

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度

服務機關：台灣電力公司業務處
出國人 職 稱：業務管理師
姓 名：杜雪芬
出國地區：美國
出國日期：90.09.10~90.09.25
報告日期：90.10.30

93/
CO9005134

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度

服務機關：台灣電力公司業務處

出國人 職 稱：業務管理師

姓 名：杜雪芬

出國地區：美國

出國日期：90.09.10~90.09.25

報告日期：90.10.30

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度	
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：杜雪芬/業務管理師/業務處	
出國計畫 主辦機關 審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <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以 <input type="checkbox"/> (3) 內容空洞簡略容 <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) <input type="checkbox"/> 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。

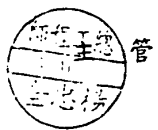
總經理

主管處

單位

報告人：

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：多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度

— 頁數 41 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：90.09.10~90.09.25 出國地區：美國

報告日期：90.10.30

分類號/目

關鍵詞：電力市場、電力代輸、電力交易制度、代輸電費計價方式

內容摘要：(二百至三百字)

為順應世界各國電業開放趨勢與社會大眾對環境保護與消費者意識的提
高，電業經營者須提供消費大眾更多的用電選擇，進而讓電業市場脫離獨佔的
範疇。民國 88 年 5 月召開「全國能源會議」係為加速推動能源事業自由化與民
營化，在此政策規劃下，電業法修正草案勾勒出電力事業未來藍圖，呈現出綜
合電業、獨立發電業、自用發電設備（含汽電共生）等發、輸、配售電之多頭
市場，並確立電業自由化市場運作模式，像成立電力交易所、分割電力網、反

應供電成本等。電力代輸為電業自由化政策最重要的一環，可以讓電力市場之生產者（發電業）與消費者（用電戶）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。

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

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度

服務機關：台灣電力公司業務處

出國人職稱：業務管理師

姓名：杜雪芬

出國地區：美國

出國日期：90.09.10~90.09.25

報告日期：90.10.30

目 次

壹、前言	1
貳、研習目的	2
參、研習架構.....	3-22
肆、研習內容	23-36
伍、台灣電力代輸制度之探討	37-38
陸、研習心得.....	39
柒、參考文獻	40-41

多邊電力代輸契約下電費結算與計價制度

壹、前言：

為順應世界各國電業開放趨勢與社會大眾對環境保護與消費者意識的提高，電業經營者須提供消費大眾更多的用電選擇，進而讓電業市場脫離獨佔的範疇。民國 88 年 5 月「全國能源會議」係為加速推動能源事業自由化與民營化，在此政策規劃下，88 年行政院版之電業法修正草案勾勒出電力事業未來藍圖，呈現出綜合電業、獨立發電業、自用發電設備（含汽電共生）等發、輸、配售電之多頭市場，並確立電業自由化市場運作模式，以反應供電成本，由於獨立發電業可直供用戶，因此電力代輸為電業自由化政策最重要的一環，可以讓電力市場之生產者（發電業）與消費者（用電戶）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。

貳、研習目的：

1978 年美國通過公用事業管制政策法案(the Public Utility Regulatory Policies Act, PURPA)要求擁有電力網之電力公司必須以避免成本 (Avoided Cost) 向合格系統 (QFs, Qualifying Facilities 即汽電共生廠及其他發電廠) 收購電力及為其提供備用電力 (此項業務本公司已行之有年), 而擁有電力網之電力公司須為其專營權區域以外之用戶 (獨立發電業者 IPPs 及傳統公用事業附設發電分廠 affiliated power producers, APPs) 提供代輸服務, 並成立電力調度中心 (Independent System Operator, ISO) 負責電力系統運轉; 及電力交易市場(Power Exchange, PX)負責電力買賣, 其交易型態為集中型的多邊交易 (目前已開放簽訂雙邊合約交易), 係大多數發電公司至集中電力交易市場躉售電力。本出國計劃即著重於此項制度之交易運作模式下的代輸費用計價制度及其衍生問題之探討, 作為未來規劃本公司實際經營代輸業務之借鏡。

叁、研習架構

一、代輸定義

輸配電線路系統簡單的定義為共用網路，同時對發電端及輸電端公平開放，成為公共運輸者(Common Carrier)並收取輸送費用。

二、代輸對象

1. 電力代輸接受者為其他電力公司或大用戶時，稱為批發(躉售)代輸(Wholesale Wheeling)，利用連結各個電力業者所擁有的輸電系統網路，使分屬不同電力系統下的發電業者，可透過各電力系統相連之輸電網路，將所生產的電力代為輸送或轉運至另一電力系統，這是開放輸電部門的電力輸送使用權，供其他發電業輸電，進而迫使發電部門相互競爭。這種代輸電力方式在歐洲稱為「第三者上網」(Third Party Access, TPA)。
2. 電力代輸接受者為最終用戶時，稱為零售代輸(Retail Wheeling)，係輸配電系統為非同一系統內的發電業者提供電力代輸服務予其電力用戶；換言之，電力用戶可直接任意選擇供電對象，故又稱為「電力直購」(Direct Access, DA)。

三、代輸服務種類

1. 以負載為基礎的網路服務(Network Service)。
2. 以約定容量為基礎的點對點(point-to-point service)輸電。

四、代輸交易機構

成立電力調度中心（Independent System Operator, ISO）以確保輸電系統安全及穩定供電，與電力交易所（Power Exchange, PX）進行躉售電力競標，希望消除輸電線路上之人為控制。

五、代輸交易資訊

發展及維護開放網路即時資訊系統（Open Access Same-time Information System, OASIS），使所有利用開放網路輸電服務者都能藉由平等、公開、無歧視的方式取得資訊，提高即時輸電網路（Transmission Grid）的安全性，輸電業提供非歧視性的輸電服務。

六、代輸費率訂定方法

1. 郵票法（Postage Stamp Method）

藉由談判方式，將輸配電網路操作成本及設備成本合併計算，進而決定雙方接受的輸配電價格，這是假設社會上之每一消費者皆有相同權利使用電力時，此亦反映出社會公平負擔輸配電成本。惟僅根據輸電量作為收費的標準，而不考慮輸配電力所經過路徑和傳輸距離的計算方式是太過簡單，無法完全反映出輸配電的機會成本，易產生使用輸電網路者交互補貼的情形。

2. 契約路線法（Contract Path Method）

根據發電公司在電力輸配網路的位置，雙方經由契約決定出

一條或數條連接使用者的主要輸配電線路，根據網路使用情形來決定負擔這一條或數條契約總成本的比例，再以此作為收費標準。但電力在網路上的傳輸並無法僅藉由特定的網路傳送，而是必須由系統中所有發電機組的發電量和克希荷夫定律（Kirchoff's Laws）共同決定。所以電力輸送對網路的影響是全面性，不能只評估特定契約線路，會無法真實反映出相關成本。

3. 節點訂價法 (Nodal Price Method)

節點係指輸電網路使用者與電力傳輸系統聯結之處，節點往往反映電網使用者的使用成本，可有效降低排他性及壅塞成本，反映區域輸電成本。各節點之電力價格受各參考點上之電價、一般節點與參考點間之輸電網路限制與輸電損失及所有電網節點電流注入量所影響，但計價過於繁複，增加困難度。

