

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數 30 含附件：是 否

出國報告名稱：赴澳大利亞進修電機工程碩士

出國計畫主辦機關：台灣電力公司

聯絡人/電話：陳德隆/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職級名稱/電話：

游宏益/台灣電力公司/業務處/九等八級電機工程師/(02)23666701

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：97.12.10~99.12.9

出國地區：澳大利亞

報告日期：100.1.3

分類號/目：

關鍵詞：智慧型電網(Smart Grid)、智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Device, IED)及再生能源(Renewable Energy Resources)

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

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：進修)

赴澳大利亞進修電機工程碩士

服務機關：台灣電力公司

出國人職稱：電機工程師

姓名：游宏益(150223)

出國地區：澳大利亞

出國期間：97.12.10~99.12.9

報告日期：100.1.3

目 錄

壹、 感謝.....	3
貳、 計畫緣由及目的	3
參、 出國行程概述	5
肆、 進修學校及課程簡介	6
一、 昆士蘭大學	6
二、 進修科目介紹	10
伍、 海外就學心得及生活經驗分享	11
一、 全力以赴的學習	11
二、 不同的個人學習方向	12
三、 上課準備.....	12
四、 當地生活文化	13
五、 交通.....	14
六、 睦鄰.....	15
陸、 研究主題	16
一、 前言.....	16
二、 變電所自動化新觀念	16
三、 整合智慧型電子裝置 IED 之挑戰	17

四、 智慧電網自動化分析	19
1. IED 資料的自動整合	19
2. 偵測和抑低連續事件.....	22
3. 最佳事故定位應用(Optimal Fault Location Application, OFLA).....	23
4. 基礎風險資產管理.....	24
5. 先進警報處理系統.....	24
6. 類神經網路基礎保護電驛.....	24
五、 參考資料.....	25
柒、 建議事項	29
一、 設備裝置層級與配電系統層級之整合.....	29
二、 配電系統階段性發展智慧電網.....	30

壹、感謝

此次出國進修，首先當感謝公司主管及各位同仁的支持，使能有機會接受異國學術殿堂洗禮及體驗外國迥然不同之人文風情。以前從未想過出國留學，故對於能有幸入選公司菁英留學計畫奉派出國，內心之興奮與對公司的感真是不可言喻。二年國外生活，親身體驗了來自世界各國不同文化之多樣性與衝擊，除在人生旅程中留下難以忘懷之生活經驗，更重要的是個人知識與視野之擴張，將有助於未來面對挑戰。

貳、計畫緣由及目的

台電公司始終在尋求各種方法，改善客戶服務，同時優化整體性能，並降低運行成本。近年來，再生能源併網與分散式電力系統議題日受矚目，加上電力基礎設施和燃料成本越來越高，傳統電網已漸漸不符時代潮流所需，而有升級再進化的必要。與各國電力公司相同，智慧電網是目前台電發展趨勢，透過應用現有技術和新技術，以實現配電網路逐步進展成為高供電彈性之智慧型電網(Smart Grid)，然而因應這種變化並確保新電網安全，關鍵在於如何有效整合應用各式先進智慧型電力電子保護設備，開發建立新電網管理技術，以提昇新電網保護監控能力。

配電系統在未來將變得更加複雜。除了由於分散式發電與儲能系統的增加、用戶端的需求等都將影響整個電網的電流與電壓分佈，在電網上將加裝更多的智

慧裝置，如智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Devices, IEDs)、變電站自動化設備、感測器及先進讀表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure, AMI)等，都將進一步增加系統運作的複雜度。然而，幸賴資訊科技的日益進展，讓以前根本不存在的數位智慧工具與功能得以整合於單一系統，配電部門藉著提高變電站的自動化能力以擷取智慧電子裝置(Intelligent Electronic Devices, IEDs)之資訊，系統整合、通訊標準統一無疑是技術發展的下一步。

新電網資訊控管中心將整合多項系統於單一介面，統一控管掌握電網中輸配電效率、電壓控制、設備負荷、作業管理及停電管理等資訊。未來的智慧配電管理系統(Distribution Management System, DMS)將可提供快速、準確和詳細的配電系統資訊。傳統上，DMS應用資料都取自於SCADA遠端量測結果、使用者的報修電話以及維修人員的報告等資料來源，然隨著電力系統發展為智慧電網，變電站自動化、配電自動化和先進計量基礎設施裝置了大量具備通信功能的感測器，有效強化DMS資料來源。配電系統能提供的服務效率更高，可靠性更強，同時提高分散式能源管理能力。獲取即時和接近即時的系統資訊不僅可加強像停電分析這些現有軟體的用途，而且還可實現以前沒有的智能電網應用。

電力公司在提升電網功能與效率的過程中，配電網路e化、m化逐步進展成為高供電彈性之智慧型電網(Smart Grid)，以整合許多分散型電源及儲能裝置，新的配電系統將異於傳統電網，因應這種變化，發展智慧型數位保護設備技術，提

