

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

配電饋線自動化現場設備開發與應用技術

(裝訂線)

服務機關：台灣電力公司

職稱：十一等資深專業工程師

出國人 姓名：林秀穗

職稱：十等電機工程監

姓名：林瑞仁

出國地區：德國、新加坡

出國日期：96年9月26日—96年10月9日

報告日期：96年12月3日

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：配電饋線自動化現場設備開發與應用技術	
出國計畫主辦機關名稱：台灣電力公司	
出國人姓名/職稱/服務單位：林秀穗/十一等資深配電資訊專業工程師/業務處 林瑞仁/十等電機工程監/業務處	
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 <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"/> (1) 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> (2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> (4) 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> (5) 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. 其他處理意見
層轉機關 審核意見	<input type="checkbox"/> 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"/> 退回補正，原因：_____ (填寫審核意見編號) 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 主管處 總經理
 主管： 主 管： 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：配電饋線自動化現場設備開發與應用技術

頁數42含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/(02)23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林秀穗/台灣電力公司/業務處/十一等資深配電資訊專業工程師/(02)2366-6690

林瑞仁/台灣電力公司/業務處/十等電機工程監/(02)23766-7662

出國類別： 1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：96年9月26日—96年10月9日 出國地區：德國、新加坡

報告日期：96年12月3日

分類號/目

關鍵詞：饋線自動化、氣封開關

內容摘要：(二百至三百字)

本公司積極推動配電饋線自動化，並配合經濟部能源局推動供電 999 方案，持續辦理自動化工程，結合電腦及通信逐步推展饋線自動化系統，期以供應更高品質、更可靠之電力予用戶。饋線自動化現場設備包含開關設備、資訊末端設備及通訊設備所組成，對於自動化工程推展及日

後維護均為重要一環，此次任務為配合參觀德國法蘭克福西門子工廠及新加坡自動化控制中心，從現場開關設計、製造及品質檢驗、及控制中心建置與維護作法等事項進行研習，作為提昇未來自動化工程在國內運轉時之參考借鏡，期能順利推動各項工作進行，以利未來後續配電自動化之推展。

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

配電饋線自動化現場設備開發與應用技術

目 錄	頁次
壹、出國任務.....	4
貳、出國行程.....	5
參、實習內容.....	5
一、 德國研習.....	5
二、 新加坡電力公司與 PA 公司研習	13
肆、結論與建議	26
伍、附錄.....	28

壹、 出國任務

一、 任務：

赴德國及新加坡等地研習配電饋線自動化系統現場設備與技術應用實務。

二、 實習內容：

本公司為提高配電系統供電可靠度、縮減停電時間及範圍，加強服務用戶，全力推動配電饋線自動化，並配合經濟部能源局推動供電999方案，持續辦理自動化工程，結合電腦及通信科技，期以供應更高品質、更可靠之電力。現場設備包含開關通訊模式及資訊末端設備，對於自動化工程未來推展及維護均為重要一環，此次任務為參觀德國法蘭克福西門子工廠及新加坡自動化控制中心，從監控系統的使用、人機介面、監控畫面製作及現場設備種類和設計理念等方面進行研習，作為本公司饋線自動化建置時之參考與借鏡，並利未來饋線配電自動化推行。

貳、出國行程：

一、自 96 年 9 月 26 日起至 96 年 10 月 9 日止

二、行程概述：

【註】時間間隔為例假日

日期	單位	內容
9 月 26-27 日	台北至德國(法蘭克福)	
9 月 28 日	西門子	自動化開關與監控系統應用
10 月 1-2 日	德國	現場設備實地觀摩
10 月 3-4 日	德國至新加坡	
10 月 5、8 日	參觀新加坡電力公司及 PA 公司	
10 月 9 日	新加坡至台北	

參、實習內容

一、德國參訪內容

(一) 德國地理位置簡介

德國位於中歐，有九個鄰國：北邊丹麥，西邊荷蘭、比利時、盧森堡、法國，南邊瑞士、奧地利，東邊波蘭及捷克。地形—德國由十六個聯邦州所組成，國土總面積為 357,022 平方公里。南北長 876 公里，東西寬 640 公里，邊界總長達 3,758 公里。

人口—德國人口將近 8260 萬人(其中 730 萬是外國人)，在歐洲國家中僅次於俄羅斯，而其後是英國與法國。

圖 3.1 德國地理位置圖



(二) 德國電力市場

1. 德國煤炭資源較多，其他能源較少，隨著環保意識提升，歐盟各國對於使用產生CO₂能源限制增多，德國在這方面已有進步，德國電力目前仍然使用煤炭發電為主，德國雖然已宣佈停止不再發展核能發電，逐步使用風力發電，但專家一般認為德國維持現有核能發電可保持能源多元化。
2. 德國於1998年4月立法通過開放電力市場，從事電力事業公司超過1000個，其中包括發電公司、城市公用電力公司、地區供

電、輸電網路公司及電力零售公司等，電力交易方式有兩種，一為歐洲能源交易所，一為透過雙邊合同交易，目前能源交易所佔比較低，透過雙邊合同交易佔比較高。德國由於市場開放過程順利，使得價格下降，但由於電網提供者及區域供電者為降低價格，多以減緩電網建置及增加風力發電處所，因此未來如何持續建置穩定之超高壓線路及維持電力品質可靠度，已成為重要課題。

3. 隨著科技創新與進步，已實現配電系統自動化及造成電力經營管理體制改變，配電系統自動化主要是利用電腦、資訊及控制設備，將配電線路及各使用者連接成一個系統，除了監控線路、迅速偵測事故、隔離故障和快速轉供，以縮小停電範圍外，並深入到每個使用者，另外使用電子式電表搭配電自動化系統來替代傳統計量電表，將任何時段的用電量、負荷記錄下來，已成為電力公司經營管理所運用趨勢。

(三) 西門子開關廠簡介

西門子公司位為於德國法蘭克福地區，該工廠主要生產SF₆氣體絕緣中壓開關，創立於西元1984年，營業額4.3億歐元，工廠員工約800人，佔地53,000平方公尺，工廠為一貫化生產流程，開關設計採用模組化組立，可加速生產量，減少人工組裝時間，36KV中壓開關年產量約32,000具，已達世界級開關廠之規模

