

肆、我國工業部門能源消費研究與節能成效評估

能源為生產製程中相當重要的投入要素之一，故能源消費量的變遷及能源使用效率，向來是衡量一國經濟發展健全與否之參考依據，其不僅是學者們研究對象，亦是政府決策者規劃能源政策需考慮的重點。另一方面，自兩次石油危機發生以來，能源問題成為舉世注目之焦點，再加上能源之使用可能導致生態改變、環境品質惡化之社會成本，因此，世界各國普遍意識到適度能源節約及有效提高能源使用效率尤為重要。能源指標為衡量能源效率之重要方法，適當能源指標之建立可作為評估能源效率與訂定政策目標之參考，並可據以進行國際比較，以瞭解各國能源使用狀況，達成共同抑制溫室氣體排放之目的。政府於 87 年 5 月舉辦「全國能源會議」，旨在研擬一套兼顧經濟發展、能源穩定及環境保護等三贏的策略，共同達到公元 2010 年累積節約能源 16%，公元 2020 年達到 28% 節約能源目標。

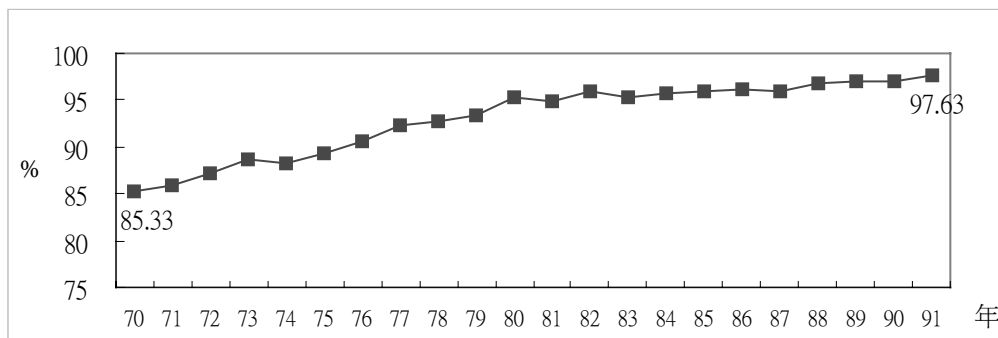
基於上述為達到節約能源目標，適時監控部門別或是產業別之能源使用效率是一項重要工作，而採用的衡量工具即為能源效率指標，藉由指標使用以作為能源政策擬定之參考及評估能源政策執行成效。國際間主要研究機構目前仍致力於開發高可靠度的能源指標，作為後續能源效率改善之根據，包括國際能源總署(IEA)、亞太能源研究中心(APERC)、經濟合作暨發展組織(OECD)、美國能源資訊局(EIA)及美國能源部(USDOE)、美國柏克萊國家研究室(LBNL)、法國環境局與能源控制中心(ADEME)、韓國能源經濟研究院(KEEI)，以及相關研究單位等。

工程指標為近年來漸受重視的能源效率評估工具，該類指標係以產品產量來衡量生產所消耗的能源，不受產品價格波動之影響，較經濟指標有更貼近實際生產效率，因此研究中利用工程指標建立模式以分析產業耗能。然而工程指標計算所需的資料往往深入產業內部，因此藉由能源查核所蒐集之資料庫進行整理，並配合國家統計資料加以分析。

研究首先進行我國總體能源使用概述，描繪出整體能源消費趨勢，並與九個先進國家（美國、加拿大、日本、德國、荷蘭、義大利、英國、法國、韓國）總體能源效率指標進行跨國比較，以瞭解我國能源效率之水準。因素分解分析應用目前在能源研究上廣被採用之因素分解模式，進行整體經濟及工業部門之能源趨勢分析，再進一步區分出各產業別之影響效果趨勢，以釐清真正能源使用效率之影響因素，在現有因素分解模式之基礎下，進行資料更新，將時間擴展至民國 91 年。工程指標部份以我國鋼鐵業、水泥業、造紙業及紡織業為案例研究，最後探討我國主要耗能產業採用國內高效率能源技術之可行性評估之影響研究。

一、我國生產部門經濟指標能源生產力變動分析

受限於我國自產能源十分稀少，長年須倚賴國內進口供應，自 71 年以來我國能源進口依存度不斷攀升，70-91 年等二十幾年間由 85.33% 成長至 97.63%，創下能源進口依存度新高點。如圖 4.1 為我國 70-91 年能源進口依存度趨勢，顯見成長期可分為二個階段，於 70-80 年間進口依存度成長相當快速，而 81-91 年雖然趨勢已逐漸趨緩，但是仍然有微幅成長現象。因此勢必追蹤能源使用效率，並定期檢討以紓解進口能源不斷成長的壓力。



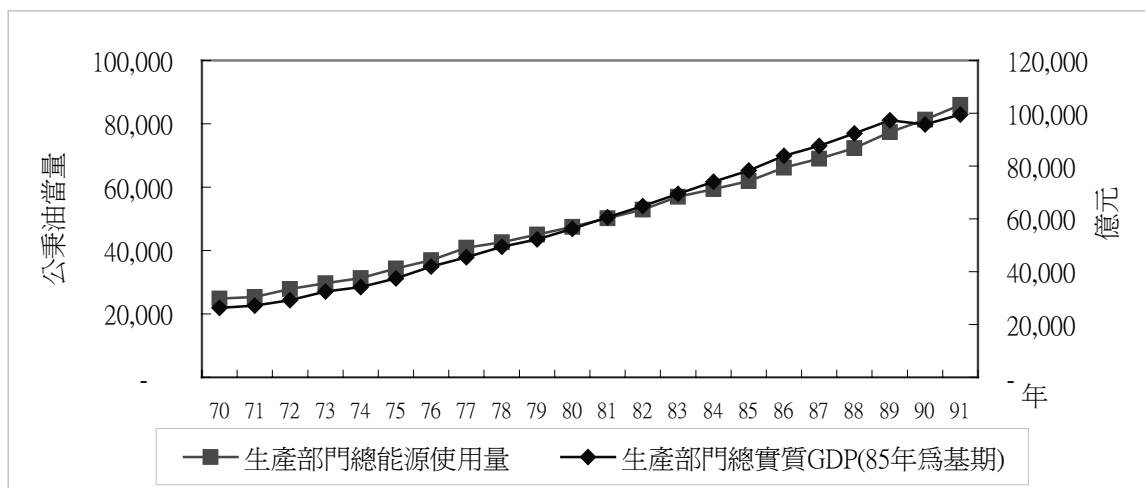
資料來源：能源統計手冊, 91 年

圖 4.1 我國 70-91 年能源進口依存度

(一)我國生產部門民國 70 年至 91 年總能源生產力之變動

一般而言，能源效率指標常以生產每單位產出所須投入之能源耗用量來計算，在總體方面，產出部份係以貨幣單位來衡量，故稱之為經濟指標。因此，建立工業部門經濟指標時，經濟產出部份乃利用國內生產毛額(GDP)或總產值加以計算，國際學術研究上多使用前者進行能源密集度評估。工業部門經濟指標的分析方式，一般先推估整體工業部門之能源消費或能源生產力(能源密集度之倒數)，再應用因素分解模式將能源密集度分解為結構與純粹能源密集度效果，以觀察各效果對能源密集度的影響。

如圖 4.2 所示，70-91 年間，我國生產部門能源使用量及實質 GDP 持續呈現成長趨勢，分別以每年平均 6.09%及 6.55%之快速成長，雖然 GDP 於 90 年全球景氣低迷時期呈現衰退現象，91 年於景氣回溫後即再度攀升，然成長率不及能源使用量快速。民國 91 年之能源使用量為 85,947(單位為千公秉油當量)，較 90 年 81,350 成長約 5.65%；在實質 GDP 方面，當年度為 99,564 億元，較 90 年 95,817 億元成長 3.91%。

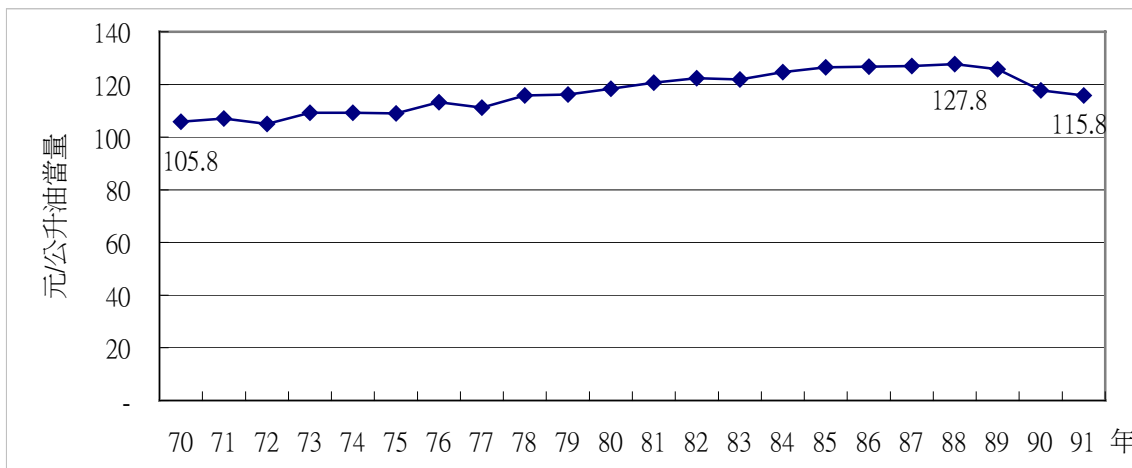


資料來源：行政院主計處，91年；能源統計月報，91年；本研究整理

註：生產部門 = 全國 - 住宅部門

圖 4.2 我國生產部門 70 至 91 年能源使用量及實質 GDP 之趨勢

基於上述，由於實質 GDP 之成長率較能源使用量快，表示生產部門能源生產力（實質 GDP/能源使用量）會呈現逐年上升的趨勢，歷年我國生產部門總體能源生產力趨勢如圖 4.3 所示。能源生產力係定義為投入每單位之能源使用量可生產之 GDP 數量，由圖 4.3 可見，長期而言，生產部門能源生產力係呈現下降，表示我國生產部門在投入每一公秉油當量之能源可獲得較多的附加價值，直接顯示我國能源使用效率提昇。民國 70 年我國總體能源生產力為 105.8（單位為元新台幣/公升油當量），並逐年上升至 89 年之 127.8，昇幅為約 20.8%。89-90 年則因實質 GDP 產出衰退及能源使用量成長影響下，導致能源生產力由升轉降，90 年能源生產力值為 117.8。91 年雖然實質 GDP 已回升，但是能源使用量仍然持續成長，因此能源生產力再度降為 115.8。



