北縣	-8.52%	-7.86%	-4.59%	-4.77%	-12.46%	-12.46%
臺中市	-10.63%	-9.90%	-6.11%	-6.39%	-14.14%	-14.14%
高雄市	-8.37%	-7.76%	-4.52%	-4.70%	-12.34%	-12.34%
次要都會	-9.58%	-9.66%	-5.39%	-5.62%	-13.17%	-13.17%
基隆市	-7.44%	-6.81%	-3.90%	-4.03%	-11.46%	-11.46%
桃園縣	-10.09%	-9.35%	-5.67%	-5.94%	-13.74%	-13.74%
新竹市	-10.06%	-9.21%	-5.58%	-5.84%	-13.71%	-13.71%
新竹縣	-10.03%	-9.20%	-5.58%	-5.83%	-13.67%	-13.67%
臺中縣	-13.84%	-18.77%	-8.76%	-9.19%	-16.07%	-16.07%
彰化縣	-7.91%	-7.35%	-4.24%	-4.40%	-11.92%	-11.92%
臺南市	-7.66%	-6.90%	-3.97%	-4.11%	-11.63%	-11.63%
一般城市	-9.37%	-8.60%	-5.17%	-5.40%	-13.12%	-13.12%
宜蘭縣	-9.93%	-9.09%	-5.49%	-5.74%	-13.61%	-13.61%
苗栗縣	-10.15%	-9.25%	-5.61%	-5.87%	-13.78%	-13.78%
南投縣	-12.69%	-12.15%	-8.15%	-8.48%	-15.56%	-15.56%
嘉義市	-9.04%	-8.17%	-4.81%	-5.02%	-12.89%	-12.89%
嘉義縣	-9.39%	-8.48%	-5.04%	-5.28%	-13.17%	-13.17%
雲林縣	-9.86%	-9.09%	-5.48%	-5.73%	-13.57%	-13.57%
臺南縣	-9.29%	-8.43%	-5.00%	-5.23%	-13.09%	-13.09%

表 16 油價調漲 50%後各縣市汽機車總行駛里程、污染排放及能源變動比例 (續)

縣市	總行駛里程	$NO_x$	$CO$	$HC$	$CO_2$	能源消耗量
高雄縣	-8.20%	-7.42%	-4.30%	-4.47%	-12.16%	-12.16%
屏東縣	-7.88%	-7.12%	-4.10%	-4.26%	-11.87%	-11.87%
花蓮縣	-9.96%	-9.12%	-5.51%	-5.76%	-13.64%	-13.64%
臺東縣	-7.62%	-7.06%	-4.05%	-4.20%	-11.67%	-11.67%
澎湖縣	-8.40%	-7.82%	-4.56%	-4.74%	-12.46%	-12.46%
全國	-9.60%	-8.97%	-5.29%	-5.52%	-13.35%	-13.35%

### 4.3 汽燃費隨油徵收政策分析

現行汽車燃料使用費係採隨車方式徵收，依該車輛的車型排氣量來做分類，而在本模式中將其歸類為汽車持有成本，以持有模式反應。惟基於使用者付費原則，同一種車型其使用程度（即每年行駛里程數）不同，應課以不同之燃料使用費用，以資公允。為模擬此一政策之效果，本文先將汽車持有模式中之汽燃費設為 0（將導致汽車持有數量之增加），再將油價予以調升（將導致汽車持有及使用降低，以及車型車齡選擇之改變）。至於油價調升幅度，乃以本研究問卷調查全國汽車平均年行駛里程，除以車輛平均燃油效率，得到每年平均耗油量，並以每年車輛的平均燃料費除以平均耗油量，得到每公升收取 4 元之隨油徵收費率。

表 17 顯示全國汽機車燃料費隨油徵收前後之總行駛里程、 $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$ 、 $CO_2$ ，以及能源消耗量。由表 17 知當汽車燃料費隨油徵收後，總行駛里程、 $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$ 、 $CO_2$  減少之比例分別為 2.03%、1.68%、1.27%、1.27%，以及 2.95%，而能源消耗量則降低 2.95%，顯示汽燃費隨油徵收對污染排放及能源消耗之減量略有助益。