與地位。

生產流程分為如下圖二、圖三，從進料檢驗到品質檢驗及運裝現場使用均有一定作業規定



圖二 生產製造略圖

單件組裝線



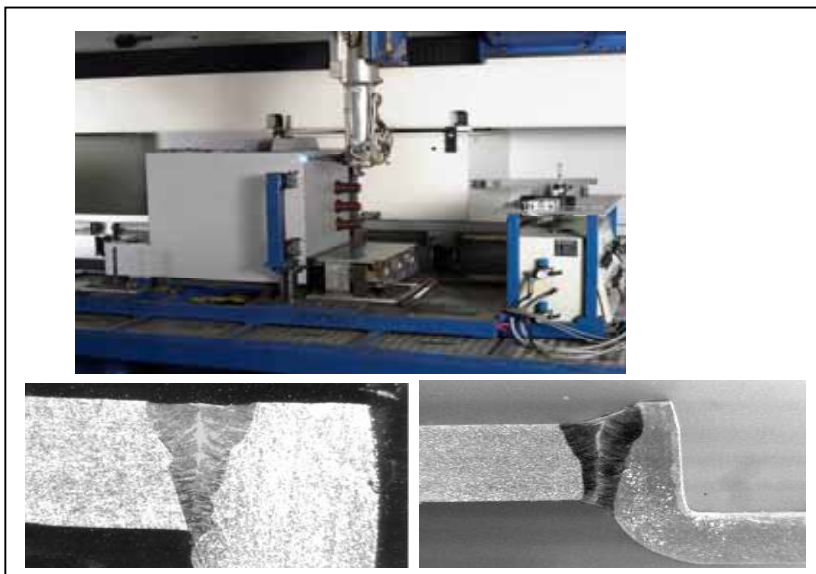
容器整體洩漏測試



圖三 生產與檢驗略圖

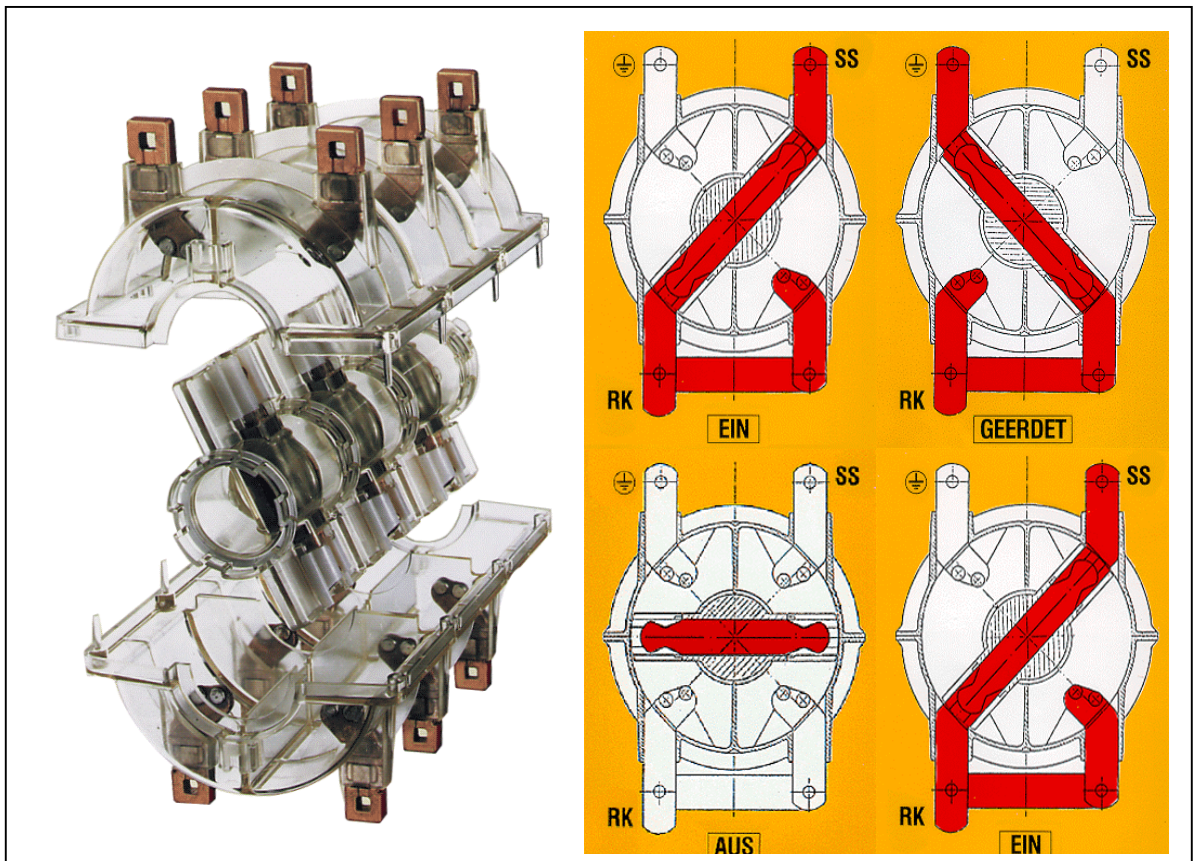
從現場觀摩實習發現，下列各項作法及產品供參考：

1. 雷射焊接技術作法



西門子工廠使用雷射焊接，因其具有高阻及低熱之抗失真特性、容器外部焊接，可減少焊渣留存、低溫處理，減少模鑄式套管損傷提高容器最大抗彎曲強度與防爆等特性優點，該工廠對於氣封開關目前售後服務並未發現氣體洩漏情形，可見雷射焊接大大提升氣密技術及作法。

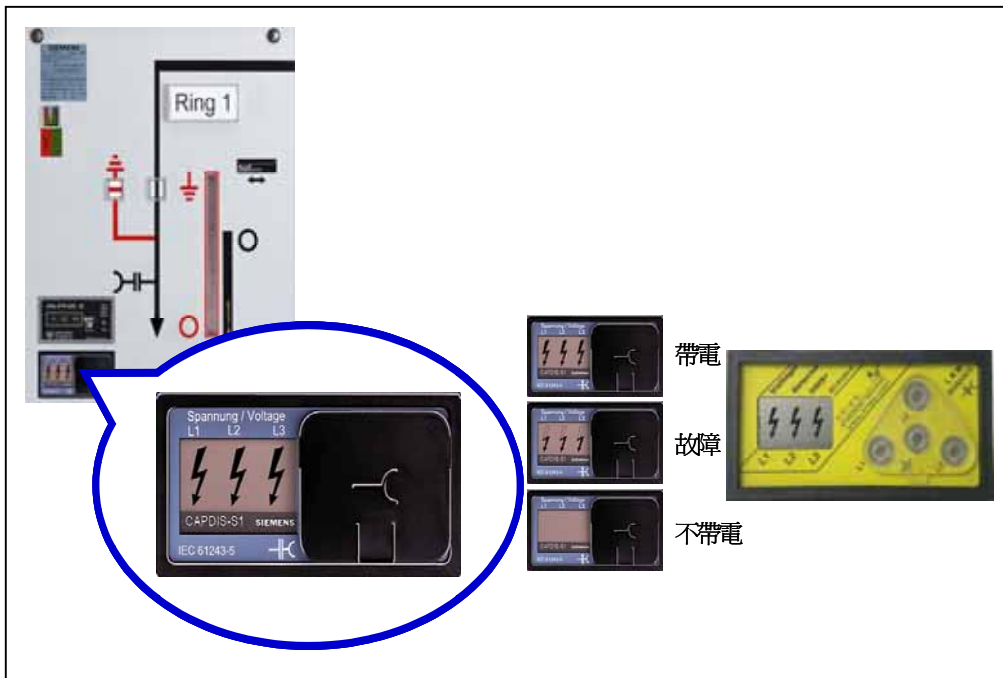
2. 三段式開關及把手不同設計



負載啟斷開關有二段與三段設計(歐洲地區大都使用三段式設計)三段式設計即為投入、啟斷及接地等三位置，因為在現場設置及維護作業需要，以往作法需要有機械互鎖裝置，以避免誤操作，而三段式設

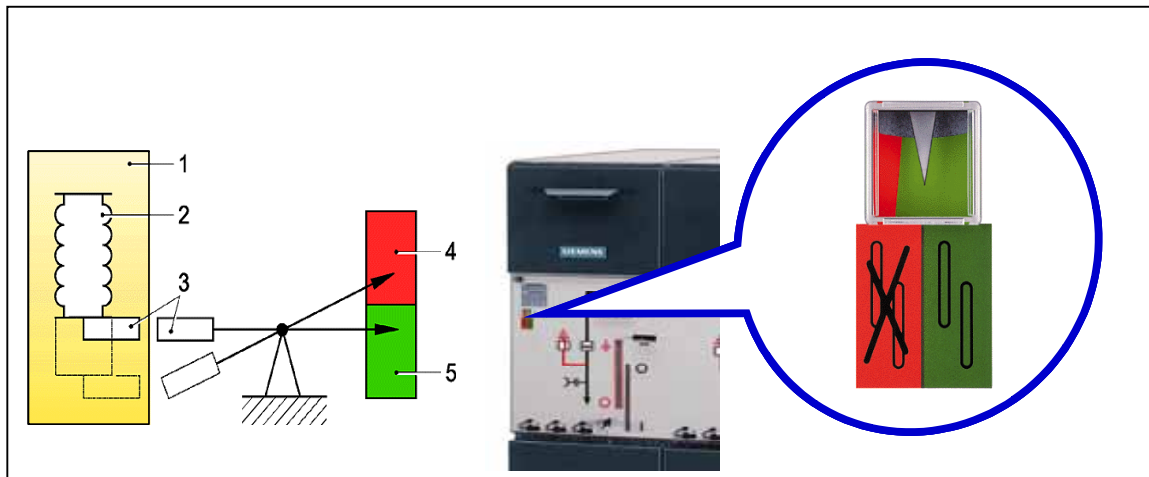
計因利用三個不同位置設計，可避免接地狀況下投入開關造成不安全狀況發生。在開關設計上可同時具備負載啟斷、隔離和接地功能、不須互鎖 interlock、零件最少、堅固耐用及啟斷容量高。

3. 故障指示裝置運用



於開關面板上裝設故障指示裝置，可以偵測出三相線路之各相運轉情形，該裝置並具有自我偵測功能、不需要電池、可選配輔助電壓量測插槽接點，連接至控制中心。現場工作人員亦可經由故障指示裝置面板指示，清楚檢視各相線路運轉情形。

4. 耦合式氣壓表設計



該廠牌開關面板上，對於開關桶內之SF₆壓力檢測，利用磁力耦合方式，避免氣體洩漏及能有效正確檢視SF₆壓力，達到安全操作的目的，磁力耦合設計不受周溫影響、不受裝置高度影響，且以顏色標示出安全與不安全操作範圍，簡單清楚。