資料來源：本研究整理

圖 4.3 我國生產部門 70 至 91 年能源生產力趨勢

為了深入探討能源使用變動之各項影響因素，研究中應用因素分解方法進行能源密集度因素分解，將各部門之產出份額變化以及部門本身能源密集度變化所帶動生產部門能源密集度變化作分析，分解而得的兩項變動指數即為結構效果與純粹密集度效果，並估算分析我國總體、各部門、各行業之能源效率趨勢。

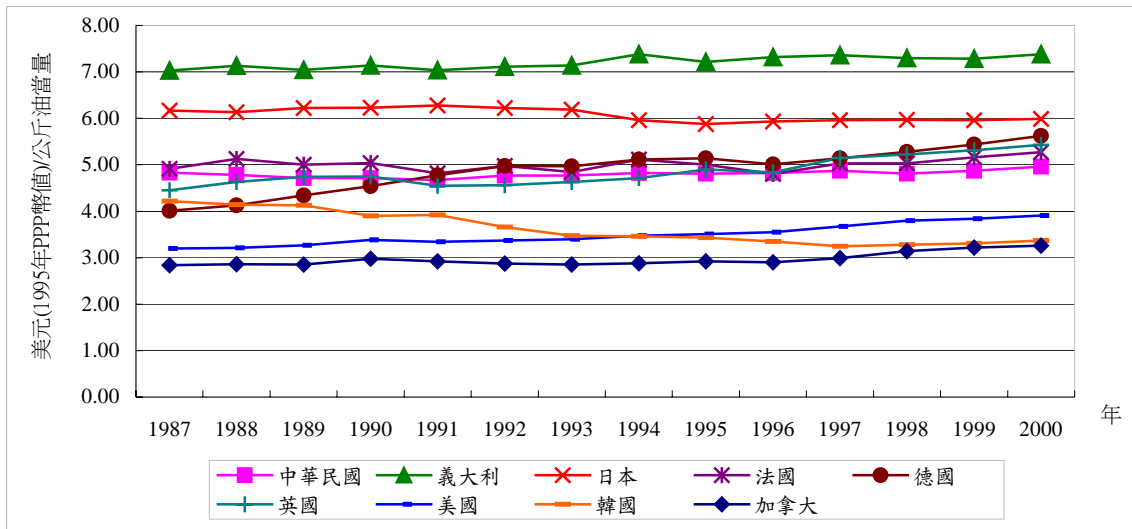
(二)我國與先進國家之能源效率指標比較

1. 能源生產力比較

在經過各國購買力平準(purchasing power parity, PPP)之後，各國歷年能源生產力趨勢，如圖 4.4 所示。我國全國能源生產力由 1987 年 4.83 (單位為美元/公斤油當量) 呈現先微幅下降後上升趨勢，在 1991 年最小值為 4.67，爾後至 2000 年，能源生產力增加為 4.96，顯示近年來物價波動成長趨緩。

在跨國比較方面，1987 年研究前期階段，我國能源生產力 4.83，領先德國、英國、美國、韓國、加拿大等國，然而在 1990 年左右，德、英兩國之能源生產力持續成長，並在我國能源生產力衰減下超越。直至 2000 年研究後期階段，我國僅領先美國、加拿大與韓國等三國。綜觀我國於 1987-2000 年間，能源生產力大致上已擺脫衰退而呈現穩定成長，然而由於能源生產力為總體指標，僅在藉由指標了解國家整體之能源效率，無法區分實際影響因素及影響程度。

義大利為全球能源效率最佳之國家，介於 7-7.4 之間，但逐年間上下波動，並無呈現出成長衰退趨勢；日本能源使用效率高，然而由於該國物價水準高，因此在經過購買力平準之後，其能源生產力反不及義大利，且近年來泡沫經濟崩潰影響下，能源生產力持續下降，已從 1987 年的 6.17 降至 2000 年的 5.99。德國歷年來能源效率不斷提升，能源生產力不斷上升，由 1987 年 4.01 上升至 2000 年 5.62，已接近日本之能源效率水準；韓國由於近年國內經濟變動起伏及衰退影響產出，因此能源生產力自 1987 年起之 4.22 即大幅降低至 2000 年之 3.37；美國及加拿大因天然能源資源豐富、能源價格低廉，因而能源生產力較其他先進國家低。



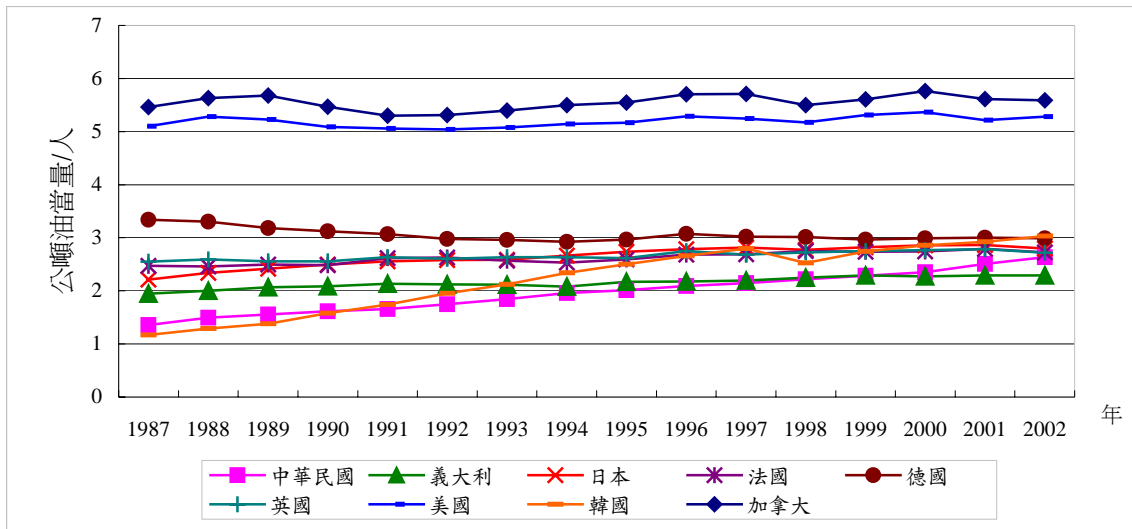
資料來源：本研究整理

圖 4.4 1987-2000 各國能源生產力趨勢

2. 人均能源消費比較

1987-2002 年各國人均能源消費量指標變化趨勢，如圖 4.5 所示。我國的人均能源消費在 1987 年研究初期時仍屬相當低的水準，約為 1.36 (單位為公噸油當量/人)，在各國的研究資料中僅有韓國小於我國，其值為 1.17，然而到了 2002 年，我國人均能源消費量持續成長，已達 2.64 左右，幾乎已接近先進國家之人均能源消費量水準，主要增量來源為工業部門化工業進口石油腦部份。

研究各國人均能源消費最多的為美國及加拿大，係因該國之自產能源充足，國內能源價格一般均較其他國家便宜。另外，由於加拿大地處高緯度，冬季普遍使用家庭暖氣，亦為人均能源消費較他國為高的原因。2002 年美國及加拿大之人均能源消費量分別達 5.28 及 5.59，均為我國之兩倍以上。韓國人均能源消費量成長相當快速，由 1987 年 1.17，成長至 2002 年 3.03，平均年成長率為 6.55%。德國則是唯一人均能源消費顯著下降的國家，分別由 1997 年 3.34 降為 2002 年的 2.99。



資料來源：ENERDATA s.a.-WORLD ENERGY DATABASE

圖 4.5 1987-2002 各國人均能源使用量趨勢

(三) 分解方法、資料處理與部門分類

本研究採用 Ang and Choi (1997) 提出之對數平均數迪氏指數因素分解法，其模式優點為可將能源密集度變動完全分解出各項效果，且不遺留殘差項，如此可避免分析誤差產生。有關因素分解模式計算公式，如表 4.1 所示。

在資料處理上，能源使用量資料取自於「能源統計月報」，其能源平衡表部份係採用 IEA 之格式填報我國各部門，甚至各產業之能源消費量；實質 GDP 資料取自於「國內生產各業產值雙面平減表」。由於能源統計與 GDP 統計之部門分類有些許差異，因此研究中乃將兩個資料庫的產業分類予以歸類，細部之歸類詳見表 4.2 所示。由於經濟指標為由上而下 (top-down) 之架構，本研究將生產部門向下分成九個部門別 (農林漁牧業、礦業、製造業、營造工業、自來水業、運輸倉儲業、商品買賣與各類服務業、能源部門、政府部門) 加以探討；另外，再針對耗能佔全國一半以上之製造業向下分成十一個產業別 (加工食品飲料及菸酒業、紡織成衣及服飾品業、木紙及印刷出版業、化工業、非金屬礦物製品業、鋼鐵業、其他金屬及金屬製品業、機械業、電機電子業、運輸工具業、

其他製品業)，進行趨勢分析。

表 4.1 生產部門能源密集度因素分解公式

| | | |
|-----|--|------------|
| | $\frac{E_t}{G_t} = \sum_i \frac{E_{it}}{O_{it}} * \frac{O_{it}}{G_t}$ | |
| 其中 | E_t : t年整體產整體產業部門 源使用量 (公秉油當量) G_t : t年整體產t年整體 國內內生產毛額 (百萬 新台幣) E_{it} : t年i 產t年i產業 源使用量 (公秉油當量) O_{it} : t年i 產t年i產業 內生產毛額 (百萬元新 台幣) | |
| 定義 | $N_t = E_t / G_t =$ t年年整體 產年整體產 能源密集度 $I_{it} = E_{it} / O_{it} =$ t年年i 產年i產業部 密集度 $S_{it} = O_{it} / G_t =$ t年年i 產年i產業部 結構 | |
| 則 | $N_t = \sum_i I_{it} * S_{it}$ | |
| 再定義 | $D_t = N_t / N_o = DI * DS$ $w_i^* = L(w_{io}, w_{it}) / \sum_i L(w_{io}, w_{it})$ $L(w_{io}, w_{it}) = (w_{it} - w_{io}) / \ln(w_{it} / w_{io})$ $w_{it} = E_{it} / E_t$ | |
| 則 | $DI = \exp \left[\sum_i w_i^* \ln(I_{it} / I_{io}) \right]$ | 為部門能源密集度效果 |
| | $DS = \exp \left[\sum_i w_i^* \ln(S_{it} / S_{io}) \right]$ | 為產產業結構效 |

