

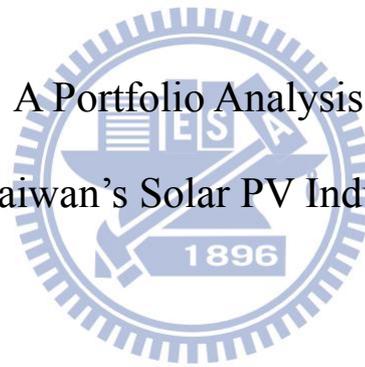
國立交通大學

高階主管管理學程碩士班

碩士論文

台灣太陽光電產業之組合分析

A Portfolio Analysis
of Taiwan's Solar PV Industry



研究生：賴志政

指導教授：徐作聖 博士

中華民國九十九年六月

台灣太陽光電產業的組合分析

A Portfolio Analysis of Taiwan's Solar PV Industry

研 究 生：賴志政

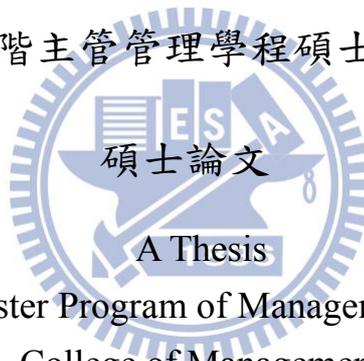
Student: Chih Cheng Lai

指 導 教 授：徐作聖 博士

Advisor: Dr. Joseph Z. Shyu

國立交通大學

高階主管管理學程碩士班



Submitted to Master Program of Management for Executives

College of Management

National Chiao Tung University

In partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Executive Master

of

Business Administration

June, 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

台灣太陽光電產業之組合分析

學生：賴志政

指導教授：徐作聖 博士

國立交通大學管理學院高階主管管理學程碩士班

摘 要

本研究之主要架構以產業組合分析為基礎，建構太陽光電(Solar Photovoltaic)產業之競爭策略，以市場成長曲線與太陽光電產業價值鏈為區隔變數。透過此一分析區隔出台灣太陽光電產業之定位，並利用產業創新需求要素分析模式及產業專家之意見調查，分析歸納出發展太陽光電產業的關鍵成功要素，提出台灣太陽光電未來發展的可能經營策略。

分析後結果得出，台灣太陽光電產業目前定位在產業價值鏈中的生產成長階段；未來冀望針對生產及市場應用研究持續投入，使太陽光電產業順利進展到生產與市場階段的成熟期。

為輔助台灣太陽光電產業成長，本研究根據產業創新需求要素與政策類型的分析結果得到，政府需要優先提供與加強的要素有：「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「政府對產業政策的制定」、「產業間的技術合作」、「政府對產業創新的支持」、「具整合能力之研究單位」、「再生能源發展條例的立法」、「建立系統標準」、「先進與專業的資訊流通與取得」、「需求量大的市場」、「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「綠色電價制度」、「研究經費」等。

關鍵字：太陽光電系統、產業組合分析、創新政策、產業創新需求要素、再生能源

A Portfolio Analysis of Taiwan's Solar PV Industry

Student : Chih Cheng Lai

Advisor : Dr. Joseph Z. Shyu

Executive Master of Business Administration
National Chiao Tung University

Abstract

This thesis reports on a strategic analysis of the development of Solar Photovoltaic (PV) industry, using a portfolio model to assess competitive and strategic requirements for the development. The portfolio model entails a 2-dimensional analysis, containing market s-curve and the value chain. Three research methods used for data collection are literature review, expert interview, and general survey.

This research reveals that the PV industry is positioned at the developing phase of the market s-curve, and also between the production area of the value chain. The future prospects should be placed at the position of production and the mutual phase, and base on the production mutual results to move to the market phase.

Evaluating Industrial Innovation Requirements and Policy Tools leads to a conclusion that the most critical categories of policy are “Nation fundamental research capability”, “Full support to overall innovation nationwide”, “The network of technical cooperation”, “Government’s policies for industry”, “Technical cooperation in industry”, “Government policies support to industrial innovation”, “Integration capable of research units”, “Renewable Energy Development Act legislation”, “Establish system standards”, “Advanced and professional flow of information and to obtain”, “Large market demand”, “National Infrastructure”, “Government System of Preferences”, “Establish laws on renewable energy” and “Research funding”. More specifically, the corresponding policy instruments in support of developing IIRs are provided in the conclusion of this thesis.

Key words : Photovoltaic, Industrial Portfolio Analysis, Innovation Policy, Industrial Innovation Resources, Renewable Energy

致 謝

時光飛逝，二年 EMBA 求學的日子，隨著口試完畢及論文的完成即將在六月份畫下句點，心中頓時充滿不捨。回想起二年前才剛報到時的青澀模樣，雖然已在社會上工作歷練了一段時光，重回校園的挑戰，仍在心中忐忑。二年時光就在師長的教誨、同班同學的刺激學習及同組同學的協助下，一一在工作、家庭與課業的多重挑戰下完成。一切的努力終將有所成果，心中著實感到歡喜卻也感到對母校、師長及同窗好友們的不捨。

本篇論文能順利完成，首先須感謝恩師 徐作聖教授的指導。老師的諄諄教誨，讓我在學業及處事各方面皆有所增長，僅在此表達誠摯的感謝之意。其次，感謝徐門學長姐與學弟妹們，柔蓁學姐、葳均學姐、仁聖學長與欣怡學妹，謝謝您們的協助，尤其是柔蓁學姐的細心指正與依霓學妹的協助，使得本論文得以按部就班的完成。也要感謝協助本論文的受訪者與問卷填答者，謝謝您們的熱心與耐心的專業協助，讓我完成了論文中很重要的一大步。同時亦感謝同窗好友竹四組的全體組員們，有您們互相勉勵與幫忙，才能讓我堅持並順利完成整個學程，您們是最美好的團隊。

最後，我衷心地感謝我的家人，感謝你們二年來的支持，讓我在工作之餘仍能專心於課業。僅以此論文獻給我親愛的父母親，我的太太及兩個小孩，願與你們共享我這人生中的喜悅。

賴志政 謹誌

中華民國九十九年六月

目 錄

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	II
致 謝.....	III
目 錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究分析與步驟.....	3
第四節 研究架構.....	5
第五節 研究對象與限制.....	7
第二章 文獻探討.....	9
第一節 技術能力構面.....	9
第二節 產業價值鏈.....	10
第三節 產業生命週期.....	14
第四節 競爭策略群組.....	17
第五節 產業組合分析模式.....	22
第六節 產業發展相關理論.....	23
第七節 創新政策.....	32
第八節 國家產業組合規劃.....	37
第三章 理論模式.....	40
第一節 產業領先條件與競爭優勢來源.....	40
第二節 產業分析模式.....	41
第三節 太陽光電產業創新需求要素.....	42
第四節 太陽光電產業之政策組合分析.....	54
第五節 分析方法.....	57
第四章 產業分析.....	60
第一節 產業簡介.....	60
第二節 產業發展歷程與趨勢.....	65
第三節 產業結構.....	69
第四節 產業競爭力分析.....	76
第五節 全球產業發展.....	79
第六節 台灣產業發展.....	84
第七節 個案簡介.....	94

第五章 研究結果.....	96
第一節 樣本描述.....	96
第二節 太陽光電產業創新需求要素重要性及環境配合度分析.....	99
第三節 太陽光電產業組合定位與策略方向.....	109
第四節 太陽光電產業政策組合分析.....	112
第五節 產業所需之具體政府推動策略.....	116
第六章 結論與建議.....	119
第一節 研究結論.....	119
第二節 後續研究建議.....	123
參考文獻.....	124
附錄一 問卷.....	128
附錄二 專家訪談名單.....	133



表目錄

表 2-1 技術演進特徵表.....	15
表 2-2 策略群組之營運分類準則.....	21
表 2-3 產業技術發展三階段之特性.....	26
表 2-4 產業競爭模式.....	27
表 2-5 產業創新過程與需求資源關連表.....	31
表 2-6 科技演進過程.....	32
表 2-7 政府政策工具的分類.....	34
表 3-1 太陽光電產業分析矩陣.....	41
表 3-2 太陽光電產業創新需求要素組合關聯表.....	52
表 3-3 太陽光電產業創新需求資源.....	53
表 3-4 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表.....	54
表 3-5 政策工具與產業創新需求要素關聯表.....	55
表 3-6 太陽光電產業政策組合關聯表.....	56
表 3-7 專家資料.....	57
表 4-1 太陽光電產業競爭力分析.....	78
表 4-2 2008 年至 2009 年全球產量前十大太陽能電池廠商排名.....	81
表 4-3 太陽光電系統之應用市場.....	82
表 4-4 全球暨台灣太陽能光電產業各項產品產值預估.....	86
表 4-5 台灣多晶矽廠商規劃.....	87
表 4-6 台灣矽晶圓廠商生產力評估.....	88
表 4-7 台灣主要太陽能電池業者生產能力評估.....	90
表 4-8 台灣薄膜太陽能電池廠商發展概況.....	90
表 4-9 台灣已量產太陽光電模組廠商發展狀況.....	91
表 4-10 2008 年全球太陽能光電各項產品之產值市佔率分布概況.....	92
表 4-11 近六季台灣太陽能電池產銷存概況.....	93
表 4-12 近六季台灣太陽能電池之進出口國家排名概況.....	93
表 5-1 太陽光電產業問卷對象回收率統計.....	96
表 5-2 個別構面之信度分析表.....	98
表 5-3 目前太陽光電產業要素重要性與配合度分析.....	100
表 5-4 未來太陽光電產業要素重要性與配合度分析.....	105
表 5-5 太陽光電產業之產業定位與未來發展方向.....	109
表 5-6 太陽光電產業目前定位與未來五年發展所需之IIRs.....	111
表 5-7 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具 (目前狀況).....	113
表 5-8 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具 (未來五年).....	115
表 5-9 太陽光電產業所需之具體政府推動策略.....	117

圖目錄

圖 1-1 研究步驟.....	4
圖 1-2 研究架構.....	5
圖 1-3 太陽光電產業價值鏈.....	7
圖 1-4 太陽光電產業魚骨圖.....	8
圖 2-1 Porter的價值鏈.....	11
圖 2-2 組織之延伸後價值鏈.....	11
圖 2-3 細分的產業價值鏈.....	13
圖 2-4 技術採用生命週期.....	16
圖 2-5 Porter的競爭策略群組.....	18
圖 2-6 產業構面的四大競爭策略群組.....	19
圖 2-7 策略性產業選擇分析模式.....	23
圖 2-8 國家政策影響產業模式.....	24
圖 2-9 國家產業三階段發展模式.....	25
圖 2-10 鑽石結構模式.....	29
圖 2-11 Kolter 的國家競爭力分析模式.....	30
圖 2-12 創新過程與政策工具的作用.....	35
圖 2-13 再生能源政策工具.....	36
圖 2-14 策略性產業選擇分析模式.....	38
圖 2-15 國家產業組合分析.....	38
圖 4-1 太陽電池的作用原理.....	61
圖 4-2 全球太陽光電產值預估.....	62
圖 4-3 太陽能電池的分類.....	63
圖 4-4 太陽光電產業鏈.....	70
圖 4-5 太陽電池模組製造過程.....	72
圖 4-6 獨立式發電系統.....	73
圖 4-7 併聯式發電系統.....	74
圖 4-8 太陽光電產業魚骨圖.....	75
圖 4-9 全球太陽光電產業鏈主要業者.....	79
圖 5-1 太陽光電產業問卷對象工作性質統計.....	97
圖 5-2 太陽光電產業問卷對象工作年資統計.....	97
圖 5-3 太陽光電產業目前創新需求要素重要度及其配合程度.....	103
圖 5-4 太陽光電產業未來創新需求要素重要度及其配合程度.....	108

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

在 21 世紀的今天，世界各國所面臨的一大問題是二氧化碳排放所造成的溫室效應和原油價格不斷攀高產生的石油危機。在面對哥本哈根會議的二氧化碳排減目標、減少碳能源使用及高油價時代的挑戰，如何尋求替代能源甚至是乾淨無污染的再生能源來減緩全球暖化並有效取代化石燃料，實為能源科技的重要課題。

再生能源的種類眾多如：風力、水力、波浪、海洋溫差、潮汐、生質能等能源。風力發電為無污染乾淨的能源，只要地球與太陽仍在運行，風能即無匱乏之虞。但是風力須達一定強度才可推動風力機，所以風力發電的不穩定性高，受地形影響大且地區差異大，發電品質較不穩定，又有噪音的問題。潮汐是利用海水的漲退潮產生水位的落差來發電，優點為幾乎沒有污染，缺點為有些地區漲退潮不明顯，發電效率不大。生質能所能使用的原料豐富，生產技術簡單。但是種植原料所需的土地面積大且轉換效率不高。

而太陽能具有清潔、安全的特性、不受任何國家壟斷，取之不盡、用之不竭的優點。每天太陽照射到地面所散發的能量，約為全世界石油蘊藏量的四分之一，而風力、水力、波浪、海洋溫差、潮汐等能源，也直接或間接來自太陽能。太陽能最大的特徵是它的不變性，它不從地球上帶走任何東西，也不帶來污染，有光有熱，分布廣闊，容易獲得，同時是世界上最豐富最永久性的能源。雖然太陽能有無日照時無法發電及目前轉換效率不高等缺點，但仍為最具有未來性的再生能源。

面對這樣一個全球性的能源產業趨勢，台灣正可運用其在半導體產業及液晶面板產業發展已久的技術與人力基礎，積極投入太陽光電產業。雖然太陽光電系統的開發已經相當成熟，在台灣各地區的屋頂或是空曠地區也常可見到其蹤影，但目前的發電成本都遠高於傳統燃燒石化燃料發電的成本，所以目前仍需要藉由政府補貼來帶動市場成長。同時太陽光電產業屬於再生的替代能源，是一個國家的重要政策與發展方向，需要政府政策的領導、產業界投入、技術的開發..等，來協助此產業的發展。

有許多的專家學者投入在此產業發展的分析上。在李彥斌(2005)的“台灣太陽能電池產業發展策略之研究”中，建議政府在政策工具上優先針對「技術合作網路」，應「協助廠商與國外廠商及研究單位之技術交流」與「邀請國內外廠商及研究單位資深人士來台參訪」。當時是以矽晶圓太陽電池為主，且較少涵括模組及系統廠商。在丁翊惠(2009)的“台灣太陽能光電業者未來發展機會分析”中，蒐集各產業鏈中主要業

者發展進度與佈局，利用產業生態及演化探討產業動態，整理出太陽光電產業鏈發展動態與未來趨勢，之後針對台灣上中游領導廠商的經營績效及策略分析，再探討其競爭優勢及定位。邱怡慧(2009)的“全球太陽能產業分析-以德國發展為例”是從國家政策的角出發，探討德國太陽能光電產業發展之分析。其中德國是推廣太陽能光電產業相當成功的國家，成功的因素主要歸功於許多獎勵措施的導入和經驗累積。李振興(2008)的“台灣太陽能系統產業之策略分析”以產業組合分析模式探討台灣太陽能系統產業之發展方向，得出我國太陽能系統產業目前與未來應首先建立「技術知識」這項創新資源。

所以可歸納出上、中、下游的發展趨勢及整合，政府的政策與獎勵措施等，都是此產業發展重要因素，本研究以產業組合分析為基礎，從整個上、中、下游產業價值鏈的觀點來探討台灣太陽光電產業的創新發展策略。

第二節 研究目的

政府對國家未來科技產業的規劃應依照產業特性、國家科技資源以及國際比較優勢來做一個均衡的設計，因此本研究根據徐作聖(1999)發展的國家投資組合模式理論而改良的產業組合(Industrial Portfolio)分析模式，可訂定出國家級的產業組合規劃方案，以及產業之發展策略及執行所需之條件。

本研究目的在於分析台灣太陽光電產業之發展策略思維，並建議政府應有之創新政策實施方案。並以產業創新與國家政策的角，探討台灣太陽光電產業在產業技術能力與全球產業價值鏈的定位。分析的項目包括了太陽光電產業現在及未來之定位區隔、所需的創新資源要素，以及政府所應配合之政策類別。具體而言，本研究之具體目標如下：

- 一、分析台灣太陽光電產業目前的產業定位與未來發展願景與策略。
- 二、分析太陽光電產業之創新需求資源與要素
- 三、建構發展太陽光電產業所需之創新政策與政府推動策略

綜合言之，本研究期望能彙整台灣產官學研各界專家之意見並比較政策工具與執行機制，針對太陽光電產業技術之特性，提出具體可行之方案，並分析最適的政策形成與執行機制，並希望能提供政府在從事太陽光電產業政策規劃與執行時之參考，此外，亦可作為廠商在發展此產業上之參考。

第三節 研究分析與步驟

本研究利用完整的產業分析與政策分析模式，設計出發展產業所需之策略與機制。主要研究步驟如圖 1-1 所示，研究內容分別說明如下：

- 一、以「全球產業之價值鍊」、「策略群組」為區隔變數，利用產業組合分析模式，定位出目前產業各技術領域（產品或市場）所處之定位及未來發展方向。
- 二、利用創新需求資源明確定義發展各區隔所需之競爭優勢來源(創新需求要素，IIRs)。
- 三、根據創新需求要素之構面，利用專家訪談、專家問卷與統計分析，評估目前台灣環境之現況，探討創新需求要素為重要但目前台灣環境明顯不足者，作為產業發展策略之參考。
- 四、結合產業政策與科技政策，建構出完整的十二項創新政策工具，並進一步釐清各政策工具與創新資源之關係。
- 五、根據產業現況，分析不同政策工具所需之具體執行策略。
- 六、根據創新資源與政策工具之聯結關係，推論發展「重要且明顯不足」要素所需之具體可行政府推動策略。

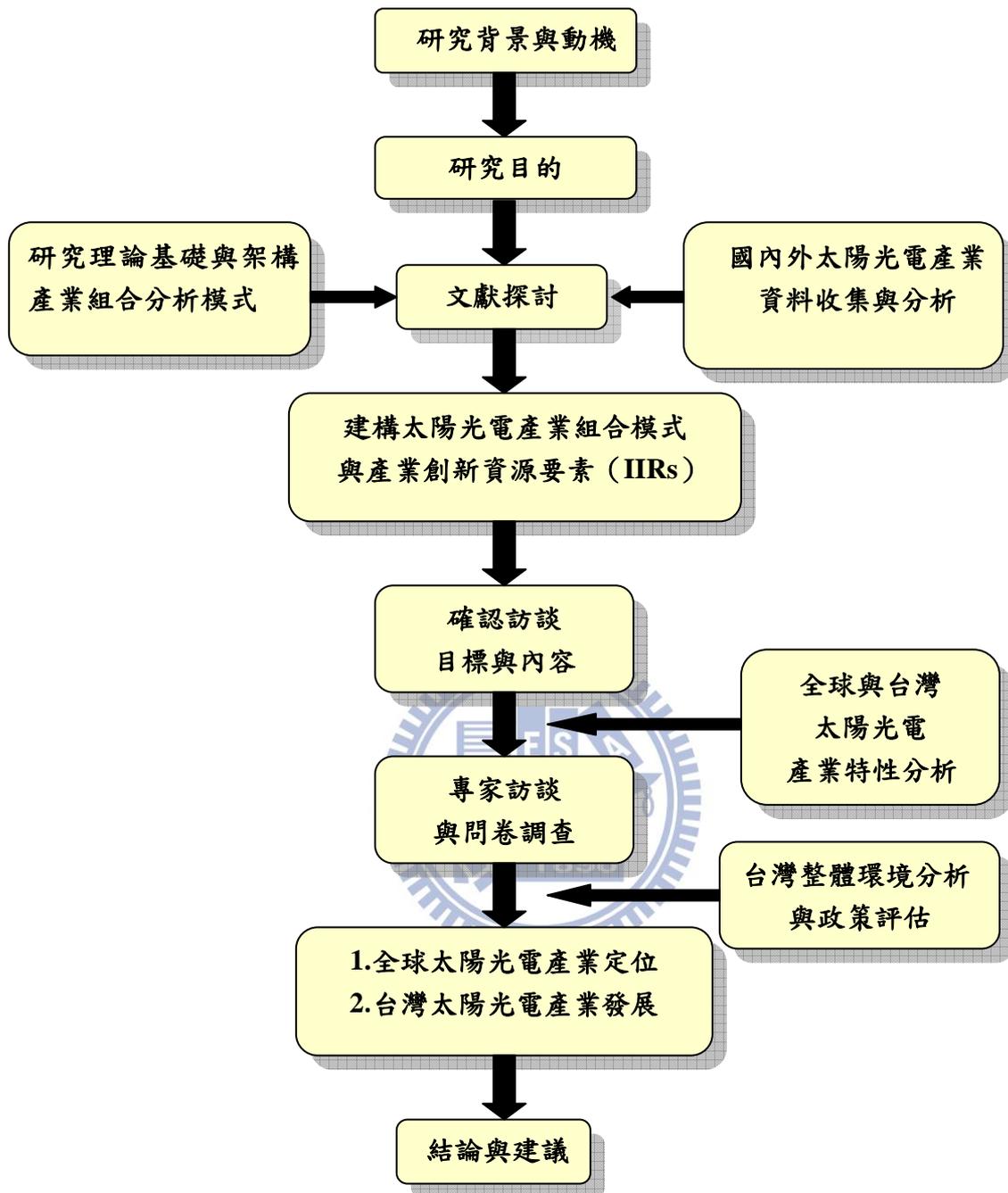


圖 1-1 研究步驟

資料來源：本研究整理 參考徐作聖 IIR 架構

第四節 研究架構

本研究的架構是透過產業組合分析模式，利用產業價值鏈及策略群組對太陽光電產業進行分析，由產業定位與未來發展方向，探討產業發展所需之創新政策；另一方面則由產業發展所需之創新需求資源與創新要素的配合程度，分析產業發展不足之環境並藉由相關創新政策加強改善。綜合兩方面的分析，對台灣太陽光電產業之組合模式，就市場面、競爭面、技術面做定位之分析，然後再依據不同之策略定位，分析其創新需求與發展策略之關連性，再配合學者專家之訪談及問卷，確認理論與實際之一致性，完成台灣太陽光電產業之創新政策研究；研究架構如圖 1-2 所示。

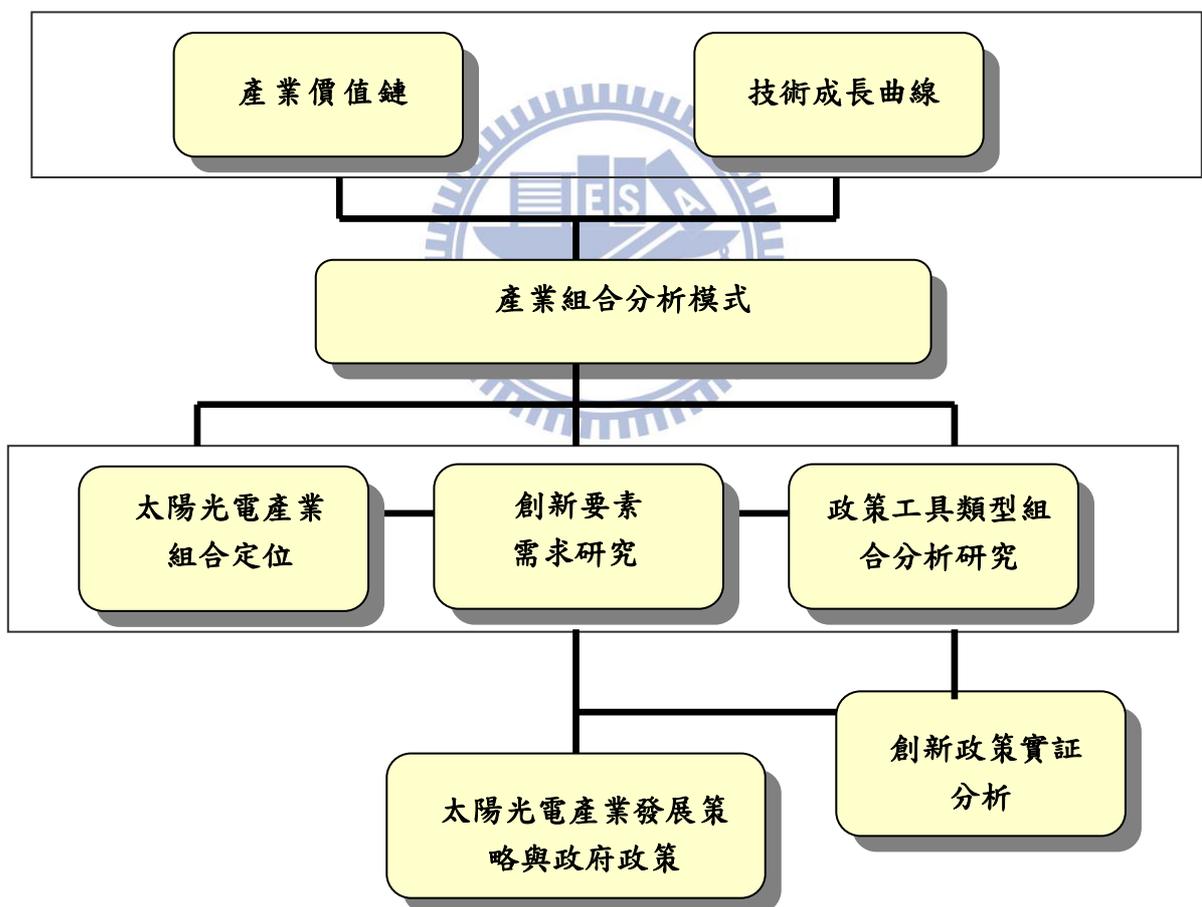


圖 1-2 研究架構

資料來源：本研究整理

本研究利用產業矩陣分析方法、文獻資料整理與專家訪談意見，深入分析該模式矩陣中每一區隔所需之競爭優勢來源（創新需求要素），以評估產業在特定區隔中策略經營之方向與需求。最後，透過專家訪談、專家問卷與計量統計的方法，確認本研究的定位與產業創新需求要素的擬定。研究方法分列如下：

一、文獻資料蒐集

本研究之目的在探討台灣太陽光電產業的發展策略，因此需先瞭解產業發展現況，其係透過蒐集國內外相關產業資訊、研究報告，以分析整理出目前產業發展概況、技術能力及未來可能發展趨勢。

二、專家訪談

決定產業組合分析模式與相關產業分類群組的初步架構後，本研究將進行專家訪談，訪談對象主要針對台灣太陽光電產業之研究專業人員。

三、專家問卷

本研究根據台灣太陽光電產業目前及未來五年的發展狀況，設計出一評量問卷，其內容在衡量此一領域之產業創新需求要素之重要程度，以及目前台灣在此領域之產業環境支持度充足與否。

四、計量與統計方法

1. 本研究採取三點度衡量方式（Likert 度量方式），以便受訪專家作答。基本運算說明如下：
2. 每份問卷中各創新要素重要性選項之作答 - [很重要]為 2；[需要]為 1；[無關緊要]為 0；
3. 將個別領域中之所有問卷之該項目取重要程度平均，作為權數；
4. 每份問卷中各創新要素台灣資源支持程度選項之作答 - [足夠]為 1；[不足]為 0，作為基數；
5. 將各領域中，各問卷選項之取平均，所得值若大於 0.5 者認定為資源充分領域，低於 0.5 者則視為非資源充分領域。

第五節 研究對象與限制

壹、研究對象

本研究之主題為「太陽光電產業分析」。太陽光電產業最主要的就是生產太陽光電系統的產業，太陽光電系統係運用光伏效應將太陽光照射到半導體元件，也就是所謂的太陽能電池或稱為太陽電池時，直接將光子能量轉換為電能。此產業價值鏈可分為上、中、下游（如圖1-3所示）。上游為材料供應，涵括了各種太陽電池的原料，如：多晶矽原料、矽晶錠、矽晶片、玻璃…等。中游為太陽電池及太陽電池模組的製作，下游為太陽光電系統的組成。本研究將以此產業價值鏈為研究範圍。

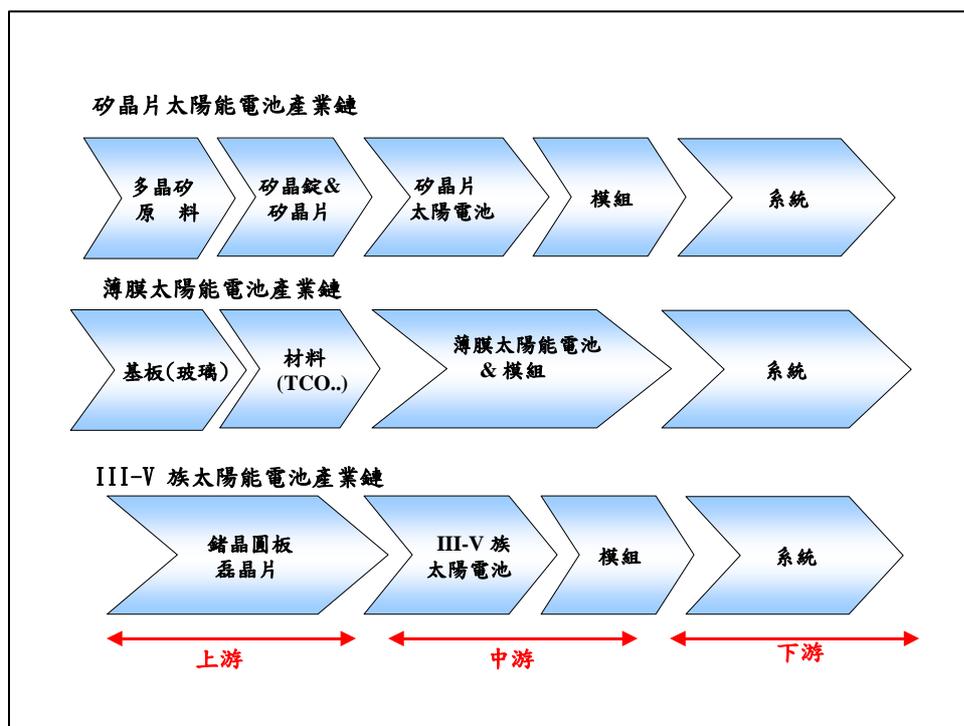


圖 1-3 太陽光電產業價值鏈

資料來源：本研究整理

在此價值鏈中，有許多的廠商在供應不同的產品與服務，如：

- 一、原料：矽錠、矽晶棒、矽晶圓、玻璃基板、磊晶片..等。
- 二、太陽能電池：結晶系太陽能電池、薄膜太陽能電池、III-V 族太陽能電池、太陽能電池製造設備..等。
- 三、太陽光電模組：太陽能電池模組廠、模組認證..等。
- 四、太陽光電系統：系統設計、系統安裝..等。

圖 1-4 為太陽光電產業魚骨圖。

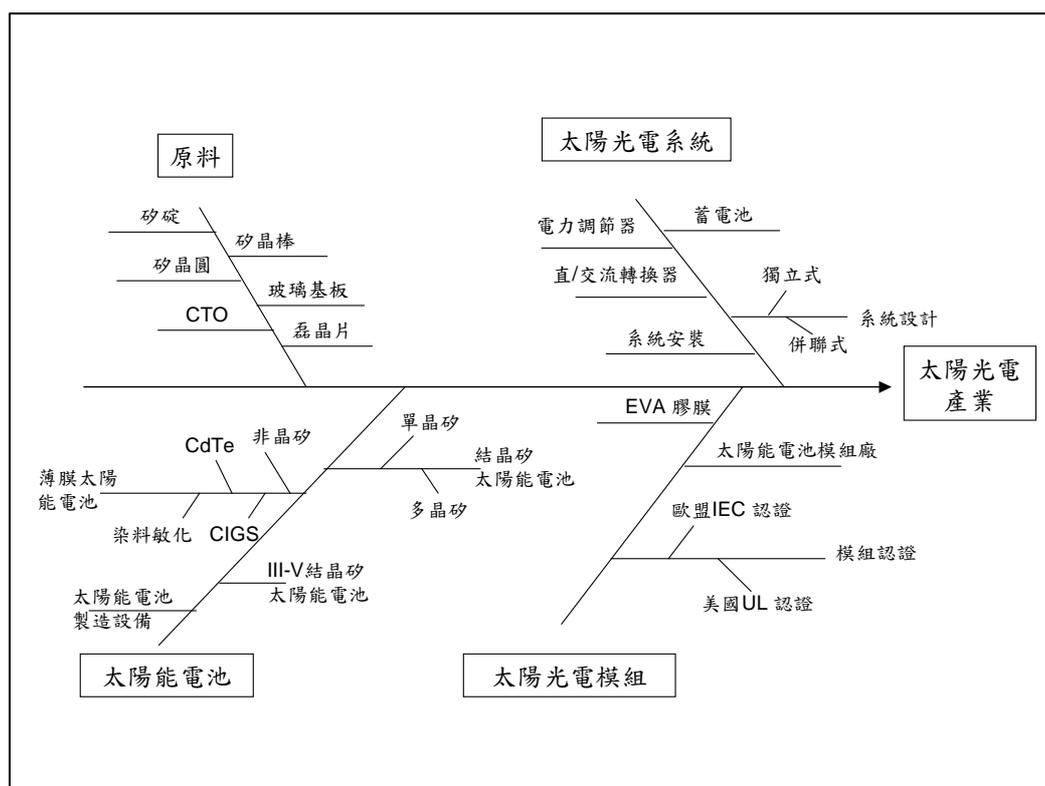


圖 1-4 太陽光電產業魚骨圖

資料來源：工研院 IEK(2009)

貳、研究限制

本研究主要有以下幾項限制：

- 一、太陽光電產業發展在國內已有一段時間，但因缺乏上游原料，企業在上游原料部分則介入不多，如矽原料的供應等。所以在上游資料蒐集以及專家意見或許未能達到全面性。
- 二、本研究目的在於分析台灣太陽光電產業之技術能力與產業價值鏈之產業組合，過程與方法上採用專家意見，文獻整理與專家問卷，並經過有母數與無母數統計之檢定，但專家意見與問卷上可能發生之偏差仍必然無法避免。
- 三、國內在系統廠商的相關文獻較少，本研究力求整合研究報告、全球產業發展情況以及專家學者觀點，對國內產業發展提供策略及政策建議。

四、本研究在樣本數上屬於小樣本研究，各個專家學者在看法與觀點上或許會有主觀的認定，亦為本研究的限制。

第二章文獻探討

本章主要的內容為整理國內外學者對產業創新需求所提出的相關理論，與根據研究目的與研究架構，回顧並分析與本研究產業組合分析模式相關之文獻，經由相關文獻深入的分析探討與回顧整理，來對產業創新需求的策略做全面性的理解。首先針對影響太陽光電產業競爭力的重要因素- 技術能力進行探討，其次說明產業分析的相關理論：產業價值鏈、產業生命技術週期，再介紹國家創新理論。茲分述如下：

第一節 技術能力構面

一般對於技術的定義，多限於生產技術之範疇，亦即技術係生產要素之一。然而，有些學者認為現今技術不只存在於產品或製程等硬體知識，更存在於組織的管理制度與市場的開拓方法等軟體知識當中。對於管理學者而言，技術普遍被認為是策略性資產，因為技術可以改變產業結構與競爭優勢，形成競爭策略中的重要力量。但技術本身為長期累積且為無形的差異化知識，很難用具體的指標來衡量技術能力，因此如何分析判斷技術能力，便成為許多學者研究的課題。本節主要以兩部分來回顧文獻，首先釐清技術的定義，並進一步探討如何衡量技術能力。

壹、技術的定義

有關技術的定義，Daft & Lengel (1986) 認為技術是將投入轉換為組織性產出的知識、工具或技巧等綜合性描述。Robock & Simmonds (1983) 則認為除了前述的轉換外，還應加入據以運用及控制組織性產出的各項內、外在因素。Kast & Rosenzweig (1985) 則補充認為技術次系統中應包含機器設備、電腦、工具、佈置、程式、方法、程序、資訊處理等之知識或技巧。

Sharif (1988) 同樣認為將特定投入資源轉化為所欲產出間的所有主要活動，都可稱為技術，因此技術不僅可包含轉換過程中所需使用的有形工具、設備，亦包含為有效使用這些工具、設備所需具備的相關知識。

Souder (1987) 則認為技術可以不同程度的形態如以產品、製程、型式、樣式或概念存在，或可以在應用、發展或基礎等階段存在，因此技術應包含機器、工具、設備、指導說明書、規則、配方、專利、器械、概念及其他知識等。因此他認為任何可增加人們知識或 Know-how 者，均可稱為技術。

貳、技術能力的衡量

關於技術能力的比較衡量，以國家之間的相互比較，一般均以： $(\text{專利註冊件數} + \text{技術貿易總額} + \text{技術密集製品輸出額} + \text{製造業附加價值額}) \div 4$ ，來做為衡量的基礎。然而，僅以少數構面衡量容易產生偏差，故 Sharif 為解決此問題，認為應由組成技術各成份來衡量，並將技術視為四部份：

- 一、生產工具及設備 (Technoware)：包含全部實體設施，如儀器、機器設備與廠房等。
- 二、生產技術與經驗 (Humanware)：包含所有將投入轉換為產出的必要能力，如專家知識、熟練程度、創造力與智慧等。
- 三、生產事實與資訊 (Inforware)：包含所有過去累積的經驗與資訊，如設計、客戶資料、規格、觀察、方程式、圖表與理論等。
- 四、生產的安排及關聯 (Orgaware)：包含轉換過程中所有必要的安排，如分組、分派、系統化、組織、網路、管理與行銷等。

第二節 產業價值鏈

價值鏈 (Value Chain) 為美國學者 Michael Porter 於 1985 年提出來的觀念。所謂價值鏈，係指企業創造有價值的產品或勞務與顧客的一連串「價值創造活動」，包括往上溯及原料來源之供應商下追至產品的最終購買者為止。主要是在描述顧客價值在每一個作業活動累積之情況，目的在於連結那些導致低成本或有差異化的價值創造活動。Porter 認為每個企業都是包含產品、生產、行銷、運輸與相關支援作業等各種不同活動的集合體，且可用一個價值鏈表示，如圖 2-1。

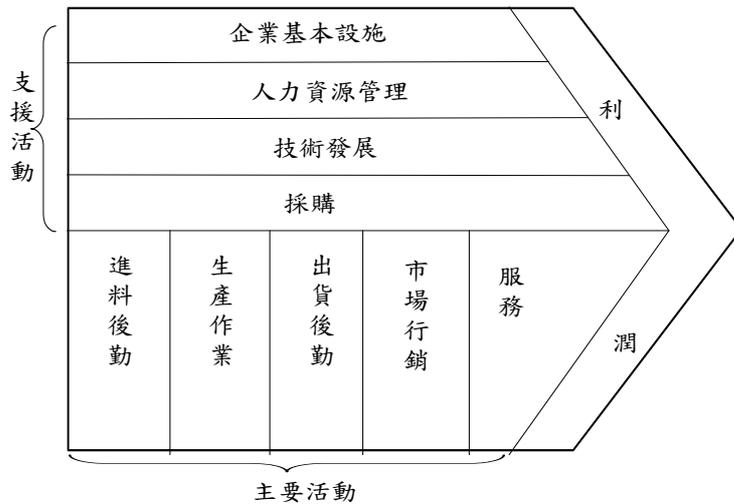


圖 2-1 Porter 的價值鏈

資料來源：Porter M. E.(1985)

