

出國報告（出國類別：開會）

參加 EPRI P40 計畫委辦研究工作討論會
及
參加電力電子設備應用課程

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：蔣純衡(系統發展組長)

劉祥登(主管方案二)

派赴國家：美國

出國期間：99.6.25 至 99.7.5

報告日期：99.8.19

出國報告審核表

出國報告名稱：參加 EPRI P40 計畫委辦研究工作討論會及參加電力電子設備應用課程		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
蔣純衡	系統發展組長	系統規劃處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>開會</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：99年6月25日至99年7月5日		報告繳交日期：99年8月19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」、「建議事項」) <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input 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 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 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：參加 EPRI P40 計畫委辦研究工作討論會及參加電力電子設備應用課程

頁數 52 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/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

蔣純衡/臺灣電力公司/系統規劃處/系統發展組長/23666901

劉祥登/臺灣電力公司/系統規劃處/主管方案二/23666913

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他(開會)

出國期間：99 年 6 月 25 日至 99 年 7 月 5 日

出國地區：美國

報告日期：99 年 8 月 19 日

分類號/目

關鍵詞：EPRI(美國電力研究院)、P40 系統規劃計畫、P1 電力品質計畫、加州 ISO 系統規劃、電力電子設備原理與應用

內容摘要：(二百至三百字)

- 一、參加 EPRI 之電力電子輸電系統課程及靜態無效電力系統之模型及應用課程，包括 HVDC & FACTS 科技之發展，彈性交流系統之原理、各種設備與實際裝設案例，SVC and TCSC 特性，電壓穩定度，NYPA CSC 操作訓練模擬器，各種 FACTS 設備之建模等。
- 二、參訪 CAISO 加州獨立系統調度中心，瞭解整個加州電力系統在自由化解制之後的規劃與運作情形，以供本公司未來規劃參考與比較。
- 三、本公司所加入之美國電力研究院(EPRI)特定項目會員分別為 P40 網路規劃計畫與 P1 改善電力品質計畫，前者參加項目為利用智慧型電表資訊決定負載之組成、發展動態組件之標準模型、輸電系統之模型管理及應用輸電有效之統計值來評估系統可靠度，後者參加項目為電力品質標準與比較樣本、電力品質知識之發展與轉移，並討論目前全世界最熱門之智慧型電網之發展情形與討論本處利用保留基金所作之委託研究方向及內容。

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

參加EPRI P40 計畫委辦研究工作討論會及參加電力電子設備應用課程

目 錄

	頁次
壹、感想與建議.....	5
貳、出國緣由.....	8
參、出國行程.....	9
肆、參訪美國電力研究院(EPRI)	10
一、參加電力電子輸電系統課程及 FACTS 之模型及應用課程.....	10
二、EPRI P40 網路規劃計畫.....	31
三、EPRI P1 改善電力品質計畫.....	39
伍、參訪 CAISO 加州獨立系統調度中心.....	43
一、CAISO 加州獨立系統調度中心簡介.....	43
二、CAISO 系統規劃情形.....	46
陸、國外蒐集文獻資料.....	52

壹、感想與建議

一、本公司所加入之美國電力研究院(EPRI)特定項目會員分別由綜合研究所、核能部門、系統規劃部門、運轉部門、業務部門等不同單位負責執行，本處所參加之項目為 P40 網路規劃計畫與 P1 改善電力品質計畫，每個特定項目年費之 25% 金額定為保留基金(Set Aside Fund)，可提供會員自行應用，各執行單位宜儘早研擬使用計畫(包括研究計畫、訪問、訓練、開會等)，積極進行。

二、美國電力研究院之研究分項眾多，計畫數量有數百項之多，雖然主力研究為核能發電，但在輸變電與配電方面，尤其近年的智慧型電網與再生能源，亦均投入大量的人力與物力做先導性之研究。本處所參加之 P40 屬於 Power Delivery & Utilization 領域下之 Grid Operations & Planning 分項，該分項下尚有 P39 Grid Operations 和 P172 Efficient Transmission Systems for a Low-Carbon Future 及 P173 Bulk Power System Integration of Variable Generation 等計畫，均致力研究目前電力網路之熱門課題，本處正在評估下一年度是否再參加這些計畫。

三、本處所加入之 EPRI 特定項目會員為 P40 網路規劃計畫，本計畫在研討網路規劃者所需解決事項的策略及發展決策支援的工具與解決方案，考慮包括未來發電與負載的不確定性之增加，輸電設備及路權利用的提高與可靠度標準之提高等。由於預算有限，本處所參加子項目分別為 P40.012 利用智慧型電表資訊決定負載之組成、P40.013 發展動態組件之

標準模型、P40.014 輸電系統之模型管理及 P40.003 應用輸電有效之統計值來評估系統可靠度。

四、本處另加入之 EPRI 特定項目會員為 P1 改善電力品質計畫，本處所參加子項目為 PS01D 組，其內容主要是電力品質技術轉移和知識發展之服務，每年定期發表電力品質技術文件(PQ News)、電力品質案例研討(PQ Techwatch)、電力品質百科全書(PQ Encyclopedia)和電力品質期刊(PQ Signature Journal)，以提供會員最新資訊和實務經驗。本公司乃為電力供應與服務的公司，已將主動服務用戶作為企業文化，藉由本公司為 EPRI 會員，可將電力品質 PS01D 組的報導資訊與用戶共享，以維持和用戶的良好關係，並達成用戶教育訓練使瞭解電力品質在廠內改善乃為治本之目的。另本處亦參加 P001.002 電力品質樣本比較 (Benchmarking) 與標準，本項目能幫助電力公司有效的利用工業標準方法提升電力品質特性效能並降低其成本，並提供先進的系統效能量測方法，幫助產生較佳的系統效能改進之投資決策，因此在此方面改進了成本效益比。

五、參訪 CAISO 加州獨立系統調度中心。CAISO 位於 Folsom 福松市，距離 EPRI 總部約 150 英里，車程三個多小時，當日(星期三)早上出發，路經加州首府沙加緬度 Sacramento，正逢當地藍領勞工數千人聚集州政府大樓前抗議州政府因財政困難調降基本工資，參加者每人套一件藍色 T 恤，可領取免費的午餐，台上演講人滔滔不絕，揚聲器震耳欲聾，電視台高空拍攝，一旁有騎警隊監視，抗議者的和平示威，宛如嘉年華會，見識到與台灣類

似的美國式民主自由爭取勞工權益的一面。中午以後車行依衛星導航器到達目的地，在一片平房商區之中卻不得門而入，原來 CAISO 為了安全隱密，不設門牌與標緻，外表融入附近的房舍一般，並無任何天線等突出的設備，若無內部人員出迎實無法可知此地就是負責全加州電力運轉的獨立調度中心，且內部外部一律嚴禁拍照攝影，出入皆用磁卡開門，長廊像迷宮般且皆無窗戶或玻璃可向內視，每個房門外僅懸掛一個地名代號，讓外人實在無法知道其內部是什麼，由此可知美國對影響民生經濟的電力公用設施安全保密保護之嚴格了，這點可讓我們的電力調度中心設置時之參考。

六、為了要掌握國外專家於電業發展改善之實質作法與技術，宜長期保持與 EPRI 的合作關係，以直接且持續獲得 EPRI 的研究技術，再進一步地從事自行研討評估和公司內部訓練，使本公司在未來電業的自由市場上，更具有競爭的優勢。

貳、出國緣由

1. 配合國家節能減碳政策,推動智慧型電網基礎建設,及推行高科技科學園區與一般工業區之供電品質改善對策,瞭解美國 Smart Grid 之最新發展與應用情況,高科技產業電力品質發展技術,利用本處參加美國電力研究院之研究會員保留基金赴美國 EPRI 總部參訪研商相關議題,並赴加州 ISO 機構請教其規劃運轉情形,以供本公司未來規劃參考與比較。
2. 參加會議討論本處本年參加 EPRI 之 P40 研究計畫利用 Set-Aside Fund 委辦研究電廠電源利用 HVDC 設備引出之可行性研究及利用 PRA 方法應用於輸變電計畫效益評估及本公司輸電規劃準則與美國可靠度標準之比較,作為未來編製輸變電計畫之建議。
3. 參加 EPRI 之電力電子輸電系統課程及靜態無效電力系統之模型及應用課程,包括網路並聯無效電力補償設備 SVC,FACTS 設備對電力系統保護的衝擊與最新發展及其效益,系統網路可靠度效益評估的個案研討,SVC,STATCOM,SVS 等之建模與應用等,以供台電未來規劃新型設備以解決供電困難之對策、方案參考。

參、出國行程

本出國計畫自 99 年 6 月 25 日至 99 年 7 月 5 日止，為期 11 天。參訪美國加州電力研究院 EPRI 之行程包括參加 EPRI P40 計畫研究工作討論會、參訪加州 ISO 機構及參加電力電子設備應用課程，詳細行程如下表所示。

日期	天數	起訖地點	工作紀要
6/25 ~ 6/25	1	台北→美國舊金山	往程
6/26 ~ 6/29	4	舊金山區	報到與一般討論，參加電力電子設備應用課程
6/30 ~ 6/30	1	福松	參訪 CAISO 規劃運作情形
7/1 ~ 7/3	3	舊金山區	參加 P1 與 P40 計畫研究工作討論會
7/4 ~ 7/5	2	舊金山→台北	返程

肆、參訪美國電力研究院 (EPRI)

一、參加電力電子輸電系統課程及 FACTS 之模型及應用課程

EPRI 針對 HVDC 及 FACTS 等科技研發，基於日新月新之潮流趨勢，每年皆會擬定工作方向及設定預定達成之目標，作為工作團隊之使命。本次處內兩位同仁連袂赴 EPRI，以 FACTS 科技為主題，分別就 SVC、TCSC、電壓穩定度、VSC 控制器、NYPA CSC(Convertible Static Compensator)操作員訓練模擬器，及現階段美國 SVC、STATCOM 建置狀況等為主題，接受專家指導。2011 年 EPRI 在 HVDC 及 FACTS 研究計畫之使命、重點、成效及影響分述如後：

