

目

錄

壹、出國任務與目的-----	2
貳、出國行程-----	3
參、感想與建議-----	4
肆、報告內容	
一、電力事業因應全球二氧化碳減量(京都議定書)之經營策略及 電力調度(涂正義)-----	10
二、材料採購之策略與庫存材料之管控(莊美玲)-----	44
三、韓電核能機組績效提昇之經驗(陳布燦)-----	49
四、韓電推動風力發電之 CO ₂ 減量效益及推動風力發電之經驗交流 (陳一成)-----	54
五、高效率燃煤電廠之興建與環保措施(邱輝政)-----	68
六、韓電超高壓地下電纜系統之工程施作與品質管控作業 (羅勇雄)-----	80
七、煤質成分對鍋爐燃燒效率特性之影響與運轉對策 (史文龍)-----	87
八、韓電運用 IT 技術服務用戶之相關措施(高玉邦)-----	103
九、韓電既有老舊機組(已運轉 20 年以上)因應 CO ₂ 減量 之經營策略與 CO ₂ 儲存與再利用技術(李崇賓)-----	113

壹、出國任務與目的

本公司與韓國電力公社(KEOCO)自民國 65 年簽訂人員互訪交流協定，每年雙方派員互訪，迄今以逾 29 年，本屆為 28 屆，考察團成員共 9 人，由涂副總經理正義擔任團長，材料處莊處長美玲擔任副團長，團員包含核能發電處陳副處長布燦、營建處陳副處長一成、興達施工處邱副主任輝政、南區施工處羅副經理勇雄、台中發電廠史副廠長文龍、台南區營業處高副經理玉邦及協和發電廠李課長崇賓等。考察期間自民國 94 年 10 月 18 日至 10 月 25 日共計 8 天，考察項目如下：

團 員 別	姓 名	單 位	職 稱	考 察 項 目
團 長	涂正義	副總經理辦公室	副總經理	電力事業因應全球二氧化碳減量(京都議定書)之經營策略及電力調度
副團長	莊美玲	材料處	處長	材料採購之策略與庫存材料之管控
團 員	陳布燦	核能發電處	副處長	韓電核能機組績效提昇之經驗
團 員	陳一成	營建處	副處長	韓電推動風力發電之 CO ₂ 減量效益及推動風力發電之經驗交流
團 員	邱輝政	興達施工處	副主任	高效率燃煤電廠之興建與環保措施
團 員	羅勇雄	南區施工處	副經理	韓電超高壓地下電纜系統之工程施作與品質管控作業
團 員	史文龍	台中發電廠	副廠長	煤質成分對鍋爐燃燒效率特性之影響與運轉對策
團 員	高玉邦	台南區營業處	副經理	韓電運用 IT 技術服務用戶之相關措施
團 員	李崇賓	協和發電廠	課長	韓電既有老舊機組(已運轉 20 年以上)因應 CO ₂ 減量之經營策略與 CO ₂ 儲存與再利用技術

貳、出國行程

本考察團 10 月 18 日出國，10 月 25 日返國，詳細行程如下：

日 期	地 點	時 間	工 作 紀 要
10 月 18 日 (星期二)	台北~首爾	14:45~18:10 (台灣時間 17:10)	12:30 由總處出發前往中正機場搭乘長榮航空班機(BR1160)飛往韓國仁川(Incheon)機場 由仁川機場搭韓電專車前往首爾
10 月 19 日 (星期三)	首爾	9:30~10:15 11:00~11:45 13:30~17:25 18:05~22:10	①歡迎會由韓電管理權本部長五炯主持 ②歡迎會結束後莊副團長(代理涂團長)及陳副處長布燦拜會鄭副社長泰豪 參訪韓電電力交易所(KPX)及電力調度中心 參訪有關單位 歡迎宴(由鄭副社長泰豪主持)
10 月 20 日 (星期四)	首爾	9:30~17:30	所有團員各別考察
10 月 21 日 (星期五)	大邱 慶州 釜山 濟州	9:00~10:36 10:45~12:00 13:00~15:00 15:00~16:00 16:25~17:20 19:00~22:00	乘坐韓國高速鐵路 KTX 7 至東大邱 由東大邱搭乘韓電專車前往慶州 與涂團長會合 前往慶州(Kyungiu)參訪有關單位 慶州~釜山金海機場 搭乘韓航(KE1201)班機飛抵濟州(Jeju) 歡迎宴(由權本部長五炯主持)
10 月 22 日 (星期六)	濟州	9:00~18:00	參訪有關單位
10 月 23 日 (星期日)	濟州	9:00~18:00	參訪有關單位 參訪南濟州 Han Gyeong 風力發電所

日 期	地 點	時 間	工 作 紀 要
10 月 24 日 (星期一)	首爾	9:50~10:50 11:10~12:20 12:30-13:40 13:40~15:45 18:00~21:10	搭乘韓航(KE1212)由濟州機場飛抵金浦(Gimpo)機場 由金浦機場搭乘韓電專車抵首爾 韓電社長韓竣皓午宴招待全體團員 參訪有關單位 歡送宴(韓電鄭副社長主持)
10 月 25 日 (星期二)	首爾~台北	9:40~11:30 13:30~15:00 15:10~17:40 19:15~21:50 (台灣時間 20:50)	參訪有關單位 參訪 765KV 新安城(Sinansung)變電所 安城~仁川機場 由仁川機場搭乘長榮航空班機(BR1159) 飛抵台北中正機場

參、感想及建議

一、超臨界汽力機組營運策略值得觀摩學習

唐津電廠(Dangjin)為燃用煙煤之超臨界汽力機組，預計在 2007 年總裝置容量將達 500MW x 8，屆時將是亞洲數一數二超臨界發電廠，其營運策略及運轉維護經驗，可作為將來彰工火力發電廠之參考。

二、再生能源技術值得借鏡

韓電預計於 2008 年完成三浪津太陽能發電計畫，裝置容量為 3MW。燃料電池方面，韓電亦積極研發高效率、大容量之熔融碳酸鹽及固態氧化物燃料電池，其後續發展情形都值得本公司持續追蹤瞭解。

三、研習二氧化碳排放交易權機制

韓電在此方面非常重視，不斷派員參與研習此一領域，由於此項機制攸關各國電力事業二氧化碳排放抑制策略，對已運轉多年老舊機組在因應二氧化碳排放總量管制方面更形重要，本公司宜未雨綢繆儘早蒐集相關資料掌控其後續發展。

四、電力系統備用容量率規劃標準與本公司相同

2005 年韓國電力系統全系統裝置容量為 61736MW，約為台電系統的 1.8 倍，根據 2004 年 12 月韓國公布的『長期電力供需第二基本方案(The

2nd Basic Plan of Long-Term Electricity Supply & Demand)』，韓國電力系統的最低備用容量率必須維持在 15~17%，才能確保系統穩定與供電可靠，韓國電力系統對備用容量率的要求與本公司備用容量率規劃的目標值相同，又韓國電力系統 2004 年與 2005 年之備用容量率大約分別為 16.97%及 13.01%左右；本公司 2004 年與 2005 年的備用容量率則分別為 20.4%及 16.3%。

五、韓國電力交易所若干作法值得研究

KPX 設置不同的委員會研擬修訂各項為法規，提升電力市場的結構，以因應電力市場的變化。韓國的電力市場(Cost-Base Pool)是由 56 家市場會員公司所組成，每個市場會員藉由彼此的競爭來產生利潤，因此，會員間可能因為自身的商業利益而彼此產生衝突，此時，KPX 就必須藉由各個不同委員會的運作，以維持市場的公平與效能，確保電力系統能依據市場規則持續運轉。每個委員會都有不同的會員代表、電力界不同領域的專家及公正的第三者參與。

六、本公司備轉容量的運轉標準高於韓國電力系統的運轉標準

韓國電力系統的總備轉容量至少須維持在 4000 MW 以上，其中熱機備轉容量必須維持在 1500 MW 以上，其中頻率調整備轉容量必須維持在 1000MW 以上；10 分鐘內可以提供的備用備轉容量則必須維持在 500MW 以上。本公司熱機備轉容量則須維持在 1000 MW 以上，其中快速備轉容量的規劃則必須使最大機組跳機後的一分鐘恢復頻率高於 59.70Hz，以確保發生最大機組 N-1 跳機事故不會導致低頻卸載，最低備轉容量則要求必須高於 2500 MW 以上，如以系統裝置容量作為比較的基準，則本公司備轉容量的運轉標準顯然高於韓國電力系統的運轉標準。

七、頻率運轉標準及目標值有必要加以研究檢討

韓國電力的頻率變動範圍為 $60 \pm 0.1\text{Hz}$ 則與本公司相同，但其頻率目標值為 99.57%，較本公司的目標值高；韓國電力過去 5 年的頻率品質實績均能維持 99.33%以上，由於頻率監測的取樣率會影響頻率實績的良窳，本公司雖採用高取樣率，但將頻率目標值僅訂為 95%以上的作法，實讓外界容易有頻率不夠穩定的誤解，有必要請運轉部門加以研究檢討。

八、電力調度中心的組織架構與分工可供參考

KPX 中央調度中心值班運轉人員的編制與分工，值班運轉人員編制每班 6 人，共有 5 班，每班編制有值班經理 1 人負責所有電力系統運轉業務；值班副經理 2 人，其中第 1 位值班副經理負責經濟調度與系統

復電業務、第 2 位值班副經理負責即時投標市場運作與系統安全；值班員共 3 人，其中第 1 位值班員負責電源調度、第 2 位值班員負責網路操作、第 3 位值班員負責運轉資料蒐集，可供本公司未來台北、高雄中央調度中心值班人力規劃時的參考。

九、電力市場價格的決定方式可供相關部門研究

KPX 根據機組的成本曲線，將電力市場區分為基載市場(Base Market)及非基載市場(Non-Base Market)，基載市場由核能機組與燃煤機組共同組成，非基載市場(亦稱為尖載市場)則其他機組共同組成(但不包括水力機組)；基載市場的價格為基載邊際成本(BLMP)與基載容量費率(BLCP)的和；非基載市場的價格為系統邊際成本(SMP)與非基載容量費率(NBCP)的和，價格的決定方式可供本公司相關部門研究

十、本公司材料管理之模式與韓電 (KEPCO) 相類似，KEPCO 安全存量設定為 50 天，本公司為 1.5-2 個月，視材料別而定，唯 KEPCO 之採購領前時間約 35-40 天，而本公司在政府採購法之規範下，等標期至少 28 天，故採購領前時間約為 2 個月，仍需盡量縮短各項作業時程，以降低材料供應成本，並兼顧供料穩定。

十一、我國推動綠色採購起步較韓國為早，自 88 年 5 月政府採購法及 92 年 7 月資源回收再利用法實施後，配合環保署訂定綠色採購比率，本 (94) 年目標為 75%，迄今執行成效良好，而本公司為配合國家政策及因應京都議定書生效的影響，除發展風力、太陽能等潔淨能源外，並購置各種污染防治設備以改善空氣品質，降低 CO₂、硫、氮及粉塵排放量，近三年採購之環保產品金額逐年增加。

十二、韓國為半島性國家，三面環海，風力及風能資源豐富，發展潛能非常大，未來裝置空間還很大，相當適合發展風力發電，但因土地資源及取得有限，但是韓國能源政策大力推動風力發電，同時扶植相關產業的發展，使得韓國未來將建立自己風力發電機製造產業，而我國在風力推動工作上，也可效法韓國的做法，一方面推動風力發電的裝置，另一方面也可利用工業合作的機會促進台灣相關產業的進步。

十三、傳統汽鼓式機組依運轉模式不同(定壓或變壓運轉)，負載的變化率每分鐘 1%~3%，而超臨界貫流式機組由於水牆管內沒有再循環，飼水流量增加即產生蒸汽流量增加，故在燃燒系統與蒸汽溫度的容許範圍內，其負載變化率為 3%~8%。另一方面台灣之燃料仰賴進口，價格昂貴，未來火力電廠必需以增加機組發電量及使用最進步的超臨界壓力之汽水循環，來獲得高效率以降低營運成本，故貫流式超臨界機組必為台

灣未來火力發電機組之趨勢。

- 十四、韓電公司超臨界機組已累積相當多的運轉經驗，目前機組操作已趨於穩定，使其低耗熱率、低污物排放、快速起停機等優點得以發揮，可靠性及可用率亦提升到相等甚至超越傳統次臨界機組的程度，尤其對降低溫室氣體排放量的貢獻更獲得各電力公司之青睞，建議台電以後新建機組，應採超臨界機組，單機容量 800MW 級，鍋爐出口壓力與溫度（24.1Mpa、566°C/593°C）。
- 十五、韓電所謂 piecemeal 方式，所屬唐津電廠由 KOPEC (consultant Engineering) 依業主 KOSEP 之需求開出各系統 Function 規範，再由設備廠家斗山重工 (Doosan) 提送 Proposal 經雙方做詳細之合約內容討論，待各系統合約內容完全敲定後再議價，議價範圍含設備、施工及試驗，即 Design-Bid-Build-Operation step by step 其實這種發包方式與 Island Turn Key 方式相同，只是合約內容是經由雙方協商議價出來，建議爾後新建機組之發包方式，採 Island Turn Key，設備與施工一次招標，可節省不少時間與人力。
- 十六、唐津#1～#4 號機之底灰，送至灰塘回填，#5～#6 號機之底灰，則回收作道路建材，此可節省興建灰塘之費用，值本公司研究使用。
- 十七、韓國朝重工業發展，故其發電及輸變電等設備大部分都能自己製造，其輸電系統已採用 765KV 輸送，故韓電能向海外發展，標得工程及輸出發電設備；台灣係以中小企業為主，重工業闕如，故發電工業的發展將受限。
- 十八、韓國電纜公司製造、施工之專業技術強，甚至可進軍國外，本公司有許多 161KV 充油電纜係由韓國電纜公司負責製造；反觀國內，雖有 12 家電纜廠家互相競爭，但在生產品質及技術方面確遠不及於韓國，目前國內電纜廠家即無生產 345KV 電纜之技術及能力，因此仍須仰賴外購，然而，國外電纜製造商對於台灣地理、氣候環境不熟悉或設計參數考慮不周延，都可能造成外製電纜在國內「水土不服」，造成營運維修上的困擾。國內由於民眾非理性抗爭及政治力介入，架空線路施設愈來愈困難，線路有逐漸改為地下化之趨勢，因此 345kV 超高壓地下電纜施設數量將愈來愈大，國內電纜廠家如能強化 345kV 電纜及附屬器材之製造能力，對於本公司未來營運有一定的影響。
- 十九、韓電在許多建設及技術甚至已超越歐、美、日，本公司專業技術人才如有機會應可赴韓電取經，學習設計技術及各種施工策略。
- 二十、濟州島觀光景點步道，以廢輪胎切割成細長條塊，再經機器編織成類似腳踏毯，遊客走過倍感舒適，廢棄物再利用，其創意及對環保之重

視值得我們學習。

- 二十一、在問題研討時，建議應由韓電出面主導，而不是攤派給各子公否則取得的資訊可能為片面的，很難了解整個韓電之作法與策略。另，研討時間建議改為兩天，如此才能有較充裕的時間赴現場經驗交流。
- 二十二、韓電的維修策略與週期均與本公司不同，其理念似較具挑戰性與競爭性，值得加以剖析其優劣以收他山之石之效。
- 二十三、韓電對二氧化碳排放減量交易非常重視，除派員赴國外學習相關法規運作外，其公司本身亦提供相關課程來訓練員工，值得本公司借鏡。
- 二十四、囿於既有老舊機組因應京都議定書二氧化碳排放減量之策略有限，建議公司宜儘早從燃燒前捕捉（如煤炭氣化技術）及 O₂/CO₂ 循環燃燒兩項技術著手進行研究，以提高其二氧化碳排放減量之成效。
- 二十五、為節省廠內用電，本公司在規劃新機組的同時，有關風扇部分宜考量裝設變頻器或液壓聯軸器，以提昇機組效率並有效抑制二氧化碳排放量。
- 二十六、韓電為因應民營化及電業自由化之趨勢，近年來積極進行組織重整及管理革新，提出「尊重用戶、追求改變、加強獲利」之核心價值，經營效率十分卓越，連續 6 年在 18 個公營單位中滿意度第 1 名，為社會新鮮人最想進入企業之前三名(第一名為三星，第二名為 LG)，亮麗的表現，值得本公司學習。
- 二十七、為確保用戶於自由化仍選擇向韓電購電，韓電採取經由提高經營效率，強化價格競爭力及加強與用戶間的信賴關係，以迎合用戶多方面的需求，韓電預知經營危機的精神，值得本公司效法。
- 二十八、韓電銳意變革，設定 2015 年成為全球著名的能源供應者的中期目標，為了留住客戶，其公司政策均已調整為顧客導向，對新服務之開發與落實，不僅達到創新成效，且實質上節省了經營成本，並將節省的成本部分回饋予用戶，贏取用戶的配合與滿意，相關作法均可為本公司之參考。
- 二十九、韓電訂定供電保證契約（類似服務品質標準），以承諾對用戶權益的關心，提供快速且滿意的服務，將用戶的滿意度視為最優先的選擇，用來感動用戶的心，因之，能獲得全國最高榮譽獎，絕非從天而降，例如利用網路服務用戶，增加與用戶間之溝通管道，韓電之作法及網路化內容，值得作為本公司服務用戶之參考。
- 三十、韓電對用戶之需求相當敏銳，積極進行各項革新措施，快速回應用戶之訴求，例如原本三天內答復用戶之電子郵件，逐年提升回應時效，自今年(2005)起，將回復的時限訂為一小時內，其效率之高，實值敬佩

與學習。

- 三十一、韓電近年來致力於提高電壓等級，藉以提昇供電品質及減少線路損失，其配電系統由原 11KV 全部改為 22KV 配電，而 66KV 輸電線也多以 154KV 取代，完成 765KV 之特高壓輸電線及 765KV 特高壓變電所，對供電能力有很大幫助，本公司簡化電壓階層有必要加速進行。
- 三十二、韓電大樓電梯內均裝有 LCD 電視，內容著重在該公司業務宣導，除了可讓員工了解公司政策外，亦可讓拜訪的民眾充分地了解相關的資訊，此想法值得學習。
- 三十三、爾後觀摩團成員在問題研討時，建請由韓電總公司出面主導，而不是攤派給各子公司，否則取得的資訊可能為片面的，也無法分組交互討論，很難了解整個韓電之作法與策略。
- 三十四、在參訪行程總天數不變原則下，研討時間建議改為兩天，如此才能有較充裕的時間往返現場經驗交流。
- 三十五、若泰安電廠韓國自製的 SCR 排煙脫硝系統，或加露林全世界最大的潮汐發電開始運轉，則建請後期觀摩團成員可考慮列入行程。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

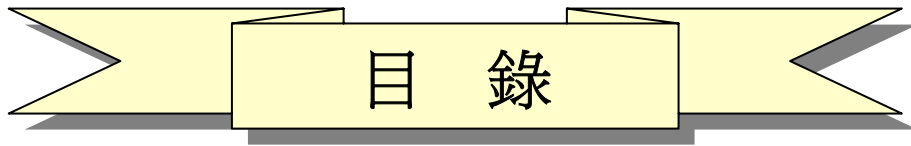
(裝訂線)

電力事業因應全球二氧化碳減量

(京都議定書)之經營策略及電力調度

報告人：涂正義

(總經理副總經理辦公室)



壹、電力事業因應全球二氧化碳減量（京都議定書）之經營策略

- 一、全球因應溫室效應重要議程
- 二、韓國政府因應「京都議定書」之具體作法
- 三、韓電（KEPCO）因應「京都議定書」之具體策略
- 四、我國對溫室氣體排放減量之因應對策與作法
- 五、本公司因應「京都議定書」溫室氣體減量策略
- 六、韓電與本公司因應「京都議定書」溫室氣體排放減量之具體策略比較

貳、韓電「電力調度」運作機制

- 一、韓國電力系統概況
- 二、韓國電力交易所
- 三、電力系統運轉概況
- 四、電力市場運轉概況

參、心得與建議

肆、參考文獻

壹、電力事業因應全球二氧化碳減量（京都議定書）之經營策略

一、全球因應溫室效應重要議程

1997 年召開之「京都議定書」(Kyoto Protocol)，要求附件一國家（係指 38 個已開發國家及歐洲聯盟）在 2008 至 2012 年間，應將溫室氣體排放量回歸至 1990 年排放水準，平均再減 5.2%。

2005 年 2 月 16 日「京都議定書」正式生效，我國雖非該公約之簽約國，但身為地球村的一員，且溫室氣體排放總量佔全球 1%（世界排名第 22 位），實應責無旁貸、加緊腳步，擬訂因應對策，共同致力於溫室氣體減量，以維護企業在國際間之競爭力。

二、韓國政府因應「京都議定書」之具體作法

韓國本身除自產部份無煙煤外，大部分能源均依賴國外進口，故韓國政府相當重視以能源使用效率之提昇，來作為因應溫室氣體減量策略。在此前提下，韓國政府之相關政策大體上可分成行政管理措施、經濟誘因、自發性政策等。

現階段韓國政府雖列為「京都議定書」中非附件一國家（即快速發展中國家及開發中國家），且尚無溫室氣體排放減量具體承諾，但韓國仍屬於經濟合作開發組織（Organization for Economic Co-operation and Development, 簡稱為 OECD）的成員，在後京都時期很可能被要求參與第二階段承諾減量。因此，韓國政府於 2005 年開始實施產業溫室氣體排放量盤查與登錄，以作為其將來分配減量責任之基礎。

據韓電表示，韓國雖然是「京都議定書」之簽約國，為期兼顧經濟成長，且考量美國與中國仍未有具體排放減量承諾，現階段韓國政府對二氧化碳排放減量承諾仍持保留與觀望態度。

三、韓電（KEPCO）因應「京都議定書」之具體策略

（一）韓電營運現狀

韓電原屬國營企業，1997 年經由組織改造將發電部門獨立分為六家電力公司，計有東南電力公司（KOSEP）、中部電力公司（KOMIPO）、西部電力公司（WP）、南部電力公司（KOSPO）、東西電力公司（EWP）及水力與核能電力公司（KHNP）等，但輸配電部門目前仍歸韓電經營，人力配置約 20,209 人（不含發電部門）。據東西電力公司稱，雖然六家電

力公司各自獨立運作，惟仍處於模擬民營化階段，大方向決策仍由韓電統一調度指揮。

（二）韓電公司因應策略

表 1 為參訪之西部電力公司因應氣候溫暖化之具體策略，基本上共為四大主題，十二小項（韓電其他電力公司亦同），即：

1. 針對「京都議定書」建立可執行之基本架構
2. 研究與開發二氧化碳捕集與分離（Capture and Separation）技術
3. 使用低碳燃料與再生能源
4. 訓練熟稔氣候變遷會議綱要之專家

茲將上述四大主題內容闡述如下：

（一）針對「京都議定書」建立可執行之基本架構

1. 因應二氧化碳排放權交易

（1）評估時間：2003~2012 年

（2）執行對策：韓電為將二氧化碳排放權交易制度導入其國內，其進行方式為，在 2004~2005 年內建立示範單位，草擬實施計畫方案。2006~2007 年對示範單位與交易市場建立基本架構，2008~2009 年將排放權交易制度依設定目標來進行，2010 年後全面在其國內實施。

在導入其國內市場的同時，著重在檢討二氧化碳減量之成本分析與電力供給之最佳搭配。另，韓電亦針對國外電力公司實施情形，來檢討其國內二氧化碳排放權交易市場的營運規則，並評估二氧化碳排放權交易制度反應在電力交易價格之優缺點。

2. 取得 CDM（Clean Development Mechanism）排放減量憑證

（1）取得時間：2006~2008 年

（2）執行對策：CDM 為「京都議定書」底下的一個彈性機制，這項機制被設計成使工業化國家能以更便宜、更容易的方法來達成「京都議定書」要求之減量目標。未來韓電的交易許可，須先經 CDM 機制取得二氧化碳排放權認可憑證後才能實施。自 2000 年開始，附件一國家可提供資金或轉移技術給非附件一國家，進行溫室氣體減量計畫，計畫執行所獲得之減量信用為「排放減量認證」（Certified Emission Reduction）。

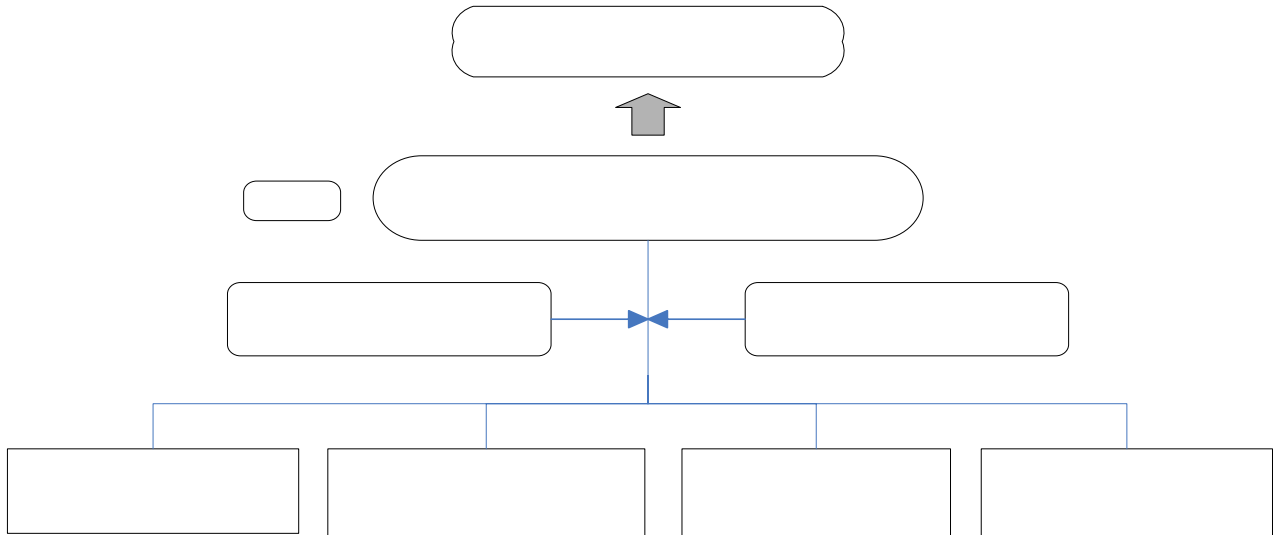
為取得上述認可憑證，韓電計畫進行下列幾項工作：

A.開發東南亞及中東地區電力事業，如在寮國及柬埔寨以

BOT 方式投資水力發電廠

B.規劃長期的海外造林計畫

表 1. 西部電力公司因應氣候溫暖化之具體策略



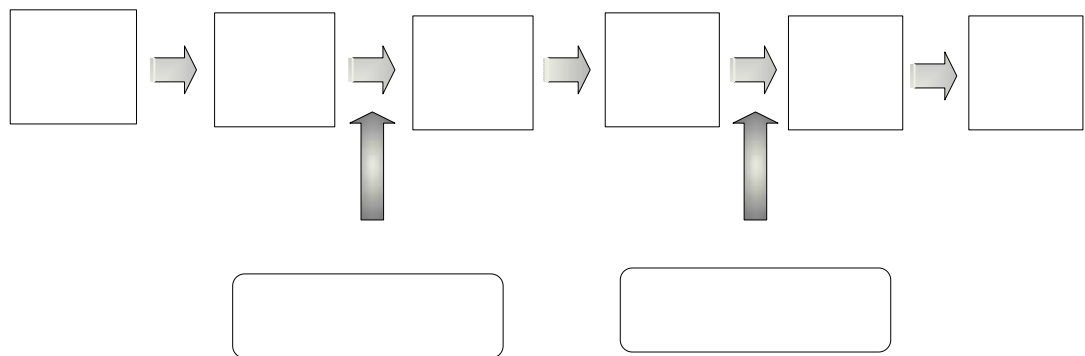
Issues	Contents	Period	Budget (USD million)
Establishment of an applicable infrastructure for Kyoto Mechanism	● To cope with the Emission Trading	'03.10-'10.12	-
	● Acquisition of Certified Emission Reduction use of CDM *CDM(Clean Development Mechanism)	'06. 7-'08.12	-
	● Early Action of Seolnchom GT Uprate.	'04.10-'06.12	188
Research and development of CO ₂ Capture & separation technology.	● Research and development of CO ₂ capture & storage technology.	'02.10-'08. 3	-
	● Establishment of CO ₂ reduction goal in per unit power generation.	'05. 7-'07. 5	*GHG(Green
	● Development of Hydrogen energy technology.	'05. 5-'08. 4 (R&D)	0.6
Extension of low carbon emission and renewable energy.	● Renewable energy	'04. 8-'12.12	900
	- Tidal Power Generation. (480MW. X24)	'04.10-'06.12	6.2
	- Small Hydro Power project (2.27KW)	'04. 4-'6. 3	1.5
	- Photovoltaic Power project (120KW. 3MW)	'06.1-'08.12	565
	- Wind Power (435MW)	'04. 5-'12.11	432
	● Introducing the high efficiency power technology.	'03.10-'05.9 (R&D)	432
	- Clean Coal Technology (300MW)	'09-'12(Demonstration)	270
Training & education of	● Gunsan Combined Cycle Power Plant (450MW)	- '10	270
	● Participating in the utilization efficiency and government projects.	'05. 7-'06.12	41
Establishment of an applicable infrastructure for Kyoto Mechanism	● Diversification of energy source.	'04. 4-'10.10	-
	● Training in emission trading, CDM, etc.	'01. 4-'10.10	-

expert in the Climate Change Convention.	● Collection of the information on climate change Convention.	'01. 4-'10.10	-
Total	12 Divisions		2367.4

3.儘快提昇西仁川（SeoInchon）複循環機組 G/T 性能改善

（1）實施時間：2007~2011 年

（2）執行對策：所獲得的二氧化碳減量實績（約 721,630 噸），擬於 2006 年申請登錄，登錄流程如下：



西仁川複循環機組，為韓國政府產業資源部登錄之溫室氣體減量示範單位，韓電以歐盟排放權交易價每噸二氧化碳折合 10 歐元來評估其效益。

【減縮實績登錄圖】

（二）研究與開發二氧化碳捕集與分離(Capture and Separation)技術

1. 研究與開發二氧化碳捕集與儲存 (Capture and Storage) 技術

（1）研發時間：2004~2008 年

（2）執行對策：目前歐美及日本等先進工業國家，在研發二氧化碳捕集技術上可分為：A. 燃燒前捕捉 B. O_2/CO_2 循環燃燒 C. 燃燒後 CO_2 分離回收，上述三項技術尚未達到商業化階段。至於二氧化碳儲存技術，則是將捕集到的二氧化碳壓縮後，再利用 A. 陸地 B. 海洋來加以儲存。目前陸地儲存著重在廢棄煤礦坑、深層鹽岩或枯竭油氣田；海洋儲存則利用船隻，將裝桶之二氧化碳，運送至事先評估好的深海溝存放。

