

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：) 考察

## 電能管理系統相關新設備之應用

服 務 機 關：台灣電力公司

出國人 職 稱：十二等電機工程監  
十一等電機工程監  
十一等電機工程監

姓 名：劉坤城  
沈源發  
范 正

出國地區：澳洲、新加坡、韓國

出國日期：92.12.14~92.12.24

報告日期：93.2.4

# 目 錄

壹、 出國任務	1
一、 緣由	1
二、 考察行程	1
三、 考察議題	2
貳、 考察內容	3
一、 電力市場簡介	3
一) 澳洲	3
二) 新加坡	5
三) 韓國	9
二、 電力調度中心簡介	16
一) NEMMCO	16
二) TransGrid	19
三) PowerLink	21
四) EMA	21
五) KPX	24
參、 心得與建議	34

## 壹、出國任務

### 一、緣由

電力調度處職掌電力系統電源與電網調度運轉，因六輸工程完工後，電力系統規模將大幅擴充。為提高模擬盤監視功能、提供動態資料顯示能力及改善設備維護效率，新電能管理系統擬改採新式背投影模擬盤，調度中心需特別配合規畫與設計；另，副調度中心為本公司首創，其與主調度中心間之運轉協調、人員運用等，關繫電力系統之調度安全；再，模擬盤設備日後維護及系統顯示圖規畫、建立與更新等，影響調度員之調度作業，需派員實地考察，以利未來業務之推展。

韓國、新加坡、澳洲等國，最近曾購置及建立新一代電能管理系統並具主副調度中心架構，值得本公司借鏡，俾新電能管理系統計劃順利進行。

### 二、考察行程

日期	地點	工作概要
12月14日(日) 12月15日(一)	台北⇨新加坡國際機場⇨ 澳大利亞(雪梨)	往程 參訪 KEMA
12月16日(二)	澳大利亞(雪梨)	參訪 TransGrid、 NEMMCO
12月17日(三)	澳大利亞(雪梨⇨布里斯班⇨ 雪梨)	參訪 PowerLink
12月18日(四)	澳大利亞⇨新加坡	往程
12月19日(五)	新加坡	參訪新加坡 EMA
12月20日(六)	新加坡	閱讀參訪資料
12月21日(日)	新加坡⇨台北⇨韓國(漢城)	往程
12月22日(一) 12月23日(二)	韓國(漢城)	參訪 KPX 參訪 KEPCO
12月24日(三)	韓國(漢城)⇨台北	返程

### 三、考察議題

本次出國考察主要議題是了解韓國、新加坡、澳洲等國新一代電能管理系統的功能及其架構、調度中心的設備、及主副調度中心之的運作，供新電能管理系統規劃之參考。

## 貳、考察內容

### 一、電力市場簡介

澳洲、新加坡、南韓等國已藉由電業自由化及電業民營化等措施，重整與分割原擁有發輸配系統之垂直整合電業者，亦已建立其電力市場並開始運作。以下將簡介各參訪國之電力市場架構。

#### 一) 澳洲

1991年，澳洲聯邦政府成立澳洲「國家電力網路管理諮詢委員會」(National Grid Management Council, NGMC)，由業者及消費者共同組成，研究籌劃將各州之輸電獨立出來，並將各網路連結成一個全國性之輸電系統。在國家電力網路管理諮詢委員會的規劃及推動下，澳洲於1996年通過「國家電業法規」(The National Electricity Code, NEC)，此法令決定了澳洲全國的批發電力市場及電力網路的運作，並建立了一個全國的電力交易市場「國家電力市場」(National Electricity Market, NEM)。在輸配電網路開放機制下，提供電力供需的批發交易市場，此一市場範圍包括包含昆士蘭省、維多利亞省、新南威爾斯省及澳洲首府等地區，該區總裝置容量近 34,000 MW，最大電力需求量約 29,000 MW。

在此架構下，參與者除透過電力市場交易外，任何的交易者亦可在批發電力市場以外自由選擇其合約關係者，此市場之主要特性包括：

1. 長期合約交易：乃指在特定期間買賣雙方簽訂一定數量電力的交易合約。
2. 短期合約交易：乃指在調度前幾天，允許交易雙方有

一定的價格彈性，但並不完全依現貨市場之價格波動。

3. 現貨交易：電力市場交易，是一個批發電力的交易市場，以每半小時為交易時段，進行供需的安排及調度。

為配合此一新市場之運作，澳洲成立了「國家電力市場管理公司」(National Electricity Market Management Company, NEMMCO)：管理及運作批發電力市場，並確保批發電力市場的有效及安全營運(如圖 1)，其主要功能包括：

- 市場參與者的註冊登記。
- 管理電力系統，平衡發電容量及批發市場間之供需狀況。
- 維護電力系統安全。
- 現貨市場營運，包括現貨價格計算、量測及結算。
- 量表供應商的註冊登記。
- 確保電力系統運作所需輔助服務的提供。
- 整體電力系統的協調，包括聯繫網路服務者及提供市場參與者諮詢服務。

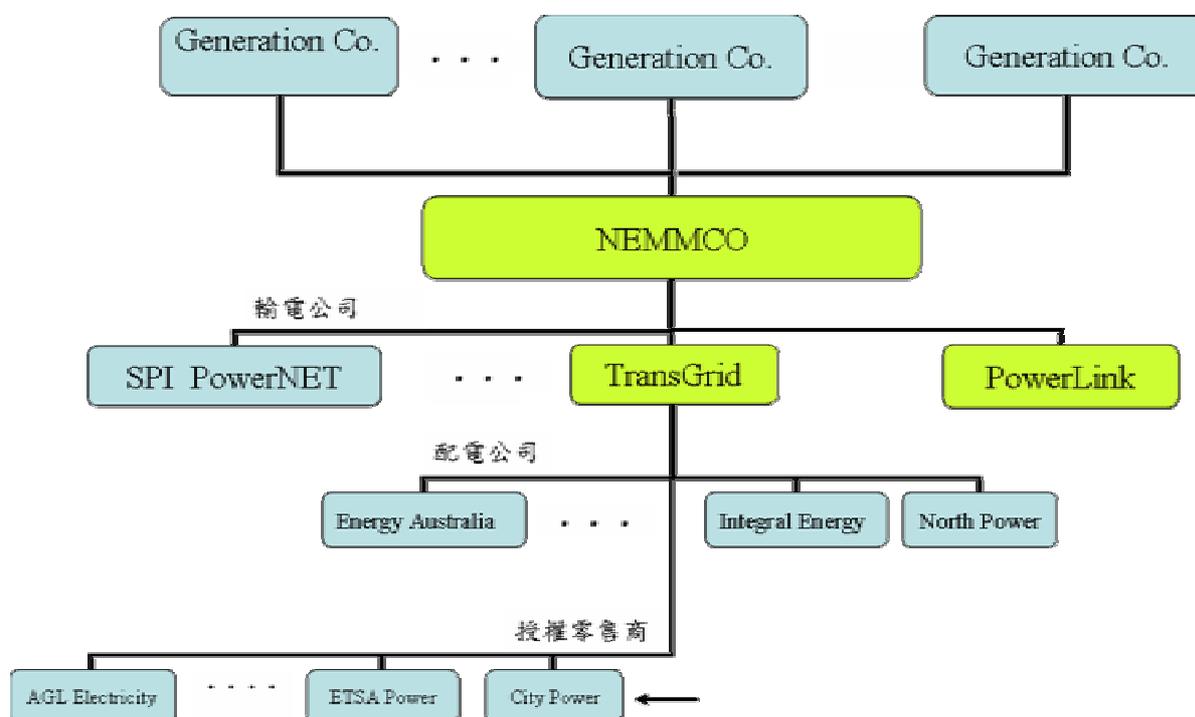


圖 1：澳洲電力市場架構

## 二) 新加坡

新加坡面積為 646 平方公里，全國發電總裝置容量為 8,919 MW (詳表 1)，總發電量有 34,665GWh；輸電網路為地下電纜，長度約 5,248 公里，包含 400KV、230KV 及 66KV 等層級；配電網路主要為地下電纜，長度約 9,188 公里，包含 22KV 及 6.6KV 層級，新加坡電力系統結構如圖 2。新加坡之電力需求目前仍約維持每年 6-7%之高成長率，預計至西元 2005 年止仍需增加 65 萬瓩之發電裝置容量，方足以應付市場需求。新加坡目前之發電結構以燃油機組佔大宗，天然氣機組次之，由於自產能源不足，所需能源泰多仰賴進口。

表 1：新加坡裝置容量表

機組別	裝置容量(MW)
Steam Turbine Generators (16) 油	4,700
Combined Cycle Plants (8) LNG	3,453
Gas Turbines (8) Diesel	636
Incineration Plants (4)資源回收廠	130
Total Installed	8,919

新加坡電力公司(Singapore Power Group)原為該國之主要電業者，佔有大部份之發電市場容量，並獨占輸、配電市場。新加坡政府於 1995 年決定進行電業之重組，將發、輸及售電分割，其中除輸、配仍維持獨占外，發、售電部分開放競爭。

