

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

97年第2季(9704.No.68)

台電綜合研究所 **TPRI**

地址：(100)台北市羅斯福路4段198號 電話：(02)2360-1095 傳真：(02)2364-9611

研究計畫成果

一、汽電共生購電計費網路化研究

(負載室：楊新全)

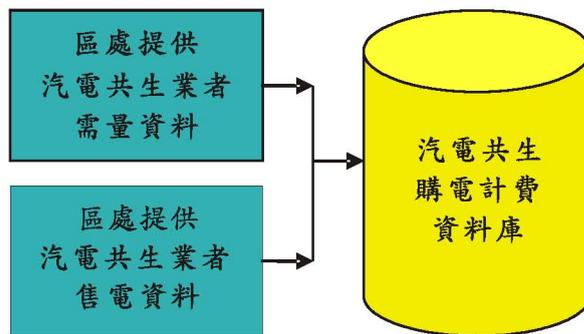
(一)研究背景與目標

本公司每月需由各區處收集汽電共生業者售電資料，依據汽電共生系統實施辦法所核定的餘電購電費率，其計價方式需按業者的屬性(新設、既設)與裝置容量，保證容量，所選擇的計價方式，以及各季節時段的發電量，停機、跳機時間等等條件分別計算購電金額。汽電共生業者眾多且適用費率不一，計算過程繁複，不僅資料收集不易，查核與彙總分析耗費時間與人力，也可能因重複輸入產生錯誤或資料不一致的情形。所以，本研究的目的在於提供網路化的購電計費功能，各區處可直接從網路上輸入汽電共生業者售電資料，建立汽電共生購電計費資料庫，提供方便的電費核算與彙總，以利資料的收集、查核與分析。網路服務技術近幾年已快速建立在企業內部的 Intranet 與電子商務上，成功地運用低耦合度、與語言和平台無關的、跨國際網路連接應用程式的優點，建立一個全面且標準的方法來確保企業內資訊系統的完整性、機密性和安全性。所以，本研究將採用網路服務的特性，建立汽電共生購電計費網路化相關的決策分析報表，提供一個符合安全考量限制下獲取汽電共生購電計費資訊的應用系統。達成網路化：本系統經由本公司內部網路收集汽電共生業者售電資料，無論何時何地，只要能連上公司內部網路即可，使用者端不需要任何安裝與維護工作。即時性：各地區輸入的資料直接進入汽電共生購電計費資料庫，查核彙總及分析皆為即時資料。一致性：提供直接線上修改輸入資料，資料更新立即反應，避免資料產生不一致。

圖(1)所示為網路型汽電共生購電計費資料流程示意圖，此研究建置之資料庫須自區處取得汽電共生用戶需量與售電資料，而稱為「汽電共生購電計費資料庫」，此資料庫以 Microsoft SQL 2005 建

台灣電力公司
使命：滿足用戶多元化的電力需求、促進國家競爭力的提升、維護股東及員工的合理權益。
願景：成為具有卓越聲望的世界級電力事業集團。
經營理念：誠信、關懷、創新、服務。

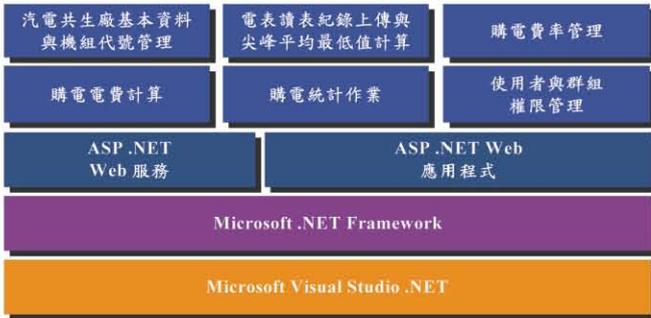
置，建置後之資料庫可提供此研究所有資料的儲存與管理。本研究應用 Web 相關技術建立網路型汽電共生購電計費系統，提供網路化的購電計費功能。



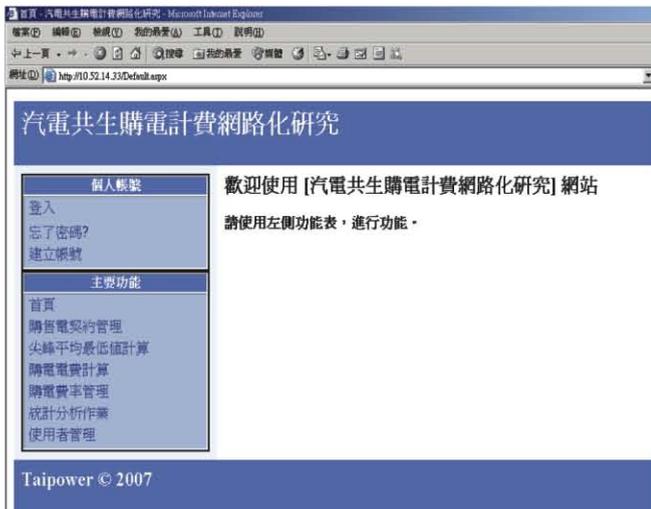
圖(1) 網路型汽電共生購電計費資料流程示意圖

(二)研究步驟

1. 訪談彙整業務處及北西區處、彰化區處、雲林區處、嘉義區處、新營區處、台南區處、高雄區處與鳳山區處共8個區處之需求。
2. 分析與設計汽電共生用戶購電計費管理。
3. 分析與設計汽電共生購電計費系統，系統軟體架構如圖(2)所示。
4. 分析與設計資料庫系統。
5. 分析與設計汽電共生網路化介面，如圖(3)所示。
6. 實地測試與資料驗證(嘉義區處3家、鳳山區處5家、彰化區處3家)正確無誤(廠家類型包含：跨夏月、非夏月、無保證、2迴路、既設/超20%、定檢/無稅、定檢/超20%、沒有超20%)，計費結果如圖(4)所示。



