

出國報告(出國類別：開會)

## 參加「第 23 屆台法工業合作會議」 暨「105 年赴法工業合作訪問團」

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：鍾炳利 總經理

徐造華 處長(企劃處)

陳一成 處長(再生能源處)

石吉亮 處長(新桃供電區營運處)

吳進忠 副處長(電力調度處)

陳婉貞 主管(企劃處)

出國地區：法國、義大利(陳一成)

出國期間：105 年 9 月 23 日至 10 月 2 日

105 年 9 月 23 日至 10 月 7 日(陳一成)

報告日期：105 年 11 月 25 日



## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加「第 23 屆台法工業合作會議」暨「105 年赴法工業合作訪問團」

頁數 68 含附件■是□否

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

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話：

姓名	服務機關	單位	職稱	電話
鍾炳利	台灣電力公司	總經理室	總經理	02-2366-6220
徐造華	台灣電力公司	企劃處	處長	02-2366-6440
陳一成	台灣電力公司	再生能源處	處長	02-2367-7050
石吉亮	台灣電力公司	新桃供電區營運處	處長	03-577-8021
吳進忠	台灣電力公司	電力調度處	副處長	02-2366-6602
陳婉貞	台灣電力公司	企劃處	主管	02-2366-6459

出國類別：□1.考察 □2.進修 □3.研究 □4.實習 ■5.其他：開會

出國期間：105 年 9 月 23 日至 105 年 10 月 7 日

出國地區：法國、義大利

報告日期：105 年 11 月 25 日

分類號／目

關鍵詞：需量反應(Demand Response, DR)、再生能源管理系統(Renewable Management System)、需量反應聚合商(Demand Response Aggregator)、離岸式風力發電機(Offshore Wind Generator)、Linky 專案(Linky project)、Linky 智慧電表(Linky AMI)、輔助服務(Ancillary Service, AS)、

內容摘要：

本報告主要以出席「第 23 屆台法工業合作會議」暨「105 年赴法工業合作訪問團」參訪法國輸電公司(RTE)、GE ST-NAZAIRE 總公司及 GE 海上風機工廠，以及前往里昂參加需量反應管理研討會、參訪 Greenlys Linky 電表及 Smart Electric Lyon 展示中心為內容，分別針對 1. 法國輸電公司(RTE)的運行經驗與意見交流；2. 離岸式風力發電相關基礎設施及海上風機；3. 需量反應聚合商運用實績與效益，以及 4. 參訪里昂 Linky 專案與智慧電網等議題提出報告。

本報告內容共分九章，

壹、出國目的

貳、出國行程

參、參加「第 22 屆台法經濟合作會議」、「智慧電網論壇」及「第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇」紀要

肆、參訪法國輸電公司 RTE

伍、參訪 GE 風機工廠、STX 船廠、IDEOL 公司

陸、參加里昂需量反應研討會

柒、參訪 Smart Electric Lyon 及法國環境及能源管理總署(ADEME)

捌、心得與建議

玖、參考文獻

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

# 目次

目次.....	I
圖表索引.....	III
壹、 出國目的.....	1
貳、 出國行程.....	2
參、 參加「第 22 屆台法經濟合作會議」、「智慧電網論壇」及「第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇」紀要.....	4
一、「第 22 屆台法經濟合作會議」紀要.....	4
二、「智慧電網論壇」紀要.....	5
三、「第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇」紀要.....	6
肆、 參訪法國輸電公司 RTE.....	7
一、法國輸電公司 RTE 簡介.....	7
二、RTE 再生能源管理系統簡介.....	10
三、心得與建議.....	12
伍、 參訪 GE 風機工廠、STX 船廠、IDEOL 公司.....	14
一、GE 風機工廠.....	14
二、STX 船廠.....	18
三、IDEOL.....	20
四、Neoen 公司.....	22
五、羅馬大學.....	23
六、ENEA 研究中心.....	24
七、建議.....	24
陸、參加里昂需量反應研討會.....	29
一、緣起.....	29
二、法國輸電公司 RTE 的需量反應經驗.....	32
三、法國輸電公司 RTE 需量反應聚合商的應用實績.....	34
四、需量反應在電業自由化後電力市場的可能發展.....	36
五、與本公司現行需量競價之比較.....	38
六、心得與建議.....	42

柒、參訪 Smart Electric Lyon 及法國環境及能源管理總署(ADEME).....	44
一、Linky Program Overview .....	44
二、Linky AMI.....	47
三、法國環境及能源管理總署(ADEME) .....	52
四、建議 .....	52
捌、心得與建議.....	54
一、心得.....	54
二、建議.....	56
玖、參考文獻.....	60
附錄-本次出訪照片 .....	61

## 圖表索引

圖 4-1 RTE 服務的電力系統參與者 .....	8
圖 4-2 RTE 與鄰近國家的電力系統互聯交易 .....	8
圖 4-3 大巴黎區域調中心的 Mapboard.....	9
圖 4-4 RTE 的再生能源管理系統(e-terra) .....	11
圖 5-1 鍾總經理進入風機電梯登入機艙.....	14
圖 5-2 GE 風機展示場 .....	15
圖 5-3 GE 組裝廠合照，背後為風機機艙.....	15
圖 5-4 NYLON 纜繩.....	21
圖 5-5 浮式平台施工 .....	21
圖 6-1 Energy Pool 之全球夥伴 .....	30
圖 6-2 Aggregator 整合各類工、商業用戶不同的負載模式 .....	31
圖 6-3 Aggregator 對電力系統的貢獻相當於虛擬電廠 .....	31
圖 6-4 需量反應措施應用於工業用戶節能之成本效益分析 .....	32
圖 6-5 法國輸電公司 RTE 的需量反應參加容量 .....	33
圖 6-6 Energy Pool 參與 RTE 輔助服務市場情形 .....	34
圖 6-7 RTE 運用需量反應參與輔助服務之分類.....	35
圖 6-7 RTE 需量反應聚合商的應用實績 .....	36
圖 6-8 需量反應在電業自由化後電力市場的可能發展.....	37
圖 6-9 2015 年 5~10 月需量競價執行實績 .....	39
圖 6-10 105 年 5~9 月份需量競價執行實績比較分析(1).....	40
圖 6-11 105 年 5~9 月份需量競價執行實績比較分析(2).....	41
圖 7-1 法國電力市場架構 .....	44
圖 7-2 法國 Linky Project pilot(30 萬戶)時程規畫.....	45
圖 7-3 法國 Linky 電表至 2021 年完成建置 .....	46
圖 7-4 法國 Lyon 智慧電網示範計畫.....	47
圖 7-5 法國 Lyon 智慧電網後續示範計畫 .....	47
圖 7-6 Linky AMI 架構.....	48

圖 7-7 法國 Linky 電表功能.....	50
圖 7-8 Linky 電表預留一個通道加值服務.....	51
圖 7-9 法國 Linky 電表加值服務.....	51
表 3-1 出國行程.....	3
表 6-1 台電需量競價措施相關規定摘要.....	38
表 6-2 2016 年 5~9 月需量競價執行實績分析(1) .....	39
表 6-2 2016 年 5~9 月需量競價執行實績分析(2) .....	40

## 壹、 出國目的

「105 年赴法工業合作訪問團」分為官方團及企業團，官方團由工業局籌組，並與法方共同召開「第 23 屆台法工業合作會議」。至企業團援例由本公司及國經協會共同籌組，招募企業人士赴法參加「第 22 屆台法經濟合作會議」。本公司鍾總經理炳利奉派代表董事長擔任本屆企業團團長，本團分為「再生能源」、「智慧電網」及「智慧經濟」等 3 大主題，由本公司負責安排其行程及討論議題等事宜，共招募 20 位團員，於 9 月 28 日參加「需量反應管理研討會」、9 月 29 日參加「第 22 屆台法經濟合作會議」，會中由本公司進行「Status and Prospects of Taipower' s Offshore Wind Power」簡報，以及 9 月 30 日「第 23 屆台法工業合作會議」之再生能源論壇報告相關議題；另有關拜訪行程部分，將拜會風力與智慧電網相關廠商及機構：GE 公司(風電)、GreenLys(智慧電網)、Smart Electric Lyon (智慧城市)、法國能源管理署及 IssyGrid 示範計畫等單位。

本次台法經濟合作會議將有助於增進台法兩國之邦誼與合作機會，就本公司而言，有關電力、再生能源及智慧電網相關議題之交流與實地參訪，有利於本公司未來業務推展，另參團之其他企業亦能藉此獲取相關業務及技術交流及合作商機。

開會日期為民國 105 年 9 月 23 日至 10 月 2 日，共計 10 天，再生能源處陳一成處長另於會後(10 月 3 日至 10 月 7 日)赴義大利開會及洽公。

## 貳、 出國行程

出國行程如表 2-1 所列，本次開會行程自 105 年 9 月 24 日抵達法國巴黎開始，9 月 25 日由我國駐法代表處經濟組賴作松組長陪同本公司鍾總經理及 5 位團員拜會法國輸電公司 RTE，聽取電業自由化及再生能源業務介紹，雙方並針對需量反應及再生能源相關議題交換意見；企業團其他團員由駐法代表處經濟組廖健鈞秘書陪同參觀 Parrot 無人飛機展示中心及巴黎綠能社區。

9 月 26 日、27 日兩天前往南特參訪 GE ST-NAZAIRE 總公司，並參訪 GE 風機工廠、海上發電機、IDEOL 離岸風機及 STX 變電站組裝廠。9 月 28 日搭火車前往里昂參加需量反應管理研討會，並於當天下午參訪 Greenlys Linky 電表及 Smart Electric Lyon 展示中心。9 月 29 日於巴黎市法國商業總會參加第 22 屆台法經濟合作會議，並拜會能源管理署 ADEME 及參觀 IssyGrid 示範計畫。9 月 30 日上午參加智慧電網論壇，當天下午赴法國商業部參加第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇。

於 105 年 10 月 1 日上午由法國戴高樂國際機場搭機返國，圓滿完成任務，結束此次考察及會議行程。後續由本公司再生能源處處長赴義大利洽公並參加再生能源相關研討會。

表 2-1 出國行程

時 間	地 點	工 作 概 要
105.9.23~9.24	台北→巴黎	往程
105.9.25	法國巴黎	參觀 Aldebaran 機器人、Parrot 無人飛機展示中心及巴黎綠能社區。
105.9.26~105.9.27	法國南特	參訪 GE 風機工廠、海上發電機、IDEOL 離岸風機及 STX 變電站組裝廠。
105.9.28	法國里昂	參加需量反應管理研討會，參訪 Greenlys Linky 電表及 Smart Electric Lyon 展示中心。
105.9.29	法國巴黎	參加第 22 屆台法經濟合作會議，並拜會能源管理署 ADEME 及參觀 IssyGrid 示範計畫。
105.9.30	法國巴黎	參加智慧電網論壇及第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇。
105.10.1~105.10.2	巴黎→台北	返程
105.10.1~105.10.2	巴黎→羅馬	陳一成處長前往義大利洽公。
105.10.3	義大利羅馬	參加 DEMEPA 公司太陽能技術討論。
105.10.4	義大利羅馬	參加 IANUS 公司聚光型太陽能電廠參訪與技術交流。
105.10.5	義大利羅馬	參加 DEMEPA 公司聚光型太陽能電廠參訪與技術交流及羅馬大學聚光型專家技術研討會。
105.10.6~105.10.7	羅馬→台北	陳一成處長返程

## 參、參加「第 22 屆台法經濟合作會議」、「智慧電網論壇」及「第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇」紀要

### 一、「第 22 屆台法經濟合作會議」紀要

第 22 屆台法經濟合作會議於 9 月 29 日上午於巴黎法國企業行動聯盟 MEDEF 總部會議室召開，由本會臺法委員會代理主席暨臺灣電力股份有限公司鍾總經理炳利與法國國際企業行動聯盟 MEDEF International 國際處處長 Géraldine LEMBLÉ-PAVLOV 女士（代理 MEDEF International 之智慧城市小組主席 Gérard WOLF 先生）共同主持，我駐法國代表處張代表銘忠親臨致詞、法方則有法國經濟工業及數位部國際合作處、外交及國際發展部亞太處派員出席。法方代表約 27 人，我方代表約 34 人，雙方共約 61 人出席。

（一）大會中，雙方講題及演講人分列如下：

#### 第一場：再生能源

1. 「台電公司離岸風電發展之現況與未來－Status and Prospects of Taipower's Offshore Wind Power」：中興工程顧問社陳計畫經理啟明先生。
2. 「太陽能及國際太陽能聯盟－Solar Energy and International Solar Alliance」：Jean-Pascal PHAM-BA 先生, Co-founder & Executive Committee Advisor, SolaireDirect; General Secretary, Terrawatt Initiative。
3. 「東南亞微型電網－SouthEast Asia MicroGrid」：健格科技股份有限公司李董事長坤鍾先生。
4. 「Innovative Solutions Developed by EDF – Energies Nouvelles (New Energies R&D)」：Jacques SACRESTE 先生, Executive Vice President, International & Partnership, EDF R&D。

## 第二場：智慧城市

1. 「由此開始@臺灣：智慧城市推動－Start Here@Taiwan--A Smart City Initiative」：經濟部通訊產業發展推動小組施副執行秘書煥旭先生。
2. 「智慧城市節能物聯網－Smart City-Energy Efficiency-IoT」：Pascal TEURQUETIL 先生, CEO, Groupe Muller。
3. 「物聯網經濟機會及智慧城市應用－IoT-Based Economy Opportunities and a Boost to Smart City Applications」：財團法人資訊工業策進會智慧網通系統研究所馮所長明惠女士。
4. 「智慧城市互動式視效模組－Visual and Interactive Models for Smart Cities」：David LAURE 先生, Production Manager, Toolz Solutions Interactives。

### (二) 台法雙方自由交流時間

會後安排雙方廠商自由交流時間，增進台法與會官員、廠商間之交流。

## 二、「智慧電網論壇」紀要

與法國商務投資署 Business France 合作安排智慧電網相關廠商之論壇及雙方廠商媒合會。論壇議程主要由法國商務投資署 Business France 環境能源貿易處處長 Hélène BURIEV 女士主持，並有兩場演講：

1. 身兼 Think SmartGrids Association 之總裁之法國低壓電網公司 ENEDIS 總裁 Philippe MONLOUBOU 先生介紹 Think SmartGrids Association；目前該協會旗下會員 75 家之 15,000 員工在法國境內創造約 30 億歐元營業額，全球則約 300 億歐元。
2. 台灣電力公司石吉亮處長介紹台電公司的智慧電網願景，預計於 2017 年底前擴充 20 萬組低電壓居家用計量設備，並預計於 2026 年前汰換 300 萬組設備。

媒合會出席的法商計有：Actility 科技長 Olivier HERSENT 先生、IJENKO 總裁 Serge SUBIRO 先生、Schneider Electric 業務主任 Regis VAUTRIN 先生、SmartSide 共同創辦人及營運長 Yann MOUCHEL 先生、TRIALOG 總裁 Madeleine FRANCILLARD 女士、Vientech 總裁 Patrick MORTEL 先生等人士。

### 三、「第 23 屆台法工業合作會議再生能源論壇」紀要

我工業局與法國工業局合作舉辦之離岸風力圓桌論壇，法方工業局長 Pascal FAURE 先生及我工業局局長明機先生分別聲明雙方致力發展離岸風力發電之努力方向，官方邀集廠商討論議題分為三部份；我方就此三主題發表演講者有三位：

1. 台法雙方現有之浮動式離岸風力科技和計畫：

(1) 工研院千架海陸風機辦公室胡主任斯遠先生台法雙方潛在之浮動式離岸風力科技和計畫。

(2) 中國鋼鐵股份有限公司風電事業委員會魏副主任委員豐義先生。

2. 台法間潛在計畫和技術研發合作空間：中興工程顧問社陳計畫經理啟明先生。

出席並演講之法商共約 12 家，以介紹各自業務和與臺灣合作可能性為主。

## 肆、參訪法國輸電公司 RTE

### 一、法國輸電公司 RTE 簡介

RTE 為法國傳輸系統運營商(the French transmission system operator)負責法國國家電網的營運、調度與控制，屬法國電力集團旗下的子公司之一，2015 年供電量達 495 TWh(4,950 億度)，約為台電公司 2015 年發購電量的 2.25 倍，RTE 調度監控營運的範圍包括 105,000 回線公里的輸電線及 2,710 個變電所，其主要任務如下：

