

我國電力自由化市場交易機制與配套措施研究

A Study on Market Mechanism and Ancillary Service for Deregulated Power Market of Taiwan

彭金堂¹ Jin-Tang Peng
元培科技大學企業管理系

林國勝² Kuo-Sheng Lin
國立清華大學工業工程與工程管理研究所

¹Department of Business Administration, Yuanpei University of Technology and

²Department of Industrial Engineering and Engineering Management, National
Tsing-Hua University

(Received October 16, 2007; Final Version March 21, 2008)

摘要：電力產業具有規模報酬遞增的特性，電力供給一般都以獨占的公用事業型態存在，但是隨著產業結構的轉變與電力科技的進步，使得電力產業的開放與自由化成為世界各國電業發展的趨勢。目前，全球已有很多國家實施電力自由化，台灣也正在研擬電業法修正法案，逐步開放民營發電業、推行台電的民營化與電業的自由化。其中，建立電力市場交易機制與配套措施成為重要的課題。本研究是接受台電公司委託研究成果之一，主要目的為分析探討各國電力市場的競爭機制，利用決策分析系統化的分析方法，從定義問題分析各種方案，藉由優劣分析客觀描述各方案的預期結果與可能狀態，與配合分析台灣電力市場的環境因素，最後綜合判斷台灣在電力交易與電力運作方面適合採行的方案，提出台灣電力市場交易機制與運作的關鍵成功因素，以提供政府相關單位修法以及擬定配套措施的決策依據。

關鍵詞：電力自由化、電力市場、決策分析、SWOT 分析

Abstract : Deregulation of electric power industry has become a worldwide trend, undergoing in many

* 本研究承蒙國科會與台灣電力股份有限公司之經費補助，並特別感謝簡禎富教授、陳士麟教授、林怡傑、林章平等之協助。

countries including Taiwan. Because of the liberalization policy of Taiwan's power industry, there is a critical demand to explore the mechanism of power market and thus design appropriate to maintain the stability of power market in a deregulated environment. This study aims to explore the mechanism for power market by using SWOT analysis and to thus propose the appropriate operation guides to avoid possible failure of market operation in a deregulated electric power market. This study concludes with discussion on critical success factors of the proposed market infrastructure.

Keywords : Deregulation, Power Market, Decision Analysis, SWOT Analysis

1. 緒論

1.1 研究背景

電力自由化是世界各國電業發展的趨勢，全球已有很多國家實施電力自由化，台灣刻正研擬電業法修正法案，逐步推行電業的自由化。由於電力為國家重要資源，具有自然獨占的性質，所以電力供給一般都以獨占的公用事業型態存在。過去台灣為了國家安全、經濟發展與產業升級，將電力事業視為國家基礎建設之重要一環，因而以國營事業型態獨占經營，以合理的費率，提供穩定的電力供給與服務，但是隨著資訊科技的發展與電力科技的進步，使得電力產業的開放與自由化成為電業發展的趨勢，能夠以自由化的手段達到電業經營效率提升的目標 (Chien *et al.*, 2003; Lo *et al.*, 2001)，增進產業的發展，然而電力自由化推行成功與否，主要在於市場運作機制架構設計是否良好 (Fang and Hill, 2003)，因此如何開放電力市場以及建立電力交易的機制成為重要的課題。

雖然目前已經有很多國家實施電業自由化，也有很多的電力交易制度可以參考 (Cheung *et al.*, 2000; Denton, 2001; Glachant, 1998; Herguera, 2000; Kahn *et al.*, 1997; Skytte, 1999)，不過各個國家由於電業結構與環境的不同，在實際運作模式上都稍有差異，如果要直接套用國外的運作模式在台灣，可能無法達到電力自由化所應有的效果，更何況國外的運作制度有出現一些問題，例如，加州缺電事件、英國電力交易所產生的問題 (辜振宗，民 90；王啓雲，民 87)。電力系統是一個龐大且複雜的系統，因為電力系統包括發電端、輸配電、用電端等各個子系統，並且需要很多技術運作的配合 (鍾輝乾，民 88)，因此，要將電力系統的運作方式，從過去的垂直整合轉變為一個不同於以往的運作方式，將是一個牽涉甚廣也不容易解決的課題 (Chien *et al.*, 2002; Peng *et al.*, 2004)。過去國內學者探討各國電力交易制度的文獻很多，主要有對個別電力自由化國家電力交易制度的探討，也有很多是不同制度間的比較，在內容的呈現上多著重於制度的介

紹，以及制度特點的說明，或者是偏向特定問題的解釋，較無文獻將制度設計上的優缺點，以及與外在環境因素綜合分析，因此缺乏有系統的整體分析。本研究以決策管理的角度來客觀的觀察各種交易制度，更深入的分析與討論。

1.2 研究目的

本研究之目的是藉由決策分析科學化的方法步驟（毛治國，民 92；簡禎富，民 94），探討國外電力市場的競爭機制，吸取國外自由化成功的經驗，配合分析台灣內在環境的因素，提出台灣在電力交易與電力運作方面應該考慮的重點，提供政府修法以及擬定配套措施的參考依據。本研究首先探討與回顧已實施電業自由化國家的各種不同的市場交易制度，然後利用優劣分析方法（SWOT Analysis）比較各種不同的電力市場交易制度，將各種制度的優缺點整合起來加以討論，並且以決策分析的方法，讓規劃者有整體的觀點，明確的訂定欲達成的電力自由化目標，以及推動時的各項策略、步驟，研究結果可以提供未來實施電業自由化時訂定各種施行方案與配套措施的參考。

1.3 研究架構

本研究以決策分析架構的方法步驟，探討電力自由化市場競爭機制與配套措施。簡禎富（民 94）提出紫式決策分析架構（UNISON Framework for Decision Analysis）包含六個階段（如圖 1）：了解問題、界定利基、架構影響關係、客觀描述感受、綜合判斷與主觀衡量、權衡與決策。本研究依此架構及分析步驟，首先了解問題與問題定義，決策問題為探討電力自由化電力市場的競爭機制，策略目標是從目前自由化電力市場競爭機制的各種方案中，選擇適合國情與條件的可行方案，架構影響關係部份是考量台灣內在環境的影響因素，藉由優劣分析客觀描述各方案的預期結果與可能狀態，最後綜合判斷台灣在電力交易與電力運作方面應該採行的方案，提供政府修法以及擬定配套措施的參考依據，成為本電力自由化研究之研究架構（如圖 2）。本文後續依據研究架構的各個階段說明，在第二節探討與回顧已實施電業自由化國家的各種不同的市場競爭機制，在第三節探討台灣電力自由化運作模式與電業環境，在第四節藉由優劣分析客觀描述各方案的預期結果與可能狀態，在第五節說明本研究的結論與建議提供政府修法以及擬定配套措施的參考依據。

2. 電力自由化模式

本研究藉由決策分析科學化的方法步驟，探討電力自由化市場競爭機制與配套措施，首先在問題定義與界定利基部分，探討與回顧已實施電業自由化國家的各種不同的市場交易制度。本節分析「強制電力池」與「雙邊合約搭配自願電力池」兩種交易型態。依據交易地點之分散

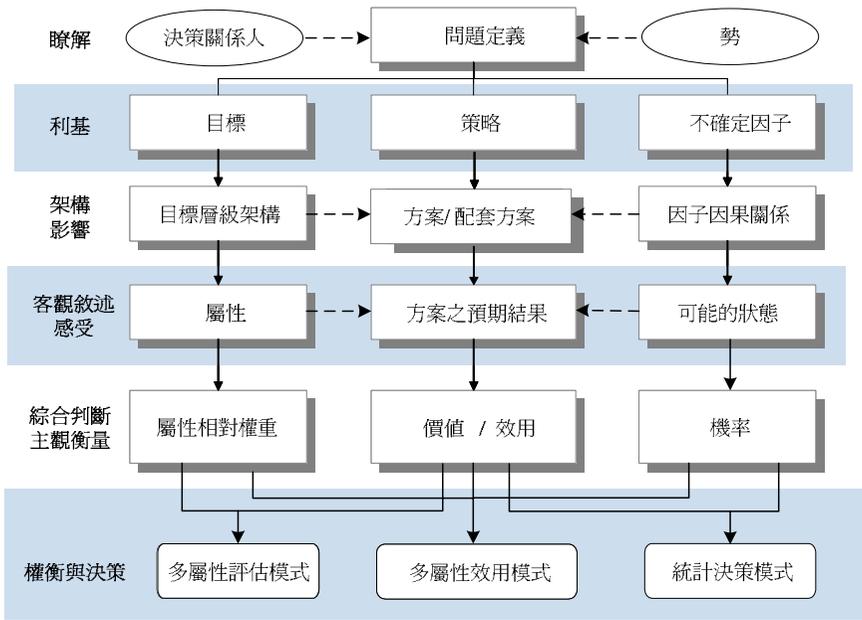


圖 1 紫式決策分析架構 (簡禎富, 民 94)

