

行政院原子能委員會  
委託研究計畫研究報告

分散式電力系統相關經濟與產業效益分析  
**The Economic and Industrial Benefit Analysis of  
Distributed Power System**

計畫編號：992001INER062

受委託機關(構)：財團法人台灣經濟研究院

計畫主持人：左峻德

核研所聯絡人員：陳俊銘

聯絡電話：03-4711400 分機 3310

E-mail address：iemusic@iner.gov.tw

報告日期：99 年 11 月 30 日

## 目 錄

目 錄 .....	I
中文摘要 .....	1
ABSTRACT.....	3
壹、計畫緣起與目的 .....	5
貳、美國、日本、歐洲推動智慧型電力網之經驗 .....	6
(一) 美國.....	8
(二) 日本.....	17
(三) 歐洲.....	21
參、電力系統現況與面臨的挑戰 .....	30
(一) 地區性供電瓶頸.....	32
(二) 供電可靠度提升之瓶頸.....	33
(三) 溫室氣體排放抑制.....	34
(四) 電力產業發展之必要性與時機.....	35
(五) 擴大再生能源利用.....	36
肆、國內推動智慧型電力網的法規、策略與效益評估 .....	37
(一) 法規面.....	38
(二) 策略與效益.....	43
伍、主要發現與結論 .....	48
陸、參考文獻 .....	52

## 中文摘要

電力網路系統為國家重要基礎公共建設，為連結民生、產業活動之骨幹，亦為維護國家安全及基礎運作的命脈。我國之電力供應以集中式之火力發電(79%)及核能發電(17.5%)為主，但隨著電力需求成長，能源短缺及環保議題愈受重視，新能源及分散式低碳電源之導入漸受青睞；同時仰賴集中式發電之供電結構易因區域性故障之引發連鎖事故，造成電力系統全黑，且一旦集中式電廠或電網的關鍵性匯流排遭受破壞，亦影響電源供應安全。因此，以國家總體考量，電力供應結構由集中式逐漸轉為分散式為未來的發展趨勢。但是，由於再生能源及新能源發電的不穩定特性，當其併入電網之容量佔比逐步提高而達到某個程度時，自亦影響電力系統的穩定度，為解決此困難，歐、美、日正積極發展智慧型電網，可即時有效監控/調度分散式或再生式電源，降低分散式電源併網帶來的衝擊；並提高分散式電源之利用效率，更進一步改善現行的電網保護及電壓、頻率的調整機制，除適合於再生能源發電佔比之大幅提昇，亦可經由智慧型輸電保護、控制、彈性交流輸電系統以及需量反應參與電網頻率、電壓控制的有效機制，而大幅提昇電網的自癒、反應能力，避免電網因連鎖事故引發的大規模停電。

本研究首先說明美國、日本、歐洲等國推動智慧型電網之背景、

相關研究計畫、推動策略及時程規劃；然後分析建置智慧型電網所需之相關技術與產業關聯性；繼而描述我國電力系統現況與面臨的挑戰並分析國內智慧型電網的技術現況；進一步提出國內推動智慧型電網所面臨的法規面問題、推動的策略及其效益。

## **Abstract**

The power networks system is the crucial public infrastructure of a country. It not only plays an important role in daily and industrial activities, but defends national security and basic functions. The power supply of Taiwan is mainly composed by fire power plant and nuclear power plant (the former stands for 79% of general power generation, the latter stands for 17.5%). However, as the growth of power need, the issues such as energy shortage and environmental protection have been emphasized more and more. New energy and decentralized power supplied system have become more and more favorable, while the dependence on decentralized power supplied system may easily cause chain reaction cascaded fault led by regional malfunction, and would result in chain blackouts. As long as centralized power supplied systems or critical bus of power grid are damaged, the security of power supply will be influenced as well. Therefore, from the national-macro perspective, the gradual change from centralized power supplied system to distributed power supplied system has been a future trend. Nevertheless, due to the instability of power generation by renewable energy and new energy, as the proportion of them integrated to power grid elevates to some extends, the stability of power system would be effected. In order to solve the problem, European Unions, United States, and Japan have been working on the development of smart grid vigorously, which can monitor and dispatch distributed or renewable power supplied

system immediately and effectively, as well as abate the strike causing by the merge of distributed power supplied system and raise the efficiency of distributed power resources. Moreover, it will improve the current adjust mechanism of electric grid protection, voltage, and frequency, elevating the reacting and self-curing ability of electric grid, avoiding the large-scale power failure causing by the chain cascaded fault.

This research firstly indicated the background, related projects, strategies, and the timetable of the promotion of smart grid in USA, Japan and Europe; it then analyzes the related techniques and industrial relatedness of the construction of smart grid; moreover, it illustrated the current situation and the challenge of the electric system of Taiwan and analyzes the present situation of domestic smart grid system; finally, it provides the legal problems, promoting strategies, and the benefit of the promotion of smart grid in Taiwan.

## 壹、計畫緣起與目的

導入潔淨之分散式電源及提高電力網效率為我國既定之能源政策及發展重點。2004 年第七次全國科學技術會議中經濟部能源局擬定之未來分散式發電近程目標及長程發展為：於 2010 年建立系統保護、電力調節技術、電力品質改善技術、孤島效應保護技術；2020 年建立相關標準法規、費率及營運模式、系統保護、運轉調度技術及儲能技術。2005 年 6 月全國能源會議結論「3.3 發展綠色能源」中規劃「持續推動以優惠電價方式鼓勵設置風力機組、太陽光電系統、生質能、小水力及地熱發電，推動 2010 年達成再生能源佔電力系統發電總裝置容量 10%，2025 年佔 12%」，「2.2.2 提高能源效率」中規劃「改善電網結構，提高輸配電能力，與力求電力區域供需平衡，改善輸電線路損失」。另於 2006 年能源政策白皮書中亦載明，為能進行電力部門二氧化碳減量規劃將加強推廣汽電共生系統與無碳之再生能源等分散式能源，並藉由改善輸、配電設備與系統，提升輸、配電能力，以減少不必要之電力損失，減少發電燃料之使用。另在供電品質要求提昇上，未來將分兩方面進行。在輸電系統方面，檢討現行的輸電系統規劃準則與規劃機制，研擬合理的電網架構。在配電系統方面，推動配電自動化系統，以減低事故停電時間。均述明我國電源開發及電網結構改善之發展方向。我國現有之供電系統以集中式電源為主，佔 96.5% 以上，且輸配電結構以單向輸配、

單向調控為主，缺乏雙向監控及分散式電源、需量反應等之導入機制，限制了分散式電源的發展。因此亟需開發具即時監控/調度、雙向回饋機制及高速大容量運算能力之電力監控系統以搭配逐步擴大之再生能源/分散式發電容量佔比，作為未來電網結構升級之系統架構參考。本研究從需求面、技術面與產業面等觀點，評估如何藉由資通技術投入「新世代智慧型電力網管理系統」研發。

## 貳、美國、日本、歐洲推動智慧型電力網之經驗

隨著能源短缺、價格飆漲問題發生及環保意識之抬頭，供電、可靠度、輸配線路擴充、溫室氣體排放以及電業自由化與各類電力科技快速發展等趨勢，世界各國之電源供應系統逐漸由集中式電源朝向分散式電源發展，漸推廣其靠近用戶端且容量小之分散式電源及引進新能源，作為傳統大型集中式供電系統之輔助性及替代性電力。丹麥、德國等先進國家之分散式電源比例均提升到 20-40% 以上，中壓及低壓電網由被動式用電轉為主動式供電網路，其電源管理系統也從既有的電網架構升級，整合資通、遠端監控、需量反應等發展智慧型電網平台技術(如圖 1)。大體而言，分散式發電系統的普及端看各國的政策目標、供電可靠度要求、法規配套、市場狀況與技術限制而定。



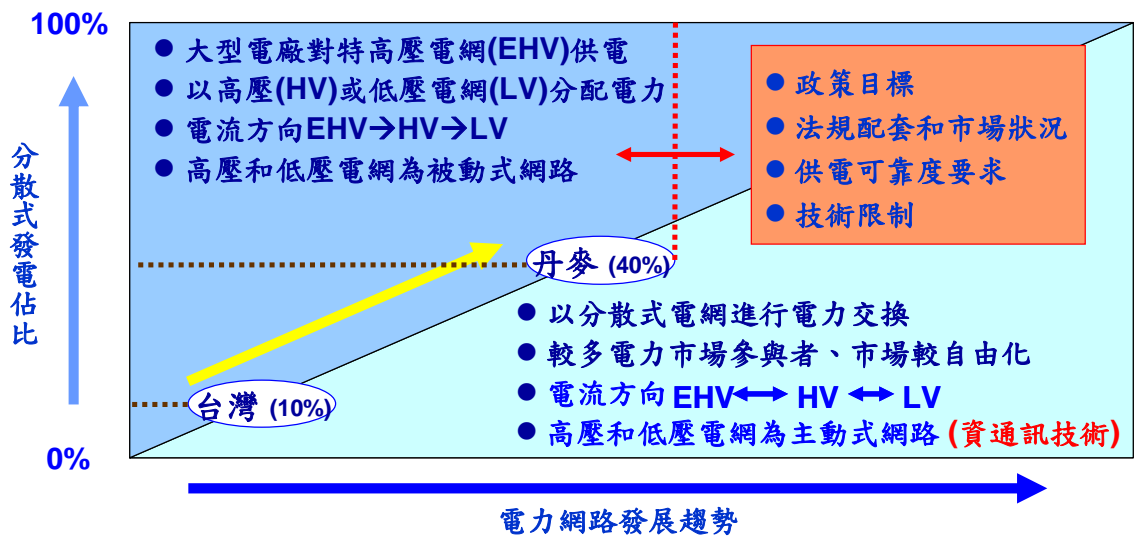


圖 1、國際分散式發電及電網發展趨勢

傳統大型電廠的電力潮流係固定從特高壓電網、高壓電網而後至低壓系統，因此高壓和低壓電網為都屬於被動式網路。未來的電網在配電網先進行區域內的電力交換，若有剩餘或不足電力則在區域間進行交換，電力潮流方向不再固定。由特高壓流向高、低壓，因此智慧型電網的分散式控制流程係由下而上的調度、控制流程，此有別於傳統電力網的集中式控制流程。換言之，加入分散式電源後，電力潮流、饋線保護及監控方式均不同現行架構(圖 2)。因此，未來需要有別於過往的電力技術，以滿足未來電力網的需求。

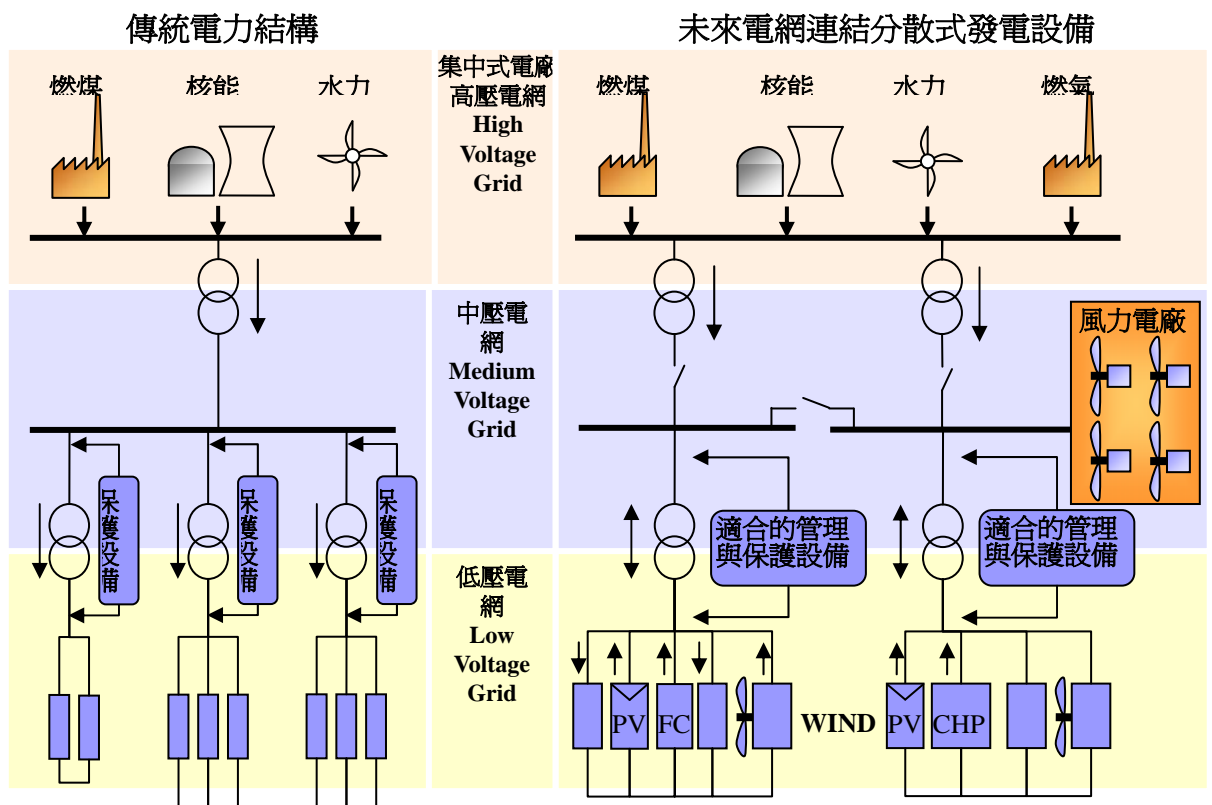


圖 2、傳統電網監控方式與未來電網(內含大量分散式電源)監控方式之比較

### (一) 美國

2002年8月14日16時10分發生美加地區大停電，此為人類史上最大的停電事件，在僅僅數秒鐘間癱瘓了美加兩個先進國家部份的電力系統。造成美國八個州和加拿大兩個省約50萬用戶停電，共失去61,800MW的電力。事故期間有100部以上的發電機(含22部核能機組，其中八部位於美東地區)跳機。有鑑於此美國首先針對備用電源與緊急電源等多數分散式電源，提出以通訊網路及軟體等構成之控制、管理平台，解決大規模停電之累積風險，實施在電力負載中心建立一些相對小型

