

出國報告（出國類別：實習）

數位式保護電驛實現 IEC61850 於智慧電網之應用技術

服務機關：台灣電力股份有限公司

姓名職稱：張宥嫻 電機工程師

派赴國家：德國

出國期間：103/06/11－103/06/22

報告日期：103/08/18

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：數位式保護電驛實現 IEC61850 於智慧電網之應用技術

頁數 25 含附件：是否

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

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

張宥嫻/台灣電力公司/供電處/電機工程師/(02)2366-6621

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：103/06/11－103/06/22 出國地區：德國

報告日期：103/08/18

分類號/目：

關鍵詞：智慧型電網、IEC61850、保護電驛

內容摘要：(二百至三百字)

隨著科技進步電力需求增加、全球溫室氣體效應與氣候變遷等環境問題，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨的電力已成為未來電網的需求和趨勢。為因應此需求，本公司目前正積極推動智慧型電網，實現智慧電網之一重要環節即是落實變電所自動化，而建置自動化變電站系統之一關鍵技術則為跨網路的整合通訊技術，IEC61850 通訊協定即定義了變電所自動化功能模型及數據格式等，使不同廠家之產品可實現互操作性。

藉由本次研習機會參訪國外電驛製造廠家，學習數位式保護電驛實現 IEC61850 於智慧電網之應用技術，並瞭解數位式保護電驛於智慧電網中之角色和應用趨勢，作為本公司未來規畫新技術應用之參考，俾利本公司推動智慧電網進而提升保護系統效能和供電穩定度。

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

目 次

數位式保護電驛實現 IEC 61850 於智慧電網之應用技術

壹、目的-----	1
貳、過程-----	2
參、IEC 61850 自動化變電站-----	3
一、IEC 61850 通訊協定系統架構-----	4
二、IEC 61850 主要應用技術-----	6
肆、變電站自動化網路備援機制-----	9
一、雙鏈結備援 (Dual Link Redundancy)-----	10
二、快速擴展樹狀協定(RSTP)-----	11
三、並行備援協定(PRP)-----	12
四、高可用率無縫備援協定(HSR)-----	13
五、結合 PRP 及 HSR 之自動化網路拓樸-----	15
伍、IEC 61850 變電站自動化系統配置流程-----	16
一、系統配置語言(SCL)-----	16
二、系統配置流程-----	17
三、結語-----	18

陸、參訪西門子公司 EA Show Room-----	19
柒、參觀西門子電驛製造工廠-----	21
一、西門子公司電驛產品製造流程-----	21
二、西門子公司電驛產品-----	22
捌、心得與建議-----	24

數位式保護電驛實現 IEC61850

於智慧電網之應用技術

壹、目的：

隨著科技進步電力需求增加、全球溫室氣體效應與氣候變遷等環境問題，提供具高可靠度、高品質、高效率及潔淨的電力已成為未來電網的需求和趨勢。而智慧型電網即是運用資訊科技，把電力網建立成為連結能源所有單元的智慧網路，將傳統電網從發電端到用電端的所有設備利用通訊技術建立一完整資訊和監控系統，達到即時監控及資源最加利用配置。建置智慧型電網可提高分散式電源或再生能源佔整體發電量之比例、降低輸配電損失、增加供電彈性、降低尖峰負載及提高電力系統之穩定度與供電品質，因此，目前世界各國皆積極推廣建置智慧電網，期望藉由智慧電網的發展能有效減少對化石燃料的依賴，並減緩全球溫室效應，在此多方面利益下，智慧電網未來的發展仍是相當看好。而近年來台灣工業化持續發展及電力負載逐年增加，加上燃料價格上漲、能源短缺及核能議題等因素，我國電力系統將面臨日漸嚴峻的挑戰，因此本公司目前亦正積極推動智慧型電網中，實現智慧電網之一重要環節即是落實變電所自動化，而建置自動化變電站系統之一關鍵技術則為跨網路的整合通訊技術，IEC 61850 通訊協定即定義了變電所自動化功能模型、數據格式及配置語言等，提供變電站內不同廠家設備之互操作功能。

藉由本(103)年度經濟部台德技術合作人員訓練計畫，實地造訪德國電驛廠家西門子公司，針對歐洲地區自動化變電站之建置情形和規劃方式，學習數位式保護電驛實現 IEC 61850 於智慧電網之應用技術，並瞭解數位式保護電驛於智慧電網中之角色和應用趨勢，同時作為本公司未來規劃建構智慧型電網之參考，俾利本公司推動智慧電網進而提升保護系統效能和供電穩定度。

貳、 過程：

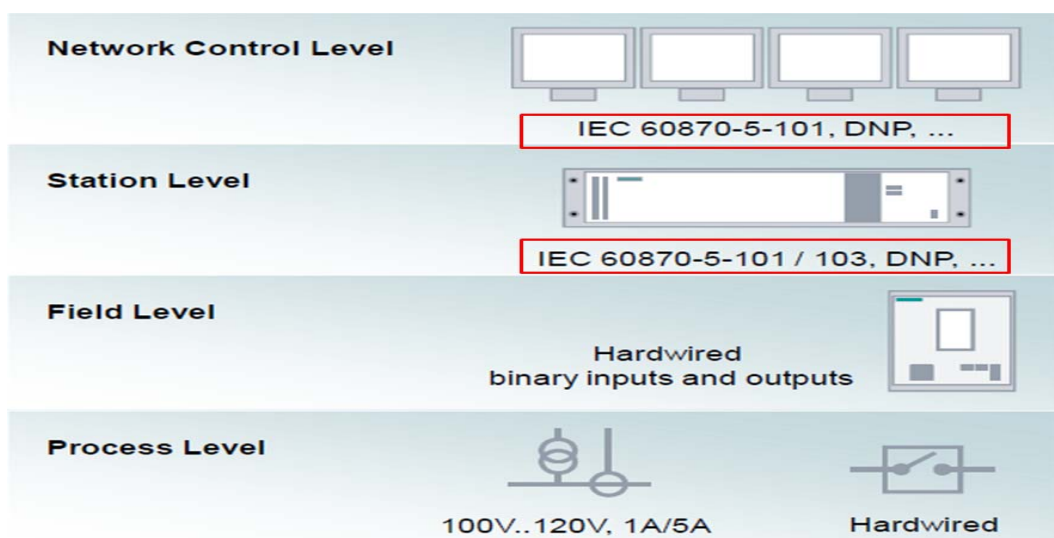
本次出國實習數位式保護電驛實現 IEC 61850 於智慧電網之應用技術，參訪對象為德國西門子公司，地點位於德國柏林及紐倫堡，為期 12 天，相關行程及工作紀要列示如下：

日期	起訖地點	工作紀要
103/06/11~103/06/12	台北~柏林	往程
103/06/13~103/06/16	西門子公司(柏林)	參訪西門子公司電驛工廠及數位式電驛新應用技術研討(6/14~6/15 假日)。
103/06/17~103/06/18	西門子公司(紐倫堡)	IEC 61850 規範和相關電驛產品應用技術研討、參觀 IEC61850 測試實驗室及 RSTP-PRP-HSR 通訊架構技術研討。
103/06/19~103/06/20	西門子公司(紐倫堡)	西門子公司智慧電網實際應用技術經驗研討交流及 EA 模擬架構展列室及應用技術。
103/06/21~103/06/22	德國法蘭克福~台北	返程