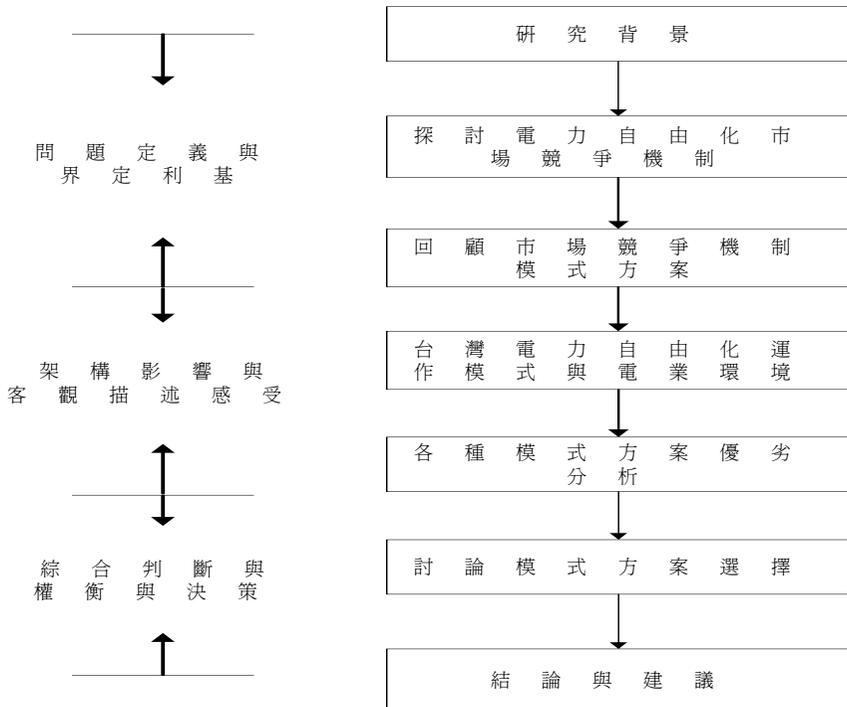


圖 2 研究架構

與否，主要可分為集中交易型態的「電力池 (Pool) 交易」，以及分散交易型態的「雙邊契約 (Bilateral Contract) 交易」兩大類型。電力是一種無法儲存的能源，而且其供給與需求必須要達成平衡，並且必須要透過架設的線路來運送，另外，電力無法像有形的實體交易一般，可以清楚知道供給者與消費者，電力只能區別發電出力多少以及用電負載多少，由於這些特性，增加了設計電力交易制度的複雜性。基本上先進國家的電力交易制度可以簡單的分為兩大類，分別是強制電力池與自願型電力池搭配雙邊合約兩種，可是電業尚未解制的國家與地區，一定要建構一套符合自身電業結構與環境的電力交易制度。

本節以系統之程序系統觀以及主體互動系統觀，說明強制電力池與自願型電力池搭配雙邊合約兩種電力交易制度。所謂的系統觀，乃是根據系統是相互作用的諸要素之複合體，所產生的一種立足整體，總觀全局，使整體與部分統一在一起，使分析與整合有機結合起來之科學研究方法 (顧志遠，民 87)。以下兩小節即分別說明兩種交易制度之交易型態，利用程序系統觀，以該交易制度的進行步驟，說明交易系統的運作；然後利用主體互動系統觀，以發電業者、輸配電業者、電力用戶、以及系統操作者間的互動影響關係，解釋交易系統的運作。

2.1 強制電力池

強制電力池集中交易制度下，市場中除了汽電共生業者與再生能源業者直接供電給特定用戶以及專供自用之發電設施外，全數之發電業者（電力供給者）與電力需求者皆須在集中之電力交易場所 (Power Exchange) 進行公開競價與交易。為了配合強制性電力池之集中交易市場特性與統一調度需求，必須將發電業者所擁有之輸電線路設備分割出來，輸電業者亦不得兼營發電業務，避免具有輸電網路經營權之企業，利用網路經營權操控電力調度，影響市場競爭機制的完整。市場由獨立系統操作者 (Independent System Operator, ISO)，例如電力調度監督委員會，統籌輸配電規劃與電力負載預測相關之業務，並在公平、無歧視的原則下進行電力之調度，ISO 亦需在線路發生壅塞狀況時，以公平一致的原則對市場進行統一之壅塞管理。目前採取強制電力池交易制度的代表國家有英國與澳洲，這些國家以此制度進行統整性之電力調度，並經由操作較簡易之電力池系統來維持整體電力系統之穩定度與可靠性。以下以英國電力市場運作模式為例，說明強制性電力池之運作。

英國電力市場參與者若需使用電力網路，就必須加入電力池成為會員，集中市場內買賣雙方進行公開交易，並配合電力輸配電系統之統一調度管理，電力交易場所係由國家輸電公司 (NGC，目前轉為民營) 提供，並負責電力池之運作。英國電力池市場包含三個部分 (如圖 3)：期貨以及遠期契約市場、短期雙邊契約市場與四小時後均衡市場 (洪德生等，民 90)。其中，期貨以及遠期契約市場之主要功能為規避價格波動之風險，目前英國之長期合約交易量為現貨合約交易之三倍左右；短期雙邊契約市場之主要功能則是讓電力市場參與者有機會根據即時電力

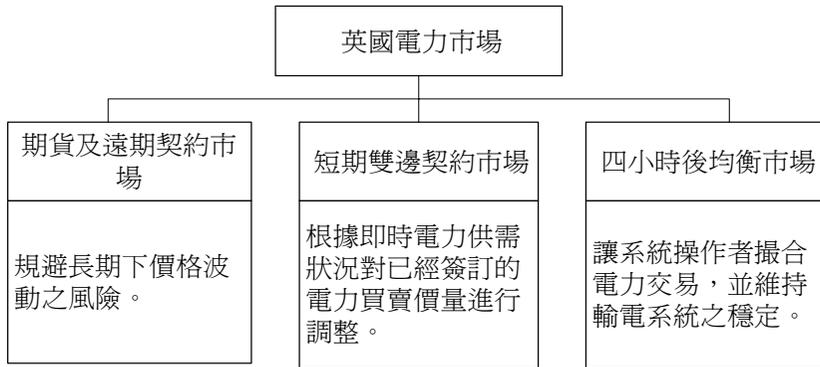


圖 3 英國電力市場架構圖 (彭金堂等, 民 93)

供需狀況對已經簽訂的電力買賣價、量進行調整；而四小時後均衡市場則是讓系統操作者在交易時段前，能夠針對電力需求與發電競標進行撮合，並進行發電機組之系統排程，以維持輸電系統之順暢與穩定，已排入計畫性電力調度排程內之發電機組可在此時提出放棄原訂發電計畫之請求。

在電力池制度之下，許多最終之電力用戶會與售電業者簽定長期之固定價格購電契約，這種固定價格的長期購電契約等於電力用戶將其電力價格波動之風險轉嫁給售電業者。一旦電力價格在市場中有大幅波動，受限於已簽訂之契約，售電業者必須設法在市場中購得等量之電能供應給用戶，承擔價格波動的風險。為了避免價格波動的風險帶來的獲利不確定，市場中發展出「價差契約」(Contract for Difference, CFD) 以提供買賣雙方規避電價差異所產生之財務風險。

電力池之運作是由 NGC 之中央調度中心負責，電力交易流程包含以下幾個階段。在交易日前 10 至 12 天，電力池開始接受各發電機組提報交易日之各時段的競價資料與可供調度電量，並根據各發電廠所提報的資料擬定初步電力排程。在交易日前一天上午 10:00 之前，截止發電機組報價。之後輸電公司之電網運作者預估隔日線路負載狀況與所需之備用容量，根據各發電廠所提報之資料 (包括可調度的電量、電價、隔日輸電線路預測負載狀況等)，以每半小時為一交易時段，研擬發電計畫排程，按投標價格由低至高收購，至滿足負載需求之價格為止，並以排程中最後加入之發電機組的半小時平均價格作為系統的邊際價格 (System Marginal Price, SMP)，此乃全數排程中之發電機組未經調整前之電價。交易前一日下午 4:00 公布交易日之電力調度排程與系統邊際價格，並由國家輸電公司將此資訊傳送給所有電力市場參與者。英國電力池之電力交易流程可參閱表 1。

若以程序系統觀分析強制電力池的運作模式 (彭金堂等, 民 93) (如圖 4)，由於規定絕大部分 (極少數例外) 的電力皆須透過電力現貨市場交易，所以在交易模式中，只需要設置一個

