

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

研討配電智慧型電網整合應用

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：阮銘峯(業務處饋自組)

派赴國家：德國、瑞典及芬蘭

出國期間：100.11.04~101.01.01

報告日期：101.02.29

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：研討配電智慧型電網整合應用	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：阮銘峯/七等電機工程師/業務處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：	單位 主管：	主管處 主管：	總經理 副總經理：
------	-----------	------------	--------------

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：研討配電智慧型電網整合應用

頁數 53 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

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：100.11.04~101.01.01 出國地區：德國、瑞典、芬蘭

報告日期：101.02.29

分類號/目

關鍵詞：

SA Substation Automation 變電所自動化

WAMS Wide Area Measurement System 廣域電網監測系統

AVR Automatic Voltage Regulator 自動電壓調整器

DA Distribution Automation 配電自動化

DER Distributed Energy Resources 分散型能源

DR Demand Response 需量反應

CIM Common Information Model 共同資訊模型

內容摘要：(二百至三百字)

- 一.本公司積極推行饋線自動化及智慧型電表基礎建設(AMI)，為有效提高配電系統可靠度與用戶服務，在配電饋線自動化系統與通訊架構的基礎上，研討整合配電智慧型電網相關應用。
- 二.本次實習計畫和艾波比(ABB)公司合作，實地了解歐洲先進國家智慧型電網建置情形，報告內容包含：
 - (一)德國 MeRegio 計畫，瑞典 Royal seaport 計畫及芬蘭 kalasatama 計畫，了解國外計畫發展方向，應用功能及所面臨的挑戰。
 - (二)有關 IEC 61850 通訊協定介紹。
 - (三)網路安全(Cyber Security)建議方式及架構。
 - (四)設備狀態監測與資產管理應用程式。
 - (五)配電自動化軟體 MicroSCADA 運用 IEC 61850 架構。

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

研討配電智慧型電網整合應用 出國實習報告目錄

目 錄

壹、出國目的.....	1
一、緣由.....	1
二、目標.....	1
三、實施要領.....	1
貳、出國行程.....	2
參、出國實習心得及建議事項.....	3
肆、實習內容.....	8
一、國外智慧型電網計畫說明.....	8
二、IEC 61850 介紹.....	28
三、電力系統 SECURITY 安全性解決方案.....	35
四、設備狀態監測與資產管理.....	42
五、MicroSCADA 系統介紹.....	48

壹、出國目的

一、緣由

本公司積極推行饋線自動化及智慧型電表基礎建設(AMI)，為有效提高配電系統可靠度與用戶服務，在配電饋線自動化系統與通訊架構的基礎上，研討整合配電智慧型電網相關應用。

二、目標

本次出國研習歐洲先進國家智慧型電網建置發展情形，蒐集相關資訊和當地電業及系統業者研討智慧型電網應用功能，可提供本公司未來在規劃智慧型電網之參考，以增進優質電網發展。

三、實施要領

- (一)與國外參與智慧型電網建置廠商討論設計理念及未來規劃方向，以瞭解各國自動化系統使用情形及智慧型電網趨勢之未來發展策略，以做為本公司在智慧型電網之應用參考。
- (二)實習德國、瑞典及芬蘭有關智慧型電網應用情況並瞭解實際使用情形，提供本公司智慧型電網系統推展、整合及維護等方面現行作法之借鏡。

貳、出國行程

1. 100 年 11 月 4 日~11 月 5 日
 往程(台北—法蘭克福)
2. 100 年 11 月 6 日~11 月 19 日 德國 法蘭克福
 智慧型電網實習技術研討
3. 100 年 11 月 20 日
 往程(法蘭克福—韋斯特羅斯)
4. 100 年 11 月 21 日~11 月 26 日 瑞典 韋斯特羅斯
 研習智慧型電網應用具體措施及技術研討(瑞典皇家海港城)
5. 100 年 11 月 27 日
 往程(韋斯特羅斯—瓦薩)
6. 100 年 11 月 28 日~12 月 10 日 芬蘭 瓦薩
 研習 DMS 應用技術並參訪當地 MicroSCADA 應用情形
7. 100 年 12 月 11 日
 往程(瓦薩—法蘭克福)
8. 100 年 12 月 12 日~12 月 30 日 德國 法蘭克福
 研習配電自動化 RTU 設備、通訊網路安全解決方案
9. 100 年 12 月 31 日~101 年 1 月 1 日
 往程(法蘭克福—台北)

參、出國實習心得及建議事項

本次出國實習是以艾波比(ABB)公司所參與國外智慧型電網建置計畫為主，內容包含智慧型電網建置計畫、運用技術及面對挑戰為主。綜合德國、瑞典及芬蘭智慧電網內容有下列心得及建議事項：

一、電力公司配電自動化運用情形

歐洲電力公司因受電業自由化影響，經營者多屬民間企業，民營電力公司在進行配電自動化計畫中，著重變電所和輸電系統自動化，對於饋線自動化運用則較關注配電變壓器監測和用戶資料整合應用。

對於饋線事故處理，國外系統是藉由監測配電變壓器狀況或客服中心(Call Center)傳回停電資料，以定位故障可能發生地點。調度員依據系統提供資訊，派員至現場確認故障區間並執行相關故障區間隔離及復電作業，與本公司發展饋線自動化，可採遠端操作或系統自動故障隔離、上游復電(FDIR)等功能不同。相關差異彙整說明如下：

(一) 本公司所實施配電饋線自動化系統，可將事故停電時間由平均 60 分鐘大幅減少至 5 分鐘以內，並且減少巡查線路故障位置所耗費之時間及人力，較國外現行系統為佳。

(二) 國外配電調度控制系統(DDCS)和線路監測系統係整合為

單一控制中心設備，與本公司 DDCS 及 FDCS 使用兩套監控系統作法不同。國外整合 DDCS 和 FDCS 作法可節省建置二套系統所需成本，同時只需對單一系統維護，減少維護人力及費用。本公司亦開始規劃此作法，已選定澎湖區處試辦中。

二、系統對分散型電源的因應作法

智慧型電網發展首先須面臨分散型電源加入電力系統議題，在德國智慧型電網-MeRegio 計畫中，控制中心軟體對於饋線上分散型電源只提供監測功能，並未進行遠端控制。在德國由於分散型電源屬於用戶設備，依法律規定，電力公司不得進行遠端控制。

對於各分散型電源可能造成電網電壓不穩定的情形，該計畫提出主動電壓調節器(Active Voltage Conditioner)、廣域電壓監測系統(WAMS)及智慧變電所等解決方案因應分散型電源加入電力系統，以提高供電品質。

由於本公司饋線自動化系統具備 FDIR 功能，在分散型電源加入饋線後，系統軟體必須確保 FDIR 功能正常運行及監控分散式電源，系統架構須配合開發下列功能：

- (一) 控制中心軟體將提供由傳統單向電力潮流提升為支援雙向電力潮流分析功能。

(二) 現場開關之 FTU 可監控分散式電源實功率、虛功率、頻率及故障電流方向，以提供正確故障區間判斷。

除了提升系統軟體功能外，對於電網電壓調整亦可參考國外技術運用情形，選擇適當地點規劃電壓調整監控機制，以評估可行性。

三、 智慧型電網推行橫跨各式產業

智慧型電網推行是跨領域整合，包含電力公司、設備廠商和軟體廠商整合，甚至建築公司及電信公司在國外智慧型電網計畫中也佔了重要的地位。

目前國外智慧型電網仍處於計畫中或試行階段。智慧型電網雖有應用方向，但相關應用仍需配合新技術開發和設備功能提升，本公司在推行智慧型電網功能時，仍需隨時注意相關產業的發展及未來技術走向，隨時和不同領域的產業交流，以利智慧型電網推行。但由於智慧型電網多數功能仍處於試點的試辦階段，各功能在全面推行前，宜經過試辦、評估及修訂等相關程序，以提高效益。

四、 整合變電所自動化和饋線自動化

從國外建置經驗中，配電調度控制系統已整合變電所自動化系統和饋線自動化系統之功能需求，使配電調度同時監控 DDCS 及

FDCS，以節省建置及維護成本，對於技術培訓和處理異狀時效等各方面均有所助益。

除整合變電所自動化和饋線自動化外，控制中心調度軟體規劃趨向整合配電網控制系統、AMI、ES、SmartHome、設備狀態監測與資產管理等各系統功能，除保持各系統功能外，同時能運用、整合各系統功能資料以達到系統功能及資料運用最佳化。

五、電網資通安全需整合網路架構、網路安全設備及軟體安全性功能

在提高電網安全性上沒有單一方式可以達成，所以需要整合網路架構，建立安全區和隔離公眾網路連接，運用防火牆、IP sec、VPN 及入侵偵測技術，加深安全防護的縱深，降低系統架構弱點。

除了主動防護外，建立備援系統、加強軟體使用權限、帳戶管理及人員資安觀念的建立與落實亦是資通安全重要的一環。

配電調度軟體亦可整合電網網路安全性事件警報，供調度員即時監控網路資安情況並立即處理，以增進通訊網路安全性。

六、國外智慧型電網仍處於試辦階段

參訪期間中，相關智慧型電網應用仍在試辦階段，且試辦的用戶數不多或是試辦期間長達 15 年至 20 年，在討論過程中，國外工程師也不諱言部份技術和設備尚未支援智慧型電網相關功能。

建議相關智慧型電網應用，現階段可採區域試辦方式，並參考國外推行經驗，先試辦及研究相關技術及設備功能適合國內智慧型電網需求，再水平推廣以利智慧型電網推行順利。

七、 建立共同資訊模型(CIM)

智慧型電網推行包含供電/輸電/配電各個領域的系統功能，而各系統的程式功能開發目前分屬於不同單位，因此建立共同資訊模型為當務之急。

為有效整合各系統功能，可參考國外建置經驗進行共同資訊模型的發展，並於智慧型電網推行期間，與各系統開發商研究、規劃共同資訊模型定義。目前有關瑞典海港城智慧型電網計畫採用 IEC 61970-552-4 符合 CIM/XML 資料格式，並採用 IEC 61970-452 IEC 及 61970-301 定義基本資料型態，可供本公司訂定 CIM 參考。

八、 運用 IEC 61850 建立通訊標準

IEC 61850 是智慧型電網的國際標準，定義各種電力設備通訊協定，本公司各項設備通訊也將朝向 IEC 標準調適，為有效建立 IEC 61850 通訊標準運用，可參考相關國外建置經驗，並與各系統開發商研討其作法，並辦理試辦計畫，以作為制定 IEC 61850 通訊標準基礎。

肆、實習內容

一、國外智慧型電網計畫說明

(一)德國智慧型電網 Pilot project - MeRegio

1. 簡介

MeRegio 為德國電力公司 EnBw、ABB、IBM、KIT 及 SAP 的智慧型電網試驗計畫(Minimum emission Region)。計畫於德國建立 150 部各類型發電機組、50 部儲能設備及 800 個家庭和工業用戶。該計畫於 2008 年 10 月開始，預計 2012 年 10 月完成整個計畫評估及效益報告。

2. 計畫概念

使用通訊技術和智慧設備整合能源供應以及使用者資訊，以促進有效的能源生產和使用，避免傳統發電方式造成環境污染，以達到二氧化碳“最低排放”的認證計畫，有助於地區節能減碳推行。相關計畫如下：

- (1)智慧電表
- (2)配電再生能源(Distribution Energy Resources)
- (3)資訊和通訊技術
- (4)網路管理和付費系統整合
- (5)需量反應配合動態電價
- (6)智慧家庭和建築

3. 系統架構

MeRegio 計畫為整合各家廠商系統而成，其系統架構圖如圖 1。為各系統協同作業整合資源應用，非單一廠商(系統)無法完成計畫，因此該計畫中對各系統資料傳送須符合 IEC 61970 / 61968 標準(CIM)。

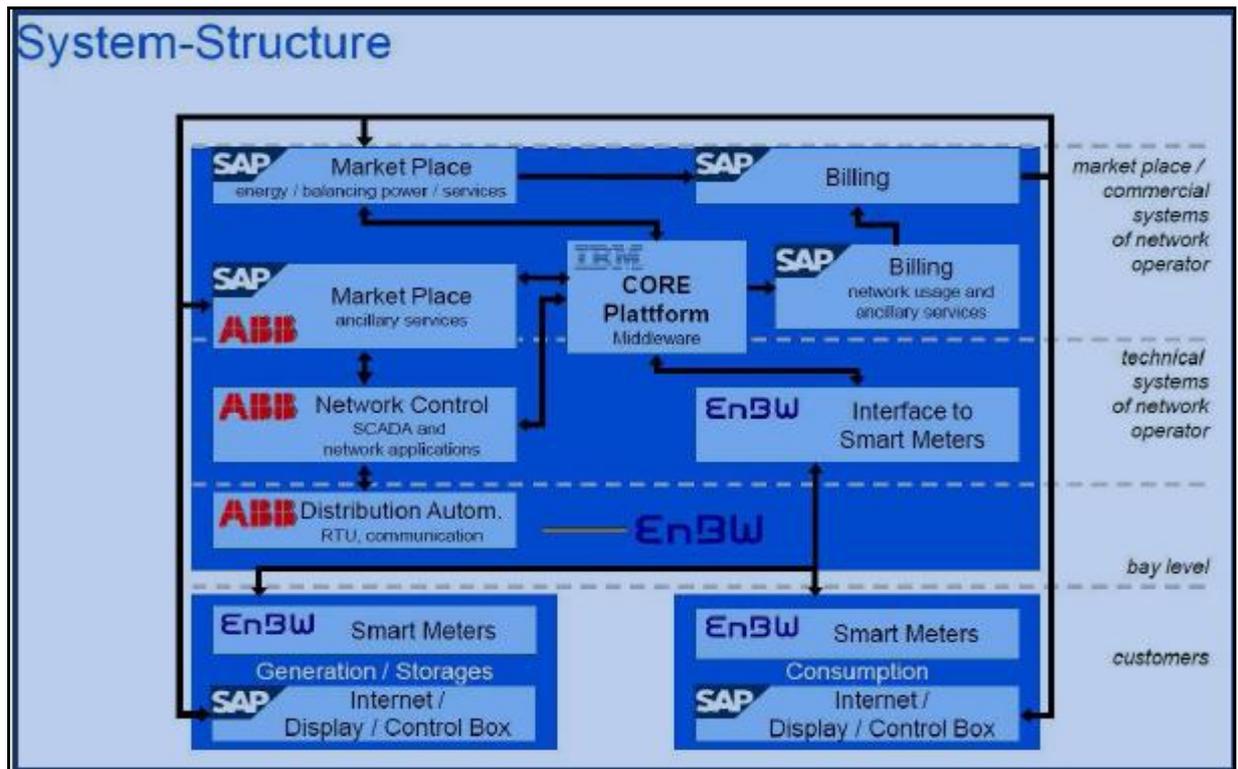


圖 1 MeRegio 系統架構

4. 系統功能介紹

在 MeRegio 的計畫中需管理各配電再生能源(DER)以達成電網電壓穩定，其中透過管理分散型電源，提高能源效率，有利於電力系統供電需求和分散型電源使用整合。以下介紹對於面對分散電源對電網衝擊所提出採用的解決方案。如下：

(1) 虛擬智慧型電網(Real and virtual Smart Grid)

當分散式能源併入電網時，可能會對電網電壓產生不穩定的情

況，造成對電網的衝擊，此時系統可依據現場資料提供一虛擬環境，在此虛擬環境可以依據負載和發電量提供預測負載潮流和找出電網上瓶頸。藉由目前電網所量測電壓、有效功率和無效功率，當現場電網狀態改變時(如新增分散型電源)，修改虛擬環境參數以提供電網的變動情形，供使用者分析電網狀態，了解電網運作情況(如圖 2)。

