

台股市場波動性指標之建構、資訊內涵與 交易策略

The Construction of the Volatility Index for the Taiwan Stock Market: An Analysis of the Information Contents and Trading Strategies

謝文良¹ Wen-liang G. Hsieh 李進生² Chin-Shen Lee 袁淑芳¹ Shu-fang Yuan

淡江大學財務金融學系

銘傳大學財務金融學系

淡江大學財務金融學系

¹Department of Banking and Finance, Tamkang University, and ²Department
Finance, Ming Chuan University

(Received December 9, 2005; Final Version June 2, 2006)

摘要：本文參考 CBOE 計算 VXO 的模式，以台股選擇權的隱含波動度建構台灣市場的波動度指標。研究發現台灣市場買權與賣權的隱含波動度差異頗大，且具有不同的資訊內涵，其中賣權的隱含波動度與指數報酬率的相關性較大，對指數變化的敏感度也較高，是較能反映台灣市場風險的波動度指標。本文所建立的賣權波動度指標 IV_p 與同期的指數報酬率呈現顯著的負相關，顯示其具備反映市場恐慌情緒的能力。分量迴歸的結果顯示，當賣權波動度指標出現極端高值時，短期(1-2 日)內台股現貨市場會發生追賣的動能交易，但自第 5 個交易日起則出現反向操作交易。將上述資訊內涵應用於擇時交易策略，其績效表現在本文研究期間內超越買進持有的基本策略。

關鍵詞：VXO、波動度指標、隱含波動度、擇時交易

Abstract : This article proposes a procedure to build up the volatility index for the Taiwan stock markets. Our approach resembles the CBOE's VXO which weights the implied volatilities of various index options, however, separating the put implied volatility and the call implied volatility. Evidence shows that the put implied volatility is more closely linked to the spot index and is more sensitive to the

change of spot index than the call volatility. The volatility index using only put options (IV_p) exhibits negative correlation to the spot index return, reflecting the market sentiment of fear. We find that the extremely high IV_p is often followed by momentum trading (selling) in day 1 and day 2, and subsequent contrarian trading (buying) from day 5 to day 9. A market timing strategy based on the information contents of put volatility index outperforms the buy-and-hold strategy. Results suggest that the weighted put implied volatility is an appropriate sentiment measure of Taiwan spot market.

Keywords : VXO, volatility index, implied volatility, timing strategy

1. 前言

波動性的衡量在近代財務理論與實務中扮演非常重要的角色，波動性不但是Markowitz (1952) 投資組合理論中與報酬率相對應的另一主軸，更在Sharpe (1964)、Merton (1973)、Cox and Ross (1976) 所發展的資產訂價模型中，決定資產的預期報酬率。過去衡量波動度的方式，大致可分為假設波動度結構不變的歷史估計模式（變異數或標準差）及捕捉波動度群集效果的GARCH模型族群。近期因選擇權交易活絡，使得透過選擇權價格反推估計出的隱含波動度，成為新的波動度估計模式。

Fleming *et al.* (1995) 認為隱含波動度相對於早期的波動度衡量方式有以下特性：第一、隱含波動度由市場決定；第二、隱含波動度具有前瞻 (forward-looking) 特性；第三、隱含波動度明確代表一段固定時間的預期波動性。這些特性使隱含波動度在預測未來實現波動性的能力上，優於過去的波動性估計方式¹。但由於同一時間可能有多個隱含波動度，因此要以隱含波動度作為估計市場波動度的指標，需要依某種方式將數個選擇權的隱含波動度進行加權平均，Latane and Rendleman (1976)、Gastineau (1977)、Chiras and Manaster (1978)、Becker (1981)、Cox and Rubinstein (1985, Appendix 8A)、Whaley (1993) 等研究都曾提出加權彙整隱含波動性的模型。及至1993年，CBOE推出隱含波動度指標-VXO，成為美國投資人普遍接受的市場波動度指標。

VXO根據S&P 100指數選擇權 (OEX) 交易價格的隱含波動度所加權計算而成²，有鑒於S&P 100指數在美國證券市場的代表性，以及OEX交易的活絡程度，VXO成為美國市場波動度的最重

¹ 隱含波動度和其它波動度估計模型之比較研究包括：Latane and Rendleman (1976)、Chiras and Manaster (1978)、Becker (1981)、Day and Lewis (1992)、Choi and Wohar (1992)、Xu and Taylor (1995)、Fleming (1998)、Jorion (1995)、Gwilym (2001) 等，整體而言，隱含波動度對於未來實現波動性的預測優於其它波動度的估計模型。

² 1993年CBOE建立的隱含波動度指標，初期命名為VIX，近年更名為VXO。

要參考指標。繼CBOE推出VXO後，許多市場陸續依據類似的建構邏輯，將利用該市場的指數選擇權價格，反推建立衡量區域市場波動度的隱含波動度指標³，一方面提供市場波動性的預測指標，同時更可以將該波動性指標用作衍生性商品的標的⁴。

早期對於VXO的研究主要著重在預測真實市場波動度的分析，如Fleming *et al.* (1995) 將歷史波動度與VXO對市場波動度的預測能力進行比較，發現VXO雖然無法符合不偏 (unbiased) 的特性，然而VXO對真實波動度的解釋能力明顯較歷史波動度估計模式高，且包含較多市場波動度的訊息。此結果與稍晚的Fleming (1998)、Blair *et al.* (2001)、Aboura and Villa (2003) 等研究結論一致⁵，大致同意VXO可以適切反映未來一段時間內的市場風險狀況，應是合適的風險指標。

VXO除了可以用來代表市場風險狀況之外，實務上更被廣泛應用在建立擇時操作策略⁶。例如Barron's及Futures多次以專欄報導VXO的極端值往往與股價指數的低點同時出現⁷，因此一般認為VXO的極端值具有傳達市場異常交易訊息的功能⁸，可以用於判斷短期市場漲跌。換言之，實務上認為VXO的極端值具有擇時的訊息⁹，可用為重要的擇時參考指標。近期的學術研究也呼應此一實務應用，其中Traub *et al.* (2000)、Giot (2002)、Collver (2003) 的研究結果顯示當VXO出現極端值時，未來指數價格傾向反轉修正，該研究結果提出VXO具有擇時訊息之佐證。

我國期貨交易所於2001年12月推出台股指數選擇權 (TXO)，上市之後成交量快速成長，至2003/1~2005/12 期間每日的平均交易量超過195,229口¹⁰，並且逐年快速成長，2005年的日平均

³ 繼CBOE推出VXO之後，美國和國際市場陸續出現根據不同指數選擇權而建立的波動度指標，如VIX指數 (CBOE-Nasdaq volatility index)、QQV指數 (AMEX-Nasdaq volatility index)、德國的VDAX指數 (DAX volatility index)、法國的VX1及VX6指數 (CAC 40 volatility index)。

⁴ 近期以VXO為標的之衍生性商品包括：CFE (CBOE Futures Exchange) 於2004年3月推出的VXO指數期貨(VX)，以及即將開始交易的VXO指數選擇權(VXB)。

⁵ Blair, *et al.* (2001) 以高頻率的日內資料檢測VXO對市場波動度的估計能力，結果顯示VXO為較準確的估計式；Aboura and Villa (2003) 則對不同市場的隱含波動度指標 (VX1, VXO and VDAX) 進行檢測，發現將隱含波動度納入GARCH模式後，明顯提昇模型的估計能力，且仍以隱含波動度指標為市場波動度的最佳估計模式。

⁶ 實務上依據VXO建立擇時操作策略的專書，包括：Connors on Advanced Trading Strategies (Connors, 1998), Trading Connors VXO Reversals (Connors and Che, 2001)。

⁷ 詳見Tan (2002) 及Connors (1999, 2002)。

⁸ 此推論與過去有關隱含波動度的研究 (詳見Poterba and Summers, 1986; Day and Lewis, 1988; Schwert, 1990)，普遍認為隱含波動度的極端值具有傳達市場不正常交易的訊息一致。

⁹ 其中Connor (1999, 2002) 以VXO的極端值建立擇時的技術指標-CVR，且將偏高 (低) 的VXO視為買進 (賣出) 訊號，並以CVR預測未來2~3天的S&P500股價指數的漲跌，其準確率高達65%。

¹⁰ 資料來源為台灣期貨交易所網站www.taifex.com.tw。

交易量的成長率高達82.7%，從市場參與程度和流通性來看，已經有足夠的需求和條件編制台灣的市場波動性指標。本文藉由TXO的交易價格，建構台股市場的波動度指標，並分析該波動度指標的資訊內涵，包括其反映市場報酬率、市場波動性、投資人多空氣氛等現象，最後並利用波動度指標作為投資策略的參考。

本研究的目的有二，第一是建構台股市場的波動性指標，並分析其資訊內涵；第二是檢驗該隱含波動度指標是否具有擇時的能力。在建構台股波動度指標時，本文參考CBOE計算VXO的邏輯，將數個序列的台股選擇權的隱含波動度加權而得 IV_{TXO} ，另外再考慮台灣市場中買、賣權隱含波動性差異較大的特性（詳見表1），分別計算買權、賣權的波動度指標-- IV_C 、 IV_P 。至於隱含波動度指標的估計期間，本文除了參考CBOE's VXO及其它主要市場波動度指標，設定估計期為1個月（22個交易日），我們另外再考慮估計期間較短的隱含波動度指標，其估計期間設定為10個交易日。

好的波動度指標必須能反映市場情緒，因此本文將分析同一估計期間的隱含波動度指標（ IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P ）與台股指數報酬率的變化關係，藉此檢測上述指標是否包含衡量投資人情緒的資訊內涵。在擇時分析上，本研究以分量迴歸模型，將 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 的極端值對不同領先期的報酬進行線性相關分析，觀察市場波動度指標出現極端值後指數報酬的變化狀況；至於隱含波動度指標的估計期間對擇時表現的影響，本文將比較同一種選擇權契約而估計期間不同的隱含波動度指標，應用在現貨指數擇時表現的差異。最後再將上述分析結果應用於建立擇時操作策略，進行台股指數期貨的模擬交易。

本文除前言外，區分為以下各節：第2節建立台股波動度指標。第3節分析波動度指標之資訊內涵，實證結果發現 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 皆具有描述市場投資人情緒的能力，然而在解釋未來報酬率的變動關係，僅賣權隱含波動度指標（ IV_P ）的極端高值才具有解釋力，當賣權波動度指標出現極端高值，後續台股指數會先呈現短期的追賣行為，之後再反轉上揚。第4節以交易策略檢視台股隱含波動度指標之擇時能力，本文依據 IV_P 出現極端高值後的領先期指數報酬變化規則而設計交易策略，模擬交易的結果優於買進持有的對照策略，此結果支持賣權波動度指標的擇時能力。此外，估計期間22天的隱含波動度指標的擇時表現較估計期間10天的隱含波動度指標為佳。最後一節總結本文。

2. 台股波動度指標的建構

本文所建立之台股市場波動性指數，將參考VXO的建構邏輯，再根據台灣市場的特性修正。CBOE設計的VXO建構原則大致如下：CBOE選擇8個近月與次近月的S&P 100指數買權和賣權的交易價格，計算隱含波動度之後，以加權平均方式建立預估未來一個月（22個交易日）的隱含波

動度指標，其加權的原則是：(1)個別契約的執行價格與現貨價格間差距愈大者，權重愈低；(2)較遠到期日的契約權重較低¹¹。

Harvey and Whaley (1992) 認為VXO具備適當的隱含波動度應有的特性。與過去研究所提出的波動度指標比較，VXO具有二項重要的特性。第一、在資料的擇取方面，VXO以指數選擇權取代過去研究以個股選擇權的交易價格做為建立隱含波動度的參考依據，因此得以避免源自個股特有風險及流動性不足等疑慮；第二、VXO同時考慮買權與賣權價格對波動度的影響，使得VXO包含更多的市場訊息，且較不受任一方短期價格失衡的影響¹²。

在建立台股市場波動度指數上，除了參考CBOE's VXO的建構邏輯外，我們仍需決定二項會影響到波動度特性的因子，其一即為衡量台灣市場波動度指數的適當估計期間，其二為建構台股市場波動度的組成契約。首先，在決定市場波動度指數的估計期間，本文延襲CBOE's VXO及其它重要市場波動度指數，以預估未來一個月（約22個交易日）市場波動度做為建立台股市場波動度指數的依據。此外，為了瞭解波動度指標的特性是否會因為估計期間長短不同而有所差異，本文也建立估計期間較短（預估未來二週，約10個交易日）的市場波動度指數¹³。至於決定波動率指標的組成契約，本文除了仿效VXO將買賣權隱含波動度合併加權之外，另將買、賣權的隱含波動度分別計算單獨的波動性指標。建立個別買權、賣權波動度指標的主要理由如下：第一、Whaley (1986)、Harvey and Whaley (1992) 等有關買、賣權隱含波動度的研究皆指出賣權在反應指數價格的變動較為敏感，Harvey and Whaley (1992) 以觀察未平倉額相對成交量的變化狀況，說明投資者傾向於持有賣權（而非賣空買權）來保護現貨部位的下移風險，作者因此認為買、賣權隱含波動度將反映不同的市場訊息。第二、台股選擇權市場存在Harvey and Whaley (1992) 所描述的狀況，即賣權的未平倉量與成交量的比例高於買權的該比例¹⁴，Harvey and Whaley (1992) 認為此一現象顯示市場發生大幅度波動時，投資者傾向採用賣權來規避市場下跌風險。第三、台灣市場的買權與賣權隱含波動性經常相差頗大，這點由本節稍後計算的買賣權

