

出國報告（出國類別：考察）

啟用整合分散式再生能源技術
之
應用考察

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：楊崇和(十二等電機工程監)

王耀村(十一等資深專業工程師)

派赴國家：美國

出國期間：99年9月11日至9月22日

報告日期：99年12月15日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：啟用整合分散式再生能源技術之應用考察

頁數 75 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司人事處/陳德隆
/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

楊崇和/台灣電力公司/業務處/十二等電機工程監/02-23666702

王耀村/台灣電力公司/業務處/十一等資深專業工程師/02-23668622

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：99 年 9 月 11 日至 9 月 22 日

出國地區：美國

報告日期：99 年 12 月 15 日

分類號/目 G3/電力工程(能源)

關鍵詞：智慧電網、太陽光電(PV)系統、電動車(EV)、Inverter(電力調節器)

內容摘要：(二百至三百字)

- 一. 智慧電網藉應用電力電子設備，以達提高電力系統可靠度及電力品質之目的，其中如應用彈性交流系統(FACTS)於分散式電源發電即時提供虛功補償和電壓控制，再配合儲能系統之操控，允許更多容量之太陽光電和風力發電等再生能源併網，提高分散式電源於系統之滲透率。
- 二. 針對太陽光電併聯配電系統可能造成之不平衡(欠相)問題，台電公司再生能源發電系統併聯技術要點並未明確規範，宜參考國外經驗，對於由 3 具單相 Inverter 組成之三相 Inverter，當單相 Inverter 任一具發生故障無法正常動作時，為避免造成配電系統不平衡，應具有 3 具單相 Inverter 同步停止運轉之連鎖功能，納入後續併聯技術要點修訂。
- 三. 電動車營運模式涉及電業提供穩定電力、第三者充電服務商及電動車使用者充電需求等三種不同角色，為發展適合國情營運模式，世界各主要國家發展策略均會先進行示範或先導計畫運行，藉以從中獲得最佳之營運模式，並同時進行各式相關法規或準則之檢討修訂。

出國報告審核表

出國報告名稱：啟用整合分散式再生能源技術之應用考察		
出國人姓名	職稱	服務單位
楊崇和 王耀村	十二等電機工程監 十一等資深專業工程師	台電公司業務處
出國期間：99年9月11日至99年9月22日		報告繳交日期：99年12月15日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input checked="" type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：出國人員返國後因配合政府政策，辦理多場次「再生能源發電系統」申請受理、併聯審查、裝表計量、簽約躉購等業務講習說明及其相關併聯技術審查研討會，之後並與日本中部電力株式會社與大陸國家電網進行交流座談，致出國報告稍延後提送。	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：	單位 主管：	主管處 主管：	總經理 副總經理：
------	-----------	------------	--------------

出國報告目錄

壹、出國目的	1
貳、出國過程	2
一、出國行程(含參訪單位)	2
二、考察內容綜述	3
第一節 智慧電網	3
1.1 概述	3
1.2 智慧電網特點與效益	5
1.3 智慧電網特色與關鍵技術	6
1.4 各國智慧電網發展	12
1.5 如何規劃智慧電網	14
1.6 智慧電網小結	20
第二節 太陽光電併網	21
2.1 前言	21
2.2 太陽光電系統基本分類	23
2.3 國外電力公司對太陽光電系統併接配電系統經驗	25
2.4 美國太陽光電併網處理經驗	30
2.5 EPRI OpenDSS 配電系統模擬軟體	39
2.6 太陽光電併網小結	46
第三節 電動車	48

3.1 全球電動車市場概述	48
3.2 國外營運分析	50
3.3 電動車充放電對配電系統影響	52
3.4 美國電動車相關措施及充放電規格標準.....	57
3.5 充電設備為首要美國經驗談—建設電動車所需的基礎設施 .	60
3.6 電動車小結	64
參、出國考察心得	66
肆、出國考察之結論與建議	71
4.1 綜合結論	71
4.2 建議事項.....	74

圖目錄

圖 1.1	EPRI 建議之智慧電網.....	4
圖 1.2	ABB 公司建議之智慧電網.....	4
圖 1.3	2000~2030 年執行減碳策略趨勢.....	6
圖 1.4	EPRI 建議之智慧電網發展藍圖.....	7
圖 1.5	五大關鍵技術領域的相互關聯性.....	11
圖 1.6	Smart Grid 規劃程序.....	15
圖 2.1	PV 系統監測點.....	32
圖 2.2	PV 系統監測項目.....	33
圖 2.3	10MWp 太陽光電廠(a)- 全景圖.....	34
圖 2.4	10MWp 太陽光電廠(b)- 升壓變壓器及 Inverter.....	34
圖 2.5	10MWp 太陽光電廠(c)- 直流接線箱.....	34
圖 2.6	10MWp 太陽光電廠(d)- 採用之西門子 Inverter.....	34
圖 2.7	1MWp 太陽光電廠(a)- Inverter 及自備併聯桿.....	35
圖 2.8	1MWp 太陽光電廠(b)- 日照計.....	35
圖 2.9	1MWp 太陽光電廠(c)- 設置者自備升變壓器及併聯桿.....	35
圖 2.10	1MWp 太陽光電廠(d)- 併聯全景示意圖.....	35
圖 2.11	1MWp 太陽光電廠(e)- 自備併聯桿及責任分界點.....	36
圖 2.12	1MWp 太陽光電廠(f)- 計量電表裝設圖.....	36
圖 2.13	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(a) - 高壓用戶名稱.....	37
圖 2.14	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(b) - 屋頂太陽光電全景圖.....	37

圖 2.15	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(c) - 直流接線箱及 Inverter.....	37
圖 2.16	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(d) - 併聯升壓變壓器及計量電表 ..	37
圖 2.17	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(e) - Inverter 及升壓變壓器	38
圖 2.18	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(f) - PV 併聯之配電外線電桿	38
圖 2.19	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(g) - 用戶自備緊急發電機及其變壓器..	38
圖 2.20	高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠(h) - 電力公司供電之用戶變壓器..	38
圖 2.21	先進模擬平台簡介-OpenDSS	43
圖 2.22	先進模擬平台簡介-配電分析模式必須改變	43
圖 2.23	先進模擬平台簡介-傳統配電分析模式無法得到正確分析結果.....	44
圖 2.24	本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗 OpenDSS 輸入格式(a)	45
圖 2.25	本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗 OpenDSS 輸入格式(b)	45
圖 2.26	本公司常用之配電線路導線種類其及對應阻抗 OpenDSS 輸入格式(c)	46
圖 3.1	全球電動車發展時程表	53
圖 3.2	美國於加州社區建置電動車之示範系統	54
圖 3.3	針對電動車特性發展之系統衝擊分析架構	55
圖 3.4	電動車滲透率造成配電變壓器於離峰及尖峰時段之過載比率...	56
圖 3.5	變壓器壽命降低之影響	56
圖 3.6	北美汽車協會及 NIST 制訂之 AC 及 DC 充電規格.....	59
圖 3.7	美國用戶之電動車充電時間分佈	59
圖 3.8	全球主要國家及地區電動車充電規範	65

表 目 錄

表 1.1	13 項改善措施的優先次序.....	18
表 1.2	13 項改善措施序估計實施時間.....	19
表 2.1	「再生能源發電系統併聯系統衝擊檢討」報告項目.....	39
表 2.2	本公司再生能源發電併聯要點與太陽光電發電關聯較大項目.....	41
表 2.3	電力系統諧波管制暫行標準摘要.....	42
表 2.4	常用之高壓導線代碼.....	44
表 2.5	常用之低壓導線代碼.....	44
表 3.1	國際主要車廠電動車現況分析.....	48
表 3.2	電動車各種電池特性比較.....	49
表 3.3	全球電動車市場現況分析.....	49
表 3.4	Better Place、東京電力及中國示範計畫彙總.....	51
表 3.5	法國 EDF 電力公司參與電動車試驗計畫.....	52

壹、出國目的

主題：

啟用整合分散式再生能源技術之應用考察

緣起：

- 一、配合美國電力研究機構(EPRI) Enabling Integration of Distributed Renewables—P174 研究計畫，提供本處「啟用整合分散式再生能源技術之應用」專案考察，前往美國作實務參訪及技術雙向交流，並參加 EPRI 電力輸送及應用國際研討會，俾利獲取相關經驗、技術及未來發展趨勢。
- 二、前往 EPRI 位於美國田納西州能源實驗室，並參訪南卡納萊州 Duke 電力公司，考察智慧電網、太陽光電系統、電動車等最新發展技術應用經驗，增進本公司實務整合應用參考。

