

行政院所屬各機關因公出國報告書  
(出國類別：考察)

## 再生能源發電設備併網之 運轉經驗及管理制制度

服務機關：台灣電力公司

出國人員：（九等電機工程師）

姓 名	職 稱	單 位	姓名代號	出國計畫
李劍冬	配電技術專員	業務處	867541	99 年度第 85 號

派赴國家：新加坡

出國期間：99 年 11 月 29 日至 99 年 12 月 3 日

報告日期：100 年 1 月 13 日

## 出國報告審核表

出國報告名稱：再生能源發電設備併網之運轉經驗及管理制度考察		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
李劍冬	九等電機工程師	業務處
出國期間：99年11月29日至99年12月3日		報告繳交日期：100年1月13日
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得及建議事項」) <input type="checkbox"/> 3.內容充實完備. <input type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.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"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表： <input 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_____	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 2.退回補正,原因: _____ <input type="checkbox"/> 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：	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：再生能源發電設備併網之運轉經驗及管理制度考察

頁數 38 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司人力資源處/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李劍冬/台灣電力公司/業務處/九等電機工程師/(02)2366-6704

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11月29日至99年12月3日 出國地區：新加坡

報告日期：100年1月13日

分類號/目 G3/電力工程(能源)

**關鍵詞**：再生能源發電設備、躉售電能、電網管理

內容摘要：

- 一、本報告就參訪新能源電網公司之**電網管理**運作觀念及經驗，**再生能源發電設備管理制度及躉售電能執行方法**，以及當前各國爭相發展的**智慧電網及電動車**等議題發展方向，分享該公司實務工作心得。
- 二、另針對本次考察主題「**再生能源發電設備併網之運轉經驗及管理制度**」，整理該公司現行運作制度，對公司目前可能遭遇之**再生能源發電設備運轉管理問題**，提出建議及因應對策如下：
  - (一) 法規面--建議主管機關明訂**再生能源發電設備電氣負責人**  
基於**電網安全**之強制規定，以及違反相關規定之罰

則。

(二) 技術面--加強狀況監控與建立調度規則。

(三) 實務面--建立溝通機制與暢通宣導管道。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

# 再生能源發電設備併網之運轉經驗及管理制 出國考察報告目錄

## 目 錄

壹、出國目的 .....	7
一、緣起 .....	7
二、目標 .....	8
三、實施要領 .....	8
四、預期成果 .....	8
貳、出國過程 .....	10
一、出國行程(含參訪單位).....	10
二、參訪過程及考察內容綜論.....	11
參、出國考察心得 .....	27
肆、出國考察對公司之建議.....	33
一、法規面--建議主管機關明訂相關罰則及強制規定 .....	33
二、技術面--加強狀況監控與建立調度規則 .....	36
三、實務面--建立溝通機制與暢通宣導管道 .....	37

## 圖 目 錄

圖一 新加坡能源有限公司組織架構概要圖 .....	13
---------------------------	----

圖二 新加坡電網資產與管理分家營運模式圖.....	14
圖三 資產管理流程運作模式圖.....	15
圖四 新加坡電網層級示意圖.....	16
圖五 新加坡配電系統常閉環路示意圖.....	17
圖六 新加坡配電場所納入建物整體規劃範例一.....	18
圖七 新加坡配電場所納入建物整體規劃範例二.....	19
圖八 新加坡智能電網發展方向示意圖.....	20
圖九 新加坡政府能源發展 5 大關鍵戰略.....	21
圖十 太陽光電併網模式及申請程序示意圖.....	25
圖十一 電動車充電站範例圖.....	26
圖十二 與新能源電網進行意見交流.....	27
圖十三 與新能源電網曾副董事經理瑞棠(左四)合影.....	28
圖十四 與LABRADOR 400 仟伏變電站解說人員合影.....	28
圖十五 配電控制及客戶服務中心調度運轉系統畫面.....	30
圖十六 新能源電網公司 2010 年狀態檢出未發事故統計圖...	31
圖十七 搶修工作車配備的移動式發電機.....	32
圖十八 搶修工作車於事故搶修時需預告完工時間.....	33

# 壹、出國目的

## 一、緣起

政府為鼓勵國內再生能源使用及相關產業發展，自 98 年 7 月 8 日再生能源發展條例公告實施後，民間業者申請再生能源自用發電設備，可不受電業法相關條文限制併聯電網躉售電能，且所發電能可全數躉售，其中太陽光電所發電能收購費率遠優於條例實施前，未達 500kW 者之併聯躉售公告費率(未含補助者)可達每度電 12.97 元，由於響應政府政策及全球節能減碳潮流趨勢，且一經簽約後將保障 20 年之收購費率，民間業者爭相趕辦，統計至 99.11.5 經能源局設備認定後之案件總計達一千一百餘件，其中以能源局再生能源發電設備認定辦法定義之第三型設置者(裝置容量不及五百瓩並利用再生能源發電之自用發電設備)佔絕大多數，依據本公司併聯技術要點規定，此型設置者皆應併聯至本公司配電系統躉售電能，由於為數眾多且分佈於全台各地，管理不易。

素聞新加坡於華人國家中以政策目標明確見稱、管理概念前衛、執行能力強及重罰法令是新加坡新能源電網公司經營績效卓越之主要因素，適逢本公司與「新加坡新能源電網公司」96.8.1 簽訂為期 5 年(96.8.1-101.7.31)之技術交流合作備忘錄，希藉由資訊交換和人員互訪，強化雙方電力傳輸系統之發展、建造、運轉及維護等重點業務，並針對再生能源發電設備併網

之運轉經驗及管理制度等各項法制面及管理面問題進行經驗交流。

## 二、目標

本次希藉由訪察新加坡新能源電網公司完善及先進的配電電網管理及運轉維護制度，進一步瞭解其再生能源發電系統併聯配電系統之運維觀念及做法，俾供本公司研(修)訂配電系統運轉因應對策參考。

## 三、實施要領

- (一)為因應再生能源發電系統併聯本公司配電系統衍生之相關技術性議題，擬就教「新加坡新能源電網公司」，對於該公司饋線自動化系統是否有提供再生能源等分散式電源併聯配電網之電力潮流分析，損失補償因數及故障電流分析等功能，並蒐集相關分析計算功能資訊，俾本公司卓參。
- (二)針對該公司高科技產業用戶，其供電饋線是否可拼接再生能源發電設備、考量電力品質有無拼接限制條件、再生能源發電設備(如太陽光電)併網如採用其它非再生能源電源饋送電能，有無查核機制或懲罰條款等議題進行交流，藉以汲取該公司相關問題處理經驗。

## 四、預期成果

- (一)觀摩新加坡新能源電網公司智慧電網發展下之再生能源發電



系統技術應用，藉以做為相關業務規劃參考。

- (二)拓展國際視野，經由與新加坡新能源電網公司再生能源發電系統併聯電網運轉維護經驗交流討論，汲取心得，並對國內目前相關業務辦理遭遇之困難提出討論並交換意見。
- (三)藉由本次正式且禮貌性訪察，廣結人脈，建立跨國技術交流及請益管道。

## 貳、出國過程

### 一、出國行程(含參訪單位)

(一)99年11月29日

  往程(台北 ~ 新加坡)

