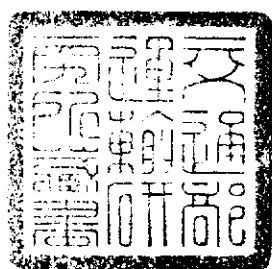


台灣地區運輸經濟分析(三)

能源供給與價格變動 對運輸部門之影響分析



交通部運輸研究所委託
花旗企管顧問公司辦理

交通部運輸研究所

中華民國七十五年六月

運輸研究所出版品摘要表

| | | | |
|--|-----|--|--|
| | | 管 制 等 級 | |
| | | 本出版品： <input type="checkbox"/> 機密（ <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況通知資料組解密） <input checked="" type="checkbox"/> 一般 | |
| | | 本 表： <input type="checkbox"/> 機密（ <input type="checkbox"/> 解密日期為 年 月 日， <input type="checkbox"/> 承辦單位視情況通知資料組解密） <input checked="" type="checkbox"/> 一般 | |
| 出版品名稱： 中文：能源供給與價格變動對運輸部門之影響分析 英文： | | | |
| 行政機關出版品統一編號 | | 運輸研究所出版品編號 | |
| 09139750082 | | 75-34-409 | |
| 研究工作主持人：曾國雄 | | 研究期間：自75年3月至75年6月 | |
| 主要研究人員：曾國雄、蕭再安、丁立斌 | | 研究經費：49.5萬 | |
| | | 經費來源：本所經費 | |
| 研究方式： <input type="checkbox"/> 自行辦理—主辦單位： 地 址： 聯絡電話： <input checked="" type="checkbox"/> 委託辦理—受委託單位：花旗企業管理顧問有限公司 地 址：台北市樂利路25巷1號2F之1 聯絡電話： | | | |
| 關鍵詞： | | | |
| 摘要：本研究先就能源供給與運輸部門需求之配合，了解運輸部門能源供需之差距；進而就能源供給與運輸部門營運狀況之關聯，了解運輸部門節約能源之潛力，從而擬定運輸部門節約能源之直、間接措施；最後基於能源價格與運輸成本之關係，分析能源價格變動對運輸成本之影響，並了解運輸成本之穩定性。 | | | |
| 出版日期 | 頁 數 | 工本費 | 本 出 版 品 取 得 方 式 |
| 年 月 | 110 | | <input checked="" type="checkbox"/> 洽本所免費贈閱 <input type="checkbox"/> 洽本所訂購 <input type="checkbox"/> 其他（ ） |
| 備註：本報告書內容不一定代表本所之意見。 | | | |

目 錄

| | |
|--------------------------|----|
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 1.1 研究目的..... | 1 |
| 1.2 研究範圍..... | 2 |
| 1.3 研究方法..... | 2 |
| 第二章 台灣地區能源供需檢討與結構分析..... | 7 |
| 2.1 總能源供給之檢討與結構分析..... | 7 |
| 2.2 國內能源消費之檢討..... | 11 |
| 2.2.1 能源消費變動趨勢..... | 11 |
| 2.2.2 各部門之能源消費結構..... | 15 |
| 2.2.3 各部門所消費之能源型態..... | 18 |
| 第三章 運輸部門能源消費之探討..... | 20 |
| 3.1 鐵路..... | 20 |
| 3.1.1 鐵路運輸之能源消費..... | 20 |
| 3.1.2 鐵路運輸之能源密集度..... | 22 |
| 3.1.3 鐵路運輸能源消費趨勢之分析..... | 25 |
| 3.2 公路..... | 27 |
| 3.2.1 公路運輸之能源消費..... | 27 |
| 3.2.2 公路運輸之能源密集度..... | 30 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 3.2.3 | 公路運輸能源消費趨勢之分析..... | 34 |
| 3.3 | 海運..... | 36 |
| 3.3.1 | 海運之能源消費..... | 36 |
| 3.3.2 | 海運之能源密集度..... | 36 |
| 3.3.3 | 海運能源消費趨勢之分析..... | 39 |
| 3.4 | 航空..... | 41 |
| 3.4.1 | 航空運輸之能源消費..... | 41 |
| 3.4.2 | 航空運輸能源消費趨勢之分析..... | 43 |
| 3.4.3 | 航空運輸能源消費趨勢之分析..... | 43 |
| 第四章 | 能源供給與運輸部門營運之關聯與相互影響..... | 47 |
| 4.1 | 能源生產活動之影響力..... | 47 |
| 4.2 | 運輸能源與運輸服務之關聯..... | 49 |
| 4.2.1 | 生產上的技術關係..... | 49 |
| 4.2.2 | 運輸部門與能源生產之依存關係..... | 52 |
| 4.3 | 能源供給變動對運輸部門之影響..... | 55 |
| 4.3.1 | 能源供給變動對運輸部門影響之模擬分析..... | 55 |
| 4.3.2 | 運輸部門之能源需求估算..... | 58 |
| 4.3.3 | 未來運輸能源消費水準之探討..... | 58 |
| 第五章 | 能源供給價格變動對運輸成本之影響..... | 68 |
| 5.1 | 運輸成本之結構分析..... | 68 |

| | | |
|-------|-----------------------|----|
| 5.1.1 | 鐵路運輸..... | 68 |
| 5.1.2 | 公路運輸..... | 68 |
| 5.1.3 | 海運..... | 75 |
| 5.1.4 | 綜合分析..... | 79 |
| 5.2 | 能源供給價格變動對運輸成本之影響..... | 79 |
| 5.2.1 | 能源供給價格之變動及其趨勢之探討..... | 81 |
| 5.2.2 | 運輸成本之穩定性..... | 85 |
| 第六章 | 結論與建議..... | 88 |
| 6.1 | 結論..... | 88 |
| 6.2 | 建議..... | 91 |
| | 註釋..... | 94 |
| | 參考書目..... | 95 |
| | 附錄..... | 97 |

目 錄

| | | |
|----------|----------------------------------|----|
| 表 2 — 1 | 能源供給統計..... | 8 |
| 表 2 — 2 | 我國能源供給結構..... | 9 |
| 表 2 — 3 | 台灣地區經濟成長與能源之消費..... | 12 |
| 表 2 — 4 | 民國70至74年之能源消費..... | 13 |
| 表 2 — 5 | 能源別消費量及其增減..... | 14 |
| 表 2 — 6 | 部門別能源消費量..... | 16 |
| 表 2 — 7 | 民國74年部門別能源消費型態..... | 19 |
| 表 3 — 1 | 鐵路之能源消費..... | 23 |
| 表 3 — 2 | 鐵路各牽引動力之能源密集度..... | 24 |
| 表 3 — 3 | 鐵路營運之能源效率..... | 25 |
| 表 3 — 4 | 公路之能源消費..... | 28 |
| 表 3 — 5 | 公路運輸能源消費量之成長與公路車輛之成長比較表 | 29 |
| 表 3 — 6 | 公路車輛燃油效率之比較..... | 31 |
| 表 3 — 7 | 公路運輸能源密集度..... | 33 |
| 表 3 — 8 | 海運之能源消費..... | 37 |
| 表 3 — 9 | 各作業方式之能源密集度..... | 38 |
| 表 3 — 10 | 航空運輸之能源消費..... | 42 |

| | | |
|----------|------------------------|----|
| 表 3 — 11 | 航空運輸之能源密集度..... | 45 |
| 表 4 — 1 | 能源之向前關聯指數..... | 48 |
| 表 4 — 2 | 運輸部門之能源投入..... | 51 |
| 表 4 — 3 | 運輸部門與能源生產之關聯程度係數..... | 54 |
| 表 4 — 4 | 能源供給變動對運輸部門之影響估算表..... | 57 |
| 表 4 — 5 | 運輸需求模式之變數與特性..... | 59 |
| 表 4 — 6 | 公路、海運與航空之能源需求..... | 60 |
| 表 4 — 7 | 運輸能源之節約率..... | 62 |
| 表 5 — 1 | 鐵路運輸之運輸成本..... | 69 |
| 表 5 — 2 | 自用小客車行車成本分析..... | 71 |
| 表 5 — 3 | 營業小客車行車成本分析..... | 72 |
| 表 5 — 4 | 大客車之行車成本..... | 74 |
| 表 5 — 5 | 大貨車之行車成本..... | 76 |
| 表 5 — 6 | 機車之行車成本分析..... | 27 |
| 表 5 — 7 | 各型船舶每年成本..... | 78 |
| 表 5 — 8 | 摘要表..... | 80 |
| 表 5 — 9 | 歷次能源供給價格之調整—油類..... | 82 |
| 表 5 — 10 | 歷次鐵路電價之調整..... | 83 |
| 表 5 — 11 | 鄰近國家油價比較..... | 84 |
| 表 5 — 12 | 能源價格下跌13%對運輸成本之影響..... | 86 |

圖 目

| | | |
|---------|-----------------------|----|
| 圖 1 — 1 | 研究流程圖 | 3 |
| 圖 2 — 1 | 民國74年之能源供給結構 | 10 |
| 圖 3 — 1 | 運輸部門各運輸方式消費能源比率 | 21 |
| 圖 3 — 2 | 歷年鐵路之能源消費量 | 26 |
| 圖 3 — 3 | 海運之燃料油消費趨勢 | 40 |
| 圖 3 — 4 | 航空運輸之能源消費趨勢 | 44 |
| 圖 4 — 1 | 運輸部門與能源之關聯分析 | 50 |
| 圖 4 — 2 | 運輸需求之波及效果 | 54 |
| 圖 4 — 3 | 能源供給變動對運輸部門之影響 | 56 |
| 圖 4 — 4 | 公路柴油之消費量 | 64 |
| 圖 4 — 5 | 公路汽油之消費量 | 65 |
| 圖 4 — 6 | 海運燃料油消費量 | 66 |
| 圖 4 — 7 | 航空運輸能源消費量 | 67 |

第一章 緒 論

民國七十五年初國際油價下跌，促使台灣地區之能源價格數度調整。此一油價措施可能產生之影響，包括油品相對價廉，民生用油增加，致油源供應不及；他日若國際油價上漲，則可能因措手不及而致打擊經濟之運轉。交通部運輸研究所因此委託花旗企管顧問公司，在曾國雄博士主持之下，於民國七十五年三月至六月間，就能源供給與價格變動對運輸部門之影響，做初步之研究，以爲進一步研究之參考。本研究之目的、範圍、及方法分述於后。

2.1 研究目的

本研究之目的有三，一爲站在產業間相互依存之觀點，了解能源供給與運輸部門需求之配合；二爲就能源供給與運輸部門營運狀況之關聯，分析運輸部門節約能源之潛力，從而擬定運輸部門節約能源之直、間接措施；最後，基於能源價格與運輸成本之關係，分析能源價格變動對運輸成本之影響，進而了解運輸成本之穩定性。

1.2 研究範圍

本研究範圍涵蓋公路、鐵路、海運與航空等四種運輸方式，研究內容包含：

- (1) 探討各種運輸方式之能源消費趨勢；
- (2) 分析能源供給與運輸部門之技術關聯與相互依存關係；
- (3) 分析能源供給價格與運輸成本之關聯；
- (4) 探討運輸部門對能源供給變動之敏感性；
- (5) 探討運輸成本對能源供給價格變動之敏感度及運輸成本之穩定性。

本研究之架構與流程，如圖 1 - 1 所示，由能源供給分析與能源消費型態之分析結果，進而探討能源供給變動對於運輸部門之影響，包括運輸部門對能源供給變動之敏感性，以及運輸能源之最低使用水準，以之為研擬能源節約率之基礎。另一方面就能源價格與運輸成本之關聯分析，了解能源價格變動對運輸成本之影響，從而確定運輸成本之穩定性，做為有關單位之參考。

1.3 研究方法

本研究所採取之模式有二，其一為以投入產出模式為基礎而予細分之關係模式，其二為運輸能源需求模式，主

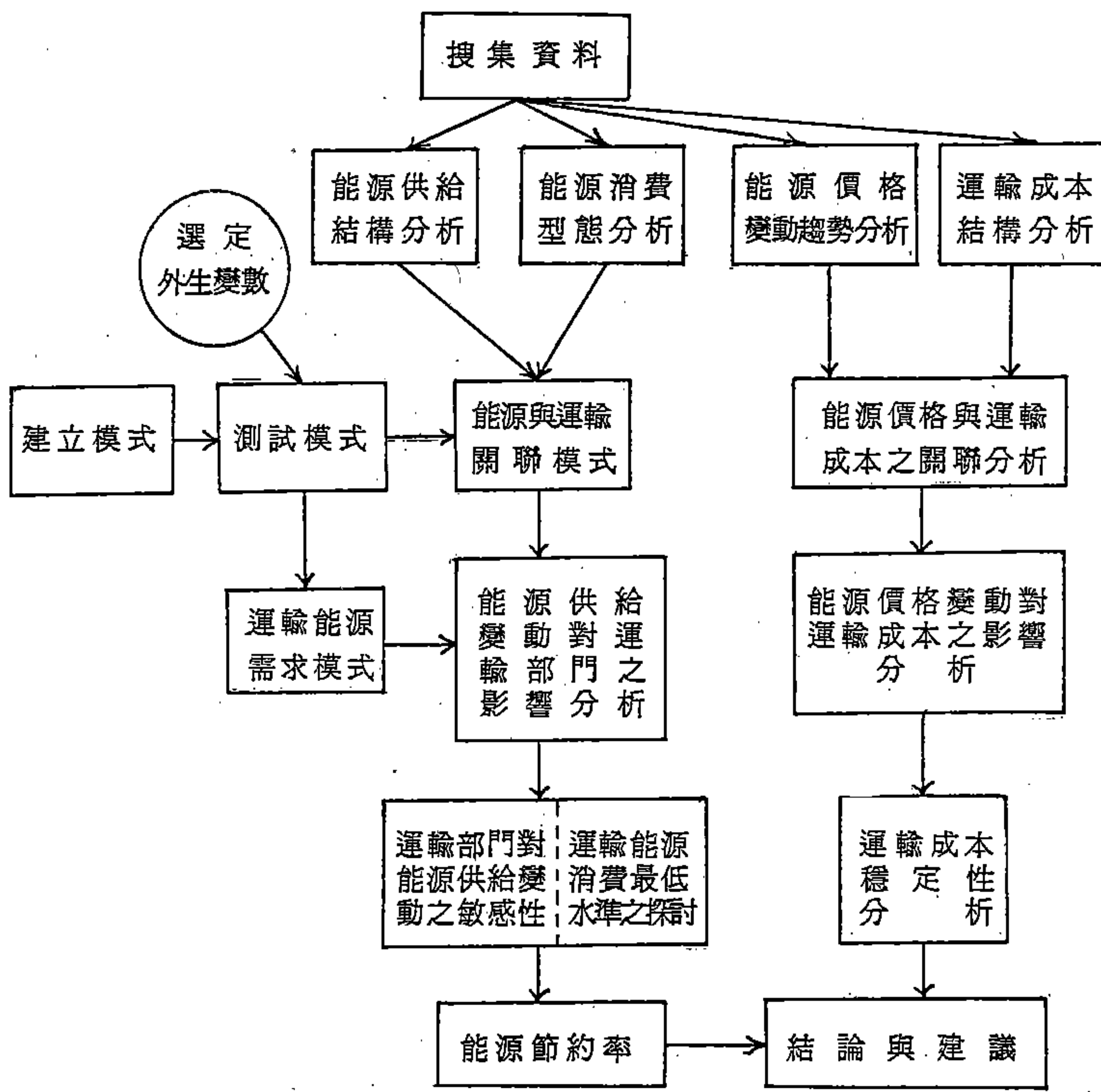


圖 1 - 1 研 究 流 程 圖

要以迴歸方程式爲測試對象，茲分別說明於后。

1. 投入產出模式

投入產出模式所表現者爲部門與部門間的投入產出關係，以及最終需求與淨產出間的均衡關係。由於投入產出模式同時表現了部門間的生產面關係與需求面的關係，故爲分析能源供給與運輸部門對能源需求關係的最適當模式。

根據產業關聯理論， n 個產業的投入產出模式，可簡單表示如下：

$$X = A X + C + I + G + E - M$$

式中 X 爲 n 個產業的總產量，係 $n \times 1$ 階的向量，稱爲產出；

A 爲投入係數，係 $n \times n$ 矩陣，其第 (i, j) 元素

a_{ij} 代表第 j 產業生產 1 單位產品所需投入的第

i 產業產品數量，通常即生產的技術關係，故 AX

爲中間投入需求；

C, I, G, E 與 M 各爲 $n \times 1$ 階的家計消費、投資

需求、政府消費、出口與進口向量。 $C + I + G$

$+ E - M$ 代表最終需求總和，統稱爲 F 。

上式等號兩邊即爲總生產 = 中間投入需求 + 最終需求總和

亦即為總供給 = 總需求的均衡等式

又可簡寫為 $X = AX + F$

對投入而言，可區分為直接與間接投入兩類，其中直接投入係指產業所直接購買之投入產品，而間接投入則為各產業為供應該產業之投入產品，從事生產所需購買之投入產品。簡便之方法為求得逆矩陣，以表現各部門產出需要對所有其他部門之全部波及效果，藉此矩陣可了解生產體系中之技術性依存關係，並可經此一體系追查最終消費者需要之商品來源，以計算各種生產水準，從而亦可計算為因應某一最終需要變動所需之各種產出水準，逆矩陣之求算過程如下：

$$X = AX + F$$

$$X - AX = F$$

$$(I - A)X = F$$

$$X = (I - A)^{-1} F$$

式中 $(I - A)^{-1}$ 為李昂鐵夫逆矩陣 (Leontief Inverse)，簡稱逆矩陣。

為求運輸能源耗用量與運量或其他經濟變數之關係，藉以判斷運輸能源之增減趨勢，係採對數型之迴歸方程式即

$$\text{Ln } EC_t = A_{0t} + \sum_i A_{it} \text{Ln } Y_{it}$$

式中 EC_t 係七種運輸方式之能源消費量， Y_{it} 係影響七種運輸方式能源消費量之變數，如運量、國內生產毛額、車輛數等。 A_{0t} 與 A_{it} 均為常數。 A_{it} 在此對數迴歸方程式中，恰為彈性係數，亦即 EC_t 因 Y_{it} 變動百分之一而變動之比率，可判斷 EC_t 受 Y_{it} 影響之程度大小， A_{it} 大於一表示影響程度大， A_{it} 小於一表示影響程度低。其計算過程如下：

定義上：

$$\text{彈性係數 } e = \frac{dEC/EC}{dY/Y}$$

迴歸式：

$$\text{Ln } EC = A_0 + A_1 \text{Ln } Y$$

對 Y 微分，則

$$\frac{1}{EC} \cdot \frac{dEC}{dY} = A_1 \cdot \frac{1}{Y}$$

$$\therefore \frac{dEC}{dY} \cdot \frac{Y}{EC} = A_1 = e$$

第二章 台灣地區能源供需檢討與結構分析

2.1 總能源供給之檢討與結構分析

爲配合工商業發展與國民生活水準提高對於能源之需要，台灣地區過去幾年來能源的供給增加非常快速。如表 2 - 1 所示，以 70~74 年四年經濟建設計畫期間看，能源總供給由 70 年 32,963 千公秉油當量，逐年增加爲 74 年的 39,400 千公秉油當量，平均每年增加約 4 %。然而在這四年之間，國內能源的自產率顯著下降，計四年間自產能源減少 8.9 %，自給率在民國 74 年已降爲 10.1 %。相反的，進口能源比率由 70 年之 85.7 % 提高爲 74 年之 89.9 %，平均每年增加 5.8 %，超過總能源供給之平均每年增加率。探討能源自給率降低之原因，不外乎台灣地區煤炭、水力、石油及天然氣等能源蘊藏量不多，其產量受蘊藏量、採礦安全要求、礦工減少等影響，無法隨需求增加而增加，是以必須仰賴進口。

經歷兩次世界性能源危機以後，政府採取多元化能源政策，一方面以煤炭取代石油，另方面則積極發展核能發電，因此我國能源結構已發生變動。

表 2 - 1 能源供給統計

單位：千公秉油當量

| 年 別 | 總 供 給 | 自 產 能 源 | 進 口 能 源 |
|------------------|--------|---------|---------|
| 70數量 | 32,963 | 4,726 | 28,237 |
| % | 100.0 | 14.3 | 85.7 |
| 71數量 | 31,717 | 4,389 | 27,328 |
| % | 100.0 | 13.8 | 86.2 |
| 72數量 | 35,894 | 4,759 | 31,135 |
| % | 100.0 | 13.2 | 86.8 |
| 73數量 | 38,358 | 4,496 | 33,862 |
| % | 100.0 | 11.7 | 88.3 |
| 74數量 | 39,400 | 4,010 | 35,390 |
| % | 100.0 | 10.1 | 89.9 |
| 70~74平均 增加率 % | 4.6 | -4.0 | 5.8 |

資料來源：經濟部能源委員會

如表 2 - 2 所示，早期台灣地區之能源供給主要為煤炭。如以千公秉油當量計算，煤炭一項佔全部的能源供給量達50%以上。此後能源供給之供給型態逐漸變動為以石油為主體，所佔比率高達60%以上。民國60年代初期與後

