

我國能源生產力分析

高翠霜*

摘 要

近年來我國的能源生產力呈現下降趨勢，本文就此一現象加以探討。結果發現，產業附加價值結構的變化並未反應在能源消費量的比例上，尤其是一些高耗能製造業的附加價值比重逐漸降低，但其能源消費比重卻未明顯下降。然而，此一結果僅可找出能源生產力下降的產業，卻不足以作為經濟政策的唯一依據，因為某些高耗能產業具有很高的產業關聯效果。國內能源部門加速自由化，並進一步放寬價格管制，使國內能源價格適度反映國際價格變化，將可使能源作更有經濟效率之配置。

壹、前 言

一、研究動機

自 2002 年下半年美伊可能開戰的疑雲籠罩以來，國際油價即擺脫長期以來的低迷，開始走高，而 2004 年以來更是節節上升，在國際能源供給面的緊俏(許多供油國國內陸續發生問題)及需求面的強勁(中國大陸及印度經濟起飛)兩大力量運作下，使國際油價直奔 60 美元大關(2004 年 10 月 22 日美國西德州中級原油現貨價

* 經濟研究處副研究員。本文承梁啟源教授及柏雲昌教授提供意見，並於 93 年 7 月 12 日提本會第 1181 次委員會報告，委員亦提供補正意見，謹此致謝。惟文中若有謬誤或疏漏，當屬筆者之責。

格達每桶 56.37 美元)。石油占我國初級能源供給超過一半(2003 年為 50.8%，詳表一)，而另一項大宗為煤炭(2003 年 32.6%)，其國際價格也上漲相當多，尤其是燃料煤與原料煤(自 2002 年 7 月至 2004 年 4 月各上漲 1.7 及 1.5 倍)。我國能源供給主要依賴進口(2003 年 97.9% 為進口)，國際能源價格大漲勢必對國內經濟民生有所影響。因此除了關心能源來源與價格外，對於能源使用面的能源效率及能源生產力必須予以關注。

表一 我國能源供給及進口情形

單位：%

	煤		油		天然氣		水力		核能		進口 占比
	供給	進口	供給	進口	供給	進口	供給	進口	供給	進口	
80	23.2	22.8	53.9	53.7	5.6	3.9	2.3	0.0	15.0	15.0	95.3
81	25.3	24.9	53.3	53.2	5.0	3.7	3.2	0.0	13.1	13.1	95.0
82	27.0	26.7	53.1	53.0	4.9	3.7	2.4	0.0	12.5	12.5	95.9
83	26.7	26.4	52.8	52.7	5.6	4.4	3.0	0.0	11.9	11.9	95.4
84	26.2	26.0	54.3	54.2	5.8	4.6	2.8	0.0	11.0	11.0	95.8
85	27.0	26.9	53.4	53.4	5.6	4.5	2.7	0.0	11.3	11.3	96.0
86	29.6	29.6	51.3	51.2	6.2	5.2	2.7	0.0	10.2	10.2	96.2
87	28.9	28.8	51.4	51.3	7.0	6.1	2.9	0.0	9.9	9.9	96.1
88	29.9	29.9	51.5	51.5	6.7	5.8	2.3	0.0	9.7	9.7	96.8
89	31.1	31.1	50.9	50.9	6.8	6.1	2.1	0.0	9.1	9.1	97.1
90	32.3	32.3	50.4	50.3	7.1	6.3	2.1	0.0	8.1	8.1	97.1
91	33.1	33.1	49.3	49.2	7.6	6.8	1.4	0.0	8.7	8.7	97.8
92	32.6	32.6	50.8	50.7	7.3	6.6	1.4	0.0	8.0	8.0	97.9

