

在 Black-Scholes 評價模型下 台指選擇權最適波動性估計方法之研究

The Method of the Volatility Estimator in TXO Under the Black-Scholes Model

倪衍森¹ 吳曼華² 鄭亦姝³

(Received: Nov. 11, 2004 ; First Revision : Jan. 27, 2005 ; Accepted: March 16, 2005)

摘要

在以往的實證研究中，對於波動性的估計模型主要可以區分為兩大類：一類是藉由過去某段時間中的價格走勢做為波動性衡量的依據，稱之為歷史資料波動性，另一類是隱含波動性，乃利用選擇權的市價來代入評價模型中，以反推該價格所隱含的波動性。實證結果顯示兩者在波動性的估計效度上各有其擅長，且實務界常常藉由兩者相互比較的应用，來探討目前市場是否有高、低估的現象，做為投資者進行選擇權買賣操作上的依據。因此雖然相關研究很多，但是在波動性適用問題的探討上，多年以來仍是各界所著墨的焦點。

本研究以 2001 年 12 月 24 日上市的台指選擇權(簡稱 TXO)做為研究標的，目的在於了解何種波動性模型可以使所估算出之理論價格最貼近於市價，亦即何種波動性模型最能解釋台指選擇權所面臨之波動。吾人得到以下幾點重要發現：

1. 歷史波動性及 GARCH(1,1)波動性對於 TXO 的估計能力顯著優於隱含波動性模型及隱含波動性與 GARCH(1,1)的綜合模型。
2. 一般公認估計能力較佳的隱含波動性模型中，以考量到選擇權標的資產價格波動彈性的 vega 加權隱含波動性之價格誤差較小。
3. 隱含波動性缺乏估計效力代表台指選擇權市場之成熟度不足，但這極可能是在本文的研究期間中，其尚處於新興市場之狀態。本研究認為隱含波動性不指選擇權最適波動性估計模型的原因在於：計算過程的問題、市場無效率與市場制度設計上的問題。
4. 理論上來說，衍生性商品市場代表的是投資人對於未來現貨市場走勢之預期，應當是由衍生性金融市場來領導現貨市場，然而本文的實證結果卻是以現貨市場的價格變動對於台指選擇權有較高的影響度，可見投資人在選擇權商品的知識及買賣策略的運用上仍未成熟。

關鍵詞：股票選擇權、隱含波動性、Black-Sholes 模型

¹淡江大學管理科學研究所副教授

²銘傳大學財務金融系(所)助理教授

³統一企業總經理財務企劃專員

Abstract

The underlying asset price, exercise price, risk-free interest rate, duration and volatility are the endogenous variables in the Black-Scholes option pricing model, and we can obtain the theoretical price of an option contract through the model. Five variables except the volatility variable could be collected from market or the option contract, but the volatility variable is hard to be defined.

It can be sorted into two categories. One is counted by historical underlying asset price data, and the other is implied volatility (IV). The empirical results about the suitability between volatilities calculated by the Black-Scholes model and real volatilities the option contract faces are not identical. Some of empirical results in this study imply that IV model is the best estimator for calculating the volatility for TAIEX stock index option (TXO), because it represents the true situation the option lies in. But other results show the opposite comments, i.e. IV are not the suitable estimator for pricing TXO, it will lead to estimating errors.

The target of the study is a new product (TXO) in Taiwan, and this financial product is available since Dec.24, 2001. This research uses several methods for estimating the volatility for TXO, tries to find the optimal model to estimate the volatility, and search the causes of variation between theoretical value and market value for TXO. The findings are shown as follows.

1. To TXO, the historical standard deviation and GARCH(1,1) model are the best estimators, and IV models are the worst.
2. Among the models of weighted implied volatility, the mis-price of the vega weighted implied volatility model is smallest.
3. The result which IV model is not optimal volatility estimator implies that the TXO market is not mature.
4. The results are quite different between TXO and warrants: TXO call options are over-priced, and warrants are under-priced in Taiwan markets. We try to explain the differentiation in supply aspect, and make reasonable inferences.

Keywords: TXO, Stock Index Option, Volatility, Implied Volatility, Black-Scholes Model

1. 緒論

在過去波動性相關的實證研究中，多採用歷史波動性、隱含波動性及 GARCH 波動性三者來做比較。其中歷史波動性與隱含波動性都是建構在報酬率變異數為常數的假設之下，這樣的假設與現實市場的情況有所差異，並被公認為是導致評價模型誤差的主因；而考慮到條件異質變異數的 GARCH 模型，可以有效地修正歷史波動性在波動性叢

聚上不足之缺點，在過去的實證結果中，其估計能力通常較歷史波動性佳。雖然隱含波動性模型在其前提假設上有偏誤，但因其係直接使用選擇權市價所計算出的波動性，故對於選擇權本身價格變化的捕捉能力會優於其他模型，故一般而言，隱含波動性為最佳波動性估計模型。

本研究的主要目的在於驗證上述的過往實證結果，試圖發現最適合 TXO 市場的波動性估計模型。如果能有效地掌握台指選擇權的波動，市場上的投資者在進行交易活動時，將可更準確地估計出 TXO 的合理價格，以降低交易上的損失。而在本研究之前，雖然已有多篇針對台灣權證市場所做的相關實證問世，但與台指選擇權相關的文獻並不多，且尚無研究為針對台指選擇權的波動性部分來做探討。若能瞭解並掌握到金融資產價格波動的路徑(patterns)，即等於擁有獲利的機會，也因此，希望藉本研究能提供給投資者及後續研究者一些有用的建議。

2. 文獻回顧

在最早的財務模型中，常假設波動性為一固定常數，亦即變異數不會隨著時間而改變，稱之為變異數的同質變異性(Homoscedasticity)，故在進行金融市場的研究時，直接以標的商品的過去歷史價格報酬率之標準差做為未來波動性的估計值。然而早期許多研究都發現：傳統的歷史波動性無法掌握到金融商品真正的特性也無法對其未來的變化給予準確的預測。Engle(1982)以時間序列的觀念發展出 ARCH 模型(Auto-Regression Conditional Heteroskedasticity)，此模型的推出對於傳統的波動性估計產生了決定性的變革。該模型可以降低歷史波動性估計上的誤差並確實掌握到時間序列資料的波動以便於解釋過去與預測未來，此外，也驗證了股價報酬的分配會呈現出高狹峰、厚尾與波動性叢聚的現象。

除了以標的資產的過去價格資料做為波動性研究主體的方法之外，另有一些學者們藉由選擇權的評價模型反推出選擇權市價背後所代表的波動性，並認為其為選擇權價格所面臨的真實波動性，除了現貨的資訊外，還可以把選擇權市場本身的資訊一併描述。

最早驗證波動性之適用性者為 Latane & Rendleman(1976)，他們比較了加權平均隱含波動性與歷史波動性，發現以 Vega 加權平均隱含波動性來預測 CBOE 個股選擇權未來波動的效果最佳。