Hornngren 則認為上游供應商及下游顧客亦可視同價值鏈之整體分析的一部份，組織延伸後之價值鏈，以顧客滿意為優先考量，如圖 2-2 所示。

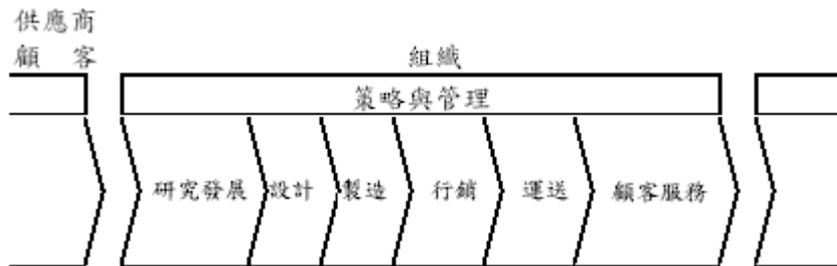


圖 2-2 組織之延伸後價值鏈

資料來源：Hornngren，王美蘭 (1994)等譯

價值鏈可以診斷競爭優勢並為尋求改善的基本工具，把企業運作的各種活動，劃分成產品設計、生產、行銷和運送等獨立領域。透過對價值鏈的影響，這些企業活動的範疇對競爭優勢產生舉足輕重的效應。「價值」是顧客願意為企業所提供服務付出的金額。價值的多寡則必須以總收益來計算，它反映出產品的價格和總銷售量。價值鏈所呈現的總體價值，是由各種「價值活動」(Value Activities)和「利潤」(Margin)所構成。價值活動是企業進行的各種物質上和技術上具體的活動，也是企業為顧客創造有價值產品的基礎。Porter 將價值活動區分為主要活動 (Primary Activities) 和輔助活動 (Support

Activities) 兩大類：

一、主要活動—涉及產品實體的生產、銷售、運輸、及售後服務等方面的活動，只對最終產品組合有直接貢獻者，可分為下列五種：

- (一) 進料後勤 (Inbound Logistics)：這類活動與原料之驗收、儲存以及分配有關。如物料處理、倉儲、存貨控制、運輸排程、退貨給供應商等；
- (二) 生產作業 (Operations)：這類活動與將原料轉化為最終產品有關。如機械加工、包裝、裝配、設備維修、測試、印刷、和廠房作業等；
- (三) 出貨後勤 (Outbound Logistics)：這類活動與產品收集、儲存、將實體產品運送給客戶有關。如製成品之倉儲、物料處理、送貨車輛調度、訂單處理、進度安排等；
- (四) 市場行銷 (Marketing and Sales)：這類活動與提供客戶購買產品的理由、並吸引客戶購買有關。如廣告、促銷、報價、選擇銷售通路、建立通路關係、定價等；
- (五) 服務 (Service)：這類活動與提供服務以增進或維持產品價值有關。如產品安裝、維修、訓練、零件供應、產品調整等。

以上各活動在價值鏈中屬於連貫的線型關係。各個活動都能創造其附加價值，但由於企業本身的策略不同，會影響各階段價值鏈活動的價值創造能力，因而產生不同的企業競爭優勢。

二、支援活動—藉由採購、技術、人力資源、及各式整體功能的提供，來支援主要活動、並相互支援，可分為下列四種：

- (一) 採購 (Procurement)：係指購買用於企業價值鏈活動「投入因素」之功能，而非所採購的項目本身。這些採購項目包括了原料、零配件和其他消耗品，以及機器、設備、房屋建築等資產；
- (二) 技術發展 (Technology Development)：每種價值活動都會用到技術。包括一系列可以改進產品與製程的有關Know-how 或資訊；
- (三) 人力資源管理 (Human Resource Management)：人力資源管理涉及人員招募、僱用、培訓、發展、和各種員工福利津貼的不同活動所組成。企業內，人力資源管理不但支援個別的主要和輔助活動（如聘用工程師），也支援整個價值鏈（如勞工協商）；
- (四) 企業基本設施 (Firm Infrastructure)：企業基本設施包含很多活動，例如一

般管理、企劃、財務、會計、法務、政府事務、品質管制等。基本設施與其他輔助活動不同之處在於，它通常支援整個價值鏈，而非支援個別價值活動。

任何產業都是由一連串的「價值活動」所構成。企業除了企業系統本身組成的價值鏈外，其與外部相連結之組織，如上、下游廠商之個別價值鏈，乃構成更完整之價值鏈，Porter 稱之為價值系統 (Value System)。

國內學者司徒達賢則認為此價值系統可成為產業價值鏈 (Industrial Value Chain)。價值系統是以上、下游之垂直結構來切割產業價值鏈，整個產業價值鏈乃由上游供應商價值鏈、中游企業價值鏈、下游通路價值鏈以及顧客價值鏈所組成，價值系統中的各個部分大多由一個廠商或是某個廠商內的事業單位構成，每個廠商或事業單位內部仍以其內部價值鏈活動建構而成。但司徒達賢認為若就策略上的意義而言，產業價值鏈必須作更細的分割，使企業能更深入瞭解產業價值鏈中附加價值創造的過程以及活動的來源，以利企業對應投入的價值鏈活動作策略性之選擇。

細分的產業價值鏈會隨產業而有所不同，但一般來說，細分式的產業價值鏈大致上可切割成研究發展、零組件製造、製程技術、品牌、廣告、推銷與售後服務等，在細分的產業價值鏈(圖 2-3)之下，企業能較明確地區分價值鏈活動之配置，以及明瞭各個活動所創造附加價值的大小，以企業目前所處之產業價值鏈定位，是否可能以垂直整合之方式介入其他的價值鏈活動，以取得該部分所創造的附加價值，或是在既有產業價值鏈上策略地加入創新性的價值鏈活動，以改變目前產業價值鏈之結構，形成策略上的競爭優勢。

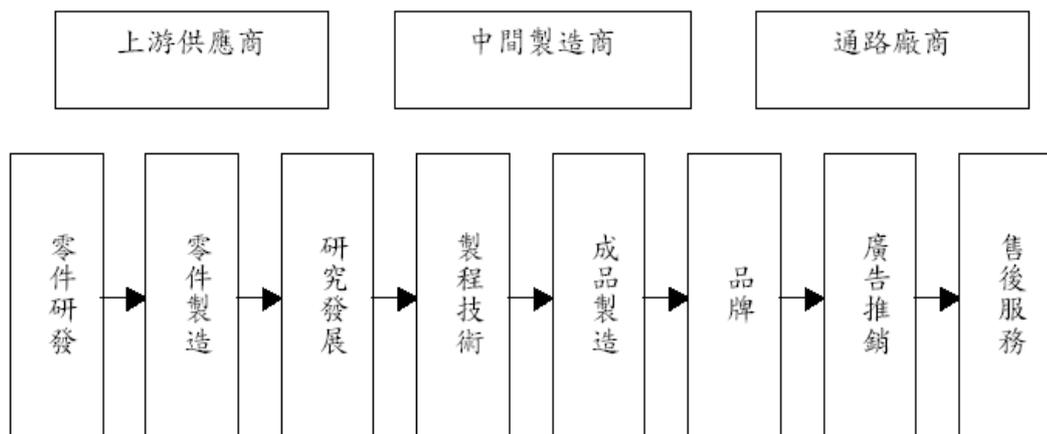


圖 2-3 細分的產業價值鏈

資料來源：司徒達賢 (1994) 策略的矩陣分析法基礎

近年來大陸學者吳海瑾(2009)提出產業價值鏈是由眾多的價值環節所構成，但並不是每一個環節都創造等量價值。高附加價值的環節一般是全球價值鏈上的高端環

節，產業鏈具有向高附加價值環節延伸的能力和趨勢。其實就是一種高端化的趨勢，產業高端化包含三層含意：產業結構的不斷優質化，產業的不斷創新和高層次生產要素的支撐。

第三節 產業生命週期

經濟成長的基礎可以說是建立在不斷的技術進步之上，技術改變是影響產業演進的重要因素之一，依一般理論而言，技術的變化會造成產業結構與形態的改變，因此我們可以從技術變化的動態過程來了解產業的演化。一般有關技術演進的研究大致可歸納三類，分別是技術進步的 S-curve、技術成熟度與技術生命週期。

壹、技術進步曲線

有關技術變化，Oliver Williams (1975) 所提出技術發展呈現 S-curve，並分為三階段的主張，分別為早期探索階段、中介發展階段及成熟階段；其認為以在技術上投入的經費、參與研發工作的人數、設備的專業分工程度來做衡量技術進步的指標。而 Foster (1986) 提出，S-curve 可應用於決定產業對於技術之研發強度及由舊有技術轉換為新技術的時機，使企業在競爭上獲得成功。因此企業應利用 S-curve 進行核心技術轉換，並利用技術生命週期曲線的概念來協助企業了解產業環境在曲線上所處的位置，並探討如何應用 R&D 來縮短技術差距與解決技術上的問題。

貳、技術成熟度

在技術成熟度方面，Ketteringham & White (1984) 則認為技術的發展，開始主要是高度不確定及少數參與者之基本研究，經過高生產力之成長期而達到進展極小的成熟期，形成一生命週期。Christensen (1997) 和 Foster (1986) 則依技術績效指標達到飽和的程度，將技術成熟階段分為萌芽期、成長期、成熟期與老化期等四階段，其認為技術成熟度可決定產業成熟度、科技政策與產品差異化的機會。而 Sood & Tellis (2005) 提出當技術達到一定純熟度時，將透過創新活動來提高技術的層次及競爭力。

參、技術生命週期

有關技術生命週期的觀念，可依照技術滲透的狀況，亦即技術被應用於生產之普遍程度，將技術分為技術發展、技術應用、應用上市、應用成長、技術成熟與技術衰退等六階段，做為技術發展的指引，探討在技術生命週期不同階段，產品發展與技術

發展的關係，促使管理者建立技術組合來發展企業合適的策略，如表 2-1。

表 2-1 技術演進特徵表

技術發展	此階段主要是指對於明顯價值的基礎研究，開始進行應用研究
技術應用	此階段主要是將技術具體應用在產品上，也就是一般所謂的萌芽期。
應用上市	此階段主要是指產品開始出現在市場上。
應用成長	產品開始依市場的需求做局部性或漸進性的改變。
技術成熟	在眾多廠商的競爭下，市場趨於成熟，技術的價值開始下降，企業的競爭重點在於利用製程來降低產品成本。
技術衰退	在此階段，產品本身已成為陳舊式樣，銷售量成長衰退，技術與產品僅有少部份的改變。

資料來源：蘇俊榮（1998）

另一種生命週期的理論，由 Everett Rogers (2003) 等人根據一項針對社會團體在面臨「不連續的創新」(discontinuous innovations) 時的反應狀況之相關調查報告，所推導出的社會現象模式。所謂不連續的創新代表著嶄新的產品與服務，當其與目標客群互動之歷程恰與高科技公司產品在面臨市場採用之模式類似。市場上所面對之消費客群依其採購心理與行為主要可歸納為以下數種：

一、創新者或技術狂熱者

對於新的事物(新科技；新產品)有極高的興趣；樂在高科技，能克服不便及困難，是新產品的擁護者與守門員角色。他們大部分沒有什麼錢，卻值得廠商投資以爭取其支持並發揮他們的影響力。創新者僅佔全體顧客的 2.5%，卻是技術採用生命週期的守門員。

二、早期採用者或高瞻遠矚者

是企業裡的革新派，有權也有錢。他們高度期望高科技能創造更好的利益或競爭優勢；對於能突破舊制之新能力或產品勇於率先採用，通常佔全體顧客的 13.5%。廠商應傾全力滿足他們的需求，以創造具有示範效果的成功案例。

三、早期大眾或實用主義者

不會對新科技著迷，採用時持審慎的態度，凡事務實、對技術保持中庸，要求針對問題的完整解決方案。採用新產品前，一定會向所信任的人尋求參考意見。決

定更新舊系統架構時，偏向於向市場上的領導廠商來採購，以便從供應面取得最大的總體價值。他們通常代表全體顧客的三分之一。

四、晚期大眾或保守派

之所以採用新技術，乃是受到市場壓力，不得不跟上潮流，否則就要面臨淘汰。這類消費者對於價格非常敏感，要求苛刻，並且吝於支付額外服務費。對有志於此一市場的廠商，需想辦法擴大經濟規模以降低價格，並將產品及服務標準化，提供價廉物美的產品以爭取佔了三分之一的目標客戶。

五、落伍者或吹毛求疵者

這群人對高科技的行銷嗤之以鼻，雖然佔全體顧客的 16%，但除了消極的批評外，對於銷售量的提升並無幫助，故高科技行銷應避開這特定族群。

高科技產品發展階段依技術採用生命週期模式則可分為六個不同地帶，如圖 2-4:

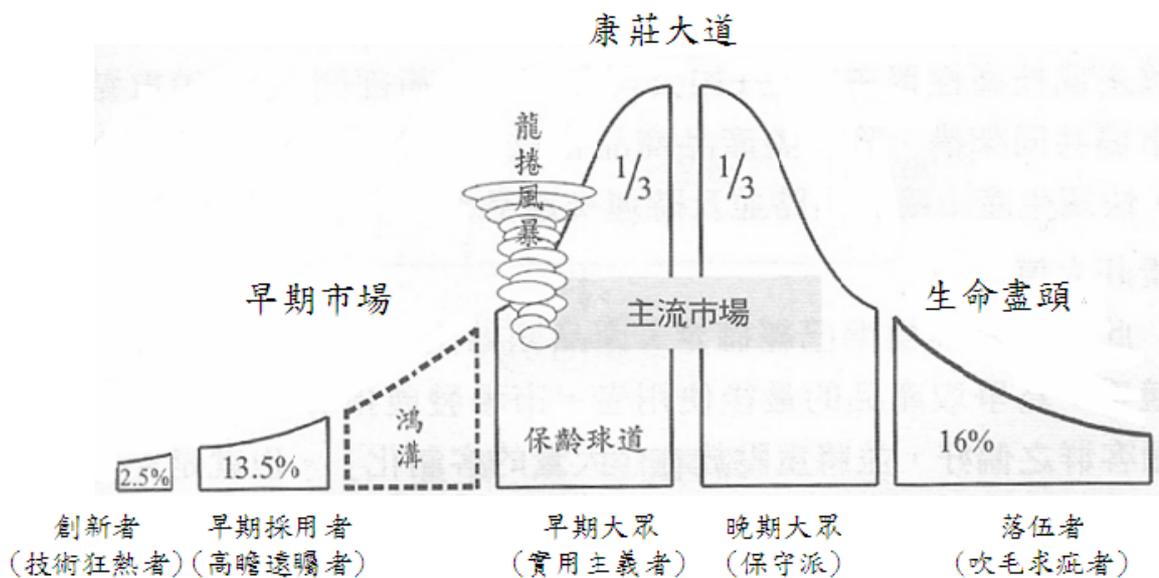


圖 2-4 技術採用生命週期

資料來源: Moore GA.(1995)

一、早期市場

由技術狂熱者和高瞻遠矚者率先加入支持。

二、鴻溝階段

此現象為市場開發停滯不前，早期市場熱度剛冷卻，主流市場卻無法接受尚未足夠成熟的解決方案。跨越鴻溝的制勝策略，標定主流市場中的實用主義顧客群，傾全力發展該特定顧客群所要求的無任何折扣的「完整產品」。

三、保齡球道

指產品在部分垂直利基市場得到青睞(如蘋果電腦公司針對圖形美工社團所推出的桌上排版系統)。行銷推廣以經濟性買主(指負責特定功能部門盈虧之主管)為訴求重心。發展市場重點是聚焦於提供單一應用之完整產品解決方案以拔得頭籌，接著充分運用前一個利基市場建立之優勢堅強基礎，逐次朝獨立而相鄰的利基上尋求突破。

四、龍捲風暴

徵兆為當市場整體已脫離多個利基市場彼此分立的局面，開始朝一個新興的產品類別組合(一體適用之水平市場)；為滿足龐大的新客戶在極短時間內同時湧入市場供不應求現象。行銷對象以基礎架構性買主或技術性買主為主(如公司之資訊技術部門)。行銷重點在於根據市場共同架構，將完整產品商品化以實施大量市場開發與攻擊的策略，快速生產、擴張通路並及時運交產品予客戶。

五、康莊大道

此階段產業標準已經確定，產品開始出現供過於求、廠商開始削價競爭：為爭取產品的最後使用者，市場開發指導原則轉為以滿足特定顧客群之偏好，並將重點放在「大量的客製化」。也就是充分利用原有的完整產品，設法增添能增加使用者主觀附加價值之延伸性產品。

六、生命盡頭

替代型新技術的產品訊息開始宣傳，醞釀出另一波版圖轉移。

第四節 競爭策略群組

第一項 一般競爭策略區分的競爭群組

Porter (1990)觀察廠商所採取之策略，利用競爭優勢來源與競爭範圍兩構面訂出一般競爭策略圖(圖 2-5)，認為廠商所採取之競爭優勢包括以下三種：

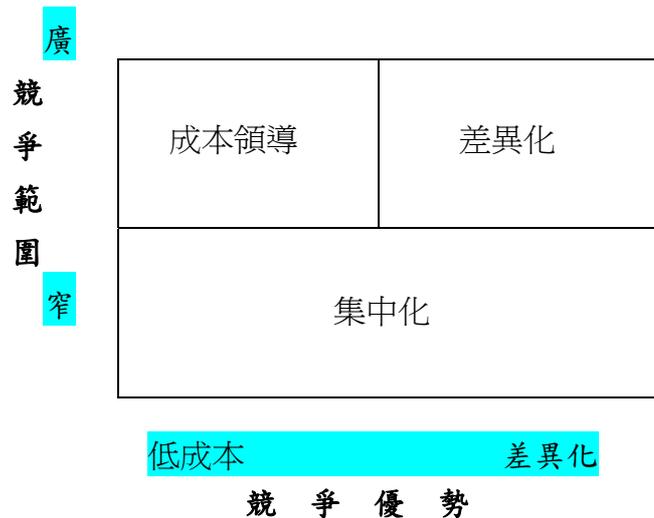


圖 2-5 Porter 的競爭策略群組

資料來源：Porter, M. E., 1980.

- 一、成本領導(Cost Leadership)：產品的主要競爭力為成本的優勢。此時企業之最佳策略為將產品標準化，並取得規模經濟，創造產品的成本優勢；
- 二、差異化(Differentiation)：若產品擁有特殊功能且滿足顧客(如高品質、創新的設計、品牌名稱、良好的服務聲譽等)，即具有競爭力；
- 三、集中化(Focus)：廠商之產品集中在某群顧客、某地理範圍、某行銷通路，或產品線的某一部份。

成本領導、差異化及集中化三種競爭策略，所採取之方法、所需之資源並不同，組織安排、控制程式也不同，其中成本領導重視製造程式，藉由製程的技術以及優良的管控將產品成本降到最低，以價格戰的方式來做市場競爭。差異化強調行銷能力，透過強力的行銷，將本產品在消費者的心中跟其他公司的產品有所區別。至於集中化策略則針對集中目標採取適當之措施。

第二項 產業構面區分的競爭群組

根據 Porter 之架構，徐作聖進一步發展產業構面的競爭群組，產業構面分析根據「競爭領域」(Competitive Scope)的窄或廣，以及「競爭優勢」(Competitive Advantage)的來源等兩構面，將產業區隔成四種不同的競爭策略群組，如圖 2-6 所示。

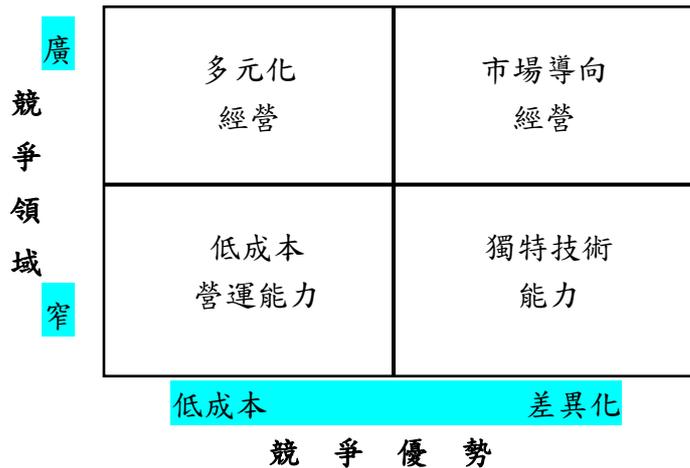


圖 2-6 產業構面的四大競爭策略群組

資料來源：徐作聖，1999。

以下分別說明四大競爭策略群組及其特色：

- 一、多元化經營：當競爭領域較為寬廣，而企業擁有成本上的競爭優勢時，應採取多元化經營之策略。多元化經營企業除了擁有本身所處產業的產品及技術外，還擁有其他相關性產業的多元性技術，甚至是非相關產業的多元性技術，因而能享有範疇經濟的優勢。具有多元化經營優勢之企業，資本額龐大並擁有高度的混合型組織，產品以全球化市場為導向，建立國際化的品牌行銷到全球各地。多元化經營企業之經營型態以「多角化導向」為主，其競爭優勢在於，該企業能創造不同產業間的技术、生產或市場的綜效，並藉此擴展經營規模；
- 二、市場導向經營：當產業競爭領域寬廣，且產品具有差異化優勢時，企業應採取市場導向經營之策略。市場導向經營之企業專注於提供符合顧客需求的產品及新市場、新客層的開拓，重視企業形象、品牌建立以及產品多樣化。此類企業經營型態以「市場導向」為主，其競爭優勢在於，成為市場開發與先驅者，掌握進入市場的時效，致力於顧客滿意，形成其他廠商的進入障礙；
- 三、獨特技術能力：當產業競爭領域狹窄，且產品具有差異化優勢時，此時企業應採取獨特技術能力取勝之策略。專注於某種專門研發技術的累積及創新發展，並有能力將此種技術移轉及應用至不同的產業領域，並以企業核心技術參與產業技術規格及標準的制定，該企業之經營型態以「技術導向」為主，其競爭優勢在於，建立技術研發上的利基，以技術標準的制定及開發來形成進入障礙。
- 四、低成本營運能力：當產品之競爭空間狹窄，但企業擁有成本上的競爭優勢時，應採取低成本營運能力之策略。由於成本的降低為該企業最主要的經營重點，因此必

須專注於產品的製造，重視製造時程、品質控制，致力於建立高製程效率及高量產速度的利基。該企業之經營型態以「生產導向」或「成本導向」為主，而其競爭優勢在於，創造規模經濟及高製造效率，擁有成本優勢，形成進入障礙。

第三項 市場領導者準則區分的競爭群組

Hope and Hope (1997)提出三種領導企業的原則，包括：產品領導者、營運效能領導者以及親密顧客服務導向等。在這些不同的廠商經營型態中，無論是企業的管理系統、營運流程、組織架構以及組織文化等表現亦不相同。以下針對此三種策略群組模式，歸納出如表 2-2 之分類準則。

- 一、以產品領導者而言，此群組所需注意的是重視創新功能，也就是技術創新，因此公司如果想在此群組中脫穎而出，必須以技術為樞紐，努力追求多元化的核心能力、並在產品的設計與製造上不斷的改良與創新。
- 二、追求營運效能導向的企業，較需注重與上游供給鏈關係的維持及公司內部營運成本的最小化，由於成本的考量因素，因此此群組中的企業主要的經營型態為推出標準化較高之產品，而非針對不同顧客生產不同產品，因此推出比市面現有產品價格更低、品質更高的產品為其主要競爭優勢。
- 三、而對顧客服務為導向的公司來說，較需注重顧客的服務以及與顧客間溝通管道的順暢，並與顧客建立長期的關係、願意分享顧客的風險、生產為顧客量身而作的產品以及提供有價值的服務。

表 2-2 策略群組之營運分類準則

策略群組	群組分類準則	活動項目之範例
產品領導者	<ol style="list-style-type: none"> 1. 公司較注重產品發展與市場探索等創新關鍵程式上； 2. 公司採用較彈性之組織結構，並以創業家精神探索公司潛在發展之領域； 3. 在管理系統上，一般產品領導型公司多採用結果導向（result-driven）之管理風格，作為新產品開發之評估準則； 4. 在公司文化風格方面，公司鼓勵發揮個人想像力與才藝，以易於常人思考之邏輯創造未來之遠景。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 決定產業標準，例如：Intel 的微處理器；Microsoft 的視窗作業系統；Sony 的隨身聽等； 2. 不斷激發新產品創意、迅速商品化，並不斷加以改良，如：Johnson & Johnson； 3. 透過本身核心能力與顧客間的緊密連結，達到公司不斷創新的機制。
營運效能領導者	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能將產品從供應商到最終消費者之間的一連串服務活動做最有效率之安排，以降低成本與減少不必要之活動 2. 公司內部之價值活動皆由公司總體規畫，並以標準化、簡單化與緊密控制之原則，減少一般員工之決策行為以提昇整體營運效率 3. 在管理系統上，透過一定的規範準則，強調整合、可靠與快速的業務處理程式 4. 在公司文化風格上，強調全面成本之控制，減少不必要之獎賞制度 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有效率之配銷運輸系統如：Dell 等； 2. 強調低成本、高品質的產品，如 Dell、GE 等 3. 利用管理資訊系統透過「虛擬庫存(Virtual Inventory)」的觀念，與供應商保持密切的合作，如：GE、Wall-Mart 等。
顧客服務領導者	<ol style="list-style-type: none"> 1. 公司主要的活動程式在於幫助顧客全功能的服務（例如：幫助顧客瞭解他們真正需要的產品）並維持與顧客間溝通管道的順暢 2. 公司採用較扁平之組織結構，並讓第一線之員工擁有決策的權力以因應消費者的需要 3. 在管理系統上，針對公司長期的客戶創造更高的服務品質 4. 在公司的文化風格上，希望服務之對象為特殊且長久維持良好關係之顧客，而非針對一般普通之顧客 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過整合資訊系統，使顧客可隨時追蹤從下訂單到付費之間的一切流程，如：Cable & Wireless 2. 強調與顧客間長期關係之建立，並給予絕佳之顧客服務，如：British Airway

資料來源：徐作聖，「國家創新系統與競爭力」，聯經出版社，臺北，1999。

第五節 產業組合分析模式

早期在 70 年代時，波士頓顧問群（BCG）發展與推廣一套類似組合分析的方法-波士頓模式（BCG Model），又稱為成長佔有率矩陣（growth-share matrix）；將產品市場佔有率與相對市場佔有率作為橫軸及縱軸，將矩陣分為四個部分，依據此判定公司事業投資組合是否健全。而後，有學者認為應該加入更多的影響因素，發展出另一種成長佔有率矩陣-奇異電器模式（GE Model），又稱為多因子投資組合矩陣（multifactor portfolio matrix），是由縱軸市場吸引力與橫軸-競爭地位所組九宮格矩陣。

在 90 年代，Jose(1996)提出組合方法（Portfolio Approach），使用組合分析的方式探討公司的策略與面對環境間的關係，建構出環境與策略矩陣（Environment-strategy matrix），再運用矩陣所建構出的各種組合方式分析不同時期因環境改變造成的策略定位修正。

Kotler et al.(1997)認為策略性產業組合是從許多產業之中選擇出合適發展的產業組群（特別是產業附加價值高與國家有實力競爭的產業環節），並同時也能淘汰衰退或生產力較低的產業。在策略性產業組合分析過程中，必須先定義出決定產業發展的條件，將產業加以定位並設定目標，最後才尋求合適的產業策略，在此產業組合分析模式中，用來檢驗分析產業組合的的函數主要有二大項，如圖 2-7 所示。每個國家比較自己與其他國家在競爭條件上的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而政府可以透過政策工具的干預，局部或全面改變競爭能力的優勢，使得產業更適宜發展。

徐作聖(1995)針對產業發展階段模式分析，認為產業在不同的發展時期與環境，應有不同的需求，因此只要能在產業發展過程中掌握重點需求資源，政府與產業便可依據產業需求做適當的規劃。

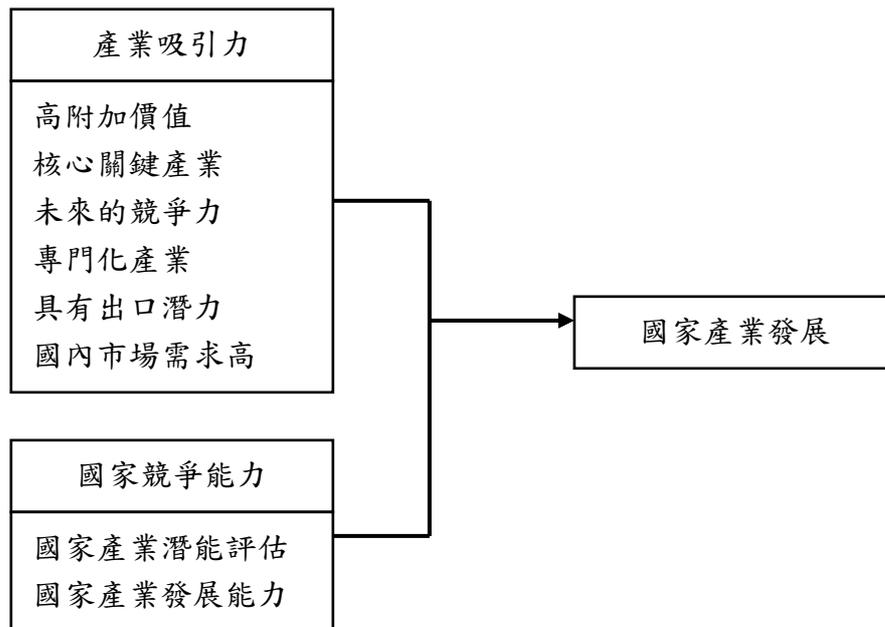


圖 2-7 策略性產業選擇分析模式

資料來源：Kolter, P., Jatusripitak, S., and Maesincee, S., 1997.

而區隔變數的選擇是產業組合分析模式的重大特色，其中產業供需的配合與競爭能力是區隔變數選擇的重要依據，而產業領先重點與產業競爭優勢來源是選擇供需面變數的準則。在供給面(X 軸)方面，全球產業之價值鏈或供應鏈是主要的選擇，它代表了在知識經濟時代全球垂直分工與水平整合的趨勢，同時也兼顧了系統整合的考量；在需求面(Y 軸)方面，對於已形成的產業與產業結構還在發展中的產業有不同的選擇，前者以策略定位為主，而後者是以產業（市場）生命週期為主，而這兩種選擇代表了市場結構之競爭情勢與競爭優勢選擇之考量。

第六節 產業發展相關理論

壹、產業發展階段模型

本節主要討論產業發展階段的概念與相關理論，由於不同國家的自然資源與環境會強化某些特定產業的競爭力，或者在產業由引進到成熟的不同時期，使用適當的策略與方法來改善環境與補足不足的條件，產業同樣也可以產生競爭上優勢。因此，如何使國家與環境能培育出特定且具有競爭力的產業，一直為各國政府研究產業政策的重點。

對於分析某些國家與環境為何能培育出特定且具有競爭力的產業，一直是學者研究的課題。有一派學者認為，不同國家的自然資源與環境會強化某些特定產業的競爭力。

但也有另一派學者認為，在產業由引進到成熟的不同時期，如果使用適當的策略與方法來改善環境與補足不足的條件，產業同樣也可以產生競爭上優勢。因此在本段中主要討論產業發展模式的概念與相關理論。

Porter (1990) 以經濟發展的概念來解釋對於產業發展看法，在理論上主要將國家經濟成長劃分成四種階段：生產因素導向階段，投資導向階段、創新導向階段與富裕導向階段四個時期，在不同的時期國家會形成不同的優勢條件，因此在各種時期會有不同的產業興起或衰退。在理論上雖可以解釋國家在不同的時間下多變的產業形態，但是有些產業不見得在國家進入不同經濟成長階段的時候便喪失競爭力。即使像美國、德國等先進國家，還是有完全倚賴天然資源而求得競爭力的產業。且國家經濟是由不同類型的產業結合而成的，每種產業成長的時間與階段都不相同。

以國家經濟發展的模式來解釋產業的發展，在某些觀點上仍有所不足。因此 Kotler 提出了另一種的產業發展模式(如圖 2-8)，產業在發展不同的階段會有不同的變化(如圖 2-9)，因此政府便可以依據各時期不同的變化來輔導產業。

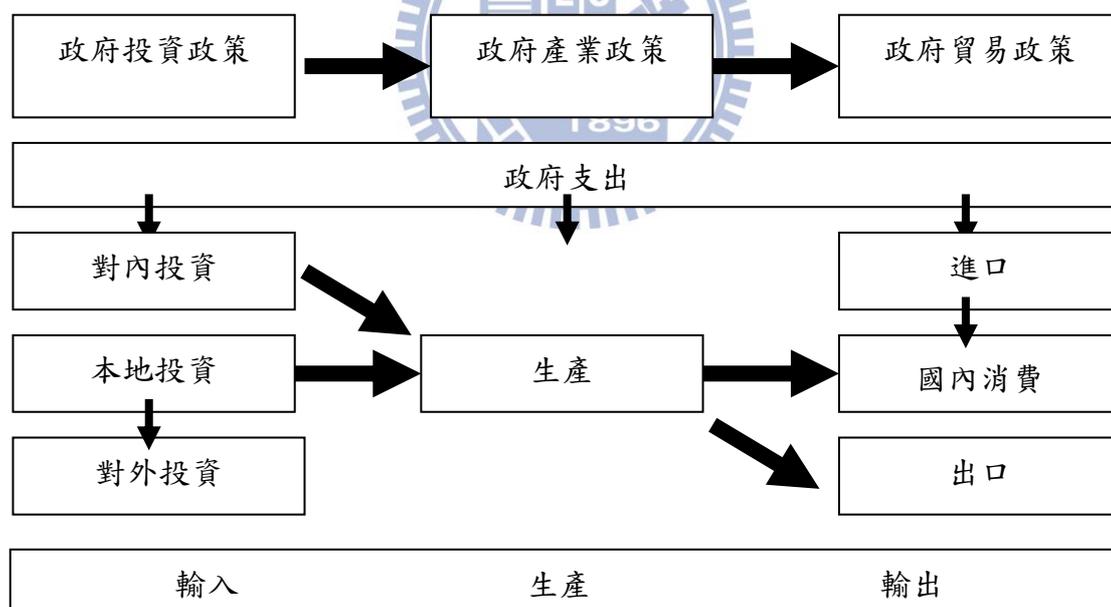
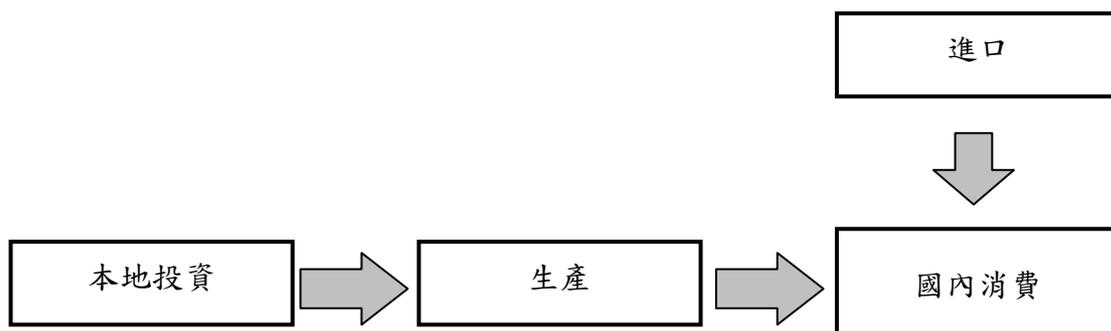


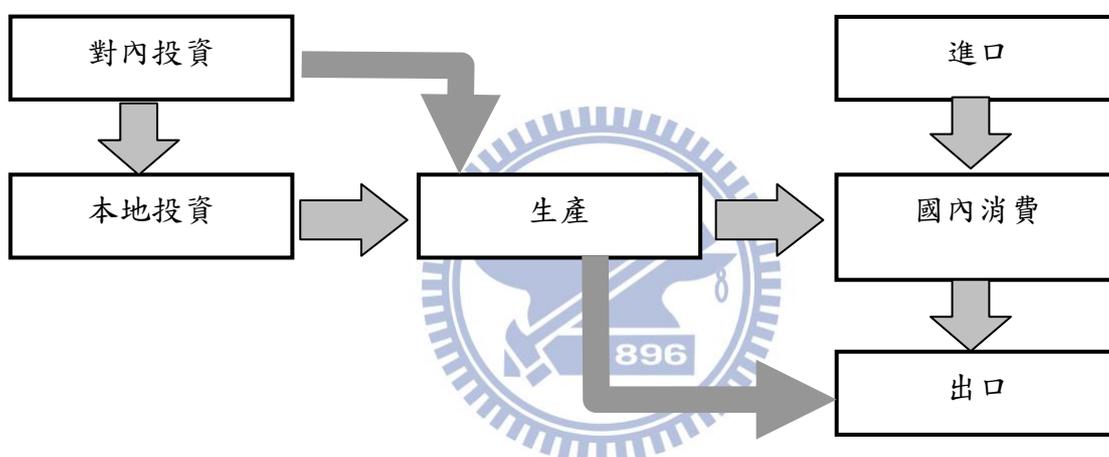
圖 2-8 國家政策影響產業模式

資料來源：Kotler, P., 1997

階段一：進口替代導向



階段二：內部投資與出口促進導向



階段三：對外投資與進口自由化導向

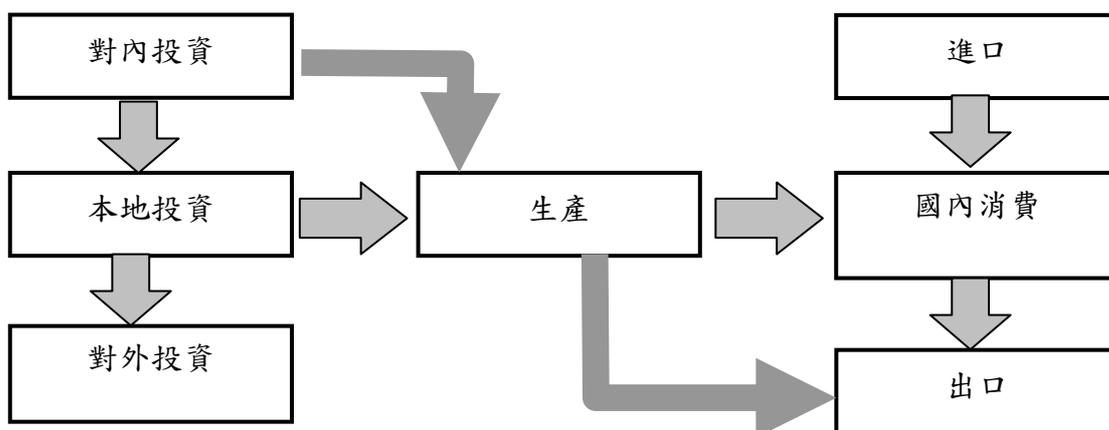


圖 2-9 國家產業三階段發展模式

資料來源：Kolter, P., 1997

技術的改變影響產業的演進，故技術的取得成為產業發展的重要憑藉；在產業發展初期，國家無法自行建立自有技術能量，此時便須設法由國外等管道取得技術來源，Kim(1980)認為以開發中國家來看，從產業技術引進到生根，至少包括了三個主要的階段，如表 2-3。

