

# 出國報告（出國類別：實習）

## 「變電所智慧電網的發展與應用技術研習」 出國報告

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：孫政啟 經理

派赴國家：馬來西亞、新加坡

出國期間：108年12月15日至12月21日

報告日期：109年2月13日

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：「變電所智慧電網的發展與應用技術研習」出國報告。

頁數：26 頁 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：

孫政啟/台電新桃供電區處/經理/(03)5770766 ext.410

出國類別：實習

出國期間：108 年 12 月 15 日至 108 年 12 月 21 日

出國地區：馬來西亞、新加坡

報告日期：109 年 2 月 13 日

分類號/目

內容摘要：(200~300 字)

因應國內外再生能源與智慧電網發展趨勢，強化公司電網運轉監控能力，確保網通資安，應用大數據資料分析，降低 SAIDI 時間，減少 SAIFI 次數，故派員至國外了解智慧電網的發展與應用技術相關應用情形，以利後續推展電網運轉安全與供電品質。

透過新加坡 DNV 公司接洽申請，安排參訪馬來西亞 TNB 國家電網公司之國家調度中心事宜，了解該公司於智慧電網、再生能源及最新 EMS 系統汰換之實務經驗； DNV 公司也協助接洽新加坡當地電力相關設備商參訪，了解業界最新智慧電網發展、應用大數據資料分析之資產管理系統及 EMS 系統軟體、硬體架構，最新調度中心規劃及設計。

本報告內容共分下列 5 個部分

壹、出國緣由與目的

貳、出國行程

參、馬來西亞 TNB 國家能源公司實習紀要

肆、新加坡當地電力相關業者實習紀要

伍、心得與建議

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

## 目 錄

壹、出國緣由與目的.....	1
貳、出國行程.....	1
參、馬來西亞 TNB 國家能源公司實習紀要.....	2
肆、新加坡當地電力相關業者實習紀要.....	6
伍、心得與建議.....	25

## 圖目錄

圖 3-1 馬電 TNB 公司之 SCADA 相關統計儀表板.....	3
圖 3-2 馬電 TNB 公司新裝設之 EMS 系統特點.....	5
圖 3-3 在 TNB NLDC 調度訓練教室與電能管理運維人員合影.....	5
圖 4-1 現階段電力領域 Gartner 技術成熟度曲線.....	7
圖 4-2 傳統型式到先進型式之資產管理做法.....	8
圖 4-3 ABB 公司資產維護策略與可靠度之關係.....	9
圖 4-4 IT 辦公室的使用系統與 OT 程控系統的差異比較.....	11
圖 4-5 系統發展生命週期各階段引入對應之資安設計各階段.....	13
圖 4-6 IEC 之智慧電網相關標準規範體系.....	14
圖 4-7 電力公司各個領域對應之 IEC 標準架構體系.....	15
圖 4-8 分散式電源 DER IEC 61850 LD/LN 組織架構概要總覽.....	16
圖 4-9 SCADA EMS 系統汰換的生命週期-成本之累積佔比關係.....	17
圖 4-10 ALSTOM GE 公司之 e-terra 能源管理系統.....	18
圖 4-11 SCADA 系統各式最新圖形畫面.....	19
圖 4-12 手機及平板 APP 查看 SCADA 系統最新圖形畫面.....	19
圖 4-13 再生能源即時發電量及發電預測畫面.....	20
圖 4-14 動態線路容量 DLR 管理計算相關模組.....	21
圖 4-15 電網安全度核心程式及相關時間尺度.....	21
圖 4-16 SCADA/EMS 網管集中式系統.....	22
圖 4-17 參訪 ABB 公司監控系統及調度桌台與其團隊成員合影.....	24
圖 4-18 參訪 DNC GL 公司與其團隊成員合影.....	24

## 表目錄

表 2-1 行程概要表 .....	1
-------------------	---

## 壹、出國緣由與目的

因應國內外再生能源與智慧電網發展趨勢，強化公司電網運轉監控能力，確保網通資安，應用大數據資料分析，降低 SAIDI 時間，減少 SAIFI 次數，故派員至國外了解智慧電網的發展與應用技術相關應用情形，以利後續推展電網運轉安全與供電品質。

透過新加坡 DNV 公司接洽申請，安排參訪馬來西亞 TNB 國家電網公司之國家調度中心事宜，了解該公司於智慧電網、再生能源及最新 EMS 系統汰換之實務經驗；DNV 公司也協助接洽新加坡當地電力相關設備商參訪，了解業界最新智慧電網發展、應用大數據資料分析之資產管理系統及 EMS 系統軟體、硬體架構，最新調度中心規劃及設計。

## 貳、出國行程

本出國計畫，自 108 年 12 月 15 日起，至 108 年 12 月 21 日止，合計 7 天，行程概要如表 2-1。

表 2-1 行程概要表

日期	起訖地點	工作紀要
12/15	台北→吉隆坡	往程
12/16	吉隆坡	馬來西亞 TNB 國家電網公司參訪
12/17	吉隆坡→新加坡	轉機及資料整理
12/18-12/20	新加坡	新加坡當地電力相關業者參訪
12/21	新加坡→台北	返程

## 參、馬來西亞 TNB 國家能源公司實習紀要

馬來西亞共有三家電力公司，其中最大及最主要的電力公司屬國家能源公司(Tenaga Nasional Berhad, TNB)，供電主要的馬來半島地區，與北臨的泰國及南臨的新加坡都有電網相連，但平常開關打開，緊急需要時才投入融通電力。這次參觀 TNB 公司位於吉隆坡的國家負載調度中心(National Load Dispatch Center, NLDC)，為 Grid System Operator(GSO)的角色，負責 500kV/275kV/132kV 電網的 520 個相關變電所監控，另設有北、中、南 3 個區域調度中心，TNB 公司對此調度中心提供人員及設備，但因有其他 IPP 業者，故電力調度業務為 Independent System Operator(ISO)的角色。

再生能源目前多為太陽光發電系統，TNB 計畫目標預計 2025 年再生能源發電佔比可達 20%與台電類似，建立整合再生能源及負載預測的系統，採用需量反應管理系統，與不同行業用電大戶簽約，運作一段時日後，將擴大規模及精進系統程式功能。

為了增加運轉透明度，將在網頁揭露每半小時的系統運轉邊際成本，以符合馬電自由化的未來 10 年改進計畫。

關於資通安全的作法，先在非線上系統安裝補丁程式或防毒更新檔後，測試確定功能正常，再逐一移植到線上系統電腦。

TNB NLDC 為得到線損最小的最佳電壓控制，正進行 Coordinated Voltage Control(CVC)試行，與台電不同處在於：增加可傳送控制信號給發電機端的人機介面，進行非步進式的連續式電壓控制。

NLDC 與變電所 RTU 系統原採 IEC60870-5-101 串列數據連線，新系統採 IEC60870-5-104，也就是乙太網路介面，TNB 僅有建置試辦一所全 IEC61850 變電所。TNB 公司之 RTU 數量，及監控完整度

大用戶監視比例，再生能源監視數量等均較台電低，但其採 IEC 60870-5-104 乙太網路連線及 PMU 數量均較台電多，詳如圖 3-1(註：台電新一代 ADCC 監控系統之連線，除少數之中興製 RTU 維持 2 路均串列式通信外，其餘均將規劃為 1 路串列式，1 路乙太網路連線)。