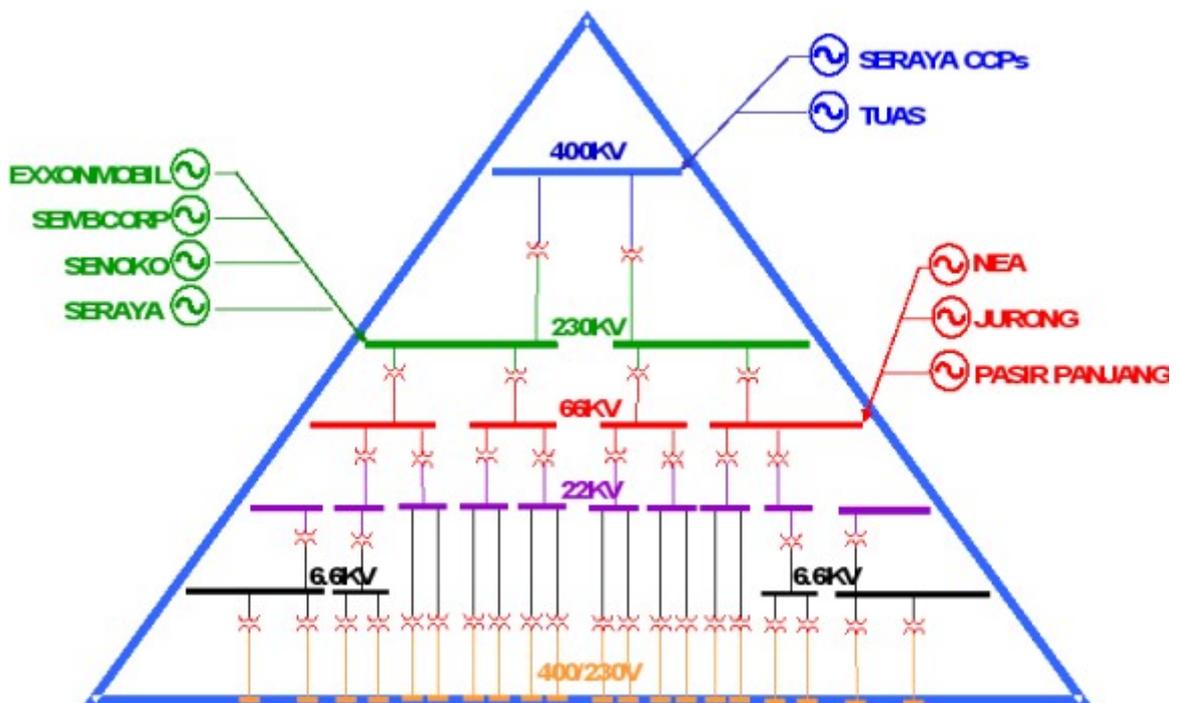


圖 2 新加坡電力系統結構

新加坡於 1998 年間陸續推動多項電力市場改革措施，如公布實施「電力聯營營運及清算協議」及成立「新加坡電力聯營執行委員會」等，該國電力市場並於同年(1998 年)4 月 1 日正式展開營運。

過去，新加坡之電力供應主要係由「公用事業局」統籌負責。經改制，「公用事業局」目前職司新加坡電力及天然氣市場之管制機構，該局原有之發輸配電設備分割為三家發電公司及一家輸配電公司。

新加坡電力市場係由「發電」、「輸配電」及「供(售)電」三個部門所組成，其架構詳如圖 3。發電公司產出電力經輸配電公司所屬之電力傳輸網路，輸送至消費者處所使用。以下就新加坡六家已領有官方正式營運証照之公司整理如表 2：



圖 3 新加坡電力市場結構

表 2 新加坡領有官方証照之公用電業

部門名稱	公司名稱
發電部門	1. Senoko 發電公司 (Senoko Power Ltd.) 2. Seraya 發電公司 (Seraya Power Ltd.) 3. Tuas 發電公司 (Tuas Power Ltd.) 4. SembCorp 汽電共生公司 (SembCorp Cogen Pte Ltd.)
輸配電部門	電網公司 (PowerGrid Ltd.)
供(售)電部門	電力供應公司 (Power Supply Ltd.)
以上合計六家公司	

其中，Senoko 發電公司 (PowerSenoko Ltd.)有兩個火力電廠，機組容量約計有 2,880MW；Seraya 發電公司 (PowerSeraya Ltd.)亦有兩個火力電廠，機組容量約計有 2,680MW，兩家原屬於新加坡電力公司。Tuas 發電公司 (Tuas Power Ltd.)目前為新加坡發電規模第三大之發電公司，總發電裝置容量為 60 萬瓩。該公司於 1998 年 12 月 1 日進行商轉前之試運轉，並於 1999 年 3 月正式商轉發電。SembCorp 汽電共生公司於 1998 年 12 月 18 日取得新加坡「公用事業局」發給准予其設廠發電之証照，於西元 2001 年商轉發電。

PowerGrid Ltd,屬於新加坡電力公司，操作輸、配電網路及新加坡電力聯營(Singapore Electricity Pool)。在網路運作上，需依管制單位要求及規範，規劃及興建輸、配電網路。在系統運作上，必須按照輸電規則運作及監督，以確保系統安全，其主要職責包括：電壓及頻率控制、協調及控制、大修時程安排、緊急復供、系統協調及備載運轉等。在電力聯營管制上，PowerGrid 電力聯營之運作需向電力聯營執行委員會(Singapore Electricity Pool Executive Committee)負責，包括接受投標、設定電力聯營價格、發電排程及調度、以及交易結算等功能。

新加坡電力聯營於 1998 年 4 月 1 日起開始運轉，但在這之前從設計電力聯營規則、開發電腦系統、測試與試運轉，至整個運作順利，花費將近 16 個月的時間。

Power Supply Ltd.為新加坡目前惟一之供(售)電公司，須負責專營區內用電需量 5,000 瓩以下用戶之電力需求及供電

義務。新加坡自 2003 年 1 月 1 日開放電力批發市場 (Wholesale) 競爭，目前雖尚未存有電力零售市場(Retail) 競爭，惟於新加坡「公用事業局」陸續授予新加入(成立) 業者供/售電証照後，用電需量 5,000 瓩以上用戶將可自由選擇購電來源，爾後並將依序擴大購電選擇權開放範圍至其他用電需量較小用戶。

### 三) 韓國

南韓政府認為，電業自由化係促使南韓經濟進一步發展的必要手段，藉由市場改革將可有效提高資源分配效率，達成低廉及穩定供電的目標，進行市場重整及電業民營化，亦有助減少政府財政支出負擔。

南韓「商工暨能源部」於 1999 年公布「電業自由化基本方案」，揭示將分階段開放韓國國內發電市場、電力批發市場及電力零售市場競爭，俾達成下列三項目標：

- 藉由引進市場競爭，提高市場營運及電業經營效率；
- 確保長期電力供應的低廉與穩定；
- 開放用戶購電選擇權，落實對消費者主權尊重。

為達成前述目標，南韓政府爰依發輸配電功能，將韓電公司(KEPCO)發配電系統分割為數家公司，藉由釋股方式移轉民間業者經營(含國外投資人)；輸電基於正常營運及市場公平競爭考量，單獨成立一家輸電公司或續留韓電公司，俾以公平無歧視方式提供市場參與者輸電使用。

韓電公司原轄有南韓境內所有輸配電系統及 94%的發電裝置容量，與我國同為典型國營綜合電業區域獨占經營型

態。南韓政府為改善韓電公司營運效率，1994年起對韓電公司經營管理著手進行長達二年的評估，根據前述評估結果決議將韓電公司分階段移轉民營，唯認為在韓電公司民營化前，應先對電力產業架構作適當的調整。南韓電業自由化規劃內容及前置作業，除政府部門積極介入主導外，亦網羅多家國外顧問公司提供專業諮詢服務，經充分參酌國外電力市場改革經驗，規劃架構大致清楚完整，對相關議題之考量亦甚為周全。

南韓政府認為市場驟然由獨占轉為競爭，無論對電力經營業者或用戶而言，皆將造成相當多的困難與不便，因此南韓政府希望以分階段漸進實施方式，減少可能因此而產生之困難與不便。依據南韓政府目前的規劃時程，1999年底前將韓電公司發電系統分割成立六家發電公司；2001至2002年間，依照六家發電公司發電機組之發電成本查核值，由發電機組報價方式，模擬競爭性電力市場運作，使發電市場產生初步的競爭；2003年起，逐步開放部分大用戶的購電選擇權，並將韓電公司配電系統分割為數家配電公司，使需求端可與電廠雙向參與電力聯營競價；2009年起，全面開放電力零售交易市場競爭，屆時所有用戶將可依本身的喜好，自由選擇與任何電力供應商或發電廠進行交易，使電力交易變得類似一般商品的買賣。韓國電業自由化規劃時程如圖 4。

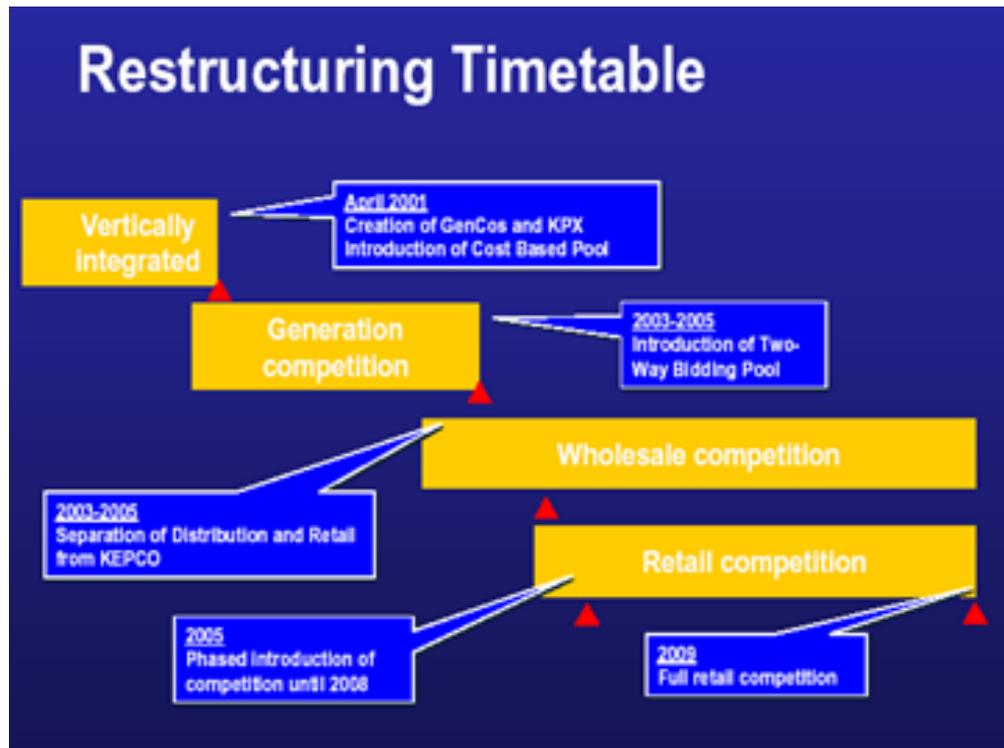


圖 4 韓國電業自由化規劃時程

以下說明南韓政府三階段開放電力市場競爭之規劃內容與時程安排。

- 先期準備階段 (2001 年之前)