¹¹ 關於VXO的詳細建構方式，請參閱Whaley (1993)。

¹² 例如根據觀察及契約特性，買權（賣權）在多頭市場具有向上（下）偏誤的特性。

¹³ 台股選擇權市場屬逐月到期契約（monthly contract），若要以近月契約產生估計期間長於一個月的波動度指數，則必須將近月隱含波動度進行線性插補，但可能會因為線性的模型假設而產生較大誤差；然而若使用遠月契約估算，則會有成交量不足的問題。以本文實證區間為例，次次近月契約的平均成交量及未平倉分別為107.5和1480.7口數，相對於近月及次近月契約平均成交量及未平倉分別為16498和28917口數，顯然流動性不足。其次，若預估期間小於二週，除了同樣有線性插補的問題外，其可能有契約到期造成選擇權價格偏離合理價格的問題。據此，本文分別建立估計期間10天及22天的市場波動度指數，以做為短、長的市場波動度指標。

¹⁴ 在選擇權上市第一年（2002/1~2003/1），台指買權未平倉量與成交量之平均比例為3.57，賣權比例為3.98；在選擇權上市第二年（2003/1~2004/12），買權比例為3.195，賣權比例為3.67。

隱含波動度(圖1)可清楚得知。因此,爲了適切凸顯買、賣價格內涵資訊的差異,本研究分別建立與檢驗單獨買權及單獨賣權的波動度指標。

本文所規劃的台股市場波動度指標包含下列三個建構步驟:

(1) 選擇標的契約

根據計算當日的指數現貨日收盤價 S ,選取近月份及次近月份的買權中,執行價格 $X_u > S$,且最接近 S 的買權,再擇取近月及次近月份執行價格 $X_l < S$,且最接近 S 的買權,共得4個買權契約。以同樣的方法,選取近月及次近月賣權契約中,履約價格最接近(高於或低於)現貨指數的4個賣權¹⁵。

(2) 計算個別契約隱含波動度

以Black-Scholes公式反推個別契約的隱含波動度¹⁶,分別表示如下:4個近月買權與賣權的隱含波動度 $\sigma_{C,1}^{X_u}$ 、 $\sigma_{P,1}^{X_u}$ 、 $\sigma_{C,1}^{X_l}$ 、 $\sigma_{P,1}^{X_l}$,4個次近月買權與賣權的隱含波動度 $\sigma_{C,2}^{X_u}$ 、 $\sigma_{P,2}^{X_u}$ 、 $\sigma_{C,2}^{X_l}$ 、 $\sigma_{P,2}^{X_l}$ 。

(3) 加權平均

將相同月份、且履約價格相同的一對買權及賣權的隱含波動度平均之後,形成4個隱含波動度,如式(1):

$$\begin{aligned}\sigma_1^{X_l} &= (\sigma_{C,1}^{X_l} + \sigma_{P,1}^{X_l}) / 2 \\ \sigma_1^{X_u} &= (\sigma_{C,1}^{X_u} + \sigma_{P,1}^{X_u}) / 2 \\ \sigma_2^{X_l} &= (\sigma_{C,2}^{X_l} + \sigma_{P,2}^{X_l}) / 2 \\ \sigma_2^{X_u} &= (\sigma_{C,2}^{X_u} + \sigma_{P,2}^{X_u}) / 2\end{aligned}\quad (1)$$

再將相同月份的隱含波動度,依執行價格與現貨價格 S 的差額進行價格加權,如下所示:

$$\sigma_1 = \sigma_1^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_1^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad \text{及}$$

15 VXO是依據每分鐘日內交易價格所建立的高頻率隱含波動度指標,而本文以日收盤價格建立每日的隱含波動度指標。

16 TXO爲歐式選擇權,因此可以用Black-Scholes的歐式選擇權定價模型估計隱含波動度,但CBOE的OEX爲美式指數選擇權,因此VXO是採取經股利調整的二項式模型爲評價模型。

$$\sigma_2 = \sigma_2^{X_l} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_2^{X_u} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right) \quad (2)$$

σ_1 、 σ_2 分別表示經過執行價格加權後近月與次近月的隱含波動度。最後，依近月契約及次近月契約距到期日 N_{t1} 、 N_{t2} 再次進行加權，形成距到期日 k 個交易日的波動度指標 IV_{TXO} ，即式(3)所示，其中 $k=10$ 、22天：

$$IV_{TXO} = \sigma_1 \left(\frac{N_{t2} - k}{N_{t2} - N_{t1}} \right) + \sigma_2 \left(\frac{k - N_{t1}}{N_{t2} - N_{t1}} \right) \quad (3)$$

彙總以上程序， IV_{TXO} 相當於由2種不同的執行價格以及2種到期月份的買權及賣權等8個選擇權契約的隱含波動度，依其執行價格、距到期日加權而形成的隱含波動度指標。

以上步驟所建立的台股波動度指標稱為 IV_{TXO} 。本文另行計算買權、賣權的個別隱含波動度指標 IV_C 及 IV_P 。 IV_C 及 IV_P 的建構過程與 IV_{TXO} 類似，但省略式(1)的加權步驟，直接將個別買權或賣權的隱含波動度代入式(2)及式(3)的加權步驟。

依循上述建立VXO的步驟，本文以2003/01/02至2005/12/31為研究期間¹⁷，以台灣加權股價指數選擇權(TXO)的日收盤價計算六種台股波動性指標(二種估計期間×三種組成契約)。其中近月契約距到期日前5個交易日換約(roll-over)至下一到期月份之契約¹⁸，並以中央銀行公布五大行庫1年到期定存的平均利率做為評價模型中的無風險利率¹⁹。

圖1繪製估計期間為10天與22天的 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P ，並比較各波動度指標與台股指數在樣本期間內的變化關係。由圖中可看出，不同估計期間的隱含波動度在趨勢表現上大致相同且無顯著的差異。各估計期間的 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 的長期趨勢和台股指數大致呈現反向關係，在幾個明顯的指數升降波段當中特別如此，例如2004/3/22至2004/6/4的一段跌勢， IV 出現肉眼可見的上升現象。此現象與Whaley(2000)對CBOE's VXO的描述相似，顯示 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 可能與VXO同樣能夠反映市場投資人的恐慌情緒。

表1提供上述三種隱含波動度指標的基本統計量分析，以及其變化率($IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 、 $IV_{P\%}$)間的相關係數。同一估計期間的買、賣權的隱含波動度至少有以下三項差異。第一、 IV_P 平均值與標準差皆高於 IV_C ，同時t檢定的結果發現($IV_P - IV_C$)的平均水準顯著大於0，顯示 IV_P 對台股市

17 TXO開始交易於2001年12月，然而為了避免初始市場價格效率不佳、成交量不足、或資料不實等問題，本文僅考慮2003年以後的價格為實證樣本。

18 CBOE的VXO建構程序在距到期日8個曆日時換約，與本研究的5個交易日近似。

19 參考中央銀行公布五大銀行1年到期定存的平均利率。其中五大銀行為台灣銀行、合作金庫銀行、第一銀行、華南銀行及彰化銀行。

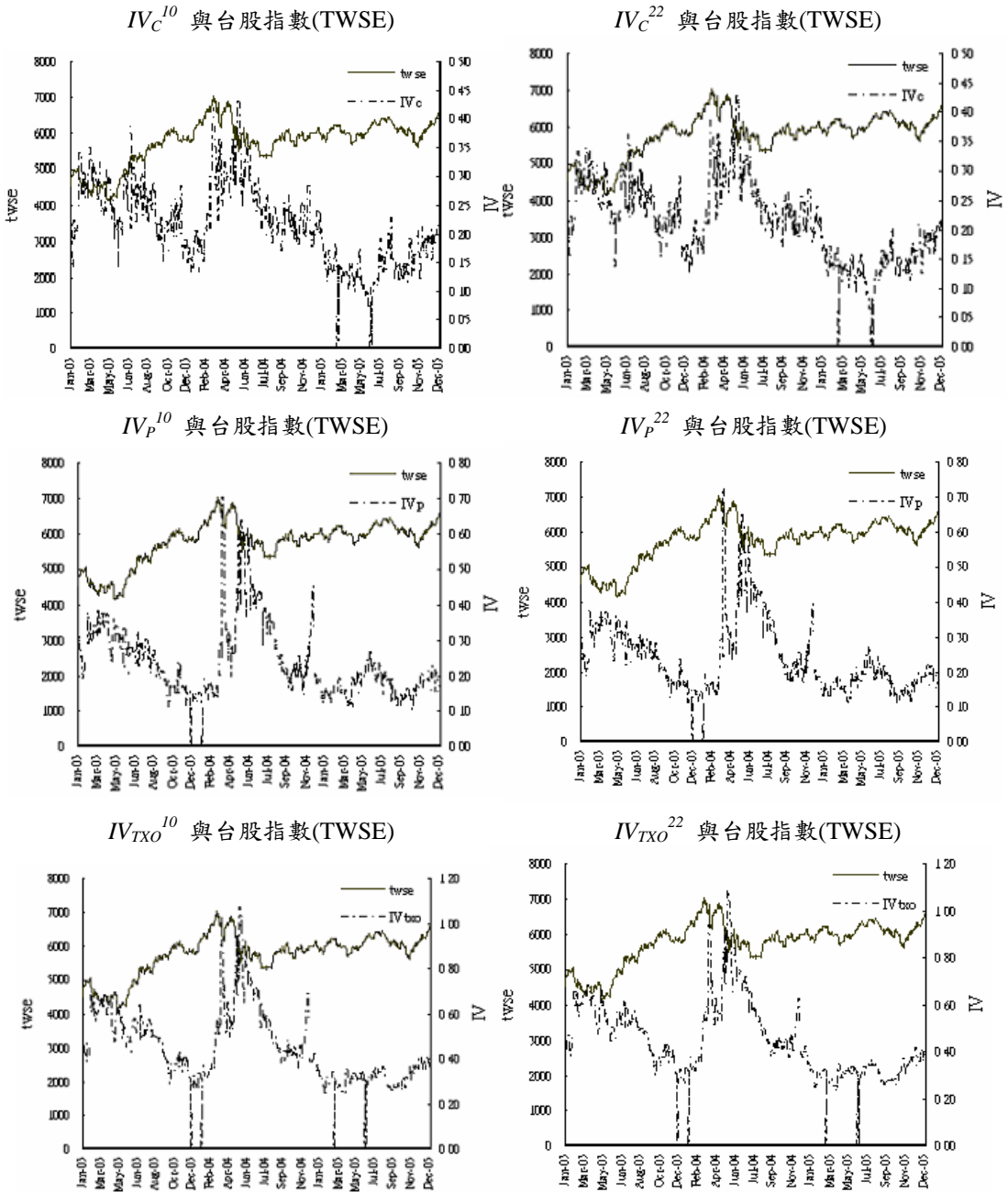


圖 1 IV_C 、 IV_P 、 IV_{TXO} 與現貨指數之關係^a

註：a: 圖1 描述估計期間分別為10、22天的隱含波動度指標- IV_C 、 IV_P 及 IV_{TXO} 與台股指數 (TWSE) 於資料期間 (2003/01/02~2005/12/31) 的變動關係。其中 IV_C^{10} 表示估計期間為10天的買權隱含波動度指標，其餘依此類推。資料頻率:日資料

表1 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 統計量與同期報酬相關性 (R_t^{idx}) 分析^a

| 敘述統計量 | 平均值 | | 標準差 | | 偏態係數 ^b | | 峰態係數 | |
|-------------------|------------|--------|------------|---------|-------------------|---------|------|------|
| | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 |
| | IV_C | 0.21 | 0.21 | 0.067 | 0.066 | 0.36 | 0.31 | 2.70 |
| IV_P | 0.23 | 0.23 | 0.146 | 0.144 | 1.29 | 1.29 | 5.03 | 5.15 |
| IV_{TXO} | 0.44 | 0.44 | 0.093 | 0.091 | 0.92 | 0.91 | 3.65 | 3.63 |
| 相關係數 ^c | $IV_{C\%}$ | | $IV_{P\%}$ | | $IV_{TXO\%}$ | | | |
| | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | | |
| R_t^{idx} | -0.073 | -0.083 | -0.232* | -0.257* | -0.285* | -0.335* | | |
| $IV_{C\%}$ | 1 | 1 | -0.381* | -0.437* | 0.425* | 0.374* | | |
| $IV_{P\%}$ | -- | -- | 1 | 1 | 0.641* | 0.635* | | |
| $IV_{TXO\%}$ | -- | -- | -- | -- | 1 | 1 | | |