表 2 - 2 我國能源供給結構

單位：%

| 能 源 別 | 年 別 | 50 | 62 | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 70~74 年 平均增加率 |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 煤 | 炭 | 56.8 | 15.6 | 12.7 | 14.2 | 16.7 | 18.2 | 22.3 | 16 |
| 石 | 油 | 26.8 | 68.8 | 73.1 | 68.4 | 65.4 | 59.6 | 50.6 | -1.7 |
| 天 | 然 氣 | 0.7 | 9.9 | 9.4 | 7.1 | 5.4 | 4.3 | 3.5 | -0.6 |
| 水 | 力 發 電 | 15.7 | 5.7 | 4.7 | 4.3 | 3.9 | 3.7 | 4.6 | -0.6 |
| 核 | 能 發 電 | — | — | 0.1 | 6.0 | 8.6 | 14.2 | 19.0 | 25.5 |
| 初 級 能 源 合 計 | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100.0 |

資料來源：同表 2 - 1。

期的兩次石油危機，促使政府推動以煤炭取代石油，並發展核能發電。因此自民國66年以後，石油所佔比率雖降低不多，但煤炭所佔比率與核能發電之比率，則已有明顯的增加趨勢。以民國74年為例，如圖 2 - 1，能源供給之結構為石油佔二分之一強，煤炭佔約四分之一弱，核能發電佔五分之一弱。四年來煤炭的供給平均每年增加16%，核能發電的供給平均每年增加 25.5%，而石油、天然氣及水力發電之供給則漸減。

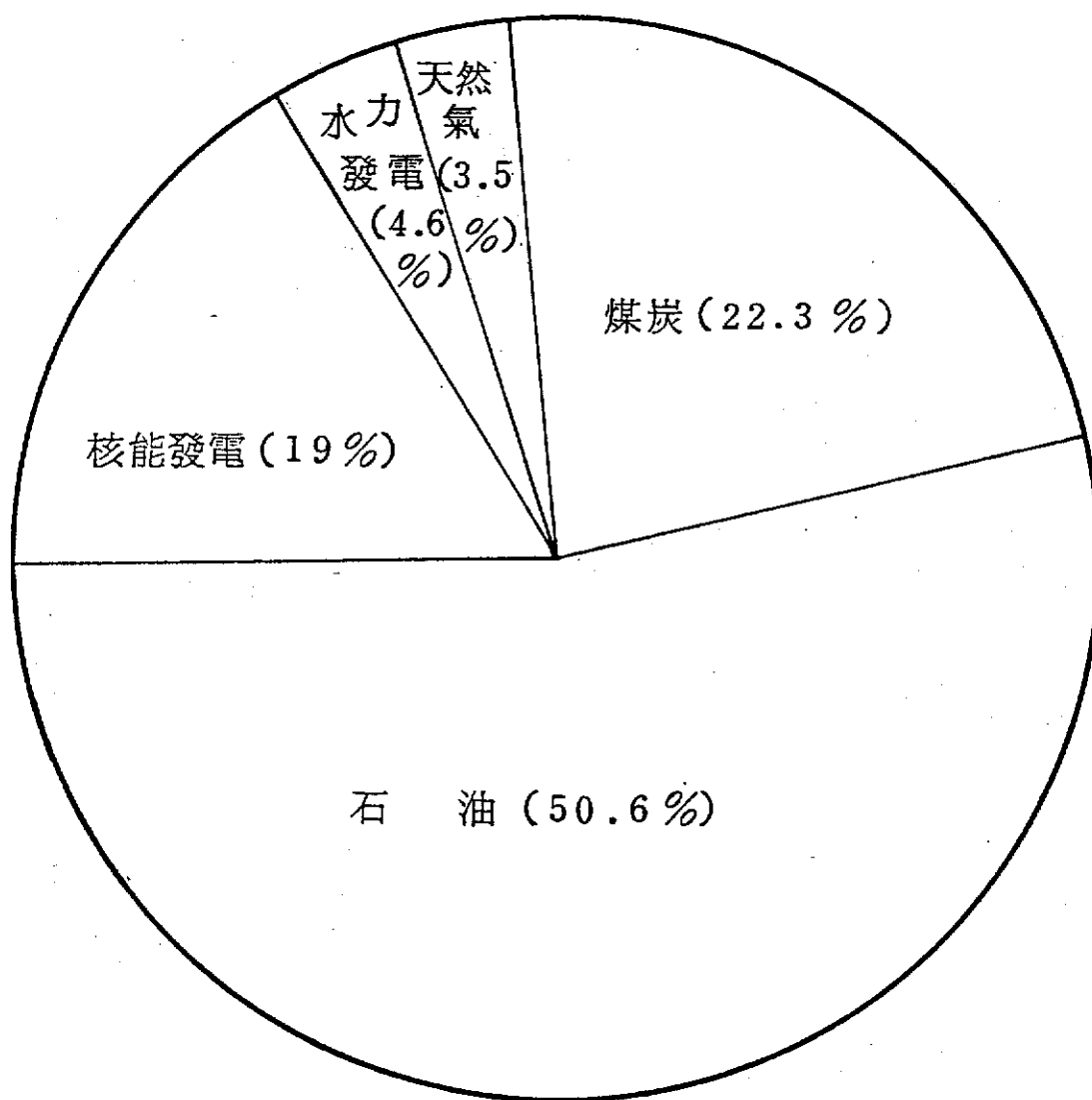


圖 2 - 1 民國74年能源供給結構

2.2 國內能源消費之檢討

能源的消費與經濟發展有密切的關係。台灣地區在民國60年代初期執行十項重大建設，如發展製鋼業、造船業、石化業等重工業，因而大幅增加了能源的消費量。然而，60年代的兩次石油危機促使經濟不景氣，產業之能源需求降低，加以政府厲行節約能源之結果，能源消費量的成長始告緩慢。茲就能源消費隨經濟成長之變動趨勢，以及總體經濟各部門消費能源之特性，分析於后。

2.2.1 能源消費變動趨勢

二十年來，我國的經濟成長率，即實質國民生產毛額之成長率維持於相當高之水準。如表2-3所示，僅民國63年、64年受世界性經濟不景氣之影響，成長率較低，在5%以下，以及民國69年至71年受第二次世界性能源危機波及，成長率降至民國70年之3.3%，其餘各年經濟成長率均在8%以上。此一高度成長之奇蹟，履為國際間所稱道。在同一二十年間，國內能源消費量之成長率也達相當之水準。與實質經濟成長率互相比較，能源消費量成長率之變動態勢與經濟成長率變動之態勢相同，尤其自民國58年以後兩者之變動趨勢幾乎相同，二十年間僅少數幾年能源消費量之成長率超越當年之經濟成長率，而致經濟成長之能源需求彈性大於一。惟自第二次石油危機以後，

表 2 - 3 台灣地區經濟成長與能源之消費

單位：%

| 年 別 | 實質 GNP 成 長 率 | 能 源 消 費 量 成 長 率 | 經濟成長之能源 需求彈性係數 |
|---------|-----------------|--------------------|-------------------|
| 民國 54 年 | 11.0 | 10.1 | 0.9 |
| 55 | 9.0 | 13.2 | 1.5 |
| 56 | 10.6 | 9.5 | 0.9 |
| 57 | 9.1 | 16.1 | 2.7 |
| 58 | 9.0 | 7.4 | 0.8 |
| 59 | 11.3 | 9.6 | 0.8 |
| 60 | 12.9 | 11.4 | 0.9 |
| 61 | 13.3 | 14.6 | 1.1 |
| 62 | 12.8 | 11.9 | 0.9 |
| 63 | 1.1 | 0.6 | 0.5 |
| 64 | 4.3 | 10.9 | 2.5 |
| 65 | 13.5 | 19.6 | 1.5 |
| 66 | 10.1 | 8.6 | 0.9 |
| 67 | 13.9 | 18.0 | 1.3 |
| 68 | 8.5 | 8.5 | 1.0 |
| 69 | 7.1 | 6.5 | 0.9 |
| 70 | 5.7 | -4.0 | — |
| 71 | 3.3 | 1.9 | 0.6 |
| 72 | 7.9 | 11.2 | 1.4 |
| 73 | 10.5 | 7.3 | 0.7 |
| 74 | 4.7 | 5.8 | 1.2 |

資料來源：1. 實質 GNP 成長率取自行政院經建會出版之

1985 Taiwan Statistical Data Book。

2. 能源消費量成長率依據經濟部能源委員會
之資料計算而得。

能源消費量之成長已呈緩慢。如表 2 - 4 所示，民國70年至74年間平均每年增加 6.5 %，而同一期間之經濟成長率為 7.3 %，經濟成長之能源需求彈性已降至 1 以下，為 0.89。此一現象不但說明我國能源使用效率提高，且亦顯露產業結構之調整已略具成效。

表 2 - 4 民國70至74年之能源消費

單位：千公秉油當量

| 年 別 | 能源消費量 | 年 平 均 成長率 (%) | 變 質 經 濟 成長率 (%) |
|----------|--------|--------------------|----------------------|
| 70 | 27,431 | — | — |
| 71 | 27,964 | 1.9 | 3.3 |
| 72 | 31,097 | 11.2 | 7.9 |
| 73 | 33,367 | 7.3 | 10.5 |
| 74 | 35,318 | 5.8 | 4.7 |
| 70~74 平均 | — | 6.5 | 7.3 |

資料來源：經濟部能源委員會編印七十三年能源統計年報。

早期煤炭為台灣地區能源市場的主力，其後因油氣產品具有運輸、儲存、高熱值等特性，在市場需求方面迅速取代了煤炭的地位。表 2 - 5 列示民國五十年石油產品及天然氣所占最終能源消費市場之比率尚不及20%，到了六十年代中

表 2 - 5 能源別消費量及其增減

單位：千公秉油當量

| 能 源 別 | 50 年 | 60 年 | 65 年 | 70 年 | 72 年 | 74 年 |
|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 電力數量 | 1,259 | 3,788 | 6,525 | 9,760 | 11,206 | 13,310 |
| % | 29.3 | 33.6 | 33.8 | 35.6 | 36.0 | 37.7 |
| 石油數量 | 832 | 3,546 | 8,084 | 13,573 | 14,527 | 16,565 |
| % | 19.4 | 31.5 | 41.9 | 49.5 | 46.7 | 46.9 |
| 天然氣數量 | 21 | 534 | 1,069 | 1,530 | 1,251 | 1,123 |
| % | 0.5 | 4.7 | 5.6 | 5.6 | 4.1 | 3.2 |
| 煤炭數量 | 2,092 | 2,521 | 2,004 | 2,558 | 4,123 | 4,320 |
| % | 48.8 | 22.4 | 10.4 | 9.3 | 13.3 | 12.0 |
| 合計數量 | 4,292 | 11,266 | 19,275 | 27,431 | 31,097 | 35,318 |
| % | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

資料來源：同表 2 - 1。

期已取代了半數的煤炭，比率高達47%。如前所述，政府在六十年代中期以後，為降低能源密集度，推動多元化能源政策，油氣產品之消費始逐漸減緩。目前石油類能源之消費比率維持在47%左右；電力的消費量成長迅速，其所占比率節節提高至74年達 37.7%；煤炭消費比率較小，占

12.2%，然其成長率平均每年高達 13.9%；天然氣因省內減產，消費量隨之減少，目前此一能源之消費僅占 3.2 %。

今後在政府推動發展替代性能源政策之下，石油之消費比率仍將持續遞減。電力市場已轉向消費導向，未來電力需求隨工業進步與生活水準不斷提高，在總能源消費的地位將更形重要。由於油價與油之供給不確定性，煤炭將繼續取代石油，且防治煤炭污染設備正加緊改進中，預料煤炭在我國總能源消費之比重將持續增大。

2.2.2 各部門之能源消費結構

就能源消費在總體經濟各部門之分配而言，如表 2 - 6，二十餘年來最大之特徵為運輸部門對能源消費量之比重顯著提高，而其他部門之能源消費量比重則呈遞減。

能源消費量最多的為工礦部門，民國 50 年消費二百多萬公秉油當量之能源，亦即全國 53.8% 之能源。民國 50 年至 60 年工礦部門之能源使用量因工業加速成長而增加了 1.6 倍。60 年至 70 年間因兩次世界性能源危機之波及，工礦業成長受影響，其對能源之消費呈現增加速度減緩之情況，十年間消費量增加 1.1 倍。此外，自民國 60 年以來，工礦部門能源消費量佔全國能源總消費量之比率已呈遞減趨勢，

表 2 - 6 部門別能源消費量

單位：千公秉油當量

| 年 別 | 能 源 部 門 | | 工 礦 部 門 | | 運 輸 部 門 | | 農 林 漁 部 門 | | 其 他 | |
|------------|---------|-----|----------|------|---------|------|-----------|-----|---------|------|
| | 數 量 | % | 數 量 | % | 數 量 | % | 數 量 | % | 數 量 | % |
| 50 | 362.3 | 8.6 | 2,261.3 | 53.8 | 289.5 | 6.9 | 212.1 | 5.0 | 1,079.2 | 25.7 |
| 60 | 754.9 | 7.3 | 5,954.8 | 57.3 | 898.2 | 8.6 | 453.0 | 4.4 | 2,328.9 | 22.4 |
| 65 | 1,457.7 | 8.2 | 9,299.4 | 52.6 | 2,052.3 | 11.6 | 779.3 | 4.4 | 4,093.6 | 23.2 |
| 70 | 1,940.2 | 7.8 | 13,040.5 | 52.8 | 3,323.9 | 13.4 | 935.4 | 3.8 | 5,479.4 | 22.2 |
| 72 | 2,163.0 | 7.7 | 14,474.2 | 51.6 | 3,837.0 | 13.7 | 1,082.9 | 3.9 | 6,481.8 | 23.1 |
| 74 | 2,325.0 | 7.6 | 15,289.1 | 50.3 | 4,433.6 | 14.6 | 1,219.5 | 4.0 | 7,156.0 | 23.5 |
| 平均每年成長率(%) | 8.1 | — | 8.3 | — | 12.0 | — | 7.6 | — | 8.2 | — |

註：1.其他指住宅部門及其他服務業。

2.本表不含非能源消費。

3.本表百分率之計算以國內能源消費量之總數爲
100 %。

充分顯示台灣地區之經濟發展已進入工業部門穩定成長，而服務業成長速度提高之階段。

一級產業，即農林漁部門所消費之能源數量，隨其成長之需要，長期間顯示增加之趨勢；惟消費量占全國能源消費總量之比率，反映農林漁部門之生產占總體經濟之比重，隨我國經濟結構之調整而遞減。運輸部門之能源消費量已如前所示極富特性，此主要因為民國60年代執行六大交通建設以來，運輸能量大為擴充，加以運輸業係以耗能源之運輸服務配合總體經濟各部門之成長，因此各部門之成長帶動運輸部門之成長，從而加速增加運輸部門之能源消費量。由表2-6片斷之歷史資料，運輸部門之能源消費量在民國60年至70年間增加2.6倍，而其消費量所占比率則自民國50年6.9%增為民國74年14.6%，平均每年增加12.0%。

至於能源部門及其他部門（商業、金融業與一般家庭）之消費總量，在長期間呈增加趨勢，惟消費量之比重較其他部門穩定，各年間變動很小。能源部門之消費量所占比率維持在7~8%；其他部門之消費量則維持在22~23%。

2·2·3 各部門所消費之能源型態

前述總體經濟各部門所消費之能源型態列如表 2 - 7。能源部門主要消費石油產品及電力，尤以前者最多，爲其半數以上之消費能源。工礦部門所消費之能源以電力最多，全年計消費 6,921 千公秉油當量。運輸部門消費能源者主要爲車輛，故幾以石油產品爲主要能源，占其消費總量的 97.9%。農林漁部門有 76.7% 的能源消費型態爲石油產品，其他 23.3% 爲電力。商業、金融業與一般家庭所消費的能源，半數以上爲電力，30% 爲石油產品。

總觀各部門所消費之能源，因各部門生產型態之不同而各異。大致上工礦部門與商業、金融業、一般家庭等部門以電力爲主要消費對象，其他三部門，能源、運輸、與農林漁等，則以石油產品之消費爲主。

表 2 - 7 民國七十四年部門別能源消費型態

單位：千公秉油當量

| 部門別 \ 能源型態 | 煤及其產品 | 石油產品 | 天然氣 | 電力 | 合計 |
|------------|-------|--------|-----|--------|--------|
| 能源部門 | 17 | 1,228 | 41 | 1,039 | 2,325 |
| 工礦部門 | 4,083 | 4,049 | 236 | 6,921 | 15,289 |
| 運輸部門 | — | 4,341 | — | 92 | 4,434 |
| 農林漁部門 | — | 936 | — | 284 | 1,220 |
| 其他部門 | 77 | 2,103 | 523 | 4,454 | 7,155 |
| 合計 | 4,177 | 12,657 | 800 | 12,790 | 30,423 |

資料來源：經濟部能源委員會編印七十四年十二月能源統計月報。

第三章 運輸部門能源消費之探討

目前運輸部門因營運之需要，每年消費四百餘萬公秉油當量之能源。公路運輸，包括公路車輛以及公路客貨運輸業者之營運，全年消費相當多之能源，約三百八十萬公秉油當量。海運，包括港埠之營運與航運業船舶之消費，每年約達二十萬公秉油當量，為次多之消費量。鐵路運輸與航空運輸之範圍相對較小，全年所消費之能源較少，各約十萬公秉油當量。歷年個別運輸消費能源之數量，占運輸部門總消費量之比率繪如圖 3 - 1，顯示公路運輸之能源消費量長期呈現以遞減率遞增之趨勢；鐵路則因捨柴油化改以電氣化發展之緣故，燃油效率提高，能源消費量之比率逐年遞減；航空運輸與海運所占比率最少，且略降，僅海運在近兩年增加，個別運輸之能源消費概況與趨勢分析，分別敘述於后。

3.1 鐵 路

3.1.1 鐵路運輸之能源消費

鐵路之發展在民國五十年代採以柴油機車取代蒸氣機

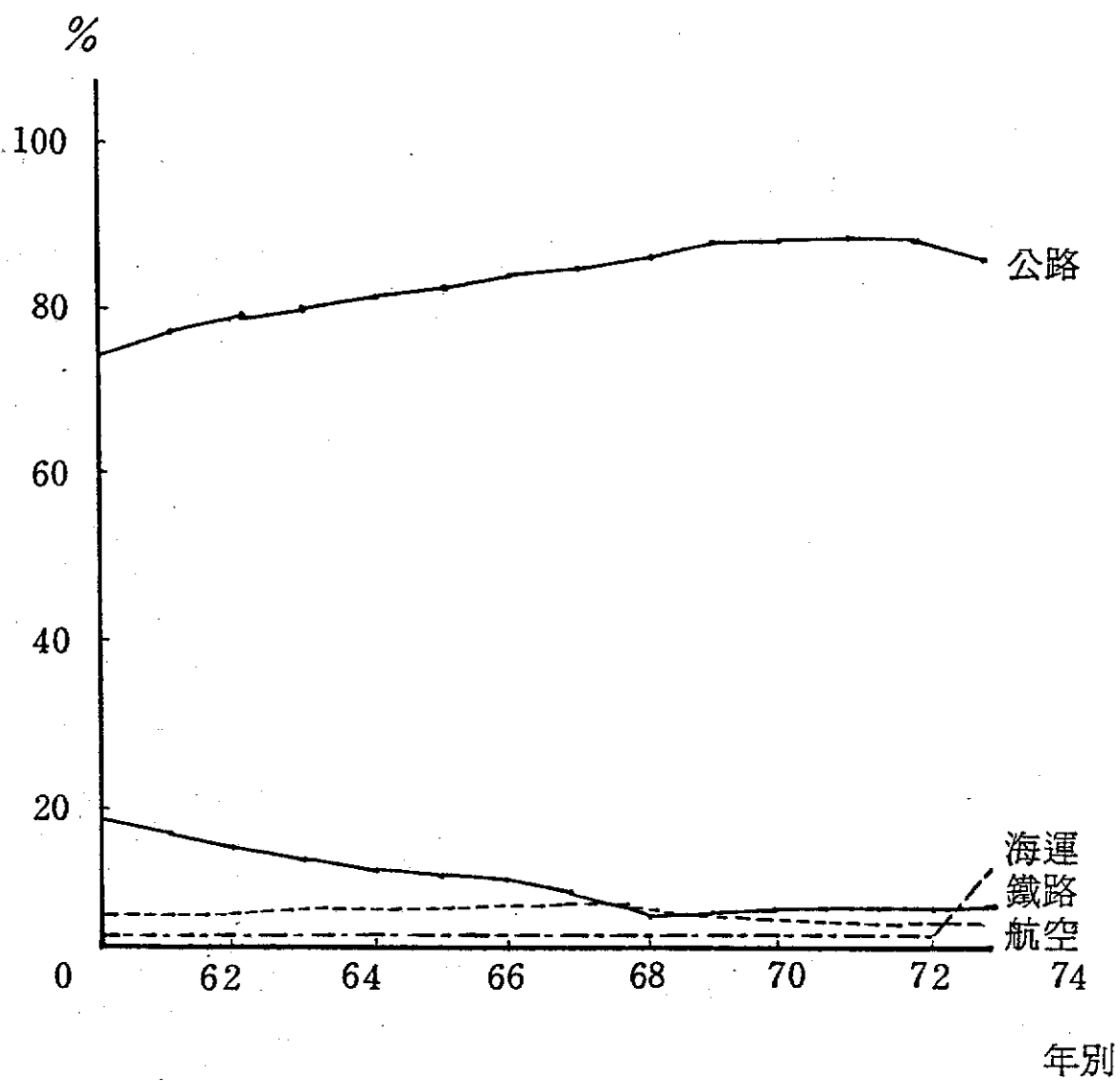


圖 3 - 1 運輸部門各運具消費能源之比率

車之策略，民國六十年代研究鐵路電氣化之可行性後，即決定將台鐵主幹，縱貫綫，先予全面電氣化，鐵路之發展因而以電氣化爲方針。隨着鐵路發展之歷程，鐵路對於能源之消費也有明顯的轉戾點。如表 3 - 1 所示，民國60年以至民國67年，柴油爲主要之鐵路能源，其消費量隨運量增加而增加。民國67年底，台鐵縱貫綫完成全綫電氣化，並行駛電氣機車與電聯車，柴油之消費量因而大幅減少；而電力之消耗度數激增，民國68年以來，此種趨勢尤爲明顯。