圖(2) 系統軟體架構圖



圖(3) 汽電共生購電計費網路化研究Web 介面首頁圖

嘉義 區處 96年 6月份合修汽電共生購電電費計算表
台灣化學纖維股份有限公司新嘉廠 電話：09-60-1300-00-7

項目	小計	上期	本期	電費	電費	電費	電費	電費	電費	電費	電費	電費	電費
尖峰	132.3	5.8	22.3	224.888	5,214.200	00	7,130.845	0	3,289.835	0			
半尖峰	278.8	5.8	22.3	278.5	41.1	120.000	5,205.000	00					
離峰	1239.4	5.8	22.3	1188.5	48.8	224.888	10,855.800	004	16,301.435	4,536.481	0	0.918	0.488,482
尖峰	2124	5.8	22.3	2037.4	38.8	120.000	11,300.000	00	041,149	0	0	0	0.292,251
半尖峰	1441.1	5.8	22.3	1381.1	3.8	224.888	440.000	000					
離峰	245.7	5.8	22.3	245.7	3.8	120.000	400.000	000	228	511.241	112.241	0	0.25,218
合計	35.7	5.8	22.3	35.7	3.8	120.000	400.000	000					
合計	35.7	5.8	22.3	35.7	3.8	120.000	400.000	000	10,859.000	4,544.192	0	10,724.818	0,772,822

圖(4) 計費結果圖

(三) 結論

本計畫在研究過程中都是依據系統分析與設計進行物件導向開發，在分析彙整現行系統的流程及資料轉換分析與設計上花費不少時間及人力。本計畫完成後，已達到下列具體成果：

1. 訪談總結

總共完成了業務處及北西區處、彰化區處、雲林區處、嘉義區處、新營區處、台南區處、高雄區處與鳳山區處共8個區處之訪談，主要需求共計10項：

- (1) 希望能提供汽電共生廠基本資料與機組代號管理功能。

- (2) 希望能提供電表讀表紀錄上傳與尖峰平均最低值計算功能。
- (3) 希望能提供購電費率管理功能。
- (4) 希望能提供購電電費計算功能。
- (5) 希望能提供使用者與群組權限管理功能。
- (6) 希望能提供購電統計作業功能。
- (7) 希望有更方便之工具擷取尖峰平均最低值(kw)，以計算容量電費。
- (8) 希望有更方便之工具擷取汽電共生發電機機組運轉時數表(機組運轉時數表：尖峰/半尖峰/週六半尖峰/離峰)。
- (9) 希望有更方便之工具供其製作購電計費表。
- (10) 希望有更方便之工具供其判斷是否有未供電之時間。

2. 研究成果

- (1) 完成汽電共生廠基本資料與機組代號管理功能。
- (2) 完成電表讀表紀錄上傳與尖峰平均最低值計算功能。
- (3) 完成購電費率管理功能。
- (4) 完成購電電費計算功能。
- (5) 完成使用者與群組權限管理功能。
- (6) 完成購電統計作業功能。
- (7) 完成詳盡足夠且符合區處需求之購電計費資訊。
- (8) 完成可擷取尖峰平均最低值(kw)之分析工具。
- (9) 完成可擷取汽電共生發電機機組運轉時數表之分析工具。
- (10) 完成簡單易用之購電計費表製作工具。

3. 汽電共生購電計費網路化效益

- (1) 相關區處將汽電共生購電之電費資料輸入，輸出計費表單及報表。
- (2) 可藉由網路服務的技術，擷取資料庫資料，提供新設、既設、大型機組各類計價方式。
- (3) 內部可依需求提供選項、分項統計購電度數、購電金額及平均單價。
- (4) 減少人工輸入錯誤的可能性，並能更準確快速的產生提供管理決策分析報表。
- (5) 研發建立網路服務的技術，提供產生決策分析報表的服務，並利用網路授權機制，開放給相關主管及業務資料相關使用者能夠及時透過網頁瀏覽器連結查詢、製作之相關報表結果，獲取即時且準確地汽電共生購電計費相關資訊。
- (6) 因應外部單位要求提供汽電共生歷年相關資料，可快速彙集。

本計畫所研發的系統是一套符合研究計畫目標的網路型汽電共生購電計費系統，其充分展現出系統資料使用上的及時性、正確性、安全性，維護上的彈性及未來的可擴充性。

二、風力機組出力預測模型之建立

(能源室：葉佐端)

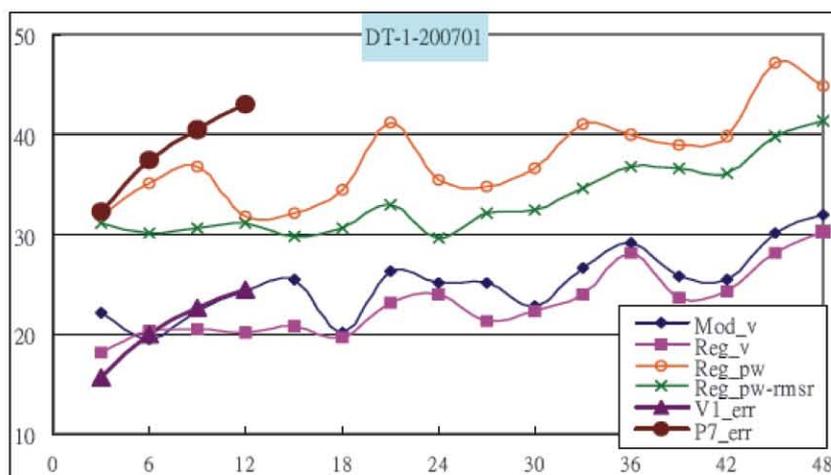
風力發電為乾淨的再生能源，近來隨著化石燃料價格高漲以及京都議定書生效而為各國所積極開發。然而風力發電的最大阻礙來自其天然的變動性，使得電網整合或是機組調度產生相當大的困難。這種先天性的障礙，若能透過準確的風電預測，當可將電網運轉或是系統調度等困難減至最低。風電預測可透過數值天氣預測 (numerical weather prediction) 或統計預測方法而得，實證顯示精確的風電預測不但可以有效降低電網操作的困難，同時亦可增加風電的使用效能，而使系統整體的供電成本降低。