1. 優化法國電力系統的運行
2. 提供安全穩定、經濟、可靠和清潔的電力
- 3 調適傳輸系統促進電力傳輸與安全

法國輸電公司 RTE 為 TSO，還必須負責電力調度中心及電力市場的營運，因此，RTE 必須依市場規則(Market Rule)規劃設計法國電力市場機制(Designing market mechanisms)，使得法國的電力資源與取得為歐洲最具競爭力的能源，並藉由資源的最佳利用要求與其他相鄰的電力系統密切合作。

RTE 一直致力於在電力系統內的變化之前，採取先進作法以改善電力系統運行，其所採行的解決方案，是通過發出經濟信號，影響整個電價值鏈的市場機制，透過這些機制支持系統的供應安全和經濟優化，同時還促進其他電力使用的方式(需量管理)，這些機制的設計和執行均由 RTE 對整個電力系統及其利益相關者負責，藉由這些機制的設計與專業技術，RTE 引入先進的資訊與通信技術，以調適大量間歇式再生能源未來的發展。

RTE 主要的任務，是確保任何時刻電力的供需可以維持平衡，RTE 共服務 501 個電力系統參與者，如圖 4-1 所示，包括 54 座發電廠(業)、138 家電力交易商、32 個配電業(公司)、262 個大型工業用戶、15 家鐵路公司等五大類。

### Who are our 501 clients

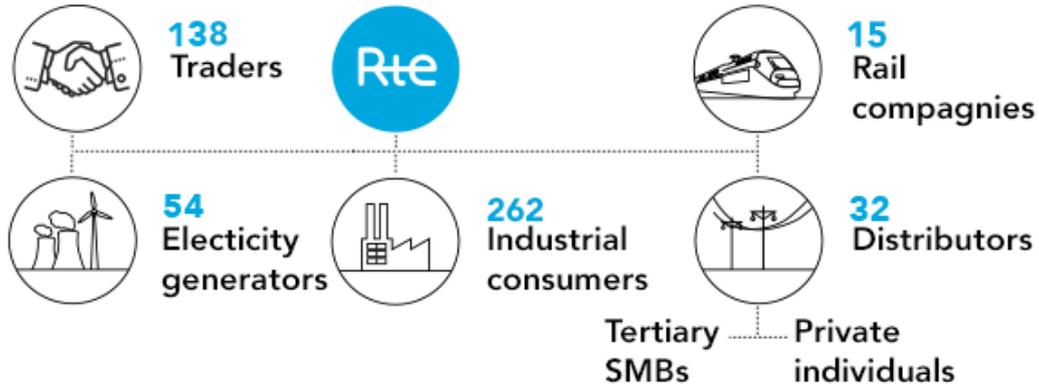


圖 4-1 RTE 服務的電力系統參與者

RTE 除運轉法國的輸電系統外，另透過輸電線路與鄰近國家的電力系統互聯，並每日進行電力交易，包括英國、比利時、瑞士、義大利及西班牙等 5 個國家，如圖 4-2 所示，2015 年總輸出電量達 913 億度、輸入電量約 296 億度。由於電力需求增加，以及其線路容量高度飽和，RTE 在未來幾年將持續推動跨境聯繫的大型發展計劃，RTE 為促進能源轉型、確保電力供應、同時控制營運成本，並改善再生能源併網方式，在 2013 ~2016 年期間，每年投資 14 億歐元的經費強化、調適及更新輸電網路。

### Contractual cross-border exchanges in 2015 in TWh

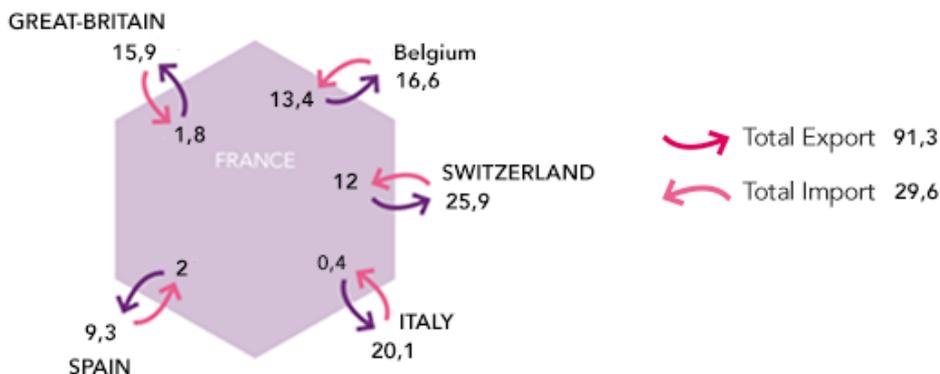


圖 4-2 RTE 與鄰近國家的電力系統互聯交易

法國電業自由化甚早，在 1996 年開放創建一個自由和開放的電力歐洲市場，藉由雙邊合同或電力交換提高商業交易的數量，也增加了市場中的交易商的數量。由於法國地理位置位於歐洲互聯電網的核心，因此 RTE 積極推動建立兩個計畫，第一，建立法國與其鄰國之間的無數併聯，第二，建立技術和經濟機制，以組織歐洲電力市場以及國家之間的電力交換。RTE 在歐洲併聯電網的創造和發展方面扮演重要角色，特別是法國電力(核能)和其他國家電力(燃氣) 的交換。

法國輸電公司 RTE 由 1 個中央調度中心及 7 個區域調中心執行電力調度，中央調度中心另設 1 個備援中心，區域調中心不另設備援中心，由 7 個區域調中心以環狀方式互相備援，中央調度中心及區域調中心人力配置為 7 班，每班有 5 名調度人員，每 6 個月調度人員須進行為期 1 週的模擬訓練，以確保每一位調度員有足夠的能力可以處理各種電力系統緊急事件。如圖 4-3 所示為大巴黎區域調中心的 Mapboard。

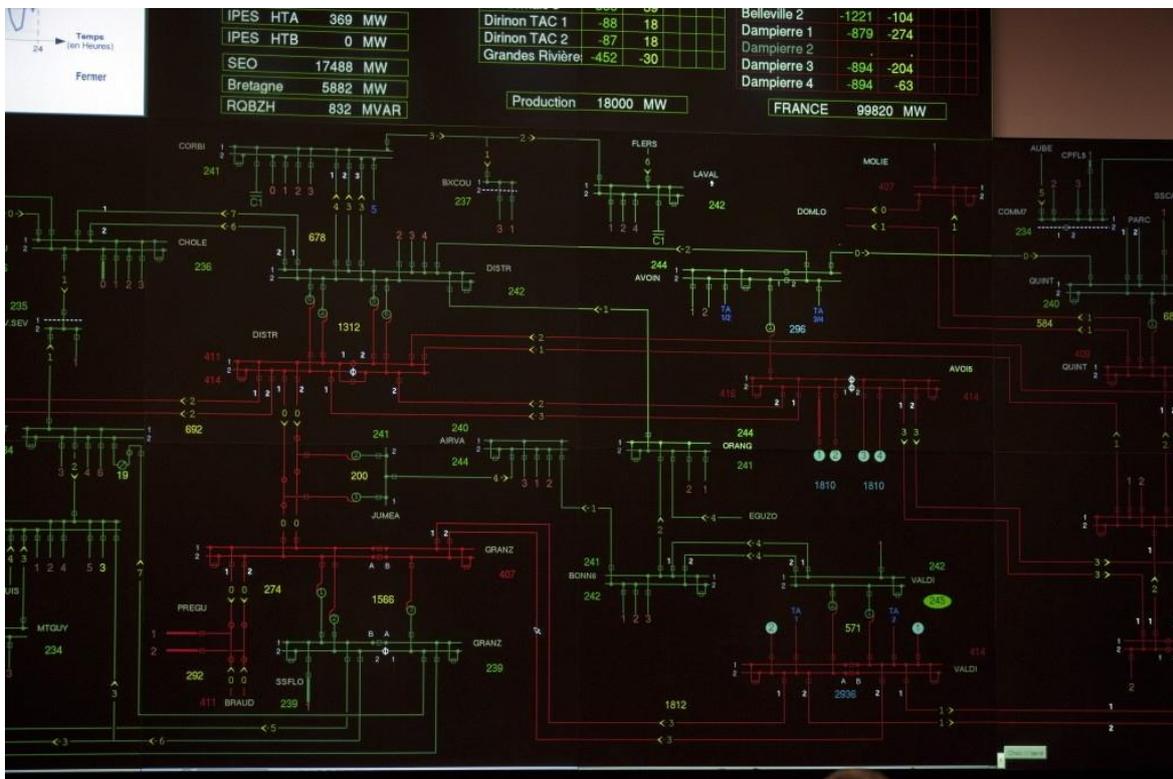


圖 4-3 大巴黎區域調中心的 Mapboard

由於法國輸電公司 RTE 電業自由化及電力市場營運經驗豐富且是輸電公司兼營電力調度中心，與我國電業法規劃的電力調度中心設置方式類似，因此在台電參訪的過程中數度表達：非常希望與台電公司進一步交流合作，特別是在電業法修法後，可以協助台電建置獨立的輸電系統運營商（TSO）、規劃設計建置電力市場，並以研討會方式進行人員訓練，以提供最新的電力發展，特別是在能源市場、再生能源和技術領域。

## 二、 RTE 再生能源管理系統簡介

由於再生能源發電的快速發展，電力調度中心為確保系統穩定需要對再生能源發電進行必要管理、監控，因此 RTE 建置一套再生能源管理系統，其功能需求如下：

- 1.先進的使用者界面對再生能源進行即時監視與控制包括可觀察到從配電饋線注入配電系統的再生能源發電情況與電力潮流。
- 2.將再生能源發電預測整合至即時環境，以因應再生能源的不穩定性與預測的不準確性。
- 3.電網安全分析需考慮氣候條件，根據當時再生能源條件進行網路動態偶發事安全分析。
- 4.備轉容量管理和自動發電控制：從優化備轉容量的計算，減少需要補償間歇的發電控制。

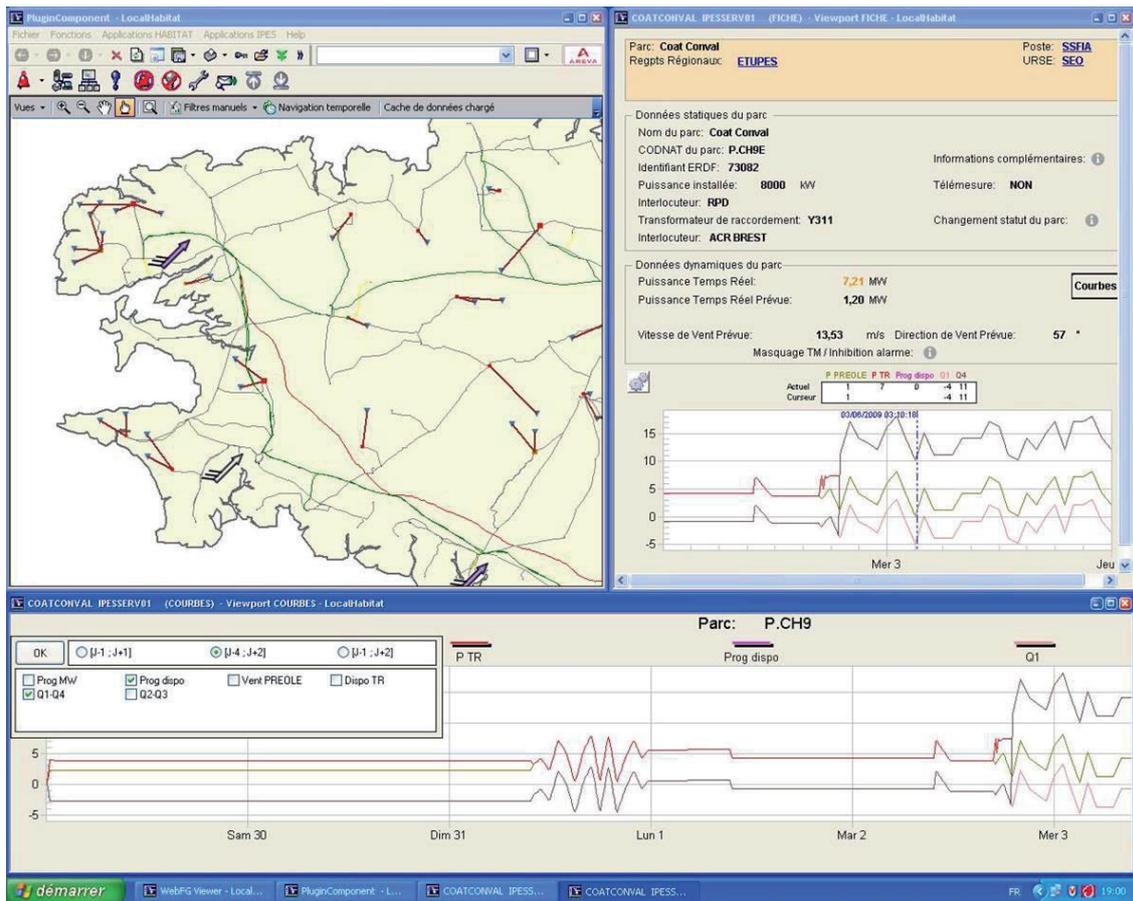


圖 4-4 RTE 的再生能源管理系統(e-terra)

RTE 所使用的再生能源管理系統係由 GE-Alston 提供的 e-terra 系統如圖 4-4 所示，其主要功能為：

1. Data Acquisition：用於收集再生能源發電相關數據
2. RE Forecast Plan：為第三方再生能源發電預測引擎的介面，也是提供給多個應用程式和用戶界面的伺服器。
3. RE Estimation：具有靈活整合功率估計的能力，提供多層級聚合的靈活擴展：每個再生能源發電者、每個區域、每個發電類型(風力、太陽能)和每個高壓變電站。
4. RE Generation Control & Dispatch：包括調節和削減發電功能和儲能系統組合的優化模組，以自動抵消再生能源的擾動平衡功率變化並優化儲量計算。
5. RE Network Security：考慮特定的再生能源發電貢獻和影響的先進的網絡分

- 析功能，以確定再生能源發電對電網可靠性的影響。
6. Simulator：提供在再生能源背景下的情境評估與模擬，由再生能源發電預測輸入饋入，並考慮預測精度，以支持調度員培訓和評估多個再生能源發電滲透情景。
  7. Historian：為歷史信息數據處理提供大數據分析功能，可為 KPI 計算和報告工具。
  8. Modeling：使用標準資源模型的數據和顯示配置環境，以支持快速和靈活地添加或修改再生能源對象。
  9. Advanced User Interface (UI)：幫助運營商有效地評估當前和未來的再生能源。

### 三、心得與建議

參訪 RTE 後的心得與建議略述如下：

法國輸電公司 RTE 電業自由化及電力市場營運經驗豐富且是輸電公司兼營電力調度中心，與我國電業法規劃的電力調度中心設置方式類似，在電業法修法後，未來本公司將分割為發電業及輸配電業(含電力調度中心) 兼營公用售電業，因此在許多方面有值得我們借鏡的地方如電力調度組織構的調整、電力市場機制的規劃設計、再生能源管理機制等。尤其是再生能源管理，如果不能有效管理再生能源(包括發電預測、功率變動  $\Delta P$ 、電壓變動  $\Delta V$  等)，則必須以最嚴重的情況來安排規劃系統備轉容量及各項輔助服務，方能確保供電安全與穩定，如此將導致系統運轉成本大幅上升；反之，如果可以對再生能源進行管控，可將再生能源的變動控制在某一可接受的範圍，如此系統的不確定與風險相對降低了，則備轉容量及各項輔助服務也可以相對減少，可有效降低營運成本。

