

廢氣防制

人造纖維業產業關聯與能源及二氧化 碳乘數效應

林素貞*、呂政霖**

摘要

本文以人造纖維業為研究對象，利用投入產出與乘數分析，探討歷年來台灣人造纖維業產業關聯與能源耗用及 CO₂ 排放之乘數效應，以研判人造纖維業經濟與能源密集度及 CO₂ 排放特性。研究結果顯示人造纖維業具有較重要的向後關聯效果，而向前關聯效果偏低。乘數分析與能源結構分析結果顯示，人造纖維業能源效益歷年來有明顯的惡化傾向，主因為煤品比例太高，且 CO₂ 排放強度上升，表示此產業由產業關聯引發的 CO₂ 排放量不容忽視。由於人造纖維業屬典型的高耗能及高 CO₂ 排放產業，未來產業需要加強研發能力，選擇優良產品開發，提高產業的關聯效果。此外，加強產業之合理化與資訊化經營，持續改善能源密集度，以提高產品附加價值，減少 CO₂ 排放量及相關能源污染物，皆為人纖業改善產業投資與經營的主要方向。

【關鍵字】

1. 人纖業 (artificial fibers)

*成功大學環境工程系教授

**成功大學環境工程研究所碩士

一、前　　言

人造纖維工業為廣義的紡織工業源頭，其上游為石化工業合成之人纖原料，下游為紗與織布，在台灣上中下游相關產業已形成有系統且龐大的生產體系，屬於台灣重要工業之一。目前在競爭力方面，居世界領先地位，產量不僅可充分供應中、下游紡織工業原料方面之需求，亦有餘量供應外銷，主要產品有聚酯纖維、聚胺纖維、聚丙烯青纖維及嫘縈纖維等，於 1999 年時產值達 1,061 億元，總產量約 305.89 萬噸，居世界第三位，僅次於中國大陸及美國，可見此產業之重要地位。

然而，人造纖維業在生產過程中亦耗用大量能源，依據經濟部能委會資料顯示，1999 年台灣人纖業之最終能源消費為 $987,123 \times 10^7$ kcal，佔總產業之 1.89%，主要能源耗用種類為煤品及電力兩種，而由能源消費所產生的 CO₂ 排放量為 6,526 千公噸，佔總產業約 2.90%，為我國石化產業中主要的 CO₂ 排放源之一。由於「氣候變化綱要公約」與相關議題自 1992 年來一直受到國際關切，1997 年京都會議已規範溫室氣體的減量目標與時程表，雖然美國總統布希上台後拒絕支持京都議定書的協定，然大部分的 OECD 會員國仍在積極推動京都議定書之早日執行。我國雖非簽約國，然多年來我國產業經濟有明顯成長，國民所得遠超過開發中國家，很有可能在未來以「新興工業國」被列入管制的對象，故數年來政府對此公約相當重視。為因應國際環保潮流，產業的發展不能迴避 CO₂ 及其他溫室氣體的相關課題，本研究探討人纖業之產業關聯與能源及 CO₂ 乘數效應，研究成果期供相關單位與業界做為未來規劃產業發展與 CO₂ 減量策略之參考。

二、研究方法

1.投產出分析

投入產出分析法(input-output analysis)為經濟計量分析方法之一，主要是根據生產理論上的「原料投入」與「產品產出」關係而建立，藉以探討經濟體系中各產業投入與產出的相互關係，此種方法由於可以分析產業發展間的關聯性。本法最早由美國經濟學家李昂提夫(Wassily Leontief)於 1936 年提出產業關聯的設計，參考華

爾拉斯(Leon Walras)的「一般均衡理論」(王塗發，1986；行政院主計處，1995)，將此法應用於美國經濟結構與奠定產業關聯分析之理論與架構。國內外相關的研究頗多⁽¹⁾⁻⁽¹²⁾，投入產出的結構可以表 1 為例，主要可分成技術交易矩陣 $[x_{ij}]$ 、最終需要矩陣 $[F_i]$ 、原始投入矩陣 $[O_j]$ 、總投入 $[X_j]$ 或總產出 $[X_i]$ 矩陣、總需要矩陣 $[T_i]$ 等五個部份(表 1)。今定義投入係數(input coefficient)為 $a_{ij}=x_{ij}/X_j$ ，此係數(a_{ij})又稱技術係數(technological coefficient)，代表 j 產業每生產一單位產值(元)，所需直接向 i 產業購買的投入額，則投入產出表橫列關係可用下列式子表示：

$$[W_i] + [F_i] = [P_i] + [X_i] = [T_i] \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + F_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + F_i = P_i + X_i \quad (2)$$