5. 取代SF₆氣體絕緣之新方向

為共同抑制溫室氣體排放，主要工業國於1992年簽訂「聯合國氣候變化綱要公約」、1997年通過的「京都議定書」更強制規範各國的減量額度。我國雖非公約締約國，但仍有一定的減量壓力。我國於1998年開始推動產業的「自發性節約能源行動計畫」，立法院審議之「溫室氣體減量法草案」要求中央目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、登錄、查證、自願減量及參與國際合作減量，並得獎勵或補助之。配電氣封開關其每具開關填充氣量雖小，但數量逐年增加，為未雨綢繆，國外開關廠已開發研究以N₂氣體或固體絕緣方式，來減少使用SF₆，本公司應持續關注本項發展，共同達成減量目標。

二、新加坡電力公司與 PA 公司研習

(一) 新加坡與台灣一樣由於自產能源不足，必須仰賴大量進口能源，每年發電容量約為 8% 成長率，約為 9-10 年就成長一倍，方可符合其電力需求，基於引進競爭機制降低價格，提升電業經營效率新加坡政府於 1995 年開放電業重組與解除限制，將具有獨佔性質之輸配電與具競爭能力之發電與售電分開，將 1998 年 4 月成立新加坡電力池(Singapore Electricity Pool, SEP)

(二) 新加坡電力網開放

新加坡政府為因應家庭及商業用戶電力持續成長需求，確保電力供應的可靠度，建立高效率、高可靠度的電力系統及維持電價在國際上的競爭力，透過產業結構的重整及國有資產的公司化與商業化，以提高電力產業的整體效率，使電價水準具有國際競爭力，營造低商業風險的國家形象，建立現代化的競爭性電力市場。

1. 開啟改革序幕

1963 年 5 月，成立公用事業委員會 (PUB)，掌管自來水、電力及管線天然氣等事業，1995 年起，對電力及管線天然氣產業採行多項改革措施。

1995 年 10 月 1 日，將公用事業委員會轄下的電力及管線天然氣資產予以公司化，籌組成立 7 家獨立的公司，由改組後的公用事業委員會，繼續負責電力及管線天然氣事業的管制。

1998年4月1日成立新加坡電力池（SEP），由Power Grid公司負責電力池的營運管理工作。藉由電力批發市場競爭，促進發電業者與電力零售業者間的交易。

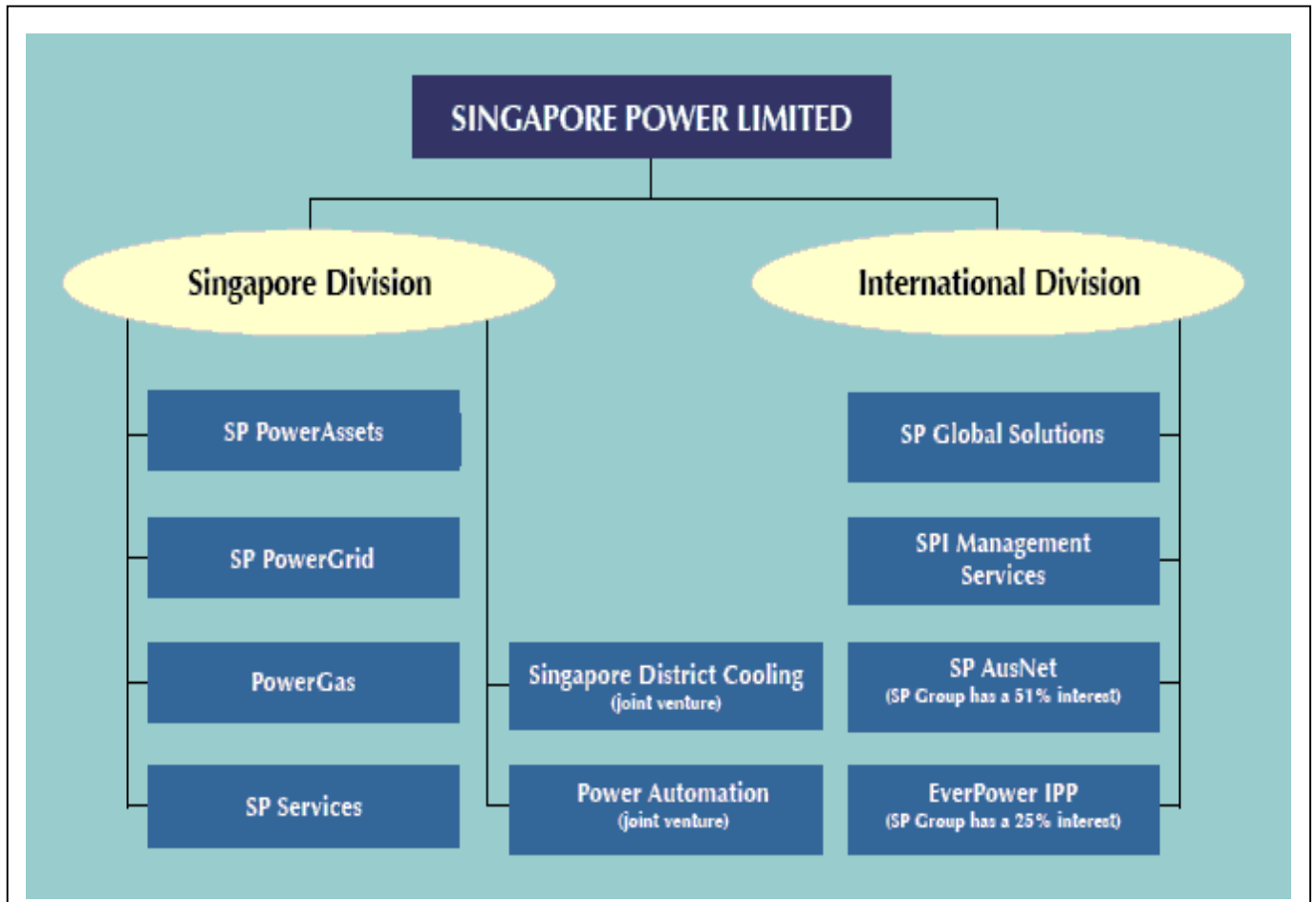
2000年3月11日，為進一步解除電力產業市場進入障礙，將發電、輸配電及售電業務，分隔為適合及不適合開放競爭的部門，成立獨立的系統操作機構，分階段開放電力零售市場競爭。

2001年4月1日，公用事業委員會改組為能源市場管理局（EMA），負責電力、管線天然氣及部份地區冷房服務的管制業務，由能源市場管理局與紐西蘭M-Co公司，合資成立能源市場公司（EMC），取代Power Grid公司原先的角色，成為新加坡電力池（SEP）的市場管理機構，並將新加坡電力公司（SP）轄下的二家發電子公司（PowerSenoko及PowerSeraya）移轉給Temasek控股公司。

2003年1月1日，新型態電力批發市場（NEWM）正式展開營運，開放用電需量（契約容量）2MW以上用戶（約250戶）的購電選擇權。

新加坡電力集團如下圖所示，其中輸配電方面，Power Grid為新加坡目前唯一領有輸電執照的公司，負責新加坡輸配電系統的操作。為因應電力市場開放競爭，Power Grid已將輸電網路

控制權，移由能源市場管理局轄下的電力系統操作部門負責。



新加坡能源電網公司負責新加坡輸配電網絡運行維護，

最高需量(Peak Demand)：約 6,000MW

發電容量：約 12,306MW

用戶數：約 1,218,600 戶。

新加坡配電網自動化、資訊化水準相當高，供電可靠度高，幾乎

以全部電纜地下化配置。

1. 配電網路規劃

新加坡電力系統電壓為 66KV、230KV、400KV 之輸電網和 6.6KV、22KV 及 400V/230V 之配電網。配電工程建設強調供電可靠度，並著重於電力系統未來之擴充、運轉與維護，安全性與成本相符，採用標準配置設計與裝置：

- (1) 配電系統採用全電纜、全 GIS、少維護等設備，以 30 年使用壽命估算設計，系統設備大都採用國外知名品牌產品。
- (2) 供電方式採 N-1 原則。22 千伏採用成花瓣式結構閉環路設計方式運轉，饋線負載規劃以 50% 負載電流，至客戶或變壓器的支路採用過流和接地保護為整個常閉環路轉供考慮，電力系統規劃人員以 50%（即 250A）作為系統建置原則，以隨時可進行轉供負載工作。低壓系統 400V 採用環網接線開環運行，變壓器低壓出線採用隔離開關不帶斷路器或保護，分支線路採用熔斷器。
- (3) 22KV 配電站室採全 SCADA 建置。低壓分支箱大多沿街布置。配電站室多採用在地面一層獨立式的建築，所需設施均一致化，外觀與環境相協調，並充分考慮未來擴充和快速檢修需要及通風散熱、防潮防水的要求。站房產權屬於使用者或市政管理部門，由使用者或市政維修。
- (4) 供電方式選擇性高，由政府規劃部門定期與能源電網公司溝

