

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

電價選擇權價值之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2415-H-032-014-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學經濟系(所)

計畫主持人：廖惠珠

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 4 日

電力選擇權價值之研究*

計畫編號：NSC 92-2415-H-032-014

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

主持人：廖惠珠 淡江大學經濟學系

中文摘要

為因應我國電力市場即將走向自由市場之趨勢。本研究藉助美國新英格蘭電力調度中心之自由化後的尖離峰交易電價，並考量電力交易時受限於消費量之行為，以求取得電力選擇權的契約價格。在考量電價資料一般所具有之均數復歸與跳躍擴散等特性後，本文以蒙地卡羅數值分析之方式，模擬得合理之選擇權價格。

英文摘要

To cope with the incoming electricity market structure reform for our country, this research use the peak and off-peak electricity exchange market price after liberalization in the state of New-England to evaluate the option price of electricity by combining the consumption constraint specialized in the electricity market. After considering the data characteristics of electricity price, the mean reversion and jump diffusion method is applied to capture the more volatile price trend. Finally the MonteCarlo method is used to calculate the option price.

前言

全球能源自由化的趨勢迫使電力自由化的腳步也漸趨加快，目前全球電力市場衍生性商品的發展已漸趨成熟。英國自 1991 年開始了電力遠期契約的交易，10 年後進一步推出電子交易的電力遠期契約。美國也於 1996 年 3 月在紐約商品交易所 (New York Mercantile Exchange; NYMEX) 推出電力期貨交易契約，同年 4 月再推出電力期貨選擇權商品，至此電力衍生性商品市場已漸趨完善。而各先進國家例如北歐、荷蘭、德國、紐西蘭等多國亦已推出電力期貨交易契約。

台灣過去一直處於電業管制，而在全

球電力自由化的腳步下，亦正逐漸走向電力市場自由化，而面對未來電力自由化，相關商品必相繼出現，本研究希冀藉由對台灣電力衍生性商品之評價模式的探討，使我國電力市場更具效率與競爭力。

文獻回顧

選擇權的發展自 Black 與 Scholes (1973) 導出買權定價公式後進入蓬勃發展 (此後文章將其簡稱為 B-S 模型)，而隨著財務模型的發展，之後的文獻多以 Cox、Ross 與 Rubinstein (1979) 之 CRR 模型為選擇權發展主體。此外，Merton (1976) 提出跳躍擴散模型 (Jump Diffusion) 對電力衍生性商品之評價有顯著的貢獻，Vasicek (1977) 提出的均數復歸 (mean reversion) 探討股價的趨勢長時間會存在一股力量促使股價回到基本面。因為電力並非一般的商品，其具有不易儲存的特性，因此電價選擇權相當的特殊。Cater (1995) 以 B-S 模型進行設算，求出電價選擇權之價格。Oren (2001) 則進一步利用 B-S 模型設算出完全的避險方式。Eydeland 與 Geman (1998) 簡述電力特性及電價的波動性對電價與電力選擇權定價的影響。Escibano, Pena 與 Villaplana (2001) 建立一般化模型，結果發現 GARCH 及時間獨立跳躍密度要素對電力價格模型非常重要。Bhanot (2002) 利用均數復歸與跳躍擴散的分析方式，以 MonteCarlo 模擬法，進一步探討電力消費量不確定性對選擇權定價的影響，在考慮契約可能不被執行的可能下，結果發現電力消費量的不確定將會降低選擇權契約的價格。國內對於電力自由化在制度及衍生性商品上陳澤義、許志義與許宏敏 (2000) 及張元晨 (2000) 均有相關介紹及比較的陳述。劉運鴻 (2000) 一文概述電力期貨及電力選擇權的交易現況、避

險原理、合約規格及範例。廖惠珠(2001)則簡述國際能源衍生性商品之發展及其背景。而電力選擇權定價方式及模型設定，目前國內學者尚未有人從事相關分析。

樣本與研究方法

資料方面，由於國內電力市場仍屬國營事業，其價格並非由市場供需所共同決定，故無法利用國內資料進行自由市場下之電價分析。本研究因而改採美國新英格蘭電力調度中心之尖離峰電價資料。