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + F_i - P_i \quad (3)$$

以矩陣表示如下

$$X = AX + (F - P) \quad (4)$$

$$X = (I - A)^{-1}(F - P) = B(F - P) \quad (5)$$

其中，

X 為 $n \times 1$ 之總產出向量

A 為 $n \times n$ 之技術矩陣

W 為 $n \times 1$ 之中間需要向量

F 為 $n \times 1$ 之最終需求向量(含進口品)

P 為 $n \times 1$ 之輸入向量

I 為 $n \times n$ 之單位矩陣

$B = [b_{ij}]$ ，為 $n \times n$ 之 $(I - A)^{-1}$ 矩陣， b_{ij} 為矩陣中元素

式(5)為考慮國外輸入品投入時的情形，其中 $(I - A)^{-1}$ 稱為李昂提夫逆矩陣(Leontief inverse matrix)，或稱產業關聯矩陣，矩陣中的元素 b_{ij} 表示生產第 j 產業一單位最終需求(元)時，對 i 產業的總需求影響，此值包含直接需求與間接需求

4 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

所引起的波及效果，故其每一係數(b_{ij})均大於對應之直接投入係數(a_{ij})。由於本研究僅考慮在國內生產的人纖產業產品所造成的能源耗用與CO₂排放之影響，故式(5)可以下式表示：

$$X = (I - D)^{-1} F_d \quad (6)$$

其中，

D為n×n之國產品投入係數矩陣

F_d 為n×1不含進口品之最終需求向量

表 1 投入產出表基本格式

		中間需要	中間 需要 合計	最 終 需 要		最 終 需 要 合計	總 需 要 || 總 供 給	供 納	
				家政 計 消費 費	固 府 消 費	存 定 資 本	海 貨 變 動	非 關 輸 出	國 內 生 產
	產 業			H _i	G _i	B _i	S _i	E _i	N _i
		1....j....n	W _t	.	.	.	.	.	F _i
中間投入	產業			.	.	.	.	.	T _i
	i	X _{i1} ...X _{ij} ...X _{in}	W _i	H _i	G _i	B _i	S _i	E _i	N _i
	n	X _{n1} ...X _{nj} ...X _{nn}	W _n	H _n	G _n	B _n	S _n	E _n	N _n
	中間投入合計	Y ₁ ...Y _j ...Y _n	W _t	H _t	G _t	B _t	S _t	E _t	N _t
	原始投入	O ₁ ...O _j ...O _n	O	H	G	B	S	E	N
	總投入	X ₁ ...X _j ...X _n	X	H	G	B	S	E	N
				F					

 x_{ij} ：第 i 產業對第 j 產業的投入總額 Y_j ：所有產業對第 j 產業的投入總額 O_j ：第 j 產業的原始投入總額 O ：所有產業的原始投入總額 X_i ：第 i 產業的產出總額 X_j ：第 j 產業的投入總額 X ：所有產業之國內生產總值 P_i ：第 i 產業的輸入總額 P ：所有產業的輸入總額 W_i ：第 i 產業投入之中間需要總額 W_t ：所有產業投入之中間需要總額 $H_i, G_i, B_i, S_i, E_i, N_i$ ：第 i 產業對各最終需要項目之投入總額 $H_t, G_t, B_t, S_t, E_t, N_t$ ：所有產業對各最終需要部門之投入總額 H, G, B, S, E, N ：各最終需要項目之原始投入總額 H, G, B, S, E, N ：各最終需要項目之投入總額 F_i ：第 i 產業投入之最終需要總額 F_t ：所有產業投入之最終需要總額 F ：所有最終需要項目原始投入總額 F ：所有最終需要項目投入總額 T_i ：第 i 產業總需要(=總供給) T_t ：中間投入總需要 T ：原始投入總需要

