

出國報告(出國類別：考察)

為建置「調度員模擬訓練中心」
赴美、新等國考察

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蕭純育 高雄運轉組長

派赴國家：美國、新加坡

出國期間：99/08/25 至 99/09/05

報告日期：99年10月20日

出國報告審核表

出國報告名稱：為建置「調度員模擬訓練中心」赴美、新等國考察		
出國人姓名	職稱	服務單位
蕭純育	高雄運轉組長	電力調度處
出國類別	<input checked="" type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：99年 8月 25日至 99年 9月 5日		報告繳交日期：99年 10月 20日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人		審核人	 	單位主管		主管處 主管	總經理 副總經理	
-----	---	-----	---	------	---	-----------	-------------	---

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：為建置「調度員模擬訓練中心」赴美、新等國考察

頁數 76 含附件 是 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：臺灣電力公司／陳德隆／02-23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話：

蕭純育	台灣電力公司	電力調度處	高雄運轉組長	07-3113695
-----	--------	-------	--------	------------

出國類別： 1. 考察 2. 進修 3. 研究 4. 實習 5. 其他：

出國期間：99 年 8 月 25 日至 99 年 9 月 5 日 出國地區：美國、新加坡

報告日期：99 年 10 月 20 日

分類號／目

關鍵詞：電能管理系統(EMS)、調度員訓練模擬器(OTS/DTS)、新加坡能源市場管制局(EMA)、美國電力研究院(EPRI)、北美電力可靠度委員會(NERC)。

內容摘要：

本公司中央調度中心電能管理系統(EMS)已於 98 年 7 月更新完成進入商轉，其中增設「調度員模擬訓練中心」，配置調度員訓練模擬器(OTS/DTS)，可藉實境模擬操作演練，以訓練並提升各級調度員臨場調度應變及復電能力。未來擬逐步建置調度員專業考照制度，並朝學科(筆試測驗)與術科(模擬器操作)兩方面同步進行，以符合政府及公司推動證照認證制度之政策，確保電力系統運轉安全可靠，進而提昇國家安全。本報告考察新加坡能源市場管制局(EMA)轄下之電力系統調度控制中心及美國電力研究院(EPRI)，主要議題為調度員模擬訓練中心及 OTS 訓練相關業務之執行情形，並了解北美電力可靠度委員會(NERC)調度員證照考試與證照維持之執行現況，以作為本公司未來建置「調度員模擬訓練中心」、OTS 訓練運作及調度員考照制度之參考與借鏡。

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

為建置「調度員模擬訓練中心」赴美、新等國考察

目 錄

頁次

壹、出國目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、新加坡能源市場管制局(EMA)考察紀要	3
肆、美國電力研究院(EPRI)考察紀要.....	22
伍、北美電力可靠度委員會(NERC)調度員證照制度.....	30
陸、其他機構調度員訓練概況.....	50
柒、心得與建議.....	74

為建置「調度員模擬訓練中心」赴美、新等國考察

壹、出國目的

為確保電力系統運轉安全，培養訓練各級調度中心值班人員之調度應變能力，經濟部於七二九停電事故專案調查報告中，對本公司增強復電能力方面，提出「各種訓練應加強實地操作之演練，提供適當之模擬操作環境如(DTS、水火力機組、變電所操作模擬器)…」建議，因此本公司積極規劃於中央調度中心(CDCC)建置調度員訓練模擬器(OTS/DTS)，以符合該事故專案調查報告之建議。CDCC 電能管理系統(EMS)已於 98 年 7 月更新完成進入商轉，除分別建置於台北及高雄兩地，以雙主控同步調度模式運行外；另增設「調度員模擬訓練中心」，配置調度員訓練模擬器(OTS)，可藉實境模擬操作演練，以訓練並提升各級調度員臨場調度應變及復電能力。未來擬逐步建置調度員專業考照制度，並朝學科(筆試測驗)與術科(OTS 操作)兩方面同步進行，以符合政府及公司推動證照認證制度之政策，確保電力系統運轉安全可靠，進而提昇國家安全。

本項出國計畫原奉核定派員至美、日相關電力機構考察調度員模擬訓練中心相關業務之執行情形，惟因本公司新 EMS OTS 為西門子產品，其在日本並無建置案例；而新加坡能源市場管制局(Energy Market Authority)轄下之電力系統調度中心(PSCC)EMS 則同樣採用西門子系統且包含 OTS，負責新加坡電力系統操作及安全監控，類似歐美電業自由化國家之電力調度中心(ISO)之功能，故變更前往國家為美國及新加坡。除考察該調度中心調度員訓練之運作情形，可針對 OTS 實際訓練操作進行了解，藉由彼此交換意見、蒐集資料，並參酌其實際運作經驗，以作為本公司未來建置「調度員模擬訓練中心」及 OTS 訓練運作之參考與借鏡。另美國電力研究院(EPRI)為美國最知名電力研究機構，類似本公司綜合研究所，其提供之電力技術專業課程之訓練，為北美電力可靠度委員會(NERC)調度員證照維持訓練時數所認可之機構之一，故前往考察其專業課程之內容規劃與訓練執行情形，並了解 NERC 調度員證照考試與證照維持之執行現況，以作為本公司未來建置「調度員模擬訓練中心」及調度員訓練、考照與回訓制度之參考。

貳、出國行程

本出國計畫為 99 年度第 89 號，行程自 99 年 8 月 25 日起，至 99 年 9 月 5 日止，共計 12 天，詳細行程及工作紀要如下表所示。

日期	起訖地點	工作紀要
99/08/25~99/08/25	台北－新加坡	往程
99/08/26~99/08/28	新加坡	至 EMA 考察調度員模擬訓練中心及 OTS 之訓練運作情形(含例假日)
99/08/29~99/08/29	新加坡－舊金山	行程
99/08/30~99/09/03	舊金山	至 EPRI 考察北美 NERC 調度員訓練、考照與回訓制度之訓練執行情形(含參訪 CAISO 及 PG&E)
99/09/04~99/09/05	舊金山－台北	返程

參、新加坡能源市場管理局(EMA)考察紀要

一、新加坡電力系統簡介

新加坡電力輸電系統電壓等級，最高為 400kV，依次為 230 及 66kV(類似本公司 345、161 及 69kV)，經配電變電所降壓至 22 或 6.6kV 配電網絡，再經配電饋線並降壓至一般用戶電壓 400/230V，所有線路幾乎均為地下電纜，供電頻率為 50Hz。發輸配電力流向及網路架構圖分別如圖 3.1 及 3.2 所示，其中有 2 回 230kV 輸電線路(容量 250MVA x 2)與馬來西亞互連，以提高供電可靠度。400 及 230kV 電力系統幹線如圖 3.3，其中 230kV 網路分為東北、西北、東南、西南 4 個區塊，之間連絡線經常打開以降低故障電流。

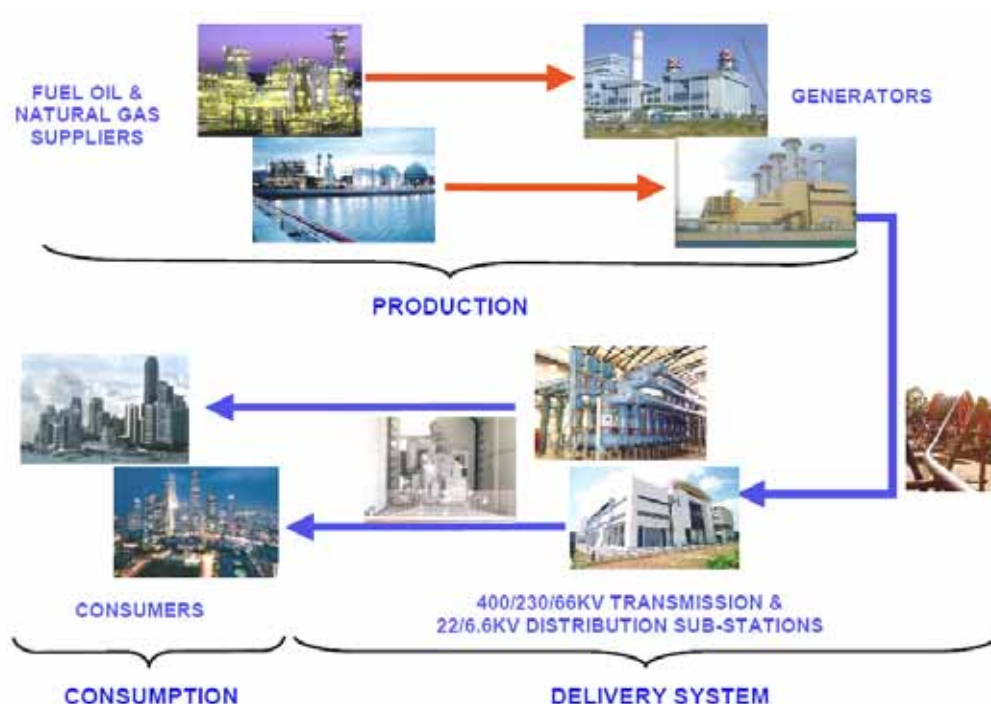


圖 3.1 發輸配電力流向圖

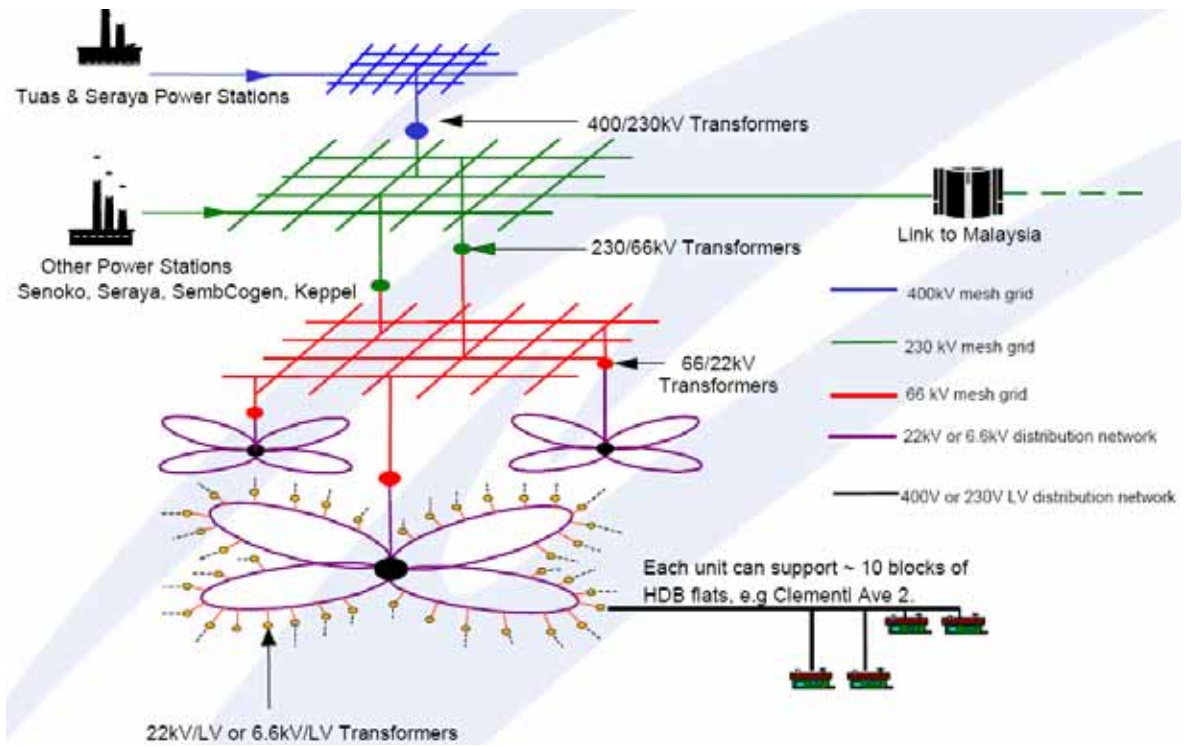


圖 3.2 電力系統網路架構圖

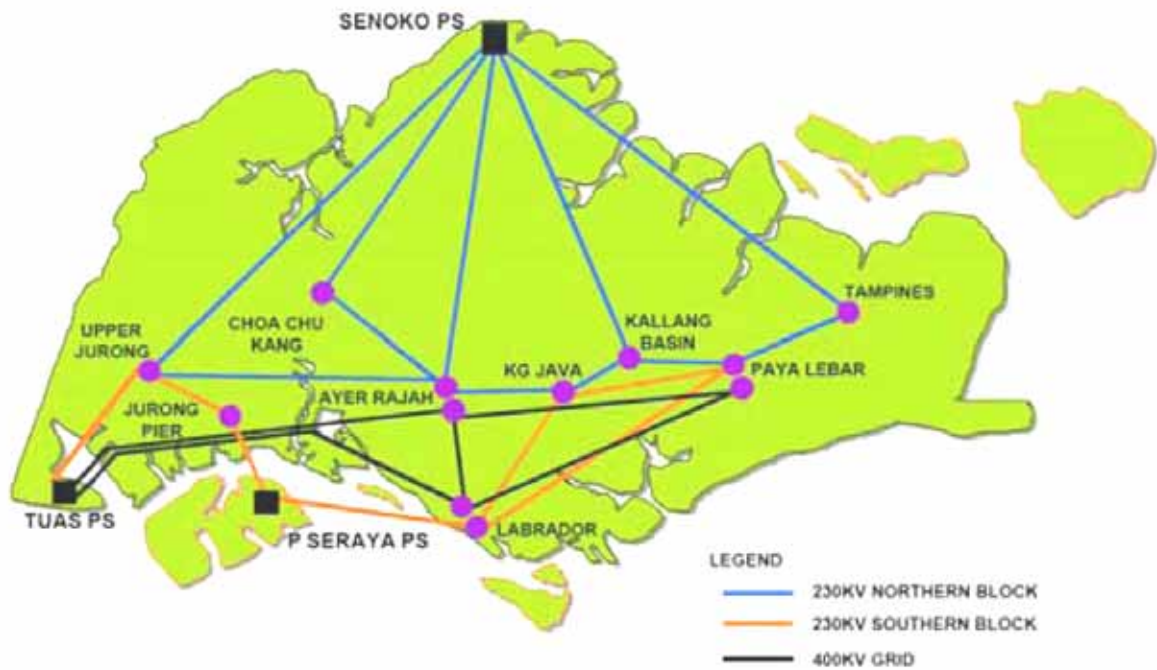


圖 3.3 電力系統幹線圖

新加坡發電機總裝置容量為 9642MW，電廠主要連接於 400 及 230kV 輸電系統，各電廠佔比如圖 3.4 所示，而系統尖峰負載為 6494MW(2010 年)，因此備用容量率約為 48%。而由圖 3.5 可知，機組燃料使用主要為油與天然氣，近幾年天然氣機組(複循環)佔比顯著增加，由 2001 之 26%增加至 2009 年 81%，燃油汽力機組佔 15%，其他為小型垃圾資源或太陽能電廠，並無核能、水力及風力機組。而其燃氣複循環機組幾乎均為油、氣雙燃料 (Dual_fuel)機組，可在極短時間(6~8 分鐘)作運轉中之燃料切換，天然氣由臨近馬來西亞及印尼以氣管輸送天然氣直接供應電廠使用，因燃氣機組佔比增大，目前新加坡正興建自有液化天然氣接收站如圖 3.6，自 2010 年 3 月開始動工，預計 2013 年完成。容量每年 3.5 百萬噸(3.5Mtpa)，有需要可擴充至 6Mtpa。

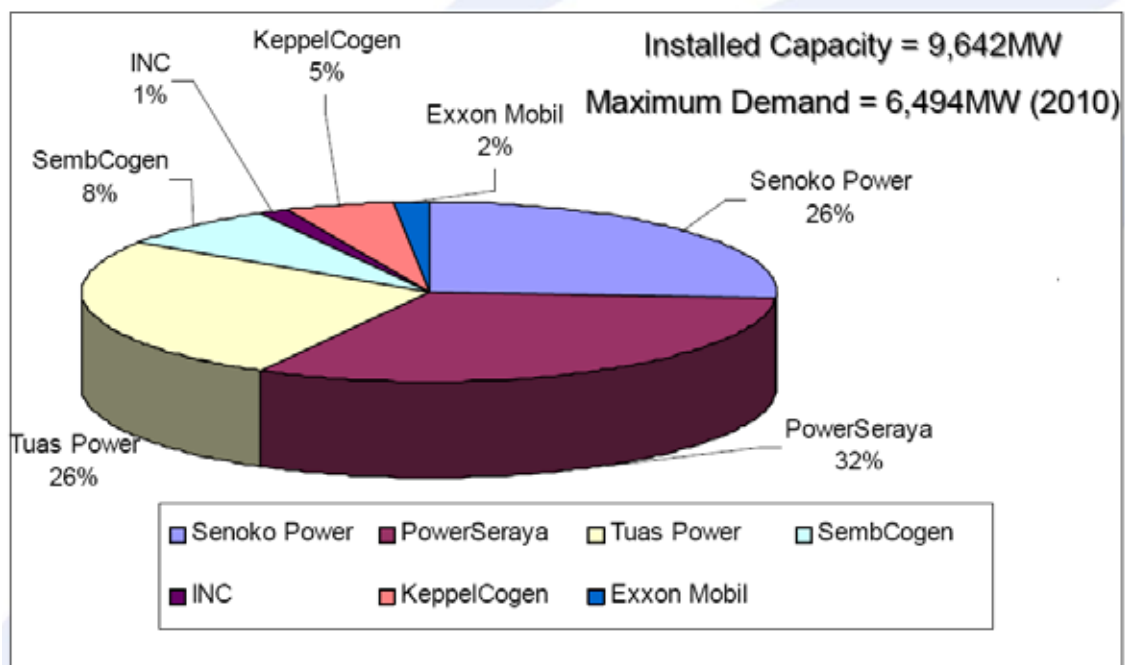


圖 3.4 發電廠裝置容量佔比圖

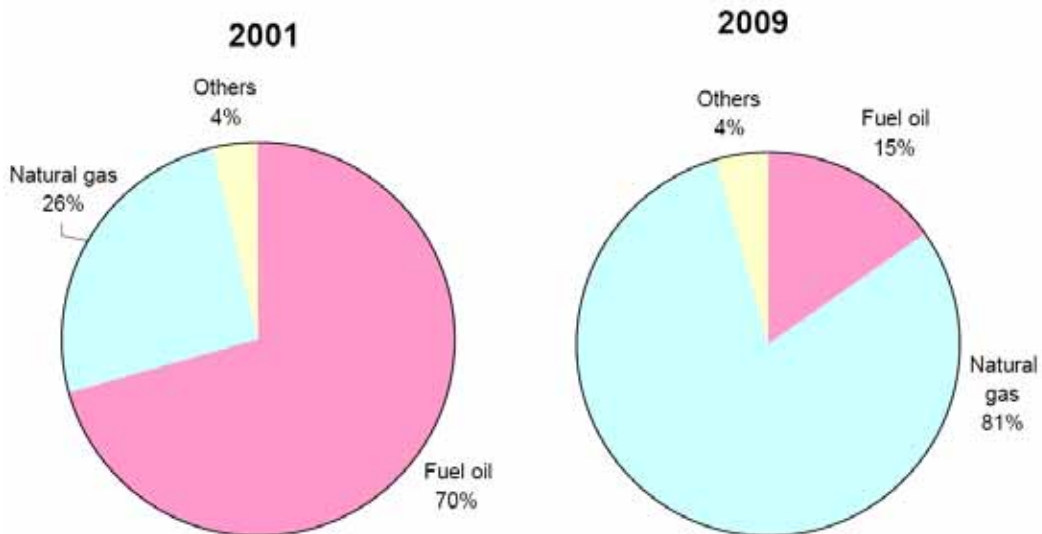


圖 3.5 發電機燃料使用佔比圖



圖 3.6 興建中之 LNG 接收站

新加坡負載特性與本公司相近，工作日(weekday)、週末(Saturday)及週日例假(Sunday)典型日負載曲線如圖 3.7 所示。而歷年月尖峰負載曲線如圖 3.8 所示，顯示年尖峰發生於 5 月間，而 2008 年底至 2009 年初亦受金融風暴影響，負載呈現負成長，而今年(2010)負載則因景氣復甦而快速成長，5 月尖峰最高已達 6494MW。