本階段仍係由韓電公司以區域獨占方式，同時經營發輸配售電業務。以 2000 年底為例，韓電公司發電裝置容量及發電量佔比仍分別高達 92% 及 96%，除少數幾家民間電廠 (IPPs) 與韓電公司訂有購售電合約，產出電力依合約規定須售予韓電公司外，所有電業活動包括零售電價皆仍受政府管制，用戶並沒有自由選擇供應商購電的權利。為配合第一階段發電市場競爭期的來臨，韓電公司發電部門已於 2001 年 4 月 2 日分割成立六家發電子公司，並成立「南韓電力交易所」及「南韓電力委員會」二個新的組織，前者為獨立的市場操作機構，後者為獨立的電業管制機構。本階段電業架構如圖 5。

- 第一階段：發電市場（Generation）競爭期（2001 年至 2002 年）

2001 年 4 月 2 日開始，在南韓開放電力市場競爭的第一階段。本階段，南韓電力產業結構係由六家發電公司、一家輸配電公司（即韓電公司）及數家民營電廠（IPPs）所組成。為確保市場公平競爭，由韓電公司六家發電子公司中的一家，承接韓電公司所有的水力及核能發電機組，其餘五家發電公司均分韓電公司其餘的發電機組（火力及抽蓄水力）。南韓政府計劃在 2002 年時，在五家火力發電公司中先選擇二家發電公司，透過釋股方式移轉民營。

根據南韓「電力事業法」第三十四條之規定，各發電公司及民間電廠（IPPs）可與電力供應業者或末端用戶訂定價差合約（CfD），以規避電力集中交易市場的價格波動風險。本階段之集中市場訂價機制，係參酌英國早期以成本為基礎的電力聯營設計（CBP），由南韓電力交易所（KPX）根據發電機組提報的可供發電容量及發電成本查核值，決定優先調度那些發電機組發電，並據以決定系統邊際價格（SMP），目的在反映既有發電機組的發電成本。至於與韓電公司簽訂有購售電合約的民間電廠（IPPs），則可自由選擇參與電力聯營交易或將產出電力繼續售予韓電公司。在本階段，南韓發電市場存有的競爭相當有限。

依據南韓政府的規劃，本階段實施期間將持續至 2002 年底。2003 年起，進入第二階段的電力批發市場競爭期，屆時集中市場訂價機制改採雙向競標的電力聯營設計（TWBP），屆時中央調度將改用新建置的電能管理系統（EMS），對輸電線路損失及各類輔助服務研擬採行新的成

本分攤或訂價機制。能否順利過渡至下階段(雙向競標的電力聯營設計)，有賴南韓電力交易所充分利用現階段累積的操作經驗，為下階段電力聯營設計作準備。本階段電業架構如圖 5。

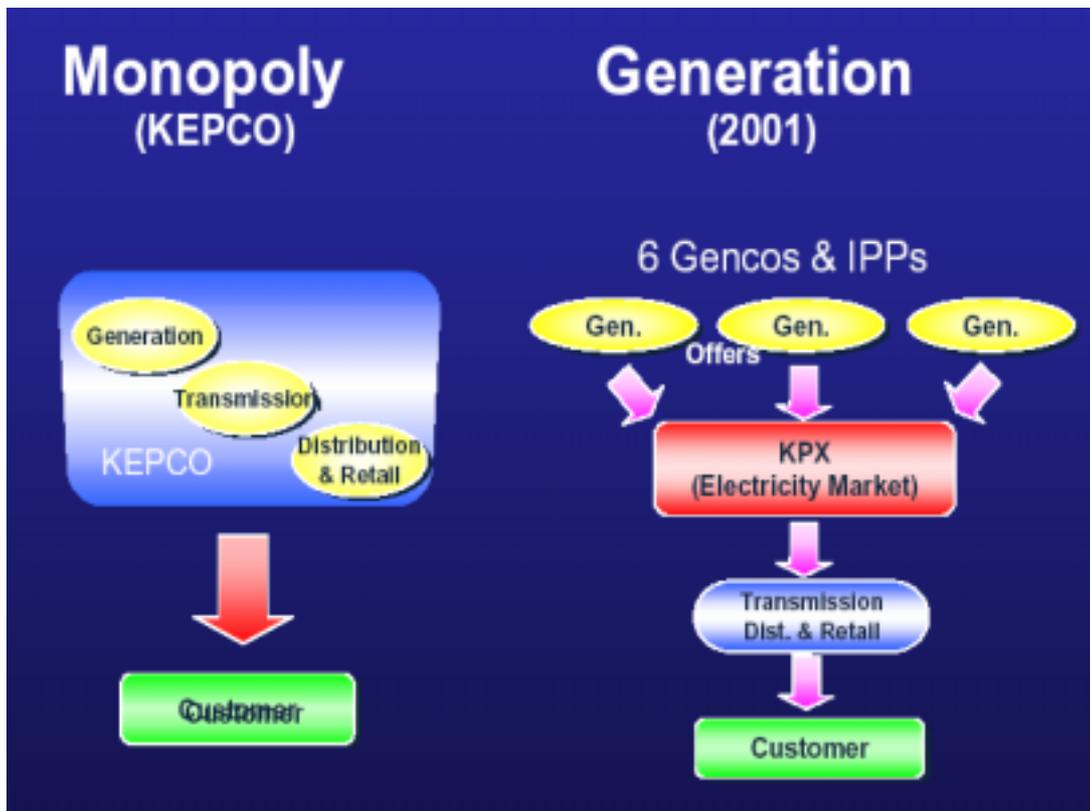


圖 5 先期與第一階段電業架構

- 第二階段：電力批發市場（Wholesale）競爭期（2003年至2008年）

本階段係自2003年開始，為南韓開放電力市場競爭的第二階段。本階段係採雙向競標的電力聯營設計，參與電力聯營競價作業的對象除原先的發電公司及民間電廠(IPP)外，亦將允許電力供應業者加入電力聯營競價。配合前述規劃作業，韓電公司規劃自2002年起，著手分割韓電公司既有之配售電部門(成立數家配電公司及售電公司)，使成

為買方市場主要參與者，以促進電力批發市場競爭。

南韓雙向競標電力聯營的設計概念，主要在於引進需求端參與訂價機制，俾對發電端的市場壟斷力進行制衡，惟在引進需求端競標之後，部分消費者預期將可自發性地因應電價波動，調整本身的電力需求，因此在抑低尖峰負載、減少電力使用及引導電價下降等方面，亦具有相當程度的效益。

依據南韓政府目前的規劃，本階段考慮開放購電選擇權的用戶對象，將係以用電需量 50MW 以上的大型用戶為主，允許該些大用戶與發電公司簽訂購售電合約或直接參與電力聯營交易。在小用戶的購電選擇權開放方面，南韓政府則將依據市場實際發展趨勢，以逐步漸進方式開放。

如前所述，韓電公司既有之配電系統(電壓等級 154kV 以下的電網)，未來將另行分割成立數家配電公司及售電公司。在配售電部門分割成立數家配電及售電公司之後，韓電公司亦將轉型成為輸電公司，負責高壓輸電系統的操作(765kV、345kV 及部分 154kV)。本階段電業架構如圖 6。

● 第三階段：電力零售市場 (Retail) 競爭期(2009 年起)

2009 年起將全面開放電力零售市場競爭，屆時所有零售用戶均可享有購電選擇權，預期市場將產生相當數量的電力交易商、仲介商及集結的用戶群。屆時需求端將可自由選擇與任何電力供應商、發電廠、其他多元化交易方式與管道進行交易，使電力交易變得類似一般商品的買賣，亦為南韓電業自由化的最後一階段。本階段電業架構如圖 6。