就鐵路對能源之消費總量看，亦如表 3 - 1 所示，所以台鐵完成電氣化之民國67年爲分界點。在67年以前，鐵路的能源消費總量遠較民國67年以後各年之總消費量爲大。民國68年以後鐵路總消費量每年呈現增加趨勢；惟增加之幅度很小，較台鐵客貨列車之總車公里數之成長緩慢。此一能源消費量水準降低的事實，反映鐵路在電氣化以後能源效率提高。

3.1.2 鐵路運輸之能源密集度

民國67年以來，鐵路的能源效率提高，可就表 3 - 2 所示鐵路各種牽引動力能源密集度之比較，而進一步證明之。所謂能源密集度是指運輸工具每提供一單位運輸

表 3 - 1 鐵路之能源消費

| 能源 年別 | 總消費量 | 石油產品 | 柴 油 | 燃料油 | 電 力 |
|----------|------------|------------|------|-----|-------|
| | 千公秉 油當量 | 千公秉 油當量 | 千公秉 | 千公秉 | 百萬度 |
| 60 | 156.6 | 62.9 | 62.5 | 0.4 | 2.4 |
| 61 | 170.8 | 69.0 | 69.3 | 0.4 | 3.2 |
| 62 | 175.0 | 71.3 | 71.6 | 0.3 | 4.0 |
| 63 | 169.0 | 70.5 | 78.9 | 0.5 | 4.4 |
| 64 | 157.0 | 76.0 | 76.3 | 0.5 | 4.3 |
| 65 | 170.9 | 78.4 | 78.4 | 0.8 | 5.3 |
| 66 | 162.6 | 80.6 | 80.3 | 1.0 | 6.6 |
| 67 | 143.9 | 71.6 | 70.9 | 1.1 | 51.9 |
| 68 | 99.6 | 51.7 | 50.8 | 1.0 | 171.3 |
| 69 | 109.6 | 51.8 | 51.1 | 0.9 | 213.8 |
| 70 | 109.4 | 48.5 | 47.9 | 0.8 | 234.0 |
| 71 | 110.3 | 48.5 | 47.3 | 1.3 | 241.9 |
| 72 | 111.2 | 48.4 | 47.4 | 1.3 | 247.2 |
| 73 | 112.6 | 47.6 | 46.4 | 1.4 | 249.7 |
| 74 | 103.1 | 40.1 | 38.8 | 1.3 | 248.2 |

資料來源：同表 2 - 7。

服務，所需消耗之能源數量。對於鐵路而言，其能源密集度可以每人公里、每噸公里、每車公里、或每牽引噸公里所消費之能源數量，表示其能源密集度。表 3 - 2 因主要在比較機車牽引動力不同之能源密集度，故而採每牽引噸公里之能源消費量為能源密集度。目前台鐵客貨列車之牽引動力主要有柴電機車、電力機車與柴液機車（含柴油客車），表 3 - 2 顯示電力機車及電車組之能源密集度最小，為 48.94 卡／牽引噸公里，亦即能源效率最高。因此可知台鐵以電氣化取代柴油化，其能源使用效率提高，為無疑之效果。

表 3 - 2 鐵路各牽引動力之能源密集度

單位：千卡／牽引噸公里

| 牽 引 動 力 別 | 能源密集度 |
|-----------|-------|
| 柴 電 機 車 | 61.9 |
| 電力機車及電車組 | 48.9 |
| 柴油客車及柴液機車 | 85.7 |

資 料 來 源：台灣鐵路管理局。

註：本表係民國七十二年一至十二月平均數。

鐵路客貨運輸之營運能源（Operation Energy）密集度，依經濟部能源委員會民國七十四年之調查結果，以客、貨車總牽引噸數之比率為客運與貨運分攤準則，計算如表 3 - 3，客運每人公里為 52.26 千卡，貨運為每噸公里 116.46 千卡。

表 3 - 3 鐵路營運之能源效率

| 客 貨 運 別 | 項 目 | 全年能源消費量 | 能 源 密 集 度 | |
|------------------|--------|--------------------|-----------|--------|
| | | 10 ⁹ 千卡 | 千卡／人公里 | 千卡／噸公里 |
| 客 | 運 | 445.28 | 52.26 | — |
| 貨 | 運 | 287.66 | — | 116.46 |

資料來源：經濟部能源委員會，「台灣地區運輸部門能源消費調查報告」，民國七十四年七月。

3.1.3 鐵路運輸能源消費趨勢之分析

依據前節分析結論，鐵路電氣化以後，對於能源之消費多數得以電力取代柴油，且能源使用效率提高。將歷年鐵路消費能源之油當量數值繪於圖 3 - 2，即見民國 67 年為消費量消長的分水點。考能源消費量減少的原因除當年運量受電氣化施工之影響而減少外，最重要的是 67 年以後即電氣化。68 年至 74 年鐵路所消費的能源數量在 100 至 112

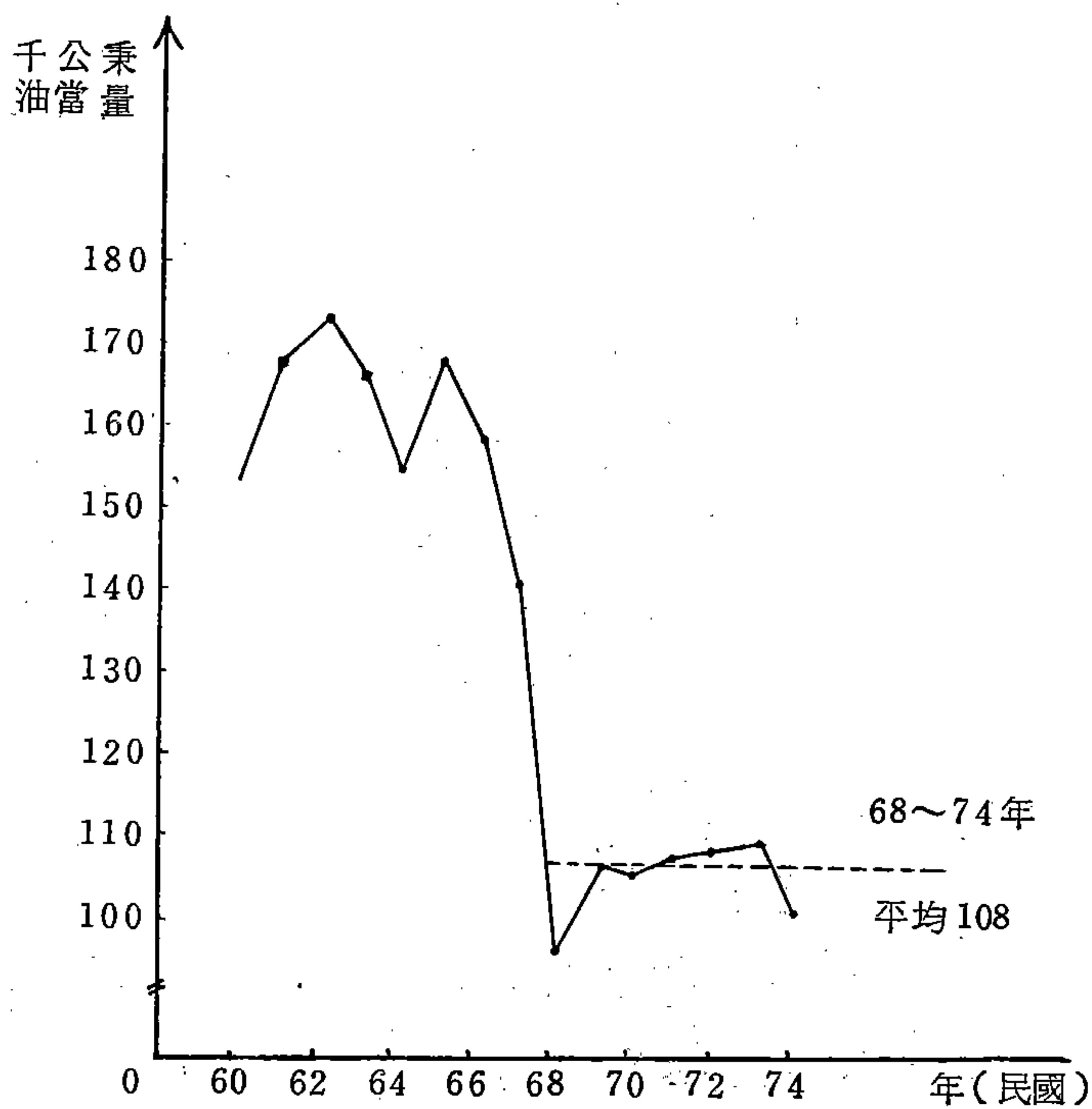


圖 3 - 2 歷年鐵路之能源消費量

千公秉油當量之間，此因近年來鐵路客運量與貨運量之成長已趨緩和。目前在南迴鐵路尚未完成之前，估計鐵路之運量成長不致有明顯之突破，因此能源之消費趨勢當可維持穩定或小幅的波動。

3.2 公 路

3.2.1 公路運輸之能源消費

公路部門的能源需求來自公路客運、貨運、都市大眾運輸、營業小客車、自用小客車、機車、私人貨運業務，以及旅遊業。歷年來以千公秉油當量計算之能源總消費量，如表 3 - 4 所示均相當龐大。公路運輸所使用的能源型態多為汽油，約占總消費量的 65%，其次為柴油，燃料油與電力之消耗則極為有限。因此公路運輸以石油產品為主要的能源。

台灣地區之公路車輛數隨經濟成長之需要，以及每人所得提高，逐年顯著增加。車輛數增加，不論係私人運輸之增加，亦或大眾運輸之增加結果，均造成燃油使用量增加，亦即使能源的絕對消費量增加。然而，就能源使用量之成長率與車輛數成長率之比較，如表 3 - 5 所示，民國 68 年恰為一顯著之分界點。在 68 年以前車輛之成長率小於

表 3 - 4 公路之能源消費

| 年 別 | 能 源 別 | 總消費量 | 石油產品 | 車用汽油 | 柴 油 | 燃料油 | 電 力 |
|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| | | 千公秉油當量 | 千公秉油當量 | 千 公 秉 | 千 公 秉 | 千公秉 | 百萬度 |
| 60 | | 696.9 | 696.4 | 467.3 | 297.8 | 0.1 | 2.1 |
| 61 | | 870.2 | 869.7 | 562.2 | 390.8 | 0.2 | 2.0 |
| 62 | | 1,133.8 | 1,133.2 | 738.3 | 504.0 | 0.4 | 2.3 |
| 63 | | 1,246.1 | 1,245.4 | 807.1 | 557.8 | 0.4 | 2.4 |
| 64 | | 1,487.0 | 1,486.3 | 927.2 | 698.0 | 0.1 | 2.8 |
| 65 | | 1,775.6 | 1,774.9 | 1,036.8 | 895.9 | 0.2 | 2.9 |
| 66 | | 2,004.2 | 2,003.4 | 1,189.2 | 994.5 | 0.3 | 3.1 |
| 67 | | 2,403.1 | 2,402.3 | 1,445.3 | 1,175.6 | 0.2 | 3.2 |
| 68 | | 2,797.0 | 2,796.2 | 1,709.1 | 1,344.7 | 0.1 | 3.2 |
| 69 | | 3,063.5 | 3,062.7 | 1,802.7 | 1,533.8 | 0.5 | 3.5 |
| 70 | | 3,110.5 | 3,109.5 | 1,900.1 | 1,495.2 | 0.7 | 3.9 |
| 71 | | 3,263.2 | 3,262.0 | 2,066.1 | 1,504.0 | 0.6 | 5.1 |
| 72 | | 3,548.4 | 3,546.9 | 2,275.1 | 1,610.3 | 0.5 | 6.0 |
| 73 | | 3,817.8 | 3,816.2 | 2,486.9 | 1,697.7 | 0.6 | 6.6 |
| 74 | | 4,034.3 | 4,032.5 | 2,612.4 | 1,806.6 | 1.9 | 7.2 |

資料來源：同表 2 - 7

表 3 - 5 公路運輸能源消費量之成長與公路車輛之成長

比較表

單位：成長率%

| 年 別 | 公路運輸總能源消費量 | 公 路 車 輛 數 |
|-----|------------|-----------|
| 61 | 24.86 | 16.51 |
| 62 | 30.29 | 22.42 |
| 63 | 9.90 | 23.00 |
| 64 | 19.34 | 18.46 |
| 65 | 19.41 | 17.69 |
| 66 | 12.90 | 19.01 |
| 67 | 19.91 | 13.63 |
| 68 | 16.39 | 23.45 |
| 69 | 9.51 | 19.27 |
| 70 | 1.53 | 16.03 |
| 71 | 4.91 | 11.67 |
| 72 | 8.73 | 10.41 |
| 73 | 7.58 | 10.03 |

資料來源：依據本報告表 3 - 4 以及行政院經建會出

版之 1985 Taiwan Statistical Data

Book 計算而得。

能源使用量之成長率；而68年以後則見相反之現象，能源使用量之成長已較車輛之成長緩慢。此一現象顯示車輛數量增加之同時，燃油效率亦相對提高，能源使用量之成長速度因而減緩。公路運輸業以及私人運輸之車輛燃油效率，可進一步以能源密集度說明於下節。

3.2.2 公路運輸之能源密集度

影響車輛燃油效率之因素很多，除車輛本身之機械特性，如汽缸大小、車齡、廠牌、車種、及燃油種類外，並包括車輛之使用概況與駕駛人之個別特性與習慣。表3-6列示之各種車輛，在不同的車輛狀況與使用狀況之下的燃油效率。由表3-6之比較，可獲知以下結論：

1. 70年以後出廠的車輛，普遍較70年以前出廠車輛的燃油效率高；
2. 大型車燃油效率較小型車的燃油效率低；
3. 各車種汽缸排氣量越大，則燃油效率越低；
4. 使用冷氣的車輛燃油效率較低；
5. 都市（台北市）車輛的燃油效率普遍較地方（台灣省）車輛的燃油效率低。

由於公路運輸服務的目的在於人、貨的運輸，一定量能源的消費，所提供的運輸服務越多，表示能源使用效率

表 3 - 6 公路車輛燃油效率之比較

單位：公里／公升

| 出廠別 | 車別 | 大 客 車 | | | 小 客 車 | | | 機 車 | | | 小貨車 | 大 貨 車 | | |
|-------------------|---------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------|----------|-----------|--------|--------|----------|--------|
| | | 5,000CC 以下 | 5,000CC 以上 | 1,200CC 以下 | 1,201- 1,800CC | 1,801- 2,400CC | 2,401CC 以上 | 500CC 以下 | 51-125CC | 126-150CC | | 4.9噸以下 | 4.9-5.9噸 | 5.9噸以上 |
| 民國 66 年至 69 年出廠車輛 | 自用冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 4.150 | 2.000 | 11.351 | 8.609 | 6.750 | 5.667 | | | | | | | |
| | 台灣省 | 4.900 | 3.200 | 11.908 | 9.893 | 8.953 | 6.853 | | | | | | | |
| | 自用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 5.000 | - | 12.530 | 9.730 | 7.871 | 6.183 | 30.000 | 35.250 | 29.250 | 8.786 | 5.822 | 3.899 | 2.775 |
| | 台灣省 | 5.643 | 3.486 | 13.144 | 11.950 | 10.029 | 7.920 | 29.250 | 34.753 | 30.517 | 9.536 | 6.817 | 4.172 | 4.163 |
| | 營業用冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 2.430 | 2.350 | 10.290 | 9.750 | 12.000 | - | | | | | | | |
| | 台灣省 | - | 3.038 | 11.326 | 10.529 | 10.077 | | | | | | | | |
| | 營業用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| 民國 70 年以後出廠車輛 | 台北市 | - | 2.987 | 11.515 | 10.750 | 13.000 | | | | | 8.777 | 5.181 | 2.513 | 3.446 |
| | 台灣省 | 5.835 | 3.666 | 12.657 | 11.706 | 11.179 | | | | | 8.537 | 4.832 | 3.214 | 3.320 |
| | 自用冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 7.000 | - | 10.868 | 9.778 | 6.988 | 5.890 | | | | | | | |
| | 台灣省 | 4.000 | 3.950 | 12.090 | 11.307 | 8.972 | 7.700 | | | | | | | |
| | 自用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 7.500 | - | 12.082 | 11.078 | 8.193 | 6.840 | 37.500 | 35.080 | 39.860 | 9.866 | 5.949 | 3.666 | 2.454 |
| | 台灣省 | 4.640 | 3.633 | 13.298 | 12.495 | 10.097 | 8.691 | 34.867 | 37.525 | 31.770 | 10.698 | 6.790 | 6.650 | 3.900 |
| | 營業用冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | 2.570 | 2.322 | 10.422 | 10.551 | | | | | | | | | |
| | 台灣省 | - | 3.273 | 11.325 | 11.236 | 11.000 | | | | | | | | |
| | 營業用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | | |
| | 台北市 | - | 3.209 | 11.571 | 11.825 | | | | | | 10.475 | 5.014 | 2.368 | 2.759 |
| | 台灣省 | - | 3.900 | 12.561 | 12.497 | 12.000 | | | | | 9.655 | 4.944 | 3.806 | 3.359 |

資料來源：依據經濟部能源發展基金研究報告（74年7月）整理而得。

越高。前述車輛燃油效率與能源使用效率間的轉換因子爲客車之乘載率以及貨車之空車率。能源使用率通常仍以能源密集度爲衡量指標，即每運輸一人公里（或噸公里）時，車輛所消費的能源量。亦即：

$$\text{能源密集度} = \frac{\text{每公升油品熱值}}{\text{車輛燃油效率} \times \text{乘載率（或空車率）}}$$

依據此式所計算之各車種能源密集度列如表 3 - 7。

1. 小客車：由於台灣地區小客車，尤其是自用小客車的乘載率普遍均低，每車平均未達 2 人（見附錄 ），因之能源密集度高，尤以汽缸容量大者爲然，且冷氣車之能源密集度亦較非冷氣車爲大。汽缸容量較大，即 1,800 CC 以上之中長途定點攬客營業小客車，因乘載率較高，約每車 3.8 人（見附錄 ），能源密集度顯著偏小。
2. 大客車：在乘載率方面，此一車種最高，所以能源密集度較小。一般而言，5,000CC 以上大客車的能源密集度較小，尤以乘載率較高的都市地區營業大客車爲然。
3. 機車：各型機車之載客率極爲相近，因此能源密集度的大小與燃油效率的高低成正比。51 ~ 125CC 之機車燃油效率最高，而能源密集度最小。
4. 小貨車：營業小貨車回程空車率較自用小貨車小，因之

表 3 - 7 公路運輸能源密集度

單位：各機車：千卡／人公里
貨車：千卡／噸公里

| 車 別 | 大 客 車 | | 小 客 車 | | 客 車 | | 機 車 | | 小 貨 車 | 大 貨 車 | | |
|---------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------|----------|-----------|---------|-----------|---------|
| | 5,000CC 以下 | 5,000CC 以上 | 1,200CC 以下 | 1,201- 1,800CC | 1,801- 2,400CC | 2,401CC 以上 | 500CC 以下 | 51-125CC | 126-150CC | 4.9 噸以下 | 4.9-5.9 噸 | 5.9 噸以上 |
| 自用冷氣車 | | | | | | | | | | | | |
| 台北市 | 143.607 | 102.686 | 368.346 | 473.138 | 608.517 | 992.497 | | | | | | |
| 台灣省 | 91.649 | 47.544 | 396.865 | 409.821 | 465.548 | 593.755 | | | | | | |
| 自用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | |
| 台北市 | 125.560 | 41.912 | 331.497 | 417.449 | 518.669 | 663.406 | 199.362 | 169.711 | 227.112 | 777.511 | 275.992 | 303.928 |
| 台灣省 | 82.782 | 45.128 | 358.483 | 369.231 | 413.933 | 519.741 | 180.035 | 177.202 | 196.853 | 936.622 | 303.192 | 297.222 |
| 營業用冷氣車 | | | | | | | | | | | | |
| 台北市 | 102.968 | 65.007 | 894.404 | 897.783 | 650.000 | - | | | | | | |
| 台灣省 | 78.443 | 71.914 | 754.971 | 835.185 | 202.159 | - | | | | | | |
| 營業用非冷氣車 | | | | | | | | | | | | |
| 台北市 | 97.941 | 52.911 | 803.680 | 801.845 | 600.000 | | | | | 525.016 | 117.096 | 182.189 |
| 台灣省 | 58.672 | 62.464 | 678.736 | 751.048 | 182.339 | | | | | 817.733 | 216.892 | 637.299 |

+ 考慮空車率。

++ 台灣地區平均。

能源密集度以營業小貨車為較小。

5. 大貨車：各型貨車以營業用者之能源密集度較小，而因空車率不同之故，4.9 ~ 5.9 噸大貨車的燃油效率較低，但其能源密集度亦較低，顯示此一型貨車的回程空車率最小。