資料來源：本研究整理

表 4.2 國民所得統計及能源平衡表之部門、產業分類對照

| 研究部門別 | | 國民所得統計 | 能源平衡表 ^註 |
|------------|------------|---|---|
| 農林漁牧業 | | 農林漁牧業 | (66) 農林漁牧部門 |
| 礦業 | | 土石採取業 其他礦業 | (31) 礦業 |
| 工業 | 食品飲料及菸酒業 | 食品 煙草 | (32) 食品業 |
| | 紡織成衣及服飾品業 | 紡織 成衣及服飾品 皮革、毛皮及其製品 | (33) 紡織業 (58) 皮革 |
| | 木紙及印刷出版品業 | 木竹製品 家具及裝飾品 紙漿、紙及紙製品 印刷及有關事業 | (35) 木竹 (36) 造紙 (57) 印刷 |
| | 化工業 | 化學材料 化學製品 橡膠製品 塑膠製品 | (38) 化學材料 (44) 化學製品 (45) 塑膠製品 (46) 其他化學製品 (59) 橡膠 |
| | 非金屬礦物製品 | 非金屬礦物製品 | (47) 非金屬礦物製品 |
| | 鋼鐵 | 金屬基本工業 | (53) 鋼鐵工業 |
| | 其他金屬及金屬製品業 | 金屬製品 | (54) 非鐵金屬 (60) 金屬製品 |
| | 機械業 | 機械設備 | (61) 機械 |
| | 運輸工具業 | 運輸工具 | (63) 運輸工具 |
| | 其他製品業 | 精密器械 雜項工業製品 | (65) 其他製品 |
| 營造工程業 | | 營造業 | (73) 營造業 |
| 自來水業 | | 自來水供應業 | (72) 自來水供應業 |
| 運輸倉儲業 | | 陸上運輸業 水上運輸業 航空運輸業 其他運輸倉儲業 | (25) 運輸部門 (74) 運輸服務 (75) 倉儲業 |
| 商品買賣及各種服務業 | 商品買賣業 | 商業 | (70) 商業部門 |
| | 其他服務業 | 通信業 金融、保險及不動產業 工商服務業 社會服務及個人服務業 其他生產者 | (76) 通信業 (77) 金融保險 (79) 其他 |
| 政府部門 | | 政府服務生產 | (78) 公共行政服務 |
| 能源部門 | | 煤礦業 石油、天然氣及地熱礦業 石油及煤製品業 電力供應業 氣體燃料供應業 | (19) 煤礦業 (20) 煤製品業 (21) 油氣礦業 (22) 油氣煉製業 (23) 發電業 (24) 氣體燃料供應 |

資料來源：行政院主計處；能源統計月報

註：括號內數字為能源平衡表中之部門編號

(四) 分解分析結果

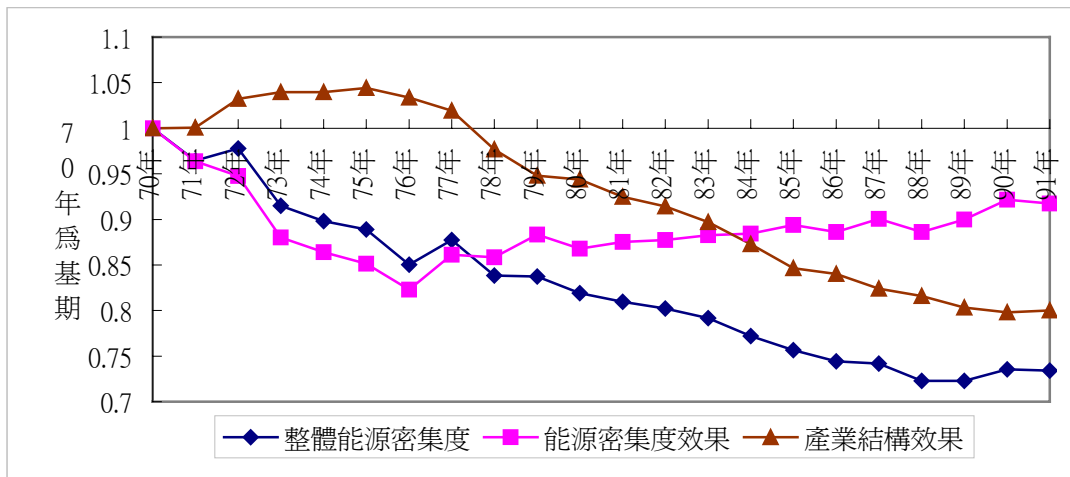
利用對數平均數迪式指數分解法進行因素分解，以 70 年至 91 年全國及工業部門能源消費及工業生產統計資料，進行能源密集度因素分解，將全國及工業部門能源密集度分解為純粹能源密集度效果與產業結構效果，以深入了解過去二十餘年來，全國及工業部門能源使用效率之變遷趨勢。所謂結構效果係指各部門間 GDP 佔比之相互變動對整體生產部門能源密集度之影響；純粹密集度效果則為去除結構效果後，各部門本身能源密集度之變動，對整體生產部門能源密集度的影響。

1. 生產部門因素分解

(1) 生產部門總體能源密集度分解

全國生產部門能源密集度之因素分解結果，如下圖 4.6 所示。由圖中可見，自 70 至 89 年，全國生產部門整體能源密集度大致隨著經濟發展而呈現逐年下降之走勢，表示我國總體生產部門實際能源使用效率確實有愈來愈好的現象，然而 89 至 91 年整體能源密集度卻呈現微幅上升。藉由因素分解能源密集度結果顯示，大部份研究期間，結構效果均呈下降趨勢，顯示我國各生產部門主要朝向低能源密集部份方向發展。根據資料顯示，在九個部門中，主要以商品及服務業成長最為迅速，由於該部門生產毛額佔全國 GDP 達 52% 之譜，且近二十年其成長 5.8 倍之多，而且該部門之能源密集度（91 年 3.85 公秉油當量/百萬元）遠低於整體能源密集度水準（91 年 8.63 公秉油當量/百萬元），因此方足以大幅降低結構效果之趨勢，間接降低整體能源密集度。純粹能源密集度大多呈現持穩走平趨勢，除商品及服務業歷年能源密集度幾乎持平的因素之外，製造業自 75 年以來，能源密集度亦以持平的趨勢發展。經由此兩大部門之能源密集度趨勢影響，導致純粹能源密集度效果走平。

總言之，總體能源密集度之下降，主要來自於部門結構效果下降之貢獻，此可從整體能源密集度與部門結構效果兩者走勢相仿佐證。89 年為一轉折點，其中部門結構效果持平發展，純粹能源密集度效果均呈上升趨勢，顯示產業結構已開始朝向高能源密集部門發展，此趨勢一直延續至 91 年。



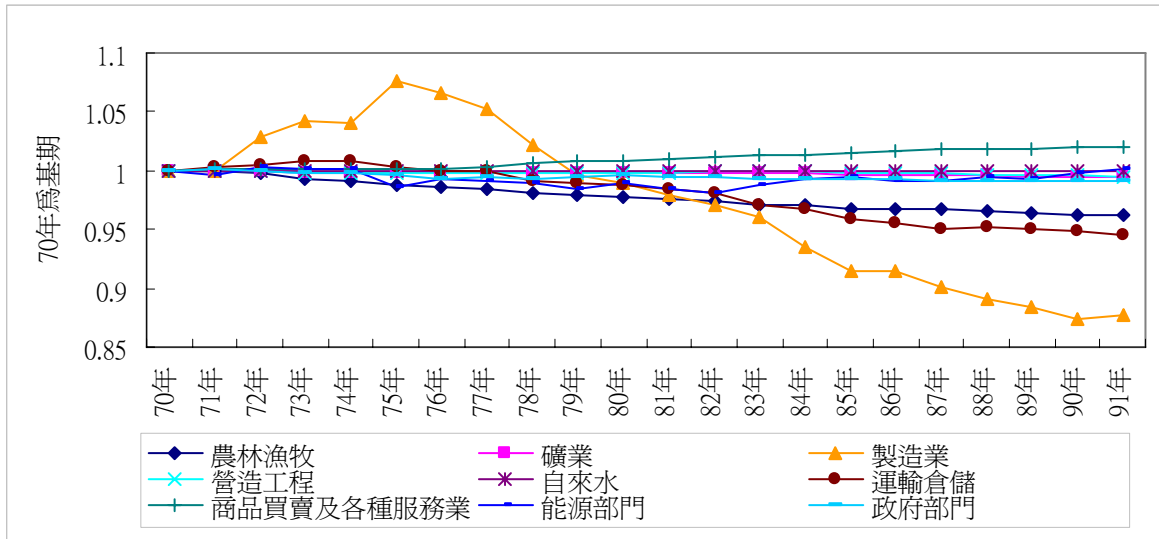
資料來源：本研究整理

圖 4.6 我國總體能源密集度因素分解結果

(2) 九大部門對產業結構效果之貢獻

將上述因素分解所得之產業結構效果分為九個部門之貢獻程度，如圖 4.7 所示。以 70 年為基期，營造工程、礦業、自來水業、能源部門、政府部門等部門之結構效果對於整體結構效果貢獻均無明顯影響，其主要係因為這些部門在 GDP 或總能源消費之佔比不大，故成長衰退影響總體生產部門之能源效率的程度有限；商品及服務業從研究初期即緩慢成長，由於我國逐漸由開發中國家邁向已開發國家之林，持續朝向服務業發展，因此該部門不斷成長，且在全體生產部門的重要性逐漸上升所致，該部門產出佔比由 70 年 33.9% 緩慢成長至 91 年之 51.9%；農林漁牧及運輸倉儲兩部門結構效果呈現衰退趨勢，分別由 70 年 7.6% 及 5.1% 降低至 91 年的 2.4% 及 4.0%，因此減少了對整體生產部門結構效果之影響，顯示兩部門重要