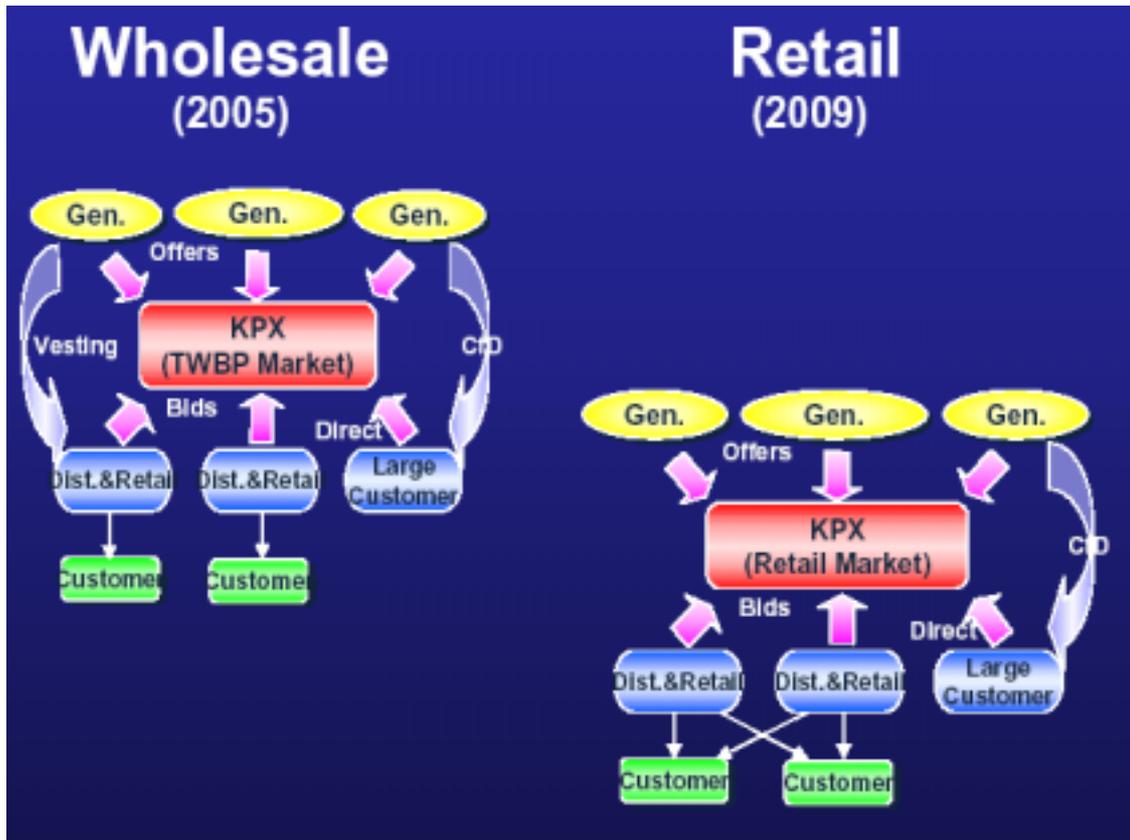


圖 6 第二階段與第三階段電業架構

## 二、電力調度中心簡介

由於美國 911 事件及巴里島爆炸案後，各國政府加強安全戒護，電力調度中心管制甚嚴。本次參訪僅有澳洲 TransGrid 位於 Sydney 之區域調度中心允許我們進入參訪並拍照；澳洲 PowerLink、新加坡 EMA、南韓 KPX 僅允許我們在參觀室參觀，但不准拍照；澳洲 NEMMCO 僅安排簡介，無法至其調度中心現場參觀。為不負使命，經我們向渠等解釋此次參訪對台電公司未來調度中心之規劃的重要性，才獲得渠等一些調度中心之照片，真的非常感謝。以下將簡介各國之調度中心，同時為便於比較與參考，並將各調度中心所收集到之資料彙整成表。

### 一) NEMMCO

澳洲電力市場操作者與電力系統輸送者係獨立運作。「國家電力市場管理公司」(NEMMCO)負責澳洲電力市場之管理及運作，並確保電力市場的有效及安全營運。TransGrid 及 PowerLink 等輸電公司原隸屬於省營綜合電業，於 1996 年底脫離原公司，成為一中立性、不具歧視性之輸電公司及電力系統網路操作者，仍維持國營型態。

NEMMCO 總公司位於維多利亞省墨爾本市，擁有兩個國家級電力調度中心(National Dispatch and Security Centre, NDSC)，其中一個位於新南威爾斯省雪梨市，為南部調度中心(NDSC Sth)，調度控制中心如圖 7；另一個位於昆士蘭省布利斯班市，為北部調度中心(NDSC Nth)，調度控制中心如圖 8。兩個調度中心以 Co-Primary 同步運轉模式相互備援（非 Primary/ Disaster Recovery Sites 方式），以確保電力系統調度之高度可靠性。

NEMMCO 將電力系統分成南、北兩部分，NDSC Sth 及 NDSC Nth 各自負責該區電力系統的調度及安全。當任一 NDSC 系統當機時，另一 NDSC 可即時接管整個電力系統調度及安全工作。



圖 7 NDSC Nth(布里斯班)調度控制中心



圖 8 NDSC Sth(雪梨)調度控制中心

NEMMCO 與 TransGrid、PowerLink 等輸電公司通訊架構如圖 9 所示，其電力市場資訊系統與電力調度資訊系統彼此間資訊關係可參考圖 10。

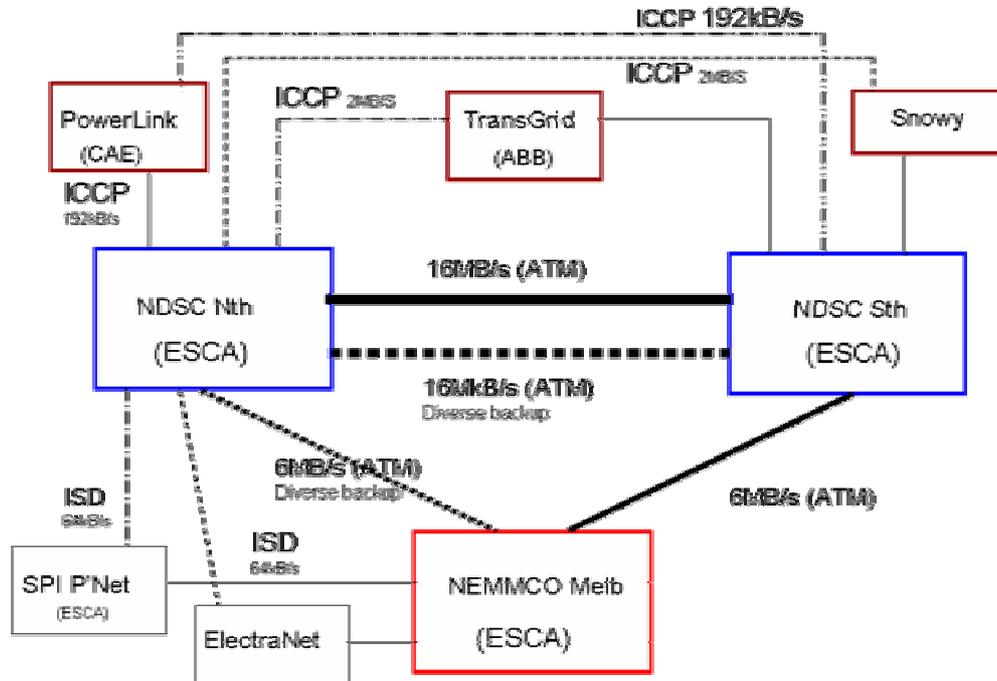


圖 9：NEMMCO 與輸電公司通訊架構圖

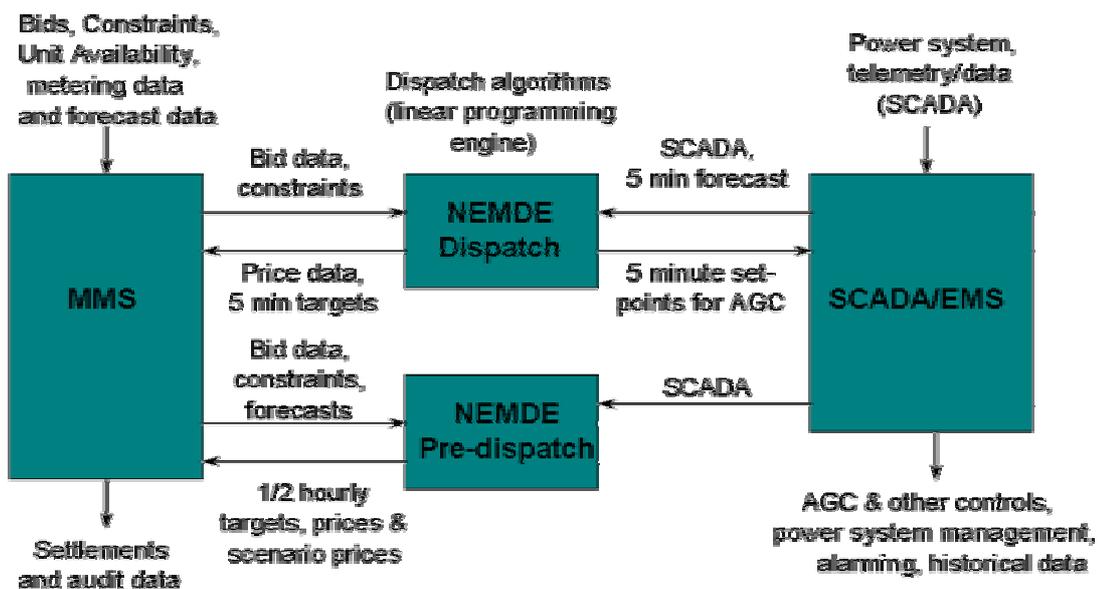


圖 10：電力市場/電力調度資訊系統關係圖

## 二) TransGrid

原新南威爾斯省電力委員會(NSW Electricity Commission, NEC)，在 1992 年 1 月 1 日成為太平洋電力公司 Pacific Power，亦為該省第一大發電公司。

在 1995 年 2 月，因應新電業結構，將 Pacific Power 輸電業務移轉至輸電局(Electric Transmission Authority, ETA)後成立 TransGrid 輸電公司。

TransGrid 有北(Newcastle)、中(Sydney)、南(Yass)三個區域調度中心，僅北、中區域調度中心有 EMS 系統，南區僅配置遠端調度控制台，平時由中部調度中心擔任省輸電網主調度中心，北部調度中心則為副調度中心。主調度控制中心、副調度控制中心及遙控操作中心間均以 2Mbps 連線。為安全起見，已關閉主、副控制中心與企業網路間之連線，詳如圖 11。