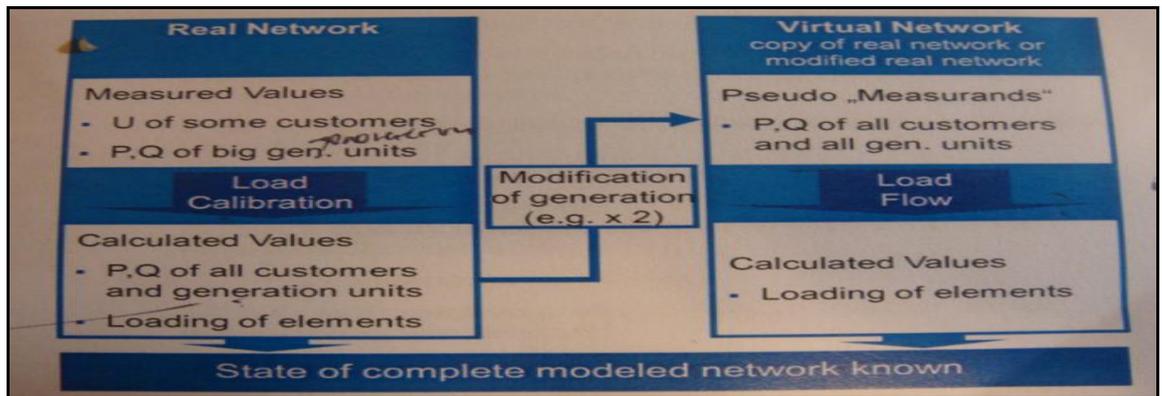


圖 2 虛擬智慧型電網提供電網分析

(2) Active Voltage Conditioner (主動電壓調節器)

- A. 新興分散式能源(如太陽能和風力)以及用電負載變異性大設備(如 EV)加入電網後，欲提高電力穩定度以維持電力品質，必須使用各種電壓調整的方式解決電壓變動問題，其架構圖如圖 3 所示。
- B. 相對於傳統電壓調節器，主動電壓調節器方式提供了快速反應時間，可處理不對稱電壓降和諧波，實際安裝時不需要置換原本變壓器設備，當線路發生壓降時，提供電壓補償，調節效能波形如圖 4 所示。

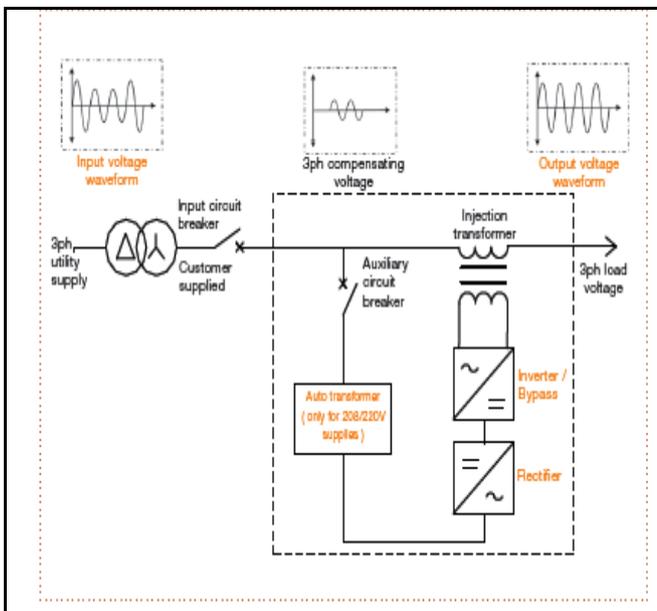


圖 3 主動電壓調節器架構圖

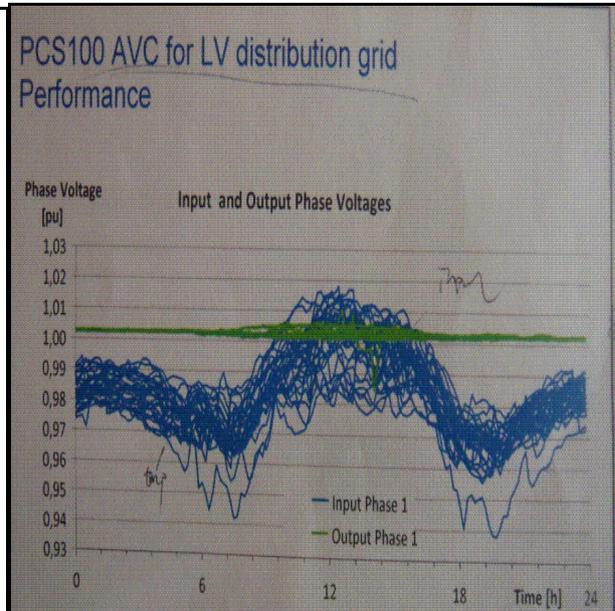


圖 4 主動電壓調節器效能

(3) 廣域電壓調節器

一般來說，電壓調節器二次側的電壓是固定值，對於線路壓降的問題，因負載之不同，就會出現電壓調整不足的情況(如圖 5)，本計畫採用廣域電壓調整器改善。廣域電壓不是提供單一節點固定電壓，而是採取電網中關鍵性節點電壓，經過分析後調整電壓調節器，使各節點適當的電壓維持在固定範圍內，進而使區域性電壓達到均衡穩定的目標(如圖 6)。

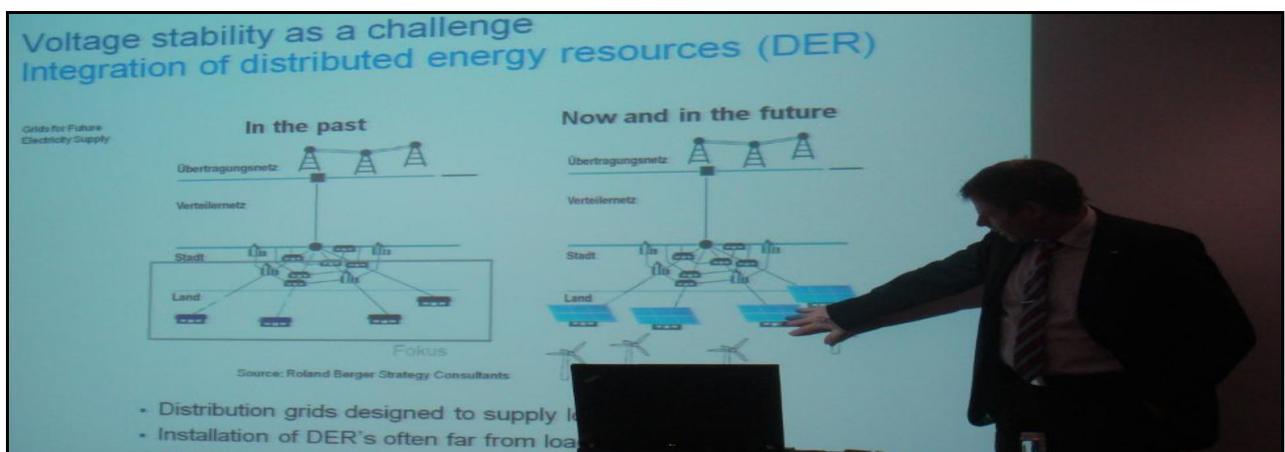


圖 5 分散型電源所面臨電壓穩定挑戰

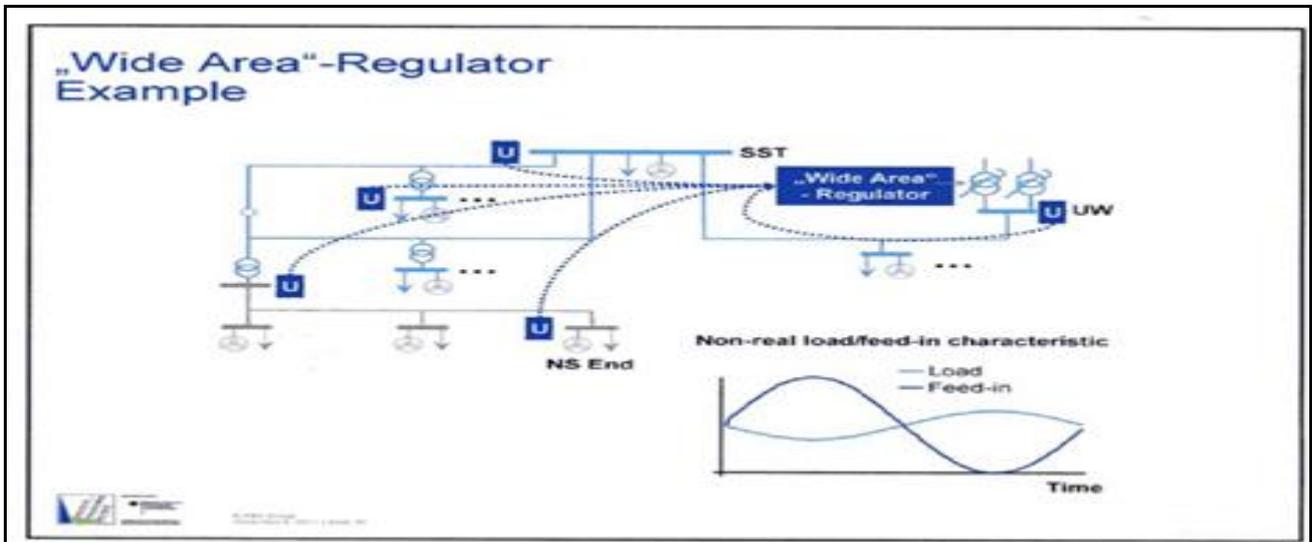


圖 6 廣域電壓調整

(4) 智慧變電所

- A. 傳統式變電所之開關場至控制室間及所內監控/保護設備等介面均採佈設傳統金屬電纜達成信號傳遞目的，現今智慧型(數位式)變電所主要為整所變電所之信號均採光纖或網路通信方式達成，具備建造成本較低、時程較快、日後運轉維護較節省人力、運轉操作較有效率及較安全可靠等優點。
- B. 針對智慧變電所，ABB 公司提出了 RiesLing 試驗計畫，針對智慧變電所測量中壓等級的電壓和電流、低壓等級的電壓和電流、量測中壓和低壓有效和無效的功率、計算短路電流發生位置及提供遠端隔離的功能，並藉由通訊網路架構來達成量測和控制功能(如圖 7)。
- C. 控制中心軟體，根據現場收集資料可預測負載量及發電量，並提供短路電流和接地故障的偵測、廣域電壓調整，以提高區域電網電壓的穩定性。

D. 現場設備整合智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Device IED)、數位式保護電驛及通訊各種設備，以變電所監控系統(如 MicroSCADA)取代傳統配電盤面(如圖 8)。相關硬體設備如電壓調節器、電驛保護裝置及通訊設備等，均採用 IEC 61850 標準以達到設備之間的互操作性及達成系統穩定要求。

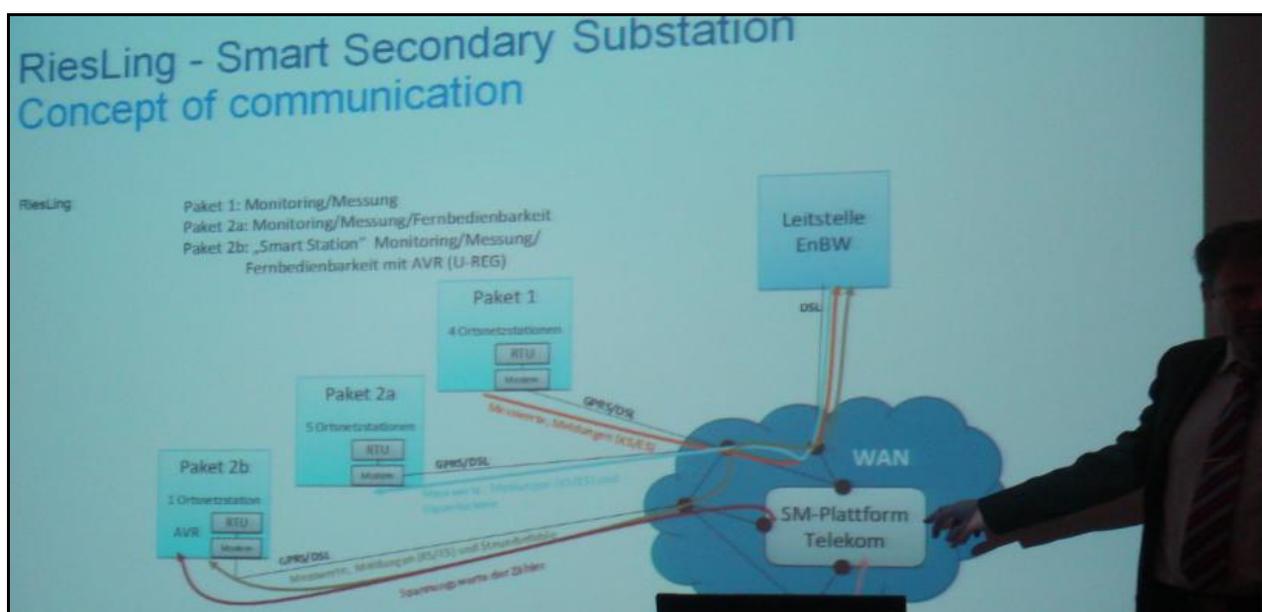


圖7 變電所自動化通訊概念

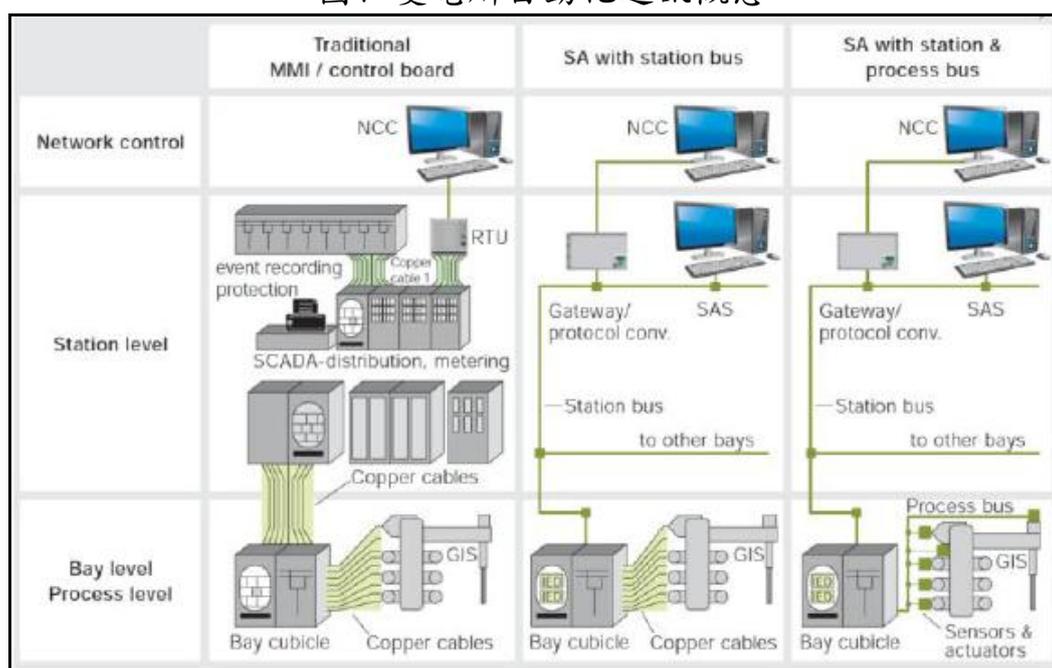


圖 8 變電所設備發展趨勢

(二)瑞典智慧型電網 Pilot project - Royal seaport

1. 介紹

皇家海港城計畫(Royal seaport)為瑞典能源局整合海港城區域內整個電力供應系統的試辦計畫，為了實現一個可持續發展的城市智慧型電網，其目標是達成區域內不再使用火力發電，及達成 2020 年平均每人二氧化碳排放低於 1.5 噸，同時將電力系統能源效率提升百分之 50 以上、電力傳輸效能提升及再生能源的使用。