3.2.3 公路運輸能源消費趨勢之分析

公路運輸所消費的主要能源為汽油與柴油。使用汽油的車輛多為小客車、小貨車與機車，因此此三種車輛之數量越多，使用得越頻繁，則所消費的汽油也越多。若以多元迴歸分析法，分析民國60年以來公路運輸的汽油消費量與小客車、小貨車及機車數量，以及代表車輛使用頻度的實質國內生產毛額間的變動趨勢關係，可得下式。小客車、小貨車、機車之輛數，以及實質國內生產毛額均為影響

$$\text{LnGAS} = -8.774 + 0.449 \text{ LnAU} + 0.654 \text{ LnGDP} \quad (1)$$

$$(2.207) \quad (1.569)$$

$$R^2 = 0.989$$

$$F = 593.539$$

式中 GAS為公路運輸汽油消費量；

AU為小客車、小貨車與機車輛數；

GDP為實質國內生產毛額。

公路運輸汽油消費量的顯著因素。其中三種車輛之數量每增加 1 %，將使公路運輸汽油消費量增加 0.449 %；而實質國內生產毛額每增加 1 %，將促使車輛因使用頻度增加而多消費 0.654 % 的汽油。

公路運輸使用柴油者多為大客車與大貨車。採用前述迴歸分析法，發現實質國內生產毛額對公路車輛的柴油消費量影響較不顯著；惟大客車與大貨車輛數的影響極為明顯（如(2)式）。若僅採大客車與大貨車之車輛數為解釋變數，則如(3)式所示，兩種車輛數增加 1 %，將使公路運輸的柴油使用量增加 1.934 %。

$$\text{LnDES} = -15.520 + 1.429 \text{ LnBU} + 0.440 \text{ LnGDP} \cdots (2)$$

(1.823) (0.650)

$$R^2 = 0.951$$

$$F = 128.816$$

式中 DES 為公路運輸柴油消費量；

BU 為大客車與大貨車之輛數；

GDP 為實質經濟成長率。

$$\text{LnDES} = -15.013 + 1.934 \text{ LnBU} \cdots (3)$$

(16.437)

$$R^2 = 0.953$$

$$F = 270.182$$

式中 DES 與 BU 同 (2) 式。

由以上的分析可知，公路運輸的能源消費量有隨車輛數增加，以及經濟活動增加而加大的趨勢。

3.3 海 運

3.3.1 海運之能源消費

台灣地區海運所消費的能源數量歷年來變化相當大。如表 3 - 8 所示，在第一次世界性能源危機時，由於經濟不景氣，國際貿易停滯成長，民國 63 年海運總消費量減少。民國 64 年隨經濟復甦，海運之能源消費量方增加。民國 68 年所發生的第二次能源危機，波及次年及往後各年之世界經濟，海運之能源總消費量再次顯著減少。然而自民國 71 年起，海運之能源消費量隨景氣復甦再次增加，民國 72 年以來，因政府鼓勵國輪使用本國油料（燃料油），更見能源消費量之顯著增加。

海運所使用之主要能源型態在民國 68 年以前多為柴油，68 年以後則改為燃料油。此主要係因內燃機之主推進器漸改為以重油為主要燃料，取代了柴油之使用。

3.3.2 海運之能源密集度

海運之能源密集度為每單位運輸服務所消耗的能源。

表 3 - 8 海運之能源消費

| 年 別 | 能 源 別 | 總 消 費 量 | 石 油 產 品 | 柴 油 | 燃 料 油 | 電 力 |
|--------|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|
| | | 千公秉油當量 | 千公秉油當量 | 千 公 秉 | 千 公 秉 | 百 萬 度 |
| 60 | | 12.1 | 11.5 | 1.7 | 9.4 | 2.3 |
| 61 | | 6.0 | 5.3 | 2.4 | 2.8 | 2.8 |
| 62 | | 14.8 | 14.0 | 11.3 | 2.7 | 3.2 |
| 63 | | 11.7 | 10.9 | 8.8 | 2.1 | 3.0 |
| 64 | | 22.6 | 21.6 | 20.0 | 1.8 | 4.1 |
| 65 | | 26.0 | 24.7 | 18.8 | 6.0 | 5.0 |
| 66 | | 28.8 | 28.3 | 22.1 | 6.4 | 2.0 |
| 67 | | 24.2 | 24.0 | 16.0 | 8.0 | 1.0 |
| 68 | | 32.9 | 32.6 | 19.3 | 13.3 | 0.9 |
| 69 | | 25.6 | 25.3 | 10.2 | 14.8 | 1.1 |
| 70 | | 16.6 | 16.3 | 6.5 | 9.6 | 1.2 |
| 71 | | 19.2 | 16.9 | 7.0 | 11.8 | 1.2 |
| 72 | | 86.2 | 85.8 | 7.3 | 76.8 | 1.2 |
| 73 | | 215.4 | 215.0 | 9.0 | 201.6 | 1.2 |
| 74 | | 200.9 | 200.5 | 9.4 | 186.9 | 1.2 |

資料來源：同表 2 - 7。

每單位運輸服務可以每噸海裡為單位，分析海運營運能源之使用效率。海運與內陸運輸相同，運行之距離越長，亦即較長途之貨運服務，能源密集度越小。依據經濟部能源委員會所調查的海運能源密集度，按船舶與作業方式歸納如表 3 - 9。以航程比較，沿海作業方式最短，所以沿海營運之船舶能源密集度較高，表示能源使用效率較低。就長途運輸的遠洋船舶看，則貨櫃輪的能源密集度最高，其次為貨輪，而以油輪的能源密集度最低。

表 3 - 9 各作業方式之能源密集度

單位：千卡／延噸海裡

| 船 船 種 類 | 遠 洋 | 近 海 | 沿 海 |
|---------|---------|-------|--------|
| 貨 輪 | 5,055 | 3,053 | 8,740 |
| 貨 櫃 輪 | 135,065 | 634 | — |
| 半貨櫃輪 | 1,124 | — | — |
| 油 輪 | 208 | 2,477 | 10,434 |
| 礦 砂 輪 | — | — | — |
| 木 材 輪 | 1,301 | 336 | — |
| 冷 藏 輪 | — | 730 | — |
| 多用途輪 | 770 | 3,203 | — |

資料來源：經濟部能源委員會，「能源研究發展基金研究報告」，民國七十四年七月。

3.3.3 海運能源消費趨勢之分析

海運的國內能源消費量或需求量的變動趨勢如圖 3 - 3 所示，在民國 72 年以前，燃料油的消費量係隨經濟景氣變動而增減，72 年以來，燃料油的消費量在政府鼓勵國輪使用本國油料的政策下，突然大幅增加。就這種變動情形，採用多元迴歸分析法，以實質國內生產毛額及鼓勵使用本國油料之政策因素為變數，其結果如(4)式。

$$\text{LnMDE} = -35.158 + 2.627\text{LnGDP} + 1.820 \text{入} \cdots \cdots (4)$$

(6.578) (5.528)

$$R^2 = 0.947$$

$$F = 88.643$$

式中 MDE 為海運部門所消費的燃料油數量；

GDP 為實質國內生產毛額；

入 為反映政策影響之虛擬變數，72 年以前

為 0，72 年以後為 1。

(4)式顯示在以往各年實質國內生產毛額增加時，必使海運營運量增加而增加燃料油消費量，以及在政府政策的鼓勵之下，燃料油的消費量也增加。然而就此兩影響變數看，實質國內生產毛額之影響較大，即經濟每成長 1%，海運部門燃料油的消費量即增加 2.627 %。

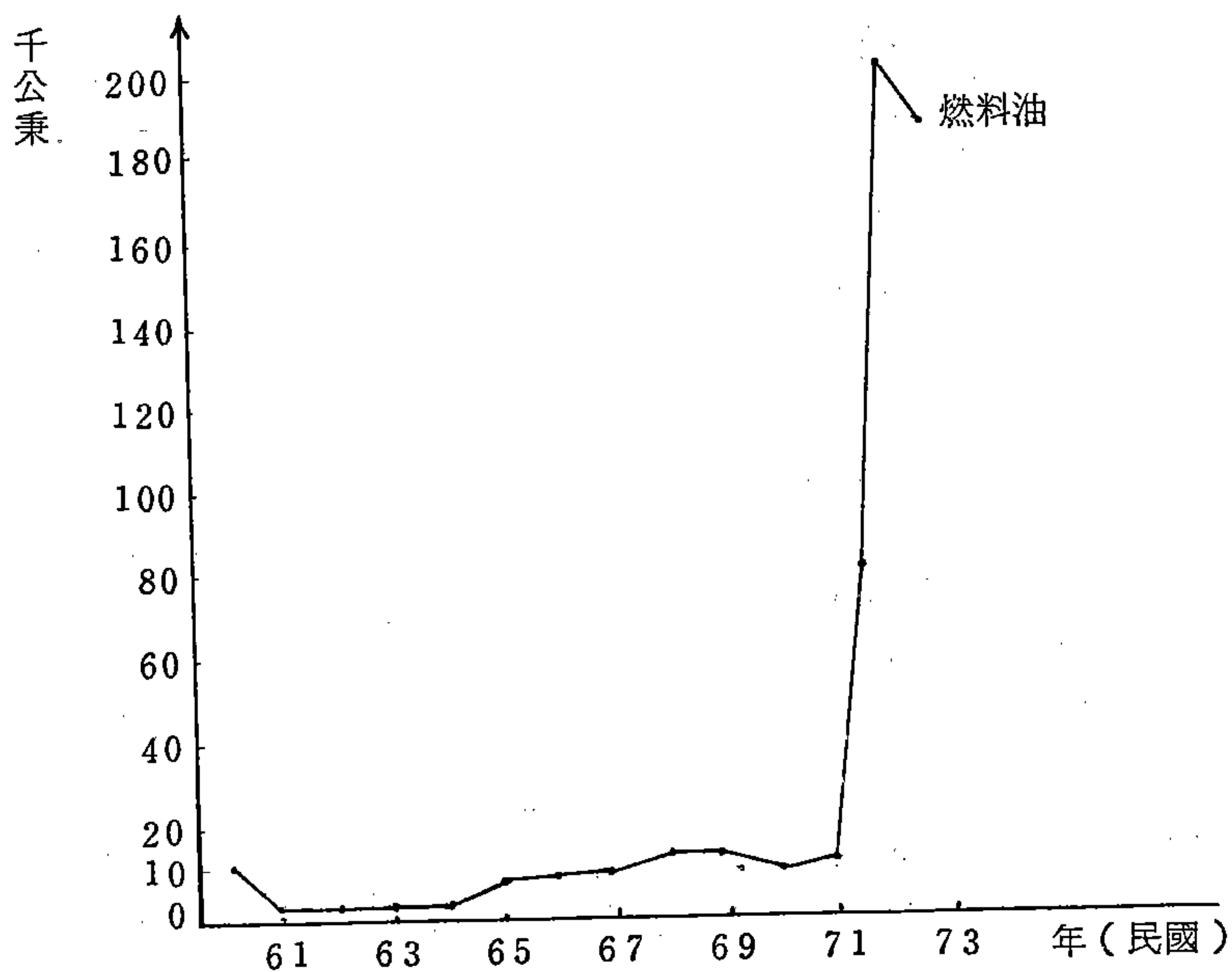


圖 3 - 3 海運之燃料油消費趨勢

3.4 航 空

台灣地區運輸部門之中，以航空運輸起步最晚，規模較小，惟因航綫發展迅速，對於能源的消費量增加亦極為快速。

3.4.1 航空運輸之能源消費

整個航空運輸歷年來的能源消費總量與消費型態列如表 3 - 10。自民國60年至74年，每年平均以 8.0 % 之增加率消費能源，民國74年全年共消費 95.3 千公秉油當量的能源。民國六十二年的世界性能源危機並未使航空運輸削弱，反因航綫的增闢，以及十項重大建設陸續執行帶動景氣，而間接為航空運輸帶來運量，能源的消費量因而增加。然而，第二次世界性能源危機所帶來的世界經濟不景氣，波及航空運輸的業務量，因此其對能源的消費量也在民國68年起年年呈現遞減，至民國72年以後，才略見穩定。

民國60年以前，航空運輸所消費的能源主要為汽油，每年約消費 6 千公秉油當量。民國60年以後航空汽油的消費量大幅減少，主要因大宗客、貨運輸之航綫（中華航空公司與遠東航空公司的主要航綫）汰換了陳舊的螺旋槳推進燃燒航空汽油的航機。目前航空燃油為主要航空能源，

表 3 - 10 航空運輸之能源消費

| 年 別 | 能 源 別 | 總 消 費 量 | 石 油 產 品 | 航空汽油 | 車用汽油 | 航空燃油 | 柴 油 | 燃料油 | 電 力 |
|--------|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|-----|-----|-------|
| | | 千公秉油當量 | 千公秉油當量 | 千 公 秉 | 千 公 秉 | 千 公 秉 | 千公秉 | 千公秉 | 百萬度 |
| 60 | | 32.5 | 28.4 | 6.4 | 1.3 | 23.9 | 0.3 | 0.3 | 15.7 |
| 61 | | 36.4 | 31.0 | 3.0 | 1.5 | 29.7 | 0.5 | 0.3 | 20.9 |
| 62 | | 50.4 | 44.4 | 2.1 | 1.6 | 45.2 | 0.7 | 0.4 | 23.8 |
| 63 | | 60.2 | 54.3 | 1.9 | 1.6 | 56.6 | 0.8 | 0.2 | 23.2 |
| 64 | | 66.2 | 59.7 | 1.3 | 2.0 | 61.2 | 2.2 | 0.3 | 26.1 |
| 65 | | 79.9 | 72.5 | 1.1 | 2.5 | 74.7 | 2.8 | 0.3 | 29.1 |
| 66 | | 95.6 | 88.0 | 1.1 | 2.5 | 90.5 | 4.0 | 0.5 | 30.6 |
| 67 | | 143.6 | 135.5 | 1.1 | 2.6 | 144.0 | 3.9 | 0.5 | 33.7 |
| 68 | | 123.2 | 100.7 | 2.0 | 2.6 | 106.0 | 2.2 | 0.4 | 90.0 |
| 69 | | 89.7 | 67.9 | 2.0 | 2.3 | 69.6 | 2.1 | 0.3 | 87.4 |
| 70 | | 87.4 | 64.4 | 1.9 | 2.2 | 64.0 | 3.0 | 1.1 | 92.5 |
| 71 | | 85.7 | 62.2 | 2.1 | 2.1 | 62.3 | 3.0 | 0.4 | 94.7 |
| 72 | | 91.2 | 65.7 | 2.0 | 2.0 | 67.5 | 2.2 | 0.2 | 101.3 |
| 73 | | 97.9 | 71.3 | 2.0 | 2.0 | 74.1 | 2.0 | 0.2 | 103.1 |
| 74 | | 95.3 | 68.0 | 4.5 | 1.8 | 67.6 | 2.3 | 0.3 | 108.2 |

資料來源：同表 2 - 7。

每年平均消費67千公秉油當量，而航空汽油的使用量極為固定，主要在維持少數螺旋槳推進的航機與直升機。電力是一種輔助性質的航空運輸能源，隨航站業務量增加而增力。

3.4.2 航空運輸之能源密集度

航空運輸的客貨運輸服務，每單位所消費的能源數量，可以每航次的能源消費量為代表，比較其能源密集度。如表3-11所示，民國63年起航空運輸業穩定成長，每航次航機對能源之消費量亦極為穩定。其間僅民國67與68兩年的能源密集度偏高，顯示此兩年航空運輸規模擴大，能源的使用量增加，但業務量未能以同比例增長，能源之使用較無效率。一般而言，每航次所消耗的能源總量為0.69公秉油當量。

3.4.3 航空運輸能源消費趨勢之分析

如前所述，航空運輸所消費的能源總量受營運規模的影響頗為明顯。如圖3-4(A)，歷年航空運輸所消費的能源總量，長期有增加之趨勢，惟其間民國65至67年之能源消費量增加幅度格外突出。圖3-4(B)另繪示歷年航空運輸所提供之航次數，不但顯示長期之增加趨勢，同時亦特別強調民國65至67年之高度成長。就此一關係進行迴歸分

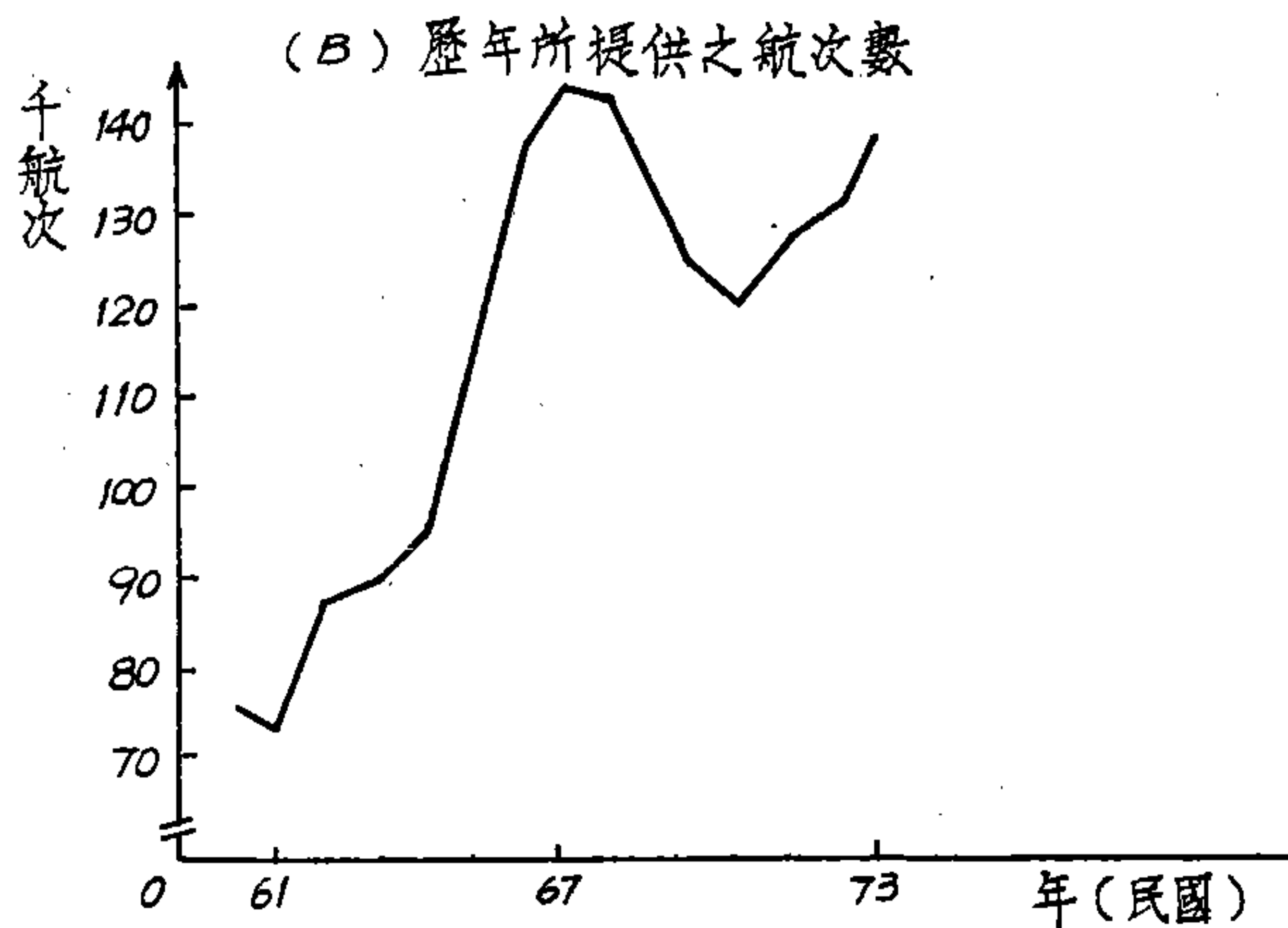
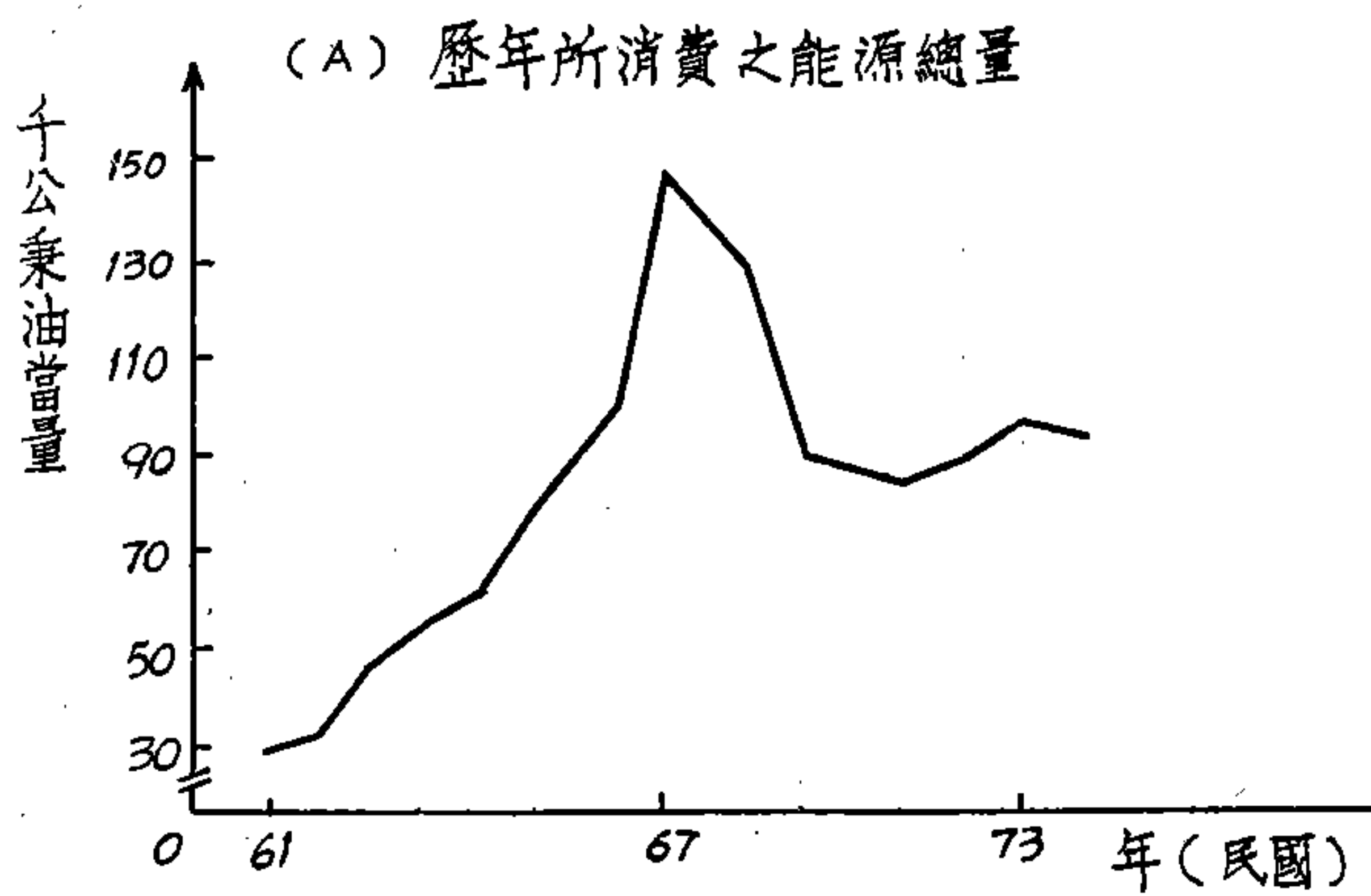


圖 3-4 航空運輸之能源消費趨勢

表 3 - 11 航空運輸之能源密集度

單位：公秉油當量／航次

| 年 別 | 航 次 | 能 源 密 集 度 |
|-----|---------|-----------|
| 60 | 74,993 | 0.43 |
| 61 | 73,650 | 0.49 |
| 62 | 87,093 | 0.58 |
| 63 | 89,781 | 0.67 |
| 64 | 95,358 | 0.69 |
| 65 | 114,611 | 0.70 |
| 66 | 138,902 | 0.69 |
| 67 | 144,956 | 0.99 |
| 68 | 143,114 | 0.86 |
| 69 | 126,760 | 0.71 |
| 70 | 121,660 | 0.72 |
| 71 | 128,647 | 0.67 |
| 72 | 131,386 | 0.69 |
| 73 | 138,627 | 0.71 |

資料來源：航次—行政院經建會，1985

Taiwan Statistical Data

Book.