參、IEC 61850 自動化變電站

在電力系統中，變電站是輸電和配電的集結點，其負責電能轉換和分配的任務，對電網的安全和經濟扮演著舉足輕重的角色，而變電站可靠性的好壞，更是電力系統管理成敗的關鍵因素。實現智慧電網一重要環節即是發展變電站自動化系統(SAS, Substation Automation System)，提升電力系統之可靠度及電力品質，均有賴於變電站自動化功能，而變電站自動化系統的運行則是建立於變電站通信網路之上，因此通信網路之即時性與可靠性即決定了變電站自動化系統的可用性。

傳統自動化變電站中(如圖一)，過程層(Process Level)和間隔層(Field Level)中各設備間的訊號傳遞大部分是採用實體接線，而在變電站層(Station Level)中各個製造廠家之設備亦採用不同通訊協定，有些廠家採用 IEC 60870-5-101 或 IEC 60870-5-103、有些廠家則採用 DNP 或 UCA2.0 等不同通訊協定，因此各設備間在傳遞資料時，則須做不同通訊協定資料格式的轉換，此種情況將增加各種工程(例如保護電驛跳脫信號之處理)建置和維護的難度，使得大部分人力時間和投資都耗費在不同通訊協定的轉換中，因此，代表歐洲地區的國際電工技術委員會(IEC)及代表北美地區的美國電力研究所(EPRI)即共同會商研討一國際標準通訊協定，結合 IEC 60870 及 UCA 2.0 標準之各自優點而訂定了 IEC 61850，使不同製造廠家之保護、測量和監控設備構成系統的方式標準化，並使不同廠家產品之間可實現互操作性(Interoperability)。



圖一 傳統自動化變電站

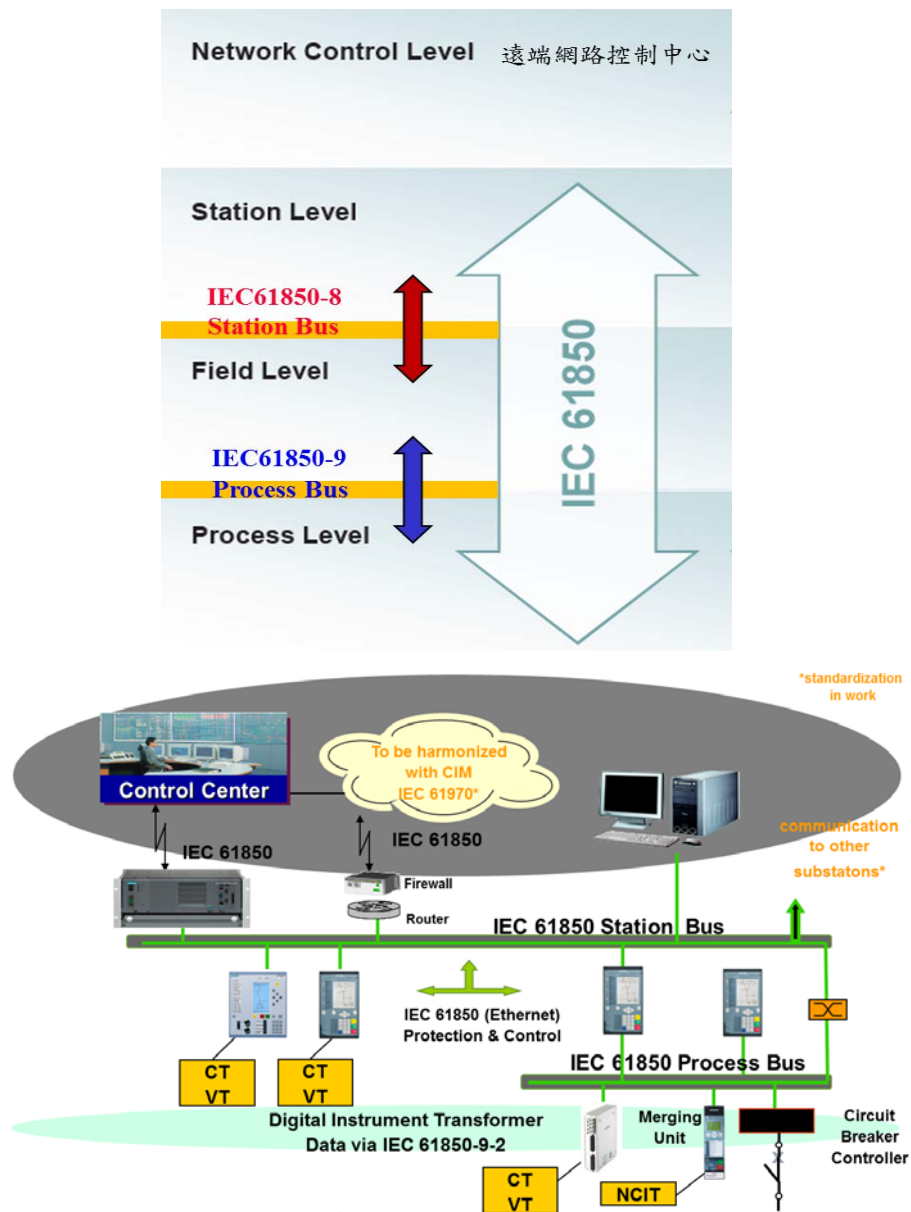
一、 IEC 61850 通訊協定系統架構

由整體架構而言，IEC 61850 通訊協定將變電站自動化系統分為三個階層，分別為變電站層(Station Level)、間隔層(Field Level)及過程層(Process Level)，如圖二所示。變電站層(Station Level)中主要含括的是變電所 SCADA、人機介面(HMI)、資料庫及遠端通訊介面等設備；間隔層(Field Level)則為保護、控制及監視等 IED 設備；過程層(Process Level)則為變電站裡的一次電氣設備，例如 CT、PT 及開關等現場設備。



圖二 IEC 61850 變電站自動化系統之分層架構圖

為統一變電站內的通訊協定，IEC 61850 整合了從過程層至變電站層之間的通訊協定，其中 IEC 61850 第 9 章節即針對過程層和間隔層之間的訊息傳送格式和方式訂定了統一標準，過程層和間隔層之間主要傳送的訊息為間隔層中 IED 設備所需之即時量測值，稱作 SV(Sampled Values)，其額定取樣頻率為 4kHz。而 IEC 61850 第 8 章節則定義了間隔層和變電站層間的通信網路映射服務標準，如圖三所示。



圖三 IEC 61850 自動化變電站

典型之 IEC61850 自動化變電站主要是採取三層兩網之系統結構，在變電站層和間隔層間實現基於 MMS 之網路通訊，而在間隔層和過程層則實現 GOOSE 傳輸信息之方式(IEC61850-8)，過程層中則實現取樣值(SV)之傳輸(IEC61850-9-2)，藉由規範數據的命名、數據定義及通用之系統配置語言，使各 IED 設備間的信息達到互交換性及互操作性之目的。

二、 IEC 61850 主要應用技術

1. 物件導向程式技術

IEC 61850 通訊協定採用物件導向程式技術主要是因為該程式技術可使大型程式修改及功能擴充變得較簡易且正確，早期功能導向程式技術開發完成，軟體功能即被確定，而遇到功能修改時，則必須進入程式碼逐一檢視並修正軟體功能，然而當軟體規模變大，程式修改將變得極為困難。而物件導向程式技術則視程式為軟體零件，當功能需求確定，軟體零件被組裝，零件被使用時才被賦予特定功用，當軟體功能需修改或擴充時，則僅需增加新的軟體零件，此種方式較逐一修改程式碼簡易，且軟體功能較易維持穩定，因此，IEC 61850 採用物件導向技術，目的即是提供穩定的變電站自動化系統功能。

