

出國報告（出國類別：開會）

參加「國際大電力會議(CIGRE)第 42 屆年會」  
及  
參訪「義大利電力綜合研究院(CESI)」

服務機關：台灣電力公司

出國人員：

姓名	服務單位	職稱	電話	出國計畫
李群	台中供電 區營運處	處長	04-23393180	97 年度出國計畫第 139 號
林安志	台北供電 區營運處	副處長	02-29344125	97 年度出國計畫第 139 號
陳國玄	系統規劃處	主管 二次變電	02-23666900	97 年度出國計畫第 159 號
蔡文達	電力調度處	主管技術	02-23666610	97 年度出國計畫第 159 號

派赴國家：法國、義大利

出國期間：97 年 8 月 22 日至 97 年 9 月 4 日

報告日期：97 年 10 月 28 日

## 出國報告審核表

出國報告名稱：參加國際大電力會議(CIGRE)第 42 屆年會及參訪義大利國家電力綜合研究院(CESI)		
出國人姓名(2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
李群等四位	處長	台中供電區營運處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：97 年 8 月 22 日至 97 年 9 月 4 日		報告繳交日期：97 年 10 月 28 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「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.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"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <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 type="checkbox"/> 9.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"/> 其他_____	
	<input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、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。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報 告 人		審 核 人	單 位 主 管	主 管 處 主 管	總 經 理 副 總 經 理
-------------	--	-------------	------------------	-----------------------	---------------------------------

QP-08-00 F06

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加國際大電力會議(CIGRE)第 42 屆年會及參訪義大利國家  
電力綜合研究院(CESI)

頁數 92 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/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李群	台灣電力公司	台中供電區營運處	處長	04-23393180
林安志	台灣電力公司	台北供電區營運處	副處長	02-29344125
陳國玄	台灣電力公司	系統規劃處	主管二次變電	02-23666900
蔡文達	台灣電力公司	電力調度處	主管技術	02-23666610

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他：開會

出國期間：97 年 8 月 22 至 9 月 4 日 出國地區：法國、義大利

報告日期：97 年 10 月 28 日

分類號/目

關鍵詞：國際大電力會議(CIGRE)、義大利電力綜合研究所(CESI)、自動電壓  
調整控制系統(SVR)、特殊保護系統(SPS)、大停電

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、全球各大電力公司、重電設備製造廠家、研究機構、電力管制機構與電力可靠度組織等匯集於巴黎參加「第 42 屆國際大電力會議(CIGRE)」，發表最新電力工程技術與產業趨勢，包括輸電系統規劃、工程設計、施工、再生能源運轉與控制、抗爭處理、系統調度運轉及設備維修等方面，以作為公司未來電力系統研究、規劃、施工，調度運轉之參考，以提昇本公司電力系統安全與可靠。
- 二、參訪義大利電力綜合研究所(CESI)位於米蘭市區之總部，實際參觀電力設備試驗場與實驗室，並研討本公司之前與其合作之台電輸電系統裝設自動電壓調整(SVR)可行性研究後續進行方向，並參觀 E-ON 電力公司 TAVAZZANO 發電廠 SVR 相關設備，瞭解 SVR 於發電廠裝設空間與運轉功效，以作為公司未來引進 SVR 的參考與借鏡。

# 參加國際大電力會議(CIGRE)第 42 屆年會及參訪義大利國家電力綜合研究院(CESI)

## 目錄

<b>壹、心得與建議事項</b> .....	<b>1</b>
<b>貳、出國緣由</b> .....	<b>6</b>
<b>參、出國行程</b> .....	<b>7</b>
<b>肆、參加 CIGRE 會議紀要</b> .....	<b>8</b>
一、開幕式(OPENING CEREMONY) .....	11
二、開幕座談會(OPENING PANEL) .....	19
三、大電網停電事故研討會(LARGE SYSTEM DISTURBANCE WORKSHOP) .....	23
四、分組討論 .....	26
A1：旋轉電機(Rotating Electrical Machines) .....	28
A2：變壓器(Transformers) .....	29
A3：高壓設備(High Voltage Equipment) .....	30
B1：絕緣電纜(Insulated Cable) .....	32
B2：架空線(Overhead Line) .....	34
B3：變電所(Substations) .....	35
B4：高壓直流與電力電子(HVDC and Power Electronics) .....	36
B5：保護系統與自動化(Protection and Automation) .....	38
C1：系統發展與經濟原則(System Development and Economics) .....	40
C2：系統控制與運轉(System Control and Operation) .....	42
C3：系統環境效能(System Environmental Performance) .....	44
C4：系統技術效能(System Technical Performance) .....	45
C5：電力市場與管制效能(Electricity Markets and Regulations System) .....	46
C6：配電系統與分散型電源(Distribution System and Dispersed Generation) .....	48
D1：材料與最新技術(Materials and Emerging Technologies) .....	50
D2：資訊系統與通信(Information System and Telecommunications) .....	51
五、其他 .....	54
(一) 廠商展示概述 .....	54
(二) 西門子公司未來電業競賽(SIEMENS FUTURE WORKSHOP) .....	54
<b>伍、重點論文摘要</b> .....	<b>56</b>

一、關西電力對未來不確定的新輸電系統整體規劃 .....	56
二、日本最小環境衝擊的變電所設計 .....	69
三、運轉維護技術綜述 .....	77
<b>陸、參訪 CESI 紀要 .....</b>	<b>80</b>
一、義大利電力綜合研究所概述 .....	80
二、SVR(SECONDARY VOLTAGE REGULATION)簡介 .....	81
三、參訪 CESI 實驗室 .....	88
<b>柒、參觀 TAVAZZANO &amp; MONTANASO 發電廠 SVR 設備 .....</b>	<b>90</b>

## 壹、心得與建議事項

- 一、國際大電力會議 CIGRE SESSION 是總部設在法國的一個常設的非政府和非營利的國際性組織。它創建於 1921 年，其宗旨是：1.促進與發展各國發電和高壓輸電領域工程技術人員和技術專家之間在工程經驗和資訊方面的交流。2.通過新技術和大量實務結合的交流，使工程經驗和資訊不斷增值。3.使經營者、決策者和管理者瞭解國際大電力會議的工作在電力領域內的綜合作用。更具體地說，與電力系統規劃和運轉有關的問題以及高壓設備和裝置的規劃設計，施工，運轉維修和處理及資產管理，均是國際大電力會議的中心議題。從與電力系統保護有關的問題到遙控以及電信設備也是國際大電力會議有關議題的一部分，節能減碳及環保更是今年開宗明義的重大議題。國際大電力會議已被認為是電力系統中全面涵蓋技術、經濟、環境、組織和管理方面的最重要的世界性組織。
- 二、國際大電力會議各分組會議遵行效率開會原則：各分組會議主要於四大會議廳舉行（LE PALAIS, BORDEAUX, BLEUE, HAVANE），投稿者僅需以簡報方式回答提問者之問題；另外每一場分組會議各有一位主席（CHAIRMAN）、秘書（SECRETARY）與司儀(REPORTER)來掌控進度，而且由投稿者自行操作電腦簡報，不同於一般國際級專業學術研討會議，非常特殊。由於會員註冊費高達 870 歐元，CIGRE 各會場入口安檢人員嚴格執行入口管制，註冊者憑識別名牌進出各大研討會議室，參展廠商無法進入研討室，充分展現一流會議水準與使用者付費原則。
- 三、就系統發展及控制需要，電壓自動控制系統(Secondary Voltage Regulation, SVR)引進安裝在輸電系統將有助於改善目前調整系統電壓

方式，尤其目前系統包含大量地下電纜，對控制無效電力有甚大的幫助。目前部分歐洲國家展示在輸電線路上安裝線上即時監測（On Line Monitor），以監測電流、電壓降、導體溫度、溼度等線路上即時資訊，有助於架空線路的維護，俾使架空線路也可以具智慧。另外，高壓地下交連電力電纜的高阻抗接地故障偵測及故障點的找尋技術及儀器，值得參考，以引進高科技儀器設備提升此領域的技術。

四、由於能源欠缺，各國極力發展風力發電，隨著容量大增，其運轉對系統衝擊等因素，除做好分析及改善外，相關制度規章亦須有週延的配套，才能確保系統安全。另外變電設備資產翻修及更新，其重點仍在分析、評估及資金等因素，能活化者，在使用者與製造廠相互合作交換資訊情況下，可做部分更新及整修，如儘可能在現場施作不僅節省工時，更能節約費用支出，歐洲國家已有明顯作法可供借鏡。

五、CIGRE 屬於世界首屈一指國際級電力專業會議，全球一流電力專家及業界匯集研討，建議公司仍繼續選派優秀同仁與會。

選派同仁可分為兩組；第一組為高階管理組，由高階主管組成，主要目標係與世界著名電力公司高層主管業務交流，以建立策略性與前瞻性思考模式，建立長遠合作關係；第二組為技術論文組，選派優秀基、中層主管及投稿 CIGRE 論文並獲接受者，由於基、中層主管為公司中堅份子，具豐富理論及實務經驗，參與會議能快速汲取電力科技新知識及趨勢，而本公司電力系統於世界電力公司排名亦屬前列，庫藏甚多寶貴之規劃、設計、調度、維修經驗，若能將重要者發表於 CIGRE 會議上，除以實質行動參與 CIGRE 會議外，亦提升本公司聲譽，較之前僅是出席會議更顯積極，同時亦鼓勵優秀同仁將寶貴經驗投稿於國際會議，並獲出席 CIGRE 會議之機會。

六、義大利電力系統為全球首先完成全區 SVR 國家。本公司曾與義大利電

力綜合研究所(CESI)合作台電輸電系統裝設 SVR 可行性研究，研究結果為技術可行，惟預算高達一億歐元，以及 SVR 運作需從電能管理系統 (EMS) 擷取大量資訊，經簽陳 總經理 (當時為涂副總經理) 批示為：待新 EMS 裝設完成且穩定運轉後，以小區域方式引入試辦。在此期間，派員實地考察裝設 SVR 電力系統，以瞭解其運作情形。由於調度處新 EMS 正裝機中，預計近期可開始試運轉，若公司決定裝置 SVR 系統，則可開始進入小區域引入準備階段。由於本公司電力系統北部地區電力需求大於供給，系統電壓品質控制稍差，故建議以下事項：1.小區域引入以北部地區系統優先。2.所需 SVR 預算擬編列於第七輸變電計劃中，3.成立專案型組織專門處理 SVR 系統設置安裝事宜，包括：聘請顧問、招標、安裝、測試及運轉事宜。以逐步建立 SVR 系統。此次出國參訪 E-ON 公司 TAVAZZANO 發電廠，廠長簡報說明 SVR 建置完成後，該廠電壓品質控制甚佳，並大量減少中央調度中心與電廠控制室電壓調整聯繫業務。本公司與 CESI 之 SVR 可行性研究亦指出全區 SVR 建置完成後，電力損失可再減少既有線損 6%，故長期整體經濟效益而言，SVR 建置成本應可適時回收。

七、大電網停電研討會(Large System Disturbance Workshop)報告 2006 至 2008 年歐洲、日本、英國與中國南方電網冰風暴等造成之大停電，顯示肇因不外來自人為操作與自然災害，故必須備妥復電與緊急應變計畫，其中建議系統運轉之調度人員，無論是控制盤面或電腦螢幕的指令或操作，必須視為自身親臨現場一般，如此可降低人為誤操作之機率。此次參加大會在開幕專題報告(Opening Panel)中，曾有報告人說：「這是一個全世界電力公司、電力工業界資訊、技術、經驗(無論成功與否?)...等交流的場所，可突破傳統之黑箱作業(Black Box)及傳遞作業(Hand Down)在電力發展上遭遇各式困境」。實為本次大會最明確的目的與目標。開幕座談研討會 (Opening Panel) 看到許多國家將自己電

力公司所遭遇的大停電問題、再生能源的利用對系統的衝擊影響、以及規劃或是作業的改善例如對未來不可確定長期規劃、鐵塔原地的改建方式等，提出簡單的心得報告，供與會人員一起討論，除能從此討論中得到全世界各電力界獨闢的見解或特殊設備解決方法外，也能提昇公司知名度於世界上。

八、本公司電力系統無論是輸變電規劃、調度運轉維護、配電業務以及通訊都有相當多的實務經驗，相對的也面臨相當多的困難或處境，除了依正規的 SOP 來運作外，也有臨時自創的因應措施或手段，或是提出計畫由學者專家研究因應對策，這些都是可於大會上報告給與會的全世界電力界的朋友，共同來參與本公司各式解決方案，或許有不一樣的驚喜解決方案，或是針對此作業已有新的工具或量測器材已應運而生，而本公司尚在閉門造車；也可能本公司的專業同仁所提出的解決方式已是最完美，如此也能讓其他電力公司分享此經驗，更能讓同仁從中獲得無價的成就感。因此建議本公司應考慮就運轉、維護、作業方式的改善...等方面能遴選主題於下次會議上報告以提昇公司形象於國際。

九、兩年舉行一次的 CIGRE SESSION，正是集合全世界電力公司、廠商提出研發之新科技產品，透過會議上論文的發表、以及實務的運用經驗交流，對於問題的改善及系統效率的提昇，實提供與會人員電力系統所面臨相同問題之解決方案。因此，建議本公司在日新月異快速發展的科技進步下，兩年舉行一次之 CIGRE SESSION，應繼續派員參加以獲取全世界在應用新設備而提昇系統效率之運轉經驗，除可增加與會同仁擷取新知識、新觀念外，最重要是使本公司同仁能與世界電力界接軌，並提昇公司為國際上現代化的形像。

十、本公司派員參加 CIGRE SESSION 希望能提前作業，盼能讓公司參加同仁於第一時間由網路上註冊，俾能儘早取得於大會上所討論相關議題

之內容研讀，除能讓參加同仁於開會時更能掌握報告人所敘述之主題及問題所在外也能節省報名費，並能有充裕的時間訂大會指定飯店。

## 貳、出國緣由

一、2008 年第 42 屆「國際大電力會議(CIGRE)年會」於 8 月 24 日至 8 月 29 日共六天於法國巴黎舉行。「國際大電力會議年會」遍及各領域之電力菁英專家(歐、美、日等開發國家)提出電力相關最新的研究成果研討，每屆都吸引全世界約 4000 多各國電力事業主管、工程人員及訪客參與此兩年一次之盛會(此次大會超過 3000 人註冊與會)。年會所討論之議題皆具前瞻性、技術性，均為世界各地電力事業面臨之相關問題，討論議題共分為 4 類 16 組，包含發電、輸電、變電、電纜、配電、電力系統及電力通訊...等方面，並有製造商展示新設備之使用經驗發表，參與此年會除可與全世界電力專家面對面討論、交換電網實務經驗外，也可藉此機會瞭解目前電力新設備之開發及運用在電力運轉、維護上之實際效益為何？實有助於從中習得本公司電力規劃之參酌依據，俾調度、運轉能因此提供更安全、可靠之優質的電力給客戶。

二、義大利國家電力綜合研究院(CESI)為國際著名電力研究機構，在電力市場中 CESI 提供測試機電設備的認證和電力系統的研究、諮詢都是居於世界領導地位，CESI 並提供給電廠、電力公司、機電工業、電子產品製造商、大規模的電力用戶以及金融機構和公共管理部門的支援服務，目的就是為解決他們的問題，參訪該機構將可藉以吸取維持供電設備安全之先進技術。本公司綜合研究所及調度處曾於 2005 年委託義大利電力公司進行電壓自動控制系統 SVR(Secondary Voltage Regulation)可行性研究，本次 CIGRE 會議後，藉此赴義大利國家電力綜合研究院(CESI)瞭解 SVR 之運作情形，將有助於本公司提昇供電可靠、電壓穩定之規劃借鏡。

## 參、出國行程

表一：出國行程表

項次	參訪起迄日	前往機構	機構所在 國家城市	詳細工作內容
1	97.08.22 ~ 97.08.23 註			往程 (台北 — 巴黎)
2	97.08.24 ~ 97.08.29	CIGRE	法國/巴黎	參加「CIGRE 年會」
3	97.08.30 ~ 97.08.30			行程 (巴黎 — 米蘭)
4	97.08.31 ~ 97.09.02	義大利電力綜 合研究院 (CESI)	義大利/米蘭	參訪義大利國家電力 綜合研究院
5	97.09.02 ~ 97.09.02			行程 (米蘭 — 羅馬)
6	97.09.03 ~ 97.09.04	義大利國家中 央調度中心	義大利/羅馬	參訪中央調度中心 SVR 監控及返程 (羅馬 — 台北)

註：因 22 日如麗颱風(NURI)侵襲轉機地香港，故機場關閉順延至 23 日清晨出發。

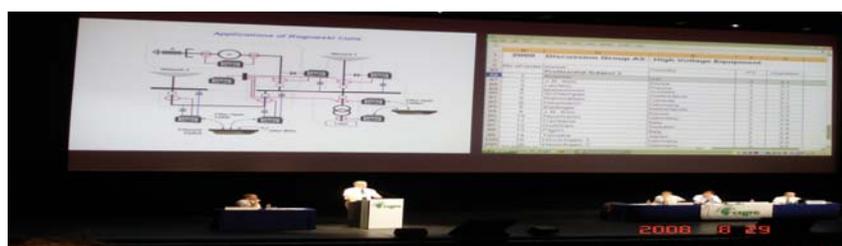
## 肆、參加 CIGRE 會議紀要

國際大電力會議(International Council on Large Electric Systems，簡稱 CIGRE)是一非政府、非營利的永久性國際組織，成立於 1921 年。其成立宗旨在促進高壓電力系統網路與發電技術知識之發展及國際間之經驗交流。CIGRE 組織成員遍佈全世界超過 80 個國家，為一規模龐大之國際性論壇。該組織結合主要的夥伴、研究團隊、學術機構、設備製造商、電力系統運轉、電力交易者及電力公司等單位，提供技術創新、設備需求及電力系統運轉的經驗，達到互相交流的目的。CIGRE 研究主題以電力方面為主，如電力公司的組織架構、電網發展與運用、電力設備之最佳化維護與延壽及環境衝擊之分析等。其技術研究為一持續性的活動，分為研究委員會(Study Committees，簡稱 SC)及工作小組(Working Groups)，目前共有 16 個研究委員會如表二及約有 200 個工作小組，2000 個研究人員不斷聚集在一起運作。50 多個國家分別組成 CIGRE 國家委員會，另有 4000~4700 個人會員(Individual Members)與團體會員(Collective Members)，團體會員分兩種：一為由各公私營電力公司或設備製造商、技術組織、科學研究部門等單位參加，另一種為學術機構如大學等單位參加。本公司為團體會員，本公司董事長為個人會員。

CIGRE 每逢西元偶數年在巴黎世貿中心(LE PALAIS DES CONGRÈS DE PARIS)舉辦(如附圖 1)，故年會稱為 Plenary Session，討論研究委員會各組所轄領域的所有問題。投稿稿件需經由各國國家委員會審核後推薦，再藉由各研究委員會主席召集之工作小組討論後，提出問題請各投稿人在大會分組討論中提出答覆或說明(如附圖 2)，完成後各與會成員均可參與討論。