2. 計畫範圍和時程

海港城計畫於 2010 年開始，預計 2025 年完成，實施範圍有 236 公頃，其中包含 10,000 個大樓、30,000 工作場所，另外也包含大型港口、電車和捷運等。計畫時程如下：

(1) 第一階段：智慧型電網的初始階段（1-3 年）

A. 整合大型風能 / 太陽能

B. 智慧型電表建置

C. 儲能、智慧建築、電動汽車、需量反應、配電自動化及 AMI

的整合試行計畫

(2) 第二階段：新興的智慧型電網（3-7 年）

A. AMI 與業務系統的整合

B. 配電自動化

C. 儲能

(3) 第三階段：成熟的智慧型電網（7-15 年）

- A. 智慧建築
- B. 需量反應
- C. 整合電動車

3. 智慧型電網應用範圍

海港城計畫(如圖 9)要達成智慧型電網應用範圍如下:

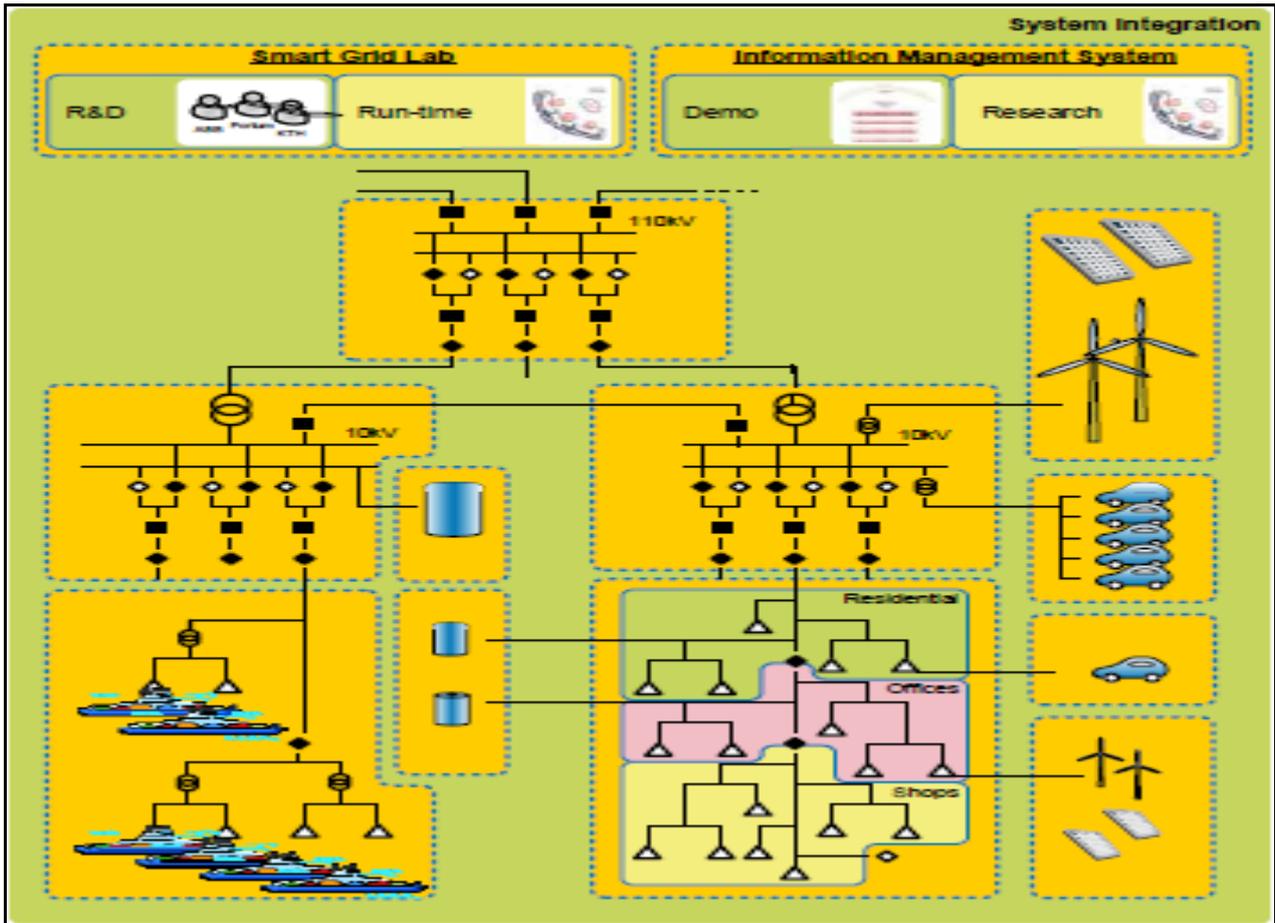


圖 9 Royal seaport 電網架構(From ABB)

(1) 節能住宅和需量反應

- A. 藉由需量反應來降低尖峰時的負載以增進用電效率，需量反應可使用插電式混合電動車(PHEV)的基礎設施和智慧家庭/大樓來達成。
- B. 提供家庭能源管理系統可控/不可控負載、電動車充電、儲

能設備(家用)、智慧型電表及網路建置。其中有關可控/不可控負載設備涉及用戶合約制定，因每個用戶對於電器使用的需求不盡相同，相關架構如圖 10。

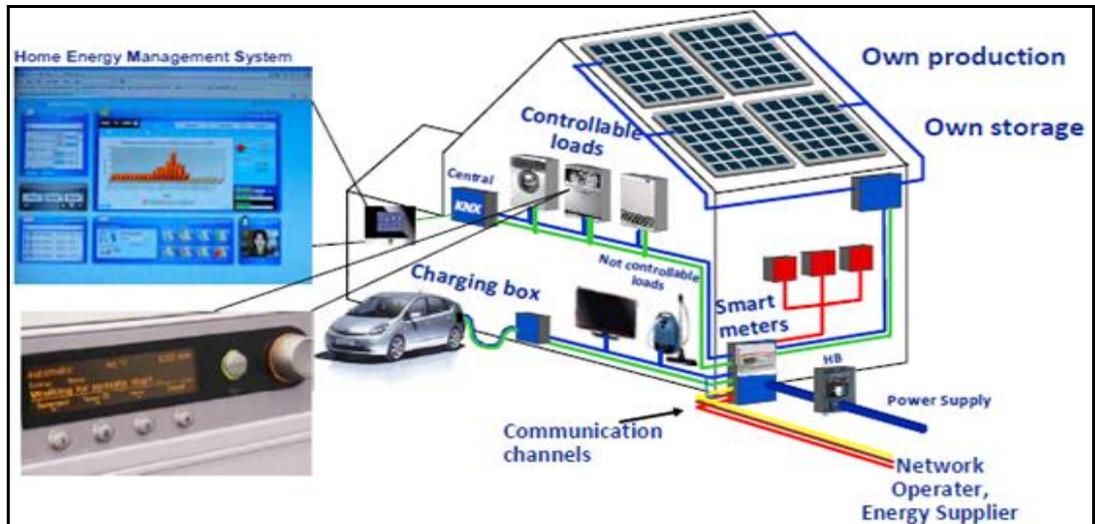


圖 10 節能住宅和需量反應示意圖

(2) 分散式能源系統

- A. 用能源管理系統(EMS)管理和控制風力發電。
- B. 整合智慧家庭/大樓所使用太陽能 and 風力發電模組。

(3) 整合和使用插電式混合電動車

整合插電式混合電動車的充電基礎設施，目前仍結合付費系統和充電系統架構，對於現場配電變壓器在溫度超過額定溫度的情況下，將和配電網解聯(如圖 11)。

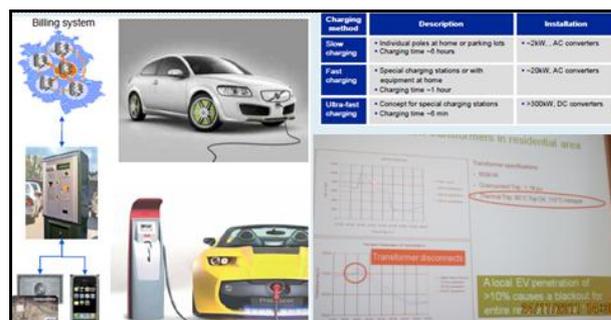


圖 11 電動車系統示意圖

(4)使用船舶動力供電

於港口建置船隻充電系統，在船舶停泊港口時，連接岸上的電力供應系統，提供船隻基本照明和通風所需電力，無需通過船上的柴油發電機發電，以減少二氧化碳排放，並減少噪音震動的產生。

(5)儲能設備對分散式能源的運用

儲能設備平時能儲存分散型電源所產生多餘電力，而在高負載或停電情況下提供緊急供電。同時可透過電壓控制，處理分散式的能源間歇性供電時所造成電網電壓不穩定的情況，以增進電力系統穩定性及提升供電品質(如圖 12)。

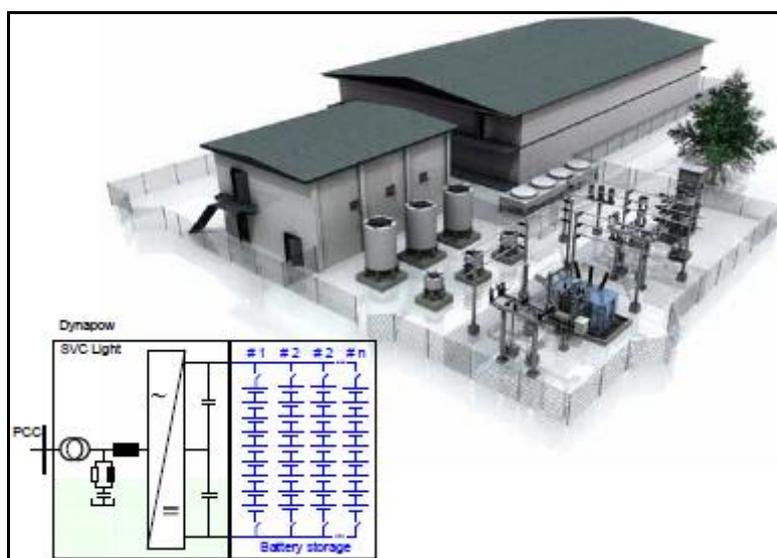


圖 12 儲能設備

(6)智慧變電所

使用智慧變電所系統監控和管理現場設備，以提供有效率和可靠性的電力系統，並且使用統一的通訊協定即 IEC 61850。

(7) 智慧型電網實驗

此外成立智慧型電網實驗室，針對分析相關工作事項的後續行動，並且使用 Ventyx 系統中 Network Manager System 來研究、開發、模擬相關智慧型電網所需功能及用戶端的應用，並且整合電力工程技術、通訊系統架構及上述系統元件及功能以達成智慧型電網功能的整合。

4. 控制中心介紹

(1) 軟體介紹

A. Ventyx network manager 為瑞典 royal seaport 試驗計畫中控制中心軟體。

B. 該軟體整合 SCADA / EMS / GMS / DMS 系統提供使用者介面供調度員操作，同時提供介面整合其他應用程式，以擴充軟體功能架構(如圖 13)。

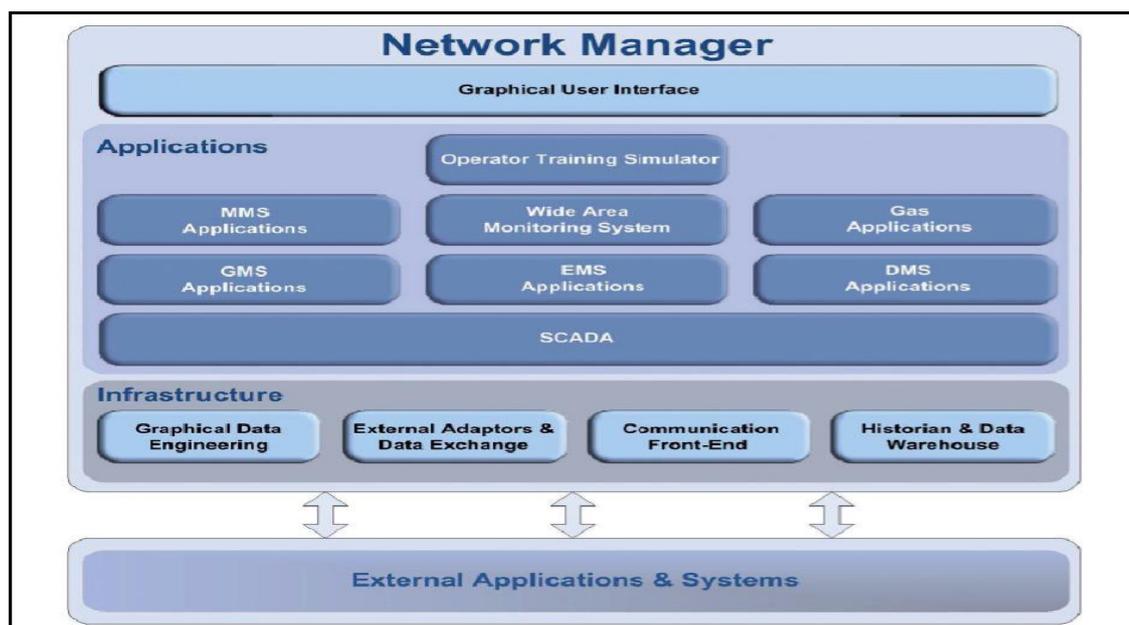


圖 13 Ventyx network manager 軟體架構

(2) 控制中心硬體設備架構

控制中心硬體架構(如圖 14)，各伺服器說明如下：

A. 網域主控伺服器

管理登入者帳號，增加安全性控管。

B. SCADA/DMS 伺服器

系統監控、資料擷取及配電管理伺服器。

C. UDW 伺服器

歷史資料庫。

D. PCU 伺服器

通訊伺服器，收集現場 RTU 傳回資料。

E. 工作站

供調度員使用的電腦工作站。

F. 模擬工作站

供調度員模擬訓練使用。

G. Web 工作站

供使用者以瀏覽器透過 DMZ 查詢配電系統運轉狀態。

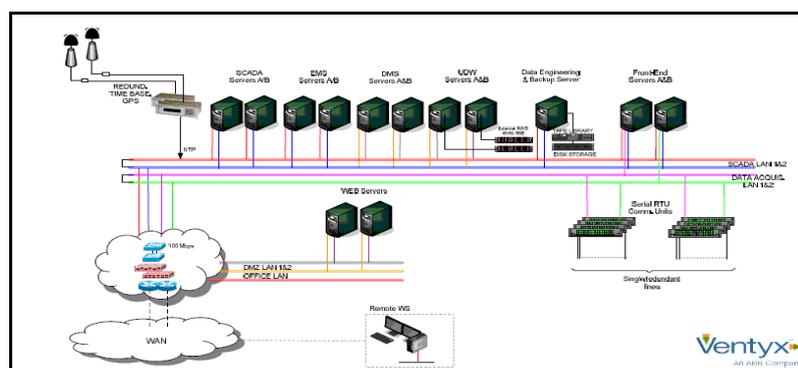


圖 14 控制中心硬體架構

(3)控制中心軟體功能

提供整合 SCADA / 配電管理系統/ 停電管理系統解決方案，提供功能說明如下：

A. 先進的電網監控和管理

(A) 電網資料模型化與管理

- a. 詳細準確的網路模型
- b. 先進的圖形資訊系統介面
- c. 提供系統資料和資料架構維護工具
- d. SCADA 資料整合

(B) 電網資料監控

- a. 整合 SCADA / 配電管理系統
- b. 提供模擬系統

(C) 開關操作程序管理

系統產生開關操作程序，可以由 RSA 程式執行或由調度員手動操作，定義好的開關操作程序可以自動保留供下次同樣情況時操作，以避免重新定義開關操作程序造成可能調度錯誤，可以配合 SCADA 系統執行操作開關順序，同時開關操作程序也可以使用在模擬系統上。

