

PV 產業

一、投資台灣 PV 產業五大理由

1. 全球 PV 主要出口國排名第 2 大
2. 完整 PV 上中下游產業鏈
3. 半導體與面板的產業環境
4. 兩岸的競爭優勢互補
5. 多樣化的產業群聚發展體系

二、台灣 PV 產業現況

(一)台灣 PV 產業現況與發展趨勢

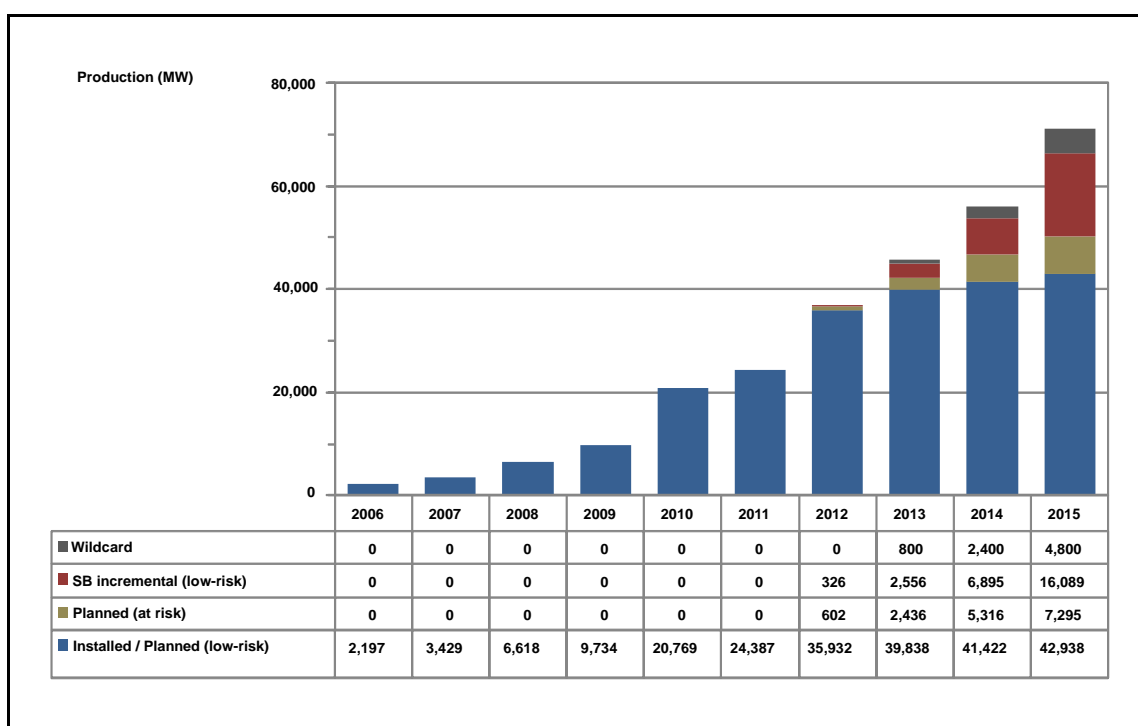
由於各方的新產能在 2011 年第 4 季陸續開出，多晶矽料源價格可望在今年底開始明顯下滑，2012 年預估有機會逼近每公斤 20 美元以下，屆時將掀起料源激烈的爭奪戰。

未來一兩年，根據各界推估太陽電池將是供過於求的現象，多晶矽原料也將由於大陸與南韓等國的大量增產，將促使矽晶原料價格下滑，更加速矽晶太陽電池的高度競爭而價跌。距離高電費國家的 Grid Parity 更加接近，各個國家也會同時縮小補助或甚至停止補助。屆時，政府可以擴大內需，而廠商更應強力整合 BIPV 應用，提高附加價值。

1. 產業發展現況

台灣在半導體、TFT-LCD、LED、資訊電力電子已形成完整的產業群聚，包括業者、學術與工業研究單位、相關產業同業公會/協會等。若將整體產業鏈細分，由上游至中游的矽晶材料、矽晶圓製造、太陽電池、模組與周邊設備，以至後段的系統安裝廠商，台灣累計投入的廠商超過 30 家以上，投資金額超過百億元新台幣。

