

106-074-6188  
MOTC-IOT-105-TDA006

# 運輸部門能源消耗與溫室氣體 評估模型參變數更新與估算



**交通部運輸研究所**

中華民國 106 年 8 月

運輸部門能源消耗與溫室氣體評估模型參變數更新與估算

交通部運輸研究所

106-074-6188  
MOTC-IOT-105-TDA006

# 運輸部門能源消耗與溫室氣體 評估模型參變數更新與估算

著者：楊晴雯、傅 強、張瓊文、朱珮芸

**交通部運輸研究所**

中華民國 106 年 8 月

運輸部門能源消耗與溫室氣體評估模型參變數更新與估算

著 者：楊晴雯、傅強、張瓊文、朱珮芸

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 106 年 8 月

印 刷 者：承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 10 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：非賣品

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：運輸部門能源消耗與溫室氣體評估模型參變數更新與估算			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 106-074-6188	計畫編號 105-TDA006
主辦單位：綜合技術組 主管：張瓊文 計畫主持人：楊晴雯 研究人員：傅強、朱珮芸 聯絡電話：(02)23496874 傳真號碼：(02)27120223			研究期間 自 105 年 5 月 至 105 年 8 月
關鍵詞：運輸部門能源消耗與溫室氣體評估模型、社會會計矩陣表、可計算一般均衡模式			
摘要： <p>為掌握運輸部門遠期能源使用需求，本所於102年建立運輸部門「可計算一般均衡模式(computable general equilibrium,下稱 CGE模式)」以推估能耗與碳排情形。當時基年所採用社會會計矩陣表(Social Accounting Matrix Table, SAM表)，係以民國95年之產業關聯表進行編制。</p> <p>然而，民國95年後，公路與軌道運輸部門經營環境有相當大轉變，包括高鐵與高捷之通車，以及交通部推動公路公共運輸發展計畫，此為當初CGE模式建立時產業部門未考量之情勢。</p> <p>民國100年產業關聯表已於104年1月公告，已納入前述陸上運輸產業發展態勢，爰本研究以民國100年產業關聯表為基礎，並於配合近期人口與社會經濟情勢，重新編製SAM表，並校估本所運輸CGE模型。另依據國內不同生產與消費情境，估算高、中、低3種不同情境之運輸服務量與碳排基線，俾分析長期運輸部門運輸活動與碳排放消長趨勢，據此說明當前面臨情境對運輸部門碳排影響。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
106 年 8 月	88	非賣品	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: The Research for Recalibrating Transport Energy Consumption / GHG assessment model			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 106-074-6188	PROJECT NUMBER 105-TDA006
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Wen Yang PROJECT STAFF: Chiang Fu , Pei-Yun Chu PHONE: (02)2349-6874 FAX: (02)2712-0223			PROJECT PERIOD FROM May 2016 TO August 2016
KEY WORDS: Transport Energy Consumption and GHG assessment Model, Social Accounting Matrix (SAM), Computable general equilibrium model(CGE).			
ABSTRACT: <p>To assess the long-term energy consumption and carbon emission in the transport sector, it is necessary to survey transport sector energy consumption trends. The institute established the computable general equilibrium model (CGE model) in 2011. The adopted Social Accounting Matrix table (SAM table) for the base year came from the 2006 input-output table at that time. However, the surface transport industries have significant changed their operation environment after 2006. Specifically, the High Speed Rail and Kaohsiung Mass Rapid transit systems all launched after then. The Taiwan Ministry of Transportation and Communications started a series of road public transport improvement plans as well. The preceding scenario was not considered in the established CGE model.</p> <p>The input-output table on 2011 has been released in the January of 2015. The table has accounted for the above-mentioned transport industry development factors. Therefore, the study has compiled the SAM table sourcing from the input-output table of 2011. The study also calibrates the CGE model in line with the recent population and socio-economic trend prediction. Furthermore, the study estimates the 2 optimistic and 1 pessimistic carbon emission scenarios, respectively. The study depicts the future trends of transport demand and carbon emissions according to the proposed model. The research also concluded the future transport energy scenarios in the transport sector.</p>			
DATE OF PUBLICATION  August,2017	NUMBER OF PAGES  88	PRICE  Not for Sale	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

## 目錄

<b>第一章 緒論 .....</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究目的 .....	3
1.3 研究內容與項目 .....	3
<b>第二章 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型 .....</b>	<b>5</b>
2.1 基本假設 .....	5
2.2 模型設定 .....	10
2.3 求解軟體與程式 .....	29
<b>第三章 社會會計矩陣(SAM 表).....</b>	<b>31</b>
3.1 編製原則 .....	31
3.2 編製結果 .....	35
3.3 新舊版本比較 .....	38
<b>第四章 社經資料與彈性參數 .....</b>	<b>42</b>
4.1 人口與經濟成長 .....	42
4.2 能源價格與 CO <sub>2</sub> 排放 .....	44
4.3 彈性參數 .....	49
<b>第五章 運輸部門碳排基線估算 .....</b>	<b>50</b>
5.1 情境說明 .....	50
5.2 基線推估 .....	50
<b>第六章 結論與建議 .....</b>	<b>63</b>
<b>參考文獻 .....</b>	<b>65</b>

附錄 1	計畫摘要 .....	附 1-1
附錄 2	SAM 表更新內容 .....	附 2-1



## 表目錄

表 2.3-1 運輸 CGE 模式 GAMS 程式功能.....	30
表 3.1-1 產業部門分類對照表 .....	34
表 3.2-1 社會會計矩陣編製結果 .....	37
表 3.3-1 產業部門分類比較 .....	39
表 3.3-2 總體數據比較 .....	41
表 3.3-3 運輸部門相關產業比較 .....	41
表 4.1-1 總要素生產力 .....	44
表 4.2-1 國際能源價格 .....	45
表 4.2-2 各部門歷年 CO <sub>2</sub> 燃燒排放量(不含間接排放).....	46
表 4.2-3 運輸部門能源消費量(熱值單位).....	47
表 4.2-4 運輸部門 CO <sub>2</sub> 燃燒排放量(不含間接排放).....	47
表 4.3-1 CGE 模型文獻中之替代彈性 .....	49
表 5.1-1 基線推估情境假設說明 .....	50
表 5.2-1 三級產業名目附加價值占比-基線.....	52

## 圖目錄

圖 2.1-1 CGE 模型之經濟周流 .....	6
圖 2.1-2 CGE 模型之個體基礎 .....	7
圖 2.1-3 CGE 模型之市場均衡 .....	8
圖 2.1-4 CGE 模型之零利潤條件 .....	8
圖 2.2-1 一般產業部門生產巢式結構 .....	13
圖 2.2-2 運輸服務業部門生產巢式結構 .....	20
圖 2.2-3 家計部門消費決策 .....	27
圖 2.2-4 家計部門私人運輸服務生產決策 .....	28
圖 2.3-1 運輸 CGE 模式 GAMS 程式架構 .....	30
圖 4.1-1 國發會人口預測 .....	43
圖 5.2-1 實質 GDP 成長率-基線 .....	51
圖 5.2-2 運輸服務量推估趨勢 .....	55
圖 5.2-3 運輸部門 CO2 排放推估趨勢 .....	60

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

能源使用供需問題影響國家社會與經濟之發展，也與國民日常生活息息相關，對國家安全重要性不可言喻。近期全球氣候變遷、環境保護意識提升與國際油價的漲跌之影響，使得能源需求遭遇相當大的不確定性。運輸部門相當仰賴化石能源，使得運輸活動對環境造成負面影響（如 CO<sub>2</sub> 及 NO<sub>x</sub> 等溫室氣體及廢氣排放）也與日俱增，這些問題已成為全球氣候變遷及溫室效應所關切焦點之一。為因應氣候變遷，我國運輸部門於我國「國家自定預期貢獻(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)」宣示提升公共運輸市占率(如強化軌道運輸與公車服務)，提高車輛能源效率標準，以及推動電動公車與電動機車使用。而交通部近年來亦積極持續推動公共運輸與新闢軌道運輸路網，並補助客運業者使用電動大客車，同時環保署與各地方政府也補助一般民眾汰換電動機車。因此，我國運輸部門對能源消費趨勢與需求將有結構性變化，對電力使用需求日增，並可能逐漸減少對原油及石油之依賴，而影響長期運輸部門之能源與環境政策發展。爰此，為能掌握運輸部門長期能源消費趨勢與未來需求，擘劃運輸部門因應氣候變遷節能減碳政策未來藍圖，建立運輸部門能源消耗與溫室氣體減量模型，推估能耗與碳排情形，以滾動檢討運輸部門能源消費趨勢，實為必要工作。

為支援運輸部門推動節能減碳工作，本所自 99 年度起辦理一系列運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統系列研究。因為考量運輸行為與其他經建部門互動密切且不可分割，評估時需同時將運輸、能源、與經濟三者納入考慮，爰本所分別於 100 年與 101 年辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」<sup>[3]</sup>，以及「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」<sup>[5]</sup>等研究時，建立以總體經濟一般均衡理論為基礎之運輸部門可計算一般均衡模式(computable general equilibrium, 下稱 CGE 模式)，並完善其相關評估功能，建立本所運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統。

基本之 CGE 其係屬單國動態模型，並將整個經濟體系區分產業部門、家計部門與政府部門，描述的經濟活動包括產業生產活動與投資活動、家計部門的消費決策、政府財政收支、商品進出口貿易等；觀察的市場包括國內各類商品市場以及勞動、資本等要素市場。另為凸顯運輸部門與其他部門連動關係，並用以評估運輸節能減碳相關政策，在模型中運輸服務部門、交通基礎建設、家計運輸與能源服務需求皆會加以強化與細緻化。CGE 模型要求體系內所有市場須達到均衡，所謂均衡指系統在無外力干擾下，達到穩定不波動狀態，因此商品市場達成均衡時，生產者供給，必須滿足所有消費者需求(包括中間需求與最終需求)，此時均衡市場價格及成交數量同時被決定。前述條件使得價格機制成為影響 CGE 模型關鍵，經由眾多價格關係聯結，使得政策得以在部門交互作用下傳遞開來。據此，運輸 CGE 模型可提供總體經濟發展資訊(如 GDP、國民所得與就業等)、產業資訊(產業成長、產業結構)，以及產業部門與家計部門能源消耗量、運輸需求量、能源價格、運輸服務價格等資訊，可以總體經濟體系角度評估節能減碳政策對運輸部門減碳效果。

然而，CGE 模式求解時需外部假設基年至目標年之經濟條件，推估目標年之 CO<sub>2</sub> 排放與能耗、運輸需求與相關經濟成長概況(如國內生產毛額與產業結構)。該模型投入基礎資料為社會會計矩陣(Social Accounting Matrix；下稱 SAM 表)，因其係以行政院主計總處產業關聯表為基礎做產業部門拆解與產值推估，而 99 年度本所基年投入資料係採用民國 95 年之產業關聯表，並向後延伸至 119 年。然而，自民國 95 年後，高鐵與高捷通車營運，交通部推動公路公共運輸發展計畫，以及公路客運路線移撥至市區公車路線，使得公路運輸與軌道產業部門之經營環境有相當大轉變，倘未能配合一併更新，將明顯低估消費者對公路公共運輸產業偏好、產業之附加價值，而高估產業能耗與碳排，故現況運輸 CGE 模型預估值皆需外部依據歷史資料修正。

此外，近期隨著國際頁岩油開採技術之進步，能源價格持續走低，伴隨著我國「溫室氣體減量及管理法」公告施行、聯合國通過巴黎協定，以及能源局對高耗能產業強制節能措施，此些高耗能與高污染產業管制情勢，對我國產業結構與經濟環境有相當大影響。緣此，我國無論於整體運輸工

具產業或陸上運輸產業將因此些總體因素造成新發展局面，而此多為原 CGE 模式建立時尚未預判之情勢。有關我國民國 100 年產業關聯表已於 104 年 1 月公告，產值之估算已將上述陸上運輸產業發展態勢納入，爰實有需要配合近期產業資料納入本所運輸 CGE 模型，重新校估產值，以及檢討模式所設定運輸產業發展趨勢，以優化運輸 CGE 模式，強化政策決策系統模式預測精確性與政策評估應用性。

## 1.2 研究目的

綜上，本計畫有以下 3 項目的：

- 一、以 100 年產業關聯表資料重新計算 CGE 模式投入所使用 SAM 表，並檢討歸併本所運輸 CGE 模型中運輸產業類別，予以相應修訂。
- 二、更新 CGE 模式輸入資料，並依近期國際環境與產業發展趨勢重新檢討設定產業附加價值、能源技術與消費者偏好等相關參數。
- 三、依據更新資料估算運輸部門能耗/碳排基線，並與歷史年資料與配合本所運輸部門節能減碳政策評估模組開發系列研究之相關計畫資料產出數據做驗證，藉此歸納本研究結論與建議。

## 1.3 研究內容與項目

CGE 模型資料庫包括 SAM 表、社經資料、能源資料、排放資料，以及彈性參數資料等，爰本案具體更新資料內容，謹說明如次：

- 一、回顧檢視行政院主計總處 100 年產業關聯表，並因應本所基線估算與相關產業政策評估需要，檢討運輸部門行業分類與業別，以及重新製作 SAM 表。
- 二、更新 CGE 模式參變數與相關社會經濟資料庫
  - (一) 能源消費資料庫：由於近年國內經濟發展趨勢與對核能政策之共識與前期計畫有所出入，爰本計畫應針對前期計畫之能源消費與成長趨勢進行檢討，並因應現況更新數據。

- (二) CO<sub>2</sub> 排放資料庫：為符合近期國內能源技術之發展情勢，依據以近 2 年(2014~2015 年)環保署與能源局溫室氣體排放係數更新能源與運輸業別之碳排係數。
- (三) 人口數：依據近 2 年內國內相關單位對人口推估，更新人口成長趨勢。
- (四) 國際能源價格：近 2 年(2014~2015 年)國際能源價格消長趨勢已與前期計畫對能源價格持續成長趨勢假設有明顯差異，亦將影響未來年對基線之估算，爰需依近 2 年能源價格走勢，重新檢討至 2050 年國際能源價格成長趨勢，並相應更新數據。
- (五) 總要素生產力：因應近期我國產業結構轉變與對高污染與耗能產業之管制，影響我國二級與三級產結構與產值，以及重工業發展潛力，同時直接影響運輸部門在二級與三級產業產值比重，因此需因應我國產業現況更新二級與三級產業要素生產力。
- (六) 消費者偏好：由於近年國人對氣候變遷與空氣污染議題之重視，間接提昇民眾綠色消費意識，同時交通部近年仍持續提升公共運輸服務品質，直接影響民眾對公共運輸服務之使用意願，因此相關牽涉家戶公共運輸服務偏好係數應相應檢討設定。
- (七) 能源生產力：配合政府對高耗能產業管制與節電鼓勵，有利營造提升能源技術產業環境，而將減少各業對能源使用之消耗，並提高各業之中間效率，是以中間效率係數應配合此趨勢檢討修正。

### 三、運輸部門能耗/碳排基線驗證與估算

- (一) 以更新參變數與資料之 CGE 模式估算 2050 年(民國 139 年)運輸部門估算碳排/能耗基線與相關產出經濟數據(如運量、GDP 與各級產業結構)，並於成果報告說明基年假設情境。
- (二) 透過歷史年統計資料，以及遠期運輸系統規劃研究所產出運量數據(人公里、車公里)，檢核更新後 CGE 模式之合理性。

## 第二章 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型

本研究運輸部門能源消耗與溫室氣體評估模型係延續本所 102 年「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」暨「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」等在運輸部門 CGE 研究成果作參變數與資料更新。茲以下分別就構成運輸部門 CGE 模型之基本假設、設定巢式架構、對映數學均衡式、以及求解軟體之選擇與程式撰寫方式逐項說明。

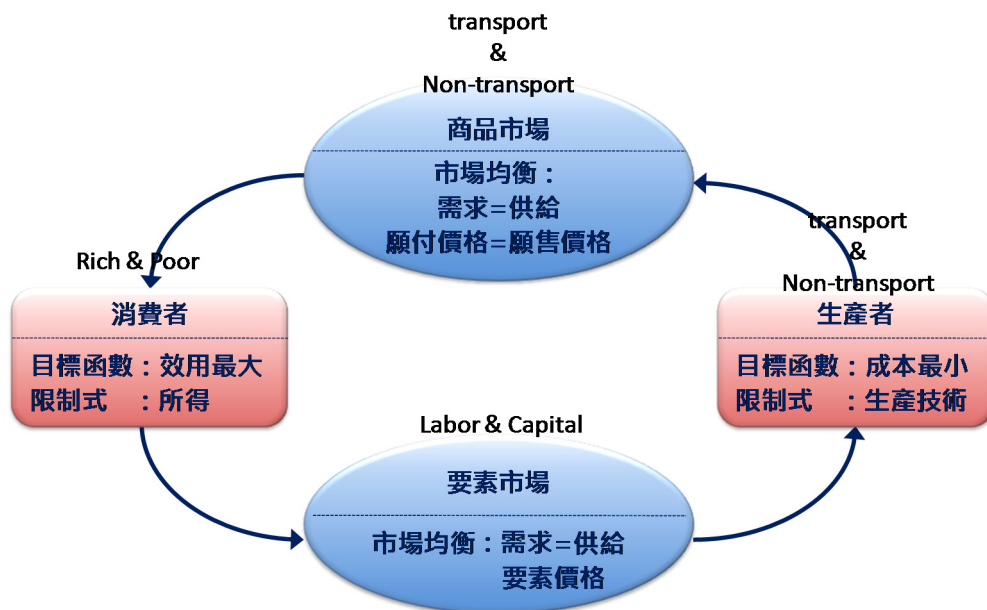
### 2.1 基本假設

在一般均衡理論框架下，CGE 模型須奠定下列 5 項基本假設，包括描述經濟周流、由個體基礎建構理論、衡量市場均衡狀態、設定價格比較基準、設定適當函數形式等。

#### 一、描述經濟周流

CGE 必須要能夠描繪分析對象，亦即經濟體系中商品與貨幣之流向，以下稱之為經濟周流，因此體系內所有個體行為與市場運作方式皆須論及。如圖 2.1-1 所示，假設經濟體系中存在 2 類經濟個體，生產者與消費者，生產者行為模式設定在生產技術條件下，追求利潤極大(成本極小)，便可藉由求解最適化問題，尋求生產者對於各類投入要素之需求函數，以及產品之供給函數；相對於生產者，消費者行為模式則設定為在所得限制條件下，追求效用極大之最適化問題，同樣藉由此模式可求得消費者對商品之需求函數，以及對勞動與資本等要素之供給函數。

由於消費者必須付出勞力或提供資本，才能賺取報酬並消費各類商品，生產者必須投入勞力或資本才能生產出各類商品，因此在此體系中便存在兩類市場，即商品市場與要素市場。在一般均衡理論下，體系內所有市場皆須達到均衡，亦即供給等於需求的狀態。由上述個體行為模式所求得之供給與需求函數，在供需均衡條件下便可求導出均衡狀態下最適之交易數量與價格。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立(102)。

圖 2.1-1 CGE 模型之經濟周流

## 二、具備個體基礎最適化模型

如同前述，在闡述經濟周流過程中，經濟個體行為與市場間，透過供需數量與價格緊密相連，為表達聯繫彼此關係之變數，CGE 模型通常以巢式架構圖(如圖 2.1-2)呈現，例如  $L_1$  與  $K_1$  為生產投入要素， $Q_1$  為產出，則  $Q_1$  為  $L_1$  與  $K_1$  以某種函數形式所組成，在圖中便可以樹枝狀表示三者層屬關係，其中  $\phi_i$  為生產技術水準， $\sigma_i$  則為生產投入要素間之替代彈性。

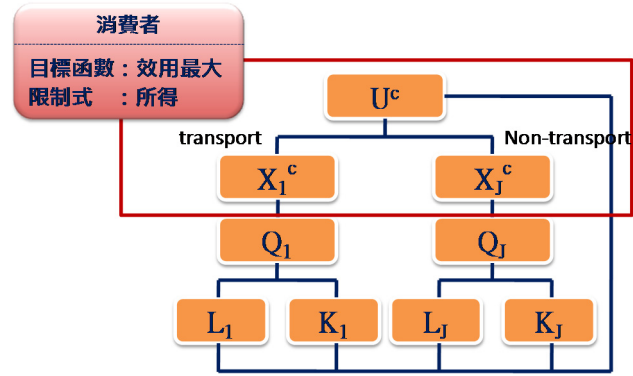
CGE 模型為反映經濟個體決策選擇過程所考量之各項因素，必須以結構式建置模型，因此必須具備由最適化個體行為出發之理論架構。生產者與消費者在最適化前提下所推導而得之要素需求函數與商品需求函數，亦如圖 2.1-2 所示。圖中  $U^c$  代表消費者效用水準， $\alpha_i^c$  為消費者對第  $i$  種商品之消費支出佔總支出之比重， $\sigma^c$  為商品間之替代彈性， $P_i$  為商品  $i$  之價格， $X_i^c$  為商品  $i$  消費數量， $I^c$  為消費者所得水準。為簡化公式說明，下標  $J$  將其令為 2，故市場中只有  $X_1^c$  與  $X_2^c$  2 項商品，以及生產所需要素  $L_1$ 、 $K_1$ 、 $L_2$ 、 $K_2$ 。



$$MAX_{X_i} U^c = \left[ \sum_{i=1}^2 (\alpha_i^c)^{\frac{1}{\sigma_c}} \cdot (X_i^c)^{\frac{\sigma_c-1}{\sigma_c}} \right]^{\frac{\sigma_c}{\sigma_c-1}}$$

$$s.t. \quad P_1 X_1^c + P_2 X_2^c \leq I^c (= P_K K^c + P_L L^c)$$

$$X_i^c = \frac{\alpha_i^c I^c}{P_i^{\sigma_c} (\alpha_1^c P_1^{(1-\sigma_c)} + \alpha_2^c P_2^{(1-\sigma_c)})}$$



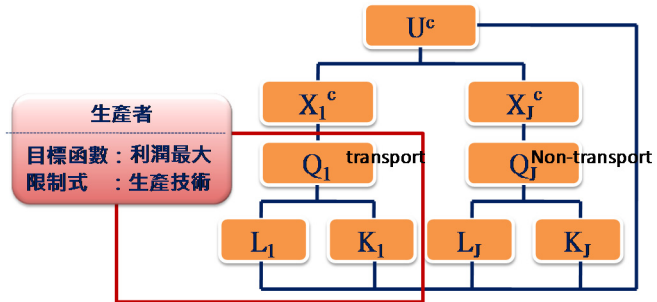
(a) 消費者最適化行為

$$MIN_{L_i, K_i} P_K K_i + P_L L_i$$

$$s.t. \quad Q_i = \phi_i \left[ \delta_i L_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + (1-\delta_i) K_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right]^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}}$$

$$L_i = \phi_i^{-1} Q_i \left[ \delta_i + (1-\delta_i) \left[ \frac{\delta_i P_K}{(1-\delta_i) P_L} \right]^{(1-\sigma_i)} \right]^{\frac{\sigma_i}{1-\sigma_i}}$$

$$K_i = \phi_i^{-1} Q_i \left[ (1-\delta_i) + \delta_i \left[ \frac{(1-\delta_i) P_L}{\delta_i P_K} \right]^{(1-\sigma_i)} \right]^{\frac{\sigma_i}{1-\sigma_i}}$$



(b) 生產者最適化行為

資料來源：運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立(102)。

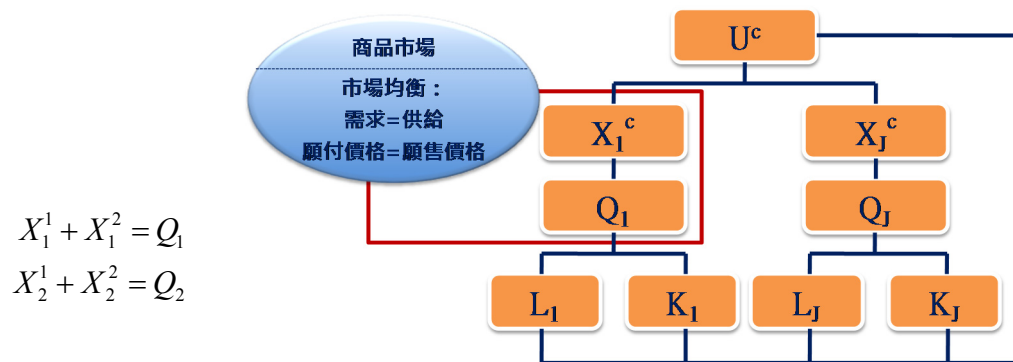
圖 2.1-2 CGE 模型之個體基礎

### 三、經濟體系之市場均衡

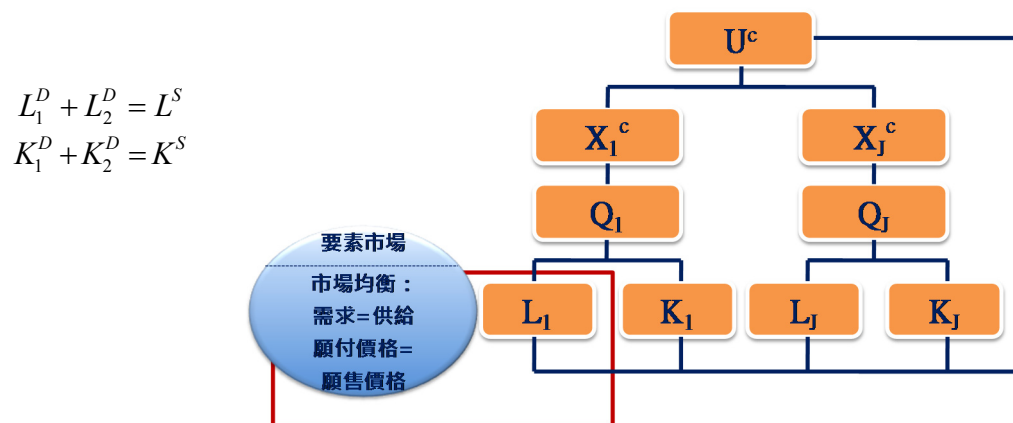
為衡量市場交易狀態，進而決定市場均衡價量，CGE 必須設定市場均衡條件，如圖 2.1-3 所呈現。在體系中若 n 個市場，依一般均衡理論，只要 n-1 個市場達成均衡，第 n 個市場亦同時達到均衡，因此 CGE 模型會設定 n-1 個市場結清式(即供需相等)，經由反求解檢視最後一個市場是否亦為均衡，若否則須重新設定模型。

### 四、自由參進之零利潤條件

在完全競爭市場中，由於假設廠商數量多，且可自由參進或退出市場，因此均衡時邊際廠商必滿足零利潤條件，如圖 2.1-4 所示。此項設定在考慮不完全競爭市場時，必須加以修正，此時透過廠商訂價策略的設定，取代市場決定均衡價格的假設。



