

# 臺指選擇權市場之套利效率

## Arbitrage Efficiency Tests of the TAIEX Index Option Market

周恆志 Heng-Chih Chou

杜玉振 Yu-Chen Tu

銘傳大學財務金融學系

Department of Finance, Ming Chuan University

(Received November 28, 2003; Final Version March 29, 2005)

**摘要：**本文採用數個無套利關係式來檢測臺指選擇權市場的套利效率，並探討選擇權交易成本降低之後，市場套利效率的變化。檢測結果發現，整體而言臺指選擇權市場內部的套利效率頗佳，但是臺指選擇權市場與標的股票市場之間的跨市場套利效率較差；交易成本與股票市場的放空成本僅能部份解釋股票市場與臺指選擇權市場之間的無效率。相對而言，臺指期貨市場與臺指選擇權市場的套利效率顯著較佳。在選擇權交易成本降低之後，市場的套利機會與套利報酬皆顯著下降，顯示選擇權市場的套利效率確有進一步的提高。此外，本文發現臺指選擇權市場對資訊的反應顯著領先股票市場，而且在選擇權交易成本降低之後，更延長了臺指選擇權市場的領先時間。

**關鍵詞：**臺指選擇權、套利效率、無套利關係式、交易成本、放空限制

**Abstract :** This article applies several no-arbitrage conditions to examine the arbitrage efficiency of the TAIEX index option (TXO) market. We also explore the impact of the transaction costs on arbitrage efficiency. Overall, the average size of violation is not large and few arbitrage opportunities exist when the arbitrage conditions are formed without the underlying index. However, there are a significant number of violations in no-arbitrage conditions when the conditions involve both options and the underlying index. Both transaction costs and short sales costs account for only part of the

---

本文作者感謝本刊執行編輯丁承教授的協助與兩位匿名評審委員的指正，並感謝交通大學陳達新教授、北商學院陳勝源教授與中原大學巫春洲教授的討論意見。

observed violations. When the index futures are put into the no-arbitrage condition, violations are obviously fewer. After the option market decreases transaction costs, arbitrage efficiency is improved significantly. Meanwhile, the option market leads the stock market, and the time lead of options is longer after the transaction costs has been lowered down.

**Keywords :** TXO , arbitrage efficiency, no-arbitrage conditions, trading costs, short sales constraints

## 1. 前言

金融市場的套利效率 (arbitrage efficiency) 對於資產定價、風險管理、資產配置有極重要的影響，新興的市場能否持續成長也繫於該市場的套利效率。根據效率市場的學理而言，當資產價格偏離均衡時，市場則產生套利機會，此時眾多套利者遂即刻進行套利操作，將使其資產價格回復至合理區間，套利機會瞬間消失。若套利機會一直存在，則隱含著市場缺乏套利效率；這可能是因為市場的交易成本、放空限制、交易機制，與投資人結構等特性，限制了套利操作的進行。研究顯示規模較大而且成熟的市場普遍呈現較佳的套利效率，例如 Evtine and Rudd (1985, S&P 100)、Chance (1987, S&P 100)、Kamara and Miller (1995, S&P 500)、Ackert and Tian (2000, 2001, S&P 500) 與Ackert and Tian (1998, 加拿大TIP 35) 等研究。這是因為這些市場資訊透明、成交量大、放空限制較寬鬆，而且市場參與者較多，尤其是以熟悉衍生商品操作的機構投資人為主，因此市場的套利機會稍縱即逝。相對於較大規模而且成熟的市場而言，規模小的新興市場則因為市場成交量小、套利者較少、交易限制較多，或者因為多數投資人尚未完全認識該商品，所以可能較常產生市價偏離理論價格的情況，因此市場較缺乏套利效率。

臺灣期貨交易所 (TAIFEX) 於2001年12月24日推出以臺灣證交所發行量加權股價指數 (以下簡稱為股價指數) 為標的資產的臺指選擇權契約 (代號TXO)，相較於美國或歐洲等國家成熟市場的選擇權商品之發展歷史，臺指選擇權仍是相當新興之金融商品。臺指選擇權的出現除了提供投資人多一個交易工具之外，也提供研究者一個有趣的觀察對象，以檢測新興市場套利效率之特性，其結果應該有助於我們對新興市場的瞭解。同時，由於臺灣的股票市場是以自然投資人為主，而且對融券放空交易要求較高的保證金成數，檢測結果也可以使我們瞭解此一市場特性對市場套利效率的影響。就作者所知，文獻中尚未有以臺指選擇權市場為檢測對象，本文的檢測結果應該可以補充文獻之不足，同時可提供臺指選擇權市場後續相關研究的參考。

臺指選擇權契約在上市之初的交易並不活絡，為了刺激臺指選擇權的交易量，許多期貨經紀商皆有諸多推廣活動。寶來期貨公司於2002年10月14日首先推出選擇權樂透的交易模式，此一交易方式一方面降低臺指選擇權的投資門檻，另一方面亦減少經紀手續費率，促使國內的期貨經紀商展開了手續費折扣戰，個人投資者的交易成本大幅下降，對推升市場的交易量迭有貢獻。統計

資料顯示，在寶來期貨公司推出選擇權樂透之後三個月內的成交口數，就超越前十個半月的成交口數。Ackert and Tian (1998)與Draper and Fung (2002) 皆指出交易成本可以解釋多數違反無風險套利關係的現象，亦即交易成本對市場之套利效率影響甚鉅。因此依據學理而言，我們推論在寶來期貨公司推行選擇權樂透之後，臺指選擇權市場降低的交易成本，可以有效刺激市場的套利操作，應有助於提升市場的套利效率。因此本文以寶來期貨公司發行選擇權樂透的時點為界，藉以觀察臺指選擇權市場的套利效率有何變化。

臺指選擇權是以股價指數為標的資產的歐式型選擇權，因此當套利機會產生時，套利者應同時操作臺指選擇權與股價指數藉以套利。然而國內目前並無股價指數商品可供買賣，實務上的套利操作必須利用股票市場複製股價指數。然而股價指數包含臺灣證交所市場上的七百餘檔股票，加以股票市場有嚴格的放空限制，因此實務上進行套利操作相當困難。股票市場的放空限制包括高達股票價格九成的保證金成數，以及平盤以下不得放空之限制。Kamara and Miller (1995) 與 Ackert and Tian (1998, 2000, 2001) 皆指出，股票市場的放空限制有助於解釋多數市價偏離均衡的現象，因此本文也考量臺灣證交所對融券信用交易的規定，探討股票市場的放空限制對臺指選擇權市場套利效率的影響。

另一方面，Bharadwaj and Wiggins (2001) 指出投資人習於以期貨替代股價指數，搭配選擇權進行套利，因此期貨市場與選擇權市場之間的套利機會顯著較少。臺灣期交所的臺指期貨同樣以股價指數為標的資產，與股價指數有相對應的報價，而且期貨市場具有較少的放空限制及較低的交易成本，因此利用臺指期貨做為臺指選擇權相對應的套利工具，無論是理論上或實務上皆更具可行性。所以本文也進一步以市場資料檢測臺指期貨市場與臺指選擇權市場之間的跨市場套利效率。

文獻中常見三種檢測選擇權市場套利效率的方法。其一是以選擇權評價模型為基準 (benchmark)，再經由比較金融商品的市價與評價模型所推估的理論價格之差異，來檢測市場的訂價績效，藉以推論市場的套利效率；例如Chance (1986) 與Sheikh (1991) 的研究。其次是假設市場價格已經充分反應出標的物之所有資訊，因此以選擇權市價經由選擇權理論評價模型所推估的隱含波動性 (implied volatility)，應該是標的資產價格波動性的最佳預測值。同時由買權所推估的隱含波動性，應該等於由賣權所推估的隱含波動性，若是二者不相等則顯示市場的套利效率不佳。例如Wiggins (1987) 與Harvey and Whaley (1992) 的研究。這兩種檢測方法皆屬於「模型依賴」(model-dependent) 的檢測法，因為其檢測結果的效度取決於所選取的選擇權評價模型是否適當；因此若檢測結果指出套利效率不佳，這可能僅是其所選取的選擇權模型不佳。

有鑑於此，近期的文獻多採用與選擇權評價模型無關的「無套利關係式」(no-arbitrage conditions) 來檢測市場的套利效率，以免除選擇權評價模型對效率檢測結果的影響。舉例而言，Evnine and Rudd (1985, S&P 500)、Chance (1987, S&P 100)、Ackert and Tian (1998, 2001, S&P 500)、Bharadwaj and Wiggins (2001, S & P 100)、Capelle-Blancard and Chaudhury (2002, CAC 40)