本研究計畫的主要動機是要「因應未來風力發電容量達一定程度後，可能對系統區域調度產生影響，參考國外風力發電先進國家之做法，及早做本土化之研究，以建立風力機組出力預測之模型。」

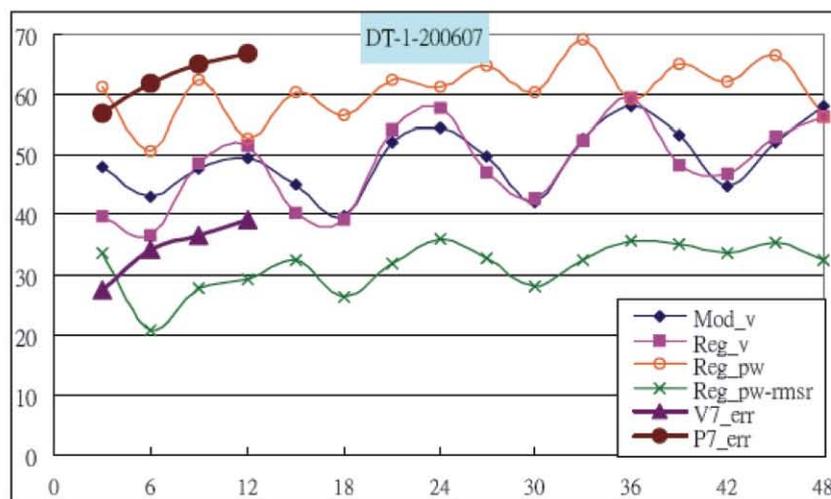
國外有關風電預報之研究方式可歸納為兩大類，一為電廠直接委託氣象顧問公司或學術單位進行預報技術之研究與開發，如美、日等國；另一為

多國結盟合作，共同開發相關之技術及預報模型，如歐盟。台灣的狀況則較適合採用直接委託研究的方式來進行，結合國內既有之數值天氣預報技術及風力電廠評選與發電量預測之技術，進行風力機組出力預測模型建立之研究。

本研究有關「風力機組出力預測模型之建立」，可得到以下結論：(a)中屯及大潭地區風場的自我迴歸關係滿足線性單元迴歸模式。(b)迴歸係數使用滑動的訓練期，且訓練期在冬季最好80天以上，夏天120天以上，可以使得預報結果達到最穩定。(c)發電量的預報，直接由各台風力機實測之 power curve 來查表即可。(d)物理模式預報結果，經過降尺度迴歸分析，可以明顯消除模式系統性的誤差，特別是在冬季。(e)預報誤差率分析發現，無論統計或物理模式預報之結果，均顯示台灣冬季的誤差率比夏季小；中屯的誤差率也比大潭小。分別是因為天氣型態不同及當地的地理條件(地形地貌)差異所致。(f)統計預報模式之準確度在預報時間6小時之前，比物理模式高。但在6小時之後就明顯的比物理模式差。(g)國際上，一般研究報告的分析大都以強風的季節做結論，本研究在強風季的結果與國際水準相當。但是在弱風期或颱風期間，因為模式無法完全掌握這些多變且時空尺度很小的系統，所以其預報之準確度相對就小很多。但因為此時期的總發電量很少，所以對整個電力網的衝擊也相對的小很多。(h)至於如何提昇夏季弱風及颱風期物理模式預報的準確度，則有待進一步之研究。



(A)



(B)

物理模式預報結果：

對大潭1號風機之降尺度誤差率分析。(A)為夏季(七月)，(B)為冬季(一月)。橫軸為預報時間(小時)，縱軸為誤差率(%)。深藍色菱形實線為物理模式預報風速誤差率，粉紫色方形實線為降尺度迴歸預報風速誤差率，橘色圓形空心線為降尺度預報發電量誤差率，綠色x號實線為降尺度預報發電量RMS%，紫色三角形粗實線為統計模式預報之風速誤差率，棕色圓形粗實線為統計模式預報之發電量誤差率。

三、電纜絕緣趨勢之監控技術研究

(高壓室：鄭強、范振理、干鵬飛、羅志強)

(一)前言

中壓電力電纜現場試驗係為發現及改善介質缺陷，提升電纜系統的運轉可靠度。傳統的維護試驗方法，是利用單一交流或直流耐壓試驗結果判斷電纜絕緣劣化的程度，惟此一做法並未能清晰顯示電纜絕緣之劣化情況，與獨立存在於介質中的劣化點；在電纜絕緣趨勢之監控技術議題上，本研究以宏觀的角度、周延考慮電纜系統介質自然老化以及劣化兩項議題。

(二)充油電纜、XLPE電纜之絕緣試驗

目前電力電纜絕緣特性及運轉維護檢測作業，有3種試驗方法可供應用，(1)介質消散因數或是介質電力因數試驗，(2)部份放電試驗(partial discharge test)，(3)加速老化試驗(accelerated electrical test)；一般而言，電力電纜於製程最後階段，在無載條件下，以3~4倍電纜額定電壓之交流過電壓試驗條件，驗證電力電纜的製造品質，此一試驗亦稱之為驗證試驗(proof test)；早期交流過電壓試驗，僅考驗電力電纜的可用性，而電纜介質中的絕緣電阻值，並不屬於過電壓試驗的檢測項目與試驗目的。