通，儘早建設管路與電氣工程等配套措施；66KV 中壓線路方面，由社區住宅用戶提供公用配電站房，公用配電站之電氣設施委由供電公司建設並維護，社區住宅用電分為一戶一表和總表計費，總表費用多出線路損失費用供電公司支付，由低壓出線總表至一戶一表電路設施為開發商建設並移交市政局管理；專用客戶需支付環路之線路數費用及自用配電站的電氣設備費用，運轉後線路為新加坡能源電網公司的資產並由其負責運轉維護管理，以配電站的電纜進線作為產權及運轉維護分界點。

- (5) 安裝和運轉維護人員均須專門培訓，確保安裝品質標準要求，重要電力設備由廠商安裝測試。
- (6) 電纜採直埋施工時，於電纜上方鋪設黃色塑膠板，在電纜管道、接頭及轉彎處位置均埋設電纜資訊標示裝置，供搶修和維護使用。

2. 運轉維護概況

- (1) 配電網路運轉維護按轄區分為中部、東部、南部、西部、北部 5 個地區，負責管轄區域內 66KV(含)以下配網設備的運轉、維護、檢修、搶修工作，並按專業關鍵設備成立專責維護部門。

- (2) 配電設備每年定期巡視檢點，訂定系統檢修週期，並建立設備資料及歷史維護資料，其中開關及變壓器每 3 個月巡視一次，根據狀態監測情況，由資產管理部門進行風險評估，確定相關設備的檢修或改善的必要性。
- (3) 每月對 66KV(含)以上的高壓輸電電纜路徑進行巡視；22KV(含)以下電纜則聘用外包人員提供土地挖掘工程及地下施工作業情況，並做好高危險場地的監測，及時提供電纜路徑圖給有關施工人員，做好技術諮詢及指導工作。
- (4) 電纜專業人員每 3 個月定期利用紅外線測溫儀對電纜終端接頭進行測溫，依據運行情況，每隔 5 或 10 年停電測試絕緣電阻情況，只有出現低阻值或不平衡絕緣值時，才進行電纜高壓試驗。新加坡電纜網的防護工作相當成功。
- (5) 新加坡政府 1999 年 12 月開始對電纜防護實行立法保護，對不依照標準作業規定進行地下作業導致電纜破壞的責任人，課以 1 萬至 100 萬元新幣的罰款，並處以 1 至 5 年的牢獄。因此，雖然所有輸配電纜為直埋方式，但通過採取強有力的法律手段、地面開挖行政審批程序、告知服務等管理策略，完全防範了電纜外挖故障，取得了顯著效果

，低壓網絡的所有故障，平均每天不超過三起。

(6) 各分區成立數個檢修小組分註不同地點，可在 30 分鐘內到達現場，以三小時以內恢復供電為目標。

(三) 配電網路資訊化概況

1. 新加坡能源電網公司資訊系統涵蓋了配電設備及網路管理，包含資料蒐集及監控系統 SCADA、資產的設備管理系統 FMS (含地理資訊系統、生產管理資訊、客服中心服務系統和施工項目管理與追蹤) 等。

2. 資料蒐集及監控系統 (SCADA)

採用電氣拓撲連接圖為平台，進行開關設備遙控操作，開關狀態、饋線電流及電流蒐集。饋線自動化方面，則根據警報情況運用專家系統，隔離故障區域，並提供轉供方案供調度員參考，惟不進行網路自動復電。

其專家系統 (人工智慧系統) 分析故障和即時電力網路電壓負載資料，由專家系統已建立之專家知識，自動對故障警報資料及電網的資訊診斷，以故障旗標判定故障點，診斷，提供恢復供電的步驟，供調度人員參考，加速電網故障排除，提高供電可靠度。

新加坡能源電網公司配電系統自動化建設始於 1988 年，目前已在 1000 座配電站室投入使用，共有 21 萬個 DI 點、4.5 萬個 DO 點、2.6 萬個 AI 點，總控制點達 28.1 萬個，資訊末端設備 (FTU) 年增長 150 台以上。目前非故障段供電恢復時間已減少到只有幾分鐘。

3. 軟硬體設備及時更新

對作業系統硬體容量不足、性能不符合需求、硬體絕版，無法滿足新的操作需求時，進行全面更新，此情況分別發生於 1988、1994、2000 年。規定終端設備使用 15/20 年即行更換，每隔 5 年對軟體進行更新。對新建或改建配電站，按照綜合自動化的模式，達到規劃、設計、施工、運轉一系列進行，通信線路與電纜同時敷設的要求。有效維護方面，包含對主站硬體維護、主站軟體維護、資料庫維護和終端設備之定期維護。

系統可靠性高，在東部及能源電網公司總部設有備用應急調度系統，一旦出現緊急情況，可在能源電網公司總部或後備調度指揮中心啟用備用應急調度系統進行指揮，以確保電力調度指揮中心調度之可靠性。

4. AM/FM/GIS 系統

AM/FM/GIS 系統包含從 400KV 到低壓電氣設備需要的所有地理資

訊，包括變電站、地下電纜、電纜接頭、管道、地面配電箱等，資料之準確和及時更新乃一關鍵。資料來源主要為相關政府機構、能源電網公司的規劃部門(大型項目)、私人公司(工地計畫)、測量師或承包商等。測量師和承包商測量的資料要先置於“建置中”工作層，經過實地全球定位系統(GPS)測量後，才能更新到GIS系統中。

(四) 配電控制中心(Distribution Control Center)

1. 建置沿革

1985：新加坡電力前身 Public Utility Board(PUB)

