

國立交通大學

管理科學系

碩士論文

微笑曲線的驗證－台灣半導體產業之實證分析

The Smiling Curve : Evidence from Taiwan's Semiconductor Industry



指導教授：朱博湧 博士

研究生：許育瑛

中華民國九十六年六月

微笑曲線的驗證－台灣半導體產業之實證分析

The Smiling Curve : Evidence from Taiwan's Semiconductor Industry

研究生：許育瑛

Student : Yu-Ying Hsu

指導教授：朱博湧教授

Advisor : Dr. Po-Young Chu

國立交通大學

管理科學系



Submitted to Institute of Management Science
College of Management
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master in Business Administration

June 2007

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

微笑曲線的驗證－台灣半導體產業之實證分析

學生：許育瑛

指導教授：朱博湧 教授

國立交通大學管理科學系碩士班

中文摘要

施振榮(2004)發現台灣半導體產業的附加價值曲線已轉變為 U 型之微笑曲線。因此，本研究將根據施振榮(1996)提出的微笑曲線理論，檢視台灣半導體產業之附加價值曲線。為驗證半導體產業的微笑曲線，本研究以 2000-2005 年的台灣半導體產業廠商為樣本，以無形資產評價方法作為附加價值的代理變數，驗證半導體產業價值鏈中附加價值的分佈，推導出台灣半導體產業之微笑曲線正確形狀。

本研究以 Panel data 迴歸分析，探討時間效果、產業價值鏈及公司效率對企業報酬率及附加價值的關係。迴歸結果發現台灣半導體產業深受景氣循環影響，營業風險高。而在產業價值鏈的環節中，半導體設計業同時涵蓋研發及品牌行銷的業務，較製造業及封測業擁有較高的報酬率及附加價值，因此台灣半導體產業價值鏈的微笑曲線為一 U 型曲線。



關鍵字：微笑曲線、附加價值、無形資產、Panel data 迴歸、台灣半導體產業

The Smiling Curve : Evidence from Taiwan's Semiconductor Industry

Student : Yu-Ying Hsu

Advisor : Dr. Po-Young Chu

Institute of Management Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Shih developed a new perspective of firms' competitive advantage based on an extensive analysis of the industry's value-chain. Shih (2004) found that the value chain of Taiwan semiconductor industry had gradually shifted to the bottom in a U-shaped curve. Hence, this study will be in accordance with Shih's (1996) "Smiling Curve" hypothesis and test the value chain of Taiwan semiconductor industry. In order to test Shih announced the Smiling Curve of Taiwan semiconductor industry, the research selected Taiwan semiconductor firms in 2000-2005 for conducting empirical studies and we used the intellectual capital valuation methods as a proxy of value added.

We used panel data regression analysis to understand what factors affect firm's profit rate and value added. We find that Taiwan semiconductor industry is affected by business circle and has high business risk. The fabless industry has higher value added more than manufacturing industry or packaging and testing industry, because the fabless industry is engaged in design and marketing. For this reason, the value chain of Taiwan semiconductor industry is a U-shape curve.

Keywords : Smiling Curve, value added, intangible assets, panel data regression, Taiwan semiconductor industry

致 謝

在這長不算長，短不算短的兩年之中，不管是課業相關、或是待人處世的道理，皆讓我獲益良多。感謝家人對我的支持及鼓勵，讓我沒有後顧之憂的求學。

首先誠摯的感謝指導教授朱博湧博士，老師悉心的教導使我得以一窺策略領域的深奧，不時的討論並指點我正確的方向，使我在碩士班這些年中獲益匪淺。老師對學問的嚴謹更是我輩學習的典範。

本論文的完成另外亦得感謝鄧美貞學姐的大力協助，適時給予建議，並悉心校稿，使得本論文能夠更完整而嚴謹。

感謝弘書、佳誼、錫麟學長、美貞、裕凌學姐們不厭其煩的指出我研究中的缺失，且總能在我迷惘時為我解惑，也感謝同為朱門子弟巧菱、杰宏、俊廷的陪伴及幫忙，恭喜我們順利走過這兩年。其中與巧菱及杰宏於口試前夕前往夏威夷參加研討會的回憶更是讓人難忘。

還要感謝很多在這兩年之間陪伴我的好朋友們，因為有你們，才能成就今天的我，真的感謝你們。



許育瑛 謹誌

2007.06 於國立交通大學 博愛校區

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
致 謝.....	III
目 錄.....	IV
表目錄.....	VII
圖目錄.....	VIII
一、緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究範圍與方法.....	4
1.4 架構與流程.....	4
二、文獻探討.....	6
2.1 微笑曲線.....	6
2.1.1 微笑曲線的孕育.....	6
2.1.2 微笑曲線的發展.....	7
2.2 附加價值的定義及分類.....	8
2.2.1 無形資產意涵.....	9
2.2.2 無形資產評價.....	12
2.3 影響企業經營績效之因素相關文獻.....	16

三、半導體產業概況分析.....	18
3.1 國內半導體設計(FABLESS)廠商概況分析.....	19
3.2 國內 IC 製造廠商概況分析.....	21
3.3 國內半導體封裝測試廠商概況分析.....	22
四、研究設計.....	23
4.1 研究模型及資料分析方法.....	23
4.1.1 資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA).....	23
4.1.2 Panel data regression analysis.....	33
4.2 研究對象及資料來源.....	37
4.3 變數定義及衡量.....	37
4.3.1 篩選資料包絡分析法所使用的投入產出項.....	37
4.3.2 應變數：獲利率、附加價值.....	39
4.3.2 自變數：時間效果、價值鏈.....	40
五、實證結果與分析.....	41
5.1 CCR 模式、BCC 模式效率值分析.....	41
5.2 影響企業績效及獲利率之 PANEL DATA REGRESSION 分析.....	43
5.2.1 影響企業經營績效之 panel data regression 分析.....	43
5.2.2 影響企業獲利率之 panel data regression 分析.....	44
5.3 影響企業附加價值之 PANEL DATA REGRESSION 分析.....	45
5.3.1 企業附加價值之 panel data regression 分析結果整理.....	47
5.4 PANEL DATA REGRESSION 分析結果的管理意涵.....	49
5.5 台灣半導體微笑曲線型態.....	50
六、結論與建議.....	53

6.1 研究結論及貢獻.....	53
6.1.1 研究結論.....	53
6.1.2 研究貢獻.....	54
6.2 研究限制.....	54
6.3 對後續研究者的建議.....	55
參考文獻.....	56



表目錄

表 1：台灣半導體產業 2000-2005 年產值.....	18
表 2：投入產出項 Pearson 相關性檢定結果.....	38
表 3：本研究採用附加價值代理變數之無形資產計算公式.....	39
表 4：2000 年至 2005 年相對有效率之 DMU 資料表.....	42
表 5：2000 年至 2005 年相對有效率之企業出現次數表.....	43
表 6：影響企業效率值之 panel data random-effects GLS regression 分析表.....	44
表 7：影響企業獲利率之 panel data random-effects GLS regression 分析表.....	45
表 8：影響企業附加價值之 panel data random-effects GLS regression 分析表.....	46
表 9：附加價值之代理變數迴歸結果整理.....	48
表 10：2000-2005 年台灣半導體廠商家數.....	50

圖目錄

圖 1：微笑曲線(1)	2
圖 2：微笑曲線(2)	3
圖 3：研究架構	4
圖 4：研究流程	5
圖 5：80 年代以前電腦產業之價值曲線	7
圖 6：90 年代後電腦產業之微笑曲線	8
圖 7：新世紀的微笑曲線	8
圖 8：Skandia Model	10
圖 9：智慧資本樹狀圖	11
圖 10：Sveiby 的智慧資本監控系統 IAM	12
圖 11：2005 年台灣半導體產業結構	19
圖 12：台灣半導體設計業分類圖	21
圖 13：Farrell 效率示意圖（投入導向）	25
圖 14：技術效率、純技術效率、規模效率	30
圖 15：台灣半導體產業之微笑曲線（設計-製造-封測）	51
圖 16：台灣半導體產業之微笑曲線（設計研發-製造及封測-品牌行銷）	52

一、緒論

1.1 研究背景與動機

隨著產品的多樣化及複雜化，半導體產業、電腦與周邊產業以及通訊產業已逐步由垂直整合(vertical integration)發展為垂直分工(vertical disintegration)，垂直分工使得各家廠商專注投入資源於其核心活動，並和產業中的其他廠商相互合作，形成一個專業分工的產業價值鏈。而在產業價值鏈中的所有企業，也改變了以往傳統零和遊戲的思考方式，取而代之的是能創造雙贏局面的合作策略思考邏輯(Nalebuff and Brandenburger, 1997)。例如 IBM 分割非核心競爭力事業部門，以垂直整合建立競爭優勢、Dell 以虛擬整合建立競爭優勢並跨入消費性產品領域、HP 則與 Compaq 合併，都透露出廠商將集中資源強化本身的核心競爭力，也使得電腦與周邊產業結構快速走向垂直分工的商業模式(business model)。

而當整個產業發展的趨勢是垂直分工時，施振榮(1996)提出一條可以說明產業附加價值發展趨勢的曲線，稱之「微笑曲線」，如圖 1 所示。且每一個產業都有一條附加價值曲線，並因各家企業附加價值高低分佈的不同，而產生不同的形狀。施振榮(1996)並以此導出台灣半導體產業的附加價值線為一條倒 U 型曲線，而非微笑型的 U 型曲線(施振榮，1996，p.302)，半導體製造業在當時附加價值最高。然而 10 年後，2004 年施振榮將微笑曲線簡化(如圖 2 所示)，並重新檢視台灣半導體產業的附加價值線，發現半導體製造業已經不再是附加價值最高的部分，半導體產業的附加價值線變成中間向下彎曲的微笑曲線了。(施振榮，2004，p.171)

為驗證台灣半導體產業的附加價值曲線，是否如同施振榮所提的是一條 U 型的微笑曲線，本研究以台灣半導體產業為研究對象，一步步地回顧以及檢視整個產業利潤結構的動態趨勢，驗證半導體產業價值鏈中附加價值的分佈，並進而分析影響企業附加價值的因素為何。

然而在學術研究文獻中，少有文獻探討產業價值鏈的動態趨勢。Gadiesh 和 Gilbert (1998)以利潤池(profit pool)觀念，解釋產業價值鏈上各環節利潤變化趨勢，並以此指引公司營運和策略決策。Slywotzk 和 Linthicum(1997)則提出價值遞移(value migration) 模

式可分為三個階段，分別為價值流入期、價值穩定期、以及價值流出期，而價值遞移理論主要強調企業必需密切注意客戶的需求變化情況，以把握能在經營模式邁入價值流入階段前，機動調整本身核心競爭能力。劉常勇(1998)則以微笑曲線為基礎，指出後進地區科技產業曲線兩端的附加價值反而不如居中的製造功能為高，而是呈現一種與微笑相反的苦笑曲線。雖說從產業價值鏈上附加價值的分佈情況，可清楚瞭解整個經濟或個別企業應該朝哪些方向發展。然而何謂附加價值，學者們(施振榮，1996、2004；劉常勇，1998；Gadiesh 和 Gilbert，1998；Slywotzk 和 Linthicum，1997)並未提出一個實務上可操作的衡量方式。

因此為探究產業價值鏈上附加價值的分佈型態，以驗證台灣半導體產業的微笑曲線。本研究擬依序完成以下目的：1.從文獻與理論中找出附加價值可操作的衡量方法，2.依附加價值理論重新檢視台灣半導體產業的微笑曲線，3.以計量方法 panel regression 驗證微笑曲線的正確型態，4.分析影響企業附加價值的因素。基於以上分析，本研究將提出台灣半導體產業的附加價值曲線之形狀，並進而解釋影響附加價值的因素為何。

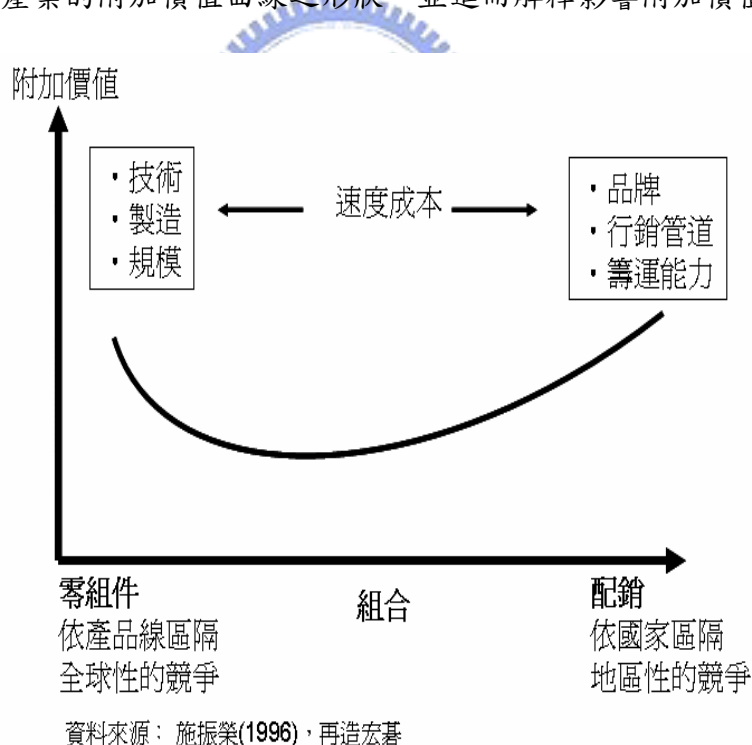
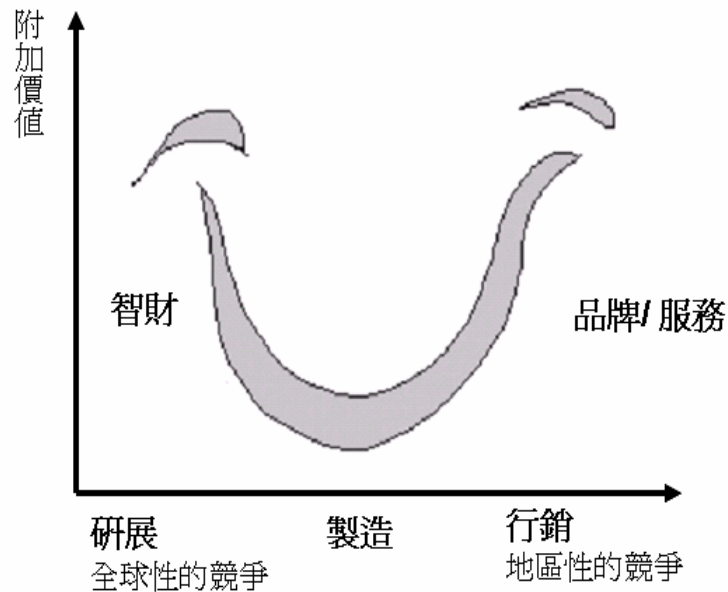


圖 1：微笑曲線(1)



資料來源：施振榮(2004)，宏碁的世紀變革

圖 2：微笑曲線(2)

1.2 研究目的

從產業價值鏈上附加價值的變化，可以明顯看出產業價值鏈中的利潤分配，並清楚反映出產業所遭受快速的結構性變革。產業中，因新技術產生或新競爭者加入所引起的變革，可能帶來新財源，也可能斷絕舊有的財源。對產業領導者來說，這種變動十分危險，能有效掌握變動的契機，能為公司帶來更多的利潤，但若不能有效掌握，卻會威脅到其對利潤的控制。然而，大部分公司因組織中的資源分配、作業程序及價值觀，無法立即在其價值鏈的定位上做出這麼大的調整(Christensen and Overdorf, 2000)。雖然如此，透過產業附加價值移動模式的探討，對於那些無法突破既有營運模式的公司，仍然提供了一個有價值的看問題方式。

因此為探究產業價值鏈上附加價值變化的型態，進而推導出產業價值鏈中價值聚集的環節位置，提供企業在價值鏈的定位方向。故本研究擬完成以下研究目的：

1. 從文獻與理論中找出附加價值可操作的衡量方法。
2. 依附加價值理論重新檢視台灣半導體產業的微笑曲線。
3. 以計量方法 panel regression 驗證台灣半導體產業微笑曲線的正确型態。
4. 分析產業價值鏈上各環節區域內的企業，其經營績效的差異。

5. 分析附加價值、經營績效，與環境因素、企業所在價值鏈環節位置是否有相關。

1.3 研究範圍與方法

本研究依半導體產業上、中、下游的關係，將價值鏈依上、中、下游區分為半導體設計業、半導體製造業、半導體封裝測試業。研究對象以台灣經濟新報資料庫之半導體產業上市（櫃）公司為主，總計 641 家公司。另外，為了避免研究期間涵蓋時間太長將模糊了其間組織績效的變動，而涵蓋時間太短又無法完整的表現組織績效，因此本計畫的研究期間擬取自西元 2000 年至西元 2005 年。至於產業價值鏈的分類則依據半導體工業年鑑以及台灣經濟新報資料庫的分類為主，若出現廠商分類不一致時，則以台灣證券基金會所列舉廠商主要經營業務為判斷標準，最後經詢問多位專家後，確定廠商分類。

本研究主要探討產業價值鏈中附加價值的分佈，驗證其附加價值曲線的型態，故擬以理論驗證方式，除了驗證產業的附加價值曲線外，並進一步討論影響企業經營績效及附加價值的因素，因此，在本研究擬採用的統計分析工具計有檢驗企業經營績效的資料包絡分析法，與驗證產業價值鏈價值移動模式的 Panel regression。

1.4 架構與流程

為驗證台灣半導體產業價值鏈中微笑曲線的分佈，本研究中以五種智慧資本衡量方法作為附加價值的代理變數，利用 Panel regression 分析時間效果、企業所在價值鏈以及企業效率對附加價值的影響，進而推導出台灣半導體產業正確的微笑曲線型態，本文架構圖如圖 3 所示。

