

國立交通大學

科技管理研究所

碩士論文

台灣太陽光電產業本土化核心競爭力之探討

Localized Core Competencies of the Photovoltaic Industry in Taiwan

研究生：賴建宇

指導教授：洪志洋 教授

中華民國九十五年六月

台灣太陽光電產業本土化核心競爭力之探討

Localized Core Competencies of the Photovoltaic Industry in Taiwan

研究生：賴建宇

Student : Chien-Yu Lai

指導教授：洪志洋

Advisor : Dr. Chih-Young Hung

國立交通大學

科技管理研究所

碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Management of Technology

College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Business Administration

In

Management of Technology

June 2006

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年六月

台灣太陽光電產業本土化核心競爭力之探討

學生：賴建宇

指導教授：洪志洋 博士

國立交通大學科技管理研究所碩士班

摘 要

傳統能源排放大量溫室氣體是造成地球暖化的主要原因，目前地球平均溫度已比20年前高0.2°C以上，環境變遷所造成生態浩劫之情況將越演越烈。因此再生能源之開發與應用，是人類永續發展之重要目標。在全球對再生能源需求逐年增加的情況下，由於太陽光電具有環保與易於安裝之優點，再加上商品化技術逐漸成熟，已成為先進國家發展再生能源之主要選擇，獲得各國政府計畫性的獎助推動。太陽電池生產技術與半導體產業製程技術相似，故本文探討台灣太陽光電產業如何利用我國半導體產業之雄厚基礎、優良的電力電子技術及研發人才與能力，發展成台灣太陽光電產業之本土化核心競爭力。一般在討論核心競爭力的時候大多只專注於核心競爭力的定義、概念、特性，構成要素等等，並將之運用在企業層面，探討企業成功之因素。但並未從核心競爭力的立場探討哪些核心競爭力具有本土化(Localized)的特性，使得核心競爭力成為某特定地區之某特定產業的特有競爭力。本文藉由文獻回顧的整理以及專家訪談探討台灣太陽光電產業的本土化核心競爭力(Localized core competencies)之架構，以Michael Porter的鑽石模型、Andrew Grove之六力分析、價值鏈分析與SWOT分析為分析工具，探討台灣太陽光電產業之本土化核心競爭力四個要素：「知識、人才與經驗」、「群聚效應」、「策略聯盟」、「品牌與聲譽」，並提出台灣應如何整合現有競爭利基之競爭策略，以建立台灣於全球太陽光電產業之特有定位，發展成台灣獨有的競爭優勢。

關鍵字：太陽光電、太陽電池、本土化核心競爭力

Localized Core Competencies of the Photovoltaic Industry in Taiwan

Student : Chien Yu Lai

Advisor : Dr. Chih-Young Hung

Institute of Management of Technology
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The gaseous waste which is discharged by petrochemical energy is the main reason for the Greenhouse effects that cause climate changes around the world. The present average temperature of the earth is higher than that of 20 years ago. The environmental changes occurring at the moment is serious and will increase the likelihood of a great ecological calamity. Thus, the development and application of the renewable energy are important goals humanity must focus more on in order to live on. Mankind should make progressive strides to increase the annual usage of renewable energy. Because the photovoltaic (PV) system protects the environment, is easily installed, and is a maturing technology, it has become the primary choice which advanced countries have selected as their renewable energy source. Many governments have plans to promote and subsidize the PV system. Solar cell technology is similar to the technology for the semiconductors. This research focuses on how the PV industry utilizes the foundation, the electric and electronic technology, and the R&D capabilities which have been established by semiconductor industry, to develop the localized core competencies in Taiwan. In the past, literatures reviews have discussed core competencies that have been focused on definitions, concepts, characteristics, and key factors. However, the researches of the past have not discussed why some core competencies belong to some specific industries in locations. This research proposes how localized core competencies are the links between core competencies and local environments. This research establishes the structure of localized core competencies through literature reviews and interviews with experts in the PV industry. It also uses Michael Porter's diamond model, Andrew Grove's six force analysis, value chain analysis, and SWOT analysis to discuss the following localized core competencies: 「knowledge, human resource and experience」, 「cluster effects」, 「strategy alliance」, 「brand and reputation」. The research also suggests several industry development strategies based on that structure. The conclusion proposes several competitive strategies which can be used to develop unique competitive advantages in Taiwan in order to establish a unique position in the global PV industry for Taiwan.

Keywords: Photovoltaic; Solar cell; Localized core competencies.

誌 謝

研究所兩年的生涯，很快的就過去了，在完成論文的此時，突然想起兩年前剛入學時的青澀模樣。經過兩年科管所的訓練，慶幸自己順利完成這個階段，並邁向人生的下一個旅程。首先十分感謝所上教授對我的指導與栽培，指導教授洪志洋老師，在這兩年間孜孜不倦的教導我何謂研究的態度，培養我具備獨立研究的能力，嚴謹的定義每個研究環節與步驟，雖說比較辛苦，但自己認為是相當值得的。虞孝成老師樂觀且大方的人生觀常常都能激勵自己持續向前邁進。袁建中老師對於科技的敏感度以及科技管理人才的定位讓我受益良多。徐作聖老師對於產業界的宏觀思維開啟了我的視野。曾國雄老師的數量方法讓我了解管理也可以透過科學的方式求解。回顧這短短的兩年，發現自己真的過得相當的充實且有意義。

本論文的完成首先要感謝口試委員林建榮老師與李義明老師的建議與指正，林老師嚴謹的研究態度與精神，對於本研究的完整性有相當大的幫助，李老師以產業的觀點檢視論文內容，讓本研究能更紮實與豐富。此外，同時也要感謝幾位接受訪談以及給予建議的專家：鼎元光電鄧及人總經理、鼎元光電彭欽鈺處長、工研院經資中心劉佳怡副研究員。上述幾位專家能以產業及研究機構的角度對本研究提出中肯的建議，十分感謝。

同袍間的情誼也是支持自己不斷學習與研究的動力。Jack、Eric、郁甫、愛群、裕淵、祥雲、國章、慶昌、佳翰幾個好友間彼此相互支持與鼓勵，不時的運動與聚會常常能讓我重新充電，佩雲、雅雯、皖云、曉慧幾位好友無論在修課或者辦活動都給予我很多的支持與鼓勵。最令人感動的就是全班一起努力成立讀書會時，那種分工且負責任的態度，讓我們每次的讀書會都能達到最大的功效。十分感謝各位同學對我的幫助與照顧。研究所有太多感人的回憶：台灣工銀創業大賽、MBA 盃籃球賽、科技管理年會、所上出遊、班遊、畢業旅行等等，能與各位同學們在這個階段彼此相互扶持，共同成長，是我最大的榮耀。

最後要感謝我的家人和以安，每當壓力太大時，回家總是能暫時得到釋放。有你們一直不斷的鼓勵我，我才能繼續堅持自己的想法，完成令自己滿意的研究，感謝你們。我也愛你們。

目 錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	ii
誌 謝.....	iii
目 錄.....	iv
表 目 錄.....	vii
圖 目 錄.....	ix
第一章 緒論	1
1.1. 研究背景.....	1
1.2. 研究動機與目的.....	1
1.3. 研究範圍與對象.....	3
1.4. 研究架構.....	3
1.5. 研究流程與方法.....	5
1.6. 研究限制與後續建議.....	6
第二章 文獻探討	8
2.1. 策略.....	8
2.2. 策略規劃.....	10
2.3. 競爭策略.....	11
2.4. 競爭優勢.....	14
2.5. 核心資源與能力.....	16
2.6. 核心競爭力.....	16
2.6.1. 核心競爭力的定義與概念.....	16
2.6.2. 核心競爭力的特性與種類.....	18
2.6.3. 核心競爭力的組成.....	21
2.7. 本土化核心競爭力.....	23
2.7.1. 本土化之意涵.....	23
2.8. 產業分析.....	28
2.8.1. 產業分析的內容.....	28
2.8.2. 產業分析的步驟.....	29
2.8.3. 產業分析的相關理論.....	30
2.9. 相關論文回顧.....	40
2.9.1. 產業分析.....	40
2.9.2. 國家競爭力.....	41
2.9.3. 六力分析.....	41
2.9.4. 核心競爭力.....	41
2.9.5. 再生能源產業.....	41

2.9.6.	太陽光電產業	42
2.9.7.	太陽光電系統	42
第三章	研究設計與觀念架構	43
3.1.	研究架構	43
3.2.	研究流程	43
3.3.	建構理論之程序	44
3.4.	研究方法與資料來源	45
3.5.	研究範圍	46
第四章	全球太陽光電產業發展概況與趨勢	48
4.1.	太陽光電相關技術現況與發展趨勢	49
4.1.1.	太陽電池的基本原理	49
4.1.2.	太陽電池之構造與發電原理	50
4.1.3.	太陽電池之種類	52
4.1.4.	太陽光電發電系統之類型	64
4.2.	太陽光電產業探討	69
4.2.1.	全球太陽光電產業概況	69
第五章	兩岸太陽光電產業競爭力分析	86
5.1.	我國太陽光電產業概況	86
5.1.1.	台灣太陽光電產業鏈	87
5.1.2.	台灣太陽光電主要廠商	88
5.2.	中國太陽光電產業概況	93
5.2.1.	中國發展太陽光電的天然條件	93
5.2.2.	中國太陽光電產業成長加速	96
5.2.3.	中國太陽光電產業結構	96
5.3.	國家競爭優勢分析	98
5.3.1.	我國國家競爭優勢分析	99
5.3.2.	兩岸太陽光產業競爭力分析	108
5.3.3.	兩岸太陽光電產業價值鏈分析	110
5.3.4.	兩岸競爭優勢比較	112
5.4.	我國太陽電池產業六力分析	112
5.4.1.	現有廠商的競爭程度	112
5.4.2.	替代品的威脅	113
5.4.3.	供應商的議價能力	113
5.4.4.	潛在進入者的威脅	114
5.4.5.	購買者的議價能力	115

5.4.6.	協力業者的互補力量	115
5.5.	太陽光電產業的SWOT分析與策略.....	116
第六章	我國太陽光電產業之廠商發展策略	120
6.1.	我國太陽電池廠商之核心競爭力	120
6.1.1.	市場競爭力	120
6.1.2.	技術競爭力	121
6.1.3.	整合競爭力	121
6.2.	太陽電池廠商之發展策略.....	127
6.2.1.	茂迪	127
6.2.2.	益通	128
6.2.3.	綜合比較	130
6.3.	全球太陽光電發展特色	130
6.4.	台灣太陽光電產業所面臨之關鍵議題與發展重點	132
6.4.1.	關鍵議題	132
6.4.2.	發展重點	132
第七章	結論與建議	134
7.1.	我國太陽光電產業之本土化核心競爭力	134
7.1.1.	知識、經驗與人才	134
7.1.2.	品牌與聲譽	134
7.1.3.	群聚效應	135
7.1.4.	策略聯盟	135
7.2.	我國太陽光電產業發展策略與建議	135
7.3.	我國太陽電池廠商發展策略	136
參考文獻	137
中文文獻		137
英文文獻		140

表 目 錄

表 1：策略之意涵與關鍵概念	10
表 2：策略規劃之內涵與關鍵概念	11
表 3：競爭優勢與競爭範疇	13
表 4：競爭策略之內涵與關鍵概念	14
表 5：核心競爭力之內涵與關鍵概念	18
表 6：核心競爭力之特性	19
表 7：核心競爭力觀點	21
表 8：核心競爭力之組成表	23
表 9：群聚效應之本土化意涵	25
表 10：營運知識、人才、經驗之本土化意涵	26
表 11：SWOT策略矩陣配對	33
表 12：SWOT矩陣策略	34
表 13：不同世代太陽電池技術特色	49
表 14：2004 全球PV產量 - 按生產技術分類	52
表 15：太陽電池主要種類與材料	53
表 16：太陽光電發電系統比較	68
表 17：太陽光電系統成本結構分析	69
表 18：1995~2004 年全球太陽電池生產規模	71
表 19：各國對太陽光電系統發展規劃及展望	72
表 20：太陽光電系統全球產值單位	73
表 21：EPIA 2020 年「太陽世紀」願景	74
表 22：全球太陽光電產業價值鏈	75
表 23：2005 年全球十大太陽電池廠商營收、營收市佔率	77
表 24：2005 年全球十二大太陽電池廠商產能、產能市佔率	77
表 25：全球矽材供需預測	82
表 26：國內太陽電池與模組規模	86
表 27：國內與國際產業鏈比較圖	91
表 28：國內廠商比較表	91
表 29：中國大陸太陽光電產業重大投資表	95
表 30：EPIA對 2020 年中國太陽光電市場預測	96
表 31：中國大陸主要光電電池與模組製造商動態一覽表	97
表 32：1995~2004 全球太陽電池年增長率與累積用量	99
表 33：德國、日本與美國之太陽光電補貼政策	104
表 34：各國對太陽光電系統發展規劃及展望	104
表 35：國內太陽光電推動目標	105
表 36：國內太陽光電獎勵措施	105
表 37：EPIA對 2020 年印度太陽光電市場預測	107

表 38：我國太陽電池產業國家競爭優勢分析	108
表 39：台灣與中國太陽光電產業之生產要素、相關支援產業比較	109
表 40：台灣與中國太陽光電產業之產業結構與企業發展策略比較	109
表 41：兩岸太陽光電產業價值鏈分析	110
表 42：兩岸太陽光電產業價值鏈分析(續)	111
表 43：我國太陽光電產業SWOT分析	118
表 44：太陽電池廠商策略聯盟分析表	126
表 45：策略聯盟的效益性分析與公司策略	126



圖 目 錄

圖 1：本土化核心競爭力架構圖	4
圖 2：研究架構	4
圖 3：研究流程	6
圖 4：文獻探討架構	8
圖 5：競爭優勢的來源	16
圖 6：核心競爭力之概念性架構	22
圖 7：五力分析圖	31
圖 8：六力分析架構	32
圖 9：個體環境的六力分析架構	33
圖 10：策略配適圖	35
圖 11：資源基礎模式與競爭優勢環境模式	35
圖 12：國家競爭力模型	37
圖 13：價值鏈的概念	38
圖 14：價值活動之運作關係	39
圖 15：Hill & Jones 企業價值鏈分析	40
圖 16：核心競爭力之概念性架構	45
圖 17：太陽電池發電原理簡圖	50
圖 18：太陽電池構造示意圖	50
圖 19：太陽電池發電原理示意圖	51
圖 20：太陽電池光電轉換的基本原理	52
圖 21：單晶矽太陽電池及其模組	54
圖 22：多晶矽太陽電池及其模組	55
圖 23：非晶矽太陽電池及其模組	55
圖 24：CIS太陽電池與高效率化合物太陽電池	56
圖 25：染料敏化太陽電池	57
圖 26：薄膜式太陽光電市場預估	59
圖 27：多結疊層GaAs基系太陽電池示意圖	59
圖 28：太陽電池的技術分類	61
圖 29：太陽光電系統技術關聯圖	62
圖 30：1999~2007 年全球矽原料需求	63
圖 31：單晶矽太陽電池製程圖	63
圖 32：多晶矽太陽電池製程圖	64
圖 33：太陽光電系統構件	64
圖 34：獨立型光伏能量轉換系統架構圖	65
圖 35：獨立型系統示意圖	65
圖 36：電力系統併聯型光伏能量轉換系統架構圖	66
圖 37：併聯型系統示意圖	67

圖 38：混合型系統示意圖	67
圖 39：1998~2005 年全球太陽光電裝置發電容量	69
圖 40：2005 年全球各地區裝置太陽光電發電總容量	70
圖 41：全球市場發展與未來市場成長趨勢	71
圖 42：1995~2004 年全球太陽電池生產規模	72
圖 43：1998~2010 年全球太陽電池市場生產規模	73
圖 44：1990~2005 年全球各主要地區太陽電池產量	74
圖 45：全球矽材供需預測	82
圖 46：全球太陽光電產業價值鏈	84
圖 47：太陽光電產業生命週期	85
圖 48：台灣太陽電池與模組之產值量趨勢	87
圖 49：台灣太陽光電產業結構	88
圖 50：1994-2004 年中國大陸與全球太陽光電產量	93
圖 51：太陽光電與其他傳統發電成本之比較	101
圖 52：PV系統成本下降趨勢圖	114
圖 53：太陽光電經驗曲線	131
圖 54：研究結論架構圖	136



第一章 緒論

1.1. 研究背景

自工業革命後，經過兩百多年來的科學發展及工業技術的進步，雖不斷地提高人類生活品質，但卻也累積越來越嚴重的環境污染問題。檢視全球能源使用有兩大議題：永續發展的條件惡劣化與全球能源與資源的消耗殆盡。根據英國石油(BP)於2005年4月的報告明確指出，21世紀人類面臨最大的挑戰就是大量溫室氣體排放所造成的全球溫暖化現象。20世紀以來，地表的溫度已經上升 0.6°C 。Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 預測在21世紀結束前，地表溫度將再上升到 $1.4^{\circ}\text{C}\sim 5.8^{\circ}\text{C}$ 。

為了減緩溫室氣體過量排放所可能導致的全球氣候變遷，由世界各國簽署之京都議定書已於2005年2月16日正式生效，我國雖非京都議定書之附件一國家，在2012年前尚無立即被要求減量之問題，但為因應全球氣候變化綱要公約及善盡地球村一份子之職責，考量溫室氣體之管制與減量涉及到整體產業調整與能源政策，我國需要長時間的規劃與階段漸進式的轉型，才可能在中長期程約10到20年的時間來達成，因此我國亦朝著京都議定書中提及的全球性的目標共同努力，絕不置身事外。

現今人們主要依賴的傳統能源存量有限，全球石油儲藏量剩下1兆338億桶，尚可使用43年；天然氣儲藏量剩下146兆立方公尺，可使用62年；煤儲藏量剩下9,842億噸，可使用230年；鈾儲藏量剩下395萬噸，可使用64年。由於傳統能源排放 CO_2 非常嚴重，是造成地球暖化的主要原因，目前地球平均溫度比20年前高了 0.6°C 以上，因此無污染能源之開發與使用，是攸關人類生活與生存之重要努力方向。

未來全球對再生能源需求將逐年增加，而太陽光電是再生能源中最具發展潛力與產業機會的重要項目。因為具有安全、無污染、無噪音，系統使用方便與維修少等條件，太陽光電模板使用壽命至少可達20年以上。另外，更可以與建築物結合，成為建材一體型太陽光電 (Building Integrated Photovoltaic, BIPV)，可以在任何地方裝置，不需架設長途輸配線路，未來的普及化與發展空間將潛力無窮。根據美國 Clean Edge 研究機構的調查，由於具有環保與易於安裝等優點，再加上商品化技術逐漸成熟、與各國政府計畫性的獎助推動。太陽光電是過去五年全球再生能源發電容量年增率最高之一。而先進國家的環保政策更接直接刺激太陽光電產業的需求，整體產業已經即將進入快速成長期。

1.2. 研究動機與目的

過去探討核心競爭力的理論大多著重於核心競爭力之內涵、意義、種類、特性與策

略應用等等，鮮少有文獻專注於探討本土化核心競爭力(Localized core competence)。本土化核心競爭力意指某產業在某地區所專屬之核心競爭力，擁有該核心競爭力將有助於該產業在該地區之發展。Castells(2000)曾說「Location doesn't necessary make sence if linkages do not exist.」其意思就是若與地區之連結性(linkage) 不存在，則就喪失在該地區的意義。以核心競爭力的角度而言，核心競爭力乃企業特有競爭力，可創造競爭優勢，若核心競爭力能與當地環境與特色相結合，則源自企業內部之競爭力可以與外部環境形成最適配適(Fit)。則有助於企業更加彰顯其特性與經營績效。

由光電科技工業協進會(PIDA)於2006年出版之報告書中指出，我國光電產業一直隨著全球光電市場的成長而持續擴大，2005年時，台灣光電產業總產值首度突破一兆台幣，達到1兆1,289億台幣，在全球2,208億美元的光電產值裡，佔有16%的比例，可見得我國光電產業的全球地位日趨重要。由於持續受到原油價格上漲，及歐洲在環保能源政策等影響，使得太陽電池市場呈現高成長。自1997年來，全球太陽光電產業保持著年平均20%至40%的成長率，產值亦突飛猛進。從2003年的12億新台幣，2004年倍增至新台幣33.5億元，2005年再倍增至新台幣70億元，2006年預估將成長至新台幣100億元。太陽電池產業是2005年光電產業中成長率最高的產品，成長率高達101%。太陽光電系統具有再生、永續循環不息特性，為各國積極發展扶植之產業，惟由於裝設價格高昂，因此各國政府之政策補助為產業發展關鍵因素；依據PV News統計歷年太陽光電系統生產規模，自1995年77.6百萬瓦(MW)起，每年以14~43%之不等的高速成長率成長，2003年達744.08 MW，2004年則為945 MW，成長率約27%，預計2005年產量達1260MW。展望未來，由於油價持續上揚，引發各國政府及人民尋求替代能源之危機意識，加上京都議定書自2005年2月開始實施，二氧化碳減量為全球共識，太陽光電系統需求強勁，光電協會(PIDA)預估2005~2007年太陽光電系統仍將有30%之高成長率，故太陽光電產業是未來極有潛力的產業。

國家競爭優勢乃是Michael Porter (1990)所提出之理論，其中的鑽石模型的概念闡述國家是企業最基本的競爭優勢，因為國家能創造並持續企業的競爭條件，政府不但影響企業所做的決策，也是創造並延續生產與技術發展的核心。在文章中並且提及了四個國家屬性：「因素稟賦」、「需求條件」、「相關產業與支援產業」與「公司策略、結構與競爭狀況」以說明某特定產業於某特定國家得以成功的關鍵因素，此外也提出了兩個會影響國家屬性的關鍵因素：「政府」與「機會」。此理論系統的特色在於系統內任一因素的效果都會與其他因素相互影響，故實乃一動態的理論架構。

由於半導體產業與太陽光電產業其製程原料皆需矽材料與矽晶圓，故兩者有緊密的上下游結合關係。也因此半導體產業的動態勢必對於太陽光電產業有重大影響，其間存

有一種「牽一髮而動全身」之關係，正合於國家競爭優勢中所強調的鑽石動態模型，目前面臨半導體產業逐漸西進的局面下，本文探討了在鑽石模型中各項因素其核心競爭力的關鍵，並且深入討論這些關鍵要素是否具有本土化(Localized)之特色。

本研究目的即在於藉由文獻回顧探討核心競爭力之本質、特性與種類等等，並進而提出本土化核心競爭力之架構，針對全球太陽光電產業進行深入研究，分析國內外太陽光電產業之領導廠商競爭優劣勢所在，找出有利國內未來產業發展之經營模式與策略。在產業分析的過程中，探討台灣所具有之優秀半導體基礎能給予太陽光電產業的助益，檢視台灣太陽光電產業如何運用兩岸互補性資源之議題。如何整合現有競爭利基，調整發展策略，建立台灣於全球太陽光電下特有之角色與定位，此將為台灣產業高值化之轉戾關鍵。故本研究主要目的為：透過本土化核心競爭力的架構，檢視台灣的太陽光電產業，在面臨相關產業外移的情況下，是否有其獨特且不可取代的核心價值，進而成為台灣特有的核心競爭力。本研究內容如下：

1. 了解全球太陽光電產業的發展現況與未來趨勢
2. 探討先進各國代表性廠商之發展概況
3. 探討台灣與中國太陽光電產業間的互補性資源與優勢
4. 探討台灣太陽光電產業之本土化核心競爭力
5. 建立台灣於全球太陽光電產業下的角色與定位

1.3. 研究範圍與對象

我國具有良好的半導體產業發展基礎與成功發展經驗，而因為太陽光電產業的生產技術與製程與半導體相近，故國內太陽光電廠商可利用半導體的週邊支援與技術人力平台做為發展基礎，有利於太陽光電產業之上、中游之晶錠、晶片與電池的發展與競爭。只要能掌握發展契機，我國太陽光電產業即可在國際中大放異彩。透過對於半導體產業與太陽光電產業之探討，分析太陽光電的市場規模、技術發展、產品趨勢、等。著重於太陽電池模組廠商間之競爭分析。檢視在國家鑽石模型的架構下，太陽光電產業之代表性廠商的競爭優勢及核心競爭力。

1.4. 研究架構

本研究藉由文獻回顧，探討關於國家競爭優勢、核心競爭力等相關文獻，並將重點著重於核心競爭力之架構。深入了解其意涵。此外，由探討國內外產品市場及技術趨勢、及政策法規之影響，掌握全球太陽光電產業之發展方向。其後利用國家競爭優勢之鑽石模型討論各項因素下，中國與台灣間太陽光電產業的競爭情勢，以及國內半導體產業對於太陽光電產業之互補性優勢。再根據文獻回顧提出本土化核心競爭力的架構，提出台

灣太陽光電產業特有之競爭優勢。最後分析先進國家產業發展之成功經驗、國外領導廠商的關鍵成功要素，提出國內太陽光電產業廠商於全球競爭之定位，提出具體產業發展及企業策略建議。確定研究目的與範圍後，隨即展開收集全球與我國太陽光電產業的技術、產品、市場、政策法規、總體環境與競爭策略文獻，以建立本研究的理論基礎。隨後蒐集太陽光電產業與太陽電池產業的次級資料，包括先進太陽能國家：歐洲、美國、日本、中國、台灣等，以及太陽光電廠商的全球領導廠商。經過研究架構系統性的整理與分析，得出企業發展之競爭策略，並配合專家意見做為佐證。本研究所提出之本土化核心競爭力與研究架構圖如下：

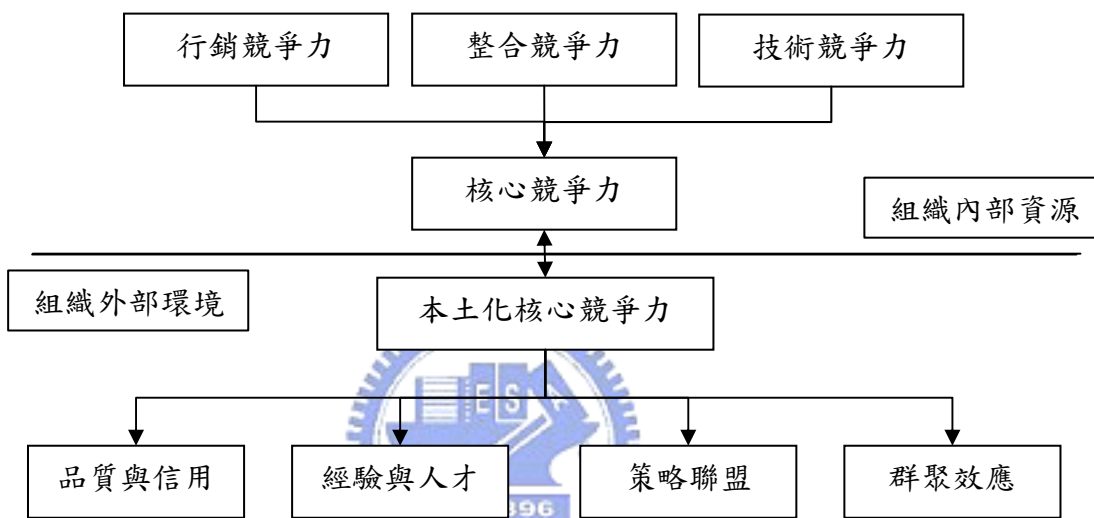


圖 1：本土化核心競爭力架構圖

資料來源：本研究整理

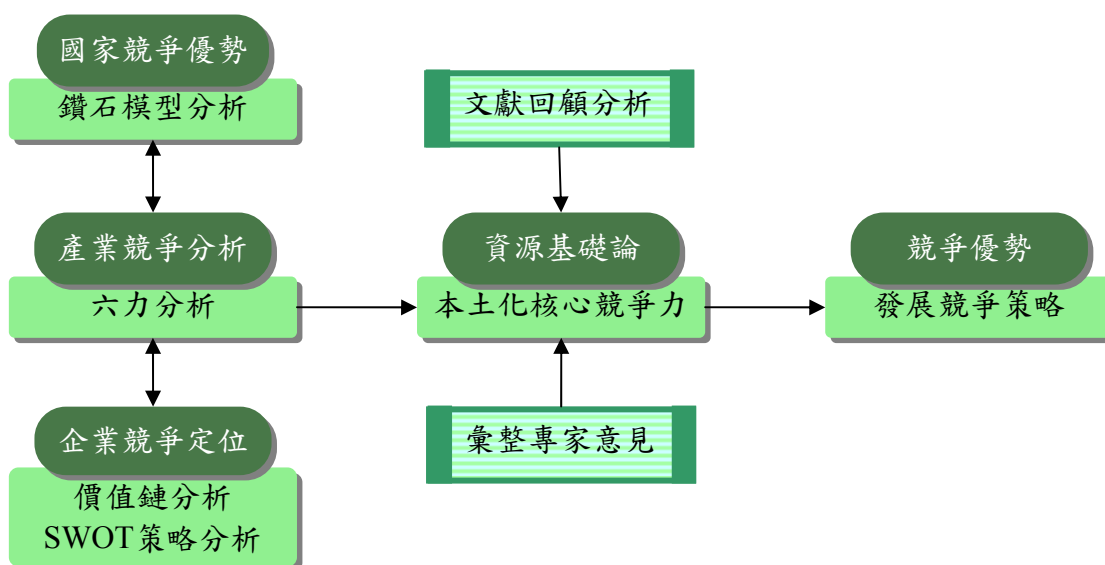


圖 2：研究架構

資料來源：本研究整理

1.5. 研究流程與方法

本研究實施方法係藉由次級資料的蒐集，針對太陽光電產業之廠商經營動態、市場、技術、競爭力及產業政策之影響等各層面加以分析。以 Michael Porter 國家鑽石模型的六大構面探討太陽光電產業的總體經營環境，藉以觀察台灣太陽光電產業與半導體產業之間的關聯性與互補性資源。產業分析方面以 Andrew Grove 所提之六力分析探討產業競爭力以及半導體產業對於太陽光電產業的助益。結合 SWOT 分析提出四種策略，配合價值鏈分析，討論廠商所具備的優勢、劣勢、與所面臨的機會與威脅。透過分析國內外領導廠商經營策略，綜合研究結果，提出我國太陽光電產業發展建議及廠商經營策略。訪談太陽光電領域專家意見做為佐證，提出我國太陽光電產業特有之本土化核心競爭力與競爭策略。

資料的取得主要經由國內外期刊、新聞資料庫、市場報告、各國政府及主要廠商網站、相關研討會...等管道，蒐集先進國家太陽光電產業之政策措施與發展目標、市場統計與市場預測資料，以深入分析全球太陽光電產業之發展現況與未來趨勢。研究流程如下：



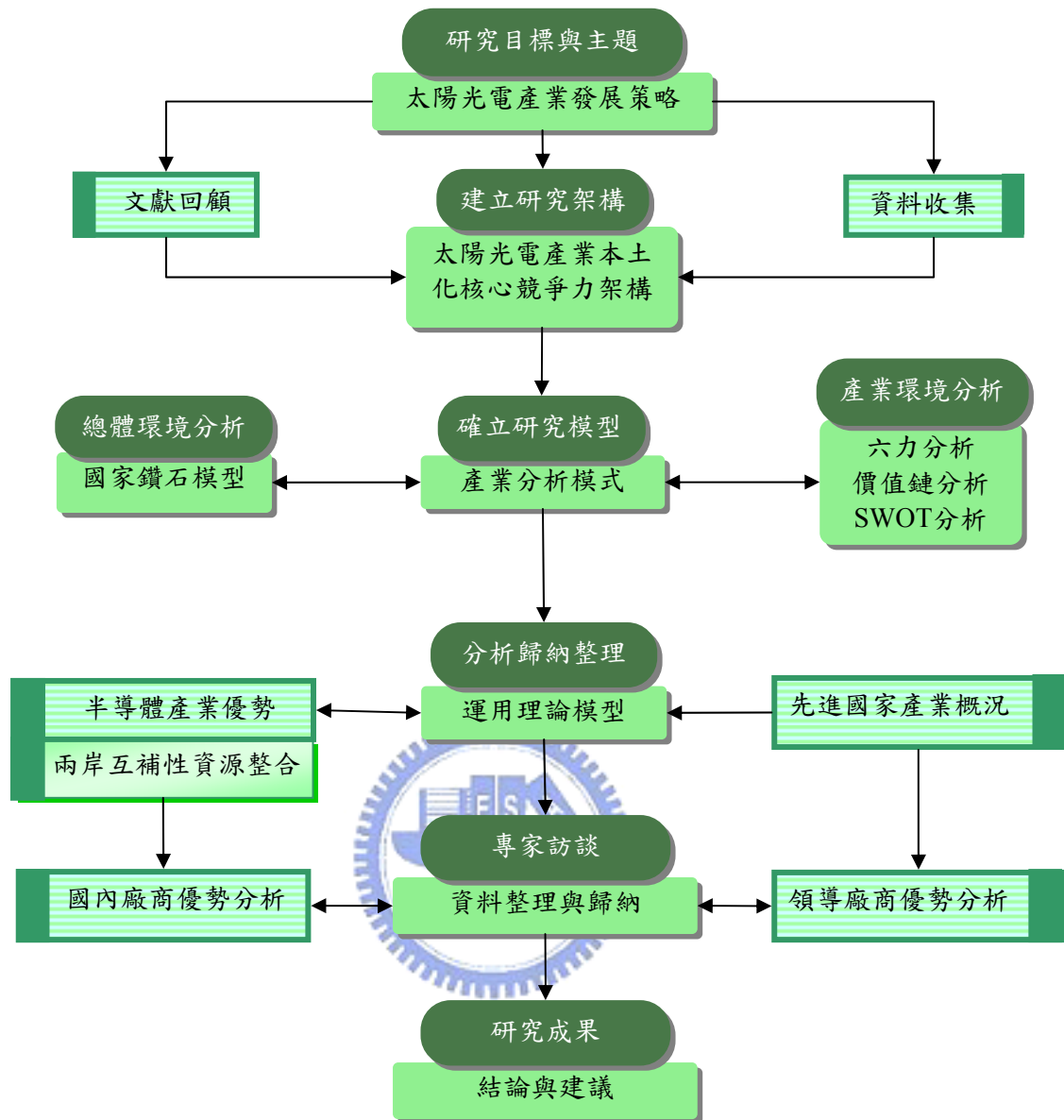


圖 3：研究流程

資料來源：本研究整理

1.6. 研究限制與後續建議

本研究藉由文獻回顧、資料收集與專家訪談，試圖提出我國太陽光電產業之本土化核心競爭力架構。做研究的過程中雖力求文獻與資料之完整性，但是限於時間、資源及環境等因素，存在以下限制：

1. 本研究的主要目的在於提出台灣光電太陽產業之本土化核心競爭力，但由於此領域的研究鮮少有文獻可以參考，故只能從不同領域探討本土化、核心競爭力等相關文獻試圖整理出新的理論架構，此理論架構為初步架構，尚待更多的研究與分析佐證。

2. 在建構研究架構之過程中，納入了專家的意見予以佐證，但由於訪談的內容著重於我國太陽光電產業，故分析出來的架構乃是以太陽光電產業之角度所提出之結論，在不同領域可能還會有不同的本土化核心競爭力架構，故本研究不能全部概括。
3. 深入訪談過程中，不同專家之意見可能存在主觀意識，影響結果之客觀性，但仍希望透過系統化之資訊研判，將主觀成分儘量減少。此外對相關較敏感涉及營運機密的問題，受訪人態度較保守謹慎，這對個案資訊的取得受一定程度的限制。
4. 本研究的研究對象，以太陽電池產業的代表性廠商為主，並未對全球的所有太陽光電相關業者做調查，其競爭策略之研究不能推論至全球的所有太陽光電業者。
5. 本研究在蒐集研究對象的相關資料方面，已實現或已發生的實際數值，以 2006 年第一季為截止點。
6. 太陽光電產業的競爭策略，涉及範圍、對象廣泛複雜。本研究限於時間、精力、與能力，不能鉅細靡遺全盤探討，僅能選擇其中較為重要的發展策略加以探討。



第二章 文獻探討

本研究主要目的在於探討台灣太陽光電產業之本土化核心競爭力。故本章將基於研究目的，就「策略」、「競爭策略」、「競爭優勢」、「核心競爭力」、「產業分析」之相關文獻進行回顧與探討，經系統性整理，成為研究的理論基礎，協助建立本土化核心競爭力之架構。茲將文獻探討架構、內容與目的整理如圖4。

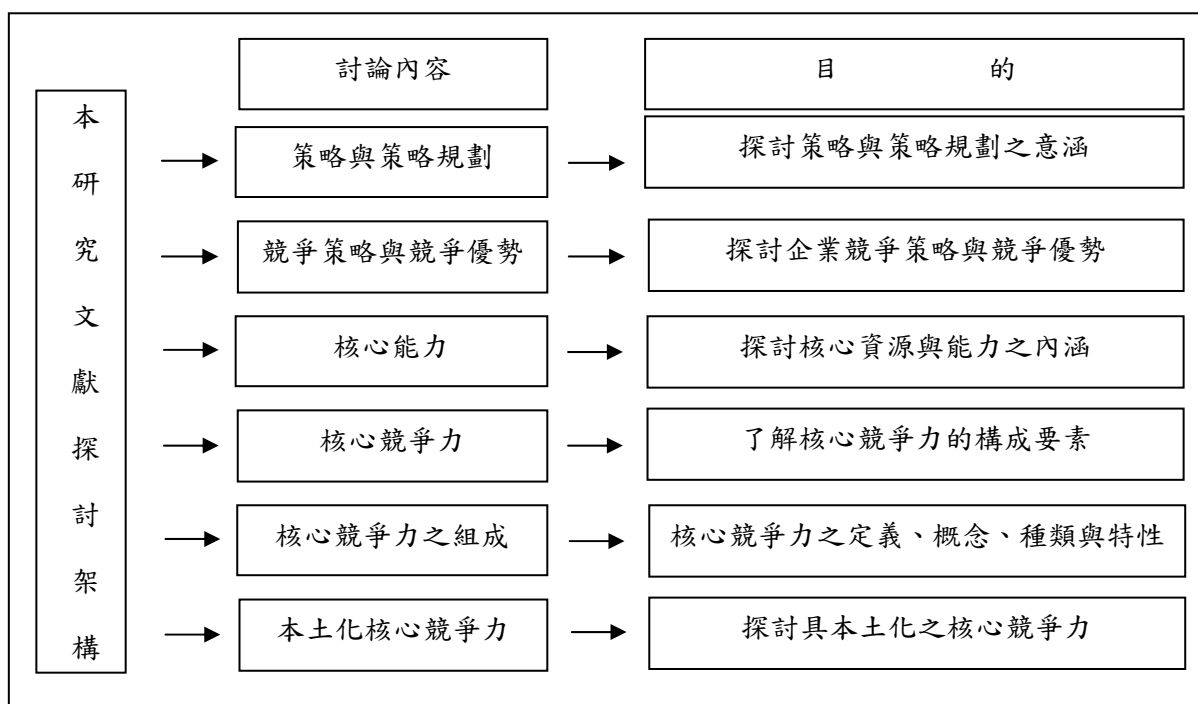


圖 4：文獻探討架構

資料來源：本研究整理

2.1. 策略

1950 年代起，由於科技技術的進步與社會與經濟的快速變遷，企業所處的經營環境趨於動態化。在此種背景下，企業面臨複雜多變的環境，若欲提升企業的整體競爭力，經營者不能再以傳統規劃方法經營企業，於是開始注重「策略」的運用，協助企業分配資源與採取行動，朝向整體目標邁進。了解營運策略的制定過程，有助於管理者有效評估各項策略對企業營運所造成的影響。

策略是釐定組織明確的目標，塑造組織成員共同願景，有助於管理者採取特定的決策與行動以獲得長期績效。策略管理始於 1950~1960 年代，以下將整理國內外學者對於策略的觀點與見解如下：

1. Chandler (1962)認為，「策略是決定一個組織的基本長期目標，及為達成該目標所

採行的行動方案與所需資源分配。

2. Ansoff(1965)，策略是一廣泛的概念，可提供企業的經營方向，近一步的引導企業發覺機會。
3. Andrew (1971)說明，策略是企業為了達成目的所發展之目標與使命及政策和計劃的型態，藉此以描述企業目前及未來的業務。
4. Mintzberg (1978)指出，策略是調和組織與環境間的力量，即組織因應環境變化時的決策。
5. Porter (1980)認為，策略是企業能在產業競爭中取得較佳的競爭地位所採取的行動，協助企業建立起可獲利又能持續的競爭位置。
6. Quinn (1980)定義，策略是一種能將組織主要目標，政策和行動，順序地整合在一起的型態或計畫。
7. Hofer & Schendel (1985)提出，策略是企業為達成目標，而對於現在與未來之資源部署與環境互動上所採取的手段。
8. Robbins (1990)定義，策略為決定企業的基本、長期目標、所該採取行動之過程；或是為實現目標所需資源的配置活動。
9. Gary Hamel & Prahalad (1994)認為，策略是企業針對未來的機會及即將形成的新興產業結構發展出的核心競爭力及差異化條件，為國家及政府創造未來的榮景。
10. Hill & Jones (1998)指出，策略是經理人為達組織目標所採取的決策與行動。
11. 許士軍 (1980)認為，策略代表為達成某特定目的所採取的手段，表現為對重要資源的調配方式。
12. 司徒達賢 (1995)提出，策略是指企業的形貌，及在不同的時點間，這些形貌改變的軌跡。

歸納上述，發現主要有二種不同的定義的策略，一種是強調策略包含了決策、行動

與計畫，注重目標的規劃與行動計畫(如 Chandler、Ansoff、Glueck 等)；另外一種則強調環境的適應，注重實現呈現的決策型式(如 Hofer & Schendel、Mintzberg、司徒達賢)。整理如表 1。然而事實上，現今企業所面臨的環境變動十分快速，除了在策略制定時需經過事前完善的規劃外，公司經營策略的擬定也應考量環境面的變數做考量，擬定出具有彈性的策略，即以上兩種策略的特性都應具備。

表 1：策略之意涵與關鍵概念

	理論焦點	學者	關鍵概念
策略	決策面	Chandler	決定基本目標、方案與資源分配
		Ansoff	提供經營方向
		Andrew	決定目標與使命
		Quinn	整合組織目標、策略與行動
		Robbins	實現目標與資源配置
		Gary Hamel & Prahalad	發展核心競爭力
		Hill & Jones	達成目標所採取之行動
	環境面	Mintzberg	調合組織與環境力量
		Porter	獲取較佳競爭地位
		Hofer & Schendel	資源部署與環境互動
		司徒達賢	隨著環境改變的軌跡

資料來源：本研究整理

2.2. 策略規劃

企業策略的擬定需經過一套完整、系統化的過程，才能將有限的資源有效的分配，以達組織的目標。規劃者，代表針對未來所擬採取的行動，進行分析與選擇的程序。故其本質是一動態程序(許士軍，1980)。同時，完整的策略也需要組織成員徹底的執行，才能見其效用。以下將提出學者對於策略規劃模式加以說明。

1. Mintzberg 提出的策略管理程序可分成五個主要成份，分別為：(1) 企業使命(Mission)與目標(Goal)的選擇；(2) 分析外部競爭環境找出機會(Opportunities)與威脅(Threats)；(3) 分析內部營運環境找出優勢(Strengths)與劣勢(Weaknesses)；(4) 選擇可行策略，使組織能運用優勢、改善劣勢、獲取機會、避免威脅；(5) 策略執行。可知策略規劃最終的目的就是在於，尋求與執行企業未來永續經營與發展的可行性方案，檢定決策可能產生的因果關係並且回饋至策略擬定的過程中。

2. George A. Steiner (1969)提出「整體規劃模式」(Integrated Planning)，在此模式中
共分為「規劃基礎」、「規劃主體」、「實施與檢討」三大步驟，可以完成一完整的
策略。另外有兩項支援要素：「規劃研究」、「可行性測定」列為基礎支援要項，
目的就是希望藉由科學性的方法與可行性評估增加策略成功的機率。

3. Steiner (1977)認為策略規劃不是純然由組織內部激發的過程，策略規劃是企業依
據內部與外部的期望，根據組織過去績效、現況考量、未來預測並考量環境面後
所擬定而成的。擬定的內容包括：使命、目標、政策之制定；中程規劃；短期計
畫；執行檢討與評估。

4. Boar (1993)認為一個完整的策略規劃，必須包含了「策略評估」、「策略方案」、
與「策略執行」三大步驟。Boar 認為企業的策略規劃不單單只是單一部門目標的
完成，而是企業整體部門資源之配合與長期投入，並持續每個階段的執行與控
制，提供回饋機制以便彈性調整策略，以確保計畫執行與策略之成功。
 - (1). 策略評估：為了瞭解企業所處內部與外部環境的情勢。包含了定位分析、
情勢分析、結論歸納。
 - (2). 策略方案：擬定策略方案的三個思考重點：企業未來營運範圍與定位、策
略目標的擬定、策略行動
 - (3). 策略執行：將策略的意圖轉變成實際行動，將行動方案化成不同性質的計
畫，藉由每個計畫的完成達到組織整體目標。

表 2：策略規劃之內涵與關鍵概念

策 略 規 劃	學者	策略規劃之內涵	關鍵概念
	Mintzberg	確認使命目標、分析內外環境、選擇與 執行策略。	選擇、執行與回饋可永 續經營之方案。
	George A. Steiner	規劃基礎、規劃主體、實施檢討、規畫 研究、可行性測定。	運用科學性方法增加 策略成功機率。
	Steiner	根據組織過去與現在之績效，為達未來 期望，參考環境面所擬定之。	滿足組織對內部與外 部之期望。
	Boar	策略評估、策略方案與策略執行。需要 整合整體部門資源，持續控制與調整。	整合資源與長期投 入，持續執行與控制。

資料來源：本研究整理

2.3. 競爭策略

Michael Porter 在其競爭策略一書中開章明義的指出競爭策略的定義為「在產業內競

爭的每家公司都有一套競爭策略，它們也許是外顯(explicit)，也許是內隱(implicit)，也可能經由一道規劃程序公開開發出來，並經由公司內部各部門的一連串活動，無聲無息地演變而成。」

故競爭策略可看視為提出一套周全的分析架構，藉以協助公司分析產業預測未來走向，了解競爭對手及自身的地位，並將分析轉換為某個特定事業的競爭策略。由 Porter 對競爭策略的定義，可看出競爭策略乃是當代企業在全球高度激烈競爭中提供企業經營解決方案的來源。

1. 吳思華，策略規劃的目的是要勾勒出企業未來發展的方向，因此要了解企業的經營策略，除了解策略的意義以外，還要進一步探討策略的實質內涵，才能具體的來進行規劃，所以需將策略進一步加以解剖，這些經過解剖後的細項，可稱為「競爭策略」。因此，在制定策略的過程中，決策者可透過數個競爭策略的種類，分析其所面臨的情境，掌握決策的關鍵。
2. Ansoff (1957)運用產品與市場範疇(product-market scope)之構面，描述企業成長方向。將企業成長策略分為下列四種：市場滲透策略，市場發展策略，產品發展策略，多角化策略。
3. Glueck (1976)從總公司層級看各事業部營運之策略，決定最佳與有利的營運事業組合。認為企業經營的主要策略方向有四種：穩定策略，成長策略，退縮策略，綜合策略。
4. Miles & Snow (1978)提出適應策略(Adaptive Strategy)，說明在組織面臨產業變動環境時，可能會採取不同的行為模式，主要有四類：防禦策略、前瞻策略、分析策略、反射策略。屬事業部層級策略。
5. Kotler (1984)擴充 Ansoff 之見解，將企業成長策略重新分為以下三種形式：
 - (1). 密集成長策略：市場滲透、市場開發、產品開發
 - (2). 整合成長策略：向前整合、向後整合、水平整合
 - (3). 多角化策略；集中多角化、水平式多角化、複合式多角化
6. Aaker (1984)提出企業之兩大核心策略，即：競爭優勢的一般性策略，包括：差異化策略，低成本策略，集中化策略，先佔策略及綜效策略。投資決策策略，包括：市場滲透策略，產品發展策略，市場發展策略，垂直整合策略及多角化策略。