(一)、HVDC 及 FACTS 科技工業界關心之議題，歸類為四項：

1. 增進輸電效率及改善輸電瓶頸
2. 新電源與負載中心之網聯
3. 長距離大電力傳輸
4. 沒有 AC 電磁場問題

因此，EPRI 之任務即在提供下列服務：

1. 透過管道提供科技新知
2. HVDC & FACTS 技術應用之定位及機會評估
3. 提供此類技術運用成效衡量

(二)、EPRI 在 HVDC 及 FACTS 之近、中程計畫工作重點

1. 2011 計畫工作重點:

- (1).HVDC 及 FACTS 應用時機確認
- (2).調查 HVDC 電機效應及介紹 AC-DC 混用議題
- (3).各單項元件測試
- (4).展示 AC 轉 DC 程序
- (5).參考工具書更新
- (6).準備 FACTS 運轉維護策略

2. 2012 計畫工作重點:

- (1).評估 HVDC 及 FACTS 應用機會
- (2).主導 HVDC 電機效應之研究及測試
- (3).各元件持續測試
- (4).完成參考工具書
- (5).準備 FACTS 延壽指引

3. 2013 計畫工作重點:

- (1).持續 HVDC 電機效應之研究及測試
- (2).持續元件測試
- (3).HVDC 及 FACTS 進階應用
- (4).準備 HVDC 及 FACTS 科技應用指南

(三)、EPRI 對 HVDC 科技之評估

1. 研發需求面:

- (1).找出 HVDC 科技現況

(2).瞭解 AC 與 DC 設計、運轉議題

2. 評估方法：

(1).透過研討會、工作室及參考資料作技術交流

(2).主導研究分析

(3).提出 AC、DC 線路轉換分析及技術選擇比較

3. 產生之影響：

(1).增進 HVDC 技術選擇之瞭解

(2).增加 DC 系統可靠度及採用率

(3).增加全系統可靠度，降低輸電損失

(四)、AC 與 DC 線路路權比較



DC 鐵塔無論佔地面積與高度，皆遠小於傳統 AC 架空線鐵塔，在路權取得、景觀衝擊影響及民眾接受度上頗佔優勢。

(五)、AC 與 DC 絕緣碍子比較

1. 一般傳統 AC 陶瓷絕緣碍子



2. DC 線路不同型態之絕緣碍子



絕緣碍子特性之研究，有助於線路傳輸性能改善

(六)、HVDC 系統表現及元件之測試成效：

1. 延長 HVDC 系統使用壽命
2. 絕緣碍子性能探討改善，可引導較佳之線路表現
3. 活線作業研究可啟發較佳之活線維護實務
4. HVDC 接地電極研究，可引導較佳接地電極之性能表現

下兩圖為 Lenox 實驗室設施照片



(七)、HVDC 電效應(Electrical Effects)之功效

1. 應用 HVDC 科技可增加輸電線輸電容量
2. 引發 HVDC 電效應容許值議題，緩和 AC 電磁場恐懼

下面左圖為 Lenox 作電效應展示, 右圖為該實驗室其他設備



(八)、FACTS-電力電子控制器

1. 研發需求面
 - (1). 那些新要素存在於 FACTS，可改善電力系統特性
 - (2). 如何降低費用，俾與其他選項競爭

(3). 如何取代舊型 FACTS 系統

2. 採用之方法

(1). 調查評估可行之 FACTS 應用

(2). 找尋策略與技術降低 FACTS 費用

(3). 發展取代不合時宜系統之策略

3. 產生之影響

(1). 增加既有輸電線送電量，減少整體輸電費用

(2). 改善電網可靠度及特性，實現輸電網路智慧化

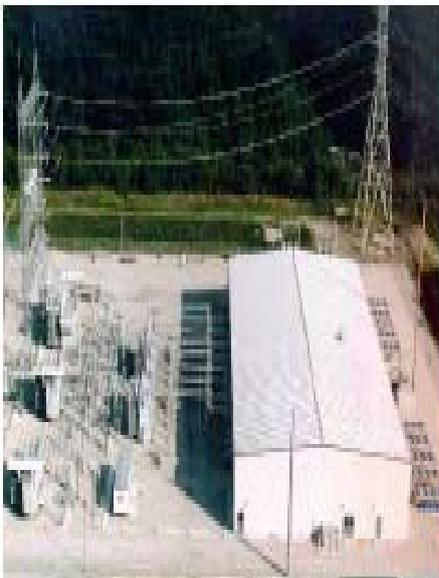
(九)、FACTS 應用之科技及經濟指標效益

1. 增加既有輸電線輸電容量

2. 對既有 AC 系統提供整合新電源之選擇

3. FACTS 廣泛被使用度增加

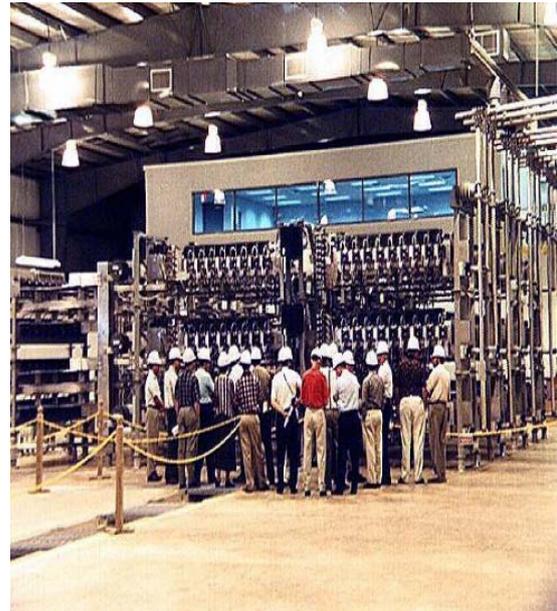
下圖為產品實例



(十)、FACTS 運轉維護及更新策略之成效

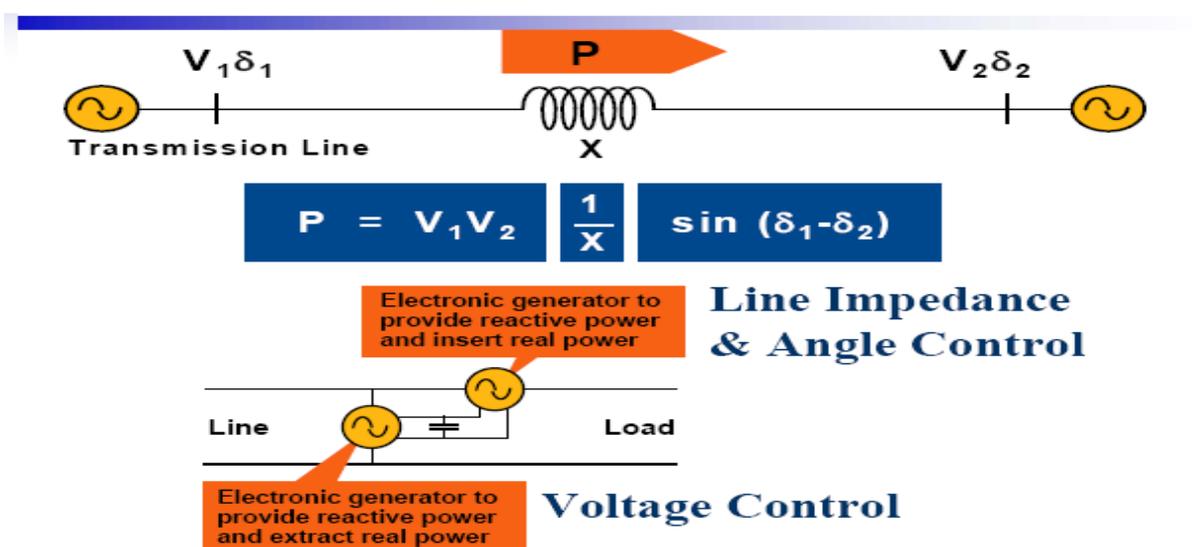
1. 增加既有 FACTS 使用年限
2. 改善電網可靠度及特性；減少輸電網路整體費用
3. 有利於 FACTS 發展

下圖為另一產品實例



(十一)、FACTS (彈性交流輸電系統)

1. 原理：物理法則之延伸應用，圖示如下



2. 功能：交流電力系統利用高電壓、高電流電力電子元件，供應
動態無效電力及控制實功潮流。

3. 電壓調整效益

(1). 維持原設定之輸電電壓

(2). 防止電壓崩潰

(3). 限制過電壓

4. 電流控制效益

(1). 增加電力傳輸

(2). 解除供電瓶頸

(3). 減少環流

5. 系統穩定效益

(1). 暫態及動態穩定度

(2). 電壓不穩定

6. 屬傳統科技之控制元件

(1). Thyristor controlled reactors

(2). Thyristor switched reactors

(3). Thyristor switched capacitors

(4). Static Var Compensators(SVC)

7. 屬新科技之控制元件

(1). Thyristor Controlled Series Compensation

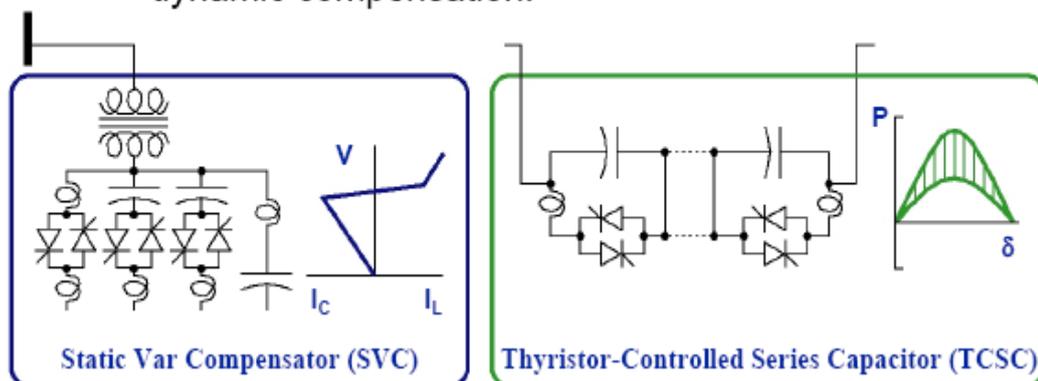
- (2). **STATIC** synchronous **COM**pensator
- (3). **Static Synchronous Series** Compensator
- (4). **Unified Power Flow** Controller
- (5). **Interphase Power Flow** Controller