性逐漸減少；製造業於 70-75 年間產出佔比重要性大幅增加，爾後受到商品及服務業的成長，因而生產毛額佔比逐年減小，由 75 年 33.6% 逐年下降至 91 年之 24.9%。展望未來，我國製造業在中國大陸的競爭之下，勢必重要性仍有下降空間。



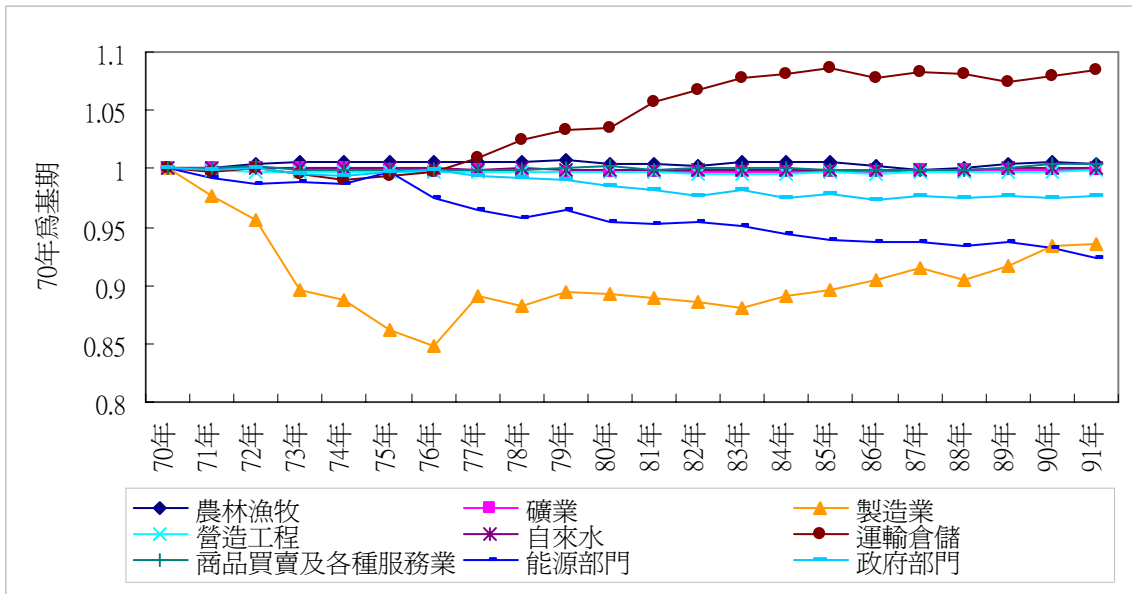
資料來源：本研究整理

圖 4.7 各部門對產業結構效果之貢獻

(3) 九大部門對能源密集度效果之貢獻

將上述因素分解所得之產業結構效果分為九個部門之貢獻程度，如圖 4.8 所示。農林漁牧、營造工程、商品及服務業、礦業、自來水業等部門之能源密集度效果貢獻程度不大，顯示這些部門之能源密集度已無大幅改善或衰退的空間；運輸倉儲於 78 年後大幅成長，主要為車用汽油及柴油能源消費量之大量成長；政府部門則於 76 年後呈現緩慢下降趨勢，爾後即維持水平穩定發展趨勢；能源部門自 76 年後逐年下降，主要影響為石油煉製業減少煉油氣及燃料油之使用所致，近三年來石油煉製業生產毛額大幅成長，對降低能源密集度效果有相當影響力，由 89 年之 1,707 億成長至 91 年之 2,089 億，平均成長率高達 10.6%；製造業 70-76 年間

大幅呈現能源密集度效果負向趨勢，之後即維持穩定發展趨勢，84 年後則往上增加，由 83 年 0.88 躍升至 91 年 0.93 左右。



資料來源：本研究整理

圖 4.8 各部門對能源密集度效果之貢獻

2. 製造業因素分解

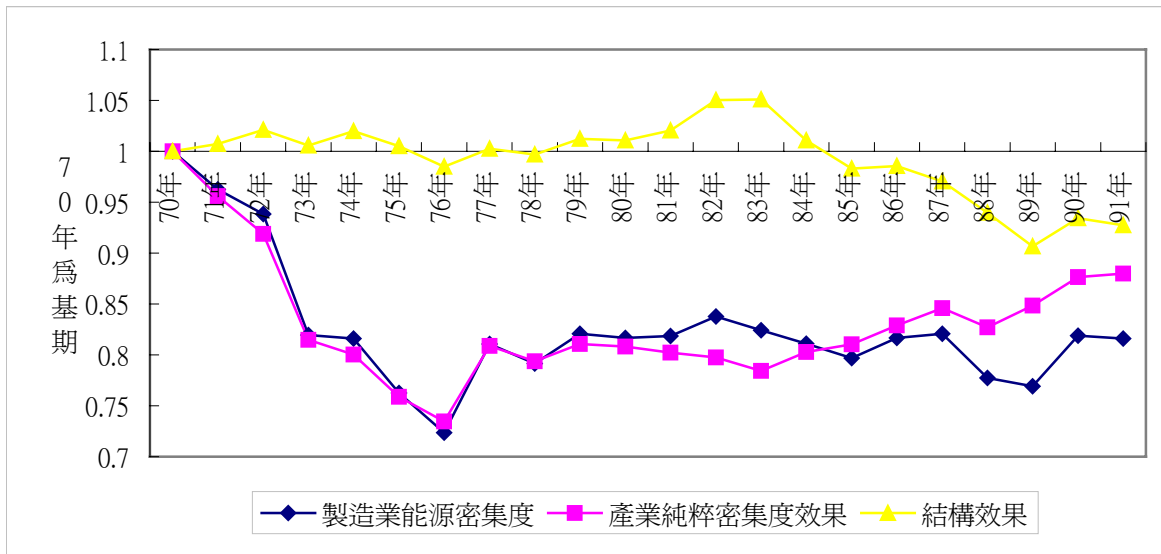
(1) 製造業能源密集度分解

本章節進行製造業因素分解，藉由分解出各產業之效果貢獻，期以釐清主要影響能源消費因素，觀察各產業之產出佔比變動與能源密集度變動之影響程度。

70-91 年製造業能源密集度因素分解結果，如下圖 4.9 可見，顯示製造業能源密集度的變化與產業純粹密集度效果之變化趨勢相仿，代表各產業之能源密集度的變化密切影響製造業之能源密集度變化。然而，結構效果雖然不是影響製造業能源

密集度變化之主因，但是從民國 83 年之後的趨勢看出，純粹密集度效果已逐漸呈現上升方向，製造業能源密集度反而受到結構效果的牽引而持平趨勢。因此，近年來結構效果在影響漸增，顯示各產業間的興衰雖不是影響能源效率的主要因素，但是仍具有一定程度之影響力。

特別值得注意的是，90 年結構效果及產業純粹密集度效果均有向上攀升現象，此時工業部門整體能源密集度之上升趨勢係來自同時兩股拉升力量之貢獻，究其原因有二：在產業純粹密集度效果方面，全球景氣低迷，各業之生產產量受到限制，直接影響產能利用率降低，造成能源密集度上升；在結構效果方面，製造業中化工業能源消費量大幅成長所致，此應與新設煉油廠加入營運有關。90 年大多數產業之生產毛額產出受景氣影響而大幅下滑，然而能源密集度高於製造業能源密集度水準之產業產出佔比衰退幅度較少，如鋼鐵業(-5.54%)、非金屬製造業(-7.49%)、紡織業(-12.0%)、化工業(0.24%)，而其他能源密集度低的產業，其衰退幅度較大，如機械業(-13.73%)、運輸工具業(-13.48%)、電機電子業(-6.72%)，因此仍然使製造業結構效果上升。91 年在景氣稍有回復後，結構效果已受到低能源密集度產業成長影響而降低，間接帶動製造業能源密集度下降。