7. Porter (1985)指出在產業的競爭環境中，企業想要獲得較佳的競爭位置，享有超額報酬，則需要具備基本競爭優勢，即更低的成本或具差異化的商品，此外也應鎖定某特定市場集中資源，因此依企業的競爭優勢與競爭的範疇提出三種競爭策略：成本領導策略、差異化策略、集中策略。

表 3：競爭優勢與競爭範疇

		競爭優勢	
		低成本	差異化
競爭範疇	目標廣泛	成本領導	差異化
	目標集中	成本集中	差異集中

資料來源：Porter，競爭優勢，民 88

8. Miller (1986)將競爭策略分為下列四種：

- (1). 產品創新策略：以供應端的角度創新產品刺激需求
- (2). 市場差異化策略：針對需求端的差異性滿足需求
- (3). 市場廣度策略：了解產品的範圍與服務區間
- (4). 成本控制策略：已有效率的生產方式降低成本

9. Hope.J. & Hope.T (1997)提出企業決定策略型態的前提是正確的價值定位，企業必須清楚界定利基市場後盡全力投入競爭。建立企業核心能力的平台執行營運活動，然後藉由成功建立客戶心中根深蒂固的價值定位，拉大與競爭對手的距離。並指出企業在確認價值定位是根據下列三個主要原則：

- (1). 價值導向會依顧客類型之不同而有差異
- (2). 客戶的期望標準會隨著價值標準正向增加 所以企業可以藉著先建立顧客心中價值導向而取得競爭優勢
- (3). 企業必須擁有一個獨特的營運模式支持其具備獨特的價值

然而企業並無法做全面性的競爭及服務所有顧客，所以企業必須衡量本身的核心專長及以顧客角度思考企業的價值取向。顧客價值取向可分為：產品領導導向；營運效能導向；親密客戶關係導向。

表 4：競爭策略之內涵與關鍵概念

學者	競爭策略之內涵	關鍵概念
Ansoff	市場滲透策略，市場發展策略，產品發展策略，多角化策略	依據產品與市場之範疇為構面
Glueck	穩定策略，成長策略，退縮策略，綜合策略	從總公司層級探討事業部之競爭策略
Miles & Snow	防禦策略、前瞻策略、分析策略、反射策略	企業面臨環境變遷之競爭策略
Kotler	密集成長策略、整合成長策略、多角化策略	企業成長策略
Aaker	競爭策略包含了一般競爭策略與投資組合策略	企業兩大策略核心
Porter	成本領導策略、差異化策略、集中策略	依競爭優勢與競爭範疇提出競爭策略
Miller	產品創新策略、市場差異化策略、市場廣度策略、成本控制策略	從供應端與需求端角度提出
Hope.J.& Hope.T	擁有獨特企業價值並能符合顧客期望	正確的價值定位與利基市場

資料來源：本研究整理

2.4. 競爭優勢

依 South (1981)的定義為，在與競爭者競爭的領域內，形成確實而可保存的經營優勢。George S. Day (1984)認為競爭優勢代表著企業擁有較佳技術、資源及定位上的優勢，產生較佳的獲利表現。Hatten (1987)則提出競爭優勢是選擇一個能比競爭者表現優異的市場，在此競爭中取得優勢。因此，要在競爭過程中取得有利的結果，需要擁有某種程度的優勢，即是所謂的競爭優勢 (competitive advantage)或核心能力 (core competence)。

由上述可知，競爭優勢 (Competitive Advantage)意指企業相較於其他競爭者擁有獨特或較佳的資源或能力，而這些資源或能力可以構成企業的競爭優勢。可知競爭優勢對企業而言具有實質的策略意義，即企業策略之成敗端視競爭優勢之建立與維持。以下將整理學者提出的概念：

1. 大前研一 (1984)以「競爭衝突的程度」與「策略創新程度」為兩個構面提出四種

基本策略

- (1). 關鍵成功因素策略：企業辯明關鍵成功因素之所在，並全力集中投入
 - (2). 相對優勢策略：找出與競爭者的差異所在，利用差異造成相對優勢
 - (3). 主動攻擊策略：採取主動攻擊改變競爭規則，創新的策略創造競爭優勢
 - (4). 策略自由度策略：以創新的營運模式避免與對手正面衝突，找尋利基
2. Aaker (1988)指出企業需要建立持續性競爭優勢(SCA, Sustainable Competitive Advantage), 擁有 SCA 對於企業長期發展才有意義, 也是策略成功的關鍵。SCA 是由五個策略性突破點 (Strategic Thrusts) 所組合成的。即：差異化；成本優勢；集中策略；先佔優勢；綜效策略。而 SCA 擁有下列三項特徵：必須涵蓋產業的關鍵成功因素、相較於競爭者有顯著的差異性、能因應環境的變動而及對抗競爭者的競爭。
3. 盧峰海 (1990)提出競爭優勢的形成受到下列三種變數的影響：
- (1). 企業本身的優勢劣勢：企業內部自我分析歸納，了解競爭優勢的潛在來源
 - (2). 競爭者的優勢劣勢：了解企業與競爭者之間競爭優勢的相對關係
 - (3). 產業的關鍵成功因素：Porter (1980)認為產業的關鍵成功因素可以藉由產業結構的分析來確認。
4. George Torok (1998)在 *Manage Your Suppliers for a Competitive Edge* 一文中對競爭優勢提出了一個非常完美的詮釋。他將競爭優勢的來源歸類為五個因素：成本；品質；時間；技術；風險。將其策略說明如下
- (1). 成本：以成本領導做為主要策略
 - (2). 品質：以提供更滿意顧客的品質為策略
 - (3). 時間：掌握研發及切入市場的時間
 - (4). 技術：專注核心能力掌握技術領先
 - (5). 風險：針對企業本身及相關上下游的風險管理
5. Hill & Jones (2004)在「策略管理」一書中提出「競爭優勢的來源」，指出建立與維持競爭優勢的四個要素：卓越品質、卓越效率、卓越創新、卓越顧客回應。這四個因素有助於企業提供差異化的產品，創造更高顧客價值，與降低成本結構。

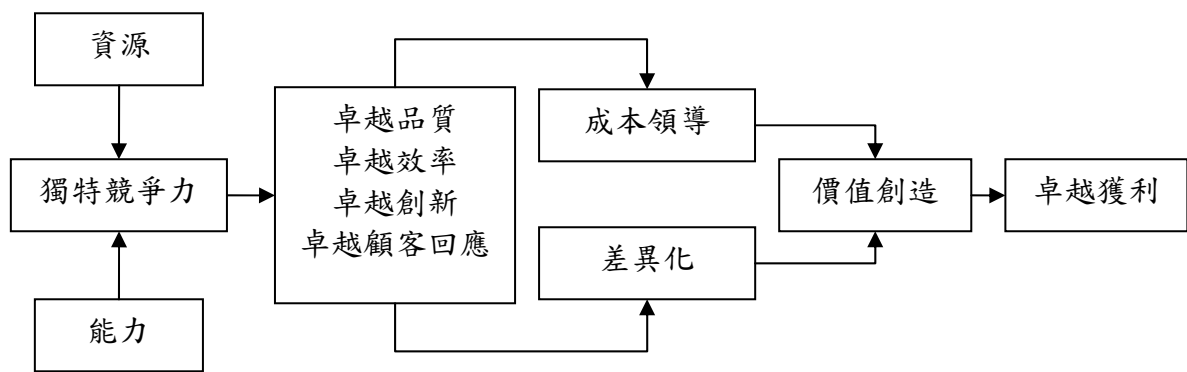


圖 5：競爭優勢的來源

資料來源：Hill & Jones，策略管理，黃營杉譯，民 93 年

2.5. 核心資源與能力

國內外學者對於核心資源的定義亦有許多不同層面的解釋，企業經營需要多種資源，無論是有形資產或無形資產，各種資源的重要性並不一樣，但其特色為難以被複製並能夠為企業帶來競爭優勢，如：智慧資本、銷售價格、品牌和信譽以及客戶資訊等，是創造競爭優勢的主要關鍵資源。從企業經營的觀點看，所謂核心資源包括「資產」與「能力」兩大類，核心資源係指在特定時點的有形資產，如土地、機器設備、資金與無形資產，如商譽、品牌、專利、資料庫等，而核心資源是需要不斷創造與累積(吳思華，民 87)。資源基礎論(Resource-based theory)支持公司利用核心資源與核心能力，因應外部環境的機會與威脅而創造及建立競爭策略(Carmeli, 2001)。因為核心資源與核心能力是企業持續性競爭優勢(Sustainable Competitive Advantage)的實質來源(real source)。企業唯有創造核心競爭力才可以創造 SCA，將企業帶領至卓越績效表現，如此才可以在競爭世界中贏得勝利(Hamel & Prahalad, 1990)。

核心資源與核心能力是組織中最根本之基礎能力，核心資源代表著公司實體資產與無形資產，而核心能力則象徵著技術與管理技能，Hamel & Prahalad (1990)核心能力具有以下幾個主要特點：延展性、用戶價值性、獨特性、動態性和綜合性。企業若能掌握諸如購併、交易、籌資、風險管理及資本管理這些常用的技能，將會在營運和保持成長中擁有很大的優勢。

2.6. 核心競爭力

2.6.1. 核心競爭力的定義與概念

核心競爭力的概念可以追溯到 Selznick (1957)的「獨特能力」，意指：「企業要提昇競爭力，需擁有的特殊特性(characters)」，而「獨特能力」是組織執行特定任務重要的內涵。核心競爭力是 Hamel 和 Prahalad 於 1990 年在「哈佛商業評論」上所發表，此理論

從此後開始受到重視。其主要觀念是由核心資源所延伸出來的，強調企業整體的「獨特競爭能力」，它不一定是「低成本」，但一定是企業內部最具競爭與最擅長的謀生能力。核心競爭力與企業的關鍵成功要素中有相互關係，核心競爭力必來自於企業關鍵成功要素，故核心競爭力本身也屬於企業的關鍵成功要素。在同產業中比較企業經營績效的成功與否與差異，則更可確認出該產業的關鍵成功要素(De Vasconcellos & Hambrick, 1989)。

1990年 Hamel 提出核心能力，指的是潛藏於企業內部獨自的技能、技術或知識的綜合，至此企業界、學術界對核心能力的研究與應用已產生很大的變化。Chandler (1990)認為企業的核心競爭力應包括：企業的功能性能力(即企業機能：生產、行銷、人力資源、研發、財務等等)、企業的策略性能力(即企業策略)。將核心能力的範圍擴大後，增加觀察的層面，並將重點轉移到無形資產與整合的能力上。Teece (1990)和 Collis & Motgomery (1995)認為核心競爭力是指企業執行比競爭者更具績效的行為，而且是符合市場所需，透過其所有擁有的資產與策略規劃相配合，提供給企業持續競爭優勢之能力基礎。

Barton (1992)將核心競爭力定義為：單一獨特、不易模仿，優於競爭者的資源運用與技能。Tampoe (1994)將核心競爭力定義為能夠多方面整合科技、流程以及發展具有持久、獨特之競爭優勢並創造組織附加價值的技術或管理子系統。

Hamel (1994)則認為核心競爭力是組織內多種技術的整合、不是會計上的實體資產(real asset)，而是一種可以「創造顧客核心價值」、「與競爭者差異化」及「進入新市場」的能力。故核心競爭力是與競爭者有所差異且優於競爭者的能力，因此也創造出新市場的契機。

Petts (1997)認為核心競爭力是企業在產業中，結合技術、知識與技能的獨特能力。Coyne, Hall & Clifford (1997)認為核心競爭力係指一個群體中，一些彼此互補的專業技能與知識所結合的特定能力，足以執行一個或數個具世界水準的重要能力。

Mansour (1998)認為核心競爭力是由策略事業單位(SBU)的競爭力協調、整合，並分享於各事業單位之知識與技術。

由上述幾位學者的文獻中可知，核心競爭力乃是一種整合企業資源與能力所創造出來的競爭力。

表 5：核心競爭力之內涵與關鍵概念

	學者	核心競爭力之內涵	關鍵概念
核 心 競 爭 力	Selznick	企業需具備特殊特性以培養獨特能力	獨特能力是組織重要內涵
	De Vasconcellos & Hambrick	核心競爭力源自於企業關鍵成功要素	比較經營績效以確認關鍵成功要素
	Hamel	核心能力是指潛藏於企業內部獨特之技能、技術與知識的結合	價值性、差異化、進入新市場
	Chandler	包含企業的功能性能力與策略性能力	無形資產與整合能力
	Teece, Collis & Motgomery	能執行較競爭者更具競爭力之行為	符合市場所需並且能創造持續競爭優勢
	Petts	結合知識、技術與技能之能力	跨領域或部門競爭力之整合，協調並分享之
	Coyne, Hall & Clifford	彼此互補或結合專業性知識、技術之能力	
	Mansour	整合、協調各 SBU 之競爭力並分享之	

資料來源：本研究整理

2.6.2. 核心競爭力的特性與種類

核心競爭力的主要特性，是經由組織的共同學習與資訊分享的過程中緩慢的發展而成，無法輕易的被模仿或轉移、無法用於交易、更是不可替代，而組織建構其核心競爭力將對於其競爭優勢有明顯貢獻。核心競爭力的意義體現在：價值優越性、獨特性(難以模仿性)、異質性、不可交易性，不可取代性、可擴展性等方面(朴仁鶴，2005)。Hamel (1995)提出建構核心競爭力之程序包含：選擇、建構、佈署、保護。

- (1). 選擇：為達到市場需求，在建構核心競爭力前應有所選擇，便與市場需求相對應。再根據市場的價值與特性來建構其核心競爭力
- (2). 建構：基於組織所擁有的核心資源與能力，如累積與整合知識、組織的靈活性、快速反應能力、充足的資源、組織全員共同努力等，進而建構出核心競爭力。
- (3). 佈署：核心競爭力的佈署需要透過財務的觀念來累積與延伸，並使關鍵性的能力可以持續的發展，持續創造競爭力。
- (4). 保護：核心競爭力雖不輕易受到外界所模仿，但並不表示核心競爭力不會消失與改變，應以隨時注意市場的變化、競爭對手的發展狀況等，檢視核心競爭力不致於流失。

1. Hamel & Prahalad (1994)進一步將企業核心競爭力界定為能夠提供消費者特殊價值的一系列技能與技術之組合。應當具有 4 個顯著的特徵：
 - (1). 價值性：企業的核心能力最為顯著的特徵就是在於能有效的提升企業價值。
 - (2). 獨特性：企業擁有的核心競爭力是獨特的，是其他企業所不具備的，企業的成功關鍵因素，同時決定了企業間彼此的異質性與效率差異性，是建立與維持競爭優勢的重要因素。
 - (3). 難模仿性：企業的核心競爭力是長期經營活動中累積形成的。在形成的過程中，企業特有的組織結構，成長經歷為其提供了獨特的制度、文化等特性，因此在短期內難以被模仿。
 - (4). 組織化：核心競爭力並非組織所擁有的單一要素、資源或者技術。而是多種要素互相整合而形成組織化的系統能力，任一要素要成為組織的核心競爭力，必先具備上述的幾項特點，此外也要能深度融入組織中，整合其他要素而產生系統性效用。

表 6：核心競爭力之特性

核心競爭力之特性	朴仁鶴	Hamel & Prahalad	兩者差異
價值性	■	■	
難以模仿性	■	■	
獨特性		■	
異質性	■		
不可交易性	■		■
不可取代性	■		
可擴張性	■		
組織化		■	■

資料來源：本研究整理

由上表可知自 1994 年 Hamel & Prahalad 提出核心競爭力之特性以後，在 10 年之中核心競爭力之特性亦產生了變化。著重於企業的核心競爭力乃不可由其他所取代，由於具備無形資產之特性也無法輕易透過交易而得，面臨組織的擴張與成長，具備可擴張性與組織共同成長。組織化則特別強調核心競爭力相整合以及融入組織的概念。

2. Hamel (1994) 、許士軍 (1995)則將核心競爭力劃分為三種類型：
- (1). 市場傾向型 (Integrity-related competence)：可拉近與顧客之距離的技術與技能，如：品牌發展、銷售與行銷、分配與後勤、技術支援等接近顧客的能力。
 - (2). 整合相關型 (Integrity-related competence)：指從事產品整合品質、作業時間、即時存貨管理，以使公司較競爭者更快與更有彈性且可靠。
 - (3). 功能相關型 (Functionality-related competence)：能提供有別於競爭者具特殊機能的服務或產品讓顧客滿意的價值。
3. Schoemaker (1992)將核心競爭力類型歸納為三型，分別是核心技術型、策略資產與關鍵成功型。並從企業願景 (strategic vision)之建構的角度，歸納整理相關文獻，把核心競爭力分為洋蔥觀點 (firm as an onion)，樹狀觀點 (firm as a tree)，策略資產觀點 (strategic assets)及關鍵成功因素觀點 (Key Success Factory)四種類型，如表 7。各類型之定義與說明彙總說明如下：
- (1). 核心技術型：公司具有其他廠商無法模仿的核心技術，並且長期堅持此能力，若核心技術喪失則公司將無法生存。公司可藉由該技術發展可許多產品及相關部門，整體企業於發展新產品過程中都以該技術為共同基礎，充分發揮該技術之效益。
 - (2). 策略資產型：公司的核心競爭力是建立在資產與技能上，諸如人員素質、資訊取得、聲譽品牌等，而這些能力是競爭者無法藉由購買而獲得且不容易被模仿的。
 - (3). 關鍵成功型：核心競爭力是公司所掌握且運用於產業競爭之重要關鍵因素，這些競爭優勢是其他競爭者亦可能擁有，而非公司具有非常特殊的能力。

表 7：核心競爭力觀點

核心競爭力觀點	核心競爭力內涵
洋蔥觀點 (firm as an onion)	• 由企業各功能部門組成企業外部，再決定企業的核心競爭力，一如洋蔥般層層分析。
樹狀觀點 (firm as a tree)	• Prahalad & Hamel (1990)認為樹根就是核心競爭力主幹，企業價值來源，樹枝為SBUs，而枝葉與果實則為最終產品與服務。
策略資產觀點 (strategic assets)	<ul style="list-style-type: none"> • 資產與技術的難以模仿性可以提升企業投資報酬率。 • Arnit & Schoemaker(1992)認為策略性資產與技能是要長期投資與企業人力資本的資訊交換而得到，而無法藉由買進獲得。 • Dienck & Cool(1989)認為以下六點特點可以協助企業指出其核心競爭力： <ol style="list-style-type: none"> 1.需長期學習與資訊分享者 2.不是加倍投資可加速其發展者 3.無法靠摹仿或外購而獲得 4.對消費者而言，那是值的交換的競爭利益 5.具有綜效 6.投資無法出售求現
關鍵成功因素 (key success factors)	• De Vasconcellos & Hambrick(1989) 認為核心競爭力必產生於企業的關鍵成功要素中。

資料來源：Schoemaker J. H.P.,How to Link Strategy Vision to Core Capability, Sloan Management Review, Fall, 1992.

2.6.3. 核心競爭力的組成

核心競爭力是企業在長期發展中，透過一系列該企業特有的、互補的技能與知識的結合，使該公司的業務可達到比競爭對手更高水準，且獨具，並可支撐企業永續發展，著企業的生命力與發展力。核心競爭力強調企業的獨特能力，蘊含於企業的本質中，支撐企業從過去到未來的競爭優勢。

1. 龔本剛，朱磊 (2005)構建了製造業核心競爭力的指標，運用主成分分析法，把評價製造業核心競爭力的多指標轉化為少數幾個綜合指標，為中國製造業構建及評價其核心競爭力。研究提出核心競爭力要素主要包括了：技術能力、管理能力、市場營銷能力、創新能力與企業文化等五個構面。結果發現，中國製造業的核心競爭力集中於經營能力、生產能力與市場能力。而核心技術、企業文化、產品質量等在競爭力的影響因素比重相對偏低。說明了中國技術與創新能力有待加強，勞動力與市場資源豐富屬於地域性與暫時性的優勢。

2. Wang et al., (2004)。藉由實證觀察中國高科技公司之核心競爭力要素，以及其對公司經營績效之影響。透過文獻探討與主管深度訪談，創新的提出組成公司核心競爭力的要素。如此可避免：定義模糊不清、敘述過度累贅、概念無窮遞迴以及口號無法正常操作等其他研究結果之缺點。研究回顧文獻後歸納出來三要素：行銷競爭力、技術競爭力、整合競爭力。並且有兩個權變因子決定核心競爭力對於企業績效之影響：市場的擾動因子、技術的擾動因子。

技術競爭力包含了：知識技術、產品技術、流程技術與資訊技術。行銷競爭力則包含：深刻了解顧客現在與未來需求、了解影響顧客喜好之因子、預測競爭者所採取之行動。整合競爭力則提出了企業單靠技術或者市場之競爭力，並無法保證其經營績效必定優於同業(Teece et al., 1997)。企業應根據其核心知識將無形與有形的資源相結合以創造長期獲利能力(Henderson and Cockburn, 1994)。影響核心競爭力與經營績效之權變因子分為市場型與技術型。市場型包含：持續改變以迎合顧客需求、有效攻擊競爭對手。技術型包含：公司功能性部門之跨部門合作與資源分配共享、成熟技術與創新研發之槓桿關係、技術知識之整合。

研究成果顯示在開發國家中環境的權變因子有顯著的影響效果。隨著市場開放程度增加，公司核心競爭力的養成也越重要，其中，整合競爭力將是競爭對手最難以模仿的核心。該研究之架構如圖 6 所示

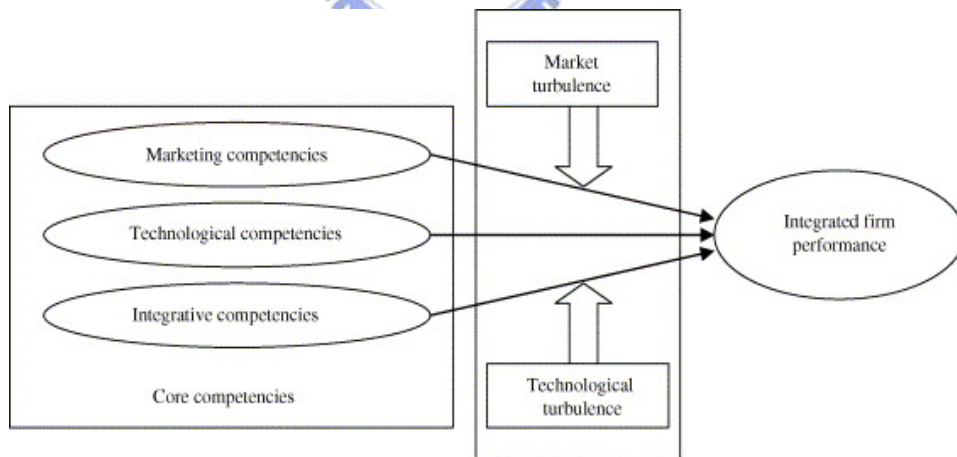


圖 6：核心競爭力之概念性架構

3. 李仁安，李梅(2000)討論企業核心競爭力的的定義與特色，並且根據分析探討其內涵元素與核心競爭力的評價系統指標。提出核心競爭力的組成元素如下：
- (1). 核心技術能力：是構成核心競爭力的主要因素，代表著企業將技術資源轉換成技術優勢的能力與水準。
 - (2). 應變能力：代表企業根據市場供需、消費傾向與技術創新而及時應變的能

力。代表企業在複雜環境中取勝的關鍵。Bell 和 Pavitt 認為：應變能力是企業在適當的時間內對重要事件、機會和外部威脅作出有意識的反應以獲得或保持競爭優勢的能力。

- (3). 組織協調能力：涉及了組織結構、訊息傳遞、企業文化、激勵機制等要素。重點在於透過管理制度的正式化與制度化，將企業個別的知識與技能融入核心競爭力中。決定了企業將技術優勢轉換成市場優勢的能力。
- (4). 企業影響力：反應企業在成長過程中對外界的影響力，包含了市場營銷能力與消費者認知的企業聲譽。

4. Long & Vickers-Koch (1995)則將核心競爭力區分為三種能力：

- (1). 門檻能力(threshold capabilities)：指企業面臨產業競爭時，所需具備的支持性能力和基本能力，譬如：人力與財務資源、維持基本營運的機器設備與技術水準。
- (2). 重要性能力(critical capabilities)：指對企業及顧客競爭優勢影響重大的技能及系統，譬如：技術製程控制、新技術引進、管理和有效運用的能力。
- (3). 未來性能力(cutting edge capabilities)：指企業為維持未來競爭優勢，所必須發展的能力，譬如：技術改良，生產流程自動化以及偵測回饋之能力。

表 8：核心競爭力之組成表

核心競爭力之組成		龔本剛，朱磊	Wang et al.	李仁安，李梅	Long & Vickers-Koch
技術 層面	創新能力	■	■	■	門檻
	技術能力	■			重要性
市場 層面	管理能力	■	■	■	重要性
	行銷能力	■			門檻
其他 層面		企業文化	技術與市場之擾 動因子	企業影響力	未來性
整合能力			■	■	

資料來源：本研究整理

2.7. 本土化核心競爭力

2.7.1. 本土化之意涵

本土化(localization)，就字源來看，不僅意味著來自當地，更意味著國際企業必須根植於當地，而擁有自我發展、延續與管理的能力(Arevato, 1997)。因此，就

產業層面而言，意指產業根植於其所在地，依各地不同之特性而發展，延續與管理之能力。

Castells (2000)提出「Location doesn't necessary make sense if linkages do not exist.」其意思就是若與地區之連結性(Linkages) 不存在，則就喪失在該地區的意義。從核心競爭力的角度而言，本土化核心競爭力(Localized core competence)意指核心競爭力能與當地環境與特色相結合，兩者間之連結性(Linkages)將有助於核心競爭力之本土化(Localization)。則源自企業內部之競爭力可以與外部環境形成最佳配適(Fit)，可視為是資源基礎論與競爭環境論相連結。企業擁有本土化核心競爭力將有助於其更充分利用內部資源與外部環境，成為具獨特性且績效良好的企業。

1. 群聚效應

程新章(2003)將群聚定義為特定區域從事特定產業發展之企業群體。

Humphrey and Schmitz (1996)認為在先進經濟體中皆可見到區域群聚(Regional clustering)，且在發展中國家也有越來越多的產業群聚行為。即便產業另外找尋適合發展的新區域，也會依其產業特性與所需自動有群聚的行為發生。Storper (1992)認為全球化的趨勢已經成形，各國產業與企業都在追求發展全球化能力，以便有助於企業營運時能採取最具競爭力的行為能力。但由於群聚現象(clustering phenomenon)會對全球化的過程會有一基本限制，各地區的特色有助於發展特定產業與企業之發展，故企業需要找尋到適合發展的環境以當地化的角度朝全球化經營。

Enright (1998)認為本土化需要因應各地方之專業特色，群聚效果將是很重要的影響因素。從國家層面至企業層面都應該重視。國家在產業發展政策方面，未避免在全球化舞台喪失競爭力，應注重其區域特色，選取有利發展之產業。企業應利用當地化的特色差異成為其競爭優勢。

Caniels & Romijn (2005)提出在群聚中具有當地知識外溢行為(local knowledge spillovers)，此行為乃是創新行為的驅動因子。透過此機制可以探索區域與企業間之關係，企業得以累積知識，並於企業間產生知識聚合(agglomerations)。

綜合上述，本研究認為不同環境之特色有助企業會產生群聚行為，該群聚行為需要與當地特色相結合(Linkage)，而國家、產業與企業等各層面都應予以重視，因為群聚內部所產生的知識外溢行為有助於知識累積與知識聚合，乃是產業

與企業創新行為之驅動因子。

表 9：群聚效應之本土化意涵

學者	群聚效應之內涵	本土化意涵
Storper	群聚對全球化產生限制，各地特色有助於特定產業與企業發展	企業需要尋找適合發展的環境
Humphrey & Schmitz	在新環境中，產業會依其特性所需而自發性產生群聚	產業與環境之結合具自發性
Enright	本土化需注重各地特色，產業政策應注重區域特色形成競爭優勢	群聚是影響本土化的重要因素
Caniels & Romijn	群聚中的知識外溢行為有助於群聚內的知識累積與知識聚合	群聚內的群體可由外溢效果而互惠

資料來源：本研究整理

2. 營運知識、經驗與人才

Jaffe(1996)為群聚中產生外溢效果的知識提出其觀點，認為任何透過資訊交換所得到的知識，若雙方沒有直接的報酬或者相等值的報酬，此時將產生知識外溢之效果。同群聚中的企業，透過彼此間穩固的關係分享其營運知識與經驗，雙方都將有利得。

Malmberg and Maskell's (2002)試圖為空間群聚(spatial clustering)建立知識基礎理論。發現企業營運知識在群聚中會有外溢的現象(spillover)，透過彼此分享營運知識，可強化群聚間的關係，並提出此將有助於企業適應環境、學習與創新及強化競爭力。

Caniels & Romijn (2005)認為，企業的經濟績效(economic performance)是持續不斷的學習過程之成果，而其基礎就是企業內部可運用之資源，包括了：人才技術與知識、實體資產以及組織之慣常程序(organizational routines)。提出群聚間的知識外溢效果可藉由區域間企業的動態學習有助於群聚間的創新行為。

Carmeli (2001)藉由研究企業經營績效而探討企業無形之核心資源的成分與重要性。該研究為公司的無形資源基礎建立一個平台。透過文獻的回顧將無形資源分類，並為無形資源的重要性評序(ranking)。提出企業的經營智慧(know how)在其無形資源中佔極重要的地位，佔第二名。尤其是經營智慧在稀有性、難以模仿性及無可取代性三方面的表現特別突出。此外人力資本(human capital)在總無形

資源中佔第四名，在價值性、稀有性的表現較突出。

Dahlman & Westphal (1981)提出為了產業能成功發展，收購關鍵技術能力是相當重要的。技術設備與技術藍圖可從先進國家引進。但是如何能有效率的運用這些技術設備以及技術藍圖，絕非是件簡單的任務。此種能力需要透過本土化學習過程(local learning process)才可適用於當地。由經驗累積之知識及學習曲線效應需配合人力資源、實體資源的投入、長期專注掌握該技術，如此才可以顯現出成果。

綜合上述，本研究認為知識、人才與經驗此種企業無形資產，可藉由群聚間之外溢效果及學習行為而有資源共享之情形，可以使群聚間的關係更強化緊密，並且有助於將核心競爭力與當地特色產生連結，使得群聚間的企業彼此都能互惠。

表 10：營運知識、人才、經驗之本土化意涵

學者	營運知識、人才、經驗之內涵	本土化意涵
Dahlman & Westphal	產業發展成功關鍵在於引進先進國家之知識與技術，但須靠本土人才將其內化	外來知識、技術可藉由本土化學習之過程，發展成該地區之特色
Jaffe	群聚中會產生知識外溢效果，群聚內成員可基於穩定互惠之關係而分享知識	群聚成員會因為互惠關係而更加緊密結合
Carmeli	經營智慧與人力資本在企業無形資產中佔重要地位	皆具有稀有性、難以模仿性、無可取代性、價值性
Malmberg & Maskell's	知識外溢現象將可以強化群聚關係，可強化競爭力	群聚關係強化有助於強化企業適應環境、學習與創新之能力
Caniels & Romijn	企業經濟績效來自於內部資源，如人力、知識等等	外溢效果需要搭配動態學習才有助於企業創新行為

資料來源：本研究整理

3. 策略聯盟

策略聯盟是企業間彼此特有資源的互補，以彌補自身的資源上的不足，並透過聯盟的方式迅速建立競爭優勢。因此策略聯盟可視為是資源依賴論(Resource dependency theory)的延伸。Combs and Ketchen(1999)認為對受到資源限制的廠商而言，廠商可以用合作協議與外部組織的資源結合作為回應，採用策略聯盟的主要優點是可以比獨資更快進入市場。

Pfeffer & Salancik (1978)提出「互賴性」的觀點。認為組織已從傳統的封閉型組織轉向開放型組織，從組織內部的自給自足轉向組織之間的相互扶持。仰賴外部環境的資源供應，並同時反應外部環境對組織的要求，組織才能持續生存。

Volber (1996)認為企業透過策略聯盟此種策略性行為，能提供企業更多的能力去追求在技術、產品及市場面的新發展。因此有助於企業創始或適應競爭性變革。

Porter & Fuller (1986)提出，高科技產業的不確定性與風險，創造出對策略聯盟較有利的環境。相較於組織進行內部緩慢的發展以及外部高成本的併購，策略聯盟可以藉由快速的資源重配置，呈現較快速以及低成本獲取競爭優勢的方法。在資訊科技的環境中，由於策略聯盟提供更彈性的方式學習及獲取知識，企業可因策略夥伴創造價值。

Badaracco (1991)提出在快速變動的環境中，企業若只專注於內部發展其 know-how，將無法跟上市場環境的快速變化。由於 know-how 屬於無形資產的特質，所以也不容易藉由購買而取得。透過策略聯盟，可以創造直接或者間接的方式以獲得策略夥伴的技術、市場、核心競爭力及競爭者策略等等，而這些都是較不易取得的 know-how。

Neill, Pfeiffer & Young-Ybarra (2001)透過事件研究法檢驗當企業宣告有關於資料研發(Information technology research and development, ITR&D)的策略聯盟時，其股價會有顯著正向之異常報酬(significant positive abnormal stock returns)。研究結果支持市場預期策略聯盟將為企業創造價值。而其因素乃是因為策略聯盟有較好的彈性以及策略夥伴可以在研究過程中分享彼此無形知識。企業若有較優秀的學習資源與能力，將比聯盟的其他成員有更優秀的表現。

綜合上述，本研究認為企業會透過策略聯盟的方式補足本身缺乏之資源，而企業也會有較高的彈性獲取或創造核心競爭力，且在同一聯盟中若個別企業擁有較優秀的學習資源與能力將會比其他成員有更優秀之績效，故策略聯盟可視為在本地群聚(Local cluster)中，企業向外部學習、創新之管道。

4. 品牌與聲譽

Carmeli (2001)從資源基礎觀點(Resource-based views)探討高績效與低績效企業之核心無形資源。提出企業的聲譽無論在稀有性、不可模仿性、無取代性與價

值性的等四方面之表現都相當傑出且重要。

Fombrun (1995)研究是否好的企業聲譽將創造財富，指出企業保有高度的聲譽資本(reputational capital)對於組織有明顯的好處：

- (1). 企業的產品與股票可以吸引(entice)更多的顧客與投資者。
- (2). 有更多人願意應徵該企業之職位，因此員工向心力更高，生產力也多。
- (3). 企業的議價能力變高，可以有更低的原物料成本以及穩定的利潤。
- (4). 面臨危機的風險較低，危機發生時所遭遇的財務損失也較小。

Harris (1998)提出每一企業或機構都擁有兩種資產，並且需要仰賴該二資產才可在產業生存進而成功。一種是企業的「Brand」，代表著企業的形象及聲譽。另一種是「brand」包含了企業所提供或銷售的服務與產品。企業應致力於此兩者間的交互關係(interrelationship)，避免其一有衰退導致無法均衡的現象。

綜合上述，本研究認為品牌與聲譽此種無形資產，乃是企業由內而外所外顯之行為，也是強化企業間合作關係之關鍵。品牌是表現核心競爭力之平台，核心競爭力是品牌的來源(艾丰，2005)。企業妥善運用及共享特定群聚內之相關資源，快速且彈性的獲取及強化核心競爭力，以維持穩定且良好的經營績效。

2.8. 產業分析

產業分析的旨在於對產業的結構、產業的市場與技術生命週期、競爭情勢、未來發展趨勢、上下游相關產業與價值鏈、成本結構與附加價值分配、以及產業關鍵成功要素進行探討，而企業領導人可藉由產業分析的結果，研判本身與競爭者的實力消長，擬訂競爭策略。

2.8.1. 產業分析的內容

徐作聖(2005)提出產業分析的主要內容包括產業結構、市場與技術生命週期、競爭情勢、上下游相關產業與價值鏈、成本結構與附加價值分配、與產業創新需求要素等。

- (1). 明確的產業定義、範圍、市場區隔；
- (2). 產業現況及未來發展趨勢；
- (3). 產業上下游關聯（魚骨圖）與產業價值鏈（供應鏈）之主導廠商與競爭者分析、產品成本分析與競爭者分析；
- (4). 產業領先要件(Locus of industrial leadership)與產業競爭優勢來源(Sources of competitive advantage)分析；前者包括國家級、產業級與企業級的領先重點，而後者涵蓋了產業在資源、機制 (infrastructure)、市場、技術方面的競爭條件；

- (5). 產業組合與創新需求要素分析；
- (6). 國家創新政策與具體政府推動策略分析。

2.8.2. 產業分析的步驟

產業分析與政策分析模式(徐作聖，2003)的分析步驟簡述如下：

- (1). 產業定義：包括產業廣義與狹義之定義；
- (2). 市場區隔：將整個產業所涵蓋之市場區別出不同之範疇，以利於後續探討與分析。
- (3). 全球產業結構分析，其中包括：
 - I. 產業結構分析；
 - II. 水平分工或垂直整合狀況；
 - III. 產業價值鏈描述；
 - IV. 魚骨圖；
 - V. 產品應用層面說明。
- (4). 全球產業特性分析，其中包括：
 - I. 產業特性分析：包括產業發展支援要素、產業群聚情形、技術發展狀況。
 - II. 生命週期：產業生命週期、產品生命週期。
- (5). 全球產業技術特性分析，包括：
 - I. 產業技術在 S-Curve 的位置；
 - II. IP 發展的情形、技術發展的風險。
- (6). 全球競爭情勢分析，包括：
 - I. 產值、產品市場比率；
 - II. 市場產品的應用範疇；
 - III. 影響市場的主要因素；
 - IV. 進入障礙與模仿障礙；
 - V. 市場競爭分析：主要競爭者的成本結構與重要策略、產業發展中的基礎研究與應用研究、市場需求情況（未來市場需求、市場大小的預測）；
 - VI. 產業既有競爭者分析；
 - VII. 產業潛在競爭者分析；
 - VIII. 產業中領導廠商；
 - IX. 五力分析說明。
- (7). 產業結構與競爭分析，包括
 - I. 產值、歷史發展過程；
 - II. 生命週期、技術 S-Curve 之定位；
 - III. 現況與願景：包括產業現況、市場現況（市場需求、市場大小、消費者行

為)、未來趨勢(全球與區域)、願景(區域);

IV. 競爭優勢來源：包括生產要素、市場層面(市場需求、與顧客關係)、技術或研發(創新、研發技術、製成技術)、產業結構組成(上下游廠商的關係、相關支援廠商的配合)、基礎建設(研發機構、科學園區)、行銷方式、通路、法令(租稅優惠、土地開放等配套)、相關扶植政策(興建科學園區、研發計畫、創業投資)、企業定位(企業採行的主要策略，例如：水平或垂直整合、水平或垂直分工、多角化、策略聯盟)、產品標準的制訂、企業營運管理能力、其他；

V. 產業領先條件(locus of industrial leadership)：包括在國家面、產業面與企業面的領先重點，並涵蓋產業在資源、機制、市場、技術方面的競爭條件之分析說明；

VI. SWOT 分析：分析產業目前與未來發展所具有之優勢、劣勢、威脅與機會，以掌握產業競爭優勢，並探討後續發展方向；

VII. 創新需求要素與產業組合分析(IIR& Portfolio analysis)：競爭必要條件的確認、發展更好的優惠措施、產業創新需求要素、技術與市場發展的配合、技術與產品發展的配合、技術與企業發展的配合。

(8). 結論：就分析內容之重點進行歸納性之綜合陳述

2.8.3. 產業分析的相關理論

1. 五力分析模型

Michael E. Porter (1985)於「競爭優勢」一書中提出的五力分析模型，說明企業與環境的互動關係，及影響產業競爭強度的主要因素。這五種力量分別是「新進入者的威脅」、「供應商的議價能力」、「購買者的議價能力」、「替代品或服務的威脅」及「現有廠商的競爭程度」。吳思華(1998)認為五力分析以更全面性系統化的架構來衡量產業競爭強度，是衡量產業未來前景與潛在機會良好的分析工具。

透過五種競爭力量的分析有助於企業釐清所處的競爭環境，並有系統的瞭解產業中競爭的關鍵因素。五種競爭力能夠決定產業的獲利能力，它們影響了產品的價格、成本及必要的投資，每一種競爭力的強弱，決定於產業的結構或經濟及技術等特質。以下說明這五種力量的構成元素：

(1). 潛在進入者的威脅

新進入產業的廠商會帶來一些新產能，不僅攫取既有市場，壓縮市場的價格，導致現存成本上升，產業整體獲利下降，對現存企業造成威脅。因此建立產業的進入障礙為重要策略。Joe Bain (1956)提出三個進入障礙的主要來源：

品牌忠誠度、絕對成本優勢、規模經濟。而 Gilbert(1989)也提出了另外兩個重要原因做為補充，即：顧客轉換成本與政府法規。

(2). 供應商的議價能力

供應者可調高售價或降低品質，造成產業成本提高。其議價能力之強弱取決於供應商集中程度、品質、替代品強度及買方投入狀況等。

(3). 購買者的議價能力

購買者對抗產業競爭的方式，是設法壓低價格，爭取更高品質與更多的服務，購買者若能有下列特性，則相對賣方而言有較強的議價能力：議價能力之強弱取決於顧客層級、顧客集中度、品質、採購量與供需狀況等

(4). 替代品的威脅

產業中具替代功能或者性質相近的產品或服務，對於產業內現有產品的替代威脅性大小。這些威脅主要來自於：替代品相對價格之高低、替代品的相對功能性、購買者所面臨的轉換成本。

(5). 現有廠商的競爭程度

只產業內現存廠商彼此競爭對抗的程度。徐作聖、陳仁帥(2004)認為產業中現有的競爭模式是運用價格戰、促銷戰及提昇服務品質等方式。黃營杉、楊景傳(2004)提出產業內的競爭程度的強度可由三個因素衡量：產業競爭結構、需求條件、產業退出障礙。

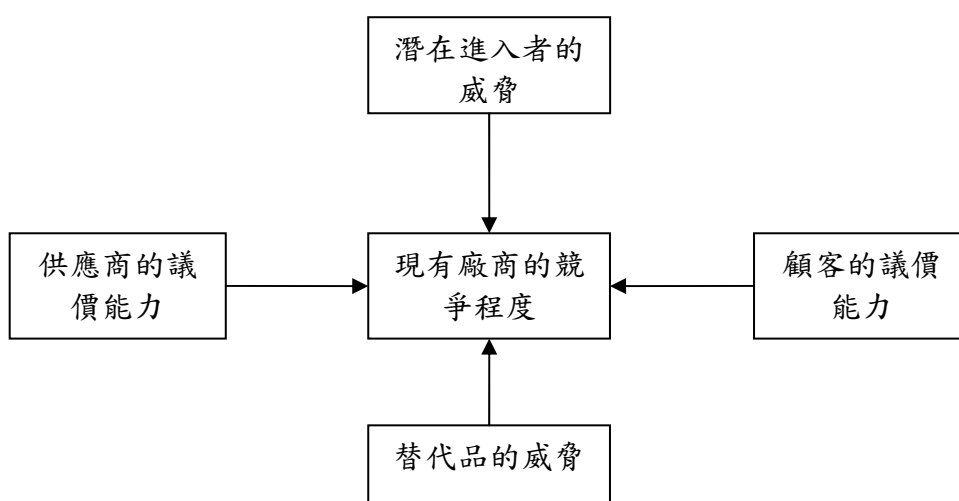


圖 7：五力分析圖

資料來源：Michael E. Porter(1985)，競爭優勢

2. 六力分析模型

六力分析的概念乃 Intel 前總裁 Andrew S. Grove (1996)，以 Porter (1980) 的五力分析架構為出發點，重新探討並定義產業競爭的六種影響力。他認為五力分析模式忽略了互補公司 (complementors) 的力量。互補公司是指其產品銷售可以使產業中產品的價值增加與互補。因此當兩者產品一併使用時，產品就更能滿足顧客之需求。協力業者間的利益通常相互一致，稱為「同路夥伴」，彼此產品相互支援，擁有共同的利益。

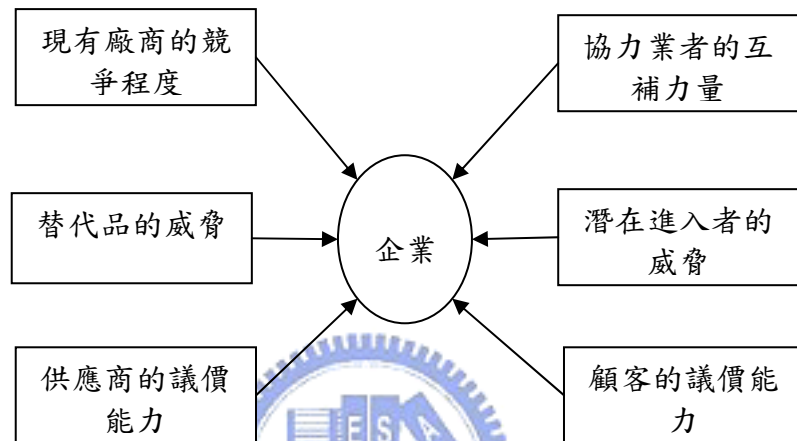


圖 8：六力分析架構

資料來源：Andrew S. Grove，十倍速時代，民 85 年

Robert M. Grant (2003) 也指出，產業結構並非靜止不變，而競爭是一系列動態的過程，廠商的策略會使產業結構發生變動。企業個體環境產生的競爭動力分為：潛在進入者的威脅、替代品的威脅、供應商的談判力量、產業內部的對抗與合作、購買者的談判力量，以及其他關係人的力量。

Grove 的論點具有強力的經濟基礎理論。長久以來，經濟理論就認為替代品與互補品兩者均能影響產業需求。Charles Hill (1997) 強調互補品再決定許多高科技產業的需求與獲利能力時的重要性。林建煌 (2003) 將個體環境的分析架構表達如下圖 9：

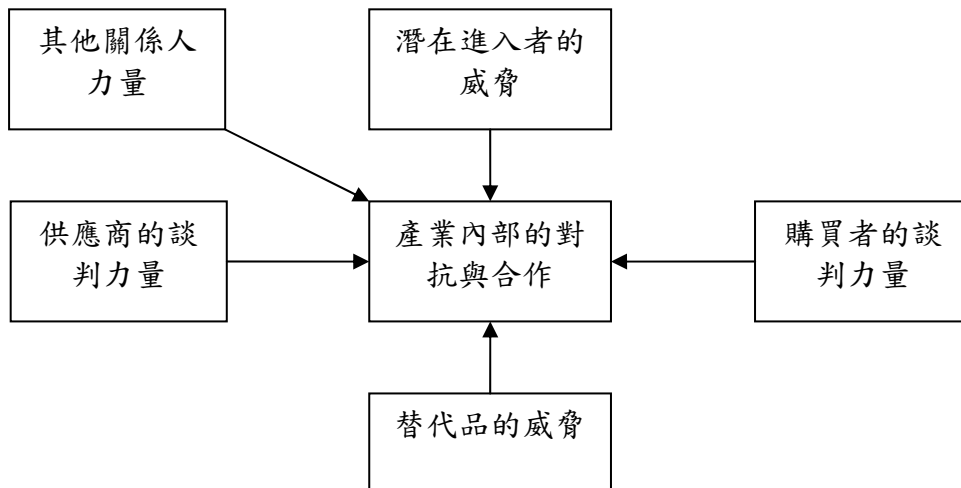


圖 9：個體環境的六力分析架構
資料來源：林建煌，2003 年

3. SWOT 分析

SWOT 分析屬於企業管理理論中的策略規劃。包含了 Strengths、Weaknesses、Opportunities、以及 Threats，意即：優勢、劣勢、機會與威脅。Ansoff (1965) 認為策略規劃的核心架構是策略分析，也就是 SWOT 分析。Aaker (1984) 認為企業進行策略規劃時的 SWOT 分析包含了五大分析類別，及外在總體環境分析、產業分析、消費者分析、競爭者分析與自我分析。

