

出國報告（出國類別：實習）

電業自由化下實施電力代輸之雙邊 合約擬定研習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：張彥偉（業務管理師）

派赴國家：美國

出國期間：104年10月24日~104年11月1日

報告日期：104年12月

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電業自由化下實施電力代輸之雙邊合約擬定研習

頁數 199 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）2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：張彥偉/台灣電力公司/業務處/

業務管理師/（02）2366-8490

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：104 年 10 月 24 日~104 年 11 月 1 日 出國地區：美國

報告日期：104 年 12 月

分類號/目

關鍵詞：雙邊合約（Bilateral Contract）、電業自由化（Deregulated Power Market）、電力採購（Power Procurement）。

內容摘要：（二百至三百字）

電力產業需要大量資金投入，具備自然獨占的性質，由於電業與民生、經濟發展有重大關聯，在大多數國家中，電業係以公用事業的型態存在。自 1990 年代開始，為提升電業經營效率，透過競爭提升公眾福祉，英國在柴契爾夫人的帶領下，開始推動電業改革，成為世界上第一個推動電業自由化的國家。其後，許多國家亦跟隨英國的腳步開始推動電業自由化。

目前許多國家已推動電業自由化，各國的電力交易制度亦有所不同，但大致上來說，已推動電業自由化的國家中，電力交易制度可二分為集中交易型態的「電力池」及分散交易型態的「雙邊契約」兩大類型。至於西方國家電力市場則主要可分為兩大類，分別為強制電力池與自願

電力池搭配雙邊合約兩種制度。依學者研究，交易制度應以系統的安全可靠為前提，由於台灣屬孤島型電網，且台灣目前多數產業仍屬高耗能產業，為了系統的安全及可靠，需有充足的發電與輸電容量，故建議未來台灣電業自由化後，採用自願性電力池搭配雙邊合約的交易模式較為有利。如何在電業自由化環境下，擬定適當之雙邊合約，為台電公司未來需重視的課題之一。

本出國報告共分三個主要部分，第一部分針對美國、加州電力市場及法令規章做一概略性的介紹；第二部分則針對雙邊合約進行討論；最後一部分則包含結論與建議。

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

目錄

壹、出國緣起	1
一、任務	1
二、緣起與目的	1
三、行程	3
貳、研習過程內容與心得	4
一、美國電力市場概述	4
二、美國電業自由化歷程及加州電力危機	7
三、雙邊合約	24
四、PG&E 對雙邊合約著重議題	31
參、結論與建議	33
一、結論	33
二、建議	35
三、參訪紀要及心得	39
四、誌謝	43
肆、參考資料	44

圖目錄

圖 1、北美電力可靠度委員會之互聯系統.....	4
圖 2、加州電業供電區域分佈圖.....	16
圖 3、加州電力市場架構圖.....	20
圖 4、北美電網圖.....	41

表目錄

表 1、美國用戶數統計表.....	5
表 2、美國售電量統計表.....	5
表 3、美國發電廠數量統計表.....	5
表 4、雙邊合約與即時市場比較表.....	24
表 5、合約類型比較表.....	27
表 6、雙邊合約價格訂定方式比較表.....	30
表 7、民營發電業合約執行情形一覽表.....	33

壹、出國緣起

一、任務

研習電業自由化下實施電力代輸之雙邊合約擬定研習

二、緣起與目的

國內電力事業隨著電業自由化政策正逐漸邁向多元化與解除管制的方向，配合此種發展趨勢及社會環境，行政院版之電業法修正草案勾勒出電力事業未來藍圖，依據行政院院會於 104 年 7 月 16 日通過「電業法修正草案」，將整體電業切割為電力網業、發電業、售電業、獨立調度中心等部分，電力市場未來將由電力需求者、綜合電業、獨立發電業、自用發電設備及獨立電力調度中心（ISO）等多元參與者構成，確立電業自由化市場運作模式。由於電業自由化之後，開放用戶購電選擇權，發電業可透過綜合電業代輸電力，故電力市場之生產者（發電業）與消費者（用戶）能夠透過輸電線路，在雙方彼此可以接受的價格下完成交易，增加消費者自主選擇購電的能力及生產者自由選擇買主的機會。

在此架構下，電力市場之雙邊合約係由電能供給者與需求者自由簽訂，亦即由雙方自由協商決定長期供電與購電承諾。開放電力選擇權後，（特）高壓電力大用戶可轉向 IPP 買電，低壓或住宅

用戶亦可向非在地的電力供應業者或各零售電業者購買較便宜或交易條件較佳之電能。依國外實施經驗，發電業通常會落入挑肥揀瘦的處境（Cherry picking），即選擇大用戶或相對交易條件最有利之電力用戶，簽訂長期雙邊合約。因此，如何制定兼顧公平性及競爭效率之雙邊合約，將為肩負供電義務之本公司重要之課題。美國電力事業之營運效率及供電安全名列世界前茅，自實施電力自由化以來，藉由引進電力市場競爭，在效率改善及技術更新方面已有良好成效，值得作為本公司擬定各類雙邊合約之借鏡。

本實習計畫之目的除蒐集美國電力雙邊合約相關資料、制定雙邊合約之公平性及配套措施，作為未來規劃本公司購電業務之參考外，另亦希望藉由蒐集美國綜合電業向獨立發電業（IPP、風力、太陽能等）購電之完整合約內容（Power Purchase Agreements；PPAs），瞭解該國綜合電業購電商業運作模式、合約執行實務、相關法令規章及其它購電相關議題發展概況，以利本公司未來購電業務推展。

三、行程

(一) 研習日期

104年10月24日至104年11月1日，共計9日。

(二) 出國行程

日期	地點	訓練進修機構	訓練進修主題
10/24	往程	—	—
10/25~26	San Francisco 美國加州舊金山	美國Nexant公司	參訪及討論再生能源 整合與電力能源市場 交易
10/27~28	San Francisco 美國加州舊金山	加州ISO電力調度 中心	參訪及討論再生能源 整合與電力能源市場
10/29 ~ 30	San Francisco 美國加州舊金山	PG&E電力公司	參訪及討論再生能源 整合事宜、雙邊合 約、購售電合約及購 電費率訂定相關議 題。
10/31 ~ 11/1	返程	—	—