表 1 英國電力池之電力交易流程

交易日前 10-12 天	電力池開始接受各發電機組提報交易日之交易時段可提供調度電力與電力價格(電力價格必須包括啟動成本、升載成本、降載成本、三段式能量成本等)	
交易日前 1 天	10:00	由輸電公司預估交易當日線路負載狀況，並依發電廠提出之報價，由低至高排序以擬定發電排程與經濟調度，並計算系統邊際價格(SMP)
	16:00	由國家輸電公司公佈交易日之調度排程與系統邊際價格，並將此資訊傳送給所有電力市場參與者
交易日當天	12:00	開始進行電力交易
交易日後 1-24 天	首先在交易後，量測電表資料，並驗證資料之正確性，以進行初步的清算	
交易日後 25 天	決定最後之清算結果	
交易日後 28 天	付款	

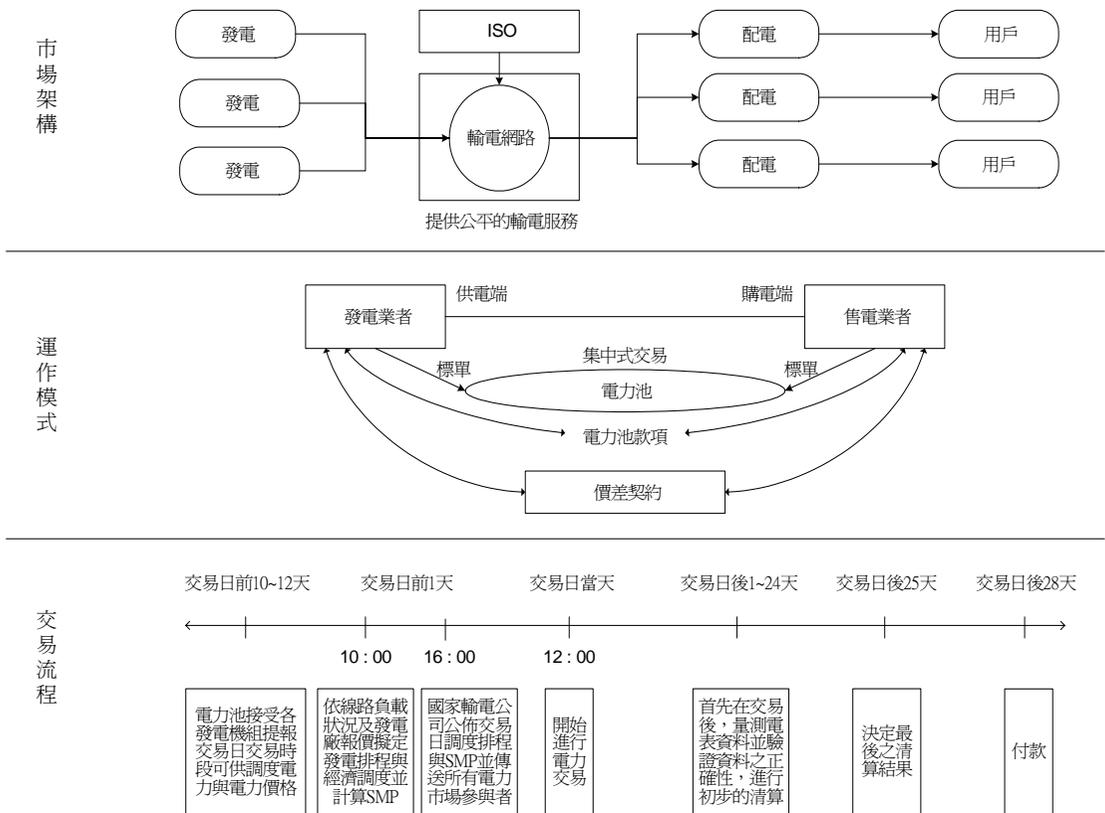


圖 4 強制電力池的程序系統觀（彭金堂等，民 93）

集中交易市場，並且明訂市場交易的規範與施行細則，市場參與者即在此架構下進行交易，因此訂定明確的市場交易制度至為重要。而在集中式市場的交易制度下，輸電系統的開放聯通（open access）是必要的，輸電網路需提供公平的輸電服務，電力市場之任一發電業者，皆可進入電力池網路系統中出售電力，相對的任一配售電業者或電力用戶，也可透過電力池網路系統中購買電力，另外，由於市場採集中式交易，並且由獨立系統操作者統一調度，因此輸電網路的調度較有效率，可以以最有效率的方式利用輸電網路，較易達成經濟調度的目標。

2.2 自願電力池搭配雙邊契約交易

自願性電力池方面，市場中亦存在一集中交易的場所，但是並不硬性規定所有輸電網路使用者皆須加入此電力池，與接受集中的電力排程調度。電力買賣雙方除了在電力池中進行電力交易之外，亦可自行或經由仲介者在其他市場中找尋符合己身需求之電力供應者或消費者，並直接協議交易價格與交易數量，然後由交易雙方以簽訂雙邊契約之方式進行電力之交易，也就是電力供給與電力需求雙方可以直接簽訂購售電合約，而無需經由電力池撮合其電力交易。在自願電力池搭配雙邊契約交易的電力交易市場中，市場參與者可依據自己的需求來選擇在電力池中交易，或是採行雙邊契約交易，具有較大的彈性與自主程度。目前採行雙邊合約交易搭配自願電力池制度的代表國家有美國加州與北歐電力池。以下以美國加州電力市場運作模式為例，說明雙邊合約交易搭配自願電力池制度之運作。

由於加州電力交易採取「用戶直購的雙邊實質契約」（直購）與「電力池」混合的制度，因此加州電力交易市場型態為自願性電力池之交易市場。加州成立電力交易所（Power Exchange, PX）以建構一個即時的電力現貨市場，負責提供買賣電力者可以提出標單以進行競標的集中場所。此外也允許電力交易雙方以直購的方式訂立交易契約以進行電力交易，而為了保障一般住宅用電戶以及小型商業用戶亦能享受立即的電價降低之優惠，加州亦採取利用法令規定的方式，輔助市場之不足。

加州之電力市場架構（如圖 5）包括有，在加州電力交易所中的短期期貨市場與現貨市場，以及不受電力交易所管理的雙邊合約市場與差額契約市場。其中電力短期期貨市場包含有前一日市場與前一時市場，而現貨市場則包含有即時市場。接下來針對短期期貨市場中的前一日市場與前一時市場，進一步分析其電力交易流程。

2.2.1 前一日市場

加州電力交易所短期期貨市場之前一日市場包含以下幾個交易流程：

- (1) 在交易日前兩天，獨立系統操作者會將負載資料告知電力交易所，讓電力交易所可以利用最低成本進行經濟調度。此處的經濟調度乃針對非直購用戶之服務。

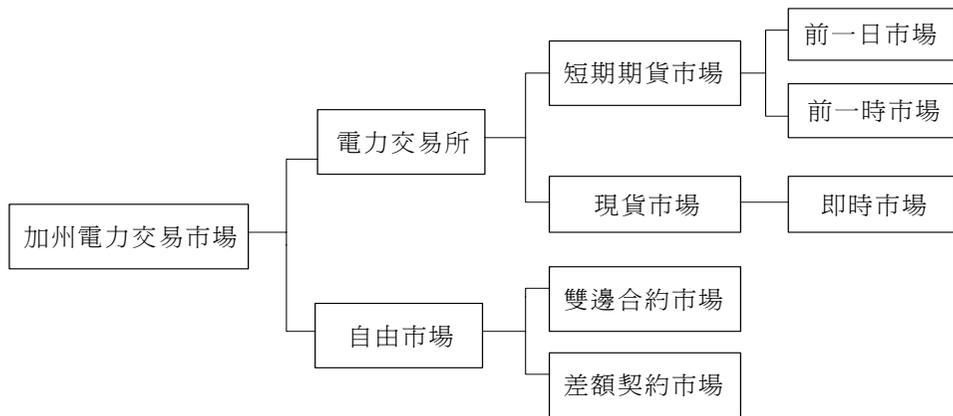


圖 5 加州電力市場架構（彭金堂等，民 93）

- (2) 交易日前一天早上 6:00 起，電力供應者需將 24 小時之競價標單送至電力交易所，並以一小時為交易單位，標單中提出所欲提供之電量、時段以及所願意接受的最低價格。在這個階段，需求面亦同時提出其電力需求量以及願意給付之最高電力價格。
- (3) 交易日前一天早上 10:00 前，電力交易所收到需求面以及供給面之競價標單資料後，開始確認標單之有效性，並利用標單資料，對發電端以及負載端進行撮合配對以及排定排程，以建立每小時的投標價格曲線。同時，交易所必須判斷是否有超額發電的狀況，若有超額發電的狀況，則將此資訊通知 ISO。
- (4) 交易日前一天早上 10:00 之後，ISO 依據電力交易所以及排程協調者所提供之暫定排程與雙邊契約用戶之排程加以整合調度，並分析是否會發生壅塞狀況，若無壅塞狀況則將此排程視為最終排程公佈之，若發生輸電容量不足的壅塞狀況，ISO 會提供所有市場參與者另一套建議的新排程以解決壅塞狀況，並讓電力交易所以及排程協調者有機會修訂其預定之排程。
- (5) 在交易日前一天中午 12:00 之前，ISO 會取得電力交易所以及排程協調者修正後之暫定電力排程以及輔助服務的排程與標單。
- (6) 在交易日前一天下午 1:00 時由 ISO 排除壅塞狀況，並公佈處理壅塞狀況後最後排定之電力交易排程，同時公佈市場結清價格。