附圖 1 CIGRE 會場外觀(LE PALAIS DES CONGR'ES DE PARIS)



附圖 2 投稿人在大會分組討論中提出答覆或說明

表二：CIGRE 時程與議題

日期	時間	組別及議題	室別
24/08/08	16:00 17:30~19:00	開幕式(Opening Ceremony) 開幕酒會 (Welcome Drink)	LE PALAIS
25/08/08	8:45~12:00	開幕座談會(Opening Panel)	LE PALAIS
	13:15	CIGRE 會員集會	LE PALAIS
	14:30~18:00	大電網停電事故研討會	LE PALAIS
26/08/08	8:45~12:00	B1、C1：佈告欄專題	341、342A
	8:45~18:00	B2：架空線	LE PALAIS
		A2：變壓器	BLEUE
		D2：資訊系統與通訊	HAVENE
		C3：電力市場與管制	BORDEAUX
27/08/08	8:45~12:00	B3、C2：佈告欄專題	341、342A
	8:45~18:00	B5：保護與自動化	LE PALAIS
		C1：系統發展與經濟	BLEUE
		A1：旋轉電機	HAVANE
		B1：絕緣電纜	BORDEAUX
28/08/08	8:45~12:00	C4：佈告欄專題	341
	8:45~18:00	B3：變電所	LE PALAIS
		D1：材料及新興的技術	BLEUE
		C3：系統環境的效能	HAVANE
		C2：系統運轉與控制	BORDEAUX
29/08/08	8:45~18:00	A3：高壓設備	LE PALAIS
		C6：配電系統及分散發電	BLEUE
		B4：HVDC 與電力電子	HAVANE
		C4：系統技術效能	BORDEAUX

## 一、開幕式(Opening Ceremony)

2007 年 3 月，歐盟成為全球第一個地區同意具長遠目標之能源與氣候法案，27 位國家代表承諾朝減少溫室氣體排放並於 2020 年減少 20%，而後配合國際協定升至 30%，並且同期間增加再生能源比重達 20%。2008 年元月歐盟排放部門提出能源及氣候法案整合建議書。

對於內部能源市場之法案亦被提出，方法主要包括鬆綁、有效管制及電網協調三領域，建立泛歐洲、跨邊界競爭之單一能源市場，此為建議書之一大簡要目的。內部能源市場必須能營利，藉由價格競爭及改善供應安全，使得每位歐盟市民都能得到較佳服務標準以及保障。故歐盟目前進行密集行動方案以改善歐洲使用能源習慣。歐盟已達以下階段：

- 一、開啟歐盟各會員國之天然氣與電力市場已得到支持的相關法案，且此法案之重要項目將朝向更寬廣協定。
- 二、各理事會及各會員國之國會正討論新法規以開拓及強化歐盟之排放交易系統。在所有後京都協定之主要項目的政治協定仍繼續進行；僅是細節仍待核准。
- 三、強制 20% 比重再生能源目標及承諾生質燃料之永續標準仍持續良好進行中。

這些建議書史無前例地改變了歐洲能源市場的法律規範，特別是涉及約 5 億人及設立一先例以更具體執行。在此先行保密，因為這些建議書即將被國會批准。2020 年是非常接近歐盟的目標，對此歐盟幾乎沒有選擇餘地，不可能去延長歐盟能源市場執行期間，因為將有法律之不確定因素。

## 內部市場和綠色能源措施

這些建議書須視為一種措施，內部能源市場不僅是競爭的價格，同時也是符合環境目標的重要工具。若無一個競爭且泛歐洲電力市場，則排放交易機制將無法正常運作。缺乏有效競爭，使得歐洲電力公司只能提高電價以反應碳稅，雖然在此同時亦接受自由排放允許。這將導致這些電力公司有超額利潤且降低交易制度之實質功用。相同地，再生能源配合於 2020 年提升至 20%，將日益重要。

的確，要實行如此巨大目標若無有效市場機制配合，將產生不良後果，電力市場中須有附帶規則，以因應氣候變遷及能源安全的挑戰，估計最後投資金額：歐盟於未來 25 年將花費 9000 億歐元於發電設備上，2200 億歐元於天然氣基本設施。

## 輸電調度中心 (TSO) 之間溝通協調

內部市場建議書亦包含刺激投資主要元素，輸電公司業務將與發電與配電公司作有效鬆綁，此將創造一全新環境，以促進投資輸電網路基礎設施。藉由創立歐洲電網 TSO (ENTSO) 以改進輸電公司之間協調問題，此亦為重要因素。歐洲電網 TSO 除待辦事項繁多外，尚需與其它 TSO 增加輸電網投資共同運轉以維電網安全，以及制定規則與系統運轉等。ENTSO 另一重要業務是輸電系統規則，每隔 2 年須完成 10 年投資計畫之檢討。不只是國家計畫之依據檢驗，而是一本實際歐洲輸電網路發展計畫，並確認輸電網投資能使歐洲市場正常運作，並且允許再生能源完全與電力系統整合。

區域電力調度中心 (RSO) 仍是值得追求目標，需有實際行動方案然後擴展至更寬廣歐洲市場。區域電力調度中心以新公司方式成立，並以調度責任而非會員國多寡來劃分。區域電力調度中心應就以系統調度、壅塞管理、電能平衡甚至輸變電新投資案為專注議題，並不排除更進一步的電力公司之整合。此外，泛歐洲輸電網路綠皮書今年將出版，以決定何種計畫需完成。面對未來數年電力系統仍有異常狀況係一大挑戰，故新輸變電投資相關法規與平衡不同能源之安全與環境，需兼顧均衡與效率。以下說明歐盟在能源管制的進展：

首先必須去除由不同技術規範與機制所造成的貿易障礙，內部能源市場方能運作，即電力與天然氣公司能源會員國之間販賣；而歐盟市民與工商業等亦能於其他會員國買電。

故去除這些障礙，須存有歐盟等級的決策權。於是提出協調能源管制代理者建議書，各會員國及其國會正朝此方向推動中，只有強而有力的能源代理者能面對管制歐洲能源市場所產生的挑戰。

能源代理者有時會被誤解為一個歐洲的能源管制者（a European Energy Regulator）。國家管制者仍繼續扮演其角色：制定費率、電網規則、執照規範、保護用戶法規及國家安全標準。而能源代理者則是為完成能源交易，藉歐盟等級的決策，提出跨邊界管制議題之申請。國家管制者於代理者委員會議則繼續以中央委員來參與，而且每日作業須大量藉由其專業方能完成。

當今，跨歐盟之間其權力與國家能源管制者獨立性顯著的不同，有些國家既無權力亦無資源，致其只能受政治干擾而運作。此現象係原國家管制者之微弱協調性，但此種現象將有改善，管制者與代理者對於電網投資將扮演關鍵角色，獨立輸電操作者（Independent Transmission System Operators）將對電網投資採嚴格審視，因為這是其核心業務，未來輸電網投資是日益昂貴，對興建輸電線之公眾抗爭幾乎亦無法減緩，演變至最後形成國家管制者去允許輸電網投資案。

將國家管制者的角色外推向跨邊界投資係一項鉅大挑戰，此需要一種機制，使歐洲人民認為輸電網是需要的，以利未來可興建輸電網，並計劃於歐洲能源輸電網路法規提出此問題。無論如何，代理者於跨邊界投資將扮演發掘管制處理方式重要角色。

## 管制的必要性

經濟上，固定制式討論何種經濟活動應受管制及何種交由市場力決定，麻省理工學院 MIT Kahn 教授曾說：所有競爭皆是不完美的，試著消除不完美性，是歐盟能獲得之最好的結果。故管制是目前可接受之方式。

歐盟持續尋求能源市場管制與競爭之正確平衡解決之道，特別在電力、天然氣管線網及自來水供應等重要基礎建設上，這些原本就是自然獨佔產業，不必要同區域多建造競爭管線。為使輸電網公司運作良好及保護用戶，故管制者無可避免地成為輸電網公司一員。管制不能停止輸電網活動之運作，管制者直接或間接與國家當局一直導正市場的競爭部份，此為其一直扮演之重要角色，跨邊界互連網容量及能量平衡市場規則的權力即為範例。

氣體排放交易及再生能源之管制也是重要的。在此方面，氣體排放交易大概是最簡單的，故僅討論再生能源。

再生能源是較具挑戰性的，2020 年須達到 20% 佔比，對電力市場適度干涉是必要的，例如：發電機併入聯網系統，為有效經濟地面對挑戰，需要增強再生能源交易及競爭的方法、以及有效規劃與改善管制市場架構。以離岸併聯入歐洲電網為例，最近離岸風場併入電網是投資案最重要的部份。離岸風場常與幾個會員國海岸相鄰，今秋歐盟會議上即將討論之議題，亦是泛歐洲能源網路綠皮書主題之一。

綜上所述，對於全新歐洲輸電網路系統操作者 (European Network of Transmission System Operators)，網路規劃是主要工作，能源管制代理者將監督這些規劃業務，並陳報國家管制當局以個別通過這些網路投資案。除了這些計劃，歐盟亦努力確保國家再生能源有進展，以利個別市場發展，以有效經濟地達到目標。歐盟需要去保證所有再生能源電力

可以儘可能被控制：為達到能源改善目標，整合再生能源電力之所有行政及管制障礙須被清除。

希望各位即將瞭解歐洲所發生的變革，相信這也代表部分藍圖在 2020 年之前能適應氣候變遷與能源安全挑戰，然而這些改變僅是冰山一角，在未來 50 年內須持續面對電力系統的挑戰。歐盟已接受氣候變遷是義務而非選項，而且承諾溫室氣體排放在 2050 年減少 50%，更多人相信可能減少至 80%。電力產業於 2050 年將需面對更進一步挑戰：發展中國家對石油持續需求增加，然而主要油田產量卻減少。故中期之後，石油的供給需求的平衡關係將較今日更為緊澀。故歐盟與美國將快速發展電動汽車。

因此，為順利邁向無碳（carbon-free）電力系統之路，除再生能源電力需大量增加外，以電力為動力的交通工具亦需鉅量發展，而真正具挑戰是發展這種電網系統，那是迥異於今日電力系統。如何創造正確誘因與快速足夠觸媒去激發這種改變，此實為今日面對真正最困難的挑戰。這也是為何決定設立專門組織去創立 2050 年無碳電力系統歐洲里程碑，以勾勒出必要選項，行動及投資去達成這個目標。相信 CIGRE 在此過程將扮演重要角色。

大概全球氣候變遷與貧窮問題是這個世代所面臨最大的兩個挑戰，全球三分之一約 16 億人口，在沒電的環境下生活，依據世界銀行資料，其中 67% 生活在鄉村地區，通常這些低所得人口使用嚴重影響環境的能源，如木炭及木材等。

能源是撲滅貧窮的一種主要工具，提供電力給低所得家庭，意謂更多農業生產力以及小型企業有利發展，這也意謂著有較多教育機會。對於非洲國家國家，歐盟亦設立能源促進方案(Energy Facility Program)以資助能源相關研究案。例如再生能源、輸電線、鄉村電氣化、生質能，智慧

型大樓等 75 個已簽訂的合約。再生能源電力的成長，對全球最窮的人民大大的提供乾淨可靠能源。歐盟於此方面扮演重要角色，藉由聰明的運用發展資金及電力網，來促成發展中國家的進步，此需列為優先項目。

2007 年 3 月歐洲新能源法案的採行，輸電網肩負一個嶄新且重要任務，以輸送更潔淨、更可負擔且更競爭的電力能源。此時歐洲在能源輸電網需要去發展更策略性的願景，這將是能源綠皮書的主題。必須去處理歐洲電力網障礙，將有效率市場獲得利益帶給所有用戶，亦須面對更大的能源效率與分散能源/電力之整合成更寬廣範疇，而且也需要去確保歐盟有能力去激發及駕馭能源基礎建設計劃。以加速邁向低碳、高能源經濟效能的時代。

這些也需要電力產業界共同來合作，CIGRE 將幫助達成目標。

大約下午 5 點開幕式結束，接著開幕酒會(Welcome Drink)，本公司



CIGRE 團員巧遇加拿大 PLI 公司汪磊博士，由於 PLI 公司與 CIGRE 會場有展示攤位，汪磊博士負責展示，加上 PLI 公司承接本公司特殊保護系統(SPS)決策表分析更新技術業務，茲拍照留念（如上頁圖）。開幕酒會活動讓全球參加人員相互認識交流，俾利後續會議順利成功舉行。

## 二、開幕座談會(OPENING PANEL)

開幕座談會主題為「整合變動電源加入電力系統」，於 8 月 25 日上午 8:45~12:00 在會議中心 2 樓 LE PALAIS 大廳舉行，如下圖所示，由義大利電力研究院(CESI) Angelo Invernizzi 擔任引言人(如下圖之右邊先生)，首先說明大量再生能源併入電力系統之影響。共邀集八位專家學



者報告，首先由歐洲能源委員會 Mr. Andre' Merlin 闡述本次主題精義，緊接著來自國際能源署(IEA)、法國、義大利、西班牙及 EPRI 等專家報告大比例再生能源加入系統對電力系統各領域之衝擊與影響。此次參加會議無論是在大會開幕專題(Opening Panel)的報告，還是在其他技術專題的報告，再生能源的利用可是本次 CIGRE SESSION 最夯的題目，主要係因全球氣候的變化在未來的幾十年將對地球環境、生命威脅頗鉅，因此如何減少二氧化碳的釋出成為全世界大力推廣再生能源的主因，尤其是風力發電方面發展更是不遺餘力。歐州能源委員在大會開幕專題引言報告中，希望全世界於 2050 年前減少 50% CO2 的排放量，

而歐洲能於 2020 年前減少 20% CO<sub>2</sub> 的排放量，除此之外，對於以風力為主的再生能源也希望能從現今的 7%於 2020 年達 20%，但這麼多的變動能源(2006 年底約 75GW 風力會連到電網，其中 2/3 裝在歐洲 15%在北美)加入到系統對輸、配電系統發展、運轉、控制衝擊影響、電價及所需新的能源儲存設備...等，都是未來電力系統需致力及進一步分析研究的課題，而這也是本次大會開幕專題討論的主要目的。

在 2007 年歐洲風力的裝置容量為 57126MW，德國： 22 GW(peak load 78 GW) 西班牙： 15 GW(peak load 42 GW)，歐洲 2001 年的目標政策希望在 2010 年用電量在再生能源(RES)上達 21%，新的歐洲目標是歐盟於 2020 年前最後的能源消耗在再生能源的分配至少達 20%，此需賴會員國的國家總目標，以及因應再生能源所提供之電力而發展的電網，以確保能傳送再生能源電力。

由於風力大部分都集中在以前所謂的“電力沙漠區“，因此需要興建新的線路連接主要網路，另外風力也取代了更接近負載的火力機組，需強化主要電網以因應慣常電力潮流的改變。如以歐洲互連網路來說，潮流的改變也影響鄰近的輸電系統，也因變動能源的不穩定而降低跨界交易容量，強化互連系統亦成為歐洲輸電線規劃不容忽視的課題。

第二位由 IEA 執行副總 William C. Ramsay 報告再生能源之開發利用，一場新的能源革命即將興起，以達到 2020 年 20%再生能源佔比及 2050 年 CO<sub>2</sub> 排放氣體減半之目標，可採取下述 5 利手段：1.去除非經濟壁壘 2.建立預測模型 3.技術創新以促進競爭 4.特殊技術培植 5.大量再生能源併入系統前預作準備。第三位由法國輸電公司系統規劃處長 Mr.Jean Verseille 報告對輸電系統規劃之衝擊，近年大量風力發電機組併入歐洲電網，使系統規劃產生極大衝擊，以 2006 年歐洲大停電為例，各個輸電調度中心(TSO)之間需密切聯繫，其建議將全歐洲朝向建立國

家級調度中心。另外離岸風力發電亦將快速大量增加，引發 AC/DC 轉供之技術挑戰，但是離岸風電之適法性與管制議題卻仍在討論中。

第四位由義大利電力公司 ENEL 輸配工程處處長 Eugenio. Di Merino 先生報告對配電網路規劃之影響，其實再生能源對配電系統影響甚大，配電網路傳統皆是負載角色，僅有單向電力潮流，如今再生能源併入配電網路，造成電網配置、系統保護與維護皆與以往大大不同，最後並指出有關管制法規、電力市場結構、標準化及智慧型電網之投資回收總結。

第五位由瑞典國營 Vatterfall 電力公司調度處長 Mr.Y.SaBnivk 報告，對電力系統調度運轉之衝擊。由於風電併入電網採 100% 允評，將引起管制機構令人產生疑問，電力系統由電力公司組成，惟有在穩定政治與財務環境下，再加上輸電與存電新技術等等，不過其仍認為溝通與協調是主要因素。並須由發電業、電網運轉管制當局、交易商及顧客等共同協商合作，方能建立穩定的電力系統。

第六位由西班牙 RED 輸電公司調度處長 Mr.Rodriguez 報告對電力系統控制風機之衝擊，說明西班牙電網對再生能源設專屬控制中心，分別以分散式電源、電壓變動程度、風力預測誤差之衝擊以及電能平衡等事項闡述再生能源電力控制之影響，其中再生能源控制中心(Control Center for Renewable Energies, CECRE )如何與中央調度中心(Control Center)之溝通協調，係關鍵業務所在。

第七位由 EPRI 技術副總 Mr. Gellings 報告對電力經濟之衝擊，分別就風機投資成本、運轉維護、各類發電之比較以及其他經濟面向之衝擊等說明，由於經濟層面牽涉甚廣就中長期綜合經濟效益與傳統能源機組比較，經濟議題顯示其不具關鍵性角色。

最後一位由加拿大 McGill 大學 Geza Joos 教授報告電能儲存技術之角色。分別由電能儲存功能效益技術及應用等切入說明，並強調以水力

來儲能仍是目前主流，最後闡述風電與水電整合議題、包含風機參與比重之電能平衡、輸電設施升級成本、即時與前日市場運作之衝擊以及對水力電廠效率與壽命之衝擊等方面。

#### 後記

本公司2007年在風場上之裝置容量約97.6MW(含IPP49.8MW)佔總發電量的0.2%，這些風場大都設置於較偏遠之西部海岸(桃園觀音、新竹、苗栗、台中、彰化、嘉義、恆春)，因裝置容量不大且非集中於單一變電所，加入系統後對輸電線容量影響不大，雖並不需再增、擴建線路，但對原有電力潮流方向確有改變。另外由於風場是屬變動的電源，如風場裝置容量較大瞬間的驟變，亦將對鄰近電網系統電壓、頻率造成影響，對於供電的可靠與安全都會有一定的衝擊，這些都是風場加入系統後，輸電系統在規劃上所需特別注意之事項。