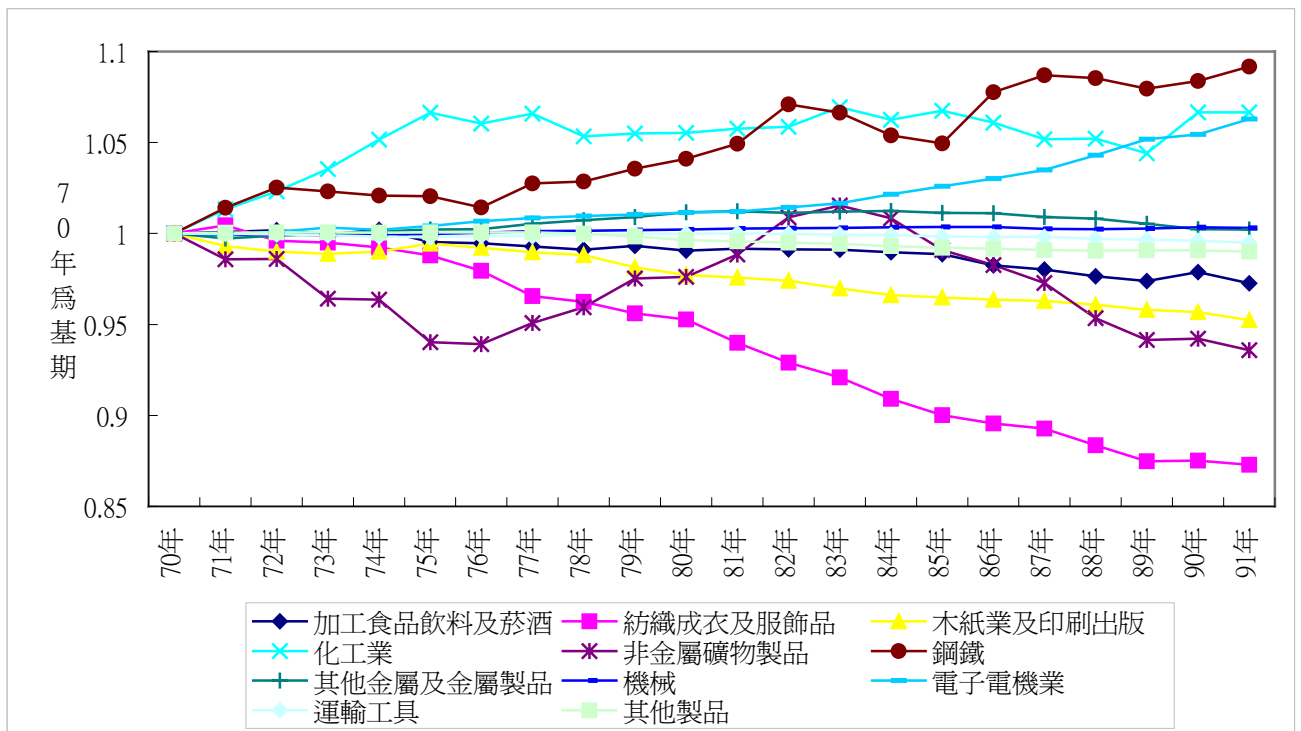
資料來源：本研究整理

圖 4.9 我國製造業能源密集度因素分解結果

(2) 各產業對結構效果之貢獻

產業結構效果主要是來自化工業、鋼鐵業、非金屬礦物製品業、紡織成衣業、電子電機業的產出佔比變動，而對製造業能源密集度的影響。相較 70 年基期而言，食品業、紡織成衣業及造紙印刷業歷年來均有明顯的結構效果降低的趨勢，係由於這些產業產出重要性已衰退，因此導致效果貢獻度下降，尤以紡織成衣業下降幅度最顯著；鋼鐵業 77 年後歷經中鋼各工程完成（77 年三階擴建、82 年軋鋼產能擴充、86 年四階擴建），均使該業結構效果有明顯攀升，近三年由於國內公共工程推動，使鋼鐵業產出再度成長。91 年結構效果呈現上升走勢，主要受鋼鐵景氣回春、國際鋼價大幅回升、亞洲地區需求旺盛及全球主要鋼廠減產效應持續發酵，造成市場供給缺口浮現，其中上升幅度最大為冷軋鋼捲及鋼筋，產量分別擴張約 16.9% 及 15.8%；化工業自 77 年以來即持平穩發展，產業佔比並沒有顯著變化，惟 90 年在新設煉油廠加入投產後，則結構效果始有明顯大幅提高之勢；非金屬製品業於 77-84 年國內營建業景氣蓬勃發展期間生產大幅成長，爾後隨即走下坡，近三年雖

有公共工程推動(高鐵工程、高雄捷運)之賜，帶動水泥業產出觸底反彈，然而非金屬製品業中其他產業，則因衰退而將該業成長力道抵消；電機電子業自 83 年起結構效果明顯逐年成長，顯示該業之重要性，相對表示帶動耗能成長，主要因為半導體業產出增加，其 IC 產業 91 年產值較 90 年上升 23.91%，導致電子電機業產出佔比增加使其趨勢走揚，展望未來發展仍以半導體業景氣為主導方向。



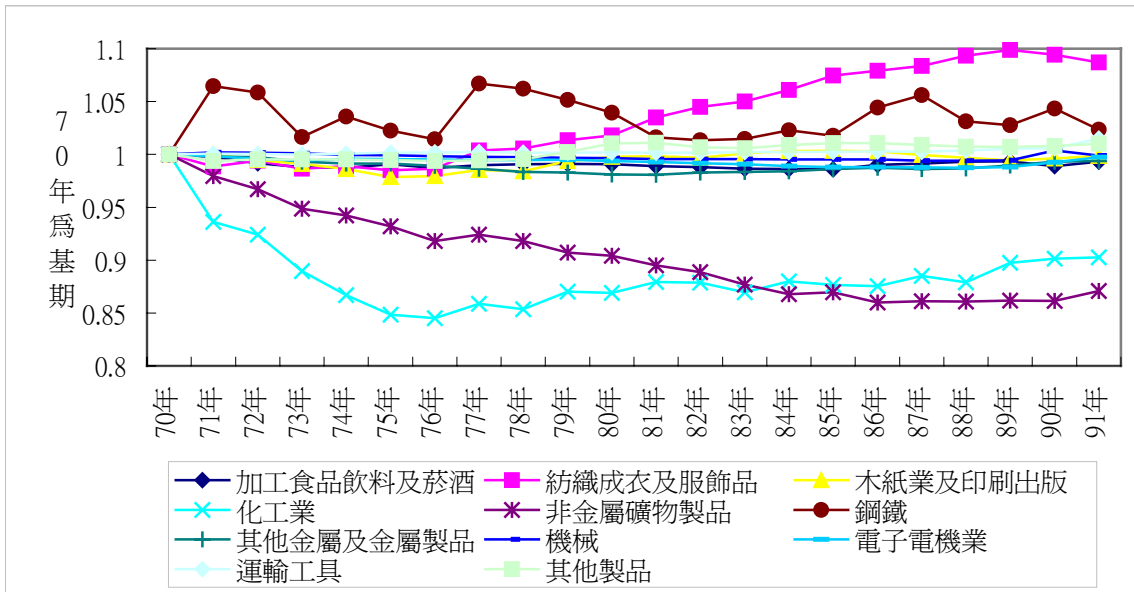
資料來源：本研究整理

圖 4.10 各產業對結構效果之貢獻

(3) 各產業對產業密集度效果之貢獻

能源密集度效果的變動趨勢主要是來化工業、鋼鐵業、非金屬礦物製品業、紡織成衣業等產業之變動，其餘產業之變動幅度較基期並無太明顯變化，顯示前述這些產業在能源使用的重要性。77 及 86 年鋼鐵業能源密集度大幅提高，主要為一貫

作業鋼廠三階及四階擴建，單位耗能較高的煉鋼製程成長所致。91年鋼鐵業因國際需求旺盛致使產能反彈回升，而且鋼品價格的調漲也是因素之一，因此在價量齊揚的雙重影響下，該年度密集度效果呈現大降的趨勢；非金屬製品業部份，雖然水泥業能源密集度稍有下降，然而卻因非金屬製品業中其他產業之能源密集度大增，而提高非金屬製品業的密集度效果，間接造成對製造業純粹密集度效果貢獻增加。91年隨著景氣好轉，水泥業產能利用率增加，降低單位耗能 2.0%，有助於節能之貢獻；化工業 89 年因新廠試車使密集度效果增加，90-91 年已逐漸呈平穩發展，其中 91 年密集度效果持續攀高之主要因為，煉油業去年使用大量石油腦(Naphtha)於國內煉製，根據資料顯示，91 年化工業石油腦耗用量為 135.4 萬公秉油當量，較 90 年耗用量 41.9 萬公秉油當量增加高達近 2.5 倍，此將造成化工業耗能大幅成長因素；紡織業因 91 年出口較 90 年暢旺，帶動產業生產數量，提高產能利用率，因而使密集度效果降低；電機電子業則在朝精密產品發展下，致使密集度效果成長。



資料來源：本研究整理

圖 4.11 各產業對產業密集度效果之貢獻

二、我國鋼鐵、造紙、紡織業工程指標能源集中度分析

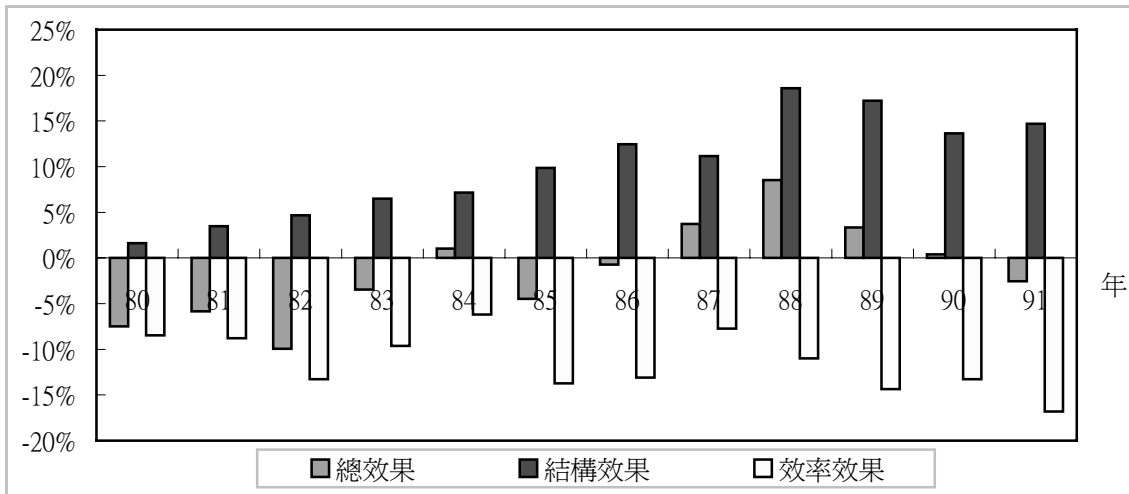
(一) 鋼鐵業工程指標能源效率分析

單位能耗分解，旨在探討單位能耗變化之影響因素。鋼鐵業工程指標因素分解研究結果，如圖 4.12 所示，82-88 年總效果朝正向發展，近三年已朝負向，意即單位能耗有降低趨勢，代表生產每公噸粗鋼所需的能源投入減少。受 90 年鋼鐵景氣低迷，市場殺價競爭，導致 90 年鋼鐵業能源生產力下降 5.4%。91 年拜產業景氣回溫所賜，鋼鐵下游業者原料需求殷切，國際鋼價亦大幅調升，引發下游業者積極提料，91 年能源生產力較 90 年成長 7.63%。單位耗能部份，電弧爐煉鋼之耗能趨勢在 90 年景氣不佳時成長 1.3%，但在 91 年復甦後即下降 3.6%，主要為每日操作爐次增加，縮短爐次與爐次間之停爐時間，可降低因停爐所造成的熱損失，因此能源使用效率相對提升。91 年由於備鋼率由 7.4% 下降至 1%，致使軋鋼量成長，一貫作業鋼廠之單位耗能增加，意即雖然單位耗能增加，但由於軋鋼量成長代表熱進爐率提高，反而對鋼鐵業能源效率有正面的效益。

分解單位能耗後可得結構效果及效率效果，其中結構效果呈上升趨勢，粗鋼產量增加為結構效果上升之主因，因粗鋼耗能較其他鋼品大，故隨著一貫作業鋼廠持續擴廠，將導致結構效果增加。另外，特殊鋼製程及成分較複雜，相對單位耗能較大，故該項鋼品產量快速成長，將使鋼鐵業能源耗用隨之大幅增加，近三年結構效果呈現下降，顯示特殊鋼品佔比減少所致。效率效果相較基期（79 年）低，即較具有生產效率，近三年效率效果先升後降，由於 90 年遭逢景氣不佳，降低了製程效率，91 年已朝改善效率發展。