建議：

- 1.法國輸電公司 RTE 非常希望與台電公司進一步交流合作，有鑒於 RTE 在電業自由化後之轉型及電力市場營運經驗豐富，建議本公司可評估與 RTE 簽署合作備忘錄，本公司亦可定期派員參加 RTE 的舉辦研討會或進行觀摩學習交流。
- 2.配合再生能源發展(2025 年太陽光電裝置容量目標 20GW、風力發電裝置容量目標 4.2 GW)，為確保系統穩定與安全，併降低系統運轉成本，建議本公司應建置適合台電系統特性的再生能源管理系統，並加強調度人員訓練以因應大量再生能源併網及間歇性大幅變動的情況。

## 伍、 參訪 GE 風機工廠、STX 船廠、IDEOL 公司

### 一、GE 風機工廠

#### (一)公司簡介

法國 Alstom 與美國 GE 合併後，現服務全球 80 國並供應全球 20%以上再生能源，現為法國第 5 大風電設備供應商。2015 年 11 月美國通用電氣集團(GE)完成對 Alstom 收購。至此，GE 之再生能源集團產品覆蓋陸上和海上風機、水電及集中太陽能發電。該工業集團的業務分為兩大類：一、全球基礎建設，包括航空、醫療、發電、再生能源、能源管理、石油天然氣、運輸、照明等；二、橫跨各部門的資訊化和金融垂直業務。

2016 年 8 月 4 日 Block Island 海上風電場首台機組順利完成吊裝。該機組採用分體式吊裝方案。塔架安裝開始於 8 月 2 日，次日吊裝機艙和首支葉片，8 月 4 日完成了最後兩支葉片的吊裝工作。除此之外，GE 尚有 2GW 的歐洲訂單尚未交貨，還有 4 個歐洲訂單準備向客戶交付。GE 未來在全球範圍內的風機數量將達三萬多台，裝機容量也將超過 50GW。



圖 5-1 鍾總經理進入風機電梯登入機艙

#### (二)參訪內容

9 月 26 日參訪 GE St-Nazaire 總公司與該公司進行討論，及赴陸上風機展

示場參觀，9月27日則參觀GE風機工廠。



圖 5-2 GE 風機展示場



圖 5-3 GE 組裝廠合照，背後為風機機艙

GE 風機的特色如下：

- 1.機艙甚小。

- 2.葉片長 150 公尺。
- 3.直驅式發電機。
- 4.機電設備放置於塔架內而非機艙內。
- 5.Pure torque 設計減少軸承於非軸向之受力。
- 6.軸承之受力直接傳遞至塔架。
- 7.發電機發電後分為三組機電設備，於一組機組故障時仍然能夠利用其餘兩組降載發電。
- 8.水冷卻之散熱系統放置於塔架外平台上，藉由管線送至機艙中進行熱交換。
- 9.軸承安裝方式與西門子風機有很大不同。GE 採用直接套接的方式較為簡單迅速。
- 10.Pitch 維修時需由軸承進入，但是需於有供電的情況下將葉片調整至正確位置人員方能進入維修。
- 11.發電機子及感應線圈間隙甚小，可有效提升發電效率。
- 12.Yielding 使用 7 部馬達驅動使機艙旋轉，仍為舊式設計。
- 13.該型風機仍在逐漸修正改善中，需一段時間後才能趨於完善。

### (三)討論及現勘之觀察

- 1.風機簽約至風機運抵前至少需要花費約 30 個月時間進行調查、基本設計、詳細設計、訂料、製造組裝等工作。因此為能有效縮短開發時程，台電二期離岸風電開發工作，建議採用分包方式並及早展開風機招標工作，於籌設許可之申辦並進，以爭開發時效。
2. 66 kV 風場內海纜與風機之銜接設計，GE 正在進行當中，此為大型風場之必要設計規劃條件，建議與相關風機廠商取得相關設計資訊，作為未來選商或規劃設計之用。
- 3.GE 6 MW 風機目前刻正進行 class Ib 之驗證工作，並驗證該風機得以承受 75m/s 陣風之受力。但該驗證係指風向為風機正對迎風面時之狀況，因此對於突然風向之改變，其極端風速對風機影響，建議應與 GE 再進一步討論。
- 4.GE 對於亞洲地區離岸地震、極端風速、液化等特殊極端環境之了解不足，尤其是液化之計算，但該公司展現開放的態度，建議可進一步與其研討。

5. GE 內部採用 Bladed 軟體進行風機與之支撐結構之計算分析。
6. 實地現勘風機內部觀察到 GE 進行風機的改進，例如變壓器及 GIS 的放置位置移至第二層。
7. 由於此現場陸上測試機為測試及驗證使用，因此有部分設備並未放入塔架內，例如更換零件之退出塔架之輔助設備等。
8. 現場測試機之下部結構為套管式下部結構，其基礎入土約 40 公尺，其原因是該地點鄰近海邊，土壤多為層泥，其支撐能力不足，因此直接採用套筒式基礎進行驗證。
9. 套筒式下部結構上方之連接段(TP)支撐管設計與 blocked island 不同。支撐管與連接段之焊接處非一般橢圓形，而是一字形，焊接明顯較為容易，但其應力集中。
10. 套筒式下部結構下方之海纜 J tube 管線用鋼纜繫綁固定，此設計罕見於離岸設計。
11. 較輕的機艙可能使得離岸運輸及吊裝作業成本較低。
12. 尚未進入商轉。

#### (四)對於組裝廠之觀察

1. 該廠之採用汽車生產線之概念進行設計，基本製造產量為一年 100 部機艙，最大產能為一年 150 部機艙，且廠房內之機械設備顯然亦可應用在大於 6 MW 風機之組裝上，可預期未來 GE 將有更大型之風機。
2. 因機艙重量相較於其他品牌之機艙重量減輕許多，因此組裝廠生產線可大量應用遙控多輪車進行機艙及發電機之搬運，提高生產效率。
3. 組裝過程採用許多客製化先進的機械輔助機艙或直驅式發電機內組件之位態旋轉、套接及測試。提高組裝效率及精度。但另一方面，萬一生產機械故障可能將影響生產線之產能。
4. 廠房位於海邊，但場內並未進行溫溼度及鹽度之控制，顯然 GE 認為在高組裝效率下，零組件於廠內的停留時間甚短，其鹽度不至影響風機之零組件。
5. 機艙於完成組裝出廠進入存放區前，需先進行低轉速測試。
6. 機艙存放於戶外場地時仍需接電及冷卻系統，以控制機艙內之溫度、濕度及鹽度。但是上船運輸期間及預組裝期間是否需依相同方式存放，需再確

- 認。
7. Pure torque 機制所採用之 damping 系統係以 25 年進行設計，但似乎未考量以台灣的環境進行估算，因此未來若採用此行風機，建議要求列入全營運期間保固範圍。
  8. 由於風機科技日新月異，且生產 CLASS I 之風機廠商有限，往往幾年內就有新風機上市，建議台電公司對於風機之採購應有別於過去火力機組採購要求一定規模實績廠商之資格條件，開放較為彈性之風機資格，使較為新型的風機亦能夠符合資格條件，參與投標。

## 二、STX 船廠

### (一) 公司簡介

歐洲 STX 集團享有法國 STX 船廠 66.6% 的所有權，剩餘部分則為法國政府獲得，而歐洲 STX 集團則是南韓 STX 集團的投資子公司。

法國 STX 船廠擁有兩個造船基地，一個位於洛里昂（Lorient），約有員工 110 人；另一個位於聖納澤爾（Saint-Nazaire），約有員工 2100 人。其中，洛里昂船廠主營單殼船舶以及近海巡邏艇、特種船和客船，主要設計和建造 30~120 米長的鋼制或鋁制船。聖納澤爾船廠在造船領域已有 150 年曆史，在複雜的軍艦建造方面享有盛譽。其目前正在開拓海洋再生能源領域，還為特殊船舶的建造提供技術解決方案。

法國 STX 船廠擁有法國 STX 船艙工程公司（STX France Cabins）、法國 STX 方案設計公司（STX France Solutions）。其中，船艙工程公司是其子公司，主攻大型船舶的艙室和住宿單元的設計、裝潢和建造。方案設計公司擁有員工 150 人，也是法國 STX 的子公司，位於聖納澤爾，主營工程業務，同時為船舶建造和貿易提供項目管理、培訓，以及與造船相關的油氣和再生能源業務等。法國 STX 船廠的豪華郵輪建造主要由聖納澤爾船廠完成。

## (二)參訪內容

因時間有限，且廠區甚大，因此此行利用巴士於廠區內參觀，STX 於車上進行說明。到訪當天，受限於 STX 公司保密政策，不得進行攝錄影，因此僅部分參訪位置獲得該公司同意僅供訪問團內部參考，不得公開或使用於其他用途。目前 STX 正興建兩座 400 MW 之離岸變電站。

離岸變電站之製造過程與造船極為類似，且上部結構及機電設備需要於船塢內興建，輔以門型吊車進行大型機電設備組裝。大型離岸變電站之設計組裝，從完成簽約至離岸運輸約需 28 個月。海上運輸及安裝則需視距離、船隻及天候環境而定。一般而言，其基礎多採用單樁式或套筒式之下部結構基礎，上部變電站結構之重量高達 1~2 千公噸不等，多以半隱沒式平台(semi-submerged barge)進行運輸，並以 heavy lifting vessel 進行吊裝作業。

目前國內除台船之船塢及能力較為適宜興建外，國內須尋求至少 5 公頃之後線土地興建船塢，其鋼件及機電設備則需由場外製造完成後於船塢內組裝。

歐洲離岸變電站市場由 STX、ABB、及 Siemens 等公司佔據主要市場。亞洲地區目前則有中國、日本、韓國、新加坡及馬來西亞等船廠有能力進行設計興建，就亞洲離岸變電站市場而言，短期可見之市場需求僅台灣而已，其規模僅 4GW 左右，未達投資新廠之商業規模。因此未來可能須由台船興建或由國外進口。

雖然國內可能有能力進行離岸變電站下部結構之設計製造，但由於離岸變電站多為 EPC 標案，且多由船廠進行製造，因此除台船可整合國內廠商(如中鋼及中興工程顧問)，進行鋼件提供及設計服務之組合，可由國內形成供應鏈外，未來國內應無設計、製造及安裝離岸變電站之機

會。

### 三、 IDEOL

#### (一)公司簡介

IDEOL 公司成立於 2010 年 6 月，其目標為該創新浮動海上風力發電基礎與降低離岸風力發電成本。

日立造船株式會社日前與法國創業公司 IDEOL SA，簽訂漂浮式海上風力發電相關技術合作合約。主要應用對水深 100m 以內之漂浮式海上風力發電設備方面，使用「Damping Pool®」技術的漂浮式基礎結構，「Damping Pool®」技術是由 IDEOL 公司開發並取得專利權，能夠抑制波浪引起的搖晃。

其與台灣中鋼集團公司簽訂初步的合作備忘錄，旨在設計，工程和建造浮動海上風力渦輪機使用 Ideol 的技術於台灣市場。

於法國大西洋海岸 Le Croisic 對 Floatgen 進行施工和調試及示範，為法國第一個離岸風電機組。

#### (二)參訪內容

本次參觀 IDEOL 公司位於南特公司及其試驗浮式平台，經由 IDEOL CEO 親自介紹，目前於法國、及日本等地正進行試驗機組研究計畫，法國部分預計明年初可以出海安裝。

法國試驗計畫採用 MHI Vestas 2MW 風機，平台之尺寸約為 50mx44mx10m，重量達數千噸，以鋼筋混凝土為主要組成，類似沉箱結構，底部及頂部厚度約 32 公分。風機附近以高強度混凝土強化結構，採用陰極防蝕，平台外層不做噴塗，無抽水機械設備控制隔艙水量，入水後水面上體積與沒入水體積約為 3:7，在不同的風機、計畫/場址將會為不同平台設計。其主要 mooring 纜線長度長達 800 公尺。

該公司於歐洲計畫採用 NYLON 作為主要 mooring 系統之纜繩材料，期

限制為繩索不得與海床面接觸。而日本計畫則採用鋼纜 mooring 系統。並於接定錨定處搭配浮筒以避免 NYLON 纜線接觸海床造成纜線損壞。

施工現場之施工平台為三座 barges，並以 400 多組支架支撐浮式平台結構，每隻支架承受 40 噸之重量。由於施工期間有浮式平台重量不會均勻分布，因此三座 barges 的隔艙須進行注抽水以維持平台平衡。



圖 5-4 NYLON 纜繩



圖 5-5 浮式平台施工

### (三)心得

1. 台灣海峽大多數地區之水深超過 50 公尺，下一階段離岸再生能源將超過數十 GW 之市場規模，不可避免須以浮式平台作為主要載具，且目前英、

法、挪威、及日本等國尚在研究初期，建議應同步進行研究，進行試驗機組之先導計畫，結合國內廠商形成生產供應鏈，屆時可與各國並駕齊驅，避免類似現在技術及製造皆須仰賴國外進口之窘境。

2. 此型浮式平台除了未採用常見的三座浮筒式平台外，其材料採用鋼筋混凝土，類似沉箱，亦有別於浮筒式平台採用鋼筋材質。其穩定性及抗颱風能力尚待考驗。

#### 四、 Neoen 公司

##### (一)討論內容

本次拜訪主要係對於中大型 PV 太陽光電之建置及營運管理進行了解。

該公司在除在法國波爾多投資建立 300MW 之 PV 太陽光電廠外，亦在西班牙及中南美洲等地進行中大型 PV 太陽光電廠投資。

本次討論主要了解如容如下

1. 規劃：該公司已建立 PV 太陽光電之規劃軟體，進行 PV 太陽光電場之布置、成本、及財務評估，以求得較高利潤之收益。
2. 建置：採用專業機械進行定位、鑽孔及灌漿已建立電廠基礎，並以模組化設計，縮短興建時間，快速興建太陽能電廠，降低興建人工及機械之成本。其模組化設計中，採用類似軌道方式推送或抽拉電池模組達到快速裝卸的目的。
3. 營運維護：由於模組化之設計，使得換裝太陽能板顯得快速。此外，維護成本是計畫中最有空間降低成本之處。該公司之法國計畫中，使用機械式清洗車清洗電池；但是在墨西哥之計畫則採用人工清洗，完全是成本考量。其清洗頻率則考量整體成本計算評估，在適當的衰減時進行清洗，漸進式調整頻率，非純降低成本，而是在發電量與清洗成本之間得到最大利潤。
4. 討論中得知，其設計興建、貸款利息、及營運維護等項目各佔 20%~30% 之間。此三項為主要成本，其中 PV 模組的選擇、模組化設計、興建速度

及營運維護是成本的重要關鍵。

## (二)心得

1. 模組的選擇與成本息息相關，並非最好發電效率的模組即為最適合的模組，因為尚需與電池衰減、興建工程、日照環境、維護環境等因素綜合考量。
2. 根據此次 PV 光電廠之經驗，台電需要建立重評估規劃、設計、興建、營運維護等整體評估模型，以降低興建成本及與營運成本，與提高發電量之間取得最大效益。
3. 台電已具備發包興建小型 PV 光電廠之能力，對於未來興建於海邊之大型 PV 光電廠，對於颱風、鹽害、及地震等環境因素之影響，亟需研究及建立評估模型。
4. 高密度 PV 光電廠及大型風光互補之電廠值得評估其可行性。

## 五、羅馬大學

### (一)參訪內容

1. 集中式太陽光電目前的形式。
2. Parabolic trough，採用 Molten Salt，此科技來自於核能發電。

### (二)心得

1. 目前幾種科技中 Parabolic trough 是較為常見的發電方式之一。其工作流體為 Molten Salt，其成分容易取得，對環境無污染。
2. 未來聚光鏡面有可能磨損而降低聚光效率，但因其鏡面成本相較於 PV 成本低且無污染。
3. Molten Salt 除可作為工作流體外，亦可利用其液體高溫儲存的方式，作為“儲能”之用，其方法安全。液體本身可重複使用無衰減，因此無電池或其他儲能設備之效能衰減問題。
4. 目前進行的歐盟之 CSP 計畫多為實驗型計畫，其發電的方式及材料的選擇已經證實可行，而對於發電的效率，材料耐久性，電廠設計的細節調整，營運維護及成本等研究尚在進行當中。目前此型商業化規模之集中式太陽能電廠。
5. 由於工作溫度可達 550°C，因此量測儀器需要能夠在此高溫下工作。