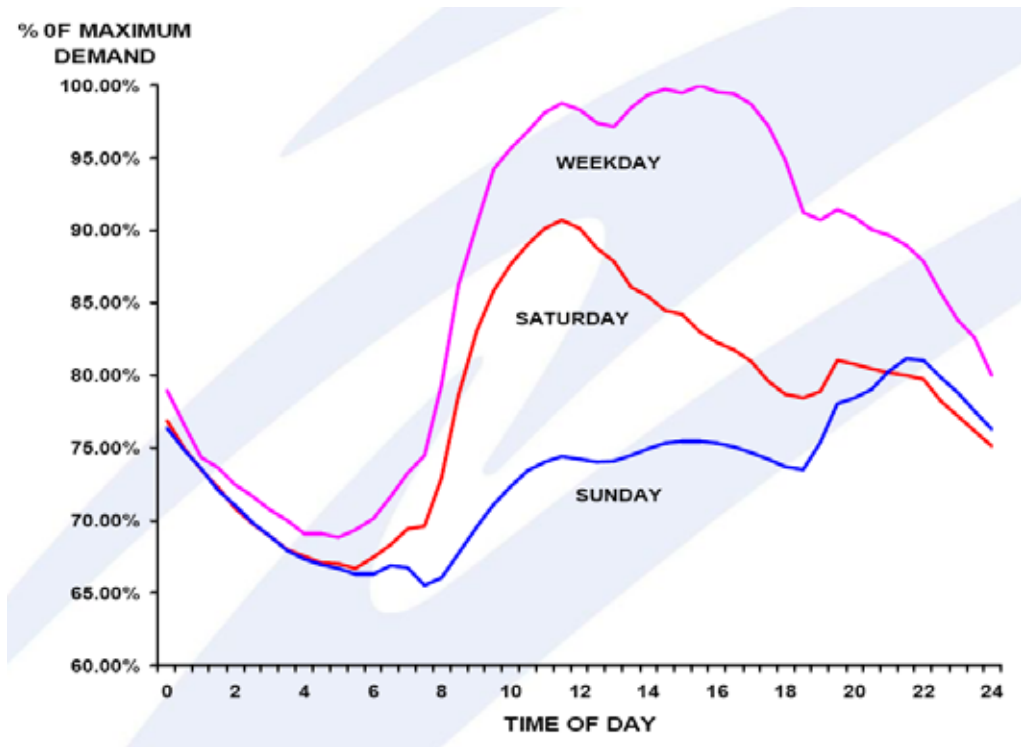


圖 3.7 典型日負載曲線圖

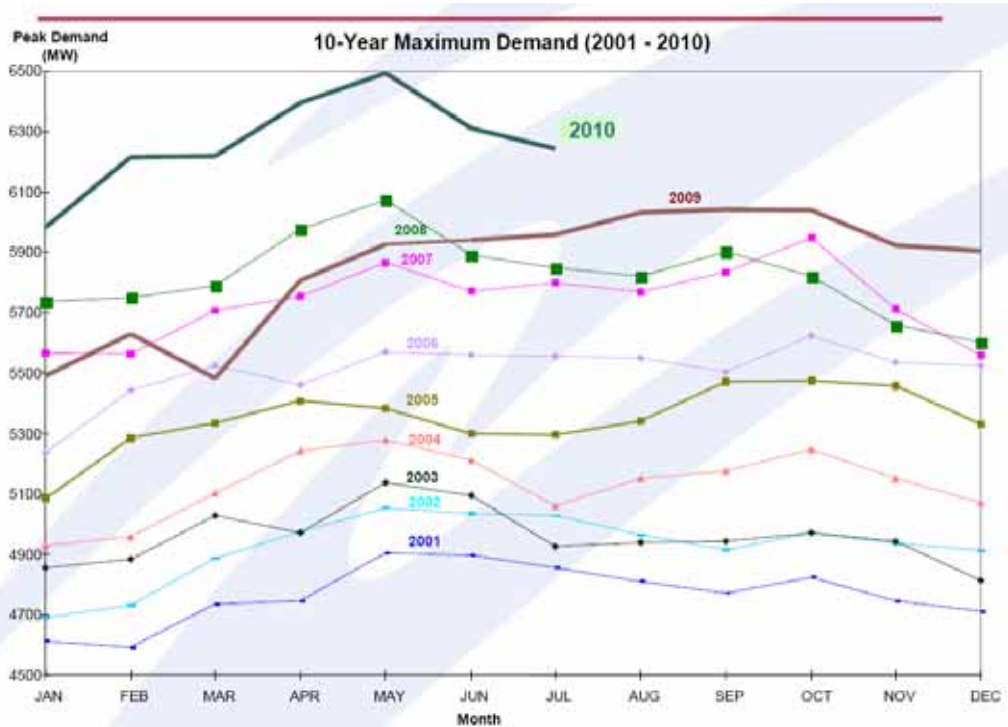


圖 3.8 歷年月尖峰負載曲線圖

二、新加坡電力體制概況

新加坡自 1965 年 8 月 9 日脫離馬來西亞，成立新加坡共和國，是東南亞的一個島國城市國家。1995 年 10 月前，新加坡供電部門隸屬於政府公用事業局，與供水、煤氣部門合署。1995 年 10 月公用事業局進行改革，供電、煤氣部門從政府中分離，成立了新加坡能源(電力)公司 Singapore Power (SP)。1999 年 4 月電力池(Singapore Electricity Pool, SEP)開始運作。2001 年 4 月 1 日為進一步推動電力市場改革，將公用事業委員會改組為能源市場管理局(Energy Market Authority, EMA)，負責電力及天然氣等業務之監督管制。2001 年 6 月 26 日 EMA 與紐西蘭 M-Co 公司合資成立能源市場公司(Energy Market Company, EMC)，取代 PowerGrid 公司(SP 子公司)原先角色，成為電力池之市場監督管制機構。2002 年 PowerGrid 公司原先負責電力網路系統調度操作權移轉給 EMA 轄下之 Power System Operator (PSO)。2003 年 1 月新加坡政府要求加大市場競爭力，新型態國家電力市場(National Electricity Market of Singapore, NEMS)正式運作，其改革歷程如圖 3.9 所示。

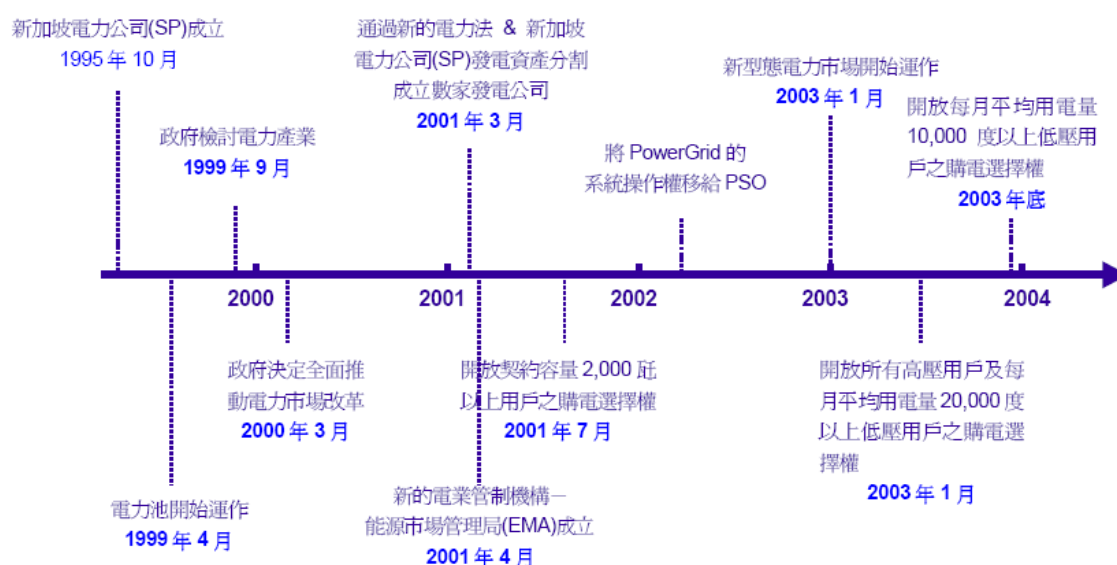


圖 3.9 新加坡電力市場改革歷程

新加坡電力市場交易主要以前一日(Day Ahead)市場為主，運作方式類似英國電力池，以半小時為一個單位交易時間，發電業者(Genco)需於前一日提出隔日 48 個交易時段之個別報價給 EMC(躉售)，另供電業者則需提供每日負載電力需求預估值給 PSO, EMA。新能源電網公司(Singapore PowerGrid, SP)是新加坡的輸配電公司，擁有電力供應網絡，負責把電力從發電公司輸送給一般用戶(<10000kWh/月)，具體負責電力輸送網絡的運行和維修維護、電錶的安裝和維修。零售市場(>10000kWh/月)之運作則由零售商(Retailer)自電力池購電後轉售，如圖 3.10。

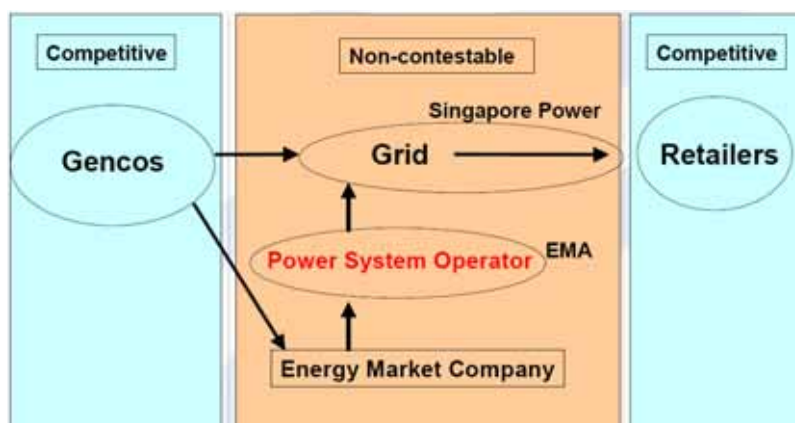


圖 3.10 新加坡電力市場運作

在 NEMS 電力市場結構下，由 EMC 負責躉售電力交易及電源排程，電力及時調度(機組排程供應電能，備轉容量，機組調節)，是由每半小時執行 1 次批發現貨市場之運作，發電機組提供容量(特定價格及容量)進入市場。另 PSO, EMA 提供負載之預測及該半小時系統之限制，然後市場決定最低成本調度量及相對應之市場決清價格(market clearing prices)。PSO 視輸電及系統條件限制下，備轉容量及機組調節之規定，以及發電廠之動態特性，負責 AGC 控制及對其他非 AGC 機組及可停負載進行調度，如圖 3.11 所示。

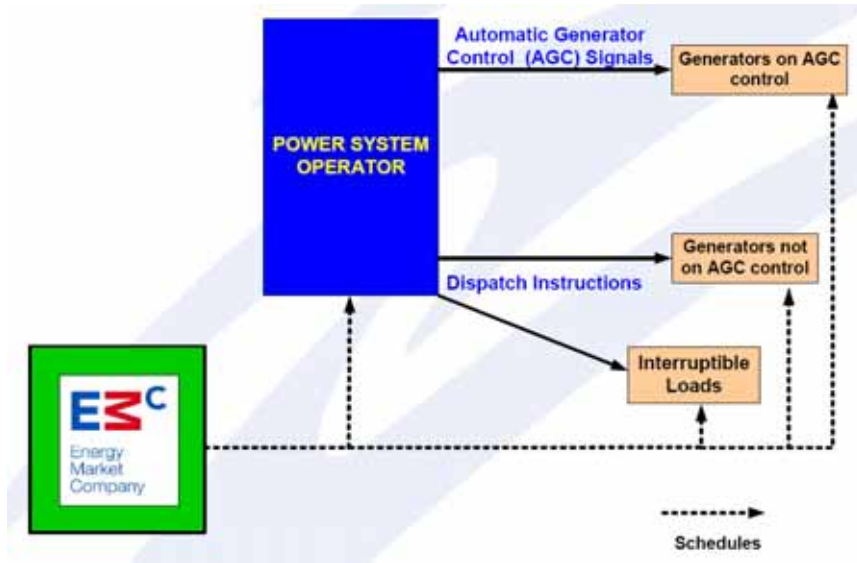


圖 3.11 新加坡電力調度控制

新加坡電力市場參與者資訊運作情形如圖 3.12 所示，調度排程規劃與執行情形如圖 3.13 所示。由圖 3.13 可知電力調度市場交易情形分 7 天前市場交易排程(MOS)、1 天前預估調度排程(PDS)、6 小時前短期排程(STS)及即時調度排程(RTD)，而且每 30 分調整 1 次，並檢視各發電機實際發電量，若與投標交易量差異達 10MW 以上，即發送違約罰單通知。

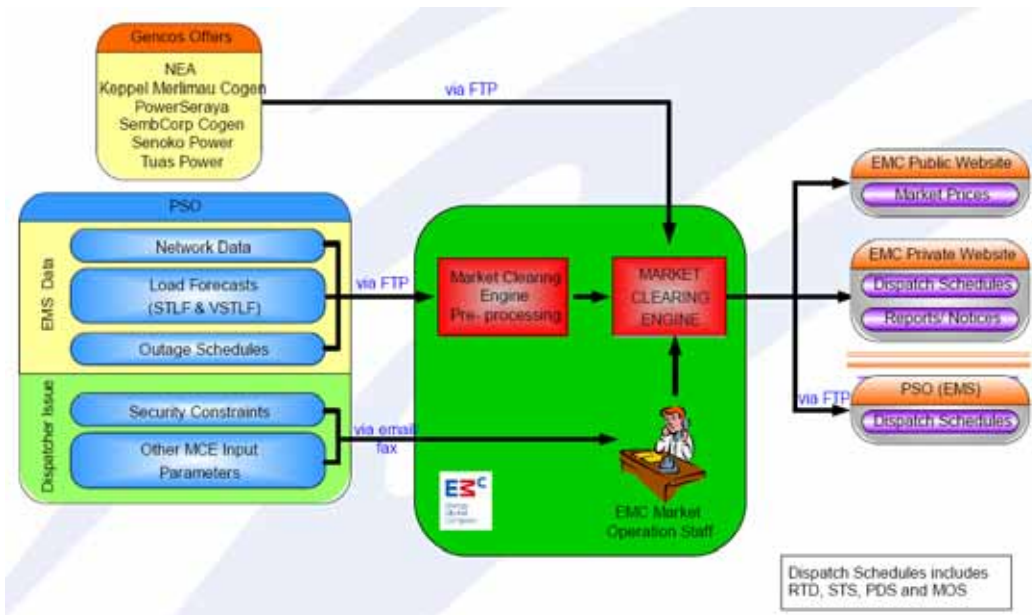


圖 3.12 新加坡電力調度資訊運作情形

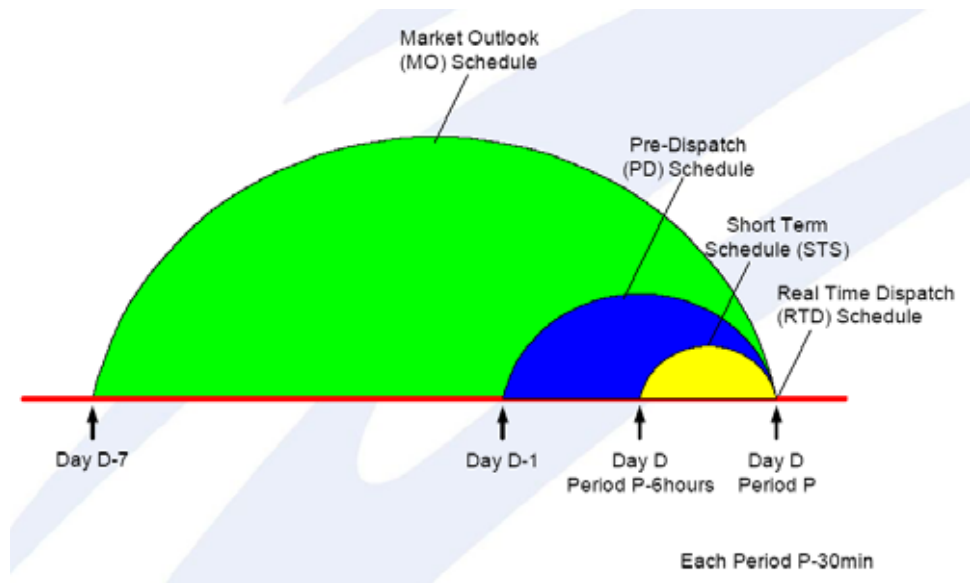


圖 3.13 新加坡電力調度排程規劃

三、能源市場管制局(EMA)

新加坡能源市場管制局(Energy Market Authority, EMA)成立於 2001 年 4 月 1 日，在 2003 年 1 月新加坡國家電力市場(National Electricity Market of Singapore, NEMS)正式運作後，EMA 擔負起電力監管及系統調度之業務，另由能源市場公司(Energy Market Company, EMC)負責電力交易批發市場業務。EMA 為新加坡之電力系統調度機構(Power System Operator, PSO)，其下除財務行政支援部門外，主要設有電力系統調度處(Power System Operation Division, PSOD)、管制處(Regulation Division)及能源規劃與發展處(Energy Planning & Development Division)，如圖 3.14 所示。

其中之電力系統調度處(PSOD)類似本公司電力調度處，員工約 60 餘人。其下設系統控制組(System Control Dept.)、電能管理系統組(Energy Management Systems Dept.)及系統穩定度與規劃組(System Stability and Planning Dept.)，如圖 3.15 所示。