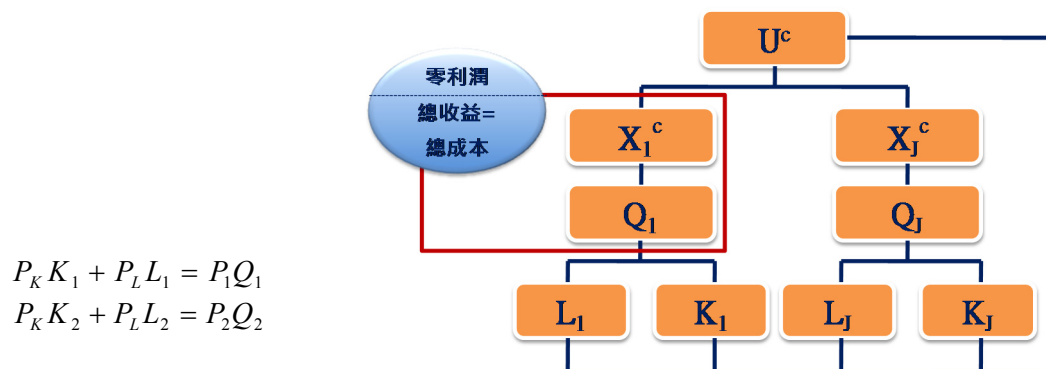
(a) 商品市場均衡



(b) 要素市場均衡

資料來源：運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立(102)。

圖 2.1-3 CGE 模型之市場均衡



資料來源：運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立(102)。

圖 2.1-4 CGE 模型之零利潤條件

## 五、價格體系之比較基準

在 CGE 模型中，價格體系透過零利潤條件彼此關聯，而個體決策則取決於相對價格變化，因此當體系中所有價格皆同幅調整時，個體決策並不因此改變，如此方程式聯立求解之 CGE 模型便會產生無限組最適解。因此在模型中必須擇定一價格變數作為價格系統之比較基準，稱之為計價基準(numeraire)，而此多數文獻選擇以消費者物價指數或工資率做為比較基準。

## 六、函數型式與經濟意涵

如圖 2.1-2 所示，由個體基礎出發的 CGE 模型，為建立個體最適化決策模型必須設定許多函數以表示投入變數與產出變數之間的關係，因此函數形式的選擇及函數背後所隱含的經濟意義，有時成為在模型操作面與實務評估面必須取捨的考量。文獻上 CGE 模型使用的函數形式包括 Cobb-Douglas 函數、固定替代彈性(constant elasticity of substitution, CES) 函數、translog 函數、CRESH (constant ratio of elasticity of substitution, homothetic) 函數、線性支出系統 (linear expenditure system, LES)、Leontief 函數、線性函數等。其中最普遍使用的是 CES 函數，因為 Leontief 函數與 Cobb-Douglas 函數皆為其特例，只要透過替代彈性值的設定，便可輕易地在三種函數形式間轉換。

## 2.2 模型設定

### 一、產業部門最適化決策

#### (一) 生產決策

產業部門之最適化問題包含當期之生產決策與跨期之投資決策，而後者為 CGE 模型得以動態化之關鍵。在生產決策中，運輸 CGE 模型針對運輸部門設計較為細緻之巢狀架構(如圖 2.2-1 與圖 2.2-2 所示)，因此本節以運輸部門為例，說明模型設定方法。設定時，針對每一層巢狀架構，皆會設立一組最適化問題，以求得下層投入要素需求函數。

##### 1. 國產\進口商品組合

從最底層(Level A)開始，首先設定購買商品來源，模型假設無論做為生產投入之中間商品或消費者最終消費商品，消費者於市場購買時，可區別國內生產與進口商品之些微差異，因此 2 種來源商品為異質，當 2 類商品相對價格發生變化，購買者便會調整 2 類商品購買組合或比重。本節以化石能源為例，其設定方法如公式(2-2)，對商品  $i$  之需求，由來自第  $s$  種類商品透過 CES 函數所組成，在此組成限制條件下，務必使購買商品  $i$  之總支出為最小，如公式(2-1)：

$$\underset{FF_{i,s}}{MIN} \quad \sum_s P_{i,s}^{ff} \cdot FF_{i,s} \quad (2-1)$$

$$s.t. \quad FF_i = \varphi_i^{ff} \left[ \sum_s \delta_{i,s}^{ff} (FF_{i,s})^{-\rho_i^{ff}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i^{ff}}} \quad \text{for} \quad \sum_s \delta_{i,s}^{ff} = 1 \quad (2-2)$$

透過一階條件(First Order Condition; FOC)可求得對第  $s$  類來源(國產或進口)之第  $i$  種化石能源之總合需求為：

$$FF_{i,s} = \left( \frac{1}{\phi_i^{ff}} \right)^{1-\sigma_i^{ff}} \cdot (\delta_{i,s}^{ff})^{\sigma_i^{ff}} \cdot \left( \frac{P_i^{ff}}{P_{i,s}^{ff}} \right)^{\sigma_i^{ff}} \cdot FF_i \quad (2-3)$$

$$\text{for } P_i^{ff} = \frac{1}{\varphi_i^{ff}} \cdot \left[ \sum_s (\delta_{i,s}^{ff})^{\sigma_i^{ff}} (P_{i,s}^{ff})^{1-\sigma_i^{ff}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma_i^{ff}}} ; \quad \sigma_i^{ff} = \frac{1}{1+\rho_i^{ff}}$$

公式(2-1)與(2-2)中  $P_{i,s}^{ff}$  為第  $s$  類來源(國產或進口)中第  $i$  種化石能

源( $FF$ )之購買者價格； $FF_{i,s}$ 為第  $s$  類來源(國產或進口)中第  $i$  種化石能源( $FF$ )之消費數量。另公式(2-2)中， $FF_i$  為第  $i$  種化石能源(包括煤、石油煉製品、燃氣)之消費數量； $\varphi_i^{ff}$  為第  $i$  種化石能源技術參數，表示該種化石能源使用效率； $\delta_{i,s}^{ff}$  為代表各不同來源(國產或進口)在第  $i$  種化石能源權重參數，代表不同來源化石能源( $FF_{i,s}$ )之組成對化石能源消費( $FF_i$ )之各別貢獻，令為非負，且總和為 1； $\rho_i^{ff}$  為推導不同來源化石能源替代彈性之參數。公式(2-3)中  $\sigma_i^{ff}$  為不同來源化石能源彼此間之替代彈性； $P_i^{ff}$  為第  $i$  種化石能源國產/進口之總合(aggregated)價格，表示第  $i$  種化石能源經 CES 函數加權平均國產/進口 2 項不同來源價格所計算之價格。

## 2. 化石類能源總合

有關化石類能源總合(Level B)之最佳化關係，分別如公式(2-4)至(2-6)。

$$\underset{FF_i}{MIN} \sum_i P_i^{ff} \cdot FF_i \quad (2-4)$$

$$s.t. \quad FF = \varphi^{ff} \left[ \sum_i \delta_i^{ff} (FF_i)^{-\rho^{ff}} \right]^{-\frac{1}{\rho^{ff}}} \quad \text{for} \quad \sum_i \delta_i^{ff} = 1 \quad (2-5)$$

透過一階條件可求得第  $i$  種化石類能源總合(包括煤、石油煉製品、燃氣)之總合需求為：

$$FF_i = \left( \frac{1}{\varphi^{ff}} \right)^{1-\sigma^{ff}} \cdot (\delta_i^{ff})^{\sigma^{ff}} \cdot \left( \frac{P_i^{ff}}{P^{ff}} \right)^{\sigma^{ff}} \cdot FF \quad (2-6)$$

$$\text{for } P^{ff} = \frac{1}{\varphi^{ff}} \cdot \left[ \sum_i (\delta_i^{ff})^{\sigma^{ff}} (P_i^{ff})^{1-\sigma^{ff}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{ff}}} ; \quad \sigma^{ff} = \frac{1}{1+\rho^{ff}}$$

公式(2-4)中  $P_i^{ff}$  為不同化石能源價格之總合價格； $FF_i$  為第  $i$  種化石能源( $FF_i$ )之消費數量；另公式(2-5)中， $FF$  為化石能源之總合消費數量； $\varphi^{ff}$  為技術參數，衡量所有化石能源對總化石類能源之生產貢獻； $\delta_i^{ff}$  為代表第  $i$  種化石能源( $FF_i$ )占總化石能源( $FF$ )之權重參數，代表不同化石能源( $FF_i$ )之組成對化石能源總消費( $FF$ )之各別貢獻，令為非負，並且總和為 1； $\rho^{ff}$  為推導化石能源替代彈性之參數。公式(2-6)

中  $\sigma^{ff}$  為不同化石能源彼此間之替代彈性； $P^{ff}$  為化石能源之總合價格。

### 3. 能源使用之組合

有關產業生產與車輛動力所需能源使用(Level C)之最佳化關係式，分別如公式(2-7)至公式(2-10)。模式對能源使用(EA)之界定為一般產業因生產商品衍生以自有汽車運送上游原料與下游商品之使用能源，或是商品製造所需能源，模式僅假定產業因車輛使用能源僅有電力與化石燃料，而商品製造之生產用能源則另包括煤碳。本最佳化例以產業使用私有運具所需購入能源做說明。

$$\underset{FF, EL}{MIN} \quad P^{ff} \cdot FF + P^{el} \cdot EL \quad (2-7)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad EA &= \phi^{ea} \left[ \delta^{ff} (FF)^{-\rho^{ea}} + \delta^{el} (EL)^{-\rho^{ea}} \right]^{\frac{-1}{\rho^{ea}}} \\ \text{for } \delta^{ff} + \delta^{el} &= 1 \end{aligned} \quad (2-8)$$

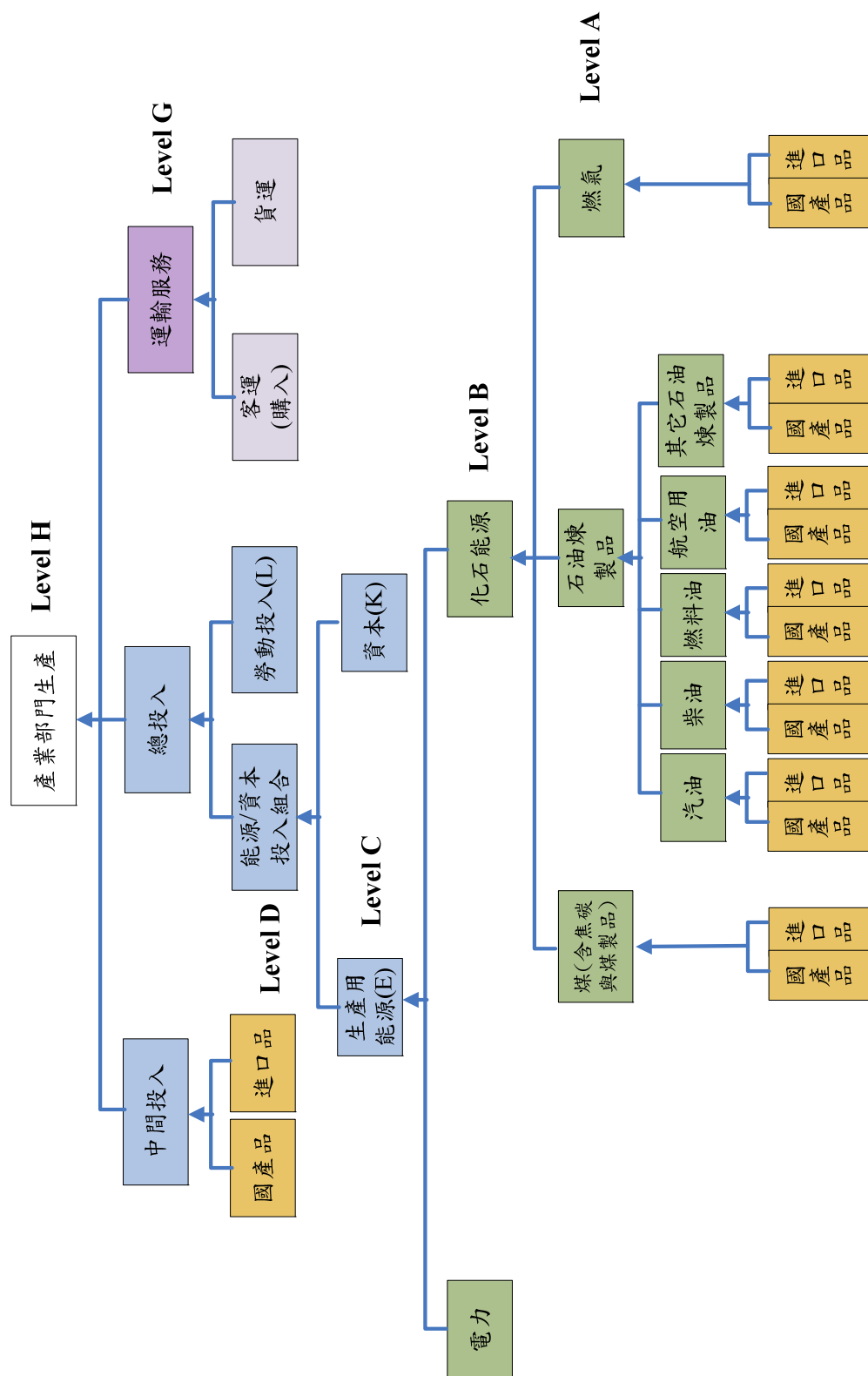
透過一階條件可分別求得化石能源(FF)與電力(EL)之總合需求分別為：

$$FF = \left( \frac{1}{\phi^{ea}} \right)^{1-\sigma^{ea}} \cdot (\delta^{ff})^{\sigma^{ea}} \cdot \left( \frac{P^{ea}}{P^{ff}} \right)^{\sigma^{ea}} \cdot EA \quad (2-9)$$

$$EL = \left( \frac{1}{\phi^{ea}} \right)^{1-\sigma^{ea}} \cdot (\delta^{el})^{\sigma^{ea}} \cdot \left( \frac{P^{ea}}{P^{el}} \right)^{\sigma^{ea}} \cdot EA \quad (2-10)$$

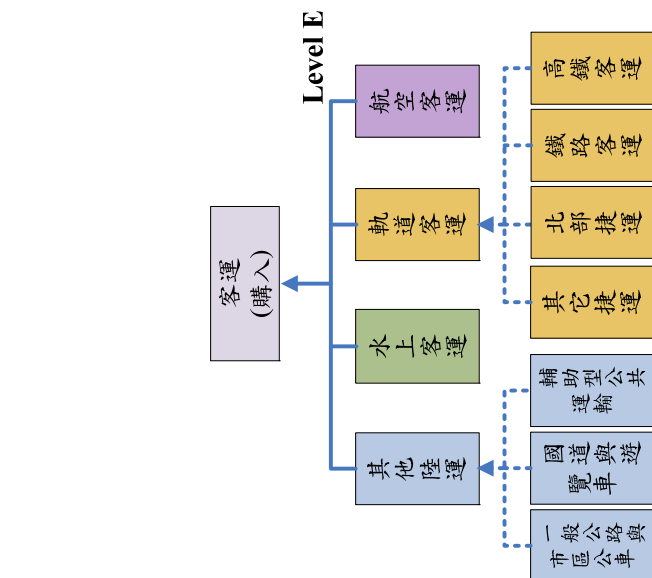
$$\text{for } P^{ea} = \frac{1}{\phi^{ea}} \cdot \left[ (\delta^{ff})^{\sigma^{ea}} (P^{ff})^{1-\sigma^{ea}} + (\delta^{el})^{\sigma^{ea}} (P^{el})^{1-\sigma^{ea}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{ea}}}; \quad \sigma^{ea} = \frac{1}{1+\rho^{ea}}$$

公式(2-7)中  $P^{ff}$  與  $P^{el}$  分別為化石能源與電力之總合價格； $FF$  與  $EL$  分別為化石類能源與電力之總合消費數量； $\phi^{ea}$  為技術參數，代表化石類能源與電力對總使用能源(EA)之生產貢獻；另公式(2-8)中  $\delta^{ff}$  與  $\delta^{el}$  分別化石能源(FF)與電力(EL)為代表權重參數，2 者為非負，並且加總為 1，代表其對車輛能源使用總合需求(EA)之各別貢獻； $\rho^{ea}$  為推導車輛能源使用能源替代彈性之參數； $\sigma^{ea}$  為化石能源與電力彼此間之替代彈性； $P^{ea}$  為使用車輛能源之總合價格。



資料來源：本研究繪製。

圖 2.2-1 一般產業部門生產集式結構



資料來源：本研究繪製。

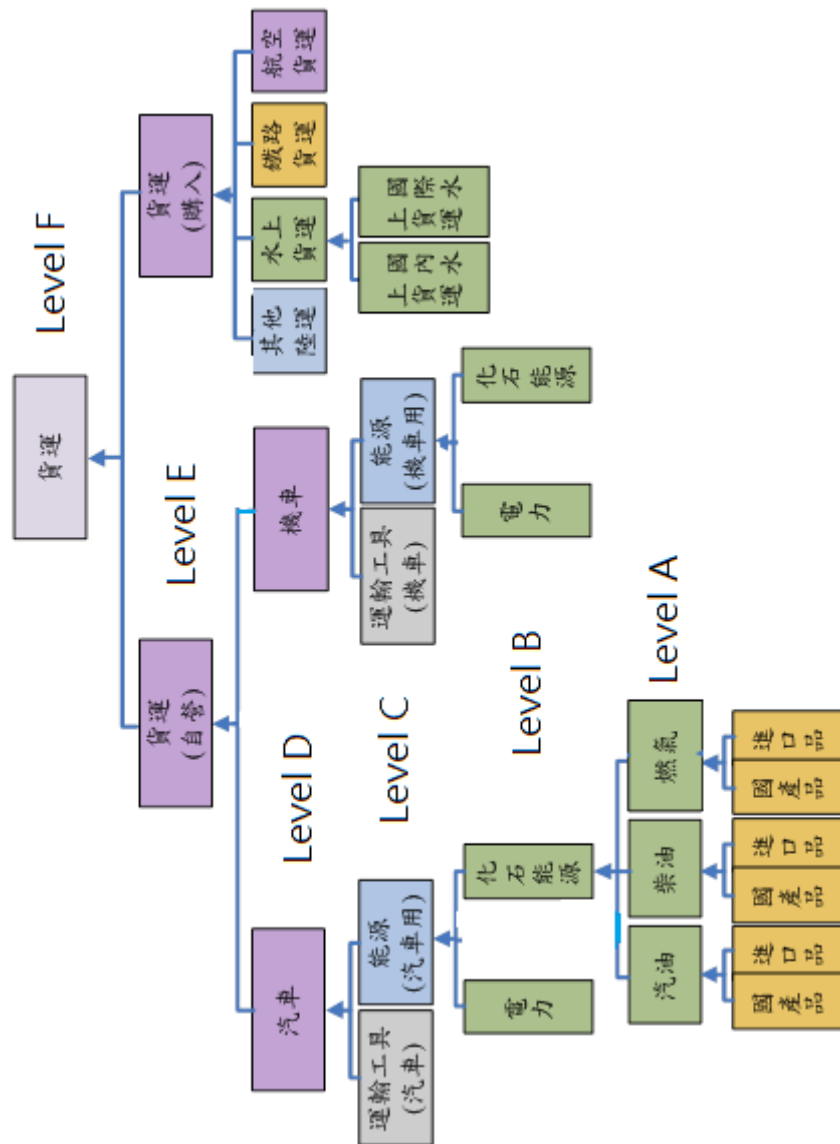


圖 2.2-1 一般產業部門生產巢式結構(續)



4. 「生產用能源\資本」暨「持有運輸工具\運輸消耗能源」組合

為區別一般產業於因生產商品使用能源（生產用能源），以及因運送生產商品與原料衍生能源需求（運輸消耗能源），本研究將能源消費區分為生產用與運輸用。據此歸類，大多數產業能源消費為辦公室或工廠用電，以及運送製品與原料之用油，部分能源產業或非金屬製品業會以大量能源做為生產原料。此外一般產業（包括運輸服務業）所擁有之運輸工具（如汽車、機車、軌道車輛）可視為其資本；本數學例係以一般產業以持有汽車進行自營貨運進行說明。

$$\underset{AM, EN}{MIN} \quad P^{am} \cdot AM + P^{ea} \cdot EA \quad (2-11)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad OA &= \phi^{oa} \left[ \delta^{am} (AM)^{-\rho^{oa}} + \delta^{ea} (EA)^{-\rho^{oa}} \right]^{\frac{-1}{\rho^{oa}}} \\ \text{for } \delta^{am} + \delta^{ea} &= 1 \end{aligned} \quad (2-12)$$

透過一階條件可分別求得一般產業以自有汽車為運輸工具所用能源之總合需求為：

$$AM = \left( \frac{1}{\phi^{oa}} \right)^{1-\sigma^{oa}} \cdot (\delta^{am})^{\sigma^{oa}} \cdot \left( \frac{P^{oa}}{P^{am}} \right)^{\sigma^{oa}} \cdot OA \quad (2-13)$$

$$EA = \left( \frac{1}{\phi^{oa}} \right)^{1-\sigma^{oa}} \cdot (1 - \delta^{am})^{\sigma^{oa}} \cdot \left( \frac{P^{oa}}{P^{ea}} \right)^{\sigma^{oa}} \cdot OA \quad (2-14)$$

for

$$P^{oa} = \frac{1}{\phi^{oa}} \cdot \left[ (\delta^{am})^{\sigma^{oa}} (P^{am})^{1-\sigma^{oa}} + (\delta^{ea})^{\sigma^{oa}} (P^{ea})^{1-\sigma^{oa}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{oa}}};$$

$$\sigma^{oa} = \frac{1}{1+\rho^{oa}}$$

公式(2-11)中  $P^{am}$  為一般產業持有資本/車輛之總合價格； $AM$  為一般產業持有資本/車輛之總合消費數量； $P^{ea}$  為一般產業使用自有汽車而所需購入能源之總合價格； $EA$  為一般產業使用自有汽車而所需購入能源之總合消費數量。另公式(2-12)中  $OA$  為一般產業以自有汽車進行運輸行為所需之總合消費數量； $\phi^{oa}$  為技術參數，代表使用自有汽車與使用汽車所需能源對自有汽車貨運服務之生產貢獻。公式(2-13)

與公式(2-14)中  $\delta^{am}$ 、 $\delta^{ea}$  為代表權重之參數，分別表示持有汽車資本與使用汽車衍生能源所占之貢獻，2 者為非負且總和為 1； $\rho^{oa}$  為推導替代彈性參數； $\sigma^{oa}$  為汽車總合資本與使用汽車衍生總合能源需求之替代彈性。 $P^{oa}$  為產業以自有汽車進行運輸行為之總合價格。

##### 5. 不同運具\運輸方式服務組合

考量不同運具\運輸方式(Level E)可能存在替代關係，故將各類運輸方式設置一層巢狀架構，並以下列最適化問題，說明在給定總運量下，如何分配於不同運送方式。此外，本例係以一般產業以私有車輛自營貨運項下 2 種運具為例。

$$\underset{OA, OM}{MIN} \quad P^{oa} \cdot OA + P^{om} \cdot OM \quad (2-15)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad OF &= \phi^{of} \left[ \delta^{oa} (OA)^{-\rho^{of}} + \delta^{om} (OM)^{-\rho^{of}} \right]^{\frac{-1}{\rho^{of}}} \\ \text{for } \delta^{oa} + \delta^{om} &= 1 \end{aligned} \quad (2-16)$$

透過一階條件可分別求得對自營貨運使用私有汽、機車運輸服務之總合需求為：

$$OA = \left( \frac{1}{\phi^{of}} \right)^{1-\sigma^{of}} \cdot (\delta^{oa})^{\sigma^{of}} \cdot \left( \frac{P^{of}}{P^{oa}} \right)^{\sigma^{of}} \cdot OF \quad (2-17)$$

$$OM = \left( \frac{1}{\phi^{of}} \right)^{1-\sigma^{of}} \cdot (\delta^{om})^{\sigma^{of}} \cdot \left( \frac{P^{of}}{P^{om}} \right)^{\sigma^{of}} \cdot OF \quad (2-18)$$

for

$$P^{of} = \frac{1}{\phi^{of}} \cdot \left[ (\delta^{oa})^{\sigma^{of}} (P^{oa})^{1-\sigma^{of}} + (\delta^{om})^{\sigma^{of}} (P^{om})^{1-\sigma^{of}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{of}}}; \quad \sigma^{of} = \frac{1}{1+\rho^{of}}$$

公式(2-15)為  $P^{oa}$ 、 $P^{om}$  為產業分別以私有汽、機車進行運輸行為之總合價格； $OM$  為以自有機車進行運輸之貨運服務總合消費數量； $OA$  為以自有汽車進行運輸之貨運服務總合消費數量； $OF$  為產業以私有車輛(汽車/機車)自營貨運之總合服務量； $\phi^{of}$  為技術參數，代表私有汽、機車對產業對自營貨運服務之生產貢獻。公式(2-17)與公式(2-18)中  $\delta^{oa}$ 、 $\delta^{om}$  為權重參數，分別表示私有汽車與私有機車所占各別之貢獻，其為非負，並且總和為 1； $\rho^{of}$  為推導使用自營貨運替代彈

性之參數； $\sigma^{of}$  為自營貨運分別使用自有汽車或機車間之替代彈性； $P^{of}$  為使用私有汽、機車輛之自營貨運總合價格。

## 6. 自營\購入運輸服務組合

為衡量一般產業因商品生產使用自有車隊與交付貨運間之替代關係，所設立之架構。

$$\underset{OF, PF}{MIN} \quad P^{of} \cdot OF + P^{pf} \cdot PF \quad (2-19)$$

$$s.t. \quad FT = \phi^{ft} \left[ \delta^{of} (OF)^{-\rho^{ft}} + \delta^{pf} (PF)^{-\rho^{ft}} \right]^{\frac{-1}{\rho^{ft}}}$$

$$\text{for } \delta^{of} + \delta^{pf} = 1 \quad (2-20)$$

透過一階條件可分別求得對自營與購入 2 項運輸服務需求為：

$$OF = \left( \frac{1}{\phi^{ft}} \right)^{1-\sigma^{ft}} \cdot (\delta^{of})^{\sigma^{ft}} \cdot \left( \frac{P^{ft}}{P^{of}} \right)^{\sigma^{ft}} \cdot FT \quad (2-21)$$

$$PF = \left( \frac{1}{\phi^{ft}} \right)^{1-\sigma^{ft}} \cdot (\delta^{pf})^{\sigma^{ft}} \cdot \left( \frac{P^{ft}}{P^{pf}} \right)^{\sigma^{ft}} \cdot FT \quad (2-22)$$

for

$$P^{ft} = \frac{1}{\phi^{ft}} \cdot \left[ (\delta^{of})^{\sigma^{ft}} (P^{of})^{1-\sigma^{ft}} + (\delta^{pf})^{\sigma^{ft}} (P^{pf})^{1-\sigma^{ft}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{ft}}}; \quad \sigma^{ft} = \frac{1}{1+\rho^{ft}}$$