貳、研習過程內容與心得

一、美國電力市場概述

美國為區域型電力市場，由 8 大互聯系統所組成，非全國單一市場，部分區域電力市場尚包含加拿大和墨西哥（如圖 1）。

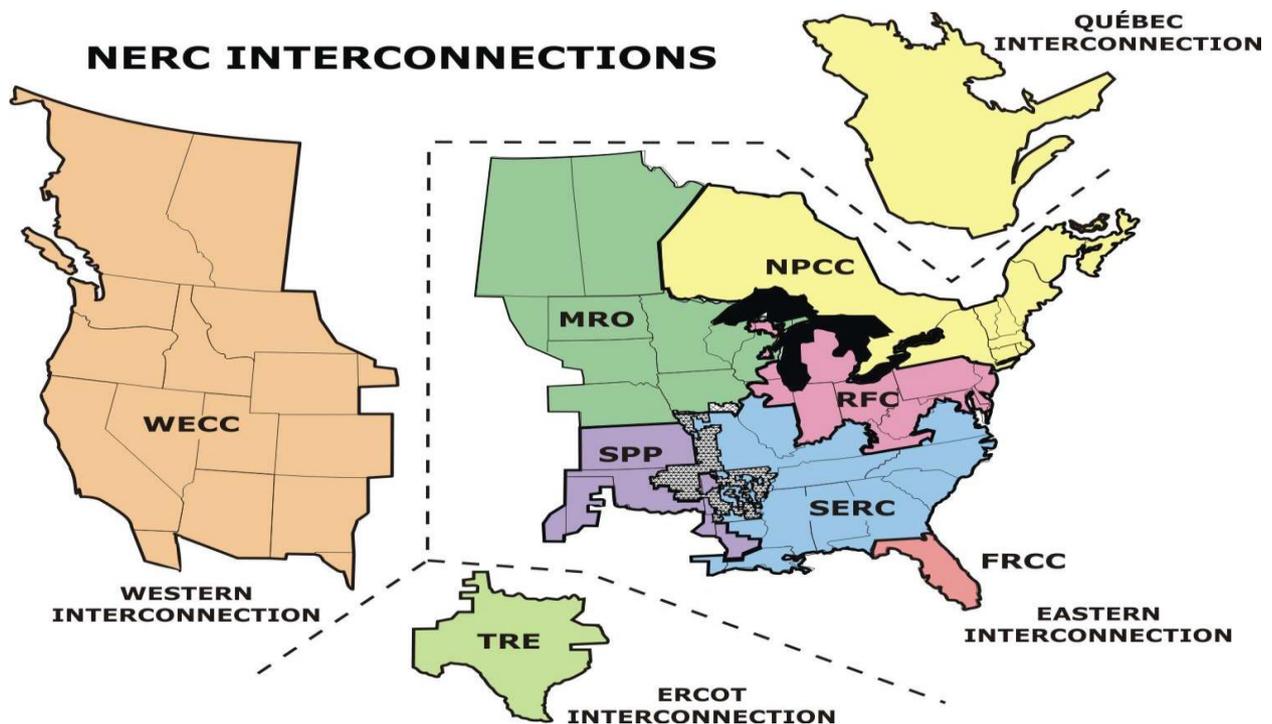


圖 1：北美電力可靠度委員會之互聯系統（The North American Electric Reliability Corporation）

美國的發電能源配比與我國相似，以燃煤及天然氣為主。近年來在聯邦政府的主導下，美國積極發展再生能源，除了環保與永續發展的理由外，發展再生能源亦有使美國減少對於石油的依賴及能源自主的戰略思維。

為利瞭解近年來美國電力市場發展概況，以下列出美國電力市場近五年較重要之統計數據。

表 1、美國用戶數統計表

單位：戶

年度 \ 類型	一般住宅	商業	工業	交通	合計
2009	125,208,829	17,562,235	757,537	704	143,529,305
2010	125,717,935	17,674,338	747,747	239	144,140,259
2011	126,143,072	17,638,062	727,920	92	144,509,146
2012	126,832,343	17,729,029	732,385	83	145,293,840
2013	127,882,249	17,782,198	743,869	75	146,408,391

資料來源：http://www.eia.gov/

表 2、美國售電量統計表

單位：百萬度

年度 \ 類型	一般住宅	商業	工業	交通	合計
2009	1,364,758	1,306,853	917,416	7,768	3,596,795
2010	1,445,708	1,330,199	971,221	7,712	3,754,841
2011	1,422,801	1,328,057	991,316	7,672	3,749,846
2012	1,374,515	1,327,101	985,714	7,320	3,694,650
2013	1,394,919	1,344,206	978,351	7,625	3,725,101

資料來源：http://www.eia.gov/

表 3、美國發電廠數量統計表

年度 \ 類型	煤	石油	天然氣	其它 瓦斯	核能	傳統水力	再生能源	抽水蓄能 水電廠	其它
2009	593	1,168	1,652	43	66	1,427	1,219	39	28
2010	580	1,169	1,657	48	66	1,432	1,355	39	32
2011	589	1,146	1,646	41	66	1,434	1,582	40	54
2012	557	1,129	1,714	44	66	1,426	1,956	41	64
2013	518	1,101	1,725	44	63	1,435	2,299	41	78

資料來源：http://www.eia.gov/

美國電力產業主要分為公用電業與非公用發電業，公用電業包含民營電業(Investor-Owned Electric Utilities)、地方公營電業(Public Owned Electric Utilities)、聯邦經營電業(U.S. Federal Electric Utilities)及合作社經營電業(Cooperative Electric Utilities)等4類，非公用發電業包含合格系統(Qualifying Facilities，合格汽電共生廠及小型發電業)及獨立電廠(Independent Power Producers，IPPs)2類。

美國電力事業的管制體系分成聯邦政府與州政府兩個層次，兩者為上游與下游的關係，遇有爭議事項時，均可透過法律程序來加以處理。聯邦政府主要的管制單位為聯邦能源管制委員會(Federal Energy Regulatory Commission，FERC)，職司長程性、跨州際性與原則性的規劃，像是躉售代輸、電力事業經營一般性規範(如電力可靠度、供電義務)等，而且通常以訂定法案的方式，作為州及地方政府推行事務性工作的依據。而州政府主要的管制單位為公用事業管制委員會(Public Utility Commission，PUC)，電力政策及措施的推行可因地制宜，故各州不太相同，具有相當的獨立性及自主性。

由於美國電力市場已自由化，係採各州自主，以聯邦政府管制躉售市場，躉售價格則由市場決定，州政府管制零售市場，零售價格由州政府予以管制。電價較高的州(如加州、紐約州、賓州)亦開放零售市場競爭，允許用戶自由選擇供電業者，電價較低的

州（如內華達州及奧勒岡州）僅開放大用戶自由選擇。推動電業自由化各州，其所法規均含有促進發電業競爭之條款，以強制或鼓勵公用電業出售發電廠方式為之，以防止市場壟斷。

二、美國電業自由化歷程及加州電力危機

美國其電力市場發展的過程中，主要透過法規的制定進行政策推動，而每個法規又有其特定目的。法規制定，在美國電業自由化及再生能源發展的過程中，扮演相當重要的角色，以下針對較重要的法規進行概略性的簡介，以利瞭解美國電業自由化之歷程。

（一）美國電業自由化重要法規

1. 公用事業管理政策法（Public Utilities Regulatory Policy Act, PURPA）

公用事業管理政策法於 1978 年制定，當時環境背景為石油危機，美國政府為解決經濟成長趨緩、能源短缺及石油輸出國聯合壟斷行為造成電力供給不足與成本提高的問題，開放非公用性質的獨立發電業者（IPPs）加入電力批發市場。這部法律是最早一部規定有關公共事業收購小型再生能源發電之立法，並開啟了分散式發電（Distributed Generation，DG）的模式。由於許多電力公司與獨立發電業者或合格設備業者簽定長期固定價格合約，PURPA 的實

施成效未如預期。

2. 1996 年 FERC Order 888 與 Order 889

聯邦能源管制委員會（FERC）於 1996 年 4 月 24 日，發布第 888 號及第 889 號命令，對下列事項提出規範：要求公用電業提供第三方市場參與者公平無歧視的使用輸電線路，以避免電業兼營發電與輸電業務產生操縱市場的力量；Order 888 未規定電業分割方式，電業可採行帳目分割（分離會計）或完全分離等方式，並建議採成立「獨立電力調度中心」（Independent System Operator, ISO）要求公用電業將輸電操作功能予以獨立，提供公用電業回收套牢成本的機會；要求公用電業開發網路即時資訊公告系統（Open Access Same-time Information Systems；OASIS），提供市場參與者即時的輸電資訊。「Order 889」，則要求建置「公開聯網即時資料系統（Open Access Same-Time Information System, OASIS）」，電業需隨時更新輸電線路之價格與可用率等資訊。