## 六、ENEA 研究中心

### (一)心得

1. CSP 聚光型電廠已證明技術可行，目前能持續研究希望能大幅降低其成本。其中汽渦輪機為成熟之技術，由此成本降低有限，聚光型設備能仍有降低成本空間，因此各元件之成本佔比極為重要，如此才能了解其成本可能降低程度。
2. 此外由實驗結果得知，CSP 聚光型電廠之發電效率高達 60%，高於其他 PV 光電廠甚多，因此試驗型 CSP 光電廠之單位發電成本約為 0.17 歐元/度左右，為未來可能之降到目標成本 0.1 歐元/度，則亟具市場競爭力。
3. 小型 55 MWe 級之電廠已興建完成並營運當中，並與燃氣複循環機組試驗營運中，顯示歐洲企圖利用燃氣填補日照不足時仍可提供穩定供電。
4. ENEA 研究中心過去之功能類似我國之核能研究所，進行核能技術研究。而目前已轉型成為再生能源及電力的研究中心，參與歐盟許多再生能源計畫，並與工程顧問公司及設備商共同合作進行研究先進之再生能源研究。

## 七、建議

### (一)台電再生能源開發策略

#### 1.成為再生能源開發商

全世界之重要離岸風力發電之開發商皆為電力公司，例如丹麥 DONG Energy，法國 EDFV，及瑞典 Ventefall 等電力公司皆為歐洲主要的離岸開發商，因此本公司應成為再生能源開發商。

#### 2.建立專業投資團隊

再生能源投資為資本集中、高風險之投資事業，加之，由於技術快速演進、躉購電價變化、政策調整、材料成本變動、國際市場與供應鏈成熟度，及極端環境變化等因素，致使專業技術評估、投資決策及策略規劃亦

須快速隨之調整。鑑此，本公司宜儘早整合公司內部資源，由各業務專業部門共同組成投資團隊，以審慎規劃本公司再生能源之發展策略，降低投資風險。

### 3.投資先進技術評估及示範

再生能源技術日新月異，十年內離岸風機已經從 2MW 發展到 8MW 大型風機，發電方式亦進化為直驅式發電；太陽光電技術由 PV 技術，至現在 CSP 等各式太陽發電型態的研究等，再生能源趨勢皆顯示技術需要建立供應鏈，以提供運維所需。若國內於技術發展初期及建立技術能力，可深入了解其技術成本及降低運維成本。否則將依賴國外產品，難以得知其成本，並降低運維成本。

### 4.參與儲能技術試驗

不論是離岸風電或是太陽光電皆為不穩定之能源，使用儲能設施以提高供電穩定。因此，環境友善、安全、低成本、及低衰減之儲能設施需要隨之建置，以減少供電風險，其儲能技術示範計畫，建議應盡速隨新光電廠之設置進行試驗，以期能於近期選擇較佳之技術，逐漸擴大設置規模。

### 5.新技術示範計畫之躉購價格

新技術儲能技術、離岸風力浮式平台、聚光型太陽光電廠等新技術之示範或研發，建議本公司應積極與能源局溝通，訂定有利的躉購費率，鼓勵投資建立相關技術能力，使國內得以技術提升，並降低台電公司之投資成本。

### 6.建立電力開發及投資供應鏈

不論是離岸風力發電、太陽光電、需量反應、或是智慧電網等未來發電趨勢，國內市場規模相較於國外市場規模，係不足以支撐其資金投入產業供應鏈。因此，台電公司欲建立降低投資及營運成本，協助國內產業供

應鏈為重要工作；而產業亦須要市場機會方會考慮投入。

藉由前述建議，取得進技術、電力規劃設計及設備廠商等供應鏈、方有機會參與國際市場競爭，協主產業發展。

## (二) 離岸風力發電

### (1) 開放先進風機採購規格

火力/水力發電為成熟之科技，過去台電相關招標工程多要求發電機組廠商之實績，但是風機科技日新月異，且不斷精進，若要求實績則難以採購新型之風機，且預算係基於最新資料，因此舊型風機可能單位成本較低，但單位發電效益相對較低。因此建議應放寬實績要求，使台電公司之有機會採購到較為新型之風機。

此外，CLASS I 風機可抵抗 70m/s 陣風，但氣候變遷下，未來颱風風速可能超過此標準，因此採購風機時建議要求風機廠商提出抗颱風速之保證，以降低風機投資風險。

### (2) 積極推動台電二期離岸風力開發計畫

為達成台電之承諾及政府之目標，且政府刻正全力支持再生能源政策，因此除台電一期離岸風力發電開發計畫外，應積極推動台電二期離岸風力開發計畫。

### (3) 提早推動分包工作及選商

台電二期離岸風力發電開發計畫可提早展開採購之規劃，技術顧問應提早選定後，協助本公司進行風機選商及分包商之採購工作，以因應 2017 年底環評通過後，可盡速展開施工，縮短開發期程，方能達到本公司承諾之開發目標。

#### (4)推動基礎設計技術提升

國內風機供應之關聯製造產業已由工業局進行輔導及協助取得相關國外技術，進行風力發電供應鏈之建置工作。而如規劃、設計、管理、營運維護等項目尚待國內廠商能力建置，因此建議對於此類項日本公司可積極參與合作計畫，推動相關軟實力之提升，有助於本公司設計、管理及運維等項目能力之提升。

#### (5)投入開發投資系統

本公司已進入再生能源開發商競爭之行列，且投資規模及風險、及市場應變之效率為其關鍵。因此開發投資之損益及風險等資訊系統應及早開發，其中離岸風力及太陽光電等投資系統最具急迫性。

#### (6)委託碼頭管理之規劃、訓練及營運

本公司為台灣重要離岸風力開發商，未來 10~15 年將持續投入離岸風力及海上能源之相關能源開發計畫，皆需要大量船隻進行相關工作，且台電一期離岸風力發電開發計畫之施工在即，因此碼頭之管理及營運為其重要課題之一，建議應即刻進行碼頭管理之規劃及人員訓練，方能降低碼頭營運之風險。

#### (7)推動浮動式平台之示範計畫

浮動式平台為台灣之推動深水能源開發之基礎，且日本與法國亦積極推動此類技術。因此對於浮動式平台之技術提升，台電公司應積極領導國內廠商示範開發。因此建議台電二期離岸風力開發計畫可規劃部分區域做為示範計畫，推動技術深耕。

#### (8)投入營運維護評估系統開發

本公司之離岸風場及陸上風場未來將達到電廠級之規模，目前已建置完整陸上觀測及監控系統，但離岸受氣候及環境影響，其營運維護困難，如何

離岸監控、預測、計畫、行動及檢討等能力皆須積極逐步提早開發，以因應未來所需，降低營運維護風險及成本。

### 3. 聚光型太陽光電

#### (1) Parabolic trough 及 Melton Salt 可進行評估進行示範

聚光型太陽光電是大型電廠新選擇之一，建議可先進行評估其聚光類型、工作流體及降低成本可行性，近期內選擇大型光電廠中進行示範計畫，驗證其投資可行性。本次參訪之聚光技術及工作流體皆令人印象深刻，其可行性已經驗證，55 MW 等級之示範計畫刻正進行中，可列入評估及示範之參考。

#### (2) 大型光電電廠之興建委外規劃設計

大型光電廠投資成本達數百億，其光電廠可以特殊設計以適應環境及投資需求，電池選擇、降低成本評估、施工模組化設計、營運維護模分析等項目皆須詳細評估。

#### (3) 協助國內技術自主，降低投資成本

若本公司逐步建立並擴大電廠規模，藉由政府協助國內廠商取得此關鍵技術，並建立產業環境及供應鏈，可藉此建立先進技術基礎，並協助產業建立實績，環境，可迅速建立永續再生能源之基礎。

## 陸、參加里昂需量反應研討會

### 一、緣起

本次研討會由 Energy Pool、Schneider Electric、RTE、ATOS 及法國里昂工商會共同與會，由 Energy Pool 報告 Demand Response Aggregation 在歐洲的發展情形，茲簡述如下：

Energy Pool 為法國第一大節能管理公司，在歐洲為領先之電力需量反應聚合商 (Aggregator) 之一，與國際能源管理大廠施耐德 (Schneider Electric) 策略結盟，致力提供大型工商業客戶電力需量反應之節能服務：透過與高壓用戶（如石化、鋼鐵等重工業者或商辦大樓）與電力公司共同簽約，於系統尖峰負載期間，可即時協調高壓用戶，於短時間內降低用電，進而抑低尖峰負載，以渡過電力供應不足的難關，電力公司透 Energy Pool 對配合降電之廠商給予電價回饋，該公司已於法、英、比等歐洲國家提供服務，近期分別與日本東電公司及韓國曉星集團合作，如圖 6-1 所示，協助該等國家調節電力供需，盼以此模式赴台灣投資。

要解決電力系統電源不足的問題，又要同時滿足能源安全 (Energy Security)、經濟效率 (Economic Efficiency) 及環境保護 (Environmental Protection) 等 3E 要求，必須從兩方面著手：

#### 1. 供給面：

增加再生能源發電、增加天然氣發電、提高燃煤發電效率並減少碳排放，但再生能源屬間歇性能源無法長期穩定發電，且大量再生能源併網發電往往造成系統不穩定，而需要配合額外設置一定比例的燃氣複循環機組以為因應；增加天然氣發電除 NO<sub>x</sub> 排放的環保限制外，尚需考慮天然氣的

輸儲問題(包括天然氣接收站及輸送管線等)，但這不是短時間內可以解決。  
因此供給面無法在短時間內提供必要的支援。

## 2.需求面：

提高能源使用效率降低電力需求、推動時間電價與需量反應方案抑低尖峰負載等需求面管理措施，依國際的經驗，需量反應(Demand Response)是最有效、最積極的措施，可以有效抑低尖峰期間的電力需求，避免缺電危機，聚合型需量反應可以確保大容量且可靠的抑低容量，因此可降低電源不足的風險。

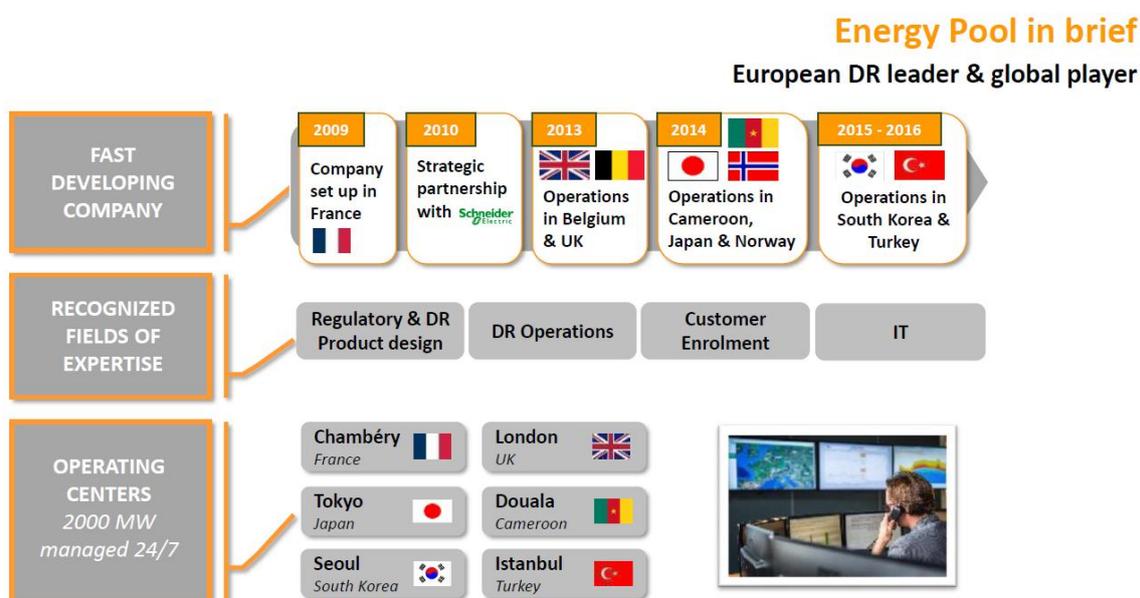


圖 6-1 Energy Pool 之全球夥伴

調度中心對需量反應的兩大要求，分別為容量(要夠大)和可靠性(要夠高)，這通常無法由傳統減載方案或分散式需量反應(容量較小、執行率僅約40~50%)提供，但有經驗的 Demand Response Aggregator 可以整合各類工、商業用戶不同的負載模式，如圖 6-2 所示，使電力公司取得大量且可靠的需量反應容量，滿足高可靠性的安全操作（相當於發電廠）並避免對新電廠的昂貴投資。

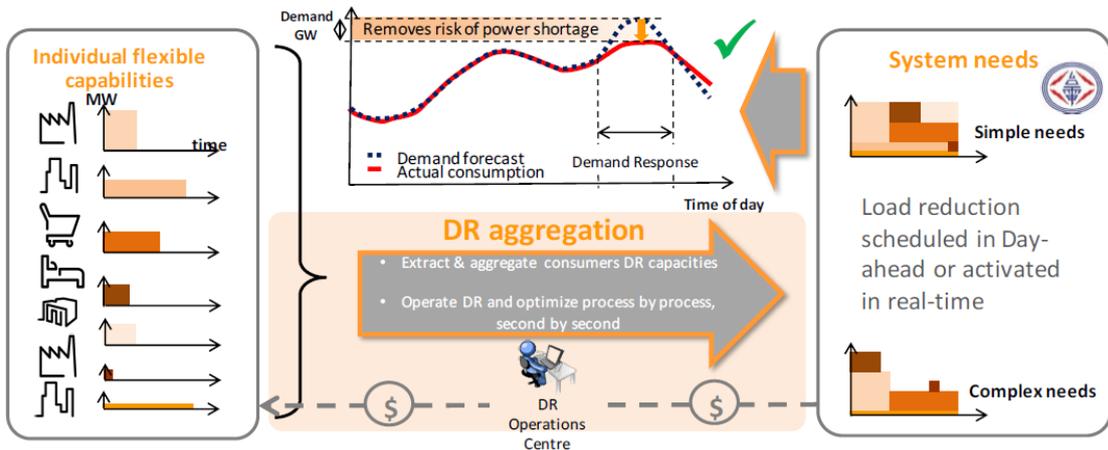


圖 6-2 Aggregator 整合各類工、商業用戶不同的負載模式

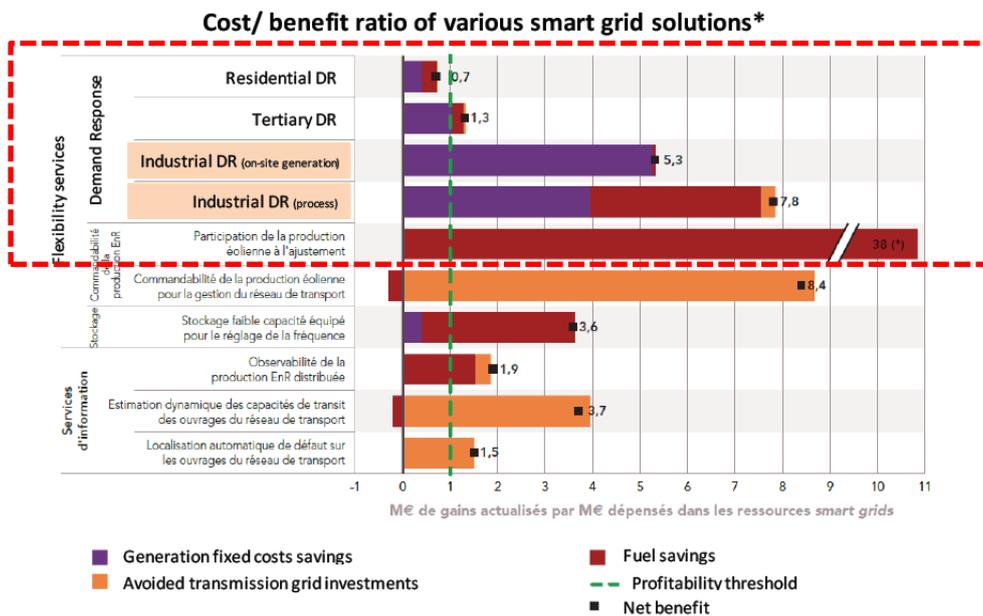
所以在歐洲 Demand Response Aggregator(需量反應聚合商)是一種成熟的工業解決方案，可利用現有工業能力降低其電力消耗並將其轉化為電力系統有效且可靠的能力，以避免電力短缺並降低供電成本。例如，推動一個包括 20 個 10 MW 工業用戶的 Demand Response Aggregator(需量反應聚合商) ，其在尖峰期間，對電力系統的貢獻相當於一座 200 MW 尖載火力電廠，如圖 6-3 所示，不僅更為有效、可靠，同時滿足 3E 要求，即能源安全(Energy Security)、經濟效率 (Economic Efficiency) 及環境保護 (Environmental Protection) 。



