

第二期
能源國家型科技計畫
智慧電網主軸中心

智慧電網國際發展趨勢與台灣推動現況

林法正

智慧電網主軸中心召集人

國立中央大學電機工程學系講座教授

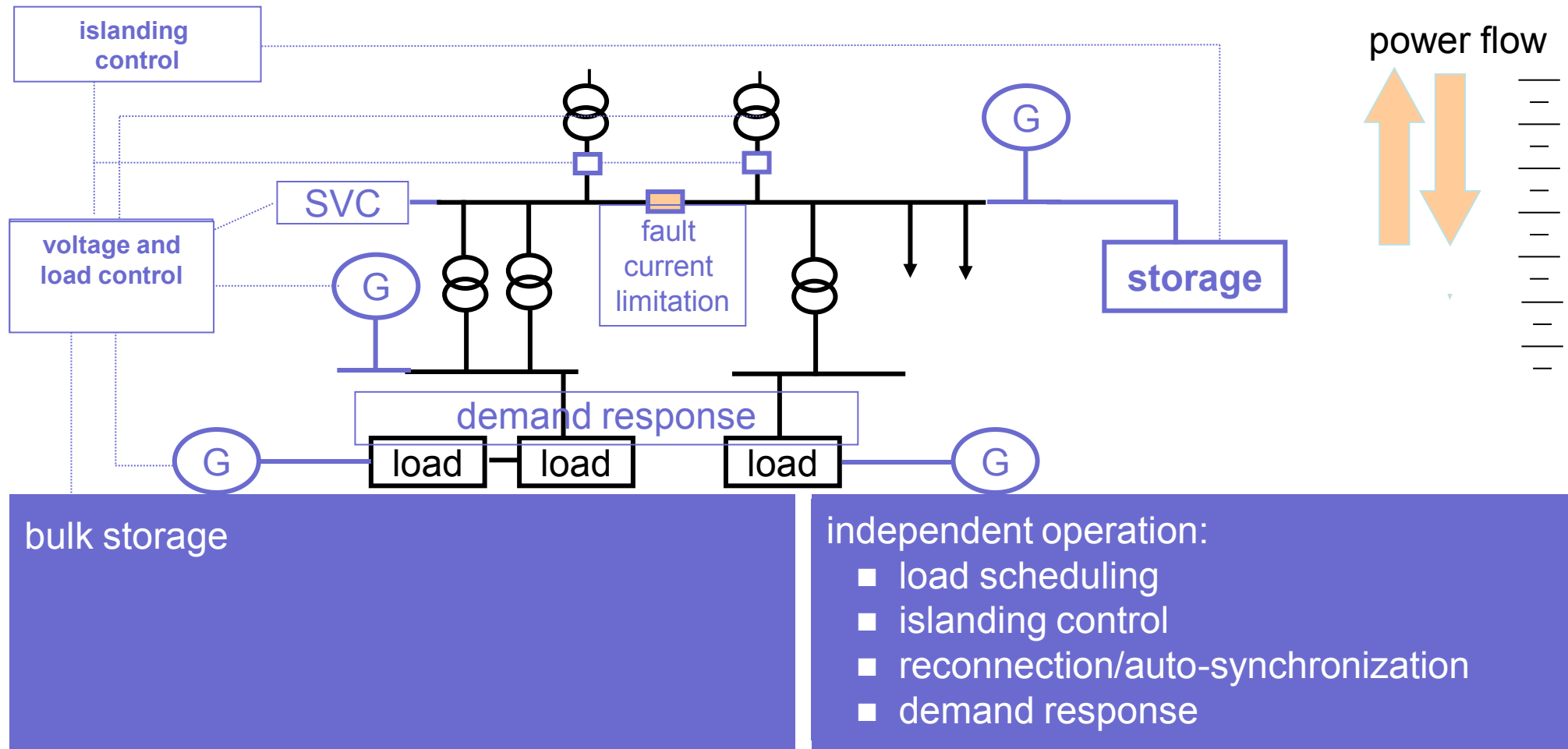


第二期能源國家型科技計畫
National Energy Program-Phase II

簡報大綱

- 一. 國際智慧電網發展趨勢
- 二. 台灣智慧電網推動現況
- 三. 台灣智慧電網產業發展課題
- 四. 第二期智慧電網主軸介紹

The Evolving Electrical Network

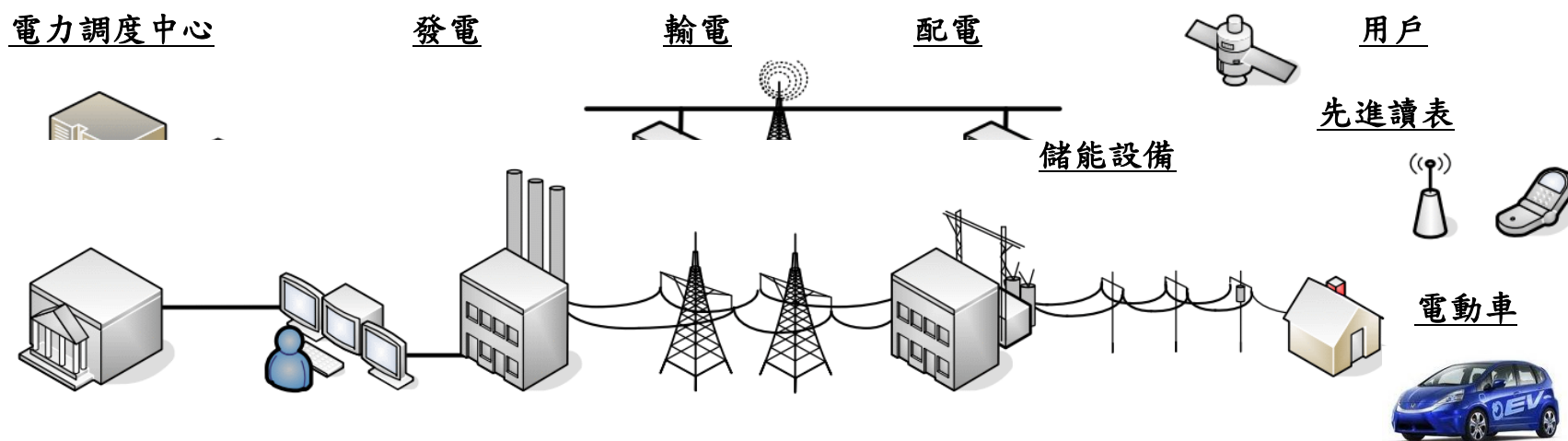


Source: Ofgem, UK

一、國際智慧電網發展趨勢

智慧低碳城市 骨幹 智慧電網

透過資訊、通信與自動化科技，建立具智慧化之發電、輸電、配電及輸電用戶的整合性電力網，強調自動化、安全及用戶端與供應端密切配合，以提升電力系統運轉效率、供電品質及電網可靠度，並促進再生能源擴大應用與節能減碳之政策目標。



先進國家智慧電網推動

先進國家推動智慧電網技術擴大再生能源利用、提升供電品質

- 歐、北美先進國家占全球整體電網基礎設施市場 45%，現有電網多屬老舊，**未來須對六成電網進行更新**。為對抗氣候變遷，先進國家紛紛研擬**溫室氣體減量目標**，降低石化能源使用比例，**擴大再生能源利用，提高能源的利用效率，降低能源密集度**。
- 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。為提升電網效率、滿足可靠度與安全規範、導入及時電價、提升分散式再生能源佔比，**未來電網須逐漸導入智慧電網技術**。