2. 在每一電廠建立二氧化碳減量目標

（1）實施時間：2005~2007 年

（2）執行對策：A. 依據 2005 年之「大韓商議」，由民間與政府

計劃書檢討
專門委員會

共同研究，設定最適二氧化碳減量目標 B. 溫室氣體減量評估工具之開發 C. 由發電部門研究溫室氣體減量行動方案 (Scenario)。

3. 氫能利用技術開發

(1) 研發時間：2005~2008 年

(2) 執行對策：擬研發技術有 A. 氫能製造與儲存技術 B. 氫燃料電池之開發

目前地球上可應用之石化能源，石油儲量約有 30~50 年，天然氣則為 40~60 年，煤礦約可再使用 200 年。由於考量石化燃料逐漸耗竭，以及污染生態環境的嚴重性，氫能終於脫穎而出。其優點有：A. 乾淨、無污染 B. 再生及石化能源等都可轉換為氫能，其缺點為：A. 需借助於分離與純化技術，此項技術目前尚未發展成熟 B. 有效率的氫能應用技術尚在研發 C. 製造成本高。

至於氫燃料電池之開發，目前應用在氫燃料電池車上已有相當的進展，惟仍受限於車上儲氫系統的容量與電池質子交換膜 (PEM) 的成本，尚無法達到量產的規模。

(三) 使用低碳燃料與再生能源

1. 再生能源方面

(1) 加露林 (Garolim) 潮汐發電工程 (Tidal Power Generation)
總裝置容量為 480MW (20 MWx24)，完工後將是世界最大之潮汐發電廠。目前世界最大之潮汐發電廠位於法國西北部 La Rance 河口，完工於 1966 年，裝置容量為 240 MW。

A. 研發時間：2005~2008 年

B. 施工時間：2008~2012 年

C. 工程費用：10,225 億韓圓

(2) 泰安小水力發電廠

A. 裝置容量：2.2 MW

B. 施工時間：2004~2006 年

C. 工程費用：62 億韓圓

(3) 三浪津太陽能發電計畫 (Photovoltaic Power Project)

A. 裝置容量：3.0 MW

B. 施工時間：2006~2008 年

C. 工程費用：270 億韓圓

韓電目前除了已發展出 50 kw 之分散型太陽能發電系統外

(Dispersion-type Solar Power System)，供住宅使用型之太陽能發系統亦已開發完成。

(4) 江原道風力發電廠 (Wind Power)

- A. 裝置容量：9.0 MW
- B. 施工時間：2006~2008 年
- C. 工程費用：180 億韓圓

韓電計畫於 2004~2012 年間投入 2.7 億美金裝設 490MW 之風力發電。

(5) 提高能源使用率

引進高效率之設備，利用線上診斷技術及機組延長壽命計畫，來提昇汽力機組性能，並於平澤 (Pyongtack) 火力電廠之 GR Fan 馬達改為變頻馬達，預估可以節省廠內用電達 8,803 MWh/yr。

(6) 燃料電池之開發

韓電目前已在試轉一 100 kw 之熔融碳酸鹽燃料電池 (MCFC)，250 kw 級之大型熔融碳酸鹽燃料電池已在規劃中，並列入國戰略研究課題。另，韓電亦同時研發中型、高效率、大容量之固態氧化物燃料電池 (SOFC)，且已通過 35,000 小時性能測試。

2. 引進高效率發電技術

(1) 引進高效率、300 MW 整合型煤碳氣化複循環發電技術 (IGCC)

韓電 2005 年已完成經濟效益評估，預計於 2009~2012 年投入 4,320 億韓圓引進，其魄力值得我們學習。本公司曾於 2002 年對 IGCC 發電技術的引進作過可行性評估，當時規劃中之發電量為 320 MW，和韓電相當。

(2) 群山複循環機組

- A. 裝置容量：450 MW
- B. 完工時間：2010 年
- C. 工程費用：4,320 億韓圓

3. 參與政府能源利用效率計畫

4. 燃料多元化

投資海外天然氣田開發及二甲基醚 (Dimethyl Ether, 簡稱為 DME) 等低碳燃料之研發技術，並應用於平澤複循環火力機組，作為替代燃料之經濟效益評估。

（四）訓練熟悉氣候變遷會議綱要專家

1. 排放交易（Emission Trading）CDM 訓練

- （1）派遣員工到韓國延世大學，受訓有關氣候變化專家課程、溫室氣體排放權交易及環境政策等，同時亦派員學習 CDM 事業開放課程。
- （2）舉行韓國西部發電（株）氣候變化對策委員會
- （3）舉辦韓電主管氣候變化協約、對策實務委員會

2. 蒐集氣候變遷會議相資料

韓電計畫於 2001~2010 年實施，其內容包括：

- （1）海外實施案例分析，長期實施 CDM 檢討
- （2）針對海外造林事業與排放權交易市場，以日本為例，探討其基準點
- （3）國際溫室氣體排放權交易市場動向把握
- （4）蒐集國內外資訊，研發溫室氣體排放量計算方法
- （5）參與國內外氣候變化協約相關會議，並作情報蒐集、分析活用
- （6）積極參與韓國政府針對產業界氣候變化對策班活動

四、我國對溫室氣體排放減量之因應對策與作法

（一）國內溫室氣體排放量現況分析

我國工業結構以中、小型企業居多，依行政院主計處 2004 年國情統計情報指出，2003 年我國平均每人二氧化碳排放量為 11.1 公噸，高於日本、南韓及中國大陸，此顯示我國能源使用效率及產業結構仍有待進一步調整改善。

就台灣溫室氣體歷年的排放趨勢來看，以二氧化碳為最高，約佔所有溫室氣體排放總量的 74%，且仍持續上升中。1990 年台灣電力事業所排放之二氧化碳，約佔全國二氧化碳總排放量的 1/3，至 2003 年，電力事業所排放之二氧化碳又較 1990 增加 1.6 倍，約 9,770 萬公噸。

（二）政府之因應對策與作法：

政府為因應「京都議定書」有關溫室氣體減量要求，於 1998 年 5 月即召開「全國能源會議」，該會議中決議：2020 年能源使用所排放之二氧化碳，應降至 2000 年水準為目標參考值。

行政院永續發展委員會在 2004 年 10 月成立了跨部會「氣候變遷暨京都議定書」因應小組，以研擬相關之因應對策。

我國雖非「京都議定書」之簽約國，但就現況而言應與韓國相近，同屬非附件一之國家。目前雖無承諾減量之約束，惟在可預見的未來，將會面臨必須自發性配合「京都議定書」之要求，對地球村做出一定承諾，否則可能會遭受譴責與排擠的命運。因此，如何調整國內能源使用配比，以降低對經濟成長的衝擊，實為刻不容緩之議題。

政府目前兩階段式因應策略為：

1. 在第一階段承諾（2012 年以前），積極推動無悔策略，以自發性方式來抑制溫室氣體排放量。
2. 第二階段承諾應提出具體減量目標，此時應即檢討能源配比及產業結構，並推動溫室氣體總量管制，建立盤查、登錄與驗證制度及排放交易制度等。

五、本公司因應「京都議定書」溫室氣體減量策略

本公司為配合國家經濟成長之電力需求，對於溫室氣體排放量之管控，採兩階段之減量方式：

1. 第一階段持續無悔策略，積極落實各項具體目標，抑制溫室氣體的增量。
2. 第二階段將遵照政府即將公告之溫室氣體減量法所規範之溫室氣體總量管制、碳稅與排放交易等減量措施，推動台電公司溫室氣體減量工作。

本公司在第一階段所推行之無悔策略有九大項：

（一）提升能源使用效率：

1. 提高既有火力機組發電效率
2. 新設燃煤電廠採用效率佳的超臨界機組
3. 提升輸配電效率，減少能源消耗

（二）增加無碳及低碳能源發電比例：

1. 在國土涵容能力範圍內，持續推動風力、水力等再生能源發電計畫
2. 優先購買借由生質能及再生能源發電所產生之電力
3. 擴大天然氣發電

- (三) 推廣節約電力措施，藉由需求面管理之方式以降低電能消耗
- (四) 推廣植栽與綠美化工作
- (五) 加強現有核能與水力發電機組維修工作，減少故障停機率以維持穩定運轉
- (六) 加強對含六氟化硫設備之管控，減少逸散之發生
- (七) 進行新能源、再生能源技術及二氧化碳回收與再利用相關研究
- (八) 辦理全公司之溫室氣體盤查工作，以了解與掌控溫室氣體排放量
- (九) 持續追蹤國際議題之發展趨勢，必要時參與相關國際合作及海外相關投資計畫

經由上述具體策略，本公司二氧化碳累計抑制增加量為（基準年為2004年）：

- 1. 短期（2010年）約可達2,969萬噸
- 2. 中期（2015年）約可達3,792萬噸
- 3. 長期（2020年）約可達4,646萬噸

六、韓電與本公司因應「京都議定書」溫室氣體排放減量之具體策略比較

表2是就現階段韓電與本公司因應「京都議定書」溫室氣體排放減量之具體策略比較，其差異性說明如下：

（一）再生能源研發方面

本公司著重在風電的開發，相對的，韓電在潮汐發電與燃料電池方面則投入甚多，像熔融碳酸鹽燃料電池（MCFC）及高效率、大容量之固態氧化物燃料電池（SOFC）的研發，充分顯現韓電跨足於尖端科技之決心。

（二）高效率發電技術方面

韓電投入大量資金研發IGCC新發電技術，並計畫於2009年正式建造示範廠，其旺盛的企圖心不亞於日本。本公司曾於2002年對IGCC發電技術的引進作過可行性評估，當時規劃中之發電量為320MW，和韓電相當，可惜目前並無進一步引進實證機組計畫。

（三）低碳燃料方面

韓電開發二甲基醚（Dimethyl Ether，簡稱為DME）低碳燃料技術，並應用於複循環機組之替代燃料，其勇於開創之精神值得學習。

（四）節約用電宣導方面

本公司在電視、廣播及報章媒體均有充分宣導，韓電現階段並無積

極作法。

(五) 推廣推廣植栽與綠美化工作方面

韓電雖有海外造林計畫，惟尚在評估階段，其國內造林計畫亦未規劃，本公司則相對地積極許多。

(六) 二氧化碳回收與再利用相關研究方面

韓電在這方面領域，正由其國內相關單位自行研發中，相較於本公司而言，更具開創性。

(七) 明確具體之短、中、長期策略目標與二氧化碳氣體具體減量承諾量化數據方面

韓電因該國政府尚未對「京都議定書」溫室氣體排放作具體減量承諾，故步調稍緩，本公司則相對地明確許多。

(八) CO₂ 排放交易權之引進方面

由於環保署尚在草擬相關法規，其運作架構如何尚未明確，因此本公司目前無法規劃進一步細節，相對於韓電這方面則著墨甚多。由於既有老舊機組是否能符合未來二氧化碳排放法規，和此交易權機制有相當密切的關係，如何彈性地應用此機制且能兼顧經濟效益，實為本公司刻不容緩之議題。

表 2 現階段韓電與台電因應「京都議定書」溫室氣體排放減量之具體策略比較

因應「京都議定書」溫室氣體排放減量策略		韓電	台電
一、提昇能源使用效率			
(一)提高既有火力機組發電效率		正進行中。	正進行中。
(二)新設燃煤電廠採用效率佳超臨界發電機組		正進行中。	正進行中。
(三)引進 IGCC 發電機組		韓電預計於 2012 年左右引進實證機組。	本公司曾於 2002 年對此項發電技術作可行性評估。
(四)提昇輸配電效率，減少能源消耗		正進行中。	正進行中。
二、增加無碳及低碳能源發電比例			
(一)在國土涵容能力範圍內，持續推動			
再生能源	1. 風力 2. 水力 3. 潮汐 4. 太陽能 5. 燃料電池	1.正進行中。 2.正進行中。 3.韓電預計於 2012 年左右完成加露林潮汐發電工程。	1.正進行中。 2.正進行中。 3.台灣本島並無適合潮汐發電之地點。 4.正進行中。

		4.正進行中。 5.固態氧化物燃料電池已通過 35,000 小時性能測試。	5.本公司於 1995 年曾引進 200kw 磷酸鹽燃料電池，目前已停止運轉。
低 碳 能 源	1. DME(二甲基醚) 2. 核能 3. 天然氣	1.已應用於平澤複循環機組。 2.計畫增建機組。 3.正進行中。	1.本公司並無研發二甲基醚替代燃料計畫。 2.礙於國內環境，本公司除核四廠外並無增建核能機組計畫。 3.正進行中。
(二)優先購買藉由生質能及再生能源發電所產生之電力		目前無生質能電力。	目前無生質能電力。
(三)擴大天然氣使用		正進行中。	正進行中。
三、推廣節約電力措施，藉由需求面管理之方式以降低電能消耗		正進行中。	正進行中。
四、推廣植栽與綠美化工作		韓電正評估長期海外造林可行性。	本公司從國內著手造林。
五、加強現有核能與水力發電機組維修工作，減少故障停機率以維持穩定運轉		正進行中。	正進行中。
六、加強對含 SF6 設備之管控，減少散逸之發生		正進行中。	正進行中。
七、進行新能源、再生能源技術及 CO ₂ 回收與再利用相關研究		正進行中。	正進行中。
八、辦理全公司之溫室氣體盤查工作，以了解與掌控溫室氣體排放量		正進行中。	正進行中。
九、持續追蹤國際議題之發展趨勢，必要時參與相關國際合作及海外投資計畫		正進行中。	正進行中。
十、明確具體之短、中、長期策略目標與 CO ₂ 氣體減量具體數據		韓電本身並無 CO ₂ 氣體減量數據具體承諾。	本公司之短、中、長期 CO ₂ 氣體減量數據承諾相當明確。
十一、CO ₂ 排放交易權之引進		韓電積極派員赴國內外學習相關法規。	目前環保署正草擬相關法規，本公司須待法規明確後才能進行。

貳、韓電「電力調度」運作機制

一、韓國電力系統概況

韓國電力公社(Korea Electric Power Corporation, 簡稱 KEPCO), 自 1961 年起即負責南韓全國的電業經營, 包括發電、輸電、配電及零售供應等電力服務業務;1999 年 1 月 21 日韓國政府公布『Basic Plan for Restructuring of Electricity Supply Industry, 電力事業改組基本方案』, 計畫的第一步是在發電業務引進競爭機制;在 2001 年 4 月 2 日正式實施:成立韓國電力委員會(Korea Electricity Commission, 簡稱 KOREC), 韓國電力交易所(KOREA POWER EXCHANGE, 簡稱 KPX), 韓國電力公社發電部門分割成立 6 家子公司, 並建立以成本為基礎的過渡性電力市場(Interim Cost Based Pool Market, 簡稱 CBPM);2004 年 8 月韓國政府再將配電業務自韓國電力公社分割獨立出來, 預計在 2009 年全面開放競爭, 如圖 1 所示。

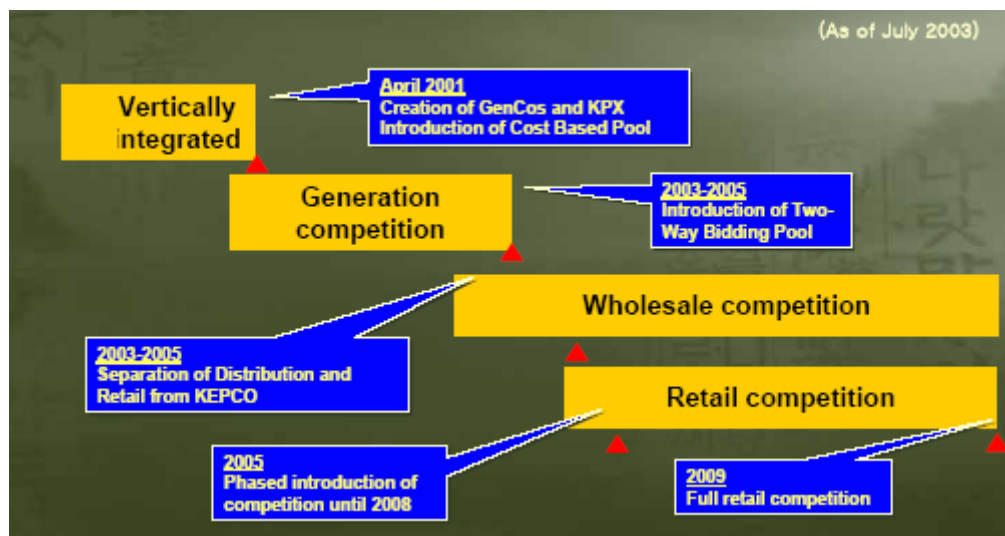


圖 1 韓國電業自由化的時間表

韓國已進入電業自由化的時代, 其開放的程序與範圍、電力交易制度與執行機構、電力監督委員會等資訊均有值得我們借鏡的地方, 謹就韓國電力現況作一簡單的概述:

(一) 系統裝置容量

韓國電力系統與台電系統相同, 均為獨立的電力系統, 故電力系統的特性類似, 惟其系統裝置容量較大。根據統計資料顯示:2005 年

韓國電力系統全系統裝置容量為 61736MW，約為台電系統 (35251.97MW) 的 1.8 倍，較其 2004 年的裝置容量(59960MW)成長 2.96%。其中，燃油機組約佔 7.0%、水力機組約佔 6.3%、燃煤機組約佔 28.3%、天然氣機組約佔 29.7%、核能機組約佔 28.7%，共計 619 部發電機組。主要由 KEPCO 的 6 家子公司提供約 89.9% 的統裝置容量，其餘的 10.1% 由民間或私人提供。KEPCO 的 6 家子公司中，韓國水力暨核能電力公司(Korea Hydro& Nuclear Power Co, KHNP) 裝置容量約為 18250MW，約佔 29.6%，其餘的韓國東南電力公司(Korea South-East Power Co, KOSEP)、韓國中部電力公司(Korea Midland Power Co, KOMIPO)、韓國西部電力公司(Korea Western Power Co, WP)、韓國南部電力公司(Korea Southern Power Co, KOSPO)、韓國東西部電力公司(Korea East-West Power Co, KEWESPO) 等 5 家公司裝置容量合計約為 37189MW，約佔 60.3%，如圖 2 所示。

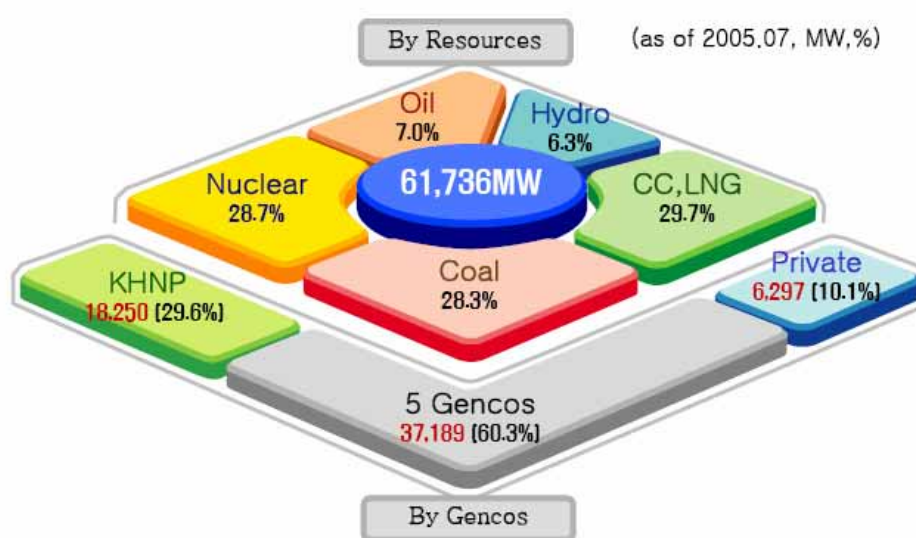


圖 2 2005 年韓國電力系統裝置容量的配置情形

(二) 系統尖峰負載與備用容量率

如圖 3 所示為韓國電力系統尖峰負載與裝置容量的比較，2004 年與 2005 年尖峰負載分別為 51263MW、54631MW，2005 年較 2004 年增加 3368MW，負載成長率為 6.57%。又韓國電力系統 2004 年與 2005 年裝置容量分別為 59960MW、61736MW，故其備用容量率大約分別為 16.97%及 13.01%左右；本公司 2004 年與 2005 年的備用容

量率分別為 20.4%及 16.3%。

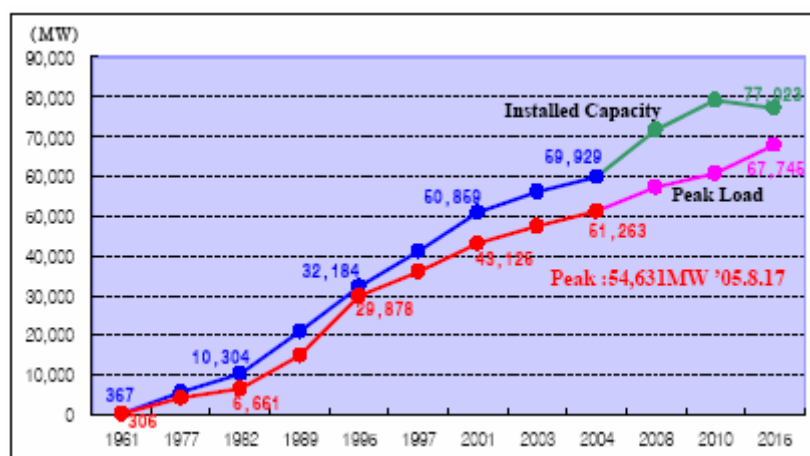


圖 3 韓國電力系統尖峰負載與裝置容量的比較

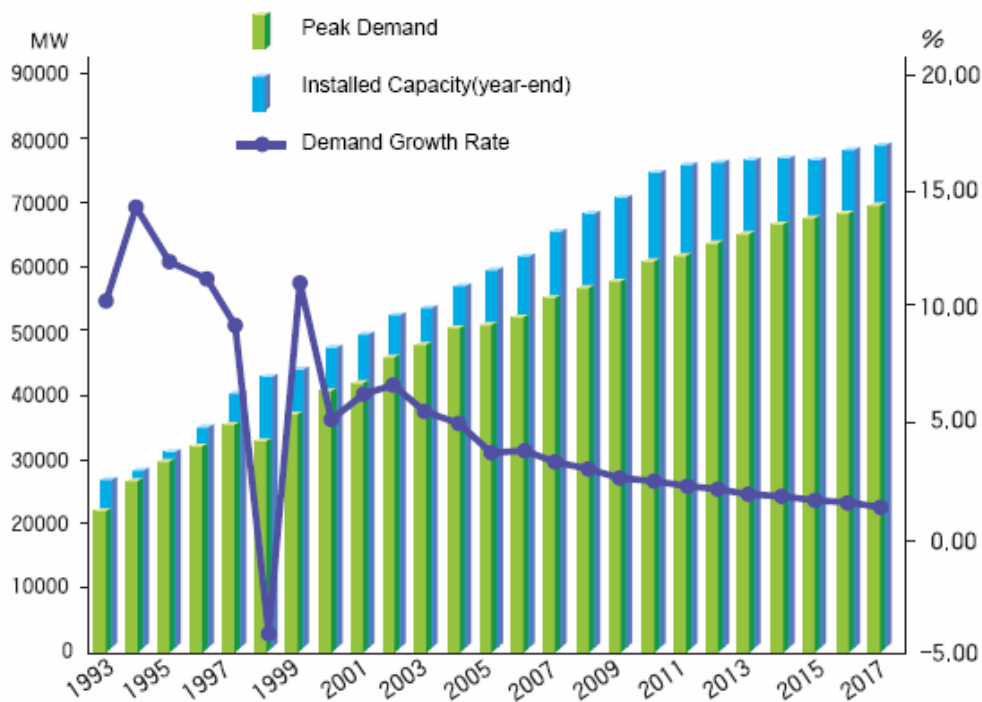


圖 4 韓國電力系統尖峰負載、負載成長率與裝置容量的比較

圖 4 所示為韓國電力系統尖峰負載、負載成長率與裝置容量的比較。韓國電力系統負載在 1990 年代大約都有 2 位數的成長幅度，然而受 1998 年亞洲金融風暴的影響，導致當年度的負載呈現負成長，較前一年衰退約 3.6%。此後，隨著金融改革的成功及經濟復甦，韓國電力系統負載將呈現穩定成長，預估在 2003 年~2017 年間每年維持平均 2.7%成長幅度，預估在 2013 年之後負載成長幅度

將降至已開發國家的水準 2%左右。根據 2004 年 12 月公布的『長期電力供需第二基本方案(The 2nd Basic Plan of Long-Term Electricity Supply & Demand)』，韓國電力系統的最低備用容量率必須維持在 15~17%，才能確保系統穩定與供電可靠，韓國電力系統對備用容量率的要求與本公司備用容量率規劃的目標值不謀而合。

(三) 輸電系統架構

韓國輸電系統現在的架構為 765kV、345kV、154kV、66kV 及 H VDC 180kV。韓國輸電系統原以 345kV 為主幹，為強化首都首爾(漢城)週邊之輸電網路系統，乃自 1999 年起將主幹線之電壓等級由 345 kV 提升至 765 kV，如圖 5 所示。最南端的濟州島使用高壓直流輸電(HVDC) 180kV 與韓國本土相連接。目前 765 kV 系統之輸電線路陸續架設完成，全部工程將於 2011 年 3 月完工，完工後總長度將達 728 公里。韓國輸電系統的裝容量如表 7. 所示。

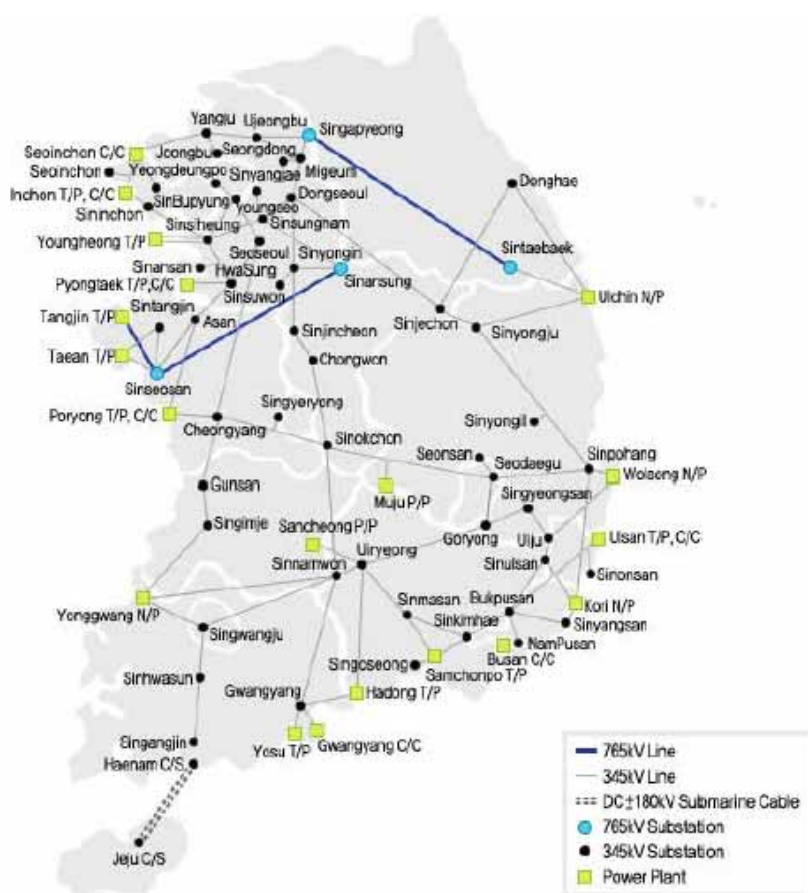


圖 5 韓國輸電網路(765kV、345kV、154kV、66kV 及 HVDC 180kV)

表 7. 韓國輸電設備的裝置容量

[Unit : %, MW]

		1980	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Transmission Line (c-km)	765kV	-	296	595	662	662	662	662
	345kV	2,044	6,491	7,281	7,345	7,467	7,740	7,903
	154kV	6,062	15,821	16,747	17,576	18,144	18,595	18,723
	Below 66kV	4,579	2,319	1,727	1,540	1,402	1,031	889
	DC180kV	-	232	232	232	232	232	232
	Total	12,685	24,917	25,582	27,355	27,937	28,260	28,409
Transformer Capacity (MVA)	765kV	-	-	-	1,110	7,110	7,110	19,111
	345kV	6,334	47,510	53,115	63,577	69,078	75,660	80,081
	154kV	9,739	63,446	70,866	78,119	83,364	89,229	93,528
	Below 66kV	2,985	2,034	1,599	1,473	1,266	1,066	980
	Total	19,106	112,990	125,700	144,279	160,838	173,065	193,690
Distribution Facilities (c-km, EA)	229kV	122,919	396,694	351,264	358,328	366,938	376,454	380,363
	Supporter	2,029	6,031	6,439	6,695	6,875	7,171	7,261
	Transformer	263,922	1,100,642	1,308,947	1,428,510	1,546,088	1,618,889	1,625,104

二、韓國電力交易所

(一) 韓國電力交易所之成立

韓國電力交易所(KOREA POWER EXCHANGE, 簡稱 KPX, 韓文稱韓國電力去來所), 係依據『韓國電業法第 35 條』相關規定所成立的一非營利性組織, 秉持公正、獨立及透明的原則, 負責電力市場的交易及電力系統的調度運轉。KPX 於 2001 年 3 月 28 日召開成立會議, 2001 年 3 月 30 日獲得韓國產業資源部(The Ministry of Commerce, Industry and Energy, 簡稱 MOCIE)的批准, 於 2001 年 4 月 2 日正式成立。

目前韓國電力交易所共有 63 個會員, 正式會員(Regular Members)有 57 個、準會員(Associate Members)有 6 個。正式會員包括 1 個輸電、配電及零售公司(韓國電力公社, KEPCO)及 56 家發電公司, 其中包括 6 家 KEPCO 所屬的子公司、3 家 IPP(Independent Power Producers)、14 家地區能源公司(Community Energy Businesses)、8 家私人發電廠(Self-generation Plant Owners)、10 家小水力電力公司(Small Hydro Power Companies)、4 家垃圾焚化爐發電公司

(Landfill Gas)、5 家風力發電公司(Wind Power)、1 家太陽能發電公司(Solar Energy)。準會員則包括 4 家與 KEPCO 簽有購售電合約(PPA)的發電公司(Power Purchasing Agreement with KEPCO)、1 家電廠興建中的發電公司及 1 家社區能源公司(Community Energy System)。

(二) 韓國電力交易所之使命與任務

KPX 在現今韓國電力事業中扮演極其重的角色，它的政策使命有六項，包括：

1. 電力市場的運轉(Market Operation)
 - (1) 競爭市場的管理(Competitive Market Management)
 - (2) 市場的監督(Market Monitoring)
2. 電力系統的運轉(Power System Operation)
 - (1) 系統運轉規劃(System Operation Planning)
 - (2) 系統重建規劃(Restoration Planning)
3. 即時調度(Real-Time Dispatch)
 - (1) 電力平衡(Power Balancing)
 - (2) 品質管理(Quality Management)
4. 電力規劃(Power Planning)
 - (1) 電力發展規劃(Power Development Planning)
 - (2) 電力需求預測(Demand Forecast)
5. 電力代輸市場規劃(Wholesale Market planning)……暫時停止
6. 統計與國際合作(Statistics and International Cooperation)
 - (1) 統計分析與管理(Statistics Analysis & Management)
 - (2) 海外市場合作(Oversea Market Cooperation)

KPX 為一公正、獨立及透明的非營利性組織，負責電力市場的交易及電力系統的調度運轉，其主要的任務如下：

1. 協調南韓輸電網路的電力潮流
2. 確保電力系統運轉安全與供電可靠
3. 運轉具有競爭機制的電力市場(Cost-Based Pool)
4. 與政府部門合作協調規劃『長期發電及輸電發展計畫』，確保電力系統安全可靠。
5. 提供及時的資訊，以協助會員及用戶作出商業決定