4. 百萬瓦哩法 (Megawatt Mile Method)

以使用輸配電網路容量 (Transmission Network Capacity Use) 作為評估電力輸配必須負擔網路成本之依據。使用前必須先對輸配電網路中每個傳輸設備做一評估；根據建造成本、輸送成本各自訂出一個比重函數，例如：傳輸線可能以長度為主要依據，變壓器以容量大小為主要依據，再由直流電負載潮流程式計算出電力輸送在每一個傳輸設備上流動的實功率作為比重函數

之依據。此法利用網路中每一個設備上流動的實功率和比重函數的乘積來決定分攤網路成本的比例。但實際上在電力系統網路中，要評估網路的使用程度，除了的實功率外，也須考慮虛功率、整個網路可靠度和其他系統參數的影響，才能真正反映出使用輸電容量的程度。

5. 邊際成本法 (Marginal Cost Method)

實際計算出傳送最後一個電能單位所必須增加的成本作為電力輸配費率。此法費率係以隨電力輸配改變的發電燃料成本、輸配電線路損失及操作控制的費用為基礎，並考慮發電機組與輸配電線路容量的限制，雖能反映輸配電真正的機會成本，但對於同時多個使用者的電力輸配，會有不能以適當方式將輸配電成本合理地分給每個網路使用者之虞且對偏遠地區用戶最為不利，故輸配電公司須事先預測不同時間、不同地點、不同次序之輸配電成本，並即時公佈各種情況的輸配電費率。這意味著須有精密的通訊設備及準確的預測模型能力才行。

6. 區域訂價法 (Zonal Price Method)

將價格相近之節點劃為同一區域，在此區域內之參考價格皆一致，並以不同區域價格作為排除區域間網路壅塞之標準及提供設置新電廠之價格訊號，選擇代輸費用高之缺電地區建廠。

七、代輸成本項目

因輸電網路在自由化市場仍具規模經濟，代輸價格多半受政府管制，而電力代輸成本組成亦有固定與變動兩種成本：

1. 連結成本（進入與提出）

發電業者須將其所生產電能在某一點注入輸配電系統網路中，經由系統運作調度後，用電戶在另一點將電能提出使用。在進入與提出的過程中所發生的成本。

2. 系統使用成本（固定與變動）

固定成本（容量成本）係指電力網路組成之各項資產成本，包括輸配電線路、變壓器、電線桿、鐵塔及維護輸配電設備，及使其能維持輸配電功能的人事與維護材料支出。變動成本包含輸配電線路損失成本與系統擁擠成本。

3. 輔助服務成本

用以維護整體輸配電系統運作順暢與安全的相關工作成本：(1)排程、系統控制及調度服務成本(2)電源無效電力供應與電壓控制(3)調節及頻率反應服務成本(4)能量失衡服務成本(5)熱機備轉服務成本(6)補充備轉容量服務成本。

八、代輸交易市場型態

1. 現貨市場（Spot Market，即電力交易所 Power Exchange, PX

之另一說法)，透過明確且公開的規則，提供所有的電力買賣者或仲介商一個有效率、競爭的公開能源拍賣市場，以競標方式為主，發電機組可以投標或自行安排行程。網路客戶（Network Customer）不需擬定排程、輸電流程與路線，非網路客戶則需擬定排程。

2. 期貨市場（Future Market）針對未來發電容量而言，並非針對未來所欲生產的電力。發電業可將容量以期約方式（Future Contracts）賣出，期約可針對買主需求訂定數量與期間；配電業者亦可預防未來價格波動，採「接受或付款」（Take-or-Pay）基礎來購買期約。所謂「接受或付款契約」（Take-or-Pay Contract）亦就是配電業承諾在特定期間內之特定天數購買一定數量之電力，如屆時不能接受，則必須付給供電者一定之費用，而標準化長期契約可降低交易成本（Transaction Costs），並具有高度流動性。

九、代輸交易市場競價方式

1. 連續競價，係買賣雙方委託買進賣出時，只要符合雙方議定成交的條件，在交易時間截止前之任一時點完成交易，而任一成交價格亦隨著買賣雙方供需變化而有漲跌。
2. 集中競價，係指參加競價者皆在投標時間截止後才進行交易。

十、代輸交易合約種類

1. 雙邊契約(Bilateral Contract)，係買賣雙方選擇直接進行雙邊協議的契約來購售電力，而不經由集中式的電力市場。此類契約又可分為固定價格契約(Fixed Price Contract)與變動價格契約，所謂變動價格係以交易點之價格為準。
2. 價差契約(Contract For Differences, CFD)，為財務合約的一種，由發電業與供電業直接簽定互沖金融性風險合約，雙方依合約價格與電力市場每小時(或半小時)的交易價格差異及合約規定之交易數量付款，常運用於實施強制電力池制度市場中的風險管理，用以規避在電力池購買現貨成本波動過大所造成的風險，有雙向(Two-Way)與單向(One-Way)兩種。雙向價差契約係電力池價格超過雙方同意價格時，由發電業補差價給供電業，反之則由供電業補不足差價給發電業；單向價差契約係由發電業訂一上限價格，如市場價格超過上限時，發電業會補差額給供電業。另外，還有互抵(Swap)或選擇權(Option)，這兩者與價差合約類似。
3. 電力遠期合約(Electricity Forward Agreements, EFA)，屬財務合約之一種，讓電力市場在財務方面流動性更大，及反映電力市場在需求面改變所造成的價格波動，可彌補價差合約之

不足。此合約為一標準合約，利用電話透過中間仲介商，找好可能成交的買方及賣方，俟價格、數量、代輸期間與時間架構所有的交易條件達成時，才告知買賣雙方其交易對象，只有當雙方彼此接受時，電力遠期合約才會開始生效。在交易過程中，雙方債信評等優劣為影響交易成功與否之關鍵。

4. 固定輸電權 (Fixed Transmission Rights, FTRs)，亦屬於財務上規避風險合約之一種，購買某一特定輸電線路在某一期間的所有權 (非資產實質所有權)。一旦確定，不論有無實質電力輸送發生，合約均屬有效，而所有 FTR 擁有人均須分攤輸電線路的連結成本 (Embedded Cost)。FTR 對財務而言，正負效應皆有，端視其所擁有的 FTR 方向是否與壅塞電流方向一致；順向，才可獲得補償，逆向，就必需負擔壅塞成本。

十一、代輸交易市場運作種類

1. 集中式多邊交易，有強制電力池與自願電力池兩種，差別在於是否要求所有發電公司必須加入，及雙邊契約交易有無絕對的自主權。
2. 分散式雙邊交易，係在不同地點、不同時間分別進行交易，電力調度依合約協議方式操作，所有電力參與者享有相當的自主意識，有依其需求安排電力交易的彈性。