目標：

- 一、獲取智慧電網、太陽光電系統及電動車等最新發展技術應用經驗，增進本公司實務整合應用之參考。
- 二、考察美國電力公司對上項三個主題之實務經驗，探討本公司既有配電系統在規劃、設計及軟硬體設施與管理制度之改進參考。

實施要領：

- 一、藉由參與 EPRI 電力輸送及應用國際研討會議，瞭解各主要國家智慧電網、太陽光電系統併網及電動車等最新技術發展應用經驗，並考察 EPRI 研究機構對上述相關技術未來發展策略，增進本公司因應相關議題之實務處理經驗。
- 二、前往美國電力公司考察智慧電網、太陽光電系統及電動車等應用經驗，探討本公司未來在規劃、設計準則及軟硬體設施與管理制度訂定之參考。

預期成果：

- 一、配合再生能源發展條例公布施行，本公司亦於 98 年 12 月底發布再生能源發電系統併聯技術要點，同時研訂相關作業須知供遵循；藉由本次出國考察機會，提供本公司未來在再生能源發電系統相關規定增修訂之參考。
- 二、獲取國外先進國家對智慧電網、太陽光電系統及電動車等最新技術發展及應用經驗，增進本公司對此類議題之實務經驗，掌握最新技術。
- 三、拓展國際化交流並建立技術交流管道。

貳、出國過程

一、出國行程(含參訪單位)

(一)99年9月11日～9月12日

往程（台北—洛杉磯—奧蘭多）

(二)99年9月13日～9月15日 美國 奧蘭多

參加EPRI電力輸送及應用技術國際研討會

(三)99年9月15日～9月15日

赴美國田納西州EPRI能源實驗室(奧蘭多—亞特蘭大—諾克斯維)

(四)99年9月16日～9月18日 美國 諾克斯維

考察智慧電網、太陽光電及電動車等相關應用技術發展

(五)99年9月19日～9月20日

赴美國南卡納萊州Duke電力公司參訪(諾克斯維爾—夏洛特)

(六)99年9月21日~9月22日

返程（夏洛特～亞特蘭大—洛杉磯—台北）

二、考察內容綜述

本次赴美國參訪及參與研討會，主要針對智慧電網、太陽光電併網及電動車等三大議題作重點考察交流，分述如下：

第一節 智慧電網

1.1 概述

智慧電網是將現代技術整合於電網中的一個概念。智慧電網不依賴單一技術，它需要許多技術間的整合和相互依存，使得電網更聰明。從技術角度來看，應注重於技術功能，互操作性和擴展能力。

智慧電網是基於升級現代基礎設施。基本上，現代電網倡議 Modern Grid Initiative (MGI) 建立一個現代化的電力網路，電力更有效分配，更經濟、更安全。一個現代化電網，必須整合許多新創新工具和技術，從發電，輸電和配電一直到消費者用戶端。其含義臚列如下：

- 結合資訊、通訊、發電、輸電、配電及用戶之互聯電力網，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨的電力。 EPRI 建議之智慧電網架構示意如圖 1.1 所示。

- 「智慧電網是結合實際電網為基礎，將先進的『傳感測量技術』、『通訊技術』、『資訊技術』、『電腦技術』和『控制技術』高度集成而形成新的電網」。

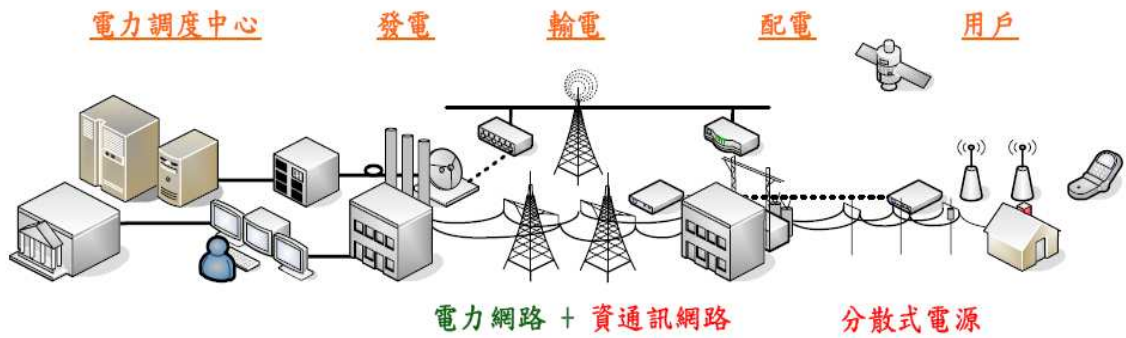


圖 1.1 EPRI 建議之智慧電網

ABB 公司即從多元性電源角度定義智慧電網(如圖 1.2)，由傳統集中式單方向電力潮流發電，而智慧電網為多方向電力潮流之集中式發電與分散式發電組合。

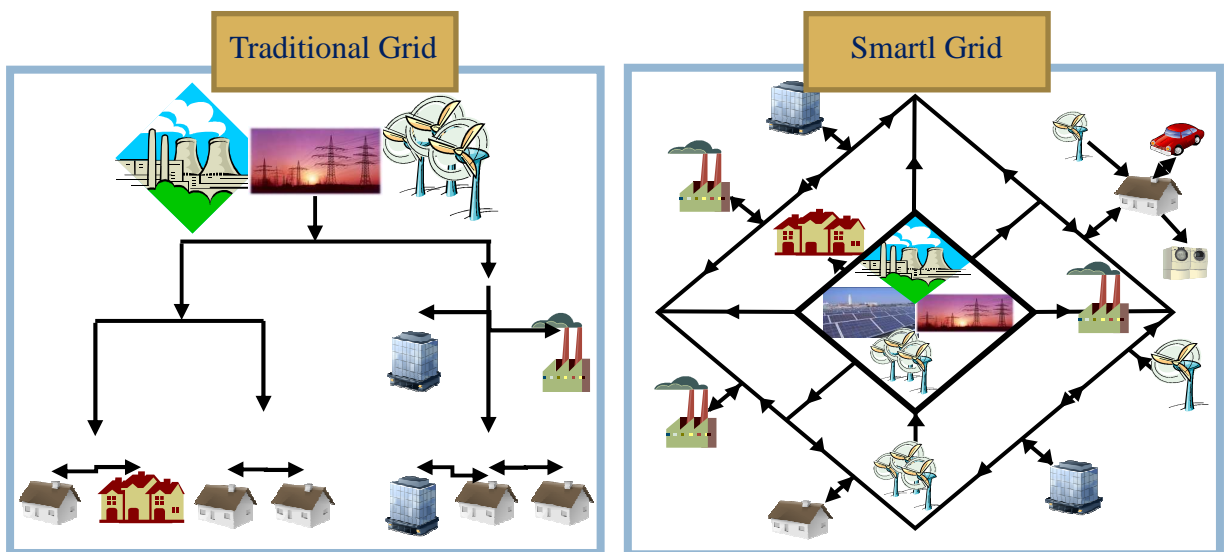


圖 1.2 ABB 公司建議之智慧電網

1.2 智慧電網特點與效益

特點：

1. 檢測並解決出現的問題，避免對服務造成影響。
2. 保護電驛將是保護設備最後一道防線，其產品相對穩定。
3. 當地和全系統的投入響應，能更了解關於系統問題。
4. 利用測量，快速通訊，先進的診斷系統和回授控制，在中斷或干擾後，迅速地將系統回復到穩定狀態。
5. 在不同的架構及應用狀況下，能自動適應保護系統。
6. 重新計算電力潮流，改變負載模式，在短時間內修正檢測問題。
7. 可靠度更高，安全性更好。
8. 提供系統業者可視化工具，使他們能夠更方便掌握系統狀況。

效益：

1. 使電網獲得高度效率化、可靠化及再生能源的發展應用，以達到節能減碳的需求。2000~2030 年執行減碳策略趨勢如圖 1.3 所示。
2. 自動化操作、預測性維護、自我療癒(Self-healing)、減少中斷、並提高資產利用率，進而節省成本開銷。
3. 較少的停電和電力中斷。電力中斷發生後，更快的恢復狀態。
4. 自我修復技術，使系統有更高的安全性。