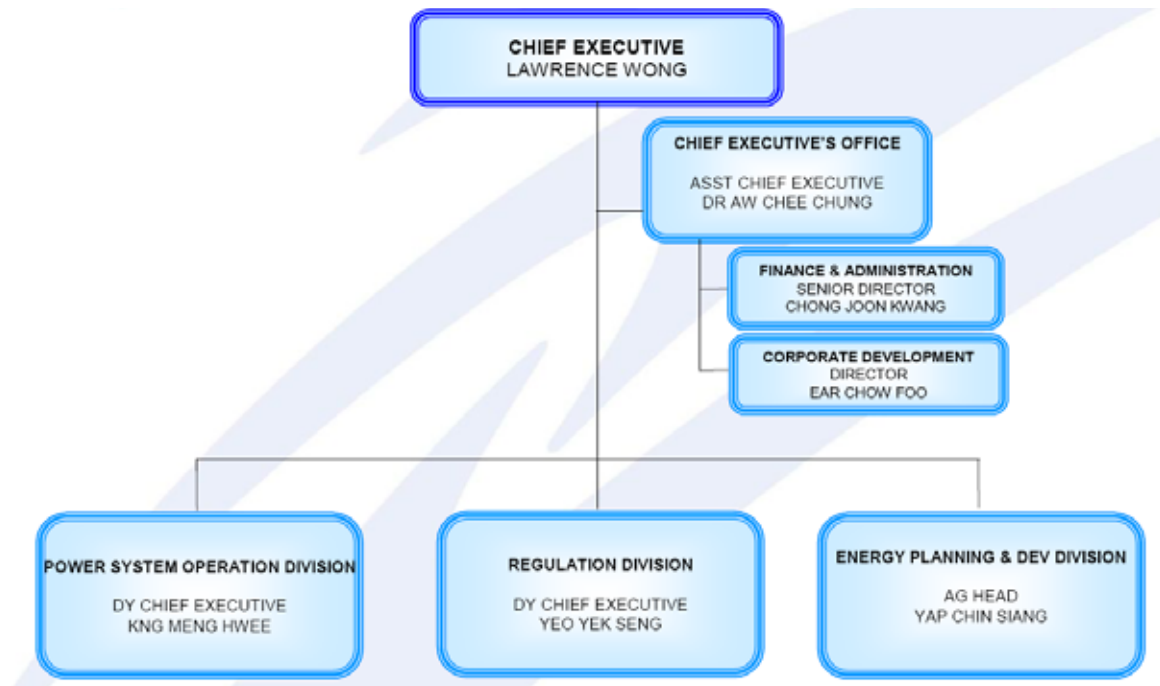


圖 3.14 EMA/PSO 組織架構圖

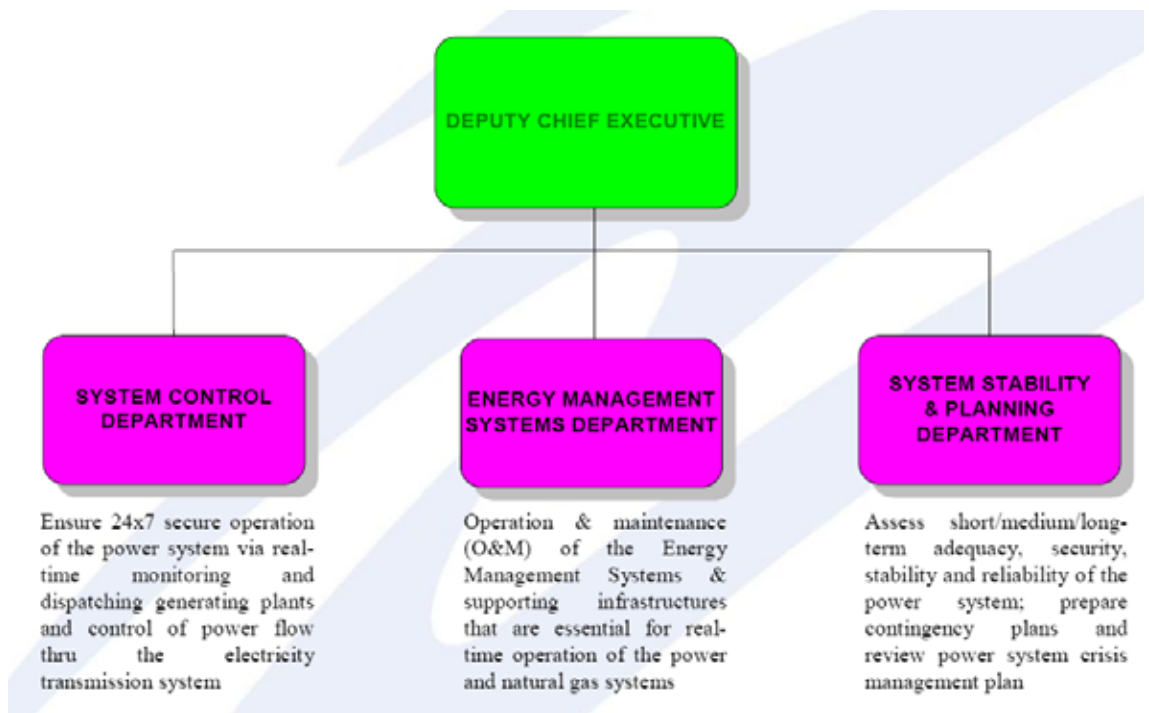


圖 3.15 PSOD 組織架構圖

PSOD 各部門主要之工作任務分述如下：

- 系統控制組(System Control Dept.)：負責監控操作輸電系統(400kV, 230kV, 66kV)、發電調度(根據 EMC 發電市場競標排程)及監視瓦斯輸送系統。人力含值班調度人員(30 人)共約 38 人。
- 電能管理系統組(Energy Management Systems Dept.)：員工約 12 人，負責作為發電與輸電網路監控及提供瓦斯輸送系統即時資訊之電能管理系統(EMS)的運轉；同時提供本處資訊支援工作及處理本處所有行政業務。
- 系統穩定度與規劃組(System Stability and Planning Dept.)：員工約 12 人，負責電力系統安全度、穩定度、及可靠度之整體評估工作，包括電力系統發電與輸電執照擴充計畫以及瓦斯輸送系統之衝擊檢討。

而在系統控制組下設電力系統調度控制中心(Power System Control Centre, PSCC)負責電力系統即時運轉調度及供電安全。本此考察參與討論者即為 PSOD 轄下 3 組之組長(KWOK, Foo Seng、KANG, Cheng Guan、SOH, Yap Choon)、調度中心之資深值班經理兼講師(CHEW, Gim Wah)及 EMS 部門工程師(SNG, Shao Perng)，顯示 EMA 對本公司此次之參訪高度的重視與歡迎。

四、電力系統調度控制中心(PSCC)

PSOD 辦公室並非位於 EMA 總部，而是在 Ayer Rajah 400kV 及 230kV 兩間變電所之間的獨立大樓，電力系統調度控制中心(Power System Control Centre, PSCC)位於 2、3 樓，1 樓及地下室則為隸屬於 SP 之配電調度中心。

PSCC 控制室配置採兩層樓挑高格局，後投式顯示幕為兩層樓挑高，裝設一套由 60 個 LCD 後投顯示器組成之 4 公尺高、21 公尺寬的即時資訊顯示銀幕(如圖 3.16)，顯示電力與瓦斯輸送系統即時狀態，包括各發電機組出力值、系統總負載、系統頻率、系統備轉容量、及輸電線之電力潮流等重要的即時資訊。

PSCC 設有 6 班調度值班人力，每班 5 員(白天 7 名)，分別為後台值班工程師(經理)，前台由左自右依序為瓦斯輸送監督員、電力市場聯繫員、電源調度員、電網調度員，整體配置如圖 3.17。在調度員後上方二樓為簡報室兼外賓參觀走廊，並設置透明與不透明可變化之高科技液晶玻璃，平時為不透明玻璃，在來賓聽過簡報後按下電鈕，不透明玻璃自動變為透明，來賓立即可從二樓往下清楚看到控制中心一切情景，不致打擾值班人員，如圖 3.18。此外，在重要出入口以密碼加上指紋辨識對重要場所嚴密管制。



圖 3.16 PSCC 控制室 LCD



圖 3.17 PSCC 控制室配置圖



圖 3.18 PSCC 簡報室兼外賓參觀走廊

PSCC 從事每天 24 小時、每週 7 天監控、指令新加坡全國發電及輸電業務，同時監視新加坡瓦斯輸送系統，作為電力系統安全、可靠運轉之守護者，確保電廠發出之電力安全、可靠地輸送至負載中心。因此，在距離本中心約 5 公里處之另一超高壓變電所內設置有後衛控制中心(Backup Control Centre, BCC)，平常未設置值班人員，緊急時人員再進駐。2002 年 SARS 流行期間，調度人員即分成兩組，分別在主控制中心及後衛控制中心值班，兩組人員不相互接觸，以降低染 SARS 風險。

五、EMS 架構功能簡介

PSCC 採用之 EMS 為 Siemens 歐洲版系統 Spectrum 4.21，架構在 SUN 工作站運作，且為分散式電腦架構如圖 3.19 所示，主要功能如圖 3.20 所示，與本公司 CDCC 採用 Siemens 美國版系統(SINAUT Spectrum 3.X)相似。故本次考察針對 OTS 實際訓練操作進行了解，藉由彼此交換意見、蒐集資料，並參酌其實際運作經驗，以作為本公司未來建置「調度員模擬訓練中心」及 OTS 訓練運作之參考與借鏡。

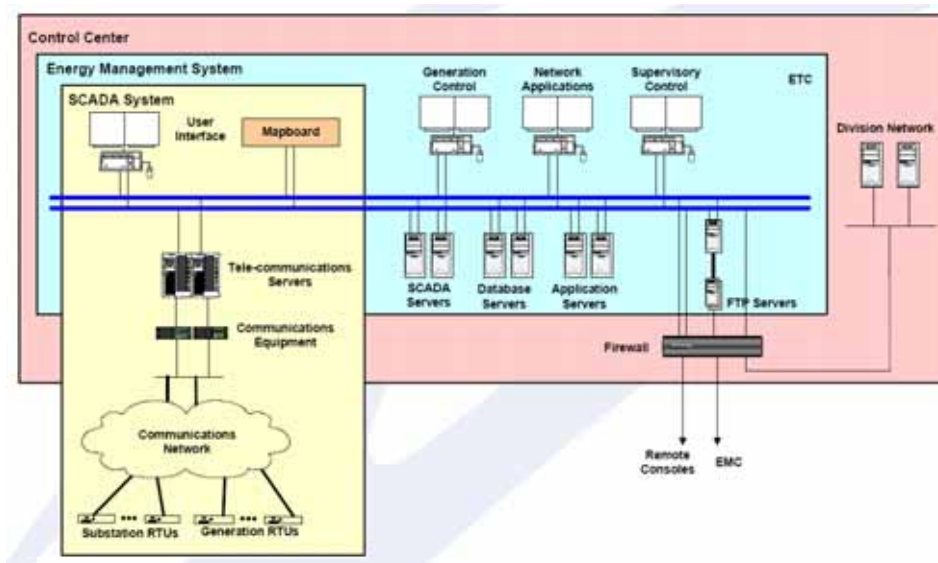


圖 3.19 EMS 硬體架構圖

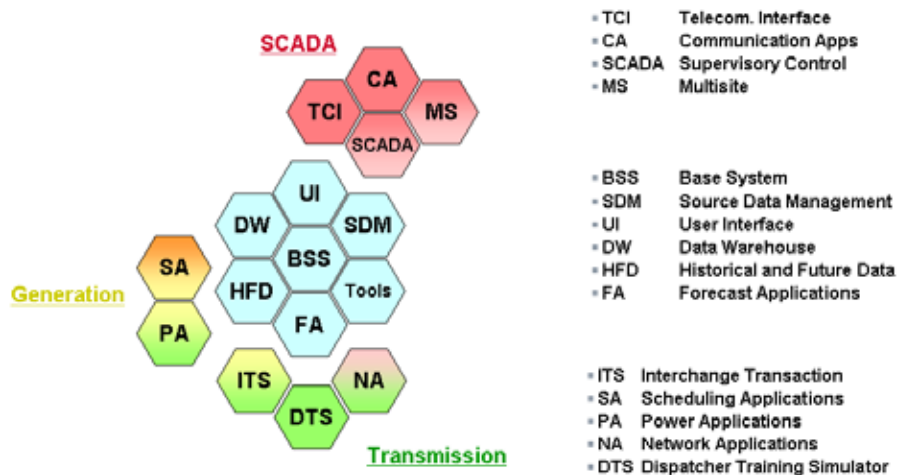


圖 3.20 EMS 軟體功能

PSCC 所使用之 EMS 係一先進技術的即時系統，協助調度員監控新加坡輸電網路與發電狀況，為一分散型電腦架構系統，允許同時執行各項功能。EMS 利用裝設在發電廠、變電所、及輸電線的設備所監視取得之相關資訊，支援系統調度員運轉調度控制工作。電力系統設備發生異常情況或誤動作，立即被偵測到並傳送回到控制中心，做為分析並採取應變措施。調度員也密切監視所有上線發電機組容量，備妥因應任何發電機組跳脫之備轉容量，以確保發電必須時時刻刻滿足變動的電力需求。

在電源應用分析方面(PA)，具備自動發電控制(AGC)功能。在排程應用分析方面(SA)，雖有機組排程(UC)功能，但因電力交易所 EMC 提供每日市場交易之機組排程，故 UC 或經濟調度(ED)均無使用需求。而在電網應用評估方面(NA)具備狀態估計(SE)每 5 分鐘估測 1 次，另有偶發事故安全分析(NA_SA)與單三相故障電流計算(FC)功能，但沒有動態安全評估(DSA)與電壓穩定度分析(VSA)功能；另因 PSCC 負責遙控操作變電所設備，故 EMS 具備 Security Check Switch (SCS)功能，即在設備 ON/OFF 操作前會先模擬確認電力潮流無

慮後再執行。此外，在負載預測方面，除短期負載預測(STLF)利用過去 42 天負載資料預測未來 14 天外，另應即時電力市場需要，具備極短期負載預測(VSTLF)功能，利用追蹤前 5 小時負載實績，作未來 7 小時之負載預測。

EMS 除設於 PSCC 主調度控制中心外，另有一備援控制中心(Backup Control Centre, BCC)經 2 路通訊線路與 PSCC 相連，現場 RTU 則分別傳送訊號至 PSCC 及 BCC，如圖 3.21 所示。此架構與目前本公司 CDCC 分設北、高兩地頗為相似，差別在於本公司北高兩 CDCC 為雙主控同步調度模式，而非主、副控制中心。

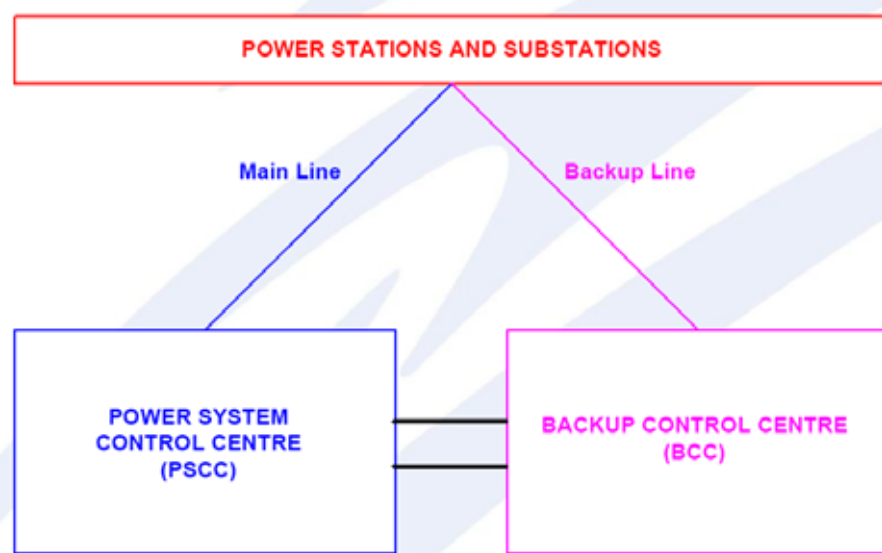


圖 3.21 主副控制中心通訊架構圖

六、調度員值班及訓練情形

PSCC 設有 6 班調度值班人力，每班 5 員(白天 7 名)，分別為值班經理及瓦斯輸送監督員、電力市場聯繫員、電源調度員、電網調度員。每日分 3 值(8~15、15~23、23~8)，每一值班週期 15 天，上班 10 天休息 5 天。調度員每年雖有接受相關訓練(含機構外訓練)，惟

課程安排上並無特定之規劃。

EMA PSOD 並無正式的調度員模擬訓練中心組織，目前亦無調度員證照制度，也未要求調度員必須擁有相關執照方能執行調度值班任務。而新進人員進入 PSCC 擔任調度員大都採基礎教育訓練，加上隨班由有經驗之調度員帶領教導，經過半年至一年期間方能正式值班，而值班經理由學經歷較高較豐富之同仁擔任，與本公司 CDCC 目前之作法相似。

七、OTS 運作與訓練情形

PSCC 設有調度員訓練模擬器(OTS/DTS)，配置於專屬模擬室 DTS Room 內(如圖 3.22)，講師台則以玻璃隔間成另一兼具會議室空間(如圖 3.23)。OTS 由電能管理系統組(EMS Dept.)2 人負責維護。除非有新案例訓練需求，通常每半年作 OTS 資料庫更新，而建立一個可訓練之基本案例(Base case)少則 1 小時，多則 3~5 小時甚至 1 天時間，視 Case 之複雜度與是否有特別需求，而基本案例可自 RT snapshot 或由 save case 取回建立；另若將以往系統網路、事故及相關資料庫資訊均儲存後，可重新載入 OTS 作歷史事件重現之演練，據了解其 OTS 運作情形還算正常穩定，並無大問題出現。

在 model 方面，負載模型採用 constant power，電驛資料主要使用 under-frequency, over-current, busbar protection 等。此外，新加坡因電力規模相對於本公司較小，幾乎所有機組 Gross 出力及廠內用電負載資訊均傳回 EMS，極少數小型電廠未傳回廠內用電，則以固定比例當負載(建 TA 點)，因此整個電力潮流解是完整未簡化的，OTS 所看的任何資訊與 EMS SE 結果基本上是相吻合。



圖 3.22 DTS Room(學員台)



圖 3.23 DTS Room(講師台)

OTS 基本上連接 5 個 MMI，包括 1 個給講師使用、4 個供學員使用，以 SUN E450 及 Ultra 60 所組成，內有 ADM, COM, NA 及市場聯繫專用之 PSS 等伺服器(servers)。OTS 訓

練講師(instructor)目前為 2 人，並非全職專任(尙有其他核心業務)，基本上需曾任值班經理 (Control Manager)職位，熟悉電力系統運轉、市場交易及天然氣管路監視等業務。每次訓練或測驗均由該 2 名講師加上 1 位維護人員負責執行並扮演相關角色，而學員(trainee)以同一班 5 人為群組，每半年接受一次約 2~3 小時訓練及測驗，故平均每月均會有一次之 OTS 訓練課程，訓練主題內容主要為機組跳機引發低頻卸載、多重線路故障跳脫之因應及天然氣供應出問題等。訓練或測驗評估由講師依下列 7 個要項評比，每一項目給 1~5 分總共 35 分，27 分(75%)為及格。

- Decisiveness(果斷能力)
- Leadership(指揮領導能力)
- Knowledge of prevailing power system condition(電力系統熟悉了解能力)
- Power of analysis(電力系統分析能力)
- Response to forced outages(事故緊急應變能力)
- Timeliness in power supply restoration(妥適處理復電能力)
- Familiarity with System Operation Manual, Standing Operating Procedures
(對相關電力系統運轉準則與操作程序之熟悉度)

在參訪 Demo OTS 時，若不作任何動作，系統頻率將由 AGC 控制穩定運轉，因為機組排程會與負載預測相配合。其間將一部機跳脫，馬上可以看到系統頻率下降(每 1 秒變化 1 次)；另將一條線路 Open，馬上可以看到該線路潮流變為 0，且電壓略為下降、潮流轉移至其他線路，驗證了其 OTS 之運作情形尙稱正常穩定。

肆、美國電力研究院(EPRI)考察紀要

一、北美電力事業概況

電業自由化肇始於 1982 年南美洲的智利，隨後英國跟著推動電業自由化，於 1990 年將國營 CEGB 電力公司的發、輸、配、售電切割分離，帶動了全球電業重組及電力自由交易的風潮。從歐、美、加、紐、澳、日、韓、新加坡、中南美洲等各國，紛紛成立了電力調度中心或獨立系統操作者 (ISO: Independent System Operator)及電力交易所(PX: Power Exchange)。一般而言，歐洲的 ISO 大體上由輸電公司兼營負責電力調度及運轉操作，並將 ISO 改稱輸電系統操作者 TSO (Transmission System Operator)，同時將 PX 獨立分開。而北美國家的 ISO 大都兼營 PX 的市場運作(MO: Market Operator)功能，為一獨立非營利機構，負責電力調度及市場交易。北美目前共有 9 大獨立系統操作者，分別為 CAISO、PJM、NYISO、ISONE、MISO、SPP、ERCOT、AESO 及 AESO，如圖 4.1 所示。