Day & Lewis(1988)則以指數選擇權之買權做為標的，利用成交量加權平均隱含波動性代入經股利調整後的 B-S 模型，來驗證隱含波動性是否會隨著到期日的不同而有所差異。研究結果發現：具有相同標的、相同履約價與相同到期日的選擇權，仍會因為其他市場環境的變動而產生不同的隱含波動性。

隱含波動性除了對現貨資產的未來波動性具預測能力外，一般還認為它可用來量測選擇權市價中所包含的資訊內涵。在 Day & Lewis(1992)所做之波動性資訊內涵包含程度的研究當中，給予價平選擇權較高的權重，並進行迴歸的檢定，結果發現隱含波動性

模型對波動性的預測能力最佳，歷史波動性最差。

Chu & Freund(1996)利用指數選擇權之買權，以 MAE(Mean Absolute Errors)、RMSE(Root Mean Squared Errors)及 MAPE(Mean Absolute Percent Errors)來探討選擇權價格誤差存在的問題，並以符號檢定法(Sign test)檢定不同波動性估計方法預測能力之優劣，研究結果顯示：隱含波動性為最佳的估計方法，而以過去股價資料為主的模型中，GARCH 模型較歷史波動性佳。

趙其琳(1999)以二項式評價模型來估計台灣的權證，並比較歷史波動性 GARCH(1,1)波動性及隱含波動性所計算出之理論價格的預測績效，結果發現：隱含波動性所產生的價格誤差最小。而在理論上，若價格誤差會隨著到期日的接近而逐漸縮小，則表示市場有學習機能，但在其研究中並無發現此現象，亦即代表台灣的權證自發行至該研究期間中，市場並未隨時間的演進而逐漸成熟。

林佩蓉(2000)則探討 FTSE 100 股價指數選擇權的波動性估計模型，發現隱含波動性模型的估計效果優於時間序列模型，此外亦發現，隨著市場的日趨成熟，會有更多投資人使用選擇權訂價模型來進行評價，以作為投資決策的參考，也因此其所估計的理論價偏離市場的程度有逐漸降低的趨勢。

然而有些實證研究了國外選擇權或國內權證，發現與前述完全不同的結論。Jorion(1995)以外匯期貨選擇權來比較隱含波動性、歷史波動性及 GARCH 波動性後，發現隱含波動性在某些時段的估計能力並非最佳，Jorion 對此提出了以下兩點的可能解釋：1.計算的過程有誤，可能是因為在衡量上的錯誤、不當的統計推論或使用了錯誤的評價模型；2.市場不具效率性，由於市場價格未能充分反應出市場情況，使得隱含波動性包含了大量的誤差，喪失了其估計上的精確性。

在薛吉延(1999)的研究中，企圖找出真實波動性的不偏估計值(Unbiased Estimator)，並期望能藉由價格誤差的驗證來了解選擇權市價是否錯估該選擇權的真實價值。在他的研究過程中發現：這些波動性皆為真實波動的偏誤估計式。此外，就台灣的權證市場來說，以歷史資料為主的波動性模型之預測效果比隱含波動性來得佳，其中 GARCH(1,1)模型為預測真實波動的最好模型。薛吉延認為台灣市場中，B-S 模型的隱含波動性不具估計效度的結果說明了市場上的隱含波動性不具有資訊內涵。

陳煒朋(1999)則藉由各種波動性模型、日資料及日內資料的方法做為探討依據，其發現在各種波動性模型預測能力的比較上，以 ARCH 與 GARCH 模型最佳。他認為隱含波動性不是一個有效的未來波動性之預測值，其原因可能在於權證市場不具效率性或是檢定過程有疏失，也有可能是因為隱含波動性並不是真實波動性的良好替代值(Proxy)。在日內資料的實證當中，陳煒朋發現：日內資料的使用，會在報酬的計算過程中降低噪音(Noises)的影響。在此部份，時間序列模型的解釋能力依然最高，隱含波動性模型最差。但在使用日內資料作預測後，各波動性模型的解釋能力皆有顯著增加，此代表著以日內資料所估計出之波動性包含了更多有用的資訊，且隱含波動性的預測能力大大地提昇。

3. 研究方法

3.1 研究樣本與資料來源

本文的研究標的為台灣發行量加權股價指數選擇權，研究期間為 2002 年 1 月 2 日~2002 年 12 月 31 日，採用每日收盤資料，並將成交量為零的契約刪除，共得買權 5,486 筆、賣權 4818 筆，資料來源為台灣期貨交易所。

此外，本研究另使用到了台灣發行量股價指數、無風險利率兩種資料，吾人使用台股指數每日之收盤價格，樣本期間為 2001/1/2 ~ 2002/12/31，共 492 筆資料；在無風險利率的部分，本研究採用台灣銀行一月期定存固定利率作為無風險利率，資料來源皆為教育部 AREMOS 資料庫。

3.2 Black-Scholes 評價模型

在 B-S 模型中，明確地指出了影響選擇權價格的主要因素有股票價格、履約價格、到期期間長度、股票報酬波動性及無風險利率，這些變數彼此間的關係可用以下公式表示之：

$$C = S \cdot N(d_1) - K(1+r)^{-T} \cdot N(d_2) ; d_1 = \frac{\ln \frac{S}{K} + (r + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} ; d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

其中 C 表示買權之理論價格、S 為目前股價、K 為履約價格、r 為無風險率、T 表示契約距到期期間的長度、 σ 為股價報酬波動性；而 $N(d_i)$ 為標準常態分配之累積密度函數，其值表示在標準常態分配之下，離差小於 d_i 的累積機率， $i = 1, 2$ 。

3.3 波動性模型

本研究所使用的波動性模型主要分為四大類，共七個模型。本文計算股價報酬率採對數報酬率之方式：

$$\mu_t = \ln\left(\frac{SP_t}{SP_{t-1}}\right), t=1, 2, 3, \dots, n.$$

其中， μ_t 為第 t 日的股價報酬， SP_t 為第 t 日的股價， SP_{t-1} 為第 t-1 日的股價。

3.3.1 歷史波動性模型

本文參考 Akgiray(1989)使用回溯至前 20 個交易日的移動平均歷史波動性。

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu}_i)^2} ; \bar{\mu}_i = \mu_i \text{ 的平均數, } n = 20.$$

此外，根據 Hull(2003)的建議，將 $\hat{\sigma}_t$ 乘上其交易天數的平方根，此舉目的是為了顧及到股價的不確定性會與未來時間長度的平方根呈比例增加的關係，故將其轉換為以交

易天數來做年化的標準差。在本文中設定為 244 天，乃依據樣本外期間的 2001 年之交易天數為 244 天，故年化標準差計算為： $s = \hat{\sigma}_t \times \sqrt{244}$

