

出國報告（出國類別：實習）

IEC61850 通訊協定應用於變電所自動化技術

服務機關：台灣電力公司台中供電區營運處

姓名職稱：林震邦（姓名代號：u019063）

資控組經理

派赴國家：德國、瑞士

出國期間：97年8月17日至97年8月30日

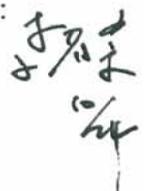
報告日期：97年10月15日

出國報告審核表

出國報告名稱：IEC61850 通訊協定應用於變電所自動化技術		
出國人姓名	職稱	服務單位
林震邦	資控組經理	台灣電力公司台中供電區營運處
出國期間：97年08月17日至97年08月30日		報告繳交日期：97年10月15日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input checked="" 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"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.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"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.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、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「出國報告資訊網」為原則。

報告人： 單位：  主管處：  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：

IEC61850 通訊協定應用於變電所自動化技術

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：

林震邦/台灣電力公司/台中供電區營運處/資控組經理/04-2333-5627~328

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：97/08/17~97/08/30 出國地區：德國、瑞士

報告日期：97/10/15

分類號/目

關鍵詞：

階層式調度控制系統(Hierarchical Dispatch and Control System, HDCS)

中央調度中心(Central Dispatch and Control Center, CDCC)

區域調度中心(Area Dispatch Control Center, ADCC)

配電調度中心(Distribute Dispatch and Control Center, DDCC)

國家調度中心(National Control Center, NCC)

地區調度中心(Regional Control Center,RCC)

能源管理系統(Energy Management System, EMS)

統包變電所監控系統(Local Supervisory Control And Data Acquisition, Local SCADA)

智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Device, IED)

通訊協定(Protocol)

資訊末端設備(Remote Terminal Unit , RTU)

內容摘要：(二百至三百字)

職奉派出國至歐洲ABB及SIEMENS公司實習有關區域調度中心監控系統、統包變電所監控系統(Local SCADA)、智慧型電子裝置(IED)及IEC 61850通訊協定等自動化系統設備之運轉維護等相關技術。本報告分為五大部分：

第一部分說明出國目的與過程。

第二部分研討變電所自動化監控系統整合，內容先介紹IED主要功能及應用，接著說明 IED狀態監視功能，並針對未來如何利用IED狀態監視功能建置預防。

第三部分介紹 IEC 61850的發展歷程、應用於變電所自動化系統及其整合應用。

第四部分研討區域調度中心監控系統，內容先介紹開放性系統架構的特性，接著研討EMS未來發展趨勢，並針對異地備援系統架構做評估。

第五部分以本次出國的心得與建議事項。

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

目 錄

出國報告書審核表-----	02
出國報告提要-----	03
目錄-----	05
圖表目錄-----	06
壹、出國目的與過程-----	07
一、目的-----	07
二、過程-----	07
貳、IED 應用及未來預防維護管理平台建置-----	09
一、IED 應用及主要功能-----	09
二、未來利用 IED 維護資訊建置預防維護管理平台-----	14
參、IEC61850 之整合應用-----	20
一、前言-----	20
二、IEC61850 於變電所自動化系統應用-----	20
三、IEC61850 標準之優點及效益-----	30
肆、區域調度中心監控系統-----	32
一、系統架構及功能應用-----	32
二、EMS 系統發展趨勢-----	35
三、異地備援系統架構評估分析-----	37
伍、心得及建議-----	41

圖形目錄

圖一台電統包配電變電所 ABB 之 IED 及 Local SCADA 架構-----	10
圖二台電統包配電變電所 SIEMENS 之 IED 及 Local SCADA 架構-	15
圖三利用 Local SCADA 收集預防維護資訊架構-----	16
圖四傳統變電所預防維護資訊收集架構-----	17
圖五變電所 IED、變壓器預防維護資訊及故障波形收集架構-----	19
圖六未來供電系統預防維護資訊收集架構-----	23
圖七集中環型(Centralized Ring)架構-----	24
圖八分散環型(Decentralized Ring)架構-----	27
圖九多重網路(Decentralized Ring)架構-----	35
圖十邏輯節點群組分類及數量-----	36
圖十一 IEC61850 的資料模型結構-----	38
圖十二 IEC61850 的邏輯節點資料與連結之結構-----	38
圖十三 IEC61850 SCL 工程規劃及執行程序-----	42
圖十四 IEC61850 GOOSE 對等通訊架構示意圖-----	43
圖十五 SIEMENS SINAUT Spectrum 系統架構-----	44
圖十六主/副雙套的異地備援系統架構-----	45
圖十七主/區域多套的異地備援系統架構-----	46

壹、出國目的及過程

一、目的

本公司統包變電所以IED、Local SCADA取代傳統盤面及RTU，不同IED設備廠商及SCADA系統廠商所採用之通訊協定不同，造成公司及自動化廠商在開發、使用及維護上之困擾。為此自動化設備廠商大力推廣IEC 61850通訊協定，以整合變電所內各種自動化設備通訊協定，並滿足電驛保護、量測、控制、參數設定、波形擷取及遠端維護等需求，為此本公司有必要進一步瞭解IEC61850通訊協定及其應用於變電所自動化技術情形。

隨著公司新建變電所加入快速成長，各區域調度中心 EMS 電腦負載率及監控變電所數逐漸提高，趨於飽和，本公司有必要進一步瞭解SCADA 及 EMS 最新技術發展情形，作為未來汰換更新規劃參考。

二、過程

ABB 及 SIEMENS 為自動化設備之製造大廠，本次實習內容安排SIEMENS 位於德國紐倫堡工廠、ABB 位於瑞士巴登工廠（IEC61850 認證中心及 IED、Local SCADA 研發生產）及 ABB 位於德國曼漢工廠（EMS 研發生產），研習該兩公司製 IED、SCADA、EMS 之最新發展技術及 IEC61850 通訊協定應用於變電所自動化技術，並安排至瑞士 ELG 電力公司 Schaltanlag 變電所、比利時 ELIA 電力公司國家調度中心（National Control Center, NCC）及荷蘭 ESSENT 電力公司地區調度中心（Regional Control Center, RCC）瞭解其 SCADA 及 EMS 實際應用情形。

行程及工作內容如下：

(一)970817~970818：

 行程（台北－法蘭克福－紐倫堡(宿)）。

(二)970819~970821：

 SIEMENS公司紐倫堡工廠：SIEMENS Local SCADA、IED、EMS
 及IEC61850通訊協定研習（宿紐倫堡）。

 行程(德國紐倫堡－瑞士蘇黎世(宿))。

(三)970822~970824：

 ABB公司瑞士巴登工廠：ABB Local SCADA、IED及IEC61850
 通訊協定研習（宿蘇黎世）。

 行程(瑞士蘇黎世－德國曼漢(宿))。

(四)970825~970828：

 ABB公司德國曼漢工廠：ABB EMS研習並安排參訪比利時ELIA
 電力公司NCC、荷蘭ESSENT電力公司RCC，瞭解其SCADA及
 EMS實際應用情形。

 行程(德國曼漢(25日宿)－比利時布魯塞爾(26、27日宿)－德國曼
 漢(28日宿))。

(五)970829~970830：返程(法蘭克福－台北)。

貳、IED 應用及未來預防維護管理平台建置

一、IED 應用及主要功能

本公司統包一次配電變電所 IED 之應用分爲兩大類：

(一)PMCC：具有保護(Protection)、量測(Measurement)、控制(Control)、及通訊(Communication)功能。使用於 23KV 系統。

(二)MCC：具有量測、控制、及通訊功能。使用於 161KV 系統，因 MCC 未含電驛保護，故須另裝設保護電驛設備。

PMCC 類的 IED 依用途可分爲：發電機保護用、變壓器保護用、輸電線保護用、配電饋線保護用、匯流排保護用、馬達保護用、其它（如電容器保護用）等種類。MCC 類的 IED 比較多樣，廠牌種類繁多，有的偏重量測功能（如電力電表），有的偏重控制功能，有的偏重電力品質分析功能、有的集各種功能於一身而稱爲多功能智慧型電子元件（Multifunction IED）。預期未來，隨科技進步，功能更強大，性能更優異的 IED 將會陸續出現。IED 主要功能如下：

(三)電氣量測(Measurement)

1. 各相及零相電流(Ia、Ib、Ic、Io)
2. 各相電壓(Van、Vbn、Vcn)
3. 各線電壓(Vab、Vbc、Vca)
4. 實功率(kW)
5. 虛功率(kVAR)

6. 頻率(f)

7. 瓦時量(kWH)

8. 乏時量(kVARH)

9. 功率因數(PF)

10.額定輸入(Rated Value)下精確度為 $\leq \pm 2\%$

(四)維護資訊功能

1. 斷路器損耗監視功能。
2. 三相電流輸入供電狀態監視。
3. 三相電壓輸入供電狀態監視。
4. 斷路器 SF6 壓力監視功能。
5. 斷路器定期維護監視功能。
6. 斷路器彈簧儲能監視功能。
7. 斷路器操作運轉時間監視功能。
8. 斷路器動作時程監視功能。
9. 斷路器跳脫迴路監視功能。

(五)數位輸入(DI-Digital Inputs，或稱為 Binary Inputs)

(六)大容量(Heavy duty)輸出接點

(七)小容量(Light-duty)輸出接點

(八)資料收集

1. 電力開關操作狀態
2. 切換開關的操作位置
3. 保護電驛的「致能或禁能」狀態
4. 復閉電驛的「致能或禁能」狀態
5. 電力設備異常狀態的監視
6. 保護電驛的動作狀況
7. 斷路器跳脫回路斷線監視
8. IED 自我診斷異常狀況