(1). Weihrich (1982) 提出將組織內部的優、劣勢與外部環境的機會、威脅以矩陣(matrix)的方式呈現，並運用策略配對的方法來擬訂因應策略。所提出的 SWOT 矩陣策略配對(matching)方法包括：

- I. SO 策略表示利用優勢並獲取機會，即為"Maxi-Maxi"原則；
- II. WO 策略表示改善劣勢並獲取機會，即為"Mini-Maxi"原則；
- III. ST 策略表示利用優勢且避免威脅，即為"Maxi-Mini"原則；
- IV. WT 策略表示改善劣勢並避免威脅，即為"Mini-Mini"原則

表 11：SWOT 策略矩陣配對

		內部分析	
		優勢 Strengths	劣勢 Weaknesses
外部環境	機會 Opportunities	Maxi-Maxi	Mini-Maxi
	威脅 Threats	Maxi-Mini	Mini-Mini

資料來源：Weihrich H., 1982

(2). Aldagand & Steam (1987) 對 SWOT 分析所採取之策略做說明，提出廠商於

採取策略前，應該先進行企業內部與外部的分析，而以競爭的觀點來進行探討；而在各方面加以評估與分析後，找出自己的優勢與劣勢，並找出機會與威脅；而在以最大優勢與機會、最小劣勢與威脅，訂出自己的定位，然後決定採行如下所述之策略：

- I. 成長策略：集中、產品發展、市場發展、與創新等策略。
- II. 整合策略：水平整合、垂直整合、與企業合資等策略。
- III. 多角化策略：相關產品與非相關產品多角化策略。
- IV. 縮減策略：轉進、撤資、與清算等策略。

(3). Pearce & Robinson (1997) 針對 Aldagand & Steam 的矩陣提出相關看法

- I. 攻擊性策略(Aggressive Strategy)：運用優勢獲取機會，積極進攻市場與對手
- II. 轉型策略(Turnaround Strategy)：改善劣勢獲取機會，力求轉型改變現況。
- III. 多角化策略(Diversification Strategy)：運用優勢避免威脅，尋求不同的攻擊方法。
- IV. 防禦策略(Defensive Strategy)：改善劣勢避免威脅，防止對手攻勢得手。

表 12：SWOT 矩陣策略

內部環境	優勢 Strengths	劣勢 Weaknesses
外部環境	機會 Opportunities	威脅 Threats
	攻擊性策略	防禦策略
	轉型策略	多角化策略

資料來源：Pearce & Robinson, 1997

(4). Thompson (1990)明白的指出決策過程中必須要偵查內外不環境分析時所得之資訊加以分析與整合，以發展策略因素，經理人需要達成所謂的策略配適 (Strategic fit)，其意涵如下：

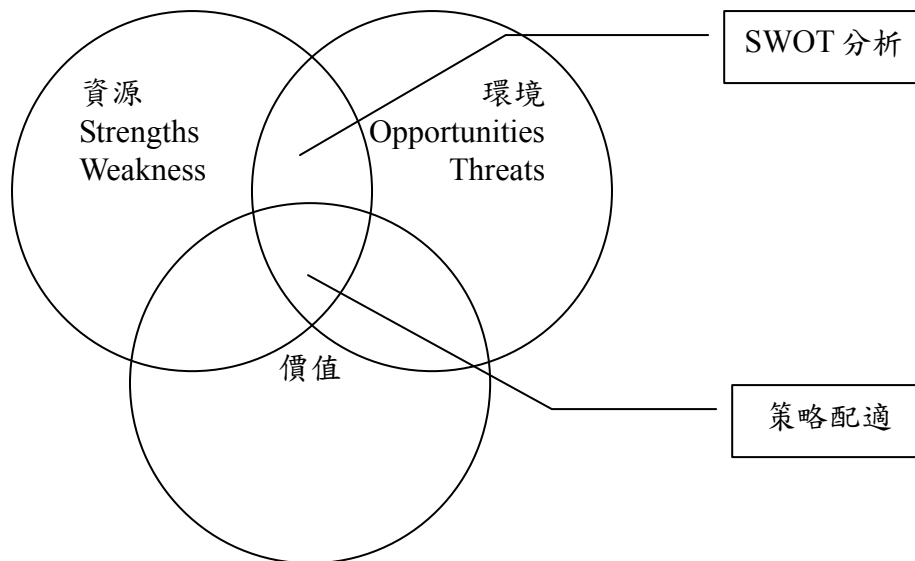


圖 10：策略配適圖

資料來源：John L. Thompson, 1990

(5). Barney(1991)則是進一步的將 SWOT 分析歸納為兩個主流：

- I. 競爭優勢環境模式：強調外在環境的分析，並且以競爭策略獲得競爭優勢
- II. 資源基礎模式：分析內部優劣勢，強化組織資源與能力。

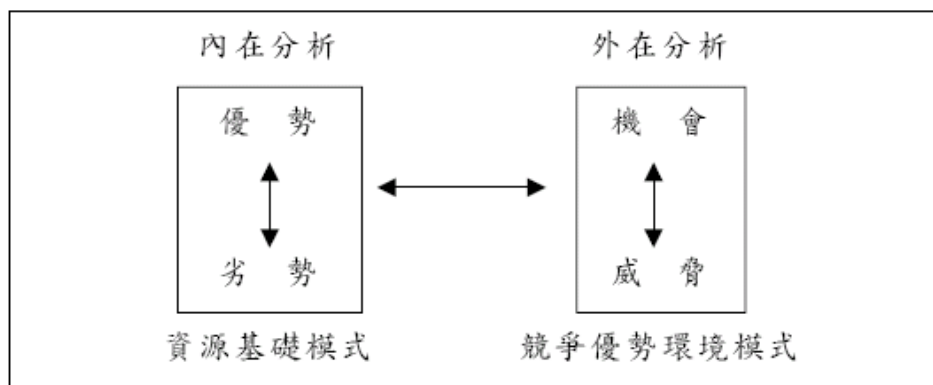


圖 11：資源基礎模式與競爭優勢環境模式

資料來源：Barney, 1991

以上可知，SWOT 分析應用於產業分析主要在考量企業內部條件的優勢和劣勢，是否有利於在產業內競爭；機會和威脅是針對企業外部環境進行探索，探討產業未來情勢之演變。


4. 國家競爭優勢

Michael Porter (1990)於「國家競爭優勢」一書中所提出之鑽石理論模型，認

為國家是企業最基本的競爭優勢，因為國家能創造並持續企業的競爭條件，政府不但影響企業所做的決策，也是創造並延續生產與技術發展的核心。此理論摒棄了傳統的宏觀分析方法，而從微觀角度對競爭力和經濟發展展開分析，其理論適用於已開發國家、開發中國家及區域中的國家合作。黃營杉，楊景傳(2004)認為公司必須了解國家如何影響競爭優勢，才能辨識：(1)最重要的競爭對手可能來自何處，以及：(2)公司希望將特定的生產活動設置於何處。

其內容為發展出一套理論，可用於解釋一國經濟環境、組織、機構與政策在產業競爭中所扮演的角色。一個國家的經濟體由不同的產業所構成，每個產業發展所需要的環境亦不同；換言之，一個國家的經濟與條件未必適合所有產業的發展。「鑽石體系」便是分析「某特定產業為何於某特定國家中得以擁有競爭優勢」的動態理論架構。此一架構將產業發展的基本因素分為六個主要部份：生產要素、需求條件、相關與支援產業、企業策略結構與競爭對手、機會以及政府。

在國家競爭優勢的研究中，Porter 指出四個國家屬性對於境內公司的全球競爭力有重要影響：

- 
- (1). 因素稟賦(factor endowments)：一個國家於特定產業競爭中關於生產因素方面的定位。是決定特定國家在特定產業擁有競爭優勢的主要決定因子。包括了生產因素(basic factors)如土地、勞工與資本等，以及進階因素(advanced factors)如技術、基礎建設與管理能力等。
 - (2). 需求條件(demand conditions)：本國市場對於該產業所提供之產品或服務的需求本質。是最能刺激競爭優勢「升級」的原動力。高品質的產品與創新才能滿足高標準的需求。
 - (3). 相關產業與支援產業(relating and supporting industries)：國內是否存在具國際競爭力的相關或上游產業。對於進階因素的投資有「外溢」效果，即產業的成功與聚集成群的相關產業有關。
 - (4). 公司策略、結構與競爭狀況(firm strategy, structure and rivalry)：產業內企業的組織與管理型態，市場競爭情形。積極的競爭將能強化與創造產業的競爭優勢。

前四項關鍵要素所形成的鑽石體系攸關國家的產業是否能成功，除此之

外，在國家的環境與企業競爭力的關係中，還需要納入兩個會影響國家競爭優勢的因素，即「政府」與「機會」。

(5). 政府角色(the role of government)：政府透過政策工具與手段會改變產業的競爭環境與條件而產業的發展也會影響政府的投資意願與輔助態度。因此在分析政府的政策時必須參考其他條件的情況。Porter 並且強調，政府的角色是催化劑與挑戰者，好的政府政策應該是創造出能激發企業競爭力的環境，但並非涉入參與。

(6). 機會角色(the role of chance)：某些狀況發生會改變國家的競爭優勢與產業環境。

Porter 強調產業的優勢在於各項基本條件的互相配合，藉由這些關鍵條件配合的狀況，可以評估產業環境的變化與改變的效果。因此配合國家的特有資源條件與優勢，經過分析及評估，可以提供有效的資料，促使政府制定、執行、控制與規劃最有利於產業發展的相關政策。

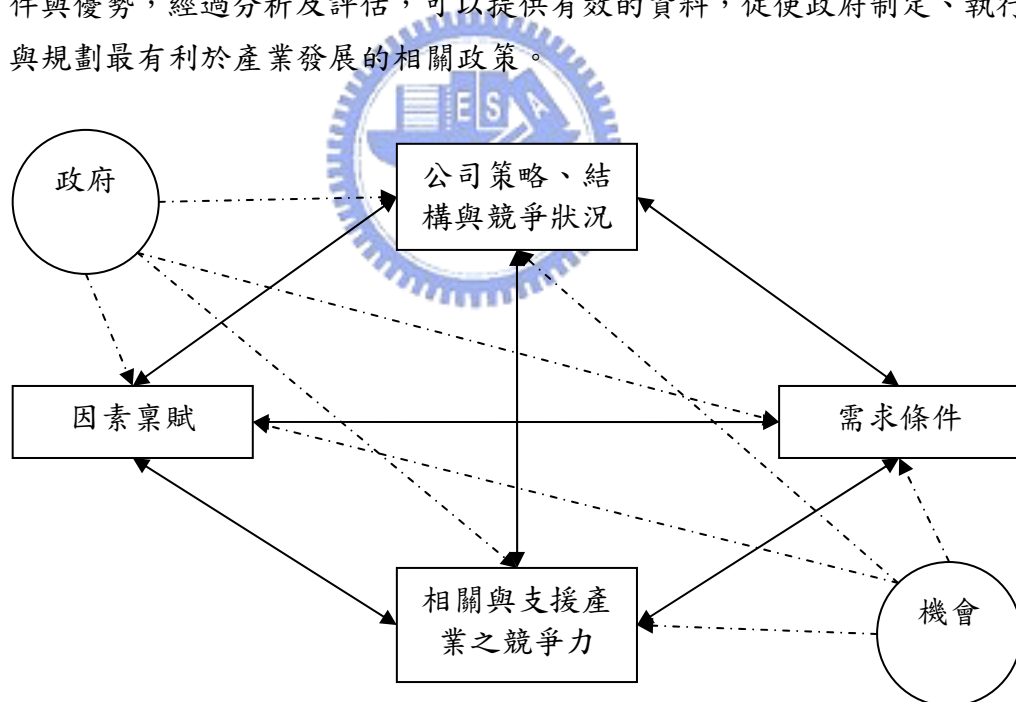


圖 12：國家競爭力模型
資料來源：Michael Porter, 1990

Porter 的鑽石模型最重要的意義，是分析哪些國家或區域具有位置經濟 (economy of position) 優勢，提供企業藉由在最理想地點建立關鍵生產活動，以建立競爭優勢。

5. 企業價值鏈分析

價值鏈(Value Chain)是由 Michael Porter 於 1985 年在「競爭優勢」(Competitive Advantage)一書中所提出的觀念。吳思華在「策略九說」中為價值鏈做了一個詮釋，指企業提供產品或勞務時須經由一連串的生產過程，此過程中有不同階段，每個階段又有不同活動，這些活動可以提供給顧客「價值」，所以又稱價值活動(Value Activity)。整個企業或產業就可以看成是一連串價值活動的組合，即為「價值鏈」。價值鏈可為顧客與公司創造價值（產品、勞務與利潤）。也就是價值鏈是由許多價值活動所構成，因此若將價值的概念以金額來表示，則價值鏈的內容包含了價值活動成本與邊際貢獻。而企業在分析價值鏈的個別價值活動之後，就可以瞭解企業本身所掌握競爭優勢的潛在來源。

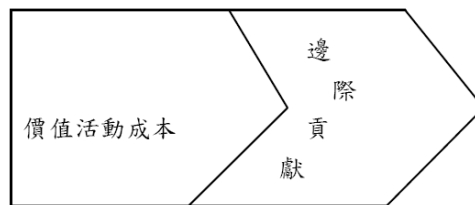


圖 13：價值鏈的概念
資料來源：Porter, 1985

Hill & Jones (2004)認為價值鏈的觀念是只企業將投入轉換成客戶價值產出的活動鏈，而這些轉換過程是由主要活動與支援活動所組成，以增加產品對客戶的價值。

- (1). 價值活動按 Porter (1985)依技術特性或策略特性而可區分為九種一般性的價值活動，這九類一般性的價值活動依創造價值的性質又可歸納為：
 - I. 主要活動：指對產出有直接貢獻的活動。
 - i. 內部後勤：企業內部的後勤作業，乃為生產產品的前置作業。如製成品的倉儲，物料的運用，運貨作業，訂單處理及排程等活動。
 - ii. 生產作業：指將相關原料及零件投入並轉換成產品的活動，需結集各項要素，經過生產作業流程將產品完整化。
 - iii. 運輸倉儲：成品完成後的存放與運送，包含了倉儲物料的運用、倉儲、物料的存貨控制、運輸排程及退貨事宜等。
 - iv. 行銷銷售：將產品與市場做結合的必要過程，例如廣告、促銷、銷售力運作、報價、通路選擇及訂價策略等活動。
 - v. 售後服務：產品售出後對顧客端的保證，包含設備安裝、維修、訓練、零

組件的供應及產品改良等活動。

II. 支援性活動：企業中有助於價值創造的輔助性活動。

i. 公司基礎設施：泛指公司支援營運活動的軟硬體設施，如一般行政事務、規劃作業，財務運作、會計作業、法律活動、品質管理及政府往來公務等活動。

ii. 人力資源：公司人才的徵選招募、雇用，教育訓練、考核晉升及福利津貼等活動的管理。

iii. 研發活動：利用組織之資源達到創新目標之程序，如產品與製程的發展與改良等活動。

iv. 採購：指取得生產各種相關投入因素的活動。

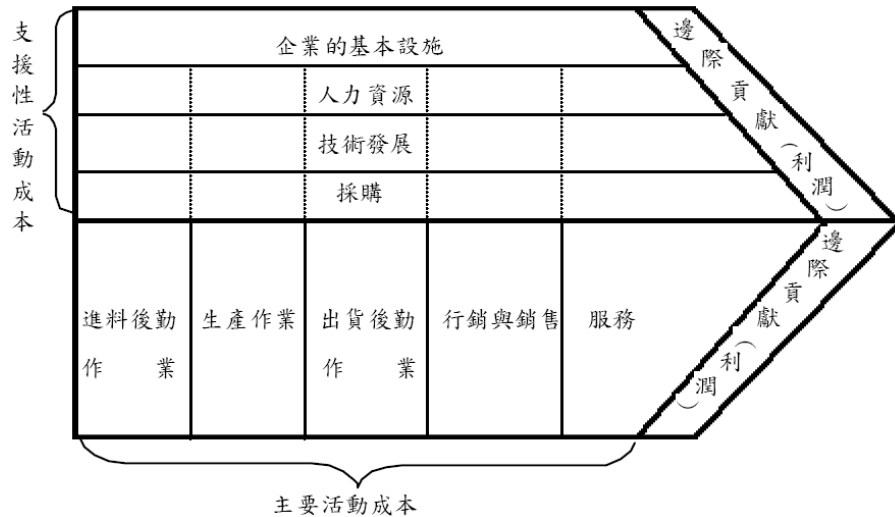


圖 14：價值活動之運作關係

資料來源：Porter, Competitive Advantage, 1985

(2). Hill & Jones (2001)認為企業價值創造來自廠商的許多活動，每個活動皆有助於提升其相對的成本地位，並可做為創造差異化的基礎。價值鏈為分析此類競爭優勢的來源的系統方法，將廠商的活動分解為數個策略上相關活動，以便了解成本行為與現有及潛在的差異化來源。依策略與技術構區分可以分為兩大類：

I. 主要活動 (Primary Activities)：指對最終商品組合有直接貢獻者。

i. 研發活動：包含了產品設計與生產程序，目的為降低生產成本與提升競爭力。

ii. 生產過程：指產品與服務創造的相關過程，可藉由有效率的生產活動降低成本結構。

iii. 行銷銷售：增加顧客對企業的認知價值，可將顧客需求回饋至企業，使企

業能更進一步創造價值。

iv. 售後服務：提供服務與支援，可創造出更卓越之價值。

II. 支援活動 (Support Activities)：在企業中其他對價值的創造有很大的幫助的輔助性活動。

i. 原物料管理：其功能為經由價值鏈控制實體物料之轉換，有效的執行可以降低成本，創造價值。

ii. 資訊系統：協助企業管理其他價值創造之活動，使得其經營模式與作業流程更為精進。

iii. 公司基礎建設：企業中所有其他價值創造活動賴以發生之內涵。

iv. 人力資源：提升企業員工之生產力，確保員工與任務有完善的配適。

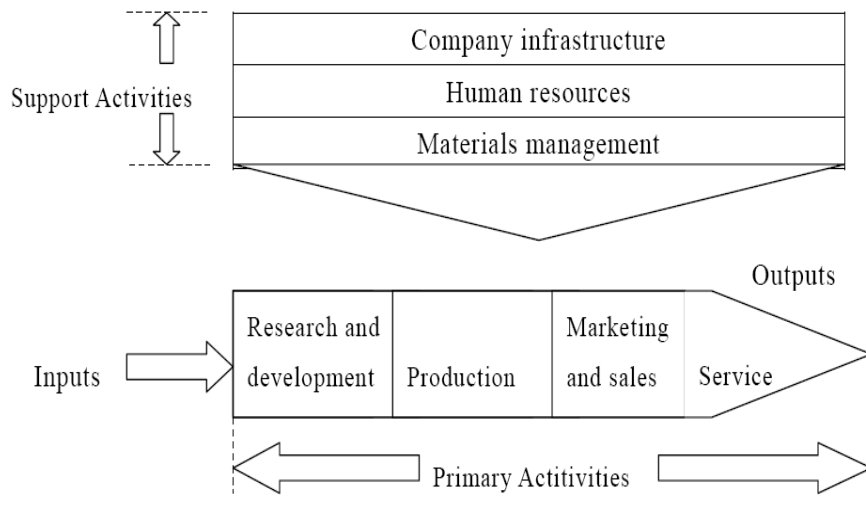


圖 15：Hill & Jones 企業價值鏈分析

資料來源：Hill, E. W. L., and Jones G. R., Strategic Management Theory, 5th ed., Houghton Mifflin Company, 2001

2.9. 相關論文回顧

2.9.1. 產業分析

1. 蔡俊鵬(民 88)，以五力分析、SWOT 分析及鑽石模型分析的結果歸納出我國 DRAM 製造廠商所擁有的競爭優勢，並以個案研究的方式歸納所發展的策略型態。並提出合作關係、技術人才、海外佈局、核心競爭等相關建議。
2. 許惠雅(民 91)，分析目前無線區域網路產業現狀，探討產業環境動態對於系統設備製造商內部價值鏈運作與外部價值鏈結的影響，利用競爭優勢分析釐定系統設備製造廠商之附加價值與持續性競爭優勢，幫助目前業界廠商能朝利基方向發展。

2.9.2. 國家競爭力

1. 柯明志(民 92)，研究結論主要著眼於在成熟期的電路板產業，如何發展其策略來成就自我的能耐，指出企業成長所選定的策略必須考量企業本身所具備的資源才能有效避免成長障礙。提出價值創造、垂直整合、水平整合三構面之相關建議。
2. 趙應誠(民 90)，藉由深入瞭解半導體產業發展的現況，以各種產業競爭分析之模式剖析海峽兩岸半導體產業之競爭態勢，及預測未來走勢。提出國際相關協定對半導體產業的影響與因應知道、運用多種模式分析半導體競爭事態。冀望我國半導體產業得以持續提升競爭優勢，甚或為兩岸半導體產業能尋得雙贏之道。

2.9.3. 六力分析

1. 孫世昌(民 91)，利用 Grove 在「十倍速時代」中所提的六力分析做為理論架構。探討 DRAM 設計公司及晶圓製造公司之供應鏈特性。
2. 董守薇(民 90)，利用鑽石模型、六力分析、OLI 優勢典範與國際光通訊大廠之經營模式來分析我國光通訊產業之國際競爭策略。得出我國光通訊業者的彈性生產、量產管理能力與 OEM 的定位，有助於我國藉此時機打開國際市場，並擴張光通訊版圖。此外，藉由適當的策略聯盟或購併策略，可厚實我國光通訊業者的研發能力，而建立與大陸的合作關係，則將有利於台灣光通訊產業在大中華地區的發展地位。



2.9.4. 核心競爭力

1. 楊明璧、邱吳晃(民 93)，探討企業策略核心資源與合作策略選擇之間關係，建立合作策略構面的理論架構，以提供企業在進行合作策略規劃時之遵循程序。試圖結合資源基礎論與資源相依論，討論合作策略之重要性。
2. 林文寶、吳萬益(民 94)，認為欲提升產業核心能力，應從產業運作實力的提升，和增加附加價值的功能著手。然而此兩方面產業能力提升的根基，在於知識的開發與整合。以組織學習觀點探討高科技產業影響知識整合及運作特性的因素以及知識整合凝聚核心能力的程度。提出知識整合能有效提升核心能力。

2.9.5. 再生能源產業

1. 孫一菱(民 93)，討論綠色權證交易與補貼措施是發展再生能源的重要配套措施。結合策略與考量再生能源衍生利益，得出單靠再生能源各種型態的配比管制難達目標，探討綠色權證交易與補貼措施對於再生能源的影響。
2. 馮志豪(民 93)，透過產業關聯分析與電力供給多目標規劃模型，在兼顧能源、經濟、環境三方面下，發展：發展再生能源、溫室氣體減量、能源效率提升等三大議題。評估四大目標值：經濟目標、能源目標、電力目標、環境目標之間的相互

影響變化。

2.9.6. 太陽光電產業

1. 徐翠華(民 91)，分析台灣地區太陽能輻射所受到的限制，提供相關研究於地理上的參考資料。以日照量做分析統計後，以不同指標將台灣區的資源做分級區劃，做為太陽能開發成本與其他替代系能源發展時的參考依據。
2. 李彥斌(民 93)，以產業組合分析模式做為基礎論模型，建構出台灣太陽電池產業的分析模式。在配合市場成長曲線與產業價值鏈做為分析工具。得出台灣太陽光電產業的定位為萌芽與成長期之間，產業價值鏈則位於應用研究與量產間，提出未來以研究成果為基礎透過市場的開發使產業進入成長期。
3. 楊懷東(民 94)，提出台灣太陽光電產業發展的主要問題，在於：(1)太陽光電系統價格太高而產提升不易；(2)政府對太陽光電產業缺乏長期承諾；(3)大眾對太陽光電的了解有限，導致市場開發受阻。而解決之道在於：(1)完成再生能源之立法，制訂政策，長程計畫，及建立基礎建設以助國內太陽光電市場之開發；(2)根據既訂政策，政府有計畫的投資太陽光電之技術研發及補助計畫，以助系統售價之降低及良性循環之開啟，同時逐年提升電價以反映真實成本，並課以污染稅；(3). 教科書中加入再生能源及太陽光電有關知識，以提高大眾廣泛之了解。

2.9.7. 太陽光電系統

1. 張景福(民 92)，針對太陽能熱水系統進行實證分析，探討安裝戶與非安裝戶之間的特性差異，研究安裝太陽能熱水系統的關鍵因素，並用提出定價模型以利政府、廠商、與民眾參考。
2. 邱清泉(民 91)，對各種分散型再生能源做一回顧與檢討，並就台灣地區之地理條件、能源取得、政治環境、技術水準、人文生態、電力負載供需、工程經濟等層面與電業及用戶角度分析推廣太陽能發電之可行性，同時也探討目前國內推廣太陽能發電遭遇到之瓶頸，提出未來策略與作法供政府與各界參考。
3. 黃奕儒(民 92)，提出我國再考慮污染外部成本後，建置太陽光電系統的競爭力將會提升，使用者接受度提高，有助於此系統的推廣與設立。

第三章 研究設計與觀念架構

研究設計乃是建立一套資料蒐集、評量與分析的研究計劃，因此應同時陳述研究問題的結構與研究調查的計劃，以協助研究者能正確而有效率獲得研究問題的解答。研究設計的主要目的即在於檢視研究推論的過程，降低研究推論錯誤之可能性，故研究設計有助於讓研究者能使用蒐集到的證據來盡可能清楚地回答原始提問。本章根據前章文獻探討所整理出本研究之觀念架構，並將研究架構、流程、範圍及方法與資料來源，做摘要式的說明，以掌握整體之觀念。

3.1. 研究架構

本研究對象乃是針對太陽光電產業之產業分析與競爭策略研究，研究著眼於在國家競爭優勢的模型下，探討台灣廠商在各項因素中所具備之本土化核心競爭力。產業分析的重點在於太陽光電產業的前景及吸引力、產業科技發展及競爭力的狀況，以作為競爭優勢分析之環境及條件前提。

競爭策略之分析乃運用 Porter(1990)國家優勢競爭模型，分析我國發展太陽光電產業之特有競爭優勢。以 Andrew S. Grove(1996)提出的六力分析之概念，分析產業競爭情勢，藉由以上的分析探討國家與產業層面所面臨的環境與競爭。隨後以 SWOT 分析探討企業層面的優勢、劣勢、機會與威脅，並分析太陽光電產業價值鏈，使得整體分析架構更為完整。此外，本研究探討國際與國內太陽光電代表性廠商之經營模式與策略，最後，根據專家訪談的內容將研究的結果做整合性的結論，以提供台灣太陽光電產業業者未來發展之借鏡與策略上的建議。

3.2. 研究流程

研究流程為，首先確立研究動機與目的，針對研究之主題廣泛蒐集相關領域的文獻與資料，了解研究背景並界定研究範圍及對象。由文獻探討與資料回顧建立研究架構，運用於我國太陽光電產業之競爭分析，並提出本土化核心競爭力之架構。研究主要分析內容為三大部分，依序為國家層面的國家競爭優勢(Michael Porter)、產業層面的六力競爭分析(Andrew Grove)、企業層面的 SWOT 分析與價值鏈分析(Michael Porter)。藉由國家層面的分析，探討太陽光電產業於台灣發展的競爭優勢與成功關鍵。透過產業層面分析探討該產業所面臨的競爭力與競爭環境。企業層面的分析用以探討企業具獨特性的核心競爭力。最後以本土化核心競爭力之架構分析並整合上述模型之結論，提出我國太陽光電產業發展趨勢與企業經營之策略與建議。

3.3. 建構理論之程序

由第二章文獻回顧可得知，本土化的核心競爭力乃包含了四項主要要素，分別為：「群聚效應」、「知識、人才及經驗」、「策略聯盟」、「品牌與聲譽」。其理論架構建構程序將說明如下：

1. 群聚產生與群聚效應

群聚可以視為企業與當地環境之聯結，各地之特色對於不同之企業具有不同之吸引力(Storper, 1992)。如美國矽谷、台灣之科學園區等等，都是由於地方特性而吸引企業至當地發展，以求有效率的運用其環境與資源(Humphrey and Schmitz, 1996)。一旦具地方特性之群聚產生後，該群聚將產生群聚效應，群聚內之企業將再次吸引其它相關企業至該地發展，於是具有地方特色之產業成型(Enright, 1998)。

2. 群聚內企業之互惠將提升整體群聚競爭力

群聚之競爭力來自於整體群聚之實力，群聚間知識外溢的現象有助於企業適應環境、學習與創新及強化競爭力(Malmberg and Maskell's, 2002)，而群聚間之互惠將使彼此關係更加緊密(Jaffe, 1996)。群聚間的知識、人才與經驗可以經由本土化學習之過程而與當地特色相結合(Dahlman and Westphal, 1981)，而此種動態學習之過程可與外溢效果互相搭配，有助於創新行為與提升群聚競爭力 (Marjolein and Henny, 2005)。

3. 策略聯盟將是本土群聚與外界環境之互動管道

策略聯盟有較好的彈性以及並可以分享彼此無形知識(Neill, Pfeiffer & Young-Ybarra, 2001)。策略聯盟可藉由快速的資源重配置，呈現較快速及低成本獲取競爭優勢的方法(Porter and Fuller, 1986)，直接或間接之方式獲得策略夥伴的技術、市場、核心競爭力及競爭者策略等等，而這些都是較不易取得的 know-how(Badaracoo, 1991)。故策略聯盟可視為是本土群聚獲取外界資源進而提升競爭力之管道。

4. 品牌與聲譽將是維繫與策略聯盟、顧客之間關係之關鍵

企業之品牌與聲譽將有助於維持顧客、提升員工向心力、享有較低成本與較高利潤等等(Fombrun, 1995)。品牌與聲譽在稀有性、不可模仿性、無取代性與價值性的等四方面之表現都相當傑出且重要(Carmeli, 2001)，品牌與聲譽乃是企業自身競爭力向外展現之後果，也是強化企業間合作關係之關鍵。

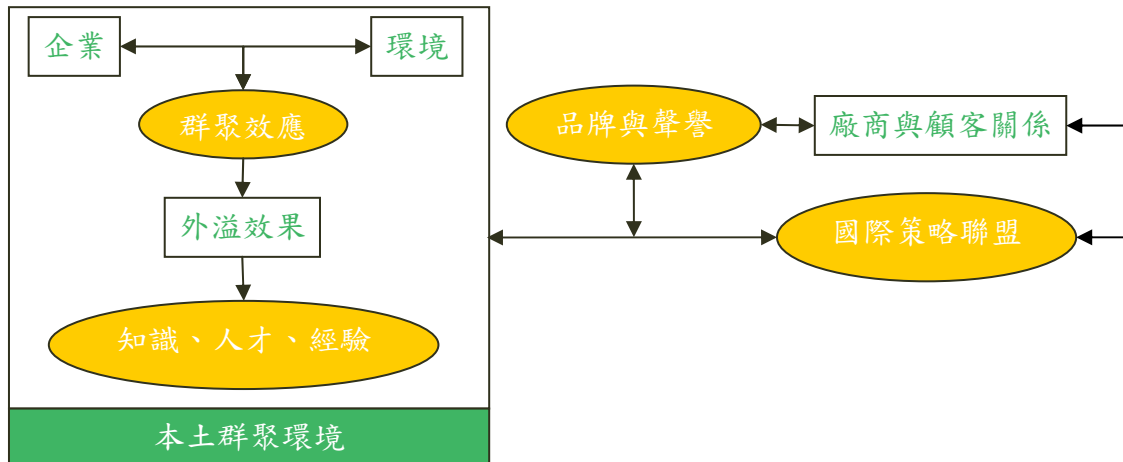


圖 16：核心競爭力之概念性架構

資料來源：本研究整理

3.4. 研究方法與資料來源

一般研究方法可分為下列三種：

1. 探索性(Exploration)：目的在於使研究者對研究主題有初步的了解，以決定是否進行正式研究，及進行正式研究時應採用的方法。由於對所要研究的主題尚不完全清楚，也沒有相關的研究可供參考，因此進行探索性研究。大多是關於主題現況，問題說明，並進而建立假設或理論模式。
2. 描述性(Descriptive Research)：目的是描述事實現象，但不涉入因果關係之推論與演繹。描述總體是描述性研究最為本質的特徵。其主要邏輯為「歸納」。藉由次級資料的蒐集、分析與整理來進行研究。
3. 解釋性(Explanation)：解釋性研究的任務是理解有關研究主體之間的關係，思考研究現象之問題的本質。解釋性研究的主要邏輯為「假說-演繹」。以實證研究之方式求得資料，並利用各種統計方法來說明、證明或反證已經存在的事實或理論模式。

本研究屬於定性(Qualitative)的描述性研究(Descriptive Research)，主要在探討我國太陽光電產業之競爭優勢及企業發展策略，因其所探討之主題很難以量化的數據來評量，而需要對產業環境做宏觀的整體檢視及針對特定研究樣本做微觀的個體檢視，藉由廣泛蒐集初級資料、次級資料及訪談，以瞭解產業現況、特性及趨勢，由研究架構中建立的分析模型及，探討太陽光電產業於國家、產業、及企業層面的核心競爭力，並以企業個案來做為競爭策略之分析。

為了解我國太陽光電產業所處的環境和條件，必須先建立產業分析的基本資料。首先，廣泛地蒐集國內外相關的文獻、報告、期刊、雜誌、報紙及新聞等次級資料，並採用 Andrew Grove(1996)的六力分析架構及 Porter(1990)國家優勢競爭之鑽石型概念將之歸納、整理。鑽石模型分析的目的則在於判斷某特定國家或地區可否成為某特定產業的發展基地。亦即某國家或地區若能具備某些特殊的條件，使得某產業能夠蓬勃發展，則此國家具有發展此產業之競爭優勢。六力分析是一種環境及產業結構分析時的重要工具，透過六種競爭力的分析，可以了解企業所屬產業的競爭狀態，經由其分析的結果，有助於企業釐清所處的競爭環境、顯現一個企業的優弱勢以作為企業在產業內定位的參考、讓經營階層擬訂策略，改善獲利能力。同時再輔以企業層面的 SWOT 分析與價值鏈分析，使整體架構更臻完整。在太陽光電廠商之分析部分，因地域、財力及人力的限制，故以全球與台灣之太陽光電廠商代表性廠商的分析資料為主，透過研究所蒐集的資料，加以綜合整理、分析。

本研究之資料蒐集方式乃採取次級資料為主與初級資料為輔的資料蒐集方式，在次級資料方面主要是透過期刊、雜誌、報紙、論文、公開說明書與政府出版品等相關資訊來取得廠商產能、經營動向、產業基本特性、未來發展趨勢等資訊。亦有許多次級資料是透過相關網站的公開資料或是專業網站的電子資料庫蒐集而得，藉由國內外相關的雜誌報導與產業分析機構的報告，使資料的正確性與公正性提高，強化研究過程之效率。次級資料經過分析彙整後，得到一個初步的結論。初級資料的取得主要是拜訪實務界的專家，聽取實務界的觀點，掌握市場最新動向並且針對本研究的初步結論提出意見，如此有助於釐清研究過程中一些謬誤之處。本研究也期能透過完整的資料分析與整理，對我國太陽光電產業之競爭優勢及未來發展提出可行的策略建議。

3.5. 研究範圍

本研究的主題是「太陽光電產業國家競爭優勢與核心競爭力」之研究。但由於太陽光電產業整體產業鏈龐大，可略分為「矽原料」、「矽晶圓」、「太陽電池」、「太陽光電模組」、「太陽光電系統」等。本研究除對太陽光電產業之發展作一整體分析探討外，將針對台灣最合適發展的「太陽電池」做更深入之探討。主要原因在於：

1. 矽原料屬於寡占競爭

產業上游之矽原料集中在少數國際大廠中，寡占現象明顯，投資金額過大、技術進入障礙高、耗能與污染問題嚴重。此種資本密集之產業特性，台灣廠商切入不易。

2. 矽晶圓需耗大量電力與要求精準技術

晶錠與晶圓之生產需要大量的電力與強調晶錠切割技術。過程講究專業的技術能力，所需的學習曲線效果其時間也較長。

3. 太陽電池被視為台灣業者跨入產業之最有利的一環

台灣業者擁有半導體製程的強力基礎，有助於提升太陽電池的生產過程中的轉換效率與良率。

4. 太陽光電模組與太陽光電系統需要更完整的相關產業支援

太陽光電模組與太陽光電系統處於產業的下游，營運主要考量為交通運輸、倉儲成本、銷售與服務據點等其他相關基礎建設，才能提供消費端完善的服務，講求的是龐大的規模經濟效應與快速反應市場的能力，此外針對不同地區不同太陽能照射量，也該透過當地系統業者與電力相關公司的配合，強化其在地性的服務(Localized services)。



第四章 全球太陽光電產業發展概況與趨勢

2004 年初，殼牌石油公司(Royal Dutch Shell Group)發布的全球原油儲存報告大幅降低全球的油氣儲量高達五分之一，根據美國能源部等全球能源相關機構的統計資料，目前全球石油剩餘蘊藏量為 1.338 兆桶(Barrels)，估計約 40 餘年的使用量，天然氣儲藏量為 146 兆立方公尺，可供全球使用約 60 餘年，故傳統石化能源將面臨枯竭。2005 年國際原油價格一度標上每桶 70 美元以上，嚴重影響全球經濟。此外，過度使用傳統石化能源所引起的地球暖化問題亦受到重視，聯合國會員於 1997 年在日本簽訂的「京都議定書」於 2005 年 2 月開始生效，目標為在未來 2008~2012 年期間，先進國家之二氧化碳等溫室氣體之排放量要回復到 1990 年的基礎上平均削減 5.2%。

在全球油價上漲及京都議定書之溫室氣體減量的壓力下，帶動再生能源(Renewable energy Source)產業的興起，由以太陽能兼具永續性、低污染性、設備壽命長及使用範圍廣等優點，近兩年來產業快速崛起。以下本章以太陽光電系統原理、應用、及國內外產業概況做資料的收集與彙整，以供研究分析時的依據。

太陽電池自 1960 年代發展至今，技術一直在進步中；第一代技術是以結晶矽太陽電池為主流，比較適合用於戶外有自然陽光直接照射之處，較不適用於室內小功率之應用；結晶矽太陽電池價格較高，故現階段還是以提高晶片轉換效率與降低成本主要研發目的，其重點工作為：(1)減少矽晶片厚度，提昇載子壽命、降低不純物；(2)開發使用薄晶片以提昇效率之製程技術，調整製程參數以及開發高效率製程技術，以提升薄晶片太陽電池之效率，並減少變形、破片情形。因此，第二代太陽電池係以薄膜技術為主，多為在玻璃基板上沉積一層矽薄膜，或有以 CdTe、CIS 等材料製造較高轉換效率之薄膜型太陽電池；前者因可吸收人造光線，因此十分適用於室內如太陽能手錶等小功率消費性產品。至於目前正在研發的第三代太陽電池技術，是以奈米科技、有機材料、無機奈米結晶半導體材料等為主軸，可製造彈性彎曲、大面積的太陽電池，適用於室內及室外環境，但目前轉換效率及可靠度仍有待提升。

表 13：不同世代太陽電池技術特色

技術世代	第一世代 (結晶矽)	第二世代 (薄膜)	第三世代 (奈米微粒)
價格	高	中	低
適應性(Adaptability)	低	中	高
大型化(Scalability)	低	低	高
透明性	低	中	高
色彩性	中	低	高
重量	高	中	低
室內/室外	低	中	高
抗溫性	低	中	高
效率	低	中	高

資料來源：Solar Cells and Modules-A Global Strategic Business Report”, Global Industry Analysts (2003/05)

4.1. 太陽光電相關技術現況與發展趨勢

4.1.1. 太陽電池的基本原理

太陽電池(solar cell)是以半導體製程的方式製作的半導體光電元件。其發電原理是當太陽光照射在太陽電池上，有部分的輻射能量會被反射，部分的輻射能量會穿透太陽電池，剩下的能量則全為太陽電池吸收。因為太陽電池吸收的輻射能量會導致半導體發生光電效應而產生自由電子(負極)及電洞(正極)。即透過圖 19 中的 p 型半導體及 n 型半導體之接面(Junction)之內電場，同時分離電子與電洞而形成電壓降，電子聚集在 n 型半導體，電洞則聚集在 p 型半導體。利用電位差發電，在無電磁波產生情況下，輸出直流電力，再經由導線傳輸至負載。由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器則需加裝直/交流轉換器，換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電。簡單的說，太陽光電的發電原理，就是利用太陽電池吸收 0.2 μm ~0.4 μm 波長的太陽光，將光能直接轉變成電能輸出的一種發電方式。

太陽電池最基本的結構可分為基板、p-n 二極體、抗反射層、和金屬電極四個主要部分。簡單的說，基板 (substrate) 是太陽電池的主體，p-n 二極體是光伏特效應的來源，抗反射層乃在減少入射光的反射來增強光電流，金屬電極則是連接元件和外界負載。

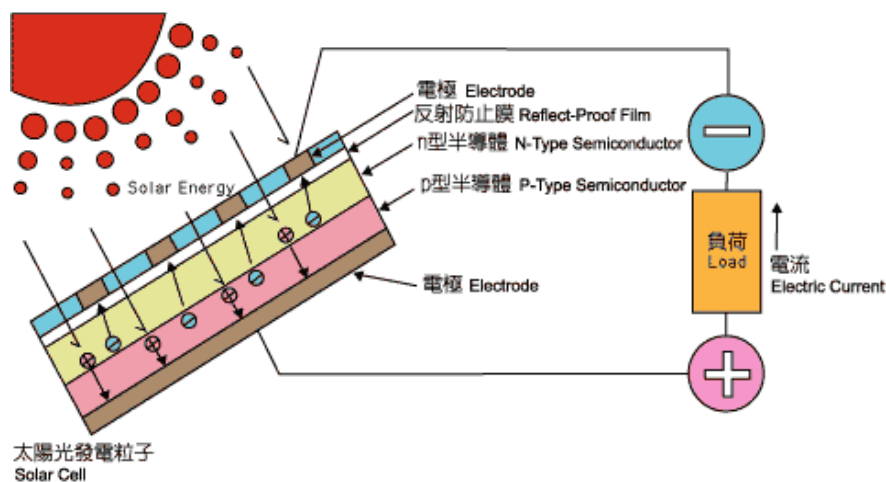


圖 17：太陽電池發電原理簡圖

資料來源：太陽光發電系統資訊網

4.1.2. 太陽電池之構造與發電原理

太陽電池是一種可以將能量轉換的半導體 P-N 接合元件，圖 20 表示一典型的半導體 P-N 接合元件產生電力的機制 - 光電效應 (Photovoltaic Effect)，N 區為接受陽光的一面，入射光光能量為 $h\nu$ ， E_G 為能隙 (Energy Band-gap)，其值為 E_C 傳導帶能階 (Energy Conduction Band) 與 E_V 價帶能階 (Energy Valence Band) 的差值，也即 $E_G = E_C - E_V$ 。在環境溫度高於絕對零度的情況，當入射能量 $h\nu$ 大於能隙 E_G ，則光將被吸收並且價帶的電子會提升至傳導帶，並在價帶裡留了相同數量的電洞，產生了電子-電洞對。

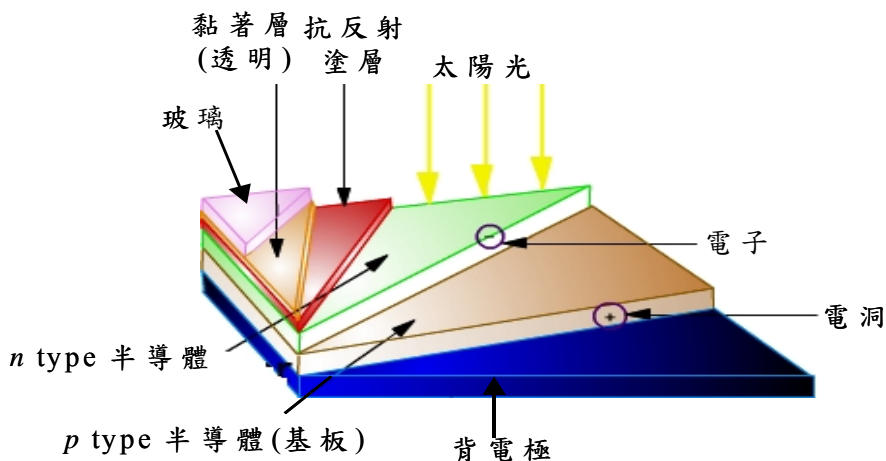


圖 18：太陽電池構造示意圖

資料來源：<http://library.thinkquest.org>

在熱平衡的情況下，帶隙 (Band-gap) 中間有一能量形成障礙，使得電子與電洞不能逾越能帶隙而維持在平衡狀態，此維持平衡的能量稱為費米能級 (Fermi Level)。要讓半導體發生光電轉換，首先要把本徵半導體 (Intrinsic Semiconductor，不含任何雜質或是在

結晶上沒有任何瑕疵的半導體，不具導電效果)摻雜一些雜質原子，使之變成非本徵 (Extrinsic) 半導體才具有導電效果。透過能量的吸收破壞了半導體內電子與電洞的平衡，導致電子與電洞數目不相符的情形。電子較多的半導體稱為 N 型；電洞較多的稱為 P 型。

當太陽光照射時，光能將矽原子中的電子激發出來，而產生電子和電洞的對流，這些電子和電洞均會受到內建電位的影響，分別被 N 型及 P 型半導體吸引，而聚集在兩端。P 區域及 N 區域的電子及電洞由於內部 P-N 接合電場及擴散效應分別流向不同的方向。在 N 區域由入射光照射所產生的電洞流向 P-N 結合枯竭層 (Depletion Layer)；在 P 區域，由入射光照射所產生的電子也流向 P-N 結合枯竭層，這些電子及電洞在 P-N 結合枯竭層附近將受到 P-N 接合區 (P-N Junction) 所建立之電場驅動，而穿過接合區分別滑落至另一區 (即電子往 N 區；電洞往 P 區)，使得 N 區域累積了電子，而 P 區域則累積了電洞，當接上外部迴路後即產生電流。