3.3.2 GARCH(1,1)波動性模型

本研究所採用的是 Bollerslev(1986)所發展的 GARCH 模型，它是 ARCH 模型的一般式。GARCH(p,q)模型如下：

$$\Delta S_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta S_{t-1} + \varepsilon_t ; \varepsilon_t | \Omega_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 h_{t-2} + \dots + \beta_p h_{t-p} + \mu_t$$

ΔS_t 為第 t 日的資產日報酬率， ε_t 為殘差項， h_t 為 ε_t 之條件變異數， α_0 、 ω 表示截距項， α_i 、 β_j 為參數值， $i=1,2,\dots,q$ 、 $j=1,2,\dots,p$ 。

在回溯天數部分，本研究選擇採用回溯過去一年的方式；而在最適的落後期(p,q)的選取上，本研究乃根據相關研究之結論，如：Akgiray(1989)、薛吉延(1999)及陳煒朋(1999)...等皆認為單變量的 GARCH(1,1)模型為最適當的預測模型，故以 GARCH(1,1)模型做為計算 GARCH 波動性的估計值。

3.3.3 隱含波動性模型

本研究使用等權數加權平均隱含波動性(average weighted implied volatility, AWIV)，並參考 Latane & Rendleman(1976)的 vega 加權平均隱含波動性(vega weighted implied volatility, VGIV)及 Day & Lewis(1988)的成交量加權隱含波動性(trading volume weighted implied volatility, TVIV)做為隱含波動性的估計模型。

$$AWIV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^{IV}$$

$$VGIV = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^{IV} \cdot Vega_i}{\sum_{i=1}^n Vega_i} ; vega_i = \frac{\partial C_i}{\partial \sigma_i}$$

$$TVIV = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_i^{IV} \cdot TV_i}{\sum_{i=1}^n TV_i}$$

n = 同一日中，成交量不為 0 的 TXO 契約個數；

σ_i^{IV} = 同一個觀察日中，第 i 個 TXO 契約所計算出之隱含波動性；

$vega_i$ = 同一個觀察日中，第 i 個 TXO 契約之 vega 彈性，用來衡量標的價格波動度對選擇權價格的影響；

C_i = 第 i 個 TXO 之市價； σ_i = 第 i 個 TXO 所面對的標的資產價格波動性；

TV_i = 同一日中，第 i 個台指選擇權契約成交量。

3.3.4 GAIV 模型

依據 Vasilellis & Meade(1996)，選擇 VGIV 與 GARCH 波動性進行簡單算數平均，作為波動性的估計值，稱之 GAIV_{VGIV}。此外，本研究另行採用 TVIV 與 GARCH 波動性之簡單算數平均作為另一個新的波動性估計值，稱之為 GAIV_{TVIV}。利用這兩種波動性估計值的設計，來探討 GAIV 模型對於 TXO 合理價格的估計能力是否有顯著的幫助。

$$\text{GAIV}_{\text{VGIV}} = \frac{1}{2}(\sigma_t^{\text{GARCH}} + \sigma_t^{\text{VGIV}}) ; \quad \text{GAIV}_{\text{TVIV}} = \frac{1}{2}(\sigma_t^{\text{GARCH}} + \sigma_t^{\text{TVIV}})$$

σ_t^{GARCH} 表示 GARCH(1,1)波動性； σ_t^{VGIV} 代表 VGIV； σ_t^{TVIV} 代表 TVIV。

3.4 衡量價格誤差的方法

本研究使用價格誤差衡量指標來做為比較理論價格與市價差異的依據，並依據不同的價位及到期日分類，以探討在不同情況下，各種波動性模型的適用程度。最後採用複迴歸分析，目的在於發現造成 TXO 市價與理論價差距產生的可能因子。

3.4.1 價格誤差衡量指標

使用平均絕對誤差(mean absolute errors, MAE)、平均絕對誤差百分比(mean absolute percentage errors, MAPE)及均方誤(root mean squared errors, RMSE)三種指標進行價格誤差的比較，所得之值若越接近於 0，表示其市價與理論價格的差距越小，意即使用該波動性來預測理論價格的效益越高。

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum |\text{市價} - \text{理論價}| ; \quad \text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{\text{市價} - \text{理論價}}{\text{市價}} \right| ;$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (\text{市價} - \text{理論價})^2}$$

此外，針對 TXO 之不同的價位與到期期間長度給予分組，分組標準如下：

- (1) 參考 Rubinstein(1985)對於選擇權價位之分類法，將買賣權價位分類如表 1。

表 1 價位分類表

| | 買權 | 賣權 |
|------------------------|-----|-----|
| $S/K > 1.15$ | 深價內 | 深價外 |
| $1.05 < S/K \leq 1.15$ | 價內 | 價外 |
| $0.95 < S/K \leq 1.05$ | 價平 | 價平 |
| $0.85 < S/K \leq 0.95$ | 價外 | 價內 |
| $S/K \leq 0.85$ | 深價外 | 深價內 |

註：S 為標的資產之價格，K 為執行價。

- (2) 依據選擇權契約不同的到期日長短，將其分為「到期日小於 60 天」，「到期日介於

60~180 天」及「到期日大於 180 天」三組。本研究視距到期期間兩個月內為短期，二至六個月視為中長期，大於六個月為長期。

3.4.2 迴歸分析

本研究以絕對誤差(absolute errors, AE)與絕對誤差百分比(absolute percent errors, APE)做為因變數；以 B-S 模型計算上所涉及的變數：現貨價格(S)、履約價格(K)、無風險利率(R_f)、距到期日期間長度(T)與波動性(σ)做為自變數，再加上本研究新加入的自變數：大盤報酬率(R_{index})、大盤波動性(σ_{index})、交易手續費 (C)、交易量(V)以及未平倉口數(OI)，來探討複迴歸模型：

$$AE = |\text{市價} - \text{理論價}| ; \quad APE = \left| \frac{\text{市價} - \text{理論價}}{\text{市價}} \right|$$

$$AE = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{S}{K} + \beta_2 \cdot T + \beta_3 \cdot R_f + \beta_4 \cdot R_{index} + \beta_5 \cdot \sigma_{index} + \beta_6 \cdot C + \beta_7 \cdot V + \beta_8 \cdot OI + \beta_9 \cdot \sigma + \varepsilon_t$$

$$APE = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{S}{K} + \beta_2 \cdot T + \beta_3 \cdot R_f + \beta_4 \cdot R_{index} + \beta_5 \cdot \sigma_{index} + \beta_6 \cdot C + \beta_7 \cdot V + \beta_8 \cdot OI + \beta_9 \cdot \sigma + \varepsilon_t$$

4. 實證結果

4.1 價格誤差分析

利用本研究所設定的七種波動性模型求出波動性後，分別代入 B-S 模型以得到在不同波動性模型下的 TXO 理論價格，並計算 MAE、MAPE 及 RMSE，藉由這三個指標來衡量市價與理論價間的差異，並用以比較各模型估計 TXO 價格的能力，以及在不同的價位及到期日下，各模型的估計能力是否會有所改變。結果如表 2 至表 11：