註：a：表1彙總隱含波動度指標- IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 於資料期間（2003/01/02~2005/12/31）的敘述統計量值，以及隱含波動度變動率與同期報酬的相關性分析結果。資料頻率為日資料。

b：偏態係數做為隱含波動度對價格漲、跌是否呈對稱性之判斷準則。偏態係數顯著為正表示隱含波動度對負報酬相對較為敏感。

c：相同資料期間，每日隱含波動變化率- $IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$ 與同期的指數報酬- R_t^{idx} 的相關係數。

* 表示顯著水準為5%具顯著性。

場的變化表現較為敏感²⁰。第二、除了平均水準不同之外， IV_P 也呈現較大幅度的右偏現象，根據Fleming *et al.* (1995)、Whaley (2000)、Giot (2002, 2003) 及Low (2004)，若投資人對價格下跌的反應較價格上漲敏感，將造成波動度指標呈現右偏的特性，台股 IV_P 呈現較大幅度的右偏現象，可能正是因為投資人傾向透過賣權，表達對於價格下跌的敏感度。第三、表1下半部的相關係數顯示，任一估計期間的 $IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$ 與同期台股指數的日報酬 (R_t^{idx}) 皆為負相關²¹，然而 $IV_{C\%}$ 與 R_t^{idx} 的負相關極不顯著，且 $IV_{C\%}$ 與 $IV_{P\%}$ 的相關係數為負。這顯示台股市場的買權與賣權波動度傳達不同的資訊成分，而 IV_P 似乎較 IV_C 更與指數報酬率有直接關係。

20 估計期為10天、22天所計算的t值分別為：5.5089及5.8959，皆拒絕 $IV_C = IV_P$ 之虛無假設。

21 由於波動率與指數價格都存在一階自我相關的特性，據此本文以隱含波動率變動 $IV_{P\%}$ 與市場報酬率 R_t^{idx} 進行變動關係之分析，其中 $IV_{P\%} = \log(IV_t) - \log(IV_{t-1})$ 。

其次，不同估計期間的 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 在統計量的表現上沒有顯著差異，該結果與圖1的表現一致。然而估計期22天的 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 對指數報酬 (R_t^{idx}) 的相關係數的絕對值相對較大，由此推測估計期間22天的隱含波動度指標和指數報酬的關係可能較估計期間10天的明顯。

綜合以上分析，建構台股市場之波動度指標時，除了需要考慮到買權與賣權波動性兩者資訊內涵的差異，不同估計期間的隱含波動度，對指數報酬變動的敏感度亦有差異。本文後續分析將同時比較同一估計期間 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 三種波動度指標，以及同一選擇權契約而估計期間不同的 IV 在擇時表現的差異。此外，由於賣權的隱含波動度與股價指數的相關性較高，變動也較為敏感，本文將加強詮釋 IV_P 的資訊內涵。

3. 波動度指標之資訊內涵

近期關於VXO的研究多著眼於VXO在擇時投資上的應用，該領域主要認為VXO具有反映市場投資人情緒的功能，不但僅是波動性指標，更可視為一情緒指標。事實上，Pindyck (1984)、Braun *et al.* (1995) 等較早期的研究即發現波動度與市場價格呈現特殊的變動關係，顯示波動度具有反應市場多空氣氛的功能。Fleming *et al.* (1995)、Whaley (2000)、Low (2004) 的研究也發現類似的特性顯見在VXO與市場價格的變動關係上。部分研究更推論VXO的極端值包含超買、超賣的資訊內涵，因而得將VXO的極端值應用在傳達指數價格即將出現反轉的訊號。因此VXO在美國市場上被視為「投資人情緒指標」或「投資人恐慌指標」(The investor fear gauge, Whaley, 2000)。例如Whaley (2000)、Traub *et al.* (2000)、Giot (2002, 2003) 等研究發現VXO與指數價格的變動呈現非對稱的負向變動關係，進而肯定VXO具有衡量市場情緒的功能。

本節將透過兩種方式，檢驗前節所建立的三種台股波動度指標之資訊內涵，目的在於分析 IV_C 、 IV_P 、 IV_{TXO} 反映市場情緒的能力與程度。第一種方式以迴歸模型檢驗 IV 與市場指數是否存在反向關係，若兩者呈現負相關，則表示台股 IV 在某種程度上可以反映市場恐慌情緒，符合Whaley (2000)對VXO的恐慌指標 (fear gauge) 的稱呼；第二種方式檢驗 IV 極端值的資訊內涵，以分量迴歸模型描述 IV 極端值與領先期的指數報酬率 (R_{t+k}^{idx}) 的關係，若二者存在穩定的正相關²²，則表示 IV 的極端值確實具有判斷未來指數報酬變動方向的能力，依此可以進一步用為判斷短期市場漲跌的擇時指標。

22 隱含波動度出現極端高(低)值，往往為市場過度恐慌(樂觀)的表徵，未來市場價格可能反彈向上(下)調整，因此使得VXO與未來市場價格呈現正向的關係。

3.1 IV與指數報酬率的相關

本文沿襲Whaley (2000) 以簡單迴歸模型，分析隱含波動度指標變動率對同期的台股指數單日報酬(R_t^{idx})和領先1期指數報酬率 (R_{t+1}^{idx})的關係²³：

$$R_t^{idx} = \beta_0 + \beta_1 \sigma_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$R_{t+1}^{idx} = \beta'_0 + \beta'_1 \sigma_t + \varepsilon'_t \quad (5)$$

其中 σ ： $IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$ 。

表2顯示以上三種隱含波動度指數與同期的 R_t^{idx} 皆呈現顯著的負向關係，然而 $IV_{C\%}$ 迴歸式的*R-square*極低，意謂 $IV_{C\%}$ 幾乎無法解釋 R_t^{idx} 的變化，此與表1顯示二者不具顯著相關的結果一致。再根據Whaley (2000) 對VXO與同期指數報酬迴歸結果的詮釋，表2的結果顯示 IV_P 和 IV_{TXO} 較 IV_C 適合做為衡量市場情緒的指標。

表2下半部將當期的台股隱含波動度指標的變動率(σ_t ： $IV_{C\%}$ 、 $IV_{P\%}$ 及 $IV_{TXO\%}$)與領先1期的台股指數的單日報酬率(R_{t+1}^{idx})進行迴歸分析。其中 $IV_{P\%}$ 與 R_{t+1}^{idx} 的迴歸係數(β'_1)顯著為負，而 $IV_{C\%}$ 與 R_{t+1}^{idx} 的迴歸係數則顯著為正，此結果可能與買、賣權分屬多、空頭契約特性有關。此外，上述結果亦隱含 $IV_{P\%}$ 可能包含指數價格即將反轉的訊息；相反的， $IV_{C\%}$ 則可能存在動能交易的訊息。然而以上迴歸式的調整後*R-square*都不高，其中領先期指數報酬迴歸式的*R-square*最高僅1%，最低不及0.1%，意謂選擇權的隱含波動度指標僅能解釋或預測指數報酬率的極小部份。此結果與過去研究大致相同²⁴。Harvey and Whaley (1992)認為VXO預測能力不佳是符合效率市場的表現。

根據本節的分析， IV_{TXO} 、 IV_C 和 IV_P 都具有反映市場情緒的能力，然而僅與當期的市場報酬率顯著相關。另一方面，從IV與領先期報酬的迴歸結果可知，無法藉由IV有效預測下一期指數報酬率，這顯示台股市場的效率性不錯。10天和20天估計期間的波動性指標對指數報酬率的迴歸結果極為類似，顯示估計期間對台股IV的特性不敏感。

3.2 IV 極端值的資訊內涵

由於隱含波動度指標具有衡量市場情緒的特性，實務上往往用VXO來反映市場短暫的供需失衡現象，特別當極端高的VXO出現時，代表市場恐慌程度較甚，可能是市場即將出現反轉的

²³ 波動度往往存在單根的現象，因此為了符合迴歸分析穩定數列的要求，本文以波動度的變動化率進行分析。此外，波動度的變動率具有反映選擇權動能(Momentum)的能力，因此較波動度更適合說明市場投資氣氛的壓力。波動度的變動率定義如下： $IV_{\%} = \log(IV_t) - \log(IV_{t-1})$ 。

²⁴ Blair *et al.* (2001)、Giot (2002)、Low (2004) 等研究皆發現領先期的VXO對領先期的指數報酬率解釋能力不高。唯一例外是Whaley (2000) 以週資料進行分析，發現VXO與領先1期的指數報酬率的解釋力達58.6%。

表2 IV_{TXO} 、 IV_C 、 IV_P 與指數報酬率 (R_t^{idx}) 之迴歸分析

| $R_t^{idx} = \beta_0 + \beta_1 \sigma_t + \varepsilon_t$, 其中($\sigma : IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$) ^a | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| β_0 | $IV_{TXO\%}$ | | $IV_{C\%}$ | | $IV_{P\%}$ | | 調整後 R -square |
| | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | |
| 0.0005 (1.102) | -0.0505* (-8.0808) | | | | | | 0.0815 |
| 0.0005 (1.122) | | -0.0680* (-9.6449) | | | | | 0.1122 |
| 0.0005 (1.096) | | | -0.0079* (-2.0405) | | | | 0.0056 |
| 0.0005 (1.101) | | | | -0.0098* (-2.3103) | | | 0.0072 |
| 0.0005 (1.067) | | | | | -0.0222* (-6.4639) | | 0.0537 |
| 0.0005 (1.068) | | | | | | -0.0278* (-7.2135) | 0.0660 |
| $R_{t+1}^{idx} = \beta'_0 + \beta'_1 \sigma_t + \varepsilon'_t$, 其中($\sigma : IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$) ^b | | | | | | | |
| β'_0 | $IV_{TXO\%}$ | | $IV_{C\%}$ | | $IV_{P\%}$ | | 調整後 R -square |
| | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | 10天 | 22天 | |
| 0.0005 (1.0154) | -0.0047 (-0.7225) | | | | | | 7.09×10^{-4} |
| 0.0005 (1.0157) | | -0.0058 (-0.7763) | | | | | 8.19×10^{-4} |
| 0.0005 (1.0083) | | | 0.0102* (2.6356) | | | | 0.0094 |
| 0.0005 (1.0063) | | | | 0.0114* (2.6982) | | | 0.0098 |
| 0.0005 (1.0027) | | | | | -0.0094* (-2.6736) | | 0.0096 |
| 0.0005 (1.0020) | | | | | | -0.0108* (-2.7263) | 0.0100 |

註：a:表2彙總資料期間 (2003/01/02~2005/12/31)，每日隱含波動變動率 $IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$ 與同期 (R_t^{idx})、領先期指數報酬 (R_{t+1}^{idx}) 的簡單迴歸分析結果。並以迴歸係數是否顯著為負做為判斷隱含波動度指標是否包含衡量投資人情緒訊息的準則。

b:以 $IV_{TXO\%}$ 、 $IV_{C\%}$ 及 $IV_{P\%}$ 與領先1期指數報酬 (R_{t+1}^{idx}) 進行簡單迴歸分析，以檢測隱含波動度指標是否具有預測領先期指數報酬的能力。括弧內為統計t值。

* 表示顯著水準達5%。

訊號²⁵。Traub *et al.* (2000) 視VXO的極端高值為恐慌市場的表徵，未來短期市場報酬可能因價格跌深反彈而呈現相對較佳的表現；Giot (2002) 的研究發現，當VXO值呈現一般水準及稍高於平均值時，下一期指數報酬會較低，但若VXO顯著高於平均值，則下一期指數報酬傾向有較佳的表現；Collver (2003) 則認為只有VXO的極端高值才具有擇時訊息，而VXO極端低值則與下一期指數報酬無明顯關係。

過去研究顯示，VXO包含未來指數報酬變化方向的資訊內涵，而VXO的極端值因為反應極端市場狀況，能有效地捕捉短期市場失衡的現象，因此也更能提供市場反轉的擇時訊息。本節將以IV的極端值與領先期指數報酬率進行分量迴歸模型，分析 IV_{TXO} 、 IV_C 和 IV_P 極端值是否具有判斷台股指數報酬變動方向的資訊內涵，進而檢測上述指標的擇時能力。

本文沿襲Giot (2002) 的方法將隱含波動度進行分量，再以分量迴歸模型分析隱含波動度指標變動率(IV_t)的極端值與領先 k 期指數報酬率 (R_{t+k}^{idx}) 的關係。首先將迴歸模型中的自變數 IV_t 區分成三種分量，分別為極端高值 (IV_t^{++})、一般值、極端低值 (IV_t^{-})。IV極端值的認定方式如下：首先以移動視窗計算 k 個交易日的IV平均值 (μ_{iv}) 和標準差 (std_{iv})，其中 k 值的設定將配合隱含波動度指標的估計期間而定 ($k=10, 22$)；其次比較 IV_t 和過去 k 個交易日 ($[t-k+1, t]$) 的IV平均值 μ_{iv} ，將高於該平均值 m^H 個標準差以上的 IV_t 視為極端高值、低於該平均值 m^L 個標準差以上的 IV_t 視為極端低值。在偏離平均值幅度的認定上，由於隱含波動度具有顯著偏態的特性，因此 m^H 和 m^L 不必然要相等。根據表1， IV_P 具有明顯右偏現象且變異程度較大，故本研究將 IV_P 的極端高值定為 $m_p^H=2$ 、極端低值定為 $m_p^L=1$ ；而 IV_C 與 IV_{TXO} 的偏態及變異程度較低，故以 $m_c^H (=m_{TXO}^H) =1.5$ 、 $m_c^L (=m_{TXO}^L) =1$ 定義 IV_C 及 IV_{TXO} 的極端高、低值。最後以指標變數 (indicator variable) D_t ，做為判斷隱含波動度的極端高值 (IV_t^{++} ，即 $D_t=1$) 或極端低值 (IV_t^{-} ，即 $D_t=-1$) 的變數。 D_t 設定如下：

$$D_t \begin{cases} = 1, & \text{if } IV_t > \mu_{iv} + m^H std_{iv} & \text{IV為極端高值} \\ = -1, & \text{if } IV_t < \mu_{iv} - m^L std_{iv} & \text{IV為極端低值} \\ = 0, & \text{其他} & \text{IV不為極端值} \end{cases}$$