表 2-3 產業技術發展三階段之特性

	階段一	階段二	階段三
建立新企業的方式	移轉國外技術	本地技術與創業者之流動	
科技工作重點	施行引進之技術	吸收領會技術以增進產品多元化	改善技術以強化競爭優勢
關鍵之人力資源	國外專家	受訓於供應商之本地技術人才	本地科學與工程人才
生產技術	無效率		較有效率
技術改變之主要來源	國外整組技術移轉		自有努力的成果
國際技術移轉之主要形式			單項技術
外在影響技術改變之主要來源	供應商與政府		顧客，競爭者
市場	本地(低度競爭)		本地與海外(高度競爭)
研發及工程之重點	工程	發展與工程	研發與工程
零組件之供應來源	多數為國外		多為國內
政府政策之重要性	進口替代與外資控制		促進外銷
當地應用科技之機構	顧問	改良發展	研發

資料來源：Kim, L., 1980

第一階段：技術的獲取：技術移轉的管道，包括多國籍公司的直接投資（包括國外的技術移轉）、購買整廠技術(Turnkey)、專利權及知識的授權、與技術的服務，這些管道是開發中國家在取得技術能力的最重要的來源。科技知識的移轉也可透過其它的途徑完成，如機器設備之進口（技術移轉極重要的形式），國外OEM之購買者之技術移轉（為了使產品之品質能符合標準，國外購買者提供

的技術協助)。此外，國外的教育、訓練、工作經驗、複製國外之產品等也都是獲得技術能力的來源。

第二階段：技術的擴散。技術擴散的最大目的，在於將取得之技術擴散到整個產業中，全面提昇國家技術能力。以國家整體的立場來看，由國家主導的海外技術移轉必須藉由擴散功能傳播到整個產業以求到最大的經濟效益。舉例來說，韓國之電子產業因為技術迅速地擴散、訓練有素之技術人員的流動，使得後進廠商技術得以升級，整個產業的競爭力得以提昇，進而促使本地技術開發的投資增加。

第三階段：技術的吸收及自有技術的開發。技術移轉的最終目的，在於自有技術的開發。自有技術的開發的活動包括複製或還原外國產品、採用引進之技術並透過學習加以改良及自行研發等。進而促使國家的產業升級。

在國內學者的研究方面，徐作聖(1995)提出產業在不同階段的發展階段模式(如表 2-4 所示)。

表 2-4 產業競爭模式

產業生命週期	工業結構	主要競爭策略	科技差距*	產業競爭	典型產業
萌芽期	分散型	集中差異化	極大差異(階段 1)	完全競爭或局部壟斷	生物科技，HDTV，高溫超導，醫療製藥
成長期	分散到集中型	全面差異化	差距縮小(階段 2)	壟斷式競爭	IC，材料科技，通訊網路，特用化學品
成熟期	集中型	全面成本領導	差距極小(階段 3)	寡斷式競爭	汽車，石油，IC 產業，大宗化學品，航太，建築及一般工程，國防科技，個人電腦
衰退期	集中型	集中成本領導	無差距(階段 4)	寡斷或獨佔	家電產品，民生用品，紡織，煉鋼，造船，能源產業

資料來源：整理自徐作聖「全球科技政策與企業經營」，華泰書局，pp.25,1995

經濟部技術處編印，《經濟部產業技術白皮書》，1994 年，頁 24-2

貳、產業競爭優勢相關理論

依國際貿易理論而言，有關產業或特定的產業環節之所以能在特定的國家發展的解釋很多，最傳統的說法便是該產業在當地國家具有較好的比較利益條件，如國家優勢的資本或人力因素。但基本假設沒有考慮到技術的特殊與生產差異性的因素，與現實情況並不符合。一般對於產業或特定的產業環節之所以能在特定的國家發展，通常忽略了技術的特殊與生產差異性的因素，而僅認為該國家具有較好的比較利益條件。

後期的經濟學者 Heckscher 及 Ohlin 於 1920 年提出要素比例理論，其基本的觀念假設在於各國的技術相等的情形下，產業優勢的條件會決定於土地、勞動力、天然資源與資本等「生產因素」的差異，每個國家比較自己與其他國家在生產因素的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而以生產因素的比較利益說明貿易形態確實有它直接的說服力，但是在許多情況下卻無法解釋產業的實際競爭行為，特別是需要精密技術或熟練勞工的產業，若單純以靜態的勞力與資本因素解釋便有所困難。

美國的 Bela Balassa 於 1979 年提出階段性比較利益理論。他認為傳統理論大多把靜態的成本效益與生產因素具象化，但沒有考慮到時間的因素，而理論之所以不能解釋技術密集產業的原因，以長期的觀點來看，技術會不斷的演進變化，且生產因素可以在國家之間移動。而國家隨著經濟發展過程，新的產品、生產流程與市場的變化都會促使產業優勢的形態改變。因此在研究產業發展模式時便不能只考慮靜態的比較利益法則，而須考慮到技術差異與時間等動態理論觀念。

Porter 在經過分析研究許多國家的產業之後，認為產業的發展有特定因素。不同的因素相互影響造成產業多變的形態。因此他提出一個細部分析架構來比較且解釋產業在不同國家的發展情形。如圖 2-10 所示，此一觀念性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。

一、 生產要素

主要為國家在特定產業競爭中有關生產方面的表現，如人力資源、自然資源、知識資源、資本資源與基本建設等優劣條件。

二、 需求條件

主要為本國市場對該項產業所提供產品或服務的需求。

三、 相關產業和支援產業的表現

主要指相關產業與上游產業是否有競爭力。

四、 企業的策略、結構與競爭對手

主要為在產業內企業的組織與管理形態，以及市場競爭的情形。

五、 機會

某些特定的條件出現會改變國家的競爭優勢與產業環境。如基礎科技的創新、全球金融市場或匯率的重大變化、生產成本突然提高與戰爭。

六、 政府

政府透過政策工具與手段會改變產業的競爭環境與條件，如政府的補貼政策會影響到生產因素、金融市場的規範或稅制會影響到企業的結構。而產業的發展也會帶動政府的投資意願與態度。因此在分析政府的政策時必須參考其他條件的情況。

在此模式中強調產業的優勢在於基本條件的互相影響。藉由這些關鍵條件，我們可以評估產業環境的變化與改變的效果。配合國家的特有資源條件與優勢，經分析及評估結果，可以提供有用的資料，便於政府制定、執行、控制與規劃相關措施，以創造最有利於企業的機會。

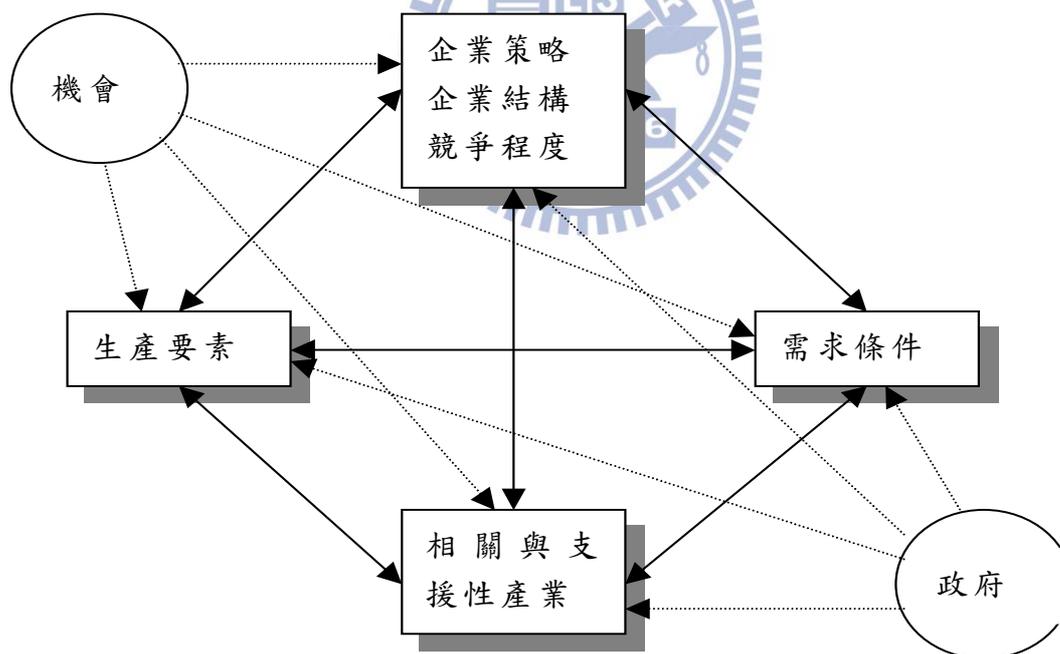


圖 2-10 鑽石結構模式

資料來源：Potter, M.E., “The Competitive Advantage of Nations”, pp.127,1990

然而，Porter 提供觀念架構來分析產業如何達到競爭優勢，但是並沒有解釋為何在相似的方式與條件下，有些國家的產業仍無法達到優勢，近來的學者研究則加以擴充，認為每個國家的總體經濟環境、社會與政治的歷史背景、社會的價值觀也會影響到產業的競爭優勢。因此 Kotler 補充提出產業發展因素模式。如圖 2-11 所示，此結構主要分

五部份：政府領導、國家文化、態度與價值、國家的生產因素條件、國家的社會聚合力、國家產業組織形態。此分析模式的特點為：

- 一、此結構包含了社會層面（國家文化、態度與價值、國家的社會聚合力）、經濟層面（國家的生產因素條件、國家產業組織形態）與政治層面（政府領導）。
- 二、在結構因素條件方面有些是屬於固有的，如國家生產因素條件（自然資源），有些屬於創造出來的，如產業組織形態。
- 三、在此架構分析中同樣包含了靜態分析（國家文化、態度與價值）與動態分析（政府領導、國家產業組織形態）。
- 四、在分析的方法上，有些屬於結構面，如國家的生產因素條件。有些屬於行為面如政府領導。有些則結合兩者，如國家產業組織形態。

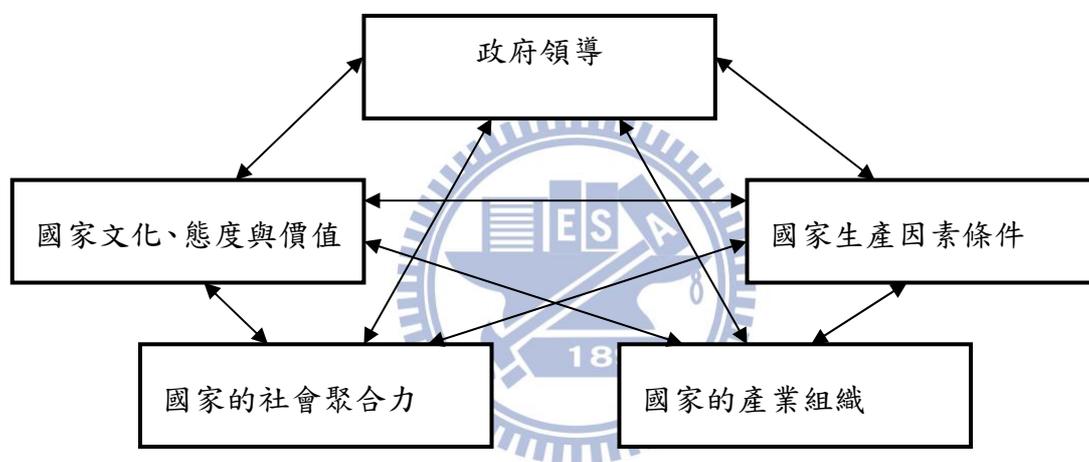


圖 2-11 Kolter 的國家競爭力分析模式

資料來源：Kolter, P., "The Marketing of Nations", pp.112, 1997

參、產業創新需求理論

由於技術的改變，使得「創新」被管理學者與經濟學家普遍認為是經濟成長的一項基本因素，但卻很少人去研究創新如何影響經濟成長，直到 1960 年代中期，才開始有人探討創新如何造成產業的改變與競爭優勢。Rothwell and Zegveld (1981)曾針對產業創新造成的影響提出說明，由產業的創新可以導引至國家各經濟層面的成長。Porter (1990)進一步分析比較後發現，新的競爭優勢理論除必須將競爭層面提升到國家層次，還必須把技術進步與創新列為思考重點，雖然此一論點已經明確顯示將產業技術創新對於國家競爭優勢的重要性，但 Porter 的理論卻沒有明顯的指出產業要如何規劃來達到創新。因此在本節中，將針對產業創新所需求的條件做深入的分析。

一般從傳統的分析角度上，有關產業創新的條件，普遍以技術發展相關需求條件做剖析與研究。但是在近年來，創新的觀念不僅包括技術與產品的改善，更包括新的產業環節出現或生產因素的改變，因此影響產業的創新因素便日益複雜。

以產業創新的所需的資源來看，Rothwell and Zegveld (1981)歸納出產業創新所需要的因素，包括技術知識與人力資源、市場資訊與管理技巧、財務資源、研究發展、研究環境、國內市場、國外市場、國內市場環境、國外市場環境等資源條件如表 2-5 所示，政府可藉由政策來改變相關的因素與條件來獲得競爭上的優勢；但若進一步的分析與檢視影響產業創新需求條件，理論上產業所需求的資源在不同環境下應有不同的差異。以財務資源來看，產業在不同時期所需要的資金市場形態就不太相同，需求的資金來源與管道也有所差異。

表 2-5 產業創新過程與需求資源關連表

		創新過程					
		基礎研究	應用研究	產品發展	量產	市場行銷	拓建通路
產業需求資源	研究發展	●	●				
	研究環境	●					
	技術知識	●	●	●			
	市場資訊		●	●		●	●
	市場勢態				●	●	●
	市場環境					●	●
	人力資源	●	●	●	●	●	●
	財務資源	●	●	●	●	●	●

註：●表產業重點需求的資源

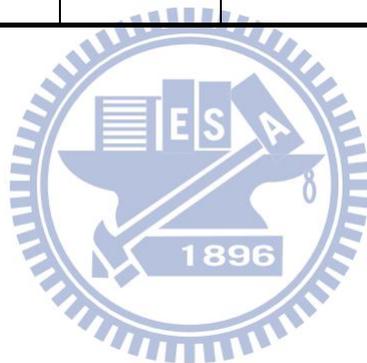
資料來源：Rothwell R. and Zegveld W., 1981.

在國內學者的研究方面，徐作聖(1995)曾針對產業發展階段模式分析後，進一步提出科技演進過程如表 2-6 所示，認為產業在不同的發展時期應有不同的創新需求，只要能在發展過程中掌握重點需求資源，政府便可依據產業的需求做適當的規劃。因此我們可以瞭解，從傳統的觀點來看產業競爭，國家的生產因素與環境都是固定的，產業必須善用這些固定的條件來獲得發展。

表 2-6 科技演進過程

發展階段	科技差距	資金需求	資金來源	主要支出	產業結構	主要競爭策略
萌芽期	極大	不確定	企業內部或政府補助	產品研發及市調	尚未發展	未確定
成長期	差距縮小	高	企業內部	產品及製程開發；市場開發	市場區隔中壟斷或整體完全競爭(萌芽期)	集中差異化
成熟期	差距極小	創新產品較低；大宗產品極高	創投基金及企業內部	產品推出速度及開發風險(企業創新精神)	壟斷或寡斷式競爭(成長或近成熟期)	全面差異化或成本領導
衰退期	無差距	極高	股市基金	市場開發與行銷	寡斷式競爭(成熟期或衰退期)	全面或集中式成本領導

資料來源：徐作聖，1995。



第七節 創新政策

壹、創新政策的基本理論

根據美國、日本、德國、法國等先進國家採行之產業政策及經驗，政府對產業活動採行的政策取向，從自由放任主義到積極干預主義之間，其中有三種基本理念對政策目標及策略的抉擇影響最大：「塑造有利環境論」(favorite environment promotionist)、「創新導向論」(innovation pushers)、「結構調整論」(structure adjusters)。

- 一、塑造有利環境論：主張政府機構的功能應侷限於塑造促進產業發展的有利環境，故採行之產業政策應著重於促成穩定的經濟環境、增進市場有效競爭，甚至包括刻意低估本國匯率。
- 二、創新導向論：主張政府的干預措施必須激發創新，也就是說，政府有能力選取並有效培育明星工業，使其成為經濟成長的動力。此種理論的基礎在於，肯定政府機構能力，以選定及培育具有發展潛力的產業，並促進國家經濟的成長。
- 三、結構調整論：認為政府干預應著重於產業結構的調整。其主要理念是基於市場狀況而加以調整，才可確保經濟活力與衝勁。當需求面發生重大改變之際，政府必

須針對供給面進行有效的結構轉變。基本上，此種基本理念所制定的產業政策，應可以協助及引導市場機能的轉變。許多自由經濟理論的學者認為，政府的干預愈少愈好，但基於下列理由，一般認為政府應介入並形成相關政策：

- (一)基礎性科技技術具有外部性經濟，加上研發所需資訊的公共財特性，以及研發活動的不確定性與不可分割性（經濟規模），導致企業投資的資源低於最適水準，有必要由政府支持該活動；
- (二)據動態比較利益理論，在其他國家已投入新興產業科技研發，本國若未採產業誘導企業從事研發而改變企業在學習曲線的位置，則將居於競爭劣勢；
- (三)依據產業組織理論，凡具備相當程度規模的企業組織若從事研究發展應可以有成果出現。但對多數規模小且資金不足的企業而言，面對技術快速變動及高風險，並無能力進行，而須由政府政策介入；
- (四)此外，保護主義、幼稚工業理論和不平衡成長理論者，則主張政府應介入經濟活動，引導相關產業發展方向。

換言之，基於外部效果、經濟規模、動態競爭和幼稚工業保護等理由，政府對新興產業制訂產業政策有其合理化基礎。



貳、創新政策工具

從產業的觀點，政策是政府介入科技發展系統具體實現的手段。科技發展投入到產出，是從起始階段資源的投入，經創新過程，將技術落實於生產與行銷市場的過程都涵蓋於科技政策內。Rothwell 及 Zegveld 在研究政府之創新政策中指出，創新政策應包括科技政策及產業政策，而以政策對科技活動之作用層面，將政策分為下列三類以及 12 項政策工具：

- 一、供給面 (Supply)政策：政府直接投入技術供給的三個影響因素，即財務、人力、技術支援、公共服務等；
- 二、需求面 (Demand)政策：以市場為著眼點，政府提供對技術的需求，進而影響科技發展之政策；如中央或地方政府對科技產品的採購，以及合約研究等；
- 三、環境面 (Environmental)政策：指間接影響科技發展之環境，即專利、租稅及各項規則經濟體之法令之制定。

Rothwell 及 Zegveld(1981)在另一方面研究指出，政策的形成主要在於政策工具的

組合，而政策工具依其功能屬性，分財務支援、人力支援與技術支援，其作用在科技創新過程與生產過程扮演創新資源供給的角色。其次，政府對技術合約研究、公共採購等分別作用於創新與行銷過程上，為創造市場需求的政策工具。此外，建立科技發展的基礎結構及各種激勵與規制的法令措施，以鼓勵學術界、企業界對研究發展、技術引進與擴散的投入與努力，則為提供創新環境的政策工具。

表 2-7 政府政策工具的分類

分類	政策工具	定義	範例
供給面政策	1.公營事業	指政府所實施與公營事業成立、營運及管理之各項措施。	公有事業的創新、發展新興產業、公營事業首倡引進新技術、參與民營企業
	2.科學與技術開發	政府直接或間接鼓勵各項科學與技術發展之作為。	研究實驗室、支援研究單位、學術性團體、專業協會、研究特許
	3.教育與訓練	指政府針對教育體制及訓練體系之各項政策。	一般教育、大學、技職教育、見習計劃、延續和高深教育、再訓練
	4.資訊服務	政府以直接或間接方式鼓勵技術及市場資訊流通之作為。	資訊網路與中心建構、圖書館、顧問與諮詢服務、資料庫、聯絡服務
環境面政策	5.財務金融	政府直接或間接給於企業之各項財務支援。	特許、貸款、補助金、財物分配安排、設備提供、建物或服務、貸款保證、出口信用貸款等
	6.租稅優惠	政府給予企業各項稅賦上的減免。	公司、個人、間接和薪資稅、租稅扣抵
	7.法規與管制	政府為規範市場秩序之各項措施。	專利權、環境和健康規訂、獨占規範
	8.政策性策略	政府基於協助產業發展所制訂各項策略性措施。	規劃、區域政策、獎勵創新、鼓勵企業合併或聯盟、公共諮詢及輔導
需求面政策	9.政府採購	中央政府及各級地方政府各項採購之規定。	中央或地方政府的採購、公營事業之採購、R&D 合約研究、原型採購
	10.公共服務	有關解決社會問題之各項服務性措施。	健康服務、公共建築物、建設、運輸、電信
	11.貿易管制	指政府各項進出口管制措施。	貿易協定、關稅、貨幣調節
	12.海外機構	指政府直接設立或間接協助企業海外設立各種分支機構之作為。	海外貿易組織

資料來源：Rothwell R. & Zegveld W. (1981) *Industrial Innovation and Public Policy Preparing for the 1980s and the 1990s.*

經濟學家所指出，成功的創新有賴於技術「供給」和市場「需求」因素間良好組合。在科技研究上和發展上，就供給面而言，新產品開發和其製程端視下列三種投入要素之適當程度而定：(a)科學與技術之知識及人力資源(b)有關創新的市場資訊及確保成功研究發展、生產和銷售所需的管理技術(c)財力資源。

從圖 2-12 中可清楚的看出，政府企圖以供給面的政策影響創新過程，政府本身可以透過直接參與科學與技術過程，或透過改善上述三要素，亦或是間接地調整經濟、政治與法規環境，以符合新產品創新需求。另一方面，政府亦可經由需求面的政策改善創新過程，政府可以在國內市場不論間接或直接，亦或選擇改變國際貿易大環境方式，來改善需求面條件—如可藉由關稅或貿易協定或建立國家商品海外銷售機構為之。

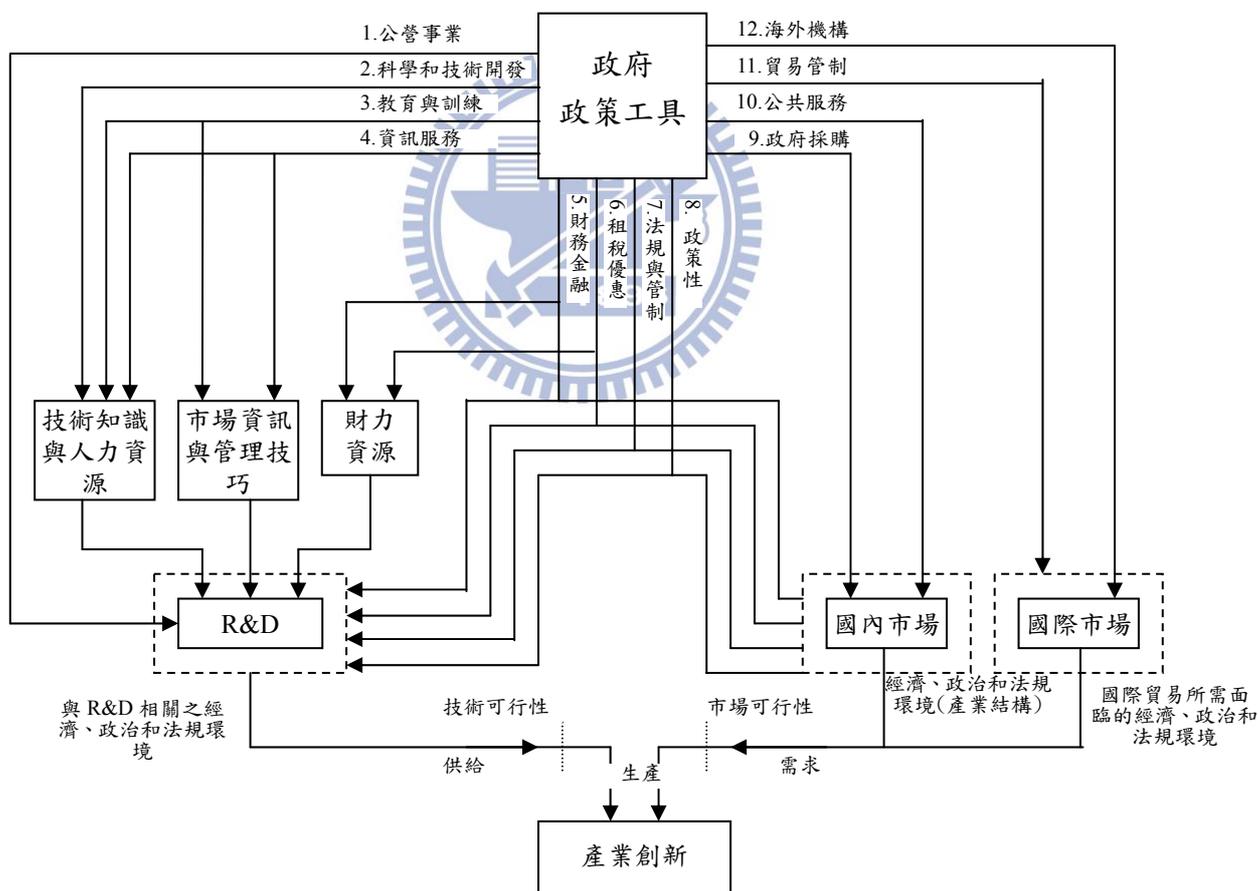


圖 2-12 創新過程與政策工具的作用

資料來源：Rothwell R. & Zegveld W. (1981)

Rothwell 及 Zegveld 認為針對不同的目標，政策在施行有不同的方式與途徑。如以財務政策工具而言，以總體環境為對象的金融政策與以企業為主的融資政策在做法

與範圍就不相同。因此在施行政策時就必須依產業不同的發展目標與需求選擇適當的政策工具與施行方式。而以 Rothwell 及 Zegveld 的理論整理歸納政府輔導產業的方式主要包括，培育小型企業、發展大型企業、發展特定技術、專注於特定的產業領域、提昇產業技術潛力、塑造產業環境與強化總體環境等七類。政府在政策實行上便可針對產業不同的發展目標做不同的修正與調整，以達到輔導產業的目的。

國際能源總署(IEA)的市場發展政策報告中指出，全球 27 個會員國在市場推廣策略隨著時間的演進而有所不同，政策演進過程如下所示：(一)研究發展與推廣、(二)投資誘因、(三)租稅措施、(四)獎勵費率、(五)自願計畫、義務、(六)可交易證書，採用從供給端到需求端的推廣方式，最後隨著財務工程的應用導入可交易證書的策略型態，使得推廣策略更靈活。

IEA 針對再生能源政策工具使用 4 個構面來進行分類探討，分別為：供給、需求、發電量、裝置容量(如圖 2-13)等 4 個構面。此四個構面組成刺激供給與發電量的政策工具、刺激供給與裝置容量的政策工具、刺激需求與發電量的政策工具以及刺激需求與裝置容量的政策工具等 4 類。

	發電量		
供給 (生產者)	競標系統 固定收購費率 再生能源配比標準 配額基礎制度 生產租稅抵減 可交易證書	自願計畫 綠色電價制定 淨電表計量法	需求 (消費者)
	資本補貼 第三團體融資 投資抵減 財產稅免除 政府大量採購設備	消費者補助 第三團體融資 租稅抵減 系統退還部分還款 銷售退稅還款	
	裝置容量		

圖 2-13 再生能源政策工具

資料來源：Renewable Energy Market & Policy Trends in IEA Countries (2004)

第八節 國家產業組合規劃

壹、策略性產業組合分析相關理論

Porter(1990)認為策略性產業的概念近似於「關鍵性產業」，意指在產業發展的時候，由於人力與物力的資源都非常有限，而各種產業又有不同的需求。因此必須將有限的資源，用在少數具有影響力的產業上，以重點的突破來帶動相關產業的發展。但是策略性產業的選擇與認定上，因各國不同的環境與經濟情況等社會因素的影響而有所差異，因此各國在產業政策上對於策略性產業的規劃亦有所不同。

早期學者提出產業關連效果的觀念，認為對於在產業價值鏈體系屬於上游的產業進行擴充可以誘發下游產業的發展，因此可以造成「前推效果」，而對於產業價值鏈體系上屬於下游的產業進行擴充則可以引發上游相關產業的發展，造成「後引效果」。因此從策略的分析基準來看，培育能使這兩種效果儘可能擴大的產業才是策略性的重點。此種理論在封閉下的經濟體系是十分適用，但在開放的經濟體系下仍有不足之處。尤其在目前國家分工日趨複雜的時候，產業可以選擇多種的供應來源與銷售管道，因此在產業關連效果便不能明顯的表現出來。

Kotler(1997)認為所謂策略性產業的特質應是能造成產業逆轉效應 (converse effect)，進而導引產業在技術上的進步與創新，如日本政府培育 Audio、VCR、TV、PC、Phone 產業，利用在產品上技術與經驗的組合便能創造許多新產業與技術的興起(snowball effect)。其次有些產業可以經過時間的演進而轉化 (lean industry)，不會因替代性產品的出現而沒落(substitution effect)。再者是產業的技術可以融合而造成新興產業的興起(spillover effect)。因此在策略性產業的選擇以此做為評價的標準。

從經濟發展方面與產業結構方面來看，此種選擇是十分正確的，但是在考慮到國家本身的能力與時間的因素下，在選擇上仍要做修正。一般而言，在不同的時間下，國家的優勢與需求便有不同。Porter 認為國家的經濟發展有四個階段：生產因素導向、投資導向、創新導向與富裕導向。在不同的階段時期會表現出不同的優勢與需求。如在經濟發展的最初階段，在策略性產業的選擇上應以能利用天然資源與國家自然優勢條件的產業為佳。但是在投資導向的階段所選擇的產業就必須考慮技術的能力與資產的投資報酬。因此所謂策略性產業的選擇，即是對未來國家產業發展做長期的規劃。

一方面受到發展條件不同的限制，另一方面則取決於不同的時間下國家資源分配的順序。其最終目的在於促使產業的整體發展，而使國家經濟發展邁向新的領域。

貳、策略性產業組合分析規劃模式

Kotler 認為策略性產業組合是從許多產業之中選擇出合適發展產業組群（特別是產業附加價值高與國家有實力競爭的產業環節），並同時也能淘汰衰退或生產力較低的產業。在策略性產業組合分析過程中，首先必先定義出決定產業發展的條件，將產業加以定位並設定目標，最後才尋求合適的輔助產業策略。在 Kotler 的產業組合分析模式中，用來檢驗分析產業組合的函數主要有二大項（如圖 2-14）。在此策略性產業組合分析的模式中，每個國家比較自己與其他國家在競爭條件上的差異後，選擇發展條件最佳的產業。而政府可以透過政策工具的干預，局部或全面改變競爭能力的優勢，使得產業有更適宜的發展。

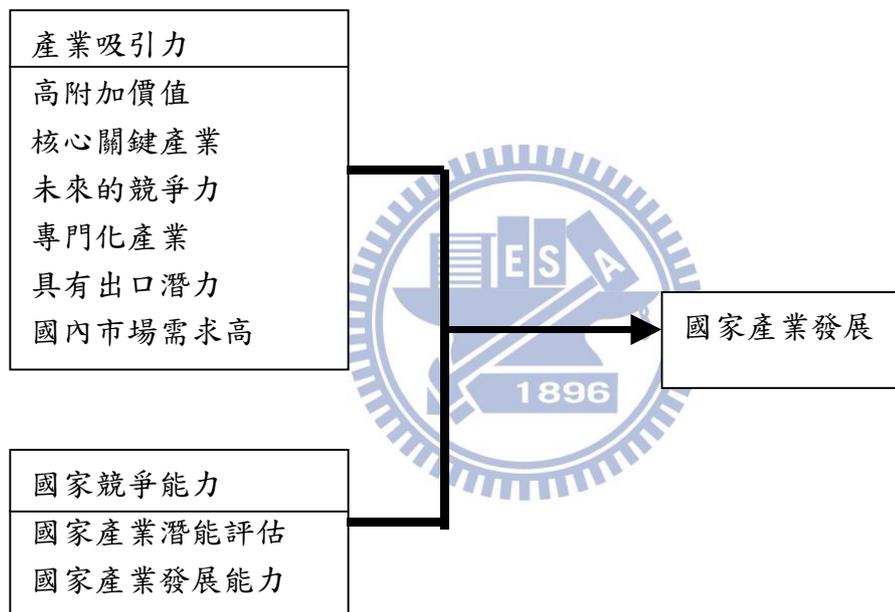


圖 2-14 策略性產業選擇分析模式

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., & Maesincee, S. (1997)

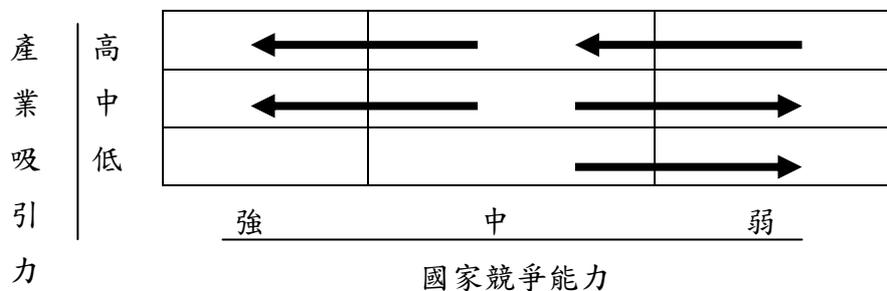


圖 2-15 國家產業組合分析

資料來源：Kotler, P., Jatusripitak, S., & Maesincee, S. (1997) *The Marketing of Nations*.

