

以系統整合與服務引領臺灣太陽光電 產業國際發展策略

The International Development Strategies of Photovoltaic
Industries led by System Integration Service

作者：王孟傑
楊翔如

委託單位：經濟部技術處

執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中華民國 100 年 10 月

摘要

系統整合業在太陽光電產業中，屬於最下游的整合者，經營型態與建設業、服務業等類似。該行業為太陽光電產業中真正接觸消費使用者的銷售者，因此對於需求端的狀況相當了解，尤其該產業是以國家政策所趨動，需對於當地法規、風土民情、地理條件都要有相當程度的了解，才可永續地經營下去。這對於專注於製造的中上游材料，元件廠商是相當重要的能力。

系統整合業在太陽光電產業的地位，可分短期與長期來看；短期而言，系統整合商的存在可對於下游需求端的狀況更為敏銳，對於中上游廠商的生產計畫與銷售策略也是個相當重要的資訊來源；長期而言，若系統整合商可將事業擴大，可執行較大規模的案件，可成為中上游企業的產品出海口。

由於近年太陽光電產業在中國大陸廠商的快速擴張下，已呈現嚴重的供過於求的現象；加上歐美各國因債信問題而緊縮財政，連帶影響再生能源之補助，對於太陽光電產業的市場更是雪上加霜。因應此環境劇變，歐洲廠商陸續關閉位於歐陸的工廠，而專注於系統整合業務；美國試圖以大量貸款扶持太陽光電產業，以提高國內就業率；而東南亞與印度在各國銀行的支援下，也成為了一個新興太陽能市場。

我國太陽光電製造業之優勢已超越歐美日等國家，但與採取同一路線的中國大陸比較，在產能上則是遠遠落後，因此一直以高品質低價格之訴求行銷國際；然而，此訴求也逐漸被中國大陸一線廠追上，使得我國產業之定位愈來愈模糊。

為此，系統整合業的發展是與中國大陸的區隔化一個可行的選項，同時也是最艱辛的一條路；此行業需要在無固定工廠或基地下到處建立人脈關係，行銷自家品牌，並以異業結合的方式，將金融業、建設業等不同能量融入系統整合商的經營。如此，太陽光電系統整合業可能將以製造業為主的思維轉換為服務業，使得我國產業升級能夠再跨一大步。

發展系統整合商之方式，仍需以我國之太陽光電產業為基礎，以投資或結盟的方式，在成熟或新興市場發展專業系統商，使得製造事業能夠持續進行，而系統事業可因地制宜開發市場，兩方若配合度最佳化後，也可望合併為一家具競爭力之完全整合型系統整合商。

此外，本研究探討歐洲、美國、中國、日本與印度東南亞之市場環境與政經局勢，並研究探討這些地區之發展方針；然其短中長期發展過程因各地政經局勢不同而有相對應的作法。

歐洲市場當以德國為中心，利用當地自由化的電力環境，由小地區開始經營，並逐步承接較具亮點的案件，取得當地銀行較高的信用額度也會增加，進而在整個歐陸範圍內進行大型系統之開發。

美國也因各州都有不同的電力公司，市場發展也相當複雜，但經營關係應以擁有電廠採購權之電力公司為主，並與電力公司溝通並累積PPA(Power Purchase Agreement)之談判能力，之後才有機會承接更多新電廠案件。

中國大陸產業鏈完整且密集，若不直接在當地設廠，幾乎無機會取得當地市場。因此可以大膽投資，甚至與當地廠商合作開發投資，配合政府政策開發大西部，會取得更多的系統設置機會。

日本相當重視自家品牌，因此以元件供應或代工商之定位切入會有較長遠的合作關係。在合作關係建立後，可結合日本特有的金屬加工與

電子產品，發展當地的系統解決方案，爾後才有能力開發全國性的系統業務。

印度與東南亞則可利用薄膜產品之優勢，與當地系統商合作並參與當地案件，並藉此取得大型系統設置經驗與薄膜產品較欠缺的實際驗證數據，並試圖轉往其他類似環境之市場開發新的系統事業。