前一日市場藉由重複競標過程以逐步協調的方式，建議市場參與者調整發電機組之排程以減緩輸電網路之壅塞。若重複競標過程最後依然無法排除壅塞狀況，才由獨立系統操作者依壅塞處理辦法，進行市場壅塞狀況之排除。

2.2.2 前一時市場

加州電力交易所短期期貨市場之前一時市場包含以下幾個交易流程：

- (1) 在市場開始營運前兩小時，市場參與者必須將電力與輔助服務之競價標單送到電力交易所，由電力交易所進行標單的撮合與排程的排定。
- (2) 市場營運前一小時，公布最後電力及輔助服務之排程與市場結清價格。此市場並沒有重複競標的過程，而直接由 ISO 分析壅塞情況並排除；ISO 並不提出建議的電力交易排程，而排程協調者也沒有修訂標單的機會。
- (3) 營運前半小時取得補充電能標單。
- (4) 營運前五分鐘內調度電力供需不平衡之處。
- (5) 進行電力交易之營運。

由於前一時市場之主要功能，是讓市場參與者有最後的機會最適化其發電排程，以及減少負載之不平衡，因此前一時市場並沒有重複競標過程。加州電力交易所之電力交易流程可參閱表 2。

若以主體互動系統觀分析自願性電力池搭配雙邊契約市場的運作模式（彭金堂等，民 93）（如圖 6），由於發電業者與用戶之間的電力買賣，可選擇採用雙邊契約的方式進行交易，也可以選擇由獨立之「電力交易所」來撮合交易，而所有電力均由獨立系統操作者統一進行調度，

表 2 加州電力交易所之電力交易流程

市場營運 前一日	早上 6:00 前	電力交易所公布電力競標指示，以及相關交易資料（如最高、最低價格，競標重複一次所需時間等）
	早上 7:00 至 9:30	<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行前一日市場之交易，並決定此市場之清算價格。 2. 過量發電之管理。 3. 市場參與者呈報各機組發電排程給電力交易所。 4. 執行越區壅塞管理，並基於調整競標決定區域電價。 5. 電力交易所要求市場參與者調整發電排程之方式，先解決區域間壅塞問題後，再解決區域內壅塞問題。
	早上 10:00 前	電力交易所將交易前一日市場之最後排程交給市場獨立操作者
市場營運當日		<ol style="list-style-type: none"> 1. 執行前一小時市場之交易，並決定此市場之清算價格。 2. 根據前一小時市場的調整競標來處理越區壅塞。 3. 電力交易所要求市場參與者調整發電排程之方式，先解決區域間壅塞問題後，再解決區域內壅塞問題。 4. 電力交易所將交易前一小時市場之最終排程交給獨立系統操作者。
市場營運當時		由獨立系統操作者對及時的營運進行市場管理與決定即時市場價格，並依據所收到之調整競標舒緩與排除輸電網路之壅塞狀況

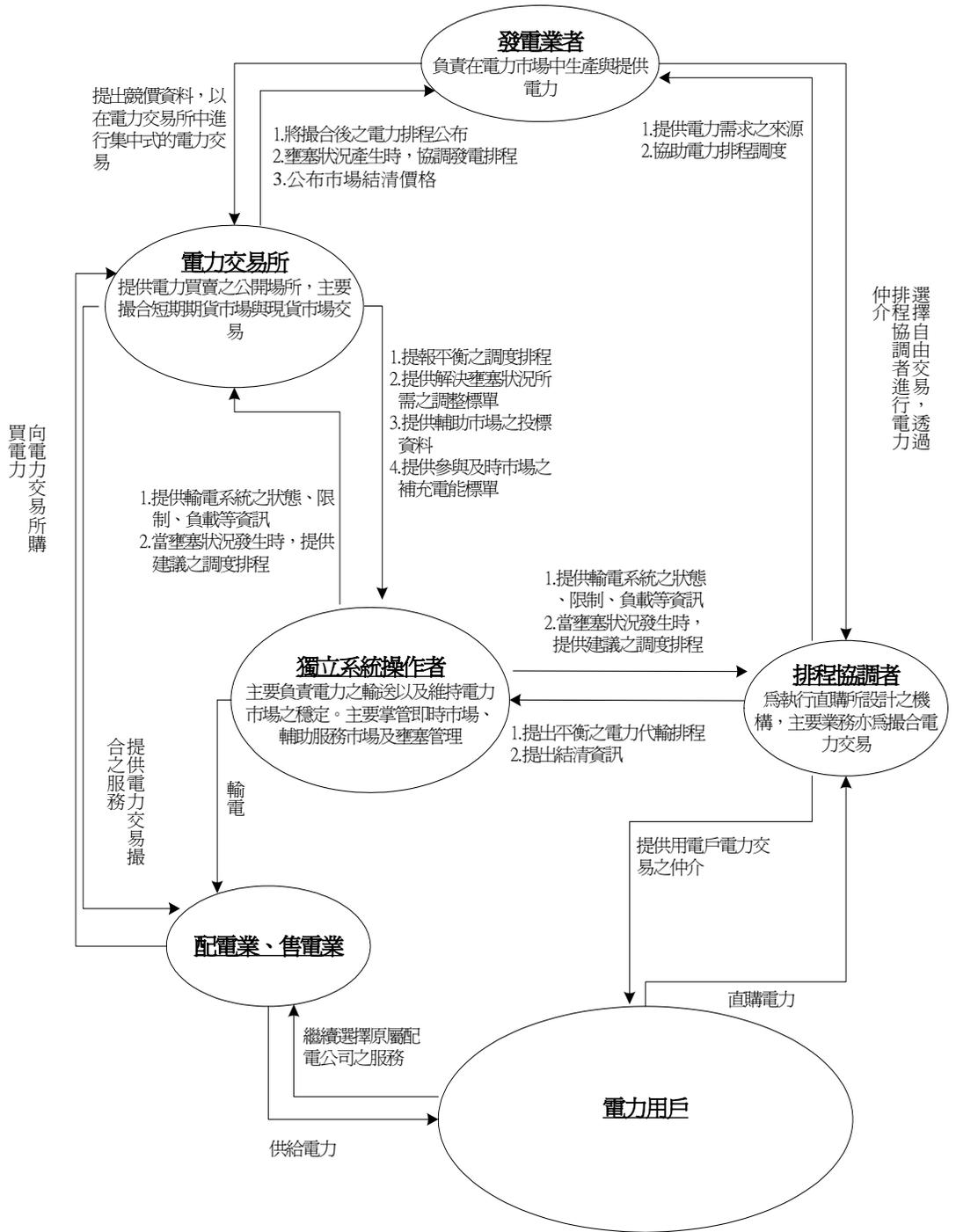


圖 6 自願性電力池搭配雙邊契約市場的系統主體互動圖（彭金堂等，民 93）

因此整體的市場交易制度較為複雜。其中電力交易與電力調度由不同的兩個機構負責，而且還要配合雙邊契約容量的排程協調，因此應該建立一套共用的資訊系統，以提供市場參與者網路排程調度與市場交易等資訊，讓市場運作能夠順利進行。

2.3 強制性電力池與自願性電力池搭配雙邊契約交易之比較

根據本研究架構，本節說明強制性與自願性電力池的利基界定與分析比較，電力池交易型態之最大特色在於市場中存在一集中之電力交易場所，且將所有電力業者的輸電線路強制獨立出來，形成單一之整合輸電系統，而電力池交易依據是否允許在電力池之外進行電力交易，又可分為「強制電力池 (Mandatory Pool)」與「自願電力池 (Voluntary Pool)」，其中自願電力池多以搭配雙邊契約交易的方式實施。另一方面，雙邊契約交易乃是市場交易最自由之型態，雙邊契約交易制度下，用電戶可充分享受選擇能滿足其需求之供電者的自主權，只需交易雙方依據其需求供給狀況，在雙方皆同意之下即可訂定交易契約。然而，若僅存在雙邊契約市場，將使得電力之調度不易，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，尚未有僅採行雙邊契約交易，而多是以雙邊契約搭配自願性電力池的形式進行電力交易。