依據以上設定，分量迴歸模型可建立如下：

$$\begin{cases} R_{t+k,n}^{idx} = \alpha^{++} + \eta^{++} \max(D_t, 0) IV_t + \varepsilon^{++} \\ R_{t+k,n}^{idx} = \alpha^{-} + \eta^{-} \min(D_t, 0) IV_t + \varepsilon^{-} \end{cases} \quad (6)$$

其中 $R_{t+k,n}^{idx}$ 為市場指數自 $t+k$ 時間點累計 n 日的報酬率。

25 Tan (2002), Connors (1999, 2002) 多次在實務市場的刊物 (Barrons、Futures) 以專欄討論VXO在擇時的應用。

以上分量迴歸模型用來測試極端隱含波動度是否領先反應市場報酬率，換言之，若在 t 日出現極端值隱含波動度 (IV_t^{++} 、 IV_t^{--})，本研究則擷取從接下來第 $t+k$ 日開始累積 n 日的指數報酬率 $R_{t+k,n}^{idx}$ ，作為對應的應變數。但是模型必須設定正確的領先期數 k 和報酬率反應持續的期數 n ，才有機會捕捉到極端隱含波動度與市場報酬率兩者的顯著關係，然而過去並無文獻指出極端隱含波動度可能領先的期數，也不清楚市場報酬率的持續反應的天數。因此在應變數的設定上，本研究彈性調整市場報酬率 $R_{t+k,n}^{idx}$ 的領先期數和累積期數，允許市場報酬反應的領先期數從1日至5日、報酬累積期數從1日至5日。以下將對5種領先期 k ($k=1, 2, \dots, 5$) 及5種累計天數 n ($n=1, 2, \dots, 5$) 的報酬率，交叉建構出25條迴歸分析式。

表3和表4分別呈現以10天及22天的IV極端高值為自變數，對 $R_{t+k,n}^{idx}$ 的分量迴歸估計結果，發現任一估計期間的 IV_{TXO} ，以其極端高值 (IV_{TXO}^{++}) 為自變數的迴歸係數多數不顯著，且迴歸式的 R -square亦偏低，表示 IV_{TXO}^{++} 與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 的線性關係不明顯。此結果與Whaley (2000) 發現CBOE's VXO具有擇時能力的結果不同，然而卻符合台灣市場中 IV_C 和 IV_P 資訊成分不同的現象。也再度證明台股波動度指標不宜混合買權與賣權的隱含波動度，因為如果買權與賣權二者傳達不同的市場訊息， IV_{TXO} 將個別買、賣權隱含波動度簡單加權之後，可能會造成訊息抵銷，使得 IV_{TXO}^{++} 對 $R_{t+k,n}^{idx}$ 解釋能力不佳。

至於 IV_C 和 IV_P 分量迴歸的結果則有頗大差異， IV_C^{++} 的係數亦多數不顯著且迴歸式的 R -square 偏低，顯示變數解釋能力不佳；但 IV_P^{++} 的係數及模型的 R -square 顯著程度則較佳，此結果與表2的同期迴歸分析結果一致，即 IV_P 比 IV_C 具有較強的資訊內涵，能更有效地解釋市場指數的報酬率。以下的分析將集中於 IV_P^{++} 對未來市場報酬率的資訊內涵。

表3及表4右上 ($k=1$) 的欄位分別探討估計期間為10天及22天的 IV_P^{++} 出現後，從第1個交易日開始計算的累積1, 2, ..5日的指數報酬率，相當於觀察 IV_P^{++} 與未來1~5日指數報酬率的關係；而 $k=2$ 的欄位則顯現 IV_P^{++} 與未來2~6日指數報酬率的迴歸關係，餘則依此類推。關於 IV_P^{++} 對未來市場報酬的分量迴歸結果可歸納以下重要發現：第一、報酬率開始累積的日期愈接近 IV_P^{++} 發生的時點(即 k 愈小)，則 IV_P^{++} 與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 傾向顯現負相關，其中以估計期間22天的 IV_P^{++} 與領先1期的累積1日指數報酬率(即 $R_{t+1,1}^{idx}$) 負相關最為明顯；第二、當指數報酬率 $R_{t+k,n}^{idx}$ 開始累積的期間離極端高的 IV_P 發生的時點愈遠(即 k 愈大)，則 IV_P^{++} 與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 逐漸呈現正相關，其中不論估計期間為10天或22天，皆顯示 IV_P^{++} 產生後第5個交易日後，迴歸係數由負轉正，並且在 IV_P^{++} 產生後第4、5個交易日才開始計算指數累計報酬率(即 $R_{t+4,n}^{idx}$ 、 $R_{t+5,n}^{idx}$)，二者的正相關尤其明顯。整體而言，領先期的指數累積報酬率 $R_{t+k,n}^{idx}$ 和 IV_P^{++} 的關係隨著報酬率的領先期數增加而由顯著負相關轉為顯著正相關。

上述現象顯示，當 IV_P^{++} 發生後，短期內 (1-4日) 台股市場會有追賣的動能交易 (momentum trading) 的行為，使得 IV_P^{++} 與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 呈現負相關。此現象得由前文對台股賣權的未平倉/交易量比例值進行解釋，該比例值顯示台股市場符合Whaley (1992) 的推論，即當預期市場有較大幅度變

表 3 估計期間 10 天的隱含波動度極端高值(IV_t^{++})與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸結果^a

| | IV _{TXO} | | | | | IV _C | | | | | IV _P | | | | |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
| k=1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0013 (0.4885) | 0.0012 (0.3204) | 0.0049 (1.1398) | 0.0040 (0.7246) | 0.0012 (0.1858) | -0.0002 (-0.0390) | 0.0073 (0.8982) | 0.0023 (0.2183) | 0.0033 (0.2697) | 0.0077 (0.5773) | -0.0033 (-0.4043) | -0.0041 (-0.3666) | -0.0076 (-0.6953) | -0.0082 (-0.6879) | -0.0223** (-2.1481) |
| IV ⁺⁺ | -0.0096 (-0.6486) | -0.0091 (-0.4131) | -0.0344 (-1.4023) | -0.0313 (-0.9888) | -0.0063 (-0.1766) | 0.0128 (0.6987) | -0.0153 (-0.4552) | 0.0000 (0.0005) | 0.0188 (0.3672) | 0.0061 (0.1107) | -0.0042 (-0.2130) | 0.0005 (0.0193) | -0.0023 (-0.0877) | -0.0003 (-0.0116) | 0.0482* (1.9217) |
| R ² | 0.87 % | 0.35 % | 3.94 % | 2.00 % | 0.06 % | 1.24 % | 0.53 % | 0.0 % | 0.34 % | 0.03 % | 0.27 % | 0.0 % | 0.05 % | 0.0 % | 17.85 % |
| k=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0000 (-0.0108) | 0.0036 (1.1206) | 0.0027 (0.5842) | -0.0001 (-0.0172) | -0.0005 (-0.0640) | 0.0074 (1.1746) | 0.0025 (0.2937) | 0.0035 (0.3406) | 0.0079 (0.6900) | 0.0016 (0.1205) | -0.0008 (-0.1077) | -0.0044 (-0.5859) | -0.0049 (-0.6332) | -0.0190** (-2.3592) | -0.0275** (-2.2824) |
| IV ⁺⁺ | 0.0005 (0.0304) | -0.0248 (-1.3407) | -0.0217 (-0.8072) | 0.0033 (0.0967) | -0.0024 (-0.0564) | -0.0281 (-1.0697) | -0.0128 (-0.3649) | 0.0060 (0.1402) | -0.0067 (-0.1406) | 0.0148 (0.2651) | 0.0047 (0.2582) | 0.0018 (0.1021) | 0.0038 (0.2044) | 0.0524** (2.6865) | 0.0660** (2.2649) |
| R ² | 0.0 % | 3.61 % | 1.34 % | 0.02 % | 0.01 % | 2.85 % | 0.34 % | 0.05 % | 0.05 % | 0.18 % | 0.39 % | 0.06 % | 0.25 % | 29.80 % | 23.18 % |
| k=3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0037 (1.0217) | 0.0028 (0.6256) | -0.0001 (-0.0125) | -0.0004 (-0.0618) | 0.0030 (0.4275) | -0.0049 (-0.7038) | -0.0039 (-0.4682) | 0.0005 (0.0470) | -0.0058 (-0.4699) | -0.0035 (-0.2732) | -0.0035 (-0.3750) | -0.0041 (-0.5348) | -0.0182** (-2.5144) | -0.0267** (-2.2037) | -0.0287** (-2.3269) |
| IV ⁺⁺ | -0.0253 (-1.2367) | -0.0222 (-0.8748) | 0.0028 (0.0862) | -0.0029 (-0.0713) | -0.0195 (-0.4877) | 0.0153 (0.5238) | 0.0341 (0.9771) | 0.0214 (0.5260) | 0.0429 (0.8364) | 0.0363 (0.6859) | -0.0028 (-0.1243) | -0.0009 (-0.0461) | 0.0477** (2.7230) | 0.0613** (2.0931) | 0.0612** (2.0506) |
| R ² | 3.09 % | 1.57 % | 0.02 % | 0.01 % | 0.49 % | 0.70 % | 2.39 % | 0.70 % | 1.76 % | 1.19 % | 0.09 % | 0.01 % | 30.37 % | 20.49 % | 19.83 % |
| k=4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0009 (-0.3130) | -0.0037 (-0.6892) | -0.0041 (-0.6277) | -0.0007 (-0.1011) | -0.0038 (-0.5139) | 0.0010 (0.1788) | 0.0054 (0.5983) | -0.0009 (-0.0802) | 0.0015 (0.1335) | 0.0019 (0.1532) | -0.0005 (-0.1363) | -0.0147* (-1.9323) | -0.0231** (-2.5214) | -0.0252** (-2.6630) | -0.0244** (-1.8952) |
| IV ⁺⁺ | 0.0031 (0.1936) | 0.0281 (0.9080) | 0.0224 (0.6016) | 0.0058 (0.1544) | 0.0086 (0.2065) | 0.0188 (0.7951) | 0.0061 (0.1630) | 0.0276 (0.6220) | 0.0210 (0.4611) | 0.0265 (0.5212) | 0.0020 (0.2054) | 0.0505** (2.7543) | 0.0641** (2.8908) | 0.0641** (2.8022) | 0.0596* (1.9111) |
| R ² | 0.08 % | 1.69 % | 0.75 % | 0.05 % | 0.09 % | 1.59 % | 0.07 % | 0.98 % | 0.54 % | 0.69 % | 0.25 % | 30.86 % | 32.96 % | 31.60 % | 17.68 % |
| k=5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0029 (-0.6795) | -0.0032 (-0.5880) | 0.0002 (0.0412) | -0.0029 (-0.4455) | -0.0035 (-0.4939) | 0.0044 (0.8055) | -0.0019 (-0.2589) | 0.0004 (0.0588) | 0.0009 (0.0890) | -0.0052 (-0.4807) | -0.0141** (-2.0946) | -0.0226** (-2.5069) | -0.0246** (-2.6522) | -0.0239* (-1.7243) | -0.0249** (-1.9661) |
| IV ⁺⁺ | 0.0249 (1.0422) | 0.0193 (0.6182) | 0.0026 (0.0863) | 0.0055 (0.1496) | 0.0159 (0.3930) | -0.0127 (-0.5589) | 0.0089 (0.2944) | 0.0022 (0.0708) | 0.0077 (0.1926) | 0.0370 (0.8253) | 0.0486** (2.9791) | 0.0621** (2.8522) | 0.0621** (2.7641) | 0.0576* (1.7191) | 0.0645** (2.1061) |
| R ² | 2.21 % | 0.79 % | 0.02 % | 0.05 % | 0.33 % | 0.79 % | 0.22 % | 0.01 % | 0.10 % | 1.72 % | 34.30 % | 32.37 % | 31.01 % | 14.81 % | 20.69 % |