如此，政府便可以依據在每一方塊中不同的產業需求，制定合理的輔導產業政策（如圖 2-15）。這種為各區塊中的產業賦予不同特性，進而研究產業需求條件的做法，與產品組合管理矩陣十分類似。

參、政策規劃與分析模式

產業的規劃政策關係著產業的發展，如何創造產業的優勢條件與減少障礙是政府決策的重大課題。產業的內外環境隨時都在改變，如何以動態的觀點深入分析產業，具體描述產業發展策略條件，使決策者可以從各種產業政策工具中選擇若干組合以形成政策，以創造有利於產業的優勢條件，乃為研究的重點。Kotler 研究日本的產業發展策略，他認為日本產業的發展主要有一套規劃模式，其模式主要以發展目標、投資策略與需求生產要素三種構面來選擇重點產業發展與設計主要的政策。而 Rothwell 及 Zegveld 認為在實際的競爭行為下，國家與產業可以透過不同的途徑來獲取產業創新所需的資源與條件，分別為：塑造產業環境、強化總體環境、專注特定技術領域、專注特定產業領域、提昇產業技術潛力、培育小型企業、培育大型企業。

此外，對於新興產業的政策規劃，根據王健全(1994)針對台灣的產業政策探討的見解，認為其制定可分為：供給面政策、需求面政策、以及環境面政策。供給面政策透過財務、人力、技術等因子直接影響技術供給；需求面則透過契約的研究、政府的採購等措施，進而影響並提供穩定的市場需求；而環境面政策是藉著專利保護、租稅制度建立、智慧財產權的保障、公平交易法的制定等來建構整個產業環境的利基。除了一般的基礎建設外，研究發展層面的介入，具有相當大的影響力來引導某些特定產業的發展，減緩產業學習曲線的陡峭，簡短廠商的學習時間。

第三章 理論模式

本研究在模式的建構上乃根據新興產業動態成長變化之特色，選擇以「產業價值鏈」與「技術生命週期」為區隔變數，作為產業定位與創新需求要素分析之依據。本研究以學者徐作聖所提出之『產業組合』模型為架構，以下內文即針對模式相關要素陳述。

第一節 產業領先條件與競爭優勢來源

所謂產業領先條件之分析主要是針對全球產業競爭優勢來源的瞭解，換句話說，也就是需分析全球領導廠商本身之關鍵成功要素，及其環境面的有利因素等。在產業面，競爭優勢的來源主要來自產業面與企業面；前者包括產業的群聚、上中下游產業的競爭力、供應鏈的完整度與產業經營環境與技術系統的完整性等因素。

另外，由於產業結構、生命週期、市場競爭優勢等客觀條件的影響，不同市場區隔中產業競爭優勢的來源也各異。這些客觀競爭條件因素包括企業資源、市場大小與發展潛力、國家體系、技術能力等。

在市場發展初期，市場競爭優勢主要來自技術能力（創新）、企業資源（對新產品開發的投資）與其對市場的掌握。在成長期的階段裡，市場競爭優勢源自企業資源（行銷、量產、財務等）及國家體系的支援（因應技術擴散與知識交流之需求），而市場大小與發展潛力更成為企業是否投入的最大誘因。最後在成熟期中，企業財務能力與行銷策略成為最主要競爭優勢的來源。

產業領先條件與產業競爭優勢來源分析之目的在於：瞭解在不同競爭情勢下，產業與企業所必須經營的競爭條件。在全球競爭及專業化的需求下，這類產業領先條件與產業競爭優勢來源分析為產業分析不可或缺的要件。

綜言之，產業領先的條件位於：國家（政府）、產業、企業體等三者中，而產業競爭優勢之主要來源則包含了下列四項：

- 一、資源：生產要素、人力資源
- 二、機構：研發體系與創新能量
- 三、市場：國內外市場競爭力
- 四、技術：全球技術之競爭力

第二節 產業分析模式

區隔變數的選擇是本研究所用產業組合分析模式的重大特色，其中產業供需的配合與競爭能力是區隔變數選擇的重要依據，而產業領先重點與產業競爭優勢來源是選擇供需面變數的準則。在供給（X 軸）方面，產業之價值鏈或供應鏈是主要的選擇，它代表了在知識經濟時代產業垂直分工與水平整合的趨勢，同時兼顧產業分析的系統性；在需求（Y 軸）方面，對於已形成的產業與產業結構還在發展中的產業有不同的選擇，前者以策略群組的定位為主，而後者是以產業（市場）生命週期為主，而這兩種選擇代表了市場結構之競爭情勢與競爭優勢選擇之考量。

另外，在此一分析模式中，產業創新需求是根據八大構面而形成，包括了研究發展（研發能量）、研究環境（研發資源與研發體系）、技術知識、人力資源、財務資源、市場資訊、市場態勢（全球市場現況與未來趨勢）、市場環境（全球市場結構）等，廣泛地涵蓋各種產業創新要素（如：技術、市場、資金、人才、研發環境等），以此分析模式評估政府政策、產業現況以及企業策略對產業創新之需求，是一個全方位的分析方法，更能客觀地反應產業創新的實質，應為目前學術界最完整的分析模式。

台灣太陽光電產業雖然已經進入量產階段，並在國際市場上佔有一席之地，但相較於先進國家如日本、德國與美國而言，仍屬於萌芽階段。對全球競爭態勢為不成熟的產業（如：太陽能光電產業），由於產業領先重點來自企業的策略選擇以及技術發展，加上產業結構位於萌芽期，因此技術的突破與供應鏈相互配合，將能有效影響產業的發展，故區隔變數以「全球產業之價值鏈 x 市場(技術)成長曲線」為主，其中前者代表產業的供應面，而後者代表了企業競爭優勢的來源，分析矩陣如表 3-1 所示。

表 3-1 太陽光電產業分析矩陣

	產業價值鏈		
	研發設計	生產	市場應用
技術成長曲線	成熟期		
	成長期		
	萌芽期		

資料來源：本研究整理

本研究所使用的模式為一矩陣表列，除了能反應產業目前的策略定位外，更能描述出產業變化衍生出的動態需求，故其規劃結果能反應產業現況與未來需求。我們以矩陣的模式來描述產業的競爭態勢，而矩陣的位置也反應了該產業目前最適的策略定位，而矩陣內容中的創新需求也是該產業優先選擇發展的目標。

具體來說，我們所使用的分析模式具有下列之特色：

- 一、客觀分析產業在特定區隔與定位中，所需優先發展之方向與策略，評估產業之動態發展，若創新需求目標無法達成，應放棄此產業區隔之發展。
- 二、提供具體政策執行方向及政策措施的優先發展策略。
- 三、利用專家訪談與問卷，集思廣益地彙集推動產業之策略與方案。

第三節 太陽光電產業創新需求要素

本研究主要以 Rothwell 及 Zegveld 的理論為基礎，針對其產業創新需要的資源要素作更細項之研討，並根據徐作聖對產業創新需求要素之定義，配合業界專家之修正，進一步歸納出太陽光電產業之創新需求要素。而所謂產業創新需求要素 (Industrial Innovation Requirements, IIRs) 是指在產業發展與創新時最需要的關鍵因素。本研究認為太陽光電產業在不同價值鏈中及不同生命週期中，同樣資源項目應有不同的需求，因此在研究上有必要再細分產業需求資源的形態，以下便對相關產業創新需求要素作說明。

壹、與研究發展有關的產業創新需求要素

對於相關產業而言，研究發展能力為創新的重要因素，有些企業在技術上的研究發展使品質與原有產品不同，有些則是由於改良製程而在品管及生產流程上創新，或對市場反應更為迅速，這些改變對於競爭而言，都能產生相當的價值，而產業經由研究發展而創新，除了強化與對手的相對競爭力外，也可能產生出新的產業領域或產業環節，對於產業的變遷，也會有延滯的力量。而培養研究發展的能力，除了相關資源的配合之外，還必須考慮到相關需求因素的配合。

一、國家基礎研究能力

一般所謂基礎研究能力，主要指在基礎研究科學與相關專業領域的潛力，有些產業在特定國家與環境下有發展的優勢，但是只有極少數是先天的條件與優勢，絕大多

數必須透過長期的技術開發，而不同產業所需要的投資情況又有極大的差異，對於技術需求不高或技術已經普及的產業而言，基礎研究能力可能在重要性上並不明顯，但若各項產業需要以特殊的產品或創新的技術來取得高層次的競爭優勢，在基礎研究能力上就必須不斷的提昇。例如台灣在半導體產業和液晶面板產業已具有基礎研究實力與經驗，就能應用在發展太陽電池製造上，但太陽電池需不斷提升轉換率及降低製造成本，在基礎研究能力上需不斷的提升。

二、國家整體對創新的支持

國家整體對創新的支持主要是指國家對於某一產業創新實質的支援程度。Kotler認為，產業的競爭優勢在於創新，而創新與發明並不是屬於隨機的因素，因為有些國家對相關產業的需求比其他國家強，且國家本身的狀態影響到專業人才與知識技能方面的培養，故這些因素間接影響到相關產業所提供的必要支援，使得產業的創新往往因為國家對創新支持的結果。

三、技術合作網路

技術合作網路是企業間藉由聯合、共同研發、創造有利的競爭優勢所建立之產業關係。在執行策略方面，企業可以依實際需求運用各種不同的方式；在發展上，有技術授權、投資合作、共同研究發展；在製造上，有原廠代工、製造授權等方式；在市場方面，可以關鍵零組件相互採購與共同研究或互相提供產品經銷與通路等方式合作。例如歐系太陽光電模組品牌廠受到中國大陸垂直整合廠的威脅，感受到成本的壓力，漸將電池委外代工訂單移往亞洲地區，亞洲代工廠因而受惠，而亞洲的模組廠若要創造品牌知名度，可能必須得再累積實戰經驗，或利用策略聯盟的方式創造新的運作模式。

四、產官學研合作

當產業發展的初期，在技術方面沒有能力與國外廠商競爭，也沒有足夠的資源與能力從事研究發展，因此在產業發展的初期來說，可利用政府、產業及大學之分工，利用國家與相關環境的資源，支援產業以推動研究發展工作，藉由合作與聯合的關係來學習技術，或是藉由官方的整合來擷取技術或以學術研究後經由衍生公司(spun-off)將技術與知識擴散到產業之中，共同扶植出一新興產業。

五、政府對產業政策的制定

能源產業因為是國家的基礎建設，在各國多以政策規範，所以要發展太陽光電系

統，國家必須要作為領導的角色，明確定義系統發展計畫，制定架構及規格，並具體提供制度帶動整體產業發展。

六、同業間的技術合作

技術合作講求長期的合作，以順應自然為原則，在兼顧雙方的利益下，使技術能力能向上提昇，共同開發新技術，經由彼此聯合的人力與財力，共同承擔風險與分享利潤，以達到創新的目的。

七、產業間的技術整合

廠商利用不同技術間的互補性，藉由相互授權以強化企業在個別領域的技術能力，是改善產品品質、降低生產成本甚而開發新產品，除了增進合作網路的關係之外，更可打破不同產業間的界線，開創出更有競爭力的產品。

貳、與研究環境有關的產業創新需求要素

通常產業競爭力較好的國家，除了在研究發展上持續保持優勢之外，研究環境亦為十分重要的因素。因此，若要創造出對產業研究發展有利的因素，政府就必須創造出環境以提供產業做轉化，將研究成果轉化成商品，使投資基礎科學能產生產業優勢。並即時反應產業的特定需求，才能使投資研究發展成功。因此由政府與產業共同投資的創造研究環境，才是催生產業創新的重點，以下分別敘述之。

一、政府對產業創新的支持

政府對於新興科技的發展有很大的影響力，透過政府政策能夠整合產業初期的研究方向、設立共同實驗室及研發投資的獎勵等都是促進產業發展重要的力量，因此在全球以國家為競爭主體的趨勢下，政府角色的扮演將日益重要。

二、具整合能力之研究單位

就企業本身來說，在成本的考量上，企業必定專注其核心能力的開發與研究，因此，對於非其核心能力範圍之內的相關技術，將無法攝取；但就國家方面來說，成本並非其首要考量因素，因此，國家應成立具整合能力之研究單位，類似中研院、工研院等，就技術或產品的未來性，將不同領域間的技術試著做整合與開發，可彌補國內產業能力不足的一面。

三、創新育成體制

產業的發展乃是藉由本身不斷的成長與學習來持續創造競爭優勢。在這發展的過程中，創業者與發明家不斷扮演創新的角色，故如何藉由環境來培育這些剛發展的企業，便有賴於塑造出適當的環境。創新育成體制的功能便在於它能提供管道，引導創業者與發明家透過環境取得相關需求資源，掌握改革與創新的機會，並及早進入正確方向去發展。在整個過程中，創新育成體制不僅輔導企業尋找市場的利基、生存的最佳條件與開發被忽略的市場環節，並輔導其經營與管理企業的技巧，藉由輔助企業生存並具有適應環境的能力，使得企業的成長能帶動產業的整體發展。

四、專門領域的研究機構

產業真正重要的競爭優勢必須藉由特定與專業的關鍵因素才能達成。而專門領域的研究機構能集中相關科技與專業的人力資源，加速流通的市場與技術資訊。而產業也會藉由投資相關訓練中心與建教合作計劃，不斷提昇產業的基礎技術能力。當研究機構與企業形成網路時，所形成的效應，也會促使政府與產業投入更多的投資，專業化的環境建設不斷擴大，又進一步帶動產業的發展與技術的提昇。

五、再生能源發展條例的立法

雖然國內已有電業法等基本法令，但是在再生能源政策上只有零散的推廣條例，而沒有更完整的再生能源條例，行政院已經制定出再生能源發展條例草案，其中涵蓋了再生能源相關的規範，但目前立法程序緩慢，阻礙了國內再生能源產業的發展。

參、與技術知識有關的產業創新需求要素

當廠商與其他國際競爭對手競爭時，若能提供更健全的相關技術知識資源，便可形成產業之競爭優勢。而這些技術知識是否能為產業創造競爭優勢，要看整合這些資源時所發揮的效率與效能。這與產業在應用知識資源時如何整合與強化關鍵要素有關，因此以下便分別敘述之。

一、上下游產業整合能力

以產業競爭優勢的觀點來看，競爭力強的產業如果有相互關聯的話，會有提攜相關產業的效果（pull-through effect）。因此有競爭力的本國產業，通常也會帶動相關產業的競爭力，因為它們之間產業價值相近，可以合作、分享資訊。這種關係也形成相關產業在技術、製程、銷售、市場或服務上的競爭力。如果相關廠商有相當的

競爭優勢，不斷朝產業創新的過程發展，就能提供產業所需求的最新技術，若有相關廠商能打進國際市場，對市場的洞察力就更強，提供產業資訊與經驗便有相當的價值。

二、建立系統標準

各國對於產品技術與規格上不同的規範，對各項產業而言，直接影響了產業的發展。如果一個國家能將產品技術與規格的規範與本國的產業競爭優勢相結合，對產業發展影響很大，舉例來說，如果一個國家產品需求標準和國際市場主要的主要標準相同，或者是國內產品技術與規格的規範特殊，只有國內的產業能符合標準，而其他國家卻沒有這樣的條件，本國廠商在競爭與創新上便比較容易獲得優勢。

三、技術引進與移轉機制

Kim (1997) 認為，產業在發展的初期，技術能力與先進國家差距太大，因此在技術上必須要模仿，一旦熟能生巧之後，才能力求展開自主性與創新性的技術。而技術模仿者，除了運用本身的資源與技術基礎來接受技術之外，尚需考慮產業的學習能力。因此技術擴散機制的優劣，便決定產業技術成長速度的快慢。技術擴散機制的功能，主要提供企業技術學習的管道。企業藉由技術擴散的方式可以減少自行研究發展的大量投資，且可避免長期摸索產生的錯誤，節省人力及時間的浪費；對於資本不足、技術缺乏的企業而言，技術擴散實為提供生產技術與強化產業競爭力的最佳方式。

企業引進技術的目的，不僅僅只是獲取技術，而是藉著技術引進的行為作為手段，來達成改善產業技術能力的目標 (Skowronski 1987)，更具體的說，發展或引進技術的目的不外是：增加本身的競爭能力，減少技術差距、提昇產品品質、良品率、降低生產製造成本，增加獲利能力等。但是由於技術本身的特性，技術移轉並非單純的購買資本財或設計圖，技術接受者尚須提供很多資源來融合、調適及改良原有的技術，因此能不能成功地應用所引進的技術，便有賴於廠商發展本身技術能力的程度與良好的技術移轉機制。

政府研發機構應積極與歐、美、日等國家實驗室合作，引進先端技術，除了技術的引進之外，也應吸取其他國家在再生能源設置計畫執行上的經驗，此外，不僅是技術面、在管理面、營運面、科技政策上均有許多地方可向外國學習。

四、產業群聚所產生知識外溢效果

Porter (1998) 定義群聚效果為：當某一特定產業上下游間的發展有著地域性的關連傾向，並逐漸演化成具有經濟效益的結構，彼此競爭卻又相互依賴。因此，若企業

間形成群聚，則其產業可藉由內在動力進行自我發展，以及彈性調整，因而大幅提升整體產業的競爭力。在競爭論中，則以價值鏈為全球競爭策略的基本分析工具，指出跨國企業在全球策略上，特徵在於將價值鏈中主要業務活動配置在全球各地。但如果把價值鏈中主要業務活動配置在同一地區，則將有助於創新並提升競爭力。

五、技術資訊中心

由於技術的創新具有高度的不確定性，包括技術上的風險及市場上的風險，因此正確資訊的提供，可減低開發上的不確定性，並有助於新技術的發展與創新。因此技術資訊中心的角色，除了幫助產業研究，亦提供技術諮詢與技術服務，以輔導企業在技術上的發展。

肆、與市場資訊有關的產業創新需求要素

完整的市場資訊網路除了可激勵靜態的研究發展方向，更能創造出新的技術知識與服務方式，以提供企業改進和創新的原動力。而在流通的資訊體系下，企業進步與創新的壓力會促使企業不斷降低成本、提高品質與服務、研發新產品與新製程，更進而吸引更多競爭者投入這市場中。

此外，市場資訊流通體系的形成不僅只影響單一產業或企業，對整個國家的相關產業也會受惠。競爭的企業所激發出各式各樣的產品與服務策略，不但有助於創新，在技術上也會不斷的提昇，而人才在企業間的流動，又帶給企業模仿對手長處的機會，而藉由相關產業在資訊與技能上的流通與匯整，整個產業的創新能力便會成長。當創新不再只是個別企業的行為時，整個產業也會成長迅速，進而帶動企業的獲利能力。

一、先進與專業的資訊流通與取得

以產業發展的觀點來看，資訊是一個相當重要的關鍵資源，而產業是否能在全球的競爭環境下佔有優勢，便取決於產業內的資訊是否能廣泛的流通，因此先進與專業的資訊傳播媒介便扮演著十分重要的角色。如果每一個產業都擁有充足商情、技術資訊與活潑的競爭環境，則必然呈現相當的競爭優勢。如此，藉由傳播媒體、政府機構、同業公會與其他機構交織成一個綿密的資訊網，讓產業和產品的相關資料廣泛流通與取得便利，使得企業在面臨激烈的國內與全球市場競爭，能產生堅實的競爭能力。

二、產業標準及資訊的取得

由於太陽光電模組的標準與資訊是由歐美國家主導，發展此產業必須要隨時取得

最新的產業技術，並依據標準加以開發，所以資訊暢通的管道是很重要的。

伍、與市場情勢有關的產業創新需求要素

市場情勢不但是產業競爭重要的關鍵因素，更是產業發展的動力，同時刺激了企業改進與創新，進而提高效率。以下就需求市場的大小與需求市場的性質分別敘述之。

一、需求量大的市場

需求量大的市場通常對產業的競爭有利，因為這會鼓勵企業大量投資大規模的生產設備、發展技術、提高生產力，不過必須特別注意的是，除非市場本身特殊且政府措施或環境影響有阻絕外來競爭者的能力，否則很難形成產業特有的優勢。因此對於需發展經濟規模的產業而言，在企業具有跨足不同國際市場能力之前，必須評估國內是否能創造出大型的需求市場。一般而言，在產業發展的初期階段，企業的投資決定多從發展國內市場的角度出發，故如需大量研發、大量生產，並且是技術落差大或具有高度風險的產業，故除非是內需市場不夠大的壓力迫使發展出口，否則大多數廠商仍覺得投資國內市場時較有安全感。因此政府與相關環境若具有創造內需市場的能力，則對產業發展與創新能造成相當的優勢。

二、多元需求的市場

市場需求可以被區隔為不同之定位，而不同的定位受到環境的影響，便有不同的發展。因此雖然有些產業總體市場潛力不大，但只要善用區隔，照樣可以形成規模經濟。多元需求區隔市場之所以重要，是因為它能調整企業的發展方向。使產業發展可以根據本身條件發展較有機會或有潛力的區隔，即使只算是大國的次要產業市場，仍然可以為小國帶來產業上的競爭力。因此當產業能細分與善用許多不同區隔時，該國產業會因此產生更強的競爭優勢，細分過的產業區隔會指引廠商提昇競爭優勢的路徑，廠商也會認清自己在該產業中最有持續力的競爭位置。

三、自由競爭的市場

藉由電力市場的自由化引進更多的投資者參與國內電力的生產，開發國內的自然資源(日照充足、風速平穩等);另一方面，以往台電公司專注於傳統發電方式的投資，在其既有龐大投資設備及投資金額壓力下，對於新興科技(風力發電、太陽光電、地熱等)的接受度還有待提升。

陸、與市場環境有關的產業創新需求要素

市場的因素在產業各不同的階段與環境下，各有其特有的重要性，但是我們在強化市場各種不同需求條件的同時，也必須分析相關環境因素對市場的影響，而強化市場環境最大的貢獻在於其提供企業發展、持續投資與創新的動力，並在日趨複雜的產業環節中建立企業的競爭力。這些市場環境因素中，有些可以幫助產業在初期建立優勢，有些則幫助產業強化或持續既有的競爭優勢。以下便逐項說明：

一、國家基礎建設

產業的創新與競爭優勢，是國內在產業相關因素上長時間強化而來的，例如每個國家在基礎建設上不斷的投資，雖然不足以創造一個國家的高級產業，但是產業的發展與創新卻不得不以此為基礎。因此，持續投資基礎建設是國家經濟進步的基本條件。基礎建設可以擴大內需市場，刺激民間的消費，進而影響到產業的擴張，甚至影響到資訊的流通以及科技人才的生活品質、工作與居留的意願。故絕大多數新興工業國家在基礎建設方面，都有不錯的成績。同時產業活動的全球化，現代的跨國企業可以透過海外設廠的方式選擇適當的發展地點，使得基礎建設所造成的效益降低。但是在人力資源、知識資源、資本資源在各國流動的情況下，如何集中這些資源造成優勢，仍要看基礎建設是否能配合，因此基礎建設品質優劣與發揮的效能，便可決定是否能有效應用資源形成優勢效果。

二、政府優惠制度

新興產業在發展時，政府如能提供相關的優惠制度，將有更大的誘因，來吸引更多企業投入其相關產業之研究與發展，而政府所能提供的優惠制度，對內包括減免稅賦，提供補助等；對外，可課徵關稅或其他相關稅賦，以保護國內產業之發展。此誘因必須具有可預測性及一致性，政策實施才會有效果。另外，在傳統能源市價與再生能源成本之間也必須提供足夠跨越此差距的能力，投資誘因必須隨著時間的經過而降低甚至取消，如此才能驅使製造商機及降低成本，然而在某些國內市場較小的國家，製造商較無法使用此種方式有效降低學習成本。

三、顧客導向的建立與經營能力

Wiersema 在市場領導者法則（The Discipline of Market Leaders）中提到：以服務為導向公司，必須與顧客建立一種長期的主顧關係，透過與顧客的長期關係，供應商不但提供顧客現在想要的東西，可以清楚的了解顧客的需求，更進一步能為顧客提供全功能（Total Solutions）的服務，因此顧客導向的產品設計與製造能力，配合觀察市場需求的變

化，有助於廠商隨時調整市場的區隔變數，充分掌握客戶需求，因此開發製作迎合顧客需求的產品便是以服務為導向的公司應有的體認。

四、綠色電價制定

綠色電價制定是一種非必需的服務，給予消費者有機會去支持電力公司提高投資再生能源科技，參與的消費者在他們的帳單上必須支付額外的金額去貼補再生能源增加的成本，許多電力公司提供綠色電價制定去建立顧客忠誠度、開拓市場，並教育消費者環保的重要。

柒、與人力資源有關的產業創新需求要素

人力資源是產業創新中最重要的因素之一。產業不斷創新與提昇競爭優勢的同時，帶有技術知識與市場資訊的人才扮演著極重要的角色，能有效利用人力資源，提高本身生產力的企業，通常也是國際競爭中的贏家。人力資源方面的重點，整理彙總如下：

一、專門領域的研究人員

電力產業的最大競爭優勢來自於各專業領域的人才，掌握優秀的人力資源是廠商獲得競爭優勢的絕對關鍵要素之一，人才的引進、培養與在職的訓練乃至於激勵升遷制度，都是企業永續發展經營與人力資源運用所必須考量的一項重要因素。專門領域的研究人員主要是指受過專業訓練且在專門產業領域上有相當經驗的產業研究或技術研究人員。

二、研發人力

研發人力主要指受過專門科學領域教育與訓練，並能在研究發展上提出貢獻的高級研究人員，主要偏重於基礎科學的研究。

三、國際市場拓展人員

針對一個產業的發展，國家需以國際化的角度來看，因此，對於國際市場，需有一專責之國際市場拓展人員，此人員需具備語言上、溝通上的能力，其次，並對各國的文化有所了解，在此前提下，才有優勢打入國際競爭市場。

捌、與財務資源有關的產業創新需求要素

企業的發展與是否能有效運用資金有極密切的關係。對於產業來說，人與技術雖是必備條件，但是企業仍能透過資本形成與資金的取得來解決人才與技術的問題，因此資金問題在此顯得非常重要。如何在技術與資本密集的產業中，充份運用資金創造優勢，是產業應該正視的問題。

一、完善的資本市場機制

主要指政府藉由相關的法規與政策輔導產業，建立出一套完善而公平的資本市場機制，使高科技產業可以藉由民間資金市場（證券市場、外匯市場等）取得產業發展與營運資金。

二、長期融資體系及投資減免

透過國家協助，提供長期的所需資金，資金來源可由民間的金融機構或是直接由國家經營之銀行直接貸予，除了提供資金之外，亦可提供相關優惠的投資減免措施，以增進企業的投入與發展。

三、研究經費

透過政府的補助，提供長期研究開發的經費。2004年國內於再生能源領域之研發與推廣經費約14.5百萬美元，遠低於美、日、德、荷等先進國家1990至2002年之平均投入(尤如瑾，2005)，因此台灣應增加能源研發預算，以提高能源科技發展水準。

根據以上之創新要素，配合於產業價值鏈上不同區段之需求差異，詳述在產業價值鏈上不同區段，我國在產業技術能力不同階段所需之創新需求資源如表3-2，顯示出太陽光電產業的創新需求要素組合關聯，表3-3則是顯示出太陽光電創新需求資源。

表 3-2 太陽光電產業創新需求要素組合關聯表

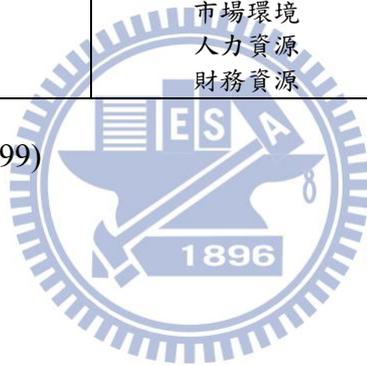
		產業供應鏈		
		研發設計	生產	市場應用
技術(市場)成長曲線	成熟期	國家基礎研究能力(研究發展) 產官學研的合作機制(研究發展) 技術合作網路(研究發展) 具整合能力之研究單位(研究環境) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 專門領域的研究人員(人力資源) 研發人力(人力資源) 提供長期資金的銀行或金融體系(財務資源)	同業間的技術合作(研究發展) 產業間的技術整合(研究發展) 分散型能源整合(技術知識) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 專門領域的研究人員(人力資源) 完善的資本市場機制(財務資源)	先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 需求量大的市場(市場情勢) 多元需求的市場(市場情勢) 自由競爭的市場(市場情勢) 綠色電價制度(市場環境) 顧客導向的建立與經營能力(市場環境) 國際市場拓展人員(人力資源) 完善的資本市場機制(財務資源)
	成長期	國家基礎研究能力(研究發展) 產官學研的合作機制(研究發展) 政府對產業創新的支持(研究環境) 專門領域的研究機構(研究環境) 創新育成體制(研究環境) 技術資訊中心(技術知識) 技術引進與移轉機制(技術知識) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 專門領域的研究人員(人力資源) 提供長期資金的銀行或金融體系(財務資源) 研究經費(財務資源)	同業間的技術合作(研究發展) 產業間的技術整合(研究發展) 技術引進與移轉機制(技術知識) 產業群聚所產生知識外溢效果(技術知識) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 產業標準及資訊的取得(市場資訊) 國家基礎建設(市場環境) 政府優惠制度(市場環境) 專門領域的研究人員(人力資源) 完善的資本市場機制(財務資源)	先進與專業的資訊流通與取得(市場資訊) 需求量大的市場(市場情勢) 多元需求的市場(市場情勢) 顧客導向的建立與經營能力(市場環境) 完善的資本市場機制(財務資源) 國際市場拓展人員(人力資源)
	萌芽期	國家整體對創新的支持(研究發展) 國家基礎研究能力(研究發展) 政府對產業政策的制定(研究發展) 專門領域的研究機構(研究環境) 技術移轉及引進機制(技術知識) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 產業標準及資訊的取得(市場資訊) 專門領域的研究人員(人力資源) 提供長期資金的銀行或金融體系(財務資源) 研究經費(財務資源)	專門領域的研究機構(研究環境) 技術引進與移轉機制(技術知識) 先進與專業資訊的流通與取得(市場資訊) 產業標準及資訊的取得(市場資訊) 國家基礎建設(市場環境) 政府優惠制度(市場環境) 專門領域的研究人員(人力資源) 研發人力(人力資源) 完善的資本市場機制(財務資源) 提供長期資金的銀行或金融體系(財務資源)	技術引進與移轉機制(技術知識) 多元需求的市場(市場情勢) 完善的資本市場機制(財務資源)

資料來源：修改自徐作聖(1999)

表 3-3 太陽光電產業創新需求資源

		產業供應鏈		
技術(市場)成長曲線		研發設計	生產	市場應用
	成熟期	研究發展 研究環境 市場資訊 人力資源 財務資源	研究發展 技術知識 市場資訊 人力資源 財務資源	市場資訊 市場情勢 市場環境 人力資源 財務資源
	成長期	研究發展 研究環境 技術知識 市場資訊 人力資源 財務資源	研究發展 技術知識 市場資訊 市場環境 人力資源 財務資源	市場資訊 市場情勢 市場環境 財務資源 人力資源
	萌芽期	研究發展 研究環境 技術知識 市場資訊 人力資源 財務資源	研究環境 技術知識 市場資訊 市場環境 人力資源 財務資源	技術知識 市場情勢 財務資源

資料來源：修改自徐作聖(1999)



第四節 太陽光電產業之政策組合分析

太陽光電產業政策組合分析之主要目的，在於將政府政策工具與台灣太陽光電產業創新需求要素作連結，以具體地顯示政府為有效的促進產業之發展所應推行之政策，因而達到實質上政府資源最適之分配。再透過政策工具與產業創新需求資源關聯表之連結，以闡述產業在不同的區塊定位中政府所應加強之政策。本研究利用表 3-4 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表，以及太陽光電產業創新需求要素組合關聯表之連結，推得表 3-5 政策工具與產業創新需求要素關聯表。並依據表 3-5 之結果，本研究進一步歸納出表 3-6 之太陽光電產業政策組合關聯表，以闡述在不同定位下，政府所應加強之政策。

表 3-4 創新政策工具與產業創新需求資源關聯表

		創新政策工具											
		公營事業	科學與技術開發	教育與訓練	資訊服務	財務金融	租稅優惠	法規與管制	政策性措施	政府採購	公共服務	貿易管制	海外機構
產業 創新 需求 資源	研究發展	•	•	•			•		•				
	研究環境		•	•				•					
	技術知識		•		•				•				
	市場資訊				•								
	市場情勢								•			•	•
	市場環境							•	•		•		
	人力資源		•	•									
	財務資源	•					•	•	•				

註：•表示直接影響

資料來源：整理自 Rothwell, R., Zegveld, W.(1981)；徐作聖(1999)

表 3-5 政策工具與產業創新需求要素關聯表

創新需求類型	產業創新需求要素	所需之政策類型
研究發展	國家基礎研究能力	科學與技術開發、教育與訓練
	國家整體對創新的支持	政策性措施、公營事業、租稅優惠
	技術合作網路	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	產官學研的合作	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	政府對產業政策的訂定	政策性措施、公營事業
	同業間的技術合作	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	產業間的技術整合	科學與技術開發、政策性措施
研究環境	政府對產業創新的支持	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	具整合能力的研究單位	科學與技術開發
	創新育成體制	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	專門領域的研究機構	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	再生能源發展條例的立法	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
技術知識	技術資訊中心	教育與訓練、資訊服務
	技術引進及移轉機制	科學與技術開發、法規與管制
	產業群聚所產生知識外溢效果	教育與訓練、資訊服務
	分散型能源整合	科學與技術開發、政策性措施
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得	資訊服務
	產業標準及資訊的取得	資訊服務
市場情勢	需求量大的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
	多元需求的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
	自由競爭的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
市場環境	國家基礎建設	政策性措施、法規與管制、公共服務
	政府優惠制度	政策性措施、法規與管制
	顧客導向的建立與經營能力	公共服務
	綠色電價制度	政策性措施
人力資源	專門領域的研究人員	科學與技術開發、教育與訓練
	研發人力	科學與技術開發、教育與訓練
	國際市場拓展人員	科學與技術開發、教育與訓練
財務資源	完善的資本市場機制	法規及管制、財務金融
	提供長期資金的銀行或金融體系	政策性措施、公營事業、財務金融
	研究經費	政策性措施、公營事業、財務金融

資料來源：修改自徐作聖(1999)

表 3-6 太陽光電產業政策組合關聯表

		產業供應鏈		
		研發設計	生產	市場應用
技術(市場)成長曲線	成熟期	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境) 貿易管制(市場情勢) 海外機構(市場情勢)
	成長期	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境) 公共服務(市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境) 公共服務(市場環境) 貿易管制(市場情勢) 海外機構(市場情勢)
	萌芽期	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境) 公共服務(市場環境)	公營事業(研究發展、財務資源) 科學與技術開發(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 教育與訓練政策性措施(研究發展、研究環境、技術知識、人力資源) 資訊服務(技術知識、市場資訊) 財務金融(財務資源) 租稅優惠(研究發展) 法規與管制(研究環境、技術知識、市場環境、財務資源) 政策性措施(研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境) 公共服務(市場環境) 貿易管制(市場情勢) 海外機構(市場情勢)

資料來源：修改自徐作聖(1999)

第五節 分析方法

本研究透過建構矩陣式的分析模式，以全球產業價值鍊及市場生命週期為主要區隔變數，針對太陽光電的關鍵技術進行產業定位與未來發展策略分析，並評估產業在特定區隔中策略經營之方向與創新需求分析。

最後，透過專家訪談，進一步分析太陽光電廠商發展之關鍵成功要素及其因應策略，以完成台灣發展太陽光電製造關鍵成功要素研究報告。

壹、先遣性研究

為了進行先遣性研究(Pilot Study)以建立初步之產業組合分析模式，本研究於研究進行之初，即造訪了以下的研究機構、廠商與業界人士：

- 研究單位: 工研院能環所、工研院太陽光電中心
- 民間廠商: 亞崙光能、太陽光電能源科技(股)、新能公司

由以上單位與廠商之協助，使研究者加深對全球與台灣太陽光電產業之了解，進一步建立產業組合分析模式，提供意見專家資料如表 3-7。

表 3-7 專家資料

單位	姓名
工業技術研究院能環所	鄭名山 副組長
工研院 IEK 能源與資源領域 產業分析師	王孟傑 先生
亞崙光能 總經理	李彥斌 先生
太陽光電能源科技(股) 董事長	羅家慶 先生
新能光電科技(股)公司 製造處長	吳介臣 先生

資料來源：本研究整理

貳、專家訪談

專家訪談的目的與主要議題如下：

1. 對本研究之產業組合模式中，各區位之產業需求要素(IIR)之修正與調整。
2. 台灣太陽光電產業目前在產業組合分析模式中之定位。
3. 未來台灣在太陽光電之發展方向與建議。

參、專家問卷

本研究根據太陽光電之特色設計出問卷，其內容在衡量此一領域之產業創新需求要素之重要程度，以及目前與未來五年台灣在此領域之產業環境支持度充足與否(問卷內容詳見附錄一)。其內容共分八大項目，細項則有三十一項，其細項內容由本研究自行設計如附錄一。

肆、度量與統計方法

本研究採取三點度衡量方式 (Likert度量)，以便受訪專家作答。

1.基本運算：

- (1)每份問卷中各創新要素重要性選項之作答 - [很重要]為 2；[需要]為 1；[無關緊要]為 0。
- (2)將個別領域中之所有問卷之該項目取重要程度平均，作為權數。
- (3)每份問卷中各創新要素台灣資源支持程度選項之作答 - [充足]為 1；[不充足]為 0，作為基數。
- (4)將各領域中，各問卷選項之取平均，所得值若大於 0.5 者認定為資源充分領域，低於 0.5 者則視為非資源充分領域。

2.無母數統計

對專家問卷回收結果中，各項要素重要程度與產業環境支持程度進行卡方檢定。使用於判定值是否為 1 或 0 之顯著檢定。

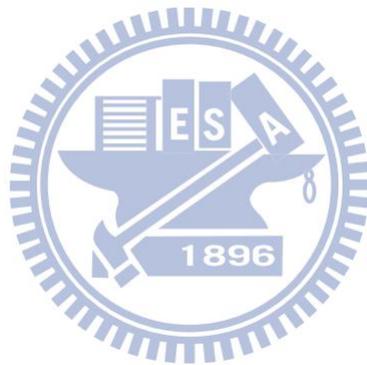
伍、太陽光電發展所需支持之產業政策

經由上節之方式得出相關產業發展需求資源充分之領域後，本研究可建議政府應加強補充專家意見中認為較不足之產業資源(由問卷可得知)，其具體政策方法可以由以下得知；

- 1.專家訪談內容所歸納者。
- 2.專家未談及，但是可以由產業組合模式所蘊含之政策工具對應所得者。

3.綜合以上 1、2 項，形成本研究所使用之「相關創新政策工具與產業創新需求資源關連表」。

經由專家訪談得出產業發展定位之後，配合產業創新需求資源與要素之統計問卷分析結果，本研究可得出目前及未來發展所需之產業政策工具，最後再配合專家訪談結果，可得到與創新政策工具搭配之具體配套政策建議。



第四章 產業分析

第一節 產業簡介

壹、產業背景

在「石油能源耗竭」與「溫室氣體排放」兩項重要議題下，促使世界各國重視各種新能源與替代性能源之研究開發與應用，包括各種形式的可再生能源，如：地球上的太陽能、風能、水能、海洋溫差能、波浪能、生物質能以及部分潮汐能..等等。而太陽能的獨特優勢成為各國開發再生能源的焦點，相較於其他的再生能源，太陽能具有源源不絕、隨處可得、使用後不會造成污染..等優點，雖然太陽能易受氣候、晝夜的影響，但只要能透過轉換裝置將太陽能轉換成電能，並將有陽光時所產生的電能先行儲存起來，就可以提供在無陽光時所需的能量。因此大部分的學者都預期，太陽能將是未來人類仰賴的主要能源。

目前太陽能產業中利用太陽能來發電的方法，包括有熱能發電與光電二大類。

太陽熱能發電是太陽熱能發電是利用聚光集熱器把太陽熱能聚集起來，將某種工



作流體加熱到數百度的高溫，然後經過熱交換器產生高溫高壓的過熱蒸氣，驅動渦輪機帶動發電機發電。從渦輪機出來的蒸氣、壓力和溫度均已大為降低，經過凝結器冷凝結成液體後，被重新泵回熱交換器，再開始新的循環。由於整個發電系統的熱源來自於太陽能，因而稱為太陽熱能發電系統。整體而言，目前太陽熱能發電仍處於研發階段。

太陽光電(Photovoltaic, 簡稱PV)指的是利用半導體元件，也就是所謂的太陽能電池或稱為太陽電池，將光子能量直接轉換為電能，其原理就是所謂的光伏效應。

光伏效應(photovoltaic effect)一般而言是指光子射到半導體 $p-n$ 二極體後， $p-n$ 二極體的二端電極，產生可輸出功率的電壓伏特值。如圖4-1。

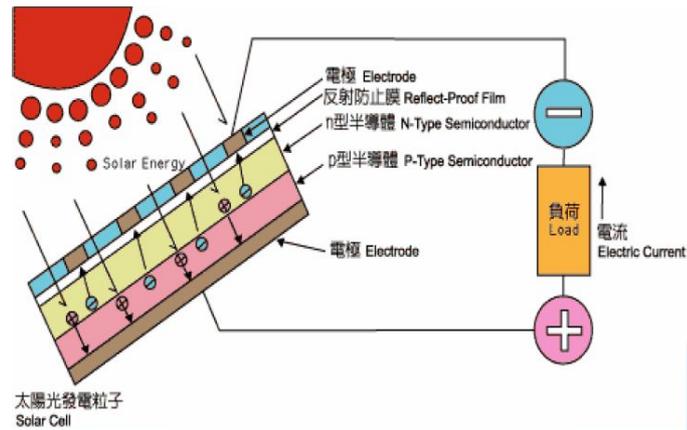


圖 4-1 太陽電池的作用原理。

來源:太陽光電資訊網

這過程包括光子射到半導體內產生電子-電洞對，電子和電洞因半導體 $p-n$ 界面形成的內建電場作用而分離，電子和電洞往相反的方向各自傳輸至二端電極來輸出，而產生光電流。光電流再經由 $p-n$ 二極體的金屬接觸（metal contact）傳輸至負載，這也就是光伏電池(photovoltaic cell 或 PV cell) 的基本工作原理。

不論是哪一種方法，目前的發電成本都遠高於傳統燃燒石化燃料發電的成本，所以目前仍需要藉由政府補貼來帶動市場成長。

根據行政院經建會2009年5月20日公佈的資料，各國政府積極發展替代能源，促使全球太陽光電產業蓬勃發展。2008年全球太陽光電累積裝置量約12GWp，產值約263億美元；預估2015年可以增加至65GWp，產值達1,000億美元（如圖4-2）。