昇電力系統保護監控能力，為台電公司電力系統長期朝向建構智慧型電網必須具備技術，並應用於提升配電網路供電品質與可靠度，有助於公司達成優質電力服務用戶目標。

參、出國行程概述

時間	地點	工作概要
97年12月10日	台北—澳洲布里斯本	往程
97年12月11日—99年12月8日	澳洲昆士蘭大學工程、建築及資訊科技學院	攻讀電機工程碩士
99年12月9日	澳洲布里斯本—台北	返程

進修期間: 97年12月10日~99年12月9日共24個月整。

肆、進修學校及課程簡介

一、昆士蘭大學

The University of Queensland (UQ) 位於昆士蘭省，主要校區位於布里斯本市，是澳洲八大名校Go8(the Group of Eight)成員之一，這是個澳洲的菁英大學組成的集團，該集團的成員承擔的研究專案占了澳洲所有大學研究專案的百分之七十。昆士蘭大學2010年世界排名為第43名（英國高等教育調查機構QS公司最新公布的「2010世界大學排行榜」），是世界頂尖的大學之一。UQ創立於1909年，全校總共三萬七千學生，除了澳洲本地學生之外，海外學生來自全世界一百二十四個國家的國際學生共約七千人；校區佔地廣達285英畝。



[圖1] 昆士蘭大學地理位置

校舍建築風格較古典歐風，藝術化且非常漂亮。UQ總共有三個校區，學

期間週一至週五有免費學生巴士來回於三校區間供學生搭乘。主要校區位於布里斯本西區－聖露西亞(St.Lucia)區，坐落於布里斯本河河岸，距離市中心僅約7公里距離，交通方便，搭乘大眾運輸工具(公車或渡輪)約十至十五分鐘即可到達布里斯本市中心，近年更在UQ校區南邊的校門蓋了新的公車站，以前因為交通的限制學生大多住在西區，現在因為新的公車站有公車直達北區及南區，學生在住宿地點也可以有更多的選擇。



[圖2] 主要校區位於布里斯本西區－聖露西亞(St.Lucia)區

昆士蘭大學是昆士蘭州唯一提供下列科系的大學：醫學系、牙醫系、獸醫系、藥劑系、物理治療、職業專業治療、言語治療、採礦和冶金學。校內共有7個學院，下設63個系，提供4,300種不同的課程。7個學院分別為：文學、生物與化學、商業經濟與法律、工程物理與建築、健康科學、自然科學、農學、社會科學與行為科學。另外還有保健和復健科、土地和食物資源系統。

昆士蘭大學的學生依其適合的程度選擇修讀學士、碩士或博士課程。該

校的語文中心（ICTE）提供廣泛的英語課程來配合各種程度的同學，更規劃短期的遊學課程讓同學不僅有機會應用英文，更能體驗異國的生活。

主校區內的藝術博物館,規模僅次於位於布里斯本市的昆士蘭省立博物館，每週二至每周四早上十時至四時開放給一般民眾及學生供參觀及學術用途，陳列的展覽分為亞洲藝術廳，生物廳，人體醫學廳，科技廳等不同的展示主題，另外在不同科系的學院（如生物科技系，昆蟲系等）還有生物館及昆蟲館等生態展覽。

昆士蘭大學的歷史悠久，所以不僅課程完備，校內中設有奧林匹克標準游泳池、網球場、壁球場、體操室及活動俱樂部等，並設有昆士蘭州內藏書最豐富的圖書館，學生可在圖書館借書及收集資料，在圖書館裡靜心研讀，廣泛普及的電腦設備，包括了南半球最具功能的超級電腦。另外，還有配合各式課程所需的各種實驗器材，例如：地震學儀器及電子顯微鏡等。



[圖3] 校內著名景點-UQ湖

除了昆士蘭大學校內的設備外，昆士蘭大學在省內各地設有40所專業訓練中心。例如：位於大堡礁附近的海洋研究站，位於北昆士蘭州的地震研究站等。St.Lucia校內有10座校內宿舍，Gatton則有4座校舍。其中的國際宿舍內，澳洲學生和海外學生各佔50%。



[圖4] 著名建築物-主要教學大樓一隅

二、進修科目介紹

學校相當重視學生基礎理論的扎實程度，此次進修科目所修習學科包含

以下科目並介紹如下：

進修科目	內容綱要
1. 電力系統規劃與穩定度 (Power System Planning and Reliability)	1. 電力系統規劃、運轉及管理的議題。 2. 影響電力系統擴建規劃因素 3. 電力市場之可靠度與安全度
2. 電力系統保護 (Power System Protection)	1. 探討電力系統設備特性 2. 電力系統保護之設計及原理
3. 電力系統現代資產管理與狀態維護 (Modern Asset Management and Condition Monitoring in Power System)	1. 電力系統設備老化及劣化原因 2. 電力資產可行性評估方法 3. 預防性維護技術
4. 先進工程電算技術 (Advanced Computational Techniques in Engineering)	1. 線性代數、最佳化及統計分析等數學理論 2. 實習Mat-Lab應用軟體，以作為電力系統模擬分析基礎
5. 電力市場運作	1. 電力市場自由化