5. 更好的即時監控和響應。
6. 更好的電力品質，相對現今高科技產業，尤其重要。
7. 對消費者而言，電力使用和選擇更方便。

The Worlds energy related CO₂-savings according to the 450 policy scenario relative reference scenario
 Källa: IEA, World Energy Outlook 2009

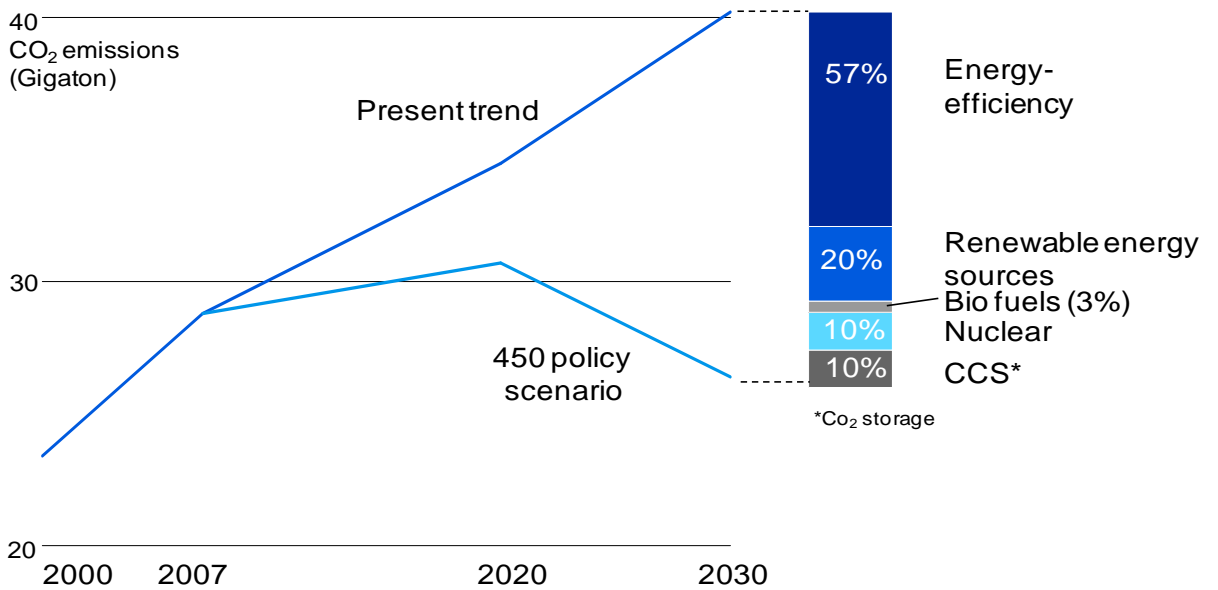


圖 1.3 2000~2030 年執行減碳策略趨勢

1.3 智慧電網特色與關鍵技術

主要特色：

1. 自我療癒：智慧電網定期自動檢測，使電網保持可靠性、安全性和良好的電力品質。
2. 與消費者做結合(Empowers and incorporates the consumer)：消費者與智慧電網間，更緊密的結合。

3. 提供更好的電力品質(Provides enhanced power quality)：未來會有越多敏感的負載加在電力系統中，因此電力品質必須更好。
4. 容納不同的發電類型(Accommodates a wide variety of generation options)；智慧電網將容納不同的發電類型組合，因此需要一個互連，且雙向能源流動的電網。
5. 充分的使用電力市場(Fully enables electricity markets)：建立完善的電力交易平台，讓消費者自行選用。

關鍵技術：

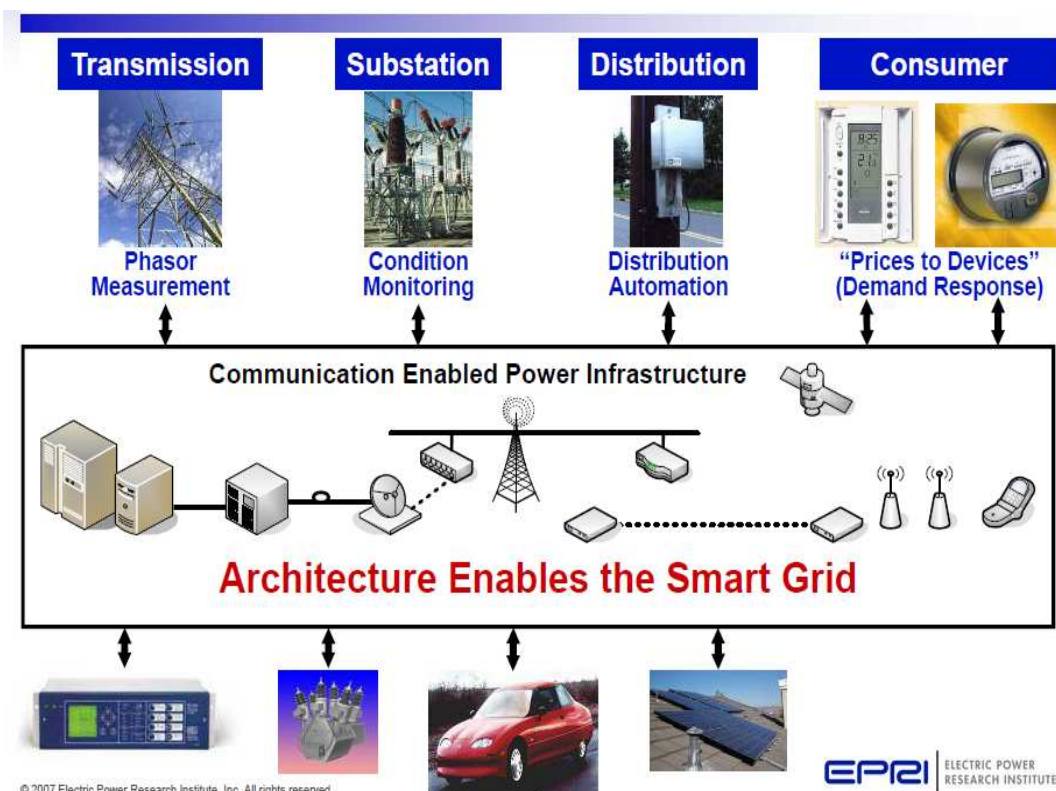


圖 1.4 EPRI 建議之智慧電網發展藍圖

圖 1.4 為 EPRI 建議之智慧電網發展藍圖，智慧電網立基於大量數位化通訊、監控等領域之關鍵技術，這些技術可區分成下列領域：

- Integrated Communications：跨網路的整合通訊技術
- Advanced Control Method：先進的控制方式
- Sensing , Metering and Measurement：感測、讀表及量測
- Advanced Components：先進的電力設備及電網元件
- Improved Interfaces and Decision Support：決策支援及人機介面

(1)跨網路的整合通訊技術

高傳輸速度、雙向(two-way)且無縫(seamless)的跨網路通訊技術是架構現代化智慧電網之基礎，而透過此一整合通訊技術，將使智慧電網具有動態、互動式電力交易且能處理上百萬筆即時資訊。而通訊技術除能營造出隨插即用(plug and play)的環境，同時也能保障電網網路中相關感測器、控制儀器、調度中心、電驛保護系統及用戶端之安全性。新技術為：

a. Internet 2:

Internet 2 是下一代高速網路的骨幹，IPv6 的 IP 地址擴展計畫，每段至多 4 碼，6 個字節，可以應用於電力線(BPL)通信上。

b. 乙太光纖網路 (Ethernet over Fiber):

乙太光纖網路進一步利用光電技術，更佳地利用現有頻寬，以便

有效地提供許多互動服務。

c. 電力線 (BPL):

電力線頻寬為 2-50MHz，穩定的數據傳輸為 20Mbps ~100Mbps。

電力線標準目前正在研制中，距離實務商業應用還須一段時間。

d. 4th Generation (4G) WiMax:

WiMax 長途通信可達 10 哩，而在美國某些 30 哩之外的實驗數據傳輸速率為 75 Mbps。為了使其能夠成為輸配電系統的通信骨幹，

WiMAX 通訊支援 WiFi 應用於變電所或配電自動化。

e. 3rd Generation (3G) Wireless Voice and Data:

