商管科技季刊　第八卷　第三期　民國九十六年
Commerce & Management Quarterly, Vol. 8, No.3, pp. 337 ~ 368 (2007)

波動性模型之評價與避險
VALUATION AND HEDGE OF THE VOLATILITY MODELS

王毓敏
國立嘉義大學管理研究所副教授
楊嘉銘
國立雲林科技大學財務金融系博士班
謝志正
國立政治大學財務管理學系博士班
林芝榕
國立嘉義大學管理研究所碩士

Yu-Min Wang
Graduate Institute of Business Administration
National Chiayi University

Chia-Ming Yang
Department & Graduate Institute of Finance
National Yunlin University of Science & Technology

Chih-Cheng Hsieh
Department of Finance
National Chengchi University

Tzu-Jung Lin
Graduate Institute of Business Administration
National Chiayi University

摘　要

本文以台股指數選擇權爲對象，使用歷史波動性模型、隱含波動性模型、EGARCH（1,1）模型及平滑後的歷史波動性模型，來探討不同波動性模型的評價誤差與避險績效，並分析造成評價誤差的原因。

本文的實證發現，在評價誤差方面，整體而言，隱含波動性模型對買權及賣權的評價誤差最小，隱含波動性模型之理論價格低估了市場價格；而歷史波動性模型、EGARCH（1,1）模型及平滑後的歷史波動性模型之理論價格則大多高估了市場價格；接著，在評價誤差與金融特性關係方面，各波動性模型之評價誤差與價內價外程度、股價指數報酬率、股價指數波動性、距到期日及無風險利率等因素，大多具有顯著的線性關係。最後，在避險誤差方面，當其他條件不變下，距到期日天數越短者，其避險誤差越小。整體而言，避險期間對避險誤差的影響並不一致，而採 delta 動態避險策略時，隱含波動性模型之避險績效最佳。

關鍵詞：GARCH、歷史波動性、隱含波動性、平滑後的歷史波動性、台股指數選擇權。

ABSTRACT

This study compares the valuation errors and hedging performances of historical volatility model, implied volatility model, EGARCH（1,1） model and Ad hoc BS model for the Taiwan Index Option（TXO）.

First of all, the valuation errors in TXO of the BS-IV model are the smallest among all volatility models. In the whole, the BS-IV（implied volatility）model underprices the market value, BS-HV（historical volatility）, BS-EV（EGARCH（1,1））and Ad hoc BS model overprice the market value respectively.

Next, there exist the linear relationships between the valuation errors and moneyness in TXO mostly.

At last, in view of hedging errors, the other thing being equal, the shorter is the maturity, the smaller is the hedging error. On the whole, the impacts of the hedging periods on the hedging errors are not consistent. Adopting the delta dynamic hedging strategy, the hedging performances of the implied volatility model are the best ones.

Keywords: GARCH, Historical Volatility, Implied Volatility, Ad hoc B-S, Taiwan Index Option.

壹、前言

選擇權（options）市場自從 1973 年由芝加哥選擇權交易所（Chicago Board Option Exchange，CBOE）首先成立，之後，世界各國也紛紛成立選擇權交易所或交易該金融商品，歷經三十多年的穩健運作，成爲投資人另一投資避險管道。在國內，台灣期貨交易所於民國 90 年 12 月 24 日推出第一個上市的選擇權商品「台灣證券交易所股價指數選擇權」，在 92 年 1 月 20 日開始交易五檔個股選擇權，標的股票分別爲台積電、聯電、南亞、中鋼與富邦金等五檔股票。目前，台灣期貨交易所計有個股選擇權、摩台指數選擇權、電子指數選擇權、金融指數選擇權與台股指數選擇權，隨著這些選擇權商品的問世，增加了國內外投資人另一投資套利與避險的管道。

在投資的過程中，不論在實務上或理論上，常以波動性做爲風險的衡量指標，當投資人承擔過多風險時，就須要調整投資比例或是調整投資資產的內容；因此，若能準確的預測波動性，投資人即可提早因應。另一方面，波動性在衍生性商品的訂價中扮演極爲重要的角色；波動性的變動會影響衍生性商品的價格，不論是採行避險、套利或投機策略，波動性的變動會影響其操作績效，所以，在上述的操作策略中，波動性有著相當重要的地位。

對於資金有特定用途的投資組合而言，如退休基金用於支付相關人員的退休金，當投資組合的價值低於特定的資金需求時，將會面對資金短缺，甚至破產的危機，爲了避免發生上述的窘境，經常會採行投資組合保險（portfolio insurance）策略；而在投資組合保險策略中，波動性的高低成爲保險價值設定的重要參考，當波動性較低時，投資組合不易碰觸投資組合價值的下限；而波動性較高時，投資組合較易碰觸到投資組合價值的下限，在此情況下，須要提高保險比例，以免投資組合的價值低於下限；因此，在投資組合保險中，波動性的預測具有關鍵的角色。

綜上所述，妥適的選擇選擇權波動性評價模型與避險策略，就學術與實務的角度來看，實有研究之必要。因此，本文以台股指數選擇權爲研究標的，以 B-S 模型爲基礎，配合多種不同的波動性模型來進行實證分析，比較其評價及避險績效，期能給予發行券商及投資大眾有一個新的參考。

本研究以台股指數選擇權爲研究標的，使用 Black-Scholes（B-S）模型配合歷史波動性、隱含波動性、EGARCH（1,1）波動性及平滑後的歷史波動性等四個不同的波動性模型，來比較模型的績效，試圖找出績效較佳的波動性模型，並在不同到期日和

不同價內價外程度（Moneyness）下，探討各波動性模型的評價誤差與該誤差形成的原因。並使用 1 天、5 天、10 天及 20 天的避險期間，探討各波動性模型的樣本外（out-of sample）避險績效。本文共分為四部份，第一部分為前言，第二部份為文獻探討，第三部份為研究方法，第四部份為實證分析，第五部份為結論。

貳、文獻探討

本節分為兩部分，首先將探討國內外文獻中，關於評價波動性模型之實證結果；其次，則論及選擇權避險策略的相關實證研究。

一、波動性模型之實證研究

1973 年 Black and Scholes 發展了著名的選擇權評價模型（以下簡稱 B-S 模型），可由市場上已知的選擇權資料來推算選擇權的價格，然而，在一些基本假設下，例如：波動性為一固定數，使得 B-S 模型在真實市場中，無法準確估計選擇權價格，故之後的選擇權相關的研究中，許多學者放寬 B-S 模型的假設，其中，也放寬了波動性為固定的假設，即採取不同的波動性來評價選擇權價格。

針對上述 B-S 模型及放寬模型，許多國內外學者進行實證研究，研究結果大致為放寬模型優於 B-S 模型。在近期的國外文獻上，如 Szakmary, Ors, Kim, and Davidson（2003）使用歷史波動性模型、隱含波動性模型及 GARCH 模型，對於 CME 等 8 個主要交易所交易之 35 種期貨選擇權契約進行實證研究，其實證結果發現：隱含波動性雖非未來真實波動性之不偏估計值，但其預測能力顯然優於歷史波動性模型和 GARCH 模型。

Jorion（1995）使用隱含波動性與 GARCH 模型對外滙選擇權進行實證研究，其研究結果發現：GARCH 模型不具有解釋未來波動性之能力；而隱含波動性模型因其反應之訊息，除過去所有資訊外，尚包含現在及未來之所有可能訊息，故主張隱含波動性優於時間數列模型。Teoman（2002）以 NASDAQ 及 S&P100 指數選擇權資料為實證標的時，亦發現：隱含波動性為真實波動性的良好指標，即便在 1996 年至 2001 年 11 月的大波動期間亦然。此外，莊益源、張鐘霖與王祝三（2003）使用歷史波動性、隱含波動性及 GARCH（1,1）等模型，對 2002 年 3 月 1 日至 2003 年 2 月 28 日之台股指數選擇權進行實證研究，結果發現：隱含波動性模型之預測能力較佳，其中

又以近月份契約表現最好。

Heston and Nandi（2000）以 S&P500 選擇權來比較 GARCH（1,1）模型和 ad hoc BS 模型的預測力，結果發現：無論樣本內的適配度或樣本外之預測能力上，GARCH（1,1）模型皆優於 ad hoc BS 模型。另一方面，Yung and Zhang（2003）運用 EGARCH（1,1）模型對 S&P 500 選擇權進行實證研究，其實證結果發現：EGARCH（1,1）模型在樣本內評價和樣本外預測的績效優於 ad hoc BS 模型；然而，在樣本外的預測上，除了深度價外賣權外，EGARCH 模型優於 ad hoc BS 模型的程度較小且不顯著，且優於的程度隨預測範圍的增加（1 天到 5 天）而逐漸減少。

Britten-Jones and Neuberger（2000）所發展的無模型設定（model-free）隱含波動率，假設標的資產價格服從擴散過程（diffusion process），開創了無模型設定隱含波動率之研究。接著，Jiang and Tian（2005）將上述無模型設定隱含波動率推演到標的資產價格服從跳躍-擴散隨機過程（jump-diffusion process），並且發展出簡單計算公式。在計算無模型設定隱含波動率過程中，仍然需要藉由 Black-Scholes 模型來當作轉換隱含波動率的橋樑。

另外，Chen, Palmon, and Wald（2003）提及的靜態實證模型（The Static Empirical Model），放寬了幾個 Black-Scholes 模型中不合理的假設，使用 S&P500 指數期貨選擇權的資料，計算無模型設定隱含波動率來測試選擇權市場之效率性，再藉由 Barone-Adesi and Whaley（1985）的方法，將美式選擇權價格轉換成歐式選擇權價格，再套入其設定模型來加以比較。最後發現，由靜態實證模型計算出來的無模型設定隱含波動率在預測未來已實現波動率（realized volatility）方面較 Black-Scholes 隱含波動率來得有效率。而且，由多個選擇權資料所計算出的無模型設定隱含波動率參數之預測能力，較單一一個隱含波動率參數的預測能力要來得高。