(Electricity Market Operation)	2. 電力市場運轉 3. 電力市場安全
6. 未來工程課題 (Advance Topics in Engineering II)	探討電力系統未來可能面臨議題
7. 計畫研究 (Engineering PG Project B)	學習對電力系統特定主題之研究

伍、海外就學心得及生活經驗分享

出國留學應該是很多人的夢想，能有機會受公司派前出國進修更是人生難得之境遇，想起當時得知入選公司出國留學名單時的心情，是既欣喜又有點擔心，欣喜的是要展開兩年完全不同於國內求學及生活的人生旅程，擔心的是要在國外完全陌生的環境學習與生活，特別是語言文化的不同。茲將國外求學及生活經驗整理分享，期能提供未來有意前往澳大利亞求學的公司同仁參考。

一、全力以赴的學習

兩年下來的經驗告訴自己，通過國外留學入學英語能力門檻是一回事，研究所課程的學習，則是另外一回事，在昆士蘭大學進修，一學期約13週，

每門課的老師要求都不同，但報告不少，個人經驗是報告數量就讓人忙不過來，尤其還有小組討論，期末考試更是極具挑戰性，如此壓縮式的學習，再再鍛鍊研究生應具備之能力，如資料蒐集、研究分析、口頭報告等。雖然課業壓力不小，報告不少，但只要肯用心去做，教授要求的都有做到，大體上應該都可以順利完成學業。

二、不同的個人學習方向

在UQ念研究所的學生，大部分是亞洲人，當地學生非常少，主要因為澳洲重視專業技能，學歷並不是澳洲公司錄取的唯一考量，故很多當地學生唸完大學後就直接投入職場，但課堂上來自其他國家的學生，卻也展現出不一樣的學習精神，像我年紀稍長的學生，往往可提供同學們工作上的經驗來印證課堂理論，各國學生的相互交流更讓我得以從不同的角度來看事情。

另一方面，由於教學方式的差異，東亞學生相較於其他世界各國學生，顯得沉默寡言，對於問題的討論或發表意見的熱衷程度不似其他地區的學生，而老師對於學生的提問相當重視，大部分都很願意花時間和同學們討論，並不會拘泥於教科書本的教學，老師多半參考數本專業書籍，編定自己的上課講義，課堂學習相對靈活。

三、上課準備

由於語言、文化與學習背景之差異，上課前的準備對於學習的效果是相當有助益，另外也可事先了解老師的課業要求，提早準備並確保準備方向的正確性。因此，強烈建議留學者，最好撥出一定時間做課前準備，預習老師上課講義或是教科書，尤其是在第一學期，語言上仍在努力適應階段，課前預習有益於上課時了解老師的教學內容，也有助於提升語言程度。事先獲得老師上課要求，有力蒐集以往上課資訊與縮短個人進入學習狀況的時間，所謂知彼知己，百戰百勝。

四、當地生活文化

布里斯本的環境相當優美，天氣亦相當宜人，當地居民熱愛戶外運動，隨處可看到慢跑及騎腳踏車運動的人，而由於我居住的區域靠近布里斯本河，散步河邊，可見到許多水上運動，有水上摩托車、私人遊艇、帆船，也有練習西式划船小學生及大人，足以說明，澳洲這個國家之所以能在奧運水上運動項目傲視世界的原因。

澳洲人喜愛親近水，由他們住居也可窺見一二。許多的房子緊鄰布里斯本河建造，就像臨海的房子，房價均較一般房價貴許多，但房價雖貴，澳洲人趨之若鶩，因此該類房價始終不墜。

澳洲人也喜愛辦節慶，昆士蘭省及布里斯本市的建立周年慶，美國節、

義大利節、德國節及我住的West End區，也有希臘節和越南節，大大小小不同的節慶，顯示出在此地的多元種族與文化。而布里斯本市最重要的節日之一，八月份的Ekka Festival，為當地的重要農產品展示活動，在Ekka的活動園區，可以看到許多畜牧動物、動物表演活動、購買乳製產品、農產品相關展示以及遊樂設施等，裡面有如大型遊樂園區，新鮮有趣、好吃又好玩，是個相當不錯的活動。

每個禮拜六早上，我家附近有個相當有名的澳洲傳統市集(West End Free Market)，從家裡走路或開車均相當方便，該市集是我每週必報到的生活補給站，傳統市集裡賣的蔬果都比超市來得便宜，也有許多街頭藝人及藝術創作商品，每次去都能感受到國外市集的淳樸及當地居民對藝術創作的尊重與熱愛。

五、交通

在澳洲這幅員廣大的國度裡，車子是必要的交通工具，這裡沒有台北市的捷運，有的是網路分布的公車路線，行駛於公車專用道上的公車，提通人們便利的交通運輸。另有一項很特別的交通工具便是船運，當地叫做City Cat，在台灣時，從也沒想到我上學必需的交通工具竟然是船，船運在布里斯本相當發達，特別是在布里斯本河兩邊當地居民反對興建橋樑的地區，搭船是最便捷的交通方式，而每次搭船上學，更能欣賞布里斯本河沿岸風景，可

