

# 台灣產業關聯效果與關鍵產業之 衡量

林幸君\*、劉力瑋\*\*

## 摘要

隨著國內產業結構的調整，帶動各產業的向前及向後關聯程度產生變動，其中關鍵產業 (key sector) 的發展尤其受到重視，因此，以客觀且合適方法衡量關鍵產業實屬必要。至於何謂關鍵產業 (key sector)? 最早提出的概念為 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所發展之感應度及影響度方法，惟早期方法並未涉及不同產業間的交互影響，為改進 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 缺點，根據 Sonis et al. (2000) 進行最小資訊分解，運用向前向後關聯效果概念，計算出乘數積矩陣 (multiplier product matrix; 矩陣  $T_1$ )，該矩陣在整個經濟體系中具有最小資訊 (minimum information) 的特性，可以藉此繪製經濟地貌，且可解釋當一階投入係數改變時，對各產業所造成的影響強度。此外，其再以新的角度，藉由產業投入之協同互動強度矩陣 (synergetic interactions intensity matrix; 矩陣  $T_2$ ) 進一步探討產業間之交互作用，因其隱含產業之替代能力或創新效果，加以衡量產業間之交互作用強度。據此，本文根據以上兩步驟篩選出關鍵產業後，再以 Bhowmik (2003) 總支援效果方法估計關鍵產業對其他產業之支援效果。同時，本文以 1996 年、1999 年、2001 年及 2004 年台灣產業關聯表資料進行實證結果發現，鋼鐵、其

---

\* 國立嘉義大學應用經濟學系副教授，本文聯繫作者。電話：(05)2732858，傳真：(05)2732853，Email：[hclin@mail.ncyu.edu.tw](mailto:hclin@mail.ncyu.edu.tw)。

\*\* 臺灣銀行專員。

他金屬、化工原料及電子零組件與加工食品等部門為近年來最具關鍵性之產業，紡織、紙、紙製品及印刷出版業與其他化學製品部門則漸趨沒落。

關鍵詞：投入產出、關鍵產業、產業關聯效果、乘數積矩陣、協同互動強度矩陣

JEL 分類代號：C67

# 台灣產業關聯效果與關鍵產業之 衡量

林幸君、劉力瑋

## 壹、前言

經濟學家 Schumpeter (1954) 認為創新是經濟動力的主要基礎，在推動經濟發展策略中，若採取不平衡發展策略，則應依目前國內各產業發展的現況，尋找出具有前瞻性的關鍵產業 (key sector) 或策略性產業，進而藉由推動此產業的起飛，帶動其他產業的發展，促進國內經濟的成長。近期隨著國內產業結構的變遷與調整，帶動各產業的向前及向後關聯程度產生變動，其中關鍵產業 (key sector) 的發展尤其受到重視，因此，以客觀且合適方法衡量關鍵產業實屬必要。一般衡量產業關聯效果分為向前關聯效果與向後關聯效果，向前關聯效果係為當每一產業部門之最終需求皆變動一單位時，對特定產業產品需求之總變動量，即是特定產業受感應 (sensitivity) 的程度。向後關聯效果係為當對某一產業部門之最終需求變動一單位時，各產業必須增(減)產之數量和，即是該特定產業對所有產業的影響 (dispersion) 程度，若將向前關聯效果與向後關聯效果分別除以各產業平均關聯效果後予以標準化，即可計算出感應度與影響度。產業關聯效果係用做判別發展某一產業能否兼而促成其他產業同時發展之指標，其中向後關聯效果大，代表易帶動其他產業發展，向前關聯效果大，則代表易支援其他產業發展。

至於何謂關鍵產業 (key sector)? 許多文獻探討各式關鍵產業的衡量方法，隨著方法不同定義也有所差異。最早提出的概念為 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所發展之感應度及影響度方法，意指當該產業其具有較高於全體產業平均的感應度與影響度，

即認定為關鍵產業，即其於所有產業中具有關鍵地位，是其他產業發展不可或缺之投入，亦可帶動其他產業發展，如：鋼鐵、化工原料、電子零組件及紡織品等產業，即是我國歷年來關聯程度較高水準且屬於關鍵產業群之產業，不過隨著時間推移，關鍵產業群的組合及排序也漸漸產生改變。

早期 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 曾利用各產業的感應度及影響度，找出影響其他產業程度最深的關鍵產業，惟其缺點為並未涉及不同產業間的交互影響之探討。其後，為改進 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 缺點，Cella (1984) 由 Miyazawa (1966) 內部與外部乘數概念獲得啟發，定義了無交易 (no-trading) 關係之投入係數矩陣，惟仍有低估向前關聯效果之缺陷。

基於 Cella 的基本概念，Sonis et al. (2000) 首先，第一部分以進行最小資訊分解，運用向前向後關聯效果概念，計算出乘數積矩陣 (multiplier product matrix；矩陣  $T_1$ )，該矩陣在整個經濟體系中具有最小資訊 (minimum information) 的特性，可以藉此繪製經濟地貌 (economic landscape)，且可解釋當一階投入係數改變時，對各產業所造成的影響強度。其中最小資訊矩陣其另一重要特徵是展示了可視之總體經濟 (macro-economy visualization)，也稱為經濟地貌，可用於個別經濟體的跨時與跨空間不同經濟體間的比較分析。接著，第二部分則藉由產業投入之協同互動強度矩陣 (synergetic interactions intensity matrix；矩陣  $T_2$ ) 進一步探討產業間之交互作用，因其隱含產業之替代能力或創新效果，加以衡量產業間之交互作用強度。此外，在找尋出關鍵產業後，必須進一步計算此產業對各產業的影響程度，因此，Bhowmik (2003) 提出以總支援效果方法估計關鍵產業對其他產業之支援效果。

據此，本文首先根據 Sonis et al. (2000) 進行最小資訊分解，運用向前向後關聯效果概念，計算出乘數積矩陣 ( $T_1$ )，並可藉此繪製經濟地貌，解釋當一階投入係數改變時，對各產業所造成的影響強度。其次，本文再藉由產業投入之協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 進一步探討產業間之交互作用，加以衡量產業間之交互作用強度。最後根據以上兩步驟篩選出關鍵產業後，本文再以 Bhowmik (2003) 總支援效果方法估計關鍵產業對其他產業之支

援效果。本文主要實證資料來源為綜合1996年、1999年、2001年及2004年台灣地區45與49部門產業關聯表，計算歷次生產者價格投入係數表及產業關聯程度表衡量關鍵產業並評估關鍵產業對各產業之總支援效果。

表1為49部門台灣產業關聯表分類，圖1為1996年產業關聯圖，可以瞭解我國1996年之產業關聯程度分佈，由圖可見得各產業於四象限中的分佈狀態，感應度與影響度大於一的產業，位於第一象限，即為Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所定義之關鍵產業，位於此區域之產業，向前及向後關聯程度大於全體產業平均值，即較容易為其他產業發展所影響且亦容易帶動其他產業發展。圖2為2004年產業關聯圖，兩圖相較可發現自1996年至2004年期間之發展趨勢，關鍵產業群的組成方面有微小變動，分別是(24)機械與(9)紡織品產業於2004年的加入及退出，原因來自於兩產業的感應度一增一減所致，也就是被其他產業所需程度增加與減少。關鍵產業群之中，明顯可看出關鍵產業中(14)化工原料與(21)鋼鐵產業，感應度有相當大的提升，表示其向前關聯程度提高，為發展其他產業所不可或缺產業之情況更為強烈，(16)塑膠產業的影響度也明顯提升，表示其向後關聯程度提高，更容易帶動其他產業發展，其餘關鍵產業如(13)紙、紙製品及印刷出版與(6)加工食品產業，則顯示出感應度和影響度雙雙降低情形，於我國經濟體系的重要性逐漸消失。

本文內容除前言外另分為四個部分，第二節為文獻回顧，對近代關於產業關聯效果與關鍵產業分析之相關文獻進行探討；第三節為說明研究方法；第四節實證結果與分析；第五節為結論與建議。

表 1 49 部門產業關聯表分類

1 農產	11 皮革及其製品	21 鋼鐵	31 其他製品	41 不動產服務
2 畜產	12 木材及其製品	22 其他金屬	32 房屋工程	42 餐飲及旅館服務
3 林產	13 紙、紙製品及印刷 出版	23/金屬製品	33 公共及其他工 程	43 資訊服務
4 漁產	14 化工原料	24 機械	34 電力	44 其他工商服務
5 礦產	15 人造纖維	25 家用電器產品	35 燃氣	45 公共行政服務
6 加工食品	16 塑膠	26 資訊產品	36 自來水	46 教育服務
7 飲料	17 塑、橡膠製品	27 通信器材	37 運輸倉儲	47 醫療服務
8 菸	18 其他化學製品	28 電子零組件	38 通信服務	48 傳播及娛樂文化服務
9 紡織品	19 石油煉製品	29 電機及其他電器	39 商品買賣	49 其他服務
10 成衣及服飾品	20 非金屬礦物製品	30 運輸工具	40 金融保險服務	

資料來源：行政院主計處 (2004)，2001 年產業關聯表編製報告。

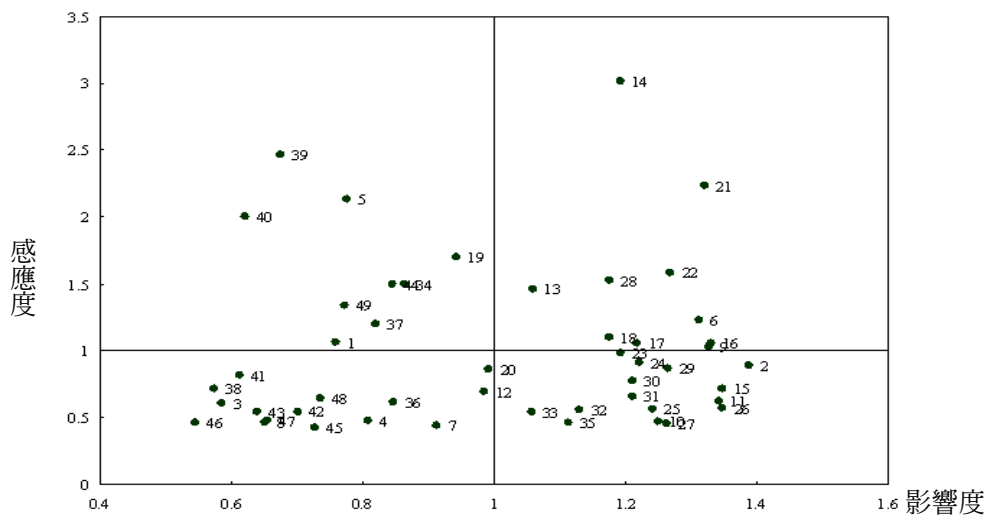


圖 1 1996 年台灣產業關聯圖

資料來源：行政院主計處 (2000)，1996 年產業關聯表編製報告。

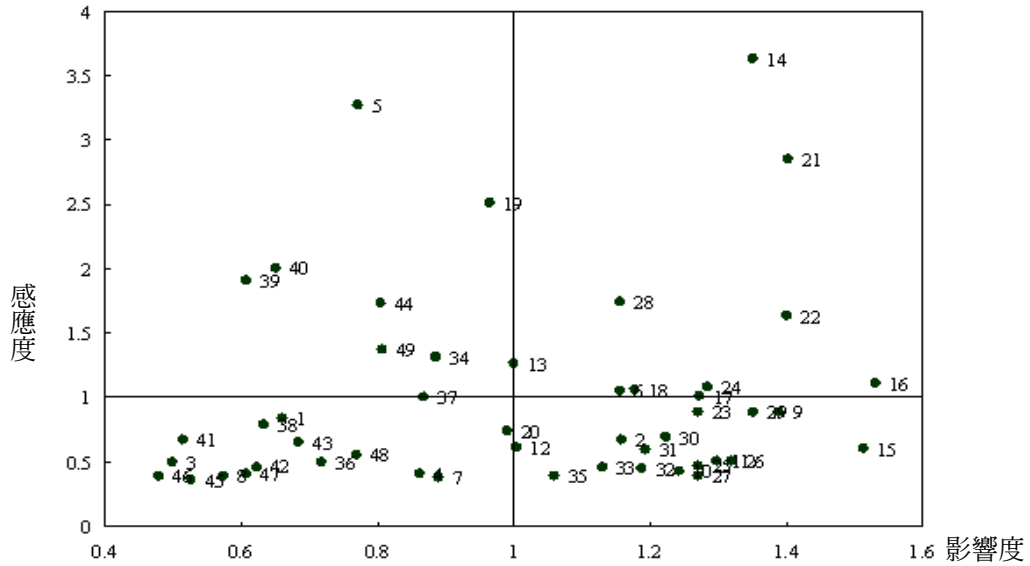


圖 2 2004 年台灣產業關聯圖

資料來源：行政院主計處 (2006)，2004 年產業關聯表編製報告。

## 貳、文獻回顧

關於產業關聯效果與關鍵產業分析之相關研究於投入產出分析領域中，始終為學者們所關注的焦點，因其具有總體經濟及政府政策分析的參考價值，過去文獻大抵可分為五類：第一類為 Rasmussen/Hirschman 方法，其次為 Cella/Clements 方法，第三類為純粹關聯效果方法 (pure linkage approach)，第四類為影響域方法 (the fields of influence approach)，第五類為 Leontief 反矩陣最小資訊分解方法。準此，本節將針對近代相關文獻進行探討，找出一客觀合適之一般化 (generalization) 方法，藉以定義我國關鍵產業群，並加以估計總支援效果。

## 一、關鍵產業之衡量方法

### (一) Rasmussen/Hirschman 方法、Cella/Clements 方法、純粹關聯效果方法

許多文獻探討關鍵產業的衡量方法中，早期 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所提出之感應度與影響度方法已被廣泛運用，該方法主要是估算出標準化之感應度 (forward linkages,  $FL_i$ ) 與影響度 (backward linkages,  $BL_j$ )，當兩者大於 1 時代表高於整體產業平均，然而現今僅以 FL 及 BL 進行關鍵產業的衡量顯然已經不夠充分，學者認為此種方法並未考慮經濟體各產業部門生產力水準的不同，如因為標準化的平均概念忽略個別產業間不同的變異程度，且並無關注不同產業間的交互作用。

根據上述的評述，其後學者如 Cella (1984) 由 Miyazawa (1966) 內部與外部乘數概念獲得啟發，定義了無交易 (no-trading) 關係之投入係數矩陣，就是只存在目標產業內部之交互作用和經濟體其餘產業 (the rest of the economic, ROE) 內部之交互作用，換言之，就是目標產業不會向 ROE 購買產品，ROE 也不會向目標產業購買產品。此方法奠基於社會會計矩陣 (social accounting matrix, SAM)，可以導出總關聯效果 (total linkages, TL)，後將 TL 進行矩陣分解，可得 FL 與 BL，而 Clements (1990) 對於 FL 與 BL 的定義則和 Cella 有所不同，他認為 Cella (1984) 所定義之 FL 組成第二部分應該歸屬於 BL。此外，Cella (1984) 及 Clements (1990) 有低估 FL 之缺陷。爾後 Clements and Rossi (1991) 使用 1980 年之產業關聯表，將其實際應用於巴西經濟的分析。