(二)99年11月30日

  上午：議題交流

- 1.電網自由化規劃管理
- 2.新加坡智慧電網發展介紹
- 3.再生能源與配電系統併聯相關議題

  下午：參觀 Labrador 400kV 變電站

(三)99年12月1日

  上午：議題交流

- 1.新能源電網公司資產管理介紹及供電可靠性管理
- 2.SAIDI 及 SAIFI 指標及統計資料
- 3.輸配電開關設備狀態監測及維修

  下午：參觀配電控制及客戶服務中心

(四)99年12月2日

  綜合議題討論及意見交流

(五)99年12月3日

  返程(新加坡 ~ 台北)

## 二、參訪過程及考察內容綜論

### (一)新加坡電力市場之組織架構與功能

依據新加坡公用事業法規定，電業經營須以保障消費者之權益為基本原則，為防止市場自由競爭行為遭到阻礙及壟斷，法令嚴禁交叉補貼及電業對同質性高之顧客進行差別取價。新加坡電力池開始運作後，堪為亞洲電業改革之先趨。

新加坡在 2001 年通過的電業法中，明定 EMA 為新的管制機構，其主要任務在維持自由化市場運作秩序。配合新電業法通過，EMA 另成立一家國營能源市場公司（Energy Market Company，EMC），提供相關電力服務並扮演市場操作者（market operator）角色。EMC 的主要功能有：

- 1、依據批發電力市場參與者標單調度發電機組。
- 2、結清每日交易。
- 3、監督市場每日交易狀況並使參與電力市場交易者符合相關法規。
- 4、進行相關市場調查研究，研定新法規制度以符市場實際需求。

EMA 具有否決權。這與美國 PJM 電力池或其他大多數國家電力池運作方式不同，EMA 顯然擁有影響電力池運作之權限。

在新加坡，發電業與輸配電業者收益受到價格上限法規

範。對於發電業者部分採取總量管制概念，要求其全年報酬率不得高於 8%。至於屬於自然獨占之新能源電網公司，則要求在 7% ~8% 報酬率基礎上，擬定相關服務費率如過網費(電力代輸費)等，此乃仿效英國 CPI-X 之價格上限法。對於可競爭發電業者採取報酬率管制，是自由化電力市場少見的現象，這某種程度反映現有發電業者仍舊在政府掌控之下。至於下游用戶電價，亦受 EMA 管制，表面上新能源電網公司可將電力池購電成本轉嫁用戶，但是其價格仍不能超過政府規定上限。

發電業者與政府擁有的垃圾焚化爐發電廠都必須強制參與新加坡電力池，另輸電系統由新能源電網公司負責經營，此外，新能源電網公司亦負責新加坡電力市場管理批發。

## (二) 新能源電網公司資產管理經驗

新加坡新能源電網公司屬淡馬錫控股公司轄下新加坡能源有限公司所有，新加坡能源有限公司除擁有新加坡境內電網，燃氣及新能源服務公司外，同時握有海外投資如澳洲新能源網及我國長生電廠等部分股權，考量因應電力市場自由化機制，自然壟斷的輸配電網公司若緊守資產，因固定的過網費及部分發電業售電收益，將造成公司營運因缺乏競爭而趨於保守，除獲利實績裹足不前外，間接影響電網品質及用戶權益，遂於西元 2003 年將新加坡新能源電網有限公司分設

為新能源資產有限公司及新能源電網有限公司等 2 家公司，  
 新能源資產有限公司握有原公司輸電及配電電網資產及電業  
 許可證等實質資產，而原公司之員工及主管人員則屬新能源  
 電網有限公司，其組織架構概如圖一所示：

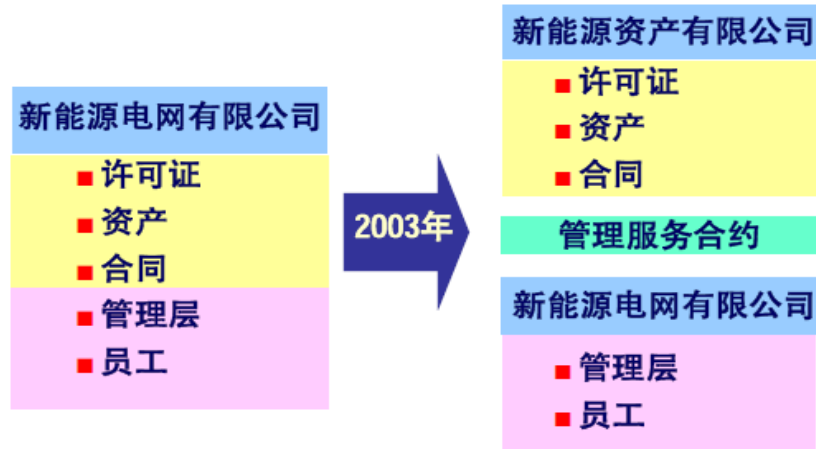


2

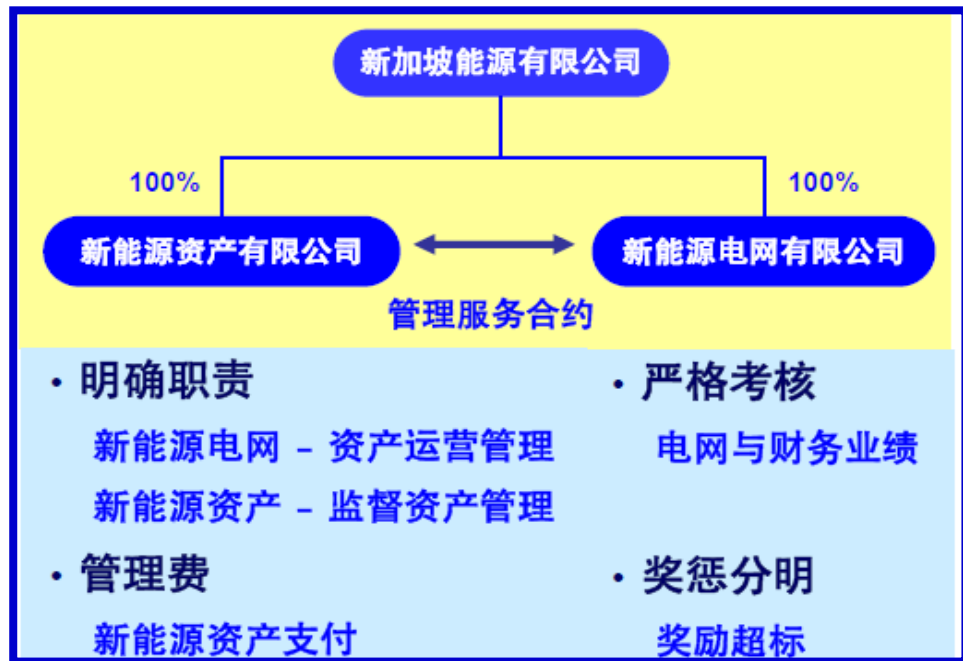
圖一 新加坡能源有限公司組織架構概要圖

此次參訪新加坡**新能源電網有限公司**，於意見交流會議中，特別由該公司分享資產與管理分家的營運模式觀念，**新能源資產有限公司**與**新能源電網有限公司**間訂定所謂**管理服務合約**，管理公司負責對資產公司所有之輸配電網資產提供有效管理及獲利績效，資產公司負責評估管理公司之管理績效及營運獲利狀況，決定是否繼續與電網公司簽定服務條約委託管理資產，運作關係如圖二所示：