3. 1998 年電力競爭計畫

美國目前主要的能源政策係依據美國聯邦政府能源部於 1998 年公布「電力競爭計畫（Comprehensive Electricity

Competition Plan)」，此計畫之目標為促進及保障公共利益，並提供政策機制以促進再生能源之發展，計畫中之具體政策包含：制定再生能源配比標準（Renewable Portfolio Standard, RPS）、公共利益基金（Public Benefit Fund, PBF）、淨電錶計量法（net metering）、資訊揭露規範。

4. 2000 年 FERC Order 2000

在 1997 年及 1999 年間加州與東北部 PJM、New-England、New-York 分別成立 ISO 與開放批發電力市場競爭。2000 年，有鑑於 ISO 發展過於緩慢，FERC 另行發佈「Order 2000」，對區域性輸電組織（Regional Transmission Organization；RTO）進行規範，主要議題包括：RTO 的中立角色、RTO 的範圍與區域特性、RTO 的操作權限，及其他與系統短期可靠度相關之議題。此命令將區域輸電系統加以整合形成一個新的經濟實體，建議所有擁有跨州輸電資產電業在 2001 年 1 月 15 日前將輸電資產交由 RTO 管理，不願加入者應提出適當理由。2001 年 6 月 FERC 根據區域特性整合所有輸電資產後，將之分為四大區域，此四大區域幾乎涵蓋了整個美國本土區域。2000 年 Order 2000 公布後，德州 ERCOT 亦成立 ISO，但實際上 ERCOT 並不

受 FERC 管轄，因為 ERCOT 的營業區域並未跨越其他州，而 FERC 是負責監督管理跨州經營之電業。2004 年 Midwest ISO (MISO) 開始運作。

美國各 RTO/ISO 服務提供種類可分為網路操作、輸電規劃、批發市場運作與市場監督等四大功能，其中僅有德州 ERCOT 同時負責電力零售市場運作。

5. 2002 年市場監督與調查辦公室

鑑於加州電業自由化失敗與電力危機的經驗，2002 年 FERC 為了更正電力市場監管機制的缺失，成立「市場監督與調查辦公室 (Office of Market Oversight and Investigation; OMOI)」執行監督、評估、調查、執法、規劃、處罰等管制功能。OMOI 亦進行法規修訂要求各 ISO 成立獨立的監督機制，定期向 FERC 提交市場及調度資訊以及市場及運作績效的報告，以改正缺失。其主要功能為以下七項：

- (1) 扮演 FERC 重要的諮詢角色，負責管制與監督能源市場結構、能源市場績效以及市場參與者遵循法規等事項。
- (2) 分析研究能源市場結構與活動，以評估該州市場情況，在可能發生市場危機時提出警訊，並提供改善對策。

- (3) 對可能違反 FERC 規則、法令及相關能源市場結構、活動與參與者的管制規定之事件進行調查，對於違反事件加以懲罰，並透過協商與起訴來收取罰鍰。
- (4) 提供一個非正式解決爭議的平台，並向 FERC 提供執法之建議。
- (5) 讓非正式的爭議解決能夠與強制法規相契合，包括可能會妨礙天然氣或批發電力市場競爭之行為，以及破壞市場訂價機制等活動。
- (6) 進行市場研究，發展市場模型並加以模擬，蒐集與分析所有市場監督與調查所有可能的資訊。
- (7) 提出各項報告，包括各州能源市場整理、市場活動與趨勢分析、違反市場條件的警告及能源市場功能與統一管理的變化。同時需要定期提出報告給 FERC 與一般民眾。

6. 2002 年 FERC 標準市場設計

2002 年 FERC 根據 PJM 電力市場制度發展出「電力批發市場標準市場設計 (Standard Market Design, SMD)」，目的在建立具一致性之輸電服務管制方法，以及將各區域批發電力市場設計標準化，降低各州間輸電服務條款之差異，並確保各區域間或區域內電力費率更為合理與公正。

7. 2005 年能源政策法

該法於 2005 年通過，賦予 FERC 更大的管制權限，同時更加強調電力系統可靠度，同時針對各類發電技術如核能發電、燃煤發電、再生能源發電等提供了數十項的投資獎勵及稅賦減免措施；亦針對消費者與企業主購買節能、環境友善與高能源效率之車輛、器具及建築物等，給予聯邦租稅的減免。主要政策目標有包括：再次重申推動電力批發市場開放競爭之決心、加強 FERC 可使用的管制工具、提供更穩固的能源基礎建設。此法案雖是美國近十數年來唯一提出的長期、較完整的能源政策法案，但批評者認為稅賦減免與補貼重心仍集中在傳統石化與核能產業上。

8. 2008 年公用事業以市場基礎價格批發銷售電力制度

FERC 制訂法規和標準，透過市場基礎（Market-Based）訂價來銷售電力和輔助服務。

9. 美國復甦與再投資法案（American Recovery and Reinvestment Act of 2009，ARRA）

本法案於 2009 年 2 月 17 日由歐巴馬正式簽署生效，雖本法案著重於刺激經濟發展，但歐巴馬在此法案中有關能源政策部分，強調未來將加倍再生能源供給，並投注大量資

金在鼓勵發掘新的再生能源，另增加鋪設電力輸送線，以便能將再生能源傳送至各城市與鄉鎮，並設立國家建築物節能目標，希望達成 2030 年所有新建房屋都實現零碳排放的目標。

10. 2011 年能源批發市場需量反應補償 (Demand Response Compensation)

FERC 決定改善批發能源市場的運作和競爭力，於是要求當以下兩個條件成立時，每一個 RTO 和 ISO 需量反應的參與者要以市價支付需量反應的資源，也就是要採取區域邊際訂價法 (Locational marginal price, LMP)。兩個條件分別為：第一，需量反應必需要有能平衡供給和需求；第二，需量反應資源必須符合淨收益檢定 (Net Benefit Test) 決定的有效成本。該法案提供淨收益檢定的準則，分析 RTO 和 ISO 的歷史供給曲線，並進一步去計算淨收益檢定的門檻值 (Threshold Point)，所謂門檻值係指 LMP 供給曲線所帶來電價下降的效益，足夠抵銷因實施需量反應計畫所需支付給抑低負載電費的支出。

11. 2013 年重審分散式電力系統定義及程序規定

在 2010 年 FERC 要求 North American Electric Reliability

Corporation (NERC) 對電力可靠度標準發展程序做相關規定的修改。在 2013 年 4 月 FERC 核准修改後的分散式電力系統規定，在新的規定中載明運轉設備必須要在 100kV 以上，准許採用廣義的區域認定，並對設備的種類、結構制訂明確的標準，對分散式電力系統增訂一致性的規格，也設置篩選標準去移除在電網中運作不適宜的分散式發電裝置。

(二) 加州電力市場概述

加州共有 81 家負載服務實體 (Load Serving Entities, LSEs)，其中包含：民營電業 (Investor-Owned Utilities, IOUs) 6 家、電力服務提供者 22 家 (Electricity Service Providers)、公營電業 (Publicly Owned Utilities) 46 家、鄉村電力合作協會 (Rural Electricity Cooperatives) 4 家及零售電力服務業 (Community Choice Aggregators) 3 家。