系統整合的效益雖然很難在短期內看到成效與收益，但長期發展的話，不僅可以掌握下游市場脈動，並逐漸打開產業鏈之出海口，打通太陽光電產業之銷售通路，甚至可以把中國大陸與東南亞設為我國發展系統業務之生產工廠，以達到太陽光電產業之收益最大化，並促進我國產業之升級的經營思維之改變。

Abstract

System integrator should be categorized as a downstream firm within the Photovoltaic industry chain. Its operating and service model is similar to construction and service industry. As a downstream firm, System Integrator reaches end users directly, and therefore comprehends the demand dimension deeply. Photovoltaic was mainly propelled by national policies that businesses should be familiar with the local regulation, culture and geographical features. This ability is important for the upstream firms which for the most part focus on the manufacturing segment.

In the short-term, System Integrator can help the whole industry to penetratively understand the demand side, and can also provide important information for the upstream firms, thus they can formulate concrete production plans and marketing strategies. In the long-term, the System Integrator can become a distribution channel itself after expanding.

PV industry in Taiwan has already transcended Japan, America, and European countries. Compare with China, however, the production capacity falls well behind. Therefore, we adopted the marketing strategies based on high quality with lower price. Nevertheless, this kind of advantage has been surpassed by China gradually, and even making our position blurred.

Developing system integrating industry could be an available solution to differentiate from Chinese firms, but it's an arduous way as well. To conduct this kind of matters, firms should promote their own brand through establishing relations with local channels, even under the situation without

stable factories or stations. Besides, firms can take advantage of horizontal alliances, embracing the abilities of financial and construction businesses, making it more formidable. By adopting this strategy, the system integrating industry may upgrade the original manufactory model into the service industry level, proffering our country a new role.

The most efficient way to develop system integrator should be investing or forming an alliance based on domestic PV industry, cultivating professional system integrator within the mature or rising market. This course of action can let the integrator taking suitable manners to develop the local market while the manufacturing segment still under proceeding. These two parties can be merged as a new comprehensive system integrator while the working model becomes mature.

In this research we studied on the industry environment, economic and political circumstances, and principal developing guidance of that European, America, China, Japan, India and south-east region. However, the developing schemes are different result from their respective domestic situation.

To develop European market base on Germany, which masterly utilizing its free electricity circumstances, stepping gradually from the small area to the important cases, and finally carrying out the huge system development within the Continent.

American market is more complicated due to its respective electricity operators located in different states. The management network should concentrate on the Electricity Operator, and accumulating more experience regarding to PPA (Power Purchase Agreement).

China owns comprehensive and concentrated industrial value chain. Taiwanese firms aim to acquire the local market must through direct investment. Therefore, the most suitable way is to invest directly or corporate with its local firms, taking advantage of the policies pertains to develop west area to achieve more opportunities.

Given that Japan quite values its own brand, at first Taiwanese business can play the role of material suppliers or OEM firms, in order to build the long-term partnership with local market. After that, firms can further corporate with Japanese local metalwork and electronic products, to develop the system solution nationally.

In the respect of India and South-East Asia region, Taiwanese business can take advantage of its Thin Film technology, and corporate with local integrator. Besides, these firms can also involve in the local cases directly, in order achieving experience of installing large system and real data then develop other similar markets as well.

It takes a long time to discover the efficiency and benefit of system integration, but it's certain that firms can well command the situation of downstream markets and channels after long-term development. Furthermore, we can make China and South-East Asia as our factories of system devices, to maximize the PV industry profitable result, and further promote industrial upgrading in Taiwan.