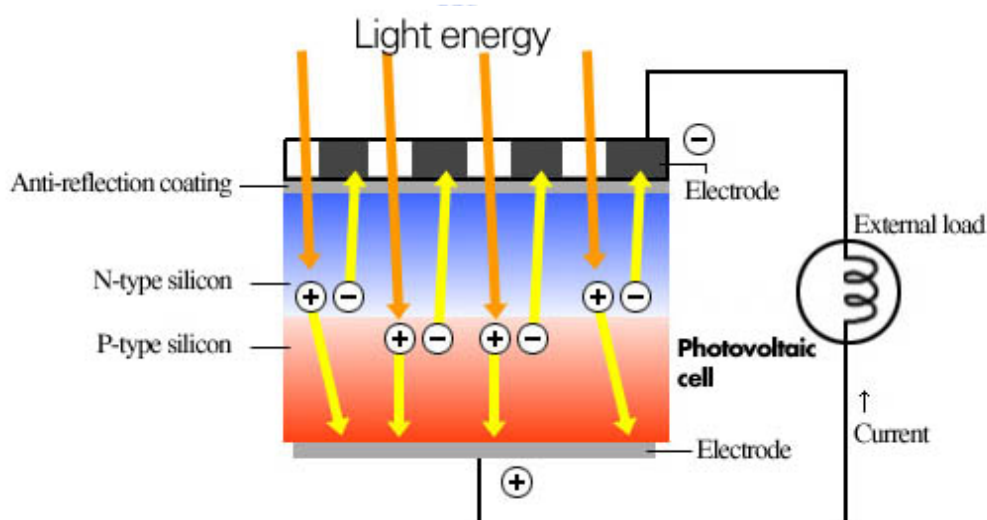


圖 19：太陽電池發電原理示意圖

資料來源：APEC Virtual Center for Environmental Technology Exchange

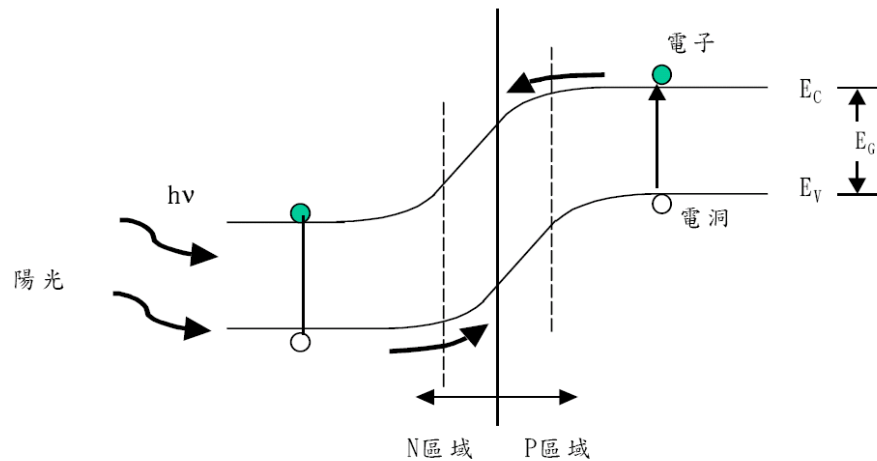


圖 20：太陽電池光電轉換的基本原理

資料來源：工研院材料所（2004/07）

4.1.3. 太陽電池之種類

太陽電池依使用材料之不同可分類為：矽、化合物半導體、半導體接合物薄膜型 (Tandem-Thin film)、有機半導體、高分子聚合物(Polymer)等技術形態，其光電轉換效率因材質不同而有所差異，目前產品發展概況參考表 14。其中，以 GaAs 轉換效率最高，不過成本昂貴；而一般非晶矽太陽光電板效率約 6~8%，雖然轉換效率相對較差，但價格較便宜，因而亦獲得市場重視。另外，以 Polymer、有機半導體等為基材之軟性太陽電池由於具有輕、薄、可撓性特色，不僅可作為可攜式電源，且適於大面積光電板的製作；近年在導入奈米技術以提升光電轉換效率之潮流下，亦吸引許多歐、美、日廠商相繼投入研發。

表 14：2004 全球 PV 產量 - 按生產技術分類

技術類型	美國	日本	歐洲	其他地區	全球總計	市佔率%
單晶平板	85	111	115.8	29.6	341.4	28.6
多晶矽	14.2	393.5	158	104	669.2	55.99
非晶矽(A-Si)	14	17.5	8.6	7	47.1	3.94
結晶矽 concentrators	0.5	/	/	/	0.5	0.04
帶狀矽(Ribbon Silicon)	16	/	25	/	41	3.43
碲化鎘(CdTe)	6	/	7	/	13	1.09
硒化銅銅(CIS)	3	/	/	/	3	0.25
Microcrystalline Si / single Si	/	20	/	/	20	1.67
A-Si on Cz silze (HIT)	/	60	/	/	60	5.02
總計	138.7	602	314.4	140.6	1195.2	100.00

資料來源：Renewable Energy World, July-August, 2005；本研究整理

1. 依製成材料分類

太陽電池依製程之材料分類，可整理成下表，並分述如後。

表 15：太陽電池主要種類與材料

太陽電池的種類		半導體材料	電池效率 (實驗室級)	模組效率 (商業化級)	價格
矽半導體 (Silicon)	結晶矽 (Crystalline)	單晶矽(Single)	15~24%	13~20%	B
		多晶矽(Poly)	10~17%	10~15%	A
	非結晶矽 (Amorphous)	a-Si、SiC、SiGe、 SiH、SiO	8~13%	6~10%	A+
化合物半導體 (Compound)	二元素	砷化鎵 GaAs 磷化銦 InP	19~32%	18~30%	B-
		碲化鎘 CdTe	10~15%	7~12%	A
	三元素	硒化銦銅 CuInSe2	10~12%	8~10%	A
染料敏化型(Dye-sensitized)		二氧化鈦 TiO2	8~11%	<10%	A+
有機半導體(Organic)		研發階段	3~4%	1%	A+

資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫(2004/07)、太陽光電資訊網、本研究整理

(1). 矽半導體型

所謂的 ingot-based 的太陽電池是使用晶圓(wafer)當基板，晶圓本身就是光電效應的作用區。因為是用晶片作基板，一般就使用擴散 (diffusion) 製程技術，在 p-型晶片做 n-型擴散，或在 n-型晶片做 p-型擴散，形成 p-n 二極體。單晶矽和多晶矽太陽電池都是 ingot-based，其晶片是由矽錠(ingot)切割而得。

目前全球太陽電池市場在各方面發展情況，還是以結晶矽為主，一般可細分為單晶矽、多晶矽及非晶矽等 3 種太陽電池，2004 年市場佔有率分別為 28.6%、56.0%及 3.9%。自從 1954 年貝爾實驗室發表了具有 6%光電轉換效率的太陽電池，歷經 50 年發展之後，結晶矽太陽電池儼然已成為能源市場上的新主角，是目前最成熟，最普及的技術，佔了 2004 年太陽電池五分之四的總銷售量。另外，由於轉換效率的提升及半導體晶圓技術的改進與創新，如：晶圓厚度、切割技術、晶圓尺寸等技術，使得成本價格降低、電池模組效率提升、產能規模增加及提高光電轉換利用率。目前實驗室太陽光電轉換效率已接近 25%，跟學術理論值的 29%非常接近。太陽電池模組的轉換效率也介於 12~16%之間。

不過，能源的應用關鍵還是在於「成本問題」，雖然其製造成本已降至 1960 年代的 1/50，價格成本(注：電池用電單位瓦數 (watt))也已從 1975 年代的 80 美元/瓦降至 2.5~3 美元/瓦左右，但所耗費的成本與經濟價值，還是要比傳統電力高出許多。目前市場只能在特殊應用中，實現小部分商品化過程。因此，為了提升發電效能與轉換效率，及有效降低產品成本，全球各大能源研究單位均大力投入太陽電池相關技術研究，企圖開發出更新的應用物質，實現太陽電池普遍應用之最終目的。

I. 單晶矽

在單晶矽的材料中，矽原子均按照一定的規則，具有高度週期性地排列。目前，成長單晶矽最重要的技術是利用柴氏長晶法(Czochralski method)，把高純度的多晶矽熔融在坩鍋中，再把晶種插入矽熔融液，用適當的速率(每分鐘 2~20 轉)旋轉，緩慢地往上拉引(每分鐘 0.3~10 毫米)做成矽晶柱，然後再把晶柱加以切割，就可以得到單晶矽晶圓。單晶矽太陽電池的光電轉換效率最高，使用年限也較長，因此對於矽材料的品質要求也較高，長晶過程慢且嚴謹，一般是以向上拉晶的方式(Pull or Grow)邊轉邊拉，價格因此較昂貴，比較適合於發電廠或交通照明號誌等場所的使用。

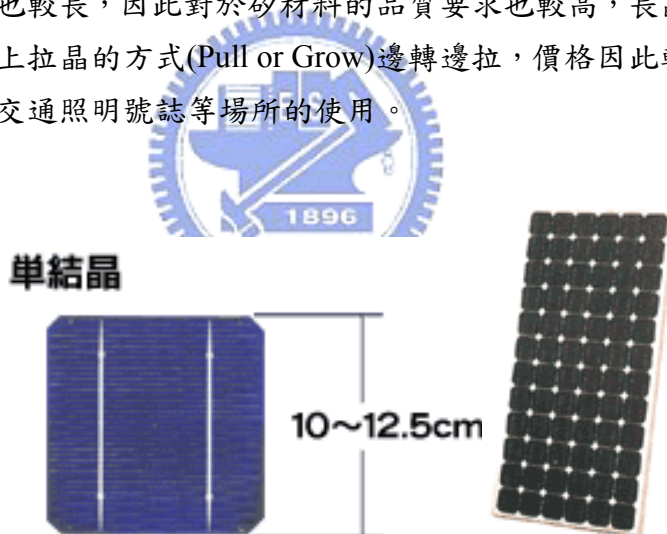


圖 21：單晶矽太陽電池及其模組

資料來源：NEDO 技術開發機構

II. 多晶矽

多晶矽是指材料由許多不同的小單晶所構成，矽原子堆積方式不只一種，它是由多種不同排列方向的單晶所組成。它的製作方法是把熔融的矽鑄造固化而形成。多晶矽的特性，在於切割和再加工的手續上，比單晶矽和非晶矽更困難，效率方面也比單晶矽太陽電池的低。不過，簡單的製程和低廉的成本是它的最重要特色。由於原料的利用範圍廣，取得較容易，且採用澆鑄法(Casting)可以快速結晶，所以成本優勢更為明顯，在部分低功率的電力應用系統上，便採用這類型的太陽電池。目前由多晶矽所製作出的太陽電池產量，已經逐漸超

越單晶矽的太陽電池。

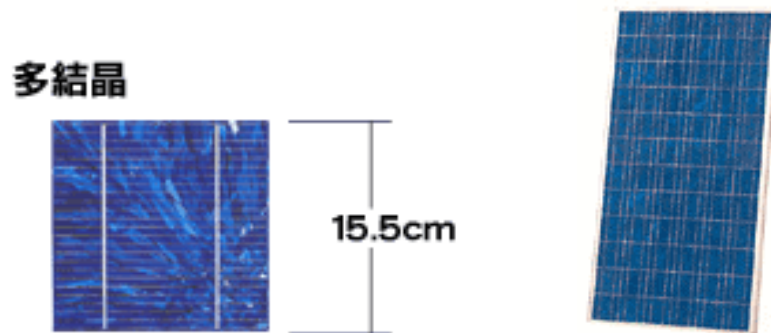


圖 22：多晶矽太陽電池及其模組

資料來源：NEDO 技術開發機構

III. 非晶矽

非晶矽太陽電池最早是在 1976 年由 Carlson 與 Wronski 所發展出來，是指整個材料中，只在幾個原子或分子的範圍內，原子的排列具有周期性，甚至在有些材料中，根本沒有周期性的原子排列結構，排列紊亂，無規則可循。它的製作方法通常是用電漿式化學氣相沈積法，在基板(如玻璃)上長成厚度約 1 微米左右的非晶矽的薄膜。由於材料的晶體結構不同，因此，用不同的材料設計出太陽電池時，它們的光電特性也會有所不同。由於價格最便宜，生產速度也最快，所以非晶矽太陽電池也比較常應用在消費性電子產品上，而且新的應用也在不斷地研發中。

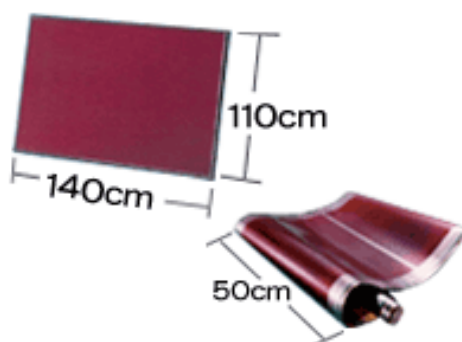


圖 23：非晶矽太陽電池及其模組

資料來源：NEDO 技術開發機構

(2). 化合物半導體型

常見化合物半導體又可依組成元素分類為

I. 四四族化合物半導體：

II. 三五族化合物半導體：

- i. 二元化合物：砷化鎵(GaAs)
- ii. 三元或四元化合物：磷化銦鎵(GaInP)、砷化鎵銦 (InGaAs)

III. 二六族化合物半導體：鎘化鋅(CdTe)

其中，製作太陽電池所運用的化合物半導體多為三五族半導體與二六族半導體。主要有：砷化鎵(GaAs)、磷化銦鎵(GaInP)、砷化鎵銦 (InGaAs)、鎘化鋅(CdTe)、硒化銦銅(CuInSe₂；CIS)、銅銦鎵二硒(CuInGaSe₂；CIGS)等。其中以砷化鎵技術較成熟，應用也較廣，一般也慣用以GaAs來代替化合物半導體的名稱。這些材料所製作出的太陽電池都有很高的效率，但是因為製程的成本較高，所以只有應用於少數特殊的用途。例如由於其抗宇宙射線的能力佳，可靠性高，幾乎都用於軍事用途。

單晶 CIS 薄膜太陽電池是在 1973 年由 Wangner 研發成功且有 12%高轉換效率的新產品，接著在 1980 年代早期，由美國波音公司開發出來的 CIGS 薄膜太陽電池，曾創下 19.2%的高實驗室紀錄。此效率幾乎可與結晶矽太陽電池相當，且 CIGS 可藉由調整所摻雜的 In 與 Ga 的比例來改進對太陽光能的吸收量，再加上原物料成本較低廉，故此二種太陽電池(CIS、CIGS)已被視為最可能取代結晶矽太陽電池的新一代電池。

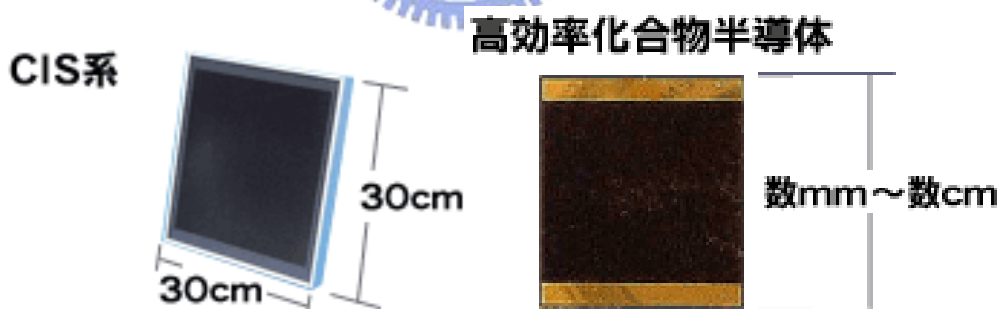


圖 24：CIS 太陽電池與高效率化合物太陽電池

(3). 有機半導體型

有機太陽電池在 1986 年就已問世，其結構採取 donor-acceptor interface 的設計，取代矽及化合物半導體太陽電池的 p-n 接面，長期以來其光電轉換效率僅維持在 1%，直到 Princeton 大學 Forrest 教授實驗室改變製造有機太陽電池的有機化合物後，才使得光電轉換效率達到 3.6%。

有機太陽電池目前概分為色素增感太陽電池 (DSSC, Dye Sensitized Solar

Cell)、Polymer/nanoparticle hybrid solar cell 二類。這二類薄膜型有機太陽電池，都屬於奈米技術的範疇。色素增感太陽電池 (DSSC) 已被視為奈米技術在能源應用的實用化先驅，Polymer/nanoparticle hybrid solar cell 方式，則是塑膠太陽電池商品化最有希望的方式。

I. 染料敏化型(Dye-Sensitized Solar Cells；DSSC)

瑞士科學家 Gratzel 在 1991 年提出「染料敏化太陽電池」，又稱「色素增感太陽電池」。此項技術成功以奈米結構電極與染料，結合出具有高轉換效率電子轉移介面技術，與過去無材料固態介面設計有所不同，被視為奈米技術在能源應用的實用化先驅，為第三代太陽電池。近年來 DSSC 在實驗室及商業化用途持續發展，最大原因在於簡單製程，不用投入昂貴設備及無塵室廠房等設施，加上二氧化鈦、電解質等材料價格便宜是兩大關鍵要素。

DSSC 光電轉換效率早已超過 10%，達到商品化的條件，但遲遲未能商品化的瓶頸，在於色素成本高昂及缺乏大面積薄膜量產製造技術，由於 DSSC 目前仍須高溫燒結製程，因此無法有效製作在塑膠基板上，為使產品 Flexible 化且進一步降低成本，必須開發低溫量產製程及低成本色素。

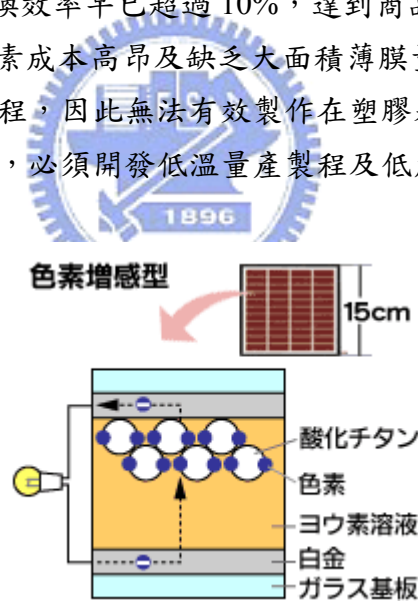


圖 25：染料敏化太陽電池

II. Polymer / nanoparticle hybrid solar cell

Polymer / nanoparticle hybrid solar cell 包括 Polymer / Fullerene composites，及 Polymer / Inorganic composites 兩種。Polymer / Fullerene composites solar cell 實驗室的光電轉換效率可達到 5%，Polymer / Inorganic composites 的轉換效率最低，仍在 3% 以下。Polymer / Fullerene composites solar cell 為 2004 年 Siemens 的研究團隊第一個製作出光電轉換效率 5% 的 polymer solar cells。由於 Polymer / Fullerene composites 有很高的電子遷移率，且所形成的奈米薄膜更輕又更薄，

更適合製作在塑膠基板上，不過，由於發展的歷史並不長，因此發電效率偏低。

有機高分子聚合物與無機半導體奈米棒複合材料型太陽電池 (Polymer / Inorganic nanorods composites)，係 2002 年由 Dr. Alivisatos 率先發表，所開發的太陽電池。將有機高分子與無機半導體混合在一起，可以一起保有兩者的優點：無機半導體具有優良的電子特性、有機高分子聚合物則可以在室溫下溶解製造，降低製作太陽電池的成本，並可以將溶液塗佈在塑膠等柔軟的基板上。光電轉換效率已達到 2~3%，目前研究的方向在於提高元件的光電轉換效率及穩定性。

2. 以外型分類

(1). 晶圓型

晶圓型太陽電池一般也稱為第一代太陽電池，自從 1954 年貝爾實驗室製造出全世界第一顆太陽電池以來，發展持續至今，依基材的不同可區分為單晶矽太陽電池、多晶矽太陽電池及三五族(砷化鎵，GaAs)太陽電池。其中在 2004 年時，單晶矽與多晶矽所占的市場佔有率有 90% 以上。

(2). 薄膜型

薄膜型太陽電池一般也稱為第二代太陽電池，包括多晶矽太陽電池、非晶矽太陽電池、二六族(碲化鎘，CdTe)太陽電池及 CIS / CIGS 太陽電池。主要就是以較為廉價的基材，如：玻璃、高分子聚合物(塑膠、陶瓷、石墨)或金屬箔片替代昂貴的矽晶圓基材。非晶或多晶的薄膜光電元件則長在基材上，基材本身並不參與光電效應。因為只需要一層極薄的光電材料，所使用材料比較少，故薄膜型太陽電池的最大優點就是生產成本的降低，加上薄膜可使用軟性基材，應用彈性強，具有可撓曲性且質輕，故在應用上比晶圓型太陽電池更為廣泛，易與建築物整合，一旦技術發展到成熟階段，應用市場會比晶圓型太陽電池大得許多。但現今量產的技術尚未純熟，轉換效率仍然偏低，且關鍵原物料無法充分供應，故目前其製造成本仍高出晶圓型太陽電池 40% 左右。

美國國家再生能源實驗室日前的報告中指出：「薄膜型太陽電池製造成本，在過去 10 年中呈現大幅下降趨勢，雖然到目前為止成本價格還是要比晶圓型高出 30~40%，不過下降速度卻快的許多」。2004 年薄膜式太陽電池模組出貨量為 87.6MW (Mega/Watts；百萬瓦)，市場分析公司 BCC 預估到 2009 年將會達到 154.6MW，年平均成長率上看 13.4% 目前能源界在發展薄膜型太陽電池趨勢，大致上可分為幾種薄膜材料，包括：非晶矽、銅銦鎵二硒、鎘碲薄膜、矽薄膜、

染料敏化太陽電池等。

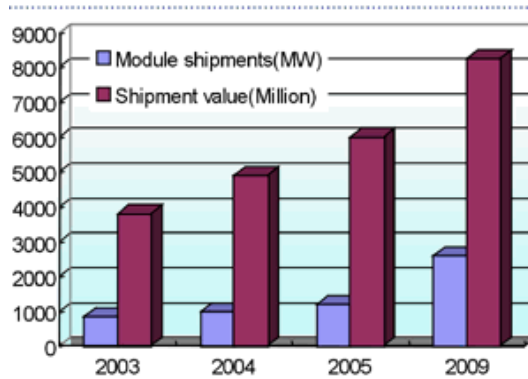


圖 26：薄膜式太陽光電市場預估

資料來源：BBC，電子時報，2005/12。製圖：羅清岳、柯博偉

I. 非晶矽薄膜太陽電池

非晶矽薄膜太陽電池是 1976 年由 Carlson 與 Wronski 發展出來，是目前發展速度最快的薄膜型太陽電池；在一般狀態下，結構式為 n-i-p（或 p-i-n）偶極的形式存在，i 層是由非晶矽所組成，p 層和 n 層主要作為內部電場。但如果 i 層設計太薄或太厚，很容易造成吸光不足，故其穩定度還是受限於所謂的 Staebler-Wronski 效應(光效應性能喪失)，所引發非穩定性 (light-induced instability) 的問題。非晶矽太陽電池第一次曝光，其效率便馬上減少 10 至 20%。對於這效應，至今尚未有統一的解釋，也沒有尋找到基本的解決的方法，這對非晶矽太陽電池的廣泛應用，自然地產生重大的影響。為克服這情形發生目前堆疊式(stacked-cell with the triple-junction)非晶矽薄膜太陽電池被證實為可穩定維持電池轉換效率的最佳設計。其原理為將幾個不同能隙的材料製作成 P-N junction，依能隙的高低，由高至低疊層在一起。能更有效率的吸收各能階的太陽光能。

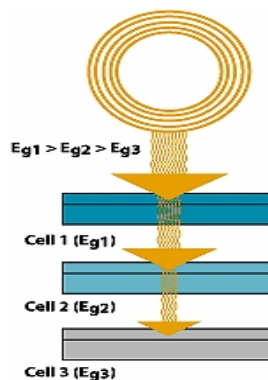


圖 27：多結疊層 GaAs 基系太陽電池示意圖

資料來源：<http://www.eere.energy.gov/solar/>

II. 大面積 CIGS(CuInGaSe₂)

薄膜太陽電池所展現的低價潛力是不容忽視的，CIS 薄膜太陽電池雖以展現了高效率的潛力，但是大面積量產的技術尚未解決，因此至今尚未大量商品化。此外面臨地球本身所蘊藏的銦(In)與鎵(Ga)的量有限，在與其他半導體及光電產業競相使用下，外來恐怕會有材料短缺的問題，也限制了 CIS、CIGS 的開發與成長。

(3). 染料敏化與有機半導體

染料有機太陽電池是具有價格潛力的新技術，但目前仍因為長期穩定度的關係無法商業化，轉換效率也還不高。將奈米級的TiO₂粉末做為高能隙的半導體材料，既不會擋住染料的吸光效果，也可以增加傳輸介面面積，保有電子傳輸的功能，故效率可以大幅提升。

3. 太陽電池技術分類圖

由上述研究內容可知，太陽電池的技術及材料選擇具備多樣性，由於不同材料對於太陽光譜的反應有不同的特性，除了結晶矽、薄膜矽材料、III-V 族及 I-III-VI₂、II-IV-V₂ 化合物半導體材料以外，能對太陽光全光譜反應的超高轉換效率新材料、或低成本易製造的有機複合材料，也有開發的空間，目前跨國跨領域的專家合作，希望找到更適合太陽電池的新材料，為目前太陽電池前瞻技術研究上最新的焦點。綜合上述將太陽電池的技術分類如圖 29：

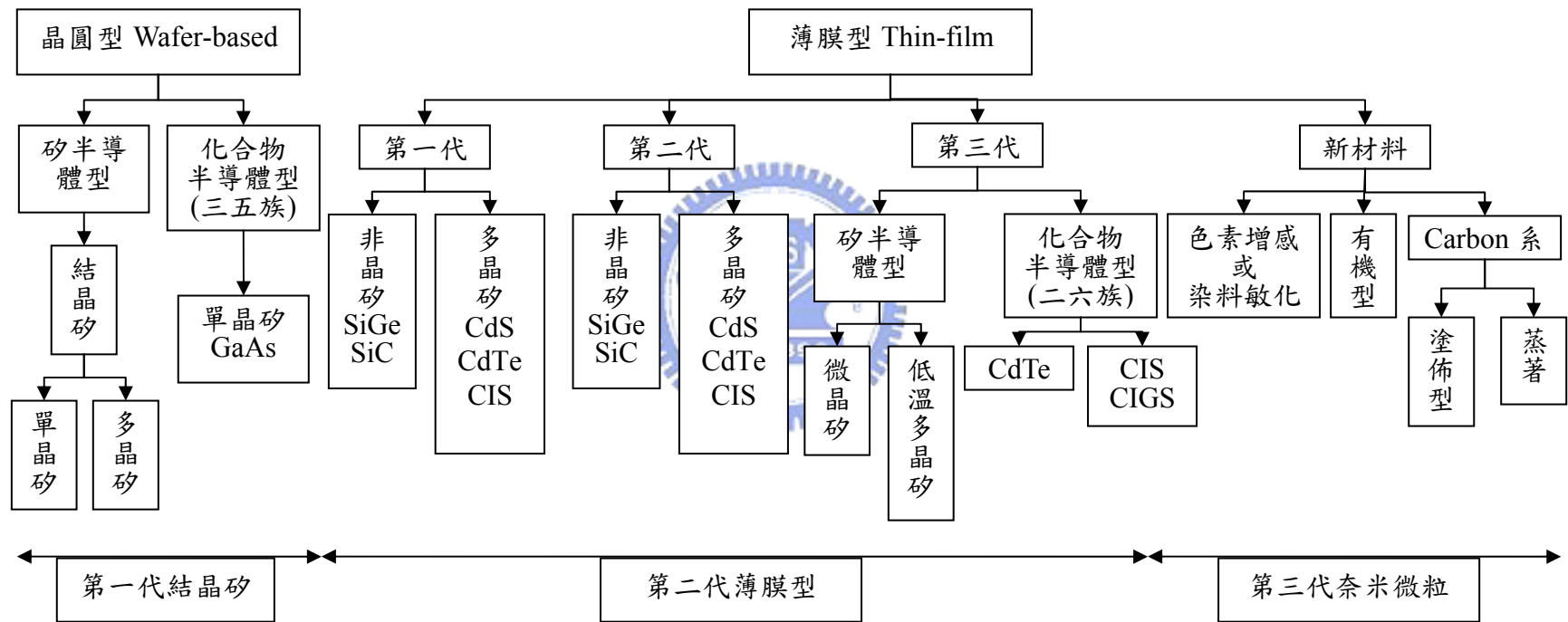


圖 28：太陽電池的技術分類
 資料來源：陳婉如，全球太陽電池技術發展現況

太陽光電系統應用技術涉及之技術層面很廣，相關技術關聯圖如圖 29 所示：

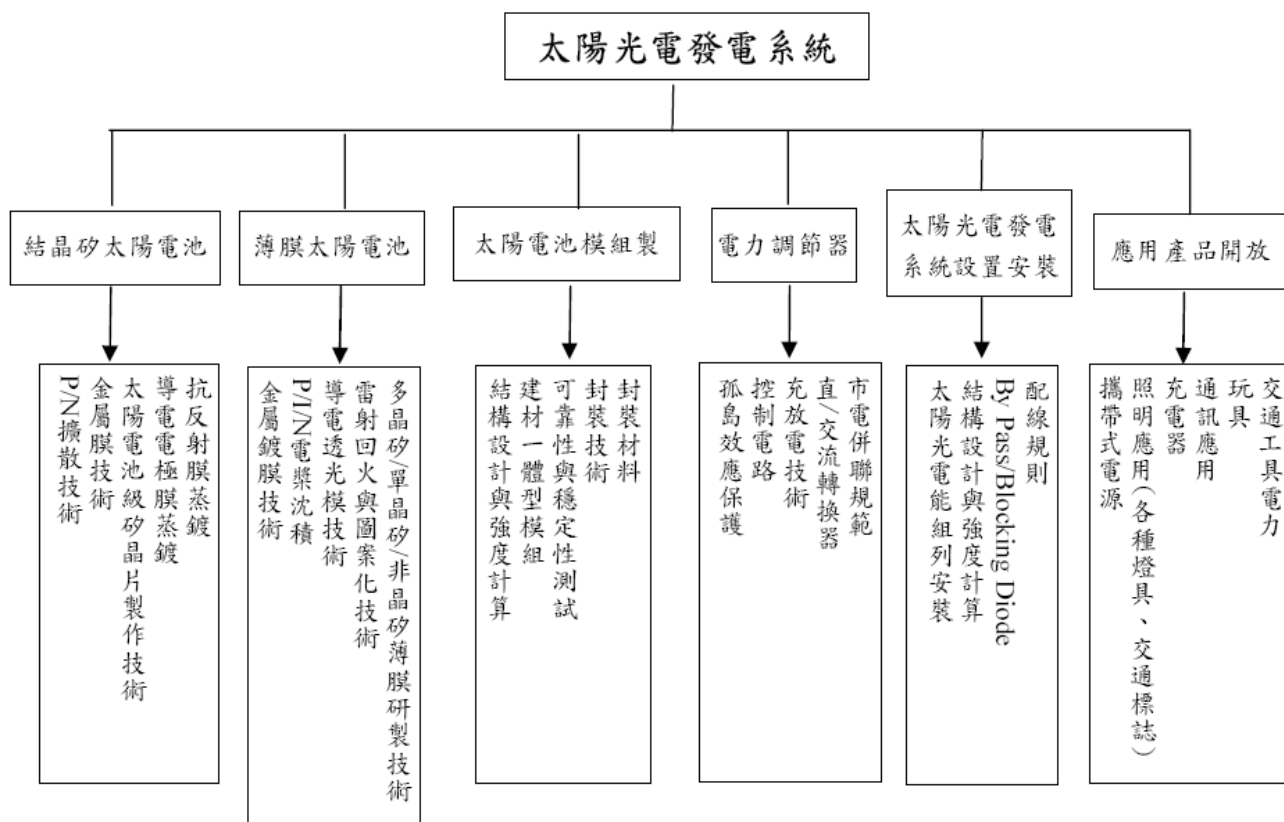


圖 29：太陽光電系統技術關聯圖

資料來源：太陽光電設備產業發展分析，陳明德、鄧瑞琴、陳文卿、陳陵援，民 93 年

4. 太陽電池的製程

太陽晶片的製程是在矽砂原料中，經純化冶鍊出太陽級矽，其純度較電子級矽為低，再製造出矽晶。其單晶矽與多晶矽的製程也略有不同。單晶矽採拉晶程序，透過 CZ(Czochralski)法或者 FZ(Floatzone)法製造出晶錠(ingot)，經切割後得出晶圓(wafer)。而多晶矽則利用長晶爐以澆注(casting)的方式熔煉成晶錠，再進行切割。太陽電池的製造流程類似 IC 製程，但不需要再等級百分百的無塵室中進行。即將太陽晶片經過清洗蝕刻→擴散形成 P-N Junction (二極體)→鍍抗反射膜(減少太陽光反射程度)→網印→燒結等程序，然後完成金屬接觸，在經電流電壓測試，即成一太陽電池。單晶矽與多晶矽太陽電池的構造縮有不同，但發電原理相同。若以 2004 年全球太陽電池類型來看，單晶矽佔 36.2%、多晶矽佔 54.6%、非晶矽薄膜佔 4.4%、帶狀矽(Ribbon-sheet Si)佔 3.3%，化合物薄膜僅佔 1.5%。顯然還是以多晶矽暫居市場主流。太陽電池的光電轉換效率與生產(原物料)成本是廠商決勝負的關鍵因素，也攸關太陽光電系統的普及度。然而晶圓型的太陽電池須經半導體製程，耗費不少能源，成本降低的空間也因此受限，加上近兩年受到上游原料短缺影響，如圖 30，

使得開發新世代太陽電池的技術成為重要課題。

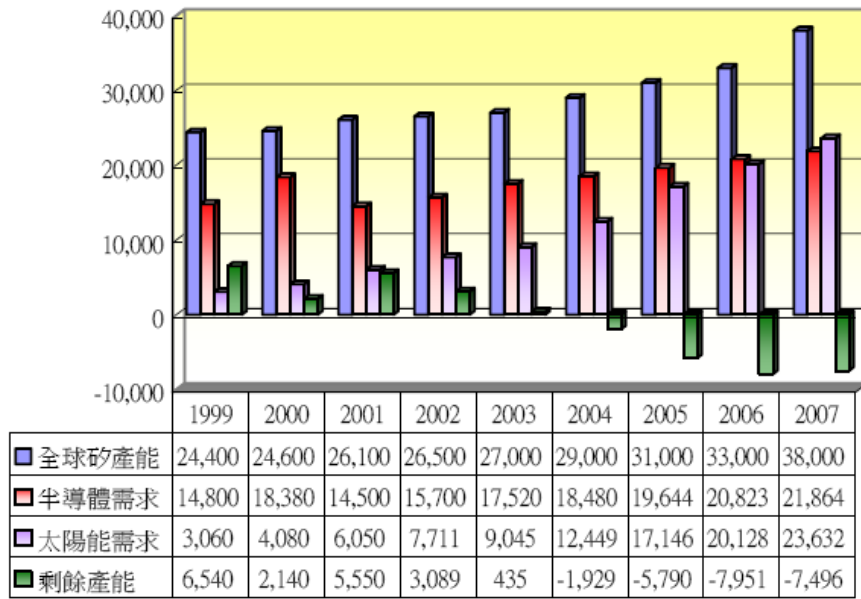


圖 30：1999~2007 年全球矽原料需求

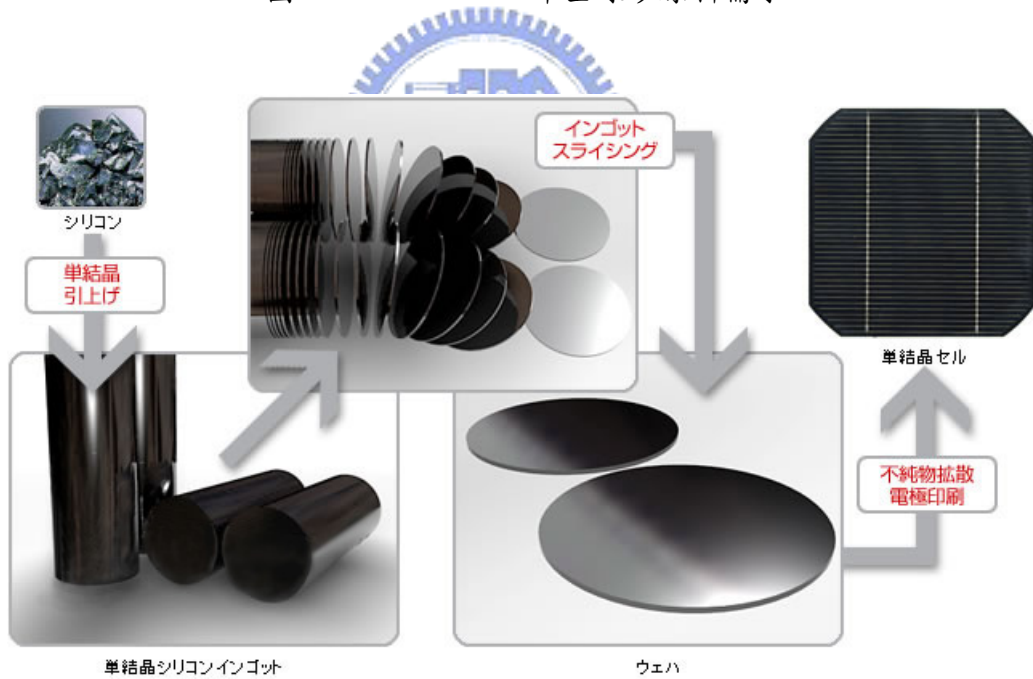


圖 31：單晶矽太陽電池製程圖

資料來源：Sharp

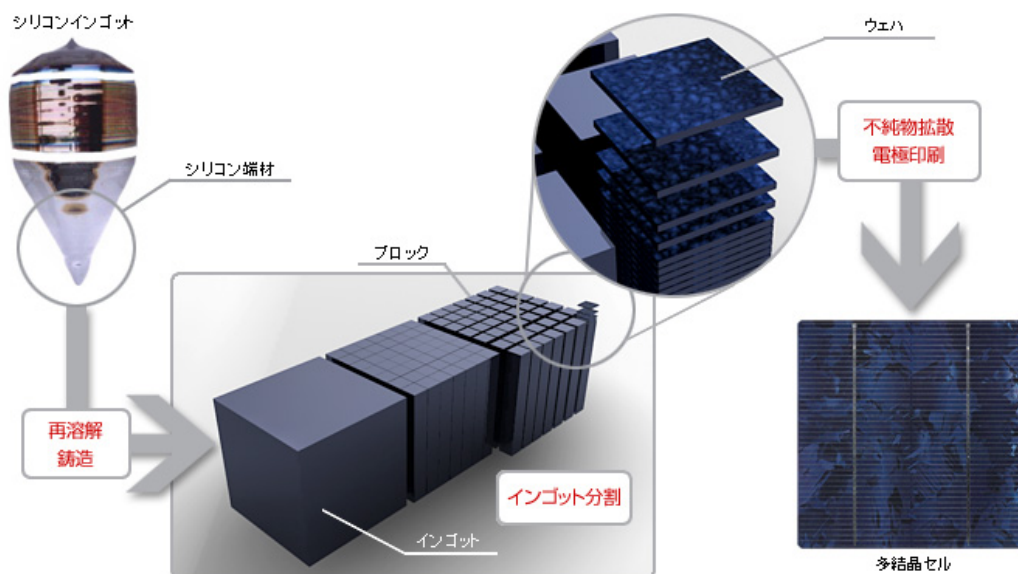


圖 32：多晶矽太陽電池製程圖

資料來源：Sharp

4.1.4. 太陽光電發電系統之類型

太陽光電系統主要由太陽電池組列(solar cell array，或稱太陽電池模組)、充放電控制器、變頻器、併聯保護裝置、配線箱、蓄電池等構造所構成，如下圖 33。

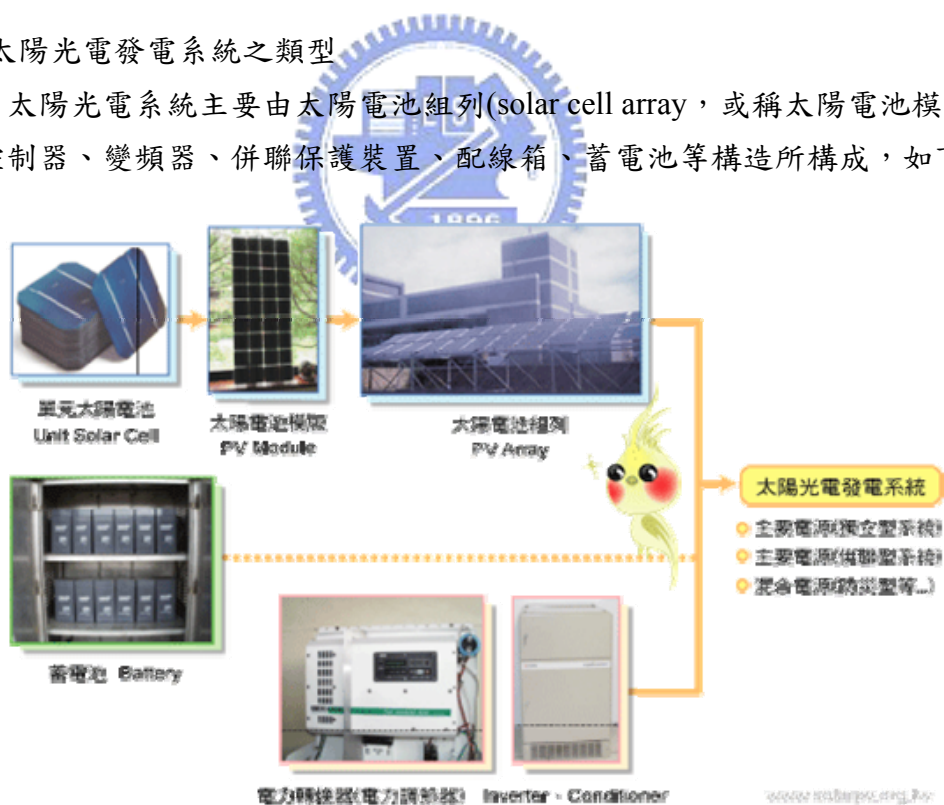


圖 33：太陽光電系統構件

資料來源：太陽光發電系統示範資訊網

目前有三種類型的 PV System，將介紹如下：

1. 獨立型(Stand-Alone)

獨立型太陽光電系統，加裝蓄電池，使用蓄電儲存能量。主要原理是白天利用太陽光電系統發電，提供負載與充電，晚上則由蓄電池供電，已達自給自足。當負載使用量低，可將能量儲存至蓄電池；負載使用量高時，則由蓄電池提供不足的能量。

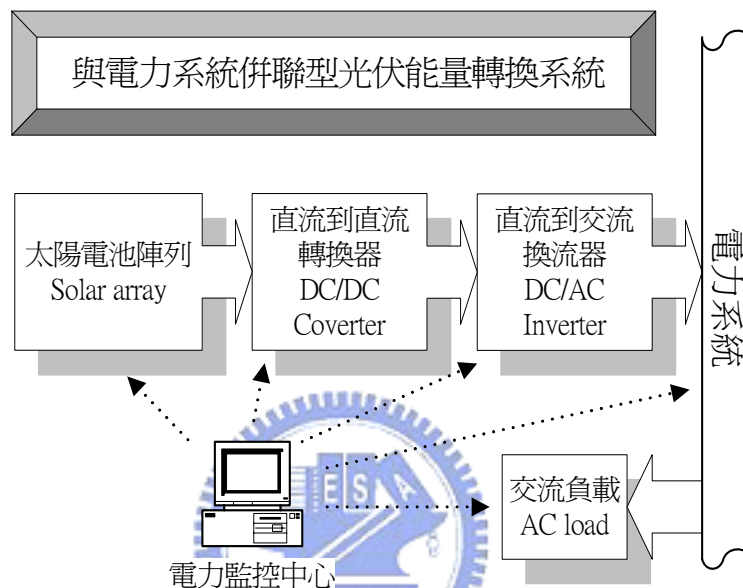


圖 34：獨立型光伏能量轉換系統架構圖

資料來源：結晶矽太陽電池之介紹，楊文正

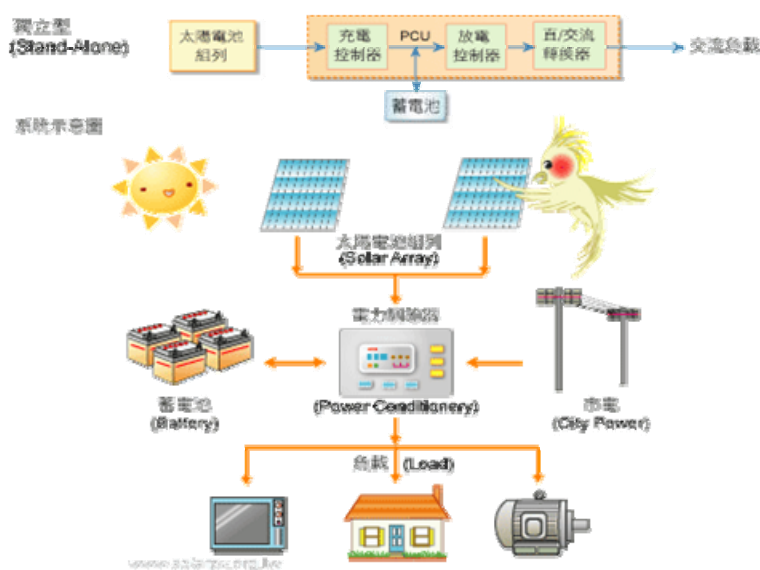


圖 35：獨立型系統示意圖

資料來源：太陽光發電系統示範資訊網

獨立型系統的設計必須考量蓄電池的容量，精算電力負載即陰天日數等安全係數，再決定所需安置的太陽電池模組版之大小，設計複雜，故價格較昂貴，主要應用於高山、離島等一般市電無法到達之處。

2. 市電併聯型(Grid-Connected)

市電併聯型太陽光電系統是將太陽電池與市電併聯使用，且加裝的變頻器具有逆流發電之功能，當太陽電池的發電量大於電力負載的用電量時，系統會自動把多餘的電力送回電力公司(即歐美日國家所採取的「電力回購模式」)，當負載用電大於太陽電池發電量或夜晚電力不足時，就由電力公司供電。故市電併聯型可將電力公司的市電電網視為大型儲能系統，將用不完的能量回饋回市電。因為蓄電池價格昂貴，使用壽命約 5-7 年，提高了太陽光電系統成本。

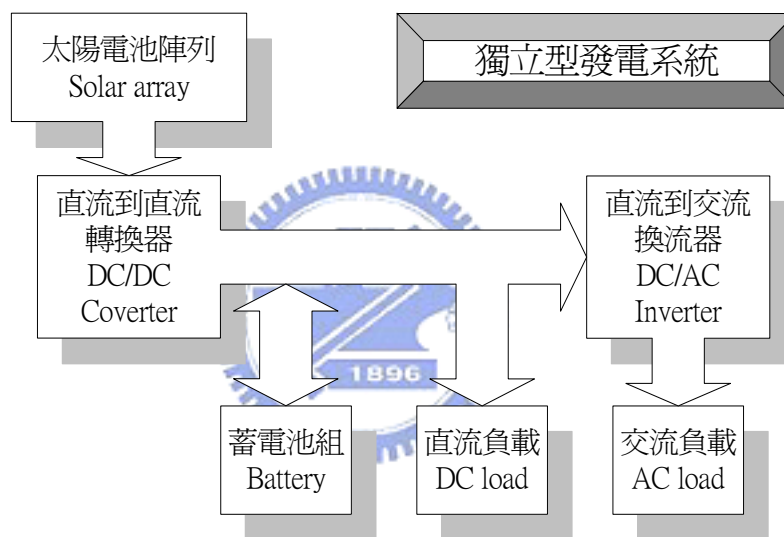


圖 36：電力系統併聯型光伏能量轉換系統架構圖

資料來源：結晶矽太陽電池之介紹，楊文正

可由上述可知，市電併聯型之優點是系統簡單，不需要安全係數設計，維護容易，對太陽光的發電容量利用率也較高。

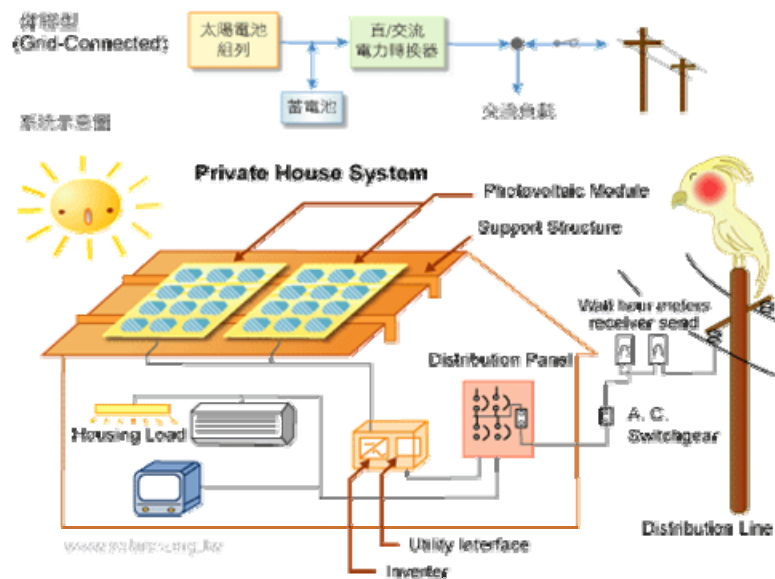


圖 37：併聯型系統示意圖

資料來源：太陽光發電系統示範資訊網

3. 獨立併聯混合型

混和型太陽光電系統，則是把市電與蓄電池搭配使用，平時太陽光電系統併聯發電，同時供應負載與蓄電池充電，夜晚則由電力公司供電，遇到特殊情況如天氣不穩定、因故電力中斷時，會有足夠的蓄電池備援，等後市電恢復供應。因此較適用於有防災、救難需求的公共設施。