B. 網路分析與優化

(A) 決策支援工具

- a. 負載潮流工具

(a) 提供操作員計算線路負載潮流工具

(b) 電力系統不平衡狀態分析

(c) 提供線上和模擬系統

b. 模擬模式

模擬系統資料和線上系統資料相同。

c. 復電開關分析(Restoration Switching Analysis)

分析及提供故障區間隔離和復電功能所需之開關操作。

d. RSA(復電開關分析)線上卸載

提供線路過載時所需之開關操作。

(B) 自動化應用程式

a. 配電負載潮流

(a) 提供電網全系統的限制檢查的服務器應用程序

(b) 電力系統不平衡狀態分析

b. 故障點定位

由量測故障電流值，自動計算出故障地點。

c. 電壓實功(P) / 電壓虛功(Q)管理

控制電容器和電壓調節器，以減少系統損失和降低尖峰負載。

d. 自我修復/自動恢復

自動或半自動執行故障區間隔離和復電作業。

C. 停限電管理

(A) 故障傳訊管理(Trouble call)和停電事故分析

- a. 處理 Trouble call 問題，並提供復電資訊。
- b. 根據用戶停電情況及網路狀態提供停電分析。
- c. 調度員可對停電事故驗證並復電。
- d. 提供估算自動復電所需之時間。

(B) 工作班人員派遣和現場工作管理系統

- a. 通過 GPS 系統監控和管理現場工作班位置、工作情況等資訊。
- b. 透過現場工作班終端機直接執行調度指令。
- c. 調度工作班管理系統。

D. 地理圖資轉檔

使用 DE4000 編輯或使用客戶資料，轉換成配電系統軟體所需的資料(如圖 15)。以 CIM 標準定義資料庫格式，達到資訊整合目的，符合在不同系統資料交換的需求。採用 IEC 61970-552-4，符合 CIM/XML 資料格式，基本資料型態定義採用 IEC 61970-452 / IEC 61970-301。

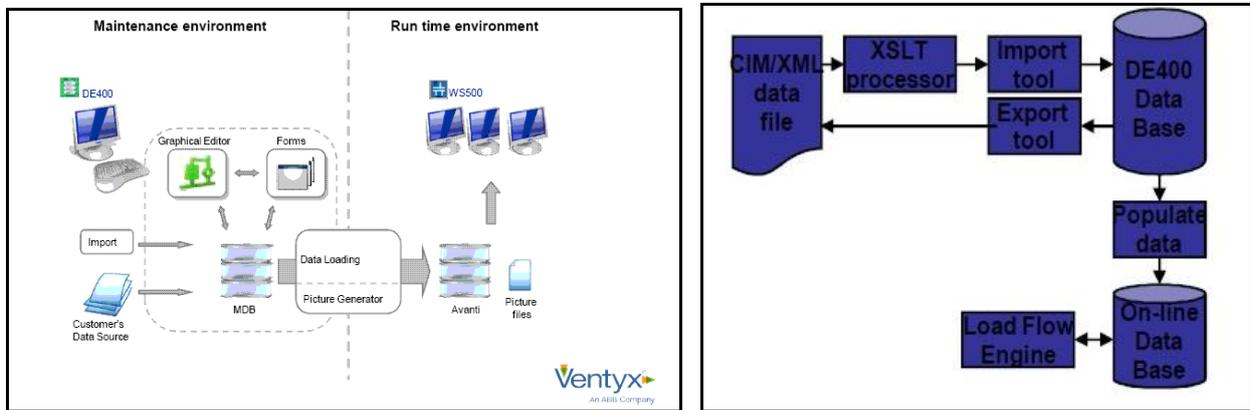


圖 15 地理圖資轉檔架構

E. 現場事故處理方式

現場事故處理方式有下列兩種(各程序如圖 16)：

(A)透過 Call Center 傳回用戶所回報停電訊息，系統可依

據此訊息定位事故可能發生範圍，派員至現場確認故障

位置，並由現場人員執行復電作業。

(B)另一種方式為透過系統收集到變電所饋線 CB 跳脫及智慧

型電表傳回用戶停電訊息，可定位事故發生區域，指派

現場工作班執行復電作業。

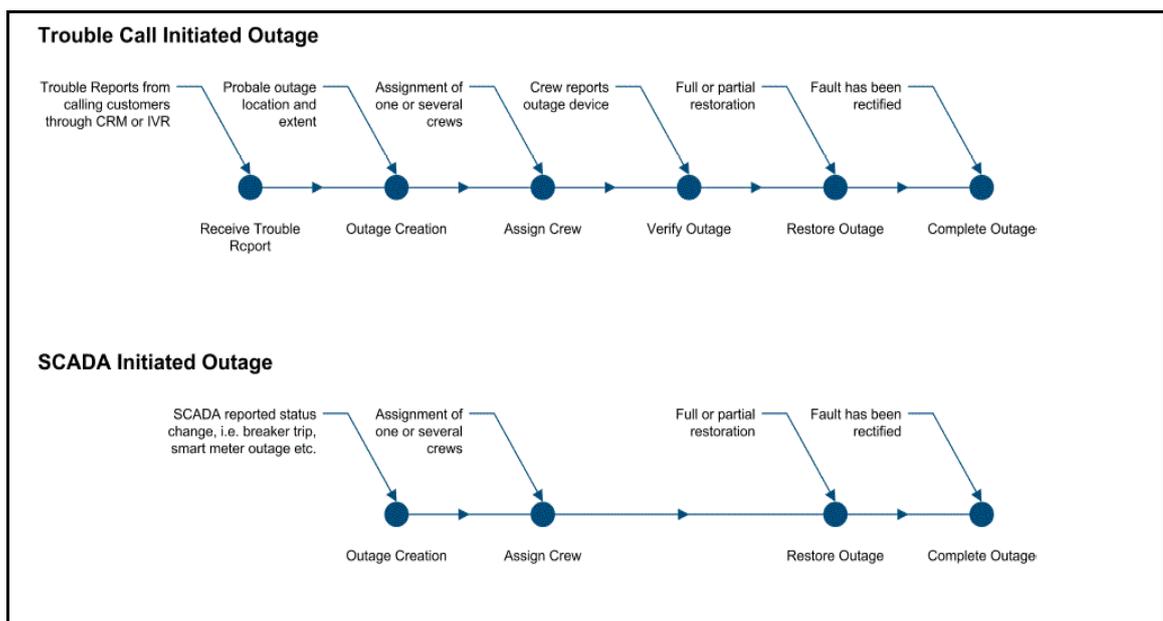


圖 16 事故處理

(三) 芬蘭智慧型電網 Pilot project - Kalasatama

1. 介紹

Kalasatama 為赫爾辛基能源公司和 SRV 建築公司、ABB、MITOX 及 SAP 合作的智慧型電網試驗計畫，預定於 2011 年開始進行，2030 年完成。該智慧型電網計畫重點為實現可持續、高效率的電力分配，及測試在當地智慧建築和低碳電網的可行性。計畫內人口數為 18,000 人，10,000 個商業大樓，計畫概念包含 5 大工作事項：

(1) 二次變電站自動化和系統架構(包括通訊系統建置)

(2) 輸電網路保護設備建置

(3) 儲能系統

(4) 配電自動化/微電網運用

(5) 再生能源

2. 智慧型電網應用範圍

芬蘭智慧型電網應用範圍如下：

(1) 電力系統應用

A. 分散式可再生能源應用和需量反應使用

B. 電動車應用

C. 智慧建築

(2) 容錯的電力系統

A. 藉由電網自動化達成增進電力系統穩定度

B. 孤島模式下，配電網和分散式儲能系統運作

(3) 客戶端服務

A. 電動車應用

B. 能源服務

C. 虛擬發電廠的概念，包括太陽能發電、風能和需量反應

D. 儲能技術

有關智慧型電網各功能運用，包含透過智慧讀表讀取用戶用電資訊(每小時)，啟動電網上電力調配，結合分散型電源達成需量反應制度，提供具節電誘因的電價等。各系統運作關係如圖 17、圖 18 及圖 19。

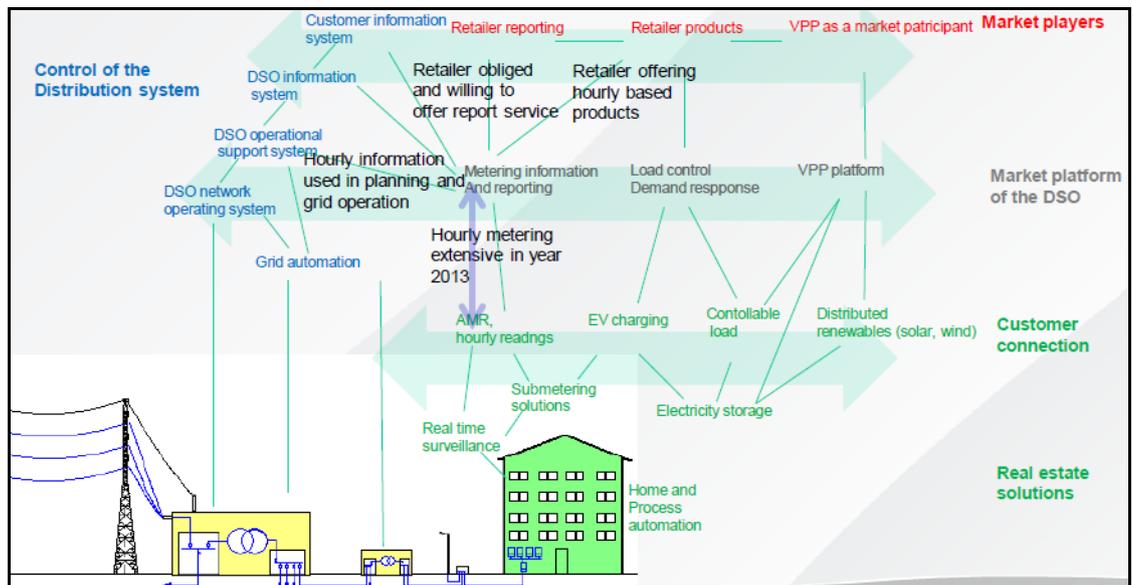


圖 17 自動讀表

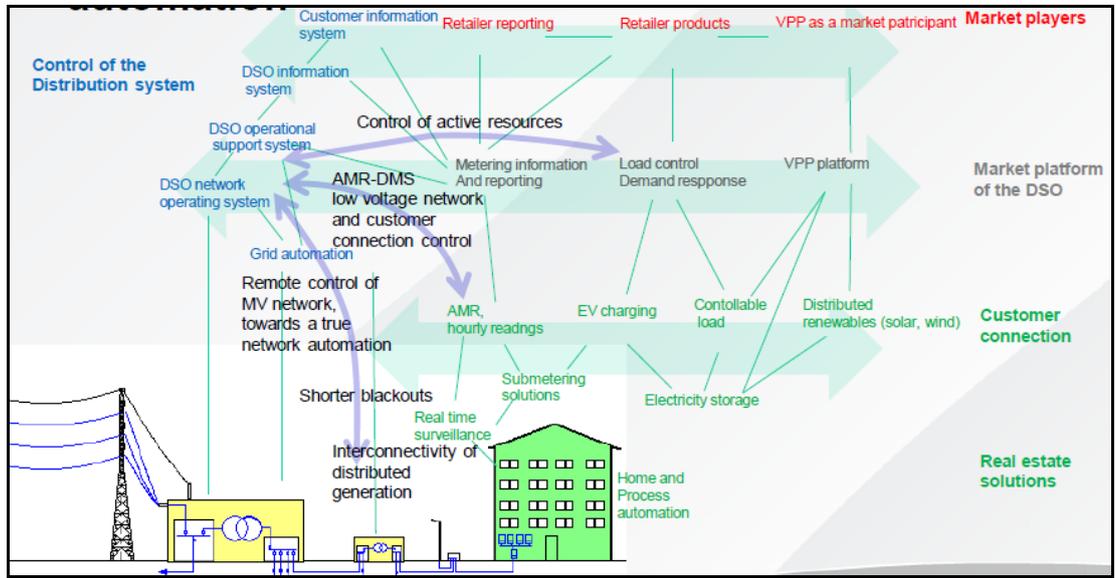


圖 18 電網自動化

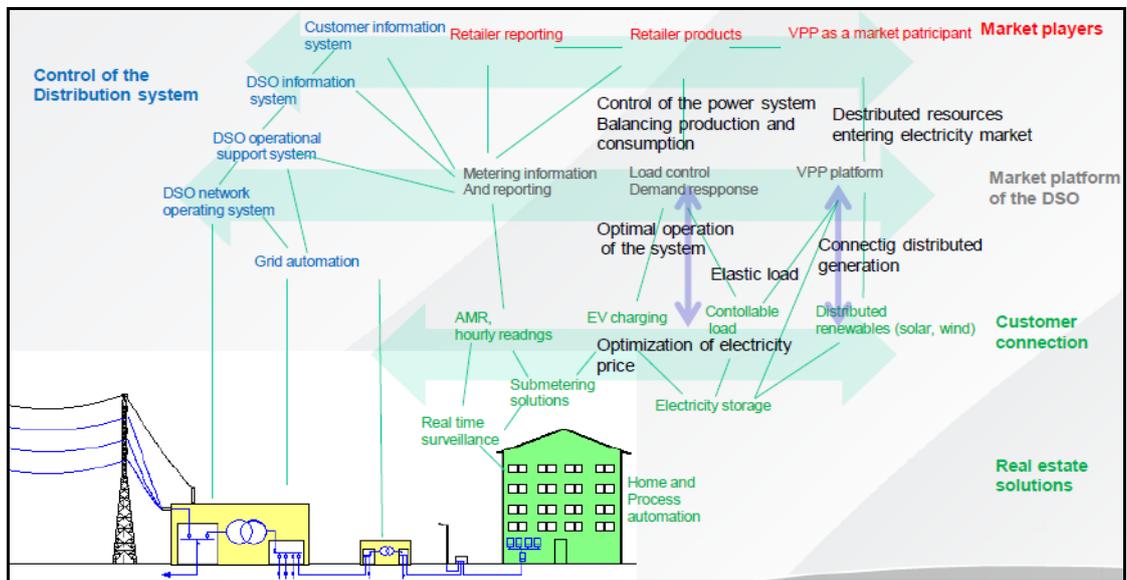


圖 19 需量反應及提供電價機制

3. 面臨挑戰

在芬蘭智慧型電網推行過程中，仍面臨許多挑戰，主要係很多智慧型電網的概念缺乏實際技術和設備做為應用，所以仍需相關技術研究和發展，表 1 註明智慧型電網推行過程中，已準備進行中的功能和需要進一步研究和發展技術。

表 1 Kalasatama 智慧型電網進行中的功能及需要進一步研究和發展事項

項目	預定達成功能	進行中	需要進一步研究和發展
輸電系統操作	提供工業渦輪機或其他工業級負載運用	無	如何使用再生能源，確保電力系統穩定度，以提供工業設備使用。
	目前再生能源應用	風力和太陽能運用電網的可行性	無
電力產業	大量再生能源運用的市場機制	無	如何整合各分散式能源，建立市場機制，供用戶選擇和使用。
配電系統（電力銷售）	智慧電表資料運用	藉由每小時所收集資料，進行自動負載分析和負載預測	無
輸配電系統	遠端控制中壓電網設備	1. 可由控制中心遠端控制 2. 自動切換設備	微電網運用
	智慧電表和客戶端設備運用	無	結合智慧電表設備技術平台及架構
客戶端連接	使用家庭用戶所產生分散式能源	增加家庭用戶使用分散式能源的數量及提供存取需求	家庭儲能設備應用
智慧家庭和智慧建築	負載控制	無	智慧家庭和智慧建築系統功能架構還需研究如何與需量反應整合
	智慧建築評估規則	訂定更緊密智慧建築評估規則，以增加能源有效利用和降低污染排放	如何達到零污染排放的智慧家庭和智慧建築
電動車	電動車充電系統	1. 增加電動車數量 2. 充電控制	快速充電機制