開發中國家智慧電網推動

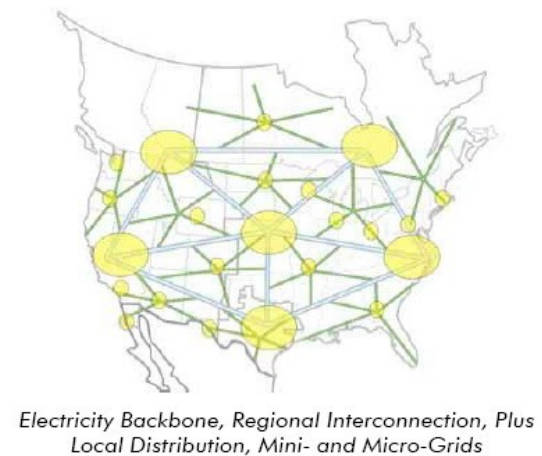
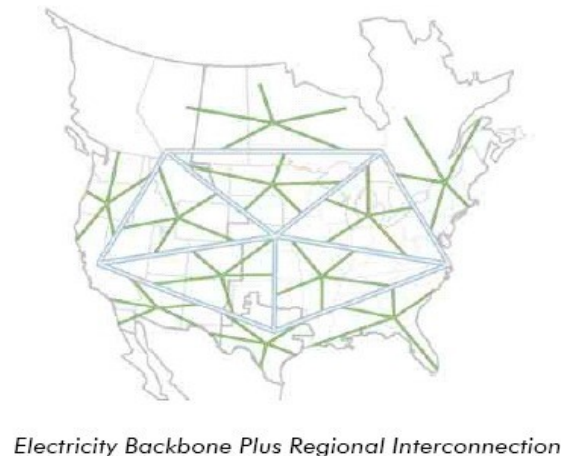
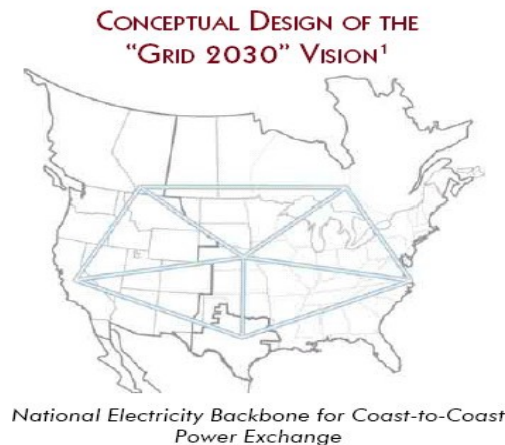
開發中國家經濟快速發展、急需完善電力基礎建設

- 許多開發中國家人口的成長速度遠高於電網建置的規劃速度，全球發展中國家中超過20億人口目前無法獲得電力供應，因此如何以較低的成本、較短的時間於偏遠地區加速完善電力基礎建設，改善生活水準並支持經濟活動與都市化需求，成為開發中國家重要課題。
- 越南導入智慧電網趨動力則來自於電力基礎建設的投資壓力、能源需求增加、能源由出口轉為進口、增強供電品質與穩定性、從社會觀點出發的電價政策、建立越南電力市場、減少溫室氣體排放。

美國智慧電網發展願景

2030 年美國電網可以逐步成為一個提供間歇性低碳能源隨插即用並與傳統式電源整合的智慧能源輸配電送系統，並提供一個平台給消費者參與用電需求面管理、國家能源獨立、創新、創業的電力以及經濟兼具環保、供電安全的供電系統。

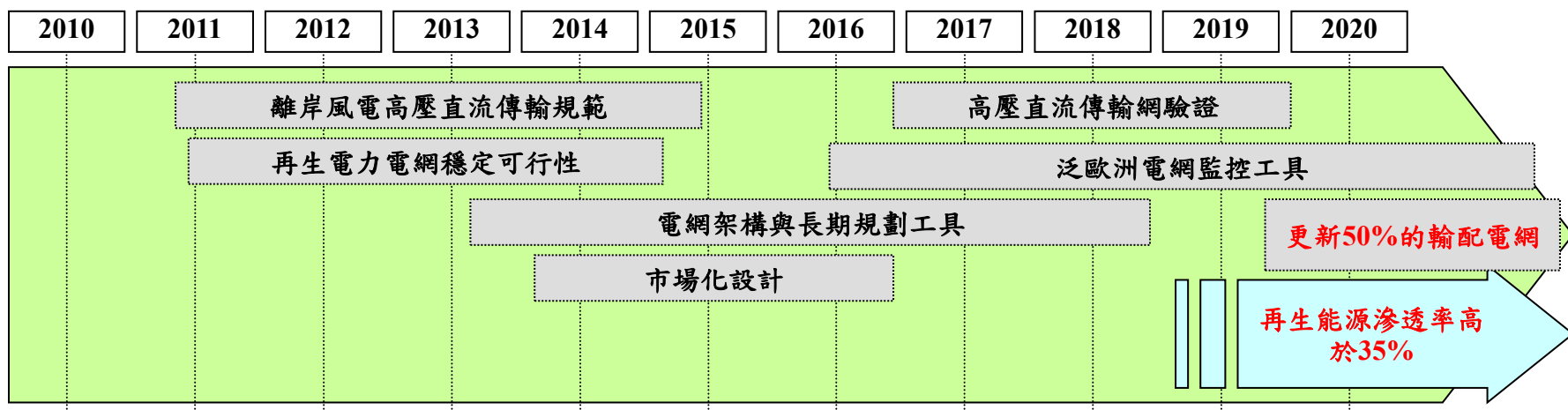
Grid 2030 所包含的國家電力骨幹、區域電網及由分散式電源、需量反應用戶構成之電網，**2030年智慧型電網目標與里程碑**：(1) 減少20%國家尖峰能源使用量；(2) 任何時候皆能100%提供所有關鍵性負載電力；(3) 提高40%能源系統效率；(4) 20%電力來自分散式和再生能源 (200 GW)。



歐洲智慧電網發展願景

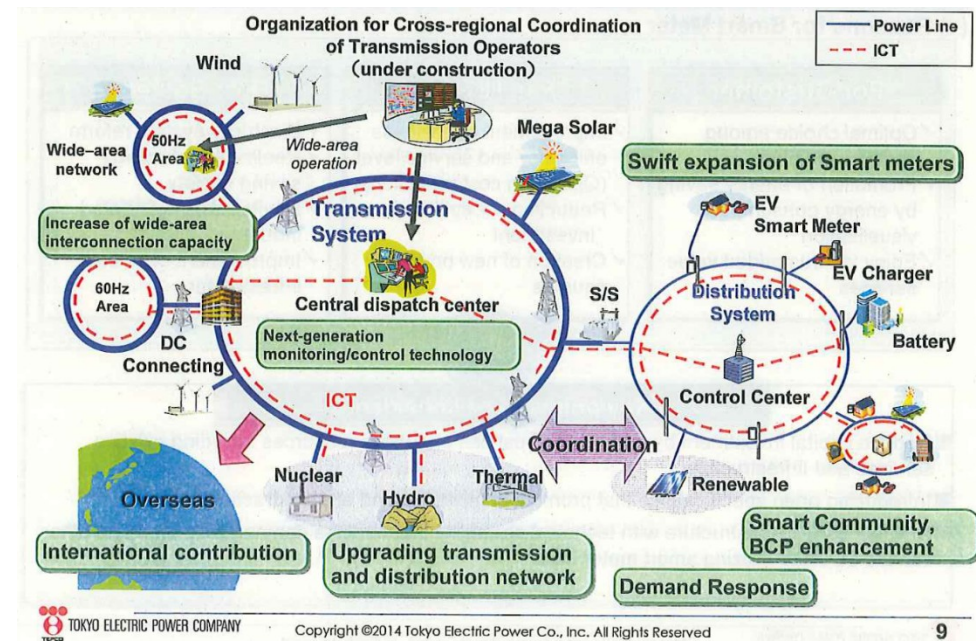
歐盟未來電力網絡須要面對的三個互關聯挑戰：(1) 建立歐盟整合的電力市場；(2) 整合大量增加的間歇性能源；(3) 管理複雜的電力供應商和客戶之間的互動。單一整合、穩固、智慧的歐洲電網對於容納更多的再生能源與分散式電源將扮演核心角色。五項發展願景目標：

1. 使輸配電系統在2020年前可承受 35% 電力來自分散或集中式再生能源，並使發電在2050年達到完全除碳化。
2. 將歐洲各國的電網整合成為一個真正的泛歐洲市場化電網。
3. 最佳化面對新挑戰電網升級所需投資與操作的成本。
4. 保證對所有的消費者提供高品質電力供應，並使他們在能源效率方面成為積極參與者。
5. 期盼新的技術發展例如運輸系統的電氣化。