加州規模前三名之民營電業分別為：太平洋瓦斯與電力公司 (Pacific Gas & Electric Company, PG&E)、南加州愛迪生公司 (Southern California Edison, SCE) 及聖地牙哥瓦斯與電力公司 (San Diego Gas & Electric, SDG&E)，此 3 家民營電力公司屬綜合電業，同時擁有發、輸、配、售電

業務，受加州公用事業委員會（California Public Utilities Commission，CPUC）監督管理；另加州政府水資源部（Department of Water Resources，DWR）則代三大民營電業於躉售市場購電。

以售電量觀之，前五大電力事業體分別為，南加州愛迪生公司、太平洋瓦斯與電力公司、洛杉磯市政府水電局（Los Angeles Department of Water and Power）、聖地牙哥瓦斯與電力公司及沙加緬度市政府公用事業部（Sacramento Municipal Utility District）。依加州政府統計資料，州內或加州電力公司所擁有的發電廠提供約 68% 之州內用電，其餘電能則由它州電廠提供。加州各電業供電區域分佈詳見圖 2。



圖 2、加州電業供電區域分佈圖（California Energy Commission）

加州為美國最早推動電業自由化的幾個地區之一，推動自由化後，州政府成立獨立系統電力調度中心

(Independent System Operator, ISO) 及電力交易所 (Power Exchange, PX); ISO 負責電力調度及負載預測, 所有電力交易結果及電力代輸之排程均需經由其加以協調調度, 以維持輸電系統之安全及可靠性, 屬於聯邦政府 (FERC) 所管轄; PX 負責電力交易之撮合, 為提供符合效率、具競爭性之電力交易市場, 交易價格由市場決定, 採前一日報價制度, 以一小時為一交易時段, 屬於州政府所管轄, 電力調度及電力交易各自獨立; 另有只從事發、輸、配電業務協調之排程協調者 (Scheduling Coordinator, SC)。時至今日, 加州電力市場歷經電力價格波動及電力危機後, 已相當成熟。加州電力市場組成成員相當多樣化, 除了一般消費者外, 尚包含: 市營電力公司 (如: Sacramento, Los Angeles 及其它 10 餘城市, 均有此類型電力公司)、六家民營電力公司 (如: PG&E、SCE、SDG&E)、獨立發電業者 (IPP) 大多數 IPP 透過雙邊合約的方式與電力公司或用戶簽訂長期合約, 但亦透過短期合約將電能售予 ISO、市場交易者 (Marketers, 如: Citi Group Energy)、用戶群代表 (Aggregators of demand side products) 及加州以外的電能供應及需求者 (Out of state buyers and sellers)。

加州電力市場採用「雙邊合約」(用戶直購)與「電力池」混合制度，因此加州電力交易市場型態為自願性電力池之交易市場。早期為利電力交易進行，加州成立電力交易所(PX)以建構即時電力現貨市場，提供買賣電力者進行競標的集中場所。惟自加州電力危機後，州政府將 PX 取消，並將其業務移轉予 CAISO，故目前加州電力市場由 CAISO 完全負責市場與電力系統的運作。

加州雖已推動電業自由化，但電力市場仍受到以下幾個機構管制，主要包括：CPUC (California Public Utilities Commission)、CEC (California Energy Commission)、FERC (Federal Energy Regulatory Commission)、MUGB (Municipal Utility Governing Boards)。其中 FERC 屬聯邦政府層級，主要規範、管制有關於州與州之間能源相關事務，故加州電力市場仍受到一定程度管制，並非完全自由化。

與台灣電力市場情況不同，加州包含多樣化與電力有關的市場交易機制，其中包括：購售電能的雙邊合約、CAISO 主導的日前、即時、輔助服務、擁塞收入權市場等。由於環保意識高漲及落實永續發展的理念，加州政府已將再生能源發電比例提升納入未來重點政策，但再生能源發

電相對傳統發電方式不穩定，易造成電能供需不平衡，因此，近年來 CAISO 致力推動能源不平衡市場交易機制（EIM；Energy Imbalance market），以利跨州間 15 分鐘電能市場的交易。

加州電力市場設計準則主要由二個市場參與單位購成，分別是獨立調度中心（Independent System Operator，ISO）及排程協調單位（Scheduling Coordinators，SC）。自加州發生電力危機後，FERC 建議加州政府採 PJM 模式重新設計電業自由化市場運作，電力批發市場改由 CAISO 統一管理，並包含兩類現貨市場，分別為日前市場與即時市場，交易範圍包含電能、輔助服務、容量及壅塞輸電權。

而為達到售電端完全競爭，美國加州開放用戶購電選擇權，即用戶可以選擇：1.透過電力交易所向民營電業購買原有之整體電力服務，2.直接向發電廠或售電業購電，而電業僅提供輸電、配電部分服務（代輸制度），3.透過配電業依電力交易所之每一交易時段電價收取電費，4.由購售電雙方訂定約定價格之契約（雙邊契約或價差合約）等方式以固定電價購售電。加州電力市場架構詳見圖 3。

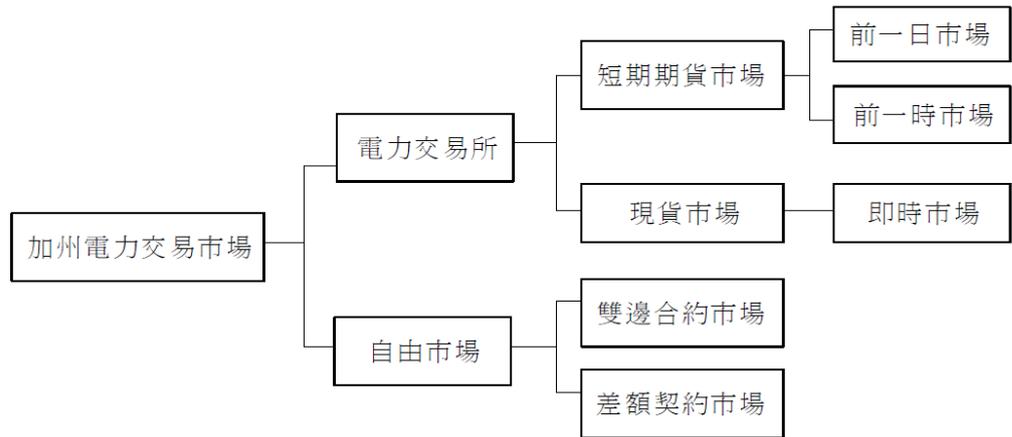


圖 3：加州電力市場架構圖（彭金堂等，民 93）

（三）加州電力危機

加州公用事業委員會（California Public Utility Commission, CPUC）於 1992 年決議進行推動電業自由化，1998 至 2002 年則為市場解除管制之過度時期，但推動電業自由化的過程中，造成電力供需極度不平衡，2002 至 2006 年批發市場電力價格高漲，惟零售電價受到管制，電業需以高買低賣的方式售電，造成電業嚴重虧損，另一方面造成 IPPs 不願出售電力予電業，造成電力嚴重不足，演變為加州電力危機。