## 资产与管理分家的管理架构



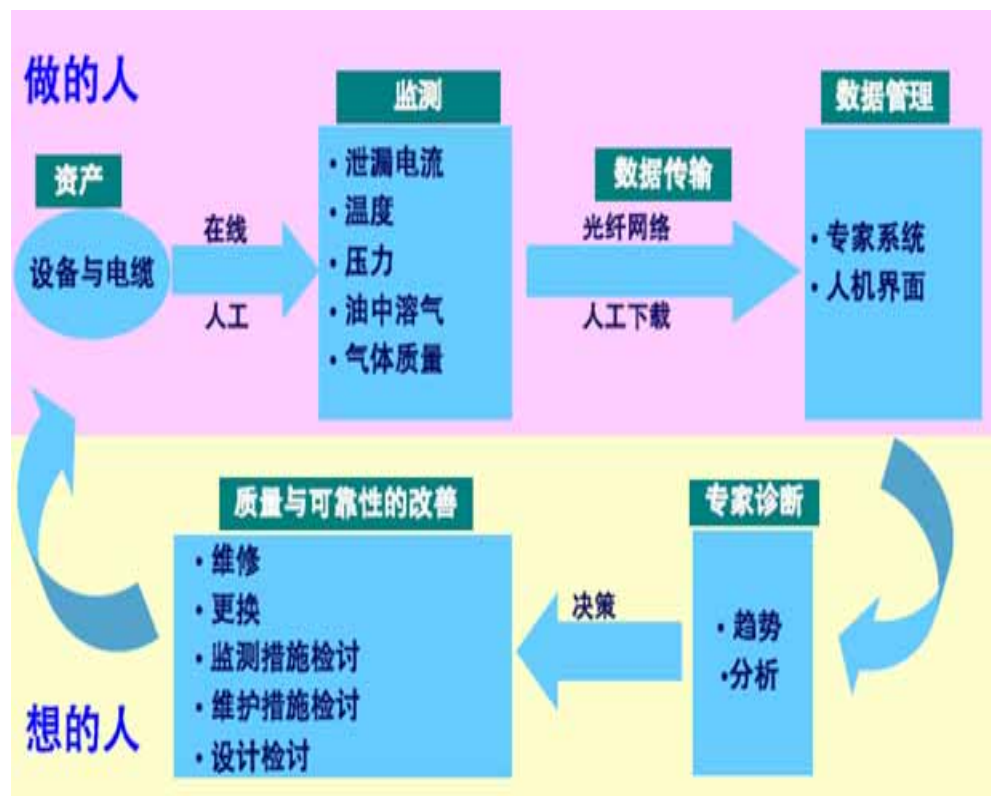
### 有效提升公司运营效率



圖二 新加坡電網資產與管理分家營運模式圖

由於管理層主管及員工屬電網公司所轄，為取得良好績效俾保有簽約權利，自然產生危機意識及競爭意願，自西元 2003 年迄今，年年屢創佳績。此外，對於資產管理及電網營運做法上，該公司採用想與做明確分工及緊密配合的管理運作模式，

規劃部門專注於整體電網系統規劃及改善策略擬定，儘可能將非預期性工作透過行為整合轉換成例行性之制度化工作；維護及工程部門專注於執行例行性工作，如依規定辦理檢測、維修與工程施做等業務，並綿密回饋系統狀態資訊，供規劃部門分析檢討後做為制度編定參考，分工流程如圖三。



圖三 資產管理流程運作模式圖

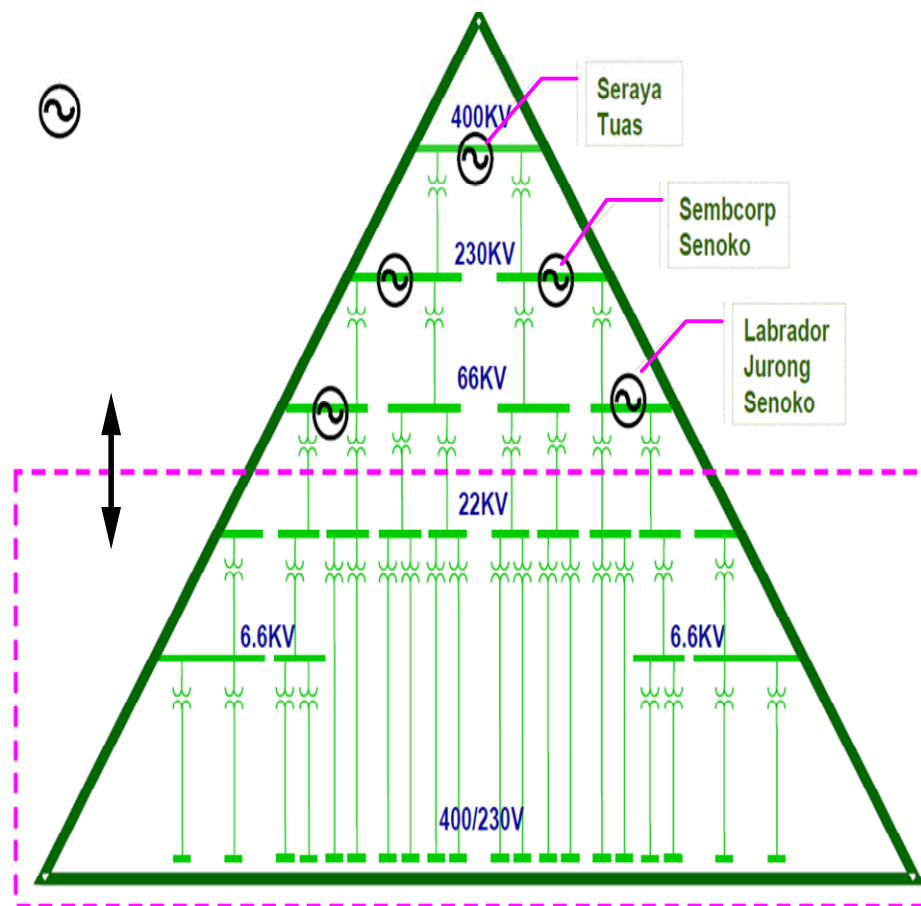
### (三)新加坡配電系統規劃

新加坡配電系統電壓層級，主要區分為 22kV、6.6kV、低壓 400V 及 230V 等 4 種(詳圖四)，即 22kV 以下電壓層級線路屬配電系統範圍，所有 22kV 級饋線皆以常閉環路規劃(詳圖五)，每環網容量為 15MVA，變電所採用雙電源變壓器併聯運