表 17 汽車燃料費隨油徵收前後全國汽車污染排放及能源消耗之比較

項目	汽燃費隨車徵收			汽燃費隨油徵收			變動比例
	汽車	機車	合計	汽車	機車	合計	
總行駛里程 (百萬公里)	63,886	56,226	120,112	61,743	55,932	117,675	-2.03%
$NO_x$ (噸)	20,632	26,799	47,431	20,034	26,600	46,634	-1.68%
$CO$ (噸)	56,733	180,475	237,208	55,032	179,173	234,206	-1.27%
$HC$ (噸)	32,770	90,519	123,289	31,848	89,879	121,727	-1.27%
$CO_2$ (噸)	15,009,942	5,788,754	20,798,696	14,435,307	5,749,704	20,185,012	-2.95%
能源消耗量 (百萬公升)	6,633	2,558	9,191	6,379	2,541	8,920	-2.95%

表 18 為汽車燃料費改隨油徵收後，各縣市污染排放及能源消耗之改變比例。由表知，當汽車燃料費改隨油徵收後，次要都會區之總行駛里程、 $NO_x$ 、 $CO$ 、 $HC$ 、 $CO_2$  及能源消耗量之減少比例反而最高，其次為一般城市，再其次為主要都會區。此一效果顯與表 16 之單純油價調漲效果不完全相同。因為此一政策除導致油價上升外，又同時降低了隨車徵收之汽燃費費用。此一分析也證明本決策支援系統可分析兩種以上政策（例如，油價變動及燃料費變動）之混合效果。

表 18 汽燃費改隨油徵收各縣市汽機車污染排放及能源消耗之改變比例

縣市	總行駛里程	$NO_x$	$CO$	$HC$	$CO_2$	能源消耗量
主要都會	-1.97%	-1.67%	-1.14%	-1.20%	-2.87%	-2.86%
臺北市	-2.80%	-2.26%	-1.49%	-1.60%	-4.00%	-4.01%
臺北縣	-2.02%	-1.58%	-1.16%	-1.23%	-3.03%	-3.01%
臺中市	-1.71%	-1.72%	-1.12%	-1.15%	-2.41%	-2.40%
高雄市	-1.36%	-1.12%	-0.79%	-0.83%	-2.04%	-2.02%
次要都會	-2.07%	-1.93%	-1.10%	-1.18%	-3.06%	-3.11%
基隆市	-2.01%	-1.71%	-1.31%	-1.36%	-3.10%	-3.14%
桃園縣	-2.08%	-1.55%	-1.02%	-1.11%	-3.23%	-3.16%
新竹市	-1.53%	-1.22%	-0.65%	-0.71%	-2.41%	-2.36%
新竹縣	-2.09%	-1.61%	-1.04%	-1.12%	-3.27%	-3.54%
臺中縣	-3.52%	-4.85%	-1.81%	-1.96%	-4.46%	-4.50%
彰化縣	-1.99%	-1.57%	-1.18%	-1.24%	-2.94%	-3.00%
臺南市	-1.27%	-1.04%	-0.73%	-0.77%	-2.00%	-2.07%
一般城市	-2.03%	-1.73%	-1.27%	-1.33%	-3.04%	-3.17%
宜蘭縣	-2.09%	-1.64%	-1.23%	-1.30%	-2.92%	-3.11%
苗栗縣	-2.03%	-1.39%	-0.74%	-0.85%	-3.38%	-3.54%
南投縣	-2.61%	-1.91%	-1.29%	-1.44%	-3.72%	-3.73%
嘉義市	-1.51%	-2.18%	-1.90%	-1.84%	-1.65%	-2.26%
嘉義縣	-1.87%	-1.53%	-0.99%	-1.06%	-2.95%	-3.27%
雲林縣	-1.89%	-1.89%	-1.28%	-1.31%	-2.77%	-2.76%
臺南縣	-1.98%	-1.42%	-0.96%	-1.04%	-3.27%	-3.16%
高雄縣	-2.14%	-1.55%	-1.08%	-1.16%	-3.47%	-3.52%
屏東縣	-2.48%	-2.00%	-1.66%	-1.73%	-3.63%	-3.56%
花蓮縣	-2.06%	-1.65%	-1.11%	-1.19%	-3.23%	-3.51%
臺東縣	-1.54%	-1.73%	-1.39%	-1.39%	-2.52%	-2.88%
澎湖縣	-2.18%	-1.91%	-1.63%	-1.67%	-2.98%	-2.70%