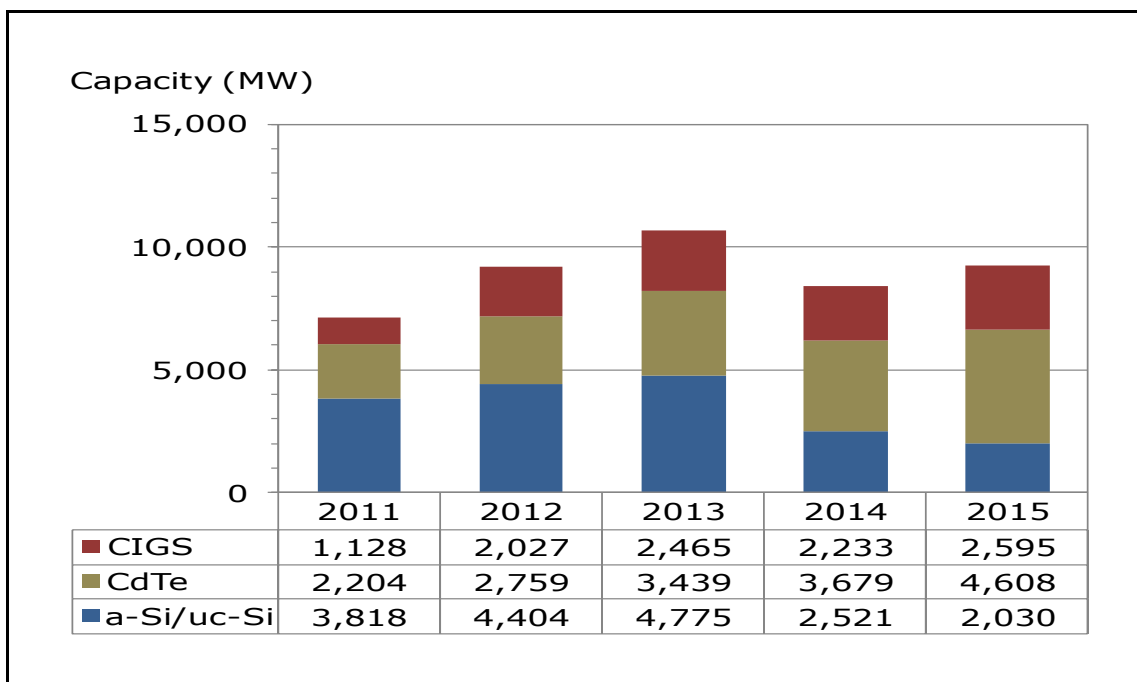
下圖為 Solarbuzz 對未來全球太陽光電市場之預測，含樂觀與保守之推估值。



資料來源：Solarbuzz (2011/Q2)

圖 1 全球太陽電池市場預測

下圖為佔全部太陽光電約 25%的薄膜太陽電池之市場推估，其中矽薄膜市場將因矽晶電池的低價趨勢，以及自身低光電轉換效率的影響，將不增反減；First Solar (CdTe Solar Cell)持續用 copy smart 的策略於新市場擴增產線，而 CIGS 將努力爭取穩定市場：



資料來源：Solarbuzz (2011/Q2)

圖 2 全球薄膜太陽電池市場預測

2. 外在環境分析

(1) 義大利：

- 義大利規劃至 2016 年大型太陽光電系統的補助預算與安裝上限，至 2016 年底止，將提撥 19.4 億歐元預算於 2011 年 6 月以後申請的大型太陽光電系統，可補助新增裝置總量達 12.5GWp。
- 2011 年 6 月至 12 月義大利大型太陽光電系統的補助預算上限為 3 億歐元，安裝上限為 1,200MWp；2012 年總補助額度降為 2.8 億歐元，可支持 1,490MWp 大型太陽光電系統。
- 除了安裝上限之外，也針對部分專案給予收購電價獎勵。在利用垃圾填地與污染廢棄用地的系統給予 5% 獎勵補助；系統位於 5,000 人以下的小鎮給予 5% 獎勵；以太陽能模組取代浪板