(三) 韓國電力交易所之組織架構

韓國電力交易所的組織架構如圖 6 所示，董事長及執行長下設計劃暨管理部門及運轉部門兩大部門外，另設審查暨檢查辦公室；計劃暨管理部門下設總管理處、電力規劃處及客戶服務辦公室及教育訓練中心；運轉部門下設市場運轉處、資訊技術處、系統運轉控制處、中央負載調度中心及濟洲島調度中心等，目前員工總數為 284 人。

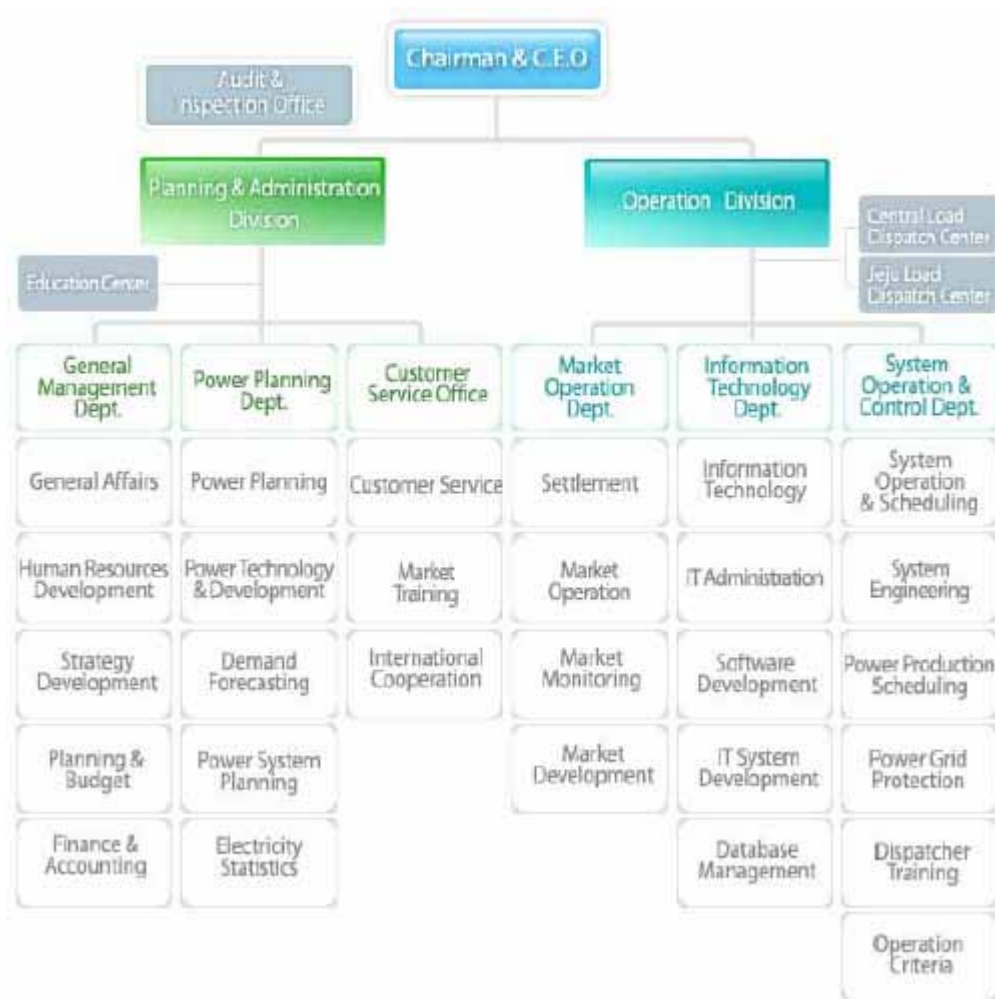


圖 6 韓國電力交易所(KPX)的組織架構

(四) 與市場運轉有關之委員會

KPX 設置不同的委員會研擬修訂各項為法規，提升電力市場的結構，以因應電力市場的變化。韓國的電力市場(Cost-Base Pool)是由 56 家市場會員公司所組成，每個市場會員藉由彼此的競爭來產生利潤。因此，會員間可能因為自身的商業利益而彼此產生衝突。此時，KPX 就必須藉由各個不同委員會的運作，以維持市場的公平

與效能，確保電力系統能依據市場規則持續運轉。每個委員會都有不同的會員代表、電力界不同領域的專家及公正的第三者參與，KPX 常設的委員會包括：

1. 規則修訂委員會(Rule Revision Committee)
2. 成本評估委員會(Cost Evaluation Committee)
3. 資訊傳播委員會(Information Dissemination Committee)
4. 爭議調處委員會(Dispute Resolution Committee)

各委員會詳述如下：

1. 規則修訂委員會(Rule Revision Committee)

電力市場運轉規則規範市場運轉的程序、標準及方法，是電力市場中最重要文件；由於電力市場運轉規則對每個市場參與者都有直接且重大的影響，因此，電力市場運轉規則的修訂必須非常審慎，以確保電力市場運轉的公平性。KPX 最重要的功能是市場的運轉者，在執行電力市場運轉規則時亦必須公平、公正，並保持中立。電力市場運轉規則必須隨著市場環境的變化有所修訂，以維持電力市場的公平與效能。電力市場運轉規則必須經由規則修訂委員會才能進行修訂，規則修訂委員會有 9 位委員，分別由 KPX 的董事長或執行長、電力監督委員會(KOREC)代表、KPX 的董事長核定的專家及會員代表(包括發電公司、IPP 及輸電、配電公司的代表)所組成。

自 2001 年 4 月 KPX 設立以來，規則修訂委員會已經開過 19 次會議，共修訂了 62 條規則，規則修訂的程序如圖 7 所示。

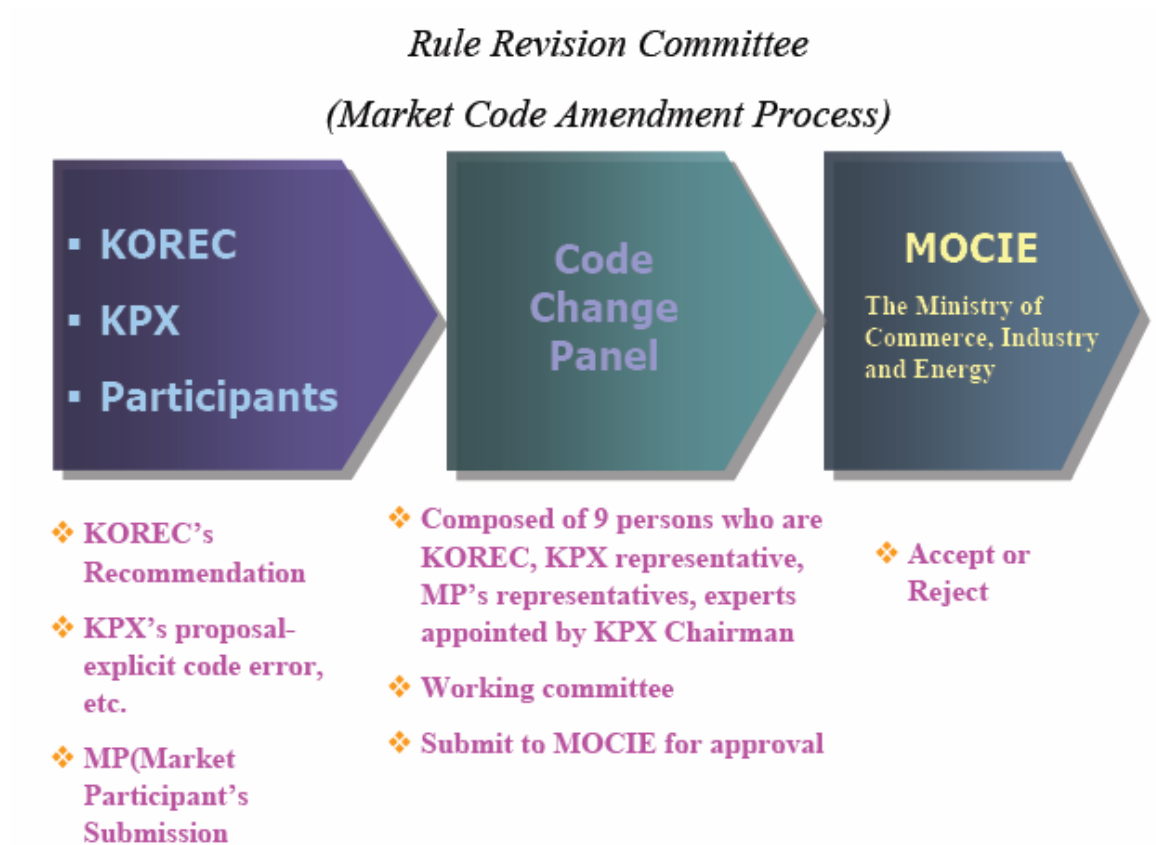


圖 7 韓國電力市場運轉規則之修訂程序

2. 成本評估委員會(Cost Evaluation Committee)

成本評估委員會以公平、透明的方法對發電機組的變動成本進行評估，以作為訂定市場價格的基礎。成本評估委員會包括主席共有 6~9 位成員，分別由 KPX 的董事長或執行長、電力監督委員會(KOREC)代表、KPX 的董事長核定的專家及會員代表(包括發電公司、IPP 及輸電、配電公司的代表)所組成，成本評估委員會由主席召集開會或每個月定期開會一次；成本評估委員會另設 10~13 人工作小組負責分析、審查各項成本，並提出建議，如圖 8 所示。由於發電機組的成本資訊包括各發電公司的財產資料，因此，發電機組變動成本的評估結果並不對外公開。成本委員會評估的項目包括：

- (1) 評估機組的燃料成本
- (2) 核定機組的特性
- (3) 評估機組的啟動成本
- (4) 決定機組的容量費率
- (5) 決定輔助服務的費率

Cost Evaluation Committee (KPX)

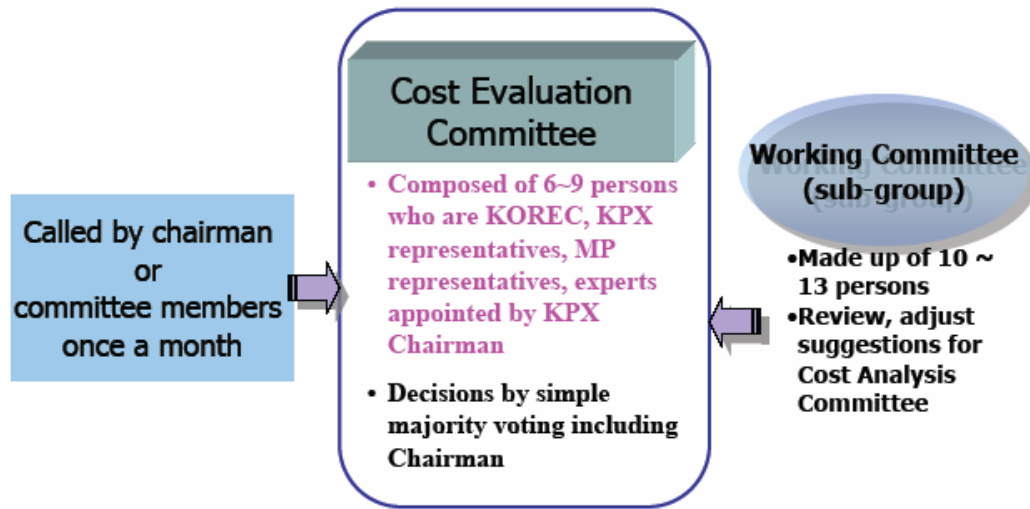


圖 8 成本評估委員會之程序

3. 資訊傳播委員會(Information Dissemination Committee)

為確保電力市場的公平、效率，並改善市場的可靠度，資訊的及時公布是必要，在競爭的電力市場中，市場的相關資訊對市場參與者是非常重要的，它可能影響業者的競標策略及投資計劃；資訊傳播委員會負責有效管理市場資訊，並評估即時資訊的公布過程、核定是否公布市場參與者要求公開的資訊。資訊傳播委員會有 7 位成員，其主要工作為：

- (1) 管理與電力市場運轉有關的資訊
- (2) 保護電力市場資訊
- (3) 審查公布資訊的使用
- (4) 監督資訊的公布過程

KPX 透過網際網路及資訊公布系統發布電力市場的相關資訊，包括：

- (1) 每天、每週、每月及長期的預測
- (2) 每小時系統的邊際成本及基載邊際成本
- (3) 每天的備用容量
- (4) 電力市場及電力系統每天的狀態報告

4. 爭議調處委員會(Dispute Resolution Committee)

爭議調處委員會負責解決與電力市場或電力系統有關的各項爭議，每件爭議案可以有 3 名仲裁人。與其他委員會不同的是，爭議調處委員會的仲裁人並不由具有市場聲望的會員擔任，而是 KPX 的董事長或執行長指定電力市場中的 3 名專家作為仲裁人。目前，爭議調處委員會在法律、電力工程、會計財務及經濟等方面共有 18 位專家。自 2001 年 4 月 KPX 設立以來，共有 5 件爭議要求爭議調處委員會仲裁，目前已對爭議案開過 3 次仲裁會議。爭議雙方如對仲裁結果不滿意，可以提升至電力監督委員會(KOREC)解決。

三、電力系統運轉概況

(一) 系統分工與職掌

韓國電力系統的運轉由 KPX 負責電力調度，有關 KPX、KEPCO 及各發電公司的權責範圍，如圖 9 所示。輸電設備由 KPX 負責監視與控制、停電核准，KEPCO 則負責興建與維護，並依 KPX 的指令執行操作；發電設備由 KPX 預定排程及停電核准，並進行 AGC 控制，各發電公司則系統負責興建與維護，並依 KPX 的調度指令執行操作。

Companies	Transmission Facilities	Generation Facilities
KPX	▪ Monitoring & control ▪ Outage Approval	▪ Outage approval & commitment order ▪ Automatic Generation Control
KEPCO	▪ Construction & Maintenance ▪ Operation by dispatch order	—
GENCO (6)	—	▪ Construction and maintenance ▪ Unit commitment by dispatch order of KPX

圖 9 KPX、KEPCO 及各發電公司的權責範圍

(二) 配合調度排程之市場時間作業程序

如圖 10 所示為電力市場配合調度排程之作業程序，每季：發電業者須提報發電機組的 I/O 特性參數；每月：發電業者須再提報發電機組的熱率及遞增成本曲線；交易日前一天上午 10:00：發電機組遞送標單競標；交易日前一天上午 11:00：對系統邊際成本(SMP)

作負載預測；交易日前一天下午 15:00：公告每小時的系統邊際成本(市場價格)；交易日前一天下午 16:00：為抽蓄機組修改標單排程；交易日前一天下午 18:00：公告電源排程。交易日 0:00~24:00：即時電力調度；交易日後 1 天：電表資訊確認；交易日後 9~22 天：結算及付款。有關電力市場排程、調度、結算及清算等細部作業流程如圖 11 所示。



圖 10 電力市場配合調度排程之作業程序

Scheduling, Dispatch, Settlement, and Clearing

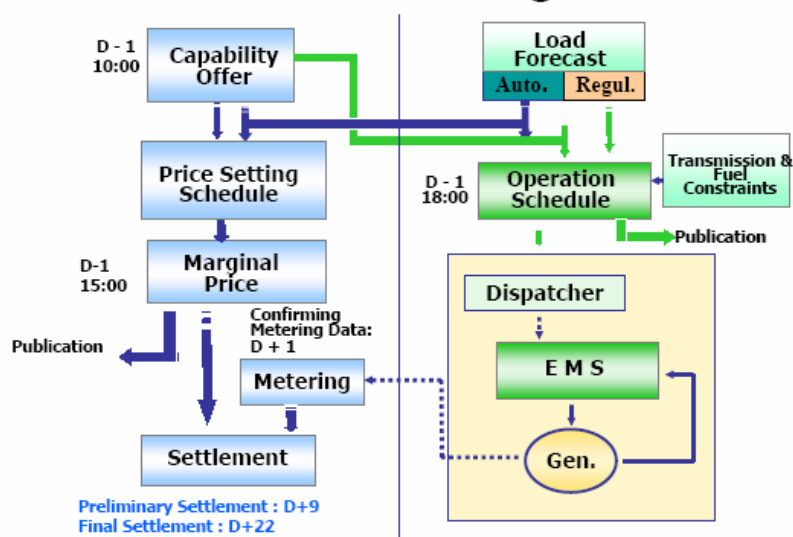


圖 11 電力市場排程、調度、結算及清算等細部作業流程

(三) 備轉容量的調度策略與規定

為確保電力系統安全與供電可靠，KPX 在電力市場進行交易時須維持必要的備轉容量，如圖 12 所示為 KPX 備轉容量的調度策略，其有關備轉容量的規定如下：

1. Spinning Reserve：指與系統併聯在 10 分鐘內可以供電的備轉容量，又稱為熱機備轉容量(Hot Stand-by Reserve)，分為下列兩部分：

(1) 頻率調整備轉容量(Frequency Regulation Reserve)：必須維持在 1000MW 以上，以 AGC 或 Governor Free 方式運轉。

(2) 備用備轉容量(Standing Reserve)：10 分鐘內可以供電的備轉容量，必須維持在 500MW 以上。

2. Non-Spinning Reserve：指未與系統併聯的部分，或稱為冷機備轉容量(Cold Stand-by Reserve)，分為下列兩部分：

(1) 備用備轉容量(Standing Reserve)：接到指令後才啟動，在 20 分鐘內可以供電的發電量，其大小必須維持在 1000MW 以上。

(2) 替代備轉容量(Replacement Reserve)：接到指令後才啟動，在 120 分鐘內可以供電的發電量，其大小必須維持在 1500MW 以上。

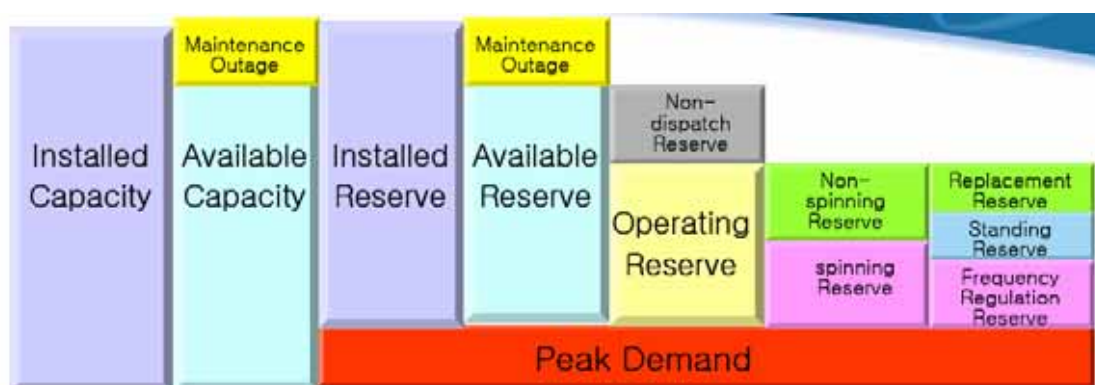


圖 12 KPX 備轉容量的調度策略

換言之，韓國電力系統的總備轉容量至少須維持在 4000 MW 以上，其中熱機備轉容量必須維持在 1500 MW 以上。前所述，韓國 2005 年裝置容量與尖峰負載分別為 61736MW、54631MW，故其在 2005 年的備用容量率雖為 13.01%，但其最低備轉容量僅要求必須高於

7.32%。

本公司熱機備轉容量則須維持在 1000 MW 以上，最低備轉容量則要求必須高於 2500 MW 以上，如以系統裝置容量作為比較的基準，則本公司備轉容量的運轉標準顯然高於韓國電力系統的運轉標準。

（四）電力品質目標與實績

KPX 負責運轉韓國電力系統，維持良好的電力品質為其基本任務之一，其電力品質的目標如表 8. 所列，其近 5 年來的實績如圖 13 所示，如單純以頻率品質的實績來看，韓國電力系統似乎比本公司穩定，但事實上，頻率取樣率(Sample Rate)的高低會影響頻率品質監測的實績，韓電是利用 EMS 系統進行電力系統頻率的監測，其取樣率(Sample Rate)為每 4 秒鐘取樣 1 次，本公司則是另外利用一套頻率監視系統進行監測，取樣率高達每秒鐘取樣 10 次為韓電的 40 倍。

表 8. 韓國的電力品質目標

項目	標準範圍	目標值
頻率	$60 \pm 0.1\text{Hz}$	99.57%
系統電壓	$154\text{kV} \pm 2.5\%$	99.9%

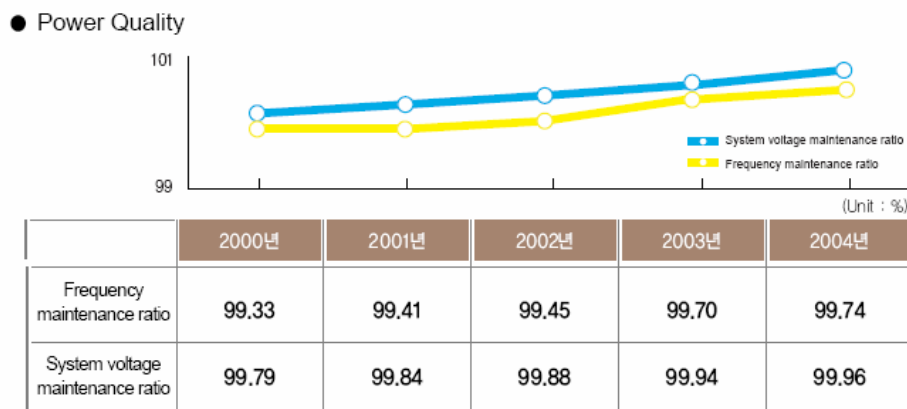


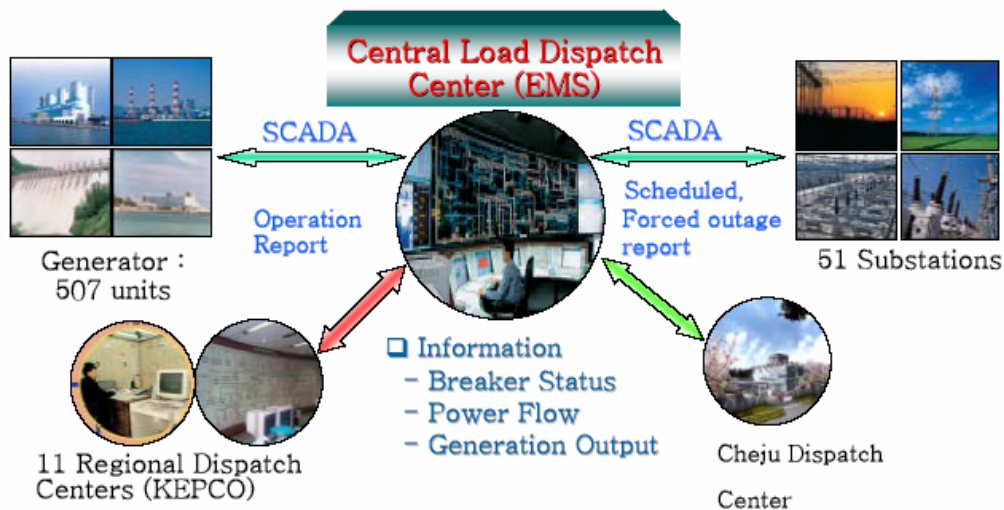
圖 13 KPX 近 5 年來的電力品質實績

（五）電力調度中心

韓國的電力調度架構分為中央調度中心(1 所)、地區調度中心(11

所)及濟州島調度中心，如圖 14 所示。中央調度由 KPX 負責指令，現場人員執行操作，地區調度則由 KEPCO 負責執行。KPX 的中央調度中心設在首爾市內，未來計畫在 Chun-an(天安)建立後備控制中心，已於今年 9 月 28 日破土動工，預計 2007 年開始營運，未來將分擔一部分中央調度中心的調度業務。

Central and Regional dispatch centers control electric facilities efficiently



**Plan to relocate back-up facility to more secure area
(Currently located at the basement of KEPCO headquarter)**

圖 14 韓國的電力調度架構

KPX 中央調度中心值班運轉人員的編制與分工，如圖 15 所示。值班運轉人員編制每班 6 人，共有 5 班，每班編制有值班經理 1 人，負責所有電力系統運轉業務；值班副經理 2 人，其中第 1 位值班副經理負責經濟調度與系統復電業務，第 2 位值班副經理負責即時投標市場運作與系統安全；值班員共 3 人，其中第 1 位值班員負責電源調度，第 2 位值班員負責網路操作，第 3 位值班員負責運轉資料蒐集。

平時有四班輪流在線上調度電力系統，每天有 3 班輪流值班 8 小時，有一班休假，第五班則在模擬訓練中心接受訓練。訓練主要目的是加強調度員對電力系統發生緊急情況之因應能力及熟悉電力系統全黑啟動之步驟，次要目的是預先模擬電力系統運轉狀況、測試 EMS 新的功能、與確認電力系統復電過程之可行方法。模擬訓練係依據 NERC 所建議之訓練課程為準，每班值班人員每年至少須接

受 10 次訓練，每次訓練時間三小時，若對新進值班人員則另安排加強訓練課程。

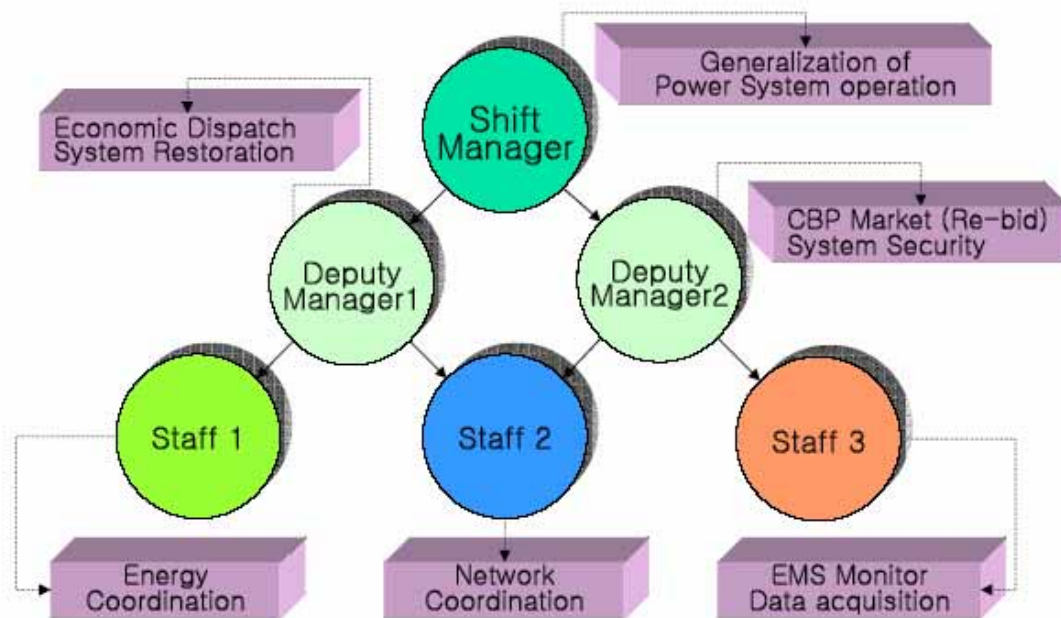


圖 15 中央調度中心值班運轉人員的編制與分工

四、電力市場運轉概況

(一) 電力交易系統的架構

KPX 負責執行複雜的電力交易，包括競標~結算等電力交易業務，整個過程均是透過不同的電腦系統及網路來完成，如圖 16 所示為電力交易系統的架構，包括競標系統(Bidding System)、價格排程系統(Price Setting Schedule System)、自動讀表系統(Metering System)、結算系統(Settlement System)及能源管理系統(Energy Management System)等。

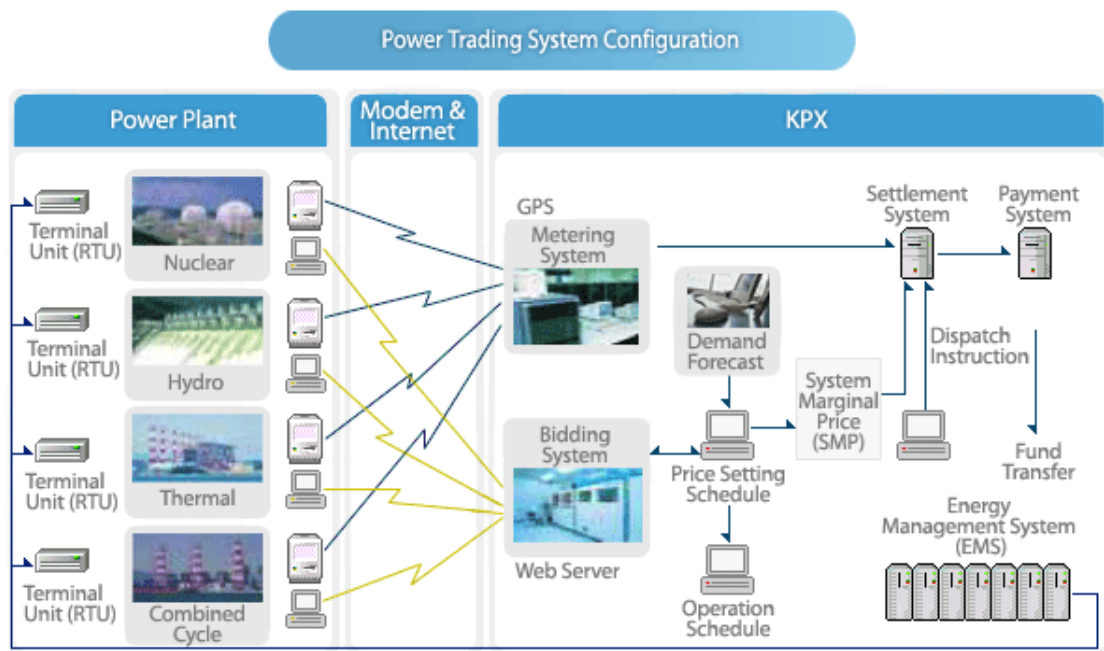


圖 16 電力交易系統的架構

(二) 電力交易的程序

KPX 負責執行電力交易的程序，如圖 17 所示，包括：

1. 發電成本的計算：
 - (1) 固定成本(容量費率)：每年提報
 - (2) 變動成本(燃料成本)：每季提報
2. 競標與排程：交易前一天進行
 - (1) 決定市場價格
 - (2) 決定機組發電排程
3. 即時電力調度：交易當天進行
4. 結算：交易後 26 天內進行

