



# 從國際趨勢談我國綠能產業 推動現況與發展契機

▶ 胡耀祖 所長  
工業技術研究院 綠能與環境研究所

## 一、前言

「氣候變遷」為本世紀人類面臨的嚴峻議題，其不僅攸關環境永續發展與人類之存續，亦是當前國際共同面臨的挑戰，因此世界各國莫不積極發展綠色能源技術，期透過綠能產業發展以刺激經濟復甦外，亦追求能源安全與環境永續。在各國政府「綠色新政」的浪潮推動下，綠能產業成為全球極力推動之新興產業。

臺灣身為地球村一員，在全球暖化與氣候變遷歷程中如何落實節能減碳和建立低碳社會環境為必要發展方向。我國政府已將「永續環境」列入「黃金十年，國家願景」規劃，希冀透過政策導引和推動，俾利綠能科技之發展以成為我國下一個新的兆元產業。

## 二、我國綠能產業發展策略

我國政府呼應國際節能減碳風潮，於 2008 年 6 月通過「永續能源政策綱領」，提出永續能源發展應兼顧「能源安全」、「經濟發展」及「環境保護」，並揭示我國 2025 年節能減碳的目標，積極推動我國綠能產業發展。以下將就我國綠能產業政策推動主軸方案做一說明：

### (一)綠色能源產業旭升方案

行政院於 2009 年 4 月 23 日核定「綠色能源產業旭升方案」，以推動我國具有產業良好基礎及躍升能量的綠色能源產業，選定太陽光電、LED 照明光電、風力發電、生質燃料、氫能與燃

料電池、能源資通訊、電動車輛等 7 項重點發展產業 [1]，以技術精進、關鍵投資、環境塑造、內需擴大、出口擴張等五大策略，藉以擴大國內投資與應用，加速技術升級，建立具備國際競爭力之產業能量，目標在於打造臺灣成為能源技術與生產大國。自該方案核定推動後，已成功帶動綠能產業之蓬勃發展，整體產值至 2011 年底達新臺幣 4,000 億元以上，相較 2009 年逾倍數成長；且我國矽晶太陽電池產量居全球第 2 位，LED 元件產值位居全球前 3 大，已占有國際綠能市場之重要地位。

### (二)綠色能源產業躍升計畫

自 2012 年起，受全球經濟環境險惡之影響，我國以外銷為導向之經濟亦受威脅，綠色能源產業發展也因而減緩。為進一步挹注我國經濟發展和綠能產業推動之新動能，經濟部提報規劃「綠色能源產業躍升計畫」，並於 2014 年 8 月 6 日由行政院核定 [2]，集中資源推動太陽光電、LED 照明光電、風力發電、能源資通訊等 4 項主軸產業，利用過往旭升方案發展之厚實基礎，提出由元件製造進而拓展至下游系統服務之發展策略，強化既有競爭優勢，以提升我國綠能產業整體價值。執行迄今，2015 年綠能產業整體產值估計超過新臺幣 5,000 億元，以下擬針對四大主軸產業，就國內外產業發展市場、技術趨勢與我國產業發展推動現況及契機分別說明。

### 三、四大主軸產業發展趨勢

#### (一)太陽光電產業

太陽光電產業鏈包括太陽光發電裝置及其相關專用零組件、材料、晶圓、電池、模組、設備及其發電系統領域所涉及的製造、安裝及運維等產業。

##### 1. 國際發展趨勢

2014 年全球新增裝置量約為 40GW，預估 2015 年將超過 50GW。目前主流是矽晶太陽光電技術，近年來因產品供過於求，使得市場對於轉換效率要求越來越高。目前多晶矽太陽電池與模組轉換效率成長幅度有限，使製造商投入單晶矽太陽電池與模組生產，根據 Solarbuzz 報告顯示(圖一)[3]，2015 年單晶矽模組市占率約 30%，預計 2018 年市占率提升至 38%。