屋頂的系統，給予每度 0.05 歐元額外補助。

- 新補助也鼓勵採用歐洲製太陽能模組與逆變器產品，對採用 60% 以上歐洲製元件的系統，給予 10% 獎勵額外補助，此規定對大陸品牌模組業者的衝擊較大。

(2) 法國：

- FIT 依南北日照量不同介於每度電 31.4~37.7 歐分，並大力推動建築一體整合太陽光電系統(building integrated photovoltaics, BIPV) 發展，最高 FIT 達每度電 50 歐分，不過日照時數強度仍不及義大利和希臘。

(3) 希臘：

- 屋頂系統 FIT 高達每度電 55 歐分，大型電廠也達每度電 50~40 歐分，擁有歐洲最優惠的 FIT 和最強的日照量，但行政效率低落拖累安裝進度，2009 年裝置量僅 32MW。

(4) 美國：聯邦補助以租稅為主，需仰賴各州政策

- 美國市場與歐洲相反，以地面發電廠為主，住宅屋頂只佔少數。聯邦政府提供投資稅額抵減(investment tax credit, itc，補助上限為系統安裝費用的 30%。2009 年受金融風暴影響，多數企業呈現虧損而無稅賦額度，因此對 2009~2010 年開始設置或完成設置的系統，增加 30% 的現金補貼方案。

(5) 日本：中央加地方，補助新制將帶動市場重新起飛

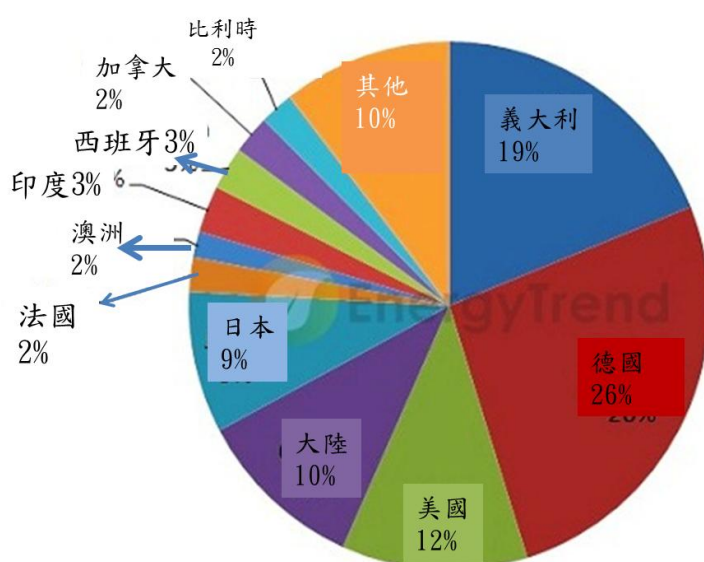
- 2009 年中央政府重啟安裝補助，每 kw 補助 7 萬日圓，加上住

宅用戶餘電回售價格自 11/2010，由市價的每度 24 日圓加倍為每度 48 日圓。

- 中央補助+地方補助+電費節省+餘電回售，日本部份地區的家庭用戶可在 10 年內回收安裝成本，可望帶動日本市場重新起飛。
- 日本歷經 311 大地震後，各界對於太陽能發電的期待不斷提高，在太陽能電池方面，2010 年會計年度不但較前年度成長約 7 成，2011 年度也將受到家庭發電需求而持續成長，相較之下，太陽能發電廠的發展卻似乎不太樂觀。