基於 Cella (1984) 的基本概念，Sonis et al. (1995) 將其改進為純粹關聯效果方法 (pure linkage approach)，解決了 Cella (1984) 及 Clements (1990) 定義混淆的問題，Sonis et al. (1995) 藉由運用更為精巧的矩陣分解方法拓展 Cella (1984) 之架構，加以估計目標產業與 ROE 之交互影響關係，將投入係數矩陣 A 分解為目標產業矩陣加經濟體其餘產業矩陣，而兩個加法分解矩陣可再轉變為兩個乘法分解 Leontief 反矩陣，再將 Leontief 反矩陣



陣分解後加以重組 (re-composes)，並考慮總產值的影響，將最終需求以總產值取代，導出純粹向後關聯效果 (pure backward linkage, PBL) 與純粹向前關聯效果 (pure forward linkage, PFL)，由純粹向後關聯效果加純粹向前關聯效果得出純粹總關聯效果 (pure total linkage, PTL)，Sonis et al. (1995) 認為 PFL 會呈現出 ROE 總生產產值對於目標產業的純粹衝擊，PBL 呈現出目標產業總產值對於 ROE 純粹衝擊。

## (二) 敏感度分析-影響域方法

為提供更為精確分析過程，評估產業投入變動對於 ROE 之衝擊影響，由 Sherman and Morrison (1949, 1950) 提出投入產出系統之敏感度分析 (sensitivity and error analysis)，說明 A 矩陣中一個係數、一整列或行改變對於反矩陣 A 的影響效果，使用 Sherman-Morrison formula 估算改變後的反矩陣 A。爾後由 Sonis and Hewings (1989, 1992) 將其推演成更一般化方法，使其能涵蓋整個投入係數矩陣之改變範圍，此方法即為影響域方法 (the field of influence approach)，此方法探討產業關聯表 (input-output table) 或 SAM 之投入係數矩陣 A 內投入係數改變，對於 Leontief 反矩陣所造成影響。

Sonis and Hewings (1989, 1992, 1995) 與 Sonis et al. (1996) 說明影響域方法為一應用於產業關聯分析中處理係數改變的工具，主要在提供一足以處理所有可能的改變形式之一般化方法，此方法不受由科技改變、效率改善或生產線改變所導致的變化所限制，可以被應用於投入係數矩陣中一個係數，兩個或兩個以上係數，一個完整的列或行係數，或整個矩陣係數的改變，而且於一個經濟系統中，某些係數會較其他係數具重要性及影響力，相對地於改變過程給予經濟系統較大之衝擊。係數變動影響之估算過程，計算兩個多項式函數的值，與通常所用之 Leontief 反矩陣無限泰勒展開 (Taylor expansion) 技巧不同，其有限形式之演算法則 (algorithm) 較易為電腦所瞭解，且泰勒展開的線性逼近性質無法估算交互作用。

### (三) Leontief 反矩陣最小資訊分解方法

早期 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 利用各產業的 FL 及 BL，找出影響其他產業最鉅的關鍵產業，惟並未考慮不同產業間的協同互動作用。近來 Sonis et al. (2000) 針對此一缺點，將 Leontief 反矩陣 (inverse matrix) 進行最小資訊分解 (minimum information decompositions)，此方法將區域經濟結構的資訊分解為兩個部分，第一部分是由 Leontief 反矩陣抽出包含列與行乘數之最小資訊乘數積矩陣 ( $T_1$ )，第二部分為協同互動強度矩陣 ( $T_2$ )，進而分析經濟體內不同產業間之關聯效果，由影響域方法求得個別投入係數改變的一階影響域 (the first order fields of influence) 與二階影響域 (the second order fields of influence)，由一階影響域與二階影響域之影響矩陣即為乘數積及協同互動強度矩陣。乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 在整個經濟體系中具有最小資訊的特性，由 Leontief 反矩陣的列與行和的乘積導出，與向前向後關聯係數的性質直接相關。此外，乘數積矩陣敘述投入係數矩陣個別欄位改變的經濟衝擊強度，可解釋當某產業部分投入改變時，對各產業所造成的影響強度，且可辨別未來經濟發展可能發生的潛在傾斜與不平衡，而最小資訊矩陣其另一重要特徵是展示可視之總體經濟，也稱為經濟地貌，可用於個別經濟體的跨時與跨空間不同經濟體間的比較分析。協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 展現不同部門間的交互作用，其具有藉由向前和向後關聯效果展現平衡與不平衡兩面效果之結構。

## 二、產業關聯效果衡量與關鍵產業定義各式方法之比較

Sonis et al. (1995) 提到 Rasmussen/Hirschman 方法將感應度繪於 Y 軸，影響度繪於 X 軸，當某產業 FL 與 BL 均大於 1 時，即認定為關鍵產業。Cella/Clements 方法與純粹關聯效果方法所估算之 BL 則是相近，兩者均有考慮生產水準和經濟體內部結構，Cella/Clements 方法之缺陷為較純粹關聯效果方法低估 FL，因此 TL 也被低估，所以 Cella/Clements 關聯效果指數較純粹關聯效果指數為小，關鍵產業的排序也有所不同。

Cella/Clements 與純粹關聯效果方法之 FL 與 BL 具備可加總之特性，兩者將 FL 加上 BL 得出 TL，認定 TL 值較高之產業為經濟體關鍵產業。而影響域方法類似 Rasmussen/Hirschman 方法將關聯指數加總之結果，Rasmussen/Hirschman 方法所衡量 FL 與 BL 兩者均大於 1 之產業，於影響域方法中同樣擁有最高之係數值。

Rasmussen/Hirschman 方法和影響域這類方法只注重經濟體結構內的關鍵產業定義，並無考慮各產業生產水準的不同及經濟體總產值，可能無法發現經濟成長時之發展瓶頸產業。Cella/Clements 方法和純粹關聯效果這類方法則是同時考量經濟體內部結構之產業重要性及每個產業之生產結構與水準，Cella/Clements 考慮最終需求，純粹關聯效果考慮總產值，認為每一個產業之生產水準都有其重要性，因此，兩類方法對於關鍵產業的定義與選定也就產生差異。此外，影響域方法其較其他方法具一般化特性，不受產業效率或生產力改變的情況所限制，足以處理各式情形。

Sonis et al. (1995) 將 Baer et al. (1987) 及 Hewings et al. (1989) 各使用此兩類方法對於巴西 1960 至 1980 年間關鍵產業實證分析結果進行比較，發現兩類方法所捕捉的關鍵產業有部分重疊，部分不同，同時捕捉的產業有金屬製品、化學與食物部門，值得注意的是，純粹關聯效果方法從農業與服務業產業的產值導出這兩個產業於巴西經濟體中的重要性，這個效果並無法完全地被 Rasmussen/Hirschman 和影響域方法所捕捉，另一方面，某些發展中經濟體所不可或缺之重要產業如紙和紡織品產業，因為這兩個產業較巴西其他產業產值為低，所以未被純粹關聯效果方法所捕捉。綜合上述，這兩類方法彼此具有互補性，不需執意要找出一個最好的方法，對於以上各式方法對於關鍵產業定義，實際上並無一可被廣泛接受之標準。Sonis et al. (1995) 說明至今關聯效果衡量方法的主要瓶頸為：即使從全系統的衝擊角度評估一個產業的重要性，欲將產業內一或兩個係數及產業外之衝擊程度具體化仍有困難，也就是衝擊是影響一或兩個產業，或是廣泛地擴散至整個經濟體，難以十分精確地衡量，從政策分析的觀點上來說，這個問題十分重要。

藉由參考以上各式方法，因 Sonis et al. (2000) Leontief 反矩陣最小資訊分解方法其具有一般化之特性，足以配適各階欄位的改變以進行分解。且 Sonis et al. (2000) 討論影響

域方法之一二階影響域，推導出 Leontief 反矩陣 (inverse matrix) 之分解式，與常用的感應度影響度方法不同的是其更深入探討一階投入強度及協同互動作用。準此，本文根據 Sonis et al. (2000) 方法將 Leontief 反矩陣，進行最小資訊分解 (minimum information decompositions)，分解出乘數積及協同互動強度矩陣，依據乘數積矩陣繪製經濟地貌，並計算各產業與其他產業間的關聯效果，由協同互動強度矩陣瞭解產業間之交互作用，找出對於整個經濟體系影響最鉅的關鍵產業，其中關聯效果與協同互動作用較大者，即是值得重視的產業。

### 三、關鍵產業對其他產業支援效果之衡量

Bhowmik (2003) 分析印度經濟於 1968 至 1969 年與 1993 至 1994 年間不同產業生產之服務投入強度，其中包含直接服務投入強度與直接加間接服務投入強度，可稱之為直接支援效果與總支援效果。為反應研究期間每個產業投入強度的特性與趨勢，文中計算出服務投入強度之平均數及變異係數，研究結果顯示出印度的金屬製品、機械、貿易和銀行業有較高之平均數與較低之變異係數，意指這些產業持續且穩定地大量消費服務投入於生產活動上。因此，本文再參考 Bhowmik (2003) 估計關鍵產業對於其他產業之總支援效果。

## 參、研究方法

### 一、關鍵產業的定義與衡量方法

#### (一) 感應度及影響度

通常向前及向後關聯係數可分別表示為：

$$B_{i.} = \sum_{j=1}^n b_{ij} \quad (1)$$

$$B_{.j} = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (2)$$

其中假設  $A = [a_{ij}]$  代表投入係數矩陣， $a_{ij}$  為該矩陣中第  $(i, j)$  個元素。 $B = [I - A]^{-1} = [b_{ij}]$  為 Leontief 反矩陣，可分析產業間之相互關聯程度，矩陣某一縱行  $j$  內之每一元素，表示對該部門  $j$  之最終需要增加（或減少）一單位時，各列部門受影響必須增產（或減產）之數量， $B_{.j}$  表示所有列部門（ $i = 1 \sim n$  部門）應增產（或減產）之數量總合。

矩陣中某一橫列  $i$  內之每一元素，係表示對每一行部門  $j$  之最終需要增加（或減少）一單位時，該列部門  $i$  受影響必須增加（或減少）供應之數量， $B_{i.}$  表示所有行部門（ $j = 1 \sim n$  部門）最終需要改變時， $i$  部門應增產（或減產）之總數量。

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \quad (3)$$

上式  $V$  為 Leontief 反矩陣之整體關聯強度。

Rasmussen (1956) 曾提出兩種運用在 Leontief 反矩陣中的指標，即將 (1) 式與 (2) 式利用 (3) 式予以標準化後，稱為感應度 ( $FL_i$ ) 與影響度 ( $BL_j$ )：

$$FL_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i,j=1}^n b_{ij}} = \frac{\frac{1}{n} B_{i.}}{\frac{1}{n^2} V} = \frac{B_{i.}}{\frac{1}{n} V} \quad (4)$$

$$BL_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i,j=1}^n b_{ij}} = \frac{\frac{1}{n} B_j}{\frac{1}{n^2} V} = \frac{B_j}{\frac{1}{n} V} \quad (5)$$

$FL_i$  係衡量每一產業部門（下游產業）之最終需要均變動一單位時，由特定產業供給所有產業使用的總變動量，也就是特定產業受感應的程度；當  $FL_i > 1$  時，表示第  $i$  個產業受感應程度大於所有產業受感應程度的平均值，所以第  $i$  個產業的感應度很高。

$BL_j$  則衡量特定產業之最終需求變動一單位時，各產業（上游產業）必須改變產量之總合，也就是該特定產業對所有產業的影響程度；當  $BL_j > 1$  時，表示第  $j$  個產業之影響度大於所有產業影響度的平均值，所以第  $j$  個產業影響度很高。Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所謂之關鍵產業即指 FL 及 BL 等兩個指標均大於 1 之產業。

產業關聯效果關係的概念如圖 3 所示，箭號表示該產業生產產品投入方向：

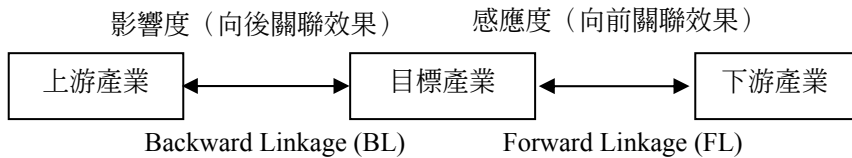


圖 3 產業關聯效果關係

資料來源：本文整理。

## (二)乘數積矩陣

乘數積矩陣（一階強度矩陣； $T_1$ ），其能測度投入係數矩陣 A 之一階欄位改變時之影響強度，推導過程如下：

Sonis et al. (1997) 定義乘數積矩陣：

$$M = \frac{1}{V} [B_i B_j] = \frac{1}{V} \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ B_n \end{pmatrix} (B_1 \ B_2 \ \dots \ B_n) = [m_{ij}] \quad (6)$$

乘數積矩陣之行與列乘數和（即  $B_j$ 、 $B_i$ ）與 Leontief 反矩陣是相同的，因此乘數積矩陣的架構與其向前及向後關聯性之特性也是相通。其推導如下：

$$\sum_{j=1}^n m_{ij} = \frac{1}{V} \sum_{j=1}^n B_i B_j = B_i \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n m_{ij} = \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n B_i B_j = B_j \quad (8)$$

依據 Sonis and Hewings (1989, 1992) 定義， $F(i_0, j_0)$  為矩陣  $B$  第  $i_0$  列第  $j_0$  行之乘數，而  $(i_0, j_0)$  為任何一個點，因此可將  $F(i_0, j_0)$  看成一階欄位  $(i_0, j_0)$  改變之影響，即為一階影響域。

$$F(i_0, j_0) = \begin{pmatrix} b_{1j_0} \\ b_{2j_0} \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{nj_0} \end{pmatrix} (b_{i_01} \ b_{i_02} \ \dots \ b_{i_0n}) = [b_{ij_0} b_{i_0j}] \quad (9)$$

至於影響域方法的推導方面，假設  $A = [a_{ij}]$  為  $N \times N$  維度之投入係數矩陣， $E = [e_{ij}]$  為投入係數改變欄位矩陣。 $B = [I - A]^{-1} = [b_{ij}]$  及  $B(E) = [I - A - E]^{-1}$  分別為改變前及改變後 Leontief 反矩陣。 $\det B$  及  $\det B(E)$  為 Leontief 反矩陣改變前及改變後之行列式值。

Leontief 反矩陣改變前及改變後行列式值率  $Q$ ，為欄位改變  $e$  之多項式：

$$Q(E) = \frac{\det B}{\det B(E)}$$

$$= 1 - \sum_{i_0, j_0} b_{j_0 i_0} e_{i_0 j_0} + \sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} \sum_{i_r \neq i_s; j_r \neq j_s} B_{or}(j_0, j_1, \dots, j_k; i_0, i_1, \dots, i_k) e_{i_0 j_0} e_{i_1 j_1} \dots e_{i_k j_k} \quad (10)$$