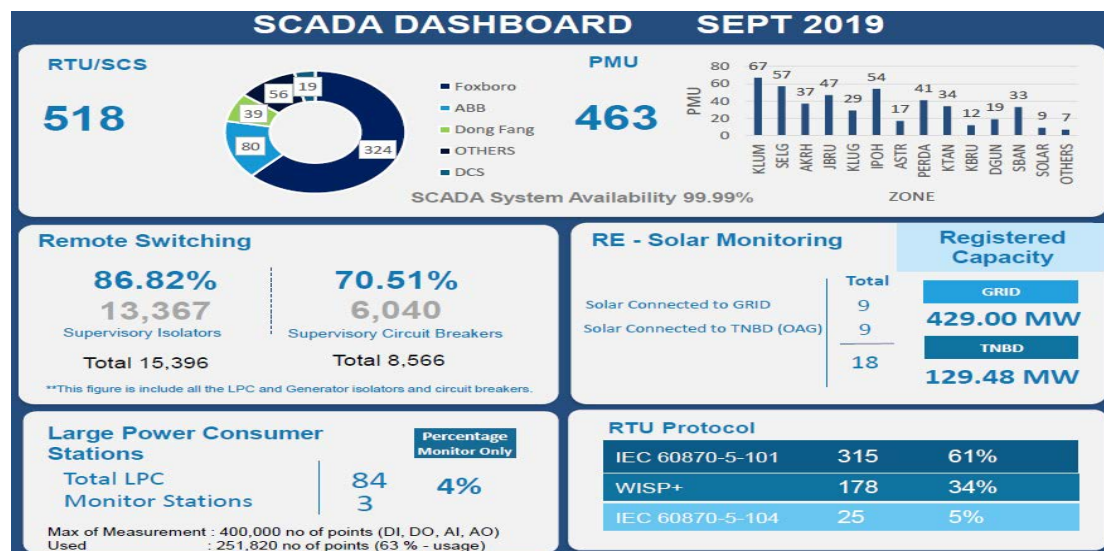


圖 3-1 馬電 TNB 公司之 SCADA 相關統計儀表板

NLDC 自 2008 年啟用目前之 EMS 系統(GE E-terra V2.3)迄今，目前正進行升級到 V3.1，2020 年正式啟用，EMS 採升級方式辦理，以減少人員重新學習及適應的成本。鑒於光纖網通建設的普及，與新 EMS 系統較強的狀態估測功能，即時相量量測裝置 PMU 的安裝，由原 9 個所增至 463 個，以應付大量的可變再生能源占比對系統擾動的安全影響的認知，並開始建立廣域監控及保護(Wide Area Monitoring Protection and Control, WAMPAC)之中央智慧引擎方案，得到安全可靠的可自愈電網系統。

馬電透過顧問公司協助推動 WAMPAC，預期可得到下列好處：

1. 電網資產最佳化(1)電力潮流最佳化(2)較佳之電壓管理(3)延長設備運轉壽命(4)異常資料偵測。

2. 節省成本(1)節省燃料(2)資本推延及規避節省(3)人力及時間成本降低(4)系統損失降低(4)開發建置新特殊保護系統 SPS 需求不再。
3. 增進系統可靠度及恢復能力(1)全黑預防(2)降低負載損失(3)縮短復電時間(4)縮短孤島運轉同步時間(5)加速大事故後分析時間(6)系統模型驗證(7)增強及調適大區域 SPS 系統。
4. 環境益處(1)提高再生能源利用率(2)降低碳足跡。

馬電 NLDC 目前新裝設 e-terra v.3.1(Alstom,GE)業界較新之 EMS 系統，具有如下特點(詳如圖 3-2)：

1. 採用目前業界最新能源管理平台。
2. 擁有支援跨平台交換資料訊息之共通資訊模組(Common Information Module,CIM)。
3. 利用相量量測裝置 PMU，及廣域管理系統 WAMS 作狀態估測，增強電網穩定度及安全度。
4. 即時之突發事件分析預測。
5. 採用公司私有雲端的系統架構。
6. 分佈於 4 處私有資料中心的伺服器，互相備援。
7. 最新視覺化引擎，加速情境認知。
8. 最新 Information Tech.(IT)與 Operation Tech.(OT)企業內網路資料匯流排連接，提供各項服務。
9. 最新調度值班人員工作站。
10. 提供後勤部門用歷史報表訊息之 Oracle 資料庫。
11. 全年無休監視之網路運轉中心(Network Operation Center, NOC)及安全運轉中心(Security Operation Center, SOC)達成網通資安。
12. 利用最新 ICT(Information and Communication Technology)技術完整



管理及防護備援資料。

## Enhanced GSO SCADA/EMS Platform - Salient Features



<b>EMP 3.1</b> - latest and most advanced Energy Management Platform in the market	<b>System Architecture</b> - Fully Virtualised within GSO Private Cloud with Micro Segmentations	<b>Workstations</b> - High Performance Thin Clients with UltraHD screens
<b>CIM Power System Modeller</b> - Model once with targeted deployment capability	<b>Multi-Site Redundancy</b> - Servers distributed across 4 Private Data Centres	<b>Enterprise Historical Information System</b> - hosted on High Performance ICT ORACLE farm
<b>Enhanced Grid Stability &amp; Security</b> - State Estimation with Synchrophasor data - WAMS integration	<b>Advanced Visualisation Engine</b> - for Enhanced Situational Awareness	<b>Comms &amp; Cyber Security</b> - monitored and protected 24/7 by ICT NOC & SOC
<b>Real Time Contingency Analysis</b> - with look ahead capability	<b>Enhanced IT-OT Connectivity</b> - Enterprise Service Bus for interoperability between systems	<b>Data Protection</b> - Fully Managed Backup & Data Protection services by ICT

圖 3-2 馬電 TNB 公司新裝設之 EMS 系統特點

TNB 的電能運轉調度模擬系統(Operation Training System, OTS)訓練教室，詳如圖 3，以單向透視玻璃區隔為兩個空間，主管或講師可在後面空間電腦出題下達電力系統異常狀況，再透過單向透視玻璃，觀看被訓練學員在 OTS 系統及電視牆之臨場處置狀況，得到較真實的模擬演練效果。



圖 3-3 在 TNB NLDC 調度訓練教室與電能管理運維人員合影

## 肆、新加坡當地電力相關業者實習紀要

### 一、現階段電力領域 Gartner 技術成熟度曲線 (參考 DNV 公司提供資料)

Gartner 顧問公司依其專業，分析電力領域新科技的成熟演變速度，及達到成熟所需的時間，繪出電力領域 Gartner 技術成熟度 (Maturity) 曲線或宣傳炒作曲線 (Hype Cycle)，詳如圖 4-1，各階段說明如下：

1. 位於科技產生的觸發期 (Technology Trigger)：依序有電動車極快速充電 (Ultrafast EV Charging)、無線傳送電力 (Wireless Electricity)、微微電網及電器 (Pico Grid & Appliances)、奈米電網 (Nano Grid)、波浪發電 (Seawave Generation)。  
(註：Micro Grid：5000 至 15000 個用電戶規模，用電設備加上 100% 再生能源及可以儲能；Nano Grid：1 棟建物內用電設備，加上 100% 再生能源及可以儲能；Pico Grid：1 個照明加用電設備，加上 100% 再生能源及可以儲能至 15-20W；以上定義尚無統一之國際標準)。
2. 接近過高期望期 (On the Rise to Peak)：物聯網 (Internet of Everything)、社區微電網 (Community Micro Grid)、電力零售市場 (Local Market Place)。
3. 過高期望期高峰 (Peak of Inflated Expectations)：超高壓直流輸電網 (UHV DC Grid)、太陽能發電 (PV Solar Generation)、手機等行動操作 (Mobile Operation)、資料傳輸 (Data Communication)、大數據分析 (Big Data Analytics)。
4. 走向低谷期 (Sliding into the Trough)：儲能 (Storage)、智慧電錶

- (Meters)、雲端(Cloud)。
5. 泡沫化低谷期(Trough of Disillusionment)：分散式發電(DER)、資通安全(Cyber Security)。
  6. 穩步爬升的光明期(Climbing the Slope of Enlightenment)：相量量測單元(PMU)、廣域管理系統(WAMS)、需量反應(Demand Response)。
  7. 穩定生產的高原期(Plateau of Productivity)：電網自動化及操作(Grid Automation & Switching)。