總言之，結構效果歷年來成長，可由高爐煉鋼於 79-87 年不斷提高產能及近年不鏽鋼鋼品快速發展有密切關係，表示鋼鐵業朝向高單位耗能產品發展。90-91 因

冷熱軋下游鋼品產量成長而降低；效率效果除 90 年景氣不佳而使效率效果微幅增加外，歷年皆呈現負向趨勢，代表單位能耗下降，顯示該業能源效率提升。



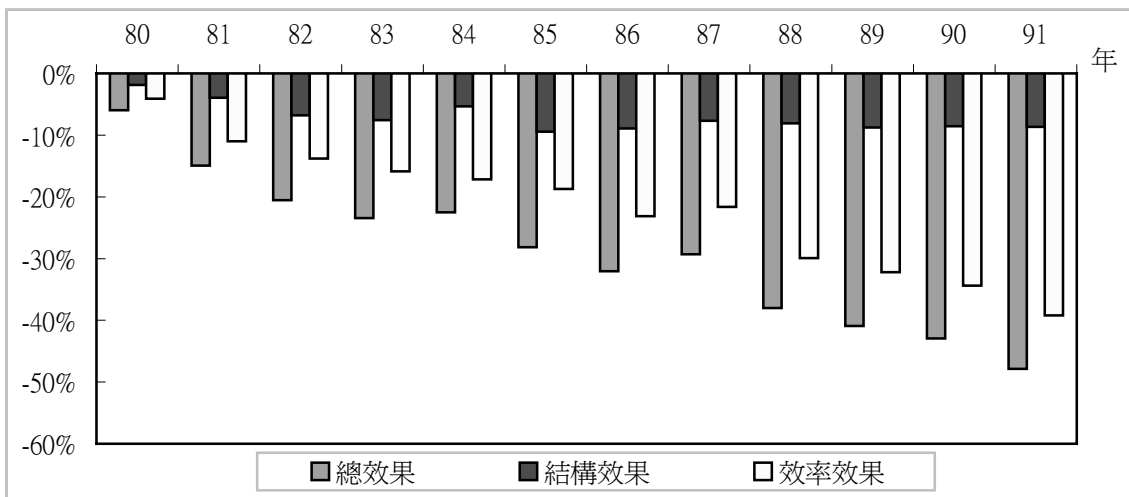
資料來源：本研究整理

圖 4.12 鋼鐵業單位產品耗能各效果分解

(二) 造紙業工程指標能源效率分析

造紙業工程指標因素分解研究結果，如圖 4.13 所示。由圖可見，造紙業總效果均呈現大幅下降之勢，顯示出單位耗能有降低趨勢。90 及 91 年造紙業能源生產力分別較前一年成長 4.4% 及 1.9% 左右，以能源生產力趨勢的觀點看能源使用效率確實有上升的現象，此與造紙業總效果趨勢相同。單位耗能方面，90 年紙漿之單位耗能較 89 年成長 3.4%，另外，工業用紙則較 89 年成長 12.5%，而大宗產品—紙板之單位耗能則下降 5.3%。91 年紙漿之單位耗能呈下降趨勢，主要與實施節能措施節能管理與改善（節約量為 89 年 29 千公秉油當量、90 年 27 千公秉油當量、91 年 17 千公秉油當量）以及產能上升（89 年增加 3.4%、90 年減少 6.1%、91 年增加 4.6%）的因素，工業用紙方面因市場需求量大幅提升，使單位產品能源使用量下降 9.6%，紙板之單位耗能則僅下降 0.6% 左右。

分解單位能耗後可得結構效果及效率效果，自 87 年始，結構效果即持平發展，表示各類紙品間之產量變動幅度不大，雖然逐年間仍然生產有消長，但並不足以大幅影響單位耗能，此現象顯示我國造紙業已達成熟期階段。從長期來看，結構效果仍舊是以朝向較低單位耗能的紙品發展。效率效果遞減，並且為影響單位耗能的主因，顯示節約能源的成果。其中，88 年後，廢棄物燃料，如製漿產生之黑液、散漿渣、污泥、木屑、廢輪胎等受大廠採用，因而可提高能源使用效率。雖然 90 年景氣不佳，造紙業效率效果仍然可朝負向發展，顯示出該業對於景氣變動的影響有較佳適應力。



資料來源：本研究整理

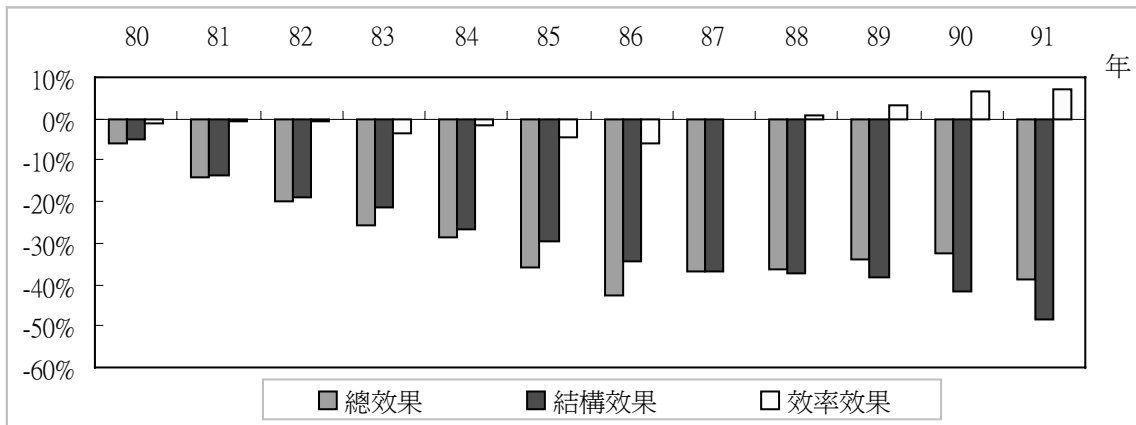
圖 4.13 造紙業單位產品耗能各效果分解

(三) 紡織業工程指標能源效率分析

紡織業工程指標因素分解研究結果，如圖 4.14 所示。由圖可見，紡織業總效果 80-86 年呈現下降之勢，87-90 則上升，91 年又再度下降，顯示出近年單位耗能有成長趨勢。由於我國紡織業以出口為主，90 年紡織業能源生產力較 89 年降低 1.8%，而 91 年亦持續降低 0.6%。單位耗能方面，91 年聚酯棉單位耗能較 90 年

降低 2.0%，主要與 91 年第四季大陸開放進口，部分廠商產能擴增以及採用較先進技術有關。91 年棉紗單位耗能較 90 年增加 3.0%，與近幾年東南亞紡紗業成長快速並往國內傾銷，造成國內廠商減產有關。91 年聚酯加工絲單位耗能較 90 年增加 4.0%，係為產品朝向生產細丹尼加工絲發展。染整加工 91 年單位耗能較 90 年增加 5.3%，與廠商生產之產品加工程度有增多趨勢，如部份生產漂白布之廠商增加染色比重有關。整體而言，90 年單位耗能趨勢大多為上升的情況，如聚酯絲 7.62% 及聚酯加工絲 12.44%；而 91 年單位耗能則稍有下降。

分解單位能耗後可得結構效果及效率效果，其中結構效果幾乎與總效果走勢一致，顯示紡織業 80-87 年間受到紡織品產量變動影響極大，而且該業以生產低單位耗能之紡織品為發展方向。同一時期，效率效果亦往降低單位耗能方向，代表能源使用效率之提昇。但 88 年後，雖然結構效果仍然朝負向降低單位耗能，但效率效果呈現正向發展，其中 90 年受到全球景氣不佳，出口大幅萎縮有絕對的關係。91 年效率效果持續成長主因為，產品製程朝細加工層次發展，造成近年來單位耗能降幅縮減的因素，而結構效果顯示該業仍然朝向低單位耗能的紡織產品成長。



資料來源：本研究整理

圖 4.14 紡織業單位產品耗能各效果分解

三、耗能產業採用國內高效率能源技術之可行性評估之影響研究

本研究的目的是在構產業節能措施對產業節能效益影響之評估模型，並利用能源委員會委託工研院所做之「能源查核」的資料進行下列分析：(1)五大耗能產業（包括鋼鐵、水泥、造紙、化工及紡織業）採用該行業 Top-Runner 高效率節能技術（即最佳能源生產力技術）之可行性，並分析未採行 Top-Runner 節能技術之困難點。(2)五大耗能產業採用國內高效率節能技術對產業與整體之物價、成長、能源需求及 CO₂ 排放之影響。研究結果整理如下表 4.3 所示。

表 4.3 耗能產業採用國內高效率節能技術之影響

| | 產業物價影響率(%) | 產業成長率(%) | 能源需求影響率(%) | CO ₂ 及各種空氣污染物排放量影響率(%) | CO ₂ 及空氣污染減量社會效益(千元) |
|--------------|---------------------|--------------------|--|--|---------------------------------|
| 整體經濟 | 0.06% → 0.07% | -0.07% → -0.09% | 電力：-11.01% 煤：-23.08% 油：-11.92814 | CO ₂ ：-14.65% SO _x ：-16.77% NO _x ：-17.07% | 31,811,653 |
| 工業 | 0.14% → 0.17% | -0.17% → -0.21% | 電力：-15.3% 煤：-23.18% 油：-12.63% | CO ₂ ：-17% SO _x ：-17.37% NO _x ：-17.7% | 32,823,786 |
| 紡織業 | -0.004% → -0.07% | 0.002% → 0.04% | 電力：-15.19% 煤：-0.2% 油：-15.22% | CO ₂ ：-16.57% SO _x ：-16.57% NO _x ：-16.27% | 3,295,054 |
| 造紙、紙製品及印刷出版業 | 0.28 % → 0.29 % | -0.34% → -0.36% | 電力：-1.43% 煤：-10.25% 油：-3.31% | CO ₂ ：-4.91% SO _x ：-6.08% NO _x ：-6.57% | 435,032 |
| 化學業及塑膠業 | 1.62 % → 1.76 % | -1.96% → -2.12% | 電力：-29.94% 煤：-49.76% 油：-5.37% | CO ₂ ：-32.34% SO _x ：-30.37% NO _x ：-33.26% | 20,109,825 |
| 非金屬礦物製品 | -0.08% → -0.1 % | 0.095% → 0.11% | 電力：-5.73% 煤：-1.25% 油：-0.85% | CO ₂ ：-1.66% SO _x ：-1.16% NO _x ：-1.23% | 393,134 |
| 基本金屬工業 | -0.77% → -0.92% | 0.48% → 0.57% | 電力：-46.67% 煤：0.47% 油：-87.73% | CO ₂ ：-35.05% SO _x ：-36.06% NO _x ：-29.78% | 8,579,226 |