6 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

2. 關聯效果分析

在投入產出分析中某一產業增產時，對其他產業具有雙重的影響，一為當某一產業增產時，可促進使用此種產業作為原料投入的其他產業生產部門的增產，此種生產與其產品被當成中間需求原料使用的部門間關係稱為向前關聯(forward linkage)；二為當某一產業增產時，由於其中間需求增加，將帶動相關原料供應產業的增產，此種生產與原料供應部門間關係稱為向後關聯(backward linkage)。⁽¹¹⁾

直接關聯效果可由投入係數矩陣中的元素表示，而李昂提夫逆矩陣(Leontief inverse matrix)則包括直接與間接的效果。以橫列而言，當所有產業的最終需求變動一單位時，該橫列 i 產業供給各產業直接及間接的變動量($FL_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}$)，代表 i 產業的向前關聯度。若以縱列來看，則表示 j 產業之最終需求增加或減少一單位時，各產業所需直接及間接配合生產的變動量($BL_j = \sum_{i=1}^n b_{ij}$)，代表 j 產業的向後關聯度；若進一步將產業向前關聯及向後關聯度予以標準化，可得到產業的感應度及影響度，定義如下：

(1) 感應度(sensitivity of dispersion)； U_i

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (7)$$

$U_i > 1$ ，表示此產業的感應度大於所有產業感應度之平均值；反之，若 $U_i < 1$ 則表示此產業的感應度小於所有產業感應度之平均值。而感應度高的產業表示其向前關聯程度較大，多為中上游的產業或勞務業，為支持整體經濟體系生產活動不可或缺之產業。

(2) 影響度(power of dispersion)； U_j

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (8)$$

$U_j > 1$ ，表示此產業的影響度大於所有產業影響度之平均值；反之，若 $U_j < 1$ 則表示此產業的影響度小於所有產業影響度之平均值。影響度大的產業表示向後關聯程度較大，多為中間投入率較高的產業，具有帶動其他產業發展的功能，常為領導性產業。

3.乘數分析

乘數分析(multiplier analysis)或稱影響分析(impact analysis)，主要是由關聯分析中的影響度引起。乘數分析可應用於資源或環境方面的衝擊分析，Wright 於 1974 年引入能源乘數(energy multiplier)的觀念，定義直接能源係數為商品的能源成本，並比較此種投入產出分析方法的優缺點。Miller 及 Blair 以投入產出的架構，應用能源乘數與污染乘數的觀念，分析能源使用與環境污染及經濟結構之間的關係。

由於產業的直接效果並未包括產業在發展過程中對帶動相關產業引起的能源耗用與 CO_2 排放的間接衝擊，而乘數分析則可顯示產業對能源需求與 CO_2 排放的直接與間接衝擊。在此研究中，乘數 M_j 代表 j 產業最終需求變動一單位時，所引起的能源或 CO_2 的總變動效果，包括所有產業直接及間接為配合 j 產業增產時所造成的效果變動量，可用下式表示：

$$M_j = R(I - D)^{-1} = \sum_{i=1}^n (r_i \times b_{ij}) \quad (9)$$

其中， r_i ： i 產業單位產值的能源耗用或 CO_2 排放量。

b_{ij} ：為 $(I-D)^{-1}$ 矩陣中之元素。

(1)能源乘數

$$E = E(I - D)^{-1} \quad (10)$$

其中，

E ：能源直接係數，單位為 $10^7 \text{kcal}/\text{新台幣百萬元}$ 。

E ：能源乘數，包括直接與間接效果，單位為 $10^7 \text{kcal}/\text{新台幣百萬元}$ 。

$(I-D)^{-1}$ ：以國產品交易表為基礎所求得之李昂提夫逆矩陣。

8 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

(2) CO₂ 乘數

$$C = \hat{C}(I-D)^{-1} \quad (11)$$

其中

\hat{C} ：產業能源消費之CO₂排放直接係數，單位為公噸/新台幣百萬元。

C：產業CO₂乘數，包含直接與間接效果導致的CO₂排放量，單位為公噸/新台幣百萬元。

4. 資料來源與處理

本研究所使用之人纖業經濟資料主要依據主計處編印的「臺灣地區產業關聯表」，包括 70 年、75 年、80 年及 85 年。產業的能源消費資料來自經濟部能源委員會編印的「臺灣能源平衡表」(1999)。為使產業及環境資料與能源平衡表的產業分類能取得一致，本研究參考行政院主計處的「中華民國行業標準分類」，將產業關聯表原有的部門，參照能源平衡表的分類，歸納為 34 個產業作為分析的基礎，首先計算人纖業產值及產業關聯矩陣(I-D)⁻¹，其次輸入產業能源使用資料，再結合前二者資料，進行產業能源直接係數、乘數效應及關聯效應之量化分析；至於人纖業 CO₂ 排放量，係採用 IPCC 推估方法，公式如下：