註：「供給」欄為該項能源占我國能源總供給比重；「進口」欄為該項能源進口占能源總供給的比重。

資料來源：1. 國民經濟動向統計季報，第 104 期，行政院主計處，93 年 2 月。

2. 台灣能源統計年報(2003)，經濟部能源委員會，93 年 6 月。

二、研究範圍

本文探討範圍在能源生產力部分，因其會受經濟政策影響，是我們關心的重點。面對我國能源生產力在近年來有下降的情形，有必要對我國能源生產力加以分析，以作為政府訂定經濟政策的參考。本文研究目的有二：

1. 分析我國 80 年代迄今之能源生產力變化情形
2. 解析我國近年來能源生產力降低的產業

三、研究限制

由於能源統計、國民所得統計、產業關聯表中的產業分類不盡相同，本研究在做產業別分析時，受限於各種統計分類不同，只能就相同部分進行。在找出能源生產力低於平均的五項製造業後，由於該五項產業一般認為具有較高的向前或向後關聯效果，但受限於分類不同，無法提供精確數據，誠屬遺憾。因此，本文的結論僅供作為政策參考之用。

貳、能源生產力的定義及變化情形

一、能源生產力的定義

能源生產力之定義為「每一單位能源消費所創造的國內生產毛額」，該指標之目的在衡量能源使用效率，及反應經濟體系內對資源的耗用程度，在某個程度上代表了生活水準的高低以及經濟發展的情形。

二、主要國家能源生產力比較

傳統之比較方式係根據固定期間各國對美元之匯率換算各國國內生產毛額，再據以求算以美元衡量之能源生產力，其值愈大表生產力愈高。表二為以 1995 年美元固定幣值計算的主要國家 1991 年以來能源生產力的變化情形，歐美國家在 2001 年的能源生產力均較十年前(1991 年)為高，而台、日、韓則為低。

表二 世界主要國家能源生產力比較表
(以各國對美元固定匯率衡量)

單位：美元(1995 年幣值)/公斤油當量

國別 年別	中華民國	義大利	日本	法國	德國	英國	美國	韓國	加拿大
1991	3.88	6.70	11.34	6.23	6.72	4.69	3.34	3.71	2.51
1992	3.97	6.77	11.24	6.44	7.00	4.71	3.37	3.47	2.47
1993	3.96	6.79	11.19	6.27	6.98	4.77	3.40	3.28	2.45
1994	4.01	7.02	10.78	6.62	7.18	4.86	3.47	3.28	2.48
1995	4.00	6.82	10.68	6.45	7.18	5.09	3.51	3.31	2.51
1996	4.01	6.92	10.76	6.18	7.00	5.00	3.55	3.20	2.49
1997	4.05	6.95	10.82	6.49	7.15	5.30	3.67	3.10	2.57
1998	4.01	6.88	10.79	6.51	7.34	5.39	3.80	3.14	2.70
1999	4.06	6.86	10.76	6.70	7.65	5.48	3.84	3.17	2.77
2000	4.14	7.01	10.83	6.89	7.82	5.66	3.89	3.25	2.82
2001	3.79	7.12	10.85	6.80	7.70	5.68	3.94	3.28	2.89

資料來源：「我國能源使用效率與其他國家比較」，經濟部能源委員會，93 年 1 月。

表二的比較方式易忽略不同國家物價水準的差異；為消除物價水準的影響，目前國際能源組織在分析各國能源生產力時，常以購買力平價(PPP, Purchasing Power Parity)指數平減各國國內生產毛額後進行比較。表三即為以 PPP 平減後的能源生產力變動情形，同樣的，歐美國家 2001 年數值仍較十年前為高，台、日、韓仍是較低。

由表三 2001 年我國能源生產力數值來看，雖較日本與歐洲工業國家為低，但優於美、加及鄰近的韓國。為避免因匯率變動造成的干擾，以下探討我國國內情形，均以新台幣數據進行。

表三 世界主要國家能源生產力比較表
(以各國相對美國購買力平價衡量)