### Technology Maturity

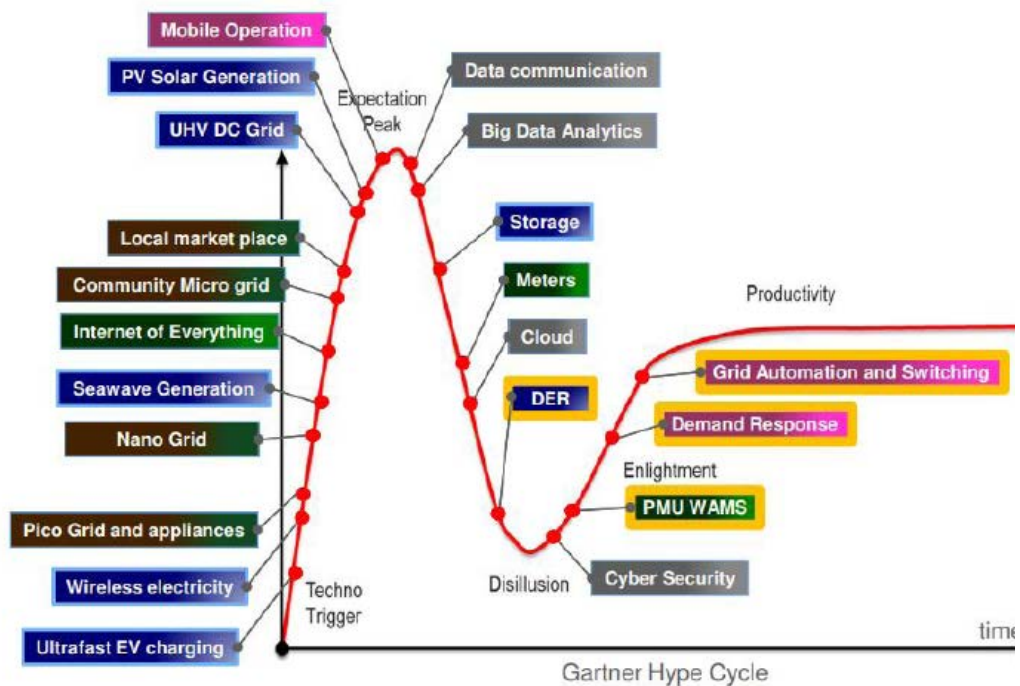


圖 4-1 現階段電力領域 Gartner 技術成熟度曲線

## 二、電網資產管理 (參考 DNV 公司提供資料)

電網資產狀態評估最節省成本的三個步驟

1. 資料分析:固定資產資料、運轉資料、負載資料、維護資料、事件資料、故障資料、服役前資料、可用狀態資料。
2. 線上診斷:現場目視檢查、部份放電量測、紅外線測溫、油中氣體分析絕緣、油物理性質分析、糠醛分析。
3. 資產風險及狀態評估:風險排序、維護建議、運轉建議、負載計算、離線測試建議、趨勢分析。

運用智慧資料分析於進階型資產管理，利用破壞式創新科技趨勢如數位化及大數據分析，智慧電網為資產管理系統提供了主要機會，藉由健康指標、風險指標及成本分析作成決策，包括緊急程度、優先程度，作成需要維護、需要翻新或需要更換的決策。

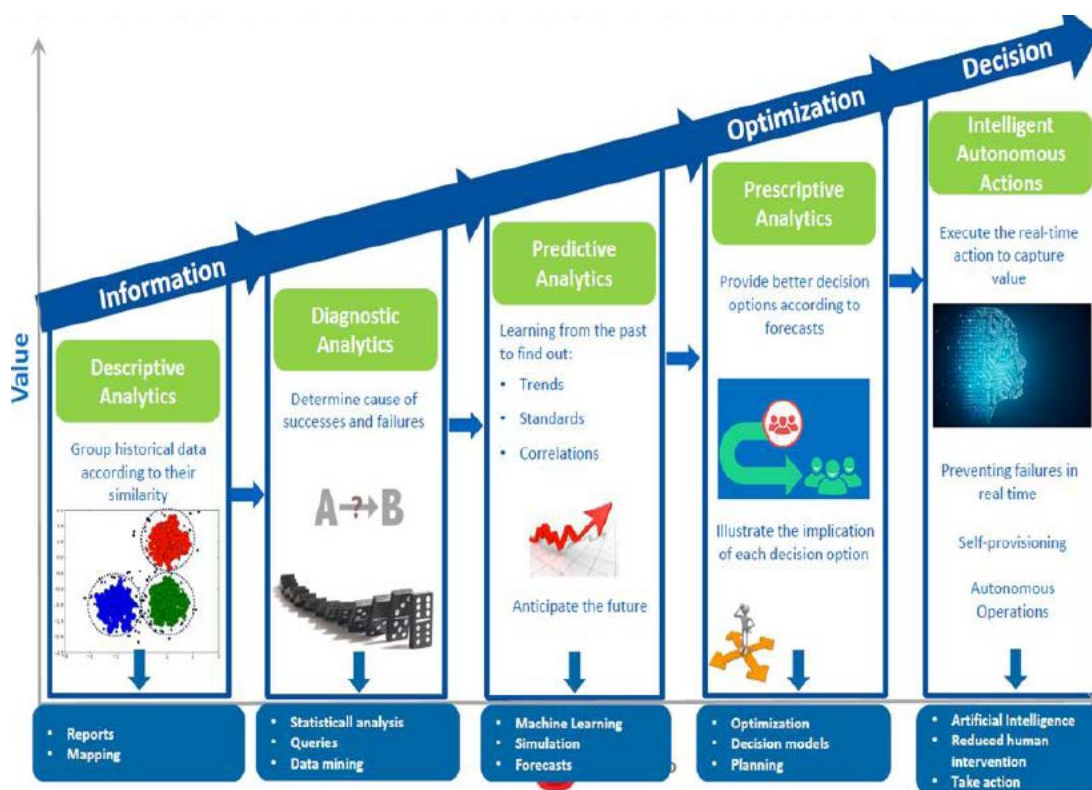


圖 4-2 傳統型式到先進型式之資產管理做法

傳統型式到先進型式之資產管理的各式分析價值比較做法，詳如圖 4-2，說明如下：

1. 描述性分析(檢視性分析),得知目前發生中的現況。
2. 診斷性分析決定為何發生某情況。
3. 預測性分析評估接下來會發生何種情況。
4. 處方性分析(決策支援)，為如何減緩未來風險提供決策選項。
5. 認知性分析：智能自主作為，由交互作用學習的 AI 系統，將資料及洞察轉變成直接作為。

若以圖 4-3 所示 ABB 公司開發的資產維護管理系統，維護策略與可靠度之關係：運轉到故障為止是被動式維護，可靠度最低，TBM 則是預防保養，CBM 則是主動式保養，以軟體演算法結合前述收集數據，開發得到投資成本最佳化的資產維護管理系統。

#### Asset Maintenance Strategy Maturity

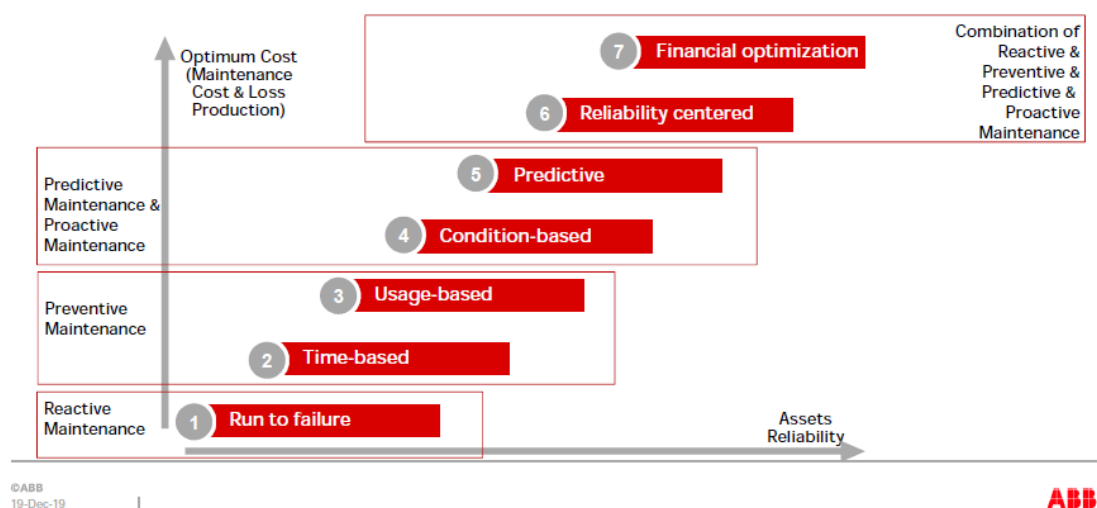


圖 4-3 ABB 公司資產維護策略與可靠度之關係

### 三、IEC61850 GOOSE 在各國電力公司的應用 (參考 DNV 公司提供資料)

以色列電力及葡萄牙 EDP 電力在 IEC61850 Goose 應用有：

1. 斷路器故障保護：某 PMCC 電驛過流動作跳脫信號送出，未在一定時間內打開，送出 Goose 信號將其相鄰斷路器打開，隔離故障電流的提供。
2. 電容器組控制：利用判斷流經主斷路器無效電力的過與不及，送出 Goose 信號控制打開或投入電容器組。
3. 負載卸載及回復方案：僅利用一具 PMCC 的低頻動作觸發，而傳送 Goose 信息給其它 PMCC 打開各斷路器，反之亦然。
4. 不同變壓器中性點接地開關投入與否，利用 Goose 信息互相傳遞，得到電力系統最佳運用。
5. CB/DS/ES 開關狀態的操作互鎖，由實體配線改由傳遞 Goose 信息之軟體互鎖。
6. PMCC 保護設定採用之群組，依接收 Goose 信息自動調整。