$$\text{CO}_2 \text{ 排放量} = \sum_k \{ [(\text{能源使用量}_k \times \text{碳排放係數}_k) \times (1 - \text{碳固定量}_k)] \times \text{碳氧化率}_k \times 44 / 12 \}$$

其中，K 表示燃料種類，包括自產煤、進口燃料煤、燃料油、天然氣等共 28 種燃料。

為避免幣值波動的影響，必須以固定幣值進行分析，本研究以民國 85 年的幣值作為分析的基準，幣值調整的方式是依據行政院主計處編印之「國內生產各業產值雙面平減表」，配合「雙面平減法」(The RAS Approach)，將各年的產業關聯表幣值調整為以 85 年為基準。

三、結果分析與討論

1. 產業關聯效果

本文以產業關聯效果來探討人纖業在台灣產業經濟中所扮演的角色。向前關

聯效果代表某產業之生產提供其它產業作為生產投入的聯鎖效果，向前關聯效果越大，表示對支持相關產業發展的貢獻越大。向後關聯效果代表某特定產業之生產促使其利用相關產業作為生產投入所帶動的產業關聯效果，向後關聯效果愈大，表示對帶動相關產業發展的貢獻越大。

表 2 可看出台灣人纖業在 1982~1996 年間的向前關聯效果偏低，且歷年來變動不大，於 1981、1986、1991 及 1996 之向前關聯效果介於 1.35~1.48 間，感應度在整體 34 個產業中排序位於第 24~28 之間，顯示人纖業在支持國內相關產業發展的重要性並不很大，其向前關聯性較大的產業，包括紡織及成衣飾業、雜項製品業、塑膠製品業及橡膠製品業等。另外，人纖業之向後關聯效果介於其影響度數年來在整體 34 個產業的排序皆名列前三名，且於 1996 年位居首位，顯示人纖業在帶動相關產業發展有相當重要的貢獻，其向後關聯效果所帶動的產業，主要包括石化原料業、能源礦業、油氣煉製業、塑膠原料業及其他服務業等。

綜合上述，歷年來人纖業之感應度均低於整體產業的平均水準，顯示人纖業在支持國內相關產業發展的貢獻偏低，然影響度則高於整體產業的平均值，且歷年來名列前三名，表示人纖業對帶動相關的產業發展扮演極為重要的角色。

表 2 台灣人造纖維業歷年向前及向後關聯效果變動

項目/年度	1981	1986	1991	1996
向前關聯效果	1.35	1.41	1.48	1.42
感應度	0.63	0.62	0.59	0.57
排序	24	24	25	28
向後關聯效果	2.73	2.84	3.08	3.18
影響度	1.27	1.26	1.24	1.28
排序	3	3	3	1

註：「排序」係指依 34 個產業中排序之順位

10 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

2. 能源乘數分析

人纖業在生產過程中除了直接的能源消費外，相關產業為配合其生產亦帶動相關產業的能源消耗，亦即人纖業在生產過程中會引發直接與間接的能源耗用。本文以能源乘數探討人纖業之能源消費與波及效應。

