

出國報告（出國類別：實習）

全功能 IEC 61850 變電所 之建置與整合應用

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳思瑤 電機工程專員

派赴國家：德國

出國期間：105 年 04 月 23 日至 105 年 05 月 1 日

報告日期：105 年 06 月 14 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：全功能 IEC 61850 變電所之建置與整合應用

頁數 32 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人力資源處/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳思瑤/台灣電力公司綜合研究所/六等電機工程師/02-80782460

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：105 年 04 月 23 日~105 年 05 月 01 日 出國地區：德國

報告日期：105 年 06 月 14 日

分類號/目

關鍵詞：智慧變電所(Smart Substation)、IEC 61850、資訊安全(Cyber Security)

內容摘要：(二百至三百字)

智慧電網為本公司近年來重要政策之一，IEC 61850 變電所為智慧電網重要基礎建設，本公司也陸續有 IEC 61850 變電所與 IEC 61850 變電所相關研究案。藉由親自參訪為期 5 天的德國漢諾威工業展，了解目前世界上全功能 IEC 61850 變電所解決方案所使用之設備、與該設備功能與使用方式，以利未來本公司 IEC 61850 變電所建設。

並且參與漢諾威工業展內所舉辦之研討會，了解目前物聯網各廠家所探討之議題，並且將這些問題對應至 IEC 61850 變電所網路，以期找出 IEC 61850 變電所網路可能會面臨的問題與對應做法。

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

全功能 IEC 61850 變電所之建置與整合應用

目 錄

頁次

壹、 出國緣由及目的	4
貳、 出國行程	5
參、 漢諾威工業展	6
I. 漢諾威工業展介紹	6
II. 展覽會展品內容蒐集	12
III. 參與展內研討會	24
肆、 心得與建議	30

壹、 出國緣由及目的

智慧電網為本公司近年來重要政策之一，而 IEC 61850 變電所為智慧電網重要基礎建設，本公司綜研所已於去年度完成台灣第一座以 IEC 61850 為標準的智慧變電所，期望透過國外參訪了解更多建置全功能 IEC 61850 變電所解決方案與整合應用方向。

漢諾威工業展(HANNOVER MESSE)每年於德國漢諾威舉行，漢諾威工業展為世界上規模最大的工業技術展，廣邀各廠家實際展示各項解決方案與學術界新技術。查詢漢諾威工業展官方網站，了解多家 IEC 61850 電力設備與軟體(如: IED、MU、SCADA 與 Sever 軟體廠商等)開發廠商參與展覽。期望藉由親自參訪漢諾威工業展，於展覽中工業自動化展、能源展與研究與科技展中，蒐集與了解目前世界上全功能 IEC 61850 變電所解決方案使用之設備、該設備功能與使用方式，以及 IEC 61850 變電所與 IEC 61400-25 風機之整合應用解決方案。藉由展覽中多項實際解決方案展示、設備展示、展覽現場資料之蒐集與與廠商對談，更能了解各解決方案實際做法，有助於未來全功能 IEC 61850 變電所之建置與整合應用。

貳、 出國行程

本出國計畫，自 105 年 04 月 23 日起，至 105 年 05 月 01 日止，前後 9 天，詳細行程如下表所示。

起始日	迄止日	實習機構	實習內容
1050423	1050501		去程(台北－漢諾威)
1050425	1050429	漢諾威工業展會場	參加今年漢諾威工業展(HANNOVER MESSE)。於漢諾威工業展中觀看展覽中全功能 IEC 61850 變電所之建置與整合應用實際解決方案展示、參加研討會、展覽現場資料之蒐集與與廠商對談。
1050430	1050501		返程(漢諾威－台北)

參、 漢諾威工業展

I. 漢諾威工業展介紹

漢諾威工業展每年都會在德國漢諾威的漢諾威展覽中心舉行，從 1947 年起的第一屆漢諾威工業展[1]至今已舉辦 67 屆，可謂是一項歷史悠久的展覽。展區內幅員遼闊展館林立如圖 1 與圖 2，可以依參觀人需求前往各主題展館。由於展區廣大故於展館之間的移動，可以搭乘如圖 3 展覽中心的接駁巴士。