Singapore 開始著手自動化計畫。

1988：選擇西門子公司新建一 SINAUT R32 SCADA/DMS 系統。

1990：開始進行持續的升級和系統改善計畫。

2. Upgrade on SCADA/DMS & Expert System

線路型態：22KV 及 6.6KV 配電網路

合約開始：1998 年 3 月

完成日期：2000 年 3 月

使用系統：Siemens Sinaut Spectrum

控制中心數：2 個（主控及後衛各 1）

DI 點數：102,678

AI 點數： 23,142

DO 點數： 24,354

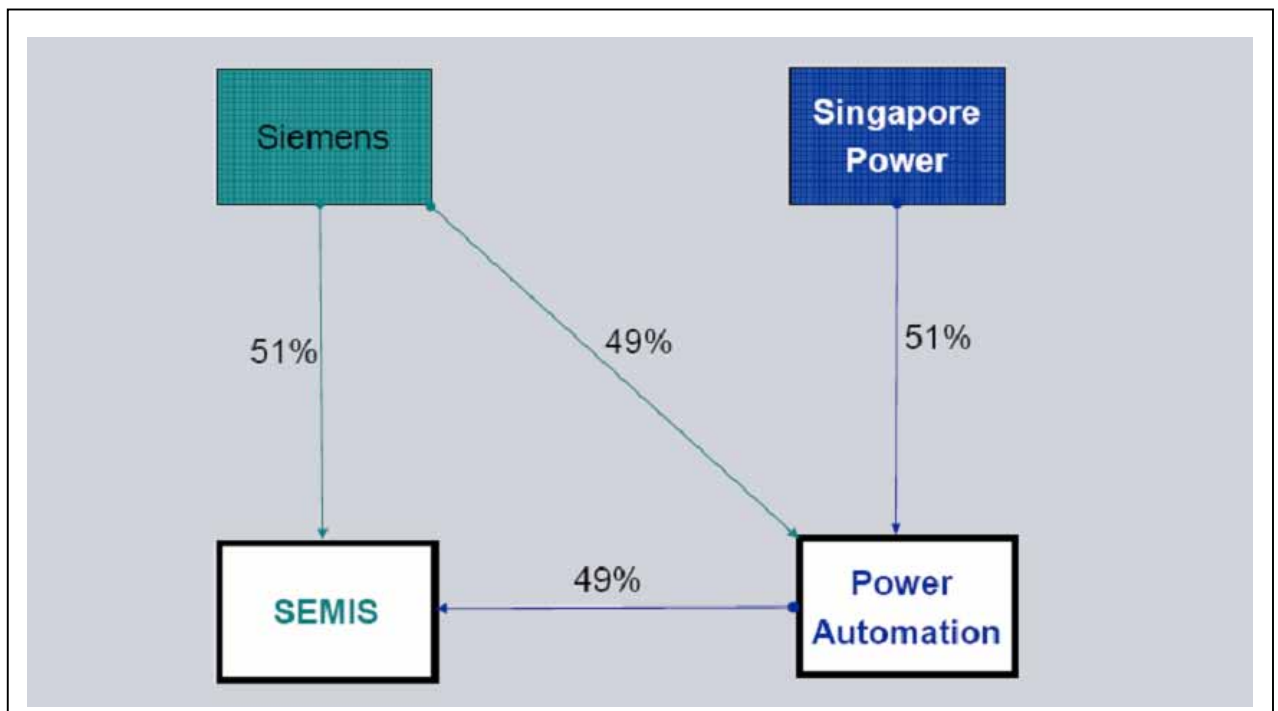
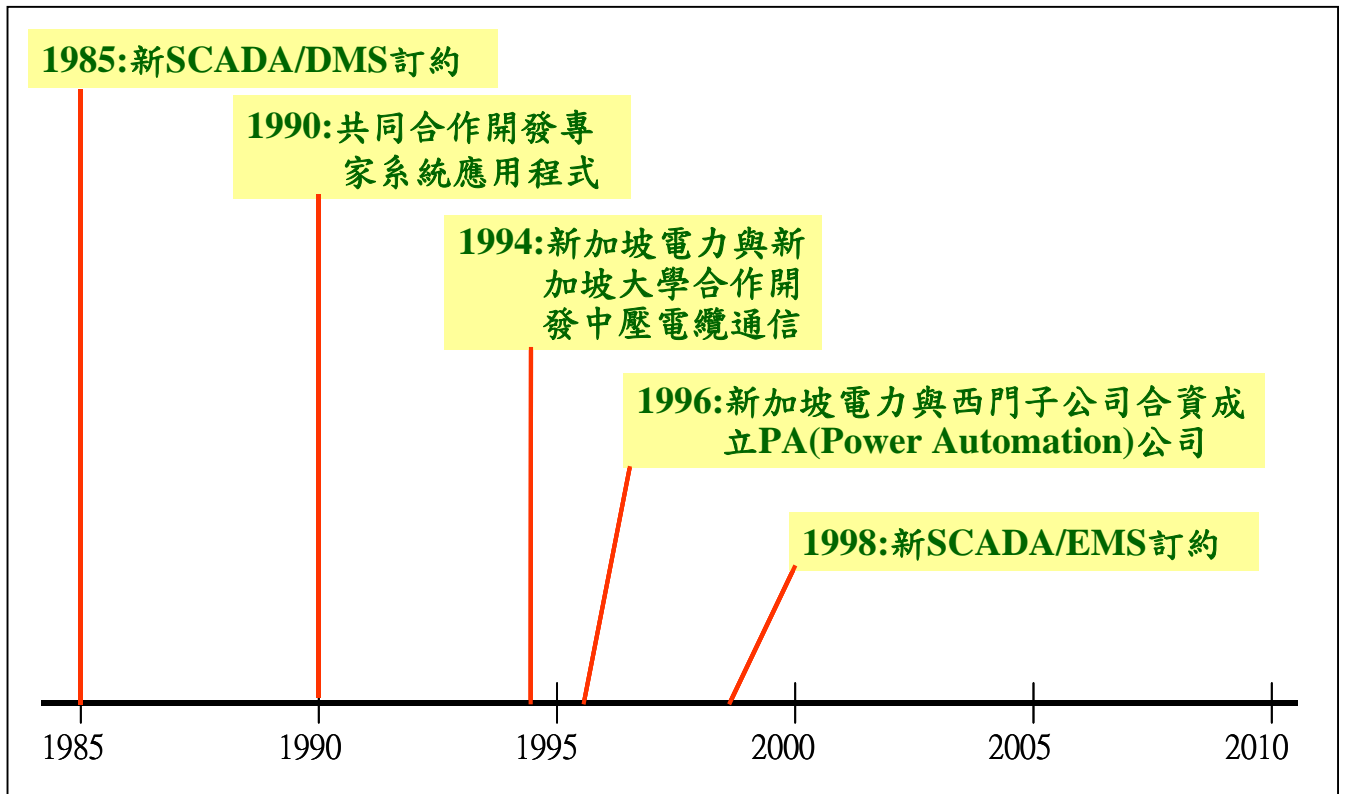
RTU 製造商：Siemens

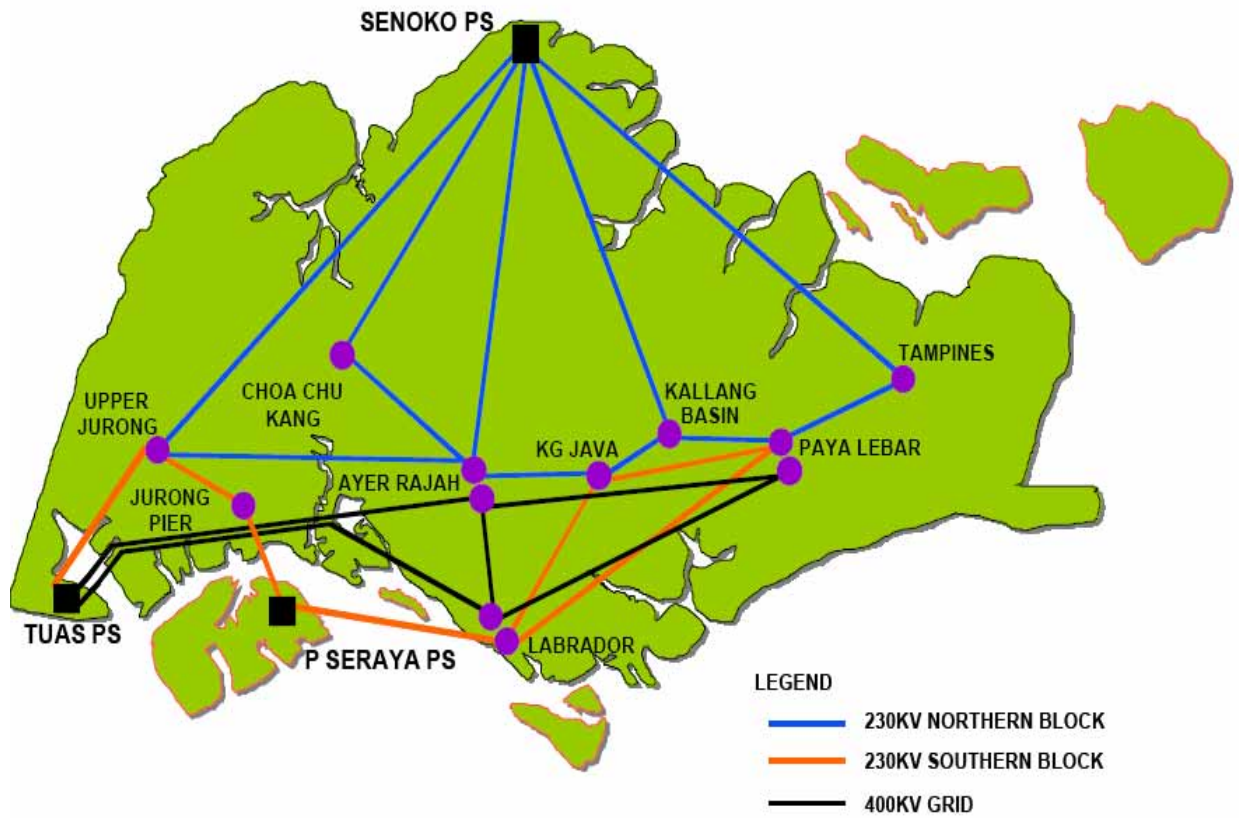
RTU 通訊協定：Sinaut 8FW, IEC 870-5-101

（五）新加坡電力與西門子合作過程

1. 第 1 年保固維護，由西門子當地於計畫執行期間參與及至總公司受過特別訓練，具可勝任工作技術之員工負責維護。
2. 不久，新加坡電力與西門子合資成立 PA 公司(Power Automation)，不僅維護及建置原有 2 控制系統，更承接許多原西門子公司在東亞的 Energy Automation 計畫。PA 由西門子當地維護員工開始擴充至現在大約 180 名員工。