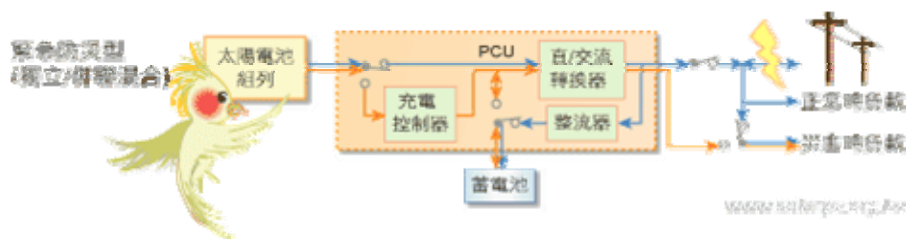


圖 38：混合型系統示意圖

資料來源：太陽光發電系統示範資訊網

2004 年全球太陽光電的主要應用市場以市電併聯系統所佔比率最高，包括家用與商業用途合計佔 63%，獨立型(包含郊區與商業用途)則約佔了 15%，消費性電子產品有 8%，而通訊及只是用途產品也是 8%的市佔率。

表 16：太陽光電發電系統比較

系統類型	定義	適用地點	工作方式	優點	缺點
獨立型	僅使用蓄電池且變頻器(Inverter)無逆送電功能	高山、離島、基地台...等市電無法到達處	白天 PV 發電供負載並充電、夜間由電池供電，可以自給自足(必需搭配蓄電池)	可用於一般市電無法到達之處	系統設計複雜 蓄電池壽命短 發電效率較低
併聯型	無蓄電池且變頻器(Inverter)具有逆送電功能	電力正常送達之任何地點	白天 PV 系統併聯發電、夜間由電力公司供電。視市電系統為蓄電池	系統設計簡單、維護容易、發電效率較高	停電時為將自動關機，無防災功能
混合型	變頻器(Inverter)具有逆送電功能，且有安裝蓄電池，	有防災需求(照明、汲水、通信....)之公共設施	平時市電併聯發電、效率高、利用率高、夜間由電力公司供電	適合作為救災用電力來源 蓄電池不需每日深度充放電，壽命可以延長	包含兩種系統 建置成本較高，系統較複雜

資料來源：太陽光電資訊網；本研究整理

4. 太陽光電系統成本結構分析

單一太陽電池之電壓約 0.5V，可依所需要的電壓、電流設計，通常以金屬鉛串聯數個太陽電池，再將之以前面玻璃、背面塑膠或玻璃基板，利用特用化學材料封裝，並加上鋁框保護後，成為太陽光電模組或模板 (Photovoltaic Module, PV Module)。而若干太陽光電模組可裝配成更大功率的太陽光電陣列 (PV Array)，再接配上過充放電保護控制 (Controller)、深 (循環)放電蓄電池、或變頻器 (直/交流換流器)、儀表和接地零件等，即合組成為太陽光電系統 (PV System)。太陽光電系統之主要零配件包括：成本佔整個 PV 系統約 66%之太陽光電模組(其中太陽電池就佔 40%~46%)、及成本佔約 12%之電力調節器 (內含濾波器、穩壓器、變頻器、電驛等零組件)。太陽光電模組之主要構成元件為太陽電池 (Solar Cell)，而電力調節器之關鍵零組件為變頻器 (Inverters)；有關 PV 系統之成本結構，如表 17。一般而言，除了太陽光電模板外，其他系統零配件通稱為 Balance of System (BOS)。

太陽光電系統中太陽電池與電力調節器為必備的，其他三項則視應用情況及使用需求而定。太陽光電系統依是否與電力系統併聯而區分為獨立型與併聯型，獨立型不與市電併聯，為求供電穩定而需加裝蓄電池，通常使發電成本增加 20-30%；而併聯型因與市電併聯，若不要求系統在斷電時繼續供應負載電源，則可不另加裝蓄電池及充放電器，因此系統較單純，第三種則為混合型系統，其如獨立型有搭配

蓄電池外，並另以柴油發電機、或風力發電機等作為輔助電源。

表 17：太陽光電系統成本結構分析

零組件	成本結構比%
太陽電池模組 PV Module	66%
電力調節器 Power Conditioner	12%
變頻器 Installation	14%
其他（支架/接線箱/配電盤/電錶...）	8%

資料來源：(株)日本資源總合系統資料(2002)，工研院 IEK-ITIS 計畫(2004/07)，本研究整理

4.2. 太陽光電產業探討

4.2.1. 全球太陽光電產業概況

1. 全球太陽光電市場概況與趨勢

太陽光電(Photovoltaic, PV)系統雖然目前仍有光電轉換效率不高，以及裝置成本過高的問題，但因其裝置具有分散性的特點，不需廣大基地及特定設置地點，在技術突破下應會使轉換效率不斷提高，單位發電成本大幅下降，生產規模可望有效提昇。故未來的發展潛力最被看好，也因此成為各國政府推動再生能源發展下，最主要的補助標的，近年來產業成長速度最為快速，生產規模屢創新高，市場也正蓬勃發展。

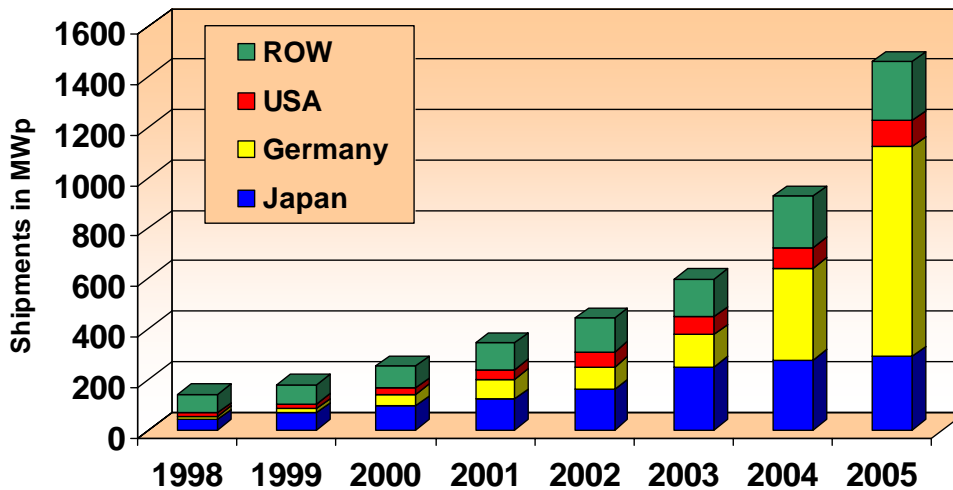


圖 39：1998~2005 年全球太陽光電裝置發電容量

資料來源：PV News & Strategies Unlimited；Solarbuzz，2005；本研究整理

根據 SolarBuzz 統計(圖 39)，2005 年全球太陽光電裝置發電容量達到歷史新高 1460MW，整體全球成長率達到 34%。德國的太陽光電市場成長到 837MW，市佔率 57%，相較 2004 年成長 53%，且在 2004 年起已超越日本，成為全球裝設太陽光

電系統最多之國家(圖 40)。日本太陽光電市場則有 14%成長率達到 292MW，市佔率為全球市場的 20%，仍維持第二。

就發展歷程觀之，1990 年代中期開始，美國原於全球生產影響力居四成，逐漸被日本擠壓，截至 2004 年日本於全球太陽光電市場已佔有五成生產量，美國僅持有 11.63%之市場佔有率，歐洲地區則持續保持 2-3 成的市佔比例。

在各國對於再生能源的補助中，德國創下了最成功的範例：「再生能源法」於 2000 年起開始實施，電力輸配公司以保證價格將由「綠色」方式所生產的電力買回，使再生能源發電一年之內即出現爆發性的成長：風力成長了 67%，太陽光電更以令人矚目的 200%的成長列於首位。2004 年再推動 10 萬用戶計畫，以三倍電價買回太陽光電產生的電，並制定各項配套措施，期間長達 20 年。到 2004 年為止，德國太陽光電較 2000 年成長達 9 倍之多，而目前德國再生能源占總發電量的比率已達百分之十。

預期未來的 5 年中，德國與日本維持市佔率第一與第二的地位不變，但是，市佔率將小幅下滑，主要的原因在於其他國家也積極佈建太陽光電系統。而在根據歐盟太陽光電產業協會(European Photovoltaic Industry Association, EPIA)出版的太陽世紀(Solar Generation)報告顯示，至 2003 年年底，全球累計 PV 裝置發電容量已達 2400MW(百萬瓦)，比起 2000 年的 1200MW 成長一倍。加上 2004 年的 927MW 與 2005 年的 1460MW，目前 2005 年全球 PV 裝置發電容量已經 4787MW，邁向 5GW 大關。

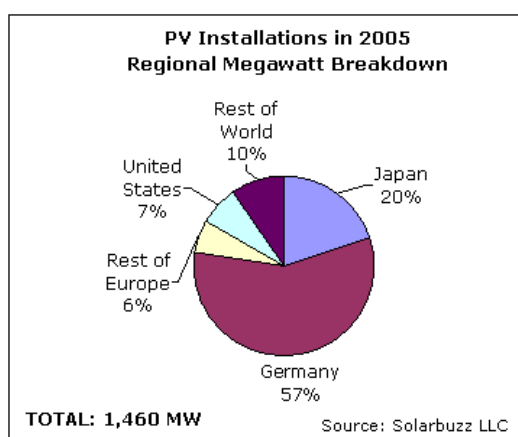


圖 40：2005 年全球各地區裝置太陽光電發電總容量

PV 系統的發展因為技術進步與成本降低，主要應用已從過去非晶矽且低功率的手錶、計算機進展到目前單晶矽或多晶矽的路燈、交通號誌、住宅、發電廠與建

材一體成型(Building Integrated Photovoltaics, BIPV), 應用層面越來越廣泛。EPIA 也在其研究報告中指出, 未來太陽光電的市場發展趨勢將呈現大幅成長(圖 41)。

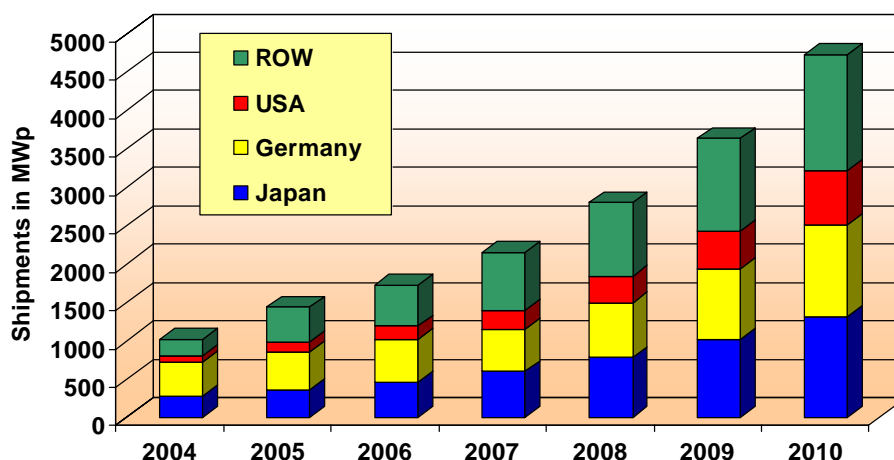


圖 41：全球市場發展與未來市場成長趨勢

單位：MW

資料來源：EPIA World Market Analysis, 2005

自 1998 年以來, 全球 PV 電池及模組的出貨量及以 35% 的速度成長。表 18 顯示 1995 至 2004 全球太陽電池的生產規模。自 1999 年開始每年的年複合成長率 (YoY%) 都有 30% 以上的優秀表現, 尤其以 2003~2004 年的年複合成長率更是到達了 68.8% 的歷史新高。

表 18：1995~2004 年全球太陽電池生產規模

單位：百萬瓦(MW)

年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
歐洲	20.1	18.8	30.4	33.5	40	60.7	86.4	135.1	193.4	594.1
日本	16.4	21.2	35	49	80	128.6	171.2	251.1	364	344.1
美國	34.8	38.9	51	53.7	60.8	75.0	100.3	120.6	103	141.9
其他	6.4	9.8	9.4	18.7	20.5	23.42	32.6	55.1	83.8	175.8
總計	77.6	88.6	125.8	154.9	201.3	287.7	390.5	561.8	744.1	1256
YoY(%)	-	14.2	42	23.10	30	42.9	35.8	43.8	32.5	68.8

資料來源：PV News

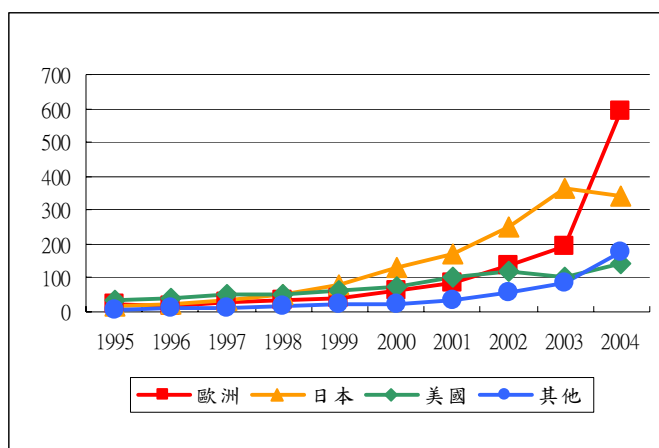


圖 42：1995~2004 年全球太陽電池生產規模

資料來源：PV News

展望未來，由於油價高檔不墜，引發各國政府及人民尋求替代能源之危機意識，加上京都議定書自 2005 年初開始實施，二氧化碳減量為全球共識，如歐盟、美國、日本、南韓、中國及台灣對太陽光電系統發展規劃及展望觀之，太陽光電系統需求強勁，光電協會(PIDA)預估 2005~2007 年太陽光電系統仍將有 30%之高成長率(表 19、20)。

表 19：各國對太陽光電系統發展規劃及展望

地區	相關法案或計劃	近期進度	目標	倍率
歐盟	再生能源發展白皮書	2002 年 0.39GW	2010 年 3GW	7.7 倍
美國	-	2002 年 6 億 kwh	2025 年 50 億 kwh	8.3 倍
日本	新陽光計劃	1999 年 20.5MW	2010 年 482KW	23.5 倍
南韓	能源技術研發計劃	2003 年 2.7 千公 秉油當量	2011 年 341 千公秉 油當量	126 倍
中國	2000-2015 年新能源和 可再生能源產業發展 要點	2003 年 5MW	2015 年 320MW	64 倍
台灣	能源白皮書	2003 年 0.3MW	2010 年 55MW	183 倍

資料來源：PIDA；建華綜研處整理，Dec. 2005

表 20：太陽光電系統全球產值

單位：百萬美元

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
市場規模	2170	2593	3474	4511	5935	7751
成長率	N/A	19.50%	34.00%	29.90%	31.60%	30.60%

資料來源：IEK；建華綜研處整理，Dec. 2005

2005 年全球太陽電池出貨量達 1,815MW，較 04 年的 1194MW 成長 52%，其中前十大廠商的出貨量佔整體出貨量 85%，又以日本市佔率 45.7%，為全球排名第一，而國內茂迪也於 05 年擠進全球前十名之列。展望 2006 年，預期在下游需求強烈而國際大廠紛紛擴廠下，全球太陽電池產規模將提升至 2,780MW，較 05 年成長 53%，其中日本的市佔率仍有 46%，預期仍居最大的太陽電池生產國。若以個別廠商而言，大陸無錫尚德擴展速度最快，預估 06 年太陽電池產規模將增加至 300MW，(YoY+200%)，美國 BP Solar 也將成長 90%，國內茂迪亦成長 88%，顯示，日本外的其他國家已有努力迎頭趕上之趨勢。

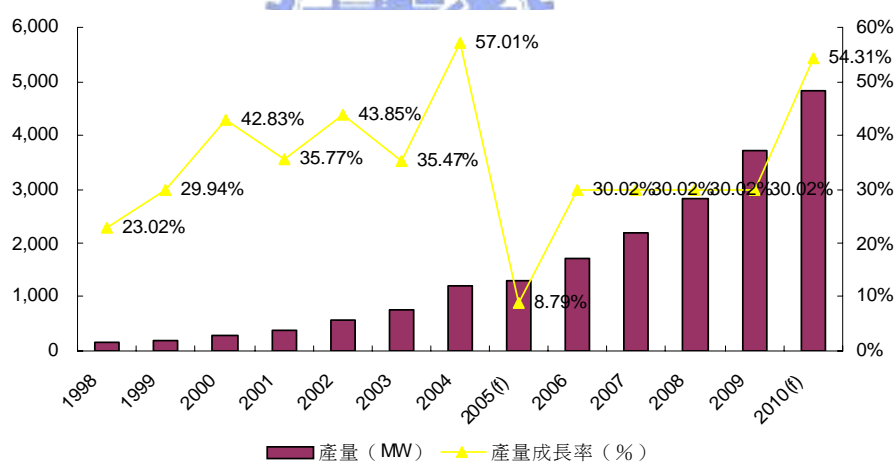


圖 43：1998~2010 年全球太陽電池市場生產規模

資料來源：PV News；工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/08）

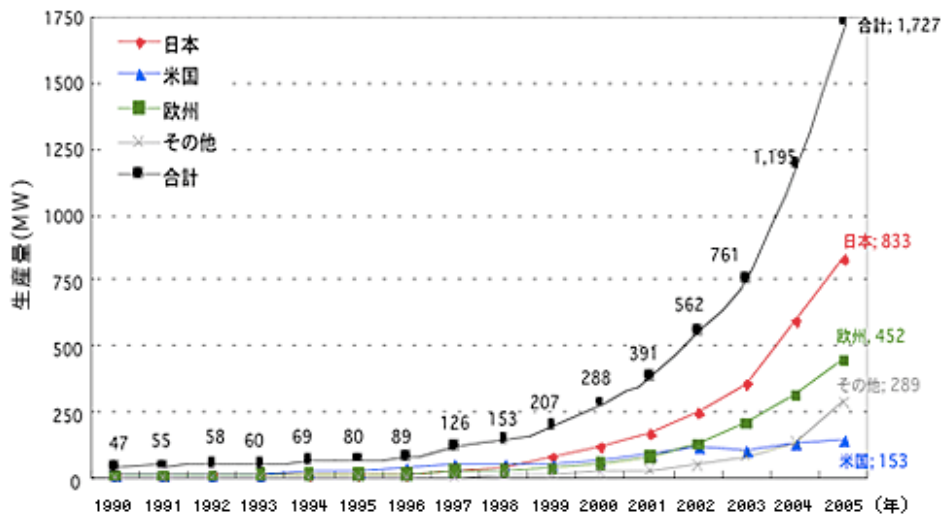


圖 44：1990~2005 年全球各主要地區太陽電池產量

單位百萬瓦

資料來源：SHARP

在 OECD 國家中，因為政府提供各種支持性獎勵方案，發展更為快速，例如德國的「十萬屋頂 PV 計畫」、日本的「七萬屋頂 PV 計畫」、美國的「百萬屋頂 PV 計畫」等。EPIA 認為，在主要國家的帶動下，其他國家也會追隨跟進，提供獎勵方案，使 PV 裝置更為普及。因此 EPIA 也預估，至 2020 年，太陽光電系統的裝置容量可達 205 兆瓦，每年約有 620 億歐元的投資價值，同時全球會有超過十億人口使用太陽光電，創造出兩百萬個就業機會。下表整理出 EPIA 提出的「太陽世紀(Solar Generation)」的願景目標規劃。

表 21：EPIA 2020 年「太陽世紀」願景

項目	目標
2020 年全球太陽光電系統電力發電量	282TWh(兆瓦時)(全球電力需求 1.1%)
PV 系統累積裝置容量	205 兆瓦(GWp)
市電併聯型系統消費用戶	全球 9300 萬戶，歐洲佔 3100 萬戶
非市電併聯型系統消費用戶	全球 9.5 億用戶
潛在就業機會	全球 225 萬個全職工作
投資價值	每年約 620 億歐元(約 2.47 兆台幣)
累計 CO2 減量	減少 7.3 億噸的 CO2 的排放量
2040 年全球太陽光電系統電力發電量	7442TWh(兆瓦時)(全球電力需求 21%)

資料來源：EPIA , Solar Generation , 2005 年 1 月；太陽鍊金術；本研究整理

2. 太陽光電產業結構

太陽電池是一種「發電」系統而非「儲電」裝置。其生產過程，首先將矽原料製成矽晶圓，矽晶圓在清洗、印刷、蒸鍍後製程單一的太陽電池，但由於單一電池輸出電力有限，為提高發電量，故將許多太陽電池併聯組合、封裝，以致成最終的太陽電池模組。太陽光電產業其實和半導體產業很類似。產業鏈的上中下游，包含：(1)上游的原料製造、(2)中游的光電模組以及(3)下游的系統安裝。依序為：矽原料製造→矽晶棒→矽晶圓→太陽電池→中游的太陽光電模組及電力調節器→下游的系統組裝、PV 週邊與通路。產業呈金字塔型的結構。全球主要生產廠商包括矽原料約 7 家、晶棒／矽晶圓約 10 至 15 家、電池約 40 至 50 家、模組數百家、系統組裝數千家，國內廠商於各領域皆有投入與著墨，已慢慢形成上中下游完整的產業鏈，全球及國內主要 PV 廠商占整產業之分佈如表 22 所示。其中，全球領導廠商大多具備上中下游整合完成之優勢，而我國廠商除欠缺供應矽晶材料能力外，供應鏈內廠商分散各地、組織結構互不統屬、互換性高，且國內關鍵廠商僅生產中段標準化產品，尚未發展出領導關鍵技術與網絡，使得我國 PV 產業之全球市佔不高，我國 PV 產值之外銷比重佔 90% 以上，以目前國內太陽電池產業指標廠商茂迪而言，其主要發展為太陽電池、佔全球 PV 產值之 2.9%。預估 2004~2007 年全球的 PV 產值平均成長率均達 30% 左右，2007 年全球 PV 產值可達 77.5 億美元。

表 22：全球太陽光電產業價值鏈

產業鏈 (資料:2004 年)	上游		中游		下游
	矽晶材料 (太陽級矽)	矽晶錠 / 晶片	太陽電池	模組與 周邊設備	系統安裝 / 通路
價格 (NTD/W)	7~14	33~43	72~83	98~126	184~213
2004 年產出	12000 噸	1300 百萬瓦	1250 百萬瓦	1150 百萬瓦	1000 百萬瓦
佔發電設備成本比重	5%	18%	39%	66%(含電池)	8%
附加價值	29%	13%	21%	12%	49%
市場規模	118~213 億 NTD	400~550 億 NTD	950~1020 億 NTD	1260~1460 億 NTD	1980~2130 億 NTD
主要廠商數	7 家 主要廠商	10~15 主要廠商	40~50 主要廠商	數百家 (小型公司)	上千家 (區域性廠商)

註：當年度美金對新台幣的匯率採 2004 年之平均值 32.81 元兌換 1 美元計算

資料來源：太陽鍊金術、本研究整理

(1). 矽原料產業

矽原料是太陽光電產業進入障礙最高的一部分，目前全世界唯一專業生產太陽電池級矽原料(純度 99.999%~99.9999%)的專業廠商只有美國的 Solar Grade Silicon LLC (SGC)。該公司是屬於挪威的 Renewable energy Corporation (REC)的子公司。SGS 本生產電子級矽原料(純度 99.999999%~99.9999999%)，於 2002 年轉入至太陽電池級矽原料。至於其他同時生產電子級與太陽級矽原料的廠商還有六家，主要領導廠商是日本的德山化學(Tokuyama)、美國的 Hemlock 及德國的 Wacker 等三家。

矽原料的供應從 2004 年開始出現供不應求的狀況，而且供需缺口越拉越大，導致材料價格飛漲。以往多晶矽材料廠的興建和擴產，都是為了半導體產業而準備，而國際上供應矽材料的寡占大廠如：日本的 Tokuyama、美商 Hemlock、德商 Wacker 等，因為曾經對半導體景氣預測過度樂觀而大幅擴產後才發現市場不如預期，導致產品價格長期低迷不振，因此近年來對於擴產的態度都相當謹慎，每年擴產幅度都相當有限。由目前全球主要多晶矽材料供應廠目前的擴產計畫來看，新產能最快出的時間也要到 2007 年上半年，到 2008 年整體產能才會大量開出。

(2). 矽錠、矽晶棒、矽晶圓

矽錠、矽晶棒、矽晶圓的生產通常是整合在同條生產線上，晶圓切割是耗損矽原料最多的製程，同時也是晶圓減薄的關鍵，同時晶圓也容易在切割、搬運及生產過程中因外部應力或材料缺陷而破損。目前全球主要的太陽級矽晶圓供應商有挪威的 ScanWafer、德國的 Deutsche solar 及 PV Crystalox 為代表，皆供應多晶矽晶圓。也有部分太陽電池製造商垂直整合到矽晶圓製造，如京瓷 (Kyocera)、BP Solar、RWE Schott Solar 與 Shell solar。近幾年太陽電池製造廠的產能利用率僅在 70~75%間，最主要就是因為近年來上游矽晶圓產業的供應不足所致。

(3). 太陽電池及全球領導廠商

歐洲、日本與美國是太陽電池與模組的主要製造國，合計囊括全球近 9 成的市佔率，此外，除了歐洲、日本與美國三大指標市場以外，還有許多具潛力的市場正逐漸興起，如澳洲、印度、中國、台灣等。2005 年全球太陽電池產業前十大廠商以夏普(Sharp)居首，但第二名的德國太陽電池龍頭廠 Q-Cells 成長率高達 132.5%(表 23)。

表 23：2005 年全球十大太陽電池廠商營收、營收市佔率

單位：百萬美元

2005 排名	公司名稱	2005 營收	2005 營收市佔率	2004 營收	2004 營收市佔率	營收 成長率
1	夏普 Sharp	985	28.3	746	32.2	32
2	Q-Cells	372	10.7	160	6.9	132.5
3	京瓷 Kyocera	236	6.8	203	8.8	16.3
4	三洋 Sanyo	230	6.6	136	5.9	69.2
5	BP Solar	230	6.6	177	7.6	29.9
6	三菱電機 Mitsubishi	219	6.3	156	6.7	40.4
7	首德 Schott Solar	208	6	131	5.7	58.8
8	尚德 Suntech	202	5.8	60	2.6	236.7
9	茂迪 Motech	151	4.3	79	3.4	91.1
10	Shell Solar	142	4.1	129	5.6	10.1
	其他	506	14.5	341	14.7	48.4
	總計	3481	100	2318	100	50.2

資料來源：Gartner、電子時報(2006/4)

表 24：2005 年全球十二大太陽電池廠商產能、產能市佔率

Companies	2004	2005	Growth in %	Market share 2005
Sharp	324.0	428.0	32.1%	24.8%
Q-Cells	75.0	160.0	113.3%	9.3%
Kyocera	105.0	142.0	35.2%	8.2%
Sanyo	65.0	125.0	92.3%	7.2%
Mitsubishi	75.0	100.0	33.3%	5.8%
Schott Solar	63.0	95.0	50.8%	5.5%
BP Solar	85.0	90.0	5.9%	5.2%
Suntech	28.0	80.0	185.7%	4.6%
Motech	35.0	60.0	71.4%	3.5%
Shell Solar	72.0	59.0	-18.1%	3.4%
Isofoton	53.0	53.0	0.0%	3.1%
Deutsche Cell	28.0	38.0	35.7%	2.2%
Other industrials	187.0	297.0	58.8%	17.2%
Total	1,195.0	1,727.0	44.5%	100.0%

資料來源：PV News , March 2006.

目前全球太陽電池市場主要為日商天下，前十大中有夏普(Sharp)、京瓷(Kyocera)、三洋(Sanyo)、三菱電機(Mitsubishi Electric)4家日廠。其次則為德國，

有 Q-Cells、首德(Scott)兩家主要廠商。2004 年中國尚德市佔率僅 2.6%，為全球第十大太陽電池供應商，2005 年營收成長至 2.02 億美元，年增率為 236.7%，市佔率也攀升到 5.8%，乃成長最快的廠商。

I. Sharp

夏普是全球太陽電池(含模組)的領導者，但其太陽電池佔公司的營收比重不超過 5%。自 1959 年開始研發太陽電池，1963 年成功量產，於 1974 年開始應用在商用人造衛星上，1980 年率先將非晶矽太陽電池運用在計算機上。夏普在太陽光電的市場一直扮演著市場與技術的領導者角色。2002 年成立 Katsuragi 太陽光電事業部，以此為全球佈局的領導中心。掌控包括日本國內、美國、英國等合計 8 條生產線，2005 總產能擴充至 500MW。夏普目前銷售的太陽光電系統以住宅型 PV 系統為主，市佔率超過 55% 以上，最主要的原因是因為與日本營建公司保持密切合作關係，考量到日本 PV 市場未來成長動力以企業用戶為主，因此夏普將持續朝開發並提供大型 PV 系統的整合性服務邁進。對夏普而言，因為太陽電池的營收佔總營收的比例不高，非影響夏普整體獲利的關鍵，所以夏普於市場上的策略將定位在成為全球太陽光電產能級技術研發的領導先驅。



II. Q-Cells

Q-Cells 是全球最大、專業生產結晶矽(單晶與多晶)的太陽電池製造商。成立於 1999 年德國泰漢姆(Thalheim)，近年來公司成長迅速，自 2001 年起每年的產量都不斷增長，由 2002 至 2004 年的複合成長率高達 190%，營收的複合成長率也有 173%，世界排名也由 2003 年的全球第九，躍進至 2005 年的全球第二。是歐洲第一家轉換效率超過 15% 太陽電池廠商，技術領先歐洲同業，並且短時間內積極擴充產能，估計 2006 年所投產的 8 吋太陽電池，將有可能將產能擴充至 292MW。

由於擴充產能的能力強，加上生產線高度自動化，Q-Cells 可以很快速的展現規模經濟與成本效益，稅前淨利率由 2002 年的 4.6% 擴增至 2004 年的 15.3%。此外，公司也考量到本身屬專業型廠商，缺乏上下游整合的利基，故公司策略以與上游建立良好關係為主，由於可以掌握矽材料(多晶矽)來源，與挪威的 Renewable Energy(REC)透過策略聯盟建立良好關係，使得公司市佔率可以從 2004 年的 6.9% 躍升到 2005 年的 10.7%。

III. 京都陶瓷(Kyocera)

京瓷於 1959 年成立，原本公司專攻精密陶瓷市場，1983 年開始跨入電子領域，成立鹿兒島電子公司，1984 年成立太陽能源 Kikaku 公司，正式跨入太陽電池，1993 年開始往下游模組與系統端發展，企圖成為垂直整合太陽光電產業的領導者。京瓷是目前全世界第三大的太陽電池製造商，2005 年的生產量為 142MW，佔全球 8.2% 的市佔率。近幾年來，京瓷公司積極於海外布局，擴充產能，如美國、中國等具潛力市場。2003 年率先世界其他 PV 公司在中國投資，在天津生產 PV 模組，此外也在墨西哥設模組廠，並計畫在捷克設立第三條組裝廠。

京瓷目前主要的產品為多晶矽太陽電池，該公司的產業鏈從上游的矽晶片生產到下游的系統安裝均有涉及，其目的就是為了控制品質及增加產品的附加價值。為因應上游原料短缺，提出未來五年內，將從目前使用厚度 300 μm 的晶片，逐步減少為 200 μm ，更進一步則以達到 100 μm 為目標值，而效率亦將從目前的 17.7% 提升至 20%；另將投資 silicon ingot 的生產，藉由提升鑄造 (casting) 法和切割技術來克服技術瓶頸，故對多晶矽太陽電池深具信心，認為非晶矽薄膜太陽電池短期內不會對該公司造成威脅。

IV. 三洋(Sanyo Electric)

三洋電機有別於大多數太陽電池廠商以生產單晶或多晶矽太陽電池為主，反開發出獨特的 HIT 結構(Heterojunction with Intrinsic Thin Layer)太陽電池獨步全球。該技術是以異質接合(Heterojunction)、薄膜層結構為主，1997 年這種非晶矽薄膜和單晶矽基板共同形成的異質太陽電池開始量產。HIT 太陽電池製造過程之熱預算較低且晶片較薄，因此可降低材料成本並有節能效益，故 HIT 技術具有高轉換效率與低成本的雙重優勢。2001 年三洋電機併購 Kubota house 企圖推廣太陽光電 PV 屋頂材料，2002 年又與大和房屋(Daiwa house)共同研發屋瓦，較傳統屋瓦重量減輕 50%，顯示了三洋電機在 PV 住宅領域的策略與企圖心。

三洋電機目前 PV 產品涵蓋太陽電池、模組、及 PV 系統，近年開始全力發展大型太陽光電板，將市場擴展到公共工程建設相關領域。雖然太陽電池佔公司整體營收比重仍低，但三洋電機仍持續在技術上創造紀錄，HIT 太陽電池在實驗室的轉換效率高達 21.6%，量產轉換效率也能到 18~19% 間，使得三洋電機有能力提供小面積、高效率的太陽電池，面臨日本稠密人口型的住宅市場，佔有相當程度的利基優勢。目前該公司更全力發展 HIT 雙面太陽電池，與

新型薄膜電池(微結晶)，朝更高的轉換效率與更低的材料成本之目標邁進。

V. BP Solar

1999年4月，BP Solar 與美國PV 製造商 Solarex 合併成新的BP Solar 公司，目前主要以生產結晶矽太陽電池為主，亦有開發薄膜太陽電池與系統。其PV 產品包括應用於一般家庭、商業、工業用之併網型系統或偏遠地區之獨立型系統。2003年3月BP Solar 宣佈開發成功大小125mm 的太陽電池，其效率打破當時世界紀錄高達18.3%，此產品已獲德國Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme 驗證通過；此外，BP Solar 亦積極開發次世代更高效率利用雷射刻槽技術(laser-grooved)的Saturn 太陽電池，未來Saturn 單晶矽太陽電池之轉換效率目標為達20%以上，而多晶矽太陽電池之目標為達到16.2%以上。

3. 太陽光電產業特性

上游的原料太陽級矽的生產屬於寡佔市場，2004年的產出量為12000噸。主要掌握在日、德、美的六~七家國際大廠手中。中下游的模組與系統端，因為產業歷史已經近五十年，製程技術已臻成熟，進入門檻也不高，所以競爭者眾，尤其下游的模組與系統組裝幾乎已經進入完全競爭的狀態。

目前國際主要的PV 領導大廠，多傾向垂直分工的整合型產銷佈局，包括：夏普(Sharp)、三菱電機、BP Solar、Shell 等，若從產業價值鏈來看，日、德、美三國的產業結構最為完整。

中游的晶圓與電池製造，主要靠技術、成本、量產規模取勝。對以科技製造著稱的台灣廠商，國際競爭力可以與一線整合型大廠相抗衡。至於下游模組與系統的建置與組裝，因為PV 產品生命週期高達二、三十年，使得系統業者必須以服務導向永續性的經營，除了勞力密集的特性外，與當地氣候、政策、法規、人文等各因素，都有緊密的關係，故有強烈的在地性特色。

(1). 需求面具有強烈成長潛力

結晶矽(單晶與多晶矽)雖然是半導體製程，但是PV 卻是屬於能源產業，能源產業著眼於長期的價值判斷，目前面臨著石化能源枯竭的問題，各國政府大力提倡替代性能源的開發與應用，成為主要推動太陽光電的重要動力，產業前景透明度大增。從需求面看來，2005年主要太陽能電力需求還是以日、德兩國為主，但新興市場發展潛力也備受矚目。如中國與印度兩國。EPIA 預估太陽光電產業會開始在全球其他地區擴散開來，在2010年以後南亞與非洲呈現

快速成長，屆時全球 PV 市場市佔率南亞將預估為 21%，中國則為 14%。

(2). 產業分布成金字塔狀，獲利成倒金字塔遞減

PV 市場長期前景光明，但短期受到上游多晶矽材料短缺的影響，表現出賣方市場的特性，上游業者轉嫁成本能力高，價格主導力強大。產業分布呈現金字塔狀，頂端的太陽級多晶矽材供應商集中在少數六、七家廠商，如 Tokuyama、Hemlock、Wacker 等。愈向下游競爭家數愈多，最底層的系統及通路商，因為具地域性限制，估計至少有上千家業者。故目前 PV 業者的轉嫁能力與利潤分配，呈現倒金字塔狀，逐漸遞減。

(3). 上游矽材原料稀少，不足支應下游需求

由於矽原料價格飆漲，合約價已由 2003 年 USD24/公斤上漲至 2006 年 USD60/公斤，顯示上游缺料情形嚴重。在終端系統的總成本結構中，矽材雖然只佔 7%，但是因中游晶圓、電池、模組的成本仍受到影響，故矽材價格對終端產品的間接影響力強大。為擴大普及率，系統廠商調漲價格的空間有限，故轉嫁能力由上自下遞減。

(4). 2008 年後原料缺口壓力減緩

矽材料的生產過程，由石英砂的提煉到多晶矽的產出，是屬於高資金、高耗能、高污染的產業，業者投資回收期長，投資風險高。故上游業者多以去瓶頸工程的方式提升短期產能以應付需求。故目前產業特性為，上游廠商要求下游廠商參與建廠投資，分散擴廠風險，確保產能提升後的後續銷售無虞。

根據 Piper Jaffray 證券的研究報告中指出，矽材大廠的新增產能多集中於 2007 年投產，配合市場需求持續加溫，到 2010 年整體市場仍呈現供不應求的情形，但原物料短缺的壓力可望於 2008 年以後紓解。一旦矽材供需缺口止穩，平均單價的滑落速度也會加快。

表 25：全球矽材供需預測

單位：公噸

年度	多晶矽產能	太陽級矽供給	太陽級矽需求	供需缺口
2003	26700	9700	9000	700
2004	28800	9750	14032	(4282)
2005F	30200	10115	18181	(8066)
2006F	34500	13334	16705	(3371)
2007F	38050	14979	17435	(2456)
2008F	48550	22249	24089	(1840)
2009F	53800	26973	28233	(1260)
2010F	58800	31168	32108	(940)

註：1.假設矽材供應仍以半導體業優先，太陽光電業次之

2.F 表預測值

資料來源：Piper Jaffray 證券 (2005/10)

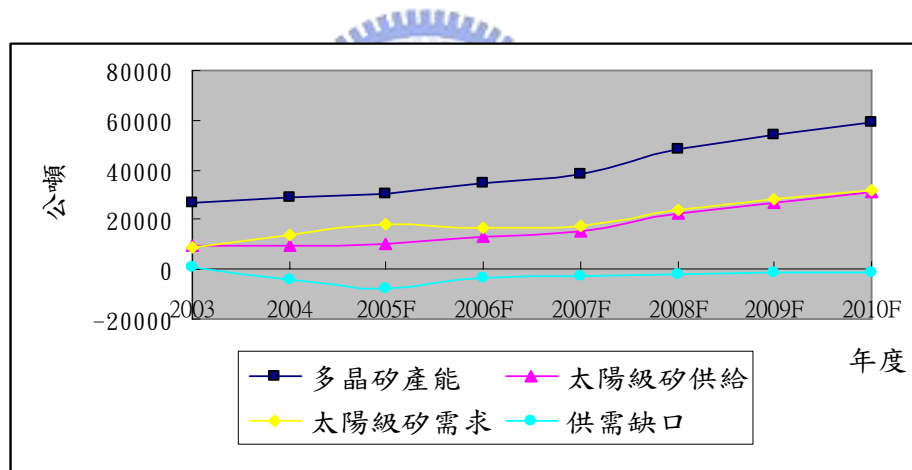


圖 45：全球矽材供需預測

資料來源：Piper Jaffray 證券 (2005/10)；本研究整理

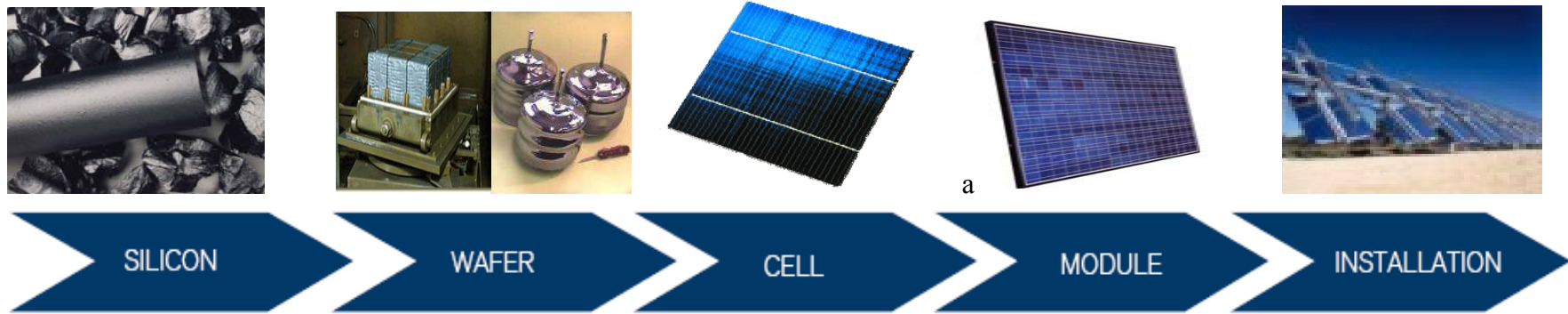
(5). 中游太陽電池投資回收較快

太陽電池的投資回收期較上游矽材業者短，此外可以藉由新製程技術降低生產成本，提高轉換效率維持產品售價，即使平均單位售價降低，具有競爭力的業者仍有提升獲利的實力。當原料供應無虞時，產業競爭將回歸到以技術與成本為考慮的基本面，此時體質良好且具競爭力的公司將成為市場中之獲勝者。

4. 全球太陽光電產業生命週期特性

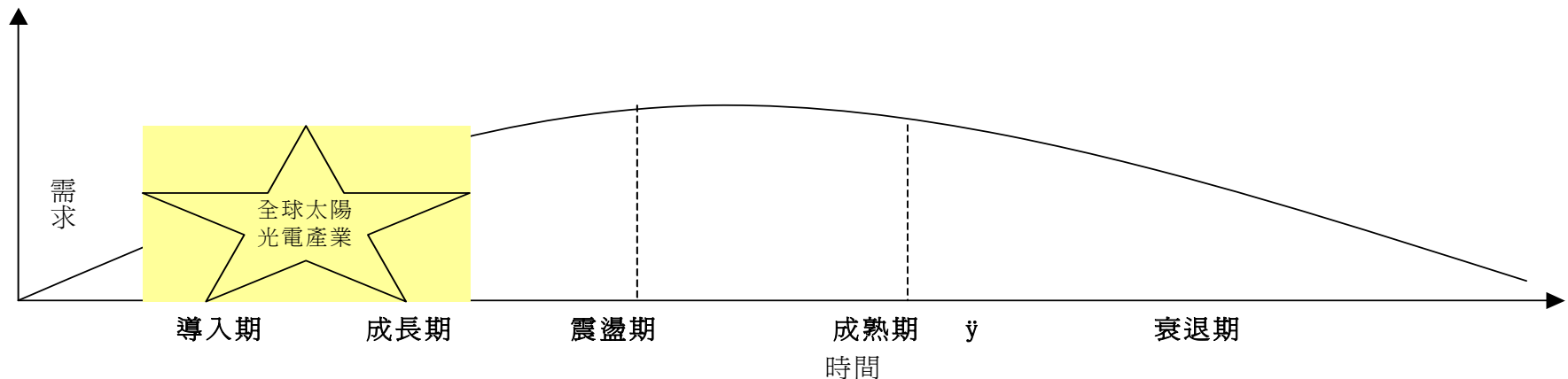
由於太陽光電之產品與生產設備尚未完全標準化；受限於技術發展，生產成本比一般能源高，且產量目前尚積極擴增之中；故目前全球太陽光電產業位於導入期至成長期階段。受限於矽材缺口，導致短期內規模經濟無法達成，產品價格因應市場需求增加不降反升，為能有效使太陽光電普及化，技術開發則朝向「有效使用矽材技術」、或「薄膜電池等非矽材太陽電池技術」發展，以降低生產成本；長期之下，配合消費者環保意識之教育與宣導，促進市場需求，進而達成生產規模經濟。因矽材產量與各種太陽電池技術之發展，預期 2010 年太陽電池之價格方可具滲透力；有鑑於廠商策略活動持續進行，且產業後端需整合多項領域與技術之應用，因此產業具創新技術和緩、生命週期緩長等特性，故不獨斷成熟期之具體時程。





Hemlock Tokuyama Wacker Chemie REC (Asimi) Solar Grade Silicon MEMC Mitsubishi	Ersol		Solon Solar Fabrik RWE Schott Solar	Carmanah Conergy SAG Solarstrom Phoenix Sonnenstrom Omron Sekisui Chemical Panahome Kandenko Fujipream SxL Fujisash Solartron	
	PV Crystalox	Q-Cells			Suntech Motech Sharp BP Solar Sanyo
		Sunways			
		Sunpower			
		Evergreen Solar			
		Kyocera			
		Solarworld			

圖 46：全球太陽光電產業價值鏈
 資料來源：Credit Suisse, CLSA, Sal. Oppenheim



產業生命週期階段	導入期 (~2005)	成長期 (2005~2010)	震盪期 (2010~)	成熟期	衰退期	
主要產業特徵	產品價格	利用成本加成方式定價。	2004 後半年，需求成長速度高於供給，導致材料供給緊縮，規模經濟短期內無法達成。	為能與傳統能源價格競爭，以有效使用矽材或發展薄膜電池技術，補足市場需求缺口，達成規模經濟，使價格具市場滲透力。	市場供需關係沈澱，價格平穩。	降價最低。
	通路型態	垂直整合廠商全球配銷、生產通路佈局。	擴大配銷、生產佈局	密集通路。	更加密集配銷，售後服務完善。	除去無利潤點。
	進入障礙	量產生產設備。	缺乏穩定矽材供給來源。產業規則之建立。	建立差異化。	產業集中。	創新或結盟。
	競爭手段	教育消費者再生能源之效益。 政府對於再生能源之推廣、鼓勵與支持。	教育消費者。 降低生產電池成本。 -開發新/有效使用原料技術。 -薄膜電池的技術發展。 量產（產能）規模。	增加品牌激勵。	低成本。	收割策略。
	廠商競爭	全球產業結構平均尚屬低度競爭，廠商數少。	廠商數將依據產業內超額利潤逐漸增加。	廠商家數增多，產業競爭激烈。	競爭緩和。	逐漸退出。