行方式，並配備完善 SCADA 系統，整個配電系統之可靠性極高。

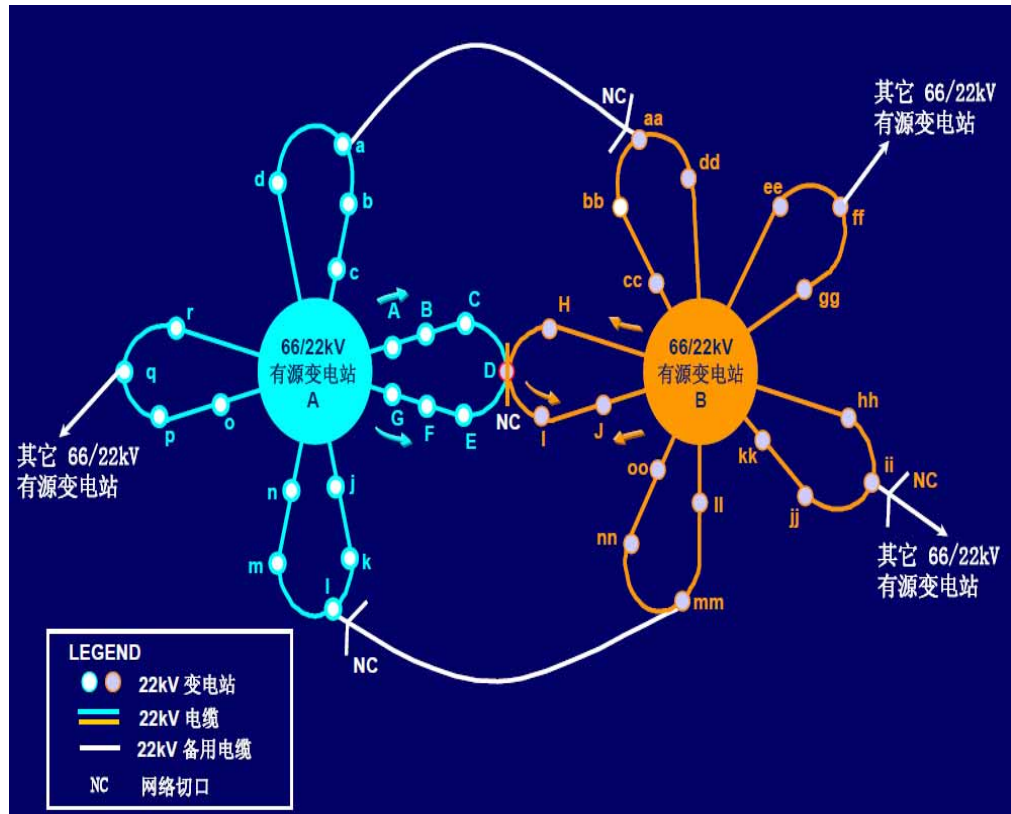
新源電網有限公司對於新加坡配電系統規劃，主要以下列各原則做為主要工作目標：

- 1、系統安全與可靠。
- 2、電網路徑擴充與加強之靈活性。
- 3、系統建置後之操作與維護便利性。
- 4、未來成長需求性。
- 5、經濟效益性。



圖四 新加坡電網層級示意圖





圖五 新加坡配電系統常閉環路示意圖

用戶端配電場所(配電站)並非新加坡政府法令規定要提供的，而是新建物申請用電時，與新能源電網公司協商提供無償使用，由建商納入建物整體規劃設計，並經電網公司審查同意後進行後續事宜，新加坡嚴格規定建物提供之配電場所須在一樓以上，即不得設置於地下室，且經建物所有權人同意後，可從設置於建物之配電場所轉供部分電能供臨近用戶或公共設施使用，但部分未整體規劃之老舊社區，仍由電網公司出資購買土地，興建配電場所供其使用。

配電場所內採用的變壓器，統一以設置1MVA或1.5MVA變壓器2部為基本考量，據新能源電網公司規劃人員表示，通

常一部 1MVA 或 1.5MVA 變壓器就己能負擔整棟建物之用電需求，另一部變壓器主要做為動態備援使用，建物內另設置有自動切換開關設備，當負責供電的變壓器發生故障時，自動切換開關立即動作，將整棟建物的負載瞬間移撥至另一部變壓器，大幅提升用電可靠的程度。



圖六 新加坡配電場所納入建物整體規劃範例一

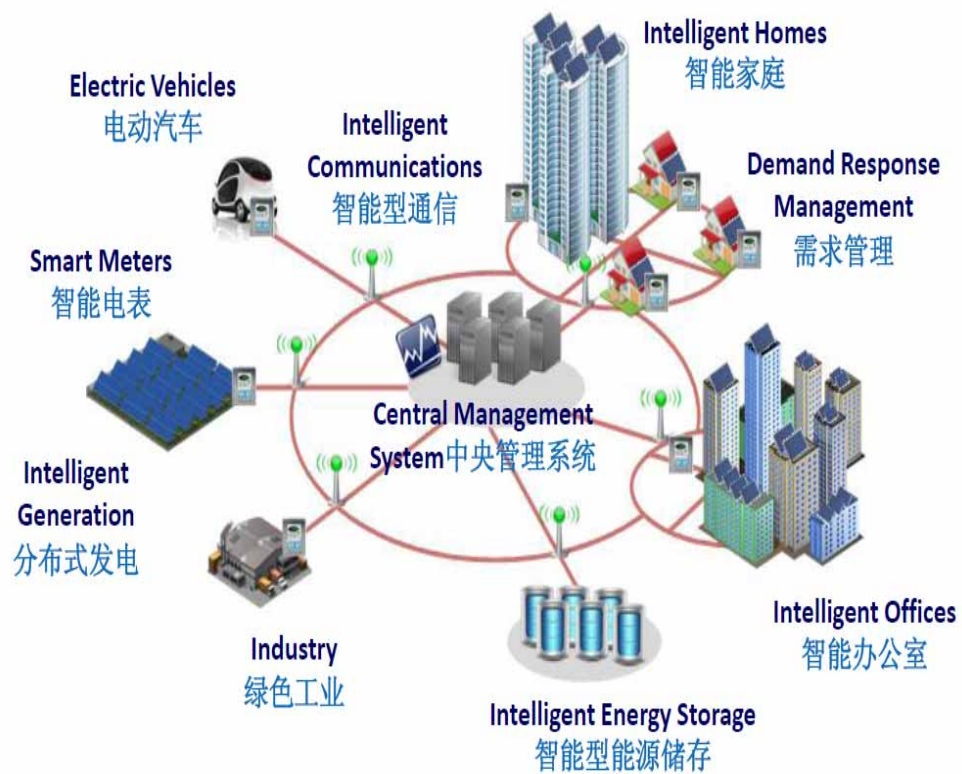


圖七 新加坡配電場所納入建物整體規劃範例二

#### (四)新加坡智能電網發展

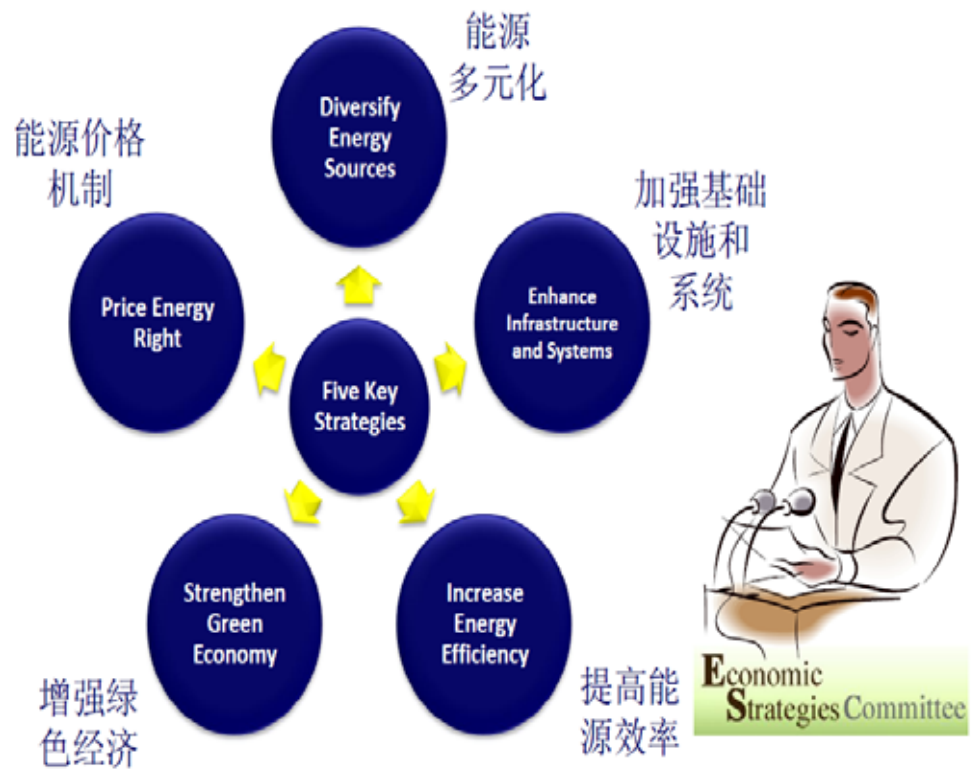
整體來說新加坡是一個朝向亞洲金融中心為目標邁進的國家，由其高供電穩定性的電網規劃導向即可見端倪，該國智能電網發展(詳圖八)，亦在兼顧國家整體發展總目標下，著重於電能管理面向，俾建立自我風格。再生能源發展雖列入智能電網發展方向之一，但縱觀其整體發展方式，更傾向於提高能源使用效率進行，將太陽光電等再生能源，融入智慧型及綠色建築推展(如 BIPV)，新加坡並不盲從歐美國家一昧獎勵設置再生能源發電設備並高價收購之推廣方式，頗具特色。