與Draper and Fung (2002, FTSE 100) 等研究皆採用「無套利關係式」來檢測市場的套利效率。此方法認為如果市場的套利機會瞬間即逝，即可合理推論該市場有較高的套利效率；相對的，若市場充滿套利機會，即意味該市場的套利效率不高。此法在實證操作上也相當簡單，僅需要金融商品的市場成交價，不需事先假設投資者的風險偏好或股價的動態行程。本文亦採用此法來檢測臺指選擇權市場的套利效率。

本文檢測結果證實交易成本顯著影響臺指選擇權市場的套利效率。在寶來推行選擇權樂透後，市場的套利機會與套利報酬多顯著下降，而且臺指選擇權市場領先股票市場的時間延長，顯示選擇權市場的套利效率確有提高。整體而言臺指選擇權市場內部的的套利效率頗佳，但是臺指選擇權市場與股票市場之間的套利效率較差。交易成本與放空限制雖然有助於解釋股票市場與選擇權市場間的無效率，但是仍然無法完整解釋，後續研究可以進一步尋求其他原因。相對而言，由於套利者習於以臺指期貨搭配選擇權套利，因此臺指期貨市場與臺指選擇權市場之間的套利效率顯著較佳。

以下說明本文的結構：除了本章緒論之外，第2章逐一說明本文進行套利效率檢測時所採用的無套利關係，並說明實證時取樣配對的方法；第3章則說明實證資料來源與市場套利效率的檢測結果，並簡單與國外市場比較；第4章分析臺指選擇權市場與臺指期貨市場之間的套利效率；第5章則討論臺指選擇權市場與股票市場的領先落後關係；最後，第6章為本文的結論與後續研究建議。

## 2. 無套利關係式

在學理上已經發展出許多無套利關係式，我們也逐一採用以檢驗臺指選擇權市場的套利效率。常用來作為檢測市場套利效率的無套利關係式包含：(1)價格下界條件 (lower boundary conditions)、(2)賣權買權平價關係 (put-call parity)、(3)買(賣)權價差關係 (call and put spreads)、(4)盒狀價差關係 (box spread) 及(5)蝴蝶價差關係 (butterfly spread)。其中，「價格下界條件」與「賣權買權平價關係」二者可以用來檢測臺指選擇權市場與股票市場之間的跨市場套利效率。然而此一跨市場套利效率的檢測結果在實務上比較缺乏應用價值，因為當臺指選擇權市場與股票市場之間出現套利機會時，僅能突顯出股票市場交易機制的限制，投資人卻難以進行套利交易。其次，「買(賣)權價差關係」與「買(賣)權蝴蝶價差關係」僅涉及臺指買(賣)權本身，因此可以檢測臺指買權(賣權)市場內部的套利效率；而「盒狀價差關係」則同時涉及臺指買權與臺指賣權，因此可以檢測臺指買權與臺指賣權市場之間相對的套利效率。綜言之，「買(賣)權價差關係」、「盒狀價差關係」與「蝴蝶價差關係」可以共同檢測臺指選擇權市場內部的套利效率。相對而言，臺指選擇權市場內部套利效率檢測的結果在實務上的應用較大，因為當臺指選擇權市場出現套利機會時，投資人易於搭配臺指買權與臺指賣權進行套利交易。

為了完整瞭解影響臺指選擇權市場套利效率的因素，本文對市場套利效率的檢測過程中，也將股利、交易成本、股票市場放空限制 (short sales constraints) 的影響納入考量。本文的無套利關係式將一致採用以下的符號：

$C$ ：臺指買權的價格。

$P$ ：臺指賣權的價格。

$S$ ：股價指數（標的資產）的價格。

$F$ ：臺指期貨的價格。

$K$ ：臺指選擇權之履約價格(exercise price)。

$\tau$ ：臺指選擇權的存續期間 (time-to-maturity)（單位：年）。

$r$ ：無風險利率（年利率）。

$D$ ：距選擇權到期前股價指數成分股所收到的股利折現值。

$\lambda$ ：放空(short sell)股價指數的利得比率 (percent of proceeds)。

$t_i$ ， $i=c、p、s、f、r$ ：分別表示臺指買權、臺指賣權、股價指數、臺指期貨與無風險資產之交易成本。

以下則分別說明本文用來檢測臺指選擇權市場套利效率的無套利關係式。

## 2.1 價格下界條件

價格下界條件本質上表示臺指買權與臺指賣權的價格必須大於其內含價值 (intrinsic value)，亦即每個臺指選擇權的市價皆必須符合以下的價格下界條件：

$$C + t_c - \text{Max} [\lambda(S - D) - Ke^{-r\tau} - (t_s + t_r), 0] \geq 0 \quad (1a)$$

$$P + t_p - \text{Max} [Ke^{-r\tau} - (S - D) - (t_s + t_r), 0] \geq 0 \quad (1b)$$

若是某個臺指選擇權市價若違反了價格下界條件，則代表相對於股價指數的價格，該選擇權的價格被低估，此時市場則呈現套利機會。例如當臺指買權違反價格下界條件(1a)時，套利者可以經由賣空股價指數，同時買進臺指買權，再借出等同於履約價現值的金額套取利得。採行此套利策略的套利者可以在臺指買權到期時，進行平倉以沖銷期初的股價指數空頭部位，則可以獲得無風險利率的利潤。而當臺指賣權違反了價格下界條件(1b)時，套利者可以貸入等同於履約價現值的金額，同時買進股價指數及臺指賣權以獲取利得。此套利策略可讓套利者在臺指賣權到期時以臺指賣權平倉掉股價指數的多頭部位，則可獲得無風險利率的利潤。綜言之，無論是條件(1a)或(1b)不成立，即代表相對於股價指數的價格，選擇權市場低估了臺指選擇權的價格，也反映了市場的套利效率不佳。

## 2.2 賣權買權平價關係

「賣權買權平價關係」是由Stoll (1969) 所提出，對臺指選擇權而言此平價關係說明臺指買權、臺指賣權及其標的資產股價指數價格之間的關係。亦即對股價指數而言，若其歐式買權與歐式賣權有相同的履約價格與相同的存續期間，則歐式買權與歐式賣權兩者價格間會存在著一定的平價關係。在沒有交易成本、放空限制以及臺指選擇權到期前沒有股利發放的條件下，其基本的賣權買權平價關係為： $C + Ke^{-rt} = P + S$ 。假如此關係式不成立，則市場套利者可以運用買進策略 (long strategy) 或賣出策略 (short strategy) 來獲得無風險的套利報酬，此處所謂的買進及賣出是針對股價指數的部位而言。賣出策略就是放空股價指數，賣出臺指賣權，同時買進臺指買權，並借出等同於履約價格現值的金額。而買進策略則是買進股價指數，買進臺指賣權，同時賣出臺指買權，並貸入等同於履約價格現值的金額。

當考慮套利交易的交易成本及市場的放空限制後，若要使買進策略與賣出策略皆無套利機會時，則以下之不等式必須成立：

$$[C + Ke^{-rt}] - [P + \lambda(S - D)] + (t_c + t_p + t_s) \geq 0 \quad (2a)$$

$$[P + (S - D)] - [C + Ke^{-rt}] + (t_c + t_p + t_s) \geq 0 \quad (2b)$$

若(2a)不成立，代表此時在給定股價指數價格之下，相對於臺指買權，臺指賣權的市價被高估，此時套利者可以利用賣出策略，賣出高估的臺指賣權及放空股價指數，同時買進臺指買權，並借出等同履約價現值的金額於無風險資產來套利。相對地，若(2b)不成立時，則代表在給定股價指數價格之下，相對於臺指賣權，臺指買權的市價被高估，此時套利者可以執行買進策略，亦即賣出高估的臺指買權，並以無風險利率借入等同履約現值的金額，同時買進臺指賣權與股價指數來套利。實務上套利者放空股價指數或買進股價指數時，由於臺灣的金融市場上並沒有此類商品，因此套利者必須自行建構一組股票投資組合，以複製股價指數的報價型態。這個過程相當困難，當股票市場的流動性不高時，則不易及時建構投資組合以複製股價指數；而且臺灣證交所限制平盤以下不得放空的規定，也使得放空股價指數的套利交易更加困難。在考慮各種交易成本與放空限制後，若是條件(2a)或(2b)仍然不成立，即代表相對於股價指數的價格，臺指選擇權市場分別高估了臺指賣權與臺指買權的市價，亦即反映了臺指選擇權市場與股票市場之間的跨市場套利效率不佳。