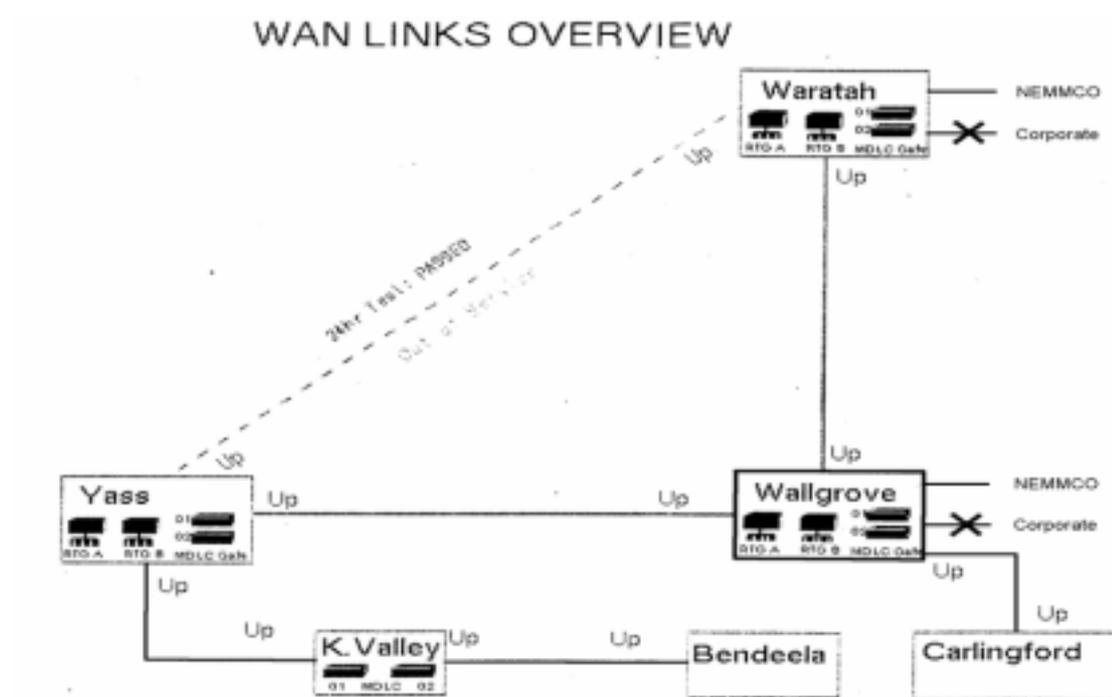


圖 11 TransGrid 各區域調度中心 WAN 示意圖

TransGrid 位於 Sydney 區域調度中心如圖 12、圖 13 所示。



圖 12：TransGrid 位於 Sydney 之區域調度中心



圖 13：TransGrid 位於 Sydney 之區域調度中心

### 三) PowerLink

昆士蘭省營電力委員會 Queensland Electricity Commission (QEC) 在 1995 年 1 月將其發電、輸電及配電業務分割為兩家獨立的個體，其中 Queensland Generation Corporation 之後更名為 AUSTA Electric 接管發電業務屬省營公司，其發電量佔該省 80% 以上；而昆士蘭輸電及供電公司 Queensland Electricity Transmission & Supply Corporation (QTSC) 之後更名為 PowerLink Queensland，接管昆士蘭省營電力委員會輸電業務。

PowerLink 主控制中心設置於公司總部，並無副控中心，但有異地備援緊急控制中心，距主控制中心約十分鐘路程，平時無人員值班，遇主控系統因故無法運作時，人員撤往緊急控制中心繼續執行調度任務。

### 四) EMA

新加坡能源市場管理局 (Energy Market Authority, EMA) 設有電力調度部門 (Power System Operation Division, 其組織如圖 14)，負責電力系統操作及系統安全。藉由控制輸電網路及機組發電以保持系統安全。設置有主、副控制中心，採超高壓變電所、主調度中心 (Power System Control Center, PSCC)、配電調度中心及辦公室共構，建築物外觀如圖 15，外圍設有高壓電防護措施，管制非常嚴格，訪客不准攜帶照相機及手機進入，門口設有車底攝影機，監視車輛進出。

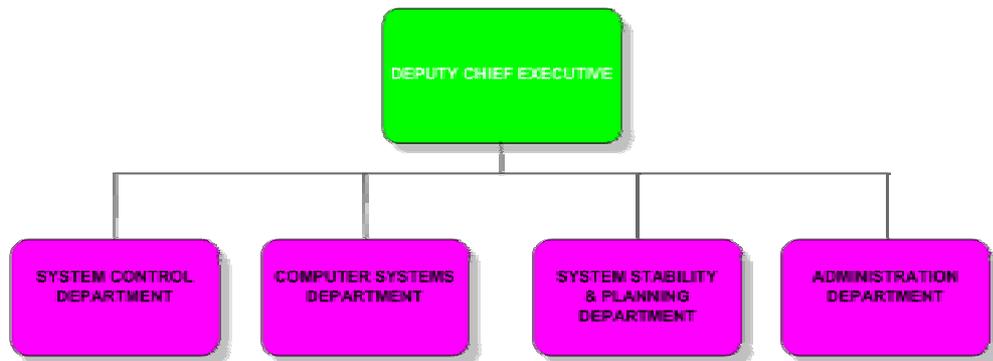


圖 14：新加坡電力調度部門組織圖



圖 15 新加坡電力調度中心外觀

距離主調度中心約五公里處，設置有備援調度中心(Backup Control Center, BCC)，平常未置值班人員，緊急時人員進駐。去年 SARS 流行期間調度人員分成兩組分別在主調度中心及備援調度中心值班，兩組人員不相互接觸，以降低染 SARS 風險。

各變電所與隸屬 EMA 主調度中心及備援調度中心之系統操作者 (System Operator, SO) 及隸屬 EMC(Energy Market Company, EMC)之市場操作者 (Market Operator, MO) 彼此間通訊之連結如圖 16。

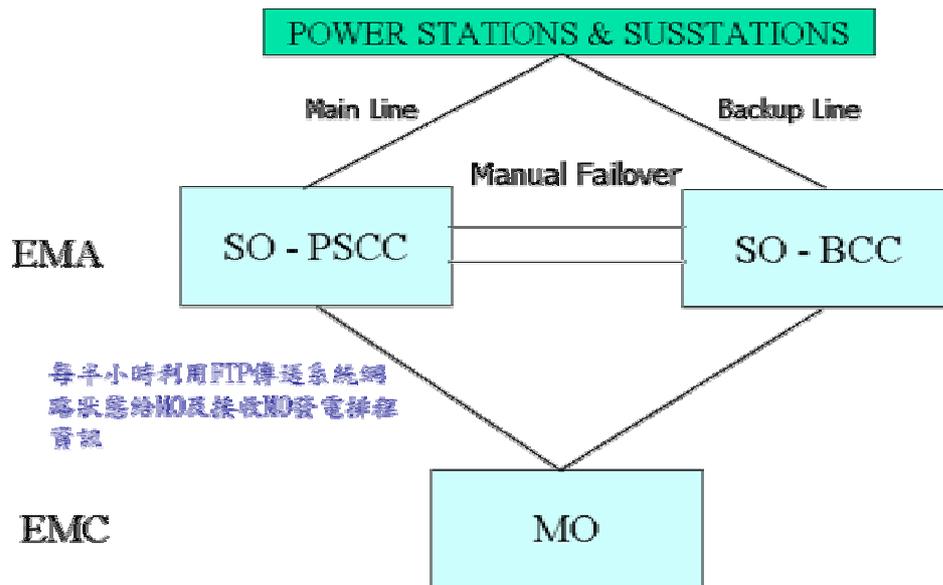


圖 16 EMA 之 PSSCC/BCC 與 EMC 之 MO 通訊連結圖

新加坡電力調度中心如圖 17、圖 18 所示。



圖 17 新加坡電力調度中心



圖 18 新加坡電力調度中心

## 五) KPX

「南韓電力交易所」(KPX)係於 2001 年 4 月 2 日，根據南電力事業法案第 35 條成立，為獨立且非營利電力市場操作機構，其主要功能是：

- 建立及運作一個具競爭性的電力市場
- 管理與維持全國電力系統正常運作
- 管理全國電網電力傳送量及系統安全
- 管理電力市場有關計費、結算、付款等業務
- 維持電力品質
- 提供充足的市場資訊給市場參與者

KPX 主電力調度控制中心位於公司四樓，入口有警衛及金屬偵測器，管制嚴格，該樓層結構如圖 19。

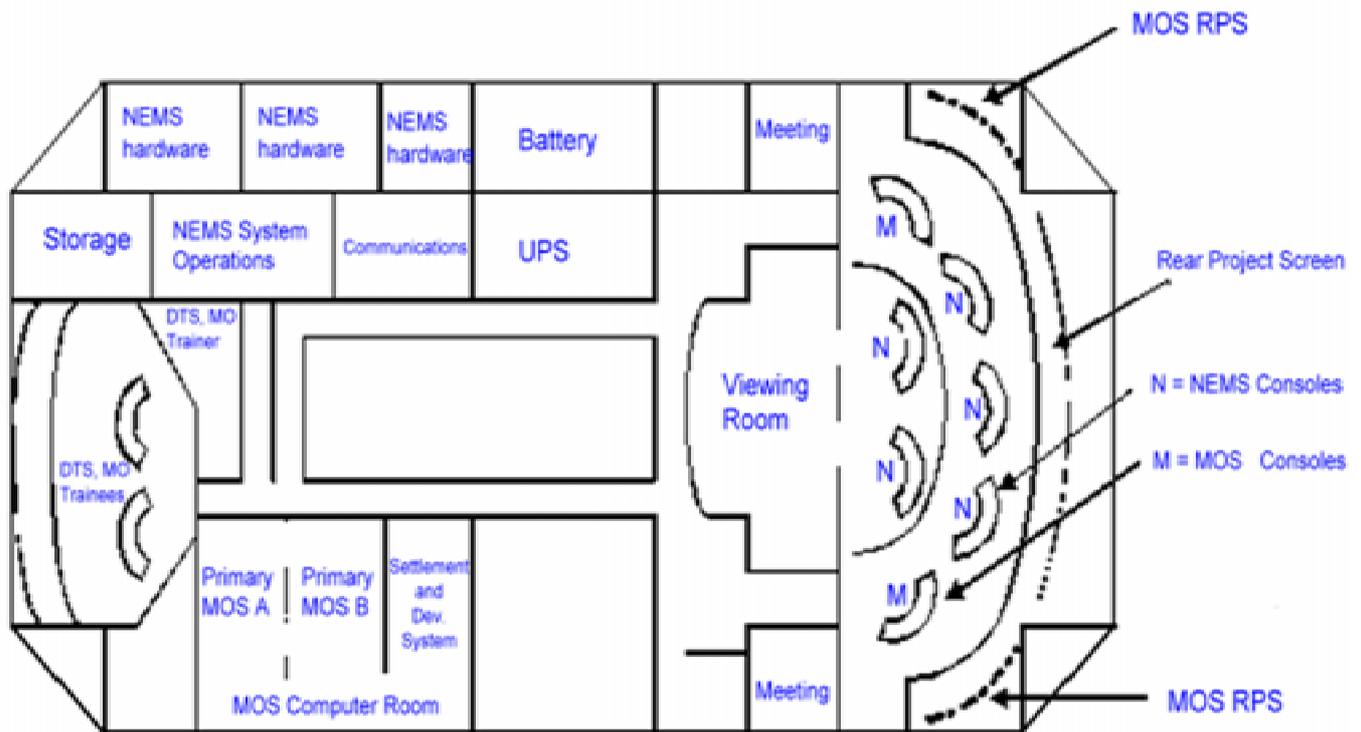


圖 19 KPX 調度中心樓層結構圖

該調度中心同時負責電力系統與電力市場之運作，採用大型後投影式模擬盤及類比式計量表，由系統及市場調度員共用。調度中心如圖 20 所示，每一個調度控制台由兩位調度員共用。