析如下式。由此迴歸方程式之係數可知航次數每增加 1 %，航空運輸之能源消費量即增加 0.582 %。換言之，若航空運輸因配合經濟活動之需要，或政府管制政策之需要，

$$\text{LnAT} = 9.105 + 0.582 \text{ LnFN} \dots\dots (5)$$

(11.201)

$$R^2 = 0.9589$$

$$F = 125.467$$

式中 AT 爲航空運輸能源總消費量；

FN 爲航空運輸之實際航次數。

而調整其營運規模時，能源的消費量即發生明顯之變動。

營運規模愈大，航次數越多，能源消費量愈大。

第四章 能源供給與運輸部門營運之關聯與相互影響

4.1 能源生產活動之影響力

我國經濟對能源，尤其是進口能源之依賴性極高，而且能源之利用率遠較先進國家為低。如果在短期內發生能源短缺現象，則在技術效率未及提高，而能源間之代替尚未完成時，必然影響整體的經濟生產，運輸部門亦不例外。

一般而言，個別產業對於經濟體運轉的影響力，可以投入—產出模式的感應度，亦即向前關聯指數（forward linkage index）來說明。向前關聯指數的大小，表示各產業依賴某特定產業之程度，其計算式如下：

$$L_i = \frac{a_{i1}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \dots\dots (6)$$
$$i = 1, 2, \dots, n$$

式中 a_{ij} 為產業關聯程度係數，

即 $(I - A)^{-1}$ 矩陣之元素。

指數大於一之產業，受其他產業感應之程度相對較大，此一產業發生變動，對於其他產業之影響當極明顯。就台灣地區之產業而言，向前關聯指數大於一者，大多為生產中間財之產業，如石油、天然氣、石油煉製品、鋼鐵及其他服務業。其中以能源及其產品之指數較為偏高。如表 4 - 1 所示，煤及煤製品在50年代的使用量相當大，其後逐漸

表 4 - 1 能源之向前關聯指數

| 能源別 | 55 年 | 60 年 | 65 年 | 70 年 |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 石油煉製品 | 1.3702 | 1.7819 | 2.3339 | 2.9715 |
| 煤及煤製品 | 1.2563 | 0.8468 | 0.7357 | 0.9672 |
| 原油及天然氣 | 1.0458 | 1.2238 | 2.3422 | 3.0241 |
| 電力 | 1.6755 | 1.3984 | 1.5309 | 1.5998 |

資料來源：行政院經建會「七十年產業關聯表編製報告」。

為石油及石油產品所取代，至60年代後期再次受重視而予加重，因之其向前關聯指數在55年大於一，60年代減為小於一，70年仍小於一，但已較民國60年與65年更接近一。石油煉製品與原油及天然氣之向前關聯指數有提高趨勢，民國70年分別達 2.9715 及 3.0241，為所有產業之冠，足見

其對總體經濟各產業之影響力最大。電力之向前關聯指數大於一，且相當固定，顯示各業之生產仍相當依賴電力之供應。

4.2 運輸能源與運輸服務之關聯

能源與運輸部門提供服務之關聯，可以圖 4 - 1 說明之。在生產過程中，能源為運輸部門提供運輸服務的中間投入，亦即圖 4 - 1 上半部之流程，說明運輸部門與能源之技術關係。運輸部門因總體經濟最終需求增加而受直、間接之波及效果，進而產生能源需求，如圖 4 - 1 下半部流程，說明了運輸部門與能源之依存關係。

4.2.1 生產上的技術關係

產業間之技術關係主要由技術係數之大小決定之。所謂技術係數為各產業生產一元價值之產品，必需某特定產業提供之產品價值。運輸部門與各種能源之技術關係示如表 4 - 2。公路運輸總產值之中，約四分之一仰賴石油煉製品之供給，即公路提供一元價值之運輸服務，必需石油煉製品業提供 0.24 元的產品為其中間投入。鐵路運輸每提供一元價值之服務，需 0.0018 元之煤及煤製品，0.077 元之石油煉製品，以及 0.07 元之電力，即每一元之鐵路服

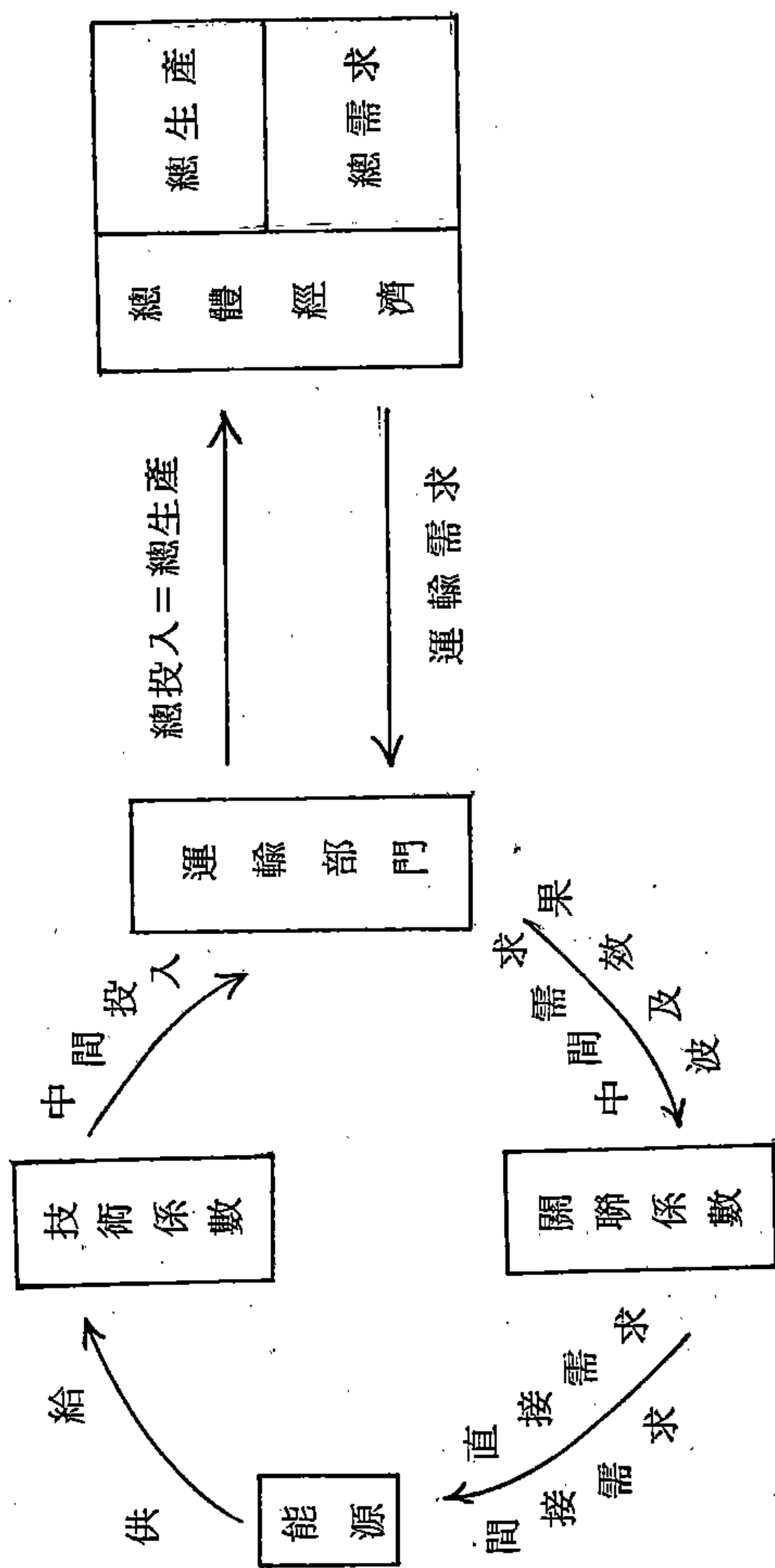


圖 4 - 1 運輸部門與能源之關聯分析

表 4 - 2 運輸部門之能源投入

單位：新台幣千元 民國七十年幣值

| 能源生產別 | 公 路 | | 鐵 路 | | 海 運 | | 航 空 | |
|---------|------------|---------|-----------|---------|------------|---------|------------|---------|
| | 價 值 | 技術係數 | 價 值 | 技術係數 | 價 值 | 技術係數 | 價 值 | 技術係數 |
| 煤及煤製品 | | | 156,787 | 0.01803 | 9,585 | 0.00039 | | |
| 石油煤製品 | 20,943,923 | 0.24235 | 667,197 | 0.07670 | 3,174,857 | 0.12934 | 7,598,580 | 0.32380 |
| 電力 | 350,506 | 0.00406 | 612,901 | 0.07046 | 150,502 | 0.00613 | 347,848 | 0.01482 |
| 小計 | 21,294,429 | 0.24641 | 1,436,886 | 0.16519 | 3,334,944 | 0.13586 | 7,946,428 | 0.33862 |
| 運輸服務總價值 | 86,419,840 | 1.00000 | 8,698,499 | 1.00000 | 24,546,791 | 1.00000 | 23,466,597 | 1.00000 |

資料來源：依據行政院經建會「民國七十年台灣地區產業關聯表」計算而得。

務應投入 0.165 元之能源。海運主要使用石油煉製品，其每一元運輸服務需投入 0.136 元能源。航空運輸服務主要使用石油煉製品為其能源，表 4 - 2 顯示每元運輸服務之能源投入為 0.339 元，為四種運輸方式中能源投入價值最高者。

運輸部門提供運輸服務為一種附加價值比較高的服務事業，扣除附加價值後之中間投入佔總生產價值之比率，公路約 44%、鐵路 54%、海運 52%、以及空運 73%。將中間投入之比率與技術係數比較，則見公路的中間投入有 56% 為能源及其產品；鐵路有 31% 之中間投入為能源產品；海運與航空運輸之中間投入各有 27% 及 46% 為能源及能源產品。由此亦可見運輸部門在生產上對能源及能源產品之依賴頗重。

4.2.2 運輸部門與能源生產之依存關係

運輸部門與能源生產之依存關係，可以產業關聯程度係數表之係數說明之。總體經濟之任一部門均能產生運輸需求，運輸部門為因應此一運輸需求，必需仰賴能源與其他有關產業之投入，惟能源等有關產業為因應運輸部門之投入需求，仍需仰賴其他產業（包括運輸部門本身）之投入。此種運輸需求對於其他部門與產業所產生之直、間接

需求，以及其後所延生的需求，均可稱為原始需求所產生之波及效果。若將此一波及效果限制於各運輸方式與能源生產兩範圍，各需求之產生（如箭頭）將持續至波及效果趨近於零為止，此時運輸能源所延生之總生產，即為最初運輸需求增加，對於能源的直、間接需求。

據此原理之產業關聯程度係數表示於 4 - 3，說明最終需求部門（包含家計消費、政府需要、投資需要等）對於運輸部門各運輸方式之服務需求每增加 1 元，延生對能源生產之直、間接需求。公路運輸之需求增加 1 元，能源產品需增加 0.52454 元之生產；鐵路運輸需求增加 1 元，能源產品應增加 0.39762 元之生產；海運之需求增加 1 元，能源產品應增加 0.35939 之生產；總體經濟最終需求對於航空運輸增加 1 元之需求，需能源產品增加 0.79929 元之生產方能因應。各種能源產品中，以石油煉製品與運輸部門之關聯程度最高，亦較能源以外其他產業之關聯程度高。原油與天然氣與運輸部門無直接關係，但間接之關聯僅次於石油煉製品。因生產的技術特性，鐵路運輸與電力之關聯程度高於其他運輸方式。

能源產品與各運輸方式之產業關聯程度相當高，甚至高於運輸工具與各運輸方式之關聯程度，此不但表示運輸

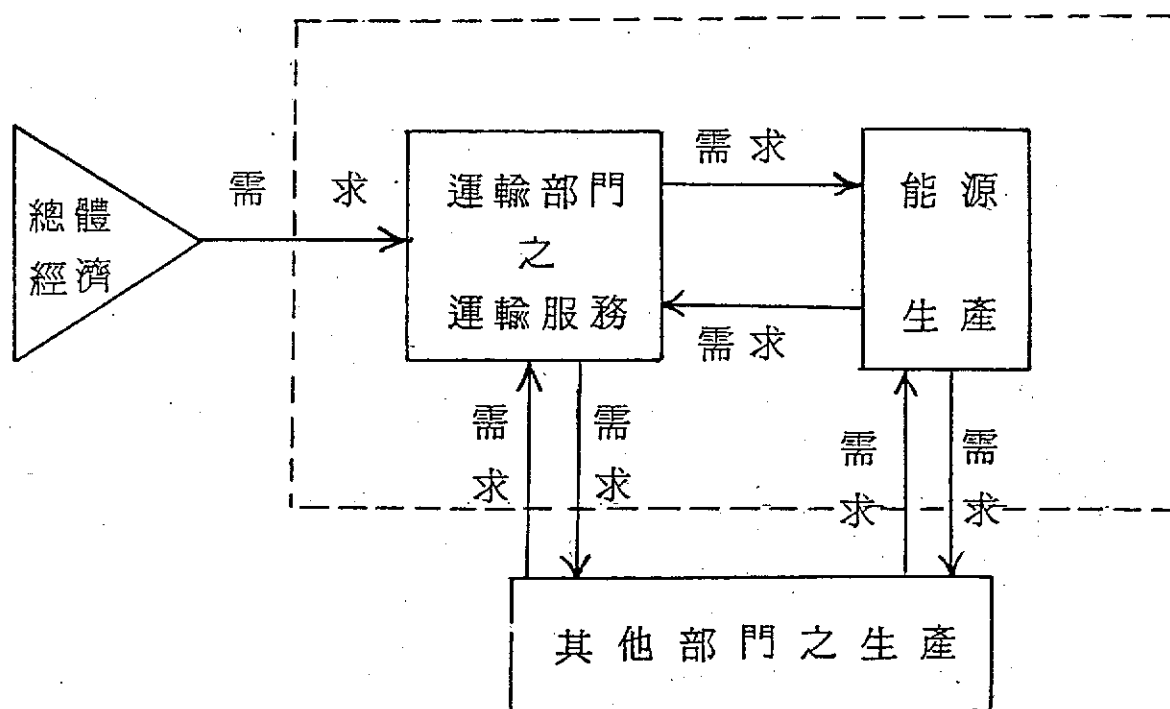


圖 4 - 2 運輸需求之波及效果

表 4 - 3 運輸部門與能源生產之關聯程度係數

單位：新台幣元，七十年幣值

| 能源生產別 | 公 路 | 鐵 路 | 海 運 | 航 空 |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 原油及天然氣 | 0.22426 | 0.11821 | 0.14708 | 0.33486 |
| 煤及煤製品 | 0.00309 | 0.03788 | 0.00612 | 0.00741 |
| 石油煉製品 | 0.27955 | 0.14653 | 0.18277 | 0.41787 |
| 電 力 | 0.01764 | 0.09500 | 0.02342 | 0.03915 |
| 合 計 | 0.52454 | 0.39762 | 0.35939 | 0.79929 |

資料來源：同表 4 - 2。

部門提供運輸服務需能源生產之相當支持，且亦表示能源生產之成長以運輸需求爲主要原動力之一，足見運輸部門與能源生產之依存關係極爲密切。

4.3 能源供給變動對運輸部門之影響

能源供給之增加與短缺，對於運輸部門之影響，可基於能源之變動係平均分散影響各部門之假設而分析。換言之，假設能源供給變動時，並無特定之能源政策，改變能源供應各部門之優先順序。本節之分析係分別採投入產出關係與前述迴歸分析之結果，分別就運輸部門之能源供需加以比較。

4.3.1 能源供給變動對運輸部門影響之模擬分析

由於運輸部門不論公路、鐵路、海運、與航空等運輸方式，在提供運輸服務時，均以能源及其產品爲主要之投入因素，因此能源供給變動對運輸部門之營運成果必發生影響。分析能源供給變動之流程如圖 4-3，由能源供給之變動數額，透過投入係數表，求算運輸部門能源投入之變動數額，在原始投入不變的情況下，能源投入的變動數額，即爲運輸部門營運成果之變動數額。

以表 4-2 爲例，設各種能源及產品減少 10%，且運

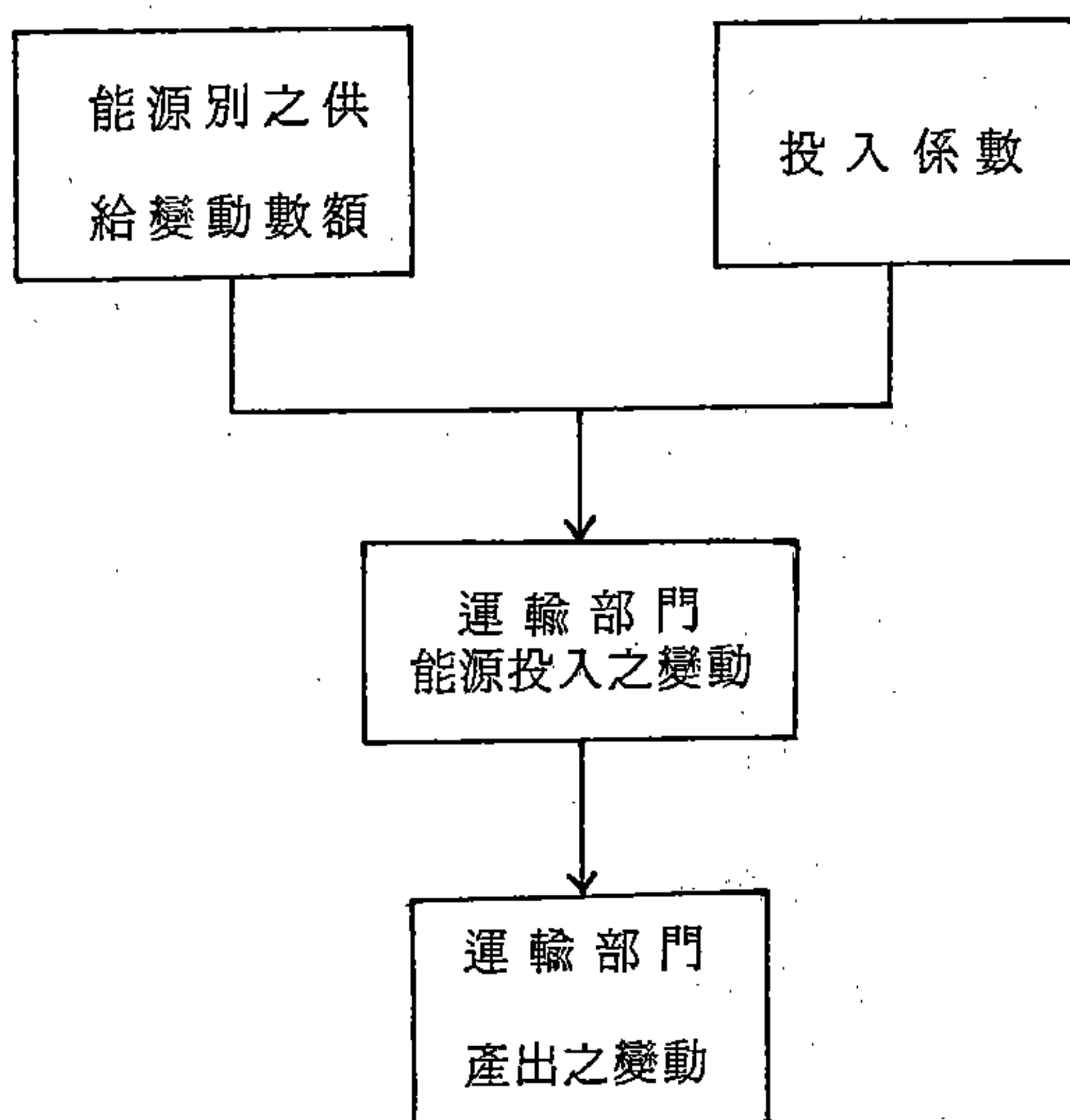


圖 4 - 3 能源供給變動對運輸部門之影響

輸部門所能獲得之能源亦減少10%，則如表4 - 4之計算，公路運輸之產出將因此而減少2.5%，鐵路生產減少1.7%，海運減少1.4%，以及航空運輸之生產減少3.4%。由運輸部門與能源生產之技術關係所估算的數額，係能源供給變動對運輸部門營運之直接效果，亦即直接影響運輸營運之產值。由前述能源供給減少10%所引起之運輸部門各運輸營運產出之減少比率均小於10%，就運輸部門