其中  $B_{or}$  為 Leontief 反矩陣，行為  $(i_0, i_1, \dots, i_k)$ 、列為  $(j_0, j_1, \dots, j_k)$  之行列式值。

$$B_{or}(j_0, j_1, \dots, j_k; i_0, i_1, \dots, i_k) = \begin{vmatrix} b_{j_0 i_0} & b_{j_0 i_1} & L & b_{j_0 i_k} \\ b_{j_1 i_0} & b_{j_1 i_1} & L & b_{j_1 i_k} \\ M & M & O & M \\ b_{j_k i_0} & b_{j_k i_1} & L & b_{j_k i_k} \end{vmatrix} \quad (11)$$

改變後 Leontief 反矩陣可表示為：

$$B(E) = B + \frac{1}{Q(E)} \left[ \sum_{k=0}^n \sum_{i_r \neq i_s; j_r \neq j_s} F(i_0, i_1, \dots, i_k; j_0, j_1, \dots, j_k) e_{i_0 j_0} \dots e_{i_k j_k} \right] \quad (12)$$

其中

$$f_{ij}(i_0, i_1, \dots, i_k; j_0, j_1, \dots, j_k) = (-1)^{k+1} \begin{vmatrix} b_{i_0 j_0} & b_{i_0 j_1} & L & b_{i_0 j} \\ b_{i_1 j_0} & b_{i_1 j_1} & L & b_{i_1 j} \\ M & M & O & M \\ b_{i_j j_0} & b_{i_j j_1} & L & 0 \end{vmatrix} \quad (13)$$

假如投入係數變化  $e_{i_0 j_0}$  發生在投入係數矩陣  $A$  的一個  $(i_0, j_0)$  點，則新的 Leontief 反矩陣  $B(e) = [b_{ij}(e)]$  之元素將保持和 Sherman and Morrison (1950) 一樣的形式，即



$$b_{ij}(e) = b_{ij} + \frac{b_{ij_0} b_{i_0j} e_{i_0j_0}}{1 - b_{j_0i_0} e_{i_0j_0}} \quad (14)$$

若以矩陣形式表示，則

$$B(e) = B + \frac{e}{1 - b_{j_0i_0} e} F(i_0, j_0) \quad (15)$$

將矩陣  $F(i_0, j_0)$  所有的元素加總，表示為：

$$T(F(i_0, j_0)) = \sum_{i,j} b_{ij_0} b_{i_0j} = B_{j_0} B_{i_0} \quad (16)$$

因此，矩陣  $M$  也可表示為：

$$M = \frac{1}{V} \{T[F(i, j)]\} = T_1 \quad (17)$$

其中  $T_1$  即是一階強度矩陣。

### (三) 乘數積矩陣之資訊最小化特性

對所有正的矩陣  $\psi = [\psi_{ij}]$  而言，其列與行之乘數和與 Leontief 反矩陣相同：

$$\sum_j \Psi_{ij} = B_i, \quad \sum_i \Psi_{ij} = B_j, \quad \sum_{ij} \Psi_{ij} = V \quad (18)$$

將正的矩陣  $\psi$  轉換成二維的機率分配矩陣  $P = [p(i, j)]$ ，其中

$$p(i, j) = \frac{\Psi_{ij}}{V} \quad (19)$$

就每個正的矩陣  $\psi$  而言，Shannon Information (INF) 可表示為：

$$\text{INF}(\Psi) = \text{INF}(P) = \sum_{ij} p(i, j) \ln p(i, j) = \sum_{ij} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \frac{\Psi_{ij}}{V} \quad (20)$$

Sonis (1968) 依據 Shannon Information 的不等式 (Shannon et al., 1964)<sup>1</sup> 推導出：

$$\begin{aligned} \text{INF}(\Psi) &= \sum_{i,j} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \frac{\Psi_{ij}}{V} \geq \sum_{i,j} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \sum_j \frac{\Psi_{ij}}{V} + \sum_{i,j} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \sum_i \frac{\Psi_{ij}}{V} \\ &= \sum_{i,j} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \frac{B_{i\cdot}}{V} + \sum_{i,j} \frac{\Psi_{ij}}{V} \ln \frac{B_{\cdot j}}{V} = \sum_i (\sum_j \frac{\Psi_{ij}}{V}) \ln \frac{B_{i\cdot}}{V} + \sum_j (\sum_i \frac{\Psi_{ij}}{V}) \ln \frac{B_{\cdot j}}{V} \\ &= \sum_i \frac{B_{i\cdot}}{V} \ln \frac{B_{i\cdot}}{V} + \sum_j \frac{B_{\cdot j}}{V} \ln \frac{B_{\cdot j}}{V} = \sum_i \frac{B_{i\cdot}}{V^2} (\sum_j B_{\cdot j}) \ln \frac{B_{i\cdot}}{V} + \sum_j \frac{B_{\cdot j}}{V^2} (\sum_i B_{i\cdot}) \ln \frac{B_{\cdot j}}{V} \\ &= \sum_{i,j} \frac{B_{i\cdot} B_{\cdot j}}{V^2} (\ln \frac{B_{i\cdot}}{V} + \ln \frac{B_{\cdot j}}{V}) = \sum_{i,j} \frac{B_{i\cdot} B_{\cdot j}}{V^2} \ln \frac{B_{i\cdot} B_{\cdot j}}{V^2} = \text{INF}(M) \end{aligned} \quad (21)$$

由 (21) 式之推論可知， $\text{INF}(\Psi) \geq \text{INF}(M)$ ，因此，乘數積矩陣具有最小資訊的特性。乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 具有最小資訊特性表示其為 Leontief 反矩陣 (B) 最為齊質分配 (homogenous distribution) 之列與行乘數組成。

#### (四) 協同互動強度矩陣

將 Leontief 反矩陣 (B) 減去乘數積矩陣 ( $T_1$ )，可得到協同互動強度矩陣 ( $T_2$ )， $T_2$  具有測度產業間彼此交互強度之能力，推導過程如下：

假如  $e_{i_0 j_0}$  及  $e_{i_1 j_1}$  的改變同時發生在投入係數矩陣的兩個點 ( $i_0, j_0$ ) 及 ( $i_1, j_1$ ) 上，則依據 Sonis and Hewings (1989, 1992) 的推導，新的 Leontief 反矩陣應有下列的形式：

<sup>1</sup> Shannon Information 不等式：

$$-\sum_{i,j} p(i, j) \ln p(i, j) \leq -\sum_{i,j} p(i, j) \ln \sum_j p(i, j) - \sum_{i,j} p(i, j) \ln \sum_i p(i, j)$$

$$B(e_0, e_1) = B + \frac{F(i_0, j_0)e_{i_0j_0} + F(i_1, j_1)e_{i_1j_1} + F[(i_0, j_0), (i_1, j_1)]e_{i_0j_0}e_{i_1j_1}}{1 - b_{j_0i_0}e_{i_0j_0} - b_{j_1i_1}e_{i_1j_1} + \begin{vmatrix} b_{j_0i_0} & b_{j_0i_1} \\ b_{j_1i_0} & b_{j_1i_1} \end{vmatrix} e_{i_0j_0}e_{i_1j_1}} \quad (22)$$

其中  $F(i_0, j_0)$  及  $F(i_1, j_1)$  分別表示  $e_{i_0j_0}$ 、 $e_{i_1j_1}$  改變時之影響，而矩陣  $F[(i_0, j_0), (i_1, j_1)] = \{f_{ij}[(i_0, j_0), (i_1, j_1)]\}$  則表示當  $e_{i_0j_0}$  及  $e_{i_1j_1}$  同時改變之影響，即為二階影響域。

$$f_{ij} = \begin{vmatrix} b_{i_0j_0} & b_{i_0j_1} & b_{i_0j} \\ b_{i_1j_0} & b_{i_1j_1} & b_{i_1j} \\ b_{ij_0} & b_{ij_1} & 0 \end{vmatrix} \quad (23)$$

加總後之公式如下所示：

$$G(i_0, j_0) = \sum_{i,j} \sum_{i_1, j_1} f_{ij}[(i_0, j_0), (i_1, j_1)] \quad (24)$$

因此， $T_2$  矩陣可表示成：

$$T_2 = \left[ \frac{1}{V^2} G(i, j) \right] \quad (25)$$

將 (19) 式代入 (20) 式中，可得以下結果：

$$G(i_0, j_0) = \sum_{i,j} \sum_{i_1, j_1} \begin{vmatrix} b_{i_0j_0} & b_{i_0j_1} & b_{i_0j} \\ b_{i_1j_0} & b_{i_1j_1} & b_{i_1j} \\ b_{ij_0} & b_{ij_1} & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} b_{i_0j_0} & B_{i_0 \cdot} & B_{i_0 \cdot} \\ B_{\cdot j_0} & V & V \\ B_{\cdot j_0} & V & 0 \end{vmatrix} = VB_{i_0 \cdot} B_{\cdot j_0} - V^2 b_{i_0j_0} \quad (26)$$

參考上式，並將  $G(i, j)$  除以  $V^2$  後，可得出：

$$T_2 = T_1 - B \quad (27)$$

也就是 Leontief 反矩陣可分解成以下形式：

$$B = T_1 + (-T_2) \quad (28)$$

同理可證，拓展至三個以上投入係數矩陣欄位的變化時，(23) 式加邊矩陣隨之擴增，同樣地加總  $i_0, j_0$  以外之列與行乘數，再除以相對應次方之  $V$ ，最後均可得到與 (27) 式相同之分解式。因此，本文決定關鍵產業的方式，除了藉由  $T_1$  矩陣計算產業間之感應度與影響度外，並嘗試利用  $T_2$  矩陣衡量產業間之協同互動作用，將感應度、影響度及協同互動作用均高於 1，且交互作用高於全部產業之平均，視為較具關鍵性之關鍵產業。

### (五)經濟體部門間協同互動作用之細節分析

協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 結構內含經濟體部門內活動與關聯效果的尺度效應 (scaling effect)，最小資訊乘數積矩陣平滑且減低了這些效果，無法敏感地感應之。因此， $T_2$  矩陣的對角線為負值之元素，尺度效應能由以下對角矩陣表示：

$$-D = \begin{pmatrix} d_{11} & & & \\ & d_{22} & & \\ & & 0 & \\ & & & d_{nn} \end{pmatrix} \quad d_{ii} > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (29)$$

尺度效應反映出經濟體部門的自我影響效果，其顯示出 Leontief 反矩陣對角線元素值大於 1，除此之外，殘留 (residual) 矩陣  $R = [r_{ij}]$  為：

$$R = -D - T_2 \quad (30)$$

殘留矩陣  $R$  對角線元素值為零，其餘元素多數為正值，因為  $T_2$  矩陣列與行元素和為零，所以有以下關係：

$$d_{ii} = \sum_{i \neq j} r_{ij} = \sum_{i \neq j} r_{ji}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (31)$$

所以

$$B = T_1 - T_2 = M + D + R \quad (32)$$

$T_2$  矩陣展現不同部門間的協同互動作用，其具有藉由推-拉向前和向後關聯效果展現平衡與不平衡兩面效果之結構，平衡與不平衡的效果可由  $R$  矩陣的對稱及不對稱部分展現：

$$R = \frac{1}{2}(R + R^T) + \frac{1}{2}(R - R^T) = S + Sa \quad (33)$$

$R^T = [r_{ji}]$  為轉置矩陣， $R$  和  $\frac{1}{2}(R + R^T)$  矩陣的列與行元素和是相等的（等同於  $d_{ii}$ ），而  $Sa$  矩陣的列與行元素和為零，所以  $S$  與  $Sa$  矩陣闡明了不同部門間複雜的補償關係，導致乘數積矩陣之向前與向後關聯效果偏離齊質分配。

最後，Leontief 反矩陣可以分解成以下形式：

$$B = M + D + S + Sa \quad (34)$$

其中乘數積矩陣展現最大限度熵 (entropy) 趨勢，對角矩陣展現了附加的部門尺度效應，而殘留矩陣則是說明了對稱與不對稱之趨勢。

## (六) 協同互動強度矩陣之特質

由於協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 是由  $B$  (Leontief 反矩陣) 減一階強度矩陣 ( $T_1$ ) 推導而來，因此  $T_2$  矩陣具備衡量整個經濟體系中之產業非由投入係數矩陣一階欄位改變所產生之影響，也就是具有測度產業彼此間互動強度之能力，其隱含有以下的特質：

### 1. 投入替代性

當某一產業  $X$  可由投入  $Y_1$  或  $Y_2$  而生產，也就是  $Y_1$ 、 $Y_2$  可以互相取代，則若同時增加  $Y_1$  之投入而減少  $Y_2$  投入，也可達成同一生產目的且較為經濟，則產業  $X$  投入  $Y_1$  比  $Y_2$  有較佳的替代性。

### 2. 產業創新能力

當某一產業  $X$  原本投入  $Y_2$  而生產，現有新原料  $Y_1$  出現，而部分（或全部）取代  $Y_2$  之投入，則  $Y_1$  具有較  $Y_2$  對投入產業  $X$  有較佳創造能力。

由於 Leontief 反矩陣（B 矩陣）之對角線元素值均大於 1，因此 (27) 式之  $T_2$  矩陣對角線元素值必定為負，且  $(-T_2)$  矩陣對角線元素值大於其他非對角線元素，因此， $(-T_2)$  矩陣對角線元素值越大之產業，除代表該產業的自我影響效果強烈外，依協同互動強度矩陣的觀點，尚可顯示該產業與經濟體系其他產業交互作用愈大。

## (七) 乘數積矩陣與協同互動強度矩陣分析比較

以下利用投入係數矩陣 (A)，分別解釋乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 及協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 變化。

圖 4 中  $X$ 、 $Y$  及  $e$  分別表示生產部門、投入部門及投入係數變化程度。圖中顯示  $Y$  對  $X$  之投入關係產生變化，而  $T_1$  矩陣為其改變產生之作用，因此  $T_1$  矩陣即為衡量投入係數矩陣中產業投入一階欄位改變強度的矩陣。

其次運用圖 5、圖 6 及圖 7 解釋  $T_2$  矩陣各種不同的變化形式，及其與  $T_1$  矩陣之關係。其中圖 5 顯示同時間  $Y$  對  $X_1$  及  $Y$  對  $X_2$  的投入關係產生變化，圖 6 表示同時間  $Y_1$  對  $X$  及  $Y_2$  對  $X$  的投入關係產生變化，圖 7 表示同時間  $Y_1$  對  $X_1$  及  $Y_2$  對  $X_2$  的投入關係產生變化。