儘管太陽能電池為目前最受期待的再生能源，但目前其發展有極大部分受到政府決策的左右，最後或許還是只有受到國家補助的市場才能順利發展。

下圖為 2012 年國際市場分佈之分析：

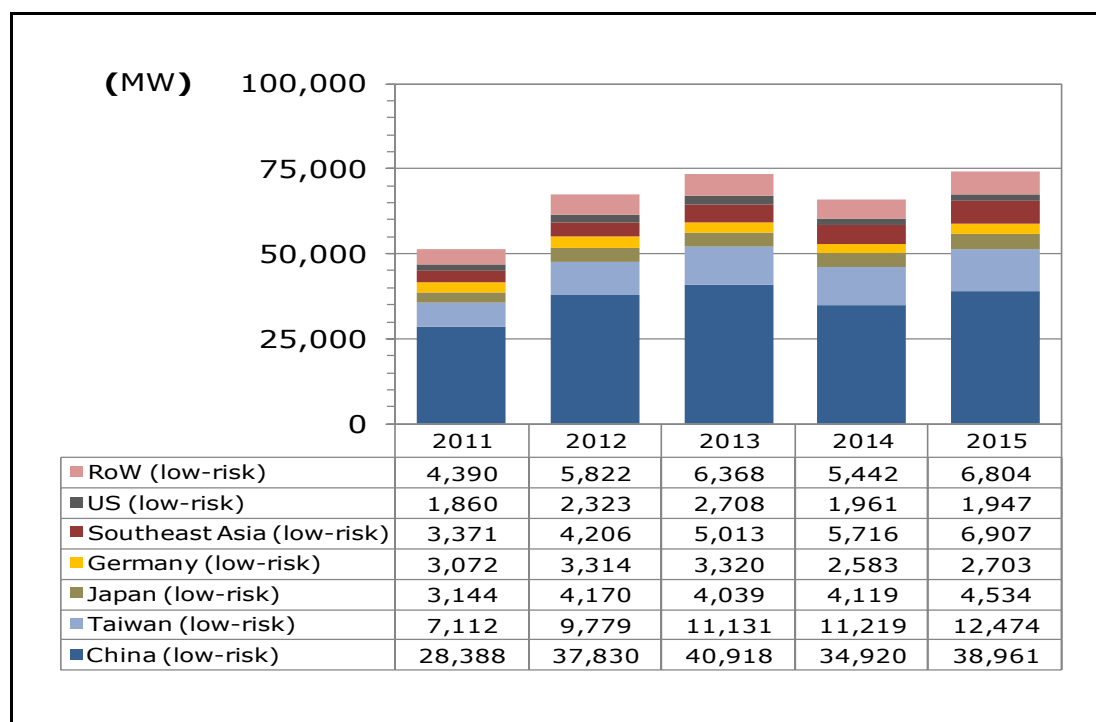


資料來源：Energy Trend (2012)

圖 3 2012 全球太陽能電池市場分布預測

美國、地中海國家、中國、印度、韓國與日本這些區域則仍有成長潛力；歐洲市場比重將降至 40~45% 之間，而北美與一些亞洲國家市場將會快速成長。地中海國家因地理上的優勢，適合發展太陽能發電，也將慢慢開發出新的太陽能發電市場。印度擁有 12 億人口，也逐漸受到國外市場的青睞。中國因為實施十二五政策，中國政府將以 4 兆人民幣投入太陽能市場而大為看好；日本由於 311 震災將會陸續將原有的核能發電，轉為再生能源發電，其中太陽能發電將是主力。韓國太陽能產業目前在國際上的表現不是很搶眼，這是因為韓國科技業特性是先由政府支持國內企業，培養國內內需市場，待國內市場到達生命週期的成熟期，再轉向國外市場，進行銷售動作，以技術門檻更高的系統進軍國際。

根據未來各國產量之推估，可以大約看出競爭局勢，於製造成本與光電效率，將是與大陸廠商正面衝突。



資料來源：Solarbuzz(2011 Q2)

圖 17-4 全球太陽電池產能分布預測

與中國相比，半導體製程技術能力是台灣的強項，但台灣空地不多，日照量不穩，因而內需市場太小，不適合發展大面積架構的矽晶太陽能；都會區向陽面積小，天氣時常處於陰雨，正是光波長吸收範圍廣的薄膜產品擅長的場合。加上現今薄膜技術可應用在塗料、衣料及建材上，只要再將外觀好好包裝，將能成功的打入一般民生消費市場。下表為中國太陽能產業發展階段：