以大群風場之控制運轉而言，本公司目前風場均只有個別控制室，若參考第六位西班牙RED輸電公司調度處長Mr.Rodriguez報告對電力系統控制風機之衝擊、以及考慮以後本公司電力系統之風場日益增加之趨勢，不妨參考設立整合式風場控制中心，使電力調度中心風電控制聯繫界面單純簡單化，以降低大量再生能源加入系統之衝擊。

### 三、大電網停電事故研討會(Large System Disturbance Workshop)

許多原因會造成大停電事故，有些是如大風雪及地震因素，而有些則是人為操作、規劃因素或是經濟成本之考量。2006

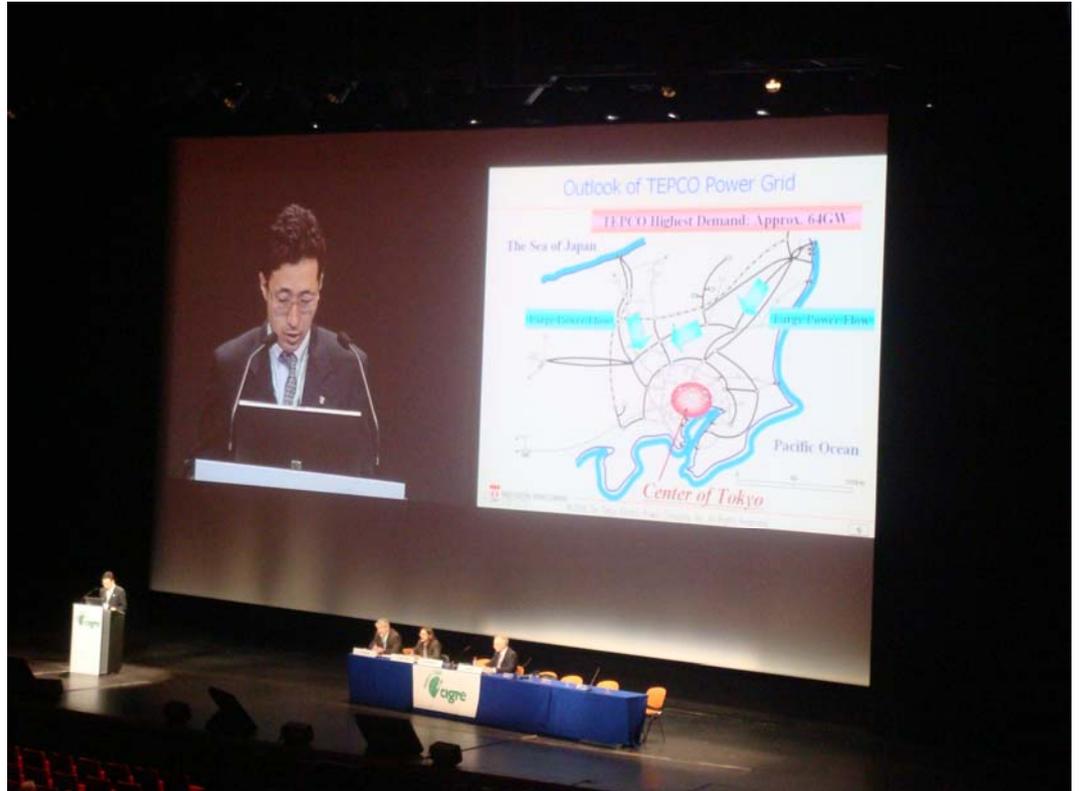


年歐洲大停電事故各方已討論 18 個月之久，這些大停電所造成衝擊，不僅對金錢損失、社會經濟及生命安全重大影響，尤對民眾生活產生極大之不便利。針對大停電技術或經濟之建議事項，需要切確明瞭其正確性意義，否則將其加諸在動態的電力系統改善上，終究可能造成不是我們需要的結果。而風力發電於事故後無法控制重新併入系統，導致某些區域頻率偏高，此部分需再次強調。

日本核電廠事故，日本地震導致大停電事故，顯示須有最高建築結構標準以因應嚴重地震災害。更多國家核能電廠亦須主動考量最高結構標準以因應氣候變遷。日本簡報者為東京電力公司 OKAMOTO 先生，之前與本公司系統規劃處有技術合作業務，如次頁圖。英國停電事故彰顯電力系統安全標準重要性。協調與整合過去 15~20 年安全標準與即時技術非常困難，自動卸載系統與區域配電公司逐漸掛勾，加上風場日益普遍以及各地發電公司調速機反應效能使得實施安全標準更具挑戰性。由於

英國停電事故仍在調查，特別是其頻率下降程度低於預期部份。2008年元月中國南方電網冰風暴顯示自然現象對電力系統造成之衝擊，許多基礎設施特別是電力及通信系統遭受巨額損害，約有 2700 萬人無電可用。綜合上述多數自然災害之衝擊，第一步是收集必要資訊，以採取最佳之因應方案。

中國電網公司的決心與精心安排以及其民眾配合，整個復電計劃僅用 6



週而非 6 個月時間來完成，為維持電力系統安全標準，繁瑣艱辛復電工作須能迅速完成。此是全世界共同關切的議題，此事件後中國國家電網提出 5 種新安全標準，增強其輸電網容量與能力，以抵禦更極端惡劣氣候。美國佛州停電事故顯示操作程序重要性，所有停電事故均有學習改善之處，此停電事故已逾半年，但主管單位停電調查報告仍未出爐是值得探討之處。南非停電事故與其 10 年來發電備轉容量固定減少有關，其備轉容量從 2000 年 25% 降至 2007 年 5%，綜合負載成長及缺乏新增發電機組加入系統，造成 2007 年底至 2008 年初有嚴重分區輪流停電。2008 年元月大停電事故據系統運轉員宣稱，故障發生後馬上引起全停電事件。此事件凸顯修改既有電網規則之難處，對既有發電業者之

新建機組之限制使得電網規則已不合時宜以吸引新 IPP 加入系統。

長期發電效能以及經濟成長計劃使電力系統規劃呈現樂觀及悲觀兩方面，故電力系統恢復穩定運轉仍需數年時間及相關配合措施。本會議顯示有許多肇因可能引發大停電事故，復電與緊急應變計劃是必備的，預期之可見未來，可降低大停電之發生機率。

#### 四、分組討論

8月25日至8月29日一連5天在巴黎會議中心2樓及3樓展開16組分組討論及研究委員會會議，先將整個分組討論議程重點及論文數目彙集如表三，再各別敘述各組討論結論。

**表三 2008年 CIGRE 議程內容歸納表**

組別 (論文數)		主題	內容
A 組 (發電設備)	A1 (20)	旋轉電機	經濟性、設計、建造、測試、發電機及大型馬達行為與材料。
	A2 (30)	變壓器	所有電力變壓器 (包括工業用、直流換流器、相位調整器、電抗器、配件如套管與分接頭) 之設計、建造、製造與運轉。
	A3 (31)	高壓設備	所有設備 (開關操作、啟斷電流、限制電流、避雷器、電容器、匯流排、絕緣設備與儀器變壓器) 之理論、設計、建造、與運轉。
B 組 (輸電設備)	B1 (24)	電纜之絕緣	所有 AC 與 DC 之陸纜與海纜絕緣系統之理論、設計、應用、製造、安裝、測試、運轉、維護與偵測技術。
	B2 (27)	架空輸電線	設計、電氣與機械特性及效能之研究、路線選擇、建造、運轉、設備年限、維護、架空線容量提升與升級、及相關配件 (導線、接地線、礙子、鐵塔、土木基礎與接地系統)
	B3 (24)	變電所	設計、建造、維護、變電所與電廠開關場管理。
	B4 (30)	高壓直流輸電與電力電子	HVDC 連接線與相關設備 (交流系統電力電子、改善電力品質與先進電力電子) 之經濟

			性、應用、規畫面、設計、保護控制、建造與測試。
	B5 (23)	系統保護與自動化	電力系統保護之原理、設計、應用與管理、變電所控制自動化、監視與記錄(包括相關內、外部通信、變電所表計系統、與遙控監視介面)、
C 組 (系統面)	C1 (27)	系統發展與經濟性	電力系統規劃與發展之經濟性及分析方法、包括靜態與動態分析、規劃議題與不同背景方法、資產管理策略。
	C2 (24)	系統運轉與控制	系統運轉之技術與人力資源方面：頻率控制、電壓控制、設備控制、運轉規劃與即時安全評估、事故與復電管理、績效評估、控制中心機能與調度員訓練等方法與工具。
	C3 (23)	系統環境績效	電力系統環境衝擊之確認與評估方式、評估與管理系統設備對環境衝擊之方法。
	C4 (28)	系統技術績效	電力系統分析之方法與工具，包括：電力品質效能、電磁相容、雷擊特性與系統反應、絕緣協調及系統安全評估。
	C5 (30)	電力市場與管制	分析電力供應產業之各種方法：不同市場結構與產品、相關技術與工具以及管制面。
	C6 (27)	配電系統與分散式電源	配電網路特點對系統運轉與結構之衝擊、分散式電源之廣泛發展、能源儲存設備之應用、需求端管理、電氣化。
D 組 (資訊與通信系統)	D1 (24)	材料與最新技術	新式與既有電力技術材料之監視與解決、診斷技術與相關技能對系統中長期之影響。
	D2 (29)	資訊系統與通信	通信與資訊網路之理論、經濟、設計、工程、效能、運轉與維修，電力產業之服務，相關科技之檢視。

## 一、A組

### A1：旋轉電機(Rotating Electrical Machines) 共有 20 篇論文

PS1：發電機的設計發展及運轉經驗

內容

- 在設計和材料方面發展：改進可靠性、性能、運轉、維護、成本；以及更具環保、人性化的材料。
- 新設計工具發展須經由相關的測試及使用經驗驗證。
- 用新的設計和方法來更新機器、重繞線及軸心更換以延長使用年限、間接增加機組出力及效能提昇。

論文及報告：

調整抽蓄系統速度的運轉經驗及新技術(日本)

最強力的氣冷渦輪發電機定子的最新的設計實驗研究(蘇俄)

水力機組對增加出力及效率的可能性(塞爾維亞)

使用模鑄銅鼠籠感應式馬達的改善效率(美國)

電磁數值分析運用在大型氫冷卻汽輪發電機(日本)

PS2：分散式發電機及再生能源機組，含風力機組。

內容

- 對效能、運轉、維護改善的設計及發展。
- 為改善電網穩定度、電壓降、及事故後電網的穩定，並提供無效功率的控制的設計和方法。

論文及報告：

在網路不平衡下改善以DFIG(雙饋式感應機)型的風力機組系統的運轉(英國)

無效電力控制：實際經驗及結果(西班牙)

在同步發電機的頻率穩定對風機的影響(西班牙)

## A2：變壓器(Transformers) 共有 30 篇論文

PS1：使用新的絕緣系統變壓器效能

內容

- 熱、電力、環保及火災安全。
- 新的絕緣系統、地下變電所、小型變壓器…的運用。
- 對於現有標準的修正(混合的絕緣系統、填充SF<sub>6</sub>的設備)、狀況評估、油中氣體的分析、油的測試、有關維修方面…等經驗的累積。

論文及報告：

在高壓變壓器先行使用自然的酯植物油(巴西)

使用以植物油為礎的絕緣液體來密封變壓器(英國、德國)

在市區變電所使用複合式絕緣系統的緊密型變壓器(比利時、美國、瑞士)

考慮環境因素防火安全，瓦斯絕緣變壓器及低黏度樹脂浸入變壓器的發展(日本)

對瓦斯絕緣變壓器所做SF<sub>6</sub>絕緣強度的分析(韓國)

PS2：運轉中變壓器可靠度及風險評估

內容

- 新購與翻修變壓器的比較(技術與經濟的比較、使用備份設備、測試及老舊設備技術的改善)。
- 診斷、風險評估、線上監控、濕度評估、維護運作(乾燥、線上消磁及除濕)。
- 對絕緣油的侵蝕性及緩和技術、再抑制、金屬鈍化。

論文及報告：

替換、翻修、修護、升級變壓器的策略：西班牙經驗

變壓器水份的評估包括過載的限制(奧地利)

一種簡單可靠的演繹方法來區分是變壓器的湧入狀況或是故障狀

況(埃及)

依殘餘壽命評估變壓器的翻修(大修)策略(法國)

因非常快速的暫態過電壓(VFTO)導致超高壓絕緣套管故障(約旦)

絕緣套管洩漏電流線上診斷的經驗來增進變壓器可靠度(加拿大)

新變壓器的規格說明——維護問題為主(西班牙)

長期對變壓器儲油箱系統密封與乾燥器功能的評估(澳大利亞)

PS3：電抗器(併聯、併聯附調整器、串聯、中性點)及相關項目

內容

- 在設計上有關規範(驗收試驗、損失、噪音、振動等)的衝擊。
- 投入、開關操作、運轉系統經驗、及新應用和設計。
- 可靠度、狀況評估、使用年限評估。

論文及報告：

芯式與殼式並聯電抗器, 電力公司與製造商之立場(墨西哥、波蘭)

在輸電系統使用電抗器經驗(英國、德國)

由於切換並聯電抗器導致在斷路器上的暫態應力(加拿大、荷蘭)

設計、測試300MVAR並聯電抗器(加拿大、瑞典)

運轉中並聯電抗器現場效能及燥音(瑞典)

### **A3：高壓設備(High Voltage Equipment) 共有 31 篇論文**

PS1：管理老化的高壓資產

內容

- 更新及更換策略
- 監測的應用及狀況評估技術
- 設備運轉超過設計年限

論文及報告：

對高壓斷路器最終使用期限評估的策略(德國)

斷路器的翻修與延役當作資產管理工具(英國)  
開關設備生命周期的管理(加拿大、荷蘭、巴西、法國、德國)  
超過額定值運轉導致高壓設備更換管理(巴西)  
表計用變比器的現場診斷—由輸電系統運維人員經驗回饋(法國)  
依據開關設備的生命周期評估來決定維修及汰換時機(日本)  
高壓設備的壽命對可靠度影響(CIGRE)

## PS2：高壓變電所設備的測試和驗證發展

### 內容

- 增加測試要求(10000kV輸送、大的相角差、改變網路架構)及在運轉與設計/測試條件間減少裕度
- 使用模擬來驗證
- 對特殊系統情況以類型試驗來詮釋推斷
- 混合式開關設備組件的測試

### 論文及報告：

開關設備的絕緣狀況監測(澳大利亞)  
在1000kV額定電壓下GIS組件的測試(瑞士)  
故障模擬：用2D或3D計算工具來模擬斷路器溫度及氣體的流動變化(法國)  
測試及高壓變電所設備的發展—先進資訊系統的超高壓開關設備模型(加拿大)  
超高壓( $\geq 800\text{kV}$ )斷路器測試(荷蘭)  
超過800kV之變電所設備所需技術需求(CIGRE)

## PS3：新變電所設備及技術的接受和經驗

### 內容

- 控制開關及避雷器(包括中線接地、不接地)的壓力緩和技術應用
- 非傳統式的表計用變比器、IEC 61850(變電所通信網路和系

統)、監控及人工智慧設備

- 混合技術及覆合式絕緣開關設備
- 無熔絲電容器

論文及報告：

在電力傳輸系統上，光學電壓、電流感應器的DC及寬頻的應用(加拿大)

覆合式絕緣開關設備的現場經驗及測試驗證(瑞典、挪威)

220-500kV變壓器應用效率之抗共振的分析(俄羅斯)

運轉中154kV變電所高電壓GIS之非傳統表計用變比器的經驗(韓國)

在氣體絕緣設備中其空間表面上電場的減輕與控制(埃及)

系統保護上故障電流限制裝置的影響(德國)

## 二、B組

### B1：絕緣電纜(Insulated Cable) 共有 24 篇論文

PS1：克服新設置的地下及海底輸電系統的技術挑戰

內容

- 目前最先進的科技應用在設計、測試交流及直流、海底電纜及地下電纜系統(包含高溫超導體)、以及氣體絕緣輸電線。
- 電纜系統安裝的革新

論文及報告：

在金屬護套、遮蔽物及混合護套上的短路測試及結果(荷蘭)

地下敷設多路電纜電流額定計算(西班牙)

在布宜諾斯艾利斯132kV地下電纜敷跨過RECONQUISTA RIVER(阿根廷)

連接薩丁尼亞島(SARDINIA)及義大利半島1000MW-500kV高電壓直流深海海底電纜的性能測試程式(義大利)

上海城中區500kV電纜工程(中國)

在美國電力公司比克斯比變電所(Columbus, Ohio)13.2kV超導電纜系統運轉經驗(美國)

韓國高溫超導電纜系統(HTS)22.9kV 50MVA型式測試結果

PS2：目前及未來電纜系統的運轉效率、維修及更新等決策的方法  
內容

- 維護策略
- 應用在電纜系統的診斷方法
- 剩餘年限的評估方法

論文及報告：

中壓配電電纜的聚合物絕緣過電壓危險評估(波蘭)

中壓聚合電纜的低頻損失角測試(Tan Delta Testing)及狀況監視的經驗(印度)

高電壓電纜密封端的線上PD部分放電點測試及監測(英國)

PS3：考量環境及經濟，地下及海底輸電系統的未來技術解決方法  
內容

- 環境要求及相對經濟的平衡
- 電磁場的減少，限制進入、安裝在隧道、橋、沿著高速公路與鐵路
- 向高電壓及額定值的發展趨勢

論文及報告：

150kV網路油浸紙絕緣電纜與交聯聚乙烯(XLPE)絕緣電纜轉換接頭的合格性(比利時)

在高度城市化都市敷設132kV及220kV電纜(阿根廷)

轉換接頭：最佳電纜管道的解決辦法(法國)

HVDC光纜系統延伸到320kV(瑞典)

整合電磁遮蔽(Integrated Electromagnetic Shielding)電力電纜(德國)

絕緣電纜的有效、無效電力運轉區(西班牙)

## **B2：架空線(Overhead Line) 共有 27 篇論文**

### **PS1：增加架空線容量**

內容

- 創新的解決技術、診斷工具及方法用來提升既有線路容量的額定值及最佳運用
- 在規劃時考慮到架空線額定值提升的選擇
- 如何從規劃者的需求表達來改善規劃者與設計者對決策的共識

論文及報告：

為增加架空線容量所發展及設置的監測系統(德國)

藉採用監測環境情況及導體溫度或使用高溫導體來增加義大利兩條輸電線容量(義大利)

依規劃者所需求,來提升輸電線額定的技術(瑞士)

在架空線監測系統使用氣候參數法的經驗(奧地利)

活線導線更換的新方法經驗(美國)

大電流的架空線傳輸容量增加須考量電磁場的因素,對大眾健康的環境保護限制(斯洛伐克)

增加架空線的傳輸容量：需求及解決辦法

現有AC輸電線的容量最大化(加拿大、美國)

為增加輸電能力提升300kC AC為DC的可行性(挪威、瑞典)