二、IEC 61850 介紹

(一) 介紹

1. IEC 61850 是智慧型電網的國際標準，定義各種電力設備的通訊協定，透過標準通訊硬體介面，達到資料快速傳送，並藉由採用標準的通訊協定以達成各設備互操作性、自由配置及長期穩定。
2. IEC 61850 系列標準是 IEC TC57 最新發佈的通訊網路及系統的重要標準。該標準目前運用在變電站中的智慧電子裝置 (IED) 之間的通訊以及有關系統需求，主要目的是實現變電所自動化系統 (SAS) 中來自不同廠商 IED 之間的交互操作。IEC 61850 標準的變電所自動化設計(如圖 20) 透過變電所設備支援 IEC 61850，可實現變電所內數位化和網路化。

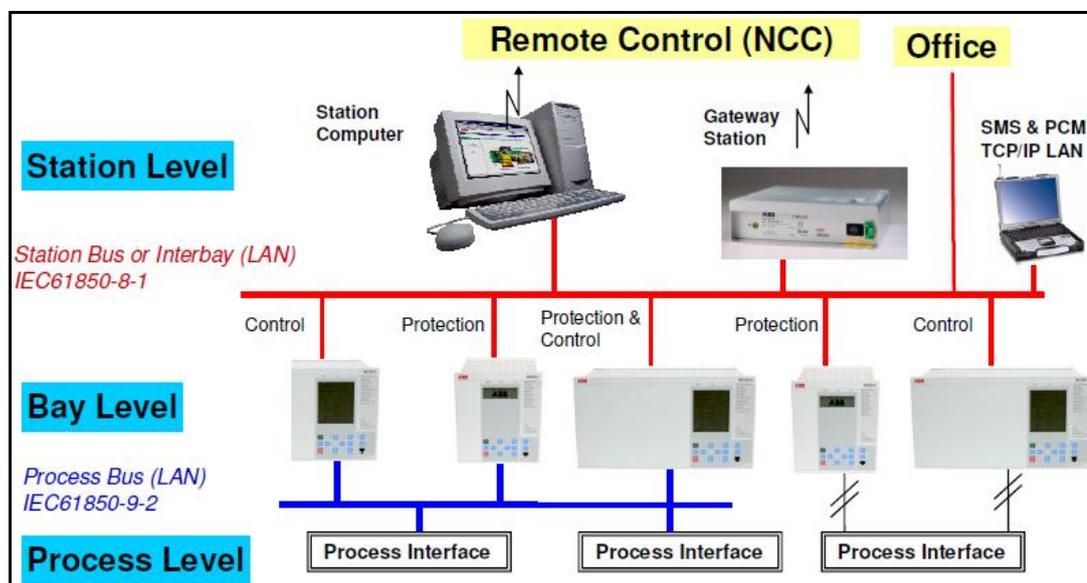


圖 20 IEC 61850 運用

3. IEC 61850 標準規範智慧型電網通訊網路和系統通訊協定，共分為 10 個部份，如表 2 所述。

表 2 IEC 61850 標準協定內容

標準編號	名稱	內容
IEC 61850-1	介紹和概述	IEC 61850-1 基本原則 IEC 61850 標準的介紹與概述
IEC 61850-2	詞彙	本標準使用的術語說明
IEC 61850-3	通用要求	品質要求(可靠性、可維護性、系統可用性、安全性、環境條件等)
IEC 61850-4	系統和項目管理	專案要求(參數分類/工具/文件)、系統使用週期(產品版本/專案交接/交接後的支援)、品質保證(責任/測試設備/型式試驗/系統試驗/工廠試驗/實地試驗)
IEC 61850-5	功能和設備模型的通訊要求	邏輯節點的通路、邏輯通訊鏈路、通信訊息部分(PICOM)的概念、功能的定義
IEC 61850-6	變電所有關的 IED 通訊配置語言	IED 和系統屬性的語言描述
IEC 61850-7	變電所和饋線設備的基本通訊結構	
IEC 61850-7-1	原則和模式	變電所和饋線設備基本通訊結構的原理與模型
IEC 61850-7-2	抽象通信服務介面(ACSI)	抽象通信服務介面的描述、抽象通信服務的規範、服務資料庫的模型
IEC 61850-7-3	公用數據類	抽象公共資料分類和屬性的定義
IEC 61850-7-4	兼容邏輯節點類和數據類	邏輯節點的定義、資料物件及邏輯定址
IEC 61850-8	特定通訊服務映射(SCSM)	
IEC 61850-8-1	特定通訊服務映射(SCSM)以映射 MMS ISO/IEC 9506-1 和 ISO/IEC 9506-2	變電所層和間隔層之間的通訊映射
IEC 61850-9-1	過串行單向的多點採樣值點鏈接	間隔層和過程層之間串列單向多路點對點的通訊映射
IEC 61850-9-2	映射 ISO/IEC 8802-3 的採樣值	間隔層和過程層之間採樣值的通訊映射
IEC 61850-10	一致性測試	系統一致性測試的項目

(二) IEC 61850 Data Model

1. IEC 61850 只針對設備定義資料傳送名稱，獨立於快速發展的通訊技術（不同 OSI 層，如圖 21），使用 IEC 61850 通訊的設備不會因快速發展的通訊技術，而造成資料無法運用，因此達成設備長期穩定。

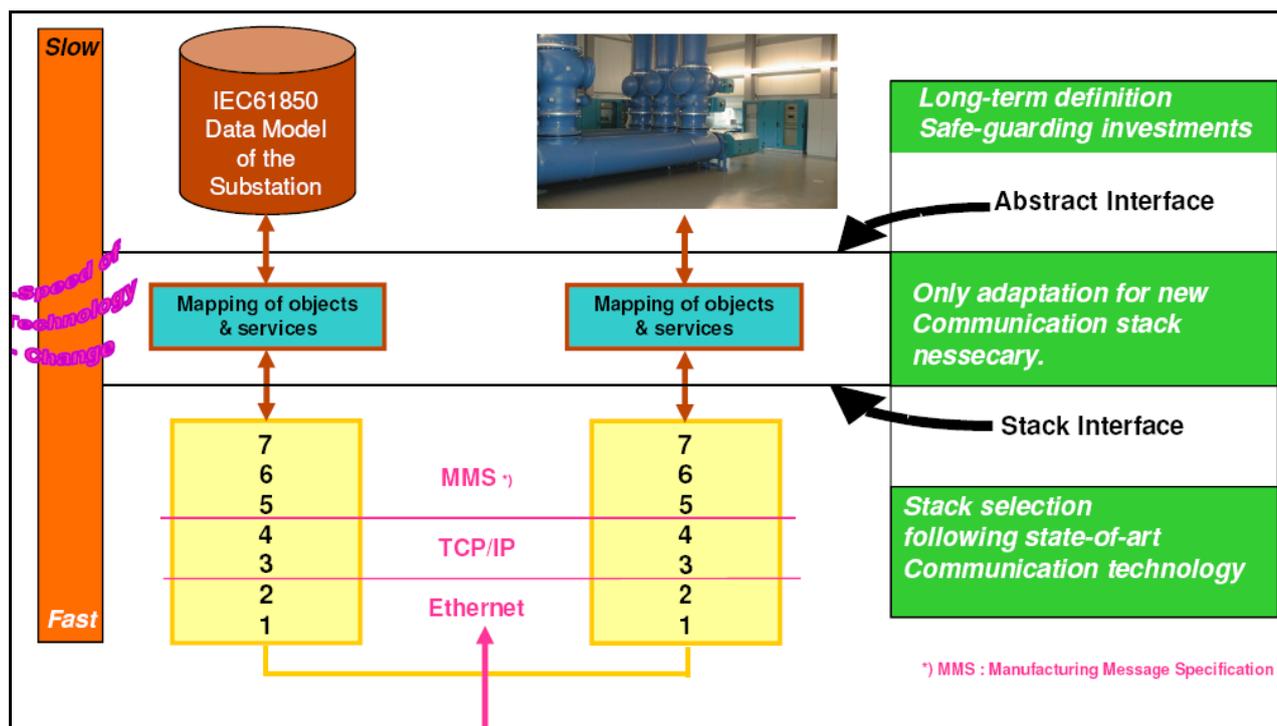


圖 21 IEC 61850 資料模組位於通訊應用層

2. 通過 IED 和系統屬性的語言描述(IEC 61850-6)定義符合 IEC 61850-7-4 的邏輯節點名稱。採用抽象通信服務介面(IEC 61850-7-2)，對應變電所層和間隔層之間的網路採用抽象通信服務介面(ACSI)映射(Mapping)到製造信息規範(Manufacturing Message Specification, MMS)、IEC 61850-8-1，傳輸控制協定、網際協定(TCP/IP)及乙太網或光纖網，如圖 22 所示。

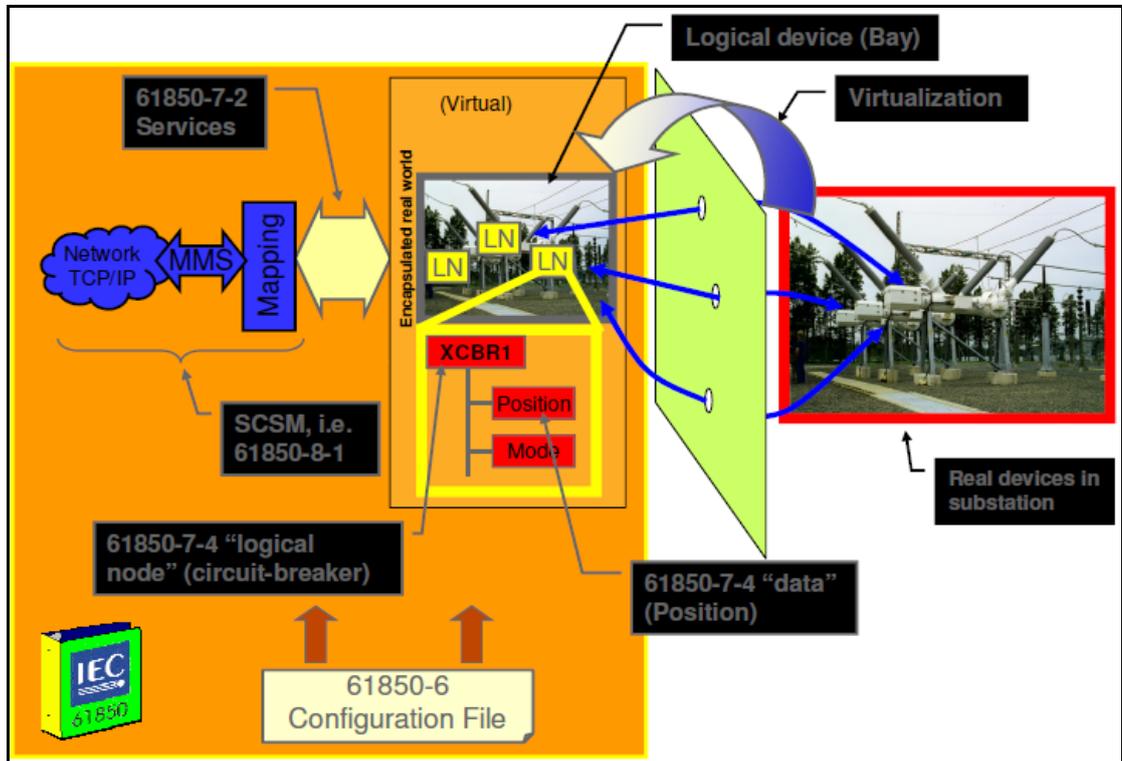


圖 22 現場設備資料模組定義

3. 採用物件導向的建模技術，定義客戶端/伺服器端結構的資料模型(如圖 23)。每個設備定義相對應之伺服器，每個伺服器本身又包含一個或多個邏輯設備(Logical device, LD)，邏輯設備包含邏輯節點(Logical Nodes, LN)，邏輯節點包含資料物件，資料物件則是由資料屬性所構成的公用資料，其中邏輯節點為變電設備最小單元，由英文字母來代表各設備，每一個邏輯節點包含一至多個資料，每一個資料擁有多種屬性，例如斷路器邏輯節點的資料，包含了 Pos (位置)、StVal(狀態)等資訊。使用者可以很清楚了解定義設備的特性(如圖 24)，和傳統命名方式不同。
4. 透過抽象通信服務介面 (ACSI) 和伺服器通信及取得資料物件，並利用 SCL 語言規劃 IEC 61850 資料。

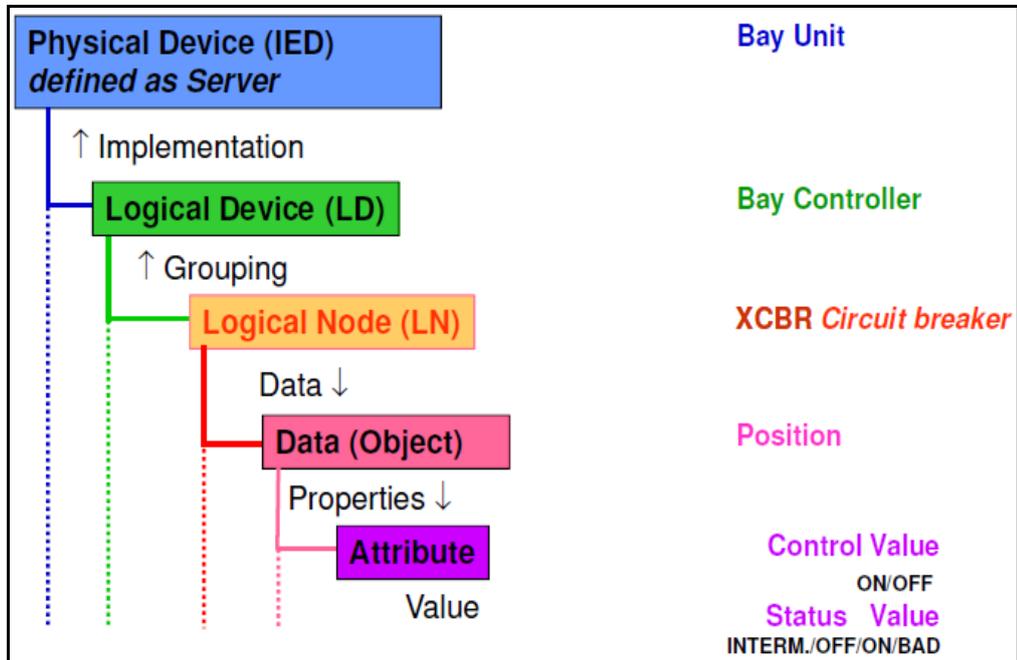


圖 23 採用物件導向命名

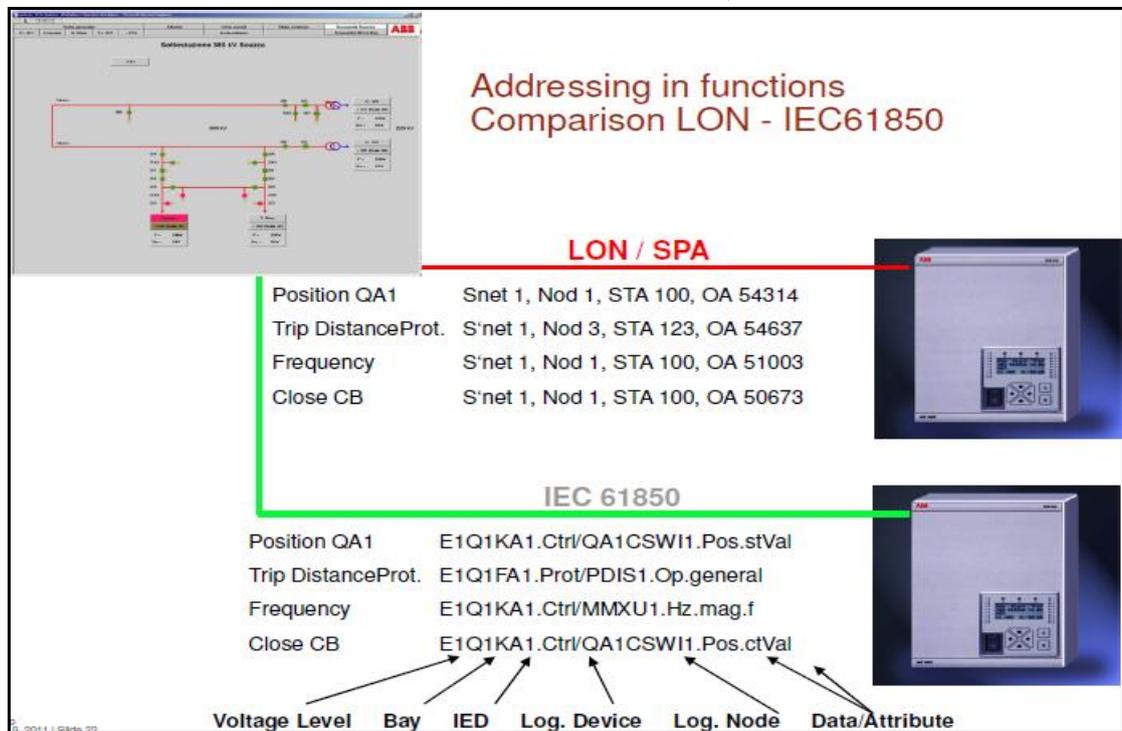


圖 24 IEC 61850 定義的範例

5. IEC 61850 屬 Client - Server 架構，以點對點的方式建立通訊連結、監控和終止通訊建立。IEC 61850 是使用主動送出資料方式 (spontaneously)，當資料需要傳送時，會主動送出資料，不使用主站輪詢 (polling) 方式。圖 25 是 IEC 61850 應用範例，目前運用上可整合不同 protocol 的設備，在資料庫建立上，可以分

