

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

第 30 屆韓國電力考察團報告

服務機關：台灣電力公司

出國人	姓 名	單 位	職 稱	姓名代號
團長	蔡文魁	副總經理辦公室	副總經理	091153
副團長	吳宗曉	發電處	處長	793315
團員	黃鴻麟	桃園區營業處	處長	143952
團員	沈運生	電力修護處	處長	816064
團員	李文華	核能發電處	副處長	567178
團員	沈武賢	企 劃 處	副處長	104012
團員	蔡春明	燃 料 處	副處長	043380
團員	徐永華	核能火力發電工程處	副處長	836508
團員	蕭勝任	嘉南供電區營運處	副處長	897746

出國地區：韓國

出國期間：96 年 9 月 4 日至 96 年 9 月 11 日

報告日期：96 年 10 月 25 日

出國計畫：96 年度第 96-116 號

出國報告審核表

出國報告名稱：第30 屆韓國電力考察團報告		
出國人姓名(2 人以上，以1 人為代表)	職稱	服務單位
蔡文魁	副總經理	台灣電力公司
出國期間：96年9月4日至96年9月11日		報告繳交日期：96 年10月25日
出國計畫畫主辦機關審核意見	☒ 1. 依限繳交出國報告 ☒ 2. 格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) ☒ 3. 內容充實完備 ☒ 4. 建議具參考價值 ☒ 5. 送本機關參考或研辦 ☒ 6. 送上級機關參考 ☐ 7. 退回補正，原因： ☐ 不符原核定出國計畫 ☐ 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 ☐ 內容空洞簡略 ☐ 電子檔案未依格式辦理 ☐ 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8. 本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： ☐ 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同人進行知識分享。 ☐ 於本機關業務會報提出報告 ☐ 9. 其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	☐ 1. 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分 (填寫審核意見編號) ☐ 2. 退回補正，原因： ☐ 3. 其他處理意見：	

說明：

- 一、 出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、 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。
- 三、 審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：蔡文魁 吳宗曉 總報告人： 副總經理： 總經理：

黃鴻麟 沈運生

李文華 沈武賢

蔡春明 徐永華

蕭勝任

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：第 29 屆韓國電力考察團報告

頁數 134 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

考察團名冊

出國人	姓 名	單 位	職 稱	電 話
團長	蔡文魁	副總經理辦公室	副總經理	02-23666245
副團長	吳宗曉	發電處	處長	02-23666500
團員	黃鴻麟	桃園區營業處	處長	03-3335757
團員	沈運生	電力修護處	處長	02-27866850
團員	李文華	核能發電處	副處長	02-23667041
團員	沈武賢	企 劃 處	副處長	02-23666441
團員	蔡春明	燃 料 處	副處長	02-23666722
團員	徐永華	核能火力發電工程處	副處長	02-23229409
團員	蕭勝任	嘉南供電區營運處	副處長	06-6561732

出國類別：☒1 考察☐2 進修☐3 研究☐4 實習☐5 其他

出國期間：96 年 9 月 4 日至96 年 9 月11 日

出國地區：韓國

報告日期：96 年10 月25 日

分類號/目

關鍵詞：電業因應措施、績效措施與管理、火力機組容量與機組效率、降低燃料採購成本、海外煤礦投資、購售電價格因應策略、機組可靠度、縮短大修策略、燃煤運轉效率、輸電網路供電可靠度

內容摘要：（二百至三百字）

第30屆韓國電力考察團9人，由蔡副總經理文魁擔任團長，發電處吳處長宗曉擔任副團長，團員包括桃園區營業處黃處長鴻麟、電力修護處沈處長運生、核發處李副處長文華、企劃處沈副處長武賢、燃料處蔡副處長春明、核能火力發電工程處徐副處長永華、嘉南供電區營運處蕭副處長勝任。

考察期間自96年9月4日至96年9月11日共8天，就韓國電力公社（韓電）電業因應措施、績效措施與管理、火力機組容量與機組效率、降低燃料採購成本、海外煤礦投資、購售電價格因應策略、機組可靠度、縮短大修策略、燃煤運轉效率、輸電網路供電可靠度等相關議題實地考察及交換意見，並充份討論。另實地參觀電力交易所、電力調度中心、清平揚水發電廠、濟州東部火力發電廠、海底電纜變電所及南濟州火力風力發電所等單位。

韓電近年來業務發展一再突破成長，經營績效光彩亮麗，為2006年財富全球500大企業之一，近年來除妥為因應能源市場變化之挑戰外，仍積極推動其國內電力需求供應計畫，以及擴展東南亞及海外電力投資計畫，展現全球化經營宏大志向，朝「伴隨顧客成長的世界級卓越能源集團」之願景邁進。藉由此次考察訪問，全體團員觀摩學習韓電之營運、技術及經營理念，從中汲取寶貴的經驗。謹將此次考察團團員所見所聞的心得報告彙整成冊，考察內容有許多具體建議，可供本公司相關單位推動業務及辦理興革事項之參考。

目

錄

頁數

壹、出國任務與目的	6
貳、出國行程	7
參、感想與建議	9
肆、報告內容	
一、高能源價格下電業因應措施（蔡文魁）	A(17頁)
二、如何提昇火力機組容量因素與機組效率及如何提昇機組可靠率及縮短 火力電廠大修工期（吳宗曉、沈運生）	B(32頁)
三、高能源價格下電業因應之電價策略（黃鴻麟）	C(38頁)
四、韓電核電廠縮短大修工期策略及配套措施（李文華）	D(58頁)
五、提昇績效之措施與管理制度（沈武賢）	E(64頁)
六、燃料採購策略與降低成本對策、海外煤礦投資相關事宜（蔡春明） -----	F(78頁)
七、超臨界燃媒鍋爐之溫度、壓力與效率之最適化（徐永華）	G(89頁)
八、提昇輸電網路供電可靠之做法與管理作為（蕭勝任）	H(100 頁)

壹、出國任務與目的

本公司與韓國電力公社(KEOCO)於西元1976年6月(65年)簽訂技術交流合約，互派人員觀模交換研習，以促進雙方電力事業技術及經驗交流，增進國民外交。每年雙方派員互訪，迄今已逾30年，本屆為30屆，考察團成員共9人，由蔡副總經理文魁擔任團長，發電處吳處長宗曉擔任副團長，團員包括桃園區營業處黃處長鴻麟、電力修護處沈處長運生、核發處李副處長文華、企劃處沈副處長武賢、燃料處蔡副處長春明、核能火力發電工程處徐副處長永華、嘉南供電區營運處蕭副處長勝任等。考察期間自民國96年9月4日至9月11日共計8天，考察項目如下：

出國人	姓名	單位	職稱	考察項目
團長	蔡文魁	副總經理辦公室	副總經理	高能源價格下電業因應措施
副團長	吳宗曉	發電處	處長	如何提昇火力機組容量因素與機組效率
團員	黃鴻麟	桃園區營業處	處長	高能源價格下電業因應之電價策略
團員	沈運生	電力修護處	處長	如何提昇機組可靠率及縮短火力電廠大修工期
團員	李文華	核發處	副處長	韓電核電廠縮短大修工期策略及配套措施
團員	沈武賢	企劃處	副處長	提昇績效之措施與管理制度
團員	蔡春明	燃料處	副處長	1. 燃料採購策略與降低成本對策 2. 海外煤礦投資相關事宜
團員	徐永華	核能火力發電工程處	副處長	超臨界燃媒鍋爐之溫度、壓力與效率之最適化
團員	蕭勝任	嘉南供電區營運處	副處長	提昇輸電網路供電可靠之做法與管理作為

貳、出國行程

本考察團9月4日出國，11日返國，合計8天，詳情行程如下：

日期	地點	時間	工作紀要
9月4日 (星期二)	台北~首爾	8:30~11:35 11:35~12:45 12:45~20:30	5:30 於總管理處出發前往中正機場搭乘中華航空班機(CI160)飛往韓國仁川(Incheon)機場 由人事處(鄭處長燦祈接待)自仁川機場接機搭韓電專車前往首爾 參訪首爾市區及漢江沿岸電力建設
9月5日 (星期三)	首爾	9:30~10:10 10:10~10:20 10:20~11:40 14:00~18:30 18:30~21:00	韓電歡迎會(經營支援部權部長五炯主持) 團長及副團長拜會韓電文副社長稿 參訪參訪韓電電力交易所(KPX)及電力調度中心 參訪江北電力設施及清溪川公共建設 歡迎宴(由韓電文副社長稿主持)
9月6日 (星期四)	首爾	9:30~17:30	所有團員個別考察
9月7日 (星期五)	首爾~清平 清平~首爾 首爾~濟州	8:30~9:30 9:30~11:30 11:30~13:00 16:05~17:10 19:00~20:30	搭專車前往清平揚水電廠 參訪韓國南部發電公司所屬清平揚水發電廠及供奉韓電因公殉職員工靈位之忠靈塔 搭乘韓電專車至金浦機場 搭機搭乘韓航班機飛抵濟州(Jeju)機場 歡迎宴(人事處鄭處長燦祈主持)
9月8日 (星期六)	濟州	9:00~12:00 14:00~18:00	參訪濟州島有關電力設施 參訪濟州東部火力發電廠及海底電纜變電所

日 期	地 點	時 間	工 作 紀 要
9月9 日 (星期日)	濟州	9:00~12:00 14:00~18:00	參訪韓國南部發電公司所屬南濟州Han Gyeong 風力發電所 參訪濟州有關單位及電力設施
9 月10 日(星期 一)	濟州~首爾	9:50~10:55 10:00~13:00 14:00~18:20 18:30~20:30	搭乘韓航班機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 參訪市區建設及有關單位 歡送宴(經營支援部權部長五炯主持)
9 月11 日(星期 二)	首爾~台北	9:30~10:40 13:00~14:35 (台灣時間 15:00)	搭乘韓電專車赴首爾仁川機場 搭乘中華航空班機(CI161) 飛抵台北中正國際機場

參、感想與建議

1. 韓電自 2002 以來，對電價的改革有明確目標與計畫，且逐步在實現中包括：逐年改善住宅用電累進分段之級距與價比、逐步消弭各類用電間交叉補貼之不合理現象、積極推動以價格策略引導用戶負載管理等。另外，韓國推動電力市場自由化的腳步原落後我國，當年還派員來本公司了解學習 IPP 開放，幾年後已完成自由化市場的架構，政策執行力確可刮目相看，值得本公司深思。
2. 韓電於 2007.1.15 再度調高電價，平均調幅 2.1%(上次調價為 2005.12.28 調幅 2.8%)，本次調整的主要因素有：(1) 因應燃料費〈購電成本〉上揚；(2) 2006 年合理投資報酬僅 5.2%，未達政府公布之 6.1% 目標；(3) 消除長久以來各類用電相互補貼現象，故僅以工業用電及公用路燈用電為調升對象，分別調漲 4.2% (2006 年工業用電平均售價 61.92Won/度；公用路燈 65.65Won/度，分別占總平均售價 81%及 88%)。為合理反應成本，未來電價將依下列原則再作調整：(1) 短期仍以消除各類用電相互補貼現象 (亦即工業用電將可能再調升)；(2) 將目前住宅用電六段累進計費結構簡化為三段累進計費，且將縮小第一段 (100 度以下) 與最高段 (501 度以上) 之流動電費價比，目標至 2008 年可由現行 11.7 倍縮小至 3 倍；(3) 將目前依用途別的電價分類〈分住宅、一般〔商業〕、工業、教育、農業、公用路燈六大類〉改按供電電壓別〈分特高壓、高壓、低壓〉分類。此種訂價方式合乎尖、中、基載供電成本之變動，值得本公司未來電價結構改善之參考。
3. 韓電於 2001 年 4 月將發電部門分割出去另成立 6 家發電子公司，並成立獨立的電力交易所(KPX: Korean Power Exchange)，負責電力市場之運行及調度，所有發電公司與零售商僅能透過該市場進行電力交易。2007 年起為避免基載機組獲取暴利，限制基載機組購電最上限價

格 (price caps)，每六個月檢討一次。雖然此套運作機制引自美國南加州電力公司，但因大部分電廠仍屬韓電子公司，在許多運作困難或可透過內部解決，因此，未來我國要推動電力市場自由化，韓國電力市場的運作經驗雖可供參考借鏡，但宜進一步將其電力市場的生態因素多作考量。

4. 韓電利用價格進行負載管理在策略上與本公司方向大致相同，除有緊急時暫停用電電費補償措施外，對直接負載控制器具亦給予與電費補償，控制對象除冷氣空調系統外還有販賣機。除此之外，為鼓勵用戶採用高效率設備亦給予購置費用補貼，全年補貼金額約一千億韓幣，補助的設備包括高效率馬達、電動機、照明燈具等，當然，此一措施前能源危機時美國許多州均採行，但效益評估上卻見仁見智，因此，採行時不宜冒然，尤其對管控上可能發生的後遺症需作深入評估。
5. 韓電去年（2006 年）核能機組之平均大修工期為 33.3 天，是為核能發電高容量因素主因之一。其機組大修規劃以 10 年（7 燃料週期，18 個月）為期，分短大修工期（21～22 天）、中大修工期（28～30 天），長大修工期（30 天以上）來規劃。本公司核能機組除了積極努力縮短大修工期外，亦須配合機組延壽及功率提升之設備改善，此些設備改善工作須於各次大修中完成，務必做妥善的規劃，韓電的做法亦值得我們參考。
6. 縮短大修工期亦需要大量人力的配合，大修工期若要縮短至 30 天以下，許多 BOP（二次側）設備的維修工作亦將變成要徑，須要 24 小時輪班工作。韓電有其子公司 KPS 負責核電廠之大修工作，維修人員素質及維修品質相當高及穩定，將來本公司在縮短大修工期方面亦亟須修護處人力的配合，補充修護處人力及人員的訓練刻不容緩，另促成「聯亞」成立維修公司，將來成為較固定的協力廠商，亦為努力的方

向。

7. 韓電目前有 20 部核能機組運轉中，去年發電容量因素高達 92.3% (本公司 88.93%)，成績斐然。許多精進的做法，值得本公司參考，例如其中該公司為了提高員工能力及培養關鍵設備專家，透過派遣工程師赴美核能電廠實際參與工作一年 (2004 年 17 人，2005 年 17 人，2006 年 20 人，2007 年 20 人)。本公司從明年將開始實施維護法規 (Maintenance Rule)，之前本公司並未有系統工程師制度，因此在配合此維護制度之推行上咸認為是較弱的一環，韓電之做法值得參考。
8. 韓電之子公司 KPS (Korea Plant Service & Engineering Co.) 員工約有 4,000 多人，除了提供韓電核能、火力維護人力外，亦承包海外工作，本公司目前正在洽談「聯亞」轉型為維修公司，KPS 之組織、人力、維修經驗及經營方式，必有可借鏡之處，建議將來利用機會與其交流。
9. 在燃煤採購策略上韓電做法與本公司相仿，以長約為主 (70-80%)，現貨為輔 (20-30%)，亦尚未採行財物避險措施，惟與五家電力公司加強合作關係以增加燃煤供應調度彈性及爭取較強議價能力。而在船運安排上，以韓國南東電力為例，10-18 年專屬船占 20%，1-5 年長約船占 60%，於此運價高漲之際，對平抑海運成本有相當助益。由於運價相對低廉，因此在印尼、澳洲、中國大陸供煤吃緊時，可拓展煤源至南非及加拿大，增加供應彈性。
10. 韓電自 2001 年 4 月起為鼓勵發電業間之競爭以降低成本，乃將發電廠切分成 5 家發電子公司，就燃煤機組言，南東發電公司裝置容量 5,165MW，年耗煤量 18.8 百萬噸，在發電子公司中，占第一位，南部發電公司裝置容量 3,000MW，年耗煤量 8.8 百萬噸占第二位，由於韓

電本身並無燃料處，因此本次考察韓電安排本公司燃料處分別與南東發電及南部發電公司燃料及發電處長洽談以交換燃料採購相關資訊。

11. 就煤源配比言，韓電原本主要煤源為中國大陸、澳洲和印尼，惟因近年來大陸煤出口量大幅下降，為應緊急需求，韓電先搶購印尼煤，再拓展南非、美加煤源，資料顯示 2007 年上半年韓電自印尼所進口之燃煤占其總進口量達 60%，與本公司相近，此舉亦造成印煤價在今年上半年飆漲，此外，未來數年，韓電用煤量亦將持續增加，因此韓電的燃煤採購策略值得本公司密切注意。
12. 就降低成本措施言，值此燃料價格大漲之際，韓電亦飽受價格高漲，供應不足之苦，尤其韓電燃煤存量僅約 20 天，在市場供應緊縮之際，常面臨斷煤之窘境，因此韓電 5 家發電子公司加強合作聯繫，以增加調度彈性以穩定供應，鑑於高能源價格時代來臨，掌握煤源與船源乃當務之急，所幸韓電在船噸掌握上有 20%為專屬船，60%為長約船，對目前航運價格高漲之際已發揮平抑運價之功效，使其能拓展煤源至南非及美加。此外，韓電亦積極評估海外煤礦投資及財務避險策略，以期達到穩定成本之目的，凡此皆足本公司借鏡。
13. 就用電成長率言，南韓 2008、2011、2016 年用電成長率分別為 4.5%、9.7%、8%，足見其經濟快速成長，用電量持續增加，為因應用電量成長，韓電在 2007—2009 年間計有 8 部(裝置容量在 500—870MW 之間)燃煤機組(合計 4,470MW)加入營運，使得燃煤耗量將從目前之 52.3 百萬噸增至 66.6 百萬噸，至 2016 年燃煤耗量進一步增至 74.4 百萬噸。惟就長期言，為因應二氧化碳排放管制，至 2016 年，核能機組亦將增加 9,600MW，燃氣機組將增加 8,712MW，使核能機組戰比為 29%，燃氣占比為 27.7%，燃煤佔比為 28%。
14. 韓電近年來也投入大量研發費用積極發展再生能源，2003~2006 年間

投入研發金額為 476 百萬韓元，增加容量 7,162kW。2007~2009 年間，投入研發金額為 1,501 百萬韓元，增加容量 58,300kW。並依太陽能、風力、水力及燃料電池等 4 項對再生能源訂定優惠收購價格。

15. 去年韓電透過經常性的改變和革新取得極佳的成果，儘管韓國內外的管理環境不利，韓電仍達成極佳的業績，在國內外贏得許多獎項，鞏固它成為一個世界級電力公司的地位。2006 是韓電財務績效穩固的一年，銷售成長了 7.4%且股票價格較去年提高了 12.2%。由於持續的改變、創新和一種勇於挑戰的精神，韓電更計畫於 2015 年能成為世界第一的綜合電力集團。其最近的作為及發展值得本公司深切觀察。
16. 韓電為因應政府與潛在投資者對公司經營管理透明化之要求，並持續提升公司內部經營管理革新活動效率。已於 96 年底建置完成 ERP 系統，其建置時間自 94 年 7 月至 96 年 12 月(共計 18 個月)，全系統包括財務管理(FI)、管理控制(CO)、人力資源(HR)、材料管理(MM)、輸電營運(TO)、輸電工程(TC)、經營流程模擬(BPS)、平衡計分卡(BSC)、經營情報系統(EIS)等 9 個模組，69 個流程群組以及 425 個流程，未來將使用此系統作為經營績效管理的工具。本公司目前正要進行「企業營運核心系統整合重建計畫(第一期)」工作，韓電的經驗值得本公司瞭解及學習。
17. 以次臨界火力發電機組電廠的淨效率為基準，一般說來蒸汽參數為 25MPa/540°C/560°C 的超臨界機組其效率可高出約 1.6%；而蒸汽參數為 27MPa/580°C/600°C 的超臨界機組較之又高出 1.3%；當溫度壓力再提高為 30MPa/625°C/640°C 時，又能再提高 1.3%；如再將溫度提升到 700°C/720°C 時，效率還能在提升 1.6%，理論上熱機的參數越高，效率就會越好。此外採用二次再熱系統，改善汽輪機葉片的汽動結構設計以及減少蒸汽管路的壓降和減少電廠用電的消耗等亦都能提升電

廠的淨效率。

18. 隨著蒸汽參數的提高就要應用更加耐高溫的材料。為避免材料的取得受制於製造商，採用國際鋼料市場能容易採購的材料應用技術，應該是本公司的首要考量因素之一；而目前韓電所選擇的運轉參數以及本公司計畫執行中與規劃中所採用的蒸汽條件為 25MPa/566℃/566℃ 或 593℃ 則能符合前項需考量因素。
19. 韓電在規劃新機組時，各主要規劃因素之考量順序係以機組容量為第一優先，其次是蒸汽溫度的提升再來是蒸汽壓力的提升，故目前韓國電力超臨界機組的蒸汽壓力仍維持在 25MPa，而機組之容量由原有之 500MW 提高到 Yonghung #1, 2 號機開始採用 800MW 超臨界機組設計，而正建造中的 Yonghung #3, 4 號機為 870MW 超臨界機組（蒸汽條件為 25MPa/566℃/593℃）
20. 因應世界潮流韓國 2010 年以後之超臨界機組應該也會朝大型化、高溫、高壓之超超臨界機組發展，機組在 1000MW 以上，運轉參數考量蒸汽溫度採 610℃/621℃（過熱/再熱），壓力採 26MPa，此種機組之採用最大目的是提高能源使用之效率，減低 CO₂ 之排放，此發展亦可供本公司規劃新建機組可行性研究之參考。
21. 韓電現有 765KV 系統線路長度計有 755 回線公里；345KV 系統線路架空有 8063 回線路公里，而地下電纜有 221 回線公里，此外為了提高濟州島供電可靠度還建造了 DC±180KV 海底電纜 96 回線公里，海深為 135m，以整體系統而言皆採環路供電，從現場潛盾工程施工品質及電纜幾乎都由韓國國內自行生產製造，其材料生產技術、施工建造技術，以及系統運轉維護均值得我們欽佩及學習。
22. 國內目前正發包施工中之 345kV 電纜潛盾工程，設計及施工單位皆堅持無法在潛盾洞道埋設接地銅棒，另敷設 PVC 電線 250mm² 做為電纜接續

匣用，其理由避免從接地銅棒處產生湧沙及冒水現象，但從此次親身進入潛盾洞道，發現電纜接續匣處有埋設接地洞棒，並無湧沙及冒水現象，與日本中部電力株式會社來本公司技術交流所提論點相同，值得本公司設計及施工單位重新檢討。

23. 韓國電力公社設計新永登浦線地下電纜洞道長達9.8公里，345kV及154KV各二回線共構洞道，僅6處出入孔，且採自然或強制通通方式，電纜接地系統絕緣接續匣採用SVL串聯與日本中部電力株式會社來本公司技術交流所提論點相同，而觀看本公司南科地下電纜設計冷卻冰水機系統，電纜運轉至今，洞道溫度尚未達起動冰水機系統，至使徒增冰水機系統維護費用。另電纜絕緣接續匣CCPU有XB、SB-1及SB-2等類型。常因人孔內部積水致使水滲入CCPU內部而造成遮蔽層短路現象，增加維護成本，值得本公司設計及施工單位重新檢討。

24. 由於濟州島已被韓國政府列為特別行政區，但由於風力發電輸出頻率及供電量不穩定，且若興建火力電廠又受當地民眾抗爭，有礙觀光事業之推展。故韓國電力公社從韓國本島之南昌變電所以海底電纜DC±180kV；150MW x2，二回路供應濟州島供電，並自動控制調解負載需求量，其二回路海底電纜平常僅一回路供電，另一回路備用，變電所採用屋內室其使用面積含控制室僅佔地長50m寬60m與本公司興建D/S變電所相當，值得本公司學習之處。

25. 韓國電力公社為提升供電可靠，除積極改善系統為環路供電之外，更引進新技術，諸如超導體電纜及超耐熱鋼心鋁線（STACIR），來提升既設輸電網路送電容量，以解決當今擴充輸電網路所面臨地權、交通阻塞、環境充擊等問題，此策略值得本公司檢討學習朝向提升既設輸電網路送電容量。

26. 韓國電力公社為確保輸電網路供電可靠已編寫一本在2004年12月第

16次修訂『架空送電營運業務標準』內容包含架空送電設備中期強化制定、架空送電線路維修、航空巡視與檢查、加工送電設備委托業務、送電線路活線作業、架空輸電線路礙子絕緣管理、輸電網路管理作為等項目，其中以雇用直昇機做巡檢（CEV）及輸電網路管理作為等項目作一套精心規劃與管理，值得本公司引進與學習。

27. 此次訪韓，從文化與藝術方面：特別在夜間參觀了首爾市內，青溪川之整治後之面貌，十分驚嘆，清澈之流水暢流，兩側之柳樹栽植不少且兩側也設了精緻步道，夜間在燈光之照射下顯得婀娜多姿，老人、情人、孩子相偕散步其中，十分優閒。另考察韓電「清平楊水發電站」途中，順道參訪韓電為歷年因公死亡員工設立之紀念碑(類似我國忠烈祠)，每年定期邀集家屬舉辦紀念祭祀活動，充分表現韓電在關懷員工及眷屬的努力，建議本公司可參考韓電設置集中性質之紀念性場所，集中辦理，以表達公司關懷因公死亡員眷之美意。

高能源價格下電業因應措施

報告人：副總經理

蔡文魁

壹、燃料供應及價格風險

一、爭取燃料採購有利價格之策略

韓電的做法如下：

1. 燃煤：

- (1) 以長約來確保供應的穩定。
- (2) 加強與亞洲各國買方的合作。
- (3) 來源的分散：包括出口國與出口煤商。
- (4) 放寬電廠燃煤採購規範(包括總水分、揮發分、熱值等)，以因應煤源熱值降低並確保供應。
- (5) 簽訂傭船長約並擴大運輸區域(如南非、加拿大)。
- (6) 參與海外煤礦投資。
- (7) 檢討發電公司燃煤採購策略。

2. 液化天然氣(LNG)：

- (1) 液化天然氣係供 LNG 電廠在尖載供電時燃用。
- (2) 液化天然氣係由韓國瓦斯公司(KOGAS)按月、年分配供應，增減彈性為 10%。
- (3) LNG 的計價公式包括：
 - a、發電用 LNG 價格包括「進口價格」及「固定價格」兩部份。
 - b、「進口價格」以交貨月份前一個月之 KOGAS 之實際進口價格為準，此「進口價格」每個月皆會變動。該價格包括採購成本、運費、保險、關稅、檢驗、損失及其他稅費等。
 - c、「固定價格」由韓國政府決定，包括 KOGAS 的固定成本，並分夏月、冬月及其他月而有所不同。

3. 油：

與煤相較，油的耗用量相對較少，由於油輪租船成本、靠泊及輸儲等成本很高，因此自行進口並不經濟，故並未自行進口。因此韓電自國內油公司購油，並以投標或議價方式進行以降低成本。

二、如何分散燃料來源，拓展相關海外投資計畫

韓電的做法如下：

1. 降低對中國大陸煤的依賴。
2. 重新檢討與加拿大、南非、俄羅斯煤商的燃煤採購。
3. 尋找印尼與美國具有潛力之新的燃煤供應商。
4. 尋找海外適當之能源投資機會。

三、避險策略之規劃與運用

1. 以增訂長約的方式來確保供應安全並降低風險。
2. 依市場供應狀況將燃煤長約的比例訂在 65%-85%之間彈性調整。
3. 長約的合約期限訂為 3、5、10 年期。
4. 加強韓國五家電力公司及日本、台灣電力公司間的合作關係，以增強議價能力及供貨的調度。

四、小結：

(一) 韓電未來發展以增設核能及天燃氣機組為主：

2007 年韓電發電機組總裝置容量為 68,037MW (台電為 38,700MW)，其中燃煤機組占 29.4%，核能占 26%，天燃氣占 25.6%，燃油占 7%，水力占 8%，其他(風力、太陽能等)占 4%。至 2016 年時，電力需求成長仍強勁，總裝置容量將增加為 94,319MW，燃煤機組裝置容量略減為 28%，核能機組增加為 29%，