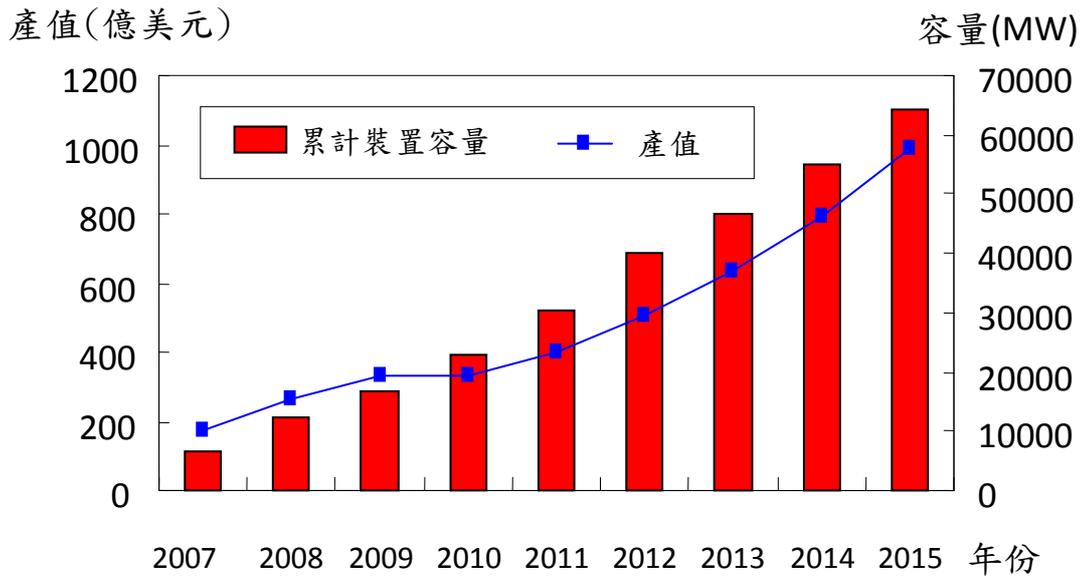


圖 4-2 全球太陽光電產值預估

資料來源：行政院經建會(2009 Marketbuzz，綠色能源產業旭升方案。) <http://www.cepd.gov.tw/m1.aspx?sNo=0011846>

貳、產業定義

太陽光電產業最主要的就是生產太陽光電系統的產業，太陽光電系統係運用光伏效應將太陽光照射到半導體元件時，直接將光子能量轉換為電能。此產業可分為上中下游，上游為原料，中游為太陽電池及太陽電池模組，下游為太陽光電系統。

其中太陽電池(solar cell)是指任何器件能經由吸收太陽光而直接產生輸出電功率(electric power)，即直接同時輸出電壓和電流，也就是說，太陽電池吸收太陽光就能產生一般電池的功能。光伏電池只是太陽電池的一種。因為市售太陽電池幾乎都是光伏電池，因此除非特殊情況，太陽電池和光伏電池這兩個名詞通常是互用，又稱為太陽能晶片。在中國大陸稱為硅晶片。

太陽電池的種類很多，依照使用材料與技術的不同，可分為矽晶太陽電池(包括：單晶矽、多晶矽、III-V族. .等)，薄膜太陽電池(包括：非晶矽/微晶矽、銅銦鎳碲CIGS、鎘化鎘CdTe、有機材料等等)，如圖4-3所示。根據工研院IEK(2009.4)資料，以2008年的市場佔有率而言，矽晶太陽能電池約佔87.5%，而薄膜太陽電池約佔市場的12.5%，所以目前仍是以矽晶太陽電池為主。

太陽能電池分類

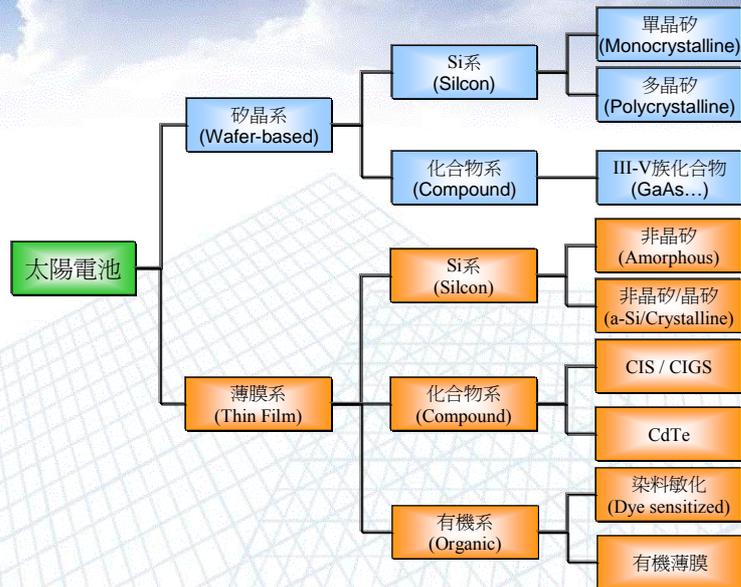


圖 4-3 太陽能電池的分類

資料來源：Tokki (2009)

在徐作聖等(2009)之「產業分析」一書中指出太陽光電產業定義，太陽能產業的上中下游，粗略可分為最上游的矽原料，中游的太陽能電池，以及下游的太陽能模組與太陽光電系統。其主要是以矽晶太陽能電池為主的供應鏈來定義。但未來的產業發展並不是只有矽晶太陽電池而已，所以上游之原料供應不會只是矽原料。

而在康志堅、張蕎韻 (2009)，“2010~2012年全球太陽光電市場商機探索”一書中將太陽能產業分成兩大部分，其一為太陽光電模組，其中又分為矽晶太陽光電模組與薄膜太陽電池；另一為系統規劃、安裝與相關配件。又將上游統合在模組中，而太陽電池產業的上游原料供應在太陽光電產業鏈中又佔有重要地位，一缺貨就會嚴重影響整個產業。

所以在本研究中，將以目前太陽光電產業供應鏈區分為上游材料，涵括了各種太陽電池的原料供應，如：多晶矽、矽晶圓，玻璃…等。中游元件的太陽能電池與太陽能電池模組，下游的太陽能光電發電系統等。

參、產業區隔

太陽光電產業可分為上中下游，其與其他產業最大的不同可由下列幾個方向來探討：

一、關鍵元件為中游的太陽電池的製作技術與功能性。

太陽能電池產業最主要的生產元件為能將太陽光轉換為電流的太陽電池，就矽晶太陽電池與薄膜太陽電池而言，其製造技術與半導體產業及液晶顯示器產業有類似的技術背景，例如：矽晶 (Silicon-based)太陽電池是使用晶片(wafer)當基板來製作太陽電池元件，晶片本身就是光伏的作用區，其製造原理和過程都和半導體產業相當接近。而薄膜太陽能電池則是使用玻璃、塑膠、陶瓷、石墨，金屬片等不同材料當基板，非晶或多晶的薄膜光伏元件則長在此些基板上，基板本身並不參與光伏作用，其製造原理和過程都和液晶顯示器產業相當接近。但其產品的功能性則與半導體產業及液晶顯示器產業不同，而且太陽電池產業所使用的材料純度較低，如：矽晶片及玻璃，且製程也較簡單。

二、產業的新技術不斷的提出

太陽光電產業結合材料、半導體及液晶顯示器、化學、機電...等等各個領域的技術，轉換效率及成本為其主要之競爭因素，因此也持續有新技術的產生以提升轉換效率及成本。但因新技術發展多不具連續性，新進業者仍可因技術優勢而在市場存活，與半導體及液晶顯示器業者為大者才能生存之特性不同。

三、產業的特殊性

太陽光電產業屬於再生能源產業的一員，也是國家能源供應的一環，故系統的穩定、壽命與保養等遠比半導體及液晶顯示產品嚴苛，尤其是電池模組及光電系統驗證時間長，甚至需要以十年以上時間確認新技術的可行性，故亟需不同環境資源與政策配合，方能協助此新興產業的發展。

第二節 產業發展歷程與趨勢

壹、產業發展歷程

根據太陽光電資訊網之記載可整理出太陽光電發電的發展歷史如下；

年份	發展歷史
1839 年	Edmund Becquerel 發現光電效應(Photovoltaic Effect)，他觀察到當氯化銀電極浸入電解液中，並連接輔助金屬電極，在照射白光時，會產生電壓與電流。
1954 年	貝爾實驗室(Bell Labs, Chapin 等人)發展出矽太陽電池，其製作的單晶矽模組為首次將太陽電池模組化，轉換效率約 6%。
1955 年	CdS 太陽電池發明
1956 年	GaAs 太陽電池發明
1958 年	開始太空應用(GaAs 太陽電池)
1970 年	開始太陽光發電系統地面應用(Si) (能源危機) 由於中東發生戰爭，石油禁運，使得工業國家的石油供應中斷造成能源危機，迫使人們不得不再度重視將太陽電池應用於電力系統的可行性。
1976 年	Carlson 製作出第一個非晶薄膜太陽電池
1980 年	消費性薄膜太陽電池應用(a-Si, CdS/CdTe)，全球的太陽電池生產量還小於 10MW _p /y (W _p : peak watt, 峰值功率)
1984 年	美國建置第一個大型太陽能發電站(7MW)
1990 年	開始將太陽電池發電與民生用電結合，於是「與市電併聯型太陽電池發電系統」(grid-connected photovoltaic system)開始推廣，此觀念是把太陽電池與建築物的設計整合在一起，並與傳統的電力系統相連結，如此我們就可以從這兩種方式取得電力，除了可以減少尖峰用電的負荷外，剩餘的電力還可儲存或是回售給電力公司。此一發電系統的建立可以舒緩籌建大型發電廠的壓力，避免土地徵收的困難與環境的破壞。
1992 年起	歐美、日各國推動 PV 補助獎勵，已經有許多是應用在房子,企業以及公共設施的電力供應上。
2000 年	建材一體型太陽電池應用(Building Integrated PV,BIPV)
2007 年	全球太陽電池設置量已將近 3GW，生產量已超過 4GW。
2008 年	全球太陽電池生產量為 6.9GW，以國別區分，最大生產國家為中國大陸，其次是德國與日本，台灣則排名第四位。
2009 年	First Solar 成為全球前十大太陽電池製造商的第一名，也是唯一的薄膜太陽電池製造商，出貨量達 1100MW。

資料來源:整理自太陽光電資訊網，PHOTON International

貳、產業趨勢

在太陽光電產業中，持續不斷的有新技術的開發當屬中游的太陽電池。太陽電池在轉換效率提升與成本降低的要求下，持續不斷的有新技術的發明，目前發展中的太陽能電池技術，主要可區分為矽晶片型太陽能電池與薄膜型太陽能電池。矽晶片型太陽能電池一般也稱為第一代太陽能電池，包括單晶矽太陽能電池、多晶矽太陽能電池及三五族太陽能電池；薄膜型太陽能電池一般也稱為第二代太陽能電池，包括非晶矽太陽能電池、結晶矽太陽能電池、CIS/CIGS 太陽能電池、二六族（CdTe）、染料敏化太陽能電池與有機材料太陽能電池，主要是不再以矽晶圓作為太陽能電池的基材，而以較為廉價的基材，如：玻璃、高分子聚合物或金屬箔片等替代，以降低成本。

以下一一介紹各式太陽電池。

一、矽晶片型太陽能電池

1、結晶矽太陽能電池

單晶矽製成的太陽電池，效率高且性能穩定，目前已廣泛應用於太空及陸地上。多晶矽是以熔融的矽鑄造固化製成，因其製程簡單，所以成本較低。目前由多晶矽所製作出的太陽電池產量，已超越單晶矽的太陽電池，佔全球太陽電池六成以上。

2、砷化鎵太陽能電池

III-V 族(如 GaAs、InP、GaN)的砷化鎵太陽能電池，則是使用不同的磊晶(epitaxy)的技術，像有機金屬化學氣相沉積法(metal-organic chemical vapor deposition, 簡稱 MOCVD)，或分子束磊晶法(molecular beam epitaxy, 簡稱 MBE)方法，將 *p*-型和 *n*-型晶體直接長在晶片基板上，而基板本身通常也不參與光伏作用。而這樣的磊晶(epitaxy)長晶方式的優點，則在元件結構可以非常的多樣化，例如像異界面、多界面、量子井、量子點、和超晶格等結構。也因如此，III-V 族太陽電池是目前量產太陽能電池中轉換效率最高的，但其生產成本也相對的是最高者。

二、薄膜太陽能電池

薄膜太陽電池中又因其中的半導體薄膜材料的不同而有不同的薄膜太陽電池，常見的有晶矽、非晶矽、化合物半導體(如：銅銦硒(CIS)、銅銦鎵硒(CIGS)、和碲化鎘(CdTe)等)。

1、矽薄膜太陽能電池：

含非晶矽太陽能電池 (Amorphous Silicon ; a-Si) 及微晶矽太陽能電池 (Microcrystalline Silicon ; μc -Si)。

(1) 非晶矽太陽能電池 (Amorphous Silicon ; a-Si)

矽薄膜類中的非晶矽太陽電池，為各類薄膜太陽電池中發展時間最長，也是目前薄膜太陽能電池中量產最多者。矽薄膜太陽能電池所使用的矽原料量，約為結晶類太陽能電池的 1/100 左右，利用化學氣相沉積法 (Chemical Vapor Deposition, 簡稱 CVD) 或濺鍍法 (sputtering)，形成僅有數 μm 厚度的矽薄膜，具有輕薄、省材料的優點。

然而，由於非晶矽薄膜有轉換效率低 (約 5~7%) 及照光穩定度問題 (即指電池長期在 UV 照射下，轉換效率會降低的光劣化現象)，一直難以擴大普及率。但隨著二層 (Tandem) 或多層接合太陽能電池 (Multijunction) 技術的發展，矽薄膜電池透過不同能隙材料的堆疊，增加光吸收能力，轉換效率可提升到 6~8%，使用壽命也獲得提昇。

(2) 微晶矽太陽能電池 (Microcrystalline Silicon ; μc -Si)

90 年代初期被大量研究的微晶矽，則是屬於非晶矽的改良材料，主要是在非晶體結構中具有微小的晶體粒子，其結構介於非晶矽和晶體矽之間。因此微晶矽除了可薄膜化、光譜吸收範圍廣外，更具有不易出現光劣化效應的優點，因此常被用來與非晶矽薄膜堆疊，以提高轉換效率。

(3) 低溫多晶矽太陽能電池 (Low Temperature Poly Silicon ; Poly-Si)

低溫多晶矽技術主要特點在於改變玻璃基板分子構造，以提昇傳統非晶矽技術性能。利用準分子雷射作為熱源，雷射光經過投射系統後，會產生能量均勻分布的雷射光束，投射於非晶矽結構的玻璃基板上。當非晶矽結構玻璃基板吸收準分子雷射的能量後，會轉變成為多晶矽結構，具有較高的光吸收能力。因整個處理過程都是在 600 $^{\circ}C$ 以下完成，所以一般玻璃基板皆可適用。

(4) 銅銦鎵硒太陽能電池 (Copper Indium Gallium Diselenide ; CIGS 或 CIS)

1977 年，本類太陽能電池由美國 Maine 大學開始研究，材料由原先銅銦硒 (CIS) 三元素組成，後來為提升轉換效率，演變至銅銦鎵硒 (CIGS) 四元素。CIGS 為直接能隙

材料，比非晶矽具有更高的吸光係數。美國可再生能源實驗室製造的 CIGS 薄膜太陽能電池，轉換效率最高可達 19.2%，一般商用模組則可達 10~12%。由於銅銦鎵硒太陽能電池具有高轉換效率及低材料成本的優點，成為業界關注焦點之一。其需要突破的問題為原料的取得及多層加工製膜的技術。

(5) 碲化鎘太陽能電池 (Cadmium Telluride ; CdTe)

此類電池最早由 Kodak 公司於 1982 年製造出來，轉換效率超過 10%，而目前實驗室最高的轉換效率可達 17%，是由美國再生能源實驗室 (National Renewable Energy Laboratory ; NREL) 所研發，商用模組轉換效率則可達 8.5~10.5%。由於 CdTe 為直接能隙材料，故光吸收層僅需數個微米的厚度，即可達到良好的吸收效果。

相較於多元化合物，CdTe 在製程上較易控制，且可應用多種快速成膜技術，利於模組化生產，非常適合大面積加工，可應用於建材及大型發電系統，目前已有商品化產品。然而由於原料蘊藏量有限，加上鎘、碲等毒性物質造成潛在的環保問題，須配合完善的回收流程，否則其未來發展前景將會受限。

(6) 色素敏化染料(Dye-Sensitized Solar Cell)

色素敏化染料電池是太陽能電池中相當新穎的技術，產品是由透明導電基板、二氧化鈦(TiO₂)奈米微粒薄膜、染料(光敏化劑)、電解質和 ITO 電極所組成。此種太陽能電池的優點在於二氧化鈦和染料的材料成本都相對便宜，又可以利用印刷的方法大量製造，基板材料也可更多元化。

不過目前主要缺點一是在於轉換效率仍然相當低(平均約在 7~8%，實驗室產品可達 10%)，且在 UV 照射和高熱下會出現嚴重的光劣化現象，二是在於封裝過程較為困難(主要是因為其中的電解質的影響)，因此目前仍然是以實驗室產品為主。然而，基於其低廉成本以及廣泛應用層面的吸引力，多家實驗機構仍然在積極進行技術的突破。

(7) 有機導電高分子(Organic/polymer solar cells)

有機導電高分子太陽能電池是直接利用有機高分子半導體薄膜(通常厚度約為 100nm)作為感光 and 發電材料。此種技術共有兩大優點，一在於薄膜製程容易(可用噴墨、浸泡塗佈等方式)，而且可利用化學合成技術改變分子結構，以提昇效率，另一優點是採用軟性塑膠作為基板材料，因此質輕，且具有高度的可撓性。

前兩年上游多晶矽材料缺乏，所導致整體產業鏈價格飛漲的情形，可看出矽晶圓太陽能電池所面臨的最大問題乃是材料成本太高。一方面是因為多晶矽原料雖然是一般的矽(SiO₂)，但是純化過程中需要規模龐大的廠房，耗費大量的能源才能辦到，因此單位成本並不便宜，生產上也無法快速因應需要增加產能；另一方面，由於物理性質的限制，目前用矽晶圓製造太陽能電池目前最少也要 200 μm 的厚度，因此在製造大面積發電模組時對矽原料的用量也相對龐大。

薄膜太陽電池的發展則可改善矽晶圓太陽能電池原料成本太高的問題。薄膜太陽電池可以使用玻璃、塑膠、陶瓷、石墨，金屬片等不同材料當基板，非晶或多晶的薄膜光伏元件則長在基板上，基板本身並不參與光伏作用。薄膜光伏元件厚度可低於矽晶圓太陽能電池 90% 以上，所以薄膜太陽能電池能節省材料，亦可在價格低廉的玻璃、塑膠或不鏽鋼基板上製造，甚至可以 Roll to Roll 方式大量生產大面積太陽能電池。在業界持續尋求降低生產成本的要求上，加上具有可撓性，容易搭配建築外牆施工等其他優點下，已廣被看好將是未來的明星產品。

第三節 產業結構

壹、產業價值鏈

現階段太陽光電產業已發展成完整的產業鏈，依其供應的產品及服務內容，可區分為上、中、下游。上游為材料供應，中游為太陽能電池元件(PV solar cell)及模組製造(PV module)，下游為太陽能系統(PV system)之製作與安裝。如圖4-4所示。



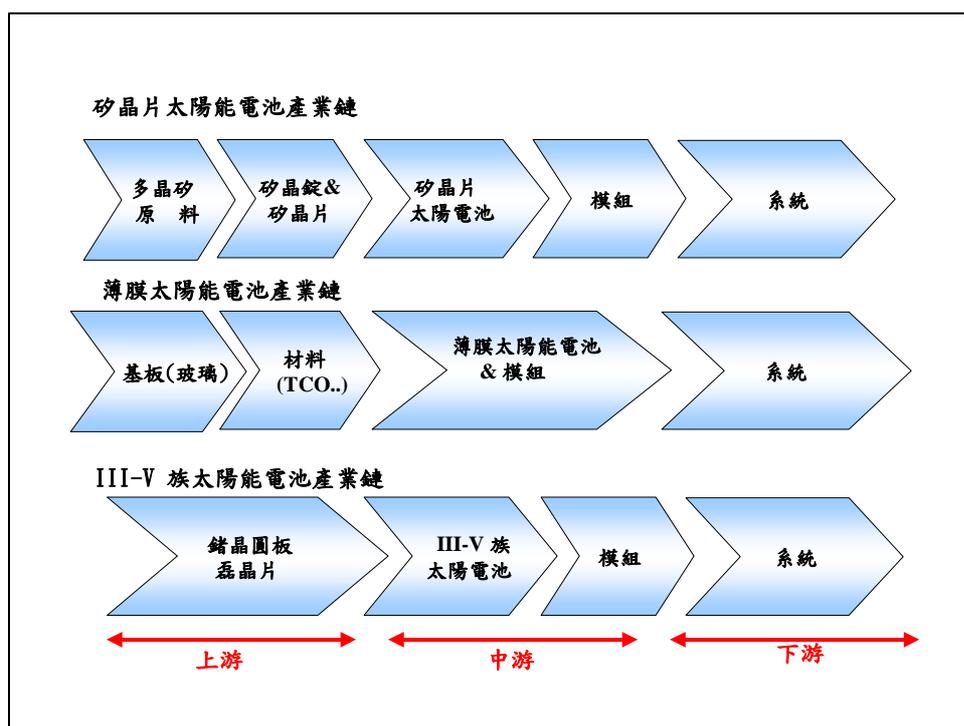


圖 4-4 太陽光電產業鏈

資料來源：本研究整理

一、上游

在此太陽光電產業中，最主要的就是太陽能電池，不同的太陽電池其所需要的上游原料供應也就不同，而在下游的系統組裝與安裝則大致相同。

現階段太陽電池中，80-90%主流產品為「結晶矽太陽電池」。其上游材料為多晶矽材 (Polysilicon Material) 與矽晶片 (Wafer)。而次世代可解決矽原料短缺問題與應用層面更廣的薄膜太陽電池或轉換效率最高的III-V族太陽電池，其上游材料則為玻璃、塑膠或金屬基板及GaAs晶片。

(一) 矽原料 (Polysilicon Material)

多晶矽材的使用上，以半導體產業需求為多，然而在 2004 後半年，隨著太陽光電的急速發展，及半導體景氣回升，導致原料供應不敷需求。就太陽光電產業而言，普遍被使用之結晶矽太陽電池則包含多晶、單晶太陽電池，由於單晶矽純度較高，製造成本較高，相對作為太陽矽晶體電池所能轉換太陽光能之效率亦較多晶矽高。2004 年由於太陽光電產業發展剛起步，因此相較於半導體產業對於晶圓片之

需求較小，加上成本考量，太陽光電所用之晶圓片多由半導體產業之廢次晶圓和頭尾料再處理所產生。其中，太陽電池所用的基板-矽晶片（Silicon Wafer）規格的要求是強調低成本，在矽原料取得及規格上與半導體矽晶圓所用矽原料，相對可接受較低的純度。因此在半導體產業與太陽能光電產業的互相爭奪下，其中半導體需求約占 2/3，2004 年時全球多晶矽的產出約有 65% 供應給半導體產業。

（二）矽晶片（Wafer）

隨著晶體結構的差異，矽晶片可分為『單晶矽矽片』與『多晶矽矽片』兩類，矽原料熔融後再利用矽晶種拉晶方式製作成單晶矽晶錠，經切割後就成為「單晶」（Mono-Crystalline）矽晶片。而「多晶」（Multi-Crystalline）矽晶片，則為矽原料熔融後緩慢冷卻凝固製作成多晶矽晶錠，經切割後形成。簡而言之，單晶棒以提拉方式成形，而多晶錠則以鑄凝成形。然隨著矽晶片製造過程中，會有部分材料經由損耗而被浪費。以多晶矽片製造過程中，晶錠切塊時，約略損失 30%，切片時又將耗損 34%，而後進入太陽電池製程後，則進一步耗損 4%；因此，整個製程下來，矽材損耗總和為 68%，比例相當驚人。

二、中游

（一）太陽能電池（Solar Cell）

目前太陽能電池的主流產品為「結晶矽太陽能電池」。結晶矽(Silicon-based)的太陽能電池是使用晶片(wafer)當基板，晶片本身就是光伏的作用區。矽晶圓太陽能電池具有轉換效率佳、設備成本低、量產速度快、良率又高的優勢。其中又可分為單晶矽和多晶矽太陽能電池。結晶矽太陽能電池的製程與IC類似，但無須在等級百分百的無塵室中進行，製造流程如下：將太陽級矽晶圓清洗蝕刻→擴散形成P-N二極體→鍍抗反射膜（減少太陽光的反射程度）→網印→燒結等程序，接著完成金屬接觸，再經電流電壓（I-V）測試，即可形成一太陽能電池。

薄膜型太陽能電池相較於結晶矽太陽能電池，其僅需要一層極薄的光電材料，因此其所使用材料量也相對較低；另外，薄膜的基板可使用軟性或硬性的基材，可選擇的應用彈性高，雖說目前製作成本仍高於結晶矽太陽能電池約 30-40%，不過，矽材短缺議題，卻促進其技術發展的速度，未來將成為市場的主流，

薄膜太陽能電池中，化合物半導體太陽能電池的轉換效率雖然高於矽薄膜電池，但短期之內，化合物半導體太陽能電池不易有大幅成長的機會。就碲化鎘(CdTe)而言，雖然鎘在結晶狀態下不會有毒素產生，也有碲化鎘(CdTe)廠商（First Solar）提供產品全部

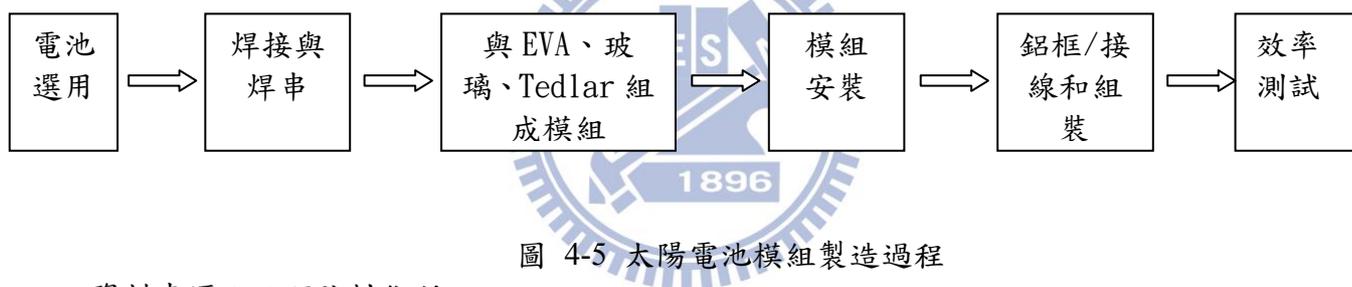
回收的保證，但在環保意識高的市場，仍難擴大推廣；加上在既有廠商以規模經濟創造成本優勢、透過產品回收保證提高服務成本等情況下，碲化鎘(CdTe)的後進廠商勢必面臨資金及技術的高門檻。

至於近來因轉換效率具競爭力、尚無主導性大廠出現，而吸引較多廠商投入研發的CIGS技術，目前則仍需面對四元素化合物多層膜技術製造難度高的挑戰，在生產良率上仍待進一步突破。

矽薄膜太陽能則因產業界用矽技術成熟，並已可用串聯(Tandem)技術提升轉換效率，故以現階段來看矽薄膜太陽能仍將是薄膜類太陽能的主流。

(二) 太陽能電池模組 (PV Module)

太陽能電池模組主要將太陽電池依據其轉換效率，為極大化模組之整體轉換效率的設計，經併聯與串聯後之產品，其製造過程如圖 4-5 所示。



資料來源：工研院材化所

例如：單一太陽電池之電壓約0.5V，可依客戶所需要的電壓、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)，

在太陽光電模組有三個重點目標：

1. 降低生產成本。為了達成此目標，大多致力於開發薄型太陽光電模組，以降低模組成本。
2. 提升轉換效率。積極開發高效率模組封裝技術，以提升模組技術。
3. 通過可靠性測試。需要通過國際標準認證為PV模組業者於產業鏈中的特點，如：德國產品安全規範(TUV)，北美產品安全規範(UL)...等。取得相關認證為PV模組業者的產業初期進入障礙，因其認證期間須耗時6個月至2年不等(防火等安全認證需求)，此外不同規格的模組產品均需送樣認證。而模組驗證的重要性在於

品質與使用年限有保障(如：保固期(warranty)25年，輸出功率降幅小於20%)，而未經驗證模組的保證缺乏根據亦無意義。

模組技術障礙較低，故現階段大部分廠商仍多以人工替代機械設備。隨著太陽電池薄型化、自動化模組封裝技術的發展及未來具規模的市場，如何運用自動化技術替代人工，提昇良率與規模經濟、整體配置效率，及因應未來市場上的應用，如：結合建材與太陽光電模板的應用（BIPV）...等，為太陽光電模組短期內發展的方向。

三、下游（太陽光電系統與安裝（PV System））

太陽光電系統（PV System）主要下列幾個零配件組成：

1. 太陽電池模組（PV Module）或太陽電池陣列（PV Array）
2. 充放電控制器（Controller）：實現整套系統的充、放電等全自動控制。當蓄電池電量充滿時自動切斷太陽能電池大電流充電，改為涓流充電，當蓄電池電量不足時報警並切斷輸出。有過充、過放保護。
3. 蓄電池：用來儲蓄太陽電池模組或太陽電池陣列轉換出來的電能。
4. 變頻器（直/交流換流器）：是將直流電轉換為交流電的設備。太陽電池模組（PV Module）或太陽電池陣列（PV Array）產生的電流一般為12VDC、24VDC、48VDC的直流電。需要轉換器來轉換成交流電讓電器使用。
5. 配線箱等儀表與接地零件，

太陽光電系統可依使用方式分為獨立型如圖 4-6 所示、併聯型如圖 4-7 所示與混合型（獨立+併聯）三類。

獨立型並不與其他電力網或發電組併聯，主要應用於高山、沙漠或離島等一般市電無法到達之處，通常必須加裝蓄電池以求供電穩定，因此發電成本較高，且須考量蓄電池容量其電力負載等安全係數，設計較為複雜，價格也較昂貴；

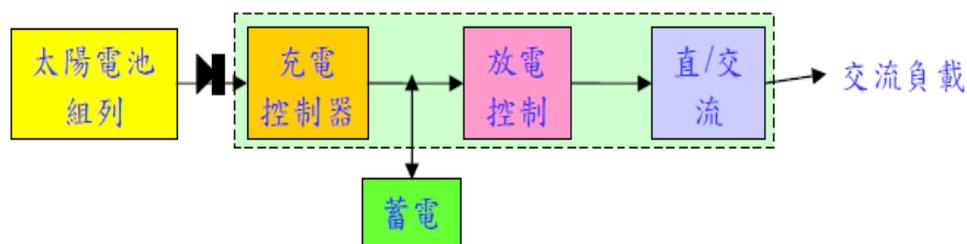


圖 4-6 獨立式發電系統

資料來源：羅運俊等(2007)

併聯型則是將太陽光電系統與市電併聯使用，當太陽光電系統有多餘的電力時則可回送到市電，反之則由電力公司供應電力，好比將市電電力系統當作一個無限大、無窮壽命的免費蓄電池。可不加裝蓄電池與充放電器，系統簡單、維護容易且太陽光電利用率也較獨立型高；

混合型則把蓄電池搭配市電或其他發電系統使用，通常作為防災電力使用，可供應緊急電力需求。目前太陽能發電應用市場以市電併聯型之太陽光電系統為主，包括家用及商業用途約佔 63%。

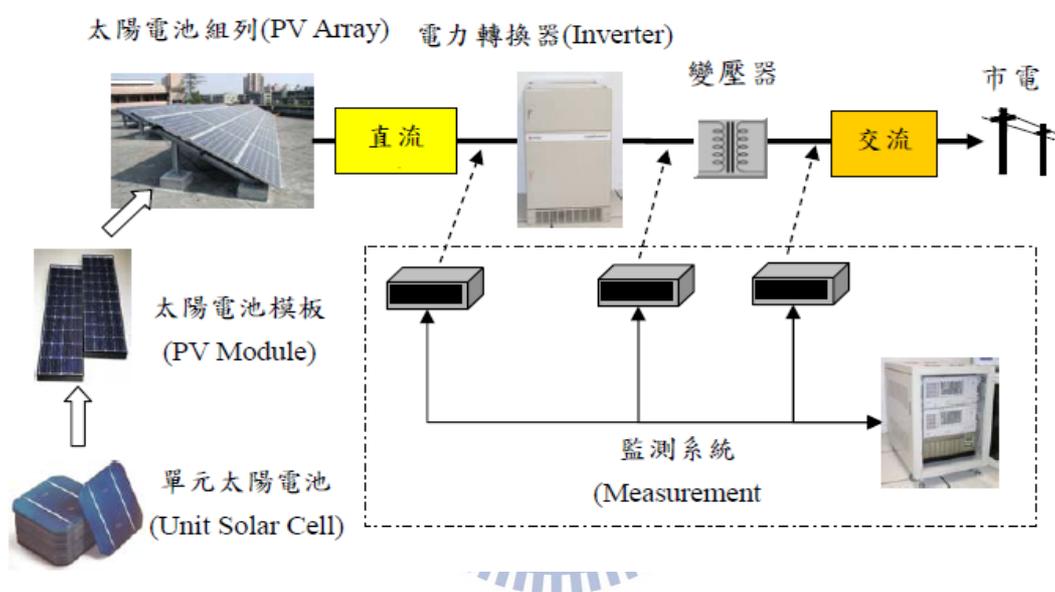


圖 4-7 併聯式發電系統

資料來源：羅運俊等，2007

PV System 的廠商通常具備一家以上的模組及電池製造商的來源，儲存其商品並組合、裝設以銷售之。整合型太陽能光電廠商在電池與模組銷售時，會與系統通路商簽定長期合約或形成策略聯盟等團隊合作關係，經過系統廠商的設計、組合、安裝後銷售給客戶，並負責系統維修作業。另外，有些大型的專業型代工廠擁有自己專屬的通路以直接面對客戶，甚至有許多整合型廠商有時也進入系統安裝與通路銷售的業務。

目前太陽光電系統的應用範圍，囿於各國能源政策發展、電價貼補政策、矽原料供應不足以及光電轉換率仍低的影響，大型發電仍不若消費性民生用品市場蓬勃。一般而言，太陽光電系統產品大致可區分為四類；首先，併聯式住商應用系統；占全球需求之 76%。第二，獨立式家用系統；占全球需求之 11%。第三，獨立式工業系統；占全球需求之 10%。第四，一般民生消費品；占全球需求之 3%。

併聯式住商應用系統的市場主要以日本、德國及美國加州為主。以日本市場為例，自 1997 年起日本政府支持興建每戶 3 千瓦的太陽能光電屋頂，但因太陽能發電成本較一般市電貴 3 倍，遂由政府補助三分之一的費用，另以太陽電池模板取代原本屋頂建材則可省去約三分之一的成本，日本的經驗已證實太陽能發電成本可接近傳統發電的成本，再加上藉由市電併聯型太陽光電系統，可將太陽能產生的多餘電能透過電網回售給電力公司，待太陽能發電不足時再向電力公司購電，更提高一般家庭裝置太陽光電系統的意願。另外，將太陽光電系統與建築物整合，更是目前太陽光電業者積極開發的市場。

貳、產業魚骨圖

根據目前的產業鏈可整理出太陽光電產業魚骨圖。

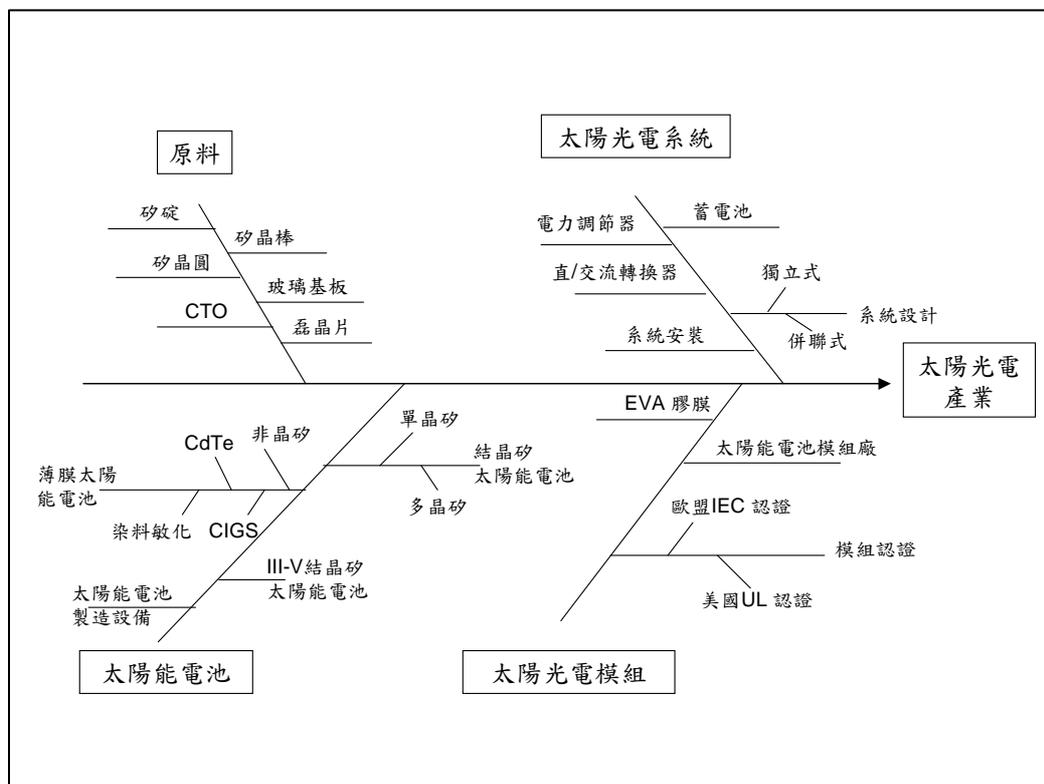


圖 4-8 太陽光電產業魚骨圖

資料來源:工研院IEK(2009)

第四節 產業競爭力分析

根據產業上中下游價值鏈的發展，分析此產業的競爭力如下：

壹、資源

一、原物料(矽材料與矽晶圓的取得)

上游矽原料有三分之二用於半導體產業，三分之一用於太陽能產業，近幾年半導體之需求呈現緩步成長，而太陽能自 2004 年開始呈現大幅成長趨勢。在矽晶圓的部分，目前半導體已從 6 吋、8 吋發展到 12 吋矽晶圓，而太陽能產業所需之矽晶圓多為 4~6 吋，因半導體晶圓品質要求較高，故價格也是太陽能晶圓之數倍。