## 2.3 買賣權價差關係

前述2.1節的「價格下界限制式」只檢測單一的買權市場套利效率，或是賣權市場套利效率；若想了解兩個買權或兩個賣權之間有無套利機會時，必須運用買（賣）權價差關係來檢測。所謂

的買（賣）權價差是指結合兩個履約價格不同，但是到期日相同的臺指買權（臺指賣權）。一個買權（賣權）的看漲價差（看跌價差）是指買進（賣出）一個履約價格為 $K_1$ 的買權（賣權），同時賣出（買進）一個履約價格為 $K_2$ 的買權（賣權），而履約價格 $K_1 < K_2$ 。當臺指選擇權到期時，若股價指數價格高於（低於） $K_1$ （ $K_2$ ）時，買權看漲價差（賣權看跌價差）則有正的利潤，而且此利潤大小恰為期初選擇權權利金價差與履約價格價差之和。

當考慮交易成本且沒有套利機會下，以下的不等式應成立：

$$(C_2 - C_1) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + 2t_c \geq 0 \quad (3a)$$

$$(P_1 - P_2) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + 2t_p \geq 0 \quad (3b)$$

若不等式(3a)不成立，表示相對於高履約價格（ $K_2$ ）的買權，低履約價格（ $K_1$ ）的買權市價被高估，顯示市場缺乏套利效率。此時，套利者可以賣出一個臺指買權的看漲價差，也就是賣出高估的低履約價格買權，同時買進低估的高履約價格買權，並借出等同於 $(K_2 - K_1)e^{-rt}$ 的金額，這將使套利者在期初有現金流入，當選擇權到期時套利者也會有非負的套利報酬。相對地，若不等式(3b)不成立，則表示相對於低履約價格（ $K_1$ ）的賣權，高履約價格（ $K_2$ ）的賣權市價被高估，此時套利者可以賣出一個賣權的看跌價差，也就是賣出市價被高估的高履約價格的賣權，同時買進市價被低估的低履約價格賣權，並借出等同於 $(K_2 - K_1)e^{-rt}$ 的金額，這樣將使套利者在期初有現金流入，到期時也會有非負(non-negative)的報酬。

## 2.4 盒狀價差關係

盒狀價差關係結合了一個買權的「看漲價差部位」(bullish call spread) 與一個賣權的「看跌價差部位」(bearish put spread)。藉由買進履約價格分別為 $K_1$ 與 $K_2$ 的買權與賣權，及賣出履約價格分別為 $K_2$ 與 $K_1$ 的買權與賣權，其中 $K_2 > K_1$ ，則可創造一個無風險的價差部位。當選擇權到期時，無論股價指數水準為何，此價差部位的報酬為正，且恰等於履約價格之差 $(K_2 - K_1)$ 。盒狀價差關係的特點與買賣權價差關係相同，它僅與選擇權市場有關，進行套利操作時無需涉及現貨市場，可以避免股票市場的放空限制。除此之外，由於盒狀價差關係中買權的「看漲價差部位」與賣權的「看跌價差部位」具有相同的到期日，因此這些價差部位相對於標的股價變動，有相同的敏感程度。所以盒狀價差中買權價差部位的損失，可以由賣權價差部位的獲利得到補償，多餘的部份即是套利交易者可以得到的報酬。

當考慮交易成本後，若無套利機會，則以下的不等式應成立：

$$(C_1 - C_2) - (P_1 - P_2) + (K_1 - K_2)e^{-rt} + (2t_c + 2t_p) \geq 0 \quad (4a)$$

$$(C_2 - C_1) - (P_2 - P_1) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + (2t_c + 2t_p) \geq 0 \quad (4b)$$

不等式(4a)的盒狀價差包含買權看漲價差及賣權看跌價差，並借入一次等於 $(K_2 - K_1)e^{-rt}$ 的現金。考慮交易成本後，選擇權的交易金額為 $(C_1 - C_2) - (P_1 - P_2) + (2t_c + 2t_p)$ 。而由於盒狀價差到期時的現金流入量 $(K_2 - K_1)$ 恰等於到期時所應償還的借貸金額，因此選擇權的總交易成本至少應大於或等於借入的金額，否則就會有套利機會的存在。同樣的，不等式(4a)的盒狀價差包含賣出一個買權看漲價差並賣出一個賣權看跌價差，總交易成本至少應大於或等於借出的金額 $(K_2 - K_1)e^{-rt}$ 。由於不等式(4a)必須以買進價差交易來形成，因此稱為多頭盒狀價差 (long box spread)；而不等式(4b)則必須以賣出價差交易來形成，因此稱為空頭盒狀價差 (short box spread)。

## 2.5 蝴蝶價差關係

前述的「價格下界條件」與「買(賣)權價差關係」，檢測的僅是一個臺指買(賣)權與股價指數的無套利關係，或是兩個買(賣)權之間的無套利關係；若要同時分析三個買(賣)權之間的套利效率時，則必須運用「蝴蝶價差關係」來檢測。蝴蝶價差部位是由同時買進履約價格分別為 $K_1$ 與 $K_3$ 的買權(賣權)，且同時賣出履約價格為 $K_2$ 的買權(賣權)來建構，其中 $K_1 < K_2 < K_3$ 。當選擇權到期時，假若股價指數水準低於 $K_1$ 或高於 $K_3$ ，則該價差交易之報酬為零；反之若股價指數界於 $K_1$ 與 $K_3$ 之間，則該價差交易有正報酬。

當考慮交易成本後，若無套利空間，則以下的不等式應成立：

$$wC_1 + (1-w)C_3 - C_2 + 3t_c \geq 0 \quad (5a)$$

$$wP_1 + (1-w)P_3 - P_2 + 3t_p \geq 0 \quad (5b)$$

其中， $w = (K_3 - K_2) / (K_3 - K_1)$ ，本文令 $w = 1/2$ 。以買權為例，蝴蝶價差部位包括買進一個低履約價格 $K_1$ 的選擇權 $C_1$ ，買進一個高履約價格 $K_3$ 的選擇權 $C_3$ ，並賣出兩個履約價格 $K_2$ 的選擇權 $C_2$ ，且 $K_2 = (K_3 + K_1) / 2$ 。當不等式(5a)不成立時，表示相對於其他二個買權 $C_1$ 與 $C_3$ ，中間履約價格的買權價格 $C_2$ 被高估，此時我們可以賣出兩個中間履約價格的買權 $C_2$ ，並買進高履約價格與低履約價格的買權 $C_1$ 與 $C_3$ 各一個，以進行套利。相對地，以賣權為例，當不等式(5b)不成立時，表示相對於其他二個賣權 $P_1$ 與 $P_3$ ，中間履約價格的賣權價格 $P_2$ 被高估，則我們可以賣出兩個中間履約價格的賣權 $P_2$ ，並買進高、低履約價格的賣權 $P_1$ 與 $P_3$ 各一個，進而從中套利。

## 3. 資料來源與實證結果

本節說明本文所採取的樣本期間、市場資料來源，以及無風險套利關係式的測試結果。

### 3.1 樣本期間、取樣方法與差異性檢定

本文所採取的樣本期間起自臺指選擇權上市日2001/12/24至2003/1/28，其中並以寶來期貨公司發行選擇權樂透交易方式的2002/10/14作為分界，將樣本期間區分為事件前期與事件後期，藉以比較臺指選擇權市場交易成本下降前後市場套利效率之變化。臺指選擇權之市場資料取自於臺灣期貨交易所，臺灣證交所發行量加權股價指數之資料取自於臺灣證券交易所。我們取樣時採用市場的每分鐘交易資料，同時為避免有非同步交易 (non-synchronous trading) 的問題，我們選取間隔一分鐘以內的成交資料進行配對。我們以蝴蝶價差關係檢測為例說明市價資料選取的原則：假若在9：10AM有一次履約價為 $K_1$ 且到期日為 $T$ 的臺指買權 $C_1$ 成交，則我們即尋找於9：10AM與9：11AM這一分鐘內成交、且到期日相同但履約價格較高 (分別為 $K_2$ 與 $K_3$ ， $K_1 < K_2 < K_3$ ) 的臺指買權成交資料 $C_2$ 及 $C_3$ 各一筆，以確保所有搭配的買權資料都必須發生在一分鐘以內，然後再將三者帶入關係式(5a)中測試。