## 五、結論與建議

為有助於汽機車管理策略之研擬與評估，本文建立一套汽機車管理策略決策支援系統，可用以分析各種管理策略所能達到之全國及各縣市污染排放與能源消耗之減量效果。本系統包含模式庫、資料庫及使用者介面等三大元件。其中，模式庫（本系統之核心）包括全國型及區域型汽機車持有、車型車齡及使用等三種個體選擇模式，共計 24 個模式。資料庫則儲存各顯著變數之數值（依縣市而異）及能耗與排污係數值。使用者界面則利用 Flash MX 軟體撰擬而成。為驗證本系統之應用性，本文針對油價調漲 50% 及汽燃費改隨油徵收兩項策略，進行推估。結果顯示當油價上漲 50% 時，總行駛里程、能源消耗及 CO<sub>2</sub> 排放量僅下降 9.60~13.35%，而污染排放量更僅只下降 5~6%。至於汽燃費改隨油徵收，亦僅使能耗與污染下降約 1.27%~2.95%。究其原因，主要是因為汽機車間之高度替代效果及機車之低油價彈性，導致油價上漲時，相當高比例之汽車使用者乃改以機車代步。相對於汽車而言，機車之燃油效率較高，但污染也較高（尤其是 HC）。因此，在實施油價變動之相關策略時，宜特別重視汽、機車高度替代之特性。因此，若能同時配合改善大眾運輸服務，以吸引更多機動車輛使用族群，將可發揮更大效果。另一方面，也可考慮降低機車之污染程度，例如，加速二行程機車之汰換以及鼓勵汰換為電動機車等策略，以避免抵銷油價調漲之成效。

由於本文之汽機車相關模式係分別建構，故無法於模式中一併考量兩者之替代關係與移轉比率，而必須透過問卷調查方式，直接將受訪者回覆之移轉比率，進行移轉總量之推估。為能更精準推估此一移轉比率，建構後續研究進一步之家戶所有機動車輛之持有與使用選擇模式。此外，本文所建構之核心模式（個體選擇模式）均基於顯示性偏好之調查資料，目前並未納入本問卷調查之敘述性偏好調查資料（有關替代能源車輛選擇行為及部分無法納入模式之管理策略），未來可進一步考量建構合併顯示性偏好與敘述性偏好之整合模式。惟由於使用敘述性偏好模式時，常發生不同研究結果差異甚大之問題。因此，未來本決策支援系統若進一步結合敘述性偏好模式時，在研提相關建議上宜較為保守。囿限於篇幅，本文僅針對兩種管理策略（油價調漲及隨油徵收）進行分析，惟本系統可供分析之管理策略頗多，後續可利用本決策支援系統有系統地進行各種管理策略之比較分析，俾供主管機關研究相關管理策略之參考。另外，本決策支援系統目前僅能推估各種管理策略之能耗與污染變動效果，未來應進一步考量各管理策略在其他層面之衝擊，包括民眾接受度、策略實施成本，汽機車產業影響等，據以綜合評選出最佳實施管理策略，以供決策者參考。最後，汽機車持有與使用行為會隨著環境大幅變動（如所得大幅增加），而使得本系統之各項核心模式校估結果無法符合當時行為，建議相關機關定期進行問卷調查，俾利模式更新。

## 參考文獻

1. 藍武王，「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，民國八十五年。
2. 黃運貴，「運輸部門能源消費量及節能措施之研究」，國立臺灣大學土木工程學研究所博士論文，民國九十四年。
3. Bhat, C.R. and Pulugurta, V., "A Comparison of Two Alternative Behavioral Choice Mechanisms for Household Auto Ownership Decision", *Transportation Research*, 32B, 1998, pp. 61-75.
4. Garling, T., Garling, A., and Johansson, A., "Households Choice of Car-Use Reduction Measures", *Transportation Research*, 34A, 2000, pp. 309-320.
5. Yamamoto, T., Kitamura, R., and Kimura, S., "A Competing Risk Duration Model of Household Vehicle Transactions", *Transportation Research Record*, No. 1676, 1999, pp. 116-123.
6. Chu, Y. L., "Automobile Ownership Analysis Using Ordered Probit Models", *Transportation Research Record*, No. 1805, 2002, pp. 60-67.
7. Hess, D. B. and Ong, P. M., "Traditional Neighborhoods and Automobile Ownership", *Transportation Research Record*, No. 1805, 2002, pp. 35-44.
8. Tuna, V. A. and Shimizu, T., "Modeling of Household Motorcycle Ownership Behaviour in Hanoi City", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, 2005, pp. 1751-1765.
9. Burge, P., Fox, J., Kouwenhoven, M., Rohr, C., and Wigan, M. R., "The Modeling of Motorcycle Ownership and Commuter Usage: A UK Study", *Transportation Research Board Annual Meeting*, 2007, pp. 07-0216.
10. 周榮昌、陳志成，「臺中市家戶機動車輛需求模式之研究－間斷性／連續性混合模式之應用」，*運輸計劃季刊*，第32卷，第2期，民國九十二年，頁319-340。
11. 周榮昌、陳志成、翁美娟，「臺灣地區家戶汽機車相互持有與使用間的關係－Ordered Bivariate Probit 與 SURE 模式之應用」，*運輸計劃季刊*，第33卷，第4期，民國九十三年，頁625-648。
12. 周榮昌、劉佑興、王薇晴，「家戶機動車輛持有狀態與使用需求模式之研究」，*運輸計劃季刊*，第33卷，第1期，民國九十三年，頁83-114。
13. 賴文泰、呂錦隆、姜渝生，「臺灣地區多車輛家戶小客車、機車持有與使用實證模型之研究」，*運輸計劃季刊*，第35卷第3期，民國九十五年，頁309-336。
14. Lave, C. A. and Train, K., "A Disaggregate Model of Auto-Type Choice", *Transportation Research*, 13A, 1979, pp. 1-9.
15. Manski, C. F. and Sherman, L., "An Empirical Analysis of Household Choice among Motor Vehicles", *Transportation Research*, 14A, 1980, pp. 349-366.