1. 不論是買權或賣權，歷史波動性及 GARCH(1,1)波動性通常為 MAE、MAPE 及 RMSE 值最小的模型。
2. 在價位的分組下，在深價內買權中，TVIV、GAIV_{VGIV} 及 GARCH(1,1)波動性的估計能力相當，但整體來說，買權以歷史波動性的價格誤差較小；而在深價內及價內賣權中，七個模型的價格誤差值差異並不大，在其他價位中，以 GARCH(1,1)及歷史波動性的價格誤差值較小。故大致而言，以歷史波動性及 GARCH 模型的價格誤差最小，且越偏向價外，其價格誤差就越小。
3. 以到期期間來看，當 TXO 距到期日小於 60 天時，以歷史波動性來估算所產生的價格誤差較小；在距到期日介於 60~180 天時，歷史波動性在買權中較佔優勢，在賣權中則產生歷史波動性 GARCH(1,1)及 GAIV_{VGIV} 模型不相上下的局面；在距到期日大於 180 天的情況下，歷史波動性及 GARCH 模型對於買權的估計能力較佳，而 GARCH(1,1)

對於賣權的估計能力較好。

4. 以各模型來分析，歷史波動性與 GARCH(1,1)為較佳的波動性模型，而 $GAIV_{TVIV}$ 模型不論在任何組別之下，幾乎都是誤差指標值最大的模型。這可能是由於 $GAIV_{TVIV}$ 模型本身設計上所產生的偏誤。
5. 不論是買權或賣權，當該契約較具履約價值時(深價內及價內)時，其 MAE 及 RMSE 值皆偏高，但 MAPE 值卻極小，此表示選擇權在價值高的情況下，其每日權利金之波動雖然高，但是整體而言幅度並不大；而當價位為價外及深價外時，其 MAE 及 RMSE 值相對來說較低，但 MAPE 值卻極高，代表價值低之選擇權契約可能被大量以極不合理之價格出售。

綜合以上五點，可知在以價格誤差衡量指標做為探討標準之下，以歷史波動性及 GARCH(1,1)模型為價格誤差最小的波動性估計方法，而 $GAIV_{TVIV}$ 模型為誤差最大的模型。

表 2 深價內 TXO 買權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|---------------|--------|----------|---------------|--------|----------|-----------------------------|--------|----------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 70.5182 | 0.0916 | 88.5505 | 69.9991 | 0.0910 | 88.1681 | 70.1992 | 0.0912 | 88.3301 | 73.3908 | 0.0916 | 88.3233 |
| 60~180 | 74.8949 | 0.0924 | 89.0210 | 68.3626 | 0.0815 | 82.8846 | 68.4075 | 0.0829 | 87.9534 | 65.9837 | 0.0769 | 78.7525 |
| >180 | 85.3256 | 0.0879 | 92.9082 | 105.5930 | 0.1089 | 122.4695 | 67.8751 | 0.0692 | 69.4346 | 94.8335 | 0.0977 | 107.8527 |
| | 歷史波動性 | | | $GAIV_{VGIV}$ | | | $GAIV_{TVIV}$ | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE 或 RMSE 最小者。 | | |
| <60 | 70.3744 | 0.0917 | 88.3047 | 69.9931 | 0.0910 | 88.1184 | 72.4363 | 0.0952 | 89.0402 | **淺灰色區域指的是在該分 | | |
| 60~180 | 69.9043 | 0.0800 | 88.3959 | 66.3070 | 0.0781 | 79.8690 | 108.1355 | 0.1344 | 123.9434 | 組中，指標值最大者。 | | |
| >180 | 146.5064 | 0.1502 | 157.0505 | 99.8644 | 0.1030 | 114.2542 | 181.1243 | 0.1867 | 199.2612 | | | |

表 3 價內 TXO 買權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|---------------|--------|----------|---------------|--------|----------|-----------------------------|--------|----------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 74.5142 | 0.1986 | 96.2132 | 69.7267 | 0.1822 | 90.0966 | 70.8697 | 0.1846 | 91.4000 | 69.7434 | 0.1827 | 89.1030 |
| 60~180 | 117.4146 | 0.3260 | 148.2870 | 105.0211 | 0.2916 | 133.3550 | 88.4762 | 0.2421 | 111.8772 | 87.9687 | 0.2753 | 125.5105 |
| >180 | 163.6695 | 0.2489 | 194.0910 | 128.9618 | 0.1924 | 156.1916 | 76.9039 | 0.1042 | 100.7231 | 66.1161 | 0.0973 | 85.5848 |
| | 歷史波動性 | | | $GAIV_{VGIV}$ | | | $GAIV_{TVIV}$ | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE 或 RMSE 最小者。 | | |
| <60 | 68.6574 | 0.1796 | 88.6713 | 68.9072 | 0.1800 | 88.7702 | 79.0327 | 0.2134 | 99.9221 | **淺灰色區域指的是在該分 | | |
| 60~180 | 81.6152 | 0.2451 | 117.7064 | 94.7290 | 0.2791 | 124.7077 | 155.7766 | 0.4347 | 192.4727 | 組中，指標值最大者。 | | |
| >180 | 81.4797 | 0.1197 | 87.6045 | 89.7871 | 0.1348 | 115.8153 | 267.2829 | 0.3886 | 288.2412 | | | |

表 4 價平 TXO 買權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|---|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 65.4003 | 0.9432 | 88.1955 | 46.2963 | 0.5953 | 63.5089 | 50.0337 | 0.6548 | 67.2920 | 45.1292 | 0.5991 | 59.9250 |
| 60~180 | 113.8905 | 0.4770 | 151.6389 | 69.5545 | 0.2897 | 99.4259 | 79.4576 | 0.3320 | 104.0900 | 53.3237 | 0.2524 | 66.0122 |
| >180 | 146.1017 | 0.3552 | 172.1806 | 92.4364 | 0.2193 | 128.7198 | 110.3397 | 0.2576 | 122.2312 | 50.5150 | 0.1174 | 57.0942 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、MAE 或 RMSE 最小者。 **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | | | |
| <60 | 42.0490 | 0.5320 | 57.3871 | 43.1997 | 0.5752 | 58.8930 | 78.1692 | 1.1076 | 98.9585 | | | |
| 60~180 | 49.4764 | 0.2105 | 67.2417 | 55.5786 | 0.2476 | 75.0524 | 140.2749 | 0.6216 | 172.3139 | | | |
| >180 | 71.6820 | 0.1801 | 84.9225 | 60.4169 | 0.1407 | 80.3607 | 206.5300 | 0.5038 | 230.4615 | | | |