資料來源：本研究整理

四、產業別節約能源趨勢

為能更深入了解工業部門之節約能源成效，本研究係針對 91 年七大主要耗能製造業及非製造業的能源大用戶，探討其節約能源趨勢，包括；鋼鐵業、水泥業、造紙業、化工業、紡織業、電機電子業及食品業等。茲概略說明計算公式如下：

節約量

假設本研究之產業對象分別有 n 個行業，而且每個產業中分別生產 k 種產品，則第 i 行業的第 j 個產品之節約量計算公式如下，其中各代號如表 4.4 所示。

$$S_{ij} = (SEC_{ij_t} - SEC_{ij_t+1}) \times P_{ij_t+1} \quad \text{其中 } i=1, \dots, n ; j=1, \dots, k ; t: \text{基期年}$$

則第 i 行業的行業節約量為各項產品節約量之總和，其公式如下所示：

$$S_{i\cdot} = \sum_{j=1}^k (SEC_{ij_t} - SEC_{ij_t+1}) \times P_{ij_t+1} \quad \text{其中 } i=1, \dots, n ; t: \text{基期年}$$

節約率

第 i 行業的第 j 個產品之產品節約率算法，擬採用上述所計算得出之產品節約量 S_{ij} 除以基期年（通常為前一年）效率進行生產當年度產量時所耗用之總能源消費百分比，即如下公式所示：

$$R_{ij} = \left\{ \frac{S_{ij}}{SEC_{ij_90} \times P_{ij_91}} \right\} \times 100\% \quad \text{其中 } i=1, \dots, n ; j=1, \dots, k$$

而第 i 行業的行業節約率計算方法則為上述之行業節約量，除以該行業之全部產品皆以基期年效率進行生產當年度所有產品時需耗用之總能源百分比，即如下列公式所示：

$$R_{i+} = \left\{ \frac{S_{i+}}{\sum_{j=1}^J SEC_{ij-90} \times P_{ij-91}} \right\} \times 100\% \quad \text{其中 } i = 1, \dots, I$$

表 4.4 公式代號之中文名稱對照表

| 中文名稱 | 英文代號 |
|--------|------|
| 單位產品耗能 | SEC |
| 產量 | P |
| 節約量 | S |
| 節約率 | R |

且以「單位產品能源用量」來分析各產業之節約率，相較以「能源密集度」分析產業之節約率，因已排除產品價格變動因素，更佳能反應出產業能源使用效率之實際情況。

本研究分別將近三年來產業及非製造業能源大用戶之節約能源趨勢說明如下：

1. 鋼鐵業

依單位能源使用量分析鋼鐵業能源大用戶主要產品廣義之節約量及節約率，如表 4.5 及表 4.6 為 89-91 鋼鐵業產品，其節約量與節約率推估所示。90~91 年鋼筋及 91 年電弧爐鋼胚單位產品能源用量有下降趨勢，以致其節約量及節約率均產生正值，90 年整體鋼鐵業之節約量及節約率分別高達 139,105 公秉油當量及 2.47%。

表 4.5 90-91 年鋼鐵業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|---------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 鋼筋 | 113,781 | 5,448,064 | 2.09 |
| 鋼胚(一貫廠) | 21,272 | 6,149,969 | 14.42 |
| 鋼胚(電爐廠) | 4,052 | 369,622 | 9.02 |
| 合計 | 113,806 | 6,741,391 | 2.47 |

表 4.6 89-90 年鋼鐵業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ |
|---------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 鋼筋 | -9,204 | 221,800 | -4.15 |
| 鋼胚(一貫廠) | 124,948 | 6,149,969 | 2.03 |
| 鋼胚(電爐廠) | -1,938 | 369,622 | -0.52 |
| 合計 | 113,806 | 6,741,391 | 1.69 |

註：未節約時之耗能为節約量加上當年度的耗能推估而來。

2. 水泥業

若以整體水泥業而言，90 年之總節約量為 8,292 公秉油當量，總節約率為 0.63%，90 年之總節約量為 4,794 公秉油當量，總節約率為 0.35%。並可得自 88 年起每年節約率均為正值。節約量及節約率減少原因與產能利用率之間關聯甚大，有關我國整體水泥業 88~90 年之節能成效詳如表 4.7 及表 4.8 所示。

表 4.7 89-90 年水泥業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 節約率 ₉₀₋₉₁ (%) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 卜特蘭水泥 | 4,295 | 1,349,874 | 0.32 |
| 爐石粉 | 499 | 2,937 | 16.9 |
| 合計 | 4,794 | 1,352,812 | 0.35 |

表 4.8 88-89 年水泥業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 卜特蘭水泥 | 8292 | 1,316,190 | 0.63 |
| 爐石粉 | -115 | 2,210 | -5.20 |
| 合計 | 8,177 | 1,318,400 | 0.62 |

3. 造紙業

以 89 年至及 91 年能源大用戶申報表，主要產品能源使用量來進行推估能源節約量及節約率，紙漿、文化用紙、衛生用紙及包裝用紙分別為-1.29%、1.50%、-5.67% 及 2.17%，整體節約率為 0.33%。有關造紙業的主要產品細項節約量與節約率的推估，詳見表 4.9 及表 4.10。

表 4.9 90-91 年造紙業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | | 節約量 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 節約率 ₉₀₋₉₁ (%) |
|------|------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 紙漿 | | -1,062 | 82,498 | -1.29 |
| 紙張 | 文化用紙 | 2,533 | 168,703 | 1.50 |
| | 衛生用紙 | -2,912 | 51,188 | -5.69 |
| | 文化用紙 | 777 | 35,876 | 2.17 |
| 紙板 | | 3,804 | 147,366 | 2.58 |
| 合計 | | 4,462 | 5,167 | 0.33 |

表 4.10 89-90 年造紙業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|------|------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 紙漿 | | -661 | 76,064 | -0.87 |
| 紙張 | 文化用紙 | 182,912 | 182,912 | 3.87 |
| | 衛生用紙 | 44,039 | 44,039 | -8.47 |
| | 文化用紙 | 9,424 | 9,424 | 0.34 |
| 紙板 | | 27,318 | 638,657 | 4.28 |
| 合計 | | 30,049 | 951,096 | 3.16 |

註：(1)各主要產品的總節約量為各主要產品細項節約量的總合。

(2)各主要產品的總未節約時之耗能为各主要產品細項未節約時之耗能的總合。

(3)行業的總節約量為各主要產品總節約量的總合。

(4)行業的總未節約時之耗能为各主要產品總未節約時之耗能的總合。

4. 化工業

化工業 89-91 年能源大用戶申報表主要產品能源使用量推估之節約能源量及節約率，如表 4.10 及表 4.11 所示。表 4.11 顯示，91 年純對苯二甲酸產品較 90 年之節約量約為 23.6 萬公秉油當量，為節約能源貢獻最大之產品，經計算出之節約率為 0.36% 左右；另外氯乙烯產品之節約率為負值，代表其 91 年之單位產品生產效率較 90 年為差，因此會呈現負向發展。整體而言，91 年化工業之節約量約為 43 萬公秉油當量，即節約率為 2.98% 左右。表 4.12 顯示 89-90 之節能趨勢，結果顯示苯乙烯、聚氯乙烯、ABS 樹脂、聚苯乙烯之節約能源量皆為負值，其中苯乙烯之負向節能量達

11 萬公秉油當量，節約率為-33.57，其次為 ABS 樹脂，其產品之負向節約率為 1.5 千公秉油當量；另外，89-90 年節約能源貢獻幅度最大之產品則為己內醯胺，其節約量為 2.4 萬公秉油當量，約為 11.79%之節約率。整體而言，化工業 90-91 年之節約能源量約為 43 萬公秉油當量，節約率為 2.98%。

表 4.11 90-91 年化工業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 純對苯二甲酸 | 842 | 236,433 | 0.36 |
| 己內醯胺 | 55 | 1,586 | 3.46 |
| 乙二醇 | 2,518 | 38,653 | 6.52 |
| 苯乙烯 | 2,767 | 220,394 | 1.26 |
| 聚氯乙烯 | 75 | 11,751 | 0.64 |
| 氯乙烯 | -1,151 | 24,968 | -4.61 |
| 聚乙烯 | 231 | 20,761 | 1.11 |
| 聚丙烯 | 124 | 4,325 | 2.86 |
| ABS 樹脂 | 219 | 70,680 | 0.31 |
| 聚苯乙烯 | 39 | 1,019 | 3.85 |
| 燒鹼 | 7,970 | 36,592 | 21.87 |
| 合計 | 12,849 | 430,730 | 2.98 |

表 4.12 89-90 年化工業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|--------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 純對苯二甲酸 | 2,872 | 361,193 | 0.80 |
| 己內醯胺 | 23,685 | 200,809 | 11.79 |
| 乙二醇 | 11,370 | 65,899 | 17.25 |
| 苯乙烯 | -114,569 | 341,288 | -33.57 |
| 聚氯乙烯 | -2,345 | 65,059 | -3.60 |
| 氯乙烯 | 15,240 | 216,415 | 7.04 |
| 聚乙烯 | 1,345 | 47,238 | 2.85 |
| 聚丙烯 | -805 | 13,223 | -6.09 |
| ABS 樹脂 | -22,597 | 61,582 | -36.69 |
| 聚苯乙烯 | -1,457 | 7,115 | -20.48 |
| 燒鹼 | -113 | 49,239 | -0.23 |
| 合計 | -87,374 | 1,429,060 | -6.11 |