二、選擇權避險策略的相關實證研究

在選擇權本身的風險管理上，選擇權的風險包含了 delta、gamma、theta、vega 和 rho 風險，分別表示選擇權價值對於標的資產價格、delta、時間、波動性和利率的敏感度。而在管理選擇權本身的風險時，就可利用選擇權的風險測量值來進行避險規劃，如 delta 避險，或更進一步的加入 Gamma 係數、Vega 係數，以提升避險的效果。

Bakshi, Cao, and Chen（1997）採用兩種避險策略比較 B-S 模型、隨機波動性模型（Stochastic Volatility Model，SV）、隨機波動性與跳躍模型（Stochastic-Volatility Jump-Diffusion Model，SVJ）和隨機波動與隨機性利率模型（Stochastic-Volatility and

Stochastic-Interest-Rates Model，SVSI）的避險績效，其實證結果發現：以 S&P500 股價指數爲單一避險工具，並採平均絕對避險誤差（Average absolute hedging error）及平均避險誤差（Average dollar-value hedging error）來比較避險績效時，SV 模型的避險績效最佳，SVJ 模型次之。在價內買權部分，B-S 模型優於 SVSI 模型；在價外買權部分，SVSI 模型優於 B-S 模型。然而，若採用 delta 中立避險策略，在執行內部一致性避險，且每種避險每天都重新調整（Rebalance）下，則 SV、SVSI 和 SVJ 的避險誤差將比 B-S 模型低了 50-60%。此外，避險重新調整次數的改變對 B-S 模型之避險誤差影響甚鉅，但對其它模型的影響則不大；故可得知：若隨機波動性被控制後，delta 避險誤差將和調整次數無關。

Yung and Zhang（2003）採用 delta 避險策略，並以絕對避險誤差、標準化絕對避險誤差與平均避險誤差等三種指標來衡量 B-S 模型及 EGACH 模型的樣本外績效，其實證結果發現：在絕對避險誤差上，B-S 模型的避險績效在各種價內價外程度和避險期間均優於 EGACH 模型；在標準化絕對避險誤差上，也獲得相似的結果；而採平均避險誤差時，B-S 模型和 EGACH 模型皆存在系統性的避險誤差，但 B-S 模型的誤差值在各種價內價外程度與避險期間內，均小於 EGACH 模型。

當投資人在進行投資與避險策略時，會同時考量金融商品的價格及交易成本的影響；若投資人只考量金融商品的價格，進行投資與避險策略時，隨後的交易成本將可能使相關的策略面臨損失，因此，相關的研究常假設不考量交易成本的影響，而實際上在進行相關策略的操作時，其商品價格也已將交易成本納入考量，因此，本文在動態避險策略時，並不另外考量交易成本。而邱建良、魏志良、吳佩珊與邱哲修（2004）和 Yung and Zhang（2003）也是假設無交易成本以進行實證分析。

參、研究方法

本文之研究方法主要可分爲三部分，一是概述各波動性模型；二是探討波動性模型的績效評估方法與評價誤差分析；三則說明波動性模型之避險策略及評估避險績效的方法。

一、波動性模型

以下將依序說明歷史波動性、隱含波動性、GARCH 波動性及 Ad hoc BS 等四種

波動性模型。

(一) 歷史波動性模型

歷史波動性是以過去的股價報酬率來估計波動性，故觀察期間長短的選擇，將影響估計的正確性，而對於最適觀察期間的決定，先前研究的看法並不一致，例如：Balck and Scholes（1973）取一年；Chiras and Manaster（1978）則採 20 個交易日。而在聶建中、陳芾文和王友珊（2003） 的實證研究發現：採日資料下，使變異數估計值之均方誤差最小的樣本期間為前三個月，而使用月資料時，則為前二十四個月。由於本文使用選擇權的日資料進行實證分析，故將參考上述研究，以三個月之日報酬率資料來估計波動性。其計算式如下所示：

$$u_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \text{；} \bar{u} = \frac{1}{n}\sum_{i=t-n}^{t} u_i \text{；} s_{t+1} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=t-n}^{t}(u_i - \bar{u})^2} \text{；} \sigma_{t+1} = \frac{s_{t+1}}{\sqrt{\tau}} \tag{1}$$

其中，S_t=第 t 日的股價；u_i=第 i 日的連續複利報酬率；n=觀察值個數；$\bar{u}$=日平均報酬率；s_{t+1}=t+1 日之報酬率之標準差；σ_{t+1}= t+1 日之移動平均波動性；$\tau = 252$。

(二) 隱含波動性模型

選擇權的價格受標的資產價格、標的資產價格波動性、履約價、距到期日時間與無風險利率等因素影響；其中，標的資產價格波動性因無法直接觀察而得，因此須由選擇權評價模型中反推得之，此即隱含波動性。在選擇權評價模型上，雖有許多學者致力於發展較為精確的模型，但仍以 B-S 模型最廣為學者及實務界所採用，故本文將以 B-S 模型求算隱含波動性。歐式指數買權的隱含波動性如下所示：

$$C = Se^{-\delta T}\left[N\left(d_1\right)\right] - Ke^{-rT}\left[N\left(d_2\right)\right] \text{；}$$

$$d_1 = \frac{\ln\dfrac{Se^{-\delta T}}{K} + \left[r + \left(\sigma_c^2 / 2\right)\right]T}{\sigma_c\sqrt{T}} \text{；} d_2 = d_1 - \sigma_c\sqrt{T} \tag{2}$$

其中，C 為買權現在的市場價值；S 為標的資產現在的市場價值；e 為自然數；K 為履約價；δ 為殖利率（dividend yield）；r 為無風險利率；T 為以年為單位表示的距到期日；e^{-rT} 為連續複利的折現因子；$e^{-\delta T}$ 為連續股利發放下所做之修正；$N(d_i)$ 為標準常態分配函數中小於 d_i 的機率；σ_c 為指數買權之隱含波動性（以年為單位）。若

爲指數賣權時，則其價格 P 需將(2)式修改爲如下，其中，σ_P 爲指數賣權的隱含波動性。

$$P = Se^{-\delta T}\left[N\left(d_1\right)-1\right]-Ke^{-rT}\left[N\left(d_2\right)-1\right] \tag{3}$$

(三) EGARCH 波動性模型

EGARCH 模型最早是由 Nelson（1991）提出，其可移除傳統 GARCH 模型中係數上的限制。Nelson（1991）及 Heynen, Keman, and Vorst（1994）等人的實證研究皆指出：EGARCH 模型對股票報酬的配適度較佳。

運用 GARCH 模型時，觀察值的選取有二種方式：一是滾動的 GARCH 模式（Rolling GARCH Model），亦即固定使用 n 個觀察值，每增加一個新的觀察值時，就剔除最舊的一個觀察值，以維持觀察值的總數爲 n；另一則是更新的 GARCH 模式（Updating GARCH Model），亦即每增加一個新的觀察值，就直接加入原來的觀察值中。而根據 Lamoureux and Lastrapes（1993）與 Heston and Nandi（2000）的實證研究，更新的 GARCH 模式優於滾動的 GARCH 模式，故本文採取更新的模式來使用 EGARCH（1,1）模型，其模型如下所示：

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right)=a+\varepsilon_t \qquad \ln(h_t)=b_0+b_1\ln(h_{t-1})+b_2 Z_{t-1}+b_3\left[\left|Z_{t-1}\right|-\sqrt{\frac{2}{\pi}}\right]$$

$$Z_t=\frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_t}}\ ;\ Z_t\left|\Omega_{t-1}\sim N(0,1)\right. \tag{4}$$

其中，S_t =股價在t期的價格；ε_t =誤差項；h_t =條件變異數；Z_{t-1} = t-1期標準化的衝擊項；Ω_{t-1} = t-1期的資訊集合。

(四) Ad hoc BS 模型

Black-Scholes 模型假設資產價格具有固定波動性，且服從幾何布朗運動過程（geometric Brownian motion）；但實際上，B-S 模型的隱含波動性會隨著履約價與到期日的不同而有不同的波動性（Rubinstein, 1994）。爲了考量履約價及到期日對隱含波動性的影響，Dumas, Fleming, and Whaley（1998）以履約價與到期日對隱含波動性進行修正，期能得到更好的估計結果。

此外，考量履約價與到期日對隱含波動性的影響，也可以改善歷史波動性給予每

一個觀察值相同權重的缺點，Dumas et al.（1998）將履約價和到期日設爲波動性的函數，以修正 B-S 模型中的歷史波動性，此即 Ad hoc BS 模型，其運算式如下：

Model 1： $\sigma(K) = a_0 + a_1K + a_2K^2$ (5)

Model 2： $\sigma(T) = a_0 + a_1T + a_2T^2$ (6)

Model 3： $\sigma(K,T) = a_0 + a_1K + a_2K^2 + a_3T + a_4T^2 + a_5KT$ (7)

根據 Dumas et al.（1998）的實證結果，在樣本內的配適上，若爲短期間的樣本，則 model 1（使用履約價來平滑波動性之模型）績效最佳；而長期間的樣本，以 model 3（使用履約價和到期日來平滑波動性之模型）績效最佳。而樣本外的預測上，無論短期或長期，皆以 model 1 最佳。故本文參考 Yung and Zhang（2003）修正 Dumas et al.（1998）的方法，以履約價來平滑歷史波動性（即 5 式）。

二、波動性模型之績效評估與評價誤差分析

(一) 評估波動性模型之績效

本文對不同波動性模型的績效評估，主要在比較理論價格與市場價格之差異，在誤差的衡量上，本文將以均方根誤差（Root Mean Squared Error，RMSE）、平均絕對誤差（Mean Absolute Error，MAE）、平均百分比誤差（Mean Percentage Error，MPE）等三種爲多數學者所採用的方法來評估之，其定義式如下所示：

均方根誤差： $RMSE = \sqrt{\left[\frac{1}{n}\sum (V_{model} - V_{obs})^2\right]}$ (8)