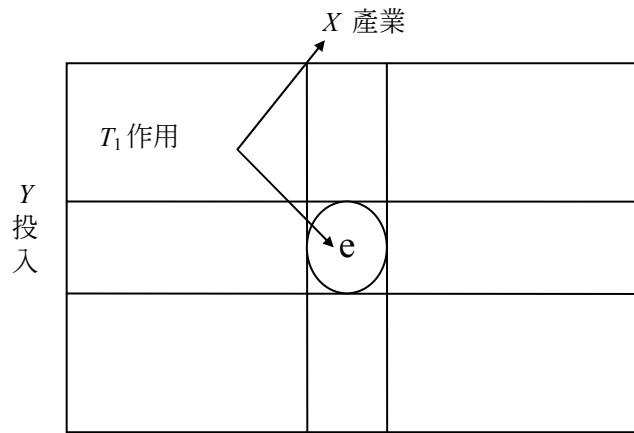


圖4 乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 之作用

資料來源：本文整理。

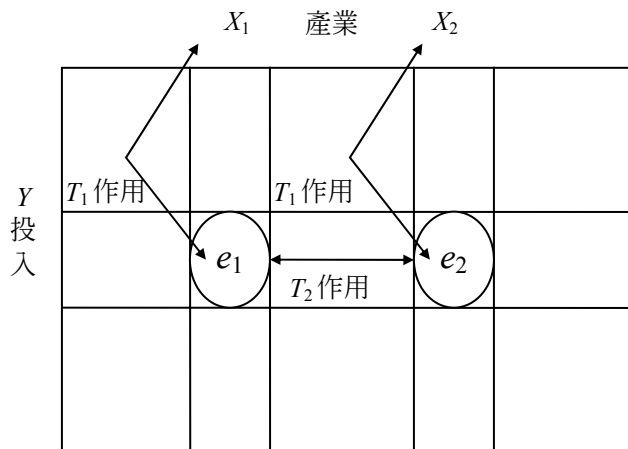


圖5 協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 之交互作用-1

資料來源：本文整理。

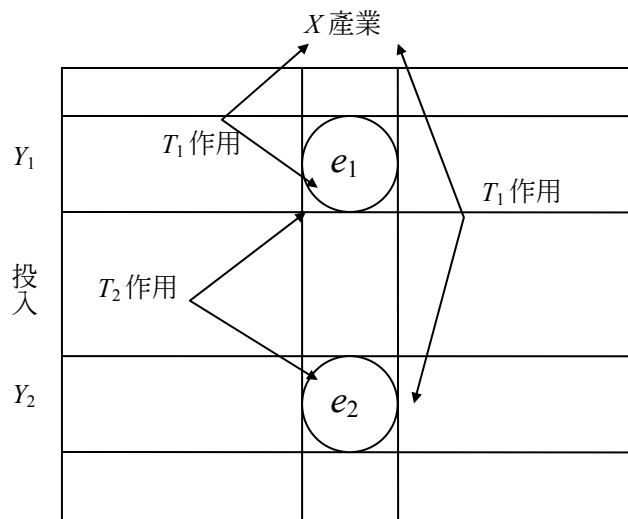


圖 6 協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 之交互作用 - 2

資料來源：本文整理。

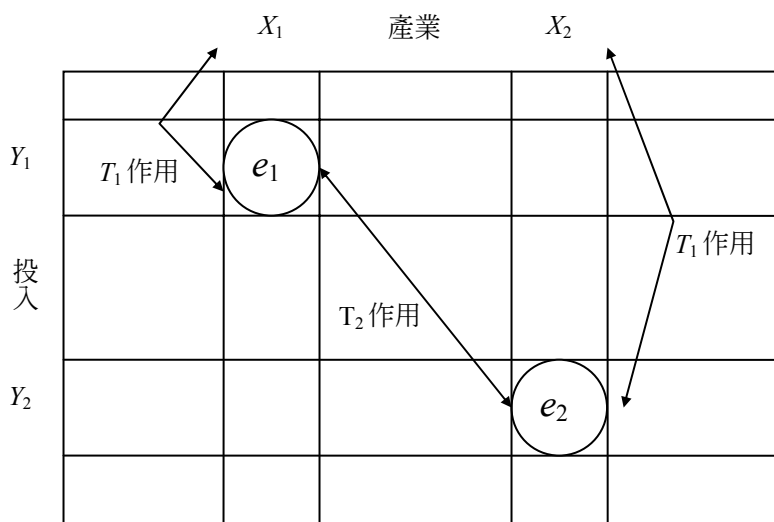


圖 7 協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 之交互作用 - 3

資料來源：本文整理。



利用圖 5、圖 6 及圖 7 協同互動強度矩陣分析，可發現  $T_2$  矩陣為兩個一階投入產出關係同時改變，所產生之交互作用，也就是說  $T_2$  矩陣為衡量產業間投入改變時之交互作用強度矩陣。

本文由乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 推導出感應度 (FL) 及影響度 (BL)，找出均大於 1 之產業，此部分的作法與一般衡量關鍵產業之研究相似，惟本文利用協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 進一步深入分析關聯效果，卻是一種較為創新的想法，主要原因在於  $T_2$  具有衡量產業投入時彼此間交互影響，其隱含該產業之替代能力或創新效果。

## 二、關鍵產業對各產業總支援效果之評估方法

利用上述方法找出關鍵產業後，再參考 Han and Lakshmanan (1994)、Bhowmik (2000)、Roy et al. (2002) 及 Bhowmik (2003)，計算支援各產業的總支援（直接加間接）效果。本文著重於測度那些產業最常以關鍵產業之產出當成生產投入，並探討在研究期間內總支援效果變化情形。

### (一)直接支援效果及總支援效果之測度

$$c'x = s_{ind} \quad (35)$$

$$\%f = s_{ind} \quad (36)$$

其中  $s_{ind}$  代表關鍵產業之產出， $x$  為經濟體系中所有產業之產出， $f$  表示淨最終需求（扣掉進口）。

(35) 式之  $c'$  用以測度直接支援效果，為一向量，而  $c_i$  為其中一個元素，代表產業  $i$  生產一單位產出時，所需要來自關鍵產業之直接投入。(36) 式之  $\%f$  向量用以測度總支援效果，其中一個元素  $\%f_i$ ，代表產業  $i$  生產一單位產出並轉變成淨最終需求時，所需要來

自關鍵產業之總投入。產業  $i$  為本身的生產需購買關鍵產業之產出  $s_i$ 。產業  $i$  之產出為  $x_i$ ，因此，可定義直接支援效果  $c_i = s_i / x_i$ 。

由產業關聯程度矩陣  $(I - A)^{-1}$ （即 B 矩陣）之定義可推論出 (27) 式之關係：

$$x = (I - A)^{-1} f \quad (37)$$

將 (37) 式代入 (35) 式，得出  $c'(I - A)^{-1} f = s_{ind}$ ，因此，總支援效果  $\theta = c'(I - A)^{-1}$ 。

## (二)總支援效果在研究期間內之變化

由於關鍵產業對各產業之總支援效果，在研究期間內可能會有不同的變化，因此，本文以  $\{\theta_{ik}^0\}_k$  之平均數  $\bar{c}_i$  及變異係數  $\theta_i^0$  探討關鍵產業之總支援效果，Spearman's 等級相關係數探討各產業跨期之關鍵部門投入變動效果。 $\{\theta_{ik}^0\}_k$  之變異係數  $\theta_i^0$  定義為：

$$\theta_i^0 = \frac{\sqrt{\sum_k (\theta_{ik}^0 - \bar{c}_i)^2 / (k - 1)}}{\bar{c}_i} \quad (38)$$

其中平均數  $\bar{c}_i = \sum_k \theta_{ik}^0 / k$ ， $k$  係指研究期間。

當總支援效果之平均數越高，變異係數越低時，表示該產業直接及間接運用關鍵產業之產出當成生產投入的程度很高，且在研究期間內均保持高度穩定的關係。因此，高平均數、低變異係數的產業，即是目前值得重視之產業。

此外，為了觀察不同產業  $\theta_{ik}^0$  於本研究所選定之年與年間的跨期變動，本文計算出 Spearman's 等級相關係數來檢驗不同產業跨期之關鍵部門消費變動程度。Spearman's 等級相關係數如表 10 至表 14 所示， $R_i$  指出以關鍵部門投入強度為依據的產業等級是否隨著時間經過而改變，等級相關係數  $R_i$  定義如下：

$$R_r = 1 - \frac{6\sum_i d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (39)$$

$d_i$  為  $i$  產業兩個不同年份的等級差， $n$  為產業數。

等級相關級數，代表不同產業的關鍵部門投入強度等級，隨著時間經過是更為穩定或是不穩定，也就是產業持續較集中地使用關鍵部門投入於生產以維持他們等級之排序位置不變，反之亦然。

## 肆、實證結果及分析

本文採用行政院主計處所公佈之 1996 年、1999 年、2001 年及 2004 年台灣地區 45 與 49 部門產業關聯表，計算歷年生產者價格投入係數表（即 A 矩陣）及產業關聯程度表  $(I - A)^{-1}$ ，本文因為是使用 45 部門之產業關聯表，所以觀察到的是較為巨觀的產業分類。本文依 Sonis et al. (2000) 方法，衡量關鍵產業，並參考 Bhowmik (2003) 之作法，評估關鍵產業對各產業之總支援效果，並進行關鍵產業總效果 Spearman's 等級相關係數之評估。

### 一、資料處理

由於主計處之產業關聯表每年部門編製分類數不盡相同，研究期間內，1996 年與 1999 年為 45 部門，而 2001 年及 2004 年則是 49 部門，為便於與前編各年次之資料相互銜接，易於進行跨時間之比較及分析，本文對照產業關聯表，將 2001 年和 2004 年之產業關聯表自 49 部門合併為 45 部門（參見表 2），分別為運輸倉儲與通信服務合併為運輸倉儲通信部門，資訊服務與其他工商服務合併為工商服務部門，教育服務與醫療服務合併為教育醫療服務部門，傳播及娛樂文化服務合併為其他服務部門。由於調整之相關部門關聯效果均不高，影響力低，所以並無影響實證結果。

表 2 45 部門產業關聯表分類

部門名稱	部門名稱	部門名稱
1 農產	16 塑膠	31 其他製品
2 畜產	17 塑、橡膠製品	32 房屋工程
3 林產	18 其他化學製品	33 公共及其他工程
4 漁產	19 石油煉製品	34 電力
5 礦產	20 非金屬礦物製品	35 燃氣
6 加工食品	21 鋼鐵	36 自來水
7 飲料	22 其他金屬	37 運輸倉儲通信
8 菸	23 金屬製品	38 商品買賣
9 紡織品	24 機械	39 金融保險服務
10 成衣及服飾品	25 家用電器產品	40 不動產服務
11 皮革及其製品	26 資訊產品	41 餐飲及旅館服務
12 木材及其製品	27 通信器材	42 工商服務
13 紙、紙製品及印刷出版	28 電子零組件	43 公共行政服務
14 化工原料	29 電機及其他電器	44 教育醫療服務
15 人造纖維	30 運輸工具	45 其他服務

資料來源：行政院主計處，1996 年至 2004 年台灣地區產業關聯表。

## 二、由乘數積矩陣繪製經濟地貌

將 Leontief 反矩陣列與行乘數加總（即  $B_i$ 、 $B_j$ ）相乘再除以整體關聯強度  $V$  即可得乘數積矩陣，乘數積矩陣可以展現出經濟體的經濟地貌，因乘數積矩陣具最小資訊特性，故圖形會較原本 Leontief 反矩陣平滑，較易進行比較。本文參考楊浩彥等（2004）方法，以圖 8 與圖 9 分別為台灣地區經過部門關聯效果列及行排序處理之 1996 年與 2004 年經濟地貌 (economic landscape)，橫軸與縱軸數字為部門編號，垂直軸為係數。由圖 8 可得知於 1996 年與 2004 年研究期間，向前向後關聯效果排序部門組成大致相同，只有零星微小變動，將重點關注於垂直軸，可發現列排序與行排序居前之各產業關聯程度大幅上升，向前關聯效果排序居前之產業尤甚，關聯程度最高交叉點自 1996 年之 0.2067 提升至

2004年之0.3248，而關聯程度低者多為服務產業。1996年向前關聯程度最高部門為(14)化工原料部門，向後關聯程度最高者為(2)畜產部門，而2004年向前關聯程度最高部門為(14)化工原料部門，向後關聯程度最高者則為(16)塑膠部門，兩年之關聯程度最低交叉點均為(43)公共行政服務與(3)林產部門。本文是將同一地區之MPM進行跨時比較，文獻上有另一種比較方法則是以同一時期不同地區之乘數積矩陣進行跨空間之比較，並均採用與目標地區相同之列與行排序，據此觀察，當兩地區呈現相似的經濟地貌時，隱含兩地區具有類似的經濟結構。

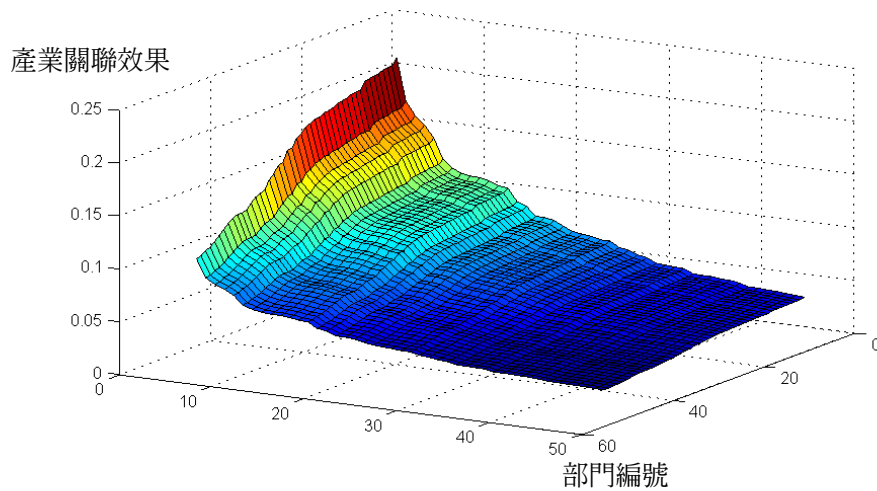


圖8 1996年台灣經濟地貌

資料來源：本文整理。

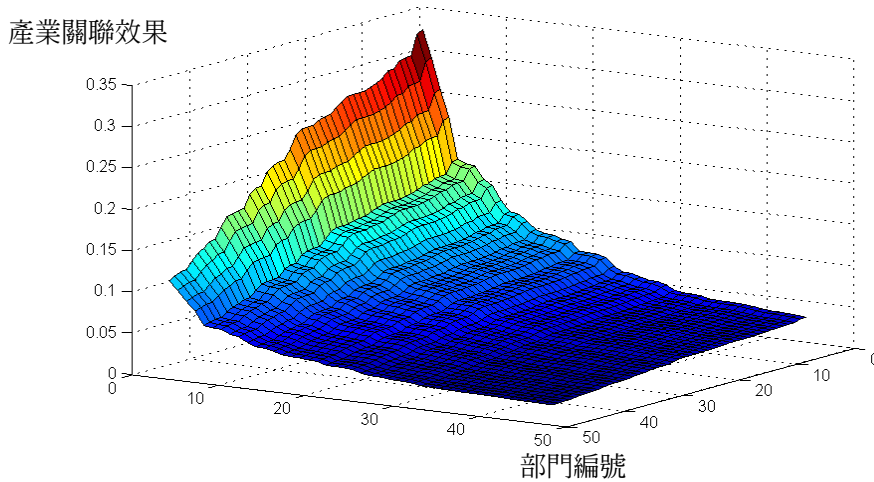


圖 9 2004 年台灣經濟地貌  
資料來源：本文整理。

### 三、關鍵產業之衡量

運用 Sonis et al. (1997) 所定義乘數積矩陣，因其為 Leontief 反矩陣向前關聯效果列及向後關聯效果行，最為齊質分配之乘數組成，因此推導出之感應度及影響度與 Leontief 反矩陣之感應度及影響度是相同。就直覺上來說，感應度與影響度同時越大的產業，對整個經濟體系的影響也越大。另外，還利用協同互動強度矩陣，估算出不同產業間的交互影響。

