

台北外匯市場發展基金會委託研究計畫

以衍生性商品進行統計套利之研究

**The Research of Statistical Arbitrage with
Derivatives Trading**

繆維正

中央銀行外匯局副研究員

韓傳祥

國立清華大學計量財務金融學系助理教授

中華民國九十八年三月

摘要

在完全市場的假設下，傳統的 Black-Scholes-Merton 理論建構了標的資產與其衍生性商品價格間之無套利與風險中立的關係。透過動態避險投資組合的建立，可以完全規避衍生性商品的風險；但由於市場的不完備，風險無法完全規避，卻也因此特性帶來了統計套利的機會，意即透過適當的避險投資組合，雖無法保證每一次的交易都能獲利，但是只要重複執行這種交易就會有正的「平均」收益。

針對選擇權的風險，本研究提出一些「Model Free」的避險策略，包括 Delta 避險、Delta-Gamma 避險、停損避險與調整後停損避險。利用美國與台灣指數選擇權的數據，希望找出在不完全的市場下，面對不同的情形（例如：不同到期日、價內程度、未來趨勢等），各種避險策略的表現，以及其是否具有統計套利的機會。實證結果發現，建立上述避險投資組合，大致具有統計套利的機會。使用 Delta 避險策略較為穩定但其平均收益亦較低；在漲跌勢下，使用調整後停損避險策略有較高的平均收益，Delta-Gamma 避險則是在波動率大的時候有較好的表現。

作者感謝清華大學計量財務金融研究所楊子慧同學協助完成各項資料處理以及程式撰寫等工作。

Abstract

Under the assumption of market completeness, the traditional Black-Scholes-Merton theory establishes the relationship between non-arbitrage and risk neutrality in the underlying asset and its derivatives. By constructing the hedging portfolio, the risk of derivatives can be diminished. However, the real-world market is incomplete. It is impossible to hedge perfectly, but this also makes statistical arbitrage possible. Statistical arbitrage does not guarantee profit from each trade, but it makes possible profit “on the average” after repeating similar trade strategies several times.

In this research, we try to build several “model free” hedging strategies for index options. We test these strategies with data from the U.S. and Taiwan. Under several scenarios, e.g., different times to maturity, moneyness, future trends, we investigate (1) the performance of these hedging strategies and (2) the opportunity of statistical arbitrage. The empirical results show that preceding strategies bring the opportunity of statistical arbitrage in substance. Delta hedging strategy is more stable but brings fewer profits on the average. Adjusted stop-loss hedging strategy brings higher average return under the up or down trends. Delta-Gamma hedging strategy performs better when the volatility is high.

目錄

壹、 前言	4
貳、 避險策略介紹	5
一、 Delta 避險策略	7
二、 Delta-Gamma 避險策略	8
三、 停損避險策略	9
四、 調整後停損避險策略	10
參、 資料來源與處理	13
肆、 S&P500 指數選擇權實證結果	18
伍、 台指選擇權實證結果	29
一、 情境測試 (Scenario Test)	39
二、 壓力測試 (Stress Test)	43
陸、 結論	45
參考文獻	46

壹、 前言

在衍生性商品市場中，傳統的 Black-Scholes-Merton 理論（見 Black and Scholes（1973） Merton（1973））對歐式選擇權的評價模型，是建構在標的資產價格（舉例而言，股價、利率、匯率）與其衍生性商品價格（期貨、交換、選擇權等等）的無套利（no-arbitrage）或是風險中立（risk-neutral）關係。

而此評價模型要成立，必須在完全市場的假設之下，例如市場上沒有交易成本、證券的買賣可以連續進行、資產是可分割的等等。但實際上，市場是不完備的，這使得無套利關係的假設無法滿足；也就是說，沒有一種策略能完全複製一個衍生性商品的報酬（contingent claim），即衍生性商品的風險無法完全規避。

近幾年對不完全市場的研究中，許多人發展了一些交易策略，以動態或靜態方法部分避險或是建構一個在任何情況下都比報酬函數值大的投資組合以符合一些最佳化的條件，例如 Follmer 與 Schweizer（1991）提出最小的避險變異數或 Frittelli（2000）效用函數期望值最大化，在 Haynes、Yung 與 Zhang（2003）的實證研究，指出使用 Delta 避險會比使用複雜模型的避險有較好的表現。在這些策略之下，包含標的資產與衍生性商品的投資組合可能有統計套利（Statistical Arbitrage）的機會。

統計套利並非絕對獲利的套利行為，而是長期重複同樣策略下，會有為正的「平均」獲益。Avellaneda 與 Lee（2008）提到統計套利起源於配對交易（Pairs Trading），是利用市場失衡的時期，進場建立投資組合，當市場回歸正常時，就有可能獲利。但此策略存在著風險，市場很有可能不如預期的方向變動，如此一來就會造成損失，就平均而言，是存在獲利的空間。

本研究亦然，從配對交易的角度，考慮選擇權與避險投資組合間的關係，利用波動率均值回歸（Mean Reversion）的特性，尋找因波動率偏離產生過度避險

(super hedge) 的報酬或避險不足 (under hedge) 的虧損，就長期反覆操作而言，期望能得到正的平均報酬。

從風險控管的角度，衍生性商品的報酬雖然較高，但往往伴隨著相當程度的風險，透過建立避險投資組合，我們也可以對風險進行控制。因此，吾人需要研究並發展不同的交易策略，如 Coleman, Li, Patron (2003)，這方面的研究，源起於對市場不完備性的探討。除了市場風險之外，信用、流動性、作業、及道德等其他風險都屬於相關研究範疇。本研究僅針對市場風險發展一些有效的統計套利的策略，並透過大量數據進行實證研究。

本篇研究所建立的交易策略，包括 Delta 避險策略、Delta-Gamma 避險策略、停損策略 (Stop-Loss Hedge Strategy) 以及調整後停損策略 (Adjusted Stop-Loss Hedge Strategy)，這些策略大致具有 Model Free 的特性，意即在實行這些策略無須事前建立模型並估計其參數，也就是我們規避了所謂的「模型誤差」(Model error)，而在計算交易策略時，僅需利用市場上交易的數據（如指數價格、波動率指數、利率等），能簡單的進行運算。

本篇首先於第貳章介紹上述幾種 Model Free 的避險策略，第參章介紹資料的來源與處理的方法，希望可以切割出各種不同的情形下，比較各種策略的效果；第肆章與第伍章，分別針對美國 S&P500 指數與台灣加權股價指數的選擇權，進行避險策略的實證結果分析；最後再下總結。

貳、 避險策略介紹

站在一個選擇權賣方的立場上，是希望透過建立避險的投資組合，來規避所可能承擔的風險。在 Black-Scholes-Merton 模型的假設下，市場價格由幾何布朗運動 (Geometric Brownian Motion) 描述，意即資產價格波動僅由一風險因子 (布朗運動) 控制，因此選擇權賣方的避險投資組合可以完美複製選擇權到期日的可能虧損。但由於市場的不完備，要透過避險投資組合來完全的規避風險是不可能

的，會有避險誤差的產生，這些誤差不一定為正或負，所以有產生統計套利的機會。因此我們希望利用波動率均值回歸（Mean Reversion）的特性，以建構在「統計上」能夠獲利的投資組合。

一般所謂的套利交易策略，是鎖定了交易策略之後，即可套取無風險獲利；而統計套利（Statistical Arbitrage）是藉由統計分析市場資料找出的無效率之處，雖無法保證每一次的交易都能獲利，但是只要重複執行這種交易，平均獲利與損益波動的比值就會有效的降低，形成長期穩定的獲利模式。

現在所謂的統計套利都泛指配對交易（Pairs Trading），選擇兩種相關性很高的投資組合，尋找因市場暫時失衡，所導致的價格異常偏離，建立特定比例多空部位，當市場價格回復正常軌跡時，賣出手上部位，獲利了結。將此想法用於避險策略上，考慮選擇權價格與避險投資組合的關係，依據市場波動度的改變，對於避險策略進行調整。

關於避險策略的建構，基於 Black-Scholes-Merton 模型的避險理論，透過動態 Delta 避險策略，可建構一投資組合以達到完美複製報酬並規避其風險。由於市場風險的不完備性，我們以下列的四個策略為例來瞭解可能的套利機會：

策略一（Delta 避險策略）：僅能除去市場價格風險，無法完全複製報酬函數。

策略二（Delta-Gamma 避險策略）：除去市場價格與其波動風險，但在實際交易上比較昂貴。

策略三（停損策略）：幾乎可複製報酬函數但在實際交易上可能較為昂貴。

策略四（調整停損策略）：增加停損策略的彈性空間，可能將昂貴的交易成本稍稍將低。請參考 Wang（2007）。

針對以上四種策略，接下來將較為詳細的敘述。

一、Delta 避險策略

所謂的 Delta 指當股價變動一單位時，選擇權價格的改變，是依據 Black-Sholes 訂價模型計算出來的，以買權為例，履約價為 K 到期日為 T 時間的買權，在 t 時間下股價為 $S(t)$ 的買權價格 $C(t, S_t; T, K, r, \sigma)$ 為：

$$C(t, S_t) = S_t N(d_1(\tau, S_t)) - K e^{-r(T-t)} N(d_2(\tau, S_t))$$
$$\begin{cases} d_1(\tau, S_t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{\tau}} \left[\log \frac{S_t}{K} + \left(r + \frac{\sigma^2}{2} \right) \tau \right] \\ d_2(\tau, S_t) = d_1(\tau, S_t) - \sigma \sqrt{\tau} \end{cases}$$