1. 加州電力危機發生原因

加州電力市場當初規劃時，設立相當多管制機構，並搭配相當複雜的市場結構，卻仍發生電力危機，探究其原因可歸納為以下幾點：

- (1) 供需不平衡，由於電廠籌建需要相當長的一段時間，加州自 90 年開始，用電需求快速上升，電能供給無法上升，造成價格不斷的拉抬。
- (2) 氣候及機組故障，由於美國西北部雨量不足，導致水力發電減少，而加州境內電廠機組又常發生停機故障，使得供電緊澀的情況更加嚴重。
- (3) 基礎建設不足，由於輸電線路壅塞，使得南北加州電能無法互相傳送，即使南加州有多餘電能，也無法支援北加州。
- (4) 市場缺乏誘因與法規設計不良，導致批發電價大幅攀升，面對急劇上升的電價，SDG&E、PG&E 及 SCE 仍必須至批發市場購買全部電力，受限於州政府法規，這些 IOU 業者無法與發電業者簽訂長期契約，當電力短缺，電價暴漲時，由於售電端價格受到管制，IOU 業者被迫在電力市場高買低賣，加速財務惡化。財務惡化又使得 IPP 業者不願意售電予 IOU，使供電缺口更加擴大。
- (5) 加州電業重整計畫對電力批發市場的規則設計不良，導致批發電價大幅上揚，人為炒作嚴重。尤其是規定 SDG&E、PG&E 及 SCE 必須至批發市場購買全部電能。此外，加州電力市場並未妥善規劃外部性之行為，如：負載預測、網

路規劃、電源開發等工作無人負責，亦加劇電力供需之間的不平衡。

- (6) Free Rider 效應，加州環保意識強烈，環保法規嚴格，且加州居民亦極力抗拒電廠的興建。但加州居民因受零售價格保護，並未對其環保要求付出合理代價，導致加州居民並未以合理的代價取得電能。

2. 加州政府因應電力危機採行措施

加州發生電力危機後，州政府採取一連串措施，以解決電力供需不平衡及市場炒作的問題，包括：

- (1) 增加供給，提高發電量：加州在 1999 之前的 12 年，加州沒有興建任何一座新電廠，但在 1999 年 4 月之後，州政府核發 13 座電廠的執照，同時為確保所有鼓勵發電的措施不致違反加州環保規範，州政府指派綠色能源小組（Energy Green Team）監督核發許可及興建過程。州政府亦公布法律配套措施，以鼓勵更多再生能源、分散型發電系統及汽電共生。為因應電力危機，加州採行之措施包括：簽署行政命令，增加既有發電設備運轉時間，並消除發電設備整修翻新及重新啟用的繁雜行政流程，以使既有機組能提供最大發電量、成立加速獎勵(acceleration bonus)

能於 2001 年 7 月前完工上線的電廠投資者、改善電廠機組審核行政流程、透過購買及裝置再生能源系統設備之折抵、貸款保證及賦稅減免，鼓勵興建新的再生能源設備、透過 ISO 整合電廠維修時間表，以確保最大運轉容量。

(2) 力行節約能源：加州政府積極推動節約能源，除投入約 4 億美元的節約能源資金外。並以身作則，減少電力消費，同時增加民眾節約用電誘因，獎勵在夏月降低電力消費達 20% 以上的用戶。

(3) 穩定費率加州政府的費率穩定計畫包括：簽署法案 1X (Assembly Bill 1X)，允許州政府簽訂長期契約，使州政府可以較公用電業為低的價格購電、與發電業者達成協議，簽訂 40 個長期、低成本電力合約、協商降低汽電共生及再生能源發電者（合格系統）之輸電成本、制訂新法規，使 ISO 對輸電網路之管理真正獨立，撤換利益相關人士，以獨立領導階層取代之。禁止公用電業未經州政府核准，出售其低發電成本之電廠。

三、雙邊合約

(一) 雙邊合約簡介

雙邊合約 (bilateral contract) 並非電力市場中專有合約類型，一般認為，雙邊合約為立約雙方均有滿足相互義務的合約，而雙邊合約在提議的一方被要約的一方正式地接受時便立即生效。在電力市場中所稱雙邊合約，係指電能提供者與需求者自由協商決定供電與購電承諾。市場由具有選擇權之零售電業或電力用戶與發電業者（包括：綜合電業、IPP、QF、DG、需求面資源擁有者等）組成。

雙邊合約交易與即時市場二者的交易特性並不相同，茲將不同點彙整如下表：

表 4、雙邊合約與即時市場比較表

項目 \ 類型	雙邊合約	即時市場
價格變化	雙方商議後，明訂於合約中，較穩定	由市場供需決定，波動大
成交量	大	小
價格訊號	不透明	透明
市場力誘因	小	大
用戶選擇權	具備	不具備

在雙邊合約為主的市場中，電力系統的安全性與可靠性是發電排程的主要考量點，經濟調度則非主要考量重點。學者研究指出，壅塞管理、負載不平衡管理、輔助性服務及即時資訊的提供，都是自由化後電力調度中心所必須面對與處理的問題。

雙邊合約於電業自由化過程中扮演的角色，美國聯邦能源管制委員會（Federal Energy Regulatory Commission；FERC）提出一個相當不錯的看法，該委員會認為雙邊合約在維持解除管制的躉售電力市場良好的運作，扮演相當重要的角色。依據 FERC 所發布文件「在躉售電能市場中，提供買賣雙方適當簽訂雙邊合約的機會，可使買賣雙方有效管理未來即時市場中，電能價格的不確定性。買賣雙方除了在批發市場進行交易外，亦應有機會在電能即時市場中進行交易。委員會認為對於，交易雙方能在有組織的市場中，自由選擇短、中、長期購售電合約。對於合約組合擁有選擇的權利，可使交易雙方較有效管理市場不確定所帶來的風險。結合遠期合約與即時市場，是一種較有效率且較低成本滿足顧客需求的方式，因為買、賣雙方可依需求情況及即時電能供應來進行避險。競爭遠期電能合約允

許不同的電力賣方以彼此競爭的方式提供能力服務，賣方越依賴長期電能合約獲得利潤，會降低其在即時市場使用市場力的誘因」。

至於「獨立電力調度中心」(Independent System Operator, ISO) 在雙邊合約中扮演的角色，ISO 不介入雙方商業合約條款之協商、計價及商業條款，但 ISO 可依調度程序決定是否核准該雙邊合約。ISO 亦可事前要求雙方更改合約內容，或者事後由雙方支付不平衡電力之費率。

雙邊合約交易為電能市場交易中，最自由之交易型態，買方依其自身需求，自行選擇適合之賣方，只需交易雙方依據其需求及供給狀況，在雙方同意前提下，即可自行訂定交易契約。但若存在雙邊合約市場，將使得電力調度困難度增加，電力輸配系統之複雜度亦將大幅增加。因此目前實施電業自由化之國家，大多以雙邊合約搭配自願性電力池的形式進行電力交易。

除了以購、售行為來區分合約類型外，雙邊合約亦可以購買內容加以區分，分別為容量及能量合約，兩類型合約不同處列示如下表：

表 5、合約類型比較表

項目 \ 類型	能量合約	容量合約
交易標的	能量	容量+能量
缺點	電能無法取得	購電支出較高

由於在能量合約中，電能提供者並未承諾提供多少量的電力，易導致電業需承受電能無法取得的風險，此為能量合約最大的缺點。容量合約則包含容量及能量，容量合約相較於能量合約，較可確保電業取得其所需的電能。