日本智慧電網推動作法

- 東京電力公司加速電表布建時程於2014年起7年內完成約2,900萬之用戶佈建。
- 對於大型工業或商業用戶實施需量反應計畫，規劃擴大需量反應可用資源，利用用戶群代表(Aggregator)引導小規模負載參與，並導入分時電價機制。
- 針對未來在北海道與東北地方因為可能大量導入風力發電造成的電網的不穩定，規劃採取對電網補償措施。
- 橫濱智慧城市中 4,000 戶家庭全面導入太陽能發電與家庭能源管理系統(HEMS)，以及2000台EV電動車進行實證研究。
- 進行電力事業改革，未來東京電力分解為發電、電網、零售等三部分。東京電力將會在日本其它地區參與電力零售事業。



中國大陸智慧電網發展願景

由特高壓電網為骨幹網架，各級電網協調發展，以資訊化、自動化、互動化為特徵的堅強國家電網，全面提高電網的安全性、經濟性、適應性和互動性。

國家電網公司建設智慧電網的階段表

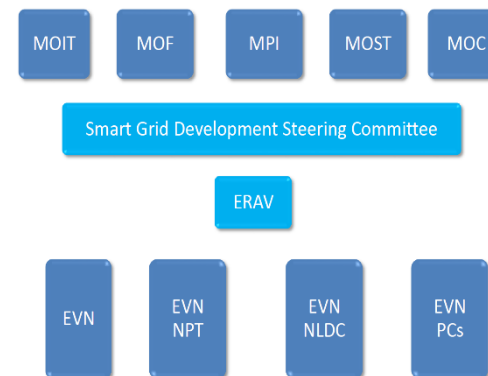
預計2020年將全面建設統一的智慧電網。

第一階段	第二階段	第三階段
2009年~2010年	2011年~2015年	2016年~2020年
規劃試點階段，重點開展堅強智能電網發展規劃工作，制定技術與標準，開展關鍵技術研發和設備研製，開展各環節的試點工作。	全面建設階段，加快特高壓和城鄉配電網建設，初步形成智能電網運行控制和互動服務體系，關鍵技術和裝備實現重大突破和廣泛應用。	引領提升階段，基本建成堅強智能電網，使電網的資源配置能力、安全水平、運行效率，以及電網與電源、用戶之間的互動性顯著提高。

說明：特高壓電網是指1000千伏交流和正負800千伏直流輸電網路

越南智慧電網推動規劃

2011年6月越南政府要求越南工業與貿易部研擬智慧電網推動期程發展推動計畫，2012年3月越南電力管制機構受越南工業與貿易部委託發展越南智慧電網產業規劃與實踐發展藍圖。**2012年11月越南政府核定三階段智慧電網發展藍圖。**

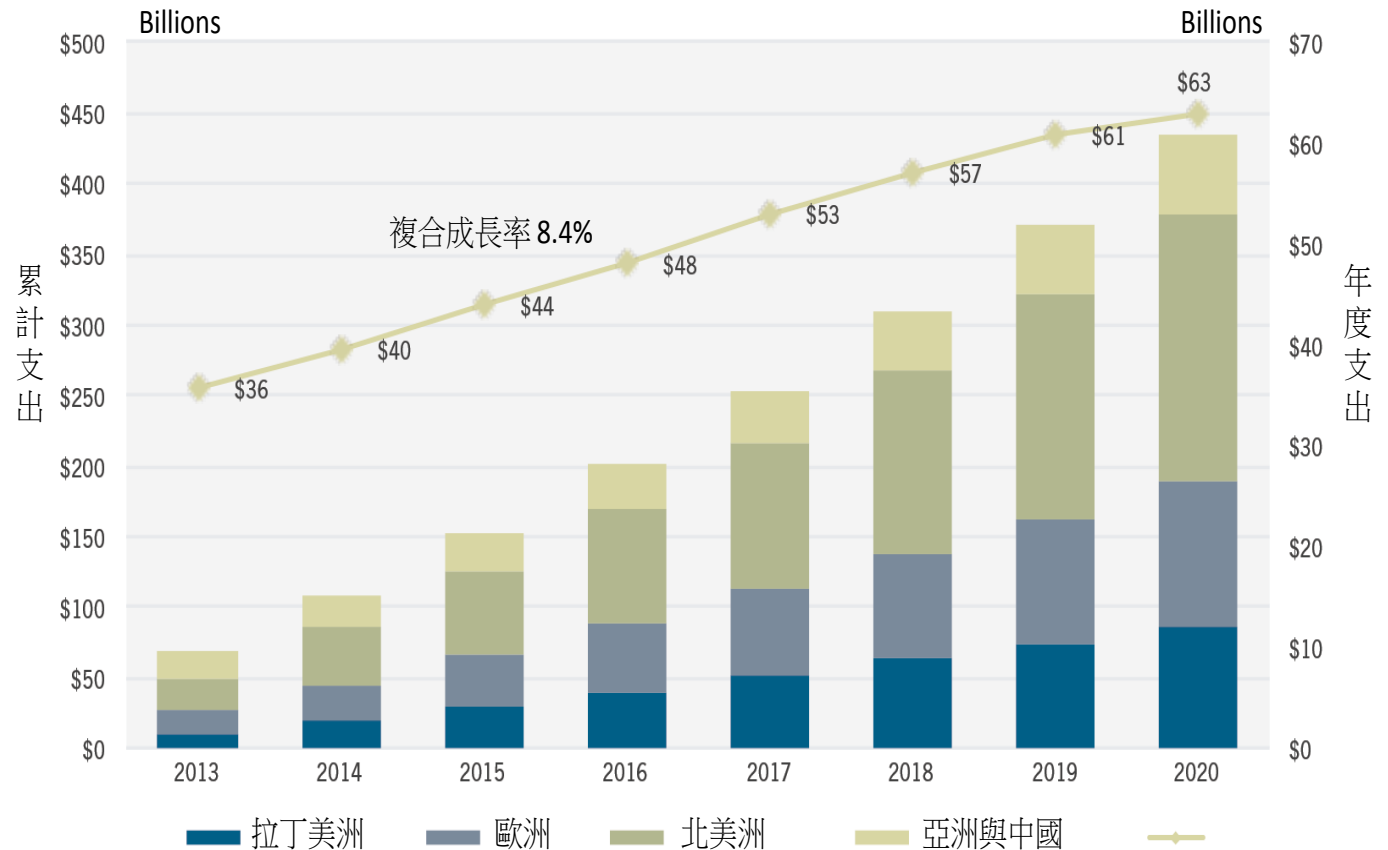


第一階段	第二階段	第三階段
2012年~2016年	2017年~2022年	2022年以後
(1) 強化電力系統運作效率：完成國家負載調度中心(NLDC)資料採集與監控系統(SCADA)/能源管理系統(EMS)項目，安裝來自變電站/電廠的操作數據收集裝置 (2) 推動先導示範：於胡志明市推動先進讀錶基礎設施(AMI)先導示範、於中部電力推動可再生能源整合先導示範 (3) 法規架構建立方面：實現智慧電網的負載研究、負載控制機制、智慧電網推動的財務機制和管制措施 (4) 發展技術規範：先進讀錶基礎設施(AMI)相關標準、變動所自動化與遠距控制、分散式電源設備與分散式智慧電網架構整合 (5) 社會支持項目：加強對相關用戶與利害關係者間智慧電網計劃的宣傳。	(1) 持續完善智慧電網運作效率，工作重點在配電網：導入配電公司資料採集與監控系統(SCADA)/能源管理系統(EMS)系統及110kV變電所自動設備，建立配電公司的智慧電網能力 (2) 推廣先進讀錶基礎設施(AMI)：於大用戶推動智慧讀錶裝設 (3) 按將分散發、新能源及再生能源電設備整合匯入中壓或低壓電網系統，推動智慧家庭及智慧城市先導計畫 (4) 建立智慧電網應用的管制架構 (5) 發展技術規範：能源儲存與智慧家電標準 (6) 社會支持計畫。	(1) 持續完善配電網資通訊基礎設施：將資料採集與監控系統(SCADA)/能源管理系統(EMS)推展到所有省/區電力公司，達到高效的中壓與低壓變電站。將先進讀錶基礎設施(AMI)系統推廣至住宅用戶，為客戶提供在競爭的零售市場交易，持續鼓勵導入分散式配電系統 (2) 導入智慧電網技術使用戶可利用其分散式電力設備在用戶等級(家庭等級)平衡用戶端需求與負載。在配電系統大量布建再生能源，並利用時間電價機制將各種電力道入零售競爭市場 (3) 建立會電網法規，允許在現有的資訊技術基礎設施的基礎上擴大智慧電網的應用