交易成本對市場的套利效率影響甚鉅，本文所考慮的交易成本包括交易稅與手續費<sup>1</sup>。根據臺灣證交所與臺灣期交所的規定，與文獻中常見的參數設定，本文實證時採用的參數值整理於表1。另外，股票市場放空限制中融券放空成本之設定，我們採用三個作法。首先是參考Kamara and Miller (1995) 的假設，分別令放空股價指數的利得比率 (percent of proceeds)  $\lambda=0.97$ 與 $\lambda=0.99$ 。Ackert and Tian (1998, 2000) 亦採用此一設定。然而Ackert and Tian (2001) 指出由於套利期間通常不超過一個月，如此的參數設定可能會高估放空成本。例如令 $\lambda=0.97$ 隱含每個月放空股價指數的成本為0.03，則每年放空成本高達36%；而當令 $\lambda=0.99$ 時隱含每個月放空股價指數的成本為0.01，則每年放空成本達12%。因此本文考量臺灣證交所的融券信用交易的規定，令放空股價指數的利得比率 $\lambda=1-1.9rT$ ，其中 $r$ 是無風險利率， $T$ 是選擇權的存續期間。這個設定較可實際衡量在臺灣股票市場進行融券放空股票時，股票價格九成的保證金與股票價金的機會成本。實證上在本文樣本期間內， $\lambda$ 值約界於0.999與0.997之間，其相對的每年放空成本為1.2% 與3.6%之間，遠低於Kamara and Miller (1995) 與Ackert and Tian (1998, 2000) 的設定，而較貼近臺灣的實際狀況。

為了解交易成本對市場套利效率的影響，我們對每個無套利關係式的檢測結果，都分別報導不考慮交易成本與考慮交易成本兩種情境之下，違反無套利關係式而出現套利機會的次數比率，以及套利交易的報酬。我們所估計的套利報酬皆以點數表示，根據臺灣期交所的契約規定，臺指選擇權每一點的價值為新臺幣50元。為了比較寶來期貨公司選擇權樂透交易方式推行前後的套利效率變化，我們分別檢定事件前期與後期套利機會次數比率的差異，以及事件前期與後期平均套利報酬的差異，藉以探討此差異是否具有統計的顯著性。我們首先以式(7)的Z統計量來檢定事件前後期套利次數比率是否有顯著變化：

<sup>1</sup> 由於臺灣期交所公開的資料當中並未包含買價與賣價，因此我們只採用成交價，因而在交易成本的考量上也忽略買賣價差成本 (bid-ask spread)。

表1 交易成本參數值設定

樣本期間	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
選擇權手續費（每口契約、新臺幣）	300	100
選擇權交易稅率（每口契約、新臺幣）	權利金*50*0.125%	權利金*50*0.125%
小型臺指期貨手續費（每口契約、新臺幣）	300	200
臺指期貨交易稅率	0.15%	0.15%
股票交易手續費率	0.1425%	0.1425%
股票交易交易稅率（賣方支付）	0.3%	0.3%
	1-1.9rT	1-1.9rT
融券放空的利得率( $\lambda$ )	0.99	0.99
	0.97	0.97
無風險利率 $r$	樣本期間內臺灣銀行一個月定期存款利率	

說明：1. 本文探討手續費降價前後的影響，因此交易成本皆以自然人投資者計算。

2. 選擇權手續費與臺指期貨手續費是各期貨商手續費之平均值。
3. 期貨交易稅率內含到期結算費率0.25%。
4. 融券放空的利得率( $\lambda$ )採用三種設定方式，分別令 $\lambda=0.99$ 、 $\lambda=0.97$ 與 $\lambda=1-1.9rT$ ，其中 $r$ 是無風險利率， $T$ 是選擇權的存續期間。

$$Z = (p_2 - p_1) / \sqrt{[p_1(1-p_1)/N_1 + p_2(1-p_2)/N_2]} \quad (7)$$

其中， $p_1$ 與 $p_2$ 為前期與後期的套利機會次數比率， $N_1$ 與 $N_2$ 為前期與後期的樣本數；其次我們以式(8)的 $t$ 統計量來檢定事件前後期平均套利報酬否有顯著變化：

$$t = (X_2 - X_1) / \sqrt{(s_1^2 / N_1 + s_2^2 / N_2)} \quad (8)$$

其中 $X_i$ 與 $s_i$ 分別代表前期( $i=1$ )與後期( $i=2$ )套利交易報酬的平均數與標準差。

### 3.2 實證結果說明與分析

本節說明以無套利關係式對臺指選擇權市場效率的檢測結果，其中表2與表3分別是「價格下界條件」與「買權賣權平價關係」的檢測結果，表中說明臺指選擇權市場與股票市場之間的跨市場套利效率。臺指買權（賣權）市場內部的效率檢測結果於表4、表5與表6，其中表4與表6分別以「買（賣）權價差關係式」與「蝴蝶價差關係式」說明臺指買權或臺指賣權市場本身內部的套利效率；而表5則以「盒狀價差關係式」檢測臺指買權與臺指賣權市場之間相對的套利效率。





表4 買(賣)權價差關係

買權價差關係 (3a)				
$(C_2 - C_1) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + 2t_c \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	49214	96171	49214	96171
套利機會	149	242	39	54
套利次數比率	0.30%	0.25%	0.08%	0.06%
Z-統計值	-1.7290		-1.5598	
套利機會統計值				
平均報酬	11.51	7.73	20.87	17.18
標準差	18.28	12.76	19.24	21.19
t-統計值	-2.2138**		0.8744	
最大值	120.1	96.04	65.49	82.56
最小值	0.01	0.01	1.13	0.36
賣權價差關係(3b)				
$(P_1 - P_2) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + 2t_p \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	34324	88188	34324	88188
套利機會	190	176	46	79
套利次數比率	0.55%	0.20%	0.13%	0.09%
Z-統計值	-8.2754**		-2.0045*	
套利機會統計值				
平均報酬	9.46	10.19	15.81	9.48
標準差	13.71	18.21	15.37	13.55
t-統計值	0.4307		-2.3176*	
最大值	85.27	80.04	71.78	55.41
最小值	0.01	0.01	0.57	0.1

說明：Z統計值代表虛無假設為兩樣本比例相同，t統計值代表虛無假設為兩平均數相同，\*代表顯著水準為5%，\*\*則代表顯著水準為1%。套利機會統計值之單位為指數點。

表 5 盒狀價差

多頭盒狀價差(4a)				
$(C_1 - C_2) - (P_1 - P_2) + (K_1 - K_2)e^{-rt} + (2t_c + 2t_p) \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	7065	8482	7065	8527
套利機會	3755	3986	153	556
套利次數比率	53.15%	46.99%	2.17%	6.52%
Z-統計值	-7.6580**		13.6711**	
套利機會統計值				
平均報酬	7.72	5.80	23.94	14.18
標準差	13.86	12.79	48.88	28.32
t-統計值	-6.3233**		-2.3631*	
最大值	343.44	210.7	318.56	201.54
最小值	0.02	0.01	0.13	0.04
空頭盒狀價差(4b)				
$(C_2 - C_1) - (P_2 - P_1) + (K_2 - K_1)e^{-rt} + (2t_c + 2t_p) \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	7065	8482	7065	8482
套利機會	3310	4496	72	454
套利次數比率	46.85%	53.01%	1.02%	5.35%
Z-統計值	7.6580**		15.9294**	
套利機會統計值				
平均報酬	5.11	3.59	17.18	7.19
標準差	7.69	6.04	21.09	12.24
t-統計值	-9.4302**		-3.9161**	
最大值	134.04	203.05	109.15	194.19
最小值	0.01	0.01	0.09	0.01

說明：Z統計值代表虛無假設為兩樣本比例相同，t統計值代表虛無假設為兩平均數相同，\*代表顯著水準為5%，\*\*則代表顯著水準為1%。套利機會統計值之單位為指數點。

表6 蝴蝶價差

買權蝴蝶價差(5a)				
$wC_1 + (1-w)C_3 - C_2 + 3t_c \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	13483	16831	13483	16831
套利機會	495	378	23	43
套利次數比率	3.67%	2.25%	0.17%	0.26%
Z-統計值	-7.1928**		1.6110	
套利機會統計值				
平均報酬	5.32	3.95	15.68	12.95
標準差	8.21	8.47	15.52	18.55
t-統計值	-2.3996**		-0.6351	
最大值	77.5	61.82	58.16	55.49
最小值	0.33	0.33	0.23	0.65
賣權蝴蝶價差(5b)				
$wP_1 + (1-w)P_3 - P_2 + 3t_p \geq 0$				
	無交易成本		有交易成本	
	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003	12/24/2001-10/11/2002	10/14/2002-01/28/2003
樣本數	13625	17134	13625	17134
套利機會	529	287	34	69
套利次數比率	3.88%	1.68%	0.25%	0.40%
Z-統計值	-11.4761**		2.3725*	
套利機會統計值				
平均報酬	5.96	8.25	16.80	15.49
標準差	9.62	12.64	17.31	18.94
t-統計值	2.6773**		-0.3500	
最大值	95.33	71.5	76.35	96
最小值	0.2	0.33	0.47	0.01