表 1 中國太陽能電池發展分析

| 中國 PV 發展階段 | 1950~1970 | 1980~2000 | 2000~2011 |
|------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 產業規模 | 年產能規模在~4.5MW | 2003 年達到矽晶模組 35MW 以及非晶矽模組 3MW | 2011 年躍進到 12GW，佔全球產能 34% |
| 應用領域 | 中國軍事、航太、交通與氣象 | 西部省區無電相通電計畫 | 主要出口至歐洲國家之大型電廠 |
| 技術水準 | 單晶矽試產，自行研發或與日本合作 | 從歐美等國家引進單晶多晶矽太陽電池生產設備 | 在政府全力支持下快速成長，有自主研發能力 |
| 代表性機構 | 中國科學研究院半導體研究所、北京有色金屬研究所 | 寧波中意 | 江西塞維(LDK)、無錫尚德、天威英利、天合光能、河北晶澳 |

資料來源：拓樸(2011)

中國太陽能電池廠在江蘇省就有超過 20 家的太陽能電池廠設立，集中設立的原因為：(1)需要國際化人才；(2)技術革新或品質改善程度高；(3)資本市場意識高；(4)因各國政府皆重視太陽能電池產業，適合成立聯絡中心或聯盟；(5)各家廠商競爭的同時，也產生互相協助的效益。

在十二五計畫上，太陽能電池被列為發展重點，中國政府進而成立金太陽計劃，逐步向西部推展、開發，利用西部的廣大空地和充沛陽光蓋發電廠。在募資方面，從無錫尚德開始，全中國掀起了一

波海外上市的風潮，陸續在紐約或 Nadsag、倫敦上市，在美國上市的中國廠商有尚德、塞維、英利、昱輝、晶澳、天合等至少 10 家；台灣太陽電池廠目前尚無一家在海外上市。

2010 年全球 CIGS 廠商概況，美日廠商皆有 10% 以上的光電轉換效率，目前美、日、德國的領導廠商分別是 Global Solar(效率 10%)、Solar Frontier(產能預估達到 1G)和 Q-Cells(效率 13%，為世界目前最高)。

表 2 CIGS 太陽電池公司能力分析

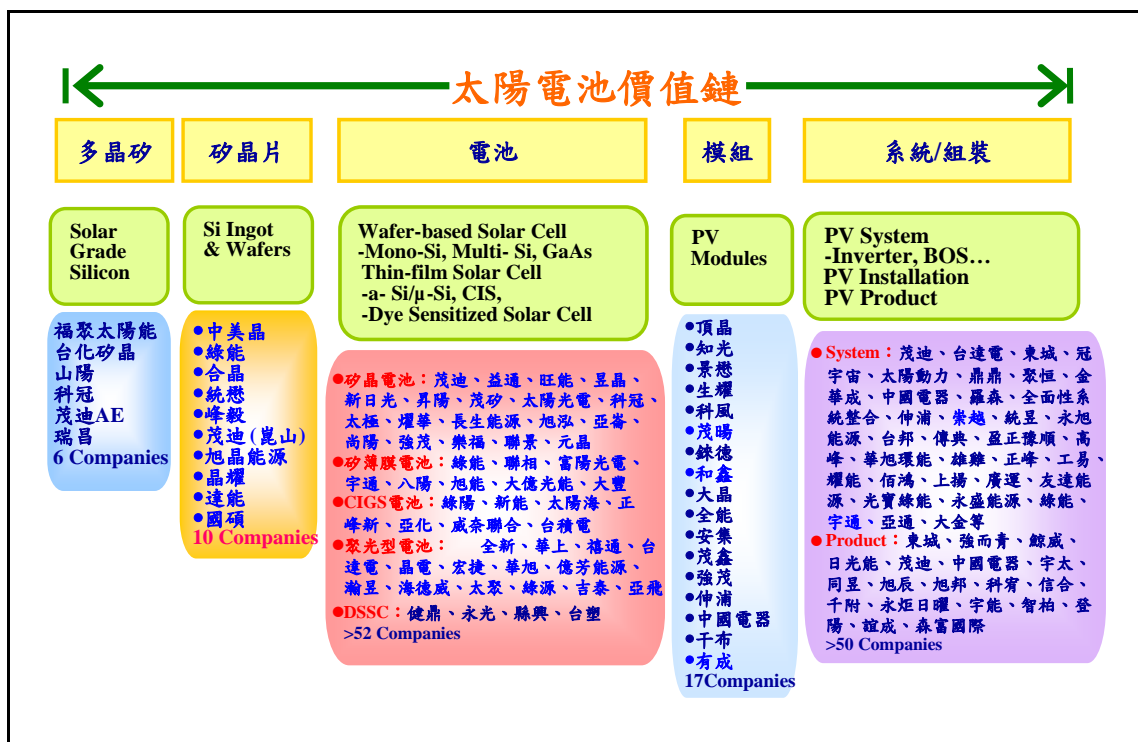
| CIGS 公司(國別) | 模組光電轉換效率 | 2010 產能 |
|-------------------|----------|---------|
| Global Solar(美) | 10% | 75MW |
| Stion(美) | 11% | 10MW |
| Nanosolar(美) | 10~11% | 115MW |
| MiaSolar(美) | 10.4% | 40MW |
| Wurth Solar(德) | 10.4% | 30MW |
| Solibro(德) | 13.5% | 50MW |
| Q-Cells(德) | 13% | 174MW |
| Solar Frontier(日) | 13.1% | 1.08GW |
| Honda Soltec(日) | 13% | 30MW |
| Scheuten(荷) | 11.4% | 3.2MW |