圖 6-3 Aggregator 對電力系統的貢獻相當於虛擬電廠

## 二、法國輸電公司 RTE 的需量反應經驗

法國能源政策與節能措施之制定，著重於投資成本效益高之領域：依據法國輸電公司RTE之分析報告，需量反應措施應用於工業用戶節能之成本效益為1：5.3~7.8，意即投資1歐元可有5.3~7.8歐元之節能效益，遠高於應用在家庭低壓用戶之1：0.7或商業用戶之1：1.3，如圖6-4所示，故近年法國政府全力投入針對工業用戶進階需量反應措施之規劃及營運優化，無論在政策規劃之完整性及靈活性、或對聚合商管理營運調度之質與量，均領先歐洲各國，並為亞、美、非洲各國引進或改善需量反應之參考範例。



**1\$ invested in Industrial DR gives back \$5-8 in return, for all system stakeholders!**

\* Source: RTE, July 2015

© Energy Pool Développement SAS

圖 6-4 需量反應措施應用於工業用戶節能之成本效益分析

法國輸電公司RTE的需量反應參加容量自2003年起逐年下降，直到2008年開放Demand Response Aggregator參與法國輸電公司RTE的需量反應方案後才又逐漸增加需量反應的規模，2016年Aggregator提供的DR容量已接近2,000 MW，如圖6-5所示。

## The effect of introduction of DR aggregation

### Benefits in France

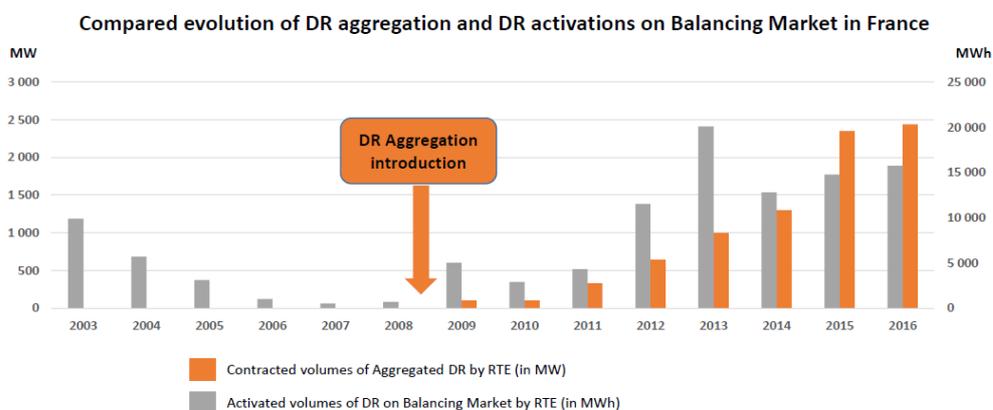


圖 6-5 法國輸電公司 RTE 的需量反應參加容量

Energy Pool是法國輸電公司RTE最主要、最大的Aggregator，Energy Pool參與RTE的備轉容量及輔助服務市場，包括頻率控制備轉容量/頻率回復備轉容量(Frequency Containment Reserve，簡稱FCR/ Frequency Restoration Reserve，簡稱FRR)、快速備轉容量(Fast Reserve)、補充備轉容量(Complementary Reserve)及電能競價(Auction of Energy，簡稱AOE)等，如圖6-6所示。Energy Pool於2014年8月1日開始參與提供RTE頻率控制備轉容量(FCR)，是法國第一個提供此項輔助服務的DR Aggregator，Energy Pool是透過對多家化工廠及金屬冶煉廠進行情序管理，在30秒內同步調節多家工業用電大戶的電力負載協助穩定系統頻率。相關備轉容量及輔助服務說明如下：

#### 1. 頻率控制備轉容量(FCR)

需求約630 MW，隨頻率變化反應，反應時間<30秒，可由供給端或負載端提供，運用時段為每周7天，每天24小時，由市場參與者義務或透過轉讓方式提供。

	French mechanism	Capacity	Service providers	Availability	Resp. time	Regulation	Type of participation
	FCR / FRR	630 MW / 650 MW	Supply + Demand	24/7	< 30s / < 15min	↕	Obligation / transfer
	Fast Reserve	1000 MW	Supply & Demand	24/7	< 9 min	↑	Mandatory following Call-for-tender
	Complementary Reserve	500 MW	Supply & Demand	24/7	< 30 min	↑	Mandatory following Call-for-tender
	AOE DR Call for tender	1700 MW	Demand only	Weekdays 6am - 8pm	< 2h	↑	Mandatory following Call-for-tender

圖 6-6 Energy Pool 參與 RTE 輔助服務市場情形

## 2. 頻率回復備轉容量(FRR)

需求約650 MW，隨頻率變化反應，反應時間<15分鐘，可由供給端或負載端提供，運用時段為每周7天，每天24小時，由市場參與者義務或透過轉讓方式提供。

## 3. 快速備轉容量(Fast Reserve)

需求約1,000 MW，反應時間<9分鐘，可由供給端或負載端提供，運用時段為每周7天，每天24小時，需量反應透過競標方式參與。

## 4. 補充備轉容量(Complementary Reserve)

需求約500 MW，反應時間<30分鐘，可由供給端或負載端提供，運用時段為每周7天，每天24小時，需量反應透過競標方式參與。

## 5. 電能競價(AOE)

需求約1,700 MW，反應時間<2小時，僅由負載端提供，運用時段為工作日上午6時~下午8時，需量反應透過競標方式參與。

## 三、法國輸電公司 RTE 需量反應聚合商的應用實績

法國輸電公司RTE運用需量反應參與系統輔助服務分為三級，如圖6-7所

示：第一級為頻率控制備轉容量 (Frequency Containment Reserve，簡稱FCR)，自動瞬間反應(裝置頻率電驛)，參與範圍為歐陸地區；第二級為頻率回復備轉容量(Frequency Restoration Reserve，簡稱FRR)，自動快速反應(裝置頻率電驛)，參與範圍為法國境內；第三級為Tertiary Reserve，人工操作，參與範圍為供電瓶頸地區。

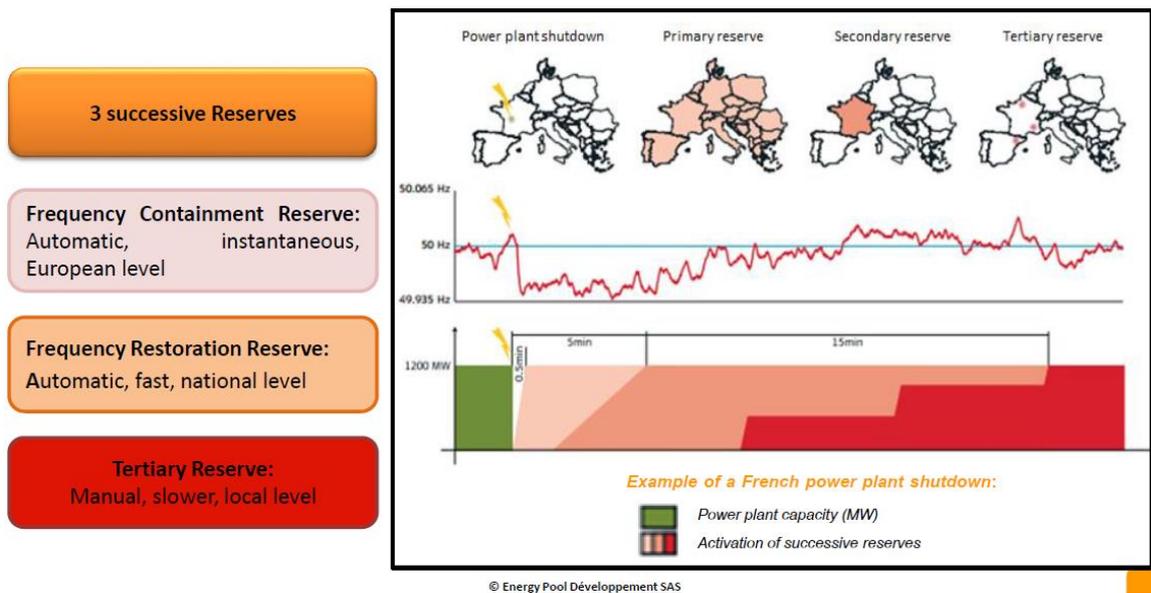


圖 6-7 RTE 運用需量反應參與輔助服務之分類

法國輸電公司 RTE 2016年6月2日因機組故障於當日 16:00 通知 DR Aggregator (Energy Pool)執行需量反應，執行時間2小時(18:00~20:00)，Energy Pool共啟動46家C&I用戶參與Demand Response，執行實績為561 MW，2小時共約抑低用電量1.1 GWh，減少CO2排放約673噸，如圖6-8所示。

## 561 MW European curtailment record - June 2<sup>nd</sup> 2016

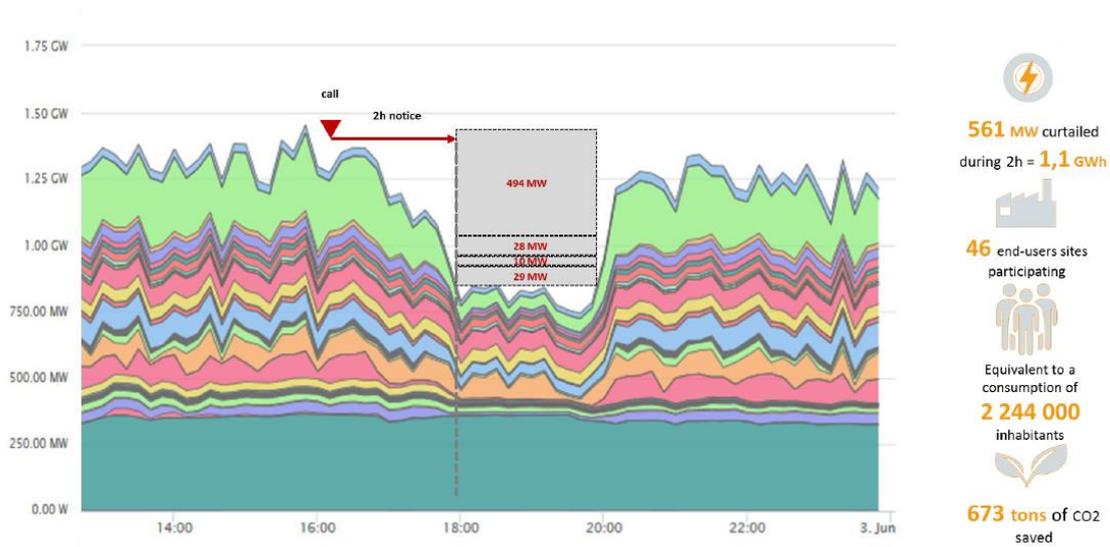


圖 6-7 RTE 需量反應聚合商的應用實績

### 四、需量反應在電業自由化後電力市場的可能發展

如圖6-8所示，根據法國輸電公司RTE及Energy Pool的經驗回饋，需量反應在電業自由化後，電力市場的可能發展包括下列幾項：

#### (一)平衡電能(Balancing Energy)

- 1.經濟性抑低用電(Economic Curtailment)以避免即時電價飆漲。
- 2.負載轉移及儲能(Load Shifting & Storage)。

#### (二)容量市場(Capacity Market)

- 1.尖峰容量(Peak Capacity)：確保尖峰時段的供電能力。
- 2.彈性容量(Flexible Capacity)：減輕再生能源間歇性發電的影響。

#### (三)安全備轉容量(Safety Reserve)：因應電網偶發事故

#### (四)頻率反應(Frequency Response)

- 1.頻率控制(Frequency Control)：調節連續性的頻率變動。
- 2.中停電力(Interruptibility)：避免系統全停電。

## Introduction to Demand Response

### Power grid needs addressed by Demand Response

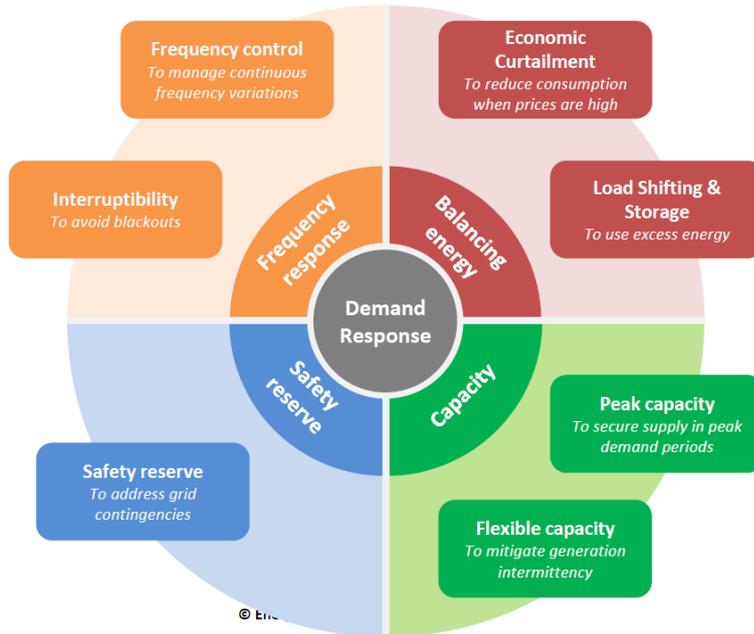


圖 6-8 需量反應在電業自由化後電力市場的可能發展

## 五、與本公司現行需量競價之比較

本公司自2015年開始推動試行需量競價方案，用戶以每日報價並以等效機組的虛擬電廠方式，參與調度處日前市場競價平台的電能競標，台電需量競價措施相關規定摘要如表6-1所示：

表 6-1 台電需量競價措施相關規定摘要

需量競價類型	經濟型	可靠型
抑低用電期間	1. 用戶得以月份為單位，選擇抑低用電月份。 2. 用戶得選擇每次執行抑低時數為 2 小時或 4 小時，以日為單位，每日視為抑低用電 1 次。 3. 每月抑低用電時數不超過 28 小時。	
報價方式	1. 用戶抑低用電每度報價不得高於 10 元，並得於抑低用電前一日上午 11 時前申請變更。 2. 競價結果於抑低用電前一日下午 6 時前通知用戶	
抑低契約容量	由雙方約定，但不得低於最低抑低契約容量。	
最低抑低契約容量	不得低於 50 瓩	
基準用電容量	依當次執行抑低用電日前 5 日（執行抑低用電日、離峰日、週六等除外）每日相同抑低用電時段之最高需量（15 分鐘平均）之平均值計算。	
實際抑低容量	依基準用電容量扣除抑低用電時段最高需量之差額計算，未達最低抑低契約容量者則按 0 計算。	
電費扣減	1.當月基本電費扣減：無 2.執行抑低用電當月之電費扣減為當月各次流動電費扣減之總和，各次流動電費扣減按下列方式計算： 流動電費扣減＝實際抑低容量×執行抑低時數×抑低用電每度報價	1.當月基本電費扣減按下列方式計算： （1）當月每次執行之實際抑低容量均等於或超出抑低契約容量時： 基本電費扣減＝抑低契約容量×60元/瓩×120% （2）當月部分次數執行之實際抑低容量未達抑低契約容量時： 基本電費扣減＝抑低契約容量×60元/瓩×(1－未達抑低契約容量之日數/應抑低用電日數) 2.當月流動電費扣減為當月各次流動電費扣減之總和，各次流動電費扣減按下列方式計算： 流動電費扣減＝實際抑低容量×執行抑低時數×抑低用電每度報價
罰則	無	有

2015年5~10月總計抑低用電實績221,135度，評估替代本公司發電燃料成本及避免尖載機組開發成本之綜合效益為2,104,480元，各月份執行實績如圖6-9所示：