全球智慧電網市場發展

全球展開智慧電網建設工作，智慧電網產值將持續穩定成長

- 無論是已開發國家的電網更新工程或開發中國家的電網基礎建設建置工作都將持續20年以上。
- 根據國際GTM研究機構分析全球至2020年智慧電網整體市場累計將超過美金4000億元，複合平均成長率達8%，可預期未來全球的智慧電網產值將持續穩定成長。



資料來源：2013～2020 全球智慧電網產值推移 (資料來源：GTM 2013)

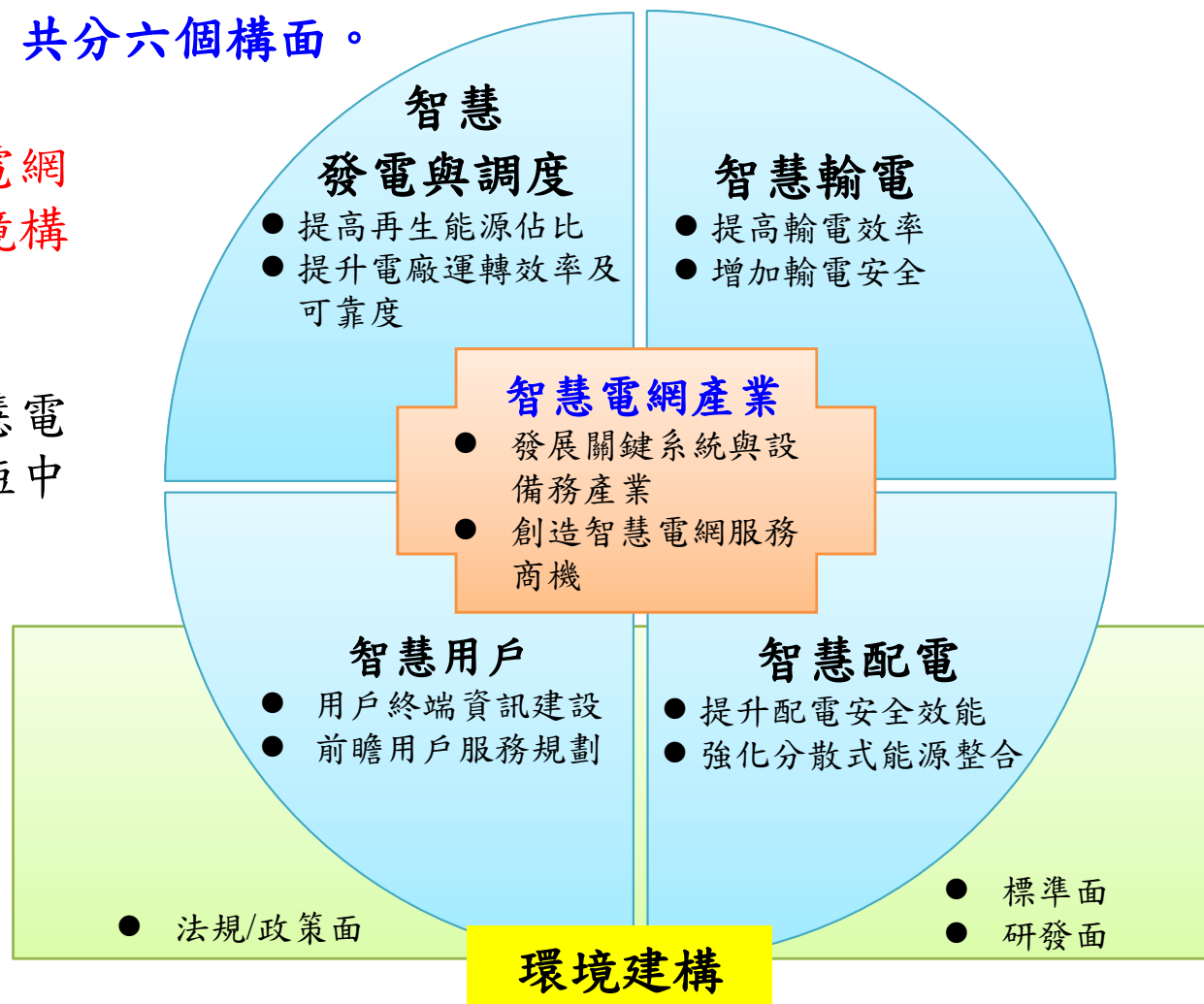
二、台灣智慧電網推動現況

台灣智慧電網總體規劃 (2011~2030)

■ 行政院已於民國101年8月通過「智慧電網總體規劃方案」，共分六個構面。

■ 能源國家型計畫智慧電網主軸計畫主要負責環境構面中之標準與研發面。

■ 計畫目標即是完成智慧電網整體規劃方案中之短中期技術開發項目。



總體規劃工作小組：

■ 經濟部

□ 能源局

□ 標檢局

□ 工業局

□ 技術處

■ 國科會

■ 台灣電力公司

■ 工研院

■ 資策會

■ 核能研究所

■ 台灣智慧電網產業協會

■ 台灣經濟研究院

「智慧電網總體規劃方案」量化效益目標

(一) 確保穩定供電

1. 推動配電自動化，預計2030年可達成每戶每年平均停電時間(系統平均停電指標 SAIDI值)減少5.5分鐘，相較於2011年，全國約可減少61萬小時之停電時間，由2011~2030年累計減少停電時間約123萬小時。
2. 推動輸配電計畫工程，以強化電網結構與管理，預計2030年全國線路損失可減少10.6億度，由2011~2030年累積共可減少全國線路損失113.3億度。
3. 推動變電所自動化/保護電驛數位化工程，促成全國變電所智慧化。