註 1：未節約時之耗能为節約量加上當年度的耗能推估而來。

5. 紡織業

90-91 年紡織業能源大用戶之總節約能源量為-6,882 公秉油當量，即總節約率為-1.97%，表示 91 之生產效率較 90 年為差。其中聚酯加工絲之負向節約能源量貢獻最大，約為-3,479 公秉油當量，節約率為-2.67%。另外，以螺縲絲(-2.66%)、棉紗(-3.4%)及人造棉紗(-7.67%)為三大最高負向節約率之產品。而正向節約率之產品則以混紡紗(8.61%)、OE 紗(4.40%)及耐隆絲(0.72%)最高。有關 90-91 年及 89-90 年紡織業能源大用戶產品別節約能源量及節約率趨勢如表 4.13 及表 4.14 所示。

表 4.13 90-91 年紡織業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ⁸⁹⁻⁹⁰ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ⁸⁹⁻⁹⁰ (公秉油當量) | 節約率 ⁸⁹⁻⁹⁰ (%) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 棉紗 | -1,851 | 49,518 | -3.74 |
| 混紡紗 | 1,976 | 22,946 | 8.61 |
| 人造棉紗 | -1,289 | 16,812 | -7.67 |
| OE 紗 | 742 | 16,870 | 4.40 |
| 聚酯加工絲 | -3,479 | 130,134 | -2.67 |
| 螺縲棉 | -2,665 | 99,773 | -2.66 |
| 亞克力紗 | -374 | 6,460 | -5.78 |
| 耐隆絲 | 49 | 6,761 | 0.72 |
| 合計 | -6,882 | 349,274 | -1.97 |

表 4.14 89-90 年紡織業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ⁸⁹⁻⁹⁰ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ⁸⁹⁻⁹⁰ (公秉油當量) | 節約率 ⁸⁹⁻⁹⁰ (%) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 棉紗 | 3,400 | 73,347 | 4.64 |
| 混紡紗 | -1,174 | 52,240 | -2.25 |
| 人造棉紗 | 6,324 | 30,338 | 20.85 |
| OE 紗 | 807 | 18,174 | 4.44 |
| 聚酯加工絲 | -16,117 | 128,882 | -12.51 |
| 螺縲棉 | 65 | 137,875 | 0.05 |
| 亞克力棉 | -617 | 64,944 | -0.95 |
| 耐隆絲 | 7,004 | 83,885 | 8.35 |
| 合計 | -308 | 589,685 | 0.52 |

註 1：未節約時之耗能为節約量加上當年度的耗能推估而來。

註 2：行業大用戶總耗能有扣除自備發電的部分。

6. 電機電子業

由於 91 年 8"IC 代工業國內廠商生產技術漸趨成熟，節約率高達 18.57%。90 年由於 DRAM 業產量仍有小幅成長，但其單位產品耗能仍然升高，節約率為負向 9.91%。91 年 TFT-LCD 各廠產能大幅擴充，產量大幅成長近三倍，致使單位產品耗能大幅下降，節約率為 19.06%。91 年筆記型電腦在持續有大廠將生產線外移海外，產量降低，使得單位產品耗能大幅提高，節約率為負向 17.02%。91 年由於 PCB 市場供過於求，造成削價競爭，單價大幅滑落，獲利情形普遍不佳。但部份提昇產能的業者，因生產更具規模，可大幅降低單位產品耗能，因此其節約率高達 15.27%。89-91 年各產品之節約率詳見表 4.15 及表 4.16。

表 4.15 90-91 年電機電子業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 8 吋 IC 代工 | 34,407 | 185,269 | 18.57 |
| 8 吋 DRAM | -7,000 | 70,607 | -9.91 |
| 電冰箱 | 169 | 800 | 21.15 |
| TFT-LCD | 18,775 | 98,511 | 19.06 |
| Notebook 電腦合計 | -1,097 | 5,426 | -17.02 |
| PCB 印刷電路板 | 8,249 | 54,028 | 15.27 |
| 合計 | 52,503 | 414,643 | 12.66 |

表 4.16 89-90 年電機電子業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ⁸⁸⁻⁸⁹ (公秉油當量) | 未節約時之耗能 ⁸⁸⁻⁸⁹ (公秉油當量) | 節約率 ⁸⁸⁻⁸⁹ (%) |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 8 吋 IC 代工 | -55,627 | 128,343 | -43.34 |
| 8 吋 DRAM | 4,368 | 83,563 | 5.23 |
| 電冰箱 | 3 | 714 | 0.36 |
| TFT-LCD | 9,758 | 73,747 | 13.23 |
| Notebook 電腦合計 | -2,906 | 3,106 | -93.59 |
| PCB 印刷電路板 | 1,125 | 31,961 | 3.52 |
| 合計 | -43,279 | 321,434 | -13.46 |

註：未節約時之耗能为節約量加上當年度的耗能推估而來。

7. 食品業

90-91 年食品業之總節約能源量約為負向 160 公秉油當量，其總節約率為 -0.16% 左右，但各產品之節約量則大多為正向發展，諸如飼料(2.71%)、啤酒(1.68%)、冷凍蔬果(5.74%)及速食麵(4.87%)，然該幾類產品之正向節約量不大，因此對於整體之節約能源成效影響有限。由於味精為食品業耗能佔比最大的產品，因此若單位耗能有明顯減小即會帶動顯著之節約能源效益，但該產品 91 年度節約量約為負向 1,206 公秉油當量。89-90 年總節約能源量為 8,456 公秉油當量，節約率為 9.85%，生產效率呈現小幅變差之趨勢，其中貢獻程度最大之前三者為味精(公秉油當量)、醬油(公秉油當量)，其節約率分別為 11.31%、23.89%。89-91 年各產品之節約率詳見表 4.17 及表 4.18。

表 4.17 90-91 年食品業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₉₀₋₉₁ (千千卡) | 未節約時之耗能 ₉₀₋₉₁ (千千卡) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 味精 | -1,206 | 57,182 | -2.11 |
| 飼料 | 485 | 16,981 | 2.71 |
| 啤酒 | 272 | 16,203 | 1.68 |
| 冷凍蔬果 | 25 | 441 | 5.74 |
| 醬油 | -77 | 3,162 | -2.43 |
| 速食麵 | 373 | 7,666 | 4.87 |
| 合計 | -160 | 101,349 | -0.16 |

表 4.18 89-90 年食品業產品節約量與節約率推估

| 主要產品 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (千千卡) | 未節約時之耗能 ₈₉₋₉₀ (千千卡) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| 味精 | 6,811 | 60,203 | 11.31 |
| 飼料 | -87 | 11,296 | -0.77 |
| 啤酒 | -1 | 15 | -6.72 |
| 醬油 | 1,384 | 5,793 | 23.89 |
| 冷凍蔬果 | -85 | 383 | -22.24 |
| 速食麵 | 434 | 8,099 | 5.35 |
| 合計 | 8,456 | 85,789 | 9.85 |

註：未節約時之耗能為節約量加上當年度的耗能推估而來。

8. 非製造業

節約率推估部分，以各用戶的單位樓地板面積為耗能單位進行推估。旅館及百貨業者皆有專屬電力相關部門在主導能源的使用，在成本與業績的考量之下，皆有發揮能源管理組織運作成效。學校用戶方面，因學校多屬群組建築居多，在建築總樓地板面積申報資料上，仍需作進一步確認。公家機關則以辦公室為主，但少數用戶名為公家機構，但其實營運性質並非純辦公室，有的為混合型包含小型郵局、醫療診所、餐

廳、出租咖啡店等。量販店部分少數以鐵皮外牆為賣場主體，內部附屬部分則以出租小吃街攤位或專櫃設置，另外附有停車場，因此在出租客戶販賣屬性及出租率不確定性之下，造成 90-91 年為-8.03%。展覽館則是以展覽藝術作品為主，但必須維護保存展出作品，因此在溫度、濕度控制上，都必須保持二十四小時相同水平，而且每年又有預定的不定期特展，會湧進大量的人潮，增加能源的使用率，因此在節約率上較差，90-91 年節約率為 3.90%。以從行業別的節約率看出 90-91 年醫院、辦公大樓、研究機構及學校的節約率較 89~90 年有所改善，節約率整體而言由 0.36 增為 3.90%，有顯著成效。有關 89~91 年非製造業節約量及節約率詳見表 4.19 及表 4.20。

表 4.19 90-91 年非製造業主要行業節約量與節約率推估

| 行業別 | 90-91 年有效家數 | 節約量 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 未節約時之耗電 ₉₀₋₉₁ (公秉油當量) | 節約率 ₉₀₋₉₁ (%) |
|------|-------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 醫院 | 51 | 5,847 | 116,544 | 5.02 |
| 公家機關 | 12 | -129 | 6,197 | -2.09 |
| 辦公大樓 | 19 | 126 | 17,728 | 0.71 |
| 百貨 | 37 | 4,416 | 62,458 | 7.07 |
| 飯店 | 14 | 2,779 | 35,747 | 7.89 |
| 量販店 | 30 | -1,872 | 35,202 | -8.03 |
| 研究機構 | 4 | 11 | 23,322 | 0.37 |
| 展覽館 | 9 | -308 | 7,895 | -3.91 |
| 學校 | 8 | 12 | 7,436 | 0.16 |
| 合計 | 201 | 11,034 | 282,655 | 3.90 |

表 4.20 89-90 年非製造業主要行業節約量與節約率推估

| 行業別 | 89-90 年 有效家數 | 節約量 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 未節約時之耗電 ₈₉₋₉₀ (公秉油當量) | 節約率 ₈₉₋₉₀ (%) |
|------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 醫院 | 33 | -1,028 | 59,718 | -1.72 |
| 公家機關 | 20 | -76 | 10,176 | -0.75 |
| 辦公大樓 | 50 | -125 | 39,547 | -0.32 |
| 百貨 | 25 | 472 | 28,922 | 1.63 |
| 飯店 | 9 | 2,555 | 23,921 | 10.68 |
| 量販店 | 10 | -293 | 7,756 | -3.78 |
| 研究機構 | 9 | -585 | 17,809 | -3.28 |
| 展覽館 | 6 | 34 | 4,517 | 0.76 |
| 學校 | 26 | -102 | 43,175 | -0.24 |
| 合計 | 192 | 852 | 235,541 | 0.36 |

註：1. 未節約時之耗電為節約量加上當年度的耗電推估而來。

2. "總用電量佔行業大用戶比"之合計計算，為當年非製造業總家數總用電度÷上列表格主要行業總用電度。