資料來源：工研院 IEK(2011)

三、台灣 PV 產業重要廠商營運狀況與未來規劃

為了強化全球競爭力，這幾年台灣廠商不落人後，不是投入垂直整合，就是水平合作，即使如昱晶這樣的大廠，也打破沉默，邁向垂直整合的道路前進。

一般太陽能產業鏈的分布是將原料、晶棒、晶圓放在上游端，電池和模組是中游端，下游端則是系統、inverter、BIPV 和其他終端應用產品。



資料來源：工業局；工研院 IEK(2010)

圖 5 台灣太陽電池產業鏈

聯電集團是最早呈現垂直整合型態的廠商，先是成立聯相—中游端薄膜電池模組廠，並進入量產、銷售，目前產能 100MW，效率 9~10% 之間；後又成立聯景光電和聯穎—上游端電池廠，進行單、多晶電池片和砷化鎵的研發和量產。

接著友達和台積電也看好薄膜市場，紛紛投入研發。目前友達已能自行生產 CIGS 模組，但尚未販賣；台積電 CIGS 設廠於台中，量產時機還不明朗。

中間的廠商也開始尋找合作對象，加強競爭力，例如昱晶和中鼎、台肥、日商 Mitsubishi Corporation 異業合作，以中鼎的通路，再加上台肥的土地，Mitsubishi Corporation 的財力和經驗，四方合力搶佔全球市場，未來太陽能市場將會成為集團之間的戰爭。

另外，昱晶能源 2011 年 5 月竹東廠開始營運，而竹南 B 廠也已動工建置，預估到 2013 年昱晶能源總產量可達 2.2GW；昇陽科規劃 2011 年產能 1.2GW；新日光成立可容納 3.4GW 的南台灣營運中心，預計 2011 年總產能達到 1.6GW，工廠座落於南科工區。中美晶與昇陽科通過以股份交換方式建立策略聯盟，希望透過上下游垂直整合與策略聯盟，共同擴大營運規模及提升彼此產業優勢。