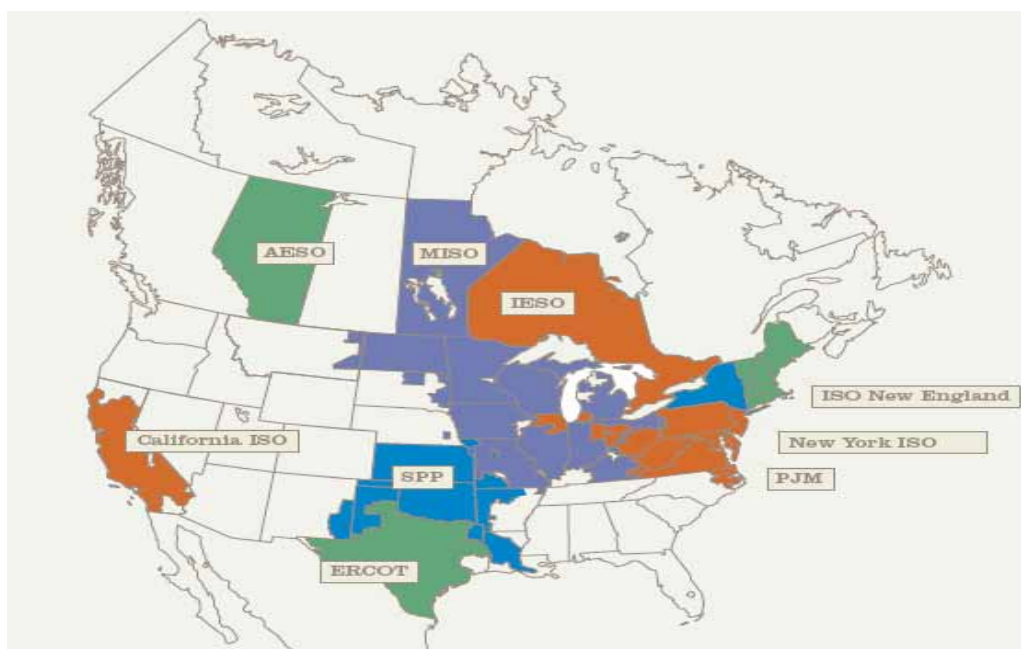


圖 4.1 北美 ISO 管轄區域圖

二、北美電力可靠度委員會(NERC)簡介

NERC(North American Electric Reliability Corporation)成立於 1968 年，總部位於美國東岸之紐澤西州，受美國及加拿大政府的監督，它的使命是確保北美電網系統供電之可靠性，區分為 10 大協調委員會，如圖 4.2 所示。為達成此項使命，NERC 除建立電網可靠度標準、評估電網可靠度、監督電網運轉、稽查業者與調度員行為外，更建立調度員證照考試制度，透過專業機構執行正式認可之過程及程序，以證照核發確保調度員具備執行相關調度工作之能力，確保電力系統運轉穩定、可靠與安全。



圖 4.2 NERC 協調委員會分佈圖

北美調度員證照制度包括 NERC 及 PJM 兩大系統，其中 PJM 為較早發展之系統，仍適用於 PJM 調度中心管轄下之電力機構。而後來發展之北美電力可靠度委員會(NERC)證照系統則統一適用於北美各調度中心及電力機構。

本報告即以 NERC 證照制度為考察目標，經參考 NERC System Operation Certification (SOC) Programs Manual，並與美國電力研究院(EPRI)討論結果，有關 NERC 調度員證照考試與證照維持之執行現況，將於下(第伍)章中再詳細說明。

三、美國電力研究院(EPRI)

EPRI(Electric Power Research Institute)為國際著名且為美國最知名電力研究機構，類似本公司綜合研究所，於 1973 年由美國電力工業界贊助成立，為一獨立非營利的研究組織，研究重點在電力系統有關發電、輸配電和環境有關之科技，包括電力系統規劃分析、運轉維護技術之研發與創新。目前在電力系統領域上集中於用戶端效益、需量反應、輸電系統和配電系統再生能源之整合、智慧型電網應用於配電系統的架構、加強 NERC 有關操作與規劃之協定、輸電線(含變電所)與配電線監測器之研發與設計、增加電力潮流之評估與現場實證等技術研發。

EPRI 聚集了學術界及工業界的學者專家，致力於電力科技的研究與發展，參與合作計畫的會員，包括來自全球 40 個國家、450 個組織單位，在北美約 90%左右之電力機構均為其計畫參與會員，其研究成果將分享所有會員。目前本公司系統規劃處及供電處均為該組織計畫參與會員，本處(電力調度處)亦正研討加入該組織參與計畫(P39)之可能性。EPRI 辦公室分佈於美國境內 5 個地方，並設有 5 個實驗室，及 4 個海外據點，如圖 4.3 所示。

EPRI OFFICES AND LABORATORIES



圖 4.3 EPRI 辦公室及實驗室據點

EPRI 在組織上主要區分四大研究部門及 Technology Innovation 部門，其研發方向及領域如下：

- 發電(Generation)：致力於傳統石化燃料發電機組之效率提升、穩定可靠運轉及污染控制改善(CO₂ 捕捉及儲存, CCS 技術)，及再生能源新技術之研發及應用，例如將太陽能結合既有複循環機組以降低發電成本如圖 4.4。
- 電力傳輸利用(Power Delivery & Utilization, PD&U)：致力於電力系統網路運轉之

穩定可靠，電力傳輸效率之提升，Smart Grid 應用及用戶服務之多樣化，圖 4.5 為以量測為基礎之電壓穩定度監控系統避免電壓崩潰發生。

- 核能(Nuclear)：致力於核能電廠運轉安全、可靠與經濟，並研發更先進之核能技術以延長機組運轉壽命至 80 年(long-term operation) 如圖 4.6。
- 環境(Environment)：致力於環保改善，以確保員工大眾之健康與安全及生態之平衡維持。例如考慮魚類生態之友善設計水輪機如圖 4.7。

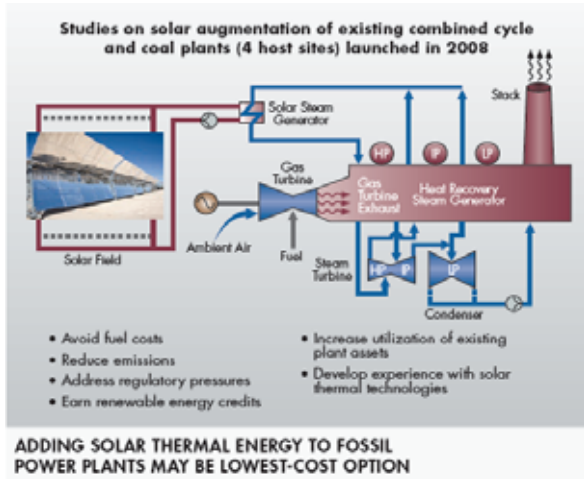


圖 4.4

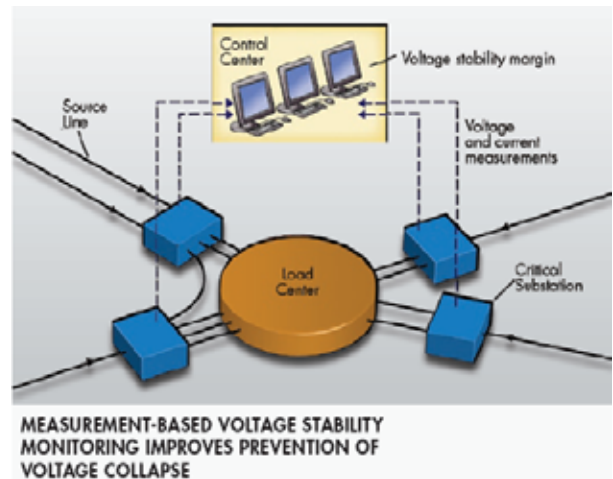


圖 4.5

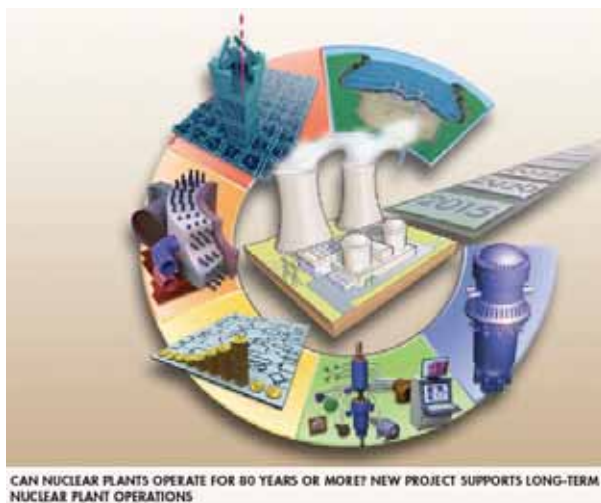


圖 4.6

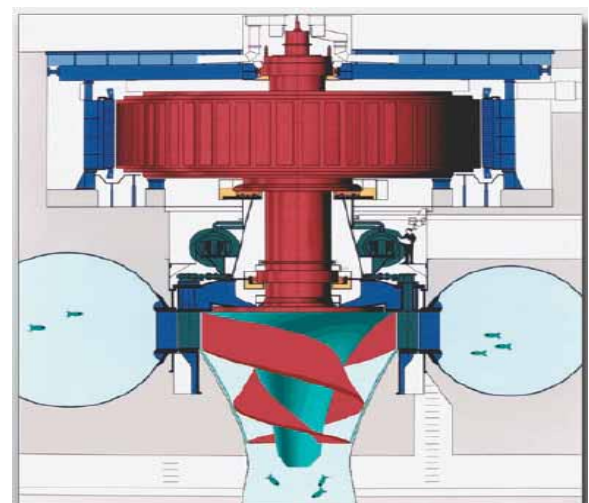


圖 4.7

本次主要參訪對象為位於 Palo Alto 總公司之 PD&U 部門(Power Delivery & Utilization)，包括 Shanshan Liu、Kai Sun、Guo Rui Zhang 及 Robert Entriiken 等專家，目前該部門正進行無效電力管理與電壓控制(Reactive Power Management and Voltage Control)、系統分裂決策控制(System Separation Decision)、動態熱容量額定(Dynamic Thermal Circuit Rating, DTCR)、雲端計算(Cloud Computing)、機組參數驗證(Parameter Identification)及 PMU 監測可視化應用(Visualization)等研究議題。圖 4.8 為目前北美電力網裝設 PMU 的分佈圖，可應用顯示北美即時電壓大小分佈圖(Contour)。

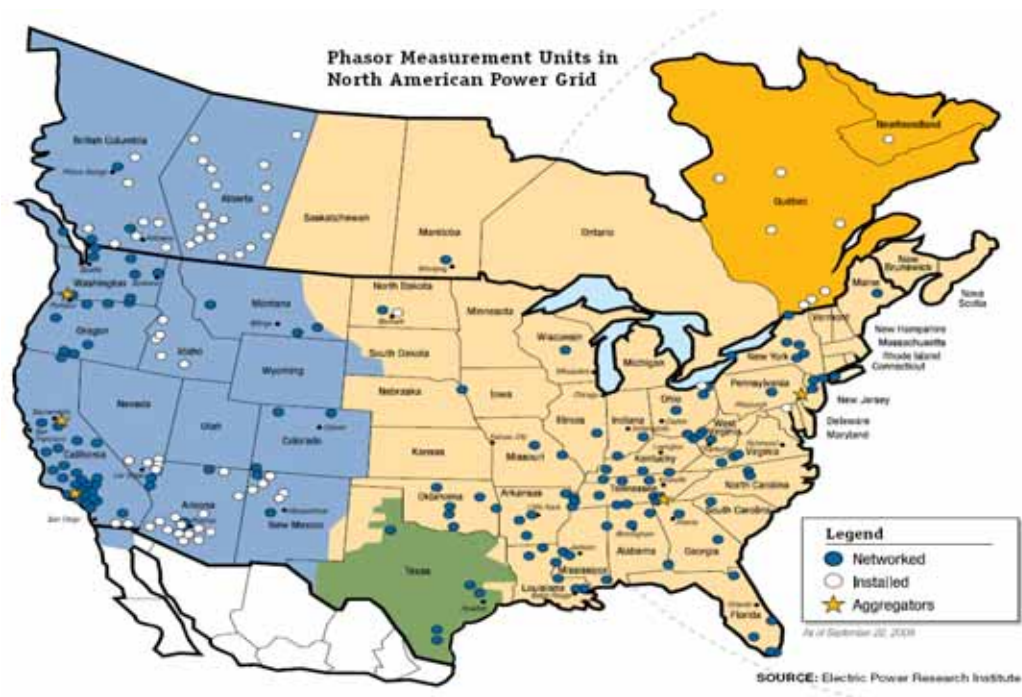


圖 4.8 北美 PMU 裝設分佈圖

EPRI 除進行產學合作研發工作，亦提供相關電力技術專業課程之訓練，為 NERC 調度員證照維持訓練時數所認可之機構之一，此次前往 EPRI 除考察其專業課程之內容規劃

與訓練執行情形外，並了解 NERC 調度員證照考試與證照維持之執行現況，以作為本公司未來建置「調度員模擬訓練中心」及調度員訓練、考照與回訓制度之參考。

四、EPRI 提供 NERC 證照維持課程

EPRI PD&U 部門每年均開辦電力系統網路運轉及規劃訓練課程(Grid Operation and Planning Courses)，包括系統運轉、系統規劃及電力市場等主題，提供系統運轉調度及規劃分析專業人員提升專業知識、了解最新科技，如下表 4.1 所示：

表 4.1 EPRI PDU_GOP Courses

#	Course Name	Units/Certificate	Instructor	Delivery
SYSTEM OPERATORS				
101	Power System State Estimation	0.5 NERC CEU 0.3 CEU (Online)	L. Min	Classroom/Online
102	Wide-Area Power Flow, Visualization and Congestion Management	0.5 NERC CEU 0.3 CEU (Online)	S. Lee	Classroom/Online
103	System Restoration	1.5 CEU (Classroom) 0.5 CEU (Online)	K. Sun	Classroom/Online
104	Voltage Stability Monitoring and Control	1.0 CEU (Classroom) 0.6 CEU (Online)	K. Hur	Classroom/Online
SYSTEM PLANNERS				
201	Power Electronics-Based Transmission Systems	1.2 CEU (Classroom)	R. Entriiken	Classroom/Online
201a	Grid Shunt Compensation	0.2 CEU (Online)	R. Entriiken	Online
201b	Impact of FACTS Devices on Power System Protection	0.2 CEU (Online)	R. Entriiken	Online
201c	Assessment of Grid Reliability Benefits and Transfer Gains with Segmentation of the Eastern Interconnection	0.2 CEU (Online)	R. Entriiken	Online
202	Generator Modeling	2.0 CEU (Classroom) 0.8 CEU (Online)	P. Pourbeik	Classroom/Online
203	Load Modeling	0.8 CEU (Classroom) 0.6 CEU (Online)	A. Gaikwas P. Pourbeik	Classroom/Online
204	Modeling and Application of Static VAR Systems	0.2 CEU (Online)	P. Pourbeik	Online
ENERGY MARKETS				
301	Value and Risk in Energy Markets	1.5 CEU (Classroom) 1.0 CEU (Online)	A. Altman	Classroom/Online

其中某些電力專業課程，例如 101_Power System State Estimation 及 102_Wide-Area Power Flow Visualization and Congestion Management，為 NERC 調度員證照維持訓練時數 (CEHs)所認可各為 0.5 小時。而這些課程需填寫完整的資訊，提供 NERC 審查是否核可為 CEHs，表格資料 ILA (Individual Learning Activity Application)包括如下項目：

- Sponsor or Provider's Information：CEHs 課程提供者基本資料
- Learning Activity Information：課程名稱及申請之 CEHs 時數，是否也用於其他專業證照認可
- This Activity Includes：包含 NERC 準則(Standards)及模擬(Simulations)有關內容各幾小時
- Instructional Delivery Term：講師群的背景資料
- Learning Assessment：課程評分方式
- Learning Objectives：學習目標期望學員參與課程後之具體成果
- Learning Activity Content：與學習目標相配合之課程內容

伍、北美電力可靠度委員會(NERC)調度員證照制度

一、執行概要

2003 年 8/14 北美(東部)發生大停電事故，北美(美加地區)16 個機構於 2006 年成立輸電擁有者與調度機構討論會(Transmission Owners and Operators forum)，類似本公司機電事故檢討會制度，目前則有 52 個會員如圖 5.1 所示，供應美加地區 68%的電力。依該討論會宗旨及目的，NERC 於 2006 年 5 月發布系統調度員證照(System Operator Certification, SOC)執行綱領，將調度員證照制度訴諸文件、明文規範，並於 2009 年 11 月完成更新版本。事實上 NERC 證照制度約於 1998 年即開始以自願性方式試辦考試，2005 年左右訂定持續訓練時數(Continue Education Hours, CEHs) 開始執行換照制度。調度員證照制度之執行係為確保調度員有足夠之技能、知識、訓練及認證，以確保電力系統運轉之穩定、可靠與安全。



圖 5.1 輸電擁有者與調度機構討論會會員

調度員證照基本上分為四大類別等級，第一類為可靠度調度員(Reliability Operator, Reliability Coordinator, RO/RC)、第二類為電源及電網綜合調度員(Balancing, Interchange and Transmission Operator, BT)、第三類為電網(輸電)調度員(Transmission Operator, TO)、第四類為電源(平衡及交易)調度員(Balancing and Interchange Operator, BI)。各級調度員依其工作地點及任務，需取得相對應的證照，方能在北美地區相關電力組織機構中執行相關調度員工作。例如在 ISO 之調度員負責大區域之電力系統調度及電力平衡交易工作，需具備最高等級之 RC 執照；而在區域輸電公司之調度員若僅負責電網之操作，則僅需具備 TO 執照。

調度員證照需經過 NERC 考試通過後取得，任何人經過申請即可參加任一類別的考試，證照取得後 3 年有效，證照之維持需於證照效期 3 年內累積一定時數之持續訓練時數 (CEHs) 方可續照，而 CEHs 之提供需經過 NERC 認可方能作為時數累積計算。整個證照制度由 NERC PCGC (Personnel Certification Governance Committee) 負責建立政策、制訂收費標準及監督執行情形；而 NERC 本身亦負有資料紀錄之維護、費用之收取、與廠商之合約維持，及整個調度員證照相關活動之報告提供。

二、證照檢定考試

(一) 證照考試分類

NERC 調度員證照檢定考試之試題由 Examination Working Group (EWG) 負責，為達到四大類別各別試題的適當性，所有題目必須先放置於不計分(non scored)區，經過 18 個月之一個完整測試週期後若評估符合需求，才正式放入計分題(scored)，作為考試通過與否之計分依據，若有題目經提出認為不恰當，則會自計分題區移除。NERC 調度員證照考試共

分四大類別：

- 第一類：可靠度調度員(Reliability Operator, RO/RC)
- 第二類：電源及電網綜合調度員(Balancing, Interchange and Transmission Operator, BT)
- 第三類：電網(輸電)調度員(Transmission Operator, TO)
- 第四類：電源(平衡及交易)調度員(Balancing and Interchange Operator, BI)。

四大類別考試之測驗總題數、有計分之題數及合格之標準如表 5.1 所示，例如最高等級之第一類 RC 考試，測驗總題數為 150 題，其中有計分之題數為 125 題(items)，因此測驗中尚包括 25 題未納入計分之先導型題目，而通過考試合格之標準需答對 96 題以上，亦即答對率約為 74.4%。

表 5.1 NERC 調度員證照考試分類

Examination Title	Total Questions	Scored Questions	Passing Score (# of answers correct)	Passing Score (% of answers correct)
Reliability Operator Certification Examination	150	125	96	74.4
Balancing, Interchange, and Transmission Operator Certification Examination	150	125	96	74.4
Transmission Operator Certification Examination	125	100	77	76
Balancing and Interchange Operator Certification Examination	125	100	77	76

四大類別考試之試題型式包括記憶題(Recall)、應用題(Application)及分析題(Analysis)，其題型分配及內容要點(Content Outline)如下，並彙整如表 5.2 及表 5.3：

■ 第一類 RC : (125 items)

1. Resource and Demand Balancing
14 items (Recall - 6, Application - 8, Analysis - 0)
2. Emergency Preparedness and Operations
35 items (Recall - 7, Application - 21, Analysis - 7)
3. System Operations
22 items (Recall - 9, Application - 13, Analysis - 0)
4. Interchange Scheduling and Coordination
12 items (Recall - 5, Application - 7, Analysis - 0)
5. Transmission Operations
16 items (Recall - 3, Application - 3, Analysis - 10)
6. Protection and Control
3 items (Recall - 1, Application - 1, Analysis - 1)
7. Voltage and Reactive
8 items (Recall - 2, Application - 5, Analysis - 1)
8. Interconnection Reliability Operations and Coordination
15 items (Recall - 3, Application - 6, Analysis - 6)

■ 第二類 BT : (125 items)

1. 21 items (Recall - 8, Application - 13, Analysis - 0)
2. 37 items (Recall - 8, Application - 22, Analysis - 7)
3. 24 items (Recall - 10, Application - 14, Analysis - 0)
4. 13 items (Recall - 5, Application - 8, Analysis - 0)
5. 18 items (Recall - 4, Application - 11, Analysis - 3)
6. 3 items (Recall - 1, Application - 1, Analysis - 1)
7. 9 items (Recall - 2, Application - 5, Analysis - 2)

8. NA

■ 第三類 TO : (100 items)

1. NA

2. 35 items (Recall - 7, Application - 21, Analysis - 7)

3. 21 items (Recall - 8, Application - 13, Analysis - 0)

4. NA

5. 27 items (Recall - 6, Application - 16, Analysis - 5)

6. 5 items (Recall - 1, Application - 3, Analysis - 1)

7. 12 items (Recall - 3, Application - 7, Analysis - 2)

8. NA

■ 第四類 BI : (100 items)

1. 26 items (Recall - 10, Application - 16, Analysis - 0)

2. 33 items (Recall - 7, Application - 20, Analysis - 6)

3. 26 items (Recall - 10, Application - 16, Analysis - 0)

4. 15 items (Recall - 6, Application - 9, Analysis - 0)

5. NA

6. NA

7. NA

8. NA

表 5.2 NERC 調度員證照考試題型分配

Examination	Number of scored questions	Number of recall questions	Number of application questions	Number of analysis questions	Number correct required to pass
Reliability	125	36	64	25	96
Bal, Interch., and Transm.	125	38	74	13	96
Transmission	100	25	60	15	77
Balancing	100	33	61	6	77

表 5.3 NERC 調度員證照考試內容分配

Content Outline		RC	BT	TO	BI
1.	Resource and Demand Balancing	14	21	NA	26
2.	Emergency Preparedness and Operations	35	37	35	33
3.	System Operations	22	24	21	26
4.	Interchange Scheduling and Coordination	12	13	NA	15
5.	Transmission Operations	16	18	27	NA
6.	Protection and Control	3	3	5	NA
7.	Voltage and Reactive	8	9	12	NA
8.	Interconnection Reliability Operations and Coordination	15	NA	NA	NA
Total		125	125	100	100

其中各題型範例如下：

■ 記憶題(Recall)

Operating Reserve can be provided by:

- A. tap changers
- B. capacitor banks
- C. voltage regulators
- D. interruptible loads

Balancing Area A is sending Balancing Area B a schedule. Which of the following should both Balancing Areas verify?