圖 47：太陽光電產業生命週期

資料來源：Hill & Jones (1995)；IEK (2005/12)；太陽鍊金術

第五章 兩岸太陽光電產業競爭力分析

5.1. 我國太陽光電產業概況

過去國內生產之太陽電池多屬低階產品，主要運用於消費性電子市場。自 2000 年 5 月 31 日公佈「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」，宣佈太陽光電示範系統每 kW 補助 15 萬元，補助上限為系統設置費 50%，而公家機關、學校、公立醫院具特殊良好示範者，10kW 範圍內之設置費用得全額補助；因而使得國內太陽電池廠商開始投入較高階、供發電用途之太陽光電模組（PV module）市場。此外，2000 起在工研院材料所技術移轉下，陸續有業者投入發電用太陽電池之生產行列，太陽電池產業逐漸朝高附加價值之應用領域發展。隨著全球太陽光電加溫，國內太陽光電產量加速擴增，2004 年國內產量僅為 38.14MW，以茂迪最具規模，且成為全球第十大太陽電池(含模組)製造廠商，市佔率為 2.9%。2005 年茂迪、益通急遽擴產，及旺能投入量產，估計太陽電池與模組產能達 111.62MW。2004 年全台太陽光電系統裝置量僅 3.5MW，佔全球比重僅 1.3%，顯示國內內需市場規模不足，加上德日太陽光電市場需求急迫，國內太陽電池出口比例高達 95%。其中德國順差高達 1,071.68 百萬新台幣。2004 年出口地區主要以德國、香港、中國、日本及南非等五國為主，佔太陽電池總出口金額之 89.06%。而主要進口國家，則以日本、美國、斯洛伐克、德國、香港為主，五國進口金額佔總進口之 97.51%。

表 26：國內太陽電池與模組規模

	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
生產值（百萬新台幣）	299	324	396	600	1,200	2,800	5,600
生產量（MW）	2.9	3.2	5	10	26	38.14	111.62
進口值（百萬新台幣）	26	24	32	70	33	71	257
出口值（百萬新台幣）	43	34	136	366	894	2,579	5,298

說明：產值依 2005 年 1-7 月，歐洲與美國市場，太陽電池平均價格 NT50.17/watt 推估。

資料來源：工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/08）

台灣以外銷為主的太陽光電產業，自 2004 年起產值皆有顯著成長。2004 年 5 條 Cell 生產線，共計太陽電池與模組廠商總產值有 27 億新台幣，佔全球市佔率 4.6%。2005 年擴增至 8 條 Cell 生產線，產值達 54 億 6 千 8 百萬，成長 101.3%。估計產量將成長 63.6% 達到 111MW。

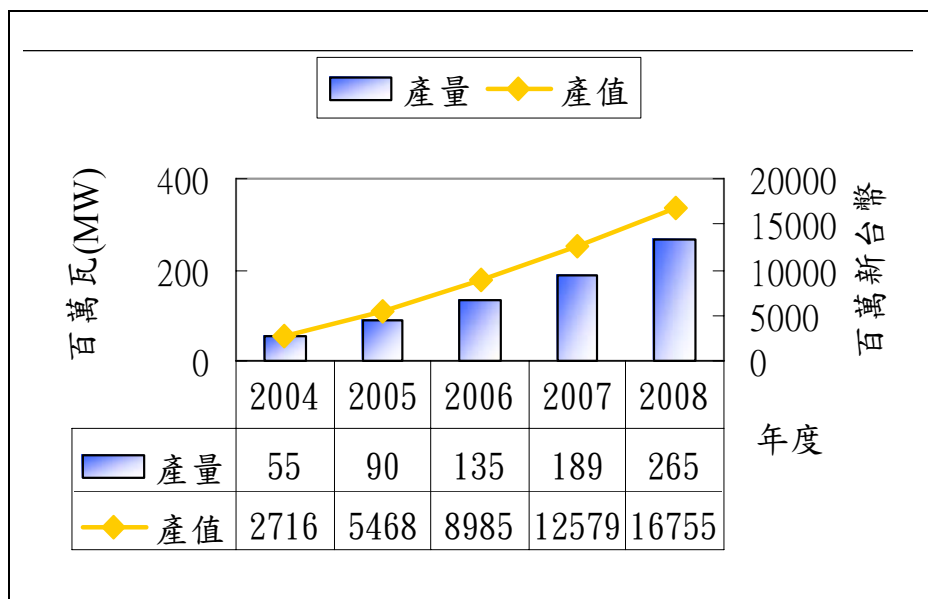


圖 48：台灣太陽電池與模組之產值量趨勢

資料來源：PIDA，2004

5.1.1. 台灣太陽光電產業鏈

台灣太陽光電產業上中下游呈現金字塔結構，如下圖所示，總計家數已經超過 30 家。最上游矽原料產業並無廠商投入，目前有 4 家矽晶圓製造商，5 家結晶矽太陽電池製造商，3 家薄膜太陽電池製造商。在中下游模組端則有 6 家製造商。整體產業呈現出，中游的元件製造較上游原材料與設備與下游應用端更健全的局面。整體產業現象為：中、上游廠商的經營以國際市場為主，而下游廠商則以本土市場為主。主要原因為因為中、上游的矽晶圓、電池之產品可以出口至國外配合當地法規政策進行模組與系統的組裝加工。

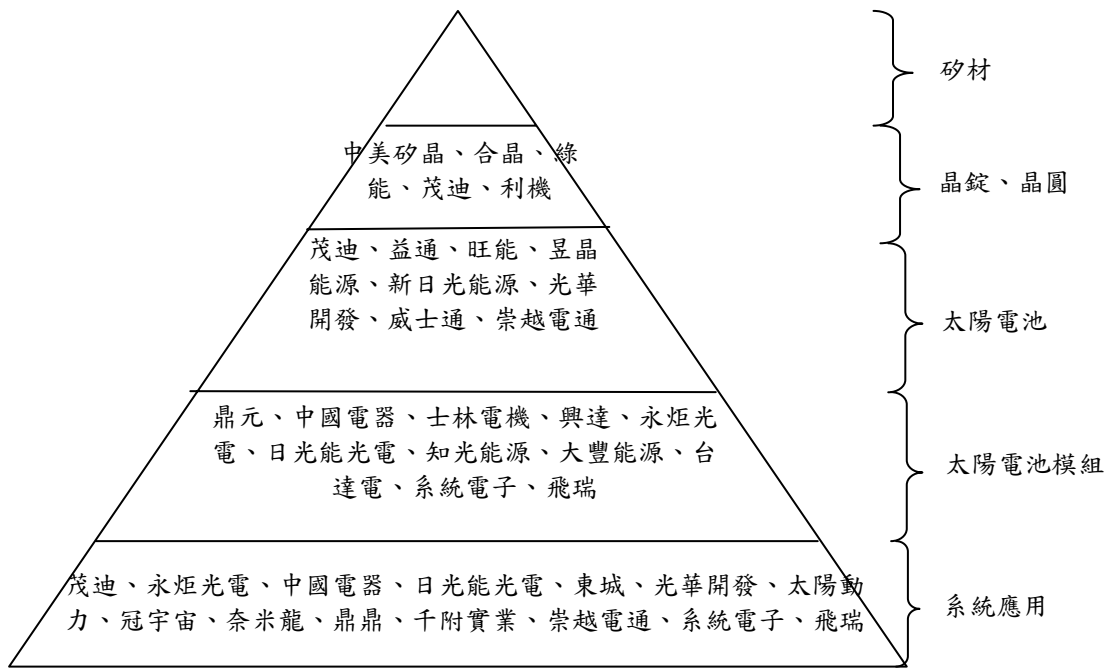


圖 49：台灣太陽光電產業結構

資料來源：PIDA、本研究整理

5.1.2. 台灣太陽光電主要廠商

以下介紹國內太陽光電產業鏈各主要廠商：

1. 上游太陽能級矽晶圓

(1). 中美矽晶

中美矽晶成立於 1981 年，以生產中小尺寸(3~5 吋)半導體晶圓為主，是國內少數從矽晶棒，到完成拋光片一貫化製成的中小尺寸矽晶圓材料廠，為國內第一家最具規模的太陽級矽晶棒、晶圓大廠。於 2000 轉型跨足太陽級矽晶錠(ingot)製造。下游廠商為太陽電池大廠「夏普」，穩固的夥伴關係提供中美矽晶好的成長環境，隨後跨入太陽級矽晶圓(wafer)的製造。公司的競爭力在於能製造低成本、高品質的矽晶棒之外，未來將導入發展矽晶片及相關技術，解決台灣在發展太陽光電技術時大幅仰賴國外廠商矽單晶基板材料的問題。2005 年第三季集資 9.5 億新台幣興建竹南新廠，可設置 150~160 座鎔爐，估計全部量產可將營收增加 9000 萬，待竹南廠建置完畢，可大幅降低生產成本。本身擁有自行製造的高品質、低成本矽晶片材料，成為發展太陽光能研究最紮實的後盾。但是由於在供應商與下游顧客間存有集中度過高的現象，也被視為未來營運風險。

(2). 合晶

合晶主要以生產中小尺寸(4~6 吋)矽晶圓為主，是國內首家由長晶、切割、研磨、拋光、到清洗等全製程一貫化的晶圓材料廠。旗下的上海晶技專門生產製造太陽級矽晶圓，自 2005 年第二季開始合晶轉銷上海晶技的太陽級矽晶圓給國內下游電池廠商，如益通、旺能，公司營收有顯著成長。由於國內半導體市場 6 吋以下幾乎不在擴產，讓合晶有生存的利基，目前公司策略以供應半導體級矽晶圓為主，但會預留給太陽級矽晶圓，在雙重晶圓業務展望樂觀的情勢下，公司未來能見度看好。

2. 中游太陽電池廠商

(1). 茂迪

茂迪公司成立於 1981 年，於 1999 年開始正式投入太陽電池生產，2000 年正式投產。2002 成立太陽光電系統事業部，將營運範疇擴展到下游系統裝置端，是台灣太陽電池的龍頭廠商。2004 年每股純益達到 12.07 元。2005 年第四季為掌握上游原料，跨足太陽級矽晶圓領域，興建第二座廠房，擴充太陽電池生產線，從事長晶與切割。預估 06 年南科一廠將進行機器汰換新，新機器將於 06/1Q 進行更換，產能將提升 10-15%，加計南科二廠自 06 年/2Q 投產，產能擴充提升至 160MW，較 05 年 85MW 成長 88%。公司的主要優勢在於：現階段產能大幅領先國內同業、機器設備適合生產單晶及多晶、太陽電池尺寸彈性高(5~6 吋)。雖說已跨足矽晶圓，但主要的營運風險還是對於上游矽材供應吃緊，若無法掌握原料來源，將會面臨到產能過剩的危機。

(2). 益通

益通光能原是基益企業的光電事業部，於 2001 年分割獨立。主力產品是 5 吋單晶矽太陽電池，佔出貨比重 8 成，其餘為多晶矽產品。公司的技術能力可以將單晶矽太陽電池的轉換效率維持在 17% 的平均水準，取得下游系統模組廠的信任，與國際大廠相競爭，公司於 2004 年起獲利開始轉虧為盈，2005 推估 EPS 可達 10 元以上的水準。2005 年產能 28MW，可望在 06 年提升至 50MW 以上。益通最大的競爭優勢在於轉換效率高，平均售價也較茂迪高一成，產品品質受國外客戶肯定，如日本最大的模組廠商 MSK、德國的 Solon、SMD 等，都是益通下游的主要客戶，以歐洲與日本為兩大外銷市場。公司的營運策略考量了上游原物料的短缺，因此積極參與矽材原料大廠的擴廠計劃，以確保穩定原料的後續供應。

(3). 旺能

旺能於 2004 年 6 月成立，其技術主是技轉自工研院，主要以 5 吋及 6 吋為主，是國內第三家結晶矽太陽電池製造商，為台達電與工研院合資而成，台達電持有 82.5% 股權，擁有營運主導權。第一條生產線可達 25MW，生產 CELL 及 Module，目前單晶轉換效率達 16%，多晶達 15%，2005 年 10 月已開始量產，客戶包括有義大利、荷蘭、德國、土耳其、台灣等 10 家公司，目前有規畫第二條生產線的計畫，實際效益需待 06 年才會顯現，預估產能將從 05 年的 25MW 提升至 50MW。旺能的競爭優勢在於擁有工研院技轉的技術，背後也有台達電作為資金奧援，因此在資金與技術不匱乏的情況下，公司成長可期。但由於旺能屬於新創公司，缺乏掌握太陽電池供應鏈的經驗，在無過去生產品質紀錄可循的情況下，對上游矽材料的掌握度可能不如茂迪與益通，故缺料問題是公司的潛在危機。

3. 中游太陽光電模組廠商

(1). 鼎元

發光二極體(LED, Light-emitting diode)在材料、製程與太陽電池同屬於半導體應用的一環。太陽光電產生的電力可做為 LED 的光源，更可符合環保、潔淨、無污染源的「潔淨發電」要求，以少數市電無法送抵的地區，太陽光電配合 LED 照明將會有可看的前景。LED 與太陽電池同為 P-N Junction 的二極體應用。對 LED 而言，矽非有效的發光材料，故目前高亮度 LED 都以化合物半導體做為材料基礎。但在導電特性、散熱控制、製程產業鏈等相關技術上，與太陽光電領域相似度高。

LED 中游的晶粒切割廠鼎元，從事太陽光電模組版的生產。營運策略著重於產品線的多元化、創造營收新市場，搭配上 LED 應用產品益起初或可以成為推動本業成長的動力。

4. 中游電池調節器廠商

(1). 台達電

台達電為全球電源供應的龍頭廠商，技術及成本具競爭優勢，目前在 server、NB 及 DT 的 POWER 全球市佔率達 51%、40%及 20%。由於看好全球太陽光電產業，台達電於 2004 年與工研院附屬的創新工業公司合資成立旺能光電，擁有 83% 的股權。搭配台達電已經進軍太陽光電變頻器(inverter)市場，故若想跨足太陽電池模組及下游系統組裝，整合能力會比其他廠商強，未來潛力十足。

表 27：國內與國際產業鏈比較圖

產業結構	矽材	矽晶圓	太陽電池	電池模組	系統應用
國內廠商	無	中美晶、合晶、綠能	益通、旺能	永炬、中國電器、飛瑞、日光能、系統	
		茂迪		鼎元、立碁、知光	茂迪
國際廠商	Kyocera、Solarworld				
	Tokuyama	Sharp、BP、Shell、Evergreen Solar			
	Hemlock	Mitsubishi、Sanyo			
	Wacker MEMC		Q-cell Sunpower	RWE Schott Solar	

資料來源：本研究整理

表 28：國內廠商比較表

公司	2005 年營收		2005 自結(估計)		EPS		股價 (2006/5/26)	備註
	金額 (億)	年增率 (%)	每股稅前 營利(元)	每股淨值 (元)	2005	2006		
5483 中美晶	19.9	19.6	1.73	16.49	1.55	5.1	80.9	國內最大的太陽級矽晶圓供應商，太陽級矽晶碇/晶圓佔營收 90%以上。竹南廠規劃最大產出為 1,500 噸晶棒，首批產能將在 1Q06 開出；材料部分，則已與美國大廠 Hemlock 簽下 10 年期供貨合約，在新廠產能陸續開出後，可應付 PV 上游材料缺料的問題。
6182 合晶	20.9	35.6	1.02	12.38	0.76	2.2	47.7	轉投資的上海晶技主攻太陽級矽晶圓，台灣則已代銷為主。
6244 茂迪	43	75.2	13.69	26.38	13.5	27.6	776	國內太陽電池專業生產廠商，太陽電池佔營收 90%以上。單晶太陽電池轉換效率 16.5%，多晶太陽電池轉換效率 15.5%，佔營收比重為 4：6。上游矽晶圓缺貨導致售價上揚，加上產能擴充，為今年主要成長動力。2 月營收約 1.5 億元，累計前二月營收為 2.56 億元，預估 3 月份營收可恢復去年 10 月水準之 80%。在轉換效率之技

									術及料源掌握度提升下，預估全年產出 112MW，營收 96.8 億元 (+125%YoY)、毛利率 30%。
3452 益通	11.6	224.2	11.25	22.5	11	27.84	760		專業太陽電池製造廠。太陽電池收入佔 2005 年營收 91.2%。主要客戶為全球專業模組廠，包括 MSK 及德國 SOLON、SMD、FABRIK 及 SCHEUTEN。目前以單晶矽太陽電池為主產品，平均轉換效率約 16.5%。未來技術提升目標為轉換效率 20%、矽晶片重量將由目前的 14 公克降至 8 公克。估計 06 年營收為 25.92 億元，稅後淨利為 5.48 億元，將續擴產以因應市場供不應求的現象，但仍與茂迪產能有段差距。
2426 鼎元	24.1	12.7	0.9	11.55	0.95	1.21	27.8		太陽電池模組版的營收比重在 2006 年估計可達 20%以上。自結 2 月營收 2.01 億元，2 月份營收提前出現明顯回溫之原因為晶片出貨月成長達 17%，且太陽能板出貨進度漸回復正常。預估太陽能板陸續出貨將促成 3 月營收持續成長。
1503 士電	132.7	3.9	1.13	19.42*	1.37	1.57	38		工研院技轉太陽電池模組技術。已量產的太陽能板獲得德國廠商訂單，約 10MW，可望挹注 2006 年營業額約 5 億元。
2308 台達電	808.2	43.1	2.53	22.2*	3.9	5	92.9		轉投資的旺能以生產太陽電池為主，預估台達電的太陽能營收比重 2006 年不到 3%。

資料來源：本研究整理

5.2. 中國太陽光電產業概況

5.2.1. 中國發展太陽光電的天然條件

中國是全球目前少數幾個仍以「煤」為主要動力來源的國家之一，故逐步調整強化能源結構，提高能源使用效率，發展太陽光電，成為中國永續發展戰略中一個重要部份。

1. 地理位置適中

絕大部分的中國地區都在北緯 45 度以南，具有豐富的太陽能資源，根據估計，大多數地區的年平均日輻射量於 4kWh/m²天以上，具有發展太陽光電潛力。

2. 地幅廣闊，內需市場具潛力

中國地幅廣闊，因為境內存有許多市電無法送達之偏遠地區，形成龐大潛在市場。如 2003 年的「送電到鄉」工程，為內蒙古、甘肅、新疆、西藏、青海、陝西、四川等地之 16 萬戶解決缺電的問題。

除擁有龐大內需市場，為因應全球外需市場的需求，中國近年進步快速，2001 年，全球太陽光電市佔率為 1.1%，至 2003 年則提升至 2.56%，廠商積極擴大產能，未來勢必跟隨全球光電產業有所成長。中國太陽光電產業，受到 1999 年光明工程、送電到鄉工程、REDP 項目等推動之下，2001 至 2002 年，光電組件產量以 263.41% 倍數成長幅度暴增，截至 2004 年，產量仍上提至 50MW，產值則上看 30 億，雖累積安裝容量以達 79MW，面對全球太陽光電組件強勢需求，主要企業近兩年新增產量多數以出口為主，中國 2002 年光電產量佔全球產量急速上提至 2.78%，因此造就了出口競爭力之商品效果。

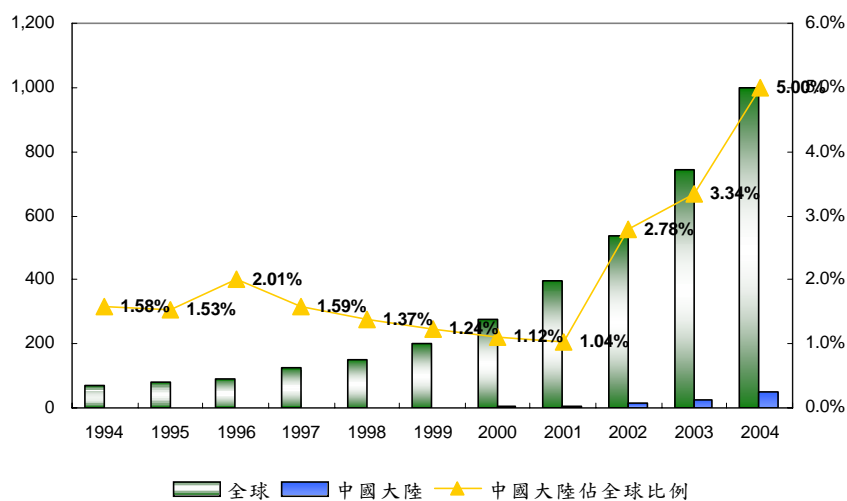


圖 50：1994-2004 年中國大陸與全球太陽光電產量

資料來源：新材料在線；PV News；工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/03）

面對境內龐大偏遠地區之潛在市場商機，則仍須仰賴政府支持，才能發展出更大的能量。國家計畫委員為解決西部無電力鄉鎮之電力問題，進行西電東送、光明工程等工作。未來，有鑑於中國的太陽光電產業為發展初期，產業政策應朝包含：產業振興方案、爭取國外金援，擴大融資管道，設立產業發展投資基金等融資措施、建構完備國家品質監督機制、新能源資源地理資料系統、人才培育等產業及商業化等基盤建設。最後，則藉由北京綠色奧運工程、太陽能建築一體模式製程促進工程實施。

由上述分析可總結為：中國以擴大工程、補助、稅賦減免、優惠電價等方式擴大內需市場，並藉由所得稅減免、擴增集資管道及完備基盤建設等方式提升其太陽光電之產業能量，期望提昇其產業競爭力，減緩能源危機。表 29 彙整中國大陸對於太陽光電產業的投資項目。



表 29：中國大陸太陽光電產業重大投資表

單位：百萬美元

項目名稱	出資方	金額	主要內容	執行期間	執行地域
光明工程 先導項目	國家發改委 地方政府	4.832	建立村落電站和用戶系統，幫助建立銷售網絡和加強機構能力建設。	2000-	西藏、內蒙古、甘肅
送電到鄉工程	原國家計委 地方政府	314.08	建立集中電站。	2002-2003	新疆、西藏、甘肅、 陝西、內蒙古、四川、 青海
內蒙古新能源 通電計畫	內蒙古 自治區政府	271.8	補貼窮村用戶系統。	2001-	內蒙古
世界銀行、全球環境基金 REDP 項目	全球環境基金	25.5	補貼窮村用戶系統銷售，幫助機構能力建設和技術進步。	2002-2007	新疆、西藏、甘肅、內 蒙古、四川、青海
絲綢之路照明計畫	荷蘭政府	18.248	補貼窮村用戶系統。	2002-2006	新疆
德援 KFW 項目	德國政府	34.406	建立村落電站和用戶系統，幫助建立銷售網絡和加強機構能力建設。	2003-2005	新疆、雲南、西藏、甘 肅
德援 GTZ 項目	德國政府	6.087	技術支持及培訓。	2003-	青海、雲南、西藏、甘 肅
加拿大太陽能項目	加拿大政府	2.788	建立示範電站及管理培訓。	2003-2005	內蒙古
日本援助 NEDO 項目	日本政府	4.654	建立示範電站：實驗是建設。	1998-2002	新疆、西藏、甘肅、陝 西、寧夏、內蒙古、四 川、青海、雲南、廣東、 浙江、河北
合計			682.395		
中國大陸政府投入			590.712		

說明：KFW 項目全稱為：中德財政合作西部太陽能項目；GTZ 項目全稱為：中德技術合作在鄉村地區應用可再生能源改善當地發展項目。

資料來源：中國可再生能源發展項目辦公室；工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/08）

5.2.2. 中國太陽光電產業成長加速

中國的CO₂的排放量僅次於美國，且為全球第二大能源消費國，雖目前並不屬於京都議定書第一波的規範對象，但已在 2005 年 2 月通過「可再生能源法」，啟動再生能源的電力回購制度，以及各種補助措施。於同年 11 月初步完成「可再生能源的中長期發展規劃」目標，將再生能源於能源消費的比重中從 7% 提升至 12%。在政府大力推動的情況下，企業對於中國太陽光電的投入程度也提高。2002 年中國已裝置的太陽光電發電容量已經達到 42MWp，2004 年新增 36MWp，根據「送電到鄉」計畫，2005~2010 年將新增 100~150MW 的裝置量。

歐洲太陽光電產業協會 EPIA 預估，未來十年中國的 PV 市場每年將以 3 成的速度成長，在 2010~2020 年間，每年的成長動力可以提升至 45%。並預估中國在 2025 年成為全球第三大市場。

表 30：EPIA 對 2020 年中國太陽光電市場預測

年	裝置量 (MW)	發電量 (MWh)	二氧化碳減量 (噸)	市場規模 (百萬美元)	就業機會
2005F	44	255,125	153,075	150	1,348
2010F	181	948,115	568,869	456	5,560
2020F	7,444	31,370,752	18,822,451	10,147	228,450
2000~2020 合計	23.9	103,731,754	62,239,053	-	-

資料來源：EPIA

5.2.3. 中國太陽光電產業結構

就產業結構觀之，中國太陽電池產業，整體呈現寡占競爭，前四大廠商具影響其市場八成以上之能量。而太陽電池模組產業則相對較呈競爭態勢，中國大陸前四大廠商產量合計佔中國大陸光電總產量之五成，由此可知，中國太陽光電市場，截至目前為止，以領導型大廠商為主；主要領導廠商如表 31 所示。

表 31：中國大陸主要光電電池與模組製造商動態一覽表

企業名稱	生產啟動或 預計投產時間	產品 類型	目前年產能 或設計產能	技術 (轉換效率)	生展現況和投資擴產計畫
尚德太陽能	2002/08	單晶矽 多晶矽	電池 50MW 模組 60MW	單晶矽 17.8% 多晶矽 16%	2005 年電池和模組產能將提升至 150MW。
天威英利	2002 年底	多晶矽	電池 10MW 模組 50MW	電池模組 160W	預期 2005.08 矽片達 70MW 電池產能將提升至 50MW，模組 100W。
上海太陽能	2003/08	晶矽模 組	15MW		預計 2005 年在建 5MW 電池線將投產。
昆明天達光電	1987	單晶矽	電池 6MW 模組 6MW		兩條加拿大 TPK 單晶矽引進生產線。
寧波太陽能	舊線 1976 新線 2001	單晶矽	電池 6MW 模組 6MW		關鍵設備引進美國 Sprie 公司。

資料來源：新材料在線；工研院 IEK-ITIS 計畫

目前中國太陽電池廠商約百餘家，但其中以尚德、天威英利(Tianwei Yingli)、南京中電光伏(CEEG Nanjing PV)等 3 家廠商最具規模。

1. 尚德

無錫尚德太陽能是中國最大的太陽電池廠商，成立於 2002 年，其產量幾近中國總產量四成以上，且從歐美和日本等幾十家設備製造公司引進的最先進的生產設備，擁有目前國際最先進的多晶矽太陽能電池製造技術。市調機構 Gartner 統計 2005 年尚德太陽電池營收達 2.02 億美元，居全球第 8，成長幅度高達 236.7%。其太陽電池研發中心，於應用產品及工程系統研發部門內，有一群國內外專家與學者組成顧問團隊，其研發方向，不僅多晶矽太陽電池的平均轉換效率達到 16%，單晶矽太陽電池的平均轉換效率達到 18%。目前尚德擁有結晶矽太陽電池、電池模組、光電應用產品及光電工程系統等四大系列產品，九成產品皆出口至歐美、東南亞、澳洲為主。公司擴產速度相當快，從 2001 年第一條生產線 10MW 投產開始，至 2005 年 9 月的第四條生產線正式量產，年產能已達 120MW。展望未來，將於短期內建立矽晶圓、電池、模組、應用產品及電站系統工程等部分，由於目前生產所需原料絕大部分都依賴進口，實需建構完備的產業鏈，以垂直整合的策略充分發揮現有電池生產線之生產潛力，尚德將在中國政府科技部和江蘇省、無錫市支持下，加快第二代多晶矽薄膜太陽電池大規模產業化研究。而在企業的營運方面，尚德將持續把技術與產業化的研發置於首位，回絕國際大廠

OEM 的邀請，尚德將於強勢技術支持之下，發展自我品牌。

2. 天威英利

天威英利是目前中國唯一兼具上游晶圓、中游太陽電池、模組及下游 PV 系統裝置的整合型廠商。為中國第二大的太陽能廠商，擁有完整的產業供應鏈。2006 年 3 月二期擴建工程完工，晶圓年產能達到 95MW，太陽電池產能達 60MW、模組則有 100MW，已具晉升全球前 10 大廠的實力，2006 年 4 月起，公司開始第三期工程，同步擴建晶圓、太陽電池及模組之生產線。公司計畫 2007 年在美國紐約證交所上市，由於前景看好，許多投資公司紛表意願入股，如高盛(Goldman Sachs)、摩根大通(JP Morgan)。

3. 南京中電光伏

南京中電光伏主要專注於太陽電池的製造與研發，成立於 2004 年 10 月，於 2005 年 6 月投產。公司是由中電電器集團與澳大利亞的博士研發團隊所組成，優異的技術是主要競爭力來源，從 1986 年起，公司年年都有一至兩項的技術新紀錄突破，至今仍保持著太陽電池光電轉換效率的最佳紀錄，單晶矽為 24.7%，多晶矽則為 19.8%。2005 年已完成三條生產線投產，預估年產能達到 100MW，2006 年預計年增產能 6 倍以上，產能由 33MW 增至 200MW，公司短期目標為 2008 年以前將年產能擴充至 600MW。

5.3. 國家競爭優勢分析

企業本身在進行商業活動時，無論是主動或被迫都勢必與其他企業互相依存，彼此在產業中、國家裡甚至整個世界上競爭，卻又希冀藉由對手的優勢來提升彼此的競爭力，所以本研究從國家層面開始，逐步探討產業與企業層面等不同層面中，企業所需面臨與其他企業間或國家間競合的關係。有鑑於德日政府對於太陽光電市場之推廣，1999 年後，全球太陽光電產業以 30-40% 大幅度成長。如表 32。

表 32：1995~2004 全球太陽電池年增長率與累積用量
單位：GWp

年	年產量	年增長率(%)	累積用量
1995	0.078	11.8	0.577
1996	0.089	14.2	0.665
1997	0.126	42	0.791
1998	0.155	23.1	0.946
1999	0.201	30	1.147
2000	0.287	42.9	1.435
2001	0.391	35.7	1.825
2002	0.561	44	2.387
2003	0.744	32.5	3.131
2004	1.2	61.2	4.331

資料來源：PV News

除日、德、美等幾個主要領導國家致力發展太陽光電產業，佔全球土地面積 6.5%，為全球面積第三大國家的中國，亦孕藏豐厚的太陽光電能量。配合兩岸經貿關係的持續發展，跨國企業赴大陸投資趨勢逐步增加。在人口眾多與未來中國經濟持續成長，將成為全球市場之所在地。陽光將為中國人帶來無限的希望與資源，而台灣太陽光電產業如何運用兩岸互補性資源於全球發光，將為關鍵議題。

5.3.1. 我國國家競爭優勢分析

1. 因素稟賦

(1). 人才充沛

太陽光電技術的發展，光電與半導體科技佔有舉足輕重的關鍵，半導體製程上的技術突破與良率提升，將可以有效延長太陽電池壽命、提高轉換效率及降低製造成本。才能縮短太陽能電價與一般市電價格的差距，被市場接受與普及。台灣在半導體領域擁有豐富的製造管理經驗，在無形資產豐富的條件下，相關半導體廠商可以快速轉進太陽電池矽晶片的生產與製造。如：大同公司轉投資的綠能科技、台達電與工研院共同成立的旺能光電、力晶半導體成立的新日光等等，顯示了台灣半導體相關企業運用其豐沛的經驗跨入太陽光電產業。從整體產業鏈來看，我國除了最上游的矽材原料無法掌握以外，矽晶圓製作可導入豐富的半導體製程與管理經驗，促使其技術進步，如：晶圓厚度、切割技術、晶圓尺寸等，矽晶圓品質有了明顯改善後，使得成本價格降低；電池與模組方面可以複製 IT 產業的生產經驗，產能規模增加，提高光電轉換利用率及

模組效率，具備降低成本的能力。

(2). 市場機會看好，資金與人才到位

全球太陽光電產業透明度高，各先進國家政府配合國際相關法規而制定的產業發展計畫，如德國的 10 萬屋頂、日本的 7 萬屋頂與美國的百萬屋頂計畫，都為太陽光電產業提供了發展的機會。有鑒於市場機會看好，國內相關人才也大量投入該產業，綜觀國內產業發展歷史，自 80 年代末期以後國內產業發展就轉向電子資訊、半導體等重點產業。對於產業所需人才的訓練紮實且充沛。此外，資本市場普遍認為太陽光電產業有五大投資魅力，包括：產業前景透明度高，成長潛力大、新能源概念，擺脫對石油的過度依賴、前景看好，出貨量及營收激增、短期內供不應求，跌價壓力有限，市場規模大，獲利成長可期。

(3). 基礎建設完善，適合產業發展

台灣已經發展半導體產業三十餘年，已經建立起完善的基礎建設。跟太陽光電息息相關的半導體與 LCD 產業由於為我國產業發展之重點，故太陽光電產業可以享有此完善的基礎設施，如全國各地之運輸系統、通訊系統之完整，有助於企業強化與聯盟間的協調合作及快速互動。

(4). 產業結構鬆散，有待整合

太陽光電產業鏈包含(1)上游的原料製造、(2)中游的光電模組以及(3)下游的系統安裝，各階段之發展關鍵因素分別為：(1)材料來源及成本穩定、(2)轉換效率高、(3)建置成本低。其中，世界領先廠商大多具備上中下游垂直整合之優勢。目前台灣在全球太陽光電產業鏈中，在上游矽材方面缺乏資金投入和技術，下游模組和應用方面又受限於本身內需太少，因此適合外銷的太陽電池成為最佳發展方向。此外，供應鏈內廠商分散各地、組織結構互不統屬、互換性高，且國內關鍵廠商僅生產中段標準化產品，尚未發展出領導關鍵技術與網絡，使得我國太陽光電產業之全球市佔率不高，我國產值之外銷比重佔 90%以上，以目前國內太陽光電產業指標廠商茂迪而言，其主要發展為太陽電池、佔全球 PV 產值之 2.9%。

2. 需求條件

(1). 國內需求小，全球需求強勁

環保意識的高漲的今日，先進各國尋找替代性能源以減低對石化能源的依賴，日本、德國、美國等 3 國為目前最積極推動太陽光電產業之國家，因此全球市場急遽成長。但是太陽光電產業無法推廣的主要原因還是裝設價格居高不下

下，故政府政策補助為太陽光電產業發展之關鍵因素。歐盟(尤其德國)、日本、美國、南韓及中國等均有提出相關法案或計畫以發展 PV 產業，其中尤以美國、中國兩國政府的能源補貼政策效應為最大。就我國產業發展而言，我國內需市場小，無法支持太陽光電產業的永續發展，因此產業政策之規劃方向必須以國際市場為目標，排除海外市場貿易障礙，增加出口商機。

(2). 發電成本過高，價格缺乏吸引力

國內太陽光電系統裝置成本每千瓦約 30 萬新台幣，發電成本高達每度電 15 元，而設備補助後每度電成本仍需 7 元。為一般市電價格(夏季住宅電價每度電 2.1-3.5 元)兩倍以上，故系統的被接受率與普及度低。預計當太陽光電的發電成本降至每度電 3-4 元，即可與傳統發電於市場中競爭。但由於國內電力市場容量小，成長性也受限於土地狹小，人口飽和等天然因素，故易達飽和度。

(3). 產品國際化程度高、國際競爭力強

太陽電池產品屬於整體產業鏈之中游。我國廠商秉持著故有的半導體技術優勢，於中間製程的經驗與技術將可以製造出享譽國際的產品。由於太陽電池仍須經由下游模組與系統組裝與驗證，故產品國際化程度高，才可至全球各組裝基地完成最終產品。相較於下游模組與系統之組裝規格仍需與當地法規、電力制度相結合，將受限於當地化的程度，中游太陽電池產品具有較高移動性，爭取國外市場的障礙也較低。

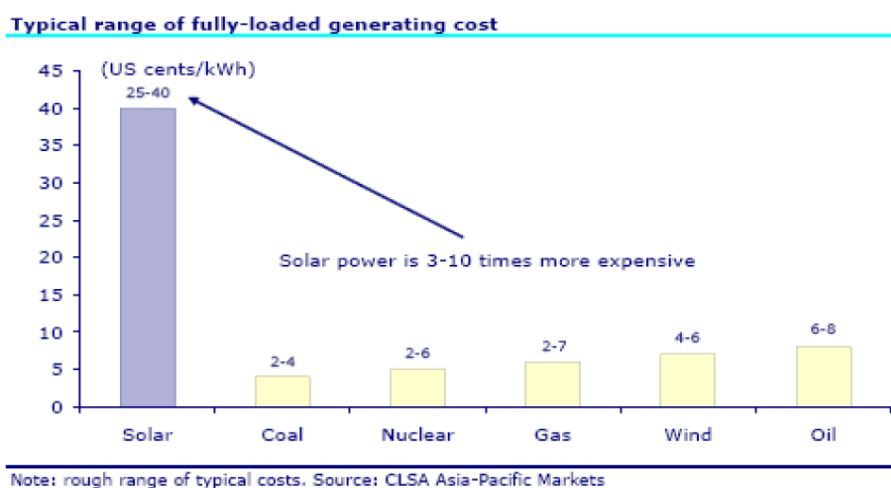


圖 51：太陽光電與其他傳統發電成本之比較

資料來源：CLSA

3. 相關產業與支援產業

(1). 上游產業原料短缺

太陽電池產業位於太陽光電產業價值鏈之中游。最上游原料為多晶矽，同為半導體級矽晶圓之原料。俯觀全球太陽光電之發展，2004 年後半年至 2005 年開始，有鑑於半導體產業維持穩定成長，及太陽光電市場需求大增，導致原料供應不敷需求，矽材缺口浮現。2005 年高純度矽晶使用量達到 35000 噸，太陽光電產業使用比重為 45%，預計 2006 年的使用比重可以提升至 54%，與半導體產業使用量相當。上游矽材料因為短缺而不斷漲價，也使整個供應鏈以轉嫁的方式因應高漲的成本。於此矽材爭霸之春秋戰國時代，太陽光電產業鏈結構轉型成圍繞矽材之運行模式，太陽級矽晶圓、太陽電池、甚或模組廠商皆紛紛大展伸手，利用諸如「長期合約」、「上游合併」、甚或「上游投資」等方式因應，以解決公司內部原料短缺問題。國內半導體產業所棄置的廢晶圓、測試晶圓可透過「重製」的過程成為太陽級，將是可貴的資源。就長期而言，矽材的供不應求致使價格上揚，產業超額利潤增加，將吸引新廠商投入及故有廠商擴產。

(2). 生產設備仰賴進口，下游國內模組廠未獲產品驗證

目前國內廠商雖具部分自主生產技術能力，但生產設備仍多購自國外，也因受制於國外設備廠商，使得產業鏈中各環節的投資成本無法降低。下游模組廠所製作的太陽電池模組，是未來系統產品發電時的重要核心，且牽涉到發電效率、安全、可靠度，以及未來維護成本等問題，因此模組產品的驗證至為重要，但因為產品大部分未取得模組驗證，故廠商需要將產品送去國外接受檢測，認證時間久且費用高，對於拓展國內外市場與整體產業發展相當不利。另外，下游電力調節器乃是支援併聯型太陽光電系統之關鍵零組件，國內主要也是由國外廠商供應，但近來國內其他電力大廠如台達電、飛瑞、系統電子等均投入研發以及量產，相信可以支持國內需求，降低國外廠商依賴度，讓產業結構更趨完備。

(3). 相關支援產業發達

台灣半導體產業的發展已經行之有年且在國際地位上佔有相當重要的地位，也因此使得相關產業發達如：精密機械、化學工業、電子資訊產業等。實力雄厚的產業與技術經驗可以提供太陽光電廠商技術與經驗上的支援，提高業者經營活動之效率、維持品質以及激發創新。上下有與相關業者因長久合作而建立的緊密關係，將有助於如策略聯盟此等合作與共同研發機制，建構產品開發、製程技術、市場行銷與服務的產業價值鏈，提升產業競爭力。由於周邊支

援系統設備完整靈活，產業群聚的現象，拉拔效應(Pull-through Effect)效果強，形成產業模仿效果，維持可持久的競爭優勢。

4. 公司策略、結構與競爭狀況

(1). 因應上游矽原料短缺，主要廠商策略

產業下游電池製造商因上游原料短缺，故企業營運策略也致力於此關鍵議題。最明顯的做法，即是與上下游業者的策略聯盟。如茂迪與美國矽晶圓製造大廠 MEMC 合作，自 2006 年 7 月起的未來 8 年內，MEMC 將提供茂迪價值約新台幣 500 億元矽晶圓，而茂迪亦將提供目前股本 5% 的股份讓 MEMC 入股，成為茂迪策略性股東之一，可強化雙方合作關係。其他業者也試圖建立研發聯盟強化產業關係，如上游單晶矽的中美晶、多晶矽的綠能、中游太陽電池的旺能、下游模組廠商鼎元，共組研發聯盟，推動矽晶片切割厚度朝 180 微米以下努力。

此外，對矽材料依賴度較低的薄膜式太陽電池市場，也成為眾多國際大廠戮力布局的重點，包括 Kaneka、京瓷(Kyocera)、夏普(Sharp)、三菱(Mitsubishi)、三洋(Sanyo)、松下(Panasonic)、Shell Solar 等均已研發多年，並計畫 2007 年陸續量產。國內業者以光華開發科技投入時間較長，該公司於 17 年前即以生產薄膜式太陽電池為主。由於未來太陽電池最大的市場是在公共工程與建築物，因這方面的應用須考量整體建築物的美觀，太陽電池板即被視為是建材的一部分且不能受限於光源，而須完全面向太陽，因此在建築市場，薄膜式太陽電池具有重量輕、可撓曲，及應用面廣泛等特性，是最適當的材料，它可做到透光、美觀，及大面積製作，滿足整體需求。但目前薄膜式太陽電池發電效率不高，且生產設備成本昂貴等問題尚待克服。

(2). 外銷市場為主要導向，對象多為歐洲大廠 OEM

世界領先廠商大多具備上中下游整合完成之優勢，反之目前我國廠商，在上游矽材方面缺乏資金投入和技術能力，下游模組和應用方面又受限於本身內需太少，因此外銷成為太陽電池最適合的發展方向，國內關鍵廠商負責生產中段標準化產品，為國外大廠 OEM，外銷比重佔整體產值 90% 以上。在茂迪這兩年高度成長的帶動下，在中游太陽電池生產方面已經具有國際規模，因此成為最受市場注目的族群。

(3). 國際大廠垂直整合，我國廠商專業生產

國際大廠發展重點普遍在於垂直整合。目前從產業鏈高度分工的情勢，台

灣廠商多以專業化生產。從上游進口矽材原料、矽晶圓，本地製造太陽電池，下游外銷至全球模組與系統廠，產業發展方向應朝向專業分工，打造如同新竹科學園區的 IT 產業架構。

5. 政府

(1). 先進國家補貼政策完整

太陽光電系統具有再生、永續循環不息特性，為各國積極發展扶植產業，惟由於裝設價格高昂，因此各國政府政策補助為發展關鍵因素之一。近幾年太陽光電裝置雖出現快速的成長，但集中度非常高，以 OECD 的統計數字顯示，OECD19 國到 2004 年累計設至容量達 2.6GW，其中亞洲佔 44%、歐洲 38.7%、美洲 15.3%，而實際上這三個地區主要裝置幾乎都集中在日本、德國、美國三個國家，此因這三個國家都有政府積極支持的補助政策所致。

表 33：德國、日本與美國之太陽光電補貼政策

國別	補助法案與計畫	補助制度	
		獎勵設置措施	補助電力公司買電
德國	新再生能源法案 太陽貸款計畫 您陽光照射地方計畫	針對系統裝置成本提供補助 根據系統裝置容量大小，由環保銀行提供合適的長期低率貸款	政府以每小時千瓦 0.5 歐元固定補助電力公司收購電力持續 20 年 針對 BIPV 系統建置補助獎勵
日本	新陽光計畫 太陽能屋頂計畫	補助個人住宅用太陽光電系統費用 提供系統裝置與房貸優惠利率	與一般市電收購價相同，但電力公司自願以更高價收購
美國	加州百萬屋頂計畫	補助獎勵優惠 賦稅減免	

資料來源：本研究整理

表 34：各國對太陽光電系統發展規劃及展望

地區	相關法案或計畫	近期進度	目標	倍率
歐盟	再生能源發展白皮書	2002 年 0.39GW	2010 年 3GW	7.7 倍
美國	-	2002 年 6 億 kwh	2025 年 50 億 kwh	8.3 倍
日本	新陽光計畫	1999 年 20.5MW	2010 年 482KW	23.5 倍
南韓	能源技術研發計畫	2003 年 2.7 千公秉油當量	2011 年 341 千公秉油當量	126 倍
中國	2000-2015 年新能源和可 再生能源產業發展要點	2003 年 5MW	2015 年 320MW	64 倍
台灣	能源白皮書	2003 年 0.3MW	2010 年 55MW	183 倍

資料來源：IEK，Dec. 2005。註：美國係依據能源部未來展望預測

(2). 我國獎勵太陽光電產業發展政策

為響應「京都議定書」溫室氣體排放減量呼聲，國內除持續推動各部門節約能源外，另一方面，政府亦積極鼓勵使用新能源與潔淨能源，希望大幅提高再生及潔淨能源容量；根據 2003 年 7 月 2 日行政院第 2846 次會議揭示，政府將推動 2010 年前再生能源裝置容量配比達 10% 之目標。太陽光電推廣目標，參考表 35。其累積裝置容量預計在 2010 年達到 21MW。

表 35：國內太陽光電推動目標

	2003		2008		2010	
	推廣實績		推廣目標		推廣目標	
發電方式	累計裝置容量 (M0W)	配比%	累計裝置容量 (MW)	配比%	累計裝置容量 (MW)	配比%
太陽光電	0.03	0.00	1.1	0.02	2.1	0.04

資料來源：經濟部能源局，本研究整理

目前國內推動再生能源產業之具體措施，包括：電價收購、設備補助、低利貸款、租稅減免、加速折舊等獎勵政策，參考表 36。

表 36：國內太陽光電獎勵措施

再生能源	設備補助措施	電價補助措施	財稅獎勵措施
太陽能	◎太陽光電發電示範系統設施補助要點：補助金額：最高 15 萬元/kW；補助上限：系統設置費 50%。 行政機關、公立學校、公立醫院具特殊良好示範者，10kW 範圍內之設置費用得全額補助，超出部分得比照前項標準補助。	在電業法通過前或再生能源發展條例通過前，依「台灣電力股份有限公司再生能源電能收購作業要點」，台電將以總簽約容量 60 萬瓩為限（93.7.13 公告），以每度新台幣 2 元收購再生能源電能，惟不含都市垃圾焚化發電之生質能；簽約一次十五年為期，期滿後若無異議，視同續約一年，最長以 20 年為限。	促產條例： 公司投資新及淨潔能源設備支出 13% 內，得抵減營利事業所得稅 投資新及淨潔能源產業之股票價款 10~20% 內得抵減所得稅 二年加速折舊 低利貸款：不超過郵政 2 年期儲金年息機動利率加 2.45% 關稅減免：國內無產製再生能源設備進口免關稅。