#### 四、電力領域資通安全 (參考 DNV 公司提供資料)

IT 辦公室的使用系統與 OT 程控系統的差異比較，詳如圖 4-4，說明如下：

1. IT 首重機密性，次為系統完整性，再為可用性；但 OT 首重可用性，次為系統完整性再為機密性。
2. IT 系統的生命週期僅為 3-5 年；但 OT 系統長達 10-15 年。
3. IT 系統的漏洞可直接或自動修補；但 OT 系統較困難，除需有開發商的支援，尚需測試無其它未知影響，才可正式上線。
4. IT 系統通常為標準架構；但 OT 系統架構非常多樣化。
5. IT 系統資安較為成熟；但 OT 系統資安剛開始欠缺認知。
6. IT 系統資安事件成本較低而可預估；但 OT 系統資安事件成本較高而難預估。

#### Understanding the difference between OT and IT Real Differences

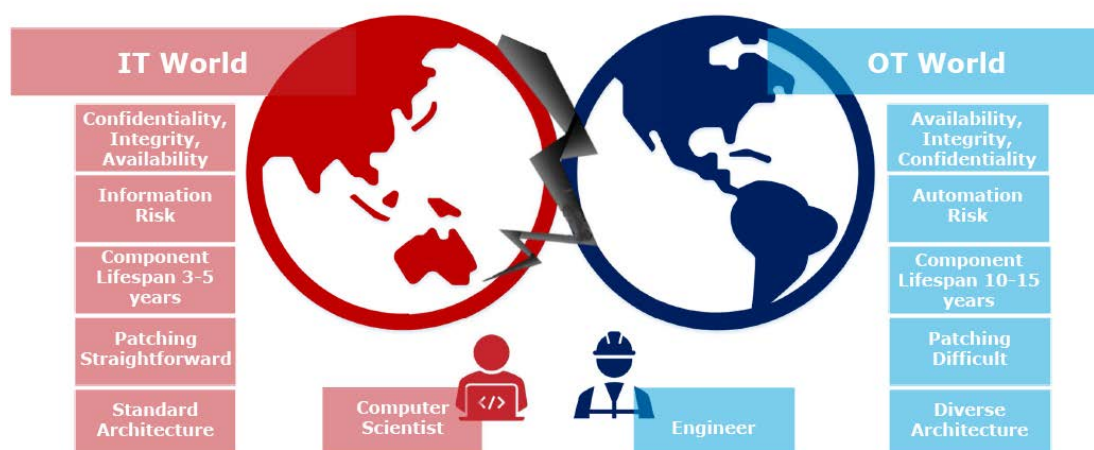


圖 4-4 IT 辦公室的使用系統與 OT 程控系統的差異比較

電力 SCADA 系統資安強化步驟可分為下列步驟：

1. 主機審視。
2. 網路架構及安全政策審視。
3. 周邊設備規劃審視。

4. 弱點評估。
5. 滲透測試。
6. 相容性檢查措施。
7. 報告初稿及隨後之審視。
8. 由控制中心到 RTU，完整的 OT 資安成熟度整體審視。

系統發展生命週期各階段(Systems Development Lifecycle,SDLC) , 引入對應之資安設計生命週期(Security By Design Lifecycle)各階段的風險管理框架(詳圖 4-5)：

1. 開始規劃、收集資料及資安風險評估。
2. 取得供應商的評估資料
3. 設計及開發審核
4. 系統實現、安裝測試及資安滲透性測試
5. 加入後運轉維護及資安稽核監視
6. 除役處理

藍色項目為專案計劃小組需辦理者，黃色項目為資安顧問需辦理者，粉色項目為獨立第三方評估者需辦理，紅色外框項目為關鍵里程碑。



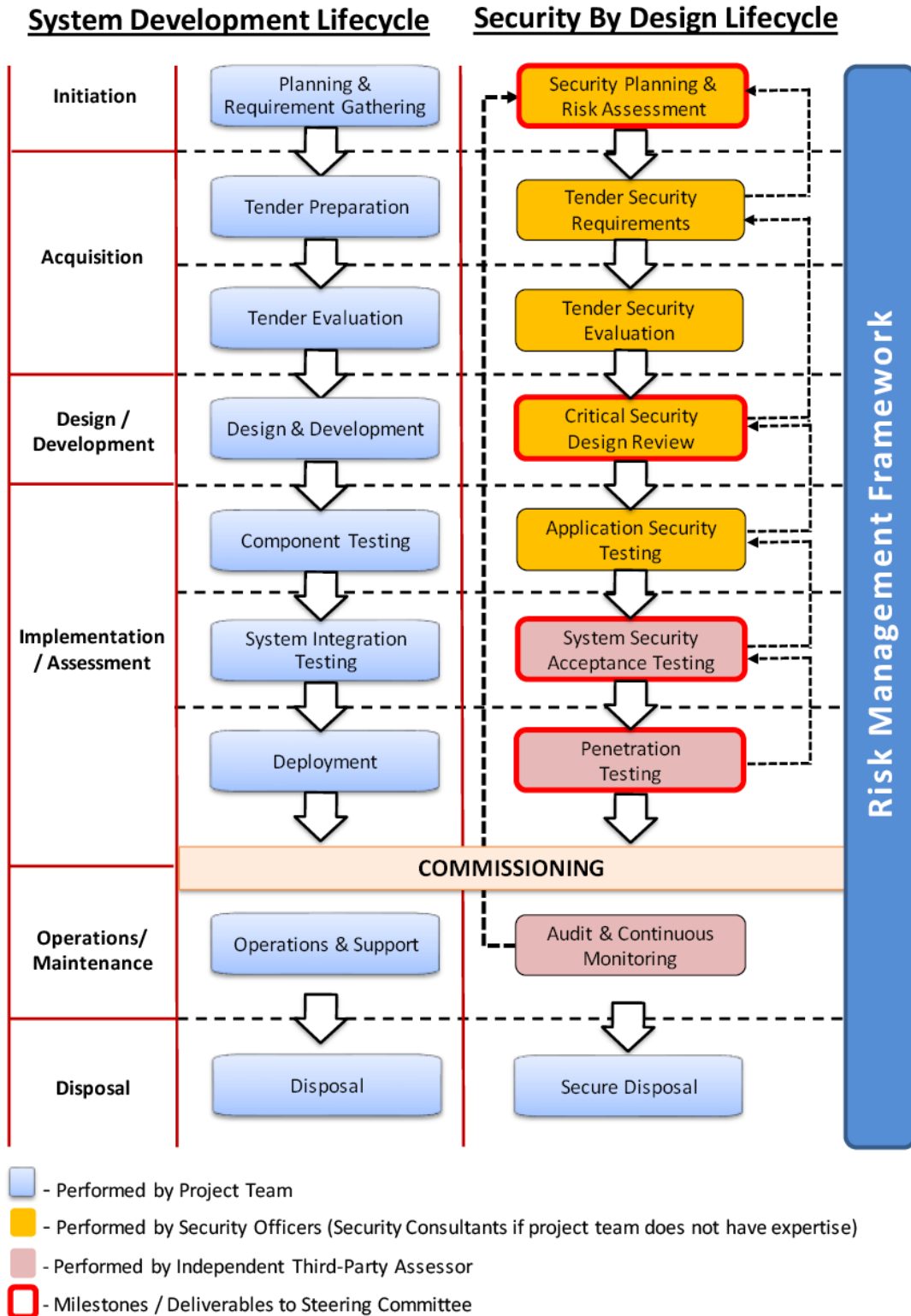
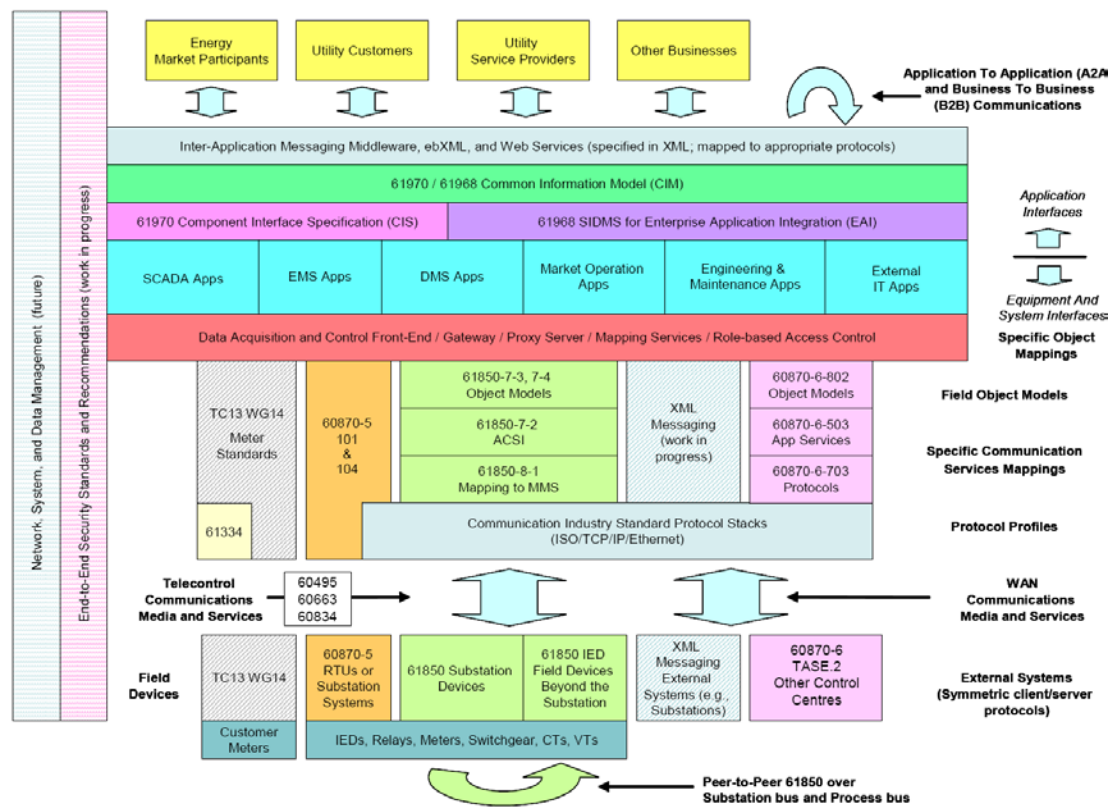