表 3 為人纖業歷年能源乘數的分析結果，由表 3 可看出人纖業之能源直接係數除了在 1986 年略為下降外，於 1991 及 1996 年大幅上揚，其值由 1981 年之 4.72 (10^7 千卡/百萬元新台幣) 上升至 1996 年之 11.62(10^7 千卡/百萬元新台幣)，增加幅度約 1.5 倍，且直接效果所佔比例由 24%增至 46%，顯示其能源密集度有明顯惡化的趨勢。能源間接係數則變動不大，且間接效果所佔的比例有下降的趨勢。在總能源乘數方面，除 1996 年為 24.99(10^7 千卡/百萬元新台幣)，比 1991 年之 19.6(10^7 千卡/百萬元新台幣)有較明顯上升外，其餘變動不大，然能源乘數的排序在 34 個產業中分別由第 8 位晉升至第 4 位，顯示相對於其他產業有上升趨勢。表 4 列出與人纖業間接能源消費相關性較高之產業，以 1996 年為例，分別有石化原料業、人造纖維業、塑膠原料業、油氣煉製業與陸上運輸及運輸服務，而歷年均以石化原料業相關性最高。

表 3 台灣人纖業歷年能源乘數分析結果

	1981	1986	1991	1996
能源直接係數	4.72	4.52	5.96	11.62
直接效果(%)	24.01	21.78	30.41	46.50
能源間接係數	14.94	16.23	13.64	13.37
間接效果(%)	75.99	78.22	69.59	53.50
能源乘數	19.66	20.75	19.60	24.99
排序	8	7	5	4

註：(1)單位： 10^7 Kcal/百萬元新台幣

(2)排序係指在 34 產業中排位順序

(3)比例為佔總能源乘數之百分比

表 4 台灣人纖業間接能源消費相關性較高之產業

1981		1986		1991		1996	
間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序
10.42	石化原料業	12.73	石化原料業	10.52	石化原料業	9.80	石化原料業
1.73	油氣煉製業	1.12	油氣煉製業	0.69	塑膠原料業	0.84	人造纖維業
0.55	人造纖維業	0.46	塑膠原料業	0.65	油氣煉製業	0.80	塑膠原料業
0.52	其他化工原料	0.42	人造纖維業	0.44	其他化工原料	0.53	油氣煉製業
0.42	陸上運輸及 運輸服務	0.41	陸上運輸及 運輸服務	0.43	人造纖維業	0.41	陸上運輸及 運輸服務

註：(1)單位： 10^7Kcal /百萬元新台幣

(2)排序係指在 34 產業中排位順序

3. CO_2 乘數分析

由於 CO_2 為引起溫室效應的主要氣體之一，近年來備受國際關注。本文利用乘數分析探討此產業的產業關聯效果對 CO_2 的波及效應。表 5 為人纖業歷年 CO_2 乘數分析結果，由表 5 可看出人纖業之 CO_2 直接係數除 1986 年有微降外，於 1991 至 1996 年皆大幅攀升，其值由 1981 年之 23.88(公噸/百萬元新台幣)上升至 1996 年之 50.41(公噸/百萬元新台幣)，增加幅度達 111%。其中以 1991~1996 年間成長幅度最大，主因為煤品比例與排放量增加，導致直接係數急速上升。 CO_2 間接係數，則有下降與趨於平緩的傾向。在 CO_2 乘數方面，除 1986 年下降為 43.14(公噸/百萬元新台幣)，在 1991~1996 年間 CO_2 排放強度皆大幅增加，歷年來排序在 34 個產業中分別為第 8、第 9、第 6 及第 4 位，有明顯的上升趨勢，顯示人纖業在 34 個產業中，屬高 CO_2 排放度的產業。

表 6 列出與人纖業 CO_2 排放乘數效應關聯較高之產業，以 1996 年為例，包括石化原料業、人造纖維業、塑膠原料業、油氣煉製業與陸上運輸及運輸服務，而歷年亦以石化原料業相關性最高。

12 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

表 5 台灣人纖業歷年 CO₂ 乘數分析結果

	1981	1986	1991	1996
CO ₂ 直接係數	23.88	19.56	25.58	50.41
直接效果(%)	47.77	45.34	53.15	68.35
CO ₂ 間接係數	26.11	23.58	22.55	23.34
間接效果(%)	52.23	54.66	46.85	31.65
CO ₂ 乘數	49.99	43.14	48.13	73.75
排序	8	9	6	4