##### 2. 我國發展趨勢

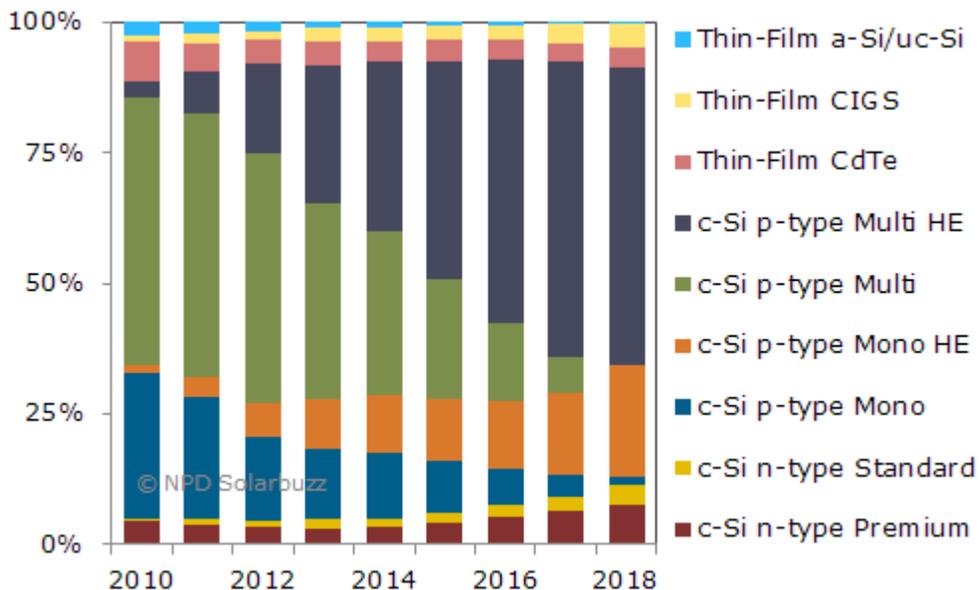
我國太陽光電產業鏈建置完備，指標大廠集中在矽晶圓與太陽電池產業鏈。矽晶太陽電池是主力產品，2014 年產量達 8.7 GW，昱晶、茂迪

與新日光名列全球前十大太陽能電池廠。而矽晶圓是產量第二大產品，中美晶、綠能為前兩大製造商。未來將持續研發新技術以保持矽晶片、太陽電池的競爭優勢，並提升模組產能，以健全整體產業鏈發展。

政府於 2012 年推動「陽光屋頂百萬座」計畫，預計 2030 年達成總裝置容量 8,700 MW 之目標，成果包括推廣 PV-ESCO 模式，帶動公私部門廳舍設置系統實例；促成 MW 級系統案，以培養業者大型系統設計能量，如友達光電森動電廠、高雄世運會主場館等(如圖二)；將保險業、創投、租賃等多元資金投入系統產業，每年融資達新臺幣 70 億元。並透過擴大海外市場計畫，促成國內系統業者切入全球太陽光電系統市場，至 2014 年累計投入達 185.8 MW。

##### (二)風力發電產業

風力發電產業由上至下游分為材料、零組件、系統、營運、維護等幾個部分，大型風力機主要作為發電廠，產生之電力併入電網調度分



資料來源：Solarbuzz (2014/9)

圖一、2010至2018年全球太陽光電模組類型比例變化



圖片來源：高雄市體育處、友達光電公司

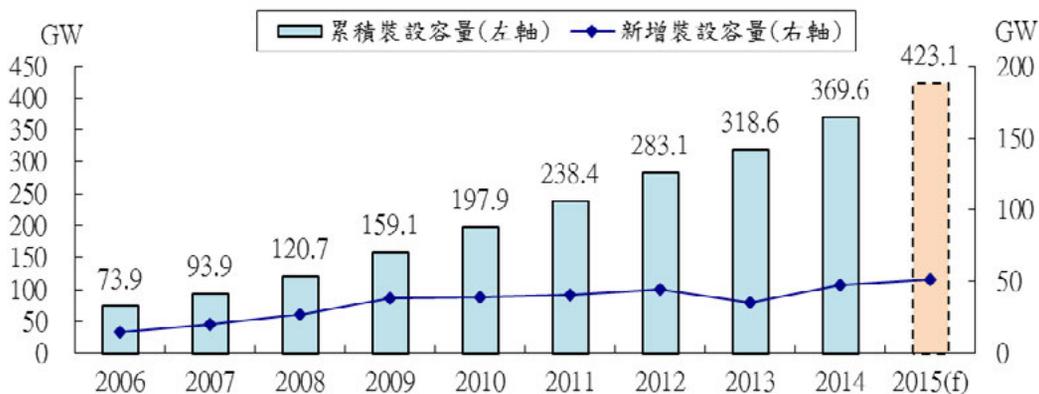
圖二、世運會主場館(左)、友達森動電廠(右)