資料來源：經濟部能源委員會，工研院經資中心（2004/12），本研究整理

2005 年的全國能源會議提出「綠色能源發展與提高能源使用效率」之議題。針對太陽光電產業發展與推廣有以下的發展目標：

I. 加強太陽光電發電系統示範補助(半額補助、陽光電城、公共工程設置、高山離島偏遠地區緊急防災系統等方案)；推廣太陽光電系統設置，以 2010 年 21MW(百萬瓦)、2015 年 32MW、2020 年 57MW、2025 年 80MW 為目標。

II. 推動代表性建築物、交通設施等太陽光電示範系統。

III. 加強太陽光電系統研發，提升技術降低設置成本及扶植國內產業發展；推動建築物整合系統 (BIPV) 發展於 2025 年達 10~12 萬戶，每戶 5 瓩。

由於太陽光電現階段發電成本仍高，故目前以加強技術研發、提升技術及扶植國內產業發展為主，並積極推動示範性計畫（如全國 369 鄉鎮中小學 PV 專案，預計可補助 1,107kW）、陽光電城、代表性建築、加強離島與偏遠地區發電系統之設置等，待發電成本具經濟效益後，再全面推廣。政府所採取策略包括，積極推動示範性計畫，如陽光電城、代表性建築等；加強離島與偏遠地區發電系統之設置；積極協助國內太陽光電產業發展。

(3). 推動市電併聯、電力回購機制

目前中下游的電池、模組與系統廠商所生產的產品主要以外銷為主，主要因素除了因為國外市場大，另一個重要因素就是國內相關措施並無完整配套，如市電併聯系統可以降低用戶的使用成本與建置成本，電力回購機制可以降低電力公司供電壓力。相較於其他已積極發展的國家，在法規與政策方面我國仍嫌不足。積極推動用戶端、電力公司及太陽光電業者三者間緊密的共榮關係，乃推廣國內產業之重點。

6. 機會

(1). 歐洲、日本與美國先進國家市場需求大

I. 歐洲

從 2001 至 2004，歐盟 15 國的 PV 系統裝置量已經大幅成長 3 倍，累積發電容量達到 1GW，其中近 8 成的裝置量集中在德國，其次為西班牙與奧地利。德國非但是歐盟中最致力推廣 PV 產業的國家，同時也以取代日本成為全世界最大的太陽光電產業消費國。德國太陽光電市場開發成功的主因在於「人民高度環保意識」、「政府補貼與獎勵條件整合的可能性」、「能源產業的參與」、「各種獎勵措施的一致性和接續性」。其推廣太陽光電的手法以「鼓勵」為根本，藉由增加採用太陽光電的利益，誘導太陽光電的發展。

II. 日本

日本本身缺乏自然能源，但卻是世界上第四大能源消費國。考量石油供給長受到中東政局紛擾，高齡化社會結構需要降低人民對核能發電的疑慮，日本政府為了開發自主性新能源，持續的推廣太陽光電產業。推廣至今已成為全球第二大的太陽光電市場，在全球前 10 大 PV 企業中，即有 4 家來自日本，包括夏普、京瓷、三菱電機、三洋等。而住宅用戶為 PV 的主要市場。除政府大力推動產業發展，日本國人對於環保的強烈意識也是市場快速成長的重要因素。因此，日本 PV 業者與建築業者策略合作，將 PV 系統直接導入房屋建築中。銀行業者也是 PV 市場的重要推手，如：Sumitomo Trust、Shinsei Property Finance 及 Ogaki Kyouritsu 等金融機構都對購買 PV 系統提供優惠利率，若房屋有加裝 PV 系統者，可連同房屋貸款享有更低優惠。

III. 美國

美國政府在全球 PV 產業的支持度與主動性不如日、德兩國，因 2005 年 8 月通過的新能源法案，開始對太陽光電的使用者提供賦稅減免的優惠，預料可加速美國市場成長。2005 年美國加州推出的「百萬太陽能屋頂計畫」(Million Solar Roofs)提出未來 10 年內要為一百萬戶屋頂加裝 PV 系統，是美國史上最積極的獎勵政策，而加州也成為 PV 市場的重點指標。

(2). 中國與印度乃高潛力市場

印度官方致力於太陽光電產業的發展，在南亞市場居領先地位。由於印度國內還有很多地區是市電無法達到的地區，因此太陽光電市場成長潛力大。EPIA 預估從 2000 到 2020 年，印度 PV 市場的平均成長率為 35%。

表 37：EPIA 對 2020 年印度太陽光電市場預測

年	裝置量 (MW)	發電量 (MWh)	二氧化碳減量(噸)	市場規模(百萬美元)	就業機會
2005F	16	97,891	58,735	55	496
2010F	90	446,977	268,186	225	2,747
2020F	3,678	16,634,071	9,980,443	5,013	112,870
2000~2020 合計	11,792	54,225,040	32,535,024	-	-

資料來源：EPIA

中國是全球第二大能源消費國，中國太陽電池產業及技術經過 20 多年的發展，已經奠定了良好的基礎，而其內需市場在政府政策的推動下亦有顯著的

成長，在經濟持續發展下，未來併網發電市場及屋頂發電市場將成為市場需求的主流。

(3). 太陽光電系統相關應用-LED& BIPV

太陽光電系統由於具有半導體的技術與發電的功能，應用層面相當廣大。國內 LED 業者如華上、鼎元、立碁等都鎖定太陽光電領域投入發展，目前業者以鼎元較有成績，公司估計 2006 年太陽電池部門營收將達到 7 億元。

表 38：我國太陽電池產業國家競爭優勢分析

構面	優勢	劣勢
因素稟賦	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 半導體經驗豐富、人才與資金充沛 ➢ 租稅、關稅減免、低利貸款優惠 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 整體產業結構鬆散，有待整合 ➢ 產業上游原料短缺
需求條件	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 內需市場小，全球需求強勁 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 發電價格過高，產品價格缺乏吸引力
相關及支援產業	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 精密機械、化學工業、電子資訊、等相關支援產業發達，群聚效應 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 生產設備仰賴進口，下游模組缺乏認證機制
公司策略、結構與競爭狀況	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 台灣廠商專業生產 ➢ 廠商關係良好，形成網絡 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 國際大廠垂直整合
政府	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 先進國家補貼政策完整，有利外銷 ➢ 我國致力推動產業發展 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 國內市電併聯、電力回購機制不完整
機會	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 先進與高潛力國家市場需求大 ➢ PV 市場的深化與創意：LED 與 BIPV 發展潛力大 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 原料來源欠缺自主性

資料來源：本研究整理

5.3.2. 兩岸太陽光產業競爭力分析

有鑑於德日政府對於太陽光電市場之推廣，1999 年後，全球太陽光電產業以 30-40% 大幅度成長。隨著幾個主要領導國家太陽光電產業積極的發展之外，佔全球土地面積 6.5%，為全球面積第三大國家的中國，亦孕藏豐厚的太陽光電能量。未來，陽光將為中國人帶來無限的希望與資源，而台灣太陽光電產業如何運用兩岸互補性資源於全球發光，將為關鍵議題。

根據中國可再生能源發展辦公室 2004 年提出之「中國光伏產業發展研究報告」，至 2003 年止，中國太陽光電市場可分為以下幾種：通信與工業應用(36%)、鄉村與偏遠地區應用(51%)、市電併聯系統應用(4%)、太陽能商品及其他(9%)

為能完整瞭解太陽光電產業兩岸資源之差異，下表彙整太陽光電上下游產業鏈各階段之特性，以及兩岸發展差異，為能結合外在環境之發展，需求部分則為全球太陽光電（目前主要市場與潛力發展市場）之狀態。

表 39：台灣與中國太陽光電產業之生產要素、相關支援產業比較

	產業鏈	矽材料	矽晶圓	太陽電池	太陽光電模組	太陽光電系統
生產要素	資本需求	◎◎◎	◎◎○	◎◎	◎○	◎
	勞力需求	◎	◎	◎	◎◎○	◎◎◎
	產品體積	◎◎	◎	◎	◎◎	◎◎◎
	台灣現況	無	單晶矽量產 多晶矽量產	技術穩定 製程人才充沛 擴廠速度較慢	大型發電模組較少 小瓦特應用系統較多 偏好少量多樣	
	中國現況	國外尋求代工	日本進口單晶矽 多晶矽方向研發	擴廠速度較快 產品品質不齊	勞力、土地之低成本優勢 主要領導廠商整合模組與系統端	
相關支援	台灣現況	製程人才充裕			高分子材料人才缺乏	
		關鍵設備仰賴進口、週邊支援設備國產化				
	中國現況	製程人才相對弱勢				
		關鍵設備仰賴進口；週邊支援設備國產化；積極參與學術研究，國際研討會與展覽				

資料來源：工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/08）；本研究整理

表 40：台灣與中國太陽光電產業之產業結構與企業發展策略比較

	產業鏈	矽材料	矽晶圓	太陽電池	太陽光電模組	太陽光電系統	
產業結構與企業發展策略	台灣	無	茂迪(單、多)		鼎元	光華開發	
			中美晶(單、多)	益通(單)	中國電器(照明)		
			綠能(多)	光華(非)	永炬光電(照明)		
			合晶	旺能(單、多)	日光能(指示)		
	中國	無	河北寧晉松宮		浙江無錫尚德(單、多)		
			河北天威英利				
			浙江寧波中意	南京中電	天津日本京瓷		
			遼寧錦洲新日矽	上海太陽能			

資料來源：工研院 IEK-ITIS 計畫（2005/08）；中國光伏產業發展研究報告；本研究整理

透過上述分析可知台灣有個別廠商分別投入產業鏈中，除了上游矽材產業由全球少數國際大廠壟斷，台灣業者靠著台灣特有的半導體技術與產業聚落，將產業做精細的垂直分工，各自發揮其專長。尤以中游「太陽電池」產業為主，半導體產業對此領域的技術支援乃台灣一大優勢，穩定的技術做出國際級的品質，吸引下游廠商的訂單。惟因台灣土地取得不易成本也較昂貴，故擴廠速度較慢。在下游模組與系統端，由於該產業的特性是需要配合各地區不同電力設施、法規限制、驗證機制等高度的客製化，在加上台灣國內市場需求小，所以國內廠商都以外銷為主，已接單生產的方式順應顧客需求。惟台灣在下游的部分仍欠缺電力驗證的相關機制，若模組需要驗證還須送往外國，一來一往造成廠商很大的成本負擔。在系統整合的部份，將 PV 系統裝置在建築體中（BIPV）將是未來趨勢，但又牽涉到技術與建築的整合問題，這都是未來廠商將面臨的挑戰。

反觀中國因為本身技術不夠成熟，故紛紛藉由獨資或者合資的方式引進日本大廠，如 Sharp、京瓷等。希望藉由國外技術的引進、積極參與國際研討會與學術研究等，強化本身於製造技術上的不足處。由於幅地廣大，全國各區都有設置高新區以吸引相關廠商投入，在政府的獎勵與建廠成本低廉等多重誘因，促使國際大廠紛紛投入。

5.3.3. 兩岸太陽光電產業價值鏈分析

由太陽光電產業價值鏈觀之，越上游的產業階段，其製程規模愈龐大，生產設備無法由勞力替代，資本密集度越高，由投產至量產的時程越長。矽晶圓、太陽電池製程多仰賴生產設備，製程人員為達良率最大化，則專注於製程參數之調整。反觀電池模組及系統安裝，由於技術密集度較上游低，可用勞力替代部分製程，而系統安裝則需視當地建築方位與需求設計，需要較專業的客製化能力，製程無法由自動化設備取代。因此產業鏈越上游者其資本與設備密集度越高，而越下游者，則較具勞動力偏多。下表以產業價值鏈為主軸，比較兩岸各產業鏈階段之產業結構、廠商策略、技術發展與支援性產業之現況。

表 41：兩岸太陽光電產業價值鏈分析

要素項目	主要參賽者 (產業結構)		相關性產業		品質/量產技術水平		廠商發展策略 (生產因素)	
			設備優勢					
領域	中國大陸	台灣	中國大陸	台灣	中國大陸	台灣	中國大陸	台灣
矽材原料	無	無	無	無	X	X	(土地、勞力優勢)	X
矽片	單晶 北京 605 廠 錦州新日 雲南半導體 河北甯晉 浙江寧波	中美矽晶 合晶	國產單晶 爐，具有價 格優勢。 進口多線 切割。	單晶爐與 切割機以 進口保持 品質水 準。	技術無障礙	管理、設備完 善。 量產技術單一 廠商可達 9MW/年。	過去北京中科 院投身研究單 晶，具國產設備 能量。日本控股 公司於中國大 陸量產。	廠商由半導 體小尺寸晶 圓廠轉投 資，單一廠 商製造能量 優於中國大 陸本土廠 商。
	多晶 寧波中意、 天威英利	綠能科技	進口多晶 長晶爐，進 口多線切 割，無設備 優勢。	長晶爐與 切片機多 以進口保 持品質水 準。	具備初步技 術，國產化尚 須進一步開 發。尚需進一 步培養扶持， 需研發投入。	與國際設備廠 商簽約，於 2004 年下半年 投產，同年量 產技術達 13MW。	天威英利為承 接國家型計畫 而成立。	

資料來源：工研院 IEK-ITIS 計畫 (2005/08)；本研究整理

表 42：兩岸太陽光電產業價值鏈分析(續)

要素項目		主要參賽者 (產業結構)		相關性產業		品質		廠商發展策略 (生產因素)	
				設備優勢		量產技術水平			
領域		中國	台灣	中國	台灣	中國	台灣	中國	台灣
太陽電池	單晶 多晶	無錫尚德 天威英利 天達光電	茂迪 益通 旺能	清洗、擴散 可國產， PECVD、 絲印燒 結、自動分	高溫擴散爐及 抗反射膜設備 多由國外進 口，亦有以二手 設備組裝調整。	接近國際水平。 需進一步培養，方能 與國際競爭。		天威英利為中 國大陸唯一垂 直整合者，然 各階段量產能 力有限。	2005年茂迪 初朝上游整 合。 益通、旺能則 專業化生產。 光華開發則提 供客製化應用 產品之非晶電 池為主。 (具製程人 才)
	薄膜	哈爾濱克羅拉 創益科技 日月環	光華開發	檢需進 口，具有部 分設備優 勢。	清洗、蝕刻等周 邊設備國內設 備廠商可提 供。主要濺鍍設 備、APCVD、 PECVD由美德 廠商提供。			有鑑於原料獲 取不易，無錫 尚德二次擴廠 計畫則專注於 上游整合。	
電池 模組		無錫尚德 上海太陽能 寧波太陽能	興達 鼎元 日光能 中國電器 永炬光電	層壓機、測 試儀具有 國產化優 勢，自動光 桿機需進 口。	封裝機與 I/V 測 試機以進口維 持品質。	部分製程以勞力為 主，與自動化生產精 密度尚有差異。接近 國際水平。		有鑑於勞工便 宜，生產規模 大。	中國電器與永 炬光電多應用 於照明；日光 能則應用於道 路指示；僅興 達為大功率模 組生產。
電力 轉換 器		合肥陽光 南京冠亞 廣東冠軍 北京恒電 佛山遠創同策	台達電 飛瑞電子 系統電子 茂迪	無關鍵設備。 可國產插件機等基礎設備。		無併機運行 功能。 併網電力轉 換器尚處於 起步階段。	併網電 力轉換 器可量 產。價 格高。	各國安全法規與電力系統規 範不同，其為外銷需著重之 處。	

資料來源：中國光電產業發展研究報告；工研院 IEK-ITIS 計畫 (2005/08)

5.3.4. 兩岸競爭優勢比較

中國半導體及多晶矽材產能小，但有鑑於土地資源豐厚，及勞資低廉，因此主要矽材提供多由日本廠商以獨資或合資方式投入生產單晶矽晶圓，而多晶矽晶圓生產尚需進一步研發投入。反觀國內矽晶圓產業，廠商平均產能皆大於中國本土廠商，且管理、設備完善，具技術優勢。

台灣太陽電池生產技術發展穩定，產量多為出口導向，配合台灣發展已久的半導體相關產業，充沛的製程人才與成熟經驗，將有助於產業未來發展；反觀中國由於廠商數眾多，整體生產品質不一。但因為便宜的勞力與土地，擴廠成本低且速度快，配合因政策推動而激發出的國內需求，有助於產業未來之發展。

5.4. 我國太陽電池產業六力分析

5.4.1. 現有廠商的競爭程度

我國太陽光電產業發展的時間很短，以第一家可以量產太陽電池，也是台灣目前的龍頭廠商茂迪來看，真正投入太陽光電產品生產是從 2000 年開始，且我國政府的有關再生能源的政策也是到 2006 年初才較為明確，所以對台灣而言太陽光電產業尚在起步階段。從產業結構的角度來看，以中游的太陽電池的產能最大，廠商主要考量乃基於投資報酬率相較其他產業鏈之廠商高。上游矽材料建廠成本高、期間長、技術要求高，故投資成本大。矽晶圓廠商主要的成功關鍵在於大量的電力需求以及晶圓切割技術，生產過程技術要求高，如增加切片數、控制破片率等等，故學習曲線較長。下游系統端需要鄰近市場，詳細考量價值鏈後端如：運輸、倉儲、售後服務及行銷的部份。

我國太陽電池產業目前屬於寡占競爭的情勢，但就全球產業鏈而言屬於中度競爭情勢。環顧國內上市櫃及興櫃掛牌公司中，從事太陽電池製造的廠商當中，以上櫃公司茂迪與益通為主要競爭者，其主要產品皆為結晶矽太陽電池，為茂迪專注於多晶矽太陽電池生產，益通則著重於單晶矽太陽電池之製造，市場區隔與定位上略有不同，有鑑於 2005 年，全球太陽光電需求量持續暢旺，單晶與多晶太陽電池的市場區隔程度則具逐漸不具顯著。在茂迪與益通紛紛傳出獲利良好的市場訊息後，相關廠商也開始投入太陽電池部份，如台達電與工研院共同成立的旺能，力晶投資的新日光等等。

由於太陽電池技術發展已久，國際大廠早已佈局於完整產業鏈，過去市場需求不振，國際大廠在擴產態度並不積極，導致 2004 年以來電池供不應求與上游矽晶圓材料價格飆漲的現象，隨著太陽光電市場的擴大，國際大廠擴產速度加快，致使於全球太陽光電產業中，上游材料廠商之競爭壓力大增。

1. 矽晶圓太陽電池主要產品技術無太多差異，亦無專利保護。
2. 國內競爭寡，國際競爭者眾且較早投入產業發展，擁有完整的產業佈局。
3. 產業透明度高，短期內廠商享有超額利潤
4. 技術門檻較低，無法跨至如半導體、LED 等其他相關產業
5. 顧客集中度低，廠商間不需以低價產品搶單

5.4.2. 替代品的威脅

太陽電池產品目前還是以矽晶圓太陽電池為主，由於矽晶圓的成本較貴，故現有研究機構與廠商仍致力於下一代的新太陽電池，追求更低的成本以加速推入市場的脚步。2005 年在矽材缺貨的情況下，每公斤上漲至 70~80 美元，長期合約價格也上漲 25%。也因為這個原因而限縮了 2006 年產業的成長空間，故恰好提供薄膜太陽電池(Thin Film Photovoltaic)發揮的舞台。目前全球發展重點有「薄膜太陽電池」、「染料敏化太陽電池」等。薄膜太陽電池所耗費的矽原料較少，故成本較低廉。但由於薄型化與大尺寸會使電池產生翹曲，在生產過程中晶片容易碎裂，故採用「印刷」製程以降低破片率。染料敏化太陽電池運用奈米晶體薄膜科技，用材低廉而創造出成本優勢。仰賴奈米TiO₂電極的結構，故製程需要控制奈米晶體形狀、晶體排列和晶體間界面性質等。該技術目前還停留在實驗室階段，各研究機構仍致力投入研究，但尚未有顯著成績。目前薄膜太陽電池（包括薄膜矽、非晶矽、CIS/CdTe等化合物半導體）、有機物太陽電池等作為大功率發電之商業化技術尚未成熟，但因生產成本較低，且適於大面積製造，預期從 2006 年起乃技術突破的關鍵期，2010 年後市佔率會逐漸增加。

1. 新一代產品技術尚未成熟，轉換效率過低且無法量產
2. 目前矽晶圓太陽電池因為原料不足導致的市場缺口，對於薄膜型太陽電池提供了成長空間
3. 現有產品成本競爭力低，奈米技術與材料的新應用將加快替代速度

5.4.3. 供應商的議價能力

2004 年後半年至 2005 年開始，有鑑於半導體產業持續穩定成長，及全球太陽電池市場超乎預期高度成長，導致原料供應不敷需求，矽材缺口浮現需求大增。包括 Hemlock、Siltronic、Sumco 及 Shin-Etsu Handotai 等在內的主要晶圓供應商，均提高了價格，市場研究公司 Sage Concepts 總裁 Rich Winegarner 指出矽晶圓的價格從 2005 年 12 月至 2006 年 4 月已經提高 10%。在多晶矽原料廠擴產速度不及下，太陽光電產業與半導體產業出現原料的排擠效應，致使 2005 年起全球多晶矽原料產品市場處於嚴重供不應求的熱況，產品價格漲幅高達五成以上。由於上游市場之產能和材料短缺，供需過度失衡，故多晶矽供應商與太陽級矽晶圓廠商都出現罕見的漲價動作，並且將成本順利

轉嫁至太陽電池製造商，市場成長也因此有趨緩的現象。Solarbuzz LLC 估計，多晶矽持續短缺預計將限制全球太陽光電市場的成長率，預計 2006 年成長率僅能達到 10%。

1. 最上游之矽材供應商由國際少數大廠控制
2. 主要產品以矽晶圓太陽電池為主，原料替代性低
3. 太陽電池與半導體產業有原料的排擠效應
4. 矽晶圓廠商具有向下垂直整合的潛力
5. 上游晶圓供應商家數較下游電池廠家數少

5.4.4. 潛在進入者的威脅

太陽電池技術自 1954 年貝爾實驗室推出第一個單晶矽太陽電池，歷經 1970 年代的石油危機，發展至今已經五十餘年了，就現階段主流產品矽晶圓太陽電池而言，產品的專利已不具效力，故就製程技術與設備而言，進入門檻低，多數製造商與設備廠商購買設備，用同樣的機台，同樣的矽晶圓產出產品，同質性高，且因為產業前景看好，現階段的超額利潤只能維持短期，長期勢必會有更多廠商投入生產。但技術上的障礙藉由優秀廠商生產技術團隊的能量高而建立。根據 Joe Bain(1956)提出三個進入障礙的主要來源：品牌忠誠度、絕對成本優勢、規模經濟。太陽電池由於產品生命週期長，故產業講求長期合最關係，產品能維持高效率且與好品質，勢必可以強化其品牌忠誠度。根據經驗法則，全球 PV 產量每增加一倍，太陽光電發電成本約下降 18%，如圖 52。故廠商如何能在擴展產能以創造出成本優勢的情況下，還能維持住良好的品質與轉換效率，以提高需求端轉換成本的方式來強化進入障礙，將是致勝的關鍵。

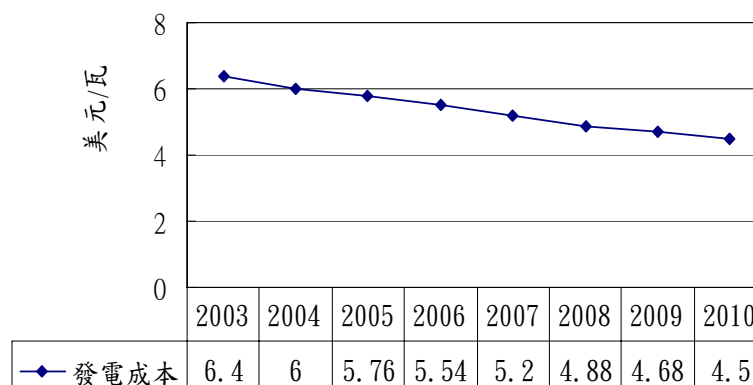


圖 52：PV 系統成本下降趨勢圖

資料來源：Clean Energy Trends 2004, Clean Edge

1. 產業技術門檻相對較低，學習曲線短，半導體產業、LED 業者容易跨入
2. 規模經濟效應大，產量越多越能形成成本優勢
3. 政府推廣政策，有助於潛在進入者的投入

4. 上游原料短缺，取得不易，
5. 下游模組廠眾多，行銷管道取得容易
6. 注重廠商關係與品牌，顧客轉換成本高

5.4.5. 購買者的議價能力

太陽電池下游是模組廠與系統廠，雖非終端消費者，但由於產業講求的是長久的穩定關係，太陽電池廠商須對模組廠負責，模組廠商需要對系統廠商負責，系統廠商須對消費者負責，太陽光電產業的特色為，產業鏈越往下游方向，參與其中的競爭者越多，進入門檻也越低，越上游的廠商轉嫁成本或者調高售價的能力越高，故下游消費者議價力低，但由於現在全球產業處於政府推動與補助的情形，若非上游原料成本壓力過大，太陽電池廠商不會輕易調整價格，以維護穩定且持久的關係。

1. 下游顧客廠商眾多，集中度低
2. 顧客集中度低，可降低長期營運風險
3. 下游顧客有垂直整合的潛力
4. 顧客注重產品品質是否符合其預期水準
5. 下游顧客將與上游矽晶圓廠聯盟，擠壓中間電池廠商

5.4.6. 協力業者的互補力量

國內太陽電池製程技術及設備產業與能源產業發展息息相關，傳統矽晶圓或薄膜式太陽電池必須在無塵、真空的環境下進行生產，製造過程相當繁瑣，生產所需之製程設備因與製程技術整合性高，牽涉到材料、化學、機電整合等多方技術，量產型設備之進入障礙高，所以國內投入者較少，國產設備自給率低，故目前太陽電池廠商大多仍使用國外設備。但由於國內人才長期投入半導體產業，受過專業的訓練並有足夠的經驗累積，切入太陽電池的學習曲線較低。電子電機、化工材料、物理、機械等相關製程領域人才充沛，為產業發展帶來很大的助益。在下游模組驗證的部份，我國本來欠缺模組驗證機制，以致於模組與系統都需要將產品送往國外驗證，成本與時間耗費大。

為提昇台灣太陽光電模組自我檢測驗證技術，工研院太陽光電科技中心與德國萊茵技術監護顧問公司(TUV)於2006年3月中旬正式舉行簽約儀式，雙方將共同合作成立國內首座獲國際認證之「太陽光電模組檢測實驗室」，預期可為廠商爭取更多時間與商機，搶進全球太陽光電市場大餅。成立檢測實驗室最顯著的成效在於可大幅降低太陽光電產品的認證成本，驗證的費用與認證所耗費的時間未來將可縮減至原來的一半，預期將能有效協助國內業者改善製程並加速取得產品認證，對搶攻全球太陽光電產業的龐大商機將有極大助益。

1. 製程設備仰賴國外設備廠商
2. 國內相關耗材仍極度仰賴進口
3. 工研院與國外驗證公司共同成立驗證實驗室

5.5. 太陽光電產業的 SWOT 分析與策略

根據本研究針對國內太陽光電市場的分析的結果，認為國內太陽光電產業具有國際競爭優勢之產品發展項目包括：矽晶圓、結晶矽太陽電池為主，此乃導因於國內成熟的半導體產業。下游的電力調節器已經逐漸有廠商切入營運。太陽電池製程設備、封裝設備、功能測試設備等大多仰賴國外進口機台，雖較歐美日等先進國家遜色，但與同為半導體與 LCD 大國的韓國相比，仍略具發展優勢。至於在開發第二代技術之薄膜型太陽電池與太陽電池下游模組部分，國內因相關機構研發投入與產線自動化生產不足，使得國際競爭力劣於先進國家，此為國內太陽光電產業長期發展帶來隱憂。太陽電池的製程技術目前為我國較強勢的部份，較弱的部份為測試技術與系統整合能力，但在技術研發與材料科技應用能力方面，則一般認為仍具有國際競爭優勢。而國內太陽光電產業發展最大的弱點在於政府產業政策與使用環境基礎建設仍尚未成熟，不僅無法與先進國家相比，甚至比韓國等競爭對手國差，使得國內太陽光電市場規模一直無法擴大以支持產業發展。

由於太陽電池生產技術與國內雄厚基礎的半導體產業製程技術相似，因此以既有的產業技術與研發人力為基礎，只要國內半導體業者有投入意願，我國太陽光電產業迅速發展將指日可待。全球太陽光電市場一片榮景，近來國內已有幾家半導體業者因看好太陽光電市場的快速成長，已加入產業之供應鏈，如中美晶、合晶轉入太陽級矽晶圓；鼎元、立基自 LED 轉入模組廠；轉投資的部分有大同投資綠能、台達電投資旺能、力晶投資新日光；台塑、中油轉投資昱晶等等。但目前國內太陽光電市場規模仍小，故國內廠商的成長動力主要還是仰賴國外市場。

太陽光電產業上下游結構已初步成形，有利國內整體產業快速發展。不過，國內太陽光電系統之上游矽晶圓材料及關鍵零組件電力調節之變頻器(inverter)等，多需自國外進口，使得國內業者對產品功能應用、及成本之掌控性較弱，削減了國內太陽光電系統之國際競爭力。

國內進口電力調節器之主要原因為國內尚無市電併聯系統之電力優惠收購電價規定，使得裝置量不多，在市場規模有限之情況下，難以吸引廠商投資生產；且因國內尚未確立 PV inverter 之產品規範標準，導致國內廠商投入開發 PV inverter 之時程較先進國家遲了許多。雖然大致上來說，國內電力電子業者具備變頻器的產製能力，但因國產

品無法標準化而大量生產，影響電力調節器國產品之價格競爭力。

目前國內電力轉換之技術標準已在制定中，國內主要廠商以台達電、飛瑞、系統電子為主，以國內既有的優秀電力電子技術研發能力為基礎，致力投入於研發生產產品。由於太陽光電電力轉換器，為太陽光電系統之配合零件，首應釐清與判斷全球太陽光電之潛在發展地區，針對該地區太陽光電之應用特性，進行生產、電力法規研究及銷售，期於第一時間掌握目標市場之市佔優勢。

目前太陽電池市場屬萌芽期準備進入成長期階段。應採產品多樣化策略，選擇最有競爭優勢的應用市場切入，並建立起完善的產業供應鏈以降低成本。在太陽光電系統發電成本仍無法與傳統發電方式抗衡的情況下，許多太陽電池廠商也積極開發其他利基型產品，例如太陽電池訊號燈、庭園燈等，係為一種結合 LED 與太陽電池技術的利基產品，具有高亮度與較傳統燈泡壽命長之優點，目前國內許多太陽電池廠商亦投入此一外銷市場。另外，近幾年與汽車、建築物結合之應用開發，亦是國內廠商看好的潛力市場。

國內廠商以中小企業為主，經營彈性佳，因此在市場萌芽期善於尋找利基產品切入，如今市場已經逐步進入成長期，未來全球市場的快速成長將有利於國內企業之發展。若以產業供應鏈的完整性衡量國內太陽系統的產業發展能力，雖然中游太陽電池產製能力已不成問題，但上游矽晶圓及其材料多自國外進口，且缺乏本土的半導體設備支援，因此在目前國內市場有限的情況下，整個產業的國際競爭力顯得薄弱，如要發展本土的太陽光電系統產業，仍需政府強力的產業政策支持。

表 43：我國太陽光電產業 SWOT 分析

優勢	劣勢
<ul style="list-style-type: none"> ● 國內光電、半導體產業基礎雄厚（從材料至封裝、設備），量產技術具國際競爭力。 ● 國內電力電子技術優良，人才充沛，產業知識與經驗有助縮短學習曲線，可迅速切入市場。 ● 我國廠商經營彈性佳，在市場萌芽期善於尋找利基市場切入。 ● 太陽光電產業上下游結構已初步成形，有利整體產業快速發展。 ● 市場興起吸引更多業者投入，加速產業群聚形成、取得規模經濟。 ● 國內訂定相關獎勵政策，支持新產業之建立發展(促產條例等獎勵政策)。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 國內市場規模太小，廠商不易取得量產規模經濟效益，主要市場以國外為主。 ● 目前主要上游材料(晶圓、低鐵玻璃、EVA、Tedlar 等)、與重要生產設備(如 APCVD、PECVD、Laminator 等)，及電力調節之變頻器等多需由國外進口。 ● 每度電之收購價格偏低，致內需市場成長不易。 ● 產業剛興起，投入太陽光電產業之研發能量仍不足。
機會	威脅
<ul style="list-style-type: none"> ● 太陽電池產品應用市場廣泛，包括：分散式電源、消費性電子產品、照明、通訊等市場。 ● 全球市場急速成長，預計未來世界市場成長年增率達 30%以上。我國具備研發產製能力，有切入機會。 ● 我國政府獎勵再生能源設備發展，提供產業各項財稅優惠措施。 ● 國內廠商延續半導體代工成功之經驗，爭取太陽光電之代工業務，將擴大市場機會。 ● 開發中國家或地區限於天然資源、基礎建設不足而對於替代性能源之產生需求。獨立型 PV 系統在該地具市場競爭力。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 德、日、美較早投入，具先佔優勢，為全球產業領導者。 ● 中國太陽光電產業迅速發展，產能已超越台灣，且小功率產品之世界佔有率已達一半，為台灣出口勁敵。 ● 韓國以半導體與 LCD 產業基礎，積極投入太陽光電技術研發，具競爭實力。 ● 我國政府獎勵措施誘因不足與環境制度尚未完整，未能刺激國內需求。 ● 我國太陽光電研發經費相對其他國家少，將不利產業長期發展。 ● 歐美日國家預算赤字，補貼性政策預算縮減。

資料來源：本研究整理

Weihrich (1982)、Pearce & Robinson (1997)提出 SWOT 分析的結果可以列出四種發展策略，將分析如下：

1. SO 策略：運用優勢獲取機會，屬於攻擊性策略。

我國太陽光電產業主要優勢在於具有豐富基礎的半導體及光電產業，使得我國電力電子相關技術人才發達。配合我國廠商營運之彈性，運用相關知識與經驗，快速切入市場，掌握全球市場先機。政府的獎勵推廣政策有助於培養國內廠商競爭力，待研發能量及製程技術提升後，台灣廠商特有的技術競爭力將有助於台灣於全球供應鏈中扮演不可或缺的角色。

2. WO 策略：改善劣勢獲取機會，屬於轉型策略。

我國太陽光電產業面臨的主要問題為缺乏對上游矽材料的掌握度。故國內太陽電池大廠大多以向上整合或者策略聯盟等方式因應此問題。如此一來可以確保公司營運之順利。至於下游模組驗證的部份也因工研院與德國萊因顧問公司共同成立太陽光電模組檢測室，可有效縮短國內產品檢測之期間並降低成本。下游零組件的電力轉換器也因台達電子等相關廠商的投入生產，待規格制定後，將使得整體產業鏈更加完整。

3. ST 策略，運用優勢避免威脅，屬於多角化策略。

歐、日、美等先進大廠國家如 Sharp、Kyocera 屬於整合型領導廠商，憑「主流性產品開發」、「上下游整合」之優勢，會比台灣的專業型廠商更容易獲得穩定的矽材供應。整合型廠商仰賴一貫製程的品質保證，對於提升效率、簡化損耗等相關製程研發都有助益。台灣太陽光電廠商可以借鏡自半導體廠商之經營經驗。專業分工於上中下游之完整體系，各廠商也彼此密切搭配，形成利益共生關係，劉佳怡(2006)認為「對內彼此競爭、對外友共同利益」之互動架構將是可作為產業發展之目標。而中國的優勢在於能某種程度的品質要求下，盡力將成本壓低。但由於近來上游原物料應供不應求而售價節節上漲，成本競爭力的強度已經大大減弱，台灣專業製造的品質保證將是與中國競爭之一大利器。

4. WT 策略，改善劣勢避免威脅，屬於防禦性策略

目前產業屬於新興期即將進入成長期階段，能源短缺及環保的熱門議題促使廠商開始關注此領域技術。我國投入研發之能量相較於其他先進國家不足，在國內產業群聚逐漸成型，聚落間的外溢知識將有助於不同機構間的創新研發。相關條例的推動及支援產業的興起，將有助於改善我國產業之劣勢。政府的獎勵措施及更完整的產業結構有助於降低外部環境之威脅。

第六章 我國太陽光電產業之廠商發展策略

6.1. 我國太陽電池廠商之核心競爭力

Wang et al. (2004)透過文獻探討以及主管深度訪談，提出了高科技企業的核心競爭力之組成可分為三項構面：市場競爭力、技術競爭力、整合競爭力。Hamel (1994)也提出了核心競爭力可劃分為三種類型：市場傾向型、功能相關型、整合相關型。因此以下結合上述學者之看法，本研究將以市場競爭力、技術競爭力、整合競爭力為三構面分析台灣太陽電池產業之核心競爭力。

6.1.1. 市場競爭力

Wang et al. (2004)定義市場競爭力為「設計一能力或程序，使企業能將其之知識、技能及資源運用於相關市場需求，如此可符合消費者之競爭需求，為產品與服務增加價值」。因此市場競爭力將著重於深入了解影響客戶的現在及未來需求與偏好的重要因子 (Tuominen et al., 1997)，如：行銷研究；通路與客戶關係管理；對競爭者行為與策略之預測、察覺及反應能力及顧客知識等。Paul and Peter(1994)認為市場競爭力就是由投入資產(input asset)、通路資產(channel asset)、顧客資產(customer asset)及市場知識資產(market knowledge asset)所支援的能力。擁有市場競爭力的企業在變動劇烈的市場中應該要較競爭者更能察覺市場趨勢，為了因應市場機會或威脅，致力於市場瞭解以及更優越的產品與服務，如更精準的預測市場動向、改善通路關係、威脅競爭者、從顧客端學習、即時反應市場資訊等。其目的藉由創造與傳遞客戶價值以滿足客戶需求，吸引及維持目標客戶。

我國太陽電池產業位於整體供應鏈的中游。由於產業結構是呈金字塔形狀，故上游原料供應商有較強的議價能力，下游的模組與系統商議價能力較弱，因下游顧客廠商眾多，通路據點也依各地法規政策不同而有客製化的產品。

太陽電池其產業特性為產品生命週期長達10~20年，因為發電成本高，市場規模仍小，故產業發展受政府政策影響較大，而產品以國外市場為主，歐美市場佔60~70%，30%則為地廣人稀的落後地區。目前各國政府均有政策積極推動，顧客需求受到各國鼓勵政策的影響，產業能見度明朗且看好，即使上游原料因為供不應求而有提升原料價格的跡象，但因下游顧客議價能力弱，故太陽電池廠商可順利將成本轉嫁至下游廠商。投入資產的部份，太陽電池的製程與半導體有相當程度的類似且更為單純，國內廠商可依半導體業者故有的經驗增添機台設備，在操作上也更容易上手，亦有許多原是半導體或者LED的業者進行多角化策略將業務跨入太陽電池領域，以原本的設備以及經驗在市場競爭中取得優勢。隨著全球能源短缺，環保意識強烈的潮流下，太陽光電以及太陽電

池的相關議題已經成為眾所注目的焦點，市場知識快速以及充分的在市場中發揮效用，預期短期內市場接受度會隨著成本下降而有更大的成長空間。

6.1.2. 技術競爭力

技術競爭力是以獨特的方式研發新式產品與製程，提升相關知識水準，將相關知識導入設計以及教育中，才能創造出符合預期的產品。技術競爭力的重點不僅僅在於掌控該技術之能力，也需要能發展與推動其核心競爭力。跨企業間彼此結合不同技術以及有效運用資源將有助於技術競爭力的強化以及擴展。具體而言，技術競爭力包含了：理論與實際相關 know-how 之知識、方法、製程、經驗及實體設備相結合。技術競爭力需要深入了解科學原理，才有能力激發相關的新知識與技術(Torkkeli and Tuominen, 2002)。尤其技術競爭力代表重要具潛力技術的競爭優勢來源，在技術競爭市場中產生較優秀之績效(Tyler and Beverly, 2001)。因此技術競爭力有助於企業確認及運用新的外部知識，促使企業發展以提升績效，以創新的方式創造與傳遞新產品與服務，此也對於顧客購買行為有重大影響。

對太陽電池廠商而言，面對著每年增高的經營成本，技術及研發將是廠商的經營重點之一，唯有高級技術才能生產增值產品來確保競爭的優勢及獲取較高利潤的能力。以茂迪為例，其太陽電池產品之研發基本上朝向模組化、高精度、低耗電等方向來發展。目的是採用與歐、日之相同最新零件與技術，以期在產品的功能上及價位上保有較佳的競爭優勢。在製程技術上，以發展完全自動化校正與測試技術為努力重點，目前已有相當程度的進展。

茂迪的太陽電池技術完全自主，故無技術移轉的費用或其他限制，設備與原料的採購也直接與原廠接觸以降低成本。將量產的多晶矽太陽電池的平均轉換效率增加到 16% 以上，持續改善生產能力以求在平均轉換效率與良品率上達到世界第一流的水準。設計與建立高度自動化、高產能的多晶矽太陽電池生產線來生產多晶矽太陽電池。2002~2004 年該公司研發費用均超過三千萬元，未來也會持續投入核心資源以加強技術競爭力。

6.1.3. 整合競爭力

對於核心競爭力而言，無論是擁有獨特的市場競爭力或者技術競爭力，都相當重要。但是擁有此兩者並無法確保企業一定有卓越的績效表現(Teece et al., 1997)。實際上，為了能成功競爭，企業需要整合競爭力，幫助企業的核心競爭力產生正面交互作用。不單單僅關注研發與行銷的整合能力，本研究參造 Wang et al.(2004)的定義認為整合競爭力需要具備以下特性：整合不同技術、結合不同機能、利用跨部門單位之綜效、連結外

部競爭所須與內部資源、整合上述動態特性，建立核心競爭力。Eisenhardt and Martin(2000)認為整合競爭力使公司能結合廣泛的能力、資訊、觀點及知識，有助於在市場開發新產品與服務。整合競爭力也可以幫助企業從現有知識中產生新應用(Kogut and Zander, 1992)，因此能基於企業之核心競爭力、幫助企業創造、傳遞及結合內部與外部知識，獲取競爭優勢。

Wang et al. (2004)提出無論市場干擾(market turbulence)在環境面的程度有多大，企業為達到卓越的績效，整合競爭力都是最重要的。因為整合競爭力可以保持市場競爭力與技術競爭力在任何情況下運作機能正常，唯有透過整合競爭力才能將由技術或者市場驅動的潛在優勢實現。Hamel and Prahalad(1994)為其研究做結論，認為核心競爭力是一種聚集學習(collective learning)，經理人需要考慮如何協調不同的技術競爭力、市場競爭力及整合競爭力，如此才能基於企業特有的核心競爭力將潛在優勢具體呈現。相較於市場或者技術競爭力的組成元素可能被競爭者取得，整合競爭力乃是內部與外部之協調與學習，其獨特性在於整合競爭力對於競爭者將是最難模仿的核心競爭力，如何能將技術與市場之競爭力的有效率且有效能地配合將是整合競爭力的價值所在(Wang et al., 2004)。

1. 營運知識、經驗與人才

企業營運所需的人才以及經驗，依各地區的特性有所不同。Dahlman and Westphal(1981)提出產業能成功發展，必須取得關鍵技術。無論是自先進國家引進或者是自行發展，該技術都要與當地特色能相配合，此種能力需要透過當地化學習過程(local learning process)才可適用於當地。由經驗累積之知識及學習曲線效應需配合人力資源、實體資源的投入、長期專注掌握該技術，如此才可以顯現出成果。

人才與經驗有助於企業將外部知識與內部知識整合(Kogut and Zander, 1992)。如茂迪應用多年來在測試儀器設計開發累積的技術與經驗，將使產品的垂直整合，由原本專業生產太陽電，向下垂直整合至模板、發電系統使得該企業更具競爭力。就台灣地區而言，太陽光電產業受惠於半導體、LCD等相關產業的蓬勃發展，已經具備一定基礎，本地的人才與經驗都是難能可貴的本土性資源。企業透過相關人力與經驗傳遞產業知識，有助於整體產業的向上提升，因此可培養出台灣太陽光電的本土化核心競爭力。

2. 品牌與聲譽

品牌與聲譽優勢方面，Carmeli(2001)從資源基礎觀點(Resource-based views)

探討企業之核心無形資源。提出企業的聲譽無論在稀有性、不可模仿性、無取代性與價值性的等四方面之表現都相當傑出且重要。在太陽光電產業群雄並起的時代，台灣太陽電池廠商位居產業中游的地位，積極建立屬於自己的品牌與聲譽，而其中的關鍵就是轉換效率與產品品質。由於產品生命週期長達 20 年以上，品牌與聲譽更是長期影響企業經營績效的關鍵之一。以益通光能為例，2004 年起由於市場需求強勁，太陽電池之轉換效率也逐月提昇、已充份掌握量產技術及陸續接獲日本最大專業模組廠 MSK、西班牙 ATERSA、德國 Solon world AG 子公司 GPV、奧地利 PVT 及德國專業模組廠 SOLON、SMD、FABRIK 及 SOLARA 等公司認證及訂單等因素影響下，全年營業收入達三億五千萬元，較前一年度成長 2,336.63%。

Fombrun(1995)研究是否好的企業聲譽將創造財富，指出企業保有高度的聲譽資本(reputational capital)對於組織有明顯的好處：可以吸引(entice)更多的顧客與投資者，使得企業有充裕的資金、知名度提升可以招募更優秀的人才，有助增加員工向心力與生產力、企業的議價能力變高，原物料成本可降低以及維持穩定利潤、面臨危機的風險較低，危機發生時所遭遇的財務損失也較小。益通生產之太陽電池具優良之弱光表現特性、色澤均勻度佳、使得使用該公司之太陽電池所組成模組之發電功率優於同業，深獲客戶之信賴，產品品質廣泛獲得全球最大之專業模組廠 MSK 及德國 SOLON、SMD、FABRIK SCHEUTEN 等知名模組廠商之肯定，且在 93 年底上游原料短缺時，德、日模組廠因一致認為該公司產品品質優良，紛紛利用自身擁有之原料通路，協助該公司取得上游原料以保障能優先取得該公司產品，因此，該由該公司產品品質所建立起的企業品牌與聲譽有助於企業未來發展以及經營績效。

國內太陽電池廠商已能具備量產研發之所需能力，並發展自有品牌及技術。與早期半導體及面板業之技術模式截然不同。所以現階段政府應鼓勵產業界投入人才及資源，增強主導性產品之研發能量，以使研發人才能夠生根，技術水準方能獨創(楊獻堂，2005)。

3. 群聚效應

陳婉如(2006)提出，要健全台灣太陽光電之產業結構，須仰賴太陽電池與半導體廠商之合作發展，串連上、中游產業鏈。Gwynne(1993)認為「產業群聚」更可共同分攤基礎建設成本與效用，共享所需的生產資源，在此情況下如果彼此的綜效(Synergy)愈大，則相互之間合作關係就愈密切。而台灣企業具有高度反應彈性以及快速切入市場之特色，配合政府推廣政策，產業群聚與產業鏈正在快速成

型中。由於產業缺乏上游矽原料，故國內太陽光電業者積極與上游業者建立長久穩定的關係，以維持未來長期發展。如茂迪、益通、旺能除發展本業之太陽電池，亦開始往上游矽晶圓產業跨入。採取供應鏈整合的模式。

2006年台灣太陽光電產業新加入的廠商還包括了力晶集團的新日光、具聯電色彩的晶能、具台塑背景的昇陽、茂矽與不斷電設備大廠科風也表示將投入量產太陽電池。下游封裝的部分也有許多LED族群積極投入：立基轉投資知光、李州投入奈米龍、鼎元成立頂晶等，可見台灣太陽光電產業供應鏈成員逐步一一浮出檯面。此種跡象顯示產業發展未來前景看好，秉持故有半導體、LED技術的廠商投入意願高，以獲取超額利潤。此種群聚現象在地理位置上表現出集中的情況。地理位置的相近常帶給群聚廠商許多好處，如產業資訊的交流，共享的地理資源等，而這些因素往往也為廠商建立起優勢競爭。