燃氣增為 27.7%，水力為 6.7%，燃油所占比例大幅減少為 2.5%，其他占 6.1%，亦即短期內以增加燃煤機組為主，未來則以增加核能及燃氣機組為主。

（二）燃煤耗量亦將持續增加：

2007 年燃煤耗量為 52.3 百萬噸，另有國內無煙煤 2.4 百萬噸，在 2007-2009 年間計有 8 部（500-870MW）燃煤機組（4,740MW）加入營運，燃煤耗量將增至 66.6 百萬噸。至 2016 年，燃煤耗量進一步增至 74.4 百萬噸，惟為因應二氧化碳排放管制，核能機組亦將增加 9,600MW，燃氣機組將增加 8,712MW。

（三）燃煤採購策略及降低成本措施如下：

1. 在採購策略上韓電做法與本公司相仿，以長約為主（70-80%），現貨為輔（20-30%），亦尚未採行財物避險措施，惟與五家電力公司加強合作關係以增加燃煤供應調度彈性及爭取較強議價能力。
2. 迄今韓電並未掌握任何海外投資煤礦，鑒於能源價格高漲，已由韓電主導五家電力公司進行海外煤礦投資事宜，目前正研議之計畫為澳洲 Moolarben 及 Anvil Hill 兩礦。
3. 惟在船運安排上，以韓國南東電力為例，10-18 年專屬船占 20%，1-5 年長約船占 60%，於此運價高漲之際，對平抑海運成本有相當助益。由於運價相對低廉，因此在印尼、澳洲、中國大陸供煤吃緊時，可拓展煤源至南非及加拿大，增加供應彈性。
4. 就煤礦投資及船噸掌握言，日本（J-Power, 即 EPDC）煤源來自澳洲自有投資礦占 33%，船源 100%來自專屬船及長約船，韓電雖無海外煤礦投資，但其船源亦有 80%來自專屬船及長約船，本公司僅有班卡拉煤礦（合約量 50 萬噸）、兩艘自有船（運量占 10%）

及約 8%定期契約船噸，值此能源價格高漲之際，本公司所承擔之風險相對偏高，日韓做法值得本公司借鏡。

貳、改善發電結構的策略

一、長期電力供需基本發展計劃

1. 背景和過程

- 依據韓國電力事業法(Electricity Business Act)第 25 條及電力業務法令(Electricity Business Decree)第 15 條之規定。韓國工商能源部每兩年必須研擬並發佈長期電力供需基本計劃(BPE)一次。目前所公佈者為第三次長期電力供需基本計劃(2006~2020)。在 BPE 中提供電力供需政策的方針、長期的展望、建設規劃、用電需求等。
- 長期電力供需基本計劃(BPE)之研擬，係聘請六個來自大學、研究所、電力公司和其他組織的專家學者，組成需求預測、需求面管理(DSM)、輸電系統、發電、再生能源(新設)和一般政策等六個小組，研提個別的研究報告後再予整合。
- 由政府收集和審查各方經濟組織經過公開聽證的想法和意見，並藉由電力政策審查委員會併入的結論來落實 BPE。
- 政府每年並考慮電廠提供的建立意向書及電力市場供需狀況的變動來修改或補充 BPE。

BPE 的建立過程

<u>項 目</u>	<u>負 責 單 位</u>
建制 BPE 的目的	韓國工商能源部 (MOCIE)
↓	
提交涵蓋各領域的資料	各發電公司/韓國電力交易所
↓	
審查和編制工作草案	六個小組
↓	
蒐集與 BPE 相關的意見	公聽會
↓	

審查 BPE(草案)



審定和公佈 BPE

電力政策檢討委員會

韓國工商能源部 (MOCIE)

2. 第三次長期電力供需基本計劃(BPE)主要的內容

(1) 電力需求預測

- 預期到 2020 年以每年平均成長率為 2.5%。
- 2010 年前每年的平均成長率約 4.6%。
- 但業內人士持不同見解，他們認為：預估未來將逐步演變成一種低電力消費的用電結構，故預計 2013 年以後，年均增長率將降為 1%。估計電力總需求將由 2006 年之 353.1TWh 增至 2020 年之 478.6 TWh。用電類別的增長率：住宅用電 2.2%；商業用電 3.0%；工業用電 2.2%。預計 2006~2020 期間每年的平均成長率為 1.6%
- 最後評估結果，2020 年經過需求面管理調整後的尖峰負載將達到 7,181MW，各目標年之電力需求預測值如表 1。

表 1 電力需求預測

分類	百萬度	尖峰負載 (MW)		
		DSM 之前	DSM 的效果	DSM 之後
2005	332,413	59,787	5,156	54,631
2006	353,086	65,663	6,669	58,994
2007(實績值)	372,788	67,042	7,364	59,678 (61,059)
2010	416,623	73,933	9,328	64,605
2020	478,555	88,580	16,771	71,809
年增率	2.50%	2.50%	10.80%	7.30%

(2) 需求面管理

- 預計到 2010 年前，尖峰負載每年以 3.4%比例成長，負載管理方案短期內對於維持穩定的電力供給和需求有很大的幫助。長期來說，DSM 應該著重於效率改善上頭。
- 能源改善專案的比率已顯著增加以節省能源的消耗。效率改善比

重：12.9%(2006) ~ 25.3%(2020)

- DSM 的總投資，預計從 2006 年到 2020 年將達 2,824 億韓元。

表 2 尖峰負載節約的目標和投資金額

年 度	目 標 (MW)				投資金額 (10 億韓元)
	負載控制	效率改善	新發展、 天然氣	合 計	
2005(實績值)	3,205	735	1,216	5,156	93.0
2006	4,423	858	1,388	6,669	109.3
2007	4,704	1,050	1,610	7,364	159.4
2010	5,285	1,739	2,304	9,328	177.5
2020	7,628	4,256	4,887	16,771	221.1
年增率	5.2%	28.3%	18.0%	10.8%	7.3%

(3) 發電裝置容量

- 備用容量率約為 15~20%。預計 2006 年發電裝置容量將達到 6.370MW，2020 年為 8,815MW(其中 3,773MW 的發電設備尚在建置中)。
- 可再生和社區能源的設備計畫將從 2005 年的 210MW 擴充到 2015 年的 2,051MW。

表 3 發電裝置容量擴充

年 份	尖峰負載(MW)	裝置容量(MW)		備用容量率 (總裝置容量)
		淨尖峰能力	總裝置容量	
2006	5,899	6,370	6,452	8.0(9.4)
2007	5,968	6,569	6,671	10.1(11.8)
2010	6,461	7,287	7,526	12.8(16.5)
2020	7,181	8,815	9,428	22.8(31.3)

表 4 發電裝置容量燃料別展望

(單位：MW)

年 度	核 能	煤	LNG	石 油	水 力	再生能源	總 合
2005~end (比率)	1,772 (28.5)	1,796 (28.8)	1,645 (26.4)	471 (7.5)	383 (6.1)	159 (2.6)	6,226 (100)
2020~end (比率)	2,732 (29.0)	2,641 (28.0)	2,615 (27.7)	233 (2.5)	629 (6.7)	578 (6.2)	9,428 (100)

(4) 輸電系統計畫

●輸電擴充概要

- 輸電線路總長度：預計 2020 年相較於 2005 年增長 32%
(37,050Ckm)
- 地下線路的比率：8.3%(2005) → 10.5%(2020)
- 變電所數量：2020 年相較於 2005 年增加 45%(從 619 → 902)
- 變電所容量：2020 年相較於 2005 年增加 48%(從 207,659MVA → 307,457 MVA)

●濟州島充足的電力供應

- 濟州島興建更多的海底直流電纜以供應長期穩定的電力
- 新增的海底直流電纜(基礎容量 400MW;其中 200MW 已開始營運)
預計於 2011 年完工。

- 根據系統在陸上的情況和海洋調查的結果，選出最適合系統連結的位置，並加強 154kV 設備達到適當的水準。

表 5 輸電系統擴張計畫

section	2005	2010	2015	2020
輸電線路長度(C-km)	27,842	33,204	34,984	37,050
變電所數量	619	749	850	903
變電所容量(MVA)	207,659	255,428	291,395	307,457

3. 未來電力政策

(1) 強化對未來能源環境有效回應的能力

- 強化勘察和分析能源環境的能力
- 強化專業機構的能力
- 確保 BPE 的透明度和適合性

(2) 透過合適的發電組合來實現有效的供需穩定

- 建立 2030 年電力供需的願景
- 發電設施的建立方向
- 改善發電效率

(3) 建立具持續性的電力供需系統

- 尋求合理和有效的 DMS 政策
- 擴張可再生和環保能源的供給
- 減少電力部門在空氣中的污染物
- 擴張 CHP(汽電共生)的分佈點

(4) 經由提振市場功能來促進電力產業效率的提升

- 在競爭的電力市場發展維持供需平衡的系統
- 引導建立區域電力供需體系
- 電價體系逐步改善

二、再生能源的現狀及未來發展的計劃

韓電近年來對再生能源的發展也積極進行，在 2003~2006 年間投入研發金額為 476 百萬韓元，增加容量 7,162kW。2007~2009 年間，投入研發金額為 1,501 百萬韓元，增加容量 58,300kW。自 2003 至 2006 年完成並運轉中的再生能源設備如表 6。2007~2009 年將完成運轉的計畫如表 7。

對於再生能源收購，韓國也依太陽能、風力、水力及燃料電池

等 4 項訂定優惠收購價格，其價格規範如表 8 所示。

表 6 運轉中的再生能源設備

項 目		容 量 (kW)	發 電 量 (千度)	完 工 日	單 位 成 本
三千浦	太陽能	100	239	2005. 10	716. 4 百萬韓元/kW
	水力	5, 412	18, 026	2006. 12	SMP+15 百萬韓元/kW
茂朱	水力	400	3, 015	2003. 04	73. 69 百萬韓元/kW
靈興	太陽能	1, 000	1, 073	2006. 1	716. 4 百萬韓元/kW
盆唐	燃料電池	250	1, 511	2006. 12	282. 5 百萬韓元/k W
總 合		7, 162	23, 864	-	-

表 7 興建中再生能源計畫：2007 ~ 2009

項 目		容 量(kW)	預 算 (百萬韓元)	完 工 日	附 註
太陽能	三千浦	1, 000	90	2008. 10	
	Kimhae	1, 500	100	2007. 12	社區
水力	Yonghung	3, 000	118	2007. 10	
	Yeaseu	400	16. 7	2008. 10	
etc.	盆唐燃料電池	2, 400	177	2008. 10	
	密楊風力	50, 000	1, 000	2009. 12	35%占有
total		58, 300	1, 501. 7	-	-

表 8 再生能源收購價格規範

類 別	適用範圍	總 容 量		價 格(韓元/度)		附 註
				固 定	浮 動	
太陽能	超過 3kW	超過 30kW		677. 38	-	降幅 4%(3 年後)
		未達 30kW		711. 25	-	
風力	超過 10kW	-		107. 29	-	降幅 4%(3 年後)
水力	少於 5kW	慣常	超過 1kW	86. 04	SMP+15	
			未達 1kW	94. 64	SMP+20	
燃料電池	超過 200kW	沼氣		234. 53	-	降幅 3%(2 年後)
		燃料等		282. 54	-	

三、計畫或評估新的核能電廠

韓國水力與核電公司正著手準備和建立另外八個核電站，其中包含第一個採用先進壓水式反應器(Advanced Power Reactor 1400)設計的新古里(Shin-Kori) #3, 4。

採用改良式標準設計(OPR1000)新古里(Shin-Kori) #1, 2 於 2006. 06(1 號機)及 2007. 07(2 號機)完成第一次的測試，且將在 2010(1 號機)及 2011(2 號機)進行商業運轉。

同時，2007. 06 新月城(Shin-Wolsong) #1, 2 核電廠亦獲得政府施工許可，且將於 2012(1 號機)及 2013(2 號機) 商業運轉。

如果發電建設可按計畫進行，預計至 2020 年將需要 17 兆韓元投入新的核能發電。各期間投入金額估計(2006. 01 固定價格)：2006 ~ 2010 年為 71, 620 億韓元；2011 ~ 2015 年為 96, 020 億韓元；2016 ~ 2020 年為 3, 286 億韓元。興建中及籌備中的核能電廠相關資料如表 9、10。

表 9 興建中的核能電廠：4 個機組(1, 000 MW/機組)

核反應器 類型	項目名稱	容量 (MW)	施工期間	NSS&T/G 供應商	建築承包商
PWR (OPR1000+)	Shin-Kori #1, 2	2, 000	05. 01~' 11. 12	Doosan/WEC	Hyundai, Dae lim, SK
PWR (OPR1000+)	Shin-Wolsong #1, 2	2, 000	05. 10~' 12. 10	Doosan/WEC	Daewoo, Sams ung, GS

表 10 籌備中的核能電廠(到 2020)：4 個機組(1, 400 MW/機組)

核反應器 類型	項目名稱	容量 (MW)	開始運轉 時間	附 註
PWR (APR1400)	Shin-Kori #3	1, 400	2013. 09	APR : Advanced Power Reactor
	Shin-Kori #4	1, 400	2014. 09	
	Shin-Ulchin #1	1, 400	2015. 12	
	Shin-Ulchin #2	1, 400	2016. 12	

四、小結：

1. 目前韓國工商能源部每兩年必須研擬並發佈長期電力供需基本計劃(BPE)一次，提供電力供需政策的方針、長期的展望、建設規劃、用電需求等資訊。其研擬過程，係由工商能源部聘請來自大學、研究所、電力公司和其他組織的專家學者，組成需求預測、需求面管理(DSM)、輸電系統、發電、再生能源(新設)和一般政策等六個小組，研提個別的研究報告後再予整合為政府版的預測及開發方案，故韓電並未另外研提預測及開發方案。在我國國內，未來能源局亦將公布政府版的預測及開發方案，本公司相關單位宜配合做必要之調整。
2. 韓電近年來投入大量研發費用積極發展再生能源，2003~2006 年間投入研發金額為 476 百萬韓元，增加容量 7,162kW。2007~2009 年間，投入研發金額為 1,501 百萬韓元，增加容量 58,300kW。並依太陽能、風力、水力及燃料電池等 4 項對再生能源訂定優惠收購價格。
3. 韓電自 2007 年至 2016 年間將增加核能機組 8 部，總容量 9,600MW，燃煤電廠增加 8,955MW，燃氣電廠增加 2,050MW，再生能源加 956 MW。可見韓電未來電源開發將以核能與燃煤為主。其中核能電廠，將自 2010 年起陸續加入系統，2010 年增加 1,000MW 機組 1 部，2011 年增加 1,000MW 機組 2 部，2012 年增加 1,000MW 機組 1 部，2013 年至 2016 年每年各增加 1,400MW 機組 1 部，總計在 2016 年共增加 9,600MW，可見核能電廠的開發也是韓國未來電源開發的重點。

參、降低成本及調整電價

一、降低成本之控管對策及具體措施

1. 建置企業風險管理(ERM Enterprise Risk Management)制度，以公司立場為考量基礎，提前警告(事前管理)並研提因應對策。
2. 根據燃料價格(以原油價格為參考)變動幅度，訂定緊急行動方案以降

低購電成本、節省非必要性支出，如下表 11：

表 11 燃料價格(以原油價格為參考)變動模擬

項 目	情 境 1	情 境 2	情 境 3
標準 (以國際原油 3 個月平均)	超過 us\$70	\$80~99 且有部分電 廠受燃料影響無法 運轉	超過 us\$100 且有 30%電廠受燃料影 響無法運轉
策略	緊縮管理 (tight-money management)	危機管理 (crisis management)	緊急管理 (emergency management)
行動方案	1. 降低成本(包括削 減成本及投資) 2. 組織臨時團隊因應	1. 降低成本(包括 減緩人力進用) 2. 調整電價 3. 削減電力需求	1. 降低成本(包括 不招募人力，不 調薪) 2. 限制輸電措施 (限電)

二、合理投資報酬率及訂定之參考要素

1. 目前韓電電價係由政府按照投資報酬率之公式予以管制，合理投資報酬率則以韓電預估之資金成本為參考值加以計算。

其中考量電力事業者的資金、危險程度、利息高低、物價波動率、該會計年度之再投資，以及設備擴張計畫、(debt service 還本付息)償還計畫、物價展望等因素，調和電力業者的企業性與公益性為準則來決定。

2. 計算公式：

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{合理投資報酬率} \\ \hline \text{(Fair Rate of Return)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{自有資金(加權平} \\ \hline \text{均)} \times \text{CAPM} \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{債務(加權平均)} \\ \hline \text{\times 利率} \\ \hline \end{array}$$

* CAPM (Capital Asset Pricing Model) 為「自有資金成本按資本資產訂價模式」 $\text{CAPM} = \text{無風險利率} + \beta \times \text{市場風險溢酬 Premium}$

3. 合理投資報酬率，每年由韓電提出並由政府核定(約每年 3、4 月左右)，計算明細以下表為例說明：

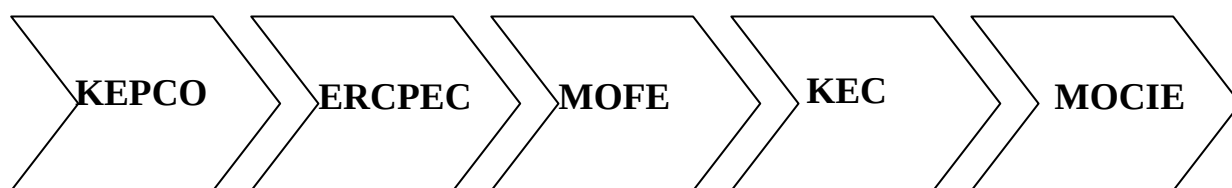
表 12 合理投資報酬率

項 目		韓電計算案	政府核定
自有 資金	比重(A)	73.3%	53.0%
	無風險利率 a	4.93	4.93
	β b	4.05	4.05
	風險係數 c	0.641	0.641
	期待收益率 $a+b\times c$	7.53	7.53
	政府持分比重	32.4%	32.4%
	報酬率 d	2.44	1.60
	民間持分比重	67.6%	67.6%
	報酬率 e	5.09	5.09
	計 $d+e$	7.53	6.69
	加權報酬率 AR	5.52	3.54
外借 資金	比重(B)	26.7%	47.0%
	借款利率	5.30	5.30
	法人稅差減	3.73	—
	加權報酬率 BR	1.00	2.49
合理投資報酬率 AR+BR		6.5	6.0

三、電價調整機制

韓電電價訂價之方法為成本加成法，以每一會計年度預估售電量為基礎，並以當年度預估總成本（含預估營運成本加上合理報酬）合理反映成本的原則來估算電價，因此，檢討電價調整的頻率是一年一次。因韓電屬於已上市的國營公用事業，政府透過對其投資計畫及會計成本之審查與核准進行成本方面之管控，故電價價位之決定除反映發、輸、配、售等各階段之供電成本，獲得合理報酬為原則外，仍須兼顧對產業及民生之影響。電價調整時，先由韓電依據韓國產業資源部

(MOCIE: Ministry of Commerce, Industry & Energy)訂頒之電價訂定標準，計算調整後之電價價位，並將調整方案送交由 MOCIE 下成立之電價及消費者保護專家委員會(ERCPEC: Electricity Rates and Consumer Protection Expert Committee)、財政經濟部(MOFE: Ministry of Finance & Economy)及電氣委員會(KEC: Korean Electricity Committee)審議及諮詢，並將審議及諮詢意見交由 MOCIE 作最後之決定。調整程序如下所示。



四、2003 年來電價調整次數，各次調整之幅度

1. 2004 年 3 月 1 日利潤回饋降價 1.5%
2. 2005 年 12 月 28 日因應油價上揚漲價 2.8%
3. 2007 年 1 月 15 日因應油價上揚漲價 2.1%

上述 2. 3. 兩次調漲各類用電調幅如下表：

表 13 韓電 2. 3. 兩次調漲各類用電調幅

用電種類	2005. 12. 28 調幅(%)	2007. 1. 5 調幅(%)
住宅	+2. 4	-
一般	+2. 8	-
教育	-15. 3	-
工業	+3. 3	+4. 2
農業	+0. 9	-
路燈	+3. 4	+4. 2

註：(1) 2005. 12. 28 調高電價，其中教育學校用電不升反降，主要原因：係配合政府教育政策，因應學校增加電腦化設備，減輕學校電費負擔。

(2) 2007. 1. 5 調高電價只以工業和路燈用電為對象，主要是為改善上述兩類用電長期價位偏低，造成各類用電相互貼補之不合理現象。

如何提昇火力機組容量因素與機組效率
如何提昇機組可靠率及縮短火力電廠大修工期

報告人：發電處 吳宗曉

電力修護處 沈運生

赴韓研習有關如何對基載機組提高 Capacity Factor，如何提升機組效率以及如何縮短大修工期，這三點特與韓電南部電力公司（Korea Southern Power Co；LTD）研討。

壹、對基載機組提高 Capacity Factor.

由於南部電力公司主要基載機組為 HA-DONG 廠

500MW×6UNITS 超臨界機組其 Capacity Factor 如下表：

Year	Capacity (MW)	Generation (GWh)	Capacity Factor (%)
2002	3,000	24,205	92.1
2003	3,000	24,261	92.32
2004	3,000	24,208	91.87
2005	3,000	24,165	91.95
2006	3,000	24,151	91.9
Total		120,991	92.03

(1) 降低鍋爐 T-G 及儀控設備故障策略：

- 各部機排程大修及日常維護.
- 依維修班追蹤維護品質.
- 分析經常故障設備之肇因並改善補強.
- 運轉 10 年之機組做進一步之檢查評估.
- 分享他部機組事故分析，以防止未來同類事故發生.

(2) 降低 FGD，EP 及 SCR 故障之運轉維護策略，FGD 相關元件加覆特

別塗層（Coating）以防止煙垢附著.

- 保持極線與極板之適當電壓與負荷以佳化 EP 集塵效率.
- 連續監測運轉數據並進行預知保養.

- 選擇並管理定期（日、週、月）維護單。
- 各單獨設備建制運轉手冊維護及緊急處理程序。

(3) 管理控制（包含混煤）煤質以維持機組滿載運轉。

- 以自行研發之程式求得混煤比以佳化鍋爐燃燒。

—混 60%較高熱值之澳洲煤和 40%較低熱值之印尼煤。

—備用粉煤機運轉以支持機組滿載運轉。

(4) 藉設備改善以成功提升容量因數之案例。

因機組 1997 年才裝機完成運轉現未有案例。

(5) 藉改善運轉模式以提升容量因數之成功案例。

- 經濟調度之優先順序及氣渦輪機提高進氣（TIT）溫度之案例。

1. 台電在基載機組容量因數之策略與韓電相同。

Remark：2. 台電基載機組扣除改善工程及大修工期與韓電機組之容量因數相近。

貳、提升火力機組之效率

韓電 2002.1~2006.12 各機組之平均熱效率如下表：

Plant	Fuel	Capacity (MW)	Generation (MWH)	Actual Efficiency (%)
Hadong TP	Coal	3,000	120,991,1234	39.7
YoungNam TP	B. C	400	7,297,467	35.26
NamJeJu TP	B. C	120	613,658	30.31
NamJeJu DP	B. C	40	1,353,167	42.32
Hanlim CC	L. O	105	548,021	34.97
ShinInChon CC	LNG	1,800	56,004,903	48.98
Pusan CC	LNG	1,800	31,629,832	50.46
Total		7,671	219,035,044	43.70

(1) 提升火力機組效率之運轉策略.

- 發展鍋爐燃燒控制程式以佳化燃燒率.
- 由於進口煤之多樣變化，對各種煤均需個別去佳化其燃煤控制.
- 起停時管控各設備之熱吸收率及溫度變化.
- 冬季時減少一台循環水泵運轉以節省廠內用電.
- 複循環機組效率則儘量提高氣渦輪機負載以提升排氣溫度.

(2) 提升火力機組效率之維護策略.

- 檢查維護蒸汽祛水器，以防止熱流失.
- 大修或改善前後進行性能或效率測試，以驗證效果.

(3) 鍋爐、汽機、發電機及控制等之改善或更新以提機組效率

- 在 Ha-dong 火力機組 #1-#6 汽機高中壓段改裝可變動間隙之格蘭汽封.
- 鍋爐本體之拆解式保溫被補強以防止熱損失.
- 改善空氣預熱器之氣封系統由固定間隙改為可變調整間隙之氣封.

Remark：提升火力機組效率運轉維護與設備改善策略韓電與台電相近.

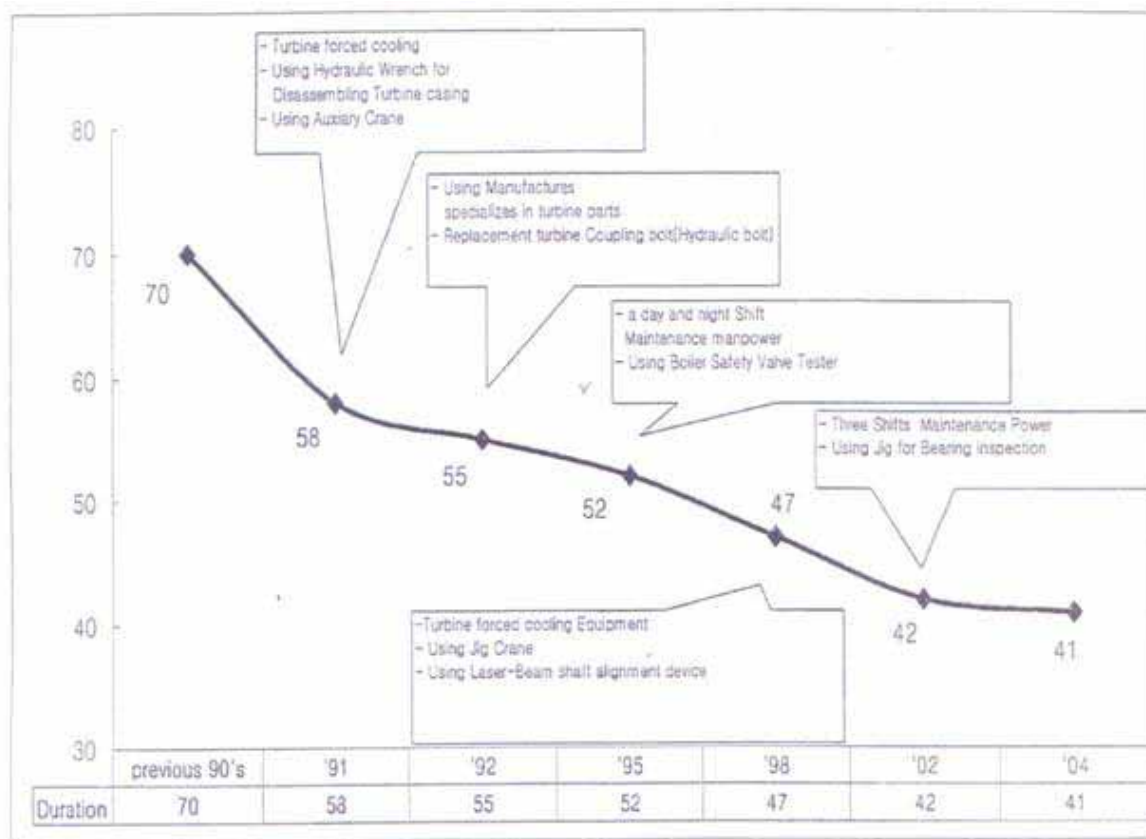
參、縮短火力電廠大修工期

韓電從 1961 年至 1976 由電廠自行執行大修在 1979 年後為營接急速增加的電力需求，重要維修及大修皆交由子公司 KPS 直接檢修而電廠僅做監視維修.

由於無法直接切近實際大修的單位及資訊, 下列幾點可供參考：

- (1) KPS 合海外工作者有 3000 多人.
- (2) 韓國電力系統為雙尖峰，1 月及 8 月，除在尖峰月時儘量避免大修外，其他時間均可安排大修.
- (3) 韓電南部電力燃煤超臨界基載廠大修週期自 2004 年開始開蓋大修改為每 8 年一次，其間每二年一般大修一次，而其 FG 為 GE 機組.
- (4) 在 500MW 執行開蓋大修人力約為 450 人，工期 41 天.