配，並再分為陸域型與離岸型。除了風力發電製造業外，最下游為風力發電服務業，包括風場規劃、營造、營運、風力機裝設與維護等。

### 1. 國際發展趨勢

全球風力發電在進入 21 世紀後開始迅速發展，全球風能協會指出，2014 年全球風力機組總裝置容量已達 369.6 GW；預計 2015 年全球風力機組總裝置容量達 423.1 GW (圖三)[4]。由於海上風場具備比陸域風場較佳且穩定的風況，加上許多國家陸上優良風場已逐漸開發完畢，預計離岸風電市場將快速成長。2014 年全球離岸風電累積裝置容量達 8.76GW，新增裝置容量達到 1.71GW，較 2013 年成長 24% [5]。

風力發電產品技術可分為風力機系統、風力機重要零組件與其他重要配件等三部分，近年各廠商開發重心轉移至離岸風電，但高成本使得離岸風電應用受到限制，由於風力機的單機容量越大，更可有效利用風場土地資源，大型化風力機為未來發展趨勢 [6]。風機零組件方面，為了配合系統發展趨勢，葉片長度持續增加，但傳動系統變化不大，發電機部份永磁同步發電機比例增加，其他配件如離岸風電水下基礎部份現階段仍以單樁式為主，未來套管式、三腳架、三樁式比例將逐漸增加。



資料來源：GWEC(2015/4)

圖三、全球風力發電累計裝置容量

## 2. 我國發展趨勢

我國風力機設備及上中下游產業供應鏈已漸趨完整，但現有風場之設備及備品等仍以進口為主，國內廠商多為零組件業者，以國外市場為主，大型風機元件如發電機、鑄件、葉片及葉片樹脂等已切入國際大廠供應鏈；下游系統廠商在大型風力機部分，目前僅有東元電機於2010年發表台灣第一款MW級大型風力發電機組。現今我國大型風力機已完成實測驗證，亦已具2MW葉片產製能力，也具有陸域型2MW機組技術，且獲得GL國際認證。

經濟部自2012年開始推動「千架海陸風力機」計畫，並成立「千架海陸風力機計畫推動辦公室」，統籌辦理相關推動配套措施，目標2030年達成總裝置容量5,200MW，但由於本土陸域優良風場漸趨飽和，於是轉向開發臺灣西部海域的離岸風場。2013年1月通過遴選福海風力發電公司、海洋風力發電公司及台電公司等3家公司為「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」的示範廠商，其中2家民營業者皆已取得籌設許可，預計2016年完成我國首座離岸風力機。此外，2015年6月政府進一步完成36塊潛力區塊場址畫設（圖四），並於同年7月公告「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，開放廠商提出設置計畫[7]。透過示範獎勵政策的引導，短期可促成示範業者投入離岸風場開發，以建立海事工程與運維能量，長期吸引國內外離岸風電相關廠商投入，創造龐大組件需求，帶動我國風電製造業發展。

(三)LED照明光電產業

LED照明光電產業鏈大致分為上游元件、中游模組與下游應用，背光、照明與車燈是LED主要三大應用。此外，目前LED技術逐步擴展至戶外顯示幕、植物工廠、手機用閃光燈、醫療照顧等新用途。

## 1. 國際發展趨勢

工研院IEK預估2015年全球LED元件市場規模達190億美元，到2018年增長至274億美元。以應用面來看，LED元件成長動能主要來自快速發展的照明市場，如圖五所示[8]。雖然LED背光市場滲透率已近100%，但產值卻自2011年起開始衰退，其發展前景堪慮。