其中 $\tau = T - t$ 為距離到期日時間， r 為無風險利率， σ 為市場波動率，在 Black-Sholes 模型下 σ 為一固定值，但本篇研究利用過去股價資料估計的歷史波動率（Historical Volatility），也利用選擇權價格計算的隱含波動率（Implied Volatility），皆為隨時間改變的波動率，以 σ_t 表示。

而 Delta 值為選擇權價格對股價的一階偏微分，表示為：

$$\Delta = \frac{\partial C(t, S_t)}{\partial S_t} = N(d_1(\tau, S_t))。$$

在完全市場的情形下，透過 Black-Sholes 公式，我們可以完美複製出一個選擇權。因此，所謂的 Delta 避險策略，就是利用選擇權價格可以被完美複製的性質，持有 Delta 單位的標的資產，與投入無風險性資產，組成一個與該選擇權有一樣價格變化的投資組合，因此買賣選擇權所產生的風險，可以被此投資組合給抵消。而選擇權價格，是會隨著時間股價的不同而改變，我們所持有的 Delta 部位亦會隨著時間改變，因此 Delta 避險策略亦屬於動態避險。

Delta 避險策略若在完全市場下，符合可連續調整以及無交易成本等的假設，是不會有任何的避險誤差產生，但實際上，我們只能離散的調整持有的 Delta 部位，而且也存在著交易成本，因此會存在著避險誤差，且此避險誤差可能為正

或為負。

二、Delta-Gamma 避險策略

Gamma 是用來衡量 Delta 的敏感度，也就是當股價變動時，避險比率 Delta 變動的情況，可表示為選擇權價格對股價的二次偏微分：

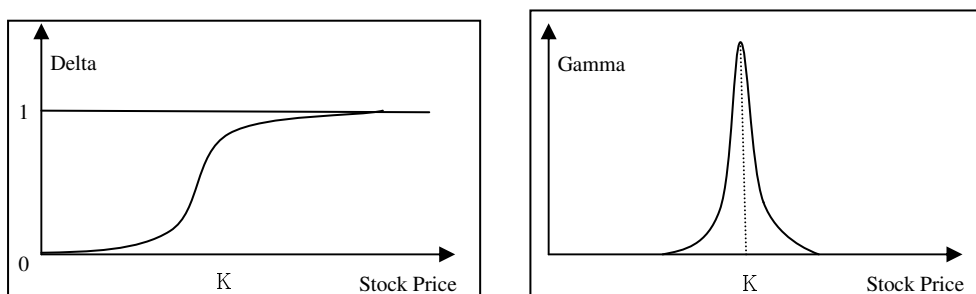
$$\Gamma = \frac{\partial^2 C(t, S_t)}{\partial S_t^2} = \frac{\partial \Delta}{\partial S_t} = \frac{N'(d_1)}{S_t \sigma \sqrt{T-t}}$$

而 Vega 是用來衡量標的價格波動度改變對選擇權價格的影響，為選擇權價格對波動率 σ 的偏微分，表示為：

$$v = \frac{\partial C}{\partial \sigma} = S_t N'(d_1) \sqrt{T-t} = S_t^2 \sigma (T-t) \times \Gamma$$

使用 Delta-Gamma 避險策略，與 Vega 避險策略近似，是加入另外一個與原本相近履約價 K 且次近月的選擇權契約，意即新加入選擇權到期日 T2 大於原始選擇權到期日 T1，而原始選擇權的價格，可透過標的資產、無風險性資產與次近月選擇權所組成的避險投資組合來複製。

圖 1 股價與 Delta、Gamma 關係圖



Delta-Gamma 避險策略主要是多考慮了波動帶來的風險，當股票價格越接近履約價附近時，Gamma 值會越大，圖 1 為 Black-Scholes 模型計算出之 Delta 與 Gamma 值，如圖所示，股價在 K 附近時，Delta 對股價變動很敏感，斜率很高，

代表股票波動率的變化對選擇權價格變化有很大的影響；而 Delta 避險策略，無法抵擋當股價波動率很大時帶來的風險，為抵禦這類的風險，而多購買了另一個選擇權來降低對波動度的敏感性。

因此，選擇權在 t 時間的價值 $P^{(1)}(t, S_t, \sigma_t)$ 可由標的資產價格 (S_t)、無風險性資產以及另一個履約價接近且次近月選擇權 $P^{(2)}(t, S_t, \sigma_t)$ 來複製，根據 Fouque, Papanicolaou and Sircar (2000) 可表示為：

$$P^{(1)}(t, S_t, \sigma_t) = a_t S_t + b_t e^r + c_t P^{(2)}(t, S_t, \sigma_t)$$

其中 a_t 、 b_t 與 c_t 分別為 t 時間下，持有標的資產、無風險性資產以及新加入選擇權之數量。

而為達到 Delta 與 Gamma 風險中立，可計算出 c_t 為原始選擇權的 Vega 除以新加入選擇權的 Vega 值，亦可轉換為兩者 Gamma 值的比例關係；透過 c_t 進而計算出 a_t 的值，以公式表示為：

$$c_t = \frac{\frac{\partial P^{(1)}}{\partial \sigma}}{\frac{\partial P^{(2)}}{\partial \sigma}} = \frac{v^{(1)}}{v^{(2)}} = \frac{\Gamma^{(1)}}{\Gamma^{(2)}} \times \frac{T_1 - t}{T_2 - t}$$

$$a_t = \Delta^{(1)} - c_t \times \Delta^{(2)}$$

依照上式所算出的 a_t 與 c_t ，隨著時間，動態的調整持有標的資產與次近月選擇權的數量，直到到期日 T 。而所持有的 a_t 與 c_t 部位，不同於 Delta 值僅介於 0 到 1 之間，所以在一些情形下，會有趨近無窮大的情形發生，為避免此一不合理情形，在後續的實證研究中，將會對所持有的部位進行限制。

三、停損避險策略

停損策略 (Stop-Loss Hedge Strategy) 可視為 Delta 避險策略的一種極端表

現，是不考慮市場風險的情況下的一種策略，透過 Black-Sholes 公式，將 σ 等於 0 代入，即可以證明。

若 $S_t \geq K$ 時，可得到 $\log \frac{S_t}{K} \geq 0$ ，帶入 d_1 、 d_2 使得 d_1 、 d_2 趨近「正」的無窮大，因此，計算出 $N(d_1)$ 、 $N(d_2)$ 等於 1，帶回 Black-Sholes 公式得到選擇權價格為放空 1 單位的標的資產形成的投資組合，表示為： $C(t, S_t) = Ke^{-r(T-t)} - S_t$ ；反之，若 $S_t < K$ 時，可得到 $\log \frac{S_t}{K} < 0$ ，帶入 d_1 、 d_2 使得其值趨近「負」的無窮大，可得到 $N(d_1)$ 、 $N(d_2)$ 等於 0，帶回 Black-Sholes 公式得到選擇權價格為零，意即： $C(t, S_t) = 0$ 。

如同上述，不同於 Delta 避險策略會依據當時的風險，買入賣出「部分」的標的資產，停損避險策略是以履約價格 K 為停損點，當股價大於履約價格 K 時，因買權會被交割，故購買等股數的標的資產，進行完全避險；反之，當股價小於履約價格 K 時，因對方不會交割，故完全不進行避險，不持有任何的標的資產；是極端完全避險與完全不避險的操作，隨時間股價反覆的進行。

因停損避險策略，是進行完全的避險，若股價在履約價 K 附近來回震盪，反覆的進行全買全賣，除了有較昂貴的手續費之外，來回買賣易會造成買在高點賣在低點的價差，因此將此策略做了一些改良，也就是接下來要介紹的調整後停損避險策略。

四、調整後停損避險策略

調整後停損避險策略（Adjusted Stop-Loss Hedge Strategy）為停損避險策略的改良作法，將市場的風險以另外一種形式來考量，加入判斷市場未來可能走勢為漲勢、跌勢或盤整，進行策略上的調整。不同於停損避險策略只以 K 為停損點，依訊號調整避險投資組合；此策略是將停損點 K 依漲勢、跌勢或盤整做策

略性的提前或延遲。

對買權避險而言，若判斷未來股價為漲勢，則未來股價落在價內的可能性較高，所以提前購買持有的標的資產，因此將停損點向下調整為 $0.99K$ ，若大於 $0.99K$ 就進行完全避險，小於 $0.99K$ 則完全不避險。

圖 2-(A)表示原本停損策略與處於漲勢的停損策略的差別，箭頭代表當股價漲到 K 或 $0.99K$ 時開始進行完全避險，可以看出在漲到 K 之前，調整後避險策略就已經先進行完全避險了。

若判斷未來股價為跌勢，則未來股價跌出價外的可能性較高，則提前賣掉持有的標的資產，因此將停損點向上調整為 $1.01K$ ，若大於 $1.01K$ 就進行完全避險，小於 $1.01K$ 則完全不避險。

圖 2-(B)表示原本停損策略與處於跌勢的停損策略的差別，箭頭代表當股價跌到 K 或 $1.01K$ 時則結束手上所有部位，完全不避險。同樣的可以看出在跌過 K 之前，調整後停損避險策略就已經提前結束避險部位。

若判斷未來股價為盤整，則未來股價在價平附近震盪的可能性較高，為了避免在盤整過程中反覆買入賣出標的資產產生的價差以及交易成本，將買賣設兩條界線，令此上下界為 $1.01K$ 與 $0.99K$ ，若大於 $1.01K$ 就進行完全避險，小於 $0.99K$ 則完全不避險，而處於 $1.01K$ 與 $0.99K$ 之間則不做任何改變，維持原本完全避或完全不避險的狀態。