- 1. price
- 2. ramp rate
- 3. magnitude
- 4. start/stop times

- A. 1, 2, and 3
- B. 1, 2, and 4
- C. 1, 3, and 4
- D. 2, 3, and 4

■ 應用題(Application)

Generation is not sufficient to meet load, the Balancing Area is importing to its limits and voltage is decaying. Which of the following actions should be taken by the System Operator?

- A. shed load*
- B. correct schedule deviation*
- C. use the interconnection hotline*
- D. schedule interchange transaction*

If frequency is 60.00 Hz and a time error correction calling for 60.02 Hz is issued, a balancing authority with a frequency bias of 100 MW/0.1 Hz will...

■ 分析題(Analysis)

A system is connected to neighboring systems and has interchange schedules. Tie-line metering is acceptable, but frequency indication has been lost. Which of the following is the best control mode to use?

而參考的準則、資料及書籍包括：

- ***NERC Reliability Standards***, particularly the following: NERC Glossary of Terms, BAL 001 – 006; CIP 001; COM 001 and 002; EOP 001 – 006 and 008; INT 001, 003, 004, 006 – 009; IRO 001, 004 – 006, and 016; PRC 001 and 004; TOP 001 – 008; and VAR 001.
- ***Power System Operation***, Third Edition, authors: Miller and Malinowski in particular Chapters 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, and 12.
- ***Electric Utility Systems and Practices***, Fourth Edition, author: Rustebakke, in particular Chapters 12, 13, 14 and 15.
- ***EPRI Power System Dynamics Tutorial*** in particular the Glossary and chapters: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and 11.

(二)證照考試申請

任何人想參加 NERC 調度員證照檢定考試者，需於 System Operator Certification (SOC) 網站先註冊為使用者(網址為 <http://www.nerc.com/page.php?cid=6|84>)，然後於任何時間均可線上申請考試，經繳交報名費用獲取 ATT(Authorization-to-Test)憑證號碼後，即可安排下一步驟之考試事宜；惟在獲取 ATT 憑證號碼後需於 1 年有效期內完成考試，否則該次考試申請即失效，報名費亦將遭沒收。四大類別考試之報名費用均相同為美金 700 元，再次考試的費用亦是美金 700 元，續照申請為美金 600 元，而撤回考試申請亦需扣繳美金 100 元，如表 5.4 所示。

表 5.4 NERC 調度員證照考試費用

Fee Schedule**	
Application to test	\$700
Application to maintain or change credential using CE hours	\$600
Application to retest	\$700
Application to withdraw	\$100
Bad check/credit application	\$25

**All funds must be payable in U.S. dollars.

(三)證照考試安排

在安排考試事宜前，應試者需熟知 SOC 相關規定，並由網站資訊了解相關測試事宜。應試者需以 ATT 憑證號碼為考試安排之依據，NERC 同時會提供主考官資訊，以便應試者於網站(<http://securereg3.prometric.com/Welcome.aspx>)線上安排測試地點、日期及時間。一旦安排完成，NERC 試務中心將會寄送考試確認碼(confirmation number)給應試者以為當日

考試之依據。

(四)證照考試變更

在預約考試安排確定後，應試者可利用網站線上更改考照類別，例如從第四類 BI 更改為第三類 TO，或從第一類 RC 更改為第二類 BT 等等；惟需於獲取 ATT 憑證號碼 1 年有效期結束前 30 天辦理。另應試者可連絡試務中心或於網站線上取消/更改考試日期，惟最遲需於原申請考試日期前 2 天之週一到週五當地時間中午前完成，否則無故不到試或有效期內不更改日期，將被視為缺考(no-show)，報名費用不退還，應試者需重新完成考照一切手續並再次繳費方能重新參加考試。

此外，應試者在獲取 ATT 憑證號碼後，若因故可於 1 年有效期前或效期屆滿當日撤回考試申請，若已完成考試預約者，則需先取消預約再撤回考試申請，NERC 將扣取美金 100 元，償還應試者美金 600 元。若申請證照考試並繳交費用，1 年有效期內不作任何考試安排或撤回申請，效期屆滿後該次考試申請即失效，報名費亦將遭全數沒收。

(五)證照考試

證照考試內容依 NERC 公布之測試範圍出題，並以電腦筆試作答。應試者需於考試當日測試時間 30 分前至測試地點報到登錄，並提供雙證件確認應試者身分(Administration & Review of Candidate Identification)；之後進行 15 分鐘電腦作答介紹(Computer-Based Tutorial)使應試者熟悉電腦應試操作，它可允許應試者跳過某些試題、作記號或回到任何題目作答或更改，同時電腦隨時顯示時鐘並提醒考試剩餘時間；隨後正式進入為時 2 小時 45 分之考試(Examination)，考試期間除一般試場之考試規定外，尚允許應試者使用休息室作調節休

息；最後考試結束後需填寫問卷調查(Post-Examination Survey)，應試者可提出任何建議，包括試題內容或對答案提出異議。

整個測驗考試程序除考試時間外，加上報到登錄、電腦作答介紹及考試後問卷調查，總共需花費 3 小時 45 分，如表 5.5 所示。此外對於考試若有特別需求(例如殘障協助)者，可電洽或 Email NERC 給予必要的支援。

表 5.5 NERC 調度員證照考試程序

Examination Time Allocation	
Examination Stages	Time Allocation
Administration & Review of Candidate Identification	30 minutes
Computer-Based Tutorial	15 minutes
Examination	2 hours & 45 minutes
Post-Examination Survey	15 minutes
Total Time to be Allocated	3 hours & 45 minutes

(六)考試結果

當考試結束後，應試者可自電腦螢幕即時看到測驗結果，了解自己是否通過考試，並在離開試場前獲得非正式的考試結果報表。NERC 會在考試結束後 10~12 週內寄送正式之測驗結果報告給應試者，除告知是否通過考試外，報告尚包括各分項內容(Content Outline) 考題答對率等相關分析資料。通過考試者將同時收到由 NERC 總裁簽署的調度員證照，發照日為通過考試的日期，亦即有效期為自通過考試當日起 3 年。此外，NERC 將會通知第三機構(應試者雇主)有關應試者通過之證照號碼及發照日期。

而考試結果未通過者至少需間隔 42 天方能再提出相同類別之考試申請，惟其他類別不受該次限制。而通過某類別考試取得證照者，因有效期間為 3 年加上 1 年緩衝期，故自通過考試日起 4 年內不得再申請參加同類之證照考試。表 5.6 所示為自 1998 年至 2009 年 NERC 調度員證照考試結果統計，總通過率為 78.6%，且近幾年通過率有下降之趨勢(如圖 5.2)，去年 2009 通過率僅 64.8%，顯示 NERC 嚴格把關確保調度員素質。

表 5.6 NERC 調度員證照考試結果統計

Exam Statistics				
Year	Number of Exams Taken	Number of Exams Passed	Number of Exams Failed	Percent Pass
1998	997	920	77	92.3%
1999	1598	1,409	189	88.2%
2000	1422	1,089	333	76.6%
2001	777	593	184	76.3%
2002	993	760	233	76.5%
2003	1,868	1,555	313	83.2%
2004	1,690	1,412	278	83.6%
2005	2,170	1,731	439	79.8%
2006	1,262	943	319	74.7%
2007	1,030	729	301	70.8%
2008	1,009	634	375	62.8%
2009	958	621	337	64.8%
Totals	15,774	12,396	3,378	78.6%

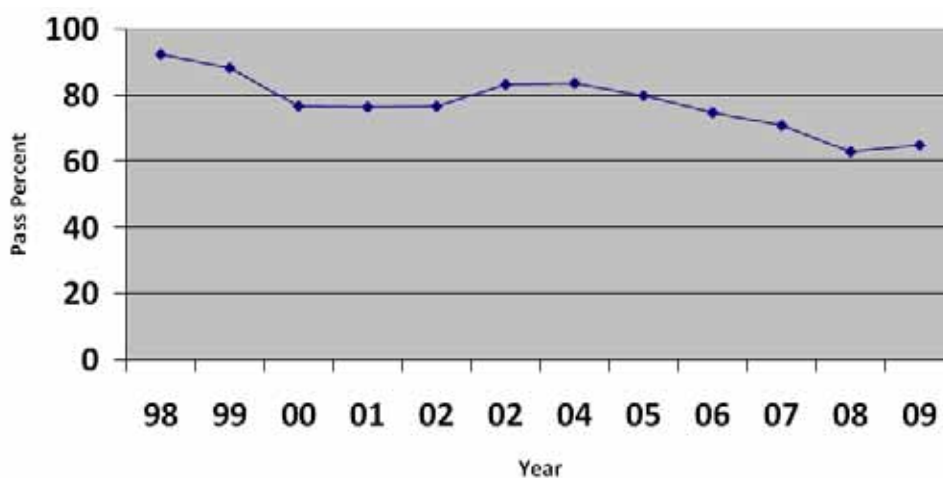


圖 5.2 NERC 調度員證照考試通過率統計

NERC 四類證照雖有等級之分，惟應試者可選擇任一證照考試，並且 NERC 亦未要求應試者需具備何種基本條件才能應試。NERC 證照僅是調度員最低基本智能要求，例如此次參訪得 CAISO 及 PG&E 均表示，除要求調度員需持有 NERC 證照外，其他相關訓練(例如 WECC 準則)仍然為必要的。

三、證照維持規定

(一)基本需求概述

NERC 調度員證照之維持，基本上需在證照效期 3 年內，累積 NERC 認可之訓練課程或相關活動達一定時數之持續再訓練課程(CEHs)，方可繼續維持證照效力，辦理換發新照延續下一個 3 年效期，費用為美金 600 元。另因 2009 年 11 月更新證照效期從以往 5 年改為目前 3 年，因此規定過渡期條款，亦即效期在 2009/10/1 前之證照，可選擇在效期前累積足夠的 CEHs 或直接重考以獲得相關證照。

(二)各類證照維持需求

NERC 各類調度員證照之最低維持 CEHs 如下：

- 第一類 RC：200 CEHs
- 第二類 BT：160 CEHs
- 第三類 TO：140 CEHs
- 第四類 BI：140 CEHs

上述需求其中 30 CEHs 必須是 NERC 相關準則(Standards)議題，另 30 CEHs 必須與模擬(Simulation)有關，包括 OTS 訓練、緊急操作演練、復電程序及全黑起動等議題。CEHs

可同時伴隨計算，例如當完成一個利用 OTS 模擬與 NERC 準則有關之訓練 2 小時，則可分別納入該 2 項各 2 小時計算，但總時數僅能累計 2 小時。相關訓練課程或相關活動主題如下：

1. Basic Concepts(基本觀念)

- a. Basic electricity including capacitance, inductance, impedance, real and reactive power
- b. Single phase & three phase power systems
- c. Transmission line and transformer characteristics
- d. Substation layouts including the advantages and disadvantages of substation bus schemes

2. Production & Transfer of Electric Energy(電力傳送及發電)

- a. How generators produce electricity
- b. Types of generators including advantages and disadvantages of each type
- c. Economic operation of generators
- d. Real and Reactive power flow

3. System Protection(系統保護)

- a. Transmission line, transformer, and bus protection principles
- b. Generator protection principles
- c. Types of relays used in different protection schemes
- d. The role of communication systems in system protection

4. Interconnected Power System Operations(互聯電力系統調度運轉)

- a. Voltage control
- b. Frequency control
- c. Power system stability

- d. Facility outage response
- e. Automatic Generator Control (AGC) including the different modes of AGC
- f. Extra High Voltage (EHV) operation
- g. Energy accounting
- h. Inadvertent energy

5. Emergency Operations(緊急運轉操作)

- a. Loss of generation resource
- b. Operating reserves
- c. Contingency reserves
- d. Line loading relief
- e. Loop flow
- f. Load shedding
- g. Voltage and reactive flows during emergencies
- h. Loss of critical transmission facilities

6. Power System Restoration(電力系統復電程序)

- a. Restoration philosophies
- b. Facility restoration
- c. Black start restoration
- d. Load shedding
- e. Under-frequency load shedding
- f. Under-voltage load shedding

7. Market Operations(電力市場運轉操作)

- a. Standards of Conduct
- b. Tariffs
- c. Transmission reservations and transmission priorities

d. Transaction tagging

8. Tools(應用分析工具)

a. Supervisory Control and Data Acquisition

b. Automatic Generation Control application

c. Power flow application

d. State Estimator application

e. Contingency analysis application

f. P-V Curves

g. Load forecasting application

h. Energy accounting application

i. OASIS application

j. E-Tag application

k. Voice and data communication systems

9. Operator Awareness(調度員警報訊息)

a. Identifying loss of facilities

b. Recognizing loss of communication facilities

c. Recognizing telemetry problems

d. Recognizing and identifying contingency problems

e. Communication with appropriate entities including the Reliability Coordinator

10. Policies & Procedures(政策及程序)

a. NERC reliability standards

b. ISO/RTO operational and emergency policies and procedures

c. Regional operational and emergency policies and procedures

d. Local & company specific policies and procedures

e. Emergency operating plans

- f. Line loading relief procedures
- g. Physical and cyber sabotage procedures
- h. Outage management and switching procedures

11. NERC Reliability Standards(NERC可靠度準則)

- a. Application and/or implementation of NERC reliability standards

(三) CEHs 認可訓練機構

而 CEHs 之提供需經過 NERC 認可方能作為時數累積計算，要成為 NERC 認可提供 CEHs 之機構，需繳交初次申請費用 US\$300 申請認證，每年繳交年費 US\$300，而每 1 CEH 需繳交每年 US\$45，並填報前章所述之 ILA 申請表。下列為 NERC 所認可之 28 家機構：

1. Applied Professional Training, Inc. (APT)
2. Bismarck State College (BSC)
3. Blue Water Energy Services (BWES)
4. Contego Information Security Solutions, Inc. (CISS)
5. Decision Systems International (DSI)
6. Direct Line to Compliance (DL2C)
7. Drexel University, Goodwin College
8. Elektrikgrid
9. Electric Power Research Institute (EPRI)
10. Electric Utility Consultants, Inc. (EUCI)
11. Industry Compliance Institute, LLC (ICI)
12. Iowa State University (ISU)
13. L&K International Training
14. Midwest Independent Transmission System Operator (MISO)
15. Operations-Training-Solutions (O-T-S)

16. Operator Educational Services - North America, LLC (OES)
17. OSI University (OSII)
18. Powertech Labs Inc. (PLI)
19. Powersmiths International, Inc.
20. RCATS Consulting LLC
21. SERC Reliability Corporation
22. Siemens Energy, Inc., Power Technologies International (PTI)
23. Southwestern Power Administration's Power Operations Training Center
24. System Operations Success, Intl. (SOS Intl.)
25. The Energy Group
26. Tulane University Tulane Energy Institute
27. Waukesha Electric Systems
28. WAPA's Electric Power Training Center

上述認可訓練機構有些除開設一般專業訓練、NERC CEHs 訓練課程外，更有專門為 NERC 證照考試準備之課程，例如 APT 開設如下課程：

- PWR100: Electric Power System Operations (一般專業訓練)
- Course PC240: Emergency Operations - I (NERC CEHs)
- Course PC290: NERC System Operator Certification Exam Preparation (考照準備)

又如 SOS Intl 及 EUCI 除提供 NERC CEHs 課程外，亦提供證照培訓課程，其中 SOS Intl 提供包括線上學習(Online training)及課堂講解(Classroom training)兩種授課方式。而 EUCI 除了是 NERC CEHs 認可之機構外，亦是 International Association for Continuing Education and Training (ANSI/IACET) 認可之機構。

(四)不符合要求之處理

如果持有合格證照之調度員未能於證照效期 3 年內，累積 NERC 認可之訓練課程或相關活動達一定時數之要求，則其證照將被凍結(suspended)最長至 1 年期間，且不能從事調度相關工作；在 1 年緩衝期內若仍未補足所需 CEHs，則在 1 年緩衝期結束後證照將作廢 (revoked)，調度員需再經過考照程序方能獲得合格證照。若於 1 年緩衝期內任何時間累積足夠之 CEHs，則證照將可再恢復效力，可於繳費後辦理換照，惟證照有效期仍以原發照日為準 3 年有效，亦即剩下的 2 年多時間仍需再累積必要的 CEHs。因凍結(suspended)期間最長為 1 年，故自通過考試日起 4 年內不能再申請參加同類之證照考試。

此外，NERC 提供困難申訴管道，包括不可預期、不可抗力之情事或情有可原之因素，導致無法在 3 年累積足夠之 CEHs。例如持照者因入伍服役、生病(包括家人)或暫時失能等等，可正式提出書面困難申訴，PCGC 則保留接受與否之決定權。

(五)證照等級之變更

NERC 較高等級證照持有人，若未能於證照效期 3 年內，累積最低維持 CEHs，則可視其累積時數狀況改為較低階證照之換照申請。例如原第一類 RC 證照持有人，在滿足第二類 BT 或第三、四類 TO/BI 需求時數下，可申請改換照為 BT 或 TO/BI；原第二類 BT 證照持有人，在滿足第三、四類 TO/BI 需求時數下，可申請改換照為 TO 或 BI。而原第三類 TO 或第四類 BI 持有人，需經過考試合格方能取得其他類別證照；同樣原第二類 BT 持有人，亦需經過考試合格方能取得第一類 RC 證照。