圖 4-5 系統發展生命週期各階段引入對應之資安設計各階段

## 五、IEC 之智慧電網相關標準規範體系 (參考 DNV 公司提供資料)

國際電工協會 IEC，技術委員會 TC57，旗下各工作小組研討制定之有關智慧電網相關標準，彼此間的關聯性，除了相對較傳統 RTU 用 60870 系列，目前較新的 IED 用 61850 系列，還有屬於 IT/OT 上游系統應用層，不同的生產商和供應商之間，為受控元件以可交換標準語言的通用信息模型 CIM(Common Information Model)表示之 61970 系列，詳如圖 4-6。



\*Notes: 1) Solid colors correlate different parts of protocols within the architecture.  
2) Non-solid patterns represent areas that are future work, or work in progress, or related work provided by another IEC TC.

圖 4-6 IEC 之智慧電網相關標準規範體系

由圖 4-7 可知，與電力公司各個領域對應的完整 International Electrotechnical Commission Technical Committee(IEC TC57)標準架構體系，由左上角的(Distributed Energy Resources, DER)，左下角的水力天然氣發電(IEC61850)，中間上部的控制中心及控制中心間

(IEC60870)，市場交易的(IEC62325)，與 DMS 及後勤規劃部門 (IEC61968)，中間下部的與變電所及現場裝置間(IEC61850)，以及右邊涵蓋所有的資通安全(IEC62351)。

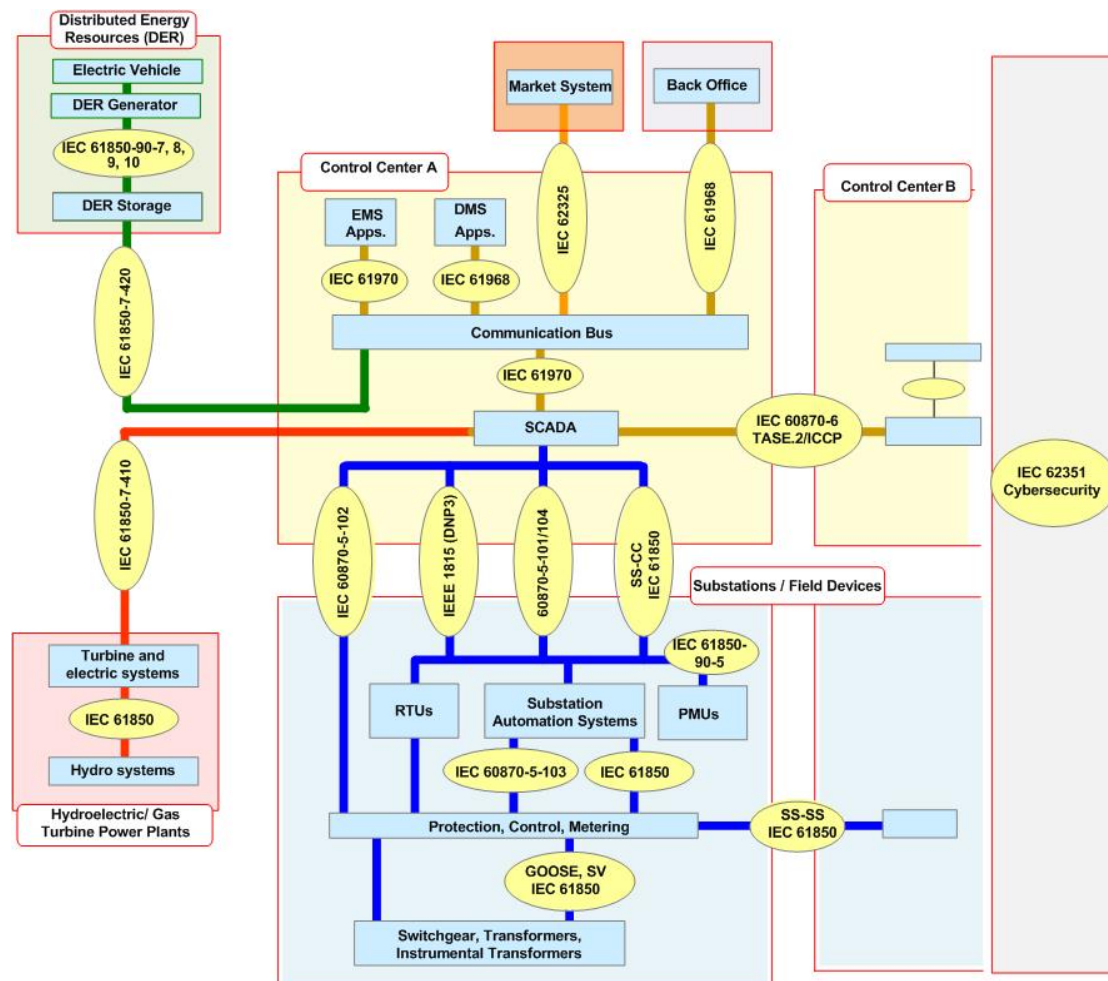


圖 4-7 電力公司各個領域對應之 IEC 標準架構體系

各式分散式電源 (Distributed Energy Resources , DER) IEC 61850 相關邏輯裝置(Logical Device, LD), 及其邏輯節點(Logical Node, LN) 組成的組織架構概要總覽, 除了熟悉的開關/斷路器 CSWI/XCBR、變壓器 MMTR 外, 還有其它裝置元件之 LD, 詳如圖 4-8