本文依影響域觀點觀察  $(-T_2)$  矩陣對角線元素值與  $T_1$  矩陣，若該部門  $(-T_2)$  矩陣對角線元素值較大（高於 45 部門之對角線元素值平均），感應度及影響度值均大於 1，通過此兩項標準篩選，即是本文所認定之較具關鍵性之產業，如此認定可以得到較為適中之關鍵產業數目。以生產者價格表計算之歷年各部門感應度及影響度值排序（附表 1）、 $(-T_2)$  矩陣對角線元素值（附表 2），將歷年計算值較大之產業彙總於表 3。

表3 歷年較具關鍵性之產業

1996年				1999年			
部門	(-T <sub>2</sub> ) 對角線值	FL	BL	部門	(-T <sub>2</sub> ) 對角線值	FL	BL
21	1.8097	2.1473	1.2800	21	1.8392	2.1513	1.3110
22	1.6675	1.5222	1.2284	22	1.6746	1.5135	1.2510
14	1.5235	2.8805	1.1560	28	1.4447	1.7490	1.1658
13	1.4414	1.3686	1.0287	14	1.4421	2.7605	1.2003
9	1.3633	1.0039	1.2863	13	1.4068	1.3318	1.0005
28	1.3203	1.4461	1.1400	9	1.3816	1.0047	1.2965
6	1.2841	1.1887	1.2730	6	1.2386	1.0869	1.1976
18	1.1535	1.1448	1.1275	18	1.1615	1.1767	1.1337
2001年				2004年			
部門	(-T <sub>2</sub> ) 對角線值	FL	BL	部門	(-T <sub>2</sub> ) 對角線值	FL	BL
21	1.8335	1.8951	1.3163	21	2.2038	2.7311	1.3643
22	1.7057	1.4136	1.2296	22	1.7556	1.5715	1.3580
14	1.4928	2.8138	1.3303	14	1.5989	3.4742	1.3162
13	1.4536	1.2772	1.0162	28	1.4281	1.6349	1.1231
28	1.4017	1.6384	1.1589	6	1.3152	1.0228	1.1243
6	1.2603	1.1137	1.1919				
18	1.1909	1.0173	1.1475				

資料來源：本文整理。

註：部門編號分別為：(21) 鋼鐵、(22) 其他金屬、(28) 電子零組件、(14) 化工原料、(13) 紙、紙製品及印刷出版、(9) 紡織品、(6) 加工食品、(18) 其他化學製品。

觀察表3發現1996-2004年較具關鍵性之產業，各年雖有所不同，但若選其強度較強者，依然可發現其共通性。1996年及1999年協同互動強度矩陣對角線元素絕對值高於平均者為(21) 鋼鐵部門、(22) 其他金屬部門、(28) 電子零組件部門(14)、化工原料部門、(13) 紙、紙製品及印刷出版部門、(9) 紡織品部門、(6) 加工食品部門與(18) 其他

化學製品部門。另若觀察乘數積矩陣之感應度及影響度，發現不論 1996 年或 1999 年，這些產業之之感應度及影響度係數均大於 1，以影響域觀點觀之，此八部門具有強度較高之一階與協同互動作用，因此認定此八個部門為此期間之關鍵產業。

觀察 2001 年資料，表 3 顯示產業間協同互動作用以 (21) 鋼鐵部門最強，其次依序為 (22) 其他金屬部門、(14) 化工原料部門及 (13) 紙、紙製品及印刷出版部門、(28) 電子零組件部門，(6) 加工食品與 (18) 其他化學製品、其強度絕對值均高於平均。而經由乘數積矩陣之感應度及影響度，發現此七個部門之感應度及影響度係數均大於 1，故可驗證此七部門為此時期之關鍵產業。

觀察 2004 年資料，表 3 顯示產業間協同互動作用仍以 (21) 鋼鐵部門最強，其次依序為 (22) 其他金屬部門、(14) 化工原料部門、(28) 電子零組件部門、(6) 加工食品部門，其強度絕對值均高於平均。而由乘數積矩陣發現此五個部門之感應度及影響度係數均大於一，故可驗證此五個部門為此時期之關鍵產業。

由以上各年資料發現 (28) 電子零組件部門自 1999 年起漸具有關鍵性地位，原因在於 1996 年之前電子零組件主要用於投入電腦部門，然而自 3C 產業之興起，其應用層面擴大；而且我國電子零組件之技術層次，隨著與國際大廠技術合作或自我研發能力提升，與世界級大廠之水平漸趨縮小，因此其投入之替代能力轉強，故從 1999 年、2001 年與 2004 年之  $(-T_2)$  矩陣對角線元素值觀察均達 1.4 以上，開始擠身關鍵產業前五名之林，且其感應度更是明顯上升，因此電子零組件逐漸具備關鍵產業之態勢。

另外，由於近年來下游的成衣及服飾品部門陸續外移，致使 (9) 紡織品部門之重要性日趨減弱，1996-1999 年還位居較具關鍵性的產業，但 2001 年紡織品部門之感應度值小於 1，顯見該部門在整體經濟體系所扮演之關鍵地位已漸沒落，已非其他產業所不可或缺之投入。而 (13) 紙、紙製品及印刷出版部門和 (18) 其他化學製品於 2004 年分別因影響度與感應度值小於 1 而遭除名，顯示兩者帶動其他產業發展與為其他產業不可或缺投入之效力降低。



綜合1996-2004年資料發現，以影響域之協同互動強度角度觀察，其中(21)鋼鐵部門、(22)其他金屬部門、(14)化工原料部門、(28)電子零組件部門及(6)加工食品部門隱含投入替代能力顯著，僅強度排序互有消長，且此五個產業感應度與影響度均大於1，於研究期間始終位於關鍵產業群內，所以據此認定此五個部門為近年來之關鍵產業。表4為歷年較具關鍵性的產業之細部門。

表4 歷年較具關鍵性產業細部門

06	加工食品	017	屠宰生肉及副產	14	化工原料	053	基本化工原料		
		018	食用油脂及副產			054	石油化工原料		
		019	製粉	18	其他化學製品	059	其他化學材料		
		020	米			055	化學肥料		
		021	糖			060	塗料		
		022	飼料			061	醫療藥品		
		023	罐頭食品			062	農藥及環境衛生用藥		
		024	冷凍食品			063	清潔用品及化粧品		
		025	味精			064	其他化學製品		
		026	其他調味品			21	鋼鐵	075	生鐵及粗鋼
		027	乳製品					076	鋼鐵初級製品
09	紡織品	028	糖果及烘焙麵食	22	其他金屬	077	鋁		
		029	其他食品			078	其他金屬		
		13	紙、紙製品及印刷出版	033	棉及棉紡織品	28	電子零配件	102	半導體
				034	毛及毛紡織品			103	光電元件及材料
				035	人造纖維紡織品			104	電子零組件
				036	針織紡織品				
				037	其他紡織品				
038	印染整理								
049	紙漿及紙								
050	紙製品								
051	印刷出版品								
052	其他印刷品及裝訂								

資料來源：行政院主計處(2006)，2004年產業關聯表編製報告。

## 四、關鍵產業對各產業總支援效果之評估

由於鋼鐵、其他金屬、化工原料、電子零組件、加工食品等五個部門在近期經濟發展過程中均占有舉足輕重的地位，因此，本文參考 Han and Lakshmanan (1994)、Bhowmik (2000)、Roy et al. (2002) 及 Bhowmik (2003)，分別針對這些關鍵部門計算其支援各產業之效果。

### (一)鋼鐵部門對各產業之總支援效果

由表 5 觀察 (21) 鋼鐵部門對各產業之總支援效果，發現各年資料均顯示對本部門的自我影響效果最為強烈，1996-2004 年之總支援效果平均數高達 108.93%，代表鋼鐵部門生產一單位產出並轉變成淨最終需求時，需本部門 1.08 單位的總（直接及間接）投入，且其變異係數為 0.185，具有高度穩定性。而 2004 年鋼鐵部門對所有產業的總支援效果大幅上升，鋼鐵部門支援 (23) 金屬製品部門及 (24) 機械部門之效果，歷年排名介於第二及第三名之間，平均總支援效果分別為 58.30% 與 52.80%，顯示該二個部門受鋼鐵部門影響甚鉅。

### (二)其他金屬部門對各產業之總支援效果

觀察 (22) 其他金屬部門對各產業之總支援效果（表 6），也發現類似情況。即總支援效果以本部門最為顯著，依次為其下游的 (29) 電機及其他電器部門、(23) 金屬製品部門，1996-2004 年總支援效果平均數個別為 80.90%、36.81% 及 22.73%，變異係數同樣不高。

表5 鋼鐵部門對各產業之總支援效果

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
1 農產	1.00	40	1.05	39	0.85	38	1.71	39	1.15	39	0.286	19
2 畜產	1.45	38	1.36	38	1.63	34	2.58	37	1.76	38	0.277	17
3 林產	0.27	45	0.28	45	0.25	45	0.56	45	0.34	45	0.376	35
4 漁產	1.64	36	1.70	35	2.06	28	4.21	29	2.40	31	0.439	43
5 礦產	4.28	17	4.63	16	3.93	16	7.72	14	5.14	16	0.294	21
6 加工食品	1.61	37	1.58	36	1.64	33	3.03	36	1.96	36	0.313	23
7 飲料	6.21	12	6.52	10	6.08	11	10.55	11	7.34	11	0.253	14
8 菸	0.65	43	0.62	43	0.59	43	1.27	43	0.78	43	0.360	30
9 紡織品	2.15	29	2.35	27	2.10	27	4.58	27	2.80	28	0.371	33
10 成衣及服飾品	1.90	31	1.94	32	1.81	30	3.80	31	2.36	32	0.352	29
11 皮革及其製品	1.77	33	1.87	33	1.69	32	3.35	35	2.17	33	0.315	24
12 木材及其製品	3.33	19	4.00	18	3.74	18	6.21	18	4.32	18	0.259	15
13 紙、紙製品及印刷出版	1.77	34	1.71	34	1.54	36	3.56	33	2.14	34	0.383	38
14 化工原料	2.54	27	2.95	23	2.94	22	5.52	23	3.49	24	0.340	26
15 人造纖維	3.14	21	3.58	21	3.01	21	5.46	25	3.80	21	0.259	16
16 塑膠	2.28	28	2.76	26	2.68	24	5.26	26	3.24	26	0.363	32
17 塑、橡膠製品	2.95	22	2.93	24	3.10	20	6.42	17	3.85	20	0.385	39
18 其他化學製品	3.52	18	3.74	20	2.56	25	4.40	28	3.56	23	0.186	4
19 石油煉製品	2.89	23	3.07	22	2.78	23	5.76	22	3.62	22	0.342	27
20 非金屬礦物製品	6.20	13	6.29	11	6.15	10	9.03	13	6.92	13	0.176	1
21 鋼鐵	95.62	1	98.96	1	97.39	1	143.76	1	108.93	1	0.185	3

表 5 鋼鐵部門對各產業之總支援效果 (續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i^{\%}$	排名	$C_i^{\%}$	排名	$C_i^{\%}$	排名	$C_i^{\%}$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
22 其他金屬	5.45	14	5.63	13	5.10	13	13.66	10	7.46	10	0.480	44
23 金屬製品	49.50	3	51.11	2	48.89	2	83.69	2	58.30	2	0.252	13
24 機械	50.05	2	48.95	3	40.86	3	71.36	3	52.80	3	0.214	8
25 家用電器產品	14.25	8	14.23	8	12.91	8	20.51	8	15.48	8	0.191	6
26 資訊產品	5.43	15	4.84	15	4.25	15	7.46	15	5.50	15	0.220	11
27 通信器材	8.05	10	6.08	12	5.32	12	9.28	12	7.18	12	0.218	9
28 電子零組件	6.32	11	5.10	14	4.34	14	7.12	16	5.72	14	0.188	5
29 電機及其他電器	19.65	7	19.74	7	16.86	7	30.96	7	21.80	7	0.248	12
30 運輸工具	28.07	4	27.65	4	21.25	5	38.96	6	28.98	4	0.220	10
31 其他製品	12.16	9	11.47	9	10.49	9	16.50	9	12.66	9	0.182	2
32 房屋工程	23.11	5	22.72	5	22.08	4	47.83	4	28.93	5	0.377	36
33 公共及其他工程	21.38	6	20.47	6	19.37	6	43.37	5	26.15	6	0.381	37
34 電力	1.86	32	2.15	30	2.40	26	5.89	20	3.08	27	0.532	45
35 燃氣	2.55	26	3.81	19	3.84	17	5.77	21	3.99	19	0.288	20
36 自來水	4.56	16	4.52	17	3.41	19	6.14	19	4.66	17	0.209	7
37 運輸倉儲通信	2.10	30	1.98	31	1.87	29	3.94	30	2.47	30	0.345	28
38 商品買賣	0.84	42	0.75	42	0.65	42	1.51	42	0.94	42	0.362	31
39 金融保險服務	0.54	44	0.48	44	0.41	44	1.06	44	0.62	44	0.415	41
40 不動產服務	2.70	24	2.27	29	1.63	35	3.57	32	2.54	29	0.278	18
41 餐飲及旅館服務	1.01	39	0.96	40	0.84	40	1.73	38	1.13	40	0.309	22
42 工商服務	1.65	35	1.53	37	1.44	37	3.41	34	2.01	35	0.405	40

表5 鋼鐵部門對各產業之總支援效果(續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
43 公共行政服務	2.56	25	2.28	28	0.84	39	1.52	41	1.80	37	0.374	34
44 教育醫療服務	0.94	41	0.88	41	0.79	41	1.65	40	1.06	41	0.321	25
45 其他服務	3.21	20	2.78	25	1.72	31	5.52	24	3.31	25	0.420	42

資料來源：本文整理。

註： $\theta = c'(I-A)^{-1}$   $c = [s_i/x_i]$   $\theta = [\theta_i]$ 。

表6 其他金屬部門對各產業之總支援效果

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	$\theta_i^{\%}$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
1 農產	0.40	42	0.42	41	0.46	40	0.76	39	0.51	41	0.283	29
2 畜產	0.70	38	0.64	38	0.92	35	1.16	37	0.85	38	0.242	19
3 林產	0.10	45	0.10	45	0.11	45	0.19	45	0.13	45	0.293	31
4 漁產	0.75	37	0.68	37	0.93	34	1.47	35	0.96	36	0.326	34
5 礦產	1.24	25	1.28	23	1.19	28	1.92	30	1.41	28	0.210	15
6 加工食品	0.86	36	0.87	35	1.06	32	1.53	33	1.08	34	0.251	21
7 飲料	5.33	12	5.40	12	5.02	13	6.03	14	5.45	13	0.067	3
8 菸	1.39	22	1.22	24	1.28	26	1.46	36	1.34	29	0.070	4
9 紡織品	1.11	28	1.35	22	1.26	27	2.62	23	1.59	24	0.380	40
10 成衣及服飾品	0.99	31	1.08	30	1.16	30	2.11	27	1.34	30	0.337	36
11 皮革及其製品	1.06	30	1.18	26	1.14	31	1.94	29	1.33	31	0.267	24
12 木材及其製品	1.24	24	1.37	21	1.43	24	2.01	28	1.52	25	0.194	13