表 5 價外 TXO 買權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|---|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 39.3837 | 2.3445 | 63.2916 | 19.0966 | 1.0365 | 32.5371 | 21.9046 | 0.9317 | 35.5616 | 14.1724 | 0.6816 | 22.5544 |
| 60~180 | 108.2117 | 5.1022 | 146.2131 | 55.8066 | 4.2165 | 90.0527 | 58.9079 | 2.0851 | 79.1427 | 38.9383 | 5.2527 | 53.2678 |
| >180 | 282.8365 | 1.2198 | 351.4937 | 153.4664 | 0.6497 | 188.3249 | 122.7485 | 0.5216 | 205.1000 | 76.2623 | 0.3310 | 90.6827 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、MAE 或 RMSE 最小者。 **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | | | |
| <60 | 13.4248 | 0.6107 | 21.2626 | 15.1587 | 0.7453 | 25.0768 | 50.8989 | 3.4832 | 79.9224 | | | |
| 60~180 | 35.9775 | 2.4315 | 52.7833 | 43.6371 | 4.6877 | 66.1051 | 136.8670 | 7.4489 | 167.3346 | | | |
| >180 | 76.2127 | 0.3271 | 95.2282 | 104.5114 | 0.4493 | 125.5101 | 338.3851 | 1.4426 | 370.3603 | | | |

表 6 深價外 TXO 買權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|---------|----------|---|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 13.3754 | 5.7100 | 30.8603 | 5.6158 | 1.4633 | 11.7675 | 7.2949 | 1.2976 | 16.2891 | 4.0818 | 0.9049 | 6.9884 |
| 60~180 | 72.9342 | 5.8254 | 105.2273 | 26.4400 | 3.0630 | 55.2375 | 27.2717 | 1.3348 | 50.9370 | 12.7617 | 5.5102 | 20.2404 |
| >180 | 296.8286 | 2.6663 | 400.3533 | 118.4673 | 1.0694 | 150.1042 | 203.8780 | 1.7936 | 260.2801 | 82.1272 | 0.7303 | 94.3097 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、MAE 或 RMSE 最小者。 **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | | | |
| <60 | 3.7039 | 1.0613 | 6.7193 | 4.3930 | 0.9819 | 8.2621 | 12.7523 | 7.0012 | 28.6608 | | | |
| 60~180 | 14.0684 | 0.9603 | 25.9180 | 16.2680 | 3.8060 | 33.4799 | 93.3367 | 12.4527 | 121.4581 | | | |
| >180 | 41.2510 | 0.3451 | 42.5451 | 99.8936 | 0.8964 | 121.4817 | 328.1930 | 2.9021 | 379.5978 | | | |

表 7 深價內 TXO 賣權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|-----------------------------|--------|----------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 102.1596 | 0.0945 | 133.2895 | 106.0039 | 0.0984 | 143.0150 | 105.7005 | 0.0979 | 141.8037 | 106.2554 | 0.0986 | 145.4104 |
| 60~180 | 87.3421 | 0.0703 | 118.9244 | 80.0065 | 0.0640 | 100.9082 | 111.0880 | 0.0883 | 126.4574 | 82.4821 | 0.0642 | 96.7658 |
| >180 | 200.9739 | 0.1744 | 219.6597 | 141.9935 | 0.1196 | 161.9210 | 136.9561 | 0.1178 | 165.7545 | 103.9179 | 0.0880 | 118.9256 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE 或 RMSE 最小者。 | | |
| <60 | 106.2449 | 0.0987 | 144.7170 | 106.1059 | 0.0984 | 144.3596 | 104.0770 | 0.0966 | 137.1576 | **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| 60~180 | 78.3470 | 0.0612 | 91.8241 | 79.3167 | 0.0622 | 95.5989 | 117.2044 | 0.0961 | 149.0765 | | | |
| >180 | 135.6154 | 0.1177 | 143.8430 | 122.3056 | 0.1033 | 134.6453 | 147.4849 | 0.1278 | 183.5319 | | | |

表 8 價內 TXO 賣權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|-----------------------------|--------|----------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 83.5911 | 0.1871 | 107.8371 | 82.6739 | 0.1802 | 107.9427 | 89.6919 | 0.1957 | 114.7644 | 82.1257 | 0.1783 | 108.8123 |
| 60~180 | 100.9894 | 0.1668 | 129.9991 | 80.8705 | 0.1279 | 97.5800 | 117.1725 | 0.1837 | 136.5642 | 78.5809 | 0.1218 | 92.9969 |
| >180 | 183.2053 | 0.2259 | 204.4842 | 166.3162 | 0.1973 | 180.7194 | 85.7683 | 0.0992 | 116.8492 | 79.8402 | 0.0954 | 89.3347 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE 或 RMSE 最小者。 | | |
| <60 | 84.4401 | 0.1833 | 110.2477 | 81.2276 | 0.1766 | 107.7237 | 81.7723 | 0.1836 | 106.6965 | **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| 60~180 | 84.9965 | 0.1365 | 100.5802 | 71.1873 | 0.1106 | 88.1890 | 124.8285 | 0.2034 | 152.7497 | | | |
| >180 | 74.6137 | 0.0937 | 87.2718 | 101.1202 | 0.1231 | 118.1291 | 226.3134 | 0.2650 | 255.4220 | | | |

表 9 價平 TXO 賣權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|-----------------------------|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 63.8372 | 0.6240 | 83.8379 | 51.4401 | 0.4818 | 67.2795 | 64.8440 | 0.5669 | 80.9834 | 43.7206 | 0.4300 | 59.1597 |
| 60~180 | 84.6607 | 0.3276 | 114.8735 | 62.6391 | 0.2402 | 80.9692 | 91.5170 | 0.3472 | 108.8539 | 46.3726 | 0.1832 | 60.7715 |
| >180 | 145.1120 | 0.3369 | 175.4101 | 147.8570 | 0.3028 | 174.6830 | 139.2147 | 0.3159 | 161.9460 | 58.4117 | 0.1430 | 72.3088 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE 或 RMSE 最小者。 | | |
| <60 | 45.3124 | 0.4324 | 60.6048 | 45.4545 | 0.4380 | 60.7819 | 58.9482 | 0.6382 | 80.1623 | **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| 60~180 | 57.8774 | 0.2309 | 71.1696 | 45.8439 | 0.1771 | 61.2045 | 99.5869 | 0.4047 | 130.3918 | | | |
| >180 | 79.5837 | 0.2235 | 91.9270 | 88.7025 | 0.1984 | 105.3404 | 155.4945 | 0.3624 | 192.4206 | | | |

表 10 價外 TXO 賣權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|----------|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------------------|--------|----------|---|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 27.8993 | 1.2861 | 43.1084 | 19.9475 | 0.7629 | 29.0864 | 27.5503 | 0.9844 | 39.1375 | 14.4964 | 0.6864 | 20.7809 |
| 60~180 | 73.4218 | 1.0074 | 95.6497 | 45.5059 | 1.5229 | 62.2112 | 72.1652 | 1.0077 | 86.3587 | 30.4958 | 2.1469 | 39.2964 |
| >180 | 133.5316 | 0.4887 | 151.7360 | 76.0280 | 0.2688 | 117.8472 | 115.4372 | 0.4318 | 129.4909 | 25.2161 | 0.0953 | 31.7925 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、MAE 或 RMSE 最小者。 **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | | | |
| <60 | 13.4718 | 0.5900 | 19.3902 | 15.7953 | 0.6640 | 22.8324 | 29.1758 | 1.6397 | 47.1167 | | | |
| 60~180 | 40.7896 | 1.9928 | 52.1403 | 33.9893 | 1.7619 | 44.2966 | 74.6687 | 3.1537 | 102.8840 | | | |
| >180 | 59.1659 | 0.2180 | 73.5346 | 43.1283 | 0.1545 | 60.6920 | 161.3379 | 0.5932 | 190.8674 | | | |