2. 乙太網路通訊技術

乙太網路(Ethernet)目前已經成為 IEC 61850 通訊協定中的一個組成部分，亦是 IEC 61850 主要應用技術之一，該技術是 IEEE 802.3 標準所定義的一種區域網路技術，為目前最廣為使用的通訊技術，其定義了 OSI 七層協定中的實體層與資料鏈路層，並使用載波感應多重存取/碰撞偵測(CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)之媒體介質存取方法基礎來傳輸資料，該機制(CSMA/CD)之存取方法在此簡單說明如下：

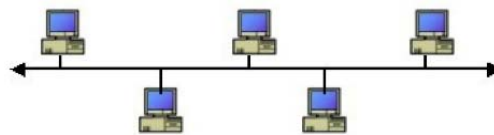
載波感應(Carrier Sense)：網路上每個節點發送資料之前，必須先偵測網路是否空閒，若網路有空檔，則電腦即可將所要發送的訊息傳輸至網路上，否則必須等待下一次出現空閒時，才可進行資料的傳輸。

多重存取(Multiple Access)：乙太網路是採用廣播(Broadcast)方式傳送資料，並無優先等級之觀念，資料一旦傳送出去，網路上所有節點無論是否為傳送對象，皆會收到此資料，而每個節點則藉

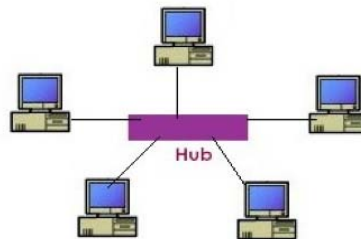
由資料所記載之來源 MAC 位元址和目的 MAC 位元址來確認是否為傳送之對象。

碰撞偵測(Collision Detection)：若節點同時送出資料，則可能發生碰撞(Collision)情形，此種情形一旦發生，便會立即停止傳輸且發送通知每個節點發生碰撞壅塞的訊號，讓有需要發送資料的節點等待一隨機時間後再重新嘗試發送資料。

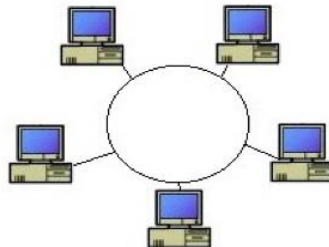
而基於乙太網路為基礎之 IEC 61850 變電站自動化區域網路有多種網路拓樸結構，主要可分為匯流排(Bus)、星狀(Star)及環狀(Ring)，如圖四所示。



匯流排網路拓樸



星狀網路拓樸



環狀網路拓樸

圖四 網路拓樸結構

匯流排網路拓樸是將網路上所有裝置都連接到一主幹線上，該主幹線之兩端需接上終端電阻以防止訊號反射；星狀網路拓樸是將網路上所有裝置都連接到一中央裝置(集線器)上，該中央裝置會將訊號傳遞至其他設備，此種網路拓樸中任一裝置發生故障時將不會影響網路中其他設備，惟該中央裝置若發生故障，則網路系統便會停止運作；環狀網路拓樸則是將資料鏈結為一迴路，依序將資料由一個網路設備傳遞至下一個連接的網路設備，若任何一個網路設備發生故障或增減將會影響網路之運作情形。

乙太網路由 1970 年代發展至今，各方面技術及各種設備已發展成熟，且不斷因應新需求而擴充功能及效能，具有極為靈活的資料交換能力，可支援 IEC 61850 變電站系統之長期發展及資料交換需求，事實上，目前各種工業應用環境下都顯示朝向乙太網路發展的趨勢，而乙太網路現在已經成為變電站自動化的核心技術，因此充分了解乙太網路存取方式及傳輸媒介將有助於對網路系統之了解。

肆、變電站自動化網路備援機制

在變電站自動化系統中，具備有可靠的網路系統是很重要的，而可靠的網路系統則有 2 個不可或缺的要求，其分別為時間同步和網路備援機制。針對時間同步的要求，變電站自動化網路系統已可藉由簡易網路時間協定(SNTP, Simple Network Time Protocol)得到解決，對於更高要求的系統則可採用 IEEE 1588 標準達到要求。然而，針對實現變電站自動化系統的網路備援機制，IEC 61850 第一版中並無做出相應的說明和規範，以致各個廠家推出各自的備援網路系統，而這些網路系統的通訊接口卻無法互相匹配(互不相容)，此種情況即會造成 IEC 61850 實現互操作性目標的障礙。因此，IEC SC65 委員會 WG15 工作小組即針對高可用率的自動化網路發佈了 IEC 62439 標準，明確的提出了多種備援網路機制，因其只考慮不依賴於通信規約的網路備援方法，所以能適用於所有乙太網路，並為 IEC 61850 變電站網路系統中的備援網路系統提供了解決方案，對於任何規模或任何架構的變電站，都有因應之備援機制可適用，本章節將針對目前系統最常見及最新之網路備援機制一一介紹和說明。

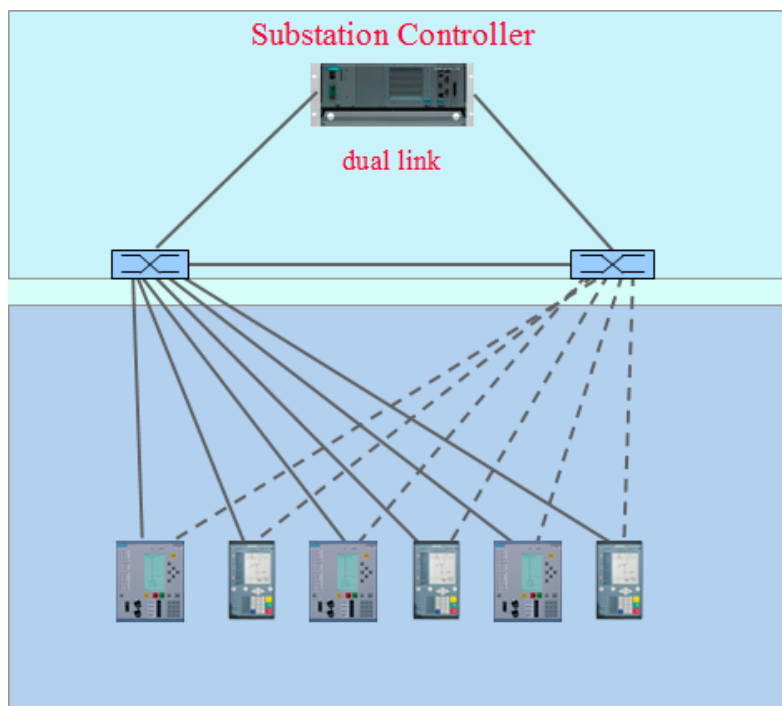
網路備援機制(Redundancy Mechanisms)之基本原理是為訊息傳輸提供 2 條通信路徑，即是保證網路系統在發生 N-1 的故障情況下，網路系統仍可正常運作，而有些網路備援機制之運作則需要故障恢復時間(Recovery Time)，所謂故障恢復時間即為網路系統在發生 N-1 故障時，系統從故障狀態恢復至正常工作所需的時間，而針對不同通信對象，TC 57 第 10 工作小組則訂定了不同故障恢復時間之要求，彙整如表一所示。其中，Station Bus 中傳送 SCADA 到 IED 間之信號主要為控制命令，因此其所允許之故障恢復時間相較於其他通信對象較長(400ms)，而 Process Bus 中傳送的訊號則是來自於現場設備如 CT、PT 之即時量測數據，即所謂的 Sampled Values，其允許之故障恢復時間要求則為 0ms。