公式(2-19)中  $P^{of}$  為所有使用私有汽、機車輛之自營貨運總合價格、 $P^{pf}$  為所有不同運輸方式(陸、水、空、鐵貨運)之購入貨運總合價格； $OF$  為總合自營貨運服務量； $PF$  為總合購入貨運服務量。公式(2-20)  $FT$  為總括自營與購入之總貨運服務量； $\phi^{ft}$  為技術參數，代表自營與購入貨運對整體貨運服務之生產貢獻。另公式(2-21)與公式(2-22)中  $\delta^{of}$ 、 $\delta^{pf}$  分別為代表自營與購入貨運權重參數，2 者為非負且總和為 1； $\rho^{ft}$  為推導替代彈性相關之參數； $\sigma^{ft}$  為表示自營貨運與購入貨運 2 者間之替代彈性。

## 7. 客運\貨運運輸服務組合

雖然本研究以相同函數形態設定客\貨運分配決策，但可透過彈性值調整兩者替代程度，若彈性值設為 0，即成為 Leontief 函數，兩

者為互補關係。

$$\underset{PT, FT}{MIN} \quad P^{pt} \cdot PT + P^{ft} \cdot FT \quad (2-23)$$

$$\begin{aligned} s.t. \quad TS &= \phi^{ts} \left[ \delta^{pt} (PT)^{-\rho^{ts}} + \delta^{ft} (FT)^{-\rho^{ts}} \right]^{-\frac{1}{\sigma^{ts}}} \\ \text{for } \delta^{pt} + \delta^{ft} &= 1 \end{aligned} \quad (2-24)$$

透過一階條件可分別求得對客運與貨運運輸服務之需求為：

$$PT = \left( \frac{1}{\phi^{ts}} \right)^{(1-\sigma^{ts})} \cdot (\delta^{pt})^{\sigma^{ts}} \cdot \left( \frac{P^{ts}}{P^{pt}} \right)^{\sigma^{ts}} \cdot TS \quad (2-25)$$

$$FT = \left( \frac{1}{\phi^{ts}} \right)^{(1-\sigma^{ts})} \cdot (\delta^{ft})^{\sigma^{ts}} \cdot \left( \frac{P^{ts}}{P^{ft}} \right)^{\sigma^{ts}} \cdot TS \quad (2-26)$$

for

$$P^{ts} = \frac{1}{\phi^{ts}} \cdot \left[ (\delta^{pt})^{\sigma^{ts}} (P^{pt})^{1-\sigma^{ts}} + (\delta^{ft})^{\sigma^{ts}} (P^{ft})^{1-\sigma^{ts}} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^{ts}}}; \quad \sigma^s = \frac{1}{1+\rho^s}$$

公式(2-23)中  $PT$  為客運總合服務量； $P^{pt}$  為客運服務之總合價格； $FT$  為總合貨運服務量； $P^{ft}$  為貨運服務之總合價格； $P^{ts}$  為客運與貨運之總合價格。另公式(2-24)中  $TS$  為運輸服務總合消費數量，包含客運與貨運之總運量； $\phi^{ts}$  為技術參數，代表客運與貨運對運輸服務組成之生產貢獻； $\delta^{pt}$ 、 $\delta^{ft}$  為權重參數、為非負且總和為 1 之參數，分別代表客運與貨運對運輸服務之各別貢獻； $\rho^{ts}$  為與替代彈性相關之參數； $\sigma^{ts}$  為總合客運與總合貨運間之替代彈性。 $P^{ts}$  為運輸服務之總合價格。

## 8. 產業部門生產之組合

一般產業部門生產最終商品或服務( $Q$ )所需投入莫過於原物料、勞動、資本，而在本研究另外區分為運輸服務。另一方面，對於運輸服務業部門而言，運輸設備則是相對其他資本主要投入項目之一。

$$\underset{TS, LKE, M}{MIN} \quad P^{ts} \cdot TS + P^{lke} \cdot LKE + P^m \cdot M \quad (2-27)$$

$$s.t. \quad Q = \phi^q \left[ \delta^{ts} (TS)^{-\rho^q} + \delta^{lke} (LKE)^{-\rho^q} + \delta^m (M)^{-\rho^q} \right]^{-\frac{1}{\rho^q}}$$

$$\text{for } \delta^{ts} + \delta^{lke} + \delta^m = 1 \quad (2-28)$$

透過一階條件可分別求得對生產總投入(勞動、資本與生產用能源)組合、原物料與中間商品，以及運輸服務之需求為：

$$TS = \left( \frac{1}{\phi^q} \right)^{1-\sigma^q} \cdot (\delta^{ts})^{\sigma^q} \cdot \left( \frac{P^q}{P^{ts}} \right)^{\sigma^q} \cdot Q \quad (2-29)$$

$$LKE = \left( \frac{1}{\phi^q} \right)^{1-\sigma^q} \cdot (\delta^{lke})^{\sigma^q} \cdot \left( \frac{P^q}{P^{lke}} \right)^{\sigma^q} \cdot Q \quad (2-30)$$

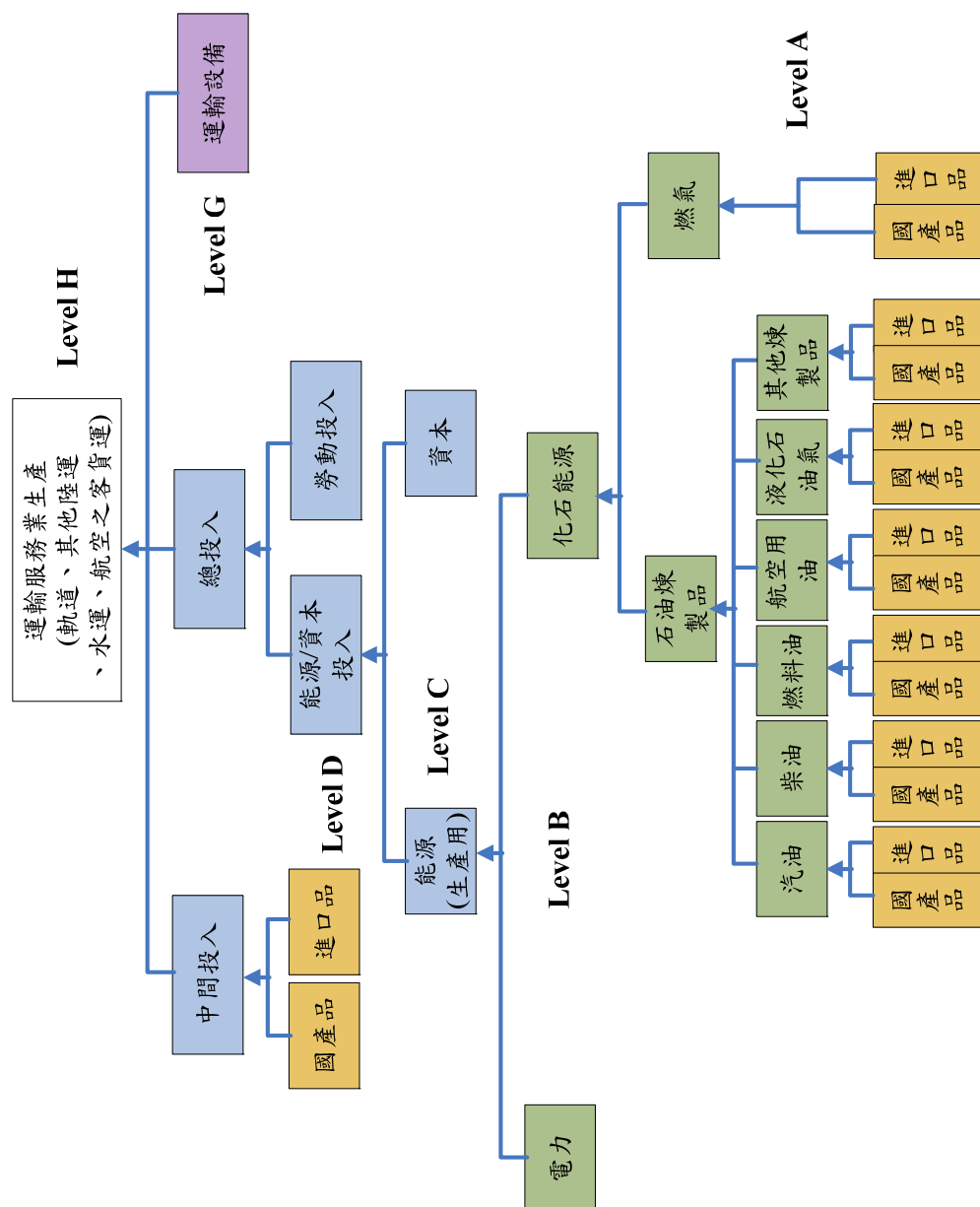
$$M = \left( \frac{1}{\phi^q} \right)^{1-\sigma^q} \cdot (\delta^m)^{\sigma^q} \cdot \left( \frac{P^q}{P^m} \right)^{\sigma^q} \cdot Q \quad (2-31)$$

for

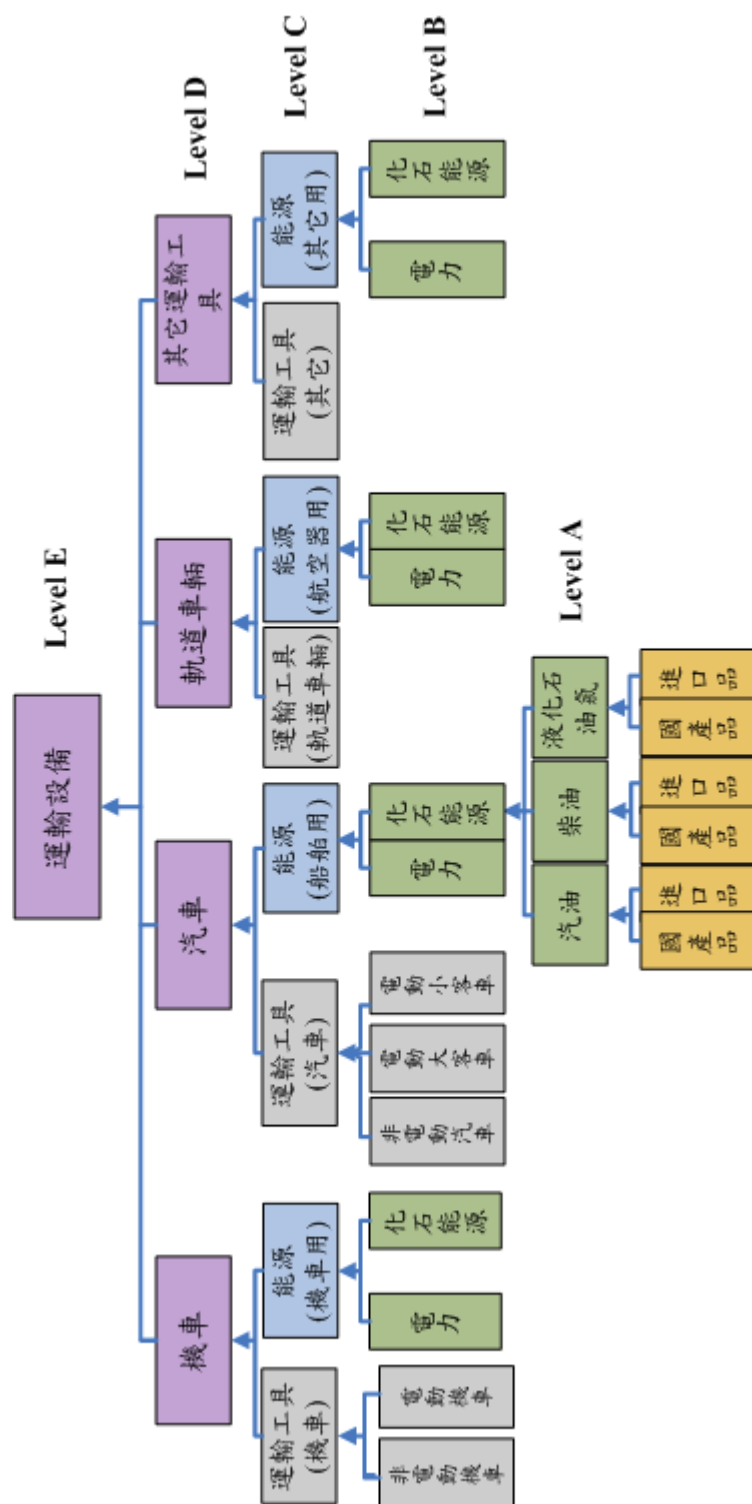
$$P^q = \frac{1}{\phi^q} \cdot \left[ (\delta^{ts})^{\sigma^q} (P^{ts})^{1-\sigma^q} + (\delta^{lke})^{\sigma^q} (P^{lke})^{1-\sigma^q} + (\delta^m)^{\sigma^q} (P^m)^{1-\sigma^q} \right]^{\frac{1}{1-\sigma^q}} ;$$

$$\sigma^q = \frac{1}{1+\rho^q}$$

公式(2-28)中  $P^{ts}$  為運輸服務之總合價格、 $TS$  為運輸服務之總合消費數量； $LKE$  為勞動、資本與生產用能源之總合數量、 $P^{lke}$  為  $LKE$  之總合價格； $M$  為生產過程所需投入之相關原物料與中間商品、 $P^m$  為  $M$  之總合價格。公式(2-28)中  $Q$  為產品生產量； $\phi^q$  為技術參數，即總要素生產力，代表中間商品、 $LKE$  與運輸服務之組成對產業生產的貢獻； $\delta^{ts}$ 、 $\delta^{lke}$  與  $\delta^m$  為代表權重之參數，為非負且總和為 1，代表運輸服務、總投入與運輸服務之各別貢獻。公式(2-29)、公式(2-30)與公式(2-31)中  $\rho^q$  為與替代彈性相關之參數； $\sigma^q$  為中間商品、 $LKE$  與運輸服務間之替代彈性，一般設定為 0，函數則成為 Leontief 形式，表示 3 類投入彼此之間為互補關係，且具有固定比例。 $P^q$  為產業之生產商品之總合價格。



資料來源：本研究繪製。



資料來源：本研究繪製。

圖 2.2-2 運輸服務業部門生產巢式結構(續)

## (二) 投資決策

### 1. 投資需求

在文獻上，各 CGE 模型關於投資決策理論不盡相同，所考慮重點也不完全一樣。傳統的投資模型大都立基於新古典經濟學說的假設，在資本累積限制下，追求利潤現值極大，因此投資跨期最適化問題為：

$$\underset{\{K,L\}}{Max} \quad V = \int_0^{\infty} \{p(t) \cdot F[K(t), L(t)] - w(t)L(t) - p_I(t) \cdot I(t)\} e^{-R(t)} dt \quad (2-32)$$

$$S.t. \quad \dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t) \quad (2-33)$$

其中， $K(t)$  與  $L(t)$  分別代表生產時所雇用資本與勞動，而  $F[K(t), L(t)]$  則代表生產函數，通常假設具有規模報酬遞減； $I(t)$  代表淨投資。初期資本存量為  $K(0) = \bar{K}$ ，資本折舊率為  $\delta$ ；勞動工資率與資本財價格分別為  $w(t)$  與  $p_I(t)$ ；此處假設生產者在產品市場與要素市場均為價格接受者。 $R(t) = \int_0^t r(s) ds$  代表折現率，而  $r(s)$  則代表在時點  $s$  的利率（或折現率）；當  $r(s)$  在所有時點皆為固定常數  $r$  時，則  $R(t) = \int_0^t r(s) ds = rt$ 。

然而新古典理論中資本存量可以隨時瞬間調整特性，使得未來的任何參數（如資本價格、工資率等）的可能變動不會影響目前的決策，因此無法考慮廠商對於未來任何變數的預期，相對地廠商在過去的決策結果，對目前或未來的決策沒有任何影響。另一方面，模型推導而得資本存量只決定於當期資本財價格與產品價格之結果，表示當價格變動，資本存量將立即改變，此與現實經濟現象差距甚大。為解決前述問題，逐漸形成內部調整成本之概念，所謂內部調整成本指設置新的機器設備時必須停工直到新設備設置完成，操作人員也需要新的技術訓練，此些前置作業期間所發生的操作與機會成本。

因此，為能反應大型建設、生產方式與設備調整所產生的成本與時間延遲，本研究以調整成本修正(2-34)式為：

$$\underset{(I,L)}{Max} \quad \int_0^{\infty} \{F[K(t), L(t)] - wL(t) - p_I \cdot [I(t) + A[I(t), K(t)]]\} e^{-rt} dt \quad (2-34)$$



$$S.t. \quad A(I, K) = I \cdot h(I/K) \quad (2-35)$$

其中， $A(I, K)$  為調整成本函數， $h' > 0$ ,  $h'' > 0$ 。令

$$\partial A / \partial I = h(I/K) + (I/K) h'(I/K) = \phi(I/K),$$

$$\partial A / \partial K = -(I/K)^2 h'(I/K) = -\phi(I/K),$$

$$h = (cI/K)^2, K(0) = \bar{K}。$$

則可求導出一階必要條件如下：

$$p_I (1 + \psi) \left[ (r + \delta) + \frac{2\psi \left( \frac{2}{3} \frac{I}{K} - \frac{\dot{I}}{I} - \delta \right)}{1 + \psi} - \frac{\dot{p}_I}{p_I} \right] = \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} \quad (2-36)$$

(2-36)式表示最適資本存量及投資，應使資本的使用者成本(此即等號左側所包含的利息支出( $p_I \cdot (1 + \psi)r$ )、折舊( $p_I \cdot (1 + \psi)\delta$ )、調整成本( $-p_I \cdot (\dot{\psi} + \phi)$ )之總和，並扣除資本增值( $(1 + \psi) \cdot \dot{p}_I$ )後的淨值)等於資本的邊際生產力( $\partial F(K, L) / \partial K$ )。

假設投資所增加的調整成本( $\partial A / \partial I$ )在初期極低(亦即 $1 + \psi \approx 1$ )，同時也忽略投資變動率( $\dot{I} / I$ )，則在長期恆定狀態(steady state)下，則式(2-36)將可改寫如式(2-37)：

$$p_I (1 + \psi) \left[ (r + \delta) + \alpha - \frac{\dot{p}_I}{p_I} \right] = \frac{\partial F(K, L)}{\partial K} \quad (2-37)$$

其中  $\alpha \approx 6c^2 (I/K)^2 (I/K - \delta)$ 。

## 2. 資金分配

資金在部門間的分配，通常以部門資本利得或報酬率的相對大小決定分配比例，本研究依各部門獲利率相對於整體經濟投資報酬率的高低進行內生調整，亦即獲利率較平均值高的產業，將獲得更高比例的投資，其設定方式為：

$$r_i(t) = \frac{R_i(t)}{c_i(t)} - \delta \quad (2-38)$$

$$r_i(t+1) = r_i(t) \left( \frac{K_i(t+1)}{K_i(t)} \right)^{-\beta_i} \quad (2-39)$$

$$\bar{r} = r_i(t) \left( \frac{K_i(t+1)}{K_i(t)} \right)^{-\beta_i} \quad (2-40)$$

(2-38)式表示產業*i*之當期資本淨報酬率為毛報酬率扣除折舊率，式中 $r_i(t)$ 代表產業*i*之當期資本淨報酬率， $R_i(t)$ 代表產業*i*當期給付給單位資本之報酬， $c_i(t)$ 代表使用單位資本之成本， $\delta$ 代表折舊率（假設折舊率不變）。(2-39)式則假設新增之資本必須經過一期方能完全設置完成，則經過一期後產業*i*之淨報酬率應與前期淨報酬率及期間資本存量變化有關，此即反映淨報酬率與投資之關係，公式中 $\beta_i$ 代表資本在部門間流動性之高低，為一大於零之正數，當 $\beta_i = 0$ ，表示資本不存在流動性，則資本分配將以基期比重決定之。(2-40)式表示總投資以部門投資報酬率相對高低決定資金分配，當達到均衡時，必然會決定一整體投資報酬率水準，因此透過此式便可知道當產業*i*投資報酬率高於整體投資報酬率，投資將增加，資本相較前期亦將成長。

## 二、家計部門最適化決策

一般家計部門決策行為大多假設在所得限制下，追求使效用最大的商品消費組合。然而家計部門使用能源，大多是為了享受電器、照明、空調與運輸設備帶來的效用，而間接產生對能源之需求，因此稱家計部門對這些設備提供之服務所產生的需求為能源服務需求(energy service demand)。

能源服務需求為抽象概念，可以想像為家計部門為了服務自己，而結合設備(車輛)與能源進行生產，產品即為能源服務。因此可設立家計能源服務生產函數，呈現設備、能源使用，與能源服務供給之關係，而設備對效用的貢獻則與設備特徵(例如運具種類與油耗特性)有關，於是不同設備特徵，其價格便隱含設備購置與使用成本之差異。

運輸服務亦具備相同概念，由於運具使用以及花費於旅途上的時間

皆不能為消費者帶來效用，家計部門係透過投入這些成本(燃料成本、運具使用成本、時間成本等)為自己生產運輸服務，進而因運輸服務達成旅行目的，而產生家計部門效用。但由於運輸服務達成旅行目的所產生的效用，並不容易被量化觀察，因此常藉由消費者願意為該運輸服務付出之代價或支出，來代表其效用價值。

設備與車輛被視為耐久性財貨，家計部門耐久財消費理論中，多假設若耐久財消費組合  $\Theta = (\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_J)$  中，任一財貨可帶來效用水準為：

$$V(\Theta_j) = \text{Max}_{\{x, t, z_2\}} u(z_1, z_2; \eta) \quad (2-41)$$

$$\text{s.t. } z_1 = f(x, t; \Theta_j) \quad (2-42)$$

$$px + z_2 = wL - r(\Theta_j) \quad (2-43)$$

$$L = t = T$$

式中， $z_1$  代表耐久性財貨所提供之服務， $z_2$  則為一般的商品消費組合，其市場價格標準化為 1， $\eta$  為消費者對耐久財服務的偏好參數， $x$  表示為從事運輸服務生產所投入的市場財貨，其市場價格為  $p$ ， $t$  為從事運輸服務生產所付出的時間， $L$  代表工作的勞動時間， $w$  為工資率， $r(\Theta_j)$  為耐久財的資本成本 (capital cost)， $T$  表示時間賦與。

消費者將選擇可達最大效用之消費組合，藉此決定耐久財之購買決策：

$$\text{Max}_{\{j \in 1, \dots, J\}} \Theta = (V(\Theta_1), V(\Theta_2), \dots, V(\Theta_J)) \quad (2-44)$$

一旦  $\Theta$  組合確定，家計生產模型(household production model)說明在給定車輛特性的情況下，家計必須選擇成本最小的方式，來提供自身運輸服務，因此家計的運具使用決策必須決定於：

$$C(p, w, z_1; \Theta_j) = \text{Min}_{\{x, t\}} px + tw \quad (2-45)$$

$$\text{s.t. } z_1 = f(z, t; \Theta_j) \quad (2-46)$$

當勞務生產不具 CRS，而且生產沒有聯合性（亦即某一勞務的產量

與其他勞務產量無關)，邊際成本將不受勞務產量水準的影響：

$$MC(p, w; \Theta_j) = \partial C(p, e, z_1; \Theta_j) / \partial z_1 \quad (2-47)$$

此時，勞務需求之決策問題（耐久財的使用決策）可簡化為傳統需求模式，並藉此求得運輸服務之需求函數：

$$\underset{\{z_1, z_2\}}{\text{Max}} \quad u(z_1, z_2; \eta) \quad (2-48)$$

$$s.t. \quad MC(p, w; \Theta_j) z_1 + z_2 = wT - r(\Theta_j) \quad (2-49)$$

$$z_1 = z_1(MC_j, y_j; \eta), \quad \text{其中 } y_j = wT - r(\Theta_j)$$

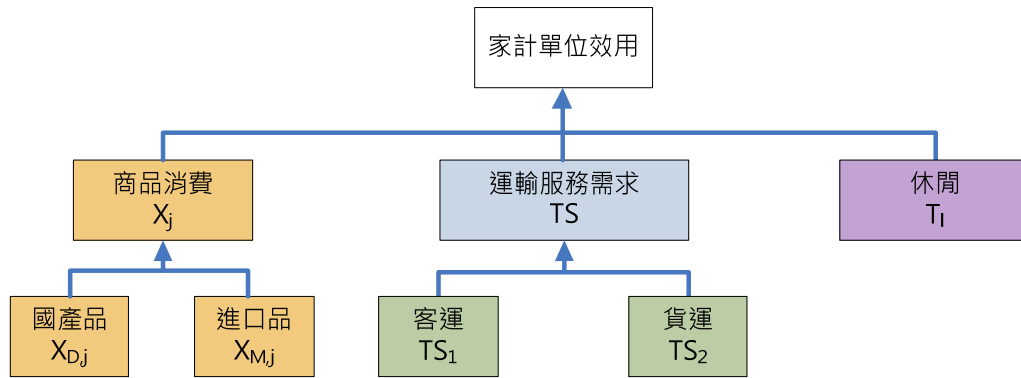
圖 2.2-3 茲依據巢式架構，分層說明家計部門消費決策之關聯，家計部門將在滿足所得限制與時間限制下，選擇使效用最大的最適商品消費量、運輸服務需求、休閒與工作時間分配。因此消費決策模型將如(2-50)式至(3-52)式所示。式中  $T_l$  代表休閒時間， $X$  為由  $j$  種商品組成的消費組合向量， $T_w$  為工作時間， $\bar{T}$  代表時間稟賦限制總和。

$$\underset{X, TS, T_l}{\text{Max}} \quad U = CD(\text{Leontief}(X, TS_2), TS_1, T_l) \quad (2-50)$$

$$s.t. \quad \sum_j P_{X,j} \cdot X_j + C_1 \cdot TS_1 + C_2 \cdot TS_2 = w \cdot T_w + r \cdot K \quad (2-51)$$

$$T_w + T_l + T_1 + T_2 = \bar{T} \quad (2-52)$$

其中家計部門商品消費與生產決策中之商品相同，為國產商品與進口品之組合，則此一巢狀架構設定方式與(2-1)式及(2-2)式相同；能源服務需求部分，亦透過 CES 函數設定，設定方法與前揭生產決策各層最適化問題類似。



資料來源：本研究繪製。

圖 2.2-3 家計部門消費決策

本研究擬將家計部門之運輸需求依客、貨運及公共運輸\私人運輸加以區分，如圖 2.2-4 所示，為評估私人運輸移轉公共運輸之影響，區分公共運輸與私人運輸為關鍵。公共運輸並無能源服務問題，因此直接以運輸量進入效用函數，私人運輸部分則在小客車與機車 2 設備皆設予運輸之能源服務生產函數。