8. FACTS 使用於提供所謂"新"服務之項目

- (1). 計量及摧帳
- (2). 電力品質
- (3). 提供虛功
- (4). 負載管理
- (5). 備用容量
- (6). 頻率控制
- (7). 負載預測
- (8). 電力捐客

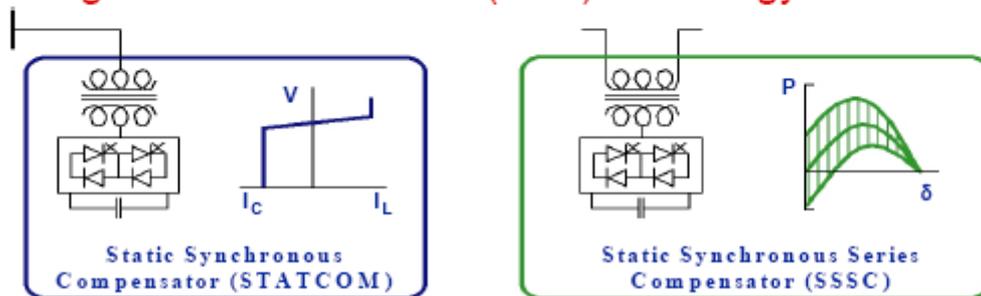
9. FACTS 科技演進-1970 年代

thyristor switched and/or controlled reactors and capacitor banks to provide the dynamic compensation.



10. FACTS 科技發展演進-1980 年代

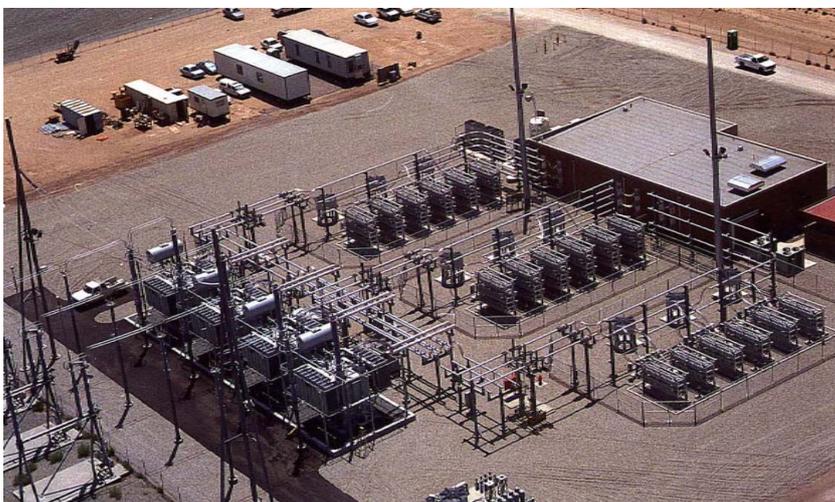
In the mid 1980s, EPRI led the technology development of Flexible AC Transmission System (**FACTS**). A new group of synergetic transmission system controllers with names such as **STATCOM**; the Static Synchronous Compensator; **SSSC**, Static Synchronous Series Compensator; **UPFC**, Unified Power Flow Controller; and **IPFC**, Interline Power Flow Controller. **These controllers are based on the use of Voltage Sourced Converter (VSC) technology.**



11. 以二極體元件為基準之電力電子輸電控制器

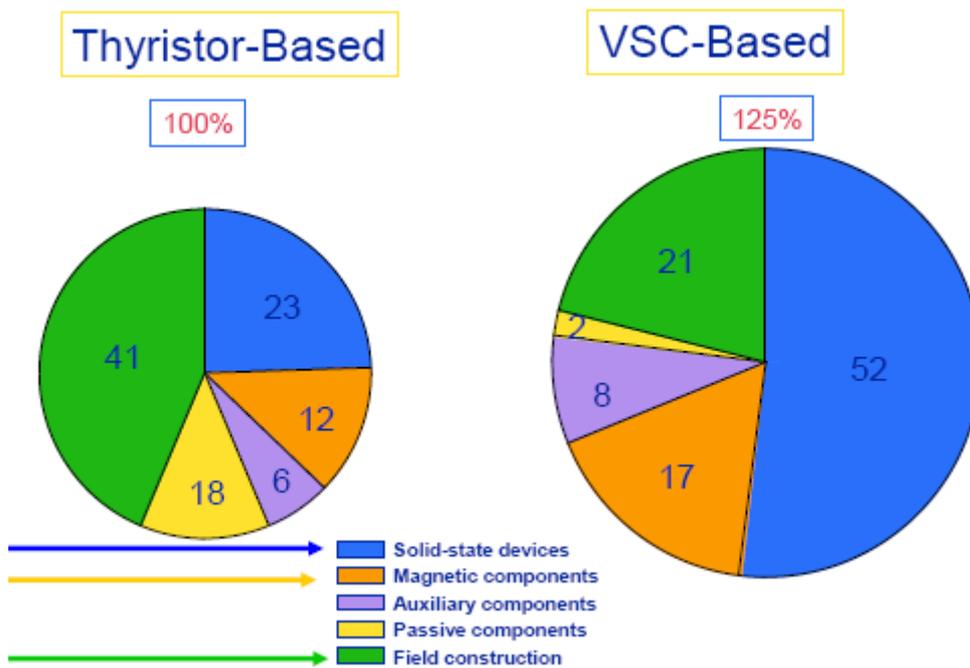
- (1). 要控制輸電電壓及電力潮流，採用(串/並)連方式連接(開關/調控)電抗器及電容器組。
- (2). 整體表現及反應速度受限制。

以二極體元件為基準之建造實例圖如下



12. 以電壓源轉換器(VSC)為基準之電力電子輸電控制器

- (1). 輸電電壓及電力潮流由電子元件 100%控制，不需要電抗器及電容器組。
- (2). 其它各方面功能受限制
- (3). 整體費用為二極體元件之 1.25 倍

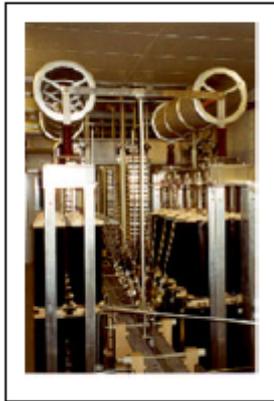


以電壓源轉換器(VSC)為基準之建造實例圖如下

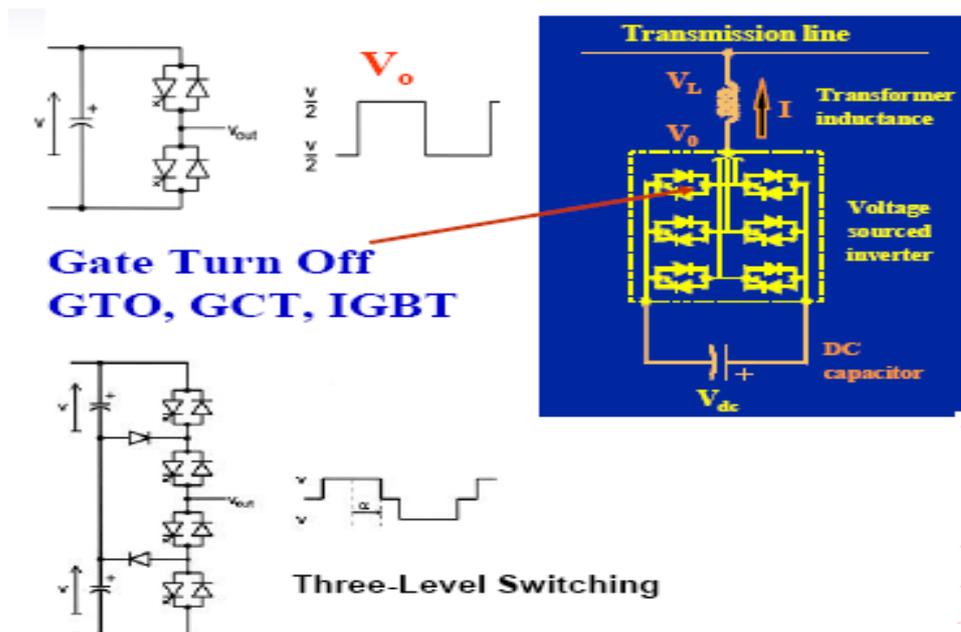


11. 電壓源轉換器(VSC)之輸電應用

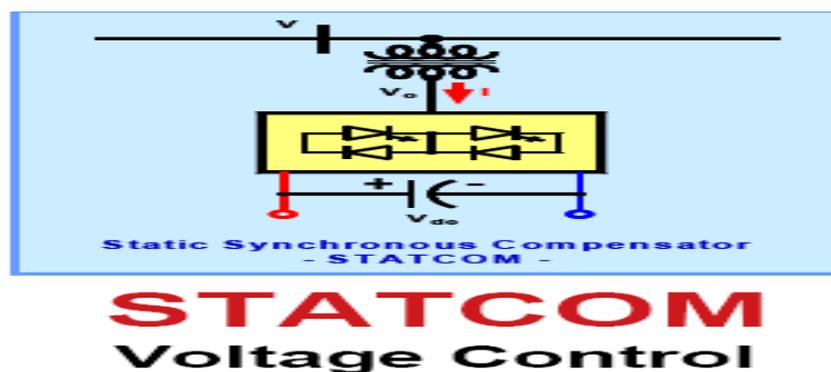
(1). VSC 特性及實體



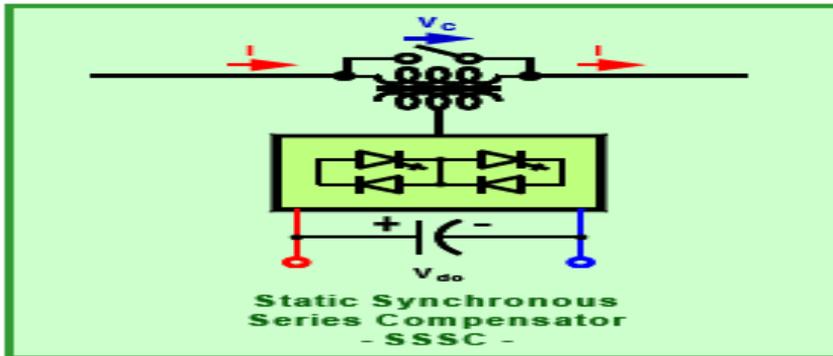
- Basic building block of FACTS devices
- Operates independently of strength of connected AC system
- Uses gate-turn-off solid state switches, e.g. GTO, GCT, IGBT