(九)事件記錄：本裝置須將其所收集的資料加以研判，並將結果做成事件記錄，以供面板顯示及外部測試設備讀取。事件記錄包括

1. 狀態變化
2. 設定群組變更
3. 異常警報發生及復原

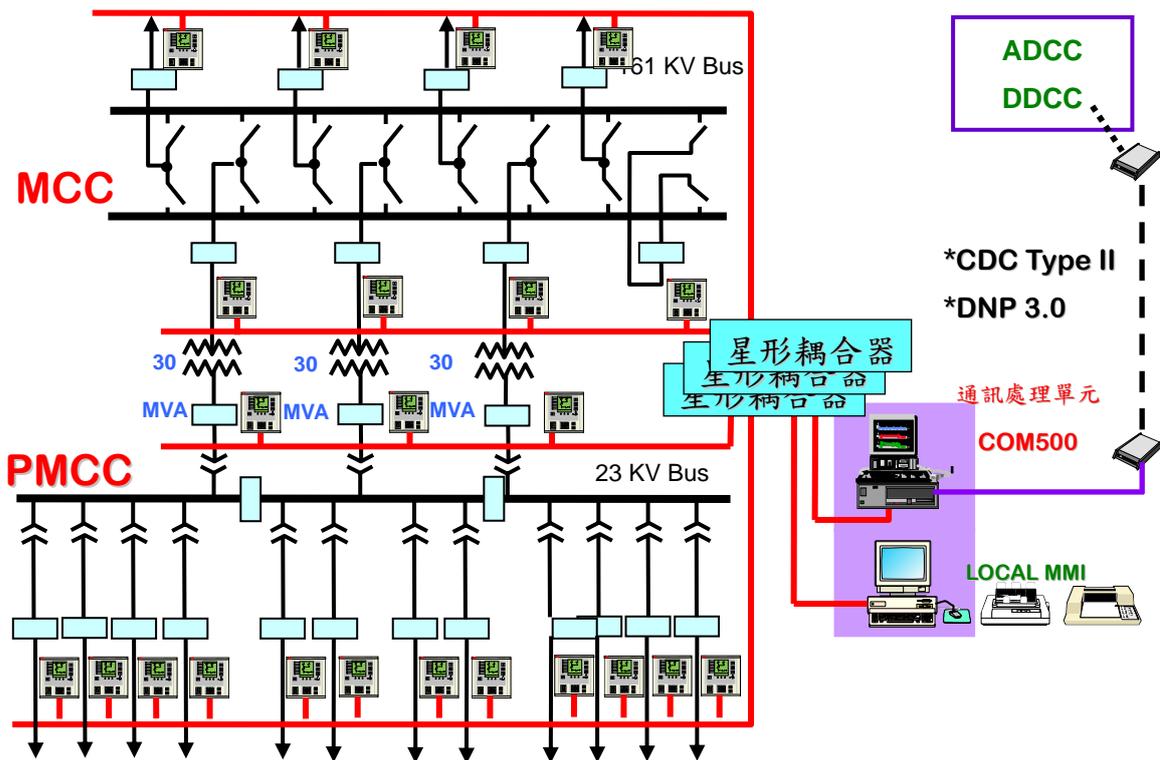
(十)參數設定及資料存取

(十一) 故障示波記錄(Fault Recording)：本裝置需能記錄因電驛動作引起斷路器跳脫之事件及特定事件之動態(波形)資料，以時間為橫座標，記錄值為縱座標顯示變化情形

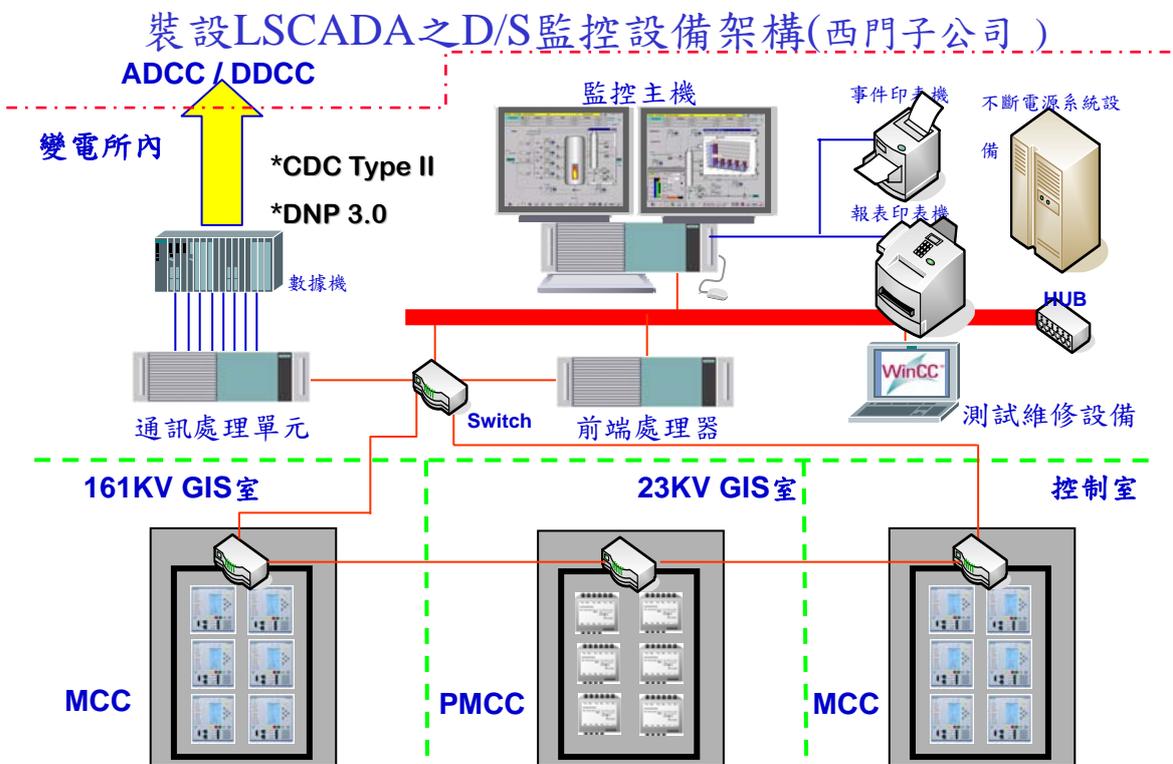
(十二) 保護電驛功能

1. 過電流保護電驛(50/51、50N/51N)
2. 過電壓電驛(59)及欠電壓電驛(27)
3. 復閉電驛(79)
4. 頻率電驛(81)

供電系統統包變電所 ABB、SIEMENS 之 IED 及 Local SCADA 架構如圖一及圖二所示，智慧型電子裝置為變電所各設備資訊的收集單元，在 161kV 電壓系統設備中擔任 MCC 功能，具備量測(Measurement)、控制(Control)及通訊(Communication)之功能，在 23kV 電壓系統設備中擔任 PMCC 功能，具備保護(Protection)、量測(Measurement)、控制(Control)及通訊(Communication)之功能，變電所監控系統主機主要為取代控制室之開關操作盤，通訊處理單元則連接專線數據機以 DNP 3.0 及 CDC type II 通訊協定分別與區域調度中心(ADCC)及配電調度中心(DDCC)連線，提供遠端調度監控功能。



圖一 台電統包配電變電所 ABB 之 IED 及 Local SCADA 架構



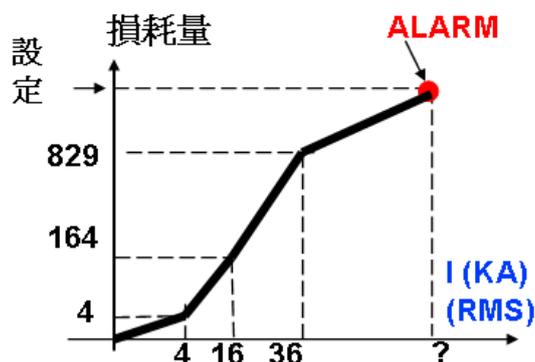
圖二 台電統包配電變電所 SIEMENS 之 IED 及 Local SCADA 架構

二、未來利用 IED 維護資訊建置預防維護管理平台

智慧型電子裝置可提供狀態監視(Condition Monitor)功能，以達成設備預知維護的目的，在設備開始劣化初期就可以提出警告，以通知維護人員提早對設備進行檢測及維修，避免因設備故障而造成系統的事故，目前市面上智慧型電子裝置可提供之監視功能如下：

(一) CMBWEAR1：斷路器損耗監視功能

本功能為針對開關設備之接點電氣損耗進行評估，其數值為累計值，每次開關設備啓斷就會依據開關設備廠商提供的電氣損耗數據累積其損耗值，其損耗值可以設定16段啓斷電流量對應接點電氣損耗量設定，相鄰兩段的接點電氣損耗量以線性關係為準，並依據開關設備廠商所提供的維護電氣損耗建議值，設定斷路器接點累積損耗量的警告位準，當累計的接點電氣損耗值超過設定值時，IED將會發出訊息警報，以提醒設備維護人員安排維護點檢的時間，及早維護避免設備故障。



電流量(KA),RMS 值	斷路器接點損耗量	電流量(KA),RMS 值	斷路器接點損耗量
0	0	32	655
4	4	36	829
8	33	40	1024
12	92	44	1239
16	164	48	1475
20	256	52	1731
24	369	56	2007
28	502	60	2304

斷路器所切斷的電流對斷路器接點損耗量的關係

(二) CMCU3：三相電流(CT)輸入供電狀態監視

當兩相電流大於上限設定值且一相電流小於下限設定值時，經過一段延遲時間後，則判斷為CT連接迴路異常，並由IED發出警報訊息通知維護人員檢查修復，假如偵測條件消失時則警報訊息自動復歸。

(三) CMVO3：三相電壓輸入(PT)供電狀態監視

當兩相電壓大於上限設定值且一相電壓小於下限設定值時，經過一段延遲時間後，則判斷為PT連接迴路異常，並由IED發出警報訊息通知維護人員檢查修復，假如偵測條件消失時則警報訊息自動復歸。

(四) CMGAS1：斷路器SF6壓力監視功能

SF6之壓力信號來自於壓力計的乾接點輸入，當壓力計乾接點動作，且經過一段延遲時間之後，則會由IED發出警報訊息通知維護人員檢查修復。

(五) CMSCHED：斷路器定期維護監視功能

藉由本功能，訂定以日為單位的維護週期，當累計的天數到達所設定的日期時，則會由IED發出警報訊息通知維護人員檢查修復。

(六) CMSPRC1：斷路器彈簧儲能監視功能

彈簧(油壓)儲能馬達運行時間的計算是經由儲能馬達的動作控制接

點提供，作為儲能馬達每一次運行時間的判斷依據，當儲能馬達的運行時間大於最長時間或小於最短時間的設定值時皆會由IED發出警報通知維護人員檢查修復。

(七) CMTIME1：斷路器操作運轉時間監視功能

此應用主要針對馬達設備的連續運轉時間監視的應用，其運轉時間由斷路器的52a輔助接點作為累積時間之判斷信號，當運轉時間超過設定值時，則會由IED發出警報通知維護人員檢查修復。