調是課業壓力外的一項福利。

六、睦鄰

和當地居民的相處是另一個不同經驗，尤其我的鄰居Tim Queen是前任布里斯本市市長退休，熱心又待人親切。常常有事沒事即主動寒暄，詢問如有要幫忙的事，要我不要客氣。記得在我自費返國探親期間，他就幫我把房子前面馬路邊的草給割了，實在窩心，剛好我也從台灣帶去兩雙桃園大溪特有的木屐鞋，送給他們夫婦倆，讓他們也相當歡喜，這或許就是所謂的國民外交。在我返國之前，他們夫婦也很熱心的邀請四周鄰居，辦了一個歡送宴，令人感動。

陸、研究主題

在智慧型電網中，電力系統保護工程師應該獲得先進的事件分析工具以更有效率並確保電力系統於事故發生後，在可能情形下快速復原。因為人工的事件分析是一個很花費時間的處理過程，一個具備即時自動收集、分析、存檔和顯示變電所智慧型電子裝置(Intelligent Electronic Device, IED)於電力系統事件發生時產生的資料的系統工具極為重要。將相關的資訊擷取出來以產生客製化報表，特別是針對符合電力系統保護工程師分析事故的需求，然而，就如台電公司系統一般，電力系統上常有裝置有不同廠牌型式之智慧型電子裝置，先進的事件分析工具須具備資料整合能力才能達成，利用此類電力事件自動分析工具了解與修正保護電驛運用，亦可達成提高電力系統運轉可靠度。

一、前言

在智慧型電網，變電所自動化(Substation Automation System)在經濟電力系統運轉與穩定度控制上扮演重要角色，其主要以確保連續供電與供電可靠度為目標。根據最新的電腦工程、通訊網路與信號處理準則發展，許多新的裝置與科技被提出，期使電力系統運轉、事件分析處理、資產管理與設備維護等工作更有效率，智慧型電子裝置的發展即是一例。

二、變電所自動化新觀念

變電所自動化包含運轉、保護、資產管理和電力市場運轉等有益不同型態的電力系統使用者。為了達成這些效益，新的變電所自動化觀念應符合下列要求：

1. 區域保護概念需要被加強以同時改善信賴性與安全度
2. 變電所需要直接聯絡或透過協調中心以達更佳之全系統保護
3. 由IED獲得之資料應與由SCADA得到之資料整合以強化系統監測能力
4. 智慧型電子裝置之狀態資料應利用於資產之設備事故率評估
5. 區域自動化分析應與中央集中分析協調以符合階層調度
6. 電力系統擾動之監視與報表自動化並符合電力業者需求

三、整合智慧型電子裝置 IED 之挑戰

智慧型電子裝置是以微處理器為基礎做功能設計的產品，其主要功能包括保護、控制、計量及監視等裝置，相較於傳統個別單獨的計量表和保護電驛，IED的功能強化許多。其主要功能如下：

1. 現代化數位事故記錄器（Digital Fault Recorders, DFRs）：可高頻取樣紀錄事故資料及應用於同時事故自動分析
2. 現代化數位保護電驛（Digital Protective Relays, DPRs）：不僅具備傳統電驛功能，而且具備事故資料紀錄、故障定位及事件分析等功能

3. 斷路器監視功能（Circuit Breaker Monitors, CBMs）：整合裝置，尤其是使用於新型斷路器之監視，具備波行記錄與資料分析能力

電力系統設置越來越多的多功能智慧型電子裝置，對於同一事件，將有巨大的資料容量來自系統不同點的智慧型電子裝置，這些資料包含系統保護工程師所關心的事件型態、事件位置、保護電驛的效能和相關事故清除設備的動作（斷路器和自動復閉電驛等）。如何有效萃取整合不同類型IED的DFR、DPR和CBM等資料，以做更有效率的事件分析，並同時提供改善對策及需要的立即行動如事故修復與設備重置等。

自動資料整合與資訊交換在目前電力系統應用上中相當不易，尤其是目前存在不同廠家提出的各類專有的分析軟體套件，這些軟體使用自有的標準、協定和資料格式等，更增加了資料整合與交換之困難度。

有鑑於事件分析問題的複雜來自於人們的決策參與，人工智慧已被廣泛的應用在此領域。目前在事故和保護系統分析上已提出的重要研究有專家系統和理論模組化的解決方案，實際應用在如輸電線保護電驛監視即時工具、變電所資訊擷取分類技術及智慧型裝置診斷技術等。