表 6 其他金屬部門對各產業之總支援效果 (續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	$C_i\%$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
13 紙、紙製品及印刷出版	1.37	23	1.16	27	1.49	23	3.52	19	1.89	20	0.505	45
14 化工原料	2.93	15	4.14	15	2.72	15	5.35	15	3.79	15	0.278	26
15 人造纖維	2.01	18	2.75	17	2.05	18	4.10	18	2.73	18	0.310	33
16 塑膠	2.03	17	2.91	16	2.10	17	4.43	17	2.87	16	0.337	37
17 塑、橡膠製品	2.22	16	2.18	18	1.97	19	3.52	20	2.47	19	0.247	20
18 其他化學製品	1.84	19	1.96	19	2.64	16	4.64	16	2.77	17	0.405	43
19 石油煉製品	0.98	32	1.03	31	0.98	33	1.69	31	1.17	32	0.257	22
20 非金屬礦物製品	1.64	20	1.67	20	1.57	22	2.49	24	1.84	21	0.204	14
21 鋼鐵	8.07	11	7.19	11	7.09	10	11.55	8	8.47	11	0.214	16
22 其他金屬	76.71	1	77.56	1	80.36	1	88.95	1	80.90	1	0.060	2
23 金屬製品	23.51	3	22.16	3	21.40	3	23.83	3	22.73	3	0.043	1
24 機械	10.77	6	10.91	6	10.52	5	14.44	5	11.66	5	0.138	9
25 家用電器產品	10.61	7	11.69	5	10.34	6	13.79	6	11.61	6	0.117	6
26 資訊產品	9.06	10	9.06	9	7.10	9	8.96	10	8.54	10	0.097	5
27 通信器材	9.98	8	9.71	7	7.04	11	8.90	11	8.91	9	0.129	7
28 電子零組件	11.43	5	11.89	4	8.34	8	10.12	9	10.44	8	0.132	8
29 電機及其他電器	33.56	2	33.40	2	31.39	2	48.88	2	36.81	2	0.191	12
30 運輸工具	12.76	4	8.81	10	9.01	7	12.75	7	10.83	7	0.178	10
31 其他製品	9.33	9	9.15	8	13.47	4	14.97	4	11.73	4	0.217	17
32 房屋工程	4.85	13	4.96	13	5.61	12	8.40	12	5.96	12	0.242	18
33 公共及其他工程	4.61	14	4.36	14	4.59	14	7.70	13	5.31	14	0.259	23

表6 其他金屬部門對各產業之總支援效果(續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\theta_i\%$	排名	$\theta_i\%$	排名	$\theta_i\%$	排名	$\theta_i\%$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
34 電力	0.90	33	1.11	28	1.58	21	2.77	21	1.59	23	0.456	44
35 燃氣	0.88	35	0.93	34	1.16	29	1.68	32	1.16	33	0.273	25
36 自來水	1.13	27	1.10	29	1.97	20	2.72	22	1.73	22	0.387	42
37 運輸倉儲通信	0.89	34	0.75	36	0.89	37	1.49	34	1.00	35	0.285	30
38 商品買賣	0.35	43	0.31	43	0.34	43	0.64	43	0.41	43	0.328	35
39 金融保險服務	0.24	44	0.23	44	0.24	44	0.51	44	0.30	44	0.386	41
40 不動產服務	0.60	39	0.51	39	0.43	42	0.70	42	0.56	40	0.179	11
41 餐飲及旅館服務	0.42	41	0.39	42	0.44	41	0.74	41	0.50	42	0.280	27
42 工商服務	1.09	29	0.99	32	1.30	25	2.36	25	1.44	27	0.380	39
43 公共行政服務	1.22	26	0.97	33	0.54	39	0.74	40	0.87	37	0.294	32
44 教育醫療服務	0.53	40	0.51	40	0.59	38	0.96	38	0.65	39	0.283	28
45 其他服務	1.43	21	1.19	25	0.91	36	2.27	26	1.45	26	0.351	38

資料來源：本文整理。

註： $\theta_i = c'(I-A)^{-1}$   $c = [s_i/x_i]$   $\theta_i = [\theta_i]$ 。

### (三) 化工原料部門對各產業之總支援效果

(14) 化工原料部門對各產業之總支援效果(表7)，依序分別為(16) 塑膠部門、(15) 人造纖維部門及本部門，其1996-2004年之總支援效果平均數分別為112.50%、96.07%及72.73%，變異係數低，且受其影響程度歷年排名均相同。本部門影響效果並非最大，原因為化工原料並非以提供本部門自用為主，而是提供其他部門投入使用，與鋼鐵及其他

金屬及紙、紙製品及印刷出版等部門之產業特性不同。

#### (四)電子零組件部門對各產業之總支援效果

(28) 電子零組件部門對各產業之總支援效果 (表 8)，歷年來最仰賴電子零組件之產業為 (26) 資訊產品部門，其次分別為 (27) 通信器材部門及 (28) 本部門。電子零組件部門上述各產業 1996-2004 年之總支援效果平均數分別為 85.58%、73.19%、50.34%，變異係數低。

#### (五)加工食品部門對各產業之總支援效果

觀察表 9 資料，(6) 加工食品部門支援效果前三者分別為 (2) 畜產部門、(11) 皮革及其製品部門及本部門，歷年排名均相同，1996-2004 年總支援效果平均數各自為 65.61%、45.38%、34.88%，且投入相當穩定。(2) 畜產部門受支援程度高的原因是其使用大量加工食品部門之飼料投入；皮革及其製品部門則是使用加工食品部門之副產品作為生產投入。

### 五、關鍵產業總效果 Spearman's 等級相關係數之評估

為進一步探討各關鍵產業支援其餘產業之強度排名是否具有穩定性，本文利用 Spearman's 等級相關係數加以計算，觀察表 10 至表 14，分別計算分為 1996 年至 1999 年，1999 年至 2001 年，2001 年至 2004 年與 1996 年至 2004 年四組期間，由 Spearman's 等級相關係數發現，此五個部門之相關係數中，(21) 鋼鐵部門、(22) 其他金屬部門、(14) 化工原料部門、(6) 加工食品部門均高於 0.94 以上，而 (28) 電子零組件部門則是高於 0.89，於 1% 顯著水準下，所有期間均呈現顯著之情形，由此可知各產業穩定持續地使用此五個關鍵產業做為生產投入，投入需求等級並無明顯變動與調整。



表7 化工原料部門對各產業之總支援效果

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\mathcal{C}_i\%$	排名	$\mathcal{C}_i\%$	排名	$\mathcal{C}_i\%$	排名	$\mathcal{C}_i\%$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
1 農產	3.89	26	3.74	26	3.76	27	5.39	29	4.19	28	0.165	6
2 畜產	2.94	32	2.63	32	3.76	28	4.93	33	3.57	30	0.250	21
3 林產	0.37	45	0.38	45	0.43	45	0.75	45	0.48	45	0.322	35
4 漁產	2.16	35	1.76	39	2.33	37	4.38	35	2.66	37	0.382	39
5 礦產	1.93	37	1.87	37	2.04	39	3.78	37	2.40	38	0.331	36
6 加工食品	3.79	27	3.61	27	4.46	25	6.61	26	4.62	25	0.258	24
7 飲料	4.28	24	4.59	23	5.91	22	8.09	23	5.72	23	0.262	25
8 菸	2.32	33	1.99	35	3.48	30	3.67	38	2.86	36	0.251	22
9 紡織品	31.86	6	28.90	6	29.14	6	47.32	6	34.30	6	0.222	15
10 成衣及服飾品	17.55	8	15.88	7	16.94	8	26.50	8	19.22	8	0.221	14
11 皮革及其製品	10.47	15	13.70	9	11.74	13	19.76	12	13.92	13	0.256	23
12 木材及其製品	5.18	20	5.45	19	7.81	17	11.33	18	7.44	18	0.331	37
13 紙、紙製品及印刷出版	5.90	19	5.42	20	6.19	20	9.41	20	6.73	20	0.234	18
14 化工原料	70.10	3	61.88	3	70.35	3	88.57	3	72.73	3	0.134	2
15 人造纖維	87.81	2	84.94	2	91.76	2	119.78	2	96.07	2	0.145	4
16 塑膠	101.67	1	102.09	1	106.07	1	140.16	1	112.50	1	0.143	3
17 塑、橡膠製品	41.56	4	40.55	4	44.02	4	61.29	4	46.85	4	0.180	8
18 其他化學製品	40.31	5	38.91	5	39.80	5	55.00	5	43.51	5	0.153	5
19 石油煉製品	1.90	39	2.14	33	2.37	36	7.15	25	3.39	32	0.642	45
20 非金屬礦物製品	7.18	16	7.09	16	8.91	16	11.54	17	8.68	16	0.208	11
21 鋼鐵	3.55	29	3.56	28	3.75	29	6.28	27	4.29	27	0.270	27

表 7 化工原料部門對各產業之總支援效果 (續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
22 其他金屬	11.50	12	10.89	13	10.96	14	27.07	7	15.10	10	0.458	44
23 金屬製品	6.14	17	6.01	17	6.35	19	11.25	19	7.44	19	0.296	31
24 機械	5.14	21	4.79	22	5.50	23	9.38	21	6.21	22	0.299	32
25 家用電器產品	10.54	14	9.61	15	10.62	15	16.81	15	11.90	15	0.241	20
26 資訊產品	13.28	10	12.19	11	14.62	9	21.54	10	15.41	9	0.236	19
27 通信器材	11.35	13	10.06	14	12.26	12	17.78	14	12.86	14	0.229	17
28 電子零組件	18.83	7	15.33	8	18.44	7	24.51	9	19.28	7	0.172	7
29 電機及其他電器	12.36	11	12.04	12	12.83	11	19.61	13	14.21	12	0.220	13
30 運輸工具	5.96	18	5.73	18	7.07	18	12.23	16	7.75	17	0.340	38
31 其他製品	14.08	9	12.59	10	13.39	10	20.17	11	15.06	11	0.199	10
32 房屋工程	5.01	22	4.97	21	5.92	21	9.27	22	6.30	21	0.280	30
33 公共及其他工程	4.16	25	4.02	24	4.93	24	7.95	24	5.26	24	0.301	33
34 電力	4.90	23	3.99	25	4.10	26	4.99	32	4.49	26	0.101	1
35 燃氣	2.01	36	2.06	34	2.93	32	5.04	30	3.01	34	0.408	42
36 自來水	3.67	28	3.26	29	3.15	31	6.15	28	4.06	29	0.301	34
37 運輸倉儲通信	1.13	42	1.05	41	1.43	40	2.86	40	1.62	40	0.452	43
38 商品買賣	1.13	41	1.02	42	1.14	41	1.92	41	1.31	42	0.274	29
39 金融保險服務	0.46	44	0.44	44	0.53	43	1.01	43	0.61	44	0.386	40
40 不動產服務	0.63	43	0.54	43	0.52	44	0.85	44	0.63	43	0.211	12
41 餐飲及旅館服務	1.93	38	1.79	38	2.25	38	3.36	39	2.33	39	0.265	26
42 工商服務	2.16	34	1.91	36	2.81	33	4.81	34	2.93	35	0.389	41

表7 化工原料部門對各產業之總支援效果(續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
43 公共行政服務	1.66	40	1.34	40	0.94	42	1.37	42	1.33	41	0.194	9
44 教育醫療服務	2.99	31	2.72	31	2.55	35	4.33	36	3.15	33	0.222	16
45 其他服務	3.20	30	3.00	30	2.59	34	5.03	31	3.46	31	0.271	28

資料來源：本文整理。

註： $\mathcal{E}^{\omega} = c'(I-A)^{-1}$   $c = [s_i / x_i]$   $\mathcal{E}^{\omega} = [\mathcal{E}_i^{\omega}]$ 。

表8 電子零組件部門對各產業之總支援效果

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
1 農產	0.20	44	0.22	44	0.32	44	0.39	44	0.28	44	0.270	16
2 畜產	0.31	42	0.33	42	0.71	37	0.82	42	0.54	42	0.416	39
3 林產	0.06	45	0.07	45	0.13	45	0.17	45	0.11	45	0.407	37
4 漁產	0.51	29	0.68	22	0.93	22	1.19	22	0.83	24	0.311	20
5 礦產	0.53	26	0.59	28	0.69	39	0.96	38	0.69	35	0.236	12
6 加工食品	0.39	41	0.42	39	0.83	33	1.08	35	0.68	36	0.429	41
7 飲料	0.39	40	0.43	38	0.75	35	1.14	29	0.68	37	0.447	44
8 菸	0.41	35	0.60	27	0.68	40	1.14	30	0.71	34	0.377	35
9 紡織品	0.46	32	0.56	31	0.85	30	1.18	24	0.76	30	0.367	33
10 成衣及服飾品	0.71	20	0.87	16	1.16	15	1.63	15	1.09	17	0.320	26
11 皮革及其製品	0.45	33	0.49	35	0.88	28	1.28	21	0.77	28	0.437	43

表 8 電子零組件部門對各產業之總支援效果 (續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i^w\%$	排名	$C_i^w\%$	排名	$C_i^w\%$	排名	$C_i^w\%$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
12 木材及其製品	0.52	27	0.54	33	0.83	34	1.12	33	0.75	32	0.323	28
13 紙、紙製品及印刷出版	0.74	18	0.82	17	1.16	16	1.67	14	1.10	16	0.333	29
14 化工原料	0.47	30	0.55	32	0.91	24	1.09	34	0.75	31	0.336	30
15 人造纖維	0.52	28	0.64	24	0.89	27	1.12	32	0.79	26	0.296	19
16 塑膠	0.43	34	0.51	34	0.90	26	1.14	31	0.74	33	0.388	36
17 塑、橡膠製品	0.77	15	0.72	21	1.00	21	1.18	25	0.92	21	0.200	9
18 其他化學製品	0.55	24	0.57	30	1.18	14	1.48	18	0.95	20	0.425	40
19 石油煉製品	0.40	38	0.44	37	0.63	41	0.86	40	0.58	40	0.312	22
20 非金屬礦物製品	0.54	25	0.57	29	0.87	29	1.15	26	0.78	27	0.321	27
21 鋼鐵	0.63	22	0.64	25	0.84	31	1.15	28	0.81	25	0.260	14
22 其他金屬	0.88	14	0.80	20	0.90	25	1.61	17	1.05	18	0.313	25
23 金屬製品	0.76	16	0.81	19	0.92	23	1.33	19	0.96	19	0.235	11
24 機械	5.28	6	5.86	7	5.72	8	7.12	8	5.99	7	0.114	4
25 家用電器產品	23.58	4	29.78	4	25.06	4	40.89	4	29.83	4	0.227	10
26 資訊產品	76.41	1	90.08	1	87.00	1	88.83	1	85.58	1	0.063	1
27 通信器材	53.48	2	80.08	2	78.04	2	81.16	2	73.19	2	0.156	7
28 電子零組件	40.81	3	55.35	3	50.86	3	54.33	3	50.34	3	0.114	3
29 電機及其他電器	5.23	7	6.88	6	6.32	7	7.46	7	6.47	6	0.127	6
30 運輸工具	1.49	10	1.96	10	2.55	9	3.48	9	2.37	9	0.313	23
31 其他製品	15.23	5	22.73	5	20.26	5	25.27	5	20.87	5	0.178	8
32 房屋工程	1.18	12	1.48	11	1.81	10	2.30	11	1.69	11	0.246	13