研究方法上，本研究套用 Bhanot 的創見，考慮電力消費量之不確定與不同履約價、消費量和價格的衝擊，對歐式電力買權價格的影響。首先，本研究所進行之基本統計分析顯示，一些顯著之統計數據，指出電價有回歸原趨勢與大幅跳升之特性。因此，本研究在電價之掌握方面，除了一般波動性之考量外，更納入了均數復歸與跳躍擴散等分析。本研究於是逐一估計均數復歸參數與跳躍參數，最後再以 MonteCarlo 模擬法模擬電力選擇權之買權價格。

實證結果分析

本研究先以均數復歸與跳躍擴散之方法進行一般價格趨勢分析以求得估計之參數，再分析電力消費之影響。其次，再根據 Bhanot 模式，考量電力消費不確定性之影響。依此，本研究以 MonteCarlo 模擬法，分別針對上述兩種情境模擬並估算電價選擇權應有之價格。

一、均數復歸參數之估計

針對尖峰時刻電價，以最小平方法進行估計，實證結果發現，尖峰電價在樣本期間內，會隨時間以 0.3620 的速度回復至長期平均趨勢。

二、跳躍參數結果分析

採用 Recursive Filter Estimation 法，對跳躍參數進行估計，結果如下表 1 所示。我們可知在樣本期間內，尖峰電價出現 8 次跳躍情形，跳躍頻率為每年約出現 3.47 次，每次跳躍報酬之平均數為 1.94，標準差為 0.78。

表 1 New England ISO
電廠尖峰電價跳躍參數估計結果

Iteration	Sd.	Jumps	phi	Kbar	gamma
A	0.27	8	3.47	1.94	0.78
B	0.27	8	3.47	1.94	0.78

註: Iteration A 在三倍標準差 0.976182 下求得
Iteration B 在三倍標準差 0.800499 下求得

三、電力消費結果分析

以最大概似估計法估計出尖峰時刻電價消費量，結果在尖峰電量樣本期間內，消費量在極短時間內增加一單位，則前後消費量差會增加 1.0017 單位。若在消費量服從布朗尼運動下，若增加一單位，則前後消費量差會增加 0.00004 單位。結果如表 2 所示。

表 2 New England ISO
尖峰電力消費估計結果

變數	參數估計	標準差	T 值
ϕ	1.0017	0.77E-08	0.12E+09
γ	0.00004	0.14E-08	27923

四、蒙地卡羅(MonteCarlo)模擬結果

本研究以 MonteCarlo 模擬法模擬購買 30 天期電力選擇權之買權買方所應支付的價格。除電價因素外，亦加入考量在電力消費量不確定下之電力消費量對選擇權價格的影響。其結果如下表 3。

1. 僅探討電價對選擇權價格的影響

表 3 New England ISO 尖峰電力選擇權價格

履約價	選擇權價格	履約價	選擇權價格
40	4.3999	45	3.9718
50	3.9298	55	3.3995
60	3.3508	65	2.9789

註：單位為美元/每小時千瓦(\$US/MWh)

因此若有一用戶有 12,000MWh 用電需求，欲買入下個月到期，履約價為\$50 US/MWh 的電力買權，由本研所得知其價格為\$3.9298 US/MWh，故購得此一買權需支付\$47157.6 美元。

2. 電力消費不確定下，不同電價對選擇權價格的影響

表 4 New England ISO 尖峰電力選擇權價格

履約價	選擇權價格	履約價	選擇權價格
40	5.8858	45	4.7185
50	4.2589	55	3.3065
60	2.6693	65	1.9627

表4則代表在電力消費量不確定下應有之選擇權價格。由上述可知，電價單一因素度選擇權價格的影響，在相同履約價下大部分是較低的。而對電廠而言，實際上的利潤決定於電力的消費量，且消費的不確定性會影響選擇權之收益和價格，故在忽視電力消費量的影響下，模擬出的價格儘管低卻較不精確。