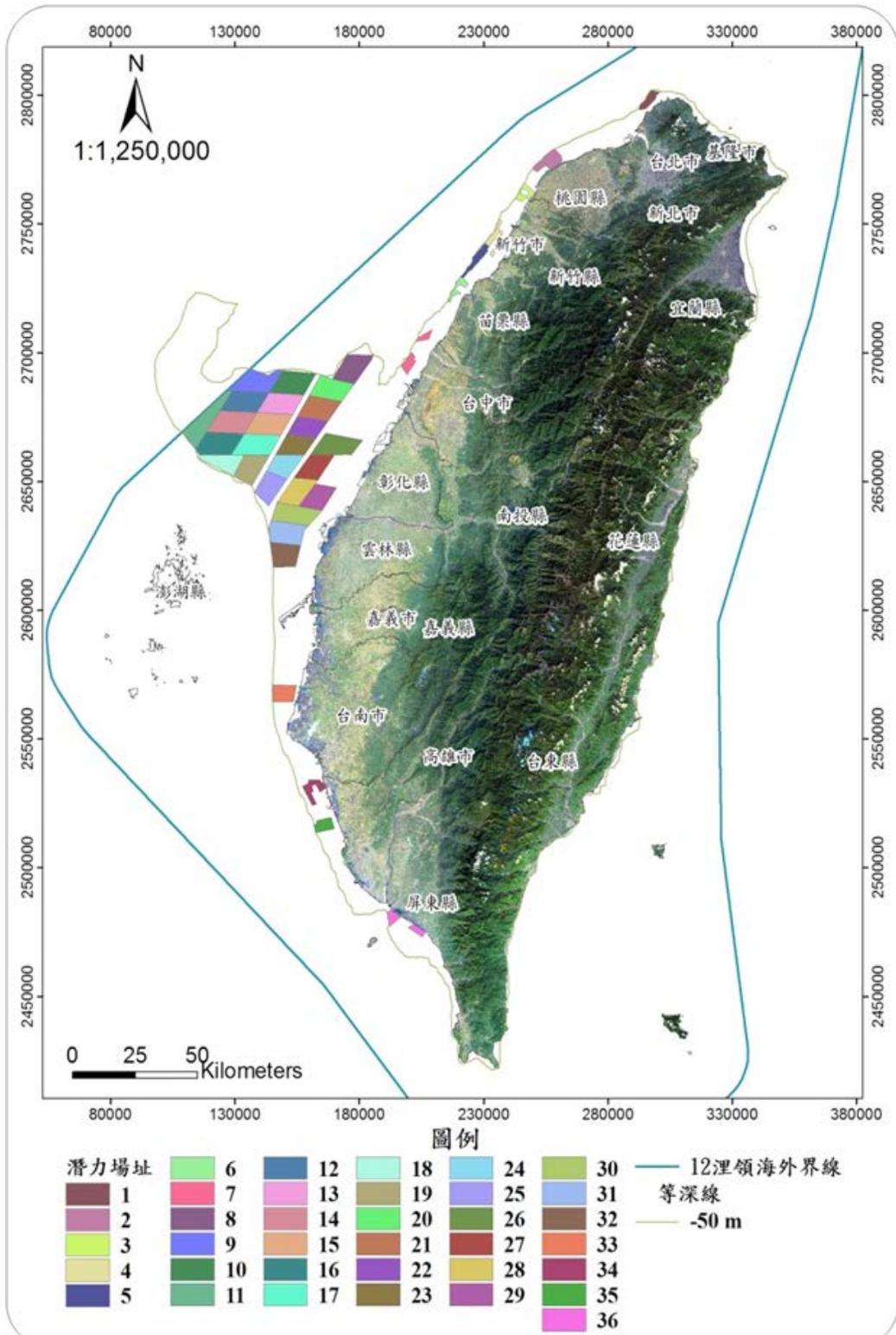
另受到政府政策扶植、產品價格快速下滑等影響下，帶動全球LED照明需求成長，根據市場研究機構IHS報告，預估2015年LED照明市場規模將達361億美元，而2019年將提升至726億美元。不過由於燈泡、燈管等取代照明產品價格下跌快速，促使部分廠商開發特殊LED照明產品，或是車燈、UV、IR、手機閃光燈智慧照明等特殊應用以提升獲利。