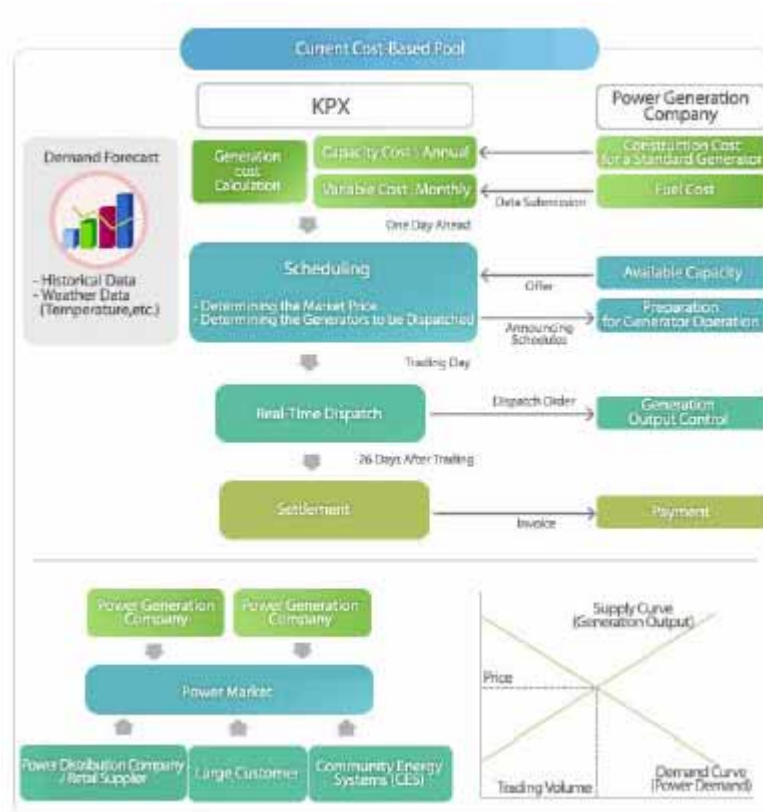


圖 17 電力交易的程序

(三) 市場價格的決定

目前 KPX 所運轉的電力市場並非是一個完全競爭的市場，而是一個以成本為基礎，過渡性的電力池市場(Interim Cost- Base Pool Market, CBP Market)。KPX 根據機組的成本曲線，將電力市場區分為基載市場(Base Market)及非基載市場(Non-Base Market)。基載市場由核能機組與燃煤機組共同組成；非基載市場(亦稱為尖載市場)則由其他機組共同組成(但不包括水力機組)。

基載市場(Base Market)的價格為基載邊際成本(Base-Load Marginal Price, BLMP)與基載容量費率(Base-Load Capacity Payment, CP)的和；非基載市場的價格為系統邊際成本(System Marginal Price, SMP)與非基載容量費率(Non-Base Capacity Payment)的和，所謂的『邊際成本』，係指因系統負載增加而須再併聯機組或增加機組發電的燃料成本。如圖 18 所示，3:00~6:00 期間為基載市場，此時的市場價格為燃煤機組的變動成本(BLMP)再加上其容量費率；12:00~15:00 期間為尖載市場，此時的市場價格為 LNG 機組的變動成本(SMP)再加上其容量費率。

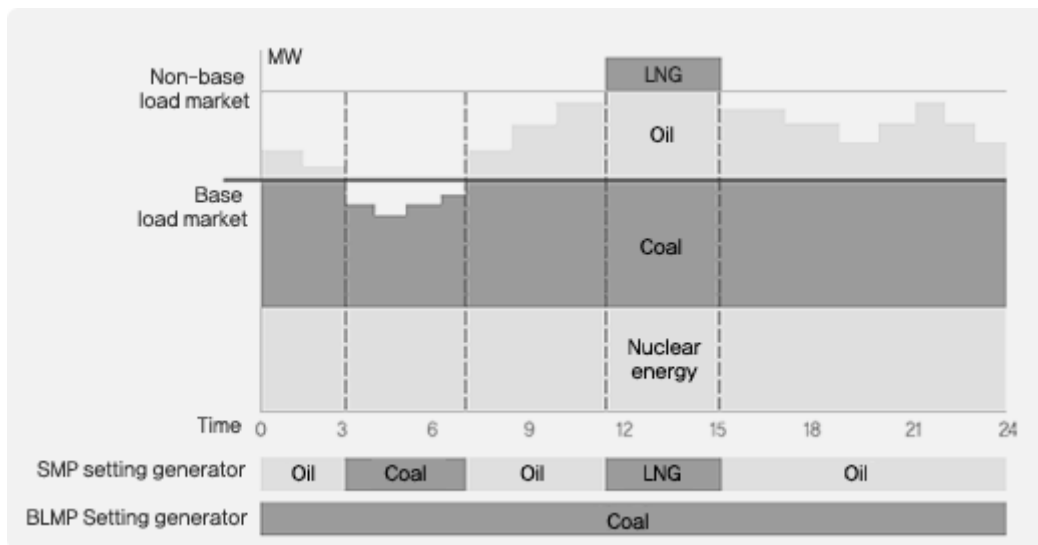


圖 18 市場價格的決定

(四) 電力市場輔助服務的種類

韓國電力市場輔助服務計有下列 4 種，均由發電業提供：

1. 頻率控制服務：包括 Governor Free 運轉及 AGC 服務。
2. 全黑啟動服務：每個區域均準備 1~2 台可自行啟動的發電機組。
3. 電壓調整服務：無效電力的供應。
4. 發電備轉容量：由快速啟動機組提供足夠且可靠的備轉容量。

參、心得與建議

謹將本次考察韓國電力之相關業務概況之心得與建議敘述如下：

一、超臨界汽力機組營運策略值得觀摩學習

唐津電廠 (Dangjin) 為燃用煙煤之超臨界汽力機組，預計在 2007 年總裝置容量將達 500MW x 8，屆時將是亞洲數一數二超臨界發電廠，其營運策略及運轉維護經驗，可作為將來彰工火力發電廠之參考。

二、再生能源技術值得借鏡

韓電預計於 2008 年完成三浪津太陽能發電計畫，裝置容量為 3MW。燃料電池方面，韓電亦積極研發高效率、大容量之熔融碳酸鹽及固態氧化物燃料電池，其後續發展情形都值得本公司持續追蹤瞭解。

三、研習二氧化碳排放交易權機制

韓電在此方面非常重視，不斷派員參與研習此一領域，由於此項機制

攸關各國電力事業二氧化碳排放抑制策略，對已運轉多年老舊機組在因應二氧化碳排放總量管制方面更形重要，本公司宜未雨綢繆儘早蒐集相關資料掌控其後續發展。

四、電力系統備用容量率規劃標準與本公司相同

2005 年韓國電力系統全系統裝置容量為 61736MW，約為台電系統的 1.8 倍，根據 2004 年 12 月韓國公布的『長期電力供需第二基本方案(The 2nd Basic Plan of Long-Term Electricity Supply & Demand)』，韓國電力系統的最低備用容量率必須維持在 15~17%，才能確保系統穩定與供電可靠，韓國電力系統對備用容量率的要求與本公司備用容量率規劃的目標值相同，又韓國電力系統 2004 年與 2005 年之備用容量率大約分別為 16.97%及 13.01%左右；本公司 2004 年與 2005 年的備用容量率則分別為 20.4%及 16.3%。

五、韓國電力交易所若干作法值得研究

KPX 設置不同的委員會研擬修訂各項為法規，提升電力市場的結構，以因應電力市場的變化。韓國的電力市場(Cost-Base Pool)是由 56 家市場會員公司所組成，每個市場會員藉由彼此的競爭來產生利潤，因此，會員間可能因為自身的商業利益而彼此產生衝突，此時，KPX 就必須藉由各個不同委員會的運作，以維持市場的公平與效能，確保電力系統能依據市場規則持續運轉。每個委員會都有不同的會員代表、電力界不同領域的專家及公正的第三者參與。

六、本公司備轉容量的運轉標準高於韓國電力系統的運轉標準

韓國電力系統的總備轉容量至少須維持在 4000 MW 以上，其中熱機備轉容量必須維持在 1500 MW 以上，其中頻率調整備轉容量必須維持在 1000MW 以上；10 分鐘內可以提供的備用備轉容量則必須維持在 500MW 以上。本公司熱機備轉容量則須維持在 1000 MW 以上，其中快速備轉容量的規劃則必須使最大機組跳機後的一分鐘恢復頻率高於 59.70Hz，以確保發生最大機組 N-1 跳機事故不會導致低頻卸載，最低備轉容量則要求必須高於 2500 MW 以上，如以系統裝置容量作為比較的基準，則本公司備轉容量的運轉標準顯然高於韓國電力系統的運轉標準。

七、頻率運轉標準及目標值有必要加以研究檢討

韓國電力的頻率變動範圍為 $60 \pm 0.1\text{Hz}$ 則與本公司相同，但其頻率目標值為 99.57%，較本公司的目標值高；韓國電力過去 5 年的頻率品質實績均能維持 99.33%以上，由於頻率監測的取樣率會影響頻率實績的良窳，本公司雖採用高取樣率，但將頻率目標值僅訂為 95%以上的作法，實讓外界容易有頻率不夠穩定的誤解，有必要請運轉部門加以研究檢討。

八、電力調度中心的組織架構與分工可供參考

KPX 中央調度中心值班運轉人員的編制與分工，值班運轉人員編制每班 6 人，共有 5 班，每班編制有值班經理 1 人負責所有電力系統運轉業務；值班副經理 2 人，其中第 1 位值班副經理負責經濟調度與系統復電業務、第 2 位值班副經理負責即時投標市場運作與系統安全；值班員共 3 人，其中第 1 位值班員負責電源調度、第 2 位值班員負責網路操作、第 3 位值班員負責運轉資料蒐集，可供本公司未來台北、高雄中央調度中心值班人力規劃時的參考。

九、電力市場價格的決定方式可供相關部門研究

KPX 根據機組的成本曲線，將電力市場區分為基載市場(Base Market)及非基載市場(Non-Base Market)，基載市場由核能機組與燃煤機組共同組成，非基載市場(亦稱為尖載市場)則其他機組共同組成(但不包括水力機組)；基載市場的價格為基載邊際成本(BLMP)與基載容量費率(BLCP)的和；非基載市場的價格為系統邊際成本(SMP)與非基載容量費率(NBCP)的和，價格的決定方式可供本公司相關部門研究。

肆、參考文獻

1. 韓國電力交易所網站：<http://www.kpx.or.kr>
2. Kim Young-Chang, “韓國電業自由化下調度及交易之合理性研究”，電業自由化下調度及交易之合理性研究國際研討會，中華經濟研究院，2005 年 11 月。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

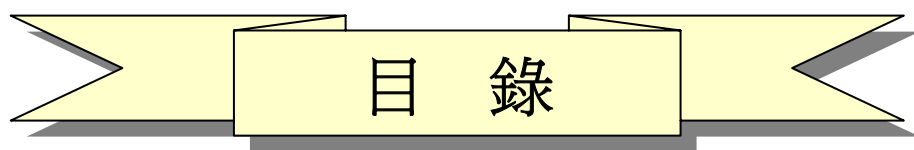
(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

(裝
訂
線)

材料採購之策略與庫存材料之管控

報告人：莊美玲

(材料處)



目 錄

壹、考察項目

貳、心得與建議

壹、考察項目

一、材料庫存管理

韓電將材料區分為備庫存項目（storage items）及不備庫存項目（non-storage items）兩類，並分別管理如下：

- A. Storage Items：全公司普遍使用之配電材料居多，如電桿、碍子、配電級變壓器、電表等屬之，約 150-200 項。依前三年之用料紀錄，分析用料模式，並考量採購領前時間（約 35-40 天）而訂定合理庫存量，通常保持約 50 天之庫存量，與本公司 A 類材料管理模式類似。本公司 A 類材料以一年一購分批交貨為原則，而 KEPCO 則每月一次或二次以小額訂單向契約供應商下訂。
- B. Non-storage Items：依個別工程之需求而採購，器材逕交運至工地，不備庫存，輸變電及通訊器材屬之。此類管理與本公司工程採購相同。
- C. 由採購部門依過去用料模式及現行採購計劃，規劃未來 3-5 年之長期供需計劃，以管控並降低庫存。

二、環保器材及綠色採購

二十一世紀綠色設計、生產、行銷及消費已然成為風潮，許多國際經貿組織熱烈討論綠色消費對國際貿易的影響，並且運用種種經貿措施以遂行環保目的。而綠色消費是改變消費模式以降低天然資源毒性物質之使用及污染物排放，其目的在追求更佳之生活品質且不影響後代子孫之權益。

韓電綠色採購：

A. 相關法令包括：

- 1. 環保標章產品與綠色消費
- 2. 環保（環境改善）發展技術
- 3. 節約能源及資源回收再利用
- 4. 工業發展

B. 自 2004/12/31 環保署發布相關環保產品採購法令，每年制定綠色採購指引，KEPCO 身為國營機構，均依政府規定採購環保產品、防治污染產品。對擬購項目應先查核是否屬政府當局核定之環保項目；若是，則應優先採購綠色標章產品，或於採購評比時，給予優惠，以提升綠色採購績效。

C. 韓國政府當局每五年訂定提升環保產品使用計劃，每年修訂採購指引，而其國內公營機構每年應提報採購計劃及執行成果。

三、燃料供應

1. 供應現況

- A. 每年的 1.3 兆韓圓 (won) 之燃料 (煤、燃料油、天然氣) 採購預算，其中燃煤 5180 億 won，燃油 4110 億 won，LNG 4040 億 won。
- B. 燃煤採購，年需求量之 80%-90% 由一年期以上之長約取得，10%-20% 由現貨市場取得。

2. 長約價格決定機制

- A. KEPCO 自 2001 年 4 月分割成六個公司後，除其一為核能及水力發電公司外，其餘五個火力發電公司彼此競爭以提高獲利能力。並在政府之監督下，持續穩定運轉，發電成本較低者，可售更多電力至市場。
- B. 2003 年下半年，中國多次煤礦爆炸及其國內之高度需求，將五家火力發電公司原先各自議定長約價格之議價模式，改為聯合議價，據韓電表示其向中國採購長約燃煤價格遠低於日本/中國之合約價。
- C. 2003 年起，採取指數聯結價格之機制訂定煤價，在計價公式中採用 BJ Index 或 Globalcoal Index 計算。在此情況下，韓方不需花長時間去談判價格，多年的合約價格即自動決定。
- D. 燃油則未訂定長約，俟需要時開國際標。LNG 則由獨占之公營事業 KOGAS 供應。

3. 燃煤價格評比：

- A.
$$[\text{CFR price} + \text{硫份罰款} + \text{灰份罰款}] \times \frac{6080 \text{ Kcal/Kg}}{\text{保證熱值 NAR}}$$

B. 硫份罰款

總硫份(0.01%-0.3%)=US\$0.27 x 保證硫份

總硫份(0.31%-0.6%)=US\$0.88 x 保證硫份

總硫份(0.61%-0.8%)=US\$0.90 x 保證硫份

總硫份(0.81%-1.0%)=US\$0.96 x 保證硫份

C. 灰份罰款

US\$0.02/公噸 x 保證灰份

- D. 燃料油及 LNG 並無價格評比公式，現貨價格即市場價格。

四、10 月 20 日參訪江原支社

韓電共十五個支社，江原支社位於首爾東方江原道嶺西地方，其前身春川電

機（株）於 1925 年 2 月設立，歷經 4 次改組於 1982 年 1 月劃歸為韓電江原支社。其管轄區域占韓國國土之 8.8%，涵蓋 2 個市，6 個郡即：春川市、原州市及洪川、橫城、鐵原、華川、楊口、麟蹄郡。其管轄面積中有 80%係山岳地域，用電戶 378,000 戶，佔 KEPCO 17,158,000 用戶之 2.2%，售電量 3,151 百萬 GWH，佔全社 220,684 百萬 GWH 之 1.4%，售電收入 2,285 億韓圓 won，佔全社 1.4%，售電單價每度 72.53won(約 NT\$2.41)，較全社 74.92won(約 NT\$2.5)低 2.44won。

貳、心得與建議

- 一、本公司材料管理之模式與韓電（KEPCO）相類似，KEPCO 安全存量設定為 50 天，本公司為 1.5-2 個月，視材料別而定，唯 KEPCO 之採購領前時間約 35-40 天，而本公司在政府採購法之規範下，等標期至少 28 天，故採購領前時間約為 2 個月，仍需盡量縮短各項作業時程，以降低材料供應成本，並兼顧供料穩定。
- 二、我國推動綠色採購起步較韓國為早，自 88 年 5 月政府採購法及 92 年 7 月資源回收再利用法實施後，配合環保署訂定綠色採購比率，本（94）年目標為 75%，迄今執行成效良好，而本公司為配合國家政策及因應京都議定書生效的影響，除發展風力、太陽能等潔淨能源外，並購置各種污染防治設備以改善空氣品質，降低 CO₂、硫、氮及粉塵排放量，近三年採購之環保產品金額逐年增加。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

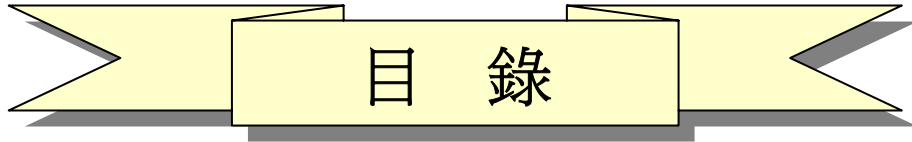
(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

(裝訂線)

韓電核能機組績效提昇之經驗

報告人：陳布燦

(核能發電處)



壹、考察心得

壹、考察心得

本屆韓電考察團之主題為「電力事業因應全球二氧化碳減量〈京都議定書〉之經營策略」；個人部份，職之考察重點為「韓國核能電廠優異績效之作為」，同時也深入了解韓國水原電力公司（KHNP）在政府二氧化碳減量的政策下，採取那些措施，以作為本公司的參考。

本次參訪行程，前後只有八天，扣除往返搭機的時間，星期六、日，以及禮貌拜會的儀式，實際可用來考察的時間並不多。不過，透過一些細微的觀察比較，仍可從整體方面去瞭解韓電，甚至韓國社會的方向與作為。

我們通常可以從一個都市、一個公司、一間工廠等等的整潔秩序看出其內部成員的公德水平、組織的管控能力、以及領導階層的執行力。通常只要看一眼，就可以知道這個都市、公司、或工廠的發展潛力。因為內部成員的公德水平高，內耗就少，就有較多資源來發展。這是常識，本不足一提，但作為觀察比較的題目也十分有趣。我去年到過上海，對上海的髒亂印象深刻。我第一次到漢城，特地仔細看看小巷道一般的整潔。非常乾淨，但有些候車處地上有煙蒂。如果東京是 90 分，漢城應是 85 分，漢城還有發展的潛力。韓電總公司環境幽美，停車場很大，每個員工都有停車位，頗令人羨慕。我特別觀察韓電員工餐廳的整潔情形，也是很乾淨，憑良心說：比我們公司要幽雅很多。也許這說明了韓國進步幅度與速度都有超越我國的某些因素。

本次考察行程原本要參訪韓國水原電力公司（KHNP）的 Wolsong 核能電廠，但不巧 APEC 正在當地舉行，也要參觀 Wolsong 核能電廠，本團只好取消此項安排。因此個人考察的題目都是在漢城 KHNP 總部與相關人員研討，無法到 Wolsong 核能電廠實地考察，相當遺憾。

韓國水原電力公司（KHNP）是在 2001 年 4 月從韓國電力公社（KEPCO）分割出來的六家發電公司之一；擁有 20 部核能機組以及韓國所有的水力發電廠。裝置容量佔全韓的 29%，發電量則佔全韓的 38.6%。在 2004 年，KHNP 的核能機組創下 91.38% 平均容量因數的佳績，比本公司高，也超過美國與日本。同一年 KHNP 有十部機組完成整個燃料周期零停機的連續運轉紀錄。KHNP 目前規劃續建六部機組，其中四部為 1000MW 級，兩部為 1400MW 級，都由國內廠商設計建造，預定在 2011 至 2013 年分別商業運轉，屆時核能發電將佔全國發電量的 47.1%，可以說是已經完全建立核能工業。

此次考察共有七項議題，在和韓方人員討論後，結論如下：

- 一、韓國水原電力公司（KHNP）因應全球二氧化碳減量〈京都議定書〉之經營策略。依據文獻（CO₂ Equivalent Emissions for Full Energy Chain, IAEA Bulletin, 1998），每度電之二氧化碳當量，燃煤為 860 克，燃油為 689

克，燃天然氣為 460 克，太陽能為 30 克，水力為 16 克，風力為 11 克，核能為 9 克，應該採取甚麼策略，似乎很明顯。韓國水原電力公司於 2004 年，核能發電量共 130,715 GWh，水力共 5,744 GWh，總計 136,459 GWh，換算二氧化碳減量為 110 百萬噸，約為全韓國二氧化碳產量 460 百萬噸的 20%，貢獻卓著。韓國的國家能源發展計畫每五年發表一次，電力供應基本計畫每兩年發表一次；雖沒有訂定核能的具體比重，核能界普遍認為：40%是合理的數字。但韓國水原電力公司的吳珍鎬課長認為：我們不能只顧自己的想法，必須在民眾心中建立清潔能源的形象。韓國水原電力公司努力的項目很多，特別注重舉辦學生對能源議題的寫作及演講比賽。本公司限於政治環境也許難以比照，但可逐步漸進建立良好形象，爭取民眾支持。

- 二、核能機組三年平均容量因數高達 91.38%的重要因素。韓國水原電力公司金制憲課長很謙虛的承認，他們以政府核定的發電量，而非設計額定，為計算基準，所以數字有些偏高，不過韓國水原電力公司所採取的一些措施確實提高核能機組的可靠度 (RELIABILITY)；例如：長燃料周期，除古里一、二號機為 15 個月周期外，其它機組均為 18 個月周期。此外，韓國水原電力公司也致力縮短大修工期，最短工期 23 天，平均 38 天。至於增加線上維修 (On-Line Maintenance)，擴大區塊維修 (Enlargement of Block Maintenance) 等也有貢獻。為減少人員疏失，提升技能，韓國水原電力公司在釜山設置核能教育院，並舉辦技術研討會，選派人員到海外培訓。最近韓國水原電力公司將課長級人員待遇高級幹部化，除福利更完善外，加薪幅度約在年薪韓幣一千萬左右，使他們更有責任感。
- 三、核能機組之大修規劃與排程管控。韓國水原電力公司核能機組之大修規劃，其作業方式與本公司大致相同；大修前 12 個月前開始一般規劃，9 個月前定案呈報總公司，3 個月前細部執行規劃，2 個月前定案呈報總公司。基本工期視設計與廠齡的不同，約 21 至 23.4 天，若與本公司相較，韓方縮短約十天左右，我們還要努力趕上。韓國水原電力公司核能機組最近已沒有重大的改善工程，如更換蒸汽產生器等等，因此燃料換填的速率與安全就成為大修工期的關鍵。Ulchin 廠一、二號機正在更新燃料換填機，預計可以縮短燃料換填一半的時間。要提昇績效，持續投資引進先進技術與設備是絕對必要的，重點是：錢必須花在刀口上。
- 四、韓國水原電力公司核能機組飼水文氏管結垢現象與解決方案。飼水文氏管是用來測量飼水流量的設備，而飼水流量又是計算核反應爐的主要數據。大多數壓水式核能電廠都有飼水文氏管結垢現象，使飼水流量讀數偏高（相對的，實際飼水流量偏低），發電量因而無法達到額定值。本公司核

三廠深受此現象的困擾，曾採水質化學控制的方法予以改善，確有若干成效，但因顧慮可能損傷蒸汽產生器熱交換管，近年已放棄。韓國古里三、四號機設計與本公司核三廠相似，但據韓國水原電力公司人員表示古里三、四號機並無此現象，也許是汽機略有不同的緣故。不過，靈光三、四號機有此現象，解決的方法是裝設超音波流量計，擺脫飼水文氏管結垢現象的困擾。Wolsong 廠三、四號機也預定在 2007 年裝設超音波流量計。本公司核三廠之解決方案也類似，但裝設超音波流量計同時進行功率提昇計畫。

五、韓國水原電力公司核能機組飼水控制閥與控制系統的改善計畫。本公司核三廠飼水控制閥因飼水流速太高，而常有振動（Flow Induced Vibration）以及因振動而衍生的儀控設備問題。韓國古里三、四號機由於使用的飼水控制閥型式不同，並無振動問題，其它韓國機組也無此現象。控制系統方面，韓國古里三、四號機仍在使用的西屋公司原設計的類比系統，僅加裝一套數位控制系統做為後備。這部份韓方的改善腳步沒有本公司快。本公司核三廠飼水控制系統早已完全數位化，功能較韓國強大。

六、韓國水原電力公司核能機組儀控系統數位化改善經驗。針對廠齡超過 15 年的機組，韓方將建立長程改善計畫；例如廠用計算機、汽機控制系統、控制棒控制系統、程序控制與保護系統等等。韓國古里三、四號機廠用計算機已改為本國產之 Woorigisool EXOS 系統；汽機控制系統從 GEC 類比控制更新為 Woodward Micro-Net 數位系統；古里一號機的程序控制與保護系統已改為 FOXBORO Spec200micro 系統。整體而言，韓國水原電力公司核能機組儀控系統數位化的腳步與本公司相當，但本公司須注意長程規劃，才能降低投資成本，提昇效益。

七、韓國水原電力公司核能機組功率提昇計畫。從 2002 年 9 月開始，韓方就開始進行古里三、四號機與靈光一、二號機的功率提昇（4.5%）計畫。計畫分三階段；第一階段是可行性分析，已於 2003 年 11 月執行完畢。第二階段是細部設計與運轉執照修訂，已於 2005 年 4 月執行完畢。第一、二階段共耗費韓幣 450 億。第三階段是施工階段，預計 2007 年 6 月可以完成。目前的評估結果顯示：核反應爐相關系統設備無須更換，但高壓汽機無法容納增加的蒸汽流量。古里三、四號機的高壓汽機必須修改，受限於此，發電量只能增加 34.1MWe，即 3.40%。靈光一、二號機的高壓汽機就乾脆換新，因此發電量增加了 49.7MWe，即 4.9%。本公司核一、二、三廠均在進行功率提昇計畫，但幅度較小，只有 1.5 至 1.7%。未來為了提昇績效降低成本，較大幅度的功率提昇計畫必須進行，韓方的經驗可以作為借鏡。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

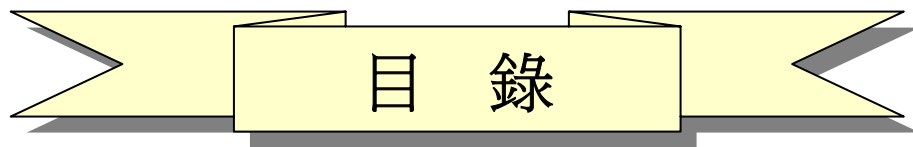
第廿八屆考察團

(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

韓電推動風力發電之 CO₂ 減量效益及推動風力
發電之經驗交流

報告人：陳一成

(營建處)



目 錄

壹、 前言

貳、 考察內容

一、韓國南部電力公司介紹

二、韓電風力發電發展介紹

三、韓電推動風力發電之 CO₂ 減量效益

四、韓電推動風力發電產業

參、心得與感想

肆、建議事項

壹、前言

本次出國任務為「94 年度派赴韓國電力公社第 28 屆考察團」，考察主題為「韓電推動風力發電之 CO₂ 減量效益及推動風力發電之經驗交流」，主要參訪對象為韓國南部發電公司(Korea Southern Power KOSPO)，由於近年來聯合國為抑止全球氣候繼續惡化，及抑制溫室效應氣體排放，要求各個工業國家減少污染排放量，訂定「京都議定書」限制二氧化碳等溫室氣體排放，因此再生能源的推動成為各國電力業者發展的重點，韓國目前也積極發展風力發電，雖然仍屬於起步階段，但是未來將積極投入各項再生能源的投資，因此本考察計畫主要為參訪該公司之各項發變電設施以及風力發電場，並與該公司之管理及工程人員作各項技術上之意見交換及經驗交流，藉由該國之成功之發展經驗，學習及了解目前該國發展情況，及了解所遭遇之困難處，本公司目前正積極發展風力發電工程，許多風力裝置工程正進行當中，藉此可提供本公司相關技術或工程經驗，提升各項技術之發展，並提供本公司及台灣未來風力發電發展方向。

貳、考察內容

本次考察主要內容如下：

- 一、 韓國南部電力公司參訪
- 二、 變電所之參訪
- 三、 風力發電場參訪
- 四、 議題討論及意見交換

一、韓國南部電力公司介紹

韓國南部電力公司 KOSPO(Korea Southern Power Co.,Ltd)於 2001 年 4 月從原韓國電力公司重新改組成立，已增加電力市場的競爭力。目前該公司共有六座火力發電廠，分別位在 Hadong, Youngnam, Shinincheon, Namjeju, Busan 以及 Hallim。另外該公司在 Cheongpyong 擁有一座抽蓄水力發電廠以及在翰京地區一座風力發電場，上述之電廠之發電量佔韓國全國總發電量之 13%。以下為該公司之發電廠介紹：

1. Hadong 火力發電廠

容量：500MW×6

燃料：煤

完工日：2001 年 7 月

擴建興建中之電廠：500MW×2

施工工期：2005~2009 年

2. Shinincheon 複循環火力發電廠

容量：150MW×12

燃料：天然氣

完工日：1997年7月

3. 釜山 複循環火力發電廠

容量：150MW×12

燃料：天然氣

完工日：2004年3月

4. Youngnam 火力發電廠

容量：200MW×2

燃料：重油

完工日：2003年7月

5. Cheongyong 抽蓄水力發電廠

容量：200MW×2

完工日：1980年4月

6. Namjeju 火力發電廠

容量：10MW×6

燃料：重油

完工日：1980年5月

7. Hallim 複循環火力發電廠

容量：35MW×3

燃料：天然氣

完工日：1997年7月

8. 翰京 風力發電場

容量：1.5MW×4

完工日：2004年2月

興建中之風力發電場

(1) 翰京風力 II

容量：2MW×7

(2) 城山風力

容量：2MW×10

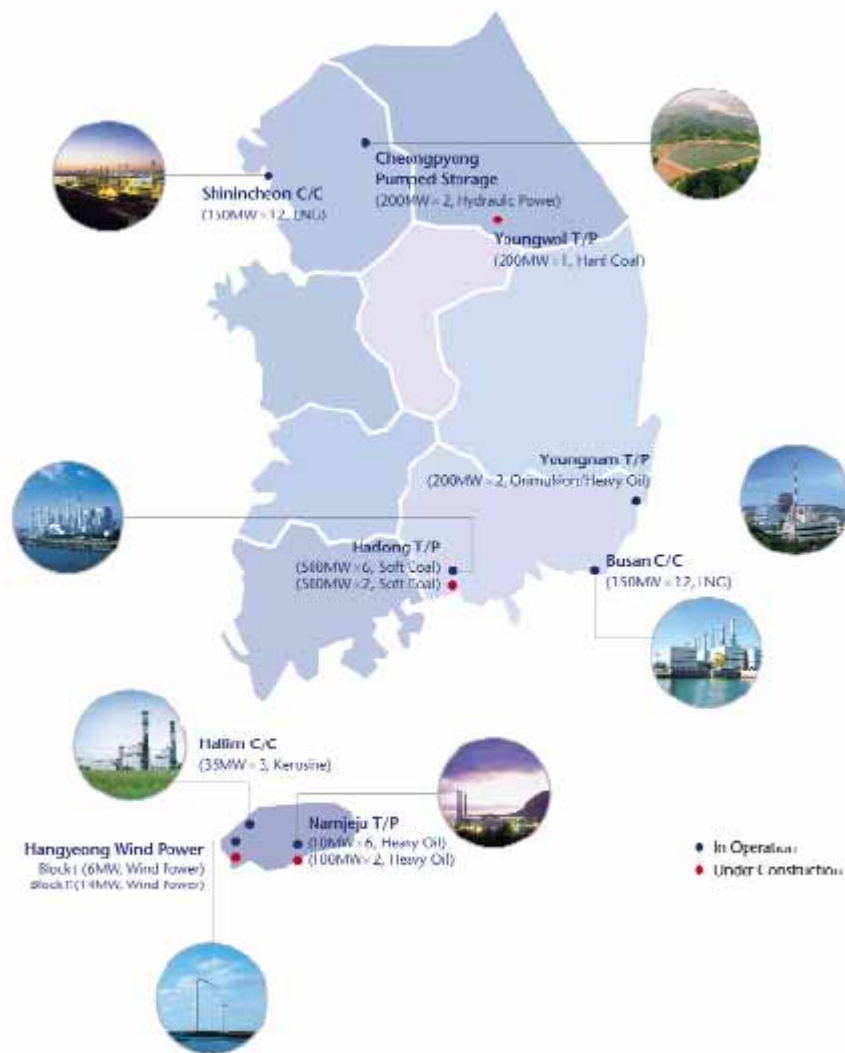


圖 1 韓電公司發電廠分布圖(圖片來源：韓電公司 2005 年年報)