表8 電子零組件部門對各產業之總支援效果（續）

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\theta_i^{\circ\%}$	排名	$\theta_i^{\circ\%}$	排名	$\theta_i^{\circ\%}$	排名	$\theta_i^{\circ\%}$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
33 公共及其他工程	1.08	13	1.26	13	1.65	11	2.13	12	1.53	12	0.264	15
34 電力	0.41	36	0.48	36	0.74	36	1.04	36	0.67	38	0.372	34
35 燃氣	0.61	23	0.65	23	1.04	19	1.28	20	0.90	22	0.313	24
36 自來水	0.71	19	0.91	15	1.01	20	0.82	41	0.86	23	0.127	5
37 運輸倉儲通信	0.66	21	0.81	18	1.53	12	1.97	13	1.24	14	0.430	42
38 商品買賣	0.41	37	0.40	41	0.69	38	1.04	37	0.63	39	0.414	38
39 金融保險服務	0.47	31	0.60	26	0.83	32	1.15	27	0.76	29	0.341	31
40 不動產服務	0.23	43	0.23	43	0.33	43	0.47	43	0.31	43	0.311	21
41 餐飲及旅館服務	0.39	39	0.40	40	0.62	42	0.88	39	0.57	41	0.349	32
42 工商服務	2.85	8	2.47	8	6.59	6	8.61	6	5.13	8	0.502	45
43 公共行政服務	1.33	11	1.45	12	1.12	17	1.18	23	1.27	13	0.100	2
44 教育醫療服務	0.75	17	0.98	14	1.05	18	1.62	16	1.10	15	0.291	18
45 其他服務	2.71	9	2.01	9	1.28	13	2.75	10	2.19	10	0.275	17

資料來源：本文整理。

註： $\theta_i^{\circ\%} = c'(I-A)^{-1}$   $c = [s_i / x_i]$   $\theta_i^{\circ\%} = [\theta_i^{\circ}]$ 。

表 9 加工食品部門對各產業之總支援效果

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	$C_i^{\omega\%}$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
1 農產	0.95	12	0.79	12	0.82	10	0.79	10	0.84	11	0.080	2
2 畜產	69.80	1	55.90	1	69.76	1	66.96	1	65.61	1	0.087	4
3 林產	0.02	45	0.02	44	0.01	44	0.02	44	0.02	44	0.208	27
4 漁產	9.33	5	7.86	5	8.91	5	13.59	4	9.92	5	0.220	31
5 礦產	0.08	38	0.07	37	0.04	40	0.07	37	0.07	38	0.237	33
6 加工食品	36.48	3	30.80	3	33.50	3	38.73	3	34.88	3	0.086	3
7 飲料	11.78	4	10.56	4	10.37	4	8.91	5	10.40	4	0.098	5
8 菸	0.16	27	0.12	30	0.11	26	0.13	26	0.13	29	0.150	13
9 紡織品	1.55	8	1.09	8	1.15	7	1.02	7	1.20	7	0.172	16
10 成衣及服飾品	1.29	9	1.02	9	0.91	8	0.71	11	0.98	9	0.212	29
11 皮革及其製品	41.53	2	42.62	2	48.36	2	49.01	2	45.38	2	0.074	1
12 木材及其製品	0.29	19	0.29	17	0.67	12	0.64	13	0.47	15	0.383	44
13 紙、紙製品及印刷出版	0.36	18	0.29	19	0.28	17	0.70	12	0.41	16	0.418	45
14 化工原料	0.84	13	0.73	13	0.50	14	0.33	16	0.60	13	0.329	40
15 人造纖維	0.50	16	0.46	16	0.31	16	0.26	19	0.38	18	0.264	35
16 塑膠	0.66	14	0.66	14	0.41	15	0.29	17	0.50	14	0.317	39
17 塑、橡膠製品	0.57	15	0.50	15	0.27	19	0.23	20	0.39	17	0.371	43
18 其他化學製品	1.58	7	1.39	6	0.75	11	0.86	8	1.15	8	0.306	38
19 石油煉製品	0.07	40	0.06	39	0.04	41	0.06	40	0.06	40	0.190	22
20 非金屬礦物製品	0.12	33	0.10	33	0.07	34	0.09	33	0.09	33	0.184	21
21 鋼鐵	0.10	36	0.09	34	0.06	36	0.08	35	0.08	35	0.180	19

表9 加工食品部門對各產業之總支援效果(續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\mathcal{E}_i\%$	排名	$\mathcal{E}_i\%$	排名	$\mathcal{E}_i\%$	排名	$\mathcal{E}_i\%$	排名	平均數(%)	排名	變異係數	排名
22 其他金屬	0.17	23	0.14	24	0.09	31	0.15	22	0.14	24	0.210	28
23 金屬製品	0.14	31	0.12	28	0.11	28	0.14	23	0.13	30	0.119	9
24 機械	0.16	26	0.12	29	0.11	25	0.13	24	0.13	27	0.146	12
25 家用電器產品	0.17	24	0.14	25	0.11	24	0.13	25	0.14	23	0.162	14
26 資訊產品	0.17	25	0.14	23	0.10	29	0.13	28	0.14	26	0.180	18
27 通信器材	0.17	22	0.13	27	0.10	30	0.12	30	0.13	28	0.214	30
28 電子零組件	0.20	20	0.15	21	0.12	21	0.13	27	0.15	21	0.208	26
29 電機及其他電器	0.18	21	0.15	22	0.11	23	0.12	29	0.14	22	0.192	23
30 運輸工具	0.15	29	0.29	20	0.28	18	0.37	15	0.27	20	0.281	37
31 其他製品	1.95	6	1.11	7	1.47	6	1.46	6	1.50	6	0.199	24
32 房屋工程	0.12	32	0.10	32	0.09	32	0.11	32	0.11	32	0.101	6
33 公共及其他工程	0.10	35	0.09	35	0.07	33	0.09	34	0.09	34	0.136	11
34 電力	0.07	39	0.05	41	0.05	38	0.07	38	0.06	39	0.181	20
35 燃氣	0.08	37	0.06	38	0.06	35	0.08	36	0.07	36	0.113	8
36 自來水	0.10	34	0.08	36	0.06	37	0.04	43	0.07	37	0.344	41
37 運輸倉儲通信	0.06	41	0.05	40	0.04	39	0.06	39	0.05	41	0.166	15
38 商品買賣	0.06	42	0.04	42	0.03	42	0.05	41	0.05	42	0.204	25
39 金融保險服務	0.03	43	0.03	43	0.02	43	0.04	42	0.03	43	0.223	32
40 不動產服務	0.02	44	0.01	45	0.01	45	0.02	45	0.02	45	0.241	34
41 餐飲及旅館服務	1.13	11	1.01	10	0.88	9	0.86	9	0.97	10	0.112	7
42 工商服務	0.16	28	0.11	31	0.11	22	0.16	21	0.14	25	0.172	17

表 9 加工食品部門對各產業之總支援效果 (續)

部門名稱	1996年		1999年		2001年		2004年		1996-2004年			
	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	$\mathcal{E}_i^{\omega\%}$	排名	平均數 (%)	排名	變異係數	排名
43 公共行政服務	1.13	10	0.92	11	0.53	13	0.47	14	0.76	12	0.357	42
44 教育醫療服務	0.15	30	0.13	26	0.11	27	0.12	31	0.13	31	0.129	10
45 其他服務	0.42	17	0.29	18	0.19	20	0.27	18	0.29	19	0.281	36

資料來源：本文整理。

註： $\mathcal{E}_i^{\omega\%} = c'(I-A)^{-1}$   $c = [s_i/x_i]$   $\mathcal{E}_i^{\omega\%} = [\mathcal{E}_i^{\omega\%}]$ 。

表 10 鋼鐵部門對各產業之總支援效果等級相關係數 ( $R_r$ )

年	$R_r$
1996與2004	0.948**
1996與1999	0.988**
1999與2001	0.977**
2001與2004	0.984**

資料來源：本文整理。

註：\*\*為 1% 顯著水準。

表 11 其他金屬部門對各產業之總支援效果等級相關係數 ( $R_r$ )

年	$R_r$
1996與2004	0.943**
1996與1999	0.984**
1999與2001	0.961**
2001與2004	0.979**

資料來源：本文整理。

註：\*\*為 1%顯著水準。



表 12 化工原料部門對各產業之總支援效果等級相關係數 ( $R_r$ )

年	$R_r$
1996與2004	0.970**
1996與1999	0.992**
1999與2001	0.989**
2001與2004	0.976**

資料來源：本文整理。

註：\*\*為 1%顯著水準。

表 13 電子零組件部門對各產業之總支援效果等級相關係數 ( $R_r$ )

年	$R_r$
1996與2004	0.893**
1996與1999	0.972**
1999與2001	0.928**
2001與2004	0.930**

資料來源：本文整理。

註：\*\*為 1% 顯著水準。

表 14 加工食品部門對各產業之總支援效果等級相關係數 ( $R_r$ )

年	$R_r$
1996與2004	0.950**
1996與1999	0.988**
1999與2001	0.978**
2001與2004	0.978**

資料來源：本文整理。

註：\*\*為 1% 顯著水準。

## 伍、結論

本文首先利用 1996 年、1999 年、2001 年及 2004 年台灣地區產業關聯表，然後根據 Sonis et al. (2000) 推算乘數積矩陣 ( $T_1$ )，準此估算出感應度與影響度，繪製地貌，並衡量產業投入之協同互動強度矩陣 ( $T_2$ )，探討產業關聯效果與關鍵產業衡量之方法。其次，參考 Bhowmik (2003) 作法，評估關鍵產業對各產業之總支援效果。由於目前主計處所發佈之產業關聯效果仍沿用過去 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 所發展之感應度及影響度傳統方法，並未考慮不同產業間的交互影響，此種方法並不十分適用於產業間相互影響已非常密切之現今經濟發展狀況，為改進 Rasmussen (1956) 及 Hirschman (1958) 缺點，本文根據 Sonis et al. (2000) 進行最小資訊分解方法，運用向前向後關聯效果概念，計算出  $T_1$  矩陣，以及產業投入之  $T_2$  矩陣，更新產業關聯效果，期能改進目前統計資料之限制。

就協同互動強度角度觀察，以 (21) 鋼鐵部門、(22) 其他金屬部門、(14) 化工原料部門、(28) 電子零組件部門及 (6) 加工食品部門投入替代能力顯著，僅強弱排序互有消長，且五個產業之感應度與影響度均大於 1，於研究期間始終位於關鍵產業群內，故認定此五個部門為近年來最具關鍵性之產業。其中鋼鐵為工業潛力的重要指標，(21) 鋼鐵部門協同互動強度始終位於首位，突顯其為我國工業化過程中不可或缺之重要基礎產業。

由於近年來下游的成衣及服飾品部門陸續外移，致使 (9) 紡織品部門之重要性日趨減弱。(13) 紙、紙製品及印刷出版部門的向後關聯效果逐漸降低，也許是數位化時代資訊通訊科技急遽進步導致紙製品的減少使用所致。(18) 其他化學製品部門於 2004 年向前關聯效果下降，首度退出關鍵產業群，若再觀察 161 部門細分類表，發現是醫療藥品、農藥及環境衛生用藥、清潔用品及化粧品此三個細部門向前關聯效果降低所致。

觀察關鍵產業支援各部門關係，其中 (21) 鋼鐵部門對本部門的自我支援效果最為強烈，且具有高度穩定性，2004 年大幅增加至 143.76%，(23) 金屬製品部門及 (24) 機械部門也受 (21) 鋼鐵部門影響甚鉅。(22) 其他金屬部門之總支援效果，亦以本部門最為

顯著，依次為其下游的 (29) 電機及其他電器部門及 (23) 金屬製品部門。(14) 化工原料部門對其他產業支援效果排序分別是 (16) 塑膠、(15) 人造纖維部門及本部門。歷年來最仰賴 (28) 電子零組件之產業為 (26) 資訊產品部門，其次分別為 (27) 通信器材部門及本部門。對 (6) 加工食品部門需求最高產業分別為部門 (2) 畜產部門、(11) 皮革及其製品部門及本部門。另鋼鐵、化工原料與電子零組件部門於近期之總支援效果較 1996 年顯著增加，顯示自 1996 年之後此三部門關鍵產業之地位愈趨顯著。

此外，由於本文以各年份當期價格產業關聯表之各產業部門投入係數所計算的關聯程度係數，隱含各年份投入及產出物價不盡相同，因此，進行跨年分析，各年相對物價確會影響到前述方法的結果。惟因若要以固定價格產業關聯表來計算，截目前為止，主計處自發佈 1986-1989-1991 年以及 1991-1994-1996 年固定價格產業關聯表，並未再進一步編算近期年份之固定價格產業關聯表。雖然當期表可以雙面平減法自行進行平減為固定價格表，惟仍面臨平減後供需部門調整的問題，因此，受現有統計資料所限，本文僅能仍以各年份當期價格產業關聯表進行計算，此實為本文研究限制之一。

(收件日期為民國 98 年 12 月 24 日，接受日期為民國 100 年 2 月 18 日)