目 錄

第一章	緒 論	1-1
第一節	研究動機與目的	1-1
第二節	研究範疇與限制	1-4
第三節	研究架構與方法	1-5
第二章	太陽光電系統整合產業狀況	2-1
第一節	太陽光電系統概述	2-1
第二節	太陽光電系統整合業與其產業鏈地位	2-9
第三節	太陽光電系統整合業之發展情形	2-13
第四節	太陽光電系統整合業於我國之必要性	2-19
第三章	太陽光電系統整合業之運作模式	3-1
第一節	系統整合業之作業流程	3-1
第二節	系統整合業之模式一：完全整合型	3-5
第三節	系統整合業之模式二：完全分工型	3-10
第四節	系統整合業之模式三：投資網絡型	3-14
第五節	適合我國系統整合發展之模式	3-18
第四章	各國太陽光電系統之需求狀況	4-1
第一節	太陽光電系統需求之創造模式	4-1
第二節	歐洲太陽光電系統需求狀況	4-5
第三節	美洲太陽光電系統需求狀況	4-40
第四節	亞太地區太陽光電系統需求狀況	4-56
第五節	小結	4-94
第五章	我國系統整合業發展策略	5-1
第一節	各國市場切入條件之比較分析	5-1

第二節	以德國為中心的歐洲系統整合發展策略	5-7
第三節	北美系統整合發展策略	5-10
第四節	日本與中國大陸系統整合發展策略	5-13
第五節	利用薄膜產品之發展策略	5-16
第六章	結論與建議	6-1
第一節	我國產業之突破作為	6-1
第二節	建議之發展方向與策略	6-3

圖目錄

圖 1-1	我國發展太陽光電系統整合業之願景與藍圖	1-2
圖 1-2	本研究之研究範疇	1-4
圖 1-3	本研究之研究架構	1-5
圖 2-1	太陽光電系統構造	2-1
圖 2-2	住宅用太陽光電系統	2-4
圖 2-3	設於工廠屋頂之商用太陽光電系統	2-5
圖 2-4	大規模地面發電系統(採薄膜模組).....	2-6
圖 2-5	離網型太陽能指示牌系統	2-7
圖 2-6	2010 年各型態太陽光電系統使用比例	2-8
圖 2-7	系統整合商之發展歷程與產業鏈之關係	2-12
圖 2-8	歷年全球太陽光電系統設置量	2-13
圖 2-9	2010 年各地理區域太陽光電系統設置量比例	2-14
圖 2-10	2010~2014 矽晶型 PV 產品產能狀況	2-20
圖 3-1	系統整合商之工作與執行分配	3-2
圖 3-2	完全整合型系統商發展模式－以 SHARP 為例	3-7
圖 3-3	完全整合型系統商發展模式－以 First Solar 為例	3-8
圖 3-4	完全分工型系統商發展模式－以 Phoenix Solar 為例	3-11
圖 3-5	投資網絡型系統商發展模式－以 MEMC 與 SunEdison 為例	3-15
圖 3-6	投資網絡型系統商發展模式－以 SUNPOWER 為例	3-16
圖 4-1	德國 1999~2010 負債比率	4-9
圖 4-2	義大利 1999~2010 負債比率	4-14

圖 4-3	法國 1999~2010 負債比率	4-19
圖 4-4	希臘 1999~2010 負債比率	4-23
圖 4-5	英國 1999~2010 負債比率	4-27
圖 4-6	西班牙 1999~2010 負債比率	4-31
圖 4-7	捷克 1999~2010 負債比率	4-34
圖 4-8	比利時 1999~2010 負債比率	4-38
圖 4-9	美國各州 RPS 目標	4-43
圖 4-10	電力購買協議(Power Purchase Agreement ; PPA)運作模式 .	4-43
圖 4-11	美國 1999~2010 負債比率	4-47
圖 4-12	加拿大系統成本分佈與 60%比例之估算	4-52
圖 4-13	加拿大 1999~2010 負債比率	4-54
圖 4-14	中國 1999~2010 負債比率	4-63
圖 4-15	日本 1999~2010 負債比率	4-70
圖 4-16	韓國 1999~2010 負債比率	4-76
圖 4-17	澳洲 1999~2010 負債比率	4-80
圖 4-18	台灣 1999~2010 負債比率	4-84
圖 4-19	印度 1999~2010 負債比率	4-88
圖 6-1	我國發展系統整合事業之未來可能情境	6-2
圖 6-2	我國在各市場地區發展系統整合事業短中長期步驟	6-5