的“分散式電源”（Decentralized Electricity Station , DCES）的措施。現階段在用戶側以微型電力網(micro-grid)為主，使用多種能源、多點、小規模分散型電源(500kW 以下)，並結合電力儲存裝置，主要提供地區型電源。圖 3 為美國聯邦政府、州政府及地方私有部門協力提出涵蓋政策法規、願景/運作模式、系統整合及技術前瞻研發等面向之 Smart Grid 相關計畫。

由電力研究院(Electric Power Research Institute, EPRI)主導的 Intelligrid 計畫，主要著重在發展 Smart Grid 所需的控制軟體架構及分散式控制系統之介面設計、維護與改善技術。其策略、制度等研發成果已由 Southern California Edison、Long Island Power Authority、Electric de France 及 New York Power Authority 所採用。

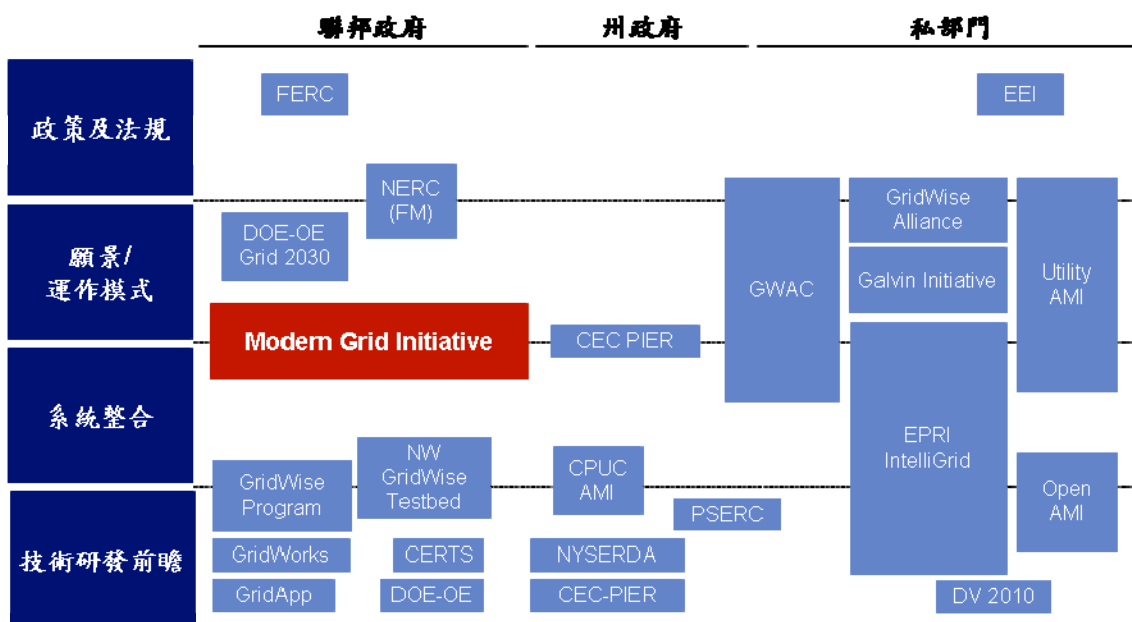


圖 3、美國各級部門 Smart Grid 之相關計畫投入與分工 (資料來源：DOE – NETL, 2007)

Intelligrid 自 2001 年起挹注約 2000 萬美元(約新台幣 6.6 億元)進行電力設備與智慧型設施整合的相關研究，其願景為：使用通訊、運算及電力電子技術建構具有可自癒和具適應性、用戶可參與市場、有效運用資源與設備、能預測並防止突發狀況、可跨越區域和組織的分界、整合監測、控制、保護、維護、調度中心系統、需量管理系統、電力市場和資訊科技及遭受攻擊時能確保安全等特性。IntelliGrid 係電力設施與智慧型設施的整合(如圖 4 所示)。其應用包括即時模擬與事故分析、分散式電源與替代能源、大區域自癒保護系統與孤島運轉、資產管理與線上設備監測、需量反應與即時電價等。

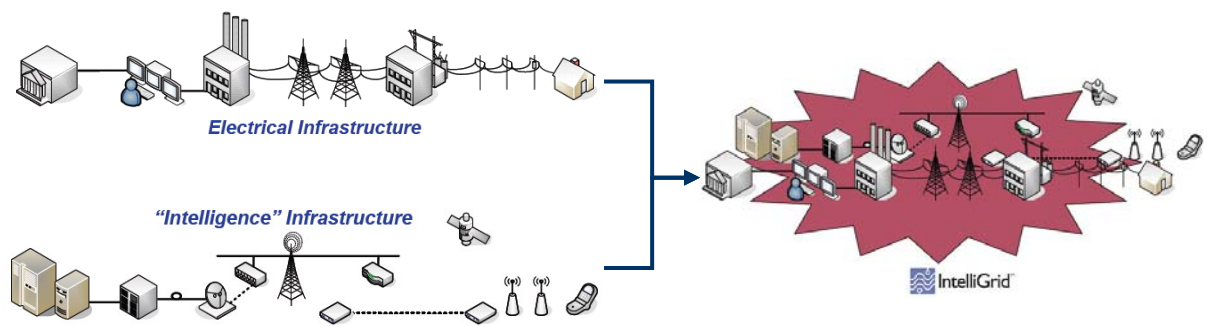


圖 4、Intelligent Grid 係電力設施與智慧型設備的系統整合

圖 5 為 IntelliGrid 架構範例，IntelliGrid 用於建立一個開放且標準化的架構，結合數據通訊網路與智慧型設備，支援未來的電力輸配系統。IntelliGrid 並提供方法及工具，實務經驗與建議確認智慧型系統，並以互通性(Interoperativity)、彈性、可擴張性且有效的防護資料與系統的管理方式進行。

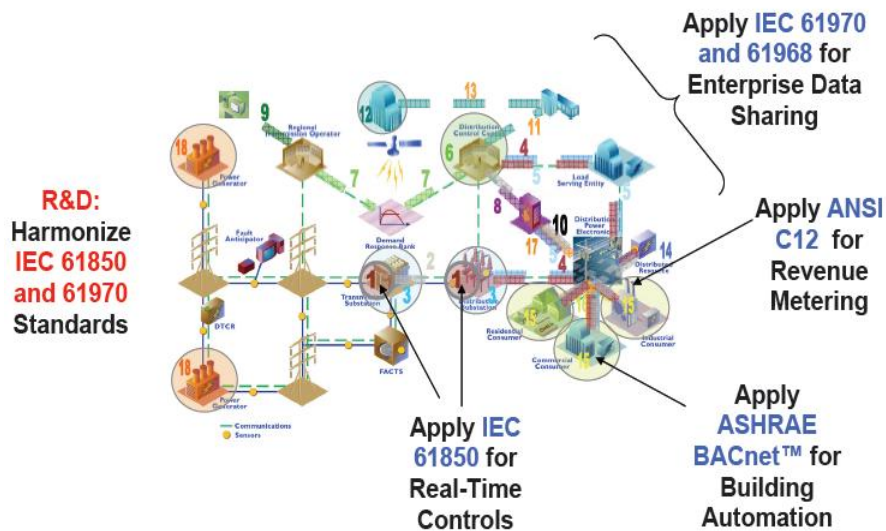


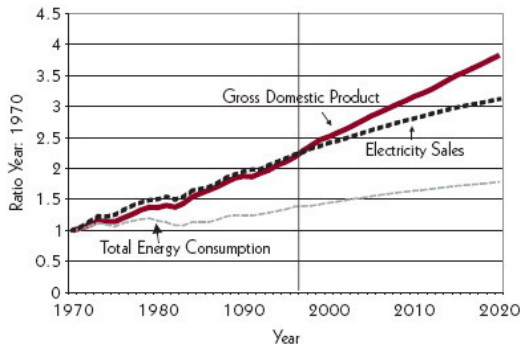
圖 5、IntelliGrid 架構範例

由美國能源部(DOE)負責指揮協調的 GridWise Alliance，其目標在針對創新的智慧型電網技術作全國性的發展與部署。主要的成員包括：Areva、GE、IBM、Schneider Electric、American Electric Power、ConED、PJM 及 BPA 等。2002~2006 年間已投入約 5000 萬美金(約新台幣 16.5 億元)進行 Smart Grid 相關研究，2006 年能源部的 Pacific Northwest National Laboratory(PNNL)獲得國會 300 萬美元預算，進行 1 年期的 GridWise 示範計畫，其目標在提供用戶更多樣性的節能及成本資訊，並分析用戶行為的變遷，同時測試及改良技術使供電更加可靠。

圖 6 顯示美國目前電力系統的概況，包括：電力與經濟成長的關係、未來至 2020 年的發電量預測、自 1975 年起輸電系統的投資情況及因停電與電力品質不良所花費的成本。驅使對電力系統進行革新的原動力來自三方面：在公共政策方面，包括電業重組、環保管制、國家安全要求等。在電力市場革新方面，源自於電業競爭、電力設施老化、用戶對電力品質的需求提高等。在科技面，則因資訊技術進步、新材料、高溫超導、電力儲存、先進電力電子、分散式電源等技術驅動革新。

## ELECTRICITY AND ECONOMIC GROWTH

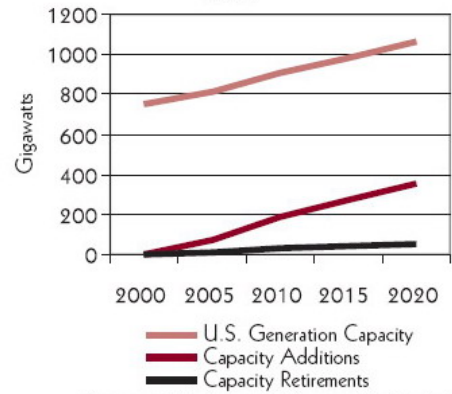
The historical importance of electricity to economic growth is expected to continue.



Source: U.S. Department of Energy Transmission Reliability Multi-year Program Plan

## FORECAST OF FUTURE ELECTRIC GENERATION

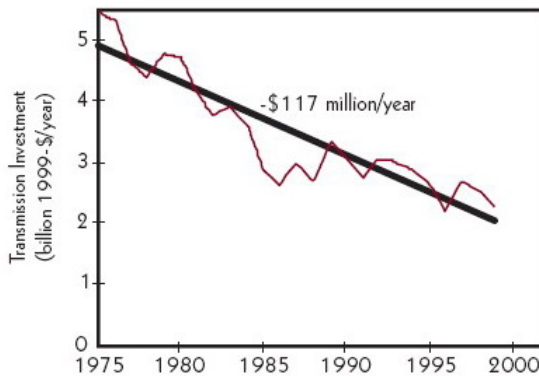
More than 350 GW of new capacity needed by 2020



Source: EIA Annual Energy Outlook 2002

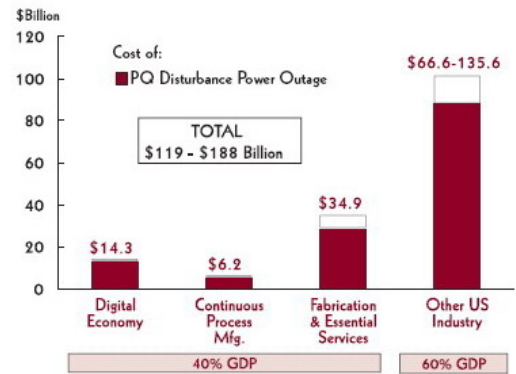
## U.S. TRANSMISSION INVESTMENTS

Annual investment in transmission facilities has been declining since 1975.