圖 1 漢諾威展覽中心一景-1



圖 2 漢諾威展覽中心一景-2



圖 3 漢諾威展覽中心內接駁巴士與站牌

我於 4/25 日到達展覽會場開始為期 5 天的參觀，圖 4 為第一日進入會場前的留影。由於本次漢諾威工業展夥伴國為美國，故於

4/25 日時美國總統歐巴馬先生與德國總理梅克爾女士都前往本次漢諾威工業展的開幕，故當日前往展場的交通受到管制，我搭的地鐵也因此緣故無法開往展場，所幸管制時間短，等待片刻後又有車班可以前往展場。隔日又遇上地鐵員工罷工，只好依漢諾威工業展人員引導改搭火車前往。以上所述的這兩件事算是本次公務的小插曲，但並未影響當日參觀。



圖 4 4/25 初達會場留影

本次展覽共分為「工業自動化展(Industrial Automation)」、「能源展(Energy)」、「工業零組件承包技術展(Industrial Supply)」、「數位工廠展(Digital Factory)」及「研究與科技展(Research & Technology)」五項展項。圖 5 與圖 6 為部分展館外觀而場內景況則如圖 7。展場內有多處如圖 8 的研討會，研討會中

會發表各產品應用情形。而此展吸引人之處在於，因展區遼闊眾多廠家將實物搬至現場展示如圖 9 與圖 10，參觀此展覽可更了解各個產品實際情形。



圖 5 工業自動化展展館外觀



圖 6 數位工廠展展館外觀



圖 7 展場內景象



圖 8 展場內研討會一景



圖 9 展場內展品-1

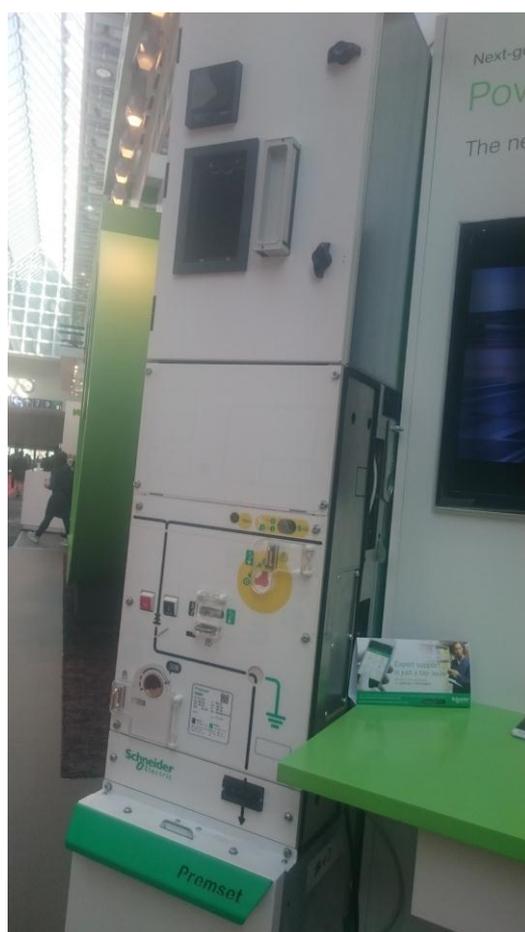


圖 10 展場內展品-2

II. 展覽會展品內容蒐集

甲、 TwinCAT

倍福(BECKHOFF)公司出產多樣產品，於倍福公司展區也展出眾多產品，如人機介面、控制器、I/O 模組、多點觸控內建工業級電腦顯示器與自動化軟體，如圖 11 只是倍福公司展區一角。

倍福公司的自動化軟體 TwinCAT 2 支援 IEC 61850 與 IEC 61400-25 伺服器功能(MMS、GOOSE)，於未來 TwinCAT 3 將支援 IEC 61850 與 IEC 61400-25 伺服器與客戶端功能。而有 IEC 61850 與 IEC 61400-25 客戶端功能即可開發 SCADA 人機介面軟體，透過 MMS 將 IEC 61850 變電所與 IEC 61400-25 風場資訊結合在同一平台上顯示與應用。