強制性電力池交易制度對電力之交易採取集中式的管理。市場之形成主要是由各類型之發電業者構成電力市場之供給面，而由配、售電業與電力用戶等則構成電力市場之需求面。在這樣的集中制度之下，電力交易乃是透過競標的方式，經由負責電力交易之機構來撮合供需雙方之電力交易，並進一步進行電力之統一調度以維持系統穩定。

自願性電力池搭配雙邊契約交易的混合交易型態對市場的管制比強制性電力池少，除了在電力池內進行交易之外，交易雙方亦具有選擇交易對象之權利，藉由加入選擇交易對象之權利也進一步讓市場交易更自由化。然而，在電業自由化之初期，因資訊尚未透明化，甚至供電廠商數目不多的情況下，若市場中只存在雙邊契約的交易方式，則容易使買方利益受損。因此在市場尚未成熟前，除了雙邊合約市場之外，亦應搭配電力池之交易市場，以使電力交易能逐步走向自由化，而不會因直接採行雙邊契約交易而無電力池之輔助，使得電價在自由化之後不減反增，形成電業自由化之阻力。

強制性電力池與自願性電力池搭配雙邊契約交易形式之電力交易，主要有以下兩點不同。第一，強制性電力池採取所有交易集中在電力交易所進行，也就是欲在電力市場中參與交易者，必須先成為電力池之會員才有權利使用公共輸電網路，並利用集中競價的方式撮合電力供給與電力需求以形成電力之交易。而自願性電力池則容許電力市場參與者在某特定交易場所之外進行電力之量價的協議，以簽訂契約的方式進行交易承諾，也就是可不需經由競價與仲介撮合的方式，直接進行電力之交易。

第二，在進行輸電網路分配調度時，強制性電力池因為有一個公開且集中的電力交易場所，

發電者在提報各時段可供調度之電量與可接受之電價之後，可由輸電網路操作者彙整資料後比對預估之需求預測以排定調度之電量，並將結果公布給所有之市場參與者。因此可直接由輸電網路操作者排除壅塞狀況的發生，而預定排入發電之機組卻因壅塞狀況而無發電者則會收到電力池支付之補償，且這些壅塞處理費用將加進電力池購電費用之中。在自願性電力池方面，因為市場之交易複雜，無法直接由輸電系統操作者排除壅塞狀況，必須經由獨立系統操作者在收到電力池競標資料以及雙邊契約交易資料後排定調度排程，若有壅塞狀況則由獨立系統操作者提出一建議之電力交易排程。若經過整合調度之後，亦無法完全排除壅塞狀況，則獨立系統操作者可依據調整標單的資料來進行壅塞狀況的排除，優先使用輸電網路者必須支付壅塞費用，也就是透過競標的方式作為排除壅塞狀況的基礎。

3. 台灣電力自由化運作模式

本研究決策問題為探討台灣電力自由化電力市場的競爭機制，在回顧兩種不同的市場交易制度後，策略目標是從目前自由化電力市場競爭機制的各種方案中，選擇適合台灣國情與條件的可行方案。首先介紹台灣電業法以特定化導入本研究分析模式，接著說明分析兩種電業自由化方案，其中電力自由化方案偏向強制性電力池制度設計，而電力自由化替代方案較偏向自願性電力池搭配雙邊契約交易的制度設計。

3.1 電業法的背景

由於電業具有自然獨占之特性，為免影響消費大眾權益及避免電業重複投資形成資源浪費，過去電力事業採國營或公營以發、輸、配電業垂直整合方式經營。台灣電業法自民國 54 年修正實施至今，這段期間國內社會、經濟、政治與環保各方面的情勢皆有重大的變化，況且科技進步人們生活水準提高，舊有電業法已無法符合國內經濟社會實際需要，在自由經濟體系強調市場競爭，電業自由化乃當前世界趨勢。

電業自由化之運作具有高度複雜性，且與經濟、能源、環保政策息息相關，在推行自由化的過程必須審慎規劃、循序漸進。經濟部能源委員會參考英國、美國及澳洲等國電力市場自由化之架構及作法，並多次邀集台電公司等相關單位及國內外專家學者開會協商後，勾勒出台灣電業自由化規劃案。經濟部能源委員會於民國 87 年提出台灣電業自由化方案（如圖 7）。在民國 88 年又認為電業應該朝簡化管制方向進行，運作上尊重市場機能，避免人為不必要的限制，於是經濟部能源委員會又於民國 88 年提出台灣電業自由化替代方案（如圖 8）（經濟部能源委員會，民 94）。

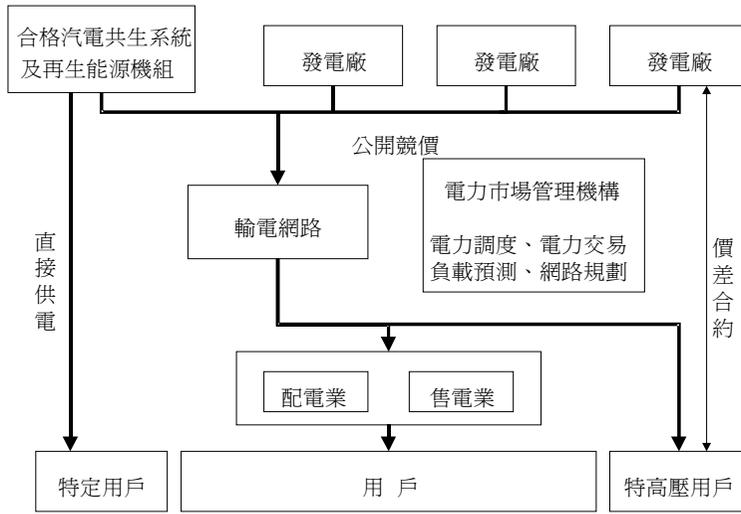


圖 7 台灣電業自由化方案 (經濟部能源委員會, 民 94)

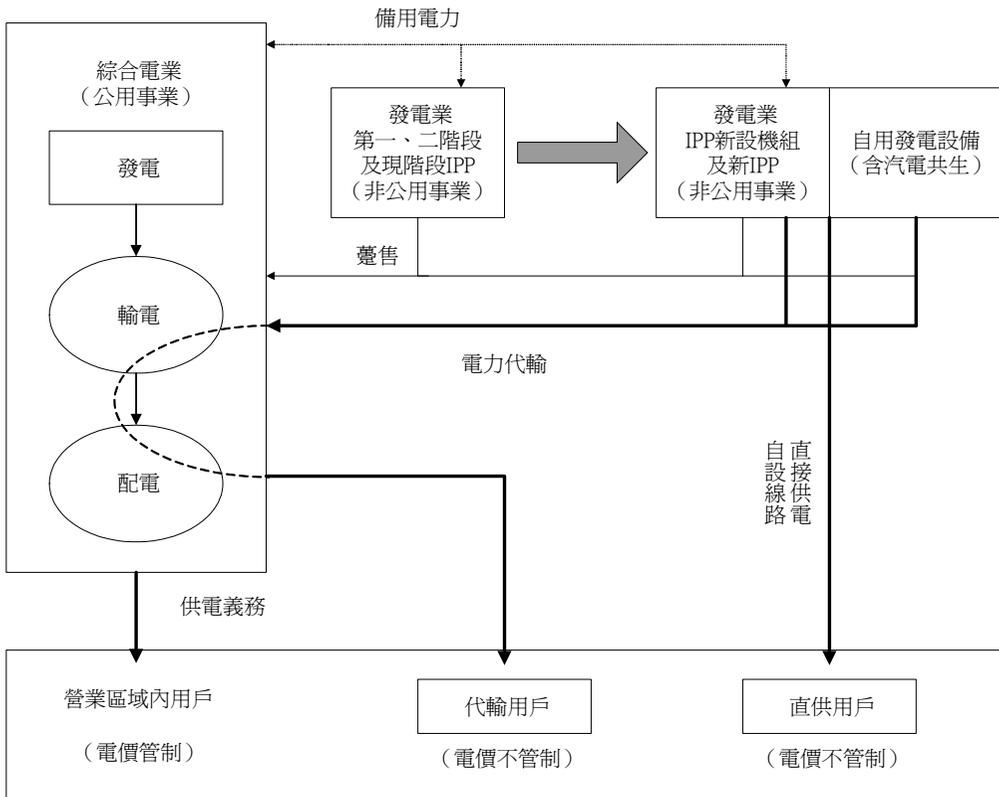


圖 8 台灣電業自由化替代方案 (經濟部能源委員會, 民 94)