十二、英美兩國代輸交易運作與訂價策略簡介

電力不同於一般商品，生產過剩時無法大量儲存，且電力是「即產即用」、不會按照既定路線輸送至某一特定的用戶及電力在輸送過程需要無效電力（Reactive Power）的支援。在確保電力系統的安全及穩定的原則下，電力系統需隨時備有各種備轉容量及全黑起動機組，故歐美制訂價格時會考量個別因素差異而有所不同，因英國、美國加州及東部之 PJM 各具代表性，將簡單介紹如下：

1. 英國英格蘭及威爾斯

(1). 交易機構

成立國家電網公司（National Grid Company, NGC），負責輸電系統的擴充規劃、操作、維護及集中市場的運作。

(2). 制訂交易價格之要素

購電價格（PPP）＝系統邊際成本（SMP）＋容量電費

售電價格（PSP）＝發電端購電價格（PPP）＋堆高費用

依一日前（Day-Head）之集中交易市場的購電價格（The Pool Purchase Price, PPP）及各機組（不含因系統限制而併聯發電之機組）實際出力計算電費收入，不再依各機組預期出力計算。發電端投標價格包含起動成本、空轉成本（No Load Cost）及三段之遞增成本。

系統邊際價格(System Marginal Price, SMP)又稱為密封式二次價格標(Second-Price Sealed Bid, 二次價格標),將所有滿足負載需求及操作備轉容量時之機組投標價格依遞增或遞減方式排列,由最高或最低價格來決定得標者,但所有得標者的得標價格並非其投標價格(True Cost),而是依據最高之得標價格或最低之落選價格來決定現貨市場(Spot Market)之交易價格,依此價格所得的各機組出力排程稱為理想排程(Unconstrained Schedule),並未考慮輸電系統線路限制與各種輔助服務。SMP在負載離峰時間僅考慮遞增成本。

容量電費(Capacity Payment)的目的係為提供發電公司投資興建電廠之誘因,確保電力系統隨時保有適當的備轉容量,因應負載的突增或機組故障而減少供電。容量電費是缺電機率(Loss of Load Probability, LOLP)與缺電成本(The Value of Lost Load, VOLL)的乘積,缺電機率以半小時為計算基礎,它反應所預測之負載無法被滿足的或然率。

用電戶依集中交易市場的售電價格(The Pool Selling Price, PSP)計收購電費用,是價格接受者(Price Taker)。為避免購入過高價格之電能,用電戶可以設定可停電力價格,超過此一價格即停止購電。

堆高費用 (Up-Lift Cost) 包括下列項目：

I 實際操作時，受到輸電系統輸送容量的限制，發電機組每半小時的實際出力與預期的出力多半不同，將造成發電成本增加。一般而言，排列在理想排程中之任一發電機組，如因考慮系統限制而減少出力或被要求解聯停機，稱為限制而待機(Constrained-Off)；如因考慮系統限制而增加出力或併聯發電，稱為限制而發電 (Constrained-On)，這兩者之間電費收入關係如下：

圖一 考慮系統限制之發電端的計費方式

實際調度 理想排程	發 電	待 機
發 電	PPP	PPP－投標價格
待 機	投標價格＋USAV	USAV

II 穩定電壓及頻率所需之各種輔助服務 (Ancillary Service)：為確保輸電系統穩定運轉，NGC 會與發電公司簽訂輔助服務的合約，請其提供調節系統頻率服務或提供無效電力，以穩定電壓。

III 未調度容量之容量電費 (Unscheduled Availability Payments, USAV)：此一容量電費的設計與系統缺電機率的大小有關，目的是希望發電公司提報的機組儘可能被調度。

IV 輸電線路發生供電瓶頸所增加的成本：NGC 以反應區域供需情形來計算所有參與集中交易市場者應負擔的系統使用費 (The Charges of Use of System)，即集中電力交易市場的參與者 (發電端與負載端) 均需依其所在位置及輸入或輸出的電量支付系統使用費。

圖二 反應區域電源供需與支付系統使用費情形

供電區域 \ 用戶種類	發電公司	用電戶
電源過剩地區	系統使用費高	系統使用費低
電源不足地區	獲得報酬	系統使用費高

(3). 交易運作模式

凡發電容量超過 100MW 業者必須強制參與電力池投標，並統一由國家電網公司 (NGC) 調度，為一強制性之集中電力交易市場。

2. 美國加州

(1). 交易機構

分別設立電力調度中心 (Independent System Operator, ISO) 負責操作輸電系統及電力交易所 (Power Exchange, PX) 經營躉售電力標售，企圖消除輸電線路業者對線路之控制。

(2). 制訂交易價格之要素

電力交易所負責購售電競標市場，受管制之電業躉售電力的買賣電行為都必須在 PX 市場之中進行 (目前已開放雙邊合約)，並透過此一機制訂定價格。基於穩定輸電系統有三大原因，分別有不同的價格考慮因素，形成下列市場：

I 即時電力市場(Real-Time Market or Day-Of Market)

電力市場實際運作時，發電端發電量與負載端用電量會有差異，稱為「不平衡電能」(Imbalance Energy)，此差異部分電能係以即時電力市場之邊際成本計算，依實際發電量是否大於計劃值及用電量是否大於計劃值來決定 ISO 或供需整合者 (Scheduling Coordinator, SC) 何者應負擔差額。另外，造成「無法計算之電能損失」(Uncounted For Energy, UFG) 有竊電誤差、抄表誤差、計算輸、配電線路損失的誤差及用戶負載模式的

誤差等，此費用將依每一交易時段的每一 SC 電表量的用電量大小來分攤。

II 輔助服務市場 (Ancillary Services Market)

電力輔助服務係為了保障電力系統安全，在輸電端與發電端之間，會有若干維持電力系統安全穩定的措施，於事故發生時可即時維持電壓與頻率之穩定，並調整供電負載與發電量，使系統及早恢復正常運轉。輔助性服務包括以下 12 種：系統控制 (System Control)、無效電力 (Reactive Supply)、電壓控制 (Voltage Control)、自動發電控制 (Regulation)、備轉容量 (Spinning Reserve)、替代備轉容量 (Supplement Reserve)、不平衡電能 (Energy Imbalance)、Load Following、備用電力供給 (Backup Supply)、實際輸配電力損耗替代 (Real-Power-Loss Replacement)、即時動態排程 (Dynamic Scheduling)、全黑啟動 (System Black Start Capability)、網路穩定 (Network Stability)。原則上所有的 SC 須自備自動發電控制、備轉容量及替代備轉容量等輔助服務。

III 壅塞管理市場 (Congestion Management Market)

當一輸電線的電力輸送量超過其容量時，即輸電線路產生壅塞。所謂壅塞管理係用來分配輸電容量給不同的用戶。ISO 進行分配時，除接受調整排程之價格標外，並配合 PX 市場中一日前交易之電力遠期市場 (Forward Market or Day-Ahead Market) 與即時電力市場 (Real-Time Market or Day-Of Market) 的作業時程。為解決壅塞情形，輸電線路兩端原來的交易計畫必須修改；電力過剩地區，發電量必須減少或負載必須增加；電力不足地區，發電量必須增加或負載必須減少。大區域間的壅塞稱為「區域間壅塞」，在每一區域內的壅塞則界定為「區域內壅塞」；ISO 排除壅塞順序為先處理「區域間壅塞」（此時，ISO 會收集壅塞費用轉交給輸電線路擁有者）再解決「區域內壅塞」（ISO 依地區不同向 SC 收取費用）。換言之，壅塞費用係指兩區域間交易價格的差額。