Source: U.S. DOE National Transmission Grid Study May 2002

## ANNUAL COST OF POWER OUTAGES AND POWER QUALITY DISTURBANCES



Source: Primen, "The Cost of Power Disturbances to Industrial & Digital Economy Companies"

圖 6、電力與經濟成長的關係、未來發電量預測、輸電系統的投資情況及因停電與電力品質不良所花費的成本

良所花費的成本

GridWise Alliance 對未來電力系統的願景提出 Grid 2030 計畫。Grid 2030 是一個完全自動化的輸電網，它可以監測與控制每一個用戶與匯流排，確保發電廠與設備及其間的各個匯流排

間能進行電力、資訊潮流的雙向溝通，。它的分散式智慧，結合寬頻通信與自動化控制系統，期能進行即時電力市場交易並提供用戶、電源及電網間的介面。Grid 2030 的電網建設包括三大部份，國家骨幹電網、併聯的區域電網，包括加拿大與墨西哥及藉由北美大陸任何地區的電源，由地區分散式電源、需量反應用戶等所構成的電網供電給用戶如圖 7，其中第三部份是本研究計畫研究重點。

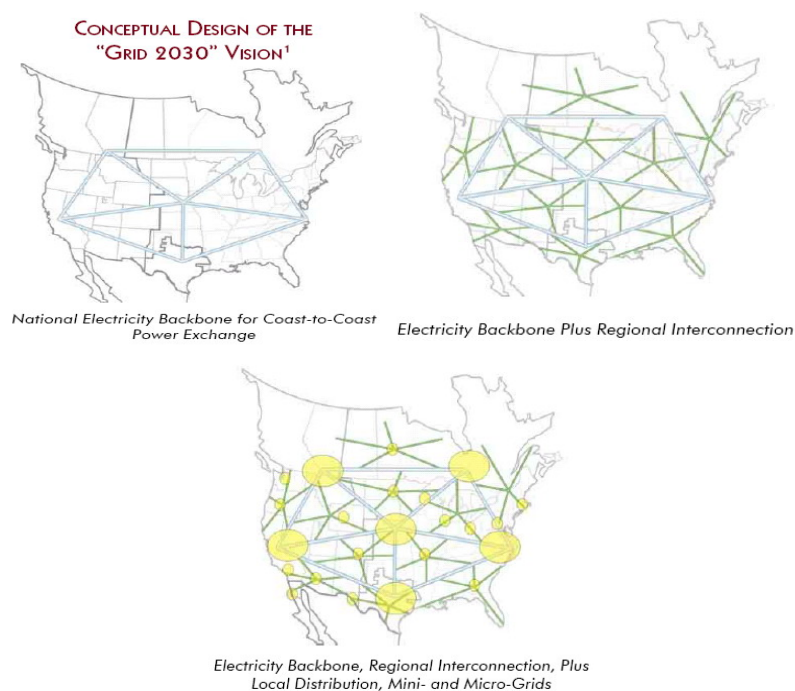


圖 7、Grid 2030 所包含的國家電力骨幹、區域電網及由分散式電源、需量反應用戶構成之電網。

國家能源技術實驗室(National Energy Technology Laboratory)在支援能源部進行先進能源研究的任務下，發展智慧



型電網 Modern Grid，以達成更可靠(Reliable)、更安全(Secure)、更經濟(Economic)、更有效率(Efficient)、更環保(Environmentally Friendly)以及更有防衛能力(Safe)的目標，其願景為：

- (1) **自癒系統**：對於即時及緊急的輸、配電問題自動偵測並作出反應。重點在於預防，降低用戶的衝擊。
- (2) **用戶參與**：用戶參與電力市場及電網的頻率、電壓控制，包括：需量反應。
- (3) **防禦攻擊**：對於攻擊與自然災害有迅速復電之能力。
- (4) **提供 21 世紀所需要的電力品質**：提供符合工業標準與用戶需求的電力品質。在 PQ 問題發生前，能事先偵測並加以解決；不同等級的 PQ 有著不同的價格。
- (5) **協調所有的發電與電能儲存方式**：佈建大量不同的分散式電源、再生能源和儲能設備以輔助大型發電廠容量之不足。具備隨插即用的便利性。
- (6) **啟動電力市場**：適當且穩定的運作躉售電力市場，成功整合全國性電網並統一協調供電可靠度。在適當的地區推動零售電力市場；降低輸電壅塞。
- (7) **有效運用設備並提升運轉效率**：擴大對電網的監測。整合電網技術與資產管理，對資產與成本進行最有效的控管。執行 Condition-based 維

護制度。

為實現未來電力系統的發展願景，未來電網系統必須整合通訊、感測與測量、先進元件、先進的控制方法與改善介面與支援決策等 5 個核心技術。在整合通訊方面，高速、整合的雙向通訊技術，將現代化電網打造成互動式的即時資訊與電力交換的設施。開放式的結構將創造一個隨插即用的環境，並能安全的連結電網元件達到溝通、傾聽與互動的境地。而感測與測量技術將提高電力系統的測量水準並將數據轉成為資訊。據以評估設備是否正常，電網是否健全，並支援先進的保護電驛系統；用戶可作多樣性的選擇及需量反應，據此減少壅塞。應用最新研究出的材料、超導性、儲能設備、電力電子與微電子，這些元件可產出高能量密度、高可靠度、高電力品質與高電能效率、且環保的電力並改善即時診斷能力。新的先進控制方法將應用於監測與即時的快速診斷，適當的事故反應。這些方法也可支援電力市場定價和提升資產管理的效能。在介面與支援決策發展方面，調度員可以在短至幾秒鐘內作決策，因此，現代化的電網需要充分、即時地利用程式工具以輔助管理與決策。以更好的介面支援提升決策品質。此外，西北能源與經濟發展組織(Northwest Energy and Economic Development

Organizations)亦提出推動該區域 Smart Grid 所需的組織成員、發展策略、相關技術及未來效益等藍圖。而美國南加州電力公司發展的需量反應網路控制系統，則可同時控制數百萬用戶的負載(圖 8)。

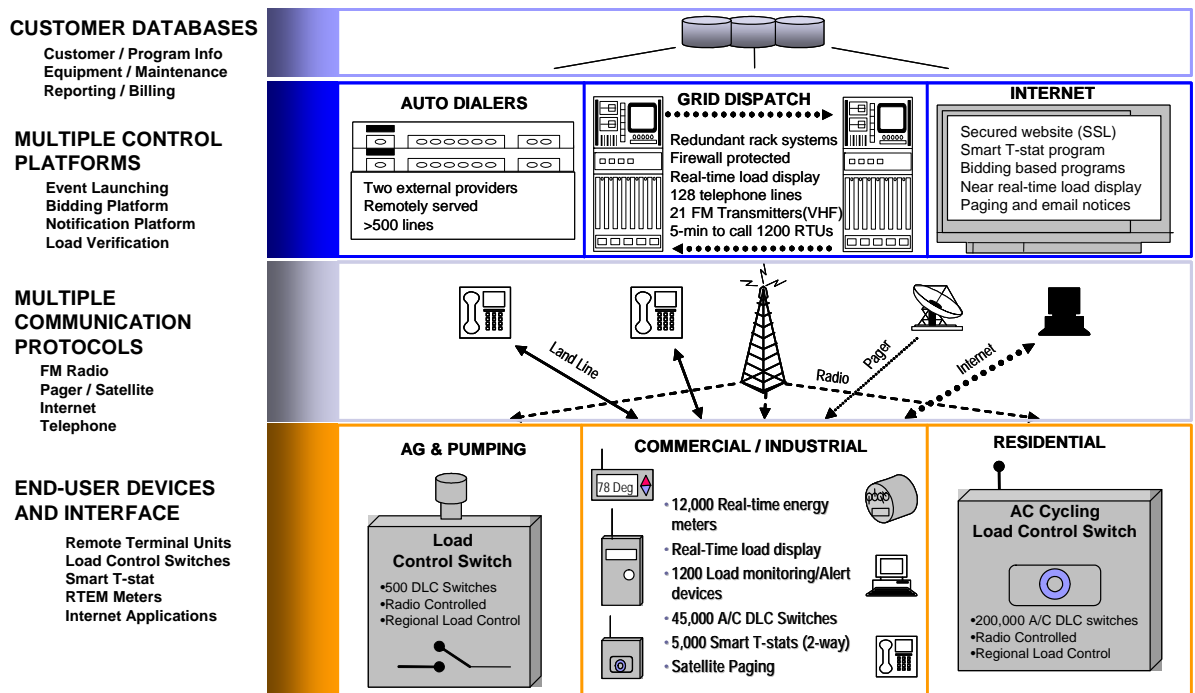


圖 8、美國南加州電力公司需量反應基礎設施示意圖

## (二)日本

日本規模最大、最主要的能源及電力研發機構為新能源產業技術綜合開發機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)，日本參考美國智慧型電網架構，由 NEDO 執行「連結新能源等地域集中實證研究」等多項研究。其主要以地區為範圍建構綜合性能源供應、利用的新能

源系統，針對大量導入分散式電源後所需之電力管理技術、品質別電力供應系統、進行實證研究與資料分析。並與電力公司合作進行新能源/分散式電源併聯電網相關技術研發與示範推廣計畫。自 2002 年起至 2010 年（規劃詳見圖 9）預備進行下列各項議題的研究：

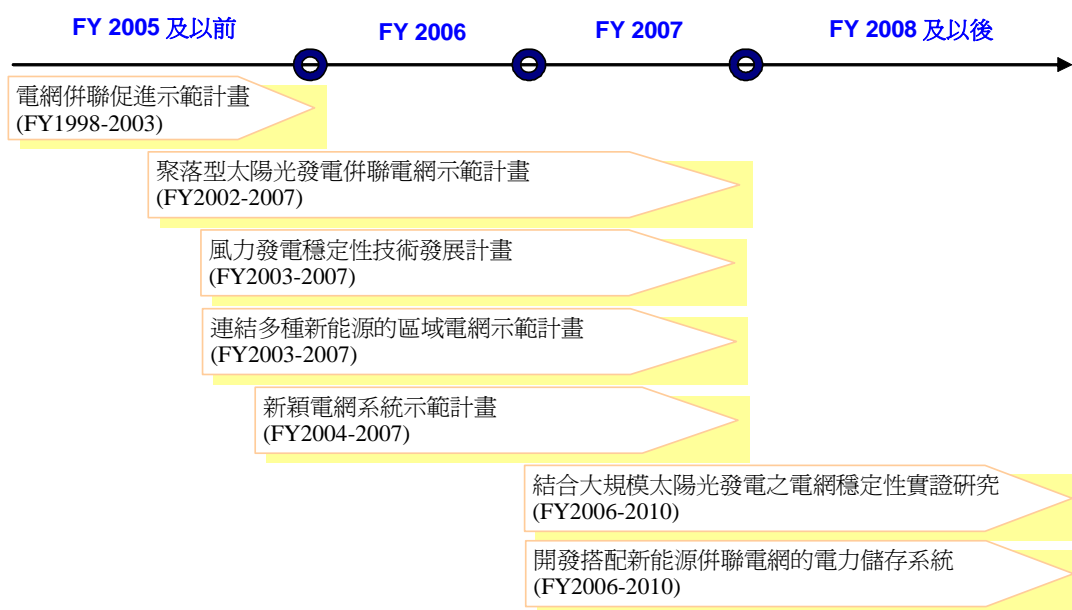


圖 9、NEDO 電網併聯系統計畫時程

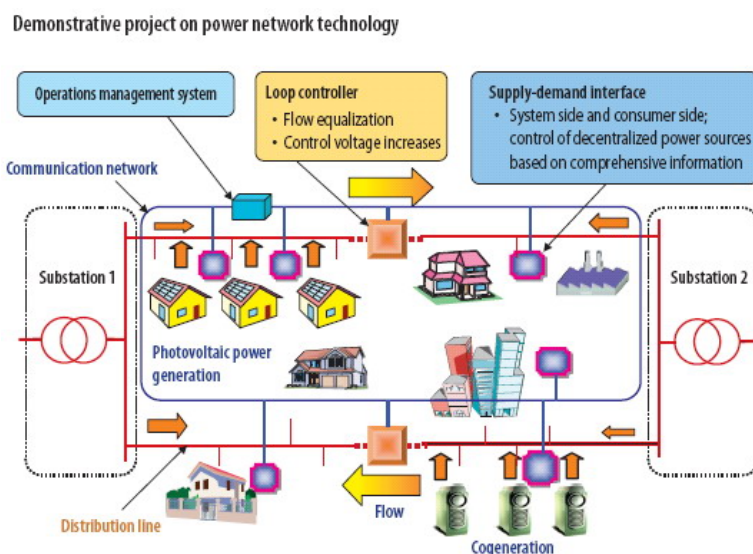


圖 10、日本 NEDO 的電網技術示範計畫

其中最著名的連結多種新能源的區域電網示範計畫 (FY2003-2007)，針對各種分散式電源(包含風力發電、太陽光電、燃料電池及生質能發電等)併聯電網後對電網可能發生的衝擊研擬解決方案，示範點包括愛知縣、八戶市及京都生質能源計畫，在 FY 2004 挹注 63.6 億日圓(約新台幣 18 億元)，FY 2005 挹注 56.5 億日圓(約新台幣 16 億元)，FY 2006 挹注 27.1 億日圓(約新台幣 8 億元)。

日本智慧型電網推動策略以地區為範圍建構綜合性的新能源供應、利用的新能源系統為目標。為驗證智慧型電網與分散式發電系統的可行性，2005 年日本於名古屋愛之縣國際博覽會實地進行驗證，包含熔融碳酸鹽燃料電池 MCFC 兩組 270kW 及 300kW、磷酸燃料電池(PAFC) 200 kW 四組、固體氧化物燃料電池(SOFC)、每天 4 噸進料的沼氣發酵系統 (Methane Fermentation System)、三種太陽能電池：多結晶型 200kW，兩面受光型 30kW，非結晶型 100kW。儲能系統方面則建立鈉硫磺電池儲能系統(NaS) 500 kW。另外建立能源供需控制系統，對負載、發電及配電進行管理，希望利用微型電力網控制發電與儲