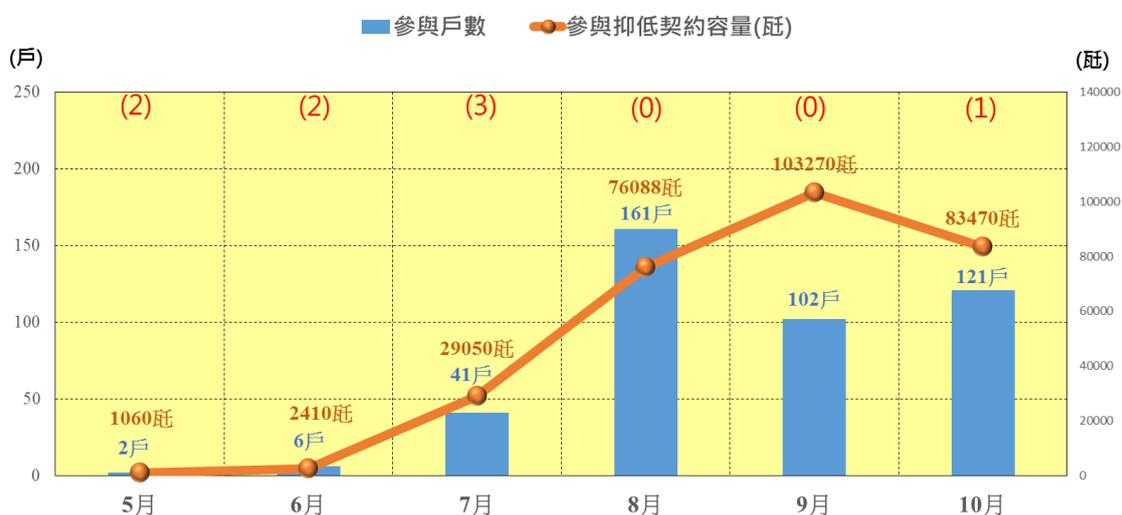


圖 6-9 2015 年 5~10 月需量競價執行實績

本公司2016年需量競價推動目標為500 MW，2016年5~9月各月份執行實績如下表6-2、表6-3及圖6-10、圖6-11所示：

表 6-2 2016 年 5~9 月需量競價執行實績分析(1)

月份	參加戶數(戶)	抑低契約容量(MW)	當月得標天數	總得標度數(百萬度)	平均執行率(%)	備註
5	410	481.504	17	5.64	66.14	1. 6~8 月份參加日減 6 小時 - 計畫型負載限制用戶不參加需量競價。
6	594	491.380	21	10.52	34.91	
7	678	530.110	20	6.84	53.92	
8	742	568.240	23	13.15	52.89	
9	777	625.877	18	2.36	158.85	2. 9 月份因備轉容量較高，需量競價用戶皆以低於邊際價格方式得標。

表 6-2 2016 年 5~9 月需量競價執行實績分析(2)

月份	完全得標戶數	完全得標容量(MW)	單日最高得標容量(MW)	實際執行容量(MW)	最高得標日執行率(%)	備轉容量率(%)
5	4	4.1	477.4	389.24	81.53	1.64
6	154	176.646	491.38	195.02	39.69	3.27
7	46	71.09	426.81	180.15	38.93	3.07
8	253	267.139	568.24	343.37	60.43	4.41
9	10	13.65	80.08	56.36	57.90	8.44

註：完全得標用戶係指用戶當月得標時數已達 28 小時上限。

105年需量競價執行情形分析(1)

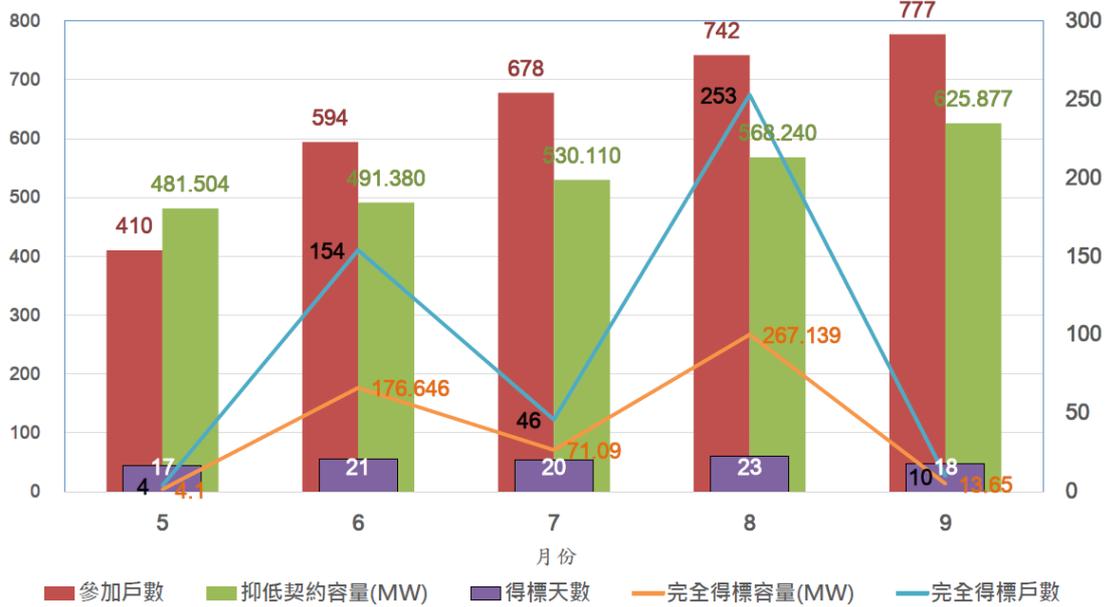


圖 6-10 105 年 5~9 月份需量競價執行實績比較分析(1)

## 105年需量競價執行情形分析(2)



圖 6-11 105 年 5~9 月份需量競價執行實績比較分析(2)

2016年5月31日系統備轉容率僅1.64%，所幸需量競價得標量約為477.4 MW，用戶於當天下午1:00~5:00期間，實際抑低容量約為389.24 MW，執行率約為81.53%，有效抑低尖峰負載確保系統電源供應安全，又從表中可發現6~8月份每月的得標天數都在20天以上，幾乎除了週六、週日外，需量競價每天都有得標，可有效替代尖載機組發電或減緩尖載電源的開發，由此可見，本公司推動需量反應相關方案，確實對尖峰負載的抑低與確保供電安全穩定有所助益，此與法國輸電公司RTE的運行經驗頗為相似，惟本公司需量競價用戶平均執行僅約50%，且受參與用戶之最低抑低容量不得低於50瓩、最低抑低時數為2小時等諸多限制，以致無法發揮需量反應的最大效果，為因應未來幾年供電緊澀情況，必須思考如何擴大需量反應容量及提高實際執行率，依法國輸電公司RTE及Energy Pool的經驗回饋，Demand Response Aggregator可以協調整合各類工商業用戶的負載特性與負載管理，可提供執行率高(至少90%)且容量大的需量反應。未來本公司或可借鏡法國輸電公司RTE的運行經驗，來推動Demand Response Aggregator以降低夏季尖峰負載期間的缺電風險。

## 六、心得與建議

### (一)心得

我國工商業部門用電比例超過全國70%，其中，工業用電占55.3%、商業用電占15.6%，且24,624家高壓用戶皆已完成換裝智慧電表，基礎建設已漸趨完善，依RTE及Energy Pool於本次研討會的經驗分享，我國應極具發展電力需量反應能源管理的條件，再加我國資通訊技術發達，更是具備推動整合需量反應的基礎，在目前電源備用容量率偏低的情形下，應可借鏡國外先進的技術與經驗引進Demand Response Aggregator，提供系統相關緊急備轉容量，相信可有效降低系統因電源不足所引發的缺電風險。

本公司現行的需量反應管理方案中，臨二及需量競價二個方案之內容規劃已達國際先進標準；但在實務操作上，仍有可能因(1)既定方案規定的電力抑抵時間區段不完全符合用電戶可配合降載的操作需求、(2)用電戶對方案內容及其操作實務不瞭解或沒把握、(3)台電與用電戶就需量調度的雙向溝通模式不夠即時透明、(4)台電對登記參與各類方案的用電戶之用電行為及降載規劃瞭解及掌握度不高，以及(5)用戶參與需量調度之報酬誘因不足等因素，致使無法有效提升參與需量反應方案用電戶的意願與執行率，特別是緩解瞬間電力短缺的臨二方案的參與用電戶數與可調度量偏低。此外，參與各式需量反應方案的用電戶，在實際配合電力調度的量與時間之可靠度，與國際先進實務相較亦落後。因此，除了持續精進我國需量反應管理方案之內容規範外，優化實務運行之配套措施與操作經驗，以提升需量反應之運行績效，實為當務之急。

開放聚合商(Aggregator)參與國內整體電力調度的實務操作，應為最快速有效的方法，在短期內將參與用電戶從可靠度偏低的計畫型方案轉移到即時性之調度可靠性高的緊急型方案，提高國內整體需量反應參與之電量

與可靠度。以法國輸電公司RTE實務經驗為例，聚合商係一全職調度用電戶及電廠供需之媒合者，透過更深度與用電戶之能源稽核與諮詢、更靈活且適合不同用戶需求的調度方案設計、更有效的雙向溝通模式與設備、更靈活與透明的財務機制、簡化但具預期規劃性的作業流程，以及實務操作訓練課程等方式，將可大幅提升需量反應之用戶參與度及執行率，有助於尖峰負載期間的供需平衡與穩定，並降低缺電的風險。

## (二)建議

- 1.本公司現行的需量競價方案，係採日前市場競價方式，於每日下午4:00，決定次日需量競價的得標用戶與得標容量，但無法因應下午4:00決標後，系統發生跳機事件所造成次日備轉容量偏低的情況，故建議本公司應儘快研擬即時(當日)需量競價機制，以因應即時突發的電源事故，所引發電源不足的危機。
- 2.現行的需量競價方案用戶，可配合執行的時間多為白天上班時段，故無法因應其他時段的電源不足情況，建議可引進需量反應聚合商(Demand Response Aggregator)協助整合各類工商業大用電戶(特別是24小時營運生產的工商業用戶)，提供即時性之調度可靠性高的需量反應容量。
- 3.建議本公司調度處及業務處可派遣相關同仁赴國外考察、蒐集最新的需量反應方案與運行經驗，並適時引進國內擴大需求面管理的績效，以因應未來電源不足所引發的缺電危機。

## 柒、參訪 Smart Electric Lyon 及法國環境及能源管理總署(ADEME)

### 一、 Linky Program Overview

法國在2007年7月開放電業自由化後之電力市場架構劃分為發電業(Generation)、輸電業(Transmission)、配電業(Distribution)及售電業/供應商(Supply)等4部分，如圖7-1所示。其中發電與售電/供電是屬於市場開放模式而輸電與配電則為管制模式。輸電系統的電壓等級分超高壓為400kV、特高壓為225kV、90kV、63kV，而配電系統電壓則為20kV/220V等。

在法國其輸電系統與配電系統分別為法國電力集團EDF (Électricité de France) 轉投資的輸電公司RTE (Reseau de Transport d'electricite) 與配電公司ERDF (Électricité Réseau Distribution France) 所掌控，而ERDF是法國最大的配電公司，擁有法國95%的配電網路(120萬公里)與3,500萬個用戶，。法國政府擁有EDF 85%的股權。

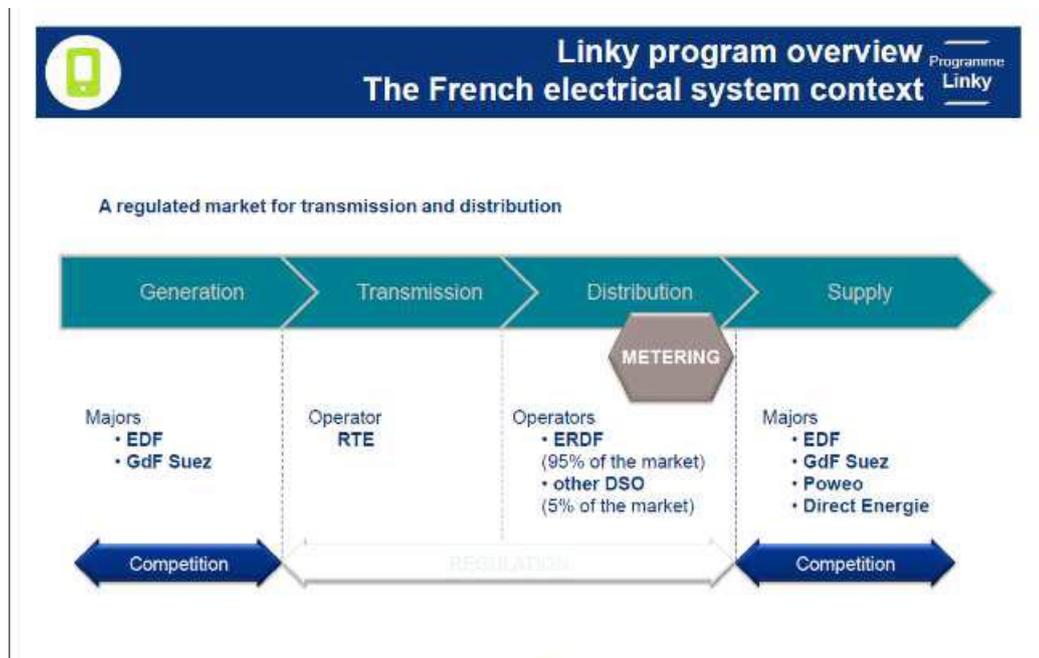


圖 7-1 法國電力市場架構

2007年法國能源監管機構(CRE)要求ERDF開始進行智慧型電表規劃，推動智慧型電表建置計畫，在2008年CRE支持下與相關團體如電力供應商、當

地政府、業者、用戶代表等進行研商，並對智慧電表的功能及配套方案等進行研擬，於是ERDF在2009年4月成立智慧電表推動規劃Linky專案(Linky project)，如圖7-2所示是第一階段推動建置30萬個電表的技术驗證(約占總用戶數的1%)，第一階段測試分成都會與鄉村兩種負載型態進行測試驗證，試點則分別選定Lyon(20萬用戶)與Touraine(10萬用戶)同時進行。而2009年歐盟為達節能減碳以降低CO<sub>2</sub>排放，規定各歐盟國家應於2020年前完成80%智慧型電表建置。

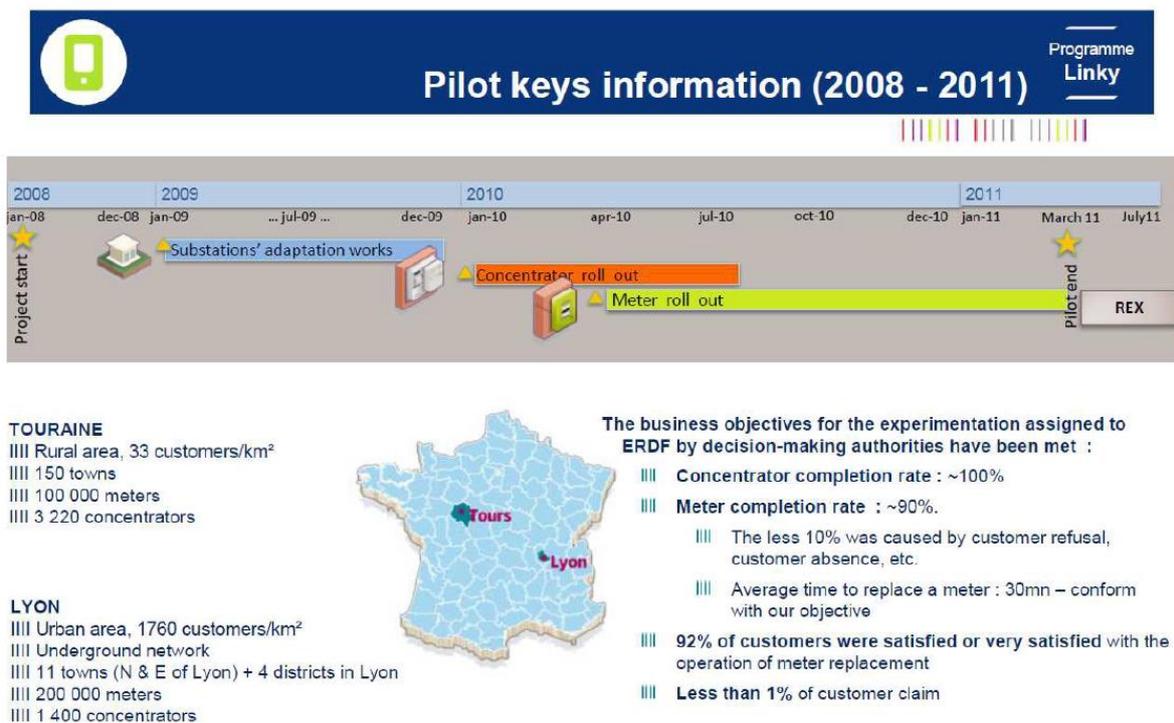


圖 7-2 法國 Linky Project pilot(30 萬戶)時程規畫

接著在2010年2月CRE通過推動法國智慧電表系統的決議，並且在當年8月頒布法令施行，預計至2018年完成90%電表更換(電表總數約3,500萬個)。

法國ERDF Linky專案繼而在2012年完成30萬戶AMI建置，於2013年效益評估後，預計推動後續AMI建置工作，規劃在2016年前再建置300萬戶，2021年完成3,500萬戶建置，如圖7-3所示。