(六)CEHs 管理

NERC 自 2006 年 4 月 1 日起開始作 CEHs 的累計工作，CEHs 之提供者在完成每次再訓練課程講授後，應將相關資訊上傳至 NERC 的資料庫(System Operator Certification & Continuing Education Database, SOCCED)，包括受訓的人員姓名及 CEHs 時數，而擁有證照之人員自己有義務上網查詢確認自己的 CEHs，並且最好在效期截止前 90 天務必上網查詢自己累積 CEHs 的情況，若有任何問題(例如 CEHs 提供者未上傳資料)，應於效期截止前 30 天提出參訓證明文件給 NERC 審核，包括 CEHs 提供者及連絡資料、課程編號及內容、參訓的日期(及地點)、CEHs 時數及類別、證照號碼，以免因作業不及、CEHs 不足而致證照遭到凍結。

CEHs 的使用採先完成的時數先抵用之原則，若 CEHs 過多，則在有效期結束前 6 個月所累積的時數，最多有 30CEHs 可繼續延用至下一個 3 年的續照需求，惟只限於運轉主題的訓練或活動，必要的準則(Standards)議題及模擬(Simulation)議題各 30 CEHs 則不適用。相同的課程或訓練，每證照年(credential anniversary)只能計算 1 次；惟 Emergency Operations 相關者最多可計算 2 次。此外，CEHs 的講師若也擁有證照，也可獲得同等之 CEHs。

四、爭議調處及違規懲戒

CEHs 的提供者與參訓者之間，若有發生相關 CEHs 之爭議，由兩者自行調處，NERC 將不會介入。若有關證照考試相關議題(CEHs、註冊程序、考試內容、考試成績及適當性等)之疑慮，將由 NERC System Operator Certification Dispute Resolution Process (SOCDRP) 負責處理，處理程序及分類包括三大階段等級(如圖 5.3)：

- 第一階段(Class I)：由提議者(利用電話或 Email)直接與爭議調處行政人員(Dispute Resolution Administrator)進行溝通，30 天內解決，一般對於 CEHs 的問題均歸屬於 Class I；若仍未解決改為 Class II 或 Class III 處理。
- 第二階段(Class II)：由 Personnel Subcommittee 通知組成爭議處理工作小組(Appeal Working Group)進行討論，小組成員 7 人；若依然未解決提送 Class III 處理。
- 最後階段(Class III)：由 NERC Board of Trustees 依羅伯特議事規則(Robert's Rules of Order)做出最後的裁決。

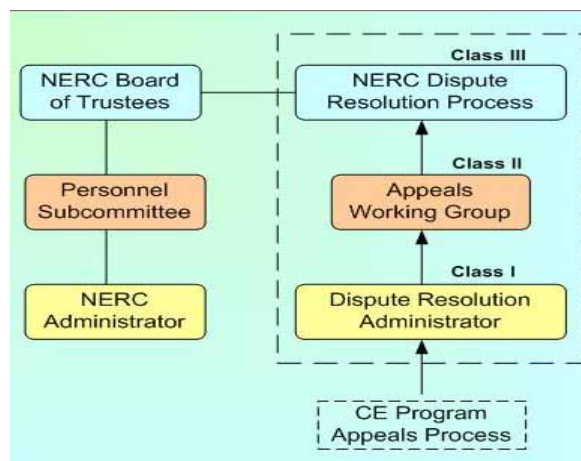


圖 5.3 爭議調處程序

爲了確保 SOC 整個制度的完整性，任何違反相關規定或期望之個人(或機構)，例如違反 NERC 準則、故意或一再忽視勤務、故意提供不實資料、考試過程違規欺瞞等等，將會受到相關的懲戒，此部分係由 PCGC Credential Review Task Force 負責，有疑慮必要時會召開聽證會或有相關上訴管道，最後之裁決包括不處分(No Action)、緩刑(Probation)、吊照(Revoke for Cause)或終止證書(Termination of Credential)。

陸、其他機構調度員訓練概況

本次參訪 EPRI 期間，由其安排至加州電力調度中心(CAISO)及太平洋瓦斯電力公司(PG&E)了解該兩機構調度員訓練概況，以下將參訪心得感想分述如后。

一、CAISO 調度員訓練概況

(一)CAISO 簡介

美國加州電業改革主要原因包括電價過高影響產業競爭力、小規模高效率低成本的燃氣機組出現、國家能源政策走向自由化方向及電力技術之進步。自由化前之市場架構主要為三大民營垂直整合電力公司，包括 PG&E、SCE 及 SDG&E，市場佔有率約 80%，其餘為合格發電業者 IPP。自由化後之市場架構未對三大民營公司進行分割，主要變革在於輸電網路的開放使用。電業自由化後由輸電部門成立電力交易所(PX)與獨立系統操作者(ISO)，負責輸電網路的交易與運作，售電部門為開放完全競爭，用戶一次全面開放購電選擇權。

在此自由化架構下，加州獨立系統操作者或電力調度中心(CAISO: California Independent System Operator)在聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission, FERC)之監督下，於 1998 年政府發布電力解制後成立，負責加州輸電網路主幹(power grid)的穩定操作與運轉，包括 25526 回路哩的高壓輸電線路、約 1400 部機組(出力由排程協調者 SC 決定)，總裝置容量為 54436MW，尖峰負載達 46042MW(2009 年)，提供全加州約 80% 近 3000 萬人口之電力供應，如圖 6.1。

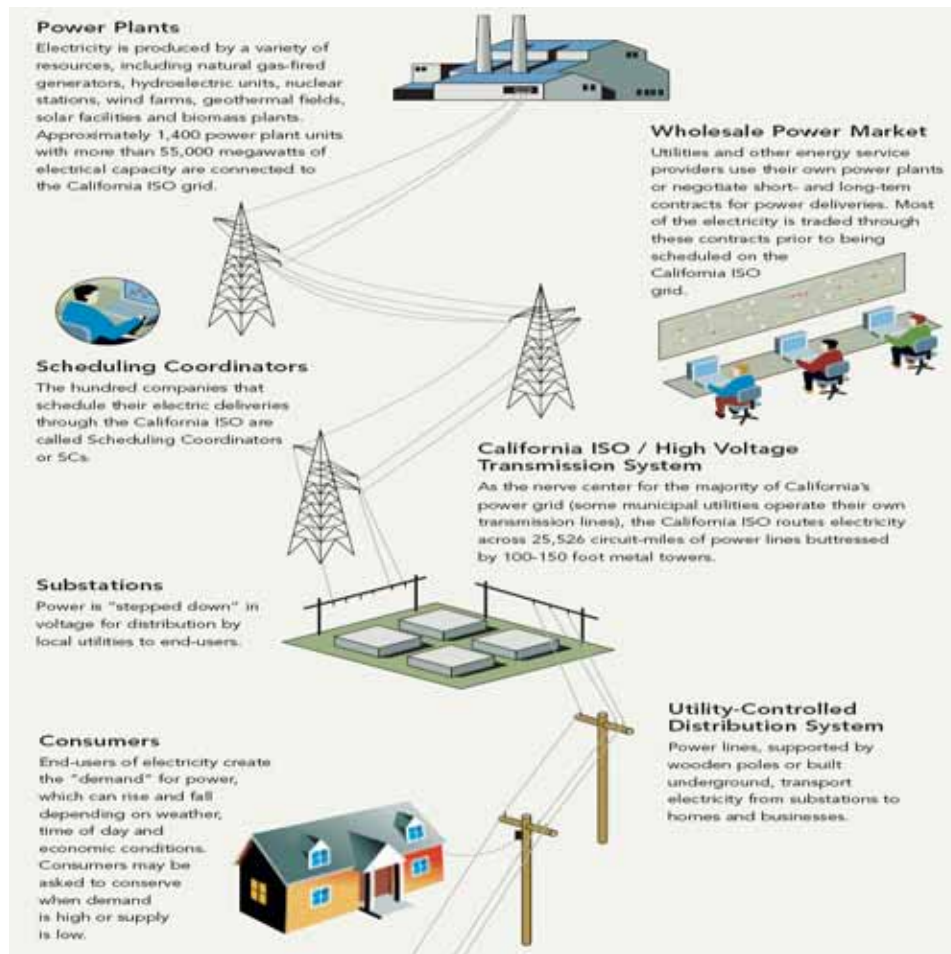


圖 6.1 CAISO 電力調度傳輸架構圖

另電力交易所(PX)原來負責電力市場之交易與運作，自 2002 年以後不再負責所有市場交易，轉由 CAISO 合併運作，因此目前整個市場機制由 CAISO 全權負責處理。身為非營利的獨立操作機構，CAISO 必須無歧視地公開網路運轉資訊(Open Access)給 Wholesale 躉售電力市場，每天處理約 30000 筆電力交易。另每 5 分鐘需作最新負載預測，計算備轉容量，調度最低價格電廠出力，並滿足系統安全限制。此外身為 WECC 成員之一，CAISO 亦協助監視 WECC 一部分區域，包括美國西部 14 個州、加拿大 Alberta、British Columbia 及墨西哥北部。CAISO 共有員工約 600 人，組織分工如圖 6.2 所示。

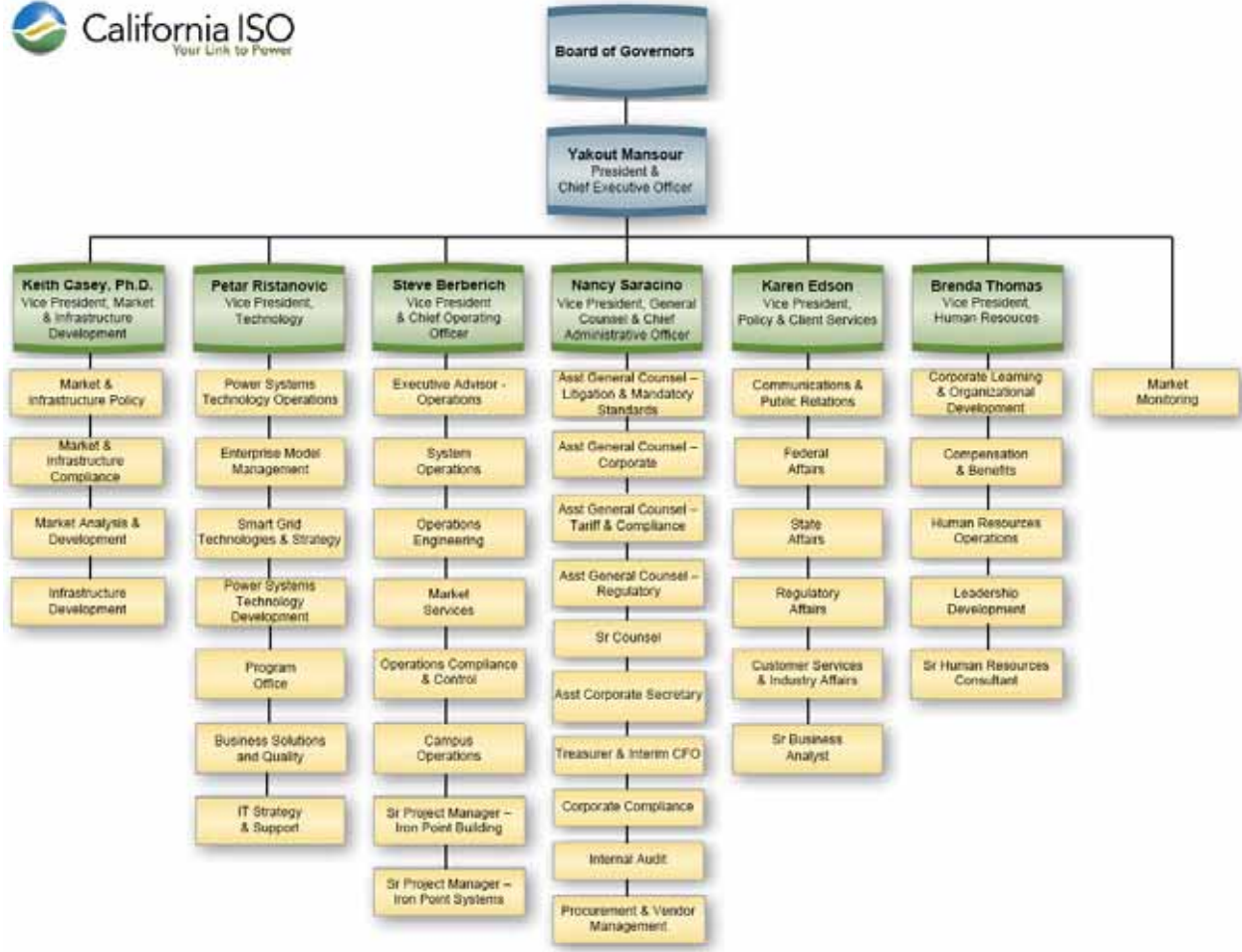


圖 6.2 CAISO 組織圖

CAISO 使命如下：

- 運轉電力系統於安全可靠及有效率。
- 提供公開合理的市場資訊。
- 提升環境改善及管理。
- 促進有效之市場交易及基礎建設。

(二)CAISO 調度中心簡介

CAISO 控制的區域範圍如圖 6.3 所示，調度控制中心分主、副兩地，主控制中心位於舊金山東邊之 Folsom (如圖 6.4)，每值配置 7 名線上調度值班人員，前方 Mapboard 分兩大區塊，以不同顏色代表不同電壓等級及 CB 開關狀態。另左邊設置 VPS，可即時顯示運轉相關資訊。副控備援中心則位於洛杉磯區之 Alhambra(如圖 6.5)，為一全新具備與主控制中心相同之設備，惟平時僅配置 3 人，透過視訊系統彼此連線通話，並分擔主控中心部分業務。主控制中心因安全理由近期(2010 年底)將移至臨近 3 英哩之 Iron Point 新址(外觀如圖 6.6)，未來調度員桌面將規劃可顯示 map 符合人體工學及方便操作應用。



圖 6.3 CAISO 控制區域範圍



圖 6.4(1) 主控制中心(Folsom Control Room)



圖 6.4(2) 主控制中心(Folsom Control Room)



圖 6.5 副控備援中心(Alhambra Control Room)



圖 6.6 新控制中心(Iron Point, Folsom)

CAISO EMS 採用 ABB 公司系統(包含 OTS)，係建構在 NM2004 (SSPARC Based Hardware)，未來 2010 年底遷移至鄰近新址後，將改在 NMR4 (Itanium Intel Based Hardware) 執行；Market System 則採用美國 Siemens 系統。目前在電網應用分析方面，每 15 分鐘執行一次偶發事故安全分析(SA)，並針對 6 個主要融通線路(interface)進行電壓穩定度分析(VSA)，而動態安全評估(DSA)將在未來 1 年內設置應用。另 CSIAO 將地震及火災地理圖資及時顯示有助於緊急調度因應。

本次參訪 CAISO(Folsom 主控中心)的經驗誠屬難得，例如在事先核准預約參訪日之前 2 天，以 Email 通知提醒參訪人(如圖 6.7)，是一件考慮周詳且很貼心之服務。此外，參訪者在櫃台登錄時會收到參訪安全須知，以確保參訪者有個安全且正面之經驗。尤其在進入調度中心會議室(可透過玻璃目視調度室全景)前，安全人員會要求參訪者面對麥克風進行自我介紹，包括姓名及機構等，經確認後方能進入，以確保安全無虞。



圖 6.7 Email 提醒參訪者

(三)調度員訓練運作情形

CAISO 對進入調度控制中心之值班人員均要求需具備 RC 證照，而後相關在職訓練由 Operations Procedure & Training (OP&T) group 負責，成員約有 14 人，本次參訪即由該 Group 經理(Manager) Tami Elliott 女士及資深模擬器訓練師(Senior Simulator Trainer) Eric Hudson 親自解說調度員訓練運作情形。

CAISO 調度室目前每值共有 10 名調度員，包括 1 名 Shift Supervisor、1 名 Lead Transmission Operator、3 名 Transmission Operators(其中 1 名在副控中心)、3 名 Generation Operators(其中 1 名在副控中心)及 2 名 Schedulers(其中 1 名在副控中心)，分 6 個班總共有 60 名線上調度值班人力，每值時間為 12 小時，每輪值 6 週後，會有 1 週的休息時間，接著安排 1 週的常態訓練。表 6.1 為 CAISO 2010 年 8 月常態訓練課程內容，包括自習、課程講授、模擬及 OTS 訓練。

表 6.1 CAISO 常態訓練課程內容

August 2010 Get Month Contact Us < prev current next >						
Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
1	2 Shift 5 (Delparte) 07:00-08:00: Tail Board-Procedure Review 08:00-09:00: PG&E unmanning 500kV Substations - (3) 09:00-10:30: Trans Bay Cable 10:30-11:00: Self Study 12:00-16:00: Self Study	3 07:00-08:00: Self Study - All Trainers in training 08:00-09:00: Self Study 09:00-09:30: Proxy Demand Resource Display (3) 09:30-11:00: Crown Fire Event Review 12:00-16:00: Operations Tasks (4)	4 07:00-08:00: System Ops Initiatives 08:00-10:00: Procedure Prototype Concepts (1) 10:00-11:00: Model & Contracts-DB49 (3) 12:00-15:30: Required Compliance Training - PRC001(4) 15:30-16:00: Self Study	5 07:00-09:00: Merit Order Dispatch 10:00-11:00: Self Study 12:00-13:00: Simulator training application log-in 13:00-13:30: BPA, Emergency Assistance Review (S-317) (3) (Makeup session) 13:30-15:00: Self Study 15:00-16:00: IFM/RTN Discussion - Shift Supervisor Update (4)	6 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Self Study 09:00-11:00: Simulation Training - FIRE (2) 12:00-13:30: Simulation Training - FIRE (2) 13:30-14:30: DA Meeting 14:30-15:00: Simulation Training Continued 15:00-16:00: Personal Preparedness (3)	7
8	9 Shift 6 (Lyon) 07:00-08:00: Tail Board-Procedure Review 08:00-09:00: PG&E unmanning 500kV Substations - (4) 09:00-10:30: IGOR Review (group) 10:30-11:00: Self Study 12:00-16:00: Self Study	10 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Simulator training application log-in 09:00-09:30: Proxy Demand Resource Display (4) 09:30-11:00: Self Study 12:00-16:00: Operations Tasks (5)	11 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: System Ops Initiatives - M-402 09:00-11:00: Simulation Training - FIRE (3) 12:00-14:00: Simulation Training - FIRE (3) 14:00-16:00: SDGE Event and Procedures T132/G206 (Practice Teach)(1)	12 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-11:00: Required Compliance Training - PRC001(5) 12:00-12:30: Required Compliance Training - PRC001(5) 12:30-13:00: Self Study 13:00-14:00: Model & Contracts-DB49 (4) 14:00-15:00: Personal Preparedness (4) 15:00-16:00: IFM/RTN Discussion - Shift Supervisor Update (5)	13 07:00-08:00: IGOR Review 09:00-11:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (1) 12:00-13:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (Continued) 13:00-14:00: Procedure Prototype Concepts (2) 14:00-16:00: Self Study	14
15	16 Shift 1 (Phipps) OPT Contact: Murphy 07:00-08:00: Tail Board-Procedure Review 08:00-09:00: PG&E unmanning 500kV Substations - (5) 09:00-10:30: IGOR Review (group) 10:30-11:00: Self Study 12:00-13:00: Self Study 13:00-14:00: Procedure Prototype Concepts (3) 14:00-16:00: Self Study	17 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Self Study 09:00-09:30: Proxy Demand Resource Display (5) 09:30-10:00: Self Study 10:00-11:00: Simulator training application log-in (4) 12:00-16:00: Operations Tasks (6)	18 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-10:00: Self Study 10:00-11:00: Personal Preparedness (5) 12:00-16:00: Simulation Training - FIRE (4)	19 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-11:00: Required Compliance Training - PRC001(6) 12:00-12:30: Required Compliance Training - PRC001(6) 12:30-13:00: Self Study 13:00-15:00: SDGE Event and Procedures T132/G206 (2) 15:00-16:00: Procedure Revision-	20 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Self Study 09:00-11:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (2) 12:00-13:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (Continued) 13:00-14:00: Model & Contracts-DB49 (5) 14:00-16:00: Self Study	21
22	23 Shift 2 (Bleuss) OPT Contact: Murphy 07:00-08:00: Tail Board-Procedure Review 08:00-09:00: PG&E unmanning 500kV Substations - (6) 09:00-10:00: IGOR Review 10:00-11:00: Simulator training application log-in (5) 12:00-13:00: Self Study 13:00-15:00: Grid Ops Initiatives (DCS) (1) 15:00-16:00: Self Study	24 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:30: Self Study 09:30-10:00: IFM/RTN - Market One-Line (1) 10:00-11:00: Self Study 12:00-16:00: Simulation Training - FIRE (5)	25 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Procedure Prototype Concepts (4) 09:00-11:00: Load Shedding & Emergency Assistance (6) 12:00-13:00: Self Study 13:00-15:00: Renewable Resources (OPERATORS ONLY) (1) 15:00-16:00: Self Study	26 07:00-08:00: IGOR Review 08:00-09:00: Procedures Project-COI discussion 09:00-09:30: Proxy Demand Resource Display (6) 09:30-11:30: SDGE Event and Procedures T132/G206 (3) 12:30-13:00: Self Study 13:00-14:00: Model & Contracts-DB49 (6) 14:00-15:00: Personal Preparedness (6) 15:00-16:00: Crew Requested Review of Gen Dispatch	27 07:00-08:00: Operations Tasks (1) 09:00-11:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (3) 12:00-13:00: Multi Stage Generation-MSG Phase 2 (Continued) 13:00-16:00: Operations Tasks (1)	28
29	30 Shift 3 (Nunnink) OPT Contact: Hall 07:00-08:00: Tail Board-Procedure Review 09:00-11:00: Self Study 12:00-13:30: Google Earth and Indji Watch (1) 13:30-14:30: Simulator training application log-in (6) 14:30-16:00: Self Study	31 07:00-09:00: Grid Ops Initiatives (DCS) (2) 09:00-11:00: Simulation Training - FIRE (6) 12:00-14:00: Simulation Training - FIRE (6) 14:00-16:00: SDGE Event and Procedures T132/G206 (4)				