### 三、政府部門財政收支平衡

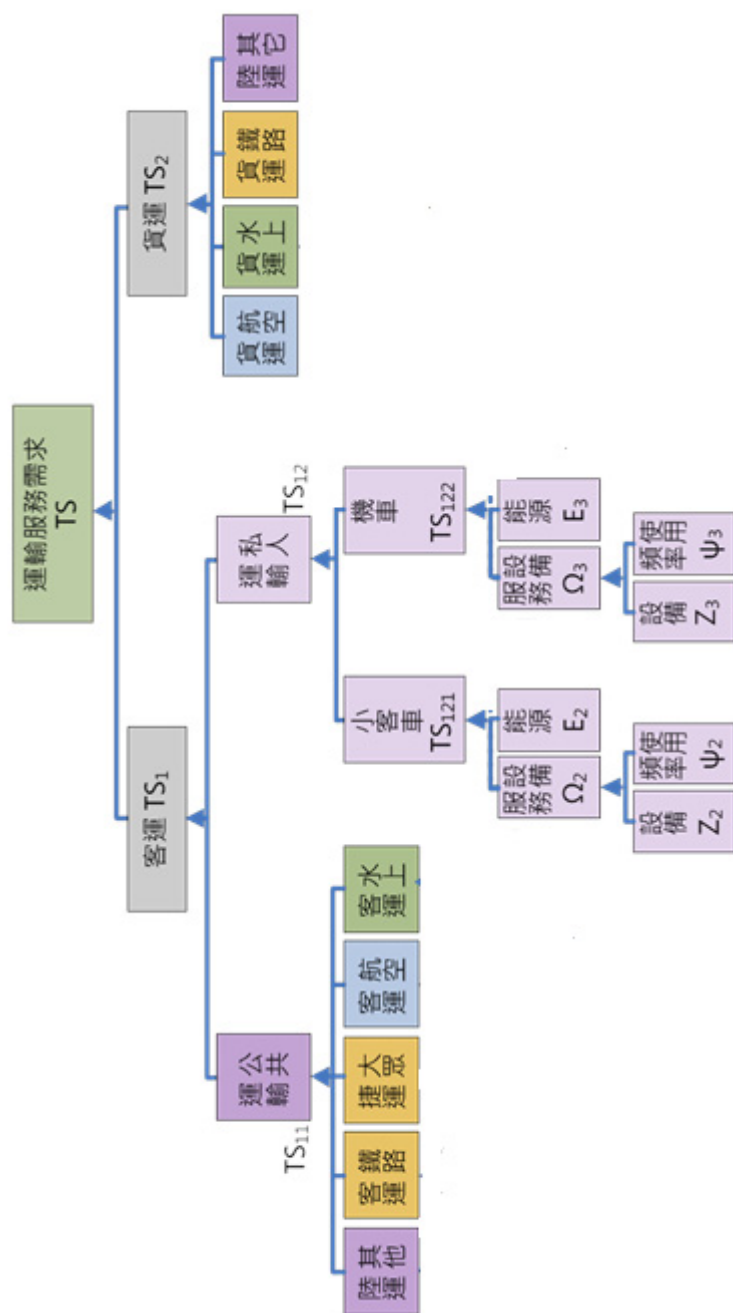
政府部門以財政收支平衡設定之，如下式其總稅收與政府消費支出總額及經常性移轉淨支出之差額，即為政府儲蓄，而稅收的來源則包含各項間接稅、直接稅、環境稅及其他規費：

$$TAXREV = \sum_j X_j^G + SAV^G + TRF^G \quad (3-53)$$

### 四、市場均衡

最後設定市場均衡式，即各業產品之市場供給量必須等於市場總需求，包括中間需求與最終消費需求。零利潤假設則依循圖 2.1-1 設定。

$$Q = \sum_j X_j \quad (3-54)$$



資料來源：本研究繪製。

圖 2.2-4 家計部門私人運輸服務生產決策

## 2.3 求解軟體與程式

### 一、求解套裝軟體

運輸 CGE 模型運用一般性代數模擬系統 (General Algebraic Modeling System, GAMS)做為求解最適化問題之工具。GAMS 最初由世界銀行(The World Bank)資助，華盛頓特區的發展研究中心執行研發，目前則改由 GAMS Development Corporation 所資助。

GAMS 系統是在一羣數理經濟學家的密切合作之下所開發，在系統的發展上，最重要的成功因素是共同應用在經濟學、電腦科學和運籌學之間。雖然數學規劃(mathematical programming)和經濟理論(economics theory)交錯嚴密，然而 1975 年諾貝爾經濟學獎頒給 Leonid Kantorovich 和 Tjalling Koopmans，以表彰他們在數學規劃中對最佳化資源分配理論的貢獻。其它諾貝爾獎得者，像 1972 年的 Kenneth Arrow、1973 年的 Wassily Leontief、及 1990 年的 Harry Markowitz 也都在數學規劃上非常聞名。

GAMS Development Corporation 所接手開發的 GAMS 軟體，是為了處理模型線性、非線性及混和整數最佳化的問題。GAMS 尤其適合處理須精確模型之大型、複雜及獨特的問題，使得問題符合高度精確及自然的法則等，也允許使用者自行快速且簡便的修改公式以便於求解其它的問題，甚至於只要稍加費心就能轉換線性公式成非線性公式，近年來已廣泛地被世界各經濟學家所使用。

### 二、運輸 CGE 模型程式架構

完整的 CGE 模型程式撰寫，必須包含幾部分：A.定義集合；B.宣告參數名稱並給定資料；C.運用給定參數資料，進行數值運算；D.宣告變數名稱；E.宣告方程式名稱；F.定義方程式；G.宣告模型名稱；H.定義模型內涵；I.針對內生變數，給定啟始值；J.設定變數上、下限；K.定義模擬情境；L.進行求解；M.結果輸出，茲將各部程式所對映的子程式彙整於表 2.3-1。本模型由一個主程式及七個子程式構成，每隻程式負責的功能如下圖 2.3-1 所示。

表 2.3-1 運輸 CGE 模式 GAMS 程式功能

程式功能	程式名稱
定義集合	MODEL.GMS
定義時間軸	TIME.GMS
宣告參數名稱，並給定資料	MODEL.GMS
運用給定參數資料，進行數值運算	MODEL.GMS
宣告變數名稱	MODEL.GMS
宣告方程式名稱	MODEL.GMS
定義方程式	MODEL.GMS
宣告模型名稱	MODEL.GMS
定義模型內涵	MODEL.GMS
針對內生變數，給定起始值	MODEL.GMS
設定變數上、下限	RLXFIX.GMS
定義模擬情境	SCENDEF.GMS
進行求解	MODEL.GMS
結果輸出前之初步結果彙整與計算	POSTPARM.GMS POSTEVAL.GMS REPORT.GMS
結果輸出	OUTPUT.GMS

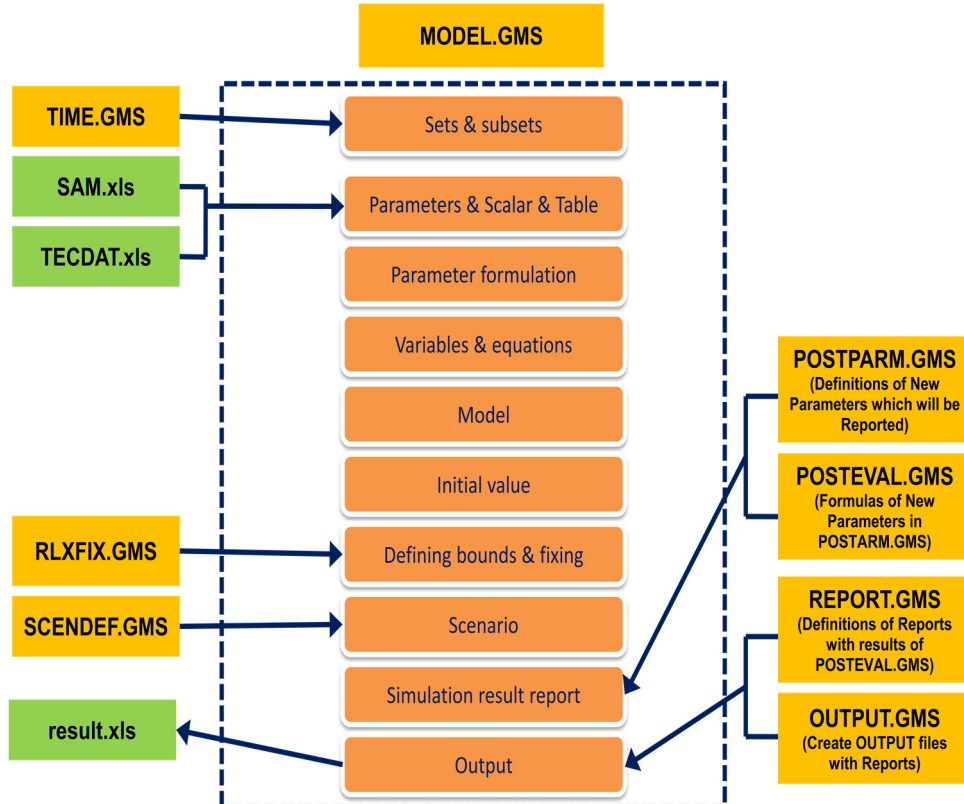


圖 2.3-1 運輸 CGE 模式 GAMS 程式架構



## 第三章 社會會計矩陣(SAM 表)

運輸 CGE 評估模型主要產業部門基礎資料為 SAM 表，其資料來源為行政院主計總處公布產業關聯統計。基於 100 年產業關聯表業已公布，並因應近期運輸產業發展趨勢，本研究除針對 SAM 表資料更新，同時一併適時檢討運輸部門產業分類。

### 3.1 編製原則

SAM 表為描述經濟體系商品、勞務與資金之流向，而以矩陣編製之投入-產出示意表。隨著 CGE 模型分析議題不同，SAM 表亦以不同形式存在，例如為評估環境影響之環境 SAM 表、為分析財政問題而建置之細部政府收支 SAM 表、為評估勞動結構、研發活動、能源結構等不同領域議題所編製之 SAM 表。由於經濟體系多元，為使研究方向聚焦以深刻探討運輸部門與經濟體系之互動，建構模型與 SAM 表時，必須對非運輸部門適當取捨，非研究重點之部門則適度加總，以使模型具備良好的操作性。

由於運輸 CGE 模型維運主要目的在於從國家總體產業部門角度估算運輸部門溫室氣體排放基線。在兼顧 SAM 表內產業精細度，以及估算運輸部門基線之需，本研究以 166 部門產業關聯表(含進口稅淨額)為 SAM 表編製基礎，整併前期研究以 95 年為資料基礎 SAM 表之部分產業別與會計項目，詳細整併內容分述如下：

#### 一、合併間接稅項目

間接稅包含進口稅(關稅、進口品商港建設費、進口品貨物稅、進口品菸酒稅、進口品健康福利捐)與其他間接稅(國產品貨物稅、營業稅、印花稅、使用牌照稅、地價稅、房屋稅、娛樂稅、國產品菸酒稅、國產品健康福利捐、其他生產者繳納之規費等)。本研究 SAM 表僅區分進口稅(進口品關稅與進口品貨物稅)，以及國產品貨物稅，其他間接稅則併為其他稅捐 1 項。

## 二、合併直接稅項目

直接稅包含營利事業所得稅、綜合所得稅、遺產及贈與稅、契稅、土地增值稅、證券交易稅、期貨交易稅等。對企業而言，整併於營利事業所得稅；對家計部門，本研究整併為所得稅及其他經常稅。

## 三、整併公民營企業

將資本帳中，公營企業與民營企業之固定資本形成與折舊，歸併為公司及準公司企業之固定資本形成與折舊。

## 四、修正產業部門分類

本研究 SAM 表編製原則係將與運輸部門連動關聯性較低之產業依主計總處公布提供 52 部門業別進行整併，另將與運輸部門連動關聯性較高之產業按主計總處公布提供 166 部門與 526 部門產業關聯表進行細部拆解，按前述原則調整後的 SAM 表部門分類如表 3.1-1 所示，共計有 65 個產業部門，其中農業部門 1 類、工業部門 38 類、服務業部門 26 類，另與運輸部門有關產業類別分二大部分重整：

(一) 石油煉製品：主要係以原油為原料煉製成之各種油品，本研究將油品區分為汽油、柴油、航空用油、燃料油等，其中汽油品項再區分為汽車、機車與混合動力車輛；電力區分為生產用、電動車輛與混合動力車輛使用。

(二) 營造工程：劃分為住宅工程、其他房屋工程、公共工程、其他營造工程 4 個部門。另本研究已將原區分之機場工程、鐵路工程、道路工程、港埠工程與油氣輸送工程等公共工程統一歸併。

(三) 車輛製造相關業別

車輛製造相關產業別係由「汽車及其零件」與「其他運輸工具」拆解而得，其劃分為汽車、船舶、機車、自行車、其他運輸工具等 5 個部門。基於國內以電能為主要動力來源車輛正處於發展與推動階段，為利於評估電動車輛發展對於運輸部門溫室氣體排放之影響，爰在原產業關聯表車輛製造相關產業類別中，拆解了電動小客車、電動大客車、電動機車等製造產業。區隔後汽車製造相關行業即涵蓋電動小客

車、電動大客車、非電動汽車等 3 業別；機車製造相關行業即包含電動機車與非電動機車 2 業別。鑒於近年國內高速鐵路與捷運之快速發展，故軌道運輸車輛製造業，亦由原來產業關聯表運輸工具業別中獨立。

#### (四) 運輸服務相關業別

在產業關聯表之運輸倉儲業，業別內容包括為軌道車輛運輸、其他陸上運輸、水上運輸、空中運輸、運輸輔助服務、倉儲、郵政快遞服務等 7 個部門。本研究首先區分客、貨運 2 大類別，其次依運具別，將軌道客運區分為鐵路客運與大眾捷運系統。此外，承 1.1 節之說明，基於民國 95 年後，公路與軌道產業部門經營情勢有相當大轉變。因此，在軌道運輸服務產業中，將高鐵客運、臺北捷運與其他捷運系統由產業關聯表中原有之軌道運輸客運中進一步區分。區分後軌道運輸相關服務業包含高鐵客運、臺北捷運、其他捷運系統，以及臺灣鐵路客運及台灣鐵路貨運等 5 類。

公路運輸部分，客運則區分為國道與遊覽車、一般公路客運與市區公車、以及輔助型公共運輸等 3 類，其中輔助型公共運輸大部分係指計程車等其它汽車客運服務。另一方面，貨運區分為公路貨運與公路自營貨運 2 類，前者係由貨運業者提供貨物運輸服務，後者係以自有車隊進行貨物運輸服務。最後，在水運及空運部分，則直接沿用產業關聯表原有部門分類，區分為水上運輸、空中客運與空中貨運等 3 類。

表 3.1-1 產業部門分類對照表

編號	產業別(65)	100年IO部門(166)	產業別(65)	100年IO部門(166)
1	農林漁牧業	001,002,003,005,004,006,007,008,009,010,011	33 其他製品	040,041,042,043,044,045,048,087,091-096,105,106,107,108
2	礦業	012,013,014	34 電力(一般)	110
3	食品菸酒	015,019,022,021,025,023,027,016,017,026,020,024,018,028,029,030	32EndUseElec	110
4	人纖及紡織品	031,032,033,034,035,036,037,038,039,056,057	32EndUseElec	110
5	紙及紙製品	046,047	32EndUseElec	110
6	汽油(汽車)	04910	33Gas	111
7	汽油(機車)	04910	34Water	112
8	汽油(混合動力車輛)	04910	35Construction	113,114,115,116,117,118,119,120
9	柴油	04920	36WholRetl	121-123
10	航空用油	04930	37RailPassen	12410
11	燃料油	04940	38RailFreight	12420
12	其他石油煤製品	04950-04992	39HSR	12410,12420
13	煤、焦炭及其他煤製品	01420,050	40NPRT	12430
14	基本化學材料	051	41OPRT	12430
15	石油化工原料	052	42ExprsPassen	12510
16	其他化學製品	053,058,059,060,061,062	43Road	12510
17	塑膠與橡膠製品	054,055,063,064	44MisPassen	12510
18	非金屬礦物製品	065,066,067,068,069	45Freight	12520
19	鋼鐵及其製品	070,071	46OwnFreight	12530
20	其他金屬及其製品	072,073,074,075,076,077,078	47Navigation	126
21	電子零組件	079,080,081,082,083	48AirPassen	12710,12790
22	電腦產品與週邊設備	084,085,088	49AirFreight	12720
23	通訊傳播設備	086	50SupportTran	128
24	精密機械	089,090	51StorPostal	129,130
25	機械	097,098,099,109	52AccFoodBev	131,132,153
26	電動小客車	100	53Telecomm	136
27	電動大客車	100	54ComDsnData	137,138
28	非電動汽車	100	55Financial	139-141
29	電動機車	102	56ResTecTest	146-150
30	非電動機車	102	57Renting	151
31	軌道車輛	10420	58PubSev	157
32	其他運輸工具	101,103,104,10,10490	59EduMed	158,159,160
			60ArtEnt	161
			61MisSEV	133-135,142-145,152,154,155,156,162-166

資料來源：本研究歸納

## 3.2 編製結果

依據 3.1 節編製原則與主計總處 100 年產業關聯表，摘錄更新 SAM 表總帳表之結果於表 3.2-1。該表更新資料來源包括主計總處 100 年國民所得統計、主計總處 100 年產業關聯表、財政部財政統計年報等。至於 SAM 表詳細更新內容請參閱附錄 2。

此外，承 3.1 節之說明，在前述各產業別拆解過程中，因車輛製造相關產業需特別將電動小客車、電動大客車、電動機車等車輛等製造產業獨立。另一方面，鐵路客運業需進一步細分高鐵、臺鐵與捷運等運輸服務業。因此，需另外蒐集資料估算前述所提業別之成本與銷售結構，以下茲對前述需特別處理業別資料來源與編制方式進一步說明。

### 一、電動大客車製造業

為估算該業產業規模，本研究參照本所「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」中各縣市補助電動大客車車輛數(甲類 90 輛、乙類 65 輛)，以甲類均價 700 萬、乙類均價 600 萬計算 2011 年國內電動大客車銷售總值，並假設此銷售值均為國產，並且僅提供內銷。其次，在成本結構部分，本研究參考林芳仔(2012)研究，假設電池模組約占整車成本 42%、電池控制模組占 8%、電控模組與馬達分別占 17%，用以攤提電動大客車製造產業之成本結構。至於銷售結構，由於缺乏更進一步資訊，故假設與產業關聯表中汽車產業銷售結構相同。

### 二、電動小客車製造業

參考林芳仔(2012)研究可知，民國 100 年國內電動小客車產業規模約為 1,160 億元，其中上游(包括電池材料業、車體、馬達材料)約占 20.90%、中游(包含電池芯模組、馬達模組、車用電子零件)約占 77.28%、下游(包含整車業)約占 1.82%。另外，從中技社(2014)報告可知我國電動小客車 2011-2013 年均銷售量為 34 輛，若以每輛均價 200 萬元計，則年銷售總值約為 6,800 萬元，假設其中進口占比約 58%，則可設算國內電動小客車產值，並再利用與電動大客車相同的成本結構進行攤提。

### 三、電動機車製造業

根據「103 年電動機車產業發展推動計畫」，2011 年國內內銷電動機車車輛數約 7,563 輛，平均每年外銷約 3,261 輛，以平均每輛單價 7 萬元核算年銷售總值約為 7 億 5 千 7 百萬元，外銷佔比約為 30%，並假設進口佔比為 70%。其次，利用「NSC-88-EPA-Z-126-001 電動機車研發與推廣之社會經濟效益分析與評估」之調查結果，馬達傳動系統占電動機車中間投入成本約 6 成，電力供應系統約占 4 成，原始投入成本及其他成本細項則假設與產業關聯表原有之機車產業相同，據以攤提電動機車成本結構。

### 四、軌道車輛運輸

在運輸服務業部分，本研究將高鐵客運、臺北捷運、其他捷運系統(以高雄捷運為主)等業別自產業關聯表原有之軌道車輛運輸業進行拆解。對此，本研究另蒐集參考台鐵統計月報、台鐵決算書、台北大眾捷運股份有限公司決算書、台灣高鐵財報、高雄捷運損益表及成本費用等資料，據以初分其營收與成本結構，再依據產業關聯表原有軌道運輸服務業之細部成本結構進行攤提。

### 五、公路運輸

本研究主要係針對公路客運業，依營運性質進一步細分將國道客運與遊覽車客運整併為一類。另外，亦將公路客運與市區公車整併為一類，接著利用「運輸研究所統計資料彙編」中各民營汽車客運公司營運收入資料，計算 2 類產業之營收總額，並假設其成本結構與產業關聯表原有之其他公路運輸相同，藉此攤提前開 2 種業別成本結構。

表 3.2-1 SAM 表編製結果

	活動帳 C1	商品帳 C2	要素帳		機構帳		資本帳			合計 C11	國外帳 C12	總收入 C13
			勞動 C3	資本 C4	公司及準公司 企業 C5	家計 C6	政府 C7	政府 C8	公司及準公司 企業 C9	公司及準公司 企業存貨 C10	國外帳 C12	總收入 C13
活動帳 R1		國產品內銷 24,983,888									商品及服務輸出 10,419,700	35,403,588
商品帳 R2	中間投入 21,091,388					家計消費 7,798,976	政府消費 2,167,595	政府固定資本形成 568,556	固定資本形成 2,778,389	存貨增加 35,921	固定資本形成毛額總和 3,382,866	34,440,825
要素帳	勞動報酬 6,463,779								3346945.00		國外受僱人員報酬 收入	
資本 R4	營業盈餘 4,663,407										14,941 國外財產企業所得 收入	6,478,720
公司及準公司 企業 R5				企業財產及所得收入 4,617,154		家計對國內企業移轉 297,749	財產及所得支付 121,341				716,863	5,380,270
機構帳			家計單位勞動報酬 6,465,312		家計財產與企業所得淨額 3,090,130							5,036,244
家計 R6	190,005				企業對國內家計移轉 382,486	家計對國內家計移轉 0	政府其他國內經常移轉支出 856,093				國外對家計經常移轉 162,288	9,745,447
	國產貨物稅 132194	進口稅淨額 162751		財產及企業所得收入 433,092	營利事業所得稅 488,993	所得稅及其他經常稅 412,296						1,400,867
政府 R7	-補助金 -104,940					政府其他國內經常移轉收入 1,207,010					國外對政府經常移轉收入 411	1,334,381
政府 R8	設備折舊 402,369					家庭及民間非營利機構儲蓄 970,478	政府儲蓄 169,885					1,542,732
公司及準公司 企業 R9	折舊 2,007,532				企業儲蓄 1,074,635							3,082,167
合計 R10	2,409,901	0	0	0	1,074,635	970,478	169,885	0	0	0	對外經常交易餘額 -1,242,033	3,382,866
國外帳 R11		商品及服務輸入 9,456,937	國外受僱人員報酬支付 13,408	國外財產企業所得支付 330,024	家計對國外移轉 269,800	政府對國外經常移轉支出 2,001						10,072,170
總支出 R12												

資料來源：本研究歸納。

### 3.3 新舊版本比較

#### 一、部門分類比較

本次新編之 SAM 表大幅整併非運輸部門相關之產業，例如電子零組件、塑膠、非金屬礦物製品、公共工程等。此外車輛製造業部分，將重點轉移至電動小客車、電動大客車與電動機車，而將原有的船舶、自行車、航空器等整併為其它運輸工具一類。詳細新舊版本部門對應可參閱表 3.3-1。

#### 二、SAM 表比較

首先在總體數據部分(表 3.3-2)，編製完成之 SAM 表部分，新版(以民國 100 年產業關聯表為基礎)之總體 GDP 較舊版(以民國 95 年產業關聯表為基礎)成長約 16.9%，在支出面組成中政府消費、固定資本形成、出口、與進口皆有近 25%-29%之增幅，家計消費增加比例較少僅約 9%，並且存貨增加則減少。此外，從生產面觀察，新、舊版本間營業盈餘之增幅相當可觀，達 30%之譜，並且中間投入亦增加近 27%，相對勞動報酬、間接稅（生產及進口稅淨額）與儲蓄則較平緩。綜合而言，我國經濟變動的主要因素仍以產業活動，特別是進出口貿易為主。

有關運輸相關產業在新、舊版本 SAM 表中變化可參見表 3.3-3，因部門分類不盡相同，尚難予以綜合性比較。表 3.3-3 盡可能比較運輸部門內細產業之變化。就運輸製造與服務業兩大部門比較，100 年之運輸製造業中汽車製造業產值增加，但附加價值減少，但其餘運輸工具製造業產值與附加價值皆為增加。運輸服務業中貨運產值多為減少，並自營貨運與空中貨運產值與附加價值同時減少。100 年客運則除了輔助型公共運輸（主要為計程車客運業）產值減少外，大多產值與附加價值皆較 95 年增加。

綜合上述運輸相關產業觀察，運輸製造業與運輸客運業，有產業高值化現象，並且軌道運輸產業高於公路運輸，客運產業高於貨運產業，此應與近年政府投入公共運輸改善與基礎設施改善政策有所關聯。



表 3.3-1 產業部門分類比較

編號	新版產業別(61)	95年IO部門(165)	編號	舊版產業別(90)	95年IO部門(166)
1	農林漁牧業	1Agrilive	1	農林漁牧業	001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011
2	礦業		2	原油	01210
			3	3Naturalgas	01220
			4	4ExploExp	01230
			5	5Coal	01520
			6	6Metal	013
3	食品菸酒	3FoodProd	7	7NonMetMin	014,01510,01530,01590
4	人纖及紡織品	4FabText	8	8FoodProd	016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030
5	紙及紙製品	5Paper	9	9Fabrics	033,056,057
6	汽油	6Gasoline	10	10TextAppa	031,032,034,035,036,037,038,039
7	柴油	7DieselFuel	11	11Paper	046,047
8	航空用油	8AviatFuel	12	12Gasoline	4910
9	燃料油	9FuelOils	13	13Bioethanol	-
10	其他石油煉製品	10MisOil	14	14DieselFuel	4920
11	煤、焦炭及其他煤製品	11CoalProd	15	15BioDiesel	-
12	基本化學材料	12ChemMat	16	16AviatFuel	04930
13	石油化工原料	13PetroMat	17	17FuelOils	04940
14	其他化學製品	14ChemProd	18	18MisOil	04950-04992
15	塑膠與橡膠製品	15RubberPlastic	19	19CoalProd	050
16	非金屬礦物製品	16NonMetallic	20	20ChemMat	051
17	鋼鐵及其製品	17IronSteel	21	21PetroMat	052
18	其他金屬及其製品	18MetalPrd	22	22ChemProd	053,058,059,060,061,062
19	電子零組件	19Electronic	23	23RubberProd	055,063
20	電腦產品與週邊設備	20Computer	24	24PlasticProd	054,064
21	通訊傳播設備	21Communication	25	25Cement	067,068
22	精密機械	22PrclsInsr	26	26NonMetallic	065,066,069
23	機械	23Machinery	27	27IronSteel	070,071
24	電動小客車	24ELDVP	28	28MetalPrd	072,073,074,075,076,077,078
25	電動大客車	25HDVP	29	29SemiCond	079
26	非電動汽車	26MisVehicles	30	30Optoelec	080
27	電動機車	27Motorcycles	31	31PrintCircuit	081
28	非電動機車	28MisMoto	32	32MisElec	082
29	軌道車輛	29Track	33	33Computer	083,084,087
30	其他運輸工具	30MisTrnEquip	34	34Communication	085
31	其他製品	31MisProd	35	35PrclsInsr	088
			36	36Machinery	094,095,096,097,107
			37	37Vehicles	098
			38	38Machinery	098
			39	39Vehicles	098
			40	40Ships	100
			41	41Motorcycles	100
			42	42Bicycles	10220
			43	43Aircraft	099
			44	44Track	101
			45	45MisTrnEquip	10210
			46	46MisProd	10290
			47	47Appliances	089,090
			48	48MisProd	086,091-093
			49	49MisProd	040,041,042,043,044,045,048,103,104,105,106