註：(1)單位為公噸/百萬元新台幣

(2)排序係指在 34 產業中排位順序

(3)比例(%)為佔總 CO₂ 乘數之百分比

表 6 台灣人纖業 CO₂ 排放間接波及效應較高之產業

1981		1986		1991		1996	
間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序	間接 係數	產業排序
9.38	石化原料業	11.39	石化原料業	9.95	石化原料業	9.75	石化原料業
4.98	油氣煉製業	3.15	油氣煉製業	2.94	塑膠原料業	3.65	人造纖維業
2.77	人造纖維業	1.98	塑膠原料業	2.93	人造纖維業	3.25	塑膠原料業
1.97	其他化工原料	1.83	人造纖維業	1.74	油氣煉製業	1.46	油氣煉製業
1.52	塑膠原料業	1.22	其他化工原料	1.52	其他化工原料	1.21	陸上運輸及 運輸服務

註：(1)單位為公噸/百萬元新台幣

(2)排序係指在 34 產業中排位順序

四、產業能源消費結構變動分析

根據節約能源年報（1999 年）資料顯示，人纖上游產業由於在民國 84 年至 86 年間積極擴產，導致能源密集度由 85 年的 13.75KLOE/百萬元成長至 87 年的 16.6KLOE/百萬元，顯示能源密集度有惡化的傾向。民國 87 年人纖業的總能源消費

量約 $1,501,594(10^7 \text{ kcal})$ ，為全國總能源消費量的 2.76%。圖 1 顯示人造纖維業歷年燃料消費結構，可看出人纖業的燃料結構有明顯的能源替代情況，在 70 年此產業的電力消費佔總能源消費量的 59.8%，煤品消費佔 40.1%，隨後煤品消費逐年成長而電力消費量相對降低，至 87 年電力消費配比僅佔 22.0%，而煤品配比增加為 78.0%，可知其能源消費型態由電力轉變為煤品為主。

由於化石燃料的使用是產業 CO_2 的主要排放源，而 CO_2 排放量與燃料的含碳率高低相關，因此 CO_2 排放量除了與能源耗用量多寡有關，亦與產業的燃料結構配比相關。本文分析民國 70 年至 87 年間人纖產業的能源消費結構變動趨勢，以進一步研判其能源密集度與 CO_2 排放量的變動。圖 2 顯示，人造纖維業的能源密集度與 CO_2 排放度，由圖 2 可知此產業的能源使用效益有惡化傾向，尤其在民國 76 年後，由於產值成長減緩，人纖業能源密集度在以後數年不僅高於其他石化產業，85 年更因產值較 83 年減少，以致能源密集度大幅上升。另外， CO_2 排放度的變動趨勢與能源密集度的趨勢雷同，且由於 75 年後煤品用量比例快速成長，導致 CO_2 持續上升，尤其以 83 至 85 年間上升幅度為最明顯。以上結果顯示，人纖業的能源使用效益有明顯惡化的傾向，且其 CO_2 排放度亦大幅增加，故持續改善能源效率及提升產品附加價值為未來產業發展的重要方向，對於不具競爭力或產能過剩的產品，可能需要採取減產或投資海外。此外，由於人纖業間接能源需求約佔乘數值的 54% (1996 年)，此乃因其向後關聯效果所致，亦顯示人纖業對引發相關產業的能源需求與 CO_2 排放量影響頗大，不容忽視。