能設施，達到成本最小化、二氧化碳排放最小化、能源利用效率最大化的終極目標。

圖 11 日本分散式電力網管理技術發展期程，新電力網路技術主要分為電力網路管理系統、整合管理系統及不同品質電力供應系統。其發展目標為降低系統成本，確保系統經濟性。而另一重要的技術為資通技術與電力網技術的整合。透過與資通技術的結合，建立電力的監測管理系統，透過標準化的通訊協定，可同時管理多種發電設備、負載與電網。而資訊安全技術則可確保管理系統的安全運行，若可透過網際網路進行資訊傳輸則可進一步降低管理成本。依其技術發展期程，未來新電力網技術可望在 2015 年成熟。

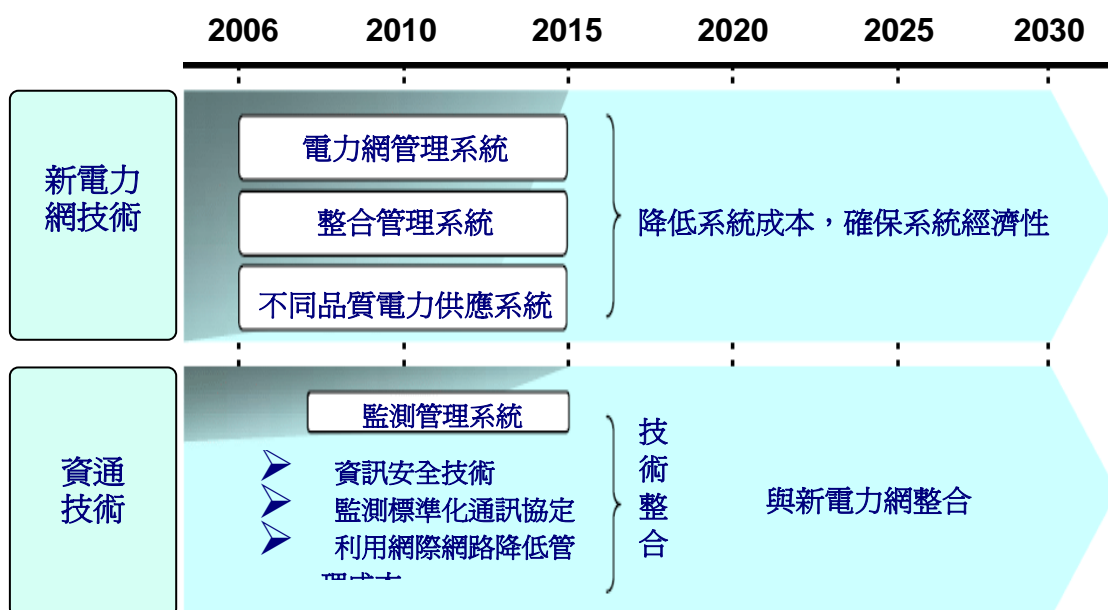


圖 11、日本分散式電力網管理技術發展期程

### (三) 歐洲

歐洲投入大量資源在分散式電源、新世代電力網管理及歐盟未來電力系統與電力政策之規劃整合等議題。歐盟為全球再生能源成長之主要地區，由於受到歐盟會員國的環境保護政策及市場發展之鼓勵，各國再生能源及分散式電源比例逐年提升，因此歐盟相當重視分散式電源的開發及先進電網技術之研發。據估算，由於化石能源危機及電網效率的挑戰，將來二十五年內歐盟可能投資高達 5,000 億歐元(約新台幣 225,000 億元)用於升級或更新輸配電基礎建設。在新興電網技術研發方面，歐盟第五架構計畫(FP5，1998-2002 年)項下，投入經費進行大規模整合「新能源(RES)」及「分散式發電(DG)」研究計畫，投入經費約 1 億 3 仟萬歐元 (約新台幣 58 億元)，接著第六架構計畫(FP6，2002-2006 年)亦投入約 9,100 萬歐元 (約新台幣 41 億元)進行相關研究。其研究重點在於定義和驗證未來歐洲電力系統(互動式高電力品質與安全)所需之創新電力網架構和先進設備，藉由電力系統之改善，追求經濟成長、能源供應安全及氣候環境保護之要求，其研究項目如表 1。

表 1、歐盟「新能源(RES)」及「分散式發電(DG)」研究計畫內的研究項目

代號	名稱
----	----

DGFACTS	配電網供電品質改善與提升相關技術開發
CRISP	電力網效率監視與控制，並開發智慧型通訊技術管理
MICROGRIDS	開發微型電力網(micro-grid)相關技術
DISPOWER	導入與促進用於分散式電源之再生能源
INVESTIRE	分散式電源使用之能源儲存裝置及系統開發
ENIRDGnet	歐洲全體之分散式電源統合及電力網規劃
SUSTELNET	長期歐盟電力系統與電力政策等規劃

其研究組織如圖 12 所示，目的在提出與推動至 2020 年及其後的歐洲電網發展願景，成為以使用者為中心的電網架構及電力市場、電網的更新與創新、供電可靠度及品質的提升、電力市場的自由化、歐洲電網的整合、分散式電源與再生能源的發展及併網、改善集中式發電、需量反應、用戶端管理議題以及社會與人口高齡化等議題。



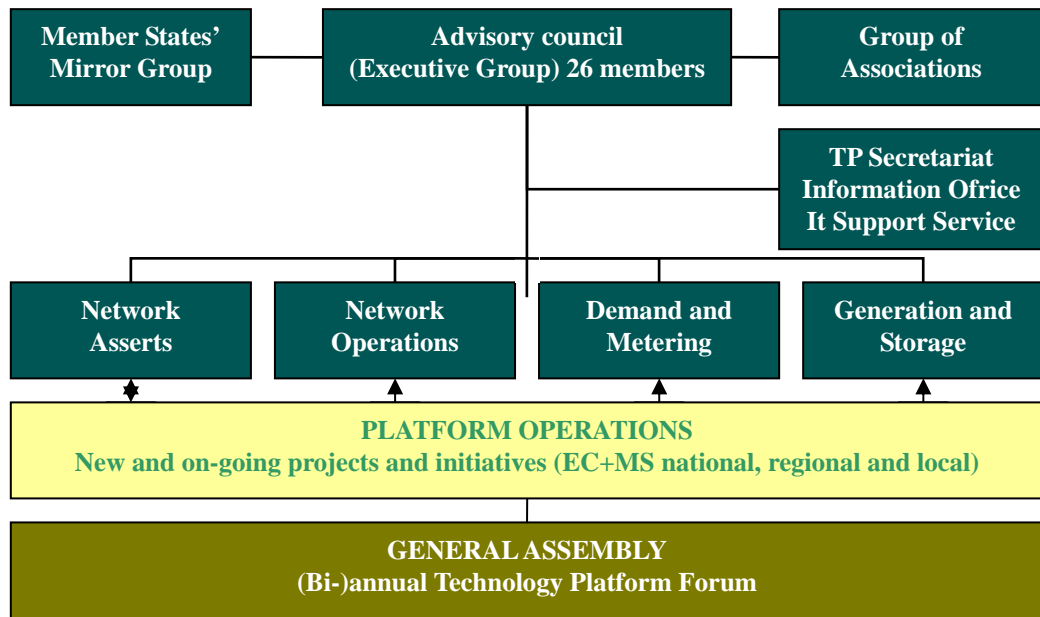


圖 12、歐盟 Smart Grid 技術平台組織

其研究成果獲致以下重要結論：

- (1) 大規模推廣分散式電源將對電網可靠度和電力品質造成決定性影響，須進行技術面(調度、運轉、保護、控制)及法規面的調整，據以對於未來之電力服務市場預作準備。
- (2) 分散式電源發展趨勢係基於「與整體系統整合(Integration)」取代傳統「與電網連接(Connection)」的觀念，使得分散式電源不再是電網的附加物(而改為扮演虛擬電廠 Virtual Power Plant 的積極)。
- (3) 電力網未來將以新一代的電力電子與資通技術(ICTs)為基礎，即 Smart Grid 之架構。

(4) 完全整合的分散式電源有助於減少集中式發電容量，並有強化輸配電能力、改善系統安全、減少電力成本與二氧化碳排放等優勢

歐盟針對其電力系統特性與未來的挑戰，希望所發展的智慧型電網技術除具有彈性，在面對挑戰時能同時滿足用戶端的需求。而新的電力網將具有可取得性(Accessibility)，便於市場參與者併網，特別是有利於再生能源發電與高效率的地區性低碳發電設備。在可靠度方面亦可改善供電可靠度，並提高地區性電源的恢復能力。在經濟性方面，透過創新、效能管理、建構公平競爭環境(圖 13)。未來整合集中式與分散式兩類電源之電網結構示於如圖 14。

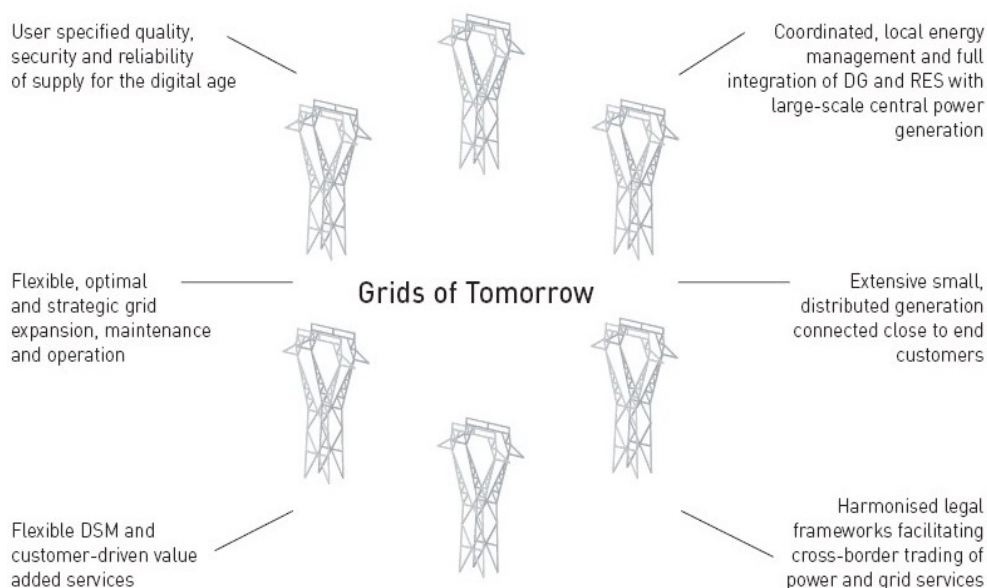


圖 13、規劃未來電網具備的特性及功能

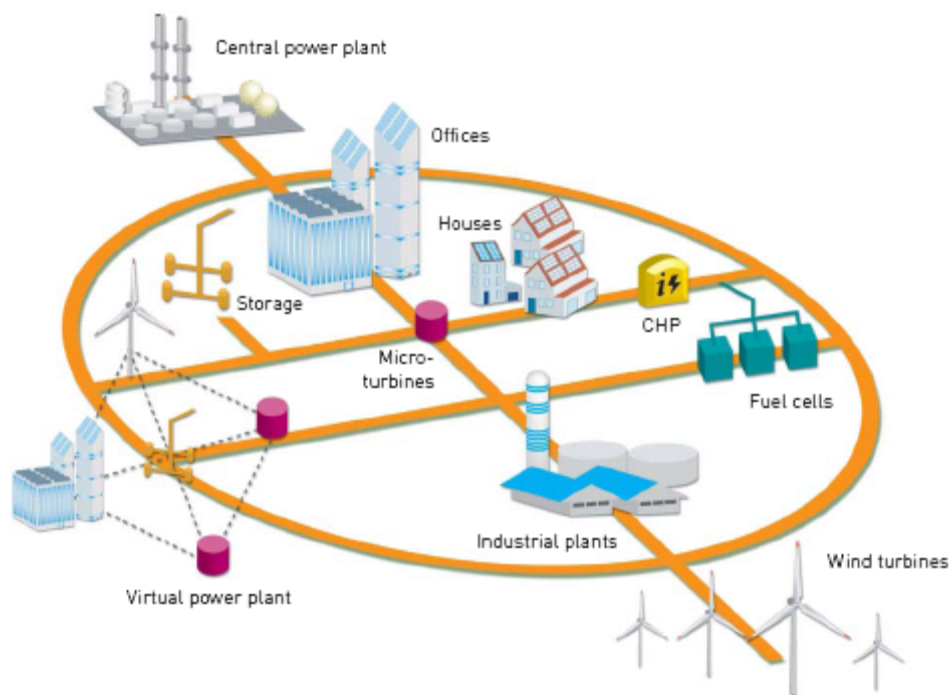


圖 14、整合集中式電源及分散式虛擬電廠之未來電網結構

歐盟希望藉由建構智慧型電網以有效納入高比例的分散式發電與再生能源，並創造一個電源、電網服務的交易環境。在自由化市場方面，建立技術標準和通訊協定以確保系統的相容性與可攜性，運用創新一代的協定、資訊與運算與通訊技術，提高電力交易系統的服務功能與效率，據之強化對客戶的服務。此外，亦須確保新舊系統電網設備的介面設計能夠順利地完成過渡階段。