表 3.3-1 產業部門分類比較(續)

編號	新版產業別(61)	95年IO部門(165)	編號	舊版產業別(90)	95年IO部門(166)
32 電力	32EndUseElec	108	47 發電業	47ELEp	108
33 燃氣	33Gas	109	48 輸配電與燃氣	48EndUseElec	108
34 自來水	34Water	110	49 燃氣	49Gas	109
			50 自來水	50Water	110
			51 環保相關工程	51EnvProtect	111-114,11710
			52 機場工程	52Airport	11721
			53 鐵路工程	53RailWorks	11722
			54 道路工程	54RoadWorks	11723
			55 港埠工程	55Harbor	11724
35 公共工程	35Construction	111,112,113,114,115,116,117,118	56 水利工程	56Hydraulic	1,173,011,750
			57 戶外輸配電路工程	57OutEleDistri	11740
			58 電訊線路工程	58TelecomLine	11760
			59 油、氣儲送工程	59OilGasStor	11770
			60 其他公共工程	60MisCons	11790,115,116,118
36 商品經紀與批發零售	36WholRetl	119-121	61 商品經紀與批發零售	61WholRetl	119-121
37 鐵路客運	37RailPassen	12210	62 鐵路客運	62RailPassen	12210
39 高鐵路客運	39HSR	12210,12220	63 鐵路客運	63RailFreight	12220
38 鐵路貨運	38RailFreight	12220	64 大客捷運系統客運	64PRT	12230
40 北捷	40NPR	12230	65 國道客運	65ExprsPassen	12310-1
41 其他捷運	41OPRT	12230	66 一般公路客運	66RoadPassen	12310-2
42 國道與遊覽車	42ExprsPassen	12310	67 市區公車	67UrbanBus	12310-3
43 一般公路與市區公車	43Road	12310	68 計程車客運業	68Taxi	12310-4
44 輔助型公共運輸	44MisPassen	12310	69 其他汽車客運業	69MisPassen	12310-5
45 公路客運	45Freight	12320	70 貨運	70Freight	12320
46 公路自營貨運	46OwnFreight	12330	71 自營貨運	71OwnFreight	12330
47 水上運輸	47Navigation	124	72 水上國際貨運	72WatFreInt	12410
48 空中客運	48AirPassen	12510,12590	73 水上國內貨運	73WatFreDom	12420
49 空中貨運	49AirFreight	12520	74 水上客運	74WatPassen	12430
50 運輸輔助服務	50SupportTran	126	75 空中客運	75AirPassen	12510
51 倉儲郵政快遞	51StorPostal	127,128	76 空中貨運	76AirFreight	12520,12590
52 住宿餐飲及旅行服務	52AccFoodBev	129,130,151	77 運輸輔助	77SupportTrans	126
53 電信服務	53Telecomm	134	78 倉儲郵政快遞	78StorPostal	127,128
54 電腦系統設計與資料處理	54ComDsnData	135,136	79 住宿餐飲服務	79AccFoodBev	129,130
55 金融保險	55Financial	137,138,139	80 旅行服務	80Travel	151
56 研究發展與技術服務業	56ResTecTest	144-148	81 電信服務	81Telecomm	134
57 租賃服務	57Renting	149	82 電腦系統設計與資料處理	82ComDsnData	135,136
58 公共行政服務	58PubSev	155	83 金融保險	83Financial	137,138,139
59 教育醫療與社會服務	59EduMed	156,157,158	84 研究發展服務	84Research	144
60 藝術、娛樂與休閒服務	60ArtEnt	159	85 租賃服務	85Renting	149
			86 租賃服務	86PubSev	155
61 其他服務	61MisSEV	131-133,140-143,150,152,153,154,160-165	87 出版與廣播電視	87PublishRadio	131,132,133
			88 建築、工程及相關技術檢測	88TechTestSev	146
			89 建築物及綠化服務	89BuildGreen	153
			90 其他服務	90MisSEV	140-145,147,148,150,152,154,156-166

表 3.3-2 總體數據比較

	新版SAM表	舊版SAM表	差異		新版SAM表	舊版SAM表	差異
	(百萬元新台幣)	(百萬元新台幣)	(%)		(百萬元新台幣)	(百萬元新台幣)	(%)
GDP	14,312,200	12,243,471	16.90	中間投入	21,091,388	16,618,987	26.91
家計消費	7,798,976	7,154,003	9.02	勞動報酬	6,463,779	6,324,738	2.20
政府消費	2,167,595	1,686,721	28.51	營業盈餘	4,663,407	3,579,022	30.30
固定資本形成	3,346,945	2,662,460	25.71	生產及進口稅淨額	612,362	580,552	5.48
存貨增加	35,921	45,568	-21.17	折舊	2,409,901	1,623,473	48.44
出口	10,419,700	8,317,126	25.28	儲蓄	2,214,998	2,086,039	6.18
進口	9,456,937	7,576,839	24.81				

表 3.3-3 運輸部門相關產業比較

新版產業別(61)					舊版產業別(90)					差異						
			產值 (百萬元新台幣)	附加價值 (百萬元新台幣)				產值 (百萬元新台幣)	附加價值 (百萬元新台幣)	產值 (%)	附加價值 (%)					
運輸工具製造業																
24	電動小客車	24ELDVP	31	-22	39	汽車	39Vehicles	426,903	123,853	10.39	-24.80					
25	電動大客車	25EHDVP	263	-4												
26	非電動汽車	26MisVehicles	476,114	99,271												
27	電動機車	27Motocycles	742	152	41	機車	41Motocycles	84,175	17,392	14.47	14.20					
28	非電動機車	28MisMoto	97,678	20,118												
29	軌道車輛	29Track	5,435	1,257												
30	其他運輸工具	30MisTrnEquip	200,735	40,943	40	船舶	40Ships	40,418	9,587	25.65	27.10					
					42	自行車	42Bicycles	78,362	8,908							
					43	航空器	43Aircraft	10,239	3,808							
					45	其他運輸工具	45MisTrnEquip	20,235	7,545							
運輸服務業																
37	鐵路客運	37RailPassen	19,555	-14,202	62	鐵路客運	62RailPassen	15,250	1,060	67.62	86.40					
39	高鐵客運	39HSR	27,548	21,996												
38	鐵路貨運	38RailFreight	1,237	528	64	大眾捷運系統客運	64PRT	8,372	3,092	37.75	43.78					
40	捷運	40NPRT	11,969	5,037												
41	其他捷運	41OPRT	1,480	464												
42	國道與遊覽車	42ExprsPassen	13,983	7,298	66	一般公路客運	66RoadPassen	5,345	3,081	2.83	13.56					
43	一般公路與市區公車	43Road	18,749	9,785								67	市區公車	67UrbanBus	13,934	8,032
												68	計程車客運業	68Taxi	42,871	30,026
44	輔助型公共運輸	44MisPassen	66,319	34,613	69	其他汽車客運	69MisPassen	10,667	5,924	-19.27	3.86					
45	公路貨運	45Freight	174,827	91,538	70	貨運	70Freight	181,815	86,736	-4.00	5.25					
46	公路自營貨運	46OwnFreight	30,437	15,922	71	自營貨運	71OwnFreight	30,888	20,450	-1.48	-28.44					
47	水上運輸	47Navigation	180,892	5,261	72	水上國際貨運	72WatFreInt	201,754	18,047	11.53	243.04					
					73	水上國內貨運	73WatFreDom									
					74	水上客運	74WatPassen									
48	空中客運	48AirPassen	175,354	31,659	75	空中客運	75AirPassen	143,693	28,217	18.06	10.87					
49	空中貨運	49AirFreight	87,418	15,781	76	空中貨運	76AirFreight	101,214	19,876	-15.78	-25.95					

## 第四章 社經資料與彈性參數

參變數設定扮演至少 2 種功能，其一為校估模型歷史趨勢，以反映固有經濟趨勢，其二作為政策模擬之比較基準。基於前述 2 種不同目的，往往參數的設定在與其他研究或探討基準情境時，成為爭論焦點之一。為了避免比較時的困難，同時建立與時並進的基準情境假設，模式的重要參數與社經資料庫須定時更新。以下茲分別說明模式中重要的參數設定。

### 4.1 人口與經濟成長

#### 一、人口數

國內目前僅有行政院國家發展委員會進行長期人口數預測，並且每 2 年公佈一次預測結果，依據國發會 2016 年 8 月公布之「105 年至 150 年人口推計」之台灣地區人口數之高、中、低推計結果，分別如圖 4.1-1 所示。國發會推估人口數分別於 2025 年(2,381 萬人)、2024 年(2,374 萬人)與 2021 年(2,366 萬人)達到高峰，其後持續減少，至 2060 年分別降為 1707 萬至 1,949 萬人人數，約為 105 年之 72.5%~82.8%。另方面當生育水準越低時，負成長幅度將越大，人口減少速度則越快。

鑒於國發會高、中、低人口推計差異主要來自生育率假設，而我國生育率目前正處於面臨上升、回穩或持續低落之轉型關鍵，為求後續基線之穩健與合理估計，本研究採取中推計之人口數進行 CGE 模式推估。

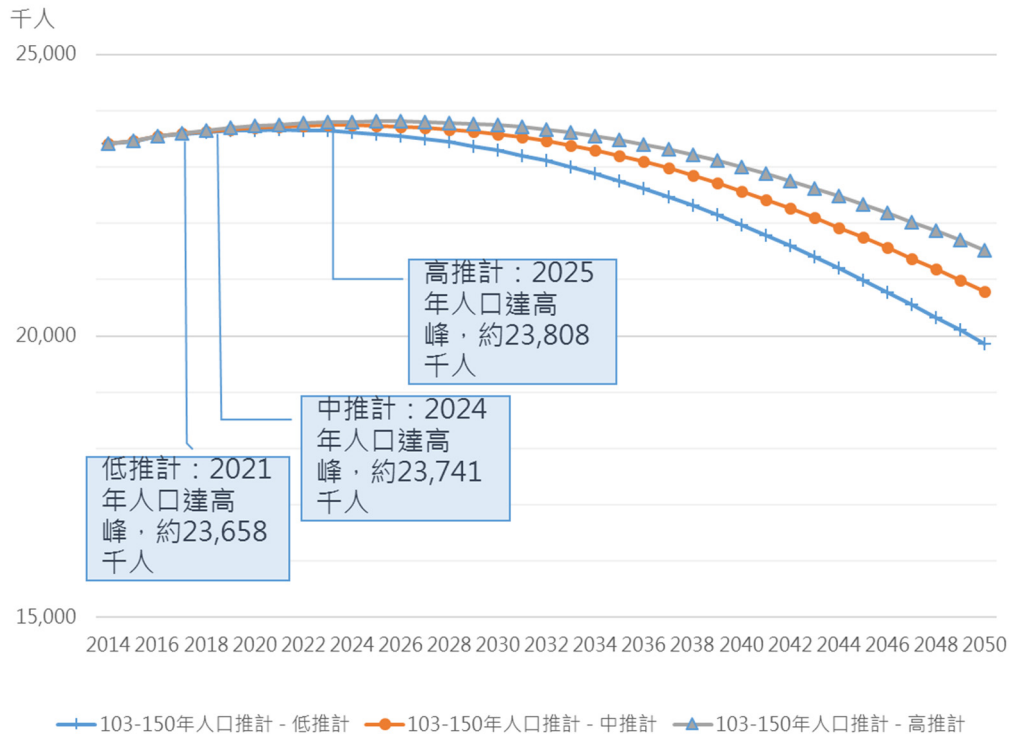


圖 4.1-1 國發會人口預測

## 二、總要素生產力

生產力是用來觀察生產單位在一定期間內的產出與投入比例，生產力的成長，代表產出增加幅度高於投入增加幅度，故生產力係展現經濟成長動能的重要因素。因此在校估各產業別，與國家經濟成長時，總要素生產力之設定相當重要，模型在設定總要素生產力時，係參酌行政院主計總處多因素生產力資料中，歷史年度之各部門總要素生產力成長趨勢，並以年均成長率作為判斷依據，設定本案經濟預測之長期總要素生產力變化。此外，各大分類行業別之總要素生產力變化趨勢，係依據各業力年來國內生產毛額之變化趨勢進行細業別修正。

顧及經濟與產業生產力因應國際情勢與技術改善程度而存在相當大不確定性。為僅可能涵蓋各種可能國內外產業發展情勢，本研究各業之總要素生產力假設「保守」與「樂觀」2種不同發展情境，其中「保守」案之情境係延續近5年低度成長之經濟成長率，「樂觀」案則係對經濟樂觀發展情勢所做的假設，其產業假設比照。

另一方面，表 4.1-1 為校估完成後，高案與低案 2 種情境之農業、工業與服務業之總要素生產力年均成長率設定範圍。整體而言，服務業

總要素生產力成長率較工業為高，工業又較農業為高，但因為工業與服務業中尚包含眾多細業別，故設定成長率範圍較廣。

總而言之，前述總要素生產力之設定考量係假定我國近年經濟成長主要驅動力已轉向於出口導向之工業部門，並且就歷史趨勢及未來國內外產業政策走向，半導體、光電材料、電子零組件與精密機械等產業將較具有成長優勢，故總要素生產力有較高的年均成長率。而紡織業、基本化學及鋼鐵等產業無論在歷史趨勢及我國環境政策方向上皆屬成熟穩定之產業，故總要素生產力有較低的年均成長率。

至於在運輸相關產業設定，參照表 3.3-3 產值統計結果，本研究設定原則為運輸服務業之成長率高於運輸製造業，運輸服務業中客運業高於貨運業，並客運業中軌道運輸產業高於貨運產業。

表 4.1-1 總要素生產力

業別 情境	農業	工業	服務業
保守	農業 2016-2050 年均成長率為 0.55%	工業 2016-2050 年均成長率因產業而異，自 0%至 1.25%不等	服務業 2016-2050 年均成長率因產業而異，自 0%至 4.25%不等。
	平均：0.55%	平均：0.53%	平均：1.75%
樂觀	農業 2016-2050 年均成長率為 0.55%	工業 2016-2050 年均成長率因產業而異，自 0%至 1.75%不等	服務業 2016-2050 年均成長率因產業而異，自 0%至 4.25%不等。
	平均：0.55%	平均：0.74%	平均：2.00%
SAM 表 產業數	1	37	27

## 4.2 能源價格與 CO<sub>2</sub> 排放

### 一、能源價格

由於模型採小國假設，故對於國外部門之處理，特別是國際市場均衡價格，多以外生給定，因此必須蒐集其他研究所做預測，做為輸入模型之基礎資料。目前模型採用的國際能源價格預測資料為台灣綜合研究院，依據美國能源部能源資訊署(Energy Information Administration, EIA)

公布之年度能源展望 (Annual Energy Outlook, AEO) 推估，其推估結果也同時參考台電燃煤到廠成本及燃氣桶約價格，設定進口初級能源價格，詳細推估參見表 4.2-1。

目前推估結果已接近期國際能源發展情勢做修正，原油價格於經立 2012 年高成長階段後，至 2015 年後價格明顯下跌，並於 2015 年後再度成長，於 2030 年時達到接近 2012 之水準，並於 2050 年達到高點。此外，煤與天然氣價格則之變化則與原油價格成長趨勢有所連動，但變化幅度不如原油價格明顯。

表 4.2-1 國際能源價格

	原油 (2013US\$/桶)	煤 (2013 TW\$/t)	天然氣 (2013 TW\$/Mbtu)
2012	113.31	2504.93	18.74
2015	55.62	1948.90	11.85
2020	79.13	1998.33	11.74
2025	91.13	2131.66	11.96
2030	105.64	2238.01	12.04
2035	122.20	2298.52	11.93
2040	141.28	2298.52	12.41
2045	163.33	2298.52	12.73
2050	188.83	2298.52	12.89

## 二、能源消費與 CO<sub>2</sub> 排放資料庫

能源消費與 CO<sub>2</sub> 排放資料庫主要作為模式計算能耗趨勢及排放係數之用，本研究模型中的排放係數係指單位能源支出所排放之 CO<sub>2</sub>，與 IPCC 指引中之排放係數不同。能源消費原始資料來自能源局之能源平衡表，由於能源平衡表部門定義，並不與產業關聯表完全一致，因此需要以能源平衡表六大部門(能源、工業、農業、服務業、運輸與住宅)能源消費量為總數，再以前述編製完成之 SAM 表(細表)為結構，攤提為與 SAM 表產業部門完全對映之能源消費矩陣。

CO<sub>2</sub> 排放矩陣編製方式與能源消費具有相同邏輯，以能源局公布之「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計」中，六大部門排放量(不含間接排放)為總數，再依 SAM 表結構攤提為矩陣。選擇不含間接排放之排放量為基礎，主要為避免在 SAM 表中重複計算，故排放量皆以直接排放來源



進行核算，由於 SAM 表中各業投入產出關係非常明確，故可很容易地釐清能源與 CO<sub>2</sub> 流向。

能源局公布之歷年各部門燃料燃燒排放量如表 4.2-2 所示。運輸部門燃燒排放量自 1990 年逐年攀升至 2005 年達到最高峰，之後則在 2008 年隨經濟重挫而大幅減少後，至今維持較平穩的排放趨勢，2011 年運輸部門總排放量約 3,529 萬公噸，至 2015 年運輸部門總排放量約 3,576 萬公噸。經由本研究攤提後之各業能耗與 CO<sub>2</sub> 燃燒排放量為依能源別、產業別區分之矩陣形式，表 4.2-3 與表 4.2-4 為能源消費及 CO<sub>2</sub> 排放矩陣編製結果中運輸部門涵蓋之部分。

表 4.2-2 各部門歷年 CO<sub>2</sub> 燃燒排放量(不含間接排放)

單位：萬公噸 CO<sub>2</sub>、%

年別	能源		工業		運輸		農業		服務業		住宅		合計	
	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%	數量	%
1990	4,912	44.86	3,015	27.54	1,965	17.94	295	2.69	362	3.31	400	3.66	10,949	100.00
1991	5,540	46.79	3,166	26.73	2,089	17.64	270	2.28	353	2.98	424	3.58	11,841	100.00
1992	5,880	46.64	3,312	26.27	2,403	19.07	267	2.12	299	2.37	445	3.53	12,606	100.00
1993	6,618	48.95	3,341	24.71	2,610	19.31	267	1.98	249	1.84	436	3.22	13,521	100.00
1994	7,086	49.56	3,438	24.04	2,754	19.26	272	1.90	302	2.11	446	3.12	14,298	100.00
1995	7,680	51.05	3,500	23.26	2,882	19.16	278	1.85	245	1.63	460	3.06	15,044	100.00
1996	8,152	51.56	3,605	22.80	2,980	18.85	280	1.77	318	2.01	475	3.01	15,810	100.00
1997	9,244	54.18	3,782	22.17	3,054	17.90	248	1.45	248	1.46	485	2.84	17,060	100.00
1998	10,096	55.69	3,855	21.26	3,184	17.56	204	1.13	295	1.63	495	2.73	18,129	100.00
1999	10,703	56.25	3,985	20.95	3,277	17.22	204	1.07	315	1.66	541	2.84	19,026	100.00
2000	12,216	58.35	4,306	20.57	3,321	15.86	236	1.13	322	1.54	535	2.56	20,936	100.00
2001	12,644	59.35	4,216	19.79	3,325	15.61	245	1.15	356	1.67	518	2.43	21,304	100.00
2002	13,056	59.05	4,494	20.32	3,454	15.62	246	1.11	349	1.58	511	2.31	22,109	100.00
2003	14,097	61.11	4,356	18.88	3,451	14.96	281	1.22	396	1.72	487	2.11	23,068	100.00
2004	14,664	61.48	4,398	18.44	3,586	15.03	298	1.25	412	1.73	495	2.07	23,852	100.00
2005	15,382	62.73	4,266	17.40	3,684	15.03	263	1.07	423	1.73	502	2.05	24,520	100.00
2006	16,060	63.71	4,395	17.43	3,677	14.59	165	0.65	425	1.69	486	1.93	25,207	100.00
2007	16,443	64.26	4,587	17.93	3,541	13.84	109	0.43	419	1.64	488	1.91	25,587	100.00
2008	15,846	64.78	4,239	17.33	3,339	13.65	137	0.56	420	1.72	482	1.97	24,463	100.00
2009	14,894	64.14	3,956	17.04	3,371	14.52	100	0.43	423	1.82	478	2.06	23,220	100.00
2010	15,991	64.41	4,366	17.59	3,482	14.03	94	0.38	420	1.69	474	1.91	24,828	100.00
2011	16,355	64.53	4,490	17.71	3,529	13.93	94	0.37	396	1.56	481	1.90	25,345	100.00
2012	16,111	64.80	4,326	17.40	3,450	13.88	104	0.42	396	1.59	477	1.92	24,864	100.00
2013	16,024	64.32	4,456	17.89	3,447	13.84	101	0.40	418	1.68	465	1.87	24,911	100.00
2014	16,565	65.98	4,036	16.08	3,493	13.91	107	0.43	441	1.76	462	1.84	25,104	100.00
2015	16,454	65.68	3,993	15.94	3,576	14.28	110	0.44	450	1.80	468	1.87	25,050	100.00

資料來源：經濟部能源局，「104 年我國燃料燃燒二氧化碳排放統計」。



表 4.2-3 運輸部門能源消費量(熱值單位)

單位:107千卡												
	鐵路客運	鐵路貨運	高鐵客運	北捷	其他捷運	國道與遊覽車	一般公路與市區公車	輔助型公共運輸	公路貨運	公路自營貨運	水上運輸	空中客運
6 汽油	286	6	48	59	9	50,395	67,569	239,005	627,851	109,420	6,762	448
7 柴油	45,025	812	0	7,940	1,164	143,609	192,552	681,092	1,789,185	311,813	716,521	389
8 航空用油	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57,397
9 燃料油	0	0	0	0	0	227	305	1,077	2,830	493	155,305	0
10 其他石油煉製品	2,197	46	372	453	66	1,974	2,646	9,360	24,587	4,285	19,478	13,179
32 電力	54,765	1,154	9,261	11,291	1,656	537	720	2,548	6,694	1,167	868	8,543
小計	102,273	2,018	9,681	19,742	2,895	196,742	263,792	933,082	2,451,148	427,177	898,934	79,956
												39,861
												1,168,430
												3,819,954
												3,923,418
												17,013,116

表 4.2-4 運輸部門 CO<sub>2</sub> 燃燒排放量(不含間接排放)

單位:千公噸CO <sub>2</sub>												
	鐵路客運	鐵路貨運	高鐵客運	北捷	其他捷運	國道與遊覽車	一般公路與市區公車	輔助型公共運輸	公路貨運	公路自營貨運	水上運輸	空中客運
6 汽油	1	0	0	0	0	146	195	691	1,815	316	20	1
7 柴油	139	3	0	25	4	444	595	2,106	5,532	964	2,215	1
8 航空用油	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
9 燃料油	0	0	0	0	0	1	1	3	9	2	502	0
10 其他石油煉製品	6	0	1	1	0	5	7	25	65	11	51	35
小計	146	3	1	26	4	596	799	2,825	7,421	1,293	2,788	208
												104
												19,081
												22,186
												12,108
												0
												257
												0
												517
												224
												35,293

### 三、能源生產力與消費者偏好

生產力參數的應用，係用反映校估運量與能源消費量過程，目前在模型中使用的生產力參數包含 2 類，其一為各產業部門在生產過程中對運輸服務之投入需求，當各產業部門對運輸服務投入的技術或排程更優良時，各產業對運輸服務之生產力便提高。另一類為各產業部門(包含運輸服務業者)對能源投入之需求，當各產業或運輸服務業者因為設備更新或乘載率提高等因素，而在相同生產量下可節省能源投入，則各產業之能源生產力參數便會提高，並反映在運具能源密集度下降。

因此模型透過生產力參數的成長率，來呈現技術提升的幅度，並達到校估歷史趨勢的目的。以目前校估的結果，因捷運及高鐵近年成長較迅速，故各業投入高鐵及捷運服務之生產力較高，2016-2050 年均成長率約在 1.36% 上下；電動車輛因處於商業化量產階段，近幾年成長迅速，故電動車輛製造之生產力提升給予較高幅度，年均成長率約在 0.89%~2.00% 之間。

產業對運輸服務及能源投入之需求，除透過前述生產力參數進行校估，同理，家計部門對於運輸服務、自行提供之私人運輸服務以及能源之需求，亦可透過效用函數中的參數進行校估，在此使用的參數為代表消費者對商品或勞務之偏好。鑒於私人運輸中，機車運量仍呈現持續增加趨勢，故該參數屬於機車部分，設定較高年均成長率，約為 1.95%。

### 4.3 彈性參數

運輸 CGE 模型使用許多商品或要素間之替代彈性，在多數模型中這些彈性皆須仰賴外部資訊，外生設定之。為此，表 4.3-1 彙整 CGE 模型相關文獻中對運輸部門所設定之替代彈性。由於模型各有不同，因此難以將模型中對替代彈性之定義逐一彙整。模型最終使用之替代彈性未必為表中任何一組，而須經校估過程，調校替代彈性，直至結果可複製歷史，方能確定在校估後之參數設定下，模型能掌握經濟系統之運作趨勢。

表 4.3-1 CGE 模型文獻中之替代彈性

文獻	(能源\資本)替代 彈性	(能源\其 他投入)替 代彈性	(電力\非 電力)替 代彈性	(化石 \AFV)運輸 服務替代 彈性	(購入\私 人)運輸 替代彈 性	燃料自身價 格需求彈性
Mazumder (2004)	能源\運具 1.0			1.0		
Schäfer and Jacoby (2005)	能源\附加價值 0~0.062					
Krzyzanowski, et al. (2004)	能源\資本 0~0.256	0.014~ 0.126			0.0	
Paltsev, et al. (2004)	家計能源\運具 0.3~0.7	家計 0.4 產業 0.0	0.5		0.2	汽油 -0.3~-0.4
Paltsev, et al. (2005)		0.4~0.5	0.5	1.0	0.2	
Lazarus, et al. (2001)						煤-0.2 住商-0.25 運輸部門 -0.05~-0.2