1. 介質消散因數

在絕緣試驗領域上，工程界習以為常的使用介質電力因數一詞，表示電力設備整體或是個別零組件的絕緣狀態，應用 \cos 計算電纜介質損失值，可與消散因數 \tan 獲得非常近似的計算結果；但介質電力因數並非一個正確的專有名詞；對於電纜系統有關絕緣性能的正確專有名詞，應以消散因數、 \tan 數值表示絕緣材料的介質損失及其絕緣性能。

2. 油-紙絕緣電力電纜介質特性

若在固體絕緣物質中，含有已發生離子化的污染物，則可顯現於介質電力因數試驗之瓦特損失指標量測數據上。介質電力因數試驗是屬紙質充油電纜的主要試驗項目，若試驗結果顯現介質損失高者，則表示電纜之固體-液體絕緣系統中，存在離子化的污染物，亦即在紙質充油電纜中存有絕緣缺陷。因此介質電力因數試驗，是屬檢測紙質充油電纜絕緣狀態的有用工具之一。

3. PE、XLPE、EPR固體絕緣電力電纜介質特性

介質損失與電壓平方具有比例關係，因此對於高壓電力電纜而言，介質消散因數試驗數值，對判斷電纜介質老化情況，具有相當的重要性。在本質上而言，低介質損失之聚乙烯、交連聚乙烯電纜或是乙烯-丙烯橡膠等電纜介質空洞所產生的部份放電缺陷，與介質損失及熱損耗能量並無直接關係。耐壓試驗目前仍然是世界各主要電力公司電力電纜現場維護試驗的主力，目前本所已應用消散因數試驗，作為判定中壓電纜系統絕緣老化狀態的基準。消散因數試驗對於檢測絕緣介質微小缺陷的效能不彰，係其未能普及應用的原因之二。

(三)部份放電檢測技術

運轉中既設之屏蔽型電纜系統，適合以介質消散因數試驗或是部份放電試驗，對電纜系統進行診斷性測試。診斷性試驗中的部份放電試驗檢測內容，包含電纜本體、直路接續匣以及電纜終端接續匣等組成元件之部份放電檢測。部份放電檢測試驗項目涵蓋了在介質空洞缺陷上的部份放電量之量測，以及對介質缺陷之放電位置進行定位等重要檢測事項。部份放電檢測目的，在於評估地下電纜系統絕緣劣化狀況及趨勢。

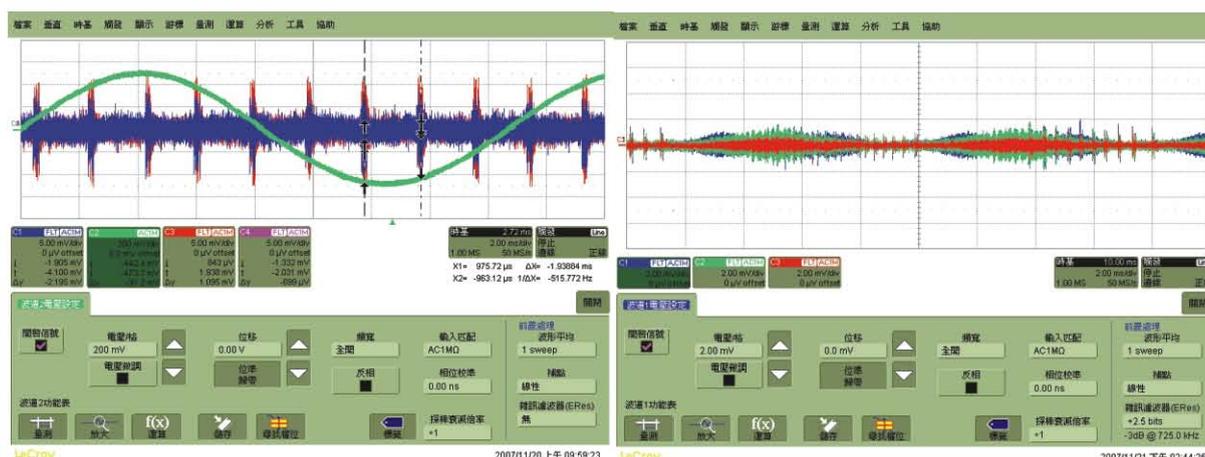
部份放電檢測方法，可分為線上及離線檢測診斷法；線上診斷法是電纜系統於正常送電情況下，以系統電壓為基準進行部份放電檢測，如圖(1)所示；目前部份放電檢測靈敏度與雜訊辨識能力，是影響預測電纜殘餘壽命準確性的主要因素；13.8 kV電纜系統PD檢測之雜訊，如圖(2)所示；其次，離線式部份放電診斷法，是於設備停電中以及與系統隔離情況下，以一固定基準之外加測試電源，進行部份放電檢測；診斷內容含部份放電量的幅值、發生頻度及發生放電位置之定位，診斷結果可用以了解絕緣系統內部介質劣化與老化情況。屏蔽型電纜系統之部份放電診斷測試，係用以評估電纜和電纜附件的狀態，並做為衡量絕緣介質效能降低程度的一個實用性指標。



圖(1) 電纜系統線上PD檢測-高頻電流法

(四)結論

中壓屏蔽型電纜系統應用部份放電檢測技術與極低頻(very low frequency, VLF)現場試驗技術，對於提升地下配電系統之供電品質與可靠性(reliability)，及其合理的平均運轉壽命，有其必要並具有重要的意義。為了保證電力電纜系統於服役年線中可維持最佳的運轉性能，本研究參考IEEE 400標準系列整理擠壓成型及層壓電纜介質特性試驗之條件，並以現行之現場試驗及現行的測試技術進行討論分析及比較其優缺點。部份放電檢測技術及VLF試驗方法適合應用於各式地下電纜，應用檢測結果建立電纜介質劣化及老化趨勢圖，可用以評估電纜系統適當之維護排程。