單位：美元(1995 年 PPP 幣值)/公斤油當量

國別 年別	中華民國	義大利	日本	法國	德國	英國	美國	韓國	加拿大
1991	4.67	7.04	6.28	4.82	4.78	4.55	3.34	3.92	2.92
1992	4.77	7.11	6.22	4.98	4.98	4.56	3.37	3.66	2.87
1993	4.77	7.14	6.19	4.84	4.97	4.63	3.40	3.47	2.85
1994	4.82	7.38	5.96	5.12	5.11	4.71	3.47	3.46	2.88
1995	4.69	7.17	5.91	4.99	5.11	4.93	3.51	3.49	2.91
1996	4.82	7.27	5.96	4.78	4.98	4.84	3.55	3.38	2.89
1997	4.87	7.30	5.99	5.02	5.09	5.14	3.67	3.27	2.98
1998	4.81	7.23	5.97	5.03	5.22	5.22	3.80	3.31	3.14
1999	4.75	7.21	5.96	5.18	5.44	5.31	3.84	3.35	3.21
2000	4.84	7.37	6.00	5.32	5.56	5.49	3.89	3.43	3.27
2001	4.44	7.49	6.00	5.25	5.47	5.50	3.94	3.47	3.35

資料來源：「我國能源使用效率與其他國家比較」，經濟部能源委員會，93 年 1 月。

參、我國能源生產力之解析

一、整體能源生產力

依能源生產力的定義，其計算公式之分母為能源消費量，分子為國內生產毛額，以民國 85 年幣值計算所得的我國能源生產力如表四。我國的能源生產力在民國 86 年達到最高(106.6 元/公升油當量)後逐漸下降，而以 90 年下降幅度最大(89 年為 105.5 元/公升油當量，90 年為 98.6 元/公升油當量)。

表四 近年來我國能源生產力之變化情形

	GDP (85 年十億元新台幣)	能源消費量 (千公秉油當量)	能源生產力 (元/公升油當量)
80	5,519	55,187	100.01
81	5,932	58,248	101.85
82	6,348	61,575	103.10
83	6,800	66,055	102.94
84	7,237	68,964	104.93
85	7,678	72,259	106.26
86	8,191	76,845	106.59
87	8,565	80,783	106.03
88	9,030	85,165	106.03
89	9,559	90,636	105.46
90	9,350	94,828	98.60
91	9,686	100,282	96.58
92	10,000	103,420	96.69

資料來源：1.國民經濟動向統計季報，第 104 期，行政院主計處，93 年 2 月。

2.台灣能源統計年報(2003)，經濟部能源委員會，93 年 6 月。

3.本研究計算。

二、產業能源生產力

然而，根據前面所述的能源生產力的定義，能源生產力為每單位能源消費所創造的附加價值，計算的方式就是國內生產毛額除以能源消費量，分子的「國內生產毛額」以生產面計算，為農業、工業、服務業等三級產業的附加價值之加總，而分母的「能源消費量」以用途別來看，則可分到農業、工業、服務業、住宅部門以及非能源用途的消費。下面以數學等式來表示：