下列圖示為韓電階段性為縮短大修工期所做的努力 500MW 開蓋大修工期由最初 70 天縮短為 41 天。



其中三班制大修執行目前尚感困難，其中有二項可供我們學習：

(1) 汽機 CPLG 螺絲更換為 HYDRAULIC 螺絲，可改善大修工期。

(2) 如果執行較緊之工期，可採用 JIG CRANE。

高能源價格下電業因應之價格策略

報告人：桃園區營業處

黃鴻麟

壹、前言

2001 年韓國將原隸屬於韓電（KEPCO）之發電部門分割成立 6 家發電子公司（Goncos），並成立非屬營利單位獨立於韓電之韓國電力交易所（KPX: Korean Power Exchange），負責電力市場之運作及調度，故目前韓電僅負責輸電、配電與零售業務，但因上述 6 家發電公司均係由韓電轉投資，在財務會計上亦互為聯結，因此，在運作形式上或與本公司綜合電業性質不同，但實質上的內涵及差異性並不懸殊。

自 2003 年下半年起，國際燃料包括油、煤、天然氣等價格均急遽上揚，雖然 2006 年 7 月 1 日本公司調漲電價 5.8%，但仍無法抵償燃料成本對公司營運的影響，預計 2007 年公司將虧損 400 億元。由於電價關係國計民生與產業經濟發展，但偏低之電價又不利節約能源及負載管理工作之推廣，因此，因應高能源價格時代的來臨，如何研訂明確電價策略提供用戶正確價格訊號，韓電在此方面所採策略是否可作為參考借鏡將是本次考察之重點項目。

貳、韓電售電電價

一、電價概況

（一）電價分類

韓電在第二次能源危機前，電價係依供電電壓別（分高、低壓）分類，之後因考慮自產能源稀少及配合政府照顧農業及工業之政策，電價乃改依用電用途區分為住宅、商業、教育、工業、農業及路燈等 6 大類，其中農業及工業用電電價較低，住宅及商業用電電價較高，此種策略期以「以價制量」抑低消費性用電，惟卻造成各類用電間交叉補貼之不合理現象。

（二）電價結構

1. 住宅用電

(1) 適用範圍：住家(含公寓)、契約容量低於 3KW 用戶、集合住宅、
社福機構集合住宅

(2) 分低壓及高壓用電兩類，不分季節蓋按使用電度分別計收基本
電費及流動電費，流動電費採六段累進計費。

(3) 累進分段級距

100 度以下； 101~200 度； 201~300 度； 301~400 度；

401~500 度； 501 度以上。

2. 一般(商業)用電

(1) 適用範圍：住宅、教育、工業、農業、公用路燈等以外用電

(2) 分 A、B 兩類，前者適用契約容量 4kW 以上未滿 1000kW 用戶；
後者適用契約容量 1000kW 以上用戶

(3) A 類電價採季節電價，供電電壓 3.3KV-66KV 用戶得分別依用
電負載特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200 小時以下者適
用 Option 1 電價；用電時間超過 200 小時者適用 Option 2 電價
B 類電價採時間季節電價，供電電壓 154KV 用戶得依用電負載
特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200 小時以下者適用
Option 1 電價；用電時間超過 200 小時者適用 Option 2 電價

註：季節分夏、春秋及冬 3 季。夏月(7、8 月)、春秋月(4、5、6、
9 月)、冬月(10、11、12、1、2、3)。

3. 教育用電

(1) 適用範圍：依法成立之學校、圖書館、博物館用電

(2) 採季節電價，高壓供電用戶得依供電電壓(3.3KV-66KV；154
KV)分別依用電負載特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200
小時以下者適用 Option 1 電價；用電時間超過 200 小時者適用
Option 2 電價

4. 工業用電

(1) 適用範圍：礦區、製造業工廠、瓦斯供給業、自來水業、鐵路電化用電

(2) 分 A、B、C 三類，A 類適用契約容量 4kW 以上未滿 300kW 用戶；
B 類適用契約容量 300kW 以上未滿 1000kW 用戶；C 類適用契約容量超出 1000kW 用戶

(3) A 類電價採季節電價，供電電壓 3.3KV-66KV，用戶得分別依用電負載特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200 小時以下者適用 Option 1 電價；用電時間超過 200 小時者適用 Option 2 電價

B 類電價採時間季節電價，供電電壓 154KV，用戶得依用電負載特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200 小時以下者適用 Option 1 電價；用電時間超過 200 小時者適用 Option 2 電價

C 類電價採時間季節電價，供電電壓 154KV，用戶得依用電負載特性選擇計價方式，凡每月用電時間 200 小時以下者適用 Option 1 電價；用電時間 200-500 小時者適用 Option 2 電價；用電時間超過 500 小時以上者適用 Option 3 電價。

有關依用戶用電負載特性（負載率）訂價圖示如圖 1

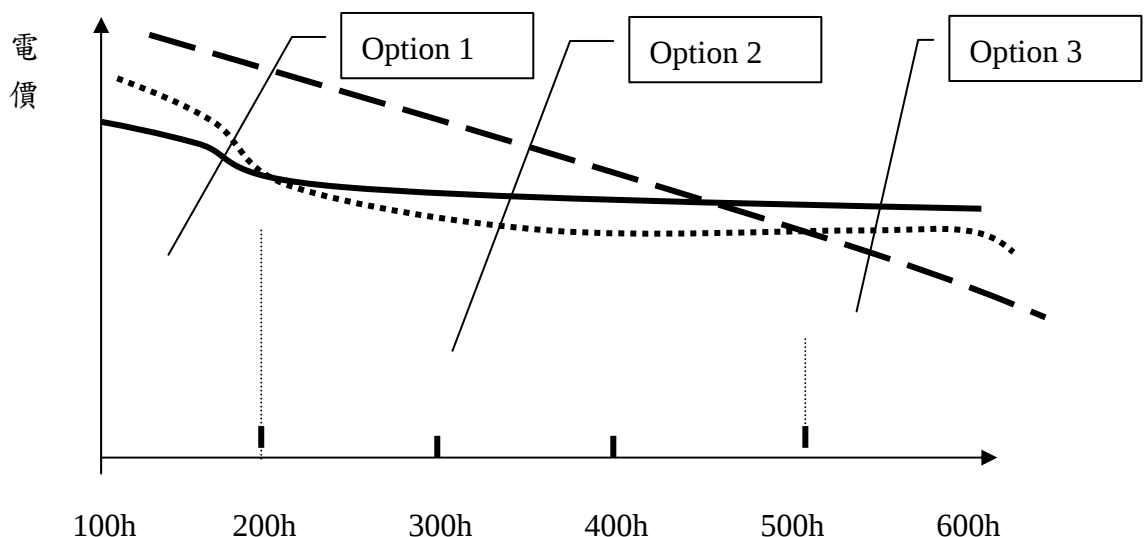


圖 1：依不同負載率區分之電價

5. 農業用電

(1) 適用範圍：稻穀生產（包括抽水機、灌溉、水門控制）、種苗與蘑菇栽培、養蠶、養殖漁業等用電

(2) 分 A、B、C 三類，A 類適用稻穀生產；B 類適用種苗與蘑菇栽培；C 類適用養蠶、養殖漁業

(3) A、B、C 三類均採用單一兩部制(基本電費及流動電費)電價

6. 路燈用電

(1) 適用範圍：道路、橋樑、公園照明用電；交通指揮號誌及其他供大眾使用的小型器具

(2) 分包制與表制兩類

(三) 價位比

1. 住宅：

低壓供電為 1：11.69；高壓供電為 1：9.96

(註：本公司現行表燈非營業第一段與最高段比夏月 1：1.78；非夏月 1：1.38。表燈營業第一段與最高段比夏月 1：1.08；非夏月 1：1.06)

2. 季節電價

春、秋季(1) > 冬季(1.1) > 夏季(1.3~1.5)

(註：本公司現行表燈非營業第一段夏月/非夏月 1；最高段 1.29；表燈營業第一段夏月/非夏月 1.27；最高段 1.29)

3. 時間電價

尖峰(3.6~4) > 半尖峰(2.1~2.3) > 離峰(1)

(註：本公司現行特高壓 3 段式尖峰(4.21) > 半尖峰(2.44) > 離峰(1))

二、售電電價調整機制及程序

韓電電價訂價之方法為成本加成法，以每一會計年度預估售電量為基礎，並以當年度預估總成本（含預估營運成本加上合理報酬）合理反映成本的原則來估算電價，因此，一年一次檢討電價是否調整並反應主管機關。另因韓電屬於已上市的國營公用事業，政府透過對其投資計畫及會計成本之審查與核准進行成本方面之管控，故電價價位之決定除反映發、輸、配、售等各階段之供電成本，獲得合理報酬為原則外，仍須兼顧對產業及民生之影響。

電價調整時，先由韓電依據韓國產業資源部(MOCIE: Ministry of Commerce, Industry & Energy)訂頒之電價訂定標準，計算調整後之電價價位，並將調整方案送交由 MOCIE 下成立之電價及消費者保護專家委員會(ERCPEC: Electricity Rates and Consumer Protection Expert Committee)、財政經濟部(MOFE: Ministry of Finance & Economy)及電氣委員會（KEC：Korean Electricity Committee）審議及諮詢，並將審議及諮詢意見交由 MOCIE 作最後之決定。調整程序如圖 2 所示。

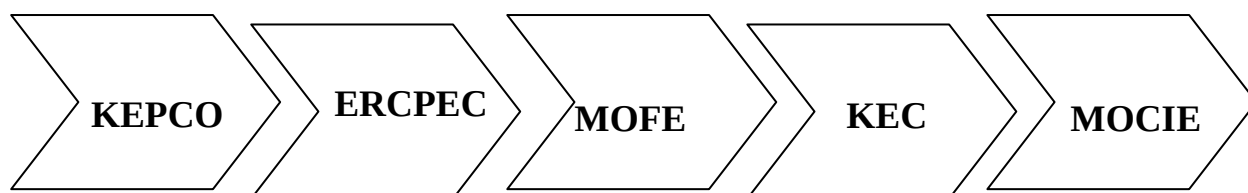


圖 2：韓電電價調整程序

註：(1) ERCPEC 是電價及消費者保護專家委員會有 15 位委員，包括政府官員 2 名韓電代表 1 名、律師、學者專家及分別隸屬消費者保護團體和綠色環保團體代表

(2) KEC 是韓國電氣委員會有 18 位委員，包括政府官員、韓電代表、律師、會計師、學者專家等，任期三年，由學校校長當任委員長，每月開會一次

三、售電電價調整

韓電受本波國際燃料價格高漲之影響，自 2005 年 12 月 28 日起調漲電價，平均調幅+2.8%，其中住宅用電調漲 2.4%；一般用電調漲 2.8%；工業用電調漲 3.3%；農業用電調漲 0.9%，惟因配合學校電腦化教育所需用電增加，減少學校電費負擔之政策，調降學校用電 15.3%。2006 年韓電投資報酬率為 5.2%未達政府核定的 6.1%，故 2007 年 1 月 15 日再度調高電價，平均調幅+2.1%，工業用電及路燈分別調高 4.2%。最近兩次電價調整各類用電調幅如下表一：

用電種類	2005. 12. 28 調幅(%)	2007. 1. 5 調幅(%)
住宅	+2.4	-
一般	+2.8	-
教育	-15.3	-
工業	+3.3	+4.2
農業	+0.9	-
路燈	+3.4	+4.2

表一：最近兩次各類用電電價調幅

註：電價調整既是在反應燃料成本上漲壓力，原應以平均調漲各類用電較具合理性，惟韓電為消除長久以來電價因配合政府政策而產生的各類用電相互補貼現象（消費性補貼生產性），2007. 1. 5 調漲電價，工業用電及公用路燈用電調幅較大；2007. 1. 5 調價時亦僅以該兩類為對象，分別調漲 4.2%〈2006 年工業用電平均售價 61.92Won/度；公用路燈 65.65Won/度，分別占總平均售價 81%及 88%〉

參、購電方面

一、購電市場概況

2001 年 4 月 1 日，韓電將發電部門分割另成立 6 家發電子公司 (Gencos)，並設置非屬營利單位獨立於韓電之韓國電力交易所(KPX: Korean Power Exchange)，負責電力市場之運作及調度。依韓國電業法第 31 條之規定，所有發電公司與零售商僅能透過該市場進行電力交易，但發電容量低於 200kW 之新設與再生能源電廠可於市場外交易。

2006 年底韓國電力系統總裝置容量 6,553 萬瓩(約為本公司之 1.8 倍)，總售電量約 3,487 億度(約為本公司之 1.92 倍)，其中約有 97.2%由韓電 6 家發電子公司提供，其餘 2.8%來自外購電力合約 (PPA)。韓國電業法補充條款規定，IPP 發電業者 (目前有 73 家) 於 KPX 成立後可選擇參加其運作，或保留原已簽訂之 PPA。如果保留原購電合約，合約價格與市場價格之差異則由政府「電力基礎基金」來彌補。2006 年以 KPX 決定價格並進行結算者 IPP 發電業者約佔 1.65%，6 家 Gencos 佔 95.8%，其餘 2.55%則依 20 年購售電契約 (PPA)價格結算

二、電力市場架構(如圖 3)

1. 6 個發電公司(GenCos)與獨立發電業 (IPPs) 以單日為基礎競標每日可發電容量。
2. 韓國電力交易所 (KPX) 負責市場及系統運作。
3. KEPCO 負責輸電、配電與零售，從 KPX 購電後供電給最終用戶。

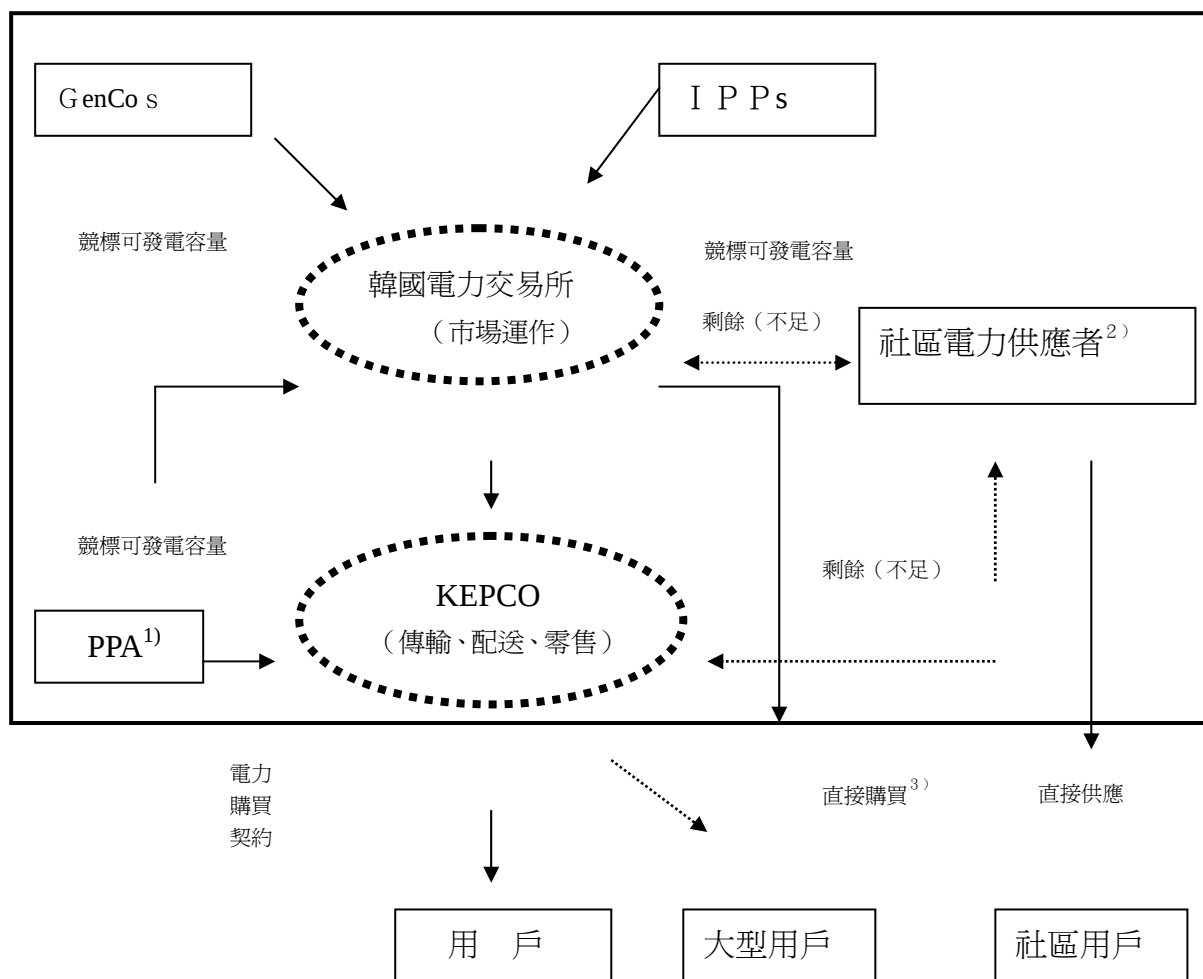


圖 3：韓國電力市場架構圖

- 註：1. 購電協定 (PPA)：PPA 簽約者在電力市場競標每日可發電容量並供 KPX 調度，但帳款得依 PPA 合約價格結算，而非以市場價格計算。
2. 社區電力供應者：自行發電並直接銷售至其特許區域，多餘 (不足) 電能可透過 KEPCO 或 KPX 交易。
3. 直接購買：所需容量超過 50,000 K W 之大型用戶可直接由電力池購電。

三、電力市場運作

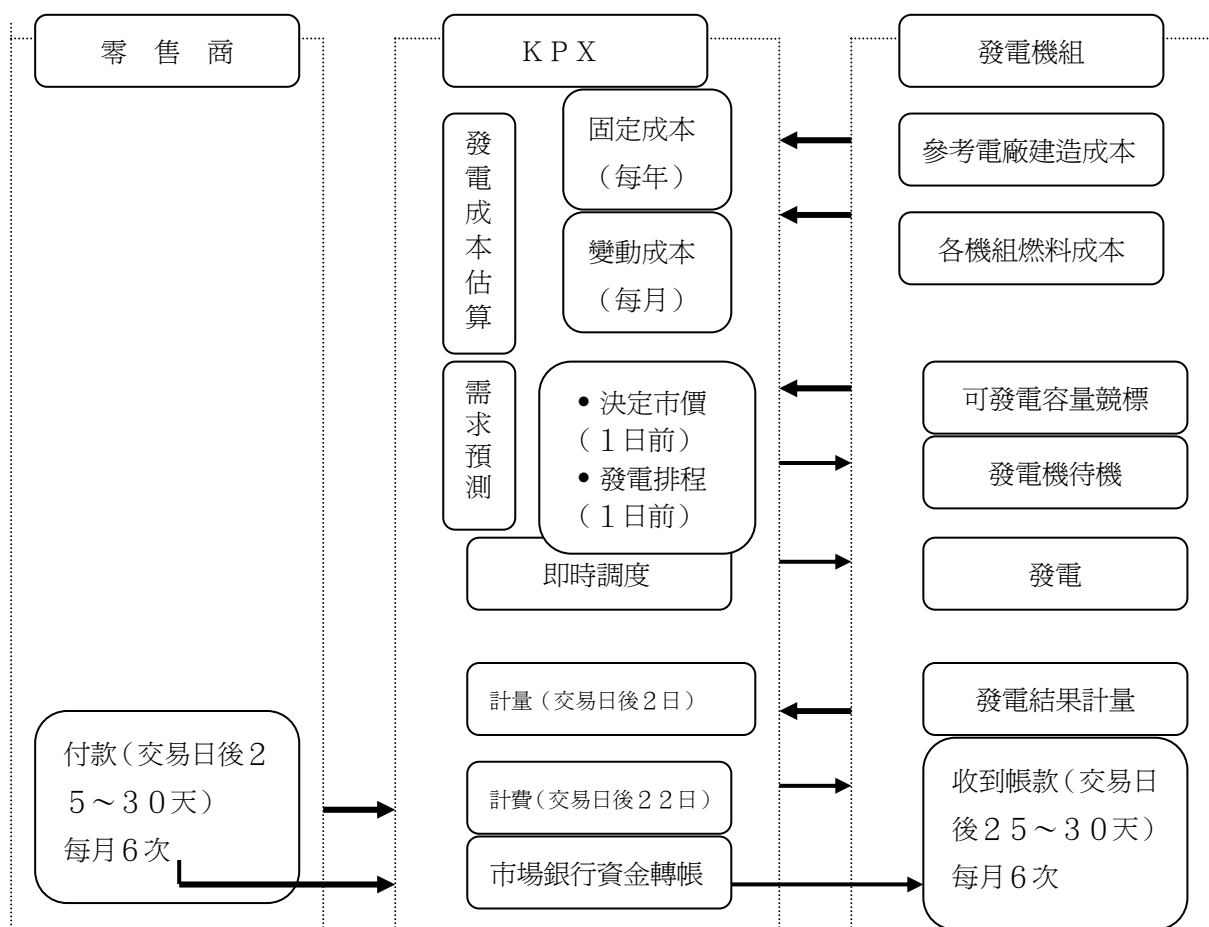


圖 4：市場運作程序圖

四、市場運作時程

時 程	運 作 內 容
一年前	發電機組固定成本估算(成本評估委員會)→容量價格
一月前	發電機組變動成本估算(成本評估委員會)
一日前	需求預測(KPX)，可發電容量競標(電廠機組)→價格確定
交易日	即時調度(KPX)，發電(電廠機組)，計量(KPX)
交易日後	計費(KPX)，資金轉帳(零售商→電廠機組)

五、市場運作委員會

(1) 委員會架構

目前運作計有 6 個委員會，均分別由市場參與者、產業專家及政府主管機關之官方代表等所組成，其組成架構如圖 5 所示。

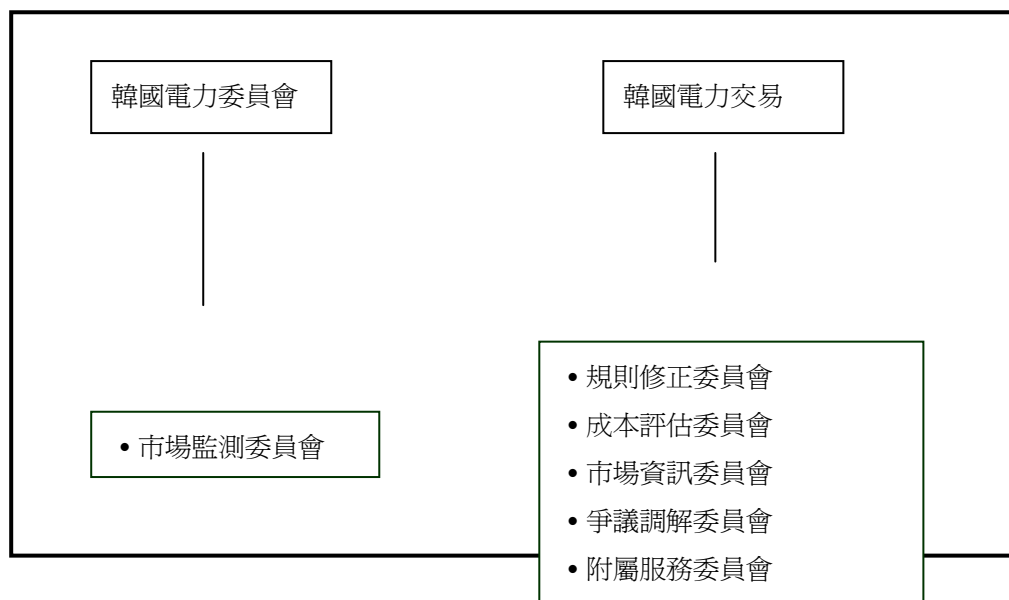


圖 5: 委員會組成架構

(2) 主要委員會之組成及其角色

規則 修正 委員會	組成	9 位成員：零售(1)、Genco(1)、Korec(1)、KPX(2)、外部專家(4)
	角色	複審規則修正提議並作決策
	開會 頻率	有需要時(市場參與者與 KPX 可要求)
成本 評估 委員會	組成	8 位成員：零售(1)、Genco(1)、Korec(1)、KPX(1)、外部專家(4)
	角色	評估各機組之成本
	開會 頻率	每月(變動成本：每月；固定成本：每年)

市場 資訊 委員會	組成	7 位成員：零售(1)、Genco(1)、Korec(1)、 KPX(1)、外部專家(3)
	角色	複審市場資訊之分享政策
	開會 頻率	有需要時

註：Korec：區域電力公司(Korea Regional Electricity Company)

六、購電價格

(一) 價格項目

價格項目包括邊際價格(Marginal price)、容量價格(Capacity price)及其他費用(例如輔助服務成本)等三項。

1. 邊際價格（變動成本）

A. 用以補償發電機組之燃料成本。

B. 各機組每度電之發電成本係參照各機組前兩個月之平均燃料成本核計。

C. 由成本評估委員會逐「月」核定。

(1) 邊際價格係由市場供給(發電機組標得之可發電容量)與需求(韓國電力交易所之預測值)決定。每一小時之邊際價格由「前一日」市場之供給及需求決定之。

(2) 邊際價格包括系統邊際價格(SMP: System Marginal Price)及基載邊際價格(BLMP; Base Load Marginal Price)兩種市場邊際價格，前者依非基載機組(即中載及尖載)中最貴的變動成本訂定；後者則依基載機組中最貴的變動成本訂定，如圖 6。

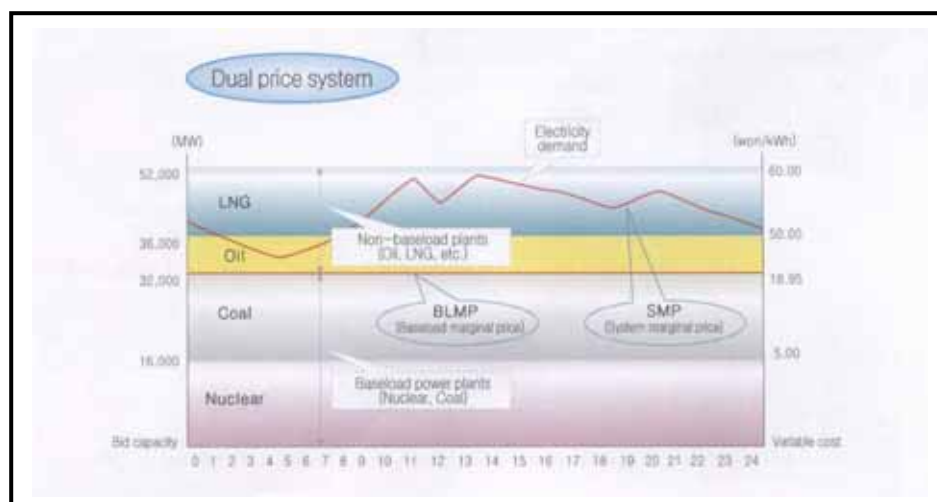


圖 6：系統邊際價格之決定

(3) 為防止基載機組獲得暴利並平衡 KEPCO 與各發電公司間所獲得之利潤，針對基載機組及非基載機組分別訂定不同之市場邊際價格。2007 年 1 月訂定基載機組管制性市場價格 (Regulated Market Price) 最高價格 (price caps)，核能機組 32.2Won/度；燃煤機組 32.68Won/度，該項價格每 6 個月檢討乙次。2006 年非基載機組與基載機組發電容量及發電量佔情形如表二

分類	燃料型態	容量佔比 ¹	發電量佔比 ²
非基載機組	燃油、燃氣、水力	42.7%	22.4%
基載機組	核能、燃煤	57.3%	77.6%

表二：2006 年非基載機組與基載機組發電容量及發電量佔比

註：至 2005 年 12 月止：總裝置容量共 65,534MW，市場交易量共 354,866 百萬度。

2. 容量價格 (固定成本)

容量價格係依據每一發電機組之可用率支付

- 補償發電機組之建廠及運維成本。
- 價格係依照參考機組之固定成本訂定。

c. 由成本評估委員會逐「年」核定。

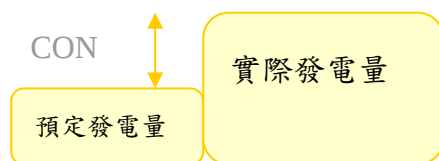
2007 年之容量價格係參考裝置容量 450MW 複循環機組投資成本訂定，每度 7.61 won