表 4 - 4 能源供給變動對運輸部門之影響估算表

單位：新台幣千元

七十年幣值

| 能源別 | 公路 | | 鐵路 | | 海運 | | 航空 | |
|----------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | 能源供給變動 | 投入之減少 | 能源供給變動 | 投入之減少 | 能源供給變動 | 投入之減少 | 能源供給變動 | 投入之減少 |
| 煤及煤製品 | - | - | 減10% | 15,679 | 減10% | 959 | - | |
| 石油煉製品 | 減10% | 2,094,392 | 減10% | 66,720 | 減10% | 317,486 | 減10% | 759,858 |
| 電力 | 減10% | 35,051 | 減10% | 61,290 | 減10% | 15,050 | 減10% | 34,785 |
| 小計 | - | 2,129,443 | - | 143,689 | - | 333,495 | - | 794,643 |
| 運輸產出減少比率 | 2.5 % | | 1.7 % | | 1.4 % | | 3.4 % | |

總體而言，產值會因此減少 1.19%，可見運輸部門總產值對能源供給之變動較無彈性，亦即較不敏感。

4.3.2 運輸部門之能源需求估算

運輸部門為因應未來經濟成長所引發之運輸需求，進而對能源產生之需求量，可透過第三章迴歸模式而求得。前述迴歸模式之變數及其預測能力示如表 4 - 5。

鐵路運輸在近年來已呈緩和，估計在南迴鐵路完竣，環島鐵路通車之前（民國八十年），鐵路運量將不致有明顯的突破，因此對能源之消費將與近年一樣的穩定，即維持在每年 108 千公秉油當量左右。

公路運輸、海運與航空運輸之未來能源需求，以表 4 - 6 所列未來之車輛數，實質國內生產毛額，以及航次數，分別代入表 4 - 5 所列諸迴歸模式中而求出，其結果亦列如表 4 - 6。公路運輸之汽油消費量將以每年平均 7.56 % 之速度增加，柴油之平均每年成長率為 13.71 %。海運未來對燃料油之消費量維持 9.98 % 之成長率；而航空運輸之能源總消費量每年平均增加 13.72 %。未來運輸部門之能源消費水準與目前之使用情況，比較於下節。

4.3.3 未來運輸能源消費水準之探討

如前所述在無節約能源之加強措施之下，配合經濟成

表 4 - 5 運輸需求模式之變數與特性

| 運輸方式 | 迴歸式 | 能源種類 | 變數 | 常數 | 彈性 | 迴歸數 R^2 | 迴歸式 D.W | 註 |
|------|------|------|--------------|---------|----------------|-----------|---------|-----------------------------|
| 鐵路運輸 | - | - | - | - | - | - | - | 電氣化以後對能源之消費穩定為 108 千公秉油當量/年 |
| 公路運輸 | 雙對數式 | 柴油 | 大客車與大貨車輛 | -15,013 | 1,934 | 0.953 | 1.030 | - |
| | 雙對數式 | 汽油 | 小客車、小貨車、機車數量 | -8,774 | 0.449 | 0.989 | 0.971 | |
| | | | GDP | | 0.654 | | | |
| 海運 | 雙對數式 | 燃料油 | GDP 入 | -35,158 | 2,627 1,820 | 0.947 | 1.713 | 虛擬變數自民國72年起為 1 |
| 航空運輸 | 雙對數式 | 總能源 | 航次數 | -14,033 | 1.580 | 0.919 | 1.629 | - |

表 4 - 6 公路、海運與航空之能源需求

| 年 (民國) | 大客車與 大貨車數 | 小客車、 小貨車、 機車數 | 實質國內 生產毛額 | 入 | 航 次 數 | 公 柴 油 | 路 汽 油 | 海 運 燃 料 油 | 航 空 總 消 費 |
|--------------|----------------|---------------------|---------------------------|---|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 74 | (輛) 120,368 | (輛) 7,829,625 | (新台幣 百萬元) 2,136,390 | 1 | (次) 138,627 | (千公秉) 1,806.6 | (千公秉) 2,612.4 | (千公秉) 186.9 | (千公秉) 95.3 |
| 78 | (1) 148,155 | (2) 10,005,773 | (3) 2,748,394 | 1 | (4) 178,339 | (千公秉) 3,020.7 | (千公秉) 3,497.6 | (千公秉) 273.5 | (千公秉) 159.4 |
| 平均每年 增加率% | - | - | - | - | - | 13.71 % | 7.56 % | 9.98 % | 13.72 % |

資料來源：(1)，(2)，(3)取自行政院經建會；(4)按經濟成長率（6.5 %）估計而得。

長之需要，未來運輸部門除電力之需求量呈穩定以外，其他運輸方式之能源使用需求量每年成長率在 7.56 至 13.72 % 之間。此一能源需求成長率較總體經濟成長率，即每年 6.50 %（註 1.），高出甚多，但平均約等於運輸部門之成長率，10.70 %（註 2.）。

由於台灣地區之經濟發展已晉入服務業比重相對提高之階段，因之運輸部門之成長速度，將較總體經濟之成長速度為快。未來運輸部門如能控制能源效率，使其不再提高，則運輸部門成長之能源需求彈性應維持在 1 以下，而以 1 為上限。如此，則運輸能源需求量之增加率將以不超過運輸部門成長率，即 10.70 % 為度。比較表 4 - 6 所估計之各種運輸方式之能源需求量，與能源需求彈性為 1 之目標需求量如表 4 - 7，則見未來運輸能源之消費水準並未全部高於目標需求量。公路運輸所使用之汽油，以及海運所使用之燃料油，均較目標需求量少，顯示其節約能源之潛力較大。公路運輸之能源節約率為 10.85 %，海運燃料油之節約率為 2.56 %。然而，公路運輸之柴油需求量，以及航空運輸之總能源需求量，均較目標需求量超出甚多，顯示兩種能源之使用，應加強執行配合措施，以使能源之使用分別減少 10.19 % 與 10.22 %。四種運輸方式之

表 4 - 7 運輸能源之節約率

單位： 航空能源：千公秉油當量
其他：千公秉

| 年 別 (民國) | 公 路 柴 油 | | 公 路 汽 油 | | 海 運 燃 料 油 | | 航 空 能 源 | |
|-------------|---------|----------|---------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| | 需求 量 | 目標 量* | 需求 量 | 目標 量* | 需求 量 | 目標 量* | 需求 量 | 目標 量* |
| 74 年 | 1,806.6 | 1,806.6 | 2,612.4 | 2,612.4 | 186.9 | 186.9 | 95.3 | 95.3 |
| 78 年 | 3,020.7 | 2,713.0 | 3,497.6 | 3,923.1 | 273.5 | 280.7 | 159.4 | 143.1 |
| 節約率% | (10.19) | | 10.85 | | 2.56 | | (10.22) | |

* 指運輸部門成長之能源需求彈性為 1 之能源消費量。

能源節約潛能分別繪示於圖 4 — 4 至 4 — 7 。

以上之分析結論顯示未來運輸部門節約能源之努力，應將重點置於公路運輸柴油使用量的減少，以及航空運輸能源之節約。有關之措施與前者有關的擬議如下：

(1)發展大眾運輸及捷運系統

提高大客車之能源效率，並以消費電力之通勤電聯車取代效率較低之大客車與小客車，使大眾捷運系統與公共汽車系統相輔相成。如此，可一方面以電力取代柴油，另方面提高柴油車之能源效率。