別設定不同協定的資料庫，因為是點對點的架構，所以在建置使用 IEC 61850 架構的過程中，仍可整合舊有已安裝設備，以達到逐步更新設備，降低在協定更新中對既有系統功能的影響。

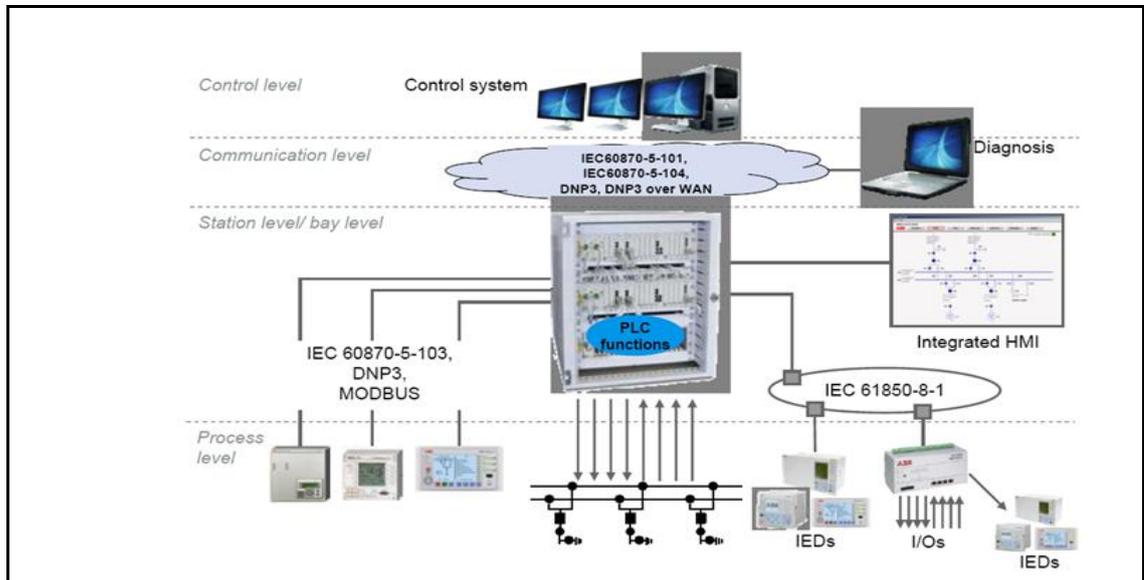


圖 25 IEC 61850 應用範例

(三) IEC 61850 標準認證中心(SVC)

1. 為符合 IEC 61850-4 的設備品質要求，標準認證中心(如圖 26)可提供驗證系統中有關 IEC 61850 的問題，並且整合相關設備和 IEC 61850 的相容性，確保產品功能符合系統要求及對不同廠牌設備整合，提供完善的系統解決方案以符合 IEC 61850-4 的設備品質要求，在工程建置中確認相關設備均符合 IEC 61850。



圖 26 IEC 61850 驗證中心

2. SVC 依據 IEC 61850-4 對現行採用專案方式辦理，先對受驗產品執行一致性測試(Conformance test)、系統型態測試 (Factory test)、工廠驗收測試 (Factory acceptance test)、系統整合測試(System integration test)、系統效能測試(Performance test)及功能測試(Function test)，以確保新設或擴充之自動化設備的一致性，流程如圖 27。

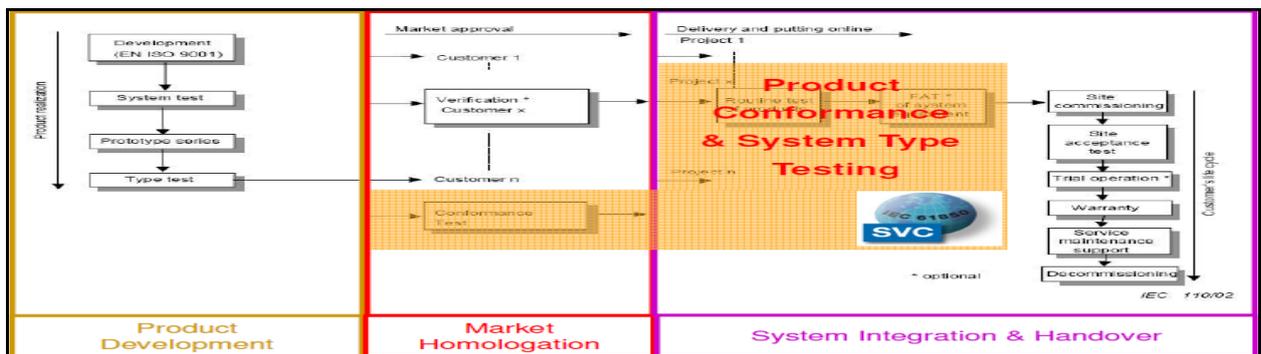


圖 27 SVC 測試

三、電力系統 SECURITY 安全性解決方案

(一) 介紹

智慧型電網是以網路架構為基礎，以資訊通訊平台對於電力設備監控和管理，包含發電、輸電、變電、配電、用電和調度等各個環節實現電力、資訊、業務間的高度整合，所以對通訊安全性要求必定是重要的一環。整體安全性考量應包含硬體設備應用和存取安全性，並訂定安全性政策和加強人員的認知及整合 IT/OT 技術，以提供安全性的解決方案(如圖 28)。

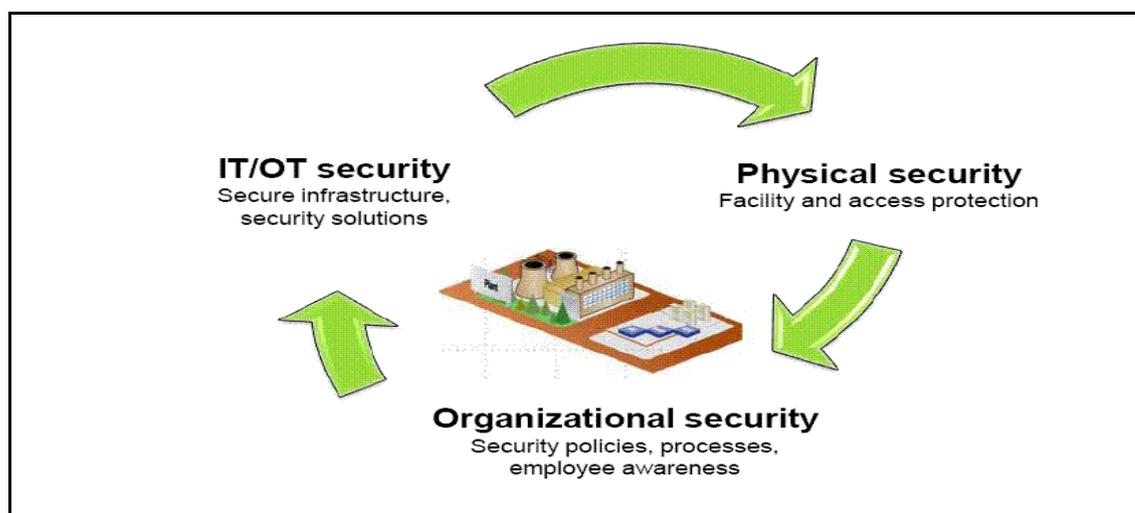


圖 28 多方面安全性考量

(二) 現場設備安全架構

1. 現場設備安全性包括建立 DMZ 區、建立網路安全架構(如防火牆、路由器、作業系統等)、避免使用 USB、監控網路和監控網路環境，對於 SCADA 系統，持續監控是很重要的。
2. 對於有關安全性的事件，控制中心需能即時監控並且立即處理，以避免資安問題，同時使用防火牆，網路入侵偵測等技術，除了

可記錄惡意行為外，還可直接阻擋正在進行中的惡意行為，使用 UTM 結合入侵偵測、防毒和防火牆以提供電網安全性(如圖 29)。

3. 系統安全性考量有以下原則：

- (1) 管理使用者資料存取權限，避免存取非必要的資料。
- (2) 建立安全縱深防禦，在整個網路中使用多個安全控制層設備及技術。
- (3) 建立備援架構和機制，在發生網路安全問題時能不影響系統功能。

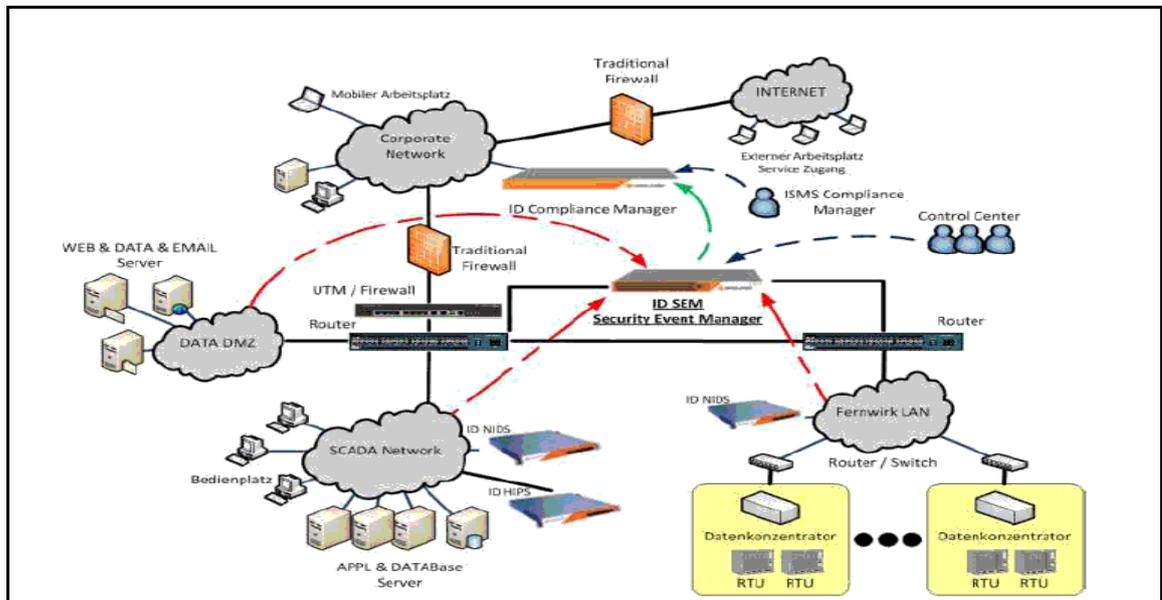


圖 29 現場硬體設備架構

(三) 控制中心安全架構

1. 控制中心網路安全架構在國外建議如圖 30，整合 VPN 和 IPsec 及帳戶管理、存取控制、防毒入侵偵測等技術，並依使用功能不同而規劃不同安全區域，如線上正式環境、開發驗證環境及模擬訓練環境，以增加系統安全性。其中線上正式環境安全等級較

高，所以使用備援機制，同時又避免因更新程式影響線上正式環境運作，而建立開發驗證環境，當有任何更新和系統參數調整時，可先在此環境驗證，確認無誤後再更新至線上正式環境。另針對訓練部份提供模擬訓練環境，供調度員訓練使用。

2. 針對系統安全性技術說明如下：

(1) 硬體架構

確保只有在通訊架構上的主機才能傳送資料，包含所使用的軟體服務、通訊埠口。

(2) 存取控制

強大的驗證機制和應用角色的存取控制，在任何安全架構軟體應用上是必然的要求。

(3) 網路分區

確保網路資產是獨立的，並依資料安全性區分內部和外部存取。

(4) 入侵偵測 / 預防

部署所有主機上軟體偵測功能或使用 proxy，執行日誌中的所有設備軟體管理，使用安全性資訊和事件管理 (SIEM) 檢測和回應系統異常。

(5) 修補程序管理

建立程式修補流程和技術，以確保所有可用的驗證不干擾系統運行，可更新在所有主機上的軟體。

(6)反病毒

採用黑名單，啟發式(根據經驗知識而非病毒定義檔，透過檢查檔案是否存在可疑行為來識別新威脅)行為檢測和預防惡意軟體。

(7)應用白名單

只允許預先核准的軟體執行。

(8)合理性管理

軟體在執行政策方面上，收集系統當前狀態，提供易於管理的達成目標和軟體執行摘要、網路安全管理員完整的系統狀態概述和必要的報告。

(9)安全管理控制

依據軟體和網路資安人員建議，成功部署和管理安全架構軟體。

(10)安全評估

評估安全管理通常由外部各方進行，包含廠商和電力公司，並從選定軟體元件執行軟體滲透測試、原始碼審查、評估安全架構及安全政策範圍。

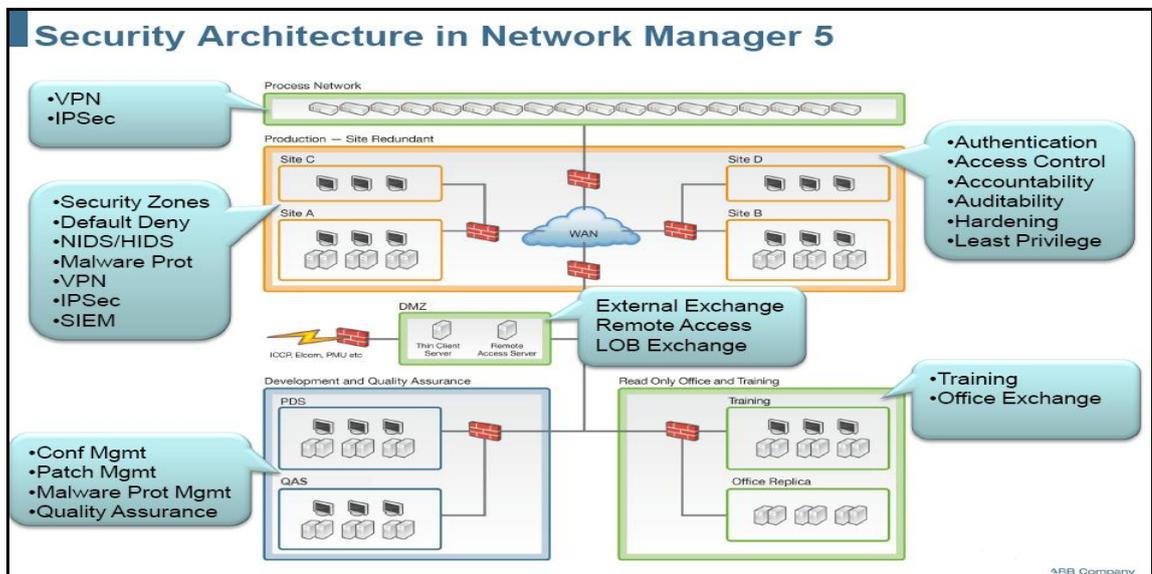


圖 30 控制中心網路管理安全架構

(四) 系統安全性功能

除了上述網路架構外，系統軟體也提供下列機制，增加系統安全性：

1. 設備提供 VPN 虛擬網路加密
2. 提供 SECURITY LOG 訊息事件
3. 有關網頁登入部份使用 https 網路安全協議
4. 使用者帳戶管理
5. 使用者記錄(logging)
6. 安全性日誌記錄(security account logging)
7. 安全性事件可送至主控中心軟體
8. 關閉不需使用的網路埠號碼
9. 安全性測試中心