(2). STATCOM(電壓控制)



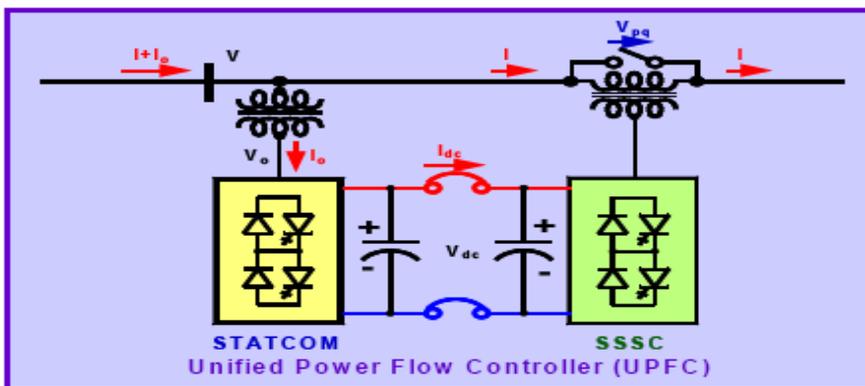
(3). SSSC(線路阻抗控制)



SSSC

Line impedance control

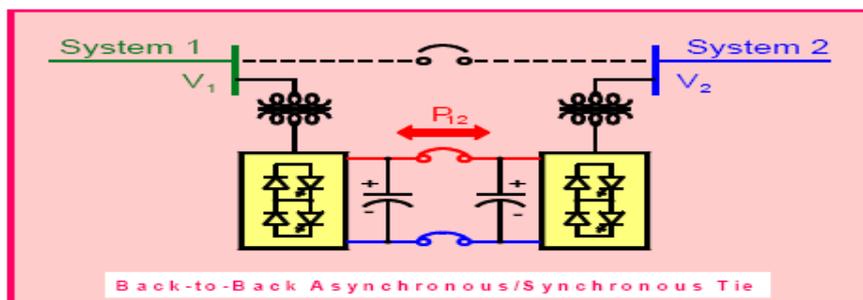
(4)UPFC(電壓、線路阻抗及相角控制)



UPFC

o Voltage, line impedance, and phase angle control

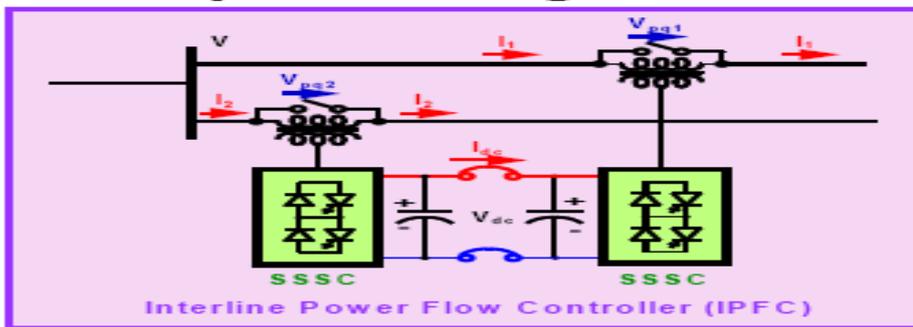
(5). Back-to-Back(電壓及電力傳輸控制)



Back-to-Back

Voltage and power transfer control

(6). IPFC(線路間電力轉換)



IPFC
Interline power exchange
 EPR2 | ELECTRIC PO RESEARCH IP

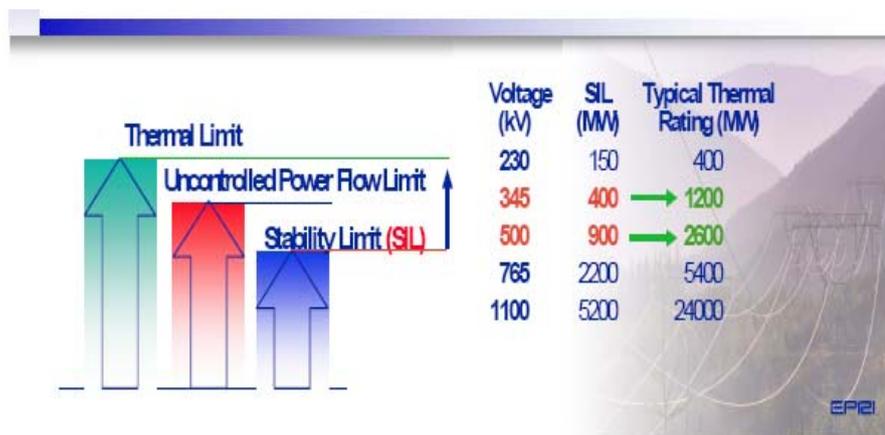
12. 輸電能力限制

(1). Thermal Limits

(2) Uncontrolled Power Flows

(3) Stability Limits << Thermal Limits

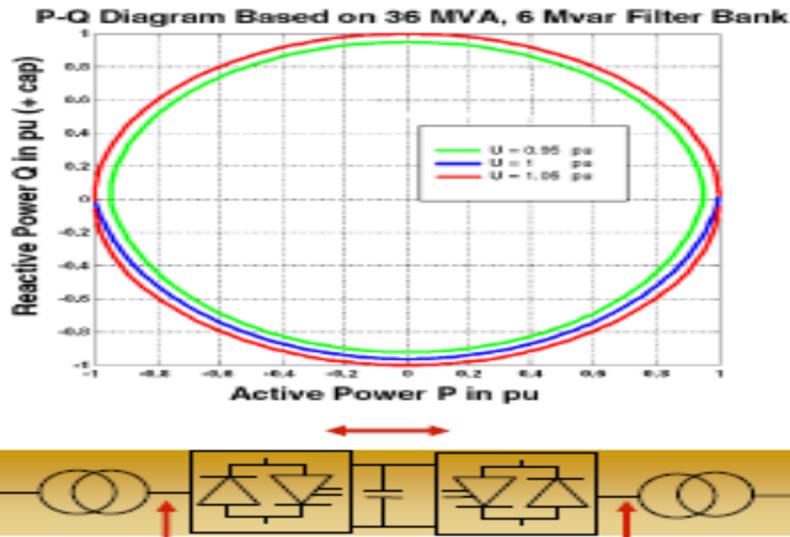
輸電能力限制如下圖所示



13. FACTS 控制可做那些事

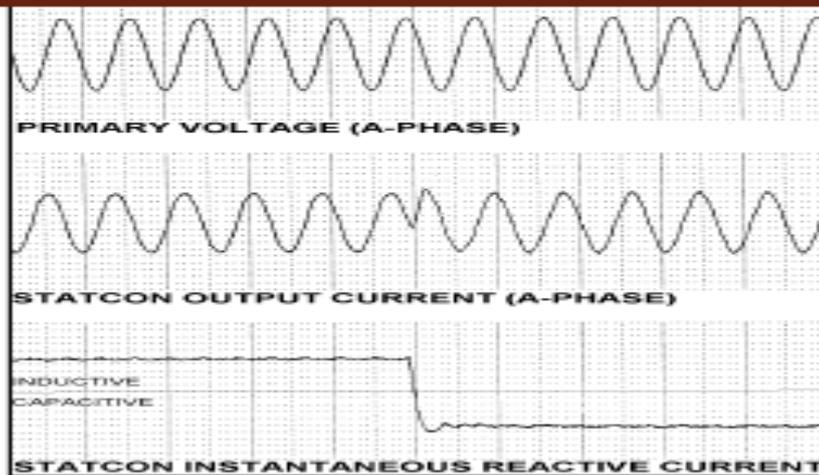
(1) 引導電力潮流及電壓支撐

Bi directional Power Flow & Voltage Support



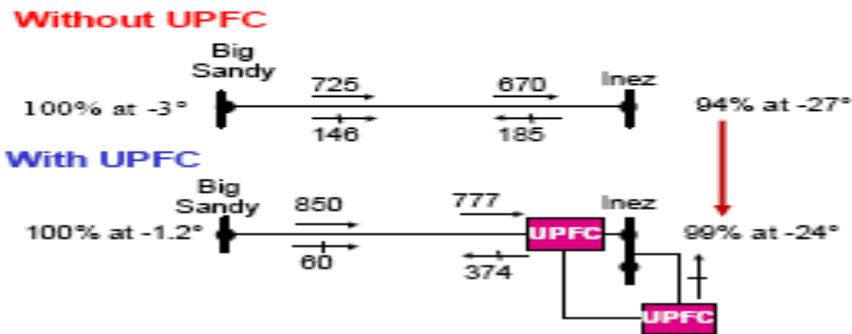
(2) Fast and Transient Free V and Q Control