圖 15、智慧型分散式電源發展願景

欲達成上述目標，必須採用主動式管理，分為三階段進行(圖 16)：初期須擴大監視與遙控，以促進更多的分散式電源和再生能源併入電網。就補助服務而言，某些服務須仰賴分散式電源的雙邊合約。因此必須規範相關合約與現場電網的相融合。中期必須規劃高佔比的分散式電源與再生能源的容量管理制度：區域和總體的服務以及交易的相關機制，具有適應性而沒有資訊過載的問題。而後期發展完全主動式的電力管理，建構分散式網路管理制度與即時通訊、遙控機制以滿足網路服務需求。輸、配電網路兩者皆扮演主動運轉角色，具有協調和即時控制

電源、負載並達成低線損電力潮流的目標。

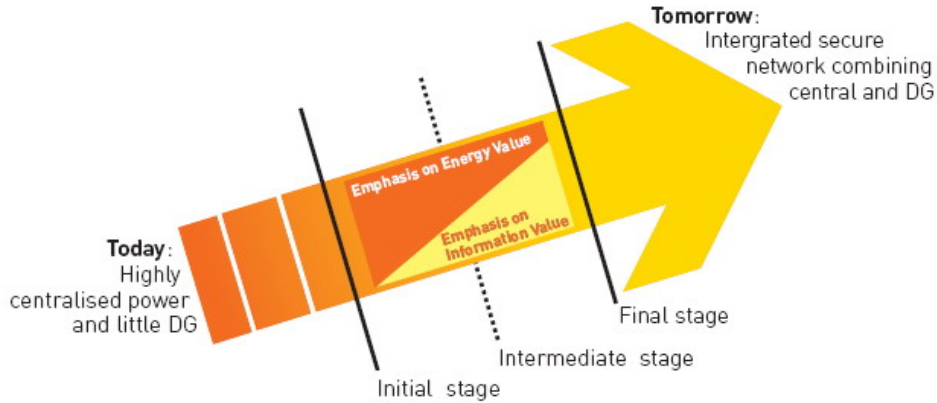


圖 16、歐盟智慧型電網主動式管理的三個階段

在驗證方面，德國藉由小規模區域實證示範計畫，在 400 人居住的區域導入太陽能發電(28.8kWp)、電池系統(100kW/h)與天然氣汽電共生(28kW)系統，證實可藉由導入智慧型分散式電源與負載管理系統，變壓器負載峰值可減少約 30%(圖 17)、變電所每月負載峰值可減少約 40%(圖 18)、電壓品質平均改善 80%(圖 19)。



太陽光發電(28.8kWp)



電池系統(100kW/h)



天然氣汽電共生(28kW)

電力用戶：  
400人居  
住於100間  
公寓與排屋

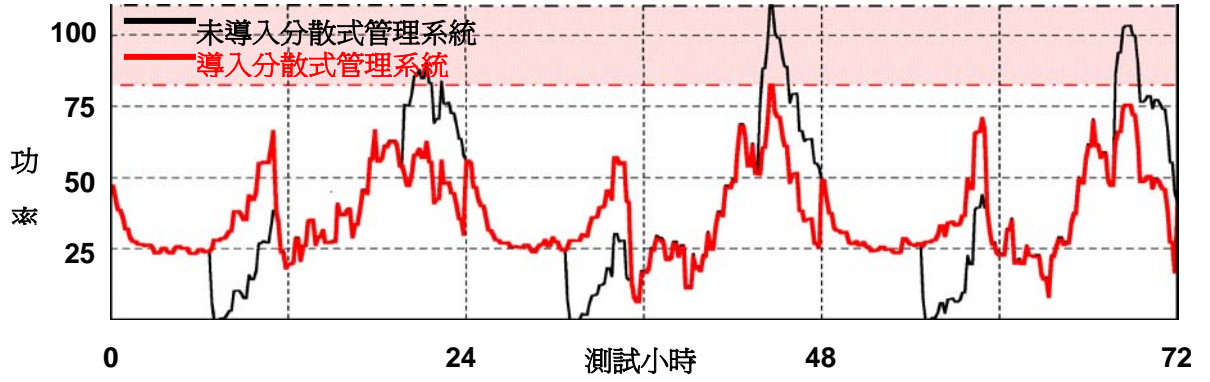


圖 17、德國小規模區域實證變壓器負載峰值圖

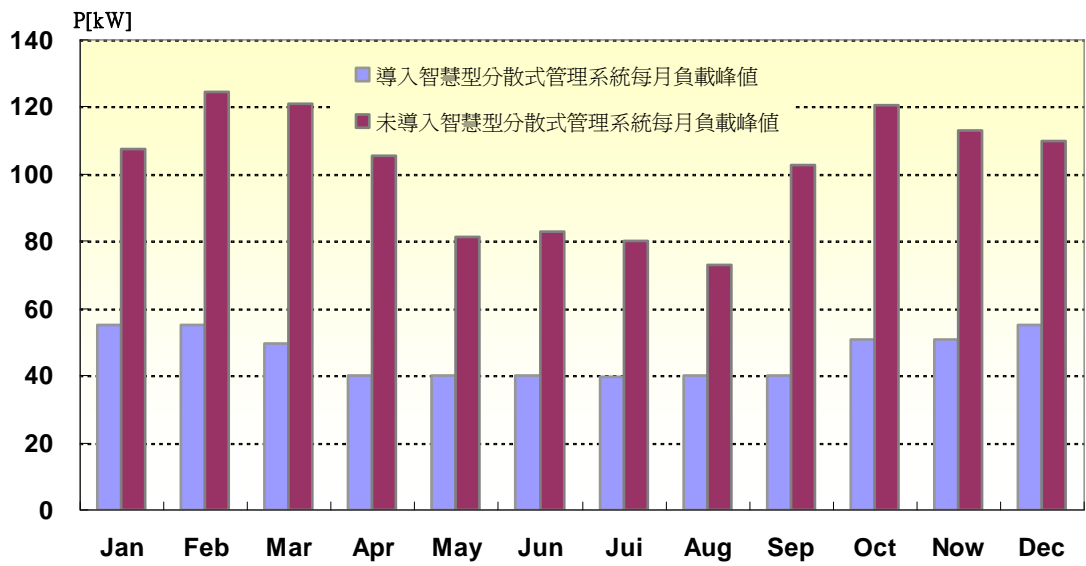


圖 18、德國小規模區域實證變壓器每月負載峰值

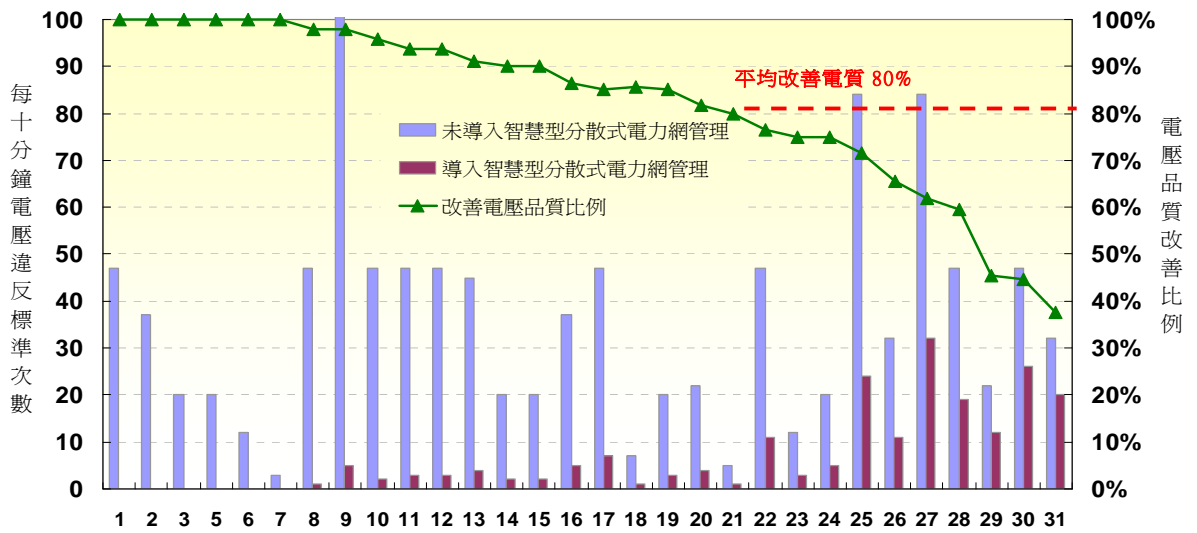


圖 19、德國小規模區域實證電力品質之改善

為達成將全球溫昇控制在工業化前兩度的水準，德國將於 2020 年達成減量 30% 的目標。德國減量方式採取的措施包括再生能源、節約能源、國際合作、總量管制、法律規範。依德國政府的規劃，未來分散式電源佔發電系統比例將由 2002 年的 9%，擴大到 2010 年的 24%，與 2020 的 43%，隨著分散式電源的大量導入，德國的二氧化碳排放量相較於 1990 年將由 2010 年的減量 21%，推升到 2020 年的減量 43%。

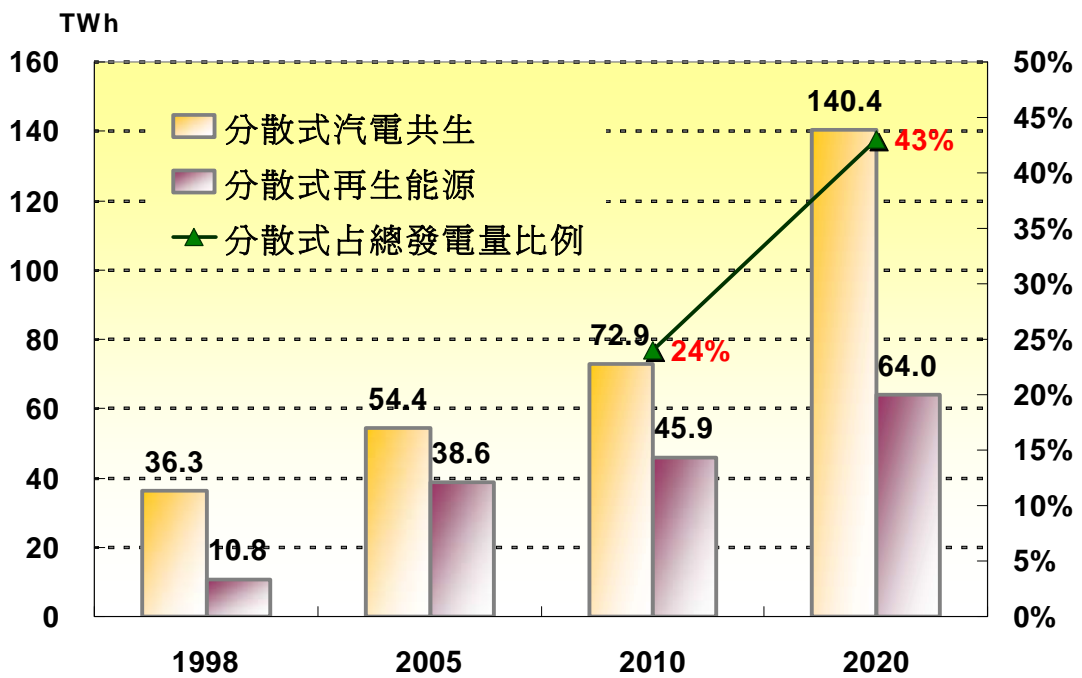


圖 20、德國分散式電力系統發展趨勢

### 參、電力系統現況與面臨的挑戰

由於「再生能源」與「能源自主觀念」的推行，分散式電力系統逐漸受到重視。分散式電力系統是由許多小型模組化的發電系統和對應之配電系統所組成，這些系統大部份設置在電力需求所在地，除了能獨立運作外，也可併聯電力網路。燃料電池、汽電共生、太陽光電、小型風力發電與生質能發電等都可視為分散式發電系統。傳統的電力多是使用化石燃料（煤炭、石油、天然氣），水力及核能發電等大型集中式發電系統所產生，再從供應端透過電力網路長距離輸送後配送至消費端，系統僅能單向傳輸電力。這樣的系統有其缺點，例如對輸入燃料的依存度高、溫室氣體和其他污染物對環境的影響、輸配電損失、需要電力配送與交換設備等。



我國電力系統屬於大型集中式的系統，其電力來源主要可分為火力（包含燃油、燃煤和燃氣）與核能（占總發電量之 96.5%）、和部份的水力與再生能源（占總發電量之 3.5%）。該系統有發電機組大型化及負載集中兩大特色，無論是核能電廠、火力電廠或水力電廠所產生的電力，由於發電廠與用戶端距離遙遠，都必須藉助輸變電系統轉變電壓、傳輸電力，必須將電壓提高經由長距離的電力線輸送及變壓後方能供給用戶使用，造成大量的能量耗損。且都會區及工業區之負載集中、電力需求急速成長，但變電所尋址及興建困難，時常遭遇民眾抗爭，集中式之電源無法輸送到電力需求端，造成地區性供電瓶頸。