由表4可知，考慮電力消費量不確定性，所模擬出的選擇權價格通常較高。由於電廠購買的電量會受限於本身對電力的需求，且購買的電量應小於或等於契約中的數量，亦即會出現契約不會完全被履約的狀況。因此，考慮電力消費量之不確定，所模擬出的結果較佳。由此可知，在分析電力選擇權價格時，除了電價因素外，仍不可忽視電力消費量之不確定性對價格的影響。

結論與建議

本研究利用美國新英格蘭電力調度中心1999年5月1日至2003年2月28日之電價資料，進行實證模擬分析。研究結果顯示：

1. 相較於僅考慮電價指數之選擇權評價模式，考慮電力消費不確定性，所模擬之選擇權價格較高，但其結果應較具可靠性。
2. 由於電價選擇權購買數量往往受限於電廠之電力消費量，且所購電量會小於或等於契約中的數量，因此不可以忽視電力消費不確定性，對電力選擇權價格的影響。

受國際電業自由化的風潮帶動，我國電力事業將由「專營獨占」轉變為「開放競爭」，在發、輸、配電業全面開放的同時，預計未來政府將能輔導業者成立電力交易中心 - 電力池。可預期的，在新市場機能下，業者為降低電價波動所帶來的損失，很可能以電力選擇權規避風險。由於臺灣夏季尖峰時刻易出現電力供需不平衡現象，因此，我國可及時推出實體電力交割之夏月尖峰選擇權以供避險。雖然本研究礙於時間限制與資料不易收集等問題，而仍有許多可努力之空間，但部份發現應有益於我國即將開放之電力事業。

計畫結果自評

本計畫自評為佳，由於尚未達發表至更優良期刊之標準，代表本人仍有許多待努力之處。

參考文獻

一、中文部分

- 李怡慧 (2003), "電力選擇權評價模型之探討", 淡江大學經濟學系應用經濟學研究所。
- 張元晨 (2000), "電力市場衍生性商品避險功能之研究", 台灣電力公司委託專題研究計畫。
- 陳澤義、許志義、許宏敏 (2000), "臺灣電業自由化下電力交易制度之探

討”，“能源季刊”，第三十卷，第四期，頁 17 - 31。
廖惠珠 (2001)，“新興能源衍生性商品之簡介”，“能源季刊”，第三十一卷，第四期，頁 27 - 39。
劉運鴻 (2000)，“美國電力期貨暨選擇權簡介”，“台電工程月刊”，第 628 期，頁 131 - 142。

二、英文部分

Black, F and M. Sholes (1973) "The Price of Option and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy* 81, pp.637 - 659
Bhanot, K. (2002) "Value of an Option to Purchase Electric Power - the Case of Uncertain Consumption," *Energy Economics* 24, pp.121 - 137.
Cater, J.C. (1995) "Valuing options for electric power resources," *The Electricity Journal* Vol. 8(3), pp43-50.

Cox, J.C. ; J.E. Ingersoll and S.A. Ross (1985) "Theory of the term structure of interest rates," *Econometrica* Vol.53, pp385-407
Escribano, A.J., Peña I. and Villaplana, P (2001) "Modeling electricity prices: international evidence," Working Paper.
Merton, R.C. (1976) "Option pricing when underlying stock returns are discontinuous," *Journal of Financial Economics*, Vol.3, pp125-14
Oren, S.S. (2001) "Integrating real and financial options in demand-side electricity contracts," *Decision Support Systems*, Vol. 30(3), pp279.
Vasicek, O. (1977) "An equilibrium characterization of the term structure" *Journal of Financial Economics*, Vol.5, pp177-1.

*本研究主要成果已發表於 2004 年能源季刊, Vol 34(2), pp.16-24(發表人為李怡慧與廖惠珠), 此摘要主要截錄自該文。