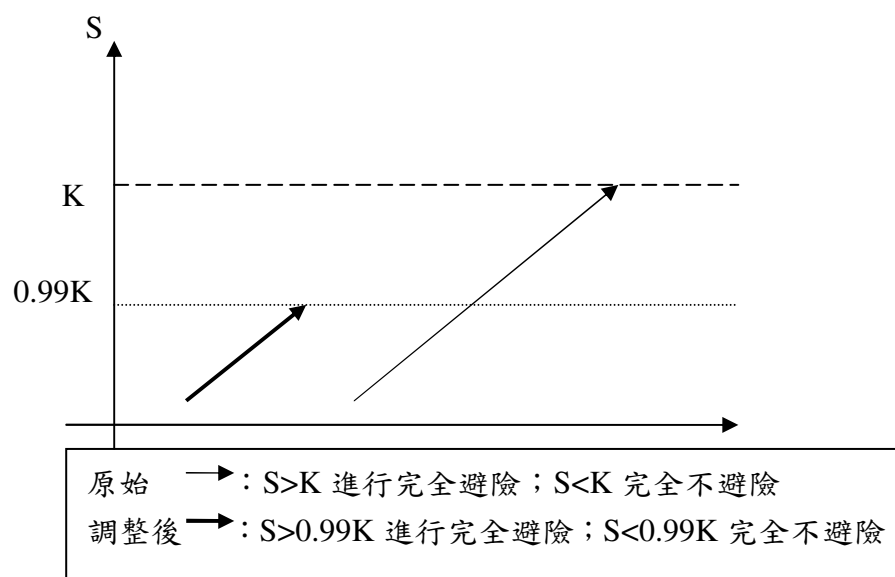
圖 2-(C)說明盤整時的調整後停損策略，依股價處於價內或價外，其停損點修正為 $1.01K$ 或 $0.99K$ 。若股價上漲打到 $1.01K$ 或 $0.99K$ 時，就進行完全的避險；相反的，若股價是下跌到 $1.01K$ 或 $0.99K$ 時，則了結手上部位，完全不避險；若處於 $1.01K$ 與 $0.99K$ 間的斜線區域，則不改變原本狀態。

此法加入對未來市場趨勢的判斷，對應未來的趨勢，做出搭配的調整，以期

減少避險來回買賣造成的價差以及交易成本；因此，如何準確判斷趨勢是調整後停損避險策略的重點，我們使用了三種判斷未來趨勢的方法，利用波動率與股價的反向關係，分別使用歷史波動率與波動率指數（VIX）來區分；第三種方法，則是直接看股價的移動平均，看未來趨勢的資訊，後面將另做介紹。

圖 2 停損策略與調整後停損策略的比較

(A) 趨勢判斷為漲勢



(B) 趨勢判斷為跌勢

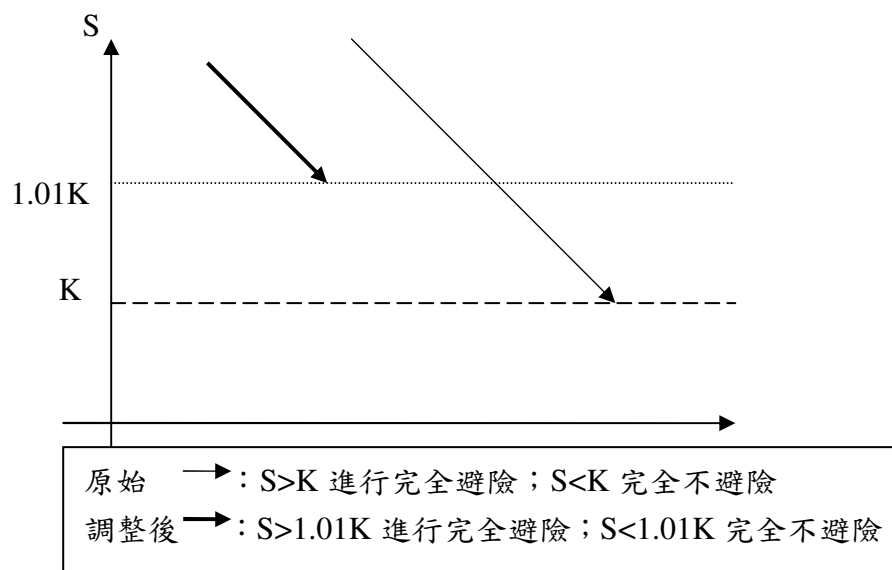
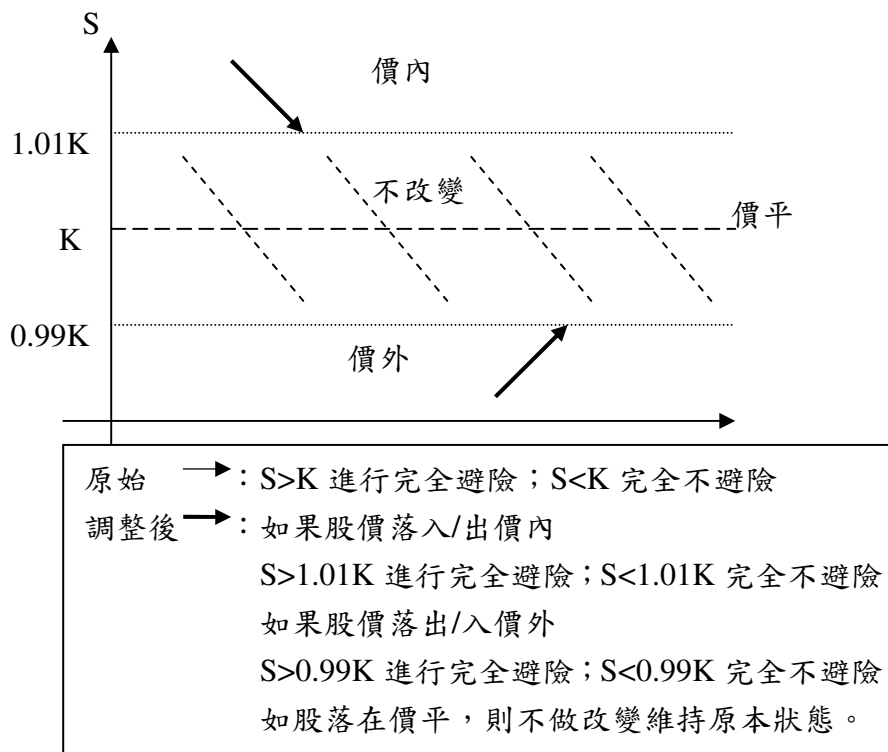


圖 2 停損策略與調整後停損策略的比較（續）

(C)趨勢判斷為盤整



參、 資料來源與處理

本研究針對美國 S&P500 指數選擇權(SPX)以及台灣加權股價指數選擇權(TXO)的買權，進行測試，分別看在不同的避險策略下產生的損益金額(P&L)以及損益金額與成本的比率($\text{Ratio} = \text{P\&L} / \text{Cost}$)。其中，SPX 資料來源為 IVY Data Base (2001/01~2007/07)，TXO 資料來源為期交所 (2006/12~2008/12)。值得注意的是，本研究雖以美國 S&P500 指數與台灣加權股價指數作為標的資產，但這些指數是不可交易的；在實際應用上，吾人可由期貨價格、ETF 或自行複製指數作為替代。

損益金額 (P&L) 可展現實際虧損與獲利的狀態，但在一些深度價內或價外的情形下，可能因一開始收取之權利金因處於價內而很高或處於價外而很低，直

接的影響了最後的損益金額；而損益金額與成本的比率，是將損益金額除以一開始收取的權利金金額，將其轉化為單純的比率關係，可以站在同樣的基準上做比較，但缺點就是當深度價外時，因權利金過低，而使的最後的比率異常的高，在平均時會具有較大的影響力。此兩種指標各有優缺點，透過這些，希望能更清楚的展現各避險策略的效果。

為了突顯不同避險策略的適合使用時機，我們將資料做了三項分類。第一、依據價內程度（Moneyness）分類；第二、依據契約進場距到期日的時間分類；第三、依據市場漲、跌、盤整狀況分類，判斷漲跌的方式又可分為歷史平均波動率、波動率指數(VIX)與移動平均三種，以下另做說明。

（一）、依據價內程度（Moneyness）分類：

價內程度（Moneyness）為期初股價 $S(0)$ 除以履約價 K 的比例，可用於判斷期初時契約價內或價外的狀況。其中 Moneyness 以 M 代表，若 $M > 1$ 代表期初股價大於履約價，是賣出了價內的買權，賣方承受風險較大，隨價內越深則風險越大，此時收取的權利金亦較高；反之，若 $M < 1$ 代表期初股價小於履約價，是賣出了價外的買權，賣方承受風險較小，隨價外越深則風險越小，此時收取的權利金亦較低。

這邊將 Moneyness 分為五個等級，深度價內、價內、價平、價外、深度價外，詳細分類如下表：

等級	Moneyness (S_0 / K)
深度價內 (Deep in the money)	$M > 1.03$
價內 (In the money)	$1.01 < M < 1.03$
價平 (At the money)	$0.99 < M < 1.01$
價外 (Out of the money)	$0.97 < M < 0.99$
深度價外 (Deep out of the money)	$M < 0.97$