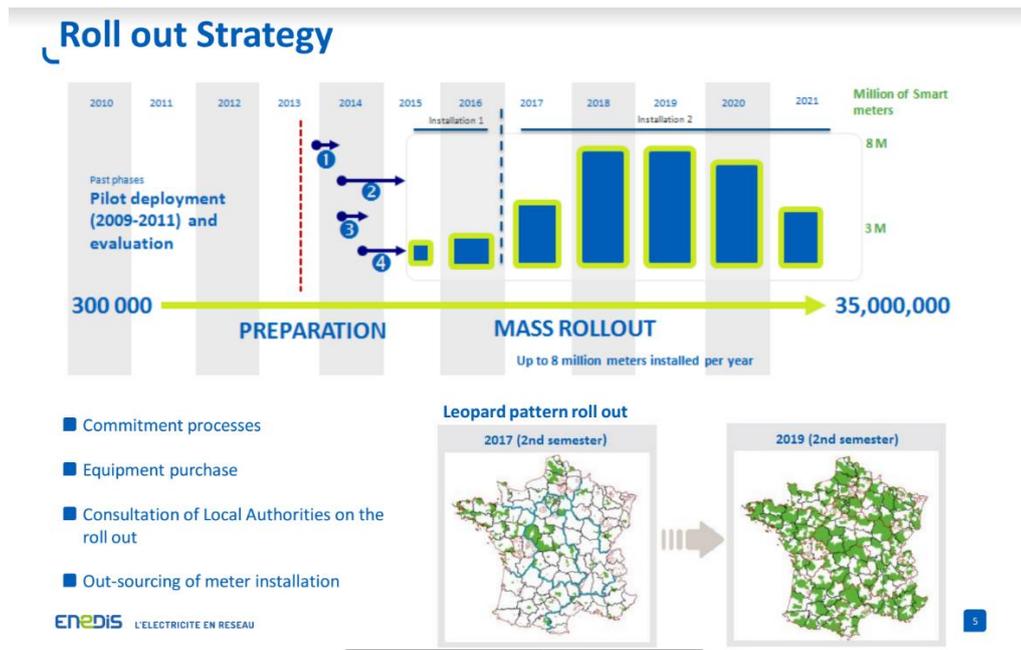


圖 7-3 法國 Linky 電表至 2021 年完成建置

法國智慧電網示範計畫，主要由大企業引導相關業者共同研究開發，進行技術整合與應用展示，參與廠商包含Sagemcom(法國通訊商)、French group Cahors' unit Maec (法國電表公司)、Germany's Elster (德國電表公司)、Switzerland's Landis+Gyr (蘭吉爾電表公司)、Spain's Ziv (西班牙電表公司) 等，協助ERDF 測試AMI 通訊及系統效能，以提供發電機組備轉、排程等參考，進而研究高度資訊化之衍生配套方案研究，如資訊安全、法規調整及操作制度等。除了使廠商得以驗證產品技術之外，電業亦得以評估應用模式及成本效益等，創造政府與企業雙贏的利基，此合作模式及宣傳成效值得我國學習，如圖7-4、圖7-5。

# Lyon Smart Grid Valley

## Outstanding smart grid demonstration projects in Lyon area

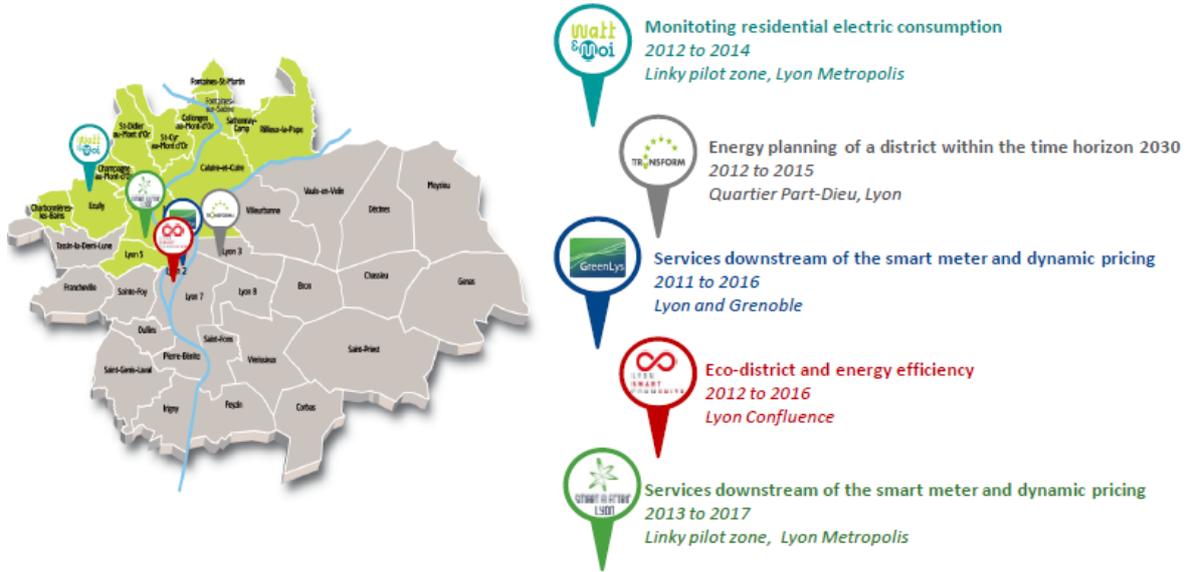


圖 7-4 法國 Lyon 智慧電網示範計畫

# Lyon Smart Grid Valley

## Rhône Valley, leader in France for smart grid field experiments

7 smart grid demonstrators since 2011



圖 7-5 法國 Lyon 智慧電網後續示範計畫

## 二、 Linky AMI

Linky AMI 是一種“隨從”架構，接收和執行命令並回報傳輸經驗證的電表讀值。然後將資料傳遞給集中器（位於 ERDF 變電站中的小型計算機），再傳送到配電監管中心，如圖 7-6。

此系統包括五個關鍵元素：

- (一)Linky 智慧電錶；
- (二)位於變電站的集中器，功能為查詢電表，處理和存儲其接收的數據，並將其傳送到配電監管中心的中央信息系統。
- (三)中央信息系統，接收來自 ERDF 內部信息系統的指令，並自動化系統處理相關程序。
- (四)區域通信網路，智能電表經由此網路與集中器互相通訊。區域通信是採電力線通訊(PLC)技術，使用低電壓電網在電表和集中器之間交換數據和指令。
- (五)遠端通信網路，提供集中器與中央信息系統通訊。這個網路採用電信網路相關技術（例如：GPRS）

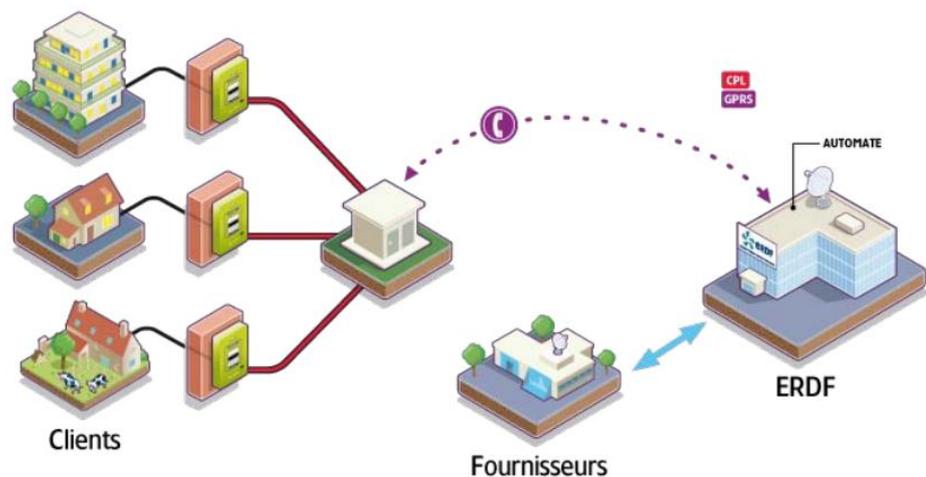


圖 7-6 Linky AMI 架構

通訊技術是 AMI 所有技術項目中，最為重要的一個，ERDF 智慧電表主要是採 G3 電力線通訊技術(G3-PLC)，該技術主要為窄頻 PLC 通訊技術標準，針對國際上常見的窄頻 PLC 技術做比較，G3-PLC 採用 FCC 調變技術且其頻寬選擇性較佳，ERDF 所以投入研發窄頻 G3-PLC 通訊技術，並自行成

立 G3 Alliance，而 Linky 針對讀表也定義了一套 IPv6 的通訊層定義，並採用 DLMS 等歐規讀表規範，使其於布建 AMI 時，能充分掌握通訊技術，且 ERDF 於布建及運轉 AMI 系統時，由實務也了解 PLC 通訊技術深受環境、用戶用電習性及家庭電器特性影響，因此特別注重電表、集中器互通性的測試。

為管控所建置之 Linky 系統品質，ERDF 採取與廠商合作訂定品管流程的合作模式，主要是 ERDF 確認產品規格後，再委由廠商生產設備雛型，以供 ERDF 確認是否符合所訂規格，再製作一定的試產數量，經確認產品品質後，再做大規模量產，以減少智慧電表推動後，因產品品質的關係而影響 ERDF 後續運轉維護的困擾。但經過這樣的過程，ERDF 需要對測試的功能有很深入的瞭解與掌控，並需要相關對應的測試設備，以利進一步驗證廠商交付的產品品質及功能是否正確，所以 ERDF 已在巴黎建置 Linky 專案測試實驗室。

Linky 智慧電表的基本功能包含顯示、用戶資訊輸出介面(IHD 輸出介面)、操控、時間電價控制開關等。細部功能如電表計量暫存器數目(supplier 模式有 10 組、producer 模式有 20 組)、負載紀錄檔(load profile)可為 10/15/30/60 分鐘等設定值、支援電力品質(停電、電壓紀錄等)，其他遠端功能包含斷/復電控制功能、時間電價開關操控、最大額定功能控制等，如圖 7-7 所示。

## Linky, a new generation of meters

- ▶ Linky is able to receive instructions and to send data without any direct intervention from field teams.
- ▶ Consumer's data protection are guaranteed (ANSSI (French Network and Information Security Agency), CNIL (French Data Protection Authority)).
- ▶ Linky is based upon features from the electronic meter and is equipped with 7 new major functions.

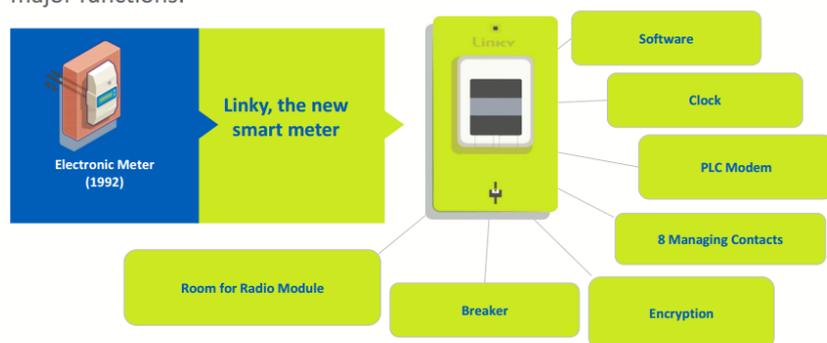


圖 7-7 法國 Linky 電表功能

另外，就建置經驗，因為法國智慧電表係由用戶自由選擇是否安裝，此情況下約有 10%的民眾拒絕安裝，法國對智慧電表的宣傳已有相關規劃，如建置 Linky 教育展示館。AMI 建置為長期工作，法國政府為增加智慧電表對民眾的服務及減少民眾的誤解，因此建置多個宣導智慧電表系統應用的展示館及相關宣導措施，以協助用戶瞭解 AMI 的貢獻，並強化用戶參與機會，改變用戶用電習慣需要教育與溝通。Linky 專案中，為強化與用戶互動結合，在電表上預留一個通道(實體接點)與家庭能源管理系統(HEMS)之 Home Gateway 互通(每 30 秒送一筆總用電量資訊)如圖 7-8，可供民眾自行選擇/自行建置家庭自動化介面，使電表資料得以運用有線或無線通訊傳送予用戶，除了讓用戶更能掌握用電資訊外，服務業者也能利用此一資訊，提升其加值服務的彈性，如家庭自動化節能服務或工商業自動需量控制等，可向民眾推廣智慧家庭的概念以增加 Linky 專案的效益，如圖 7-9。



圖 7-8 Linky 電表預留一個通道加值服務

## Linky offers new services to all consumers

Linky meter will give you access to several fast services designed to make your life easier. **So you'll be able to take charge of your own energy consumption!**

### Automated meter readings

**BEFORE:** meter readings were usually taken by appointment.

**With Linky meter**  
Your readings are taken remotely.

1

### Change the power level of your meter

**BEFORE:** if you wanted to adjust the power level of your meter and change your energy plan, you had to wait for a technician to visit.

**With Linky meter**  
No more waiting or appointments – changes are made remotely in less than 24 hours.

2

### Be eligible for new offers

**BEFORE:** only your water heater could be turned on remotely at peak hours.

**With Linky meter**  
You can take advantage of new offers from your electricity supplier, monitor your usage and manage your household electrical appliances more easily.