躉售市場中，雙邊合約有其優、缺點，雙邊合約的價值在於提供電力市場一種交易機制，使得市場中需求者與提供者在雙方可以接受的價格下，於合約期間內，依雙方可接受的價格，得到滿足買賣交易雙方所需要的電能。由。雙邊合約不論以短期或長期觀點，均具備相當多的優點，首先，雙邊合約可以使零售電價較為穩定，如果零售電能的提供者，其購入電能有一部分來自於簽定的雙邊合約，而合約採取固定或可預測的價格，那麼其零售予最終消費者的價格變化將可降低其價格變動的幅度。其次，緩

解市場力量¹，如果電能的買方與賣方可以在給定的時間點及一個範圍之間進行選擇電能購售方案，包括雙邊合約，自我供應，現貨市場採購，這會使賣家較難行使市場力量。較難行使市場力量，並不代表賣家無法行使市場力量：如果有一個預期市場力量足以影響現貨市場及預期現貨市場有很大的交易量，加上有限雙邊合約的機會，如此的市場條件下，會影響雙方在雙邊合約基礎上進行交易的意願。第三、支持新能源及再生能源的發展，由於新能源的發展在初期需要較高的資金投入，因此雙邊合約的簽訂，有助於投入新能源的業者進行財務評估，並確保能獲得穩定的資金收入，有助於推動新能源的政策。由於再生能源大多著重於前期投資，而碳排放及燃料價格的變動，對於再生能源影響不大，因此如果能提供再生能源業者固定、長期的雙邊合約，亦有助於再生能源業者回收其早期投資成本，增加其投資之誘因。

雙邊合約缺點主要在於，市場價格訊號透明較低，因

¹ 市場力量：即在一段時間內，市場參與者提高價格，而這個價格又高於市場競爭情況下的價格，市場力量包括水平、垂直。在電力產業中，擁有發電廠及輸電線路的組織，即有潛力執行垂直市場力，FERC 在解決垂直市場力量投注相當多心力，FERC 的目標在於開放所有輸電線路予交易雙方使用，避免現有電能供應者利用輸電線路所有權，不讓新的供應者進入。在電力產業能量與容量市場中，在某一地方可以控制較高比例的容量及能量，即有潛力透過控制產量來影響價格，執行水平市場力。

為雙邊契約之買賣價格由買賣雙方自行決定，而大多數交易的價格與數量等資訊並不需要公開，且大多數雙邊合約簽有保密條款，因此市場價格訊號的透明度較低，對於想要進入市場的參與者無法獲得充分資訊評估其進入策略，會降低吸引新電廠加入市場之誘因。其次，在電力調度排程方面，因為同時存在集中交易的電量與雙邊交易的電量需要調度，增加發電機組調度排程的複雜度，較無法達成最佳經濟調度的目標。最後，容易產生網路壅塞，由於雙邊契約之交易的價格與數量等資訊並不需要公開，只是提出使用網路的需求，因此容易產生網路壅塞，壅塞情況也較難排除。

雙邊合約除了必須定義簽約的雙方為何之外，尚包括相當多規範交易雙方應遵守的事項及相關權利、義務。部分研究報告指出，合約期間及價格是雙邊合約中，最重要的二個項目。

目前對於合約長、中、短期並無明確、且受到一致接受的定義。以美國電力市場而言，一般而言五年以上的合約即可稱為長期合約，長期合約著重於為賣方提供穩定的收益，而所獲得的固定收益可做為賣方再投資的基礎，並

為買方提供穩定供應的電能，此為長期雙邊合約最重要的功能。而短、中期雙邊合約在電力市場中亦扮演相當重要的角色，其著重項目與長期雙邊合約稍有不同，短中期雙邊合約主要功能在於穩定每年電力價格的變動，由於短、中期合約對於賣方的收益保障不若長期合約，因此這類合約較無法作為賣方再投資的基礎。

至於雙邊合約之價格，一般來說可分為固定及指數價格兩類訂定方式，採固定價格者，價格不隨燃料價格變化而變動；指數訂價方式，一般會設定幾個重要參數，價格會隨參數變動而有所不同。

表 5、雙邊合約價格訂定方式比較表

項目 \ 類型	固定價格	指數價格
價格	無法調整	具有調整機制
優點	利於財務規劃、預測	可降低買賣雙方風險
缺點	買賣雙方風險較大	不利於財務規劃預測

四、PG&E 對雙邊合約著重議題

為學習美國經驗，並從交流中獲得對公司有益之想法，此次參訪前，為利與美方交流，出國前即預先擬定參訪問題，並將問題寄予美方先行參考。問題內容主要著重於近年台電公司執行購電業務上所遭遇問題，包括：合約爭議事項處理、費率訂定相關問題、合約期間、合約計算範例、燃料調整機制等。並參考PG&E可利用合約（As-Available Contract）（如附件）內容，回國後亦透過電子郵件與PG&E購電合約承辦人員洽詢，以瞭解PG&E目前對於雙邊合約著重項目，目前PG&E對於雙邊合約著重項目有以下幾點：

（一）系統彈性

對買方而言，發電機組能否配合電力市場供需狀況即時調整的彈性是目前雙邊合約中，最主要考量因素，過去由於電能短缺，因此著重於發電機組迅速增加發電量的能力；而目前則包含升載及降載的能力。對於賣方而言，穩定的利潤收入，則是主要考量因素，惟有穩定的利潤收入，發電業才能進行財務操作及預測，並可規劃投資項目。

（二）合約期間

一般而言，合約可分為短、中、長期合約，PG&E 合

約期間最常見的為 10、20、30 年，但亦有 1 年以內、數月等時間長度的合約，PG&E 透過與不同發電業簽定不同時間長度之雙邊合約，以管理其市場風險及穩定其利潤收入。

(三) 價格

雙邊合約之價格係由買賣雙方經由談判、協商後，依雙方需求及條件議定，惟 PG&E 購電費率與本公司相同，亦以迴避成本為原則訂定。

(四) 與ISO關係之界定

由於在合約期間，售電方必須遵守所有適用的規定，如：CAISO 訂定須支付的各項費率、協議，認證等。且發電設施亦須符合 CAISO 各項規範。因此，在雙邊合約中，PG&E 亦會明訂售電方與 CAISO 的各項權利義務關係。

(五) 爭議事項處理辦法

目前在 PG&E 所擬定的雙邊合約中，均包含「替代性糾紛解決辦法」(Alternative dispute resolution, ADR)，當爭議事項發生後，會依不同影響程度，訂定一系列處理程序（不同管理層級的協商，調解，仲裁），經所有處理程序仍無法解決時，才會訴諸法律行動。

參、結論與建議

一、結論

民國 80~85 年電力系統備用容量率低於 7%，而有限電之措施，為因應用電需求及預為規劃國內電業自由化環境，經濟部遂於民國 84 年起開放民營電廠建置，將台電未能及時興建容量開放由民間設立，以紓緩供電緊澀壓力。目前台灣共有九家民營電廠業者，相關業者資訊彙整如下：

表、民營發電業合約執行情形一覽表

第一、二階段發電業簽訂購售電合約情形表

業者名稱	簽約日期	簽約機組容量(額定出力萬瓩)	使用燃料	實際商轉日期	現況說明
麥寮	#1 85.12.06 #2 87.10.27 #3 88.12.21	基載 60.0×1 基載 60.0×1 基載 60.0×1	煤	#1 88.06.01 #2 88.09.09 #3 89.09.23	正式合約。三部機組均已商轉。
長生	86.07.10	基載 45.0×1 基載 45.0×1	天然氣	#1 90.10.30 #2 89.07.24	正式合約。兩部機組均已商轉。
新桃	87.06.29	基載 60.0×1	天然氣	91.03.22	正式合約。發電機組已商轉。
和平	87.08.04	基載 64.855×1 基載 64.855×1	煤	#1 91.06.01 #2 91.09.06	正式合約。兩部機組均已商轉。
嘉惠	88.11.24	基載 29.78×1 中載 37.22×1	天然氣	92.12.15	正式合約。兩部機組均已商轉。