(五) VIKING 計畫 (整個電網安全性考量)

隨著電網愈來愈智慧化，對於網路安全性的要求就會更提高，採用網路安全標準有 ISO 17799 和 NERC CIP 002-009，同時需要不同型

態公司和國家共同合作。國外針對電網安全性成立一個名為 VIKING 計畫，以加強電力系統安全性。

1. VIKING 計畫是針對電網安全性由工業界和學術界的合作夥伴組成的一個合作計畫，主要工作事項如下：

- (1) 調查 SCADA 系統的脆弱性和可能遭受網路攻擊
- (2) 提出測試策略和技術，以降低可能入侵點
- (3) 增加對關鍵基礎設施重要性的認識和保護相關設備

2. VIKING 主要關注於 SCADA 系統輸電和配電網路的安全性，其目標為提供一完整架構並針對 SCADA 系統中的漏洞進行鑑定和評估，同時該架構將預測故障對系統的影響和系統內安全風險。對於安全性設計不佳的輸電和配電網路系統所可能產生潛在後果提出一個參考模型，作為用於評估控制系統的設計解決方案，開發新的安全性技術和可靠性解決方案以達成對控制系統安全性要求，提高電力行業中對網路安全性的認知及相對應安全性漏洞發生的可能性(任何系統最終還是配合人才會是安全的)，架構如圖 31。目前可以提供功能如下：

- (1) 可以計算和比較不同的控制系統解決方案和定義出網路安全數值(安全指數)。
- (2) 可以支援協助找到 SCADA 系統中的弱點並解決之。
- (3) 已經開發針對不同架構之安全性風險影響解決方案的分析環境。

- (4)建議使用現有模組基礎應用至入侵檢測系統，以便查出可能
入侵點。
- (5)建議使用完成分析後所求得通訊解決方案，以確保電力通訊
的安全性。

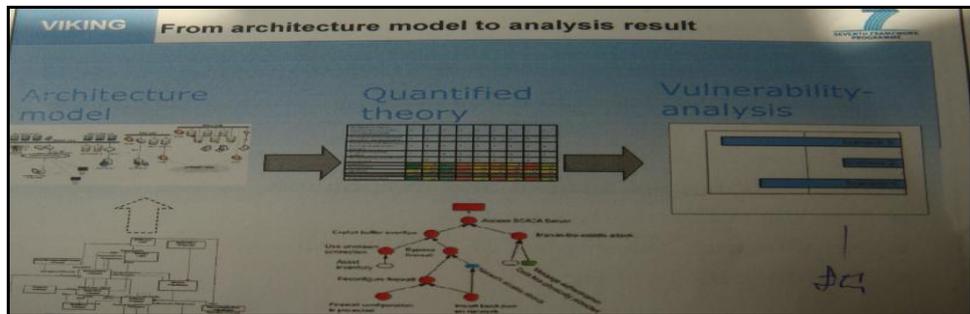


圖 31 VIKING 架構

四、設備狀態監測與資產管理

(一) 介紹

狀態基準維護(CBM)可降低維護成本及設備故障率，此方式主要目標就是降低維護成本、避免設備過度維護、提高資產使用率及提升資產可靠度和效能。原先設備可以從不同來源蒐集資料來達到目標，這些資料可能是以每周、每月、甚至每年的方式進行資料更新，透過 CBM 模式，將設備如變壓器、斷路器及充油電力電纜等，進行狀態監測，以下以變壓器為例，說明有關設備狀態監測與資產管理的解決方案。

(二) 變壓器電子控制(TEC)監控系統

系統可以對變壓器故障達到預警的功能，讓用戶評估情況的嚴重性，TEC 系統設備裝置如圖 32。系統亦可透過連接多台變壓器與用戶的網路，經由本地的控制室或遠端工作站實施監控(網路架構如圖 33)。設計理念為：

1. 較少的 SENSOR
2. 提供變壓器冷卻的控制和保護
3. 長時間的運轉年限

(1) 一體成型

(2) 軍事等級的電氣設備

(3) 處理器可達到 120 度

(4) 記憶體容量在取樣是每 30 秒，每 10 分鐘存取可以達到 1 年。

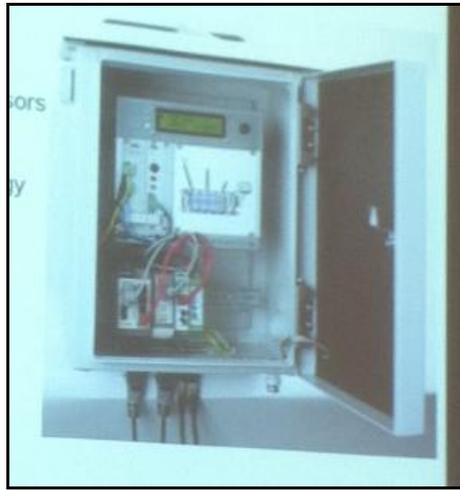


圖 32 TEC 設備

4. TEC 具備以下功能

- (1) 容易安裝
- (2) 變壓器負載監測
- (3) 變壓器熱劣化、老化監測
- (4) 一次側及二次側電流監測
- (5) 最熱點溫度預測
- (6) 上下部油溫監測
- (7) 油中氣體/水分分析
- (8) 先進冷卻系統控制
- (9) 變壓器溫度平衡
- (10) 計算過載能力
- (11) 警報訊息
- (12) 歷史資料儲存

TEC 網路架構如圖 33

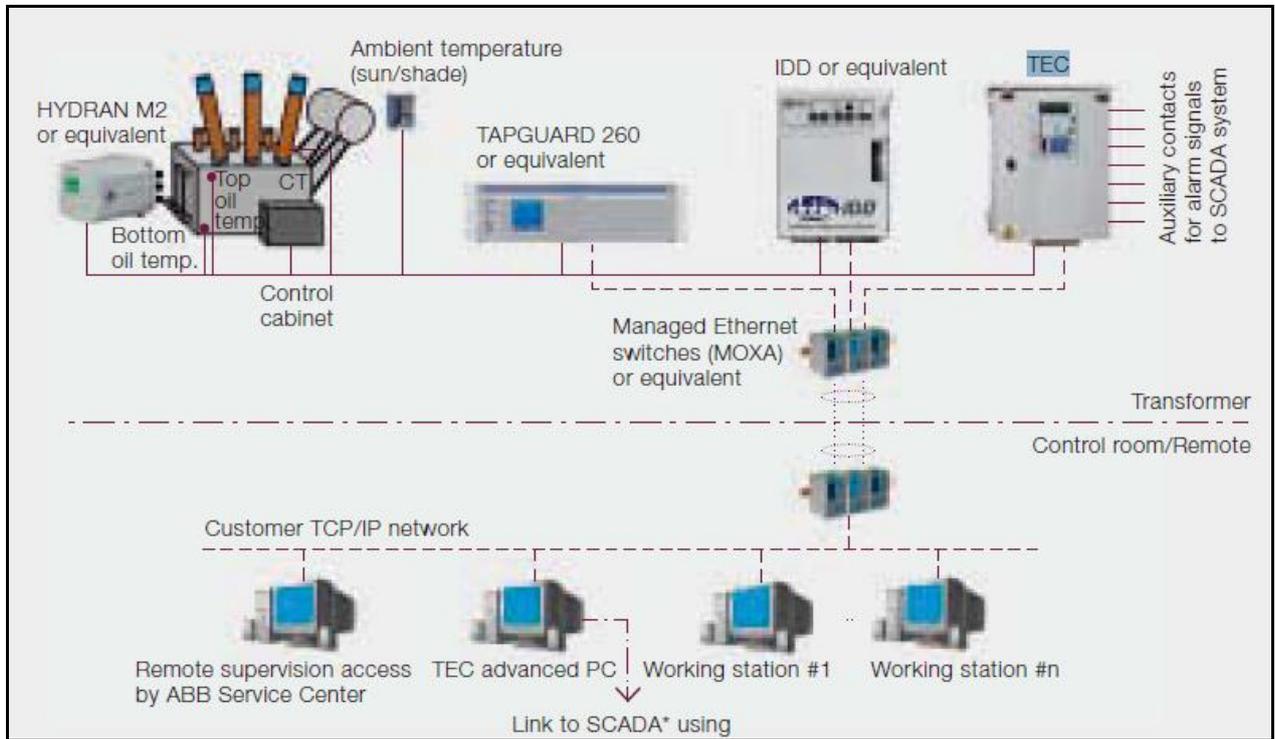


圖 33 TEC 網路架構

(三) 成熟變壓器管理計畫 (MTMP) - 變壓器資產管理程式

變壓器資產管理程式可提供各種狀態(風險)設置，依據使用狀態修改，可以篩選出不同狀態的資產，使用者可以針對設備各種狀態，對應各相關解決方案，可以評估客戶所有變壓器，以確定哪些機組何時需要更換或翻新(如圖 34)。執行步驟如下：

1. 風險篩選
2. 設定條件和監控資產的因素計算
3. 生命週期計算
4. 應用

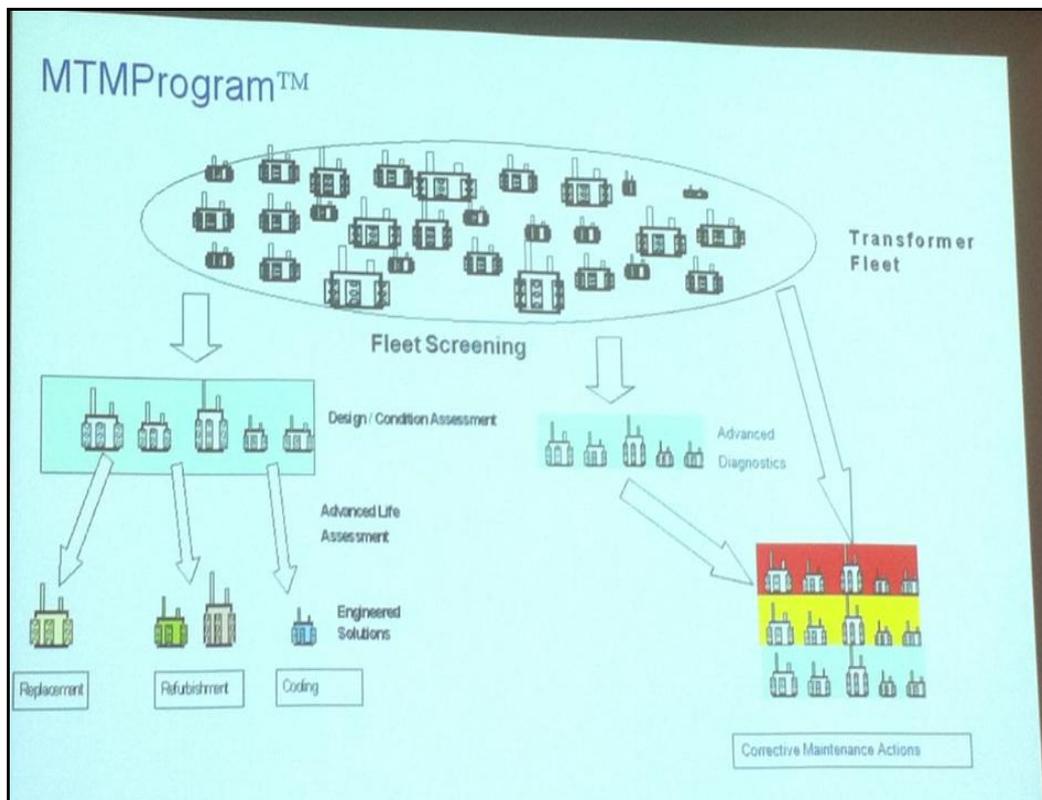


圖 34 MTMP 工作模式

(四) 動態變壓器管理程式(DTMP)

結合現場變壓器電子監控系統(TEC)收集現場資料，再配合成熟變壓器管理計畫(MTMP)設定狀態條件，接著整合動態變壓器管理程式(DTMP)，將資料計算的結果顯示在電腦上，供使用者了解現場變壓器狀態(如圖 35)。

動態變壓器管理程式主要工作事項如下：

1. 分析監控設備的運轉狀態
2. 使用 MTMP 建立風險分析
3. 建立風險分析的動態圖面

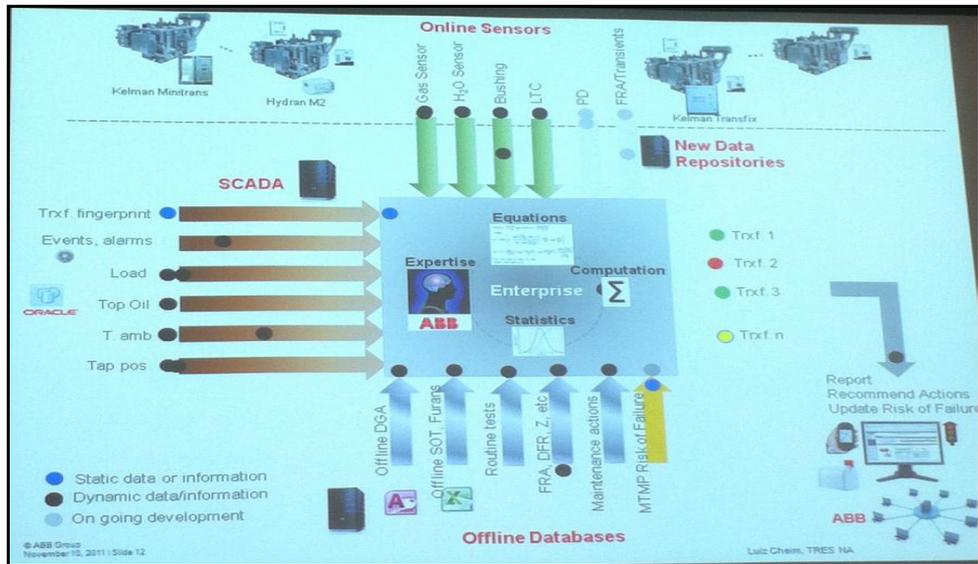


圖 35 DTMP 工作模式

(五)Ventyx Focal point 狀態監控整合軟體

1. DTMP 計算完成的資料將可送至控制中心 Ventyx Focal point 系統，以本次例子是變壓器資料(如圖 36)。
2. Ventyx Focal point 提供模組化商業智能模組(BI)解決方案，供用戶使用且提供開發軟體架構和系統軟體整合，以達到設備狀態及資產管理。