由於現場拜訪到開發 IEC 61850 與 IEC 61400-25 功能人員，故也詢問以 TwinCAT 2 開發將 OPC 伺服器轉 IEC 61400-25 伺服器之轉換器的可行性，經過討論此轉換器大致需要下列功能，首先需具有 OPC 客戶端將 OPC 伺服器內的資料取回，再將取回的資料依照 IEC 61400-25 中規則對應到 TwinCAT 2 IEC 61400-25 伺服器內，如此支援 IEC 61400-25 之人機介面軟體則可取得經轉換器轉換成 IEC 61400-25 資料之 OPC 伺服器內資料，轉換器軟體結構示意圖如圖 12。



圖 11 倍福公司展區一角

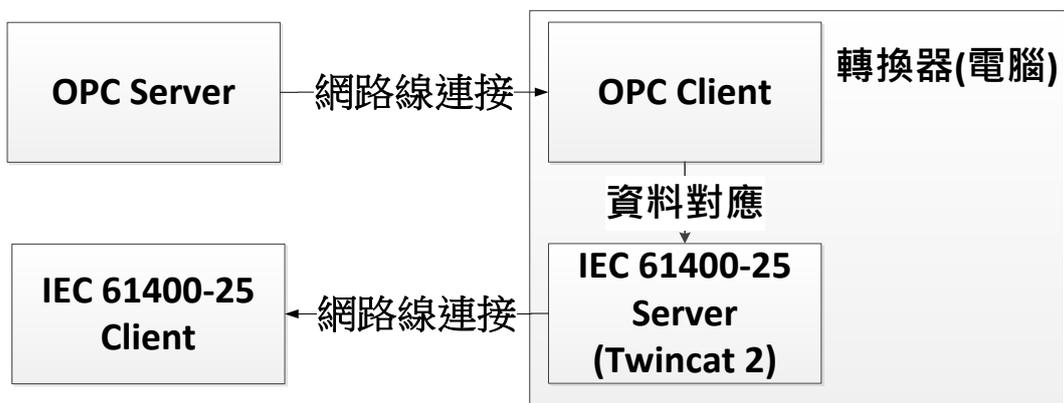


圖 12 OPC/IEC 61400-25 轉換器示意圖

乙、 Bachmann 控制器

Bachmann 控制器支援 IEC 61850 與 IEC 61400-25 伺服器與客戶端功能(MMS、GOOSE)，除了使用 PLC 語言撰寫外也可以使用 C 語言或是 Simulink 撰寫。圖 13 為現場展示的 Bachmann 控制器，其

舉例 Bachmann 控制器可用在風力發電機內，而實際上 Bachmann 控制器的確也有應用在風力發電機內。

Bachmann 人員提到，由於 Bachmann 控制器可以讓使用者自己發展其想要之功能，故 Bachmann 控制器不具有 IEC 61850 伺服器與客戶端認證，因 IEC 61850 伺服器與客戶端認證是要認證其伺服器與客戶端之功能性，故此種認證應是由設計此控制器功能之廠家送認證機構認證。

與 TwinCAT 情況相同，Bachmann 控制器具有 IEC 61850 與 IEC 61400-25 客戶端功能，因此即可開發 SCADA 人機介面軟體，透過 MMS 將 IEC 61850 變電所與 IEC 61400-25 風場資訊結合在同一平台上顯示與應用。



圖 13 Bachmann 控制器

丙、 OMICRON 公司 IEC 61850 通訊測試工具

CMC850 是專用於 IEC 61850 IED 通訊測試所使用之設備，並不具有輸出電壓電流訊號功能，故其設備體積較小。CMC850 可以產生 GOOSE 和 SV 訊號與接收 GOOSE 訊號來測試受測的 IED。其它同樣是 OMICRON 公司出產的 CMC353、CMC356 與 CMC256plus 也具有 IEC 61850 IED 通訊測試之功能，只是這些設備都有輸出電壓電流訊號功能，故體積都較 CMC850 大。



圖 14 CMC850 外觀[5]



圖 15 CMC256plus 外觀[6]

於軟體部分 IEDScout 可以透過 MMS 封包查看 IED 上各邏輯節點的狀態，以圖形化介面顯示，並且可以產生 IEC 61850 Ed.1、Ed.2 與 IEC 61400-25 的 SCL 檔。另一項軟體 SVScout 則是可以監看網路上的 SV 封包，也是以圖形化介面顯示。