圖(2) 13.8 kV電纜系統PD檢測雜訊之時域波形

四、監控系統(設備)通訊協定驗證實驗室之建立

(電力室：王金墩)

(一)研究背景與目標

目前本公司階層調度控制使用之監控系統及設備如：RTU、IED、POWER METER、LOCAL SCADA通訊處理單元、LOCAL SCADA監控主機及ADCC監控系統等，各種不同通訊協定之監控系統(設備)並存，造成系統(設備)維護困難；基於上述原因，由供電處提出本計畫，委託本所進行研究與建立目前廣泛運用於本公司階層調度控制自動化系統之通訊協定驗證實驗室環境。

輸變配電自動化系統目前採用階層調度控制架構，監控設備軟硬體使用之數量及同質性極高，因此本計畫乃針對此系統使用最頻繁之通訊協定如DNP3及Modbus協定建立標準協定之驗證環境，除可驗證及找出設備間協定不相容之問題外，並可經由本實驗室環境在測試協定過程中訓練此協定極詳細與專業之技術。本文並比較同類型協定之特性、使用情形及發展趨勢，對未來本公司極有可能採用之通訊協定如IEC61850等及早建立技術，以逐步建立此協定之驗證能力。

(二)研究內容

本計畫之研究過程及內容簡列如下：

1. 蒐集目前國內外監控系統(設備)採用之通訊協定及未來監控系統(設備)通訊協定之趨勢，並比較及說明使用情形及未來發展。
2. 建立特定之目前及未來通訊協定之技術文件(含Modbus、DNP3及IEC61850)。
3. 建立特定通訊協定驗證所須之軟體技術與硬體環境(目前已建立Modbus及DNP3驗證環境，IEC61850因本公司尚未有此使用協定之設備，故先從技術文件中建立專業技術，再視需要逐步建立驗證環境)。
4. 進行一般化通訊協定與模擬測試目標之功能驗證實測(以DNP協定內容進行各種功能模擬如Static/Event點Poll-response之Byte Format分層分析驗證、DNP3 Master/Slave/Monitor架構測試、Object Group/Variation及Implemented點表之驗證測試與分析、Application Layer之各種Function Codes之測試分析、Unsolicited

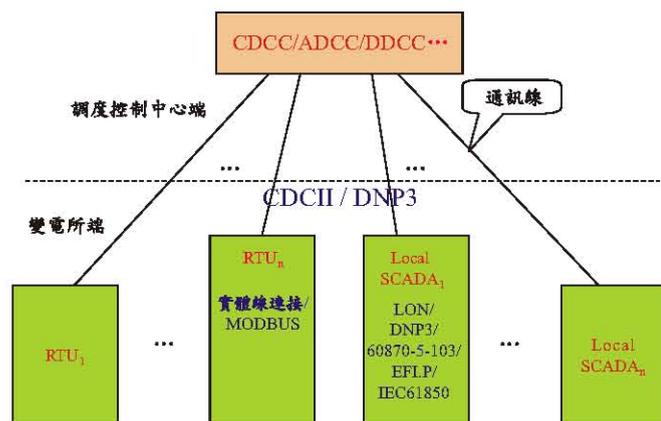
Response設定、測試及分析、Class Data指定、測試分析等等，主要為熟練驗證軟體功能、人機介面及DNP3協定技術，可以圖形視覺化物件及撰寫Tel/Tk Script語言製作成欲測試之項目/功能。

5. 實際針對特定受測目標進行各項細部資料、功能、步驟及符合性之驗證(選定特定IED，根據所附Device Profile及Implementation Table，以DNP3官方之標準測試程序"DNP3 Intelligent Electronic Device(IED) Certification Procedure Subset Level 2"[2]，進行逐步Fail/Pass測試，從Fail/Pass所產生之訊息(text及Byte Code)與IED內部之設定作交叉調整校正，確認其符合性)。
6. 根據測試結果評估受測IED之弱點(並非所有IED均能通過[2]之每一Test Procedures(超過1000個Test Steps)，列出作為DNP3 Master設備之參考)。
7. 作為將來建立標準驗證程序與規範之參考。此研究結果及建立之測試環境可作為訓練本公司DNP3通訊協定專業人員之平台。

(三)監控系統之架構及通訊協定發展

本文將重心放在含變電所內自動化之階層調度控制系統相關大量同質設備之通訊協定發展，其它如發電監控系統及分散電源監控等協定議題請參考台電通訊協定運用指導準則1.0版[1]。階層調度控制系統中大部份設備在變電所內，故變電所自動化成為本公司內相當重要之議題，本計畫報告之第二章詳細地分析及探討變電所內部及對外(含控制中心與同質/異質控制中心間)之國際常用之通訊協定現況及未來發展。從國際間監控與變電所自動化架構及通訊協定之發展趨勢來看，本公司目前在變電所自動化部分相對落後先進國家許多，而在階層調度控制系統架構之控制中心間之通訊協定而言，本公司已符合並走向國際發展之趨勢，但在控制中心對變電所(如圖(1))及變電所內自動化之架構/設備/通訊協定方面，與國際趨勢仍有相當大的分歧。