新加坡用電戶主要區分為可競爭型用戶(大用戶)及非競爭型用戶(一般用戶)，可競爭型用戶主要以半導體、石油化學及製藥業為大宗，依新能源電網公司統計，可競爭型用戶佔全國每年能源消耗數量的 71%，考量這些用戶對電費收入貢獻頗多，除開放可競爭型用戶在電力市場自由化機制下，享有購電選擇權外(非競爭型用戶無選擇權)，整體智能電網的發展，亦大部分以服務可競爭型用戶為優先考量。



圖八 新加坡智能電網發展方向示意圖

建構於整體智能電網發展上，新加坡政府提出能源發展 5 大關鍵戰略(詳圖九)，以提升能源多元佔比及使用效率並重為要點，致力於電網基礎設施建置與管理監控技術精進工作。



圖九 新加坡政府能源發展 5 大關鍵戰略

#### (五)新加坡潔淨能源發展

新加坡政府近日宣佈將投資 3.5 億新元，補助發明提供潔淨能源產品及解決方案，使其發展為世界級潔淨能源樞紐。預計 2015 年為新加坡創造 7000 個就業機會，帶來 17 億新元的經濟收入。

為此，新加坡公佈潔淨能源業發展藍圖 5 大行動目標：

- 1、實現能源進口的多元化。
- 2、大力發展太陽能、風能等新能源。
- 3、提高能源利用率。
- 4、發展能源工業。

## 5、加強國際間能源領域的合作。

新加坡政府為此成立潔淨能源執行委員會，下設2名聯合主席，分別由經濟發展局主席及能源市場管理局主席兼任，直接向環境及水務科技指導委員會主席負責。同時，該辦公室還具體負責推動和協調潔淨能源研發、實驗項目，為相關的重點計畫提供支援和資助，以便在新加坡建立世界一流的研究中心，培養潔淨能源領域專門人才。

由於燃油價格不斷攀升，新加坡有必要發展重點潔淨能源業。另外，亦希望吸引世界各地潔淨能源企業前往新加坡研究開發相關技術。事實上，新加坡近年在潔淨能源領域取得不錯成績，吸引許多世界級投資項目，其中包括美國勞斯萊斯投鉅資研發燃料電池，歐洲最大太陽能公司與當地企業合作設立亞洲總部，澳大利亞公司在裕廊島興建世界最大的生物柴油製造廠，丹麥風力發電機製造商設立研發中心等。值得一提的是，新加坡淡馬錫理工學院近日成立當地首個燃料電池協會，為燃料電池科技研究和開發提供服務，以便為科技公司在發展燃料電池技術方面提供協助。這不僅在新加坡是第一個燃料電池協會，在整個東南亞地區也屬首例。

資助協會成立的經濟發展局官員表示：“燃料電池能在不污染環境情況下，提供更多和更可靠的電源，因此是解決未來電源短缺且兼顧供電穩定可靠的好方法。希望協會成立能讓本

地燃料電池公司更投入這方面研究和潔淨能源產品開發。”

綜觀新加坡潔淨能源發展藍圖計畫，覆蓋範圍廣，思路清晰，涵蓋了完整的產業鏈條，從推進再生能源技術，到協助企業建立大規模生產設施以滿足全球市場的需要；從開發研製新的潔淨能源產品，到重點培育相關人才。新加坡開發潔淨能源計畫從研發到製造，涉及科技和經濟領域，將結合世界各地資金投入，擴大市場機會，目前可以肯定的，在潔淨能源技術領域大力開拓，是新加坡邁向“知識密集型”轉變的重要方向之一。

#### (六)再生能源併網議題

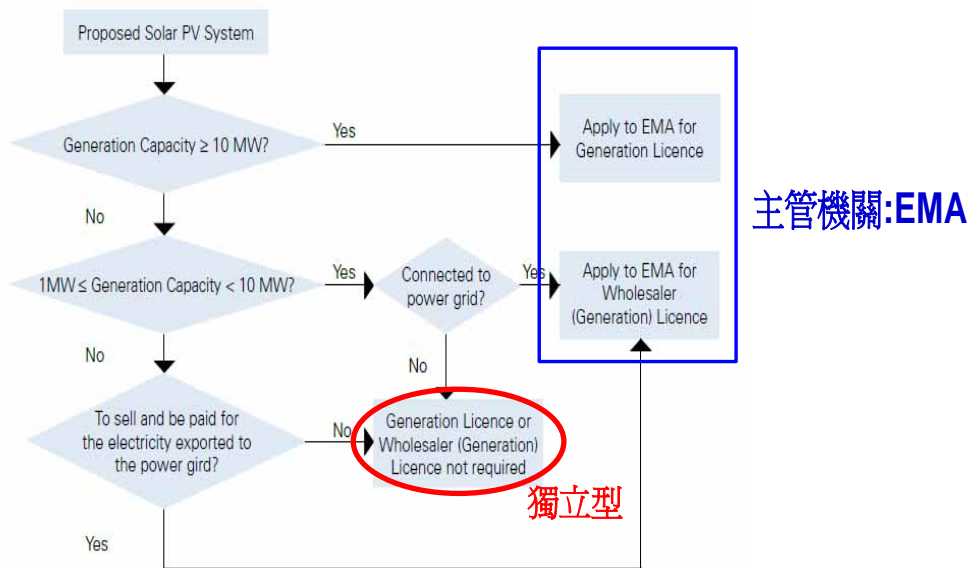
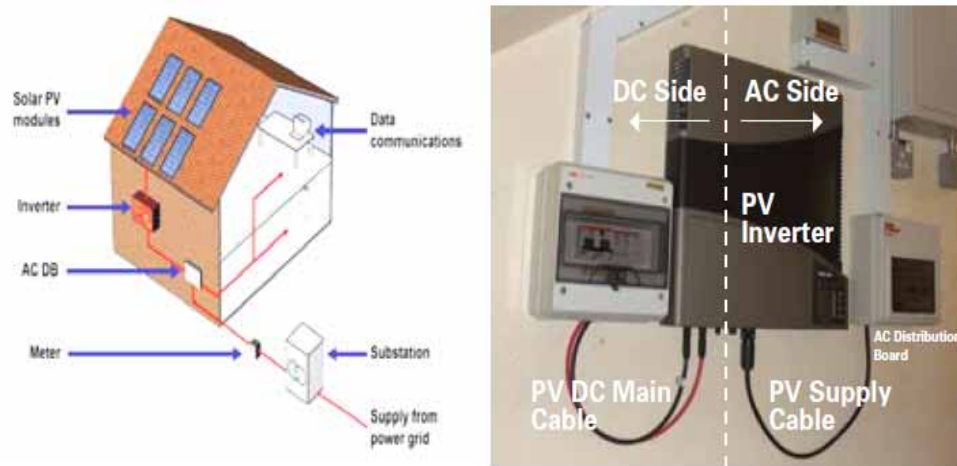
在智能電網發展主軸及金融中心目標導向等前提下，新加坡再生能源發展亦傾向與智慧建築及綠建築結合方式發展，並著重於有效使用與管理面向，據新能源電網公司統計，至 2010 年用戶安裝太陽能發電設備總裝置容量僅 3.8MW<sub>p</sub>，以電能使用觀點來說，是提倡一種重質不重量的發展方式，而這種發展方式也受到下列天然因素影響：