3. 其他費用

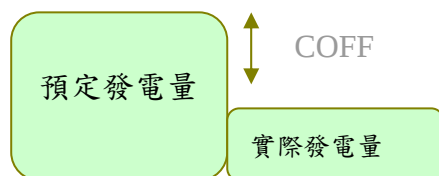
由於「前一日價格」是在無任何限制條件下依發電排程來決定，而實際機組之發電排程及即時調度須受限於實際供需狀況及當時之運轉限制，故本項費用是在即時之運轉條件限制下，補償機組預先排程與即時調度所產生之費用。

(1) 運轉限制費用

發電機組因電力系統運轉時之條件限制而臨時調度發電或不發電所需支付之費用。系統之可能限制條件包括：輸電線路壅塞、燃料供應等，其補償方式如下圖。



CON：發電機組因系統之限制而臨時調度發電以變動成本補償



COFF：發電機組因系統之限制臨時調度不發電補償未實現利得

(2) 輔助服務費用

為確保電力系統之穩定度與可靠度，電力系統在因應不同負載變化之情況，分別須提供不同之輔助服務並核計費用，如圖 7

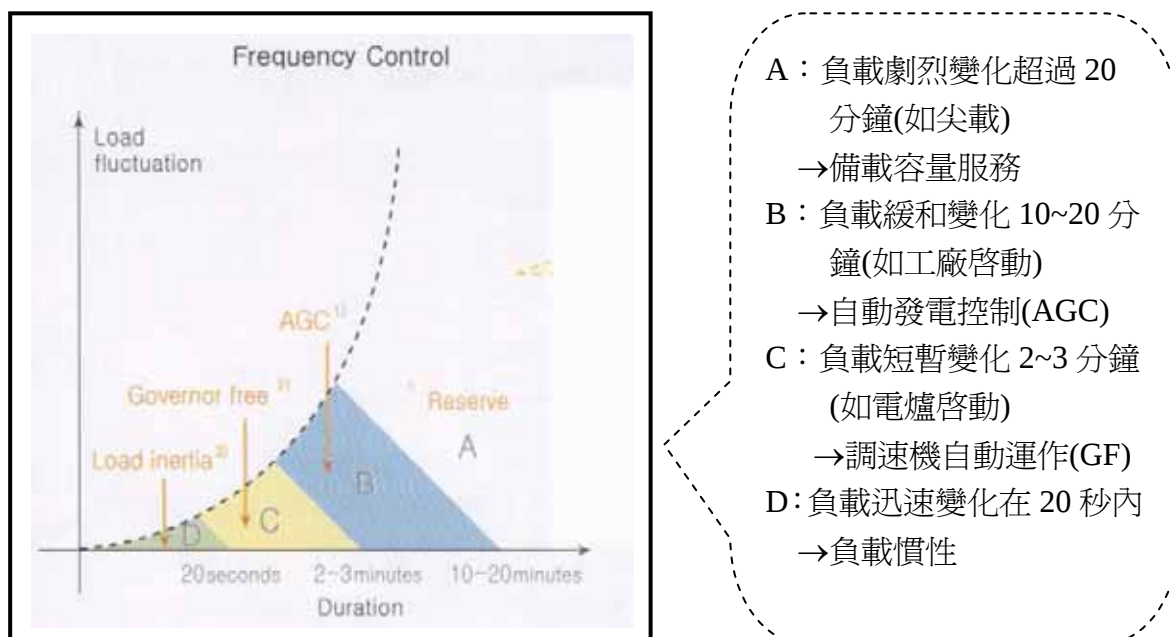


圖 7：不同負載變化情形下提供不同之輔助服務

輔助服務分類

分 類	說 明	容 量
備轉容量服務	可於 2 小時以內運轉	3, 000MW
頻率控制服務	自動發電控制(AGC)及調速機自動運作(GF)	1, 000MW
全黑啟動服務	大規模停電	7 區域/12 部發電機

註：1. 自動發電控制(AGC: Automatic Generation Control)

AGC 是一個回饋控制系統，可隨時調整發電機組出力，維持系統頻率於 60Hz。

2. 調速機自動運作(GF)

為維持系統的頻率，調速機自動運作，可隨系統頻率變動改變機組出力。

3. 負載慣性：不需付費

馬達將自行調整負載以因應小幅頻率波動。

七、計量與結算

為了量測每部發電機組之運轉結果，在責任分界點處均裝置一套量測系統，KPX 透過通訊線可獲得每小時之發電資訊，每 5 分鐘計量一次(交易期間則以每小時為單位)。

1. 結算時程

以每一個日曆天為結算期間。交易日起 9 個工作日內先提出初步帳單，交易日起 22 個工作日內提出結算帳單，結算時程如圖 8。

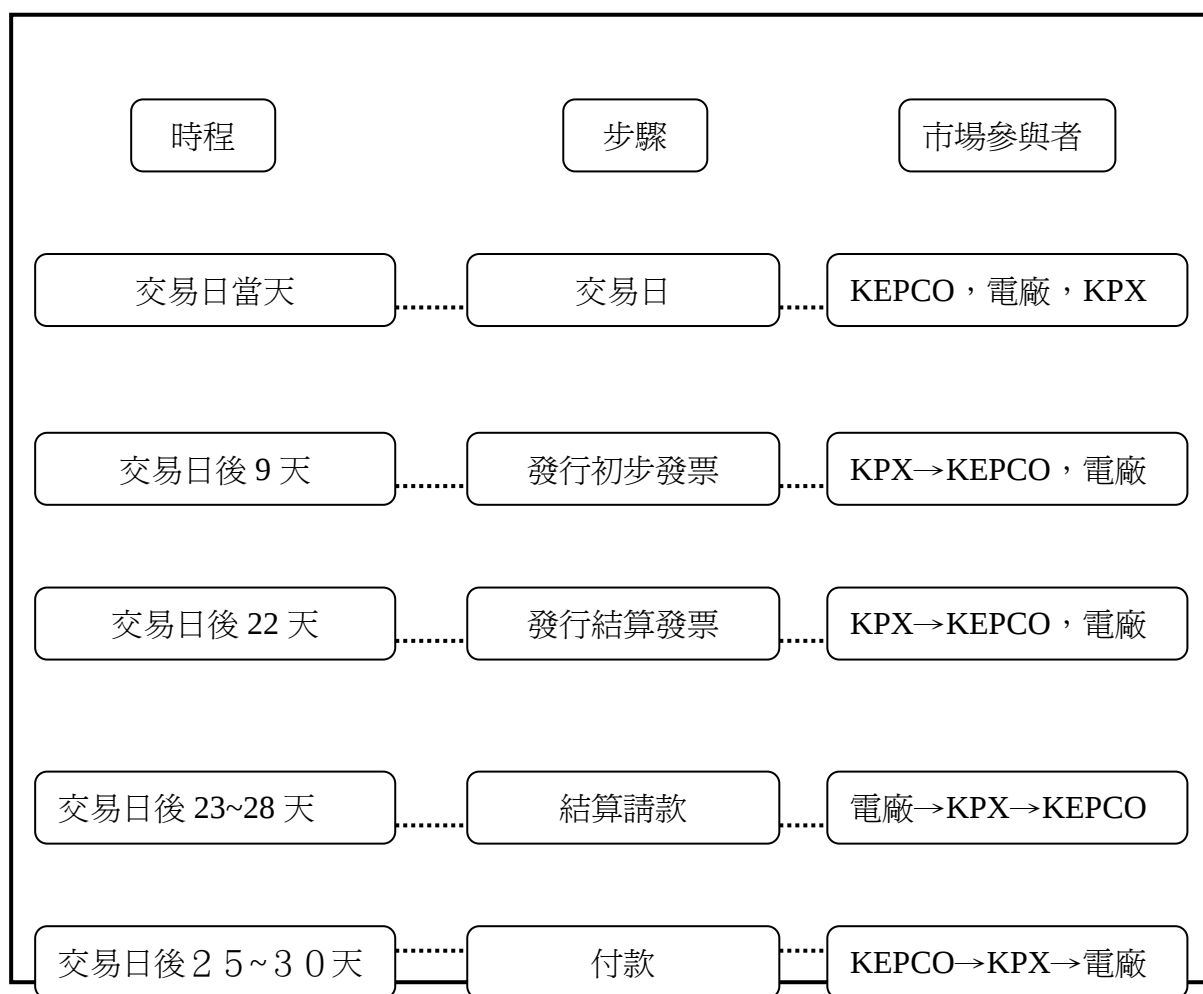


圖 8：購電結算時程

2. 結算間隔：每月付款 6 次(如表三)

期 別	交易期間	付款
第 1 次	每月第 1 日~5 日	每月最末日
第 2 次	每月第 6 日~10 日	次月第 5 日
第 3 次	每月第 11 日~15 日	次月第 10 日
第 4 次	每月第 16 日~20 日	次月第 15 日
第 5 次	每月第 21 日~25 日	次月第 23 日
第 6 次	每月第 26 日~每月最末日	次月第 26 日

表三：購電結算間隔

3. 付款

KEPCO 將結算發票金額至轉入 KPX 指定之市場銀行帳戶，KPX 再從市場銀行帳戶轉帳至發電廠帳戶，資金流向情形如圖 9。

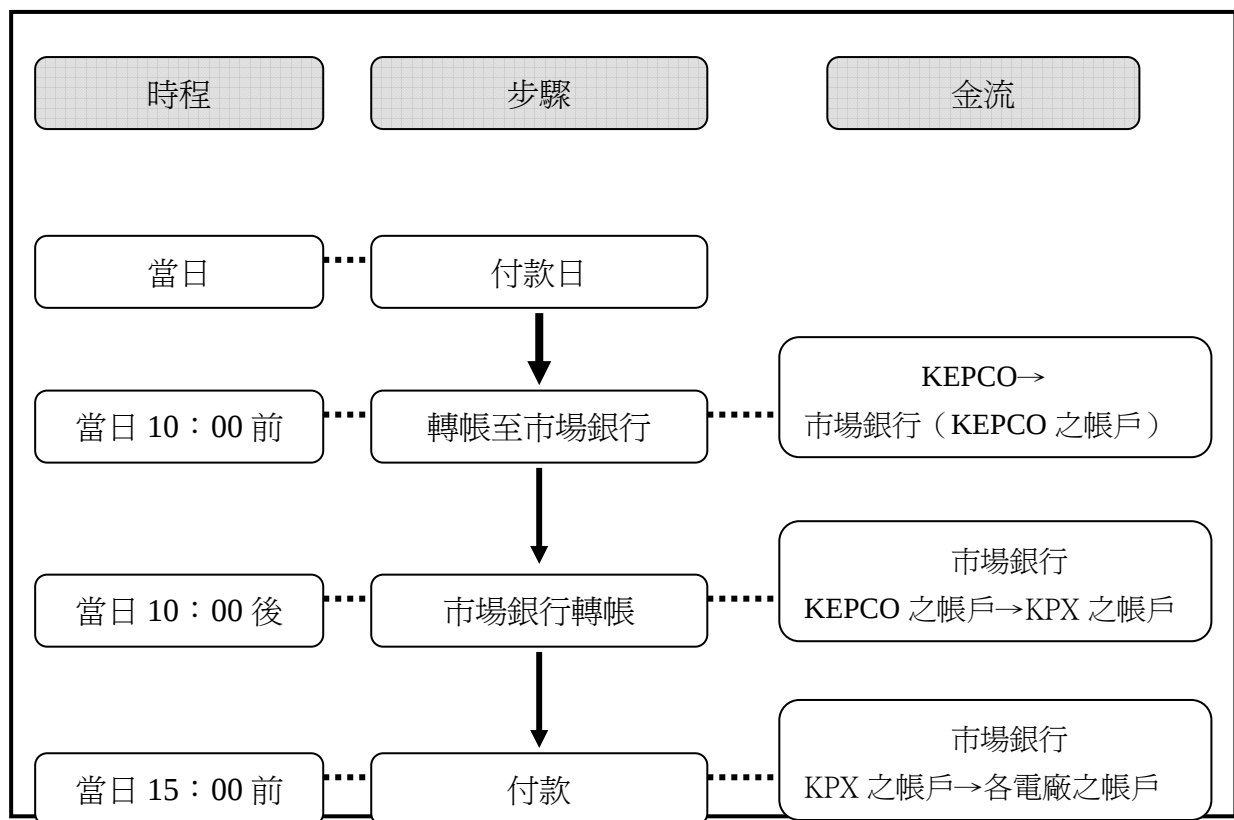


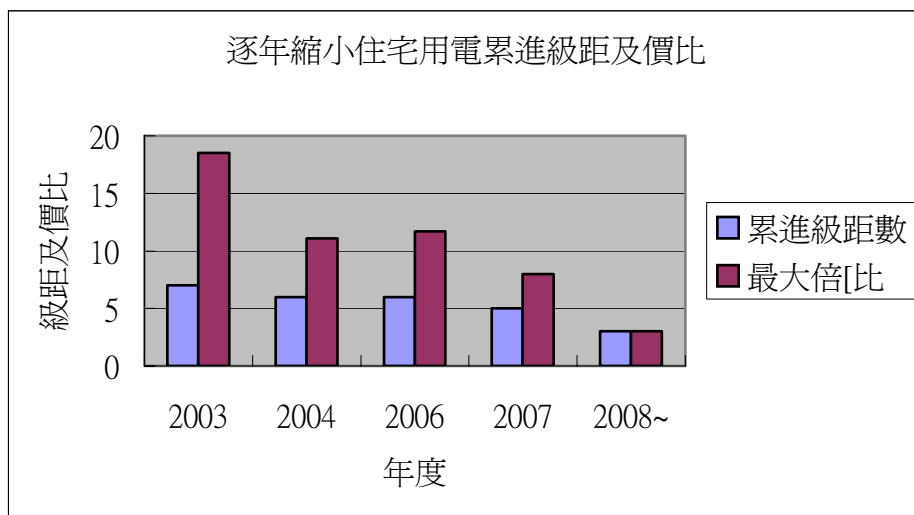
圖 9：購電付款資金流向

肆、感想與建議

韓電雖是已上市公司但與本公司相同均背負政策性任務，但韓電自 2002 以來，對電價的改革有明確目標與計畫，且逐步在實現中包括：逐年改善住宅用電累進分段之級距與價比、逐步消弭各類用電間交叉補貼之不合理現象、積極推動以價格策略引導用戶負載管理等。另外，韓國推動電力市場自由化的腳步原落後我國，當年還派員來本公司了解學習 IPP 開放，幾年後已完成自由化市場的架構，政策執行力確可刮目相看，值得本公司深思。有關考察感想與建議再分述如下：

（一）改善住宅用電累進分段之級距與價比

2006-2007 年分六段累進，最高與最低段價位比約為 11.7 倍，預定到 2008 年將調整三段累進，最高與最低段價位比約縮為 3 倍。如下圖：



（二）逐步改善各類用電間交叉補貼之不合理情形

長期以來，配合韓國政府「以價制量」抑制消費性用電政策，韓電對農業及工業用電採較低訂價策略，而住宅及商業用電則採較高價位，造成各類用電間交叉補貼情形相當嚴重。此種現象與本公司在能源危機時相似，只不過我國是以消費性補貼生產性但又照顧民生用電，造

成營業用電長期價位偏高情況。韓電已訂定改善計畫，期藉由電價調整之機會逐步調整，故 2005 年 12 月 28 日及 2007 年 1 月 15 日兩次調高電價，即能說明調高農業及工業用電電價的電價策略趨勢

(三) 電價結構改按電壓別(Voltage-based) 區分，目前是以用途別將電價劃分為住宅、一般商業、工業、教育、路燈、農業等六大類，雖有部分用電再依供電高、低壓別計價，但就簡化用電類別及合理反應供電成本之觀點，以供電電壓別劃分用電種類是適當的。韓電預計在 2010 年前完成此項工作，此點與本公司電價結構的合理化目標頗為一致。

(四)對一般商業用電和工業用電用戶提供得依其用電特性（用電負載率）選擇適用負擔較輕電價。

一般商業用電用戶有兩種選擇（option 1；option 2），工業用電用戶契約容量未達 1000KW 者有兩種選擇(option 1；option 2)超過 1000KW 者有三種選擇（option 1；option 2；option 3），option 1 電價適合用負載率較低用戶（全月用電時數約在 200 小時以內），其基本電費價位低流動電費較高；option 3 電價適合用負載率較高用戶（全月用電時數約在 500 小時以上），其基本電費價位高流動電費較低；至於 option 2 電價適合用負載率適中用戶（全月用電時數約在 200 小時與 500 小時以間），其基本電費與流動電費則介於 option 1 與 option 2 之間，此種訂價方式合乎尖、中、基載供電成本之變動，值得本公司未來電價結構改善之參考。

(五)2001 年 4 月 1 日，韓電將發電部門分割出去另成立 6 家發電子公司，並成立獨立的電力交易所(KPX: Korean Power Exchange)，負責電力市場之運行及調度，所有發電公司與零售商僅能透過該市場進行電力交易。2007 年起為避免基載機組獲取暴利，限制基載機組購電最上限價格（price caps），每六個月檢討一次。雖然此套運作機制引自美國

南加州電力公司，但因大部分電廠仍屬韓電子公司，在許多運作困難或可透過內部解決，因此，未來我國要推動電力市場自由化，韓國電力市場的運作經驗雖可供參考借鏡，但宜進一步將其電力市場的生態因素多作考量。

(六)韓電利用價格進行負載管理在策略上與本公司方向大致相同，除有緊急時暫停用電電費補償措施外，對直接負載控制器具亦給予與電費補償，控制對象除冷氣空調系統外還有販賣機。除此之外，為鼓勵用戶採用高效率設備亦給予購置費用補貼，全年補貼金額約一千億韓幣，補助的設備包括高效率馬達、電動機、照明燈具等，當然，此一措施前能源危機時美國許多州均採行，但效益評估上卻見仁見智，因此，採行時不宜冒然，尤其對管控上可能發生的後遺症需作深入評估。

(七)考察韓電「清平楊水發電站」，順道參訪韓電為歷年因公死亡員工所設立之紀念碑(祠)，每年定期邀集家屬舉辦紀念祭祀活動，充分表現韓電在關懷員工及眷屬的努力，。本公司每年各單位在中元節前後也有舉辦類似紀念活動，惟分散各地無法凝聚公司整體力量，甚為可惜，建議可參考韓電集中設置之紀念性場所，集中辦理追思活動，除可增進員工對公司的認同感外，更能展現公司關懷因公死亡員眷之美意。

韓電核電廠縮短大修工期策略及其配套措施

報告人：核能發電處

李文華

壹、前言

近年來美國核能電廠的績效表現相當優越，「功率提昇」及「縮短大修工期」為兩大貢獻因素，本公司參考國外經驗亦積極推動上述兩項工作。去年我們 6 部核能機組的大修平均工期為 41.2 天，三個核電廠的最短大修工期紀錄，為核一廠 35.8 天，核二廠 36.6 天，核三廠 33.3 天。此次有機會參與本公司第 30 屆赴韓電考察團，事先亦聞韓電核能發電容量因素於去年高達 92.3%，對於其縮短大修工期之策略及做法，應有值得我們學習參考之處。

貳、考察內容

本人此次研習主題是「韓電核電廠縮短大修工期策略及其配套措施」，9 月 6 日被安排至維護計畫與工程處(Maintenance Planning & Engineering Department)，與該處相關部門主管討論相關議題，謹將討論要點概述如下：

1. 2006 年南韓電力狀況如下：

裝置容量：65,514MW	發電量：3,818 億度
核能：27.0%	39.0%
燃煤：28.2%	36.8%
燃氣：26.6%	18.1%
燃油：7.3%	3.8%
水力：8.4%	1.4%
其他：2.5%	0.9%

核能做為主要基載發電。

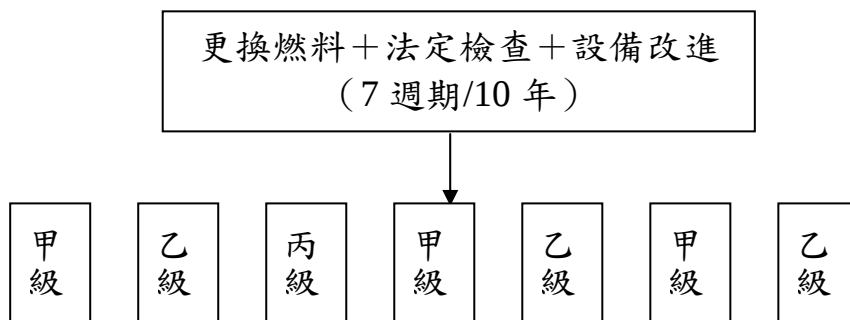
2. 目前有 20 部核能機組運轉中，包含 Kori 4 部，Wolsong 4 部，Yonggwang 6 部，Ulchin 6 部，除了 Wolsong 機組為重水式反應器外，均為輕水壓水式反應器(PWR)，隸屬韓電子公司水原電力公司(KHNP)所有（維持國營）。

2006 年核能發電容量因素為 92.3%，跳機次數平均為 0.55 次/機組。發電

容量因素高，其中大修工期短亦為主因之一。

3. 韓電核能電廠大修平均工期，2003 年為 38.7 天，2004 年為 44.7 天，2005 年為 36.7 天，2006 年為 33.3 天，機組個別最短大修工期為 2004 年 Kori #1 機 23.1 天（PWR）及 2003 年 Wolsong #4 機 18.7 天（重水式）。

4. 韓電核能電廠，PWR 機組之燃料週期設計為 18 個月，重水式機組為 15 個月。機組之大修以 7 個燃料週期（約 10 年）來規劃：



- 甲級：更換燃料。
- 乙級：更換燃料+法定檢查+小規模設備改善。
- 丙級：更換燃料+法定檢查(含 10 年執行一次 ILRT)+大/小規模設備改善。

大修工期規劃：

甲級：21～22 天。

乙級：28～30 天。

丙級：30 天以上。

與核三廠同類型(WH950)之 Kori #3、4 號機，Yonggwang #1, 2 號機之大修工期規劃，若主要只做甲級更換燃料工作，則訂定標準工期（即基本工期）為 21.2 天。

5. 韓電核能電廠於組織中均設置 Outage Work Management 部門，與台電類似，另亦設置 Work Control & Planning 部門，均為課級組織，這對實施線上維修，減少大修工作量是有必要的。韓電核電廠組織中均設置系統工程師制度，為了提高員工能力及培養關鍵設備專家，透過派遣工程師赴美

核能電廠實際工作一年（2004 年派 17 人，2005 年 17 人，2006 年 20 人，2007 年 20 人）。

6. 韓電以 EPRI 發展之 PM Template，開發預防性維修標準化基準，以設備功能重要度、運轉條件不同等之差別訂定維修週期，另配合推動線上維修，以減少大修期間的工作量，此些做法均與本公司類似。

7. 韓電核能電廠之包商，工程設計為 Korea Power Engineering Co. (KOPEC)，機械、電氣方面的主要包商為 Korea Plant Service & Engineering Co. (KPS)，安全有關 I & C 維護工作則由核電廠員工自己來執行。維修主要包商 KPS 公司（亦為韓電子公司），員工約有 3,000 多人，目前 Ulchin #5, 6 號機的維修工作除了 KPS 外，亦由另一包商 Sukwon Industry 聯合執行。

8. 針對設備與機具的改善以利縮短大修工期的做法有下列幾項：

(1) 從 Ulchin #1, 2 號機先行改善燃料更換設備，以提高更換燃料設備的可靠度與工作效率，約可縮短大修工期 108 小時，預定陸續推廣至其他核電廠。

(2) 預定在 2010 年，將 Kori 1 號機反應器爐蓋上方組件單純化及予以更換，目前已完成設計工作，正進行與廠商簽約合同之工作，將視改善結果，決定普及到其他機組。

(3) 為了快速，正確地檢查破損燃料，在 Refueling Machine 上安裝 Sipping System，做為卸料過程中檢查破損燃料，已於 Ulchin 電廠改裝完成，將於 2010 年前在其他核電廠完成改裝。

(4) 開發反應器槽螺孔自動洗滌設備，以利縮短洗滌時間並降低維修人員的劑量，2006 年已從 Uchin 電廠開始改善起，將於 2010 年完成推廣到其他核電廠。

9. 獎勵措施：

對於連續運轉一週期無故障運轉(One Cycle Trouble Free)及同型機組

中最短大修工期之機組有下列獎勵方式：

- (1)特別休假。
- (2)短期國外進修。
- (3)特別培訓機會。

頒予最優電廠之獎勵金額約 7,500 萬韓元。

參、心得與建議

- 1.韓電目前有 20 部核能機組運轉中，去年發電容量因素高達 92.3%（本公司 88.93%），成績斐然。許多精進的做法，值得本公司參考，例如其中該公司為了提高員工能力及培養關鍵設備專家，透過派遣工程師赴美核能電廠實際參與工作一年（2004 年 17 人，2005 年 17 人，2006 年 20 人，2007 年 20 人）。本公司從明年將開始實施維護法規(Maintenance Rule)，之前本公司並未有系統工程師制度，因此在配合此維護制度之推行上咸認為是較弱的一環，韓電之做法值得參考。
- 2.韓電之子公司 KPS (Korea Plant Service & Engineering Co.)員工約有 3,000 多人，除了提供韓電核能、火力維護人力外，亦承包海外工作，本公司目前正在洽談「聯亞」轉型為維修公司，KPS 之組織、人力、維修經驗及經營方式，必有可借鏡之處，建議將來利用機會與其交流。
- 3.韓電去年（2006 年）核能機組之平均大修工期為 33.3 天，是為核能發電高容量因素主因之一。其機組大修規劃以 10 年（7 燃料週期，18 個月）為期，分短大修工期（21~22 天）、中大修工期（28~30 天），長大修工期（30 天以上）來規劃。本公司核能機組除了積極努力縮短大修工期外，亦須配合機組延壽及功率提升之設備改善，此些設備改善工作須於各次大修中完成，務必做妥善的規劃，韓電的做法亦值得我們參考。
- 4.縮短大修工期亦需要大量人力的配合，大修工期若要縮短至 30 天以下，許多 BOP（二次側）設備的維修工作亦將變成要徑，須要 24 小時輪班工

作。韓電有其子公司 KPS 負責核電廠之大修工作，維修人員素質及維修品質相當高及穩定，將來本公司在縮短大修工期方面亦亟須修護處人力的配合，補充修護處人力及人員的訓練刻不容緩，另促成「聯亞」成立維修公司，將來成為較固定的協力廠商，亦為努力的方向。

提昇績效之措施與管理制度

報告人：企劃處

沈武賢

壹、目標設定及績效評估

一、長、短期目標之選擇依據及程序

(一)公司的願景和核心價值

韓電對未來有一個很宏大的願景，即成為「與顧客同步成長的世界性電力公司」，此願景包含三個核心價值—尊重顧客、追求變化、重視經濟效益。為了能與快速改變的商業環境競爭及為了能確保所有企業的持續發展，韓電充分地運用其潛能及公司的資源，已設定出中、長期的策略管理計畫，此些計畫展現了 2015 年前所要達成的藍圖與目標。韓電為了成為一個完整的能源集團，而將其事業多元化，但仍以電力事業為核心。至於管理制度上，韓電追求一個水平且充分授權的管理制度，以強化其各事業單位擁有更多的管理責任與決策權；在行銷上，藉由公司資源通路的開發來確保集團的成長，韓電尋求顧客滿意度的最高水平及 4,800 億度售電量的紀錄，另外，韓電企圖從全球頂尖的核心技術來增加其銷售達到 45 兆韓圓。為了使韓電財務更穩健，公司將優先加強確保未來能源的成長與增加公司價值，韓電計畫藉由增加其市場價值達到 65 兆韓圓以成為全球百大企業之一，韓電將實行以績效基準的人事管理及培育公司中 10% 的員工成為全球具有競爭力的專家。