附表 1 乘數積矩陣 ( $T_1$ ) 之感應度及影響度排序

部門	1996年			1999年			2001年			2004年					
	FL	部門	BL	部門	FL	部門	BL	部門	FL	部門	BL	部門	FL	部門	BL
14	2.8805	02	1.3460	14	2.7605	16	1.3562	14	2.8138	16	1.4151	14	3.4742	16	1.4901
38	2.3220	26	1.3068	38	2.2234	15	1.3434	05	2.6854	15	1.4066	05	3.1254	15	1.4739
21	2.1473	15	1.3061	05	2.1819	26	1.3299	19	2.2093	26	1.3386	21	2.7311	21	1.3643
05	2.0397	11	1.3020	21	2.1513	11	1.3182	39	2.0843	14	1.3303	19	2.3844	22	1.3580
39	1.8861	16	1.2903	39	1.8898	21	1.3110	42	1.9070	02	1.3296	39	1.8574	09	1.3531
19	1.6190	09	1.2863	19	1.7603	09	1.2965	21	1.8951	21	1.3163	38	1.8087	14	1.3162
22	1.5222	21	1.2800	28	1.7490	27	1.2734	38	1.8185	11	1.2937	42	1.7935	29	1.3149
45	1.4674	06	1.2730	42	1.5753	29	1.2540	28	1.6384	09	1.2811	28	1.6349	26	1.2829
28	1.4461	22	1.2284	22	1.5135	22	1.2510	45	1.4893	27	1.2689	22	1.5715	11	1.2630
42	1.4411	29	1.2273	45	1.4738	25	1.2390	22	1.4136	29	1.2361	45	1.3901	24	1.2500
34	1.4147	27	1.2252	37	1.4041	10	1.2119	34	1.3924	22	1.2296	37	1.2584	17	1.2382
13	1.3686	10	1.2120	34	1.3709	17	1.2085	37	1.3759	17	1.2168	34	1.2413	23	1.2365
37	1.3511	25	1.2048	13	1.3318	02	1.2049	13	1.2772	25	1.2133	13	1.1639	27	1.2354
06	1.1887	17	1.1983	18	1.1767	14	1.2003	06	1.1137	10	1.2016	16	1.0679	25	1.2345
18	1.1448	24	1.1846	06	1.0869	06	1.1976	16	1.0234	06	1.1919	24	1.0332	10	1.2105
01	1.0282	31	1.1747	16	1.0069	24	1.1907	18	1.0173	28	1.1589	06	1.0228	30	1.1888
16	1.0257	30	1.1739	09	1.0047	31	1.1691	17	1.0142	31	1.1580	18	0.9867	31	1.1601
09	1.0039	23	1.1569	01	0.9819	28	1.1658	01	0.9689	24	1.1531	17	0.9680	32	1.1544
23	0.9415	14	1.1560	23	0.9425	23	1.1650	24	0.9575	18	1.1475	09	0.8584	18	1.1450
17	0.8907	28	1.1400	24	0.9125	30	1.1568	09	0.9526	23	1.1460	23	0.8526	02	1.1257
24	0.8724	18	1.1275	29	0.8994	18	1.1337	23	0.9447	30	1.1231	29	0.8465	06	1.1243
02	0.8590	32	1.0953	17	0.8423	35	1.1120	29	0.8962	32	1.0926	01	0.8135	28	1.1231
20	0.8272	35	1.0787	20	0.8174	32	1.0958	20	0.7642	35	1.0882	20	0.7140	33	1.0973
29	0.8271	13	1.0287	02	0.7779	33	1.0334	02	0.7189	33	1.0284	02	0.6566	35	1.0292
40	0.7597	33	1.0249	30	0.7387	13	1.0005	30	0.6984	13	1.0162	30	0.6495	12	0.9763
30	0.7374	20	0.9613	40	0.7170	20	0.9704	40	0.6928	20	0.9976	40	0.6179	13	0.9735
15	0.6931	12	0.9545	15	0.6526	12	0.9371	15	0.6329	12	0.9741	12	0.5896	20	0.9626

附表1 乘數積矩陣之 ( $T_1$ ) 感應度及影響度排序 (續)

部門	1996年		1999年		2001年		2004年								
	FL	部門 BL	部門 FL	部門 BL	部門 FL	部門 BL	部門 FL	部門 BL							
12	0.6714	19	0.9136	12	0.6273	19	0.9277	12	0.6030	19	0.9372	15	0.5871	19	0.9379
31	0.6140	07	0.8856	31	0.5990	07	0.8948	31	0.5811	07	0.8702	31	0.5515	34	0.8692
11	0.6041	34	0.8378	11	0.5964	34	0.8350	11	0.5490	34	0.8400	11	0.4963	07	0.8637
03	0.5952	36	0.8227	36	0.5293	42	0.7943	26	0.5240	04	0.8183	03	0.4805	04	0.8389
36	0.5908	42	0.8111	26	0.5284	04	0.7827	36	0.5042	42	0.7872	36	0.4774	37	0.7717
25	0.5360	04	0.7844	25	0.5271	05	0.7667	25	0.4941	37	0.7779	26	0.4676	42	0.7660
26	0.5330	05	0.7524	03	0.5248	36	0.7589	03	0.4874	36	0.7508	25	0.4418	45	0.7591
32	0.5326	37	0.7444	32	0.5127	01	0.7408	32	0.4870	05	0.7494	41	0.4356	05	0.7503
41	0.5161	45	0.7435	41	0.5115	37	0.7372	33	0.4843	01	0.7091	33	0.4336	36	0.7000
33	0.5145	01	0.7348	33	0.5062	45	0.7357	41	0.4803	45	0.7082	32	0.4302	01	0.6428
44	0.4912	43	0.7112	44	0.4976	41	0.6702	44	0.4697	41	0.6493	44	0.4238	39	0.6379
04	0.4598	41	0.6844	08	0.4634	43	0.6659	04	0.4391	39	0.6405	10	0.4112	41	0.6104
10	0.4586	38	0.6585	10	0.4574	38	0.6489	10	0.4365	38	0.6204	04	0.3946	38	0.5930
08	0.4521	08	0.6311	04	0.4494	08	0.6271	08	0.4307	08	0.6187	08	0.3826	08	0.5594
35	0.4466	39	0.6063	35	0.4438	39	0.6095	35	0.4191	43	0.5756	35	0.3804	44	0.5187
27	0.4362	40	0.5949	27	0.4406	40	0.5776	27	0.4172	44	0.5420	27	0.3735	43	0.5153
07	0.4258	44	0.5739	07	0.4255	44	0.5664	07	0.4025	40	0.5312	07	0.3661	40	0.5012
43	0.4169	03	0.5660	43	0.4167	03	0.5343	43	0.3947	03	0.5209	43	0.3542	03	0.4830

資料來源：本文整理。

附表 2 歷年產業間協同互動作用：協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 對角線值

1996年		1999年		2001年		2004年	
部門	( $-T_2$ ) 對角線值	部門	( $-T_2$ ) 對角線值	部門	( $-T_2$ ) 對角線值	部門	( $-T_2$ ) 對角線值
21	1.8097	21	1.8392	21	1.8335	21	2.2038
22	1.6675	22	1.6746	22	1.7057	22	1.7556
14	1.5235	28	1.4447	14	1.4928	14	1.5989
13	1.4414	14	1.4421	13	1.4536	13	1.4356
30	1.3637	13	1.4068	28	1.4017	28	1.4281
09	1.3633	09	1.3816	09	1.3783	09	1.4109
11	1.3528	30	1.3613	30	1.3578	30	1.3776
02	1.3278	11	1.3432	11	1.3075	11	1.3177
28	1.3203	02	1.2442	06	1.2603	06	1.3152
36	1.2896	06	1.2386	02	1.2588	12	1.3047
06	1.2841	12	1.2106	12	1.2478	39	1.3040
12	1.2514	29	1.1945	39	1.2102	02	1.2311
03	1.1862	01	1.1942	01	1.1976	36	1.2194
01	1.1738	36	1.1619	29	1.1944	29	1.2193
29	1.1642	18	1.1615	18	1.1909	01	1.2040
18	1.1535	05	1.1292	36	1.1624	05	1.1816
20	1.1240	20	1.1138	05	1.1517	18	1.1792
34	1.1149	03	1.1076	20	1.1443	24	1.1531
05	1.1086	08	1.0965	24	1.1206	20	1.1306
24	1.0857	34	1.0961	03	1.1026	03	1.1299
37	1.0852	24	1.0932	37	1.0879	37	1.1096
39	1.0807	39	1.0873	34	1.0870	17	1.0827
26	1.0801	37	1.0822	25	1.0773	23	1.0771
17	1.0764	25	1.0797	26	1.0770	31	1.0756
25	1.0754	17	1.0657	08	1.0760	08	1.0659
08	1.0691	23	1.0519	23	1.0750	10	1.0642
23	1.0502	26	1.0396	17	1.0749	25	1.0592

附表2 歷年產業間協同互動作用：協同互動強度矩陣 ( $T_2$ ) 對角線值 (續)

1996年		1999年		2001年		2004年	
部門	(- $T_2$ ) 對角線值	部門	(- $T_2$ ) 對角線值	部門	(- $T_2$ ) 對角線值	部門	(- $T_2$ ) 對角線值
31	1.0469	31	1.0374	45	1.0694	34	1.0580
15	1.0258	19	1.0192	31	1.0518	45	1.0556
19	1.0219	04	1.0143	04	1.0333	04	1.0378
04	1.0194	42	1.0078	42	1.0210	26	1.0372
16	1.0158	10	1.0051	15	1.0136	42	1.0350
42	1.0089	45	1.0033	16	1.0095	16	1.0346
10	1.0058	27	0.9968	19	1.0089	19	1.0188
45	1.0001	16	0.9963	10	1.0084	07	1.0058
07	0.9931	07	0.9923	27	1.0018	27	1.0013
27	0.9908	44	0.9873	07	0.9924	40	0.9893
44	0.9874	40	0.9852	44	0.9881	44	0.9887
43	0.9842	43	0.9852	43	0.9872	43	0.9885
40	0.9841	41	0.9845	40	0.9870	41	0.9857
41	0.9841	35	0.9796	41	0.9846	15	0.9826
35	0.9808	15	0.9795	35	0.9805	35	0.9759
33	0.9747	33	0.9748	33	0.9749	33	0.9732
32	0.9731	32	0.9736	32	0.9740	32	0.9729
38	0.9455	38	0.9443	38	0.9530	38	0.9534

資料來源：本文整理。

## 參考文獻

### (1)中文部分

- 行政院主計處，2000，1996年台灣地區產業關聯表編製報告，台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2002，1999年台灣地區產業關聯表編製報告，台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2004，2001年台灣地區產業關聯表編製報告，台北：行政院主計處。
- 行政院主計處，2006，2004年台灣地區產業關聯表編製報告，台北：行政院主計處。
- 楊浩彥、郭迺鋒與華而誠，2004，「台灣中期經濟成長、結構轉型與資源耗用－總體多部門計量模型分析」，行政院經濟建設委員會委託研究計畫，台北：行政院經濟建設委員會。

### (2)英文部分

- Baer, W., M. A. R. Fonseca, and J. J. M. Guilhoto, 1987, "Structural Changes in Brazil's Industrial Economy, 1960-80," *World Development*, 15: 275-286.
- Bhowmik, R., 2000, "Role of Services Sector in Indian Economy: An Input-output Approach," *Artha Vijnana*, 42: 158-169.
- Bhowmik, R., 2003, "Service Intensities in the Indian Economy: 1968/9-1993/4," *Economic Systems Research*, 15: 427-437.
- Cella, G., 1984, "The Input-output Measurement of Interindustry Linkages," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46: 73-84.
- Clements, B. J., 1990, "On the Decomposition and Normalization of Interindustry Linkages," *Economics Letters*, 33: 337-340.
- Clements, R. J. and J. W. Roosi, 1991, "Interindustry Linkages and Economic Development: The Case of Brazil Reconsidered," *The Developing Economics*, 29: 166-187.



- Han, X. and T. K. Lakshmanan, 1994, "Structural Changes and Energy Consumption in the Japanese Economy 1975-85: An Input-output Analysis," *Energy Journal*, 15: 165-187.
- Hewings, G. J. D., M. A. R. Fonseca, J. J. M. Guilhoto, and M. Sonis, 1989, "Key Sectors and Structural Change in the Brazilian Economy: A Comparison of Alternative Approaches and Their Policy Implications," *Journal of Policy Modeling*, 11: 67-90.
- Hirschman, A., 1958, *The Strategy of Economic Development*, New Haven, CT: Yale University Press.
- Miyazawa, K., 1966, "Internal and External Matrix Multipliers in the Input-output Model," *Hitotsubashi Journal of Economics*, 7: 38-55.
- Rasmussen, P., 1956, *Studies in Inter-Sectoral Relations*, Copenhagen: Einar Harks.
- Roy, S., T. Das, and D. Chakraborty, 2002, "A Study on the Indian Information Sector: An Experiment with Input-output Techniques," *Economic Systems Research*, 14: 107-129.
- Schumpeter, J. A., 1954, *History of Economic Analysis*, New York: Oxford University Press.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1964, *The Mathematical Theory of Communications*, Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Sherman, J. and W. J. Morrison, 1949, "Adjustment of an Inverse Matrix to Change in One Element of a Given Column or a Given Row on the Original Matrix," *Annals of Mathematical Statistics*, 20: 124-127.
- Sherman, J. and W. J. Morrison, 1950, "Adjustment of an Inverse Matrix Corresponding to a Change in One Element of a Given Matrix," *Annals of Mathematical Statistics*, 21: 124-127.
- Sonis, M., 1968, "Significance of Entropy Measures of Homogeneity for the Analysis of Population Redistributions," *Geographical Problems: Mathematics in Human Geography*, 77: 44-63.
- Sonis, M., J. J. M. Guilhoto, G. J. D. Hewings, and E. B. Martins, 1995, "Linkages, Key Sectors and Structural Change: Some New Perspectives," *Developing Economies*, 33: 233-270.
- Sonis, M. and G. J. D. Hewings, 1989, "Error and Sensitivity Input-output Analysis: A New Approach," in Miller R., K. Polenske, and A. Rose, ed., *Frontiers in Input-output Analysis*,

232-244, New York: Oxford University Press.

Sonis, M. and G. J. D. Hewings, 1992, "Coefficient Change in Input-output Models: Theory and Applications," *Economic Systems Research*, 4: 143-157.

Sonis, M. and G. J. D. Hewings, 1995, "Matrix Sensitivity, Error Analysis and Internal/External Multiregional Multipliers," *Hitotsubashi Journal of Economics*, 36: 61-70.

Sonis, M., G. J. D. Hewings, and J. Guo, 1996, "Sources of Structural Change in Input-output Systems: A Field of Influence Approach," *Economic Systems Research*, 8: 15-32.

Sonis, M., G. J. D. Hewings, and J. Guo, 1997, "Comparative Analysis of China's Metropolitan Economies: an Input-output Perspective," in Chatterji, M. and Y. Kaizhong, ed., *Regional Science in Developing Countries*, 147-162, Basingstoke: Macmillan Press.

Sonis, M., G. J. D. Hewings, and J. Guo, 2000, "A New Image of Classical Key Sector Analysis: Minimum Information Decomposition of the Leontief Inverse," *Economic Systems Research*, 12: 401-423.

# A Study of Linkage Effect and Measurement of Key Sectors on Taiwan

Hsing-Chun Lin\* and Li-Wei Liou\*\*

## Abstract

Along with the Taiwan industry structure adjustment, leads forward and backward linkage effect of various industries changed, in which the development of key sectors especially receive more attention, therefore it is necessary to use appropriate and objective method measuring key sectors. This article discuss key sector by the input-output analysis method, besides, according to Minimum Information Decomposition of the Leontief Inverse method of Sonis et al. (2000), which separate the information of regional economic structure into two parts. The first part is Multiplier Product Matrix (matrix  $T_1$ ), which extract the minimum information included in the row and column multipliers, the second part is Synergetic Interactions Intensity Matrix (matrix  $T_2$ ). Multiplier Product Matrix can estimate forward and backward linkage but also exhibit the economic landscape. Then discuss the industrial input substitution and innovation ability by Synergetic Interactions Intensity Matrix, measuring the synergetic intensity between industries. After the above two steps to filter out key sectors, calculate the support effect to other industries of key sectors by Total Support Effect method of Bhowmik(2003). Synthesizes the 1996-2004 year Taiwan input-output table, we discover that

---

\* Associate Professor, Department of Applied Economics, National Chiayi University.  
Corresponding Author. Tel: (05)2732858, Email: [hclin@mail.ncyu.edu.tw](mailto:hclin@mail.ncyu.edu.tw).

\*\* Commissioner, Bank of Taiwan.

steel and iron, other metal, industrial chemicals and electronic spare part and processing food sector are the most important sectors in recent years, the status of textile, paper, paper product and printing publishing and other chemical product sectors are gradually declining.

**Keywords:** Input-Output, Key Sector, Linkage Effect, Multiplier Product Matrix, Synergetic Interactions Intensity Matrix

**JEL Classification:** C67