1. 天候及地型因素：新加坡雖然四季如夏，但風力資源有限，且又多雲，據統計每天太陽光照可發電時數約 2~3 小時，加上土地狹小，並不具發展大型太陽光電及風力發電條件。
2. 電網獨立因素：新加坡輸電網僅與馬來西亞電網採常開

連接，由於政治與國情原因影響，形同獨立電網，不似歐美電網是國與國間相互串聯的龐大電網體系，在要維持高供電可靠及電力品質前提條件下，不穩定的再生能源併網可能產生之影響亦是考量重點。

在再生能源併網議題上，新加坡也傾向於所發電能應以自用為主要考量，有剩餘電力可回送至電網，這樣的觀念主張，反應於再生能源收購電價上，據新能源電網公司表示，目前收購再生能源併網回送電能之單價，低於非競爭型用戶之售電單價，回送電能還要負擔一定比例之過網費(電力代輸費用)，這樣的觀念及電價收購制度，事實上已防止許多再生能源併網運轉可能產生之弊端，如非法饋送電能問題等，而在智慧建築及綠建築評比上建立良好制度，將產生綠色再生能源的佔比，納入評比條件中，俾獎勵再生能源有效結合融入建物之比例。附圖十為新加坡太陽光電併網模式及申請程序示意圖。





圖十 太陽光電併網模式及申請程序示意圖

### (七)新加坡電動車推展

新加坡配電系統採用投資成本極高的常閉環路規劃，為確保任何時刻發生停電事故時，都可於最短時間內完成轉供，每條 22kV 饋線規劃承載都不超過 50%，在強調提升能源使用效率政策導向上，如何提升用電離峰期間之能源使用效率，一直是相關部門思考的課題。在結合節能減碳國際趨勢下，推展電動車使用，藉由夜間大量充電方式提升能源使用效率，無疑是

解決此一課題的最佳模式之一。

新加坡在推行電動車發展上，制訂許多政策上的利多優勢，包括考慮採行使用電動車免擁車證、進口稅及路稅、計畫初期配合電動車發展與日本車商合作建立 60 座充電站等(參考圖十一)。其中又以免擁車證最具吸引力，為減少汽車成長量遽升影響交通，依照新加坡法令規定，購買汽車一定要先購買擁車證，政府會評估當年交通流量及相關資訊，核發一定數量的擁車證，由於數量有限，購車者需採取競標方式，以目前市場行情，乙張擁車證價格相當於一輛國產汽車價格，若購買電動車可免除擁車證，又能提供便利的充電環境，對於購車者來說，無疑是一種強大的吸引力。



圖十一 電動車充電站範例圖

大樓建物配電場所內的 2 部變壓器，通常其中一部 1MVA

或 1.5MVA 就己能負擔整棟建物用電需求，另一部雖說備援，實際等同閒置，若將來電動車普及，夜間群聚式大量充電情形增加，則可考慮用以負責供應電動車充電使用，整體來說，新加坡在發展電動車上，實具有很好的軟體及硬體優勢。

## 參、出國考察心得

本次考察承蒙新加坡電網有限公司熱情接待，考察行程中除每日上午針對考察主題，與電網公司相關業務人員進行討論交流外，下午另安排參訪 Labrador 400kV 變電站與配電控制及客戶服務中心，雙方透過技術觀念及現場實務問題意見及心得交流，對彼此技術及觀念成長頗有助益。(參考圖十二~圖十四)