(八) CMTRAV1：斷路器動作時程監視功能

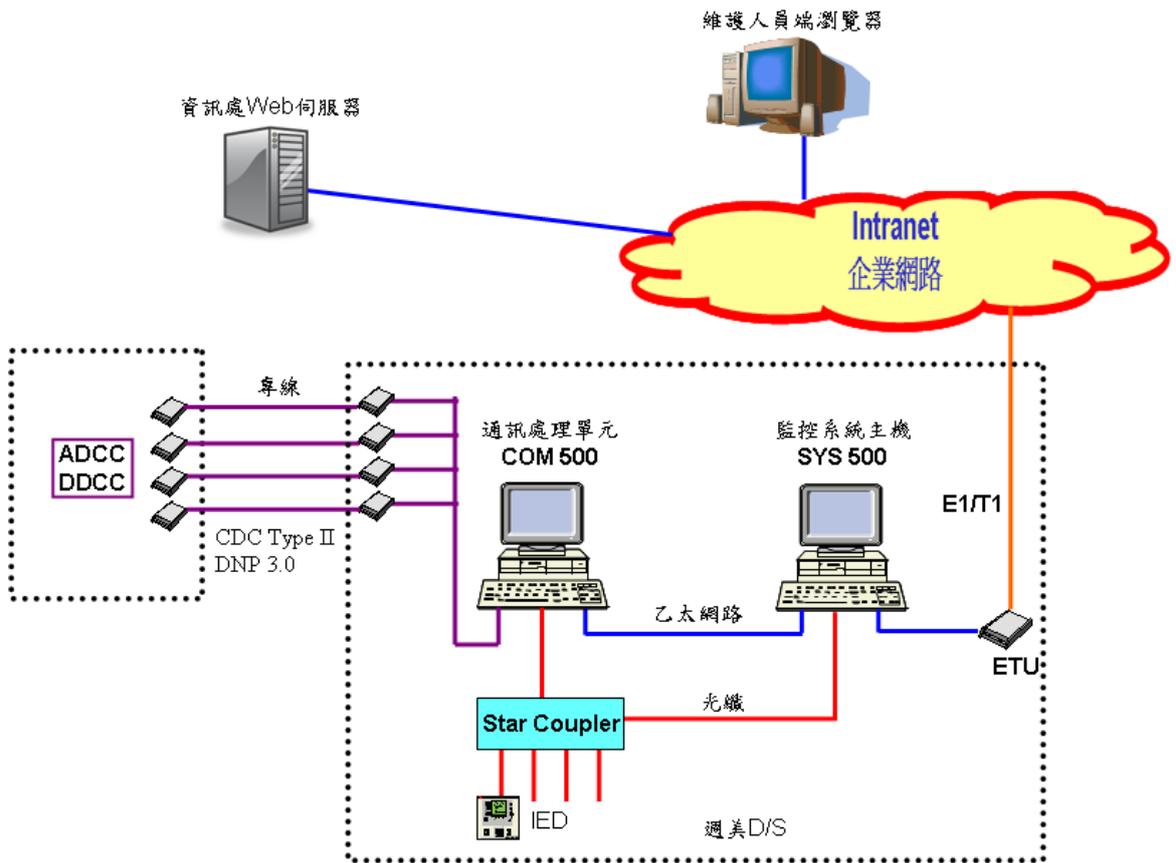
以斷路器輔助接點的52a及52b的訊號作為斷路器動作時間的判斷依據，並且將投入及啓斷的動作時間分開紀錄。投入及啓斷的時程紀錄設定值為0~100秒之間，可以記錄到以ms之時間解析度。因為動作時間過長時可能是因為機構有問題或老化，假如動作時間過長則會由IED發出警報訊息通知維護人員檢查修復。

(九) CMTCS1：斷路器跳脫迴路監視功能

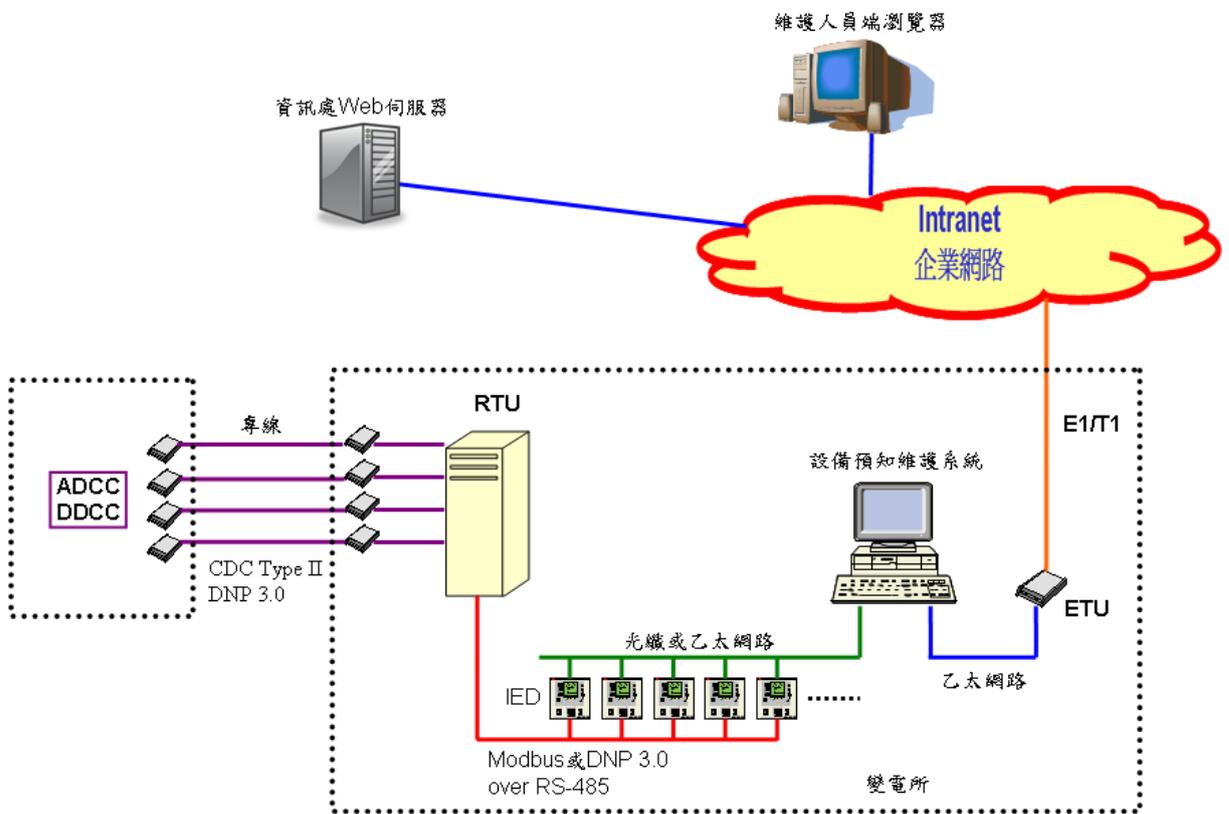
可以分別設定斷路器投入與啓斷輸出控制迴路監視功能的時間延遲，當偵測到異常且時間延遲超過設定時間，則會由 IED 發出訊息或事件送出警報訊息通知維護人員檢查修復。

隨著智慧型電子裝置大量安裝於變電所，供電系統正規劃利用 IED 維護資訊建置預防維護管理平台，目前供電系統所管轄之變電所有兩種型式，第一種為使用 Local SCADA 之無盤化變電所，另一種則為使用 RTU 及控制盤之傳統變電所，對於使用 Local SCADA 之變電所，可利用 Local SCADA 收集預防維護資訊，再透過 ETU 及通訊處的 E1/T1 光纖網路，

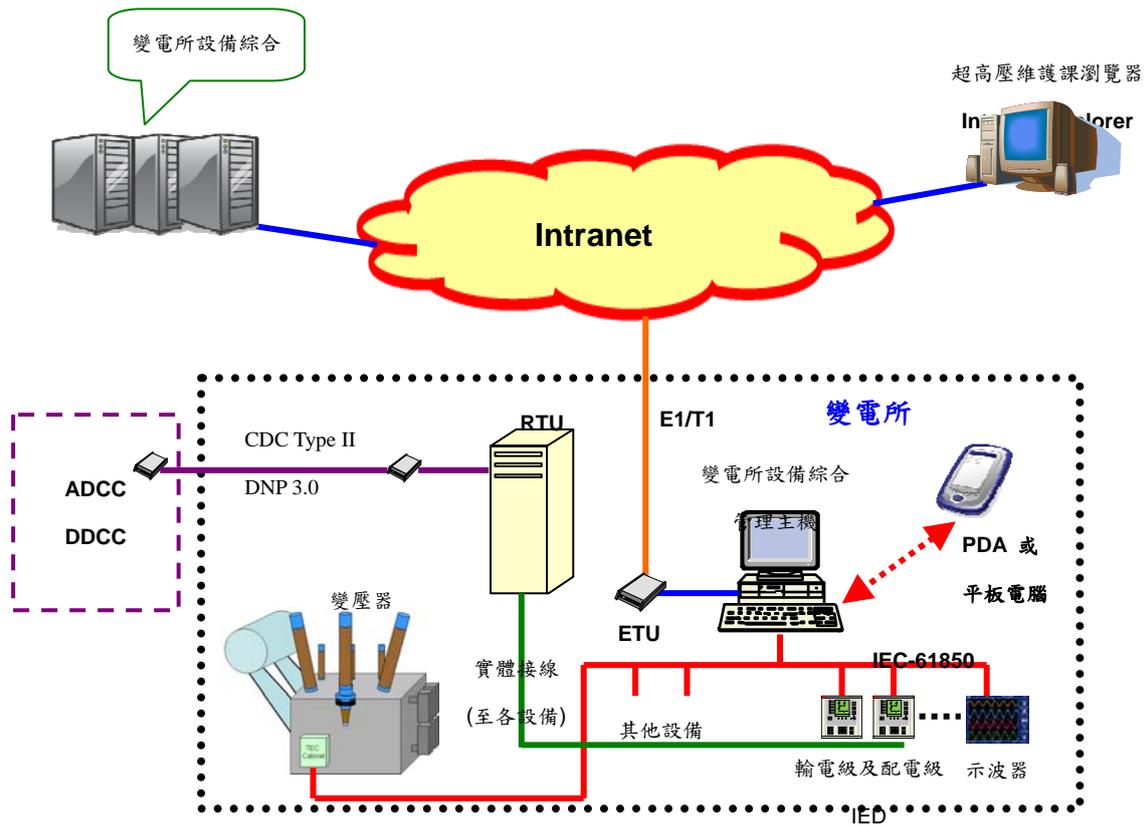
傳送到資訊系統處之 web 伺服器，並委託該處製作查詢瀏覽網頁，維護人員可利用公司內部網路，查詢變電所之設備預防維護資訊，其架構如圖三所示。至於使用 RTU 及控制盤之傳統變電所，未來可規劃於控制室內設置設備預防維護系統主機，該主機除負責收集變電所內各 IED 之預防維護資訊及提供相關維護畫面外，亦可將預防維護資訊上傳至公司企業網路供維護人員瀏覽查詢，其架構如圖四所示。除 IED 預知維護資訊收集外，供電系統亦規劃收集變壓器預防維護資訊、故障波形等，其架構如圖五所示。未來各變電所之預防維護資訊將透過通訊處之 E1/T1 專線傳送至轄區之供電區營運處資料收集主機後，再上傳至公司企業網路，資料收集主機具備防火牆功能，防止惡意入侵確保變電所之資通安全；上傳至企業網路之預防維護資訊，將由設備預防維護管理平台儲存管理，該平台將委託資訊系統處建置管理，其架構如圖六所示，未來變電所維護人員可透過該平台掌握各變電所之設備維護資訊，並據此排定設備維護工作，將可減少因設備故障發生事故之機率，提高供電穩定度。



