

出國報告（出國類別：研究）

再生能源資訊應用與智慧電網導入技術之研究
報告

服務機關：台灣電力公司綜合研究所

姓名職稱：廖政立 電機工程師

派赴國家：美國

出國期間：102年9月10日至102年11月7日

報告日期：103年1月6日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

再生能源資訊應用與智慧電網導入技術之研究報告

頁數 42 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)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

廖政立/台灣電力公司/綜合研究所/電機資深研究專員/02-80782268

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：102/09/10~102/11/07 出國地區：美國

報告日期：103/01/06

分類號/目

關鍵詞：

再生能源 (Renewable Energy)、智慧電網 (Smart Grid)、IEC 61850、
IEC 61400-25、CIM

內容摘要：(二百至三百字)

本出國計畫研習風力與水力發電再生能源於未來智慧電網能源市場、電能系統領域應用時之資通訊相關核心標準，以配合公司企業資訊整合之應用。出國地點主要於德州大學阿靈頓校區能源系統研究中心(ESRC/UTA) 研習，透過該中心對再生能源資訊應用與智慧電網導入技術卓越的教授群與相關研究計畫，及所提供較長時間及較切實際之完整訓練規畫，包含提供研究場所、依訓練計畫需求所設計之正式訓練課程及諮詢服務外，並統籌安排至執行智慧電網有經驗之 Quanta 公司、ISO/RT0 等機構參訪研習之實施方式，以達成與訓練課程相輔相成之效果。

研習報告內容主要有再生能源資訊應用與智慧電網導入技術，再生能源風力資訊搜集，以及智慧型電網網路安全與雲端服務。本計畫之實施希望達成：了解再生能源資訊應用時所需的整合關鍵技術，及獲得公司智慧電網導入時技術標準方面協調經驗。

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

目 錄

出國報告書審核表-----	1
出國報告提要-----	2
目錄-----	3
壹、目的-----	4
貳、過程-----	5
一、訓練及拜訪簡要描述-----	5
二、參訪時照片-----	7
參、主要研究內容紀要-----	11
一、再生能源資訊應用與智慧電網導入技術-----	11
(一)智慧電網下 DNP3.0 與 IEC 61850 資訊轉換-----	11
(二)IEC 標準與網路資源-----	13
(三)FERC/NERC/ERCOT/ONCOR/ISO-----	16
二、再生能源資訊離岸風力資訊搜集-----	20
三、智慧型電網網路安全與雲端服務-----	33
(一)智慧電網再生能源資訊安全與 IEC 62351-----	33
(二)智慧電網雲端服務-----	38
肆、心得與建議事項-----	41
參考文獻及網路網址-----	41

壹、目的

再生能源資訊應用與智慧電網導入技術是本次出國研究主題，目的是研究再生能源資訊整合至智慧電網應用所需通訊標準相關技術，及獲得智慧電網導入時團隊有關技術標準上之協調經驗。台灣能源貧乏，大部份能源從國外進口，積極開發再生能源乃成為我國目前能源發展的重要目標。再生能源包括太陽能、風能、地熱能、水力能、潮汐能、海洋熱能轉換、生質能等。本次研究以風力與水力發電再生能源資通訊整合至智慧電網應用為範圍。智慧電網是利用先進的資訊及通訊技術，整合發電、輸電、配電及用戶端等的現代化電力網路，以提高電力系統的可靠、安全及效率。世界許多國家都很重視智慧電網；本公司在高層長官指引整合之下，也早已著手並完成智慧電網里程規劃。本公司永續經營報告書也訂定了本公司未來智慧電網藍圖規畫。水風力發電是智慧電網的一環，風、水力能要在未來智慧電網能源市場、電能媒合商等領域角色下應用，其資訊必須是在共同約定的標準下通訊，才能彼此接受讀取或控制。智慧電網相關的論述很多，所需用到的相關標準也很多。我們常感覺到這麼多的資通訊整合及應用標準，讓人無所適從。但NIST及IEC網站已提出一些重要觀點及確認的核心標準。智慧型電網之推行，偶而會被認為是空中樓閣，遙不可及。因推行智慧電網會面臨許多挑戰，其中資訊互通性（interoperability）是智慧電網的挑戰之一，採前瞻性的國際標準是解決之道，這是最具權威的IEC網站重要的看法。透過前瞻性的國際標準以先進測量監控技術將風、水力運作即時及歷史的狀態與量測值，整合運用到企業電網之系統運轉、維護、資源、用戶服務等，可有效調配電力供需、移轉尖峰負載。本研習針對水風力發電再生能源資通訊整合至智慧電網應用所需的OPC、DNP、IEC 61850、IEC 61400-25、IEC 61970、IEC 61968、IEC 62351等標準加以研究，以報告內容主要有：再生能源資訊應用與智慧電網導入技術，再生能源資訊離岸風力資訊搜集，以及智慧型電網網路安全與雲端服務等。

貳、過程

了解再生能源風力與水力發電於未來智慧電網能源市場、電能系統領域應用時之資通訊相關核心標準是本出國計畫研究的目的，用以配合未來公司企業智慧電網資訊整合之應用。本次出國主要於德州大學阿靈頓校區能源系統研究中心(ESRC/UTA) 研習，透過該中心對再生能源資訊應用與智慧電網導入技術卓越的教授群與相關研究計畫，及所提供較長時間及較切實際之完整訓練規畫，包含提供研究場所、依訓練計畫需求所設計之正式訓練課程及諮詢服務外，並統籌安排至執行智慧電網有經驗之 Quanta 公司、ISO/RTO 等機構參訪研習之實施方式，以達成與訓練課程相輔相成之效果。透過對智慧電網相關核心標準之了解研究，是將風力與水力發電再生能源資訊整合於未來智慧電網能源市場、電能監控系統領域應用時之重要關鍵技術。德州大學阿靈頓校區能源系統研究中心主任 Prof. Wei-Jen Lee 是美國及國內電力系統知名專家，對於智慧電網相關系統整合計畫也有深厚的理論研究基礎與實務經驗，除了為個人設計之 OPC、DNP、IEC 61850、IEC 61400-25 訓練課程諮詢服務外，並外聘專家指導智慧電網相關核心 CIM(Common Information Model)，並提供與計畫相關之參訪，以達與訓練課程相輔相成之效果。

本次的研習自民國 102 年 9 月 10 日出發，跨越不同時區與加州洛杉磯的轉機飛行，同日抵達德州達拉斯國際機場，至 11 月 7 日返抵國門，共計 59 天，扣除搭機轉機行程，實際研習時間依研習計畫書所列為 54 天。依照地點不同包括德州阿靈頓 (Arlington)、紐約、加州舊金山 (San Francisco) 等三地區。在此謹簡介過程，較詳細之內容研習心得將於第三章報告。

(一)訓練及拜訪簡要描述

此次來美國研習的第一站是 ESRC/UTA，由 Prof. Wei-jen Lee 的協調與聯繫下，先安排一位資深博士候選人兼助教 Mr. Xueyang Cheng，協助找尋合適的膳宿地方，在其熱心親切幫助之下，終於找到離研究中心不

遠的 Centennial Court 安頓下來。在 ESRC/UTA 訓練期間，除了按照既定行程訓練外，ESRC/UTA 並聘請 ONCOR Electric Delivery 智慧電網系統模型專家 David J. Bogen，特地來 ESRC/UTA，擔任訓練及引導 IEC61970、IEC 61968 CIM 的研究。此外 Prof. Lee 還陪同至奧斯丁附近的 Taylor 參訪 ERCOT，與系統規劃專家 Dr. Shun-Hsien Huang 討論風能電力在 ERCOT 之運用情形。也安排至 ONCOR Electric Delivery 參訪其控制中心及系統支援中心，與 CIM 專家 David Bogen 及系統專家 Dr. Qing Zhou 討論智慧型電網之運用情形。

第二站研習內容由 ESRC/UTA 統籌安排於紐約 NewYork ISO 地區研習再生能源資訊技術，並至羅島會議中心(RICC) 離岸風力展覽會場蒐集岸風力機系統相關資訊。整個行程期間主要由 Dr. ratnan ratnaseelan 開車陪同。

第三站在加州舊金山附近奧克蘭 Quanta 公司研討智慧電網網路安全與雲端服務。與新專案策略副總 Dr. Edwin Liu 與配電資深經理 Luther M. Dow 討論主題相關技術問題及智慧型電網 IEC 61850/IEC 61400-25 標準在美國的運用情形。

表 2.1 過程表

日期	單位	拜會或訪談對象	目的及討論主題
09/10			往程 (桃園→L. A. →Dallas→Arlington)
09/11- 10/20	ESRC/UTA	Prof. Lee, Wei-Jen	由 ESRC/UTA 統籌安排(9/11-10/18) 研究再生能源資訊應用與智慧電網導入技術及參訪 ONCOR 電力及 ERCOT /RTOS。 轉機前往紐約(10/20)
10/21- 10/27	NewYork ISO	New York ISO/RICC (Dr. ratnan ratnaseelan)	由 ESRC/UTA 統籌安排(10/21-25) 於研習再生能源資訊技術，並於 RICC 收集離岸風力資訊。轉機前往舊金山(10/27)

10/28- 11/05	QUANTA	Quanta (Dr. LIU, Edwin)	由 ESRC/UTA 統籌安排(10/28-11/5) 於 QUANTA 研究及討論智慧電網通訊 安全機制, 智慧電網雲端服務技術。
11/06- 11/07			返程(San Francisco-台北)

出國行程表

102年09月03日

姓名：廖政立 人員代號：296006 計劃編號：102-001-1 變更案錄：原核定

起 始 日	迄 止 日	天 數	國 家	城 市	機 構 名 稱	詳 細 工 作 內 容	備 註
1020910	1020910	0001				往程(台北-洛杉磯-達拉斯-阿靈頓)	
1020911	1021020	0040	美國	其它地區 阿靈頓	ESRC/UTA	研究再生能源資訊應用與智慧電網導入技術及參訪 ONCOR OR電力及ISO/TRO (20日前在洛杉磯停留)	
1021021	1021027	0007	美國	紐約	NEW YORK ISO	研習再生能源資訊技術於NYISO收集風力資訊	27日前在紐約停留
1021028	1021105	0009	美國	舊金山	QUANTA	研究及討論智慧電網通訊安全機制智慧電網雲端服務 技術	
1021106	1021107	0002				返程(舊金山-台北)	
總天數		0059					

(二)參訪時照片

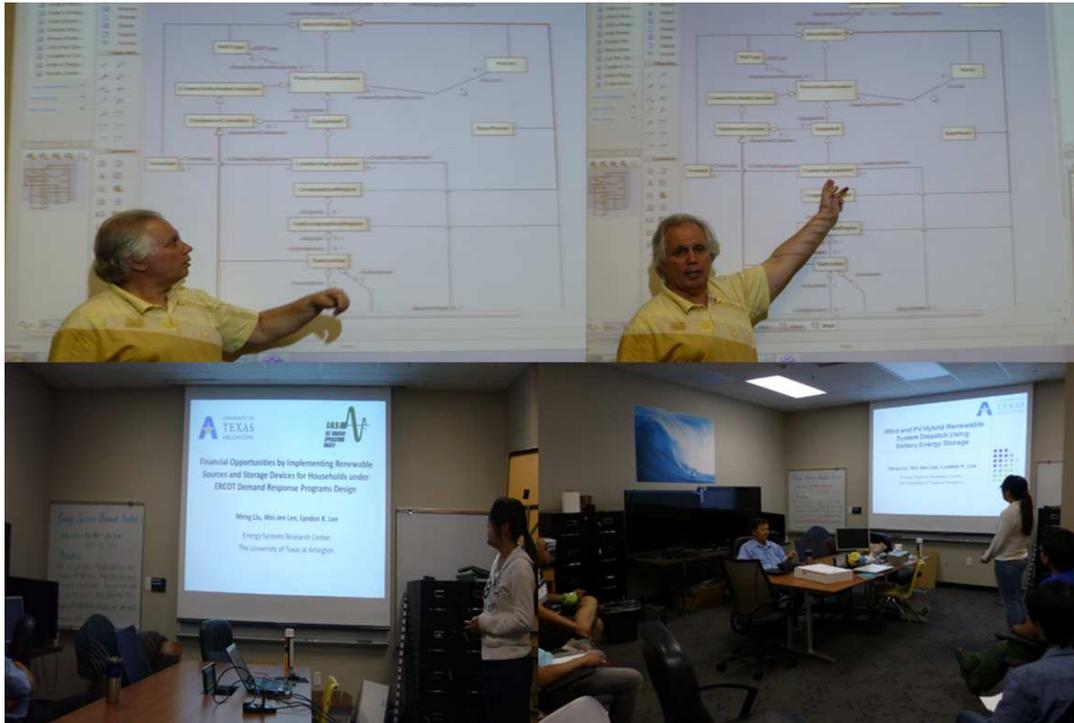
第一站 ESRC/UTA 研究再生能源資訊應用與智慧電網導入技術及參訪 ONCOR 及 ISO/TRO(ERCOT)