下表羅列出產業鏈中代表公司近年之營業表現，終端產品多以外銷出口為導向，因此受國際市場波動影響極大，但產業結構與環境是健全的。

表 3 台灣 PV 產業重要廠商/平均規模/過去平均獲利

| | 2012 | | 2011 | |
|-------|---------------|-----------|---------------|--------|
| | 營業收入 (百萬元) | 純益率(%) | 營業收入 (百萬元) | 純益率(%) |
| 福聚太陽能 | 33.73 | -1,012.73 | 2,367 | -73.77 |
| 碩 禾 | 3,474 | 17.25 | 3,055 | 33.73 |
| 達 方 | 13,034 | 1.72 | 12,375 | 1.30 |
| 中美矽晶 | 4,373 | -54.14 | 14,856 | 2.88 |
| 綠能科技 | 9,836 | -36.33 | 18,615 | -12.73 |
| 合晶科技 | 3,429 | -19.40 | 5,158 | 1.61 |
| 達能科技 | 902 | -84.17 | 3,869 | -8.46 |
| 昱 晶 | 13,966 | -13.77 | 18,808 | -8.44 |
| 茂 迪 | 10,210 | -49.33 | 20,430 | -12.01 |
| 益 通 | 2,046 | -87.84 | 6,729 | -60.23 |
| 新 日 光 | 12,271 | -34.01 | 20,576 | -14.08 |
| 昇 陽 科 | 6,137 | -29.59 | 12,153 | -10.10 |
| 太極能源 | 3,497 | -41.56 | 3,952 | -15.25 |
| 科 風 | 2,004 | -55.46 | 3,241 | -41.85 |

資料來源：股市公開資訊觀測站

(一)PV 產業優勢

- 台灣太陽光電產業上中下游產業聚落、供應鏈與人才技術已日趨完整
- 國內為全球前四大太陽光電產品生產國，產業擴張迅速，可提供 PV 智慧自動化良好之發展環境。
- 矽晶片：國內半導體製造管理經驗豐富，容易轉入太陽電池用矽晶片生產，具降低成本能力
- 太陽電池：國內半導體業人才有雄厚基礎，發展結晶矽太陽電池進入障礙低
- 產業端：國內廠商應變彈性大，籌資與擴充產能快速，可爭取太陽電池與晶片市場成長之先機。專業分工模式有助於提高生產效益。

(二)PV 產業機會

- 國內廠商擴充產能快速，PV 設備需求擴大，同時為補足技術人力缺口，生產自動化之需求高。國外自動化設備單價高、交期慢，人機不友善，介面不易整合，服務效能低，國內導入意願低。
- 產業端：
 - 全球市場持續開拓。
 - 建築結合之應用可為另一市場需求。
 - 利用下游模組廠整併風潮進行供應鏈整合。

下表顯示台灣政府目前對太陽光電的補助政策，鼓勵國內民間裝置分散式太陽光電。

表 4 台灣政府對太陽電池之補助政策

| 項 目 | 台灣太陽能光電補助措施說明 |
|--------|--|
| 設備補助措施 | <p>太陽能光電發電系統設置補助作業要點：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 條件：以新品為限，且其裝置容量應達一峰瓩以上。 ● 補助金額：每峰瓩裝置容量以新臺幣十五萬元為上限，且補助最高不得逾該發電系統總設置費用 50%。偏遠及離島地區內之各政府機關、學校及公立醫院，得經該管直轄市、縣(市)政府向能源局推薦，申請太陽能光電緊急防災發電系統之設置補助： <ul style="list-style-type: none"> (一)獨立型系統每峰瓩裝置容量新臺幣三十五萬元為上限。 (二)緊急防災(混合型)系統每峰瓩裝置容量新臺幣四十萬元為上限。前項申請經本局審查認有平均地區分配、緊急救災使用效益及能源效益與示範效果者，最高得予全額補助，不受第一項之限制。 |
| 電價補助措施 | <p>再生能源發展條例：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 設置利用再生能源之自用發電設備，其裝置容量不及五百瓩者，不受電業法第 97 條、第 98 條、第 100 條、第 101 條及第 103 條規定之限制。 ● 再生能源發電設備，除前項、第八條、第九條及第十四條另有規定者外，其申請設置、工程、營業、監督、登記及管理事項，適用電業法之相關規定。 ● 『台灣電力股份有限公司再生能源電能收購作業要點』一本要點購電費率訂為每度新台幣二元，其適用期限至下列情形之一發生時為止。 <ul style="list-style-type: none"> 一、再生能源發展條例公布施行。 二、與本公司簽訂『再生能源發電系統電能購售契約』之發電設備機組總裝置容量達六十萬瓩。 三、電業法修正公布施行且本公司完成民營化時。 |
| 財稅獎勵措施 | <p>促產條例：公司投資新及淨潔能源設備支出 5~20% 內，自當年度起五年內抵減各年度應納營利事業所得稅額。</p> <p>公司投資於研發及人培支出金額 35% 限度內，自當年度起五年內抵減各年度應納營利事業所得稅額；當年度研發支出超過前二年度研發經費平均數，或當年度人培支出超過前二年度人培經費平均數者，超過部分得按 50% 抵減之。</p> <p>前二項之投資抵減，其每一年度得抵減總額，以不超過該公司當年度應納營利事業所得稅額 50% 為限。</p> <p>註：促產條例於 2009 年 12 月 31 日結束，行政院與經濟部考量台灣經濟與產業發展需要，將再提『產業創新條例』，以接替促產條例扮演的『獎勵』角色。</p> |