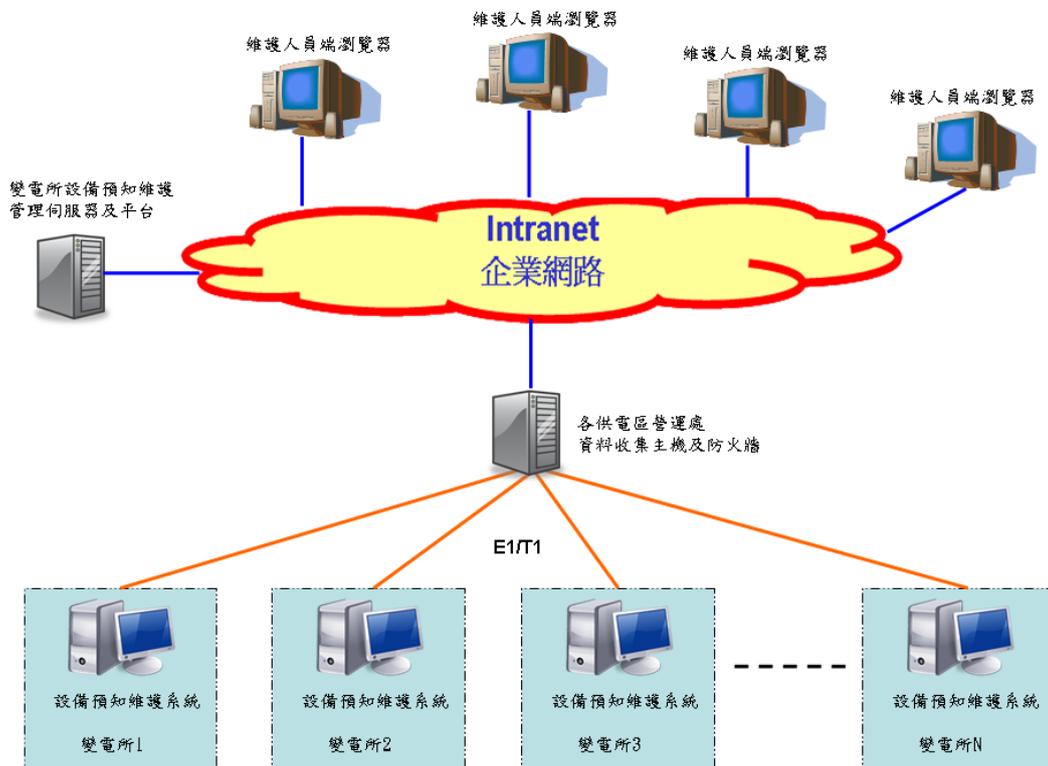
圖三 利用 Local SCADA 收集預防維護資訊架構



圖四 傳統變電所預防維護資訊收集架構



圖五 變電所 IED、變壓器預防維護資訊及故障波形收集架構



圖六 未來供電系統預防維護資訊收集架構

參、IEC61850 之整合應用

一、前言

目前台電控制中心間之通訊協定採 ICCP，ADCC 與變電所間之通訊協定為 DNP 3.0 Series 及 CDC TYPE II。多功能電力電表(Power Meter)與 RTU 間採用 Modbus 通訊協定，而統包配電變電所 SCADA 對 IED 通訊協定則未規定，因不同自動化設備及系統廠商所採用之變電所 SCADA 通訊協定不同，造成電力公司及自動化廠商在開發、使用及維護上之困擾。為此自動化廠商大力推廣 IEC 61850 通訊協定，目的為整合變電所內各種自動化系統(設備)通訊協定，並滿足電驛保護、量測、控制、參數設定、波形擷取及遠端維護等需求。目前已宣稱支援 IEC 61850 通訊協定之廠商包含 ABB、西門子、AREVA, GE, SEL, TOSHIBA 等，本次出國任務特對 IEC 61850 通訊協定整合應用進行瞭解。IEC 61850 通訊協定標準的全名為” Communication networks and systems in substations”，也就是變電所內的通訊網路及系統。所以這個標準所提的系統建置架構、資料模型、資料傳輸編碼及建置流程等都是以變電所內的系統及設備為主。

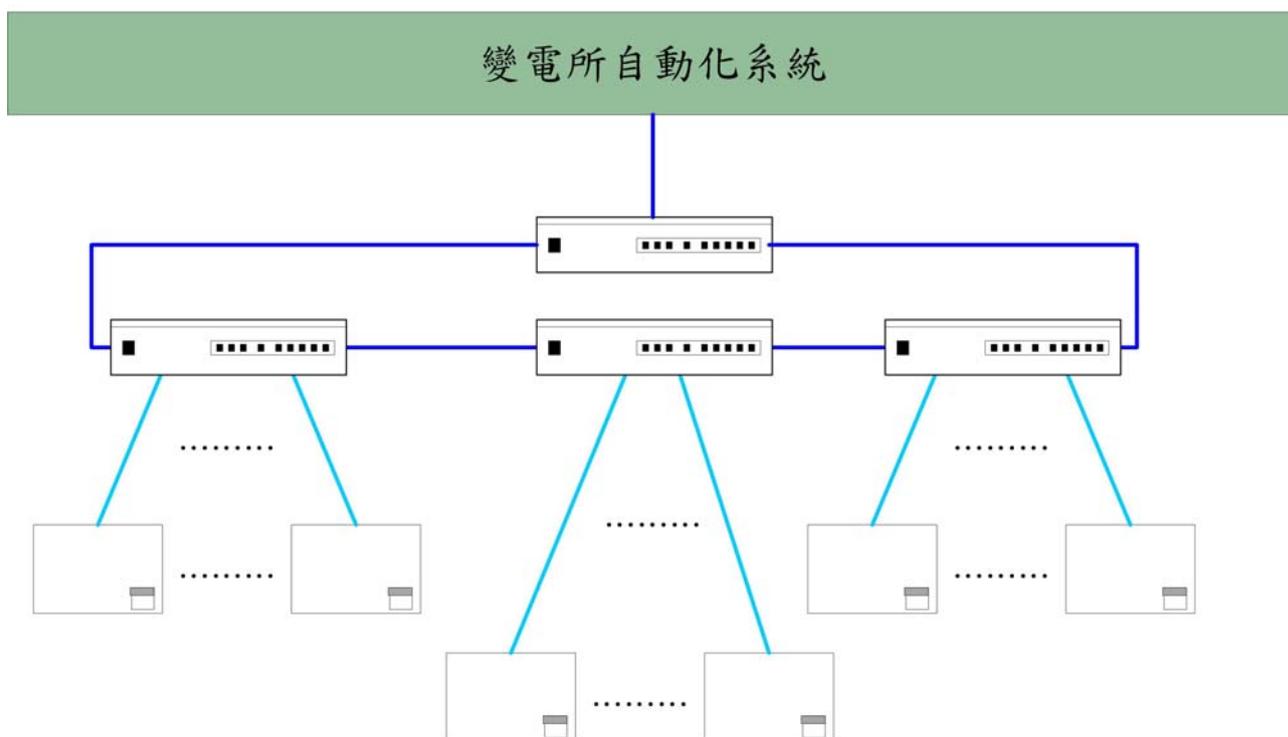
二、IEC61850 於變電所自動化系統應用

(一) IEC61850 的通訊系統架構

IEC 61850 的通訊系統架構是依據乙太網路架構為基礎，當系統規劃時必須考慮設備安裝之位置，相對應的距離以及在安裝地點所容納的設備數量等問題。假如數量不多且集中在變電所監控系統附近時，可以採