◇研習地點德州大學校園一隅(左圖), ◇研習期間租屋處在 UTA 校區附近 Centennial Court(右圖)



◇訓練期間 ESRC/UTA 聘請 Oncor 公司智慧電網系統模型專家 David J. Bogen 特地來 UTA 擔任此研習講師(左圖), ◇由 Prof. Lee 陪同至奧斯丁附近的 Taylor 參訪 ERCOT 與系統規劃專家 Dr. Shun-Hsien Huang 合影(右圖)



◇研習期間 David J. Bogen 講授 CIM 模型上課情形(上圖)，◇參與 Prof. Lee 主持的博士班學生智慧電網相關專題報告(下圖)



◇參觀 ESRC/UTA 智慧型微電網架構與實驗室(博士生 Mr. Zhaohao Ding 專案計畫)



◇乘坐 Mr. Bogen 公司電動車由 ESRC/UTA 到 ONCOR 達拉斯系統支援中心(左圖)，
◇ONCOR 公司支援中心之電動汽車充電站(右圖)



◇參訪 ONCOR Electric Delivery 控制中心及系統支援中心與 CIM 專家 David Bogen(左圖)及◇Dr. Qing Zhou 合影(右圖)



◇David Bogen 講解其辦公室 ONCOR EMS/ERCOT EMS/ CIM/OSIsoft PI System 電腦系統智慧電網資訊運作情形(左下圖)，◇參觀 ONCOR 監控系統中心(其他 3 圖)



◇參加 Prof. Lee 中秋午宴與其博士研究生及大陸訪問學者合影(左圖)，◇惜別晚宴與德州大學 ESRC 主任 Prof. Lee(中)及研究助理 Xueyang Cheng 合影(右圖)

第二站研習 NewYork ISO 再生能源資訊技術並於 RICC 搜集離岸風力資訊



◇於 NewYork ISO 期間由 Dr. ratnan ratnaseelan 陪同開車至 RICC(普羅維登斯羅德島會議中心)收集 AWEA 離岸風力大會展場廠家資訊,以瞭解美國離岸風能資訊整合與應用。

第三站於 QUANTA 研究及討論智慧電網通訊安全機制,智慧電網雲端服務技術。



◇參訪 Quanta Tech. 與新計劃策略副總 Dr. Edwin Liu 合影(左圖)與◇配電資深經理 Luther M. Dow 合影(右圖)

參、主要研究內容紀要

一、 再生能源資訊應用與智慧電網導入技術

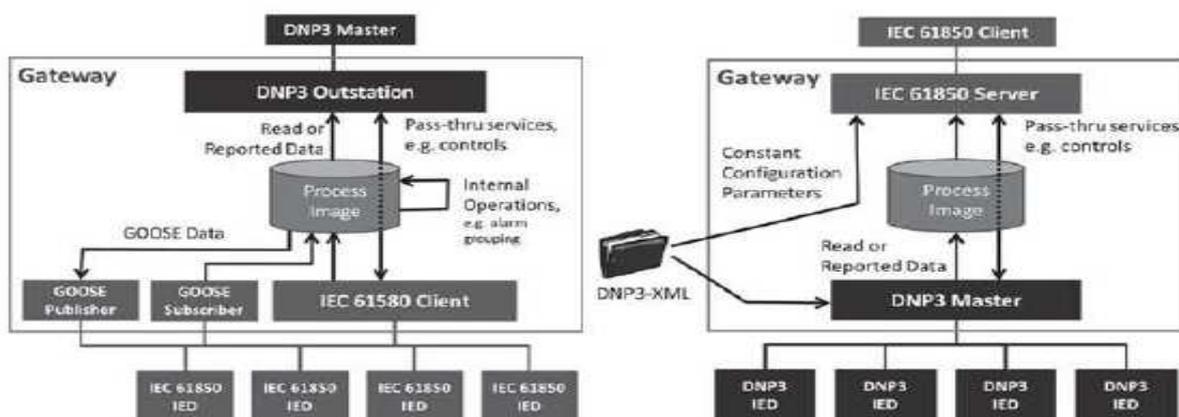
(一)智慧電網下 DNP3.0 與 IEC 61850 資訊轉換

在 ESRC/UTA 研習期間，曾就智慧電網下 DNP3.0 與 IEC 61850 資訊轉換，以及智慧電網下 CIM 模型與 IEC 61850 模型資訊轉換問題，請教李教授，李教授給予相當多的協助。智慧電網涉及的設備相當的多，全部汰新不符合成本效益。公司現有 SCADA 系統架構、處際 SCADA 資訊傳輸，大部份依存在 DNP 3.0。IED 4 點表是台電在六輸統包時發展的點表，也是目前台電 IED 4 的通訊點表基礎。現在的 IED 4 規範，以 DNP 3.0 為協定。但 IED 4 資訊點的類型與內涵文件上若無法說明清楚，對系統整合標準化就很難。潛在問題是既有 DNP 3.0 變電所採 gateway 與 IEC61850 互通，通常必須與原設備廠商協商，該廠商若未得標，實務執行上便可能會遭遇到一些困難。李教授就此問題協助很多，其中最大的收穫與指引是李教授給了一份價格不斐寶貴實用的 IEEE 文件[1]，該文件詳細說明 IEEE 1815 協定(DNP 3.0)和 IEC61850 標準之間數據轉換需求及標準作法。該文件目前仍是標準草案，該標準的目的是滿足美國國家標準技術研究所 (NIST) 對智能電網制定的目標：提供一種標準的方式，從公認的標準機構兩個標準之間作資訊對映，在數百個監控系統和眾多的 IEEE 1815 協定與 IEC 61850 標準的 IED 之間的互操作性。

該標準的目的是記錄並使用一個 Gateway 交換 IEEE 1815 協定和 IEC61850 標準之間的可用的數據需求。雖然本文件的主要焦點是用於電力行業，但其他提供能源(如瓦斯)和水(自來水)業界，如果也計劃在其系統中同時使用 IEEE 1815 和 IEC 61850 標準，也可以用這個文件。這一標準已被智慧電網的互通性小組 (SGIP - Smart Grid Interoperability Panel)發展並列為是確定需求。SGIP 是 NIST 於 2009 年成立的公私夥，NIST 成立 SGIP 之目的是支援 NIST 履行其 2007 年美國能源獨立與安全法案的責任，協調智慧電網標準的開發。SGIP 之所謂智慧電網一詞是在電力系統使用資訊和通信技術使電力更高效率、可靠、安全和有彈性，同時儘

量減少在投資新的發電時所需高成本的支出。茲附上 DNP 3.0 與 IEC 61850 協定轉換器(Gateway)功能型態，以及 DNP 3.0 與 IEC 61850 資料映對 (Data Mapping) 簡要示意圖，如圖 3.1 所示。圖 3.1 說明了本文件之功能，至於詳細的使用技術解析與實際應用，以後有空將一併與智慧電網下 CIM 模型與 IEC 61850 模型資訊轉換議題，做詳細整理與交代。

DNP 3.0 與 IEC 61850 協定轉換器(Gateway)功能型態



DNP 3.0 與 IEC 61850 資料映對(Data Mapping)

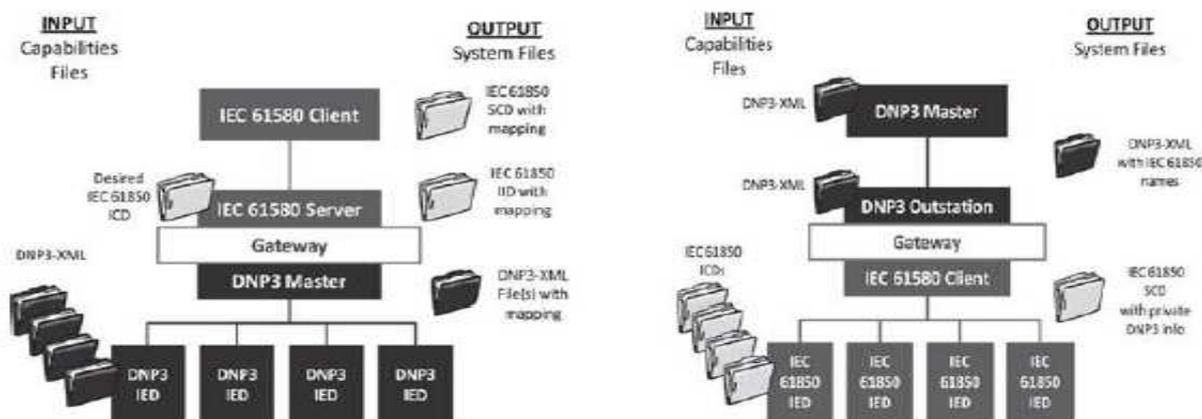


圖 3.1 DNP 3.0 與 IEC 61850 協定轉換器功能型態資料映對

[1] IEEE P1815.1™/D4.00 Draft Standard for Exchanging Information between networks Implementing IEC 61850 and IEEE Std 1815™ (Distributed Network Protocol - DNP3)

(二) IEEE/IEC 標準與網路資源

再生能源資訊應用與智慧電網導入所涉及技術標準很多，IEC 標準最重要。但值得一提的是 IEC 各標準非單一標準，可說都是許多標準的綜合體。IEC/ANSI/IEEE 及其他標準之比較可由圖 3-2 各分圖來理解其關係，分辨其階層性。IEC 與 ISO 及 ITU 其地位與 GATT 及 UNCTAD 相當，以國際標準而言是最高領導地位之國際性組織。

美國重視 ANSI/IEEE 標準，原因不可言喻可理解。再生能源資訊應用與智慧電網導入基本上 IEC 標準已不再被美國忽視，NIST/SGIP 之 P A P 所重視的正是這個趨勢，上節 IEEE 1815 - IEC 61850 Mapping 所要追求的意圖相當明顯。美國希望所謂雙贏冠雙 LOGO，IEEE/IEC 轉競爭為合作。此次再生能源資訊應用與智慧電網導入技術研習，感謝 ESRC/UTA Prof. Lee 及 Oncor 公司智慧電網系統模型專家 David J. Bogen 的安排與指導，讓這趟研習滿載而歸，與主題相關資料及實作文件蒐集不下 300 篇，這些導入技術上的一些新觀念，所用到的各個標準之細節將利用實驗室之實驗加以分析，應用到「風機資通訊標準規範採用之評估研究」研究計畫後再提出說明。

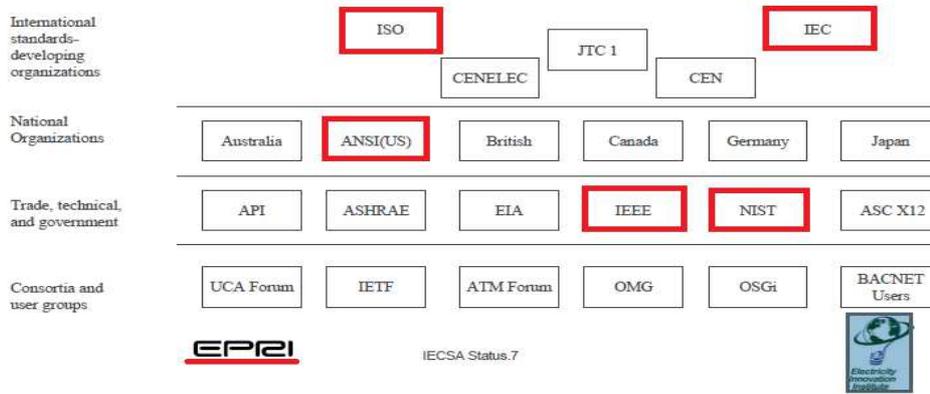
IEC 是一個不以營利為目的的組織，165 個國家（美國也是主要國家之一）匯聚，並提供一個全球性平台，超過 13000 專家來自業界，政府和用戶組織。這些專家坐在一起，定義和同意全球市場業務上的規則，規範，測量方法及測試需求。他們發展涵蓋安全性，互操作性，效率，電磁相容和環境影響的各個方面國際標準。IEC 的基本使命，是為世界各地電機技術工業和國家在工作。除了智慧電網，國際電工委員會還深入參與改善所有包含電子和電機相關發配用戶或電能存儲之設備和系統的效率，安全性和性能。