### **PS2：增進架空線利用率的解決方法**

內容

- 依據診斷工具與方法來判斷維護及整修的處理方式

- 藉改善電及機械的效能以提高可靠度及安全度：機械力的協調、基礎評估、除冰方法、抗連續鐵塔滑落、機械保險絲...等
- 迅速復原方法：緊急處理架構、故障及緊急回復計畫的細節、臨時線的興建...等
- 解決方案的經濟觀點

論文及報告：

無疆界的能源意外事件規劃好處(芬蘭、冰島、瑞典、挪威、丹麥)  
 架空輸電線的高額定及升級方法及可靠度(巴西)  
 40年的格子鐵塔和金字塔基礎的強度量化(澳大利亞、英國)  
 為縱向斷裂的導體和不平衡的結冰承載，設計輸電線對增加結構可靠性和安全的衝擊的評估 (加拿大)  
 比利時網路增加架空輸電線利用率(比利時)  
 為架空線預防檢修的地理訊息(葡萄牙)  
 延長老舊架空鐵塔使用年限(荷蘭)  
 在中國對輸電線鐵塔基礎的檢閱及新發展(中國)

### **B3：變電所(Substations) 共 24 篇論文**

PS1：變電所資產使用最佳化得到的經驗

內容

- 翻修、更新及維護的策略
- 在維護策略及設備資產性能上動態負載的影響
- 變電生命週期成本的降低
- 支援判斷設備狀況監測的益處

論文及報告：

配電公司的資產管理計劃(澳大利亞)  
 輸電運轉部門(RTE)在變電所的專業維修(法國)  
 藉隨機最佳演繹法來協助變電所使用年限成本管理(瑞士、英國)

依整合可靠性預測方法的使用年限成本分析對高壓變電所做最佳資產管理(德國)

自由化電力市場內之輸配電公司的新資產管理實務(西班牙)

預防備設備內部金屬退化的先進維修技術(日本)

基於知識管理的維修策略(西班牙)

## PS2：變電所的新挑戰

### 內容

- 未來智網路觀念(例如：智慧型網路)在變電所一次側及二次側(數位通訊、自動化、以及控制和運轉)的衝擊
- 連接再生能源發電機組包括離岸變電所
- 應付較大的負載成長例如許多城市及都會區
- 最小影響環境的設計
- 創新的設計佈局以增加運轉的彈性，並克服場所的限制(含經濟因素)
- 整體上，變電所匯流排處理程序步驟的衝擊及經驗

### 論文及報告：

連接離岸風場的變電所設計(西門子、英國)

應付大成長所涉及變電所設計(澳大利亞)

與大城市成長相關的都會變電所發展(西班牙)

先進資訊系統變電所採分開斷路器(DCB)的環境益處(瑞典)

為選擇最佳變電所方案的完整方法(ABB in USA)

最小環境影響的變電所設計(日本)

## **B4：高壓直流與電力電子(HVDC and Power Electronics)有 30 篇論文**

PS1：高壓直流輸電計畫(含在800kV的應用)

## 內容

- 現有HVDC計畫的運轉成效

在HVDC系統設計中，舊計畫的更新/替換及可靠性集中維護的應用

- 新的高壓直流計畫的可行性研究

- 規劃、設計、可靠度準則及新高壓直流計畫的特性，也包含考量過載能力及市場觀點

- 有關地回路及接地電極的問題及經驗

- 直流800kV及高壓直流電壓源變換器(Voltage Source Converter)的新發展

## 論文及報告：

在日本HVDC計畫的最新進展(日本)

為VYBORG變電站背對背HVDC連接的新整合控制及保護系統(俄羅斯)

為馬得拉(MADEIRA)輸電系統所做技術及經濟分析的可行性研究(巴西)

為連接丹麥東、西兩邊系統的新STOREBAELT HVDC計畫(丹麥、德國、瑞典)

HVDC轉換站可靠性集中維修的運用(加拿大)

## PS2：彈性交流輸電系統的應用及新發展

### 內容

- 可行性研究

- 現有計畫的運轉效率及系統衝擊

- 新的彈性交流輸電系統(FACTS)計畫

## 論文及報告：

SVC的運轉經驗(澳大利亞)

支撐Brittan電壓的兩組靜態VAR補償器的運轉效能(法國)

在俄羅斯電網FACTS設備運用的前景(俄羅斯)

使用SVC LIGHT動態能源貯存(瑞典)

### PS3：電力電子設備新的發展及應用

內容

- 電力電子儀器新發展
- 在配電系統的應用
- 風力及再生能源應用
- 在市區採用直流網路運用

論文及報告：

在UHV-DC輸電系統為精密量測的補償直流分壓器(瑞士)

Sandbank 24離岸風場使用線整流變換器HVDC連接的網路整合  
(AREVA in 德國及英國)

大型離岸風場網路整合—挑戰與解決辦法(AREVA in 英國及法國)

HVDC應用的一種新的多等級電壓源變換器架構(西門子、德國)

風場SVC與並聯電容器的控制協調(日本、澳大利亞、丹麥)

### **B5：保護系統與自動化(Protection and Automation)共有 23 篇論文**

PS1：匯流排採全數位化通訊(IEC61850-9-2)的保護措施及變電所的

全自動化系統的衝擊影響

內容

- 系統可靠度
- 系統架構
- 截至目前為止的經驗

論文及報告：

匯流排採全數位化通訊(IEC61850-9-2)最佳化的架構 (ABB瑞士)

匯流排採全數位化通訊實際保護及控制部署考量：商業分析(美國、加拿大)

相容性的挑戰：變電所自動化KAHRAMAA的經驗(卡達)

匯流排採全數位化通訊：經驗與將來系統架構的衝擊(AREVA in 法國及加拿大、加拿大)

依IEC61850開關設備的通訊處理—架構及應用例子(德國、奧地利)

## PS2：保護及控制系統的生命週期管理

內容：

- 系統測試的策略.
- 保護及變電所全自動化系統的測試
- 在生命週期管理中之步驟、工具及相關經驗
- 遠程維護的經驗/系統

論文及報告：

利用IEC 61850的潛能之新試驗及維修策略(瑞士)

變電所自動化系統(AREVA 法國)

現場饋線保護的連接測試(馬來西亞)

變電所自動化系統現場測試經驗(羅馬尼亞)

變電所自動化系統的遠端系統及變動管理(荷蘭)

在測試匯流排採全數位化通訊的保護與控制系統的限制條件與解決辦法(加拿大)

1000kV超高壓輸電線保護電驛的關鍵技術問題(中國)

在日本保護電驛的操作及維護—目前與未來(日本)

### 三、C組

#### C1：系統發展與經濟原則(System Development and Economics)

##### 共有 27 篇論文

##### PS1：輸電投資的發展與理由

內容：

- 商業情況的要素、方法、投資的優先順序、延遲與提前
- 長期網路發展的規劃、經濟與非經濟、或然率、風險、衝擊、
- 管控與非管控計畫、短期與長期問題
- 資本支出計畫的發展、企業組織、效率指標、獎勵的機制

論文及報告：

墨西哥電力(CFE)與德州電力(ERCOT)跨國界電力交易的近期發展(墨西哥)

在澳大利亞與紐西蘭輸電投資策略(澳大利亞、紐西蘭)

為增強電力系統及可靠度分析所做市場與網路模型的整合(挪威)

在輸電網路規劃上帶狀及節點市場模擬器的使用：運用在義大利系統(義大利)

用特別考量經濟與非經濟準則，在不確定範圍情況下計算最佳網路擴充策略(德國)

以加強可靠度為印度國家電網做遠景規劃—有多點非同步HVDC互連的雙重系統觀念(印度)

輸電容量的長期邊際成本(英國)

在輸電系統規劃過程上有關路權的影響(波蘭)

電力系統的長期輸電投資規劃(斯洛維尼亞、德國)

##### PS2：使電力系統對事故的彈性策略，包括能成為有效規劃的工具

內容：

- 事故後網路架構策略，使用特殊保護系統及可靠度
- 如何才能測量恢復力，工具及方法為何？
- 為有效的供應回復計畫所需的規劃與投資
- 故障類型如何被確認

論文及報告：

在大的互連輸電網路上，對電壓崩潰區及無效電力需求的認定有條不紊的方法(加拿大、美國)

輸電線及變電所故障的記錄與分析的建議方法，俾能於電力系統上做可靠度分析及確認不可靠的點(伊朗)

產生電壓支撐評估(巴西)

在都會區韓國電力公司超高壓環路細系統的強化計劃(韓國)

透過資產管理資料庫及新興的電力系統分析工具的整合，對網路資產管理系統的建議(日本)

歐盟與鄰近國家之間電力輸電通道的發展(歐盟與鄰近國家)

PS3：在未來混合各式發電機的背景，發電機及輸電適足性及安全性

內容：

- 能被接受的風險程度如何定義？風險分析的技術為何？
- 決定性、機率的可靠度基於分析方法及儲備的裕度
- 增加間歇發電機的風險如何被定義？
- 發電機遠距供給的安全性

論文及報告：

巴西水力發電主導系統的最佳發電結合與適合準則(巴西)

在具有競爭電能市場，發電系統的可靠模型及成本評估(希臘)

有風力發電的滲入系統，輸電的投資與定價(英國)

在伊伯利亞半島關於間歇性的發電，在系統充分性和運轉儲備需

求量的長期評估(葡萄牙、西班牙、巴西)

一種新的分析方法、工具能為電機系統做適量的報告：

ANTARES(法國)

對將來預測不確定輸電系統總體規劃—關西電力的方法(日本)

新全面綜合電力系統充足和安全評估(埃及)

圖表概念的應用在綜合電力系統可靠性評估(伊朗)

## **C2：系統控制與運轉(System Control and Operation) 有 24 篇論文**

PS1：為偵測及減緩系統情況在系統運轉與控制上的新應用

內容：

- 從新的變電所控制系統及設計獲取需求及經驗；在嚴重的情況下對網路的衝擊
- 同步相量量測的應用
- 改進的模型及為系統研究而需大量計算系統的改進
- 特殊保護系統的可靠度及信任度：效率指標
- 復原方法、步驟的設計與實施之需求

論文及報告：

相量量測設備對IPS/UPS(Independent States and Baltic countries and Unified Power System of Russia)動態性能監測和研究的運用(俄羅斯)

從相量量測設備之量測資料中擷取在次同步頻率成分的特性和應用(芬蘭)

為監視韓國力量網路安全K-WAMS(Korean Wide Area Monitoring System)的發展，並應用到將來公共建設的設計(韓國)

在大量警報串聯系統原始事件的即時偵測(瑞典)

整合廣域監測系統(WAMS：Wide Area Monitoring System)動態監視和電能管理系統的控制中心應用(英國)

## PS2：鑑於開發市場及降低安全裕度下運轉可靠性標準的發展

內容：

- 規範和標準程度的計量以及效率指標
- 增加實質及安全需求的運轉所承衝擊
- 事故的重新探討過程的運用以及它對預防干擾的貢獻
- 運轉人員訓練需求及認證

論文及報告：

在法國發電機組對負載頻率及電壓控制的貢獻(法國)

在匈牙利輸電系統為預測跨邊界的電力潮流的各式方法(匈牙利)

在被隔離的電力系統的頻率安全準則下，評估各式參數影響之方法(希臘)

在開放電力市場環境裡對克羅埃西亞電力系統的可靠性評估(克羅埃西亞)

為解決IPS/UPS(Independent States and Baltic countries and Unified Power System of Russia)系統的可靠性問題之完美數位模型(俄羅斯、白俄羅斯)

電力系統的最佳防禦計劃設計(英國)

## PS3：結合大風機的系統運轉與控制的衝擊

內容：

- 預測的技巧與方法
- 供電的安全度、需求反應以及儲備裕度
- 平衡技術與方法
- 頻率控制

論文及報告：

風的預測在電力公司系統運轉所扮作用(美國)

大量風場的滲入下電力系統的控制(愛爾蘭)

在RWE Transportnetz Strom GmbH公司風力預測工具的用法和改進(德國)

在義大利電力系統大型風機的整合：安全性提昇及預言系統發展(義大利)

有大規模離岸風力電場的電力系統運轉—模擬最差的案例(荷蘭)

歐洲風整合研究(EWIS)—朝風力成功整合到歐洲電力網(丹麥、西班牙、德國)

在2005-2007期間風力預言工具改善(西班牙)

風力的預測和應用電池做為穩定(日本)

### **C3：系統環境效能(System Environmental Performance) 有 23 篇論文**

PS1：氣候變遷對電力系統之影響

內容：

- 策略與行動(發電、輸電、配電系統)
- 經濟分析
- 公用事業策略的影響
- 利益關係人與大眾之之溝通協調

論文及報告：

在巴西對再生發電計畫的財經評估上考量炭市場(巴西)

氣候變化和它對電力系統的計劃和運轉的影響(瑞士)

從甘蔗處理程序而產生之電力—在聖保羅省的衝擊分析(巴西)

二氧化碳排放控制和二氧化碳補獲系統的發展(日本)

一個輸電系統作為一個乾淨的發展機制計畫：Tucuruí - Manaus

互聯可能性(巴西)

PS2：在系統擴充規劃上策略環境評估方法

內容：

- 輸電規劃的方法及例子
- 發電機組擴充規劃方法及例子
- 能源資源整合規劃及環境政策的運用

內容論文及報告：

策略環境評估(SEA),一個可持續發展的工具(南非)

1990-2007輸電線計畫在環境評估實務上的變化(加拿大)

為環境評估、改善和通信的完整方法(瑞典)

對輸電系統的生命週期經濟和環境評估(LEETS)(英國)

在義大利高壓電力公共建設的發展：策略環境評估(SEA)的方法

HVDC海纜連接計畫：在環境衝擊上的一個決策支援系統(義大利)

### PS3：電力系統與大城市區域的環境

內容：

- 電網發展具體方法
- 汽電共生與區域供熱
- 電力在住宅區的滲入及高效能電的技術
- 成本與利益：評估準則及案例研究

論文及報告：

地下電纜連接的環境影響(法國)

在東京使用熱水熱泵系統(Hot-Water Heat Pump System)對熱環境變化的資料分析(日本)

應用多準則法來規劃輸電線(瑞士、義大利)

### **C4：系統技術效能(System Technical Performance) 有 28 篇論文**

PS1：如何考量系統技術性能怎樣被說明、評價、改善

內容：

- 對於電磁相容性、絕緣協調、避雷器、電力品質及電力系統安全相關之新技術、工具及應用經驗
- 系統技術性能指標及它對客戶、資產所有者、管制者的影響
- 雷擊與環境汙染之影響
- 電力設備和用戶使用電力的相互影響

論文及報告：

為EHV- UHV DC汙染有關絕緣體的選擇方針的發展：最新科技與研究需要(義大利、南非、荷蘭)

從高壓變電所背景射頻干擾的量測和考慮為未來放射要求(瑞典)

在300KV-CLASS GIS變電所對雷突波現象的測量和分析(日本)

電子暫態在變壓器和動力系統之間互相作用(巴西)

數值電磁分析方法和它對突波現象的應用(日本)

根據PMU資料的新即時電壓穩定度指示器(巴西、義大利)

鐵塔接地電極研究：理論方法和現場量測(法國)

## **C5：電力市場與管制效能(Electricity Markets and Regulations System) 共有 30 篇論文**

PS1：電力自由化的資訊與通訊系統

內容：

- 垂直整合電力公司法規鬆綁對資訊與通訊系統之衝擊
- 新市場導向服務的實施
- 新的資訊及通訊系統整合

論文及報告：

解開並公開法國電力市場—資訊技術(IT)支援去實施它(法國)

創新電力合約和每小時量測的需求反應衝擊(挪威)

在挪威和北歐電力系統上為新備用及平衡市場解決方案的實施(挪威)

為21世紀能源及市場管理系統(EMMS)結構——一個新的CIGRE倡議(美國)

在歐洲躉售能源市場上使高效率的相互作用成為可能

在解除管制電力公司環境下資訊互換-服務導向的結構(法國)

在日本電力自由化和效率改進利用資訊及通信系統(日本)

考慮卸載成本的模糊發電機組調度(伊朗)

PS2：在電力市場環境上投資發電機及輸電線的動機。

內容：

- 考量市場環境及容量市場下，投資發電機及輸電線的動機準則
- 設備投資的經驗
- 擴充上管制者的角色：訂定目標；執行規章；措施

論文及報告：

管理問題和他們對巴西系統的發電擴展影響(巴西)

在現今的電力市場環境投資在發電和輸電的動機(澳大利亞)

在以色列發電公司總收入的預言和為在未來市場環境投資動機(以色列)

在有輸電限制的電力市場上長期合約對市場均衡影響分析(韓國)

輸電與發電投資的相互影響(挪威)

PS3：系統安全與市場規章之相互關係

內容：

- 供給/可靠的安全度：管制者所定義、技術面及規章
- 對於互連系統之品質、效能及管制，指揮、控制面、市場面、連續措施與責任。

論文及報告：

在澳大利亞國家市場電力系統安全性管理(澳大利亞)

在印度發展的電力交換：問題與挑戰(印度)

在一多個輸電系統運轉公司(TSO)互聯下運轉安全與市場設計的  
單一方法(羅馬尼亞)

提供電力系統可靠度對容量市場的衝擊(俄羅斯)

沙烏地阿拉伯網路規則的發展：學習經驗(沙烏地阿拉伯)

在自由電力市場輸電安全性標準(加拿大、阿曼)

## **C6：配電系統與分散型電源(Distribution System and Dispersed Generation) 共有 27 篇論文**

內容：

- 在規劃及運轉階段、經驗整合問題：大規模整合影響、滲透的限制
- 平衡分散及再生能源(DER/RES)出力的變動：對分散及再生能源的輔助服務之供應
- 分散及再生能源商業模式及市場規章
- 在鄉村配電系統的資產及可靠度管理

論文及報告：

大量風場滲入在希臘互聯電力系統的衝擊(希臘)

再生能源大量滲入在海島電力系統的技術和經濟衝擊(愛爾蘭、丹麥、英國、德國)

分散發電(DISTRIBUTED GENERATION)各式電壓等級最佳投資  
規劃(澳大利亞)

在極度脆弱的鄉村網路最佳風場規模發展(紐西蘭)

在調整的電力工業裡需求方的整合(美國)

為了集合分佈發電最大化的價值配電系統運轉部門(DSO)控制中心  
工具的演變(法國、西班牙、英國)

整合DER及RES在電力系統及配電系統的設計(比利時、瑞典、拉脫維亞)

## PS2：主動式配電網路的概念及技術

內容：

- 從被動到主動之配電網路的改變(經濟分析規劃、配電系統的重建)
- 為需求/分散能源/再生能源的管控而發展的新的軟硬體解決方案
- 使用通訊系統及網際網路技術

論文及報告：

有分散發電大電力網的架構及控制(英國)

在小的主動客戶和低壓網路(LV Grid)之間管理和控制相互作用：

大都市專題研究(義大利)

從被動到主動配電網路：為規劃網路轉變及發展之方法與模型(義大利)

為轉變朝主動式配電網路之國際領域經驗和成本效益分析(德國、希臘、荷蘭)