16. Bunch, D. S., Bradley, M., Golob, T. F., Kitamura, R., and Occhiuzzo, G. P., "Demand for Clean-Fuel Vehicles in California: A Discrete Choice Stated Preference Pilot Project", *Transportation Research*, 27A, 1993, pp. 237-253.
17. Hensher, D. and Greene, W., "Choosing between Conventional, Electric and LPG/CNG Vehicles in Single-Vehicle Households", *Travel Behaviour Research: the Leading Edge*, (ed. D.A. Hensher), Pergamon Press, Oxford, 2001, pp. 725-750.
18. Miller, E. J., "Empirical Investigation of Household Vehicle Type Choice Decisions", *Transportation Research Record*, 1854, 2003, pp. 99-106.
19. Kuwano, M., Zhang, J., and Fujiwara, A., "Analysis Ownership Behavior of Low-Emission Passenger Cars in Local Japanese Cities", *The Thai Society of Transportation and Traffic Studies*, Vol. 5, 2005, pp. 1379-1393.
20. 莊涵翔，「臺灣中部地區移動污染源排放量推估與探討」，國立中興大學環境工程研究所碩士論文，民國九十一年。
21. 張君豪，「以 Mobile6.2 模式推估臺灣地區機車污染排放量之研究」，國立中興大學環境工程研究所碩士論文，民國九十二年。
22. 盧啟文，「使用中車輛污染與油耗特性之研究」，交通大學交通運輸工程研究所碩士論文，民國七十五年。
23. Han, A. F., "An Analytical Framework for Assessing the Energy Impact of Transportation Systems Management Measures", *Transportation Planning Journal*, Vol. 16, 1987, pp.641-650.
24. 韓復華、吳聲田、邱鳳章，「市區行車耗油研究：大客車耗油模式建」，**交通運輸**，第十一期，民國七十八年，頁 39-58。
25. 韓復華、張靖，「國產小客車市區行車耗油模式分析」，**運輸計劃季刊**，第 18 卷，第 3 期，民國七十八年，頁 425-440。
26. 邱裕鈞、溫傑華、張開國、蔡世勛、喻世祥，「建構汽機車動態持有與使用選擇模式」，中華民國運輸學會第二十三屆論文研討會，中華民國運輸學會，民國九十七年，頁 63-86。
27. 邱裕鈞、溫傑華、陳一昌、王維瑩、喻世祥、葉祖宏，「建構家戶汽機車車型與車齡選擇模式」，中華民國運輸學會第二十三屆論文研討會，中華民國運輸學會，民國九十七年，頁 87-110。
28. 邱裕鈞、陳一昌、陳岱杰、喻世祥，「汽機車污染排放關鍵影響因素之分析」，中華民國運輸學會第二十三屆論文研討會，中華民國運輸學會，民國九十七年，頁 187-210。
29. Scott-Morton, M. S., *A Management Decision System: Computer Based Support for Decision Making*, Cambridge, Division of Research, Harvard University, MA, 1971.
30. Sprague, R. H. and Carlson, E. D., *Building Effective Decision Support Systems*, Prentice-Hall, Englewood, 1982.