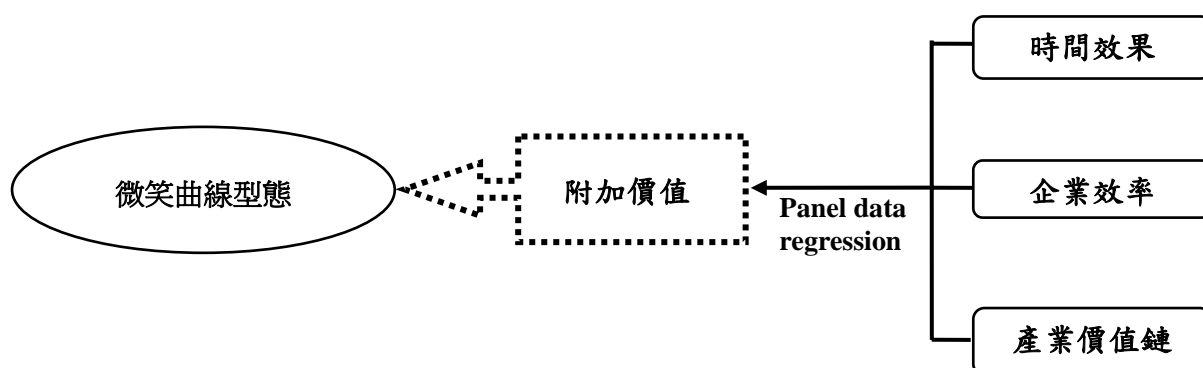


圖 3：研究架構

本研究將以理論驗證為主軸，來檢視台灣半導體產業價值鏈的微笑曲線型態，並討

論討論影響企業經營績效及附加價值的因素，故本研究流程如圖 4 所示。

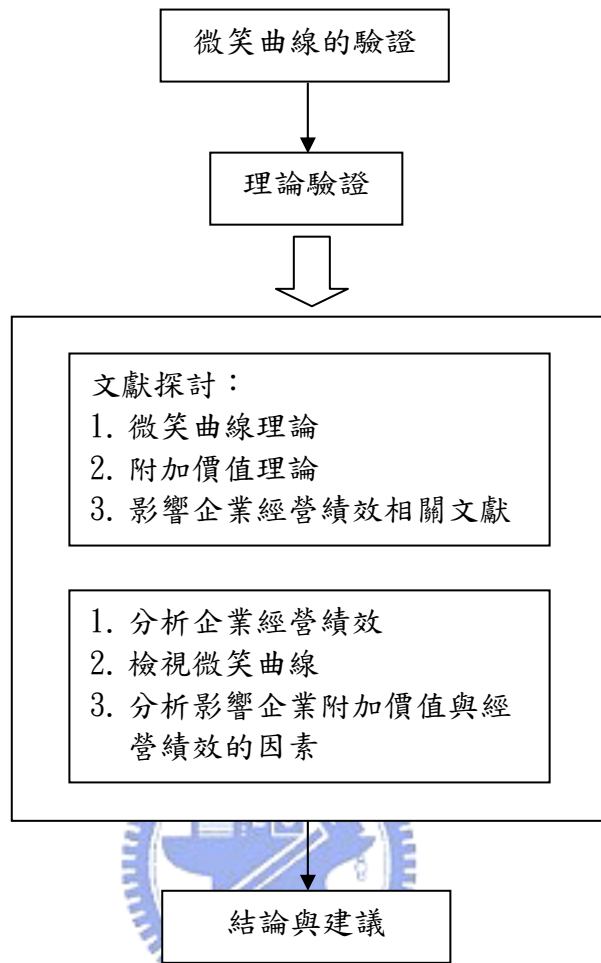


圖 4：研究流程

二、文獻探討

文獻探討可分為三大部分來介紹，首先就微笑曲線理論的發展及演變作一介紹；其次，就附加價值理論作一回顧與整理，以期找出衡量企業附加價值的變數；最後，整理過去學者用以探討影響企業經營績效的關鍵因素，作為影響企業附加價值最具解釋力的變數，並進而分析討論之。

2.1 微笑曲線

2.1.1 微笑曲線的孕育

施振榮的微笑曲線為因應「再造宏碁」的目標及改革，而提出的策略方針。而有如此的策略方向，必然有孕育的因素存在，試以下述幾點說明之：

1. 全球化的競爭壓力

在高科技產品市場的全球化趨勢下，業界的競爭壓力與日倍增。有競爭力的企業不斷往上追，準備隨時趕上領先之企業，已領先的企業不斷精進，以保持領先地位，若遇到阻礙或技術瓶頸，不立即突破難關，隨時都會被後進者追趕上。而當市場趨於飽和，進入微利時代，產品汰換快且同質性高，最後流於競爭者間彼此殺價競爭。

2. 產品生命週期的壓力

高科技產品，因技術開發快速，使得產品壽命週期減短，所謂「利基」產品，有時數年間或甚至更短的時間就變成「微利」產品，而對企業經營產生極大之壓力。

3. 企業生存的壓力

在前述的壓力下，若技術不能持續提升，策略不能領先，則在微利的環境下，可能轉變成虧損，嚴重的話，甚至逐漸影響到企業的生存。

4. 附加價值的壓力

附加價值可說是影響企業永續經營的主要因素。隨著組裝製造發展的越趨簡單，一般的製造、組裝的企業的附加價值逐漸降低，為了維持生存，只能透過不斷地擴充產能，維持獲利。一旦市場萎縮、產品價格下降、產品銷售不再成長，企業馬上面臨經營危機。

5. 產業發展的趨勢

為了克服附加價值持續降低的壓力，企業只有思考往產業價值鏈中價值流入的環節移動。在產業中掌握了關鍵技術及關鍵零組件即擁有高附加價值，而產品整合性的服務，因為結合了許多的附加價值而成為另一高附加價值環節。

6. 小結

綜觀以上的論點，可對微笑曲線的孕育總結兩點重要因素：1.企業之產品與服務要有持續性的附加價值，才能在競爭激烈的環境中生存下去。2.擁有高附加價值的產品與服務，才能有高獲利的潛力，方能確保企業的永續經營。

2.1.2 微笑曲線的發展

施振榮(1996)正式提出微笑曲線之理論，係以產業之附加價值(value added)為縱軸，將個人電腦產業分成上、中、下游的三個價值區間作為橫軸，所形成的附加價值曲線有如微笑的嘴形，名為「微笑曲線」。以下將施施振榮(1996)觀察電腦產業之微笑曲線介紹如下：

1. 80 年代以前電腦產業的附加價值曲線

施振榮(1996)指出在 1980 年代以前的電腦產業，市場規則以成本與產量為主，製造能力為關鍵因素，以圖 5 表示之：

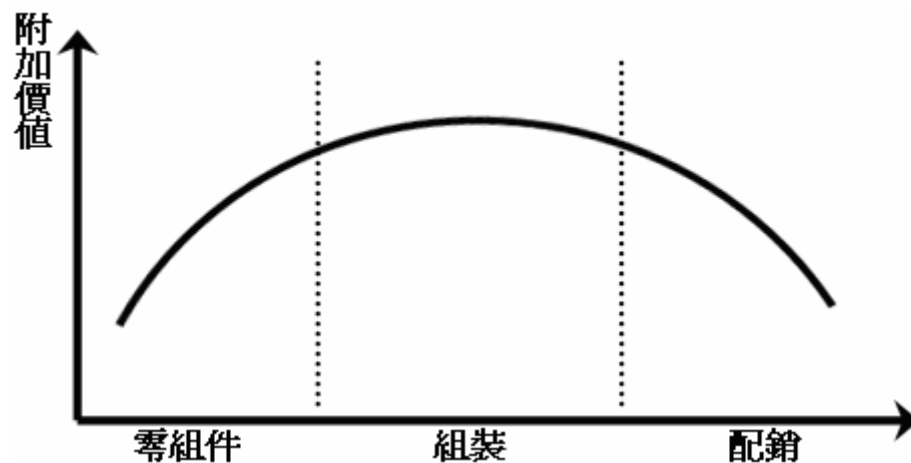


圖 5：80 年代以前電腦產業之價值曲線

2. 90 年代以後電腦產業的微笑曲線

施振榮(1996)指出在 90 年代初期，專利技術和服務愈來愈重要。因此認為在產業的

價值鏈裡面，包含了研究、發展、零組件、組裝、配銷及服務，並且附加價值也漸往價值鏈兩側移動，以圖 6 表示之：

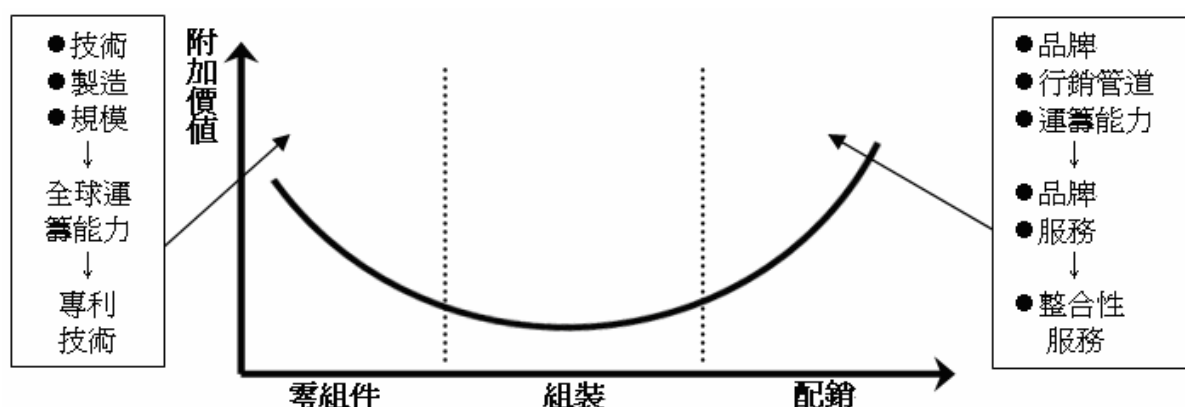


圖 6：90 年代後電腦產業之微笑曲線

3. 新世紀的產業微笑曲線

施振榮(2004)從全球產業趨勢的觀點，強調台灣各產業未來要有競爭力，必須注意到產業的微笑曲線。而各產業的高附加價值，一是位在上游的智慧權、知識；一是在下游的綜合服務、品牌；中游的製造則是附加價值最低之區域，競爭力相對最低。以圖 7 表示：

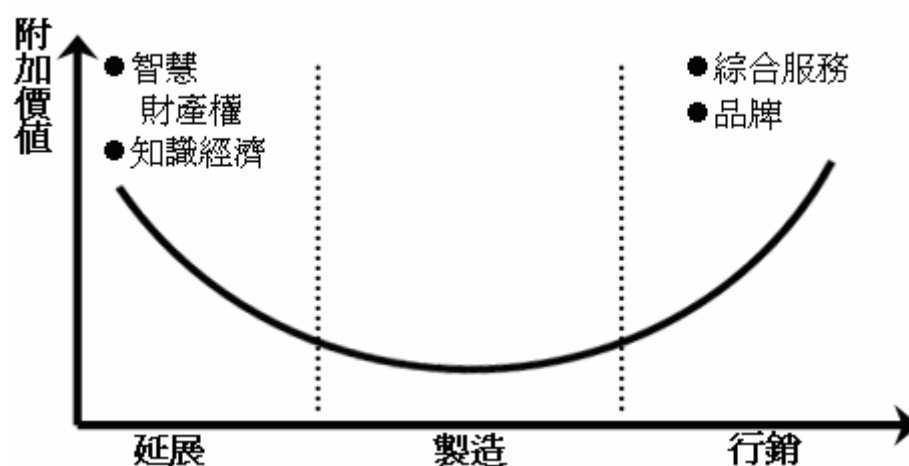


圖 7：新世紀的微笑曲線

2.2 附加價值的定義及分類

附加價值以經濟學理論的定義，指的是最終財貨勞務之商品價值扣除中間投入之餘額，然而在實務操作上，很難計算廠商中間投入的成本。因此 Kramer 和 Peters(2001)提出以經濟附加價值(Economic Value Added, EVA) 作為衡量附加價值的代理變數(proxy

variable)；Chin et al. (2006) 指出台灣半導體產業不同於國際的半導體廠商，台灣半導體廠商僅專門從事於價值鏈中的一項附加價值活動，並利用 Tobin's Q ratio 驗證，台灣半導體產業於價值鏈上下游的 Tobin's Q ratio 表現突出，且 Tobin's Q ratio 深受專利引證 (patent citation) 及 R&D 外溢效果(R&D spillover) 影響。

而 EVA 及 Tobin's Q 通常使用在計算企業無形資產的價值，且 Lynn (1998) 在研究中試著利用智慧資本所提供的服務來決定附加價值，藉此表達出企業過去表現及未來的潛力。Chauvin 和 Hirschey(1993) 則認為以財務報表所呈現的帳面價值並不足以代表企業本身真正的價值，市場價值應該由有形資產和無形資產衡量，因此，除了有形資產是我們所看到的部分，重要的是對無形資產的評價，無形資產才是真正衡量企業未來的價值。故在本研究中即以衡量企業無形資產的變數作為衡量企業附加價值的代理變數。以下則簡述本研究擬用的衡量指標，並說明無形資產的意涵。

2.2.1 無形資產意涵

智慧資本最早出現於 Galbraith(1969)，Galbraith 認為智慧資本是運用腦力的行為，而不單是知識和純粹的智力，同時智慧資本可用來解釋造成企業市場價值與帳面價值間的差距。自此之後，開始有許多學者投入智慧資本的研究。智慧資本及廣義之無形資產，近十多年的發展，產業界及學術界皆有人提出各式各樣的定義及架構。學者 Salzer-Mörling & Yakhlef(1999) 指出，對於智慧資本的揭露起源於傳統會計的複式簿記法無法反應現今世界的經濟內涵。而依 Kieso, Weygandt and Warfield(2004) 於會計上之分類認為，無形資產具有下特性：1. 無實體存在；2. 代表個體之權力及優先權；3. 無財務上的帳戶，如銀行戶頭；4. 為長期持有發展的；5. 須主觀攤提費用。

Itami et al. (1987) 認為企業對內和對外的資訊交流會創造出無形資產。無形資產可說是半固定的(semi-fixed)，也就是說液晶過長期的依段時間，無形資產才能成功，他也可以同時運用於不同的地方；而且我們使用無形資產的次數越多，無形資產就會更多更完備。因此，對一個企業來說，握有無形資產，比起擁有財務資產更能維持本身的競爭優勢。此外，Stewart(1997) 認為智慧資本(Intellectual Capital) 乃是每個人能為公司帶來競爭優勢的一切知識、能力的結合。Edvinsson and Sullivan(1996) 認為無形資產是當公司下班後，所剩下來的東西。要說明公司的市價表現，就是公司能運用無形資產產生獲利的能力。且瑞典之 Skandia Assurance & Financial Services (AFS) 集團於 1991 年成立全球第一個智慧資本部門，該集團並於 1995 年之年報中即以 Skandia 領航者(The Skandia

Navigator™)列報智慧資本之輔助資料，為智慧資本的管理提供明確的架構。

以下則簡述本計畫擬用的指標，並以 Skandia(1995)與 Sveiby(1997)為例，說明智慧資本的意涵。

1. 斯堪地亞領航者模式(The Skandia Navigator™ Model)

Skandia(1995)將市場價值分為財務資本(financial capital)及智慧資本，智慧資本又可分為人力資本(human capital)和結構資本(structure capital)。人力資本即任何會思考的東西；結構資本是指當員工下班後，企業所剩的東西：包括品牌、商標和寫成書面文字的生產程式等等，結構資本包括了顧客資本(customer capital)和組織資本(organizational capital)，這兩個分別代表了結構資本的內外兩部分。組織資本則由創新資本(innovation capital)及生產程式資本(process capital)所組成。生產程式資本是指企業內部發展出的所有技術的總和：技術手冊、最好的實務作法(practice)、企業內部網路的資源(intranet resources)以及專案資料庫(intranet resources)以及專案資料庫(project library)等等，這些都是生產程式資本的一部分。創新資本則是指能使企業在未來成功的事物，是一個企業更新自我所必須仰賴的資源，它包含了無形資產(intangible assets)和智慧財產權(intellectual property)。以樹狀圖整理如圖 8。

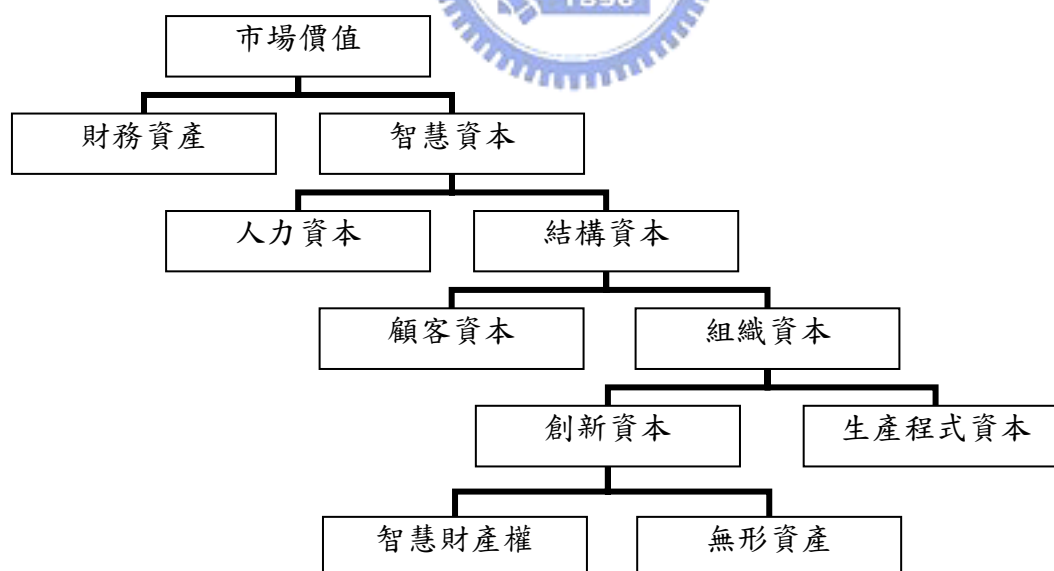


圖 8：Skandia Model

資料來源：Edvinsson and Malone(1997), 智能資本，施純協等譯(2000)

Johan Roos, et al. (2000)將 Skandia 模型做延伸，為統一分析語言，智慧資本之樹狀

圖 9 如下：

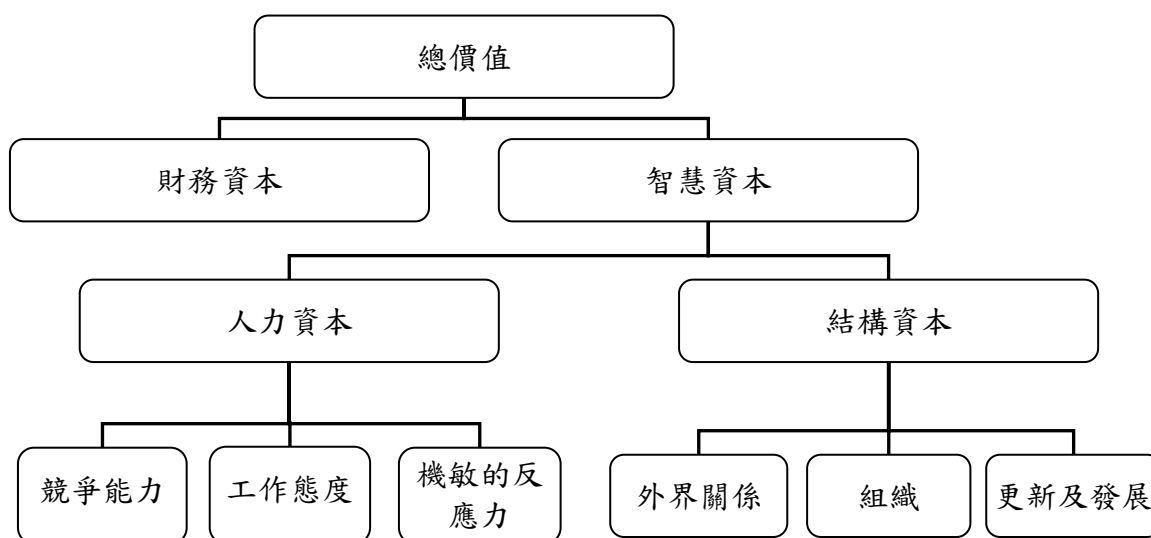


圖 9：智慧資本樹狀圖

資料來源：智能資本，施純協等譯(2000)