註：a: 表 3 彙總 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 極端高值與領先期報酬 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸分析結果。其中在極端值的界定上，以觀察時點 t 前 22 個交易日 (t-21 t) 的隱含波動度變動率為移動視窗的樣本，計算樣本平均值共且與觀察期 t 的隱含波動度變動率比較，若後者高於樣本平均值達 m^H 個標準差，即定義為 IV_t^{++} ，其中本文以 $m^H=2$ 定義 IV_P^{++} %；以 $m^H(=m_{TXO}^H)=1.5$ 定義 IV_{TXO}^{++} % 及 IV_C^{++} %。被解釋變數 $R_{t+k,n}^{idx}$ ，定義為領先 k 期之累計 n 日之指數報酬率，其中 k、n=1,2,...,5。據此每個 IV_t^{++} 將會與不同的領先期與不同累計天數的指數報酬進行迴歸分析，並得以構建 25 條分量迴歸式。括弧內為統計 t 值。*表示顯著水準為 5% 具有顯著性；**表示顯著水準為 2.5% 具有顯著性。

表 4 估計期間 22 天的隱含波動度極端高值(IV_t^{++})與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸結果^a

| | IV _{TXO} | | | | | IV _C | | | | | IV _P | | | | |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
| k=1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0022 (0.7988) | 0.0007 (0.1383) | 0.0047 (1.0375) | 0.0003 (0.0407) | -0.0019 (-0.2885) | -0.0001 (-0.0166) | 0.0073 (1.1949) | 0.0034 (0.3524) | -0.0034 (-0.3482) | 0.0007 (0.0602) | 0.0063 (0.6969) | -0.0021 (-0.1560) | -0.0031 (-0.2253) | -0.0029 (-0.1974) | -0.0141 (-1.0592) |
| IV ⁺⁺ | -0.0183 (-0.9650) | 0.0062 (0.1954) | -0.0355 (-1.1552) | -0.0115 (-0.2590) | 0.0356 (0.8130) | 0.0178 (0.9974) | -0.0116 (-0.4349) | -0.0020 (-0.0466) | 0.0533 (1.2323) | 0.0436 (0.8883) | -0.0263 (-1.1863) | -0.0004 (-0.0126) | -0.0134 (-0.3939) | -0.0125 (-0.3410) | 0.0413 (1.2603) |
| R ² | 1.83% | 0.08% | 2.60% | 0.13% | 1.30% | 2.69% | 0.52% | 0.01% | 4.05% | 2.14% | 10.50% | 0.0% | 1.28% | 0.96% | 11.69% |
| k=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0016 (-0.4779) | 0.0025 (0.6988) | -0.0020 (-0.3817) | -0.0041 (-0.7335) | -0.0020 (-0.3074) | 0.0074 (1.3462) | 0.0035 (0.4176) | -0.0034 (-0.3618) | 0.0007 (0.0700) | 0.0030 (0.2595) | -0.0084 (-0.9865) | -0.0094 (-1.1639) | -0.0092 (-1.0043) | -0.0204** (-2.2677) | -0.0257* (-1.9129) |
| IV ⁺⁺ | 0.0246 (1.0926) | -0.0172 (-0.7179) | 0.0069 (0.1963) | 0.0540 (1.4231) | 0.0413 (0.9595) | -0.0294 (-1.2297) | -0.0198 (-0.5443) | 0.0355 (0.8699) | 0.0258 (0.5551) | 0.0215 (0.4200) | 0.0259 (1.2374) | 0.0129 (0.6475) | 0.0138 (0.6092) | 0.0676** (3.0558) | 0.0776** (2.3497) |
| R ² | 2.33% | 1.02% | 0.08% | 3.89% | 1.81% | 4.03% | 0.82% | 2.06% | 0.85% | 0.49% | 11.32% | 3.38% | 3.00% | 43.76% | 31.51% |
| k=3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0041 (1.1620) | -0.0004 (-0.0893) | -0.0025 (-0.4924) | -0.0004 (-0.0607) | -0.0005 (-0.0788) | -0.0039 (-0.5188) | -0.0107 (-1.2830) | -0.0066 (-0.6892) | -0.0043 (-0.3636) | -0.0029 (-0.2320) | -0.0010 (-0.0843) | -0.0008 (-0.0834) | -0.0120 (-1.2689) | -0.0173 (-1.1277) | -0.0270* (-1.8222) |
| IV ⁺⁺ | -0.0417* (-1.7665) | -0.0177 (-0.6034) | 0.0294 (0.8480) | 0.0167 (0.4090) | 0.0054 (0.1237) | 0.0096 (0.2938) | 0.0649 (1.7733) | 0.0552 (1.3131) | 0.0509 (0.9775) | 0.0445 (0.8068) | -0.0130 (-0.4386) | -0.0121 (-0.4876) | 0.0417* (1.7923) | 0.0517 (1.3710) | 0.0656* (1.7985) |
| R ² | 5.87% | 0.72% | 1.42% | 0.33% | 0.03% | 0.24% | 8.03% | 4.57% | 2.59% | 1.78% | 1.58% | 1.94% | 21.12% | 13.54% | 21.23% |
| k=4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0045 (-1.3396) | -0.0066 (-1.4273) | -0.0044 (-0.9079) | -0.0046 (-0.8088) | -0.0042 (-0.6679) | -0.0068 (-1.2585) | -0.0027 (-0.2973) | -0.0004 (-0.0432) | 0.0010 (0.0914) | -0.0008 (-0.0740) | 0.0002 (0.0367) | -0.0110 (-1.4018) | -0.0163* (-1.8405) | -0.0260** (-2.9888) | -0.0210 (-1.4361) |
| IV ⁺⁺ | 0.0240 (1.0706) | 0.0711** (2.2804) | 0.0585* (1.7731) | 0.0472 (1.2342) | 0.0380 (0.8870) | 0.0553 (2.3239) | 0.0455 (1.1354) | 0.0413 (0.9405) | 0.0348 (0.7479) | 0.0458 (0.9141) | 0.0009 (0.0773) | 0.0547** (2.8365) | 0.0647** (2.9744) | 0.0786** (3.6728) | 0.0656* (1.8202) |
| R ² | 2.24% | 9.42% | 5.92% | 2.96% | 1.55% | 13.04% | 3.46% | 2.40% | 1.53% | 2.27% | 0.05% | 40.14% | 42.44% | 52.92% | 21.64% |
| k=5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0021 (-0.7015) | 0.0000 (0.0054) | -0.0001 (-0.0310) | 0.0002 (0.0420) | 0.0010 (0.1662) | 0.0041 (0.7194) | 0.0064 (0.9409) | 0.0078 (1.0462) | 0.0060 (0.6596) | 0.0026 (0.2440) | -0.0112* (-1.6624) | -0.0165** (-1.9780) | -0.0262** (-3.0988) | -0.0212 (-1.3290) | -0.0272* (-1.9327) |
| IV ⁺⁺ | 0.0471** (2.2861) | 0.0344 (1.3476) | 0.0231 (0.8506) | 0.0139 (0.3974) | 0.0232 (0.5987) | -0.0098 (-0.3894) | -0.0140 (-0.4706) | -0.0205 (-0.6264) | -0.0095 (-0.2378) | 0.0087 (0.1841) | 0.053** (3.2567) | 0.0638** (3.1186) | 0.0777** (3.7393) | 0.0647* (1.6477) | 0.0801** (2.3118) |
| R ² | 9.46% | 3.50% | 1.43% | 0.31% | 0.73% | 0.42% | 0.61% | 1.08% | 0.16% | 0.09% | 46.92% | 44.77% | 53.81% | 18.45% | 30.81% |

註：a：表 4 彙總 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 極端高值與領先期報酬 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸分析結果。其中在極端值的界定上，以觀察時點 t 前 22 個交易日 ($t-21$ 到 t) 的隱含波動度變動率為移動視窗的樣本，計算樣本平均值共且與觀察期 t 的隱含波動度變動率比較，若後者高於樣本平均值達 m^H 個標準差，即定義為 IV_t^{++} ，其中本文以 $m^H=2$ 定義 IV_P^{++} ；以 $m^H(=m_{TXO}^H)=1.5$ 定義 IV_{TXO}^{++} 及 IV_C^{++} 。被解釋變數 $R_{t+k,n}^{idx}$ ，定義為領先 k 期之累計 n 日之指數報酬率，其中 $k, n=1, 2, \dots, 5$ 。據此每個 IV_t^{++} 將會與不同的領先期與不同累計天數的指數報酬進行迴歸分析，並得以構建 25 條分量迴歸式。括弧內為統計 t 值。*表示顯著水準為 5% 具有顯著性；**表示顯著水準為 2.5% 具有顯著性。

動時，投資人傾向以持有賣權來保護現貨部位價格下跌的風險。據此判斷，極端高的 IV_P 代表市場對未來不確定性增高，往往是空頭氣氛的前兆¹，投資人追賣的投資行為將使得 IV_P^{++} 與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 呈現負相關，此結果強化 IV_P^{++} 做為恐懼指標的可信程度。上述動能交易的現象以 IV_P^{++} 出現後第1個交易日最為明顯，其中估計期間為22天的 IV_P^{++} 對次日指數報酬（ $R_{t+1,1}^{idx}$ ）的 R -square高達10.50%（表5）。

隨著累計天數的增加，動能交易的特性將逐漸不明顯。而當累計天數達5日，迴歸係數將由負轉為正，意謂市場開始出現反向交易（contrarian trading）行為。若觀察 IV_P^{++} 對領先5日的累積報酬率（ $R_{t+5,n}^{idx}$ ）迴歸分析的結果，可發現 IV_P^{++} 係數普遍為正，尤其 IV_P^{++} 與第5個交易日單日報酬率（ $R_{t+5,1}^{idx}$ ）的正相關最明顯，其中10天估計期的 IV_P^{++} 對 $R_{t+5,1}^{idx}$ 的 R -square最高達34.3%，22天估計期的 R -square最高可達46.92%。這顯示 IV_P^{++} 出現後第5個交易日，反向操作交易取代動能交易。同時在第5至第9個交易日期間（即 $R_{t+5,n}^{idx}$ ， $n=1,2,\dots,5$ ）， IV_P^{++} 與 $R_{t+5,n}^{idx}$ 都呈現正相關，唯 R -square亦隨著累計天數加長而快速遞減，顯示反向交易可能從 IV_P^{++} 發生後第5個交易日持續至第9個交易日。當本文繼續觀察 IV_P^{++} 對更遠期指數報酬率（ $R_{t+k,n}^{idx}$ ，其中 $k>5$ ）影響，其迴歸式的 R -square普遍降至10%以下（本文未列表呈現），顯示 IV_P^{++} 對較遠期的指數報酬率不具有解釋能力，因此判斷市場的反向交易行為不會延續超過9個交易日。

表5和表6分別以10天及22天隱含波動度的極端低值 IV_t^- 為自變數，並對領先期指數報酬率 $R_{t+k,n}^{idx}$ 進行迴歸分析，表中呈現的迴歸係數大部份不顯著，且 R -square（最高值10.47%，最低值幾近於0）皆顯著低於表3與4中以 IV_t^{++} 為自變數的迴歸分析結果，代表 IV_t^- 對指數報酬率的解釋能力低於 IV_t^{++} 。Collver (2003) 也發現VXO極端高值和市場報酬的關係比極端低值和市場報酬的關係更為明顯，即VXO產生極端高值後，市場往往在短期出現跌深反彈的上漲走勢，但在VXO產生極端低值後，市場並無立即漲高拉回的現象。一般實務觀察也印證上述發現，當選擇權的隱含波動度達到相對低點（出現 IV_t^- ），也就是市場出現俗稱的慢市（slow market）現象或盤整階段，此時一般投資人對未來市場價格的走向並無明確的定見，也不預期短期內將發生顯著的變化，這使得 IV_t^- 對後續的市場報酬率不具顯著的解釋能力。換言之， IV_t^- 的資訊內涵不足以判斷未來的市場報酬率。

歸納表3至表6的結果如下：當隱含波動指標發生極端高值後，短期內台股市場出現動能交易行為，使得市場價格呈現追賣的空頭局勢，此現象大約發生在 IV_P^{++} 發生後第1至4個交易日。繼之從第5個交易日開始，出現顯著的反向交易行為，使得市場價格由空翻多，且此多頭的態勢約

¹ Summa (2002)，觀察1997~2002年S&P500指數及put-call ratio 的變化關係，發現空頭（多頭）市場，往往Put/Call ratio 往往達到高（低）點，另一方面Poteshman (2006) 以911事件進行事件研究，發現事件發生前四天（Sep. 7th ~ Sep. 10th），美股-尤其是美國航空（AMR）及聯合航空（UAL）的put-call volume ratio 出現極端高值，由此得以說明賣權為空頭氣氛之佐證。