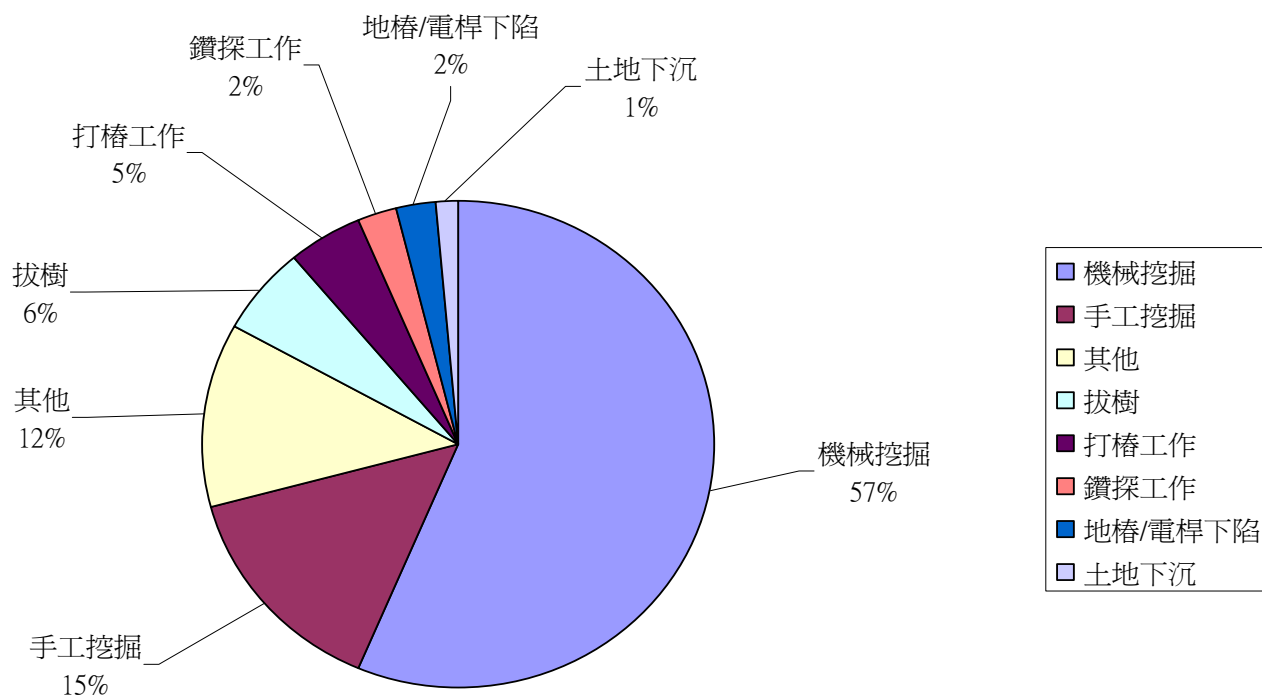
3. 新加坡與西門子雙方員工均能獲致良好的訓練，承接後續的擴充及維護須求，讓 PA 員工具有系統升級和擴充的分析、規劃、建置等能力。從 1985 年開始，新加坡與西門子合作夥伴關係如下圖所示。





新加坡全地下化電力系統圖

(六) 新加坡電力電纜損害原因



電 纜 損 壞 原 因

肆、結論與建議

1. 為縮短事故恢復供電時間，建置配電饋線自動化為主要趨勢

提高供電可靠度、提升用戶客戶滿意度為世界各電業努力目標，對於饋線自動化推展成為未來重要趨勢，新加坡電力公司成立配電自動化控制中心多年運轉經驗，認為已有效提升供電品質及電業聲譽，並將加強提升饋線自動化之各項功能，值得本公司學習借鏡。

2. 本公司自主開發配電自動化系統，應有相對應的開發團隊

饋線自動化技術自主性高，且配合技術提昇發展，均與自動化產業息息相關，如何運用產業界力量及資源，提升饋線自動化功能進步，利用商業合約管道或配合電業民營化腳步，擴展電業經營涉獵自動化領域亦將成為未來發展方向。

3. 積極培訓與投入具備新觀念、新視野與新技術的人力到建置、運轉、維護與使用部門，俾全面發揮系統的效益。

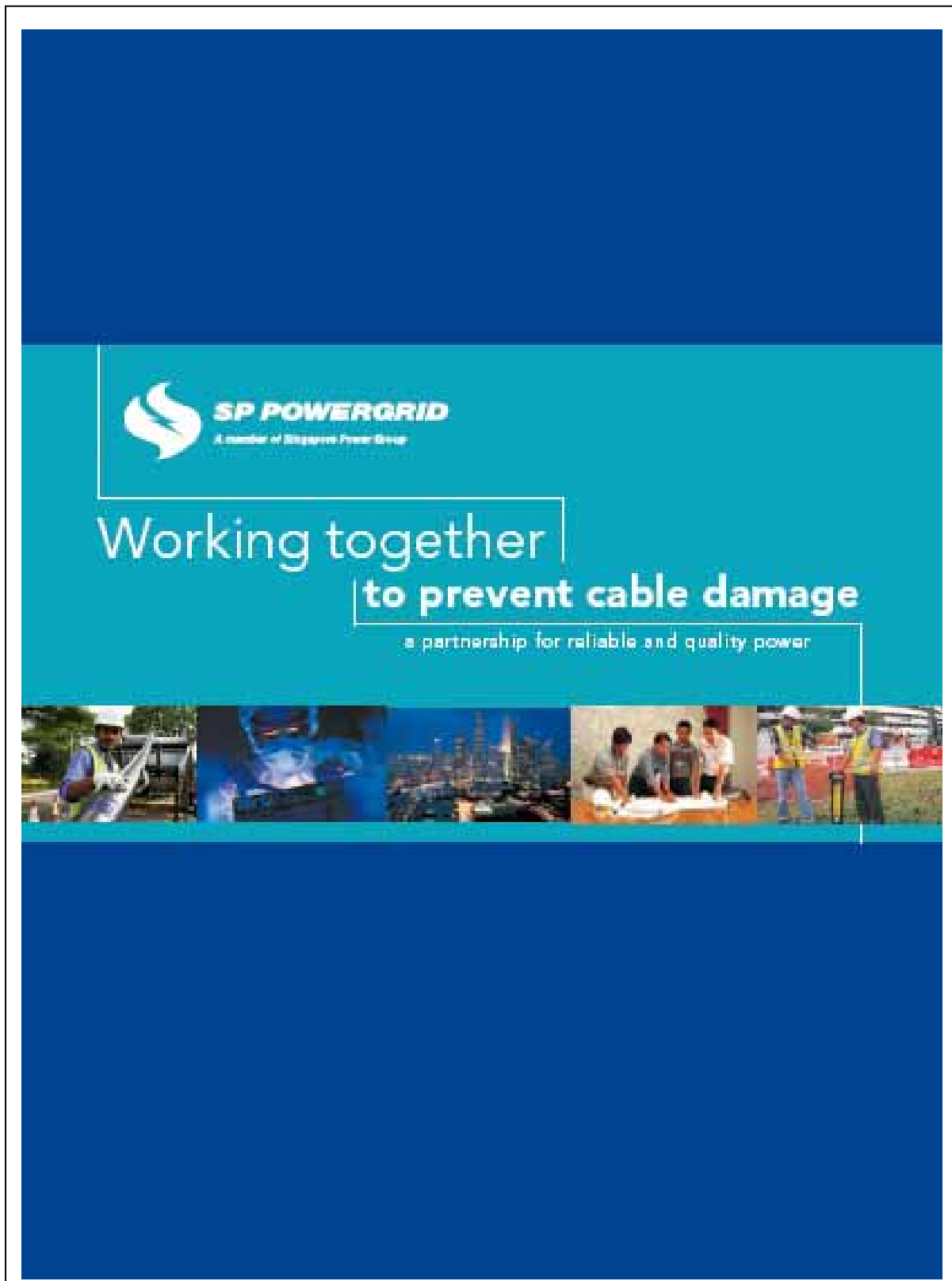
4. 建立維護運轉制度，並與優良且具新技術經驗豐富之廠家建立長期合作夥伴關係，藉以提高公司員工之技術水準。

5. 可以運用衛星地形照相圖為底層，套數化線路圖，以驗證數化圖資位置是否正確。

6. 統一各廠牌開關及其配件之尺寸、面板安排等，以簡化材料管理、現

場裝置、維護點檢等之作業流程。饋線自動化開關為國產化保護設備，配合國內廠商研發及生產能力提升，配合區處現場人員操作標準作業程序及歷年使用經驗，從採購規範著手訂定開關配件、面板設置，可以減少不必要誤動作及簡化材料管理、備品購置及維護檢點等工作量。

7. 於採購新型地下開關時，應可請廠商提供有透明外殼之關鍵機件結構，藉以觀察其內部機械動作結構，並作為該開關之教育訓練使用。
8. 饋線自動化掌握關鍵技術，除經由培育訓練外，未來亦應可透過電業自由化過程，利用與國外著名自動化公司，藉由異質企業聯盟方式，達成技術生根、維護落實，以提高供電可靠度。
9. 新加坡能源電網公司充分考慮設備故障造成的設備損壞及停電影響。加強設備監測的投入，通過科學合理的手段對電氣設備狀態進行監測，並根據設備健康狀況，有針對性地制定檢修周期，減少不必要的維修和試驗，既節約了大量人力物力，又延長了設備檢修周期並提高了供電可靠率。



contents

introduction	1
cable damage can be prevented	2 – 3
how you can help	4 – 7
good practices to do it right	8 – 9
qualified personnel who can help you	10 – 11
lets work together.....	12
how you can reach us.....	13

ACKNOWLEDGMENTS

SF PowerGrid wishes to acknowledge the following for their contributions to this publication:

PHOTOGRAPHS

A.J. Contractor in a Transportation Pile Led - Okoyachi Corporation - Yu Yee Engineering Pile Led

Mr. Gino Wu, Sisk (James Contractor/Pile Led) - Mr. Lim Hoah, Long (Licensed Civil Construction Worker)

REFERENCE

Energy Market Authority (EMA)

First Published: 2011

This Edition: September 2018

*WE VALUE OUR PARTNERSHIP WITH CONTRACTORS
– TO INFORM, EDUCATE AND ASSIST THEM IN
AVOIDING THE HIGH COST OF CABLE DAMAGE.*

introduction



Cable damage can affect consumers in high-technology industries.