通信對象	BUS	故障恢復時間
SCADA 到 IED Client - Server	Station Bus	400ms
IED 至 IED	Station Bus	4ms
Sampled Values	Process Bus	0ms

表一 故障恢復時間要求

一、雙鏈結備援 (Dual Link Redundancy)

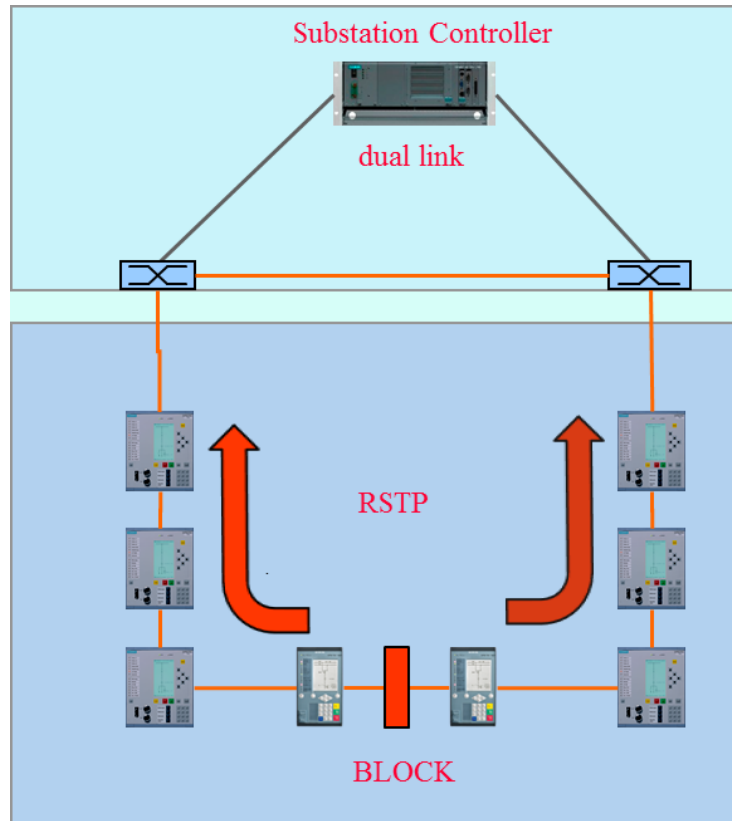
雙鏈結備援機制為目前最常於網路備援系統中所使用的網路拓樸，如圖五所示。該網路拓樸中每一具 IED 設備皆連接到兩個不同的交換機，而每一個 IED 設備都有兩個通訊接口，其中一個通訊接口設為 ACTIVE 狀態，另一個則設為 STANDBY 狀態，當任一 ACTIVE 通訊路徑發生故障時，受影響之 IED 設備及會由 ACTIVE 通訊接口切換至 STANDBY 之通訊接口以繼續傳遞資料。該網路拓樸架構簡單，並有廣大的實際應用經驗，然而發生故障時，網路系統則需故障恢復時間(ACTIVE 通訊接口切換至 STANDBY 通訊接口所需時間)，一般小於 5ms。



圖五 雙鏈結備援(Dual Link Redundancy)

二、快速擴展樹狀協定 (RSTP, Rapid Spanning Tree Protocol)

快速擴展樹狀協定(RSTP)是 IEEE 802.1D-2004 中所定義的標準通訊協定，該通訊協定之基本思想顧名思義是由樹根生成一棵樹的概念，可實現在環狀網路配置系統中由一預先選定之位置(BLOCK)開始，發展為 2 個不同之通信傳輸路徑，如圖六所示。

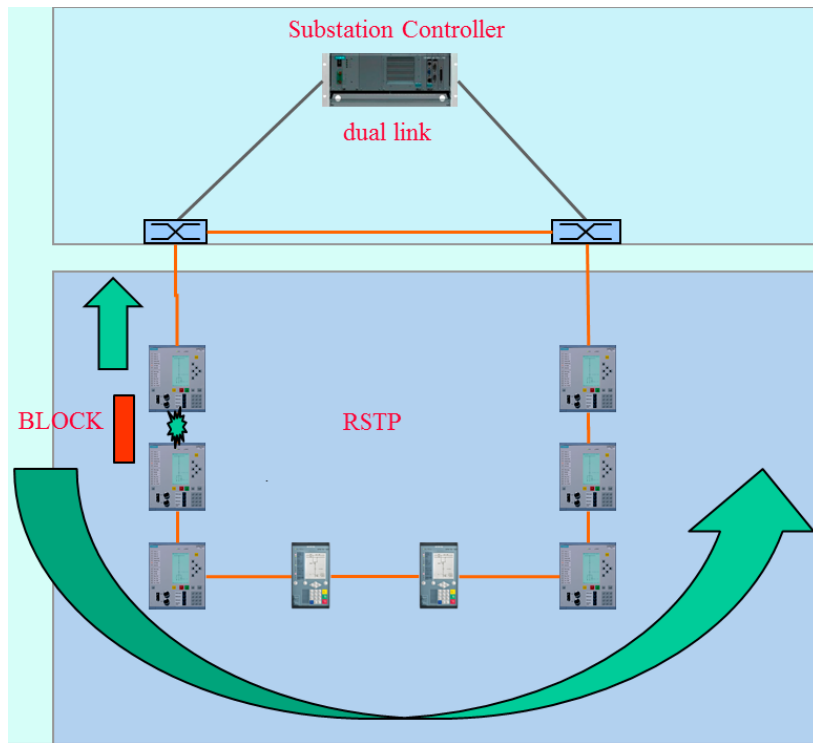


圖六 快速擴展樹狀協定(RSTP)

該協定之環路中每一具 IED 設備都需具有 2 個通訊接口，其中一個接口設定為 ACTIVE 狀態，另一則為 STANDBY 狀態，當 ACTIVE 通信路徑中任一位置發生故障時，則預先選定之 BLOCK 即會轉移至故障點位置，而故障路徑之 IED 設備將會由原先 ACTIVE 狀態之通訊接口轉移至另一 STANDBY 之通訊接口，形成 2 個新的不同傳輸路徑，如圖七所示。

快速擴展樹狀協定(RSTP)可防止循環通信，在網路結構發生變化時，能快速的收斂網路，其缺點則是需故障恢復時間(Recovery Time)，一般而言需 100ms~1s，