資料來源：行政院(2011)

綠色再生能源太陽能的需求與發展已是國際共同發展之重點趨勢。2012 年全球太陽能安裝量 32 GW，產值達到 1,185 億美元市場，2014 年將超過 1600 億美元產值。而我國太陽光電產業在短短 5 年之內，即迅速發展成為全球第二大生產製造國。

台灣太陽光電 PV 產業 2012 年產值新台幣 1,228 億元，年衰退 27%，PV 廠商 135 家，就業 2 萬人，2012 年 PV 設備產值新台幣 104 億元，自給率 30%。國內茂迪、昱晶、新日光、昇陽、旺能等大廠 2010 年擴產達 3.4Gw 以上，總投資生產線 14 條，42 億元以上，2011 年全台總產能擴充上看至 8GW，資本投資約 300 億元，總計國內生產線將超越 300 條。目前國內人工傳輸生產線約佔 50%，自動化取放傳輸與檢測模組佔 Turnkey 設備成本約 15~20%。

由於太陽能能源市場需求不斷增加，並且透過產品降價以求迅速擴張市場、創造需求之趨勢明確，國外先進國家如日本、歐洲的 J&R、ACI、ABB 等大廠，正積極發展自動化生產技術以降低對人工需求之依賴，提高 throughput 與設備利用率，並以達人均產值倍增為目標，但是目前國外大廠的自動化設備單價高、交期慢，且人機介面操作不友善，介面不易整合，造成國內廠商生產不順或是破片率高，加上代理商服務效能低，無法有效改善問題，導致國內廠商的導入意願低，以及已導入者產生抱怨多。另一問題為，國內廠商產能擴大為 GW，產線多，基板處理量大，瑕疵與電性檢測多為離線人工作業，線上檢測與產線介面缺整合，造成產能與良率降低。另外，目前均採 turnkey 設備、人工取放之生產線，再加以晶圓片厚度將由 200 μ m 降至 160 μ m，使生產過程中面臨人工污染及破片率高

之問題(目前破片率最高 3%)，因此，提高單線產能及良率為產業面臨國際競爭所急欲解決之課題。

如今台灣和中國的產能加起來已占全球一半，但無論是提煉矽原料，還是設備的製造，都不若日本、歐美等國的技術，台灣有的只是優質半導體製程技術，如果加上中國的一條龍經營模式，以量大壓低原料成本，擴充產能和提高光電轉換效率，節省運輸費用，並用既有人力資源來管理人事，才能降低生產成本，提供價格更低廉卻效率更高的太陽能產品，發揮一加一大於二的效應。

台灣有著相當完整的矽晶太陽電池產業鏈，產業缺口似乎在其他新興製程(如：CIGS 研發)，以及新興應用(BIPV 模組)。主要都市也規劃與進行都市更新的計畫，整體環境建構也相當完整，適合國際貿易與 BIPV 系統設計與製造的來台投資。