平均絕對誤差： $MAE = \frac{1}{n}\sum \left|V_{model} - V_{obs}\right|$ (9)

平均百分比誤差： $MPE = \frac{1}{n}\sum \left(\frac{V_{model} - V_{obs}}{V_{obs}}\right)$ (10)

其中，V_{model} =選擇權之理論價格；V_{obs} =選擇權之市場價格。

(二) 波動性模型之評價誤差分析

在探討選擇權評價模型之理論價格與市場價格的誤差形成原因上，本文參考 Bakshi et al.（1997）採用價內價外程度（S/K）、股價指數報酬率（u）、股價指數的波動性（σ）、距到期日天數（T）等四個自變數，對平均百分比誤差進行迴歸分析，以探討影響誤差之因素。而無風險利率（r）亦可能影響選擇權的價格，故本文亦將其列入迴歸式中。

$$\frac{V_{\text{model}} - V_{obs}}{V_{\text{mod}\,el}} = \beta_0 + \beta_1(S/K) + \beta_2 u + \beta_3\sigma + \beta_4 T + \beta_5 r + \varepsilon \tag{11}$$

三、波動性模型之避險策略及避險績效之評估

(一) 波動性模型的避險策略

避險策略上，本文參考 Yung and Zhang（2003）採用的選擇權動態避險方法，以 delta 動態避險進行實證分析。動態避險係指需連續的調整避險投資組合，即標的資產資產與選擇權投資的比例，使得避險投資組合在各個時點的利潤爲無風險利率。而 delta 動態避險策略的前題假設爲：交易成本不存在，成本僅包含因買進標的資產所需資金的利息成本，該利息成本以短期票券利率（31 至 90 天期短期的商業本票利率）來計算。

各模波動性型每天的 delta 值，需使用模型的估計參數來計算買權及賣權的理論價格，進而求得之。買權的 delta 值（$delta_C$）及賣權的 delta 值（$delta_P$）可表式如下：

$$delta_C = \frac{\partial C}{\partial S} \text{ 或 } delta_C = \frac{(C_{t+\Delta t} - C_t)}{\Delta S_t} \tag{12}$$

$$delta_P = \frac{\partial P}{\partial S} \text{ 或 } delta_P = \frac{(P_{t+\Delta t} - P_t)}{\Delta S_t} \tag{13}$$

其中，$C_t = t$ 期的買權理論價格；$P_t = t$ 期的賣權理論價格；$S_t = t$ 期的標的資產價格；Δt =避險期間，在本文中，避險期間將以 1 天、5 天、10 天及 20 天進行實證研究。如此一來，避險投資組合在 t 期的價值可表式如下：

$$V_C(t) = C_t + wS_t \tag{14}$$

$$V_P(t) = P_t + wS_t \tag{15}$$

其中，$V_C(t)$、$V_P(t)$ 分別代表買權及賣權避險投資組合在 t 期的價值；w=在 t 期所持有標的資產的單位數，在 delta 避險中，$w=-delta$。

(二) 波動性模型之避險誤差與避險績效

避險誤差（ΔH）即避險投資組合一期後的利潤，可表示如下：

$$\Delta H_C = V_C(t+\Delta t) - V_C(t) - \text{資金成本}$$

$$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t) \tag{16}$$

$$\Delta H_P = V_P(t+\Delta t) - V_P(t) - \text{資金成本}$$

$$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t) \tag{17}$$

其中，r =無風險報酬率。ΔH_C、ΔH_P 分別代表買權、賣權的避險誤差。若 $\Delta H_C > 0$ 或 $\Delta H_P > 0$，代表上述的避險投資組合報酬超過無風險報酬；$\Delta H_C < 0$ 或 $\Delta H_P < 0$，代表避險投資組合報酬低於無風險報酬。

在衡量 delta 動態避險績效上，為使避險績效更能真實呈現，本研究採取樣本外預測，並使用了三種衡量標準：平均避險誤差（mean hedging error，MHE）、絕對避險誤差（absolute hedging error，AHE）及標準化絕對避險誤差（normalized absolute hedging error，NAHE）來比較模型的避險績效，本文將其分別表示如下，其中，$V_{initial}$ 為買權或賣權一開始持有的價格。

平均避險誤差：$$MHE = \frac{1}{n}\sum(\Delta H) \tag{18}$$

絕對避險誤差：$$AHE = \frac{1}{n}\sum|\Delta H| \tag{19}$$

標準化絕對避險誤差：$$NAHE = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{\Delta H}{V_{initial}}\right| \tag{20}$$

肆、實證分析

本節主要分爲四部分，第一部分針對本文樣本期間、資料來源與資料分組等加以說明；第二部探討台指選擇權的評價誤差，包含均方根誤差、平均絕對誤差及平均百分比誤差等；第三部分爲台指選擇權評價誤差之迴歸分析；最後一部份則以樣本外平均避險誤差、樣本外絕對避險誤差與樣本外標準化絕對避險誤差來討論台股指數選擇權之避險績效。

一、樣本期間、資料來源與資料分組

本文以台指選擇權的買權及賣權爲實證標的，樣本期間爲 2001 年 12 月 24 日至 2004 年 12 月 31 日，資料來源爲台灣期貨交易所交易資訊之統計資料。台指選擇權的標的資產爲台灣加權股價指數（以下簡稱股價），由於本文以三個月之股價日報酬資料來估計波動性，故股價的實證期間爲 2001 年 9 月 24 日至 2004 年 12 月 31 日，以符合估計的波動性所需的期間。

在無風險利率上，本文以商業本票 31 至 90 天期的利率，將其轉換成日利率，以對應每日的選擇權價格，資料來源爲中央銀行統計報表之「短期票券市場利率」。殖利率部分，其資料來源則爲台灣證券交易所市場交易月報之「證券市場統計概要」。

爲防止台指選擇權在近月到期日有異常波動現象，近月到期日前三日則換次月契約，並取選擇權日內分時資料配合股價指數開、收盤指數，以使選擇權與股價指數同步。選擇權的資料分組上，首先，就價內價外程度方面而言，本文係針對不同波動性模型來衡量其評價與避險績效，爲了避免各模型之 delta 值有不一致的情形，故本文參考 Bakshi et al.（1997）之研究，將資料依標的資產價格除以履約價之比例（ S/K ）分爲六組，分組方式如表 1 所示；其次，在到期日部分，本文參考 Bakshi et al.（1997）及 Eraker（2004）之研究方法，將到期日分爲短期（1 至 60 天）、中期（61 至 180 天）、長期（181 天以上），並加入整體資料加以比較，以利波動性模型評價和避險績效的判定。表 2 及表 3 分別爲買權與賣權依不同價內價外程度和不同距到期日天數下進行分組，各組之觀察值個數。

二、台股指數選擇權之評價誤差

對於不同波動性模型價格與市場價格之評價誤差，本文以均方根誤差、平均絕對誤差及平均百分比誤差等指標來衡量，以下，將依序說明各項指標之分析結果。

表 1　選擇權的價內價外程度分級表

價內價外程度	買權	賣權
深度價外（Deep-out-of-the-money）	$S/K<0.94$	$1.06\le S/K$
價外（Out-of-the-money）	$0.94\le S/K<0.97$	$1.03\le S/K<1.06$
價平（At-the-money）	$0.97\le S/K<1$	$1.00\le S/K<1.03$
價平（At-the-money）	$1.00\le S/K<1.03$	$0.97\le S/K<1$
價內（In-the-money）	$1.03\le S/K<1.06$	$0.94\le S/K<0.97$
深度價內（Deep-in-the-money）	$1.06\le S/K$	$S/K<0.94$

表 2　不同價內價外程度和不同距到期日天數之觀察值個數（買權）

價內價外程度	距到期日天數			
S/K	＜60 天	60-180 天	＞180 天	全部資料
<0.94	7,670	5,258	1,447	14,375
0.94-0.97	2,360	1,844	670	4,874
0.97-1.00	2,425	1,852	652	4,929
1.00-1.03	3,096	2,364	816	6,276
1.03-1.06	1,459	1,095	379	2,933
>1.06	9,086	6,434	2,097	17,617

表 3　不同價內價外程度和不同到期日天數之觀察值個數（賣權）

價內價外程度	距到期日天數			
S/K	＜60 天	60-180 天	＞180 天	全部資料
<0.94	7,670	5,258	1,447	14,375
0.94-0.97	2,360	1,844	670	4,874
0.97-1.00	2,425	1,852	652	4,929
1.00-1.03	3,096	2,364	816	6,276
1.03-1.06	1,459	1,095	379	2,933
>1.06	9,086	6,434	2,097	17,617

註：台股指數選擇權中買權和賣權之觀察值個數相同。

(一) 均方根誤差

表 4 爲使用均方根誤差（以下簡稱 RMSE），來衡量不同波動性模型之評價績效。就買權部分而言，無論距到期日長短爲何，BS-IV 模型之誤差在各種價內價外程度下最小，BS-EV 模型次之。此外，除了深度價外買權下（ $S/K<0.94$ ），BS-HV 模型優於 Ad hoc BS 模型，在其它價內價外程度中，Ad hoc BS 模型皆優於 BS-HV 模型。

以 RMSE 來衡量不同波動性模型對賣權之評價績效時，無論距到期日長短爲何，BS-IV 模型之誤差在各種價內價外程度下爲最小，Ad hoc BS 模型則最大。整體而言，不同波動性模型對賣權的評價績效由優至劣依序爲：BS-IV 模型、BS-HV 模型、BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型。

(二) 平均絕對誤差

以平均絕對誤差（以下簡稱 MAE）來衡量理論價格和與市場價格的差距時，理論價格雖可能高估或低估市場價格，但誤差不會相抵，故能找出最接近市場價格之評價模型，其結果如表 5 所示。就買權而言，無論距到期日長短爲何， BS-IV 模型之誤差在各種價內價外程度下爲最小，BS-EV 模型爲次之。而對價外買權而言（ $S/K<0.97$ ），BS-HV 模型優於 Ad hoc BS 模型；價內買權（ $S/K>1.03$ ）部分，Ad hoc BS 模型優於 BS-HV 模型；價平處則略有不一致的現象。