端視環狀網路中有多少 IED 設備而定，對西門子公司所生產之 IED 設備而言，30 具 IED 設備之網路系統，僅需 20ms~30ms 之故障恢復時間。

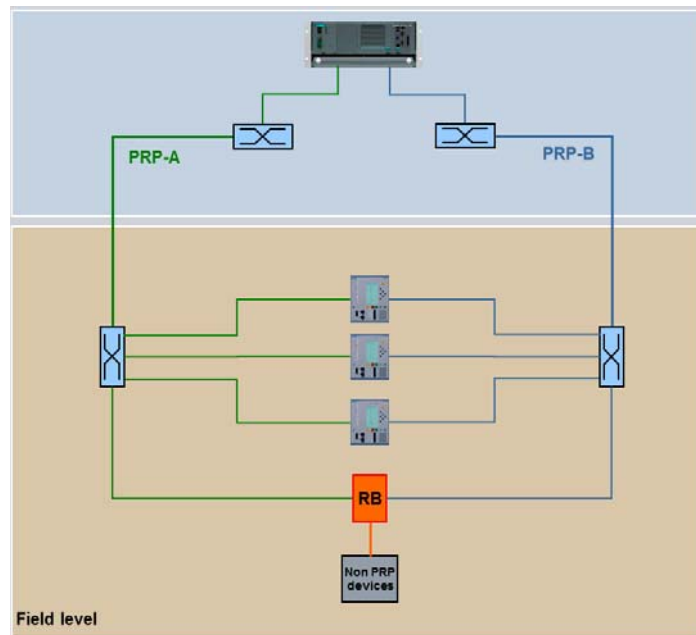


圖七 故障恢復後之傳輸路徑

三、並行備援協定 (PRP, Parallel Redundancy Protocol)

並行備援協定(PRP)是 IEC 62439-3 第 4 條款中所定義的標準通訊協定，其架構是以雙星型網路拓樸為基礎，將每一個 IED 設備皆連接至兩個獨立的區域網 (LAN)，藉由兩個完全獨立之通訊路徑傳送同一資料封包，如圖八所示。因該網路架構是以並列運行之 2 個獨立區域網傳遞資料，因此其可在通訊線或網路設備出現故障時實現完全無縫的切換，亦即該 2 個獨立區域網中任何一個網路所發生的任何故障都不會對另一個網路造成影響，達到變電站自動化系統在通信即時性方面的嚴格要求。

並行備援協定(PRP)之優點為不須故障恢復時間，而缺點則為其需建置雙倍的設備，故裝置成本較高，惟該網路備援機制之可靠性極高，可考慮應用於超高壓變電所或較重要之變電站。

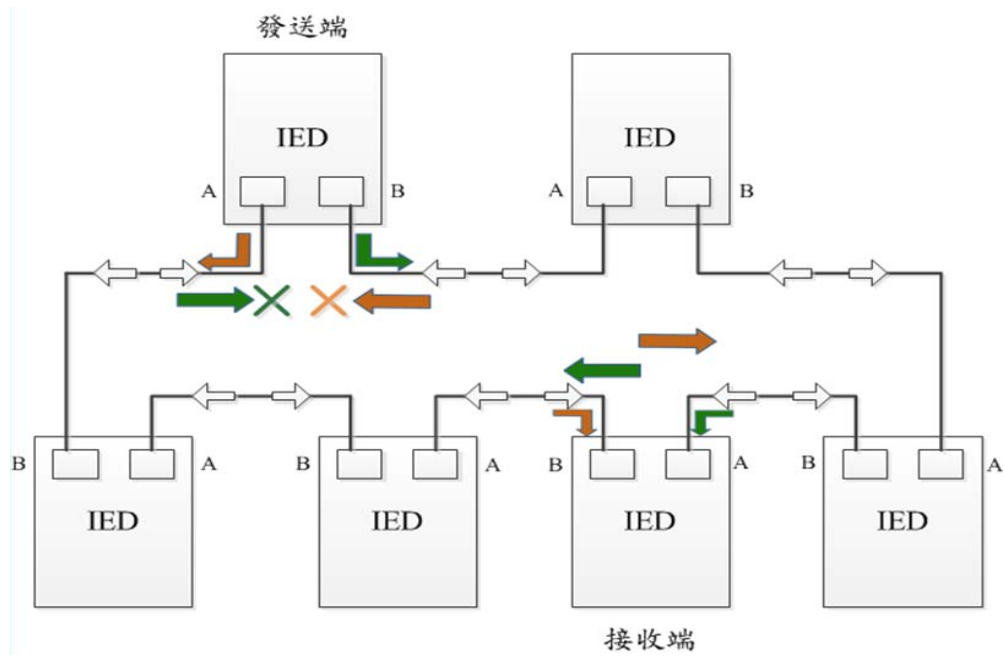


圖八 並行備援協定(PRP)

四、高可用率無縫備援協定 (HSR, High availability Seamless Redundancy)

高可用率無縫備援協定(HSR)是 IEC 62439-3 第 5 條款中所定義的標準通訊協定，該通訊協定採用了並行備援協定(PRP)之基本原理，亦採用了 2 個區域網路 (LAN)，只是其將 2 個獨立區域網路轉變為 2 個獨立虛擬網路(VLAN)，亦即將環形網路中每一個方向上的通信都當成一個單獨的區域網路，以此種方式實現高可用率之無縫通信環網，其網路拓樸如圖四所示。

圖九高可用率無縫備援協定(HSR)之網路拓樸中所有 IED 設備皆必須具有兩個交換型的通信接口(DANP, Dual Attached Node Port)，亦即需具有兩個通信接口和一個交換元件。每一個 IED 設備都是發送兩個相同之資料結構(Data Frame)，每一個通信接口發送一個，而這兩個相同的資料結構(Data Frame)會在此環形通路中沿著相反的方向傳送，每一個 IED 設備將接收到的資料再通過另一個通信接口傳送出去，當最初發送該資料之 IED 設備接收到他自己發送之資料時，即會丟棄該資料，以避免造成資料無限循環，此即為該協定之資料傳遞方式。

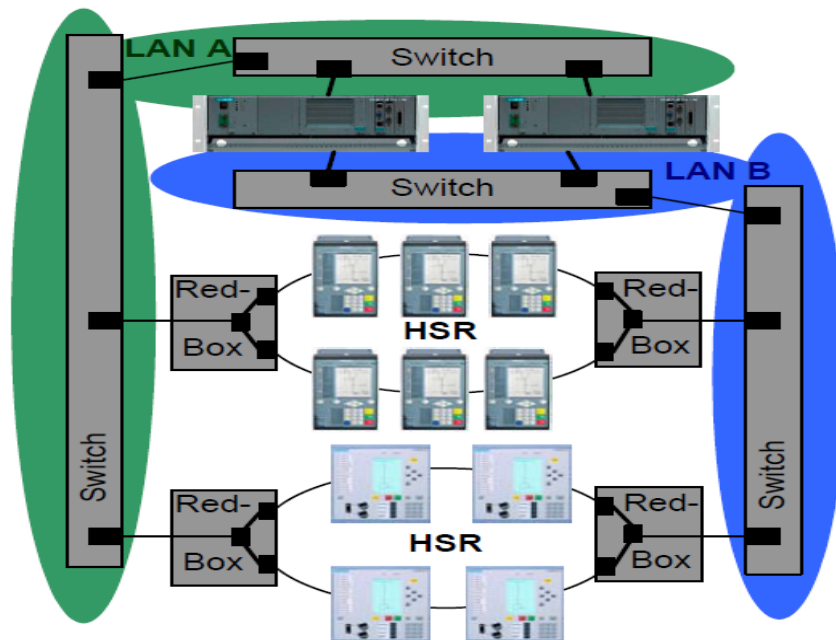


圖九 高可用率無縫備援協定(HSR)

高可用率無縫備援協定(HSR)和並行備援協定(PRP)相比，高可用率無縫備援協定(HSR)不需使用交換機(IED 設備本身具有交換元件)並可同時增加一個通信路徑，因此此種備援網路機制可以大幅減少硬體設備投資並縮短平均傳輸時間，然而因此種網路拓樸是同時在單一實體網路傳送兩個資料，因而通信傳輸之負荷量較大，需占用更多的頻寬資源。