其中，人力資本源自於競爭能力、工作態度，以及機敏的反應能力。競爭能力，指員工藉由知識、技術、才能和專門技術來創造價值，可以說它是人力資本的「內容」部分、硬體部分；工作態度，指的是一個企業所需要的員工，是願意運用本身的技術和能力來替企業賺錢，以及能夠推動整個組織朝著既定目標邁進的人，它算是「軟體」的部分。企業對此部分的影響有限，影響工作態度的因素主要有三：動機、行為、品德；機敏的反應力，指的是將知識由一個領域轉到另一個領域的能力，從兩種資訊中找出共同的因素並將其結合在一起的能力，再加上利用創造力和適應力來增加知識及公司產量的能力。

結構資本包含所有的資料庫、組織圖、生產技術手冊、智慧財產權，以及其他屬於企業所擁有的但實際價值高於本身物質價值的東西。Skandia 把結構資本定義成：當員工下班回家以後企業所剩下的所有智慧資本。它可以被企業所擁有，而人力資本卻不行。結構資本不存在於任何人腦中，因為此他的發展速度比人力資本來的慢，也無法自我更新，須靠員工來更新它。可以分為外界關係、組織價值、更新及發展來說明。外界關係，指的是必須依靠關係評量來衡量，關係資本最重要的來源是客戶、原料供應商聯盟企業股東及其它的投資人；組織價值，指的是所有與內部結構或每天運作過程有關的智慧資本，包括實體或非實體的部分。資料庫、生產程式或手冊、無形財產、企業文化

以及管理方式等等，這些都是組織價值的來源所在，由人力資本所創造分享給組織成員的價值，也算是組織資本；更新及發展價值，指的是任何事物的無形部分，以及任何可以藉由改善財務資本或智慧資本能在未來創造出價值的東西，而處於計畫中的投資，都算是此一部份。

2. Sveiby 三分法

Sveiby (1997)將智慧資本分成三類，稱之為智慧資本監控系統(Intellectual Assets Monitor, IAM)，整理如圖 10。他認為市場價值是由有形資產淨帳面值及無形資產所組成，並將無形資產分成三個指標群：員工競爭力、內部結構、外部結構。員工競爭力指的是人員面對各種情況下的應變力，包括技能、教育、經驗、價值觀及社交技巧等。內部結構則泛指專利權、概念、模式、電腦及管理系統等，它由員工所創造，企業所擁有，可自行發展或是購入。外部結構包括顧客及供應商的關係、品牌、商標、商譽、形象等，這些東西不像內部結構那麼令人有信心，因為它伴隨著不確定性。此外，成長、更新、效率、穩定性為上述三指標群提供了思考方向。

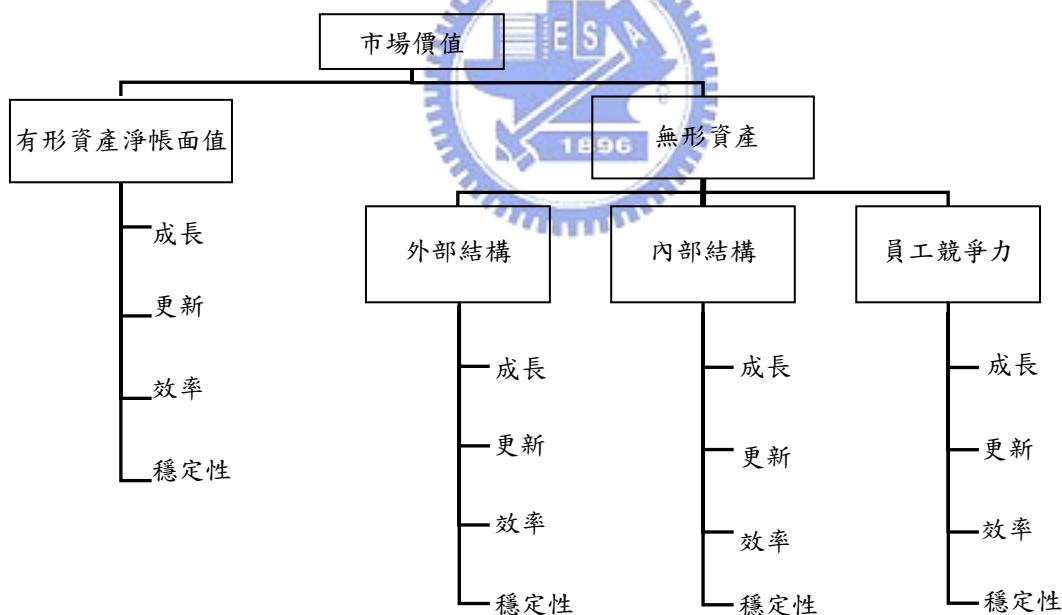


圖 10：Sveiby 的智慧資本監控系統 IAM

資料來源：Sveiby(1997)，本研究整理

2.2.2 無形資產評價

Edvinsson 和 Malone(1997)研究指出，企業無形資產的價值能夠經由評價智慧資本來建立。學者藉由探索智慧資本與組織績效之關係，試圖實證智慧資本投入對於企業價值之提昇有所助益，且大部分的實證結果皆發現這些智慧資本投資與企業價值呈現正向

關係。Sveiby (2002) 根據以 Luthy(1998)、Williams(2001)的架構為基礎，完整地整理了衡量無形資產價值的 28 種方法，並將其歸納整理為四大模式，分別是市場資本化法 (Market Capitalization Methods, MCM)、資產報酬法(Return on Assets, ROA)、直接演算法(Direct Intellectual Capital methods, DIC)、計分卡法(Scorecard Methods, SC)。其中直接演算法與計分卡法所需收集的數據皆非公開的財務性指標，難以量化，且會隨公司不同而不同，難以做跨公司的比較。因此，本計畫擬採 Sveiby(2002)分類評價法中之市場資本化法中的權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)、Tobin Q，以及資產報酬法中的無形資產計算值(calculated intangible value, CIV)、經濟附加價值(economic value added, EVA)、智慧資本附加價值係數(VAICTM)、資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)。選擇這兩類評價方法是因為將金額量化，其優點有三：一是特別適用於購併及股票評價、二是適用於同業間跨公司的比較、三是較能清楚量化 CEO 的目標。

然而其中無形資產計算值(CIV)由於計算公式的方法，是以三年為一期間，取其平均值做計算，而本研究的所採用的變數皆為單年平均值，因而無法進行迴歸分析，故本研究中不採用無形資產計算值(CIV)做為附加價值之代理變數。因此本研究共採取五種衡量附加價值的方法：權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)、Tobin Q ratio、經濟附加價值(economic value added, EVA)、智慧資本附加價值係數(VAICTM)、資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)，作為衡量企業附加價值的代理變數。

以下分別介紹五種衡量方法之計算公式：

1. 市場資本化法 (Market Capitalization Methods, MCM)

(1)、權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)

Stewart 於 1997 年所提的方法，他認為這是最簡單最快又有道理的方法，但也是最差的方法。智慧資本的價值就是公司的市場價值除以公司的帳面價值。公式如下：

$$M / B \text{ ratio} = \frac{MV}{BV}$$

其中，

MV：公司市值，及流通普通股在外股數乘以普通股價格。在本研究中定義 MV=年底普通股提供在外股數乘以該年的平均普通股價格。

BV：公司帳面值，即股東權益帳面值。

而這個方法的問題在於：1. 帳面價值只反應了由政府或財會準則所訂定出來的資產價值，容易受到不同國家、不同會計政策的影響；且帳面價值通常只反應了歷史成本，而無法完全反應有形資產的價值。2. 公司的市場價值容易受到無形資產之外的其他因素，諸如法令管制、政府措施、謠言、流行…，之影響。3. 此方法無法用以衡量智慧資本個別成分的價值。

若要提高此法的可靠度及用處，就是透過公司間的比率比較，及可以減少不必要的問題，且可以告知公司競爭對手及產業的資訊為何。本研究由於是利用計算得到的 MVBV 值，做為價值鏈中廠商間的比較，做一趨勢的探討，故將此法列入研究之中。

(2)、Tobin's Q ratio

Tobin's Q ratio 是耶魯大學的 James Tobin 得到諾貝爾經濟學獎所提出。它是一種假說，指出一個公司的市場價值應該等同於它的重製成本。公式如下

$$Tobin's\ q = \frac{\text{market value}}{\text{replacement cost}}$$

當 Q 值介於 0 與 1 之間，即較低的 Q 值，表示公司的市場價值小於其重製成本，也就是公司權益被市場低估。反之，較高的 Q 值，即大於 1，表示公司被市場高估價值。Stewart 認為此法的精神與 MVBV 相似，及市場認為大於公司成本以上的價值，即是扣除有形資產價值後的無形資產價值。

由於公司的重製成本難以估計，且提出的細部項目過多，為了滿足簡單性及時效性，Kee H. Chung and Stephen W. Pruitt 於 1994 年提出簡單的估計方法，即：

$$Simple\ Approximate\ Q = \frac{MVE + PS + DEBT}{TA}$$

其中，

MVE：公司股價×流通在外股數

PS：公司流通在外特別股的清算價值

DEBT：流通負債－流通資產＋長期負債（皆帳面值）

TA：總資產帳面值

估計 Q 所需的資料都可以從基本的財會資訊中得到。依 Chung et al.(1994)的研究證明，Simple Approximate of Tobin's Q 具有 96%以上的解釋歷來說明 Tobin's Q 的波動，

適合研究及投資人員做每日的更新決策資訊，故本研究以 Simple Approximate of Tobin's Q 之計算方法作為 Tobin's Q 之替代公式。

2. 資產報酬法(Return on Assets)

(1)、經濟附加價值(Economic Value Added, EVA)

經濟附加價值(EVA)是由紐約 Stern Stewart & Co.財務顧問公司於 1991 年所提出來的，其求算方式與剩餘利潤(Residual Income ; RI)非常相似，是一個綜合會計觀念及經濟基礎的財務績效衡量指標，主張企業價值需經過部分會計科目的調整，方能完整呈現企業的經濟價值，強調企業應賺取超過資金成本的報酬來創造股東價值(shareholder value)。目的在將會計數字調整為經濟盈餘，用以衡量管理者在考慮成本後，是否產生正的經營績效，Stewart(1997)認為藉由調整財務報表上相關於無形資產之盈餘，其計算得到的改變值可用以衡量智慧資本是否產生價值。本研究採用公式為：

$$EVA = (ROIC - WACC) \times Invested\ Capital$$

其中，

ROIC：投入資本報酬率

WACC：加權平均資金成本

Invested Capital：期初投入資本＝淨營運資金＋固定資產淨額＋其他資產淨額



在此之 EVA 僅考慮本業價值，是因為考慮到價值創造的常續性；考慮期初投入資本，是因為考慮到投入資本產生價值的遞延性。

(2)、智慧資本附加價值係數(VAIC™)

此法由 Ante Pulic(2000)所提出，用以衡量智慧資本及財務資本創造了多少價值及效率。價值創造部分主要用三部分來組成：財務資本(capital employed)、人力資本(human capital)、結構資本(structural capital)。Firer(2003)曾經彙整使用智慧資產附加價值係數(VAIC™)的三大理由：1.為跨國、跨產業間公司的比較提供了一個具標準化、一致性之基礎(Pulic & Bornemann, 1999)。2.它所使用的數據均為經過會計師簽證的財務資訊，因此具有客觀性與可驗證性(Pulic, 1998, 2000)。3.它的概念相當直接清晰，不僅增加許多內部與外部利害關係人的瞭解，更使其容易計算(Schneider, 1999)。公式如下：

$$\begin{aligned}
 VA &= \text{折舊} + \text{股利} + \text{營業稅費用} + \text{保留盈餘} + \text{薪資費用} \\
 VAIC^{TM} &= CEE + HCE + SCE \\
 &= \frac{VA}{\text{淨資產帳面值}} + \frac{VA}{\text{薪資費用}} + \frac{VA - \text{薪資費用}}{VA}
 \end{aligned}$$

其中，

VA：附加價值

CEE：財務資本效率係數(capital employed efficiency coefficient)，投資每單位財務資本可創造的附加價值。

HCE：人力資本效率係數(human capital efficiency coefficient)，投資每單位員工或成本可創造的附加價值。

SCE：結構資本係數(structural capital efficiency)，結構資本為附加價值減去人力資本，顧結構資本與人力資本為反向關係。

(3)、資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)

此法又被稱為「財政法」，因為此評價方法最早出現在 1920 年美國財政部所出版的「上訴評論備忘錄第 34 號」(Appeals and Review Memorandum number 34, ARM34)，是美國國稅局應釀酒業者要求而制訂，起因是當時的釀酒業者需要計算禁酒令讓他們損失了多少的商譽及其他無形資產等，並且此法也方便在報稅時使用。美國國稅局於 1968 年修正後，正式發佈於「賦稅規則六八-六 0 九號」(Revenue Rule 68-609)。此法廣泛使用在夫妻離異、股東異議、買賣同意書及其他交易有爭論之時。計算方法如下：

$$\text{無形資產價值} = \frac{\text{正常經濟收益} - (\text{有形資產價值} \times \text{有形資產合理報酬率})}{\text{資本化比率}}$$

2.3 影響企業經營績效之因素相關文獻

Amato and Wilder (1990)指出企業的經營績效會因所屬產業不同而有所差異，但不同的產業在不同景氣時期的經營績效也有所不同。而通常產業中的需求量及銷售量亦決定了該產業的經營績效，因此 Berman (1997)觀察各個產業的需求及就業情況，發現家具業、汽車製造業、家電業、零售業的需求面及就業情況深受景氣波動的影響；而製藥業、教育服務業、食品業的需求面及就業情況較不易受到景氣波動之影響。Ramcharran (2001)認為汽車零件需求的多寡仰賴汽車量的銷售，而汽車量銷售的多寡又深受美國經濟景氣的影響，因此景氣的變動與汽車零件供應商之獲利能力成正比。因此，時間效果

所帶來的景氣循環，為影響企業經營績效的因素之一，故本研究設定以下假說進行驗證：

H₁：台灣半導體產業中時間效果與企業經營績效有顯著差異。

Perry(1998)指出不同產業的技術效益有別，故在衡量企業垂直整合效益時，必須按產業別進行。Chu et al. (2005) 指出半導體產業的生產過程可分成設計、光罩、製造、封裝、測試與行銷等功能層級，組成一產業價值鏈，每一個產業價值鏈下的企業所擁有的資源投入與技術效益亦具顯著差異。因此，企業所處的產業價值鏈階段，亦是企業經營績效差異的重要因素，故本研究設定以下假說進行驗證：

H₂：台灣半導體產業中不同產業價值鏈下的企業其獲利率有顯著差異。

因企業經營績效亦反應在附加價值上，因此本計畫擬驗證以下的假說：

H₃：台灣半導體產業中經營效率與企業附加價值有顯著相關。

本研究即根據以上設計之三個假說進行實證分析，並根據分析結果，提出結論與管理意涵。



三、半導體產業概況分析

所謂的半導體，是指在某些情況下，能夠導通電流，而在某些條件下，又具有絕緣體效用的物質；而至於所謂的 IC (Integrated Circuit, 積體電路)，則是指在半導體基板上，利用技術將眾多電子電路組成各式二極體、電晶體等電子元件，組合在微小面積上，以完成某一特定邏輯功能，進而達成預先設定好的電路功能。IC 的上市，挾其輕、薄、短、小、省電、多功能、低成本等特長，席捲大半的半導體市場，成為半導體的主流產品，故半導體產業通常亦泛指 IC 產業。

半導體產業發展早期多集中在日本、美國、西歐等地區，亞洲地區多以勞力密集の後段封裝製程開始，然而 1980 年代末期韓國及 1990 年初台灣開始對困難度較高的半導體前段製程（亦即晶圓製造）進行大規模投資，同時新加坡隨之跟進，於是以往半導體產業集中在美國、日本、西歐等地，轉向亞洲，配合廣大的大陸市場，現在亞太地區可說是全球半導體產業的製造重心。台灣半導體工業發展自 1969 年引進半導體封裝迄今已有三十多年歷史，在政府有計畫的輔導、推動，以及業界多年來的辛苦經營，從上游晶圓材料到半導體設計業、製造業、封裝業、測試業等，產業結構可謂相當完整，產值亦迭創新高。（王興毅，2001）

台灣半導體產業在歷經了 30 多年的努力，2005 年在全球半導體產業排名僅次於美、日的全球第三大半導體生產國，2005 年半導體產業產值（含設計、製造、封裝、測試）為 11,179 億新台幣，其中設計業、製造業、封裝測試業產值分別占 25.49%、52.54%、21.96%（如表 1 所示）。並且預估 2006 年台灣整體半導體產業產值可達 12,000 億新台幣。

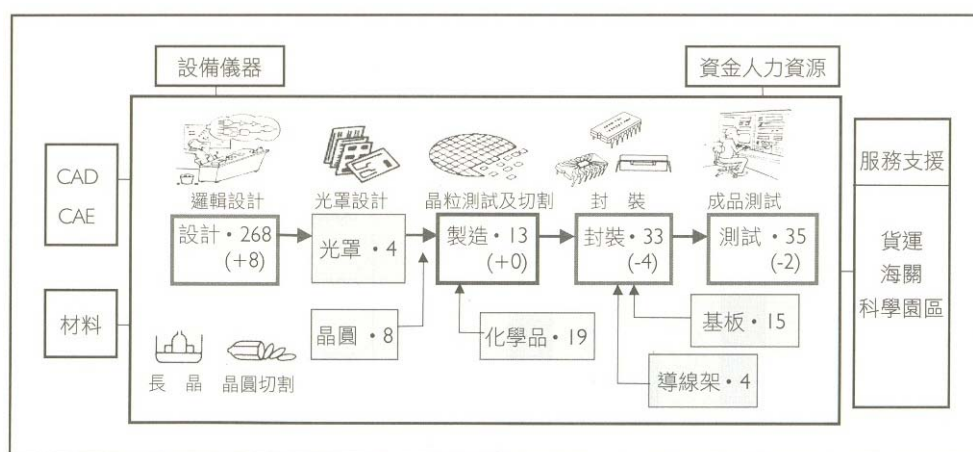
表 1：台灣半導體產業 2000-2005 年產值

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
產業產值	7,144	5,269	6,529	8,188	10,990	11,179
設計業	1,125	1,220	1,478	1,902	2,608	2,850
製造業	4,686	3,025	3,785	4,701	6,239	5,874
封裝業	978	771	948	1176	1,566	1,780
測試業	328	253	318	409	577	675