Fast and Transient Free V and Q Control



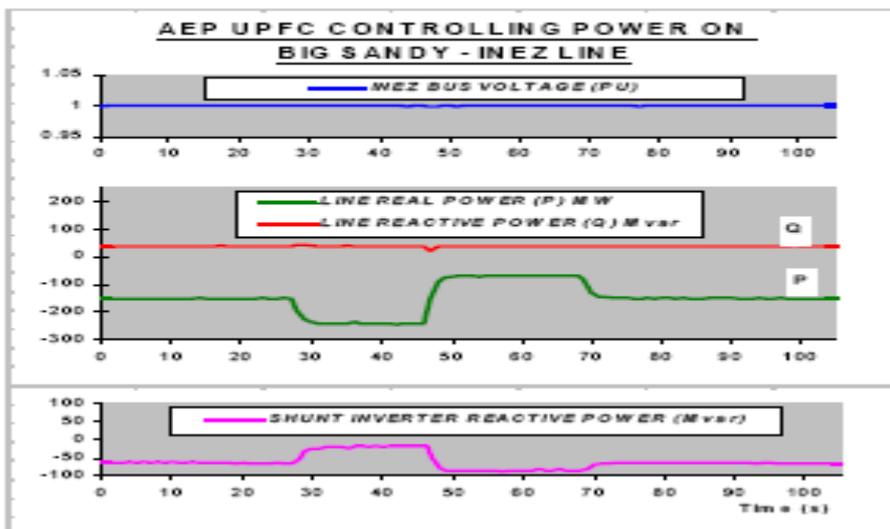
(3) 增加電力傳輸

Increase of Power Transfer



(4) 電力傳輸完整控制

Full Control of Power Transfer



14. EPRI 負責之 FACTS 裝設實績-美國本土

- (1). Thyristor Controlled Series Capacitor (TCSC):
 “Line Impedance Controller” 208 Mvar TCSC at Slatt Substation (BPA) 1993
- (2). Static Synchronous Compensator (STATCOM) :
 “Voltage Controller” ± 100 Mvar STATCOM at Sullivan Substation (TVA) 1995
- (3). Unified Power Flow Controller (UPFC):
 “All Transmission Parameters Controller”

± 160 MVA Shunt and ± 160 MVA Series at Inez Substation (AEP) 1998

(4). **FACTS Controller “Back-To-Back HVDC Tie”**

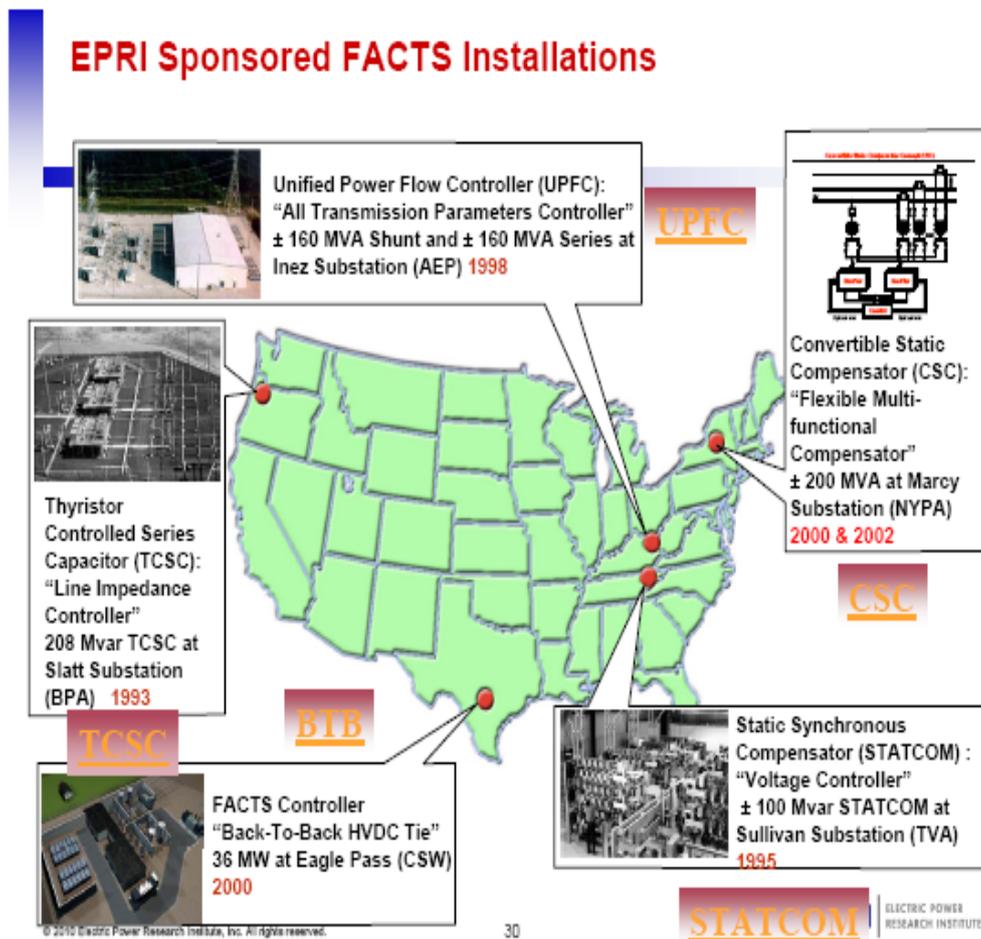
36 MW at Eagle Pass (CSW) 2000

(5). **Convertible Static Compensator (CSC):**

“Flexible Multifunctional Compensator”

± 200 MVA at Marcy Substation (NYPA) 2000 & 2002

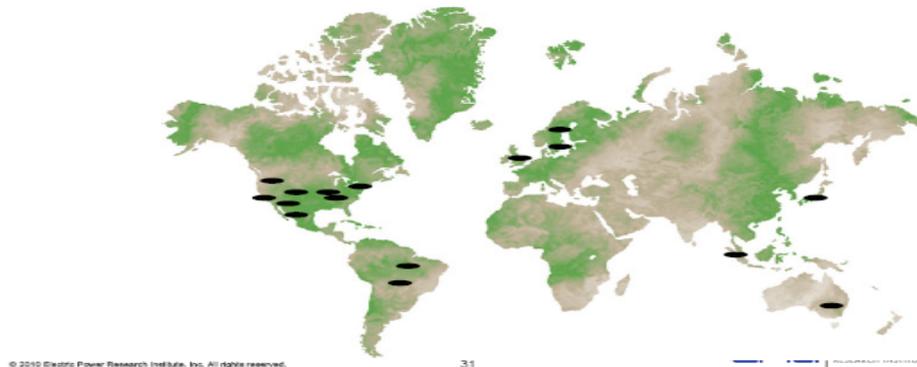
詳如下圖所示



15. EPRI 負責之 FACTS 裝設實績-全世界

包括歐、亞、美、澳等各大洲之裝設點如下圖所示

FACTS Installations Worldwide



16. FACTS 實體設備(STATCOM)如下圖所示

Sullivan Static Compensator (STATCOM)



- TVA-EPRI-Westinghouse project
- Continuous voltage and reactive power control
- Enabled TVA to avoid building a new transmission line

17. FACTS 實體設備(UPFC)如下圖所示

Inez Unified Power Flow Controller (UPFC)



- AEP-EPRI-Siemens project
- Increased power transfer on 158 kV line from 600 MW to 700 MW
- Provides voltage support to improve system reliability

© 2010 Electric Power Research Institute, Inc. All rights reserved.

33

EPRI | ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

18. 結論

- (1). 由於政經情勢變化及民粹式偏執意識型態當道，使電力建設複雜化，完工日無法預期，電網規劃所新增之變數及問題須逐一克服。輸電線建設在各界強加緊箍咒難以動彈情況下，系統規劃者須思考善用既設輸電設備。
- (2). 規劃人員遇到實功動態控制需求，或須支撐動態電壓之抉擇時，FACTS 是一項經濟選項。一旦被選定就須以最終網路需求作規劃，建置完成加入系統後，規劃與運轉人員之協調就益顯重要，運轉程序越簡化且不影響安全與經濟，才是我們的選擇，尤其關鍵參數須持續監測及修正，方可確保未來系統安全。
- (3). 輸電設施規劃之前，必先經過整體評估(含必要性、可行性、經濟性等檢討)，方可保證該項工程之適切性。尤其在電業自由化市場，基於電網需求及商業利益之權衡，使 FACTS 在應用上更形普遍。它在克服輸電容量限制、改善電網可靠度，尤其經濟考量上，扮演著重

要腳色。

- (4). 電網實務上之可被控制需求，特別在自由化市場所強調提供高效、經濟電力訴求之背後，所衍生對電力系統無法確定之不利狀況，可利用 FACTS 之特性，預先將潮流、動態電壓等作迅速有效掌握。
- (5). 利用既設鐵塔增購塔基土地提升輸電等級，或新設高壓輸電線之路權取得，受到嚴厲限制之際，昂貴之地下電纜或許是另類選擇；惟利用既設線路加入電力電子元件，以花費相對小錢，達到增加可控制輸電量之目的，亦不失為經濟可行之作法。
- (6). FACTS 具有快速切換特性，為可有效改變網路參數之電力電子設備，符合輸電線彈性運轉之需求。因俱可直接控制電力潮流，達到改善電力系統性能之誘因，在全球自由化芬圍中潛力無窮。
- (7). 傳統控制實功輸出之方法，諸如調整發電機電力因數、移相器、卸載操作等，以低成本高利潤為目標。虛功控制則利用調整發電機功因、電容器、電抗器、有載換節器(OLTC)等為工具，達到損失小、易控制之目的。
- (8). FACTS 是自由化環境下，實、虛功控制之重要新工具。它可直接或間接應用於調節雍塞網路，在動、靜態穩定度表現可兼顧狀況下，以較少花費，達到增加輸電能力之目的，有助於大幅提升電力市場競爭力。
- (9). 以傳統增加線路方式改善既有系統，或另以 FACTS 作另項經濟效益

評估，最後決定之採行方案將成為公司可否永續經營之關鍵。

二、EPRI P40 網路規劃計畫

本處所加入之 EPRI 特定項目會員為 P40 網路規劃計畫，屬於 Power Delivery & Utilization (PDU) 電力傳輸與應用領域，PDU 主要目標為開發新技術和方法，促進更高水準的電網可靠性，有效利用能源和改造電網，並研究解決重大的挑戰，如不斷增長的電力需求，減輕碳排放和老化的基礎設施。重點研究領域包括智慧型電網，電力傳輸，輸電，配電，變電所，能源利用和電網運轉和規劃等等。