五、結合 PRP 及 HSR 之自動化網路拓樸

並行備援協定(PRP)和高可用率無縫備援協定(HSR)是近兩年來最新的網路備援機制，同時此兩種備援網路機制(IEC 62439-3.4 及 IEC 62439-3.5 標準)亦已納入 IEC 61850 第二版中說明，其皆能實現高可用率的網路通信系統，然而此兩種網路拓樸各有其優缺點，而為克服單獨使用並行備援協定(PRP)或單獨使用高可用率無縫備援協定(HSR)之缺點，我們可採用結合 PRP 及 HSR 之網路拓樸，來各取其優點，以達到最佳化之通信網路，如圖十所示。



圖十 結合 PRP 及 HSR 之網路拓樸

伍、IEC 61850 變電站自動化系統配置流程

IEC 61850 不僅僅是變電站內的國際標準通訊協定，亦是變電站自動化系統之設計、研發、工程、管理及維護等工作領域之標準，其詳細規定了變電站工程實施的步驟、方法及要求，並統一規定了變電站所使用的配置工具及具體的實現方法，其中 IEC 61850 通訊協定第 6 章節即定義了系統配置語言(SCL, Substation Configuration Language)及相關配置文件，IEC 61850 Ed. 2.0 更針對該章節內容之 IED 配置工具系統配置工具的功能實現提出了一致性要求，包括他們的輸入、輸出、基本管理及數據集定義等，對系統配置語言(SCL)的配置與編輯提出了完整的功能要求，為變電站制定一共通語言，以實現 IEC 61850 之互操作性。

一、系統配置語言(SCL, Substation Configuration Language)

變電站配置語言(SCL, Substation Configuration Language)是以 XML 語法為基礎來描述變電站系統和智能電子設備(IED)之配置訊息的一種語言，XML 語法之跨平台性使得文件中的數據可以在不同廠家、不同平台的工程工具之間進行交換，實現不同應用之間的共享。

變電站配置語言(SCL)主要有兩個工作，其一是對 IED 功能和參數進行描述，另一則是對變電站自動化系統進行描述，因此 IEC 61850 之第六章節即根據描述內容和用途引入了四種類型的通用文件，分別為 ICD 文件、SCD 文件、CID 文件及 SSD 文件，其具體名稱及說明如下：

1. ICD (IED Capability Description) — 描述 IED 功能信息的文件：

ICD 文件描述了 IED 設備之基本信息，使用模板定義邏輯節點、數據和服務。

2. SCD (Substation Configuration Description) — 描述變電站配置信息的文件：

SCD 文件描述了整個變電站系統之完整信息，包括了變電站系統之單線圖、GOOSE 信息的描述、一次系統結構、二次設備之數據模型以及一次設備和二次設備之間的關係，藉由 SCD 文件可獲得整個變電站全面完整的描述信

息，並架起了變電站和集控中心、調度中心之間溝通的橋樑，可以使用 SCD 文件作為管理變電站技術的基礎，且 SCD 文件是變電站系統配置的核心，如何充分的利用 SCD 文件將成為變電站監控系統的核心任務。

3. CID (Configured IED Description) — 描述 IED 配置信息的文件：

CID 文件是描述經系統配置工具配置完成後以及 SCD 文件創建後的具體 IED 設備之完整配置資料，其包括所配置的 IED 設備應該接收到的由另一個 IED 設備所發送過來的 GOOSE 信息的數據集定義等。

4. SSD (System Specification Description) — 描述變電站系統規範說明文件：

SSD 文件是描述變電站規格靜態信息的文件，包括了變電站系統單線圖及所需要的邏輯節點，並且給出數據類型模板和邏輯節點類型的定義。

二、系統配置流程

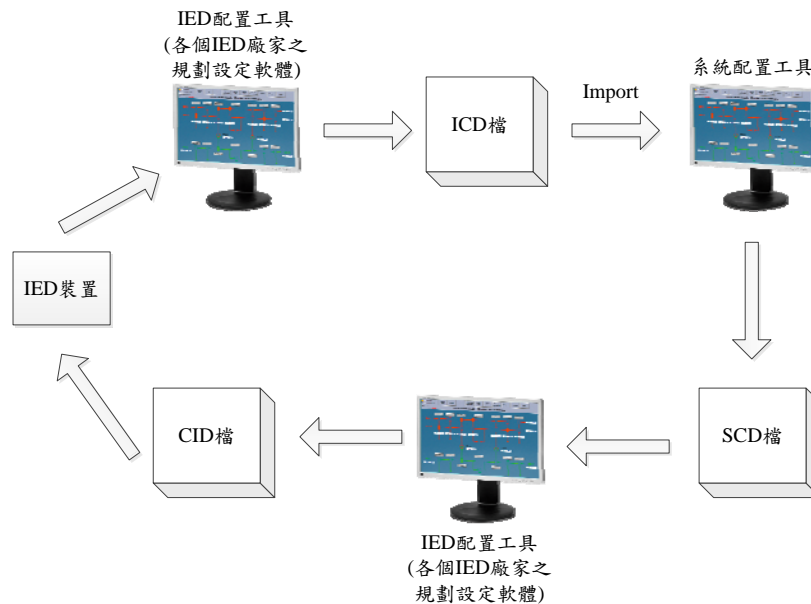
變電站系統管理配置流程如圖十一所示，此也是變電站配置語言(SCL)所定義之文件在整個系統中的數據交換流程。其中，IED 配置工具是各 IED 設備製造商所提供的規劃設定軟體工具，該工具可建立變電站配置語言(SCL)中所定義的 ICD 文件檔，並可將系統配置工具所提供之 CID 文件檔導入 IED 設備中，同時能處理來自系統配置工具所創建之 SCD 文件；而系統配置工具則是利用變電站配置語言(SCL)進行變電站自動化系統的配置和管理工具，可導入及匯出變電站配置語言(SCL)所定義之文件(CID、SCD、CID 及 SSD 文件)，針對完整變電站系統配置流程(圖十一)則說明如下：

1. 首先，各廠家之 IED 配置工具需先提供各 IED 設備之 ICD 文件，該 ICD 文件說明了 IED 設備之數據模型以及其所支持的通信服務。
2. ICD 文件創建後，系統配置工具將接收全變電站之 ICD 文件和 SSD 文件，對整個變電站系統進行配置，並分析各 IED 之通訊信息(例如確定 GOOSE 信息

的發送端及接收端)，同時結合各 IED 數據模型以取得各邏輯節點及數據對象的信息，最後生成 SCD 文件並返回給各 IED 配置工具。

3. IED 配置工具接收並處理 SCD 文件，其依據所得到之各 IED 配置信息並下載至具體的 IED 配置文件-CID 檔。
4. 最後，各 IED 配置工具解析 CID 文件並獲取其各自所需之信息。

該配置流程基本上是採用 C/S 架構，可支援多個 IED 的讀取和配置，於設計時可在某些細節部分採用插件技術架構，藉由成熟的軟件模組，將有利於未來的維護和擴展升級工作。



圖十一 變電站系統配置流

三、結語

IEC 61850 標準引入變電站配置語言(SCL)之目的是為實現各個製造廠家設備之間的互操作性，使變電站內二次系統的修改和擴展更加容易，其特點是可藉由軟件的方式來重新配置和提升變電站性能，不須和過去傳統一樣的方式改變實體接線，因此和傳統工程化配置方式相比，變電站配置語言(SCL)的功能和優點顯得更為突出，另由於 IED 設備間具有互操作性及互換性，配置簡單且不易出錯，將可大幅減少工程化的工作量，進而降低建置 IEC 61850 自動化變電站系統之難度。