丁、 SDO OCT

SDO OCT 其組成有 2 部分，分別為光學 CT 與 MU 部分如圖 16 與圖 17。此設備是使用光學 CT 提供電流訊號，於中性線電流與電壓及三相電壓訊號任然使用傳統 CT 與 PT 作為 MU 的輸入，如圖 18 所示。此 MU 是使用 1PPS 的訊號作為時間同步訊號，取樣頻率依據 IEC 61850-9-2LE，只須一台此 MU 設備即可以提供三項電壓與電流 SV 封包。



圖 16 光學 CT [2]



圖 17 MU [2]

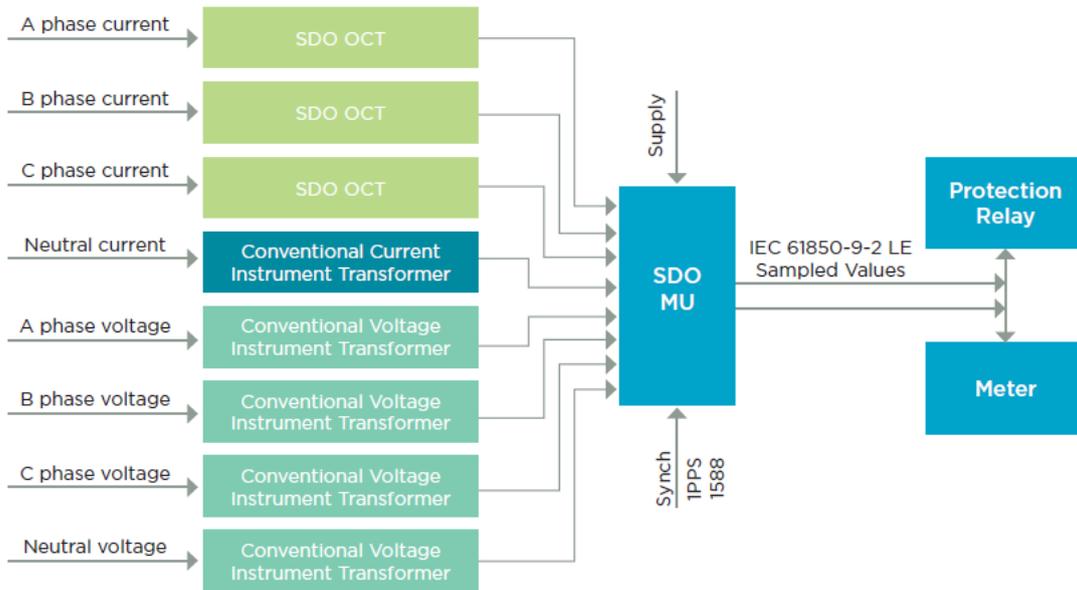


圖 18 SDO OCT 實際使用方式 [2]

戊、 PcVue SCADA

PcVue SCADA 為一人機介面軟體，圖 19 為 PcVue 展區其中展覽 PcVue SCADA 軟體。PcVue SCADA 提供 IEC 61850、IEC 61400-25

驅動，故使用 PcVue SCADA 可以讀取 IEC 61850 IED 狀態與支援 IEC 61400-25 風機控制器狀態，並且配合 PcVue SCADA 的圖形化介面將資訊顯示出來，達成整合 IEC 61850 IED 狀態與 IEC 61400-25 風機控制器狀態資訊與顯示畫面之功能。

PcVue SCADA 的 IEC 61850 驅動有取得 DNV KEMA A 級的 IEC 61850 客戶端認證。PcVue SCADA 也具有產生報表與警報/事件紀錄功能。此軟體在哥倫比亞變電站自動化與韓國鋼鐵廠內電能管理系統均有 IEC 61850 應用實績[3]。