表目錄

表 2-1	太陽光電系統商之功能層次與具備能力比較	2-10
表 2-2	全球主要跨國經營(美國跨州)之系統整合商佈局狀況	2-15
表 2-3	我國較具實績與仍進行系統業務之企業一覽	2-18
表 2-4	全球太陽能電池主要生產國與消費國之淨進出口比率比較	2-21
表 3-1	系統整合商之工作程序與內容	3-3
表 3-2	德國主要系統整合商之模組與逆變器合作代理品牌	3-12
表 3-3	三種系統整合發展模式之比較	3-18
表 3-4	三類系統整合商之成功關鍵因素分析	3-20
表 4-1	再生能源發電推動政策	4-1
表 4-2	太陽光電產業三大推動制度比較	4-4
表 4-3	德國太陽光電躉購費率	4-7
表 4-4	德國太陽光電躉購費率下調機制	4-7
表 4-5	義大利太陽光電躉購費率	4-12
表 4-6	2011 義大利太陽光電大系統補助金額和安裝量上限	4-13
表 4-7	2011 義大利躉購費率優惠措施	4-13
表 4-8	法國太陽光電躉購費率	4-17
表 4-9	法國太陽光電躉購費率下調機制	4-18
表 4-10	希臘太陽光電躉購費率	4-22
表 4-11	英國太陽光電躉購費率	4-26
表 4-12	西班牙太陽光電躉購費率	4-30
表 4-13	捷克太陽光電躉購費率	4-33
表 4-14	比利時 Flanders 區太陽光電綠色憑證費率	4-37

表 4-15	PPA 中各種角色權利、義務及好處	4-45
表 4-16	加州 MRP(Market Price Referents)電價	4-46
表 4-17	加拿大太陽光電躉購電價	4-50
表 4-18	加拿大太陽光電躉購電價額外優惠	4-51
表 4-19	加拿大最低在地貢獻比率 (Minimum Local Content Requirement Levels)	4-51
表 4-20	2011 年太陽光電廠商於加拿大安大略省之投資佈局情形 ...	4-53
表 4-21	中國可再生能源政策	4-57
表 4-22	中國太陽光電補助政策概要	4-60
表 4-23	中國大陸太陽光電躉購電價	4-61
表 4-24	江蘇省太陽光電躉購電價	4-61
表 4-25	日本太陽光電躉購電價	4-68
表 4-26	韓國太陽光電躉購電價	4-74
表 4-27	澳洲中央政府太陽能憑證制度	4-79
表 4-28	澳洲地方政府太陽光電躉購電價	4-79
表 4-29	我國太陽能電池產業發展目標	4-82
表 4-30	台灣太陽光電躉購費率	4-83
表 4-31	印度國家太陽能計劃-3 階段累計安裝量目標	4-86
表 4-32	印度太陽光電系統履約保證金計算方式	4-87
表 4-33	印度案例保證金試算	4-87
表 4-34	馬來西亞太陽光電躉購費率	4-90
表 4-35	馬來西亞太陽光電躉購費率額外優惠	4-90
表 4-36	泰國再生能源發展計畫(Renewable Energy Development Plan)	4-92
表 4-37	泰國太陽光電餘電買回補助制度	4-93
表 4-38	2011 年各主要國家太陽光電安裝量預估	4-95

表 5-1	市場評估項目與權重	5-4
表 5-2	市場評估結果	5-5
表 5-3	歐洲潛力市場之產業鏈分佈狀況	5-8
表 5-4	我國於歐洲地區發展系統整合業之策略	5-9
表 5-5	美國前十大大型發電系統開發商一覽	5-11
表 5-6	我國於美國地區發展系統整合業之策略	5-12
表 5-7	我國於日本地區發展系統整合業之策略	5-14
表 5-8	我國於中國大陸地區發展系統整合業之策略	5-15
表 5-9	我國於印度、東南亞地區發展系統整合業之策略	5-17