圖 20 KPX 調度中心

另距離 KPX 主建物約 600 公尺，原隸屬於 KEPCO 之電力調度控制中心，現扮演備援中心角色，平時無人看守，但定時接受主調度中心傳送之系統資訊，更新其資料庫，以備緊急時使用，該樓層結構如圖 21。

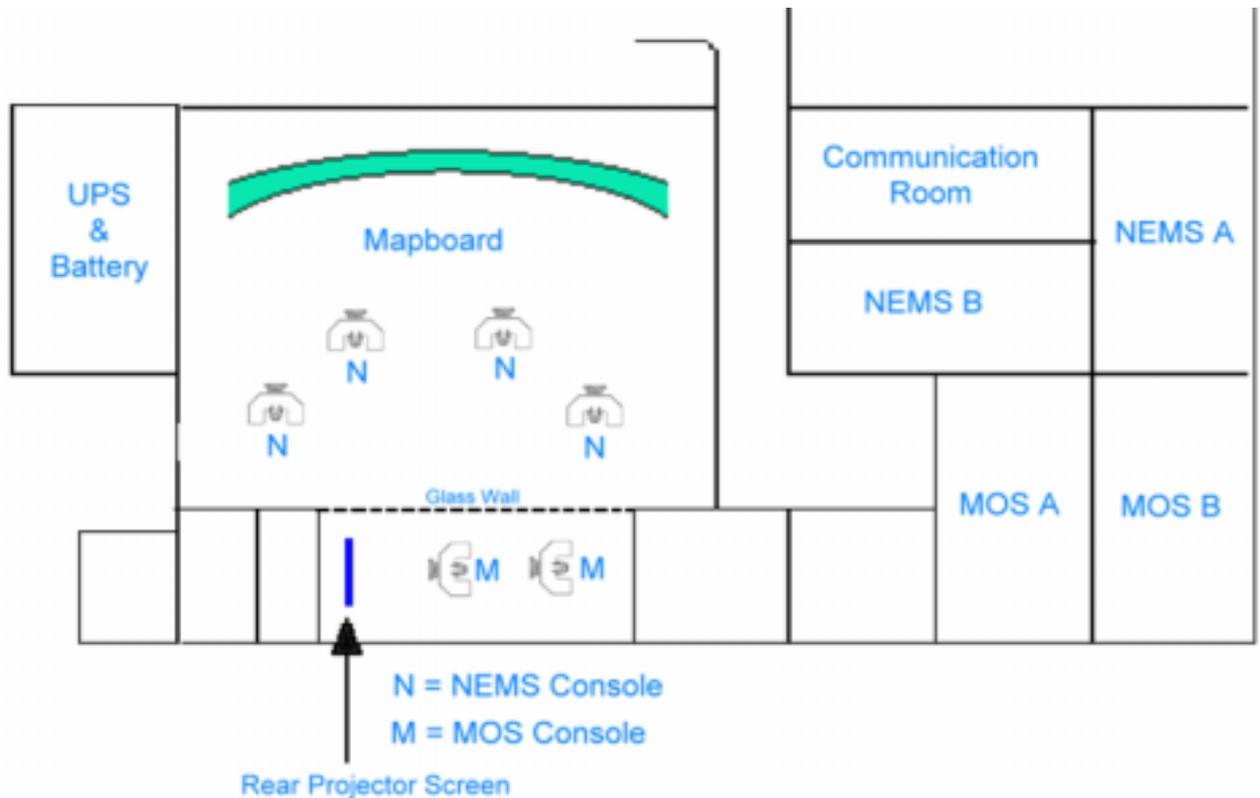


圖 21 KEPCO 調度中心樓層圖

為提高系統運轉穩定度，KPX 正研擬在南部地區建置副電力調度控制中心。

以下將此次參訪行程中，藉由會議、訪談、實地量測、目視等方式所收集到各國調度中心之資料彙整成表，便於比較與參考。

各國調度中心收集之資料彙整表

	澳洲			新加坡	韓國
	NEMMCO (國家級調度中心)	TransGrid (省營輸電公司)	PowerLink (省營輸電公司)	EMA (國家級調度中心)	KPX (國家級調度中心)
調度控制中心	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有 2 個，一個位於新南威爾斯省雪梨市，為南部調度中心 ( NDSC Sth )，另一個位於昆士蘭省布里斯班市，為北部調度中心 ( NDSC Nth )。兩中心以 Co-Primary 同步運轉模式相互備援 ( 非 Primary/ Disaster recovery sites 方式)。</li> <li>• 訓練模擬系統(DTS)設在墨爾本。</li> <li>• NEMMCO 將電力系統分成南、北兩部分，NDSC Sth 及 NDSC Nth 各自負責該區電力系統的調度及安全。當任一 NDSC 系統當機時，另一 NDSC 可即時接</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 有北(Newcastle)、中(Sydney)、南(Yass)三個區域調度中心，僅北、中區域調度中心有 EMS 系統，南區僅配置遠端調度控制台，平時由中部調度中心擔任省輸電網主調度中心，北部調度中心則為後衛調度中心。Wallgrove 主調度控制中心，採雙主機系統及一套發展系統；Waratah 副調度控制中心，採雙主機系統，但無發展系統；Yass 遙控操作中心，僅具遠端遙控操作台，無任何系統。</li> <li>• 主調度控制中心、副調度控制中心及遙控操作中心間均以 2Mbps 連線。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主調度中心採 Redundant 系統運轉，另有一個 Remote 控制系統，距主調度中心 5 分鐘行程，供當緊急備用。</li> <li>• 副調度中心採 Single 系統運轉；</li> <li>• 主、副調度中心間以 2Mbps 連線，每 10 分鐘更新資料庫。</li> <li>• 當主控制系統發生事故時，須先將其關閉，再由副控制系統接手。</li> <li>• 每個變電所安裝兩個 RTU，分別連到主、副控制中心。目前有 130 個變電所。配電公司有約 70 個 RTUs 透過 Data Concentrator 將資料傳主控制中心。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置有主、副控制中心，採超高壓變電所、主調度中心 (PSCC)、配電調度中心及辦公室共構。</li> <li>• 主、副調度中心採 Redundant 系統運轉。</li> <li>• 兩系統間以 OC-3(155 Mbps) 光纖網路相連接。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主、備援調度中心採 Redundant 系統運轉。</li> <li>• 主調度控制中心與備援調度控制中心之建築物相距約 600 公尺。兩系統間以 100 Mbps FDDI 光纖網路相連接。</li> </ul>

	管整個電力系統調度及安全工作。	<ul style="list-style-type: none"> <li>將 NSW 省電力系統分北、中、南三區，各區 RTU 先送至該區調度中心後，再傳送給主調度中心</li> <li>各區域調度中心遙控操作 132KV、220KV、330KV 及 500KV 輸電網之設備。</li> </ul>			
主、副控制中心間，人力配置如何?	<ul style="list-style-type: none"> <li>NDSC Sth 及 NDSC Nth 均採十二小時輪班制。每班四員，其中 Network Co-ordinator 兩員、Power System Ops Specialist 一員及 Manager, NDSC Operations 一員。</li> <li>NDSC Sth 值班人力有四班，正常有四班輪值，值班工程師一人需輪值支援班 (Rotational Offline Manager)。</li> <li>NDSC Nth 值班人力有五班，正常有四班輪值，其中一位值班工程師需輪值支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各區域調度中心每班配置兩名網路調度員，中部(Sydney)區域調度中心另置一名值班經理，值班人力配置六班，除四班正常輪值外，一班為訓練及代班，另一班為休假班。</li> <li>採十二小時輪班制，每上完三天休息四天，每週工作 36 小時。</li> </ul>	變電所開關設備均採控制中心直接遙控操作，平時無值班人員，主控制中心設置四員，網路調度員兩名、安全監控調度員壹名及值班經理壹名，共有五班人員。	<ul style="list-style-type: none"> <li>主調度中心設有六班調度人力，每班四員，分別為值班經理、電源調度員、網路調度員及電力市場聯繫員負責與 EMC 聯繫事宜。</li> <li>值班人員有月薪 6~8% 之值班津貼。設置有 DTS 調度員每年需定期接受訓練。</li> </ul>	N/A