除了值班常態訓練外，而因應 NERC Standard Requirement 要求，CAISO 每年均需針對調度員作相關的主題訓練(包括全黑起動、特殊保護系統、緊急運轉操作、市場交易運作等)。CAISO 自己也準備一些自學教材(self study material)提供想參加 NERC 證照考試之非調度人員參考。


在 NERC 證照維持方面，CAISO 提供相關人員，包括調度員、工程師、計畫審修人員、排程人員及其他支援人力，參加 WECC Training Sessions 的訓練課程，如表 6.2 所示。其中打*號者為 Operations-Training-Solutions(O-T-S)公司所提供，每個課程可分別獲得約 30 CEHs。

表 6.2 WECC Training Sessions

Course Name	Standards	Operations	Simulation	EOP	Prof Hours
Generation Balance	6	30	12	6	
Emergency Operations	9	32	12	32	32
Interchange	10	30	11	0	30
Introduction to System Operations	6	30	6	0	
System Restoration	6	32	14	32	
Switching	6	30	8	0	0
Transmission Operation – Relay	6	30	12	6	0
Transmission Operation – Voltage	12	30	24	6	30
Schedulers Training Course 1	6	24	0	0	
Schedulers Training Course 2	0	~3	0	0	
Dynamics of Disturbances*	10	30	10	30	
Power System Dynamics*	9	29.5	5	14	

另與其他加州公用事業或機構合辦調度員訓練班(CETAC Summer Workshops)，CETAC (California Electric Training Advisory Committee)係加州電力訓練監督委員會，於 2003 年成立，每年春夏之際連續 5 週期間辦理 Workshops，每個調度員接受一整週 5 天的訓練，可獲得 NERC 32 CEHs (含 8 CEHs simulation)的認可。今(2010)年 4/19~5/21 分 5 梯次每次 5 天於加州 Rancho Cordova 舉行，由 CAISO 主辦，課程如表 6.3。

表 6.3 CETAC Summer Workshops

 COURSE MAP	
MONDAY	GROUP ASSIGNMENT: TRANSFORMERS LUNCH 11:30-12:30 California Ballroom Welcome 12:00-12:30 California Ballroom Renewables 12:30-13:00 California Ballroom Critical Communications 13:00-17:00 RC Communications & Devices 13:00-17:00
TUESDAY	BREAKFAST 7:30-8:00 Los Angeles Off-Roadmeal 8:00-10:00 Los Angeles RAS 10:00-12:00 Los Angeles LUNCH 12:00-13:00 San Francisco System Migration & Reporting 13:00-17:00 San Francisco
WEDNESDAY	BREAKFAST 7:30-8:00 Folsom Islanding 08:00-12:00 Folsom LUNCH 12:00-13:00 Sacramento Standards Review 13:00-15:00 Sacramento Voltage 15:00-17:00 Sacramento
THURSDAY	BREAKFAST 7:30-8:00 California Ballroom Restoration Concepts & Applications 8:00-12:00 California Ballroom LUNCH 12:00-13:00 California Ballroom Restoration Concepts & Applications 13:00-17:00 California Ballroom
FRIDAY	BREAKFAST 7:30-8:00 California Ballroom Situational Awareness 8:00-12:00 California Ballroom

而參與課程規劃及提供講師者包括下列機構：

- CAISO
- PG&E
- SCE
- SDG&E
- SMUD(Sacramento Municipal Utility District)
- WAPA(Western Area Power Administration)
- City of Burbank
- City of Glendale Water & Power
- Los Angeles Department of Water & Power
- Loveland Reliability Coordination Center – WECC RC
- Modesto Irrigation District

而參與受訓者包括上述機構及其他機構近 30 個，課程主題主要包括如下：(其中來自 PG&E 的 Lauri L. Jones 女士即提供 Standards Review 課程講授)

- Renewables
- RC Communications and Directives
- Communication During Disturbance Events
- Off Nominal Frequency
- Islanding
- Emergency Operating Procedures & CIP Standards
- Black Start Restoration
- Remedial Action Schemes (RAS)
- Voltage Control
- Situational Awareness

此外，為使調度員累積足夠的 CEHs，CAISO 也購買 17 門(L&K Training 公司提供)線上訓練課程(如表 6.4)，調度員可自由選擇，總共可獲得 68CEHs，惟這些時數均不計算在 Standards 及 Simulation 各 30 CEHs 必須課程內。這些課程經由 TRACCESS (由 TTG Systems Inc. of Edmonton, Canada 開發)系統運作，基於瀏覽器和高擴展性的學習內容管理系統，電腦化來追蹤管理每個調度員訓練個程，並有系統的評估成效。

表 6.4 CAISO 提供(L&K)線上課程

L&K Training Modules					
NERC ID	Course Title	Standards	Operations	Simulation	EOP
LK-Intl_001_Trans_7501	7501 – Review of Fundamentals	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7502	7502 – Power Transmission	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7503	7503 – System Voltage Control	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7504	7504 – System Frequency and Tie-Line Control	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7505	7505 – Power Dispatching	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7506	7506 – System Security	0	4	0	2
LK-Intl_001_Trans_7507	7507 – Operating Under Abnormal Conditions	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7508	7508 – System Restoration	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7509	7509 – Monitoring and Control Communications	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7510	7510 – Transmission System Protection	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7511	7511 – The Effects of Deregulation on System Operation	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7512	7512 – Power Dispatch Under Deregulation	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7513	7513 – Transmission Control	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7514	7514 – Interconnection Operation	0	4	0	0
LK-Intl_001_Trans_7516	7516 – Generation Control and Performance	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7517	7517 – Aspects of System Operations	0	4	0	4
LK-Intl_001_Trans_7518	7518 – Power System Transactions and Coordination	0	4	0	0
TOTAL		0	68	0	26

(四)OTS 運作與訓練情形

CAISO 擁有 OTS，原來設置的目的是為了測試市場交易(Market System)運作軟體的功能，最近才回歸給調度訓練部門使用，利用 OTS 來模擬電力系統調度運轉及電力市場交易，可提供相關調度員接近真實的操作環境。OTS 採用 Wintel 工作站架構，可同時連接延伸 4 個螢幕(目前使用 2 個螢幕)，最初採用 Compaq GS 80 伺服器，目前更換為 ES 45；2010 年底遷移至新址後，將整合為與 EMS 相同之系統架構。OTS 連接之 MMI 在主控中心 Folsom 有 10 台，備援副控中心 Alhambra 則有 4 個，另 2~3 個 MMI 供講師使用。

在 OTS 維護組織人力配置上，基本上有 2 名特定人員負責 6~7 個 OTS 環境設定，10

名 EMS 人員負責 10 個左右的 EMS 環境維護，5~10 名人員負責所有環境下之網路模型 (Network Model)；此外，在市場交易環境的設定維護，另有 13 名人員負責。OTS Database 通常每 5~6 週更新一次，有時更長達 10 週，以避免太頻繁的更新會影響到訓練的進行。每次更新所需時間少則 1 天多則 1 週，視 OTS 結合 Market System 所需時間及系統資料改變多寡而定。而通常在準備一個 OTS 訓練 Case 則約需幾週的時間。

在 OTS 的 model 方面，電驛的設定目前 Turn Off；汽電共生並無 Model，而是由講師調整發電或負載來達到等效的結果。OTS 在發電機組的顯示上採用毛出力(gross)，但在大部分的電源調度上，不以單機調度為主，而是以傳輸點(Point of Delivery)為依據。整體而言，加州因電力規模龐大，各機組除傳回 Gross 出力供調度員監控外，廠內用電負載資訊大多亦像本公司未傳回 EMS，因此目前在 OTS 所看的資訊與 EMS 線上資訊是有些差異。

OTS 的講師(instructors)目前有 5 名，來自不同背景領域，有工程師、曾任電廠值班人員或講師、曾任調度員及一般專業講師等。而接受 OTS 訓練的人員，除調度值班人員外，而包括調度運轉部門的工程師。調度員於常態訓練課程中需接受 OTS 的演練，主題包括氣候引起的事故(例如火災引起跳線)及歷史緊急事件等。OTS 可將歷史事件儲存並重現，不過通常是以歷史事件加在現有系統作訓練。在每個 OTS 的訓練過程中，會有 1~3 名講師，有時所有 5 位全部都上陣參與，每次 OTS 的訓練通常在 2~4 小時(包括講解)。據 CAISO 表示未來 NERC CEHs 在 30 小時 Simulation 必要時數上可能強迫為 Simulator 演練，顯示其對 Simulator 的訓練效果是正面肯定。

二、太平洋瓦斯電力公司(PG&E)調度員訓練概況

(一)PG&E 簡介

PG&E (Pacific Gas and Electric Company)係 PG&E Corporation 子公司，成立於 1905 年，總部設於舊金山市中心，大約有員工 20,000 名。該公司在聯邦能源管制委員會 FERC (Federal Energy Regulatory Commission)及加州公用事業委員會 CUPU (California Public Utilities Commission)的監督下，並接受 CAISO 的調度指令，提供加州北部和中部大約 70,000 平方英哩、1500 萬人口之天然瓦斯和電力等供應服務，為加州三大民營垂直整合公用事業 (PG&E、SCE、SDG&E)之一。

PG&E 電力系統供應流程如圖 6.8 所示。發電方面自己擁有水力(裝置容量 3.9GW)、核能(Diablo Canyon 有兩部機組，總裝置容量為 2.2GW)天然氣汽力機組及極少量移動式柴油機(30MW)，總裝置容量為 6.9GW，其他由約 400 家 IPP 及外州輸入之電力供應，經高壓輸電線及配電系統供應至工、商、農及住家用電。輸配電系統擁有 18616 回線英哩互聯傳輸線路及 141215 回線英哩配電線路，涵蓋範圍北至加州邊境，南至與 SCE 交界處。變電設備共有 12 個 500kV 變電所，130 個 230kV、115kV 及 60kV 變電所，712 個配電變電所(少數為 44kV、34KV，多數為 21kV 及 12kV 配電饋線)。PG&E 的尖峰負載約為 22.5GW，約佔加州尖峰負載 51GW 之 44%，總電力客戶或用戶數約 510 萬。

而在瓦斯供應方面擁有 6438 英哩運輸管道、42141 英哩天然氣分佈管道及 420 萬天然氣客戶或用戶。天然氣生產供應流程如圖 6.9 所示。

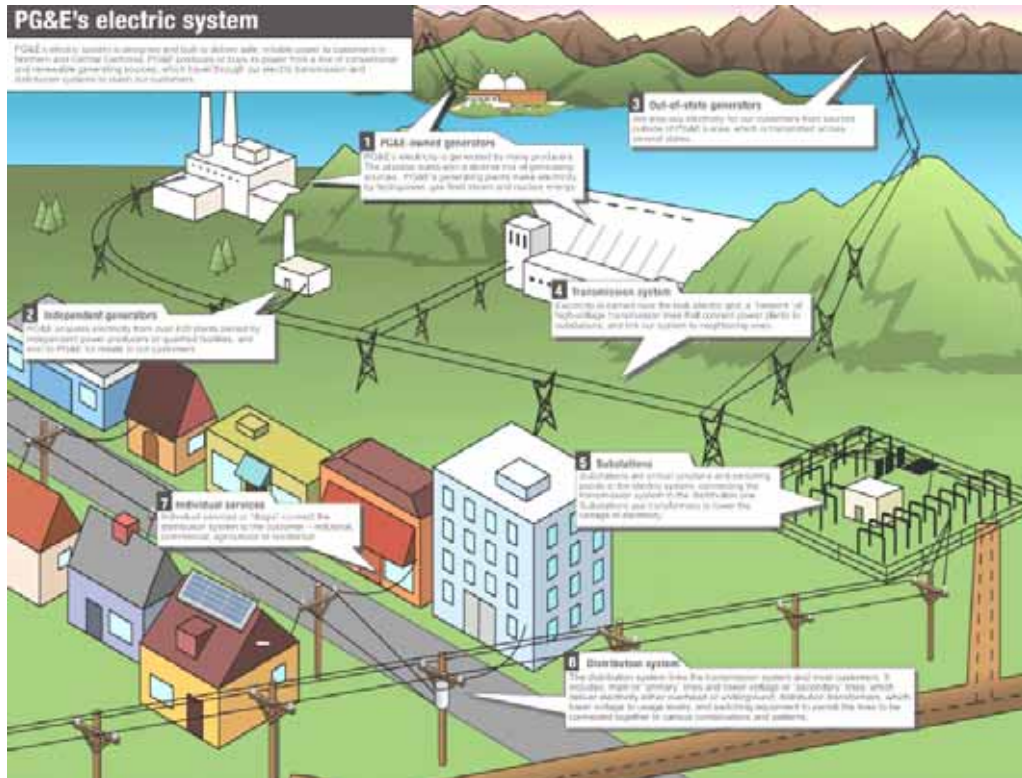


圖 6.8 電力系統供應流程圖

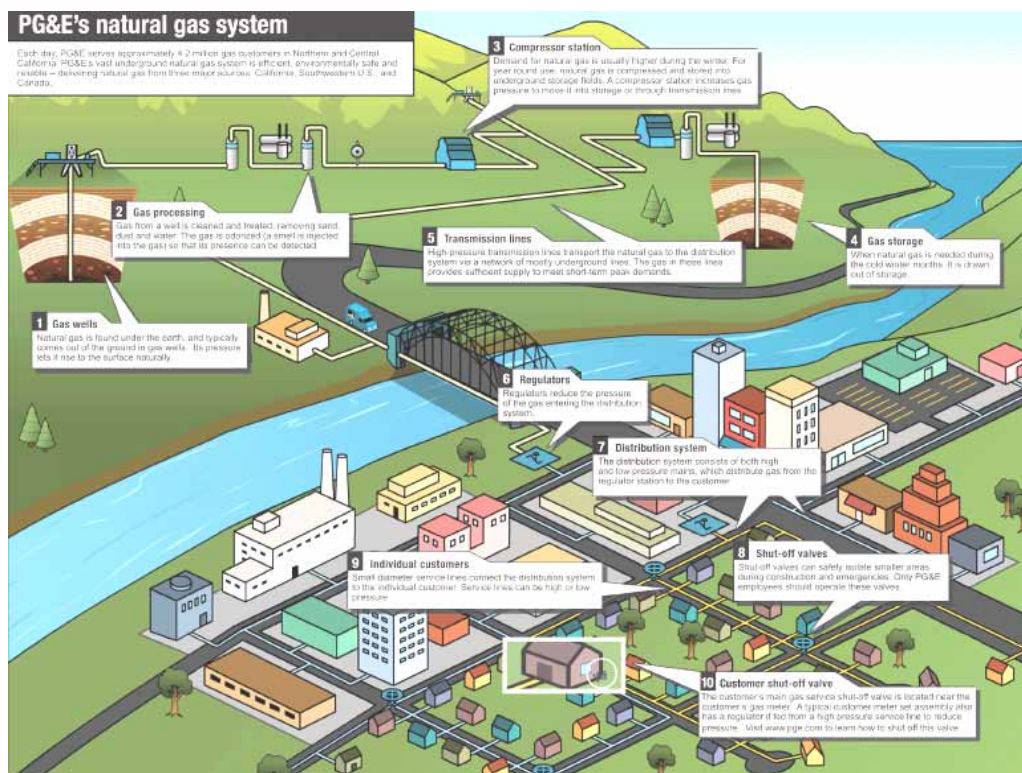


圖 6.9 天然氣生產供應流程圖

天然氣管路在運輸至用戶過程中，安全性要求甚高，稍有不慎即可能引發災難。例如 99/9/9 舊金山國際機場附近聖布魯諾(San Bruno)的一個住宅區於晚間 6 時左右發生地下瓦斯管爆炸，引起熊熊大火，超過 170 棟房屋被籠罩在火海中，至少造成 4 人死亡，50 人受傷，當局緊急撤離驚恐的居民。當地公用事業主管相信，此事件係通過聖布魯諾地下的一條大型高壓天然瓦斯管路發生爆炸所引起。

(二)PG&E 控制中心簡介

PG&E 依 FERC、WECC、PG&E 及 CAISO 相關準則、程序及指揮下，提供加州約 510 萬用戶電力之供應。在 CAISO 1998 年成立前，由位於舊金山總部大樓內之中央調度中心負責電力系統之調度運轉工作，並有 15 個區域控制中心及 17 個配電控制中心，CAISO 成立後中央調度中心僅作調度控制操作。由於 15 個區域控制中心訓練方式不一，操作員素質良莠不齊、分散各地，因此自 2005 年起 PG&E 進行第一次的調度及區域控制中心整併，陸續推動優退方案，由原先 130 名操作員初步減為 100 名，目前則減為 54 名(分 9 組每組 6 名)。而 2006 年底進行組織重整時，區域控制、配電控制與中央調度整合在同一個副總經理之下。預計 2012 年將進行第二次的調度及控制中心合併，屆時把將 17 個配電控制中心減為 3 個。

自 2005 年起所進行的第一次調度及控制中心合併，先由北部區域控制中心開始陸續撤銷，由於有些操作員住在南部又不肯優退，最終選擇改換至現場操作的部門(Transmission Department)工作。而在撤銷前區域控制中心均與 Vacaville 控制中心作同步操作一個月，以

熟悉適應新操作模式。在 2009 年 9 月 Vacaville 新控制中心正式運轉後，已有 5 個區域控制中心併入，其餘預計於 2010 年第 4 季陸續併入，達到中央與區域合併為一之目標。

Vacaville 新輸電操作控制中心(Transmission Operation Control Center, TOC)位於舊金山與加州首府 Sacramento 之間，車程約 1 小時。控制室內共分三區，中央區為原先的中央調度(目前僅作監視)，設置 Shift Supervisor、Command 及 System Dispatcher，左、右兩側各設 6 名區域操作員，分別負責北部及南部地區操控，操作員每值上班 12 小時，每週上班 3 天。Vacaville 除控制室外，另設置停電排程/開關排序室以及調度員訓練室，其配置如圖 6.10 所示。在組織方面除設置控制中心值班經理(Shift supervisor)外，停電排程/開關排序室及訓練室亦各設主任(Supervisor)一名。