在本篇研究中雖以 Moneyness 作為價內、價外的區分方法，但也有研究是依據 Delta 的值作為價內、價外的區分方式，由於 Delta 即為 $N(d_1)$ （公式如第貳章第一節 Delta 避險策略所示），與 $\text{Moneyness}(S_0/K)$ 具有單調遞增的關係，此兩種區分方式具有相同的意義。

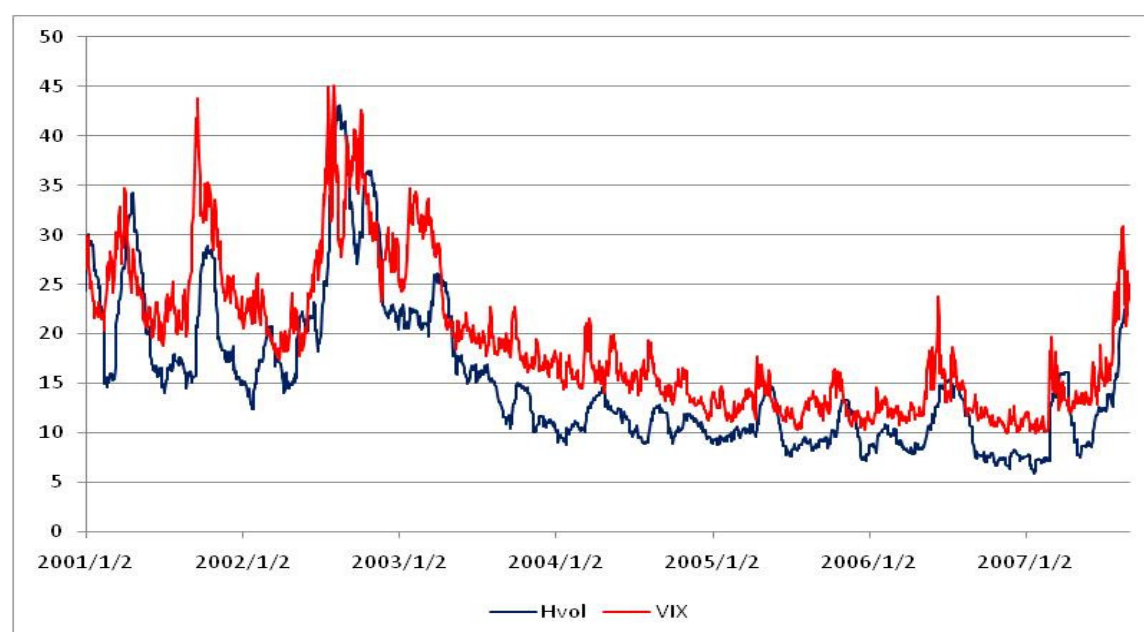
(二)、依據契約進場距到期日的時間分類：

不同進場距到期日的時間（ T ）下，觀察表現較好或較差的避險策略，隨著進場的時間不同，是否仍舊會維持原本較好或較差的表現；其中，本篇主要分為 $T=30、29\dots、2$ ，若 $T=30$ 代表該為距到期日 30 天前進場的契約。

(三)、依據市場漲、跌、盤整狀況分類：

此分類主要是要判斷調整後停損避險策略的績效，實際在運作避險的時候，只能從一些數據的資訊判斷股價未來走勢，而如何準確的判斷漲跌勢是最重要的地方。下列介紹三種方法，其中歷史平均波動率與波動率指數（VIX）皆以波動率為指標，而移動平均則是直接觀察股價的走勢。

圖 3 比較美國 30 天期歷史波動率與波動率指數（2001/01/02~2007/08/31）



其中歷史平均波動率與波動率指數（VIX），這兩者考慮的波動率，因其隱

含市場的概況，波動率與股價應具有負向關係；當波動率很大的時候，代表市場處於一個較不穩定的狀態，對市場的預期屬於較不安的狀態，往往市場走勢是下跌的；反之當波動率很小時，代表市場處於一個較安定的狀態，市場走勢是上漲的。圖 3 為美國歷史波動率與波動率指數的比較，可以看出兩者具有相似的路徑，但通常波動率指數都稍稍較歷史波動率高。

1. 歷史平均波動率（Historical Volatility）：

歷史波動率，使用過去的歷史股價資料，計算過去一段時間內的波動率，做為對未來的預期，取每日前 n 天的股價資料，計算其標準差。其公式為：

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

其中 $X_i = \ln(P_i/P_{i-1})$ 是股價的報酬率，而 $\bar{X}$ 則為平均的股價報酬率，而 n 代表使用 n 天的歷史資料估計參數，在本篇研究裡為 30 天。

2. 波動率指數（VIX）：

波動率指數（VIX；Volatility Index），俗稱投資人恐慌指標（The investor fear gauge），為美國芝加哥選擇權交易所（CBOE）於 1993 年 1 月推出，以 S&P100 指數之近月份及次月份最接近價平的買權及賣權共八個序列的選擇權，計算隱含波動率後加權平均後所得之指數。而後於 2001 年更進一步推出以 S&P500 指數為計算基礎之 VIX，分別計算所有近月份及次月份 S&P500 指數選擇權之隱含波動率，再予以加權平均。

其中隱含波動率為根據 Black-Sholes 之選擇權評價模型推導而來，代表了市場參與者對於標的物未來波動率的期望。在股價持續下跌時，VIX 會不斷攀升，反之，當股市穩定股價持續上漲時，VIX 則會較低；因此，透過觀察 VIX 的高低，可以反推，市場參與者是否陷入恐慌而不計價格地買進賣權，或是透露市場

參與者的過度樂觀，這也都有可能是反轉行情到來的時刻。由隱含波動率推算出的波動率指數，更明顯的反映了選擇權市場參與者對於大盤後市場波動程度的看法。

圖 4 美國 S&P500 與美國波動率指數（VIX）

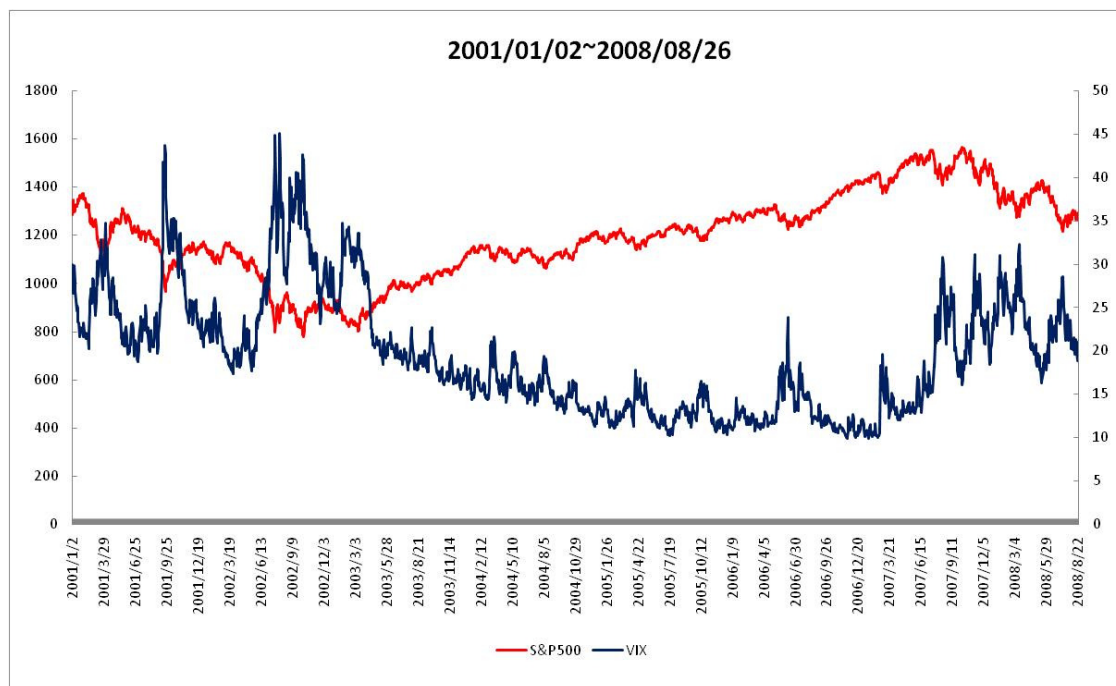


圖 5 台灣加權股價指數（TAIEX）與台指選擇權波動率指數（VIX）



圖 4 為美國 S&P500 與美國波動率指數 (VIX) 的關係圖，資料期間為 2001/01/02~2008/08/27，這裡可以清楚看見股價指數與波動率指數間的負向關係。

圖 5 台灣加權股價指數 (TAIEX) 與台指選擇權波動率指數 (VIX) 的關係圖，資料期間為 2006/12/01~2009/01/21，而 2007/08 前，台指與其 VIX 並沒有很明顯的負向關係。

3. 移動平均法 (Moving Average)：

移動平均法則是依據股價的變動，判斷 t 時間股價未來走勢，是利用 t 時間 10、20 天前股價平均，當 t 時間股價大於 10 天前平均股價大於 20 天前平均股價且 t 時間 20 天前平均股價大於 t-1 時間 20 天前平均股價，則判斷為漲勢；反之，全為小於則判斷為跌勢；兩者皆不符，則判斷為盤整，其規則如下：

$$\begin{cases} \text{漲勢：} X_t > X_t(10) > X_t(20) \text{ 且 } X_t(20) > X_{t-1}(20) \\ \text{跌勢：} X_t < X_t(10) < X_t(20) \text{ 且 } X_t(20) < X_{t-1}(20) \\ \text{盤整：不符合上列兩式} \end{cases}$$