由於原韓國電力公司為了維持電力市場之競爭力，經過改組後結束了長達 40 年之獨占市場，該公司繼續不斷的創新及注入新的經營管理，已漸漸得到成效且逐漸獲利為該公司帶來新氣象及財富。另外，該公司主要之三大經營理念分別為：

1、顧客導向

為了得到顧客的認同及信賴，該公司以本著服務的精神參與各項社會公益活動，為社會服務及貢獻，盡一份社會的責任。

2、邁向未來

為了持續性適應全球經濟環境的改變，該公司自行建立核心技術並執行創新原則，活化未來成長的原動力。

3、健康管理

收益標的的管理使該公司增強公司價值觀及有效率的控制風險。該公司為了拓展業務，於 2003 年與印尼電力公司簽約並協助興建發電廠，所建立的基礎讓該公司漸漸走入國際社會及市場，也在非洲國家興建電廠並協助營運及維修。（本節文字及圖片資料來源：韓電公司 2005 年年報）

二、韓國風力發電廠發展介紹

由於風力發電技術相對成熟，且相繼有許多國家投入研發研究、發展快速，使得風力發電的成本價格漸漸下降，也漸漸提升風力發電之可行性。目前全球風力發電裝機容量已達約 30000MW 以上，歐洲占世界風電總裝機容量約 70% 以上，亞洲其他國家包括台灣及韓國也在積極發展，目前為止，全球已有 50 多個國家正積極發展風力發電，目前世界前十大風力發電發展國家仍以德國為首位，歐洲幾個國家如丹麥、荷蘭、西班牙也名列前矛，因此風力發電的發展也隨之帶動其他亞洲國家，韓國以及台灣目前於剛起步階段，也漸漸地成長。

表 1 全球主要風力發電發展國家

國家	2004 年風力裝置容量(MW)	2004 年止風力總裝置容量(MW)
德國	2019	16628
西班牙	2061	8263
美國	370	6740
丹麥	7	3117
印度	875	2985
義大利	221	1125
荷蘭	170	1078
英國	240	888
中國	197	764
日本	390	896
...	...	...
...	...	...
韓國	48	68

資料來源：世界風力發電協會 WWEA



圖 2 翰京風力發電場

韓國由於各方的重視及相關的法律配合，風力發電之利用率繼續保持相當的增長速度，但是由於韓國地形位置以高山及盆地為主，因此該地形條件及地質環境與台灣地區類似，且該國人口稠密，土地資源有限，因此風力發電之發展速度不像許多歐洲國家有相當大幅度的成長。該國內陸地區的風力發電場，主要裝置於海岸邊，或者是裝置在平坦寬闊的平原地。目前為止，韓國全國之風力發電場如下：

韓電公司-翰京 1 個風場

民營公司-大關嶺、 太白、鬱陵島、靈德等 11 個風場

韓國至 2011 年，再生能源之發展目標為其裝置容量之 5%，預估裝置容量為 269,323MW，再生能源需達 13,335MW，其中風力佔 1,311MW。



圖 3 濟州風力發電場



圖 4 慶北靈德風力發電場

1. 韓電風力發電之發展

(1) 目前風力裝置容量

翰京風力發電場 NEG Micon $1.5\text{MW} \times 4 = 6\text{MW}$

(2) 未來風力發電的規劃

興建中及未來規劃之風力發電場為 54MW

a. 翰京二期：14MW

b. 城山風力：20MW

c. 太白風力：20MW

2. 韓電風力發電場規劃流程

(1) 風場選址

韓電公司委託”KIER”能源研究中心研究及勘測風力發電場址，風場選擇之原則及條件為：

- a. 風場特性
- b. 土地取得
- c. 輸配電狀況
- d. 噪音
- e. 生態保育影響。
- f. 地質及施工條件
- g. 交通運輸狀況。
- h. 與其他計畫之相容或衝突性。

(2) 可行性研究

- a. 場址現況及自然環境
- b. 工程規劃
- c. 場址風能及發電量評估
- d. 營運規劃
- e. 工程成本
- f. 經濟評估
- g. 環境與社會考量

(3) 環境影響評估

有關環境保護評估，韓電公司委託該項評估給相關有認證機構辦理。其環境評估之項目為：

- a. 噪音
- b. 對鳥類的影響
- c. 視覺衝擊
- d. 無線電通訊干擾
- e. 安全問題

3. 韓電風力發電計畫組織

(1) 計畫組織及職責

- a. 業務發展部負責風場計畫規劃。
- b. 業務部負責計畫合約。
- c. 建設部負責計劃工程。
- d. 發電部負責計畫運維。

(2) 工地組織及職責

由運轉課負責運轉及維護工作。

4. 韓電風力發電計畫管理

(1) 計畫進度管理

- a. 工程進度規劃
- b. 工程進度追蹤

(2) 預算控制

- a. 工程預算規劃
- b. 工程預算執行

(3) 單位成本預估及掌控

- a. 直接成本：
 - (a). 土建工程部份
 - (b). 機電設備部份
 - (c). 其他工程部份
- b. 間接工程成本
- c. 施工期間物價調整費
- d. 施工期間利息

5. 韓電風力發電施工管理

(1) 施工進度掌控

- a. 製造工期：12 個月
- b. 施工工期：8 個月
- c. 試運轉：2 個月

(2) 工程及設備品質管制

依該公司 ISO 9000 準則及品質手冊

(3) 工安環保政策及執行

根據 IEC 61400 及 OSHA 規定

(4) 風機運輸與安裝

- a. 運輸計畫
- b. 安裝計畫

c. 現場施作安裝

6. 韓電風力發電機組運轉維護

(1) 運轉管理

- a. 風力發電機組採遙控操作運轉方式，
- b. 由該公司電廠人員，負責監控運轉及一般性維護。

(2) 維護管理

風力機組保固初期將由風力機供應商維護修復。保固期後，運轉保養維修人員組成風力發電專責單位，統籌所有風力發電廠之運轉保養維護工作。

(3) 修護管理

由運轉單位負責運轉維護及進行培訓專門技術人員，負責各項機組檢修工作。

三、韓電推動風力發電之 CO2 減量效益

近年來，能源價格之上漲，能源資源日漸匱乏，環境污染越來越嚴重，且目前世界上所採用之能源種類為核能、煤炭、石油、天然氣、水力以及其他再生能源，目前世界蘊藏量估計原油、天然氣、煤炭、及鈾燃料可供應年限越來越少，未來五十年後，全球將有可能面對前所未有的能源危機。風力、水力、太陽能及潮汐能成為新一代之再生能源，將漸漸取代並減低目前依賴之核能、燃煤以及天然氣發電，新的替代新能源，將扮演未來能源持續發展一個重要角色，其中以風力發電最為一個可行的方案，風力為取之不盡、用之不竭之新的再生能源，其在經濟上比其他再生能源更具有競爭潛力，因而發展迅速。

聯合國為抑止全球氣候繼續惡化，及抑制溫室效應氣體排放，要求各個工業國家減少污染排放量，訂定「京都議定書」限制二氧化碳等溫室氣體排放。故基於能源資源可能帶來的危機，以及環境保護的考量，再生能源的推展為刻不容緩，期待漸漸取代目前傳統能源發電。世界各國也調整其能源結構，減少傳統燃料依賴，提升再生能源比例，其中各國以發展風力發電為主要目標。

目前再生能源的開發，採兼顧能源安全、經濟發展、環境保護等策略。現階段再生能源以水力、風力、太陽能等發展較為成熟，使用較為廣泛。目前該國政府也正進行相關的立法，將再生能源納入能源之重要工作項目。

基於上述之原因，為了減少二氧化碳的排放，風力發電以及其他再生能源將成為減少二氧化碳排放之重要角色，以韓電翰京風力電場為例，總裝置容量為 6MW，2004 年全年發電量為 10,821MWh，故該年二氧化碳之減少量為 6906 噸，所得到之經濟效益相當於 69000 美金。

四、韓電推動風力發電產業

韓國民間工業目前也積極推動該國自製風力發電機，藉由與國外風力機廠家技術合作發展該國自製風力發電估業產業，目前所研發之風力發電機組之機組容量為 750kW~1000kW。為了提升該國風力發電之工業發展，大型風力發電機組 2000kW 機組容量以上之研發也在進行中，但因目前屬於發展試驗中，尚未量產及投入市場中。因為風力發電機大型化的趨勢，該國風力製造商也積極研發及克服一些工程設計上之困難，大型風力發電機之葉片直徑將長達 80 公尺，塔架高度也將接近 80 公尺，風力發電機艙重量也將高達 200 公噸重，以及新型發電機系統整合配合問題，發電機控制系統之研發等大型化所引發之工程問題也成為該國目前的研究課題，因此，在目前風力發電機產業推動上之虞，仍有許多技術上之問題仍待克服。表 2 為韓國推動再生能源的目標：

肆、心得與感想

本次韓國之考察參訪，收穫非常多，參訪了該公司之各項發變電設備及風力發電場，有的風場裝置在海岸邊，有的風場裝置在小山丘上，並且綿延至其他山頭，該國因大部分的土地皆為山丘及盆地，地狹人稠，土地資源有限，地理環境對於發展風力發電有先天上的限制，不過該國政府的大力支持，未來在推動風力發電能持續即不斷的成長。

該國設置風力發電場所遭遇之問題與台灣類似，由於地形及氣候條件類似，該國之風力發電場皆座落於海岸邊，海水之漲退潮有時淹沒風機之基礎，該工程上的施作及問題將可提供本公司未來風力發電工程之借鏡，此外，風力發電機組所產生之環境、視覺、噪音等衝擊帶給附近居住之居民的影響，也在該公司的各項社會參與服務及溝通下，也漸漸得到當地居民的認同及支持。

韓國為半島性國家，三面環海，風力及風能資源豐富，發展潛能非常大，未來裝置空間還很大，相當適合發展風力發電，但因土地資源及取得有限，但是韓國能源政策大力推動風力發電，同時扶植相關產業的發展，使得韓國未來將建立自己風力發電機製造產業，而我國在風力推動工作上，也可效法韓國的做法，一方面推動風力發電的裝置，另一方面也可利用工業合作的機會促進台灣相關產業的進步。

表 2 韓國推動再生能源的目標

分 項	2003		2006		2011	
	供給 萬	比重 %	供給 萬	比重 %	供給 萬	比重 %
太 陽 熱	41.4	0.93	101.5	1.45	318.1	2.39
Bio	197.0	4.43	495.0	7.07	1,050.0	7.87
廢 棄 物	3,080.0	69.20	5,050.0	72.13	7,540.0	56.54
太 陽 光	2.7	0.06	21.9	0.31	341.2	2.56
風 力	13.1	0.29	125.9	1.80	1,311.4	9.83
小 水 力	50.0	1.12	111.0	1.59	446.0	3.34
燃料電池	-	-	0.4	0.01	147.1	1.10
地	0.8	0.02	12.1	0.17	160.8	1.21
海	-	-	0.7	0.01	431.5	3.24
水	-	-	-	-	1.3	0.01
石炭利用	-	-	-	-	374.6	2.81
小 計	3,385	76.05	5,919	84.54	12,122.0	90.90
水 力	1,066	23.95	1,082	15.45	1,213	9.10
合 計	4,451	100	7,001	100	13,335	100
總 Energy 消費	215,825		237,589		269,323	
總 Energy 對比新再生 Energy	2.06		3.0		5.0	

資料來源：韓國 第 2 次 新·再生 Energy 技術開發 利用·補給 基本計劃 產資部，2003 年

伍、建議事項

本次考察收穫相當豐富，也對韓國的電力設施及風力發電發展留下深刻的印象，該公司民營化的轉型成功並且業務擴展朝向全球化國際化的目標邁進，該政策方向為該公司除了提昇其在韓國電力市場的競爭力，也為該公司帶來經

濟上的收益並提昇整體公司技術發展，韓電公司風力發電發展尚在起步階段，雖未達相當大的規模及容量，但是其風力發電機維修保養及技術移轉上的措施確值得借鏡及參考，該公司風力發電機裝置完成後之前兩年由風力機之原廠廠家提供運轉維護，後兩年由韓電公司接手，總計共四年之保固期，一來供藉此學習及觀摩原廠運轉維修的經驗，二來也提昇該公司工程人員及工程技術。另外，該國也藉此提昇該國風力發電零組件的製造水準及技術，該國已建立並發展自有品牌之風力發電機之原型機種，到目前為止尚在測試階段，預計未來兩三年內將可得到國際認證，開始投入量產，進軍國際市場。台灣民間目前也在推動風力發電機國產自製，韓國的成功發展風力發電機發展之技術及經驗，將提供本公司以及台灣風力發電的未來方向及參考。

該公司的民營化之經營成功，人力結構及組織的調整，業務推展的方向，可提供本公司未來民營化轉型的參考，因此建議未來應多派員去其他不同國家、電力公司及風力發電場吸取更多知識及經驗，或邀請國外公司來台作專題研討會及介紹，藉由雙方各項意見之交換及討論，將有助於本公司及台灣電力產業的發展。台灣民間的風力發電之設計研究技術目前仍於起步階段，因此未來建議能朝向吸取更多有關風力發電機工程及設計研究方面的交流，提昇本公司及台灣風力產業界之技術成長。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

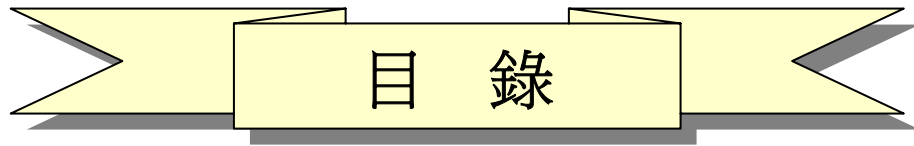
(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

(裝
訂
線)

高效率燃煤電廠之興建與環保措施

報告人：邱輝政

(興達施工處)



壹、緣由

貳、參訪摘要

參、結論與建議

壹、緣由

為因應中長期電源開發之需，擬引進高效率、低發電成本及低污染之超臨界燃煤發電技術，以充裕系統供電能力，提升公司未來競爭力並符合日趨嚴格之污染排放標準，爰赴韓電公司就教超臨界機組之規畫、施工與環保措施等經驗，提出建議，供引進超臨界發電技術之決策參考。

貳、參訪摘要

一、採用高效率燃煤機組之策略：

根據超臨界機組相關資料顯示，早期超臨界機組的可靠性及機組可用率均不如次臨界機組，但近年來材料科技及控制程序不斷的改進，超臨界機組已累積相當多的運轉經驗，目前機組操作已趨於穩定，使其低耗熱率、低污染物排放、快速起停機等優點得以發揮，可靠性及可用率亦提升到相等甚至超越傳統次臨界機組的程度，尤其對降低溫室氣體排放量的貢獻更獲得各電力公司之青睞。

本次出國參訪得知，韓電公司為因應新的環保規定及提升機組效率，於選擇超臨界機組之容量、壓力和溫度時，過去10年已朝大容量、超高壓及超高溫等方向發展，目前已完工及施工中之機組如下：

電廠	發電量 (MW×Units)	蒸氣條件 kg/cm ² /°C/°C	鍋爐型式	商轉
Samchonpo # 3,4	560×2	169/538/538	Drum	1994
Poryung # 3~6	500×4	246/538/538	Once-Through	1994
Samchonpo # 5,6	500×2	246/538/538	Once-Through	1997
Danjin # 1~4	500×4	246/538/538	Once-Through	2000
Hadong # 1~6	500×6	246/538/538	Once-Through	2000
Taeon # 1~6	500×6	246/538/538	Once-Through	2001
Yonghung # 1,2	800×2	246/566/566	Once-Through	2003
Danjin # 5~8	500×4	246/566/593	Once-Through	Under Construction
Yonghung # 3,4	870×2	246/566/593	Once-Through	Under Construction
Taeon # 7,8	500×2	246/566/593	Once-Through	Under Construction
Boryung # 7,8	500×2	246/566/593	Once-Through	Under Construction
Hadong # 7,8	500×2	246/566/593	Once-Through	Under Construction

由上述施工中之機組其再熱蒸汽溫度已提昇至593℃，最近鍋爐壓力主蒸汽及再熱蒸汽溫度正朝著向264Kg/cm²/610℃/621℃發展，機組效率預期可達45%。

(一) 超臨界機組蒸汽條件之選擇

主蒸汽壓力與溫度及再熱蒸汽溫度由24.6Mpa/566/566℃提至25.6Mpa/566/593℃（再熱蒸汽溫度有時寫成593℃，其實指的是汽機端的溫度，鍋爐端則為596℃，兩者間約有2~4℃的落差）之探討：

1. 主蒸汽壓力由24.1Mpa提昇至25.6Mpa，但主蒸汽及再熱蒸汽溫度仍維持在566℃，若將主蒸汽壓力提高至25.6Mpa，但溫度維持不變，所能增加的焓（Enthapy）相當有限，整廠效率增值不多，但必須增加爐管厚度，致增加鍋爐荷重與投資成本，較不具經濟效益。
2. 壓力維持24.1Mpa，但主蒸汽與再熱蒸汽溫度提高至596℃，提高主蒸汽與再熱蒸汽溫度，整廠效率將大幅提高，惟就材料科學觀點而言須考慮下列兩點：

(1) 金屬氧化限溫度（Oxidation Limit Temperature）當管材受熱超過金屬氧化限溫度時會有下列影響：

- a. 材料強度將急速下降致材料脆化產生破管。
- b. 爐管內氧化膜（Internal Oxide Scale）快速成長，致爐管過熱而降低爐管殘餘壽命。

(2) 汽機高壓段機殼變形問題：

將主蒸汽溫度提高至596℃，是否能有效的控制汽輪機高壓段機殼變形問題，仍有待觀察。

3. 主蒸汽溫度維持566℃，但再熱蒸汽溫度提高至596℃，
整廠效率可提高約在0.6~1.0 % 間。因再熱蒸汽壓力較低，目前爐管所用的9Cr 肥粒鐵材質應無問題，惟直立U 型管最外圈須使用較為特殊之管材（含9% Cr 或12% Cr 肥粒鐵，如HCM2S、HCM12A 等）。

綜合上述分析，主蒸汽壓力及溫度維持在24.1Mpa/566℃不變，而提高再熱蒸汽溫度至596℃，應較為可行。

(二) 超臨界機組材料之選擇

Item		Supercritical Standard Plant	ASC Plant (Dangjin # 5~8)
BLR	Upper Water Wall	1Cr 0.5Mo	SA213 T23
	Final SH/RH	X20CrMoV121	SA213 T29/Super 304H
	Header & Steam Pipe	X20CrMoV121	SA335 P92
TBN	HP/IP Rotor	Cr Mo V Steel	12Cr Alloy
	Inner Casing	Cr Mo V Steel	10Cr Alloy
	Steam Chest	Cr Mo V Steel	10Cr Alloy
Main steam pipe		SA335 P91	SA335 P92
Reheat steam pipe		A335 P91	SA335 P92

(三) 超臨界與次臨界機組之差異：

優點：

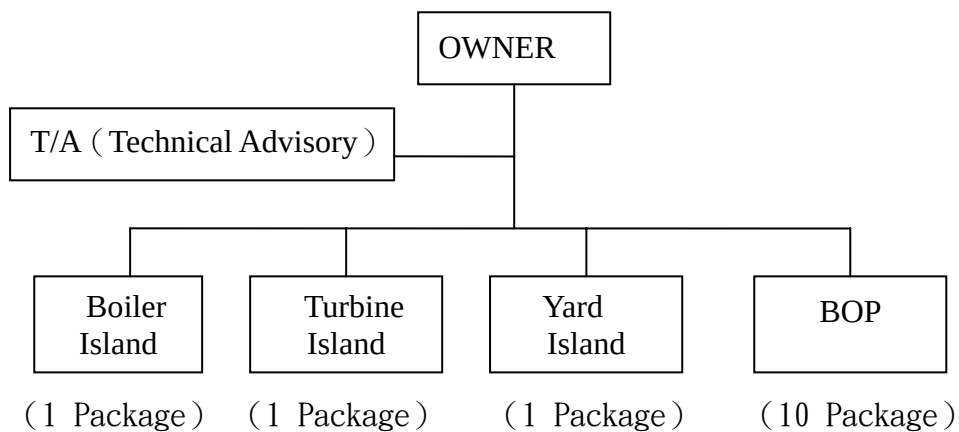
1. 使用蒸氣壓力高，機組效率高，比一般傳統鍋爐可以高出 10% 左右。
2. 因鍋爐效率高，每度發電成本降低許多。
3. 無汽水鼓裝置，設計與建廠較為簡單，也是適用於高壓鍋爐之原因。
4. 受熱面積與儲水量比很小，故從起動到產生蒸氣汽之時間較短。

由於超臨界鍋爐之超高壓力，故相對於一般傳統火力鍋爐亦有下列缺點：

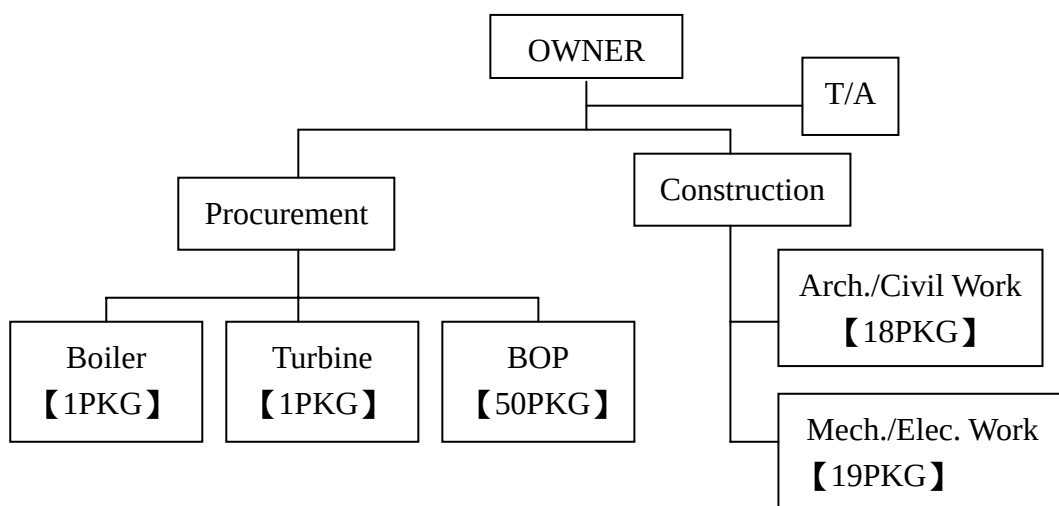
1. 同一容量之鍋爐及附屬設備，因須有較大之剛性，管壁厚度增加，所須金屬材料增加，故建廠費用較高。
2. 水處理設備之要求較高，因無汽水鼓，飼水系統有任何雜質進入流程循環，此雜質將隨蒸汽在過熱器管與汽機葉片沉積之麻煩。
3. 壓力與溫度提高，鍋爐管路材質要求較高，例如採用含鎳、鉻鉬之高合金鋼材料，以提升耐溫能力。
4. 蒸汽壓力受鍋爐負載影響相當劇烈，故飼水流量控制及自動燃燒控制需較精巧。

二、建廠計畫經營模式：

1. 韓電之建廠計畫經營模式，以整廠統包(Whole plant turn key)方式，在國內未曾有此經驗。
2. 至於以島區統包(Island base turnkey)模式經營者亦為少數，其在國內之哈東七、八號機計畫(ha-dong 7&8)為其一例，經營模式如下表
Island-base turn key contract type : (ha-dong 7&8)



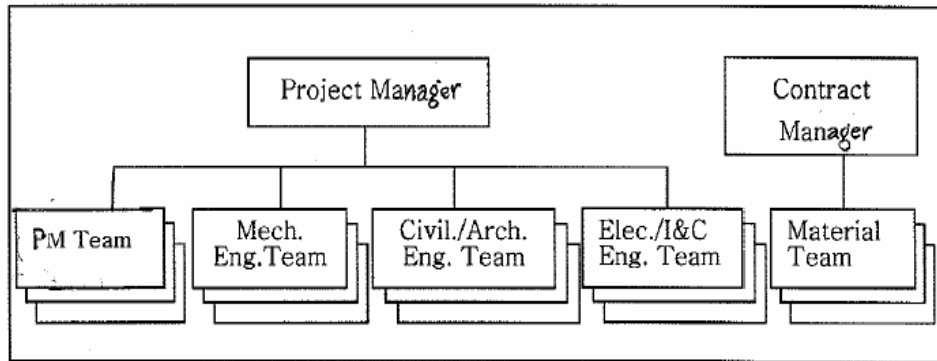
3. 目前大多數建廠計畫，所採用之經營模式均 piecemeal，諸如永漢一、二 (Yong hung 1&2)、浦永三~六(Por yong 3~6)、台安一~六(Tae-an 1~6)、唐津一~六(Dang-Jin 1~6)均是，其經營模式詳如下表：



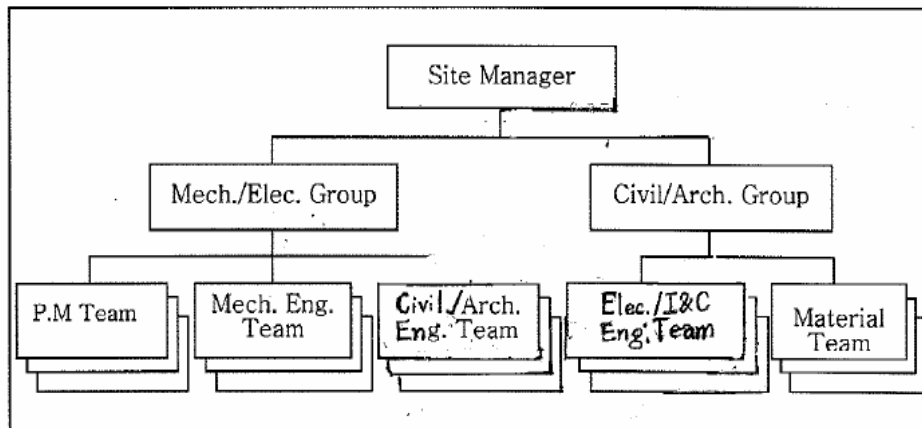
三、建廠計畫組織架構與規模

以二部 500MW 燒煤機組為例，韓電建廠計畫之標準組織架構及規模如下：

1. 韓電規畫設計部門：

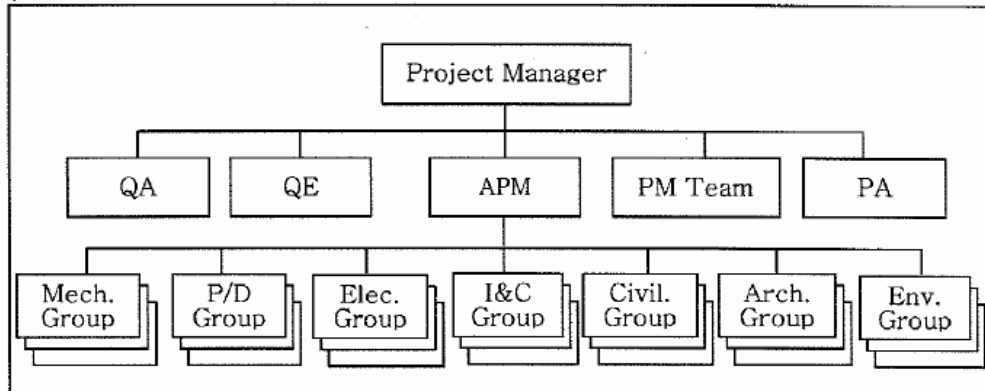


2. 工地組織：

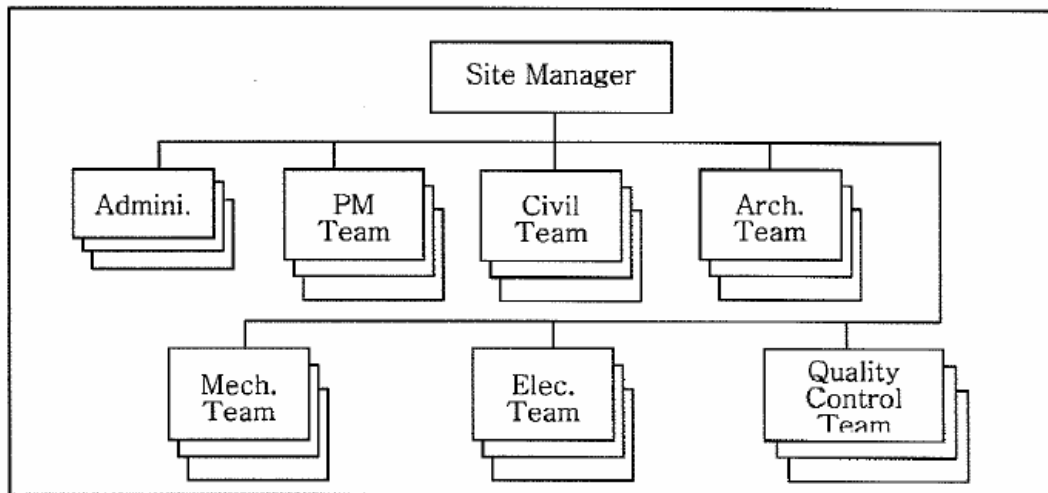


3. 包商與經營部門之關係架構：

1) A/E

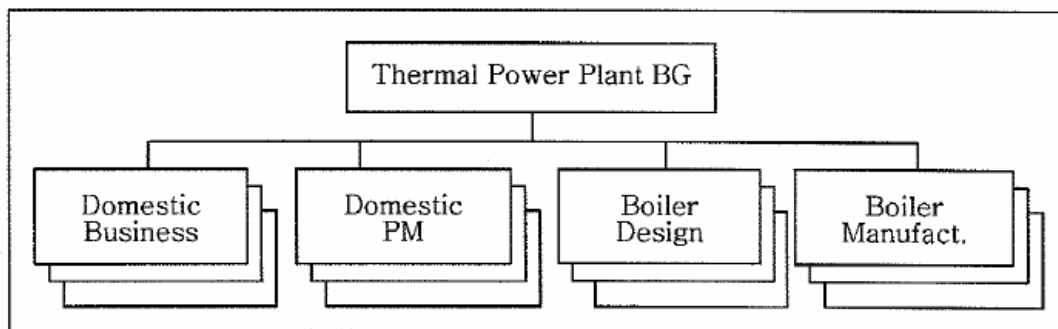


2) Constructor

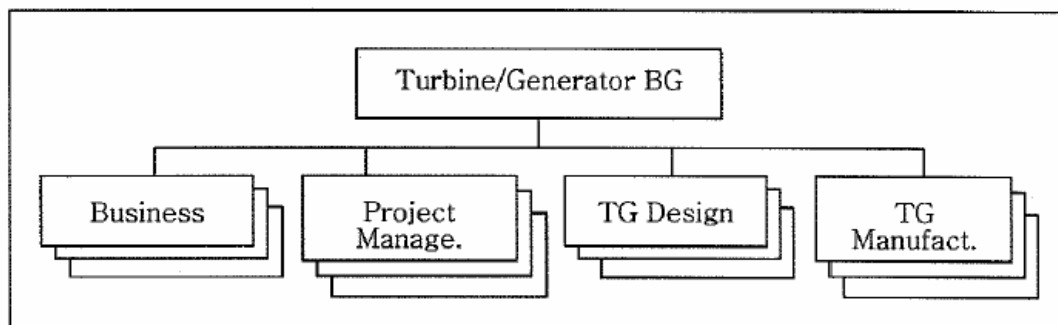


3) Main Equipment Supplier

■ Boiler



■ Turbine/Generator



四、建廠計畫管理

韓電在火力建廠計畫之管理上採用標準化火力建廠計畫控制系統TPCS(Thermal Project Control System)，該系統包含進度控制、成本控制、材料控制、施工控制、品質控制、環境控制、文件控制、總務控制及系統控制模組。進度控制主要按照需求及管理之層級分別加以掌控，進度控制大別