圖 19 PcVue 展區

己、 Temperatur Relay with IEC 61850

在展場中看到的溫度電驛如圖 20，此溫度電驛可以將量測到之

溫度訊號用 GOOSE 傳送給需要此資訊之保護設備，而此溫度電驛也有描述此設備之 ICD 檔供系統規劃時使用。目前 ZIEHL 公司只有此款溫度電驛有上述功能。



圖 20 溫度電驛

庚、 西門子 IEC 61850 相關產品

圖 21 西門子支援 IEC 61850 標準的電驛與 RTU，SIPROTEC 5

系列有支援 IEC 61850 標準，這系列中有 MU、Bay 控制器、變壓器保護、線路保護、饋線保護等，這當中有些設備具有 A 級的 IEC 61850 伺服器端認證。西門子的 SCADA 人機介面提供 IEC 61850、IEC 61400-25 驅動，而其提供圖形介面外也可以產生報表、顯示影像與儲存歷史數據等。故西門子的 SCADA 人機介面軟體應也可達成整合 IEC 61850 IED 狀態與 IEC 61400-25 風機控制器狀態資訊與顯示畫面之功能。



圖 21 西門子 IED 與 RTU

辛、 ABB IEC 61850 相關產品

Relion 670 與 Relion 615 系列 IED 支援 IEC 61850 第一版與第二版，並且支援 IEC 61850-8-1 與 IEC 61850-9-2。在資安功能上 Relion 670 系列 IED 支援 NERC CIP 與 IEC 62351-8。Relion 670

系列 IED 有變壓器保護與線路保護。圖 22 為在現場看到的 IED 展示品，上方的是 REF615 饋線保護 IED，下方的則是 REF620 饋線保護 IED。REF620 並無支援 IEC 61850-9-2，據現場介紹人員表示因為有些 IED 實際上放置的位置接近現場設備，故其無須 IEC 61850-9-2 介面，可直接硬接線至 IED。ABB 還有其他 IED 支援 IEC 61850，於這些產品當中有些設備具有 A 級的 IEC 61850 伺服器端認證，但因現場並未展出全部支援 IEC 61850 的 IED，故本中也並未陳述 ABB 全部支援 IEC 61850 的 IED。



圖 22 ABB IED

壬、 施耐德 IEC 61850 相關產品

本次於展場看到圖 23 支援 IEC 61850 電驛，其為用於中、低壓的保護電驛。現場有展示實際應用如圖 23，其將此電驛嵌在開關箱上，而現場的應用並未使用到 IEC 61850-9-2 介面，原因在於這類應用，因電驛放置於現場，距離 CT 與 PT 訊號接近，故直接使用應接線方式將 CT 與 PT 訊號接入電驛中。圖 25 即是現場展示的開關箱內部，可以看到是直接使用銅線將 CT 與 PT 訊號接入電驛中。施耐德公司還有很多電驛是支援 IEC 61850 標準的，如 MiCOM 30 與 40 系列，於這些產品當中有些設備具有 A 級的 IEC 61850 伺服器端認證，但因現場並未展出全部支援 IEC 61850 的電驛，故本中也並未陳述施耐德全部支援 IEC 61850 的電驛。

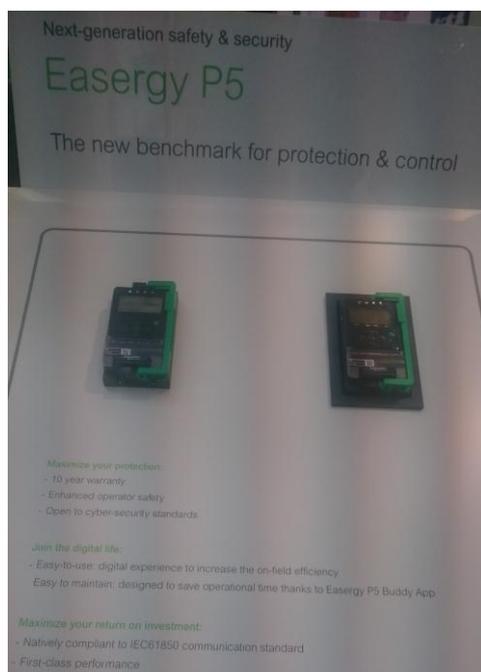


圖 23 電驛展示



圖 24 現場開關箱展示



圖 25 現場開關箱內部

III. 參與展內研討會

本次在工業自動化展區中多家廠家都提到工業 4.0 之應用。工業 4.0 的其中一項基礎為物聯網 (Internet of Things, IoT) [4]，故隨之而來針對物聯網所探討的議題大致有：