肆、 S&P500 指數選擇權實證結果

本研究使用美國 S&P500 指數選擇權 (SPX) 2001/01/01~2007/07 的資料，依第參章的分類方法分別對第貳章所述四種避險策略進行測試，並比較其結果。

從不同到期日 T (3~30 天) 賣出買權，使用各種避險策略進行每天的避險，包括利用歷史波動率計算的 Delta 避險 (以 Delta-H 表示)、利用隱含波動率計算的 Delta 避險 (以 Delta-Imp 表示)、利用隱含波動率計算的 Delta-Gamma 避險 (以 Delta-Gamma 表示)、停損避險 (以 SL 表示) 與調整後停損避險 (以 adSL 表示) 等策略。而其中標的資產為 S&P500 指數，利率 r 為美國 3 個月期國庫券利率，選擇權的交易成本為 \$0.4 美元，標的資產的交易成本為 \$0.29 美元。

依據歷史波動度、波動率指數與移動平均法判斷趨勢，表示如下：

	歷史波動率 (H)	波動率指數 (V)	移動平均 (M)
漲勢	$H < 0.13$	$V < 13$	$X_t > X_t(10) > X_t(20)$ 且 $X_t(20) > X_{t-1}(20)$
跌勢	$H > 0.30$	$V > 30$	$X_t < X_t(10) < X_t(20)$ 且 $X_t(20) < X_{t-1}(20)$
盤整	$0.13 < H < 0.30$	$13 < H < 30$	不符合上列兩式

利用上述方法判斷趨勢，比較使用不同判斷趨勢的方法，是否會影響優勢策略的選擇？由表 1 可以看到，使用不同判斷趨勢的方法，雖會使得被區分的契約個數不同，但平均而言，佔優勢的避險策略仍保有其優勢。

表 1 分別利用歷史波動度 (SPX-H)、波動率指數 (SPX-V) 與移動平均法 (SPX-M) 判斷趨勢。

		損益金額				成本率			
漲勢	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
SPX-H	61202	151	119	150	189	0.2355	0.2395	0.1453	0.2290
SPX-V	46861	197	163	190	249	0.3708	0.2982	0.1282	0.2687
SPX-M	40248	151	128	152	176	0.1502	0.1426	0.1514	0.2003
跌勢	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
SPX-H	4608	80	44	90	57	-0.1400	0.0433	0.1691	0.2042
SPX-V	9319	34	19	95	137	-0.1646	-0.2099	0.2679	0.3149
SPX-M	17845	81	47	101	66	0.2574	0.2988	0.1878	0.1789
盤整	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
SPX-H	22409	79	63	109	68	0.1632	0.0701	0.2090	0.2136
SPX-V	32039	60	36	76	22	0.0492	0.1279	0.1825	0.1363
SPX-M	30125	132	103	141	111	0.2200	0.1715	0.1673	0.2270

比較各種策略在不同趨勢以及不同 Moneyness 下的差別，結果如表 2，依據第一天的波動率指數 VIX 來區分趨勢後，比較各種避險策略在各種 Moneyness 下的損益金額與成本率，表 2-(a) 為各情況下表現的平均值，表 2-(b) 則為標準差。

此外，依據 S&P500 指數，本研究令當美國波動率指數小於 13 時，判斷市場處於很好的狀態，未來股價會上漲；當波動率指數大於 30 時，則判斷未來為跌勢；若波動率指數介於 13 至 30 間時，判斷未來為盤整。

其中 Delta-Gamma 避險策略在深度價內時，由於 Gamma 值的計算上會有趨近無限大的問題，會造成不正常的持有巨大部位的避險部位，因此，在這部分對持有次近月選擇權的部位進行限制，持有或放空選擇權的部位不超過 5000 口；順帶一提，本研究亦有測試以 1000 口為限制，但其結果與以 5000 口為限制的結果差異不大，因此後續不多作討論。

由表 2-(a)可知，當判斷股價處於漲勢以及跌勢的時候，使用調整後停損避險策略都有較為不錯的表現；但在盤整時，未來趨勢較難判斷，波動率亦較不明確，調整後停損避險策略，就不如 Delta 避險策略來的完備。而 Delta-Gamma 避險策略則是在跌勢或盤整的時候，也就是波動率比較大的時候，會有比較好的表現，在判斷為漲勢時，使用 Delta-Gamma 避險平均來說會有負的報酬，對於波動率小的時候，Delta-Gamma 避險就顯得成本太高了。

表 2-(b)中標準差的值越大，代表此平均收益越不穩定。整體而言，使用 Delta 避險策略的標準差都較其他策略來的小，是屬於較穩定的策略，但也因其穩定性，不容易會產生高額報酬。而 Delta-Gamma 避險的標準差明顯高於其他策略，卻也因此 Delta-Gamma 避險容易有高於其他避險策略的報酬。

表 2-(c)為平均報酬與標準差的比，此比率源自夏普指數¹（Sharpe Ratio），為承受每一單位風險所能帶來的報酬，在此為表 2-(a)的平均報酬除以表 2-(b)的標準差的比率；當然，我們追求的是在固定的風險下的最大報酬，或是在固定的報酬下的最低風險，因此我們希望能有較大的夏普指數。而由表 2-(c)可見，在

¹ 夏普指數（Sharpe Ratio）：夏普指數於 1960 年代由諾貝爾獎得主夏普博士所提出。該指數的意義為相對於無風險投資，投資人所承擔每一單位風險，投資標的所創造的報酬。夏普指數的定義可由數學式表示為： $(\text{平均報酬率} - \text{無風險利率}) / \text{報酬標準差}$ 。

表 2 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢

(a) 平均值

平均值			損益金額					成本率				
漲勢	VIX<13	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	29419	175	134	-859	187	195	0.0166	0.0120	-0.06	0.0180	0.0191
價內	1.03>M>1.01	3842	347	298	-497	467	548	0.0830	0.0623	-0.1822	0.1239	0.1429
價平	1.01>M>0.99	3959	256	261	-344	185	497	0.1651	0.1587	-0.2849	0.0916	0.4289
價外	0.99>M>0.97	3879	249	239	-113	122	312	0.8631	0.7928	-0.0614	0.2746	1.0845
深度價外	M<0.97	5762	135	103	5	65	114	2.1814	1.6797	-0.2829	0.6205	0.9674
平均值			197	163	-618	190	249	0.3708	0.2982	-0.1179	0.1282	0.2687
跌勢	VIX>30	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	4332	10	27	1480	2	24	0.0026	0.0013	0.0919	0.0008	0.0020
價內	1.03>M>1.01	417	16	-94	662	-24	341	0.0037	-0.0184	0.1957	0.0004	0.0891
價平	1.01>M>0.99	488	42	-78	256	312	759	0.0175	-0.0223	0.1664	0.1357	0.3016
價外	0.99>M>0.97	559	112	17	129	663	623	0.0491	-0.0081	0.1545	0.4076	0.4098
深度價外	M<0.97	3523	53	36	56	103	88	-0.4493	-0.5503	0.1981	0.6240	0.7132
平均值			34	19	760	95	137	-0.1646	-0.2099	0.1443	0.2679	0.3149
盤整	30>VIX>13	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	19153	-6	-50	-203	20	-12	0.0043	-0.0003	-0.0110	0.0079	0.0021
價內	1.03>M>1.01	2169	278	273	653	258	38	0.0681	0.0654	0.1649	0.0615	-0.0034
價平	1.01>M>0.99	2327	235	237	554	228	132	0.0890	0.0904	0.2887	0.1151	0.0808
價外	0.99>M>0.97	2369	167	173	336	210	53	0.0333	0.1074	0.4883	0.3807	-0.0604
深度價外	M<0.97	6021	85	94	84	80	68	0.1764	0.5807	0.2292	0.7293	0.7124
平均值			60	36	3	76	22	0.0492	0.1279	0.1047	0.1825	0.1363
總平均值			125	97	-225	132	149	0.1963	0.1888	-0.0061	0.1646	0.2314

表 2 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢（續）

(b) 標準差

標準差		損益金額					成本率				
漲勢	VIX<13	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	414	464	3365	495	477	0.0407	0.0434	0.2655	0.0590	0.0556
價內	1.03>M>1.01	730	827	2503	1028	1193	0.1609	0.1561	0.7072	0.2771	0.3131
價平	1.01>M>0.99	582	623	1882	1087	1413	0.3888	0.3786	1.2165	0.7251	1.3714
價外	0.99>M>0.97	464	459	1239	771	968	2.5977	2.0400	1.9253	1.5454	4.5177
深度價外	M<0.97	331	309	517	374	395	6.8458	5.3915	2.5917	2.4785	4.4146
標準差		466	510	2576	655	752	2.5704	2.0281	1.1618	1.0160	2.1119
跌勢	VIX>30	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	536	587	6840	1042	1020	0.0651	0.0648	0.5393	0.1461	0.1382
價內	1.03>M>1.01	787	785	3871	1988	1827	0.2042	0.2062	0.9584	0.5014	0.4499
價平	1.01>M>0.99	725	758	3281	1879	1770	0.3010	0.3197	1.1530	0.7054	0.6488
價外	0.99>M>0.97	663	687	2534	1396	1384	0.4859	0.4913	1.4416	0.8115	0.7942
深度價外	M<0.97	418	396	943	727	783	5.2933	7.0156	1.5478	2.2259	1.2394
標準差		528	553	5097	1086	1075	3.1707	4.1996	1.0965	1.3885	0.8507
盤整	30>VIX>13	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	342	373	3334	441	512	0.0359	0.0390	0.2571	0.0595	0.0771
價內	1.03>M>1.01	697	717	2447	1239	1458	0.1545	0.1616	0.7579	0.3537	0.4229
價平	1.01>M>0.99	627	642	1798	1304	1418	0.4205	0.4102	1.1545	0.8695	0.9776
價外	0.99>M>0.97	484	474	1058	942	1074	1.9483	1.6550	1.2136	1.3842	5.0724
深度價外	M<0.97	321	308	428	460	439	4.3070	4.5267	1.1594	3.5326	2.5566
標準差		416	437	2718	666	744	2.0027	2.0893	0.7570	1.6680	1.8474
總標準差		460	493	3003	715	794	2.4528	2.3592	1.0291	1.3318	1.9250