使用 MAE 來衡量不同波動性模型對賣權的評價績效時，無論距到期日長短爲何，BS-IV 模型之誤差在各種價內價外程度下最小，Ad hoc BS 模型最大。而除了深度價內賣權（ $S/K>1.06$ ）中，BS-EV 模型優於 BS-HV 模型外，其餘情形下，BS-HV 模型皆優於 BS-EV 模型。

(三) 平均百分比誤差

MAE 係衡量理論價格和市場價格誤差之絕對值，並無法表達誤差占市場價格的比例及理論價格是否高估或低估市場價格。因此，使用平均百分比誤差（以下簡稱 MPE）可有效解決上述問題。

表 6 是以 MPE 來衡量不同波動性模型對買權及賣權的評價績效，由表中可看出：無論就買權或賣權而言，評價誤差最小者皆爲 BS-IV 模型或 BS-EV 模型，而 BS-HV 模型或 Ad hoc BS 模型則有較大的評價誤差。此一結果與使用 RMSE 或 MAE 來衡量評價誤差時類似，整體而言，BS-IV 模型對買權及賣權的評價誤差最小。

表 4　不同波動性模型之均方根誤差值

S/K	模型	距到期日天數（買權）				距到期日天數（賣權）			
		<60	60-180	>180	整體	<60	60-180	>180	整體
<0.94	BS-HV	22.54	59.81	105.75	52.01	29.70	58.05	105.25	53.09
	BS-IV	9.68	27.12	53.32	24.60	14.12	14.12	34.27	31.08
	BS-EV	15.49	45.85	87.24	41.79	33.04	67.00	125.44	61.78
	Ad hoc BS	23.31	60.68	104.70	55.20	34.53	72.92	132.31	67.09
0.94-0.97	BS-HV	44.15	75.04	123.47	71.90	43.93	73.04	120.84	70.43
	BS-IV	17.11	34.96	56.16	32.21	20.05	36.16	55.02	33.67
	BS-EV	31.45	59.51	91.67	55.05	51.09	84.52	125.98	78.61
	Ad hoc BS	40.54	71.83	114.64	67.41	52.85	90.69	138.47	84.25
0.97-1.00	BS-HV	54.29	83.30	128.79	79.06	47.50	80.07	125.10	74.76
	BS-IV	19.44	38.74	60.75	35.18	22.82	37.23	57.51	34.96
	BS-EV	35.14	61.68	97.11	58.20	54.64	86.34	129.29	80.51
	Ad hoc BS	47.92	77.09	119.72	72.83	55.58	92.36	140.00	85.77
1.00-1.03	BS-HV	55.35	82.25	127.06	78.48	44.89	76.18	120.03	70.98
	BS-IV	18.58	37.50	60.42	34.35	21.78	36.66	59.18	34.53
	BS-EV	35.31	60.64	94.39	56.17	52.45	86.60	137.50	80.20
	Ad hoc BS	48.20	75.79	117.33	71.67	52.33	89.39	137.25	82.57
1.03-1.06	BS-HV	53.01	78.15	122.16	74.88	39.93	73.16	115.05	67.10
	BS-IV	17.44	35.07	53.90	31.94	19.78	35.84	53.65	32.34
	BS-EV	34.20	55.30	85.65	51.68	46.14	80.68	121.67	78.16
	Ad hoc BS	45.31	69.88	111.36	66.72	44.12	81.74	129.03	74.95
>1.06	BS-HV	33.20	60.30	105.30	49.86	20.97	54.79	96.43	42.62
	BS-IV	12.05	26.40	48.92	27.75	10.75	25.20	47.12	19.26
	BS-EV	22.58	39.43	72.16	32.40	19.96	53.86	96.29	42.59
	Ad hoc BS	24.31	46.25	92.61	37.03	28.56	54.80	103.50	42.68

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

均方根誤差： $RMSE=\sqrt{\left[\frac{1}{n}\sum\left(V_{\mathrm{mod}\,el}-V_{obs}\right)^2\right]}$

表 5 不同波動性模型之平均絕對誤差值

S/K	模型	距到期日天數（買權）				距到期日天數（賣權）			
		<60	60-180	>180	整體	<60	60-180	>180	整體
<0.94	BS-HV	12.08	42.06	77.90	29.67	17.27	41.32	79.95	32.37
	BS-IV	4.22	15.16	33.89	11.21	6.40	19.07	32.32	15.16
	BS-EV	8.53	34.23	71.88	24.94	19.29	46.85	95.02	37.00
	Ad hoc BS	12.53	43.82	83.02	31.97	21.22	53.55	103.89	42.02
0.94-0.97	BS-HV	30.79	56.36	93.80	49.13	31.93	56.81	96.47	50.22
	BS-IV	8.47	19.87	32.02	16.02	9.46	18.87	29.15	15.98
	BS-EV	23.46	48.11	75.09	40.04	37.79	65.21	97.47	56.57
	Ad hoc BS	31.38	60.54	97.02	51.48	40.07	73.60	114.19	63.03
0.97-1.00	BS-HV	38.98	62.77	97.30	55.63	34.51	61.65	98.73	53.20
	BS-IV	9.55	21.47	34.16	17.28	10.90	19.16	30.02	16.60
	BS-EV	27.07	49.60	78.17	42.57	40.38	65.71	99.47	57.71
	Ad hoc BS	38.66	64.62	99.66	56.69	42.50	74.74	113.90	64.27
1.00-1.03	BS-HV	40.60	62.50	96.88	56.17	31.21	58.12	93.76	49.42
	BS-IV	8.60	20.53	34.34	16.51	10.22	18.48	30.38	15.93
	BS-EV	27.04	48.52	76.05	41.54	36.98	65.03	108.86	55.93
	Ad hoc BS	38.98	63.05	98.16	55.87	38.97	72.45	111.96	61.15
1.03-1.06	BS-HV	39.01	58.15	93.47	53.20	26.76	54.25	89.58	45.14
	BS-IV	7.99	19.96	30.18	15.70	9.35	18.75	27.40	15.19
	BS-EV	26.05	44.87	69.17	38.65	31.29	59.98	91.62	52.26
	Ad hoc BS	36.01	58.72	94.79	52.12	32.22	66.65	107.45	54.84
>1.06	BS-HV	19.53	41.41	79.44	31.05	10.84	37.08	74.50	24.25
	BS-IV	5.17	12.70	26.74	12.18	3.69	11.00	23.48	7.26
	BS-EV	13.36	28.12	56.35	20.78	9.94	33.64	69.08	21.92
	Ad hoc BS	15.01	35.82	78.01	25.04	17.27	39.31	85.03	24.56

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均絕對誤差： $MAE = \frac{1}{n}\sum \left| V_{\mathrm{mod}\,el} - V_{obs} \right|$

表 6　不同波動性模型之平均百分比誤差值

S / K	模型	距到期日天數（買權）				距到期日天數（賣權）			
		<60	60-180	>180	整體	<60	60-180	>180	整體
<0.94	BS-HV	2.72	1.12	0.27	1.89	0.01	0.03	0.05	0.02
	BS-IV	-0.08	-0.12	-0.05	-0.09	-0.01	-0.02	-0.03	-0.01
	BS-EV	0.27	-0.05	0.01	-0.04	-0.0008	0.01	0.02	0.0020
	Ad hoc BS	2.65	0.96	0.32	1.74	0.01	0.05	0.07	0.03
0.94-0.97	BS-HV	0.56	0.23	0.20	0.39	0.06	0.10	0.13	0.08
	BS-IV	-0.01	-0.0004	-0.0017	-0.0031	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
	BS-EV	0.08	0.0019	0.05	0.04	0.01	0.01	0.02	0.0024
	Ad hoc BS	0.72	0.29	0.25	0.49	0.07	0.12	0.16	0.10
0.97-1.00	BS-HV	0.30	0.18	0.17	0.24	0.14	0.15	0.17	0.15
	BS-IV	0.0034	0.0026	-0.0045	0.0021	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02
	BS-EV	0.04	0.05	0.03	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04
	Ad hoc BS	0.35	0.22	0.20	0.28	0.18	0.19	0.22	0.19
1.00-1.03	BS-HV	0.16	0.13	0.14	0.15	0.34	0.21	0.20	0.27
	BS-IV	-0.0035	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.02
	BS-EV	0.0028	0.02	0.02	0.03	0.11	0.01	0.25	0.06
	Ad hoc BS	0.17	0.16	0.17	0.16	0.56	0.29	0.28	0.42
1.03-1.06	BS-HV	0.09	0.10	0.12	0.10	0.54	0.26	0.22	0.39
	BS-IV	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.02
	BS-EV	0.02	0.0036	0.0031	0.01	0.10	0.02	0.05	0.01
	Ad hoc BS	0.09	0.11	0.13	0.10	1.10	0.39	0.30	0.73
>1.06	BS-HV	0.03	0.05	0.08	0.04	1.98	1.77	0.46	1.82
	BS-IV	-0.0038	-0.01	-0.01	-0.0049	0.22	0.09	-0.02	0.16
	BS-EV	0.0016	0.0025	0.0043	0.0044	1.94	2.85	0.27	1.83
	Ad hoc BS	0.02	0.04	0.08	0.03	9.59	7.92	0.81	4.95

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均百分比誤差： $MPE = \frac{1}{n}\sum\left(\frac{V_{\mathrm{mod}el} - V_{obs}}{V_{obs}}\right)$

值得注意的是，無論就買權或賣權而言，BS-IV 模型所計算出的理論價格，大多有低估市場價格的情形；而在 BS-EV 模型中，低估市場價格的情形則僅出現於深度價外買權（$S/K<0.94$）的整體資料、深度價外買權且距到期日為 60 至 180 天的資料及深度價內賣權（$S/K<0.94$）且距到期日小於 60 天的資料中。另一方面，BS-HV 模型及 Ad hoc BS 模型所計算出的理論價格，則全部皆有高估市場價格的情形。