自 2004 年開始有矽材短缺的現象，其原因主是近幾年太陽能產業大幅成長，同時也因過去幾年半導體產業成長緩慢，使矽原料廠未積極擴產。因應辦法除了擴充產能外，還可以減少矽晶圓或電池之厚度來節省矽晶圓的使用量。

目前矽原料與矽晶圓之取得方式可分為三類，分別為直接向矽原料供應商/矽晶圓供應商取得訂單、向半導體矽晶圓廠商取得廢料，與取得報廢半導體晶圓片以再生利用。前者取決於廠商議價力之高低，中游之太陽電池製造商為了確保穩定的矽晶圓供應，常會與矽晶圓供應商簽訂長期合約，但在矽晶圓價格下跌時，就會因長期合約價過高而遭受虧損。垂直整合型之廠商較具競爭優勢，後兩者產出之品質及良率皆會受影響，故少被採用。

二、人力素質

太陽電池的製作流程與半導體產業及液晶顯示器產業類似，台灣在半導體及液晶顯示器產業已累積多年的經驗及優秀的人才，所以能很快地發展此產業。

三、資本

根據台灣工業銀行在2007年的太陽能光電產業資料中，以產能5MWp/year來看，長晶切片廠需約美金5百萬投資額，矽晶片型太陽電池廠約需250萬美金，薄膜太陽電池廠約需500萬美金。

如果以較具規模的100MWp/year的產量來看，薄膜太陽電池廠約需30億台幣以上的投資。

貳、技術

一、核心自主技術

為了爭取快速導入以維持獲利的目的，台灣廠商碩採用直接購入國外既有技術與設備，也就是所謂的” Turnkey” ，因此在生產線、轉換效率、良率及晶圓厚度等皆有預先設定條件的情況下，很難再隨產業情勢發展隨機調整機台，以生產出更高轉換效率及厚度更薄的產品。因此無法掌握技術關鍵下，即缺乏差異化，如轉換效率無法領先，競爭力也無法領先，行成產業需突破的瓶頸。再者，太陽光電設備的下單後交貨期相當長，緩不濟急，無法應付瞬息萬變的產業需求，因此，擁有自行提升轉換率，設計組裝機台的能力便成為重要關鍵。

二、研發能力

研發目標就是要用更便宜的技術將太陽能轉變成電力。其中研發的方向包括：製造與獲得材料的方法，或是用較便宜的材料但透過較好的技術達到相同的發電效率，或是利用更加的太陽電池設計，以及使用較便宜的設備與製程等。

三、與學術界合作

像澳洲、德國、日本、美國等學術研究單位都有長時間的進行研發。

參、市場

一、外需市場

台灣的內需市場不大，所以必須往外去開拓國外市場。廠商須具備國際銷售能力，產品在市場上的可靠度，自有品牌的建立... 等能力。

二、政府採購與補助計畫

目前太陽能發電的成本仍高於傳統發電的成本，所以必須依賴政府的採購推廣與政策補助。

肆、政府推動及補助措施

太陽能的發電成本目前仍高於其他能源發電成本之，在這麼高的發電成本下，需要政府的推動及補助措施來支持太陽能產業的發展。在太陽能相關的政策中，主要有系統補助、回購電價、綠色電力方案、再生能源配比、租稅減免、公共電力及永續建築規定等。其中以系統補助或優惠購電為最常見的方案。

另外，最終消費者的好惡與市場需求往往取決於政府的補助對象與方式，例如新興政府重視偏遠地區的電力提供，則離網系統就會有商機。西班牙不分種類均給予優惠的補助，所以銀行、系統業者、民眾聯盟紛紛投資太陽光電裝置，以賺取政府的補助款，造成大規模電廠設置的比例高達70%。

將產業競爭力分析彙整成表4-1。

表 4-1 太陽光電產業競爭力分析

競爭優勢項目		內容
資源	原物料	確保原料的長期取得與議價能力。
	人力素質	有多年經驗的優秀人才。
	資本	充沛的資金以長期經營。
技術	核心自主技術	擁有自行提升轉換率及降低成本的能力。
	研發能力	開發新材料，新技術達到更高的發電效率 開發更佳的太陽電池設計 開發較便宜的設備與製程等。
	與學術界合作	與國內或是國外等學術研究單位進行研發合作。
市場	拓展外需市場能力	必須往外去開拓國外市場。
	政府採購計畫	政府的採購推廣與相關建設需求。
政府推動及補助措施		政府推動太陽能相關的政策，主要有系統補助、回購電價、綠色電力方案、再生能源配比、租稅減免、公共電力及永續建築規定等。

第五節 全球產業發展

壹、全球產業發展趨勢，全球市場分析與領導廠商

以矽晶圓太陽電池之產業鏈為例，產業鏈上下游包含上游的矽原料製造、矽晶棒、矽晶圓、中游的太陽電池、光電模組及電力調節器到下游的系統組裝及通路，產業成金字塔型，全球太陽光電產業鏈主要業者如圖 4-9 所示：

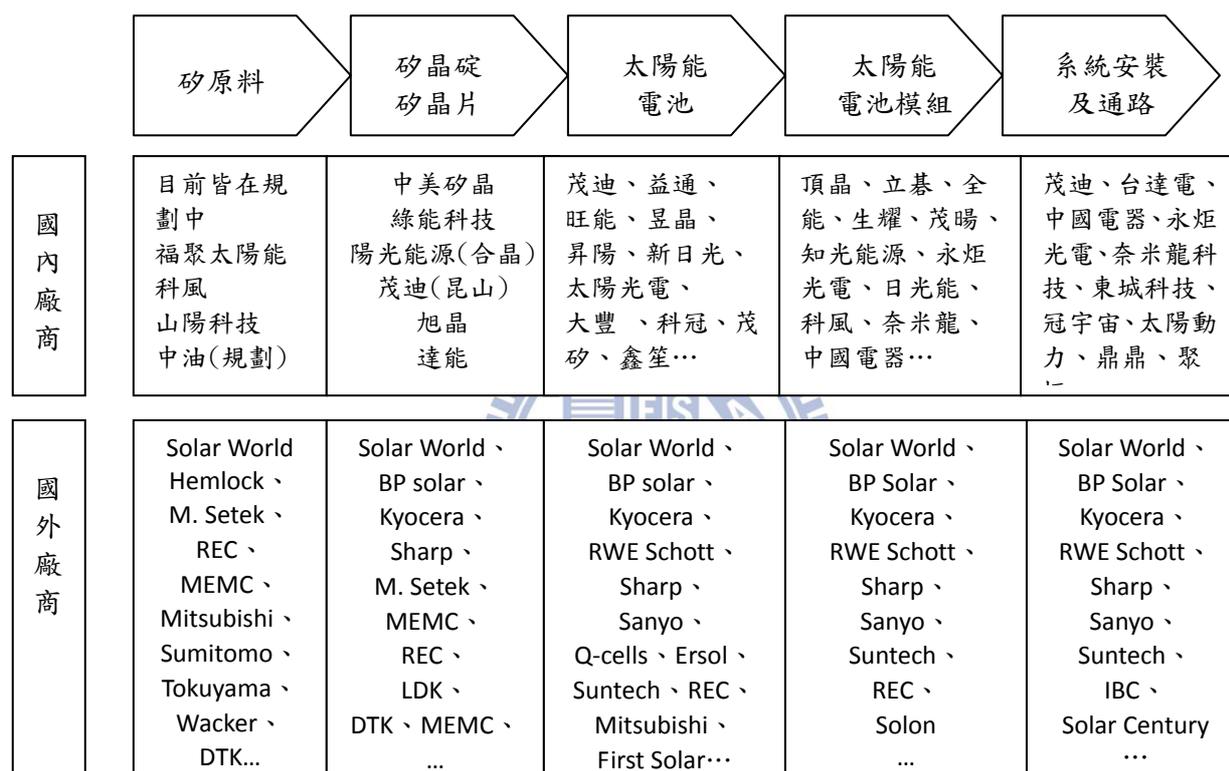


圖 4-9 全球太陽光電產業鏈主要業者

資料來源：Solar World、Digitimes、IEK(2009/12)

一、矽原料

多晶矽原料屬於寡佔市場，太陽能級矽的生產主要掌握在美、日、德等七家大廠，前五大廠商分別為 Hemlock、Tokuyama、Wacker、REC 與 MEMC，此五家產能共計占全球 88%，市場集中度高。此外，由於多晶矽屬於資本密集產業，據估計要蓋一座 3000 公噸產能的廠即需投入 20 億美元，且需時三年才能完成，因此進入障礙頗高。

中國各地投入矽材生產的廠商已有數十多家，2009 年主要的廠商有：賽維

LDK(15,000 噸產能)、江蘇中能(5,000 噸產能)、洛陽中硅(2,000 噸產能)、峨嵋半導體(1,300 噸產能)、四川新光(1,260 噸產能)等，主要是在金融海嘯前矽材有相當好的利潤，使的中國各地方政府競相以優惠的條件支持產業的發展，造成中國各地瘋狂地投入多晶矽材的製造，已使得矽晶材的產量供過於求。為了維持產業秩序，抑制盲目投入減少過多的產能，中國大陸政府已開始對多晶矽材料產業進行整頓，預計在宏觀調控之後，可以解決產能過剩價格下降的情形。

二、矽晶圓

全球太陽能級矽晶圓片的供應商約有 10~15 家，主要為挪威的 REC、德國 Solar World 旗下的 Deutsche Solar 以及同樣是德商的 PV Crystalox Solar，或是規模較小者如日本的 JFE 及 Sumco、俄羅斯的 Pillar、法國的 Emix 等，除了這些以專業生產矽晶圓為主的廠商外，產業內亦有許多的整合型廠商，Sharp、Kyocera、BP Solar、Shell Solar、RWE Schott Solar 等都是由太陽能電池製造商往上整合至矽晶圓製造的例子，其中 RWE Schott Solar 更自行開發矽帶 (silicon ribbon)，以降低對矽原料的需求。近幾年大陸業者快速崛起，主要三家為 LDK (江西賽維)、Renesola (昱輝) 和 Glory Silicon (輝煌) 計畫 2010 年產能達到 1500MW。

三、太陽能電池

由於產業技術已趨於成熟，生產技術所需的進入門檻不高，全球太陽能電池製造商約有 40~50 家，前幾大廠商分為別 First Solar、Q-cells、Suntech、Sharp 等，如表 4-2 所示。在太陽光電產業的急速發展下，廠商數目有持續增加的趨勢，但前十大廠商仍掌握了市場上六成以上的力量，國際大廠主要靠技術、成本以及量產規模取勝，從表 4-2 得知 2009 年全球前十大太陽能電池廠商則部份大洗牌 2009 年 First solar 超越 Q-Cells 成為全球太陽能最大電池廠商，產量從 2008 年的 380MW 成長到 2009 年 1100MW，中國尚德從 2006 年開始擠進前十大的電池製造商後，名次就一路往上排，至今已成為僅次於 First Solar 的第二製造商，但卻是亞洲區的第一電池製造商。

由 PV News 2009 年 3 月的統計，中國在 2008 年約生產 1848MW 太陽能電池，約佔全球產量的 27.3%，以取代日本成為全球第一大太陽電池製造國。其中尚德產量遠超過其他廠商，穩坐中國生產量的第一名。

在薄膜太陽能電池部分，美國廠商 First Solar 與 Uni-Solar 分居全球的一、二名，兩家廠商產能合計市場佔有率超過 70%。另外日本及德國在薄膜太陽電池的技術發

展上也居於領導地位，台灣與中國大陸的薄膜太陽能電池發展仍以購入 Turn-key 設備為主，技術自主能力較差。

台灣的茂迪則退出全球前十大的榜單之外，取而代之的則為擴張積極的昱晶，以 2009 年太陽能電池年出貨量 368MW，登上全球太陽能電池第十大廠商，此也為昱晶首度進前十大之列。

由全球前十大電池排名榜的移動也可看出，在金融海嘯後全球太陽能電池的生產重心往亞洲移動的趨勢，在前十大廠中即有四家為大陸太陽能電池廠，且名次也都往上提升，未來兩岸太陽能電池將占全球生產量的重要地位。

表 4-2 2008 年至 2009 年全球產量前十大太陽能電池廠商排名

單位：MW

2008 年排名			2009 年排名		
公司名稱	產地	產量	公司名稱	產地	產量
Q-Cells	德國	574	First Solar	美國	1100
Sharp	日本	511	Suntech (尚德)	中國	704
First Solar	美國	503	Sharp	日本	595
Suntech(尚德)	中國	494	Q-Cells	德國	586
Kyocera	日本	300	Yingli	中國	525
Yingli(天威英利)	中國	282	JA Solar	中國	520
JA Solar(晶澳)	中國	277	Kyocera	日本	400
茂迪	台灣	272	TrinaSolar	中國	399
SunPower	美國	236	SunPower	美國	397
Sanyo	日本	212	昱晶	台灣	368
小計		3163	小計		4604
其他		3065	其他		3435
合計		6228	合計		8039

資料來源：PHOTON International (2010)

四、太陽能模組

按地域別分析全球太陽電池模組應用市場量，2007 年德國所佔的比率高達 44.1%，其次是日本佔 15.8%，美國佔 12.1%。若以成長率而論，2007 年美國、中國、西班牙、希臘、義大利、加拿大等市場成長驚人，年成長率皆在 100~300%。中國在 2008 年約生產了 2700MW 太陽能電池模組，約佔全球產量的 40%，為全球最大的模組製造國。而中國主要的太陽能電池製造廠商大部分同時也製造太陽光電模組。

目前全球約有數百家模組廠商，因為模組含玻璃片或鋁框等大型架構，運輸不

易且成本很高，多數為接近終端市場的小型公司，較少國際大廠，但由於技術門檻不高且設立工廠並不困難，太陽能電池廠商多半會跨足進入模組製造此一領域。但近幾年全球太陽光電模組業者其營利率出現下滑狀況。其原因為 PV Module 廠商提供附加價值有限(標準型模組產品)，加上缺乏掌握原物料能力，市場需求停滯時，獲利空間首先受到壓縮。

五、太陽光電系統

從裝置量可以看出併網型系統為市場的主力，在 2007 年併網型裝置量超過 2,000MW，佔總裝置量 81%。2010 年併網型將成長到將近 6,700MW，佔總裝置量 84.5%。在離網型市場中還是以生活基本供電為主，照明供電為應用大宗；移動載具應用部分，泛指汽車與船舶等載人載具，因安全法規條件嚴格以及目前太陽電池平均效率尚未突破 30%的情況下仍無法達到規模應用量。反而在消費性電子市場及信號／通訊市場，前者因產品生命週期短，後者有新興國家在通訊基地台的佈建利基下，至 2010 年可望擁有 300MW 與 400MW 的裝置規模(如表 4-3 所示)。

表 4-3 太陽光電系統之應用市場

單位：MW

主要應用分類		2005	2006	2007(e)	2008(f)	2009(f)	2010(f)
併網發電市場	發電廠	123	1,199	333	593	1,054	1,842
	住宅供電	212	291	411	620	931	1,371
	商業/公共供電	780	1,003	1,326	1,873	2,633	3,453
	小計	1,115	1,494	2,070	3,087	4,618	6,666
離網發電市場	移動載具供電	1	2	4	10	22	49
	生活基本供電	137	182	246	319	389	468
	小計	138	184	250	329	411	517
消費性電子市場	個人行動用	59	80	112	156	217	298
	小計	59	80	112	156	217	298
信號/通訊市場	信號/通訊供電	65	88	122	183	274	403
	小計	65	88	122	183	274	403
合計		1,376	1,845	2,553	3,755	5,520	7,883

資料來源：PIDA(2007)

貳、各國太陽能政策發展

為推廣太陽能電力的裝置，補助政策是各國政府目前普遍的做法。發展太陽能產業最主要的國家以德國及日本為代表。德國政府的「再生能源法」(Renewable Energy Law，簡稱 EEG)訂定最低保障收購價格收購再生能源電力，強制電力公司以較高價格「補貼收

購」其營業區內所有由再生能源業產出的電力。

各國政府在能源政策上，一方面訂定鼓勵太陽能產業發展的優惠措施，一方面訂立嚴苛的環境政策以限制傳統能源電力的成長，營造有利太陽能產業市場需求的環境，藉需求擴大使產業規模經濟漸趨可行，而使設備成本下降，達到市場用戶可接受的誘因。需求擴張也回饋予供給者利潤及技術改進的空間，以推出成本更低、效用更佳的产品，良性循環才能營造太陽能產業成功的契機。

以德國為例，德國政府為了推廣再生能源利用，自 1991 年催生「再生能源法」(Renewable Energy Law, REL)，一面補貼消費端購買太陽能電設備，另一方面強制電力公司以高價購回電力，電費成本則轉嫁用電的消費者身上。為了進一步促使電力公司提高再生能源的發電比例，德國政府計畫 2018 年前關閉 8 座火力發電廠，2022 時關閉所有核電廠。以法規擴市場需求政策來協助太陽能產業技術邁向商業化的發展的做法值得舉世借鏡。

日本最早對太陽能用戶補貼設備購置，並預定於 2009 年實施以固定電價向太陽能發電戶買回剩餘電力，以加大太陽能發電戶的普及率。日本政府自 1992 年起即對太陽能產業訂立獎勵政策，鼓勵產業研發，同時以補助金提供企業及家庭裝置設備。其補助政策一直施行到 2004 年，其間日本執太陽能產業及技術之牛耳。直到德國極力發展太陽能產業，在「再生能源法」的張力下追趕過日本。日本因而在 2009 年再度回復補助政策，同時引進固定電價制度，期在 2010 年開始實施向太陽能電力生產戶購回剩餘電力，以鼓勵消費端裝設太陽能發電設備擴張市場需求。

由德、日兩國在太陽能產業競爭的實證可明，政府是主導市場需求的推手，尤其在經濟不規模又乏國內市場支撐的環境下，太陽能產業無法在缺乏市場需求下求生存。

全球已有超過 46 個主要國家積極推廣太陽能電力系統之設置。以區域分，歐洲市場最大，有德國、西班牙、荷蘭、法國、瑞士、義大利、芬蘭等 18 個國家推動太陽能光電系統之設置，其中，德國向為世界最大的太陽能產業國家，西班牙近急起直追發展最為迅速。亞洲市場居次，包括日本、中國、印度、韓國、泰國、印尼等 19 個國家發展太陽能光電系統，其中，以日本的太陽能產業發展最早，產量與市場規向領先他國，與德國互遂世界領導地位，但後起的中國，憑其生產要素和市場優勢，發展更為快速，2008 年的太陽能光電產值已超越德、日成世界新霸主；印度近年大力發展太陽能產業大有進展；而我國憑藉雄厚的電子產業基礎，2008 年太陽能產業產值已超過千億台幣，躍居世界第 4。再次為美洲，有美國、墨西哥、加拿大及巴西等國；美國集技術與市場優勢，在歐巴馬執政力推新能源政策下，預料將有可觀的發展。在大洋洲，澳洲亦為長期

以來積極推動之國家(經濟部投資業務處，2008)。

歐洲國家除英國有石油生產外普遍缺乏傳統能源蘊藏，所以開發再生能源起步較早，態度最積極，水力、風力、地熱、太陽能等是主要發展項目，而中又以太陽能被視為潛力最大的能源來源，因而主要國家多訂定補助政策發展該產業。歐盟在節能減碳政策上訂有嚴格環境保護法規，為減低二氧化碳等催化地球暖化的氣體排放，也限制傳統能源電力的成長而鼓勵使用替代的乾淨能源。故在個這區域，太陽能產業仍將續成長。

亞洲區域國家人口密集，為新興工業發展最快速的地區，除中亞與西亞國家生產石油外，傳統能源缺乏加上需求成長高於其他地區。對能源倚賴殷切的國家，如日本，1974年第一次石油危機就投入太陽能電池的研究，後來成為技術和生產大國。而其他國家如中國、印度、韓國、泰國等大力投資擴建太陽能光電事業，使得這地區的太陽能產業發展最快速，競爭亦最激烈，全球前四大產業國的前三名亦在本區域內。本區域國家可望挾其生產要素及市場需求優勢成為全球發展最快速的地區。

美洲區域，北美的美國與加拿大地廣人疏，適合發展太陽能電力，但因太陽能電力相對於其他再生能源，如風力與水力，成本偏高，故較受忽略。直到近年石油、天然氣、煤等傳統能源價格大漲，加上降低地球暖化現象等因素，促使北美國家再度重視太陽能電力的發展。美國的新能源政策計畫10年後不再輸入石油，而依賴太陽能等再生能源所生產電力供應需求，而本身生產石油足供運輸及其他所需。美國新能源計畫將促使太陽光電產業加速擴展，故其市場成長潛力相當可觀。而加拿大的太陽能電力目標亦朝自給自足和永續利用努力。

第六節 台灣產業發展

壹、台灣產業特性

由於以往台灣已擁有許多優秀的半導體及面板產業人才，過去幾年積極投入太陽光電領域，讓台灣太陽光電產業快速成長。

台灣太陽光電產業是以結晶矽太陽電池元件為根基，結合上游矽晶材料與下游電力系統所建構的產業。矽晶太陽電池的生產技術與台灣雄厚基礎的半導體產業製程技術相似，台灣在管理、製造、研發人力都有基礎，投入矽晶太陽電池生產，具有大量生產與擴大生產規模能力。

在台灣矽晶圓太陽光電的供應鏈中，除最上游的矽原料外，在矽晶圓、太陽能電池、模組以及系統組裝等供應鏈相當完整。截至2008年止，台灣已有70餘家廠商：包括

16家矽晶太陽電池廠、12家薄膜太陽電池廠，15家模組廠；6家矽晶圓廠；系統及應用產品廠商20餘家。2007年太陽光電產業產值約535億元，2008年太陽光電產業產值倍增為約1011億元，產量佔全球16.7%。其中最主要的是太陽電池，2007年太陽電池產量約430MW，為全球第四大，僅次於德國、日本與中國大陸。

目前產品雖以矽晶太陽電池為主，但台灣有基礎的平面顯示器人才，轉投入次世代薄膜太陽電池產品開發障礙低，並可加速專利布局。2006年已開始投入次世代矽薄膜太陽電池之研發，預期在矽薄膜市場擴張下，台灣投資該類太陽電池產能將快速增加，近2年已有近10餘家廠商投入，未來台灣未來在矽薄膜太陽電池將占有重要地位。此外，台灣半導體設備廠商亦開始規劃投入矽晶太陽電池生產設備開發，將加速國內生產設備自主能力。

同時台灣對於聚光型III-V族太陽電池、化合物薄膜太陽電池(如:CIGS)、有機混成太陽電池、染料敏化太陽電池亦積極投入研發。

台灣在太陽光電研發與產業化的腳步算是後進，台灣產業有時受制國外上游多晶矽原料缺料問題，將影響電池及模組製造成本高居不下。而且目前不論在矽晶太陽電池與薄膜太陽電池大都採用國外廠商之整廠輸出(turn key)設備，並無技術差異化與逐步提高太陽電池效率的解決方案，以克服未來三到五年的競爭壓力。

台灣太陽電池模板用封裝材料(EVA Tedlar)均自國外進口，成本高。在次世代與第三代太陽電池的技術布局更是遠遠落後歐美日等先進國家。此外，國內模組及系統廠，礙於內需市場太小，營運受限。在系統整合技術部份，缺乏應用與驗證平台及產品標準規範，使得國內系統整合技術發展困難。若能發展太陽光電系統可靠設計技術與經驗，將可逐步累積運轉經驗，建立系統整合價值，跳脫代工或國外廠商零組件供應商的宿命。逐步建立在國際市場競爭之模組與系統廠商。

若統計全球及台灣太陽能光電中下游產值及台灣全球市佔率之變化，如表 4-4 所示。

表 4-4 全球暨台灣太陽能光電產業各項產品產值預估

產業別	產品別	2007年	2008年	2009年(e)	2010年(f)	2011(f)
電池及模組	結晶矽	9,366	11,016	10,289	10,976	11,611
	薄膜型	855	1,262	1,672	2,479	2,904
	III-V 化合物半導體	14	120	350	788	1,420
	染料敏化與有機	5	10	25	50	200
	合計	10,240	12,408	12,336	14,293	16,135
發電系統	平板式	18,034	23,962	25,590	29,565	32,260
	聚光型	27	240	700	1,575	2,840
	合計	18,061	24,202	26,290	31,140	35,100
全球太陽光電(百萬美元)		28,301	36,610	38,626	45,433	51,235
電池及模組	結晶矽	66,129	104,843	127,767	148,506	166,425
	薄膜型	0	696	1,879	4,315	9,966
	III-V 化合物半導體	0	50	100	180	273
	染料敏化與有機	0	5	10	45	100
	合計	66,129	105,594	129,756	153,046	176,764
發電系統	平板式	233	378	403	403	403
	聚光型	0	100	300	390	546
	合計	233	478	703	793	949
台灣合計產值(百萬元新台幣)		66,362	106,072	130,459	153,839	177,713
電池及模組	結晶矽	21.5%	30.2%	37.65%	41.02%	43.46%
	薄膜型	0%	1.75%	3.41%	5.28%	10.4%
	III-V 化合物半導體	0%	1.32%	0.87%	0.69%	0.58%
	染料敏化與有機	0%	1.59%	1.21%	2.73%	1.52%
	合計	19.66%	27%	31.89%	32.46%	33.21%
發電系統	平板式	0.04%	0.05%	0.05%	0.04%	0.04%
	聚光型	0%	1.32%	1.3%	0.75%	0.58%
	合計	0.04%	0.06%	0.08%	0.08%	0.08%
台灣合計市佔率(%)		7.14%	9.19%	10.24%	10.27%	10.52%

資料來源:PIDA, 台灣經濟研究院整理

貳、台灣產業發展歷程與現況

台灣太陽能光電產業的蓬勃發展約自 2000 年開始起步，整體產業價值鏈除了最上游的矽材產業無廠商投入外，其餘如矽晶片製造、太陽能電池、太陽能電池模組、光電系統等關聯產業都有廠商投入，其中以太陽能電池產業發展最快速，主要因為藉著我國資訊、通訊及電子科技產業國際化深植基礎及經驗的傳承及移轉，特別是在半導體產業的成熟發展基礎下，形成太陽能光電產業蓬勃的發展。台灣太陽能光電產業價值鏈上，除了缺乏最上游的矽材原料供應外，整體的供應鏈已經完整串連，中游廠商家數增加快速，產業對進入上游較為保守，從矽晶圓、太陽能電池及模組，一直到下游的系統安裝都有廠商參與。

以下就台灣太陽光電產業之上,中,下游逐一探討其發展歷程與現況:

一、上游

(一)矽原料

為矽晶圓太陽電池上游的原料，由於高投資金額、高難度之技術與製程等等因素，目前基本上被美、日、德等大廠壟斷，如：Hemlock、Wacker、Tokuyama、MEMC...等，台灣由於基礎材料人才與技術能量不足，對於矽材料的基礎研究與應用技術著墨不足，一直無相關業者涉足矽材純化的上游領域，導致於在市場景氣時，會有多晶矽缺料的問題，所以為了確保擁有穩定的料源，矽晶太陽電池廠商必須與系才供應商簽訂長期供貨合約，否則就必須投入矽原料或晶圓供應等上游產業。

在太陽能電池市場成長快速的誘因下，目前已有福聚(李長榮與億光合資的多晶矽廠, 預計 2010 年 4 月量產.)、科風(工廠設立於彰濱工業區, 建廠中.)、山陽(2008 年建廠完成, 但量產不順利, 目前延後量產.)、茂迪轉投資的 AE Polysilcon 一度傳出進展很快, 但是後來又沉寂下來, 旭晶、昱晶、中油..等在規劃中。如表 4-5 所示。

表 4-5 台灣多晶矽廠商規劃

廠商	生產地點	主要投資者	技術來源	預計量產時程
福聚太陽能	屏東	榮化、億光	MEMC/改良西門子法	2010
山陽科技	宜蘭利澤	台灣半導體	自蔓延氣旋式燃燒反應法	2010
AE Polysilcon	美國賓州	茂迪	自行開發/流體化床法	2009
科風	彰濱工業區	科冠	改良西門子法	NA
旭晶源	雲林虎尾	SRI	SRI/鈉還原法	NA
元晶	屏東	國巨陳木元個人投資	SRI/鈉還原法	NA
中油	評估中	中油	評估中	NA
台塑	雲林麥寮	台塑	評估中	NA
聯源光電	評估中	聯電	評估中	NA

資料來源：工研院 IEK (2009/12)

在法人機構方面則有工研院、中科院及金屬中心投入相關之研究。政府除了透過經濟部能源局推動相關的太陽能光電業務之外，也在工業局成立太陽光電材料產業推動計畫，規劃在台灣的關鍵材料發展策略，促進國外矽原料大廠來台設廠或技轉國內業者之合作計畫。

2007 年台灣對於多晶矽原料需求多達 5000 噸，在中下游不斷擴充產能下，需求持續快速增加，預估 2011 年多晶矽的需求將高達到 13000 噸。但在供給方面，目前宣布投入之台灣業者，尚無法有效改善台灣太陽能電池的供需失衡現象。根據經濟部的估計，2010 年至少可有 2 家業者供應約 2000 噸的多晶矽產能，2015 年產能可達到 1 萬噸，產值將達 4300 億元新台幣以上，台灣要扭轉多晶矽原料供需失

衡的狀況，必須等到 2011 年之後，供需缺口才可望逐漸縮小。

(二)矽晶圓

在矽晶圓/棒部分，由於台灣的半導體產業發展十分蓬勃，因此，台灣上游產業的矽晶塊長晶與拉晶製程廠相對來說較普及，不過多年以來主要均以半導體晶圓代工廠為業務中心，實際應用於太陽能光電產品比重相對有限，加上用來生產太陽能用的矽晶圓，純度就遠低於半導體用的需求，故太陽能矽晶圓早期多半是使用製造半導體用矽晶圓後所剩下的次級材料，連同長晶後剩餘材料，經過加工而成。

隨著太陽能光電產業勢力逐漸抬頭，陸續有相關半導體矽晶棒/圓的業者投入太陽能電池矽晶棒/圓之生產，如表 4-6 所示。其中的代表業者為中美矽晶、合晶等，也因為半導體上游原料業者的角色，故初期踏入太陽能領域時，以單晶矽晶圓為主，不過 2007 年中美矽晶已積極擴增多晶矽晶圓部分，而合晶也已於 2007 年跨入。其中中美晶已成為全球太陽能電池的第二大廠 Sharp 的長期合作夥伴，而合晶在記憶體廠力晶切入佈局後，大陸轉投資陽光能源 (Solargiga) 大舉擴充太陽能矽晶產能。

而新進業者中最受矚目為大同所轉投資的綠能，綠能自成立以來即主攻太陽能多晶矽晶圓，並以來料代工廠為主要地位，產能也是目前台灣主要 3 家矽晶圓廠中擴產最積極的一家。綠能在 2005 年 7 月開始正式銷售 Wafer，目前約 60% 外銷。

表 4-6 台灣矽晶圓廠商生產力評估

廠商	工廠地點	產品型態	2009 產能	2010 年產能(f)
綠能	桃園	多晶	360MW	410MW
中美矽晶	苗栗	單晶(25%) 多晶(75%)	400MW	600MW
合晶 (陽光能源)	上海	單晶	200MW	400MW
旭晶	苗栗	多晶	300MW	300MW
達能	桃園	多晶	120MW	250MW
茂迪	台南	多晶	100MW	170MW

資料來源：工研院 IEK(2009/12)

二、中游 (太陽能電池與模組)

在政府產業政策支持下，以及台灣在半導體與液晶面板顯示器的經驗與基礎，

順應著全球太陽光電產業成長趨勢，在台灣上、中、下游廠商投資快速增加，特別是中下游部分因產業進入門檻相對較低，目前可說是百花齊放；也因此帶動台灣近年來太陽光電產值的規模倍增，且往後幾年仍將呈現高度成長的趨勢。2007 年台灣太陽能電池的生產規模達到 435MWp，較 2006 年成長 81.25%，其中晶矽電池約 418MWp，非晶矽電池約 17MWp。而 2008 年廠商大規模擴增產能下，更將一舉倍數成長到 986MWp，預估至 2010 年台灣太陽能電池生產規模更將達到 1936MWp，在全球僅次於歐洲、北美、日本以及中國。

在個別業者方面，如表 4-7 所示。台灣目前結晶矽太陽能電池前三大業者分別為茂迪、昱晶與益通，不過由於上游缺料的關係，在實際太陽能電池產出將不及整體業者之產能規劃。依據台灣主要的結晶矽太陽能電池業者的產能規劃，2008 年整體的產能將超過 2000MWp，如此龐大的產能將對於上游晶矽原料的需求將更為迫切，由於此一產業往後幾年勢必會出現更為激烈的市場淘汰賽。因此，未來能充分掌握晶矽原料的業者，將是此一激烈競賽中能脫穎而出的重要關鍵。現階段台灣前幾大太陽能電池業者如茂迪、昱晶、益通與旺能等業者因為龐大的產能作後盾，皆已取得國外晶矽原料的長期供貨合約；此外，這些業者也將持續向上游晶矽原物料做投資與整合，如茂迪投資矽晶圓等，未來台灣太陽能電池產業大者恆大的趨勢將更趨於明顯。

表 4-7 台灣主要太陽能電池業者生產能力評估

廠商	工廠地點	2008 年產能	2009 年產能	2010 年產能
茂迪	台南、江蘇昆山	450MW	台灣 530MW 昆山 60MW	台灣 600MW 昆山 200MW
昱晶	台北	460MW	510MW	660MW
益通	台南	320MW	320MW	440~500MW
新日光	新竹	210MW	240MW	600MW
旺能	新竹、桃園、吳江	120MW	台灣 120MW 吳江 60MW	台灣 300MW 吳江 240MW
昇陽	新竹、江西新余	60MW	台灣 132MW 江西 50MW	台灣 192MW 江西 100MW
茂矽	新竹	60MW	60MW	60MW
太陽光電	新竹	30MW	90MW	90MW
旭泓	宜蘭	-	30MW	60~120MW
科冠	苗栗	30MW	30MW	30MW
太極能源	新竹	30MW	60MW	60MW
耀華	宜蘭	30MW	30MW	30MW
長生能源	桃園	30MW	30MW	30MW

資料來源：工研院 IEK(2009/12)

前幾年因為矽材料的缺料，造成矽晶太陽電池成本過高，台灣許多廠商紛紛投入薄膜太陽電池產業，主要以Turn-key方式由國外引進設備快速建廠，目前台灣已有超過10家廠商，如表4-8所示。

表 4-8 台灣薄膜太陽能電池廠商發展概況

廠商	主要投資者	設備技術來源	產能及未來擴產
大豐能源	光華開發	Chronar	第一條生產線15MW 玻璃基板: 1 x 1.2m, 效率5.5%, 66W/片
鑫筌能源	桔康投資	EPV	第一條生產線5.5MW 玻璃基板: 1246mm x 635mm, 效率5.5%
聯相光電	聯電	ULVAC	產能25MW, 2009年50MW, 2010年達200MW, 2014年達1GW
旭能光電	吉祥全	ULVAC	產能25MW, 5年擴至200MW, 與日商伊藤忠合作
大億光能	大億科技	Nano PV (已停止合作)	產能10MW, 產能規劃2009年30MW, 2010年達60MW, 2012年達200MW 玻璃基板: 1400mm x 635mm
綠能科技	大同	Applied Material	2009年50MW 玻璃基板: 2.2m x 2.6m, 效率6%
富陽光電	中環	Oerlikon	產能規劃2009年106MW, 2012年達1GW 玻璃基板: 1.1m x 1.3m
宇通光電	益通與光寶	Oerlikon	初期產能60MW
新能光電	昇陽科	Centrotherm	2009年下半年裝機(CIGS技術), 初期產能30MW
八陽光電	迎輝	Leybold Optics	初期產能15MW
綠陽光電	NA	自行開發	發展CIGS技術
威奈聯合	NA	自行開發	發展CIGS設備(Turnkey)
太陽海	鍊德	Scheuten	發展CIGS技術
奇美能源	奇美	NA	初期產能20~30MW

資料來源：工研院IEK (2009/12)

「太陽能電池模組」產業在資本投資上較上游小，一條10MW生產線約需3000~4000萬新台幣，且需要較多的人工投入。2007年台灣太陽光電產值為535億元新台幣，其中太陽能電池產量佔全球10.8%，而模組產量佔全球0.8%。

截至2009年12月，在台灣有19家太陽光電模組廠商，規模均不大。其他國家大部份是以垂直整合方式運作，矽晶圓太陽能電池廠商亦自行製造模組。而台灣許多廠商生產太陽能電池而不生產模組，其中主要原因為模組生產的技術、資金門檻低，但模組廠的產品必須通過安規認證後才可販售至歐美主要國家，而安規認證又曠日費時，再加上模組廠商的毛利均不高，所以許多廠商不願意投入。但在薄膜太陽能電池的製造方面就不同，太陽能電池廠商也必須完成模組製造與認證，然後售與下游的系統廠商。

台灣已達量產的模組廠商約有10家(如表4-9所示)，但其規模均不大，在全球市場的競爭力不足，產業需整併或是由矽晶太陽能電池廠商向其整合，未來才有足夠能力與全球其他廠商競爭。

表 4-9 台灣已量產太陽光電模組廠商發展狀況

廠商名稱	工廠地點	2008 年產量(MW)	2009 年產量(MW)	2010 年產量(MW)
茂迪	昆山、美國	-	-	200~300
旺能	桃園、吳江	30	30	200
奈米龍科技	桃園、錦州	20	50	100
頂晶科技	苗栗	60	60	70
生耀光電	台南	95	95	95
知光能源	桃園	60	60	60
茂暘	桃園	45	45	45
和鑫光電	台南	-	25	25
科風	台北	10	30	30
立碁光能	桃園	10	10	10
全能光電	桃園	10	10	10

資料來源:工研院IEK(2009/12)

三、下游 (太陽光電系統)

系統廠商必須要參與工程的標案，執行系統設計、安裝施工與售後服務..等，所以必須了解當地法規及市場屬性，台灣的內需市場有限，所以都必須拓展至其他國家。

目前台灣有三十多家太陽光電系統廠商，但是普遍規模都不大，大部分廠商的型態接近一般水電工程公司，公司規模多半在10人以下。較具規模的廠商有台達電與茂迪，最近許多廠商紛紛跨足太陽光電系統，以直接接近終端客戶，例如光寶、友達等，並且嘗試將業務伸展至國外，如歐洲、美國、中國大陸等。以期能掌握終端市場