說明：我們令  $w = (K_3 - K_2) / (K_3 - K_1) = 1/2$ 。Z統計值代表虛無假設為兩樣本比例相同，t統計值代表虛無假設為兩平均數相同，\*代表顯著水準為5%，\*\*則代表顯著水準為1%。套利機會統計值之單位為指數點。

### 3.2.1 價格下界條件

本文第一個檢測的關係式是選擇權的價格下界條件，表2是無風險套利關係式(1a)與(1b)的檢測結果。如表所示，當我們根據股票市場的實際規定，設定放空限制的參數 $\lambda=1-1.9rT$ 時，在寶來期貨公司選擇權樂透推出之前，若未考慮交易成本，則99,193次買權交易樣本中，共有5,374次（約佔樣本的5.42%）違反價格下界條件而有套利機會，而在賣權的78,049交易樣本中亦只有902次（1.16%）具有套利機會。相較於Ackert and Tian（2001）以S&P 500選擇權市場所做的研究，其買權與賣權在不考慮交易成本時分別有5%與2%以上的套利機會，臺指選擇權市場的套利效率並不遜色。

當考慮套利的交易成本後，買權與賣權可套利的次數只剩下96次（0.10%）與392次（約佔樣本的0.5%）。如所預期這個結果顯示在考慮交易成本後，臺指選擇權市場違反價格下界條件的比率大幅下降，代表市場效率提升。而在考慮交易成本下，Ackert and Tian（1998, 2001）所研究的多倫多（Toronto）及S&P 500選擇權市場與Capelle-Blancard and Chaudhury（2002）所研究的法國CAC 40選擇權市場，其買權（賣權）可套利機會分別為3.31%（3.06%）、0.05%（1.71%）與0.41%（0.1%）；因此就價格下界條件而言，臺指選擇權市場的套利效率並不差。

接著分析股票市場放空限制的影響，相對於股票市場實際的放空限制參數 $\lambda=1-1.9rT$ 的檢測結果，當我們採用 $\lambda=0.99$ 時（隱含較高的放空成本），市場資料違反無風險套利關係式(1a)的現象些許減少，無論套利機會或是套利利潤皆較低。這個結果相當合理，因為此時我們賦予了較高的放空成本。其次，當我們採用 $\lambda=0.97$ 時，賦予套利交易更高的股票融券放空成本，此時市場資料違反無風險套利關係式(1a)的現象則幾乎不存在（約佔樣本的0.55%）。這個結果意味著當我們根據臺灣股票市場的實際規定，設定放空限制的參數 $\lambda=1-1.9rT$ 時，股票市場實際發生的放空成本未能完全解釋臺指選擇權市場的套利效率，其他的可能原因值得進一步分析。另一方面，由於無風險套利關係式(1b)無涉於股票市場融券交易，因此市場資料違反該關係式的現象則未受影響。

在寶來期貨公司推出選擇權樂透交易方式後，隨著交易量的增加以及交易成本的降低，無論考慮交易成本與否，雖然套利機會增加，但是套利的平均報酬下降，而且其最大報酬也分別從買權的283.25點與賣權的260.08點，分別降低至203.76點與244.94點。我們推測這是由於臺灣的市場是以個人投資者為主，交易成本影響其投資報酬甚巨，因此手續費率大幅降低的確可以刺激眾多個人投資者加入市場。加以經紀商搭配樂透的交易方式吸引偏好風險的投資者，改善了臺指選擇權市場的流動性，但也可能同時刺激了市場的投機性交易。

### 3.2.2 賣權買權平價關係

賣權買權平價關係可以用來分析選擇權市場與股票市場之間的跨市場效率，無風險套利關係式(2a)與(2b)分別表示賣出策略與買進策略，其檢測結果列於表3。當我們根據股票市場的實際規

定，設定放空限制的參數 $\lambda=1-1.9rT$ 時，在寶來期貨公司推行選擇權樂透前共有19,709次配對樣本，若不考慮交易成本時，其中高達有16,548次（約佔樣本的83.96%）違反關係式(2a)；相對的有3,258次（16.53%）樣本違反關係式(2b)。這個結果顯示選擇權市場與股票市場之間的跨市場套利效率不佳，亦即臺指賣權的市場價格經常被高估，而臺指買權的市場價格則被低估。類似的發現也存在於其他研究，例如Evnine and Rudd (1985, S&P 100)、Chance (1987, S&P 100)、Kamara and Miller (1995, S&P 500)、Capelle-Blancard and Chaudhury (2002, CAC 40) 與Amin, Coval and Seyhun (2004, S&P 100) 等人也發現市場資料顯著違反賣權買權平價關係。

其次，考慮交易成本之後，無論賣出策略或買進策略的套利機會與報酬都明顯下降，顯示交易成本會影響市場的套利效率，但是違反賣權買權平價關係的比率仍然相當高，尤其是違反關係式(2a)所衍生的套利機會高達19.43%。在寶來期貨公司推出選擇權樂透後，無論有無考慮交易成本，臺指選擇權市場的套利機會進一步減少。但是違反關係式(2a)所衍生的套利機會仍達15.04%。這個結果顯示股票市場與選擇權市場之間不佳的套利關係，無法完全以交易成本來解釋。

最後同樣觀察股票市場放空限制的影響，當我們令放空限制參數 $\lambda=0.99$ 時，市場資料違反無風險套利關係式(2a)的現象減少，無論套利機會或是套利利潤皆降低。這個檢測結果與關係式(1a)的結果相同，因為此時我們設定了較高的放空成本，而呈現出較少的套利機會。其次我們同樣試著令放空限制參數 $\lambda=0.97$ ，賦予套利交易更高的股票融券放空成本，此時市場資料違反無風險套利關係式(2a)的現象大幅減少，但是最低仍佔樣本的8.02%。這個結果意味著當我們根據股票市場的實際規定，設定放空限制的參數 $\lambda=1-1.9rT$ 時，股票市場實際發生的放空成本未能完全解釋臺指選擇權市場與股票市場之間的無效率，亦即仍有其他因素影響，需要進一步分析。同樣地，無風險套利關係式(2b)無涉於股票市場融券交易，因此市場資料違反該關係式的現象則未受影響。

### 3.2.3 買(賣)權價差關係

Ackert and Tian (2001) 在研究S&P 500選擇權市場時，發現分別約有2.05%與0.40%的套利機會存在於「買權價差關係式」及「賣權價差關係式」。他們同時指出，就買權及賣權價差關係式而言，S&P 500選擇權的市場套利效率在1986至1996這11年樣本期間內並無顯著的提昇。本文對臺指選擇權的買權價差與賣權價差無套利關係之檢測結果列於表4，整體而言臺指選擇權的效率並不遜於S&P 500選擇權市場。在寶來期貨公司推出選擇權樂透交易之前，買權價差總共有49,214次配對樣本，若不考慮交易成本時，其中只有149次（約佔樣本的0.30%）有套利機會；而賣權價差總共有34,324次配對樣本，其中的套利機會僅有190（0.55%）次。若考慮交易成本後，套利機會更分別進一步下降至39次（0.08%）與45次（0.13%）。寶來期貨公司推出選擇權樂透後，臺指賣權市場內部的套利效率有較顯著之提升，套利機會比率與平均套利報酬都顯著下降；相對而言，寶來期貨公司推出選擇權樂透後，臺指買權市場內部套利效率之提升並不顯著。

### 3.2.4 盒狀價差關係

「盒狀價差關係」的無套利關係式分別有多頭盒狀價差(4a)與空頭盒狀價差(4b)，本文的檢測結果列於表5。Ackert and Tian (2001) 與Capelle-Blancard and Chaudhury (2002) 分別對S&P 500及CAC40指數選擇權市場的測試結果指出，在考慮交易成本後，盒狀價差關係仍約有10%左右的套利機會。然而觀察表5我們可以發現，臺指選擇權的套利機會低於3%，因此就盒狀價差關係而言，臺指選擇權市場的套利效率並不遜於S&P 500及CAC40選擇權市場。在寶來期貨公司推出選擇權樂透交易方式後，套利機會的平均報酬顯著下降，其中多頭盒狀價差(4a)的套利報酬從23.94點下降至14.18點；空頭盒狀價差(4b)的套利報酬也由17.18點下滑至7.19點。