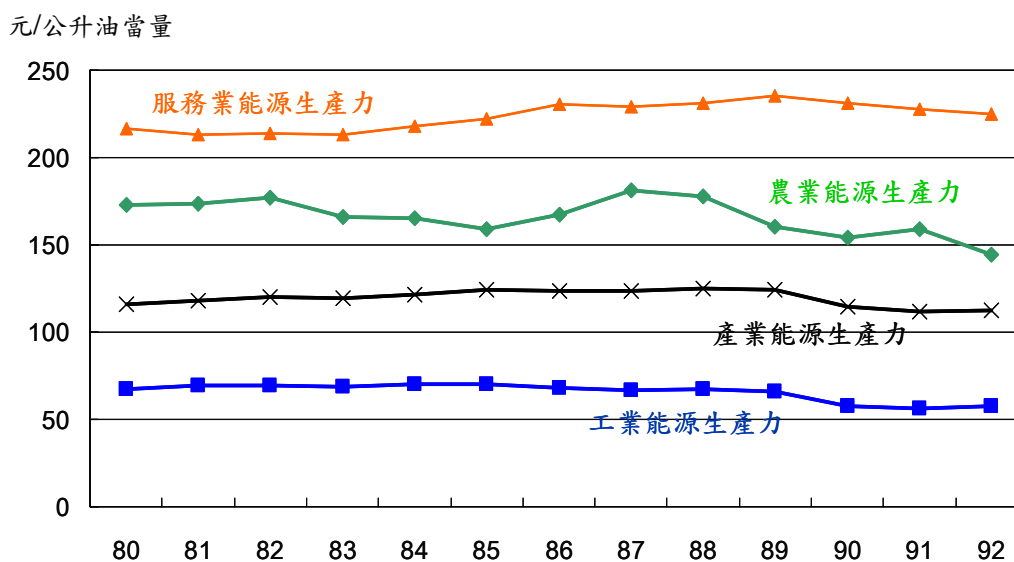
$$\begin{aligned} \text{能源生產力} &= \frac{\text{國內生產毛額}}{\text{能源消費量}} \\ &= \frac{(\text{農業} + \text{工業} + \text{服務業})\text{附加價值}}{(\text{農業} + \text{工業} + \text{服務業} + \text{住宅部門} + \text{非能源用途})\text{能源消費量}} \end{aligned}$$

由上述等式可以看出，分子與分母組成因素中有二項差異，就是分母多了住宅部門及非能源用途能源消費。住宅部門有能源消費，但其能源活動並不產生國民所得帳上之附加價值，但是隨著經濟的成長，國民所得的提高，對於居家生活的便利、舒適要求也提高，因此住宅部門的能源消費有增無減；非能源用途消費為用作原物料的煤及煤製品及石油產品。這兩項與產業的能源利用效率並無關係，因此將住宅部門及非能源用途排除之後的產業能源生產力如圖一。排除與國民生產無關的部分後，能源生產力數值提高，但在 88 年以後仍是下降的趨勢。

產業能源生產力若以三級產業來看，如圖一所示，農業的能源生產力從民國 87 年以後開始下降，但仍高於整體產業的能源生產力，服務業的能源生產力約為整體產業能源生產力的兩倍，89