3.2 電力自由化方案

(1) 發電端導入自由競爭機制

除全面開放民營電廠之設置，並輔導屬於公用事業性質之發電業轉為獨立發電廠(IPP)外，合格汽電共生系統也將不再繼續享有優惠電價收購，同時發電廠、合格汽電共生系統及再生能源發電設備所產生之電能一律由電力池經由電力交易所(PX)集中交易，透過公開競價制度而售出。電力交易所就電力交易單位依報價費率排序，以決定調度順序，並由獨立系統操作者(ISO)依據此一順序調度電力。

(2) 售電端自由競爭

開放經營電能買賣與仲介售電業，以增加售電端的競爭機制。售電業可直接向電力交易所下單購電，並可與發電業簽訂購售電合約或雙邊合約。

(3) 開放用戶端選擇權

在開放用戶端選擇權方面，則係採分階段進行開放之方式進行。首先開放大電力用戶，並逐步開放至全體用戶。有用戶選擇權之用戶可向配電業或售電業購電，亦可直接向電力交易所下單購電，並可與發電業簽訂財務性之購售電雙邊契約。

3.3 電力自由化替代方案

經濟部能源委員會於民國 88 年提出台灣電業自由化替代方案，依下列 3 點電業自由化規劃方向：

- (1) 電業自由化的規劃應尊重市場機能，避免人為不必要的枝節限制。
- (2) 電業法的修正應朝簡化管制的方向進行。
- (3) 政府所應介入者，應著重於能源政策之落實及建置一個公平的競爭環境，例如：
 - 1) 規範輸電業不得拒絕代輸。
 - 2) 代輸價格應合理。
 - 3) 偏遠地區供電無虞。
 - 4) 燃氣與燃煤發電廠間燃料成本之價差，應有平衡的機制。

經濟部能源委員會在參考國外電業自由化國家發展經驗與運作機制，並考量台灣國情，在假設有多家綜合電業及專營之輸配電業，市場主要運作模式如下：

- (1) 開放綜合電業及配電業，歸屬公用事業，負有營業區域內供電、代輸與輸電網路調度義務。
- (2) 開放輸電業，歸屬公用事業，其線路應併入綜合電業之電力網，接受統籌調度。
- (3) 界定發電業及自用發電設備為非公用事業，可以三種方式售電，分別為躉售電能予綜合電業及其他發電業、允許自設線路直供、藉由綜合電業代輸電能至特定用戶。
- (4) 既有綜合電業應負擔天然氣、再生能源、核能及水力之電源配比義務，其達成方式可以躉購

或自行興建電廠達成。新增綜合電業、發電業及一定容量以上自用發電設備應負擔天然氣及再生能源電源配比義務，其達成方式可以自行設置電廠、與其他電業訂約或繳交電能基金方式辦理。

- (5) 汽電共生發電設備之裝置容量可豁免電源配比義務。
- (6) 發電業之自設線路為非公用事業，不適用電業法有關路權取得及障礙排除等規定。
- (7) 開放用戶購電選擇權，並逐步開放代輸用戶範圍。
- (8) 管制公用事業電價及各項收費率。
- (9) 新增綜合電業與發電業要求與既有綜合電業併聯網路時，既有綜合電業不得拒絕。
- (10) 各電業間備用電力應互相融通，以維持電力穩定及用戶權益。
- (11) 保障第一、二階段及現階段民營電廠因公用事業身份取得之權利至電業執照有效期屆滿為止。
- (12) 電業應採事先核准制，以維護市場秩序及執行能源政策。
- (13) 加強主管機關審核費率、監督電力調度、執行能源政策等之公權力，以維持市場公平競爭。

4. 電力交易制度 SWOT 分析

依據決策分析架構步驟，定義問題與界定利基後，在架構影響關係部份是考量台灣內在環境的影響因素，本研究採用優劣分析法客觀描述各方案的預期結果與可能狀態，最後綜合判斷台灣在電力交易與電力運作方面應該採行的方案，提供政府修法以及擬定配套措施的參考依據。本節分析「強制電力池」與「自願電力池搭配雙邊契約」兩種交易制度。其中內部分析界定各種制度的優勢劣勢，從文獻中歸納整理這兩種制度的特點，配合前一節程序系統觀與主體互動系統觀之綜觀分析，並且參考主要採行該制度國家的實施結果，綜合討論交易制度的優勢劣勢；另外，從外部環境分析界定各種制度的機會與威脅，這部分主要是探討先進國家採用該制度的時空背景，以及該國電力系統的特性，綜合分析交易制度的機會與威脅。

4.1 強制性電力池之 SWOT 分析

(1) 強制性電力池的優點

- 1) 整體之交易易於統合管理：集中調度電力池，在電力交易之運作成本方面，可藉由選擇發電與輸電容量的最小成本組合、或透過協調安排調度、以及分享運轉的備用容量條件等方式，來增加整體電力系統的效率，而且強制性電力池的電力調度複雜性較低，可使系統之操作較為簡單，進而達到較高的系統穩定度與可靠度。
- 2) 最有效率的電力調度排程：強制電力池依據市場參與者所提報之競標資料進行交易供需之撮合，可快速的知道哪些發電機組被排入預定排程之中，且因為有競價標單資料，亦可較為快

速的進行調度作業，較沒有集中交易資料的雙邊市場更容易進行發電機組之排程調度，因此輸電網路可以用最有效率的方式調度。

- 3) 快速排除壅塞狀況：強制性電力池因為集中交易制度可完整的擁有市場交易價量，因此在預測輸電網路壅塞狀況時能夠較為準確。此外，電力池可依競價標單資料，直接通知過剩之發電機組停止運轉，能夠較快速且有效率的排除壅塞狀況。
- 4) 由獨立系統操作者運轉操作：強制性電力池由 ISO 負責所有電廠與輸電線路之運轉操作，根據發電業與售電業之投標資料安排最佳電力調度排程，輔助服務與輸電壅塞管理，以因應滿足系統用電需求(林益裕，民 89；李清榮，民 91)。
- 5) 電力交易資訊透明：強制電力池因為市場中有一集中交易之場所，電力池將公開的提供所有交易相關之資訊，所有的交易資訊皆可在在此處獲得，在此市場下，新加入市場之參與者可有充分的資訊評估其進入策略，並分析其進入市場之獲利狀況，可增加投資者加入電力競爭市場之誘因。此外，交易資訊的透明化亦可保障交易雙方在一公平之市場內進行交易，避免資訊不對稱之狀況破壞市場競爭機制。
- 6) 電力池價格透明化：強制性電力池在於使電力池價格透明化（提供價格資訊），有利於買賣雙方進行財務上的避險措施，如簽訂差價合約 (Contracts for Differences, CFD)(李清榮，民 89)。

(2) 強制性電力池的缺點

- 1) 電力池價格易為發電業者所操縱：強制電力池為市場唯一買方，僅允許發電方參與競標，並以入圍調度之機組的最高報價作為電力池購電價格，在發電容量不足、市場僅存少數發電業或業者發電規模差距懸殊時，電力池價格易為發電業者所操縱（李清榮，民 89）。
- 2) 易造成輸電網路操作者操控影響市場運作：強制性電力池制度下，所有之電力交易皆須由輸電網路操作者統一進行調度，容易造成此機構因具有操控調度規則之權利而對市場之影響力過大。例如英國的國家輸電網路公司即藉由輸電網路操作權力獲取超額利潤，影響了市場電力調度的公平性。因此強制性電力池必須搭配完善的管制制度以對系統獨立操作者進行監控，避免其對市場造成負面影響。
- 3) 市場開放程度較低：強制性電力池因為電力買賣雙方無法自由選擇符合其需求之交易對象，因此其市場開放程度低於自願性電力池以及雙邊契約交易。
- 4) 增加壅塞處理的成本：在壅塞處理方面，雖然電力池可有效且快速的排除壅塞狀況，但在通知發電機組停止運轉之後，卻產生額外之補償費用，增加了壅塞處理的成本。
- 5) 違背市場自由競爭交易精神：強制性電力池在壅塞處理方面雖然依據原本競價標單資料來決定停止營運之機組，但其依然屬於強制性之管理方式，違背了市場自由競爭交易之精神，應當以調節競標，回歸市場自由競爭之方式以排除壅塞狀況。