(二) 促進節能減碳

擴大導入低碳能源及節能管理措施，減少CO₂排放114.71百萬噸(2030年)。

(三) 提高綠能使用

提高再生能源可併網容量占全系統裝置容量達30%(2030年)。

(四) 引領低碳產業

引導智慧電網相關產業發展，創造產值新臺幣7,000億元(2030年)。

智慧電網主軸專案計畫第一期整合示範

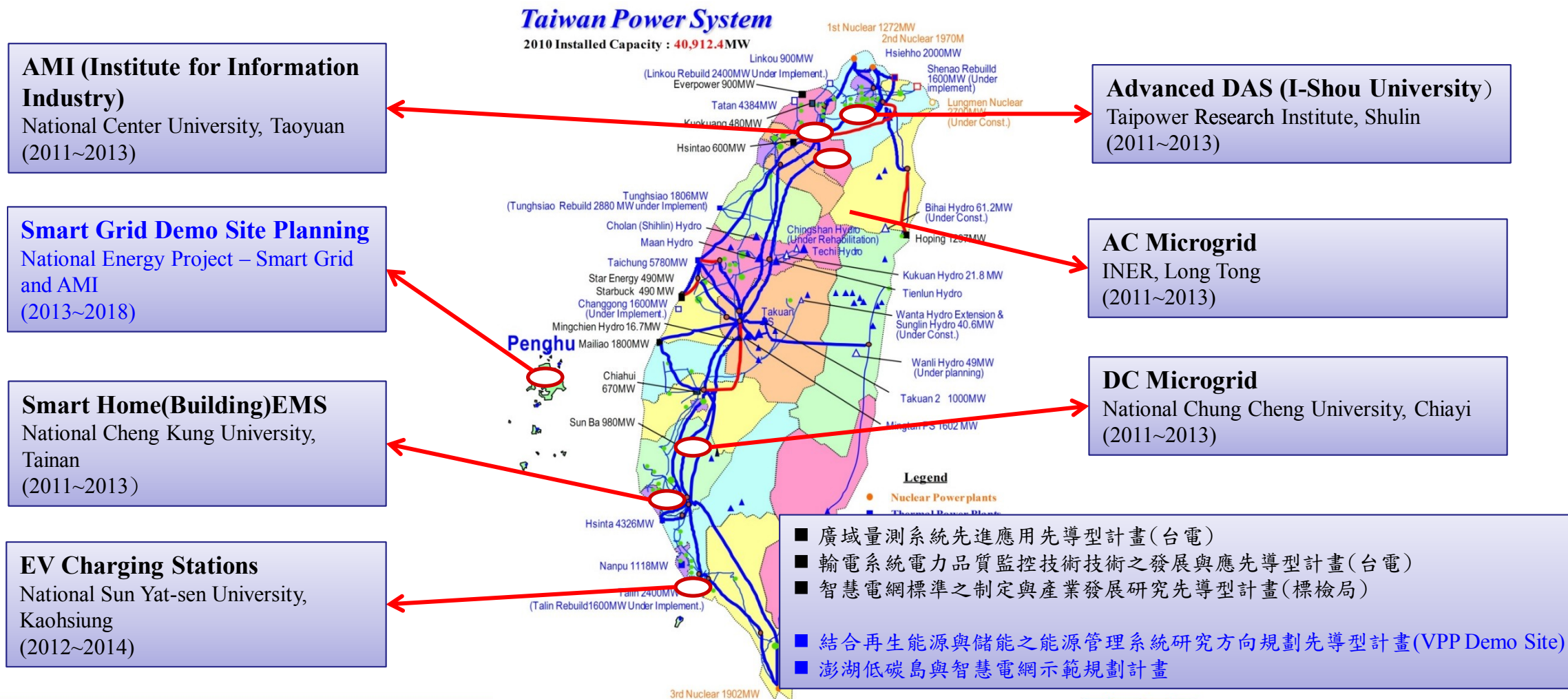


第一期智慧電網主軸專案計畫階段成果

- 智慧電網與先進讀表主軸專案計畫願景為發展台灣電力設備產業，協助建立高品質、高效率、以用戶為導向和環境友善的電力網路系統。推動策略為配合台電智慧電網建構期程，整合國內產、學、研發展智慧電網技術能量，協助建構台灣智慧型電網，並扶植台灣電力設備產業。而推動方式為由電力、資通訊產學研單位共組團隊，發展所需之智慧型電網關鍵技術，確保所發展智慧型電網系統設備導入台灣電力網路系統之可靠度與產業化之可行性。
- 智慧電網與先進讀表主軸專案計畫成立之主要目的即為扶植國內智慧電網相關產業，各先導型計畫目前已分別完成6處測試場域，且已有76家次廠商投入先期技轉金參與各測試場域之發展，總金額達6215萬元。智慧電網與先進讀表主軸專案計畫亦協同台灣經濟研究院共同成立台灣智慧型電網產業協會，除整合台灣重電業與智慧電網相關產業之力量共同發展智慧電網相關技術外，亦推動智慧電網標準與規範之制定及各項國際合作。
- 智慧電網主軸專案計畫第一期並積極配合經濟部各單位及台電，分六個構面共同推動「智慧電網總體規劃方案」。

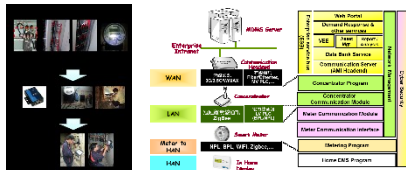
第一期智慧電網主軸專案計畫階段成果(續)

- 由電力、資通訊產學研單位共組團隊，發展智慧電網關鍵技術，完成6處先導測試場。
- 與台電合作推動廣域量測、輸電系統電力品質監控、電動車電能補充管理策略研究



國內智慧電網示範場域發展現況

在第一期智慧電網主軸專案計畫與經濟部能源資通訊技術發展帶動下，由科技部、經濟部能源局與企業主導設置18座智慧電網示範場域。



智慧讀表系統與
需量反應系統



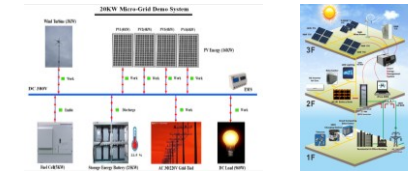
大都會型智慧讀表系統



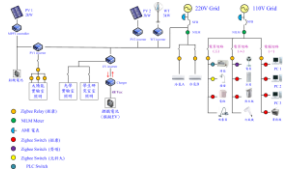
智慧電表系統與家庭能源管
理系統(人間清境社區)



智慧電網控制中心與
智慧家庭示範中心



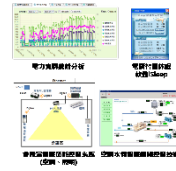
智慧型直流/交流混合型
微電網示範系統



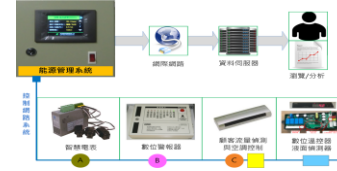
智慧家庭(建築)
電能管理系統



工研院中興院區
智慧建物節能示範場域



量販店節能管理系統



便利商店節能管理系統



微電網及電動車示範場



百瓩級自主式
微型電網示範系統



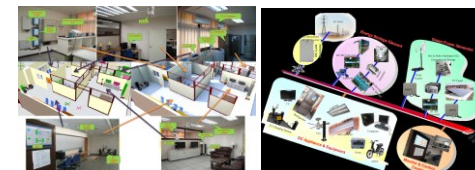
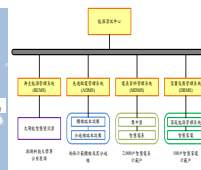
汙水處理廠馬達動力設備監
控與節能管理系統



先進配電自動化示範系統



澎湖智慧電網示範場域
(規劃中)



智慧型直流供電系統教育
展示屋(綠色能源示範屋)



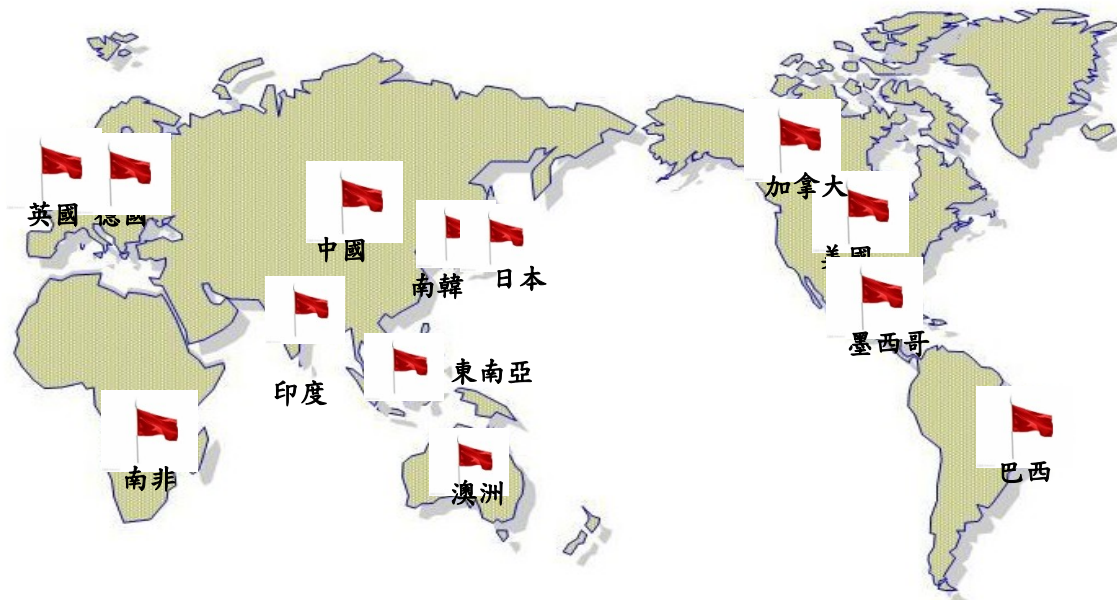
金門縣東坑整合再生能源與
儲電系統社區展示運行

三、台灣智慧電網產業發展課題

台灣智慧電網產業成長情況

- 2009年智慧型電網產品總銷售金額為21.08億元。2010年銷售金額為55.09億元，內銷佔51.15%；外銷佔48.85%。2011年銷售金額為新台幣90億元，內銷佔64.79%；外銷佔35.21%。2012年產品總銷售金額成長至新台幣125億元；2009~2012年智慧電網產值增加5倍以上，年複合成長率50%。
- 2011年後先進國家經濟發展不如預期，海外銷佔比例減少。