三、台股指數選擇權評價誤差之迴歸分析

本文以理論價格與市場價格之價格誤差百分比為依變數，選取價內價外程度、股價指數報酬率、股價指數波動性、距到期日及無風險利率等自變數，進行迴歸分析，以探討各變數間模型評價誤差的影響。

(一) 價內價外程度（S/K）

由表 7 中係數呈顯著的部分可看出：S/K 與 BS-HV 模型、BS-EV 模型和 Ad hoc BS 模型的誤差呈負相關，顯示當買權之 S/K 值越高時，理論價格越傾向低估市場價格；而 S/K 與 BS-IV 模型的誤差呈正相關，表示買權的 S/K 值越高時，理論價格越傾向高估市場價格。

由表 8 可看出：除了價外賣權（$1.03 \le S/K < 1.06$）之外，其餘價內價外程度下，S/K 與 BS-HV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差顯著正相關。然而，S/K 與 BS-IV 模型及 BS-EV 模型的誤差則無一致性的影響。

(二) 股價指數報酬率（u）

由表 7 可看出：在各種價內價外程度下，除深度價外買權（$S/K<0.94$）的 Ad hoc BS 模型及價外買權（$0.94 \le S/K < 0.97$）的 BS-EV 模型外，其餘情況下，股價指數報酬率皆有顯著的影響。其中，u 與 BS-HV 模型、BS-IV 模型及 BS-EV 模型的誤差正相關，而與 Ad hoc BS 模型的誤差負相關。

由表 8 中係數呈顯著的部分可看出：賣權部分，u 與 BS-IV 模型的誤差正相關，而與 BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差負相關；u 與 BS-HV 模型的誤差則會隨價內價外程度而有所不同。

(三) 股價指數的波動性（σ）

表 7 顯示：各種價內價外程度下，除價平買權（$1.00 \le S/K < 1.03$）及價內買權

表 7　不同波動性模型評價誤差之迴歸分析（買權）

S/K	模型	截距	S/K	u	σ	T	r	R^2
<0.94	BS-HV	11.21***	-13.63***	1.23***	1.23***	-2.44***	-260.21***	0.09
	BS-IV	-1.25***	1.55***	0.48***	0.47***	0.03	-23.25***	0.06
	BS-EV	2.79***	-0.85***	0.26***	-11.40***	-0.10*	-34.13***	0.14
	Ad hoc BS	18.20***	-6.69***	-0.16	-29.73***	-3.10***	-126.31***	0.08
0.94-0.97	BS-HV	6.58***	-7.52***	0.14***	6.09***	-0.57***	-21.61***	0.12
	BS-IV	-0.37	0.48	0.25***	0.39***	0.01	-14.11***	0.12
	BS-EV	2.25**	-1.07	0.07	-4.53***	-0.13***	-2.18	0.18
	Ad hoc BS	9.13***	-7.47***	-0.67***	-4.54***	-0.75***	-7.64*	0.09
0.97-1.00	BS-HV	5.62***	-6.22***	0.12***	3.42***	-0.20***	-0.71	0.21
	BS-IV	0.01	0.07	0.19***	0.23***	-0.01	-9.50***	0.15
	BS-EV	3.16***	-2.54***	0.08***	-2.60***	-0.08***	2.88**	0.23
	Ad hoc BS	6.52***	-5.67***	-0.37***	-2.17***	-0.22***	-1.24	0.11
1.00-1.03	BS-HV	1.74***	-2.14***	0.06***	2.49***	-0.02**	-2.19***	0.40
	BS-IV	-0.28**	0.36***	0.005***	0.0046	-0.01*	-6.42***	0.15
	BS-EV	1.11***	-0.72***	0.05***	-1.45***	-0.02***	0.59	0.24
	Ad hoc BS	2.11***	-1.65***	-0.26***	-0.98***	0.01	-2.25***	0.11
1.03-1.06	BS-HV	0.69	-0.96**	0.02*	1.71***	0.04***	-1.43**	0.39
	BS-IV	0.24	-0.17	0.05***	-0.15	-0.01*	-4.85***	0.16
	BS-EV	0.32	-0.11	0.02*	-0.76***	-0.02**	0.01	0.15
	Ad hoc BS	1.46**	-1.19***	-0.19***	-0.48***	0.06***	-1.10*	0.09
>1.06	BS-HV	0.03***	-0.14***	0.02***	0.67***	0.06***	-0.81***	0.34
	BS-IV	0.02***	0.01**	0.02*	-0.01**	-0.004***	-2.57***	0.12
	BS-EV	0.11***	-0.05***	0.01*	-0.22***	-0.0014	-0.11	0.07
	Ad hoc BS	0.22***	-0.14***	-0.05***	-0.15***	0.06***	-0.56***	0.11

註：1. BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

2. ***表 P 值≦0.01；**表 0.01＜ P 值≦0.05；*表 0.05＜P 值＜0.1

3. S/K ：價內價外程度； u 爲股價的報酬率； σ 爲股價的波動性； T 爲距到期日天數； r 爲無風險利率； R^2 爲迴歸式可解釋變異佔總變異的比例。

$$\frac{V_{model} - V_{obs}}{V_{model}} = \beta_0 + \beta_1(S/K) + \beta_2 u + \beta_3 \sigma + \beta_4 T + \beta_5 r + \varepsilon$$

表 8 不同波動性模型評價誤差之迴歸分析（賣權）

S/K	模型	截距	S/K	u	σ	T	r	R^2
<0.94	BS-HV	-0.33***	0.27***	-0.05***	0.23***	0.06***	2.80***	0.16
	BS-IV	0.09***	-0.07***	-0.01	-0.0014	-0.03***	-2.17***	0.09
	BS-EV	0.29***	-0.05***	-0.05***	-0.98***	0.02***	1.35***	0.27
	Ad hoc BS	0.05***	0.22***	-0.08***	-0.98***	0.09***	1.91***	0.34
0.94-0.97	BS-HV	-1.47***	1.41***	-0.02**	0.45***	0.10***	4.41***	0.12
	BS-IV	0.01	-0.06	0.05***	0.02	-0.02***	-4.72***	0.11
	BS-EV	-0.06	0.59*	-0.01	-2.23***	0.04***	2.65***	0.46
	Ad hoc BS	-1.85***	2.44***	-0.26***	-1.94***	0.12***	3.36***	0.31
0.97-1.00	BS-HV	-2.64***	2.56***	-0.01	0.58***	0.04**	7.21***	0.09
	BS-IV	-0.02	0.09	0.08***	0.04	-0.01	-6.90***	0.12
	BS-EV	-0.77**	1.66***	0.01	-3.68***	-0.01	5.97***	0.47
	Ad hoc BS	-4.56***	5.57***	-0.36***	-3.38***	0.04**	4.72***	0.34
1.00-1.03	BS-HV	-5.50***	5.44***	-0.07	0.89***	-0.26***	7.11**	0.03
	BS-IV	-1.03***	1.14**	0.11***	0.10*	-0.04**	-11.40***	0.07
	BS-EV	-0.96	2.50	0.01	-6.40***	-0.19***	8.33***	0.25
	Ad hoc BS	-11.01***	13.03***	-0.60***	-7.07***	-0.51***	5.12	0.12
1.03-1.06	BS-HV	-0.04	0.08	0.10	1.53***	-0.56***	10.66**	0.03
	BS-IV	-1.81*	1.89*	0.15***	0.11	-0.03	-15.44***	0.07
	BS-EV	3.35	-1.27	0.05	-8.36***	-0.29**	11.96*	0.10
	Ad hoc BS	-3.65	7.50	-0.97	-12.87***	-1.33***	13.03	0.04
>1.06	BS-HV	-11.02***	7.83***	1.02***	10.11***	-1.28***	129.69***	0.02
	BS-IV	-0.10	0.87***	1.11	-0.60***	-0.45***	-39.17***	0.04
	BS-EV	6.69***	3.05***	0.57	-40.98***	1.45***	89.37***	0.07
	Ad hoc BS	-13.53***	28.94***	-0.96	-71.23***	3.18***	107.84***	0.07

註：1. BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

2. ***表 P 值≤0.01；**表 0.01＜ P 值≤0.05；*表 0.05＜P 值＜0.1

3. S/K：價內價外程度；u 爲股價的報酬率；σ 爲股價的波動性；T 爲距到期日天數；r 爲無風險利率；R^2 爲迴歸式可解釋變異佔總變異的比例。

$$\frac{V_{model}-V_{obs}}{V_{model}}=\beta_0+\beta_1(S/K)+\beta_2 u+\beta_3\sigma+\beta_4 T+\beta_5 r+\varepsilon$$

（$1.03 \le S/K < 1.06$）下的 BS-IV 模型外，股價指數波動性皆有顯著的影響。其中，σ 與 BS-HV 模型的誤差正相關，而與 BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差負相關；σ 與 BS-IV 模型的誤差則無一致性的影響。

賣權部分如表 8 所示，整體而言，實證結果與買權部分類似，σ 與 BS-HV 模型的誤差正相關，而與 BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差負相關；σ 與 BS-IV 模型的誤差則無一致性的影響。

(四) 距到期日天數（T）

由表 7 中係數呈顯著的部分可看出：整體而言，T 與 BS-IV 模型及 BS-EV 模型的誤差負相關。然而，T 與 BS-HV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差則無一致性的影響，其結果會隨價內價外程度而有所不同。

賣權部分如表 8 所示，由係數呈顯著的部分可看出：T 與 BS-IV 模型的誤差負相關。然而，T 與 BS-HV 模型、BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差則無一致性的影響。

(五) 無風險利率（r）

表 7，除價平買權（$0.97 \le S/K < 1.00$）外，其餘情況下，r 皆與 BS-HV 模型、BS-IV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差顯著負相關。然而，ˏ 與 BS-EV 模型的誤差則無一致性的影響。