在 <http://smartgridstandardsmap.com/> 指出：不須要標準專家，只要利用圖所示智慧電網的標準工具，就可方便立即識別各領域各部分所需的智慧電網的標準。有了這個工具，你能夠識別在智慧電網中關聯的任何既定的標準。新標準會定期添加。值得一提的是，瀏覽時最好用高解析度大螢幕及最新版的 Chrome、Safari、Firefox 及 IE9.0 瀏覽器，如果用

小螢幕及 IE8.0 和 IE7.0 以下版本不方便瀏覽且瀏覽器速度很慢。點在黃點上會出現使用案例(USE CASES)及其相關 PDF 檔文件，點方格或圓形區域則出現所應用到的相關標準。如圖 3.3 智慧電網的標準工具。

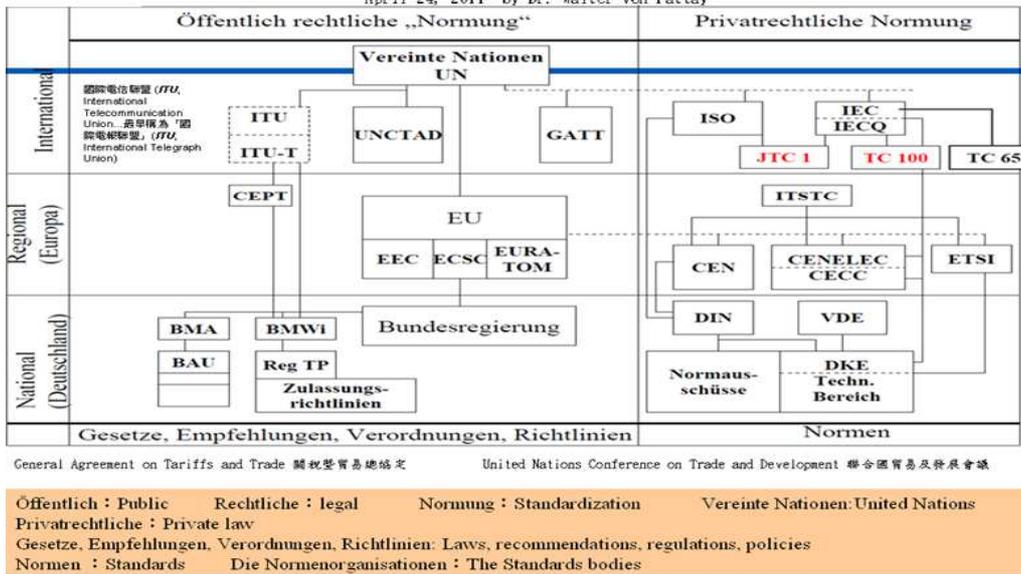
IECSA Global Infrastructure Perspective

Standards-Developing Organizations and Consortia



ISO/IEC/ ITU

摘自 Smart Home - Standards and contribute to Smart Grid
April 24, 2011 by Dr. Walter von Pattaay



Structure of International Standardization

World Standards Cooperation

資料來源 DIN

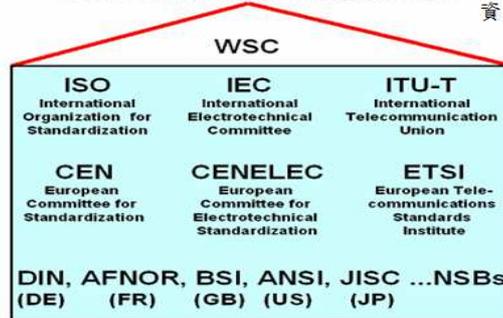


圖 3-2 IEC/ANSI/IEEE 及其他標準之比較示意圖

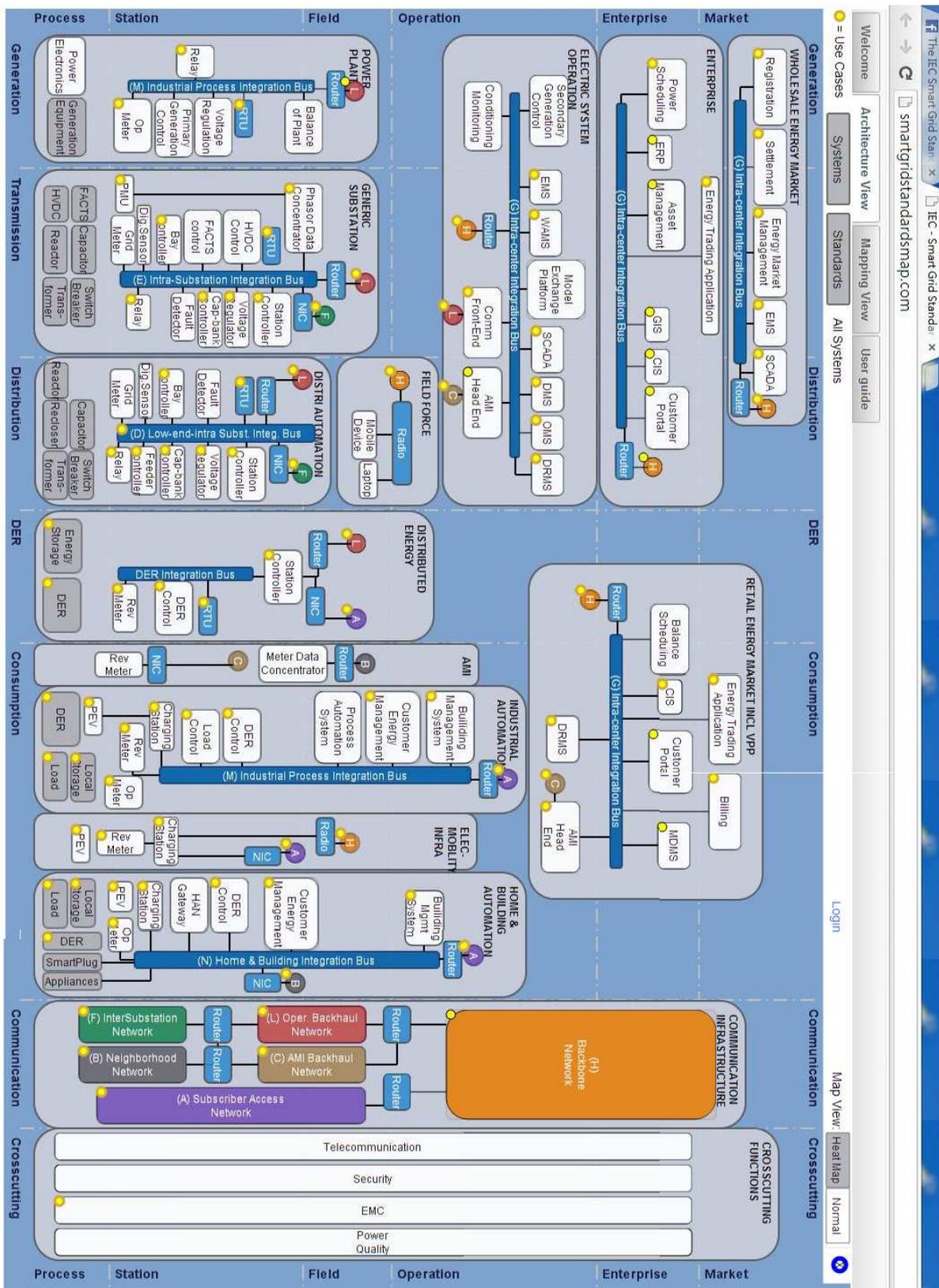


圖 3.3 智慧電網標準指引工具 (摘自 <http://smartgridstandardsmap.com/>)

(三)FERC/NERC/ERCOT/ONCOR/ ISO

由於平常工作領域關係，研習之前對北美電業自由化下與台電組織迥然不同的電業組織並沒去研究過，對其電業市場機制運作情形也並不清楚。此次研習在 ESRC/UTA 李教授的訓練課程教導及參訪行程的安排下，終於有了較深刻認識。由於本次研習重點之一是風力與水力發電再生能源資訊標準(IEC 61850 及 IEC 61400-25)資訊與企業智慧電網下之電力事業通用之訊模型(CIM-Common Information Model)互通整合應用，有這些 ERCOT /ONCOR /New York ISO 相關行程安排，可加深對北美電業自由化市場機制運作背景知識的認識，有助於 CIM 模型標準 IEC 61970-301 (輸電及網路模型)、IEC 61968-11(配電資產與電表)、與將來的 IEC 62325-301 (電力市場)之學習。茲簡述及圖說如下：

北美電力可靠度公司 (NERC - North American Electric Reliability Corporation) 由電力產業成立於 1968 年，目的是發展和促進北美電力傳輸系統可靠運作所需的規則和標準或協定，它是個北美國際、獨立、自律、非盈利的組織，其使命是確保在北美地區大容量電源系統 (BPS - bulk power system) 的可靠性。NERC 開發並強制實施可靠性標準。至於聯邦能源監管委員會 (FERC - Federal Energy Regulatory Commission) 負責監督在美國 NERC 和調控州際傳輸的電力 (包含石油和天然氣)。2006 年，FERC 批准 NERC 的申請成為美國電力可靠性組織。

德州電力可靠委員會(ERCOT - Electric Reliability Council of Texas)是 NERC 區域 10 個北美獨立系統運營商/區域輸電運營商 (ISO / RTOS - independent system operators/regional transmission operators) 之一。

ERCOT 成立於 1970 年，是一個獨立的非盈利的組織負責監督在德州電力的可靠和安全傳輸。ERCOT 執行並監督德州批發及零售電力市場。ERCOT 是受德州立法機關、公共事業委員會及董事會監督及管轄。ERCOT 負有以下責任：

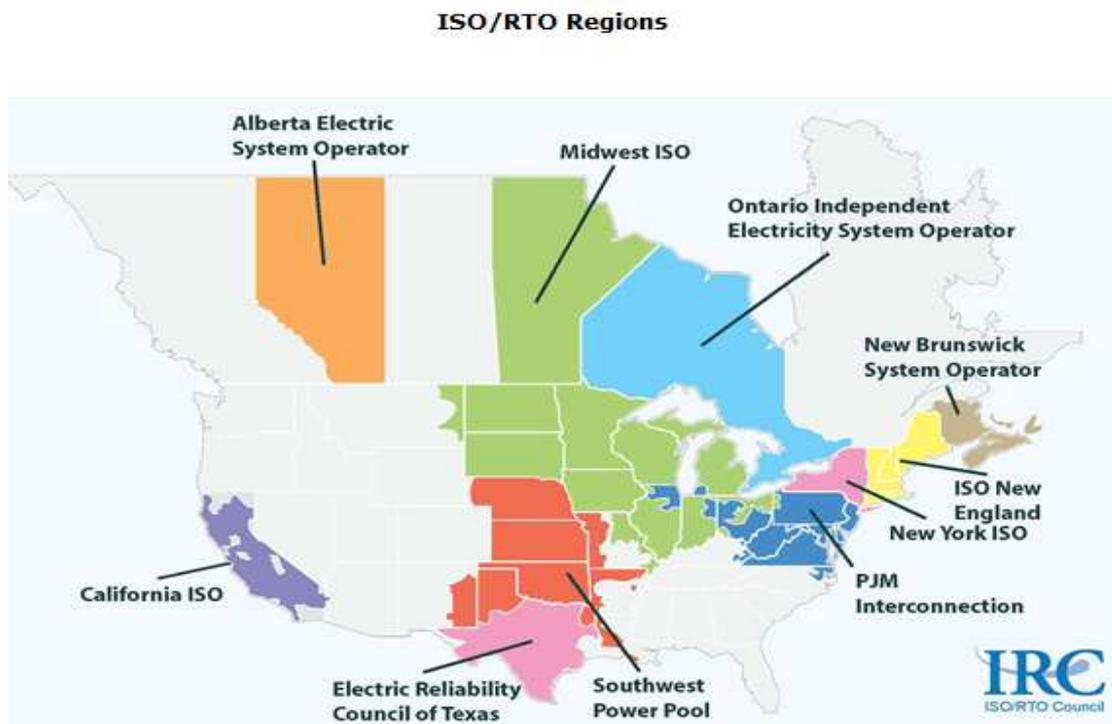
- 確保區域電網可靠性和充分性。
- 確保所有存取輸/配電力系統之買家和賣家的公平性。
- 促進零售登記和切換。
- 確保準確核算在該區域發電和批發的買家和賣家之間的電力生產和傳遞。