表 5 估計期間 10 天的隱含波動度極端低值(IV_t^{id})與 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸結果^a

| | IV _{TXO} | | | | | IV _C | | | | | IV _P | | | | |
|------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
| k=1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0028 (-1.0962) | -0.0064* (-1.9443) | -0.0079* (-1.8976) | -0.0101** (-2.1654) | -0.0083 (-1.5681) | 0.0035 (1.0792) | -0.0020 (-0.4869) | 0.0044 (0.8650) | 0.0001 (0.0237) | -0.0006 (-0.1062) | -0.0010 (-0.3288) | 0.0034 (0.8569) | 0.0065 (1.2602) | 0.0036 (0.5793) | 0.0064 (0.9339) |
| IV-- | -0.0260 (-1.1190) | -0.0535* (-1.7706) | -0.0673* (-1.7620) | -0.0906** (-2.1121) | -0.0661 (-1.3609) | 0.0242 (1.4871) | -0.0119 (-0.5678) | 0.0128 (0.4952) | -0.0081 (-0.2802) | -0.0198 (-0.6439) | -0.0158 (-1.1632) | -0.0025 (-0.1370) | 0.0092 (0.3871) | -0.0048 (-0.1710) | 0.0075 (0.2382) |
| R2 | 1.39% | 3.40% | 3.37% | 4.77% | 2.04% | 2.14% | 0.32% | 0.24% | 0.08% | 0.41% | 1.57% | 0.02% | 0.18% | 0.03% | 0.07% |
| k=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0036 (-1.4025) | -0.0051 (-1.5011) | -0.0073* (-1.8379) | -0.0055 (-1.1310) | -0.0029 (-0.5564) | -0.0055* (-1.8801) | 0.0010 (0.2329) | -0.0034 (-0.7294) | -0.0041 (-0.7695) | -0.0031 (-0.5076) | 0.0044 (1.5414) | 0.0075* (1.6895) | 0.0045 (0.7814) | 0.0074 (1.1465) | 0.0093 (1.3533) |
| IV-- | -0.0275 (-1.1588) | -0.0413 (-1.3188) | -0.0646* (-1.7612) | -0.0400 (-0.8945) | -0.0172 (-0.3601) | -0.0361** (-2.4438) | -0.0114 (-0.5541) | -0.0323 (-1.3973) | -0.0439 (-1.6255) | -0.0397 (-1.2919) | 0.0133 (1.0187) | 0.0250 (1.2268) | 0.0110 (0.4109) | 0.0233 (0.7907) | 0.0303 (0.9653) |
| R2 | 1.49% | 1.92% | 3.37% | 0.89% | 0.15% | 5.58% | 0.30% | 1.90% | 2.55% | 1.63% | 1.21% | 1.74% | 0.20% | 0.73% | 1.08% |
| k=3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0015 (-0.6073) | -0.0037 (-1.0893) | -0.0019 (-0.4503) | 0.0007 (0.1595) | 0.0007 (0.1396) | 0.0065** (2.5167) | 0.0022 (0.5508) | 0.0014 (0.2840) | 0.0024 (0.4235) | 0.0041 (0.6288) | 0.0031 (0.8988) | 0.0002 (0.0318) | 0.0030 (0.5208) | 0.0049 (0.7845) | 0.0057 (0.8095) |
| IV-- | -0.0138 (-0.6103) | -0.0371 (-1.1839) | -0.0126 (-0.3257) | 0.0103 (0.2457) | 0.0259 (0.5471) | 0.0247* (1.9108) | 0.0038 (0.1933) | -0.0078 (-0.3178) | -0.0036 (-0.1233) | 0.0049 (0.1486) | 0.0117 (0.7350) | -0.0023 (-0.1014) | 0.0100 (0.3813) | 0.0170 (0.5966) | 0.0250 (0.7683) |
| R2 | 0.42% | 1.55% | 0.12% | 0.07% | 0.34% | 3.49% | 0.04% | 0.10% | 0.02% | 0.02% | 0.63% | 0.01% | 0.17% | 0.42% | 0.69% |
| k=4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0022 (-0.9197) | -0.0004 (-0.1221) | 0.0022 (0.5661) | 0.0022 (0.4749) | 0.0025 (0.4899) | -0.0043 (-1.3662) | -0.0051 (-1.1601) | -0.0041 (-0.7330) | -0.0024 (-0.3735) | -0.0040 (-0.6291) | -0.0030 (-0.9044) | -0.0002 (-0.0391) | 0.0017 (0.3767) | 0.0026 (0.4549) | 0.0059 (0.9752) |
| IV-- | -0.0233 (-1.0503) | 0.0012 (0.0417) | 0.0241 (0.6679) | 0.0397 (0.9264) | 0.0337 (0.7116) | -0.0209 (-1.3192) | -0.0325 (-1.4759) | -0.0283 (-1.0176) | -0.0198 (-0.6259) | -0.0301 (-0.9338) | -0.0141 (-0.9347) | -0.0017 (-0.0967) | 0.0053 (0.2479) | 0.0133 (0.5031) | 0.0173 (0.6200) |
| R2 | 1.22% | 0.0% | 0.50% | 0.96% | 0.57% | 1.69% | 2.11% | 1.01% | 0.39% | 0.86% | 1.02% | 0.01% | 0.07% | 0.30% | 0.45% |
| k=5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0018 (0.8123) | 0.0044 (1.3484) | 0.0044 (1.0214) | 0.0047 (0.9352) | 0.0057 (0.9899) | -0.0008 (-0.2477) | 0.0003 (0.0527) | 0.0020 (0.3348) | 0.0003 (0.0440) | -0.0009 (-0.1268) | 0.0028 (1.1939) | 0.0047 (1.2009) | 0.0056 (1.0817) | 0.0089 (1.5067) | 0.0053 (0.8116) |
| IV-- | 0.0245 (1.1895) | 0.0474 (1.5655) | 0.0630 (1.5793) | 0.0569 (1.2246) | 0.0584 (1.1035) | -0.0117 (-0.7312) | -0.0074 (-0.3081) | 0.0011 (0.0363) | -0.0092 (-0.3070) | -0.0121 (-0.3505) | 0.0123 (1.1399) | 0.0194 (1.0739) | 0.0273 (1.1546) | 0.0314 (1.1575) | 0.0136 (0.4545) |
| R2 | 1.56% | 2.68% | 2.73% | 1.68% | 1.36% | 0.53% | 0.09% | 0.0% | 0.09% | 0.12% | 1.51% | 1.34% | 1.54% | 1.55% | 0.24% |

註：a：表 5 彙總 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 極端低值與領先期報酬 $R_{t+k,n}^{idx}$ 之分量迴歸分析結果。其中在極端值的界定上，以觀察時點 t 前 22 個交易日 ($t-21$ 到 t) 的隱含波動度變動率為移動視窗的樣本，並以樣本平均值共且與觀察期 t 的隱含波動度變動率比較，若後者低於樣本平均值達 $m^L=1$ 個標準差，即定義為 IV_t^{id} 。被解釋變數 $R_{t+k,n}^{idx}$ ，定義為領先 k 期之累計 n 日之指數報酬率，其中 $k, n=1, 2, \dots, 5$ 。據此每個 IV_t^{id} 將會與不同的領先期與不同累計天數的指數報酬進行迴歸分析，並得以構建 25 條分量迴歸式。括弧內為統計 t 值。*表示顯著水準為 5% 具有顯著性；**表示顯著水準為 2.5% 具有顯著性。

表 6 估計期間 22 天的隱含波動度極端低值(IV_i^{low})與 $R_{t+k,n}^{\text{idx}}$ 之分量迴歸結果^a

| | IV _{TXO} | | | | | IV _C | | | | | IV _P | | | | |
|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 | n=1 | n=2 | n=3 | n=4 | n=5 |
| k=1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0003 (-0.1300) | -0.0043 (-1.2673) | -0.0033 (-0.7654) | -0.0047 (-0.9613) | -0.0041 (-0.7649) | 0.0027 (0.8418) | -0.0047 (-1.1909) | -0.0021 (-0.4179) | -0.0059 (-1.0934) | -0.0068 (-1.1607) | -0.0008 (-0.2710) | 0.0031 (0.7644) | 0.0045 (0.8702) | -0.0006 (-0.1038) | 0.0015 (0.2140) |
| IV-- | -0.0124 (-0.4777) | -0.0477 (-1.3236) | -0.0478 (-1.0592) | -0.0731 (-1.4172) | -0.0552 (-0.9840) | 0.0200 (1.0936) | -0.0331 (-1.4926) | -0.0263 (-0.9421) | -0.0445 (-1.4588) | -0.0629* (-1.8871) | -0.0192 (-1.2707) | -0.0016 (-0.0754) | 0.0007 (0.0255) | -0.0271 (-0.8162) | -0.0160 (-0.4300) |
| R2 | 0.25% | 1.91% | 1.23% | 2.18% | 1.06% | 1.14% | 2.10% | 0.85% | 2.01% | 3.31% | 1.74% | 0.01% | 0.0% | 0.73% | 0.20% |
| k=2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0040 (-1.5008) | -0.0030 (-0.7863) | -0.0044 (-1.0262) | -0.0037 (-0.7562) | 0.0006 (0.1085) | -0.0074** (-2.7462) | -0.0048* (-1.1886) | -0.0086** (-2.0121) | -0.0096* (-1.9030) | -0.0077 (-1.3512) | 0.0038 (1.1830) | 0.0052 (1.0962) | 0.0001 (0.0199) | 0.0022 (0.3295) | 0.0042 (0.5864) |
| IV-- | -0.0352 (-1.2516) | -0.0354 (-0.8927) | -0.0607 (-1.3477) | -0.0428 (-0.8183) | -0.0027 (-0.0497) | -0.0531** (-3.4881) | -0.0464** (-2.0335) | -0.0645** (-2.6623) | -0.0830** (-2.9168) | -0.0770** (-2.3764) | 0.0175 (1.0025) | 0.0199 (0.7713) | -0.0079 (-0.2438) | 0.0032 (0.0881) | 0.0112 (0.2891) |
| R2 | 1.71% | 0.88% | 1.98% | 0.74% | 0.0% | 10.47% | 3.82% | 6.38% | 7.56% | 5.15% | 1.09% | 0.65% | 0.07% | 0.01% | 0.09% |
| k=3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0011 (0.4053) | -0.0004 (-0.1096) | 0.0003 (0.0646) | 0.0046 (1.0691) | 0.0069 (1.3859) | 0.0026 (0.9244) | -0.0012 (-0.3271) | -0.0022 (-0.4726) | -0.0003 (-0.0659) | 0.0046 (0.7778) | 0.0014 (0.3814) | -0.0037 (-0.7159) | -0.0016 (-0.2731) | 0.0003 (0.0527) | 0.0027 (0.3727) |
| IV-- | -0.0002 (-0.0057) | -0.0255 (-0.7043) | -0.0075 (-0.1789) | 0.0326 (0.7205) | 0.0505 (0.9669) | 0.0068 (0.4247) | -0.0114 (-0.5371) | -0.0298 (-1.1464) | -0.0239 (-0.7962) | -0.0014 (-0.0416) | 0.0023 (0.1182) | -0.0254 (-0.9083) | -0.0143 (-0.4515) | -0.0065 (-0.1874) | 0.0062 (0.1575) |
| R2 | 0.0% | 0.55% | 0.04% | 0.58% | 1.04% | 0.17% | 0.28% | 1.25% | 0.61% | 0.0% | 0.02% | 0.90% | 0.22% | 0.04% | 0.03% |
| k=4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | -0.0014 (-0.5773) | -0.0008 (-0.2480) | 0.0035 (0.9400) | 0.0058 (1.2546) | 0.0062 (1.2149) | -0.0038 (-1.2605) | -0.0048 (-1.1138) | -0.0029 (-0.5511) | 0.0020 (0.3294) | 0.0033 (0.5437) | -0.0051 (-1.5922) | -0.0030 (-0.7596) | -0.0011 (-0.2332) | 0.0013 (0.2191) | 0.0039 (0.6259) |
| IV-- | -0.0253 (-0.9708) | -0.0074 (-0.2191) | 0.0326 (0.8299) | 0.0505 (1.0396) | 0.0367 (0.6881) | -0.0182 (-1.0568) | -0.0366 (-1.5084) | -0.0307 (-1.0120) | -0.0082 (-0.2367) | -0.0072 (-0.2059) | -0.0278 (-1.6020) | -0.0167 (-0.7801) | -0.0089 (-0.3483) | 0.0038 (0.1192) | -0.0008 (-0.0234) |
| R2 | 1.04% | 0.05% | 0.77% | 1.20% | 0.54% | 1.06% | 2.14% | 0.98% | 0.05% | 0.04% | 2.74% | 0.66% | 0.13% | 0.02% | 0.0% |
| k=5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 截距 | 0.0006 (0.2879) | 0.0051* (1.7323) | 0.0074* (1.8683) | 0.0077* (1.6649) | 0.0060 (1.1338) | -0.0009 (-0.3152) | 0.0009 (0.1915) | 0.0058 (1.0467) | 0.0072 (1.2550) | 0.0044 (0.6656) | 0.0021 (0.8017) | 0.0042 (1.0150) | 0.0065 (1.2273) | 0.0092 (1.5117) | 0.0034 (0.5127) |
| IV-- | 0.0179 (0.7716) | 0.0585* (1.9005) | 0.0764* (1.8455) | 0.0625 (1.2856) | 0.0460 (0.8328) | -0.0184 (-1.0851) | -0.0125 (-0.4824) | 0.0100 (0.3171) | 0.0110 (0.3403) | 0.0009 (0.0238) | 0.0111 (0.7829) | 0.0193 (0.8702) | 0.0319 (1.1090) | 0.0274 (0.8328) | -0.0037 (-0.1022) |
| R2 | 0.66% | 3.90% | 3.69% | 1.84% | 0.78% | 1.12% | 0.22% | 0.10% | 0.11% | 0.0% | 0.67% | 0.83% | 1.35% | 0.76% | 0.01% |