Gwynne(1993)認為高科技產業發展之成功關鍵在於高科技產業群聚效應衍生的科學園區(Science Park)，其論點可歸納如下：提供廠商生存資源、學術與研究機構的支援、合作網絡的建立。在提升技術層次上，台灣太陽電池產業與半導體產業整合能力強，以產業聚落的概念推動產業發展(陳婉如, 2006)。茂迪2006年與全球前五大矽晶圓製造廠MEMC共同投資在台南科學園區興建矽晶圓，正式跨入完整供應鏈，與矽旺的晶棒切割、益通的太陽電池、台達電的電力轉換器等相關企業共同建立太陽電池廠商群聚。就學術與研究機構而言，以新竹科學園區及台南科學園區為例，兩園區都鄰近國內知名大學設有研究機構輔助研發能力，而法人團體的研發中心也對於太陽光電研發創新有莫大的幫助，如竹科的工研院太陽光電中心、奈米科技研發中心等。故短期內透過產、學、研合作研發，輔以創新育成機制滿足市場之技術需求。

楊獻堂(2005)認為台灣太陽光電產業與國際比較，享有特有半導體的群聚效應，有人才、有資金，有相關設備。有材料來源及加工技術，如再加上高水準之研發團隊，針對固態物理，光電轉換之基本原理及量產技術，加以發揚光大，處於世界頂尖位置並非遙不可及。由於國內特殊之產業結構與環境，『兩兆雙星』之兩大支柱，半導體及液晶面板為結晶矽太陽能之相關產業。加上周邊系統，配電及變電器，電池，軟體控制等之搭配，國內業者佔有優越的內建結構

(Infrastructure)優勢。比之日本廠之垂直整合、德國廠之分段製造及設備實力，台灣之製造經驗及良率技術，用於太陽電池，不管是單多晶之傳統製程，或非晶矽之薄膜製程，都能發展所長，締造佳績。目前國內之研發技術水準，已超越研究實驗室之規模，而在工廠生產線上，實地執行。

4. 策略聯盟

在市場變動與技術複雜的環境下，企業最重要的任務就是與客戶、策略夥伴建造及維持緊密協力關係。事實上，為了能擴大現有競爭力或者發展新競爭力，企業有越來越多與其他企業購併、策略聯盟的趨勢(Hitt et al., 1997)。Hagel and Singer (1999)認為企業在發展其整合競爭力時可能受限於資源而無法全面推展 (deploy)，所以必須集中聚焦於特定領域，並與其他企業之核心競爭力做連結。

由於多晶矽晶圓為生產太陽電池最重要之原料，其品質良窳將對太陽電池之良率及轉換效率有重大影響，因此晶圓品質及採購價格為企業營運之重要考量。目前多晶矽晶圓產業為一寡占市場，且技術層次差異明顯，全球前五大廠商在產量及產品品質上均明顯優於其他廠商，茂迪在考慮晶圓品質、配合度、供應穩定性，及其未來需求之成長性，並在測試過數家廠商之晶片後，決定以 DEUTSCHE 及 SCANWAFER、HANWA 為主要供應廠商，建立長久及穩定的合作關係。

茂迪與美國矽晶圓製造大廠 MEMC 合作，自 2006 年 7 月起的未來 8 年內，MEMC 將提供茂迪價值約新台幣 500 億元矽晶圓，而茂迪亦將提供目前股本 5% 的股份讓 MEMC 入股，成為茂迪策略性股東之一，可強化雙方合作關係。在上游原料供應抵定後，茂迪將進一步往下游整合，藉此選擇具有策略合作意義的下游太陽電池模組廠商，發展更緊密的長期合作夥伴關係。MEMC 認為與茂迪合作主要是看重茂迪的經營團隊及技術能力，藉由雙方緊密合作，將使 MEMC 直接參與這個年複合成長率高達 30% 以上產業，迅速成為供應太陽能級矽晶圓的領導廠商之一。

益通則與日本的長晶與切晶廠商 M.SETEK 策略聯盟，M.SETEK 承諾未來十年內依合約價格供應益通總量約壹億陸仟肆佰萬片(約 400MW)之太陽級矽晶圓，而益通也承諾在 2006 年繳交一定金額的貸款給 M.SETEK。益通與 M.SETEK 並未談及入股案，故益通與 M.SETEK 的合作案將不若茂迪與 MEMC 的合作關係密切。

茂迪與 MEMC、益通與 M.SETEK 兩個合作案主要都是取得長期太陽級矽晶圓(solar wafer)之取得，確保長期穩定發展。將兩策略聯盟合作案分析整理如下表 44。

表 44：太陽電池廠商策略聯盟分析表

	茂迪	益通
策略聯盟合作廠商	MEMC 為全球大型多晶矽與晶圓供應廠商	M.SETEK 為日本長晶與切晶廠商,仍會受到多晶矽短缺之困擾
上游原料取得狀況	至少 8 年價值 500 億元原料供應,推估每年至少 100MW	10 年 400MW, 每年 40MW
策略性入股合作	茂迪願意提供目前股本 5% 的股份邀請 MEMC 入股成為策略性股東	無
未來提供太陽級晶圓產能	120MW	無

資料來源：茂迪與益通發布之公開重大訊息，MEMC 新聞稿，富邦投顧，本研究整理

表 45：策略聯盟的效益性分析與公司策略

	茂迪	益通
確保長期供貨來源	8 年,每年可達 100MW	10 年,400MW
策略聯盟意義	直接與多晶矽大廠合作。	M.SETEK 僅提供太陽級矽晶圓,所以僅能直接取得矽晶圓。
策略聯盟後續動作	將在 3-5 年內加速擴產太陽電池產能,年底產能可達 200MW,2007 年將擴充到 360MW。1 廠產能為 120MW,2 廠產能將全力擴充電池產品,2007 擴 3 廠與 4 廠,也將擴充長晶產能。	目前產能 28MW,2006 年中與年底產能分別可達 53MW 與 78MW,採取謹慎擴充產能態度。
切入上下游整合	本身已具備長晶與切晶能力,取得原料切入上游,享有品質控制,提供 120MW 太陽級矽晶圓 產能給 MEMC 的優勢。	單方面取得太陽級矽晶圓產能,短時間之內,並沒有切入上下游整合,cost down 能力已明顯落後。

資料來源：茂迪、益通公司，富邦投顧，本研究整理分析

6.2. 太陽電池廠商之發展策略

6.2.1. 茂迪

1. 競爭優勢分析

(1). 豐厚的人脈關係

茂迪太陽光電事業部的 CEO 左元淮博士在太陽電池領域已有 20 年的資歷，發表過一百多篇論文，也擁有八個和太陽能有關的專利和一本談太陽能薄膜技術的專書。長年參加學術會議、技術推廣，熟識各國在該領域的重要人士，對市場的開發有極大幫助。

(2). 先進的技術與設備

茂迪採用與歐美日競爭者同等先進的技術與設備，且配合國內相當成熟的半導體與電子工業等技術，將使得茂迪在太陽電池產品之品質與成本方面，具有良好的競爭性。

(3). 相互支援產品整合容易

茂迪應用多年來在測試儀器設計開發累積的技術與經驗，將使產品的垂直整合⇒太陽電池、太陽光電模組、和太陽光電系統更具競爭力。

2. 發展遠景之有利、不利因素與因應對策

(1). 有利因素

- I. 成熟而完整的運作體系：人性化的管理，員工流動率低，共識高；ISO9001：2000/CNS12681 認證的品質運作系統。
- II. 技術與研發能力強：產品技術水準媲美世界品牌大廠。在市場競爭上毫不遜色。
- III. 先進的技術與設備：採用與歐美日競爭者一樣先進的技術與設備，及配合國內相當成熟的半導體與電子工業等技術，可使太陽電池的產品品質與成本具有很好的競爭性。
- IV. 事業部的資源整合：可應用多年來測試儀器設計開發累積的技術與經驗，使產品垂直整合 太陽電池、太陽光電模組、太陽光電系統更具有競爭力。

(2). 不利因素

身為後進者的茂迪從 2001 年正式進入太陽電池市場，2004 年由於下游需求高度成長，整個產業面臨原料供應不足的壓力。

3. 因應對策

增加新的原料供應商：自行建立晶片生產線以降低成本及有效掌握太陽電池之原

料來源。

6.2.2. 益通

1. 競爭優勢分析

(1). 優秀製程技術

益通於 2001 年成立至 2003 年都還屬於創業期，營業額低且產能未充分利用，其產品的平均轉換效率為 3.6%，平均成本高達 165.62 元，都尚未達到國際競爭級的水準。但自 2004 年起產能利用率提升(65.6%上升至 94.5%)以及破片率下降(由 10.4%降至 5.1%)，使得轉換效率可以提升至 15.9%而平均成本也可以降至 131.1 元，企業終於開始獲利。由於穩定且優秀的製程技術控制了生產成本，達到量產規模，使得產能利用率有效提升。生產技術目前已成功量產 250 μ m 之太陽電池，其破片率及轉換效率皆達該公司之標準，並已成功開發出 200 μ m 之太陽電池，其破片率正逐步降低而轉換效率亦逐步提昇中。

(2). 品質保證取得下游模組商的信任

隨著優秀的製程技術確保產品品質，太陽電池產品陸續受到歐、日模組大廠 MSK 及德國 SOLON、SMD、FABRIK 及 SCHEUTEN 等知名模組廠商之肯定通過認證，配合太陽電池市場供不應求。2005 年太陽電池市場蓬勃發展、益通因應上游原物料上漲趨勢，順利數度調漲售價將成本轉嫁至下游。

(3). 研發時機配合市場興起

益通投入太陽電池之研發時機，適逢太陽電池市場快速發展。益通是生產結晶矽太陽電池之專業廠商，此與目前市場以結晶矽太陽電池為主流之趨勢一致，且該公司短期研發方向包括：1.將奈米腔體黑體輻射器嵌入太陽電池的金屬接觸層，以有效提高太陽電池之效率；2.針對薄型矽晶圓，研發厚度 200um 以下的太陽電池製程以節省材料的製造成本；3.利用 N-type 基板、Reclaim wafer 等少人使用之新基材來生產太陽電池，以解決市場多晶矽不足的問題，這些研發方向與目前太陽電池之發展趨勢一致，為該公司未來維持業績及獲利成長之重大助力。

2. 發展遠景之有利、不利因素與因應對策

(1). 有利因素

I. 市場需求逐年成長：2004 年德國實施新再生能源法，市場需求較以往年度大幅成長，配合總經理蔡進耀為留德之太陽電池博士，充分掌握太陽電池市場的脈動並適時於 94 年第一季擴充產能以滿足市場需求。產業前景佳對益通而

言，係影響其未來發展之有利因素。

II. 產品品質廣受肯定：益通的產品品質具有高光電轉換效率、優良的弱光表現特性、色澤均勻度佳及模組發電功率極佳等特性，故廣泛獲得全球最大之專業模組廠 MSK 及德國 SOLON、SMD、FABRIK 及 SCHEUTEN 等知名模組廠商之肯定。在 2004 年底上游原料短缺時，德、日模組廠因一致認為益通的產品品質優異，是以紛紛利用自身擁有之原料通路，協助益通取得上游原料，保障能優先取得益通的產品，因此，產品品質廣受肯定對益通而言，係影響其未來發展之有利因素。

(2). 不利因素

上游原料缺料將成擴展之隱憂。太陽電池生產過程所需之矽晶圓，其上游原料同為半導體之上游原料，在半導體景氣復甦及太陽電池產業需求強勁下，目前市場供需嚴重失衡，根據美國科技研究業者警告，全球多晶矽供應短缺情形比預期嚴重，預期未來至少四到五年多晶矽供應將持續短缺，雖矽晶圓廠有擴廠計劃，惟仍需視更上游之原料供應狀況而定，但由於多晶矽原料生產設備投資大，故短期內尚難改善供需平衡的狀況。

(3). 因應對策

I. 與上游原物料廠商維持良好穩定關係

太陽電池廠商為了取得原料，已開始與上游矽晶圓材料供應商簽訂產能保障合約，且因上、下游廠間有策略聯盟關係，故上游廠商亦希望與產能穩定、品質優良、轉換效率高之太陽電池廠商簽訂長期供貨合約。益通之上游原料來源多為國際大廠，現與國際大廠 M.SETEK、PV Silicon、PTE 等維持良好合作關係，生產規模效益促使供應商持續供應原料，以確保供貨來源，成為長期合作夥伴，以達到雙贏策略。

原料不足而衍生出市場新交易模式，太陽電池廠商直接向更上游原料廠商購買原料，再委託其他廠商來生產矽晶圓，為求產能順利運轉，亦購買更上游原料—矽晶棒及多晶矽，部份委託綠能公司切割成矽晶圓，部份與廠商進行策略合作，以順利取得矽晶圓。

II. 採購再生晶圓減緩原料壓力

由於太陽電池市場興起，不僅帶動模組及系統廠接單暢旺，可供作太陽級矽晶圓材料的半導體報廢晶圓身價也水漲船高，近來隨矽晶圓原料缺貨及太陽

能題材帶動，報廢晶圓變得奇貨可居，報廢晶圓經過重製後再銷售與太陽電池廠商已成為目前舒緩上游原料嚴重供需失衡之方式之一，益通與廢晶圓重製廠商進貨，再生晶圓之取得成本較矽晶圓為低，且優良的生產技術可使其產出之產品轉換效率達到標準，達到解決上游原料競爭之壓力，並適時降低成本。

6.2.3. 綜合比較

現有太陽電池廠商把握機會快速提升產能，在提升產能的同時也能掌握足夠的料源，拉開與競爭對手的距離。穩定的轉換效率與產品品質才是重點，技術能力領先同業，這也是茂迪獲得 Solar World、MEMC 等國際大廠肯定的主要理由。茂迪除了取得 solar wafer，本身還具備長晶與切晶的能力，顯示在技術能力上，明顯優於益通，茂迪與益通的差距將更進一步拉大。茂迪在產能規模、產能擴充速度、相關技術、上下游整合能力，皆優於益通。

目前全球趨勢雖然是產業透明度高且前景看好，但也潛藏著一定程度的風險。由於太陽電池景氣良好，技術進入障礙並非很高，全球國際大廠可以在短期內擴充產能。以 2004 年為例，擴廠成長率高達 67.5%。2005 年及 2006 年受限於矽晶圓缺料影響，成長率下降至 51% 左右，但成長幅度依然驚人。目前由於加入競爭者眾，故未來待矽晶圓產能不缺料時，太陽電池產業勢必形成供過於求的情形。台灣廠商面臨全球廠能可能供過於求的風險，勢必需要利用台灣特有的本土化核心競爭力，發展出具有競爭力的產品。

6.3. 全球太陽光電發展特色

1. 生產鏈垂直整合

日本 Sharp 具有完整的產業鏈，故由原料至安裝售後服務皆可於企業內完成且量產。而 Kyocera 及 Shell 則藉由購併與策略聯盟擴增產能與業務廣度，屬於垂直整合型廠商。天威英利等中國廠商，享有國家支援，產業結構逐漸完整。無錫尚德及台灣茂迪則積極朝上游擴展。垂直整合的目的在於掌握具稀有性的上游原物料，確保企業可以穩定發展。

2. 海外佈局，設置研發、生產、銷售據點：

Sharp 因為企業多角化程度廣，營銷據點分佈亞洲、大洋洲及歐美地區，故其太陽光電產品享有通路優勢。更於德國及中國邊遠地區進行示範裝置。Kyocera 屬於專業太陽電池廠商，專注於產品研發，於日本及美國擁有五間研發中心，並於中國天津設立京瓷（天津）於中國進行太陽能生產與銷售。台灣由於太陽光電與半導體產業整合性強，產業聚落與創新育成、產學研之間的合作研發將有助於技術突破，產品朝向大尺寸、薄型化的方向邁進。優良的製程技術將有助於吸引

國際大廠進駐台灣，強化台灣特有競爭優勢。雖然台灣企業因為資本額及規模較小，只能選定特定產業鏈切入，但以本土化核心競爭力爭取下游廠商的訂單，建立企業間的品牌與聲譽，在國際市場中佔有一席之地。

3. 積極擴增產能，生產規模大型化：

有鑑於各國積極投入太陽光電市場，未來全球太陽光電市場發展潛力，主要廠商紛紛擴增產能，追趕產品技術與市場需求佔有率。就太陽光電的生產規模經驗曲線顯示太陽光電累生產量增加，其生產成本就會有效的降低，如下圖。

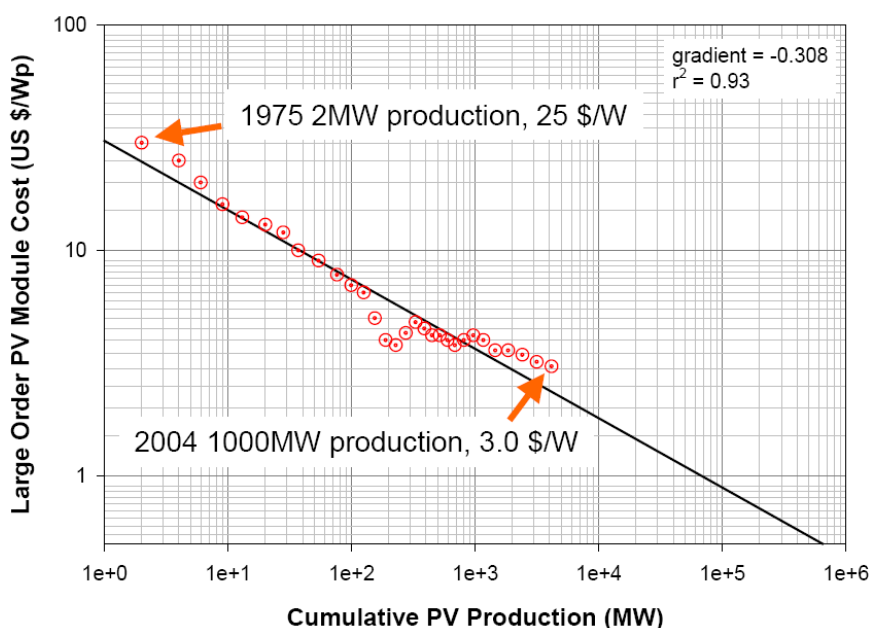


圖 53：太陽光電經驗曲線

資料來源：Patrick James；Economics of photovoltaic and marine power generation (2005/08)

4. 以技術為基礎之競爭力：

太陽電池的關鍵技術競爭力在於生產成本之降低與強化轉換效率，太陽光電之終極目標在於有效替代有限之石化能源，也唯有如此才可全面打開全球市場。是故全球各大廠無不積極研發轉換效率更高，成本更低的產品。台灣太陽電池廠商，應積極爭取來源穩定且品質良好的矽晶圓原料，改善製程技術，降低切割破片率等方式提高轉換效率與降低生產成本。

5. 掌握原料才是穩定成長之關鍵

矽材、矽晶圓等關鍵原材料之掌握伴隨太陽光電需求擴增，原料供應吃緊，各廠紛紛延長與供應者之契約，及積極上游擴展，降低未來發展之箝制性。此外產業間的策略聯盟將成為趨勢，策略合作以擴展市場需求。如 REC 有鑑於中國

未來市場潛力，計畫提供原料與技術，請中國尚德代工，而台灣茂迪則藉由德國 OEM 切入歐洲市場。

6. 與建築整合應用趨勢

2005 年，京瓷針對日本與美國市場，推出與建築整合之太陽模組系統，分別強調太陽電池模組與平房頂磁磚具兼容性、組合的有效性，及拆裝性，不僅顧及轉換效率，更結合使用者需求設計，同年，Sharp 亦於日本推出多晶矽住宅用太陽電池模組，對應各種各樣建築物屋頂的式樣設計 15 個全系列機型的太陽電池，採用減少表面反射的高效率晶片，並透過特有表面蝕刻技術處理，使多結晶晶片的結晶粒明顯度降低，製造出色彩協調之深藍晶片，營造優美住房景觀，搭配相同大小面積之安裝，更可提高 7% 之輸出效率。台灣方面因為缺乏整體產業鏈的整合者，系統端業者也鮮少與國內相關建築商合作，故相關與建築整合之應用趨勢尚未明朗。政府自 2002 年起推出陽光電城計畫及應用發展方案等，將有助於跨產業間的相互連結，提升整體產業競爭力。

6.4. 台灣太陽光電產業所面臨之關鍵議題與發展重點

6.4.1. 關鍵議題

1. 上游週邊產業尚未建構完整：國內產業欠缺上游矽材、晶錠。
2. 太陽電池國家標準與認證制度尚未建立：無法取得系統廠商信任、產品驗證期長、大陸劣質應用產品充斥市場。
3. 上中下游產業整合度不足：系統標準與施工規範認證制度尚未建立、太陽電池廠與系統應用廠商重疊高，但技術領域與專業人才並不相同，無法設計高效率系統及開拓產品優勢。
4. 先進技術能力與人才不足：目前太陽光電研發技術仍由國外大廠領導，我國充沛的人才多集中於製程端。
5. 傳統能源系統的優勢競爭：就現階段而言，有政府補助的太陽光電發電成本仍為傳統能源發電成本兩倍以上，故價格缺乏競爭力。
6. 併聯與回售電機制未建立及材料進口。由於內需市場尚小，國那廠商多以國際市場為主要目標，系統設置之相關配套措施尚未完整，更加減緩了國內市場的推行腳步。

6.4.2. 發展重點

太陽光電產業的發展有三個重要的關鍵，包括系統建置成本、電池與模組的轉換效率、上游原料的取得。

1. 系統建置成本

由於系統建置成本相對其他發電成本昂貴數倍，故在產業的發展初期，政府補貼扮演一個重要的角色。以世界上太陽光電成長快速的日本與歐洲為例，初期也是採取積極的補貼政策，使得太陽光電系統的建置量快速成長，其後投入廠商也會加強自身研發能力，追求更低的生產成本及更好的品質。政府補貼為產業發展初期加速產業發展的關鍵因素。

2. 轉換效率

目前市場產品之的轉換效率維持在 15-18%，產業正處於擴張階段之生命週期，廠商所追求的是轉換效率的穩定，並非實驗室裡無法商業化的高轉換效率，以大幅增加產出數量，使生產成本快速下降，獲利達到相當的規模，甚至進行募資，增加研發能力，再提高產品轉換效率，方為較佳之發展策略。

3. 掌握上游原料

2004 年起由於全球太陽電池需求開始明顯提升，有限的多晶矽產能需要應付半導體產業及太陽光電產業的需求，產生排擠效應，全球多晶矽的供應呈現吃緊狀態。在上游擴廠還需要時間的情況下，推估至 2007 年之前，市場還是呈現供不應求的情況。如何能有效掌握上游原料，維持一定的產能利用率，將是太陽電池廠商積極處理的議題。



第七章 結論與建議

據估計，世界石油存量不到 50 年，而需求方面，中國、印度等新興市場崛起，將加速能源消耗，因此原油價格有一路飆漲之趨勢，未來十年內可能升破 100 美元一桶，相關石化能源也連帶價格高漲。台灣進口能源依賴度高達 98%，未來能源安全問題備受矚目。在此背景下，找尋替代性能源已經成為全球熱門議題。太陽光電的優點在於安全、無污染、無噪音，系統使用方便及產品故障率低等，太陽光電模板使用壽命至少可達 20 年以上。台灣由於以具有半導體產業基礎，學習曲線成本較低，故能快速切入市場。此外台灣特有的區域特色將成為太陽光電產業發展之一大利基。本研究首先探討關於核心競爭力的種類與成分，找出具有本土化特色的核心競爭力。分析太陽光電產業找出台灣太陽光電產業的本土化核心競爭力。再藉由訪談太陽光電業者以及產業分析師，深入了解本土化核心競爭力之價值。其目的就在於了解台灣太陽光電產業特有之吸引力與影響力。在面臨高科技多變的環境中，提出適當的產業發展方向及廠商發展策略。

7.1. 我國太陽光電產業之本土化核心競爭力

7.1.1. 知識、經驗與人才

Kogut and Zander(1992)提出產業人才及經驗將有助於企業整合外部與內部知識。Dahlman and Westphal(1981)則提出產業發展成功的條件在於將外來知識透過當地化學習過程可以成為當地發展特色。Malmberg and Maskell's (2002)認為企業營運知識在群聚中會有外溢的現象(spillover)，透過彼此分享營運知識，可強化群聚間的關係，有助於企業適應環境、學習與創新及強化競爭力。太陽光電產業受惠於半導體、LCD 等相關產業的蓬勃發展，已經具備一定基礎，本地的人才與經驗都是難能可貴的當地性資源。企業透過相關人力與經驗傳遞產業知識，有助於整體產業的向上提升，因此可培養出台灣太陽光電的本土化核心競爭力。

7.1.2. 品牌與聲譽

Carmeli(2001)從資源基礎觀點(Resource-based views)探討企業之核心無形資源。提出企業的聲譽無論在稀有性、不可模仿性、無取代性與價值性的等四方面之表現都相當傑出且重要。台灣太陽光電產業的發展重點在於全球市場，太陽電池廠商位居產業中游。由於產品生命週期長，企業間的品牌與聲譽更顯重要。上游廠商提供品質好之矽材與矽晶圓，以及中游太陽電池之優秀製程，配合下游模組與系統之裝設，將能產出最有效率的產品。台灣太陽電池廠商承襲半導體及光電產業優勢，一向以優秀的製程技術聞名全球，但上下游緊密的合作關係將藉由品牌與聲譽維繫，如此才可以形成台灣的本土化核心競爭力。

7.1.3. 群聚效應

Gwynne(1993) 認為高科技產業發展之成功關鍵在於高科技產業群聚效應衍生的科學園區(Science Park)，其論點可歸納如下：提供廠商生存資源、學術與研究機構的支援、合作網絡的建立。Storper (1992)認為全球化的趨勢已經成形，各國產業與企業都在追求發展全球化能力，以便有助於企業營運時能採取最具競爭力的行為能力。Enright(1998)認為當地化需要因應各地方之專業特色，群聚效果將是很重要的影響因素。台灣太陽電池產業與半導體產業整合能力強，故適合以產業聚落的概念推動及支援產業發展(陳婉如, 2006)。楊獻堂(2005)認為台灣太陽光電產業與國際比較，享有特有半導體的群聚效應，相較於國外業者，國內業者佔有優越的內建 (Infrastructure) 結構優勢。

7.1.4. 策略聯盟

劉佳怡(2005)提出，台灣太陽電池廠商應結合既有資源能量，以自身核心競爭力進行專業分工，並與國際大廠策略聯盟，可培養出獨特的競爭力。產業營運模式以專業化生產、結合群聚與策略聯盟之效，故發展方式將以台灣特有利基之下，別於目前太陽光電國際大廠，競爭於全球市場。Neill, Pfeiffer & Young-Ybarra(2001)認為策略夥伴彼此會分享具價值性的無形資產，台灣業者與國際大廠策略聯盟的結果將有助於強化本身核心競爭力。

7.2. 我國太陽光電產業發展策略與建議

1. 健全太陽光電產業結構，克服材料短缺、提升製程技術、發展支援設備，降低製造成本。
2. 促進上游冶金矽原料純化技術，獎勵投資研發與生產。
3. 提升太陽電池轉換效率、增長系統壽命與可靠度、降低成本，擴大生產規模。
4. 促成「再生能源發展條例」，擴大內需市場，激勵產業發展。能源局加速推動促成立法通過「再生能源發展條例」，以建立完備太陽光電電力收購及設備研發補助機制，擴大內需市場激勵業者投入太陽光電設備產業。
5. 建構太陽光電發電設備國家標準與驗證機制，給予模組與系統廠商明確的標準規格，而驗證機制的設立將協助國內廠商縮短驗證期間，避免錯失市場機會
6. 強化拓展國際市場能力。由產業協會推動技術市場資訊交流、策略聯盟，加速技術引進或合資設廠。
7. 加強培植產業技術人才與能量，建立完整的產業生產體系，並強化光電與建築結合系統設計與應用技術能力。
8. 促使台電公司投入產業，建立國內大型系統設置能力。

7.3. 我國太陽電池廠商發展策略

綜觀本研究，得知台灣太陽光電產業位居全球產業鏈中游，且將專注於專業分工並有朝上游整合之趨勢。由於太陽光電全球市場潛力龐大，台灣廠商可以以其特有的競爭力於全球競爭中佔取一席之地。其中重要之關鍵則為本研究所分析之本土化核心競爭力。本文探討出台灣太陽光電產業所特有之本土化核心競爭力為；知識、經驗與人才；品牌與聲譽；群聚效應；策略聯盟等四要素。由於台灣過去之產業發展已為太陽光電產業建立良好的基礎(Infrastructure)，相關產業聚落已經成形，群落內部的互動，如營運知識、經驗及人才流通所產生的外溢效果將會使得彼此能互惠。也由於產品生命週期長達20年以上之關係，廠商間之品牌與聲譽在該產業中也顯得特別重要。品牌與聲譽對於上游原物料之取得與否及下游顧客端之訂單多寡有重要影響，就中長期而言只有企業體質好者才能在競爭市場中勝出。也由於台灣廠商擅長專業分工，面臨全球整合性大廠的壓迫，對外的策略聯盟成為重要之關鍵。因為策略聯盟有助於讓廠商快速、低成本且彈性的與其他廠商分享其核心競爭力，成為我國廠商立足台灣跨步全球的重要關鍵。本研究將其結果將以下圖 54 表示。

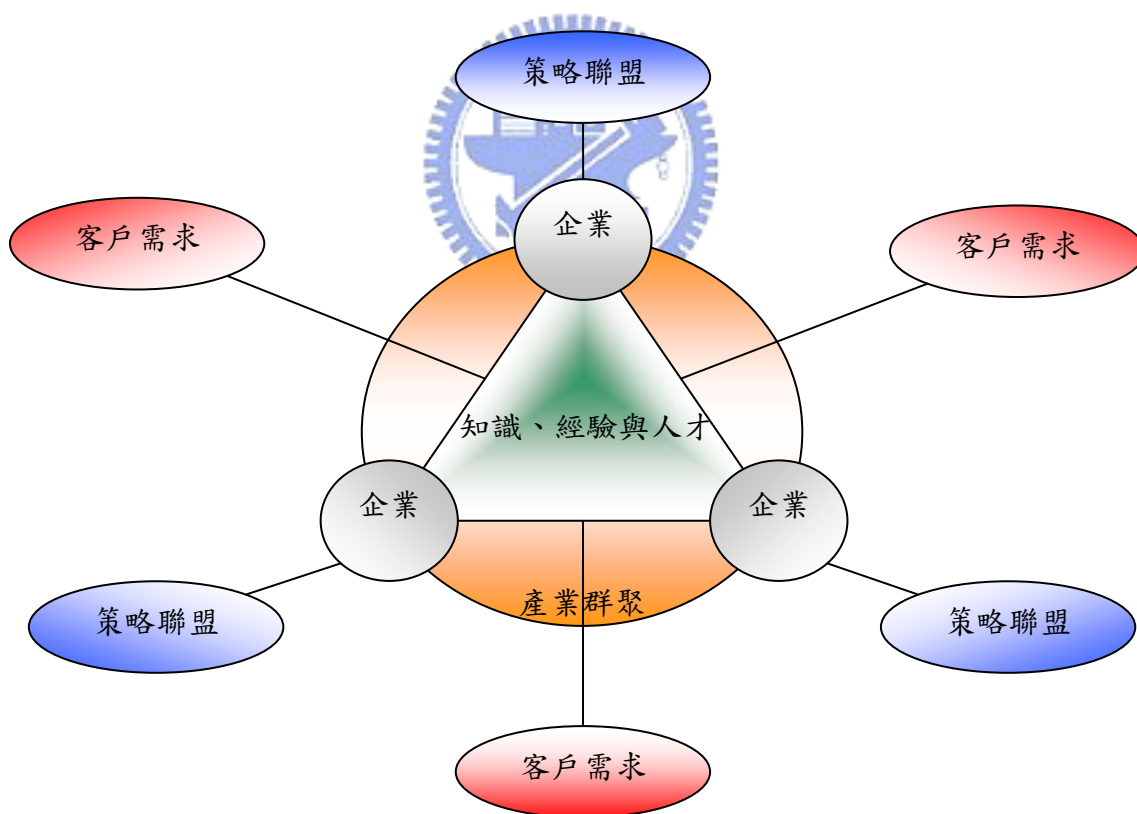


圖 54：研究結論架構圖

資料來源：本研究整理

參考文獻

中文文獻

1. Mark LaPedus, 「產能和材料短缺, 晶圓價格再度上揚」, 電子工程專輯, 2006年5月。
2. R. Colin Johnson, 「氧化鈦奈米管可望降低太陽能電池成本」, 電子工程專輯, 2006年3月。
3. 太陽能經濟時代即將來臨, 電池工業, 10卷2期, 2005年。
4. 太陽鍊金術, 財訊出版, 民95年。
5. 尤如瑾, 「上游矽材料供應吃緊, 薄膜型太陽電池趁勢而起」, 新電子科技雜誌, 2006年05月。
6. —, 「世界太陽光電產業現況與產望」, 機械工業技術與市場資訊專輯, 263期, 2005年。
7. —, 「台灣再生能源產業發展策略探討」, 工研院經資中心 IEK, 2005年。
8. 王智弘, 「綠色能源風潮席捲全球, 台灣太陽光電產業成形中」, 新電子科技雜誌, 2006年5月。
9. 司徒達賢, 策略管理, 遠流出版公司, 台北, 民84年。
10. 光電科技工業協進會, 「全球光電市場與台灣光電產業回顧與展望」, 2006年。
11. 朴仁鶴, 金容光, 「論企業核心競爭力之構建」, 遼寧行政學院學報, 第7卷第6期, 2005年。
12. 吳思華, 策略九說: 策略思考的本質, 臉譜文化出版, 城邦文化發行, 台北, 民87年。
13. 李安仁, 李梅, 「企業核心競爭力分析與評價」, 武漢工業大學學報, 第22卷第2期, 2000年。
14. 李明軒等譯, Porter, Michael E著, 競爭優勢(上)(下), 天下文化, 1998年。
15. 李芬芳, 「大陸太陽能產業紅不讓, 造就內地首富」, 電子時報, 2006年6月。
16. 李彥斌, 「台灣太陽能電池產業發展策略之研究」國立交通大學科技管理研究所, 碩士論文, 民93年。
17. 林文寶、吳萬益, 「以組織學習觀點探討知識整合及運作特性對核心能力影響之研究」, 臺大管理論叢, 15卷2期, 民94年。
18. 邱清泉, 「台灣地區推廣太陽能發電系統之研究」, 大葉大學電機工程學系, 碩士論文, 民91年。
19. 姚佛, 「太陽能利用與可持續發展」, 中國能源, 27卷2期, 2005年。
20. 柯明志, 「成熟產業環境之競爭策略研究--我國印刷電路板產業為例」, 國立台灣大學國際企業研究所, 碩士論文, 民92年。

21. 洪國琮，「太陽光電系統之電力轉換技術簡述及我國太陽光電技術發展趨勢」，工研院經資中心 IEK，2005 年。
22. 茂迪股份有限公司簡式公開說明書，2005 年。
23. 英國殼牌石油 Royal Dutch Shell Group，「全球原油儲存報告」，2004 年。
24. 孫一菱，「不同政策工具對再生能源發展潛力之經濟分析」，國立台北大學自然資源與環境管理研究所，碩士論文，民 93 年。
25. 孫世昌，「DRAM 設計公司與晶圓製造公司供應鏈系統特性之比較分析」，國立交通大學高階主管管理學程，碩士論文，民 91 年。
26. 徐作聖，陳仁帥，產業分析，全華出版，民 92 年。
27. 徐翠華，「台灣地區太陽輻射及太陽能發電潛力之研究」，國立台灣師範大學地理研究所，碩士論文，民 91 年。
28. 益通光能科技股份有限公司財務報表暨會計師核閱報告，2006 年。
29. 張景福，「台灣再生能源需求—以太陽能熱水系統為例」，國立中央大學產業經濟研究所，碩士論文，民 92 年。
30. 許士軍，管理學，台北市，東華書局，民 69 年。
31. 許惠雅，「台灣無線區域網路系統設備製造商之價值鏈研究」，國立成功大學企業管理研究所，博士論文，民 91 年。
32. 連誼慧，「五大投資魅力，五項觀察指標」，今週刊，2006 年 3 月。
33. 陳明德等，「太陽光電設備產業發展分析」，2004 年。
34. 陳彥豪，「德國太陽光電市場分析與預測」，2005 年。
35. 陳婉如，「台灣投資 PV 產業健全太陽光電產業結構」，光連雙月刊，61 期，2006 年。
36. —，「急速成長中的中國太陽電池產業與市場」，光連雙月刊，49 期，2004 年。
37. 彭清仁，「石油飆漲，太陽能矽晶廢料垃圾變黃金」。
38. 程新章，「中國農業族群發展研究-波特鑽石模型的啟示」，社會科學研究，第一期，2003 年。
39. 馮志豪，「兼顧溫室氣體減量與經濟發展之再生能源電力供給規劃研究」，國立台北大學自然資源與環境管理研究所，碩士論文，民 93 年。
40. 黃奕儒，「非核家園政策下電力能源結構之探討」。
41. 楊明璧、邱吳晃，「依產業環境與企業資源特性構建合作策略—以國內模具產業為例」，管理學報，21 卷 5 期，民 93 年。
42. 楊懷東，「地面太陽光電產業結構分析及台灣未來之發展策略」，國立台灣大學國際企業管理組，碩士論文，民 94 年。
43. 楊獻堂，「綠色能源發展與提高能源使用效率」，全國能源會議，2005 年。

44. 經濟部工業局，「推動新興能源科技--我國太陽光電產業推動作法」，新聞稿，2006年2月。
45. 董守薇，「我國光通訊元件產業競爭策略之研究」，國立交通大學科技管理研究所，碩士論文，民90年。
46. 詹世宏，「綠色能源發展與提高能源使用效率」，全國能源會議，2005年
47. 趙應誠，「海峽兩岸半導體產業的發展與競爭優勢分析」，國立中山大學國際高階經營管理研究所碩士論文，民90年。
48. 劉佳怡，「向陽光邁進的中國-淺談中國大陸於太陽光電產業之競爭潛能」，工研院經資中心 IEK，2005年。
49. —，「兩岸太陽光電產業的發展」，工研院經資中心 IEK，2005年。
50. —，「國內太陽光電市場概況」，工研院經資中心 IEK，2005年。
51. —，「淺談全球太陽光電產業鏈-主要廠商經營動態」，工研院經資中心 IEK，2005年。
52. —，「淺談全球太陽光電電力轉換器產業」，工研院經資中心 IEK，2005年。
53. —，「簡談前途明媚的全球太陽光電產業」，工研院經資中心 IEK，2005年。
54. —，「由太陽光電矽材緊縮因素觀其未來發展趨勢」，工研院經資中心 IEK，2005年。
55. 蔡俊鵬，「台灣動態記憶體產業競爭優勢之研究」，國立台北大學企業管理研究所碩士論文，民88年。
56. 蔡進譯，「超高效率太陽電池」，物理雙月刊，27卷5期，2005年。
57. 鄭仔君，「太陽光電全球發燒，台灣技術研發成果受矚目」，電子工程專輯，2006年03月。
58. 蕭灌修，「美國太陽能發電科技及政府獎勵政策與市場投資熱」，駐洛杉磯台北經濟文化辦事處科技組專題報導，2006年。
59. 羅清岳，「科技新知-能源危機點亮太陽光電池璀璨前景」，電子時報，2005年12月。
60. 龔本剛，朱磊，「製造企業核心競爭力的主成分分析」，機械製造，43卷490期，2005年6月。

英文文獻

1. Aaker, D.A., 1984. *Strategic Market Management*. Humanities, N.Y.
2. Absoff, H.I., 1965. *Corporate Strategy*, McHraw-Hill.
3. Aldagand, R. J., Steam, T.M., 1987. *Management*. Cincinnati, South-Western Publishing Company.
4. Amit, R., Schoemaker, P. J., 1993. Strategic Assets and Organizational Rent. *Strategic Management Journal*, 14, 33-46.
5. Ansoff, H.I., 1957. Strategies for Diversification, *Harvard Business Review*, 113-124.
6. Arevato, Jr., Sergio E., 1997. The Indigenous Principles.
7. Badaracco, J., 1991. The knowledge link : how firms compete through strategic alliances.
8. Bain, J. E., 1956. *Barriers to New Competition*.
9. Barney J.B., 1991. Firm Resource and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*.
10. Barton, 1992. Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development. *Strategic Management Journal* Vol.13, 111-125.
11. Boar, B. H., 1993. The Art of Strategic Planning for Information Technology: Crafting Strategy for the 90s.
12. BP Sustainability Report 2004.
13. Caniëls, M.C.J., Romijn, H. A., 2005. What drives innovativeness in industrial clusters? *Transcending the debate" Cambridge Journal of Economics*, 497-515
14. Carmeli, A., 2001. High- and low-performance firms : do they have different profiles of perceived core intangible resources and business environment? *Technovation* 21, 661-671.
15. Chandler, A. D., 1962. *Strategy and structure: Chapters in the history of American Enterprise*.
16. —, 1990. *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge. *Harvard University Press*.
17. Charles W. L. H., 1997. Establishing a Standard: Competitive Strategy and Technology Standard in Winner Take All Industries. *Academy of Management Executive* 11, 7-25.
18. Collis, D. J. and Cynthia A. M., 1995. Competing on Resources: Strategy in the 1990s. *Harvard Business Review* , 118-128.
19. Coyne, K. P., Hall, S. J. D., Clifford, P. G., 1997. Is Your Core Competence a mirage? *McKinsey Quarterly*, 41-54.

20. Dahlman, C. J., Westphal, L.E., 1981. The meaning of technology mastery in relation to transfer of technology.
21. Eisenhardt, K.M., Martin, J.A., 2000. Dynamic capabilities: what are they. *Strategic Management Journal*. 1105–1121.
22. Enright, M. J., 1998. The Globalization of Competition and the Localization of Competitive Advantage : Policies toward Regional Clustering.
23. Fombrun, C. J., 1995. Reputation : Realizing Value from the Corporate Image
24. George, S. D., 1984. Strategic market planning: The pursuit of competitive advantage. West Publishing Company, Minnesotap.
25. Gilbert, R. J., 1989. Mobility Barriers and the Value of Incumbency. *Handbook of Industrial Organization*.
26. Global Industry Analysts, 2003. Solar Cells and Modules-A Global Strategic Business Report.
27. Glueck, W. F., 1976. Business Policy: Strategic Formation and Management Action, 2nd ed., McGraw-hill, N.Y..
28. Grove, A. S., 1996. Inside Intel. *Harvard Business Review*.
29. Gwynne, P., 1993. Directing Technology in ASIA's Dragons. *Research Technology Management*.
30. Hagel J., Singer, M., 1999. Unbundling the corporation. *Harvard Business Review* **77** (2), 133–141.
31. Hamel, G., Prahalad, C. K., 1994. Competing for the Future. *Harvard Business School Press*
32. Harris, T. L., 1999. Value-Added Public Relations: The Secret Weapon of Integrated Marketing.
33. Hatten, K.J., Hatten, M. L., 1987. Strategic Groups, Asymmetrical Mobility Barriers and Contestability. *Strategic Management Journal*, 329-343.
34. Henderson, R., Cockburn, I., 1994. Measuring competencies? Exploiting from effects in pharmaceutical research. *Strategic Management Journal*, 63-84
35. Hill and Jones, 1998. Strategic Management , fourth edition , Houghton Mifflin, Boston.
36. Hitt, M. A., Dacin, M. T., Tyler, B. B., Park, D., 1997. Understanding the differences in 38.Korean and U.S. executives' strategic orientations. *Strategic Management Journal* **18** (2), 159–167.
37. Hofer, C. W., Schendel, P., 1979. Strategy Management: a new view of business policy and planning.

38. Hope J., Hope T., 1997. Competing in the Third Wave-The Ten Key Management Issues of the Information Age. *Harvard Business School Press*.
39. Humphrey, J., Schmitz, H., 1996. The Triple C Approach to Local Industrial Policy. *World Development*, 24, 1859-77.
40. Jaffe, A. B. 1996. *Economic Analysis of Research Spillovers. Implications for the Advanced Technology Program*, Gaithersburg, MD, National Institute of Standards and Technology
41. Javidon, M., 1998. Core competences: What dose it mean in practice? *Long Range Planning*, Vol.31 (1), 60-71.
42. Kogut B., Zander U., 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities and the replication of technology. *Organizational Science* 3, 383–397
43. Kotler, P., 1984. *Marketing Management: Analysis, Planning, and Control*. New Jersey, Prentice-Hall International editions.
44. Long, C., Vickers-Koch, M., 1995. Using Core Capabilities to Great Competitive Advantage. *Organizational Dynamics*. 24(1), 6-21.
45. Marketbuzz 2005 Report, Solarbuzz Inc.
46. Maskell, P., Malmberg, A., 1999. The competitiveness of firms and regions‘Ubiquitification’ and the importance of localized learning. *European Urban and Regional Studies*.
47. Miles, R.E., Snow, C.C., 1978. *Organizational Strategy, Strucure and Process*.
48. Mintzberg, H., 1978. Patterns in Strategy Formulation. *Management Science*.
49. Neill, J. D., Pfeiffer G.M., Candace E. Y. Y., 2001. Technology R&D Alliances and Firm Value. *Journal of High Technology Management Research*. 227-237.
50. Nigel, P., 1997. Building Growth on Core Competences—a Practical Approach. *Long Range Planning*. 551-562.
51. Pfeffer, J., Salancik G. R., 1978. The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective.
52. Porter, M. E., 1990. The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*.
53. —, 1985. *Competitive Advantage*, New York: The Free Press.
54. —, 1980. *Competitive Strategy*.
55. Porter, M., Fuller, M., 1986. Coalitions and global strategy.
56. Quinn, J. B.. *Strategies for Change: Logical Incrementalism*.
57. Robbins, S. P., 1990. *Organization Theory: Structure, Design and Applications*. New Jersey, Prentice Hall Inc., 218-220.
58. Steiner, G. A., 1969. *Top Management Planning*.

59. Steiner, G. A., Miner, J. B., 1977. Management Policy and Strategy: Text, Readings and Cases.
60. Storper, M., 1992, The Limits to Globalization: Technology Districts and International Trade. *Economic Geography*.
61. Tampoe, M., 1994. Exploiting the Core Competence of your Organization. *Long Range Planning*. 66-77.
62. Teece, D. J., Pisano, G., Shuen A., 1997. Dynamic capability and strategic management. *Strategic Management Journal* **18**, 509–533.
63. Thompson, J. L., 1990. Strategic Management Awareness and Change.
64. Torkkeli M., Tuominen M., 2002. The contribution of technology selection to core competencies. *International Journal of Production Economics*, Vol. **77** (3), 271–284.
65. Tyler, Beverly, B., 2001. The complementarity of cooperative and technological competencies: a resource-based perspective. *Journal of Engineering and Technology Management*, 1–27.
66. Volberda, H. W., 1996. Toward the flexible form : how to remain vital in hypercompetitive environments
67. Wang, Y., Lo, H.P., Yang, Y.H., The constituent of core competencies and firm performance : evidence from high-technology firms in china. *Journal of Engineering and Technology Management*. Vol. **21**, pp. 249-280.
68. Weihrich, H (1982), "The TOWS matrix – a tool for situational analysis", *Journal of Long-Range Planning*, Vol. 15 No.2.