(3). 交易運作模式

電力交易所為自願電力池，電力調度中心（ISO）俟所有交易資料送達後，即進行壅塞管理（Congestion Management），評估是否會造成輸電系統壅塞；無，則交易成

立；有，先要求所有供需整合者(Scheduling Coordinator, SC)調整其電力交易安排，並對所有壅塞線路提供競標價格資料，進行輸電線路競價，ISO 依全部標單決定優先使用輸電線路順序及其應支付的費用，再公佈最後的電力交易排程及進行輔助性市場的競價。在此一現貨市場，發電端的發電公司須將其交易價格及數量按價格遞增方式提送標單；負載端的售電公司則將其計劃用電量及願意支付的購電價格按價格遞減方式提送標單；PX 彙集所有標單後，決定市場交易價格 (Market Clearing Price, MCP) 後，進行結算所有電力交易。此外，還有直購(Direct Access, DA)方式，用電戶直接與發電公司協商購入電力或透過非屬公用事業之零售電力供應商，如電力仲介商 (Broker)、電力行銷商 (Marketer) 及電力經紀商 (Aggregator) 以雙邊交易 (Bilateral Transaction) 方式購電。

3. 美國東部 PJM (Pennsylvania 賓州-New Jersey 紐澤西州-Maryland Power Pools)

(1). 交易機構

PJM 為北美規模最大的電力池，為進行電業改革，成立 PJM 聯通電網股份有限公司 (PJM Interconnection, L.L.C)，它

包含全美第一個運作之電力調度中心(ISO)與電力交易所(PX)(能源交換市場 Interchange Energy Market) ，並扮演下列角色：

1. 維持電力系統的安全性、適當性及可靠度。
2. 運作一個健全的、具競爭性的與非歧視性的電力市場。
3. 確保沒有單一會員或團體對於輸配電網具有絕對的影響力與操縱市場能力。
4. 經由有效的運作與管理，維持政府與市場參與者之信心。
5. 關心消費者需求，在不損及安全性之下，以最小成本為原則進行電力市場交易。

(2). 制訂交易價格之要素

ISO 執行 PX 之電能交易時，以確保輸電系統安全及儘可能減少限電為前提，並追求最低成本的電力交易。因此，ISO 在決定 PX 的交易價格與得標者時，將參與 PX 買賣雙方的投標資料與每一筆直購交易安排一併納入考慮。PX 的電能交易僅發電端競價，負載端可設訂可停電力價格及電量。直購者亦須提供交易資料給 ISO，須註明發電端的出力、地點與負載端的用電量與位置、是否願意支付壅塞費用、是否願意增加或減少電力交易量及是否參與 PX 的競價。

連接點的交易價格 (LMP) = 邊際機組的發電成本 +

輸電線路的壅塞成本 + 輸電線邊際損失成本

直購壅塞成本 = 電力交易量 × (提出端 Sink 的 LMP
- 接收端 Source 的 LMP)

PX 交易價格係採連接點邊際交易價格計價法 (Location Marginal Pricing)，即每一連接點 (變電所) 分別決定交易價格，每一連接點的邊際交易價格即為該連接點的電力交易價格；所有的發電端均依其連接點的 LMP 進行結算，而所有的負載端亦按其接收點的 LMP 進行結算。輸電線路如未發生壅塞情形則每一連接點交易價格相同；如某一線路發生壅塞，則每一連接點的壅塞成本與流經該點的電力潮流、邊際機組的發電成本有關。邊際機組的發電成本係指解決壅塞問題時，最後遞增及遞減發電機組出力之競標價格。

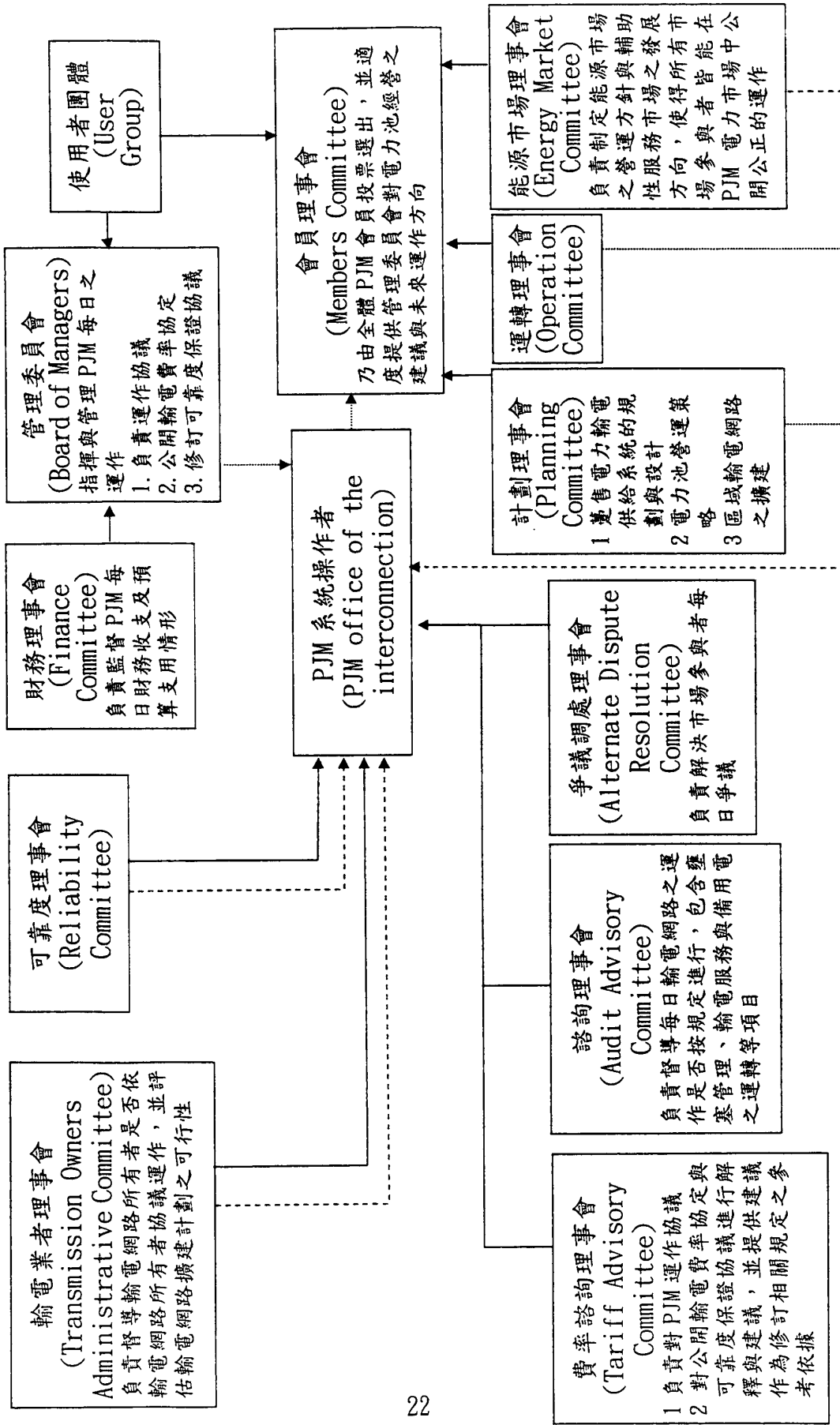
(3). 交易運作模式

PJM 提供市場參與者買賣電力，安排雙邊交易 (Bilateral Transaction) 排程、提供備用輸電服務及輔助性服務。PJM 另成立控制中心整合不同型態之發電廠，火力、核能與水力等大小不同發電機組約計 540 部，並進行電力負載預測以提供負