註：a: 表 6 彙總 IV_{TXO} 、 IV_C 及 IV_P 極端低值與領先期報酬 $R_{t+k,n}^{\text{idx}}$ 之分量迴歸分析結果。其中在極端值的界定上，以觀察時點 t 前 22 個交易日 ($t-21$ 到 t) 的隱含波動度變動率為移動視窗的樣本，並以樣本平均值共且與觀察期 t 的隱含波動度變動率比較，若後者低於樣本平均值達 $m^L=1$ 個標準差，即定義為 IV_i^{low} 。被解釋變數 $R_{t+k,n}^{\text{idx}}$ ，定義為領先 k 期之累計 n 日之指數報酬率，其中 $k, n=1, 2, \dots, 5$ 。據此每個 IV_i^{low} 將會與不同的領先期與不同累計天數的指數報酬進行迴歸分析，並得以構建 25 條分量迴歸式。括弧內為統計 t 值。*表示顯著水準為 5% 具有顯著性；**表示顯著水準為 2.5% 具有顯著性。

持續至第9個交易日而逐漸消失。上述台灣IV對指數報酬率的影響方向與期間和美國VXO的研究略有不同，Whaley (2000) 以較低頻率的週資料進行觀察，發現落後一期的VXO與領先期指數報酬率存在穩定的正相關 (R -square高達58.6%)，意謂當VXO呈現較高值，指數報酬率即在下一週內隨即上升；Giot (2002) 觀察當日VXO出現極端值後，未來1, 5, 10及60日的指數報酬率變化，結果發現在VXO產生極端高值後，未來1~5日的指數報酬顯著揚升，但在其它較長的觀察期則不盡然。Whaley (2000) 和Giot (2002) 的研究顯示極端VXO對美股指數的影響在短期較為明顯，且方向單純為正面的衝擊。然而本文發現，台股指數在 IV_P^{++} 產生後，短期市場價格仍會因動能交易行為呈現跌勢，而約莫1週後(第5個交易日)才開始進行價格修正。

比較10天和22天估計期間的隱含波動度指標，可以發現無論估計期間為何， IV_P^{++} 對 $R_{t+k,n}^{idx}$ 的擇時能力一致性地優於 IV_C 及 IV_{TXO} 。並且在任一估計期間的 IV_P 皆在產生極端高值(IV_P^{++})後，台股市場都傾向出現1~4日的動能交易行為，繼之，反向操作行為將使二者的變動呈現正向變動關係。由此判斷，隱含波動度的估計期間，似乎對於 IV_{TXO} 、 IV_C 和 IV_P 在擇時表現的優劣順序上影響不大。然而，對任一種隱含波動率指標，以估計期為22天的隱含波動度指標做為自變數對 $R_{t+k,n}^{idx}$ 迴歸分析的 R -square，皆一致高於以估計期間為10天的隱含波動度指標做為自變數的結果，意謂22天期隱含波動度指標與未來短期指數變化的連動關係較強。

造成以上現象的原因可能在於IV的建構邏輯是將數個選擇權隱含波動度，透過執行價格及距到期日加權而推算出的指標。其中距到期日的加權方式是將距到期日愈接近估計期間(k)的隱含波動度給予愈高的權重，並假設距到期日和隱含波動度的表現具有固定的線性關係。由此立基在上述假設，即使估計期間遠長於(或短於)擇取的選擇權契約的距到期日，仍可以透過簡單線性加權而估算求得。然而，許多文獻已證實線性假設不符合真實市場的現象¹，由此若估計期間和真實隱含波動度的差異愈大，此種加權方式將產生較大的偏誤。由於IV是透過近月及次近月選擇權契約的隱含波動度加權的結果，因此10天估計期的隱含波動度似乎對真實契約到期日而言太短，因此加權過程所產生的誤差，可能是造成其在對短期現貨指數的擇時表現，不若估計期為22天的隱含波動度指標佳的原因。

下一節應用 IV_P^{++} 與期指數報酬率動能交易及反轉交易的關係，設計模擬交易策略，並分析其操作績效。

4. 交易策略之應用

過去文獻驗證當VXO發生極端高值時，表示市場呈現恐慌情緒與超賣現象，短期內市場價格傾向出現跌深反彈的走勢，因此VXO的極端值可用為擇時的訊息指標 (Traub *et al.*, 2000; Giot,

¹ 如Zhu and Avellaneda (1998), Engle and Rosenberg (1998)。

2002, 2003; Collver, 2003)。本文前一節對台灣市場的實證也肯定賣權隱含波動指標的極端高值存在類似功能，惟台灣市場的 IV_p^{++} 出現後，並未如同美國市場立即出現反彈，卻會先出現遞延價格修正的現象，市場下跌趨勢持續，直到5天後才見顯著的反轉上漲。

依據上述分析結果，本節設計操作台股期貨的交易策略，以發生 IV_p^{++} 為交易策略執行的訊號，比較3種交易策略在報酬與風險的特性，說明 IV_p^{++} 訊號於交易策略設計上的應用。

策略一：當 IV_p^{++} 產生後，在領先期1~4個交易日建立動能交易策略（第1日賣出指數期貨部位，第4日回補），且第5個交易日開始建立反向操作策略（第5日買入期貨部位，第9日出清）。
 策略二：在 IV_p^{++} 產生後，下1個交易日建立反向操作策略（買入期貨部位），至第9個交易日平倉。
 策略三（買進持有策略）：不參考 IV_p^{++} 訊號，在任一日買進指數期貨，待第9個交易日平倉，此策略於樣本期間逐日執行。

策略一是依據上一節所觀察到，當 IV_p^{++} 發生之後，指數後續的變化趨勢而設計，即 IV_p^{++} 發生後第1~4日追賣交易持續發酵，使指數維持續跌的走勢，第5日開始跌深反彈，上漲趨勢延續至第9日結束。若策略一的交易結果具有較佳的操作績效，則證明台股市場在 IV_p^{++} 產生後，具有先跌後漲的延遲修正特性，且 IV_p^{++} 可用為判斷未來指數變化方向的擇時指標。

策略二忽略上一節所發現的延遲修正特性，假設台股市場如同美國市場，在VXO極端高值發生的下一期隨即反彈上漲。策略二的操作規則是在 IV_p^{++} 產生後，立即在下一個交易日建立期貨部位，並於第9個交易日平倉出場。如果台股市場確實存在上一節實證所發現的延遲修正特性，那麼策略一的交易結果應優於策略二。

策略三為一般買入持有 (buy and hold) 的交易策略，做為比較策略一、二操作績效的對比基準。

於本文觀察樣本期間（2003/1/2~2005/12/31）共721個日資料中，二種估計期間（10天、22天）的 IV_p （標示為 IV_p^{10} 、 IV_p^{22} ）分別出現19和16次極端高值。圖2描繪3個參考 IV_p^{22} 交易策略的損益分配，3個策略1次交易期間皆為9個交易日。相較於策略三，策略一及策略二的損益分配傾向右偏，此結果再次呼應 IV_p^{++} 可能具有反映買點訊息的功能。

表7揭露3個交易策略的操作報酬與風險特性。表7顯示，策略一日平均報酬（ IV_p^{10} 的0.72%及 IV_p^{22} 的0.84%）與單位風險報酬（ IV_p^{10} 的0.1828及 IV_p^{22} 的0.2051）皆顯著高於買進持有的基準策略。而策略二的日平均報酬（-0.0094及-0.007）與單位風險報酬（-0.2960及-0.1958）操作績效最差，甚至低於簡單的買進持有策略，這代表台股市場隱含波動度極端值的詮釋有異於美國市場，必須考慮本土市場延遲修正的特性。台股市場具有較顯著的動能交易行為，推測造成此現象的原因可能在於台灣為散戶居多的淺碟型市場，不若成熟市場主要是由專業基金經理人所組成，因此受散戶追買追賣的交易特性影響，台股市場容易表現過度反應事件效果及持續追高殺低的動能交易特性，使得隱含波動度顯示出超賣訊號後（ IV_p^{++} 產生），市場仍將繼續維持下跌走勢，必須等

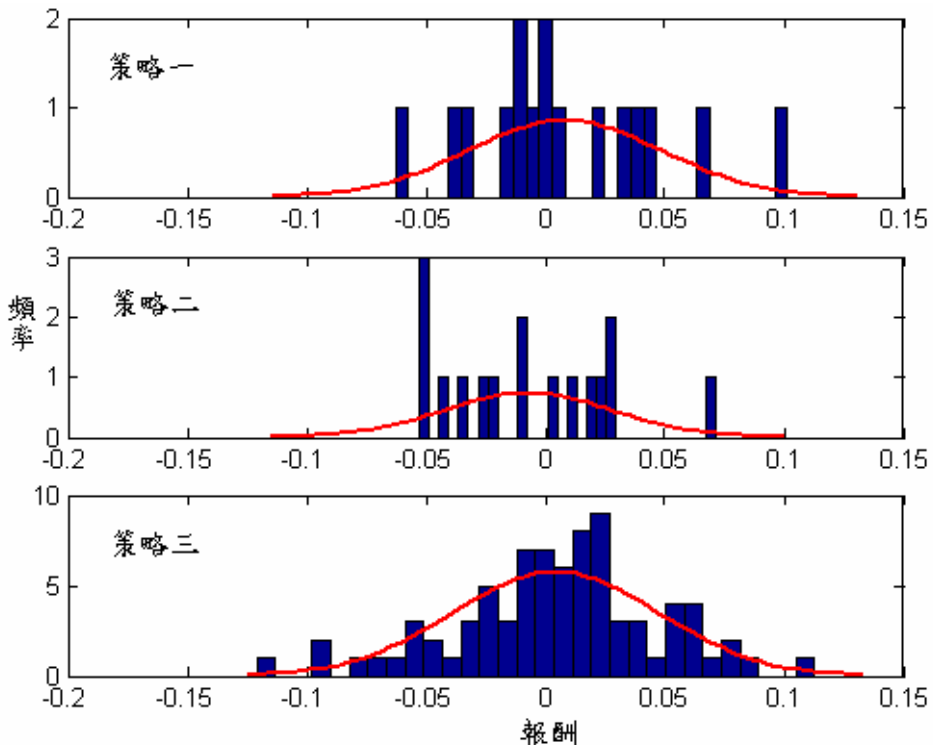


圖2 以波動度極端值 IV_p^{22} 擬定操作策略之報酬分配^a

註：a:圖2列示資料期間（2003/1/2~2005/12/31），共721個日資料，依據策略一、二、三建立操作策略的報酬分配圖。其中策略一、二將參考 IV_p^{++} 出現的訊號（資料期間共出現16次）建立操作部位。前者將考慮短期動能交易特性，訊號出現後第1~4個交易日採取空頭部位操作(即第1天建立空頭部位至第4天清倉)且第5~9個交易日採取多頭部位；後者於 IV_p^{++} 出現後即建立多頭部位，並於第9個交易日清倉。策略三不參考 IV_p^{++} 訊息，於第一日建立多頭部位至第9個交易日清倉。

表7 以波動度極端值擬定操作策略之報酬統計分析^a

| | | μ_p | σ_p | $skew_p$ | $kurtosis_p$ | 單位風險報酬 ^b |
|-----|--------------|---------|------------|----------|--------------|---------------------|
| 策略一 | IV_p^{10c} | 0.0072 | 0.0386 | 0.5737 | 3.2730 | 0.1868 |
| | IV_p^{22} | 0.0084 | 0.0408 | 0.5233 | 3.0944 | 0.2051 |
| 策略二 | IV_p^{10} | -0.0094 | 0.0316 | 0.6129 | 3.3421 | -0.2960 |
| | IV_p^{22} | -0.0070 | 0.0359 | 0.4012 | 2.4290 | -0.1958 |
| 策略三 | | 0.0044 | 0.0431 | -0.3314 | 3.4591 | 0.1024 |

註：a:表7彙總資料期間（2003/1/2~2005/12/31），共721個日資料，依據策略一、二、三建立操作策略，且以台股指數期貨為交易標的之報酬統計量分析。

b:單位風險報酬計算如下： μ_p / σ_p ，做為衡量不同策略之操作績效的準則

c: IV_p^{10} 、 IV_p^{22} 分別表示估計期間為10天及22天的賣權隱含波動度指標。

數個交易日後才開始價格修正的機制。策略二即未考慮台股短期的動能交易特性，將會因短期市場持續追賣的特性，而使得投資部位產生損失。

比較隱含波動度的估計期間對操作績效的影響。發現對任一交易策略，參考 IV_p^{22} 的資訊內涵而進行的交易績效皆優於 IV_p^{10} 。此結果與上節分量迴歸分析結果一致。意謂 IV_p^{22} 較能解釋短期指數的價格變化。