表 11 深價外 TXO 賣權在不同波動性估計下之價格誤差指標

| 到期 天數 | AWIV | | | VGIV | | | TVIV | | | GARCH(1,1) | | |
|----------|---------|--------|----------|----------------------|--------|---------|----------------------|--------|----------|---|--------|---------|
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE |
| <60 | 10.1984 | 3.7936 | 20.8688 | 7.5422 | 2.6800 | 12.8946 | 9.7810 | 2.7054 | 17.3508 | 6.9151 | 2.8063 | 11.6673 |
| 60~180 | 54.0820 | 0.8587 | 77.1884 | 42.6997 | 0.6921 | 65.1470 | 50.1508 | 0.7803 | 65.9700 | 26.6779 | 0.4631 | 46.8403 |
| >180 | 66.6708 | 0.4740 | 122.5608 | 39.0919 | 0.3925 | 48.6815 | 57.4533 | 0.5746 | 66.0885 | 19.8362 | 0.1919 | 24.2751 |
| | 歷史波動性 | | | GAIV _{VGIV} | | | GAIV _{TVIV} | | | *深灰色區域指的是在該價位與到期日的分組中，MAPE、MAE 或 RMSE 最小者。 **淺灰色區域指的是在該分組中，指標值最大者。 | | |
| | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | MAE | MAPE | RMSE | | | |
| <60 | 5.4864 | 2.8287 | 9.6966 | 7.0824 | 2.6350 | 11.9675 | 9.7041 | 5.5023 | 21.4756 | | | |
| 60~180 | 29.8761 | 0.5388 | 45.7897 | 33.8216 | 0.5276 | 51.0755 | 69.4791 | 1.2647 | 109.7454 | | | |
| >180 | 25.1942 | 0.2786 | 32.4904 | 33.2759 | 0.3306 | 44.1781 | 83.6103 | 0.7537 | 127.5091 | | | |

4.2 影響價格誤差的因子

在影響價格誤差的因子部分，本研究分為因變數為 AE 及 APE 兩個部分做探討，在 AE 的部分(下頁表 12、13)可以發現：所有自變數對於各波動性模型的 AE 幾乎皆具有顯著的影響。以 S/K 來說，它對於買權 AE 的影響為正向，對賣權為負向，這是因為在判斷買賣權的價位時，買賣權的價位標準為反向之故。故當買權的價位水準越深價內時，代表其履約價值越高，AE 也越大；當賣權的價位水準越深價內時，其履約價值越高，AE 越大。另外，不論買賣權，在距到期期間天數越久以及無風險利率越大的情況下，其絕對價格誤差會越大。

將手續費因子結合手續費改變的趨勢⁴來看，早期手續費較高，表示早期買權的 AE

⁴ TXO 的交易手續費在 2002 年中，經紀部分的手續費有大幅的調降，年初時為 600 元，五月份後降低為 200 元，在 10 月 15 日後更調降到 200 元以下；而自營商的手續費始終未變，為 25 元。

會偏大，但賣權的 AE 偏小；後期手續費調降後，買權的 AE 變小，但賣權的 AE 卻變大。一般來說，價格誤差應當會隨著交易成本的降低而下降，這點對於 TXO 買權而言是成立的，但對於賣權來說，卻呈現了相反的結果。本研究嘗試解釋其中的原因，認為可能是因為一般散戶較偏好買權，而法人較有能力掌握賣權(此乃建立於法人的選擇權相關知識較散戶佳的前提下)，在手續費調降後，可能有較多的散戶加入賣權的行列，但因為其使用賣權的能力不足，導致賣權反而在後期的價格誤差增大。

成交量對於買權之價格誤差為同向影響，表示成交量越高時，買權市價與理論價格的背離越大，探究其可能原因，可能當股市熱絡時，投資人可能會對買權有過度反應的現象，所以造成買權市價與理論價的背離。但對於賣權卻影響極小，僅有在以成交量加權計算的隱含波動性模型中影響較為顯著。一般來說，當成交量越大，應可免去由於樣本數過少所帶來的偏誤，其 AE 應當會越小，然而在此卻驗證到相反的結果。而未平倉口數與 AE 為反向關係，當未平倉口數越高，代表著市場中的參與者越多，在參與者越多的情況下，市場中價格的偏誤可能被平滑掉，因此市價與理論價偏離的情況應該較少。

表 12 以 AE 為因變數之複迴歸分析—買權

| 波動性 | R ² | F 值 | T 值 | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|--------|--------|--------|----------------|--------------------|--------------------|--------|-------|---------|--------|
| | | | S/K | T | R _f | R _{index} | σ _{index} | C | V | OI | σ |
| AWIV | 0.437 | 473.12 | 28.950 | 38.075 | 6.844 | -14.768 | 3.242 | 10.976 | 7.169 | -5.190 | 38.554 |
| VGIV | 0.303 | 246.02 | 33.828 | 23.287 | 3.756 | -8.024 | 3.406 | 5.909 | 5.460 | -6.001 | 16.634 |
| TVIV | 0.277 | 232.87 | 29.972 | 21.361 | 2.603 | 5.403 | 1.955 | 5.630 | 7.043 | -7.561 | 15.448 |
| GARCH | 0.309 | 272.05 | 38.909 | 12.170 | 2.808 | -7.229 | 2.966 | 2.457 | 6.684 | -10.002 | -7.170 |
| 歷史波動性 | 0.293 | 252.39 | 38.638 | 12.860 | 4.205 | -6.210 | 1.696 | 2.949 | 4.745 | -7.463 | 5.099 |
| GAIV _{VGIV} | 0.289 | 247.05 | 37.525 | 16.163 | 4.125 | -9.876 | 2.157 | 2.710 | 6.237 | -8.134 | 5.888 |
| GAIV _{TVIV} | 0.482 | 566.33 | 29.441 | 50.597 | 15.331 | -27.539 | 3.942 | -5.238 | 6.762 | -5.947 | 23.434 |

*表中深灰色表示該 t 值為正向顯著、淺灰色表示為負向顯著；**F_(∞,∞,0.95) = 1.000、t_(0.95,∞) = 1.645；***以下表 12-15 類推。