需求。

台灣太陽能產業初期以出口為主，故業者多自產業中游切入，呈現在供應鏈中間大而兩端狹小的現象，由產業產值市佔率分析，如表 4-3，主要產值多集中在中游（元件、模組），上游（矽、化合物半導體材料等）及下游（應用產品與系統施工）是較弱的部份。就產業利潤而言，中游的利潤最少約 15-25%；上游因原料技術門檻屬於寡占市場，其獲利最高，約在 40%以；下游產業則因裝置施工、保固維護及人工成本因素，獲利可達 30%。

由上發現台灣太陽能產業處於競爭激烈利潤較差的地位。但經 2008 年國內相關廠商大舉投入上游矽晶材料晶圓生產後，產業的獲利可望在 2009 年上游陸續量產後我國太陽能產業的供應鏈將更趨完整，大步提升產業的競爭力。

有關 2008 年全球太陽能光電業各產品之產值市佔率如表 4-10 所示，

表 4-10 2008 年全球太陽能光電各項產品之產值市佔率分布概況

國家	多晶矽	矽晶片	太陽能電池	太陽能電池模組	太陽能光電系統應用
台灣	0%	4%	11%	1%	0.1%
中國	9%	45%	28%	40%	0.6%
德國	18%	20%	21%	20%	27%
日本	19%	17%	22%	7%	4%
美國	43%	7%	6%	2%	6%
其他	11%	7%	12%	30%	62%

資料來源：Photon international、工研院IEK

參、台灣市場分析

經濟部能源局分析 98 年 1 至 8 月台灣能源供需概況指出，在能源供給中，進口能源所占比重為 99.3%，自產能源僅占 0.7%；按個別能源占總供給比重分析，原油及石油產品占 52.4%最高，煤及煤產品占 29.4%居次，其次分別為天然氣（含液化天然氣）占 9.0%，核能發電占 8.8%，水力及再生能源僅占 0.4%。

目前太陽能電價仍遠高於一般用電價格，因此太陽能光電業的需求仍必須藉由政府政策的推動，而台灣太陽能電池係屬於出口導向產業，因此其出口表現深受各國政策補助變化的影響，如 2008 年西班牙政府購電補貼非常優惠，且沒有設定每年補助額度的上限，故 2008 年西班牙裝置量高達 1.5GW，年成長率超過兩倍以上，因此亦帶動台灣太陽能電池出口至西班牙之出口值大幅成長，2008 年出口值成長率高達 105.08%，出口值比重達 18.95%，為台灣第二大太陽能電池出口國。不

過2009年起，西班牙推出之第二階段太陽能光電補貼政策，修改規定補助上限為500MW，使得台灣太陽能電池對西班牙出口值出現明顯衰退的情形，估計2009年第三季衰退幅度將超過七成以上，使得西班牙出口值比重將降至7.62%降為台灣第四大出口國家。有關近六季台灣太陽能電池之產銷存變化如表 4-10 所示，

表 4-11 近六季台灣太陽能電池產銷存概況

	2008Q2	2008Q3	2008Q4	2009Q1	2009Q2	2009Q3(e)
生產值(百萬元)	18,872	25,374	21,744	15,070	13,375	19,475
年成長率(%)	129.14	151.53	93.98	-2.01	-29.13	-23.25
季成長率(%)	22.71	34.45	-14.30	-30.70	-11.24	45.60
銷售值(百萬元)	18,787	23,427	18,503	12,701	13,029	16,015
年成長率(%)	132.48	139.57	54.10	-14.16	-30.65	-31.64
季成長率(%)	26.97	24.70	-21.02	-31.36	2.59	22.92
存貨值(百萬元)	1,194	2,456	4,244	5,808	4,530	4,299
年成長率(%)	-7.79	31.98	262.09	263.27	279.37	1.28
季成長率(%)	-25.32	105.69	72.77	36.87	-22.00	-5.11

資料來源，經濟部工業生產統計資料，台灣經濟研究院整理及估計

若比較2009年各季台灣太陽能電池出口市場表現，其中中國政府積極推動相關補助政策，包括內蒙古鄂爾多斯2GW及敦煌併網10MW之「大型示範補助個案」太陽屋頂計畫及金太陽示範工程財政補助之「中央補助辦法」、江蘇省光伏發電推進規劃之「上網回購電價補貼」等，因此帶動該市場需求大幅成長，使得台灣出口至中國之太陽能電池出口值比重大幅上升至33.79%，為台灣第一大出口值國家。德國則因為2009年9月27日將進行國會改選，而由於德國政府不斷釋出太陽能補助費率及補助條件將出現變動的可能，因此使得2009年第三季德國裝置量大幅提升，對太陽能電池的需求明顯成長，故台灣出口值比重由第二季的17.35%增加至18.06%。若累計台灣太陽能電池前五大出口值比重，估計2009年第三季將達到74.97%，顯示台灣太陽能電池出口集中度高，其中以中國為最大出口國，有關近六季我國太陽能電池之出口市場表現如表4-11所示。

表 4-12 近六季台灣太陽能電池之進出口國家排名概況

排名	2008Q2	2008Q3	2008Q4	2009Q1	2009Q2	2009Q3(e)
1	中國(25.07)	中國(23.26)	德國(20.75)	美國(15.54)	中國(26.68)	中國(33.79)
2	西班牙(18.09)	西班牙(20.83)	中國(17.34)	韓國(15.26)	德國(17.35)	德國(18.06)
3	德國(18.02)	德國(13.64)	西班牙(15.66)	德國(13.64)	西班牙(12.27)	韓國(8.46)
4	香港(9.96)	印度(12.71)	美國(9.82)	義大利(12.17)	韓國(9.74)	西班牙(7.62)
5	韓國(6.64)	韓國(6.44)	義大利(9.10)	中國(10.91)	義大利(8.05)	義大利(7.04)
前5大 合計比重%	77.79	76.88	72.67	67.51	74.09	74.97

資料來源：中華民國海關進出口統計資料，台灣經濟研究院整理及估計

第七節 個案簡介

根據康志堅(IEK)在工業材料雜誌(2009年10月)發表的”全球太陽光電市場與發展趨勢”中提到的 First Solar 公司，First Solar 最近幾年在全球太陽電池製造商排名一直往上提升，2006年 First Solar 在全球太陽電池製造商排名第十三位;2007年產量大幅提升至 206.3MW，排名躍升至全球第五位，為第一家進入全球前十大太陽電池製造商之薄膜廠商，在此之前，全球前十大廠商一直為矽晶廠商的天下;2008年產量為 503.6MW'更躍居全球第二位。

分析First Solar最近幾年以太陽光電產業大放異彩的原因，主要可分為下列幾點:

一、為每瓦生產成本為業界最低，產品售價相當具競爭力。

First Solar的成本已經低於每瓦1美元之重要關卡，相對於目前矽晶太陽光電模組每瓦成本仍高於2美元、矽薄膜太陽光電模組每瓦成本高於 1.5美元，First Solar之太陽光電模組在產品單位價格上具有相當之競爭力。

二、快速設置生產線，使產能達到最大值，可太規模量產來壓低單位成本。

First Solar目前有三處生產基地，第一處為美國俄亥俄州Perrysburg，於2005年開始生產;第二處為德國Frankfurt，於2007年開始生產，德國廠成立時吸取美國廠建立時之經驗，快速縮短生產線建造、產品試產至量產的時間;第三處生產基地位於馬來西亞Kulim，由於之前美國廠與德國廠的經驗，使得生產線設置完成後，產能即可達到最大值。

三、掌握關鍵製程設備。

其掌握了關鍵製程設備，且製程較其他薄膜技術(矽薄膜、CIGS)簡單，相對於其他薄膜技術設備成本占總成本相當大的比例，First Solar在此方面具有相當大的優勢。

四、第二為產品回收機制獲得認同。

First Solar 成功的另一個重要原因為該公司提出之產品回收機制已獲主要太陽光電應用國家的認同。First Solar 之銻化鎘太陽光電模組因含有對人體有害的重金屬鎘，過去產品一直受到各界人士質疑，是否會對於環境或人類產生危害，而太陽光電屬於綠色環保產品，對於環境污染的疑慮是否能有效解決，

為產品推廣的最大關鍵，也是其他薄膜太陽電池如 CIGS 會碰到的問題。

First Solar 目前已發展出一套完整之產品回收機制。此機制主要的重點在於當 First Solar 每賣出一套產品，就提撥一定比例的收入作為回收基金，這個基金由於有特定的使用目的，由獨立之第三方機構所管理，當產品達到使用年限之後，由獨立運作基金成立之回收公司將產品回收，因為獨立運作，不會因為 First Solar 營運狀況的好壞而受到影響，能保證產品可以全部回收，不會在產品超過使用年限後被任意丟棄。同時經由精煉後，將稀有材料再利用，可部分解決一些稀有材料如銻元素的料源問題。此機制已被德國、美國等主要太陽光電應用國家所接納，因此 FirstSolar 產品可以順利在這些國家進行銷售。



第五章 研究結果

本章將以產業組合分析模式為架構，針對太陽光電產業進行實証分析。分析內容主要包含：產業創新需求要素之重要性與環境配合度、產業組合定位、所需搭配之政策工具及具體推動策略建議等；分析過程中係依據前述所建構之產業組合分析矩陣與所進行的專家問卷，輔以專家訪談作進一步確認與策略建議分析。

第一節 樣本描述

壹、敘述性統計

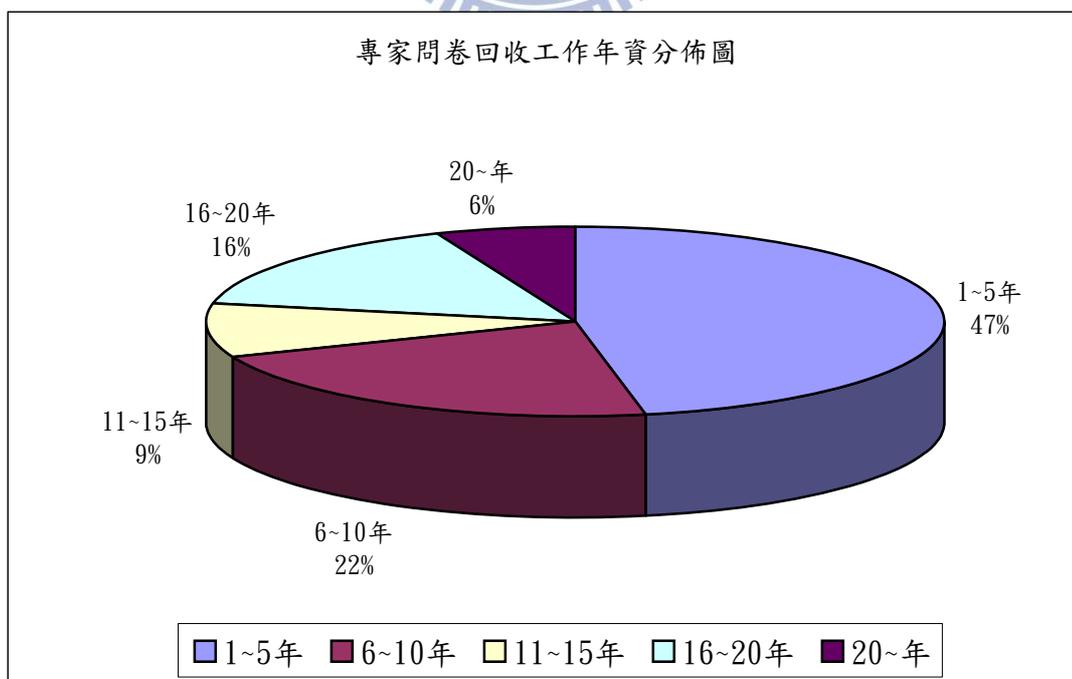
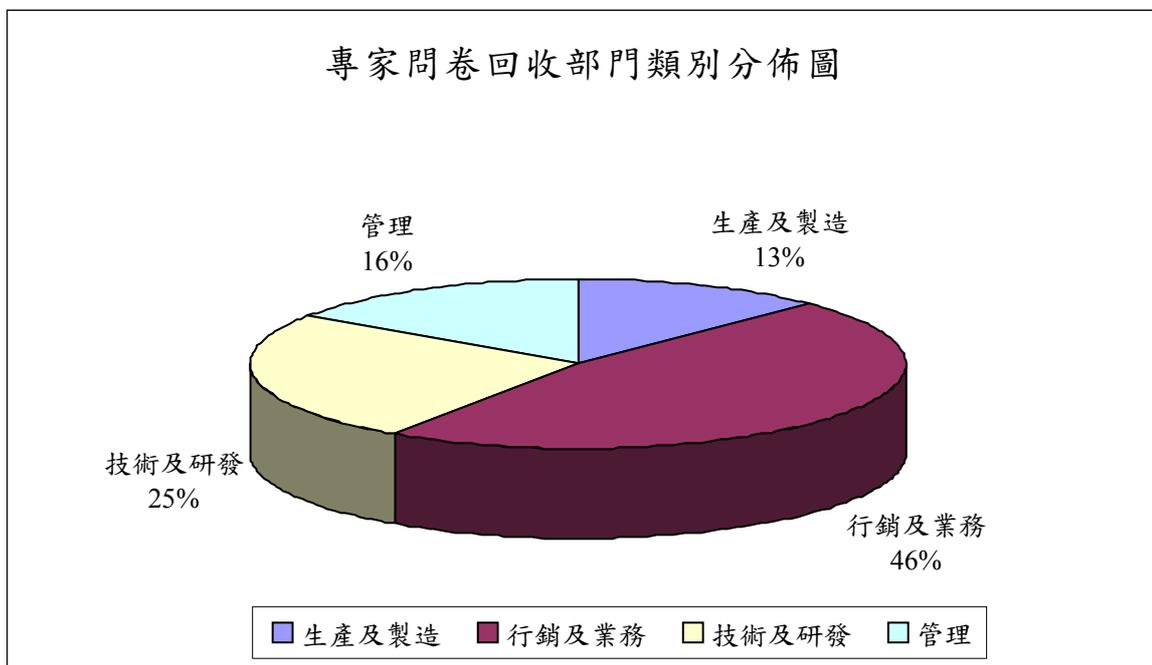
研究針對太陽光電產業所設計之問卷，係針對產業於發展過程中所需之八大類創新資源，依據其細項產業創新需求要素(IIR)進行專家問卷調查，問卷設計內容可參閱附錄一。

本研究針對太陽光電產業共發出問卷 72 份，回收 32 份，回收率為 44%，問卷調查對象包括太陽能產業相關從業者與學術界、研究機構相關市場分析人員。產業相關從業人員範圍涵括上、中、下游，上游如：中美矽晶、中游之太陽電池製造商如：新能、聯相等，及下游之系統廠商如：頂晶等。表 5-1 所列即各領域問卷數分佈與回收情形。

表 5-1 太陽光電產業問卷對象回收率統計

問卷領域 \ 樣本群組	發出問卷數	回收有效問卷	回收率
產業界	65	29	45%
研究單位 & 學術界	7	3	43%

根據問卷回收對象與其背景分布，可進行基本敘述性統計分析，瞭解研究樣本之來源，分析結果整理如圖 5-1、5-2 所示。



貳、信度與效度分析

關於信度(Reliability)分析，就專家問卷回收後的內部一致性信度(Internal Consistency Reliability)而言，本研究利用 SPSS 軟體，針對前述 32 份回收問卷，進行 Cronbach's Alpha 信度分析，當所檢驗得的 Alpha 係數值愈高，代表此量表(即本研究所設計之問卷)的內部一致性愈高，係用以測量相同特質；一般而言，以 Cronbach's Alpha 係數估算信度，係數值介於 0.35 至 0.70 間視為可接受，係數值大於 0.70 則屬高信度。

本研究之檢定結果如表 5-2 所示，分別區分八大類創新資源，檢驗現在問項與未來問項的各構面內部一致性；檢驗結果各構面之總體 Alpha 值幾乎均大於 0.70，均屬於高信度，僅有要素重要性之「現在」整體構面小於 0.70，但亦達可接受之範圍。

表 5-2 個別構面之信度分析表

	構面	現在 (α)	未來 (α)
要素重要性	研究發展	0.581	0.636
	研究環境	0.631	0.710
	技術知識	0.738	0.783
	市場資訊	0.894	0.847
	市場情勢	0.616	0.663
	市場環境	0.578	0.612
	人力資源	0.649	0.783
	財務資源	0.691	0.740
	總體	0.672	0.722
環境配合度	研究發展	0.694	0.820
	研究環境	0.742	0.805
	技術知識	0.718	0.816
	市場資訊	0.681	0.741
	市場情勢	0.643	0.604
	市場環境	0.706	0.707
	人力資源	0.724	0.802
	財務資源	0.739	0.727
	總體	0.706	0.753

關於效度(Validity)分析，本研究之問卷設計係經由產業研究與文獻探討所設計，進行發放調查前並經過問卷試作，確保問卷問項之清楚且易於理解，以符合表面效度(Face Validity)；同時，問卷設計完成後，並經由相關產業專家進行確認與增修，確保各問項於產業中之適合度與代表性，確保其符合內容效度(Content Validity)。

第二節 太陽光電產業創新需求要素重要性及環境配合度分析

本節根據前述之研究設計，針對回收問卷及專家訪談結果進行資料分析，並區分成目前與未來五年的發展趨勢詮釋其結果。本節首先針對太陽光電產業目前及未來五年之產業創新需求資源重要性與環境配合度進行分析，分析資料係根據所回收之專家問卷中的問卷得點。

壹、產業目前發展狀況

就太陽光電產業目前發展現況之分析，首先，在環境配合度方面，本研究就問卷結果進行卡方適合度檢定(Chi-square goodness-of-fit test)，檢定一特定樣本是否服從某一特定分配；針對所回收的 32 份有效專家問卷，依據問卷得點結果(問卷得點區分[不充足、充足]-[0、1]得點)，檢定不同問卷結果之比率，統計假設為：

H_0 : 環境配合度充足之比率等於 0.5

H_1 : 環境配合度充足之比率不等於 0.5 (表充足或不足)

假設顯著水準 $\alpha=0.05$ ，則根據卡方檢定，當 H_0 不為真時，卡方檢定統計量會變大，此時 p-value 將小於 0.05，使檢定統計量落入棄卻域，應棄卻虛無假設 H_0 ；此時代表 32 份環境配合度問卷結果之比率不等於 0.5，而係偏向 0 或 1，視為具有顯著差異，表示環境配合度可能極充足(偏向 1)或極為不足(偏向 0)。因此，本研究再針對問卷回答「肯定充足(1)」與「否定充足(0)」之個數判斷：專家認為「配合度充足」之比率大於 0.5 或是小於 0.5。表 5-3 即顯示前述卡方檢定之結果，其中，配合度充足之產業創新需求要素係於表中標示符號 \checkmark ，而配合度不足之產業創新需求要素則係於表中標示符號 X。

其次，在要素重要性方面，本研究則係根據問卷得點之平均值進行分析，此部分之問卷得點區分[無關緊要、需要、很重要]-[0、1、2]得點；本研究將平均值大於 1.5 之產業創新需求要素視為產業發展過程中很重要之要素資源，平均值小於 0.5 之產業創新需求要素則視為較無關緊要之要素資源，如表 5-3 所示；其中，很重要之產業創新需求要素係於表中標示符號 Y，而無關緊要之產業創新需求要素則係於表中標示符號 N。

經以上之檢定結果，本研究得確認產業環境對極具重要性之創新需求要素配合度是否足夠，並可據此找出哪些產業創新需求要素屬於目前極重要但環境配合度不足者，作為太陽光電產業發展目前政策投入之參考。

表 5-3 目前太陽光電產業要素重要性與配合度分析

創新需求類型	創新需求要素	要素重要性		環境配合度	
		重要性平均值	(非常重要 Y/無關緊要 N)	卡方檢定 p-value	(充足√/不足 X)
研究發展	國家基礎研究能力	1.73	Y	0.000*	X
	國家整體對創新的支持	1.82	Y	0.000*	X
	技術合作網路	1.42		0.117	
	產官學研的合作	1.52		0.056	
	政府對產業政策的制定	1.94	Y	0.000*	X
	同業間的技術合作	1.21		0.000*	X
	產業間的技術合作	1.52	Y	0.000*	X
研究環境	政府對產業創新的支持	1.76	Y	0.000*	X
	具整合能力之研究單位	1.58	Y	0.009	X
	創新育成體制	1.33		0.024	X
	專門領域的研究機構	1.52	Y	0.038	X
	再生能源發展條例的立法	1.82	Y	0.001	X
技術知識	上下游產業整合能力	1.55	Y	0.000*	X
	建立系統標準	1.61	Y	0.000*	X
	技術引進與移轉機制	1.36		0.223	
	產業群聚所產生知識外溢效果	1.21		0.056	
	技術資訊中心	1.18		0.009	X
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得	1.6		0.117	
	產業標準及資訊的取得	1.63	Y	0.019	X
市場情勢	需求量大的市場	1.70	Y	0.001	X
	多元需求的市場	1.33		0.000*	X
	自由競爭的市場	1.27		0.862	
市場環境	國家基礎建設	1.70	Y	0.000*	X
	政府優惠制度	1.82	Y	0.000*	X
	顧客導向的建立與經營能力	1.58	Y	0.000*	X
	綠色電價制度	1.70	Y	0.000*	X

人力資源	專門領域研究人員	1.70		0.117	
	研發人力	1.73	Y	0.024	X
	國際市場拓展人員	1.67		0.117	
財務資源	完善的資本市場機制	1.58		0.602	
	提供長期資金的銀行或金融體系	1.70		0.223	
	研究經費	1.73	Y	0.000*	X

資料來源：專家問卷、本研究整理

註：

1.環境配合度：(Chi-square 虛無假設為專家認為「配合度充足」之比率=0.5)

V：配合度充足 ($\Rightarrow 1$) 專家認為「配合度充足」之比率 >0.5

X：配合度不足 ($\Rightarrow 0$) 專家認為「配合度充足」之比率 <0.5 。

2.要素重要性：

Y：重要性平均值 ≥ 1.5 (很重要)。

N：重要性平均值 ≤ 0.5 (無關緊要)。

3.陰影粗體要素表示重要但環境配合度不足之資源要素 (Y 且 X)

4.問卷得點皆偏向 0

由表 5-3 中可發現，目前太陽光電產業發展中重要且產業環境配合度不足的創新需求資源在每一個類型都有，主要集中在研究發展、研究環境、技術知識與市場環境四大類，包括有：

- 研究發展中的「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「政府對產業政策的制定」、「產業間的技術合作」共四項
- 研究環境中的「政府對產業創新的支持」、「具整合能力之研究單位」、「專門領域的研究機構」、「再生能源發展條例的立法」共四項
- 技術知識中的「上下游產業整合能力」、「建立系統標準」二項
- 市場資訊中的「產業標準及資訊的取得」一項
- 市場情勢中的「需求量大的市場」一項
- 市場環境中的「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「顧客導向的建立與經營能力」、「綠色電價制度」四項
- 人力資源中的「研發人力」一項
- 財務資源中的「研究經費」一項

以上之問卷結果亦可再整理如圖 5-3 之雷達圖所示；該雷達圖之外圈菱形圖樣表示產業創新需求資源之要素重要性，內圈方形圖樣表示產業創新需求資源之環境配合程

度，而方框中所列舉之要素即前述太陽光電產業目前顯著發展重要且環境配合度不足的創新需求資源。

由圖 5-3 可看出，目前太陽光電產業發展以財務資源與市場資訊配合較為充足，由於此產業對研究發展的需求較高，因此政府對於產業環境支持程度仍有可加強提升之處；此外，現階段處產業成長期，因此在研究發展、研究環境與技術知識三項，亦明顯較為缺乏，需待持續加強。



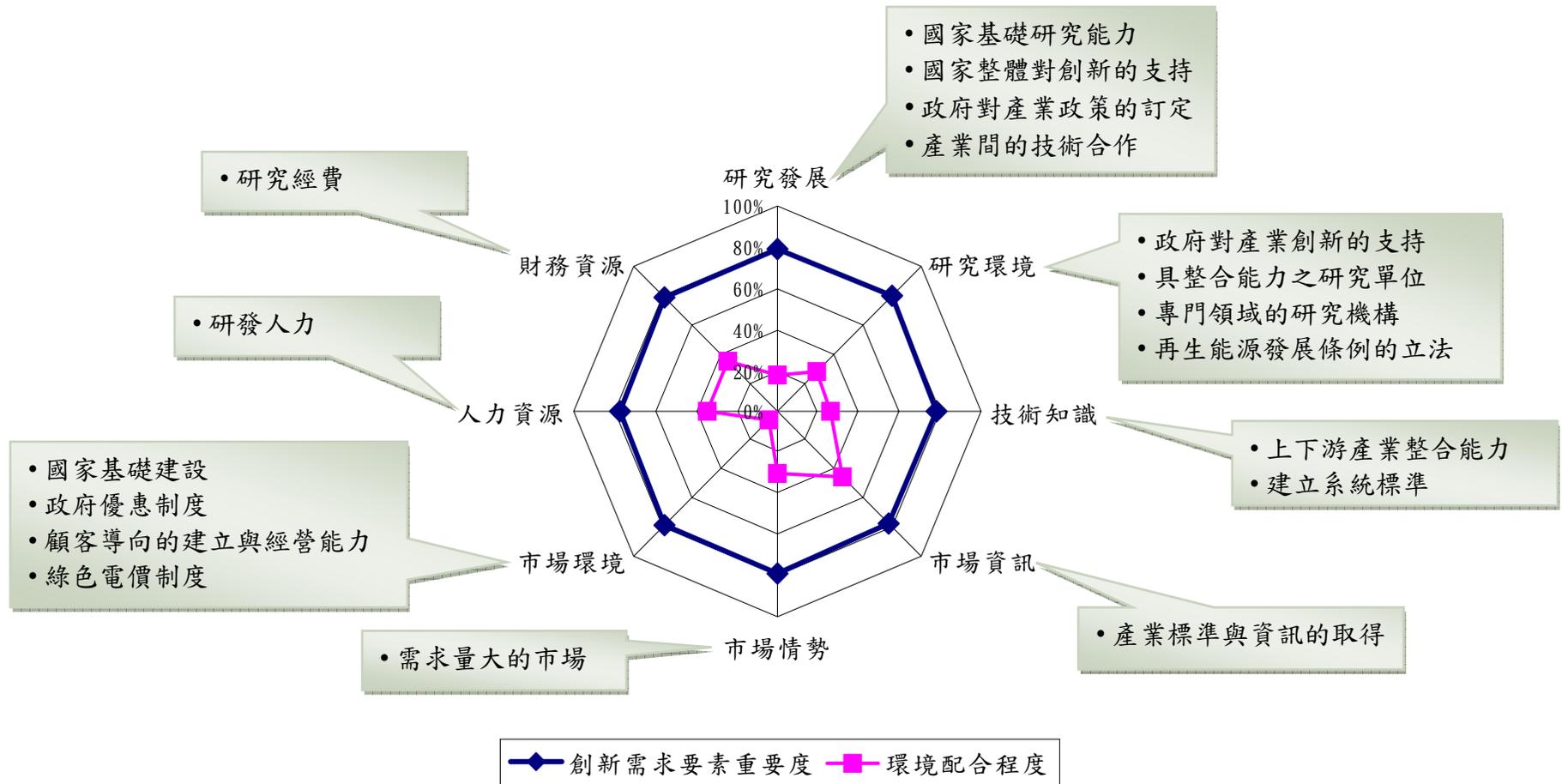


圖 5-3 太陽光電產業目前創新需求要素重要度及其配合程度

資料來源：專家問卷、本研究整理

貳、產業未來發展趨勢

就太陽光電產業未來五年之發展趨勢分析，首先，在環境配合度方面，本研究亦就問卷結果進行卡方適合度檢定(Chi-square goodness-of-fit test)，檢定一特定樣本是否服從某一特定分配；針對所回收的 26 份有效專家問卷，依據問卷得點結果(問卷得點區分[不充足、充足]之[0、1]得點)，檢定不同問卷結果之比率，統計假設為：

H₀: 環境配合度充足之比率等於 0.5

H₁: 環境配合度充足之比率不等於 0.5 (表充足或不足)

假設顯著水準 $\alpha=0.05$ ，則根據卡方檢定，當 H₀ 不為真時，卡方檢定統計量會變大，此時 p-value 將小於 0.05，使檢定統計量落入棄卻域，應棄卻虛無假設 H₀；此時代表 26 份環境配合度問卷結果之比率不等於 0.5，而係偏向 0 或 1，視為具有顯著差異，表示環境配合度可能極充足(偏向 1)或極為不足(偏向 0)。因此，本研究再針對問卷回答「肯定充足(1)」與「否定充足(0)」之個數判斷：專家認為「配合度充足」之比率大於 0.5 或是小於 0.5。表 5-4 即顯示前述卡方檢定之結果，其中，未來預期配合度充足之產業創新需求要素係於表中標示符號 V，而未來預期配合度仍不足之產業創新需求要素則係於表中標示符號 X。

其次，在要素重要性方面，本研究則係根據問卷得點之平均值進行分析，此部分之問卷得點區分[無關緊要、需要、很重要]之[0、1、2]得點；本研究將平均值大於 1.5 之產業創新需求要素視為未來產業發展過程中很重要之要素資源，平均值小於 0.5 之產業創新需求要素則視為未來較無關緊要之要素資源，如表 5-4 所示；其中，未來很重要之產業創新需求要素係於表中標示符號 Y，而未來無關緊要之產業創新需求要素則係於表中標示符號 N。

經以上之檢定結果，本研究得確認未來產業環境對極具重要性之創新需求要素配合度是否足夠，並可據此找出哪些產業創新需求要素屬於未來極重要但環境配合度不足者，作為太陽光電產業發展未來政策投入之參考。

表 5-4 未來太陽光電產業要素重要性與配合度分析

創新需求類型	創新需求要素	要素重要性		環境配合度	
		重要性平均值	(非常重要 Y/無關緊要 N)	卡方檢定 p-value	(充足√/不足 X)
研究發展	國家基礎研究能力	1.88	Y	0.001	X
	國家整體對創新的支持	1.79	Y	0.000*	X
	技術合作網路	1.55	Y	0.009	X
	產官學研的合作	1.48		0.223	
	政府對產業政策的制定	1.91	Y	0.000*	X
	同業間的技術合作	1.33		0.001	
	產業間的技術合作	1.67	Y	0.001	X
研究環境	政府對產業創新的支持	1.79	Y	0.000*	X
	具整合能力之研究單位	1.55	Y	0.001	X
	創新育成體制	1.45		0.056	
	專門領域的研究機構	1.64		0.117	
	再生能源發展條例的立法	1.87	Y	0.009	X
技術知識	上下游產業整合能力	1.69		0.056	
	建立系統標準	1.69	Y	0.000*	X
	技術引進與移轉機制	1.36		0.384	
	產業群聚所產生知識外溢效果	1.30		0.009	
	技術資訊中心	1.24		0.009	
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得	1.63	Y	0.024	X
	產業標準及資訊的取得	1.69		0.602	X
市場情勢	需求量大的市場	1.72	Y	0.000*	X
	多元需求的市場	1.57	Y	0.009	X
	自由競爭的市場	1.42		0.886	

市場環境	國家基礎建設	1.75	Y	0.000*	X
	政府優惠制度	1.78	Y	0.000*	X
	顧客導向的建立與經營能力	1.63		0.117	
	綠色電價制度	1.81	Y	0.000*	X
人力資源	專門領域研究人員	1.81		0.117	
	研發人力	1.78		0.056	
	國際市場拓展人員	1.81		0.384	
財務資源	完善的資本市場機制	1.57		0.602	
	提供長期資金的銀行或金融體系	1.63		0.384	
	研究經費	1.69	Y	0.009	X

資料來源：本研究整理

註：

1.環境配合度：(Chi-square 虛無假設為專家認為「配合度充足」之比率=0.5)

V：配合度充足 (≥ 1) 專家認為「配合度充足」之比率 > 0.5

X：配合度不足 (≤ 0) 專家認為「配合度充足」之比率 < 0.5 。

2.要素重要性：

Y：重要性平均值 ≥ 1.5 (很重要)。

N：重要性平均值 ≤ 0.5 (無關緊要)。

3.陰影粗體要素表示重要但環境配合度不足之資源要素 (Y且X)

4.問卷得點皆偏向 0

由表 5-4 中可發現，未來太陽光電產業發展中重要且產業環境配合度不足的創新需求資源主要集中在研究發展、研究環境、市場情勢與市場環境四大類，包括有：

- 研究發展中的「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「政府對產業政策的制定」、「產業間的技術合作」共五項
- 研究環境中的「政府對產業創新的支持」、「具整合能力之研究單位」、「再生能源發展條例的立法」共三項
- 技術知識中的「建立系統標準」一項
- 市場資訊中的「先進與專業的資訊流通與取得」一項
- 市場情勢中的「需求量大的市場」、「多元需求的市場」二項
- 市場環境中的「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「綠色電價制度」三項
- 財務資源中的「研究經費」一項

以上之問卷結果亦可再整理如圖 5-4 之雷達圖所示；該雷達圖之外圈菱形圖樣表示產業創新需求資源之要素重要性，內圈方形圖樣表示產業創新需求資源之環境配合程度，而方框中所列舉之要素即前述太陽光電產業目前顯著發展重要且環境配合度不足的創新需求資源。

由圖 5-4 可看出，專家對太陽光電產業五年後之發展各項需求均重要，除市場資訊一項較為偏低。對於環境的配合程度，相較於現在是有進步，尤其研究發展與研究環境的部分較現在的不足，皆有改善。市場情勢則有較明顯的改善。



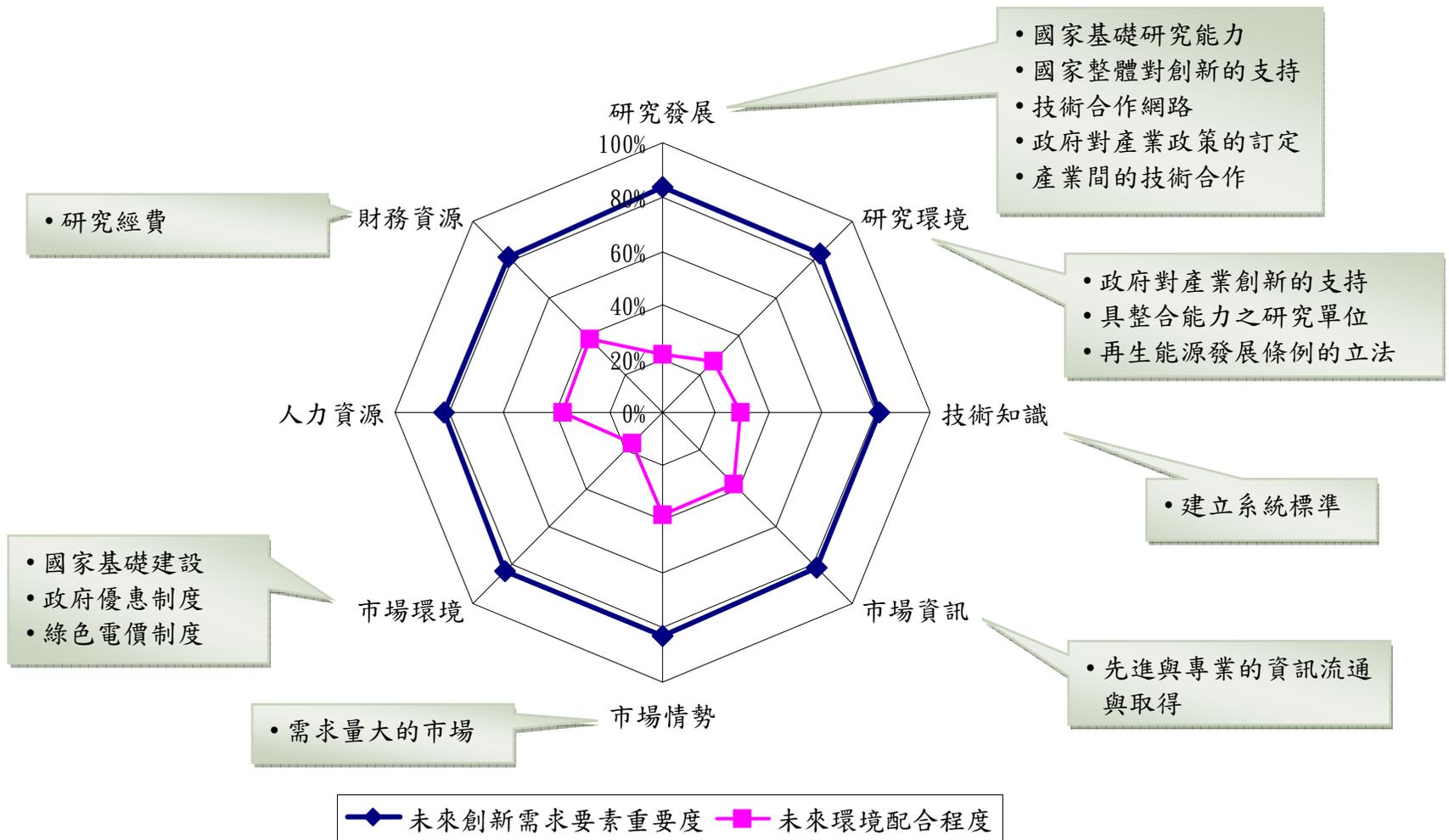


圖 5-4 太陽光電產業未來創新需求要素重要度及其配合程度

資料來源：專家問卷、本研究整理

第三節 太陽光電產業組合定位與策略方向

本節根據太陽光電產業相關文獻分析與專家訪談結果，台灣太陽光電產業若以技術區塊來分析，區塊中各項技術其目前在產業組合分析矩陣表中的定位及未來發展方向如表 5-5。依此定位，根據前述章節所定位之產業創新需求要素矩陣分布，可分析台灣太陽光電產業的策略發展方向與所需資源。

本研究結果得知，目前國內研究太陽光電系統製造技術將逐步由成長期邁入成熟期，學界或政府研究單位目前則往新的技術開發的過程，例如:CIGS 太陽電池的製作生產，或是太陽光電系統結合建築的應用等。所以產業現行定位仍處於萌芽期及研發設計的階段。這些開發的設備零組件，未來仍以提供研究和開發使用。然而未來五年，將視政府的支持朝向零組件系統整合邁進，將走向介於萌芽與成長期之間的生產方向。如表 5-5 中箭頭所指的方向。

表 5-5 太陽光電產業之產業定位與未來發展方向

	產業價值鏈		
	研發設計	生產	市場應用
產業生命週期	成熟期	太陽光電系統製造	太陽光電系統整合
	成長期	太陽光電系統製造	
	萌芽期		

資料來源：本研究整理

由於每個定位所需的創新需求要素也有所差異，加上各發展階段亦有不同之資源需求，因此利用前述第三章產業組合分析矩陣與產業創新需求要素之分布，可找出太陽光電系統製造目前與未來五年發展所需的創新需求要素，由前節問卷分析所得重要且環境配合度不足的部分。