賣權部分如表 8 所示，除了價平賣權（$1.00 \le S/K < 1.03$）和價外賣權（$1.03 \le S/K < 1.06$）下的 Ad hoc BS 模型之外，其餘價內價外程度下，r 皆與 BS-HV 模型、BS-EV 模型及 Ad hoc BS 模型的誤差顯著正相關；而與 BS-IV 模型的誤差顯著負相關。

四、台股指數選擇權之樣本外避險誤差

本研究則主要針對動態避險加以探討，參考 Yung and Zhang（2003）採用的選擇權動態避險方法，針對 delta 動態避險加以說明，delta 動態避險策略的假設為(1)不存在交易成本，成本僅包含因買進標的資產所需資金的利息成本；(2)以短期票券利率，即商業本票 31 至 90 天期的月利率來計算利息成本。以下，本文將以樣本外平均避險誤差、樣本外絕對避險誤差與樣本外標準化絕對避險誤差等三項指標，來討論台股指數選擇權之避險績效。

(一) 樣本外平均避險誤差

使用平均避險誤差（以下簡稱 MHE）來衡量不同波動性模型之避險績效，其結果如表 9 所示。由表 9 可看出：無論就買權或賣權而言，在 6 個價內價外程度分組及 4 種波動性模型下，使 MHE 最小的避險期間爲 1 天者，約佔所有情況的六成左右。因此，雖然避險期間較短者的 MHE，會因價內價外程度及波動性模型之不同而有所差異，但就整體而言，避險期間越短者，其避險誤差通常越小。

另一方面，在避險期間固定下，就買權部分而言，僅深度價外買權（$S/K<0.94$）下的 Ad hoc BS 模型，及價平買權（$0.97\le S/K<1.00$）下的 BS-EV 模型，在 4 種避險期間中都有最小的 MHE，其餘價內價外程度下，具有最小 MHE 的情形會隨波動性模型而有所不同。而就賣權部分而言，在避險期間固定下，6 種價內價外程度的分組中，並沒有任何一個波動性模型會在 4 種避險期間內都有最小的 MHE。換言之，本文的實證結果顯示：具有最小避險誤差的波動性模型並不一致，其結果會隨價內價外程度的不同及避險期間的改變而有所差異。

爲了瞭解距到期日是否會對波動性模型的平均避險誤差值有所影響，因此，本文以 60 及 180 爲臨界值，將表 9 中的實證資料進一步依其距到期日天數區分爲三組，實證結果如表 10 至表 12 所示。比較表 10 至表 12 的實證資料時可發現：就整體而言，無論在買權或賣權的資料中，當其他條件不變下，距到期日天數越短者，其避險誤差越小。

由表 10 至表 12 中可看出：在避險期間固定下，6 種價內價外程度的分組中，並沒有任何一個波動性模型會在 4 種避險期間內都有最小的 MHE。此一結果與整體樣本下類似，亦即：具有最小避險誤差的波動性模型並不一致，其結果會隨價內價外程度及避險期間而有所差異。

此外，由表 10 可看出：無論就買權或賣權而言，在 6 個價內價外程度分組及 4 種波動性模型下，使 MHE 最小的避險期間大多爲 1 天或 5 天；而表 11、表 12 中的實證結果中，使 MHE 最小的避險期間也是以 1 天爲最多。此一結果與整體樣本下之實證結果類似，雖然避險期間較短者的 MHE，會因價內價外程度及波動性模型之不同而有所差異，但就整體而言，避險期間越短者，其避險誤差通常越小。

表 9　不同波動性模型之樣本外平均避險誤差值（距到期日天數：全部資料）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	-0.04	0.30	0.47	0.41	-0.03	0.23	0.20	0.16
	BS-IV	-0.08	-0.21	-0.32	-0.35	-0.03	-0.53	-0.62	-0.49
	BS-EV	-0.07	-0.34	-0.45	-0.49	-0.02	-0.20	-0.45	-0.49
	Ad hoc BS	0.02	0.20	0.27	0.19	0.03	0.13	0.0030	-0.06
0.94-0.97	BS-HV	-0.20	0.06	-0.02	-0.11	-0.16	0.16	0.10	0.06
	BS-IV	-0.17	-0.17	-0.19	-0.16	-0.03	-0.09	-0.04	0.01
	BS-EV	-0.02	-0.11	-0.12	-0.11	0.02	-0.04	-0.04	-0.04
	Ad hoc BS	-0.03	-0.20	-0.24	-0.43	0.01	-0.10	-0.12	-0.26
0.97-1.00	BS-HV	0.46	0.96	0.60	0.88	-0.01	0.22	0.26	-0.17
	BS-IV	-0.07	-0.18	-0.18	-0.37	-0.10	-0.07	-0.02	0.14
	BS-EV	-0.02	-0.13	-0.09	-0.01	-0.01	-0.0010	0.09	-0.03
	Ad hoc BS	-0.04	-0.22	-0.24	-0.34	-0.02	-0.74	-0.01	-0.26
1.00-1.03	BS-HV	0.06	0.04	0.06	-0.08	0.01	0.15	0.08	-0.38
	BS-IV	-0.06	-0.22	-0.08	-0.03	-0.06	-0.06	0.01	0.08
	BS-EV	-0.04	-0.12	-0.19	-0.21	-0.03	0.03	0.16	0.10
	Ad hoc BS	-0.03	-0.16	-0.17	-0.44	-0.04	-0.08	-0.08	-0.35
1.03-1.06	BS-HV	-0.09	-0.07	-0.15	-0.60	-0.07	-0.04	-0.03	-0.02
	BS-IV	-0.06	-0.10	-0.17	0.01	-0.08	-0.07	-0.11	0.02
	BS-EV	-0.05	-0.23	-0.15	-0.31	-0.02	-0.13	0.13	0.38
	Ad hoc BS	-0.08	-0.36	-0.30	-0.72	-0.06	-0.33	-0.18	-0.33
>1.06	BS-HV	0.05	-0.08	-0.13	-0.16	0.01	-0.12	-0.26	-0.29
	BS-IV	-0.08	0.05	0.01	-0.03	0.03	0.0004	0.01	-0.0027
	BS-EV	0.02	0.01	0.07	0.10	-0.01	0.01	-0.06	-0.04
	Ad hoc BS	0.0011	-0.06	0.06	0.06	-0.02	-0.09	-0.07	-0.07

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均避險誤差：$MHE = \frac{1}{n}\sum(\Delta H)$

ΔH_C（買權）$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t)$

ΔH_P（賣權）$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t)$

表 10 不同波動性模型之樣本外平均避險誤差值（距到期日天數＜60 天）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	-0.06	-0.0005	0.06	0.11	-0.04	0.07	0.01	-0.11
	BS-IV	-0.03	0.0019	-0.01	-0.03	0.03	-0.05	0.08	-0.31
	BS-EV	0.02	-0.0028	-0.04	-0.06	0.05	0.06	-0.07	-0.22
	Ad hoc BS	0.02	-0.01	-0.01	0.09	0.05	0.06	-0.05	-0.14
0.94-0.97	BS-HV	-0.28	-0.12	-0.21	-0.32	-0.21	0.0039	-0.11	-0.23
	BS-IV	-0.16	0.03	0.05	0.01	0.02	-0.03	0.0015	0.16
	BS-EV	0.04	0.06	0.08	0.07	0.10	0.14	0.09	-0.01
	Ad hoc BS	0.01	-0.07	-0.19	-0.36	0.08	0.05	-0.09	-0.27
0.97-1.00	BS-HV	-0.12	-0.08	-0.18	-0.34	-0.12	-0.10	-0.16	-0.30
	BS-IV	-0.07	0.01	0.02	0.01	-0.10	-0.08	0.01	0.21
	BS-EV	0.03	0.05	0.09	0.07	0.02	0.02	0.07	0.02
	Ad hoc BS	0.0036	-0.10	-0.18	-0.32	0.0029	-0.11	-0.16	-0.29
1.00-1.03	BS-HV	-0.20	-0.07	-0.11	-0.27	-0.30	-0.05	-0.10	-0.08
	BS-IV	-0.01	-0.19	-0.15	-0.16	-0.02	-0.0001	0.02	0.09
	BS-EV	-0.03	-0.02	-0.01	0.04	0.02	0.01	0.05	0.34
	Ad hoc BS	-0.05	-0.12	-0.18	-0.22	-0.01	-0.12	-0.18	-0.01
1.03-1.06	BS-HV	-0.29	-0.21	-0.39	-0.70	-0.26	-0.20	-0.23	-0.25
	BS-IV	-0.0048	-0.08	-0.12	0.14	-0.09	0.03	0.07	0.07
	BS-EV	-0.01	0.04	-0.11	-0.09	0.02	0.10	0.18	0.62
	Ad hoc BS	-0.04	-0.13	-0.40	-0.57	-0.02	-0.12	-0.24	-0.12
>1.06	BS-HV	-0.02	-0.0035	-0.02	0.05	-0.04	-0.01	-0.03	-0.06
	BS-IV	0.09	0.09	0.02	-0.08	-0.01	-0.01	0.0019	0.0004
	BS-EV	0.01	0.0033	0.01	0.14	-0.01	-0.0037	-0.01	-0.0043
	Ad hoc BS	0.01	-0.01	-0.02	0.08	-0.01	-0.02	-0.07	-0.14

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均避險誤差： $MHE = \frac{1}{n}\sum(\Delta H)$