表 2 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢 (續)

(c) 夏普指數

Sharpe Ratio		損益金額					成本率				
漲勢	VIX<13	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0.4223	0.2885	-0.2552	0.3782	0.4096	0.4075	0.2768	-0.2341	0.3057	0.3442
價內	1.03>M>1.01	0.4749	0.3607	-0.1985	0.4543	0.4598	0.5157	0.3993	-0.2576	0.4472	0.4565
價平	1.01>M>0.99	0.4397	0.4191	-0.1828	0.1698	0.3518	0.4247	0.4190	-0.2341	0.1263	0.3128
價外	0.99>M>0.97	0.5363	0.5213	-0.0915	0.1577	0.3219	0.3323	0.3886	-0.0319	0.1777	0.2401
深度價外	M<0.97	0.4073	0.3318	0.0096	0.1743	0.2898	0.3186	0.3116	-0.1092	0.2503	0.2191
Sharpe Ratio		0.4222	0.3192	-0.2398	0.2895	0.3315	0.1443	0.1470	-0.1015	0.1262	0.127
跌勢	VIX>30	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0.0192	0.0465	0.2163	0.0019	0.0239	0.0393	0.0196	0.1703	0.0056	0.0148
價內	1.03>M>1.01	0.0206	-0.1193	0.1709	-0.0121	0.1867	0.0179	-0.0895	0.2042	0.0009	0.1980
價平	1.01>M>0.99	0.0574	-0.1030	0.0781	0.1661	0.4291	0.0581	-0.0697	0.1443	0.1923	0.4649
價外	0.99>M>0.97	0.1682	0.0247	0.0510	0.4749	0.4503	0.1011	-0.0164	0.1072	0.5023	0.5161
深度價外	M<0.97	0.1258	0.0908	0.0599	0.1421	0.1121	-0.0849	-0.0784	0.1280	0.2804	0.5754
Sharpe Ratio		0.0648	0.0344	0.1491	0.0875	0.1274	-0.052	-0.0500	0.1316	0.1929	0.3702
盤整	30>VIX>13	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
深度價內	M>1.03	-0.0184	-0.1348	-0.0610	0.0445	-0.0233	0.1186	-0.0074	-0.0428	0.1332	0.0270
價內	1.03>M>1.01	0.3991	0.3804	0.2668	0.2078	0.0258	0.4408	0.4045	0.2176	0.1738	-0.0081
價平	1.01>M>0.99	0.3749	0.3694	0.3083	0.1746	0.0929	0.2117	0.2203	0.2501	0.1324	0.0827
價外	0.99>M>0.97	0.3446	0.3660	0.3178	0.2232	0.0497	0.0171	0.0649	0.4023	0.2750	-0.0119
深度價外	M<0.97	0.2650	0.3065	0.1960	0.1740	0.1541	0.0410	0.1283	0.1977	0.2065	0.2787
Sharpe Ratio		0.1454	0.0828	0.0013	0.1145	0.0290	0.025	0.061	0.1384	0.1094	0.0738
總 Sharpe Ratio		0.2707	0.1975	-0.0750	0.1840	0.1875	0.080	0.080	-0.0059	0.1236	0.1202

表 3 每年各避險策略比較
(調整後停損避險策略以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢)
(a) 平均值

平均值		損益金額					成本率				
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
2001年	8389	194	160	782	207	227	0.3267	-0.0903	0.1480	0.1977	0.2844
2002年	8303	-42	-4	875	34	-4	-0.2835	-0.2377	0.2227	0.2249	0.1606
2003年	9818	44	-19	-1172	41	0	0.1856	0.4567	-0.1057	0.1456	0.1599
2004年	12604	-16	-46	-162	-1	5	0.1234	0.2062	-0.0426	0.1242	0.2003
2005年	15007	52	22	-439	55	82	0.3562	0.2804	-0.0701	0.1495	0.2465
2006年	20375	161	111	-682	148	192	0.0749	0.2058	-0.0372	0.1912	0.2889
2007年	13723	382	385	66	379	427	0.4744	0.2685	-0.0094	0.1378	0.2172
01~07年	88219	125	97	-225	132	149	0.1963	0.1888	-0.0061	0.1646	0.2314

(b) 標準差

標準差		損益金額					成本率				
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamma	SL	adSL
2001年	8389	537	587	4900	926	998	3.2661	3.3936	1.0625	3.0902	1.5702
2002年	8303	413	404	3238	1010	976	3.3584	3.2140	0.9500	1.4270	1.7265
2003年	9818	274	323	2696	537	591	0.8209	2.5230	0.8160	0.8918	0.7169
2004年	12604	225	249	2868	411	489	0.8927	2.0804	1.5439	1.4105	1.1279
2005年	15007	220	222	2148	435	561	2.9357	2.1393	1.0255	0.7612	3.1576
2006年	20375	306	269	2183	559	685	1.3254	1.8395	0.7282	0.5655	1.4991
2007年	13723	811	903	3173	1008	1102	3.4540	2.0172	0.9624	1.0222	2.1699
01~07年	88219	460	493	3003	715	794	2.4528	2.3592	1.0291	1.3318	1.9250

(c) 夏普指數

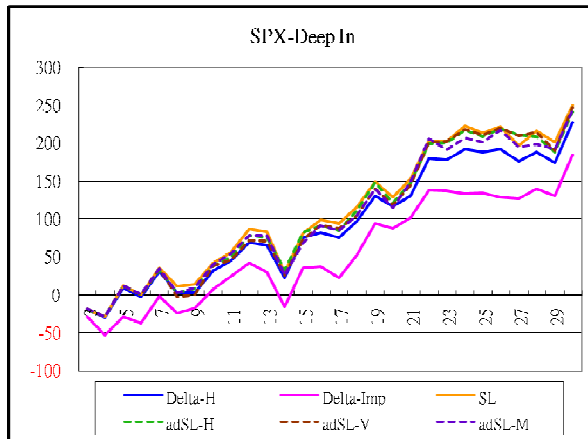
Sharpe Ratio		損益金額					成本率				
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamm	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	Delta-Gamm	SL	adSL
2001年	8389	0.3607	0.2719	0.1595	0.2232	0.2275	0.1000	-0.0266	0.1393	0.0640	0.1811
2002年	8303	-0.1018	-0.0108	0.2703	0.0340	-0.0045	-0.0844	-0.0740	0.2344	0.1576	0.0930
2003年	9818	0.1594	-0.0582	-0.4347	0.0765	0.0008	0.2261	0.1810	-0.1295	0.1633	0.2231
2004年	12604	-0.0717	-0.1843	-0.0565	-0.0013	0.0095	0.1383	0.0991	-0.0276	0.0881	0.1776
2005年	15007	0.2341	0.0988	-0.2047	0.1270	0.1454	0.1213	0.1311	-0.0683	0.1964	0.0781
2006年	20375	0.5267	0.4121	-0.3121	0.2644	0.2809	0.0565	0.1119	-0.0511	0.3381	0.1927
2007年	13723	0.4711	0.4267	0.0208	0.3759	0.3878	0.1374	0.1331	-0.0098	0.1348	0.1001
01~07年	88219	0.2707	0.1975	-0.0750	0.1840	0.1875	0.0801	0.0800	-0.0059	0.1236	0.1202

漲勢與盤整時，Delta 避險有較高的夏普指數，而調整後停損避險策略則於漲勢與跌勢時有較大的夏普指數。

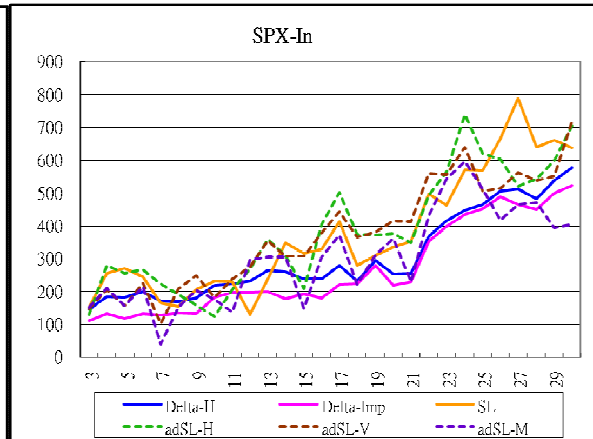
表 3 為表 2 依據不同的年分所做的分割，整體來看，使用調整後停損避險策略都有較好的平均報酬，且大致具有正的平均報酬，但其標準差亦較大；而 Delta 避險策略雖然平均損益並沒有非常的好，但其標準差亦為最小；Delta-Gamma 避險整體來說其正或負的平均報酬都較其他策略為高，標準差亦為最大。