## PS3：分散能源及再生能源與配電網及獨立系統整合之儲存技術

內容：

- 電力系統所需的功能及成效
- 現成可用的技術(包括氫)
- 規劃及運轉蓄電系統所需的方法工具

論文及報告：

能改善未來能源供給系統運轉的能量存貯(德國)

鈉硫電池(NAS Battery)的應用(日本)

結合風能的能量存貯的規劃與運轉(加拿大)

在一個分散發電的微網(microgrid)裡對存貯系統的實驗性測試(CESI,義大利)

有分散能量存貯機率的工具用來規劃和運轉電力系統(澳大利亞、

荷蘭、丹麥)

#### 四、D組

### D1：材料與最新技術(Materials and Emerging Technologies)

共有 24 篇論文

PS1：在電力系統上新興的技術的狀況

內容：

- 再生能源的發展
- 能源貯存的發展
- 新能源傳輸系統
- 將來在AC、DC上新的絕緣及傳導材料

論文及報告：

超導電纜的當下網路的運轉及超導電纜故障電流限制器(中國)

在電網裡超導線的限制短路電流(德國、美國)

雙電荷層電容器在能量存貯和它應用在電壓下陷補償器的發展(日本)

在韓國電力網路混合式超導故障電流限制器現場測試的應用(韓國)

在俄羅斯的聯合電力系統裡為提供電力之高容量潮汐電廠的運用(俄羅斯)

垃圾掩埋沼氣發電- 在巴西的新發展-(巴西)

監控系統實務經驗和表現(奧地利)

PS2：在電力設備上對材料特性的診察：發展及實務的經驗

內容：

- 量測及診察系統、現場量測
- 數據分析系統、參數評估過程手續

- 分類工具的使用

論文及報告：

在中、高壓電纜絕緣情況下現場量測經驗(德國)

使用超高頻部分放電偵測對中、高壓(11 kV to 132 kV)配電電纜的線上監測(澳大利亞)

GIS先進的現場監測與診斷技術(日本)

在變壓器油氣分析的取樣、量測及解釋之調查研究(德國、英國)

為電力設備實務上診斷測試精確性的確認(委內瑞拉)

使用已久的高壓電纜的狀況評估(荷蘭)

**PS3：在未來電力系統上對材料的挑戰**

內容：

- 低/高 溫度
- 冰/風
- 海象惡劣的狀況
- 高的電場強度

論文及報告：

在高電場絕緣上，MgO/LDPE奈米合成物的材料挑戰(日本)

在一個熱帶環境裡對輸電線可靠性材料的挑戰(澳大利亞)

在惡劣海洋污染的環境下，矽樹脂橡膠合成絕緣體的遮蔽外觀的特點(德國、南非)

## **D2：資訊系統與通信(Information System and Telecommunications)**

**共有 29 篇論文**

**PS1：電力自由化的資訊與通訊系統**

內容：

- 垂直整合電力公司法規鬆綁對資訊與通訊系統之衝擊

- 新市場導向服務的實施
- 新的資訊及通訊系統整合

論文及報告：

解開並公開法國電力市場—資訊技術(IT)支援去實施它(法國)

創新電力合約和每小時量測的需求反應衝擊(挪威)

在挪威和北歐電力系統上為新備用及平衡市場解決方案的實施(挪威)

為21世紀能源及市場管理系統(EMMS)結構—一個新的CIGRE倡議(美國)

在歐洲躉售能源市場上使高效率的相互作用成為可能

在解除管制電力公司環境下資訊互換-服務導向的結構(法國)

在日本電力自由化和效率改進利用資訊及通信系統(日本)

考慮卸載成本的模糊發電機組調度(伊朗)

PS2：在電力公司管控資訊及通訊系統的架構

內容：

- 最佳實務的描述
- 最佳實務的使用
- 新標準的使用
- 電力公司因應資訊及通訊系統管理的組織

論文及報告：

在關鍵電信網路之一種嶄新的技術用來降低風險和改善管理(西班牙)

在墨西哥電力(CFE)裡資訊技術管理的方向與運用(墨西哥)

在俄國能源部門自由化的資訊和通信系統(俄羅斯)

根據現有的電網做光學網路的(拓撲)結構設計(泰國)

在GPRS電信網路上使用IEC60870-5-104通訊協定做為一個分散

式的RTU 監控系統的實施(西班牙)

企業狀況監測和診斷(eCMD)

在變電所通訊及資訊技術網路的新挑戰(巴西)

往一致性的技術通訊網路演變(西班牙)

## 五、其他

### (一) 廠商展示概述

開會期間在巴黎會議中心二樓超過 2000 平方公尺面積展覽會場，集合世界各國重要電力設備製造廠家、設計顧問公司及電力研究機構等單位，展示其重要展品或研究成果，其中不乏知名廠商與電力研究機構如 SIEMENS、ABB、AREVA T&D、CESI、GE、TOSHIBA、HITACHI 等，中國大陸之南京南瑞繼保電氣公司亦有攤位中展示其產品與研究成果，並推銷其大陸產品佔有率高達 50% 以上，以進入世界級公司之林，由於中國大陸具有廣大電力市場，加上國營獨佔之利基，進入世界級公司應不致太困難。

### (二) 西門子公司未來電業競賽(SIEMENS FUTURE WORKSHOP)

CIGRE 會議出發前，台灣西門子公司人員即熱情邀請，西門子總公司於 CIGRE 會議期間於鄰近旅館會議室舉辦 FUTURE WORKSHOP 競賽遊戲，主題包括：電動車對輸電網之衝擊、再生能源之定位及智慧型電網，由於本公司智慧型電網設置要點已開始運作，故於行程前即報名智慧型電網組並登錄參加，台灣西門子公司人員於 CIGRE 會議期間以國際電話叮嚀會議時間與會場接待人員聯絡事宜，加上會場接待為華裔人員，使我們一行人備受禮遇之感。FUTURE WORKSHOP 以遊戲競賽之方式舉行，並以圓桌海洋航行圖為競賽地點，台電公司 (TAIWAN) 像是一艘船準備從 2008 年駛向 2050 年，中途將遭遇不同之阻礙、機會，並以腦力激盪方式繪出航線，透過此競賽遊戲，使參與人員清楚公司未來挑戰與目標，最後向全場參加人員解釋台電公司之願景，本公司參加人員 FUTURE WORKSHOP 競賽結果如下圖所示：



SIEMENS 公司 FUTURE WORKSHOP 競賽結果圖

## 伍、重點論文摘要

### 一、關西電力對未來不確定的新輸電系統整體規劃

#### 摘要

關西電力公司於20年前(1985年)為系統準備了一套輸電系統整體規劃，如今又已需要再建立新的輸電系統整體規劃。

現存的規劃是假設對未來電力成長是持續性的，但實際上因各式不曾有過的原因，其成長是不如預期，例如：工業的結構的改變以及供電區域人口的下降等。因此，關西電力面臨到許多問題包括資產效率的惡化。

關西電力對新興的大規模地點的需求不確定性，很難去判斷、預測其用電需求是溫和或是負成長。在發電方面，關西電力可依過去自己的方式去建立發電計畫；雖然如此，自由化的推廣、IPP(Independent Power Producer)與 PPSs (Power Producer and Supplier)以及電力交易跨界供應的增加，也使發電方面的發展增加不確定性。

在這些未來為過去不曾有過的不確定因素下，關西電力正致力於去發展一高效率及可靠性並且是高靈活性的新的整體規劃。

#### 1.現存的整體規劃

關西的供電區如附圖 1，已為未來 20~30 年的發電發展及需求成長準備好輸電系統整體規劃，此外每年擬定 10 年長期輸電計畫，依整體規劃的方向並考量調整對經濟的情況，供給需求結構等去做系統擴充，現在超過 20 年過去了，也正是驗證這計畫的時候了。

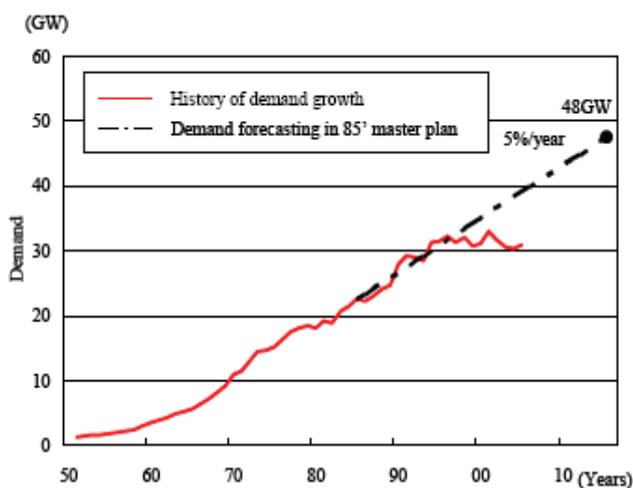
##### 1.1 現存的整體規劃觀念及目前的問題

現存的整體規劃已訂定目標需求，及規劃好發電發展及輸電系

統，以確保供電安全可靠之需要。它假設需求成長每年 5% 如附圖 2，約於 2020 年大約達 50GW，但最近這幾年需求大約只有 30GW，成長率顯然極低，而發電發展也因需求沒增加而未如計畫進展，考慮到最近需求趨勢與社會環境，關西電力察覺幾乎沒有另一種急速需求成長的可能性，因此，關西電力的輸電系統面臨下列的問題：



附圖 1 關西地區



附圖 2 歷史需求成長與  
先前整體規劃需  
求預測

- 資產效能持續低，因為大容量設備安裝係依高的需求成長。
  - 因為輸電系統並未朝規劃預期區域需求飽和之最佳化系統進行，這種情形可能引起系統可靠度的不平衡。
  - 許多發電計畫也都被暫緩執行，因為需求成長變緩，另一方面，IPP 與 PPS 在當時也未考量，因此，有可能發生不可預知的輸電壅塞。
- 為解決上述之問題一種針對新的整體規劃方法將如後述被檢驗。

## 2. 新的整體規劃

由於前一個整體規劃的預測受環境的改變影響很大，因此有需要在下一個整體規劃中，能適切的將這未來趨勢反應於計畫中。

### 2.1 環境的改變與未來趨勢

#### (a) 需求

日本的人口在 2005 年達高峰後，出生率開始下降，許多顯示與用電需求有關之家庭，在 2015 年達高峰後也將預期會下降。此外，考量成本及全球環境已加速節能科技發展；另一方面因能源的方便性也推動電氣化進展。最近的趨勢則是擁有發電設備的客戶，因油價高漲的關係已停止發電改從輸電系統中來用電，關西電力也體驗了因大規模工廠的開發而有大量地點的需求增加。

由上這些觀點，對於預知未來需求是溫和或負成長是很困難去預測，其主因就是在新興地點內外大規模需求不確定性關係。

#### (b) 發電發展

在考量最佳使用資源及系統架構下，關西電力有用自己的方式去規劃發電發展。在日本電力市場已一步一步走向自由化，許多電力生產公司也新建許多大規模之發電系統，而且跨供應區的電力交易量持續增加，這些改變增加了不確定性，也產生另一問題—如何從效率及可靠度觀點去合併這些發電公司的電廠到關西電力的整體規劃中。

另外，關西電力也考慮既有傳統式的火力電廠及核能電廠的更新與強化，應該用更寬廣的觀點來處理這些不確定性，因為這些不確定性潛在地影響關西的輸電系統。

#### (c) 用戶的需求

關西電力需與其他種類的能源供給公司競爭，所以需盡最大努力去滿足用戶，關西電力系統的可靠度以宏觀的角度看已達高水準，但在系統的某些地區就可靠度而言仍相當低，對於這些地區關西電力已考量去改善它。對一新的用戶提供所需能源之前置時間(lead time)也是重要因素，除非備有靈活運用的系統去符用戶的前置時間，否則他們在他們的發展規劃中將放棄關

西電力這供應區域。

#### (d)設備的環境

在日本，很多設備在高經濟成長期間時被安裝，由於這些設備已老舊，增加替換的必要性。因需求成長減緩導致設備擴建機會受限制，需待以解決系統問題為目的，而需將設備重新整理或改變才有機會更換。

### 2.2 下一個整體規劃觀念

為了去處理需求成長的不確定性及發電發展的正確性，關西電力已開始著手發展新的整體規劃所需依循的情境(scenario)方案，目標如下：

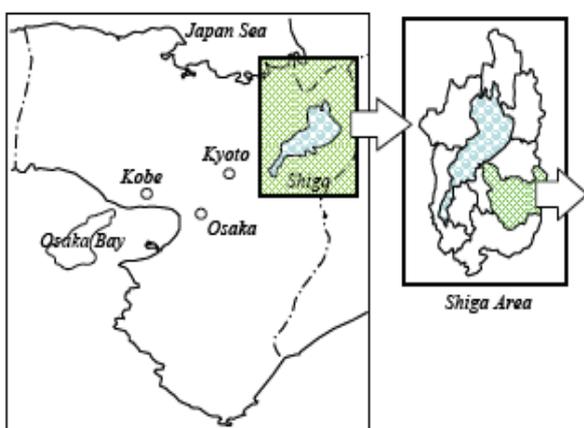
- 對未來需求的變動所需系統的靈活性，不只考量高或低成長也考量負需求成長。
- 對不可預期的新興需求所需系統的靈活性。
- 對GW等級發電發展及翻新之電力潮流的不確定性所需系統的靈活性。
- 藉由維持整個系統高可靠度及對部分地區低可靠度的改善，來促進對用戶的服務。
- 縮短供電前置時間以提昇用戶服務。
- 考慮到使用性和運轉的系統架構。

關西電力選擇了一種情境方法，雖然在不同國家中使用了機率方法，但因為需廣泛包括像電力市場系統能源政策或設計的改變，機率方法是不合適的，並且，由採用的情境分析結果更容易掌握其傾向和合理性。然而，當整體規劃被詳細審查時，不僅情境方法，機率方法也被用於評估經濟的合理性。

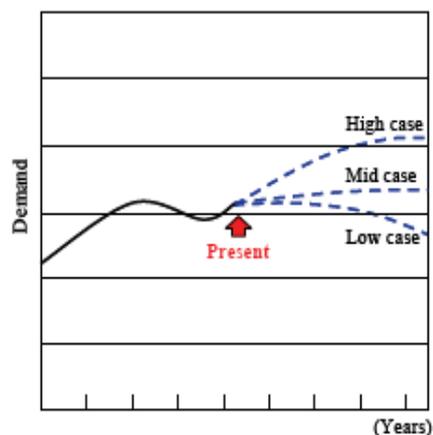
### 2.3 製作整體規劃的方法學

#### (a)需求預測

要達到上述的目標，有必要盡可能將需求增加和減少降到最小的風險。所以，供應區域被劃分成小範圍(如附圖 3)，以便在每個小範圍能仔細地分析及顯現需求預測，如此將可獲得最有可能未來需求趨勢的情境，稱做中間情況(基本情況 如附圖 4)。考慮因素包括附表 1 和區域的個別周圍環境(高的情況為需求增加和低的情況為需求減少兩者都是風險情境的假設)。



附圖 3 供給區細分



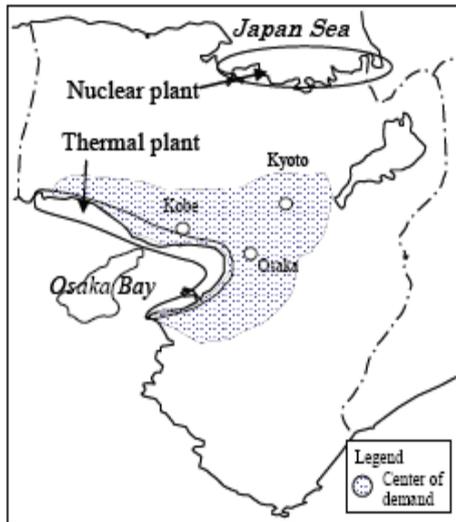
附圖 4 細分區需求預測

### (b)發電發展

- 關西電力的火力電廠都集中在大阪海灣地區，核能電廠都位於日本海(如附圖 5)。雖然已經決定更新一些現有的電廠，但也為將來準備更多更換情境 (如附表 2)。

附表 1

- 大規模 PPS 發電系統的發展影響關西電力的輸電系統。所以，也考慮實際可行會發展大規模發電地點的風險情境(如表 2)。



附圖 5 高可能性發電發展區

附表 2 發電發展的情境情況

Nuclear plant	Area	Capacity	Thermal plant	Area	Capacity
Case1	A	MW	Case1	Z	MW
Case2	A	MW	Case2	Z	MW
Case3	B	MW	Case3	Y	MW
Case4	B	MW	Case4	Y	MW
Case5	C	MW	Case5	X	MW
Case6	C	MW	Case6	X	MW
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

- 再生能源是另一種被期待的發電系統發展，特別是風力發電會因科技的進步及對環境警覺提昇，而預期會大量增加，因此在整體規劃裡也需能反映此情境。

### (c)組成整體規劃的方法

藉結合上述(a)每一個別需求預測及(b)每一個別發電發展之情境，來為輸電線及變壓器等做一些簡單情境，這些設備的容量及更換將基於下列簡單情境：

#### (1)高的情況(風險情境 High Scenario)

一旦建造，變電所及鐵塔是不容易改變的，因此需要有一高的情況情境來適用它們。因為當需求增加超過基本情況，或是大規模的發電廠被接到輸電系統上，高的情況情境就適用於它們以確保未來容量安全。

#### (2)中的情況(基本情境 Middle Scenario)

最高可能性的假設，這情境被用到每一裝置設備的容量，

包括輸電線的線徑以及變壓器容量等等，這是規劃的基本情況。

### (3)低的情況(風險情境 Low Scenario)

如果需求成長低於基本情況，則資產效率將降低，因此可藉由替換設備來評估資產效率是否仍可維持。

### (d)當個別設備被建造時的關注點

#### (1)需要設備強化的情況

如前所述，雖然非常溫和成長能預知即將的未來宏觀需求，那是假設沿著家庭數量隨越來越少，需求將會從飽和變成減少的趨勢。在此情況下，即使需求有一點超出供應容量，但由每年和白天負載持續期間(load duration)，可知不足的容量期間是非常短的，所以不需立刻決定強化設備，必須確定即將到來的年需求趨向和審查措施。（附圖 6、7）