Table of Contents

Chapter 1	Introduction.....	1-1
Section 1	Motivation and Objective of Research.....	1-1
Section 2	Scope and Limitation of Research	1-4
Section 3	Framework and Methods of Research	1-5
Chapter 2	Introduction to Photovoltaic System Integrator Industry	2-1
Section 1	Introduction to Photovoltaic System.....	2-1
Section 2	Introduction to Photovoltaic System Integrator and Its Industrial Position.....	2-9
Section 3	Development Status of Photovoltaic System Integrator Business.....	2-13
Section 4	The Importance of Photovoltaic System Integrator for Taiwan.....	2-19
Chapter 3	The Operation Models of Photovoltaic System Integrators	3-1
Section 1	The Operation Flow of System Integrator.....	3-1
Section 2	Model 1 - Production-Integrated Model.....	3-5
Section 3	Model 2 - Independent-Developed Model.....	3-10
Section 4	Model 3 - Investment-Linked and Network-Developed Model.....	3-14
Section 5	The Developing Model Suited for Taiwan	3-18
Chapter 4	The Status of Global Photovoltaic System Demand	4-1
Section 1	The Stimulation Models for Photovoltaic System Demand	4-1

Section 2	The Demand Status in European Countries.....	4-5
Section 3	The Demand Status in American Countries	4-40
Section 4	The Demand Status in Asia-Pacific Countries	4-56
Section 5	Summary	4-94
Chapter 5	The Strategies of System Integrator Developing for Taiwan Businesses ..	5-1
Section 1	The Analysis for Global Market Entrance Conditions..	5-1
Section 2	The Developing Strategies to System Integration Business in Europe Based on Germany	5-7
Section 3	The Developing Strategies to System Integration Business in North America	5-10
Section 4	The Developing Strategies to System Integration Business in Japan and China.....	5-13
Section 5	The Developing Strategies to System Integration Business by Thin Film Products.....	5-16
Chapter 6	Conclusions and Recommendations	6-1
Section 1	The Action Plans for Taiwanese Photovoltaic Industry	6-1
Section 2	Recommendations for Developing System Integration Business	6-3

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

太陽光電產業自 2000 年起在全球各地開始興起，尤其於 2004 年德國通過再生能源條例修法，正式把再生能源固定費率躉購電力制度(Feed-in Tariff；FIT)實施後，高賣電報酬的太陽光電系統成為了新型理財工具，從德國開始出現搶裝風潮，也帶動了綠色能源使用的大成長。

各國參考德國的成功，也以大量資金補助太陽光電技術之運用，西班牙、義大利等國家相繼成為德國以外的太陽光電系統新戰場。然 2008 年底開始經歷金融海嘯的衝擊，各國財政狀況逐漸艱困，對於補助費率不斷緊縮；加上各國對於太陽光電技術之應用領域、技術發展、與實際資源分配進行檢討，高額補助已不復見，產業也因此開始進行第一次的整併與淘汰。在這一波不景氣的影響下，具有打開生產端與使用者之功能的系統整合商(System Integrator)開始受到注目。

太陽光電系統整合商最主要的功能為設計符合客戶需求的系統、尋找適當的元件並整合安裝，同時可為客戶進行未來該系統之財務規劃、經營模式協商，是一個全方位的服務業；且具備對目標市場當地政策、人脈與風土民情有一定程度之掌握，提出符合系統使用者利益之運作模式，使得在政策變化多端的市場環境下機動性地調整服務內容，因應全球各地的市場變化，以促成太陽光電使用的持續擴大，並帶動中上游產業鏈之活動，減少在市場轉移的過渡期中的營運衝擊。

而太陽光電市場未來將逐漸脫離 FIT 制度的扶持，市場環境也不斷變化，因此擁有當地市場情報與資源的系統整合商將是未來打通產業鏈

第二章 太陽光電系統整合產業狀況

第一節 太陽光電系統概述

一、太陽光電系統結構

太陽光電發電系統為太陽光電產品最終之使用方式。與太陽光電產業鏈中的矽原料、電池、模組與薄膜模組等中上游企業不同，太陽光電系統整合了發電模組(Solar Module)、電流逆變器(Inverter)、連接器(Connector)、支架(Mounting Frame)、電表(Meter)等重要元件，完成一個完整的發電系統，以供應電力給電網或住家。



資料來源：工研院 IEK(2011/08)