最後，本研究再進一步比較在不同漲跌趨勢的市場情境下，以上三種交易策略的績效表現是否有差異。首先，根據台股指數於本文實證區間(2003/1~2005/12)的變化，切割為2003/4/28~2004/3/5(多頭市場)和2004/8/18~2005/10/27(股價盤整)二個子區間²。前段期間台股呈現明顯震盪走高的多頭趨勢行情；後段期間指數幾乎在6000~6500點附近盤整。由於 IV_p^{22} 較 IV_p^{10} 適合應用在擇時判斷，以下僅以 IV_p^{22} 的極端高值做為判斷市場是否過度反應的參考依據。

表8發現策略一於全區間的績效表現最佳，且其報酬幾乎是買進持有策略報酬的2倍。至於在股價盤整期間，策略一仍為最佳的操作策略且單位風險報酬遠高於其它交易策略，而策略二則表現最差且報酬皆小於0，此結果再次呼應若操作策略不考慮台股市場存在明顯動能交易的特性，將使得操作部位產生嚴重虧損。至於在多頭市場狀況下，策略一表現最差，單位風險報酬為27.23%，幾乎為單純買進持有策略(即策略三)的1/2。此結果意謂，在多頭市場的情境下，單純的買進持有策略(即策略三)將顯著地優於以 IV_p^{++} 做為短期買點的操作表現。然而值得注意的，同樣以 IV_p^{++} 做為短期買點判斷但排除動能交易特性的策略二，其操作績效亦高達42.18%，僅次於單純買進持有策略的50.40%。由此推測 IV_p^{++} 仍為一有效判斷買點的參考指標，唯在多頭市場台股市場投資人追賣的傾向不若其它情境明顯，最終使得納入追賣交易特性的策略一表現最差³。

綜合以上，除了多頭市場狀況，賣權隱含波動性的極端高值似乎皆可以做為判斷買點的依據，然而必須考慮台股市場中延遲修正的特性，交易策略的績效可凸顯 IV_p^{++} 對現貨市場的擇時訊息。

² 本文研究期間(2003/1~2005/12)止，台股指數選擇權交易時間僅約4年，這段期間恰逢台股市場盤整及緩步上升的階段，空頭市場期間極短，無法提供充足的資料分析。限於市場狀況與實際資料，本研究僅分析比較三種策略在盤整與上漲趨勢下的績效。

³ 台股指數於2004/3/6~2004/8/17期間，由高點震盪走低，呈現約5個月的空頭市場走勢。若同樣以 IV_p^{++} 做為短期買點的操作表現，發現策略1的操作績效仍最佳，單位風險報酬為-0.163，其次為策略3的-0.477，表現最差的為策略2的-0.936。然由於產生的訊號點只有3筆，樣本點過少，因此未列示在表8中。

表8 波動度極端值策略在不同樣本區間之報酬分析

| 單位風險報酬 | 全期間 | 多頭市場 | 股價盤整 |
|-----------------------------|----------------|--------------------|----------------------|
| | 2003/1~2005/12 | 2003/4/28~2004/3/5 | 2004/8/18~2005/10/27 |
| IV_P^{++} 次數 ^a | 16 | 10 | 5 |
| 策略一 | 0.2051 | 0.272 | 0.1318 |
| 策略二 | -0.1958 | 0.421 | -0.4892 |
| 策略三 | 0.1024 | 0.504 | -0.0494 |

註：a: IV_P^{++} 是以的 IV_P^{22} 極端高值做為判斷市場是否過度反應的參考依據。

5. 結論

本文的目的在藉由台股指數選擇權交易價格的隱含波動性，建構台股市場的波動度指標，並分析該波動度指標的資訊內涵，包括其反映市場報酬率、市場波動性、投資人多空氣氛等現象，最後並利用波動度指標作為投資策略的參考。

本文參考CBOE計算VXO的模式建構台灣市場的波動度指標，研究發現台灣市場買權與賣權的隱含波動度差異頗大，且具有不同的資訊內涵，其中賣權的隱含波動度與指數報酬率的相關性較大，對指數變化的敏感度也較高，是較能反映台灣市場風險的波動度指標。因此本文分別建立買權波動度指標 (IV_C)、賣權波動度指標 (IV_P)、及合併買賣權的波動度指標 (IV_{TXO})。此外，由於不同估計期間所計算出的隱含波動度指標，亦可能存在不同的資訊內涵，因此本文再以二種不同估計期間 (10天、22天) 分別產生 IV_C 、 IV_P 及 IV_{TXO} 。最後分析上述隱含波動度指標反映市場狀況的相關性與敏感度，藉此判斷何種估計期間及何種契約所建構的隱含波動度指標包含最完整市場訊息。

由一般迴歸分析顯示， $IV_{P\%}$ 和 $IV_{TXO\%}$ 與同期的股價指數報酬率呈現顯著的負向關係，且僅 $IV_{P\%}$ 與領先1期的台股指數的單日報酬率呈現顯著負相關。意謂賣權的隱含波動度指標與市場報酬率較為相關，預測未來報酬率的能力較佳。此外，分量迴歸分析進一步發現，當賣權波動度指標出現極端高值時，短期內 (1-4日) 台股現貨市場會發生追賣的動能交易 (momentum trading)，使得指數續跌；但自第5個交易日起則出現反向操作交易 (contrarian trading)，市場價格將止跌回漲，且該反向交易行為在4個交易日內結束。此現象代表賣權的隱含波動性指標可以反映投資人的恐慌情緒，並能詮釋相當程度的後續短期市場走勢。上述的現象說明台股 IV_P 與美國VXO雖然同樣具有反映市場狀況的能力，但是兩者所隱含的資訊內涵則稍有不同，即台股市場存在較明顯的延遲反應，此可能因台股市場散戶比率較高所致。最後，再將上述資訊內涵應用於擇時交易策略，

其績效表現在本文研究期間內超越買進持有的基本策略。此結果再次呼應 IV_p 為合適的擇時指標的推論。

本文亦發現，不同估計期間的隱含波動度，呈現極為相似的統計特性及與現貨指數的變化關係。無論使用10日或22日估計期間，參考 IV_p 資訊內涵而設計的交易策略皆顯著地優於其它對比交易策略（多頭市場除外），意謂兩種隱含波動度估計期間得到相同的交易績效順序。然而，若固定同一種交易策略，傳統估計期22天的 IV_p 表現則優於較短的10天 IV_p 估計期間。

本文的研究結果提供以下政策與市場操作涵義：(1)台股市場的波動度指標不宜完全比照美國 VIX 混合買權與賣權的權重計算方式，若僅擷取賣權的隱含波動度作為代表市場的波動度指標，可以強化指標對於市場報酬率的負相關與敏感度，使得波動度指標更能反映市場的恐慌情緒；(2)賣權的隱含波動度指標能提供某個程度的擇時能力，其中又以估計期間為 22 天的賣權隱含波動度，其極端高值與後續股市的短期走勢較具顯著性，可以作為擇時交易的策略擬定參考。

參考文獻

- Aboura, S. and Villa, C., "International Market Volatility Indexed-A Study on VX1, VDAX, and VIX," Working Paper, 2003.
- Becker, S., "Standard Deviations Implied in Option Prices as Predictors of Future Stock Price Variability," *Journal of Banking and Finance*, Vol. 5, 1981, pp. 363-82.
- Blair, B., Poon, S., and Taylor, S., "Forecasting S&P 100 Volatility: The Incremental Information Content of Implied Volatilities and High-Frequency Index Returns," *Journal of Econometrics*, Vol. 105, 2001, pp. 5-26.
- Braun, P., Nelson, D., and Sunier, A., "Good News, Bad News, Volatility, and Betas," *Journal of Finance*, Vol. 50, 1995, pp. 1575-1603.
- Choi, S. and Wohar, M., "Implied Volatility in Options Markets and Conditional Heteroscedasticity in Stock Markets," *Financial Review*, Vol. 27, 1992, pp. 503-530.
- Chrias, D. and Manaster, S., "The Information Content of Option Prices and a Test of Market Efficiency," *Journal of Financial Economics*, Vol. 6, 1978, pp. 213-234.
- Collver, C., "Technically, Some Measures of Implied Volatility Do Provide Market Timing Signals," Working Paper, 2003.
- Connors, L., *Connors on Advanced Trading Strategies*, 1st ed., M. Gordon, 1998.
- _____, "A Volatile Idea," *Futures*, Jul, 1999, pp. 36-37.
- _____, "Extreme Volatility Trading," *Futures*, Aug, 1999, pp. 38-39.
- _____, "Timing Your S&P Trades with VXO," *Futures*, Jun, 2002, pp. 46-47.
- Connors, L. and Che, G., *Trading Connors VIX Reversals*, 1st ed., M. Gordon, 2001.

- Cox, J. and Ross, S., "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes," *Journal of Financial Economics*, Vol. 3, 1976, pp. 145-166.
- Cox, J. and Rubinstein, M., *Options Markets*, 1st ed., New Jersey: Prentice Hall, 1985.
- Day, T. and Lewis, C., "Stock Market Volatility and the Information Content of Stock Index Options," *Journal of Econometrics*, Vol. 52, 1992, pp. 267-287.
- Day, T. and Lewis, C., "The Behavior of the Volatility Implicit in the Prices of Stock Index Options," *Journal of Financial Economics*, Vol. 22, 1988, pp. 103-122.
- Engle, R. and Rosenberg, J., "Testing the Volatility Term Structure Using Option Hedging Criteria," Department of Economics University of California, San Diego, Working Paper, 1998.
- Fleming, J., "The Quality of Market Volatility Forecasts Implied by S&P 100 Index Option Prices," *Journal of Empirical Finance*, Vol. 5, 1998, pp. 317-345.
- Fleming, J., Ostdiek, B., and Whaley, R., "Predicting Stock Market Volatility: A New Measure," *The Journal of Futures Markets*, Vol. 15, 1995, pp. 265-286.
- Gastineau, G., "An Index of Listed Option Premiums," *Financial Analysis Journal*, Vol. 30, 1977, pp. 70-75.
- Giot, P., "Implied Volatility Indices as Leading Indicators of Stock Index Returns," Working Paper, 2002.
- _____, "The Asian Financial Crisis: the Start of a Regime Switch in Volatility," Working Paper, 2003.
- Gwilym, O., "Forecasting Volatility for Options Pricing for the U.K. Stock Market," *Journal of Financial Management and Analysis*, Vol. 14, 2001, pp. 56-62.
- Harvey, C. and Whaley, R., "Market Volatility Prediction and the Efficiency of the S&P 100 Index Option Market," *Journal of Financial Economics*, Vol. 31, 1992, pp. 43-73.
- Jorion, P., "Predicting Volatility in the Foreign Exchange Market," *Journal of Finance*, Vol. 50, 1995, pp. 507-528.
- Latané, H. and Rendleman, R., "Standard Deviations of Stock Price Ratios Implied in Optimal Prices," *Journal of Finance*, Vol. 31, 1976, pp. 369-381.
- Low, C., "The Fear and Exuberance from Implied Volatility of S&P100 Index Options," *Journal of Business*, Vol. 77, 2004, pp. 527-546.
- Markowitz, H., "Portfolio Selection," *Journal of Finance*, Vol. 7, 1952, pp. 71-91.
- Merton, R., "Theory of Rational Option Pricing," *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol. 4, 1973, pp. 141-183.
- Pindyck, R., "Risk, Inflation, and the Stock Market," *American Economic Review*, Vol. 74, 1984, pp. 335-51.
- Poterba, J. and Summers, L., "The Persistence of Volatility and Stock Market Fluctuations," *American Economic Review*, Vol. 76, 1986, pp. 1142-1151.

- Poteshman, A., "Unusual Option Market Activity and the Terrorist Attacks of September 11, 2001," *Journal of Business*, 2006, forthcoming.
- Schwert, G., "Stock Volatility and the Crash of '87," *Review of Financial Studies*, Vol. 3, 1990, pp. 77-101.
- Sharpe, W., "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk," *Journal of Finance*, Vol. 19, 1964, pp. 425-442.
- Summa, J., "Forecasting Market Direction with Put/Call Ratios," <http://www.investopedia.com/>, 2002.
- Tan, K., "Fixated on the VIX: Soaring Volatility Mean Fear – and Opportunity," *Barron's*, MW13, 2002.
- Traub, H., Ferreira, L., Mcardle, M., and Antognelli, M., "Fear and Greed in Global Asset Allocation," *The Journal of Investing*, 2000, pp.27-31.
- Whaley, R., "Valuation of American Futures Options: Theory and Empirical Tests," *Journal of Finance*, Vol. 10, 1986, pp. 71-84.
- _____, "Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue," *The Journal of Derivatives*, 1993, pp. 71-84.
- _____, "The Investor Fear Gauge," *The Journal of Portfolio Management*, 2000, pp.12-17.
- Xu, X. and Taylor, S., "Conditional Volatility and the Informational Efficiency of the PHLX Currency Options Market," *Journal of Banking and Finance*, Vol. 19, 1995, pp. 803-821.
- Zhu, Y. and Avellaneda, M., "A Risk-Neutral Volatility Model," *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol. 1, 1998, pp. 289-310.