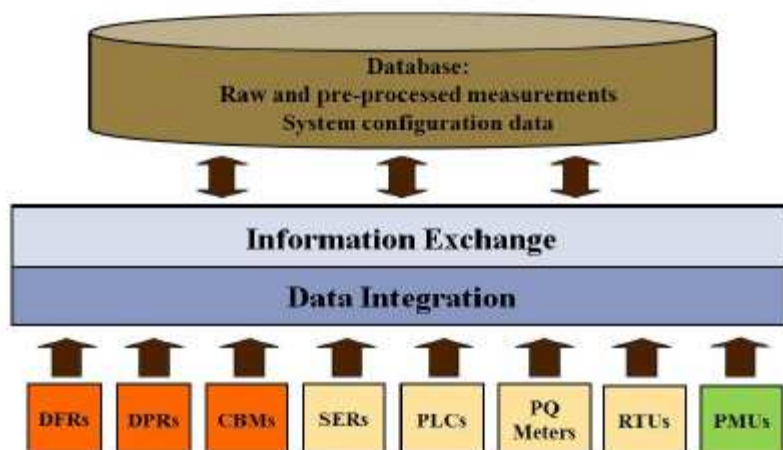
對於智慧型裝置的整合技術，以前大部分的研究領域聚焦在裝置層級的運轉診斷，但對於系統層級的自動化IED資料處理系統解決方案，隨著軟硬體

工程的進步，漸漸引起專家們的注意。尤其像是保護工程師的獨特需求，分析工具如何適度擷取有用的相關資訊以產生客製化報表提供給保護工程師使用是其中重點。如此，保護工程師能獲得更多正確的事件詳細資訊，有助更進一步了解電驛動作，事故清除設備和及時有效採取改善對策。

四、智慧電網自動化分析

1. IED資料的自動整合

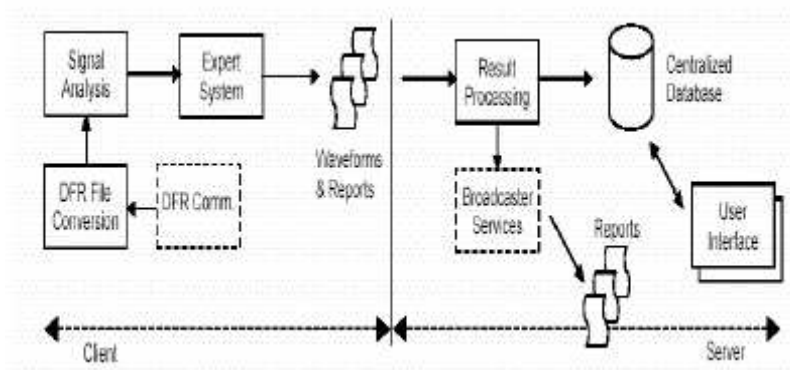
要能完整利用全部IED資料，適當的資料整合和資訊交換為主要要求。圖5所示為變電所資料整合概念。假設所有的裝置均使用有全球定位系統(Global Position System, GPS)或其他時間同步技術如IEEE 1588，變電所資料整合的第一個步驟為標準化的檔案格式如COMTRADE和標準化的IEEE命名公約。透過資料轉換，所有的資料有相同的檔案格式和檔案命名標準，資料透明化使能增加新的分析功能。另外透過通訊網路的實現，使變電所資料能自動收集和整合進入已規劃妥善之系統資料庫。這些發展使得數位事故記錄(DFR)、數位保護電驛(DPR)和斷路器監視(CBM)等資料能有效整合於系統資料庫，對於這些裝置的應用和未來的擴充將不再受限於廠家與廠品模型規格。



[圖5] 變電所資料整合圖

(1). 數位事故記錄器分析(Digital Fault Recorder Analysis, DFRA)

數位事故記錄分析技術處理能確認事故前後類比資料值、數位信號頻道如相對的電驛跳脫、斷路器輔助和通訊信號等、事故型態、事故地點及事故相別等，該功能也檢查及計算系統保護、斷路器動作和事故位置等，所需的系統模組顯示如圖6。

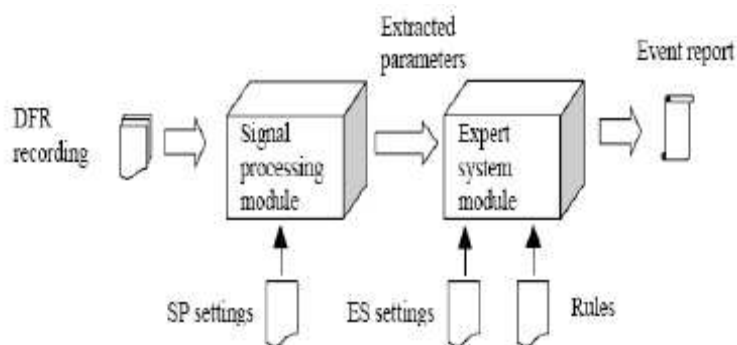


[圖6] 數位事故記錄器分析流程

(2). 斷路器監視分析(Circuit Breaker Monitor Analysis, CBMA)