第 3 代無線通訊應用現有的通訊技術，其覆蓋範圍大，技術較為成熟。

f. Zigbee / WiMedia / MiFi-Wireless:

ZigBee 使用跳頻擴頻的無線技術，提供可靠、低速、低耗電和預防各種干擾。而 WiMedia 提倡一種超寬頻的規格。

(2)先進的控制方式

現今的控制程式多為以電腦為基礎之演算法，透過相關電力監控設備或電網基礎元件取得所需資料，於事故發生或系統需要調度時，經由這些演算方式處理分析，做出可能的預測，電網也能自主性決定最適當的解決方法，提供運維人員或管理人員參考。同時這些控制程式也同時支援各類型的應用，包含分散式電源、需量反應調度、

配電自動化、無人化變電所、市場價格及視覺化(visualization)操作系統等。此外，也可與資產管理程式及技術進行整合，藉以最佳化電網整體營運。

(3)感測(Sensing)、讀表計量(Metering)及量測(Measurement)

現今的感測、讀表計量及量測技術已數位化，且多運用雙向通訊技術，不但可處理各種的”輸入”資料，如電價訊號、時間費率(Time-of-Day Triff)、區域性輸電組織(Regional Transmission Organization, RT0)、紓解擁塞…等，也可協助處理如即時用電資料、電力品質及各種電力參數…等”輸出”資料。

(4)先進的電力設備及電網元件

運用材料技術、奈米級科技、先進數位化設計…等新科技所設計或製造的電力設備及元件，將是下個世代的智慧電網之利基。新世代的智慧電網可藉這些技術提供用戶更可靠的供電，同時透過即時診斷功能，可大幅提高電網之效能。而這些科技可應用於包括超導輸電電纜(Superconducting Transmission Cable)、故障限流器(Fault Current Limiter)、合成導體(Composite Counductor)、彈性交流系統(FACTS)、分散式電源…等領域。

(5)決策支援及人機介面

隨著科技及用戶特性之改變，現代輸電網路管理人員遇到事故時的

處理時間，已進步到以”秒”計算。智慧電網可透過先進的設備及應用，協助運維人員及系統管理人員，同時也利用人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)來支援並管理人機界面、決策支援系統、半自主性代理程式(Semi-autonomous agent software) …等，讓智慧電網同時可以扮演知識工作者的角色(Knowledge Worker)。

圖 1.5 是五大相互關聯的關鍵技術領域，其中綜合通信是一項基本要素，將其他四個領域聯繫在一起。

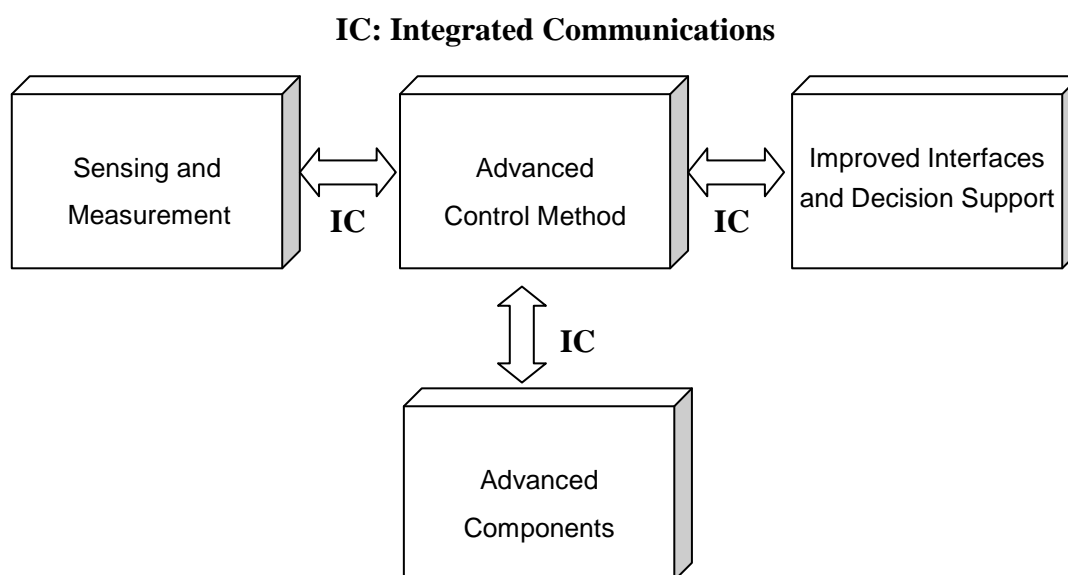


圖 1.5 五大關鍵技術領域的相互關聯性

1.4 各國智慧電網發展

1.4.1 歐盟

- 由 National Technical University of Athens (NTUA)所領導的研究團隊主導 Smart Grid 計畫，其他歐盟國家的研究單位(德國 ISET、英國曼徹斯特大學等)陸續加入。
- 歐盟委員會於 2009 年 1 月提出總額 35 億歐元能源投資計畫，包括能源互聯 17.5 億歐元(含智慧電網 7.05 億歐元)、沿海風力發電 5 億歐元、二氧化碳捕捉與封存(CCS)12.5 億歐元。
- 歐盟 EC Electricity Directive 宣示在 2020 年時再生能源裝機比例要達到 20%;且要求在 2020 年需滿足 80%的用戶使用智慧電表。

1.4.2 美國

- EERE(Energy Efficiency and Renewable Energy)*在國家型科技藍圖 Grid 2030 規劃下，於 1999 年成立 *CERTS(Consortium for Electric Reliability Technology Solutions)*。
- 2009 年振興經濟方案，200 億美元直接投入能源效率與再生能源相關計畫、110 億美元用於美國配電網升級規劃。

● *IEE(Institute for Electric Efficiency)* 2010 年 9 月估計全美國於 2020 時智慧電表裝設總量達 6,500 萬台，約 50% 用戶。

● 美國國家標準與技術研究院 (NIST) 於 2010 年 1 月發布「*NIST Framework & Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0*」的智慧電網標準架構。

1.4.3 中國大陸

● 2009 年底國家電網公司於南京興建智慧電網科研產業基地，包括 1 個智慧電網研究中心和 8 個研究所、10 個研發實驗室(建置時程預定 3 年)。

● 以超高壓電網為骨幹網架，各級電網協調發展，成為具有資訊化、數位化、自動化、互動化特性的智慧電網，2009~2010 年規劃試點(500 億人民幣)；2011~2015 年全面建設(2 兆人民幣)；2016~2020 年建構統一的“堅強智能電網”(1.7 兆人民幣)。

● 2020 年再生能源裝機容量將達 600GW，佔總裝機容量 35%(總發電量 27%)，風力發電 150GW，太陽能發電(PV) 20GW。

1.4.4 日本

- *NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)* 推動微電網試驗計劃(青森、愛知、京都、仙台)。
- *TIPS(Triple I Power System)* 研究計劃:短期開發自發性需求配電系統，中期包括需量反應、ICT、資產管理、系統穩定度研究，長期為次世代電網 ICT 整合、需求/供給之整合與系統停電風險之最小化等。
- 太陽能發電於 2020 年達 28GW，2030 年將達 53GW(總裝置容量 20%)。

1.5 如何規劃智慧電網

美國能源部所屬的國家能源技術實驗室(NETL)，負責美國在能源及環境方面之研究發展，組成 MODERN GRID 小組，其意義等同智慧電網小組，MODERN GRID 小組為聖地牙哥電力公司規劃智慧電網計畫，為達成設定目標及效能，研究小組開發了一種新的建置程序，如圖 1.6 所示，其中包括以下六個步驟：