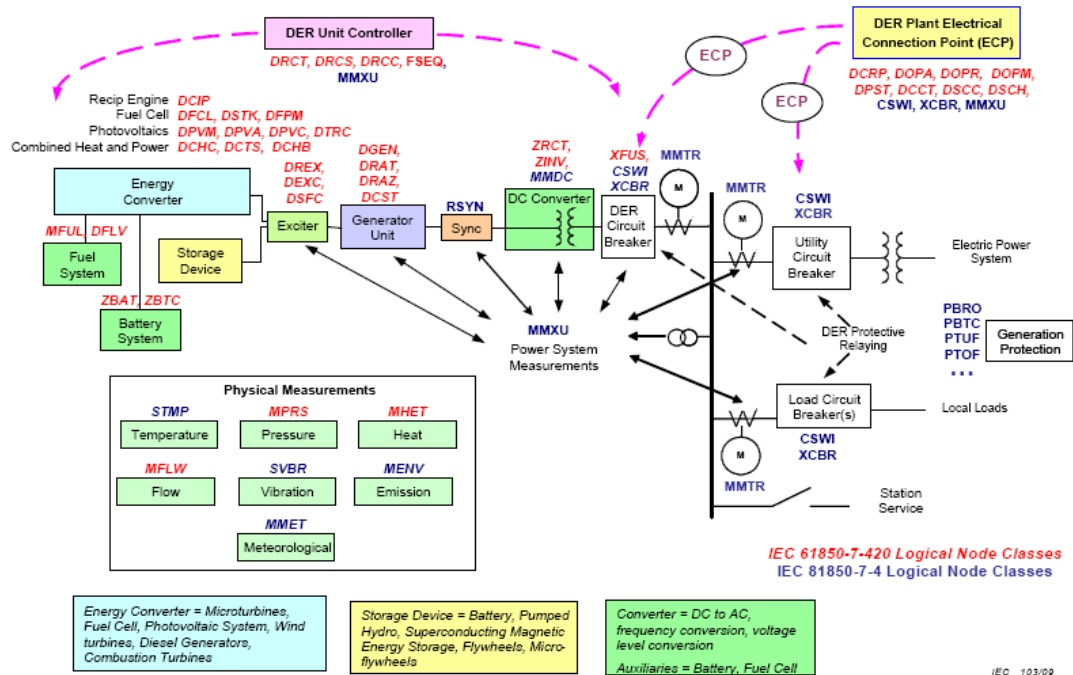


圖 4-8 分散式電源 DER IEC 61850 LD/LN 組織架構概要總覽

## 六、SCADA EMS/DMS 系統汰換評估 (參考 DNV 公司提供資料)

SCADA EMS/DMS 系統汰換的生命週期-成本之累積佔比關係，可分為：規劃階段 8%，但已承擔成本(committed costs)即佔 70%；設計階段 15%，但已承擔成本即佔 85%；發展階段 20%；製造測試階段 50%；直至運轉後最終處置階段達 100%，越早發現缺點，改善付出的代價較低，反之則越高，詳如圖 4-9。

系統轉換重要之成功因素如下：

1. 執行徹底完整的計畫起始階段(系統全部生命週期已承擔成本的 85%，取決於計畫開始階段的一些選擇及決定)。
2. 編訂高品質的需求規範。
3. 擁抱幫助企業進步改變的機會。
4. 擁抱標準的解決方案及最佳實例。
5. 努力尋求系統的可擴充性模組化及彈性。
6. 關注資料庫內資料的可管控及模型化。

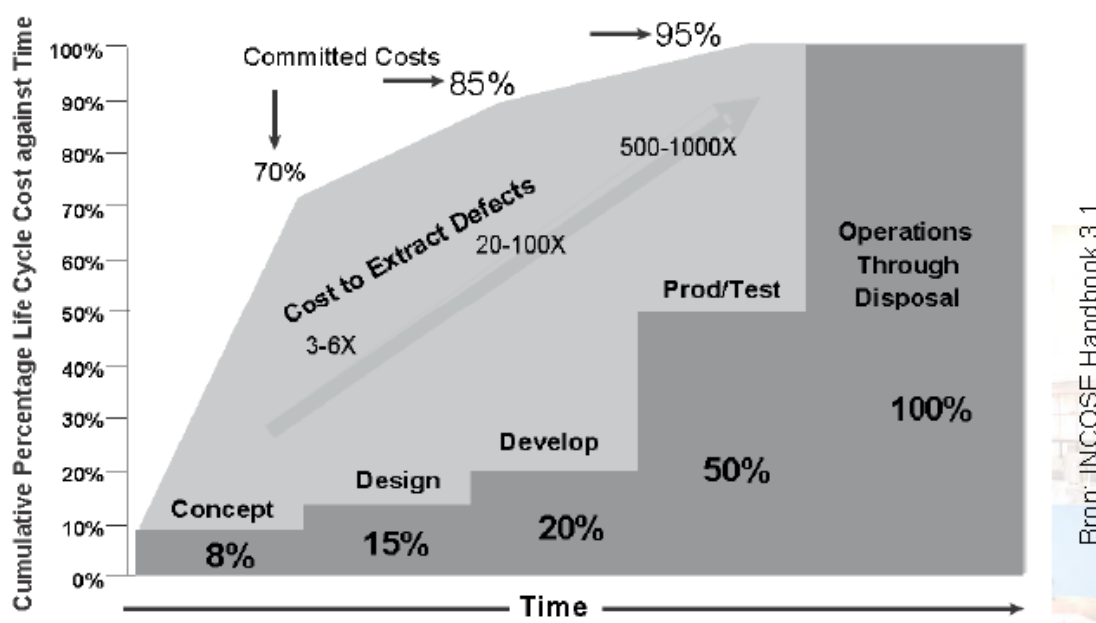


圖 4-9 SCADA EMS 系統汰換的生命週期-成本之累積佔比關係

## 七、e-terra EMS 系統介紹 (參考 ALSTOM GE 公司提供資料)

ALSTOM，GE 公司之 e-terra 能源管理系統，包含有如下子系統模組(詳如圖 4-10)：

- 1.輸電網路管理模組。
- 2.配電網路管理模組。
- 3.再生能源規劃模組。
- 4.能源交易模組。
- 5.電力公司通信模組。
- 6.需量管理模組。
- 7.廣域管理及線上穩定度解決方案模組。
- 8.石油天然氣解決方案模組。

Solutions	
▪ <b>e-terraplatform</b>	Transmission Network Management
▪ <b>e-terradistribution</b>	Distribution Network Management
▪ <b>e-terraRenewablePlan</b>	Renewables Resource Planning
▪ <b>e-terramarket</b>	Energy Trading
▪ <b>e-terragridcom</b>	Telecom for Utilities
▪ <b>e-terraDRBizNet</b>	Demand Response Management System
▪ <b>e-terraphasorpoint</b>	WAMS and Online Stability Solutions
▪ <b>e-terrapipeline</b>	Oil & Gas Solutions

圖 4-10 ALSTOM，GE 公司之 e-terra 能源管理系統

e-terra 的瀏覽器畫面如圖 4-11，可設定各式圖形化介面，藉由各種儀表板顯示，知道歷史趨勢、未來走向及餘裕。結合 Google Map 之 GIS 地圖定位顯示，幫助調度人員了解掌握系統，當系統發生事件擾動時，快速應對反應，回復系統穩定。並可在手機及平板 APP 上觀看，不受空間及設備的限制，得到普遍性及機動性，詳如圖 4-12。再生能源發電趨勢及預測軟體功能及畫面，詳如圖 4-13。