2009-2011年國內智慧型電網相關產品外銷市場包含中國大陸、日本、南韓、印度、澳洲、德國、英國、美國、加拿大、墨西哥、巴西、南非等地區。各廠商未來預計將持續開拓日本、中國大陸、東南亞、印度、歐洲、中亞、美國、南美洲等海外市場。



台灣智慧電網產業發展課題

市場面發展課題

1. 電力網路系統設備國內市場以更新或升級既有設備為主，規模穩定。
2. 智慧家電系統設備國內市場遭遇最主要問題，在於市場不明朗、技術標準未建立等。
3. 國內市場規模太小，開拓海外市場是產業永續經濟之必要手段。
4. 國際市場具獨占性，新開發系統設備企業缺乏實績，且投資報酬率低，開拓海外市場不易。

產業面發展課題

1. 歐美市場中大型電力公司獨佔高技術與整合性電網系統，小型電子企業則占據低技術產品市場。
2. 大陸市場學習模仿能力強，易使台灣技術被學取後，失去大陸市場之競爭能力。
3. 台灣無法參與制定標準，在資訊上遠遠落後於其它國家。
4. 高檢測費用對過內規模較小企業開發新產品形成阻礙。

台灣智慧電網產業開拓海外市場因應對策

■ 海外市場開拓課題

1. 電力網路系統設備國內市場以更新或升級既有設備為主，規模穩定。
國內市場規模太小，開拓海外市場是產業永續經濟之必要手段。
2. 國際市場具獨占性，新開發系統設備企業缺乏實績，開拓海外市場不易。

■ 因應對策

1. 透過國內外示範區域推行，協助業者開發系統或商品建立運轉實績。
2. 針對特定市場快速吸收國際標準，建立商品化、量產化流程，加速商品化速度，建立國際市場優勢。
3. 促進國內廠商合作或與當地企業合作，共同開發市場。
4. 協助企業開發海外市場。

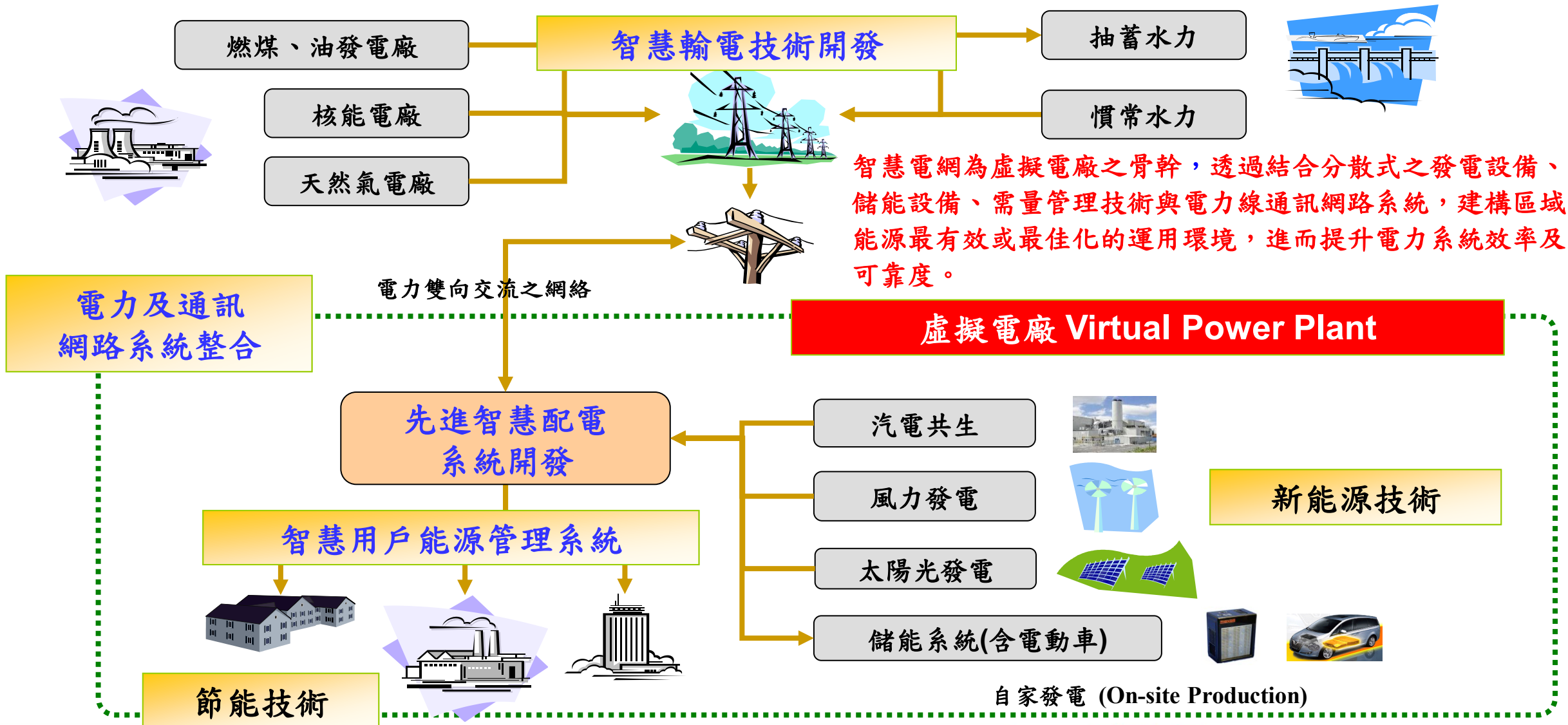
四、第二期智慧電網主軸介紹

發展虛擬電廠的動機

- 大型電廠增加困難：核能、火力、大型風機，爭議不斷。
- 供電擁塞區增多：輸配電線路與變電站新增或更新不易，而用電需求逐年增加，電力供給調度捉襟見肘，電力不穩所造成經濟損失，難以估計。
- 用電結構改變：生產性用戶用電量佔比下降，消費性用戶用電量佔比升高，供電擁塞區多在人口密集都會區。
- 獎勵小型再生能源：小型太陽能與風機併網發電增加，但缺乏調度機制，影響電網的供電品質。
- 新能源與節能產業高值化：整合需量反應及太陽光電、風力、儲能、燃料電池設備業轉型高附加價值之供電服務系統。

以上問題非我國獨有，但我國因民情、產業轉型、政策鼓勵加速問題發生，國際因應對策是發展「虛擬電廠解決方案」，以資通訊技術為基礎，建構包含輸配電網智慧化、用戶端分散式能源管理系統、自動需量反應系統、用戶端需量交易市場四大要件構成之「虛擬電廠解決方案」，我國既有ICT產業基礎，相較其他競爭國家更具產業發展優勢。