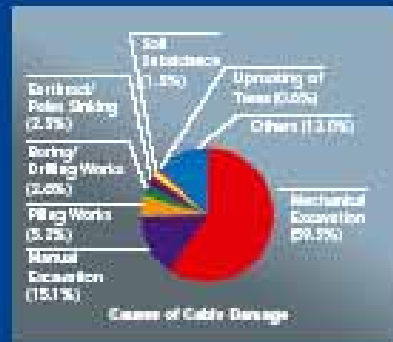
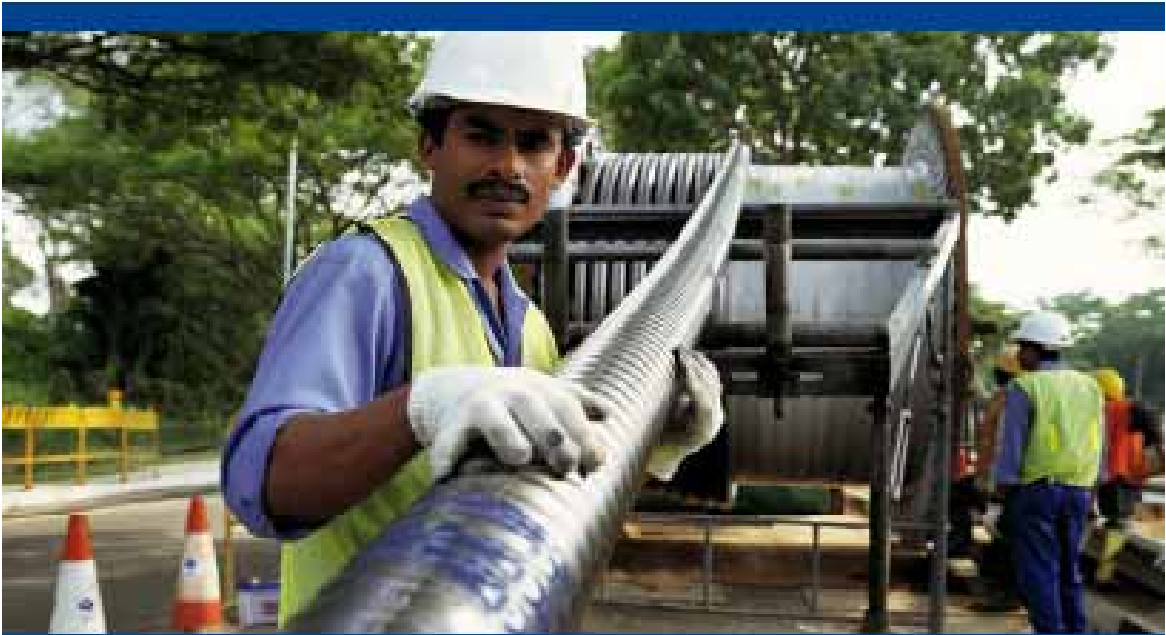
Singapore has one of the best electricity networks in the world. The network performance of the national power grid compares favourably with the best internationally. To ensure that the network continues to meet the increasingly stringent needs of our consumers, continuing efforts and investments are made to enhance the transmission and distribution of reliable and quality power.

A major factor contributing to good reliability and quality is the fully underground cable system that we have in place. Although such a system means that the network is protected from negative environmental effects, cables can be damaged as a result of earthworks.

Cable damage can affect consumers, particularly those in high-technology industries that use voltage-sensitive equipment. These include wafer-fabrication plants and other high-technology electronics and process plants. For them, a momentary voltage dip can cause voltage-sensitive equipment to malfunction, resulting in downtime for affected production and process lines.

SP PowerGrid is committed to providing a reliable and quality electricity supply. We value our partnership with contractors who carry out earthworks – to inform, educate and assist them in preventing cable damage.

Cables serve as an important link in supplying power. Contractors must be vigilant in adhering to good practices in cable damage prevention during construction.



Working together to prevent cable damage ... a partnership for reliability and quality power [R]

MECHANICAL EXCAVATIONS ACCOUNT FOR THE MAJORITY OF CABLE DAMAGE. GOOD PRACTICES DURING EARTHWORKS CAN PREVENT SUCH OCCURRENCES.

cable damage can be prevented



EMCP staff provide consultation and assistance to help contractors avoid cable damage.

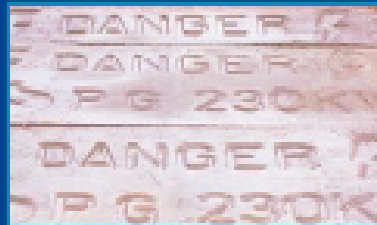
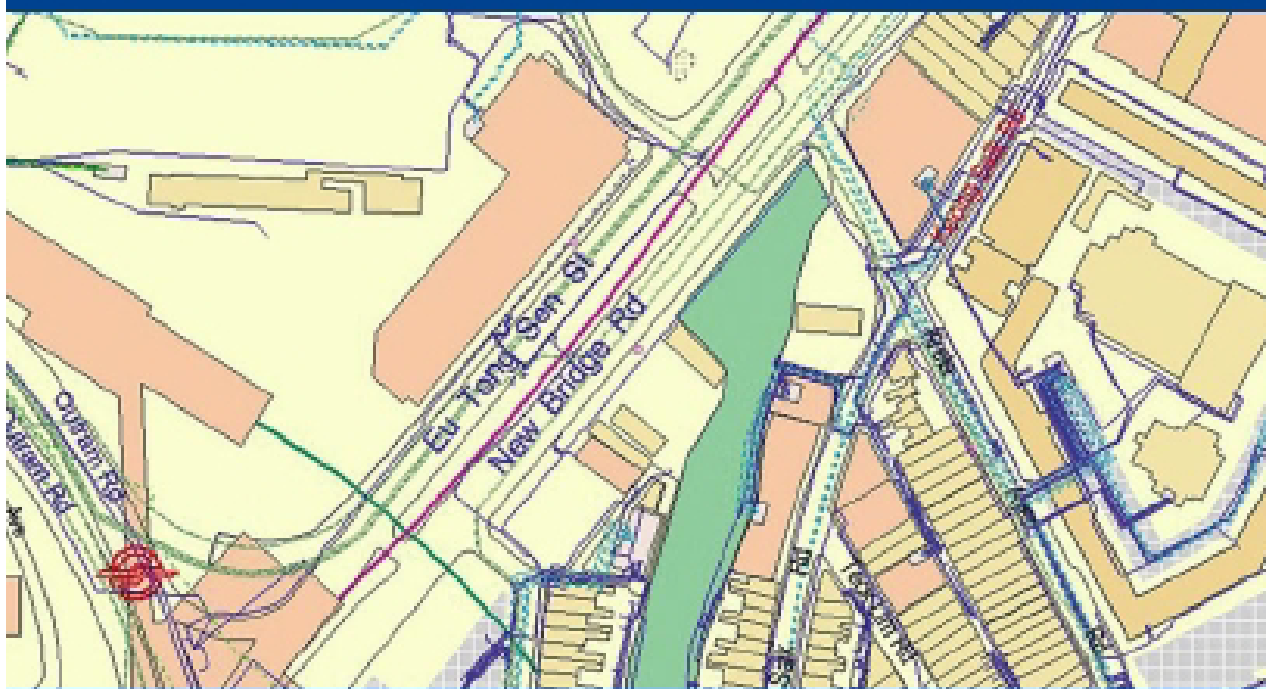
Based on our statistics, mechanical excavation accounted for the majority of cable damage. Manual excavation was the second major cause. However, cable damage during earthworks can be prevented if good practices are followed.

SP PowerGrid's Earthworks Monitoring & Cable Protection (EMCP) Section was set up to assist contractors in preventing cables from damage during earthworks.

Contractors need to be always vigilant of the presence of cables and to adhere to good practices in cable damage prevention.

Main photo:
Check against cable plans for underground
electricity cables in the vicinity of your earthwork.

Below:
Be alerted by cable slabs (left) and surface markers
(right) which indicate the presence of cables.