年達到最高後開始下降，工業的能源生產力最低，約為整體產業能源生產力的一半，在 85 年達到最高後下降。

圖一 排除住宅部門及非能源用途後之產業
能源生產力及三級產業能源生產力



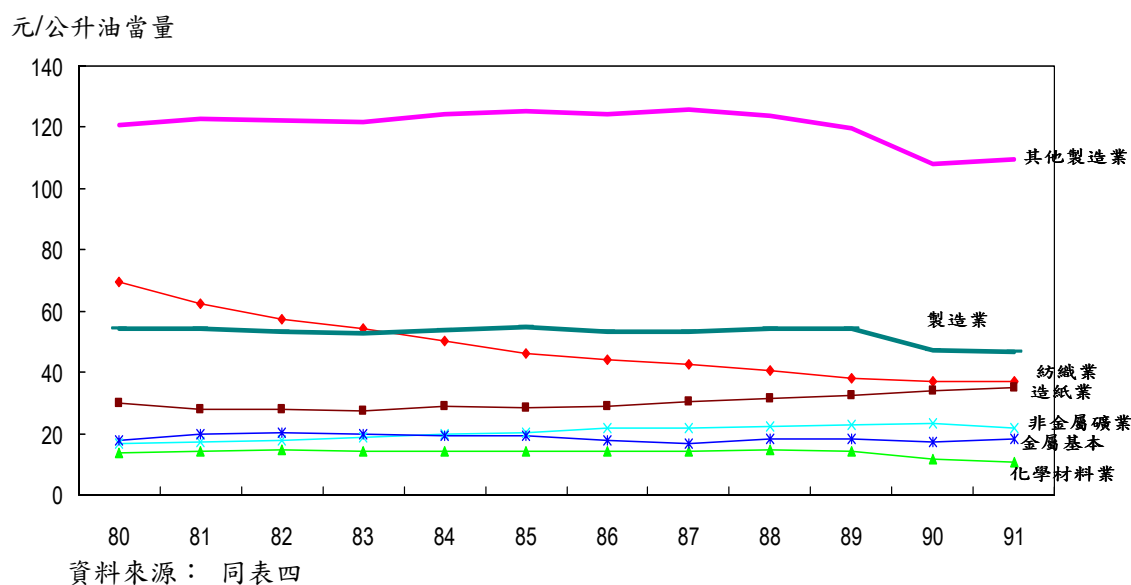
資料來源：同表四

三、製造業能源生產力與高耗能產業能源生產力

再就我們最關心的製造業能源生產力來看，圖二所呈現的製造業能源生產力數值相當低，在 88 年達到最高點後轉呈下降，惟 92 年有好轉跡象(註：92 年的附加價值數據仍為初估)，這樣的變動方向與我國整體能源生產力的趨勢一致。接著我們將製造業中能源生產力低於整體製造業平均能源生產力者列出(以 91 年數值挑選)，計有紡織、造紙、化學材料、非金屬礦製品、金屬基本工業等五項製造產業，其能源生產力均遠低於整體製造業的能源生

產力(請見圖二)，其附加價值占 GDP 的比重及能源消費量占產業能源消費量的比重，請見圖三。(石油煉製業因能源消費量數據取得問題，不在此處討論)

圖二 製造業及五大耗能產業之能源生產力



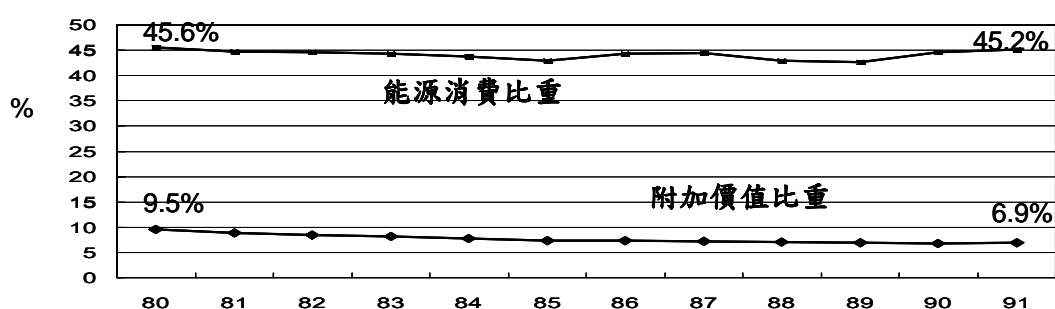
而由圖三可看出這五項製造業附加價值合計占 GDP 的比重由民國 80 年的 9.5%，到民國 91 年下降為 6.9%，然而其能源消費量占產業能源消費量的比重，則未有顯著下降。其中尤以化學材料業最值得注意，其附加價值僅增加 0.4 個百分點，但能源消費卻增加了 7.6 個百分點。

然而，除了高耗能產業的生產力是大幅下降外，其他製造業的生產力變化情形又是如何呢？我們將高耗能的五項製造業的附加價值及能源消費量扣除後所得的其他製造業能源生產力，發現

能源生產力雖然高許多，然而近年來的趨勢仍是下降的(詳圖二「其他製造業」)。

以上數據顯示，我國產業整體上的能源生產力近年來都有惡化的情形，不僅是某些產業能源生產力不佳而已。這是非常值得警惕的。

圖三 高耗能源產業的附加價值比重與能源消費比重



註：附加價值比為該產業附加價值占 GDP 的比重。

能源消費比為該產業能源消費量占產業能源消費量之比重。

資料來源：同表四。

四、五大耗能產業的產業關聯效果

雖然五大耗能產業的能源生產力非常低，然而，其產業關聯效果，一般認為是比較高的。由於能源統計、國民所得統計、產業關聯表中的產業分類不盡相同，在沒有釐清的狀況下，本文不計算其感應度(向前關聯)及影響度(向後關聯)，僅以最新可得的主計處 88 年產業關聯分析中相近產業的數值，提供對於此五大耗能產業的產業關聯可能狀況。