(2)提高貨車之使用效率

大貨車之使用，無論自用或營業車均應採輔導與管制並重之措施，減少其回程之空車率，從而提高其能源使用效率。

(3)促進省油交通工具之製造與發展

獎勵改進與發展省油之客、貨車，使每公升油料之行駛里程加長。

(4)檢討航空運輸之航綫，並加以調整，使每班次之利用率提高，以減低航空運輸之能源消費量。

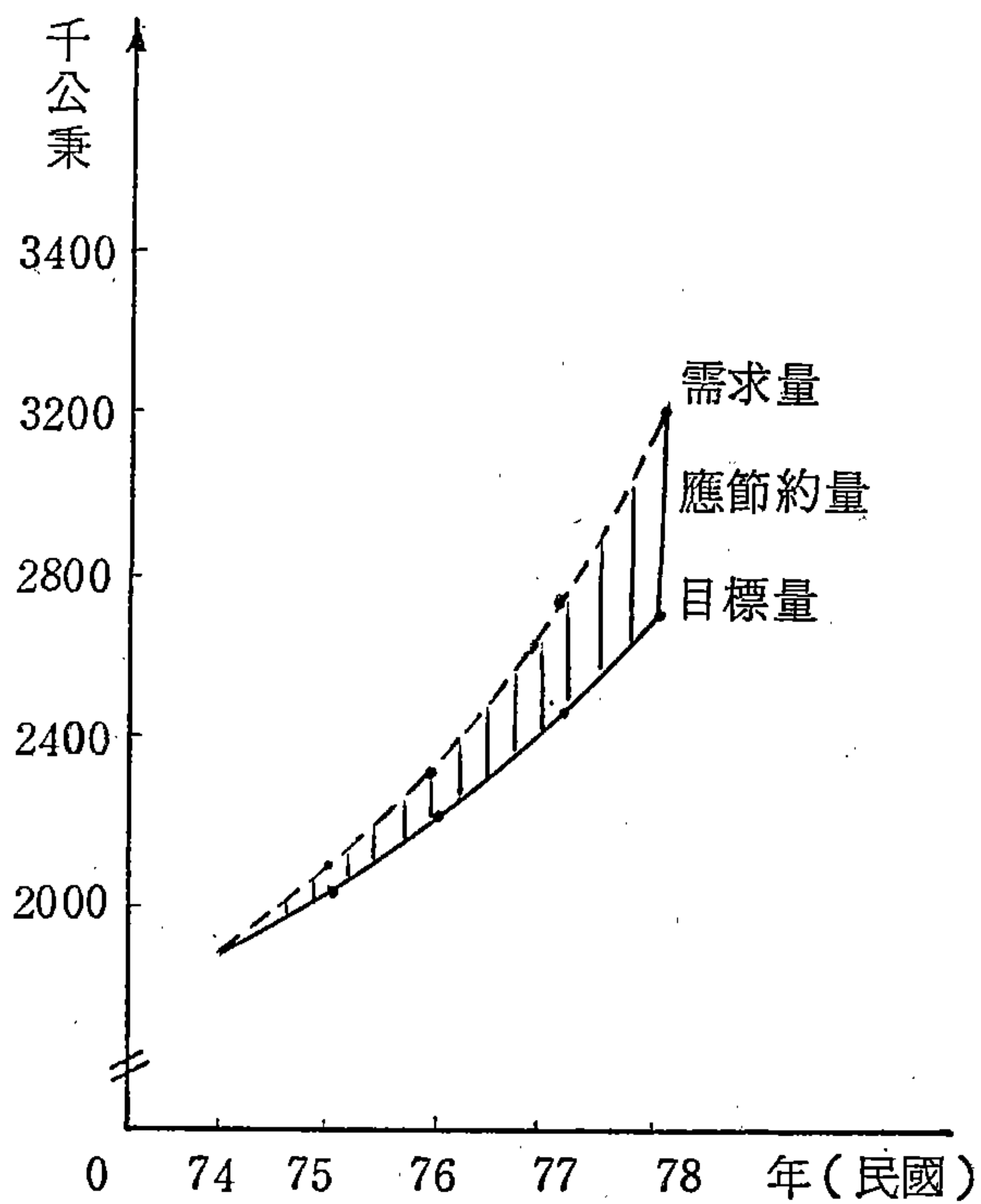


圖 4 - 4 公路柴油之消費量

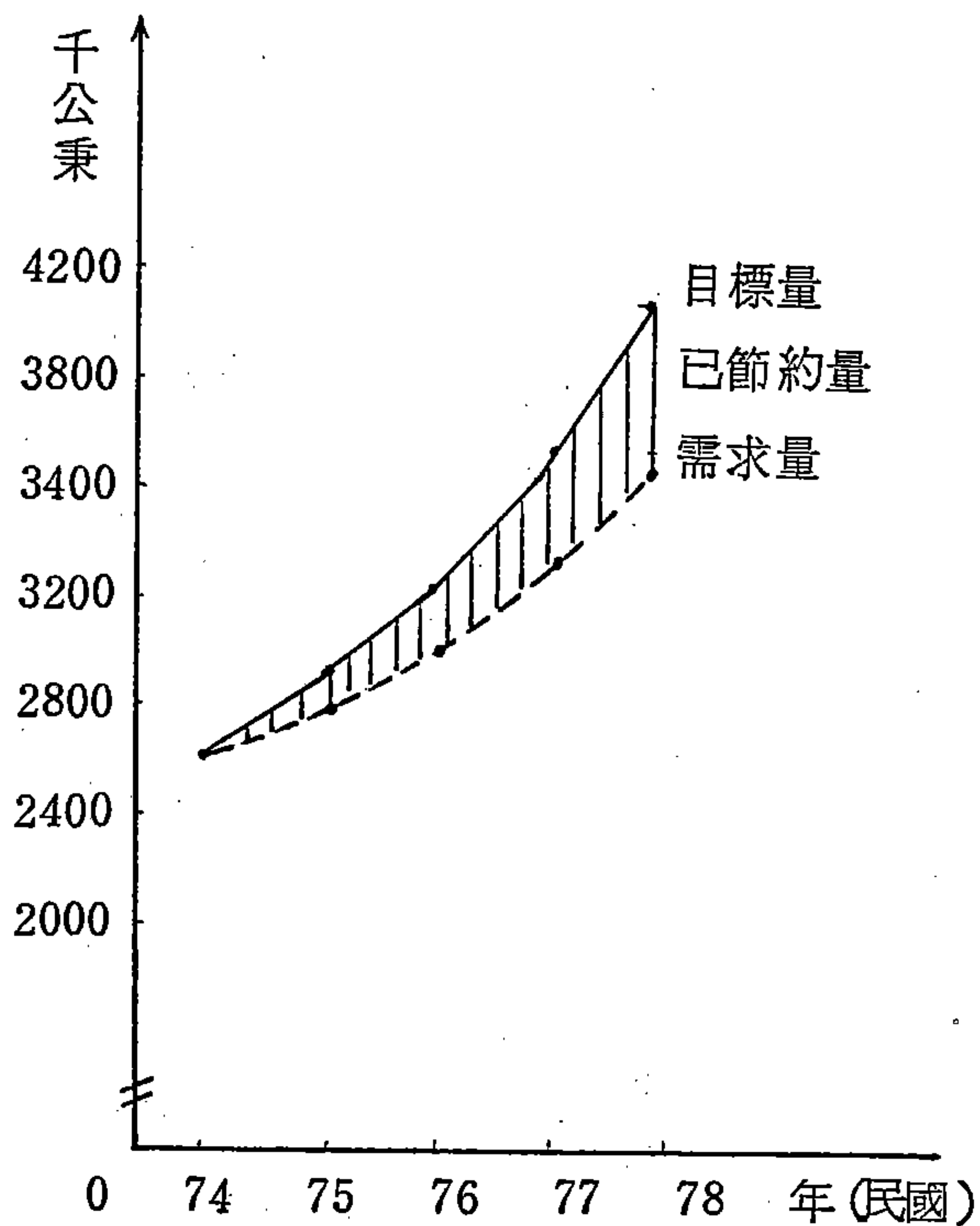


圖 4 - 5 公路汽油之消費量

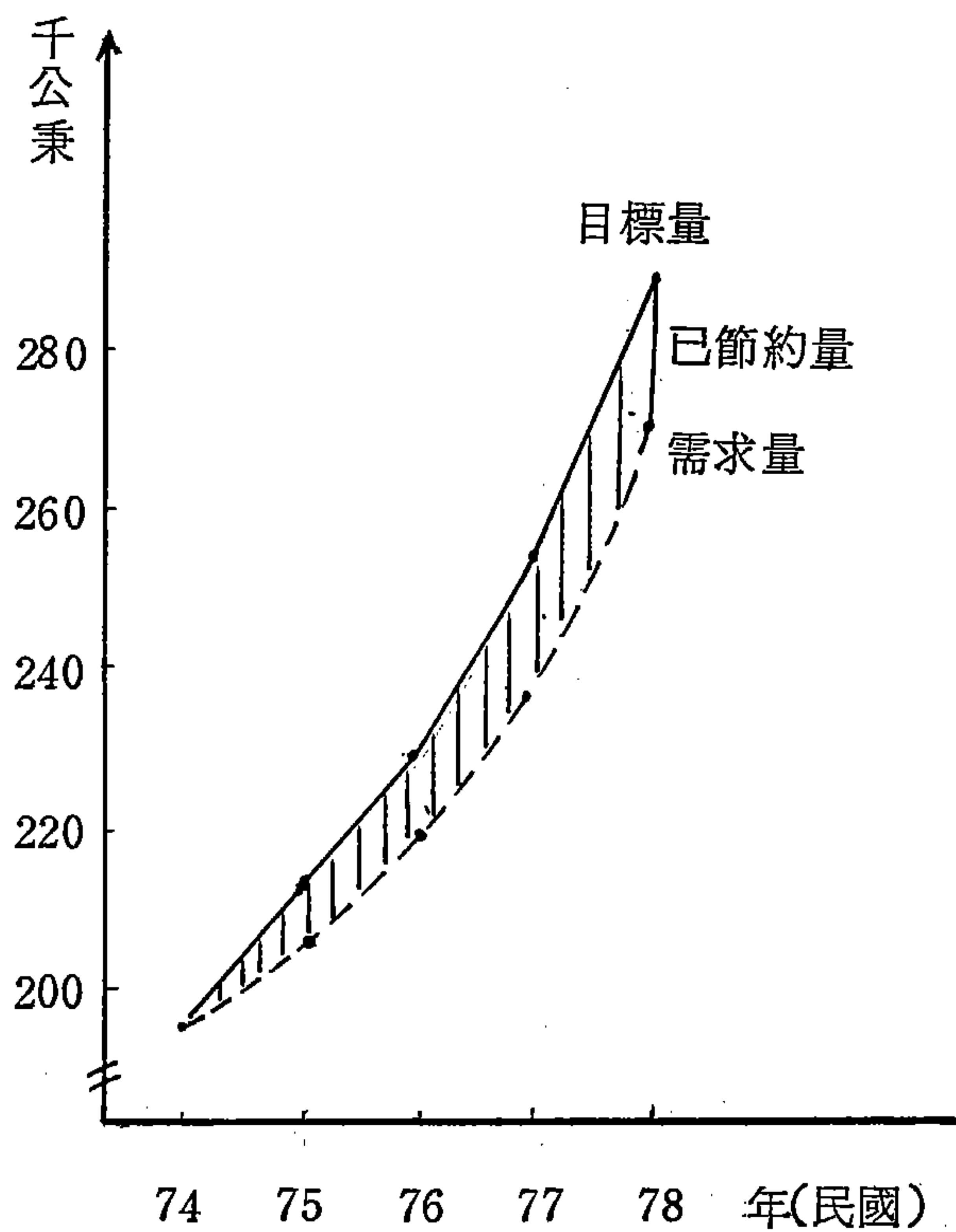


圖 4 - 6 海運燃料油消費量

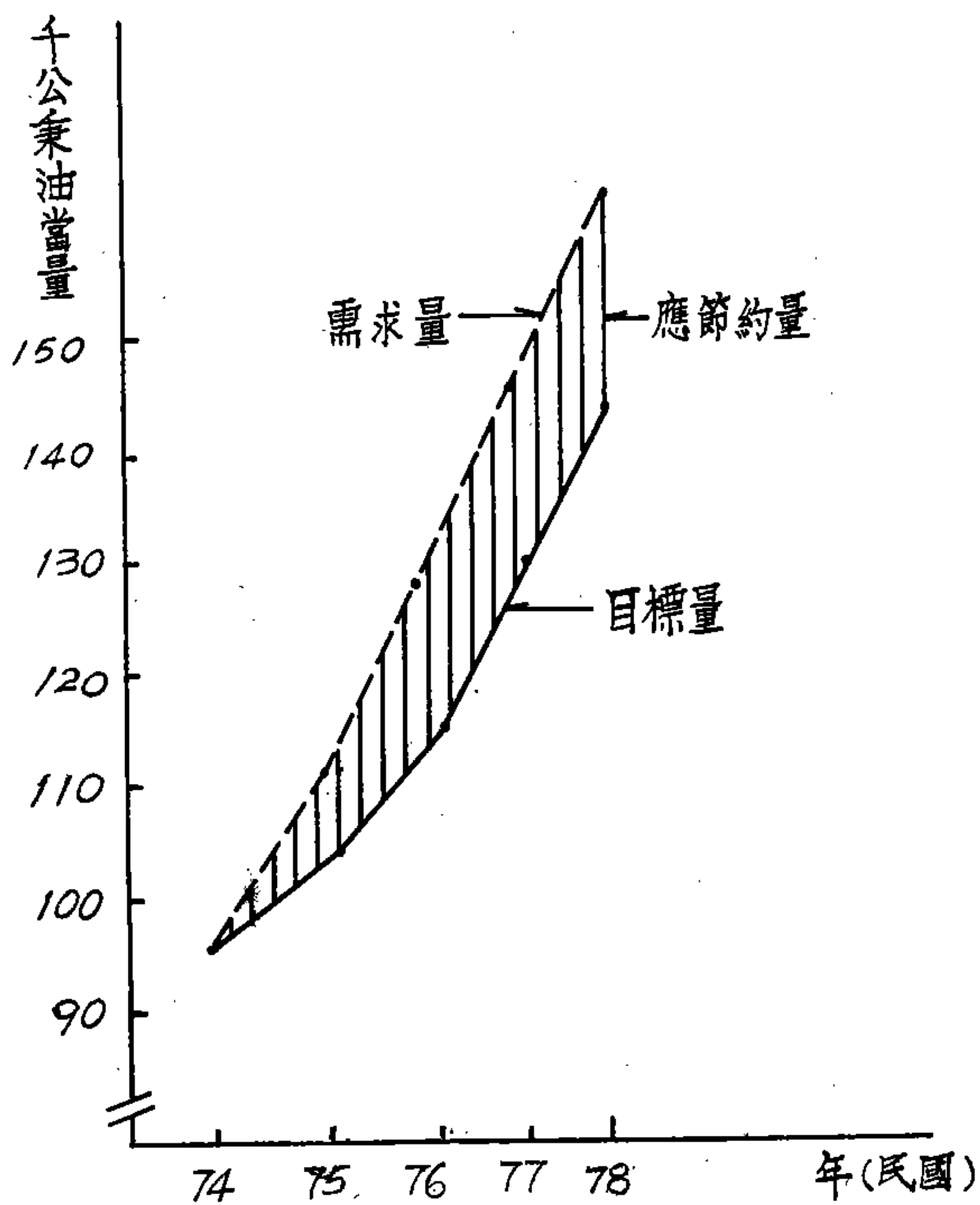


圖 4-7 航空運輸能源消費量

第五章 能源供給價格變動對運輸成本之影響

5.1 運輸成本之結構分析

如前所述，燃油及其他能源產品為各種運輸方式提供運輸服務的主要中間投入，因此燃油及能源產品的價格必與運輸服務之成本直接相關，惟其相關程度視各運輸方式之成本結構而異。本章檢討此一相關程度，首先分析鐵路運輸、公路客運、公路貨運及海運各型船舶之運輸成本結構。

5.1.1 鐵路運輸

鐵路運輸目前的主要運輸能源為電力，凡電力機車之客貨列車，以及電聯車組均消耗電力。以民國七十三年與七十四年資料估算，如表 5 - 1 所示，行車、維護等所消耗之電力，每年約 240 百萬度，電力費用每年總計約為 545 百萬元，占運輸成本的比率為 5.61%。依表 5 - 1 之資料可估計電力機車或電聯車組每公里之電力成本為 22.07 元。

5.1.2 公路運輸

公路運輸之運輸成本，可分別自自用小客車、營業小

表 5 - 1 鐵路運輸之運輸成本

| 年 別 | 運輸用電量 (百萬度) | 電力費用 (百萬元) | 運輸成本 (百萬元) | 電力機車與電聯車組 行駛里程(千公里) | 電力費用比率 (%) | 每公里電力費用 (元/公里) |
|-----|----------------|---------------|---------------|------------------------|---------------|-------------------|
| 73 | 240 | 546 | 9,291 | 25,118 | 5.88 | 21.74 |
| 74 | 238 | 543 | 10,181 | 24,242 | 5.33 | 22.40 |

資料來源：台灣鐵路管理局。

客車、大客車、大貨車以及機車之調查資料進行分析。茲分別詳述於後。

1. 自用小客車

自用小客車之各項費用與行車有關者計有油料、機油、潤滑油、輪胎、修理零件與人工、維護零件與人工、汽車燃料使用費、牌照稅、保險與折舊，因不含利息等財務費用，亦無管理費用，故稱之為行車成本。自用小客車按汽缸排氣量大小分類之行車成本，除以每車總行駛里程而得之每公里（即每單位運輸）行車成本列如表 5 - 2。大型車汽缸排氣量在 1,800 CC 以上者，其單位行車成本較高，車型越小，即汽缸排氣量越小，單位行車成本越趨小。隨車型而變動之行車成本有汽、柴油等油料、稅金、以及折舊，其中僅前者為直接成本。

以各種自用車輛之平均單位行車成本看，每公里之燃油成本為 3.0 元，即總單位行車成本之 51%，為比率最重之成本項目，其次為每公里分攤之折舊，占 20%，以及維護費用占 10%。

2. 營業小客車

營業小客車指計程車而言，其行車成本之數額示於表 5 - 3。成本項目基本上與自用小客車相同，惟需另

表 5 - 2 自用小客車行車成本分析

單位：七十年幣值
新台幣元／公里

| 成 本 項 目 | 1200CC 以下 | 1200-1800 CC | 1801CC 以上 | 平 均 |
|-------------|-----------|--------------|-----------|-----|
| 油 料 | 2.4 | 3.1 | 3.5 | 3.0 |
| 機 油 與 潤 滑 油 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 輪 胎 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 維護（含零件、人工） | 0.5 | 0.5 | 0.8 | 0.6 |
| 稅 金 | 0.3 | 0.4 | 0.7 | 0.5 |
| 保 險 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 |
| 折 舊 | 1.1 | 1.1 | 1.7 | 1.2 |
| 合 計 | 4.9 | 5.7 | 7.4 | 5.9 |

資料來源：交通部運輸計劃委員會，台北都會區大眾捷運系統計
劃，技術報告第10號，「車輛營運成本，1981」，民
國71年3月。

表 5 - 3 營業小客車行車成本分析

單位：七十年幣值
新台幣元／公里

| 成 本 項 目 | 1200CC以下 | 1200-1800CC | 平 均 |
|-------------|----------|-------------|-----|
| 油 料 | 2.8 | 3.1 | 2.9 |
| 機 油 、 潤 滑 油 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 輪 胎 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 維護（含零件、人工） | 0.3 | 0.4 | 0.3 |
| 稅 金 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 保 險 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 折 舊 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| 司 機 薪 資 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 合 計 | 7.5 | 8.0 | 7.6 |

資料來源：同表 5 - 2。

加計程車司機之人工成本。如此，則見就平均而言，每車每公里行車成本爲新台幣 7.6 元，其中司機薪資爲每公里分攤 3.4 元，占總單位行車成本 45%。計程車之燃油成本僅次於司機薪資，每公里爲 2.9 元，占總單位行車成本 38%。由於司機薪資與燃油成本合計已占 82.89%，足見此兩成本爲營業小客車之最主要負擔。與自用小客車相同，車型越大，行車成本越重，油料之消耗水準越高。

3. 大客車

自用大客車與營業大客車之行車成本分析如表 5 - 4。爲便於比較起見，仍沿用相同之成本分類，如表中第一欄。大客車之油料爲柴油，薪資指司機與隨車服務員之薪資與津貼。自用大客車之單位行車成本低於營業大客車。在成本項目中最突出的爲自用大客車以薪資之單位行車成本最高，每公里負擔 2.2 元，占總單位行車成本 34.92%，柴油每公里 1.5 元，僅占 23.81%。相同的，營業大客車亦以薪資爲最高成本，每公里負擔 2.9 元，占總單位行車成本 37.18%，其次才是柴油，每公里亦爲 1.5 元，占 19.23%。

4. 大貨車

表 5 - 4 大客車之行車成本

單位：六十七年幣值
新台幣元／公里

| 項 目 | 自用大客車 | 營業大客車 |
|------------|-------|-------|
| 柴 油 | 1.5 | 1.5 |
| 機 油、潤 滑 油 | 0.2 | 0.2 |
| 輪 胎 | 0.4 | 0.4 |
| 維 修（零件與人工） | 0.6 | 0.1 |
| 薪 資 | 2.2 | 2.9 |
| 稅 金 | 0.3 | 0.3 |
| 保 險 費 | 0* | 0.2 |
| 折 舊 | 1.1 | 1.2 |
| 合 計 | 6.3 | 7.8 |

* 小於 0.1 .

資料來源：交通部運輸計劃委員會，台灣公路車輛行車成本調查報告（民國六十七年），69年5月。

大貨車分自用大貨車與營業大貨車，其分類與行車成本列如表 5 - 5。4.9 噸以下之大貨車平均每公里行車成本最小；而各型大貨車大致上行車成本結構相同，司機之薪資為數最多，占行車成本之比率自 33% 至 52%；其次為柴油，占 15% 至 22%；其他各項成本比重較大的為折舊與維修，各約占 11%。比較自用大貨車與營業大貨車之每公里行車成本，發現就絕對數值而言，自用大客車之柴油成本與司機薪資均較營業大貨車高，而前者之每公里總行車成本亦較高，此主要係因營業大貨車之總里程數較自用大貨車高之故。

5. 機車

機車之行車成本平均每公里為 1.77 元，為所有交通工具中之最低成本。機車油料之消耗為每公里 0.86 元，占其行車成本 48.59 %。折舊費用為次多之行車成本項目，每公里分攤額為 0.47 元，維護費用為每公里 0.27 元（如表 5 - 6）。

5.1.3 海 運

海運牽涉之船舶種類甚多，本研究僅列舉較重要之貨櫃船、雜貨船、以及散裝船，分析其運輸成本之結構如表

表 5 - 5 大貨車之行車成本

單位：六十七年幣值
新台幣元／公里

| 項 目 | 自 用 大 貨 車 | | | 營 業 大 貨 車 | | |
|--------------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------|
| | 4.9 噸以下 | 5-5.9 噸 | 6 噸以上 | 4.9 噸以下 | 5-5.9 噸 | 6 噸以上 |
| 柴 油 | 1.4 | 1.7 | 2.2 | 1.4 | 1.4 | 1.6 |
| 機 油、潤 滑 油 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| 輪 胎 | 0.6 | 1.0 | 1.2 | 0.7 | 0.9 | 1.1 |
| 維 修(零 件 人 工) | 0.7 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.6 |
| 薪 資 | 4.4 | 5.7 | 3.4 | 2.9 | 3.0 | 2.6 |
| 稅 金 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| 保 險 費 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 折 舊 | 0.9 | 0.7 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 1.2 |
| 合 計 | 8.9 | 10.9 | 9.9 | 7.2 | 7.5 | 7.9 |

註：車重指空車重。

資料來源：同表 5 - 4。

表 5 - 6 機車之行車成本分析

單位：七十年幣值
新台幣元／公里

| 項 | 目 | 金 | 額 |
|----------------|---|------|---|
| 油 | 料 | 0.86 | |
| 輪 | 胎 | 0.08 | |
| 維護（含零件、人工、潤滑油） | | 0.27 | |
| 稅 | 金 | 0.09 | |
| 折 | 舊 | 0.47 | |
| 合 | 計 | 1.77 | |

資料來源：同表 5 - 2。

5 - 7。船舶之運輸成本包括折舊、利息、保險費、船員薪伙、油料、修護、潤滑油等。

貨櫃船的折舊分攤費用相當高，占全船運輸成本之比率高達 61.73 %，船員薪伙與保險費分別占 15.43 % 與 11.11 %，其餘直接成本均在 5 % 以下，尤以油料最少，僅占 3.09%。雜貨船之運輸成本結構與貨櫃船類似，惟船員薪伙之比重偏高。雜貨船之每年運輸成本有 52.24 % 為

表 5 - 7 各型船舶每年成本

單位：美元，比率%

| 項 目 | 貨 櫃 船 | | 雜 貨 船 | | 散 裝 船 | |
|---------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | 成 本 | 比 率 | 成 本 | 比 率 | 成 本 | 比 率 |
| 折 舊 | 2,000,000 | 61.73 | 866,667 | 52.24 | 1,666,667 | 56.46 |
| 保 險 費 | 360,000 | 11.11 | 149,200 | 8.99 | 330,000 | 11.18 |
| H & M | 300,000 | — | 130,000 | — | 250,000 | — |
| P & I | 60,000 | — | 19,200 | — | 80,000 | — |
| 船 員 薪 伙 | 500,000 | 15.43 | 476,000 | 28.69 | 510,000 | 17.27 |
| 油 料 等 | 100,000 | 3.09 | 60,000 | 3.62 | 120,000 | 4.07 |
| 修 護 | 120,000 | 3.70 | 72,000 | 4.34 | 160,000 | 5.42 |
| 潤 滑 油 | 160,000 | 4.94 | 35,000 | 2.12 | 165,000 | 5.60 |
| 每年總成本 | 3,240,000 | 100.00 | 1,658,867 | 100.00 | 2,951,667 | 100.00 |

資料來源：依據中華顧問工程司，基隆港務局基隆新港及淡水港調查規劃，航運及新

港運量研究單元報告，民國七十四年九月，估計而得。

折舊分攤費用，船員薪伙占 3.62%。散裝船之運輸成本結構亦大同小異，惟其直接成本比率略高，油料成本占 4.07%。散裝船的最大成本仍為折舊分攤成本，占運輸成本 56.46%，船員薪伙占 17.27%，以及保險費占 11.18%。

5.1.4 綜合分析

前述各運輸方式與各運具之運輸成本，其間之能源所占比率摘要列於表 5 - 8。由於資料來源不同，且資料之範圍有限，無法取得一致之比較，僅能了解各運具之個別能源成本結構比率。其中能源成本比率最低者為鐵路運輸，能源成本結構比率偏高者有自用小客車、機車、以及海運之三種船舶。

5.2 能源供給價格變動對運輸成本之影響

運輸服務為引申需求，運輸能源價格變動會導致運輸成本變動，而可能引起運輸服務之費率調整，從而致運輸需求增減。如果能源價格上漲為不可避免，同時又屬長期性，則運輸服務之費率就長期而言，將有不斷提高之趨勢。本節擬先了解台灣地區能源價格變動之趨勢，進而探討能源價格變動對運輸成本之影響，以判斷其長期之穩定性

表 5 - 8 摘 要 表

| 運 輸 方 式 與 運 輸 工 具 別 | 能源成本之比率 (%) |
|------------------------------------|-------------|
| 鐵 路 運 輸 | |
| 全年電力費用占總運輸成本比率 | 5.61 |
| 公 路 運 輸 | |
| 自用小客車平均每公里行車成本之燃油比率 | 51.00 |
| 營業小客車平均每公里行車成本之燃油比率 | 38.00 |
| 自用大客車平均每公里行車成本之燃油比率 | 23.81 |
| 營業大客車平均每公里行車成本之燃油比率 | 19.23 |
| 自用大貨車 (5 - 5.9 噸) 平均每公里行車成本之燃油比率 | 15.60 |
| 營業大貨車 (5 - 5.9 噸) 平均每公里行車成本之燃油比率 | 18.67 |
| 機車平均每公里行車成本之燃油比率 | 48.59 |
| 海 運 | |
| 貨櫃船油料成本占全年運輸成本 | 61.73 |
| 雜貨船油料成本占全年運輸成本 | 52.24 |
| 散裝船油料成本占全年運輸成本 | 56.46 |

註：由於缺乏航空運輸之資料，本表未將航空運輸納入。

。

5.2.1 能源供給價格之變動及其趨勢之探討

台灣地區歷年來與運輸活動有關之能源價格變動情形如表 5 - 9 所示，鐵路電價之調整示如表 5 - 10 就油價看，兩次國際性石油危機分別使其大幅上漲，如民國六十三年，漲幅為 45%，以及民國六十八年，漲幅為 28.57 %。在這兩年之間油價呈小幅上漲，而民國七十二年以後，因國際油價下跌，國內各油種價格也反映國際油價之下跌幅度，而向下調低，目前的價格為民國七十年油價水準的 75%。就油品價格之結構看，主要特性有：

(1) 汽、柴油價差較大

柴油的零售價格較汽油低，僅約為汽油售價之 57.14 %，亦即汽油價格相對於柴油價格高出 0.75 倍，其結果容易造成柴油用戶浪費使用資源，且由汽油用戶補貼差價，造成不公平現象。

(2) 燃料油較國際間之零售價格低

鄰近國家，如韓國、日本、新加坡及香港等同為進口大量石油的地區，然我國之油價較諸國偏低，其結果使一般用戶忽視燃油之使用效率。表 5 - 11 列示各國油價之比較。

表 5 - 9 歷次能源供給價格之調整 — 油類

單位：新台幣元

| 時 間 | 高級汽油 公升 | 普通汽油 公升 | 高級柴油 公升 | 普通柴油 公升 | 燃 料 油 公秉 | 氣 渦 輪 機 燃 油 公秉 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------------|
| 60. 6. 6 | 6.6 | 5.7 | 3.8 | 3.2 | 1,263 | — |
| 63. 1. 27 | 12.0 | 11.0 | 5.7 | 4.8 | 2,450 | |
| 64. 10. 1 | 14.0 | 13.0 | 5.7 | 4.8 | 2,450 | 4,150 |
| 67. 12. 20 | 14.0 | 13.0 | 5.7 | 4.8 | 2,850 | 4,150 |
| 68. 3. 26 | 15.0 | 14.0 | 7.0 | 6.0 | 3,100 | 6,150 |
| 68. 6. 30 | 15.0 | 14.0 | 7.0 | 6.0 | 4,100 | 6,150 |
| 68. 12. 26 | 21.0 | 20.0 | 10.0 | 9.0 | 5,400 | 9,000 |
| 69. 4. 25 | 24.0 | 23.0 | 11.5 | 10.5 | 6,200 | 10,500 |
| 69. 9. 28 | 26.0 | 25.0 | 13.0 | 12.0 | 6,800 | 12,000 |
| 70. 2. 12 | 28.0 | 27.0 | 14.5 | 13.5 | 7,320 | 13,000 |
| (71. 4. 2) | | | | | | |
| 72. 3. 17 | 26.0 | 25.0 | 14.0 | 13.0 | 7,000 | 12,500 |
| 74. 5. 1 | 26.0 | 25.0 | 14.0 | 13.0 | 6,800 | 12,500 |
| (74. 7. 22) | 24 | 23 | 14.0 | 13.0 | 6,800 | 12,500 |
| 75. 2. 19 | 23.50 | 22.50 | 13.50 | 12.50 | 6,600 | 12,500 |
| 75. 4. 26 | 21.00 | 20.00 | 12.00 | 11.00 | 6,100 | 12,500 |

資料來源：經濟部能源委員會。

表 5 - 10 歷次鐵路電價之調整

單位：新台幣/千瓩

| 時 間 | 流 動 電 價 |
|-------------|---------|
| 70 . 2 . 15 | 180 |
| 72 . 3 . 17 | 180 |
| 75 . 4 . 1 | 171 |

資料來源：同表 5 - 9 。

表 5 - 11 鄰近國家油價比較表

| 國 別 | 高 級 汽 油 | 高 級 柴 油 |
|---------|---------|---------|
| | 台幣元／公升 | 台幣元／公升 |
| 中 華 民 國 | 26 | 14 |
| 韓 國 | 43 | 14 |
| 日 本 | 25 | 17 |
| 新 加 坡 | 23 | 11 |
| 香 港 | 23 | 17 |

資料來源：經濟部能源委員會，73年8月調查資料。

民國七十一年以來，國際石油市場供過於求，導致實質油價隨名目價格下跌。民國七十二年三月國際間每桶基準油價由34美元降為29美元，民國七十四年一月更降為28美元，現行實質油價已降至民國六十八年水準。按經濟部能源委員會之估計，實質油價變動率在民國七十九年以前，將徘徊在－1.0 %至0.7 %之間。我國運輸部門之油品零售價格，自當將反映國際油價之變動而續調整。

5.2.2 運輸成本之穩定性

由表 5 - 9 油價之變動情形，計算油價上漲之最大幅度在民國六十三年，漲幅達 45%，而油價下跌之最大幅度則發生在今（七十五）年，跌幅達 13%。自七十年以後因國際油價有續跌之趨勢，我國油價在最近幾年也有可能再予適度調低。若以民國七十五年之跌幅為上限，計算各運輸方式使用之能源，不論為汽油、柴油、燃料油亦或電力，在價格再下跌 13% 時，對運輸成本之影響如表 5 - 12。表中第二欄係表 5 - 8 之資料，依此一比率扣減之 13%，即為運輸成本之節省比率。各比率中最高者僅達 8.02%。由於運輸成本反映能源單價下跌之變動數，小於能源單價下跌之比率，故可謂運輸成本所受之影響不顯著。換言之，運輸成本在能源價格變動時顯示相當穩定。