資料來源：半導體工業年鑑(2005, 2006)、本研究整理

相較國際大廠多以設計、製造、封裝、測試，甚至系統產品等上下游垂直整合方式經營，而台灣半導體產業與國外最大之不同點是在於專業分工的產業結構，採取上、下游垂直分工的經營型態，產業結構可謂相當完整，各家廠商可集中資源於單一產業領域，在半導體產業競爭越來越激烈、建廠資本越來越大及研發困難度越來越高的今日，台灣獨特的半導體產業垂直分工結構，卻恰能彰顯產業分工的優勢。

以台灣的專業分工體系而言(如圖 11)，至 2005 年底為止，台灣計有 268 家的半導體設計公司、8 家晶圓材料業者、4 家光罩公司、13 家晶圓製造公司、33 家封裝公司、35 家測試業者…。如此龐大且綿密之周邊相互支援體系，特別是製造業代工模式的成功，已成為亞太地區眾多新興國家競而仿效的對象，但台灣仍以完整的產業價值鏈與先進優異的製造實力遙遙領先。



資料來源：工研院 IEK(2006/04)

圖 11：2005 年台灣半導體產業結構

資料來源：半導體工業年鑑(2006)

3.1 國內半導體設計(Fabless)廠商概況分析

2005 年台灣半導體設計業者有 268 家，營業額共計達 2,850 億新台幣，佔台灣整體半導體產值 11,179 億新台幣的 25.5%，在全球市場占有率約三成，僅次於美國，居世界排名第二。若依平均每位員工產值比較，2005 年我國半導體設計業高出製造業 16 萬新台幣、為封裝業的 2.85 倍、測試業的 2.5 倍，顯示半導體設計業不需負擔高額生產設備及廠房成本，屬於腦力密集的創新導向高附加價值產業，吸引著眾多廠商投入。

台灣的半導體設計業已成功由資訊轉往消費性領域，但與全球半導體設計業以通訊

為主的營收結構仍有相當大的差異，所幸台灣業者以積極佈局無線通訊與新興數位消費性產品，並且台灣半導體設計業正受到一些新興應用科技的帶動，轉而挑戰難度更高的產品設計，例如聯發科技、凌陽、威盛、瑞銘、力原等相繼進入手機基頻晶片市場。手機晶片將成為未來的業務主力。而大尺寸面板因數位電視換機需求與台灣面板廠持續投資下，可望帶動相關業者的業績，預期 2006 年台灣半導體設計業的產值將達 3,200 億新台幣。

國內設計業的產品除了以資訊用的 IC 為主外，在數位多媒體產品用的半導體設計業者亦有不錯的表現，但因為國內產品同質性較高，容易形成價格競爭，展望未來，非 PC 應用市場（如通訊、家電等）的快速成長、SoC 系統單晶片(SoC, System on Chip)市場的興起，以及大陸廣大的數位消費市場的潛在胃納量，將是影響我國設計業下一波產業成長的重要因素。

目前台灣半導體設計業已歷經二個主要階段，第一階段是由 PC 相關的資訊（晶片組）與記憶體為成長動能；第二階段則是由消費性與光儲存接續成長動能。在此之後，在台灣有自信與能力切入無線通訊晶片後，搭配新興多媒體與平面顯示時代的來臨，未來台灣半導體設計產業的成長將可望由通訊與顯示器相關晶片扮演相當重要的角色。

本研究採用台灣半導體設計業中公開上市上櫃的公司為樣本，共計 72 家公司，依其業務比重將半導體設計業分為 16 類，如圖 12 所示。而在這 72 家半導體設計公司中，除客戶委託(ASIC)外，皆會在標準產品(ASSP)上採用自家品牌。因此在本研究所採用的半導體設計業者中，除從事半導體設計開發的業務，亦在推行自家品牌的產品不遺餘力。

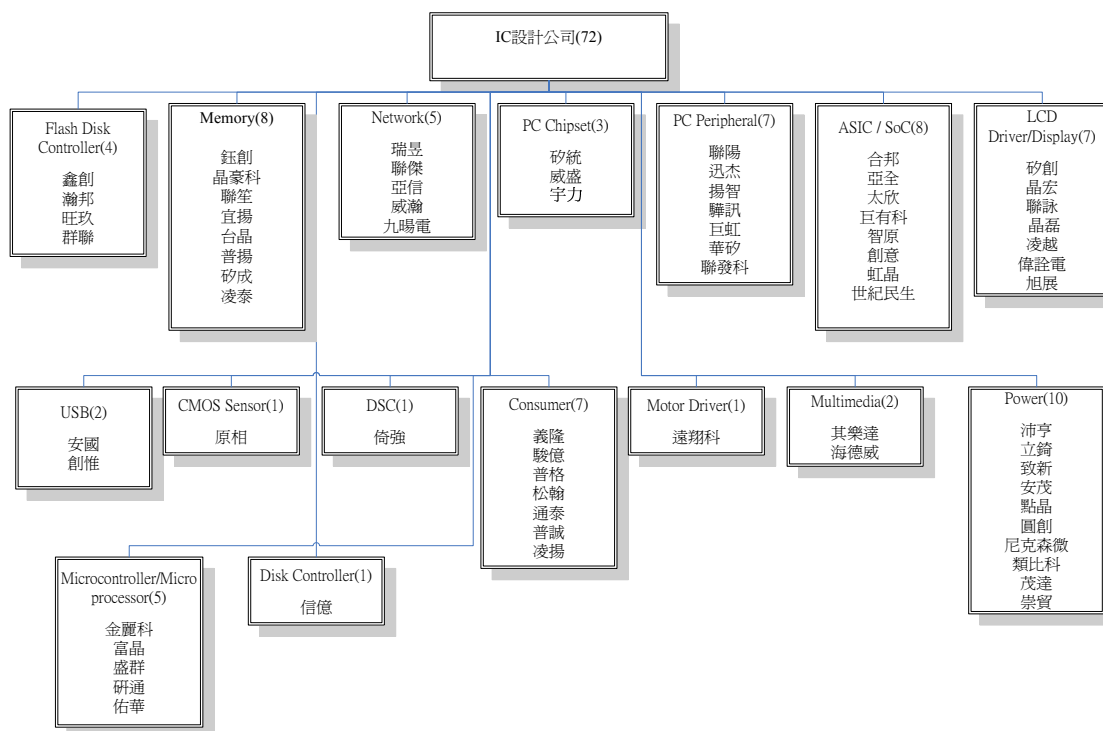


圖 12：台灣半導體設計業分類圖

資料來源：本研究整理

3.2 國內 IC 製造廠商概況分析

晶圓代工業是台灣最具全球競爭力的領域，在經歷 1999 年底聯電五合一、2000 年中台積電購併世大及德基之後，在台積電、聯電兩大晶圓廠跨世紀競爭之下，台灣晶圓代工的全球龍頭地位益形穩固。

2005 年底為止，台灣在半導體製造產業共有 8 家晶圓材料公司、4 家光罩公司、13 家晶圓製造公司。其中晶圓代工、DRAM 以及 IDM (Integrated Devices Manufacturer, 整合元件製造商)，是我國半導體製造業的三個主要領域，而晶圓代工的營收比重更已超過了整體 IC 製造業收入的一半，可謂產業重心之所在。於 2005 年全年半導體製造業營收達到 5,874 億新台幣 (2006 半導體工業年鑑)。而本研究依據台灣經濟新報資料庫，採用台灣半導體製造業中公開發上市上櫃的公司為樣本，分別採用聯電、台積電、旺宏、茂矽、華邦電、南科、華亞科、漢磊、力晶、世界、茂德、元隆電，共計 12 家公司。

目前台灣半導體製造業者仍持續進行產能的擴充，尤其集中在 12 吋晶圓廠的部分，以因應客戶高階製程的需求。總計台灣目前量產的 12 吋晶圓廠有 9 座：其中專注生產 DRAM 者有 6 座，專注晶圓代工者亦有三座。而至於 8 吋晶圓廠方面，目前尚未有其他

新廠建廠計畫，展望未來，台灣 IC 製造產能的增加將以 12 吋晶圓廠為主力。(2006 半導體工業年鑑)

3.3 國內半導體封裝測試廠商概況分析

2005 年底為止，台灣半導體封裝測試產業共有 33 家封裝公司、35 家測試公司。於 2005 年全年半導體封裝業營收 1,780 億新台幣、IC 測試業營收 675 億新台幣，共佔半導體產業產值近 22%。(2006 半導體工業年鑑)

晶圓代工製造是台灣半導體工業重要窗口所在，在國內從事晶圓代工生產的 IC 近七成績留在國內進行後段封裝，剩下的三成則直接以晶圓或晶粒方式出口，這其中除了部份是國外設計業者的特殊產品型態，國內業者無法提供封裝、測試服務外，主要還是 IDM 公司將代工產出的晶圓，運至海外的 In-house 廠自行從事封裝測試。

台灣半導體封裝產業，自 2002 年以來表現一直非常亮麗，由於海外整合元件(IDM)廠持續釋出後段封測委外訂單，加上終端產品市場需求擴增，海內外上游設計產業持續走強，均是帶動台灣封裝產業景氣繁榮的主要因素。應用於高腳數繪圖晶片、晶片組等產品的 BGA，為封裝營收的最主要貢獻來源，而多應用於 Optical Disk Driver、Mobile 等產品的 QFP，則為封裝營收中的第二大主力。目前台灣前三大封裝廠為日月光集團、矽品和華泰電子。

台灣測試產業產品分布以記憶體為主，日月光集團是台灣最大的測試廠商，其次是京元電子、南茂科技和力成科技。台灣的測試業歷年來都是以原品測試業務為主，其次是晶圓測試。近年來，隨著晶圓製造逐漸朝向 12 吋晶圓生產發展，加上過去晶圓製造與 IDM 業者在晶圓測試設備與產能更新的腳步停滯，晶圓測試委外趨勢更加明朗，給測試業者帶來極大商機。由於國外半導體大廠仍持續來台尋求封測產能支援，PC、手機、數位消費性電子產品及週邊元件的封測需求將持續擴張。

四、研究設計

本研究主要探討產業價值鏈的附加價值分佈型態與最佳的價值鏈環節，故擬以理論驗證方式，除了探討產業價值鏈的附加價值分佈外，並驗證企業經營績效、附加價值與企業所處價值鏈環節的關係。

然而如何選擇最適的經營績效指標以及最適的績效評估工具，除了可能面對指標眾多難以取捨外，指標更可能存在多屬性不易以共同基準衡量的困難。長久以來有多位學者努力發展出各種衡量模式，希望能客觀合理的評估經營績效，目前則以資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis) 因可處理多投入多產出的指標，且因採柏拉圖最佳境界 (Pareto Optimality) 之觀念評估一群決策單位 (Decision Making Unit, 簡稱 DMU) 之相對效率，所評估出來之效率值是在客觀條件下對受評單位最有利之結果，而廣為一般所接受。因此，在本階段擬採用的統計分析工具計有檢驗企業經營績效的資料包絡分析法，與驗證產業價值鏈價值移動模式的 Panel regression。

4.1 研究模型及資料分析方法

因此本研究方法分為三個階段，首先，以 CCR 模式比較在同一時期下各個 DMU 生產效率的表現，第二階段則以 BCC 模式探討效率變動來自純技術效率或是規模效率，然後從第一階段與第二階段計算出的生產效率、技術效率與規模效率，探討在產業價值鏈中，哪些環節的企業具有最適規模與最佳經營績效。最後，則利用 Panel data 迴歸分析，探討影響經營績效與附加價值的因素有哪些，並驗證微笑曲線的型態。

4.1.1 資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)

DEA 觀念可溯及 Farrell 於 1957 年所提出之生產效率衡量，Farrell 首先將生產效率 (productive efficiency) 分為技術效率 (technical efficiency) 及價格效率 (price efficiency)，並以等產量曲線來評估技術效率及價格效率，建立以數學規劃模式衡量效率之理論基礎。於 1978 年由三位學者 Charnes, Cooper 及 Rhodes (CCR) 依據 Farrell 之效率衡量觀念，建立一數學規劃模式後，DEA 便被廣泛使用在衡量固定規模報酬下多項投入、多項產出之效率評估上，也被應用到許多生產事業上。但是 CCR 模式是假設生產過程屬固定規模報酬，然而生產過程有可能屬於規模報酬遞增或規模報酬遞減，因此，Banker,

Charnes 與 Cooper(1984)以生產可能集的四個公理和 Shephard 的距離函數，導出能夠衡量技術效率(technical efficiency)及規模效率(scale efficiency)之 BCC 模式。因此 DEA 方法不但可對企業做整體性之考量並且也可提供決策者一個改善的方向。另外 DEA 可評估出相對效率較高的經營單位以供低效率的經營單位改進效率的參考方向，並可處理比率尺度的資料及順序尺度的資料，使其在資料處理上更具彈性。

為了有效瞭解資料包絡分析法，以下首先介紹 Farrell 模式，在接著討論 CCR 及 BCC 模式的理論基礎及推導程序。

1. Farrell 模式

Farrell(1957)提出生產邊界(production frontier)函數的觀念來衡量生產效率水準，其衡量方式是將最具效率的生產點連接成生產邊界，任一生產點與生產邊界之差異，即代表該生產點無效率的大小。換言之，廠商利用現有的技術水準，配合既定的要素組合，若生產到最大的潛在產出水準，則該生產點會落在生產邊界上，反之，若該生產點不在生產邊界上，則表示該生產點有生產無效率情形發生。

Farrell(1957)並進一步將總生產效率(overall efficiency, OE；或稱 pareto efficiency；或稱 economic efficiency)分解為技術效率(technical efficiency, TE；或稱 physical efficiency)和配置效率(allocation efficiency, AE；或稱 price efficiency)。

其中，

技術效率＝廠商在投入要素固定之下，所可能生產之最大產量之能力；或是在產出量固定之下，可能使用最少投入量之能力。

配置效率＝廠商在生產技術與投入要素之相對價格給定下，最適之投入去生產產品的能力。

總生產效率＝技術效率×配置效率。

Farrell(1957)對於衡量效率的理論，其基本假設有三：1.生產邊界(production frontier)是由最有效率的單位構成，無效率的單位皆位於此邊界內。2.各項樣本的經濟規模為固定規模報酬(CRS)。3.生產邊界凸向原點(convex)，每一點之斜率皆為負。

配合圖 13 來說明技術效率與配置效率和總生產效率的關係。假設某產業的一群樣本廠商，其生產技術為固定規模報酬(CRS)，使用兩種投入 x_1 與 x_2 生產單一產出 Y ，即 $Y = f(x_1, x_2)$ ，但由於此廠商為固定規模報酬(CRS)，則單位產出之要素組合量變為

$1 = f(x_1/Y, x_2/Y)$ 。SS' 為單位等產量曲線，代表生產一單位 Y 所需 x_1 、 x_2 的最小可能組合，線上每一點皆代表完全技術效率。若落在 SS' 右上方 (P 點)，表示不具有技術效率，因 Q 點與 P 點的產量相同，但 Q 點只需 P 點投入的 $\frac{OQ}{OP}$ 。故 P 點的技術效率可定義為：

$TE = \frac{OQ}{OP}$ ($0 \leq TE \leq 1$)。若廠商兩種生產要素投入的邊際技術替代率(marginal rate of technical substitution, MRTS)等於兩要素價格的比率，即 $MRTS = \frac{w_1}{w_2}$ ，稱已達「配置效率」，反之，若兩生產要素投入之邊際技術替代率不等於兩要素價格比，則稱為配置無效率。圖中 Q 點雖位於等產量曲線(SS')上，但並非是成本最低點，成本最低點應是等產量曲線(SS')與等成本曲線(AA')相切之 Q' 點。Q' 點與 Q 點的產量相同，但只需投入 OR 之成本，RQ 表示在 Q' 生產較 Q 生產減少的生產成本。因此， $\frac{OR}{OQ}$ 是 P 點之配置效率 ($0 \leq AE \leq 1$)。據此總生產效率 ($0 \leq OE \leq 1$) 等於技術效率乘以配置效率

$(\frac{OR}{OP} = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ})$ 。

$$\left(\frac{OR}{OP} = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ}\right)$$

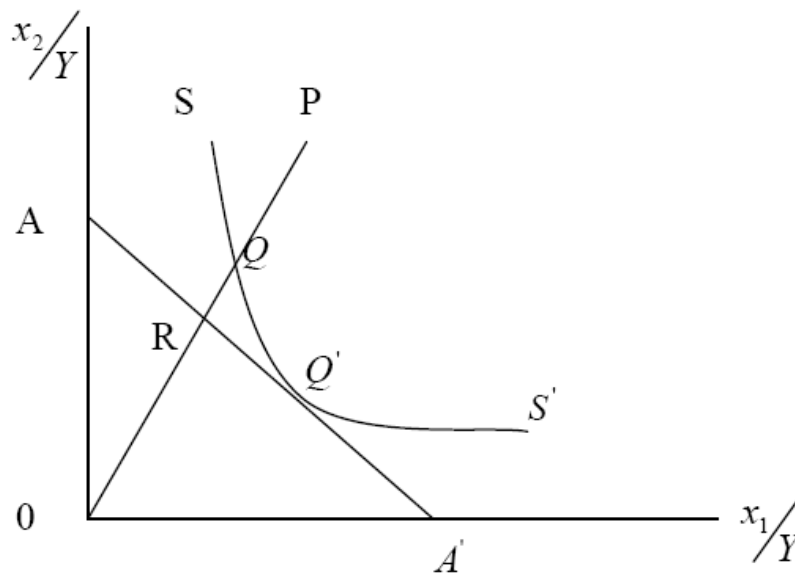


圖 13：Farrell 效率示意圖（投入導向）

2. CCR 模式

DEA 最早是由 Charnes, Cooper and Rhodes 於 1978 年所發展出，稱為 CCR 模式。此觀念是將 Farrell(1957)單一產出的效率衡量擴充為多產出型式，並利用線性規劃法及

對偶定理(duality theory)，計算出各決策單位之相對效率值，同時各 DMU 可任選組合係數，但必須符合任選的係數用於其他 DMU 時，所評估的效率值不得超過 1 之限制條件，使評估效率值達到最大。

假設有 n 個決策單位(DMU, $r=1,2,3,\dots, k,\dots,n$)， DMU_k 使用 m 種投入要素($x_{ik}, j=1,2,3,\dots,m$)，生產 s 種產出($y_{jk}, j=1,2,3,\dots,s$)，當評估第 k 個 DMU(DMU_k)之效率值時，便以 U_i 與 V_j 分別代表結合各項投入 i 與產出 j 的未知權重，同時計算產出與投入的比值，求得各 DMU 之效率值。則第 k 個 DMU(DMU_k)之效率值可由下面模式求得：

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad h_k &= \frac{\sum_{j=1}^s V_j Y_{jk}}{\sum_{i=1}^m U_i X_{ik}} \\
 \text{subject to} \quad &\frac{\sum_{j=1}^s V_j Y_{jr}}{\sum_{i=1}^m U_i X_{ir}} \leq 1; \quad (r=1,2,\dots,n) \\
 &U_i \geq 0; i=1,2,3,\dots,m \\
 &V_j \geq 0; j=1,2,3,\dots,s
 \end{aligned} \tag{1}$$