虛擬電廠技術架構



智慧電網主軸專案虛擬電廠規劃策略

● 微電網、虛擬電廠、智慧家庭系統商品化

● 智慧電網標準制定

國際合作促成

智慧電網標準與產業推動

國際標準導入/產品開發協助

用戶端分散式能源管理系統

智慧用戶
能源管理系統

- 智慧電表增值服務
- 智慧節能系統

自動需求反應系統

用戶端需求交易市場

輸配電網智慧化

- 分散型電力控制
- 大功率併網型轉換器
- 獨立型微電網
- 電動車智慧充放電

先進智慧配電
系統開發

智慧輸電
技術開發

- 智慧廣域量測系統
- 輸電電力品質提升

解決方案實證場域

智慧電網示範系統建置

國際亮點/出口佐證實績

● 澎湖智慧電網示範

● 本島虛擬電場示範

智慧電網主軸專案第二期規劃策略

智慧電網主軸計畫第二期規劃以發展虛擬電廠技術平台來推動「促進節能效益」、「改善電源結構」、「提升供電品質」、「推動智慧電網產業」等工作。

- 促進節能效益：2011年電力用戶數計有1276萬戶，2011年用戶節約用電度數已達37.91億度，但在能源短缺價格飛漲的階段，仍需持續促進節能效益。
藉由「智慧用戶能源管理系統」，達成逐年節電的目標。
- 改善電源結構：在節能與溫室氣體減量壓力下，電源結構調整已是大勢所趨。台電系統理想之電源結構為：尖載電源約佔10%~15%，中載電源約佔15%~30%，基載電源約佔55%~65%。台灣再生能源由於地勢、風場、日照等地理環境因素發展並不平均，藉由「先進智慧配電系統開發」、「智慧電網示範系統建置」，輔助提升再生能源系統滲透率(2020年20%、2030年30%)。

智慧電網主軸專案第二期規劃策略 (續)

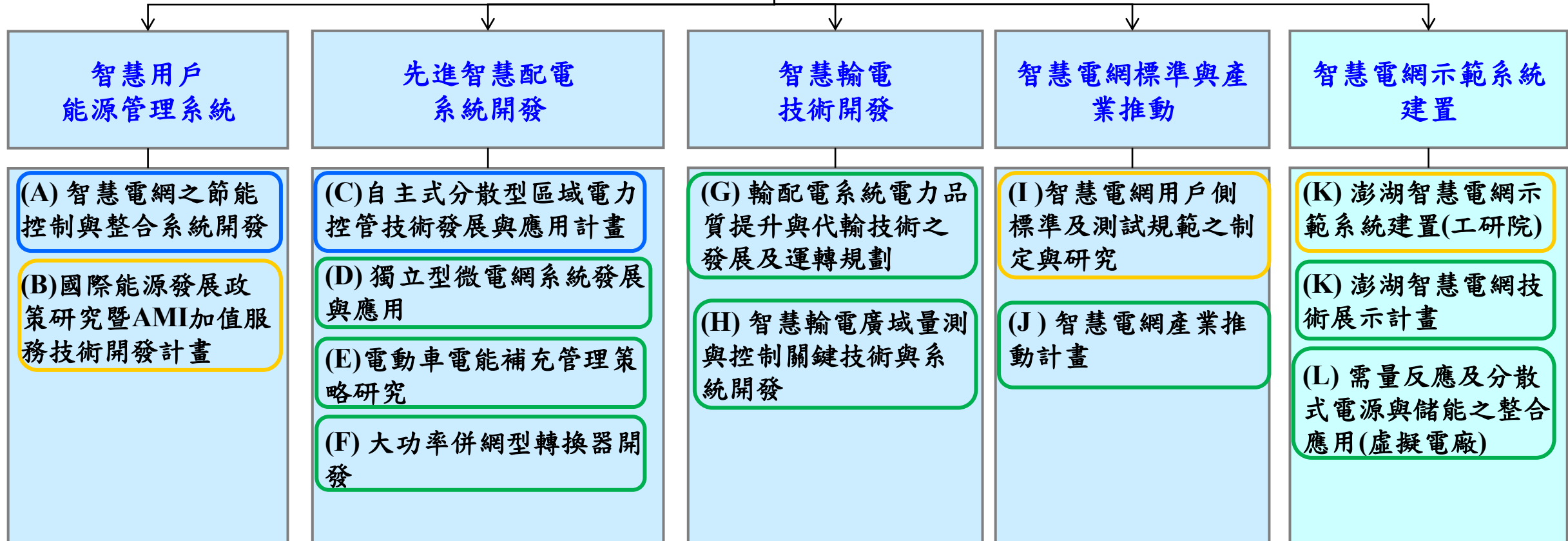
- 提升供電品質：2010及2011年台灣每戶停電次數分別為0.196次及0.204次，已達台電系統供電可靠度目標，但在再生能源逐年投入系統佔比提升的情況下，則需透過「先進智慧配電系統開發」、「智慧電網示範系統建置」、「智慧輸電技術開發」強化分散式能源整合，提高輸電效率，增加輸電安全，達成強化電網系統性能之目標。
- 推動智慧電網產業：需透過「智慧電網標準與產業推動」、「智慧電網示範系統建置」引進國際標準，整合國內外產業鏈，開發微電網、虛擬電廠供電服務、智慧家庭與建築能源管理等利基商品建設過內智慧電網示範場域，協助國內商品化系統與設備獲取運轉實績，進入已開發國家或開發中國家利基市場。