陸、參訪西門子公司 EA Show Room

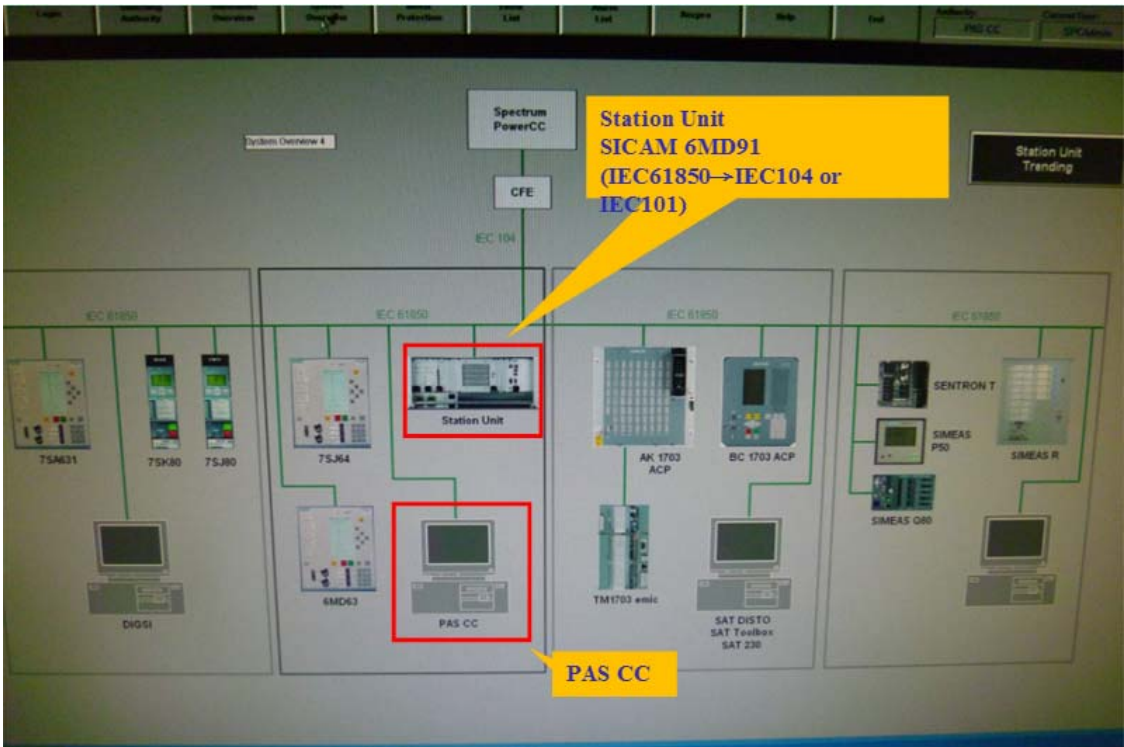
位於德國紐倫堡之西門子公司能源自動化(EA)部門，不僅負責銷售西門子公司自動化設備產品(保護、監控等設備)，亦負責為客戶規劃設計一套完整之變電站自動化系統，而在西門子公司內亦建置了一套完整的 IEC 61850 自動化變電站，即其所謂的 EA 模擬系統展列室(Show Room)，如圖十二所示。



圖十二 西門子公司之 EA 模擬系統展列室

此 EA Show Room 中完整模擬了整個 IEC 61850 自動化變電站，各個 IED 設備皆可藉由 IEC61850 通訊協定而達到資料之互交換性及互操作性，整個系統配置流程則如前章節所述，係依據 IEC 61850 標準所引入之變電站配置語言(SCL)，由各 IED 設備匯出 ICD 文件檔至系統配置工具，再由系統配置工具接收全變電站之 ICD 文件和 SSD 文件後，針對整個變電站系統進行配置，最後系統配置工具會創建 SCD 文件並返回給各 IED 配置

工具，由電腦模擬即如圖十三所示。其中，PAS (Power Automation System) 即為西門子公司之系統配置工具，可符合 IEC 61850 之變電站配置語言(SCL)，匯入及匯出變電站配置語言(SCL)中所定義之文件 (CID、SCD、CID 及 SSD 檔)。另外，圖十三中之 SICAM 6MD91 則為西門子公司之 Station Unit，此設備之主要功能為接收來自間隔層(Field Level) 中所有 IED 設備之資訊，並將該資料由 IEC 61850 通訊協定格式轉換為 IEC 101 或 IEC 104 通訊協定，再上傳至遠端控制中心(Network Control Level)。

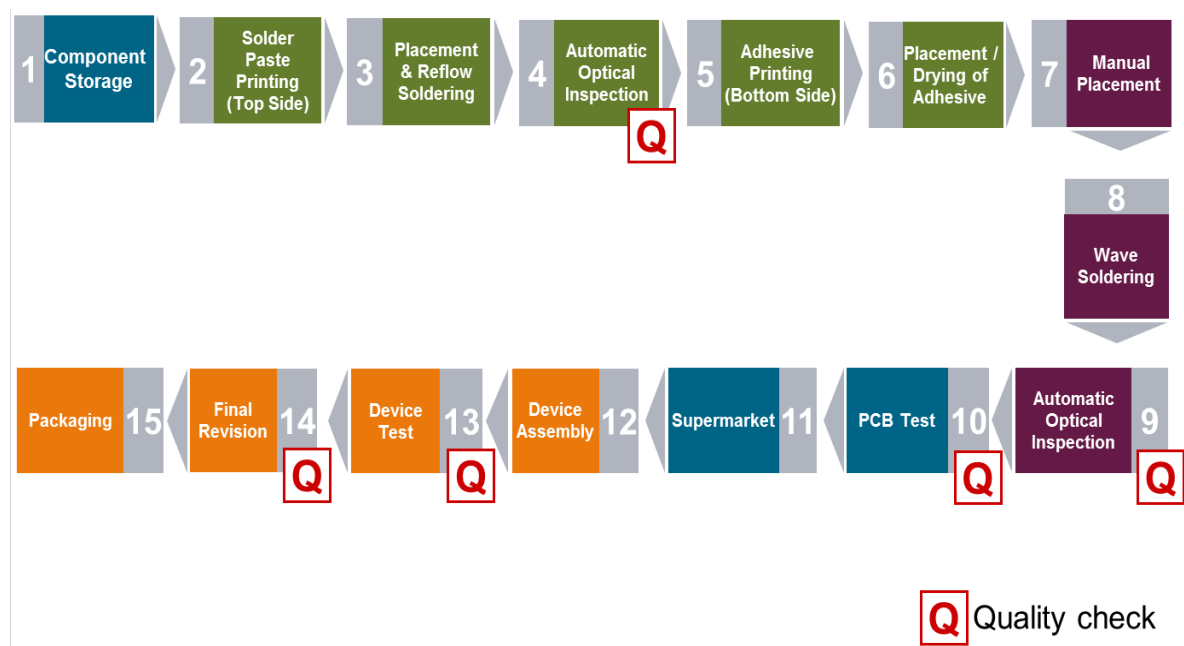


圖十三 EA Show Room 之電腦模擬圖

柒、參觀西門子電驛製造工廠

一、西門子公司電驛產品製造流程

西門子公司全球有四個電驛產品製造廠，其分別位於中國南京、英國赫伯恩、德國柏林及印度果亞。此次造訪德國柏林西門子公司也參觀了其電驛產品製造廠，相關電路板焊裝及其電驛裝配之生產流程如圖十四所示。