斷路器監視分析資料之檔案格式使用COMTRADE格式，資料取自

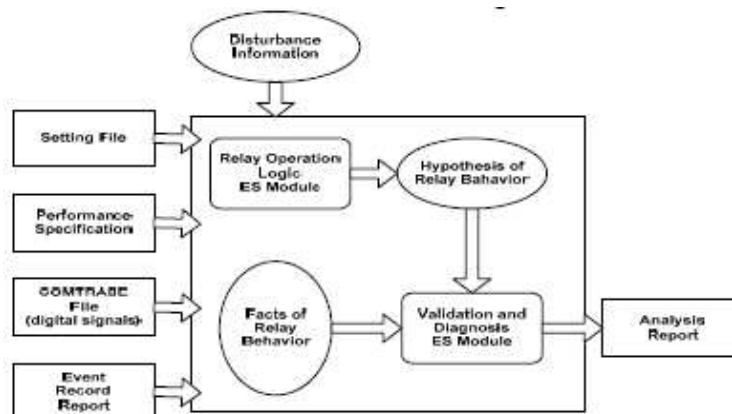
斷路器控制迴路使用斷路器監視(CBM)，CBM可以根據斷路器動作條件產生ASCII格式動作報表及建議修復行動。如此可以使保護工程師、維修人員及設備運轉員快速且一致地判斷斷路器性能，確認性能退化與追蹤可能設備劣化，圖7所示為CBM分析模組範例。



[圖7] 斷路器監視分析

(3). 數位保護電驛分析(Digital Protective Relay Analysis, DPRA)

專家系統被應用於電驛動作記錄的自動確認與診斷分析。通常該類報告使用嵌式專家系統產生分析結果報表，電驛動作的確認和診斷根據電驛實際動作值和期許值的比較如狀態值和時間的邏輯運算，有關DPRA模組範例如圖8所示。

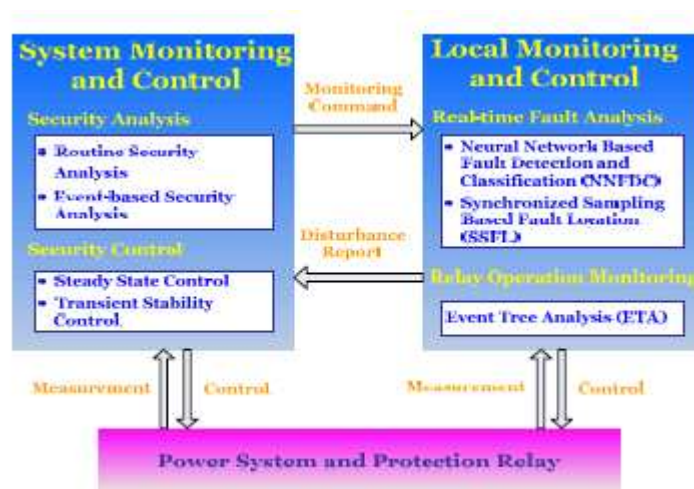


[圖8] 數位保護電驛分析

2. 偵測和抑低連續事件

電力系統暴露於各種擾動之下，在這些擾動之中，連續事故的發生，需要特別加以重視，因為連續事故可能引發電力公司重大經濟損失、商業衝擊和人生安全顧慮等。如果考慮電力系統中龐大的設備元件數量、事件動態的大範圍時間計量和設備元件互動的差異機制，偵測和抑低連續事件就極為複雜。

新的監控方案利用協調全系統和區域變電所之規則系統，以實現偵測和抑低連續事件之發生，整個互動概念顯示如圖9。



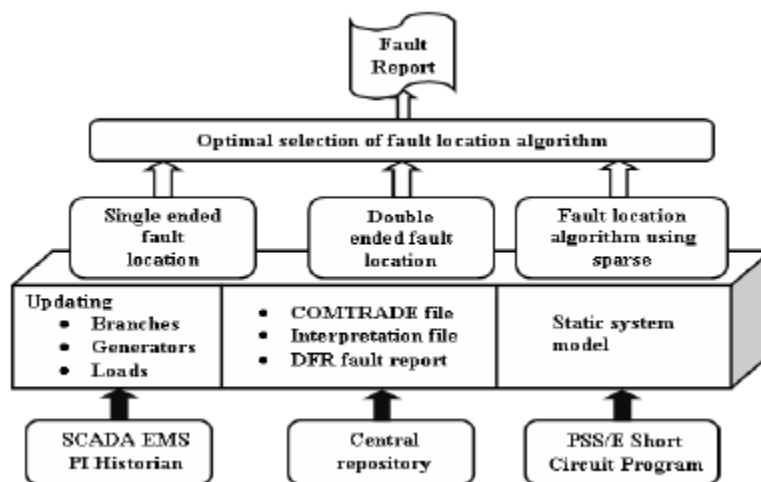
[圖9] 保護系統互動方案

全系統監控工具能發現弱點單元和傳送要求給區域監視工具作更詳細之監視。弱點和安全臨界資訊可由弱點指標(Vulnerable Index)和臨界指標(Margin Index)獲得。緊急控制處理預期事件能由例行安全分析，而對於非預期事件，則可透過基礎事件安全分析發掘，以抑低系統擾動發生，確保系統安全。

區域監控工具能發現真正的系統擾動並對於電驛動作失效或非預期之系統操作做修正改善。而進一步的資訊也能傳送至全系統監控工具做較佳之安全控制。基礎變電所解決方案能提供全系統工具區域擾動資訊和診斷支援，使全系統工具能利用區域資訊做較佳控制作為以確保系統安全操作。