ΔH_C（買權）$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t)$

ΔH_P（賣權）$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t)$

表 11　不同波動性模型之樣本外平均避險誤差值（60 天<距到期日天數<180 天）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	-0.07	0.65	0.90	0.87	-0.07	0.32	0.36	0.34
	BS-IV	-0.13	-0.31	-0.37	-0.33	-0.13	-0.93	-1.33	-0.57
	BS-EV	-0.08	-0.51	-0.66	-0.60	-0.02	-0.36	-0.61	-0.62
	Ad hoc BS	0.06	0.54	0.70	0.63	0.06	0.22	0.16	0.10
0.94-0.97	BS-HV	-0.29	-0.06	-0.11	0.15	-0.22	-0.05	-0.11	0.25
	BS-IV	-0.06	0.06	0.12	0.18	-0.02	0.09	0.12	0.18
	BS-EV	0.11	0.18	0.10	0.28	0.18	0.17	0.06	0.29
	Ad hoc BS	0.09	-0.05	-0.26	-0.26	0.16	-0.04	-0.26	-0.17
0.97-1.00	BS-HV	-0.10	-0.02	-0.16	-0.43	-0.06	0.06	0.01	-0.76
	BS-IV	-0.04	-0.09	-0.11	-0.54	-0.03	0.04	0.03	0.20
	BS-EV	0.05	-0.02	-0.15	0.28	0.10	0.06	0.02	-0.05
	Ad hoc BS	0.01	-0.18	-0.25	-0.02	0.06	-0.09	-0.08	-0.34
1.00-1.03	BS-HV	0.29	-0.18	-0.19	-0.29	0.29	-0.02	0.06	-0.61
	BS-IV	-0.10	-0.01	0.11	0.14	-0.20	-0.09	0.05	-1.57
	BS-EV	-0.01	-0.09	0.09	-0.11	-0.0047	-0.03	0.55	0.39
	Ad hoc BS	-0.01	-0.15	0.14	-0.40	-0.02	-0.12	0.24	-0.09
1.03-1.06	BS-HV	-0.13	-0.18	0.11	0.02	0.25	0.85	1.25	1.76
	BS-IV	-0.09	0.23	0.52	0.64	-0.12	0.29	0.57	0.58
	BS-EV	0.05	0.43	1.03	1.22	0.08	0.82	1.48	1.91
	Ad hoc BS	0.04	0.34	0.74	0.62	0.07	0.69	1.13	1.18
>1.06	BS-HV	0.09	0.19	-0.26	-0.42	0.05	-0.23	-0.48	-0.48
	BS-IV	-0.21	0.03	0.17	0.18	0.02	0.02	0.09	-0.01
	BS-EV	0.03	-0.0038	0.17	-0.02	-0.01	-0.05	-0.05	-0.07
	Ad hoc BS	0.0023	-0.17	0.09	-0.15	-0.04	-0.22	-0.14	-0.21

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均避險誤差：$MHE = \frac{1}{n}\sum(\Delta H)$

ΔH_C（買權）$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t)$

ΔH_P（賣權）$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t)$

表 12　不同波動性模型之樣本外平均避險誤差值（距到期日天數>180 天）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	0.22	0.45	1.03	0.35	0.14	0.65	0.54	1.18
	BS-IV	-0.04	-0.90	-1.72	-2.25	0.07	-0.81	-0.58	-0.77
	BS-EV	-0.31	-1.33	-1.90	-2.57	-0.33	-1.00	-2.27	-1.84
	Ad hoc BS	-0.07	-0.63	-0.91	-2.25	-0.15	-0.43	-1.40	-1.42
0.94-0.97	BS-HV	0.46	0.96	0.60	0.88	0.55	1.57	1.63	1.92
	BS-IV	-0.23	-1.06	-1.46	-1.31	-0.18	-0.39	-0.03	-0.49
	BS-EV	-0.06	-0.75	-1.02	-1.45	0.03	-0.14	0.02	-0.41
	Ad hoc BS	-0.09	-0.95	-1.00	-1.70	-0.01	-0.34	0.03	-0.66
0.97-1.00	BS-HV	0.53	0.91	1.14	0.71	0.62	1.82	2.50	2.18
	BS-IV	-0.18	-1.46	-1.72	-1.70	-0.26	-0.29	-0.57	-0.01
	BS-EV	-0.35	-1.04	-0.98	-1.35	-0.26	-0.14	0.38	0.11
	Ad hoc BS	-0.35	-0.95	-0.73	-1.20	-0.26	-0.04	0.63	0.26
1.00-1.03	BS-HV	0.47	0.81	1.21	0.53	0.98	1.71	1.37	0.74
	BS-IV	-0.35	-0.94	-0.82	-0.90	0.32	-0.15	-0.15	-0.05
	BS-EV	-0.16	-0.47	-1.18	-1.25	-0.01	0.08	0.50	0.16
	Ad hoc BS	-0.01	-0.41	-0.77	-1.51	-0.11	-0.11	-0.11	-0.76
1.03-1.06	BS-HV	-0.28	0.53	-0.41	-2.87	-0.36	0.55	-0.30	-1.22
	BS-IV	-0.38	-0.79	-0.41	-0.34	-0.51	-0.44	-0.03	0.60
	BS-EV	-0.07	-0.75	-0.21	-1.26	-0.15	-0.73	-0.10	0.39
	Ad hoc BS	-0.11	-0.86	-0.41	-1.54	-0.20	-0.83	-0.30	0.11
>1.06	BS-HV	0.26	0.01	-0.14	0.10	0.26	0.10	0.17	0.64
	BS-IV	-0.13	0.03	-0.61	-0.52	0.19	-0.09	-0.38	-0.04
	BS-EV	0.06	-0.20	-0.42	-0.28	0.06	-0.11	-0.08	0.25
	Ad hoc BS	0.04	0.01	1.22	0.98	0.04	0.10	1.53	1.51

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

平均避險誤差： $MHE = \dfrac{1}{n}\sum(\Delta H)$

ΔH_C（買權）$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t)$

ΔH_P（賣權）$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t)$

(二) 樣本外絕對避險誤差

使用絕對避險誤差（以下簡稱 AHE）來衡量不同波動性模型之避險績效，其結果如表 13 所示。由表中可看出：無論就買權或賣權而言，在 6 個價內價外程度分組及 4 種波動性模型下，使 AHE 最小的避險期間並不一致，其中，以 10 天所佔的比例爲最高。此一結果與使用 MHE 來衡量避險績效的結果並不一致，故避險期間對避險誤差的影響仍有待進一步的確認。

另一方面，無論就買權或賣權而言，在 6 個價內價外程度分組及 4 種避險期間下，BS-IV 模型皆有最小的 AHE。此一結果亦與使用 MHE 來衡量避險績效的結果並不一致，値得注意的是，避險誤差爲避險投資組合一期後的利潤，以 MHE 衡量時，正負利潤會互相抵銷，故較適用於長期觀點；而 AHE 所衡量得的誤差不會相抵，如此一來，將有助於找出真正避險誤差較小的波動性模型。因此，本文的實證結果顯示：採 delta 動態避險策略時，BS-IV 模型之避險績效最佳。

爲了瞭解距到期日是否會對波動性模型的絕對避險誤差値有所影響，因此，本文以 60 及 180 爲臨界值，將表 13 中的實證資料進一步依其距到期日天數區分爲三組 [1]，實證結果顯示：就整體而言，無論在買權或賣權的資料中，當其他條件不變下，距到期日天數越短者，其避險誤差越小。其餘實證結果則與整體樣本下類似，無論就買權或賣權而言，避險期間對避險誤差的影響並不一致；而採 delta 動態避險策略時，BS-IV 模型之避險績效最佳。

(三) 樣本外標準化絕對避險誤差

使用標準化絕對避險誤差（以下簡稱 NAHE）來衡量不同波動性模型之避險績效，其結果如表 14 所示。由表 14 可看出：無論就買權或賣權而言，在 6 個價內價外程度分組及 4 種波動性模型下，使 NAHE 最小的避險期間大多爲 1 天。此一結果與使用 MHE 來衡量避險績效的結果類似，但與採 AHE 下的實證結果並不一致，形成此一現象之原因，仍有待更進一步的研究來確認。

另一方面，就買權部分而言，在 4 種避險期間下 NAHE 皆爲最小者，在價外買權（$0.94 \le S/K < 0.97$）及價平買權（$0.97 \le S/K < 1.00$）部分爲 BS-HV 模型；其餘價內價外程度下則爲 BS-IV 模型。而當賣權的價內價外程度偏向價外時（$S/K \ge 1.00$），有部分避險期間下 BS-IV 模型之 NAHE 並非最小，但就整體而言，仍以 BS-IV 模型的避險誤差最小。此一結果與使用 AHE 來衡量避險績效時類似，同樣的，NAHE 所衡量得的誤差不會相抵，故有助於找出真正避險誤差較小的波動性模型。因此，本文認爲：

1.由於此部分之實證結果與整體樣本下類似，為節省篇幅起見，本文將不再逐一列示其結果，若讀對相關實證資料有興趣的話，請您直接與作者聯繫，作者將儘速提供相關資料。

表 13　不同波動性模型之樣本外絕對避險誤差值（距到期日天數：全部資料）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	37.42	35.31	35.54	35.69	45.24	42.83	42.85	43.68
	BS-IV	17.16	16.05	16.31	16.61	12.26	16.93	20.53	23.07
	BS-EV	31.90	30.28	31.53	31.50	54.75	52.16	53.33	53.89
	Ad hoc BS	32.24	32.15	34.61	35.79	55.56	53.59	55.37	56.54
0.94-0.97	BS-HV	61.61	62.10	61.50	60.80	63.24	63.93	63.56	62.52
	BS-IV	27.46	26.93	26.70	26.80	17.43	26.03	23.60	28.34
	BS-EV	54.62	54.36	54.02	54.90	81.69	82.56	80.87	80.79
	Ad hoc BS	56.53	55.80	55.88	55.56	79.70	80.81	79.34	78.92
0.97-1.00	BS-HV	119.72	122.81	112.72	112.27	67.04	65.52	65.53	66.25
	BS-IV	29.61	29.66	29.44	29.14	17.81	26.61	24.30	29.21
	BS-EV	59.14	58.47	58.05	57.77	83.92	83.77	83.50	82.46
	Ad hoc BS	61.62	61.17	59.90	59.63	80.08	80.76	79.88	79.50
1.00-1.03	BS-HV	72.38	71.55	69.21	69.66	61.81	62.17	61.82	61.94
	BS-IV	17.54	26.52	25.77	29.70	17.45	25.66	24.10	28.77
	BS-EV	58.41	58.70	57.99	57.85	78.80	80.17	77.95	78.07
	Ad hoc BS	60.45	61.30	60.03	60.08	76.00	77.76	76.07	75.86
1.03-1.06	BS-HV	67.72	66.44	67.09	66.22	57.96	57.54	58.63	57.76
	BS-IV	18.36	25.39	28.16	27.82	18.24	23.83	27.23	28.06
	BS-EV	54.43	54.60	52.55	53.48	69.68	68.64	67.14	68.50
	Ad hoc BS	58.11	57.64	56.53	56.68	69.55	68.32	66.77	68.56
>1.06	BS-HV	39.26	39.59	38.12	38.71	31.81	31.80	30.74	31.08
	BS-IV	10.16	15.08	20.07	22.12	12.98	12.60	12.13	12.27
	BS-EV	29.85	29.52	28.84	29.69	33.76	33.39	31.82	32.89
	Ad hoc BS	29.67	29.39	29.00	29.80	32.52	32.15	30.84	32.06