- (1) 目標選定：建立一個假設情境，詳細瞭解該地區未來可能的經濟，負載管理和技術的趨勢。
- (2) 現狀評估：評估現有的能源基礎設施和暨有之電網狀況。

(3)未來發展：比較現況與未來的智慧電網情境，以確定技術、管理和用戶系統的差距(Gap)。

(4)效益分析：在計畫佈建智慧電網前，先進行成本效益分析。

(5)核心技術確立：電力公司必須要針對自身發展出的優勢技術，評估後選出核心技術。

(6)建議實施計畫策略，包括短期的示範項目。

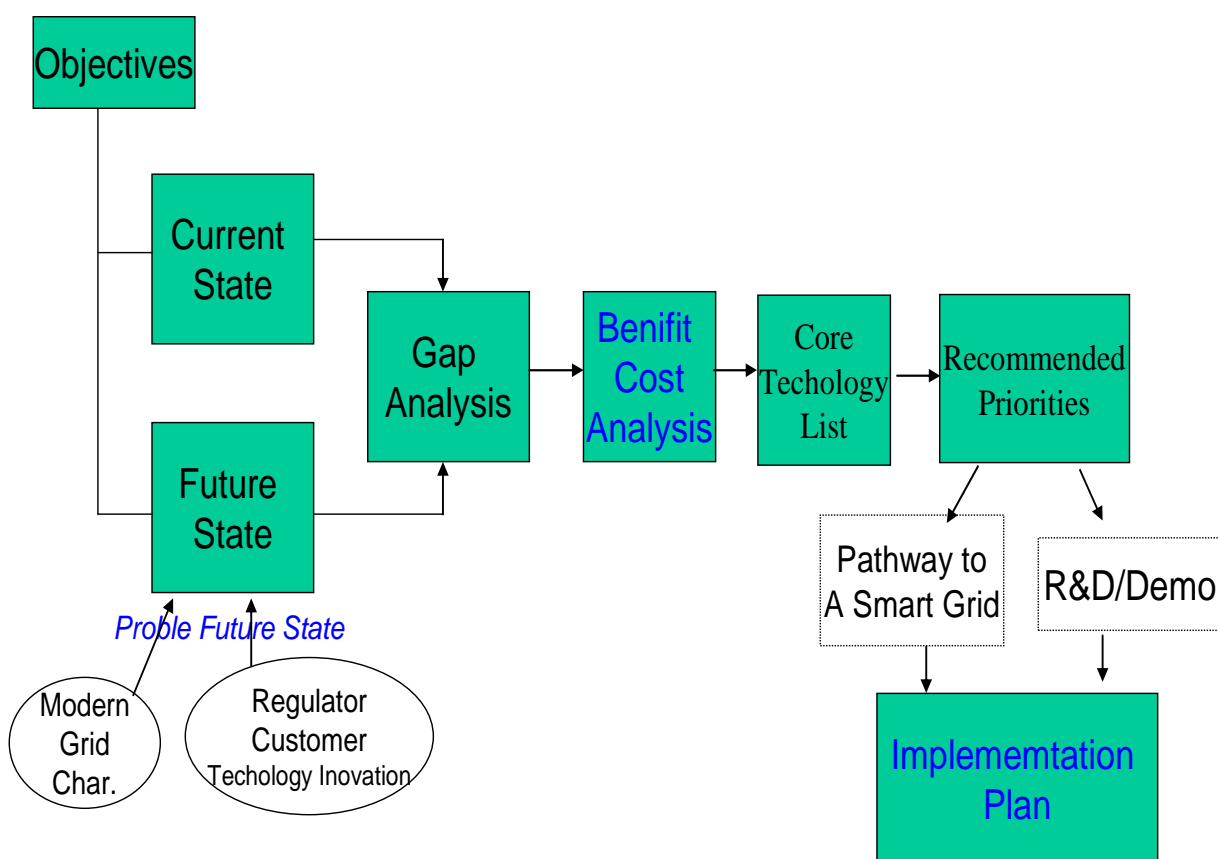


圖 1.6 Smart Grid 規劃程序

MODERN GRID 小組設定之智慧電網，具有以下功能：

- 發生緊急事故時，電網能在事故影響供電服務前，偵測及定址 (address) 事故發生位址。

- 保護電驛只為保護系統最後一道防線，而非如現今大部分電力公司多靠保護電驛來保護供電系統。
- 電網能針對區域及全系統輸入進行回應，同時蒐集更多系統端問題。
- 電網整合廣域量測、高速通訊、進階診斷及回饋控制等技術，在停電或系統發生擾動後，迅速恢復到穩定狀態。
- 配合系統負載情況，電網能自動調整保護設備。
- 電網可重新規劃電力潮流(Power Flow)、改變負載模型(Load Pattern)、改善輸電線路電壓分布(Voltage Profile)，同時在偵測到事故的極短時間內，提供運維人員解決方案。
- 允許負載及配電端參與系統運轉。
- 提供運維人員更先進的視覺化操作模組。

MODERN GRID 小組設定之智慧電網，可帶來以下利益：

- 電網本身具有可自動運轉、估算維修時程、自我療癒、減低事故並增加資產運用等功能，因此在節省成本上有很大助益。
- 可降低停電次數及區域性電力擾動，當擾動發生時，也可減少恢復供電時間。
- 電網可提供系統操作人員更即時監控資訊。
- 對供電品質敏感的企業及其設備，提供高品質之電力供應。
- 在管理日常用電及電費控管方面，可提供用戶更多的新選擇。

- 利用”隨插即用”(Plug and Play)技術，整合控制系統、電力設備及各種分散式電源。

基於目前與未來狀況的差距分析，研究小組開發了一系列改善措施，如果整合起來實施，將可將聖地牙哥地既有電網升級為一個智慧電網，這些措施將做為成本效益分析、計畫實施（項目排序）和示範項目等等的基礎。

這些改善措施共26項，依五大關鍵技術領域整理歸納。這些被選定的技術，彼此形成一個綜合系統，必須放在一起評估，如果只偏重於一個或兩個關鍵技術領域，其效益將大為降低。

由於在幾年間同時進行26項改善計畫將是複雜的並可能無法實現。此外，一些改善措施會相互抵觸。為了減少複雜性並達到可控制的數量，透過篩選機制，以確定每項計畫的價值，彼此如何銜接以及如何執行，最後選定13項改善計畫。

針對13項改善計畫最後建立一個優先次序名單，它考慮到最需要的商業案例戰略，以及如何做系統整合，實現所期望的結果。

此外，技術成熟度、資本需求和部署的時程也影響到改善措施之排序高低。另因13項改善措施均是多年性質計畫，故整體規劃非常重要，以確保優先項目之順序，13項改善措施的優先次序如表1.1所列。

表 1.1 13 項改善措施的優先次序

順序	原編號	Improvement Name 改善計畫名稱
1	7	Ethernet over Fiber
2	9	4G WiMAX Fixed - Private Wireless
3	25	Distribution (Feeder) Automation
4	14	Advanced Visualization Methods (POM, ROSE, FFS, OPM, etc)
5	1	GATECH IPIC Dynflo distributed series impedance sensors
6	2	I-Grid Monitoring System (by Softswitching Technologies)
7	11	Zigbee / WiMedia / WiFi - Wireless
8	21	Advanced Grid Control Devices
9	5	Consumer Portal
10	19	Advanced Energy Storage Systems
11	17	DER-based Microgrids
12	12	Semi-autonomous Agents
13	23	Agent and Multi-Agent Systems

表1.2顯示此13項改善措施估計實施時間。在技術過程中遇到的困難和拖延無法反映在此時間表中。

表 1.2 13 項改善措施序估計實施時間

順序	原編號	改善計畫名稱	實施時間
1	7	Ethernet over Fiber	2007-2009
2	9	4G WiMAX Fixed - Private Wireless	2007-2009
3	25	Distribution (Feeder) Automation	2007-2011
4	14	Advanced Visualization Methods (POM, ROSE, FFS, OPM, etc)	2007-2009
5	1	GATECH IPIC Dynflo distributed series impedance sensors	2009-2013
6	2	I-Grid Monitoring System (by Softswitching Technologies)	2012-2016
7	11	Zigbee / WiMedia / WiFi - Wireless	2007-2010
8	21	Advanced Grid Control Devices	2007-2011
9	5	Consumer Portal	2008-2012
10	19	Advanced Energy Storage Systems	2008-2014*
11	17	DER-based Microgrids	2009-2013*
12	12	Semi-autonomous Agents	2009-2011*
13	23	Agent and Multi-Agent Systems	2007-2013*