圖十二 與新能源電網進行意見交流



圖十三 與新能源電網曾副董事經理瑞棠(左四)合影

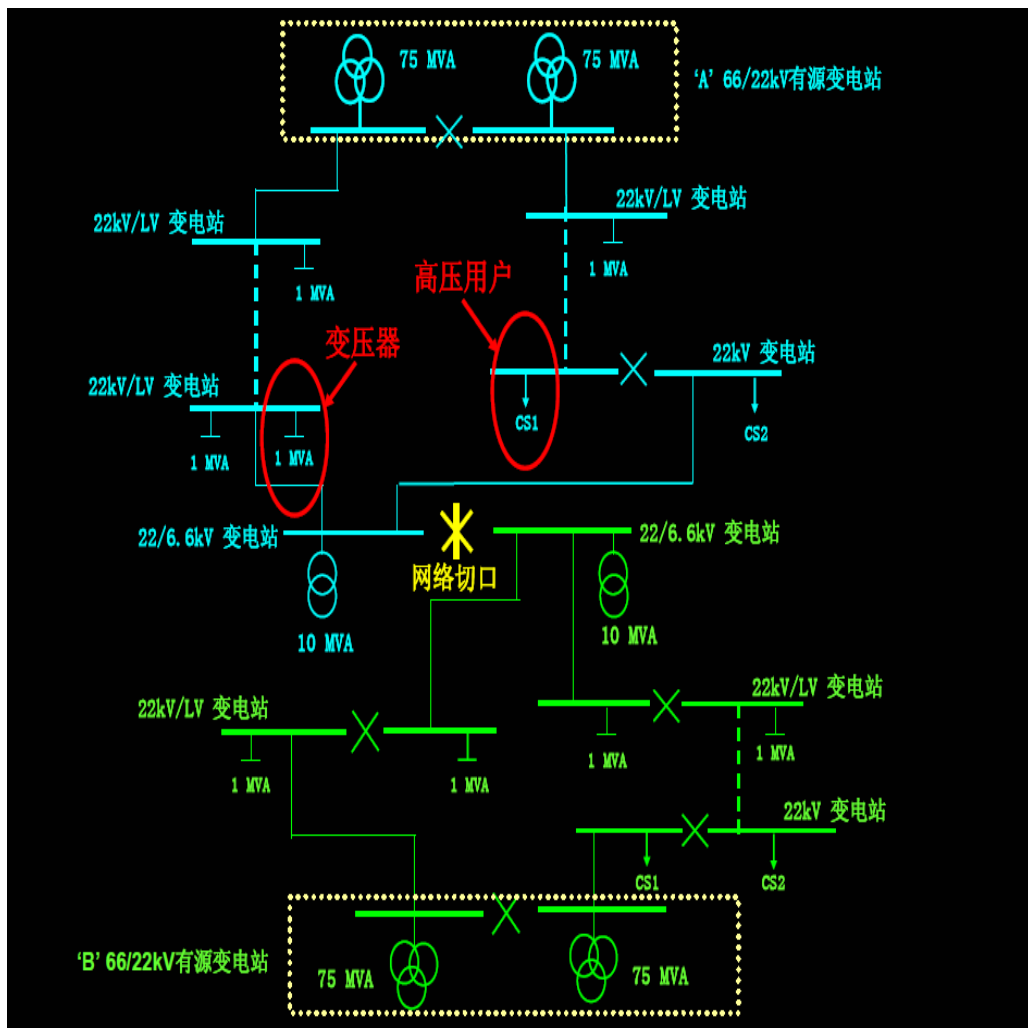


圖十四 與 Labrador 400 仟伏變電站解說人員合影

參訪行程第三天上午，有幸請到新能源電網有限公司副董事經理曾瑞棠先生，為我們分享新能源電網公司的資產管理經驗，經由詳細簡報說明，深刻瞭解到新能源電網有限公司在面對市場自由化機制挑戰，採用資產與管理分家的自我砥礪競爭機制，背後的用心良苦，也因此將該公司帶向連續 7 年的高業績成長坦途，交流會議中亦分享許多公司實務面的管理經驗及方法，對日後執行公司相關業務頗有助益，記得曾副董事經理於會中分享了一句至理名言「**First Time Right**」，電網的規劃設計只有一次做對的機會，最初規劃沒有考量到的因素，要再納入後續改善工作進行，都需要投入大量成本，甚至造成無法彌補的過錯，想到本國再生能源發電系統併聯配電系統運轉，可說是配電系統型態的重大改變，若在初期併聯系統規劃上未考慮周全，後續公司要承擔的改善成本支出恐難以想像，故針對再生能源發電系統併聯配電系統運轉之個案規劃上，宜再合併評估區域電網整體運轉狀況，不得不慎。

下午參觀配電控制及客戶服務中心時，經由該中心指派專員做業務簡介，透過詳細介紹說明，深入瞭解該中心運作機制及任務內容，值得一提的是，整套調度轉供機制已高度資訊化及自動化(參考圖十五)，主控系統能針對局部停電事故迅速擬定轉供對策及開關切換程序，調度司令可選擇依自動程序操作或手動切換，大大提升事故轉供之工作效率，由於新加坡併聯於配電系統

之再生能源發電設備總裝置容量頗低，故整套配電調度系統並未將其納入轉供機制考量，不過經現場提出本公司即將遭遇問題意見交換後，該中心人員亦認同大量群聚式再生能源若併聯於配電系統，在調度運轉上確時是個棘手問題。



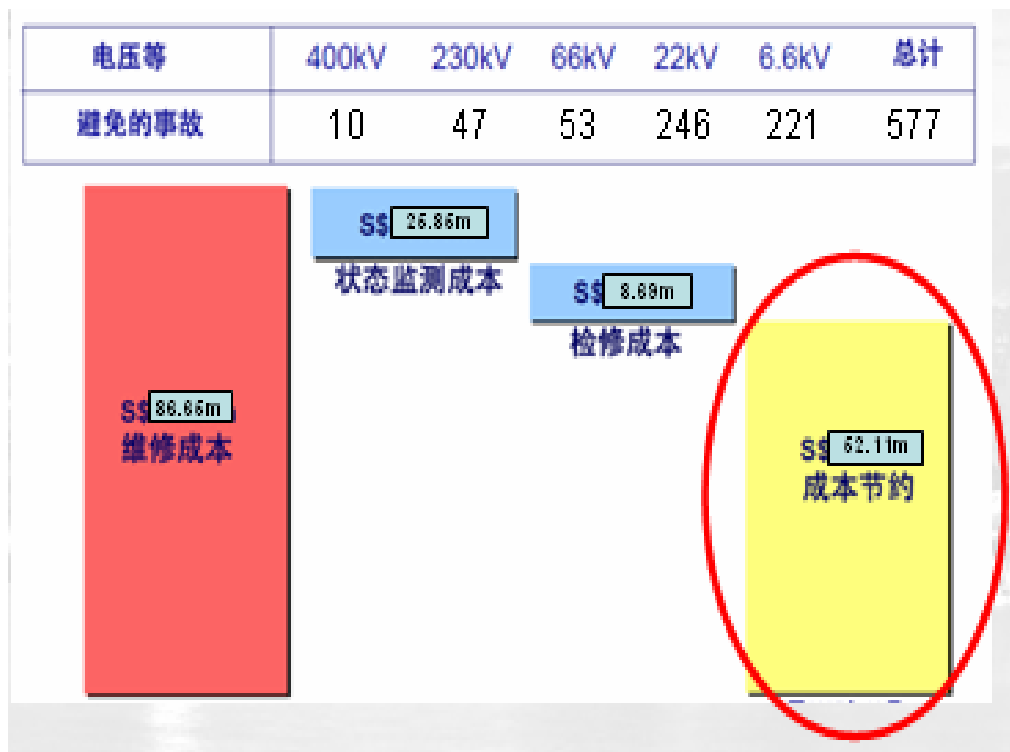
圖十五 配電控制及客戶服務中心調度運轉系統畫面

在返國前一天的綜合討論上，與會人員針對台灣及新加坡電網運行實務上遭遇的相關問題，進行意見交流，雙方盡展所長，毫不藏私，有問必答，交流氣氛融洽，會中針對本次「再生能源

發電設備併網之運轉經驗及管理制度」考察議題，新能源電網公司代表以其專業實務經驗，提供 2 項心得建議：

### (一)積極建立狀態監控機制

新能源電網公司對於系統運轉之狀態監測技術投入許多心力，亦獲得不錯成果，若能經由狀態監控機制的建立，將可防制事故於未發，經該公司統計至 2010 年因狀態監控檢出之未發事故成績斐然(詳圖十六)，節省之事故維修成本頗為可觀，建議本公司可於再生能源發電設備與電網併接處建立資料蒐集監控點，考量裝設成本問題，可先擇要於裝置容量較大(接近 500kW 或以上)之再生能源發電設備先行建立。



圖十六 新能源電網公司 2010 年狀態檢出未發事故統計圖

## (二)停電搶修與恢復供電並行

在新能源電網公司搶修工作車上，配備有一具 125kVA 的移動式發電機(參考圖十七~圖十八)，大型搶修卡車上，更配備了 1MVA 的移動式發電機，在接獲停電事故及確認事故點後，為確保用戶正常供電，於施工期間以移動式發電機先行因應供電，可減少恢復供電時間，亦可降低民怨及對電力公司責難，對電力公司搶修工作進行之精神壓力無形中減少許多。



圖十七 搶修工作車配備的移動式發電機





圖十八 搶修工作車於事故搶修時需預告完工時間

## 肆、出國考察對公司之建議

### 一、法規面--建議主管機關明訂相關罰則及強制規定

新加坡政府對於事故停電採取重罰方式，如果發生因電力系統故障導致的停電事故，電力公司將被處以巨額罰款。罰款最高將達 100 萬新元(約 2,300 萬台幣)。一年內如發生兩次以上大規模停電事故(變電所或主變全停)，罰款額更可高達 200 萬新元。如為中等規模停電事故(饋線停電)，只要半年內發生一次停電，電力公司將被罰款 50 萬新元，再有第二次和第三次則分別處以 75 萬和 100 萬新元的罰款。懲罰範圍除含括電業外，對於經鑑定事故屬於用戶責任，且無提出具體原由及改善對策者，該用戶亦需承擔罰