由於運輸方式之間有競爭性與代替性，能源價格之漲、跌，將使運輸方式之間互相衝擊，如運輸費率隨之調整，將致使運量分配比率改變。例如公路與鐵路，前者採燃油（汽、柴油）為能源，後者 70% 採電力為能源。當油價上漲時，對於公路運輸之衝擊較大，使其運輸成本提高，如因此調整公路運輸費率，將致公路運輸在雙方的競爭上失勢，此即經濟理論中價格效果之替代效果。

由於運輸成本之穩定性相當高，而且各種運輸方式之

表 5 - 1 2 能源價格下跌13%對運輸成本之影響

| 運輸方式與運具別 | 能源成本 之 比 率 % | 能源價格下跌 13. % 致運輸成本減少之比率 % |
|----------------------|--------------------|---------------------------------|
| 鐵 路 運 輸 (電力為主要能源) | 5.61 | 0.73 |
| 公 路 運 輸 | | |
| 自用小客車平均 | 51.00 | 6.63 |
| 營業小客車平均 | 38.00 | 4.94 |
| 自用大客車 | 23.81 | 3.10 |
| 營業大客車 | 19.23 | 2.50 |
| 自用大貨車(5-5.9噸) | 15.60 | 2.03 |
| 營業大貨車(5-5.9噸) | 18.67 | 2.43 |
| 機 車 | 48.59 | 6.32 |
| 海 運 | | |
| 貨 櫃 船 | 61.73 | 8.02 |
| 雜 貨 船 | 52.24 | 6.79 |
| 散 裝 船 | 56.46 | 7.34 |

能源供給價格並不採同一幅度增減，運輸費率不宜立即調整，以免透過運輸方式間之競爭與替代關聯，使運量分配比率發生變動。運輸費率欲隨能源供給價格調整，宜視其運輸方式之價格彈性與競爭運輸方式之偏彈性而定。所謂價格彈性係運輸需求（運量）隨費率變動而變動之敏感程度係數。偏彈性是競爭性的運輸方式之間，因一方費率相對變動，而引起對方運量增減之敏感程度係數。僅在兩種彈性係數均小於一，亦即運量受運價或競爭性運輸方式相對運價之影響很小時，才適合隨能源供給價格變動而調整費率。

第六章 結論與建議

6.1 結 論

台灣地區陸上能源蘊藏量貧乏，僅有少量的煤、天然氣及水力，不足部份均賴進口。由於工商業發展之需要，台灣地區之能源供給量增加非常快速，民國七十年至七十四年經建計畫期間，平均每年增加4%，惟自產率減少，自給率僅10%。經歷兩次能源危機後，我政府積極採取多元化能源政策，一方面以煤炭取代石油，另方面則發展核能發電，謀能源結構之變動。

由於經濟成長所需之能源數量增加快速，能源消費之主要特性為能源需求之增加速度超過經濟成長率。民國六十八年以後受能源危機之影響，能源需求之增加速度始呈現減緩現象。近年能源需求彈性維持在1以下，說明了能源使用效率獲得改善，以及產業結構之調查已略具成效。

就能源需求之分配而言，二十餘年來之最大特色為運輸部門消費能源之數量所占比重顯著提高，而其他部門之比重則呈遞減。民國七十四年運輸部門消費全國15%之能源，平均每年消費量之增加率為12%，主要之能源，亦即

消費最多之能源爲石油產品，其次爲電力。

運輸部門各方式之能源消費量以公路運輸最多，每年約消費三百八十萬公秉油當量，海運次之，每年消費量達二十萬公秉油當量。鐵路運輸與航空運輸每年約消費十萬公秉油當量。公路運輸之能源消費量以遞減率遞增，鐵路自發展電氣化動力以來，燃油效率提高，能源之使用量已減少。

估計鐵路運輸因環島鐵路網尙未完成，運量之增加尙無突破，未來對能源之消費趨勢當可維持穩定，每年約108千公秉油當量。公路運輸使用之能源65%爲汽油，其能源密集度因與車輛之乘載率有關，因此，乘載率較高之大客車以及空車率較小的營業貨車，其能源密集度較小，亦即能源之使用效率較小客車及自用貨車高。未來公路運輸之能源消費量，有隨車輛數增加，以及經濟活動量增大而更增加之趨勢。海運之能源密集度以長程運輸爲最低，能源使用效率較高，尤以油輪爲然。未來海運所將消費之能源，隨經濟之成長，有急速增加之勢。航空運輸之能源密集度高，因業務量未能與能源使用量同速增加，能源之使用較無效率。未來若航空運輸之規模擴大，航次數增加，能源之消費量當越大。

能源對總體經濟各產業正常生產與成長之影響力最大，對於運輸部門之影響亦不例外。能源為運輸服務之重要中間投入，每一元鐵路運輸服務需投入 0.165 元之能源；公路運輸服務每元之能源投入值為 0.24 元；海運服務每一元應投入 0.136 元之能源；而航空運輸服務每一元價值含 0.339 元之能源。運輸需求反映經濟發展而增加，對於能源及能源產品之波及效果相當大，其需求之比例在 0.35 比 1 以上，足見運輸部門與能源及其產品之技術性關係密切以及相互依存度高。

本研究估測由於台灣地區經濟發展已晉入服務業比重相對提高之階段，因之運輸部門之成長速度，將較總體經濟成長速度為快。未來運輸部門如能採用節約能源措施，控制能源使用效率，使其不再提高，則運輸部門成長之能源需求彈性應可維持在一以下，運輸部門能源消費量之增加率以不超過本部門經濟成長率 10.70 % 為度。在此一目標之下，公路運輸之汽油消費以及海運之燃料費，均有很大之節約潛力，估計其節約率分別為 10.85 % 與 2.56%。然而，公路運輸之柴油消費與航空運輸之能源消費，均需仰賴節約能源措施之加強執行，方能加以控制，使之減少。

各運輸方式各運具之運輸成本結構，顯示除鐵路運輸外，餘均以能源成本爲主要成本項目，能源成本占運輸成本之比重在 15.60 %（自用大貨車）至 61.73 %（貨櫃船）之間。然而，由於能源供給價格變動在 10% 至 15% 之間，各運具運輸成本之變動均在 10% 以內，按經濟部能源委員會之預期，能源供給價格在 1990 年以前之波動比率爲 -1.0 % 至 0.7 % 之間，對運輸成本之影響將不到 1 %，足見運輸成本在 1990 年以前將維持相當高之穩定性。運輸方式之費率是否應隨能源供給價格或運輸成本變動而調整，不宜單獨以能源價格及運輸成本爲考慮因素，應顧及運輸方式間之競爭性與替代性。

6.2 建 議

基於本研究之結論，擬議有關之建議如下：

1. 縮小汽、柴油價差

汽柴油價差造成柴油之浪費現象，故宜以逐步降低汽油零售價格之方式，將現行汽、柴油價格之比 1.9 :

1 調降至國外之水準，即 1.5 : 1。

2. 開放小汽車柴油引擎之限制

由於小汽車之柴油使用效率較高，故宜開放柴油引

擎之限制，市場之供給與需要自行調節，以達成經濟自由化之目標。

3. 加強執行運輸部門之節約能源措施，包括：

- (1) 徹底管制車輛燃油效率。對於新造或新進口之車輛，必須符合起碼之效率標準，始能出售或進口。對於舊有車輛必須合於各年份之燃油效率標準，始得行駛。
- (2) 鼓勵大眾使用大眾運輸系統。鼓勵民衆減少小客車之使用率而改搭公共汽車。根本之辦法在發展大眾捷運系統，以高效率之通勤電聯車取代部份公共汽車與小客車，使捷運系統與公共汽車相輔相成。
- (3) 配合各有關單位研定車輛安全與燃油測試系統之管理單位，以實際執行各項工作，檢討政策之執行成果。
- (4) 改善鐵路運輸之路綫與作業。將部份單綫鐵路全部擴充爲雙綫通車，並改善排班與調度，提高行車速率。另外並改善劃座之方式，提高車輛乘載率。
- (5) 改進航海技術。提高船位之正確性，選擇最適宜之航路及維持航速的穩定性。航行時在船期許可之下，儘量維持經濟航速，並儘量適當的安排船期，縮短船舶停港時間。
- (6) 節約航空能源。研擬最佳飛行航路，以減少油料之消

耗。加強訓練，減少實際飛行時間與油料之消費。改進飛機之排班調度，增加每一航次之載運量，從而提高能源使用效率。

4. 獎勵製造省油之交通工具

提撥節約能源之經費節省為研究基金，作為獎勵製造業者研究與發展省油交通工具。造船業者設計船舶時應追求減輕船體排水量，減少行進阻力，提高推進效率等目標，改造舊船使用柴油機，新造船舶使用長衝程的柴油機為主推動力，以節省能源。

5. 採運輸方式平衡發展之費率政策

由於運輸成本之穩定性相當高，費率隨油價而調整時，必導致運量分配變動，而致能源使用效率降低，故費率之調整應考慮運輸方式之代替性與競爭性。

參 考 書 目

1. 行政院經濟建設委員會，投入產出表及分析，民國67年12月。
2. 行政院經濟建設委員會，台灣地區生產結構之研究，民國67年12月。
3. 行政院經濟建設委員會，世界能源供需與各國能源政策，民國71年11月。
4. 行政院經濟建設委員會，台灣地區公路運輸部門能源需求動態系統模型之研究，民國74年6月。
5. 行政院經濟建設委員會，中華民國台灣經濟建設長期展望，民國七十五年至八十九年，民國74年4月。
6. 行政院經濟建設委員會，中華民國台灣經濟建設長期展望摘要，（1986-2000年），民國75年5月。
7. 交通部交通研究所，運輸能源之節約，民國73年6月。
8. 交通部運輸研究所，運輸資料分析⑧，民國74年6月。
9. 交通部運輸研究所，七十三年台灣地區運輸系統現況及能量，民國74年10月。
10. 交通部運輸研究所，運輸經濟資料彙編④，民國74年10月。

註 釋

(註 1) 按行政院經濟建設委員會，中華民國台灣經濟建設長期展望，民國七十五年四月，對台灣地區未來經濟成長率訂為 6.5 %。

(註 2) 同註 1，P. 152。

- 11.經濟部能源委員會，能源供給與價格變動對台灣經濟之影響，民國70年12月。
- 12.經濟部能源委員會，我國能源消費結構經濟分析，民國71年7月。
- 13.經濟部能源委員會，能源供給分析及展望，民國74年1月。
- 14.經濟部能源委員會，中華民國台灣能源供需四年計劃（民國七十五年至七十八年），民國74年6月。
- 15.經濟部能源委員會，台灣地區運輸部門能源消費調查報告，民國74年7月。

附錄 公路車輛乘載率分析

(來源：經濟部能源委員會「台灣地區運輸部門能源消費調查報告」，74年7月)

附表 1 機車乘載率分析

| 汽缸容量 | 分析項目 地區別 | 有效 樣本數 | 平均 運距 (km) | 行駛 人公里 (人公里) | 行駛 車公里 (車公里) | 乘載率 (人/車) |
|-----------------------|-------------|-----------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | | | | | | |
| 50 cc 以下 | 台北市 | 16 | 5.87 | 101 | 94 | 1.074 |
| | 高雄市 | 36 | 4.75 | 190 | 171 | 1.111 |
| | 台灣省 | 256 | 5.38 | 1,756 | 1,378 | 1.274 |
| | 台灣地區 | 308 | 5.33 | 2,047 | 1,643 | 1.246 |
| 51 ~ 125 cc | 台北市 | 130 | 8.51 | 1,460 | 1,107 | 1.319 |
| | 高雄市 | 151 | 7.47 | 1,462 | 1,129 | 1.295 |
| | 台灣省 | 1,384 | 7.41 | 12,601 | 10,265 | 1.228 |
| | 台灣地區 | 1,665 | 7.51 | 15,523 | 12,501 | 1.242 |
| 126 ~ 150 cc | 台北市 | 29 | 8.44 | 287 | 245 | 1.171 |
| | 高雄市 | 86 | 8.01 | 949 | 689 | 1.377 |
| | 台灣省 | 464 | 7.69 | 4,548 | 3,572 | 1.273 |
| | 台灣地區 | 579 | 7.78 | 5,784 | 4,506 | 1.284 |
| 151 cc 以上 | 台北市 | 2 | 5.00 | 10 | 10 | 1.000 |
| | 高雄市 | 0 | - | - | - | - |
| | 台灣省 | 21 | 8.42 | 190 | 177 | 1.073 |
| | 台灣地區 | 23 | 8.13 | 200 | 187 | 1.070 |
| 總 計 | 台北市 | 177 | 8.23 | 1,858 | 1,456 | 1.276 |
| | 高雄市 | 273 | 7.29 | 2,601 | 1,989 | 1.308 |
| | 台灣省 | 2,125 | 7.24 | 19,095 | 15,392 | 1.241 |
| | 台灣地區 | 2,575 | 7.32 | 23,554 | 18,837 | 1.250 |

附表 2 自用小客車乘載率分析

| 分析項目 汽缸地區別 容 量 | | 有 效 樣 本 數 | 平 均 距 運 (km) | 行 駛 人 公 里 (人公里) | 行 駛 車 公 里 (車公里) | 乘 載 率 (人／車) |
|---------------------------|-------|--------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 1,200 cc 以下 | 台 北 市 | 121 | 12.17 | 2,822 | 1,473 | 1.915 |
| | 高 雄 市 | 95 | 12.56 | 2,213 | 1,194 | 1.853 |
| | 台 灣 省 | 712 | 11.15 | 13,063 | 7,942 | 1.644 |
| | 台灣地區 | 928 | 11.43 | 18,098 | 10,609 | 1.706 |
| 1,201 ~ 1,800 cc | 台 北 市 | 548 | 12.78 | 12,268 | 7,005 | 1.751 |
| | 高 雄 市 | 304 | 11.64 | 6,655 | 3,541 | 1.879 |
| | 台 灣 省 | 1,851 | 11.09 | 35,840 | 20,535 | 1.745 |
| | 台灣地區 | 2,703 | 11.50 | 54,763 | 31,081 | 1.762 |
| 1,801 ~ 2,400 cc | 台 北 市 | 129 | 13.30 | 3,184 | 1,716 | 1.855 |
| | 高 雄 市 | 55 | 11.10 | 1,054 | 611 | 1.725 |
| | 台 灣 省 | 388 | 10.44 | 7,569 | 4,053 | 1.867 |
| | 台灣地區 | 572 | 11.15 | 11,807 | 6,380 | 1.851 |
| 2,401 cc 以 上 | 台 北 市 | 81 | 14.38 | 2,215 | 1,165 | 1.824 |
| | 高 雄 市 | 25 | 10.80 | 484 | 270 | 1.792 |
| | 台 灣 省 | 184 | 9.98 | 3,316 | 1,838 | 1.804 |
| | 台灣地區 | 290 | 11.29 | 5,925 | 3,273 | 1.810 |
| 總 計 | 台 北 市 | 879 | 12.92 | 20,399 | 11,359 | 1.796 |
| | 高 雄 市 | 479 | 11.72 | 10,406 | 5,616 | 1.853 |
| | 台 灣 省 | 3,135 | 10.96 | 59,788 | 34,368 | 1.740 |
| | 台灣地區 | 4,493 | 11.43 | 90,593 | 51,343 | 1.764 |

附表 3 營業小客車乘載率分析

| 分析項目 汽缸容地 量區別 | | 有 效 樣本數 | 平 均 運 距 (k m) | 行 駛 人 公 里 (人 公 里) | 行 駛 車 公 里 (車 公 里) | 乘 載 率 (人 / 車) | 乘 載 率 (含 空 車) |
|---------------------------|-------|------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| 1,200 cc 以 下 | 台 北 市 | 923 | 9.13 | 13,339 | 8,427 | 1.582 | 0.840 |
| | 高 雄 市 | 283 | 7.23 | 3,449 | 2,048 | 1.684 | 0.780 |
| | 台 灣 省 | 899 | 5.92 | 10,203 | 5,327 | 1.915 | 0.913 |
| | 台灣地區 | 2,105 | 7.51 | 26,991 | 15,802 | 1.708 | 0.849 |
| 1,201) 1,800 cc | 台 北 市 | 419 | 9.03 | 5,879 | 3,785 | 1.553 | 0.825 |
| | 高 雄 市 | 120 | 7.29 | 1,597 | 875 | 1.825 | 0.853 |
| | 台 灣 省 | 439 | 6.53 | 5,033 | 2,867 | 1.755 | 0.837 |
| | 台灣地區 | 978 | 7.70 | 12,509 | 7,527 | 1.662 | 0.826 |
| 1,801) 2,400 cc | 台 北 市 | 1 | 10.00 | 10 | 10 | 1.000 | 1.000 |
| | 高 雄 市 | 3 | 10.33 | 51 | 31 | 1.645 | 1.645 |
| | 台 灣 省 | 155 | 21.41 | 12,667 | 3,319 | 3.816 | 3.816 |
| | 台灣地區 | 159 | 21.13 | 12,728 | 3,360 | 3.788 | 3.788 |
| 總 計 | 台 北 市 | 1,343 | 9.10 | 19,228 | 12,222 | 1.573 | 0.835 |
| | 高 雄 市 | 406 | 7.28 | 5,097 | 2,954 | 1.725 | 0.806 |
| | 台 灣 省 | 1,493 | 7.71 | 27,903 | 11,513 | 2.424 | 1.156 |
| | 台灣地區 | 3,242 | 8.23 | 52,228 | 26,689 | 1.957 | 0.973 |

附表 4 自用大客車乘載率分析

| 汽缸 容量 | 分析項目 地區別 | | 有效 樣本數 | 平均 運距 (km) | 行駛 人公里 (人公里) | 行駛 車公里 (車公里) | 乘載率 (人/車) |
|------------------|-------------|--|-----------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | | | | | | | |
| 5000 cc 以下 | 台北市 | | 2 | 112.5 | 2,397 | 225 | 10.65 |
| | 高雄市 | | 1 | 50.0 | 1,840 | 50 | 36.80 |
| | 台灣省 | | 21 | 30.2 | 12,393 | 635 | 19.52 |
| | 台灣地區 | | 24 | 37.9 | 16,630 | 910 | 18.27 |
| 5000 cc 以上 | 台北市 | | 3 | 68.3 | 7,785 | 205 | 37.98 |
| | 高雄市 | | 2 | 20.5 | 2,606 | 41 | 63.57 |
| | 台灣省 | | 64 | 54.4 | 175,767 | 3,482 | 50.48 |
| | 台灣地區 | | 69 | 54.0 | 186,158 | 3,728 | 49.93 |
| 總 計 | 台北市 | | 5 | 86.0 | 10,182 | 430 | 23.68 |
| | 高雄市 | | 3 | 30.3 | 4,446 | 91 | 48.86 |
| | 台灣省 | | 85 | 48.4 | 188,160 | 4,117 | 45.70 |
| | 台灣地區 | | 93 | 49.87 | 202,787 | 4,638 | 43.72 |

附表 5 營業大客車乘載率分析

| 汽缸容量 | 分析項目 地區別 | 有效 樣本數 | 平時 運距 (km) | 行駛 人公里 (人公里) | 行駛 車公里 (車公里) | 乘載率 (人/車) |
|------------------|-------------|-----------|------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | | | | | | |
| 5000 cc 以下 | 台北市 | 14 | 36.5 | 13,894 | 511 | 27.19 |
| | 高雄市 | 4 | 16.0 | 874 | 64 | 13.66 |
| | 台灣省 | 20 | 27.0 | 16,910 | 540 | 31.31 |
| | 台灣地區 | 38 | 29.3 | 31,678 | 1,115 | 28.41 |
| 5000 cc 以上 | 台北市 | 90 | 23.8 | 107,706 | 2,140 | 50.33 |
| | 高雄市 | 40 | 55.3 | 84,058 | 2,213 | 37.98 |
| | 台灣省 | 298 | 76.1 | 780,383 | 22,691 | 34.30 |
| | 台灣地區 | 428 | 63.2 | 972,147 | 21,044 | 46.20 |
| 總 計 | 台北市 | 104 | 25.49 | 121,600 | 2,651 | 45.87 |
| | 高雄市 | 44 | 51.75 | 84,932 | 2,277 | 37.30 |
| | 台灣省 | 318 | 73.05 | 797,293 | 23,231 | 34.32 |
| | 台灣地區 | 466 | 47.55 | 1,003,825 | 22,159 | 45.30 |

附表 6 貨車空車率分析

| 運具別 \ 項目 | | 行駛里程 | 空車里程 | 空車率(%) |
|----------|----|-----------|---------|--------|
| 自用小貨車 | | 141,108 | 63,614 | 45.08 |
| 營業小貨車 | | 39,558 | 17,776 | 44.94 |
| 自用大貨車 | 輕型 | 278,184 | 123,092 | 44.25 |
| | 中型 | 21,612 | 10,041 | 46.46 |
| | 重型 | 71,635 | 33,097 | 46.20 |
| 營業大貨車 | 輕型 | 288,285 | 118,772 | 41.20 |
| | 中型 | 235,216 | 83,650 | 35.56 |
| | 重型 | 962,289 | 242,357 | 25.19 |
| 總平均 | | 2,037,887 | 692,399 | 33.98 |

能源供給與價格變動對運輸部門之影響分析

交通部運輸研究所編印

地址：台北市中山區 10484 敦化北路 240 號

電話：7123121 ~ 5

劃撥儲金帳號：

工本費：130 元