表 1 韓電願景和核心價值

願景	成為與顧客同步成長的世界性電力公司
核心價值	尊重顧客、追求變化、重視經濟效益

1. 願景：韓電所追求的未來藍圖

- 向顧客提供具有最高品質的產品和服務，以贏得顧客對韓電的信賴和支持，從而謀求公司的成長和發展。
- 在品質、價位、經濟效益等方面確保競爭力，以提高國際地位。

●韓電對國家和社會發展做出一定的貢獻，並努力引導國內電力產業的成長和發展。

●2015 年藍圖—具有世界聲望的綜合能源集團

表 2 韓電 2015 年藍圖

具有世界聲望的綜合能源集團	2015 年藍圖
綜合能源集團	增加海外收入達到 3.8 兆韓圓
管理群體中的責任義務	在分配上應用「次事業單位」體系及群體管理上的強化
銷售達 45 兆韓圓	在服務上達到最高的顧客滿意度、電力銷售達 4,800 億度、搶先佔據 22 個全球核心技術
65 兆韓圓的企業市場價值	躍進全球 100 大企業
使 10%公司員工成員全球專家	成為事業範圍、區域及工作的專家

表 3 韓電中、長期策略

事業結構	穩定電力事業的結構及擴展企業範疇
管理制度	在韓電集團中建立一水平式授權的管理系統
行銷	集中資源確保集團成長
財務	藉由確保未來集團的成長及增加企業市場價值來穩固財務政策
人力資源	實行員工管理的精英教育制度與培養全球化專家

2. 核心價值：員工的精神價值和意見決策的依據所在，其內涵為：

●尊重顧客：

將企業經營的最高價值放在滿足顧客不同需求上，堅持以人為本的管理模式，從而為顧客創造最高的價值。

●適當追求更新換代：

對於一系列的經營革新和環境的變化，我們應該積極對待，從而創造出新的企業價值和高效的經營業績。

- 重視經濟效益：

在整個決策過程中引入經濟效益概念，有效分配資源，努力創造財富，積極呼應與我們有利害關係的對方的期待。

(二)經營戰略計畫概要

1. 定義

- 係實現公司的願景和核心價值所執行的戰略和計畫。
- 從中反映出經營環境的變化和最高管理者的經營意志，指明公司中長期成長發展戰略的政策方向。
- 係企業經營的基本策略準則，以此作為經營資源分配的主要依據。

2. 建立及其運行標準

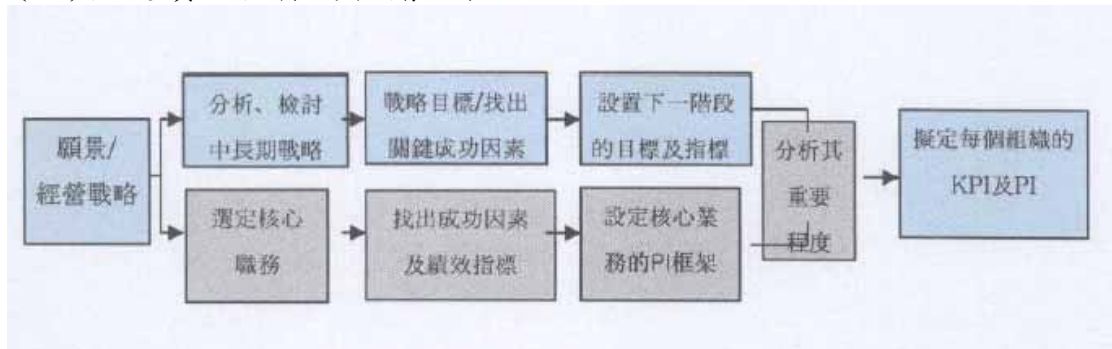
- 中長期戰略目標：以十年為週期(每隔三年設計新計畫，每年進行修改和補充)。現行的「2015 中長期戰略經營計畫」的建立及公佈時期為 2005 年 4 月，第一次修改補充為 2007 年 1 月。
- 經營目標：目標的設定以中長期戰略的當年重點課題為主，並向政府提出相關文件。
- 短期戰略：為達成經營目標而執行的行動計畫。

3. 現行的戰略經營基本體系



二、主要長、短期 KPI 項目

(一)擬定績效指標的相關流程



(二)根據不同的被評估對象分別擬定短期 KPI

- 首先檢討對公司經營目標的貢獻程度及與公司 KPI 的關聯。
- 通過當事部門的問卷調查，分析出不同被評估對象績效指標的重要程度。

銷售點 - EVA (Economic Value Added) - 顧客滿意度 - 在品質管理上的努力程度 - 清廉度 - 電力需求管理	電力管理處 - EVA - 顧客滿意度 - 清廉度 - 輸電故障 - 變電故障
建設處 - 建設投資費用的有效管理 - 清廉度 - 營業管理的適宜性 - 確保資金使用的正確性	特殊營業所 - 清廉度 - 內部顧客滿意度 - 各特殊營業所的核心業務

(三)2006 年的韓電- 透過變化和革新的驚人的成就

去年，KEPCO 透過經常性的改變和革新取得極佳的成果，儘管韓國內外的管理環境不利，韓電仍達成極佳的業績，KEPCO 在國內外贏得許多獎，鞏固它成為一個世界級電力公司的地位。2006 是韓電財務績效穩固的一年，銷售成長了 7.4%且股票價格較去年提高了 12.2%。由於持續的改變、創新和一種勇於挑戰的精神，KEPCO 將持續著力於 2015 年能成為世界第一的綜合電力集團，現在，讓我們回顧韓電 2006 年的非凡成就。

1. 獲得 2006 年 Edison 獎

在 1997 年贏得世界電力產業中最有聲望的 Edison 獎之後，KEPCO 在 2006 年再次獲得此獎。Edison 獎認同 KEPCO 所做的兩項主要成就： 1) 研發出全球第一種不損害生態環境的海上傳輸塔方法，KEPCO 成功藉由 345 千伏 Yeongheung 海中輸送路線，每年節省 3,700 億韓圓；2) KEPCO 成功完成為 1.7 千萬用戶從 100 伏特升級至 220 伏特的一項長期工程。

2. 政府創新評估第一名

KEPCO 在「改變和挑戰」座右銘下，一直努力為創新建立強大的基石，在對 210 家政府投資企業的創新評估中，KEPCO 取得最高級別（第 6 級），位居第一並且獲得總統獎。在政府對全部公司績效的評估裡，KEPCO 在 2004 和 2005 年分別獲得第一和第二（但在質的部分為第一）。

3. 清廉指數 9.8—顧客滿意及倫理文化的建立

KEPCO 一直著力於倫理管理和透明度，因此，韓電 2006 年在韓國「反貪污獨立委員會」的公用事業誠信調查中，在所有政府投資企業中名列第二位，為了提昇員工的商業道德，KEPCO 實現 40 項任

務(包括建立反貪污小組)。2006 年 KEPCO 申請三場韓國人權擁護者所主持的人權維護比賽，並獲得總統獎。

4. 連續 8 年名列 NCSI 前茅

有鑒於用戶是創新的關鍵驅動器，KEPCO 一直集中於顧客導向的服務上。KEPCO 從 1999 年到 2006 年連續 8 年在 NCSI(National Customer Satisfaction Index 國家用戶滿意指數)獲得政府投資的公司中維持最高地位，在 KEPCO 的用戶調查中，用戶對韓電服務創新的努力(包含穩定及優質的電力供應、多元化的需求管理等)均顯示正向回饋並給予高度評價。

5. 穆迪信用評等—A1

儘管企業環境不利，KEPCO 仍維持一穩固的財務狀況，並獲得全球著名信用評等公司 Moody(穆迪)所評之代表信用評等穩定的 A1 等級，這是從 2005 年獲得 A2 等級後更高的評等，並且使得 KEPCO 是第一間評等高過於國家信用評等的公司。KEPCO 能得到此等級是由於管理上透明度的努力提升，例如建造內部的控制系統，介紹加倍審計系統和確保盈利。

6. 銷售成長 7.4%

KEPCO 2006 的銷售收入增加到 26.9 兆韓圓，較前一年上升了 7.4%，在 2006 年，售電量為 348,719 百萬度，較 2005 增加 4.9%。但是，由於燃料及原物料成本的提升，淨收入微幅減少 2 億韓圓。收入中來自電力銷售的部分增加了 7.8%，但是來自購買電力的部分卻增加了 9.7%，2006 年 KEPCO 增加維修支出，較 2005 年增加 1,023 億韓圓，主要為建造新的設備。基於這些新加入的設備及海外事業的熱絡，KEPCO 預計 2007 年的銷售額會增加。

7. 海外事業總收入超過 1 兆韓圓

為了確保將來公司的成長及創造新的獲利來源，KEPCO 積極從事海外事業，由於海外事業的進階技術能力，成本的競爭力及強大的品牌能力，KEPCO 已經進行了 10 年海外市場的探勘，從其 1995 年參與菲律賓馬來半島火力電廠的復燃，KEPCO 的海外事業的累計收益已超過 1 兆韓圓。

8. 建立第一個韓國海外事業模式

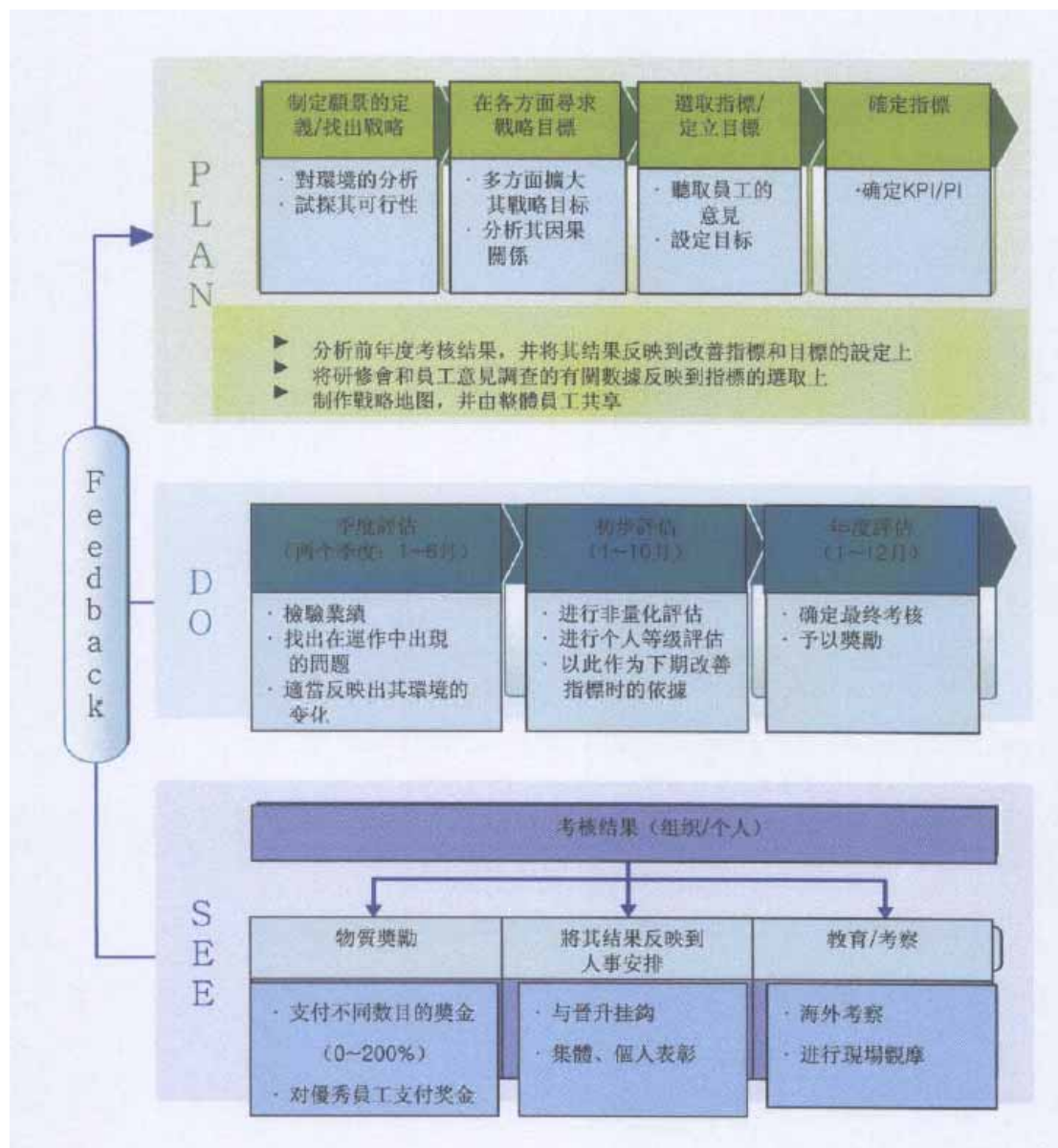
透過在中國甘肅及內蒙古的風力發電工程，KEPCO 成為中國第一個外國電力公司，此外，KEPCO 參加大規模的開發電廠的合資企業及在中國山西的煤礦工程，KEPCO 正在奈及利亞研發一個將火力發電工程與燃氣管路建設結合起來的燃氣，以及石油的勘探工程，此將為 KEPCO 未來全球市場的事業創造一堅固立足點，並強化 KEPCO 的全球競爭力。

9. 積極投入公共建設，持續管理創新

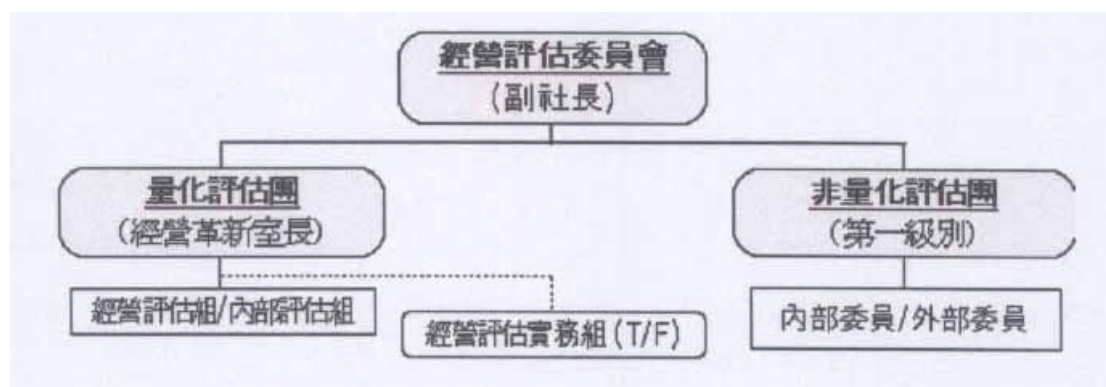
自從 2005 年 7 月以來的發展不足，2006 年 10 月起 KEPCO 的 ERP(企業資源計畫)系統，命名「PowerPia」正式產生，透過有效的資訊管理，管理透明化及事業的整合制度已戲劇性地增加。PowerPia 提供 KEPCO 在公共建設上一連串的管理革新，將使 KEPCO 成為世界頂尖的電力公司已獲證明。KEPCO 將充分利用其 ERP 系統，提升其技術上的能力並且使其服務多樣化，作為具有競爭性的一個價值創造者。

三、績效追蹤及評估方式

(一)內部考核的相關流程



(二)考核機構



四、獎懲配合措施

(一)支付不同數目的獎金

1. 標準金額 × 政府所允許的可支付獎金比率之 70%

2. 支付日期：考核後的第二年 9 月份的領薪日

(二)將其考核結果反映到人事上的安排

1. 績效與晉升相結合：在評估中居第一位的總部有關部門和第一線營業所。(三、四、六級員工晉升時可享受優惠待遇)

2. 績效與「工作態度評估制」結合：將在內部評估中的「努力程度」反映到考核內容中(20%)。

貳、主要管理制度及實施成效

一、主要管理制度內容—企業資源計畫系統 ERP System(Enterprise Resource Planning System)

(一)概念

ERP 是將組織所有資料跟程序整合成單一系統的資訊技術系統，資訊整合系統本身，會顯著地提高公司的效率、生產力及透明度。同時，ERP 為一有力的管理創新工具，其可以藉由革新工作方式來使企業價值極大化。

(二)背景

因應政府與潛在投資者持續對公司經營管理透明化與提升效率之要求，以及依據沙賓改革法案(Sarbane-Oxley law)，在紐約證券交易所上市之公司必須增進管理透明度(KEPCO 業於 83 年在紐約證券交易所上市)，因而必須構築策略管理創新基礎架構，以展開持續的經營管理革新活動。

(三)推動依據

1. 91 ~ 92 年：企畫預算部要求「推展管理創新課題」。

2. 92 ~ 93 年：政府經營評鑑小組「建議建置 ERP 系統」。

3. 93 年：企劃處要求「經營倫理實務課題，提升經營革新與誠信」。

(四) 引進目的

成為與顧客一起成長的世界級電力集團

提高透明度

- 建立所有交易資料、可供查詢及完整記錄管理
- 無法任意修改及變更輸入資料，以防止製作假資料
- 引進最佳實務（Best Practice）確保國際信譽度

提高生產力

- 業務執行步驟之標準化與透明化
- 建構公平客觀可行的績效評價體系
- 全公司及時共享的資料

節省費用

- 減少人工作業及單純而不斷重複作業之業務
- 縮短各式報告書及文件製作與檢討的時間
- 節省費用（庫存、設備維護管理費用等）

(五) 主要重要歷程

- 2005 年 7 月 4 日：展開計畫。
- 2005 年 7 月~11 月：建立「To-Be」和「創新程序」（Process innovation；PI）—診斷目前工作程序及描繪出革新的主題。
- 2005 年 12 月~2006 年 9 月：執行—設立、研發非標準程序及資料遷移等等的程式。
- 2006 年 10 月 2 日：系統正式運作—控制、財務、人力資源、材料維護、傳輸等。（2006 年 12 月：策略企業管理）

(六) 重要性與特色

1. 重要性

- 預期藉由企業階層中的過程革新來提高效率。
- 藉由提供即時資訊來保證快速做決策。
- 藉由改善透明度來實現「世界級 KEPCO」。

2. 特色—

(1)涵蓋整個工作範圍，為第一間投入此最大工程計畫的公司

a. 9 個模組、69 個程序小組、425 個程序

- 財務模組(FI)
- 控制模組(CO)
- 人資模組(HR)
- 材料管理模組(MM)
- 輸電工程模組(TC)
- 輸電營運模組(TO)
- 經營過程模擬模組(BPS)
- 企業策略管理模組(BSC)
- 經營情報模組(EIS)

b. 投入計畫的人數—大約 1,600 人

(2)不僅是 IT 計畫，而是整個過程革新計畫

a. ERP 不僅是簡單的軟體研發計畫，更是永久創新的內部建構計畫

——計畫是藉由全面改善工作方式來使公司價值極大化

b. 選擇 50 個革新主題，主要議題為

——從策略觀點來衡量和控制生產力、縮短清算結帳期限、使設備與資產同步、標準化過程及成本控制等等。

(3)主要核心策略計畫—在競爭的年代中成為全球新成長的電力集團

a. 為踏進新的海外事業建立核心能力與品牌。

b. 為成為世界級電力集團的全球標準工作程序建立架構。

(4)預期結果

a. 對發展電力事業的貢獻

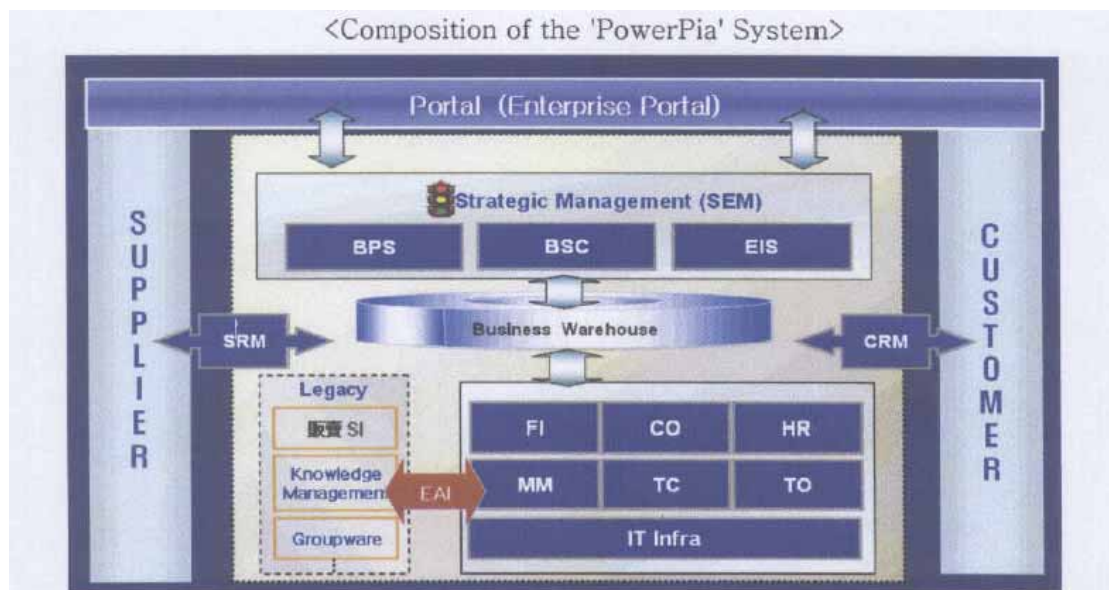
- b. 經由企業的程序革新來改善效率，提昇公司能力
 - 藉由改進公共服務來實現顧客滿意
 - 確保內部能力來為降低限制和提昇競爭力作準備

c. 藉由可信賴的和透明的管理來增強事業基礎

(5) 建立 KEPCO 的管理創新

- a. 確保事業系統管理能力與公司的願景和長期策略相關
- b. 包含透過有效率的管理系統來提升公司的價值及創造組織文化
- c. 透過透明度的提增來增進國際責任—成為世界級 KEPCO 的願景將會實現
- d. 為一連串創新活動建立策略性的管理創新基礎

(6) 「PowerPia」系統架構



SRM：供應商關係管理

CRM：顧客關係管理

BPS：經營過程模擬

BSC：企業策略管理

EIS：經營情報

FI：財務

CO：成本控制

HR：人力資源

MM：材料管理

TC：輸電工程

TO：輸電營運

參、感想與心得

1. 去年韓電透過經常性的改變和革新取得極佳的成果，儘管韓國內外的管理環境不利，韓電仍達成極佳的業績，在國內外贏得許多獎項，鞏固它成為一個世界級電力公司的地位。2006 是韓電財務績效穩固的一年，銷售成長了 7.4%且股票價格較去年提高了 12.2%。由於持續的改變、創新和一種勇於挑戰的精神，韓電更計畫於 2015 年能成為世界第一的綜合電力集團。其最近的作為及發展值得本公司深切觀察。
2. 以往韓電長期計畫期間為十年，每三年重新檢討一次。本公司的長期經營策略亦以十年作為計畫期間，唯每年均加以檢討修正。自今年起，韓電因有感於難以掌握未來不確定性之經營環境，故將十年長期計畫修改為五年中期計畫以資因應。本公司目前同樣處於一個大幅變化的經營環境中，長期計畫是否修改為中期計畫，是值得探討的課題。
3. 韓電為因應政府與潛在投資者對公司經營管理透明化之要求，並持續提升公司內部經營管理革新活動效率。已於 96 年底建置完成 ERP 系統，其建置時間自 94 年 7 月至 96 年 12 月(共計 18 個月)，全系統包括財務管理(FI)、管理控制(CO)、人力資源(HR)、材料管理(MM)、輸電營運(TO)、輸電工程(TC)、經營流程模擬(BPS)、平衡計分卡(BSC)、經營情報系統(EIS)等 9 個模組，69 個流程群組以及 425 個流程，未來將使用此系統作為經營績效管理的工具。本公司目前正在進行「企業營運核心系統整合重建計畫(第一期)」工作，韓電的經驗值得本公司瞭解及學習。

燃煤採策略與降低成本對策暨海外煤礦投資事宜

報告人：燃料處

蔡春明

壹、考察主題與內容

- 一、燃煤機組裝置容量與發電量
- 二、目前與未來十年燃煤需求
- 三、燃煤進口來源配比
- 四、目前亞太燃煤市場供需展望
- 五、燃煤採購政策
- 六、燃煤採購策略
- 七、降低成本措施
- 八、海外煤礦投資計畫與原則

貳、韓國南部電公司

一、接見洽談人員

發電處長 金兌宇

經理 Lee, Geum-Tag

副理 Ham, Ji – Hon

二、洽談內容

1. 韓國南部發電公司 2006 年發電機組裝置容量與發電量如下：

機組別	電廠名稱	裝置容量 (MW)	發電量 (MWh)	發電效率%	容量因素 (%)
抽蓄水力	清平	400	120,402	—	3.44
煤	河東	3,000	24,151,704	39.70	91.90
重油	岭南	400	731,723	34.79	20.88
	南濟州	120	269,738	33.05	49.71
	柴油	40	251,291	42.4	71.72
	翰林	105	178,521	35.28	19.41
LNG	新仁川	1,800	12,178,121	49	77.23
	釜山	1,800	10,678,896	49	77.23
風力	翰京	6	17,642	—	33.57

合 計		7.671	48,578,041	43.7	72.89
-----	--	-------	------------	------	-------

2. 2007—2015 年燃煤需求量如下：

單位：千噸

年 別	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012～2015
需求量	8,768	8,867	8,979	9,468	12,000	12,000	12,000

3. 進口煤來源及配比

(1)考慮到機組運轉需求，自澳洲，中國大陸及俄國進口 60%高熱值燃煤，自印尼進口 40%低熱值燃煤。

(2)為了分散來源，未來將自南非及加拿大購煤。

4. 目前亞太燃煤市場供需展望

因下列原因使燃煤供需呈現不穩定情況：

(1)澳洲嚴重塞港，使燃煤供應不及。

(2)由於氣候變化，雨季延長，使印尼煤產量減少。

(3)中國大陸從煤炭出口國變成淨進口國。

(4)印度經濟崛起，對能源需求增加。

5. 燃煤採購政策如下：

(1)在供應穩定安全之前提下追求採購之經濟性。

(2)依各煤源國情況制定採購計畫以管理風險。

6. 燃煤採購策略包括：

(1)維持長約與現貨採購一定比例，中、長期合約占 80%以上。

(2)訂約期間及年別的分散。

(3)與其他發電公司共同議價以增強議價能力。

(4)分散採購來源。

7. 降低成本措施包括：

(1)無論燃煤採購或海運安排，均維持長約一定比例，以因應市場波動。

(2) 尋找適合電廠燃用之低價格煤源以降低成本。

8. 海外煤礦投資事宜

計畫與其他發電公司合作來規劃並建立長期燃煤供應以因應未來燃煤需求增長，並管理海外投資風險，目前正進行之計畫為澳洲之煤礦。

參、韓國南東發電公司

一、接見洽談人員

燃料處長 斐鏞基

資深經理 李容宰

經理 金敬洛

二、洽談內容

1. 韓國南東發電公司 2007 年燃煤機組裝置容量與發電量如下：

燃料別	電廠名稱	機組別	裝置容量 (MW)
燃 煤	Samcheonpo	# 1	560
		# 2	560
		# 3	560
		# 4	560
		# 5	500
		# 6	500
燃 煤	Young Heung	# 1	800
		# 2	800
無煙煤	Young dong	# 1	125
		# 2	200
合 計		10	5,165

2. 2007—2016 年燃煤需求如下：

單位：千噸

年 別	燃 煤	無煙煤
2007	14,476	474
2008	17,497	415
2009	17,921	355
1010	19,638	264
2011	20,207	264

2012	20,221	264
2013	20,402	264
2014	23,066	264
2015	24,726	264
2016	24,613	264

3. 燃煤進口來源及配比如下：

單位：千噸

年別	來源國	進口量	占比（%）
2006	澳洲	4,444	31.80
	中國大陸	646	4.62
	印尼	7,483	53.52
	俄國	730	5.22
	加拿大	543	3.89
	南非	130	0.93
	合計	13,973	100%
2007 (1—6月)	澳洲	1,826	25.10
	中國大陸	405	5.57
	印尼	4,476	61.52
	俄國	433	5.95
	加拿大	135	1.86
	合計	7,275	100%