#### (2)可能設備減少的情況

當遇到低利用率設備時，必須考慮電力系統整合和調動以達到高效率。然而，當執行它，應該確保不破壞維護工作的變化。



附圖 6 供應容量不足  
飽和及下降

附圖 7 供應容量不足  
每年和白天需求持續期間

## 2.4 應用新方法學的例子

測試各種不同的情境來處理未來不確定性及增進用戶服務，兩個例子可在此表示。

### (a) 在本地輸電系統安裝變壓器的計畫

二次變電所 A 和 B (A S/S 和 B S/S) 供給區域配電變電所如附圖 8，變壓器的容量決定如下：

#### (1) 基本計畫的檢驗

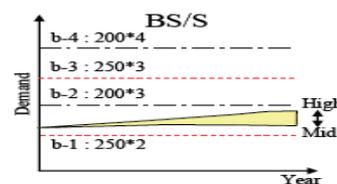
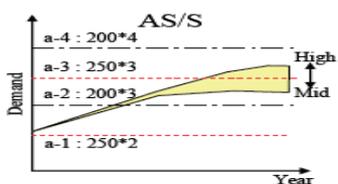
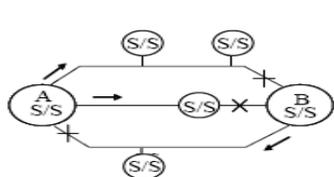
根據中間情況的需求預測，對 A S/S 和 B S/S 最少成本計畫是計畫 a-3 與計畫 b-2，如附圖 9、附圖 10 及附表 3

#### (2) 風險檢驗

B S/S 藉計畫 b-2 可供高的情況需求因為 B S/S 變動風險小，但 A S/S 無法藉計畫 a-3 供給高的情況需求；高的情況需求供給計畫檢驗如下：

高的情況計畫 X：A S/S 是計畫 a-4。

高的情況計畫 Y：負載超過 A S/S 計畫 a-3 供給容量時就轉給 B S/S。



附圖 8 輸電系統預測

附圖 9 A S/S 需求預測

附圖 10 B S/S 需

附表 3 變電所容量規劃

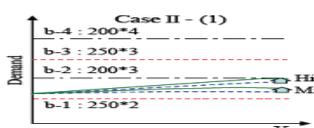
因為 B S/S 需求會因負載由 A S/S 轉給 B S/S，因此 B S/S 需再檢驗。

情況 II-(1)：B S/S 可由計畫 b-2 供給基本情況與高的情況如附圖 11。

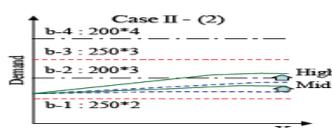
情況 II-(2)：B S/S 的計畫 b-2 可供給基本情況，但對高的情況則需計畫 b-3 如附圖 12。

情況 II-(3)：在基本情況與高的情況 B S/S 規劃都需計畫 b-3 如附圖 13。

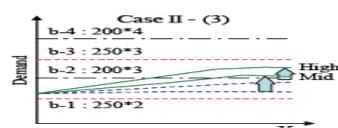
在情況 II-(1)因 B S/S 容量足夠並不需風險準備，在情況 II-(2)與情況 II-(3) B S/S 計畫 b-2 並無法供給高的情況需求。為了避免過度投資，每個計劃成本和風險的可能性都用需要整體上來評估，從中決定最佳的計劃。對於高風險，應需預留額外變壓器的空間以確保安全性；一旦根據計畫 b-2 建造 B S/S，屆時將很困難去變更變電所結構配置以符計畫 b-3。所以情況和風險在新建變電所之前需審慎的評估。



附圖 11  
B S/S 需求情況 II - (1)



附圖 12  
B S/S 需求情況 II - (2)



附圖 13  
B S/S 需求情況 II - (3)

### (3)長期資產更換計畫

基於上述的結果，考量每一變壓器預期年限，為基本情況和高的情況設計了一個長期更換計劃。

#### (4)在低的需求情況資產效率的確認

在低的情況下，透過更換老舊的變壓器為較小容量的設備、變電所間負載切換、以及設備的統一及重整，來檢驗資產效率是否可被維持；長期計劃在低的需求情況就是這種考量方式。

#### (b)EHV 輸電線的設計

檢驗 EHV 輸電線供應二次變電所的設計例子如圖 14。每個變電所需求預測和每一情況發電發展結合如附表 4。在每種情境下 EHV 輸電線潮流被檢驗與評估如附圖 15。輸電線的設計決定如下：

##### (1)輸電線導體的尺寸設計

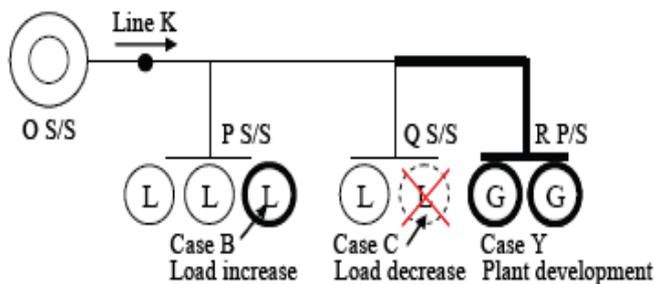
依前述所提(a)相同的技術來選擇輸電線導體尺寸能有足夠的容量以符基本情境(情況 A)。

##### (2)輸電線鐵塔規模設計

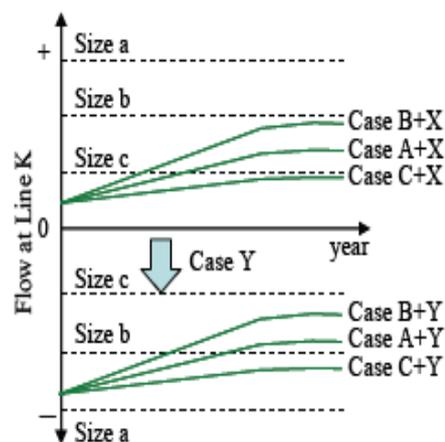
同時發生需求減少(情況 C)和大規模發電發展(情況 Y)的可能性是低的。雖然如此，鐵塔規模設計應考慮到最大風險(情況 C+Y)。

Demand Case		Generation Case	
Case A	Middle demand (Base case)	Case X	No dvelopment (Base case)
Case B	High demand	Case Y	R P/S dvelopment
Case C	Low demand		

附表 4



附圖 14 輸電系統



附圖 15 輸電線潮流

### 3. 結論

在總體的系統需求不會成長之下，面對未來在需求成長及發電發展之不確定性，關西電力已擬定一個新的整體規劃來維持網絡高效率 and 供電的可靠度，即本文介紹這方法。

而且關西電力也將致力於縮短電力供應的前置時間，以增進對用戶的服務，並藉由改善精準的長期需求情境，建構一個有效率的系統。為了這目的，關西電力做了一些電力公共設施先期投資，如此可帶來更高的需求潛在及尋求其他的機會。

由這方法學，在未來不確定性因素下，公共事業和顧客永遠將使用一個非常有效率和可靠的輸電系統。

### 後記

本公司目前是以10年為長期規劃，5年為期的輸變電計畫做為因應未來需求所需之系統擴充計畫。未做20年長期的規劃原因，可能是20年受世界各式影響的變數很大，例如文中所提用電性質的改變、發電發展 (IPP、PPS) 結構及大規模開發點之需求用電...等，都是構成未來未確定性因素，也是本公司未做20年長期規劃主因。實際上，本公司10年之長期規劃，只是依負載成長，考量變電所容量、轉供能力而評估未

來有可能因負載需求，而需再新建之變電所，其考量之因素並未如5年為期的輸變電計畫精密，就可見的未來需求、電源開發、環境、設備利用率、工業區開發...等多方檢討分析，以做為本公司電力系統輸變電所需之系統擴充計畫。

本公司5年為期的輸變電計畫與本文關西電力規劃之依據大致相同，除對未來負載預測、電源方案、新社區及科學園區開發、設備更新...等用電需求，來規劃檢討系統所需因應之輸變電計畫外，為使輸電線、變電所於未來能有擴充性，於興建之時，仍需依據10年長期規劃中，對於未來用電需求及可能興建變電所之位址，儘量考量輸電線容量能符未來輸送之能力，及變電所能有足夠的空間擴充，以避免發生文中很難改變其架構之未來窘境，尤其在變電所的擴充能力方面。

對於本文介紹「對未來不確定的新輸電系統整體規劃」，應有利於本公司未來規劃參酌。例如：

1. 關西電力對大規模社區或工廠用電、因油價的高漲影響發電、用電結構的變遷，及人口結構的變化對用電的需求變化等未來不確定因素，這些都做正負面的細膩考量，使規劃之系統具有潛能去因應未來用電之趨勢。
2. 對於本文所述(2.4(a))變電所間轉供的考量，除超過此變電所供電容量能力之部分，轉由其他變電所供電外，尚需考慮配電系統間之轉供能力、及變電所間輸電線轉供容量問題，因此，加強考量配電系統轉供及系統容通能力，是未來做整體規劃時不可或缺的重要一環，除可減少變電所之興建外，也可提高變電所設備之利用發率。
3. 對於大規模PPS發電系統的發展，也應考慮實際可行會發展大規模發電地點及其容量，以避免輸電線容量之不足而影響其加入系統。
4. 關西電力公司對於提高用電可靠度及縮短大用戶供電前置時間之努力，係為避免用戶因用電時程不及，而於規劃時改變選擇供電地

區，因此特對整體規劃時能有充足的裕度，能縮短供電之前置時間避免大用戶流失。目前本公司為國營事業，雖未有文中所提之情事，而本公司對特高壓用戶之努力一向不遺餘力；惟於特高壓用戶於申請用電前，確有選擇於何處設廠較能有穩定充足的電力之傾向，此點倒是不可輕忽之處。

5. 關西電力以情境做為長期規劃主軸再佐以機率性方法為輔，最主要是對未來系統能預期的投資，不管是輸電線或是變電所皆有足夠的容量應變，以因應即將到來的未來潛在需求，使用戶永遠使用一個非常有效率和可靠的輸電系統，此種方法有別於其他國家使用機率方法來做規劃，實有助本公司做為參酌借鏡。

## 二、日本最小環境衝擊的變電所設計

### 摘要

「環境技術」在最近兩三年來是CIGRE之一個研討的題材，如今對生長環境意識已成為了一個重要全球性挑戰課題。日本是一個面積小人口稠密的國家，電力公司和製造商在變電所備設備開發，採取的各種各樣的環境技術以減少其對環境衝擊。

本文描述日本電力工業在變電所每個生命週期階段，共同開發和採取的環境保護技術—規劃、設計、製造、建造以及維護，由於這些能提供非常有建設性的資訊，所以才能在成為CIGRE大會認可的報告。下述就是其內容特點：

- 除慣例方式在顏色和設計與四周風景的和諧之外，也採用 3D (三維) - CAD 風景模仿，在變電所規劃階段獲得當地政府和居民的理解。
- 考慮聲音反射和繞射，使用 3D-CAD 作精密的噪音分析，以便在人口稠密住宅區嚴格規章管制下，能有更加準確的聲音設計。
- 設備製造商經由先進的分析技術和減少的雷脈衝耐壓 (LIWV Lightning Impulse Withstand Voltage)，使設備更加結實緊密，以減少 SF<sub>6</sub> 氣體使用。
- 電力公司和設備製造商共同合作在搜尋漏油的原因，大約 50% 充油變壓器所有問題是它造成。並且他們也研究對策、發展在結構上較少傾向漏油的變壓器。
- 在 550kV 翻修 GIS 只有更換斷路器，減少和回收工業廢料。電力工業界全體致力於回收，在變壓器達到大約 90% 回收率和斷路器則達 75 - 90%。
- 無需停止設備而做漏油修理的技術已被發展與採用，如此可使變電所設備更有效率，及更進一步改進環境保護。

## 1. 前言

全世界的國家包括日本全都對高漲的環境意識，提出各式各樣的環境保護努力。日本更是因小的陸地及稠密的人口，變電所更是積極地發展及採用最小環境衝擊的措施。

## 2. 與環境景緻的和諧

從公共安全及防禦措施觀點，變電所並沒有被期望去特別著重它；反而特別需要能和諧溶入環境，特別是在歷史意義及保護區。

### 2.1 在顏色和設計和諧的慣例方式

附圖 1 是變電所的設備顏色與周圍環境和諧的溶入，是一個風景保護努力的典型例子，這個例子中變電所的設備被漆成綠色俾與周遭的茶園同色；當一個大城市中央區的電力需求增加，而需建一超高壓變電所時，因為保護變電所位置更加困難，所以建造地下變電所的數量增加了，附圖 2 是一位於歷史重要紀念城堡主大門前的地下變電所，變電所日式的屋頂瓦、白色灰泥及石造牆都被變電所出氣口與電梯出入口所採用，以與周邊環境一致。



附圖 1 設備顏色與景緻和諧



附圖 2 地下變電所位於古堡主門前

### 2.2 3D-CAD 景緻模擬

景緻保護法最近在日本立法以做為環境意識提昇的背景依據，規定變電所擁有者能提供變電所建立設置後之外觀詳細說明，俾於變電所規劃階段能獲得政府及當地社區之諒解。附圖 3 是

景緻模擬系統介紹，它可以在變電所預定場址上，將規劃的變電所利用 3D-CAD 重疊影像功能，創造變電所在將來呈現合成的相片，這系統可讓變電所設備在未建造前能有足夠去考量佈局和顏色，如此，除了規劃初期能得到政府及當地社區之諒解外，有些變電所藉採用與自然共存的生態平衡哲學概念，成功地降低他們的環境影響。在環境的意識提昇下期望未來增加景緻保護努力成效。

### 3. 可聽見噪音的控制

在日本因地小人稠，許多變電所都蓋在住宅區或鄰近醫院，因此變電所附近的噪音程度的管制就非常詳細，就是在變電所建造當時噪音管制沒那麼嚴格，也會因未來城市的發展演變成嚴格，因此適當的考量未來發展是非常必需的。

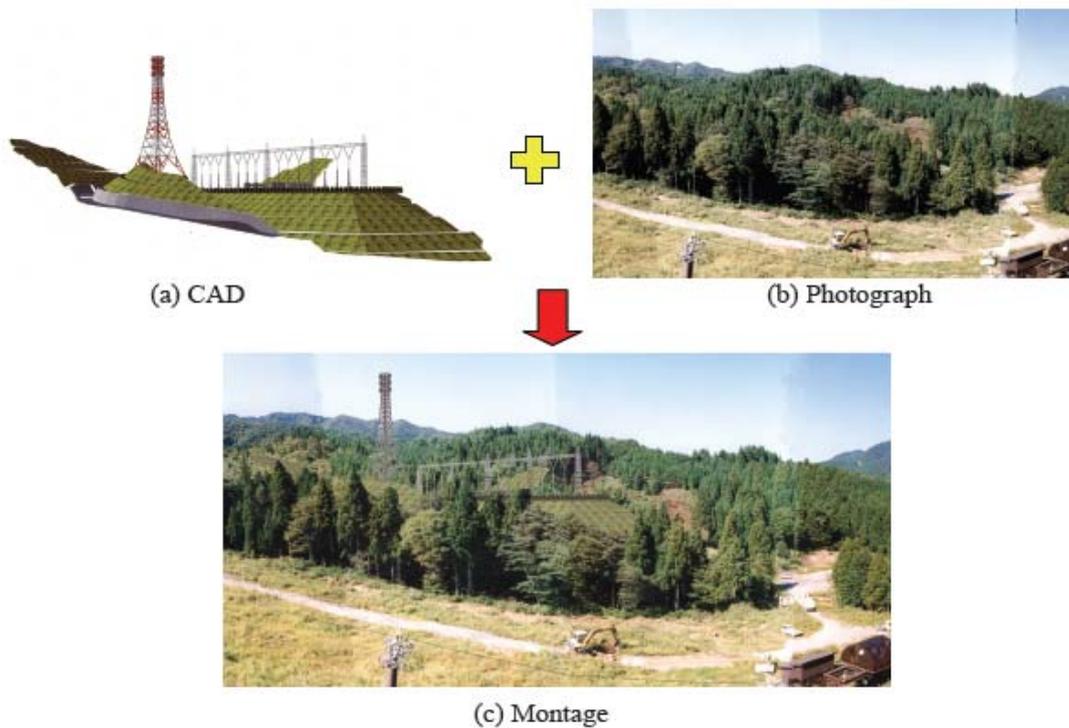
一些案例，根據變電所的設備形狀和佈局，3D-CAD 被用來做聲音反射與繞射的計算，取代了基於距離衰減理論慣例概略噪音的計算如圖 4，這樣在噪音的計算可以有更高的精確性。對變壓器的設計與製造，噪音降低技術包括磁通量減少、階層結合(step-lap joint)與低噪音輻射器都被廣泛地採用。

### 4. 結實緊密 GIS 設計(Compact GIS)

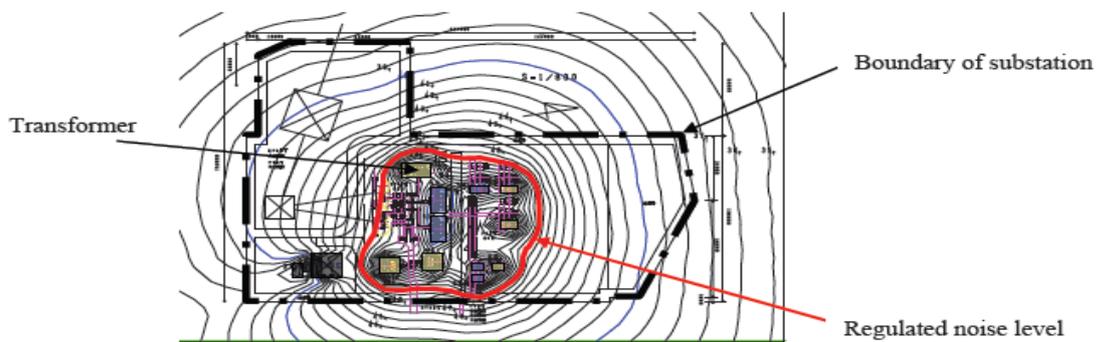
因為 SF<sub>6</sub> 在絕緣材料和消弧表現是一個優秀媒體，SF<sub>6</sub> 氣體絕緣的開關設備已被開發並廣泛地被運用在電力設備上。

設備製造商經由改善分析技術成功地將設備做的更緊密結實，並且從電力公司在雷脈衝耐壓(LI WV)的規範檢討上，也把 GIS 變得更小，這可導致減少 SF<sub>6</sub> 數量如附圖 5。

全球暖化潛力(GWP) SF<sub>6</sub> 是 23,900 倍大於 CO<sub>2</sub>，如果釋放很多 SF<sub>6</sub> 到大氣的情況下將加重全球暖化，因此需要努力去減少 SF<sub>6</sub> 的量。這種緊密設計是非常有效的減少環境的負擔。



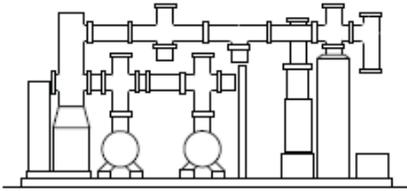
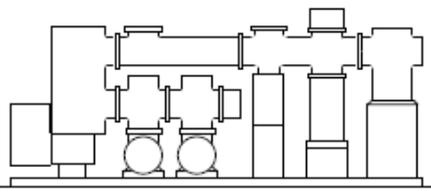
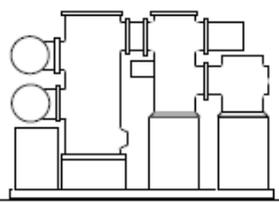
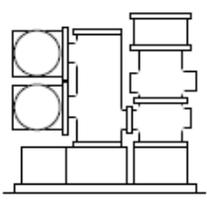
附圖 3 景緻模擬系統應用