載所需之電力、安排排程以便進行雙邊交易及調度即時電力以維持負載所需等。

凡參與 PX 市場中一日前交易之電力遠期市場 (Forward Market or Day-Ahead Market) 參與者需於交易日前一天中午 12 時以前將所有競標資料送 PJM ISO，以便 PJM ISO 能於交易日前一天下午 4 時公布交易結果、各連接點之發電量與需電量及 LMP 等各項資料，此一市場之 LMP 的計算及結算均以「小時」為單位；即時電力市場 (Real-Time Market or Day-Of Market) 於交易日前一天下午 4 時至 6 時接受標單，在此 LMP 以每 5 分鐘計算，經加權後以「小時」為結算單位。

PJM 組織架構圖

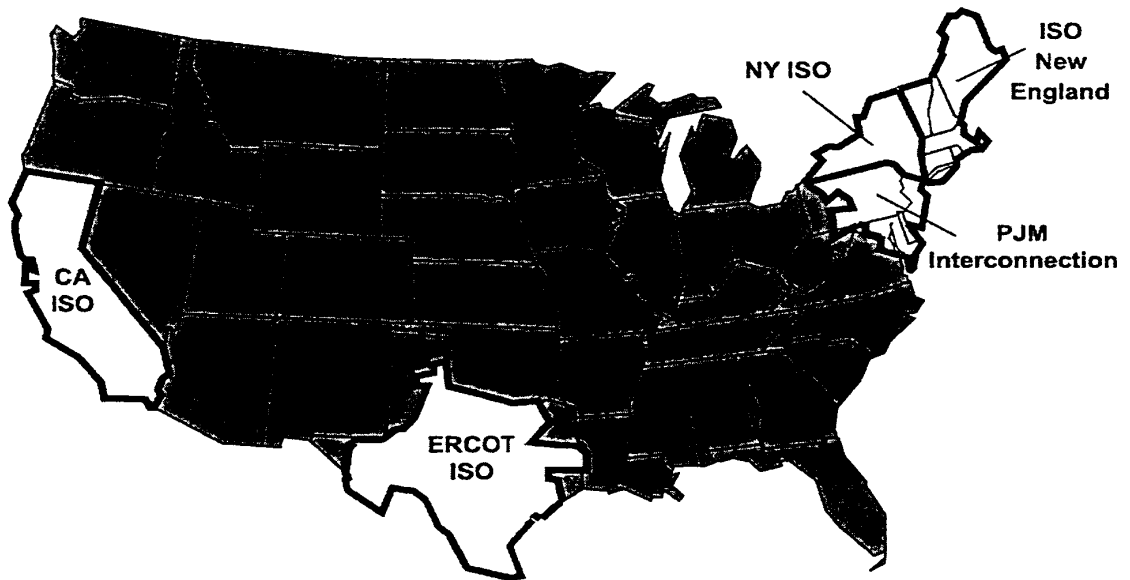


資料來源：PJMISO

肆、研習內容

一、美國現有獨立操作機構之電力市場

U.S. Independent System Operators in Operation, 2000



二、康愛迪生公司 (Con Edison)

直至 2000 年為止，美國電力市場共計有五個電力調度中心 (ISO) 運轉，東岸共計三大電力調度中心，分別為新英格蘭電力調度中心、紐約電力調度中心與 PJM 電力調度中心 (Pennsylvania 賓州-New Jersey 紐澤西州-Maryland ISO)，西岸有加州電力調度中心、南岸則是德州電力調度中心。此次訪問康愛迪生公司係屬 Consolidated Edison, Inc. 全美最大能源公司之子公司，為超過三百萬人之紐約市、紐約州及 Westchester County 等地提供電力、瓦斯及熱氣。

1. 紐約電力市場自由化過程

鑑於紐約州的平均電價曾是美國最高電價區域之一，特別是人口稠密的紐約市及長島，所以州立公眾服務委員會 (State Public Service Commission, PSC) 一直致力於如何降低電價。1994 年紐約州公眾服務委員會開始實施競爭機制程序，並建立紐約電力競爭市場架構。1997 年電業重組以前，公用事業擁有發電廠及輸配電系統，紐約州所有受管制公用事業組成一個電力池，以集中方式提供有效率的電力調度與輸電線路管制。惟自 1996 年電業重組計劃開始，為避免現有公用事業無效率地濫用市場權力，要求傳統公用事業將

自有的發電廠賣給私人及未受管制公用事業，包括未來的發電廠址並清算大部份的發電資產。為了獲得更富競爭力的發電服務，輸電網路必須對外公開。1997年以全新、非營利性的紐約電力調度中心(NYISO)取代紐約電力池(Power Pool)，進行競價基礎之躉售電力交易，並負責壅塞管理、輔助服務及紐約州電力系統之輸電線路限制管理。

而1997年9月Con Edison、PSC與其他團體達成協議，此協議要求Con Edison放棄發電廠，Con Edison為提升競爭力，同意賣掉大多數市內發電廠。1999年6月至8月，Con Edison同意支持建立獨立操作系統組織(NYISO)，這個組織包括電力交易所(PX)在內，於同年11月18日開始運作。Con Edison則專心經營輸電線路，以安全、可靠的方式輸送電力至商店或住家，並仰賴長期合約獲得供電來源與透過NYISO現貨市場買電供給紐約市三百萬市民。

2. 紐約電力交易市場架構與運作模式

紐約ISO成功關鍵在於紐約電力網和建立兩個能源交易市場。這兩組能源價格係由每天交易市場的每一小時產生的，一個是一日前市場，第二個是即時現貨市場。一日前市場價格係反映預估發電及輸電的系統負載，即時現貨市場則反映系統

當日發生的實際情形。兩個市場皆是由 NYISO 計算及公告每小時的結清價格，此價格是基於發電量的投標價格。最高價格投標的發電量被選為訂定那小時的價格，此價格會隨著發電廠的地理位置及負載而變動。如未發生線路瓶頸時，全州電價扣除線路損失後是一致的。消費者可自由選擇以受管制的輸配電公司供電或以未受管制的發電公司供電。用電戶與發電廠皆是以 NYISO 的結清價格計算購電成本或賣電收入。所有輸配電公司的線路被利用供給電力給最後顧客。