智慧電網主軸計畫第二期推動架構

智慧電網主軸計畫所有計畫皆為產業界先期參與之任務導向應用計畫

智慧電網主軸年度計畫架構

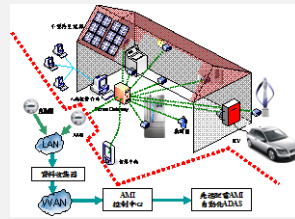
部會署計畫
跨部會科發基金
科技部計畫



智慧電網主軸計畫第二期推動架構

以智慧電網主軸計畫所開發系統技術為基礎，整合國內學研能量與產業鏈，以國際潛力市場需求為目標，以當地電力系統規格，進行技術系統與設備商品化。

設備與
系統技術開發



A 智慧電網之節能控制與整合系統開發

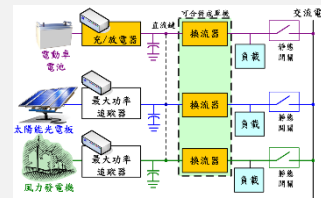
**B 先進讀表基礎建設
加值服務與整合系統**

**C 自主式分散型區域電力
控管技術發展與應用計畫**

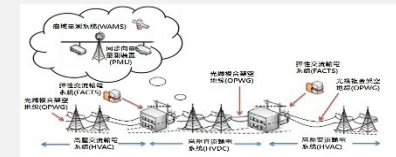
D 獨立型微電網系統發展與應用



E 電動車電能補充管理策略研究



F 大功率併網型轉換器開發



**G 輸配電系統電力品質提升與
代輸技術之發展及運轉規劃**

**H 智慧輸電廣域量測與控制
關鍵與系統開發**

**I 智慧電網與先進讀
表標準制定**

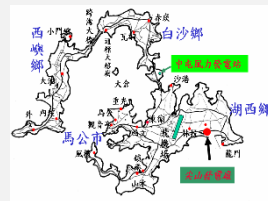
技術商品化



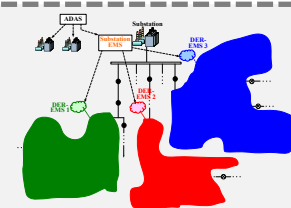
**J 智慧電網技術
產業落實**



整合測試示範



**K 澎湖智慧電網
示範系統建置
(澎湖低碳島Demo Site)**



**L 需求反應及分散式
電源與儲能之整合應用
(配合台電 VPP Demo Site)**

實際應用



M 台灣電力公司相關智慧電網建置 或 國際智相關慧電網建置

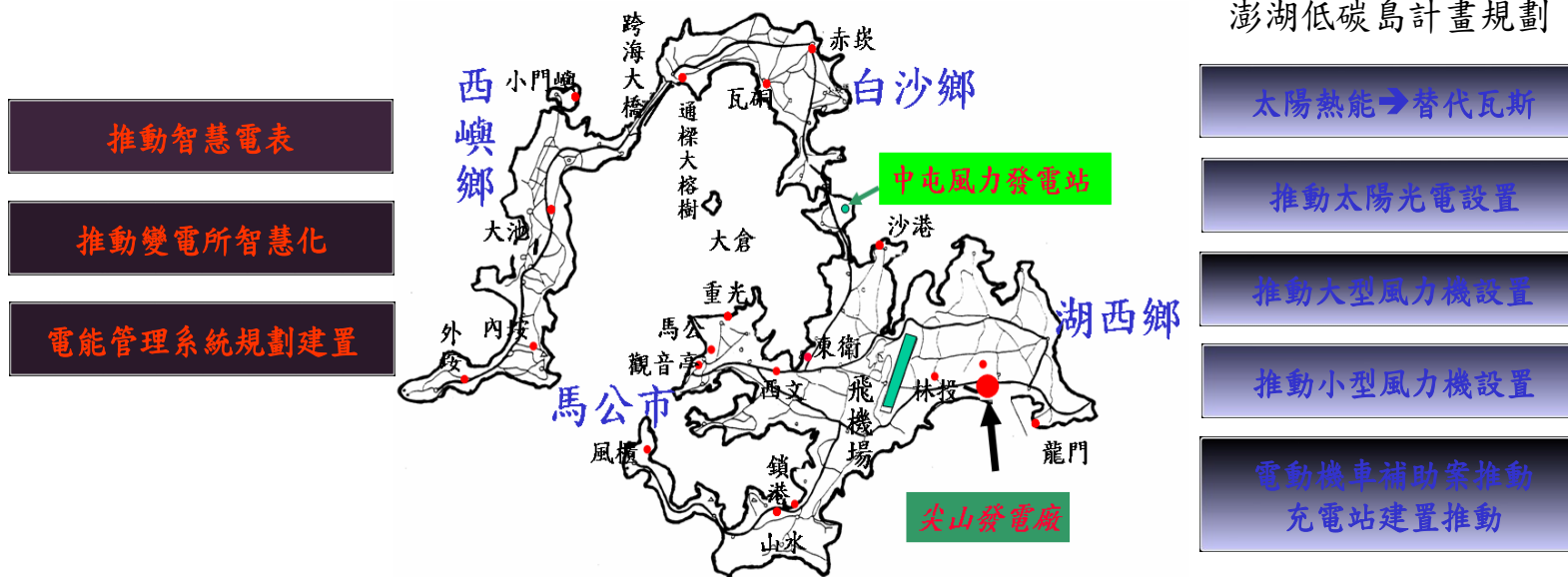
智慧電網主軸計畫第二期推動架構

智慧電網主軸計畫第二期計畫架構涵蓋由設備與系統技術開發，經標準制定到技術商品化，再由商品整合測試驗證與示範到智慧電網全面佈建。

- **設備與系統技術開發**：配合行政院「台灣智慧電網總體規劃」方案推動進行智慧電網之節能控制與整合技術開發、先進讀表基礎建設增值服務與整合技術、自主式分散型區域電力控管技術發展與應用、獨立型微電網技術發展與應用、電動車電能補充管理策略研究、大功率併網型轉換器開發、輸配電系統電力品質提升與代輸技術之發展及運轉規劃、智慧輸電廣域量測與控制關鍵技術等新技術開發。
- **技術商品化與整合測試示範**：配合台灣電力公司智慧電網相關技術需求及建置時程，以澎湖智慧電網整體示範計畫、需量反應及分散式電源與儲能之整合應用計畫為平台，針對第一期所開發技術進行技術驗證，推動智慧電網標準制定與智慧電網產業等工作。澎湖智慧電網整體示範區分二階段規劃與佈建，第一階段佈建配合能源局由102年至104年，第二階段佈建為105至107年強化技術展示與擴大示範區域。

澎湖智慧電網整體示範規劃

- 行政院建置澎湖低碳島計畫(已於民國99年12月核定)，澎湖低碳島願景與目標完成低碳綠色生活場域示範，應用低碳生活服務與節能減碳科技。
- 澎湖智慧電網整體示範提供我國產業技術試驗機會，將結合智慧電網相關技術及產業，建立整合型集中示範場域(澎湖)，驗證智慧電網效能，並作為我國產業發展之基礎。
- 智慧電網展示區(Smart Grid Demo Site)可利用微電網與先進饋線自動化系統建立孤島運轉機制，此外此示範區也可利用澎湖未來設置的再生能源設備，進行智慧電網技術在MW等級電網之技術驗證。



第二期智慧電網主軸計畫目標

(一) 提高電網供電穩定度

發展及推動先進配電自動化技術，可減少每戶每年平均停電時間(系統平均停電指標SAIDI值)，而推動智慧輸電廣域量測與輸配電系統電力品質提升計畫，可強化電網穩定度、結構與管理，減少線路損失。

(二) 促進節能減碳

發展及推動智慧電網節能控制及先進讀表技術，可擴大導入時間電價與需量反應等節能管理措施於住宅、大樓及工廠等，可大量減少CO₂排放。

(三) 提高再生能源可併網容量

發展及推動自主式分散型區域電力控管、微電網與虛擬電廠等技術，各區域之各式再生能源將可順利併網，可大幅提昇再生能源占全系統裝置容量之比例。

(四) 培養本土智慧電網技術與人才

本計畫推動方式為由電力、資通訊產學研單位共組團隊，可達成培養本土智慧電網技術與人才之目的。

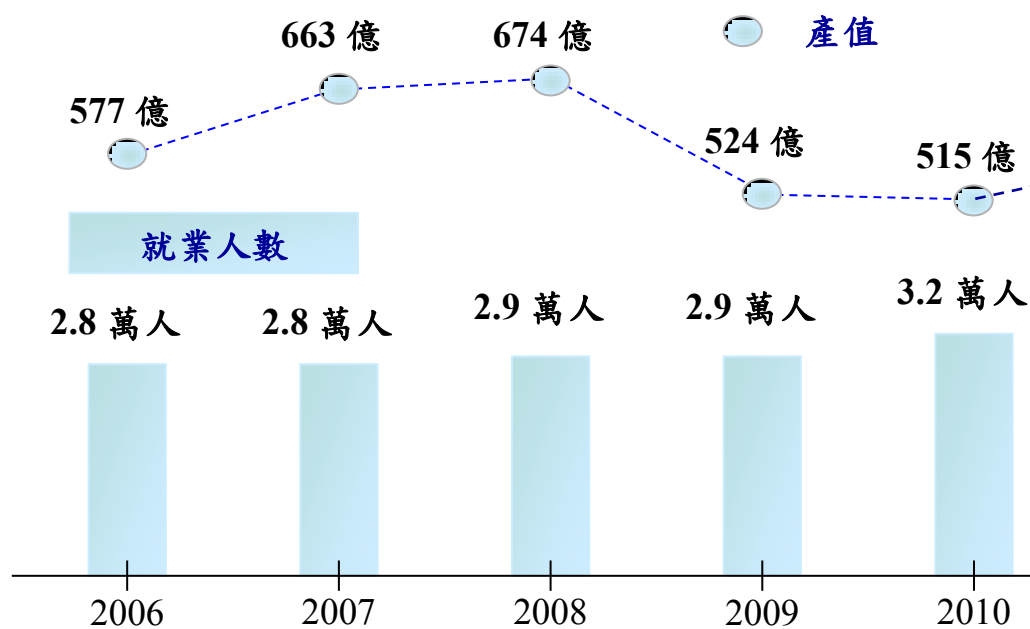
(五) 帶動台灣整體智慧電網產業之發展

推動台灣2020年智慧電網產業產值達新台幣700億元，2030年產值達新台幣1700億元。

我國智慧電網產業發展潛力

傳統電力設備產業：

發電機、電動機、微型電動機、電力變壓器、高低壓配電盤、斷路器



傳統電力產業

先進國家與開發中國家智慧電網建設需求

智慧電網資訊設備產業：

電表資料管理系統、通訊模組感測器



智慧電網電力設備產業：

高低壓單相智慧電表系統、智慧變電所、饋線自動化、智慧家庭能源管理系統



智慧電網產業

產業升級

報告完畢 敬請指教