4. 目前亞太燃煤市場供需展望

(1) 中國大陸

- a. 自 2007 年第一季起，就煤炭進口數量言，中國大陸已成為煤炭淨進口國，惟就燃煤言，中國大陸雖仍維持出口量大於進口量，但其出口量正逐年遞減中。
- b. 造成中國大陸燃煤出口逐年遞減的原因在於稅賦變更及中國大陸內需強勁所致。中國政府取消煤炭進口稅及取消煤炭出口稅率優惠，使煤炭出口失去競爭力。尤其當冬季來臨能源需求大增時，煤炭進口需求亦隨之增加，因為燃油、燃氣、水力甚至核能皆因價格太高或發展不及等因素無法滿足國

內能源需求。

- c. 2007 年日本與中國大陸間長協價格為每公噸 71.18 美元，較 2006 年價格上漲 28%，因此長協合約量也減少 3 百萬噸成為 5.5 百萬噸。

(2) 澳洲

- a. 澳洲港口擁塞問題自 2006 年延續至 2007 年，紐卡索港並創下 74 艘煤輪等港的最高紀錄，許多煤商被迫減少出口量 20% 來紓解等港情勢，但也因此使亞太地區供煤更形緊俏。
- b. 為了解決紐卡索港塞港問題，澳洲政府已核准將紐卡索港裝貨能力自 95 百萬噸增至 120 百萬噸，此外，澳洲政府亦核准由 BHP 集團領軍集資興建之 NCIG 碼頭，裝貨能力為每年 33 百萬噸，並可擴增至 66 百萬噸，惟此新碼頭至 2009 年下半年才可望完工。

(3) 印尼

- a. 雖然有雜誌曾預測印尼煤今年出口量可達 198 百萬噸，但以目前觀之，此預測似嫌樂觀，今年過長的雨季已使許多印尼煤商產量大受影響，有許多煤商甚至宣告不可抗力，而其他的亦皆減量供應，煤場存量幾乎沒有，依澳紐銀行的預測，印尼煤今年出口量只約 172 百萬噸，明年約 178 百萬噸。
- b. 印尼煤另一個重要的發展是低熱值煤的出口，除亞太地區燃煤需求增加外，由於印度燃煤需求的大幅提升，使印尼低熱值亞煙煤的出口量大增且其價格走勢亦與一般煙煤趨近。

(4) 印度

印度經濟崛起進而對電力需求大增，目前印度對尖峰負載電力仍有 5-10%供應缺口，亦時常發生停電，印尼和南非為印

度燃煤供應之最主要來源，但南非因需同時供應大西洋地區之需求，供應情況較有變化。2007 年印度燃煤進口量為 35 百萬噸，至 2010 年每年約增加 3 百萬噸進口量。

(5) 俄羅斯

- a. 由於龐大的蘊藏量及地緣關係，俄羅斯是一個重要的煤源國，在西伯利亞東部有 1322 億噸煤炭蘊藏量但缺乏出口鐵路及港口等相關設施。

2005—2011 各主要煤源國出口量

單位：百萬噸

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
澳洲	109	110	120	125	133	136	140
南非	73	74	76	77	78	79	80
大陸	63	55	48	45	45	45	145
印尼	125	161	172	178	183	184	185
俄羅斯	64	69	68	68	70	70	71

- b. 2006 年俄羅斯出口量達 69 百萬噸，且其生產量可供年出口 100 百萬噸之需求，但因內陸運輸及港口設施不足，因此展望未來至 2011 年，最大出口量也只能到 71 百萬噸，俄羅斯煤出口成本即達每公噸 45 美元，其中鐵路費用即占 24 美元／公噸，港口費用占 5 美元／公噸。

(6) 未來煤價走勢

- a. 2007 年煤價大漲之原因包括：

- (a) 澳洲塞港及供應受天候及設備之影響而降低。
(b) 南非及印尼產能擴增延後。
(c) 印度及大陸燃煤需求大增。

- b. 展望未來煤價仍將處於高位，原因如下：

(a) 產業的成本結構上升，墊高煤價成本。

(b) 煤炭業的整合，使成寡頭壟斷。

(c) 其他能源（如燃油）之價格提升亦推動煤價上升。

5. 燃煤採購政策、策略及降低成本措施

(1) 穩定供應所採措施

澳洲和印尼由於塞港及天候異常使得韓電無法自澳洲和印尼獲取足夠的煤量，在中國大陸減量供應的情況下，韓電只得向南非、加拿大等地區購煤，由於亞太地區燃煤供應吃緊，澳洲出口煤價遠高於南非出口煤價，由於韓電有 80% 係以長約或專屬船方式傭船，運價相對平穩低廉，因此為穩定供應，韓電乃自南非及加拿大採購所需煤量。

(2) 穩定煤價所採措施

自 2007 年以來，煤價不但大漲而且振盪幅度很大。為了因應價格振盪，主要的措施為洽訂長約，先穩定供應，至於價格方面，議價不限於一年一次，可分散為每季或每半年調整價格，另一方面亦可考慮一個價格適用一年以上，以多種訂價方式來消彌價格波動。惟就長期言，利用衍生性商品來避險及管理風險似乎是必須的。

6. 韓國南東發電公司海外煤礦投資原則及未來計畫

(1) 投資原則：旨在獲得長期及穩定的燃煤供應。

(2) 目標地區：澳洲、印尼、加拿大、俄羅斯。

(3) 投資方式：取得投資權益（股權）並獲取合約量。

(4) 進行情況：

a. 2006 年 8 月韓電與 5 家發電子公司達成聯合投資協議。

b. 經理級人員每週召開會議，交換投資資訊，簡介可供投資的

礦場資訊等。

c. 每季赴國外參加煤礦投資會議。

d. 目前研究投資的兩個礦分別為澳洲 Anvil Hill 及 Moolarben 惟尚無具體決定。

肆、結論與建議

- 一、韓電自 2001 年 4 月起為鼓勵發電業間之競爭以降低成本，乃將發電廠切分成 5 家發電子公司，就燃煤機組言，南東發電公司裝置容量 5,165MW，年耗煤量 18.8 百萬噸，在發電子公司中，占第一位，南部發電公司裝置容量 3,000MW，年耗煤量 8.8 百萬噸占第二位，由於韓電本身並無燃料處，因此本次考察韓電安排本公司燃料處分別與南東發電及南部發電公司燃料及發電處長洽談以交換燃料採購相關資訊。
- 二、就用電成長率言，南韓 2008、2011、2016 年用電成長率分別為 4.5%、9.7%、8%，足見其經濟快速成長，用電量持續增加，為因應用電量成長，韓電在 2007—2009 年間計有 8 部（裝置容量在 500—870MW 之間）燃煤機組（合計 4,470MW）加入營運，使得燃煤耗量將從目前之 52.3 百萬噸增至 66.6 百萬噸，至 2016 年燃煤耗量進一步增至 74.4 百萬噸。惟就長期言，為因應二氧化碳排放管制，至 2016 年，核能機組亦將增加 9,600MW，燃氣機組將增加 8,712MW，使核能機組戰比為 29%，燃氣占比為 27.7%，燃煤佔比為 28%。
- 三、就煤源配比言，韓電原本主要煤源為中國大陸、澳洲和印尼，惟因近年來大陸煤出口量大幅下降，為應緊急需求，韓電先搶購印尼煤，再拓展南非、美加煤源，資料顯示 2007 年上半年韓電自印尼所進口之燃煤占其總進口量達 60%，與本公司相近，此舉亦造成印煤價在今年上半年飆漲，此外，未來數年，韓電用煤量亦將持續增加，因此韓電的燃煤採購策略值得本公司密切注意。

四、就降低成本措施言，值此燃料價格大漲之際，韓電亦飽受價格高漲，供應不足之苦，尤其韓電燃煤存量僅約 20 天，在市場供應緊縮之際，常面臨斷煤之窘境，因此韓電 5 家發電子公司加強合作聯繫，以增加調度彈性以穩定供應，鑑於高能源價格時代來臨，掌握煤源與船源乃當務之急，所幸韓電在船噸掌握上有 20%為專屬船，60%為長約船，對目前航運價格高漲之際已發揮平抑運價之功效，使其能拓展煤源至南非及美加。此外，韓電亦積極評估海外煤礦投資及財務避險策略，以期達到穩定成本之目的，凡此皆足本公司借鏡。

表一、2007 年韓電發電機組裝置容量一覽表

單位：MW

燃料別	KOSEP	4 Gencos	KHNP	其他	合計
煙煤	4,840	14,000	-		18,840
無煙煤	325	800	-		1,125
油	529	4,258	-	-	4,787
LNG	900	11,477	-	5,060	17,437
水力	600	2,700	535	1,594	5,429
核能	-	-	17,716		17,716
合計	7,194	33,235	18,251	6,654	65,334

表二、2007-2016 韓電燃料需求一覽表

項目	2007	2008	2011	2016
發電量(GWh)	372,788	389,581	427,211	461,376
發電量(成長率)	-	4.5%	9.7%	8.0%
煙煤(千公噸)	52,333	58,446	66,616	74,409
無煙煤(千公噸)	2,356	2,356	2,356	1,439
油(千公秉)	5,306	5,141	3,537	780
LNG(千公噸)	12,548	12,562	14,115	9,975

表三、2007-2016 年韓電發電機組裝置容量一覽表

燃料別	裝置容量 (MW)			占比 (%)		
	2007	2011	2016	2007	2011	2016
煙煤	18,840	23,080	25,820	27.7	27.5	27.4
無煙煤	1,125	1,125	600	1.7	1.3	0.6
LNG	17,437	23,787	26,149	25.6	28.3	27.7
油	4,787	4,065	2,365	7.0	4.8	2.5
水力	5,429	6,289	6,289	8.0	7.5	6.7
核能	17,716	20,716	27,716	26.0	24.6	29.0
其他	2,703	5,000	5,780	4.0	5.9	6.1
合計	68,037	84,062	94,319	100	100	100

表四、KOSEP 專屬輪及長約船一覽表

	船名	載重噸(DWT)	合約期限
專屬船	HD. Spirit	125K	1993 ~ 2011 (18 年)
	HD. Power	149K	1998 ~ 2016 (18 年)
	H.J. R. Bay	149K	1997 ~ 2015 (18 年)
長約船	Merchant	130-150K	2004 ~ 2009 (5 年)
	Donga Helios	146K	2004 ~ 2007 (3 年)
	Matsura Maru	148K	2005 ~ 2010 (5 年)
	Shoho	87K	2005 ~ 2010 (5 年)

	Altair	62K	2004~ 2009 (6 年)
	TBN	60-80K	2004 ~ 2010 (6 年)

超臨界燃媒鍋爐之溫度、壓力與效率之最適化

報告人：核能火力發電工程處

徐永華

壹、前言

本公司自彰工、林口、深澳、大林以至規劃中的台中 11、12 與台北港等新建或更新擴建燃煤火力發電計畫，均將採超臨界壓力燃煤發電技術，因韓國電力公社所屬已有 Yonghung #1, 2、Boryeong#3~6 等 14 部超臨界壓力機組之設計、製造、安裝及運轉經驗，期望藉此次交流考察之機會，學習參考韓電之經驗與技術。

貳、考察內容

由於超臨界壓力機組之技術內容涵蓋甚廣，而考察會談之時間有限，故僅就『超臨界燃煤鍋爐之溫度、壓力與效率之最適化 — The selection of most appropriate parameters (temperature, pressure & efficiency) for a supercritical coal fired boiler』主題，擬了一些問題請教韓電之技術經驗，以為參考。以下即是問題與韓電之經驗回饋：

一、採用超臨界鍋爐之考量與理由（The consideration and reasons to use a supercritical boiler for coal fired power plant）—

採用超臨界鍋爐之主要理由乃是在提升發電廠之效率，電廠之效率可藉提高蒸汽之壓力與溫度來提升；比如蒸汽溫度每提升 20℃，則效率可得約 0.5% 之提升，若提升壓力 0.2% 則效率可增加 0.2%，不過考慮提升溫度及壓力之前，機組容量，電廠之用途，材料以及經濟效能等因素亦應通盤考量。

二、選定鍋爐運轉參數之考量與決定方式（The consideration and related method for the selection of appropriate supercritical boiler

parameters) —

材料以及經濟效能是選定鍋爐運轉參數之最重要考量因素：

1. 當新發展之材料運用於電廠時，機組必須能正常運轉；使用新材料不會造成困擾，降低機組之可靠度、可用率。
2. 使用新材料所增加之投資應與提高蒸汽壓力、溫度之收益，作一詳盡之分析比較與評估。
3. 最佳的參數選擇應該將機組運轉之穩定性、可靠度、可用率以及建造費用做一綜合性的考量、比較、評估。

三、 超臨界鍋爐各項參數選擇之變動其參數間之關連 性與相互影響 (The relationship and cross-effectiveness in varying those parameters) —

整個投資金額與運轉維護成本會因蒸汽壓力、溫度以及汽輪機的形式而有變化，下表則說明其差異：

The total cost by variable conditions (單位：百萬韓元)

		The Base	The 1st	The 2nd	The 3rd	The 4th
		TC4F-40"	TC4F-40"	TC4F-45"	TC6F-40"	CC4F-46"
		246/566/593	250/600/600	250/600/600	250/600/600	250/600/600
Fixed costs	Initial investment cost	A standard price	6,166	12,332	31,293	48,005
Variable costs	Energy cost	A standard price	-33,526	-46,402	-59,291	-64,444
	Carbon tax	A standard price	-14,199	-19,653	-25,111	-27,293
The total	Carbon tax excluded	A standard price	-27,360	-34,070	-27,998	-16,439
	Carbon tax included	A standard price	-41,559	-53,723	-53,109	-43,732

※ TC4F : Tandem Compound 4 Flow

CC4F : Cross Compound 4 Flow

四、 運轉維護上與傳統次臨界鍋爐之差異及所需之訓練 (The difference in operation and maintenance between supercritical and subcritical boilers, and the required trainings for the operation and maintenance of a supercritical boilers) —

運轉維護上之差異及所需之訓練很難一言予以道盡，由韓電提供其內部員工「Training for Super Critical Boiler Technology」之訓練課程表內容（如次頁附表），大致可瞭解除超臨界壓力鍋爐之材料、控制系統與水處理有較高之選擇與要求訓練內容需做特別加強外，訓練課程的安排大致相仿但由於控制技術之軟、硬體日新月異，發展較為快速，課程會特別著重控制系統之運轉與維護。

TRAINING PROGRAM		
■ Course : Training for Super Critical Boiler Technology		
■ Duration : 10 Days		
■ Trainees : 20 persons		
■ Education General		
Contents	Hours	Remark
Super Critical Boiler Introduction & Principles	3	
Super Critical Boiler Design and Operation	8	
Boiler Materials	3	
NDT and Welding	3	
Super Critical Boiler Inspection	4	
Piping and Hanger Inspection	3	
Super Critical Boiler Tube Maintenance	3	
Super Critical Boiler Tube Failures Cases	3	
Super Critical Boiler Control	4	
Environment Management	3	
Water Treatment	3	
Super Critical Boiler Simulation	40	
Total	80	

五、 不同等級燃煤混燒之經驗 (The experience in burning different

rank coals simultaneously) —

基本上韓電係採每部機燃用單一煤種為原則，並無混燒的情形與經驗，若煤源較雜時，則採混拌至一定規範之煤質後再送入電廠燃用，且一旦必須變換燃用煤質時，必須先經~3天之試燒，由專業的技術人員評估該煤質之適用性後，才能正式燃用發電。不同等級之燃煤實不應在一鍋爐中同時混燒，除燃燒控制困難外，並產生爐膛壁容易結渣，飛灰品質不良，後段環保設施之效率因煙氣量不易控制而降低等等問題，同時亦影響了機組的壽命；故本公司實應參考韓電之作法，應以混拌成一定品質之後再燃燒之方式處理不同等級之燃煤，由於新電廠一般都裝設高性能之環保設施，故可以煤之最終熱值為混拌目標，以本公司之大耗煤量，並已訂立混拌熱值為 5,500 kcal/kg，實可以由使用或研究單位儘早試燒，取得數據分析，以得到最佳的燃煤混拌比例與鍋爐燃燒的各項最佳參數，提升整廠效率與可靠度、可用率。

六、鍋爐輔機裕度之研究與考量 (The study and consideration for the determination of capacity allowance for boiler auxiliary equipments) —

韓電所提供之數據顯示超臨界鍋爐與傳統次臨界鍋爐在這方面之考量大致相同，由於燃燒煤質固定，並無太超出的餘裕規定與需求。該公司之鍋爐風扇於 TEST BLOCK 之裕度表列如下：

Classification	Primary air fan	Forced draft fan	Induced draft fan
Wind Volume	20%	20%	20%
Wind Pressure	35%	25%	25%
Temperature	+15°C	+15°C	+15°C

七、對未來機組欲提升鍋爐運轉參數之考量與執行時機之決定(The consideration in upgrading the parameters and determining the right time for execution of the next unit) —

當考量要提升鍋爐運轉參數時，先決條件是應壓力與溫度提高所對應之設計與製造之技術已先獲得提升。而當國家之電力需求增長時，機組之容量亦相對應考慮增大。

韓國政府每半年制訂與公布電廠的新建規劃時，會將全韓國之電力需求與全韓國之各電力公社建廠意圖列入通盤考量。

當電力公社欲新建一電廠時，需先與政府相互討論燃用何種燃料（通常費時一年），再來需自政府獲得建廠對環境與交通之衝擊、影響評估結果之認可（耗時約 32 個月），而在建廠規劃之先期期間，廠址之地質調查以及地質改良等工作必須已經完成。自獲得政府之建廠許可後，一部 500MW 機組約需 44 個月的建造時間，800MW 機組則需 52 個月的建造時間，故以韓電的經驗，新機組開始進行之時機需將上述工作與費時考量進去推算之。

參、心得

以次臨界火力發電機組電廠的淨效率為基準，一般說來蒸汽參數為 25MPa/540°C/560°C 的超臨界機組其效率可高出約 1.6%；而蒸汽參數為 27MPa/580°C/600°C 的超臨界機組較之又高出 1.3%；當溫度壓力再提高為 30MPa/625°C/640°C 時，又能再提高 1.3%；如再將溫度提升到 700°C/720°C 時，效率還能在提升 1.6%，理論上熱機的參數越高，效率就會越好。此外採用二次再熱系統，改善汽輪機葉片的汽動結構設計以及減少蒸汽管路的壓降和減少電廠用電的消耗等亦都能提升電廠的淨效率。

隨著蒸汽參數的提高就要應用更加耐高溫的材料。為避免材料的取得受制於製造商，採用國際鋼料市場能容易採購的材料應用技術，應該是本

公司的首要考量因素之一；而目前韓電所選擇的運轉參數以及本公司計畫執行中與規劃中所採用的蒸汽條件為 25MPa/566℃/566℃ 或 593℃ 則能符合前項需考量因素。

附表為韓電各超臨界壓力機組之鍋爐管材料表。

Tube Materials

Items		Boryeong #3~6	Taeon #5,6	Yonghung #1,2	Dangjin #5,6	Taeon #7,8
Design		DIN/ TRD	ASME/ ASTM	ASME/ ASME	ASME/ ASME	ASME/ ASME
ECO		15Mo3	A209T1a	SA213T2	SA213T2	SA213T2
Water Wall	Spiral	13CrMo44	A213T12		SA213T12	
	Vertical	13CrMo44	A213T12 T22		SA213T12 T22 T23	
SH	Primary	13CrMo44 10CrMo910	A213T12	SA213T12 T23	SA213T12 T23 T91	SA213T23 T91 T92
	Pendant	-	A213T12 T91 T122	-	-	-
	Platen	X20CrMoV121	A213T12 T91	SA213T91 SA213TP347HFG	SA213T23 T91 T92	A213T23 T91 T92
	Final	X20CrMoV121	A213T91	SA213T23 T91 SA213TP347HFG	SA213T23 T91 T92	SA213T12 T23 T91
RH	Primary	15Mo3 13CrMo44	A213T12 T22	SA213T12	SA209T1a SA213T12 T23	SA209T1a SA213T12 T22 T23
	Final	X20CrMoV121	A213T22 T91	SA213T91 SA213TP347HFG	SA213T23 T91 SUPER304H	SA213T23 T91 SUPER304H

肆、感想

在此次參訪過程所提問題，獲得的答案雖不盡能滿足所需，但也已瞭解超臨界鍋爐技術之癥結仍在材料之發展，而主要材料市場供應之充分性就影響了超臨界鍋爐運轉參數之選擇，且應該等新開發材料使用經驗證不影響機組之正常運轉之後，再予以考量。

韓電在規劃新機組時，各主要規劃因素之考量順序係以機組容量為第一優先，其次是蒸汽溫度的提升再來是蒸汽壓力的提升，故目前韓國電力超臨界機組的蒸汽壓力仍維持在 25MPa，而機組之容量由原有之 500MW 提高到 Yonghung #1, 2 號機開始採用 800MW 超臨界機組設計，而正建造中的 Yonghung #3, 4 號機為 870MW 超臨界機組（蒸汽條件為 25MPa/566°C/593°C）；另參考韓電所提供運轉中 14 部超臨界機組資料看來（詳如附表），韓國電力在鍋爐運轉參數之選定亦是以可靠性為其優先考量，緩慢成長，此點應可供本公司規劃之參考。

因應世界潮流韓國 2010 年以後之超臨界機組應該也會朝大型化、高溫、高壓之超超臨界機組發展，機組在 1000MW 以上，運轉參數考量蒸汽溫度採 610°C/621°C（過熱/再熱），壓力採 26MPa，此種機組之採用最大目的是提高能源使用之效率，減低 CO₂ 之排放，此發展亦可供本公司規劃新建機組可行性研究之參考。

<Table 1> Performance Guarantee

Items		Unit	Boryeong #3~6	Taeon #5,6	Yonghung #1,2	Dangjin #5,6	Taeon #7,8
Main STM Flow Rate		T/h	1,720	1,690	2,415	1,605	1,605
RH STM Flow Rate		T/h	1,375	1,394	2,002.7	1,281	1,281
Efficiency	NR or MGR	%	89.33 (NR)	90.37 (NR)	90.14 (MGR)	90.53 (MGR)	90.53 (MGR)
	Average		89.47	90.57	90.37	90.69	90.69
Pr Drop	ECO In ~ SH out	kg/cm ² (BMCR)	34/44	42.4/45.7	46.5/50.7	44.0 (MGR)	44.0 (MGR)
	RH In ~ RH Out		1.9/2.6	1.9/2.4	1.9/2.2	2.72 (MGR)	2.72 (MGR)
Spray	SH	kg/h (NR)	120,000	103,290	160,300 (MGR)	104,400 (MGR)	104,400 (MGR)
	RH (Transition)		30,000	36,900	28,600 (MGR)	17,970 (MGR)	17,970 (MGR)
GAH Leakage (BMCR)		%	5.6±0.56	4.93	5.0	5.3 (MGR)	5.3 (MGR)
Power consumption (BMCR)		kW	8,161± 10%	11,106	9,215	10,288 (MGR)	10,288 (MGR)
Min Stable Load		%	30(NR)	30(NR)	30(MGR)	-	-
Pulverizer Capacity		kg/h	43,375	41,000	65,318	42,905	42,905
NOx(O ₂ 6%)		ppm	583	200	190	154	154
Unburned Carbon		%	-	2	-	-	-

<Table 2-a> Technical Data

Items		Unit	Boryeong #3~6	Taeon #5,6	Yonghung #1,2	Dangjin #5,6	Taeon #7,8
Type		-	1 Pass	2 Pass	2 Pass	2 Pass	2 Pass
Output(MCR)		MW	500	500	800	500	500
SH Out Pr		kg/cm ² .g	255	255	255	255	255
SH Out Temp		°C	541	541	569	569	569
RH Out Pr		kg/cm ² .g	40.8	41.6	41.8	42.0	42.0
RH Out Temp		°C	541	541	569	596	596
Furnace	Width	m	16.5	19.68	19.488	16.128	16.128
	Depth	m	16.5	13.327	19.488	16.128	16.128
	Height	m	103.6	80.9	70.85	72.93	72.93
	Area	m ²	272.3	262.3	379.8	260.1	260.1
	Volume	m ³	12,878	13,691	22,493		
	Weight	Steel Frame	ton	9,777.0	6,300.0		6,447.0
		Pr Part	ton	4,624.4	3,463.2		3,304.6
Heat Load Rate Part	Furnace Area	kcal/ m ² h	4,300,000	4,690,000	4,690,000	4,690,000	4,690,000
	Heat Area	kcal/ m ² h	300,000	200,000	300,000	200,000	200,000
	Volume	kcal/ m ³ h	91,000	84,000	84,000	84,000	84,000
	Burner Area	kcal/ m ² h	900,000	900,000	900,000	900,000	900,000

<Table 2-b> Technical Data

Items			Unit	Boryeong #3~6	Taeon #5,6	Yonghung #1,2	Dangjin #5,6	Taean #7,8
HP Bypass Control VV	Quantity			25%*4	25%*4	25%*4	25%*4	25%*4
	Capacity		kg/hr	430,000	422,500		401,250	
TR Operational Range			-	30 ~90% NR	30 ~90% NR		30 ~90% MGR	30 ~90% MGR
Heat Area	SH		m ²	11,702	10,041		10,041	
	RH		m ²	17,841	13,873		12,248	
	EVA		m ²	3,368	6,013			
	ECO		m ²	10,600	9,355			
Firing Type			-	Tangential Firing	Opposed Firing	Tangential Firing	Tangential Firing	Tangential Firing
Low NOx Burner			-	PM	INPACT	LNTFS	LNTFS	LNTFS
Mill	Type		-	HP 883	MBF 22.5	HP 1103	HP 903	HP 903
	Classifier type		-	Manual	Auto (Rotating)	Auto (Rotating)	Auto (Rotating)	Auto (Rotating)
	Grind Index	200#	%	70	80	80	80	80
		50#	%	98.5	99.0	99.8	99.8	99.8
Amount of Coal (BMCR)			kg/hr	191,486	187,320		179,553	
RH Temp Control type			-	BNR Tilt + Spray	Gas Bias + Spray	BNR Tilt + Spray	BNR Tilt + Spray	BNR Tilt + Spray

※ PM : Pollution Minimum

INPACT : IHI NOx Preventing Advanced Combustion Technology

LNTFS : Low NOx Tangential Firing System

提昇輸電網路供電可靠度之做法與管理作為

報告人：嘉南供電區營運處

蕭勝任

壹、前言

本次赴韓電考察主要架空線路著重在提高既有輸電線路送電容量及線路維護，地下電纜著重於電纜維護機制、偵溫設備、潛盾洞道接地、海底電纜及新技術超導體電纜等。由於在高能源價格時代，輸電網路供電可靠扮演重要角色。故韓電早在10幾年前即提高線路電壓等級，強化環路供電系統，住戶以220V受電。有鑑於本公司供應台南科學園區的4條345KV地下電纜線路於92 年4月起陸續加入系統運轉至今，已發生7次事故；17次異狀，影響南部科學園區供電品質，廠家蒙受損失抱怨連連。故對於未來本公司如何強化輸電網路供電可靠等維護機制是相當重要。

韓電目前輸電系統運轉電壓等級有345KV、154KV 地下電纜系統，345KV 方面有OF電纜及XLPE電纜，長度達221回線公里，架空輸電線路已建設765kV等級，藉由本次參訪，特別進入深約50M「新永登浦線地下電纜洞道」及參訪海底電纜變電所，學習該公司施工運轉維護各方面之經驗，以作為本公司作業之參考，提昇供電品質及公司形象。

貳、考察內容

一、韓國電力公社輸電網路供電概況

韓電其經營現況如表 1，主要輸電網路係由 765kV、345kV、154kV、69kV 及 HVDC 180kV 等線路所構成之輸電環狀網路，其電力系統圖如圖 1 所示，其送電設備概況由表 2 可見其主要輸電網路系統以 345kV 及 154kV 為主，民生用電最小電壓等級為 220V。故韓國電力公社因輸電為環狀網路，故輸電線路發生跳脫事故極少，影響民生用電甚小。韓電另架設一條 154kV 輸電網路供應北韓，其北韓所繳交費用比照南韓國內浮動電價機制。