用集中環狀 (Centralized Ring) 架構，如圖七所示。

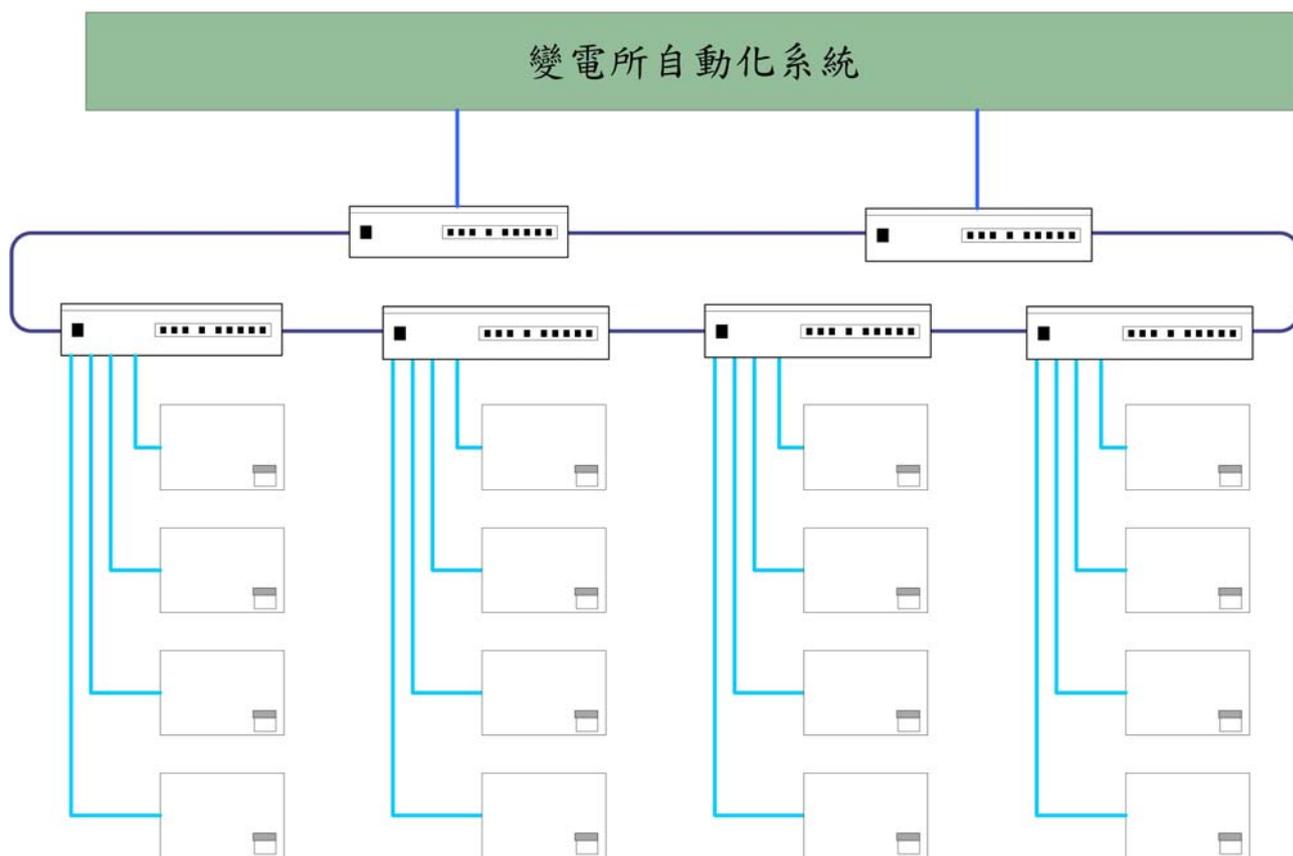
集中環狀(Centralized Ring)架構



圖七 集中環型(Centralized Ring)架構

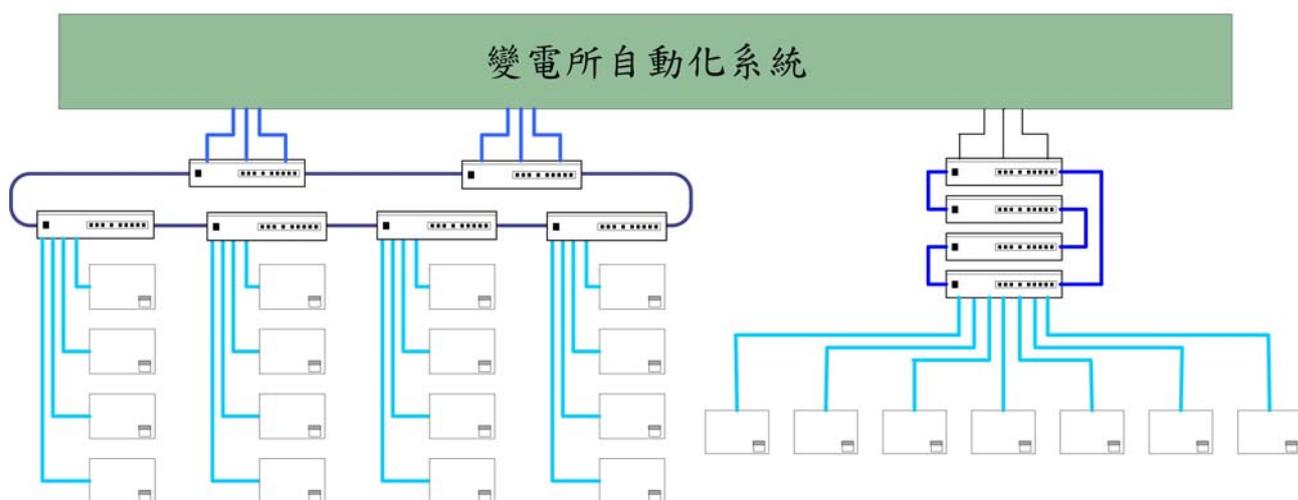
假如變電所中的設備分散在數個區域，或是以檔位(Bay)為集中單位時，而且各區域間的距離較遠時，將會建議採用分散環型(Decentralized Ring)架構如圖八所示。

分散環型(Decentralized Ring)架構



圖八 分散環型(Decentralized Ring)架構

假如變電所中的設備數量較多及有不同電壓等級時，且各區域間的距離較遠時，將會建議採用多重網路(Multi networks)架構如圖九所示，以提高系統效能。



圖九 多重網路(Decentralized Ring)架構

(二) IEC 61850 的資料模型

IEC 61850 標準的資料分類方式與以往所使用的通訊協定已經完全不同。傳統的通訊協定將所要傳輸的資料區分為數位輸入(DI)、數位輸出(DO)、類比輸入(AI)、類比輸出(AO)及計數器(Counter)等類資料。但是 IEC 61850 標準所規定的資料基本單位稱為邏輯節點(LN: Logic Node)，邏輯節點就代表一個功能或設備，其資料被記錄在邏輯節點所屬的資料及屬性當中。邏輯節點的命名在 IEC 61850 之中已經有詳細的規定，每一個邏輯節點採用四個英文字母作為功能或設備的命名，其中第一個字母為功能之分類群組名稱，後面三個字母為功能名稱的縮寫。在這個標準中已經將 92 個邏輯節點分為 13 個群組，其群組所含邏輯節點數量及群組代碼如圖十所示。

邏輯節點群組名稱	數量	邏輯節點群組名稱	數量
系統邏輯節點 (L) (System logical nodes)	3	表計及量測 (M) (Metering and measurement)	8
保護功能 (P) (Protection functions)	28	感測器及監視 (S) (Sensors and monitoring)	4
保護相關功能 (R) (Protection related functions)	10	開關設備 (X) (Switchgear)	2
控制 (C) (Control)	5	儀器用變比器 (T) (Instrument transformer)	2
通用參考功能 (G) (Generic references)	3	電力變壓器 (Y) (Power transformer)	4
介面及架構 (I) (Interfacing and archiving)	4	預留未來電力設備 (Z) (Further power system)	15
自動控制 (A) (Automatic control)	4	邏輯節點總數	IEC61850 之整合應

圖十 邏輯節點群組分類及數量

從上圖得知，在電力系統中保護功能群組的邏輯節點的數量為最多，接下來選擇幾個電力系統常用的邏輯節點作說明，至於全部 92 個邏輯節點命名請參考 IEC 61850 標準文件：

PIOC：P 代表為保護功能的群組，I 代表瞬時功能，OC(Overcurrent)

過電流保護功能，在 IEEE 的功能代碼為 50。

PTOC：P 代表為保護功能的群組，T 代表時間延遲功能，

OC(Overcurrent)過電流保護功能，在 IEEE 的功能代碼為 51。

PDIF：P 代表為保護功能的群組，DIF(Differential)差動電流保護功

能，在 IEEE 的功能代碼為 87。

PBDF：P 代表為保護功能的群組，B(Busbar)代表匯流排，

DF(Differential)差動電流保護功能，在 IEEE 的功能代碼為

87 B。

RREC：R 代表為保護功能相關的群組，REC(Re-Closing)代表斷路器

復閉功能，在 IEEE 的功能代碼為 79。

RSYN：R 代表為保護功能相關的群組，SYN (Synchronizing)代表電力系統同步檢測功能，在 IEEE 的功能代碼為 25。

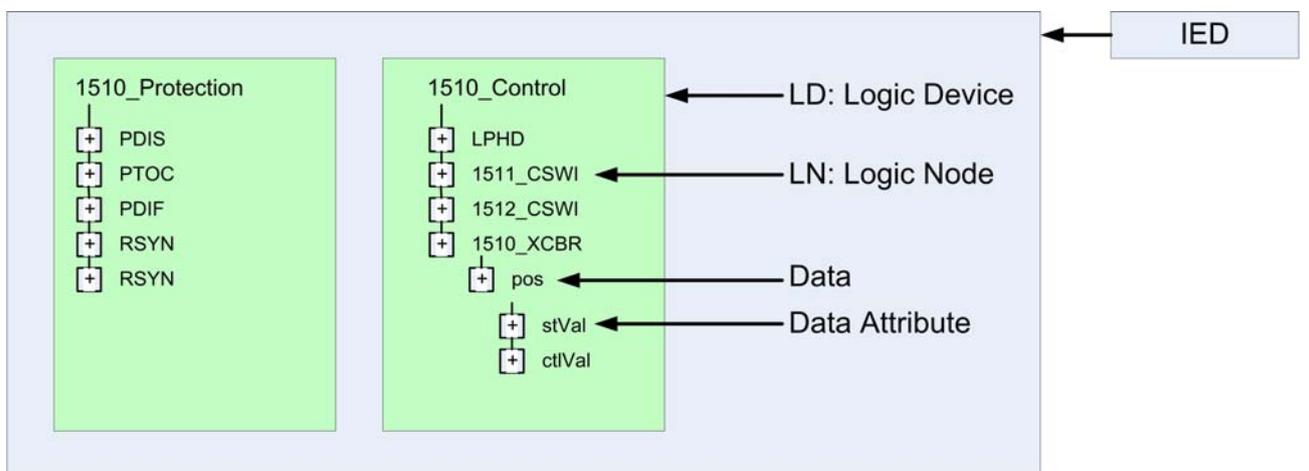
XCBR：X 代表開關設備群組，CBR (Circuit Breaker)代表斷路器設備，在 IEEE 的功能代碼為 52。

XSWI：X 代表為開關設備群組，SWI (Switch)代表分段開關(DS)或接地開關(ES)設備。

TCTR：T 代表儀用變壓器群組，CTR (Current Transformer)代表比流器設備。

TVTR：T 代表儀用變壓器群組，VTR (Voltage Transformer)代表比壓器設備。

只要是系統或設備支援此標準，其邏輯節點的命名就必須遵循標準中規定之邏輯節點名稱。在邏輯節點的資料模型結構包含資料及屬性，邏輯設備(Logic Device:LD)為邏輯節點的集合，可以用邏輯設備作為邏輯節點功能分類之用，也就是一個邏輯設備包含數個邏輯節點。在此標準的最上層資料模型的群組稱為智慧型電子裝置(IED)，IED 為邏輯設備的集合，也就是一個 IED 可以同時包含數個邏輯設備，如圖十一所示。