*如果當時的科技尚無法配合，本進度可能延遲。

** 屬 Integrated Communications 關鍵技術領域之順序編號：1、2、7。

屬 Advanced Control Methods 關鍵技術領域之順序編號：3、13。

屬 Improved Interfaced and Decision Support 關鍵技術領域之順序編號：4、12。

屬 Sensing and Measurement 關鍵技術領域之順序編號：5、6、9。

屬 Advanced Components 關鍵技術領域之順序編號：8、10、11。

1.6 智慧電網小結

總括智慧電網三大驅動要素為：

a. 社會對供電可靠度與供電品質的要求不斷提高

由於輸配電網路的基礎建設持續老化而威脅到供電的安全、可靠度、與品質，因此唯有透過改善監控、自動化、資訊管理的改善才能達成供電可靠度的明顯改善。

b. 溫室氣體與氣候變遷的環境問題

環境問題已推向電業營運面臨的前線，因此如何解決溫室氣體與氣候變遷的環境問題就會有許多偏重於再生能源、較接近於終端耗電、偏重於依賴需求面管理與分散型發電及再生能源及儲能裝置構成的微型電網(micro-grid)管理。

c. 營運的卓越

針對營運效率改善計畫每家電業普遍面臨的問題為必須處理工作人力老化與基礎建設持續老化問題，此時解決之道必須將傳統上純粹依賴以工作義務為基礎的營業實務知識傳承來營運電力網路，轉變成以系統化的知識管理(Systems-based Knowledge Management)來解決人力老化與基礎建設資產管理的難題。

智慧電網會不會成功現在還無從得知，不過世界各國都在建造智慧電網，可見智慧電網的架設，是現在的趨勢。電業面對低碳時代及燃料價格高漲，智慧電網是不可或缺的解決方案。

新興技術帶動智慧電網快速發展，電力市場未來將有更多的改變與成長率；但同時也提高消費者之電力自主性(自行發電與電源管理)用以挑戰公用電業之市場獨佔地位。電力市場將從以電力銷售為主的營運模式，轉變為提供多元化的服務與以「解決問題」為基礎的用戶關係。

不同的國情，會對智慧電網有不同的定義和期待，智慧電網之推動，不能全盤抄襲，須考量國情及成本效益，發展出適合台灣之智慧電網。

第二節 太陽光電併網

2.1 前言

隨著節能減碳及提高能源使用效率，分散型電源近幾年在國際之發展備受重視。由於分散型電源特性，其一般均併接於較低電壓等級之電力系統，尤其以併接於配電系統為主，然因配電系統強度相較於輸電系統等級為低，且台灣地區之配電系統為單方向電源設計特性，又因配電饋線直接引供一般用戶，併接後之電壓變動將直接影響用戶及用戶對電力公司供電品質之滿意度，因此併接系統後之問題有需要

進一步瞭解與檢討。

在全球許多地區，分散型發電被認為在未來三十年將大幅改變電力網路架構，而其中太陽光電分散型發電系統，不論是與建築物結合或以集中方式設立，將會有快速的成長。在過去二十年中，許多分散型發電系統已加入配電網路中，國內現行之分散型再生能源以風力發電及太陽光電為主，尤其太陽光電受到政府獎勵補助裝設及再生能源發展條例通過後，政府公告之優惠躉購費率，近年來快速大量增加，太陽光電電池(Solar Cell)是以半導體製程的製作方式做成，其發電原理是將太陽光照射在太陽電池上，使太陽電池吸收太陽光能透過 P 型及 N 型半導體使其產生自由電子(負極)及電洞(正極)，同時分離自由電子與電洞以形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器，一般均需加裝直/交流換流器及相關保護裝置 (Inverter，以下簡稱電力調節器)，將直流電轉換成交流電後，再供電至家庭或工業用電。

鑑於併聯型太陽光電系統在技術上已趨成熟，發電形態亦符合國內需求，在夏季用電尖峰負載最大之際，系統恰能提供最大的電力輸出，而且可裝置於一般住家屋頂，值得在國內大力推廣。本公司為配合政府政策及推廣併聯型太陽光電系統，也於 98 年 12 月 31

日發布再生能源發展條例通過後之併聯規範—「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」，讓太陽光電系統與本公司網路併聯有所依循。然因併聯型太陽光電系統在國內各項相關法規亦非十分完善，故太陽光電系統業者於申請併聯時仍有諸多問題，經過政府、本公司、業者代表及工研院多方溝通後，已逐漸克服。

併網型太陽光電發電系統為現今先進國家之主流，其中又以家用與商業用途為主，而大型集中式太陽光電發電系統仍佔少數，目前於德國、日本及美國等均已具有 MWp 級以上之太陽光電發電系統設置案例，本公司亦在現有廠房土地，建造 MWp 級以上之太陽光電發電系統，共同促進國內太陽光電系統之發展。而現行國內設置併網型太陽光電發電系統，必須向台灣電力公司提出申請，並依據「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」進行審查，通過後核發併聯同意書。由於併聯情況問題種類繁多，相關未盡事宜，業者與電力公司應妥善協商，才能共同促進國內再生能源之發展。

2.2 太陽光電系統基本分類

一般依太陽光電系統依儲能型態可分為獨立型系統、混合型系統與市電併聯型，通常包括太陽電池陣列、模板支撐架、直流接線箱、直/交流轉換器(電力調節器)、變壓器及交流配電盤等，其中電力調節器將太陽電池陣列之直流輸出電力轉換為交流電力輸出，具

有與本公司電網併聯發電的功能，並具輸入端太陽電池陣列之最大輸出功率追蹤(Maximum Power Point Tracking, MPPT)能力與保護功能等，一般內建於電力調節器之保護功能包括過電壓、低電壓、低頻、高頻及預防單獨運轉(或稱孤島效應)之檢出功能等，具備單獨運轉偵測能力是一項重要需求，當發生單獨運轉現象時，應立即檢測出此狀況且立即停止供應電力，以免造成設備損壞及安全上之問題，目前國內外相關法規或準則要求當單獨運轉發生時，發電設備應立即與電網解聯，為了達成這項要求，發電設備必須具備偵測單獨運轉之能力。

獨立型系統適用於電力網不及之偏遠地區，然而由於太陽非 24 小時照射，所以需要輔以蓄電設備太陽光電系統才可能全天候持續供電，並提高系統持續供電能力。

混合型系統則是獨立型系統配置輔助發電機系統，太陽光電系統與燃料發電機合併使用，成為混合型太陽光電能系統。

市電併聯型系統，則將市電網路視為一個大型能量儲存系統，太陽光電系統將太陽能轉換之電力，若未能於負載端完全消耗時，則將多餘之電力送上市電網路，售予電力公司；反之，當太陽光電系統所轉換之電力無法提供負載正常運轉所需時，則由市電（電力公司）網路供應不足之電力。台灣地區在政府及本公司的努力下，

除少數特殊偏遠及離島外，供電普及率已接近百分之百，除少數特殊需求外，較少設置獨立型太陽光電系統。再者，基於成本及維護考量，除有特殊目的外，混合型太陽光電系統也少有設置。台灣地區日照充足，發展與市電併聯型之太陽光電系統，有助平抑市電網路尖峰與離峰差異過大之問題，而太陽光電系統設置者亦可將轉換之電能售予電力公司，對政府、設置者、電力公司形成多贏效果，本公司將在政府政策指導下進一步配合併網連接。

2.3 國外電力公司對太陽光電系統併接配電系統經驗

歐洲六個國家(奧地利、法國、德國、西班牙、荷蘭及英國)電力公司曾對太陽光電系統併網經驗加以調查(三十五個配電公司接受調查)，試圖瞭解傳統電力設計及運轉者所關心的問題及他們對未來發展之看法。該六國的太陽光電系統裝置容量占全歐盟 98%，以下針對太陽光電系統電力調節器與配電網路的可能相互影響，主動濾波器的使用模擬，共同經驗及一些相關的差異做一概要說明。

2.3.1 對太陽光電分散發電系統的技術評估

●諧波問題

對於諧波污染的問題，幾乎所有國家均有顧慮，但只有幾個實驗結果證實會有問題，特別是在大型太陽光電系統加入時。諧波污染普遍被認為應加以評估，雖然大部分國家如此認為，但在具最大

太陽光電系統裝置容量的德國卻又似乎認為不需要加以憂慮。許多受訪電力公司對於將太陽光電系統以「主動濾波」的運轉方式降低市電既有之背景諧波很感興趣，特別是在市區拼接的三相太陽光電系統，其對三次及五次諧波可能有抑制的效果。