### 3.2.5 蝴蝶價差關係

文獻中較少運用蝴蝶價差測試選擇權市場的套利效率，Galai (1979) 首先運用蝴蝶價差來驗證CBOE買權市場的套利效率，Galai發現在其觀察的半年樣本期間內，約有2.4%的套利機會。其後Ackert and Tian(2001)指出在1986-1996年的樣本期間內，S&P 500選擇權市場分別約有3.08%與0.91%的套利機會比率存在於買權蝴蝶價差與賣權蝴蝶價差內。他們同時指出，從蝴蝶價差的套利機會觀察，S&P 500選擇權市場的套利效率在1986-1996年這11年間並無顯著的提昇。

表6是本運用買權蝴蝶價差(5a)與賣權蝴蝶價差(5b)兩關係式對臺指選擇權的檢測結果。在寶來期貨公司推出選擇權樂透交易之前買權蝴蝶價差(5a)共有13,483次樣本，在選擇權樂透推出後的三個半月則有16,831次樣本。若不考慮交易成本，套利次數分別為495次（約佔樣本的3.67%）交易與378次（2.25%）交易，套利機會的平均報酬分別為5.32點與3.95點。由此可見在寶來期貨公司推出選擇權樂透之後，無論套利機會或套利報酬皆顯著下降，顯示市場效率提升。在考慮交易成本後，無論事件前後期的套利機會也都明顯下降。在寶來期貨公司推出選擇權樂透之前，賣權蝴蝶價差(5b)共有13,625次樣本，選擇權樂透推出之後的三個半月則有17,134次樣本，而套利次數分別為529次（3.88%）與287次（1.68%），套利機會的平均報酬則為5.96點與8.25點。如同買權蝴蝶價差一樣，在選擇權樂透推出後，套利機會顯著下降。在考慮交易成本後，無論事件前後期的套利次數比率也都明顯下降。

## 3.3 市場資料違反賣權買權平價關係之原因

本章以市場資料配適無風險套利關係式的檢測結果顯示：臺指選擇權市場內部套利效率頗佳，相對而言臺指選擇權市場與標的股票市場之間的套利效率則顯著較差。我們認為有四個因素可以解釋為何市場資料通常違反賣權買權平價關係：首先，通常投資人很難事先估計股價指數成分股的股利，所以臺指選擇權的合理價格也難以決定。所以我們在檢測套利效率時，僅能採用事後實際發生的股利。不過Bharadwaj and Wiggins (2001) 以在CBOE交易的LEAPS為測試對象結果

指出，這項因素對於長期選擇權的影響較為顯著<sup>2</sup>，本文所研究的臺指選擇權是屬於短期的選擇權契約，而且我們也僅取樣近日期契約，因此我們認為預期股利的因素對本文測試結果的影響不大。

其次，股價指數的所有成分股未能同時成交，而且我們也無股價指數的買賣價差資訊 (bid-ask spreads)，以致於市場資料可能產生錯誤配適 (mis-match) 的現象。然而這是市場資料的限制，實證上難以解決。第三，根據Amin *et al.* (2004) 的推論，指數選擇權的投資者通常將股價指數的漲跌做為「投資組合避險策略」(portfolio insurance) 的操作依據。因此當股價指數大幅下跌之後，投資者將拋售指數買權、同時為了避險而搶購指數賣權，使得指數賣權價格相對被高估；而相反地，當指數大幅上漲後，買權價格會被顯著的高估。在本文樣本期間內臺灣股價加權指數以跌勢居多，因此臺指賣權價格被高估的現象，依據學理推論這可能是由於投資人基於避險之需求放空臺指買權、搶購臺指賣權的結果。

最後，則是由於股票市場具有流動性不足與放空限制等市場磨擦 (market friction)，所以套利者通常較少利用股票市場進行套利；相對而言，與股票市場有同向變動關係的臺指期貨，因為具有較高的流動性、較低的交易成本與較少的放空限制，因此以臺指期貨替代股價指數以配合臺指選擇權進行套利，學理上較為可行。臺指期貨與臺指選擇權的平價關係在實證上相當容易檢測，本文下章即說明檢測的方法與結果。

#### 4. 賣權買權期貨平價關係

上述以指數期貨替代股價指數的平價關係為「賣權買權期貨平價關係」(put-call-futures parity)。Tucker (1991) 依據持有成本理論 (cost-of-carry theory)，在賣權買權平價關係式中，以指數期貨部位替代股價指數部位。Tucker指出在不考慮交易成本與放空限制下，具有相同標的資產、履約價格與到期日的歐式買權、歐式賣權及期貨三者價格之間的關係可以描述為： $Fe^{-rt} = C - P + Xe^{-rt}$ 。對臺指選擇權而言，此平價關係描述的是臺指買權、臺指賣權及臺指期貨三者價格之間的關係<sup>3</sup>。「賣權買權期貨平價關係」可以檢測臺指選擇權市場與臺指期貨市場之間的跨市場效率。假如該關係式不成立時，表示市場缺乏套利效率，此時套利者可以運用買進策略或賣出策略來獲得無風險的套利報酬。此處所謂的買進及賣出同樣是針對臺指期貨部位而言，亦即賣出策略是指賣出臺指期貨及賣出臺指賣權，同時買進臺指買權並借出等同於履約價現值的金額；而買進策略是指買進臺指期貨及買進臺指賣權，同時賣出臺指買權並貸入等同於履約價現值的金額。

<sup>2</sup> S&P 500 LEAPS的存續期間最長可達三年，因此投資人難以估計LEAPS到期前S&P 500 的股利率。

<sup>3</sup> Lee and Nayar (1993) 將融資成本導入賣權買權期貨平價關係，Fung and Fung (1997) 將評價偏誤 (pricing bias) 因素加入賣權買權期貨平價關係中，皆有助於賣權買權期貨平價關係的一般化。

同樣地，考慮交易成本時，市場若無套利機會，則以下的不等式成立：

$$\left[ C + Ke^{-rr} \right] - \left[ P + Fe^{-rr} \right] + (t_c + t_p + t_f) \geq 0 \quad (9a)$$

$$\left[ P + Fe^{-rr} \right] - \left[ C + Ke^{-rr} \right] + (t_c + t_p + t_f) \geq 0 \quad (9b)$$

若(9a)不成立時，則表示臺指賣權相對被高估，因此套利者可以利用賣空策略賣出高估的臺指賣權及臺指期貨，同時買進臺指買權，並借出或投資等同履約價格現值的金額於無風險資產上。而當(9b)不成立時，臺指買權相對被高估，套利者可以執行買進策略來賣出高估的臺指買權，並以無風險利率借入等同履約價格現值的金額，同時買進臺指賣權與臺指期貨。

臺指選擇權與臺指期貨之市場資料取自於臺灣期貨交易所，由於小型臺指期貨與臺指選擇權契約的價格乘數皆為新臺幣50元，因此以關係式(9a)、(9b) 檢測「賣權買權期貨平價關係」時，本研究選取小型臺指期貨做為關係式中指數期貨的配適樣本。本節採用小型臺指期貨取代股價指數，藉由檢測賣權買權期貨平價關係，以了解臺指買權、臺指賣權與臺指期貨之間的市場效率，檢測結果列於表7。表中比較了以臺指期貨替代股價指數之後對市場效率的影響。首先由表中得知，在寶來期貨公司推出選擇權樂透之前總共有26,093次配對樣本，若不考慮交易成本時，其中有11,955次（約佔樣本的45.82%）違反關係式(9a)，同時有4138次（15.85%）違反關係式(9b)。在寶來期貨公司推出選擇權樂透之後共有48,132次配對樣本，若不考慮交易成本時，其中有24,114次（50.10%）違反關係式(9a)，同時有4,018次（8.34%）違反關係式(9b)。就套利機會比例而言，若以臺指期貨取代股價指數進行套利，套利的機會減少，而且報酬下降。而在考慮交易成本之後，無論在樣本前後期，賣出策略或買進策略的套利機會與報酬更進一步大幅下降。這個結果表示為了規避股票市場的放空限制以及較高的交易費用，投資者習於運用臺指期貨搭配選擇權，進行跨市場套利。因此我們推論，雖然臺指選擇權名目上是以股價指數為標的資產，但是實質上由於套利者習於以臺指期貨搭配選擇權套利，因此臺指選擇權市場卻與臺指期貨市場之間有較清楚的連動性。