表 13 以 AE 為因變數之複迴歸分析—賣權

| 統計指標 波動性 | R ² | F 值 | t 值 | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|--------|---------|--------|----------------|--------------------|--------------------|--------|-------|--------|--------|
| | | | S/K | T | R _f | R _{index} | σ _{index} | C | V | OI | σ |
| AWIV | 0.325 | 256.72 | -24.862 | 19.765 | 11.160 | 6.684 | 9.131 | 0.146 | 1.852 | -3.812 | 12.629 |
| VGIV | 0.291 | 219.30 | -33.496 | 12.403 | 7.291 | -4.247 | 7.104 | -2.310 | 0.950 | -4.331 | 2.740 |
| TVIV | 0.340 | 275.45 | -32.783 | 19.242 | 6.7988 | -14.953 | 6.420 | -5.474 | 2.462 | -5.918 | -1.901 |
| GARCH | 0.302 | 231.26 | -37.244 | 1.907 | 5.139 | -11.631 | 3.685 | -6.063 | 1.283 | -5.879 | 2.526 |
| 歷史波動性 | 0.326 | 258.11 | -38.468 | 7.025 | 3.674 | -14.810 | 0.980 | -4.008 | 0.389 | -4.737 | -1.739 |
| GAIV _{VGIV} | 0.289 | 217.58 | -35.006 | 4.472 | 6.594 | -9.019 | 4.417 | -4.355 | 1.091 | -5.356 | 2.279 |
| GAIV _{TVIV} | 0.390 | 340.97 | -27.862 | 24.506 | 10.981 | 19.965 | 5.507 | -8.186 | 1.340 | -3.255 | 17.334 |

如表 14 及 15 中所顯示，在以 APE 做為自變數的情況下，迴歸等式右邊的項目對

於因變數的影響仍屬顯著，但是其 F 值已經遠較以 AE 做為自變數的情況小，除了 F 值外，t 值亦偏小，這是因為 APE 在計算時較 AE 多除了一項市價，也因此 APE 可以免去其價格誤差與其市場價格相去甚遠時所造成統計上的偏誤，所以 APE 與 AE 相比為一個較客觀的衡量指標。但不考慮到價格誤差佔選擇權市價比重的 AE 模型的檢定結果仍不可因此偏廢。

由表中另外可發現，每種方法的解釋能力(R^2)均相當小，代表了將選擇權本身的市價也考慮進去之後，價格誤差其實不僅受到這九個自變數的影響，尚有其他未被觀察到的因素會對產生作用，但由於市場上交易所涉及之構面非常多，故難以衡量。且本文採用每日最終資料，對於在交易時間內所產生的諸多現象未能完整捕捉，相信這也是造成 AE 與 APE 的檢定結果會有如此大差距的原因之一。

在這些自變數中，成交量及未平倉口數對於 APE 迴歸之 t 值均毫不顯著，也代表著這兩個自變數對於考慮了相對市價因素的 APE 並不具影響性。對於買權來說，僅有 S/K、距到期期間長度、大盤報酬率、交易成本及波動性估計模型對於 APE 會產生零星的效果，且方向並不一定，而無風險利率、大盤波動性及前述的成交量、未平倉口數對於 APE 皆無顯著影響；賣權也出現了相似的現象。

表 14 以 APE 為因變數之複迴歸分析—買權

| 統計指標 波動性 | R ² | F 值 | T 值 | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|--------|--------|----------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|----------|
| | | | S/K | T | R _f | R _{index} | σ_{index} | C | V | OI | σ |
| AWIV | 0.021 | 13.05 | 3.841 | -1.928 | 1.162 | 3.688 | 0.450 | -2.888 | 1.017 | -1.148 | -7.646 |
| VGIV | 0.005 | 3.12 | -2.519 | 3.111 | -0.909 | -1.497 | -0.155 | 0.952 | -0.353 | 0.512 | 1.795 |
| TVIV | 0.017 | 10.57 | -1.695 | -3.002 | 0.817 | 5.445 | -0.111 | -2.678 | -0.325 | -0.065 | -7.914 |
| GARCH | 0.006 | 3.75 | 0.335 | -4.302 | 1.321 | 1.967 | 0.257 | -0.271 | -0.028 | -0.038 | 1.799 |
| 歷史波動性 | 0.007 | 4.08 | -0.789 | -3.968 | 0.113 | 4.031 | -0.190 | -0.763 | -0.704 | 0.561 | 0.107 |
| GAIV _{VGIV} | 0.004 | 2.58 | -1.911 | 3.431 | -0.933 | -1.037 | -0.194 | 0.186 | -0.105 | 0.102 | -0.605 |
| GAIV _{TVIV} | 0.012 | 7.37 | 5.748 | -2.302 | 0.139 | 2.152 | 0.029 | -0.026 | 1.404 | -1.189 | -1.322 |

表 15 以 APE 為因變數之複迴歸分析—賣權

| 統計指標 波動性 | R ² | F 值 | T 值 | | | | | | | | |
|----------------------|----------------|-------|--------|--------|----------------|--------------------|------------------|--------|--------|--------|----------|
| | | | S/K | T | R _f | R _{index} | σ_{index} | C | V | OI | σ |
| AWIV | 0.031 | 17.23 | -5.952 | -0.668 | -3.015 | -4.788 | 1.407 | -0.943 | -1.008 | 1.307 | -8.793 |
| VGIV | 0.010 | 5.49 | 4.273 | 0.591 | 0.751 | 3.386 | -0.894 | 2.292 | 0.153 | -0.054 | 1.584 |
| TVIV | 0.036 | 19.90 | -2.635 | -1.136 | -2.754 | -5.806 | 1.659 | -0.553 | -1.232 | 1.737 | -9.722 |
| GARCH | 0.014 | 7.54 | -1.551 | -2.006 | -0.443 | -5.677 | 0.935 | -3.557 | -0.752 | 0.440 | -0.214 |
| 歷史波動性 | 0.010 | 5.63 | -0.776 | -1.639 | -0.237 | -5.115 | 1.005 | -2.955 | -0.615 | 0.371 | -1.320 |
| GAIV _{VGIV} | 0.010 | 5.47 | 4.171 | 0.717 | 0.559 | 3.164 | -0.982 | 2.674 | 0.185 | -0.072 | 1.390 |
| GAIV _{TVIV} | 0.017 | 9.44 | -5.430 | -1.626 | -2.005 | -4.593 | 1.115 | -1.309 | -0.450 | 0.467 | -3.675 |

整體來說，若以 AE 做為因變數，則所有的 R^2 及 F 值均遠較以 APE 為因變數時大，且各自變數的 t 值亦較以 APE 為因變數時更顯著，造成此現象的原因在於 APE 較 AE 多考量到選擇權價格誤相對於其市價的比重，故 APE 的 R^2 、F 值及 t 值在經過市價的平減後皆較 AE 為小。而此結果也顯示，在較為客觀的 APE 模型中，應當尚其他的價格誤差影響因子未被發現或充分地解釋。