表 1 韓電經營現況

區分	單位	內容
販賣電力量	百萬 KWH	348, 719
最大電力	MW	58, 944
平均負荷	MW	43, 513
負荷率	%	73. 8
送配電損失率	%	4. 02
發電設備	MW	65, 514 (100%)
-水力		5, 485 (8. 4%)
-火力		42, 073 (64. 2%)
-核能		17, 716 (27. 0%)
-其它		240 (0. 4%)
需用戶數	千戶	17, 624
作業員數	名	20, 396
每人販賣量	千 KWH/人	17, 097



圖 1 345KV 以上電力系統圖

表 2 送電設備概況

2007 年 6 月底

電壓等級 (kV)	線路長度(C-KM)			支持物(座)		
	架空線路	地下電纜	合計	鐵塔	其他	合計
765	755		755	748		748
345	8,063	221	8,284	10,842	10	10,852
154	17,564	2,219	19,783	25,943	281	26,224
66	477	3	480	1,016	1,007	2,023
HVDC 180kV	30	202	232		617	617
合計	26,889	2,645	29,534	38,549	1,915	40,464

二、345kV XLPE 電纜、附屬設備及通風冷卻系統等維護檢測機制

韓電目前 345kV 地下電纜為 OF 電纜及 XLPE 電纜如表 3，XLPE 電纜運轉至今未發生事故，其地下電纜大部份集中於大都會區如首爾、斧山等，大部份電纜為洞道，目前韓電設計電纜洞道皆無冷卻系統，僅設計通風設備，借本次考察機會，特別進入離地下深約 50M 之「新永登浦線地下電纜洞道」，該電纜建造日期為 2002 年 10 月~2003 年 6 月，正式加入系統為 2003 年 6 月 20 日，由永登浦變電所至永西變電所全長洞道為 9.8 公里如圖 2 所示；洞道直徑為 3.5M 並穿越漢江。目前洞道內佈設 154kV 二回路；345kV 二回路如圖 3 所示。而電纜潛盾洞道推進孔即為變電所地下室，可減少變電所使用面積，故要進入電纜洞道需爬樓梯 15 層如圖 4 所示。

表 3 345kV 地下電纜

線路名稱	回線數	起點	終點	線路長度 (KM)	回線長度 (KM)	電纜種類	規格 (mm ²)
新城東	3	漢金 S/S	城東 S/S	16,709	50,123	OF	2000
新中部	2	中部 S/S	香洞 C/H	7,725	15,450	OF	2000
新良才(B)	2	新良才 S/S	果川 C/H	8,982	17,964	OF	2000
新永登浦	2	永西 S/S	永登浦 S/S	9,800	19,600	XLPE	2000
新富平	3	新富平 S/S	西仁川 C/C	17,089	51,267	OF	2000
南釜山	3	北釜 S/S	南釜山 S/S	21,977	65,930	OF	2000
合計	15			82,281	220,334		

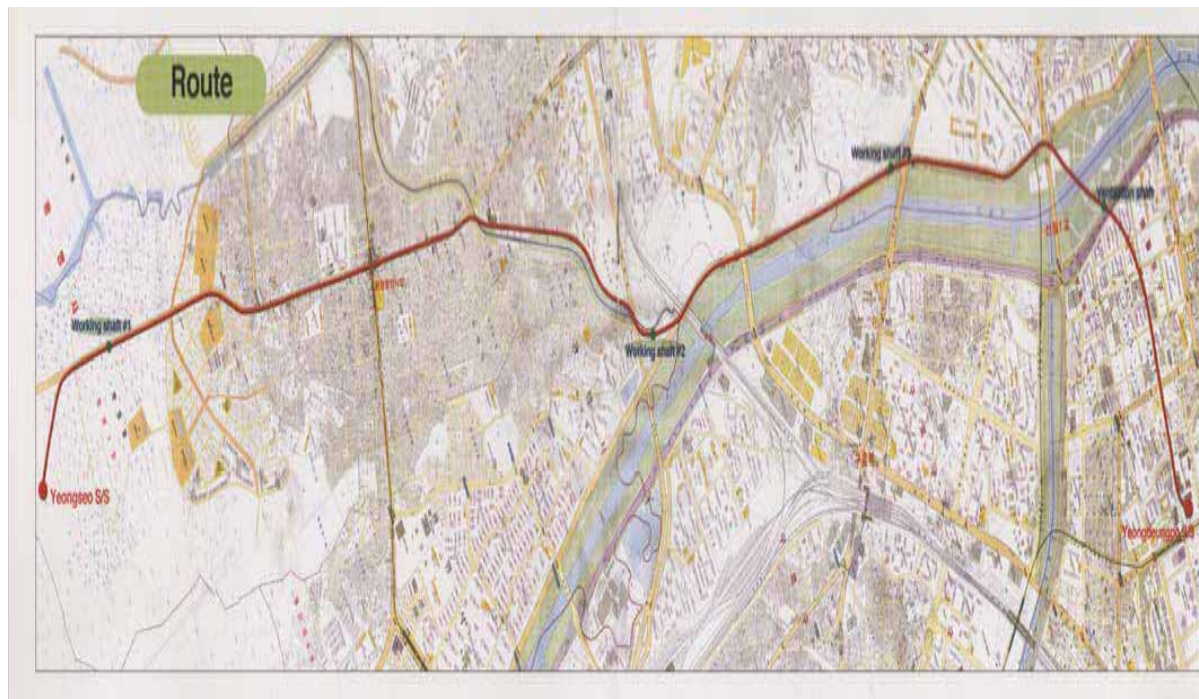


圖 2 345KV XLPE 地下電纜新永登浦線路徑



圖 3 電纜洞道配置圖



圖 4 進入電纜洞道需爬樓梯約 15 層

進入新永登浦線地下電纜洞道其電纜系統圖如圖 5 所示，可發現其靠近兩側變電所之交錯接地區間（絕緣接續匣直接串接 SVL 後再交錯），而絕緣接續匣再串接 SVL 後接地，其餘交錯接地區間則絕緣接續匣直接串接

SVL 如圖 6 所示，並未再接地，僅有普通接續匣採直接接地。經與韓電研討結果，韓電最早其電纜接地系統設計方式採用與本公司相同，即絕緣接續匣透過 XB 之 CCPU（電纜被覆保護裝置）做交錯接地再接地，但經過幾次電纜發生事故後，檢討改變此接地系統方式與日本中部電力株式會社所提接地系統相似，值得本公司重新檢討電纜接地系統方式，避免 CCPU 之箱因人孔內積水造成 CCPU 內積水使其內部 SVL 絕緣破壞而導至電纜遮蔽層形成直接接地現象，造成電纜遮蔽層循環電流加大，易導致電纜被覆絕緣破壞，造成電纜事故率增大。

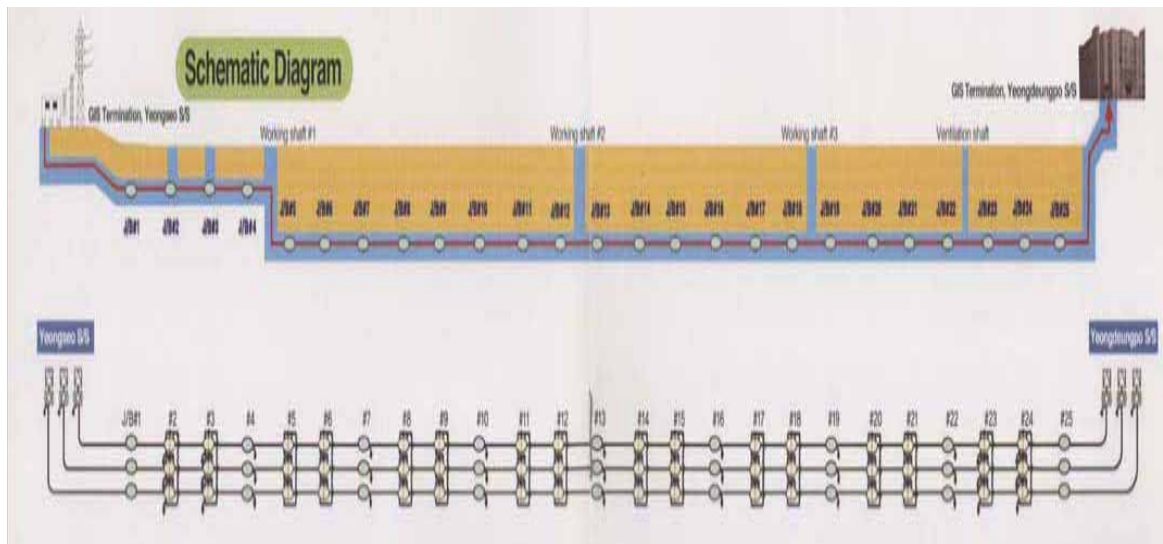


圖 5 新永登浦線地下電纜隧道其電纜系統



圖 6 絕緣接續匣直接串接 SVL 再做交錯接地

韓國電力公社其電纜長度每區間約 450M，目前仍未採用長尺化，其原因係考慮運輸道路大部份延漢江兩側屬高架橋道路，受制於運輸載重量問題。遮蔽層感應電壓限制值為 100V，故電纜遮蔽層感應電壓值皆在 100V 內，CCPU 未做任何保護，但在電纜處接懸掛警示標誌及標示逃生標誌如圖 7 所示。在設計潛盾洞道時已考慮電纜接續匣位置施工一併埋設接地銅棒做為接地用且並未滲水如圖 8 所示，值得本公司學習之處，在此有助於能改變輸變電工程處設計洞道觀念，也有助於降低電纜接續匣之暫態突波。



圖 7 電纜處接懸掛警示標誌及標示逃生標誌



圖 8 潛盾洞道埋設接地銅棒做為接地用並未滲水

韓國電力公社對於345KV XLPE 電纜施工品質之管制，完全由電纜製造廠商（韓國國內廠商）負完全責任，目前運轉中之兩回線分別由韓國兩家電纜製造廠商負責，施工過程中，全程拍攝VCR 存證。由於材料製造及施工由同一廠商負責，對於品質要求一致、責任明確、品質之管制可符合一定標準。在345KV電纜施工品質確保方案，不論在電纜布設工作中，如布設後防蝕層狀態檢查、電力洞道蛇形配置作業、管路口防水處理、cleat 設置、電纜曲率校驗，在直接接續中之接續匣設置位置之確認，電纜整直、絕緣體之檢查、鋁遮蔽層之切除、傾斜面處理、Sleeve 壓接、Spring Unit 插入壓力測定，防蝕作業，以及電纜終端處理，或與GIS 設備連接，均有明確之點檢表，當然對於施工過程中所有環境管制條件，如灰塵管制、濕氣管制、污染管制等等均有明確之查檢表。施工完成，必須進行AC 耐壓試驗及部分放電試驗，其試驗標準如下：

1、AC 耐壓試驗：以額定電壓加壓24 小時。

2、部份放電試驗：使用：External Al foil Electro 及示波器放電量低於10pc~30pc。

經考察交流，得知永登浦輸電部門現場技術人員計 8 名，主要維護約 4 個電纜洞道之平時每週巡洞道 1 次，其維護與點檢工作如表 4 所示。韓電力已和國內電纜廠家訂定長期契約，若電纜發生事故，則由電纜廠家立即進場修復工作，可節省一些電纜備料成本及施工工具之投資。

表 4 345kV 電纜維護基準

點檢種類	點檢週期	點檢項目	備註
初期點檢	1次	電纜及接續匣	加入系統後 7日內
電纜接續匣 SVL點檢	1次/6月	接續匣測溫 SVL洩漏電流測定	紅外線測溫器 Hook-on meter
接續部位點檢	1次 / 年	C/H Lead線連結點是否 過熱	紅外線測試器
電纜頭及SVL 點檢	1次/3年	C/H絕緣劣化，套管布拭	Doble Tester
防蝕層絕緣電 阻測定	必要時	防蝕層絕緣電阻測定	10 KV Tester
部份放電測定 (PD測定)	1次 /3年	接續匣 (IJ, EBG) 內是否 部份放電	初期值管理 PD測定器
一般巡視	1次/週	接續匣、SVL及通風、照 明設備、抽水馬達	

三、345kV XLPE 電纜接頭是否有裝設部份放電儀器做線上偵測？

韓國電力公社對於345KV電纜並未裝設On-Line部份放電監測系統，係考慮費用極高，若定期量測電纜接續匣之遮蔽層，發現洩漏電流逐次升高時，則安排實施部份放電試驗，其試驗標準使用：加高週波External Al foil Electro 及示波器放電量低於10pc~30pc。其部份放電測試方法如圖9~圖10所示。

PD測試系統

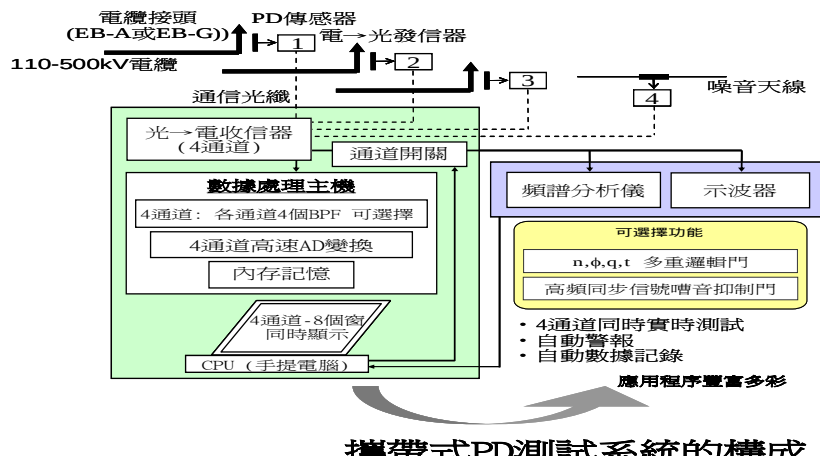


圖 9 部份放電測試系統

由金屬薄膜和金屬護套形成耦合電容

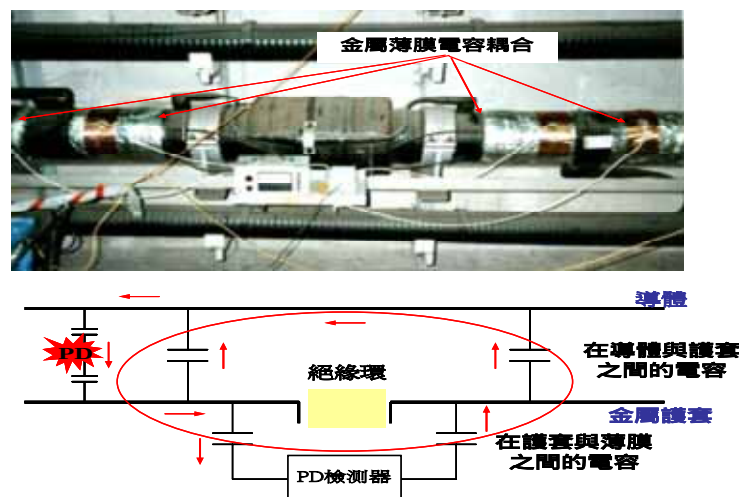


圖 10 由金屬薄膜和金屬護套形成耦合電容

四、345kV XLPE 電纜是否有裝偵溫系統 (DTS) ？

韓國電力公社對於 345KV 電纜在 2005 年起開始安裝電纜安裝偵溫系統 (DTS) 可量測電纜表面溫度及洞道溫度，在洞道內電纜每回線採用三角形排列，其光纖裝設於最上層電纜表面並由塑膠蓋住以，新永登浦線地下電纜洞道而言如圖 11 所示，而在接續匣處則每條電纜表面皆有裝光纖如圖 12 所示。另裝設 DRS (動態範圍系統) 做為即時量測電纜表面溫度分佈情形。

此種裝設系統係由 J-Power 施設，但本公司新嘉民~南科一二路全線每條電纜皆裝設光纖。經洽韓國電力公社輸變電部長稱其 DTS 確有其效果，值得本公司重新檢討電纜 DTS 成效之處。



圖 11 光纖裝設於最上層電纜表面並由塑膠蓋住



圖 12 接續匣處則每條電纜表面皆有裝光纖

五、345kV XLPE 電纜是否有裝設差流電驛系統（DPS）？若有裝設時是否與系統復閉回路連接？

韓國電力公社對於 345KV 電纜系統有裝差動保護電驛系統，對電纜而言因屬全線為地下電纜，故未在電纜裝設差流電驛系統（DPS）。

六、345kV 級 XLPE 電纜氣封型電纜終端匣之氣室與電纜遮蔽層間是否裝設突波吸收器（SVL）？其 SVL 規格是如何？

韓國電力公社對於 345KV 新永登浦線地下電纜在新永浦變電所之氣封型電纜終端匣之氣室與電纜遮蔽層間裝設突波吸收器 (SVL) 如圖 13 所示，而其規格如表 5 及表 6 所示，另平常量測 SVL 洩漏電流基準如表 7。



圖 13 新永浦變電所之氣封型電纜終端匣裝設 SVL

表 5 SVL 規格

系統電壓(kV)	345kV
額定電壓 U_r (kV)	5
連續操作電壓 U_c (kV)	4

表 6 SVL 放電能量規格

額定電壓 U_r (kV)	放電等級	放電能量
5	2	須在 22kJ 以上

表 7 量測 SVL 洩漏電流基準

製造者	刻度範圍	正常值
HITACHI	0~10mA	0.4mA
MEIDENSHA	0~50mA	0.5~2.0mA
E. M. P	0~30mA	2.0mA
OHIO-BRASS	0~22mA	2.0mA
ABB	0~20mA	1.0mA

七、參訪海底電纜設施及運轉機制

由於濟州島已被韓國政府列為特別行政區，濟州島已開發為觀光事業，其特色強調濟州島的三多與三無。三多是：女人多、石頭多、風多。三無是無大門、無乞丐、無賊，且家家戶戶門前設有石頭爺爺（俗稱土地公）。因觀光事業蓬勃發展，其用電量驟增，韓國電力公社為確保濟州島供電需求及確保供電安全，正進行擴建風力發電機組設備如圖 14 所示，但由於風力發電輸出頻率及供電量不穩定，且若興建火力電廠又受當地民眾抗爭，有礙觀光事業之推展。故從韓國本島之南昌變電所以海底電纜 DC±180kV；150MW x2，二回路供應濟州島供電需求如圖 15 所示，並自動控制調解負載需求量，其二回路海底電纜平常僅一回路供電，另一回路備用，海底電纜約承擔 50MW，其構造如圖 16 所示，另 DC 轉 AC 所需設備如圖 17 所示，採用屋內室其使用面積含控制室僅佔地 50m x 60m 與本公司興建 D/S 變電所相當。另韓國電力公社正規劃之二回路海底電纜中，值得本公司學習之處。



圖 14 正進行擴建風力發電機組設備

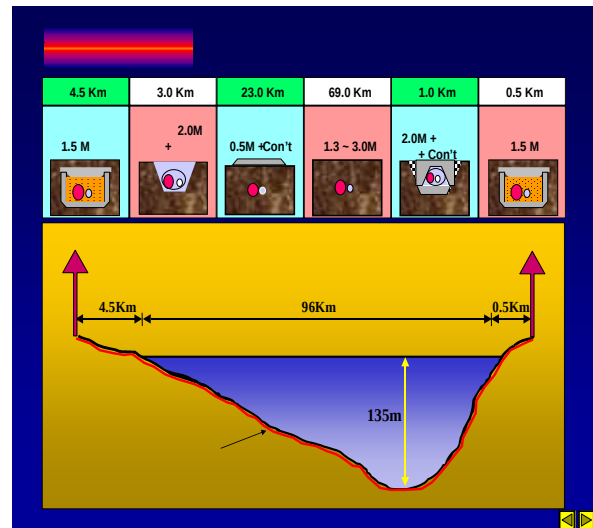


圖 15 二回路供應濟州島供電需求



圖 16 海底電纜及通訊電纜構造

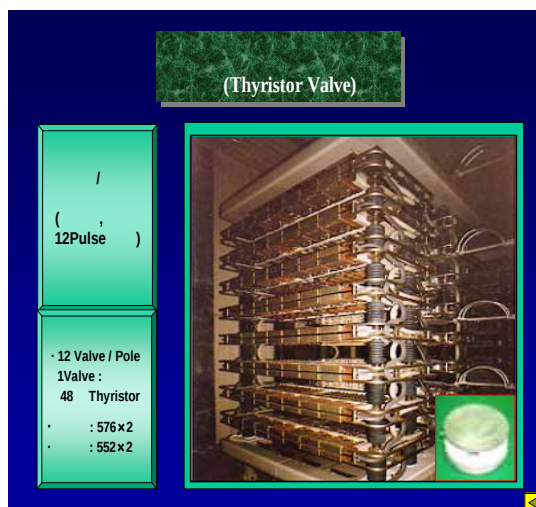


圖 17 DC 轉 AC 所需設備如

八、提昇輸電電纜網路送電容量及強化供電可靠

日前，韓國電力公社電力研究院（KEPRI）全球首先引進超導電纜系統。該工程由住友電工生產、交貨及安裝等工作已全部結束，並順利通過了竣工試驗。在韓國隨着以城市地區為中心的電力消耗的不斷增加，增強輸配電設備、提高供電系統可信性已經成功。作為未來解決輸配電網路瓶頸方法之一，對於超導電纜實用化的期待日益增高，因為超導電纜與原有電纜相比，外徑較細，比較超導體電纜與傳統電纜（700MVA/3 回路）之用地面積如圖 18 所示，可輸送超過原有電纜容量的電力。

此次韓國引進超導電纜系統係由三芯型電纜、終端和冷卻系統構成，如圖 19 及圖 20 所示，規格如下：電纜長度 100 米、交流電壓 22.9kV、電流 1250A。該電纜採用住友電工生產研發的“加壓燒成法”生產的鉍系超導電線。KEPRI 計劃在今後 2 年中發展與超導電纜系統運轉有關的各種研究，並擬朝向實用化的試運轉及維護技術的研發，值得本公司學習。

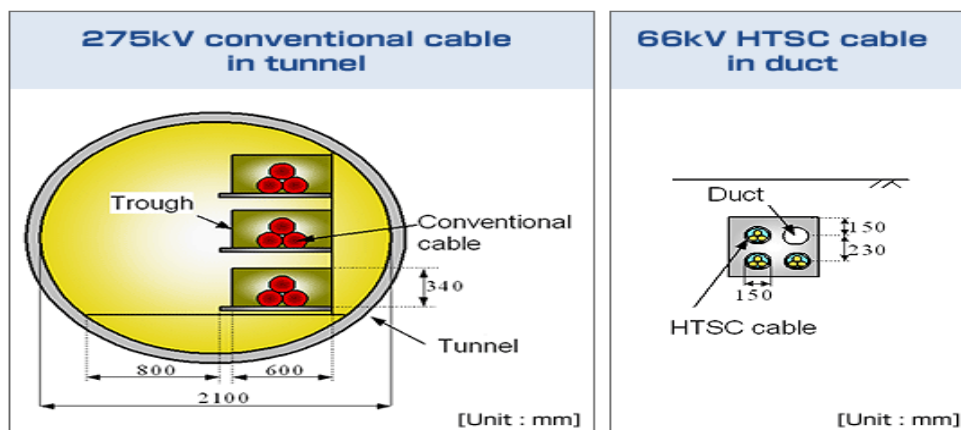


圖 18 比較超導體電纜與傳統電纜（700MVA/3 回路）之用地面積



圖 19 洞倒內電纜敷設情況



圖 20 超導電纜的終端

九、採用航空實施架空輸電線路維護機制：

韓國電力公社對於航空實施架空輸電線路維護機制，有一套嚴謹機制，值得本公司參考，其重點如下：

1. 航空巡視：參考航空巡視及檢查中的規定

- (1) 預防巡視：1次/每周以上(根據危害程度必要時可以增加巡視次數)
- (2) 特別巡視：解冰期、颱風季節及其他必要時
- (3) 故障巡視：發生時
- (4) 永久故障：發生後立即進行巡視
- (5) 瞬間故障：考慮巡視情況，由設備運營事務所所長決定巡視時期後進行巡視
- (6) 局部巡視：必要時

2. 航空巡視及檢查

- (1) 單價合約：航空巡視及檢查也航空公司進行單價合約。總部主管部門在12月之前簽署下一年航空巡視及檢查的單價合約，並通報給設備管理事務所。單價合約中應包括的業務範圍如下：
 - (a) 送電線路的航空巡視及航空檢查；
 - (b) 故障巡視及特別巡視；
 - (c) 為恢復電力設備故障的材料、工具、人力的運輸及業務聯絡；
 - (d) 發生洪水、暴雪等緊急情況時的航空巡視及檢查；
 - (e) 其他總部主管部長認為需要航空運輸的業務。
- (2) 航行路線：航空巡視及檢查航線的選擇由總部主管部門決定。但非常時期除外。航空巡視及檢查航線為了飛機的適當飛行及縮短飛行路程分為中部地區及南部地區。地區分類如下：
 - (a) 中部地區：首爾、南首爾、水源、堤川、大田電力管理處管轄地區；

- (b) 南部地區：光州、大邱、釜山、昌原電力管理處管轄地區。
- (3) 航空巡視：航空巡視是發生因颱風、豪雨、暴雪等導致送電設備損壞的緊急情況時，為了迅速了解設備損壞程度及周邊地形的變化等而進行的巡視。
- (4) 對象線路的選定：經過颱風、豪雨、暴雪的地區的線路為對象由設備管理事務所選定。但765kV送電線路則考慮設備的重要性穩定期間內（點交接後3年）持續執行。
- (5) 巡視方法：345kV以上送電線路：往返巡視；154kV以下送電線路：單向巡視。
- (6) 航空巡視員應該攜帶雙筒望遠鏡、送電線路經過地形圖、筆記工具等，對電線及架空地線、金屬類絕緣體、電線附著物等有無異常和周邊地形的變化、建造物的新建擴建等進行仔細的巡視。
- (7) 航空檢查：為了預防電線的斷線故障，將紅外線熱像儀（Thermovision）載於直升機上檢查接線點是否過熱的工作。
- (8) 檢查週期：航空檢查線路的檢查週期以每年進行2次（上、下半年各一次）為原則。下半年則對夏季及冬季時期送電線路利用率超過70%的線路進行檢查。
- (8) 檢查時期：以上半年為5月的第一周、下半年為9月的第一周為原則，遵從總部主管部長的決定。
- (9) 飛行機種：航空檢查用飛機應該是適合搭載紅外線熱像儀及進行檢查作業的機種，並且應該是為了便于搭載紅外線熱像儀經過交通部相關機構修理改造后的機種。
- (10) 檢查結果措施：委托企業在航空檢查結束後分析接線點是否過熱，並將其結果向有關事務所通報。設備運營事務所針對過熱

的接線點製定維修計畫並採取措施，對可能發生斷線的緊急地點應採取停電作業或活線by-pass等適當措施。

(11) 航空巡視・檢查方法：

765kV：順航（檢查），回航（巡視）

345kV：順航（檢查），回航（巡視）

154kV：透過同一經過地區回航時 順航（檢查），回航（巡視）

透過其他線路回航時 順航（巡視和檢查同時進行）

(12) 特別飛行：根據飛機飛行由總部主管部長決定。但如發生緊急情況可以由設備運營事務所所長決定進行飛行。

(13) 飛機具備條件及作業員資格：飛機應具備在山地未著陸的情況下，可以送下裝載物品及作業員的設備。飛機應該可以運輸500kg負重物品（木柱為12m標準）。飛機作業員的直升機操作經驗應該超過2000小時。

(14) 飛行速度：飛機的飛行速度如下。但為了更佳精確的觀察及檢查設備巡視員或檢查員要求時應該停止或低速飛行。

(a) 一般巡視：50km/Hr

(b) 特別巡視：70km/Hr

(c) 航空檢查：50km/Hr

(d) 非搭乘：200km/Hr（5人乘標準）

(e) 航空巡視安全將距離：

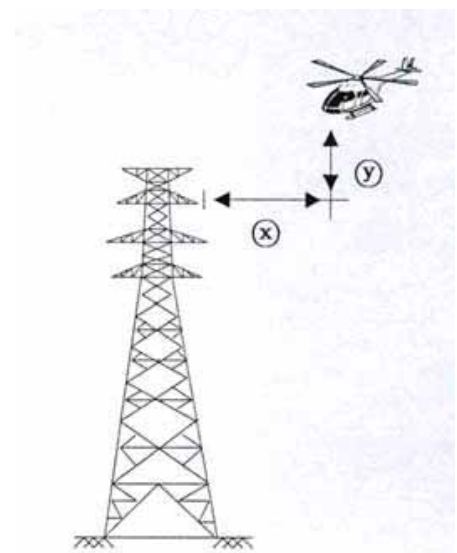
154kV送電線路：

距上端電線水準距離20m (x)