圖 2-1 太陽光電系統構造

第三章 太陽光電系統整合業之運作模式

第一節 系統整合業之作業流程

系統整合業之作業模式類似一般的土地開發商，會選擇一塊可利用之空間，設計並建立最有經濟效益的建築，並賣給有興趣的使用者；系統整合業則是在委託業主指定的空間內，設計並建立最符合業主利益的太陽光電系統，或是自行建立發電效益最好的系統後，再賣予有意願經營的使用者。

系統整合商自業主得到系統設置之委託案後，所整合的工作項目如圖 3-1 所示，說明如下：

1. 觀念建立與宣導：在一個新市場地區，必需加強再生能源之使用概念，才能讓消費者有意願使用此綠色能源技術；此觀念需要在地企業或非營利機構(NPO)的協助進行。
2. 設置場所基本調查：對於要設置系統的地區之地理條件、日照狀況與地方補助政策都要有深入的了解；此工作可由系統整合業或委託當地企業進行。
3. 設計：太陽光電系統需要因應設置地點之條件進行設計，包含結構強度、日照角度、元件選擇與設置工法等，可結合系統整合商之獨特技術與當地廠商之經驗共同進行。
4. 施工：系統設計完成後，需要由工程公司進行系統架設，使得整體系統之實現。此工程通常以當地企業來進行以降低成本。
5. 運用：系統完成後，將交予用戶或管理公司使用，系統整合商退出系統之運作，但仍持續進行系統之維護服務。若是家庭系統或商用系統，通常交予住戶或商用大樓所有人管理；而大型地面電廠，可能成立一

第四章 各國太陽光電系統之需求狀況

第一節 太陽光電系統需求之創造模式

有鑒於未來各國能源依賴度的提升，國際石化燃料的價格居高不下，甚而面對氣候變遷的挑戰，各國多努力發展更乾淨、低碳排放量、高效能、具市場競爭力的能源技術；太陽光電具有深入日常家庭生活使用之特性，各國政府思考如何將使用績效最大化。不過由於目前太陽光電發電成本仍高於傳統電價，因此各國政策成為推動太陽光電產業需求最大的關鍵，其他再生能源也有相同的情況，投入初期均得仰賴優惠政策推動，政策工具相當多元，較常見的包含躉購電價、餘電買回、再生能源配額標準、設備補助、投資稅減免、銷售稅抵免、再生能源交易憑證、固定費率補貼、再生能源基金/貸款、公開標案，整理如下表所示。

表 4-1 再生能源發電推動政策

--

第五章 我國系統整合業發展策略

第一節 各國市場切入條件之比較分析

第三章中已探討我國適合發展投資網絡型系統整合商之方向，並在第四章中探討各國市場與政經局勢，結合兩章之資訊，下文將分析我國系統整合商可投入的首要市場與投入策略。

由於各國政經局勢都有很大的差異，與台灣之間的文化與友好程度也不同，進入各國市場的障礙也有程度上的不同，因此必須要慎選首要投入市場，選擇最適合的地區發展並學習，避免出師不利而鎩羽而歸。以下列出評比的項目：

一、大環境條件：此大項針對各國的氣候、地理條件、電力電網環境等項目做評比，其比較細項如下

- 日照量：年間日照量愈強，尤其是直射光之照射量，愈適合使用太陽光發電，其地理位置處於「太陽帶」(SUNBELT)為佳，但同時考量雨季愈少愈佳。
- 與台灣氣候類似度：對於台灣廠商而言，若市場地區之氣候環境與台灣，較易將台灣產業與系統設置經驗移植海外。
- 電價：由於太陽能發電成本仍然偏高，因此當地電力價格愈高，對於發展太陽光電市場愈有利。
- 電力不足度：需仰賴國外輸入電力比例與人民缺電狀態；不足度愈高，則對於自主發電技術之需求愈高。

第六章 結論與建議

第一節 我國產業之突破作為

第二節 建議之發展方向與策略

SAMPLE

《以系統整合與服務引領臺灣太陽光電產業國際發展策略》

紙本定價:4500 點

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



經濟部技術處產業技術知識服務計畫

如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>