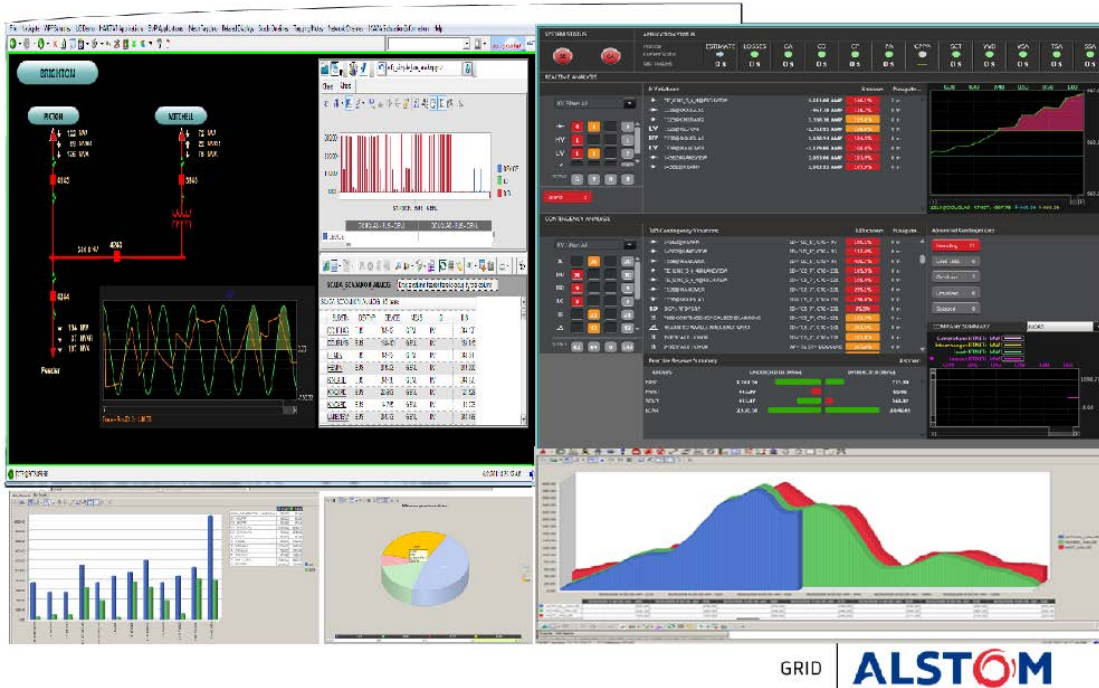


圖 4-11 SCADA 系統各式最新圖形畫面

Mobility / Business Intelligence  
IPAD Grid Viewer

• **Mobile network View**

- Grid Management: “We have an app for that” (Read Only)
- Up to date synthetic view of the grid for operation managers
- Up to date substation view for field crews

Support your mobile operation

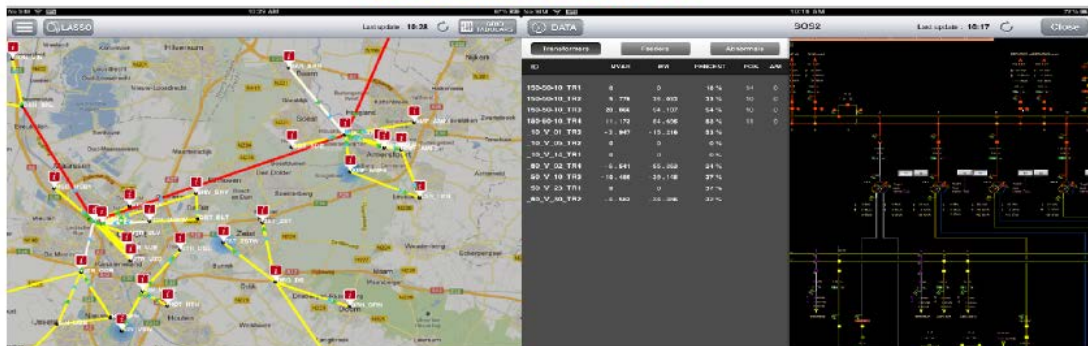


圖 4-12 手機及平板 APP 查看 SCADA 系統最新圖形畫面

## e-terra renewable plan Monitoring of renewable

- What is the **Renewable Energy (RE) situation** ?
  - MW, Utilization factors (%) from Solar, Wind, ...
  - ... grouped by Windfarm, Region, Substation, Balancing Area ..
  - Past/present/future views
  
- What does the **Forecast** say ?
  - Forecast is up to date ?
  - Forecast is stable ?
  - Forecast is reliable ?
  - High/low levels ?
  - Stiff ramps ?
  
- What are the **impacts on the operations** ?
  - Limit violations ahead ?
  - Contingency issues ahead ?
  - Power balance issues ahead ?

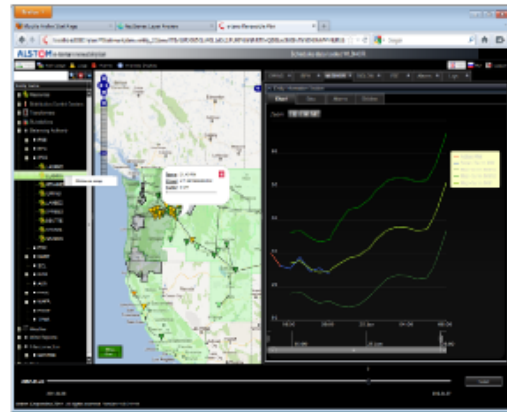
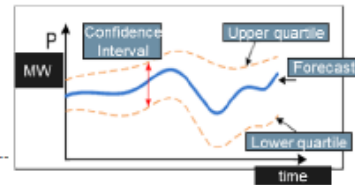


圖 4-13 再生能源即時發電量及發電預測畫面

動態線路容量(Dynamic Line Rating, DLR)計算，詳如圖 4-14，台電目前均採較保守之固定線路容量(Static Line Rating, SLR)來運轉，但 e-terra 可根據裝在線路上之感測器傳回值、天氣狀況、PMU 即時穩定度限制值等，作出即時電網輸電容量分析，特別是當電業自由化，成立輸配電子公司時，代輸費用與電力傳輸壅塞線路將影響不同電業間的交易成本比較，此時檢討短時間尖峰動態可傳送電力變得非常重要。

e-terra 有關電網安全度主要核心程式功能，由圖 4-15 可知：PMU 取樣更新是毫秒等級，SCADA 監控更新率 2-4 秒，AGC 機組發電量自動增減控制維持頻率及發電與負載的平衡在 4 秒內，SE & CA 機組穩定度狀態估測每 10-30 秒更新計算，以及預先估算 30 分鐘後整體系統狀況。



# Dynamic Rating (Maximize Asset Utilization)

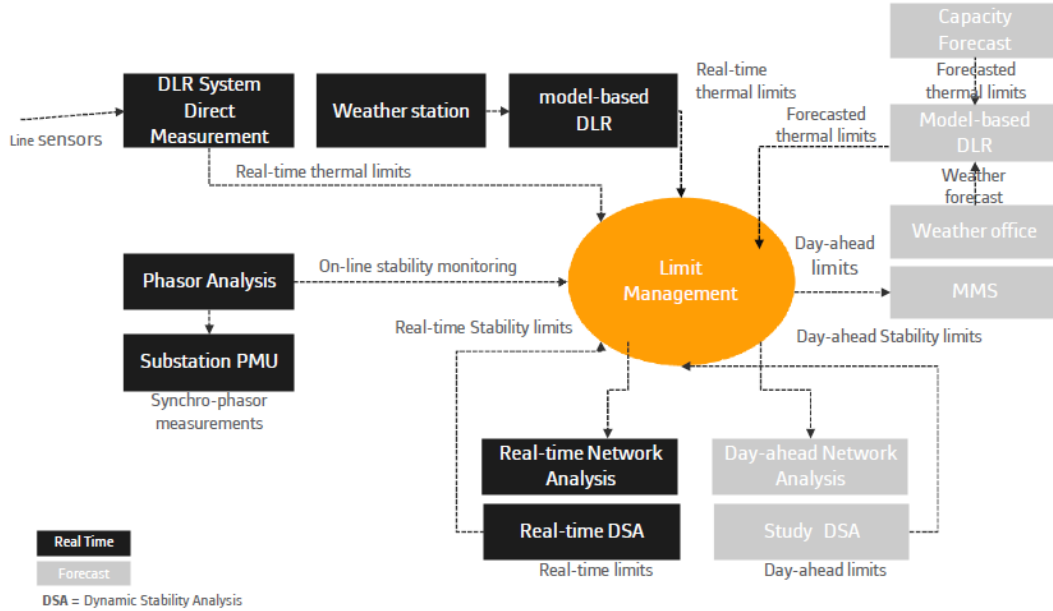


圖 4-14 動態線路容量 DLR 管理計算相關模組

## Core functions for Grid Security

- Topology Processor
- Quick Network Analysis
- State Estimator
- Load flow calculation
- Contingency Analysis
- Operator Guide
- Security Enhancement
  - Security Constraint Dispatch
  - Contingency Planning
- Voltage/VAR dispatch
- Short-Circuit Analysis
- Optimal Powerflow
- Special Protection Schemes (RAS)
- Topology Estimator
- Dynamic Line Rating
- Voltage Stability
- Transient Stability
- Small Signal Stability
- Real Time & Study environments