14 人造纖維業產業關聯與能源及二氧化碳乘數效應

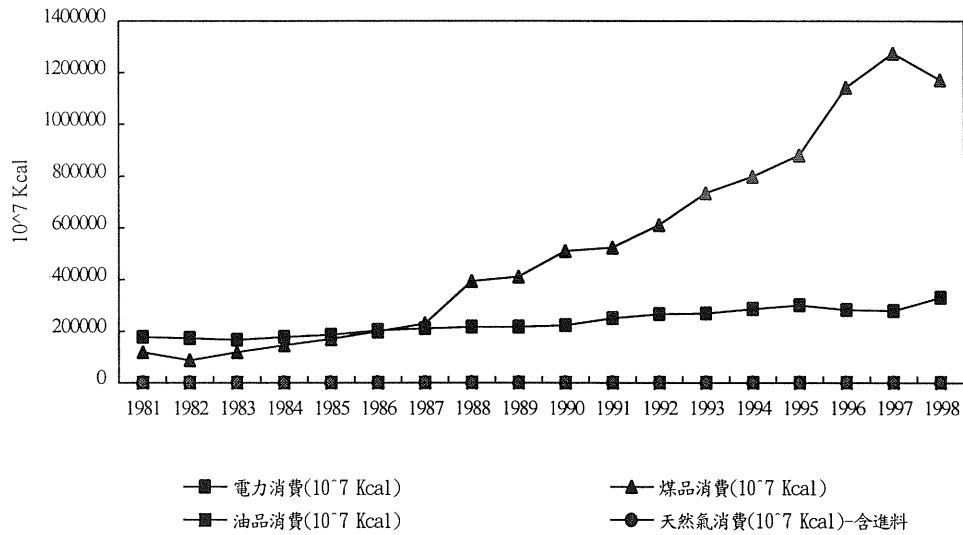


圖 1 人纖業歷年能源消費變動趨勢

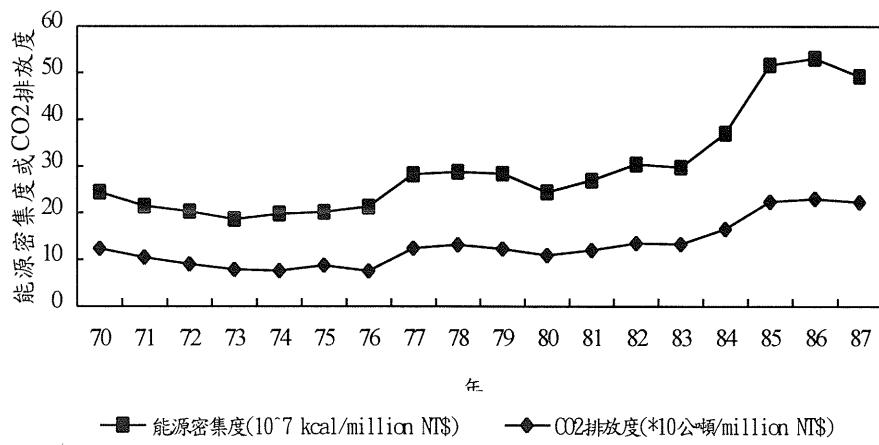


圖 2 歷年人纖產業能源密集度與 CO₂排放度變動

五、結論與建議

本文應用投入產出與乘數分析，探討歷年來台灣人造纖維業產業關聯與能源耗用及 CO₂ 排放之乘數效應。歷年來人纖業之感應度均低於整體產業的平均水準，顯示人纖業在支持國內相關產業發展的貢獻偏低，然影響度則高於整體產業的平均值，且歷年來名列前三名，表示人纖業對帶動相關的產業發展扮演極為主要的角色。能源結構分析結果顯示，人造纖維業能源效益歷年來有明顯的惡化傾向。由於產業的直接效果並未包括產業在發展過程中對帶動相關產業引起的能源耗用與 CO₂ 排放的間接衝擊，而乘數分析則可顯示產業對能源需求與 CO₂ 排放的直接與間接衝擊。能源乘數分析結果，顯示人纖業之能源直接係數有明顯惡化的趨勢，能源乘數相對於其他產業有上升趨勢，能源消費相關性較高之產業，包括石化原料業、人造纖維業、塑膠原料業、油氣煉製業與陸上運輸及運輸服務。在 CO₂ 乘數方面，由於人纖業在民國 75 年後煤品消費增加，導致歷年 CO₂ 排放度大幅上升，且由於產業向後關聯效果佳，其 CO₂ 乘數的排序歷年來在 34 個產業中分別佔第 8、第 9、第 6 及第 4 位，亦有明顯的上升，顯示人纖業為高 CO₂ 排放度的產業。

目前國內除了部分人纖業產品需求仍持續成長外，大部分人纖業中下游產品已呈現產能過剩與惡性傾銷的問題，近一年來由於全球不景氣與國內政經丕變，引發更多的產業外移及資金排擠效應，政府需要更有策略地應用市場機制與經濟誘因，積極改善投資環境，提昇產品品質與產業競爭力。未來國際人纖產品的需求生態，由於生活水準提昇，環保意識普及，產品市場將傾向於高附加價值、高品質、無公害、低污染、省能源的綠色產品，且有效率的利用網際網路作為產銷與管理工具，故加強國內人纖產業之合理化與資訊化經營，選取重要產品系列開發，提昇產品品質、能源效率與環境親和力，將成為人纖產業永續發展的關鍵。