2011 年的 PDU 研究計畫包括下列各分項之子計畫：

1. 輸電線路及變電所

幫助提高安全性，可靠性和性能，延長設備壽命，延遲資本支出和控制成本。預定研究之計畫有架空輸電- 計畫 35、地下輸電- 計畫 36、變電所- 計畫 37 及直流輸電和彈性交流輸電技術 -計畫 162 等。

2. 電網運營和規劃

利用研發的方法和工具，以幫助改善即時(real time)情況的認知，廣域保護、控制性能、極端事件的處理能力和系統恢復。預定研究之計畫有電網運轉 -計畫 39、電網規劃-計畫 40、高效率傳輸系統的低碳未來- 計畫 172、不同發電形式組合之大電力系統整合- 計畫 173 等。

3. 配電

提供有關配電資產管理、降低運轉和維護費用、提高可靠度和系統性

能之指導原則。預定研究之計畫有配電系統- 計畫 180、分散式再生能源之整合- 計畫 173 等。

4. 能源利用

解決能源效率，通過多方面的方案，以便了解在我們的生活舒適的同時如何使用更少的能源能達到同樣的水準，預定研究之計畫有電動車運輸 -計畫 18、在低碳未來之能源效率和需求反應的終端使用- 計畫 170 等。

5. 跨領域技術

推進智慧型電網，能源儲存，電力品質和相互關聯性，以提供電業關於他們的系統內部的寶貴發展。預定研究之計畫有電力品質改善-計畫 0 1、儲能- 計畫 94、IntelliGrid - 計畫 161、增加傳輸容量、資產管理等。

以下簡單說明 EPRI P40 網路規劃計畫

公用事業，輸電公司和 ISO/RTO 組織需要規劃未來電力需求增長和發電型態改變下之輸電服務。所面臨的挑戰是在增加不同的發電型態與允許需量反應做為虛擬電廠資源下達到可靠性需求所需做的系統規劃改變。規劃尖載的情況可能是不夠的。另需檢討的情景如離峰和中載，以及間歇性的變化再生能源也是需要的。在規劃時變動資源有兩個特點需要解決的：不確定性，以及

地區性特性超越了傳統的電力系統邊界。

電網規劃的策略問題，必須解決包括：

- 1. 未來的發電和負載不確定性增加
- 2. 輸電資產和路權的更高度利用
- 3. 可靠性更高的標準和區域規劃的擴大

這項計劃第二個焦點是為規劃者利用特定的技術以提高整體規劃活動，確定和開發解決方案和決策支持工具。有些電網規劃方案的項目在使用相量測量以驗證模型-所有模擬和分析工作的基礎，並且將傳統的離線分析工具改為更接近線上即時分析。

研究的價值

參與本電網規劃計畫可以獲得：

1. 為解決發電和負載不確定性而調整規劃目標框架
2. 對非傳統電源和電源容量的標準規劃特性
3. 對更複雜的操作條件，改進建模和模擬功能
4. 認識可靠性標準的影響
5. 強化輸電系統

途徑

本電網規劃計劃將促進工業資訊交流，使公司政策所定義的規劃框架的目標能夠符合這些挑戰。再生能源的可變性，比固定排程發電者需要更多的彈性以達到可靠性要求，包括配對可變能源和可控負荷，更多地依靠區域電源，和輸電可用性。實施這樣一個靈活的框架可導致建立一個更強大的輸電網絡服務再生能源，達到這些能源的區域可用性，和更高的輸電資產利用率。

此外，該計畫將繼續集中評估、開發和展示新的演算法和方法來改善建模和模擬能力，促進同一個網路的電業之間模型改變和模型減化技術和可靠性評估的順利連接。

成就

在電網規劃計畫已完成的有價值的資訊，在許多方面幫助了本計畫之成員和工業界。一些例子包括：

- **1. 概率風險評估 (PRA) 版本 4.1 :** PRA 軟體讀取電力潮流本文資料檔以及概率之資料，然後計算並通過圖形用戶界面顯示可靠性指標。當應用到電力輸電系統，這種方法對輸電系統不良事件提供了決定其概率或可能性和衡量其嚴重程度。PRA 軟體結合了不良事件的可能性的概率量測與應變措施的後果事件成一個單一的可靠性指標，概率可靠性指數(PRI)。
- **2. 公用事業應用概率風險評估方法的經驗：** 本技術報告總結最近運用電力科學研究院 PRA 方法的公用事業的經驗，它提供比傳統的確定性電網

的可靠性評估方法更大的精度。自 2001 年以來 PRA 的方法已被許多電業使用，現在已有足夠的數據可用於電力工業走向廣泛實施。這些研究使系統規劃者除傳統的確定性的事故分析結果，獲得補充的資訊。PRA 顯示確定性和概率風險評估結果對照圖表，表格和地理位置圖，使複雜的可靠度資訊有效的可視化顯示。

- **3. 用於系統規劃之複合式的負載建模研究：** 本技術報告提出有關以測量為基礎，及以組件為基礎的兩個負載建模之寶貴的資訊。它還提出了一個明確的，循序漸進的方式逐步實行當前最佳方法，運用於複合式負載建模的規劃研究。在實驗室測試的詳細數據負載的關鍵組件，包括如空調機，緊湊型螢光燈，高清晰度電視。也提出了在許多測量結果為基礎的負載模型參數推導的嘗試和經驗教訓。

下年度活動計畫

2011 年，這項計劃預計將實現下列目標：

- 1. 發展指標和方法，以減少能有效管理再生能源特性之彈性需求，並對現行系統運作的做法做比較結果。
- 2. 評估目前的市場產品中，可管理彈性需求者，並找出市場上能提升效率和可靠性之產品差距。

- 3. 評估增加輸電系統的容量之經濟方案。
- 4. 驗證使用同步相量技術之動態模型和其他可能的利用同步相量技術之應用案例研究。
- 5. 評估由收集的資料庫數據中導出模型資訊之可行性。
- 6. 探索如何將決策支援工具和訓練模擬器應用於規劃之中。

估計 2011 年計劃資助為 220 萬美金

項目 P40.009 對提高輸電能力之技術選擇的經濟評估

重點研究的問題

隨著新的輸電設施難以完成，漸進的升級可能會優先考慮，然後是主要的升級。隨著需求的增加時，對於現行的系統，這些措施可以包括電壓升級，設置彈性交流輸電系統（FACTS），架設先進的高溫低垂降導體。系統規劃必須考慮決定，通過升級能增加傳輸能力有多大機會。在系統規劃方面了解漸進的升級和重大升級的影響將有助於規劃者作出經濟決策，同時考慮成本和這種升級的限制。

此外，規劃者理解當部分線路的容量的提高以改善局部，但對全系統容量的影響是有限的。改善的優先順序是必要的，從特定的容量的提高讓系統最有價值。

增加輸電線路的電力潮流，可通過控制電路參數，如電流，電壓，相位角，或電流的時序而達成。通常，升級一個參數，如電流或電壓，提供了增強的電力潮流。然而，控制多個通常較昂貴的參數，比單個參數的升級具有明顯的好處。此選項不僅能允許電業增加架空線的容量，而且還提高了整個傳輸系統電力潮流的性能。

途徑

該項目將解決的規劃問題，有關的漸進升級和增強技術，如動態額定，以及主要的升級，包括電壓，FACTS，和先進的高溫低垂度導體。它涉及控制多個系統的參數使潮流升級實現。本計畫選用不同的先進的技術，在各個不同的成熟階段評估管理電力潮流。本先進的技術還考慮了包括財務決策工具的經濟評估應用。該計畫將進一步探索系統的升級方法的優先次序以得到提高對整個傳輸系統的最經濟方案。

本計畫的任務工作包括：

- 1. 發展整合電力潮流的漸進升級與主要的升級的規劃方法。既有的輸電規劃工具集中在增加新設備和建設新線。重要的是檢討現行的規劃方法（包括確定性和概率性方法），並提出漸進和主要潮流提升方式的新考慮方式。

- 2. 調查應用漸進和主要的電力潮流升級方法於包括風能和太陽能的新增發電之可行性。
- 3. 編寫每個升級選項的技術和經濟效益的報告，並提供工程需求。
- 4. 發展可優先輸電線升級的研究方法。

影響

本計畫可幫助系統規劃者和調度者瞭解下述的先進的傳輸技術之經濟效益：

- 1. 進行成本效益分析以評估規劃方案
- 2. 將營運的效益轉化為合適於規劃分析的可靠性和經濟的利益
- 3. 提供一個新輸電線可加強電網和延遲投資的經濟基礎，
- 4. 通過先進技術應用提高強健性的輸電網
- 5. 提供一個降低風險和主要停電成本的預測方法
- 6. 展示先進技術如何能減輕輸電的瓶頸和提高運轉效率
- 7. 幫助量化更高品質的維修，保護和運轉資訊以提高輸電網的堅固性和完整性。

三、EPRI P1 改善電力品質計畫

本處於本年亦參加 EPRI P1 電力品質組成為會員，對於 EPRI 電力品質組下之四個小組即 PS01A、PS01B、PS01C 和 PS01D 的研究內容與成果說明如下：

1. PS01A 組的內容主要是以輸電&配電設計、維護和規劃等方式來改善電力品質和可靠度 (Improving PQ and Reliability with T&D Design, Maintenance and Planning)，研究成果有：
 - 改善電力品質之輸配電設計&維護實務之研究 P001.001 (PQ Issues and Solutions for Transmission and Distribution)。
 - 電力品質之基準評比和標準之研究 P001.002 (PQ Benchmarking and Standards)。
 - 電力品質分析工具之支援和發展之研究 P001.003 (Support and Development of PQ Analysis Tools)。

2. PS01B 組的內容主要是整合電力品質監測設備並作智慧化應用以大幅增進系統性能 (Integrating PQ Monitoring and Intelligent Applications to Maximize System Performance)，研究成果有：
 - 多重來源資訊整合之研究 P001.004 (Integration of Data from Multiple Sources)。