隨著 NYISO 運作開始，以小時為單位波動的能源價格變得更有意義。例如，5 月 8 日紐約的即時現貨市場價格改變是從下午 3 時每百萬瓩 220 美元至下午 4 時每百萬瓩 1500 美元。此外，能源因有匱乏之虞，其價格通常是今年價格高於去年價格，增加的部分多半是因為燃料成本上漲且市場結構由 NYPP 下的成本基礎移至競價基礎，也是因為能源價格升高。NYISO 惟恐價格變動過大，會採用較低價格發電機組之長期合約。

NYISO 透過市場監視，負責評估能源價格波動，並採取緩和措施以減少市場權力濫用的活動。而 Con Edison 是扮演監督的角色，除支持能源競爭市場發展外，並嚴密監控 NYISO 的績效：如 NYISO 市場結構與運作，有效率地提升競爭。

3. 紐約電力交易市場訂價方法

NYISO 亦採用連接點邊際交易價格計價法 (Location Marginal Pricing, LMP)，指某一特定區域供應次一百萬瓦至網路之成本，目的是鼓勵新電廠在輸電價格高的區域建造。為避免輸電線路與電力系統超負荷，NYISO 可能會調度線路未受限制且成本較高之發電機組，而造成線路超載之競價次低發電機組將會被要求降載，這會形成區位差異成本，增加壅塞成本。

4. 紐約電力交易市場自由化對消費者的影響

屬於受管制的公用事業，康愛迪生公司是以管制者制定的價格傳輸電力，而被賣掉的發電廠因不再被管制，新電廠擁有者是以競爭市場的價格為準。所以 Con Edison 鼓勵用戶向在紐約州登記的供應商 (ESCOs) 買電。由於 Con Edison 對用戶提供全套服務，係包含代輸電力及買電，價格比照 ESCOs，係基於供需原理所產生的價格。在 ESCOs 市場有各種價格及服務可供選擇，消費者可儘量比價以做個聰明的購買者，Con Edison 會以受紐約州公眾服務委員會管制的輸送價格將電力安全、可靠地送至公司或家庭。

5. 紐約電力交易市場自由化之電費收據變化

用電戶會較關心未受管制發電公司的新電價帳單是否過

高，現在消費者向新的未受管制電廠買電或透過 Con Edison 輸配電網可以增加許多選擇。Con Edison 超過 50% 用戶的電費單會反映出供電能源成本，且比例會逐漸增加。在用電需求上升與燃料成本上漲的相互影響下，發電廠須考慮被要求配合上升用電需求的燃料成本。這對已賣掉發電廠的 Con Edison 是重要的，且過去幾年的輸送成本已經遞減，至 2001 年將會減少 2.09 億元，而 1997 至 2005 預估總計減少 260 億元；同時，Con Edison 專心經營傳輸電力，未來五年將再投資 24 億，單就 2001 年中已投資 4.83 億元。Con Edison 電費帳單將被分割成供電、輸電及稅三部份：供電價格是未受管制的且逐年增加，輸電價格是受管制的且逐年減少。Con Edison 的電價會隨時反映景氣繁榮與否及上升燃料成本，而未來帳單如次：

Summer Preparedness 2001

Your Con Edison Bill

Regulated Portion of Your Bill

Delivery

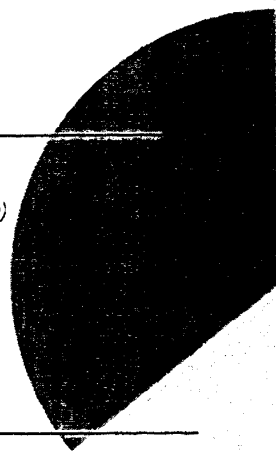
(Transmission and Distribution)

Con Edison's bill for delivering energy.

Rates have decreased.
By 2005, savings for customers = \$2.5 billion.

Taxes

Local, state, and federal



Unregulated Portion of Your Bill

Supply

What Con Edison must pay for the electricity we deliver to you.*

This cost has increased.

**Customers can now choose to purchase energy from an unregulated energy supplier.*

The Facts About the Price of Electricity

- Competition is changing the industry, creating new realities and new challenges.
- With deregulation, we buy energy too, but with supply tight and the economy booming, fuel and energy prices are rising sharply.
- Con Edison is working with state, local, and federal government; elected officials and regulators; consumers; and all market participants and parties to make the transition easier. We're reducing rates, working to lessen taxes, and supporting the development of new power supply sources.
- We remain the most reliable utility in the country — **99.99%** reliable.

三、比較紐約州與加州之電力市場

1. 相似部分

- (1). 解除電力管制，兩州皆要求當地公用事業賣掉其自有電廠，因為當市場上有足夠的供電者時，當地公用事業只須負責電力輸送。目標是想以競爭方式提供更多的供電選擇及降低成本予消費大眾。
- (2). 訂價，兩州能源價格上漲主因皆是高燃料成本，尤其是2000年的紐約州，價格上升部分，有70%是因為燃料成本增加，而缺電的加州與電力吃緊的紐約州皆容易造成用電價格上揚。
- (3). 發電廠需求，經濟景氣繁榮時，兩州預期用電量皆會高於正常成長，可是新電廠的建造卻無法同步，這對紐約州而言，近期內還有足夠電力可維持穩定供電，加州則電力不足。另在維持供電可靠、淘汰舊機組及供應足夠剩餘容量予競爭市場之降價目標下，兩州皆在其後數年有增加新電廠之需求。
- (4). 增加輸電線路容量之需要，否則徒有足夠的電力也不能輸送，就像北加州與南加州間主要輸電線路情形，當加州不能適當地解決此一問題時，就算北加州以外的地區有多餘

電能時，也不能解決北加州即時供電問題。而紐約州輸電線路壅塞情形是發生在紐約州東部及紐約市，只能要求發電容量的 80%作為紐約市負載的備用容量。對兩州而言，新輸電線路容量之投資可減少供電限制危機與增加輸入端與輸出端之電力。然而，輸電系統是昂貴的投資，有覓地困難及建造時間長之問題，遠不如以新技術改善現有輸電線路容量之可行性來得高；此外，輸電系統亦可替代發電廠，不同地區發電廠可藉輸電線路將電力輸送至沒有發電廠的地區。