●電壓調節

因太陽光電系統所造成之電壓調節問題，目前除於系統較弱地點拼接大容量太陽光電系統外，並沒有受到很大的關注。許多國家認為未來在配電系統中，特別是郊區或系統較弱地區拼接大型太陽光電系統，在電壓調節上將可能造成問題。目前配電系統常用的電壓調節設備，不論是主動或是自動之電壓分接頭調節器、電壓調整器等均可對雙向電力流動做適當的電壓調節。對於太陽光電系統過電壓的規範，大部分國家認為目前 5-6%是足夠的。奧地利則希望放大到 $\pm 10\%$ ，而目前 EN50160 對用戶電壓範圍的規定是 $\pm 10\%$ 。調查結果顯示受訪各公司對利用太陽光電系統參與電壓的調節均有高度興趣。

●配電系統異常情況下之系統調度

大部分國家認為因為太陽光電系統的加入需有特別規範，一些國家希望若能對分散型電源直接控制，則可在異常情形下有更主動的控制。法國認為太陽光電系統可提供配電網路一些支援，若其能

參與調度以穩定系統則可避免大區域停電。大部分國家並不擔心因太陽光電系統加入而造成電網保護功能的失誤。

●太陽光電系統接地

對此問題，目前及未來各電力公司均認為不會有問題，分散式電源技術應可滿足相關規範的要求。

●非計畫性系統單獨運轉(unintentional islanding)

就太陽光電分散型發電系統而言，電力公司並無此顧慮，目前設備對單獨運轉偵測的相關規定已足夠，西班牙及英國認為針對未來大型系統的拼接，單獨運轉的問題應加以注意。 奧地利及德國認為有需要以主動式方式偵測太陽光電系統的單獨運轉情況，其他國家則認為不需要。

●電力調節器之電磁相容問題

一些國家對數個電力調節器同時運轉時可能造成之電磁相容問題產生顧慮，但大部分國家認為目前之相關規定已適用。

●外部解聯功能

大部分國家對以遠距方式藉由自動開關對大型太陽光電系統解聯之功能感到興趣，德國在異常系統情況下以自動而非遙控方式進行解聯，對大於 30kVA 之太陽光電系統需要有可由電力公司以人工方式操作之開關。部分電力公司則要求為保護高壓輸電系統，可

對大型太陽光電系統進行遠距輸出容量的分段式控制，以配合未來含分散型電源之主動式配電系統管理。

●與系統恢復併聯

與系統復聯之實務經驗顯示，目前太陽光電系統運作均符合對太陽光電系統在事故後與系統復聯之相關規定。

●直流電流輸出及無變壓器電力調節器使用

為避免直流電流注入系統，部分國家(西班牙、英國)不准無變壓器之電力調節器之運作，但在太陽光電系統很普遍及最有經驗的國家如德國及荷蘭，則允許這類不含變壓器之電力調節器之運作，至目前為止並沒有發現問題。

●太陽光電系統併接容量限制

一些電力公司之併接容量上限依系統情況而定，有幾個國家在低壓系統以 33% 到 75% (中壓系統至 50%) 變壓器容量為上限規定，大部分公司認為市區系統較強，因此其併聯容量上限應高於郊區系統。

●與太陽光電系統相關之配電網路規劃、運轉及維護

許多國家在系統規劃中亦將太陽光電系統加以考慮，以確認是否符合電壓昇之相關規定。幾個國家認為只要修改目前分析軟體模型即可分析太陽光電對系統影響，不需要新的分析工具。大部分國

家認為除非有大型太陽光電系統參與主動電網管理，否則在目前的運轉規劃不需要考慮太陽光電系統影響。在維護方面，許多國家以現有規定處理太陽光電系統在配電系統維護時之停機處理。未來太陽光電系統參與系統負載調度將具潛力，但因為需求面管理及相關商業條款尚未完備，目前尚未施行。

2.3.2 對分散型太陽光電系統的一般評估

●運轉經驗

在受調查的電力公司中，過去十年中未曾發生分散型太陽光電發電系統所引起之嚴重事故，從技術層面而言，一般的經驗是好的。除奧地利及荷蘭提到有關多個電力調節器造成之諧波污染問題外，在市區配電系統環境，從電力公司角度而言，太陽光電系統並不需特別的技術加以配合。許多國家對注入系統之太陽光電能量有優惠措施，但由於太陽光電發電系統市場的快速成長，漸漸衍生一些問題。例如在西班牙，這些問題包括建置大型太陽光電發電系統需有複雜行政程序、缺乏國家統一規範，加上現有電網的一些技術性限制，而在郊區拼接許多太陽光電園區” Solar Gardens”，必須採取較高成本之解決方案以滿足許多太陽光電系統併聯要求等。

●對相關規範的需求

許多國家認為太陽光電系統相關之標準需加以改進，應著重部

分包括：輸出高於每相 16 A 之電力調節器的諧波輸出限制、單獨運轉、電壓閃爍、最大併接容量、多個電力調節器之相互影響、電壓不平衡率、電力調節電容、在系統低電壓情況之安全因素等，這些需求源自於實際運轉經驗及為應付逐漸擴大至郊區之系統運轉所衍生的問題。

●研發需求

歐盟各電力公司認為需要進一步研究項目為：單獨運轉、諧波輸出限制、多個電力調節器之相互影響、最大併接容量、功率因數調節、輸出預測、電壓閃爍及考慮太陽光電發電系統之主動配電網路管理等。

2.4 美國太陽光電併網處理經驗

●作業時程

加州各電力公司從用戶申請到補貼付款平均需費時 117 至 135 天：申請案件審查 8 至 49 天、安排現場檢測 1 至 3 星期、現場檢測時間 0.5 至 2 小時(非住宅用戶 0.5 至 4 小時)、太陽光電系統併連申請到授權併聯(PG&E 需 12 天、SCE 需 39 天、SDG&E 需 36 天)。

●併聯技術考量

加州州政府非常積極推動太陽光電(PV)計畫，並提供相當優渥之補貼獎勵措施，透過合格之電力調節器(inverter)連結至低壓配電網

路，且每戶所能提供之發電量約為2kW至5kW，其發電量容易受到天候變化之影響而較不穩定。因此配電系統之中長期擴充計畫，並未將PV裝置普及率納入考量。這與日本電力公司考量類似，日本太陽光電由於每戶發電容量約僅為3~4kW／戶，且發電量隨日照變化而較不穩定，目前亦未將之納入區域性負載預測。但加州對群聚式之太陽光電，一般得由新社區之開發商配合加州政府之獎勵措施提供其整體發電量，納入配電系統整體規劃考量。

當太陽光電、風力發電等併聯至配電系統時，由於其對系統之衝擊如壓降、線路容量、斷路器啟斷容量，造成配電系統必須配合加以調整，如增加線路容量、CB啟斷容量、更新保護系統等，其衍生之設備費用分攤，加州亦根據再生能源發電種類，而有不同之規定。例如太陽光電則由電力公司投資，再報請加州電力公用事業委員會(CPUC)列為電價調整，而其他種之分散式發電，原則由再生能源發電商全部負責。

南加州愛迪生電力公司(SCE)對每條饋線所拼接之分散式電源容量，若小於此饋線離峰負載之15%，則不須作審查，若超過此容量，則必須由電力公司就系統衝擊分析加以審查。為符合配電系統供電品質之要求，而所作之投資，如濾波器、虛功補償等，則由再生能源業者全部負責。

●孤島效應偵測與PV發電監測

有關孤島效應偵測，一般採主動與被動兩種偵測方式並行；主動方式是採用 PQ 法來運算判斷，以送出一訊號，再回授回來判斷是否有異常現象，而被動方式即一般的市電電壓、電流與頻率的偵測，其主要特色為：

1. 主動與被動兩種偵測方式並行，提升偵測準確性以避免誤判。
2. 在多組系統併聯運轉的情況下，亦可快速偵測孤島現象。

監測部分一般是採用 DC Current Shunt、CT、PT、…等感測元件，而非直接讀取 Inverter 的發電資料。圖 2.1 與圖 2.2 分別為 PV 系統監測點與 PV 系統監測項目示意圖。