為計畫里程碑進度(Milestone Schedule)、計畫摘要進度(Summary Schedule)、整體計畫進度(Integrated Schedule)及細部進度(Detail Schedule)等。

在預算控制模組上韓電按其投資預算及建廠設備、機組零件、材料及工作型態之預算控制設定其投資成本，作業上並按公司會計編碼(CCCOA)、計畫預算會計編碼(PBCOA)、公司預算項目編碼(CBCOA)，將估算或重估經批准之預算編成整體預算及分年預算，依照韓電計畫經營規則及預算運作方針做最能配合現狀的預算掌控。對於建廠計畫之服務合約、零件採購合約、施工合約以及合約變更之加減帳則被要求迅速且正確的加以估算。在預算執行實績上則由各部門予以掌控，成本執行之差異以月報、季報及年報加以追蹤。至於其成本之估算則經過計畫概念性成本(Conceptual Cost)估計以及使用工程資訊、合約資訊、進度資訊、經濟指標等因素估計之計畫基線成本(Baseline Cost)估計及最終成本(Definitive Cost)估算等三階段估算後定案，做為成本控制之預算基礎。

五、建廠施工管理

韓電在建廠施工管理上之進度控制在管理階層主要以計畫里程碑進度為主，在工作階層則以細部進度為主，另外並輔以三個月的執行進度狀況，三週的執行進度及每天之執行進度表掌控。材料控制則以電腦化系統掌控包含工程設計界面、採購階段、工地材料控制界面、施工界面之所有材料。在建廠工安環保上，每天的工作校核、查對、內控系統的特別查核、例行的工安/環保會議、工安設施、包商工安教育，每週之聯合環境檢測，每月兩次之環境清潔，每週之廢棄物收集及經常性廠址附近居民之清潔等為其主要工作。在製造與安裝過程之品質管制則包括鍋爐／汽機的駐廠檢驗及其他廠區(BOP)設備之檢驗，對品質文件亦嚴格查檢。由於韓電之品質作業已通過英國標準局 ISO 9001 之驗證，其在預防性之品質管制作業如作業程序書、法規與特殊訓練、自我品管，每月工地現場之品管監測以及焊接品管等作業上亦力求完善。

六、煙氣處理系統

(一) 空氣污染物排放

依照煤炭在鍋爐內燃燒後產生之煙氣流程，所需之煙氣處理系統包括去除氮氧化物(NO_x)、去除粒狀污染物(TSP)、及去除硫氧化物(SO_x)等機制，韓電唐津一、二號機之空氣污染物排放標準與採用防制設備如下：

	NO _x (ppm)			TSP (mg/Nm ³)			SO _x (ppm)		
	政府標準	煙囪出口濃度/(設計值)	防制設備	政府標準	煙囪出口濃度/(設計值)	防制設備	政府標準	煙囪出口濃度/(設計值)	防制設備
唐津#1, #2	80	50	低氮氧燃燒器+SCR	20	20	傳統低溫ESP	80	50	FGD

(二) 煙氣處理流程

傳統的空氣污染防治流程，韓國唐津電廠採用SCR（選擇性觸媒還原法）+乾式低溫ESP（靜電集塵器）+濕式石灰石石膏法FGD（煙氣除硫系統）；一般而言，燃煤新機組GGH（氣對氣熱交換器）之cooler 端的位置由ESP 後、FGD 前移至APH（空氣預熱器）後、ESP 前；如此將使得進入ESP 的煙氣溫度由原先的130~150℃降至約90℃，故傳統的低溫ESP 就改稱為低低溫ESP。

(三) 空氣污染防治設備

1. 氮氧化物 (NO_x) 之控制：

去除NO_x主要分為鍋爐內與鍋爐外兩方面，如以省煤器（ECO）為分界點，前者藉由低氮氧化物燃燒器（LNB）與兩段燃燒法等 方式，各鍋爐廠家均表示ECO出口之NO_x濃度可在150ppm以下； ECO之後則藉由SCR將NO_x還原為N₂，其原理係利用液氨作為還原劑（可採用尿素、氨水或液氨，但以液氨系統為主流），與煙氣中之NO_x反應，產生無害的氮(N₂)和水(H₂O)。觸媒的效用在增加其反應率，並使此反應能於較低溫度下(320℃~400℃)順利進行。

一般燃煤鍋爐，其SCR 脫硝反應器多安裝於省煤器與空氣預熱器之間，因為此區間之煙氣溫度剛好適合脫硝還原反應，液氨則被注入於省煤器與SCR 反應器間煙道內之適當位置，使其與煙氣能充分混和後進入反應器與氮氧化物反應，脫硝效率約為80~ 90%。

2. 粒狀污染物 (TSP) 之控制：

韓國去除粒狀污染物仍以ESP 為主，ESP 是藉由變壓整流器組（Transformer/Rectifier sets, T/R sets）施以一外加之高電壓，使放電極線與集塵板之間形成一強大電場，並使極線釋放電暈電流（corona current），當煙氣流經過極線與極板間之通道時，其塵粒將因電暈電流而帶電，帶電的塵粒在電場作用下移向集塵板，最後附著於集塵板上而達

到淨化煙氣的目的，一般靜電集塵器以兩階段來進行煙氣除塵，首先是使煙氣中之塵粒聚積在集塵板上，第二階段則藉敲擊系統將集塵板上之積灰敲落至集塵板下方之灰斗，完成整個集塵機制。

傳統乾式ESP分為熱側ESP (Hot-Side ESP) 與冷側ESP (Cold-Side ESP, 或稱低溫ESP) 二種，前者係裝置於空氣預熱器 (APH) 之前，運轉溫度在315-425℃之間，後者係裝置於空氣預熱器之後，運轉溫度約在140℃左右，無論熱側或冷側ESP，煙氣經處理後粒狀污染物濃度可降低至100 mg/Nm³以下，如再經下游之除硫設備 (FGD)，煙囪出口之粒狀污染物濃度大致上可降至20 mg/Nm³。

3. 硫氧化物 (SO_x) 之控制：

電廠須藉煙氣除硫設備 (FGD) 來減少硫氧化物之排放，而FGD 之型式繁多，韓電之大型機組均以濕式石灰石石膏法為主流，濕式石灰石法排煙脫硫裝置各家雖有不同，例如噴灑式、層板式及DCFS (MHI) 等型式，但脫硫原理卻相同。鍋爐煙氣經靜電集塵器除塵後，透過引風機或增壓風扇將煙氣送至吸收塔進行化學反應，處理後之煙氣再以除霧器 (Mist Eliminator) 減少煙氣水分後，再經GGH 加熱至約90℃後，自煙囪排出。

參、結論與建議

- 一、傳統汽鼓式機組依運轉模式不同(定壓或變壓運轉)，負載的變化率每分鐘1%~3%，而超臨界貫流式機組由於水牆管內沒有再循環，飼水流量增加即產生蒸汽流量增加，故在燃燒系統與蒸汽溫度的容許範圍內，其負載變化率為3%~8%。另一方面台灣之燃料仰賴進口，價格昂貴，未來火力電廠必需以增加機組發電量及使用最進步的超臨界壓力之汽水循環，來獲得高效率以降低營運成本，故貫流式超臨界機組必為台灣未來火力發電機組之趨勢。
- 二、韓電公司超臨界機組已累積相當多的運轉經驗，目前機組操作已趨於穩定，使其低耗熱率、低污物排放、快速起停機等優點得以發揮，可靠性及可用率亦提升到相等甚至超越傳統次臨界機組的程度，尤其對降低溫室氣體排放量的貢獻更獲得各電力公司之青睞，建議台電以後新建機組，應採超臨界機組，單機容量800MW 級，鍋爐出口壓力與溫度(24.1Mpa、566℃/593℃)。
- 三、韓電所謂piecemeal方式，所屬唐津電廠由KOPEC(consultant Engineering) 依業主KOSEP 之需求開出各系統Function 規範，再由設備廠家斗山重工 (Doosan) 提送Proposal 經雙方做詳細之合約內容討論，待各系統合約內容完全敲定後再議價，議價範圍含設備、施工及試驗，即

Design-Bid-Build-Operation step by step 其實這種發包方式與Island Turn Key 方式相同，只是合約內容是經由雙方協商議價出來，建議爾後新建機組之發包方式，採Island Turn Key，設備與施工一次招標，可節省不少時間與人力。

- 四、唐津#1～#4號機之底灰，送至灰塘回填，#5～#6號機之底灰，則回收作道路建材，此可節省興建灰塘之費用，值本公司研究使用。
- 五、韓國朝重工業發展，故其發電及輸變電等設備大部分都能自己製造，其輸電系統已採用765KV輸送，故韓電能向海外發展，標得工程及輸出發電設備；台灣係以中小企業為主，重工業闕如，故發電工業的發展將受限。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

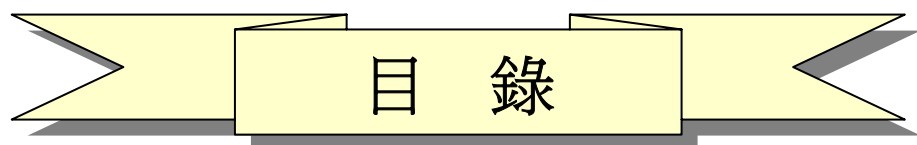
台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

韓電超高壓地下電纜系統之工程施作
與品質管控作業

報告人：羅勇雄
(南區施工處)



目 錄

壹、 前言

貳、 考察內容

參、 研討內容

肆、 感想與心得

壹、前言

本公司於台南科學園區內施設第一條 345kv 地下電纜線路嘉民~南科~龍崎 345kv 線，自 92 年運轉至今曾發生多次電纜接續匣損事故，影響台南科學園區大用戶供電品質。韓國電力公社在 345kv 地下電纜方面施設經驗豐富，截至目前為止，完成線路長度達 220 回線公里，希望藉由本次參訪，學習該公司目前在施工品質管控之經驗以作為本公司日後在發包、施工及品管及完工後試驗等作業參考，以解決目前嘉民~南科~龍崎 345kv 線運轉後發生之各項缺失，提升供電品質及公司形象。

貳、考察內容

永西~永登浦 345KV 地下電纜線路介紹



圖 1 永西~永登浦 345KV 地下電纜線路

- 路徑：永西變電所~永登浦變電所
- 線路長度：9.8 公里
- 電纜規格：345KV 2000MM² XLPE

- 接續匣：150 組
- GIS 終端：12 組
- 運轉日期：2003. 06. 20
- 第一回線：LG cable
- 第二回線：大韓 cable

肆、研討內容

一、韓電是否曾採用統包(Tunkey)完成 345kV 地下電纜統包工程？如何執行？

韓電公社迄今未曾採用統包方式完成地下電纜工程，但韓電正以「establishment conditional contact」執行 345kv 地下電纜工程，電纜廠商對施工及品質控負完全責任；此作法類似「料工合一」之發包契約，材料製造及施工由同一廠商負責，避免因施工與製造由不同廠商負責執行，對品質要求不一造成後續事故發生責任釐清困難；而本公司目前所採用之統包方式，雖可降低施工界面、縮短工期及降低成本，惟在選商機制方面，如何建立一套嚴格的審查及篩選工作，是首要工作；尤以目前國內無 345KV 電纜製造商，全須仰賴國外製造商參與，因此在過去履約實績優劣應是評選重點，本處近期辦理之南科~七股 345kV 地下電纜統包工程即將參與投標之廠商以往是否層發生事故作為最有利標評選的重點，希望藉以提高 345KV 地下電纜施工品質。

二、韓電在完成 345kV 地下電纜線路後須執行何種試驗？

近年來電力器材與設備之絕緣材料製作技術雖有長足的進步，然而絕緣仍是電氣可靠度最脆弱的一環，因此電力器材仍首重預防維護，以局部放電試驗(partial discharge test)進行檢測已成為最新趨勢，一般局部放電的量測方法包括電性量測法與非電性量測法，電性量測法可藉由脈衝電流法或是無線電干擾電壓法，而非電性量測則是利用超音波、光學、或是化學色譜等方式實施。

韓電在電纜完成安裝施工後必須進行 AC 耐壓試驗及部份放電試驗，試驗標準如下：

(1) AC 耐壓試驗

以額定電壓加壓 24 小時

(2) 部份放電電壓

使用” External Al foil Electrode” 及示波器，建議放電量低於 10 pC~30pC。

韓電作法與本公司目前作法大致相似，為確保電纜線路施工品質，本公司目前 161kV 及 345kV 地下電纜統包工程均已於契約中要求統包商需於施工後竣工前電纜廠商應實施部分放電測試，以查驗電纜終端匣及接續匣施工過程是否有瑕疵等。

三、韓電是否有諧波電流對電纜屏蔽或接地系統造成影響進行研究？

不良的電力品質因素如電力諧波、電壓閃爍、三相不平衡、電磁場干擾、電壓突波與電流突波、電壓驟降、電壓升與電力中斷等均會對電機、電子設備造長期危害。當諧波嚴重污染電力系統時除影響系統供電品質外，亦可能破壞電力設備或影響設備之正常運轉，如變壓器或電纜絕緣壞等。韓電目前並無類似的研究，惟該公司正致力於降低電纜遮蔽層感應電壓之相關研究。

四、345kV 電纜之接續及終端裝置作業，韓電有無編訂作業標準或工作說明書？

韓電對於 345kV 地下電纜施工已訂定標準作業程序，從電纜運搬、延放、接續及測試等各階段，均編有標準作業程序書及工作書，並嚴格要求執行。本公司目前 345kV 地下電纜均採統包方式辦理發包施工，統包商負完全責任，因此各施工階段統包商對品質管理是否確實對日後運轉安全佔極重要因素，因此可於統包契約中訂定要求，統包商須於施工前提送施工品質計畫，且該計畫書須由日後指導之技師及品管工程師負責簽證，

而施工計畫書內容須提供各施工階段(如運搬、延放、接續、試驗…)之標準作業程序書及自主檢查表以確實提升工程施工品質。

五、根據京都議定書(UNFCCC)之溫室氣體減量規定，在 2008~2012 年間，SF₆ 氣體排放量較 1990 年排放量減少 5%，韓電因應策略為何？

目前韓電在 GIS 安裝或維護階段對於 SF₆ 氣體之回收高達 99%，惟為因應京都議定書對溫室氣體減量規定，未來，韓電再 GIS 內之絕緣氣體將由目前之六氟化硫 (SF₆) 逐漸改為加壓氮氣(N₂)來替代，顯見韓電在環保方面的努力，未來以氮氣作為絕緣氣體之 GIS 如生產、安裝經驗成熟，本公司應可參考採用。

伍、心得與感想

1. 韓國電纜公司製造、施工之專業技術強，甚至可進軍國外，本公司即有許多 161KV 充油電纜係由韓國電纜公司負責製造；反觀國內，雖有 12 家電纜廠家互相競爭，但在生產品質及技術方面確遠不及於韓國，目前國內電纜廠家即無生產 345KV 電纜之技術及能力，因此仍須仰賴外購，然而，國外電纜製造商對於台灣地理、氣候環境不熟悉或設計參數考慮不周延，都可能造成外製

電纜在國內「水土不服」，造成營運維修上的困擾。國內由於民眾非理性抗爭及政治力介入，架空線路施設愈來愈困難，線路有逐漸改為地下化之趨勢，因此 345kV 超高壓地下電纜施設數量將愈來愈大，國內電纜廠家如能強化 345kV 電纜及附屬器材之製造能力，對於本公司未來營運有一定的影響。

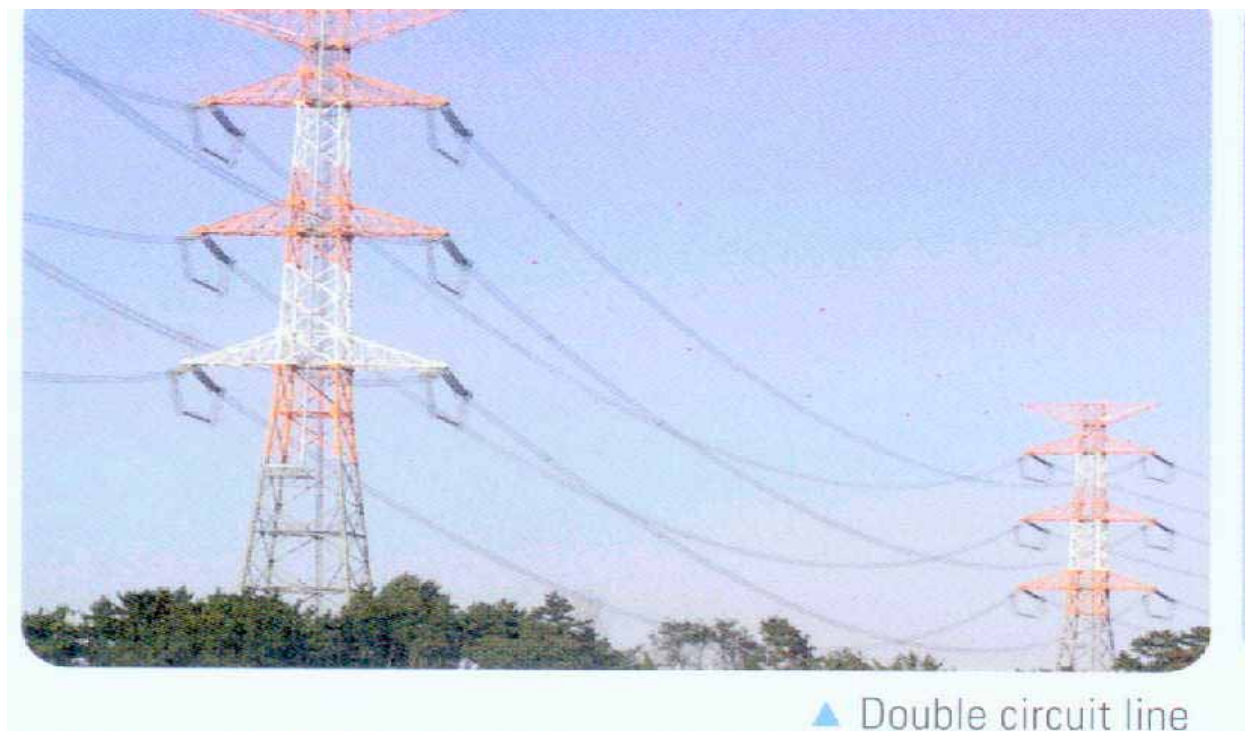


圖 2 765kv 架空輸電線



圖 3 海上架空輸電線

2. 韓電在輸電工程有傑出的成就，簡述如下：

(1)全世界第一條 765KV 雙回線架空輸電線路(2002)(如圖 2)

(2)全世界第一條興建在海上的輸電線路(2003)(如圖 3)

顯見韓電公司追求卓越的信念與實踐的決心，值得學習；此外，架空線路施設在韓國亦常遭預民眾抗爭，惟政府的支持及公權力的介入讓韓國電力及其附屬相關產業得以蓬勃發展。在國內，架空線路施設遭地方民眾抗爭頻繁，甚至政治力介入或地方政府消極不配合，都讓輸電建設停滯不前，影響供電穩定。

3. 韓電在許多建設及技術甚至已超越歐、美、日，本公司專業技術人才如有機會應可赴韓電取經，學習設計技術及各種施工策略。

4. 濟州島觀光步道，以廢輪胎切割成鋪設，再經機器編織成類似腳踏墊，遊客走過倍感舒適，廢棄物再利用，其創意及對環保之重視值得我們學習。

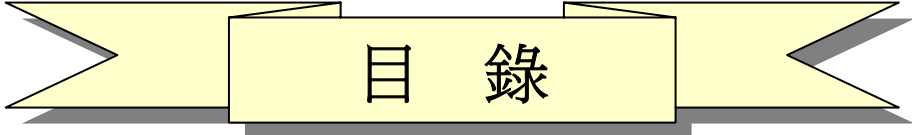
行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社
第廿八屆考察團
(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

(裝訂線)

煤質成分對鍋爐燃燒效率特性之影響
與運轉對策

報告人：史文龍
(台中發電廠)



目 錄

壹、前言

貳、高燃煤價格時代之因應(總經理指示了解事項之一)

參、煤源之供應與安全存量(總經理指示了解事項之二)

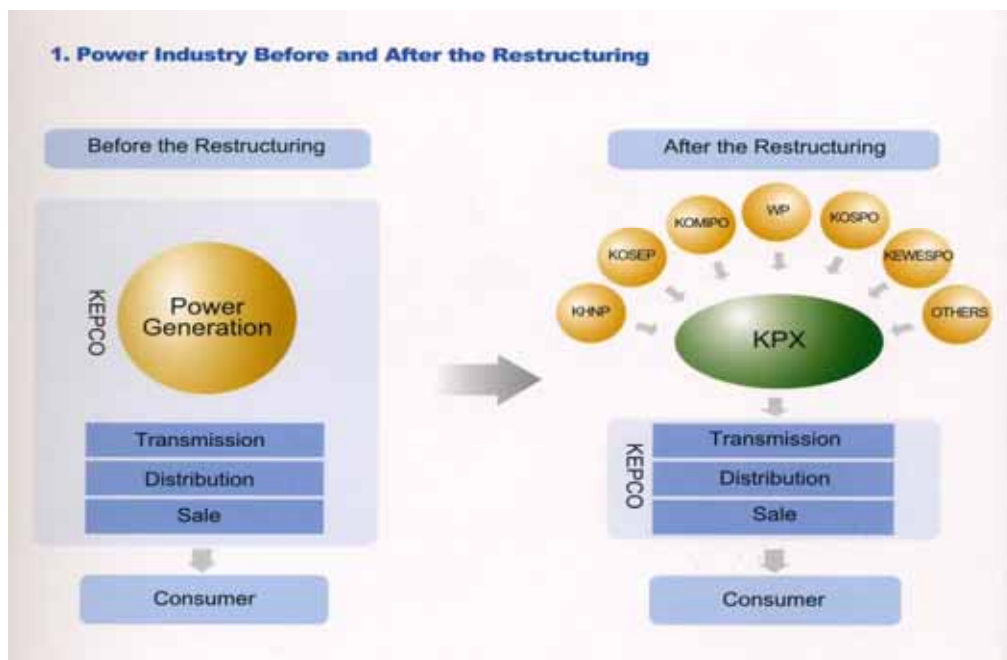
肆、煤質成分對機組出力效率因子之影響

伍、亞煙煤的儲存與供應管理

陸、感想與建議

壹、前言

韓電創建於 1898 年，與本公司同屬於百年老店。為有效解決經常發生的限電問題，1961 年 6 月合併國內三個區域性大電力公司成為全國性的韓國電力公司(korea Electric Company)。因透過公司合併使得韓國電力得以迅速發展，並成為經濟快速成長的國家。面對近年來自由化與民營化浪潮，韓電透過組織改造，促使韓電於 2001 年 3 月將發電部份分割成一家核能水力公司、五家發電公司共六家發電公司(圖一)，以提高各子公司競爭力並積極朝民營化邁進。分割後母公司約 20200 人，其餘六家發電子公司除核能水力外,其裝置容量約在 7000~7500Mw 之間(圖二)，人員數核能水力發電公司為 7010 人外，其餘約在 1600~2000 人之間。2003 年的大罷工雖然沒有影響全國供電而和平收場，但對民營化政策影響深遠，韓國政府已不談民營化政策，也沒有民營化的時間表。目前六家發電子公司的總部辦公室尚設在韓電(KEPCO)總公司大樓內，尚未搬入其轄區內。惟基於國情以及韓國對發電設備自製能力的積極推展，目前仍以原國營型態維持運作。



圖一. 韓國電力公司(KEPCO)2001 年 3 月改造前後組織型態

(As of Dec. 31, 2004 | Unit: MW)

● Breakdown of Capacity by Power Generation Company							
Fuel Type	KOSEP	KOMIPO	WP	KOSPO	EWP	KHNP	Total
Nuclear	-	-	-	-	-	Kori (3,137)	16,716
						Wolsong (2,779)	
						Yeonggwang (5,900)	
						Ulchin (4,900)	
Bituminous Coal	Samcheonpo (3,240)	Boryeong (3,000)	Taeon (3,000)	Hadong (3,000)	Dangjin (2,000)	-	16,340
	Yeongheung (1,600)				Honam (500)		
Anthracite Coal	Yeongdong (325)	Seochon (400)	-	-	Donghae (400)	-	1,125
Oil	Yeosu (529)	Jeju (215)	Pyeongtaek (1,400)	Yeongnam (400)	Ulsan Plant 1 (600)	-	4,509
				Namjeu (60)	Ulsan Plant 2 (1,200)		
				Hannim Oil Combined-cycle (105)			
Gas	Bundang LNG Combined-cycle (900)	Boryeong Combined-cycle (1,800)	Seoincheon Combined-cycle (1,800)	Sinincheon Combined-cycle (1,800)	Ulsan Plant 3 (1,200)	-	12,218
		Incheon (1,150)	Pyeongtaek Combined-cycle (480)	Busan LNG Combined-cycle (1,800)	Ilsan Combined-cycle (900)		
		Seoul (388)					
Hydro	Muju Pumped-storage (600)	-	Samnangjin Pumped-storage (600)	Cheongpyeong Pumped-storage (400)	Sancheong Pumped-storage (700)	Paldang, etc. 27 Hydroelectric Units (534)	2,840
				Hankyeong Wind-powered (6) 1.5x4			
Total	7,194	6,953	7,280	7,571	7,500	17,250	53,748

圖二韓國電力公司 2004 年各發電子公司裝置型態與容量

本次赴韓觀摩之中心主題- ” 電力事業因應全球 CO₂ 減量(京都議定書)之經營策略” 範疇中，職選定對 CO₂ 減量間接相關，也和工作中的既存火力電廠切身的“燃煤成分品質對鍋爐燃燒效率特性之影響與運轉對策”，以及韓電為了抑低 CO₂ 排放量，其自發性協議(似同本公司對 CO₂ 減量之無悔策略)內容為何？

為分項主題。研討之對應窗口被限定為其子公司中之西方發電公司(Western Power, WP)，其中較不易為人所理解的是，職與協和電廠李崇賓課長之觀摩主題同屬火力電廠議題，而被分配於不同發電子公司，但經兩次請求合併同組討論而不可得。

職出國前設定觀摩之分項主題如下：

1. 煤質成分對機組出力效率因子之影響：
2. 亞煙煤的儲存與供應管理
3. 韓電為了抑低 CO₂ 排放量，其自發性協議內容為何？請說明：
4. 韓電為了因應京都議定書，對已存在的既有電廠其無悔策略為何？
5. 推廣植栽計畫方面，貴公司近程、中程及遠程之對策為何？CO₂ 抑低量為何？
6. 高燃煤價格時代之因應
7. 煤源之供應與安全存量

其中第 3、4、5 項為團長-涂副總指示觀摩事項，職已將向韓國西方發電會社取得之資料 ” 氣候變化協約-對備推進 ”，交於李崇賓課長整理報告；第 6、7 項為出發前 總經理臨時指示觀摩了解事項。

貳、高燃煤價格時代之因應(總經理指示了解事項之一)

基於全球景氣回升，能源需求持續增加，中國大陸亦在民國 92 到 94 年初陸續發生北京大安山礦難、河北邯鄲礦難、河南大平特礦難、河南平頂山礦難、四川彭州礦難、陝西陳家山煤礦災變。基於礦區復建與工安上的要求，使得大陸國內煤炭採集成本大增且供應嚴重不足。為抑制煤炭出口以提供內需而造成國際供應缺口，在此期間又逢印尼重要燃煤礦區 KPC 發生大罷工事件，持續約一個月，使得燃煤供應更加惡化；又 92 年第四季，時序進入冬季，加上南韓等重要煤礦進口國之經濟成長及取暖用量需求，但對外多在現貨市場採購，因庫存見底(燃煤之安全存量，下節另述)，自市場積極搶購印尼、澳洲煤，於是全球之發電用燃煤價格開始向上急速攀升，且漲勢驚人。

國際煤價以澳洲煤價為例，參照澳洲 NEWCINDEX(較知名的煤價參考指標)每噸離岸價格(FOB)自 92 年 10 月份的 25 美元起漲到 50 餘元。94 年日本簽下的長期購煤合約價為 FOB 每噸 52 至 53 美元，本公司簽下的長約價格與日本相近。雖然目前的現貨市場已稍降到 50 美元以下，但與二年多前的煤價 25 美元相比，對煤礦價格佔發電生產成本過半之燃煤電廠而言，是極其沉重的負擔。表一，台中電廠 93 年度之發電生產成本約 1.03 元，其中燃煤約佔 0.71 元，比重佔 2/3 強 (92 年度約 0.8 元，燃煤約佔 0.45 元)。上述均說明了高燃煤價

格對火力電廠營運之沉重負擔，對於煤礦百分百進口之本公司而言，其因應之重要性實在勿庸致疑。

表一 台中電廠 93 年度發電生產成本

93年度發電成本分析												
單位：元												
機組別	火力機組											氣渦輪機組
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	合計平均	佔比	
供電量(仟度)	3495776	4553231	4560329	4598816	4567846	3912361	3956308	3908975	160531	33714173		15259
每度燃料成本	0.7183	0.7022	0.7049	0.7049	0.7013	0.6951	0.7222	0.6957	1.2652	0.7079	68.80%	4.0700
每度其它營運費	0.0711	0.0552	0.0559	0.0539	0.0577	0.0605	0.0617	0.0598	0.3349	0.0603	5.86%	2.8292
每度維護成本	0.1195	0.0196	0.0190	0.0181	0.0210	0.0516	0.0496	0.0561	0.0718	0.0416	4.04%	1.0131
每度折舊成本	0.2470	0.1767	0.1709	0.1672	0.2177	0.2340	0.2395	0.2564	1.7818	0.2184	21.23%	7.5723
每度稅捐管總費用	0.0008	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0038	0.0006	0.06%	0.0454
每度發電總成本	1.1566	0.9544	0.9513	0.9446	0.9984	1.0419	1.0736	1.0688	3.4575	1.0289	100%	15.5300