圖 6 針對不同到期日 T 與不同 Moneyness 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用，並分別利用「第一天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢。

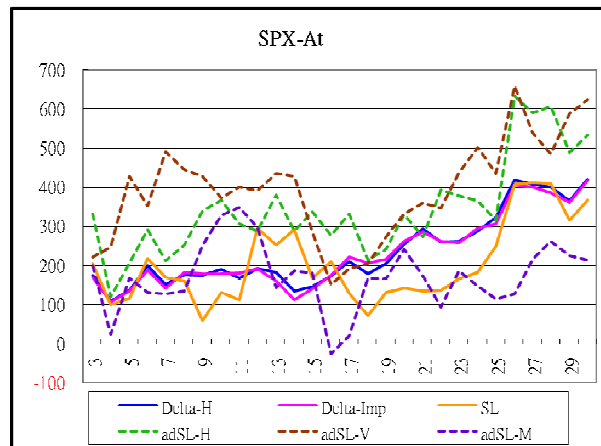
(a)深度價內



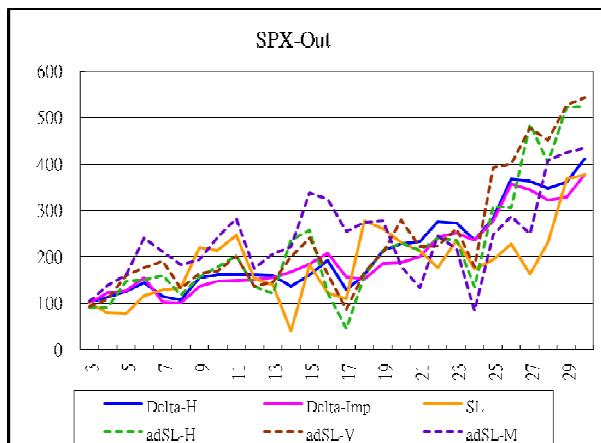
(b)價內



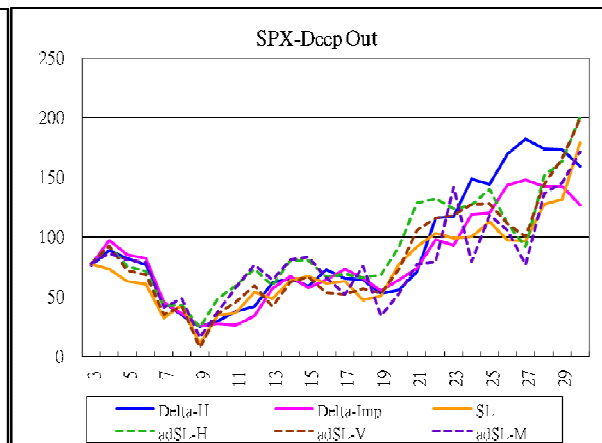
(c)價平



(d)價外



(e)深度價外



再者，圖 6、圖 7、圖 8 與圖 9 皆為不分趨勢來看整合的表現，其中調整後停損避險策略仍依照歷史波動率、波動率指數與移動平均法來判斷趨勢。於圖 5、6、7、8 上所示為使用各種趨勢下損益金額的平均值。

圖 6 為不同 Moneyiness 下，各避險策略的損益金額。其中調整後停損避險策略僅依「第一天」判斷的趨勢，做為決定未來策略的依據；圖 6 又分為(a)、(b)、(c)、(d)、(e)五張圖，分別代表不同 Moneyiness 下的表現。

在圖 6-(a)，當 Moneyiness 為深度價內時，使用哪一種的避險方法，其損益金額皆相距不遠，不會因為策略的不同而有顯著的差異，但於其他的 Moneyiness 下，各種避險方法表現不盡相同，也沒穩定表現較好的方法。而對於不同判斷趨勢方法下的調整後停損避險策略，亦可見到在各個 Moneyiness 下，使用移動平均法判斷趨勢，會有較穩定的表現，隨時間 T 改變其波動的幅度都較小。

整體看來，無論在哪一種 Moneyiness 下，都可以發現，停損避險策略與調整後停損避險策略都較 Delta 避險策略不穩定，面對不同到期日 T，最後的平均損益金額可能會有較大的落差，就這部分來說，Delta 避險策略，計算持有的標的資產時，會將波動率考慮進去，不同於停損避險策略，將波動率視為零，在這裡可以看到 Delta 避險策略的確是有較停損避險策略穩定。

接下來，圖 7 與圖 8 將各種 Moneyiness 與市場趨勢下各種避險策略之損益金額，加總平均後，僅依不同到期日 T 區分，看各種避險策略的整合表現。

其中圖 7 與圖 8 只有調整後停損避險策略有所不同，圖 7 調整後停損避險策略的趨勢判斷，僅依據第一天判斷的趨勢，作為未來策略的選擇。圖 8 則每天動態的判斷未來趨勢，並配合修正調整後停損避險策略。

透過圖 7 與圖 8，整體上來看各種避險策略，可以得到以下四點結論，第一，使用各種避險策略，每個避險策略產生的損益金額都相去不遠，且平均而言皆存在正的收益；第二，當進場時間離到期日 T 時間越長，（本研究 T 為 3 天到 30

天的範圍內)，平均的正報酬越大，這代表越早開始避險，會有越好的表現；第三、使用不同的方法判斷趨勢，對調整後停損避險策略不會有太大的影響，由圖 7 與圖 8 都可以發現，三條虛線的變動都差不多，所以使用哪一種判斷趨勢的方法，都會有類似的表現；第四，於圖 7 中，使用停損避險策略，會有較好的收益報酬；於圖 8 可見，每天重新判斷趨勢以決定策略的調整後停損避險策略，不論依據哪種指標來判斷趨勢，都比其他的避險策略有稍稍好一點的表現；這兩張圖也可以說明在美國的市場，使用每天判斷趨勢的調整後停損避險策略有比較好的表現。

圖 7 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用調整後停損避險策略，並分別利用「第一天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢。

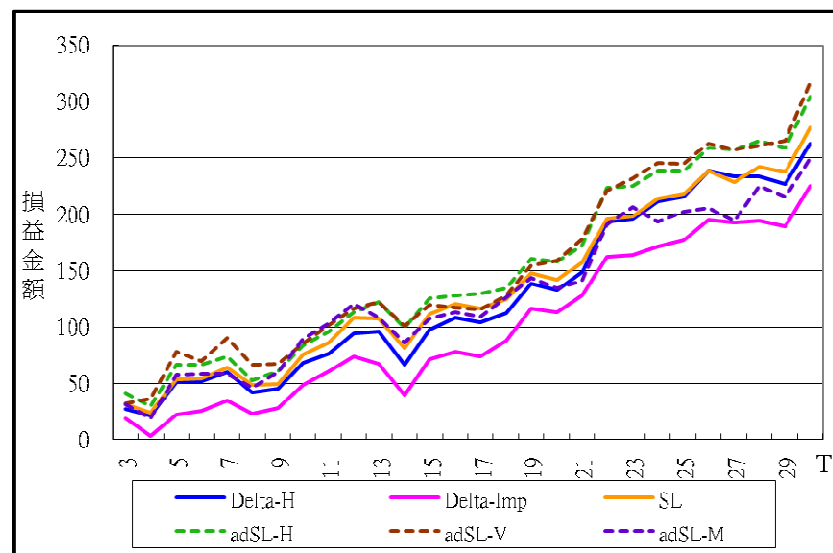


圖 8 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用調整後停損避險策略，並分別利用「每天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢，動態的修正調整後停損避險策略。

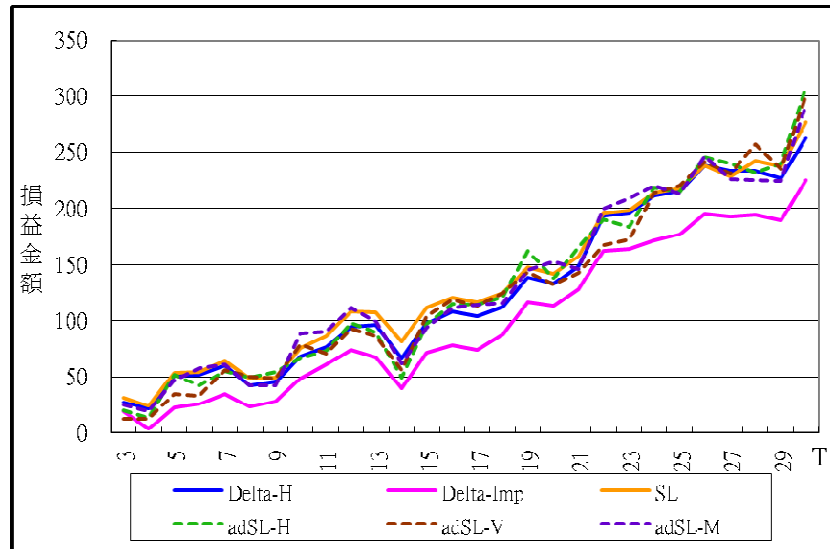


圖 9 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用混合避險策略，並分別利用「每天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢，動態的修正混合避險策略。