此外，最重要的問題在於遠距離輸電與大電網互連使得系統難以快速跟蹤負荷變化，故障容易透過電網擴散而造成電力系統癱瘓，且龐大的電網和過於集中的發電廠極易遭到攻擊而造成國安問題。因此，電力供應「不患寡而患不均」，且為考慮國家安全及能源問題，導入分散式電源及提高電網效率亦為我國的既定政策及發展方向。現有大型發電廠多設於偏遠地區，遠離電力需求中心，為提高輸電能力並減少損失，須先提高電壓以利長距離輸送，再依用電需要逐段降低電壓，供下游使用。然而因電力需求將持續上升，再

加上溫室氣體排放與電力自由化等因素，我國現有電力系統面臨日漸嚴峻的挑戰。

### (一) 地區性供電瓶頸

台灣尖峰負載仍維持中度成長，由日負載曲線來評估，台灣白天尖峰與夜間離峰的用電比例是3：2，為了配合尖峰用電的需求，必須加倍投資與增設集中式電廠、增加備載容量，但若以分散式發電搭配儲能系統，就能以區域性的負載平衡，降低對集中式電源之負載需求並使日負載曲線平緩。日本尖峰負載成長0.5%，美國為負成長，英國不到1.0%，多數已開發國家負載成長都不到1.0%，我國已邁入已開發國家，尖峰負載中度成長達4%，是主要面臨的問題。各種環保的抗爭不斷，環保意識普遍，地方輸電線等設施無法順利進行建設而嚴重落後，再加上尖峰負載4%中度成長，導致地區性供需失衡。2002年供電系統供電困難地區涵蓋汐止地區、樹林三鶯地區、三重蘆州地區、桃園龜山地區、苗栗後龍地區、領東地區、豐原地區、草屯、中興、芬園鄉、和美鹿港地區、溪湖地區、仁德地區、宜蘭地區等。

由於變電所用地與輸電線路權取得困難、工程施工屢遭民

眾抗爭，導致輸變電工程進度延宕，部分地區的輸變電設施嚴重超載，事故機率及缺電風險甚高。例如：六輸計畫截至 2006 年止，變電所工程抗爭衝突的共 22 所，其中，尚在協調中的 5 所；暫緩施工的 4 所；在警力支援下強制復工的 3 所；經協調後完工的僅 10 所。都市化越明顯的區域，超高大樓不電電斷增建，高樓用電在尖峰時段非常集中，但是配電及變電設施因路權和居民的反對而無法過擴建，造成即使有發電容量也無法傳送電力的區域限電問題。使分散式供電設施或儲能設備，漸有發展空間。

## (二) 供電可靠度提升之瓶頸

電力品質量測分析技術之研究開發與管制辦法之制定執行為長久以來電力公司與工業界所面臨的主要課題，因為不良電力品質如電壓、電流之諧波、電壓閃爍、三相不平衡，以及電壓驟降/突升對電機、電子設備會造成危害性影響。事實上，瞬間停電和電壓驟降對大多數民生用電戶的影響很小，但對若干產業例如半導體製造業因其設備特性對電力品質要求高，對電壓驟降較為敏感，可能造成產業不同程度的影響。各種用電設備對電壓驟降幅度有不同的承受度，例如：電磁開關在 50% 以內的電壓驟降仍可運轉，但可變速馬達和高壓放電燈只可容忍 15

%以內的電壓驟降，更大幅度的電壓驟降則造成設備的急停。

傳統發輸配電力系統設計，係以符合多數用戶之需求，提供合乎平均水準的電力品質為目標。由於經濟與科技發展快速，以及國際間產品競爭，某些特殊產業（如高附加價值的科技業、科學園區業者、金融服務業等之特殊需要）必需擁有更嚴格的品質電力。在經濟部能源局強力推動及台電公司全力配合下，近年來，用戶停電時間大幅降低。惟欲持續降低以比照日本水準，則出現困難(圖 39)。若不能突破技術瓶頸，以持續降低用戶停電時間，實無法符合高科技產業與都會金融對於高品質電力的需要。例如半導體製造業，從 12 吋晶圓發展至 16 吋或更大晶圓廠後，所要求的電力品質勢必超出現在的供電品質範圍，屆時若電力公司無法提升供電品質，則部分用戶將不得不自行發電。

### (三) 溫室氣體排放抑制

溫室效應所引發的全球氣候變遷，則是人類所需急迫面對的問題。由於人類對能源的需求使得原本封存在地底的石油、煤等化石能源被轉化成二氧化碳釋放於大氣，造成溫室氣體濃度上升，溫室效應加劇，地球暖化程度有增無減。根據美國國

家海洋暨大氣管理局(NOAA)的紀錄，2006年12月到2007年2月是全球有氣象紀錄的一個多世紀來，最溫暖的一個冬天。我國之人均排放量在過去幾年間持續上升，因此如何提升電力效率，降低消費端使用單位電力所需產生之二氧化碳排放量為電力產業重要議題。

根據工研院能源與環境研究所的統計，台灣於2005年的二氧化碳總排放量達2.7億公噸，其中60%來自能源部門、21%來自工業部門、14%來自運輸部門，此三個部門的排放量就佔了總排放量的95%。由於能源部門的二氧化碳排放佔全國總排放量的60%，其中最主要因素在於能源及工業部門倚重煤炭的使用，然而電力需求又是所有排放的大宗，因此如何提高電力利用效率，抑制因使用電力而產生之二氧化碳排放為電力產業首要議題。

#### (四) 電力產業發展之必要性與時機

我國電機產業市場對整體製造業之產值貢獻率約2.1%，約新台幣2251億元。然而由於國內電機產業所需關鍵技術或零組件大部份自國外引進，在國際市場上，品質和成本難與國際大廠競爭。而加入WTO後，電機產品國產化政策將改變，因此需

使國內技術升級或建立自主性技術。我國資訊電子產業的蓬勃發展，使得國內傳統電機技術人才難覓，加上缺乏電力產業相關標準測試平台與研發平台皆為電力產業發展的障礙。應將既有的資訊電子產業利基擴大至電力產業，發展電力自動化與其它新興電力產業與相關衍生服務型產業。

#### (五) 擴大再生能源利用

政府擬於 2010 年再生能源佔全國發電總裝置容量 10%，並積極推動「再生能源發展條例」推廣再生能源利用，然而目前實績距離此項目標尚遠。究其原因，部份係因風力、太陽光電等再生能源的電源不穩定，且皆屬小型、分散式。另外，我國目前的電網結構以單向輸配、單向控制為主，其搭載之保護裝置亦為單向，使用端則裝設機械式電表並非數位式電表，在遠端監控與雙向資訊回饋調度上有實行的困難。要導入分散式電源、提高電網效率及維護整體電力系統安全，必須發展分散式電源技術及智慧型電網管理系統，藉由供應/負載端之雙向回饋監控、配合需量反應、即時監控/決策機制以同時藉由區域性調度達成區域性負載平衡，並與市電電網作資訊交換及併聯。因此為能監控這些不穩定的電源，並有效管理既設的電源與用戶，提供再生能源所亟需的備用電力，則非導入創新的電網技

術不可。

#### 肆、國內推動智慧型電力網的法規、策略與效益評估

台灣的電源主要屬於大型集中式系統，包括：火力(燃油、燃煤和燃氣)與核能，佔總發電量 96.5%，水力與再生能源僅佔總發電量 3.5%。而水力與再生能源發電廠多設於偏遠地區，且分佈不均，須要中電北送。台灣的輸電部份，南北幹線電壓為 345kV，地區性的輸電電壓為 161kV 及 69kV，這些輸電設備分由 6 個供電區營運處負責運輸、維護。配電饋線八千餘條，分屬 24 個區營業處，配電電壓為 22.8 及 11.4kV。表 6 顯示台灣北中南三區的電力需求至 2010 年都是不斷成長，尤其是北部的電力需求成長率為 4.6%，高於南部的 4.1% 與 3.6%。根據台電所提之長期電源開發計畫，首要節解決北部供電不足。由於第六輸變電計畫的施行，台灣的電力供需尚稱平衡，暫時無限電的危機，但預估明、後(2008，2009)年開始，若核四廠無法順利商轉，北部地區則有缺電的隱憂。因此，台電公司目前積極尋求北部電源。透過小型的分散式發電系統，在都市區發電，可用於彌補部份電力的不足。

除需求面成長外，台灣的電力網尚面臨「部份地區因為輸變電工程延宕，出現地區性的供電瓶頸」、「欲持續降低用戶停電時間並

提高供電品質，遭遇困難」、「欲邁向電業自由化，必須提高台電等公營電業的競爭力，以因應民營電廠的競爭」、「二氧化碳排放減量面臨國際壓力」及「擴大再生能源利用的國家能源政策目標難予達成」等挑戰。欲解決區域性的供電瓶頸，必須發展右列核心技術：需量反應、電力融通、饋線自動化及分散式電源等技術。欲提昇電力品質，電源及電網效率，必須發展：配電自動化、管理 e 化、電源電網自動化及提升設備容量利用率等技術。欲抑制溫室氣體排放，必須發展：電能有效利用、電能生產、再生能源發電等技術。本研究所推動的智慧型電網，即可因應上述諸多問題，提出有效的解決方案。

#### (一) 法規面

智慧型電網未來推廣程度要端看技術發展、政策目標與對電力品質改善的程度而定。依照經濟部能源局與台電公司研究結果，整體而言現階段台灣的電力網力大體尚可承受未來的分散式發電發展需求。目前發電設備的相關的補助方法主要有「汽電共生系統實施辦法」與「再生能源發展條例」，因此汽電共生系統的推動有相當顯著成果，「再生能源發展條例」目前已施行，可預期再生能源的裝置量將大量增加。在電網的配套方面，台電公司則發佈「再生能源發電系統併聯技術要點」，作為釐清



發電業者與配電業者在並聯電網的責任義務的規範。然而這樣並沒有將因分散式發電成長所需增加之電網成本釐清。分散式發電設備的連網成本主要來自兩部份，其一是架設發電設備至電網成本，這部份是比較明顯的，而另一個部份為因為發電設備增加，而需升級電網系統的成本，這部分的成本目前多是由輸配電業者吸收。這樣的制度會發生很大的問題，原因在於分散式電業者透過裝置發電設備發電後獲得政府的補助，但是輸配電業者卻沒有因為納入更多的分散式電力而增加收益，反而需要支出額外的成本用於升級電網系統。也因此擁有輸配電網與發電設備綜合電業者多排斥分散式發電設備的推網，原因在於推動分散式發電後，小型發電業者不但分食現有發電的大餅，還需投入額外資金升級輸配電系統，讓這些小型發電業者的電力設備能順利併聯電網。從此也不難了解為何台電公司對分散式發電推廣使終保持消極的態度。加速推動完成「電業法」修法，開放能源事業，進一步促進能源市場自由化與修正「現階段開放民間設立發電廠方案」，持續推動開放民營電廠，為政府的既定方針。

我國電業的自由化，已成為不可迴避的趨勢，未來解除現行對電力市場的管制後，獨立電力調度中心統籌電力調度與輸

電網路操作下，全面開放參與者進入發、輸、配電業與綜合電業之市場，上述的電網成本分攤問題將更白熱化，而綜合電業對分散式發電的消極態度將對智慧型電網的推廣有負面作用，完成電網革新的期程也將延緩。其解決之道是將電網的使用成本透明化，轉嫁在電網使用者身上，並建立電力供需平衡機制，以反應輸配電因收購分散式電力所增加電力供需平衡與備載成本。然後再進一步推動對避免使用電網的分散式電業者給予補助，如此可突顯分散式減少使用輸配電網的利益，可成為分散式事業者重要收入來源。換言之，推廣智慧型電網需從建立電網用使用費率制度(成本導向獎勵措施)與建立未使用電網獎例金(強化成本導向獎勵措施)等法規配套。

我國智慧型電網所面臨的最大法規障礙就是現行管制規範中缺乏技術創新的誘因，無法鼓勵電業採用新技術以提供用戶更優質、更經濟的服務。過時的法律只獎勵興建電廠，卻不鼓勵能源效率、需求面管理或電網自動化，電業反而因為安裝智慧型節能系統而使售電收入減少，無法使其公司的股東獲利，形成財務上的懲罰。所以電業當然不會願意花數十億經費去改善老舊的電網。因此，在法規中納入更有效率及更符合商業慣例的規定是有必要且迫切的。而這些法規必須能：

**(1) 提供智慧型電網技術的財務誘因：**

電業因無法評估新技術的風險而裹足不前。克服此困難的方法就是允許對分散式電源、熱電混合(CHP)、負載管理及用戶使用效率等投資有更高的投資報酬率。電業主管機關應與電業密切合作，以用戶的利益為優先，評估智慧型電網在改善可靠度、效率、環保及減少二氧化碳排放量等效益，並且提供電業財務上的誘因。

**(2) 使能源產能與利潤脫鉤：**

依照目前每度電價計費制，電業經由效率改善與用戶端發電而使能源產能總量下降，將影響其收益。因為該制度鼓勵電業增加每千瓦的產能，使得電業努力發電、售電，而無視於減少產能其實也代表總服務成本減少的事實。電業主管機關應揚棄此種逆誘因，打破電力銷售收入與利潤之間的連結，而以真正成本來計算，並應彈性調整費率，使電業有公平報酬，創造雙贏的局面。