韓國電力為了因應高燃煤價格，降低石化燃料之依賴度，職將其策略歸納為 (1)善用核能發電、(2)發展再生能源 以及 (3)提昇能源使用效率三大領域：

1. 善用核能發電

目前韓國核能發電有四個核能發電廠共 20 部機組(表二)，其裝置總容量為 16716Mw(圖二)，佔韓電的 31.1%，其販電權重則達 38.6%。5 年後，從 2010 到 2013 年間將另有二個核能發電廠 6 部機組的 6800Mw 陸續加入商轉(表三)，其核電發電權重到 2017 年預計將占韓國供電的 46.9%(表四)，將大大降低了其對煤礦的依存度，也使得韓國更能展現其經濟力。就如同韓國核能發電公司所宣稱的 “ Nuclear energy turn a resource-poor country into a resource-rich country and it is the best choice for making Korea an energy-rich country.”，職個人則認為在其句子後面若再加上 “ in safety ”，會讓民眾覺得更加完美。

表二 韓國核電公司四個商轉中 20 部核能發電機組

Nuclear Power Plants in Operation				
Name	Unit No	Capacity(MW)	Commercial Operation	Reactor Type
Kori	#1	587	Apr.29,1978	PWR
	#2	650	Jul.25,1983	
	#3	950	Sep.30,1985	
	#4	950	Apr.29,1986	
Wolsong	#1	679	Apr.22,1983	PHWR
	#2	700	Jul.01,1997	
	#3	700	Jul.01,1998	
	#4	700	Oct.01,1999	
Yonggwang	#1	950	Aug.25,1986	PWR
	#2	950	Jun.10,1987	
	#3	1,000	Mar.31,1995	
	#4	1,000	Jan.01,1996	
	#5	1,000	May 21,2002	
	#6	1,000	Dec.24,2002	
Ulchin	#1	950	Sep.10,1988	PWR
	#2	950	Sep.30,1989	
	#3	1,000	Aug.11,1998	
	#4	1,000	Dec.31,1999	
	#5	1,000	Jul.29,2004	
	#6	1,000	Apr.22,2005	

as of end of April 2005

表三 韓國核電公司規劃建造中 6 部核能發電機組

Nuclear Power Plants Under Construction				
Name	Unit No	Capacity(MW)	*Commercial Operation	Reactor Type
Shin-Wolsong	#1	1,000	(2011)	PWR
	#2	1,000	(2012)	
Shin-Kori	#1	1,000	(2010)	PWR
	#2	1,000	(2011)	
	#3	1,400	(2012)	
	#4	1,400	(2013)	

* planned for commercial operation



圖三 韓國電力核電機組 2004-2017 的發電權重

2. 發展再生能源

韓國西方發電會社在其 ” 氣候變化協約-對備推進 ” 中，為降低燃煤的依存度以及減緩韓國 CO₂ 的排放量，對再生能源擬定了下列計劃：

- (1) 潮汐發電-加露林（最大潮差近7公尺，480 Mw，24 Mw × 20組 全世界最大），2008.01~2012.12：預算10.225億美元
- (2) 水力發電-泰安，2.2 Mw（2004.10~2006.12）：預算600萬美元
- (3) 太陽光發電-三浪津，3.0Mw（2006.01~2008.12）：預算2650萬美元
- (4) 風力發電-江原道，9.0 Mw（2006.1~2008.12）：預算1750萬美元

3. 提昇能源使用效率

韓電在提昇能源使用效率的策略上，可分成下列兩類：

- (1)發展能源使用新技術：除了我們已熟悉的超臨界高壓汽力發電外，韓電亦正發展下列可提昇能源使用效率的新技術

a. 引進高效率 IGCC 發電技術

300 Mw 整合型煤碳氣化複循環發電技術（IGCC），目前已完成經濟效益評估，預計於 2009~2012 年投入 4.2 億美元建造。本公司曾於 2002 年對 IGCC 發電技術的引進作過可行性評估，當時規劃中之發電量為 320 MW，和韓電相當。

b. 開發燃料電池利用技術

氫氣燃料電池為乾淨且高密度的能源，但裝置規模不大，適合(半)

移動式電源，與本公司綜合研究所之發展趨勢一樣，僅止於試探階段。但韓電目前已在試轉一 100 kw 之高溫熔融碳酸鹽燃料電池 (MCFC)，且 250 kw 級之大型熔融碳酸鹽燃料電池已在規劃中。另外，韓電亦同時研發中型、高效率、大容量之固態氧化物燃料電池 (SOFC)，也已通過 35,000 小時性能測試。

(2) 提昇既有電廠之發電效率

韓電提昇既有電廠發電效率之策略，主要有：

- a. 節省廠內生產用電
- b. 提昇鍋爐效率
- c. 提昇汽機效率
- d. 依據不同 SO_x 濃度運轉噴灑泵以節省 FGD 用電…等

綜觀韓電的因應策略，除燃氣再循環風扇加裝變壓、變頻馬達部分外，其餘與本公司既有電廠在機組發電效率提昇之實務作法上，並無多大差異。另外，韓電亦進行老舊機組延壽工作，以提高機組效率及延長壽命。

以 1. 善用核能發電、2. 發展再生能源以及 3. 提昇能源使用效率等三大方向，為韓國電力因應高燃煤價格，降低石化燃料依賴度之策略。

參、煤源供應與安全存量(總經理指示了解事項之二)

在上節中提及大陸在民國 92 到 94 年初陸續發生多處煤礦災變，基於礦區復建與工安上的要求，使得大陸國內煤炭採集成本大增且供應嚴重不足，在此期間又逢印尼重要燃煤礦區 KPC 發生大罷工事件，使得燃煤供應更加惡化；加上南韓等重要煤礦進口國之經濟成長及取暖用量需求，但對外多在現貨市場採購，因庫存見底，自市場積極搶購印尼、澳洲煤，於是 92 年第四季後造成全球燃煤價格向上急速攀升，且為賣力市場，同時也造成本公司燃煤供應短缺之危機。最嚴重時台中電廠包含死堆的燃煤約只剩 40 餘萬噸可供應不到 12 天的發電用量，此遠低於能源管理法施行細則第四條規定的法定安全存量 30 天，更低於本公司安全存量目標的 45 天。

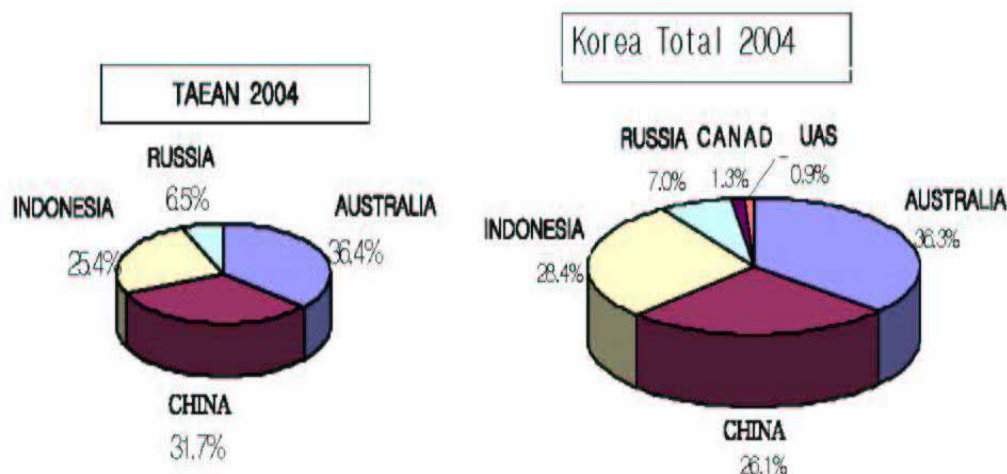
南韓本身自產一些無烟煤(品質不佳)，進口煤達 9 成以上，以煙煤為主並使用部分低硫亞煙煤做為 FGD 故障時使用。韓國電力公司各發電子公司自行購煤(經過此煤源危機後，可能採用部份聯合採購)。各火力電廠尚未有室內煤倉，但有防風柵網，部分電廠有混煤設備。

煤源危機前，基於運費及價格考量，韓國煤源過半來自中國大陸，且鄰近的山西煤礦占有相當比例。相較於澳洲、印尼煤其運輸路線也很近。為減少資金久置，對外多在現貨市場採購，且各發電子公司庫存量均控制在 7-14 天左右，

以降低營運成本。但是；煤源危機時，連坐擁“煤海”之稱的中國大陸山西省內本身多家电廠竟面臨燃煤短缺的情境，一些主力電廠的存煤甚也不足 3 天，那韓電各燒煤電廠的困境就可想而知了，難怪在現貨市場到處搶煤。

依據南韓西方發電公司發電處燃料 team 的 manager，Mr. Jae-won Suh 所提供資料，韓國在煤源危機後，為了分散購煤風險，現在已修正為大陸、澳洲、印尼煤約各 30%，其他地區(俄羅斯、加拿大、美國…等)約 10%。93 年度南韓全國及其最大火力電廠-泰安電廠[500Mw x (6+2)]外購煤來源及比例如圖四所示。

○ The Amount of Import Coal(bituminous 2004)



圖四 南韓全國及其最大火力電廠-泰安電廠外購煤來源及比例

據 Mr. Jae-won Suh 所言，目前各發電公司電廠之煤安全存量實際約在 20 天左右。以韓國最大之泰安燃煤電廠而言，其煤場可存 100 萬噸，但平均約 50 萬噸，可供目前運轉中 6 部機每日 2.5 萬噸 20 天之用。

肆、煤質成分對機組出力效率因子之影響：

就燒煤電廠而言，廠效率高低與廠內用電的多寡和煤質好壞有很大的關係，若電廠用的不是原設計煤質，有可能因熱質低、可磨性低及水份高致使磨煤機出力不夠，必須啟動另一台磨煤機而影響整廠效率。所謂熱值係指單位重量之燃料與空氣發生完全燃燒反應後，所釋放之總熱量。限於粉煤機的研磨能量，燃煤的熱值直接關係到鍋爐的熱輸入，進而影響機組的出力，所以燃煤熱值的意義就不在此贅言了。另外；煤質之其他工業分析、化學成分，及其燃燒特性和煤灰成分，更大大地影響鍋爐之營運與維護。與西方發電公司發電處燃料課

(team)課長 Mr. Jae-won Suh 及 環化課 課長 Mr. Chun-hee Yoo… 等人，針對主題研討教換心得如下：

1. 水分、研磨性 via 粉煤出力、粉煤細度

煤中水份存在的方式有表面水份、固有水份以及結晶水(Hydrate)三類。煤中水份含量偏高可能造成下列影響：

- a 降低粉煤機之研磨能力
- b 需要較多且較高溫的一次空氣來乾燥煤粉
- c 降低火焰溫度，造成點火困難，燃燒減緩

以上缺失均是降低鍋爐的運轉效率。固有水份以及水合物之去除代價高，只有表面水份可以用室內煤倉克服。但高水份唯一的優點，是有助於焦炭氣孔之形成，增加燃燒時焦炭與空氣的接觸面積而使未燃碳(UBC)較少。

研磨性(grindability)，煤的研磨性係指將煤磨成煤粉之難易程度，而非煤之硬度。煤的研磨性一般多以 HGI (Hardgrove Grindability Index)表示，其平均值約在 45~60 之間，數值愈高表示愈易研磨。煤的研磨性直接關係到粉煤機的研磨能量，進而影響鍋爐的熱輸入，甚至影響機組出力。

粉煤細度代表煤粉粒徑的分配狀況，通常以煤粉顆粒通過某一標準篩網(200mesh)之百分比(70%)表示之。粉煤細度與煤的燃燒有相當密切之關係，提高粉煤細度可以增加煤粒與空氣接觸面積，降低煤粒的 burn-out 時間。惟過度提高粉煤細度可能降低粉煤機的輸出能量，進而減少機組的淨效率。

2. 可燃性揮發物 vs. 燃燒輪廓 vs. SH、RH 溫度控制

可燃性揮發物含量多寡顯示煤的點火性 (ignitability)和反應度(reactivity)，對維持火焰穩定及加速焦炭燃燒極為重要。煤的揮發物含量低，可能造成的影響包括：

- a 點火困難，火焰不穩，或需要燃用輕油為輔助燃料
- b 燃燒不良，導致未燃炭(UBC)偏高
- c 需要提高粉煤細度，可能增加廠內用電，甚至降低機組出力
- d 低負載範圍時變化範圍受到限制(因為易熄火)

可燃性揮發物高，點火燃燒容易但火燄短，其加熱區集中在燃燒器上方。一般亞煙煤的可燃性揮發物較煙煤高，置於鍋爐下層燃燒器不易熄火，置於鍋爐上層則可減少過熱器噴水量。

3. 固燃比 vs. 燃燒性 vs. 未燃碳(UCB)

固燃比(fuel ratio，亦有直譯為燃料比)係指燃料中固定碳與揮發物含

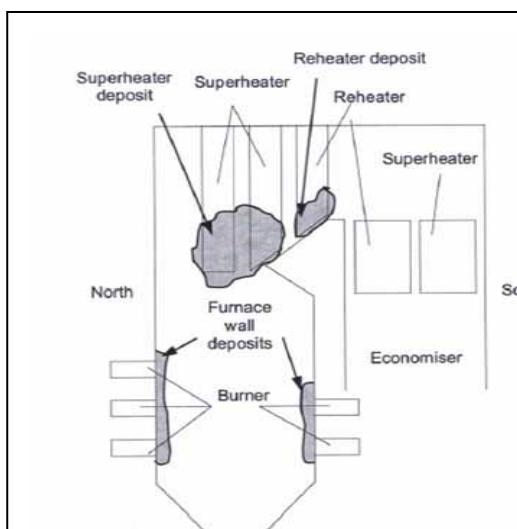
量之比值。以煙煤而言，其值約在 1.0~2.5 之間。固燃比高的煤表示煤的固定碳多而揮發物含量低。燃燒性(combustibility)是指燃料在點火及燃燒方面速度快慢的性質。燃燒性良好的煤一般具有高揮發物、低固燃比、低未燃碳和不具結塊性等特徵。煤碳的燃燒性可以燃燒指標 CI 來予衡量：

$$\text{燃燒指標, CI (kcal/kg)} = \text{高熱值(乾基)} / \text{固燃比} \times (115 - \text{灰份含量}\%) / 105$$

4. 灰融點 vs. 結渣與破管 、 積灰性 vs. 熱傳導效率

a. 結渣(slagging)現象：

主要起因於煤中之無機氧化物，在爐膛內因為煤灰高溫熔化變成低黏滯力之熔融液滴，部份液滴黏附於爐壁，如果爐壁溫度高於其軟化溫度，鄰近的液滴便會熔接在一起而形成大型塊附物(圖五 a)。此大型塊附物除了影響爐管熱傳導效率外，當體積太大或機組起停或升降載時，常會由高層砸下而使爐管破裂而造成停機事件，圖六為因結渣現象而形成之大爐渣(可達百公斤以上)以及台中電廠爐渣砸破底灰斗之圖片。



圖五 鍋爐爐管結渣與積灰現象



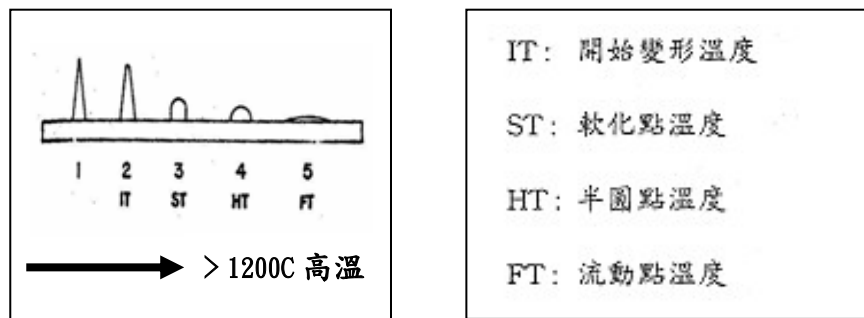
底灰槽積滿灰渣，撞破爐底斜斗

圖六 爐渣及砸破底灰斗情形

b. 積灰(fouling)現象：

則起因於燃燒階段生成之低熔點黏層黏附在對流區管排，其作用如同捕蠅紙，一旦飛灰接觸到該黏層即沾附其上，而逐漸形成層層疊疊的積附物(圖五 b)。積灰現象亦會造成鍋爐管排有效熱傳面積之減少，進而導致諸如：火焰溫度與燃氣出口溫度(FEGT)增高、蒸汽產量與蒸汽溫度偏差、機組效率與機組出力降低、加熱不均勻而破管以及煙氣速度與爐管刮蝕加劇等問題。煤灰在高溫狀態下受熱變形的行為模式直接影響其結渣與積灰的傾向。

煤灰熔點的高低，除了與化學成份中的鹼性氧化物(Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 及 K_2O)總量與酸性氧化物(SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2)總量之比值還與所處的環境有關，在還原環境中之灰熔點要比在氧化環境中低(煤灰熔點之相關化學機轉，ASME、B & W Co.、三菱重工均有化學經驗公式，但限於篇幅不在此討論)。圖七為灰熔點之定義與試驗。



圖七 灰熔點之定義與試驗

目前韓電為了因應日嚴的環保法規(泰安燃煤電廠， SO_x ：目前 <100 ppm； NO_x 目前 <250 ppm，2007 年 <150 ppm，表五)，使用含高 Na_2O 低灰熔點，低硫的亞煙煤日多，也是為鍋爐爐管結渣與積灰破管的相關問題所苦。韓方也問及台電之解決方案為何？共同的答案是能不用就不要用，或使用化學添加劑。

5. 灰硬度對過熱器再熱器的刮蝕效應

灰熔點若太低則有上述第 4 小節的結渣與積灰問題，但灰太硬則對燃氣尾端的設備又有刮蝕效應的問題。灰硬度和灰中的 SiO_2 及 Al_2O_3 含量及其比例有相當關係。除了氧化鋁、氧化矽本身硬度極高外，且矽鋁比顯示煤灰中的矽係以高刮蝕性之石英(SiO_2)或低刮蝕性之黏土形式(MSiO_3)存在，是界定煤灰刮蝕性的良好指標。通常矽鋁比如大於 2，即顯示煤灰的刮蝕性高，煙氣速

度應酌予降低。另外，灰量與氧化鐵等成份對刮蝕性也有顯著之影響。下表為韓方提供之刮蝕經驗公式。另外；矽鋁比也與灰熔點有所關聯。實驗顯示當矽鋁比低於 1.7 時，煤灰軟化溫度及流體溫度均增加。高於 2.8 後，初變形溫度幾乎不變，但流體溫度則遽減。

表四 燃煤鍋爐灰刮蝕與化學成份經驗公式

項目	內容	沖蝕傾向		
		低	中	高
沖蝕指標	$EI = Ea + Es + Ef$ $Ea = Ha \times Al_2O_3(\%)$, $Ha = Al_2O_3$ 硬度 9.0 $Es = Hs \times SiO_2(\%)$, $Hs = SiO_2$ 硬度 7.0 $Ef = Hf \times Fe_2O_3(\%)$, $Hf = Fe_2O_3$ 硬度 5.5	≤ 6.9	6.9~7.0	≥ 7.0

伍、亞煙煤的儲存與供應管理

一般而言，煤的熱值和固定碳隨著煤炭化時間程度的久遠而增加，水份、揮發物和氧含量則漸減少。而亞煙煤因在地底受絕氧高壓的年代較短，相較於煙煤則含有較多揮發性有機物，也含較豐富的氧元素，故其含高熱值的揮發性有機物易逸失且容易自燃就不足為奇了。

台中電廠使用了大量亞煙煤，但遇到很多特殊性營運問題，所以此次與韓電的觀摩交流中特別提出與之交換經驗，以瞭解下列問題可有因應解決之道。

1. 亞煙煤儲存期間自燃現象之防範

韓方採用了 a. 分堆管理 b. 定時定點監測 c. 煤堆壓實法以避免氧氣進入 d. 非必要不隨便噴水 e. 減短儲存期間

2. 亞煙煤儲存期間熱值降低之減緩對策

亞煙煤長期儲存除了易引發自燃外，因逸散及微生物作用，儲存期間熱值亦有降低現象，因應解決之道，除了如同上列之 c. 煤堆壓實 d. 非必要不隨便噴水 e. 減短儲存期間等方法外，基於經濟性，韓方並未使用界面化學覆蓋劑。

3. 低灰低硫亞煙煤在環保限制排放之使用

對泰安電廠而言，當地煙氣的排放法規如下表(比台中電廠寬鬆)，泰安#1-8 機(#7-8 機建造及試運轉中) SO_x 法規排放均為 100 ppm。當 FGD 排煙脫硫系統故障或檢修時，低灰(<0.3%)、超低硫(S < 0.12%)的亞煙煤是使機組繼續滿載發電，必要的也是唯一的選擇。這種情形與本公司的台中、興達電廠相同策略，但其採購規範，熱值目前仍要求在 5700 Kcal/Kg 以上，灰熔點不得低於 1200 °C。

表五 南韓西方發電公司 泰安電廠空污排放法規

排放物	濃度(ppm)		實際排放值
	目前	2007(新舊適用)	
Sox	100	100	25~40
NOx	250	150	130~210
粒狀物	40	40	10~20

陸、感想與建議

1. 感想

- a. 韓國朝重工業發展，且政府極力輔導代表性國產大型企業，故其發電及輸變電等設備大部分都能自己製造。其輸電系統已擁有 765KV 超高壓輸送。泰安電廠為因應 2007 年 NO_x 的新排放標準，於既有的 6 部舊機組裝設 SCR 排煙脫硝系統，其中一部即指定由韓國自製，以累積經驗與市場實績。韓電能向海外發展，標得工程及輸出發電設備，所以韓電在其簡報中口號為；”向鄰居送愛，**為世界點燈**”，且在母公司中的五位副總經理中，即有一位專司本職，足見其將電力工業產值的國外輸出，視同韓電的重要營業項目，以展現其旺盛的願景。反觀台灣係以中小企業為主，而政府輔導國產大型企業或重工業不夠積極，故發電工業的發展僅以國內中小型設備為主，對東南亞、南亞等發展中之國外市場受限甚多。

- b. 這是職首次入境韓國，在韓國的這段期間，在公路上行駛的車輛，約有 30-40% 打開車窗而不開冷氣，在韓電總公司內一般辦公室也未開空調，可見韓國人民刻苦耐勞節約能源的民族性。

2. 建議

- a. 韓電大樓電梯內均裝有 LCD 電視，內容著重在該公司業務宣導，除了可讓員工了解公司政策外，亦可讓拜訪的民眾充分地了解相關的資訊，此想法值得學習。
- b. 職與協和電廠李崇賓課長之觀摩主題同屬火力電廠議題，而被分配於不同發電子公司，但經兩次請求合併同組討論而不可得，實在不易為人所理解。爾後觀摩團成員在問題研討時，建請由韓電總公司出面主導，而不是攤派給各子公司，否則取得的資訊可能為片面的，也無法分組交互討論，很難了解整個韓電之作法與策略。
- c. 在參訪行程總天數不變原則下，研討時間建議改為兩天，如此才能有較充裕的時間往返現場經驗交流。
- d. 若泰安電廠韓國自製的 SCR 排煙脫硝系統，或加露林全世界最大的潮汐發電開始運轉，則建請後期觀摩團成員可考率列入行程。

參考資料

1. 台電公司溫室氣體減量控制-無悔策略
2. 韓國西方發電會社取得之資料 ” 氣候變化協約-對備推進”
3. 中國時報電子新聞網頁資料
4. 經濟部標準檢驗局 環保技術委員會 ISO 14064-1 “組織層級溫室氣體排放量與削減量之量化與報告附指引之規範” 書面審查資料
5. 自由時報電子新聞網頁資料
6. 第 28 屆韓國電力考察團李崇賓課長報告初稿
7. 經濟部能源局能源報導資料
8. 韓國電力會社(KEPCO)2005 年報
9. 工業技術研究院能資所網頁資料
10. 韓國核能發電會社 2005.07 核能發電白皮書- “Trust”

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

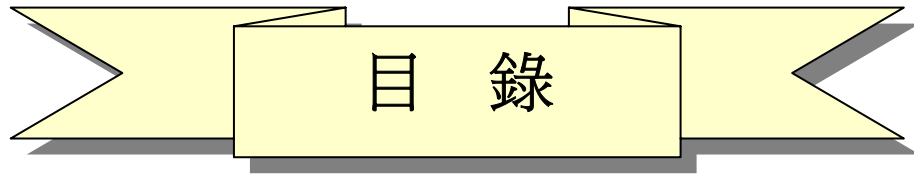
第廿八屆考察團

(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

(裝訂線)

韓電運用 IT 技術服務用戶之相關措施

報告人：高玉邦
(台南區營業處)



壹、前 言

貳、研習主題報告

研習子題一：韓電運用 IT 技術服務用戶具體現況

研習子題二：韓電如何運用 IT 技術服務用戶

研習子題三：韓電運用 IT 技術服務用戶之成效

研習子題四：韓電因應電業民營化自由化，配售電組織如何
調整

參、感想與建議

壹、前言

韓國電力公社(以下簡稱韓電)成立於西元 1898 年，迄今已百餘年，是一家歷史悠久的電力公司，目前供電面積達 99,538 平方公里，用戶數 17,062 千戶，員工數 20,485 人。

韓電連續六年榮膺韓國公營事業用戶滿意度排名第一，可能之原因除了良好的社會形象及用戶停電時間每年下降(2004 年為 18.9 分鐘)，成效斐然外，必定在用戶服務及供電品質等方面，有讓用戶滿意的突出表現及經營績效，確實值得同為電業之本公司觀摩、學習與借鏡。

為迎接電業自由化之挑戰，確保市場優勢，本公司近年來也積極以新思維、新措施提供多元化的管道來服務用戶，每年用戶滿意度調查也都能達到目標之要求，唯服務是無止境的，用戶之要求是好還要更好，且部分服務項目之服務品質畢竟仍有值得改善之處，語云「他山之石，可以攻錯」，因之，此次研習主題訂為「韓電運用 IT 技術服務用戶之相關措施」，期藉實際瞭解韓電服務用戶之策略及作法，提出心得及建議，作為本公司相關部門人員研擬提升服務品質措施之參考。

貳、研習主題報告

研習子題一：韓電運用 IT 技術服務用戶具體現況

隨著時代的進步、社會經濟的繁榮、科技的發展，韓電不論在用電申請服務方面，或是在電費繳納服務方面，或者在提供用電資料及諮詢等方面，韓電皆充分運用 IT 技術，提供多元的措施來服務用戶，滿足用戶的需求。以下說明韓電運用 IT 技術服務用戶之具體現況：

一、韓電 Call Center(客戶服務中心)建置之現況

(一)韓電於 2002 年先在仁川支社開始建置先導型之 Call Center，次年在漢城地區成立 4 個 Call Center，目前 15 個支社每一支社皆設有一個 Call Center 以服務用戶。

(二)設備：其通訊及軟硬體設備係以每小時每人接聽 20 通電話為規劃原則。

(三)系統主要功能：

1. 自動偵測來電號碼，連絡到資料庫進行電話關聯性比對，將用戶資料庫傳送到值機員螢幕。
2. 藉由自動話務分配機制，將來話配接至最適當客服人員回答處

理。

3. 自動將資料經由電話傳送給用戶指定之傳真機。
4. 提供用戶與值機員對話錄音，作為管理、教育訓練及糾紛處理的憑據。
5. 提供錄音記錄之語音搜尋、分類及統計等應用功能。
6. 以電話外撥、簡訊、傳真、電子郵件等方式，主動提醒用戶繳費期限及停限電等訊息。
7. 可依電話門號、值機員及整體話務量作統計分析。
8. 追蹤記錄每一通電話，包括轉接、IVR 語音互動記錄及等待時間等。

(四)在 15 個 Call Center 中，有 6 個 Call Center 係由韓電招聘臨時工 418 名直接經營管理(Direct Management)，另有 9 個 Call Center 係採外包營運(Outsourcing)，服務人員有 270 名(不含管理人員 32 名)，合計專業服務人員共 688 名；8-17 時，接受各項業務申辦及查詢，17 時至翌日 8 時，則僅接受電氣故障之查詢及處理。(每人每小時接聽量 16 通為人力需求規劃原則)。

(五)工作條件：

韓電直接經營管理者：採部分工時輪班制，月薪約 75 萬韓元。

委外經營者：外包公司全職員工，每日 8 小時，月薪約 130 萬韓元。

(六) Call Center 處理業務範圍

1. 用戶來電處理項目

- (1)用戶用電基本資料查詢、電價、電費帳務及欠費停電資料的查詢。
- (2) 5KW 以下之用戶直接受理新設及廢止等各項用電申請。
- (3) 受理線路遷移等用電申請。
- (4) 申請案件處理進度查詢。
- (5) 用戶陳情申訴及事故停電通報。(註：停電事故處理情行之訊息係由管理人員傳送各值機員以回復用戶)。
- (6) 目前正規劃提供氣象資訊提供用戶查詢。

2. Call Center 外撥電話服務項目

- (1)用戶申訴問題處理完成後，進行顧客滿意度調查。
- (2) 提醒尚未繳費用戶儘快繳費。
- (3) 提醒轉帳代繳存款不足用戶儘速補繳。

二、處理用戶申請用電之實施現況

- (一) 建置整合性行銷系統(Marketing SI，類如本公司之營業櫃台作業電腦化系統)，來加速處理用戶申請用電案件。
- (二) 於韓電對外網站上開辦「虛擬分店」，受理用戶各項用電申請及陳情服務，用戶可無需臨櫃辦理。
- (三) 自 2001 年起開辦契約容量 5KW 以下用戶（無須用戶簽章）網上申請用電。
- (四) 2003 年起對外網站上之「虛擬分店」設置 Electric EDI(Electronic Data Interchange)系統，EDI 系統使得網路申辦更為簡化、更為便利。

三、處理用戶繳納電費之實施現況

- (一) 提供電費折扣優待
 - 1. 對不須列印電費收據之網路付費用戶，每月每戶扣減 200 韓元。
 - 2. 代繳戶優待減免電費金額 1%，惟最高以韓幣 5,000 元為限。
 - 3. 信用卡繳費則限住宅用戶選用，其有兩種方式，其一為利用信用卡轉帳公司自動轉帳，惟因手續費為 1.3%，採用之用戶不多，另一項為加入韓電網頁之「虛擬分店」會員，由韓電自動分送訊息及繳費通知轉帳代繳電費，每月有 200 韓元優惠減免措施。
- (二) 經由手機傳送短訊服務向用戶事先提供訊息
用戶經由韓電網頁之「虛擬分店」申請附加服務，韓電在每期電費繳費期限前十天提供通知用戶用電費及電費之服務。
- (三) 顧客選擇繳費日期
政府機關及教育機關不分地區均可選擇每期之繳費日期。
- (四) 有分支機構之用電戶提供合併電費收據服務，對網路及代繳用戶不分地區及繳費日期均提供合併電費收據予用戶。