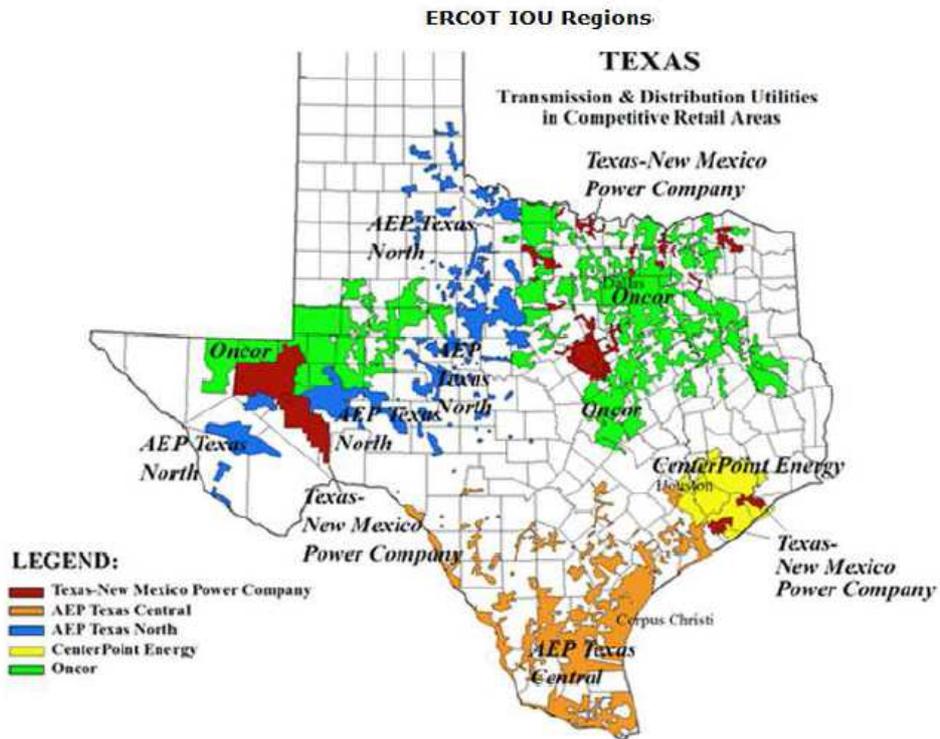
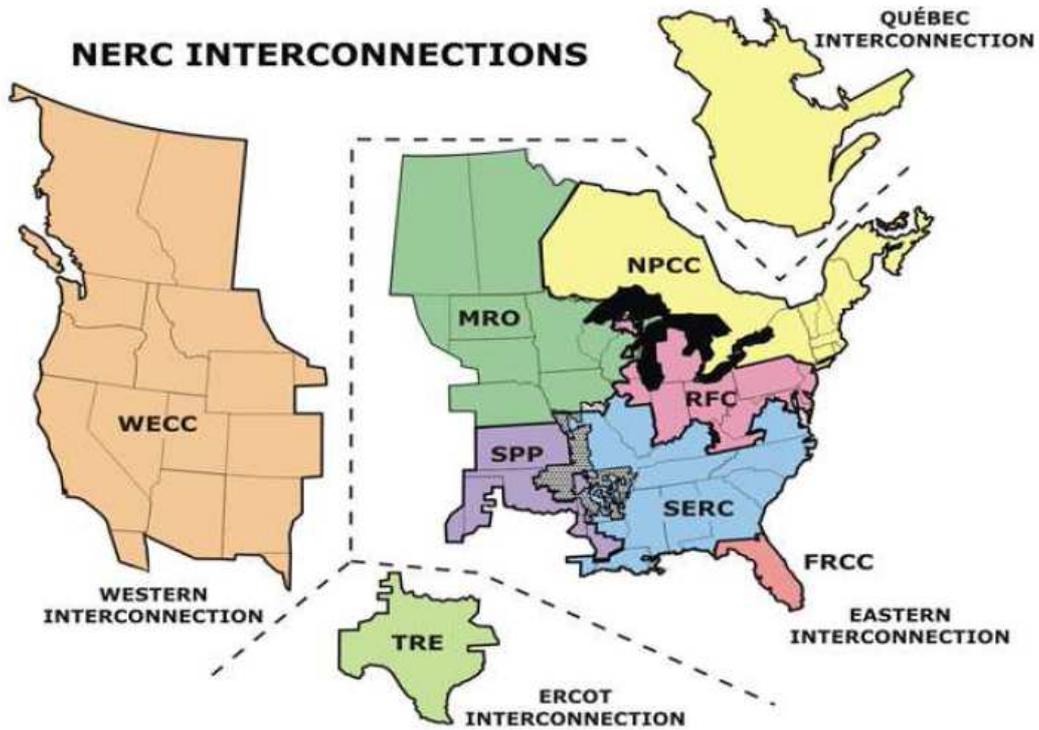
ERCOT 區域涵蓋的德州 75%土地面積約二十萬平方公里，85%的用電負荷，擁有 750 萬用戶大約 2200 萬人。在北美 ISO 是獨立的系統運營商

和 RTO 是一個區域的傳輸組織。ERCOT 是個 ISO 也是個 RTO。2003 年，德州公共事業委員會 (PUC - Public Utility Commission of Texas) 發起批發市場的重新設計，以更好地管理傳輸擁塞，提供“提前一天 (day-ahead)”的市場服務。節點(Nodal)是 ERCOT 當前使用的新的電力市場設計。目前依據的版本修訂更新版是 December 2013 Nodal Protocols Update 3 共有 1233 頁。

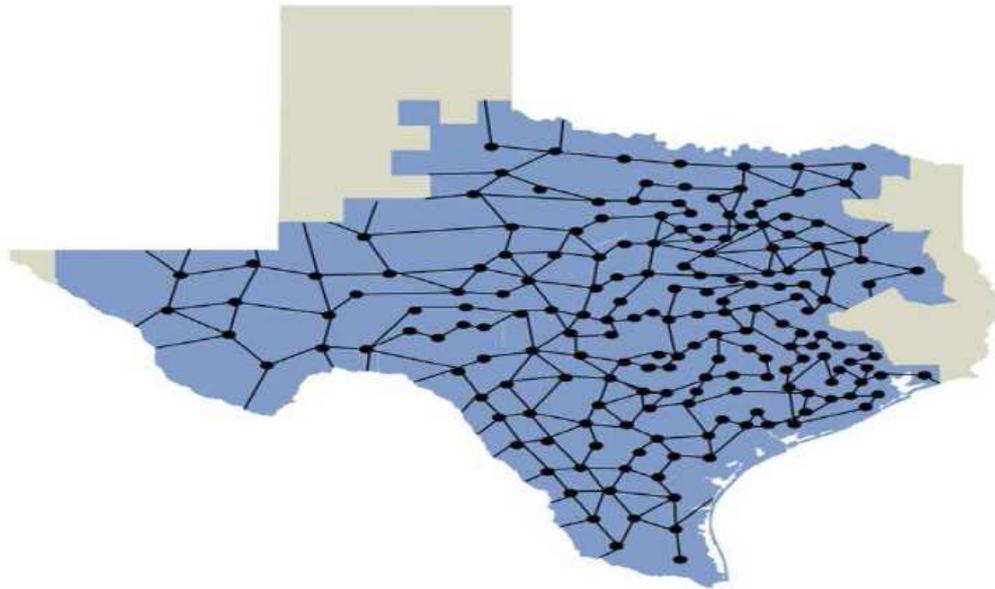
ONCOR Electric Delivery 的是德州最大的受管制的電力配送業務和美國第六大電力約 7.5 百萬用戶，服務區在德州東部、西部和中北部地區超過 400 個社區，其中包括達拉斯、沃斯堡、米德蘭、教德薩、基林、韋科、威奇托福爾斯和泰勒。拜訪 Oncor 時 Devid 也說明了 Oncor CIM 與 ERCOT 之關聯。

上述簡要說明以下圖 3.4 之 5 張輔助圖說明。





ERCOT Nodal Market Design



CIM data exchanges

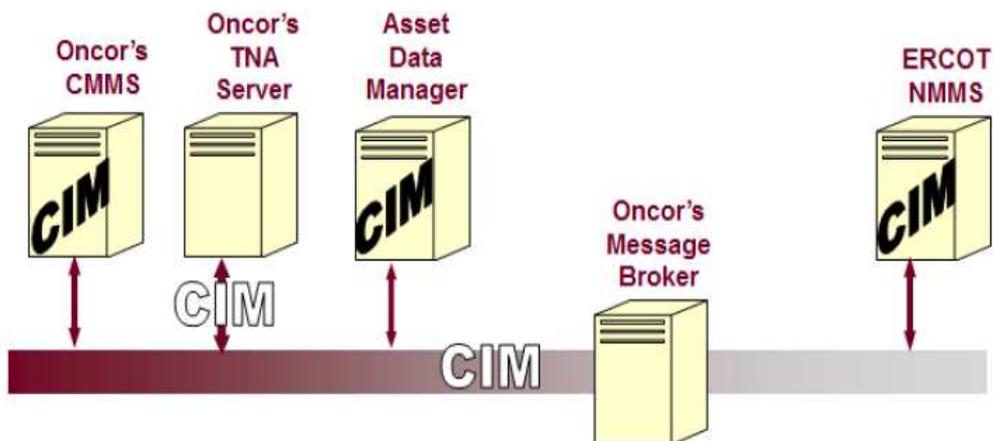


圖 3.4 本節 5 張輔助圖說明

二、再生能源資訊離岸風力資訊搜集

第二站研習(10/21-10/27)內容由 ESRC/UTA 統籌安排於紐約 NewYork ISO地區研習再生能源資訊技術, 並至羅島會議中心(RICC) 離岸風力展場蒐集岸風力機系統相關資訊。整個行程期間主要由 Dr.ratnan ratnaseelan 開車陪同。NewYork ISO 位於 10 Krey Boulevard – Rensselaer, NY 12144 10 地處偏僻, 由於 NewYork ISO 與德州 ERCOT ISO 性質相近行, 本心得報告以 RICC 參訪風力資訊及潔能再生能源為主。為配合電力室「風機資通訊標準規範採用之評估研究」研究計畫, 本次研習內容的重點『風力(含離岸)、水力等能源資訊整合與應用』部分, 特別事先於行程表上規畫到 AWEA(美國風能協會)在 RICC 舉辦的『AWEA 2013 年離岸風力研討會暨展覽會』上, 討論及蒐集參展廠商有關風機資通訊標準規範採用之相關資訊, 以瞭解美國離岸風能資訊整合與應用。

AWEA 風力研討會暨展覽會主要由 KEMA、SIEMENS、ALSTON、Clean Energy、DEEPWATERWind 等廠家及協會所贊助, 展出攤位超過 50 幾個, 包括 AWEA(美國風能協會)、MassCEC(麻州潔能中心)、RENEW(新英格蘭再生能源)、DNV KEMA 等。KEMA 成立於 1927 年是一家總部設在荷蘭阿納姆的全球能源顧問公司, 分布在 20 多個國家擁有 2300 為專家。目前 DNV 收購 74.3%的 KEMA 的股份, 成立一家全球性諮詢和認證公司, 技術諮詢、測試及認證服務。有關 IEC 61850 認證實驗室, 目前世界上共有九個合格認證實驗室。認證實驗室有 A 級及 B 級之分, A 級須是獨立的 ISO 9001/17025 授權單位(如荷蘭 DNV-KEMA、印度中央研究院及 TUV-SUD 等), 至於一般的電力公司或系統製造商(如 ABB、Schneider、Alstom 等)則屬 B 級。認證授權: IEC 61850 認證實驗室由 UCA Users Group 授權, 而 IEC 61850 產品由認證實驗室授權認證, 非直接由 UCA Users Group 認證。KEMA 認證過的 IEC 61850 相關 IED 產品產品設備或系統, 目前可說是歷史最久最被普遍認同。下圖 3.5 是兩張 IEC 61850 產品由認證實驗室授權 A 級認證的例子。所有被認證過的產品, 不管是 IE C61850 Client、Server、SV(MU)或 Ethernet Switchs。以 KEMA 而言, 都會公布在其網站上 Test Register 文件上以供選用。選用時含必須注意到相關的細部文件, 以及版本上的問題, 如圖 3.6 所示。