金，並追究電氣負責人責任，情節嚴重者將吊銷電氣負責人執照，如此使得維護電網運轉安全可靠，成為電業與用戶之共同責任。

面對我國再生能源發展條例通過後，大量併接於配電系統網路的再生能源發電設備，在正式運轉上線後，可能造成的停電事故影響更是值得注意。根據以往經驗統計，大部分電網事故主要發生於線路接頭或銜接處，再生能源發電設備併網後，併聯外線全額躉售的發電型態突增，與系統併接點隨之大量增加，使得電網內的線路結構更為複雜，且由於躉售電能關係，再生能源自用發電設備實質上等同於電業，縱觀再生能源發展條例及電業法的相關罰則章節與條文，並未對自用發電設備躉售電能行為造成之停電事故訂定相關罰則或改善義務，恐造成再生能源發電設備設置者認為發生停電事故就是台電的責任，台電應負責處理的錯誤觀念。

就整個電網運轉安全與可靠的觀念來看，減少停電事故是電業努力的目標，為此公司積極投入電網改善與維護工作，也嚴格控管整體 SAIDI 及 SAIFI 值，直接受益的是台灣全體用電戶，如上所述再生能源自用發電設備設置者實質上已享有電業躉售電能收益權利，自當履行電業維持電網供電安全可靠之義務，維護電網正常運轉亦是再生能源自用發電設備設置者責無旁貸的首要工作，若能將此觀念落實於再生能源發展條例等中央主管機關頒訂之相關法令中，相信可導正設置者觀念，亦可收風行草偃成效，

且對於只想領設備補助，無視後續運轉維護工作重要性之不肖業者，亦可發揮警惕效用，對於正當經營再生能源發電設備併網躉售電能的業者及一般用戶，也是一種保障。

依據電業法第 75 條之一第三項規定：「裝有電力設備之工廠、礦場、供公眾使用之建築物及受電電壓屬高壓以上之用電場所，應置專任電氣技術人員或委託用電設備檢驗維護業負責維護與電業供電設備分界點以內一般及緊急電力設備之用電安全，並向直轄市或縣（市）主管機關辦理登記。……專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業登記、撤銷或廢止登記及管理之規則，由中央主管機關定之」。另依本公司「再生能源發電設備併聯技術要點」之調度與通訊規定，發電設備併接於高壓系統者，應於控制室裝設專線電話，俾接受配電調度中心指令操作，由上列法源依據看出，再生能源發電設備併接於高壓以上者，設置專任電氣技術人員是必需的。

新加坡政府對於經鑑定屬用戶責任之停電事故，且無提出具體原由及改善對策者，依法需追究電氣負責人責任，而本國電業法僅規定專任電氣技術人員之責務範圍，並未明訂不適任人員之退場機制，對於再生能源自用發電設備設置者端的運維管理責任，在法令範圍仍有加強空間，若能建議倣效新加坡做法，納入相關強制規定及罰則考量，專任電氣技術人員為維本身工作權益，必致力於系統維護及有關電網端運轉安全之水平連繫工作，

無疑對電網運轉安全及民眾用電品質有多一層保障。

## 二、技術面--加強狀況監控與建立調度規則

再生能源發電設備併聯於饋線末端的群聚現象，可能於用電離峰期間產生超出允許範圍的電壓突升，對於電網供電品質是一大危害，公司配電系統一般以常開網路型式規劃，於事故及工作停電轉供時，可能將原來併聯於饋線出口之再生能源發電設備，瞬間轉為設置於饋線末端，其造成電壓突升程度是否在運轉調度預期範圍內，是否可能造成用戶器具燒損，或再生能源發電設備瞬間解聯跳脫，影響電網穩定，都是大量再生能源發電設備併網運轉後，亟需探討的課題之一。

要處理上述可能發生的問題，即時資料蒐集是很重要的工作，依據公司「再生能源發電系統併聯技術要點」規定，裝置容量 1,000 瓩以上且併接於高壓系統以上，有躉售電力時，應依公司「再生能源發電系統即時運轉資料提供及傳送方式原則」規定，將即時運轉資料傳送至公司，但現今於中南部地區，已有太陽光電發電系統業者，為節省相關成本，及爭取更優惠躉購單價考量，採化整為零方式，將原有規模之太陽光電發電系統，拆成數個未及 500 瓩的小系統，申請併聯全額躉售，事實上就電業法規定，其性質已屬小型電業範疇，卻在再生能源發展條例現行規定下，無需比照小型電業遵照相關規定提供即時運轉資訊，而饋線承載

總量是不變的，為能順利完成轉供調度，且在不知道再生能源發電系統即時發電總量情況下，若以原有的調度轉供程序執行，風險是很大的。

當務之急，建議應乘現今再生能源發電設備實際併網量尚未突增，儘速建立已併聯再生能源發電設備饋線之自動化監控及轉供機制，由 FDCC 詳實監控及蒐集該等饋線負載電流變化情形，將資訊回饋規劃部門，針對饋線個案擬定轉供計畫，並配合年度變電所全停轉供演練排入轉供程序，務使規劃部門與調度中心人員建立概念，現今配電系統已非昔日單相潮流型態那般單純，在任何相關程序制定及操作時，都應先考量再生能源發電設備併網因素。

### 三、實務面--建立溝通機制與暢通宣導管道

新能源電網公司參考本公司大用戶專員服務制度，針對可競爭型用戶，指派專門服務經理為聯繫窗口，供諮詢電力供應相關事宜，除例行性拜訪及個案諮詢外，另以事業種類為單位(如製藥業、石油化學業等)，定期召集會議，邀單位電氣負責人與會討論並宣導相關法令規定，此外，對於停電事故發生 24 小時內，亦召集有關單位電氣負責人開會簡報事故原因及宣導預防對策，溝通管道極為暢通，藉由長時間密集性的宣導溝通，使得維護電網運轉安全成為電業與用戶共同的努力目標，這樣的互動與投入對電

網正常運轉來說是有必要的。

建議公司可慎重考慮採用此一機制，對於裝置容量達一定程度以上(例如 100kW 以上)之再生能源發電設備設置者，以區域為單位建立上述機制，定期召集發電設備專任電氣技術人員，開會宣導相關設備保養及電網運轉安全配合事宜，藉由建立溝通互信管道，訓練再生能源發電設備設置者養成應有的電業常識及觀念，俾加強電網運維正常進行，更進一步掌握及瞭解目前併聯運轉的發電機組狀況，可為工作或事故停電之調度轉供任務提供可靠的參考依據。

基於供電安全考量，建議將上述制度明訂於購售電契約條文中俾供遵行，已簽約用戶亦可採換文修約方式進行，發電設備專任電氣技術人員會議出席情形除詳實予以記錄外，對情節嚴重者，必要時可行文中央主管機關依電業法第 75 條之一第三項規定撤銷專任電氣技術人員資格。

另各區營業處成立之再生能源併網處理專案小組，應將執行情形及紀錄納入電務工作抽查及年度績效考核項目中，藉此制度進行，應可提升再生能源發電設備管理人員素質，以及公司對併網再生能源發電設備之掌握。