如表 5-6，可以發現目前認為重要且環境顯著配合不足的要素有國家基礎研究能力、國家整體對創新的支持、政府對產業政策的訂定、政府對產業創新的支持、專門領域的研究機構、再生能源發展條例的立法、產業標準及資訊的取得與國際市場拓展人員。未來五年認為重要且環境顯著配合不足的要素有國家基礎研究能力、國家整體對創新的支持、政府對產業政策的訂定、需求量大的市場、綠色電價制度、國際市場拓展人員與研究經費。



表 5-6 太陽光電產業目前定位與未來五年發展所需之 IIRs

目前		未來	
創新需求類型	太陽光電產業之創新需求要素	創新需求類型	太陽光電產業之創新需求要素
研究發展	國家基礎研究能力	研究發展	國家基礎研究能力
	國家整體對創新的支持		國家整體對創新的支持
	政府對產業政策的訂定		技術合作網路
	產業間的技術合作		政府對產業政策的訂定
研究環境	政府對產業創新的支持	研究環境	政府對產業創新的支持
	具整合能力之研究單位		具整合能力之研究單位
	專門領域的研究機構		再生能源發展條例的立法
	再生能源發展條例的立法		
技術知識	上下游產業整合能力	技術知識	建立系統標準
	建立系統標準		
市場資訊	產業標準及資訊的取得	市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得
市場情勢	需求量大的市場	市場情勢	需求量大的市場
			多元需求的市場
市場環境	國家基礎建設	市場環境	國家基礎建設
	政府優惠制度		政府優惠制度
	顧客導向的建立與經營能力		綠色電價制度
	綠色電價制度		
人力資源	研發人力		
財務資源	研究經費	財務資源	研究經費

資料來源：本研究整理

第四節 太陽光電產業政策組合分析

在調整產業走向的過程中，特別是整體產業目標大方向的轉變，政府的力量具有舉足輕重的角色，若在轉型期中政府的配套措施能恰如其份的彌補民間企業力量之不足，轉型不但容易成功，難以避免的損失及延遲也可以控制在最低的水準。若是政府的力量配合不足或是方向錯誤，不但可能錯失轉型的最佳時機，更往往造成產業持續萎縮等更為嚴重的後果。

本研究在進行專家問卷統計檢定後發現，專家們認為重要的產業創新需求要素，其重要的程度與所對應的政策類型的配合程度往往並不對稱，亦即重要的產業創新需求要素政府並不重視，或是雖想配合但餘力不足。因此本研究根據太陽光電產業環境配合程度及政策組合分析結果，歸納出太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具。以表 5-7 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具(目前)、表 5-8 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具(未來五年)來表示。



表 5-7 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具（目前狀況）

創新需求類型	政策工具	環境配合度不足之創新需求要素	附註
研究發展	科學與技術開發、教育與訓練	國家基礎研究能力	●
	政策性措施、公營事業、租稅優惠	國家整體對創新的支持	●
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	技術合作網路	
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	產官學研的合作	
	政策性措施、公營事業	政府對產業政策的訂定	●
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	同業間的技術合作	
	科學與技術開發、政策性措施	產業間的技術整合	●
研究環境	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	政府對產業創新的支持	●
	科學與技術開發	具整合能力的研究單位	
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	創新育成體制	
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	專門領域的研究機構	●
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	再生能源發展條例的立法	●
技術知識	科學與技術開發、政策性措施	上下游產業整合能力	●
	科學與技術開發、政策性措施	建立系統標準	●
	科學與技術開發、法規與管制	技術引進及移轉機制	
	教育與訓練、資訊服務	產業群聚所產生知識外溢效果	
	教育與訓練、資訊服務	技術資訊中心	
市場資訊	資訊服務	先進與專業的資訊流通與取得	
	資訊服務	產業標準及資訊的取得	●
市場情勢	政策性措施、貿易管制、海外機構	需求量大的市場	●
	政策性措施、貿易管制、海外機構	多元需求的市場	
	政策性措施、貿易管制、海外機構	自由競爭的市場	

市場環境	政策性措施、法規與管制、公共服務	國家基礎建設	●
	政策性措施、法規與管制	政府優惠制度	●
	公共服務	顧客導向的建立與經營能力	●
	政策性措施	綠色電價制度	●
人力資源	科學與技術開發、教育與訓練	專門領域的研究人員	
	科學與技術開發、教育與訓練	研發人力	●
	科學與技術開發、教育與訓練	國際市場拓展人員	
財務資源	法規及管制、財務金融	完善的資本市場機制	
	政策性措施、公營事業、財務金融	提供長期資金的銀行或金融體系	
	政策性措施、財務金融	研究經費	●

資料來源：本研究整理

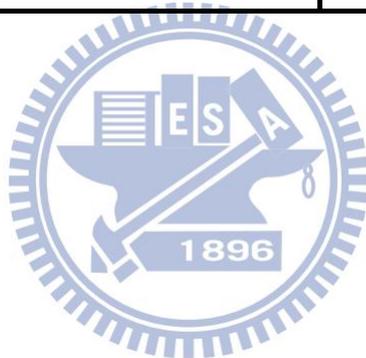


表 5-8 太陽光電產業環境配合顯著不足之政府政策工具（未來五年）

創新需求類型	政策工具	環境配合度不足之創新需求要素	附註
研究發展	科學與技術開發、教育與訓練	國家基礎研究能力	●
	政策性措施、公營事業、租稅優惠	國家整體對創新的支持	●
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	技術合作網路	●
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	產官學研的合作	
	政策性措施、公營事業	政府對產業政策的訂定	●
	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施	同業間的技術合作	
	科學與技術開發、政策性措施	產業間的技術整合	●
研究環境	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	政府對產業創新的支持	●
	科學與技術開發	具整合能力的研究單位	●
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	創新育成體制	
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	專門領域的研究機構	
	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制	再生能源發展條例的立法	●
技術知識	科學與技術開發、政策性措施	上下游產業整合能力	
	科學與技術開發、政策性措施	建立系統標準	●
	科學與技術開發、法規與管制	技術引進及移轉機制	
	教育與訓練、資訊服務	產業群聚所產生知識外溢效果	
	教育與訓練、資訊服務	技術資訊中心	
市場資訊	資訊服務	先進與專業的資訊流通與取得	●
	資訊服務	產業標準及資訊的取得	
市場情勢	政策性措施、貿易管制、海外機構	需求量大的市場	●
	政策性措施、貿易管制、海外機構	多元需求的市場	●
	政策性措施、貿易管制、海外機構	自由競爭的市場	

市場環境	政策性措施、法規與管制、公共服務	國家基礎建設	●
	政策性措施、法規與管制	政府優惠制度	●
	公共服務	顧客導向的建立與經營能力	
	政策性措施	綠色電價制度	●
人力資源	科學與技術開發、教育與訓練	專門領域的研究人員	
	科學與技術開發、教育與訓練	研發人力	
	科學與技術開發、教育與訓練	國際市場拓展人員	
財務資源	法規及管制、財務金融	完善的資本市場機制	
	政策性措施、公營事業、財務金融	提供長期資金的銀行或金融體系	
	政策性措施、財務金融	研究經費	●

●: 專家認為極重要之產業創新需求要素 (重要性問卷平均值 > 1.5)

資料來源：本研究整理

因此，根據前述之分析，本研究可歸納出太陽光電產業目前與未來發展時政府應投入之重點政策工具，這些政策工具可用以加強發展對此產業重要但環境配合度不足之創新資源，協助既有廠商進行創新與產業升級。

第五節 產業所需之具體政府推動策略

根據前節所歸納分析之重要政策工具，本節可依此結果進一步分析這些政策工具背後的對應推動策略；因前述政策工具均屬一般性之定義，當政府面對不同產業之特性時，將有不同之具體作法與政策設計細節，因此，本研究根據前述研究結果，進行進一步專家訪談，探討這些政策工具於太陽光電產業中所對應的推動細節，建構不同政策工具對應的具體政府推動策略。

表 5-9 即本研究專家訪談之整理結果，此表係選擇前節所分析環境配合度不足之產業創新需求要素，根據發展這些要素所需的政策工具，詳列與其相關的具體推動策略或政策設計內容；這些推動策略是根據太陽光電產業之特性而列，其中部份已屬政府投入中之政策細項，另有部份則為尚未投入、可列為未來優先選項之推動策略。同時，由於政策之投入屬政府長期之資源規劃，亦無法於短期內窺得成效，因此表 5-9

係綜合前述目前與未來之需求情形，不再區分目前與未來兩不同情境討論。

表 5-9 太陽光電產業所需之具體政府推動策略

創新需求資源類型	產業創新需求要素	具體政府推動策略
研究發展	國家基礎研究能力	<ul style="list-style-type: none"> • 由於太陽電池製程為產業相當重要之要素，故針對材料研究建立長期前瞻之核心設計技術(科學與技術開發) • 鼓勵基礎研究，獎勵相關領域優秀學生出國學習最新技術(教育與訓練) • 能源產業發展配套機制與基礎設施規劃 • 國內節能減碳科技研發及國外先進節能減碳科技引進策略
	國家整體對創新的支持	<ul style="list-style-type: none"> • 放寬學界與研究人員參與企業營運之限制(政策性措施) • 定期分不同需求層面舉辦產業與政府共識之座談會(科學與技術開發) • 學研各單位開闢綜合性訓練課程，讓技術人才進行交流(教育與訓練)
	政府對產業政策的訂定	<ul style="list-style-type: none"> • 加強與產業界溝通，以利產業方向務實可行(政策性措施) • 加強學術界與產業界共用資源，相互交流(科學與技術開發)
研究環境	政府對產業創新的支持	<ul style="list-style-type: none"> • 針對太陽光電產業的各關鍵技術成立應用開發中心，透過小規模的應用計畫將技術提升並加以整合 • 政府明定產業發展時程，具體落實建設計畫，並限定重點技術及設備由國內自行開發 • 擴大節能減碳技術應用，以帶動本土化綠能產業發展規劃
	具整合能力之研究單位	<ul style="list-style-type: none"> • 由工研院以及經濟部技術處主導，運用國家經費建立研究機構(科學與技術開發)，整合與開發業界不足的技术 • 由國科會統籌撥放經費支持並定期審核研究成果(法規與管制) • 延攬國外人才並成立研究團隊(教育與訓練)
	再生能源發展條例的立法	<ul style="list-style-type: none"> • 加速再生能源發展條例的立法(法規與管制) • 管制工具與立法(減排與能源密集度的目標、排放配額、碳預算)的規劃與執行機制

創新需求資源類型	產業創新需求要素	具體政府推動策略
技術知識	建立系統標準	<ul style="list-style-type: none"> • 規劃成立國內之太陽光電模組國際驗證實驗室 • 推動太陽光電模組標準與驗證機制之建構
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得	<ul style="list-style-type: none"> • 與歐美各國之研究機構技術合作(資訊服務) • 充實資料庫內容並強化資料的聯結(資訊服務)
市場情勢	需求量大的市場	<ul style="list-style-type: none"> • 制定海外市場策略與產品競爭策略機構(海外機構) • 與國外簽訂貿易協定(貿易管制) • 拓展應用市場，依附大市場以尋求成長(政策性措施) • 提供金融稅制優惠、法制標準等激勵措施，促使消費者使用
市場環境	國家基礎建設	<ul style="list-style-type: none"> • 國家基礎建設可鼓勵使用太陽光電系統以擴大內需市場
	政府優惠制度	<ul style="list-style-type: none"> • 對於台灣缺乏的矽原料可給予優惠關稅 • 對於台灣引進的先進技術設備給予優惠關稅
	綠色電價制度	<ul style="list-style-type: none"> • 支持電力公司提供綠色制定電價去建立顧客忠誠度、開拓市場(政策性措施)
人力資源	研發人員	<ul style="list-style-type: none"> • 延攬國際人才 • 培養研究開發人員(教育訓練)。 • 研究機構(如:工研院)與產業界合作，一起培養人員。
財務資源	研究經費	<ul style="list-style-type: none"> • 政府有效控制財政預算，避免研究經費不足之困境(財務金融) • 針對相關研究提供長期且穩定的經費補助(政策性措施) • 政府維持金融體系之運作良好，使相關單位可提供足夠資金(財務金融)

資料來源：本研究整理

第六章 結論與建議

本研究透過問卷調查、專家訪談及統計方法的分析，針對台灣太陽光電產業創新需求資源、產業創新需求要素、產業定位及產業環境支持度，提出目前及未來五年政府在協助發展太陽光電產業時，所能夠相對應之政策。

第一節 研究結論

壹、目前狀況

以目前台灣太陽光電產業的狀況來看，經過統計結果分析，得出產業創新需求資源配合度顯著不足之產業創新需求資源有研究發展、研究環境、技術知識、市場資訊、市場情勢、市場環境、人力資源及財務資源共八項；本研究亦歸納出台灣太陽光電產業中配合度顯著不足之產業創新需求要素共有三十二項，分別為「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「產官學研的合作」、「政府對產業政策的訂定」、「同業間的技術合作」、「產業間的技術整合」、「政府對產業創新的支持」、「具整合能力的研究單位」、「創新育成體制」、「專門領域的研究機構」、「再生能源發展條例的立法」、「技術資訊中心」、「技術引進與移轉機制」、「產業群聚所產生知識外溢效果」、「分散型能源整合」、「產業標準及資訊的取得」、「需求量大的市場」、「多元需求的市場」、「自由競爭的市場」、「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「顧客導向的建立與經營能力」、「綠色電價制度」、「專門領域研究人員」、「研發人力」、「國際市場拓展人員」、「完善的資本市場機制」、「提供長期資金的銀行或金融體系」、「研究經費」。本研究顯示，對於發展太陽光電產業，台灣在許多方面的創新要素上的資源配合度皆顯不足。

政府如欲發展太陽光電產業，應針對國家整體對創新的支持之政策性措施、公營事業、租稅優惠；政府對產業創新的支持之科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制；培養研發人力之教育與訓練、科學與技術開發；提供研究經費之政策性措施、公營事業、財務金融等進行重點加強，這些細項為目前產業定位中專家認為非常重要但國家配合極為缺乏之政策工具。

由統計結果顯示，台灣太陽光電產業中配合度顯著不足之產業創新需求要素共有三十二項，其中專家認為目前產業非常需要且重要的有「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「政府對產業政策的制定」、「產業間的技術合作」、「政府對產業創新的支持」、「具整合能力之研究單位」、「再生能源發展條例的立法」、「上下游產業

整合能力」、「建立系統標準」、「產業標準及資訊的取得」、「需求大的市場」、「多元需求的市場」、「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「顧客導向的建立與經營能力」、「綠色電價制度」、「研究人力」、「研究經費」十七項，充分顯示了太陽光電產業不僅對全球而言是一個新興的能源架構，對台灣而言更是產業發展的開端，儘管未來對太陽光電系統的需求要素仍嚴重不足，就目前而言仍應以國家對產業的支持為主，藉由明確制訂發展計畫領導整體產業發展；並培養研發人力以及足夠的研究經費，對產業的基礎技術研發打好根基。而後，根據未來五年需要，而目前配合度嚴重不足的要素進行規劃，以因應未來產業需求。

貳、未來五年狀況

台灣太陽光電產業在未來五年發展中，經過統計結果分析，得出產業創新需求資源配合度顯著不足之產業創新需求資源有研究發展、技術知識、市場情勢、市場環境、人力資源及財務資源共六項；而配合度顯著不足的創新需求要素則有十六項，分別是「國家基礎研究能力」、「國家整體對創新的支持」、「技術合作網路」、「政府對產業政策的制定」、「產業間的技術合作」、「政府對產業創新的支持」、「具整合能力之研究單位」、「再生能源發展條例的立法」、「建立系統標準」、「先進與專業的資訊流通與取得」、「需求大的市場」、「多元需求的市場」、「國家基礎建設」、「政府優惠制度」、「綠色電價制度」、「研究經費」。

政府如欲在未來五年強化太陽光電系統的發展，須針對產業間的技術整合之科學與技術開發、政策性措施；提供研究經費之政策性措施、公營事業、財務金融等項目進行重點加強，這些細項為未來五年產業定位中專家認為非常重要但國家配合極為缺乏之政策工具。

參、定位結果與具體策略

台灣太陽光電產業現在處於生產成長期特別要重視的是研究發展、研究環境、市場資訊、市場情勢、市場環境和財務資源。在研究發展主要的創新需求要素為國家基礎研究能力、國家整體對創新的支持以及政府對產業政策的訂定。在研究環境上的需求要素為政府對產業創新的支持、專門領域的研究機構與再生能源發展條例的立法；產業標準及資訊的取得是市場資訊項目最急迫的；在財務資源上則需要研究經費。因此，具體的政策建議包括：

針對「國家基礎研究能力」，政府可實行的政策有：

- 對於太陽光電的材料研究建立長期前瞻之核心設計技術

- 鼓勵基礎研究獎勵相關領域優秀學生出國學習最新技術

針對「國家整體對創新的支持」，政府可實行的政策有：

- 放寬學界與研究人員參與企業營運之限制
- 定期依不同需求層面舉辦產業與政府共識之座談會
- 學研各單位開闢綜合性訓練課程，讓技術人才進行交流

針對「政府對產業政策的訂定」，政府可實行的政策有：

- 加強與產業界溝通，以利產業方向務實可行(政策性措施)
- 加強學術界與產業界共用資源，相互交流(科學與技術開發)

針對「政府對產業創新的支持」，政府可實行的政策有：

- 針對太陽光電的各關鍵技術成立應用開發中心，透過小規模的應用計畫將技術提升並加以整合
- 政府明定產業發展時程，具體落實建設計畫，並限定重點技術及設備由國內自行開發

針對「專門領域的研究機構」，政府可實行的政策有：

- 由工研院以及經濟部技術處主導，運用國家經費建立專門研究機構
- 由國科會統籌撥放經費支持並定期審核研究成果
- 延攬國外人才並成立研究團隊

建立系統標準

- 規劃成立國內之太陽光電模組國際驗證實驗室
- 推動太陽光電模組標準與驗證機制之建構

需求量大的市場

- 制定海外市場策略與產品競爭策略機構(海外機構)
- 與國外簽訂貿易協定(貿易管制)
- 拓展應用市場，依附大市場以尋求成長(政策性措施)
- 提供金融稅制優惠、法制標準等激勵措施，促使消費者使用

針對「再生能源發展條例的立法」，政府可實行的政策有：

- 加速再生能源發展條例的立法

針對「先進與專業的資訊流通與取得」，政府可實行的政策有：

- 與歐美各國之研究機構技術合作
- 充實資料庫內容並強化資料的聯結(資訊服務)

針對「研究經費」，政府可實行的政策有：

- 針對相關研究提供長期且穩定的經費補助(政策性措施)

從以上的歸納可以見到台灣在發展太陽光電產業不管是目前或是未來五年創新需求因素重要性之項目及產業環境配合程度均顯示項目多而不足。

台灣在太陽光電產業由於有既定的限制，例如規格制定是由歐美等先進國家主導，市場需求太小。以及無法短期克服的技術障礙，例如材料的基礎研究，設備製造能力；因此，對於太陽光電產業上游產業進入難度較高，太陽電池的新技術開發及生產設備的製造較難，但可朝向系統整合、利用購併促成產業上下游整合、或是直接切入系統端以掌握終端市場為主要目標。

政府應該扮演產業的領導者，結合產官學研各方的意見，制定產業發展的建設計畫及時程；提供投資減免方法以提高產業投入的驅動力；編列研究經費以促進長期的基礎研發技術，聘任國內外專業人才，將技術引進以培養專業領域的研究人員，以補助政策來支持產業成長。台灣必須加強技術上的研發，縮小差距，才有機會在太陽光電產業上占有一席之地。整體來看，台灣在太陽光電產業的規格與方向上勢必成為歐美等國的跟隨者，應建立健全的產業標準與資訊取得的平台，隨時取得即時資訊並以內部開發來做為整體技術以及經驗的累積。

第二節 後續研究建議

能源已被列為 21 世紀前五十年的十大亟待解決問題之首，在這波再生能源發展的熱潮中，台灣也應積極投入，而太陽能更是再生能源產業之發展重點之一；但台灣的太陽光電產業雖在太陽電池製造已佔有重要地位，但面對未來產業的長期發展而言，政府的協助與輔導扮演了一個重要的角色；因此，政府未來的方向利用有限的資源，如何提出適當且符合產業需求的政策，協助台灣太陽光電產業廠商成長與產業持續具競爭力是一個相當重要的議題。

本研究針對太陽光電產業概況進行研究，針對此產業進行目前與未來五年之定位，並探討台灣發展太陽光電產業，政府應該提供何種資源的協助，以及何種資源才是最迫切需要的。本研究在研究過程中，發現到一些可供有意研究該產業者繼續發展或深入研究的部分，分別敘述如下：

1. 本研究針對整體太陽光電產業做探討，然太陽光電產業因太陽電池的轉換效率未達最有效率及最經濟的數值，未來產業界仍持續發展轉換效率更好的太陽電池，不同的太陽電池其關鍵原料也會不同，有可能產業鏈會因而不同，建議後續研究可就太陽電池類型細分後，就單一類型發展做更深入的探討。
2. 在太陽電池模組逐漸成熟之下，太陽光電系統的應用將越趨多樣化，建議後續研究可針對系統的應用與市場開發作更深入的探討。
3. 本研究嘗試就太陽光電產業發展做定位，然而目前美國、西班牙、德國、澳洲、日本，甚至大陸的太陽光電產業均積極展開，經由專家訪談，表示全球發展階段處於生產的成長期將朝向生產成熟期邁進，其發展過程或許能為台灣借鏡；因此建議後續研究可針對各先進國家發展進行分析比較，以作為台灣發展之參考，釐清台灣在此產業的優勢、劣勢、機會與威脅。
4. 本研究形成的時點，全球太陽光電產業正處於產業不景氣中，隨時可能還會再修正、有所變化，故本研究針對相關所發表太陽光電產業的架構以及目前的發展狀況做探討，建議後續研究者可持續注意產業變化並研究之。

參考文獻

一、 中文參考文獻

1. 王大中 (2008)。21世紀中國能源科技發展展望。中國：清華大學出版社。
2. 王健全 (1994)。振興經濟方案。台灣經濟金融月刊，30，30-45。
3. 王啟秀、孔祥科、左玉婷(2008)。全球能源產業趨勢研究——以台灣太陽能光電產業為例。中華管理評論國際學報，11(3)，7-45。
4. 王毓廷 (2009)。以 DEMATEL 方法探討台灣太陽能光電產業發展之因素。國立交通大學科技管理研究所碩士論文，未出版，新竹市。
5. 王端正 (2008)。台電太陽能應用與展望。電機技師雙月刊，22(6)，32-37
6. 王旭昇(2007)。太陽能光電產業(三)。台灣工業銀行。
7. 尤如瑾 (2005)。氫能源技術發展與我國燃料電池產業契機之研究，工研院經資中心。
8. 化工資訊與商情雜誌編輯室(2008)。下一個兆元產業的身影-從太陽光電技術演進探討產業發展策略。化工資訊與商情，65，18-25。
9. 司徒達賢 (1994)。策略的矩陣分析法基礎。管理評論，13(2)，12-22。
10. 朱佳汎 (2006)。太陽能發展現況簡介。台灣奈米會刊，6，60-66。
11. 李彥斌 (2005)。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，未出版，新竹市。
12. 行政院經建會部門計劃處(2009)。我國太陽光電產業發展現況與展望。台北市:行政院經建會。
13. 呂錫民 (2006)。歐盟太陽熱能產業發展政策。能源季刊，36，189-203。
14. 吳海瑾 (2009)。基於產業價值鏈分析理論的產業高端化研究。山東社會科學，2，108-110。
15. 宋勇徵 (2008)。中國太陽能產業評析。台肥季刊，49(2)，24-28。
16. 汪偉恩、陳婉如 (2007)。2007 太陽光電產業瞭望與剖析。台北：光電科技工業協進會。
17. 拓璞產業研究所 (2008)。2008 全球科技產業動態大預測。台北：拓璞產業研究所。
18. 拓璞產業研究所 (2008)。探究全球太陽能產業發展。台北：拓璞產業研究所。
19. 邱冠耀 (2008)。台灣再生能源發展趨勢與策略研究以太陽能電力發展為例，世新大學企業管理研究所碩士論文，未出版，台北市。
20. 林佳敏 (2008)。臺灣太陽能電池產業的利基與挑戰。臺灣經濟研究月刊，31(2)，115-120。
21. 徐作聖 (1995)。全球科技政策與企業經營。台北：華泰書局。
22. 徐作聖 (1999)。國家創新系統與競爭力。台北：聯經出版社。
23. 徐作聖、鄭智仁、陳仁帥(2009)。產業分析。台北:全華科技圖書(股)公司
24. 財訊出版社 (2006)。太陽煉金術。台北：財訊。
25. 康志堅(2009)。全球太陽光電市場現況與發展趨勢。工業材料雜誌，274，143-149。
26. 康志堅、張蕎韻(2009)。2010~2012 年全球太陽光電市場商機探索。台北市: 經濟部技術處。
27. 陳建富、陳律安、林彥志(2010)。太陽光電能之應用。電機月刊，20(2)，118-127。
28. 陳金德(2007)。綠色產業—推動太陽光電產業之策略目標與具體措施。行政院經濟建設委員會-台灣經濟論衡，5(12)，16-23。

29. 陳明君(2009)。我國太陽光電模組廠商分析。電力電子，7(2)，103-106。
30. 張順教 (1990)。新經濟環境下產業群聚效果分析。台北：天下文化。
31. 張梅英、陳文杰、鄭宗奇 (2008)。我國與國際主要太陽熱能市場發展概況。太陽能及新能源學刊，13(1)，24-27。
32. 麥克·波特 (1998)。競爭論(下)。台北：天下文化。
33. 曾俊洲(2009)。太陽能光電業的現況與未來發展。電子月刊，15(11)，160-169
34. 曾俊州 (2008)。臺灣太陽能光電產業暨全球相關法規制度(2)--全球相關法規與制度。品質月刊，44(8)，41-47。
35. 閔庭輝、姬梁文、陳文瑞、陳胤維、邱騰震(2007)。“不同的二氧化鈦電極結構應用於染料敏化太陽能電池之研究”。科儀新知，28(5)，73-81。
36. 資訊工業策進會 (2008)。綠色能源當道-全球太陽能電池市場與產業發展趨勢分析。
37. 楊千 (2007)。策略管理。台北：華泰書局。
38. 經濟部能源局 97 年年報(2009)，台北市，經濟部能源局。
39. 赫姆格倫(Homgren)著 王美蘭等譯(1994)。成本會計(強調管理)。台北：東華書局。
40. 蔡進 譯(2005)。超高效率太陽電池—從愛因斯坦的光電效應談起。物理雙月刊，27(5)，207。
41. 鄭名山 (2007)。太陽能發電簡介。物理雙月刊，29，707-716。
42. 鄭淑娟(2009)。薄膜太陽能電池技術、製程與產品特性分析。資策會 MIC (Market Intelligence & Consulting Institute)。
43. 賴建宇 (2009)。台灣太陽光電產業本土化核心競爭力之探討。國立交通大學科技管理研究所碩士論文，未出版，新竹市。
44. 魏茂國(2009)。自 Turnkey 切入核心技術-台灣太陽光電全球突圍。Industrial Technology，2009 年 4 月，29-35。
45. 羅運俊、何梓年、王長貴 (2007)。太陽能發電技術與應用。台北：新文京。
46. 蘇俊榮 (1998)。產業組合與創新政策之分析-以台灣積體電路產業為例。國立交通大學科技管理研究所碩士論文，未出版，新竹。

二. 英文參考文獻

47. Christensen, C.M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston: Harvard Business School Press.
48. Daft, R., & Lengel, R. (1986). Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design. *Management Science*, 32(5), 554-571.
49. David, C. M., & Richard, R. N. (1999). *Source of Industrial Leadership*. Cambridge U.K.: Cambridge University Press.
50. European Solar Thermal Power Industry Association (ESTIA) (2003). *Solar thermal power*.
51. Foster, R. (1986). *Innovation: The Attacker's advantage*. New York: Summit Books.
52. International Energy Agency (2008). *World Energy Outlook 2008*. Paris: IEA.
53. International Energy Agency (2004). *Renewable Energy Market & Policy Trends in IEA Countries*. Paris: IEA, 92.
54. Kotler, P., Jatusripitak, S., & Maesincee, S. (1997). *The Marketing of Nations*. New York: Free Press.
55. Kast, F., & Rosenzweig, J. (1985). *Organization & Management: A System and Contingency Approach*. New York: McGraw-Hill.
56. Kim, L. (1980). Strategy of Development of Industrial Technology in a Developing Country. *Research Policy*, 9(3), 254-277.
57. Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
58. Kettingham, J., & White, J. (1984). *Making Technology Work the Business*. Competitive Strategic Management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. NJ. 1984.
59. Moore, G. A. (1995). *Inside the Tornado*. New York: HarperBusiness..
60. Mancini, T. R., Chavez, J. M., & Kolb, G. J. (1994). Renewable Energy: Solar Thermal Power Today and Tomorrow" *J. Mechanical Engineering*, 74-79.
61. Porter M. E. (1985). *Competitive Advantage*. New York: Free Press.
62. Porter M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press.
63. Quaschnig, V. (2004). Technical and economical system comparison of photovoltaic and concentrating solar thermal power systems depending on annual global irradiation. *SolarEnergy*, 77, 171-178.
64. Robock, S. H., Simmonds, K. (1983). *International Business and Multinational Enterprises*. Richard D. Irwin Inc.
65. Rothwell, R., & Zegveld, W. (1981). *Industrial Innovation and Public Policy Preparing for the 1980s and the 1990s*. London: Frances Pinter.
66. Sharif, M. N. (1988). Basis for Techno-Economic Policy Analysis. *Science & Public Policy*, 15(4), 217-229.
67. Souder, W. E. (1987). *Managing New Product Innovations*. Lexington Books, 217-220.
68. SCHOTT (2006). SCHOTT Memorandum on Solar Thermal Power Plant Technology. www.schott.com/newsfiles/20061109160336_SCHOTT_Memorandum_E.pdf
69. SolarPACES (2004). *The Concentrating Solar Power Global Market Initiative, GMI Program Brochure*, IEA.
70. *Solar Steam Generator: The 354 MW SEGS project* (2009).
71. Sood, A. & Tellis, J.G. (2005). Technological Evolution and Radical Innovation. *Journal of Marketing*, 69, 152-168.
72. Wiersema, F. (1996). *Customer Intimacy- Pick Your Partners, Shape Your Culture, Win Together*. Knowledge Exchange Press, 81.

73. Williamson, O. E. (1975). *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*. New York: Free Press.

三、 相關網站

75. 中美矽晶製品股份有限公司 (http://www.saswafer.com/index/index_tw.aspx)
76. 太陽光電資訊網 (<http://www.solarpv.org.tw//industry/tpvia.asp>)
77. 化工商情網 (<http://www.chemnet.com.tw/>)
78. 日本太陽能發電協會 (<http://www.jpea.gr.jp/>)
79. 台經院產經資料庫 (<http://tie.tier.org.tw/tie/index.jsp>)
80. 行政院經建會 (<http://www.cepd.gov.tw/>)
81. 茂迪股份有限公司 (<http://www.motech.com.tw/>)
82. 美國能源情報機構 (<http://www.eia.doe.gov/>)
83. 益通光能公司 (<http://www.e-tonsolar.com/>)
84. 能源國際合作資訊網 (<http://apecenergy.tier.org.tw/>)
85. 產業情報研究所(MIC) (<http://mic.iii.org.tw/intelligence/>)
86. 電子時報 (<http://www.digitimes.com.tw/>)
87. 經濟部全球資訊網 (<http://iek.itri.org.tw>)
88. 經濟部工業局 (<http://www.moeaidb.gov.tw/>)
89. 綠色能源產業資訊網 (<http://www.taiwangreenenergy.org.tw/>)
90. 國家政策研究基金會 (<http://www.npf.org.tw/>)
91. 歐洲太陽光電產業公會 (<http://www.epia.org/>)
92. Green Planet Solar Energy (<http://www.green-planet-solar-energy.com>)
93. National Renewable Energy Laboratory (<http://www.nrel.gov/csp>)
94. Photon International (<http://www.photon-magazine.com/>)
95. Solarbuzz (<http://www.solarbuzz.com/>)
96. The solarserver (http://www.solarserver.de/solarmagazin/solar_news_archive.html)

附錄一 問卷

台灣太陽光電產業之創新需求要素

各位先進及前輩您好：

我是國立交通大學高階經理人管理研究所碩士班學生，希望能挪用 鈞座些許時間，以協助完成此份研究問卷。本問卷之目的在於了解台灣發展太陽光電產業所需之創新需求要素，以及相關產業環境之發展配合現況。

先進乃國內相關領域中之菁英，希望藉由您的寶貴意見，讓我們的調查更具信度及效度；您的意見將有助於本研究進行並提供相關業者參考，進而可作為未來政府相關政策工具推行時之依據，我們由衷感謝您的撥冗回答。

恭祝

順安

國立交通大學高階經理人管理研究所

指導教授：徐作聖 教授

研究生：賴志政 敬啟

聯絡電話：0939815893

E-mail: robert.lai@mail.tbnet.net

第一部分：受訪者資訊填寫

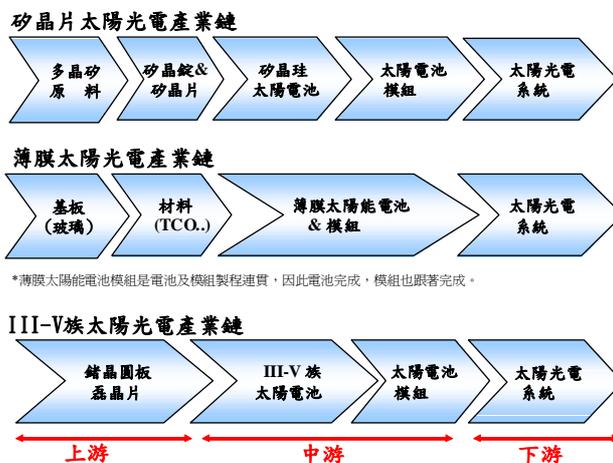
一、公司部門類別(請打☑填寫)

- | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 行銷及業務 | <input type="checkbox"/> 生產及製造 | <input checked="" type="checkbox"/> 採購 | <input type="checkbox"/> 財務 | <input type="checkbox"/> 資訊 |
| <input type="checkbox"/> 人力資源 | <input type="checkbox"/> 研發部 | <input type="checkbox"/> 高階管理 | <input type="checkbox"/> 學術界 | <input type="checkbox"/> 其他 |

二、工作職稱：_____

三、工作年資基本資料，您在業界服務的經驗：_____年

第二部分：產業定義與範圍



太陽光電產業最主要的就是生產太陽光電系統的產業，太陽光電系統係運用光伏效應將太陽光照射到半導體元件，也就是所謂的太陽能電池或稱為太陽電池時，直接將光子能量轉換為電能。此產業可分為上、中、下游(如圖1所示)：上游為材料，涵括了各種太陽電池的原料供應，如：多晶矽、矽晶圓，玻璃...等。中游為太陽電池及太陽電池模組，下游為太陽光電系統。

圖1 太陽光電產業價值鏈

資料來源:本研究整理

第三部分：解釋問卷名詞

政策工具與產業創新需求要素關聯表

創新需求類型	產業創新需求要素	所需之政策類型
研究發展	國家基礎研究能力	科學與技術開發、教育與訓練
	國家整體對創新的支持	政策性措施、公營事業、租稅優惠
	技術合作網路	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	產官學研的合作	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	政府對產業政策的訂定	政策性措施、公營事業
	同業間的技術合作	科學與技術開發、教育與訓練、政策性措施
	產業間的技術整合	科學與技術開發、政策性措施
研究環境	政府對產業創新的支持	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	具整合能力的研究單位	科學與技術開發
	技術移轉及引進機制	科學與技術開發、法規與管制
	創新育成體制	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
	專門領域的研究機構	科學與技術開發、教育與訓練、法規與管制
技術知識	上下游產業整合能力	科學與技術開發、政策性措施
	建立系統標準	科學與技術開發、政策性措施
	應用軟體設計	科學與技術開發、資訊服務
	系統整合	科學與技術開發、資訊服務
	通訊網路整合	科學與技術開發、政策性措施、資訊服務
	產業群聚所產生知識外溢效果	科學與技術開發、政策性措施
市場資訊	先進與專業的資訊流通與取得	資訊服務
	產業標準及資訊的取得	資訊服務
市場情勢	需求量大的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
	多元需求的市場	政策性措施、貿易管制、海外機構
市場環境	國家基礎建設	政策性措施、法規與管制、公共服務
	政府優惠制度	政策性措施、法規與管制
	顧客導向的建立與經營能力	公共服務
人力資源	專門領域的研究人員	科學與技術開發、教育與訓練
	研發人力	科學與技術開發、教育與訓練
	國際市場拓展人員	科學與技術開發、教育與訓練
財務資源	完善的資本市場機制	法規及管制、財務金融
	提供長期資金的銀行或金融體系	政策性措施、公營事業、財務金融
	研究經費	政策性措施、公營事業、財務金融

資料來源：徐作聖

第四部分：問卷開始

台灣太陽光電產業之創新需求要素

針對研究發展之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
國家基礎研究能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
國家整體對創新的支持	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術合作網路	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產官學研的合作	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
政府對產業政策的制定	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
同業間的技術合作	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產業間的技術整合	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對研究環境之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
政府對產業創新的支持	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
具整合能力的研究單位	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
創新育成體制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
專門領域的研究機構	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
再生能源發展條例的立法	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對技術知識之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
上下游產業整合能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
建立系統標準	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術引進與移轉機制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產業群聚所產生知識外溢效果	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
技術資訊中心	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對市場資訊之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
先進與專業的資訊流通與取得	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
產業標準及資訊的取得	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對市場情勢之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
需求量大大的市場	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
多元需求的市場	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
自由競爭的市場	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對市場環境之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
國家基礎建設	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
政府優惠制度	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
顧客導向的建立與經營能力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
綠色電價制度	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對人力資源之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
專門領域的研究人員	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
研發人力	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
國際市場拓展人員	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

針對財務資源之要素

項目		要素重要性			我國產業環境配合程度	
		很重要	需要	無關緊要	足夠	不足
完善的資本市場機制	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
提供長期資金的銀行或金融體系	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				
研究經費	目前	<input type="checkbox"/>				
	未來五年	<input type="checkbox"/>				

附錄二 專家訪談名單

單位	姓名
工業技術研究院能環所	鄭名山 副組長
工研院 IEK 能源與資源領域 產業分析師	王孟傑 先生
亞崙光能 總經理	李彥斌 先生
太陽光電能源科技(股) 董事長	羅家慶 先生
新能光電科技(股)公司 製造處長	吳介臣 先生