3. 最佳事故定位應用(Optimal Fault Location Application, OFLA)

電力公司高度期待精確的線路事故定位技術，以快速協助發現和修復事故線路。經由選擇合適的事故定位邏輯運算系統，如多端時域同步取樣、兩端基底相序非同步取樣、單端基底相序及全系統雜散測量方法等。OFLA方案的架構表示如圖10。



[圖10] 最佳事故定位邏輯架構

所需要之資料有：(1)系統階層資料：包含電力系統模組資料，可由PSS/E等工具軟體建立模組，(2)即時資料：反應系統變化，可由SCADA獲得事故前資料，(3)現場資料：事故發生後之記錄，由不同IED記錄取得。

4. 基礎風險資產管理

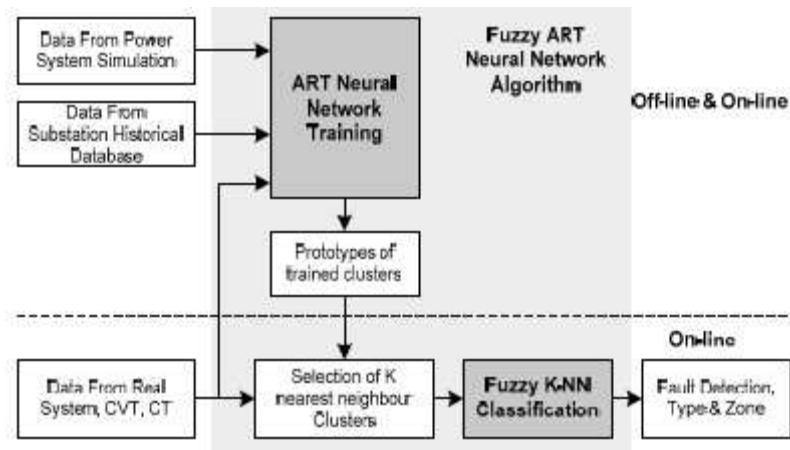
電力系統設備的成本效益維護排程問題，係考量在人員、工時及預算受限制下，如何做最佳的維護排程選擇。風險基礎選擇方案是提供此需求之最佳解決方法。此處的風險定義為傳統上的事故發生機率與影響結果之乘積，同時在系統上使用狀態監視裝置取得設備最新狀態資訊。事故的機率與風險應在特殊的事件維護之後做更新。

5. 先進警報處理系統

在電力系統上，一件重大事件可產生數以百計，甚至數以千計的警報記錄，先進警報處理系統可運用人工智慧技術將這龐大的警報記錄於以有效分析歸納，除提供電力系統工程師客製化報表外，也能更進一步提出適當應變計畫。

6. 類神經網路基礎保護電驛

類神經網路基礎邏輯歸納系統可利用偵測和歸類系統之擾動，以決定保護電驛動作，此種類神經網路基礎之事故診斷規則系統直接利用時域電壓和電流信號當作演算基礎，而非使用相量計算，透過比較輸入電壓與電流信號做系統設定訓練，而非使用預先決定之設定，如此可同時加強保護系統之可靠度和安全度。圖11表示類神經網路基礎邏輯運算法則範例的一種。



[圖11] 類神經網路基礎邏輯運算法則範例

五、參考資料

1. M. Kezunovic, A. Abur, "Merging the Temporal and Spatial Aspects of Data and Information for Improved Power System Monitoring Applications," *IEEE Proceedings*, Vol. 9, no. 11, pp. 1909-1919, 2005.
2. M. Kezunovic, "Future c of Substation Data," 7th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management - APSCOM 2006, Hong Kong, October/November 2006.
3. *IEEE Inc.*, "IEEE Standard Common Format for Transient Data Exchange(COMTRADE) for Power Systems", *IEEE Std. C37.111-1999*
4. *IEEE Inc.*, "IEEE Recommended Practice for Naming Time Sequence Data Files", *IEEE Std C37.232-2007*
5. M. Kezunovic, T. Popovic, "Substation Data Integration for Automated Data Analysis Systems," *IEEE PES General Meeting*, Tampa, Florida, June 2007.

6. M. Kezunovic, I. Rikalo, "Automating the Analysis of Faults and Power Quality," *IEEE Computer Applications in Power*, Vol. 12, No. 1, pp. 46-50, January 1999
7. M. Kezunovic, "Automation of Fault Analysis Using DFR Data," in *Proceedings of the 60th American power Conference*, Chicago, IL, pp.91-98, Apr 1998.
8. M. Kezunovic, Z. Ren, G. Latisko, D.R. Sevcik, J. Lucey, W. Cook, and E. Koch, "Automated monitoring and analysis of circuit breaker operation," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 20, no. 3, pp.1910-1918, Jul 2005.
9. [9] M. Knezev, Z. Djekic, and M. Kezunovic, "Automated Circuit Breaker Monitoring," *IEEE PES General Meeting*, Tampa, FL, Jun 2007, pp. 1-6.
10. X. Luo, M. Kezunovic, "Automated Analysis of Digital Relay Data Based on Expert System," *PowerTech 2005*, St. Petersburg, Russia, June 2005.
11. H. Song, M. Kezunovic, "A New Analysis Method for Early Detection and Prevention of Cascading Events," *Electric Power Systems Research*, Vol. 77, no. 8, pp. 1132-1142, June 2007.
12. H. Song, M. Kezunovic, "Static Analysis of Vulnerability and Security Margin of the Power System," *IEEE 2005 PES Transmission & Distribution Conference & Exposition*, Dallas, Texas, May 2006