5. 結論

5.1 價格誤差分析之結論

總括來說，以歷史資料計算的波動性(歷史波動性、GARCH 波動性)來估計台指選擇權的波動性為最適合的模型，而隱含波動性對於台指選擇權來說會造成較大的估計誤差，此結論與過往的文獻結果⁵相異，但也代表著：在依據理論價格以做為台指選擇權的投資決策時，若能使用大盤過去的指數變動情況來做為台指選擇權標的資產未來價格波動的參數值，其所得到的理論值會較其它波動性模型更接近於市價，也能更精準的掌握到 TXO 的價值與其變動。

理論上來說，衍生性商品市場代表的是投資人對於未來現貨市場走勢之預期，應當是由衍生性金融市場來領導現貨市場，然而本文的實證結果卻是以現貨市場的價格變動(即歷史資料波動性)對於台指選擇權具有較高的影響度，可見投資人在選擇權商品的知識及買賣策略的運用上仍未成熟。

事實上，在 Jorion(1995)的研究中亦曾發現，有時歷史資料的估計效果會比隱含波動性佳，其認為產生此現象的原因可能在於計算過程的問題及市場無效率。而本研究認為隱含波動性不是 TXO 最佳波動性估計模型的可能原因如下：

1. 計算過程的問題

除了 B-S 模型本身的假設與現實情況有所違背所造成的本身系統性的偏誤(即波動性與無風險利率為常態的假設)之外，在計算隱含波動性模型時，本研究依據前人之研究，採用「點估計」來估算各種加權隱含波動性，此法似有過於武斷之虞，且此法與歷史波動性與 GARCH 波動性的比較基準並不一致。

另外，本研究僅採用日收盤資料來做驗證，但由於隱含波動性為選擇權供給與需求的函數，它受實際交易活動的影響太大，但本文的研究方法並無法有效地捕捉到其即時的交易活動，使得該模型估計未來波動的能力受限。

2. 市場無效率

TXO 為一新興市場，在研究期間中，市場的成熟度尚不足，應是造成結論與一般實證迥異的主要原因。

⁵ 本研究將 TXO 所使用的估計方法，代入台灣五支認購權證中，探討其估計效果，並將權證市場與 TXO 市場來做一比較，然而以權證市場所計算的結果，發現隱含波動性所產生的價格誤差為最小，而歷史波動性為最大，與相關的文獻結論相一致，然而運用相同的估計方法卻發現 TXO 市場與權證市場得到不同的結論。

3. 市場制度設計的問題

台股的 7% 的漲跌幅限制及 TXO 權利金漲跌幅之規定，使市場無法真正反映出商品的真實價格，應為造成隱含波動性嚴重偏離真實波動性的主因之一。

5.2 影響價格誤差因子之結論

所有的自變數對於各波動性模型的 AE 幾乎皆具有顯著的影響。其中，價位及交易手續費對於賣權為負向的影響，大盤報酬率及未平倉口數對於買權賣權皆為負向的影響，其餘的幾乎都是正向影響；但在 APE 中，僅有價位、距到期日期間長度、大盤報酬率、成交量及波動性估計方法對於價格誤差有較為顯著的影響，餘等皆不顯著，且在 APE 的迴歸分析中，各變數的影響方向並不一定。

在比較 AE 及較客觀的 APE 後，可以發現各因子對於價格誤差的影響程度即大幅縮小且方向不一致，形成此現象的原因可能在於還有許多未知的影響因子尚未被捕捉到。

5.3 研究限制

鑒於台指選擇權成立迄今未滿兩年，本文僅使用甫成立一年內的資料來進行驗證，所得之結果亦僅適用於該期間，若未來市場產生結構性的改變時，本研究之結論未必適用。

5.4 後續研究建議

本研究建議後續研究者可往以下幾個方面進行探討：

1. 拉長研究期間，並以時間趨勢來判斷在不同期間中，各種模型的適用性是否有所改變，並可研判市場的成熟度是否與日俱增。
2. 建議後續的研究者可以使用日內資料來做驗證。因為日內資料中包含了許多更即時的有用資訊，這些資訊除了可能捕捉到更真實的波動性外，還可降低價格誤差，此外，對於影響價格誤差因子的找尋上，應可提供更多的管道。
3. 後續研究者在加權平均隱含波動性的模型上，可以嘗試採用非點估計的方式，即以觀察日前一段時間的每日加權平均隱含波動性做一平均，來做為觀察日的隱含波動性模型，平均的方法可以參考衰退因子(λ)...等設計。
4. 在影響因子的部分，可以針對其他質化的因素來進行探討，如預期心理、訊息面等，但也由於質化資料在轉為量化做衡量的過程並不容易，如何建立一個公正客觀的衡量參數亦是研究重點。

參考文獻

1. 林佩蓉(2000),「Black-Scholes 模型在不同波動性衡量下之表現—股價指數選擇權」, 國立東華大學企業管理研究所碩士論文。

2. 陳煒朋 (1999), 「GARCH 模型與隱含波動性模型預測能力之比較」, 淡江大學財務金融研究所碩士論文。
3. 趙其琳 (1999), 「波動性預測能力比較—台灣認購權證之實證研究」, 淡江大學財務金融研究所碩士論文。
4. 薛吉廷 (1999), 「隱含波動性預測品質之解析：台灣及美國市場之實證」, 淡江大學財務金融研究所碩士論文。
5. Akgiray, V. (1989), “Conditional Heteroscedasticity in the Series of Stock Return Evidence and Forecasts,” *Journal of Business*, 62, pp.55-80.
6. Chu, S. H.; and Freund, S. (1996), “Volatility Estimation for Stock Index Options: A GARCH Approach,” *Quarterly Review of Economics and Finance*, 36, pp.431-450.
7. Day, Theodore E.; and Lewis, Craig M. (1988), “The Behavior of the Volatility Implicit in the Price of Stock Index Option,” *Journal of Finance Economics*, 22, pp.103-122.
8. Day, Theodore E.; and Lewis, Craig M. (1992), “Stock Market Volatility and the Information Content of Stock Index Options,” *Journal of Econometrics*, 52, pp.267-287.
9. Engle, Robert F. (1982), “Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of Untied Kingdom Inflation,” *Econometrica*, 50, pp.987-1007.
10. Hull, John (2003), *Options, Futures and Other Derivative Securities* 5th ed, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
11. Jorion, Philippe (1995), “Prediction Volatility in the Foreign Exchange Market,” *Journal of Finance*, 50, pp507-528.
12. Latane, Henry; and Rendleman, R.J. (1976), “Standard Deviations of Stock Price Ratios Implied in Option Price,” *Journal of Finance*, 31, pp.369-381.
13. Rubinstein, M. (1985), “Nonparametric Tests of Alternative Option Pricing Models Using All Reported Trades and Quotes on the 30 Most Active CBOE Option Classes from August 23, 1979 through August 31, 1978,” *Journal of Finance*, 40, pp.455-480.
14. Vasilellis, George A.; and Meade, Nigel (1996), “Forecasting Volatility for Portfolio Selection,” *Journal of Business Finance & Accounting*, 23, pp.125-143.