基於對設備投資及運轉可靠度考量，貿然一次



圖(1) 控制中心對變電所內自動化之架構

到位採取最新如IEC61850協定之變電所內自動化之架構，似乎是不太可能也有技術上之困難，實際上控制中心(CDCC/ADCC/DDCC)更新之速度遠比變電所次舊換新或新建之速度慢很多，因此折衷的方法為在未來新建變電所即預留新的界面選項，循序漸進，如在對上新增DNP3 over TCP/IP協定，變電所內則採IED分散式架構並定義一致之通訊協定如DNP3 over TCP/IP或IEC61850，這兩種協定雖然上層(應用層功能及點定義)有些衝突，但其下層之支援卻是一致的(均可走TCP/IP協定及Ethernet硬體架構)，況且IED天生具有如PLC般之彈性，可透過加裝如DNP3及IEC61850通訊模組或修改Firmware方式來保持當協定改變後不需換掉整台IED之問題，或退而求其次地採用Protocol Gateway作協定轉換，以DNP3協定而言，其正逐漸發展與IEC61850 Data Attribute之Mapping及網路安全方面規範，因此這兩種協定將會主宰未來變電所自動化設備之市場。當在變電所自動化有了新的介面選項後，未來在控制中心(CDCC/ADCC/DDCC)更新時才有機會朝未來國際發展趨勢邁進。

(四) 通訊協定驗證環境之建立

本章主要以建立目前本公司在變電所自動化中最普遍使用之DNP3通訊協定為主軸，說明目前本計劃已規劃建立之通訊協定驗證實驗室軟體及硬體環境，本驗證實驗室除可驗證與測試DNP3 serial與DNP3 over TCP/IP通訊協定外，尚可驗證與測試Modbus/RTU serial及Modbus/TCP/IP通訊協定，本驗證實驗室之功能分為兩個層次，第1個層次為操作、測試、分析與驗證Modbus與DNP3含Level 1、Level 2及Level 3之功能，第2層次為根據Modbus官方文件所公佈之符合性測試及DNP3官方組織(DNP Users Group)公佈之符合性測試(Conformance Test)，逐步測試與驗證受測裝置(Device Under Test, DUT)是否符合官方組織所公佈之符合性測試程序(Conformance Test Procedure)。

要進行上述測試與驗證必須具備下列基本條件，缺一不可：

1. 受測實體設備(DUT)及相關說明文件，先熟悉如何接線，功能及規劃其各種參數，包括通訊方式及通訊設定等。
2. 特定協定之說明文件及規劃（以DNP3為例），包括需有Device Profile, Implementation Table及Point List等，並詳細閱讀以利測試之進

行。

3. 通訊協定分析軟體包括可規劃之Application功能碼及object Group /Variation 及Qualifier等，透過規劃後，可進行逐次之下指令驗證，Master與Slave來回之資訊可經由-Protocol Analyzer畫面進行各層(layer)之檢視，以觀察測試進行中之Master request與Slave(outstation) Response之Byte Code詳細情形。
4. 詳細瞭解通訊協定本身之技術文件，這些詳細說明文件必須上網至<http://www.dnp.org/>下載，此網站為DNP Users Group之官方網站。筆者花費相當多時間在閱讀與測試文件中之規則，這對最後要進行協定驗證程序而言是必經之路，這也才能在測試過程中對未通過之項目進行更細部之分析，即找出未通過的原因。
5. 實際架設硬體測試環境，至少須包含一可規劃及已接實際信號之IED，1至2台PC（可同時做Master, Slave及監視分析資料流情形）。硬體測試環境如圖(2)。



圖(2) 協定測試環境實體圖

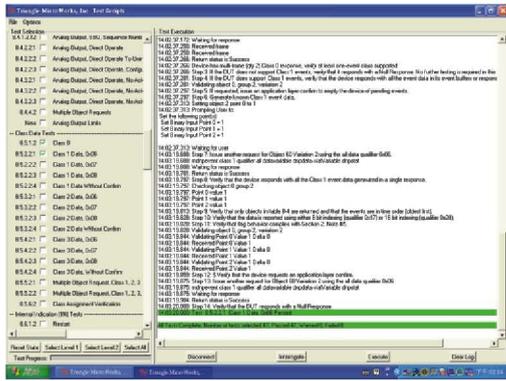
(五) 符合性測試與驗證

本計畫所建立之Master端測試軟體已經過DNP3官方組織之Conformance Test Level 2之驗證標章，測試程序之步驟及劇本完全根據[2]DNP3 Intelligent Electronic Device (IED) Certification Procedure Subset Level 2之文件程序書定義。

本計畫根據受測裝置(以GEF650為例)之功能與協定文件及標準測試程序已完整測試完成(去除GEF650無內建功能部分)，受測Step將近1000個，況且過程中經常須操作受測裝置之Restart及改變BI接點狀態、改變AI值超過設定Deadband以製造測試Event與Unsolicited Response之條件，在測試Control Output時亦須實際操作實體開關之Trip/Close，同時有些測試步驟之測試結果與訊息之疑義；經常與DNP Users Group與Test Harness工程師作Email討論與確認，耗費相當長之時間才能完整測完[2]之所有步驟，因此由於測試過程項目太多，本文將只說明部分測試步驟之過程、結果與分析(略)，圖(3)為驗證Class I Data之一例。

(六) 結論

本計畫成功地完成建立通訊協定驗證實驗室環境，希望能提供本公司在測試Modbus與DNP3通訊協定完整符合性測試(Conformance Test)之工作環境與平台，除可解決IED等具上述通訊協定應用之標準測試與找出協定不相容之問題外，對於本公司對此通訊協定技術有興趣同仁，亦可利用此環境訓練與熟悉協定內容。本計畫之完成感謝委託單位供電



圖(3) Class 1 Data, ox06驗證Pass畫面

陳來進
主任、林
震邦、課
及林君、長
工程師、泰
及協與之
工指、助同
教時、特
感供、電
處張、聲
經志、技
理之、術
資討、論
料提、能

使本計畫如期順利完成。
公司內部具備各領域專精之人才，特別是電力系統規劃、運轉、維護及調度等領域，惟獨較欠缺結合通訊協定、廣域監控設計與資訊交換技術之人才，以往因應階層調度控制而成立之電控會，因階段性目標完成而解散，今本公司面臨人力斷層，新舊人力技術與經驗接續至為重要，值此公司正增補年輕人力之時，建議應及早成立一具關鍵技術之區域網路監控專家組織，由此領域真正具實戰經驗及技術之專業人員領導，拓展技術及傳承經驗，從各單位中找尋真正具關鍵技術之人員，以推動及引導公司正確之方向，以解決未來在朝向智慧型電網建置時所面臨之各單位系統間介面、機制等整合問題。