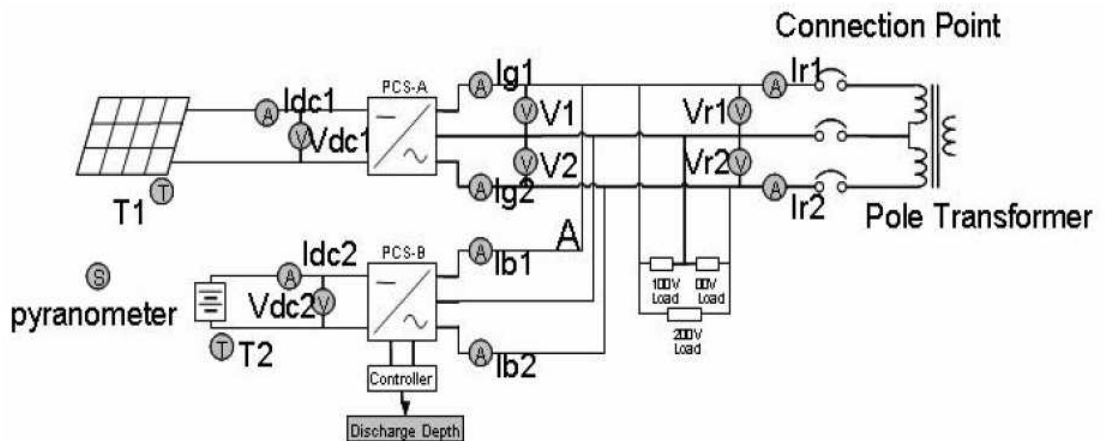


圖 2.1 PV 系統監測點

Items	Measurement
Connection point Current (Ir1,Ir2)	AC Current (rms), Phase
Connection point Voltage (Vr1,Vr2)	AC Voltage (rms), Phase
PCS-A Current (PV array) (Ig1,Ig2)	AC Current (rms), Phase
PCS-A Voltage (PV array) (V1,V2)	AC Voltage (rms), Phase
PCS-B Current (Battery) (Ib1,Ib2)	AC Current (rms), Phase
PV array current (Idc1)	DC Current
PV array Voltage (Vdc1)	DC Voltage
Battery Current (Idc2)	DC Current
Battery Voltage (Vdc2)	DC Voltage
PV temperature T1	Temperature
Battery temperature T2	Temperature

圖 2.2 PV 系統監測項目

為有效偵測 PV 發電量，一般均會在適當場所搭配使用日照計，由設置者或當地電力公司依規定安裝，日照計的原理有熱電與光電兩種方式，基本的分別方法，熱電原理是在日照計外圈有像飛碟的白色金屬，係以黑色金屬與白色金屬兩熱電位差，來判斷日照強度，而光電原理則沒有外圈的白色金屬，因其是用 Silicon Diode 的電流大小來作判斷。在特定住戶頂樓安裝的日照計，一般採用光電原理型的 PV Sensor。

●設置者與電力公司併聯責任分界點明確

參訪佛羅里達電力公司在奧蘭多地區 Cape Canaveral 設置之 10MW 大型太陽光電系統，此處和南台灣相當類似，終年陽光普照，極適合太陽光電發展，此系統共有 7 座 Inverter 轉換站，電力公司以供電為目的，利用變壓器將電壓提升至 10kV 而直接饋入鄰近工廠之高壓

用戶開關場變電站，可避免太陽光電系統對鄰近低壓用戶衝擊，如圖

2.3~圖 2.6 所示。



圖 2.3 10MWp 太陽光電廠(a)-
全景圖



圖 2.4 10MWp 太陽光電廠(b)-
升壓變壓器及 Inverter



圖 2.5 10MWp 太陽光電廠(c)-
直流接線箱



圖 2.6 10MWp 太陽光電廠(d)-
採用之西門子 Inverter

參訪田納西州由 Sharp 太陽能公司設置之 1MWp 太陽光電廠，該電廠係 TVA(田納西管理局)所轄 7 個州內最大的太陽光電廠，以供電為目的，設置者分成 4 個群組，每個群組採 260kW Inverter 轉換後合併，透過 1MVA 之升壓變壓器以高壓方式併聯引入臨近高壓配電線路，如圖 2.7~圖 2.12 所示。



圖 2.7 1MWp 太陽光電廠(a)-
Inverter 及自備併聯桿



圖 2.8 1MWp 太陽光電廠(b)-
日照計



圖 2.9 1MWp 太陽光電廠(c)-
設置者自備升變壓器及併聯桿



圖 2.10 1MWp 太陽光電廠(d)-
併聯全景示意圖

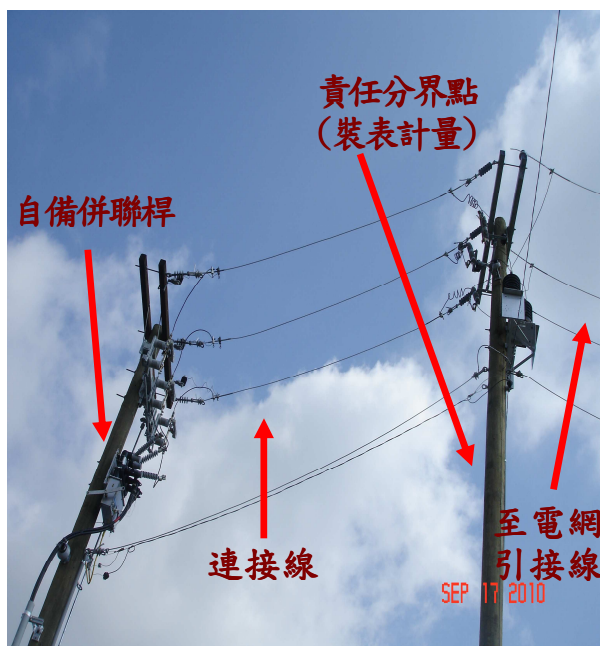


圖 2.11 1MWp 太陽光電廠(e)-
自備併聯桿及責任分界點



圖 2.12 1MWp 太陽光電廠(f)-
計量電表裝設圖

參訪 Duke 電力公司於高壓用戶 National Gypsum 工廠設置之 1MWp 屋頂式太陽光電廠，該電廠亦以供電為目的，經由 Inverter 轉換後，透過 1MVA 之升壓變壓器以高壓方式併聯引入臨近高壓配電線路併聯配電外線，並無將太陽光電產生電能併聯引入高壓用戶內線，用戶向電力公司買電及設置之太陽光電售電行為區分明確，如圖 2.13~圖 2.20 所示。

經由上述實際參訪案例，美國電力公司在處理太陽光電併聯經驗上，設置者設置之太陽光電廠產生的電能，與電力公司間之購電與售電行為切割非常明確，目前本公司亦是朝此方向進行，惟相關配套措施可參考國內外最新發展趨勢，再與時俱進檢討。

而與 Duke 電力公司 Mike Grant 經理交流溝通時(EPRI 之

Arindam Maitra 及 Chris 共陪同參與)，在 Duke 服務範圍內對用戶設置 PV 所發電能仍採以度易度觀念，並無特別收購價格。設置者設置之 PV 至電力公司電網併聯線路，由設置者自行興建，但電力公司可接受委託代辦，相關費用並向設置者收取。目前 Duke 與 EPRI 共同合作，在 CES 社區裝設儲能設備，可遙控操作 PV 發電之 Inverter。



圖 2.13 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(a) - 高壓用戶名稱



圖 2.14 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(b) - 屋頂太陽光電全景圖

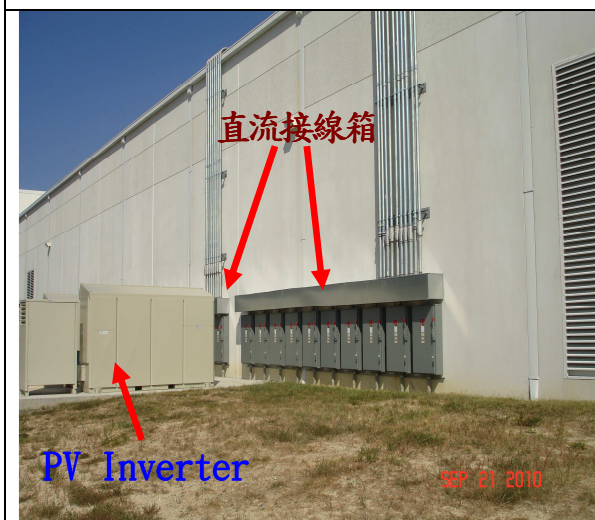


圖 2.15 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(c) - 直流接線箱及 Inverter



圖 2.16 高壓用戶屋頂 1MWp 太陽光電廠
(d) - 併聯升壓變壓器及計量電表