資料來源：本研究彙整。

## 第五章 運輸部門碳排基線估算

本章將以新編 SAM 表校估之 CGE 模式重新估算 2050 年(民國 139 年)經濟成長基線、運量與碳排等產出數據，分述如后。

### 5.1 情境說明

表 5.1-1 茲為本研究推估情境之假設，考慮近年國際經貿條件及國內經濟趨勢皆呈現低緩成長趨勢，故本研究基準案設定之生產與消費情境較為保守。其次，考慮長期國際經濟發展情勢不明，並近期政府推出產業新政策藍圖，因此國內因產業經濟活絡下，假設經濟發展樂觀之中案(消費成長之總年成長率為 0.67%)，以及更樂觀之高案(消費成長之總年均成長率為 1.26%)，而 2 者主要差異在國內之消費成長。中案設定考量顧及未來人口結構改變(高齡化與少子化)，因此即使產業經濟成長，國內消費成長仍緩慢，並有關基準案之保守消費情境將比照中案設定。高案之消費情境則假設未來人口結構轉變影響不如預期影響嚴重，故生產力與消費力皆強。

表 5.1-1 基線推估情境假設說明

假設方案	生產情境	消費情境
基準案	保守(參照表 4.1-1 說明)	保守(消費成長之總年成長率為 0.67%)
中案	樂觀(參照表 4.1-1 說明)	保守(消費成長之總年成長率為 0.67%)
高案	樂觀(參照表 4.1-1 說明)	樂觀(消費成長之總年均成長率為 1.26%)

### 5.2 基線推估

#### 一、經濟成長基線

在上述基準情境下校估而得之實質 GDP 成長率如圖 5.2-1 所示，基準案中 2016-2035 年均成長率約為 1.97%，2016-2050 年均成長率約為 1.72%，此係由於近幾年經濟成長處於較低彌狀態，故基準情境中長期經濟成長趨勢亦較為保守。中案在 2016-2035 年均成長率約為 2.59%，並 2016-2050 年均成長率為 2.39%。高案 2016-2035 年均成長率約為

2.61%，2016-2050 年均成長率為 2.50%。

前述設定之考量係由假定國際市場及生產力擴增所帶動，故對於以出口為主之製造業更具利基，加之國內在 5+2 產業政策推動下，正準備往智慧機械、綠能、設計與資訊服務、生技與長照等方向發展，預估這些產業將成為未來我國產業轉型之焦點，故在中案與高案中，這些產業將具有較基準案更高的生產力與成長動能。其餘基準情境之參數設定，請參閱第四章。

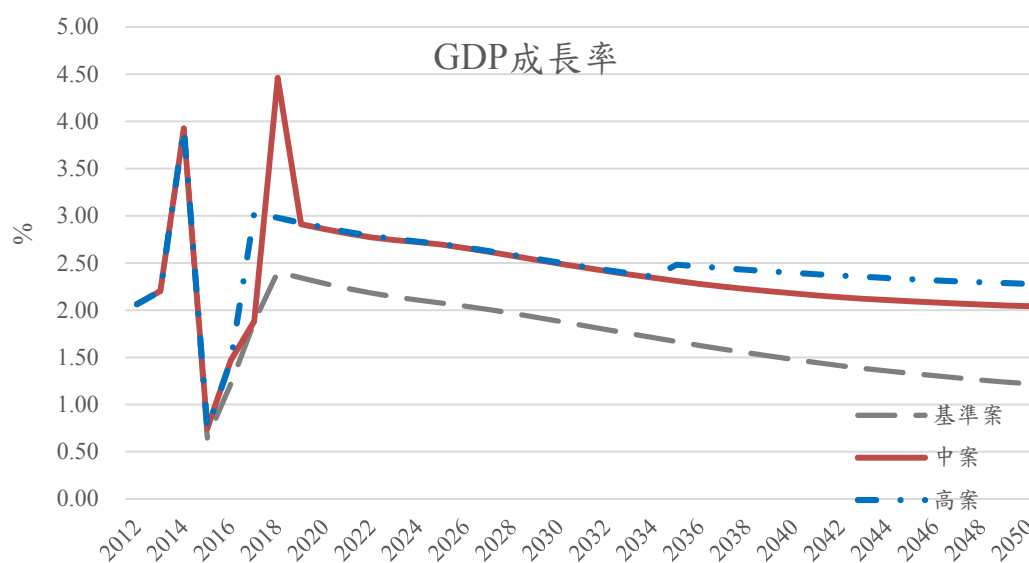


圖 5.2-1 實質 GDP 成長率-基線

依據前述經濟成長假設，產業結構部分，順應政府的產業政策，服務業附加價值占比有逐漸縮小趨勢，倘此趨勢可延續至 2050 年，工業占比預估在智慧化生活、綠能發展等方向帶動下，應可維持占比穩定微幅成長之趨勢(表 5.2-1)。其次，本研究在中案與高案之產業結構，係假設在國際情勢推升，以及出口型製造業(智慧機械、電子零組件)等加碼表現之條件下，帶動經濟成長，因此 2 案的工業占比皆較基準案要高。高案與中案相比，因高案假設國內消費需求高，因此高案之服務業占比則略高於中案。值得一提，為模型係以產業關聯表為基礎進行經濟成長基線推估，爰基年之產業結構與主計總處每年公布之國民所得統計數據有所差異，惟趨勢應屬一致。

表 5.2-1 三級產業名目附加價值占比-基線

單位：%

年度	基準案			中案			高案			
	農業	工業	服務業	農業	工業	服務業	農業	工業	服務業	小計
2011	1.74	28.59	69.67	1.74	28.59	69.67	1.74	28.59	69.67	100.00
2012	1.70	29.83	68.47	1.70	29.83	68.47	1.70	29.83	68.47	100.00
2013	1.67	30.98	67.36	1.67	30.98	67.36	1.67	30.98	67.36	100.00
2014	1.63	32.05	66.32	1.63	32.05	66.32	1.63	32.05	66.32	100.00
2015	1.60	33.07	65.33	1.60	33.07	65.33	1.60	33.07	65.33	100.00
2020	1.50	36.35	62.15	1.45	37.70	60.85	1.45	37.58	60.97	100.00
2025	1.39	39.35	59.26	1.32	41.14	57.54	1.33	41.10	57.58	100.00
2030	1.31	41.73	56.96	1.21	44.07	54.71	1.22	44.07	54.71	100.00
2035	1.23	43.86	54.91	1.12	46.53	52.35	1.12	46.52	52.36	100.00
2040	1.16	45.66	53.18	1.04	48.44	50.52	1.04	48.36	50.59	100.00
2045	1.10	47.08	51.81	0.98	49.78	49.24	0.97	49.63	49.40	100.00
2050	1.05	48.07	50.88	0.93	50.48	48.60	0.91	50.24	48.85	100.00

資料來源：行政院主計總處，「國民所得統計」；本研究推估。

## 二、運量基線

圖 5.2-2 為在前述情境設定下，透過 CGE 模式推估各運具運量變化趨勢，並本研究同時亦以本所城際運輸需求模型(Travel Demand Model; TDM 模式)進行遠期運量估算，並一併於圖 5.2-2 比較分析。綜合比較 CGE 與 TDM 之結果，除部分 CGE 估計結果與 TDM 相同外，CGE 模式估算運輸需求量多有逐漸上升之趨勢，而 TDM 模式估算結果則呈現下降趨勢，此係因 TDM 模式受人口發展影響因素要 CGE 大，此因運輸需求模型中人口預測(採用國發會中推計結果)為外生，並其直接影響旅次產生數。另 TDM 模式與經濟相關變數為個人所得，並不考慮因產業部門互動衍生的消費乘數，故受總體經濟發展影響較不敏感。

然而，在 CGE 模型中經濟成長決定產業與家計消費需求，經濟成長係各產業部門互動內生求得，因此運輸需求消費與經濟成長連動，爰 2 模式本質先天假設有差異，並且 CGE 模型為經濟模型，無法對未來目標年經濟成長目標假設為負成長之情況，因此既使在基準案中經濟成長目標仍以正成長做設定目標，因此 TDM 在目標年運量估算結果多為減少現象，可視為更保守之消費情境。

以下就各運輸系統推估運量基線做更進一步說明：

#### (一) 軌道客運

就 CGE 軌道客運(臺鐵客運/高鐵客運)推估結果觀察，整體而言 CGE 模式估算臺鐵/高鐵客運運量有逐漸上升趨勢，並估計的中案與高案結果幾乎一致，惟基準案估計結果在臺鐵客運有趨緩下滑現象，此結果與 TDM 一致，但在高鐵有明顯成長之結果。總而言之，從 CGE 在樂觀生產情境推估結果，發現經濟發展對軌道客運有推升效果，而保守假設情境對臺鐵客運發展不利。

#### (二) 捷運

從捷運推估結果可知，CGE 模式在各種情境皆是上升趨勢，並且不分區域，假設發展情境越樂觀，捷運運量越高，因此推估高案運量最高、基準案最低。TDM 結果則是運量隨人口連動而緩慢減少。

#### (三) 公路客運

從 CGE 所有情境方案，以及 TDM 模式對公路客運(國道客運/遊覽車、一般公路/市區公車)推估趨勢皆一致指出公路運輸運量有衰退現象。另 CGE 所有情境方案推估趨勢均相當一致，而 TDM 有先升後降的現象。其中，CGE 結果為本研究初始設定軌道客運之生產力高於公路客運有關，因此至目標年軌道客運將逐漸分擔公路客運之運能。

#### (四) 貨運

貨運主要區分為公路貨運與臺鐵貨運，從 CGE 所有情境方案與 TDM 模式分析結果可知，當國際情勢好轉、出口型製造業成長，或者因為經濟擴張使所得增加促進家計部門消費，都將使貨運運量受到帶動，並運量隨著假設的經濟發展概況有所差異，故高案運量最高、基準案最低。另一方面，TDM 模式因貨運量係另建立模型估計，因此與發展趨勢與客運有所差異，係隨著經濟成長有所增加，此外目前 TDM 貨運模型因無法估算臺鐵貨運量，故無法列入比較。

#### (五) 私人運輸

私人運輸主要為汽車與機車，另外，汽車亦區分私人小汽車(一般小客車)與 2 種替代能源(電動車/油電混合車)汽車。就分析結果觀察，TDM 在估算私人運輸趨勢與人口發展連動性高，成長趨勢與國發會人口推估結果有一致性，有先降後升之變化趨勢。另方面，CGE 模型各案估算一致性之結果為機車運量會略微上升，並且運量趨近飽和而持平。此外，CGE 之估算結果中基準案與中案結果相當接近，私人小汽車與油電混合車運量下降，電動汽車與機車上升。在高案之結果則顯示私人小汽車有持平達到飽和趨勢，並且高於基準案與中案結果，但在私人電動車之運量呈現明顯下降，此有可能因電動車基期之運量本就十分微小，故受其它運量移轉敏感度高。



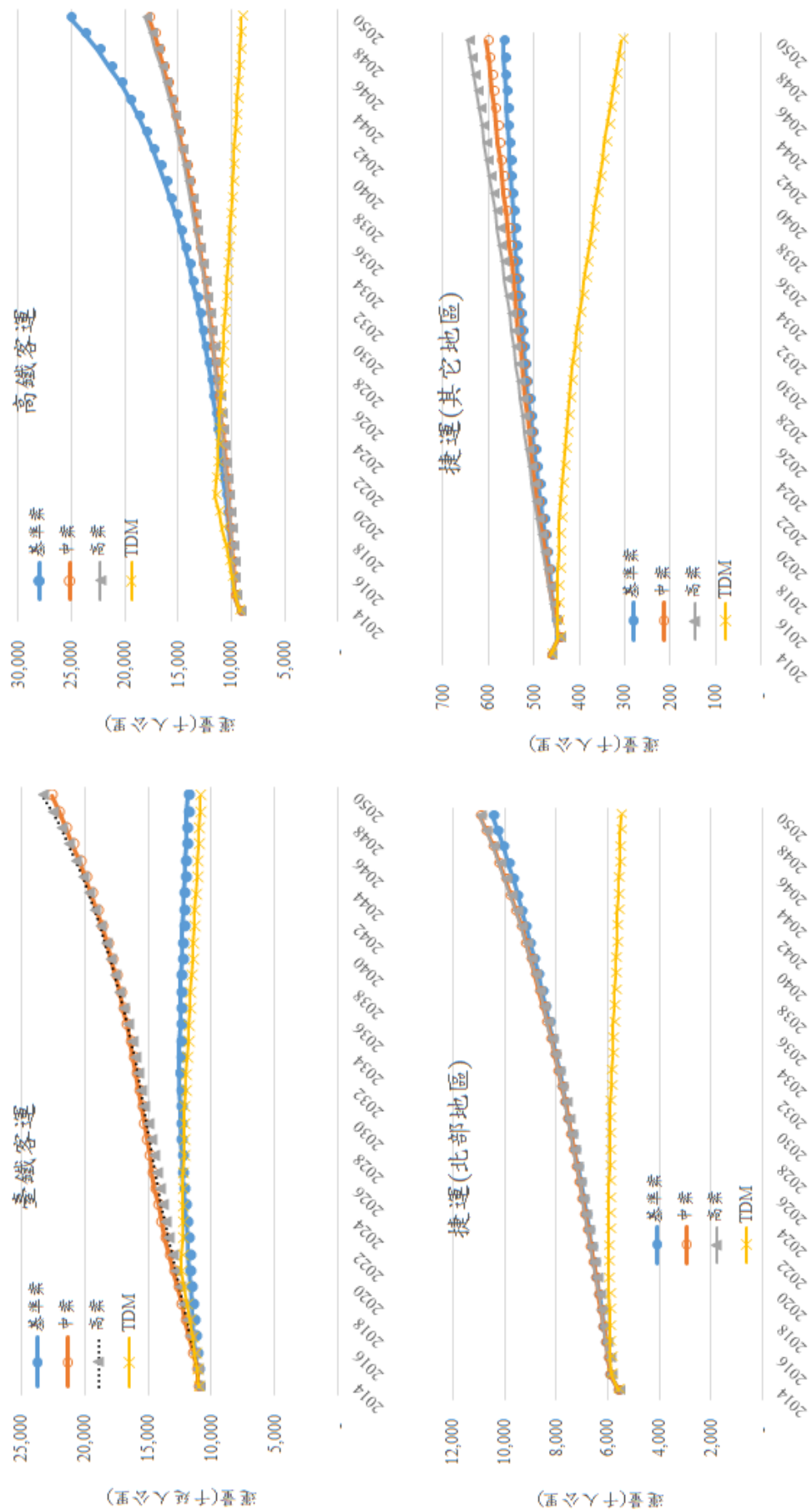


圖 5.2-2 運輸服務量推估趨勢

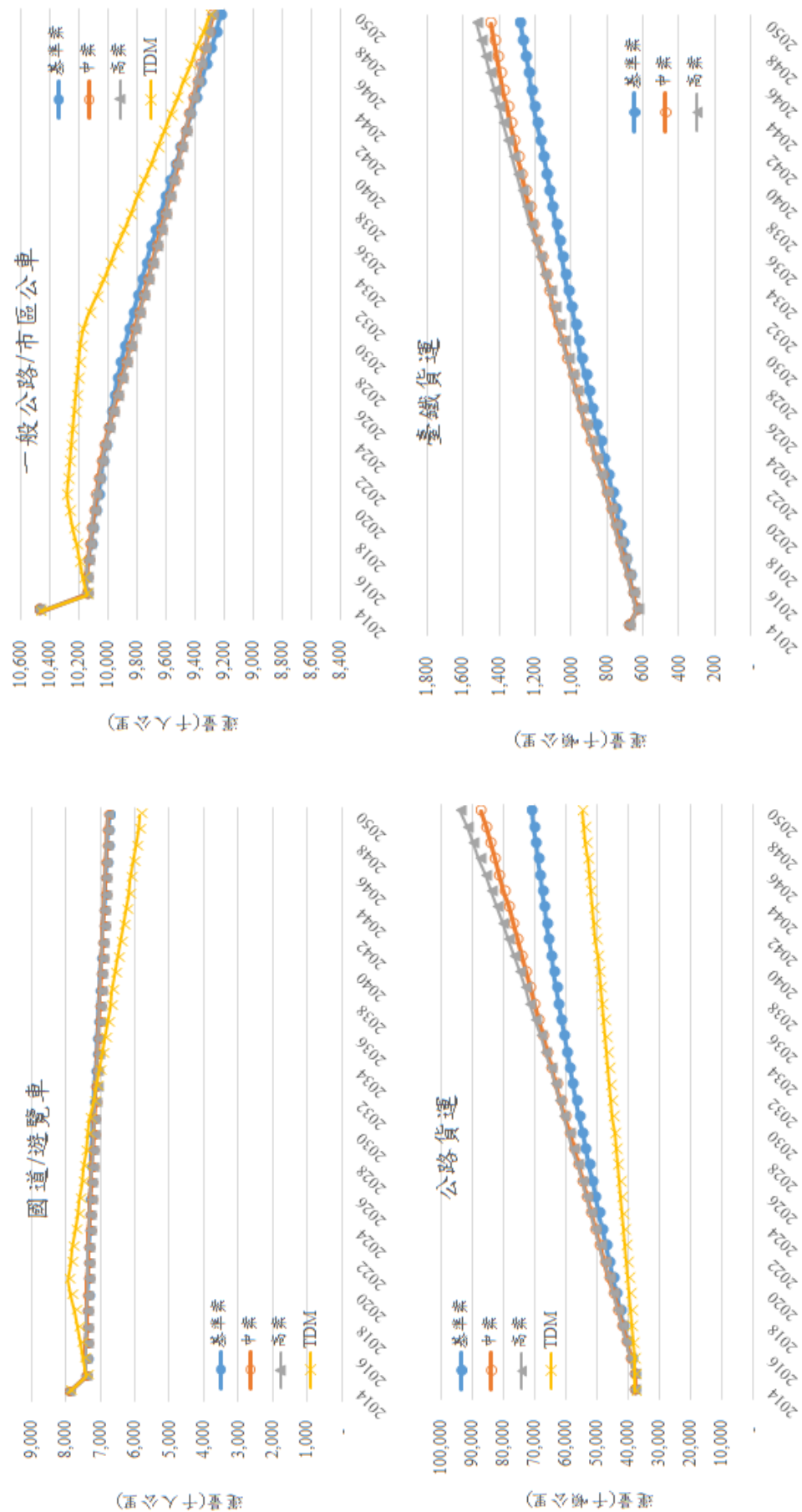


圖 5.2-2 運輸服務量推估趨勢(續 1)



圖 5.2-2 運輸服務量推估趨勢(續 2)

### 三、碳排放基線

整體而言，各運具 CO<sub>2</sub> 排放趨勢主要與本研究消費情境與能源生產力參數假設有關係，而與運量關聯不高，以下就各運輸系統推估結果做說明：

#### (一) 軌道客運

軌道客運之排放中臺鐵客運 CO<sub>2</sub> 排放趨勢與假設經濟成長狀況有關，經濟成長越樂觀，則排放越高，而高鐵客運 CO<sub>2</sub> 排放有與運量變化趨勢相近。

#### (二) 捷運

在捷運系統的排放方面，基準案與中案結果一致，有逐漸下降之趨勢，而在高案推估結果，則呈現飽和持平現象。其中，有關基準案與中案結果排放與運量有相左趨勢，此與本研究設定保守消費情境與較高能源生產力參數有關，而得到高產出(運量)與低排放結果，惟此參數在高案之影響不明顯。

#### (三) 公路客運

在公路客運的排放趨勢，基準案、中案與高案目標年成長趨勢一致，惟高案下降趨勢不如基準案與中案明顯。基準案與中案同樣呈現排放與運量有相左趨勢，而其估算相左因素如同捷運系統說明。

#### (四) 貨運

公路貨運的排放並不低，整體而言，高於所有客運之量，在基準案、中案與高案成長結果指出保守消費情境將使得公路貨運排放減少，臺鐵貨運排放則呈現持平；樂觀消費情境(高案部分)，公路貨運排放持平，臺鐵貨運排放減少。

#### (五) 私人運輸

私人運輸排放係指機車與小汽車(涵替代能源小汽車)，私人運輸為運輸部門排放量之首，從基準案與中案成長趨勢結果指出其排放量將迅速遞減，當然此與本研究在人口將逐漸減少，以及保守消費情境

設定有關，然而就高案結果，既使消費情境樂觀，私人運輸的排放呈現緩減，不至於在上升。

#### (六) 總體運輸部門

在運輸消費量趨向更具節能效益之軌道運輸，以及私人運具需求量有明顯下降的趨勢下，代表保守消費情境基準案與中案估算結果指出，在假設各運具技術與能耗利用效率逐漸改善的情況下，整體運輸部門排放量可望逐漸因社經與旅運環境變化而減少，並此既使在樂觀消費情境的高案，其估算結果指出排放量將持平，有不成長的現象。然而，前述的發展趨勢之可能性係奠定於國家整體技術進步，並整體使用能源朝向綠色能源發展，而使得未來排放與經濟成長會逐漸脫勾，而此在部分歐美(如英國、丹麥與瑞典)已積極發展綠色能源國家已達成此一目標。