CABLE PLANS WILL HELP YOU AND YOUR LICENSED CABLE DETECTION WORKERS TO DETERMINE CABLE LOCATIONS – PRIOR TO EARTHWORKS – AND TAKE MEASURES TO PREVENT DAMAGE.

how you can help



An over-ground box is one of several indications of the presence of underground electricity cables.

There are a few simple steps you can take towards preventing cable damage:

1. Check for existence of underground electricity cables

- ✦ Contractors must first check for existence of underground electricity cables by referring to cable plans. These plans can be purchased from:

Earthworks Monitoring & Cable Protection Section

SP PowerGrid Ltd

25 Pagar Panjang Road

Singapore 117536

Company Registration No: 200306929Z

Tel: 6470 0803 / 6470 0821

Fax: 6475 9400 / 6479 5860

- ✦ The cable plans will help you and your Licensed Cable Detection Workers (LCDWs) to determine the presence of electricity cables at site – prior to earthworks – and take precautionary measures to prevent damage.
- ✦ You should also look out for signs indicating the presence of underground electricity cables. These include surface markers, cable slabs buried underground, cable bridges and over-ground boxes.

2. Consider cable diversion or changing earthworks positions

- ✦ Consider cable diversion as a pro-active measure whenever earthworks or projects affect the electricity cables extensively.
- ✦ Alternatively, relocate earthworks to avoid underground electricity cables.

EMCP officers are on-hand to advise contractors on good practices in cable damage prevention.



CONTRACTORS CAN AVOID DAMAGE TO UNDERGROUND ELECTRICITY CABLES BY FOLLOWING STATUTORY REQUIREMENTS AND IMPLEMENTING ADDITIONAL PRECAUTIONARY MEASURES AS ADVISED.

how you can help



Notice for Commencement of Earthworks forms must be submitted to EMCP Section not less than 7 days prior to earthworks.

3 Comply with statutory requirements on cable damage prevention

- ✦ Contractors must engage LCDWs to carry out cable detection works, confirm underground electricity cables, mark their locations and plot the information in the cable detection drawings.
- ✦ If earthworks are intended in the vicinity of high-voltage cables (6.6kV, 11kV, 66kV, 230kV or 400kV), contractors must notify SP PowerGrids not less than 7 days prior to the earthworks.

This should be done by submitting the Notice for Commencement of Earthworks (NCE) form to SP PowerGrid's EMCP Section, together with the following:

- LCDW cable detection drawing(s)
- Site plan indicating the proposed work area
- Schedule of planned earthworks activities

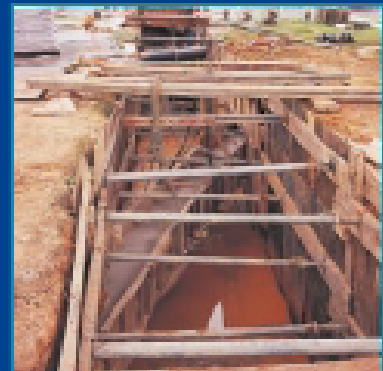
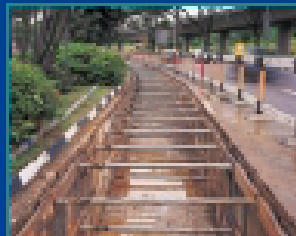
The NCE form can be downloaded from:
www.sppowergrid.com.lk

4 Work closely with SP PowerGrid

- ✦ After receiving the NCEs, EMCP will arrange to meet contractors and visit their sites to evaluate the proposed earth works. This is very important as the meeting allows for detailed discussion between contractors and EMCP officers. As a result, our staff are able to provide advice on good practices to be adopted at sites.
- ✦ Contractors should implement these good practices to keep underground electricity cables safe.

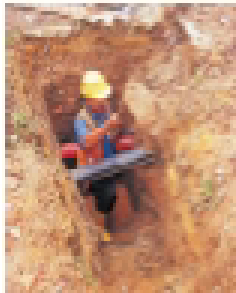
Main photo:
Implement a Permit-To-Work system to ensure checks at every stage for close monitoring of earthwork activities.

Below:
Protective measures such as proper shoring (left) and proper suspension of underground electricity cables (right) help to prevent damage to the cables.



DUE CARE AND DILIGENCE DURING EARTHWORKS PREVENT UNDERGROUND ELECTRICITY CABLES FROM BEING DAMAGED. YOU PLAY AN IMPORTANT ROLE IN ENSURING PREVENTIVE MEASURES ARE IN PLACE.

good practices to do it right



Digging trial holes manually is a safe and effective way to locate underground electricity cables.

Now that you are ready to begin earthworks, there are good practices that you should follow to do it right:

- ✦ Implement a Permit-To-Work system to manage different levels of checks at every stage for close monitoring of earthworks activities within the site.
- ✦ Ensure the LCDW has marked out all detected cable locations and these markings are continuously maintained.
- ✦ Dig trial holes manually to be positively sure that there are no electricity cables at the proposed earthworks area; and to ascertain exact locations if there are electricity cables.
- ✦ Engage Registered Excavator Operators (REOs) or Provisional Registered Excavator Operators (PREOs) to operate excavating equipment and/or carry out mechanical excavation.
- ✦ Use manual excavation whenever earthworks come to within 2 metres of underground electricity cables; in cases where porous concrete and hard core road surfaces need to be removed, mechanical excavation – under close supervision – should strictly be restricted to the surface area.
- ✦ Provide appropriate and adequate soil control measures – such as shoring and shuttering – to prevent soil movement which can cause cable damage in excavated areas.
- ✦ Protect exposed electricity cables by enclosing them with cut PVC pipe or other protective covering to prevent tools or falling objects from accidentally damaging the cables.
- ✦ Contact and consult SP PowerGrid officers before proceeding with under-crossing or over-crossing of electricity cables.
- ✦ Call ENCP General Enquiries line whenever in doubt – Tel: 6470 0603.

Due care and diligence during earthworks prevent underground electricity cables from being damaged. You play an important role in ensuring preventive measures are in place.

Engage only Registered Excavator Operators or Provisional Registered Excavator Operators as they are trained to identify and take precautions to avoid cable damage.



SP PowerGrid will continue to work with contractors to protect the integrity of SP PowerGrid's electricity cable network.



The performance of Singapore's transmission and distribution network is among the best in the world. This is the result of continuing efforts and investments to expand and enhance the supply infrastructure to meet consumers' needs. Singapore's power network is unique in the world in that both transmission and distribution of power are carried out via underground cables.

To support, manage and monitor the vast infrastructure that we have in place, SP PowerGrid leverages on the latest technology and IT systems.

We are among the first in the world to have a Grid Modelling and Planning (GMAP) system which provides a comprehensive database on underground electricity cable routes. This system provides up-to-date information on the locations of our underground electricity cables to assist contractors in preventing cable damage in the course of earthworks.

We need the co-operation of earthworks contractors in working closely with us to protect the integrity of our underground electricity cable network so that reliable and quality power is available to all consumers.

What to do when a cable is damaged

- ✦ Stop all work activities in the vicinity of the damaged cable
- ✦ Keep out all personnel from the area
- ✦ Inform SP PowerGrid's Electricity Service Centre (ESC) at our 24-hr toll-free number 1800-778-8888
- ✦ Inform your LCDW
- ✦ Remain on-site to assist SP PowerGrid officers on their arrival

Warning: Tampering with damaged underground electricity cables can cause serious injuries or even death. Do not attempt to tamper or repair damaged cables.

how you can reach us

HELP ON CABLE DAMAGE PREVENTION

Earthworks Monitoring and Cable Protection Section
General Enquiries 6470 0603
Helpline on Cable Plans 6470 0621

REPORTING CABLE DAMAGE

Electricity Service Centre (24-hour) 1 800-778 8888

ENQUIRIES ON 400kV AND 230kV CABLES

Extra High-Voltage Network Section 6290 9121

ENQUIRIES ON 66kV AND BELOW CABLES

Regional Network North Section 6314 6172
Regional Network South Section 6290 9101
Regional Network East Section 6240 9218
Regional Network West Section 6660 9301
Regional Network Central Section 6279 9501

EARTHWORKS GUIDELINES & NOTICE FOR COMMENCEMENT OF EARTHWORKS FORM

SP PowerGrid Website www.sppowergrid.com.sg

COURSES FOR LICENSED CABLE DETECTION WORKERS AND EXCAVATOR OPERATORS

Human Resource Branch 6823 8676

LICENSED CABLE DETECTION WORKERS

Energy Market Authority Website www.ema.gov.sg

reliable
quality power

SP PowerGrid Ltd
33 Poon Poyang Road
Singapore 117538
Company Registration No: 300956855Z
Tel: 6475 0521 / 6475 0521
Fax: 6475 9400 / 6475 8588
Email: enquiry@spowergrid.com.sg