目前低成本、高效率技術成為LED廠商研發目標，2013年起國內外LED晶粒廠皆積極投入「無封裝技術」的研發與量產，可省略封裝製程。因為越來越多LED廠商跨入特殊照明產品，皆需要較高亮度的LED光源，帶動COB(Chip on Board)與多晶片封裝需求。另外，美國能源部(DOE)針對不同生產階段提出降低成本作法，如表一所示。

## 2. 我國發展趨勢

我國LED產業已具備十分完整的產業鏈，為全球前三大LED元件生產國與第二大LED背光供應國。不過由於LED元件與背光市場成長趨緩，國內LED廠商積極拓展高成長的照明市場，然因LED燈泡、燈管跌價速度快，目前部份國內業者開始切入高毛利的智慧照明、車燈、手機閃光燈領域，使得我國LED產業朝向多元產品發展。

為了協助國內產業發展戶外照明業務，政府相繼推動示範、汰換計畫，已於2011年完成70



資料來源：經濟部能源局 (2015/7)

圖四、公告36處離岸風電開發潛力場址

萬盞 LED 號誌燈設置，至 2015 年 9 月累積設置 28.5 萬盞 LED 路燈（圖六）；2014 年 11 月行政院核定「水銀路燈落日計畫」，預定 2016 年完成水銀路燈換裝為 LED 路燈，屆時我國 LED 路燈滲透率居全球第一。未來將持續研發前瞻技術，以強化既有 LED 元件製造優勢；透過訂定 LED 照明產品標準與推動國內應用，使廠商建立實績並提升產業形象，以利擴大海外市場；建立全球 LED 照明品牌與通路，提升廠商國際競爭力。

#### （四）能源資通訊產業

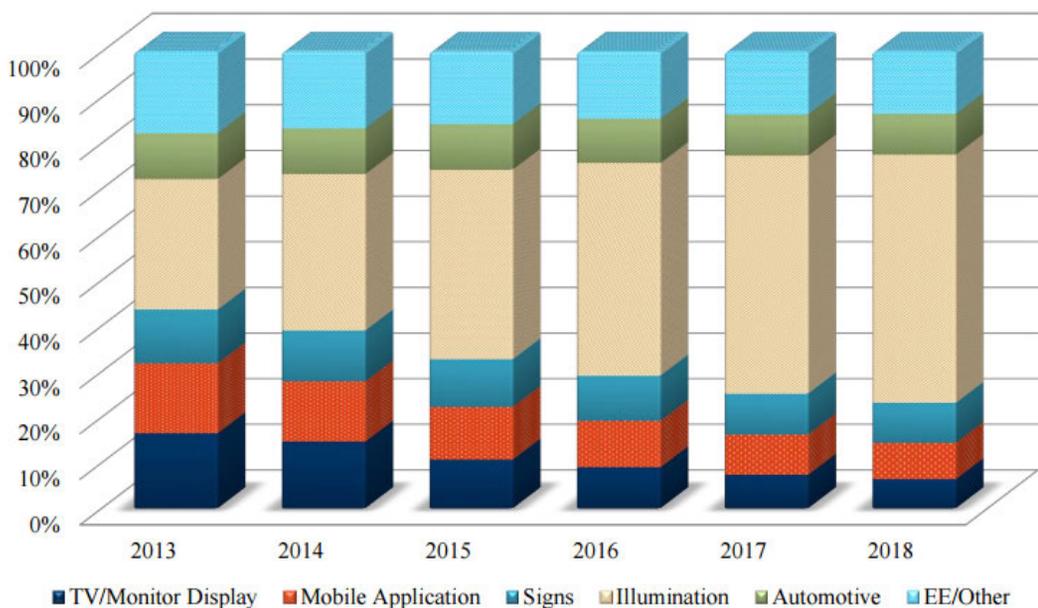
能源資通訊 (EICT) 涵蓋各類應用於能源領域的資通訊技術，其應用範圍包括輸 / 配電自動化系統 (T&DAS)、智慧電表系統 (AMI)、能源管理系統 (EMS)。輸 / 配電自動化系統為透過智慧電力設備與通訊網路，對電力設備進行遠端資料蒐集、監測與控制；智慧電表系統由智慧電表、通訊網路及電表資料管理系統所組成，以抑低尖峰用電、輔助配電管理以提升效率；能源管理系統則透過感測、資訊整合、系統模擬分析與最佳