距上端電線垂直距離15m (y)。

345kV送電線路：

距上端電線水準距離20m (x)



距上端電線垂直距離20m (y)。

765kV送電線路：

距上端電線水準距離40m (x) 圖21 直昇機巡檢與輸電線路距離

距上端電線垂直距離40m (y)。

航空檢查（包括同時進行的巡視）安全間隔距離：距電線30m
（765kV送電線路為40m）。

（15）飛行中止條件：風速達到10m/s以上；能見度為1000m以內；雲的高度距地表304.8m (1000ft) 以內；因雨雪天、霧等氣象情況的惡化，設備運營所所長或飛機作業員判斷無法飛行；航空檢查時因大地溫度上升檢測人員判斷無法對接線點是否過熱進行檢查。

十、架空輸電線路維護機制

韓國電力公社對於架空輸電線路維護機制，送電設備的檢查週期如表8，送電設備的檢查週期可以根據設備的老化程度、故障發生實績、線路的重要性及停電條件等有設備運營部長進行調整。其檢查方法送電設備的檢查可以根據檢查方法及設備的特性，選擇停電或通電等合適的方法進行，各檢查種類的檢查對性及項目如表9及表10所示。

表8 送電設備的檢查週期

檢查種類	檢查週期	備注	
初期檢查	1 次	從通電之日起 1~2 年內	
定期檢查	1 次/2 年	普通接點	
	1 次/1 年	地下鐵、鐵路、高速國道、城市、長距離接點、其他重要接點	
精密檢查	1 次/5 年		
特別檢查	必要時		
航空障礙燈檢查	2 次/年	第一次在下限或下限結束時進行 燈具工作狀態 6 次/年進行確認（各種巡視、檢查時一同進行）	
間隔器及制震器檢查	必要時		
電線接觸點檢查	345kV 以上	1 次/年	對重負荷線路增加執行 發電所連接線路 1 次/年
	154kV 以下	1 次/2 年	

電線接觸點離心測定	必要時		
接地電阻測定	1 次/3 年	雷擊故障接點立即執行 最初測定在初期檢查時	
不良絕緣礙子檢查	1 次/5 年	普通線路 國產絕緣礙子如下進行 偏差期限到期 1 年前 Call Back 期限到期 1 年前 此後每 5 年進行一次	
	1 次/3 年	產生不良絕緣體的線路及可能產生不良絕緣體的線路	
針對自然災害的檢查	1 次/年	針對颱風的檢查在 4~6 月；針對冰雪災的檢查在 9~11 月中，一年進行一次 颱風及冰雪災重複檢查的設備 2 次/年 颱風及冰雪災檢查設備省略定期檢查	
1 次檢查	山地下鐵塔定期檢查	1 次/2 年	所有鐵塔檢查。但，周遭穩定 1 次評估結果為 C、D 的鐵塔 1 次/年
	山地下鐵塔預防檢查	必要時	
2 次檢查	山地下鐵塔特別檢查	必要時	對周遭穩定 1 次評估結果為 D 的鐵塔的檢查
河川鐵塔定期檢查	1 次/2 年	所有鐵塔檢查	
河川鐵塔預防檢查		必要時	

表9 各檢查種類的檢查對象及項目

檢查種類	檢查對象	檢查項目	檢查記錄
初期檢查	新設線路	附表#12 的定期、精密檢查項目 絕緣體、間隔器及制震器等平時 充電部：電量檢查 擰緊鐵塔螺絲及選擇螺母 電線接點檢查	
定期檢查	全體設備	附表#12 的定期檢查項目	
精密檢查	全體設備	附表#12 的定期檢查項目 鐵塔螺絲類：5~10%選擇檢查 絕緣體、間隔器及制震器等平時 充電部位：電量檢查	
特別檢查		必要設備	必要的檢查項目
航空障礙燈檢查	全體設備	定期檢查項目中航空障礙指示燈 檢查項目	
墊板檢查	全體設備	精密檢查項目中墊板檢查項目	
電線連接點檢查	全體設備	壓縮引流夾鉗及壓縮套管、維修 套管是否過熱	
電線連接離心測定	必要接點	根據架空送電線路施工質量檢查表	
接地電阻測定	全體設備	架空送電線路支撐物接地標準（設計標準-1101）	

不良絕緣礙子檢查	必要設備	根據不良絕緣礙子檢查的規定	
針對自然災害的檢查	必要設備 （注）	定期檢查項目 鐵塔螺絲類：5~10%選擇檢查	
山地下鐵塔定期檢查	全體設備	根據山地下鐵塔維護管理指南	
山地下鐵塔預防檢查	必要時	根據山地下鐵塔維護管理指南	
山地下鐵塔特別檢查	必要時	根據山地下鐵塔維護管理指南	
河川鐵塔定期	全體設備	根據河川鐵塔維護管理指南	
檢查			
河川鐵塔預防檢查	必要時	根據河川鐵塔維護管理指南	
(注) 針對自然災害的檢查對象設備 正對颱風的檢查：Ⅰ、Ⅱ地區送電線路 針對冰雪的檢查：多雪地區的送電線路 針對其他自然災害的檢查必要接點			

表10 送電線路巡視檢查項目

區分	調查項目	調查內容	巡視種類	
			徒步巡視	航空巡視
送電設備	鐵塔、吊柱、管型柱等	傾斜、附件的變形、脫落、腐蝕等	○	○
	水泥柱、木柱	傾斜、斷裂、破損等	○	
	基礎、保護設備	崩潰、破裂、下沉等	○	
	地線類	斷線、地線斷線、腐蝕、張力不足等	○	
	絕緣類	破損、斷裂、彎曲痕跡等	○	○
	金屬類	腐蝕、變形、脫落、螺絲鬆動等	○	○
	電線類	斷線、移位變化等	○	○
	航空障礙燈	是否點燈、破損等	○	
	航空障礙指示口	脫落、破損、螺絲鬆動、退色等	○	○
	接地設備	埋設地線裸露、腐蝕、斷線等	○	
	表貼類	退色、腐蝕、脫落、損壞等	○	○
設備環境	樹木	相隔距離、倒塌危險等	○	○
	乾燥物、工作物	新建擴建、接近狀態等	○	○
	新設道路、整理耕地等	地形變換引起的設備損壞	○	○

	重裝備	連接重裝備	○	○
其他	巡視道路	有無通行障礙	○	
	危害原素	其他设备危害事項	○	○

十一、架空輸電線路礙子絕緣管理

韓國電力公社對於位在工業區或鹽霧害地區，以停電或活線方式清洗礙子，目前尚未雇用直昇機實施礙子清掃。關於使用礙子方面從韓國本島及濟州島之配電線路耐張陶瓷礙子大部份採用聚合礙子，而154kV輸電線路部份採用聚合礙子，至於345kV及765kV架空線路仍以陶瓷礙子為主。

（一）污損等級區分：附鹽密度的耐污損等級如表11，海岸距離別污損等級如表12。

表11 附鹽密度的耐污損等級

單位：mg/cm ² 污損等級	乾淨地區	A地區	B地區	C地區	D地區
詳細等價附鹽 密度	0.03	0.03~0.063	0.063~0.125	0.125~0.25	0.25~0.5

表12 海岸距離別污損等級如

海岸距離別污 損級 海岸別	乾淨地區	A地區	B地區	C地區	D地區
東海	5.7km以上	3.3km~5.7km	2.0km~3.3km	1.2km~2.0km	0~1.2km
西海	20.2km以上	9.5km~20.2km	4.8km~9.5km	2.4km~4.8km	0~2.4km
南海	5km以上	2.5km~5.0km	1.35km~5km	0.7km~1.35km	0~0.7km
濟周島	16.5km以上	8.0km~16.5km	4.1km~8.0km	2.1km~4.1km	0~2.1km

3. 污損等級的適用

（1）污損等級的適用以表11的附鹽密度的污損等級為基準，無法適用此基準時以表12的海岸距離別污損等級為基準。

（2）煤煙、粉塵的地區別污損等級根據以下的原則運營，但設備運營部可以根據各地區狀況及以往數據調整破損等級。

- a. 煤煙地區別：特別市及廣域市：A ；其他市、郡、區：乾淨
- b. 工業區域別：輕工業/金屬工業地區：B ；重工業/金屬工業地區：C ；石油化學工業地區（蔚山）：D ；化學工業地區（其他）：C
- c. 粉塵地區別：水泥製造地區：B ；採石場地區：B ；石頭加工地區：B ；儲炭場地區：B

4. 污損管理臨界值：如果現場已設置懸掛絕緣礙子，可以測量附鹽密度時以設計污損度（設計等價附鹽密度臨界值） $0.03\text{mg}/\text{cm}^2$ 的50～70%為污損管理臨界值進行絕緣礙子清理。

5. 絕緣礙子清理週期：絕緣礙子清理週期如表13。但設備運營部部長可以根據絕緣礙子的污染狀況做調整清理。

表13 絕緣礙子清理週期 （單位：回/年）

污損地區 電壓別	乾淨地區	A地區	B地區	C地區	D地區
154kV以下	必要時	1	2	<u>2</u>	<u>2</u>
345kV	必要時	1	1	2	2
光州、釜山、昌源、濟洲分公司的154kV以下C，D地區線路增加1回執行；水絕緣礙子清掃及斜線擦手清掃週期					

6. 有煙塵害引起的故障發生實績的地區，發生故障隱患的地點或因颱風等導致快速污損的地區，根據各地區的污損特點增加實行。

7. 因颱風、海嘯等有快速污損隱患時讓活線絕緣礙子清掃小組，在附近事務所等待，如發生快速污損立即對絕緣礙子進行清掃，以預防設備故障。

十二、提昇架空輸電網路送電容量以強化供電可靠

韓國電力公社對於既有輸電網路，逐年將導線更換更換為STACIR（超耐熱鋼心鋁線），優點可維持現有弛度、送電容量提高2~3倍如圖22所示，以降低線路投資成本及環境之衝擊，其構造如圖23所示。另將跨越漢江、

鐵路、快速道路及人口密集地區，則將架空地線裝設航空障礙球如圖24所示，以確保輸電網路之安全，值得本公司學習。

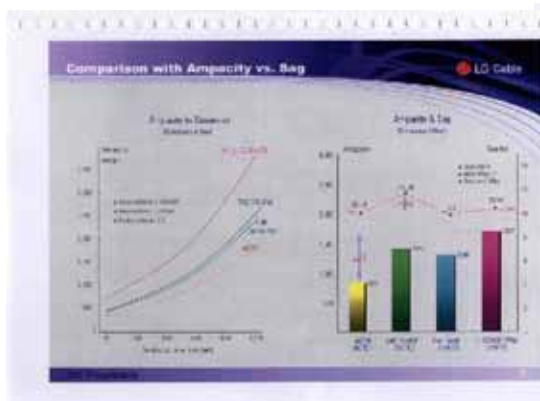


圖22 STACIR與ACSR送電容量比較



圖23 STACIR構造

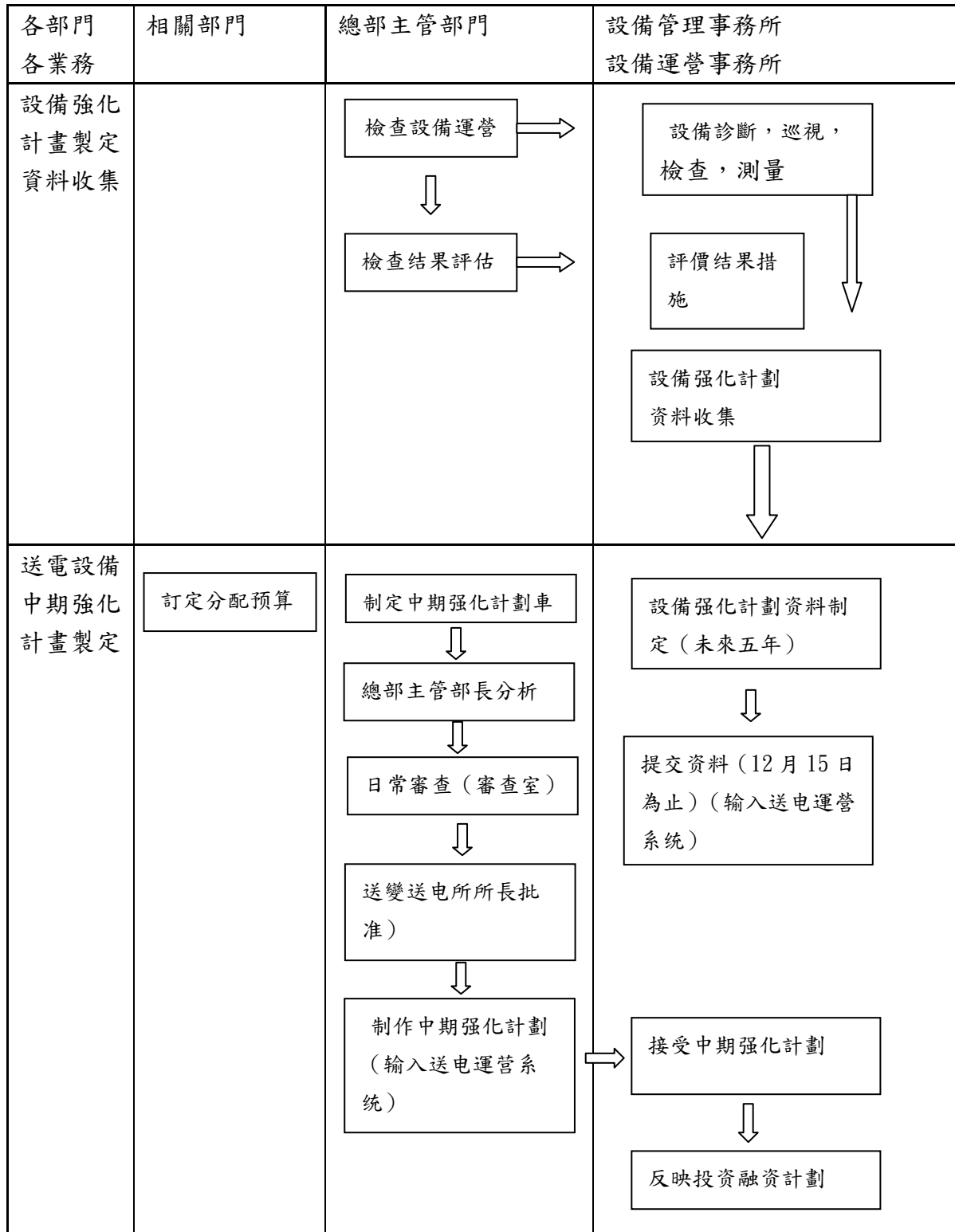


圖24 架空地線裝航空障礙球

十三、輸電網路管理作為

韓國電力公社對於經營輸電網路，皆制定中期強化計畫業務、送電設備強化事業優先順序決定工具、老舊送電設備更換事業、易損送電設備強化事業等措施，值得本公司學習。

(一) 中期強化計畫業務制定流程圖



(二) 送電設備強化事業優先順序決定工具

1. 採用優先順序時應考慮的事項

是為了決定單位事業的優先順序的標準，就算超過事業對象選擇標準分數也不一定要立即進行所有失業；考慮相關事務所的情況和投資效

率，製定中長期投資計畫的優先順序時用於參考資料。

2. 決定優先順序參考資料

(1) 投資費用及故障損失效果比較金額

電力供給障礙費用：當客戶需要電力時，如果發生無法提供使客戶滿意的電力，將經濟社會活動及日常生活中的各種影響進行貨幣等價化，供應障礙費用使用金額：3.6\$/kwh (KERI 1998年7月/平均電力費用單價的40.1倍)

(2) 電力供求事業（最優先投資）

a. 對象事業：現有送電線路容量擴大事業（**電線更換 ACSR → STACIR/AW**）

b. 對象線路：臨近線路發生故障時電力供給受限線路及過負荷線路

3. 針對自然災害的送電設備強化事業：為預防鐵塔倒塌或損壞的後繼事業

(1) 颱風易損鐵塔強化：預防颱風及強風引起的鐵塔倒塌及損壞；

(2) 冰雪災害易損鐵塔強化：預防冰雪覆蓋導致的鐵塔倒塌及損壞；

(3) 鐵塔基礎強化：用無基混凝土或強化土壤基礎的方法預防鐵塔倒塌。

4. 全部實行事業（無先后順序）

(1) 颱風易損鐵塔強化

－ 利用設計標準修訂（1987年6月）以前的標準設計的 I、II 地區強度不足的鐵塔。

(2) 冰雪災害易損鐵塔強化

－ 多雪地區鐵塔中利用其他地區條件設計的強度不足鐵塔。

(3) 鐵塔基礎強化工程

－ 1988年6月之前施工的無基混凝土基礎及土壤基礎業

(4) 優先順序

評價項目	分數	優先順序換算分數					備注
負荷率	10	50%以上	40%以上	30%以上	20%以上	10%以上	每 1%負荷率相當於 0.2 分
		10	8	6	4	2	
災害原因	30	災害實績	災害隱患	災害預防			
		30	25	20			
送電電壓	10	345kV	161kV	69kV			
		10	8	5			
供給能力	10	4 導體	2 導體	單導體			
		10	8	5			
停電原因	40	單一系統	環類系統				
		40	30				
合計	100	※ 但，具有特殊目的及緊急事業優先反映					

事業優先順序決定要素

負荷率（10分）：雙回路中1回路發生故障時，負荷交換界點負荷率以50%為標準；

災害原因（30分）：發生損壞或可能發生損壞的地點（緊急、一般、輕度）災害實績（30分）：包括因自然災害發生過倒塌或損壞（包括基礎）的鐵塔及損

壞鐵塔5km半徑內的其他送電線路鐵塔；

災害隱患（25分）：超過設計標準風速觀測地點半徑5km以內的鐵塔；

災害預防（20分）：為預防災害必要的如下鐵塔：左右跨距比為2以上的鐵塔，長跨距（標準跨距+250m），橫越山谷、湖水、海洋等具有異常風壓及冰雪害隱患的地區橫越兩側支撐物及最接近的支撐物，橫越鐵路、軌道交通、高速國道、往返超過4車道的道路及主要

施工物體的地點。

※上述採用的‘半徑5km’可以根據地形情況等有所加減后適用

送電電壓（10分）：送電系統的重要度（345kV，154kV，66kV）

供應能力（10分）：電力輸送能力（4導體，2導體，單導體）

停電原因（40分）：環類系統（Loop），單一系統（Radial）的停電可能性

※發電所連接線路以單一系統為準。

事業對象選擇標準

70分以上：- 停電原因40分+其他最低分數30分

其他最低分數（30分）：負荷率（0）+災害原素（20）+送電電壓（5）+供應能力（5）- 災害原素30分+其他最低分數40分

其他最低分數（40分）：負荷率（0）+送電電壓（5）+供應能力（5）+停電原因。

（三）老舊送電設備更換事業

1．對象事業

更換電線：因腐蝕、氧化等發生斷線故障及送電量減少的電線

更換架空地線：因腐蝕、故障容量不足的鐵塔、65mm²ACSR架空地線更

換支撐物：因腐蝕、斷裂、損壞等原因強度不足的鐵塔、木柱、CP柱等

2. 優先順序

評價項目	分數	優先順序換算分數					備注
老化程度	30	50%以上	40%以上	30%以上	20%以上	10%以上	10 年以上 每十年 5 分
		30	25	20	15	10	
負荷率	10	50%以上	40%以上	30%以上	20%以上	10%以上	
		10	8	6	4	2	
送電電壓	10	345kV	161kV	69kV			
		10	8	5			
供給能力	10	4 導體	2 導體	單導體			
		10	8	5			
停電原因	40	單一系統	環類系統				
		40	20				
合計	100	※ 但，具有特殊目的及緊急事業優先反映					

(1) 老化程度 (30分)

應用鐵塔使用年數：50年標準 (耐用年數30年+壽命延長20年)

應用電線限定壽命：50年標準 (限定壽命48年+壽命延長2年)

國家名稱	備注			
	乾淨地區	公害地區	鹽害地區	
韓國	48 年	42 年	36 年	電力研究員報告
日本	30 年	30 年	30 年	政府電力
加拿大	80 年	60 年	-	伸長強度為標準
	25 年	10 年	18 年	鉛損失為標準
英國			伸長強度減少 30%時	

(2) 負荷率 (10分)：雙回路中1回路發生故障時，負荷交換界點負荷

率以50%為標準；

(3) 送電電壓 (10分)：送電系統的重要度 (345kV, 154kV, 66kV)

(4) 供應能力 (10分)：電力輸送能力 (4導體, 2導體, 單導體)

(5) 停電原因 (40分)：環類系統 (Loop)，單一系統 (Radial) 的停電可能性。

3. 事業對象選擇標準

○ 60分以上

- 停電原素40分+其他最低分數20分

○其他最低分數 (30分)：老化程度 (10)+負荷率 (0)+送電電壓 (5)

+供應能力- 老化程度30分+其他最低分數30分

○其他最低分數 (30分)：負荷率 (0)+送電電壓 (5)+供應能力 (5)

+停電原素 (20)

(四) 易損送電設備強化事業

1. 對象事業

基本保護設備強化：透過對擁壁、石築等的強化防止鐵塔基礎流失

電弧警報器安裝工程：預防雷擊引起的絕緣體損壞故障

絕緣礙子聯強化工程：透過增加絕緣礙子及安裝耐霧絕緣礙子以預防鹽塵害導致的閃路故障

電力系統強化工程：變電所維修、經過地區變更等電力系統的強化

鐵塔墜落防止工程：安裝防止墜落鐵塔裝置以預防登塔人員的墜落事故

其他送電設備強化：預防接線點過熱及其他設備的強化

2. 優先順序

評價項目	分數	優先順序換算分數					備注
負荷率	10	50%以上	40%以上	30%以上	20%以上	10%以上	每 1%負荷率相當于 0.2 分
		10	8	6	4	2	
易損度	30	緊急事故	普通事故	輕度事故			
		30	25	20			
送電電壓	10	345kV	161kV	69kV			
		10	8	5			
供給能力	10	4 導體	2 導體	單導體			
		10	8	5			
停電原因	40	單一系統	環類系統				
		40	30				
合計	100	※ 但，具有特殊目的及緊急事業優先反映					

3. 事業優先順序決定要素

負荷率（10分）：雙回路中1回路發生故障時，負荷交換界點負荷率以50%為標準；

易損度（30分）：設備發生故障危險度（緊急、一般、輕度）

緊急事業（30分）：未解除故障原因時發生故障必須進行緊急強化的事業

一般事業（25分）：有故障原因，但不是緊急的設備強化事業

輕度事業（20分）：為了事先消除故障發生原因進行的設備強化事業

送電電壓（10分）：送電系統的重要度（345kV，154kV，66kV）

供應能力（10分）：電力輸送能力（4導體，2導體，單導體）

停電原素（40分）：環類系統（Loop），單一系統（Radial）的停電可能性

4・事業對象選擇標準

○ 70分以上：

－ 停電原素40分+其他最低分數30分

○其他最低分數（30分）：負荷率（0）+易損度（20）+送電電壓（5）+供應能力（5）

－ 易損度30分+其他最低分數40分

○其他最低分數（40分）：負荷率（0）+送電電壓（5）+供應能力（5）+停電原素（30）

參、感想與心得

一、韓電現有765KV系統線路長度計有755回線公里；345KV系統線路架空有8063 回線路公里，而地下電纜有221 回線公里，此外為了提高濟州島供電可靠度還建造了DC±180KV海底電纜96回線公里，海深為135m，以整體系統而言皆採環路供電，從現場潛盾工程施工品質及電纜幾乎都由韓國國內自行生產製造，其材料生產技術、施工建造技術，以及系統運轉維護均值得我們欽佩及學習。

二、國內目前正發包施工中之345kV電纜潛盾工程，設計及施工單位皆堅持無法在潛盾洞道埋設接地銅棒，另敷設PVC電線250mm²做為電纜接續匣用，其理由避免從接地銅棒處產生湧沙及冒水現象，但從此次親身進入潛盾洞道，發現電纜接續匣處有埋設接地洞棒，並無湧沙及冒水現象，與日本中部電力株式會社來本公司技術交流所提論點相同，值得本公司設計及施工單位重新檢討。

三、韓國電力公社設計新永登浦線地下電纜洞道長達9.8公里，345kV及154KV各二回線共構洞道，僅6處出入孔，且採自然或強制通通方式，電纜接地系統絕緣接續匣採用SVL串聯與日本中部電力株式會社來本公司技術交流所提論點相同，而觀看本公司南科地下電纜設計冷卻冰

水機系統，電纜運轉至今，洞道溫度尚未達起動冰水機系統，至使徒增冰水機系統維護費用。另電纜絕緣接續匣CCPU有XB、SB-1及SB-2等類型。常因人孔內部積水致使水滲入CCPU內部而造成遮蔽層短路現象，增加維護成本，值得本公司設計及施工單位重新檢討。

四、由於濟州島已被韓國政府列為特別行政區，但由於風力發電輸出頻率及供電量不穩定，且若興建火力電廠又受當地民眾抗爭，有礙觀光事業之推展。故韓國電力公社從韓國本島之南昌變電所以海底電纜DC±180kV；150MW x2，二回路供應濟州島供電，並自動控制調解負載需求量，其二回路海底電纜平常僅一回路供電，另一回路備用，變電所採用屋內室其使用面積含控制室僅佔地50m x 60m與本公司興建D/S變電所相當，值得本公司學習之處。

五、韓國電力公社為提升供電可靠，除積極改善系統為環路供電之外，更引進新技術，諸如超導體電纜及超耐熱鋼心鋁線（STACIR），來提升既設輸電網路送電容量，以解決當今擴充輸電網路所面臨地權、交通阻塞、環境充擊等問題，此策略值得本公司檢討學習朝向提升既設輸電網路送電容量。

六、由於濟州島已被韓國政府列為特別行政區，濟州島已開發為觀光事業，韓國電力公社為確保濟州島供電需求及確保供電安全，除進行擴建風力發電機組設備外，但由於風力發電輸出頻率及供電量不穩定，且若興建火力電廠又受當地民眾抗爭，有礙觀光事業之推展。故從韓國本島之南昌變電所以海底電纜DC±180kV；150MW x2，二回路供應濟州島供電需求，並自動控制調解負載需求量，另DC轉AC所需設備採用屋內室其使用面積含控制室僅佔地50m x 60m與本公司興建D/S變電所相當。另韓國電力公社正規劃之二回路海底電纜中，值得本公司學習之處。

七、韓國電力公社為確保輸電網路供電可靠已編寫一本在2004年12月第16次修訂『架空送電營運業務標準』內容包含架空送電設備中期強化制定、架空送電線路維修、航空巡視與檢查、加工送電設備委托業務、送電線路活線作業、架空輸電線路礙子絕緣管理、輸電網路管理作為等項目，其中以雇用直昇機做巡檢（CEV）及輸電網路管理作為等項目作一套精心規劃與管理，值得本公司引進與學習。

八、此次訪韓，從文化與藝術方面：特別在夜間參觀了首爾市內，青溪川之整治後之面貌，十分驚嘆，清澈之流水暢流，兩側之柳樹栽植不少且兩側也設了精緻步道，夜間在燈光之照射下顯得婀娜多姿，老人、情人、孩子相偕散步其中，十分優閒。另考察韓電「清平楊水發電站」途中，順道參訪韓電為歷年因公死亡員工設立之紀念碑(類似我國忠烈祠)，每年定期邀集家屬舉辦紀念祭祀活動，充分表現韓電在關懷員工及眷屬的努力，建議本公司可參考韓電設置集中性質之紀念性場所，集中辦理，以表達公司關懷因公死亡員眷之美意。