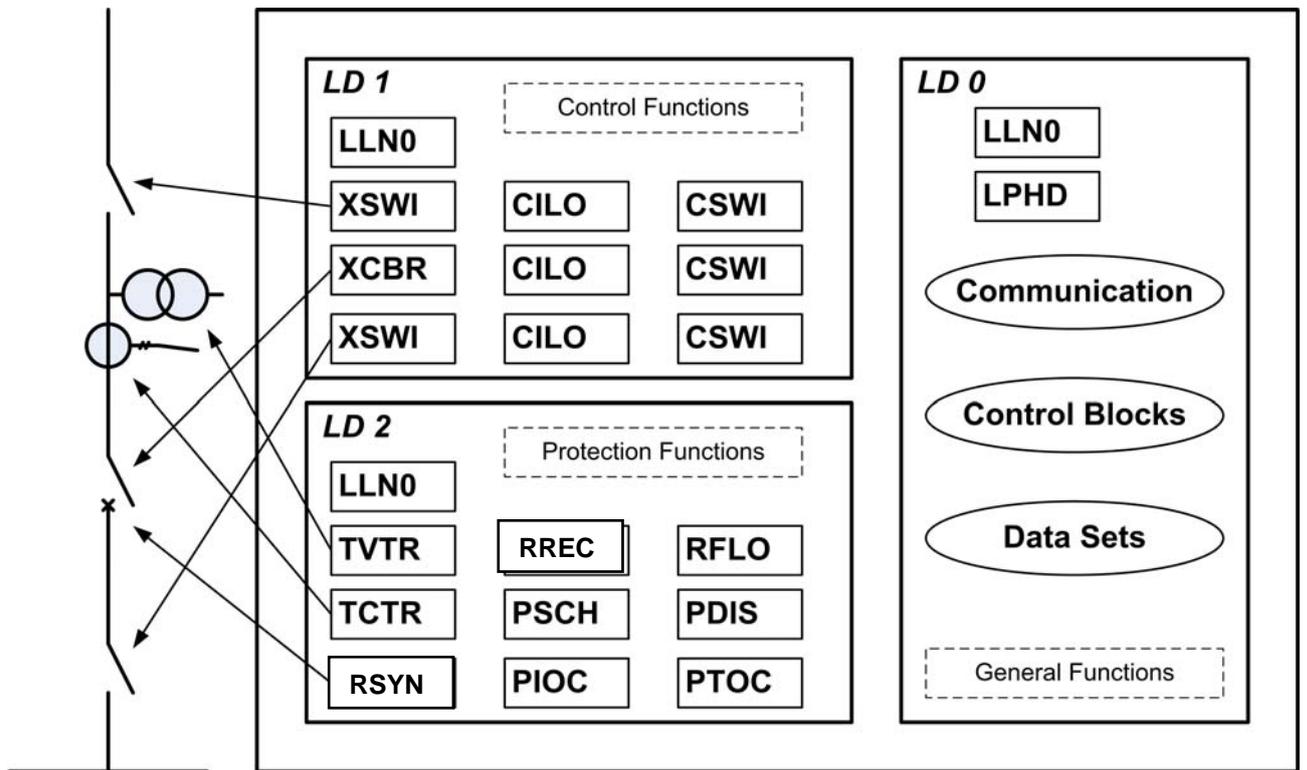
圖十一 IEC61850 的資料模型結構

在 IEC 61850 標準中將資料模型已經規定得非常詳細，使得系統及設備的製造廠在此通訊協定自由發展的空間相形變小，也就是使用這個通訊協定之後，系統的整合及測試等工作變得標準化，也會使得處理例外的情形相對的減少，甚至使用者可以有更多製造廠的設備作為選擇。

以實際的變電所自動化的設備組成來看，依照 IEC61850 的標準要如何建置一個開關設備檔位所使用的 IED 及其邏輯節點的規劃組成。以下我們以圖十二作為範例來詳細說明，使各位讀者對其 IEC61850 的細部規劃原理更進一步的了解。

這個檔位的設備資料及相關功能建立在 LD1 的邏輯設備中，斷路器以 XCBR 邏輯節點表示，隔離開關及接地開關採用 XSWI 邏輯節點作表示，CILO 代表設備或功能互鎖的邏輯節點，CSWI 表示開關設備控制的邏輯節點。

這個檔位的運轉資料及保護相關功能建立在 LD2 的邏輯設備中，TVTR 表示一相比壓器(PT)設備邏輯節點，TCTR 表示一相比流器(CT)設備邏輯節點，PDIS 表示測距電驛(21)功能的邏輯節點，PIOC 表示瞬時過電流(50)功能的邏輯節點，PTOC 表示延時過電流電驛(51)功能的邏輯節點，RFLO 表示故障位置指示器功能的邏輯節點，RREC 表示復閉電驛(79)功能的邏輯節點，RSYN 表示同步檢測電驛(25)功能的邏輯節點。使用邏輯設備將以上的邏輯節點群組化之後，再將邏輯設備組合成智慧型電子裝置，如此智慧型電子裝置才會具有保護、量測、控制及通訊(PMCC)之完整功能。



圖十二 IEC61850 的邏輯節點資料與連結之結構

(三) IEC61850 系統資料建置流程

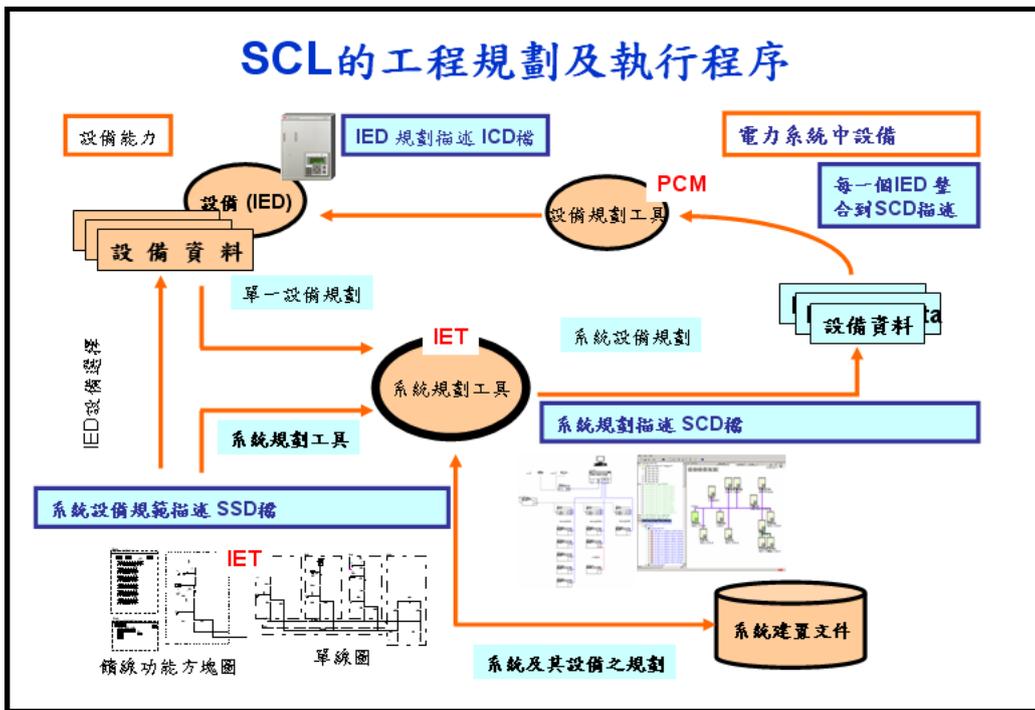
在 IEC61850 的 Part 6 標準就其 IEC 設備的規劃，變電所內所使用的設備規格及系統單線圖建置到完成規劃的檔案下載到 IED 中的檔案格式及步驟都已經有詳細的規定。這個部分是除了邏輯節點以外對系統整合很重要的一個部分。主要為對標準中的四種不同的檔案格式作詳細的規定，並且對其不同檔案格式相關的轉換步驟也作了非常嚴謹的規定，以降低不同製造廠在系統整合工作中所遭遇的問題。

(四) IEC61850 標準檔案轉換機制

若智慧型電子裝置要符合 IEC61850 標準中 Part 6 的規定，設備製造廠商的 IED 及其軟體工具，必須遵循這些檔案轉換的流程及檔案格式，其規定的細節直到檔案名稱的副檔名，下列說明在此標準的四種檔案的格式。

- **系統規範描述 (SSD: System Specification Description)**：變電所內電力系統設備規範及物件描述檔案，在檔案命名的副檔名必須為”*.ssd”。
- **變電所規劃描述(SCD: Substation Configuration Description)**：變電所內單線圖架構的描述檔案，在檔案命名的副檔名必須為”*.scd”。
- **IED 功能/能力描述(ICD: IED Capability Description)**：IED 啓用功能項目及其相關邏輯規劃與輸出入訊號規劃之描述檔案，在檔案命名的副檔名必須為”*.icd”。
- **IED 規劃完成的描述(CID: Configured IED Description)**：依據其相關設備所需功能的 IED 規劃檔案，在檔案命名的副檔名必須為”*.cid”。

對於一個以 IEC61850 作為工程專案的執行標準，要建立一個變電所自動化系統，首先要以變電所的單線圖作基礎設計及確定變電所內的電力系統設備組成型態及架構。進入細部設計時第一步需要將此變電所內採用的設備及規格輸入到系統規範描述(*.ssd)檔中，下一步針對每一個 IED 在電力系統中所扮演的角色，作所需之功能及邏輯規劃，並個別儲存為 IED 功能/能力描述(*.icd)檔。接著建立電力監控系統之變電所電力系統單線，將其規劃結果儲存為變電所規劃描述(*.scd)檔。接下來將 IED 功能/能力描述(*.icd)檔匯入系統中與變電所規劃描述(*.scd)檔作整合，建立單線圖與 IED 在系統中的關聯性，並將相關的資料庫建置到電力監控系統之中，並將會個別輸出 IED 規劃完成的描述(*.cid)檔。最後將(*.cid)檔分別下載到個別 IED 之中，如此即完成建立一個以 IEC61850 標準為基準的電力監控系統。

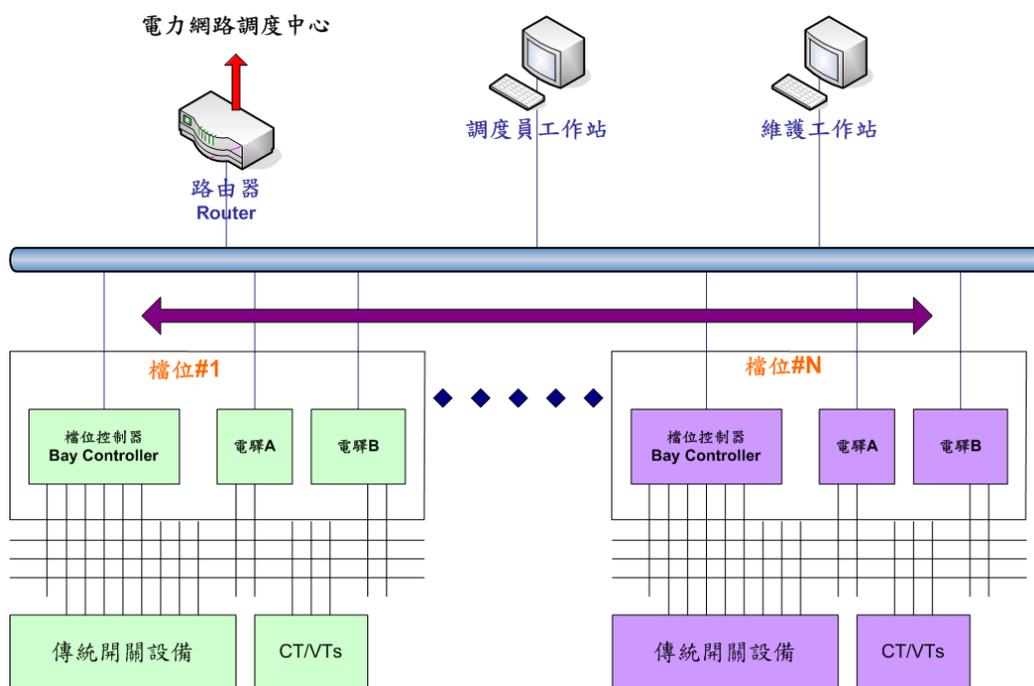


圖十三 IEC61850 SCL 工程規劃及執行程序

在系統建立之後，若因 IED 設備而需要更換時，將 IED 規劃完成的描述(*.cid)檔下載到新的 IED 中，即可以立即替換原先的 IED，將會節省相當多的測試時間及成本。假如變電所內的設備需要擴充時，將原變電所相同功能複製並建立一個新的 IED 規劃完成描述(*.cid)檔下載到新的 IED 中，擴充的 IED 即可以立即與系統連線做資料連線測試，將會比傳統工程執行方式節省可觀的時間及成本，在經濟效益及系統的穩定度有非常大的助益。