五、69 kV Sc組用之串聯電抗器故障原因研究

(高壓室：陳健賢、鄭強、廖財昌)

(一)研究背景

由於台電系統網路日趨複雜，負載急速增加，對於虛功的需求亦與日俱增，為了減少線路電流、調整電壓、減少線路電力損失及增加系統容量等，常於69 kV及161kV系統上並聯電容器組，以提系統所需之無效功率，為了避免電容器組於投入系統之瞬間所造成各種暫態突波現象問題，故在電容器組上加串電抗器以限制其暫態突波電流，但由於電容器組之啟閉次數非常頻繁，使串聯電抗器之長期遭受暫態突波之危害，形成電抗器本身絕緣的劣化，若再加上系統諧波或雷擊波之侵入，則有導致電抗器發生故障之虞。

(二)研究內容

本研究即以松樹一次變電所（69kV及161kV系統）的S.C組及串聯電抗器為主要研究對象，進行S.C組單獨及背對背投入的突入電壓、電流量測，再利用軟體（如MATLAB、EMTP等效網路）模擬S.C組各種啟閉或故障行為的暫態現象，並比較兩者的差異及數理之分析，以充分瞭解S.C組對電力系統及其他設備的影響，對系統可能發生的異常行為，是否是造成串聯電抗器損壞的主要原因，同時亦針對雷擊波及諧波問題的影響層面加以分析研討，最後提出具體可行的防範對策，以減輕其危害的程度或防患於未然。

(三)69kV線路雷擊模擬分析

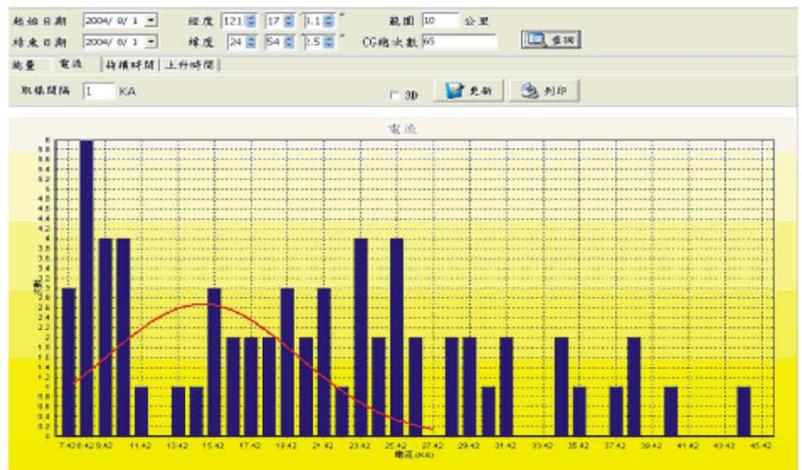
本事故調查有關落雷資訊之蒐集，係考慮各變電所於發生69kV串聯電抗器套管事故時，以變電所（經緯度）為中心，搜查半徑10公里，當天雷雲對地放電落雷資訊，其中松樹P/S（經緯度：120°17'18.1"、24°54'52.5"）於93年8月1日當天，出現雷雲對地放電記錄共有65次（如圖(1)）；其中40kA以上之雷電流曾發生2次，亦為統計資料中的最大值；另雷電流介於30kA至40kA，計發生9次；於20kA至30kA者，共有22次，介於10kA至20kA者，共有19次，而小於10kA之雷電流有13次。

利用上述落雷雷電流之幅值、上升時間及持續時間等參數，以TFlash 4.01模擬軟體分析69 kV輸電線路遭受雷擊的特

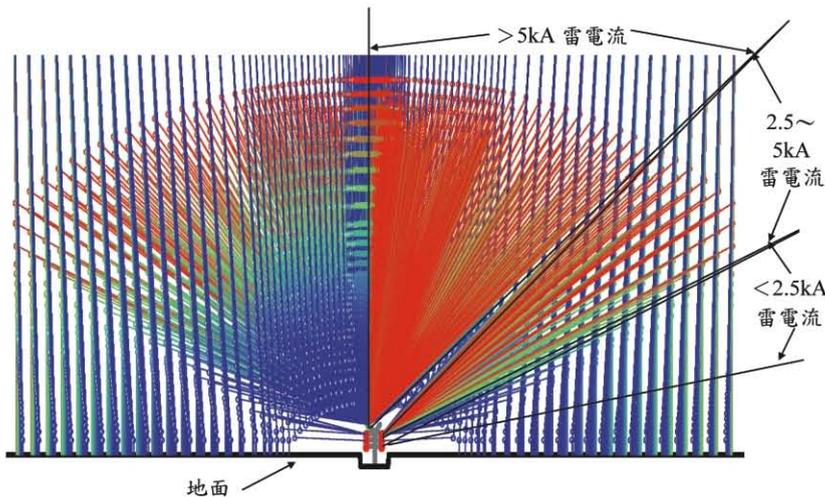
徵，藉以了解架空地線之屏蔽特性，以及架空地線屏蔽失效的可能情況。模擬結果顯示：69 kV系統輸電鐵塔之架空地線，對於大於5.0 kA以上之雷擊電流，具有良好的屏蔽性能，亦即較大雷電流之落雷皆會直擊至架空地線；而當落雷電流強度為5 kA時，閃電雷擊位置距離輸電鐵塔為8米遠時，它就可能對#1番線構成直擊的威脅；而相同雷擊位置時，#2線路亦可能遭受小於或等於2.5 kA的雷擊電流擊中；因上述條件的閃電能量低，雷及突波電壓幅值較礙子絕緣強度低，線路可能不會發生閃絡事故，因此該雷突波電流會經由雷擊輸電線之相導體，而入侵至鄰近的變電所之電力設備，其雷突波能量就可能進入串聯電抗器的套管中，經長期突波熱能量的累積，而引起套管絕緣之破壞；圖(2)顯示69 kV輸電線路之鐵塔架空地線、#1、#2線路遭受雷擊的模擬結果。