**(3) 實施績效電價制以提供誘因：**

此制度可結合上述的脫鉤制度，是一種補助措施。只要達

到一定量的能源節省，即可以依績效得到報酬。

**(4) 採取改善電網的激勵措施，以減少線路損失：**

倘若電業可將線路損失轉嫁於用戶，則沒有誘因去改善電網效率。故電業主管機關應強迫電業將其輸電與配電網路最佳化以達到最少的線路損失，並依此標準作為電業對其線路損失回收的准駁依據。

**(5) 發電部門的最低成本規劃制度也應該應用於輸電部門：**

電業主管機關應修正「能源整合計畫」中的規定，要求電業在其輸配電部門的投資也應適用該制度。這些規定應確保電業公平、透明地考慮各種供電措施，包括乾淨的分散式電源、熱能整合、需量反應及降低電力尖峰等方案。

**(6) 確保電業將氣候變遷及其風險作為基本考量：**

電業應將二氧化碳的排放成本納入電價中。當此排放成本可像日本及歐洲一樣化為具體價格時，將對乾淨發電及效率有重大影響。電業主管機關也應堅持將二氧化碳排放成本納入「能源整合計畫」中，並考慮燃料價格及躉售電力價格的波動性等風險因素。

整體而言推廣分散式電力與智慧型電網還是要看政府政策推動電力網路配套強度而定。若電力網路配套可依尋自我發展、成本導向獎勵措施、強化成本導向獎勵措施、創新佔優勢的被動式網路、創新的主動式網路依續推動，分散式電力與智慧型電網進入市場的方式則可從一開始被保護的利基市場，進步到建力分散式電力零售市場，而最終可達成於市場中公平競爭，這樣才有可能持續長遠的推動分散式電力與智慧型電網。

分散式電力供應程度		低 (A)	中(B)	高 (C)
進入市場方式		被保護的 利基市場	分散式電力 零售市場	市場 公平競爭
電力 網路 配套	I 自我發展	I-A	I-B	I-C
	II 成本導向獎勵措施	II-A	II-B	II-C
	III 強化成本導向獎勵措施	III-A	III-B	III-C
	IV 創新佔優勢的被動式網路	IV-A	IV-B	IV-C
	V 創新的主動式網路	V-A	V-B	V-C

圖 21、分散式電力發展配套策略圖

## (二) 策略與效益

在導入分散式發電（含汽電共生與再生能源）之際，勢必同步配合發展智慧型電網，俾能發揮能源效益。分散式電源與智慧型電網相較於傳統集中式發電的優勢如表 2 所示。

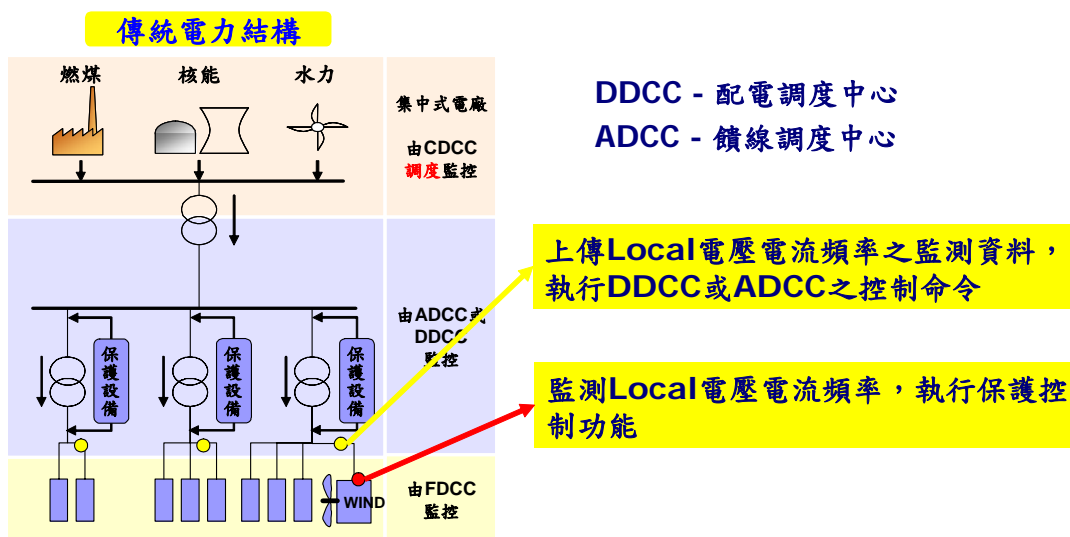
表 2、分散式電源與智慧型電網的優勢點

優勢項目	相較於傳統集中式發電的優勢
設置地點與條件	易尋覓設置地點
	可於短期間快速導入
	進料多元對區域的基礎建設依存度低
	管理較為容易
電力供給	易對應峰載電力的時空間需求
	妥善率較高
	可作為系統孤立區域或緊急發電電源
節能與環保	較高的綜合能源利用效率(60%)
	系統化廢熱利用
	避免輸電損失(5%)
	利用低碳能源(天然氣或再生能源)抑制二氧化碳排放量
	啟發國民節能意識
經濟效果	不確定能源需求下的資本投入策略
	迴避增設輸配電設備與變電所的困難

優勢項目	相較於傳統集中式發電的優勢
	量產化可降低成本
	一般事業者可負擔的能源系統
	創造燃料多元性的價值
	對應電力與能源的自由化
	結合網路技術可創造出新事業
優勢項目	相較於傳統集中式發電的優勢
設置地點與條件	易尋覓設置地點
	可於短期間快速導入
	進料多元對區域的基礎建設依存度低
	管理較為容易
電力供給	易對應峰載電力的時空間需求

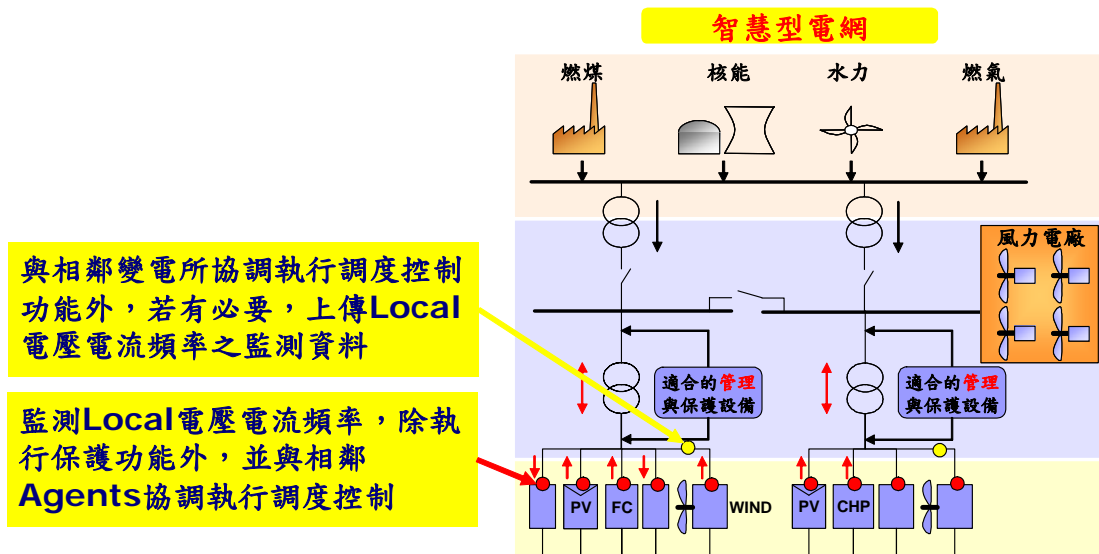
智慧型電網的分散式控制流程係由下而上，有別於傳統電網的集中式控制流程，換言之，加入分散式電源後，電力潮流、饋線保護及監控方式均不同於現行架構，如圖 48 所示。現行電網架構之集中式控制方式係採中央調度、單向控制且各監控點互不通訊。傳統電力架構於分散電源端進行 Local 電壓、電流、頻率之監測，執行保護控制功能，並於上傳 Local 監測資料，執行配電調度中心(Distribution Dispatch Control Center, DDCC)或

區域調度中心(Area Dispatch Control Center, ADCC)之控制命令。在智慧型電網架構下，則以 Local Agent 為核心，區域內需進行橫向協調控制。於分散電源端監測 Local 電壓、電流、頻率，除執行保護功能外，並與相鄰 Agents 及變電所協調執行調度控制，若有必要，則上傳 Local 電壓、電流、頻率之監測資料。



(a) 傳統電力架構





(b)智慧型電網架構

圖 22、智慧型電網與傳統電網系統比較圖

傳統電網與智慧型電網，其調度、監控流程之差異，詳如。

對於未來電網之監控目標希望將原來中央調度中心(Central Dispatch Control Center, CDCC)及區域調度中心(Area Dispatch Control Center, ADCC)所負責之主要功能，如圖 23：依應變計畫之調度與控制、低頻卸載、無效電力排程與調度以及各系統之狀態估計等，在智慧型電網之架構下，由配電調度中心(Distribution Dispatch Control Center, DDCC)統一監控。



圖 23、慧型電網與傳統電網監控流程比較圖

因此，導入分散式發電（含汽電共生與再生能源）時，同時亦需同步導入智慧型電網，由於大量的分散式電源與需量反應用戶需要易於引接(Interoperable)的高速通訊網路，以及運用高速格網計算(Grid Computing)，方能即時線上預測電力網的暫態特性，以期快速處理電力網事故，避免大規模停電。

### 伍、主要發現與結論

本研究認為從國家整體之需求面、技術面與產業面等觀點視

之，智慧型電網架構，應配合台電現有的電網改善計畫。因此，應專注於監控系統架構、分散式電源整合及需量反應等項目，以期與現有台電架構演進相輔相成，其整體發展之定位及規劃時程如圖 50。在時程方面研究規劃應於 2009 年提出智慧型電網架構以及相關政策配套措施，於 2011 年提出智慧型電網之運作模式、配合新電網架構之新監控系統規劃、以及提出新舊電網過渡之安全作法，同時完成地區性之智慧型電網示範平台之模擬成果。屆時產出可配合台電智慧型電網之第一階段「基礎建設」成果，並提供其第二階段「整合及試運轉」之參考基礎，以及規劃未來 10-20 年間全國性擴大模擬之研究基礎。

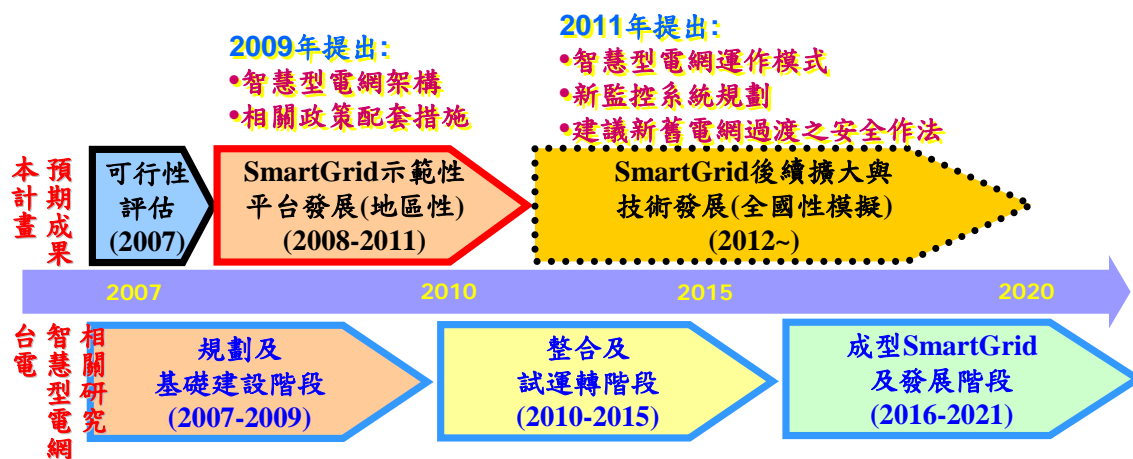


圖 24、計畫於整體電網整體發展之定位

發展智慧型電網的最終目標是希望能結合分散式之發電設備（微型渦輪、風力發電、太陽光電及燃料電池等再生能源及新能源電源端）及儲能設備，搭配導入智慧型電網管理系統與電力線通訊