在 IEC61850 標準中還有一個非常重要的功能，就是稱為 GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) 訊息的通訊方式，此種方式稱為對等通訊(Peer-to-peer communication)，也就是 IED 之間可以透過同一層的通訊網路直接作資料交換，以節省後續相關設備互鎖功能的執行時間。因為所有的邏輯動作規劃都在 IED 之中進行，而不需要將訊息傳送到監控系統電腦，再從系統電腦發出命令到相關的 IED 執行互鎖的功能，節省因為通訊所造成的時間延遲及降低系統電腦 CPU 的使用率而提

高整個系統的執行效能。



圖十四 IEC61850 GOOSE 對等通訊架構示意圖

三、IEC61850 標準之優點及效益

這個標準採用乙太網路作為通訊媒介的基礎，在電腦通訊系統的使用上已經是一個非常成熟的通訊架構系統，可以用高速傳輸速度來傳送大量的資料，在長距離傳輸可以將網路線變更為光纖，使得通訊頻寬更寬廣也不會因同銅製導線的電磁場效應及阻抗的衰減而須要降低通訊速率，因而降低在相同時間的資料傳輸量。其通訊基礎模式完全遵循乙太網路的 ISO/OSI 的七層架構，並以 TCP/IP 作為基礎通訊協定並使用 XML 的語法建構其資料結構作為 IEC61850 標準的資料通訊的核心，對通訊系統來說是使用最普遍的設備及架構，相對的在設備及系統會因為採用現成的通用技術與設備而大量降低投資成本。成本降低不只在設備及施工材料層次，若使用標準的工作程序，由於工程師熟悉整個系統建置流程

甚至在系統測試工作上，勢必節省相當可觀的工時及人力成本，其中人力成本是一個隱形的成本，在大部分的成本計算中被忽視了。

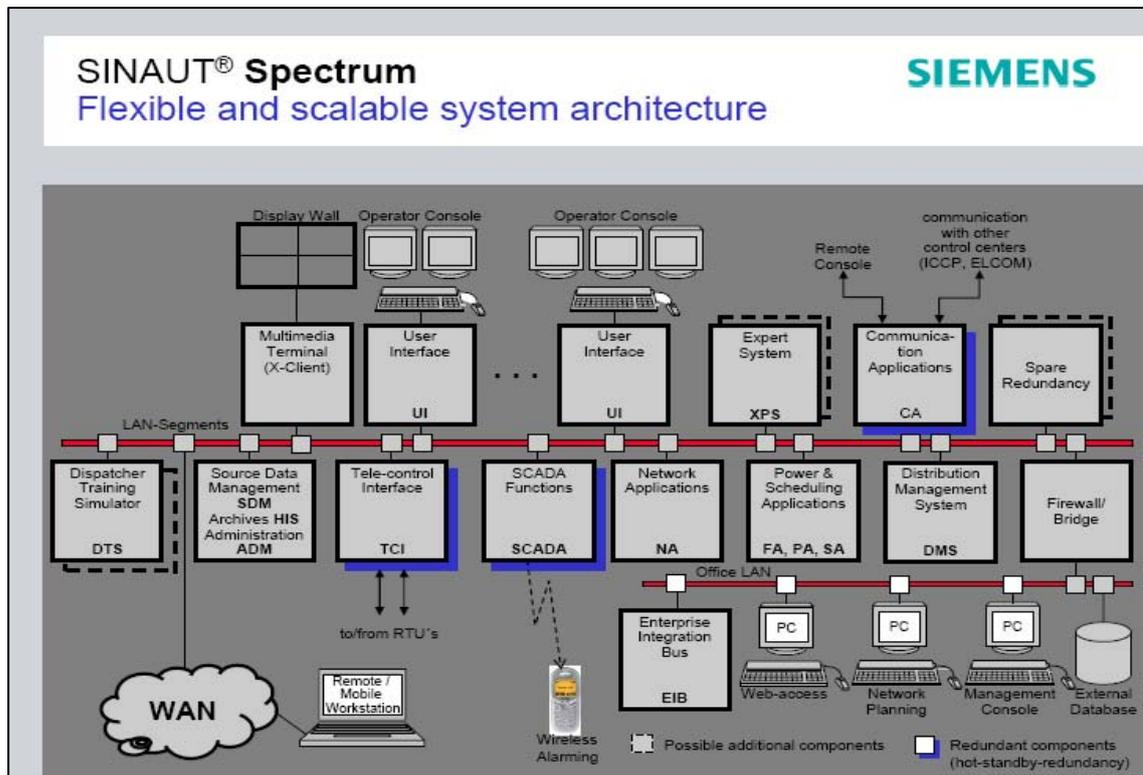
另外還有一個重點為各階段的設備功能規劃及系統建置的檔案轉換流程，都在這個標準中有非常清楚的規定，對使用者而言最大的好處就是將來在設備更換或是擴充，就不一定需要使用原先的製造廠所生產的設備，將會使用戶擁有有更多的選擇性。在市場的競爭情形下將會使得設備採購的成本更為降低，或者是以相同的成本獲得功能較佳的設備。

對長期使用的運轉及維護人員而言，只要學習一套標準的系統工作程序即可，而不需要針對不同的系統或設備的提供多次的教育訓練，以節省可觀的教育訓練時間，更可以因為經常使用而熟能生巧對系統的運轉及維護工作可以節省時間並降低錯誤的機率以使得電力系統更加的穩定可靠。

肆、區域調度中心監控系統

一、系統架構及功能應用

圖十五為SIEMENS公司的EMS系統架構（SINAUT Spectrum），與目前基隆、新竹、台中、新營ADCC使用的第二期自動化系統（加拿大SNC公司）相似，都屬於開放性系統架構，開放性系統架構符合下列幾項特性：



圖十五 SIEMENS SINAUT Spectrum 系統架構

(一) 非專屬系統

主機採用伺服器型電腦，作業系統以Linux或Unix為主，調度台採用工作站型電腦，作業系統以Linux或Windows為主，符合POSIX標準，隨

時可對軟硬體設備作必要之功能升級處理。早期的主機皆採用Unix作業系統，近年來Linux發展快速，而且Linux比Unix更具有相容性及成本的優勢，ABB及SIEMENS也開始採用Linux系統版本供客戶選用。

(二) 分散式電腦架構

系統架構採分散式，對個別增加應用伺服器或變動設備之連接方式時，將不影響原有系統功能之運作。系統依不同功能別有不同的應用伺服器，主要有以下幾種伺服器，各伺服器之間由Ethernet LAN相連接。

1、資料庫管理主機

資料庫管理主機負責變電所資料庫之管理維護，包含變電所取樣點資料、報表資料及歷史警報訊息等。二期系統稱為SYS node，SIEMENS系統稱為ADM node。

2、通訊處理主機

通訊處理主機負責與變電所自動化設備(RTU或通訊處理單元)連線，進行變電所設備資料蒐集、警報處理及設備控制的工作。通訊處理主機當機時調度中心將無法監控變電所，故通訊處理主機一般採用雙主機運轉。二期系統稱為DAC node，SIEMENS系統稱為TCI node。

3、人機介面工作站

人機介面工作站作為調度人員調度變電所用。該工作站須提供變電所監控畫面、即時警報、歷史警報、報表等查詢及顯示用。一般須有2~3個螢幕畫面，以便同時顯示數種軟體畫面供調度員運用。

4、應用軟體主機

國外輸電等級的調度中心會採用電網分析（Network Analysis）的應用軟體，調度人員可即時試算N-1時的電力潮流分析，做好緊急應變措施，確實掌控系統弱點。國內ADCC主要仍以SCADA功能為主，目前另有RPDC(Reactive Power Device Control)應用軟體來控制系統虛功率和電壓及LSR（Load Shedding and Restoration,）兩項應用軟體，以減少ADCC調度人員工作量及確保供電品質。二期系統的RPDC及LSR應用軟體是在RCS node執行，SIEMENS系統是在NA node執行電網分析應用軟體。

5、網路報表主機

網路報表主機，提供同仁下載或查詢變電所相關運轉資料，以達資源分享及減少不必要之報表寄送工作。因ADCC原為一封閉式系統，為避免因資料分享危害系統安全，一般會採用如防火牆(Fire Wall)等網路安全措施，將網路報表主機與線上系統隔離。

6、發展系統

為便於變電所設備及軟體開發加入 ADCC 前之測試需要，所有新增之資

料庫、單線圖面，及新開發之軟體等，上線使用前必須於發展系統上測試驗證無誤，再安裝於線上系統正式使用。

二、EMS 系統發展趨勢

目前台電計有基隆、台北、新竹、台中、新營及高雄 6 個區域調度中心及花東供電區營運處 SCADA 系統；其中基隆、新竹、台中、新營 ADCC 為加拿大 SNC 公司製，台北 ADCC 及花東 SCADA 為國內健格公司製，高雄 ADCC 為西門子公司製。每個 ADCC 之系統架構及功能大同小異，未來趨勢如下：

(一)標準化設計

早期 EMS 系統功能發展不甚完整，故有許多功能為個別公司之特別需求，因此廠商必須另行開發設計，致整個工程工期往往長達 3~4 年。近年來因 EMS 之功能發展已非常完整，故廠商已採用所謂之標準設計，可縮短整個工程之工期。工程工期主要所佔比例，由早期開發設計及測試為主，改為以訓練、提升同仁運轉及維護能力為主。

(二)硬體設備個人電腦化

台電第一期自動化工程系統採集中式大型電腦主機設計，第二期工程及北高 ADCC 汰換系統採分散式之伺服器及工作站設計。近年來因個人電腦(Personal Computer, PC)功能已大大提升，其運算處理能力甚至高於大型電腦主機、伺服器或工作站【註：一般比較電腦效能之高低會有測試標準(Benchmark)來認定比較，但最簡單方式為：每秒可執行之百萬指令數(Million Instructions Per Second, MIPS)或每秒可執行之百萬浮點指令數