(3) 強制性電力池的機會

- 1) 訂定一套完善的調度規章：強制電力池由 ISO 負責輸電網路之運轉操作，爲了避免操控調度規則之權利而對市場之影響力過大，以致於對市場造成負面影響，必須搭配完善的管制制度以及訂定一套完善的調度規章。如此方能享有最小成本組合、最有效率電力調度的好處，也可免除 ISO 所擁有權力對市場之影響。
 - 2) 足夠數量的發電公司相互競價：強制電力池制度要求集中交易，市場必須要有足夠數量的發電公司，交易價格較不易受到操控。
 - 3) 開放售電業競爭，引進市場競爭機制：強制電力池僅允許發電方參與競標，並以入圍調度之機組的最高報價作爲電力池購電價格，電力池價格易爲發電業者所操縱，若能開放售電業競爭，引進市場競爭機制，透過競爭將可使此一制度更能有效的運作。
 - 4) 綜合電業可否順利民營化：台灣地區過去只有台電一家綜合電業，台電擁有很大的市場影響力，因此台電可否順利民營化對強制性電力池交易機制之運作有重大影響，除了民營化之外並且能夠將發電與輸配電進行分割，使輸配電系統可獨立運作，成爲共用運輸網路，如此可讓所有市場參與者能夠公平使用輸電網路，也可避免發電與輸配電同一公司可能形成的保護與交叉補貼，造成對其他參與者的不公平競爭。
 - 5) 嚴謹法規規範與管制機構監督市場秩序：強制性電力池交易機制制度之運作必須仰賴建立有效之電業管制機構，此機構能獨立公正的監督系統操作者的運作，使所有市場參與者能夠公平使用輸電網路，也能監督所有市場參與者的競價行爲，避免聯合壟斷與對市場電力池價格的操縱，強制性電力池制度透過嚴謹法規規範以利即時、有效、公平處理爭議，監督市場秩序。
- (4) 強制性電力池的威脅
- 1) 高成本的機組較難競爭：發電市場開放競爭，若無相關配套措施保障，高成本的燃油與天然氣機組，將無法在市場競爭，因此要設計適當的配套措施。
 - 2) 輸電容量不足：台灣地區幾乎一半人口集中於台灣北部地區，用電量約占全電力系統之 46%，惟北部地區之電力供應量僅爲全電力系統之 25%，需仰賴輸電系統送電。台灣因地理因素，並無其他陸地鄰接國家，電力供應需自給自足，故亟需增建輸變電基礎設施，以因應電力成長(經濟部能源委員會，民 94)。因此，電源所在位置與負載需求地區若無法配合良好，則需要透過輸電網路將電源供給傳輸至負載需求地區，如果輸電容量不足將因爲處理輸電線路壅塞問題而影響電力池之價格，也即是輸電容量不足很可能增加電價。
 - 3) 電能供應不足：台灣電力市場在 79 至 84 年間夏季供電備用容量率約僅 5%，距當時合理之備用容量率 15~20%相去甚遠，近年來供電備用容量率在 10~20%之間(經濟部能源委員會，民 94)。強制性電力池的運作係以系統邊際價格爲電力池之結清價格，倘若電能供應不足，易造成經常是高成本的燃油與天然氣機組決定電力池價格，如此將形成電價高漲的不利影

響。另外，若有市場參與者之發電機組佔有電能供應太大比例，也可能使市場參與者有操縱市場的可能。

- 4) 購售電合約處理：民營電廠與台電所簽訂的購售電合約應該如何處理，讓民營電廠能夠參與市場的競爭，以使競爭機制順利運作。台灣地區在民國八十四年開放台電以外的公司設立大型發電廠，將電力躉售予台電，雙方簽訂二十年至二十五年的長期購售電合約，合約必須處理才可使市場能有足夠的市場參與者參與競爭市場，然而若合約轉換處理對民營電廠不利，合約可能轉換不成；若合約轉換處理對民營電廠有利，意味著可能是民營電廠收入較多，這多出來部分的處理也是一個問題，因此，購售電合約如何公平合理的解決，將影響競爭機制的順利運作(劉運鴻，民 87)。

綜合以上之討論，將強制性電力池之 SWOT 分析彙整如表 3 所示。

4.2 自願電力池搭配雙邊契約之 SWOT 分析

(1) 雙邊契約搭配自願性電力池的優點

- 1) 交易的選擇性較高：在電力交易之運作方面，由於市場參與者可選擇由電力交易所來管理電力的交易買賣，也可自行進行雙邊契約的協商交易，所以對市場參與者來說，其交易的選擇性較高，可以選擇對自身較有利的方式來進行電力的買賣。
- 2) 交易制度單純：雙邊契約交易的市場運作模式較強制性電力池之交易制度單純。
- 3) 市場開放程度較高：相對於強制性電力池交易，自願性電力池以及雙邊契約交易的交易制度，市場開放程度較高。

表 3 強制性電力池之 SWOT 分析

優勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整體之交易易於統合管理 2. 最有效率的電力調度排程 3. 快速排除擁塞狀況 4. 獨立系統操作者運轉操作 5. 電力交易資訊透明 6. 電力池價格透明化 	機會	<ol style="list-style-type: none"> 1. 訂定一套完善的調度規章 2. 足夠數量的發電公司相互競價 3. 開放售電業競爭，引進市場競爭機制 4. 綜合電業可否順利民營化 5. 嚴謹法規規範與管制機構監督市場秩序
劣勢	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電力池價格易為發電業者所操縱 2. 易造成輸電網路操作者操控影響市場運作 3. 市場開放程度較低 4. 增加壅塞處理的成本 5. 違背市場自由競爭交易精神 	威脅	<ol style="list-style-type: none"> 1. 高成本的機組較難競爭 2. 輸電容量不足，輸電線路壅塞 3. 電能供應不足 4. 民營電廠與台電所簽訂的購售電合約如何處理

- 4) 參與者眾可引進競爭：參與者眾多可激發買賣雙方間之競爭，以促使價格降低，並引導業者提高創新服務與產品品質。
- 5) 壅塞處理符合市場自由競爭：在壅塞處理方面，雙邊合約搭配自願性電力池之交易制度，可以依據壅塞處理標準資料來進行壅塞管理，可以符合市場自由競爭交易之精神。

(2) 雙邊合約搭配自願性電力池的缺點

- 1) 市場運作複雜性較高：在電力交易之運作方面，交易的選擇方式較多，也使得市場運作的複雜性較高。
- 2) 市場價格訊號的透明度較低：在電力交易資訊方面，因為雙邊契約之買賣價格由買賣雙方自行決定，交易的價格與數量等資訊並不需要公開，因此市場價格訊號的透明度較低，想要進入市場的參與者無法獲得充分的資訊評估其進入策略，降低吸引新電廠加入市場之誘因。
- 3) 無法做到最佳經濟之調度：在電力調度排程方面，有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。
- 4) 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。

(3) 雙邊合約搭配自願性電力池的機會

- 1) 對大用戶及電廠有利，能夠吸引民間資金之投資（張玉山、陳麗芬，民 88）：電力需求較大的用戶，可以尋求最適的電力供應廠商，在雙邊合約談判上有較強的議約能力；發電廠商只要有能力尋找到客戶，即能夠進入電力市場，能夠吸引民間資金之投資，對於改善電能不足的問題有幫助。
- 2) 對綜合電業影響較少，制度較不會受到反對：雙邊合約搭配自願性電力池的制度，並不強制電力必須集中交易，因此較有可能維持台電目前綜合電業的組織型態，避免台電員工過度的反彈，但要將輸電部門定位為「公共運輸者」的角色，避免綜合電業的交叉補貼與不當的限制其他業者使用輸電網路。
- 3) 鼓勵改善供電品質：雙邊合約中可以允許自設線路直接供電，因為買賣雙方簽訂雙方皆可接受的合約，買方也可以要求供電品質，賣方有合約價格的保障，也較願意投資於輸電設備以及發電設備之改善，進而改善供電品質。

(4) 雙邊合約搭配自願性電力池的威脅

- 1) 小用戶權益較難兼顧：由於雙邊合約基本上皆簽訂一定數量的電力供應，小用戶較難與發電公司議約，也較沒有議價空間，權益容易受到影響。
- 2) 台灣電力負載分佈不均，南北區域供需失衡：台灣地區幾乎一半人口集中於台灣北部地區，用電量約占全電力系統之 46%，惟北部地區之電力供應量僅為全電力系統之 25%，需仰賴輸電系統送電（經濟部能源委員會，民 94）。雖然雙邊合約有引導投資的可能，但是電廠很難