	班(Rotational Offline Manager)，另一位值班工程師需到 DTS 輪值 (Rotational DTS Manager)。				
ISO 與 輸電公司間指令及執行操作如何?	NEMMCO 負責輸電線路之運用及安全，TransGrid、PowerLink 等輸電公司負責遙控操作設備。所有變電所均已無人化。	TransGrid 所有的變電所均已無人化，NEMMCO 負責輸電線路之運用，TransGrid 負責遙控操作。	NEMMCO 負責輸電線路之安全運用，PowerLink 負責遙控操作。所有的變電所均已無人化。	控制中心直接遙控操作 CB 設備。	KPX 負責輸電線路之運用及安全，KEPCO 負責遙控操作設備。
主、副控制中心是否監視錄影存証?所有調度指令是否均有電話錄音?	主、副控制中心所有調度指令均有電話錄音設備存證，調度室內部並無監視錄影設備。	TransGrid 之控制室門口有監視設備，控制室內並無監視錄影，但另有監視設備用以監視建物周遭情形。所有調度指令均有電話錄音。	PowerLink 之控制中心內無監視錄影，所有調度指令均有電話錄音。	控制中心內無監視錄影，所有調度指令均有電話錄音。	N/A
如何培訓新調度員?	新調度員之培訓，遴選有調度後勤經驗及有意願加入調度值班之年輕工程師加以培訓，採取隨班學習方式，成為正式調度員約須一年時間，期間須經內部測驗及評估通過，目前仍未有國家調度員認證制度	選擇有調度後勤經驗及有意願加入調度值班之年輕工程師，加以培訓，最少須半年隨班調度見習後，通過調度部門經理階層之考核通過後，可成為新調度員。	新調度員之培訓，遴選有調度後勤經驗及有意願加入調度值班之年輕工程師加以培訓，採取隨班學習方式，成為正式調度員約須一年時間，期間須經內部測驗，通過調度部門經理階層之考核通過後，可成為新調度員。	新調度員約需六個月以上之培訓，測試合格後始能擔任。	N/A
是否有模擬訓練中心?如何運用?	NEMMCO 建置有 DTS，用以訓練調度	無模擬訓練中心，有 EMS 應用程式，可模擬	無模擬訓練中心，有 EMS 應用程式，可模擬	設置有 DTS，調度員每年需定期接受訓練。	設置有 DTS，調度員需定期接受訓練。

	員，每位調度員每年需到 DTS 接受二星期之訓練，另外自 2002 年起，每年召集 TNSP 運轉人員，接受全停電復電程序之編排及演練等訓練課程，此外 DTS 也用來重建系統事故，用以分析原因及發展事故避免程序。	分析系統狀況	分析系統狀況		
EMS 簡介	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採用 ESCA EMP 1.5.2 系統。</li> <li>• 資料收集量 50,000 點，每 1~4 更新一次</li> <li>• SCADA 是利用輸電業者 RTU 設備收集資料。</li> <li>• 利用 ESCA 之 ISD、標準 TASE/2 or ICCP 通訊協定控制設備</li> <li>• 調度控制台有 4 個 21” 顯示器，使用 Windows PCs</li> <li>• 應用伺服器已全面改採 Windows 2000 Server 作業系統</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最初採用 TOSHIBA 系統，後更換為 ESCA 系統，目前更新改採 ABB 系統。</li> <li>• 已無 AGC 及 UC，僅包含網路分析系統、運轉計劃應用等軟體</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採用 CAE 系統</li> <li>• 已無 AGC 及 UC，僅包含網路分析系統、運轉計劃應用等軟體</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採用 SIEMENS 系統</li> <li>• AGC、SCADA、Network Applications with State Estimator, Contingency Analysis, Optimal Power Flow &amp; Short Circuit Analysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採用 ESCA EMP 系統</li> <li>• AGC、SCADA、Network Applications</li> <li>• Dual HIS Data &amp; Web 伺服器</li> <li>• PSS/E 伺服器</li> </ul>
EMS 作業系統	Windows	Unix	Unix	Unix	Unix

控制室		位在一樓，室內面積1050cm x 1350cm，牆壁貼吸音毯，無來賓參觀室。	位在一樓，室內面積1280cm x 1320cm，有單方向景觀窗，供值班人員觀察天氣與疏解壓力，並設有來賓參觀室(室內面積約 300 cm x 250cm)。整棟建物及各室配置均由一 A/E 公司負責規劃與設計，中庭為一約 7 層高透明玻璃採光罩，庭內綠意漾然與小溪流水貫穿其中，極具高雅風格。	位在四樓，具有高挑的(約 700cm 高)、雄偉的與美侖美奐的特質(室內面積約 3000cm x 2000 cm)，其後上方為以電氣控制可變顏色玻璃(即模糊變透明)當隔牆之橢圓形來賓參觀室(室內面積約 700cm x 2000 cm)。控制室為無柱式結構。	位在四樓，室內面積為 3600cm x 1800cm，28 個 100” VPS 顯示牆採半橢圓形配置，極其壯觀。
空調方式	由天花板往下送風。	由天花板往下送風。	由天花板往下送風。	在 VPS 前及調度員外側採由地板自底往上送風。	由天花板往下送風。
地板	樓板鋪地毯。	樓板鋪地毯(下有小電纜溝供鋪設電信、電源及網路線用)。	樓板鋪地毯(下有小電纜溝供鋪設電信、電源及網路線用)。	高架鋁地板上鋪地毯(地板下鋪設電信、電源及網路線用)。	樓板鋪地毯。
控制桌	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弧型木紋面控制桌 x4 組，分兩排，前、後排均左右採對稱配置，唯前排中間增設圓行旋轉資料櫃，供值班人員共享資料用。</li> <li>• 前排控制桌各放 7 台 20” Monitors，中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弧型木紋面控制桌 x 4 組，其尺寸分別為 350cm(L) x 100cm(D) x 110cm(H) x1 組(併排，上置 5 台 20” Monitors)；450cm(L) x 100cm(D) x 110cm(H) x1 組；小弧度彎型工作桌 x1 組，其尺寸為 700cm(L) x 100cm(D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L 型木紋面控制桌 x2 組，採對稱配置中間設圓行旋轉資料櫃，桌上分別有 5、6 台 21” Monitors 放在前面延伸的小桌面上。</li> <li>• 一型木紋面長條控制桌 x1 (供兩人值班</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 〰型木紋面控制桌 x2 組，此 2 組採左、右對稱配置，中間一排，設直條型資料櫃供兩調度人員用。另最後一排置</li> <li>• 一型木紋面控制桌 x1 組，供 NSW 省際網路調度人員用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弧型木紋面控制桌 x7 組，採前 3 組、中 3 組、後 1 組方式配置。</li> <li>• DTS 中心：近直線型木紋面控制桌 x2 組，此 2 組採左、右對稱配置，採 1 對 2 方式訓練人員，講師</li> </ul>

	間圓行旋轉資料櫃上面又配置 1 台 20" Monitor，後排控制桌各放 6 台 20" Monitors。	x 110cm(H) (後排，上分別設置 8 台 20" Monitors)；直線型資料桌 x1 組，其尺寸為 700cm(L) x 100cm(D) x 110cm(H) (上置系統圖資等重要資料)	用) • 桌上有 5 及 4 個 21" Monitors 放在前面延伸的小桌面上供兩人用。		室，則置於右後方以玻璃窗隔間之講師室內。
照明方式	嵌入式長方形日光燈及懸吊式日光燈	投射燈及嵌入式長方形日光燈	投射燈及嵌入式長方形日光燈	投射燈	投射燈及嵌入式長方形日光燈
系統顯示牆構成方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NDCS Nth 及 Sth 控制中心均各以 3 x 8=24 個後投影顯示器組成。</li> <li>• DTS 中心以 3 x 6=18 個後投影顯示器組成。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• WALLGROVE 控制中心以 2 x 4=8 個 67" LCD Cube Type 後投影顯示器組成。構成 560cm x 220cm 之系統顯示牆(Wall Board)，並於中間正上方另設數字型時間及系統頻率表。</li> <li>• 此後投影顯示器為 BARCO 公司製。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 於 1998 年起初安裝 2 x 6=12 個，後因業務需要擴充 2 x 1=2 個，再因系統需要建置，形成今日的 2 x 8=16 67" LCD Cube Type 後投影顯示器組成。</li> <li>• 為德國 Dr. Seufert Computer 公司製，今已被 BARCO 公司購併。</li> <li>• 運用 VPS 迄今，更換過 3 個 LCD modules。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採 67" LCD Cube Type，以 4 x 15=60 個 67" LCD Cube Type 後投影顯示器組成。構成 2100cm x 420cm 之系統顯示牆(Wall Board)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主控制中心採半橢圓型方式配置，在對稱的左、右兩旁各以 2 x 3 個(供市場用、目前沒運轉)、前方正中央則 2 x 8 個 100" LCD 後投影顯示器組成。</li> <li>• 採用雙控制器系統，以人工每兩星期切換控制器一次方式運轉</li> <li>• DTS 中心以 1 x 8=8 個 67" LCD Reflection Type 後投影顯示器組成。</li> <li>• BARCO 製，採用單控制器方式運轉</li> </ul>

調度電話系統	push bottom type telephone set。	易利信公司製 4 x 10 keys push bottom type telephone set。	NEC—6 x 10 keys push bottom type telephone set。 易利信公司製—17 x 2 keys push bottom type telephone set。	每個 Console 各 3 套不同形狀電話系統	韓國製 240 門斜立式按鍵直通電話系統
影像系統	N/A	無	安裝在控制中心內。 控制中心內有可監視門口之監視器。	控制中心門口	N/A
警衛人員	N/A	無	N/A	大門有警衛人員	控制中心來賓參觀室門口，有安全人員及金屬探測器。
來賓參觀室	N/A	無	兩個大玻璃視窗，室內有兩個 Consoles，各有 3 個 20” Monitors。	為多功能會議室	提供多媒體簡報
超高壓系統控制方式	指令	遙控	遙控	遙控	指令

N/A：因無法親赴現場參觀或參訪公司沒有提供。

## 參、心得與建議

由於美國 911 事件及巴里島爆炸案後，各國政府加強安全戒護，電力調度中心管制甚嚴。本次參訪僅有澳洲 TransGrid 位於 Sydney 之區域調度中心允許我們進入控制室參訪、量測及拍照；澳洲 PowerLink、新加坡 EMA、南韓 KPX 僅允許我們在參觀室參觀，但不准拍照；澳洲 NEMMCO 僅安排簡介，無法至其調度中心現場參觀。但我們仍不負使命，獲得一些照片與資料。提出之報內容包含各參訪電力調度中心之架構、運轉現況，可供公司同仁參考。