【Million Floating Instructions Per Second, MFIPS】。因個人電腦運算處理能力高、擴充容易、且具備價格低廉、維修及採購容易等優點，故已漸漸被採用使用於 ADCC。

為確保 ADCC 功能正常，主機用硬體設備穩定度高之要求，故主機用硬體設備採用 PC Server 及 Linux 方式；調度用硬體設備因可靠度要求相對較低，故採用一般 PC 及 Windows Base 作業系統。

(三)資料分享

因電腦技術之進步，Intranet/Internet 網路之普及，ADCC 皆會設立網路伺服器(Web Server)供公司相關單位、人員查詢及下載變電所運轉資料，以達資源共享及無紙化、e 化之目的。下載之資料格式一般常採用 MS Excel 格式，方便以 MS Excel 進行後續之分析及運用。

第一期自動化系統因建置很早，當然無網路資料分享功能；第二期自動化系統也無網路資料分享功能，故後來另洽公司內其他單位協助建立；後來之高雄、台北 ADCC，及花東 SCADA 則已具備此功能。

為避免因增加網路資料分享功能致影響 ADCC 安全性，各 ADCC 皆已採取一些應變管控方式，如採用兩塊網路卡區隔 Intranet 及 SCADA LAN、設立 Mirror 主機、架設防火牆設備、採用密碼管控及指定 IP 存取等。

(四)網路安全

因資源分享造成可能之網路安全議題，除可採取上述各項防制措施外，現更朝向符合網路安全標準化之方向設計。如北美電力可靠度委員會(North American Electric Reliability Council, NERC)之 NERC 1200 (1300)係規範保護公共事業的電腦、軟體及網路，防止遭到惡意入侵等之標準。要求廠商設計之系統符合相關安全標準，可提供客戶更明確及可靠之保障。

(五)物件導向

變電所設備用之資料庫及單線圖採用物件導向(Object Orientation)，並結合視覺化(Visualization)，可方便資料庫、單線圖之維護管理，並方便與關聯式資料庫系統配合運用。例如斷路器即為一物件。

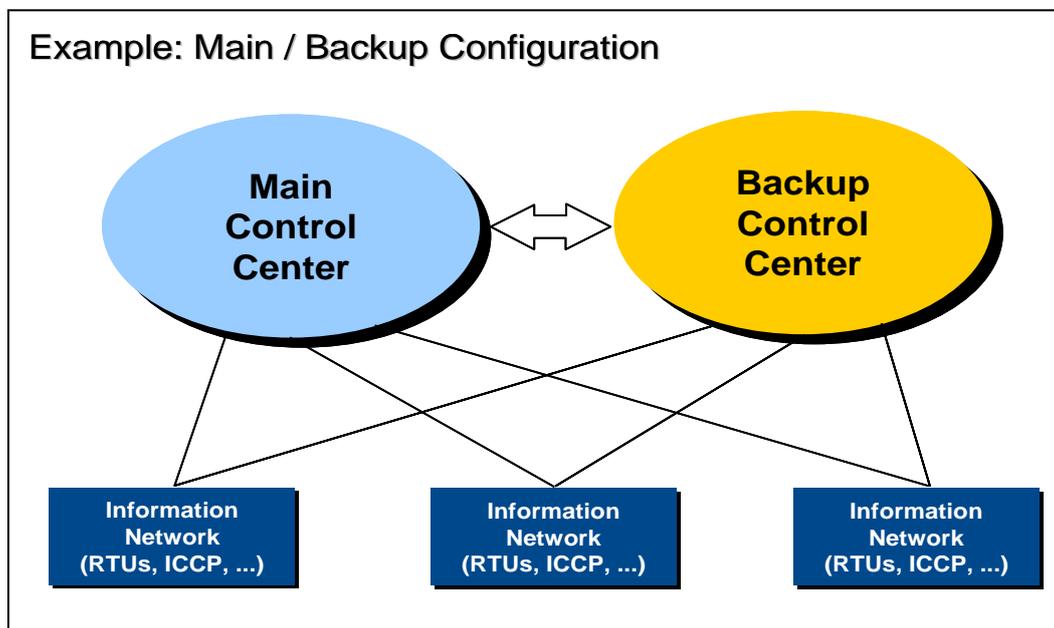
(六)關聯式資料庫

ADCC 一般皆採用關聯式資料庫，系統最常用之資料庫伺服器為 ORACLE。所謂關聯式資料庫係將不同表格資料相互關聯來儲存資料，具減少儲存空間，及確保資料一致性之優點。

三、異地備援系統架構評估分析

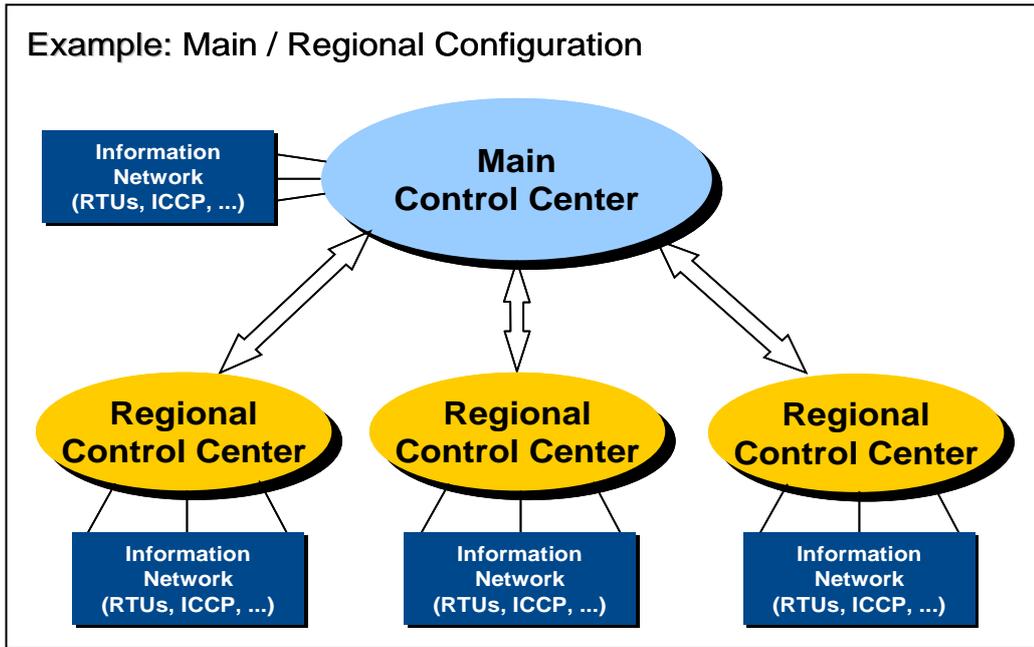
目前國外各EMS廠家已推出具備異地備援架構的系統。異地備援系統的架構主要分為主/副雙套及主/區域多套兩種。圖十六為主/副雙套的異地備援系統架構，RTU通訊線連接到主/副兩個系統，主系統主機設備故障或調度中心大樓損毀後，距離幾十公里外的備援（副）系統可馬上接

手調度，而主系統資料庫及圖面變更修改後，資料會即時同步到備援系統資料庫，減少資控人員的工作量，也大大提升備援系統的資料正確性。



圖十六 主/副雙套的異地備援系統架構

圖十七為主/區域多套的異地備援系統架構，主系統為目前的ADCC，負責監控全轄區，而區域系統可以是超高壓變電所，以監控超高壓轄區下的變電所為主。主系統若故障則由區域系統接手。



圖十七 主/區域多套的異地備援系統架構

在規劃異地備援系統時應考量以下幾項因素：

1、調度作業移轉平順度：

主系統故障無法使用時，值班人員調度作業移轉至備援系統上執行是否能快速確實？能馬上進入狀況？是規劃備援系統時應考量的重點。

2、系統建置場地配合度：

如建物的空間、不斷電系統（UPS），空調環境及通訊管路等。

3、系統一致性，維護集中化程度：

主/備系統是否屬於同一個廠牌？其資料庫結構是否相同？將

影響資控人員的維護工作量及主/備系統的資料同步正確性。

4、主機負荷能力：

主機CPU Loading是否負荷過重，影響調度作業。

5、新增E/S時之擴充性：

系統是否會因超高壓變電所成長而須跟著做調度區域調整的作業。

伍、心得及建議

此次派出國至歐洲 ABB 及 SIEMENS 公司實習有關區域調度中心監控系統、統包變電所監控系統(Local SCADA)、智慧型電子裝置(IED)及 IEC 61850 通訊協定整合應用等自動化系統設備之運轉維護及未來方向等技術，出國之心得及建議事項如下。

- 一、供電系統現正利用IED之狀態監視功能建置預防維護管理平台，有 Local SCADA 之統包變電所可利用既有Local SCADA收集IED之預防維護管理資訊，透過Local SCADA將預防維護管理資訊上傳至本公司企業網路，供維護人員查詢。未來新建變電所不採Local SCADA採用RTU，可於變電所設置一預防維護管理資訊主機，再透過此主機將預防維護管理資訊上傳至本公司企業網路，供維護人員查詢。
- 二、ABB、SIEMENS、SEL、AREVA、GE等各家IED製造都表示可提供狀態監視功能之預防維護管理資訊，但本公司之IED採購規範尚未將此功能納入，供電處已於97年7月預防維護管理平台建置之遠距教學會議中決議各家IED需具備斷路器接點損耗監視、斷路器跳脫迴路監視、斷路器彈簧儲能監視、斷路器動作時程監視等4項預防維護功能，建議輸工處納入規範（將配合本次出國提案提出）。
- 三、有關供電系統自動化設備汰換問題，現有自動化設備基隆、新竹、台中、嘉南ADCC為二期自動化SNC系統（91年商轉）、台北ADCC

為健格系統（92年商轉）、高雄ADCC為西門子系統（93年商轉），未來汰換，建議由公司成立專案小組（如自動化推行委員會）或由供電處及各營運處專組成汰換小組來主導，整個供電系統自動化設備一起汰換；汰換年限於「供電單位超高壓控制中心設置原則」中暫訂使用15年於民國104年汰換，此次出國特就自動化設備汰換年限與ELG、ELIA、ESSENT等電力公司研商請教，供電處訂定之15年使用年限與國外電力公司相當，但經詳細比較後，發現國外電力公司監控變電所數於使用期間增加非常有限，而供電系統監控之變電所數因六輸、七輸計畫而急速增加，幾乎倍數成長，本公司這種變電所快速增加現象，與國外電力公司變電所有限成長，情況完全不同，供電單位暫訂自動化設備15年使用年限，屬高自我要求標準，需承擔可能風險，新竹及台中屆時有可能接近飽和，建議必要時可檢討縮短汰換年限。