化決策等程序，進行能源使用之監測與控制。

#### 1. 國際發展趨勢

各國在推動智慧電網建設時，因 AMI 系統建構了電力系統中供應端與需求端的雙向資訊鏈結，被視為智慧電網建置的第一步；家庭能源管理與需量反應服務為 EMS 市場成長動力，需量反應及再生能源調度等應用逐漸興起；輸配電方面，國際電業市場之電力管理以配電管理占比為最大，輸電系統次之。由於全球持續推動智慧電網，包括美國 ARRA、歐盟推動跨國輸電及中國大陸十二五之輸配電網升級等，預估 2015 年能源資通訊產業市場將成長至 603 億美元，2020 年成長至 1,085 億美元（圖七）[9]。

目前技術發展主要為資通訊技術與先進感測技術之應用，透過區域電網間的互連、發電端與用戶端的連結，導入再生能源、分散式電力系統，以提升電力的可靠度，另可掌握需求端即時用電狀況，追求用電供需最適化，同時搭配需量反應、時間電價機制與用電資訊可視化，達到節能減排之目的。為了提高客戶產品選擇性，各家



資料來源：Strategies Unlimited (2014/08)

圖五、全球LED元件應用市場比例

表一、LED 供應鏈驅動成本降低因素

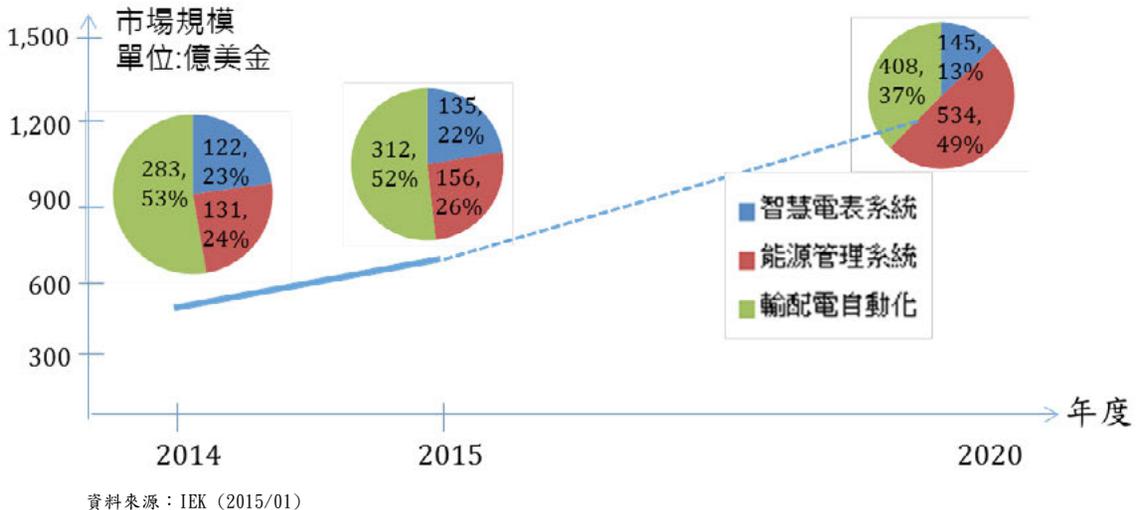
Supply Chain	Cost Drivers
Die Manufacturing	In-line inspection、Process Control、Yield、Testing、Throughput、Capital Costs
Package Manufacturing	Modularization、In-line inspection、Process control、Labor content、Testing、Standardization、Yield、Throughput
Luminaire Manufacturing	Automation/Labor content、In-line inspection、Process control、Testing、Modularization、Throughput

資料來源：DOE(2014)



圖片來源：工研院

圖六、全台LED路燈設置圖



圖七、全球能源資通訊應用市場

廠商已形成合作體系，開發可以達到與彼此通訊模組相容、具開放式通訊介面的智慧電表產品。

## 2. 我國發展趨勢

我國具有完整的資通訊產業與技術，多項電腦與網通產品全球市占率高，強固型產品設計能力強，並結合電力電子系統技術能量，構成極具全球競爭力之產業鏈。EMS 為國內廠商主要投入領域，2015 年估計占 EICT 產業之 62%；AMI 之產值預計 2015 年可占 EICT 產業之 23%，外銷比重將超過內需；另輸配電自動化將受惠於我國輸配電系統升級之需求，維持穩定之市場規模。