圖 3.5 IEC 61850 產品 A 級認證例子

PICS	Protocol Implementation Conformance Statement: Which Communication services are supported ...
PIXIT	Protocol Implementation Conformance Extra Information for Testing: Restrictions and Limitations found in a device ...
MICS	Model Implementation Conformance Statement: Models supported ...
TICS	Tissue Implementation Conformance Statement: Which tissues have been implemented: www.tissue.iec61850.com
SICS	SCL Implementation Conformance Statement: Which aspects of SCL have been implemented in a Tool

New

圖 3.6 IEC 61850 一致性測試陳述相關文件

本公司目前配合國家政策推行智慧電網再生能源，相關計畫不管是水力及風力 IEC 61850/IEC 61400-25 IED 設備或系統，是否採用 KEMA 認證是大家所關注的議題。IEC 61850-10 標準是電力行業自動化通訊及網路系統一致性測試，而 IEC 61400-25-5 是風力電廠監控通訊系統一致性測試。依網路資訊顯示及國內外洽談過的廠商表示，IEC 61850 相關投標案件規範大都規定得標廠商須提供 KEMA IEC 61850 Certificate Level A 同級認證佐證文件供審查，及附詳細相關一致性測試陳述(Conformance Statements)文件及包含 IEC 61850-6 標準之 IED ICD 檔。

在展場的麻州潔能中心 (MassCEC) 也特別引人注意，該中心 2009 年運作以來，在新英聯地區(The Commonwealth)即致力於加快在潔能技術、潔能公司和潔能專案的成功 — 同時創造高品質的就業機會和麻州人民的長期經濟增長。MassCEC 輔導潔能公司成長、支援市政潔能專案、和投資住宅和商業再生能源設施，為創新的潔能技術公司和服務提供者，成就了一個快速廣大的市場。由州長 Deval Patrick 領導所形成的 MassCEC 在美國是一個首例。由於 MassCEC 的努力與當地和國際潔能公司、投資界、研究機構、工作力發展組織，與企業和居民發展夥伴關係，由麻州跨新英聯區域安裝了數百兆瓦的風能和太陽能系統。藉由這些專案，創造了當地就業機會，增加了本地、本國再生能源的開發，也因此保護公共健康和環境。根據 2013 年麻州潔能產業報告，因潔能計畫而增加的就業情形如下圖 3-7 所示。

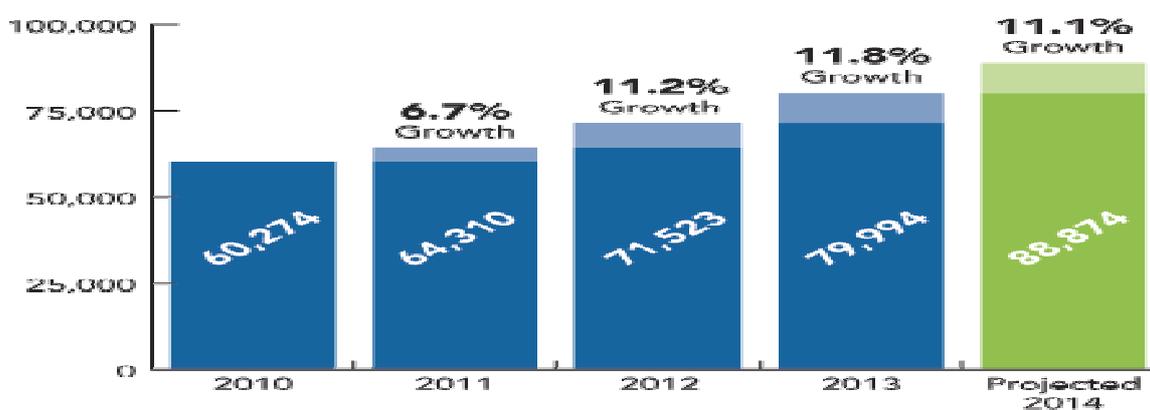


圖 3-7 MassCEC 潔能計畫而增加的就業情形

在台電風場建立遭抗爭反對的同時，麻州潔能中心成功的作為值得我們及政府在推行再生能源的參考。

生物質能、風能、水力、有機物能、太陽能等目前風力發電目前可說是最具價值的潔能再生能源。風力發電近幾年的快速發展，由市場的反應可以了解未來將持續這股風潮。對於風力發電是沒有產生碳排放造成溫室氣體的優勢，雖然，設置風力發電站的過程會有造成碳足跡及生態影響的疑慮，整體來看，運轉至少 20 年的使用年限，風力發電至今依然是再生能源領域的主流。以台電而言風力電廠監控通訊系統的主流目前是 OPC，而 IEC 61400-25-5 是否就是未來的主流監控通訊系統呢？

以風力機組的監控及系統管理運作的角度而言，是否採用 IEC-61400-25 的標準當成本公司未來風機資通訊標準之採購規範，是一個需要抉擇的議題。為了蒐集資料進一步評估台電應用此新標準之時程，在德州 ESRC/UTA 及本站參訪行程特別注意 IEC-61400-25 在美國及全世界實際應用情形調查，包含蒐集更多的風機廠商建置 IEC 61400-25 系統之能力及實際案例，蒐集及統計更多的電力公司對 IEC 61400-25 實際應用情形，蒐集更多市面上 IEC 61400-25 系統相關軟硬及系統產品。茲就 IEC 61400-25 標準應用情形調查(含 USE61400-25 使用者群組會員、全球風機主要採用的控制器軟硬體供應商現況、風機 IEC 61400-25 整合應用供應商現況)與導入 IEC 61400-25 標準的成功案例整理心得如下。

IEC 61400-25 標準應用情形調查

由專家電力公司、設備製造商、系統業者及顧問與測試服務公司等組成屬於 IEC61850 的 61400-25 使用者群組(USE61400-25 user group) [4]，2011 年 1 月 17 日在丹麥的 Fredericia 會面，報告並討論了 IEC61850/61400-25 風力發電機的應用經驗。28 名來自 ABB、AREVA Wind、Bachmann Electronic、DONG Energy、ENERCON、Ingeteam Technology、KEMA、Kenersys、Mita-Teknik、Natcon7、NettedAutomation、RE Power Systems AG、Siemens Wind Power、Vattenfall 和 Vestas 的專家會面，

並討論分享與標準相關的積極經驗。此非營利群組其設置是加速 IEC 61400-25 標準的發展，全面導入 IEC 61400-25 標準執行的溝通平台，依據群組的資料顯示，截至 2013 年 3 月為止，其中會員統計資料有：

USE61400-25 使用者群組會員

公司名稱	公司屬性		備註
	製造商	風力發電站營運商	
UNISON, Korea	風力發電機組	風力發電站承包商	南韓風能指標公司
Toshiba, Japan	風力發電機組		與 Unison 合作
E.ON Climate & Renewables GmbH, Germany		風力發電站承包商	全球風能指標公司與 Dong Energy 合作
SCADA International ApS, Denmark	電力領域通訊設備供應商		再生能源發電領域
kk-electronic a/s, Denmark	風能設備供應商		控制器
DONG Energy, Denmark		離岸風力發電站承包商	提供離岸風能最佳提案
Bachmann Electronics GmbH, Austria	風能設備供應商		控制器
Mita Teknik, Denmark	電力領域通訊設備供應商		風能監控領域
TriangleMicroWorks, US	風能設備供應商		應用軟體
OSIsoft, USA			系統軟體
Vattenfall, Sweden		風力發電站承包商	電力公司
REpower Systems SE, Germany	風力發電機組	風力發電站承包商	
ABB, Switzerland	風力發電機組	風力發電站承包商	電力領域指標企業
Siemens Wind Power A/S, Denmark	風力發電機組	風力發電站承包商	電力領域指標企業
Alstom, Spain	風力發電	風力發電站承	電力領域指標企業

	機組	包商	
AREVA Wind GmbH, Germany		風力發電站承 包商	電力領域指標企業
Enercon, Germany	風力發電 機組	風力發電站承 包商	全球風能指標公司
Vestas Wind Systems A/S, Denmark	風力發電 機組	風力發電站承 包商	全球風能指標公司
KENERSYS GmbH, Germany	風力發電 機組	風力發電站承 包商	
natcon7, Germany		風力發電站承 包商	全球風能指標公司
RWE Innogy GmbH, Germany		風力發電站承 包商	全球風能指標公司
Statkraft Energi, Norway		風力發電站承 包商	全球風能指標公司
BTC Consultant AG, Germany			工業及系統顧問服 務公司
NettedAutomation GmbH			智慧電網及風能指 標顧問服務公司
STRI, Sweden			測試及顧問服務公 司
Q-Technology, Denmark			風能系統軟體及顧 問服務
TÜV SÜD AG, München, Germany			驗證公正公司
KEMA, Netherlands			驗證公正公司

由以上參與 IEC 61400-25 標準的會員，可以了解領域包含電力公司、設備製造商、系統業者及顧問與測試服務公司都有參與的指標企業，相信有成功整合多家風力機組通訊系統的經驗。同時，多家監控設備控制器供應商已經有符合 IEC 61400-25 標準的技術，因此，導入 IEC 61400-25 標準可以克服介面的疑慮。

全球風機主要採用的控制器軟硬體供應商現況			
[5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16]			
軟體部分	硬體部分	通訊協定	邏輯控制
Beckhoff	Beckhoff	1. OPC 2. IEC 61850 3. IEC 61400-25	IEC 61131-3 (PLC)
Bachmann	Bachmann	1. OPC	IEC 61131-3 (PLC)

		2. IEC 61850 3. IEC 61400-25	
Mita-Teknik	Mita-Teknik	1. OPC 2. Modbus 3. IEC 61400-25	IEC 61131-3 (PLC)
KK-Electronic	KK-Electronic	1. Modbus 2. IEC 61400-25	IEC 61131-3 (PLC)

風機 IEC 61400-25 整合應用供應商現況 [17][18][19][20][21][22][23][24]	
廠商	通訊協定
SystemCORP Embedded Technology	1. ModBus 2. DNP 3 3. IEC 60870-5-101/103/104/ (IEC 61850-80-1) 4. OPC 5. IEC 61850 6. IEC 61400-25
MatrikonOPC	1. ModBus to OPC 2. DNP 3 to OPC 3. Siemens Wind Turbines to OPC 4. Vestas Wind Turbine Controllers to OPC 5. IEC 61850 to OPC 6. IEC 61400-25 to OPC
Kepware	1. OPC XML-DA 2. IEC 61850 MMS
SISCO SYSTEMS INTEGRATION SPECIALISTS	1. ICCP (IEC60870-6 TASE. 2) 2. IEC 61850 3. IEC 61400-25
TRIANGLE MICROWORKS	1. ICCP (IEC60870-6 TASE. 2)

	<ol style="list-style-type: none"> 2. IEC 60870-5-104 3. DNP 3 4. IEC 61850 5. IEC 61400-25
Ingeteam	<ol style="list-style-type: none"> 1. DNP 3 2. IEC 60870-5-101/103/104/ (IEC 61850-80-1) 3. OPC 4. IEC 61850 5. IEC 61400-25
ProtoConvert	<ol style="list-style-type: none"> 1. DNP 3 2. IEC 60870-5-101/103/104/ (IEC 61850-80-1) 3. OPC 4. IEC 61850 5. IEC 61400-25

或許對於單一系統供應商的觀點來看，封閉型的設計或許可以表示責任的界定及系統的穩定會有這方面的考量，但是，從系統業者的觀點來看，可以充分整合系統又不會受到單一供應上的限制考量，這才是精進效能的最佳作法，從風能長遠的發展及 IEC 61400 與 IEC 61400-25 持續的推進，相信可以解決任何界面上的衝突及疑慮。特別是，專注風能監控及相關顧問公司還有設備大廠都願意加入推展的行列，將會加速全面性的落實。

導入 IEC 61400-25 標準的成功案例

新一代風力發電站的 SCADA 系統導入 IEC 61400-25 標準的例子雖然不到不勝枚舉地步但也不少，茲以下列較著名的三例簡述如後。

2008 年成功案例 1[25]:

Alpha Ventus 是德國第一個離岸風場- 2008 年採用 IEC 61400-25 標準, 系統含 6 部 MultiBrid(目前合併到 ARVEA) M5000 風機、6 部 REPower 5M 風機、1 座離岸風力變電站。圖上 E.ON(意昂集團)設在德國 杜塞爾多夫, 是的世界最大國有投資能源服務商的控股公司。Vattenfall 是瑞典國家全資擁有的公司, 是歐洲第 5 大的能源公司。EWE(埃維集團)多服務提供商, 活躍在三個業務領域: 能源, 信息和通信技術。BTC 公司, EWE 的子公司, 已經發展成為德國最大的 IT 顧問公司。