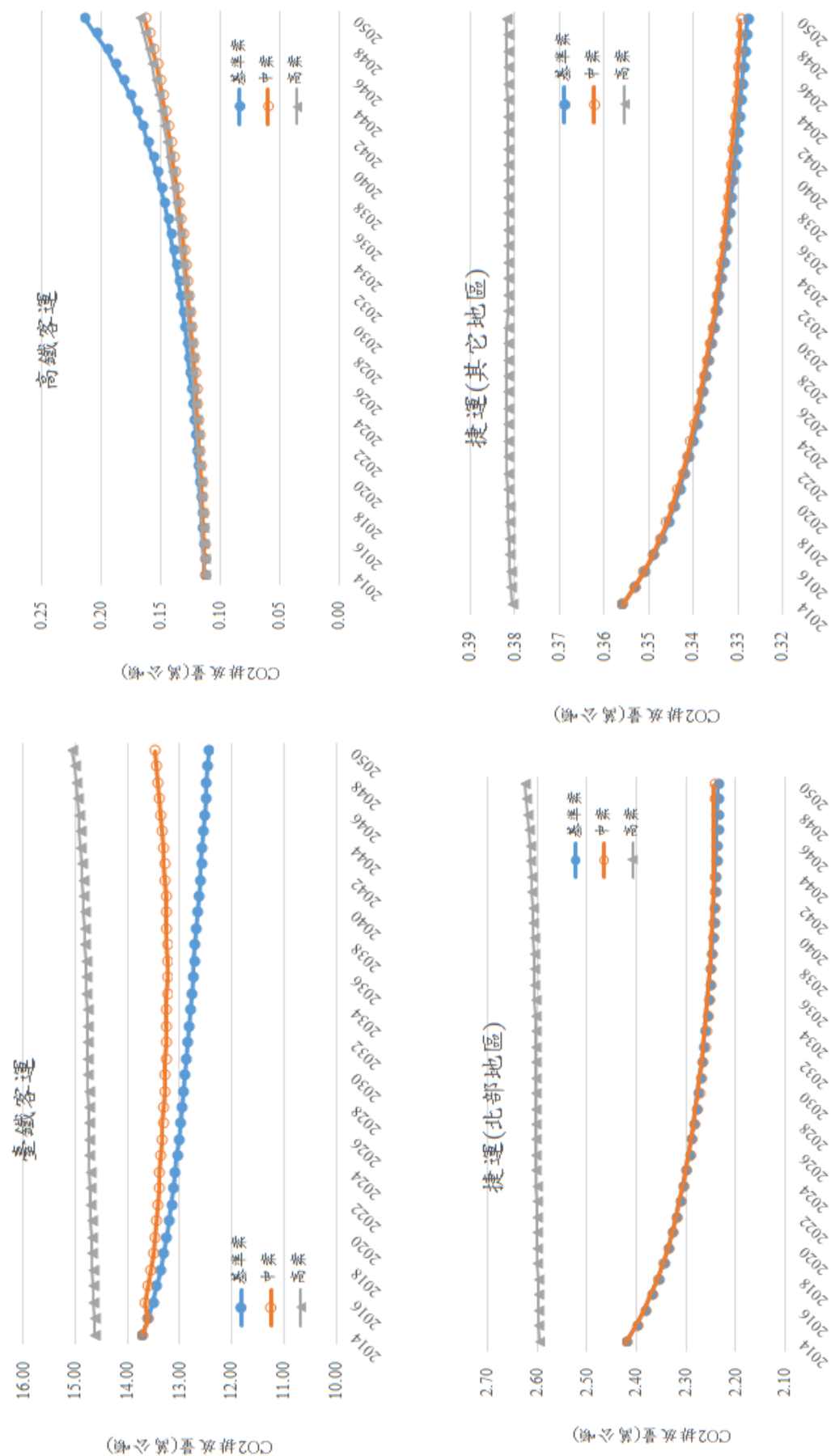


圖 5.2-3 運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放推估趨勢

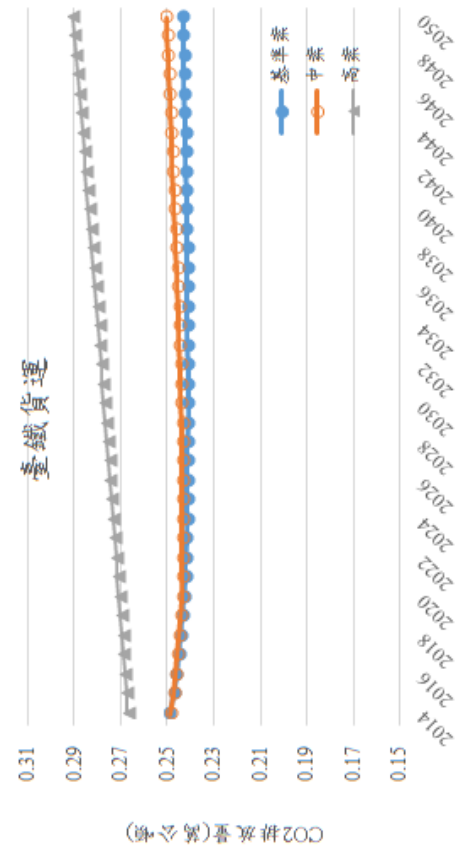
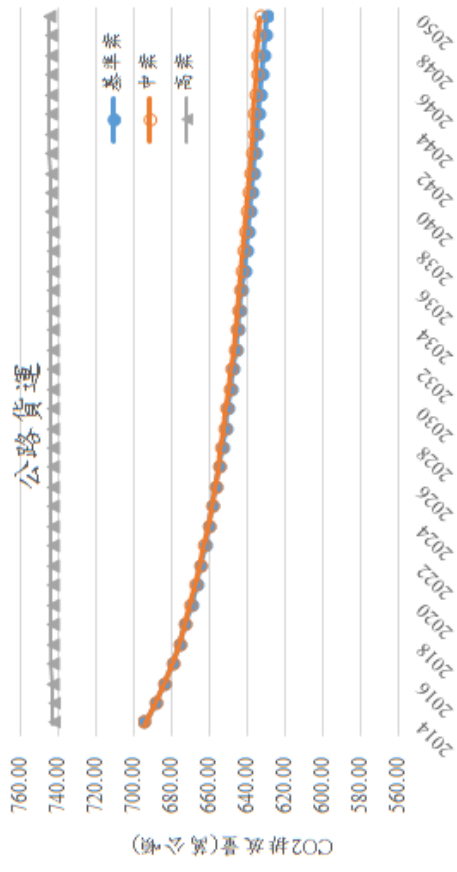
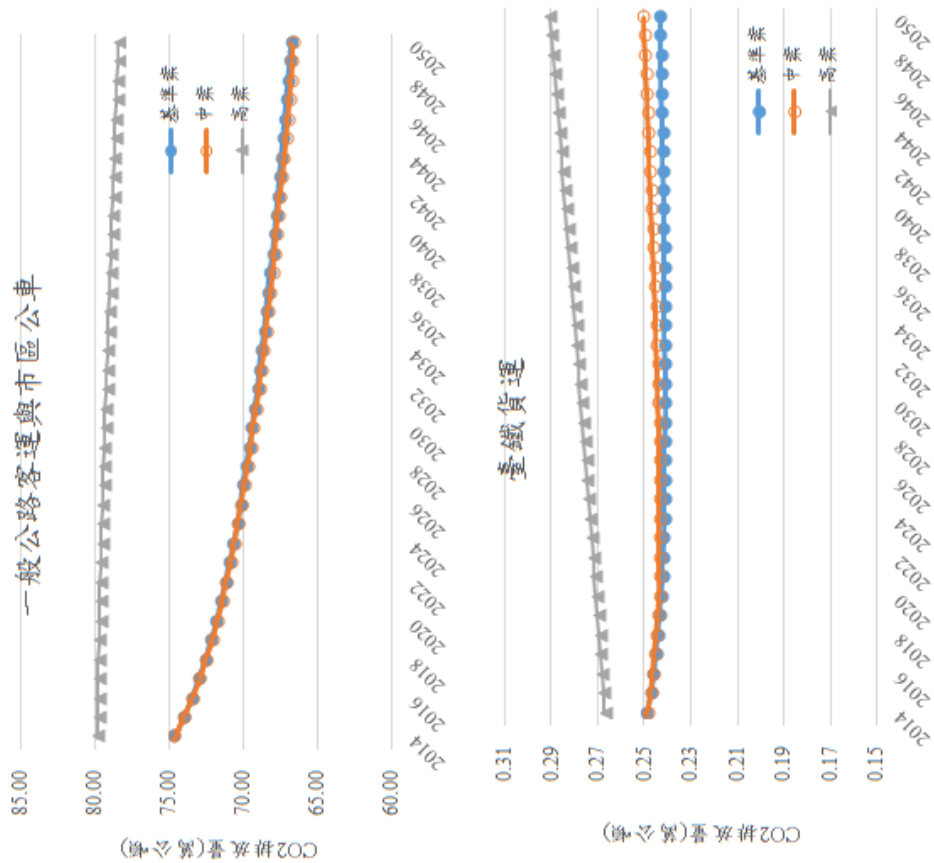
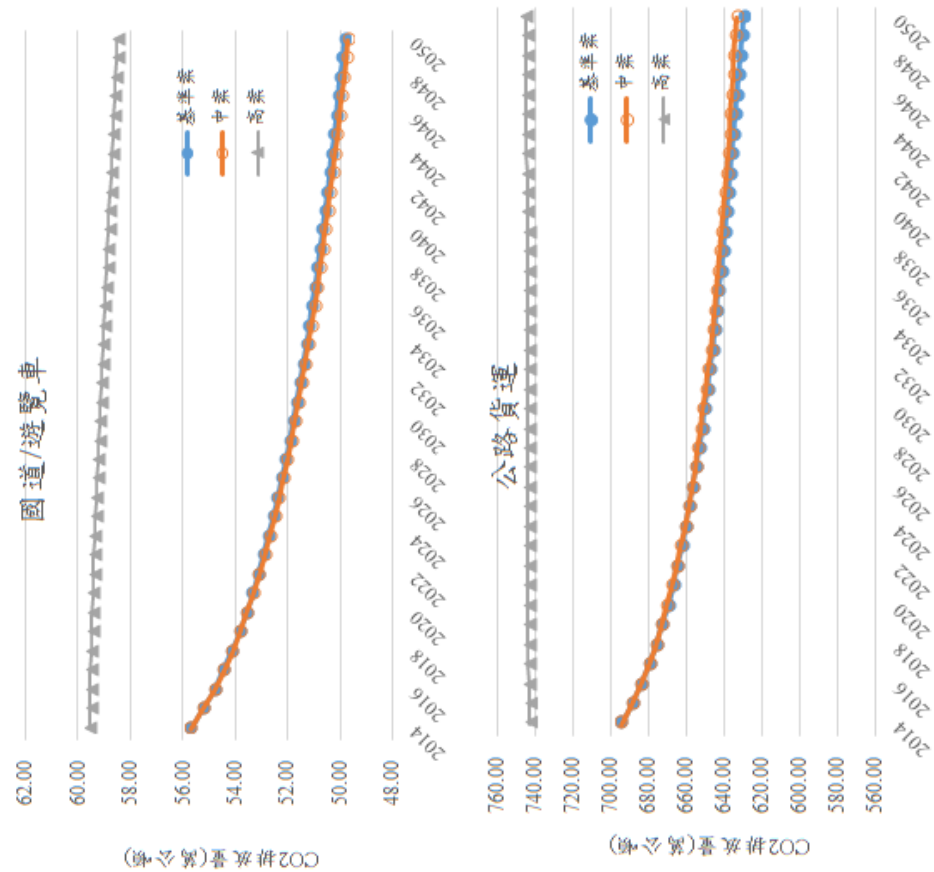


圖 5.2-3 運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放推估趨勢(續 1)

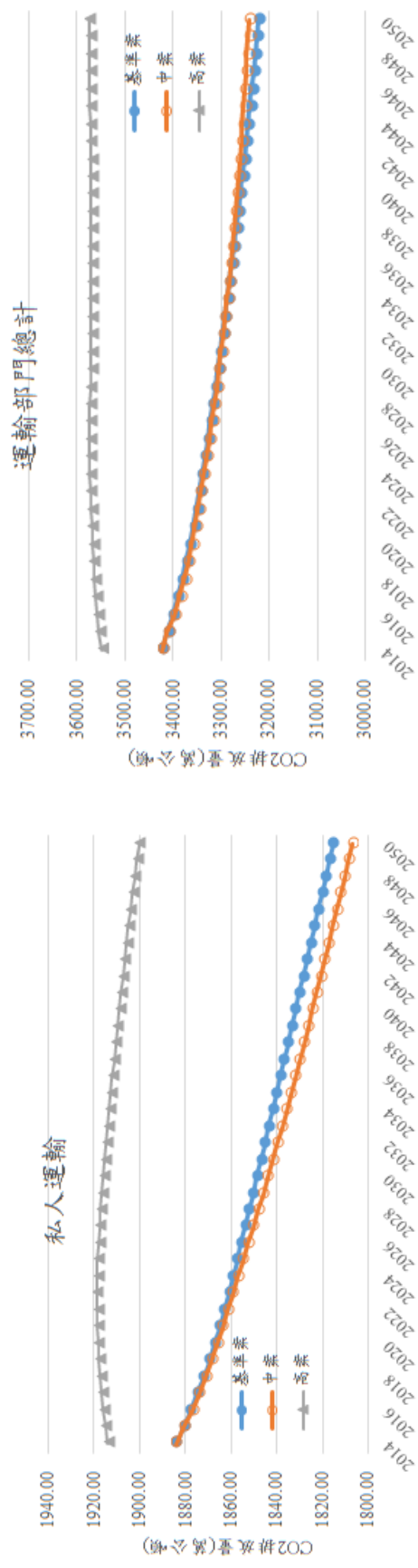


圖 5.2-3 運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放推估趨勢(續 2)



## 第六章 結論與建議

因應近期經濟與運輸發展趨勢，本研究更新本所運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統中核心運算模式-CGE 模式資料庫與參數更新，以及基線校估工作，俾優化系統對相關節能減碳政策評估功能。更新工作區分為三大部分，其一為調整部門分類，將運輸相關產業區分為電動大、小客車、電動機車、高鐵、捷運等；其二為更新 SAM 表，因其係以行政院主計總處每 5 年更新一次之產業關聯表為基礎，本次以最新的產業關聯表(民國 100 年)進行資料庫編製；其三為依據國內外經濟情勢、產業發展、能耗與 CO<sub>2</sub> 排放趨勢，設定基準情境與參變數，並考慮國際情勢與國內產業技術發展與生產力表現的不確定性，設計保守與樂觀 2 種生產情境。此外，因應未來人口結構轉變對國內消費成長影響，因此也設定保守與樂觀 2 種消費情境。據此，發展高中低 3 種基線情境。

其次，在假設近年相關運輸產業成長趨勢與目標年無明顯差異之條件下，綜合 CGE 模式運量基線之分析結果說明樂觀經濟情境將有提高客運、貨運運輸服務需求，客運成長未來將以軌道運輸為主，軌道成長則以捷運成長趨勢較迅速，公路客運運量有縮減現象，私人小汽車運量將下降或達飽和，機車運量則將些微成長，並且達到飽和。此外，前述運量評估結果與 TDM 模式於公共運輸較為一致，惟在私人運輸部分差異性較大，此因 TDM 模式受未來年人口影響要比 CGE 模式大，未來年人口減少直接影響 TDM 旅次數，而 CGE 旅次數則與各產業 GDP 連動，影響較小。另一方面，在估算運輸部門碳排放部分，假設在各運具技術與能耗利用效率逐漸改善的情況下(能源密集度逐年下降)，由於客運能源消費將趨向更節能軌道運輸，以及私人運具需求量有明顯下降，顯著影響整體運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放趨勢，呈現逐年下降結果。

有關前述運量與碳排估算結果係與本研究對未來人口、生產效率、產業結構、消費需求，以及運具排放效率設定息息相關；然而，由於部分經濟行為尚無法由模式來推估，例如新型態產業的形成與生活消費模式的改變，亦可能改變運輸部門排放量與排放結構，長照、新創、設計與資訊服務業的發展，或者物聯網及數位經濟下的宅經濟模式，都是改變結構的重大變化，而這些變化並沒有辦法由歷史資訊或經驗模式中推敲而得，換言

之，難以在模型建立時就給予充分掌握。另一方面，貨運排放趨勢亦與產業發展型態息息相關，當經濟成長主要動能來自國際經貿以及出口型產業，則對於貨運的需求將日益殷切，因此整合生產基地、消費端與經貿區位之規劃，將成為影響貨運排放量的重要因素，但此未能於模式反應。本次研究僅就溫室氣體排放基線進行估算，並未對相關節能減碳政策分析議題進行評估，後續將配合近期節能減碳政策情勢發展，規劃政策研究課題，並應用本所運輸部門政策決策支援系統進一步研究，俾對運輸部門溫室氣體發展趨勢有更深入掌握。

## 參考文獻

1. U.S. Energy Information Administration (2017), “Annual Energy Outlook 2017”, <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>.
2. 行政院環保署,「電動機車研發與推廣之社會經濟效益分析與評估」,民國 88 年。
3. 本所,「運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立」,民國 102 年。
4. 本所,「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」,民國 103 年。
5. 本所,「運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之應用」,民國 102 年。
6. 本所,「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」,民國 104 年。
7. 本所,「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(1/2)」,民國 105 年。
8. 行政院主計總處,「100 年產業關聯表編製報告」,民國 104 年。
9. 行政院主計總處,「國民所得統計(民國 40 年至 105 年)」,民國 106 年。
10. 林芳仔,「國內電動車產業價值鏈分析」,淡江大學碩士論文,民國 101 年。
11. 財團法人中技社,「我國電動車產業發展」,民國 103 年。
12. 經濟部能源局,「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計」,民國 105 年。
13. 國家發展委員會,「中華民國人口推估(105 至 150 年)」,民國 105 年。



## 附錄 1

### 計畫摘要



## 計畫摘要

為支援運輸部門推動節能減碳工作，本所自 99 年度起辦理一系列運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統系列研究。因為考量運輸行為與其他經建部門互動密切且不可分割，評估時需同時將運輸、能源、與經濟三者納入考慮，爰本所分別於 100 年與 101 年辦理「運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之建立」<sup>[3]</sup>，以及「運輸部門能源消耗與溫氣體減量評估模型之應用」<sup>[5]</sup>等研究時，建立以總體經濟一般均衡理論為基礎之運輸部門可計算一般均衡模式(computable general equilibrium, 下稱 CGE 模式)，並完善其相關評估功能，建立本所運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統。

然而，CGE 模式求解時需外部假設基年至目標年之經濟條件，推估目標年之 CO<sub>2</sub> 排放與能耗、運輸需求與相關經濟成長概況(如國內生產毛額與產業結構)。該模型投入基礎資料為社會會計矩陣(Social Accounting Matrix；下稱 SAM 表)，因其係以行政院主計總處產業關聯表為基礎做產業部門拆解與產值推估，而 99 年度本所基年投入資料係採用民國 95 年之產業關聯表，並向後延伸至 119 年。然而，自民國 95 年後，高鐵與高捷通車營運，交通部推動公路公共運輸發展計畫，以及公路客運路線移撥至市區公車路線，使得公路運輸與軌道產業部門之經營環境有相當大轉變，倘未能配合一併更新，將明顯低估消費者對公路公共運輸產業偏好、產業之附加價值，而高估產業能耗與碳排，故現況運輸 CGE 模型預估值皆需外部依據歷史資料修正。

此外，近期隨著國際頁岩油開採技術之進步，能源價格持續走低，伴隨著我國「溫室氣體減量及管理法」公告施行、聯合國通過巴黎協定，以及能源局對高耗能產業強制節能措施，此些高耗能與高污染產業管制情勢，對我國產業結構與經濟環境有相當大影響。緣此，我國無論於整體運輸工具產業或陸上運輸產業將因此些總體因素造成新發展局面，而此多為原 CGE 模式建立時尚未預判之情勢。有關我國民國 100 年產業關聯表已於 104 年 1 月公告，產值之估算已將上述陸上運輸產業發展態勢納入，爰實有需要配合近期產業資料納入本所運輸 CGE 模型，重新校估產值，以及檢討模式所設定運輸產業發展趨勢，以優化運輸 CGE 模式，強化政策決策系統模式預測精確性與政策評估應用性。

因應近期經濟與運輸產業發展趨勢，本研究更新本所運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統中核心運算模式-CGE 模式資料庫與參數更新，以及重新校估基線。更新工作區分為三大部分，其一為調整部門分類，將運輸相關產業區分為電動大、小客車、電動機車、高鐵、捷運等；其二為更新 SAM 表，其係以最新的產業關聯表(民國 100 年)進行資料庫編製；其三為依據國內外經濟情勢、產業發展、能耗與 CO<sub>2</sub> 排放趨勢，設定基準情境與參變數，並考慮國際情勢與國內產業技術發展與生產力表現的不確定性，設計保守與樂觀 2 種生產情境。此外，因應未來人口結構轉變對國內消費成長影響，因此也設定保守與樂觀 2 種消費情境。據此，發展高中低 3 種基線情境。

在假設近年相關運輸產業成長趨勢與目標年無明顯差異條件下，綜合 CGE 模式運量基線分析結果說明樂觀經濟情境將有提高客運、貨運運輸服務需求，客運成長未來將以軌道運輸為主，軌道成長則以捷運成長趨勢較迅速，公路客運運量有縮減現象，私人小汽車運量將下降或達飽和，機車運量則將些微成長，並且達到飽和。前述運量評估結果與 TDM 模式於公共運輸較為一致，惟在私人運輸部分差異性較大。另一方面，在估算運輸部門碳排放部分，假設在各運具技術與能耗利用效率逐漸改善的情況下(能源密集度逐年下降)，由於客運消費量將趨向更節能軌道運輸，以及私人運具需求量有明顯下降，顯著影響整體運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放趨勢，呈現逐年下降結果。

有關前述運量與碳排估算結果係與對未來人口、生產效率、產業結構、消費需求，以及運具排放效率設定相關。然而，由於部分經濟行為尚無法由模式來推估，例如新型態產業的形成與生活消費模式的改變，亦可能改變運輸部門排放量與排放結構，長照、新創、設計與資訊服務業的發展，或者物聯網及數位經濟下的宅經濟模式，都是改變結構的重大變化，而這些變化並沒有辦法由歷史資訊或經驗模式中推敲而得，換言之，難以在模型建立時就給予充分掌握。另一方面，貨運排放趨勢亦與產業發展型態息息相關，當經濟成長主要動能來自國際經貿以及出口型產業，則對於貨運的需求將日益殷切，因此整合生產基地、消費端與經貿區位之規劃，將成為影響貨運排放量的重要因素，但此未能於模式反應。有關研究中所述更細致政策分析議題，將規劃後續本所運輸部門政策決策支援系統研究課題，以及對運輸部門發展有更深入瞭解，以強化政策決策系統模式預測精確性與政策評估應用性。



## 附錄 2

### SAM 表更新內容



	1Agriculture	2Mining	3FoodProd	4FabText	5Paper	6GasolineM	6GasolineV	6GasolineH	7DieselFuel	8AviatFuel	9FuelOils	10MiscOil
1Agriculture	84141	0	281180	17276	448	0	0	0.000	0	0	0	0
2Mining	18	733	620	543	183	17176	246294	3.076	264910	69443	106336	198509
3FoodProd	91856	0	162876	205	273	0	0	0.000	0	0	0	0
4FabText	3459	78	1039	268247	2364	1	17	0.000	18	5	7	14
5Paper	343	0	12324	6695	81659	2	23	0.000	24	6	10	18
6GasolineM	69	17	143	67	44	11	155	0.002	167	44	67	125
6GasolineV	996	247	2047	964	624	133	2228	0.028	2397	628	962	1796
6GasolineH	0.012	0.003	0.026	0.012	0.008	0.002	0.028	0.000	0.030	0.008	0.012	0.022
7DieselFuel	24528	5525	1814	798	276	225	3224	0.040	3468	909	1392	2599
8AviatFuel	0	0	0	0	0	108	1542	0.019	1658	435	666	1243
9FuelOils	2510	704	4062	8098	4541	390	5600	0.070	6023	1579	2418	4530
10MiscOil	1636	384	212	1439	526	1901	27266	0.341	29326	7688	11774	22046
11CoalProd	0	183	44	1803	223	0	0	0.000	0	0	0	0
12ChemMat	135	0	1900	2113	1908	1	15	0.000	16	4	6	12
13PetroMat	0	0	658	68244	3330	20	280	0.003	301	79	121	226
14ChemProd	19576	817	3063	14994	6158	271	3893	0.049	4187	1088	1681	3228
15RubberPlastic	2827	579	15470	35955	9064	23	324	0.004	348	91	140	276
16NonMetallic	77	326	3213	2127	0	5	71	0.001	76	20	31	61
17IronSteel	149	281	0	68	57	90	1295	0.016	1393	365	559	1044
18MetalProd	1573	622	14870	1046	860	42	608	0.008	654	171	263	506
19Electronic	0	0	0	0	2	0	0	0.000	0	0	0	0
20Computer	0	11	0	2	6	12	174	0.002	187	49	75	140
21Communications	0	0	0	0	0	0	3	0.000	4	1	1	3
22ProdnInstr	4	11	0	1	0	34	484	0.006	521	136	209	400
23Machinery	5034	3352	2015	2519	1644	124	1779	0.022	1914	502	768	1494
24ELDVP	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
25EHDVP	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
26MiscVehicles	2	2	46	40	2	10	148	0.002	159	42	64	149
27Motorcycles	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
28MiscMoto	0	0	5	29	0	0	0	0.000	0	0	0	0
29Track	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
30MiscTrnEquip	1318	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
31MiscProd	3398	400	1138	1985	5362	21	308	0.004	331	87	133	256
32EndUseElec	4203	1787	10234	21343	8788	637	9129	0.114	9819	2574	3942	7358
32ElecVehi	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
33Gas	13	19	552	1132	122	0	0	0.000	0	0	0	0
34Water	167	38	1188	628	97	9	132	0.002	142	37	57	106
35Construction	1673	915	2186	2118	10853	72	1030	0.013	1108	290	445	830
36WholRtli	48755	2127	65885	43417	28249	201	2877	0.036	3094	811	1242	2318
37RailPassen	12	5	84	72	44	0	0	0.000	0	0	0	45
38RailFreight	0	7	32	1	1	0	0	0.000	0	0	0	0
39HSR	14	6	96	81	50	2	26	0.000	28	7	11	-24
40NPRT	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
42ExprsPassen	14	1	40	28	32	0	0	0.000	0	0	0	9
43Road	19	2	53	37	44	0	0	0.000	0	0	0	12
44MiscPassen	68	7	189	133	154	0	0	0.000	0	0	0	43
45Freight	2553	1825	3461	2785	1070	18	255	0.003	274	72	110	205
46OwnFreight	404	21	1025	295	333	1	21	0.000	22	6	9	17
47Navigation	20	7	28	5	6	5	78	0.001	84	22	34	63
48AirPassen	0	12	251	189	46	0	5	0.000	6	1	2	4
48AirFreight	0	0	5	0	0	0	0	0.000	0	0	0	0
50SupportTran	638	10	1055	1539	557	14	199	0.002	214	56	86	161
51StarPostal	318	16	1131	445	245	4	54	0.001	58	15	23	44
52AccFoodBev	333	55	1738	2776	224	5	75	0.001	81	21	33	61
53Telecomm	247	168	561	955	332	10	140	0.002	150	39	60	113
54ComDsnData	6	5	774	816	236	3	44	0.001	47	12	19	35
55Financial	3684	316	6255	6298	3393	87	1252	0.016	1347	353	541	1009
56ResTecTest	2094	244	18902	2868	1524	48	685	0.009	737	193	296	552
57Renting	1	336	1598	768	191	16	228	0.003	245	64	98	183
58PubSrv	1692	110	2735	886	458	19	276	0.003	297	78	119	223
59EduMed	276	0	103	123	24	0	0	0.000	0	0	0	0
60ArtEnt	0	2	229	123	22	0	1	0.000	1	0	0	1
61MiscSEV	707	284	5813	5659	1921	69	989	0.012	1064	279	427	797
L	136070	9460	70419	79052	26552	363.49632	5212.4119	0.0651081	5606.3906	1469.6423	2250.8626	4201.1311
L1	14184.606	3602.1412	19866.681	22194.395	6253.5975	242.11967	3471.9375	0.0433679	3733.6619	978.92742	1499.2976	2798.3697
L2	121885.39	5857.8588	50552.319	56857.605	20298.403	121.37665	1740.4744	0.0217402	1872.7287	490.71485	751.56501	1402.7614
K	127057	26976	34472.965	40966.865	23803.016	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	5211.335	1942.0955
TR	-21179	1768.9992	56917.569	1157.6047	408.99978	1779.623	25520.513	0.2187773	26453.04	7025.0195	11580.207	21272.922
TR1	0.0004882	0.0007978	0.4308208	0.3952566	0.0002178	0	0	0	0	0.0001228	0.0001306	0.0001823
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	178273	1281112	291023	111952	78899	990.16713	14198.656	0.177355	53230	63517	63218	333135
TOT	731784	1341914	1087975	783897.07	308231.02	24976.73	358157.7	4.4737385	422190.64	160326	217520	613411.93

	11CoalProd	12ChemMat	13PetroMat	14ChemProd	15RubberPlastic	16NonMetallic	17IronSteel	18MetalProd	19Electronic	20Computer
14Agrillive	0	0	0	672	13504	0	0	0	0	0
2Mining	0	10231	3105	1033	911	40422	112309	591	858	0
3FoodProd	0	0	52	2393	44	17	1	0	0	0
4FabText	0	209	11	1906	15623	1630	270	759	6894	5
5Paper	2	740	352	4423	3816	3331	202	3302	6288	193
6GasolineM	4	53	47	51	142	68	110	230	148	15
6GasolineV	30	763	670	738	2043	981	1576	3296	2117	217
6GasolineHEV	0.001	0.010	0.008	0.009	0.026	0.012	0.020	0.041	0.026	0.003
7DieselFuel	56	1342	1511	404	1386	4014	982	1423	2093	89
8AviatFuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9FuelOils	47	4339	12143	2721	7737	9980	3672	6073	1507	0
10MisOil	1836	1944	409066	759	3281	6164	1978	3493	518	3
11CoalProd	63851	840	3301	393	4168	10291	84961	5309	108	0
12ChemMat	5	45697	8883	25673	11389	17672	7469	25115	171456	34
13PetroMat	153	9068	763622	65193	333803	533	369	2714	6646	246
14ChemProd	0	4900	9122	92192	39928	8028	7090	16192	74958	1838
15RubberPlastic	9	1183	3835	35483	320015	3691	1427	13829	121733	24690
16NonMetallic	50	2788	8	4100	483	76728	13402	2649	184710	114
17IronSteel	0	178	835	103	2942	5880	1094946	223470	3036	1307
18MetalProd	67	22708	574	9802	10179	4009	80382	400301	99648	8509
19Electronic	0	0	0	202	0	0	0	435	1558693	108514
20Computer	0	31	12	0	0	5	0	6	1112	13165
21Communication	0	3	3	0	0	0	0	14	10	0
22ProdInstr	0	5	770	2	179	4	322	258	7676	247
23Machinery	1238	4136	3845	823	5099	7714	13923	8585	58772	340
24EDVP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25HDVP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26MisVehicles	0	0	99	0	0	0	0	0	0	0
27Motorcycles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28MisMoto	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
29Track	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30MisTrnEquip	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
31MisProd	33	426	457	1122	2040	994	1641	4261	24331	1222
32EndUseElec	1352	8973	33137	8138	30547	22034	37168	17339	72373	4832
32ElecVehi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33Gas	36	119	1444	192	319	2934	1160	1168	4967	97
34Water	198	247	2105	411	1272	737	1476	878	1703	79
35Construction	137	1263	5476	1042	2437	4927	54781	17367	9190	234
36WholRatl	447	12627	16229	34990	49968	31320	74979	109068	159363	14418
37RailPassen	4	21	19	129	89	72	50	175	463	49
38RailFreight	39	14	2	1	3	448	13	4	3	0
39HSR	5	24	22	146	100	82	56	199	524	55
40NPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42ExprsPassen	1	15	5	71	66	62	9	131	463	29
43Road	1	19	7	95	88	83	13	176	623	39
44MisPassen	3	69	23	337	311	294	43	621	2203	138
45Freight	261	960	3099	1418	3636	6893	4880	3697	7867	639
46OwnFreight	3	83	323	221	317	921	1381	997	689	44
47Navigation	20	19	343	35	96	478	79	22	57	1
48AirPassen	4	175	30	267	269	175	124	468	1835	108
48AirFreight	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0
50SupportTran	41	182	1431	1033	4017	752	3413	4264	6133	1042
51StarPostal	13	90	725	510	1097	327	442	664	968	3271
52AccFoodBev	19	303	787	5643	7342	1020	897	2772	6976	926
53Telecomm	19	263	23	716	1177	1078	483	2076	3173	183
54ComDenData	70	88	506	946	860	238	121	611	3143	397
55Financial	305	2799	2182	3972	13006	4181	13324	13962	51264	7275
56ResTecTest	29	1186	358	9312	3928	2645	1829	4260	14143	3170
57Renting	61	847	435	2102	2112	26420	963	3286	44080	2270
58PubSrv	62	319	440	896	2251	983	1843	3581	3603	130
59EduMed	10	17	22	132	66	43	341	732	632	14
60ArtEnt	0	11	21	106	127	73	73	335	207	46
61MisSEV	319	1333	2066	2694	6273	4211	7295	13676	27972	2469
L	6300	12884	30668	49492	92103	54200	63904	170933	269512	19483
L1	3137.9256	5264.673698	20427.92784	16082.125	15793.04	14362.911	33124.916	53061.88059	91426.821	6969.2968
L2	3162.0744	7619.326302	10240.07216	33409.875	76311.96	39837.089	30779.084	117871.1194	178083.18	12513.703
K	1996.6333	40996	74723	37303.267	108867.03	63395.633	102928.4	124801.3829	757052.75	28589.317
TR	54.999977	532.9999538	890.9999481	1504.9999	2692.9724	4604.9998	2663.9997	2654.999915	2994.9995	954.99972
TR1	2.273E-05	4.42088E-05	5.19417E-05	5.416E-05	0.0276279	0.0001731	0.0002394	8.48491E-05	0.000457	0.0002845
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	271070	249455	474634	334243	308353	119474	396349	583607	1307417	100673
TOT	350282.63	447340	1874521	748499.27	1624507	539261.63	2202319.4	1807065.383	5300940.7	352647.32