1. 物聯網的架構。

由於物聯網要實現互通性和開放性，故在物聯網中必須要容納多家廠牌的設備在同一網路中，而這些設備之間如何能溝通必成為一項重要議題。為了達成設備間的溝通，網路上的設備要選用同一種通訊協定，且要使用自我描述的檔案，如此才能讓其他設備知道自己有什麼功能。而 IEC 61850 的標準裡同樣也規定了所使用的通訊協定，以及自我描述檔案以達成 IEC 61850 的重要目的：不同廠家的設備互通性。

2. 物聯網所使用之工業網路資通安全。

物聯網和智慧電網都導入資通訊技術，雖然可以蒐集到較多的資訊，但也同時產生資通安全問題。在為期一週的展覽中，每天早晨都會有駭客現場展示攻擊手法。其中一位講者強調在作業系統或是應用程式中其實就有一些設定可以抵禦這些攻擊，只是大家常常不知道有這些設定可以開啟。再如施耐德公司的講者提到，其實在資安問題中有一項很重要的環節即是人，與其想辦法破解密碼或是

認證，其實從社交工程中使人放下戒心更容易取得密碼或植入後門，進而竊取重要資料或進行攻擊。如其中一日現場展示的攻擊方式其實就是放入一個有後門的 pdf 檔在欲攻擊的電腦中，再想辦法使人開起該 pdf 檔，則後門就被開啟了，即可開始竊取重要資料或進行攻擊，其實這樣的方式就常常在社交工程中出現。因此在加強硬體或軟體的資安功能與加裝硬體或軟體的資安設備外，也要加強人員對社交工程的認知，以提高警覺。

在工業自動化系統上除了上述這些辦公室自動化系統會有的問題外，針對工業自動化系統內有的控制器與 SCADA 人機介面軟體，廠家也有對這些設備或軟體設計資安防護的功能，如圖 26 中即提到該廠家支援 IEC 61850 的 IED 遵守 IEEE1686 與 IEC 62351 這些資安標準，以防止這些設備受到攻擊。



圖 26 展場中施耐德公司 IED 介紹

3. 物聯網所蒐集到的資訊如何運用。

由於物聯網將以往無法整合在一起的訊息整合，或是取得以往無法蒐集到的訊息，故在物聯網上我們可以取得大量的資料，但要如何分析與運用這些資料便是一項多家廠家探討的主題。在這項主題裡廠家 ABB 提到了資料分析的流程，首先了解資料所代表的意

義，再來便是調查是否還缺少哪方面資料需要再蒐集，當蒐集之資料足夠後便可以使用多種分析演算法，如模糊、類神經、決策樹與線性回歸等…方式進行分析，分析後便可以取得的資料，再利用這些資料產生新的服務。

目前有些設備已經可以將非電力資料(如:溫度)使用 IEC 61850 的方式傳送，如此便可以將這些資料和電力的資料相結合進行資料的分析，可以供資產管理、設備壽命預測等…使用。

4. 如何最佳化物聯網傳輸資訊。

基本上這是一項牽涉到成本的問題，由於物聯網各項設備需要透過一共通的傳輸協定來傳輸資料，而如何選擇傳輸協定、傳輸週期與所需傳輸的資料量，成為物聯網興起後的一項探討議題。

Orange 公司提到最佳化資料傳輸的流程如圖 27，Orange 公司演講者於演講中提到他們做的一項分析，他們分別傳送不同數量資料在不同傳送條件下，結過發現不一定成本較高的傳送條件，被傳送的資料應用率就較高，故傳輸成本、傳輸週期與所需傳輸的資料量其實是一項有被探討價值的議題。