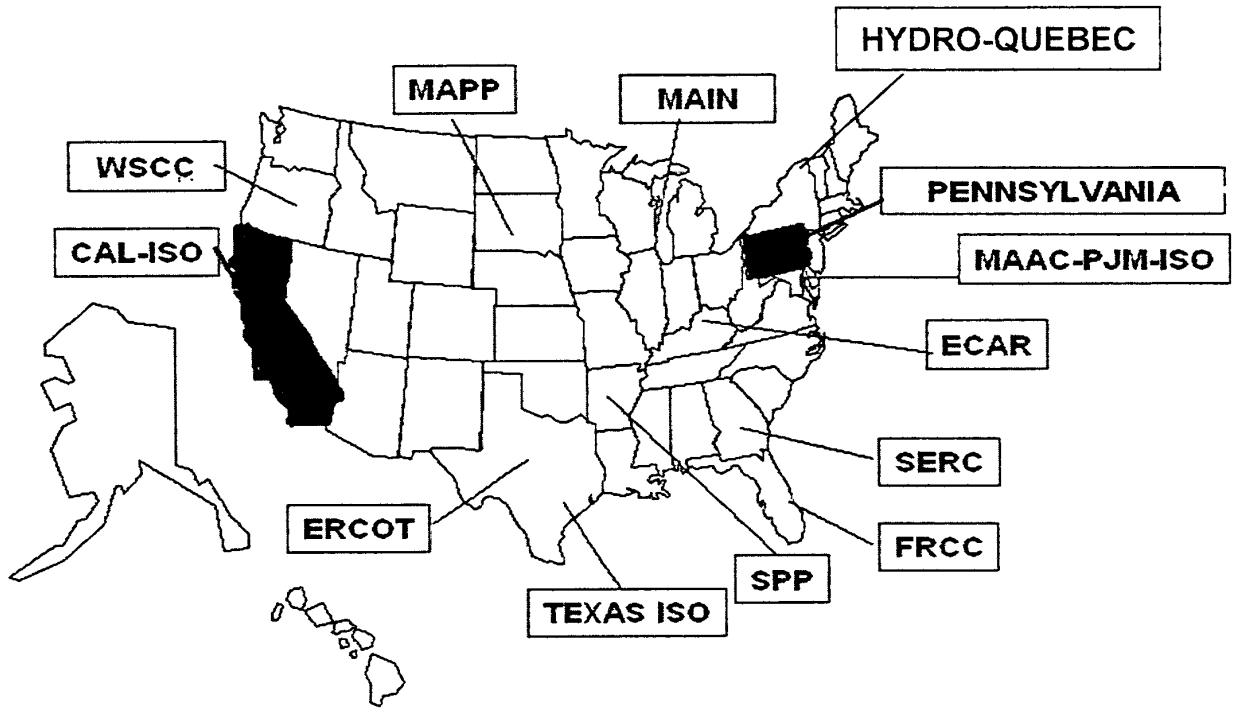
2. 相異部份

- (1). 電力市場基本架構不同，加州自由化的主要缺點在於對躉售電力市場解除管制，零售市場依舊維持固定價格，使消費者看不到批發電力成本上升，也缺乏誘因讓消費者願意省電以節省支出。同時，加州公用事業被要求購買每日現貨市場滿載之發電量，無法對固定零售價格加以研究改進。上述因素導致公用事業嚴重地財務困難，威脅整個地區的穩定供電，並殃及當地經濟與工作機會。紐約州則沒有這些問題，以位於紐約州的 Con Edison 為例，將躉售電力市場劇烈變化的購電成本，完全反映給用戶。Con

Edison 並自 1997 年起在 PSC 要求下，逐漸減少電力輸送費率，此項措施會持續至 2005 年。

- (2). 供電燃料成本組合差異，在加州嚴格的環境管制法下，要求該州新蓋電廠必須以天然氣為發電燃料，故加州有 50% 發電廠是以天然氣發電，有 25% 依賴降雨量之水力發電，僅有不超過 10% 是來自核能或燃煤發電，這影響加州發電成本太高、供電不穩定及電力不足之主因。紐約州僅有 28% 以天然氣發電，17% 依賴大湖區供應水力發電，大約 37% 是使用核能或燃煤發電，這使得紐約州供電成本較低且可靠度高。
- (3). 負載成長預測準確使得紐約市電力吃緊卻無停電壓力，過去數年紐約市經濟成長非常迅速，預估五年內用電成長 1.2%，實際成長 1.7%，故負載預測尚稱準確；反觀加州，預測 1995 年至 1998 年之每年用電成長為 2.3%，實際上卻成長了 5%，足足少了一半的用電量，造成加州大停電。

四、美國未來成立獨立操作機構之電力市場



五、美國各州電力市場未來發展

全美六大電力調度中心	加州電力調度中心 California ISO	德州電力調度中心 ERCOT Texas ISO	新英格蘭電力調度中心 New England ISO	中西部電力調度中心 Mid West ISO	紐約電力調度中心 New York ISO	PJM 電力調度中心 Pennsylvania New Jersey, Maryland ISO
操作日期	1998年3月31日	1996年8月	1997年	1998年規劃，目前尚未操作	1999年	1998年4月
涵蓋範圍	加州	德州	康乃迪克州 緬因州 麻薩諸塞州 新罕布夏州 羅德島 佛蒙特州	伊利諾州 印第安納州 肯塔基州 密蘇里州 俄亥俄州 馬里蘭州 威斯康辛州 維吉尼亞州 西佛吉尼亞州、賓州	紐約州 紐澤西州	賓州 馬里蘭州 紐澤西州 維吉尼亞州 華盛頓特區 德拉威州
擁有輸電線路公司	3	16	15	13	8	10
組織型態	非營利	非營利	非營利	非營利	非營利	非營利
董事理事會	24位會員選13位理事代表	18位會員選6位理事代表	10位獨立會員	8位獨立會員	10位獨立會員	8位獨立會員
控制區域	單一	多重	單一	多重	單一	單一
輸電權計劃	發展中	無	發展中	未決定	線路壅塞合約	固定輸電權
線路壅塞管理	價格基礎	優先權	優先權	優先權	價格基礎	價格基礎
輸電費用(既定收入方法)	輸電線路公司至用戶端的連結成本	全系統計算(郵票法)	輸電線路公司至用戶端的連結成本	輸電線路公司至用戶端的連結成本	輸電線路公司至用戶端的連結成本	輸電線路公司至用戶端的連結成本
輔助服務	不提供	整合	提供	安排	提供	提供或整合
輸電規劃	引導整合過程	整合	引導	輸電線路擁擠者負責	主動參與	預先規劃
操作集中交易市場	分開	無	聯合	無	聯合	聯合
集中交易市場型態	電力交易所管理一日前及一時前市場 ISO 負責輔助性服務、即時不平衡電能及壅塞管理等。	無	區域性的一日前市場，所有電力交易者是以提出端的結清價格計算	無	ISO 決定一日前市場與即時市場；接受額外的競標，但即時市場調度前 90 分鐘不接受競標	ISO 同時管理電能與備用電力，發電業者在即時市場上是以小時為競標單位

六、代輸交易市場抄表、帳單服務方式之探討

電業改革前，係由供電業者提供整體性 (Bundle) 服務，將發電、輸電、配電三者相關成本及抄表、收費等服務以一張電費單據向用戶收取，並未劃分所有成本項目。電業改革後要求所有公用事業須將發、輸、配電成本分別詳列，供消費者選擇不同的發電公司。美國有些州甚至考慮抄表及帳單分別由競爭的不同發電公司提供。

電業自由化後，不同供電者的利益應兼顧消費者的權益與便利，才會與當初的推行宗旨相符，所以，如何向用戶收取電費有下列問題值得深思的：1. 如何幫助不同的供電業者以測量用電量分攤成本。2. 誰來決定電表的操作標準。3. 誰來安裝及維護電表。4. 誰來抄表並提供抄表資料。5. 不同供電者如何向用電戶收費。6. 誰回答消費者對抄表指數及電費單據的疑問。