其中，

Y_{jk} 代表 DMU_k 之第 j 項產出

X_{ik} 代表 DMU_k 之第 i 項投入

V_j 代表第 j 項產出之虛擬權數

U_i 代表第 i 項投入之虛擬權數

h_k 代表 DMU_k 的相對效率值

本模型是在限制各個 DMU 之效率在 0 與 1 間之下，尋找出使 h_k 最大之 V 與 U 權數， h_k 之最大值為 1。由於各個 DMU 均會進入目標及限制函數中，而所有的限制條件均相同，因此所得到的各 DMU 之效率值可互相比較，即得到所謂的相對效率。

但由於(1)為一分數規劃模式(fractional programming)也就是非線性規劃，可以產生無數解。故 Charnes and Cooper(1962)將其轉換較易處理的線性規劃問題，轉換呈線性規劃會有兩種模式，一種稱為投入導向模式(Input-Oriented)，另一種稱為產出導向模式(output-oriented)，分述如下

- 投入導向模式(Input-Oriented)

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & h_k = \sum_{j=1}^s V_j Y_{jk} \\
 \text{subject to} \quad & \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} = 1 \\
 & \sum_{j=1}^s V_j Y_{jr} - \sum_{i=1}^m U_i X_{ir} \leq 0 \quad ;(r=1,2,\dots,n) \quad (2) \\
 & U_i \geq 0; i=1,2,3,\dots,m \\
 & V_j \geq 0; j=1,2,3,\dots,s
 \end{aligned}$$

由(2)式可得知，令投入項的加權總合為 1，而分別求各 DMU 產出的極大，其產出的加權總合最大值即為其效率。而(2)式中，其限制式的個數($n+m+s+1$)明顯多於變數($m+s$)，所以為了將限制式的數目減少，可將(2)式轉成對偶(duality)型式以方便求解。

(2)式轉換成對偶模式並加入差額變數觀念如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & h_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right) \\
 \text{subject to} \quad & \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - h_k X_{ik} + S_{ik}^- = 0 \\
 & \sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0 \\
 & \lambda_r \geq 0, r=1,2,3,\dots,n \\
 & S_{ik}^- \geq 0, i=1,2,3,\dots,m \\
 & S_{jk}^+ \geq 0, j=1,2,3,\dots,s \\
 & \varepsilon \text{ 為非阿基米得數}(non-Archimedean, \text{ 本研究令 } \varepsilon=10^{-6})
 \end{aligned} \quad (3)$$

(3)式中， S_i^- 代表投入項的差額變數(slack variable)， S_j^+ 代表產出項的差額變數， λ 為賦予各 DMU 權重之乘數， h 則代表受評估 DMU 所有投入等比例減少的潛在額度。當 $h_k=1$ ， $S_{ik}^- = S_{jk}^+ = 0$ 時，表示 DMU_k 具有技術效率；當 $h_k < 1$ 時，該 DMU_k 未達技術效率，由(3)式可建議各產出及投入的調整方向及調整值，在建議值成立後可讓效率值達到 1。

$$\begin{aligned}
 X_{ik}^* &= h_k^* X_{ik} - S_{ik}^- \\
 Y_{jk}^* &= Y_{jk} + S_{jk}^+
 \end{aligned}$$

式中，

X_{ik}, Y_{jk} 為無效率時投入與產出之實際值。

X_{ik}^*, Y_{jk}^* 為無效率時投入與產出之目標值。

h_k^* 為 DMU_k 所有投入等比例減少的潛在額度。

● 產出導向模式(Output-Oriented)

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & h_k' = \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} \\
 \text{subject to} \quad & \sum_{j=1}^s V_j Y_{jk} = 1 \\
 & \sum_{j=1}^s V_j Y_{jr} - \sum_{i=1}^m U_i X_{ir} \leq 0 \quad ;(r=1,2,\dots,n) \\
 & U_i \geq 0; i=1,2,3,\dots,m \\
 & V_j \geq 0; j=1,2,3,\dots,s
 \end{aligned} \tag{4}$$

由(4)式可得知，令產出項的加權總數和為1，而分別求各 DMU 投入的極小，其投入的加權總和的最小值的倒數即為其效率。

(4)式轉換成對偶模式並加入差額變數觀念如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \quad & h_k + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right) \\
 \text{subject to} \quad & \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - X_{ik} + S_{ik}^- = 0 \\
 & \sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - h_k' Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0 \\
 & \lambda_r \geq 0, r=1,2,3,\dots,n \\
 & S_{ik}^- \geq 0, i=1,2,3,\dots,m \\
 & S_{jk}^+ \geq 0, j=1,2,3,\dots,s \\
 & \varepsilon \text{ 為非阿基米得數}(non-Archimedean, \text{ 本研究令 } \varepsilon=10^{-6})
 \end{aligned} \tag{5}$$

(5)式中， h_k' 為受評估 DMU 所有產出等比例增加的潛在額度，當 $h_k'=1$ ， $S_{ik}^- = S_{jk}^+ = 0$ 時，表示 DMU_k 具有技術效率。當 $h_k' < 1$ 時，該 DMU_k 未達技術效率，經由下列式子調整後，可讓效率值達到1。

$$X_{ik}^* = X_{ik} - S_{ik}^-$$

$$Y_{jk}^* = h_k^+ Y_{jk} + S_{rk}^+$$

式中，

X_{ik}, Y_{jk} 為無效率時投入與產出之實際值。

X_{ik}^*, Y_{jk}^* 為無效率時投入與產出之目標值。

h_k^+ 為 DMU_k 所有投入等比例減少的潛在額度。

3. BCC 模式

上述 CCR 模式雖然可以衡量個 DMU 的效率值，但在計算過程中，與 Farrell 一樣都有固定規模報酬的假設。但當規模為非固定時，可能由於運作規模的不適當，而造成無效率，因此 Banker, Charnes and Cooper (1984) 將 CCR 模式再擴展。其概念是對生產可能集合 (production possibility set) 作一些假設，再引用 Shephard 距離函數 (distance function) 的觀念，推導出可衡量純粹技術效率和規模效率的模式，稱為 BCC 模式。

BCC 定義生產可能集合 (T) 為： $T = \{(X, Y) | Y \geq 0, X \geq 0, \text{產出 } Y \text{ 由投入 } X \text{ 所產出}\}$

根據生產可能集合，可定義出投入可能集合 (input possibility set)：

$$L(X) = \{X | (X, Y) \in T\}$$

產出可能集合 (Output Possibility Set)： $P(X) = \{X | (X, Y) \in T\}$

並假定生產可能集合 (T) 滿足下列四項個特性：

1. $(X_k, Y_k) \in T, k=1, 2, \dots, n; \theta_k \geq 0, \sum_{k=1}^n \theta_k = 1$ ：則 $(\sum_{k=1}^n \theta_k X_k, \sum_{k=1}^n \theta_k Y_k) \in T$ ， T 為一凸集合，也就是生產邊界是凸向原點
2. 若 $(X, Y) \in T$ ，且 $\bar{X} \geq X$ ，則 $(\bar{X}, Y) \in T$
若 $(X, Y) \in T$ ，且 $\bar{Y} \geq Y$ ，則 $(X, \bar{Y}) \in T$ ，
表示以較多的投入或較少的產出進行生產是可能的。
3. 若 $(X, Y) \in T$ ，且 $t > 0$ ，均可使 $(tX, tY) \in T$ ，表示表示隱含固定規模報酬。
4. T 為滿足上述三項特性而形成的集合。

利用 BCC 模式導出純粹技術效率(PTE)與規模效率(SE)，如圖 14 所示，假設處於單一投入與單一產出的情況下，設有 A、B、C、D、E 五個 DMU，其中 A、B、C、E 四個 DMU 形成效率前緣，及變動規模的效率前緣(以下簡稱 VRS Front)，而 OK 線為固定規模的效率前緣(以下簡稱 CRS Front)。以投入面而言，D 生產 OF 產量需 FD 的投入，但 B 點生產同樣 OF 產量只需 FB 之投入，因而定義 D 之投入面效率=FB/FD，此即為純粹技術效率(PTE)。另就產出面而言，D 投入 OI 可生產 ID 產量，但 E 點同樣投入 OI 卻可生產 IE 之產量，因此定義 D 之產出面效率=ID/IE。C 點所代表的是整體有效率，表示同時具有純粹技術效率與規模效率，若保持 OF 產量，若 B 能達到 C 之平均產量，則只需 FG 投入量即可，因而定義 B 之規模效率(SE)=FG/FB。若在 OF 產出量固定情形下，要同時達到技術效率及規模效率只需 FG 之投入量，因而定義技術效率=FG/FD，此即為 CCR 模式所衡量的技術效率=(FB/FD)×(FG/FB)=純粹技術效率(PTE)×規模效率(SE)。

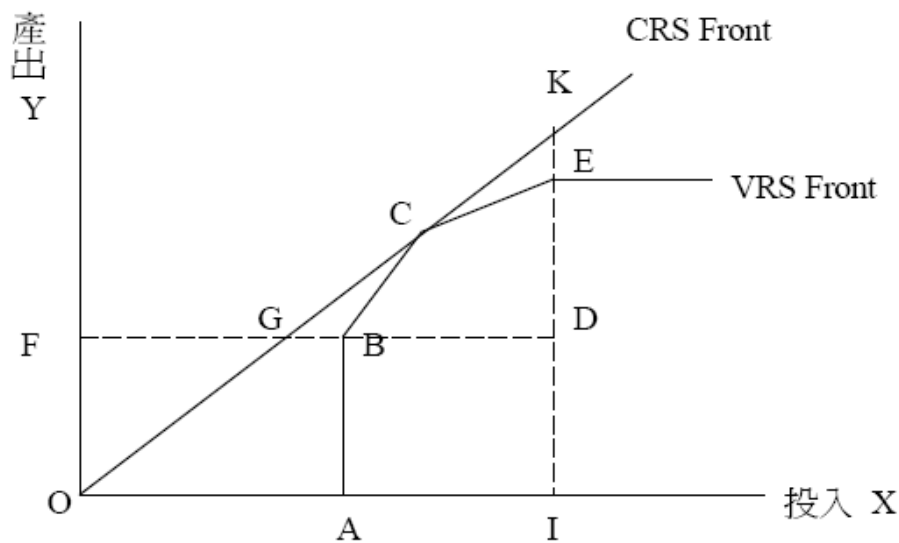


圖 14：技術效率、純技術效率、規模效率

此外 BCC 模式亦可從投入導向模式產出導向模式兩方面來著手。

- 投入導向模式(Input-Oriented)

就投入導向的線性規劃如下：

$$\begin{aligned}
\text{Max} \quad & h_k = \sum_{j=1}^s V_j Y_{jk} - C_k \\
\text{subject to} \quad & \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} = 1 \\
& \sum_{j=1}^s V_j Y_{jr} - \sum_{i=1}^m U_i X_{ir} - C_r \leq 0 \quad ;(r=1,2,\dots,n) \\
& U_i \geq 0; i=1,2,3,\dots,m \\
& V_j \geq 0; j=1,2,3,\dots,s
\end{aligned} \tag{6}$$

其中， C_k 為一常數，可視為規模報酬指標，其判斷方法如下：

$C_k > 0$ 表該 DMU 處規模報酬遞減狀態

$C_k = 0$ 表該 DMU 處規模報酬固定狀態

$C_k < 0$ 表該 DMU 處規模報酬遞增狀態

(6)式轉換成對偶模式並加入差額變數觀念如下：

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & h_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right) \\
\text{subject to} \quad & \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - \theta_k X_{ik} + S_{ik}^- = 0 \\
& \sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0 \\
& \sum_{r=1}^n \lambda_r = 1 \\
& \lambda_r \geq 0, r=1,2,3,\dots,n \\
& S_{ik}^- \geq 0, i=1,2,3,\dots,m \\
& S_{jk}^+ \geq 0, j=1,2,3,\dots,s \\
& \varepsilon \text{ 為非阿基米得數}(non-Archimedean, \text{ 本研究令 } \varepsilon=10^{-6})
\end{aligned} \tag{7}$$

- 產出導向模式(Output-Oriented)

就產出導向的線性規劃如下：

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & h_k' = \sum_{i=1}^m U_i X_{ik} + D_k \\
\text{subject to} \quad & \sum_{j=1}^s V_j Y_{jk} = 1 \\
& \sum_{j=1}^s V_j Y_{jr} - \sum_{i=1}^m U_i X_{ir} - D_r \leq 0 \quad ;(r=1,2,\dots,n) \\
& U_i \geq 0; i=1,2,3,\dots,m \\
& V_j \geq 0; j=1,2,3,\dots,s
\end{aligned} \tag{8}$$

其中， D_k 為一常數，可視為規模報酬指標，其判斷方法如下：

$D_k > 0$ 表該 DMU 處規模報酬遞減狀態

$D_k = 0$ 表該 DMU 處規模報酬固定狀態

$D_k < 0$ 表該 DMU 處規模報酬遞增狀態

(8)式轉換成對偶模式並加入差額變數觀念如下：

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & h_k' + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right) \\
\text{subject to} \quad & \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - X_{ik} + S_{ik}^- = 0 \\
& \sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - \Phi_k Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0 \\
& \sum_{r=1}^n \lambda_r = 1 \\
& \lambda_r \geq 0, r=1,2,3,\dots,n \\
& S_{ik}^- \geq 0, i=1,2,3,\dots,m \\
& S_{jk}^+ \geq 0, j=1,2,3,\dots,s \\
& \varepsilon \text{ 為非阿基米得數 (non-Archimedean, 本研究令 } \varepsilon = 10^{-6} \text{)}
\end{aligned} \tag{9}$$

在固定規模報酬(CRS)下，投入面的技術效率(TE_{CRS})，會等於在變動規模報酬(VRS)下，投入面的純粹技術效率(TE_{VRS})和投入面的規模效率(TE_{scale})二者的乘積，關係式如下： $TE_{CRS} = TE_{VRS} \times TE_{scale}$

上述所衡量的 TE_{CRS} 、 TE_{VRS} 、 TE_{scale} 皆介於 0 與 1 之間，當等於 1 時，即處於最適效率水準，如 $TE_{scale}=1$ 表該 DMU 處於最適規模水準。其中 TE_{scale} 小於 1 時，並無法指出該規模無效率是由於遞增或遞減規模報酬所引起，針對此點，Fare et al(1985)提出需計算非遞增規模報酬(non-increasing returns to scale, NIRS)限制條件下之技術效率後，再

與 TE_{CRS} 、 TE_{VRS} 進行比較。判斷條件如下：

當 $TE_{NIRS} \neq TE_{VRS}$ 時，DMU 處規模報酬遞增階段；

當 $TE_{NIRS} = TE_{VRS}$ 時，DMU 處規模報酬遞減階段；

當 $TE_{CRS} = TE_{VRS}$ 時，DMU 處固定規模報酬階段；

而模型只要將(7)式與(9)式的限制條件 $\sum_{r=1}^n \lambda_r = 1$ 改為 $\sum_{r=1}^n \lambda_r \leq 1$ ，重新求解下述線性規

劃問題：

1. 投入導向模式

$$\text{Min } h_k - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right)$$

$$\text{subject to } \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - \theta_k X_{ik} + S_{ik}^- = 0$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_r \leq 0$$

$$\lambda_r, S_{ik}^-, S_{jk}^+ \geq 0,$$

ε 為非阿基米得數 (*non-Archimedean*)，本研究令 $\varepsilon = 10^{-6}$



(10)

2. 產出導向模式

$$\text{Min } h_k' + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_{ik}^- + \sum_{j=1}^s S_{jk}^+ \right)$$

$$\text{subject to } \sum_{r=1}^n \lambda_r X_{ir} - X_{ik} + S_{ik}^- = 0$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_r Y_{jr} - \Phi_K Y_{jk} - S_{jk}^+ = 0$$

$$\sum_{r=1}^n \lambda_r \leq 1$$

$$\lambda_r, S_{ik}^-, S_{jk}^+ \geq 0,$$

ε 為非阿基米得數 (*non-Archimedean*)，本研究令 $\varepsilon = 10^{-6}$

(11)

4.1.2 Panel data regression analysis

在衡量時間序列和橫斷面資料時，一般採用普通最小平方法 (Ordinary Least Square,

OLS)來分析，但此法易產生全體資訊分析結果與個別資料分析結果不一致的情形，而採用兼具時間序列(Time-series)和橫斷面(Cross-section)分析的 Panel Data 則可解決偏誤的困擾。因此，採用聯合方程式估計確實比單一方程式估計較為嚴謹，並進而推導出三種共用時間序列與橫斷面資料的模式，分別為基本迴歸模型（又稱普通最小平方法，Ordinary Least Squares Model）、固定效果模型、隨機效果模型，以下分別說明之。

1. 基本迴歸模型(Classical Regression Model)

當個體異質性不存在時，若將所有樣本是為跨時期、跨單位的整體混和資料(Pooled Data)由於截距項並不會隨著個體不同而改變，故可以直接利用基本迴歸模型進行分析，縱橫資料中的橫斷面時間序列之基本迴歸模型如下：

$$\begin{aligned}
 Y_{it} &= \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it}, \\
 i &= 1, 2, \dots, N \\
 t &= 1, 2, \dots, T
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

其中，

$i = 1, 2, \dots, N$ 為同一時期不同橫斷面單位；

$t = 1, 2, \dots, T$ 代表研究期間；

Y_{it} 為第 i 單位在第 t 期支應變數樣本觀察值；

X_{kit} 為第 i 單位在第 t 期第 k 個解釋變數的樣本觀察值；

ε_{it} 代表隨機誤差，且 $E(\varepsilon_{it}) = 0$, $Var(\varepsilon_{it}) = \sigma^2$ ；

β_k , $k = 1, 2, \dots, K$ ，為方程式係數，解社在一段時間內為固定不變的常數；

α ，代表截距項係數。



2. 固定效果模型(Fixed Effects Model)

有時候基本迴歸模型假設截距項為常數可能是不合理的，亦即當個體異質性存在而導致模式的截距項會隨著個體不同而改變時，在模式內必須加上虛擬變數(Dummy Variables)允許截距項的變化，因此，虛擬變數模式將設定只有截距項會改變，其他自變數則不會，且截距項只因個體不同而改變，不會隨時間改變，同時，此模式也將假設對於所有的橫斷面個體和每一期別，誤差項 ε_{it} 是為獨立且其分配為 $N(0, \delta_i^2)$ ，所以可以確定個體及不同時其的差異都會被包含在截距項當中。藉由虛擬變數估計母體中未被列入

的觀察值對迴歸模型的影響,來消除不同銀行之間的差異性,同時縮小模型的共變異數。

- 一元固定效果模型(One-Way Fixed Effects Model)

$$Y_{it} = \alpha_1 d_{1jt} + \alpha_2 d_{2jt} + \dots + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} = \sum_{j=1}^N \alpha_j d_{jt} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

其中，

α_i , $i=1,2,\dots,I$, 代表截距項係數，為固定效果,也就是每一家 OBU 的性質都不相同，但在同一段時間內固定不變。

d_{jt} 為虛擬變數，若 $j=s$ 則 d_{jt} 為 1;若 $j \neq s$ 則 d_{jt} 為 0。

- 二元固定效果模型(Two-Way Fixed Effects Model)