第三(現)階段發電業簽訂購售電合約情形表

業者名稱	簽約日期	裝置容量 (萬瓩)	購電容量 (萬瓩)	使用 燃料	實際 商轉日期	現況說明
星能	89.09.01	中載 49×1	48×1	天然氣	93.03.29	正式合約。發電機組已商轉。
森霸	89.09.01	中載 49×2	48×2	天然氣	93.03.29	正式合約。兩部機組均已商轉。
國光	89.09.25	中載 48×1	46.5×1	天然氣	92.11.03	正式合約。發電機組已商轉。
星元	95.09.15	中載 49×1	48×1	天然氣	98.06.30	正式合約。發電機組已商轉。

雖開放民營電廠設立，至今已將近二十年，面對用電需求持續成長、電源開發受阻，而核四電廠又因社會上各項爭議不斷，遲遲無法商轉，台灣仍面臨相當大的缺電危機，目前國內產業型態仍以高耗能之科技業為主，如電業自由化過程中發生電力危機，將嚴重影響台灣經濟發展，如何避免於自由化過程中發生電力危機，加州經驗值得我國借鏡。

另一方面，美國加州亦為缺電區處，其透過市場交易制度及合約設計方式，以購入電力的方式彌補自發電力的缺口，雖加州與台灣電力市場差異相當大，但其市場設計方式及合約內容，亦可做為台電未來訂定合約之參考。以下對電業自由化及雙邊合約提出建議。

二、建議

(一) 美國為資本主義及自由經濟高度發展的國家，其推動電力市場自由化之經驗，可做為我國規劃電業自由化及市場運作模式之參考，使我國在推動電業自由化的過程更為順利，惟兩國國情、法規、民情及政治氛圍均有所不同，在引用美國電業自由化相關經驗時，不宜貿然全盤採用。至於政府在推動電業自由化過程中，宜採管制與開放併進，也就是採行較為溫和之改革策略，著重於建立公平、公正及公開之產業環境，避免於自由化的過程中過度干預，造成市場失靈之現象。

(二) 依加州推動電業自由化經驗，早期加州電力市場強制發電業必須在電力交易所 (Power Exchange, PX) 交易電力。在缺乏場外交易機制的情況下，會使發電業者利用減少發電量，使交易所內電力價格提升，當電力危機發生時，因為無雙邊合約做為避險之工具，造成電力公司承受巨額虧損。雙邊合約簽定，有助電業規避電價波動的短期風險，亦可確保投資者可回收其投資，可收避險與鼓勵投資之利。但電力市場中無現貨交易市場，則會造成成本與價格訊號不透明，損及消費者之權益。故在本國推動電業自由化過程中，建議採長期合約 (雙邊合約) 與場內即時現貨交易機制並行之方式，即自願性電力池搭配雙邊合約交易模式，

一方面可避免發生類似加州電力危機之風險；另一方面亦可利用價格機制自行運作，使電力市場透過價格機能的運作達到市場均衡。

（三）由於本國自有能源稀少，98%以上能源均需仰賴國外進口。此外，我國經濟屬於淺碟型之經濟，故燃料價格的大幅變動易造成電價波動，不利於經濟與電業之發展。因此政府在法規的制定上，應將電價的調整穩定在一定調幅範圍內，當價格差異波動過大時，由政府適度補貼電業，除可保障電業反映其合理成本外，另一方面降低電價波動對民生經濟所造成影響。

（四）雙邊合約交易，係由電力的買方與賣方直接協商進行交易，在資訊不對等的情況下，買賣雙方需透過不斷的交易與互動始能使成交價格趨近於市場真實價格，會產生交易成本過高及無謂損失（Deadweight loss）增加等市場無效率之情形。惟各項合約能否順利進行，有賴於法規完備、整體經營環境公平、透明。因此，政府應先檢視、盤點現行法規是否已不合時宜，透過法規與制度，塑造有誘因及競爭機制的電力市場環境，透過價格機能自行運作，將可增進市場效率，並使買、賣雙方都能獲得利益。

（五）美國及歐洲的電網、基礎建設、法律制度及商業模式與台灣均有根本上的差異，在自由化的過程中，政府雖可參考其它

先進國家電業自由化經驗，設定各項績效指標，但適合於歐、美國家的指標未必適合台灣。舉例來說，加州最近通過法案，希望在 2030 年可將太陽能的占比提升至 40% 左右，德國亦致力於提高其再生能源之占比。加州日照時間長，且氣候與台灣相較較為穩定，有發展太陽能發電的氣候條件，而台灣則沒有類似加州的條件。因此，在推動自由化的過程中，必須因地制宜，各項績效指標亦需考量兩國差異，避免設定錯誤的績效指標導致事倍功半的現象。

（六）善用租稅作為鼓勵產業發展之政策工具。在經濟學中，政府透過租稅調整的方式是相當有效的政策工具，而美國在鼓勵再生能源發展的過程中，租稅減免亦是其主要的政策工具，例如加州政府提供一般及商業用戶在建置太陽光電系統時，最高有 30% 的租稅優惠，我國政府亦可加以考量將租稅工具運用至 IPP 及再生能源發展上。

（七）目前台電公司與民營電廠（IPPs）之購售電合約中雖有明訂管轄法院或仲裁相關條款，由於在合約執行期間，由於雙方對於合約條文解釋不盡相同，造成偶有爭議事項出現，若發生此類爭議事項即進入法律程序，對於簽約雙方並不一定有利，故建議參考美國 PG&E 作法，於合約中明訂發生爭議事項之處理程序

(Alternative Dispute Resolution, ADR), 使雙方在處理爭議事項時, 可依不同爭議事件的影響範圍, 牽涉層級有依循的處理準則。

(八)由於雙邊合約價格訂定係由交易雙方透過談判與協商擬定, 其過程牽涉到彼此互相猜測對方重要參數及評估準則, 目前學術界已在賽局理論的基礎上, 針對此類問題建構相當良好的數學模型供做交易雙方做為合約談判及決策之參考, 建議未來與 IPPs 談判購售電合約時, 可多加引用參考。

(九)與 ISO 的關係應於合約中界定清楚, 電業自由化後, 為避免輸電線路受特定公司把持, 影響自由競爭, 成立獨立調度中心有其必要性, 但由於現在台灣電力市場 IPP 均接受台電公司依經濟調度原則進行調度, 未來成立獨立調度中心後, 雙邊合約中應如何規範買賣雙方與調度中心間的關係, 亦是必須思考的重點。

(十)在與 PG&E 交流的過程中, 該公司承辦購電合約人員表示, 目前對 PG&E 來說, 雙邊合約主要著重項目, 依購電或售電有所不同, 購電合約著重於發電系統的彈性, 過去因為加州缺電, 所以過去多著重於如何利用合約影響電廠增加發電的誘因, 而目前則著重於系統的彈性, 使得電能供應的增加能依需求情形迅速調整; 至於售電合約則主要著重於利潤及財務操作。故未來台電公司在研擬新的購售電合約時, 亦須將系統彈性及利潤觀點納入