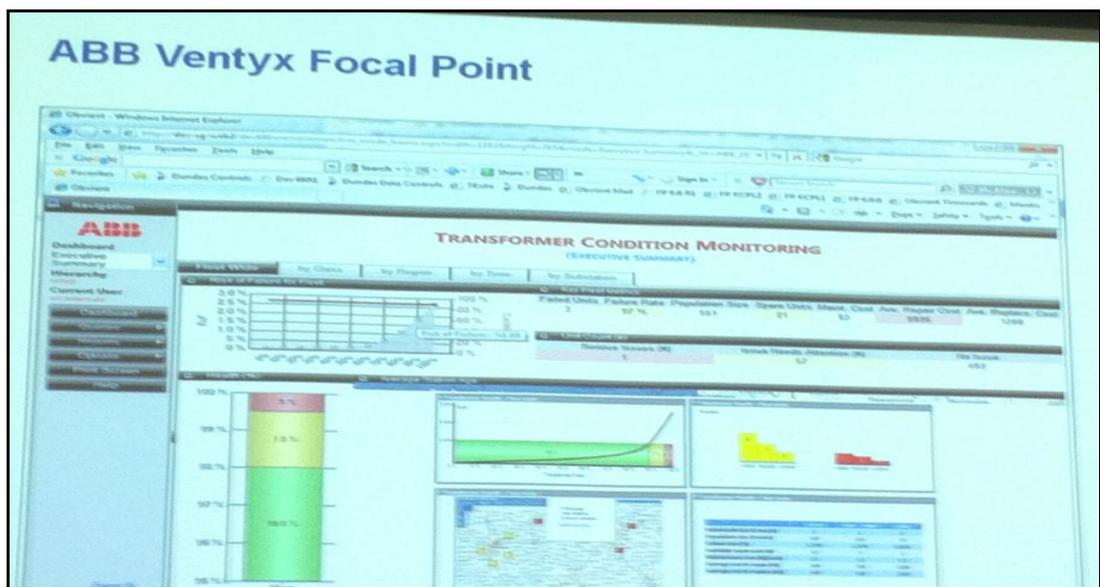


圖 36 控制中心軟體顯示變壓器資訊

3. 狀態監控整合軟體之商業智慧模型可迅速及有效地監控和管理

其分佈的資產。Ventyx FocalPoint 用戶介面為一個圖形的儀表板，可以提供使用者訂定所需要資訊畫面，使用者可以從畫面中得到所需要的資訊，以有效地管理他們的設備，包含關鍵性能指標 (KPI) 報告、圖表、圖形和空間顯示、記錄設備的狀態及警報事件訊息。Ventyx FocalPoint 整合平台包含智慧型變壓器、斷路器、AMI 等涵蓋電力資產管理領域，可以做為智慧型電網整合平台及資產管理的運用(邏輯架構如圖 37)。

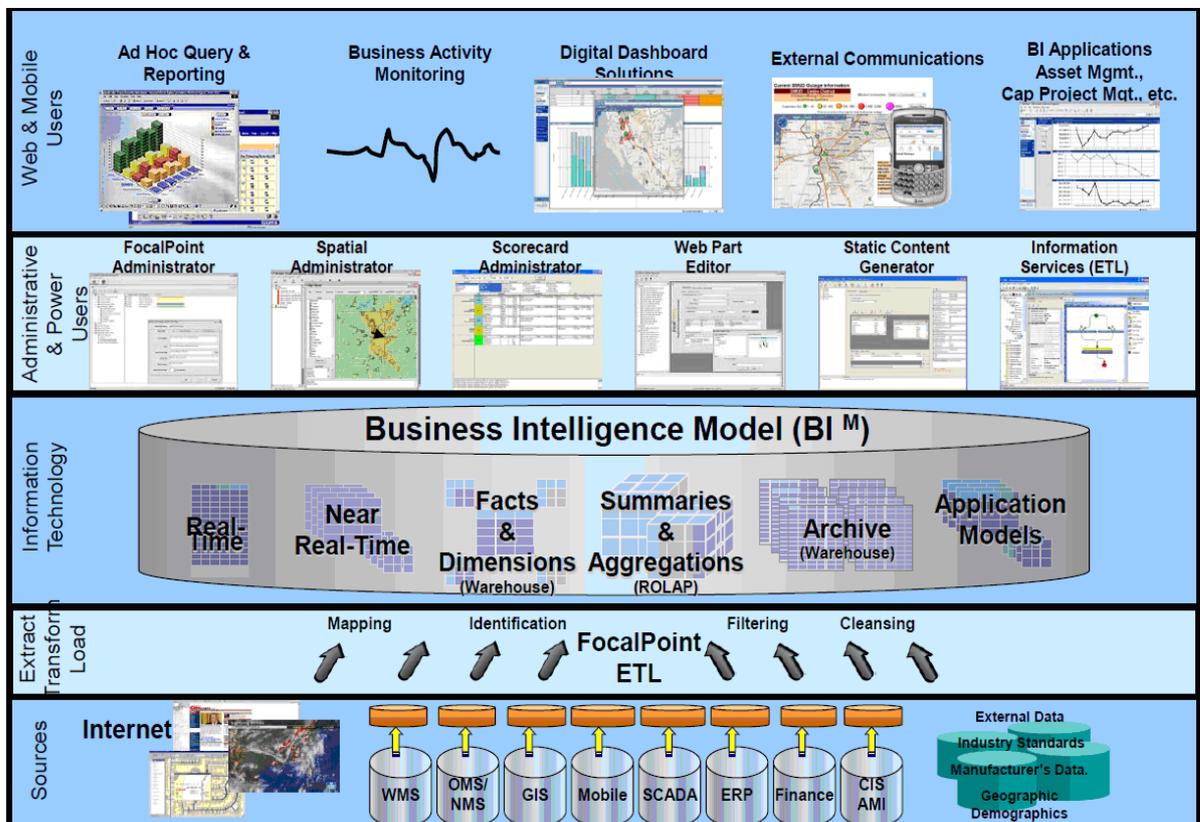


圖 37 Ventyx 邏輯架構

五、MicroSCADA 系統介紹

(一) 介紹

MicroSCADA 為本次參訪國外電力公司所使用 ABB 控制中心 SCADA 軟體，整合變電所調度系統和饋線調度系統。系統針對現場電力設備收集資料，提供歷史資料、警報、事件、系統診斷、單線圖、安全性操作及系統監控，並提供快速準確的故障定位、停電報告、網絡分析及先進的停電規劃工具進而減少停電時間，提高配電網路的可用性和可靠性。

(二) MicroSCADA-變電所監控軟體(SYS600)

MicroSCADA 中變電所調度系統名稱為 SYS600(如圖 38)，提供功能如下：

1. 設備參數管理
2. 圖形顯示
3. 縮放、平移和減化(decluttering)
4. 報表
5. 資料分析
6. 資料曲線圖
7. 監控現場設備
8. 警報管理

9. 事件記錄

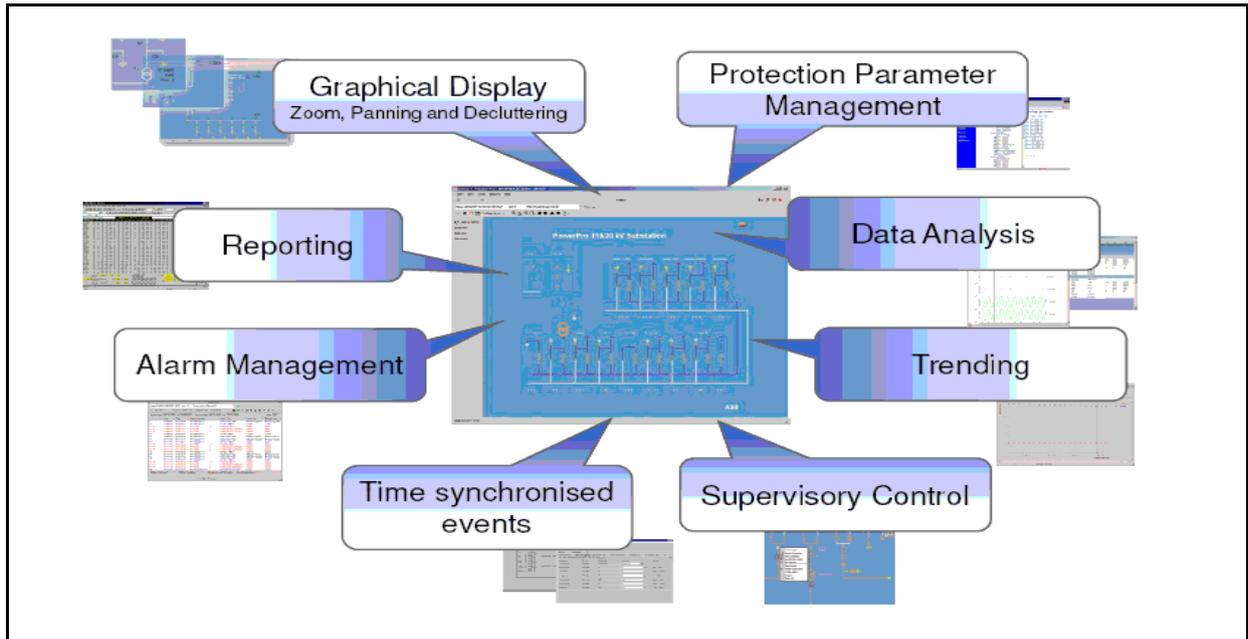


圖 38 SYS600 系統功能

(三) MicroSCADA-饋線調度監控軟體(DMS600)

MicroSCADA 中饋線調度系統名稱為 DMS 600(如圖 39)。

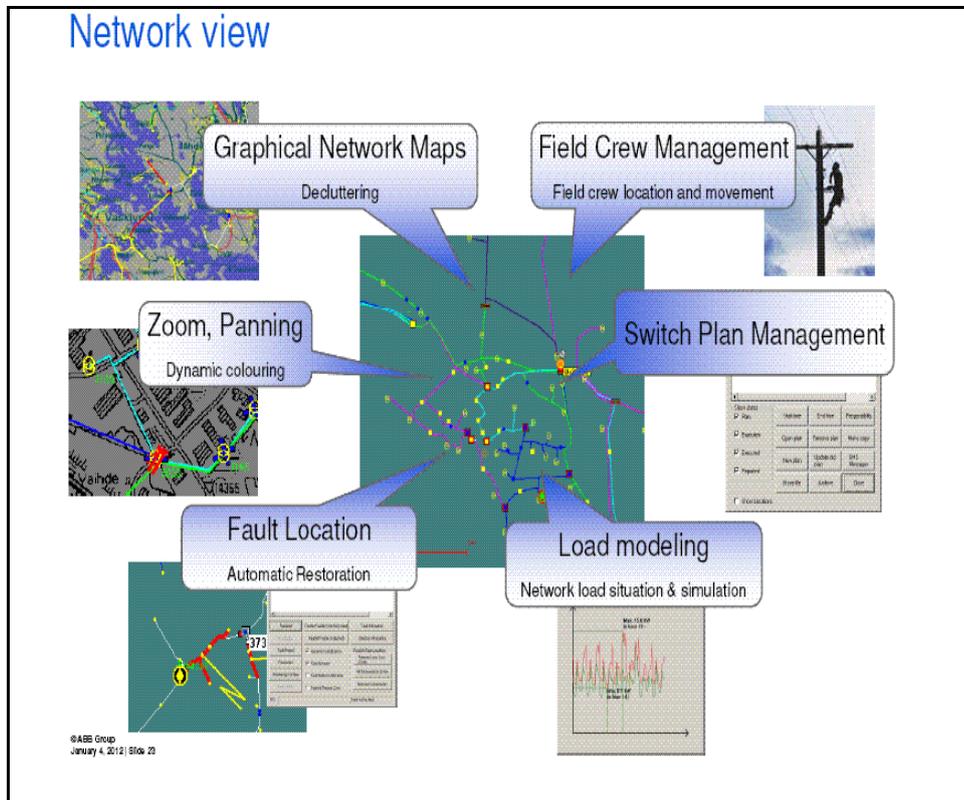


圖 39 DMS600 系統功能

提供功能如下：

1. 提供地理圖資顯示

(1) 提供單線圖和全圖功能

(2) 提供饋線和設備在不同狀態下，以不同顏色表示

2. 工作班管理

3. 開關切換管理

提供安全、快速的復電操作步驟

4. 負載監控

5. 故障定位

6. 提供圖面放大縮小功能

7. 保護設備參數管理

(1) 參數設置

(2) 故障記錄處理

(3) 信號監測

(4) 事件查看

8. 監控畫面(如圖 40)

(1) 附註標記

(2) 動態網路著色

(3) 控制對象對話框



圖 40 DMS 監控畫面

9. 縮放、平移和畫面整理

10. 報表

11. SCADA 資料分析

12. 提供資料趨勢圖

(1) 資料可匯出到文件 (CSV)

(2) 提供報表圖形顯示

(3) 縮放和平移

(4) 註解

(5) 靈活的軸和曲線設置

13. SCADA 功能

14. 警報管理

可選擇的屬性排序

15. 事件(EVENT)管理

- (1)自由配置顏色
- (2)過濾功能
- (3)可確認所有警報
- (4)可設為鎖定
- (5)可定位至警報發生點

16. 提供遠端瀏覽器登入功能

(四)應用 IEC 61850 架構

1. ABB 公司於控制中心使用 MicroSCADA 軟體，現場設備通訊使用 IEC 61850 變電所自動化系統架構(如圖 41)。其中針對間隔層、通訊層和變電所層均有相對應的設備。

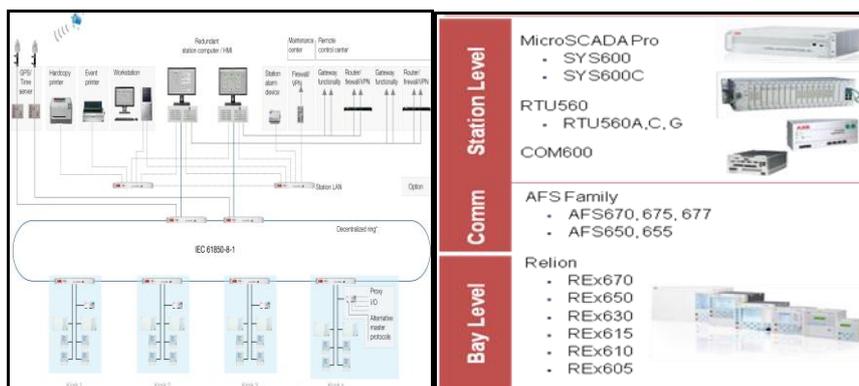


圖 41 變電所自動化使用 IEC 61850

2. 硬體設備(如圖 42)通訊規格支援連接 IEC 61850 設備，對下支援不同協定以整合不同設備，同時使用 RJ45 埠及 serial port 等相容網路通訊埠以達到不同設備相容性，裝置後變電所內實體如

圖 43 所示。

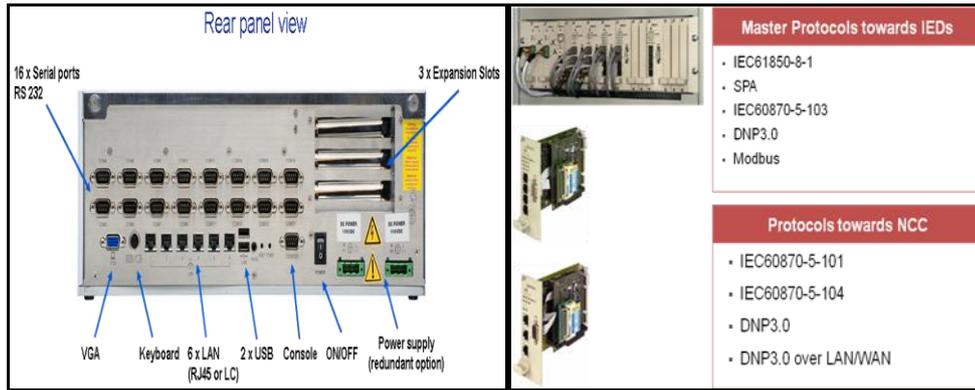


圖 42 系統通訊埠硬體設備



圖 43 變電所使用 IEC 61850