四、其他運用 IT 技術之服務措施

- (一) 韓電在其網站顧客服務網頁上建置有計劃性停電的訊息。
- (二) 提供印行稅單、收據(tax invoice、receipt)的服務。
- (三) 透過網路辦理各項提升服務的活動，諸如：「提升服務的建議(Idea for better service)」、「有關電力服務的論文(Thesis on electric service)」等活動，增進與用戶及外界之互動與溝通機會。
- (四) 發行時事通訊(KEPCO magazine Monthly，e-Newsletter)。
- (五) 網站上提供有關電力、大事件及氣象預測等方面之訊息。
- (六) 擴充配電系統地下化的比率(2003 年地下化的比率為 9.8%)。
- (七) 採行各項先進措施，以減少工作停電。

五、抄表併列印電費單據(On Site Billing)之實施情形

(一)系統建置成本

虛擬帳戶系統(Virtual accounts system)：5 千萬韓元。

網路開票(Internet billing)：5 千萬韓元。

(二)平均每戶作業成本

抄表：605 韓元

列印：50 韓元

發送：440 韓元

服務費用：直接在銀行付款：180 韓元

自動轉帳：30 韓元

OCR：180 韓元

ETC：100 韓元

網路開票：50 韓元(減少列印及發送之費用)。

研習子題二：韓電如何運用 IT 技術服務用戶

一、韓電採行 IT 技術之服務策略

(一)充分運用電腦網路策略

充分運用 IT 技術及現代科技，建置整合性行銷系統，處理用電申請案件；透過網路，建置「虛擬分店(Cyber branch)」，便利用電申請、繳費及查詢；另為加強顧客關係管理，建置有「e 顧客關係管理系統(e-CRM system)」；此外，為增進與社會各界及用戶之互動以提升形象，在其對外網站上建置有利於公關之網頁並辦理各項活動。

(二)多元管道及優惠策略

不論是在申請用電方面或用戶繳費方面，韓電均提供相當多元的管道來方便用戶(申請用電方面：臨櫃、信件、電話、傳真、網路等；繳費方面：金融機構代繳代收、ATM 轉帳、便利超商、網路等)，另為鼓勵用戶多多利用網路，經常辦理各項促銷活動或提供各項價格優惠措施。

(三)節省成本且便利用戶之策略

建置整合性行銷系統以及各種網路查詢、付費系統外，積極致力於將人工抄表方式轉換為 IT 技術為基礎的自動讀表，提供計劃性工作停電的訊息，增強避免停電之各項措施，擴大配系統地下化的比率，表面上均係用來服務用戶之措施，長遠而言，對節省成本有相當大的益處。

二、韓電如何運用 IT 推動建置 Call Center

韓電考量各支社之用戶數太多，故不採行設立區域性 Call Center 之方式，而係在每一支社設立一個客服中心，並為加速設置進度，以提供用戶快速的服務，部分客服中心採自己經營管理，部分客服中心採委外方式；惟考量通訊網路等軟硬體設備之成本，僅建有兩個客服系統，並可互為備援，各個客服中心僅設值機席，類如遠地值機方式。

三、韓電如何運用 IT 縮短處理用戶申請流程

韓電運用電腦網路建置整合性行銷系統(Marketing SI)來加速處理用戶申請案件，該系統係將用戶資訊系統及配電資訊系統整合為一個系統，如此在受理用電申請之同時，可立即知道申請用電現場附近之配電線路狀況；配合此系統，韓電同時修訂了申請處理流程，於受理時即告知基本工事費(流程圖如附件一)。

四、韓電如何運用網頁強化與用戶之公關活動

韓電深知電業的永續經營除有賴優越的經營績效外，良好的公共關係亦是不可或缺的條件，因此，韓電對公共關係的經營非常重視，在其網站上特別建置有關永續力(sustainability)的網頁，強調奉獻社會之責任(自 2004 年 3 月起對 47 萬個殘障家庭給予每月電費 8 折優惠的福利)及對鄰居、環境、文化的愛好，諸如在 2004 年 5 月成立社會服務團隊(由 7,800 自願參與之員工組成 270 支志工團隊從事各種不同需要協助之服務項目)及失蹤兒裡的協尋、設置社會活動基金、培育綠色森林、保護自然環境、建置電力博物館、藝術中心等；另外亦強調企業道德的管理，新任董事長於 2004 年 3 月上任後，對此更加重視，修訂了相關規定，並建置在對外網頁上，要求更乾淨、更透明，藉此來提昇企業的形象。

研習子題三：韓電運用 IT 技術服務用戶之成效

一、韓電運用 IT 技術建置 Call Center 之成效

- (一) 各客服中心平均每天處理通話量約 6700 通。
- (二) 回應比率：平日 94.3%，電費到期之段日 88.1%。

二、韓電運用 IT 技術處理用戶申請用電流程之成效

- (一) 韓電於 2001 年 9 月首先於仁川支社建置先導型之整合性行銷系統(Marketing SI)，在 2003 年推廣至漢城及釜山支社，到 2005 年擴展至其餘各支社。
- (二) 韓電對於用戶申請新增設用電之處理日數，架空為 28 天，地下為 68 天。

三、韓電推動網路 e 化服務之成效

- (一) 至 2003 年 7 月止，網路繳費計 110 萬戶，代繳戶約 900 萬戶，占比例約 66%，其網路繳費成長快速原因為年輕人喜愛並習慣使用網路及定期辦理促銷活動，電費優惠誘因不大，只是因素之一；政府機關從節省成本著眼亦響應辦理網路繳費。
- (二) 加入韓電網頁之「虛擬分店」會員，由韓電自動分送訊息及繳費通知轉帳代繳電費，至 2003 年 7 月約有 20 萬戶。
- (三) 韓電「虛擬分店」之績效

項目	~99 年	00 年	01 年	02 年	03 年	合計
資料查詢	228,725	211,407	258,718	532,091	1,341,801	2,573,552
電力諮詢	3,795	6,843	7,389	9,598	13,602	41,227
客訴案件	3,277	6,353	16,629	65,105	162,700	254,064

四、整體成效

- (一) 2004 年韓國計劃預算部考評 13 家公營單位，韓電榮獲第 1 名。
- (二) 韓電連續 6 年排名顧客滿意度公營單位第 1 名。

研習子題四：韓電因應電業民營化、自由化，配售電組織如何調整

一、因應電業自由化，配售電組織調整情形

(一) 對韓國電業經營環境改變之認識

1. 韓國政府自 1993 年起開始研擬電業自由化與民營化分階段之辦理計劃，並於 1998 年正式對外宣布電力產業的重組計劃，共分為三個階段，各階段主要內容如下：

(1) 第一階段：引進發電部門的競爭機制(2000~02 年)

韓電發電部門進行分割。

分割後發電部門進行民營化。

(2) 第二階段：建立電力批發市場競爭機制(2003~08 年)

成立區域性配電公司。

開放輸電代輸業務。

(3) 第三階段：建立電力零售市場競爭機制(2009 年~)

配電網路分割重組。

開放用戶購電選擇權。

2. 至目前為止韓國電力產業的實際重組過程如下：

- (1) 2001 年 4 月：將韓電發電部門分為 6 家公司（一家核能公司，5 家發電公司）。
- (2) 2001 年 4 月：設立電力交易所（KPX）。
- (3) 2003 年 1 月：容許設備容量 500KVA 以上大用戶之購電選擇權。
- (4) 2004 年 8 月：韓國政府暫停配電部門由韓電分割。

(二) 配售電系統組織調整現況與方向

1. 韓電自 2002 年 6 月起調整總管理處之組織，設置企劃本部、管理本部、營業本部、發變電事業本部及對外事業本部。
2. 各行政支援之處、室重整合併，按其支援各事業本部之性質、功能及事業分野重編。
3. 營業本部從事配及售電業務，組織包括營業處、配電處、需要管理室、電力去來室、配電運營室及販賣 SI 室，外屬單位有各支社、支店共 190 所。
4. 營業本部員工約 160 餘人，外屬單位約 1 萬 1 千餘人，合計佔位公司員工數 62%。
5. 韓國政府於 2004 年 8 月宣佈中止配電部門由韓電分割，因此，營業本部之組織暫時維持現狀運作。

二、組織調整後運作情形

韓電自 2001 年 4 月將發電部門分為 6 家公司，總管理處之組織亦於 2002 年調整，該 6 家發電公司，雖係韓電之子公司，唯運作上，在業務溝通聯繫方面，據側面瞭解及依訪問期間之觀察，似未能如未分割前之順暢。

參、感想與建議

- 一、韓電為因應民營化及電業自由化之趨勢，近年來積極進行組織重整及管理革新，提出「尊重用戶、追求改變、加強獲利」之核心價值，經營效率十分卓越，連續 6 年在 18 個公營單位中滿意度第 1 名，為社會新鮮人最想進入企業之前三名（第一名為三星，第二名為 LG），亮麗的表現，值得本公司學習。
- 二、為確保用戶於自由化仍選擇向韓電購電，韓電採取經由提高經營效率，強化價格競爭力及加強與用戶間的信賴關係，以迎合用戶多方面的需求，韓電預知經營危機的精神，值得本公司效法。
- 三、韓電銳意變革，設定 2015 年成為全球著名的能源供應者的中期目標，為了留住客戶，其公司政策均已調整為顧客導向，對新服務之開發與落實，不僅

達到創新成效，且實質上節省了經營成本，並將節省的成本部分回饋予用戶，贏取用戶的配合與滿意，相關作法均可為本公司之參考。

- 四、韓電訂定供電保證契約（類似服務品質標準），以承諾對用戶權益的關心，提供快速且滿意的服務，將用戶的滿意度視為最優先的選擇，用來感動用戶的心，因之，能獲得全國最高榮譽獎，絕非從天而降，例如利用網路服務用戶，增加與用戶間之溝通管道，韓電之作法及網路化內容，值得作為本公司服務用戶之參考。
- 五、韓電對用戶之需求相當敏銳，積極進行各項革新措施，快速回應用戶之訴求，例如原本三天內答復用戶之電子郵件，逐年提升回應時效，自今年(2005)起，將回復的時限訂為一小時內，其效率之高，實值敬佩與學習。
- 六、韓電近年來致力於提高電壓等級，藉以提昇供電品質及減少線路損失，其配電系統由原 11KV 全部改為 22KV 配電，而 66KV 輸電線也多以 154KV 取代，完成 765KV 之特高壓輸電線及 765KV 特高壓變電所，對供電能力有很大幫助，本公司簡化電壓階層有必要加速進行。

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

台灣電力公司派赴韓國電力公社

第廿八屆考察團

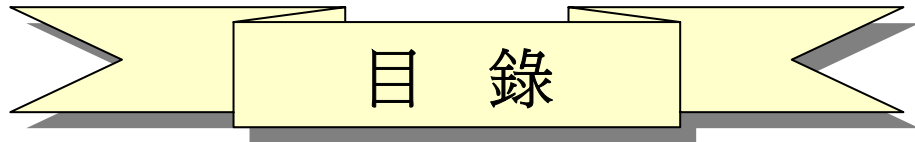
(民國 94 年 10 月 18 日~94 年 10 月 25 日)

韓電既有老舊機組(已運轉 20 年以上)

因應 CO₂ 減量之經營策略與 CO₂ 儲存與再
利用技術

報告人：李崇賓

(協和發電廠)



目 錄

壹、 前言

貳、 溫室效應對人類生態及環境之衝擊

參、 韓電 (KEPCO) 因應「京都議定書」之作法

肆、 針對既有老舊機組 (20 年以上)，韓電公司之對策

伍、 研發二氧化碳捕集與分離 (Capture and Separation)
技術

陸、 韓電機組維修策略

柒、 感想與建議

壹、前言

近數十年來，隨著科技的突飛猛進，人類大量使用石化燃料的結果，造成地球受到嚴重的污染。1985 年，科學家發現南極上空臭氧層破了一個大洞（Ozone Depletion），舉世震驚；而隨後發現北半球亦正遭受氟氯碳化物（CFC）的侵襲，並且可能繼南半球產生破洞，危害整個人類。中國古老的傳說曾流傳著「女媧煉石補天」的故事，未來人類如何同心協力來化解可能產生的浩劫，正考驗著人類的智慧。

貳、溫室效應對人類生態及環境之衝擊

據科學家分析指出，地球溫室效應屏障一旦失效後，對人類生態及環境影響可能造成之威脅有下列幾項：

- 一、對人體的影響：一旦大氣中臭氧層減少，將使得人類皮膚出現老化，對免疫系統亦有一定程度之影響。
- 二、對海生態的影響：地球氣溫上升將使極地冰山融化而使海平面升高，極地冰山融化也會造成海水溫度的改變，進而影響海中生物食物鏈及生態系統。
- 三、對陸地的影響：科學家指出，海平面若上升約 30 到 50 公分，將有若干國家及地區為海水所吞沒，居住在這地區的人類將何去何從，勢將造成人類的恐慌。

參、韓電（KEPCO）因應「京都議定書」之作法

韓國「京都議定書」的成員之一，惟目前尚未對二氧化碳減量作出具體承諾，故韓電亦未訂定其短、中、長期二氧化碳減量計劃。該公司因應策略如下，表 1. 為參訪之韓電西部電力公司因應氣候溫暖化之具體策略，基本上分成四大主題，十二小項（韓電其他電力公司亦同），即：

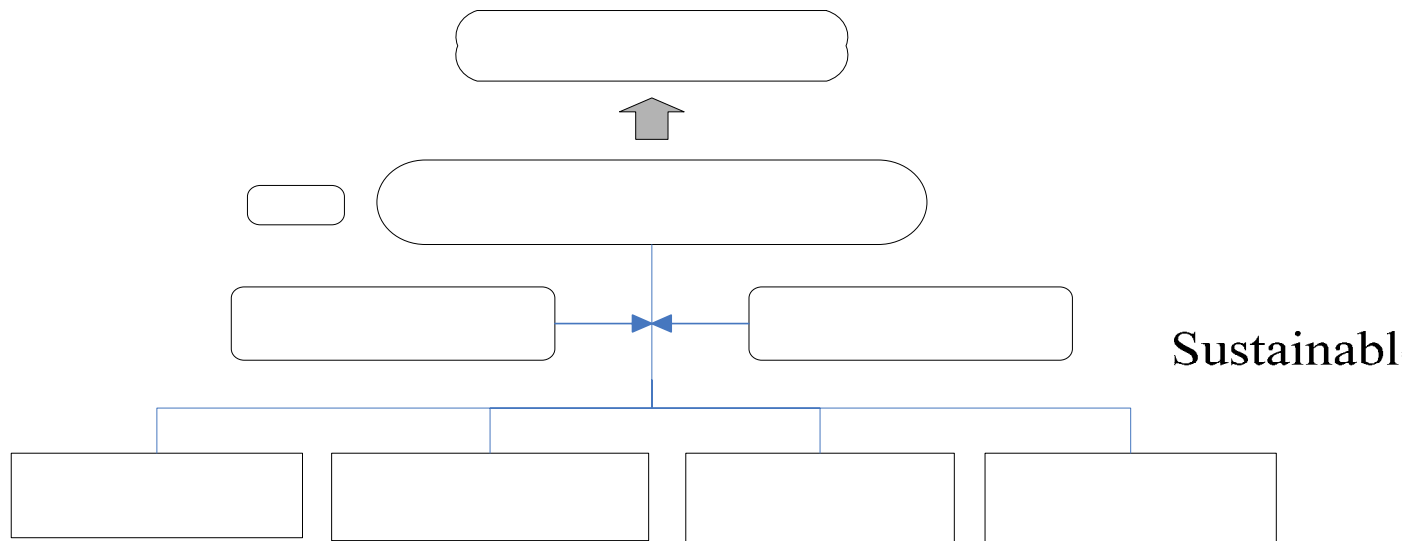
1. 針對「京都議定書」建立可執行之基本架構
2. 研究與開發二氧化碳捕集與分離（Capture and Separation）技術
3. 使用低碳燃料與再生能源
4. 訓練熟稔氣候變遷會議綱要之專家

其中，跟既有老舊機組因應「京都議定書」二氧化碳策略比較有關者為：

1. 老舊機組性能提昇改善
2. 二氧化碳捕集、分離與儲存

前者屬設備本體改善，後者則從煙氣排放端來處置，茲將此兩項內容詳述於第肆及第伍項：

表 1. 西部電力公司因應氣候溫暖化之具體策略



Issues	Contents	Period	Budget (USD million)
Establishment of an applicable infrastructure for Kyoto Mechanism	● To cope with the Emission Trading	' 03.10-' 10.12	-
	● Acquisition of Certified Emission Reduction use of CDM *CDM(Clean Development Mechanism)	' 06.12-' 08.12	-
	● Early Action of Seolnchom GT Uprate.	' 04.10-' 06.12	188
Research and development of CO ₂ Capture & separation technology.	● Research and development of CO ₂ capture & storage technology.	' 02.10-' 08.3	-
	● Establishment of CO ₂ reduction goal in per unit power generation.	' 05. 7-' 07.5	-
	● Development of Hydrogen energy technology.	' 05. 5-' 08.12	0.6
Extension of low carbon emission and renewable energy.	● Renewable energy	' 04.10-' 08.12	100
	- Tidal Power Generation. (480MW. X24)	' 04.10-' 08.12	6.2
	- Small Hydro Power project (2.2..KW)	' 04. 4-' 06. 3	1.5
	- Photovoltaic Power project (120KW. 3MW)	' 06.11-' 08.12	565
	- Wind Power (435MW)	' 04.5-' 12.11	432
	● Introducing the high efficiency power technology.	' 03.10-' 05.9 (R&D)	-
	- Clean Coal Technology (300MW)	' 09-' 12(Demonstration)	270
	- Gunsan Combined Cycle Power Plant (450MW)	- '10	270

	● Participating in the utilization efficiency and government projects.	' 05. 7-' 06.12	-
	● Diversification of energy source.	' 04. 4-' 10.10	4.1
Training & education of expert in the Climate Change Convention.	● Training in emission trading, CDM, etc.	' 01. 4-' 10.10	-
	● Collection of the information on climate change Convention.	' 01. 4-' 10.10	-
Total	12 Divisions		2367.4

肆、針對既有老舊機組（20 年以上），韓電公司之對策

一、韓電既有機組因應二氧化碳排放減量之策略

就燒煤電廠而言，廠效率高低與廠內用電的多寡和煤質好壞有很大的關係，若電廠用的不是設計煤質，有可能因熱質低、可磨性低及水份高致使磨煤機出力不夠，必須啟動另一台磨煤機而影響整廠效率。韓電由於使用煤質固定，均為煙煤（無煙煤則用於循環式流體化床），故在廠效率與廠內用電方面，均有優異的表現。

目前韓電火力機組歷年（2000~2004 年）廠效率（Gross）如表 2. 所示，燒煙煤汽力機組平均約為 39.25%，燃油汽力機組平均約在 37.54%，而天然氣汽力機組平均約為 35.93%，複循環汽力機組平均約為 45.37%，其中汽力機組廠效率以燒煙煤為最高，此和唐津電廠六座 500 MW 超臨界機組有關。至於廠內用電歷年（2000~2004 年）平均則在 4.58%，2004 年為 4.52%，略低於本公司，可見韓電在維護保養及節省廠內用電之用心。

表 2. 韓電火力機組歷年（2000~2004 年）廠效率（Gross）

Year	Steam			Combined Cycle	IGCC
	Bituminous Coal	Heavy Oil	LNG		
2000	39.25	37.45	35.68	44.15	No Data
2001	39.30	37.71	35.24	45.07	
2002	39.30	37.59	36.10	45.56	
2003	39.16	37.58	36.37	45.71	
2004	39.25	37.40	36.09	46.34	

韓電策略如下：

(一) 節省廠內用電方面

1. 在一定負載下，讓風扇作有效率運轉
2. 風扇 (G. R. Fan) 裝設變壓、變頻馬達

(二) 提昇鍋爐效率方面

1. 利用線上診斷系統 (類似協四機 APC)，使混拌煤作最適化調整，以達燃燒條件最佳化
2. 鍋爐過剩空氣最佳化控制
3. 定期清洗空氣預熱器熱交換元件
4. 燃油電廠添加氧化鎂 + 乳化劑
5. 即時偵測未燃碳

(三) 提昇汽機效率方面

1. 依據海水溫度 (調整 CWP 之運轉台數)，將冷凝器真空度作最佳控制
2. 定期清理高、低壓熱交換器

(四) 節省 FGD 廠內用電方面

1. 依據不同負載，來調整再循環泵使用時機

(五) 其他

1. 保護高溫蒸氣管線之隔熱材料
2. 冷凝器廢熱再回收

綜觀韓電的因應策略，除燃氣再循環風扇加裝變壓、變頻馬達部分，本公司既有老舊機組礙於廠內空間有限，以致無法裝置此節能設備外，在作法上並無差異。另，韓電亦進行老舊機組延壽工作，以提高機組效率及延長壽命。

二、韓電既有電廠性能改善 (Retrofit)

西仁川 (SeoInchon) 複循環機組 G/T 性能改善，改善後之性能提昇作為申請二氧化碳減量之憑證。目前本公司深澳及林口兩電廠，預計分別於 2011~2017 年間，進行次臨界機組改為超臨界機組之更新。其中深澳電廠新設兩部 800 MW 機組，而林口電廠則新設三部 800 MW 機組，預期兩電廠整廠效率均可達 42.3% (H. H. V)。未來本公司應模擬「京都議定書」二氧化碳減量機制，並熟稔相關規章，以便未雨綢繆儘早因應。

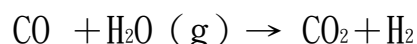
伍、研發二氧化碳捕集與分離 (Capture and Separation) 技術

一、研究與開發二氧化碳捕集與回收 (Capture and Recovery) 技術

韓電預計於 2002~2008 年研發上述尖端技術，目前歐美及日本等先進工業國家，在研發二氧化碳捕集技術上可分為：(1) 燃燒前捕捉 (2) O_2/CO_2 循環燃燒 (3) 燃燒後 CO_2 分離回收。茲將上述三項技術分述如下：

1. 燃燒前捕捉：

最主要是應用 IGCC 發電技術，美、日均側重此方面之研究。即利用氣化過程之水煤氣反應：



將 CO_2 加以分離與捕捉。至於氫氣則可作為氫燃料電池與氫能，以替代石化燃料，惟此兩項技術目前仍未達商業化階段。IGCC 發電技術由於兼具空氣污染物前處理功能，且燃料多樣化，能燃用劣質煤、石油焦及烏瀝乳 (Orimulsion) 等特殊燃料，故被評為 21 世紀的電力事業用鍋爐。韓電計畫投資 4320 億韓圓，於 2012 年完成一 300 MW 級 IGCC 實證電廠，由此可見韓電之企圖心。

2. O_2/CO_2 循環燃燒技術：

不同於美國及日本，歐盟則相對專注於此項富氧燃燒科技 (Oxy-fuel) 之研發。目前發電用燒煤鍋爐是以空氣作助燃劑，燃燒完後所產生之煙氣含有大量的氮， CO_2 含量約佔 3-15%，因此須要很高的成本來分離 CO_2 。若改以氧氣作助燃劑，雖然在燃燒時的火燄溫度會過高，部分富含 CO_2 煙氣須再循環至爐內，以調整爐內之燃燒溫度，但是卻增加煙氣的 CO_2 含量，有助於 CO_2 的捕集。

惟此項技術須裝設空氣分離器 (Air Separation Unit) 以分離空氣中之純氧，投資成本相當昂貴。而對老舊機組而言，過熱器與再熱器運轉溫度如何穩定控制，仍有待進一步探討。

3. 燃燒後 CO_2 分離回收：

傳統上 CO_2 回收係採用 MEA (Monoethanolamine) 技術，惟其成本太貴。韓電的綜合研究所 (KEPRI) 計畫於 2008 年 3 月前投資 6,200 韓圓開發 CO_2 分離回收技術，其流程採乾式吸收劑。

二、研究與開發二氧化碳儲存 (Storage) 技術

至於二氧化碳儲存技術，則是將捕集到的二氧化碳壓縮後，再利用 (1) 陸地 (2) 海洋來加以儲存。

目前陸地儲存的方式有廢棄煤礦坑、深層鹽岩 (Deep Saline Formations) 或枯竭油氣田。在深達 800 公尺的地下，壓力約為大氣壓力的 80 倍，將使注

入的二氧化碳呈「超臨界態」，此時二氧化碳的密度約為水的 0.7 倍，這種相態的稠密程度與滷水相近。為求安全起見，科學家必須注意附近地質結構是否有滲漏之虞，還要確認注入壓力以免岩層破裂。

將二氧化碳加壓後注入枯竭油氣田，可提高原油產量（Enhanced Oil Recovery, 簡稱 EOR），其原理是利用壓縮機，將二氧化碳打到位於底下的殘油，化學反應使原油變的較易穿透多孔性的岩石而進入油井。

海洋處置則分成兩種：海洋擴散（Dispersion）是利用船隻，將裝桶之二氧化碳，運送至事先評估好的深海定點，再將液態二氧化碳加壓，經由一 1000-2000 公尺長之鋼管送進海洋，泵送時船隻必須來回移動，以增加二氧化碳在海水中之擴散速率。海洋儲存（Storage）則是利用船隻，將裝桶之二氧化碳，運送至事先評估好的深海溝，再將液態二氧化碳加壓，經由一 3000 公尺長之鋼管泵送進深海溝。

陸、韓電機組維修策略

韓電機組維修策略雖然和台電相近，均以 Time Base 為主，惟依據機組大小及燃料不同，其大修週期及天數亦有不同，且其不同之循環大修天數（如 A-C-B-C-A），和本公司作法完全不同，值得詳加研究並評估其優劣。目前韓電機組維修採外包制，合約為期三年，兩班制施工（8a.m.~10p.m.）。表 3. 為韓電機組維修策略，在大修週期方面，原製造廠家之建議週期如括弧所示，韓電依其以往之維修經驗而適度調整（無括弧者）。至於大修天數，無括弧者為原製造廠家之建議，括弧之天數為韓電後來修正者。至於發電機抽轉子為每 4 年一次，此和本公司雷同，中間檢修則為 6 天。

由表 3. 可看出韓電汽力機組之大修天數，以 A-C-B-C-A 模式居冠，而非本公司之高、中、低壓汽機開蓋為 52 天，一般大修則為 38 天，其中孰優孰劣仍有待進一步研討，以收他山之石之效。表中最後一行之山清電廠（Sancheong），為抽蓄水力發電廠。

表 3. 為韓電機組維修策略

Plant name	Capacity (MW)	Period (Steam, Months)/(CC, EOH)				Standard(days)			Order
						A	B	C	
Dangjin	500	24				47	37	25(28)	A-C-B-C-A
Honam	250	18 (15)				36(40)	28	18(21)	A-C-B-C-A
Donghae	200	24 (15)				36(46)	28(38)	18(28)	A-B-B-A
Ulsan #1-3	200	18 (15)				36(40)	28	18(21)	A-C-B-C-A
Ulsan #4-6	400	18 (15)				36(44)	32	21(24)	A-C-B-C-A
G / T	Ulsan #1, 2	100	48,000	24,000	8,000	37	23	14	A-C-C-B-C-C-A
	Ulsan #1-6	100	48,000	24,000	8,000	37	23	14	A-C-C-B-C-C-A
	Ulsan #3-6	150	48,000	24,000	8,000	42	26	14	A-C-C-B-C-C-A
S / T	Ulsan #1	100	50,000	25,000	12,500	34	27	17	A-C-B-C-A
	Ulsan #2	100	50,000	25,000	12,500	34(37)	27(29)	17	A-C-B-C-A
	Ulsan #2, 3	150	50,000	25,000	12,500	39	31	20	A-C-B-C-A
	Ulsan #1	200	50,000	25,000	12,500	39(42)	31(33)	20	A-C-B-C-A
Sancheong		350	24			90	18		A-B-A

*CC: Combined

*EOH: Equivalent Operating Hour

柒、感想與建議

一、感想

1. 兩年前曾因公赴韓訪問，此次再度前往，首爾街道依然整潔，交通秩序良好且無摩托車，空氣品質佳，其都市規模直逼日本東京，韓國百姓守法的精神值得敬佩。
2. 韓電大樓電梯內均裝有電視，內容則著重在宣導該公司業務，可讓拜訪的民眾充分地了解相關的資訊，拉近彼此間的距離，此想法值得參考。
3. 任何觀光景點廁所均非常乾淨，顯見其國民公德心已達先進國家水準。
4. 濟州島觀光景點步道，均用廢輪胎切割成細長條塊，再經機器編織成類似腳踏毯，遊客走過倍感舒適，無論是老年人或小孩均可

不用擔心跌倒，且透水性亦佳。而甚難處理之廢輪胎，也因此得以作廢棄物再利用，其創意值得我們學習。

5. 韓國古代建築保存相當完整，中小學生均有文化之旅戶外教學，顯見韓國政府文化傳承向下扎根的苦心。在現代科技發展迅速的韓國，仍然珍惜著祖先留下的文化遺產，其用心良苦與經營理念很值得我們效法。
6. 韓電在再生能源（如潮汐發電、太陽光電、燃料電池等）與整合性複循環發電技術（IGCC）所投入之研發時間、經費與人力，以及所展現出來之企圖心與魄力，相信不出數年，其科技將可以與日本並駕其驅。

二、建議

1. 在問題研討時，建議應由韓電出面主導，而不是攤派給各子公司，否則取得的資訊可能為片面的，很難了解整個韓電之作法與策略。另，研討時間建議改為兩天，如此才能有較充裕的時間赴現場經驗交流。
2. 韓電的維修策略與週期均與本公司不同，其理念似較具挑戰性與競爭性，值得加以剖析其優劣以收他山之石之效。
3. 韓電對二氧化碳排放減量交易非常重視，除派員赴國外學習相關法規運作外，其公司本身亦提供相關課程來訓練員工，值得本公司借鏡。
4. 囿於既有老舊機組因應京都議定書二氧化碳排放減量之策略有限，建議公司宜儘早從燃燒前捕捉（如煤炭氣化技術）及 O_2/CO_2 循環燃燒兩項技術著手進行研究，以提高其二氧化碳排放減量之成效。
5. 為節省廠內用電，本公司在規劃新機組的同時，有關風扇部分宜考量裝設變頻器或液壓聯軸器，以提昇機組效率並有效抑制二氧化碳排放量。

捌、參考文獻

1. Robert H. Socolow., “埋葬二氧化碳”，科學人月刊，42 期，2005 年 8 月。
2. Masahiko Ozaki, et al., “Technical Feasibility of Ocean Sequestration of CO_2 ”，MHI Technical Review,

- 1998, Vol. 35, No. 2.
3. Masaki Iijima, “Flue Gas CO₂ Recovery, Its application and Cost Analysis for EOR” , MHI Technical Review, 1999, Vol. 36, No. 2.
 4. Chris Spero, “Japan-Australia Oxy-Fuel Feasibility Study” , Center for Coal Utilization, Tokyo Japan, 2 Sept. 2004.
 5. 簡慧貞，呂鴻光，何舜琴，林達雄，“京都議定書生效後溫室氣體減量之因應”，台電工程月刊，681期，2005年5月。
 6. 鍾輝乾，林君敏，“二氧化碳減量與電源開發”，台電工程月刊，681期，2005年5月。
 7. 邱太銘，“二氧化碳減量與核能之發展”，台電工程月刊，681期，2005年5月。
 8. 中時晚報，1992年2月12日。
 9. 聯合晚報，1992年2月25日。
 10. ”溫室氣體管制情形說明資料”，台電公司。