附圖 4 3D-CAD 的噪音程度計算

## 5. 變壓器避免漏油的設計

在充油式變壓器所有的故障有 50% 是因為漏油造成，為降低環境的衝擊，避免漏油是變壓器設計的要素本質，電力公司與製造商通力合作分析研究變壓器漏油的原因，並發展最佳化的油封設計以減少漏油點。附圖 6 就是相關的發展設計：

Type	Configuration	SF <sub>6</sub> amount	Footprint
Single phase enclosure type		100 % (250kg)	100 %
Three phase enclosure type		90 % (225kg)	102 %
Complex type		60 % (150kg)	64 %
Advanced complex type		40 % (100kg)	27 %

附圖 5 72/84kV 等級 GIS 減少裝置面積及 SF<sub>6</sub> 氣體

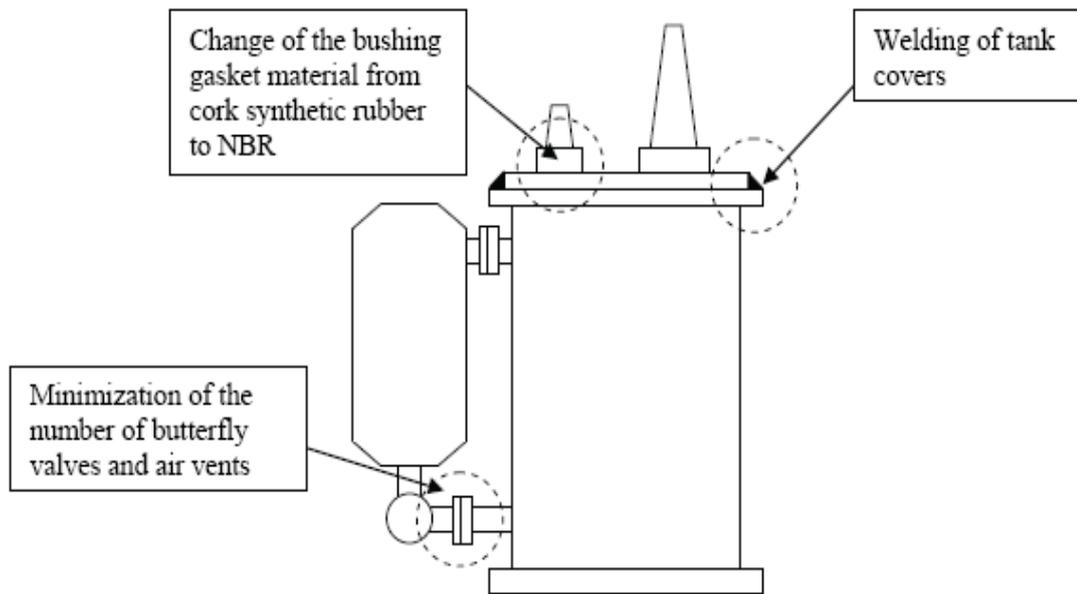
- 將蝶閥(butterfly valves)及氣漏孔(air vents)的數量降到最少。  
(油封點減少：與傳統式的設備比較減少 41%)。
- 更換套管墊圈材料為長久耐用型。
- 油箱蓋子焊接。

#### 6. 3R's 觀念(再用，減少並且回收 Reuse,Reduce and Recycle)

3R's 的觀念(再用，減少並且回收)在降低環境衝擊也是非常重要，當在更換變電所設備時包括變壓器與斷路器時，可減少工業廢料的排放。

日本電力公司在 550kV GIS 只替換斷路器而不是更換整個 GIS，

因而減少和回收工業廢料；同時，日本電力公司也制定了回收流程，可將變壓器與斷路器有效地拆卸成鋼材、銅材及絕緣油等，以易於回收每一種材料如附圖 7，根據日本電氣製造協會(JEMA)觀察，變壓器大約 90%而斷路器約 75~90%被回收(以重量來比較)。



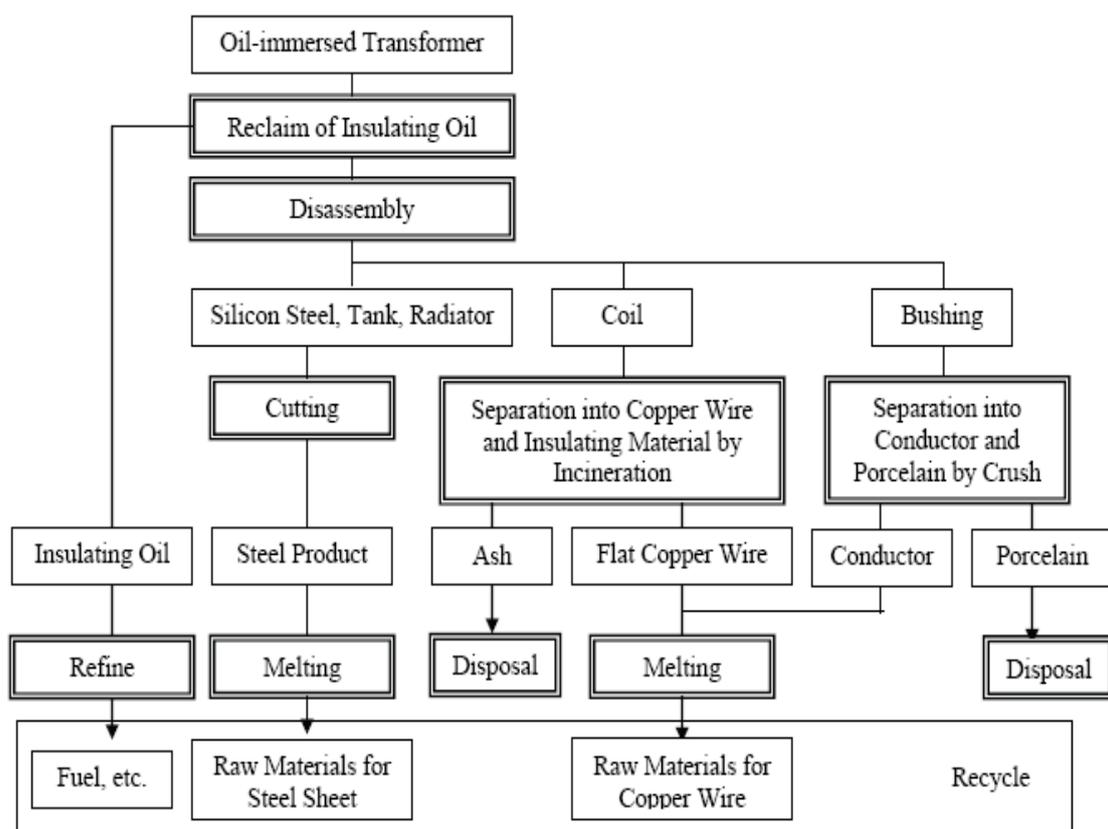
附圖 6 防止漏油變壓器的最佳設計

## 7. 在設備維修過程對環境的考量

當設備使用一長時間後，設備維修過程對環境的考量是其基本要素，日本電力公司在這方面已採用一種技術，能在需要繼續供電的允許範圍內做漏油維修，因此，在環境保護可給許多考量。

## 8. 結論

變電所設備環境技術，其廣泛範圍可從最熟悉的技術，例如與環境景緻和可聽見的噪音程度控制之和諧，到對 SF6 氣體減少，漏油預防和回收。從地球環境保護和排氣減少



附圖 7 油浸變壓器的回收流程

的觀點，變電所被要求與環境和人的生活條件和諧共存，這也是當下所有電力公司愈來愈被期望去努力之處。

### 後記

台灣與日本都是地小人稠的國家，對於變電所的設置面臨同樣的困境，且現下全世界環保意識高漲的情勢下，對於變電所的設置更是朝向用地小，及不改變或是最少影響環境周邊自然景緻為趨勢，另外，降低對環境的污染以及廢棄物的回收等都是本文敘述的重點。

目前本公司在新建變電所，所採設備都已朝最緊密小型的屋內式 GIS 設備為主，對於變電所景觀也儘量溶入周邊環境，避免與環境有不和諧之處。但於新建時仍遭受多方阻擾，甚至於變電所已蓋好仍無法送電的窘境；如以本文對於新建變電所則於新建之初利用 3D CAD 程式模擬，將變電所設置後與原地形、地物合成相片，並對噪音程度也以

3D CAD程式模擬以符管制條例，再與政府及當地的住戶溝通取得諒解後，施工建置變電所之方式，是與本公司目前新建變電所方式是有所不同，或許兩國民情並不相同，本文中並未提有關民意抗爭之情事，因此無從評斷，倒是先溝通取得諒解後再新建變電所的方式，應是本公司在未來面臨新建變電所難度的另一思維模式。

### 三、運轉維護技術綜述

參考論文集集中運轉維護文章，摘錄重點並以條列說明：

- 1.在過去十年，輸配電系統已有顯著的改變，並仍在持續。面臨的挑戰仍然相同：以改善技術和設備，但也增加其效率，並減少其維護成本。老化的元件的翻修，加裝或更換，越來越被重視。但問題仍然沒有得到解決。
- 2.在一些國家72.5和100kV約40%的MOCB仍在運轉。平均年齡最低油斷路器是大約30歲，也有一些斷路器達到45年。其使用年限介於40至50年。
- 3.老化設備的維修策略，主要是維持可靠性和降低維修費用。電力公司與廠商的合作調查故障原因及信息交流,特別分享失敗經驗是有益的。
- 4.據統計經驗，幾乎50%的設備故障是不可預見的；因此，關注非可預見的故障是很重要的。
- 5.有趣的是，修復後之SF6斷路器有較高的SF6氣體洩漏率，這是一個很大的問題。
- 6.現代高壓設備是可靠的和需要較少的維修工程。狀態維修或可靠性中心維修活動越來越多。狀態維修需要的詳細設備知識和物理背景。通常這些維修措施，由經驗豐富和高技能人才執行。大量不同的設備配件及不同廠牌要花費不少錢培訓專門人才。
- 7.大修已被認為服務年限延長計劃，其成本大於更換設備的30%，最後，並非不重要的風險增加已被接受。
- 8.一項問卷收集的資訊，證實了數年對複合絕緣礙子經驗，及日本的經驗，指出長桿和空心型矽橡膠複合絕緣礙子，往往污染源積累量比瓷製的更多的污染，不僅工業地區，沿海地區也是。

- 9.特殊環境考量而增加離案變電所配置上之新挑戰，例如離岸變電所(一次和二次變電所)設備的连接，設備的架設，測試，維修和保養。
- 10.大都會區新設變電所計及負載快速增加及減少環境衝擊，已提出新設變電所新穎的設計和配置，以增加操作靈活性。
- 11.日本以其G.I.S之經驗指出以用戶觀點導向之標準化變電所的新概念，可以有效減少失施工時間，降低採購成本，提高維修能力和事故的管理效率。
- 12.在設計和建造新的AIS-變電所降低成本，以及擴大和翻新現有變電所是越來越重要的問題。
- 13.GIL，由於其技術進步，也是連結的離岸風力發電場的一個選擇。GIL運用的第二個例子是水力發電傳輸，由於安全供應和無障礙傳輸洞道。在德國和中國愈來愈多要求GIL的應用。
- 14.使用MTS的優勢是：因為預製和預測試組成部份抵達現場，需要最小安裝工作,更換時，因此關機時間都減少到最低限度。一個新的概念混合技術開關設備HIS。
- 15.以時間同步為基礎的G.P.S全球定位系統應用於配電系統上可提升事故判斷準確度及更有效監控其穩定度，目前尚未應用於電驛保護系統，然其未來之發展值得密切觀察。
- 16.法國RTE變壓器維修政策，故障變壓器更換時間只允許4個月，準備多少配件數量，取決於故障率和零件的交貨時間。最佳為濕度、酸度及儲油箱管理。
- 17.法國RTE報告，22%的電力變壓器使用已超過40年以上，實地經驗顯示，這機械的故障率相當低。故障分析指出，未來60%的故障預期出現在配件，如套管、冷卻器及泵。因此，RTE策略是採現場翻新更換配件。

- 18.巴西認為在工廠為大型變壓器翻新，充分更換線圈，提供預期40年的使用年限，成本大約新品的70%。如在現場進行成本大約僅為新品的60%。
- 19.魁北克水電報導說，故障模式檢查及改進的可靠性，是基於定期自OLTC監測與套管洩漏電流的分析。
- 20.變壓器標準化相關的好處，有1,250個變壓器在運作，法國RTE已經減少庫存款式到只有15種。對維修程序和減少備品有很大的幫助。在西班牙例如目前有22種220/66kV變壓器在服務。未來將由單一的類型取代。唯一的不便是偶爾使用的變壓器大於實際所需，可藉由未來的更換或變電站之間的代輸來克服這問題。
- 21.一個15年的變壓器故障，銅硫化物似乎是罪魁禍首，而線圈熱點沒超過額定值。作者認為緩解方法，基本上是降低溫度，增加鈍化或清除腐蝕性化合物。
- 22.乾式空氣隙鐵芯電抗器故障原因是低空氣流速造成過熱，於是法國採用H級設計來改正。
- 23.因過度振動造成的損害的鐵心夾件鬆脫對油槽閃絡而洩漏，測量到峰值振動的振幅範圍600ummm。
- 24.結論指出電抗器沒有達到預期使用期限；腐蝕性硫 $\text{CU}_2\text{S}$ 經常是故障的原因；少於30年使用的電抗器與夾緊問題有關；可靠的方法去注意電抗器的狀況和使用年限。

## 陸、參訪 CESI 紀要

### 一、義大利電力綜合研究所概述

義大利電力綜合研究院 (CESI, Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) 為全球著名之電力系統技術與能源研究發展公司，分公司散佈在世界各地超過 35 個國家，CESI 公司組織如附圖 1、本公司四位參訪人員於大門口拍照如附圖 2。原先為義大利國營電力公司 ENEL 之研究試驗所，具有逾四十餘年發、輸、配電與測試研發及顧問之經驗，尤其高壓設備之測試部分，執世界之牛耳地位，此次造訪 CESI 期間，遇見本國中興電工公司人員於現場配合測試其高壓 GIS 等設備，由於中興電工 345kV 之 GIS 為唯一國產品，可見中興電工公司對技術提昇之努力，深感與有榮焉。助他們提高競爭力和成果。其他 CESI 之詳細敘述，請參考民國 95 年許萬寶處長等三位之第 41 屆 CIGRE 年會出國報告。



附圖 1 CESI 組織圖



附圖 2 參訪人員於 CESI 公司大門口拍照

此次 2008 CIGRE SESSION，CESI 在大會中也提供許多有關發電、變電、輸電以及再生能源等相關之報告、論文，給與會的全世界從事電力界之工程師、專家、學者分享其新知及應用經驗，並面對面討論交換各自實務經驗，真正達到知識經驗交流之 CIGRE 大會目的。

## 二、SVR(Secondary Voltage Regulation)簡介

### 1.說明

電力系統上由於某些地區無效功率之不足，造成局部地區電壓下降而導致全電網電壓普遍下降，更嚴重可能演變成系統電壓的崩潰。因此無效功率設備(SVC、SR、SC、...)是否充足？以及如何於系統上控制、整合、協調、及分配無效功率設備及電源運用，實為避免系統發生電壓崩潰刻不容緩之要事！

輸電網路電壓控制通常分為三個層級：一次控制(primary control)、

二次控制(secondary control)及三次控制(tertiary control)。一次電壓控制的使用在電力系統中十分普遍。利用適用於所有發電機的控制方式，確保發電機之定子電壓維持在其設定值上。有時還包括電容排及並聯電抗器的開關控制、及在某些需要快速且有效的電壓支撐的重要的網路點上所使用之SVCs。利用OLTC進行變壓器電壓控制亦屬於一次電壓控制的範圍。動作時間範圍由100 ms至數秒不等。二次電壓控制最先使用於歐洲的一些國家，以改善電力品質、安全性及系統的操作。SVR自動調整某些發電機組的無效功率以控制該區域內特定點(即所謂的導引節點，pilot node)之電壓，該點即代表該區域內所有點之電壓。對於輸電線很長且有遠端發電機的系統或者沒有發電機的區域亦可藉由reactive shunt bank之開關、改變SVC或變壓器OLTC的設定點以形成一簡化之SVR。利用即時自動執行方式來改善調度員人為執行較無法達成的任務，故SVR係以有效地利用無效功率源來完成電壓之調整。

一些歐洲國家有使用TVR(Tertiary Voltage Regulation)以得到一全國最適當的電壓分佈。此為一較慢的控制(在自動的情況下，約為5-10分鐘)，TVR決定導引節點的電壓設定點以使系統在安全以符合經濟效益的情況下運作。

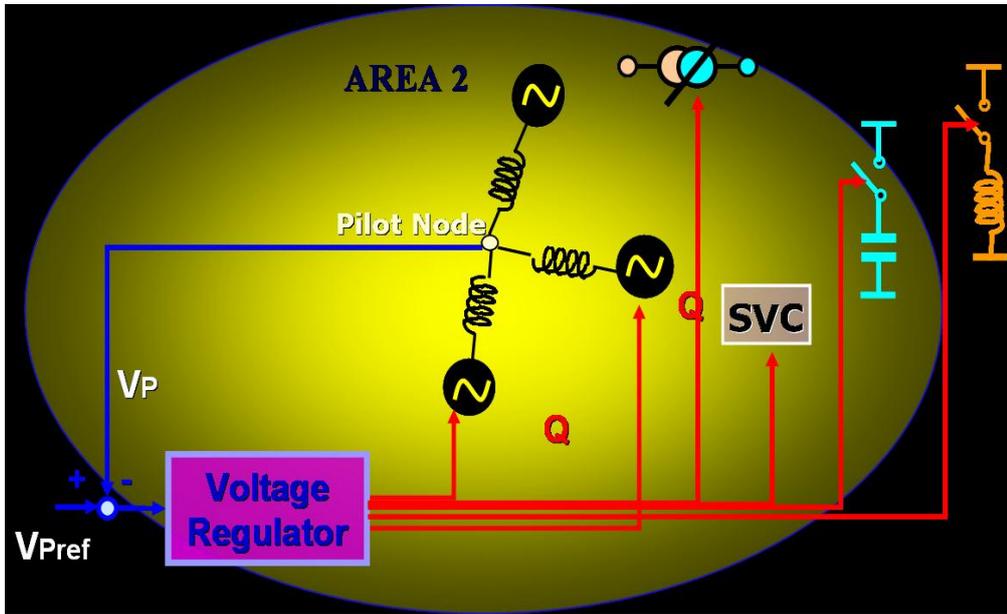
SVR (Secondary Voltage Regulation, 二次電壓調整)又可稱做自動電壓調整控制系統，為一階層式的控制架構；以閉迴路的方式，預先選定幾個重要之高壓匯流排做為導引匯流排(pilot node)，即時地(real-time)由發電機端做控制，以調整導引匯流排電壓之目的。主要是針對系統內所有可利用之無效功率源做一自動調整，即使在負載需求不斷變化以及有擾動的情況下，都能將輸電網上之電壓維持在一適當之範圍。