因電力調度處之電能管理系統正面臨汰換更新工程，最後提出幾點淺見，供規劃新 EMS 時之參考。

- 建置異地備援中央調度控制中心

在經歷 911 恐怖攻擊、SARS 疾病傳染等事件，本公司極須建置異地中央調度控制中心，並可相互備援，提高調度系統可靠度。目前國外許多調度系統均已建置或正規劃雙調度中心，有主/副式，也有主/備援式等運作方式。因此目前於台北及高雄各建置一個中央調度控制中心，是合宜的規劃，至於兩個調度中心如何運作，如何分工，有賴中央調度室與 EMS 汰換工作小組討論與規劃。

另，韓國 KPX、新加坡 EMA 分別以 100、155Mbps 光纖連接其異地系統，本公司目前規劃採雙 45Mbps 光纖相連並建立第三回路以 10 Mbps 做後備支援，亦可達到增高備援系統可靠度之目標。

- 採用後投影式顯示模擬盤

由於傳統馬賽克模擬盤僅能提供電力系統斷路器開或閉之靜態顯示，已無法提供調度員所需資訊；加上本公司電力系統不斷擴充情況下，須不斷地施工重新調整電力系統顯示配置與變更，影響調度員運轉操作；再加上台北及高雄中央調度中心、模擬訓練中心各有一套模擬盤，如何快速同步更新更是一大考驗。因此建議全面採用後投影式顯示模擬盤。它不但可提供多元化監控資料，如動態顯示系統網路狀態、即時資料趨勢圖，也可隨時變更與組合顯示內容。惟顯示內容需妥善規劃，畫面要歸類且不要太繁雜，以利調度員瀏覽與維護顯示圖。

圖 22 是新加坡調度中心監控模擬盤顯示內容，初期任由調度員選擇，但是卻造成各輪值班人員適應困難，於是經由調度員共同討論後，決定出目前顯示架構。平常運轉時，調度員僅可依規劃之架構改變顯示內容，但不得變更顯示架構；遇到緊急事故時，再依需求更改顯示架構。

至於建置後投影顯示模擬盤所需尺寸與螢幕數量，原則上台北與高雄中央調度中心除須考量目前預定建置之建築物既有固定高度限制外，亦須考量調度員作業一致性，其位置與大小最好一致，同時要考量能符合未來電力系統擴充容量；至於模擬訓練中心模擬盤尺寸可略為減小，約為台北調度中心之二分之一或三分之二即可符合需求。

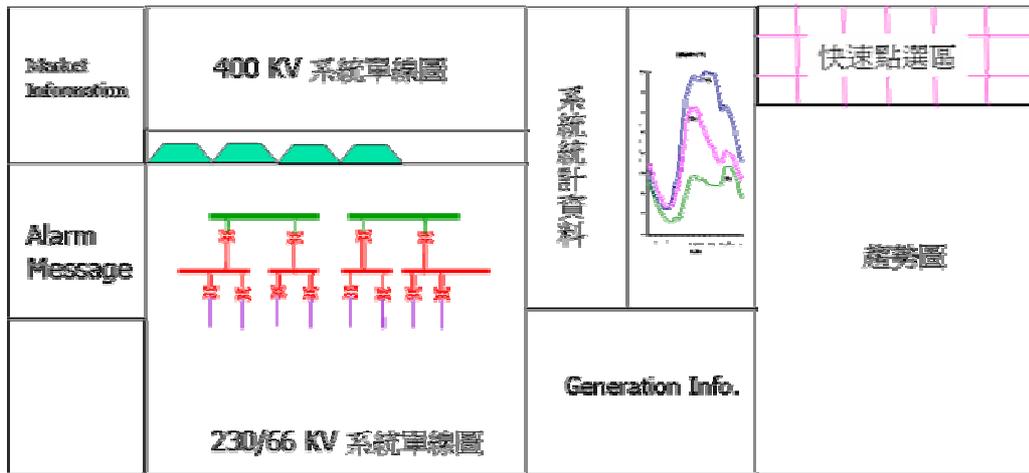


圖 22 新加坡監控模擬盤顯示內容

- 改善中央調度室與電腦機房環境

中央調度室是電力系統指揮中心，調度員工作壓力大是不言而喻，為期系統能安全可靠地運轉，建置優美、舒適的工作環境是必要的，因此室內燈光建議採用投射燈為主，局部區域以日光燈為輔；地板除後投影式設備模擬盤區域直接固定於樓板外，其它區域則採用網路型高架地板上鋪地毯；調度桌採用工作區域要夠寬廣、符合國人體型之調度桌，調度員座椅具可調整高度與背椅角度並符合人體工學的；室內配置設施外之空間利用，應具動態流暢的行動路線等。室內四週應採吸音不燃材質，以減少噪音及提高保護調度系統設備與人員之安全。另四週窗戶可考慮設置單向透光玻璃，供調度員隨時觀看天氣變化。

目前電腦機房由包括電腦主機設備、發展系統、SCADA設備、通訊設備、UPS&電池、空調系統等設施共用，除各式設備雜放，易發生意外；設備噪音大，影響系統發展人員工作情緒；同時各類設備維護人員進出機房，勢必增加系統安全風險，因此建議將前述設備分開放置，以利管

理與維護。圖 23 是日後台北中央調度中心樓層規劃圖，EMS 汰換工作小組已朝此方向進行規畫。

- 建置多功能參觀室。

中央調度室是國內外人士與媒體參訪本公司時最想看的  
地方，可說是公司重要門面，因此應建置一可提供參觀、  
多媒體簡報、會議等多功能之參觀室，以提高設備與空間  
使用率。

為避免使用參觀室時影響調度員工作，中央調度室與參觀  
室之間必須用隔音透明玻璃予以隔離，玻璃可考慮採用如  
新加坡 EMA 控制中心參觀室使用之以電氣控制玻璃透明  
度，或用具單向可見玻璃。

同時為加強調度中心與電力系統安全防護，建議管制拍攝  
與攝影。

- 提升硬體維護能力與技術

調度中心各項設備日異先進且複雜，包括電腦設備、網路  
設備、調度用電話設備、調度用錄音設備、安全管制設備、  
後投影式顯示設備模擬盤等，有不同製造廠商與技術，尤  
其是後投影式顯示設備模擬盤涉及光學、半導體元件、顯  
示器、控制器等，應安排同仁接受專門訓練，提升硬體設  
備維修人員技術與維護能力，建立自主維護技術與能力。

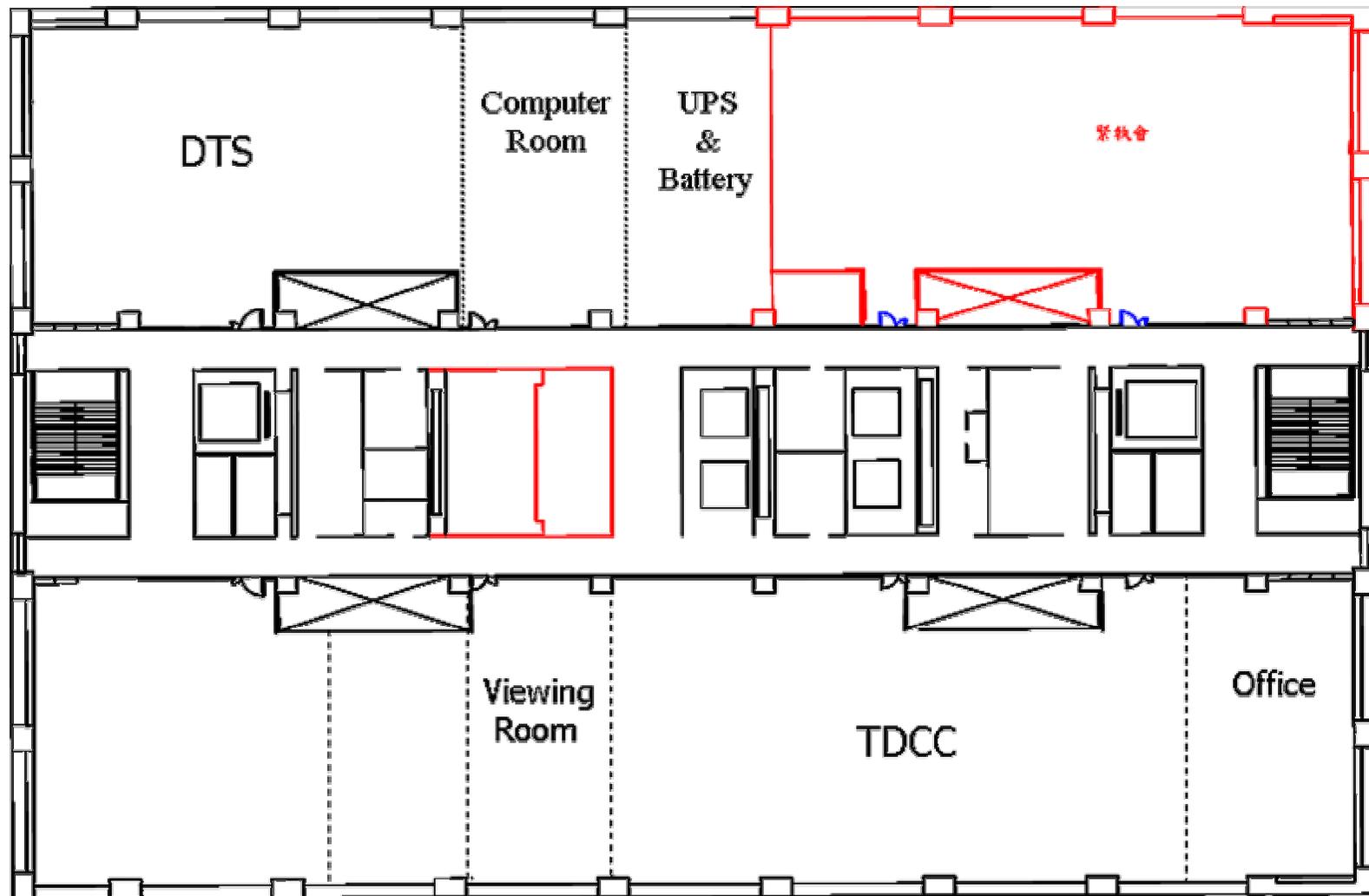


圖 23 台北中央調度中心樓層規劃圖