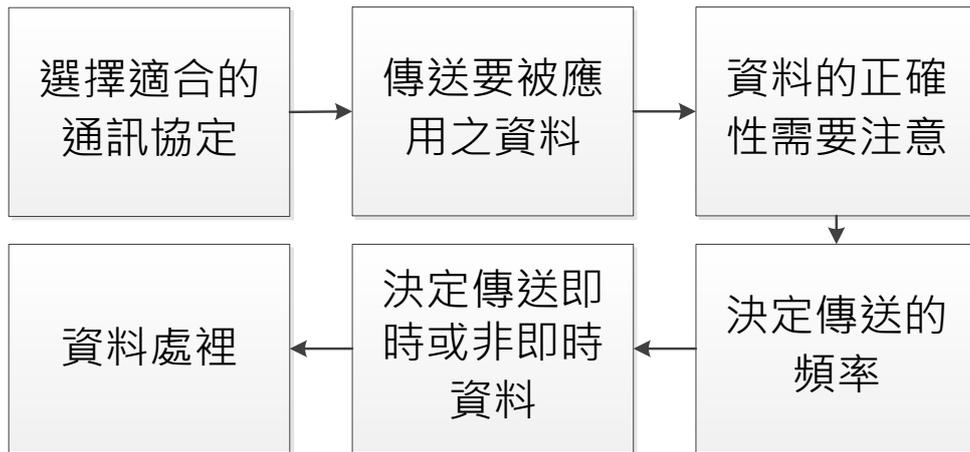


圖 27 最佳化資料傳輸流程

5. 物聯網通訊品質。

物聯網將多項產品連接於同一網路上，同時間此網路可能傳輸多種不同性質的資料，如警報、一般訊號與影像訊號等。如此可想見這樣的網路必定是非常忙碌，在以往辦公室自動化的網路中，網路壅塞所造成的封包延遲送達其實較不會造成嚴重後果。但當工業網路壅塞時還是必須確保每個封包在其規定的時間內送達，否則如警報訊息延遲送達，對於整個系統可能造成不小的損失。因此顧及物聯網通訊品質，確保每項服務能正常執行是物聯網的另一項議題。圖 28 即是一台能依據目前網路狀況進行時間排程來確保服務正常執行的交換機，利用這類產品可以防止因網路壅塞所造成的問題。

當支援 IEC 61850 的設備越多樣化時，IEC 61850 的網路同樣

也會遇到此問題，而圖 28 同樣也可以應用在 IEC 61850 的網路，
因為其支援 IEC 61850 所使用的時間同步標準 IEEE1588。



圖 28 交換機

肆、心得與建議

1. 購買各項設備時建議選用統一資料傳輸協定與資料格式，以利未來各種數據匯集在同一平台上，進而進行大數據分析以及資產管理等後續運用。
2. 針對資訊安全議題，除了購買具資訊安全功能設備以及加裝資訊安全防護設備或軟體外，加強人員對資訊安全的認知也是資訊安全防護重要的一環。
3. 選擇各項系統所使用的通訊協定、傳輸的資料量與傳輸週期時，建議加上成本考量。
4. IEC 61850 變電所網路應確保網路壅塞時各封包傳送情況正常，以確保未來實際上線運轉時變電所電力系統正常運作。
5. 建議可購買 IEC 61850 伺服器與客戶端軟體，透過自行撰寫，更能了解 IEC 61850 中內容，以利未來發展 IEC 61850 變電所與其應用。
6. 建議購買設備時可以考慮除電力量測外之支援 IEC 61850 功能之產品，透過此方式更能明白於 IEC 61850 內非電力相關邏輯節點其意義與實際實現情況。

參考資料

- [1] 漢諾瓦工業博覽會 [Online] available at
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B1%89%E8%AF%BA%E5%A8%81%E5%B7%A5%E4%B8%9A%E5%8D%9A%E8%A7%88%E4%BC%9A>

- [2] SDO OCT. OPTICAL CURRENT TRANSFORMER. [Online] available at
<http://arteche.com/en/products-and-solutions/category/optical-current-transformers>

- [3] HMI SCADA Energy Management System SUBSTATION AUTOMATION POWER PLANTS INDUSTRIAL FACILITIES. [Online] available at
http://www.arcinfo.com/images/products/Brochures/BS_Energy_Management_System_En_2015.pdf

- [4] J. Jasperneite, “Was hinter Begriffen wie Industrie 4.0 steckt,” in Computer & Automation, 19. Dezember 2012.

- [5] CMC 850 The Protection Test Set Dedicated to IEC 61850 [Online] available at
https://www.omicronenergy.com/fileadmin/user_upload/pdf/literature/CMC-850-Brochure-ENU.pdf

- [6] CMC 256plus The High Precision Relay Test Set and Universal Calibrator [Online] available at
https://www.omicronenergy.com/fileadmin/user_upload/pdf/literature/CMC-256plus-Brochure-ENU.pdf