考量。另 PG&E 亦擅長利用不同合約期間來滿足供應電能及財務需求，目前公司與 IPP 及太陽能發電業者簽定合約期間均屬固定期間，未來公司在與再生能源或 IPP 業者簽訂新的購售電合約時，亦可考量簽訂不同合約期間，以利於公司取得電能並從中獲取利潤。

(十一) 由於台灣電網系統與美國有相當大的差異，加上兩國的電力交易制度亦有很大的差別，國內 IPP 所發電力必須全額售予台電公司，因此當 IPP 機組故障時，台電必須調度其它較高成本之自有機組來支應電力需求。而目前合約中對於 IPP 機組故障罰則較輕，建議未來與 IPP 簽訂合約時，可考量加重業者機組故障時之罰則，促使業者努力維護機組正常運作。

三、參訪紀要及心得

(一) Nexant

Nexant 公司為能源顧問公司，主要業務在協助美國當地電力公司及用戶進行各項有關電力政策評估及方案研究。Nexant 公司研究團隊首先對加州電力市場做一簡單概述，並提及加州州政府已通過法案，希望在 2030 年將加州再生能源占比提高至 40%，研究團隊亦對加州再生能源發電發展的概況及未來可來面臨的挑戰做簡要的介紹。最後，則對美國發展太陽能發電及電動車（油電車）

的現況簡介。

(二) CAISO

獨立調度中心 (ISOs) 與區域調度組織 (RTOs)，為美國政府於 1992 年通過 Federal Energy Policy Act (能源策法)，此法案將競爭概念加入躉售電力市場，為執行此法案，聯邦政府政策制定認為須成立一個獨立組織管理電網，確保在競爭環境下，電力仍能穩定的提供予顧客。

聯邦能源管制委員會 (Federal Energy Regulatory Commission, FERC) 於 1996 年開始實施能源策法，目標在移除電力批發市場的障礙、提升經濟效率，並希望藉由競爭降低電價。自能源策法實施後，發電業者可使用原公用事業之輸電網路，用戶也可直接向零售或發電業者購電。



圖 4、北美電網圖（資料來源 CAISO）

為因應加政府重整躉售電力產業，CAISO 在 1998 年開立於北、南加州之控制中心。電業仍保有其傳輸電能的資產，ISO 的角色類似交通控制者，使各電業之輸電系統、發電資源可效率極大化的使用。ISO 最重要的任務即是使電力市場中的供需達到平衡。

CAISO 為獨立的非營利性財團法人，主要任務除維持短期負載平衡及可靠度功能所需之電力，並不直接涉入加州電力市場買賣行為。CAISO 並未擁有輸電系統，但控制並操作整個加州的輸電系統。CAISO 須確保輸電系統的擁有者在提供他人使用輸電網路時不會有歧視性的偏好，以增進發電市場的公平競爭。CAISO 受聯邦能源管制委員會 (Federal Energy Regulatory Commission ; FERC)

的監督管制。

在參訪的過程中，印象最深刻的即是加州獨立調度中心（CAISO），從我們下榻的旅社至 CAISO 大約要二個小時的車程，CAISO 管制相當嚴格，參觀需事先申請，進入 CAISO 後均通過二層管制後始能進入其公司的會議室，至於其調度中心則不開放參觀，僅能於會議室中隔著玻璃窗觀看調度中心工作情形，CAISO 內部禁止照相、錄音、錄影。CAISO 採綠建築設計，大量自然採光，並且將水資源回收利用，有效節省能源。

（三）Pacific Gas and Electric Company

太平洋瓦斯與電力公司（PG&E）為 PG&E Corporation 的主要子公司，在加州成立於 1905 年，是全美最大結合天然氣與電力的公用事業之一，主要供電地區為加州北、中部。2014 年 PG&E 約有 2 萬名員工，540 萬電力用戶（瓦斯用戶約 430 萬戶），其中住宅用戶約有 457 萬戶，工業用戶約有 1,000 戶，商業用戶約有 63 萬戶，發電量約達 74,547GWh（其中，自有發電占 35.8%、合格發電占 12.2%、水力占 0.9%、其它第三方購電合約占 29.5%及透過 CAISO 公開市場購電占 21.6%），總資產 519 億美元，營業總收入達 171 億美元，2014 年總售電量 863 億度。

此次實習，我們在 PG&E 停留約 2 小時與其從業人員交流，第

1 小時與我們交流的團隊主要負責智慧電網相關研究，討論議題多著重於技術面、新科技應用面等問題。第 2 小時則由負責再生能源的團隊與我們交流，其中亦對購售電合約做概略性的簡介。

（四）參訪心得

此次美國實習行程，雖然與美國各電業相關單位交流時間相當短，參訪行程也相當緊湊，但至 CAISO、PG&E 及 Nexant 等公司與電力產業從業人員面對面交流，實屬非常難得的機會，也從中獲得許多寶貴的知識。在出國觀摩後，雖然發現美國電業確實有許多值得我們借鏡的地方，但我們也不用妄自菲薄，台電公司的各項績效表現，完全不輸給美國電業，未來電業自由化後，對台電公司來說是樂觀的，因為在管制越來越少的情況下，惟有體質良好的公司才能生存，而台電公司絕對是經得起考驗的優良企業。

四、誌謝

感謝公司各級主管給予本次赴美實習的機會，並承蒙 Nexant 公司劉文雄博士在當地的積極安排與聯繫，謹致上最深的謝意。

肆、參考資料

一、文獻部分：

1. Hausman, Ezra, Rick Hornby, and Allison Smith. "Bilateral Contracting in Deregulated Electricity Markets." Synapse Energy Economics Inc.. Disponível em: [http://www. publicpower. org/Media/daily/ArticleDetail. cfm](http://www.publicpower.org/Media/daily/ArticleDetail.cfm) (2008).
2. Iñiguez, Fernando Dominguez. "The use of bilateral contracts in the electricity market." (2004).
3. Khatib, Sameh Ei, and Francisco D. Galiana. "Negotiating bilateral contracts in electricity markets." Power Systems, IEEE Transactions on 22.2 (2007): 553-562.
4. Karandikar, R. G., S. A. Khaparde, and S. V. Kulkarni. "Strategic evaluation of bilateral contract for electricity retailer in restructured power market." International Journal of Electrical Power & Energy Systems 32.5 (2010): 457-463.
5. Yu, Nanpeng, Leigh Tesfatsion, and Chen-Ching Liu. "Financial bilateral contract negotiation in wholesale electricity markets using Nash bargaining theory." Power Systems, IEEE Transactions on 27.1 (2012): 251-267.
6. 我國推動電業自由化之最適市場運作模式研究 (民 104 年), 財團法人中華經濟研究院.
7. 許志義等 (民 89), 台灣電業自由化下電力交易制度之探討, 能源季刊, 第 30 卷第 4 期, 頁 17-031
8. 彭金堂 and 林國勝. "我國電力自由化市場交易機制與配套措施研究." 管理與系統 16.2 (2009): 頁 261-284.
9. 許志義等 (民 103), 「美國電力自由化政策與法規探討：以賓澤馬及加州為焦點」, 台電工程月刊第 795 期, 頁 1-15

二、網路部分：

1. <http://www.energy.ca.gov/>
2. <http://www.ferc.gov/>
3. <http://www.eia.gov/>
4. <http://www.caiso.com/>
5. <http://www.pge.com/>
6. <http://www.cpuc.ca.gov/>
7. <http://www.naruc.org/>
8. <http://www.nerc.com/>