- (一) 紡織：能源統計中包括紡織與成衣，我們以 88 年 45 部門產業關聯表中的「紡織品」及「成衣與服飾品」的感應度與影響度來看。「紡織品」的影響度與感應度分別為 1.2965 及 1.0047，「成衣與服飾品」的影響度與感應度分別為 1.2119 及 0.4574。
- (二) 造紙：以 88 年 160 部門產業關聯表中的「紙漿及紙」的感應度及影響度來看。感應度為 2.2552，影響度為 1.1665。
- (三) 化學材料：以 88 年 160 部門產業關聯表中的「塑膠」和「其他化學材料」來看。「塑膠」的感應度和影響度分別為 2.1209 及 1.3869，「其他化學材料」的感應度和影響度分別為 1.1665 及 1.1292。
- (四) 非金屬礦製品：以 88 年 45 部門產業關聯表中的「非金屬礦物製品」來看，其感應度及影響度分別為 0.8174 及 0.9704。
- (五) 金屬基本工業：以 88 年 45 部門產業關聯表中的「鋼鐵」來看，其感應度及影響度分別為 2.1513 及 1.3110。

由上述的數值來看，除了非金屬礦製品的感應度和影響度（向前、向後關聯）及成衣的感應度（向前關聯）較低之外，其餘的感應度和關聯度均高於平均，有些產業甚至是平均值的兩倍以上。

肆、結 論

一、我國能源生產力近年來有下降的趨勢，與 GDP 的成長減緩而

能源消費量成長速度未能同步下降有關。此趨勢在農、工、服務及住宅部門都是相同的。

- 二、單以能源生產力來看，高耗能製造業的附加價值占 GDP 的比重逐漸下降，但其能源消費量占產業能源消費量的比重卻未有明顯下降，是我國能源生產力低落的重要因素。然而，五大高耗能產業中除了非金屬礦製品外，其餘四項均具有產業關聯效果大的特性。
- 三、在 2002 年之前，國際能源價格低迷，供給也相當安全穩定，此為高耗能產業在台灣能蓬勃發展的重要原因。2002 年之後，地緣政治使得原油供給蒙上不穩定的陰影；而中國大陸與印度的經濟快速發展，使國際能源需求大增，國際能源價格在供需兩方面的因素影響下，居高不下。透過推動國內能源部門自由化及放寬價格管制，能源自然能作有效率的配置。
- 四、我國能源供給九成為石化燃料(煤、油、天然氣)，煤與油的燃燒會排放出大量二氧化碳，對於人口密集的台灣而言，有害生活品質；同時在國際對於控制溫室氣體排放量有共識的情形下(京都議定書)，我國有必要檢討目前的能源利用情形，在推動產業發展方面，宜朝低耗能、高附加價值方向推動。

參考文獻

1. 梁啟源(2003)，「民國 91 年整體能源效率分析」。
2. 梁啟源(2003)，「92 年能源效率分析」。
3. 柏雲昌(2002)，「總體經濟面節能成效評估」。

Analysis of Taiwan's Energy Productivity

Tsuey-Shuang Kao

Associate Research Fellow

Economic Research Department, CEPD

Abstract

This article examines the downward trend of Taiwan's energy productivity in recent years. It finds that the change in the value-added share of GDP has not been proportionally reflected in the share of energy consumption, especially in some high energy-consuming industries. Although their share of GDP has dropped significantly, their share of energy consumption has remained almost the same during the past twelve years. The findings can not be considered as the only criteria in economic policy making, for some high energy-consuming industries do have relatively high backward and forward industrial linkage effects. To make our energy use more economically efficient, we should accelerate domestic energy market liberalization and further relax domestic energy price controls.