1st German offshore wind farm



e-on | Climate & Renewables

VATTENFALL

EWE

BTC delivers the IT infrastructure and the control center „BTC PRINS“

- 6 Multibrid M5000 wind power plants
- 6 REpower 5M wind power plants
- 1 offshore transformer station



IEC 61400-25



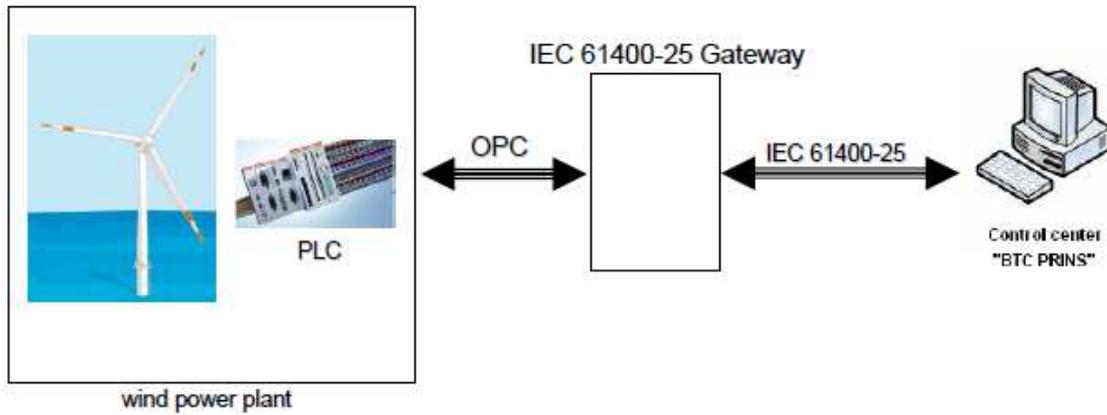
Control center
„BTC PRINS“

Number of datapoints:

- 154 measured values
- 122 messages

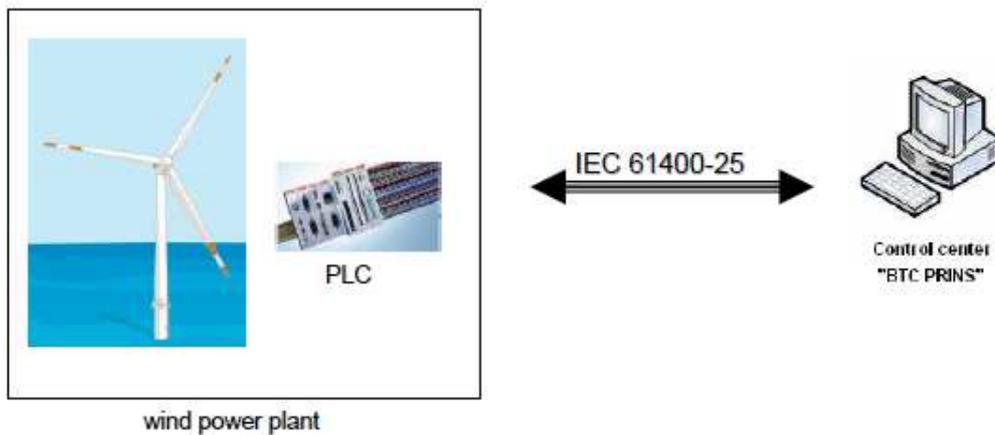
IEC 61400-25 over MMS

/// Gateway for the communication between PRINS and the wind power plant



/// Use for wind power plants who don't directly use IEC 61400-25

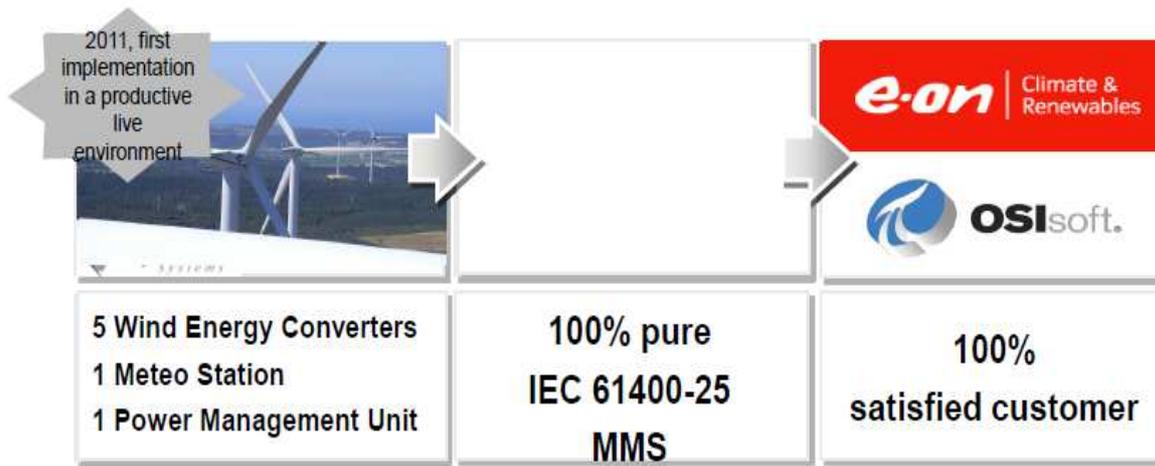
/// Implementation of the IEC 61400-25 communication from Beckhoff for the Multibrid wind power plants



/// Advantages: less components → less complexity

2011 年成功案例 2[26]:

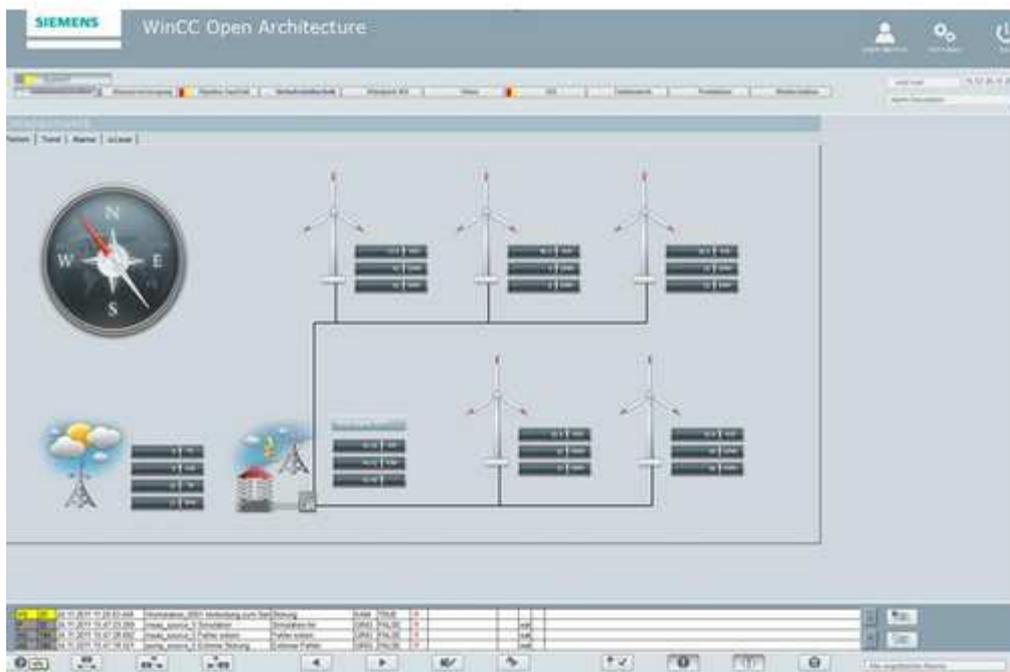
由 E.ON 及 OSIsoft 公司合作建構完全是符合 IEC 61400-25 標準的風力發電站管理系統。5 部風能轉換器、1 部氣象站及 1 部電源管理單元(Power Management Unit)，完全符合 IEC 61400-25 的標準。{ }



“As one of the world’s leading operators of wind turbines, we were interested in obtaining practical experience with the IEC standard as soon as possible”, commented Uwe Fischer, Head of Asset Information Systems at E.ON Climate & Renewables. “Thanks to the collaboration, we found that the interface meets the requirements of even major operators ...”

2012 年成功案例 3[27]:

由 Siemens 成功利用 IEC 61400-25 開放式架構的 SCADA 整合在德國北部海域的離岸風力發電廠(包含整合由德國製造的風力發電機及中國製造的風力發電廠儲能電池)，該系統針對每個風力發電機制訂出各別的 1500 數據點且針對 RDS PP 提供備援機制，可以支援 Web Service、行動裝置，作為主要的資料維護、風力發電機及風力發電廠長期資料的儲存、運轉維護、回報及記錄的整合應用。



另外，這套系統也被來自於德國伊策霍埃的 PROKON company group 採用作為 SCADA 整合新開發的 P3000/3.0 MW，所組成的風力發電廠。

此篇報告的目的是藉由市場發展現況，進一步的了解風力機組的監控及系統管理運作，特別是 IEC-61400-25 的標準，因應為數越來越多的風力機組供應商，提出風力發電站的有效管理規範就顯得更加重要。強調風力發電機組與控制中心的通訊，還有風力機組內部控制與控制中心的監控管理標準化等開放界面的功能。

因此，需要增設機制來滿足現階段由各風力發電機組供應商自行開發的封閉型通訊監控方式，作為監控各家風力發電機組存取資料的平台，對於未來新建置機型有多大的效益及優勢，將由市場現況提出評估報告。

對於風力發電站的發展愈趨蓬勃，當然首要工作是如何降低其管理的複雜性及增加其穩定與可靠度，雖然再生能源是存在不確定性，藉由務實的管理提升使用的便利性，充分整合分散式發電的智慧電網系統。

此篇報告的目的是藉由市場發展現況，進一步的了解風力機組的監控及系統管理運作，特別是 IEC-61400-25 的標準，因應為數越來越多的風力機組供應商，提出風力發電站的有效管理規範就顯得更加重要。強調風力發電機組與控制中心的通訊，還有風力機組內部控制與控制中心的監

控管理標準化等開放界面的功能。

因此，需要增設機制來滿足現階段由各風力發電機組供應商自行開發的封閉型通訊監控方式，作為監控各家風力發電機組存取資料的平台，對於未來新建置機型有多大的效益及優勢，將由市場現況提出評估報告。

對於風力發電站的發展愈趨蓬勃，當然首要工作是如何降低其管理的複雜性及增加其穩定與可靠度，雖然再生能源是存在不確定性，藉由務實的管理提升使用的便利性，充分整合分散式發電的智慧電網系統。