網路系統，建構區域內能源最有效或最佳化的運用環境，進而提升整體電力供給系統效率及可靠度，如圖 25 所示。

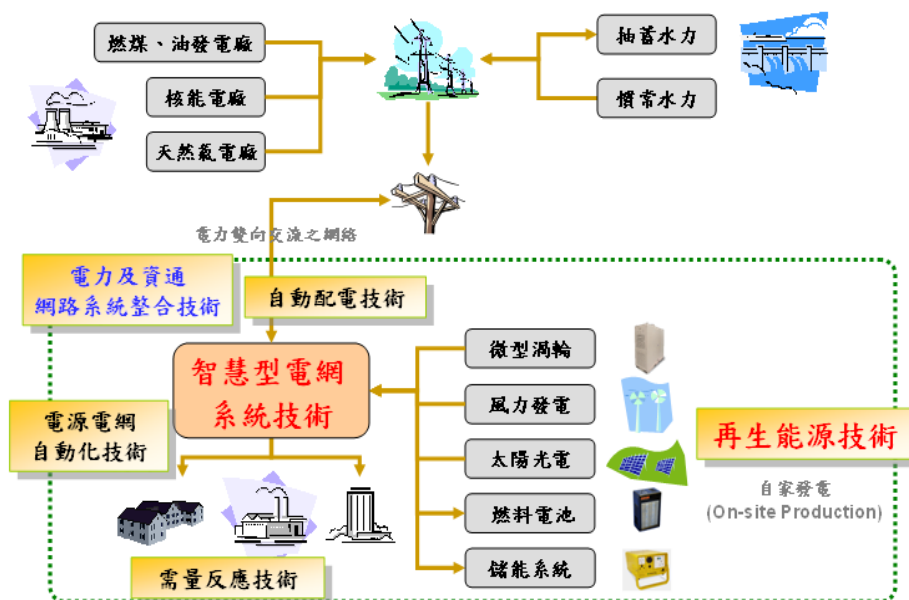


圖 25、智慧型電網發展架構

推動發展智慧型電網的最主要效益為可配合政府政策降低二氧化碳排放量至 254 百萬公噸（2025 年）。另就民生經濟方面，可紓解地區性供電瓶頸。燃料多元，有助穩定電價。另外藉由同時發展智慧型電網與分散式發電可降低發電業者進入電力市場之門檻，可協助提高再生能源發電佔比(2025 年佔 12%)，衍生國內新能源產業、電力自動化產業、電力通訊與資訊產業、安全與保全產業等。在產業面若國內至 2020 年導入 7 GW 的分散式發電系統，將創造國內 7,000 億新台幣的市場規模(電力網路市場規模約新台幣 1,750 億元)。在電力供應安全改善方面，一般而言高壓電網的安全

要求比中低壓電網高，80%的電力中斷或停電源自於低壓(LV)或中壓電網(MV)，在提高安全降低風險方面，推廣智慧型電網可避免連鎖性斷電或大規模停電。在輸配電網發生大規模斷電時，能保有區域備用電源，提供資訊與通訊設備、醫療設施、交通設施、救災指揮系統及國防戰情系統等所需緊急備用電源。

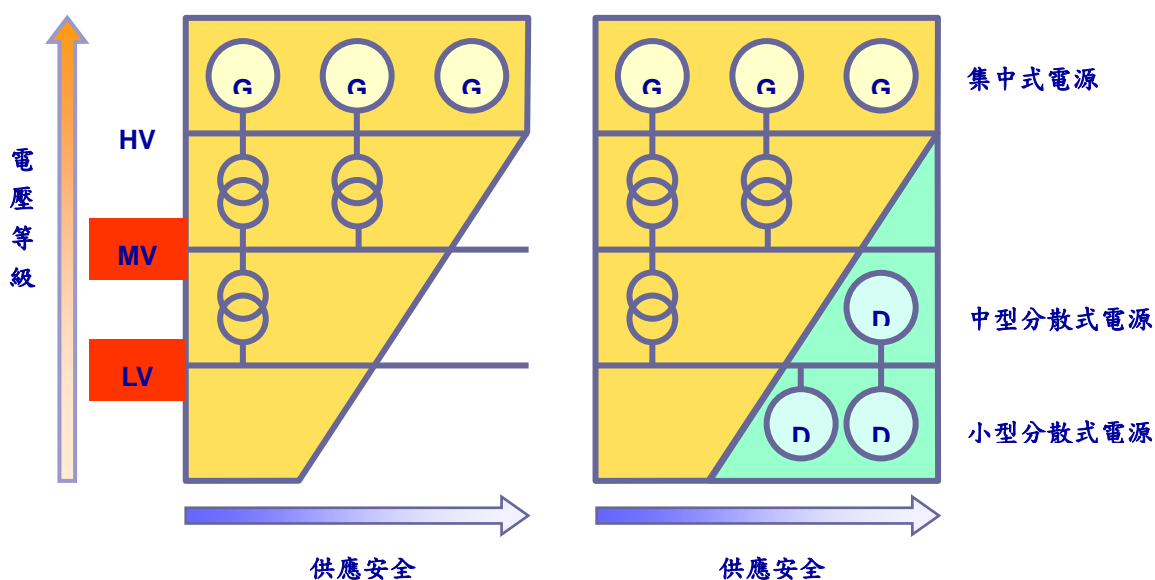


圖 26、智慧型電網提高電力供應安全示意圖

地區性供電瓶頸屬於政府迫切待解決的問題，可利用需量方反應、電力融通、饋線自動化與增加分散式電源等方式解除供電失衡地區的限電風險。中程的發展策略其目標為電源及電網效率、品質提昇，相關技術包含配電自動化、管理 e 化、電源電網自動化：監測、控制、輸電與使設備容量有效利用並提升轉供復電之效率，其目的為提升電業經營效率及供電服務品質，並提供用戶購電選擇

權。長程則希望能協助我國電力網路邁向高效能、分散式、新能源並用之電力結構，進而做為抑制溫室氣體排放方案之一，相關技術則包含電能有效利用（用戶、電網及電能）、電能生產。

## 陸、參考文獻

- [1] M.P.F. Hommelberg, C.J. Warmer, I.G. Kamphuis, J.K Kok, G.J. Schaeffer,”  
Distributed Control Concepts using Multi-Agent technology and Automatic  
Markets: An indispensable feature of smart power grids”, IEEE Power  
Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [2] Per Lund, Energinet.dk, Denmark, “The Danish Cell Project-Part1:Background  
and General Approach”, IEEE Power Engineering Society General Meeting  
June. 2007.
- [3] Bernd Michael Buchholz, Zbigniew A. Styczynski, “Communication  
Requirements and Solutions for Secure Power System Operation”, IEEE Power  
Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [4] Steven W. Pullins, Member, IEEE, “The NETL Modern Grid Initiative: What Will  
the US Modern Grid Cost?”, IEEE Power Engineering Society General  
Meeting June. 2007.
- [5] Saifur Rahman, Fellow, IEEE, Manisa Pipattanasomporn, Member, IEEE and  
Yonael Teklu, Member, IEEE, “Intelligent Distributed Autonomous Power

- Systems(IDAPS)", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [6] B. J. Kirby, Senior Member, IEEE, "Load Response Fundamentally Matches Power System Reliability Requirements", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [7] John Stevens, Sandia National Laboratories; Harry Vollkommer P. E., David Klapp, American Electric Power, "CERTS Microgrid System Tests", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [8] T.M Smith, Senior Member, IEEE, B. A. Muschlitz, Member, IEEE, F. R. Goodman, Senior Member, IEEE, and T.E McDermott, Senior Member, IEEE, "Advanced Feeder Design for Distributed Generation", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [9] Paola Bresesti, Member, IEEE, Alberto Cerretti, "SDNO: Smart Distribution Network Operation Project", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [10] Aris L. Dimeas, Student Member, IEEE, and Nikos D. Hatziargyriou, Senior Member, IEEE, "Operation of a Multiagent System for Microgrid Control", IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [11] Paolo Piagi, Member, IEEE, Robert H. Lasseter, Fellow, IEEE, "Autonomous Control of Microgrids", IEEE Power Engineering Society General Meeting

June. 2007.

[12] D. Divan and H. Johal, Georgia Institute of Technology, School of Electrical and Computer Engineering, Atlanta, USA, “A Smart Grid for Improving System Reliability and Asset Utilization”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.

[13] Yaosuo Xuo, Graduate Student Member, IEEE, Liuchen Chang, Senior Member, IEEE, Julian Meng, Member, IEEE, “Dispatchable Distributed Generation Network- A New Concept to Advance DG Technologies”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.

[14] Vu Van Thong, Johan Driesen, Member, IEEE, and Ronnie Belmans, Fellow Member, IEEE, “Benefits and Impact of Using Small Generators for Network Support”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.

[15] A. L. Dimeas and N.D Hatziargyriou, Senior Member, IEEE, “Agent based Control for Microgrids”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.

[16] S. Santoso, Senior Member, IEEE, Nitish Saraf, Student Member, IEEE, G. K. Venayagamoorthy, Senior Member, IEEE, “Intelligent Techniques for Planning Distributed Generation Systems”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.

[17] Laurence R. Phillips, “Tasking and Policy for Distributed Microgrid



- Management”, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [18] Dr Maher Chebbo VP Utilities industry for EMEA-SAP AG Chairman EU SmartGrids “Demand and Metering”, “EU Smartgrids Framework “Electricity Networks of the future 2020 and beyond””, IEEE Power Engineering Society General Meeting June. 2007.
- [19] “A vision for the modern grid”, NETL, March 2007.
- [20] “Office of electricity delivery and energy reliability”, NETL, April 2007.
- [21] “A system view of the modern grid”, NETL, January 2007.
- [22] “The modern grid initiative”, NETL, January 2007.
- [23] “Sensing and measurement”, NETL, March 2007.
- [24] “Accommodates all generation and storage options”, NETL, January 2007.
- [25] “Advanced components”, NETL, March 2007.
- [26] “The modern grid initiative”, NETL, January 2007.
- [27] “Integrated communications”, NETL, February 2007.
- [28] “Shlf-Heals”, NETL, March 2007.
- [29] “Provides power quality for 21st century needs”, NETL, January 2007.
- [30] “Advanced control methods”, NETL, March 2007.
- [31] “Improved interfaces and decision support”, NETL, March 2007.
- [32] “Enables markets”, NETL, January 2007.
- [33] “Motivates and includes the consumer”, NETL, January 2007.

- [34] “Optimizes assets and operates efficiently”, NETL, January 2007.
- [35] “Resists attack”, NETL, January 2007.
- [36] “NEDO Newsletter No.4”, NEDO, Autumn/Winter 2006.
- [37] “NEDO Newsletter No.5”, NEDO, Spring/Summer 2007.
- [38] “The Future of Electricity”, Galvin Electricity Initiative, October 2006.
- [39] “The Galvin Electricity Initiative: Task2 potential for End-Use energy technologies to improve functionality and meet consumer expectations”, Galvin Electricity Initiative, February 2006.
- [40] “The Galvin Electricity Initiative: Task5 eveloping Functional Requirements for the Perfect Power System”, Galvin Electricity Initiative, March 2006.
- [41] “Electric transmission and distribution programs”, U.S. Department of Energy, August 2006.
- [42] ““Grid 2030” a national vision for electricity’s second 100 years”, U.S. Department of Energy, July 2003.
- [43] “Enabling the power delivery system of the future”, Electric Power Research institute, September 2005.
- [44] “Intelligrid enabling the power delivery system of the future”, Electric Power Research institute, July 2006.
- [45] “Profiling and mapping of intelligent grid R&D program”, Electric Power Research institute, December 2006.

- [46] “Electric Transmission and Distribution”, Energy Supply/Electric Transmission and Distribution, 2005.
- [47] “Intelligrid: A smart Network Of Power”, EPRI Journal, Fall 2005.
- [48] “Microgrids: An emerging paradigm for meeting building electricity and heat requirements efficiently and with appropriate energy quality”, Berkeley Lab, April 2007.
- [49] “Wind power and grid connections”, ABB.
- [50] “Energy and environment technologies”, 2006.
- [51] “Overview of microgrid projects underway in Japan”.
- [52] “A report from Japan”.
- [53] “Key results from EU projects and structure of the TP-Smartgrids”, 1st General Assembly of the European Technology Platform SmartGrids, April 2007.
- [54] “Towards Smart Power Networks”, European Commission, 2005.
- [55] “Powering up the Smart Grid”, European Commission, A Special Report from Climate Solutions, July 2005.
- [56] “Strategic Research Agenda for Europe’s Electricity Networks of the Future”, European Commission, 2007.
- [57] “European SmartGrids Technology Platform”, European Commission, 2006.
- [58] “Economically viable migration towards an intelligent grid”, 2006.
- [59] “European distributed energy resources projects”, European Commission, 2004.

- [60] “Energy efficiency technology road map”, Bonneville Power Administration,  
July 2006.
- [61] 林慧瑩,「美國「智慧電力網」創新技術及其法律與經濟分析」,台電工程  
月刊,第704期,民國九十六年四月。
- [62] 日本 2007 能源科技戰略,2007
- [63] Lessons learned From European Research FP5 Projects, 2005
- [64] Dr. Günther Ebert, Dezentrale Einspeisung von Erneuerbaren Energien, Februar  
2007
- [65] DISPOWER, Final Public Report, 2006
- [66] Dr. Günther Ebert, Dezentrale Einspeisung von Erneuerbaren Energien, Februar  
2007
- [67] Regulatory Road Map for Germany, Creating a level playing field centralized  
and decentralized power plants, 2003
- [68] Vernetzung modularer Systeme, 2005/12
- [68] Cyberinfrastructure Vision for 21<sup>st</sup> Century Discovery, National Science  
Foundation Cyberinfrastructure Council, March 2007
- [69] 台灣電力公司,台灣地區應用分散型電力可行性研究,民國92年
- [70] Distributed Generation with High Penetration of Renewable Energy Sources,  
EU DG Research, 2004
- [71] CEC/DOE, Micro Grid Energy Storage Demonstration,

<http://www.energystoragedemo.net/cec/microgrid/microgrid.asp>