SVR主要功能類似電能管理系統(EMS)之自動發電控制系統

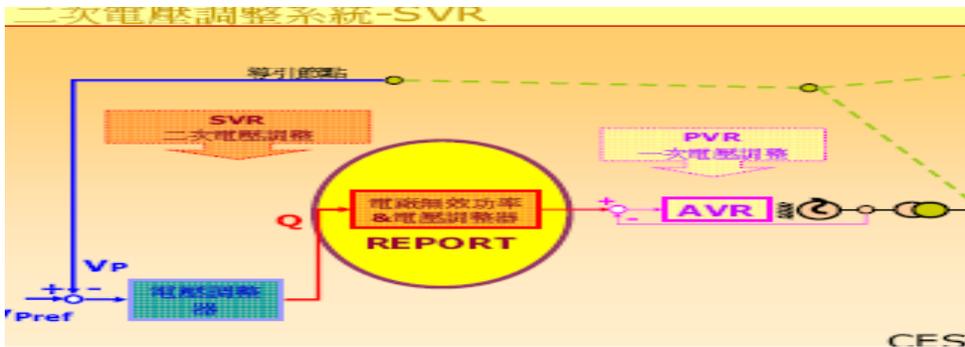
(AGC)，AGC係利用調整調速系統以自動控制頻率；而SVR係調整勵磁系統以自動控制電壓。歐洲國家如義大利、法國、比利時與西班牙等電力系統已建置此系統，而義大利全國輸電系統均已建置與運轉多年最為先進。

二次電壓控制係將系統分成若干區，每一區選擇一對電壓靈敏度最高之主導節點(Pilot Node)，此節點電壓的變化可代表此控制區其他節點電壓之變化，如能於系統遭擾動後控制此節點電壓自動回復至系統合理容許值，則該區其他節點電壓也同樣能運轉於此系統合理容許值，如此則不致因此發生更嚴重之其他事故，而需起動其他保護系統之機制(如SPS)，以避免造成系統電壓的崩潰。當主導節點電壓發生偏差時，由預定的控制計算出該區受控機組應有的控制量，修正區內控制機組勵磁系統的電壓設定值，以回復主導節點電壓改善這控制區內電壓之穩定；除此之外，區域間之相互協調控制及運用無效功率設備，則另有其他機制做為計算控制依據，以避免發電機組無功功率分配限制過死及未精確考量電壓極限值...等因素，如此方能維持整體系統電壓水平和無效功率設備於良好的分佈狀態詳如。二次電壓控制是由法國電力公司最先提出之方案，目前已有法國、義大利、巴西在系統中採用此法，且有相當的電壓控制成效文章發表於網站與雜誌。

藉由每個區域之匯流排導引節點 (PILOT NODE) 與參考電位相比較後，來控制無效電力源如發電機組AVR、變壓器分接頭OLTC、靜態無效電力補償器SVC、靜態同步無效電力補償器STATCUM與並聯電容器及電抗器等之增減出力，如附圖3、4所示：



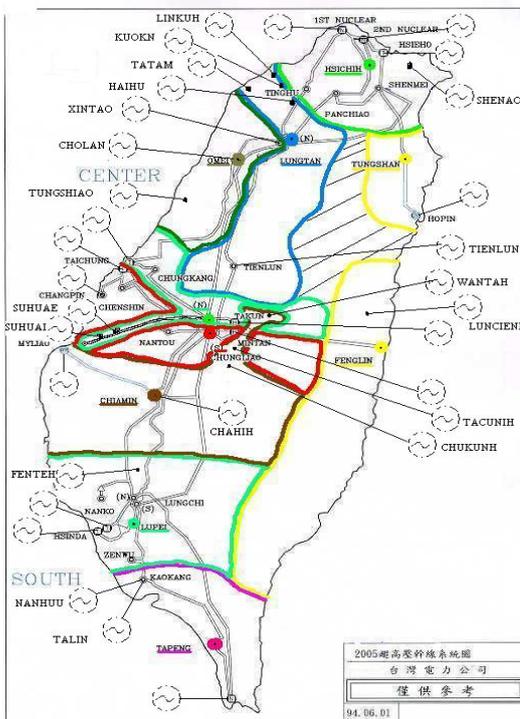
附圖 3 SVR 匯流排導引節點控制示



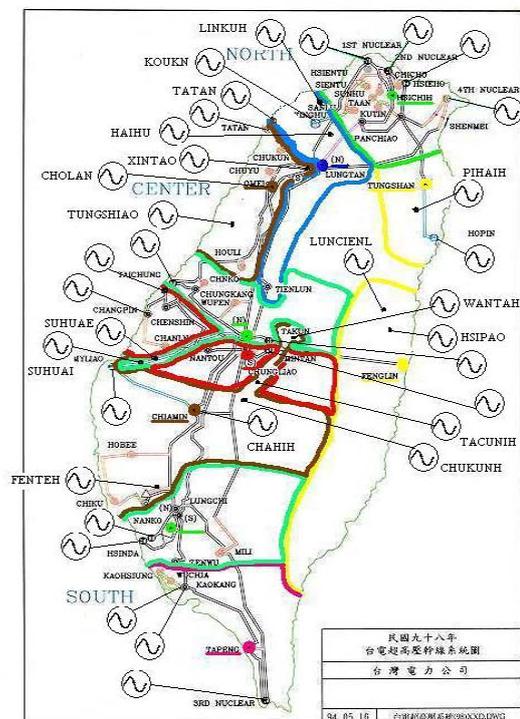
附圖 4 SVR 簡略控制圖

## 2.SVR 運用於台電系統之可行性

本公司為強化系統安全性及改善系統的可靠度與利用性，曾於2005年委託CESI研究SVR裝設於台灣之可行性，依CESI之研究報告，將台電系統分成10個控制區其主導節點分別為汐止、路北、嘉民、峨眉、中寮、龍潭、大鵬、冬山、鳳林，2005年及2009年之主導節點並未變動，只是控制發電廠由32變為34及控制區域大小稍有不同，如附圖5、附圖6。

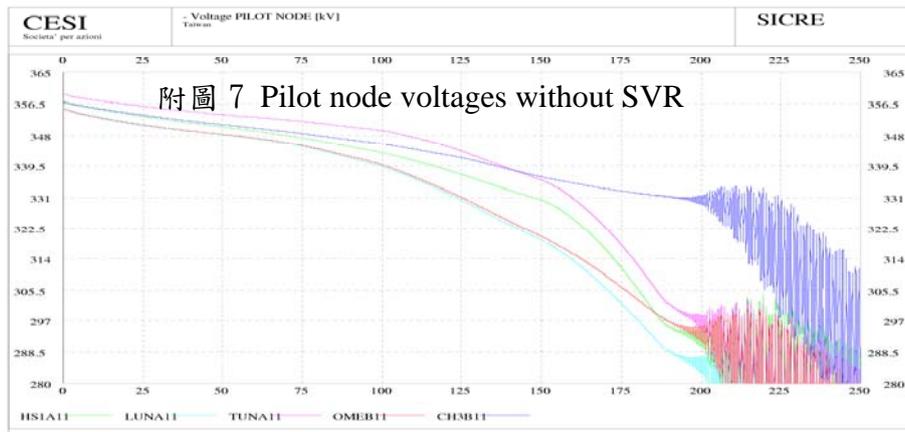
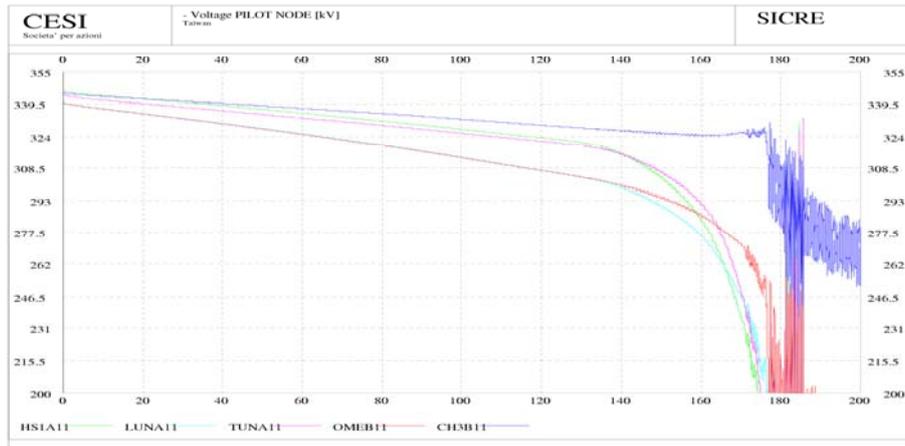


附圖 5 2005 年



附圖 6 2009 年

將負載極劇的增加直至電壓崩潰為止，台電系統有無SVR(二次電壓控制)之比較，顯然系統有SVR時負載增加量及電壓崩潰時間較無SVR時有顯著差異，如附圖7、附圖8。



附圖 7 Pilot node voltages without SVR

附圖 6 Pilot node voltages with SVR  
附圖 8 Pilot node voltages with SVR

### 3.結論：

- SVR系統應用在台電系統肯定能有高效率與好處。
- 除了天輪與鳳林需再增加補償設備外，台電無效電源設備已足夠應用。
- 有一些老舊的AVR可能需配合SVR 設置時一併考慮更換
- 台電系統一些主要電廠之AVR需要更仔細的CHECK，俾能在充分應用在SVR機制中。
- 裝設全區SVR系統後能減少既有線損再6%的損失。
- 調度人員與需電廠對系統電壓支撐更簡化。
- 在一自由化市場上新的電壓控制法更能被肯定。
- 整體計畫預算高達一億歐元(10區域、2005年估計)預算之編列，計畫工作內容涉及許多相關單位，計畫執行期間溝通協調、以及計畫完成後之運轉與維護人力等組織問題。
- SVR系統應用在臺灣輸電系統，需考慮以下二點：
  - 3.1 在全系統裝設 SVR 前，較保守的方式先選擇一實驗區域來裝設 SVR。
  - 3.2.考慮到科技快速的成長，應在三年內全系統裝設 SVR 以減少成本及時間。

### 4.建議：

為推廣安裝全區 SVR 系統之前，保守考量可先試辦一區域(可行性研究台電輸電系統可分成 10 區域)，若以北部地區為重心，可從汐止、冬山與龍潭擇一區域先試辦。

### 三、參訪 CESI 實驗室

CESI 有關電力方面實驗室，計有高壓絕緣實驗室(Labs for High Voltage Dielectric Tests)、高電力實驗室(Labs for High Power Tests)、電力動態實驗室(Labs for Electrodynamic Tests)及其他如 EMI、環境、化學及消防等實驗室。其中 EMI 實驗室為測試電磁波干擾，進入 EMI 實驗室所有手機皆無收訊，EMI 實驗室內部如圖 1，目前國內民眾對電磁場仍有疑慮，或許可考慮與 CESI 合作電磁場方面之測試。



圖 1：EMI 實驗室內部

高電力實驗室裝設有一組容量 2000MVA 發電機如圖 2，以測試高壓設備頂住短路高電流的能力如斷路器在短路時頂住高電流之能力，以證實試驗設備忍受高電流及耐熱的能力。發電機最大短路電力三相為 2000MVA



圖 2：2000MVA(1 秒)短路發電機

(1 秒鐘)、單相為 1200MVA、頻率為 16.7Hz、50Hz 及 60Hz。

其控制線路如圖 3，  
短路測試利用兩個不同  
電路(一個為較低  
功率)綜合而成，其優  
點為：可以提供較高  
功率短路電流、屬非  
破壞性測試不損及其  
他變電所設備、可以  
得到較正確暫態回復  
電壓(TRV)等。高壓絕

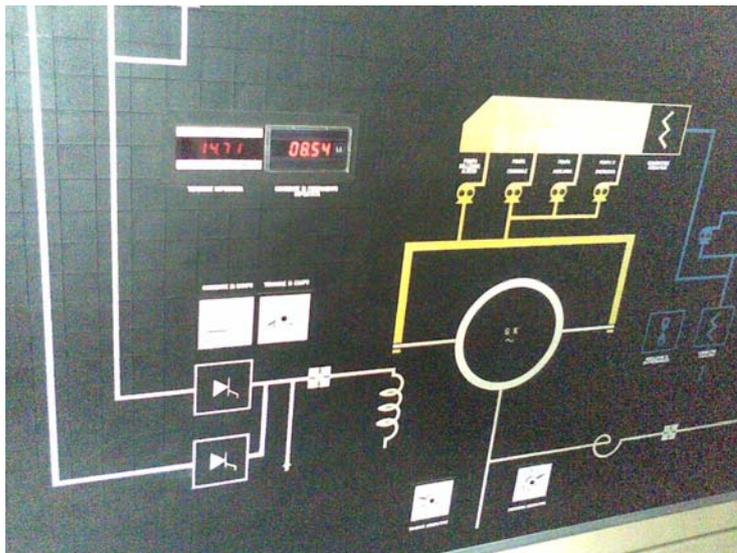


圖 3：短路發電機控制線路

緣實驗室內測試設備安裝以接近實際運轉條件為模擬方式，甚至有更  
複雜的架構。包含有 EHV/UHV 試驗廳最大測試電壓為 1200kV、  
HVDC 試驗廳最大測試電壓為 800kV 及設備老化試驗、汙染試驗(鹽  
霧害測試)及移動式實驗室等。

電力動態實驗室有相當大的空間可以讓試驗設備重新組合，分為四個  
不同空間分別為：HV 隔離器試驗區測試電流為 63kA 持續 3 秒及 85kA  
持續 1 秒、礙子鏈測試區測試電流為 63kA 持續 3 秒、變壓器測試區  
最大電壓為 220kV 容量為 100MVA、中壓開關設備區最大測試電流  
為 50kA。

## 柒、參觀 TAVAZZANO & MONTANASO 發電廠 SVR 設備

### 一、電廠簡介

此發電廠位於米蘭市的北方行車時間約1.5小時，周圍都是養雞場聞到的味道絕對令人不滿意，即使在室內簡報室隨時都聞得到那味道，除此之外，外面視野、風景雖不錯，但蒼蠅可是一大堆，想想台灣工作尚無如此環境。

E-ON電力公司在義大利有12座電廠及1,010員工，總裝置容量為7022 MW，其中水力及風力佔 16%、煤佔15%、油/氣佔33%、複循環氣渦輪機(CCGT)佔36%，尚有興建中及待核准之風力電廠容量186MW將加入系統。TAVAZZANO & MONTANASO發電廠共有8部機組，(含5、6兩機組除原ST尚各有CCGT及HRSG)合計發電量1,870MW。此電廠對一氧化碳(CO)、氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氧化氮(NO<sub>x</sub>)及灰塵的排放的改善不遺餘力，在簡報中為獲得歐盟的環境認證引以為傲，如附圖1：

## Environmental certification



**powerplant has an  
environmental  
management system,  
certificate  
UNI EN ISO 14001  
and is registered in the  
European Register E.M.A.S.**

附圖 1 TAVAZZANO & MONTANASO 發電廠獲得歐盟的環境認證

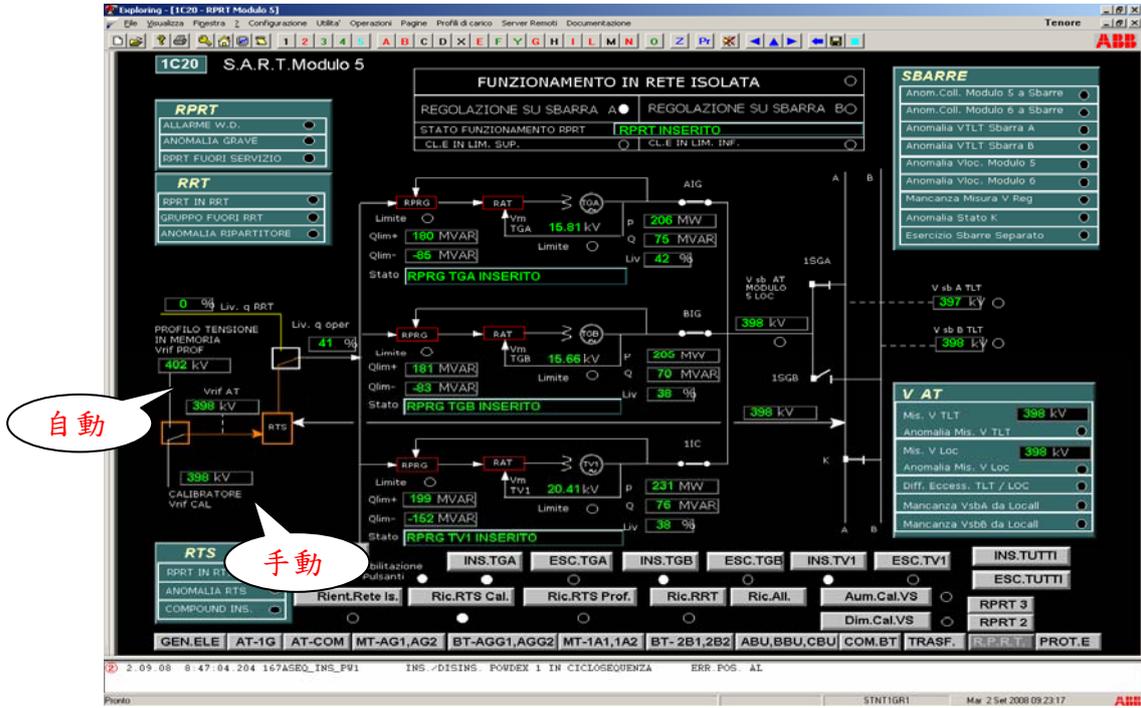
目前 SVR 裝置於 5、6、7、8 等四部機組，在電廠之 REPORTER (發電機電壓及無效功率調整器)設備架構如附圖 2。



附圖 2 電廠 REPORTER 及架構

控制面版上可依控制中心手動調整機組出力(原則勿需使用)或從系統中之PROFILE(每日每季之電廠電壓機組出力電壓檔存於程式中)自動設定此值如附圖3。於控制中心螢幕中可看到機組電壓出力極劇之變化，主要原因係因CESI說明人員為展示電壓控制功能導致電壓，於REPORTER控制盤手動調高機組電壓設定值，導致於電廠控制室SVR動作使得電廠輸出電壓突升，如附圖4。

SVR系統可降低電廠運轉人員的工作量，大幅改變運轉人員控制發電機及無效功率的方式；而對系統調度人員電壓調控界面減少，可更專注重要調度業務，SVR控制系統會自動且即時的調整所需的無效功率，除增進電壓控制品質外，亦減輕中央與電廠彼此電話聯絡的負擔。



附圖 3 機組實際控制面板圖



附圖 4 電廠控制室監控面板圖