另外，由於中國大陸近年來經濟成長快速，其中石化產業處於蓬勃發展階段，而我國在目前面臨土地難求、工資昂貴，以及其他非經濟因素的影響，已有相當比例的廠家湧至大陸投資，而政府需要儘快擬定因應策略與配套措施，逐步鬆綁「戒急用忍」政策，以利兩岸的產業經貿合作。未來兩岸在合作的模式上，由於大陸具

備生產要素(包括土地及人力)低廉、市場需求潛力大等優點，而台灣則擁有資金、技術及管理上的優勢，我國人纖產業可考量將中下游勞力較密集的生產製程逐漸移轉投資至大陸，而保留技術密集、高產業關聯、高附加價值的關鍵性產品與製程，並致力於提昇技術與產銷人才的培育及新產品、製程的研發，朝向與重要科技相關的產品結合，如利用生物技術發展生物纖維與加強電子業相關纖維品，將有較大的發展潛力，使產業科技化與國際化，以增加我國人纖業產銷的貿易空間與國際競爭力。

六、參考文獻

- 1.Han,X.and Lakshmanan,T.K.(1994), "Structural changes and energy consumption in the Japanese economy 1975-1985: an input-output analysis. Energy Journal15, p.165-188.
- 2.Hawdon,D.and Pearson,P.(1995), "Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the U.K. Energy Economics 17, p.73-86.
- 3.Lenotief,W.(1970), "Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach", Review of Economics and Statistics 52, p.262-271.
- 4.Leontief,W.(1972), "Air pollution and the economic structure:empirical results of input-output economics", Oxford University Press, Inc., p.273-293.
- 5.Miller,Ronald E and Blair,Peter D.(1985), "Input-Output Analysis Foundation and Extension ", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff, New Jersey.
- 6.Rose,A. and Chen,C.Y.(1991), "Sources of change in energy use in the U.S. economy, 1972-1982", Resources and Energy 13, p.1-2.
- 7.Wright,D.(1974), "Energy Budgets 3 Goods and Services:An Input-Output Analysis", Energy Policy, 2(4), p.307-315.
- 8.王塗發(1986)，「投入產出分析及其應用-台灣地區實證研究」，臺灣銀行季刊，第三十七卷，第一期，pp.186-218。

- 9.林素貞，呂信賢（1992），「整合能源與環境政策之分析-以台灣地區石油消費結構對環境影響為例，探討產業發展策略」，中國環境工程學會第五屆環境規劃與管理研討會論文集，台北，pp.195-241。
- 10.林素貞，張翊峰（1995），「以投入產出分析產業能源耗用與污染排放量之關聯性--以 1991 年臺灣地區為例」，能源季刊，第 25 卷，第 4 期，pp.52-74。
- 11.梁啟源(1987)，「台灣能源經濟模型之研究」，中央研究院經濟研究所，台北。
- 12.許志義，劉彩雲（1989），「台灣地區能源消費與經濟成長之投入產出分析」，能源季刊，pp.1-20。
- 13.IPCC/OECD(1995), IPCC Draft Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Final Draft.
- 14.台灣人纖製造公會(1998~1999)，「中華民國人造纖維工業概況」，台灣人纖製造工會。
- 15.行政院主計處(1985,1990, 1991, 1993, 1995, 1996, 1999)，「中華民國台灣地區產業關聯表」(70、73、75、78、80、83、85 年)。
- 16.行政院主計處（1992），「中華民國行業標準分類及職業標準分類系統」，行政院主計處，台北。
- 17.行政院主計處（1999），「國內生產各業產值雙面平減表」，行政院主計處，台北。
- 18.何耀仁(2000)，「2000 年人纖產業現況與展望-中國大陸發展近況」，化工資訊，第 14 卷，第 1 期，pp.29-35。
- 19.林素貞(1999)，「溫室效應氣體之管制與評估—溫室效應氣體減量目標與管制措施對重要產業之衝擊評估(第三年)」，行政院環保署專題研究報告，EPA-88-FA31-03-014。
- 20.林素貞、張翊峰(2000)，「石化產業之溫室氣體排放基線資料調查與減量策略評析」，行政院環保署專題研究報告，EPA-88-FA11-03-105。