- 監測系統先進應用之研究 P001.005 (Advanced Applications for Monitoring Systems)。
- 監測系統開發與管理之研究 P001.006 (Monitoring System Development and Management)。

3. PS01C 組的內容主要是供電系統和負載間電力品質相容性之成本效益之研究 (Achieving Cost Effective PQ Compatibility between the Electrical System and Loads)，研究成果有：

- 設備之系統相容性分析研究 P001.007 (System Compatibility Research)。
- 電力品質改善之技術(能源效率技術)評估和應用指南之研究 P001.008 (Emerging PQ Technology Assessment (Energy Efficient Technologies))。
- 設備之系統相容性工具分析研究 P001.009 (System Compatibility Resource Tools)。

4. PS01D 組的內容主要是電力品質技術轉移和知識發展之服務 (PQ Technology Transfer and Knowledge Development)，研究成果有：

- 電力品質改善之智識開發與轉移研究 P001.010 (PQ Knowledge Development and Transfer)。
- 預定今年完成 5 件電力品質研究工作，項目包括：
 - Subscription to EPRI' s PQ Knowledge-Transfer Electronic

Publications and Resources:

- PQ Hotline:
- Power Quality Online Resources via MyPQ.epri.com website:
- Discounted Registration for PQA/ADA North America Conference and Exhibit
- North American PQIG Workshop:

二、電力公司處理用戶電力品質問題之模式

美國電力公司處理用戶電壓驟降問題端視各地區電業解制法規而有不同的作法，目前全球典型的三種處理模式為：

1. 不提供用戶任何的協助：美國德州電力公司(Texas Utilities)對用戶廠內的電力品質問題不涉入，僅致力於系統端之改善，故用戶對廠內電力品質之評估改善，是直接與 EPRI 或顧問公司簽約合作如德州儀器公司。
2. 成立用戶電力品質專責部門：美國南方電力公司(Southern Company)和新加坡新能源電網公司(Singapore Power Grid)投資於負責用戶電力品質服務之工程師的訓練，並購買電力品質測試等儀器，以對用戶廠內設備之電力品質容忍度測試與診斷。SPPG 於 2000 年時與 EPRI 合作，共進行 14 家用戶廠內電力品質診斷，且成功地技術移轉，SPPG 已具備自行為其用戶作電力品質診斷與評估之能力。
3. 舉辦用戶訓練研討會與電力品質諮詢診斷：美國 FirstEnergy 電力公

司，針對用戶廠內電力品質問題與改善，委託 EPRI 共舉辦 21 場次用戶訓練研討會，並提供數家用戶之廠內生產設備進行電力品質之諮詢與診斷。

伍、參訪 CAISO 加州獨立系統調度中心

一、CAISO 加州獨立系統調度中心簡介

CAISO 位於 Folsom 福松市，距離 EPRI 總部 Palo Alto 東北方約 150 英里，車程三個多小時，當日上午出發，於加州首府 Sacramento 午餐，並適逢加州藍領勞工的抗議降低基本工資示威活動，下午拜訪加州 ISO，由規劃部門、運轉部門與市場部門的四位華裔專家於會議室接待座談，針對 CAISO 的運作與系統規劃情形、再生能源、智慧型電網等電力系統問題做廣泛性的介紹與問題討論。

CAISO 於美國電力自由化電業解制度成立，負責全加州電業之電力整合性規劃與獨立調度，但並非所有之電業均必須加入，許多小的市營公營電業可自行經營，目前約有 90% 之電力屬 CAISO 公平的調度，主要分屬三大電力公司(PG&E、SCE、SDG&E)

CAISO 的主要任務為：

- 有效率並可靠的運轉電網
- 公平公開的提供輸電資訊
- 健全市場並提升基礎建設之發展
- 提升員工工作環境
- 需提供即時而準確的資訊為前提

CAISO 的核心價值為：

- Integrity 公平公正
- Teamwork 團隊合作
- Excellence 追求卓越
- People-Focus 以人為本
- Open Communication 交流公開

CAISO 的挑戰：

- Renewable Access 再生能源的開發
- Renewable Integration 再生能源的整合
- Water Quality Regulations 水資法的遵循
- Air Emission Standards 空污的標準
- Smart Grid Technology 智慧型電網的科技
- Energy Storage 能源儲存

CAISO 的電網規劃概述：

規劃部門根據加州能源局之負載預測，相關的電源計畫(2020 年再生能源將佔 33%)，編製未來五年每年的短期輸變電計畫與十年的長期輸變電計畫。

計畫內容對外公布，供有興趣的投資者投標興建投資，若該計畫

投資者興趣缺缺找不到投資者，則依規定該計畫所在地所轄之電力公司必需負責興建。

由於風力發電為不穩定電源，因此調度檢討時，例如尖載時以先前尖載之平均值為出力，規劃檢討時以歷史資料或 field test data 為出力。

每組風機均有監測儀器，可預測風場內下一風機的出力情況，可用來做為 Hour ahead 或 ten min. ahead 競標之資訊。目前為獎勵再生能源，風力機組也可參加出力之競標，但若未達投標之出力時則不用罰款。

目前有一些顧問公司已開發風能預測程式應用於系統上。

Smart Grid 包括再生能源、分散發電、電能儲存(電池)、需量反應與系統之整合。目前 CAISO 剛起步，先從 PMU 之建設作起。

二、CAISO 系統規劃情形

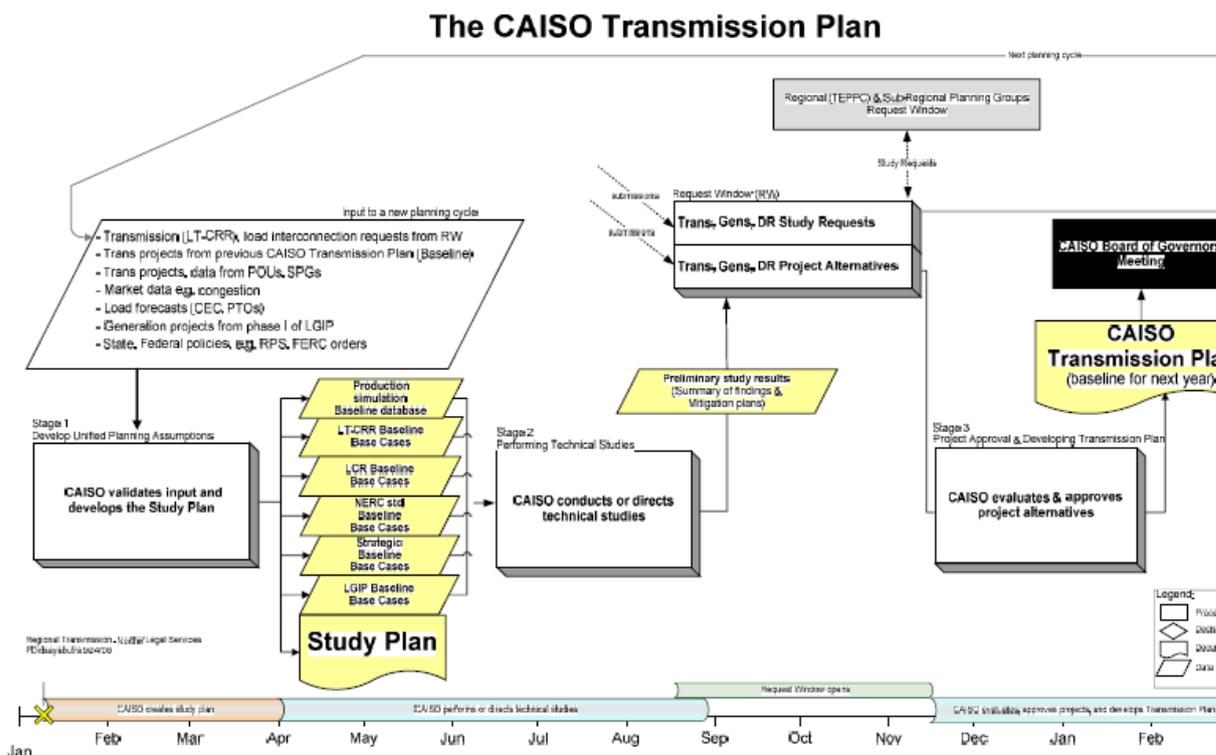


Figure 1-1: Overview of the ISO Transmission Planning Process

輸變電計畫完成後最少舉辦三次股東會議，讓股東與有興趣的團體參與並發表意見，在四週內回復並將結果上網公告。

CAISO Website 放置可公開而非公開之資訊，非公開部份以特別的資格需向特別單位申請。

輸變電計畫經 phase 1, phase 2, & phase 3 之數次修正，考慮協調國家政策之再生能源佔比 33%之達成，經 CTPG(California Transmission Planning Group) 及 FERC 核可後據以實施。

CAISO 輸變電計畫技術檢討 TP Technical Studies 包括::

- Reliability Assessment 可靠度評估
- The ISO Short-term plan and Operating Guide 短期計畫與運轉
指導方針
- Economic Planning Study 經濟效益評估規劃檢討
- Long-term Congestion Revenue Rights 長期擁塞收入權
- Local Capacity Requirements 地區需求容量
- Once Through Cooling 水冷卻問題之解決

2011 CAISO TP Technical Studies 分述如下:

- Reliability Assessment: 符合 NERC/WECC 和 ISO reliability criteria
- Study Scenarios - 12 study areas (含 WECC 互聯)
- Frequency of the study - 每年
- Scope -
 - Normal conditions (TPL 001)
 - Following loss of a single bulk system element (TPL 002)
 - Following loss of two or more bulk system elements (TPL 003)
 - Following the extreme events resulting in the loss of two or more system elements (TPL 004)
 - 核能廠另需符合 NERC NUC-001-2, NPIRs, ISO TCA
- 檢討年份- 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 and 2020
- 檢討情境
 - Generation Projects
 - Peak demand - summer peak, winter peak, summer off-peak or

summer partial-peak

- Stressed Import path flows
- Contingencies

1. Loss of a single bulk electric system element (Category B)

Loss of one generator (G-1)

Loss of one transformer (T-1)

Loss of one transmission line (N-1)

Loss of a single pole of DC lines

Loss of the selected one generator and one transmission line (G-1/N-1), where G-1 represents the most critical generating outage for the evaluated area

2. Loss of two or more BES elements (Category C)

Loss of two transmission facilities on the same corridor

All double circuit tower line outages

Loss of 2 nuclear units

Bus outages

Selected number of two element outages (C-3 contingencies)

3. Extreme contingencies (Category D)

Loss of California-Oregon Intertie (3-500 kV lines) in Northern California Area

Loss of 500 kV Tesla substation in Northern California Area Lugo Substation Outage (One voltage level plus transformers)

North of Miguel common corridor outage (combined 230kV, 138kV and 69kV line outages)

Loss of 3 lines South of WECC Path 26

- Study Base Cases - from WECC
- Transmission Projects - 已核定之 TP
- Demand Forecast - 加州能源局 + 輸電投資者 s
- Reactive Resources - 包括 generators, capacitors, static var compensators (SVCs) and 其他設備.