## 5. 選擇權市場與股票市場的領先落後關係

如前所述，選擇權市場內部的的套利效率頗佳，但是選擇權市場與股票市場之間的套利效率較差。亦即價格資訊在選擇權市場內部的傳遞相對有效率，然而價格資訊在選擇權市場與股票市場之間的傳遞則可能並非同時進行。因此本節我們探討臺指選擇權市場對資訊的反應效率是否顯著領先股票市場。由於指數選擇權的交易成本較股票市場低，而且沒有放空的限制，所以指數選擇權的價格可以較有效率地反應市場訊息，因此選擇權市場在價格調整上多是領先股票市場，Black (1975) 即首次提出上述推論，同時其後多數實證研究也支持這個推論。然而這些研究多是

表7 臺指期貨市場與股票市場套利效率之比較

		無交易成本				有交易成本			
		12/24/2001-10/11/2002		10/14/2002-01/28/2003		12/24/2001-10/11/2002		10/14/2002-01/28/2003	
		加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨
賣權買權平價關係(2a)									
$[C + Ke^{-rT}] - [P + \lambda(S - D)] + (t_c + t_p + t_s) \geq 0$									
賣權買權期貨平價關係(9a)									
$[C + Ke^{-rT}] - [P + Fe^{-rT}] + (t_c + t_p + t_f) \geq 0$									
樣本數	19709	26093	33339	48132	19709	26093	33339	48132	
套利機會	16548	11955	27833	24114	3829	1026	5014	1005	
套利次數比率	83.96%	45.82%	83.48%	50.10%	19.43%	3.93%	15.04%	2.09%	
Z-統計值	-91.4983**		-105.6637**		5.7801**		-27.0405**		
套利機會統計值									
平均報酬	47.55	8.54	35.73	5.15	17.48	27.79	9.32	13.48	
標準差	21.05	12.91	29.69	7.48	29.69	17.90	7.32	19.57	
t-統計值	-131.3553**		-159.4196**		11.8750**		9.5473**		
最大值	406.72	285.81	252.37	207.74	368.51	266.24	168.98	190.35	
最小值	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.15	0.10	
賣權買權平價關係(2b)									
$[P + (S - D)] - [C + Ke^{-rT}] + (t_c + t_p + t_s) \geq 0$									
賣權買權期貨平價關係(9b)									
$[P + Fe^{-rT}] - [C + Ke^{-rT}] + (t_c + t_p + t_f) \geq 0$									
		無交易成本				有交易成本			
		12/24/2001-10/11/2002		10/14/2002-01/28/2003		12/24/2001-10/11/2002		10/14/2002-01/28/2003	
		加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨	加權指數	指數期貨
樣本數	19709	26093	33339	48132	19709	26093	33339	48132	
套利機會	3258	4138	5782	4018	983	1181	1506	736	
套利次數比率	17.34%	15.85%	16.53%	8.34%	4.99%	4.53%	4.52%	1.53%	
Z-統計值	2.0652*		5.6637**		0.0272		6.2818**		
套利機會統計值									
平均報酬	15.71	8.41	8.54	4.67	13.82	11.43	7.32	6.19	
標準差	15.73	11.02	8.98	7.85	18.72	21.87	10.98	7.30	
t-統計值	5.1074**		3.1165**		0.6827		1.6869		
最大值	287.68	144.35	213.42	189.91	269.05	324.87	202.56	99.77	
最小值	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.05	

說明：Z統計值代表虛無假設為兩樣本比例相同，t統計值代表虛無假設為兩平均數相同，\*代表顯著水準為5%，\*\*則代表顯著水準為1%。套利機會統計值之單位為指數點。融券放空的利得率 $\lambda=1-1.9rT$ ，其中r是無風險利率，T是選擇權的存續期間。

以成熟的市場為研究對象，例如Bhattacharya (1987)·Stoll and Whaley (1990)·Chan (1992)·Stephan and Whaley (1990) 及Tavakkol (2000) 等對美國金融市場的研究。成熟的金融市場的特色是交易量大、流動性佳，而且投資人較為專業、瞭解商品的風險且熟悉各種投資分析工具。相對而言，新興金融市場的投資人多數不清楚衍生性金融商品的特性與功能，因此其交易量小且流動性差，以致於新興的選擇權市場對資訊的領先反應可能就不如成熟市場顯著。例如Chiang and Fong (2001) 以香港恆生指數 (Hang Seng Index, HSI) 為研究對象，即發現其指數選擇權市場落後股票市場<sup>4</sup>。

由於臺灣的市場資料違反「賣權買權平價關係」的情形最為顯著，因此我們即藉由觀察賣權買權平價關係的違反情形，探討選擇權市場是否含有股票市場的價格資訊，藉以瞭解臺指選擇權市場與股票市場的領先落後關係。我們利用臺指選擇權市價經由賣權買權平價關係，反推預期的股價指數  $S^E = C - P + Ke^{rt}$ ，再計算其預期報酬率  $R_t^E = \ln(S_t^E / S_{t-1}^E)$ ，接著再進一步與同時點的實際股價指數報酬率  $R_t = \ln(S_t / S_{t-1})$  作比較。理論上，我們可藉由觀察股價指數預期報酬率與實際報酬率的相關性，來測試臺指選擇權的價格是否含有股票市場的資訊。本節採用樣本期間內每交易日內 9:00-13:00 之間的每五分鐘市場交易資料，並計算每五分鐘報酬率。我們考慮落後六期的情形，分別以寶來期貨公司推出選擇權樂透前後的樣本資料建構以下的迴歸模型：

$$R_t = \alpha + \sum_{i=0}^6 \beta_i R_{t+i}^E + \varepsilon_t \quad (10)$$

迴歸分析的結果列於表8，首先觀察在寶來期貨公司推出選擇權樂透之前的情形，表中顯示由平價關係所推出的股價指數預期報酬率  $R^E$ ，與實際報酬率顯著相關 ( $b_0=0.0238$ ， $t$ 統計值=10.89)。落後一期的係數也相當顯著 ( $b_{-1}=0.0236$ ， $t$ 統計值=10.16)，亦即臺指選擇權市場顯著領先股票市場。此一領先的情形僅呈現至落後二期，落後三期之後的係數則小而不顯著。整體而言，此一結果顯示在寶來期貨公司推出選擇權樂透之前，臺指選擇權市場僅顯著領先股票市場十分鐘。其次，我們觀察在寶來期貨公司推出選擇權樂透之後的情形，表中顯示由平價關係所推出的股價指數預期報酬率  $R^E$ ，與實際報酬率顯著相關 ( $b_0=0.0261$ ， $t$ 統計值=10.52)。落後一期的係數也相當顯著 ( $b_{-1}=0.0175$ ， $t$ 統計值=9.85)，亦即臺指選擇權市場顯著領先股票市場。然而此一領先的情形持續至落後三期，落後四期之後的係數則不顯著。此一結果顯示在在寶來期貨公司推出選擇權樂透後，臺指選擇權市場至少領先股票市場十五分鐘。

4 Chiang and Fong (2001) 發現HSI選擇權報酬落後股票報酬的時間多於領先股票報酬的時間。

表8 選擇權市場與股票市場的領先落後關係

$$R_t = \alpha + \sum_{i=0}^{-6} \beta_i R_{t+i}^E + \varepsilon_t$$

	$b_0$	$b_{-1}$	$b_{-2}$	$b_{-3}$	$b_{-4}$	$b_{-5}$	$b_{-6}$
寶來期貨公司推出選擇權樂透前							
係數	0.0238	0.0236	0.0079	0.0036	0.0024	-0.0011	-0.0007
t統計值	10.89*	10.16*	3.52*	1.20	1.05	-0.73	-0.06
寶來期貨公司推出選擇權樂透後							
係數	0.0261	0.0175	0.099	0.0065	-0.0038	0.0026	-0.001
t統計值	10.52*	9.85*	4.23*	2.21*	-0.97	0.68	-0.00