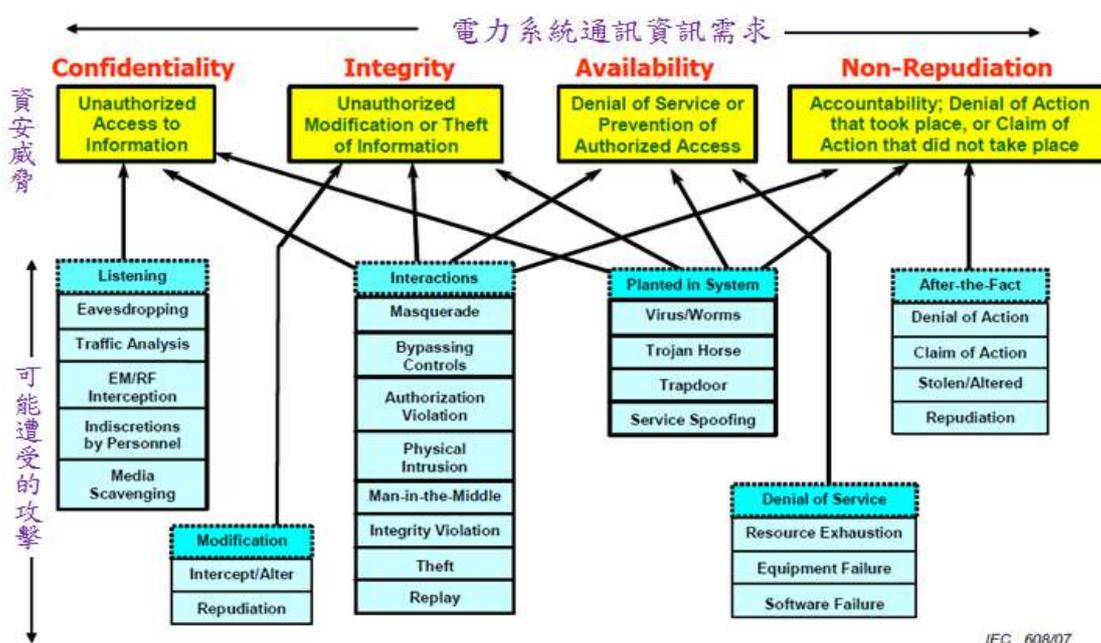
1. WWEA_Bulletin-ISSUE_2_2013. pdf
2. BNEF_PR_2013_04_18_Wind_Market_Shares. pdf
3. 40-02Knud-Johansen_IEC61400-25. pdf
5. GL Garrad Hassan C135. pdf
6. beckhoffwindimagemunchen. pdf
7. Beckhoff_Wind_Energy. pdf
8. Beckhoff_Wind_Energy_cn2010. pdf
9. PC Control Wind 2012. pdf
10. pcc_0208_Special_PC_Control_for_wind_turbines_e. pdf
11. pcc_0208_twincat_wind_e. pdf
12. pcc_0308_research_development_e. pdf
13. BB_wind.application_2013_EN_web. pdf
14. binder1 - Wind Park Control Concept. pdf
15. PPM+product+sheet. pdf
16. Software_MMS-server_en. pdf
17. <http://www.systemcorp.com.au/products/softwarelibraries/#SETstack>
18. <http://www.matrikonopc.com/products/opc-wind-power.aspx>
19. <http://www.kepware.com/Products/opc-connectivity-suite.asp>
20. <http://www.kepware.com/spec-sheets/iec-61850-mms-client.asp>
21. <http://www.sisconet.com/products/mms-lite/>
22. <http://www.trianglemicroworks.com/>
23. SSE_460_Archivo_ingeteam-inc-wind-catalogue-may-2013-low-res. pdf
24. <http://www.protoconvert.com/SCADA/SCADADataGateway.aspx>
25. alpha ventus. pdf
26. EMEA13_EON_Fischer_NextGenerationSCADAEnsuringTheRealTimeMonitoring. pdf
27. <http://www.offshorewind.biz/2012/09/20/germany-siemens-develops-wind-power-plant-service-portal/> -SIMATIC WinCC Open ArchitectureNewsletter 4/2012

三、智慧電網網路安全與雲端服務

在加州時期的這段期間研討的主題是智慧型電網網路安全與雲端服務。Quanta公司新專案策略副總Dr. Edwin Liu與配電資深經理Luther M. Dow是智慧電網策略及技術方面的專家,除了提供及討論今年度在IEEE上發表的投影片資料『智慧電網策略及技術』、DNP 3.0通訊協定與IEC 61850標準在美國智慧型電網運用情形、以及E.ON公司風力再生能源持續發展報告資訊外,其他有關智慧型電網網路安全與雲端服務的研習心得敘述如下:

(一) 智慧電網再生能源資訊安全與IEC 62351

再生能源是智慧電網一環,就水風力再生能源而言其,重要基礎通訊標準有IEC 61400-25及IEC 61850等,這些標準重點是資料通訊,其資訊安全標準需依賴其他標準來補足。智慧電網將資通訊技術與電力系統的結合帶來電力系統的榮景與挑戰。也帶來攸關民生經濟及國家安全的資通訊安全相關議題。電力系統之管理和相關資訊交換時之電力系統通訊資訊需求、可能的資安威脅型態、以及可能的遭受的資安威脅可以下圖3-8來表示。



IEC 608/07

圖3-8 電力系統通訊資訊需求、資安威脅及攻擊 摘自 IEC-62351-1

有關智慧電網相關數據和通訊安全標準很多，制定機構有ANSI、IEEE、IEC、IETF、ISA、ISO、NERC、NIST、PSRC等，其中最近較被常談論的有NIST 7628、IETF RFC6272、NIST SP800-53、IEC 62351。資通訊安全若採用較新及較權威的標準與規範，才能來確保電力、通訊系統之間的互操作性，進而提升電網的安全性、可靠性及穩定性。在智慧電網下的再生能源資通訊IEC 61400-25及IEC 61850需要電力系統監控資料及通訊具備保密性、完整性、可用性和責任性(來源正確性/不可否認性)。IEC 62351標準可通過及滿足這些關鍵安全環節需求，它是IEC TC 57 WG 15所訂定的智慧電網資通安全標準。在IEC官網將IEC 61850與IEC 62351標準都列為智慧電網的重要核心標準之一，而美國商務部國家技術標準局/智慧電網互通性委員會(NIST/SGIP - Commerce Department 's National Institute of Standards and Technology / Smart Grid Interoperability Panel)在2010年10月9日時就建議聯邦能源法規委員會(FERC - Federal Energy Regulatory Commission)將IEC 61850、IEC 62351及其他IEC共五項之核心標準納入法規，並受到FERC重視，可見IEC 62351在美國智慧電網資通安全標準之重要性也受到重視。本報告智慧電網再生能源資訊安全將對IEC 62351提出一些簡要說明。

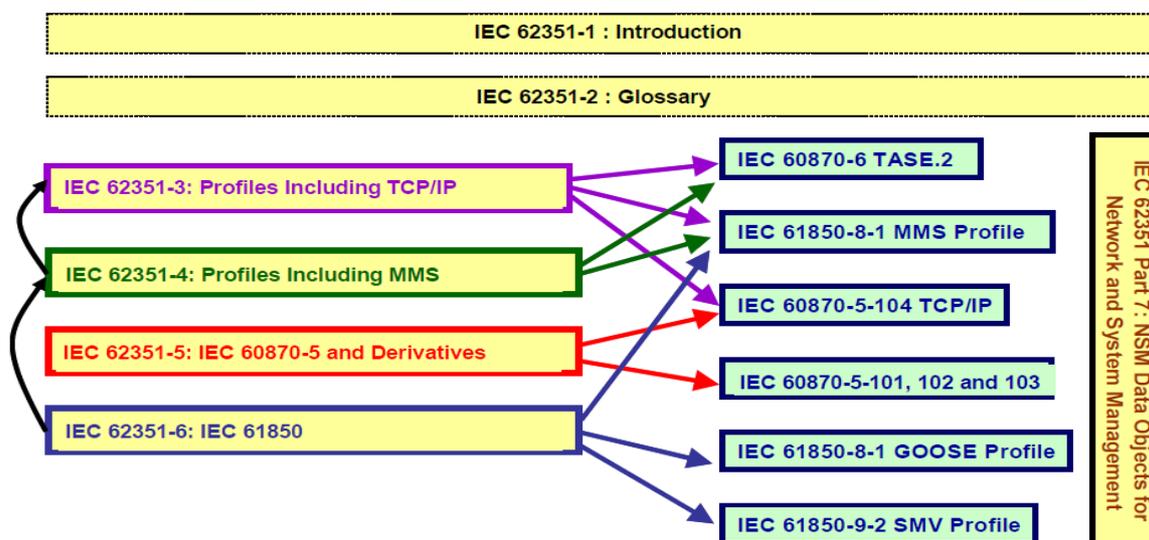
IEC 62351標準文件名稱叫『電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準』(Power systems management and associated information exchange - Data and communications security)，目前已公佈的標準分部如下〔表3-1〕，至於 IEC/TS 62351-9: Key Management 及IEC/TS 62351-11: Security for XML Files則尚未公布成為正式標準。

IEC 61400-25及IEC 61850標準的通訊協定部分與IEC/TS 62351許多章節與有關，就通訊標準技術層面而言，MMS、GOOSE及SMV協定相關的IEC/TS 62351部分是重點。而未來才會公布的XML檔案安全IEC/TS 62351-11也很重要。

〔表3-1〕最新IEC 62351標準分部及版次(摘自IEC)

IEC TR 62351-10	2012-10-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 10: Security architecture guidelines Edition 1.0
IEC TS 62351-1	2007-05-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 Part 1: Communication network and system security - Introduction to security issues First Edition
IEC TS 62351-2	2008-08-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 2: Glossary of terms Edition 1.0
IEC TS 62351-3	2007-06-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 3: Communication network and system security - Profiles including TCP/IP Edition 1.0
IEC TS 62351-4	2007-06-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 4: Profiles including MMS Edition 1.0
IEC TS 62351-5	2013-04-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 5: Security for IEC 60870-5 and derivatives Edition 2.0
IEC TS 62351-6	2007-06-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 6: Security for IEC 61850 Edition 1.0
IEC TS 62351-7	2010-07-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 7: Network and system management (NSM) data object models Edition 1.0
IEC TS 62351-8	2011-09-01	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 8: Role-based access control Edition 1.0
IEC/TR 62351-10	2012-10	電力系統管理和相關資訊交換-數據和通訊安全標準 - Part 10: Security architecture guidelines ed1.0

IEC/TS 62351-1 說明 IEC TC57 各通訊協定標準如 MMS、GOOSE 及 SMV 等 IEC/TS 62351 各部分之間的相關性，如圖 3-9。其中適用在控制中心間的協定 IEC 60870-6 也是走 MMS。表 3-1 及圖 3-9 的 IEC TS 62351-4 與 MMS 通訊協定與規範有關，MMS 在 IEC 61850-8-1, IEC 61400-25-4, IEC 60870-6 都用到。



IEC 616/07

圖 3-10 IEC 62351 系列標準和 IEC TC57 各通訊協定標準之間的相關性摘自 IEC-62351-1

在 62351-4 此部分說明 MMS A-Profile 需有驗證機制， T-Profile 需有加密機制。如圖 3-9 顯示目前 TCP/IP MMS 堆疊(Stacks) T-Profile 無安全及有安全加密標準(加上 SSL/TLS)的情形。62351-4 此部分同時也指出，所有的實作聲稱符合本規範的最低限度都應支援 TLS_DH_DSS_WITH_AES_256_SHA。

IEC62351-5 適用於台電一些非 IEC 61850 系列既設監控系統，他提供串列版本 IEC60870-5-101，102 和 103 和網絡版本 IEC 60870-5-104 和 DNP3 通過 TCP 的安全解決方案。IEC62351-5 提供應用層不包括加密的認證，IEC 60870-5-104 運行在 TCP / IP 可以使用在 IEC62351-3 中描述的安全措施及已經包括了 TLS 加密提供保密性和完整性。

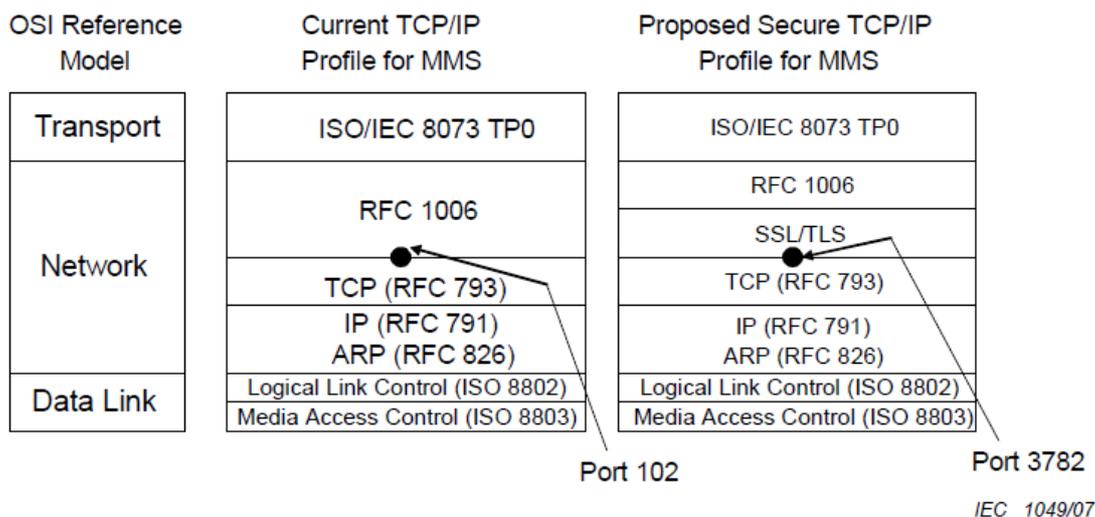


圖 3-10 TCP/IP MMS 堆疊 T-Profile 無安全及有安全加密標準的情形 摘自

IEC-62351-4

IEC62351-6：IEC 61850之SV(Sample Values)及GOOSE通訊協定之資訊採點對點安全性方式，此等通訊協定有點對點多播數據訊息、只限於在變電所區域網路內、以及不經路由器等特性。因為IEC61850 GOOSE是專為保護電驛設計，IED間之GOOSE訊息傳遞，需在4毫秒內完成，如果加密可能會顯著影響傳輸速率是不能接受的。在IEC62351-6核心技術規格內對即時流量訊息驗證的安全性是有限制的，亦即未指定加密但有認證機制：定義在擴展的GOOSE/ SV PDU, 要簽名的內容，首先訊息摘要以SHA256演算法降低成一個訊息摘要，驗證值是以RSA私鑰簽名所得到的一個SHA256 Hash計算值。IEC62351-6核心技術規格身份驗證要求是唯一的安全措施，所以IEC62351-6規範，提供為SV及GOOSE資訊一種進行數位簽名最小的計算需求的機制。如圖3-10。