	21Commun ication	22Prdsinstr	23Machinery	24ELDVP	25EHDVP	26MisVehic les	27Motocycles	28MisMoto	29Track	30MisTrnE quip
1Agrilive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2Mining	0	4	143	0	0	48	0	29	0	42
3FoodProd	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0
4FabText	4	37	513	0	0	852	0	1	34	643
5Paper	3344	113	1311	0	0	680	0	57	18	563
6GasolineM	44	17	191	0	0	28	0	7	1	14
6GasolineV	626	243	2733	0	0	403	0	102	8	208
6GasolineHEV	0.008	0.003	0.034	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.003
7DieselFuel	61	17	1491	0	0	540	0	3	3	432
8AviatFuel	0	0	58	0	0	0	0	0	1	3
9FuelOils	51	11	1676	0	0	178	1	137	13	197
10MisOil	17	43	1486	0	0	463	1	305	10	214
11CoalProd	0	0	235	0	0	3	0	0	0	3
12ChemMat	215	3	150	0	0	247	0	15	0	213
13PetroMat	0	21	462	0	0	96	0	47	23	198
14ChemProd	1608	620	2322	0	0	1709	6	1372	22	827
15RubberPlastic	16837	9489	25694	1	3	24177	21	4433	273	7732
16NonMetallic	0	1748	2171	0	0	3784	1	127	3	592
17IronSteel	2125	2342	203472	1	4	33519	43	9273	286	12639
18MetalPrd	9088	7414	105510	1	3	28677	30	6410	474	15075
19Electronic	221237	62580	18483	0	0	1403	1	206	92	1344
20Computer	2386	241	4693	0	0	13	0	0	0	0
21Communication	23703	200	688	0	0	271	0	0	0	126
22Prdsinstr	4538	56180	12235	0	0	604	2	345	39	2130
23Machinery	863	1891	235074	0	1	9828	7	1542	228	9540
24ELDVP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25EHDVP	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26MisVehicles	0	1306	628	4	22	179694	3	1027	85	408
27Motocycles	0	0	0	0	0	1	1	211	0	0
28MisMoto	0	0	20	0	0	133	141	30471	0	0
29Track	0	0	1273	0	0	0	0	0	69	330
30MisTrnEquip	0	0	9230	0	0	0	0	0	1432	74842
31MisProd	20039	2196	60634	45	223	11416	239	1916	121	4029
32EndUseElec	1287	2097	7838	0	1	4170	3	736	91	1442
32ElecVehi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33Gas	46	33	370	0	0	361	0	33	4	100
34Water	10	106	257	0	0	294	0	80	2	112
35Construction	198	633	4126	0	0	133	1	222	7	512
36WholRetl	30345	19228	111646	1	7	54368	60	12943	420	17283
37RailPassen	106	36	511	0	0	28	0	3	1	28
38RailFreight	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39HSR	120	40	578	0	0	31	0	4	2	31
40NPR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42ExprsPassen	29	70	270	0	0	17	0	3	1	8
43Road	38	94	363	0	0	23	0	6	1	10
44MisPassen	136	334	1283	0	0	82	0	22	3	36
45Freight	1211	508	3537	0	0	1842	1	316	20	694
46OvnFreight	118	48	804	0	0	212	0	77	3	96
47Navigation	0	0	10	0	0	4	0	0	0	0
48AirPassen	148	133	1365	0	0	160	0	97	2	57
49AirFreight	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50SupportTran	1581	989	4983	0	0	1823	1	186	23	417
51StarPostal	317	176	1091	0	0	242	0	15	1	70
52AccFoodBev	2176	2326	6781	0	0	872	1	188	25	507
53Telecomm	128	233	2000	0	0	228	0	88	15	245
54ComDnData	152	53	631	0	0	237	1	175	25	215
55Financial	4913	1342	8286	0	0	3798	4	951	46	1486
56ResTecTest	4833	701	4938	0	0	2446	8	1644	90	1898
57Renting	1910	466	827	0	0	1598	2	497	4	441
58PubSev	272	92	3514	0	0	1075	1	117	12	262
59EduMed	6	73	193	0	0	69	0	28	0	40
60ArtEnt	66	32	739	0	0	76	0	12	1	48
61MisSEV	2565	2596	13868	0	0	3754	5	1036	118	1350
L	25780	19060	143428	6.32575229	31.628761	44726.043	74.60142516	9758.3986	1092.2728	29350.727
L1	9566.6107	5241.7036	71208.73231	4.17773012	20.888651	29338.518	23.07445247	3018.303	238.20973	6400.9916
L2	16213.389	13818.294	72219.26769	2.14802216	10.740111	15187.528	51.52697269	6740.0956	854.06303	22949.736
K	83145	10010.483	75446.04633	0.1	0.1	24657.14	44.0906337	5981.9967	91.388917	10663.303
TR	3.99999981	245.99997	3080.483014	-28.4383274	-33.46178	29883.263	33.46556355	2604.4213	73.723194	927.27633
TR1	1.878E-06	3.486E-05	0.516986116	0	0	4.3740483	0	1773.1132	6.166E-05	0.0004134
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	118209	295004	732283	93.9047619	0.01	220734.68	0.01	3464	4686	62648
TOT	588688	503483.48	1827842.185	125.23895	263.0118	696719.75	742.4429699	103142	10120.692	263383



	31MisProd	32EndUseEl	32ElecVeh	32ElecHEV	33Gas	34Water	35Construc	36WholRet	37RailPass	38RailFreig	39HSR	40NPRT
1Agriculture	4433	0	0	0	0	8	3478	4	0	0	0	0
2Mining	490	188180	0	1	43287	0	32468	0	0	0	0	0
3FoodProd	11904	26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4FabText	16575	44	0	0	1	0	1168	2925	15	0	2	3
5Paper	28793	0	0	0	4	0	1835	34142	18	0	3	4
6GasolineM	186	6	0	0	1	6	813	4569	0	0	0	0
6GasolineV	2666	87	0	0	12	91	11655	65516	5	0	1	1
6GasolineHEV	0.033	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.146	0.818	0.000	0.000	0.000	0.000
7DieselFuel	522	3604	0	0	27	7	4643	8774	926	17	0	163
8AviatFuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9FuelOils	1064	46693	0	0	57	3	1079	780	0	0	0	0
10MisOil	2104	850	0	0	21780	235	4556	741	41	1	7	8
11CoalProd	7	172218	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0
12ChemMat	2265	171	0	0	8	810	387	0	0	0	0	0
13PetroMat	1993	101	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0
14ChemProd	17483	206	0	0	53	69	30599	812	4	0	1	1
15RubberPlastic	59938	81	0	0	51	317	27382	47010	35	1	6	7
16NonMetallic	3204	508	0	0	2	0	172431	0	2	0	0	0
17IronSteel	42771	656	0	0	134	64	177803	0	89	2	15	18
18MetalPrd	135854	249	0	0	59	78	123636	417	16	0	3	3
19Electronic	36118	0	0	0	0	0	11399	0	14	0	2	3
20Computer	815	0	0	0	14	6	1093	0	1	0	0	0
22CommnWtr	515	98	0	0	0	0	3474	1383	0	0	0	0
22Prdlnstr	3664	67	0	0	128	45	3774	75	10	0	2	2
23Machinery	22726	17939	0	0	428	1636	55716	475	13464	284	2277	2776
24ELDVP	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
25EHDVP	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
26MisVehicles	37	0	0	0	1	0	0	5977	0	0	0	0
27Motorcycles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28MisMoto	40	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
29Track	0	0	0	0	0	0	0	0	293	6	50	61
30MisTrnEquip	450	0	0	0	0	0	0	211	0	0	0	0
31MisProd	196162	2400	0	0	39	50	126866	25973	162	3	27	33
32EndUseElec	10878	71427	0	0	545	1976	5960	66234	4102	86	694	846
32ElecVeh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33Gas	788	1237	0	0	10259	8	539	2940	5	0	1	1
34Water	421	311	0	0	6	10594	840	3131	37	1	6	8
35Construction	2401	1368	0	0	84	604	35010	34672	6703	141	1134	1382
36WholRetl	98264	6971	0	0	1123	487	126592	106737	285	6	48	59
37RailPassen	242	24	0	0	10	3	120	653	13	0	2	3
38RailFreight	4	138	0	0	0	0	282	0	8	0	1	2
39HSR	274	28	0	0	11	4	135	739	15	0	3	3
40NPRT	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42ExprsPassen	114	17	0	0	0	3	176	582	2	0	0	0
43Road	153	23	0	0	1	4	236	780	3	0	0	1
44MisPassen	542	82	0	0	2	15	834	2739	10	0	2	2
45Freight	3733	575	0	0	336	26	17508	7303	6	0	1	1
46OwnFreight	784	103	0	0	30	0	5199	481	1	0	0	0
47Navigation	11	80	0	0	10	0	514	19	0	0	0	0
48AirPassen	444	88	0	0	9	0	581	3467	13	0	2	3
49AirFreight	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0
50SupportTran	4776	205	0	0	4	34	2078	33691	222	5	38	46
51StorPostal	928	419	0	0	8	145	625	32972	1	0	0	0
52AccFoodBev	3474	114	0	0	20	102	3803	100799	72	2	12	15
53Telecomm	2198	123	0	0	10	85	4016	34024	29	1	5	6
54ComDsnData	954	268	0	0	4	245	973	37695	70	1	12	14
55Financial	14332	5066	0	0	597	448	11539	68994	1799	38	304	371
56ResTectTest	5721	3978	0	0	279	618	46581	113613	995	21	168	205
57Renting	1688	38	0	0	190	18	8018	79572	939	20	159	194
58PubSev	3130	3782	0	0	53	382	7473	27220	1940	41	328	400
59EduMed	677	118	0	0	4	139	1012	422	33	1	6	7
60ArtEnt	297	5	0	0	8	1	370	11132	2	0	0	0
61MisSEV	12092	3444	0	0	397	681	19112	253046	1357	29	229	280
L	158166	38610.836	0.0011369	0.1432252	3608	10180	333345	1589996	10645.289	259.69828	2438.4209	3482.2342
L1	42687.843	26448.996	0.0007788	0.0981113	2471.5323	3221.7517	182518.53	607794.353	514.17897	12.543708	117.77837	168.19568
L2	115478.16	12161.86	0.0003581	0.0451139	1136.4677	6958.2483	150826.47	982201.647	10131.11	247.15457	2320.6426	3314.0385
K	61327.135	97679.112	0.0028761	0.3623362	0.1	12531.666	109705.8	1268200.84	0.1	264.96167	19557.312	1376.9795
TR	6245.9047	3373.9874	9.9346-05	0.0125137	-7246.517	-373.9996	5729.7807	54051.9998	-24847.81	3.9486749	0	177.52677
TR1	37.095322	0	0	0	0.000458	-0.00043	0.2193227	0.0001915	-1.18E-06	-5.71E-07	0	2.628E-05
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	362895	3507.9869	0.0001033	0.0130127	1215	778	526	55160	4766	0.01	0.01	970.91155
TOT	1350771.4	679389.94	0.0200041	2.5201656	77663.583	43164.666	1547661.8	4190900.84	24321.08	1236.8598	27547.746	12939.554

	41OPRT	42ExprsPas sgrn	43Road	44MisPassen	45Freight	46OwnFreigh t	47Navigati on	48AirPassen	49AirFreigh ht	50SupportTra n
14Agrillive	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2Mining	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3FoodProd	0	0	0	1	3	1	0	57	29	1
4FabText	0	2	2	7	19	3	1	0	0	31
5Paper	1	0	1	2	6	1	5	26	13	48
6GasolineM	0	64	85	302	793	138	9	1	0	143
6GasolineV	0	913	1224	4328	11370	1982	122	8	4	2047
6GasolineHEV	0.000	0.011	0.015	0.054	0.142	0.025	0.002	0.000	0.000	0.026
7DieselFuel	24	2953	3959	14005	36789	6411	14733	8	4	6888
8AviatFuel	0	0	0	0	0	0	0	73350	36568	122
9FuelOils	0	29	39	137	360	63	19741	0	0	479
10MiscOil	1	36	49	173	454	79	360	244	121	288
11CoalProd	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0
12ChemMat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13PetrolMat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14ChemProd	0	3	4	13	33	6	43	27	14	258
15RubberPlastic	1	210	281	994	2612	455	5	16	8	119
16NonMetallic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17IronSteel	3	0	0	0	1	0	58	0	0	688
18MetalPrd	0	4	5	19	50	9	38	124	62	173
19Electronic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
20Computer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22Communicatio n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22PrdsInstr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
23Machinery	407	5	6	22	58	10	3640	18194	9071	5256
24ELDVP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
25EHDP	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
26MiscVehicles	0	176	236	835	2193	382	0	53	27	404
27Motorcycles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28MiscMoto	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4
29Track	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0
30MiscTrnEquip	0	0	0	0	0	0	1091	414	207	521
31MiscProd	5	21	28	98	258	45	37	148	74	726
32EndUseElec	124	40	54	191	501	87	65	640	319	1477
32ElecVehi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33Gas	0	3	4	15	40	7	30	33	16	25
34Water	1	1	2	7	18	3	12	6	3	103
35Construction	203	42	57	201	528	92	147	141	70	2201
36WholRatl	9	527	707	2502	6571	1145	4495	7986	3981	5937
37RailPassen	0	11	15	52	137	24	18	33	17	63
38RailFreight	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39HSR	0	12	17	59	155	27	21	38	19	72
40NPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42ExprsPassen	0	2	3	10	25	4	8	15	7	25
43Road	0	3	4	13	34	6	11	20	10	34
44MisPassen	0	10	13	46	121	21	38	69	35	119
45Freight	0	22	29	102	269	47	576	113	56	1987
46OwnFreight	0	4	6	20	53	9	53	61	30	15
47Navigation	0	1	1	5	14	2	12826	15	7	2
48AirPassen	0	15	20	69	181	32	67	121	60	565
49AirFreight	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50SupportTran	7	101	135	477	1253	218	93511	16739	8343	12354
51StorPostal	0	32	43	153	402	70	1795	1696	845	2380
52AccFoodBev	2	39	52	185	485	84	395	7216	3598	2347
53Telecomm	1	54	73	258	679	118	199	438	219	1193
54ComDnData	2	7	10	35	92	16	600	1063	530	506
55Financial	54	98	132	466	1223	213	3447	2507	1250	2232
56ResTecTest	30	24	32	114	300	52	41	677	338	792
57Renting	28	329	441	1561	4100	714	15412	9290	4631	9279
58PubSrv	59	92	123	435	1143	199	534	138	69	1652
59EduMed	1	2	2	8	21	4	1	61	30	42
60ArEnt	0	2	3	9	25	4	22	7	3	112
61MiscEV	41	796	1067	3775	9915	1728	1183	1903	948	11974
L	752.855897	4183.8628	5609.7364	19842.6896	52125.47	9084.240939	6655	15688.66262	7821.3374	62914
L1	36.36375426	459.05059	615.49648	2177.12646	5719.1713	996.7167622	4410.2812	8323.07743	4149.3401	16753.25046
L2	716.4921427	3724.8122	4994.2399	17665.5632	46406.299	8087.524177	2244.7188	7365.585193	3671.9973	46160.74954
K	0.1	2975.6477	3989.7578	14112.5214	37684.992	6536.659252	0.1	15796.53002	7872.903	48694.28317
TR	-289.165598	138.5288	185.74139	657.385251	1726.6999	300.9313008	-1394.1	173.5028699	86.497144	1663.070044
TR1	0	0.0931	0.1259775	0.06247106	0.3730371	0.05680239	3.9999E-05	-8.04833E-06	-5.7E-06	0.92995578
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	120.0884488	2708.5575	3631.6424	12845.8002	9	0.01	173	55657	10712	105559
TOT	1600.445505	16691.957	22380.629	79164.4806	174836.22	30437.32664	181065	231011.433	98130	294616.3109

	51StorPost al	52AccFood Bev	53Telecom m	54ComDen Data	55Financial	56ResTec est	57Renting	58PubSev	59EduMed	60ArtEnt
1Agrilive	0	22271	0	0	0	129	0	1239	298	17
2Mining	0	0	0	0	0	89	0	8	0	0
3FoodProd	1	134287	0	0	0	270	8	2830	905	4146
4FabText	190	4395	0	0	0	2587	0	721	511	107
5Paper	19	10317	28	1646	1966	6525	97	1580	1234	532
6GasolineM	97	285	14	23	92	511	24	301	166	29
6GasolineV	1388	4086	202	324	1326	7320	343	4310	2379	415
6GasolineHEV	0.017	0.051	0.003	0.004	0.017	0.091	0.004	0.054	0.030	0.005
7DieselFuel	1156	886	191	10	63	805	3035	3490	627	242
8AviatFuel	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0
9FuelOils	639	1063	0	0	0	2145	741	171	142	13
10MiscOil	446	160	9	0	0	514	2492	131	166	89
11CoalProd	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0
12ChemMat	0	39	0	0	0	6768	0	199	8083	0
13PetroMat	0	0	0	0	0	942	0	364	463	0
14ChemProd	48	6135	0	14	501	12966	51	2626	55732	540
15RubberPlastic	132	10765	0	0	0	6299	223	3754	1442	321
16NonMetallic	0	2035	0	0	0	1386	0	963	2769	0
17IronSteel	57	0	0	0	0	1132	0	573	408	0
18MetalPrd	103	3383	12	279	0	5905	15	27639	3746	193
19Electronic	13	0	0	8705	0	69473	1023	1200	2277	0
20Computer	0	0	806	4638	50	2893	1434	1026	2282	341
20ComputerNetwork	0	5	4247	3807	175	1759	572	113	528	1110
22PrdsInstr	0	0	0	77	0	11203	0	436	19556	3
23Machinery	909	227	0	307	2103	3893	5762	6532	5096	630
24ELDVP	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
25EHDVP	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
26MiscVehicles	87	11	0	36	0	745	2557	2338	508	17
27Motorcycles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28MiscMoto	2	14	0	0	0	54	8	5	17	7
29Track	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30MiscTrnEquip	0	4	0	0	0	283	31	34	1218	0
31MiscProd	767	2946	4844	2432	15364	36233	2354	16442	30991	7063
32EndUseElec	1490	9801	3880	1524	4512	5685	455	8850	24831	4017
32ElecVeh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33Gas	27	13863	143	104	298	942	253	192	1256	230
34Water	17	1190	82	114	257	618	8	618	703	185
35Construction	503	2831	8865	804	2539	3864	625	50597	20132	1222
36WholRtel	1197	51255	22792	12606	2773	38174	6193	25197	78664	5985
37RailPassen	38	86	34	295	703	522	71	622	708	0
38RailFreight	92	0	0	0	0	0	0	57	0	0
39HSR	43	97	39	334	796	592	80	705	802	0
40NPRT	0	0	0	0	0	3	0	106	158	0
41OPRT	0	0	0	0	0	0	0	13	19	0
42ExprsPassen	17	29	4	222	406	430	28	279	802	19
43Road	22	38	5	298	544	577	38	375	1076	26
44MiscPassen	78	135	19	1053	1926	2041	135	1325	3805	91
45Freight	7186	1824	287	525	2006	2095	754	804	1588	273
46OwnFreight	5	608	2	10	31	193	12	292	219	21
47Navigation	33	9	0	0	0	15	2	130	70	0
48AirPassen	27	524	63	201	866	3345	59	2318	2544	147
49AirFreight	13468	9	0	0	1	31	0	363	2	0
50SupportTran	3081	155	0	67	292	946	32	645	266	33
51StorPostal	2206	1135	2193	355	4249	1376	195	4274	1044	309
52AccFoodBev	328	1688	559	3023	11403	11889	103	19104	10112	2072
53Telecomm	478	4153	55920	12950	8885	8240	577	21948	8590	1375
54ComDenData	211	6862	995	22375	11263	4582	418	8934	3426	945
55Financial	975	7694	2500	2422	211961	18022	1418	26271	9704	2456
56ResTecTest	553	7608	10294	4411	34442	37406	2851	13768	5519	2673
57Renting	1465	3569	9709	2653	5188	10305	1815	5013	4840	490
58PubSev	232	1468	2741	841	13985	1409	722	10	3301	1740
59EduMed	24	67	787	238	552	7789	84	8550	1022	12
60ArtEnt	19	135	12	40	1217	9257	32	3125	367	4324
61MiscSEV	3825	25597	13523	12695	50801	69060	9337	30647	31992	18724
L	34544	257011	64019	95788	455039	374397	24835	703352	866853	86212
L1	3301.0233	18844.059	2063.0014	48046.513	113787.28	147224.84	2545.4805	89326.866	110091.76	26636.307
L2	31242.977	238166.94	61955.999	47741.487	341251.72	227172.16	22289.539	614025.13	756761.24	59575.693
K	11029.303	92525.601	135912.82	73026.065	415488.14	134281.97	51510.97	346347.55	166766.28	27441.585
TR	973.65247	6370.4802	6458.9999	1914.9997	38832	4249.4725	1981.2081	16283.943	-8791.27	5431.8046
TR1	0.3475335	0.5197574	0.0001185	0.0002962	0.0001819	61.527501	1.7919159	5.0571115	-2.730201	64.19541
SAV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMP	1501	229134	23531	28053	50328	55459	197221	3553	23655	26693
TOT	91742.317	930787.7	375722.82	301239.06	1353223.1	990729.34	322619.03	1383775.6	1407586.4	209026.63



	61MisEV	HH	INV	EXP	TOT
1Agriculture	973	248619	4598	48498	731784
2Mining	0	0	974	1899	*****
3FoodProd	1126	612912	0	61392	*****
4FabText	2498	107722	724	339002	783897
5Paper	19634	23974	0	43735	308231
6GasolineM	441	8299	0	5501	24977
6GasolineV	6326	119001	0	78883	358158
6GasolineHEV	0.079	1.486	0.000	0.985	4.474
7DieselFuel	1419	538	0	242665	422191
8AviatFuel	0	0	0	44498	160326
9FuelOils	476	0	0	50607	217520
10MisOil	3837	3927	0	33731	613412
11CoalProd	0	0	0	2072	350283
12ChemMat	430	21	7521	100468	447540
13PetroMat	103	0	0	414052	*****
14ChemProd	33530	117471	0	147567	748499
15RubberPlastic	9919	43493	0	708895	*****
16NonMetallic	548	9214	0	66731	559262
17IronSteel	2109	0	0	372015	*****
18MetalPrd	4477	37225	51358	581843	*****
19Electronic	1079	25474	0	3170905	*****
20Computer	1272	58379	20261	235075	352647
22CommManufact	1837	41803	39493	460733	588688
22PrdsInstr	3461	23222	163941	186386	503483
23Machinery	2877	908	680739	576676	*****
24ELDVP	7	40	32	41	125
25EHDVP	14	84	68	87.11620391	263
26MisVehicles	28550	173528	139916	154164	696720
27Motorcycles	46	239	16	227	742
28MisMoto	6627	34402	2306	28851	103142
29Track	0	0	7635	393	10121
30MisTrnEquip	2251	8237	22535	139041	263383
31MisProd	32584	234762	42617	417391	*****
32EndUseElec	16900	97544	0	263	679390
32ElecVeh	0	0	0	0	0
32ElecHEV	0	0	0	0	3
33Gas	2287	26886	0	11	77664
34Water	1085	10161	0	46	43165
35Construction	110014	5454	1123003	3818	*****
36WholRetl	57911	1491793	176436	896806	*****
37RailPassen	433	15020	0	2303	24321
38RailFreight	0	11	2	68	1237
39HSR	490	17013	0	2608	27348
40NPRT	0	12019	0	651	12940
41OPRT	0	1487	0	81	1600
42ExprsPassen	298	9820	0	1963	16692
43Road	400	13167	0	2632	22381
44MisPassen	1414	46574	0	9311	79164
45Freight	3480	23578	4702	38936	174836
46OwnFreight	239	7537	997	4928	30437
47Navigation	3	1644	3	164133	181065
48AirPassen	2536	149049	0	57662	231011
49AirFreight	3	149	2	84084	98130
50SupportTran	422	31321	167	46091	294616
51StorPostal	2137	15633	33	1716	91742
52AccFoodBev	24973	565405	0	110150	930788
53Telecomm	12379	166391	0	15201	375723
54ComDsnData	11885	6498	154123	13154	301239
55Financial	131484	619253	0	46319	*****
56ResTecTest	72145	18592	456602	61705	990729
57Renting	4711	5849	0	38343	322619
58PubSev	13628	1262263	76	3818	*****
59EduMed	648	1379357	0	2921	*****
60ArtEnt	13600	138636	0	23868	209027
61MisEV	102793	1778333	174879	50555	*****
L	619193	0	0	0	*****
L1	191307.65	0	0	0	*****
L2	427885.35	0	0	0	*****
K	1266532.5	0	0	0	*****
TR	59881.297	0	0	-780355	*****
TR1	707.703	38347	0	0	41003
SAV	0	3275759	0	0	*****
IMP	103308	0	0	0	*****
TOT	2808370.5	13164039	3275759	9619816.635	7.1E+07