在 Panel Data 模型中，若要考慮多個變數的影響，則採用二元固定效果模型：

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \alpha_0 + \alpha_1 d_{1jt} + \alpha_2 d_{2jt} + \dots + \gamma_2 e_{2\tau i} + \gamma_3 e_{3\tau i} + \dots + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \\ &= \alpha_0 + \sum_{j=1}^N \alpha_j d_{jt} + \sum_{\tau=1}^{T-1} \gamma_\tau e_{\tau i} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (14)$$

其中，

γ_t , $t=1,2,\dots,T$, 代表時間截距項係數；

$e_{\tau i}$ 為虛擬變數，若 $\tau=t$, 則 $e_{\tau i}=1$ ；反之若 $\tau \neq t$, 則 $e_{\tau i}=0$ 。

3. 隨機效果模型(Random Effects Model)

假設母體內的同質性高，樣本的取得採隨機抽樣，且在迴歸式中，表現個體差異的截距項是以隨機型態出現。在固定效果模型中 α_i 為固定的截距項係數，若 α_i 為隨機型態或含有特定的群體因素，則 $\alpha_i = \alpha + \mu_i$ ，其模型列示如下：

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} = (\alpha + \mu_i) + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

其中，

α 代表截距，以隨機方式出現；

μ_i 為截距項誤差；

x_{kit} 為第 i 家 OBU 第 t 期第 k 個解釋變數；

ε_{it} 為誤差項；

$$\text{且 } E(\mu_i) = E(\varepsilon_{it}) = 0; \quad E(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_\varepsilon^2; \quad E(\mu_i^2) = \sigma_\mu^2;$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \mu_i) = 0; \quad \text{Var}(\mu_i + \varepsilon_{it}) = \sigma^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\mu^2$$

同時，依據學者 Judge, Griffiths, and Hill(1997)的理論推導，證明誤差成分模式有以下特性存在：

$$\text{Var}(\varepsilon_{it}) = \text{Var}(\mu_i) + \text{Var}(\omega_{it}) = \delta_\mu^2 + \delta_\omega^2, \quad \omega_{it} = \varepsilon_{it} - \mu_i, \quad \text{為組合誤差項} \quad (16)$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is}) = \delta_\mu^2 (t \neq s) \quad (17)$$

$$\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0 (i \neq j) \quad (18)$$

並且，由以上估計式(16)，誤差項具有同質變異性，且(17)式同一個體不同時其的誤差項有相關性，及(18)式不同個體的誤差項不相關等特性，亦即隨機效果模式誤差項間存在序列相關(Serial Correlation)的問題，直接運用普通最小平方模式來進行估計不再是準確的，因此，誤差成分模式必須轉換採用一般化加權最小平方估計式(Generalized Least Squares Estimation)，來獲得一些更精確的統計量。經轉換後方程式如下：

$$Y_{it} - \lambda \bar{Y}_i = \alpha(1 - \lambda) + \sum_{k=1}^K \beta_k (x_{kit} - \lambda \bar{x}_{ki}) + (\varepsilon_{it} - \lambda \bar{\varepsilon}_i)$$

$$\text{其中， } \lambda = 1 - \left[\frac{\sigma_w^2}{\sigma_w^2 + T\sigma_\mu^2} \right]^{1/2} \quad (19)$$

$$\bar{Y}_i = T^{-1} \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

$$\bar{x}_{ki} = T^{-1} \sum_{t=1}^T x_{kit}$$

由於企業的效率值在不同年度之間有顯著差異，表示運用迴歸分析時需要控制時間效果(time effect)。此外，由於企業之間營運差異亦大（特別是在不同產業價值鏈之下），此亦隱含迴歸分析時需要控制樣本的異質性(heteroscedasticity)，故本計畫擬採用 panel data Random-effects GLS regression 估計。

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \gamma_t + \varepsilon_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

其中，

α_j ：截距項，代表每個橫斷面有不同結構，但以隨機變數表示，即 $\alpha_j = \alpha + u_j$ ，表示其截距項為隨機出現。

α ：為 α_j 之期望值。

u_j ：截距之誤差項，代表隨機之樣本個別效果。

γ_t ：為第 t 期隨機之時間效果。

$\varepsilon_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$ ：隨機誤差項，

且 $E(u_i u_j) = 0$ ，當 $i \neq j$ ； $E(u_i) = 0$ ； $E(u_i u_j) = \sigma_u^2$ ； $E(u_i \varepsilon_{it}) = 0$ ；

$E(\gamma_t \gamma_r) = 0$ ，當 $t \neq r$ ； $E(\gamma_t) = 0$ ； $E(\gamma_t \gamma_r) = \sigma_\gamma^2$ ； $E(\gamma_t \varepsilon_{it}) = 0$

4.2 研究對象及資料來源

本研究依半導體產業上、中、下游的關係，將價值鏈依上、中、下游區分為半導體設計業、半導體製造業、半導體封裝測試業。研究對象以台灣經濟新報資料庫之半導體產業上市（櫃）公司為主，總計 108 家公司，產業價值鏈的分類則依據半導體工業年鑑以及台灣經濟新報資料庫分類為主，若出現廠商分類不一致時，則以台灣證券基金會所列舉廠商主要經營業務為判斷標準，再經過詢問多位專家後，確定廠商分類。另外，為了避免研究期間涵蓋時間太長將模糊了其間組織績效的變動，而涵蓋時間太短又無法完整的表現組織績效，因此本研究的研究期間取自西元 2000 年至西元 2005 年。

4.3 變數定義及衡量

此部分分為兩部分說明。首先篩選資料包絡分析法所使用的投入產出變數，運用 Pearson 相關係數執行投入項與產出項之相關性檢定，並選取正相關係數高的變數。接著說明 Panel data 迴歸分析所使用到的應變數及自變數，應變數 Y 分別為獲利率及附加價值，自變數 X 為時間效果、價值鏈。

4.3.1 篩選資料包絡分析法所使用的投入產出項

DEA 方法在處理多項投入、多項產出時雖有其優點，但其所處理之投入產出項個數並非毫無限制，當投入項與產出項增加時，DMU 個數亦須相對增加，方能應用包絡線原理尋找最有效率的 DMU，否則每增加一投入產出項，則必須以降低 DEA 之鑑別力(discriminating power)為代價。故要選用多少項目，可參照 Banker et al.(1984)所建議之

經驗法則(rule of thumb), 即「受評單位之個數至少應為投入項個數與產出項個數和之二倍」。因本研究對象之一半導體製造業廠商家數為 12 家, 故投入項變數與產出項變數之個數和最多為 6。

限於投入項個數與產出項個數和最多為 6, 因此本研究先從文獻理論篩選出對產出有貢獻的資源當作投入項, 而能達成組織目標之具體化衡量項目當作產出項, 之後, 運用 Pearson 相關係數執行投入項與產出項之相關性檢定, 並在符合等幅擴張性(is tonicity)原則下, 選取正相關係數高的變數, 選取結果如表 2 所示, 其中投入項計有固定資產、員工人數、營業費用, 產出項計有營業收入淨額。

表 2：投入產出項 Pearson 相關性檢定結果

	固定資產	員工人數	營業費用	每人配備率	研發投入費用率
2005 年					
營業收入淨額	0.909**	0.819**	0.934**	0.395**	-0.111
稅前淨利	0.745**	0.578**	0.776**	0.255**	-0.071
資產報酬率	0.089	0.067	0.102	0.074	-0.380**
股東權益報酬率	0.035	0.020	0.066	0.019	-0.372**
每股盈餘	-0.004	-0.017	0.121	-0.018	-0.243**
2004 年					
營業收入淨額	0.960**	0.804**	0.965**	0.393**	-0.124
稅前淨利	0.931**	0.695**	0.905**	0.367**	-0.105
資產報酬率	0.152	0.036	0.109	0.061	-0.325**
股東權益報酬率	0.078	0.105	0.042	0.009	-0.261**
每股盈餘	0.051	0.015	0.075	-0.021	-0.218*
2003 年					
營業收入淨額	0.947**	0.865**	0.965**	0.469**	-0.080
稅前淨利	0.806**	0.676**	0.805**	0.257**	-0.062
資產報酬率	0.017	-0.025	0.002	-0.120	-0.254**
股東權益報酬率	-0.084	-0.138	-0.087	-0.256**	-0.138
每股盈餘	-0.086	-0.117	0.003	-0.225*	-0.096
2002 年					
營業收入淨額	0.947**	0.884**	0.923**	0.469**	-0.065
稅前淨利	0.602**	0.460**	0.425**	0.128	-0.134
資產報酬率	-0.005	-0.054	-0.058	-0.134	-0.356**
股東權益報酬率	-0.066	-0.127	-0.133	-0.234*	-0.181
每股盈餘	-0.088	-0.143	-0.094	-0.238*	-0.173
2001 年					
營業收入淨額	0.943**	0.899**	0.937**	0.516**	-0.042
稅前淨利	-0.011	-0.044	-0.082	-0.377**	0.003
資產報酬率	0.024	0.014	0.036	-0.031	-0.380**
股東權益報酬率	-0.038	-0.069	-0.019	-0.167	-0.249*
每股盈餘	-0.086	-0.128	-0.038	-0.254*	-0.114
2000 年					
營業收入淨額	0.968**	0.889**	0.968**	0.598**	-0.111
稅前淨利	0.965**	0.834**	0.909**	0.541**	-0.096
資產報酬率	0.120	0.054	0.148	0.000	-0.230*
股東權益報酬率	0.051	-0.025	0.086	-0.051	-0.129
每股盈餘	0.037	-0.040	0.092	-0.060	-0.111

註：**：表 P<0.05, *：表 P<0.1

4.3.2 應變數：獲利率、附加價值

1. 獲利率

獲利率的衡量標準到目前尚無一定論，傳統研究習慣以財務性比率作為企業獲利率的衡量指標，Woo 與 Willard(1983)指出，儘管以財務比率衡量企業的獲利率有許多限制，但它仍然是衡量企業獲利率的最重要方法。通常衡量企業獲利率的財務衡量指標有四個：投資報酬率(Return on Investment, ROI)、股東權益報酬率 (Return on Equity, ROE)、資產報酬率(Return on total Assets, ROA)與稅前淨利率(Return on Sales, ROS)。本研究採用的財務比率衡量指標共計有資產報酬率、股東權益報酬率、以及稅前淨利率，除了股東權益報酬率採計稅後資料外，其餘皆以稅前為標準，以排除政府與產業政策的干擾因素。

2. 附加價值

本研究中以無形資產作為附加價值的代理變數。依 Sveiby(2002)彙整的評價方法中的權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)、Tobin's Q ratio、智慧資本附加價值係數(VAICTM)、經濟附加價值(EVA)及資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)五種方法，計算各公司之附加價值。計算方式如下表 3：

表 3：本研究採用附加價值代理變數之無形資產計算公式

方法名稱	公式
權益市價淨值比 (M/B ratio)	$\frac{MV}{BV} = \frac{\text{股票市值} \times \text{在外流通普通股數}}{\text{總資產帳面價值} - \text{總負債帳面值}}$
Tobin's Q Ratio	$\text{Approximate Tobin } Q = \frac{MVE + PS + DEBT}{\text{總資產}}$ $MVE = \text{股價} \times \text{在外流通普通股數}$ $PS = \text{流通在外特別股清算價值}$ $DEBT = \text{流動負債} - \text{流動資產} + \text{長期負債}$
經濟附加價值(EVA)	$EVA = (\text{投入資本報酬率} - WACC) \times \text{期初投入成本}$
智慧資本附加價值係數 (VAIC TM)	$VA = \text{折舊} + \text{股利} + \text{營業稅費用} + \text{保留盈餘} + \text{薪資費用}$ $VAIC^{TM} = \text{投入資本效率指數} + \text{人力資本效率指數} + \text{結構資本效率指數}$ $= \frac{VA}{\text{淨資產帳面值}} + \frac{VA}{\text{薪資費用}} + \frac{VA - \text{薪資費用}}{VA}$
資本化超額盈餘法 (CEEM-IAV)	$\text{無形資產價值} = \frac{\text{正常經濟收益} - (\text{有形資產價值} \times \text{有形資產合理報酬率})}{\text{資本化比率}}$

資料來源：本研究整理

4.3.2 自變數：時間效果、價值鏈

1. 時間效果

由於企業的效率值在不同年度之間有顯著差異，故在運用迴歸分析時需要控制時間效果(time effect)。故在本研究中加入時間效果為自變數，除控制時間效果外，亦可由此一變數觀察景氣循環的影響。

2. 價值鏈

本研究依半導體產業上、中、下游的關係，將價值鏈依上、中、下游區分為半導體設計業、半導體製造業、半導體封裝測試業。研究對象以台灣經濟新報資料庫之半導體產業上市（櫃）公司為主，總計 108 家公司，產業價值鏈的分類則依據半導體工業年鑑以及台灣經濟新報資料庫分類為主，若出現廠商分類不一致時，則以台灣證券基金會所列舉廠商主要經營業務為判斷標準，再經過詢問多位專家後，確定廠商分類。



五、實證結果與分析

為探討台灣半導體產業在產業價值鏈的附加價值分佈，及找出影響企業經營績效及附加價值的因素，本單元共分三個部分來進行分析。首先，以 CCR 模式以及 BCC 模式求解各年度下所有廠商的效率值；再則，為了解台灣半導體產業在不同價值鏈下其經營績效的差異，以 panel data regression 分析影響企業經營績效的重要因素有哪些，且亦以 panel data regression 探討效率值及獲利率的關係；最後，亦利用 Panel data regression 分析，探討影響價值鏈中附加價值的因素有哪些，並驗證微笑曲線的型態。

5.1 CCR 模式、BCC 模式效率值分析

本研究首先以 CCR 模式求解各年度下廠商的效率值，當數值為 1 表示該決策單位 (DMU) 相對有效率，小於 1 者表示相對無效率。然而為避免發生有效率的 DMU 太多而不易判斷優劣的情況，則以 DMU 出現在其他 DMU 參考集合的次數來表示該 DMU 有效率的強度(Robustness)，當次數愈多表示有效率的強度愈強。

然而 CCR 模式是假設生產過程屬於固定規模報酬，一般而言，DMU 無效率的原因亦可能源自於不同規模報酬的營運，因此 Banker, Charnes 與 Cooper (1984)則假設生產過程非固定規模報酬下，以生產可能集合的四個公理和 Shephard 的距離函數，導出能夠衡量技術效率(technical efficiency, TE)及規模效率(scale efficiency, SE)之 BCC 模式，而 CCR 模式下求解的效率值則稱之為生產效率(productive efficiency, PE)，BCC 模式下求解的效率值則稱之為技術效率(TE)，兩者的比值稱為規模效率(SE, $SE=PE/TE$)。技術效率主要目的在於衡量 DMU 是否能以最少的投入資源，達到相同的產出水準，其值表示投入要素在使用上的效率，而規模效率則在於衡量 DMU 是否能保持在最適生產規模的狀態下從事生產，亦即產出與投入的比例是否適當，是否達到最大生產力，其值愈大表示生產規模愈適合，生產力愈大。本研究期間涵蓋六年，因效率分析資料過於龐大，所以本文僅列出各年度下相對有效率之 DMU 資料，詳如表 4 所示。

從表 4 資料顯示，各年度中相對有效率的單位，大部分位於產業價值鏈中的設計業。若以研究期間觀察各公司成為相對有效率單位的次數(詳如表 5)，發現晶豪、力成、以及擎亞三家公司是在本研究調查的六年期間中有四年被評比為相對有效率的單位，有效

率強度最強。

然而，為進一步分析產業價值鏈是否為影響企業效率值的重要因素，下一節本研究則以隨機效果下之 panel data regression 進行分析，以探討上述變數對企業效率值的影響，並加入時間效果變數，以俾有效控制時間效果與廠商的異質性。

表 4：2000 年至 2005 年相對有效率之 DMU 資料表

公司	Year	產業價值鏈	CCR 效率下被參考次數
3006 晶豪	2000	設計	33
3186 聯笙	2000	設計	11
8084 巨虹	2000	設計	64
8172 勝開	2000	封裝測試	58
2454 聯發	2001	設計	9
3006 晶豪	2001	設計	40
3186 聯笙	2001	設計	18
3268 海德威	2001	設計	19
8084 巨虹	2001	設計	82
6239 力成	2001	設計	49
2454 聯發	2002	設計	28
8084 巨虹	2002	設計	86
8096 擎亞	2002	設計	14
8299 群聯	2002	設計	44
2441 超豐	2002	封裝測試	25
6239 力成	2002	封裝測試	35
2454 聯發	2003	設計	9
3006 晶豪	2003	設計	98
8096 擎亞	2003	設計	16
8299 群聯	2003	設計	50
2441 超豐	2003	封裝測試	42
8143 晶揚	2003	封裝測試	17
3006 晶豪	2004	設計	60
8096 擎亞	2004	設計	26
8299 群聯	2004	設計	47
2342 茂矽	2004	製造	72
6239 力成	2004	封裝測試	30
8096 擎亞	2005	設計	107
2441 超豐	2005	封裝測試	44
6239 力成	2005	封裝測試	54

表 5：2000 年至 2005 年相對有效率之企業出現次數表

公司 名稱	產業價 值鏈	年度					
		2000	2001	2002	2003	2004	2005
晶豪科	設計	2000(33)	2001(40)		2003(17)	2004(60)	
聯笙	設計	2000(11)	2001(18)				
巨虹	設計	2000(64)	2001(82)	2002(86)			
勝開	封測	2000(58)					
聯發科	設計		2001(9)	2002(28)	2003(9)		
海德威	設計		2001(19)				
力成	封測		2001(49)	2002(35)		2004(30)	2005(54)
擎亞科	設計			2002(14)	2003(16)	2004(26)	2005(107)
群聯	設計			2002(44)	2003(50)	2004(47)	
超豐	封測			2002(25)	2003(42)		2005(44)
晶揚	封測				2003(98)		
茂矽	製造					2004(72)	

5.2 影響企業績效及獲利率之 panel data regression 分析

5.2.1 影響企業經營績效之 panel data regression 分析

為有效控制時間效果以及廠商間的異質性，本研究採用隨機效果下之 panel data regression 估計，方程式如下所示：

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \gamma_t + \varepsilon_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

其中，自變數 X 共有時間效果、產業價值鏈等兩個變數，並分別對 CCR 應變數、BCC 應變數及 SE 應變數執行迴歸分析。分析結果如表 6 所示。

由表 6 中 CCR 所示，影響 CCR 效率值者，有時間效果以及 DMU 所處的產業價值鏈階段。以時間效果而言，2000 年度之 CCR 效率值最差，以產業價值鏈而言，封裝測試業的 CCR 效率值相對高於設計業。

接著，影響 DMU 之 BCC 效率值由表 6 中 BCC 所示，有時間效果、產業價值鏈，其中以企業所處的產業價值鏈對企業 BCC 效率值的影響係數最大，其中以製造業的 BCC 效率值較高。

最後，影響 DMU 之 SE 效率值由表 6 中 SE 所示，有時間效果、產業價值鏈。以時間效果而言，2000 年度之 SE 效率值最差；以產業價值鏈而言，製造業的 SE 效率值相對低於設計業。

表 6：影響企業效率值之 panel data random-effects GLS regression 分析表

	企業效率		
	CCR	BCC	SE
Intercept	27.08(16.13)*	15.07(17.47)	0.88(0.15)**
<u>Time effect:</u>			
Year ₂₀₀₁	5.54(1.89)**	1.46(2.33)	0.57(0.02)**
Year ₂₀₀₂	12.29(1.88)***	6.04(2.23)***	0.14(0.02)***
Year ₂₀₀₃	17.42(1.88)***	12.32(2.31)***	0.14(0.02)***
Year ₂₀₀₄	7.89(1.88)***	10.12(2.31)***	0.00(0.02)
Year ₂₀₀₅	5.72(1.90)***	0.22(2.34)	0.07(0.02)***
<u>Industry Value Chain:</u>			
Foundry	1.84(14.69)	37.00(15.90)**	-0.27(0.13)*
Assembly and Test	8.08(4.67)*	5.32(5.06)	0.64(0.04)
σ_u	19.80	21.05	0.18
σ_e	13.51	16.55	0.17
Wald χ^2	112.77***	60.68***	74.60***
R^2	7.62%	7.51%	7.94%
Number of observations	641	641	641

Note: 1. The operation efficiency has time effects.