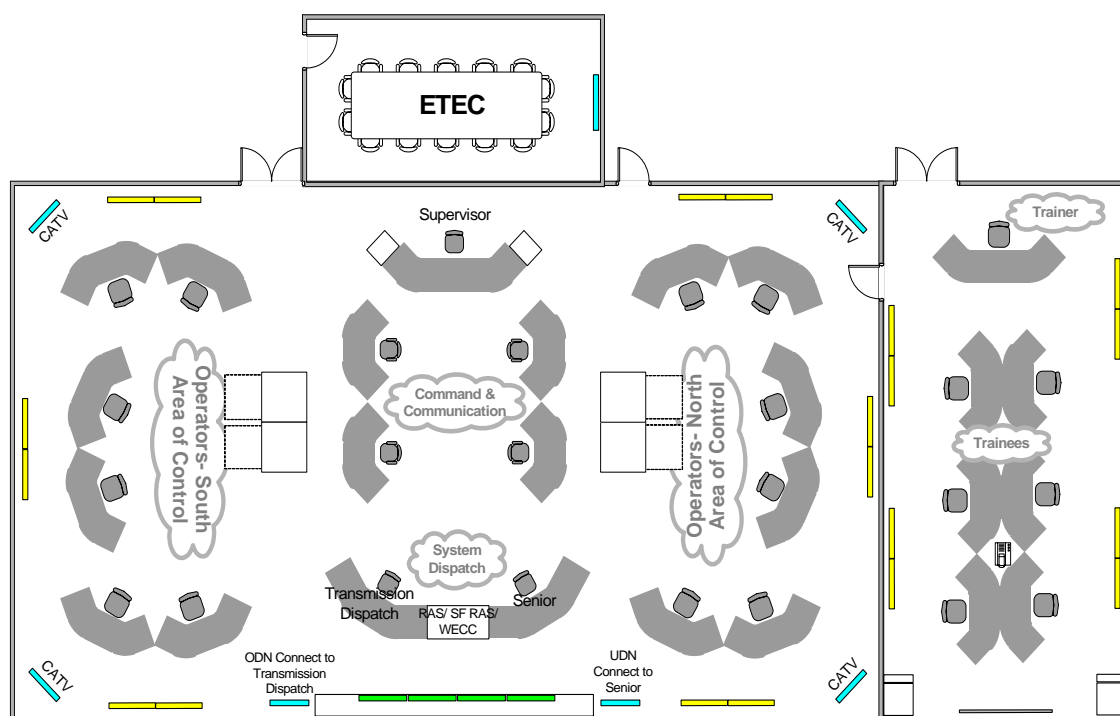


圖 6.10 Vacaville 調度控制中心配置圖

在 Vacaville 新控制中心正式運轉後，原設於舊金山 PG&E 總部大樓 15F 內之中央調度中心(另 25F 設發電調度中心)，目前改爲備援系統(backup)僅作監視用，平時設 3 名操作員，整理事故(Contingency)處理方案或改善 Strategic 方案，亦設有訓練室，如圖 6.11。由於設備規格同主控制室 Vacaville，若 Vacaville EMS (Areva)當機，可在短時內由訓練室接手，再轉由總部大樓的備援控制中心接手，以確保調度操作業務持續運作。



圖 6.11 PG&E 備援控制中心

(三)調度員訓練運作情形

PG&E 值班人員區分爲值班經理(Shift Supervisor)、系統調度員(System dispatcher)、輸電系統操作員(Transmission System Operator)及配電系統操作員(Distribution System Operator)，其中 Shift Supervisor 及 System dispatcher 均需擁有 NERC RC 證照。對一個新

進調度員，首先必須在 90 天內完成 NERC 證照電腦考試訓練，並成為擁有 NERC 相關證照之合格調度員，然後接受完整的調度訓練計畫(Dispatcher Training Program, DTP)，此訓練係由電力調度處(Electric Operations, EO)轄下之 Performance Improvement (Transmission Training and Standards Development team, TTSD)負責，包括最初之技能評估，到隨班訓練 Shift Taking Criteria Training Card，及最後之持續再訓練課程(包括 NERC CEHs、WECC、CETAC、Field training)，如圖 6.12 所示。

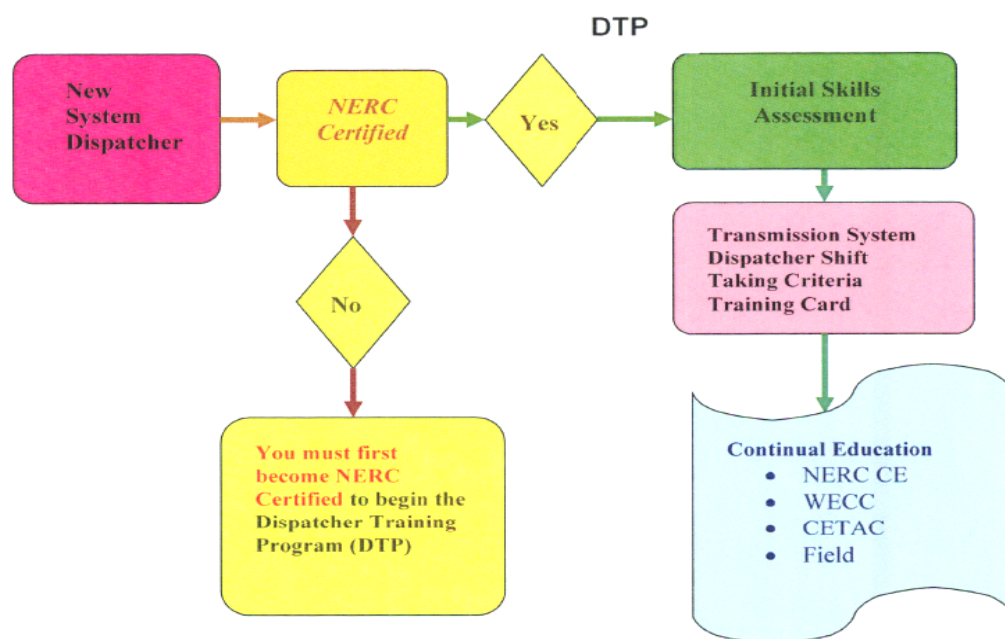


圖 6.12 PG&E 調度員訓練流程

其中在正式擔任值班工作前，必須接受至少 14 值隨班訓練(至少 5 值是在深夜)，針對多項實務議題(Practical Factors) 由相關 Shift Supervisor 進行評估，經 Lead System Dispatcher 及 Sr. Supervisor, PITTSD 審核建議，最後由 Manager(Grid Operations)批准，整個評估文件(Shift Taking Criteria Training Card)詳如下表 6.5。

表 6.5 隨班訓練 Shift Taking Criteria Training Card

Transmission Desk Sign-Off

System Dispatcher: **XXXXXX**

Prerequisite: _____ **Date**

NERC certified System Operator. _____ XX/XX/XXXX

Knowledge Requirement: _____ **Shift Supervisor** **Date**

- SLIC Logging system
- Transmission system
- Monitoring
- Administration

Practical Factors _____ **Shift Supervisor** **Date**

- Describe the SLIC system, and log in.
- Define logging requirements in SLIC.
- Enter a "forced" outage into SLIC.
- Make a "Black Book" entry into SLIC.
- Make an "Office Item" entry in SLIC.
- Make a "Dispatcher Notes" entry in SLIC.
- Make a "10 minute report" entry.
- Set up EMS to monitor the transmission system.
- Describe Interruption Program management curtailment program.
- Show how to operate the IRAS computers.
- Use GRIPDATA spreadsheet to monitor Humboldt.
- Use GRIPDATA spreadsheet to monitor Fresno.
- Discuss safety precautions applicable
- Discuss safety "Man on line" card
- Describe a proper "clearance"
- Describe substation operator switching process.
- Describe the purpose of grounding*
- Discuss requirements of a good ground*
- Describe the proper sequence for applying a ground*
- Describe PG&E grounding procedures*
- Explain single point grounding*
- Describe how to ground Circuit breakers, transformers*
- Describe how to ground transmission lines*
- Describe switching responsibilities.
- Describe SLIC process for clearance limits.

**Provided Sections 1, 2 and 6 of PG&E Protective Grounding Manual for future reference*

而目前線上中央調度員和區域控制員皆作經常性訓練，值班 6 週後接著訓練 1 週，並進行停電排程/開關排序作業 1 週。因應此值班循環，PG&E 每年安排 4 個常態訓練期間 (training sessions)如下。

- Jan/Feb：安排 1、2 月舉行。
- CETAC：參加 CETAC Workshop，可獲得 NERC 32 CEHs。
- Summer Readiness：由輸電部門提供，主要探討夏季系統供電情形。
- Sep/Oct：安排 9、10 月舉行 Workshop，去(2009)年於 9/21~10/23 分 5 梯次每次 5 天，可獲得 NERC 24~32 CEHs。

PG&E 擁有專職機構負責訓練業務之推展，如圖 6.13 所示，此次參訪接待者 Lauri L. Jones 女士即為 EO Performance Improvement 之 Transmission Development Supervisor，其部門人員約 7 名，主要負責輸電系統調度員(中央調度員和區域控制員)之訓練及 NERC 證照維持課程。PG&E 自辦之訓練課程自 2004 年起，亦為 NERC CEHs 所認可，例如 2009 年開辦 System Dispatcher CE Training Program 訓練課程，總共可獲得 70 CEHs，其中含 Standard 6 CEHs、Simulation 13 CEHs 及 Emergency Operation(EOP) 14 CEHs，如表 6.6 所示。此外，PG&E 亦視需要額外選送調度員參加 WECC 舉行之訓練課程。

Electric Operations North Performance Improvement and Emergency Preparedness

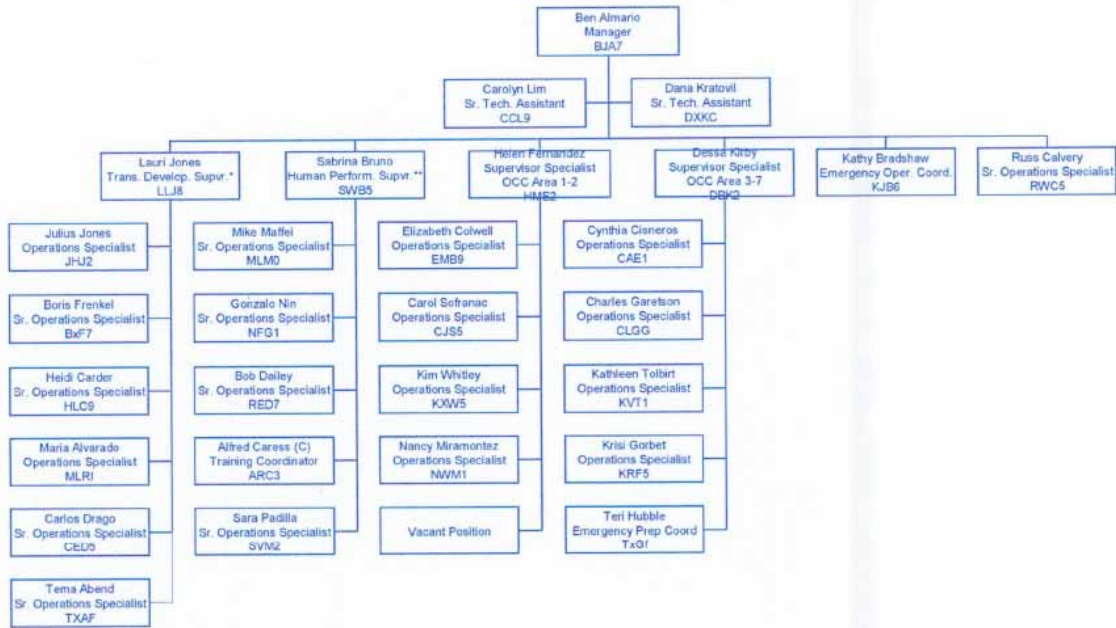


圖 6.13 PG&E 調度員訓練組織

表 6.6 PG&E 2009 年 CE Training Program

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Course Name	NERC ID	CEH	STD	SIM	EOP					
3											
4	1	Advanced Applications Part I-09	PGAE_001_AA_Part_I-09	4							
5	2	Advanced Applications Part I Lab-09	PGAE_001_AA_Part_I_Lab-09	4		4					
6	3	Diablo Cyn Real Time Tool	PGAE_001_DC_Real_Time_Tool	2		1					
7	4	Emergency Electrical Plan 101-09	PGAE_001_EEP_101-09	3							3
8	5	Incident Review-09	PGAE_001_Incident-Review-09	1							
9	6	Local Emergency Electrical Plans Review-09	PGAE_001_LEEP-09	1							1
10	7	Operating Procedures and Logging	PGAE_001_Operating_Procedures_and_Logging	2							
11	8	San Francisco RAS Refresher	PGAE_001_SF_RAS_Refreshers-09								
12	9	PGAE SPS Concepts-09	PGAE_001_SPS_Concepts-09	2	1						2
13	10	System Restoration Guidelines 09	PGAE_001_System_Restoration-09	2							2
14	11	Transmission System Voltage Control-09	PGAE_001_Trans_Volt_Control-09	2	1						2
15	12	Transmission Planning Projects-09	PGAE_001_Transmission_Planning_Projects-09	2							
16	13	Transmission System Monitoring	PGAE_001_Transmission_System_Monitoring	2	1						
17	14	WECC 1 RAS Communication Paths-09	PGAE_001_WECC_1_RAS_Comm_Paths-09	1							
18	15	PGAE Fresno Electric Emergency Plan	PGAE_001_F-LEEP	4					4		4
19	16	500kV Switching-09	PGAE_001_500kV_Switching-09	2							
20	17	DTS_AIA_San Francisco Restoration-0	PGAE_001_DTS_SF_Restore-09	5					4		
21	18	PGAE Summer Operating Plans - North Bay_09	PGAE_001_SOP_North_Bay_Area_09	2							
22	19	Summer Operating Plans - Southern Area-09	PGAE_001_SOP_Southern_Area-09	4							
23	20	Summer Operating Plans - Bay Area-09	PGAE_001_SOP_Bay_Area-09	4							
24	21	Summer Operating Plans - Northern Area-09	PGAE_001_SOP_Northern_Area-09	4							
25	22	PGA& Load Shedding Schemes-09	PGAE_001_Load_Shedding_Schemes-09	1							
26	23	MRTU_Overview-09	PGAE_001_MRTU_Overview-09	1							
27	24	Interties and Path 15 Procedures-09	PGAE_001_Intertie_P-15-09	3							
28	25	Basic_GIS-09	PGAE_001_Basic_GIS-09	4							
29	26	WECC 1 RAS	PGAE_001_WECC_1_RAS-09	1	1						
30	27	Renewable Resources - Wind Generation	PGAE_001_RR_Wind_Gen_09	1							
31	28	Coordinate - Switching-Logging-Clearance Apps	PGAE_001_TOA-09	2							
32	29	NERC Standards Shootout	PGAE_001_NERC_Stds_Shootout-09	1	1						
33	30	Control Room Situational Awareness	PGAE_001_CR_Situational_Awareness	1							
34	31	Team Communication and Conflict Resolution	PGAE_001_Team_Comm_Conflict_Resolution-09	2	1						
35											
36					70	6	13	14			

上述課程以講義、簡報 ppt、電腦訓練、影片、DTS 等方式教授，且需經 ADDIE(Analyze、Design、Develop、Implement、Evaluate)完整的循環評估作業，以確保訓練的有效性，如圖 6.14 所示。



圖 6.14 ADDIE 評估作業循環

值得一提的是訓練組織的成員，也許曾擔任過調度員，但因其專職訓練規劃並不負責系統即時運轉作業，故並非均擁有 NERC 證照。據 Lauri Jones 女士表示有時他們也需參加相關訓練來維持 NERC 證照之有效性，並與其他專業機構交流或參與其它訓練活動(例如 CETAC Workshop)；另她認為目前 Vacaville 調度控制中心之訓練室配置並不恰當，將著手進行改善，以改善調度員訓練(包括 OTS)成效。

柒、心得與建議

一、建議參酌 NERC 制度，積極推動公司調度員證照制度，以符合政府及公司推動證照制度之政策，具體作法及建議如下：

- ◆ 參照 NERC 調度員證照制度及本公司火力電廠運轉人員檢定考試與核能電廠運轉人員執照考試等制度，訂定調度員運轉證照管理辦法，以為執行之依循。
- ◆ 初期由中央調度中心(CDCC)開始辦理，再推廣至本公司其他各級調度中心(ADCC、DDCC 等)，朝統一之調度員證照制度辦理。
- ◆ 調度員證照制度需公司高層宣示、承諾並予支持，俾利承辦單位順利推動，相關單位配合執行。

二、強化調度員訓練機制，設立專職講師，補充調度值班人力，以達到真正訓練效果，具體作法及建議如下：

- ◆ 成立調度員訓練中心，健全專責訓練組織及人力；並培育專業課程種子師資，妥善規劃訓練課程。
- ◆ CDCC 目前 OTS Room 空間及設備均較國外機構完備，惟講師與學員之間未作區隔，未來宜考量彼此之互動模式妥善規劃空間配置，以提升 OTS 訓練成效。
- ◆ 設立全職 OTS 訓練講師，專責擬定訓練案例；另 OTS 訓練講師除電力調度專業知識及經歷外，宜具備 EMS 相關維護技能，以利 OTS 訓練之順暢。
- ◆ 目前 CDCC 值班人力僅 5 班，建議參照國外調度中心及本公司核能電廠，補充線上人力至 6 班，俾利調度員接受常態訓練及其他專業訓練，達到真正訓練目的。

- ◆ 調度員訓練除專業技能之精進，平時亦需重視人格特質之培養及性向評估之了解，即時發掘不適任之調度員預為因應。
- ◆ 國外機構辦理之調度運轉相關訓練課程，建議未來可考慮編列出國計畫前往參訓，除加強外語能力外亦可達彼此交流之目的。

三、國外電力系統運轉調度相關議題，值得本公司參考者分述如下：

- ◆ 新加坡燃氣機組幾乎均為油、氣雙燃料機組，可在極短時間(6~8 分鐘)作運轉中之燃料切換，值得本公司大潭電廠或未來採購 LNG 機組之參考。
- ◆ EMA 調度中心 EMS 具備 Security Check Switch (SCS)功能，在執行設備之投切操作前先進行安全分析模擬，值得參考。
- ◆ EMA 調度中心以密碼加上指紋辨識對重要場所嚴密管制，值得本公司相關重要場所進出管控參考。
- ◆ EPRI 目前正研發將 PMU 之資訊加以運用，結合地理圖資系統(GIS)，可藉以即時顯現電力系統電壓、潮流或功率角 Contour 功能。目前本公司系統多處亦裝有 PMU，值得詳加規劃參考應用，以提供調度員系統綜觀及運轉參考。
- ◆ CSIAO 將地震及火災與地理圖資相結合，本公司除既有落雷系統外，宜將地震或其他訊息相結合，將有助於調度運轉策略因應。
- ◆ CAISO 近期因安全理由將移至臨近場址，調度員桌面未來將規劃可顯示 map 符合人體工學及方便應用，值得本處未來規劃新調度中心參考。

四、建議參考國外機構作法，提升本公司企業形象及親和力者分述如下：

- ◆ CAISO 在事先核准預約參訪日之前 2 天，以 Email 通知提醒參訪人，是一件考慮周詳且很貼心之服務；此外提供參訪安全須知，以確保參訪者有個安全且正面之經驗，亦值得本公司參考。
- ◆ CAISO 以一句簡單的口語句 <Your Link to Power>，類似中國信託<We are Family>，讓大眾容易記住，值得本公司參考仿倣以提升企業親和力。
- ◆ PG&E 總部一樓設有販賣部可由網路訂購，商品均與該公司有關，值得本公司參考藉以提升企業形象及民眾認同感。