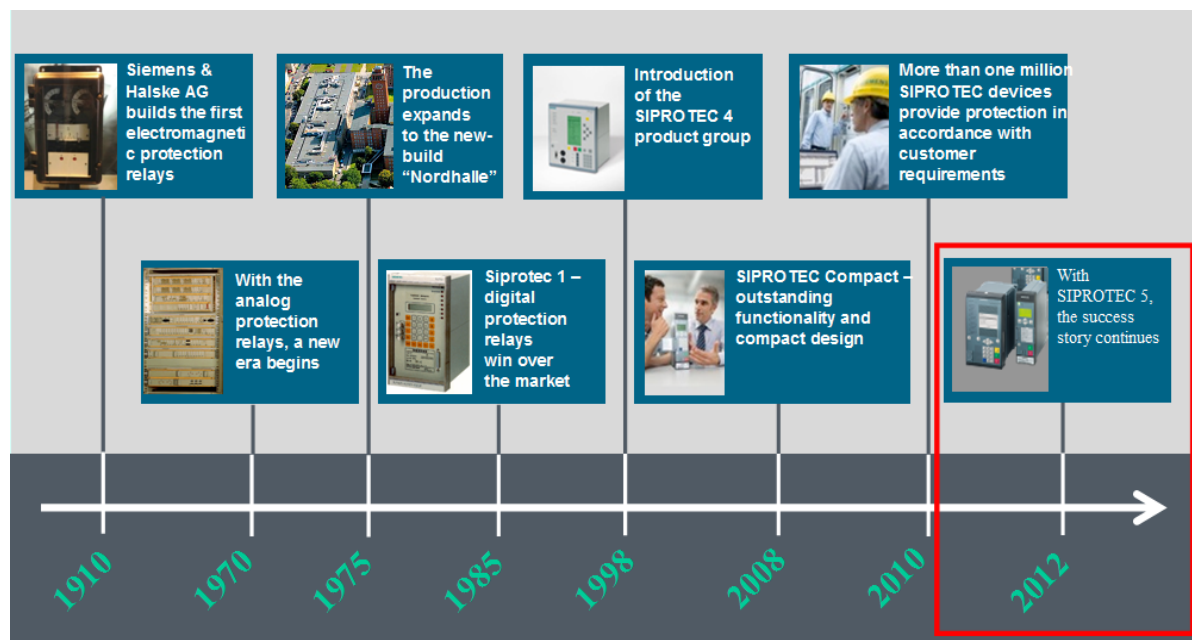
圖十四 電驛產品生產流

西門子公司產品製造流程的最大特點是他們採取 U 型裝配生產線(細胞型)的生產流程，此種方式有別於過去傳統流水線之生產流程，不須每一站都分配一個作業員，此可避免因每一站處理速度和所需時間不同而造成的壅塞現象，而 U 型裝配生產線則可分配在某些需較長處理時間或需等待時間之站點的作業員，在等待時間先去處理另一站之工作，此種生產線將可大大地減少人力及增加效率。另外，西門子公司產品製造流程中之電路板焊裝是採用表面黏著技術(SMT, Surface Mount Technology)，該技術是一種將電子零件焊接於電路板表面之技術，藉由錫膏(Solder

Paste)印刷在需要焊接零件的焊板上，再放上電子零件，讓錫膏經過高溫回焊爐後 (Reflow)，等到溫度冷卻錫膏重新變回固體，電子零件即會焊接於電路板上，此種表面黏著技術有別於過去早期的通孔零件，可大幅降低電子產品的體積而達到輕薄短小之目的。最後，完成之電驛產品將會使用 Omicron 測試儀器進行產品功能測試，並會放置高溫測試室進行高溫測試長達三天，此才完成整個產品製造流程，而整個產品製造流程包含有五個品質檢測站，反覆之檢測足以顯現西門子公司對於其所製造之產品的要求。

二、 西門子公司電驛產品

西門子公司是電驛產品發展歷史悠久的公司，其最早由 1910 年傳統電磁式電驛開始，歷經了固態電子類比式電驛及各個世代之數位式電驛，西門子公司電驛產品之發展歷程如圖十五所示。



圖十五 西門子公司電驛產品發展歷程

而西門子公司於 2012 年開發出了最新一代之數位式電驛 SIPROTEC 5 (第五代數位式電驛)，此第五代數位式電驛和過去最大不同之處在於其不論何種保護功能

之電驛，其外觀皆相同，因該第五代數位式電驛是採取一個主要控制本體外加模組的型式，僅其控制本體內部之晶片會因保護功能不同而有所不同，如圖十六所示。



圖十六 第五代數位式電驛

第五代數位式電驛可依客戶不同需求而增加其所需之模組，此改變之主要目的即為使其電驛產品之功能更具可靠性及更彈性化。此外，第五代數位式電驛之通訊模組可符合 IEC 61850、IEC 60870-5-10 及 DNP3 等不同通訊協定標準，僅需藉由其 IED 配置工具(DIGSI 5)將所需之通訊協定下載至通訊模組，同時其通訊模組元件亦能支援並行備援協定(PRP)和高可用率無縫備援協定(HSR)，能完整實現自動化變電站所需之高可用率的網路通信系統。

捌、心得與建議：

心得：

感謝公司長官給予此次出國研習之機會，除了可實地造訪德國西門子公司，與其工程師當面研討及交流目前歐洲地區實現 IEC 61850 通訊協定於變電站自動化系統之應用技術外，更可深入了解歐洲廠家之電驛產品製造流程，並感受不同國家工程師文化之差異，深信此行對我們未來在工作及生活上都有很大的助益，我們也很樂意將此行所見所學，與公司各位長官同仁分享。

IEC 61850 標準通訊協定的制定、修訂及實施，仍將是保護與自動化變電站系統未來一段時間之重要議題，而對於變電站內部而言，近幾年之重要課題則是針對備援網路拓樸、配置工具及測試方法做一標準規範化，而本文亦針對 IEC 61850 第二版中所引入之 IEC 62439-3 高可用率通信網路：並行備援協定(PRP)和高可用率無縫備援協定(HSR)做一介紹和說明，此亦為西門子公司目前著重之發展方向，藉由和西門子工程師研討交流，相信對未來建置變電站網路拓樸架構將有所助益。

建議：

- 1). IEC 61850 通訊協定標準已發展十餘年，世界各國已經有超過 100 個變電站採用了此新標準，未來亦是變電站自動化系統的發展趨勢，工程師應對此通訊協定標準及相關技術有充分了解，以因應未來電網發展之需求。
- 2). 許多有經驗之保護電驛工程師對 IT 網路問題的討論有些晦澀，甚至還可能令人生畏，為達到變電站的可用、可信賴、安全與可維護目標，對網路通訊技術的了解與對保護設備之了解同等

重要，且乙太網路現在已經成為變電站自動化的核心技術，因此充分了解乙太網路存取方式及傳輸媒介將有助於對網路系統之了解，建議日後可派員多針對此一主提出國參訪，吸取各國相關經驗。

- 3). 保護電驛設備於電力系統中占有其舉足輕重之地位，且保護電驛應用發展技術日新月異，各國廠家生產之保護電驛亦各有其可取學習之處，期望公司能繼續派員出國參加相關保護電驛技術研討會及赴電驛廠家製造廠學習觀摩，並與各國工程師互相交流技術意見，俾利台電供電系統更加穩定安全可靠。