2. Dummy variable, D=0 for vertical integration, D=1 for vertical disintegration.

3. Standard errors are in parentheses; * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

因此從表 6 整理得知，影響企業經營績效的因素，不論以生產效率(CCR)、技術效率(BCC)或是規模效率(SE)所得結果都大致相同，主要影響皆來自於時間效果，換言之，意涵台灣 IC 產業容易受到景氣波動的影響，企業較無法可自主性的控制生產效率，所以承受的風險相對提高。

另外，影響企業技術效率(BCC)的因素，則主要來自於企業所在的價值鏈階段，其中以製造業的技術效率最佳。換言之，綜合生產效率、技術效率與規模效率發現，封裝測試業整體的生產效率表現最佳，但若以投入資源的利用率或生產力而言，則以製造業的技術效率表現最佳，而就整體的規模效率而言，還是以設計業表現最佳。

5.2.2 影響企業獲利率之 panel data regression 分析

然而效率值愈高者，其獲利率是否意味愈高，本研究繼續以 panel data regression 深入探討效率值與獲利率之間的關係，以俾瞭解廠商是否能兼顧效能與效率，方程式如下所示：

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \gamma_t + \varepsilon_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

其中，自變數 X 共有時間效果、產業價值鏈、以及效率值等三個變數，並分別對應

變數獲利率：ROA、ROE 以及 ROS 執行迴歸分析。而在自變數效率值的部分，由以上的企業經營績效之 panel data regression 分析可以發現，CCR、BCC 及 SE 所得結果大致相同，皆以時間效果及產業價值鏈為主要影響因素，為簡化分析，因此在此企業獲利率 panel data regression 分析中效率值僅以 CCR 為代表。分析結果如表 7 所示。

從表 7 發現，影響企業獲利率的因素為時間效果、產業價值鏈以及生產效率值。其中雖然生產效率雖然對企業獲利率(ROA, ROE, ROS)有顯著正向影響，但影響係數偏小，反而以時間效果才是影響企業獲利率的主要因素，意涵台灣半導體業者面對較高的產業風險，而在樣本觀察期間內企業各年的獲利率皆顯著低於 2000 年，顯示台灣半導體產業自 2000 年後處於獲利衰退期。另外，企業所處的產業價值鏈階段顯著影響企業的獲利率，其中封裝測試業的獲利率表現明顯低於設計業。

表 7：影響企業獲利率之 panel data random-effects GLS regression 分析表

	企業獲利率		
	ROA	ROE	ROS
Intercept	-3.87(8.29)	-7.90(13.14)	-43.55(26.80)
<u>Time effect:</u>			
Year ₂₀₀₁	-13.33(1.69)***	-21.48(2.79)***	-46.88(9.47)***
Year ₂₀₀₂	-10.08(1.71)***	-20.10(2.83)***	-22.46(9.49)**
Year ₂₀₀₃	-8.56(1.74)***	-15.98(2.86)***	-13.17(9.56)
Year ₂₀₀₄	-5.68(1.67)***	-12.60(2.76)***	-4.27(9.34)
Year ₂₀₀₅	-7.40(1.68)***	-16.11(2.77)***	-8.32(9.39)
<u>Industry Value Chain:</u>			
Foundry	6.77(7.46)	-0.73(11.80)	20.17(23.49)
Assembly and Test	-5.31(2.40)***	-18.23(3.79)***	-18.76(7.65)**
<u>Operation efficiency:</u>			
CCR	0.35(0.03)***	0.54(0.05)***	0.75(0.13)***
σ_u	9.09	14.28	17.85
σ_e	11.63	19.38	64.88
Wald χ^2	191.45***	189.59***	71.41***
R^2	18.03%	22.5%	10.10%
Number of observations	634	636	636

Note: 1. The operation efficiency has time effects.

2. Dummy variable, D=0 for vertical integration, D=1 for vertical disintegration.

3. Standard errors are in parentheses; * $p<0.1$; ** $p<0.05$; *** $p<0.01$

5.3 影響企業附加價值之 panel data regression 分析

為有效控制時間效果以及廠商間的異質性，本研究採用隨機效果下之 panel data regression 估計，方程式如下所示：

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \gamma_t + \varepsilon_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (23)$$

其中，自變數 X 共有時間效果、產業價值鏈以及效率值等三個變數，並分別以五種附加價值為應變數 Y 執行迴歸分析。而在自變數效率值的部分，由以上的企業經營績效之 panel data regression 分析可以發現，CCR、BCC 及 SE 所得結果大致相同，皆以時間效果及產業價值鏈為主要影響因素，為簡化分析，因此在此附加價值 panel data regression 分析中效率值僅以 CCR 為代表。分析結果如表 8 所示。

表 8：影響企業附加價值之 panel data random-effects GLS regression 分析表

	附加價值代理變數				
	M/B ratio	Tobin's Q	EVA	VAIC TM	CEEM
Intercept	1.35(0.89)	0.54(0.67)	-1.85e ⁷ (4242303) ^{***}	-8.82(13.01)	7.03e ⁸ (1.21e ⁸) ^{***}
<u>Time effect:</u>					
Year ₂₀₀₁	0.67(0.28)^{**}	0.45(0.21)[*]	-1.49e⁷(2662116)^{***}	-5.09(1.96)^{***}	-2.98e ⁷ (7.69e ⁷)
Year ₂₀₀₂	-0.90(0.27)^{***}	-0.65(0.20)^{***}	-7213728(2608149)^{***}	-5.47(1.96)^{***}	2.32e ⁷ (0.42e ⁷)
Year ₂₀₀₃	-0.81(0.27)^{***}	-0.70(0.20)^{***}	-1.51e⁷(2569578)^{***}	-6.32(2.00)^{***}	-6.81e ⁷ (0.36e ⁷)
Year ₂₀₀₄	-1.52(0.25)^{***}	-1.21(0.19)^{***}	-8324717(2422354)^{***}	-3.02(1.92)	-2.67e⁸(6.97e⁷)^{***}
Year ₂₀₀₅	-0.75(0.25)^{***}	-0.70(0.18)^{***}	-9739696(2394917)^{***}	-2.90(1.90)	-1.09e ⁸ (6.85e ⁷)
<u>Industry Value Chain:</u>					
Foundry	-0.27(0.77)	0.28(0.58)	2.46e⁷(3356714)^{***}	10.69(11.77)	-7.92e⁸(9.60e⁷)^{***}
Assembly and Test	-1.53(0.29)^{***}	-0.81(0.22)^{***}	-1385306(1523456)	-5.91(3.95)	-4.09e ⁷ (4.39e ⁷)
<u>Operation efficiency:</u>					
CCR	0.03(0.00)^{***}	0.02(0.00)^{***}	63466.88(28835.82)^{**}	0.18(0.04)^{***}	519967.7(854476.9)
σ_u	0.95	0.72	0	15.61	0
σ_e	1.12	0.82	12402672	12.13	3.649e ⁸
Wald χ^2	142.77 ^{***}	113.17 ^{***}	110.47 ^{***}	29.23 ^{***}	100.45 ^{***}
R^2	31.22%	25.62%	25.25%	10.10%	23.83%
Number of observations	364	364	337	563	331

Note: 1. The operation efficiency has time effects.

2. Dummy variable, D=0 for vertical integration, D=1 for vertical disintegration.

3. Standard errors are in parentheses; ^{*} $p < 0.1$; ^{**} $p < 0.05$; ^{***} $p < 0.01$.

1. 企業權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)之 panel data regression 分析

由表 8 可以看出，顯著影響附加價值代理變數權益市價淨值比(Market-to-book ratio, M/B ratio)者，有時間效果、產業價值鏈以及效率值。以時間效果而言，以 2000 年為基準，僅 2001 年的權益市價淨值比有些微正向成長，其餘年度皆明顯的下降，尤其以 2004 年的權益市價淨值比最低；以產業價值鏈而言，封測業之權益市價淨值比顯著低於設計業；就生產效率值而言，與權益市價淨值比有正向影響，但影響係數偏小。

2. 企業 Tobin's Q ratio 之 panel data regression 分析

由表 8 可以看出，企業 **Tobin's Q ratio** 之 panel data regression 分析結果與權益市價淨值比之迴歸分析結果大致相同。影響附加價值代理變數 Tobin's Q ratio 者，有時間效果、產業價值鏈以及效率值。以時間效果而言，僅 2001 年的 Tobin's Q ratio 有顯著成長，其餘年度的 Tobin's Q ratio 皆低於 2000 年，尤以 2004 年的附加價值最低；以產業價值鏈而言，封測業之 Tobin's Q ratio 顯著低於設計業；就生產效率而言，與 Tobin's Q ratio 有正向影響，但影響係數偏小。

3. 企業經濟附加價值(Economic Value Added, EVA)之 panel data regression 分析

由表 8 可以看出，自變數：時間效果、產業價值鏈以及生產效率值皆顯著影響附加價值代理變數經濟附加價值。其中，時間效果中，每一年度皆呈現逐年下降的趨勢，更以 2005 年的經濟附加價值最低；以產業價值鏈而言，製造業之經濟附加價值顯著高於設計業；就生產效率而言，與經濟附加價值有顯著正相關。

4. 企業智慧資本附加價值係數(VAICTM)之 panel data regression 分析

由表 8 可以看出，影響附加價值代理變數智慧資本附加價值係數(VAICTM)者，僅有時間效果以及效率值。以時間效果而言，每一年度之 VAICTM 皆顯著低於 2000 年，更以 2003 年的 VAICTM 最低；而生產效率值而言，與 VAICTM 有顯著正相關，但影響係數偏小。

5. 企業資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)之 panel data regression 分析

由表 8 可以看出，影響附加價值代理變數資本化超額盈餘法(CEEM-IAV)者，僅產業價值鏈有顯著影響，其中以製造業之 CEEM-IAV 顯著低於設計業。而在時間效果的部分，僅在 2004 年有顯著負向影響。

5.3.1 企業附加價值之 panel data regression 分析結果整理

茲將以上迴歸分析結果整理如表 9 (V 表示顯著)，並分別說明之。

在時間效果方面，從附加價值之代理變數的 panel data 迴歸結果可以發現，在本研究所使用的五種附加價值代理變數，時間效果為主要影響附加價值的因素，從迴歸結果可以發現於 2000 年之後，企業附加價值出現逐年下降的趨勢。換言之，意涵台灣半導體產業容易受到景氣波動的影響，並且半導體產業自 2000 年後，因附加價值的逐年下降，使得優勢難以維持，競爭也相形激烈。

以產業價值鏈而言，除了 AVICTM 此代理變數外，產業價值鏈對於企業附加價值皆

有顯著影響，其中 CEEM-IAV 的 panel data 迴歸結果指出半導體設計業的附加價值高於製造業；Tobin's Q Ratio 的 panel data 迴歸結果顯示半導體設計業之附加價值高於封測業；然而 EVA 的 panel data 迴歸結果卻顯示半導體製造業的附加價值高於設計業，與 CEEM-IAV 相矛盾，為何有這樣的差異？我們重新檢驗此代理變數 EVA 之公式瞭解其問題所在：

$$EVA = (\text{投入資本報酬率} - WACC) \times \text{期初投入資本}$$

從上述 EVA 公式可以看出，EVA 乘上公司期初的投入資本。製造業不同於設計業或封測業，製造業需要大量的機器設備及廠房等資產，故製造業的投入資本相對於設計業與封測業都來的高，連帶 EVA 值也相對比設計業及封測業高。因此，在迴歸分析的結果製造業的附加價值也相對來的高。從上述分析可知，EVA 因計算公式的關係，迴歸所得到的結果並不適用於衡量產業價值鏈之附加價值的高低。

因此在此部分，從 Tobin's Q Ratio 及 VAICTM 迴歸所得結果得到：設計業附加價值表現顯著高於封測業與製造業的附加價值。因為本研究樣本的設計業者全數皆做品牌，故在半導體產業價值鏈中，以設計業的附加價值可複製代表下游品牌的附加價值，如此，則以縱軸為附加價值，橫軸表價值鏈，則產業價值鏈上附加價值的變化曲線如同施振榮於 2004 年檢視台灣半導體產業的微笑曲線，製造業已不在擁有高附加價值，隨著知識經濟發展，半導體產業價值鏈中的附加價值從製造業移往上游的設計業與下游的品牌。

而在生產效率方面，除了 CEEM-IAV 此代理變數外，生產效率對於附加價值皆有明顯的正相關係，即企業生產效率越高，有助於增加企業附加價值。雖然在 panel data 迴歸結果中，生產效率對於附加價值的影響係數較小，並不是主要的影響因素，但是對於企業來說，在面對景氣循環的影響，透過降低成本來提高生產效率，進而增加企業附加價值，對於半導體產業中的企業來說仍然是重要的。

表 9：附加價值之代理變數迴歸結果整理

	時間效果	價值鏈	生產效率
	V	V	V
M/B ratio	僅 2001 年高於 2000 年，其餘年度皆低於 2000 年	封測業 < 設計業	正相關，但影響係數偏小
	V	V	V
Tobin's Q ratio	僅 2001 年高於 2000 年，其餘年度皆低於 2000 年	封測業 < 設計業	正相關，但影響係數偏小
EVA	V	V	V

	每年度皆低於 2000 年 V	製造業 > 設計業	顯著正相關 V
VAIC™	2001 年至 2003 年顯著相關，且皆低於 2000 年 V		正相關，但影響係數偏小
CEEM-IAV	僅 2004 年顯著，且低於 2000 年	V 製造業 < 設計業	

資料來源：本研究整理

5.4 panel data regression 分析結果的管理意涵

這部分將為以上三部分的 panel data 迴歸結果做簡單整理，並說明其中之管理意涵。

首先，進行企業效率值 panel data 迴歸分析。此部分發現影響企業效率值最主要因素為時間效果，並且企業效率值隨時間增加而增加，在產業價值鏈的部分，為封測業的生產效率表現最好。

為瞭解企業效率高是否報酬率就會高，接著進行企業報酬率 panel data 迴歸分析。此部分仍然是時間效果為主要影響因素，自 2000 年後，半導體產業之報酬率逐年降低，明顯受景氣循環影響，較無自主性控制獲利率。而在產業價值鏈的部分，設計業的報酬率表現顯著優於封測業，雖然封測業在企業效率值 panel data 迴歸分析的部分，在產業價值鏈中表現最好，但是卻沒有因此有高報酬率，因此企業效率高並沒有帶來高報酬率，也說明效率與效能間並不沒有一定的正相關係。而在生產效率的部分，與報酬率有顯著的正相關係，雖然影響報酬率之係數較小，不是主要影響因素，但這部分可以與台灣半導體產業深受景氣循環影響作連結，由於半導體產業因景氣循環而使得報酬不易維持，因此半導體產業的企業必須透過提高生產效率來增加報酬，這也是為什麼在第一部分的企業效率值 panel data 迴歸分析中，效率值亦受景氣循環影響，隨時間而增加，就是為了要因應企業因景氣循環所帶來的獲利率降低。

最後，為了說明台灣半導體產業價值鏈中附加價值的分佈型態，以說明微笑曲線的正確形狀，進行企業附加價值 panel data 迴歸分析，而這部分的分析結果與企業報酬率 panel data 迴歸分析的結果大致相符合。在時間效果方面，附加價值仍明顯受景氣循環影響，企業附加價值隨時間而遞減。在產業價值鏈的部分，以設計業的企業附加價值顯著高於製造業及封測業，與企業報酬率 panel data 迴歸分析的結果相同，設計業在半導體產業價值鏈中，不論是報酬率亦或是附加價值，皆優於價值鏈中其他環節企業。在生產效率的部分，生產效率有顯著的影響附加價值，且為正向關係，雖然影響係數偏小，但在景氣循環強力的影響下，透過降低成本提高生產效率，對於企業附加價值的提升仍

有幫助。

透過以上的分析結果，可以知道台灣半導體產業為一深受景氣循環影響的產業，於獲利率及企業的附加價值皆較無自主性，整個產業的營業風險高，其中原因可能與半導體產業中資訊容易學習且產品大量商品化，唯有透過不斷的開發新產品來創造新利基，才能拉提不斷降低的企業報酬及附加價值，也因此半導體產業的企業其優勢都難以長久維持。在面對景氣循環的影響，半導體企業的報酬率及附加價值逐年降低，而為了維持其報酬率及附加價值，則透過產業價值鏈環節的選擇來維持，隨著知識經濟的到來及智慧財產權的重視，半導體產業價值鏈中的設計業即擁有較高的報酬率及附加價值，因此半導體廠商在面對價值鏈上的定位時，即可以此作為決策考量。除此之外，並可利用半導體廠商家數的改變，印證設計業為半導體產業價值鏈中價值聚集的環節，自 2000 年到 2005 年，台灣半導體設計業廠商家數從 140 家大幅增加至 268 家，而製造業廠商家數及封測業廠商家數卻不增反減（詳見表 10），而其原因除了設計業的進入門檻及所需資金較低之外，半導體產業價值鏈的價值逐漸往設計業移動亦是主要的原因。而雖然效率高並不一定代表高效能，但是透過以上的分析結果，生產效率的增加仍然有助於半導體廠商提高報酬率及附加價值，因此除了產業價值鏈的定位之外，降低成本提高生產效率，對於半導體廠商來說仍是相當重要。

表 10：2000-2005 年台灣半導體廠商家數

	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
設計業	140	180	225	250	260	268
製造業	16	15	14	13	13	13
封測業	81	83	81	77	76	68

資料來源：半導體工業年鑑(2005, 2006)、本研究整理

5.5 台灣半導體微笑曲線型態

這部分將利用企業附加價值 panel data 迴歸分析結果，以產業價值鏈的附加價值的分佈，推導出台灣半導體產業價值鏈的微笑曲線型態。

從以上企業附加價值 panel data 迴歸分析結果得知，半導體設計業之附加價值顯著高於半導體製造業及封測業，但從企業附加價值 panel data 迴歸結果中，封測業與製造業的附加價值沒有顯著的孰高孰低，因此根據半導體工業年鑑為台灣半導體產業價值鏈的分類：上游為設計業、中游為製造業、下游為封測業，故微笑曲線為一 L 型曲線（如