為加速推動國內 AMI 建置工程，2010 年行政院核定實施「智慧型電表基礎建設推動方案」，於 2013 年全數完成全面約 2.4 萬戶高壓 AMI 建置，一般家庭之低壓 AMI 方面，預計於 2020 年完成 600 萬戶建置。EMS 應用部分，國內 2015 年 9 月已建置 2,213 座便利商店能源管

理系統，相關應用推動至小型商場、國道休息站等場域，另結合廠商推動家電共通之能源資通訊標準，成立「台灣智慧能源產業協會」(圖八左)，以加速互通協議研議與推動，至 2014 年底累計完成 15 類家電之通訊控制協定(圖八右)。政府亦透過「智慧電網總體規劃方案」及澎湖智慧電網示範計畫之推動，協助廠商於國內建立技術與服務之應用實績；另鏈結海外廠商共同爭取 AMI 標案，同時協助 EMS 系統廠商拓展市場，以建立海外服務實績與通路，加速推展海外應用。

## 四、未來展望

透過上述政府相關政策措施，持續推動我國綠能產業的設置應用與產業發展，在擴大國內設置方面，經由政策示範引導，創造內需市場，以鼓勵業者投入並建立實績，預期 2030 年我國再生能源裝置量可達 17,250MW，其中太陽光電為 8,700MW，風力發電達 5,200MW。

在產業發展推動上，則藉由「綠色能源產業



躍升計畫」各項主軸產業推動措施之落實，達成我國綠色能源產業發展之願景，包括透過太陽電池技術強化與拓展模組、系統之服務商機，扶植太陽光電系統產業成為全球主要供應商之一；藉由政策引導風力發電產業發展，促進風力發電產業自主施工及運維在地化；強化 LED 照明光電產業之元件製造及系統優勢，輔以內需市場提升產業能量，成為全球 LED 元件 / 模組主要供應國，並建立照明產品全球通路；另聚焦 AMI 系統與 EMS 方案，以開拓海外利基市場，發展成為智慧電表系統與能源管理方案輸出國。預期 2020 年將可帶動我國綠能產業總產值達新臺幣 1 兆元，並提供 10 萬人次就業機會。

政府在此目標願景及措施推動下所展現之推動綠能產業的決心與行動，期能協助我國綠能產業因應全球經濟環境快速變遷，強化產業界投資與經營的信心，提升國際競爭優勢，掌握下一階

段綠能產業發展趨勢與契機，引領台灣成為全球綠能產業終端系統市場服務與應用之主要供應國之一，達成建構我國低碳經濟與社會的政策目標。

參考文獻：

- [1] 行政院，98年11月，「綠色能源產業旭升方案行動方案(核定版)」，[http://www.ey.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=3D06E532B0D8316C&sms=4ACFA38B877F185F&s=0F02188500F800C8](http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=3D06E532B0D8316C&sms=4ACFA38B877F185F&s=0F02188500F800C8)
- [2] 經濟部，103年8月，「綠色能源產業躍升計畫(核定版)」，[https://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wHandMenuFile.aspx?menu\\_id=110](https://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wHandMenuFile.aspx?menu_id=110)
- [3] Solarbuzz, 2014, "PV Technology Roadmap" .
- [4] GWEC, 2015, "Global Wind Report Annual market update 2014" .
- [5] EWEA, 2015, "The European offshore wind industry - key trends and statistics 2014" .
- [6] IEA, 2014, "Wind\_2013\_Roadmap" .
- [7] 能源局，104年7月，「離岸風力發電規劃場址申請作業要點」，[http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/Board.aspx?kind=3&menu\\_id=57&news\\_id=4084](http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/news/Board.aspx?kind=3&menu_id=57&news_id=4084)
- [8] Strategies Unlimited, 2015, "The Worldwide Market For LEDs – Market Review And Forecast" .
- [9] Frost & Sullivan, 2013, "Global Advanced Metering Infrastructure Market" .



圖片來源：工研院



圖八、成立「台灣智慧能源產業協會」(左)、通訊互通標準優先導入智慧家電(右)