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

絕對避險誤差：$AHE=\frac{1}{n}\sum\left|\Delta H\right|$

ΔH_C（買權）$=C_{t+\Delta t}-C_t+w(S_{t+\Delta t}-S_t)-r\Delta t(C_t+wS_t)$

ΔH_P（賣權）$=P_{t+\Delta t}-P_t+w(S_{t+\Delta t}-S_t)-r\Delta t(P_t+wS_t)$

表 14　不同波動性模型之樣本外標準化絕對避險誤差值（距到期日天數：全部資料）

S/K	模型	避險期間（買權）				避險期間（賣權）			
		1 天	5 天	10 天	20 天	1 天	5 天	10 天	20 天
<0.94	BS-HV	0.66	2.83	4.32	6.62	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	BS-IV	-0.49	-0.66	-1.18	-1.64	-0.0013	-0.0032	-0.0029	-0.0027
	BS-EV	-0.65	-0.85	-2.10	-2.88	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	Ad hoc BS	1.03	5.52	8.19	11.85	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
0.94-0.97	BS-HV	-0.05	-0.04	-0.08	-0.06	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
	BS-IV	-0.08	-0.06	-0.57	-0.07	-0.0030	-0.0045	-0.0028	-0.0008
	BS-EV	-0.25	-0.21	-0.24	-0.22	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
	Ad hoc BS	-0.23	-0.19	-0.24	-0.21	-0.03	-0.03	-0.03	-0.04
0.97-1.00	BS-HV	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
	BS-IV	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
	BS-EV	-0.08	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
	Ad hoc BS	-0.08	-0.08	-0.08	-0.07	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08
1.00-1.03	BS-HV	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.0008	0.04
	BS-IV	-0.0039	-0.01	-0.0024	-0.0025	-0.01	-0.02	-0.03	-0.07
	BS-EV	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.23	-0.25	-0.24	-0.25
	Ad hoc BS	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.22	-0.22	-0.20	-0.17
1.03-1.06	BS-HV	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.04	0.01	-0.11	-0.09
	BS-IV	-0.0018	-0.0022	-0.0006	-0.0028	-0.03	-0.09	-0.09	-0.15
	BS-EV	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.59	-0.49	-0.58	-0.51
	Ad hoc BS	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.53	-0.41	-0.49	-0.43
>1.06	BS-HV	-0.0026	-0.0034	-0.0043	-0.01	1.68	2.20	2.99	5.09
	BS-IV	-0.0009	-0.0005	-0.0001	0.0004	-0.92	-0.97	-1.11	-1.66
	BS-EV	-0.0023	-0.0020	-0.0017	-0.0016	-3.41	-4.01	-3.96	-5.02
	Ad hoc BS	-0.0039	-0.0041	-0.0041	-0.0044	-2.82	-2.79	-1.97	-1.42

註：BS-HV 代表 BS 模型配合歷史波動性；BS-IV 代表 BS 模型配合隱含波動性；BS-EV 代表 BS 模型配合 EGARCH 波動性；Ad hoc BS 代表 BS 模型配合平滑後的波動性。

標準化絕對避險誤差： $NAHE = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{\Delta H}{V_{initial}}\right|$

ΔH_C（買權）$= C_{t+\Delta t} - C_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(C_t + wS_t)$

ΔH_P（賣權）$= P_{t+\Delta t} - P_t + w(S_{t+\Delta t} - S_t) - r\Delta t(P_t + wS_t)$

採 delta 動態避險策略時，BS-IV 模型之避險績效最佳。

爲了瞭解距到期日是否會對波動性模型的標準化絕對避險誤差值有所影響，因此，本文以 60 及 180 爲臨界值，將表 14 中的實證資料進一步依其距到期日天數區分爲三組 [2]，實證結果顯示：就整體而言，無論在買權或賣權的資料中，當其他條件不變下，距到期日天數越短者，其避險誤差越小。其餘實證結果則與整體樣本下類似，無論就買權或賣權而言，使 NAHE 最小的避險期間大多爲 1 天；而採 delta 動態避險策略時，BS-IV 模型之避險績效最佳。

伍、結論

波動性對投資決策、衍生性金融商品訂價、避險績效有至關重要的影響，對於波動性的預測自然應給予相當的關注。因此，本文以 B-S 模型爲基礎，配合歷史波動性模型、隱含波動性模型、EGARCH（1,1）模型及平滑後的歷史波動性模型，來探討不同波動性模型的評價誤差與避險績效，並分析其評價誤差的原因，期能給予發行券商及投資大眾有一個新的參考。

本文的主要實證結果發現，首先，在台股指數選擇權之評價誤差方面，整體而言，隱含波動性模型對買權及賣權的評價誤差最小。此外，隱含波動性模型之理論價格低估了市場價格；而歷史波動性模型、EGARCH（1,1）模型及平滑後的歷史波動性模型之理論價格則大多高估了市場價格。而在各波動性模型之評價誤差與其金融特性方面，該評價誤差與價內價外程度、股價指數報酬率、股價指數波動性、距到期日及無風險利率等因素，大多呈現顯著的線性關係；但就買權或賣權而言，各因素影響的方向性不盡相同。

最後，在台股指數選擇權之避險誤差上，當其他條件不變下，距到期日天數越短者，其避險誤差越小。然而，整體而言，避險期間對避險誤差的影響並不一致，但採 delta 動態避險策略時，隱含波動性模型之避險績效最佳。

2.由於此部分之實證結果與整體樣本下類似，為節省篇幅起見，本文將不再逐一列示其結果，若讀對相關實證資料有興趣的話，請您直接與作者聯繫，作者將儘速提供相關資料。

參考文獻

一、中文部份

1. 邱建良、魏志良、吳佩珊與邱哲修(2004)，TAIFEX 與 MSCI 台股指數期貨與現貨直接避險策略之研究，商管科技季刊，5(2)，169-184。

2.莊益源、張鐘霖與王祝三(2003)，波動性模型預測能力的比較-以台指選擇權為例，台灣金融財務季刊，5(2)，41-63。

3. 聶建中、陳芇文與王友珊(2003)，金融機構承做選擇權的模型風險與市場風險，風險管理學報，5(3)，295-317。

二、英文部分

1. Bakshi, G., Cao, C., & Chen, Z. (1997). Empirical Performance of Alternative Option Pricing Models. Journal of Finance, 52, 2003-2049.

2. Barone-Adesi, G., & Whaley, R. E. (1985). Efficient Analytic Approximation of American Option Values. Working paper No. 15, Institute for Financial Research, University of Alberta.

3. Black, F., & Scholes, M. (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy, 81, 637-659.

4. Britten-Jones, M., & Neuberger, A. (2000). Option Prices, Implied Price Processes, and Stochastic Volatility. Journal of Finance, 55, 839-866.

5. Chen, R. R., Palmon, O., & Wald, J. (2003). What is behind the Smile? Fat Tails or Transaction Costs. unpublished paper of Journal of Futures Markets.

6. Chiras, D. P., & Manaster, S. (1978). The Information Content of Option Prices and a Test of Market Efficiency. Journal of Financial Economics, 6, 213-234.

7. Dumas, B., Fleming, J., & Whaley, R. (1998). Implied Volatility Functions: Empirical Tests. Journal of Finance, 53, 2059-2106.

8. Heston, S., & Nandi, S. (2000). A Closed-Form GARCH Option Valuation Model. Review of Financial Studies, 13, 585-625.

9. Heynen, R., Kemna, A., & Vorst, T. (1994). Analysis of the Term Structure of Implied Volatilities. Jouranl of Financial and Quantitative Analysis, 29, 33-56.

10. Jiang, G. J., & Tian, Y. S. (2005). The Model-Free Implied Volatility and Its Information Content. The Review of Financial Studies, 18, 1305-1342.

11. Jorion, P. (1995). Prediction Volatility in Foreign Exchange Market. Journal of Finance, 50, 507-528.

12. Lamoureux, C. G., & Lastrapes, W. D. (1993). Forecasting Stock Return Variance: Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities. Review of Financial Studies, 6, 293-326.

13. Nelson, D. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. Econometrica, 59, 347-370.

14. Rubinstein, M. (1994). Implied Binonial Trees. Journal of Finance, 49, 771-818.

15. Szakmary, A., Ors, E., Kim, J. K., & Davidson, W. N. (2003). The Predictive Power of Implied Volatility: Evidence from 35 Futures Markers. Journal of Banking and Finance, 27, 2151-2175.

16. Teoman, T. (2002). A Multi-Perspective Assessment of Implied Volatility Using S&P 100 NASDAQ Index Options. Working paper.

17. Yung, H. H. M., & Zhang, H. (2003). An Empirical Investigation of the GARCH Option Pricing Model: Hedging Performance. Journal of Futures Markets, 23, 1191-1207.

2006 年 **06** 月 **12** 日收稿

2006 年 **10** 月 **13** 日初審

2007 年 **02** 月 **26** 日複審

2007 年 **05** 月 **03** 日接受