- Operating Procedures – 包括正常與事故後
- Firm Transfer

Table 2-7: Major Path flows in northern area (PG&E system) assessment⁸

Path	Limit (MW)	Path Flow (MW)		
		Summer Peak	Summer Off-Peak	Winter Peak
Path 26 (N-S)	+4000/-3000	4000	4000	-1619
Path 66 (N-S)	+4800/-3675	4800	4800	-3679

- Protection System

Table 2-10: List of key protection systems modeled in the study

RAS / SPS Name	Descriptions
Middletown UVLS	Trip Middletown substation load under low voltages conditions.
Humboldt SPS	Trip load in Humboldt under low voltages conditions
Alameda Overload SPS	Drops City of Alameda load following the overload of Oakland cables.
Bay Area UVLS	Trip local distribution load. When detects low 230 kV voltage at Newark, Monta Vista, San Mateo.
Bay Meadows OL SPS	Trip one or two Bay Meadows distribution feeders. After loss of any San Mateo - Bay Meadows 115 kV line.
Eastshore 230/115 kV TB #1 and #2 Overload SPS	T&LO, and initiate breaker failure on the associated transformer high and low side breakers if loading above emergency rating. Scheme is normally out except for specific clearances.
Evergreen - San Jose B OL	Trip San Jose CBs 112, 122 following the OL on Evergreen - San Jose B
Gilroy Energy Center SPS	Trip up to 51 MW gen at Gilroy Energy Center if OL on Llagas - Morgan Hill or Llagas - Metcalf 115 kV lines.
Grant - Eastshore OL SPS	Trip Grant feeder breakers 1105 & 1108 if OL on Grant - Eastshore #1, #2
Metcalf - El Patio OL SPS	Trip El Patio CB 142 (El Patio - SJ A) if Load > 960 A on either Metcalf - El Patio #1 or #2 115 kV line.
Metcalf SPS	Trip load and curtail generation following the loss of Moss Landing - Metcalf or Metcalf - Tesla
Monta Vista N-2 OL SPS	Trip Monta Vista - Jefferson #1 and #2 230 kV lines following loss of both Monta Vista #3 & #4 230 kV lines.
Moraga - Oakland J OL SPS	Trip Oakland J CB 122 (Jenny) if load > 750 A on Moraga - J
Newark Dumbarton OL SPS	Trip Dumbarton CB 132 if OL on Newark - Dumbarton 115
San Francisco RAS	Trip Area Load after NERC Cat D loss of area generation or transmission.
South of San Mateo SPS	Trip up to 600 MW of load in the peninsula if 115 kV Line OL caused by N-2 230 kV outages.
Mirage Overpower /Undervoltage Relays	These relays are to prevent low voltages or line overloads in the Iron Mountain/Eagle Mountain/Julian Hinds area by tripping the Mirage-Julian Hinds 230 kV line
MWD Eagle Mountain Thermal Relay	The thermal overload relay will trip Eagle Mountain-Julian Hinds if an overload is detected on the Iron Mountain-Eagle Mountain 230 kV line.
West of Devers Overload Protection Scheme ("WOD SPS")	The WOD SPS was put in service in June 2007. The objective of this scheme is to mitigate the existing overloads on West of Devers 230 kV lines. The WOD SPS includes tripping of two Devers 500/230 kV AA transformer banks under certain system configuratio

Table 2-10: List of key protection systems modeled in the study (cont)

RAS / SPS Name	Descriptions
South of Lugo (SOL) N-2 SPS	This remedial action scheme was put in operation in June 2005 to trip up to 3 "A" station loads (Mira Loma, Padua, and part of Chino) for a total of about 1100MW to 1400MW if any two 500 kV lines were lost on the South of Lugo path.
Mariposa UVLS	Trip load in the area if under voltages detected
Ashlan 230 kV UVLS	Trip load in the area if under voltages detected
McCall 230 kV UVLS	Trip load in the area if under voltages detected
Stagg UVLS	Monitor the Stagg 230 kV bus voltage and curtail load to mitigate post-contingency low voltage problems which could result from a sustained outage to the Tesla - Stagg and Tesla – Eight Mile Road 230 kV Line.
Blythe SPS	There is an existing Blythe SPS to mitigate the overload on the lines out of Blythe 161 kV. In June 2010, the Blythe I project will leave the Western Area Power Administration, Lower Colorado (WAPA LC) control area and connect to Julian Hinds 230 kV with a gen-tie line.
Low Voltage Load Shedding (LVLS) Scheme.	This remedial action scheme was put in operation in the mid-1980's to prevent a low-voltage condition resulting from the simultaneous loss of the Lugo-Mira Loma 2&3 and Lugo-Serrano (or Lugo-Mira Loma 1, after Lugo-Serrano is looped in at Mira Loma) 500 k
Yolo 115 kV UVLS	Trip load in the woodland area if under voltages detected
Figarden 230 kV UVLS	Trip load in the area if under voltages detected
500kV TL 50001 IV Generator SPS	Trip generation at CLR II and TDM under contingency conditions
Miguel transformer protection	Monitors the loss of transformer and the loading on the remaining transformer
Otay Mesa – Tijuana SPS	A redundant scheme is installed to protect the line from loading above its continuous rating
TL 649 69 kV SPS	An SPS to protect TL 649 from thermal overload for an outage of TL 6910

- Control Devices
 - All shunt capacitors in SCE and other areas
 - Static Var Compensators at several locations such as Potrero, Newark, Rector, Devers substations
 - DC transmission line such as PDCI, IPPDC, and Transbay Projects
- Study Tools – GE PSLF, DSAT tools software
- Study Methodology
 - Power Flow Contingency Analysis - NERC, WECC
 - Post Transient Analyses
 - Post Transient Voltage Stability Analyses
 - Post Transient Voltage Deviation Analyses
 - Voltage stability and Reactive Power Margin Analyses
 - Transient Stability Analyses

Table 2-11: WECC Transient Stability Criteria

Performance Level	Disturbance	Transient Voltage Dip Criteria	Minimum Transient Frequency
B	Generator	Max V Dip – 25%	59.6 Hz for 6 cycles or more at a load bus.
	One Circuit	Max Duration of V Dip Exceeding 20% - 20 cycles	
	One Transformer	Not to exceed 30% at non-load buses.	
	PDCI		
C	Two Generators	Max V Dip – 30% at any bus.	59.0 Hz for 6 cycles or more at a load bus.
	Two Circuits	Max Duration of V Dip Exceeding 20% - 40 cycles	
	IPP DC	at load buses	

- Local Capacity Requirement (LCR) - The local capacity studies focus on determining the minimum MW capacity requirement within each of local areas inside the ISO Balancing Authority Area.
- Economic Planning Study
- The ISO Short-Term Plan
 - 1 年以內之計畫由 Grid Operations 負責
 - 1 至 5 年之計畫由 Market and Infrastructure Development 負責
- Long-Term Congestion Revenue Rights (LT-CRR) - The primary objective of the LTP CRR feasibility study is to ensure that any existing fixed CRRs allocated and auctioned as part of the CRR annual allocation and auction process remains feasible over its entire 10-year term as new and approved transmission infrastructure is added to the network model during the same time horizon.
- Once Through Cooling - Approximately 30% of California's in-state generation capacity (gas and nuclear power) uses coastal and estuarine water for once through cooling
- **Contact information**
- **Stakeholder comments and ISO responses**

陸、國外蒐集文獻資料

1. **2010 Final California ISO Transmission Plan**
2. **2011 Final California ISO Transmission Plan**
3. **California ISO Planning Standards**
4. 1987-PES-SpecPub-SVC-Larsen Chow **SVC Control Design Concepts for System Dynamic Performance**
5. 1987-TPS Younkins ABWR **A COORDINATED MULTIVARIABLE CONTROL SYSTEM DESIGN FOR A HVDC LINKED REMOTE ABWR NUCLEAR POWER PARK**
6. 1995-TPS-Larsen Sanchez Chow 00387938 **CONCEPTS FOR. DESIGN OF FACTS CONTROLLERS TO DAMP POWER SWINGS**
7. 2004-TPS-Xuan FACTS01295002 **A Common Modeling Framework of Voltage-Sourced Converters for Load Flow, Sensitivity, and Dispatch Analysis**
8. 2005-TPD-Xuan01458875 **A Dispatch Strategy for a Unified Power-Flow Controller to Maximize Voltage-Stability-Limited Power Transfer**
9. 2006-CIGRE-Paris-NYPA-CSC-OTS **A Novel Operator Training Simulator for System Dispatch of Multi-Functional FACTS Controllers**
10. 2008-TPD-Xia reg modes **A Novel Approach for Modeling Voltage-Sourced Converter-Based FACTS Controllers**
11. 2009-TPS Fang **Sensitivity Methods in the Dispatch and Siting of FACTS Controllers**
12. 2010-TPD-Jiang Stab enhancement **Transfer Path Stability Enhancement by Voltage-Sourced Converter-Based FACTS Controllers**