能設立在負載端之附近，也使得直供的可能性降低，雙邊合約的好處受到限制。

- 3) 輸電容量之不足，輸電線路容易壅塞：台灣輸電容量不足，雙邊合約制度將使得輸電線路更容易壅塞，如果沒有一個獨立的系統操作者，將使得電力系統運作困難，較容易產生糾紛。
- 4) 孤立電力系統：台灣為一孤立的電力系統，如果備用容量不足，很容易引起大規模的停電，由於雙邊合約制度市場運作複雜性高，電力調度排程方面，有集中交易的電量與雙邊交易的電量需要調度，發電機組調度排程的複雜度高，如果沒有完善的機制與配套措施，貿然實施雙邊合約制度並不適當。
- 5) 如何兼顧能源政策：雙邊合約制度，發電業者皆會以其最有利的方式進行投資，此時能源政策必須如何兼顧，將會影響制度的設計與運作（鍾輝乾，民 88）。電業自由化國家對發電能源並未訂定各種配比，然而台灣因自產能源貧乏，為確保電力穩定供應訂有電源結構的配比，因此在制度設計上必須將能源配比列入考量，如何公平合理的解決能源配比問題，將影響競爭機制的順利運作。

綜合以上之討論，將自願電力池搭配雙邊契約之 SWOT 分析彙整如表 4 所示。

5. 結論與建議

本研究探討與回顧已實施電業自由化國家的各種不同的市場交易制度，利用決策分析架構與 SWOT 分析方法比較各種不同的電力市場交易制度，將各種制度的優缺點整合討論，最後研究分析比較結果可作為提供未來實施電業自由化時訂定各種施行方案與配套措施的參考。

表 4 自願電力池搭配雙邊契約之 SWOT 分析

<p>優勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 交易的選擇性較高 2. 交易制度單純 3. 市場開放程度較高 4. 參與者眾可引進競爭 5. 壅塞處理符合市場自由競爭 	<p>機會</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 對大用戶及電廠有利，能夠吸引民間資金之投資 2. 對綜合電業影響較少，制度較不會受到反對 3. 鼓勵改善供電品質
<p>劣勢</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 市場運作複雜性較高 2. 市場價格訊號的透明度較低 3. 無法做到最佳經濟之調度 4. 容易產生網路壅塞 	<p>威脅</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 小用戶權益較難兼顧，民眾權益要求提高 2. 台灣電力負載分佈不均，南北區域供需失衡 3. 輸電容量之不足，輸電線路容易壅塞 4. 孤立電力系統 5. 如何兼顧能源政策

總結前述兩種電力自由化制度，強制性電力池由於統合管理使得資訊透明可發揮效率以及價格透明；而自願電力池搭配雙邊契約則因自由度高更符合自由市場競爭機制。相對的強制電力池則因集中管理較違背自由市場機制使得易形成寡占市場進而壟斷價格；自願電力池搭配雙邊契約則因系統較複雜形成資訊不透明的進入門檻。在對外的競爭機會上，強制性電力池由於相關成本較為統一及低廉，使其享有成本上的競爭優勢；自願電力池搭配雙邊契約則因其自由化程度高不易寡占，較易為多數意欲進入市場的企業接受。同樣的在對外威脅上，強制性電力池若形成寡占市場則失去開放意義；自願電力池搭配雙邊契約則較難兼顧小用戶的權益。

雖然各種制度皆有其優缺點與限制，交易制度的設計應以系統的安全可靠為前提，並考量先天環境條件以及國情等因素，本研究建議採用自願性電力池搭配雙邊契約交易模式。因為台灣為一孤立的電力系統，為了系統的安全可靠，需有充足的發電與輸電容量，其中自願性電力池較可能維持台電目前綜合電業的組織型態，制度較不會受到反對，而且若在台電未分割發電、輸配電部門下，強制性電力池很可能沒有發電廠可與其競爭，降低民營電廠投資興建的意願。除此之外，輸電系統建設投資龐大具有自然獨占的特性，台灣環境條件上較難有企業願意投資，若在維持台電綜合電業的組織型態下，強制性電力池可能形成綜合電業的交叉補貼，或對其他發電廠的不公平競爭，因此，只要能夠將輸電部門定位為公共運輸者的角色，避免不當的限制其他發電廠使用輸電網路，自願性電力池是合適的運作模式。再者，自由化的效益為透過競爭降低電費，自願性電力池搭配雙邊契約交易模式參與者眾可引進競爭，以促使價格降低，並引導業者提高創新服務與改善供電品質。

參考文獻

- 毛治國，決策，台北：天下雜誌，民國 92 年。
- 王啓雲，「英國電力交易所所產生的問題」，台電月刊，第四二五期，民國 87 年，49-54 頁。
- 李清榮，「從制度設計觀點看電業法修正應有之配套措施」，新世紀台灣電業自由化論壇，台北：中華經濟研究院，民國 89 年。
- 李清榮，「自由化下電力市場交易制度與競爭機制」，電力自由化研討會論文集，台北：經濟部能源委員會與台灣經濟研究院，民國 91 年。
- 林益裕，「電業自由化與公平競爭」，新世紀台灣電業自由化論壇，台北：中華經濟研究院，民國 89 年。
- 洪德生、黃義協、陳士麟、簡禎富、洪穎怡、楊宏澤、林章平、盧豐彰、張文恭、楊豐碩、黃奕儒、古美如、洪紹平、余長河、林鍾洋，「台灣電業自由化下發電市場競爭機制之研究」，台灣電力股份有限公司八十九年度研究計畫 531-89-3204，台北：台灣電力股份有限公司，民

國 90 年。

- 張玉山、陳麗芬，「我國電力自由化方案與電力交易制度之探討」，中華民國科技管理論文集，民國 88 年，201-212 頁。
- 彭金堂、簡禎富、陳士麟、林怡傑，「以 SWOT 分析探討我國電力市場交易機制與配套措施」，管理創新與科際整合學術研討會論文集，新竹：元培科學技術學院，民國 93 年，33-53 頁。
- 辜振宗，「美國加州能源危機原因及探討」，能源季刊，第三十一卷第三期，民國 90 年，34-45 頁。
- 經濟部能源委員會，「能源政策白皮書」，<http://www.moeaec.gov.tw/>，民國 94 年。
- 劉運鴻，「英國電力池制度應用於台灣之探討」，台電工程月刊，第六〇二期，民國 87 年，9-25 頁。
- 鍾輝乾，「台電整體民營下之電力市場運作方式」，台電工程月刊，第六一七期，民國 88 年，68-77 頁。
- 簡禎富，決策分析與管理：全面決策品質提升之架構與方法，台北：雙葉書廊，民國 94 年。
- 顧志遠，服務業系統設計與作業管理，台北：華泰書局，民國 87 年。
- Cheung, K. W., Shamsollahi, P., Sun, D., Milligan, J., and Potishnak, M., "Energy and Ancillary Service Dispatch for the Interim ISO New England Electricity Market," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 15, No. 3, 2000, pp. 968-974.
- Chien, C. F., Chen, S. L., and Lin, Y. S., "Using Bayesian Network for Fault Location on Distribution Feeder of Electrical Power Delivery Systems," *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 17, No. 13, 2002, pp. 785-793.
- Chien, C. F., Lo, F. Y., and Lin, J. T., "Using DEA to Measure the Relative Efficiency of the Service Center and Improve Operation Efficiency through Reorganization," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 18, No. 1, 2003, pp. 366-373.
- Denton, M. J., Rassenti, S. J., and Smith, V. L., "Spot Market Mechanism Design and Competitiveness Issues in Electric Power," *Journal of Economics Behavior and Organization*, Vol. 44, Iss. 4, 2001, pp. 435-453.
- Fang, R. and Hill, D. J., "A New Strategy for Transmission Expansion in Competitive Electricity Markets," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 18, No. 1, 2003, pp. 374-380.
- Glachant, J. M., "England's Wholesale Electricity Market: Could This Hybrid Institutional Arrangement be Transposed to the European Union?" *Utilities Policy*, Vol. 7, Iss. 2, 1998, pp. 63-74.
- Herguera, I., "Bilateral Contracts and the Spot Market for Electricity: Some Observations on the British and the Nord Pool Experiences," *Utilities Policy*, Vol. 9, Iss. 2, 2000, pp. 73-80.

Kahn, E., Bailey, S., and Pando, L., "Simulating Electricity Restructuring in California: Interactions with the Regional Market," *Resource and Energy Economics*, Vol. 19, Iss. 1-2, 1997, pp. 3-28.

Lo, F. Y., Chien, C. F., and Lin, J. T., "A DEA Study to Evaluate the Relative Efficiency and Investigate the District Reorganization of the Taiwan Power Company," *IEEE Transactions on Power Systems*, Vol. 16, No. 1, 2001, pp. 170-178.

Peng, J. T., Chien, C. F., and Tseng, T. L. B., "Rough Set Theory for Data Mining for Fault Diagnosis on Distribution Feeder," *IEEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution*, Vol. 151, No. 6, 2004, pp. 689-697.

Skytte, K., "The Regulating Power Market on the Nordic Power Exchange Nord Pool: an Econometric Analysis," *Energy Economics*, Vol. 21, Iss. 4, 1999, pp. 295-308.