如要精確地計算出電力成本，必須知道什麼用戶什麼時候用了多少電，對耗電多的製造業或商業中心而言要求的是在一天特定時間的最低價格，計量單位是以「小時」或「25 分鐘」為基礎的，新抄表系統將包含因應不同發電公司供電的計量複雜性的增加，及電費單據整合消費者購買不同供電來源的用電量。對住家及小型企業而言，計量單位是以「月」為基礎的，其現所使用的電表是多年前由受管制公用事業提供的，為因應以價格選擇不同供電公司，將

會發展新的抄表設備測量用電戶某特定時間之耗電量。未來，用戶如要選擇不同的發電公司，可能要包含購置新電表的成本。

在電力競爭市場，任何人皆可要求抄表資料：消費者會想知道何時用了多少電，可以幫助其控制用電費用；供電者像發電公司、電力交易市場、公用事業想要用電戶電費幫助以何種價格減價；輸配電公司可以利用其抄表資料規劃是否擴充或限制其輸電線路容量與解決糾紛；政府或管制者可依此資料制定保護消費者政策及調解爭議，並監控電力市場運作及發佈未來抄表設備之標準、消費者用電量資料控制、決定對外提供那些資料、相關組織之溝通資料及建立保護消費者隱私規則。

伍、台灣電力代輸制度之探討

台電擁有全國電力網與美國國情不同，勢必扛起代輸其他發電公司電力到最終用戶之重責大任，讓消費者有選擇質優且價廉供電品質之機會。成立電力調度中心與電力交易市場，惟現有實際運轉發電之民營電廠數目有限，其餘建廠亦有困難，而合格汽電共生系統發電機組亦不適用於穩定供電來源，不易形成電力市場。

另外，台電實際經營電力代輸業務時，須考慮下列相關成本如連結成本：輸電系統整體性開發計畫所應進行者、系統維護運轉所產生之相關費用及用戶引接輸電線所需增加之個別費用須於期初一次繳清。系統使用成本：輸電費用(運維費、折舊、稅捐、營業外支出) + 分攤服務單位費用(如企劃、人事、財務、會計等管理費用) + 分攤總處支援單位費用(如電力通信處、秘書處等) + 分攤利息費用 + 投資報酬 + 政策性負擔 - 連結成本(列營運費用部分)。輔助成本：如調節及頻率反應服務、能量失衡服務、熱機備轉服務、補充備轉容量服務。及其他成本：如排程、系統控制及調度服務、無效電力供應及控制服務、輸電損失補償、系統電驛保護。

設備方面，配合計費需求的新設備：在大用戶端及民營電廠端需裝置智慧型電表，電表須具紀錄時段性、接收時間同步、符合將來代輸費率結構及符合中央標準局度量衡標準之功能。另在大用戶端、民

營電廠端及台電端裝置通訊設備。此外，在台電端需裝置代輸計費處理電腦設備。配合調度需求的新設備：在大用戶端及民營電廠端裝置小型RTU。另在大用戶端、民營電廠端及台電端裝置通訊設備。

在計費與轉帳方面，因電力代輸係屬民營電廠租用台電公司輸電設備售電予代輸客戶，屬租賃業務性質，其計費作業宜按設備租賃及提供代輸服務方式處理。另考量電力代輸之計費作業必須同時計量發電端供電量與負載端用電量之數值，並統計兩者間之差異，故應利用智慧型電表同步計量，且計算代輸費用時應考慮輸電線之線路損失因素。鑑於電力代輸為新增業務，為便於事權專一，有關代輸計費作業等有關業務宜由輸電線路管理單位統籌辦理。而要求代輸業者以何者方式繳付代輸費用係屬代輸合約問題，如要求業者以轉帳方式繳付，由雙方共同協議約定相關作業程序，並明訂於代輸合約，俾作為執行之依據。此外，電費單據提供下列功能：為不同供電來源計價、發展同時保護消費者及供電者之標準、決定由誰提供電費單予最終消費者、決定電費單的內容、抄表日期及建立信用，並解決消費者及供電者之爭議及終止服務。

陸、研習心得

由於時代變遷及技術革新，許多舊思維必須重塑。以往經濟學領域中，電業是獨佔的最佳範例，然而在環保意識的抬頭及方便停機檢修的要求下，發電機組已逐漸邁入小型機組，除可縮短建造時程外，更可減輕成本壓力。所以，小型發電機組的發展係電業解除管制的開始，但如沒有完善運作的電力代輸市場，將無法完成南電北送或東電西送，讓受限於人口密集與覓地困難等因素之區域享有成本較低之電力。另電業自由假設除可增加電力供給外，亦可降低整體社會用電成本，民營電廠開放設立即是發電業解除管制的第一步，但開放後即牽涉到電力代輸問題，因電力須經由電力網路傳輸，而電力網路扮演特殊角色，明顯呈現自然獨佔的特性，因此整體輸、配、電網路系統的規劃管理、提供即時而有效的交易資訊、代輸費率的計算、購電量與供電量的測量、設計電費收據內容及解決用戶對電費的疑惑，都將成為電業解制後電力代輸的重要課題。

柒、參考文獻：

1. 王京明、許志義、陳士麟、黃大薇、郭婷瑋，“台灣電力系統電力代輸之研究”，台灣電力公司委託，民國 86 年。
2. 王京明，“美國電業自由化及電力代輸政策法規之發展”，《經濟情勢暨評論季刊》，台北，民國 86 年 11 月。
3. 李清榮，“電業自由化下之電力市場競爭發展趨勢”，能源季刊第二十八卷第二期，民國 87 年 4 月。
4. 王京明、許志義，“台灣電力代輸制度規劃之研究”，中華經濟研究院，當前經濟問題分析系列，NO.9，38 頁，民國 88 年 5 月。
5. 鍾輝乾，“剖析英美電力市場的運作方式”，能源季刊，第 29 卷，第 4 期，頁 61-79，民國 88 年 10 月。
6. 陳瓊瑤，“南非與英國電力池之比較分析”能源季刊，第 29 卷，第 4 期，頁 80-95，民國 88 年 10 月。
7. 錢玉蘭、王京明、鄭鈞云、劉幹博，“供電成本與電價結構之研究”，民國 88 年 10 月。
8. 陳澤義、許志義、余長河、洪紹平、許宏敏、孫世婉、王大成，“電業自由化下電力交易制度規劃之研究”，民國 89 年 3 月。
9. 林唐裕、吳再益，“從歐美電業發展趨勢探討我國電業自由化方向”。

10. FERC RATE SCHEDULE FOR THE WHOLESALE SALE OF ELECTRICITY

• AT MARKET-BASED RATES, CONSOLIDATED EDISON COMPANY OF NEW YORK, INC. 1997年3月。

11. A COPY OF COMPETITIVE METERING, BILLING AND CUSTOMER SERVICES : AN ANALYSIS OF OPERATIONAL ISSUES (PART I), BY DR. STEPHEN S. GEORGE, PUTNAM, HAYES & BARTLETT, INC., IS AVAILABLE FROM THE EDISON ELECTRIC INSTITUTE, 202/508-5000. °