4

### Moving house is simple

**BEFORE:** to get electricity in your new home, you had to wait up to 5 days for a technician to come out.

**With Linky meter**  
It's all done remotely within 24 hours.

3

### Manage your consumption better

**BEFORE:** your actual consumption was only measured about once every six months.

**With Linky meter**  
You can monitor your consumption via a website, understand it better and take charge of it.

5

圖 7-9 法國 Linky 電表加值服務

透過 Linky 計畫前期測試評估，法國目前持續推動智慧電表，而為了提升整體效益，系統整合及衍生服務亦在研究規劃中。臺灣推動 AMI 的進程，現階段亦著重智慧電表建置，系統加值服務及電業營運的配套措施仍須持續評估。

### 三、法國環境及能源管理總署(ADEME)

ADEME 國際處處長 François GRÉAUME 先生、OECD 國家合作小組組長 Nicolas DYEUVRE 先生及再生能源組副組長 David MARCHAL 先生介紹了智慧電網在法國能源轉型法通過後扮演的角色、法國之智慧電網發展目標、和 ADEME 的 Invest for the Future 國家能源升級資金計畫。整個計畫資金達 33 億歐元，2016 年一年即提撥 5 億 9 千萬歐元予廢棄物管理、交通、永續城市、能源和氣候、能源效能提升等計畫。

### 四、建議

- (一)AMI 建置為一長期、廣泛工程，須要溝通與教育才可達成。法國政府為減少民眾對智慧電表的誤解及提昇對民眾的服務，因此在試辦階段即建置多個宣導智慧電表系統應用的展示館及相關宣導措施，以協助用戶瞭解及接受智慧電表，並提供用戶參與機會，改變用戶用電習慣。
- (二)法國透過 Linky 計畫前期測試評估，經檢視效益後目前持續推動智慧電表，而為了提升整體建置效益，系統整合及衍生服務亦在研究規劃中。我國推動 AMI 的進程，現階段亦著重智慧電表建置，系統增值服務及電業營運的配套措施仍須持續評估。
- (三)Linky 專案中，為強化系統增值服務，在電表上預留一個通道(實體接點)，使電表資料得以運用有線或無線通訊傳送予用戶，除了讓用戶更能掌握用電資訊外，服務業者也能利用此一資訊，提升其增值服務的彈性，如家庭自動化節能服務或工商業自動需量控制等。
- (四)持續關注國際上 AMI 通訊技術選用情況，以作為我國後續遴選適合之通訊技術參考，各國依其環境選擇主要之通訊技術，各通訊技術皆有技術聯盟在推動優化，台電公司應持續關注其結果，以便後續遴選出適合之通訊技

術。

(五)依法國智慧電表(Linky)推動經驗，電表為電業與民眾資訊交面及電價計費的介面，關係到用戶觀感，因此法國配電公司 ERDF 對智慧電表品質上的要求格外小心，成立一個智慧電表 Linky 功能測試實驗室，針對電表品質進行測試管控。

(六)法國智慧電網示範計畫，主要由大企業引導相關業者共同研究開發，進行技術整合與應用展示，如 Smart Electric Lyon 及 GREENLYS 等示範計畫，分別由 ERDF 及 EDF 主導，整合 Hager、Atos、Alstom、Schneider、Panasonic 等公司的資源，除了使廠商得以驗證產品技術之外，電力公司亦得以評估應用模式及成本效益等，創造政府與企業雙贏的利基，此合作模式及宣傳成效值得我國學習。

## 捌、心得與建議

### 一、心得

1. 本次開會考察行程得以順利進行，要感謝中華民國國際經濟合作協會與經濟部駐法代表處經濟組賴作松組長與相關同仁的熱心安排，讓我們有機會和法國輸電公司(RTE)、GE 海上風機工廠、Energy Pool，以及 Linky 專案與智慧電網的專家針對 TSO、再生能源發展與管控機智、離岸式風機特性與相關基礎設施、需量反應整合案運用實機與效益、智慧電表、電網與智慧城市發展等議題進行面對面的討論與交流，並從中獲取許多寶貴的經驗與建議。從 RTE 的經驗得知：法國在 2007 年 7 月開放電業自由化後之電力市場架構劃分為發電業 (Generation)、輸電業 (Transmission)、配電業 (Distribution) 及售電業/供應商 (Supply) 等 4 部分，其中發電與售電/供電是屬於市場開放模式，而輸電與配電則為管制模式，法國輸電公司 RTE 為輸電系統營運商(TSO)，必須負責電力調度中心及電力市場的營運，此與我國電業法修法後本公司輸配電系統的未來發展方向相同。

2. 法國輸電公司 RTE 之電業自由化及電力市場營運經驗豐富且是輸電公司兼營電力調度中心，與我國電業法規劃的電力調度中心設置方式類似，在電業法修法後，未來本公司將分割為發電業及輸配電業(含電力調度中心) 兼營公用售電業，因此在許多方面有值得我們借鏡的地方，如：電力調度組織構的調整、電力市場機制的規劃設計、再生能源管理機制等。尤其是再生能源管理，如果不能有效管理再生能源(包括發電預測、功率變動  $\Delta P$ 、電壓變動  $\Delta V$  等)，則必須以最嚴重的情況，來安排規劃系統備轉容量及各項輔助服務，方能確保供電安全與穩定，如此將導致系統運轉成本大幅上升；反之，如果可以對再生能源進行管控，可將再生能源的變動控制在某一可接受的範圍，如此系統的不確定與風險相對降低了，則備轉容量及各項輔助服務也可以相對減少，

可有效降低營運成本。

- 3.台灣海峽大多數地區之水深超過 50 公尺，下一階段離岸再生能源將超過數十 GW 之市場規模，不可避免須以浮式平台作為主要載具，且目前英、法、挪威、及日本等國尚在研究初期，本公司應同步進行研究，進行試驗機組之先導計畫，結合國內廠商形成生產供應鏈，屆時可與各國並駕齊驅，避免類似現在技術及製造皆須仰賴國外進口之窘境。
- 4.此次行程前往里昂參加需量反應管理研討會，分別與 RTE、Energy Pool、ATOS 相關專家進行討論與交流，在歐洲 Demand Response Aggregator(需量反應聚合商)是一種成熟的工業解決方案，可利用現有工業能力降低其電力消耗，並將其轉化為電力系統有效且可靠的能力，以避免電力短缺並降低供電成本。推動一個包括 20 個 10 MW 工業用戶的 Demand Response Aggregator(需量反應聚合商)其在尖峰期間對電力系統的貢獻相當於一座 200 MW 尖載火力電廠，不僅更為有效、可靠，同時滿足 3E 要求，即能源安全(Energy Security)、經濟效率(Economic Efficiency)及環境保護(Environmental Protection)。我國工商業部門用電比例超過全國 70%，其中，工業用電占 55.3%、商業用電占 15.6%，且 24,624 家高壓用戶皆已完成換裝智慧電表，基礎建設已漸趨完善，依 RTE 及 Energy Pool 於本次研討會的經驗分享，我國應極具發展電力需量反應能源管理的條件，再加我國資通訊技術發達，更是具備推動整合需量反應的基礎，在目前電源備用容量率偏低的情形下，應可借鏡國外先進的技術與經驗引進 Demand Response Aggregator，提供系統相關緊急備轉容量，相信可有效降低系統因電源不足所引發的缺電風險。
- 5.法國智慧電網示範計畫，主要由大企業引導相關業者共同研究開發，進行技術整合與應用展示，參與廠商包含 Sagemcom(法國通訊商)、French group Cahors' unit Maec (法國電表公司)、Germany's Elster (德國電表公司)、

Switzerland's Landis+Gyr ( 蘭吉爾電表公司) 、Spain's Ziv (西班牙電表公司) 等，協助 ERDF 測試 AMI 通訊及系統效能，以提供發電機組備轉、排程等參考，進而研究高度資訊化之衍生配套方案研究，如資訊安全、法規調整及操作制度等。除了使廠商得以驗證產品技術之外，電業亦得以評估應用模式及成本效益等，創造政府與企業雙贏的利基，此合作模式及宣傳成效值得我國學習。

## 二、建議

1.法國輸電公司 RTE 非常希望與台電公司進一步交流合作，有鑒於 RTE 在電業自由化後之轉型及電力市場營運經驗豐富，許多方面有值得我們借鏡的地方如電力調度組織構的調整、電力市場機制的規劃設計、再生能源管理機制等。

**建議本公司可評估與 RTE 簽署合作備忘錄，本公司亦可定期派員參加 RTE 的舉辦研討會或進行觀摩學習交流。**

2.配合再生能源發展(2025 年太陽光電裝置容量目標 20 GW、風力發電裝置容量目標 4.2 GW)，為確保系統穩定與安全，並降低系統運轉成本，再生能源管控至為重要，如果不能有效管理再生能源(包括發電預測、功率變動  $\Delta P$ 、電壓變動  $\Delta V$  等)，則必須以最嚴重的情況來安排規劃系統備轉容量及各項輔助服務，方能確保供電安全與穩定，如此將導致系統運轉成本大幅上升；反之，如果可以有效管理再生能源，將其變動控制在某一可接受的範圍，如此系統的不確定與風險相對降低了，則備轉容量及各項輔助服務也可以相對減少，可有效降低營運成本。因此**建議本公司應建置適合台電系統特性的再生能源管理系統，並加強調度人員訓練，以熟悉大量再生能源併網及間歇性大幅變動的情況。**

3.台電再生能源開發策略

(1)建立專業投資團隊

再生能源投資為資本集中、高風險之投資事業，加之，由於技術快速演進、躉購電價變化、政策調整、材料成本變動、國際市場與供應鏈成熟度，及極端環境變化等因素，致使專業技術評估、投資決策及策略規劃亦須快速隨之調整。鑑此，本公司宜儘早整合公司內部資源，由各業務專業部門共同組成投資團隊，以審慎規劃本公司再生能源之發展策略，降低投資風險。

#### (2)新技術示範計畫之躉購價格

新技術儲能技術、離岸風力浮式平台、聚光型太陽光電廠等新技術之示範或研發，建議台電公司應積極與能源局溝通，訂定有利的躉購費率，鼓勵投資建立相關技術能力，使國內得以技術提升，並降低台電公司之投資成本。

#### (3)建立電力開發及投資供應鏈

不論是離岸風力發電、太陽光電、需量反應、或是智慧電網等未來發電趨勢，國內市場規模相較於國外市場規模，均不足以支撐其資金投入產業供應鏈。因此，台電公司欲建立降低投資及營運成本，協助國內產業供應鏈為重要工作；而產業亦須要市場機會方會考慮投入。

藉由前述建議，取得進技術、電力規劃設計及設備廠商等供應鏈、方有機會參與國際市場競爭，協主產業發展。

### 4.離岸風力發電

#### (1)開放先進風機採購規格

火力/水力發電為成熟之科技，過去台電相關招標工程多要求發電機組廠商之實績，但是風機科技日新月異，且不斷精進，若要求實績則難以採購新型之風機，且預算係基於最新資料，因此舊型風機可能單位成本較低，但單位發電效益相對較低。因此建議應放寬實績要求，使台電公司之有機

會採購到較為新型之風機。

此外，CLASS I 風機可抵抗 70m/s 陣風，但氣候變遷下，未來颱風風速可能超過此標準，因此採購風機時建議要求風機廠商提出抗颱風速之保證，以降低風機投資風險。

#### (2)積極推動台電二期離岸風力開發計畫

為達成台電之承諾及政府之目標，且政府刻正全力支持再生能源政策，因此除台電一期離岸風力發電開發計畫外，應積極推動台電二期離岸風力開發計畫。

#### (3)提早推動分包工作及選商

台電二期離岸風力發電開發計畫可提早展開採購之規劃，技術顧問應提早選定後，協助台電公司進行風機選商及分包商之採購工作，以因應 2017 年底環評通過後，可盡速展開施工，縮短開發期程，方能達到台電公司承諾之開發目標。

#### (4)推動基礎設計技術提升

國內風機供應之關聯製造產業，已由工業局進行輔導及協助取得相關國外技術，進行風力發電供應鏈之建置工作。而如規劃、設計、管理、營運維護等項目尚待國內廠商能力建置，因此建議對於此類項日本公司可積極參與合作計畫，推動相關軟實力之提升，有助於本公司設計、管理及運維等項目能力之提升。

#### (5)委託碼頭管理之規劃、訓練及營運

本公司為台灣重要離岸風力開發商，未來 10~15 年將持續投入離岸風力及海上能源之相關能源開發計畫，皆需要大量船隻進行相關工作，且台電一期離岸風力發電開發計畫之施工在即，因此碼頭之管理及營運為其重要課題之一，建議台電公司應即刻進行碼頭管理之規劃及人員訓練，方能

降低碼頭營運之風險。

#### (6)推動浮動式平台之示範計畫

浮動式平台為台灣之推動深水能源開發之基礎，且日本與法國亦積極推動此類技術。因此對於浮動式平台之技術提升，本公司應積極領導國內廠商示範開發。因此建議台電二期離岸風力開發計畫可規劃部分區域做為示範計畫，推動技術深耕。

#### (7)投入營運維護評估系統開發

本公司之離岸風場及陸上風場未來將達到電廠級之規模，目前已建置完整陸上觀測及監控系統，但離岸受氣候及環境影響，其營運維護困難，如何離岸監控、預測、計畫、行動及檢討等能力皆須積極逐步提早開發，以因應未來所需，降低營運維護風險及成本。

- 5.本公司現行的需量競價方案係採日前市場競價方式，於每日下午 4:00，決定次日需量競價的得標用戶與得標容量，但無法因應下午 4:00，決標後系統發生跳機事件所造成次日備轉容量偏低的情況，故**建議本公司應儘快研擬即時(當日)需量競價機制，以因應即時突發的電源事故所引發電源不足的危機。**
- 6.現行的需量競價方案，用戶可配合執行的時間多為白天上班時段，故無法因應其他時段的電源不足情況，**建議可引進需量反應聚合商(Demand Response Aggregator)協助整合各類工商業大用戶(特別是 24 小時營運生產的工商業用戶)，提供即時性之調度可靠性高的需量反應容量。**
- 7.建議本公司調度處及業務處可派遣相關同仁赴國外考察、蒐集最新的需量反應方案與運行經驗，並適時引進國內擴大需求面管理的績效，以因應未來電源不足所引發的缺電危機。
- 8.持續關注國際上 AMI 通訊技術選用情況，以作為我國後續遴選適合之通訊技術參考，各國依其環境選擇主要之通訊技術，各通訊技術皆有技術聯盟在推

動優化，台電公司應持續關注其結果，以便後續遴選出適合之通訊技術。

9.依法國智慧電表(Linky)推動經驗，電表為電業與民眾資訊交面及電價計費的介面，關係到用戶觀感，因此法國配電公司 ERDF 對智慧電表品質上的要求格外小心，成立一個智慧電表 Linky 功能測試實驗室，針對電表品質進行測試管控。

10.其餘建議，請參考本報告各章之建議。

## 玖、參考文獻

[1] GE-Alston, ” 會議簡報資料, ” Wind Farm Engineering Grid Integration, Sep. 26~27, Nazaire, France

[2] RTE 網站, <http://www.rte-france.com/>

[3] Energy Pool 網站, <http://www.energy-pool.eu/>

## 附錄-本次出訪照片



左至右：我駐法張代表銘忠、台電鍾總經理炳利



### 「第 22 屆台法經濟合作會議」

左至右：EDF 法國電力公司國際研發合作副總 Jacques SACRESTE、我駐法張代表銘忠、本會台法雙邊委員會代理主席台電鍾總經理炳利、MEDEF International 法國國際企業行動聯盟國際處長 Géraldine LEMBLE-PAVLOV、法國駐臺經濟組長 Frédéric GLANOIS、經濟部通訊產業發展推動小組施副執行秘書煥旭



團員 9 月 26 日前往南特途中



團員於 9 月 27 日參訪 GE



團員於 9 月 27 日參訪離岸風電海上浮動基座廠 Ideol  
圖中：Ideol 公司董事長 Paul de la Guérivière



團員於 9 月 28 日參訪里昂商工總會聽取法國電網公司 RTE 演講  
圖中：RTE 公司業務經理 Bruno Mailh



團員於 9 月 28 日參訪 Linky Project—Smart Grid Valley Lyon 辦公室



團員於 9 月 28 日參訪 Linky Project—Smart Grid Valley Lyon 成果展示中心



團員於 9 月 29 日參訪法國環境暨能源管理總署 ADEME



團員於 9 月 29 日參訪 Issy Grid 變電站



團員於 9 月 29 日拜會 Linky Project 計畫主持人 Bernard LASSUS(右二)



團員於 9 月 30 日參加法國商務投資署 Business France 智慧電網論壇

左至右：台電公司徐處長造華、陳處長一成、石處長吉亮、吳副處長進忠、鍾總經理炳利、ENEDIS 總裁兼法國 Think SmartGrids 智慧電網聯盟總裁 Philippe MONLOUBOU、法國商務投資署 Business France 環境能源貿易處處長 Ms. H el ene BURIEV、法國商務投資署 Business France 駐台北處長 Christophe LEGILLON。



團員於 9 月 30 日參加法國商務投資署 Business France 合作安排智慧電網相關廠商之論壇及雙方廠商媒合會



團員於 9 月 30 日參加台法雙方工業局舉辦之離岸風電圓桌會議



9月30日工業局、台電及國經協會聯合答謝晚宴

左至右：台電公司鍾總經理炳利、我工業局吳局長明機、法工業局國際合作處長Nicolas GORODETSKA



9月30日工業局、台電及國經協會聯合答謝晚宴

左至右：駐法經濟組賴組長作松、台電公司鍾總經理炳利、我工業局吳局長明機、法工業局國際合作處長 Nicolas GORODETSKA