圖 15)。

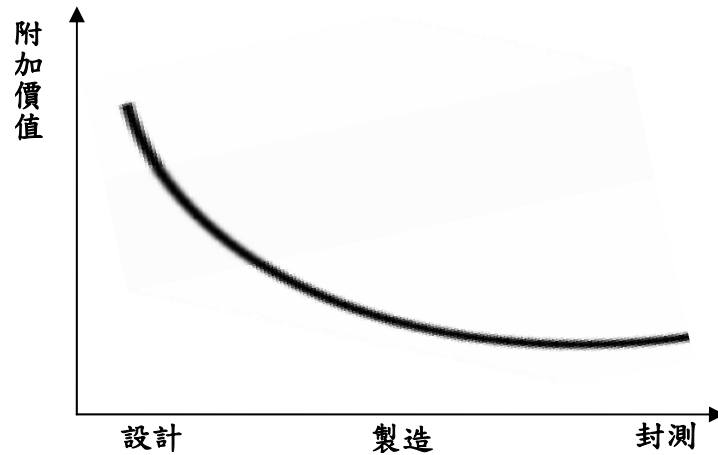


圖 15：台灣半導體產業之微笑曲線（設計-製造-封測）

而這一結果與施振榮(2004)提出台灣半導體產業之微笑曲線為一 U 型曲線不符合，出現這樣的差異，本研究重新檢視施振榮所提的微笑曲線理論，探究其原因。施振榮(2004)提出的微笑曲線，強調在過去最有價值的是製造，但製造有越來越簡單的趨勢，附加價值也越來越低，相反的，研究發展和行銷卻越趨重要，因此，位於上游的研究發展與下游的品牌，成為價值流入的環節，可見得施振榮將產業價值鏈大致區分為上游研究發展、中游加工製造、下游品牌行銷。而在目前台灣半導體產業依照半導體工業年鑑的分類，將價值鏈分類為上游設計業、中游製造業、下游封測業，從中可發現，台灣半導體產業的價值鏈缺少了品牌行銷這個環節。

本研究接著以實際情況檢視台灣半導體產業價值鏈，台灣半導體設計業廠商的主要業務型態分為標準產品(ASSP)及客戶委託(ASIC)，並在標準產品上使用自家品牌，以自行經營的方式銷售標準品，形成半導體產業中 B2B 的品牌行銷，因此台灣半導體設計業廠商以先進的技術研究開發產品，並同時發展自家品牌及通路，故在半導體產業價值鏈中，設計業同時涵蓋了上游研究發展及下游品牌行銷兩個環節。而在台灣半導體製造業及封測業，兩者雖然有上下游的關係，但皆是以接訂單的方式從事生產，因此就整個半導體產業來看，製造業及封測業廠商應屬於產業價值鏈中的製造加工環節。

透過半導體產業的實際情況將產業價值鏈重新分類為：上游設計業的研究發展、中游製造業及封測業、下游設計業的品牌行銷，因此下游品牌行銷的附加價值可利用設計業的附加價值表示。而在本研究所使用的半導體設計業廠商樣本數為 72 家，其中僅有

宜特及攀亞科未發展自家品牌，以服務設計為主要業務，故下游品牌行銷之附加價值可以以設計業之附加價值 97% 做表示。因此，半導體產業價值鏈的附加價值分佈，即為上下游擁有較高的附加價值，中游屬於附加價值較低的環節，故微笑曲線為一 U 型曲線(如圖 16)。

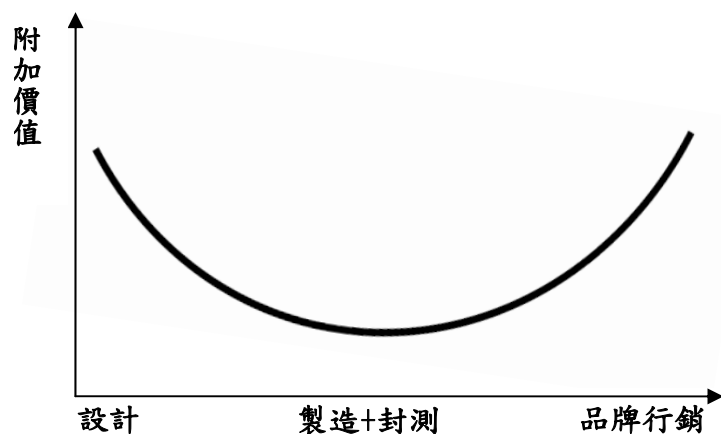


圖 16：台灣半導體產業之微笑曲線（設計研發-製造及封測-品牌行銷）



六、結論與建議

本研究已於第五章依據 panel data 迴歸分析結果，說明時間效果、產業價值鏈以及企業生產效率對於企業的報酬率及附加價值的影響，並指出台灣半導體產業微笑曲線的正確型態。此部分將分為三部分進行，首先將簡述研究結論，並敘述本研究之貢獻；再則，敘述本研究之限制所在；最後，則對後續研究者提出一些建議。

6.1 研究結論及貢獻

6.1.1 研究結論

本研究以驗證施振榮於 2004 年提出台灣半導體產業價值鏈的微笑曲線為目的，並進一步說明影響企業報酬率及附加價值的影響因素。研究中利用 Panel data regression analysis 工具，檢測時間效果、產業價值鏈及企業生產效率對於企業報酬率及附加價值的影響，並依附加價值於產業價值鏈中的分佈高低，歸導出台灣半導體產業價值鏈的微笑曲線。期許透過本研究的研究成果，客觀呈現產業價值鏈的價值移動，面對產業價值鏈上的定位時，提供企業一個有價值的看問題方式。

茲將本研究的分析結論簡述如下：

1. 台灣半導體產業深受景氣循環影響

以影響因素而言，台灣半導體產業的企業報酬率及附加價值深受景氣循環的影響，使得台灣半導體業者對於報酬率及附加價值的自主性明顯不足，而其主要原因為技術的快速發展，且傳播快速，使得產業中的資訊易學習，產品快速的大量商品化，造成企業的優勢難以維持，深受景氣循環的影響。因此，台灣半導體業者可透過產業價值鏈的定位及提高企業生產效率，有效提升企業報酬率及附加價值。

2. 半導體設計業為產業價值鏈中的價值流入環節

施振榮(2004)指出，在過去的台灣半導體產業中，市場規則以成本及製造為主，製造能力是關鍵因素，因此價值鏈中的製造環節是最有價值的，但隨著製造愈趨簡單，研究發展與品牌行銷愈趨重要，產業價值鏈中的價值亦往價值鏈的上下游流入。因此，半導體設計業廠商不僅從事產品的研究發展，亦囊括品牌行銷的業務，故半導體設計業成

為半導體產業價值鏈的價值流入環節，在企業報酬率及附加價值的表現上，設計業皆顯著優於製造業及封測業。

3. 台灣半導體產業之微笑曲線為一 U 型曲線

本研究依台灣半導體產業的實際情況，重新將產業價值鏈分類，半導體設計業廠商同時囊括上下游的研發及品牌排行銷，而半導體製造業及封測業皆屬於製造加工環節。因此，在產業價值鏈中，上下游皆擁有半導體設計業的高附加價值，半導體製造業及封測業的附加價值顯著低於設計業，故台灣半導體產業之微笑曲線為一 U 型曲線。

6.1.2 研究貢獻

上述對台灣半導體產業價值鏈的價值移動分析，對於管理者瞭解整體產業營運風險、價值鏈中獲利率及附加價值的分佈，及企業決策產業價值鏈的定位時俾冀能提供相當之資訊以及未來發展之參考。此外，關於本研究的貢獻歸納如下：

1. 藉由產業價值鏈的價值流動分析，能協助管理者決定企業在產業價值鏈環節中之定位，並尋求未來可改進的方向。
2. 提供一套衡量企業附加價值的方法，有效分析產業價值鏈上附加價值的分佈。
3. 藉由企業報酬率及附加價值迴歸分析結果，找出台灣半導體產業價值鏈各環節的優劣勢所在。

6.2 研究限制

本研究雖力求嚴謹、完整，由於時間、資源等因素，惟仍有以下幾項研究上的限制：

1. 隨著企業多角化經營，部分台灣半導體產業廠商同時跨足不同的價值鏈階段，造成在價值鏈的分類上有其困難性存在。因此，本研究以半導體工業年鑑及台灣經濟新報資料庫為依據，並透過訪談該產業中的專家學者，以期能有效降低本研究的分類誤差。
2. 由於半導體工業年鑑及台灣經濟新報資料庫僅將半導體設計業、製造業及封測業納入產業價值鏈的分類中，在此分類中未將通路商納入，其原因為國內電子通路商主要業務為資訊通路、通訊通路、IC 通路、以及材料設備通路，未將半導體通路商明確區分出來，受限於此，故本研究未將通路商納入產業價值鏈的分類中。
3. 半導體產業涵蓋上市、上櫃、興櫃公司，以及未上市櫃之公開發行公司，但受限於公開財務資料的取得，本研究僅以公開上市（櫃）公司為研究對象，故所

求得的報酬率及附加價值僅代表產業中的一部份，對於整體產業的趨勢發展，會存有些許誤差。

6.3 對後續研究者的建議

基於上述之研究限制，本研究仍有待改進之處，期望後續研究者能夠針對本研究所提之數點建議加以探討，以使產業價值鏈之價值移動概念能更完整呈現。綜而言之，本研究對後續研究之建議如下所述。

1. 隨著企業多角化的經營，於公開報表上難以區分個別業務產值，對於產業價值鏈的分類、報酬率及附加價值的計算都存有困難，若後續研究者能與廠商針對此部分進行深入的訪談，將會使本研究更加完善。
2. 受限於分類不易，本研究未將半導體通路商納入產業價值鏈的分類中。後續研究者可將台灣半導體產業價值鏈延伸至通路商，透過國內電子通路商的主要業務作區分，歸納出半導體通路商業者，完整半導體產業價值鏈的分類。
3. 本研究的研究對象僅限於國內公開上市（櫃）的企業，盼後續研究者若能將未公開上市的企業納入產業價值鏈的分類，也許可讓產業價值鏈的價值流動更為完整呈現。
4. 面對國際競爭的壓力下，台灣半導體產業的市場已經不僅限於國內市場，因此可納入國際間的半導體業者，發展為國際半導體產業價值鏈，而國際間的半導體業者大多屬於垂直整合的 IDM 商業模式，可再進一步比較垂直整合與垂直分工的優劣。

參考文獻

1. Johan Roos, et al 著，智能資本：領航於新的商業版圖(Intellectual captial/navigating in the new business landscape)，施純協譯，知行文化，臺北，2000。
2. Kaplan & Norton，「衡量無形資產的價值」，哈佛商業評論中文版，第三十期，54~67頁，2004。
3. Leif Edvinsson, Michael S. Malone 著，智慧資本：如何衡量資訊時代無形資產的價值，林大容譯，麥田出版社，臺北，1999。
4. Thomas A. Stewart 著，智慧資本：資訊時代的企業利基，宋偉航譯，智庫文化，臺北，1988。
5. 王興毅計畫主持，我國半導體產業發展策略研究報告，經濟部工業局經濟部資訊工業發展推動小組，臺北市，2001。
6. 何玉玲，「無形資產價值影響因素之研究-以台灣 IC 設計業為例」，國立交通大學，碩士論文，2004。
7. 施振榮，未來六大趨勢，大塊文化出版股份有限公司，台北市，1990。
8. 施振榮，全球品牌大戰略-品牌先生施振榮觀點，天下雜誌，台北市，2005。
9. 施振榮，再造宏碁，天下文化，台北市，1996。
10. 施振榮，宏碁的世紀變革：淡出製造、成就品牌，天下遠見，台北市，2004。
11. 高強、黃旭男、末吉俊幸，管理績效評估：資料包絡分析法，華泰，台北市，2003。
12. 許楨屏，「無形資產價值衡量之研究-企業評價之觀點」，國立交通大學，碩士論文，2003。
13. 覃禹華等著，2005 半導體工業年鑑，初版，新竹縣，工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心，2005。
14. 楊川毅，「影響無形資產價值趨動因素之國內外比較-以台灣、美國 IC 設計業為例」，國立交通大學，碩士論文，2005。
15. 劉明賢，「IC 設計產業智慧資本與獲利能力關連性研究：台灣與美國實證」，國立交通大學，碩士論文，2005。
16. 劉常勇，「後進地區發展高科技產業之策略分析—以台灣 IC 產業發展經驗為例」，劉常勇管理學習資料庫全球資訊網，1998。
17. 謝孟珣等編著，2006 半導體工業年鑑，初版，新竹縣，工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心，2006。
18. Amato, L. and Wilder, R., "Firm and Industry Effects in Industrial Economics", Southern Economic Journal, Vol.57, Iss.1, pp.93-105, 1990
19. Banker, R.D., Charnes, A., and Cooper, W.W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Management Science, Vol.30, Iss.9, pp.1078-1092, 1984.
20. Berman, J. and Pfleeger, J., "Which Industries Are Sensitive to Business Cycle",

- Monthly Labor Review, Vol.120, Iss.2, pp.19-25, 1997.
21. Charnes, A. and Cooper, W. W., “Programming with Linear Functionals”, Naval Research Logistics Quarterly, Vol.9, pp.181-186, 1962.
 22. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, European Journal of Operational Research, Vol.2, Iss.6, pp.429-444, 1978.
 23. Chauvin, K.W. and Hirshey, M., “Advertising, R and D Expenditures and the Market Value of the Firm”, Financial Management, Vol.22, Iss.4, pp.128-140, 1993.
 24. Chin, Chen-Lung, Lee, Picheng, Chi, Hsin-Yi, Anandarajan, Asokan, “Patent Citation, R&D Spillover, and Tobin's Q: Evidence from Taiwan Semiconductor Industry”, Review of Quantitative Finance and Accounting, Vol.26, Iss.1, pp.67-84, 2006.
 25. Christensen, Clayton M. and Overdorf, Michael, “Meeting the Challenge of Disruptive Change”, Harvard Business Review, Vol.78, Iss.2, pp.66-76, 2000.
 26. Chu, Po-Young, Teng, M.J., Huang, C.H., and Lin, H.S., “Virtual Integration and Profitability: Some Evidence from Taiwan’s IC Industry”, International Journal of Technology Management, Vol.29, Iss.1, 2, pp.152-172, 2005.
 27. Chung, K., Pruitt, H., and Stephen, W., “A Simple Approximation of Tobin’s Q” Financial Management, Vol.23, Iss.3, pp.70-74, 1994.
 28. Edvinsson, L. and Malone, M. S., Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Brainpower, 1sted, Harper Business, New York, 1997.
 29. Edvinsson, Leif and Sullivan, Patrick, “Developing a Model for Managing Intellectual Capital”, European Management Journal, Vol.14, No.4, pp.356-364, 1996.
 30. Farrell, M.J. , “The Measurement of Productive Efficiency“, Journal of Royal Statistical Society, Vol.120, Iss.3, pp.253-581, 1957.
 31. Firer, S. and Williams, S. M., “Intellectual Capital and Traditional Measures of Corporate Performance”, Journal of Intellectual Capital, Vol.4, No.3, pp.348-360, 2003.
 32. Gadiesh, O. and Gilbert, J.L., “Profit Pools: A Fresh Look at Strategy”, Harvard Business Review, Vol.76, Iss.3, pp.139-147, 1998.
 33. Galbraith, John Kenneth, The new industrial state, Houghton Mifflin, Boston, 1967.
 34. Hill, C.R.; Griffiths, W. E. and Judge, G.G., Undergraduate Econometrics,: John Wiley & Sons, New York, 1997.
 35. Itami, H. and Roehl, T. Roehl, Mobilizing Invisible Assets, Harvard University Press, Cambridge, 1987.
 36. Kieso, Donald E., Weygandt, Jerry J., Warfield, Terry D., Intermediate accounting, 11thed, John Wiley & Sons, New York, 2004.
 37. Kramer, J. K. and Peters, J. R., “An Interindustry Analysis of Economic Value Added as a Proxy for Market Value Added”, Journal of Applied Finance, Vol.11, Iss.1, pp.41-49, 2001.
 38. Luthy, D. H., “Intellectual Capital and Its Measurement”, 1998, working paper.

- (<http://www3.bus.osaka-cu.ac.jp/apira98/archives/htmls/25.htm>)
39. Lynn, B. E., "Performance evaluation in the new economy: Bringing the measurement and evaluation of intellectual capital into the management planning and control system", International Journal of Technology Management, Vol.16, Iss.1-3, pp.162-177, 1998.
 40. Perry, M. K., Vertical Integration: determinants and effects, In: Schmalensee, Willig, R. (Eds.), Handbook of Industrial Organization, 5th Edition Elsevier, Amstredam, 1998.
 41. Pulic, A. "VAICTM—an accounting tool for IC management", International Journal of Technology Management, Vol.20, No.5, pp.703-714, 2000.
 42. Pulic, A. and Bornemann, M., "The physical and intellectual capital of Austrian banks", available at: www.measuring-ip.at/Papers/Pulic/bank/en-bank.html, 1999.
 43. Pulic, A., "Measuring the performance of intellectual potential in knowledge economy", available at: www.measuring-ip.at/Opapers/Pulic/vaictxt.vaictxt.html, 1998.
 44. Ramcharran, H., "Inter-firm Linkages and Profitability in The Automobile Industry: The Implications for Supply Chain Management", Journal of Supply Chain Management, Vol.37, Iss.1, pp.11-17, 2001.
 45. Schneider, U., "The Austrian approach to the measurement of intellectual potential", available at: www.measuring-ip.at/Opapres/Schneider/Canada/theoreticalframework.html, 1999
 46. Skandia., "Renewal and Development: Intellectual Capital", Sweden: A supplement to Skandia's 1995 Interim Annual Report, 1995.
 47. Slywotzky, A. and Linthicum, F., "Capturing Value in Five Moves of Less: The New Game of Business", Strategy & Leadership, Vol.25, Iss.1, pp.5-11, 1997.
 48. Steward, T. A., Intellectual capital: The new wealth of organizations, Dell Publishing Group Inc, New York, 1997.
 49. Sveiby, K. E., "Methods for Measuring Intangible Assets", 2002, working paper. (<http://www.Sveiby.com/articles/IntangibleMethods.htm>)
 50. Sveiby, K.E., The new organizational wealth: managing & measuring knowledge-based assets, 1sted, Berrett-Koehler Publishers, San Francisco, 1997.
 51. Williams, M. S., "Is intellectual capital performance and disclosure practices related?", Journal of Intellectual Capital, Vol.2, Iss.3, pp.192-203, 2001.
 52. Woo, C. Y. and Willard, G., "Performance representation in business policy research: discussion and recommendation", Paper presented at the 23rd Annual National Meetings of the Academy of Management, Dallas, 1983.