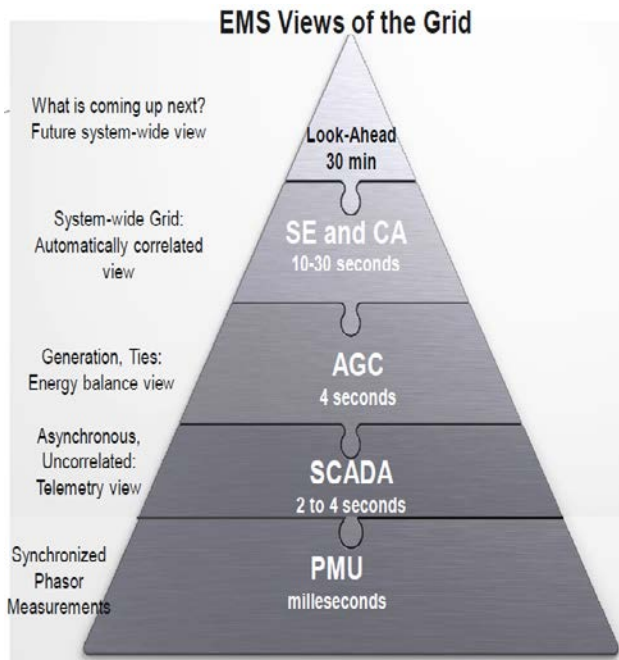


圖 4-15 電網安全度核心程式及相關時間尺度

## 八、 SCADA/EMS 網路集中式系統 (參考 ABB 公司提供資料)

ABB 之 SCADA/EMS 網管集中式系統，參考台電現行架構，規劃設計採一個線上資料庫，而可支援 2 個全國性調度中心及 7 個區域性調度中心，詳如圖 4-16，任一調度中心的調度人員及維護小組之角色及職責可獨立，而同時執行其各別功能，任一調度中心可看到線上監控點的狀態及數值，而只有主控之調度中心可操作，而任一調度中心維護小組可讓資料庫初步生效(Validation)，測試確定無誤後再上傳至線上資料庫，若之後發現有誤，亦可很快回復至上一個版本。

所有的應用透過中央資料庫管理成員，管理部署來自各個區域性調度中心的修改內容，所以運行在單一資料模型，而可指定不同的物件給不同的調度中心，及指定監視或控制權限給不同的使用者。各個應用功能在各自不同的調度中心運作，產出得到的結果 (Production System) 都會相同。

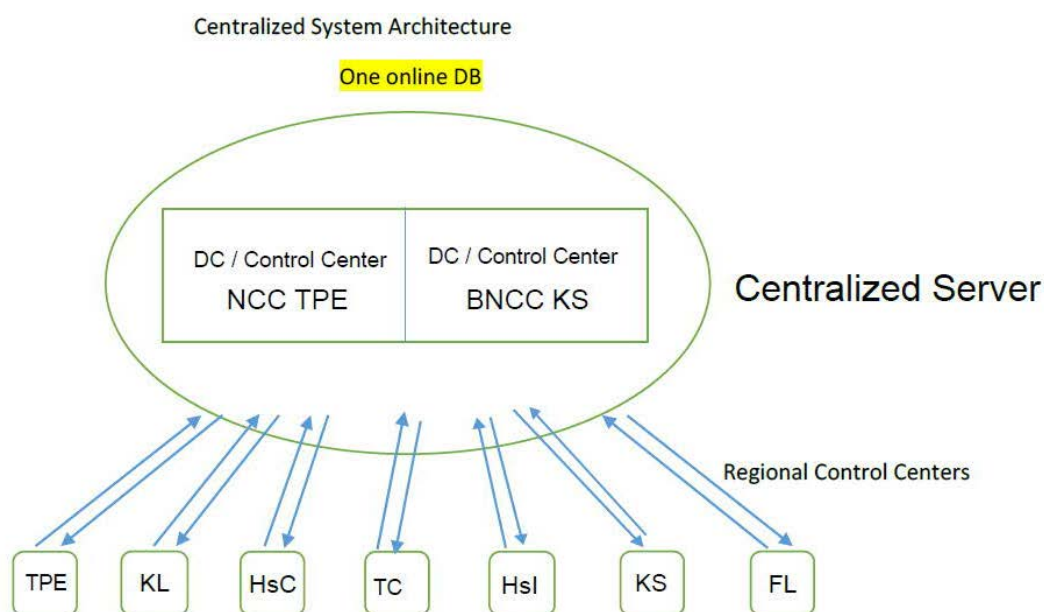


圖 4-16 SCADA/EMS 網管集中式系統

各個調度中心維護人員利用品質確保系統(Quality Assurance System, QAS)可設定單一資料庫成各自的調度中心自己的 Study Mode，測試修改後資料庫無誤後，再送至 Production System 使用，並可作為調度員訓練系統(Dispatcher Training System, DTS)訓練調度人員使用。

可安裝設計客製化的應用在集中式系統，藉由應用規劃介面(Application Programming Interface, API)，和系統規劃語言的使用，而在各自的調度中心發展與測試。

ABB 此套單一化線上資料庫 SCADA/EMS 系統，可包含主要及備援之雙重系統，已經被法國國營輸電網路公司 RTE 所採用，取代 1 個全國調度中心及 7 個區域調度中心。



圖 4-17 參訪 DNC GL 公司與其團隊成員合影



圖 4-18 參訪 ABB 公司監控系統及調度桌台與其團隊成員合影

## 伍、心得與建議

1. 馬電 TNB 公司 EMS 系統汰換升級，由於是採原系統 e-terra 升級，故在短時間內順利汰換升級完成，不僅可得到業界最新的 EMS 系統功能，且由於熟悉原系統的維護及操作設計理念，對於維護或調度操作人員的縮短適應及有效掌握，均有極大助益。
2. 馬電 TNB 公司相關智慧電網最新應用，本公司亦均有，僅彼此規模範圍的多寡，但其最新一代 EMS 已於 2020 年啟用，最新 ICT 設計，便於認知系統現況掌握動態的圖形介面工具，CLOUDY 雲端共用之 DATA CENTER，提供不同後勤部門便利的資料取得，易於數據的模擬與統計分析運用。
3. 由電力領域之 GARNER HYPE CURVE，目前被提出各子領域之成熟度或可見度，並非都能到達成熟平穩階段。
4. 不同國外的公司簡報都不約而同的預估：世界各國電力公司再生能源及 AMI 電錶的占比，都會逐年快速地增長。
5. 在網通科技進步，資訊需求多又快的潮流下，設立資料中心，利用雲端，分享給有線及無線的公司內及公司外使用者，是目前新系統規劃設計的主流
6. 因應 ICT 的發展，再生能源發電預測、運轉結合地理圖資、維護結合大數據分析與 AI 等，都已經有成熟的商品被推廣。
7. 由於無線手機 APP 運用的便利，如何滿足公司內外顧客求知的需要，又能做好資安管控，已有一些成熟的管控機制與運用商品。
8. TNB 公司由 ALSTOM GE 公司提供的新 EMS 系統，與法國 RTE 公司由 ABB 公司提供的新 EMS 系統，都是全國調度中心與數個區域調度中心共用一套系統，值得本公司思考，爾後規劃採用此

種架構的利弊得失。

9. 行萬里路，讀萬卷書，增廣見聞，豐富專業新知，感謝公司提供此一機會。