13. M. Kezunovic, C. Pang, "Improved Transmission Line Protection During Cascading Events," CIGRE B5 Colloquium, Madrid, Spain, October 2007
14. N. Zhang, Kezunovic, "Improving Real-time Fault Analysis and Validating Relay Operations to Prevent or Mitigate Cascading Blackouts," IEEE 2005 PES Transmission & Distribution Conference & Exposition, Dallas, Texas, May 2006
15. M. Kezunovic, B. Perunicic, "Fault Location", Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Terminology, Vol.7, pp. 276-285, John Wiley 1999.
16. M. Kezunovic, Y. Liao, "Fault Location Estimation Based on Matching the Simulated and Recorded Waveforms Using Genetic Algorithms", Development in Power System Protection, Amsterdam, The Netherlands, April 2001.
17. M. Kezunovic, B. Perunicic, and J. Mrkic, "An Accurate Fault Location Algorithm Using Synchronized Sampling", Electric Power Systems Research Journal, Vol. 29, No. 3, pp. 161-169, May 1994.
18. D. Novosel, D.G. Hart, E. Udren, and J. Garitty, "Unsynchronized twoterminal fault location estimation", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 11, No. 1, pp. 130 – 138, Jan. 1996.
19. T. Takagi, Y. Yamakoshi, M. Yamaura, R. Kondow, and T. Matsushima,

- “Development of a New Type Fault Locator Using the One-Terminal Voltage and Current Data”, IEEE Trans. on Power App. and System, Vol. 101, No. 8, pp 2892-2898, Aug. 1982.
20. M. Kezunovic, E. Akleman, M. Knezev, O. Gonen, S. Natti, “Optimized Fault Location”, IREP Symposium 2007, Charleston, South Carolina, Aug 2007.
21. PSerc Projcet T32 Final Report “ Optimized Fault Location,” PSerc Publication 08-07. [Online] Available: <http://www.pserc.org>
22. PSS^{TME} 31.0, Siemens Power Transmission & Distribution, Inc., PTI, Schenectady, NY, USA.
23. PSerc Projcet S29 Final Report - Part I, “Detection, Prevention and Mitigation of Cascading Events,” PSerc Publication 08-18. [Online] Available: <http://www.pserc.org>

柒、建議事項

智慧型電網發展需耗費龐大人力與物力，考量台電公司配電系統現況與國外發展智慧電網情形，其中在關鍵技術智慧型電子裝置的發展上，國際上各重要廠家之產品尚無法達到完全相容，於是，考量台電階段需求與長遠目標發展，提出以下幾點建議。

一、設備裝置層級與配電系統層級之整合

未來的智慧型電網是一種資料密集技術之合成，故應分別重視個別智慧型裝置與全系統之整合技術發展。單體裝置的整合技術，著重於個別資料收集裝置的技術規範，資料格式、資訊種類及傳輸通訊方式等，皆應審慎考慮，至於是否需要有能力做資料分析、報表和管理，則可視系統層級的智慧網路發展情形。

配電系統的智慧網路整合發展，可配合基礎設備如智慧電表、饋線自動化、二次變電所自動化及配電圖資系統等進展，適時推展進程，惟與設備裝置建置發展有關的智慧管理系統部分，由於在資料密集的智慧管理系統中，現場資料收集端賴遠端數量龐大的個別智慧裝置，集中式或分散式的智慧處理系統則需考量台電系統本身基礎建設情形如通訊網路、智慧裝置數量及規劃資料流量等因素，審慎評估後決定。

二、配電系統階段性發展智慧電網

先期以配電饋線層級智慧電網(Feeder Level Smart Grid)發展為主，台電公司的配電網路系統相較國外複雜，不論是配電系統裝置方式有全架空、全地下及半地下，回路有常開、常閉、常開含饋線自動化及常閉含饋線自動化等，先期導入饋線層級智慧電網(Feeder Level Smart Grid)發展，有利在發展事故與停電管理過程中學習經驗，提升台電人員相對知識與技術，實質貢獻於長期規劃。

長期發展配電系統層級智慧電網，則著重於配電事故預知及人工智慧技術等，預知技術的發展，有助本公司推動配電設備狀態基礎維護，除有能力預測設備劣化情形，亦可同時應用於了解設備於嚴苛環境情形下之耐受能力，對於因應氣候劇烈變化做出配電系統或設備耐受能力之評估。