(四)161kV串聯電抗器故障之改善對策

目前台電使用中的161kV空氣心乾式串聯電抗器（廠牌：HAEFELY TRENCH，加拿大製造），皆於線圈絕緣層間因熱效應而發生絕緣破壞，經現場調查分析之結果，顯示主要的故障原因，係繞組線圈絕緣材料（Mylar film）耐熱劣化特性不足，導致線圈間鋁質導線日久短路而燒毀，有效的改善對策為採用較高耐熱等級之絕緣材料。因此，建議161kV乾式串聯電抗器採購規範，仍維持繞組平均



圖(1) 93年8月1日松樹P/S落雷電流及次數分布圖



圖(2) 模擬鐵塔架空地線、#1及#2線路之雷擊結果

溫升為80°C及最高熱點溫升為110°C，僅變更繞組絕緣材料之耐熱等級，並參照 IEEE Std (C57.1 6-1996) 絕緣溫度指標，由原

130°C提升至155°C，以提高平均溫升至100°C、最高熱點溫升至135°C，來改善絕緣材料之耐熱特性，並符合本公司實際運轉條件之要求。

(五) 成果推廣運用

本研究經由現場實際調查、量測分析與各種軟體模擬分析之結果比對驗證，找出69kV及161kV串聯電抗器故障之主要原因，並針對此兩種不同型式的電抗器，提出有效改善對策及方法，可作為各級變電所運轉維護上之參考，不但可減輕本公司現場運轉及維護人員之負擔，對於夏季需要大量補償而適時並聯投入或切離電力電容器組，對於改善電力品質及系統之應用，具有極重要之貢獻。

研發與試驗活動

96年台電知識管理系統問卷調查結果摘要

(電經室：余長河)

本公司知識管理自民國91年開始推動至今已5年餘，目前系統包括5部份，分別為個人工作日志(部落格)、單位業務協同園地、知識社群、專家黃頁和台電智庫，並將員工提案制度納入知識管理系統。

在此知識管理系統推動下，員工工作遇到問題，可經由(1)學習他人工作日志經驗；(2)業務協同合作過程；(3)社群協同合作過程；(4)搜尋台電智庫知識文件；(5)依核心技術知識分類諮詢各領域知識專家，獲得相關知識，以利工作進行和問題解決。員工提案制度可綜合員工所提意見，以對知識管理系統的資訊平台改善意見為最多，其次則為制度面之建議，顯見知識管理平台的功能和親和性需求，有助於員工工作的進行，未來將更廣泛蒐集員工意見進行改善，以利員工工作和問題解決。本公司目前對員工關於知識管理推動的意見，係透過(1)留言板(2)知識回應(3)教育訓練回饋意見(4)提案制度(5)知識管理經營發展會議等管道，蒐集相關意見，不斷持續改進。

依據96股東常會臨時動議，本公司對於重要經營制度如：責任中心、知識管理系統，應建立員工意見及滿意度長期調查機制，因此就台電知識管理系統調查問卷，請各單位進行問卷調查，並將調查結果送綜研所彙整，問卷調查對象，並不限於新進人員，調查結果摘要如下：

1. 就台電智庫之使用而言大部份同仁曾進入台電智庫。
2. 就使用過台電智庫同仁而言，以每2-3天使用一次的情形最多，其中，知識社群與知識庫最多被使用過的功能，知識社群與知識庫最常被使用的功能，知識社群與知識庫最被喜歡使用的功能，知識庫、知識社群、專家黃頁、查詢等4項功能皆有需要改善的空間，系統使用上的問題點為何中以系統速度太慢與現有的範圍

不能滿足為主要的問題點。

3. 就使用過知識庫同仁而言，大部份同仁認同知識庫具有知識整理、儲存、分享的功能、文件數量的充實度、文件內容的價值度；大部份同仁滿意知識庫平台的操作方式、知識庫文件的瀏覽速度、查詢結果畫面呈現方式、搜尋出的結果內容；大部份同仁同意未來導入專案管理系統；教育訓練資料、完整專案文件與標準作業書應該最優先被保留下來。
4. 就使用過知識社群同仁而言，大部份同仁同意知識社群具有知識創造、儲存、分享的功能；大部份同仁若遇到跨工作業務領域的問題，尚未曾利用過知識社群來尋求解答；電話詢問同事、透過熟識的同事詢問與上外部網站查詢資料，是遇到跨工作領域的問題，最常備使用的解決方式；若知識社群都由各領域專家駐站，可以立即協助回答您的問題，大部份同仁願意利用社群來尋求解答；大部份同仁滿意目前知識社群提供的服務；快速的解答、寄信詢問相關人員與透過熟識的同事詢問是被期待在社群裡面獲得的。
5. 就使用過查詢同仁而言，大部份同仁滿意查詢結果畫面呈現方式、搜尋出的結果內容。
6. 就使用過專家黃頁同仁而言，大部份同仁同意專家黃頁具有從專家資料庫找尋某領域專家，進而請求協助；大部份同仁認為專家黃頁的專家資料不完整；專家黃頁不足的部分為基本資料太少、專業分類不夠細缺少與專家經驗傳承內容。
7. 就全部受訪同仁而言，大部份同仁未聽過或參加過我們之前舉辦的知識應用發表會；大部份同仁滿意知識應用發表會的內容；認同知識應用發表會具有知識應用、知識分享與標準學習的功能。