說明：1.  $R_t$  是股價指數報酬率， $R_t^E$  是由賣權買權平價關係  $C-P+Ke^{-rT}$  所計算的預期報酬率。

2. 採用樣本期間內每交易日內 9:00-13:00 之間的每五分鐘市場交易資料，並計算每五分鐘報酬率。\* 表示 5% 的顯著水準。

雖然臺灣金融市場如同香港市場一般仍屬新興市場，然而其領先落後關係卻較接近Stephan and Whaley (1990) 及Tavakkol (2000) 等對美國市場的研究，而不同於Chiang and Fong (2001) 對香港市場的發現。我們認為臺灣與香港的現象不同的原因有二，其一是因為臺指期貨市場的歷史也不長，因此交易者不會像香港投資人一樣特別偏好指數期貨市場，而冷落選擇權市場。另一方面則是寶來期貨公司推出樂透交易模式後，促使市場展開選擇權手續費削減大戰，大幅下降的交易成本使得臺指選擇權市場流動性大幅提高，也延長選擇權市場領先反應股票市場的時間。

## 6. 結論與建議

臺指選擇權市場是一新興市場，其市場套利效率備受關注。本文估計套利機會的比率與套利機會的報酬，並採用數個與選擇權評價模型無關之無套利關係式，來檢測臺指選擇權市場的套利效率，包含臺指買權市場內部效率、臺指賣權市場內部效率、臺指買權市場與賣權市場之間的效率，以及臺指選擇權市場與股票市場、臺指選擇權市場與臺指期貨市場間之間的跨市場效率。並以寶來期貨公司推出選擇權樂透交易方式為界，比較事件前後期的套利效率變化，以及臺指選擇權市場與股票市場的領先落後關係變化，藉以探討在期貨經紀商手續費率削價競爭下，市場的套利效率是否會因交易量的增加以及交易費用的降低而有所改善。

本文的檢測結果發現，價格下限條件檢測結果顯示臺指選擇權市場符合最低的套利效率門檻，而且臺指選擇權市場內部的的套利效率頗佳。但是賣權買權平價關係的檢測結果發現，臺指選擇權市場與股票市場之間的套利效率較差。交易成本與股票市場的放空成本有助於解釋部份股

票市場與臺指選擇權市場之間的無效率。相對而言，由於臺指期貨契約要求較低的交易成本、較少的放空限制、並提供較佳的流動性，所以造市者及投資人習於以臺指期貨搭配選擇權套利，因此臺指期貨與臺指選擇權的套利效率顯著較佳。本文的檢測結果亦發現，在寶來期貨公司推出選擇權樂透後，選擇權交易費用降低，違反無風險套利關係的比例顯著減少，顯示選擇權市場的套利效率提升。若由領先落後關係的變化來觀察，在選擇權交易費用降低後，臺指選擇權市場領先股票市場的時間延長，同樣顯示選擇權市場內部的套利效率確有進一步的提升。

關於後續的研究方面，基於本文的實證結果，我們建議首先可以進一步分析市場價格資料違反無套利關係的型態。例如接近選擇權的到期日之時，或是每日開盤與收盤時，市場的套利機會或套利報酬有何變化，是否呈現某種型態，值得進一步分析，以提供資訊交易者 (information traders) 參考。其次，由於本文發現交易成本與股票市場的放空成本僅能解釋部份跨市場的無效率，因此後續研究可以考慮市場上隱含的交易成本 (implicit costs)，諸如保證金的資金成本、融資與放款利率差與市場衝擊成本 (market impact costs) 等影響因素。隱含交易成本佔臺灣證券市場交易總成本的權重可能相當大，因此對市場套利效率的影響可能不小，需要進一步確認。最後，個股型選擇權 (stock options) 也已經於2003年在臺灣期交所正式掛牌交易，更具體的提供了另一可供檢驗國內選擇權市場套利效率的對象。尤其是國內臺灣證券交易所早於1998年推出認購權證商品 (call warrants)，同樣是以上市股票為標的資產；然而認購權證僅是買權契約，並無搭配相同標的股票、相同履約價與到期日的賣權契約，而且禁止投資人從事放空操作，因此認購權證市場的套利效率特性與個股型選擇權市場的套利效率必然顯著不同，二者亦值得加以比較分析。

## 參考文獻

- Ackert, L.F. and Tian, Y.S., "The Introduction of Toronto Index Participation Units and Arbitrage Opportunities in the Toronto 35 Index Option Market," *Journal of Derivatives*, Vol. 5, No. 4, 1998, pp. 44-53.
- Ackert, L.F. and Tian, Y.S., "Evidence on the Efficiency of Index Options Markets," *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, 2000, pp. 40-52.
- Ackert, L.F. and Tian, Y.S., "Efficiency in Index Options Markets and Trading in Stock Baskets," *Journal of Banking and Finance*, Vol. 25, 2001, pp. 1607-1634.
- Amin, K., Coval, J. and Seyhun, H.N., "Index Option Prices and Stock Market Momentum," *Journal of Business*, Vol. 77, No. 4, 2004, pp. 835-874.
- Bhattacharya, M., "Price Changes of Related Securities: The Case of Call Options and Stocks," *Journal of Financial Quantitative Analysis*, Vol. 22, 1987, pp. 1-15.
- Bharadwaj, A. and Wiggins, J., "Box Spread and Put-Call Parity Tests for the S&P 500 Index LEAPS

- Market,” *Journal of Derivatives*, 2001, pp. 62-71.
- Black, F., “Fact and Fantasy in the Use of Options,” *Financial Analyst Journal*, Vol. 31, 1975, pp. 36-41, 61-72.
- Capelle-Blancard, G. and Chaudhury, M., “Efficiency Tests of the French Index (CAC 40) Options Market,” unpublished paper presented at EFMA 2002 London Meetings; McGill Finance Research Centre (MRF) Working Paper, 2002.
- Chan, K., “A Further Analysis of the Lead-lag Relationship between the Cash Market and Stock Index Futures Market,” *Review of Financial Studies*, 1992, pp. 123-152.
- Chance, D.M., “Empirical Tests of the Pricing of Index Call Options,” *Advance in Futures and Options Research*, Vol. 1, 1986, pp. 141-166.
- Chance, D.M., “Parity Tests of Index Options,” *Advance in Futures and Options Research*, Vol. 2, 1987, pp. 47-64.
- Chiang, R. and Fong, W.M., “Relative Informational Efficiency of Cash, Futures, and Options Markets: The Case of an Emerging Market,” *Journal of Banking and Finance*, Vol. 25, 2001, pp. 355-375.
- Draper, P. and Fung, J.K.W., “A Study of Arbitrage Efficiency between the FTSE-100 Index Futures and Options Contracts,” *Journal of Futures Markets*, Vol. 22, 2002, pp. 31-58.
- Evnine, J. and Rudd, A., “Index Options : The Early Evidence,” *Journal of Finance*, Vol. 40, 1985, pp. 743-756.
- Fung, J.K.W. and Fung, A.K.W., “Mispricing of Futures Contracts: A Study of Index Futures versus Index Options Contract,” *Journal of Derivatives*, Vol. 5, No. 2, 1997, pp. 37-44.
- Galai, D., “A Convexity Test for Trade Options,” *Quarterly Review of Business and Economics*, Vol. 19, 1979, pp. 83-90.
- Harvey, C. and Whaley, R., “Market Volatility Prediction and the Efficiency of the S&P100 Index Option Market,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 31, 1992, pp. 43-74.
- Kamara, A. and Miller Jr., T.W., “Daily and Intradaily Tests of European Put Call Parity,” *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, Vol. 30, 1995, pp. 519-539.
- Lee, J.H. and Nayar, N., “A Transaction Data Analysis of Arbitrages between Index Options and Index Futures,” *Journal of Futures Markets*, Vol. 13, No. 8, 1993, pp. 889-902.
- Sheikh, A.M., “Transaction Data Tests of S&P 100 Call Option Pricing,” *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, Vol. 26, 1991, pp. 459-475.
- Stephan, J. and Whaley, R., “Intraday Price Changes and Trading Volume Relations in the Stock and Stock Option Markets,” *Journal of Finance*, Vol. 45, 1990, pp. 191-220.
- Stoll, H. and Whaley, R.E., “The Dynamics of Stock Index and Stock Index Futures Returns,” *Journal*

*of Financial Quantitative Analysis*, 1990, pp. 441-468.

Stoll, H., "The Relationship between Put and Call Option Prices," *Journal of Finance*, Vol. 21, 1969, pp. 801-824.

Tavakkol, A., "Positive Feedback Trading in the Options Market," *Quarterly Journal of Business and Economics*, Vol. 39, 2000, pp. 69-80

Tucker, A.L., *Financial Futures, Options, and Swaps*, West Publishing Company, St. Paul, MN., 1991.

Wiggins, J., "Option values under stochastic volatility: Theory and empirical estimates", *Journal of Financial Economics*, Vol. 19, 1987, pp. 351-372.