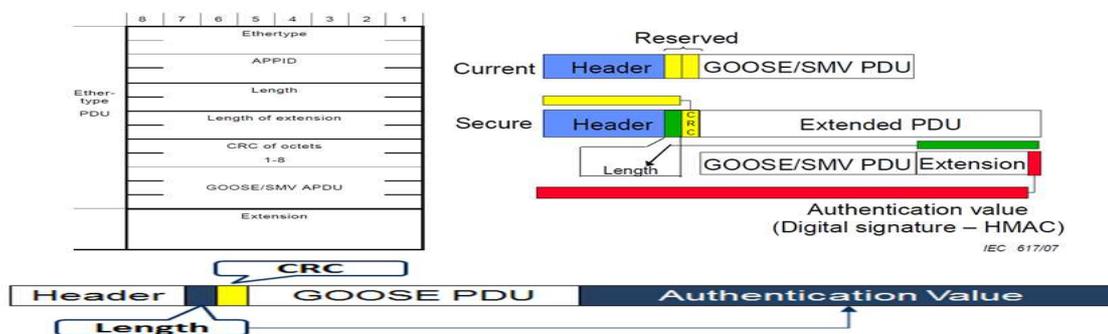


圖 3-10 IEC62351 GOOSE 訊息框架與 RSA 數位簽章認證

(二) 智慧電網雲端服務

智慧電網與雲端服務是目前電力與 IT 產業的熱門議題。配合電力與通訊科技持續創新，台電公司規劃建構智慧型電網希望成為高效率、供電可靠的電力提供者。配合公司發電廠與國內民營發電業者的營運管理，將持續推廣各項負載管理措施，包括時間電價、需量反應措施等，以提倡用戶有效用電。透過發電端效率提升外，亦將逐步改善輸配電效率，推動配電端饋線自動化及環路供電建置，提供用戶加值服務，讓用戶能更智慧使用電能，達到節能減碳目的。這些智慧電網具體措施的實行，若加上雲端運算雲端服務更能突顯其效能與效率。配合公司推行智慧電網，電力室電力監控技術組有兩個與雲端運算雲端服務相關之計畫。其一是行動裝置平台業務應用與發展(計畫 A)，另外計畫是巨量資料(Big Data)在電力事業的應用研究(計畫 B)。分別由兩位優秀同仁進行計畫之執行，出國期間也對這兩個計畫相關背景技術蒐集一些資料加以探討，簡述如下。

網路上有許多有關雲端運算的文章，對雲端運算的定義，美國國家技術標準局(NIST)有一篇文章叫[The NIST Definition of Cloud Computing]，簡要精闢的描述了雲端運算其基本特徵、服務模式、佈署模式。基本特徵有5項 - 自助式隨需服務(On-demand self-service)、廣泛網路存取(Broad network access)、共享資源池(Resource pooling)、快速的彈性(Rapid elasticity)、可量測的服務(Measured service);以及佈署模式有4種型態 - 私有雲(Private cloud)、社群雲(Community cloud)、公有雲(Public cloud)及混合雲(Hybrid cloud);服務模式有3種層次-軟體即服務(SaaS - Software as a Service)、平台即服務(PaaS- Platform as a Service)和基礎設施即服務(IaaS- Infrastructure as a Service)。加上近年來悄然興起的後端即服務(BaaS - Backend as a Service)，整理如下表3-2。

表3-2雲端運算基本特徵、佈署模式與服務模式

基本特徵	佈署模式	服務模式
1. 自助式隨需服務	1. 私有雲	1. 軟體即服務
2. 廣泛網路存取	2. 社群雲	2. 平台即服務
3. 共享資源池	3. 公有雲	3. 基礎設施即服務
4. 快速的彈性	4. 混合雲	4. 後端即服務
5. 可量測的服務		

計畫A除了有一些雲端運算基本特徵，並利用私有雲完成後端即服務(BaaS)之任務。後端即服務(BaaS)是指為行動應用開發者提供整合雲後端的邊界服務。BaaS服務提供者的基礎服務是資料/檔存儲，更進一步的整合服務可包括：帳戶管理、消息推送、社交網路整合、地理位置與廣告等。BaaS分兩種模式：一種是API模式，讓開發者自己拓展代碼；另一種是SDK模式，提供如iOS、Android及Windows Phone等的SDK。計畫A是採用SDK模式，以本室IEC 61850計畫附屬的雲端應用系統開發工具-Embarcadero XE5, ALL Access當作雲端應用系統開發平台，其雲端技術架構如下圖3-12所示。以此FM(FireMonkey)應用平台開發多種Android及iOS設備用戶端應用程式，以REST(Representational State Transfer)模式，連接企業不同資料庫及上述之SaaS Provider。目前在三種主流的Web服務實現方案中，因為REST模式的Web服務與複雜的SOAP和XML-RPC對比來講明顯的更加簡潔，越來越多的web服務開始採用REST風格設計和實現。例如，Amazon.com提供接近REST風格的Web服務進行圖書查找；[雅虎](http://Yahoo.com)提供的Web服務也是REST風格的。目前計畫A內容是以既有運轉中系統之即時資訊為測試平台，利用雲端技術開發跨平台伺服器，服務不同平台之用戶端需求與應用。建立軟硬體開發環境，並發展適用於台電特定應用之APP程式於行動裝置上使用。開發與測試區域無線行動裝置即時資訊交換應用系統，提升行動裝置之附加價值。目前已將公館以及樹林電腦機房之溫度、濕度、通訊以及電源供應情況之相關訊息，經由伺服器儲存後再顯示至行動裝置平台上，如iOS以及Android，方便相關人員了解即時情況。建立可開發行動裝置APP之環境，蒐集不同行動裝置作業系統及應用程式運作架。

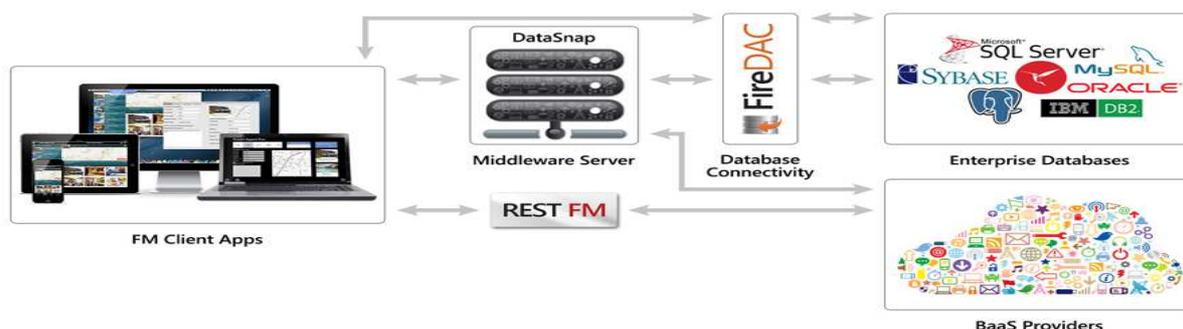


圖3-12 雲端技術架構

另外計畫 B 是巨量資料(Big Data)在電力事業的應用研究，巨量資料爾後智慧電網關係密切。國外電力公司亦有透過用戶智慧電表、歷史氣象資料預測用電量已提供負載管理決策以及透過各項設備感應器產生之訊息作為設備維護檢修依據之例子，可以大幅降低企業營運成本。為了巨量資料處理，計畫 B 將對 Hadoop 框架的雲端運算做研究及測試，所謂雲端運算 (Cloud Computing) 是分散式運算技術，讓開發人員很容易開發出全球性的應用服務，雲端運算技術可以自動管理大量標準化 (非異質性) 電腦間的溝通、任務分配和分散式儲存等。Google 運用在雲端運算中的關鍵技術 MapReduce 模式，讓開發者開發大量資料的處理程式。先透過 Map 程式將資料切割成不相關的區塊，分配給大量電腦處理，再透過 Reduce 程式將結果彙整，輸出開發者需要的結果。Google 發表 MapReduce 後，開放源碼社群也用 Java 實作出一套使用 MapReduce 技術的框架 Hadoop，讓 Java 開發者可以很容易寫出雲端運算的應用。Yahoo 使用 Hadoop 框架的雲端運算，用 1 萬個 Linux 平臺的處理器核心，處理 1 兆個網頁連結，從 4PB(4x10²⁴ TB)的資料，運算得出 300TB 的索引數據。本公司智慧電網巨量資料雖沒有 Yahoo 那麼巨量但也很可觀，了解及實測 Hadoop，同計畫 A 一樣都是智慧電網雲端應用的開始。

以上簡要針對智慧電網網路安全與雲端服務提出簡要研究心得報告，本公司智慧電網雲端服務及應用會未來會愈來愈多，但實施起來應注意到網路安全問題。

肆、心得與建議事項

感謝 ESRC/UTA Prof. Lee 的安排與指導，提供實驗室場所及網路帳號與圖書館網路資源，讓這趟研習滿載而歸，與主題相關文件蒐集不下 300 篇，更重要的是再生能源資訊應用與智慧電網導入技術上的一些新觀念。技術不是問題，觀念最重要，但觀念源於技術。其餘心得與建議事項如下：

1. 再生能源資訊應用與智慧電網導入技術首重國際標準。重要的核心標準有 IEC 61400-25, 61850, 61970, 61968, 62351 等。採用國際標準及認證過的產品與系統，可避免爾後許多互通性不良問題。
2. 善用 <http://smartgridstandardsmap.com/> 智慧電網的標準工具，方便立即識別各領域各部分所需的智慧電網的標準。
3. 已蒐集再生能源資訊風力資訊通訊標準、產品、應用例，有利於參考評估爾後風場監控系統是否用 IEC 61400-25 標準。
4. 智慧電網與雲端服務是目前電力與 IT 產業的熱門議題，善用合適雲端應用系統開發工具開發雲端服務應用。智慧電網具體措施的實行，若加上雲端運算雲端服務更能突顯其效能與效率。
5. 智慧電網雲端服務及應用會未來會愈來愈多，但實施起來應注意到網路安全問題。

參考文獻及網路網址

1. EPRI-An Introduction to IEEE P1815.1 - Mapping IEEE 1815 (DNP3) to IEC 61850
2. IEEE P1815.1/D4.00 Draft Standard for Exchanging Information between networks Implementing IEC 61850 and IEEE Std 1815TM (Distributed Network Protocol - DNP3)
3. Integrated Energy and Communication Systems Architecture (IECSA) Overview and Status
4. Germany_ Siemens Develops Wind Power Plant Service Portal _ Offshore Wind.pdf
5. WinCC OA Newsletter 4_2012 News 2 - HMI Software - Siemens.pdf

6. IEC 61850 Test Register, KEMA
7. CIM for Power System Model Exchange – How Model Exchange Works
8. December_11,_2013_Nodal_Protcols
9. KEMA Conformance test Register 61850
10. IEC Standards – IEC 61850, 61400–25, 61970, 61968, 62351 ...
11. <http://www.ucaiug.org/default.aspx>
12. <http://osgug.ucaiug.org/default.aspx>
13. <http://cimug.ucaiug.org/default.aspx>
14. <http://www.eechina.cn/upload/fck/2011-08-18/634492892218153543.pdf>
15. <http://www.ipcomm.de/product/ipConvLite/en/sheet.html?gclid=CNzdsv0a4bsCFe5apgodBzsACg>
16. <http://collaborate.nist.gov/twiki-sggrid/bin/view/SmartGrid/SGIPCatalogOfStandards>
17. <http://blog.iec61850.com/>
18. <http://www.qualitylogic.com/community/index.php/iec-61850-interoperability-challenges/>
19. http://www.pacw.org/issue/december_2012_issue/news/industry_news/iecieee_challenge.html
20. <http://www.icloudpower.com/25311.html>
21. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>