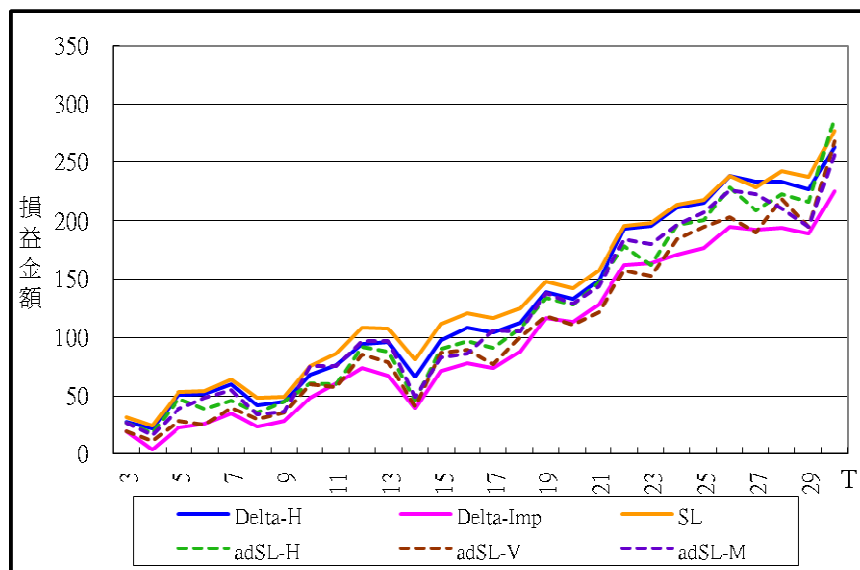


圖 8 與圖 9 類似都是依每天動態的判斷未來趨勢，但圖 8 是修正調整後停損避險策略，圖 9 是建立另一個調整後停損避險與 Delta 避險混合的避險策略（以 MIX 表示）。其策略為判斷為漲勢與跌勢時，依照調整後停損避險策略進行避險，若判斷為盤整，則依照 Delta 避險。此策略是希望綜合各種趨勢下佔優勢的策略，但由圖 8 與圖 9 的比較，可以看到，圖 9 的混合避險策略，表現不如 Delta 避險來得好，但圖 8 的調整後停損避險策略則優於 Delta 避險，因此混合避險策略並沒有很具效益的改善。

最後，對美國的資料進行實證研究，可以得到以下幾點結論，第一，建立前述避險投資組合，大致上會產生正的平均報酬。第二，利用歷史波動率、波動率指數或移動平均法判斷趨勢，並不會對調整後停損避險策略造成很大的影響。第三，當市場處於有明顯趨勢的時候，使用調整後停損避險策略有較大的平均正報酬，但若市場處於無明顯趨勢時，則適合使用 Delta 避險；而市場處於波動率大的不穩定狀態時，則適合使用 Delta-Gamma 避險來反映波動率的變化；整體來看，每種避險策略產生的統計套利機會相距不遠，且距到期日越長，越早進場並進行避險，則有越大的正報酬。

伍、 台指選擇權實證結果

本章討論關於台灣例子，利用台灣加權股價指數選擇權(TXO) 2006/12/01 ~ 2008/12/31 的資料，如同上一章，依第參章的分類方法分別對第貳章所述四種避險策略進行測試，並比較其結果。

站在買權的賣方，從不同到期日 T （2~30 天）賣出買權，使用各種避險策略進行每天的避險，分別利用歷史波動率計算的 Delta 避險（以 Delta-H 表示）、利用隱含波動率計算的 Delta 避險（以 Delta-Imp 表示）、停損避險（以 SL 表示）與調整後停損避險（以 adSL 表示）等策略。

其中，標的資產為台灣加權股價指數，利率 r 為五大銀行一個月期平均存款

利率²；交易成本則分成交易手續費與交易稅，其中選擇權的交易成本為每口 9 元，交易稅為 0.1%，契約價值為每點乘上 50 元，期貨的交易成本為每口 14.4 元，交易稅為 0.01%，契約價值為每點乘上 200 元。

依據歷史波動度、波動率指數與移動平均法判斷趨勢，其判斷方法表示如下：

	歷史波動率 (H)	波動率指數 (V)	移動平均 (M)
漲勢	$H < 0.18$	$V < 18$	$X_t > X_t(10) > X_t(20)$ 且 $X_t(20) > X_{t-1}(20)$
跌勢	$H > 0.28$	$V > 28$	$X_t < X_t(10) < X_t(20)$ 且 $X_t(20) < X_{t-1}(20)$
盤整	$0.18 < H < 0.28$	$18 < H < 28$	不符合上列兩式

表 4 分別利用歷史波動度 (TXO-H)、波動率指數 (TXO-V) 與移動平均法 (TXO-M) 判斷趨勢。

		損益金額				成本率			
漲勢	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
TXO-H	6135	-518	-720	-349	-124	-1.0124	-0.7722	-0.9664	0.1033
TXO-V	4112	-37	-336	86	515	-1.6549	-1.2447	-1.5295	0.0834
TXO-M	7050	568	459	776	865	-0.0211	0.1468	-0.5444	0.2826
跌勢	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
TXO-H	11194	1062	1112	1380	1419	4.5874	4.4854	0.6261	0.6360
TXO-V	18555	532	607	813	969	0.4552	0.2983	0.5571	0.5805
TXO-M	8108	-135	-67	191	455	-0.0621	-0.5429	0.5786	0.6108
盤整	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
TXO-H	7601	-82	-4	189	281	-7.4237	-8.0795	0.5057	0.4794
TXO-V	2317	-529	-726	-308	-172	-5.8637	-7.2270	0.3191	0.3413
TXO-M	9701	545	556	768	799	-1.0567	-1.2637	0.4125	0.4613

針對不同的市場，給定不同的趨勢判斷標準，本研究令當歷史波動率小於 0.18 或台灣波動率指數小於 18 時，判斷市場處於很好的狀態，未來股價會上漲；

² 五大銀行平均存款利率：包括台灣銀行、合作金庫、第一銀行、華南銀行與彰化銀行之存款利率。資料來源為中央銀行網站。

當歷史波動率大於 0.28 或波動率指數大於 28 時，則判斷未來為跌勢；若歷史波動率介於 0.18 至 0.28 間或波動率指數介於 18 至 28 間，則判斷未來為盤整。利用上述方法判斷趨勢，比較使用不同判斷趨勢的方法，由表 4 可以看到，在台灣的實證研究中，如同美國的實證研究得到的結果，不同判斷趨勢的方法，並不會使得佔優勢的避險策略有很大的改變。

表 5 為依據第一天的波動率指數 VIX 來區分趨勢後，比較各種避險策略在各種 Moneyness 下的損益金額與成本率。

由表 5-(a)可以見到，在台灣的市場上，不論趨勢判斷為漲勢、跌勢或盤整，使用調整後停損避險策略都有不錯的表現。由表 5-(b)的標準差，顯示了停損避險策略與調整後停損避險策略的標準差都比 Delta 避險策略來的大，具有較大的風險；但由表 5-(c)，普遍來說調整後停損避險策略都有較高的夏普指數，這也代表了承受一單位的風險下，會有較好的報酬。

表 6 為表 5 依據不同的年分所做的分割，其中因本研究台灣的數據從 2006 年 12 月開始，故 2006 年為一個月的數據；從 2006 年 12 月到 2008 年底的資料看來，使用調整後停損避險策略都有較好的平均報酬，且具有正的平均報酬，但其標準差亦較大。

再來，圖 10、圖 11、圖 12 與圖 13 皆為不分趨勢來看整合的表現，其中調整後停損避險策略仍依照歷史波動率、波動率指數與移動平均法來判斷趨勢，判斷法如前所提。

圖 10 為不同 Moneyness 下，各避險策略的損益金額。其中調整後避險策略僅依「第一天」判斷的趨勢，做為決定未來策略的依據；圖 10 又分為(a)、(b)、(c)、(d)、(e)五張圖，分別代表不同 Moneyness 下的表現。

表 5 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢

(a) 平均值

平均值			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	2333	-381	-720	-103	-9	-0.0052	-0.0188	0.0023	0.0072
價內	1.03>M>1.01	278	995	315	1372	1684	0.0808	0.0156	0.1206	0.1570
價平	1.01>M>0.99	295	1372	816	1516	2677	0.2023	0.0902	0.2276	0.5117
價外	0.99>M>0.97	269	861	586	352	2147	-2.2017	-2.0343	-4.2682	1.0837
深度價外	M<0.97	937	-189	-198	-354	325	-6.7053	-4.8643	-5.6000	-0.1705
平均值		4112	-37	-336	86	515	-1.6549	-1.2447	-1.5295	0.0834
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	5221	38	14	-179	73	0.0001	-0.0013	-0.0102	0.0015
價內	1.03>M>1.01	738	1078	1464	1806	1911	0.0329	0.0558	0.0758	0.0804
價平	1.01>M>0.99	755	1499	1816	2326	3544	0.0632	0.0886	0.1403	0.2913
價外	0.99>M>0.97	793	1579	1793	3335	3427	0.1337	0.1340	0.3797	0.4164
深度價外	M<0.97	11048	589	663	931	976	0.7483	0.4822	0.8985	0.9190
平均值		18555	532	607	813	969	0.4552	0.2983	0.5571	0.5805
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	938	-1118	-1563	-1241	-1152	-0.0448	-0.0593	-0.0519	-0.0429
價內	1.03>M>1.01	119	-433	-699	343	214	-0.0902	-0.1206	-0.0259	-0.0286
價平	1.01>M>0.99	127	223	31	1182	2081	0.0015	-0.0410	0.1535	0.2536
價外	0.99>M>0.97	130	320	399	1001	1924	0.1552	0.1461	0.2987	0.5449
深度價外	M<0.97	1003	-196	-188	128	142	-13.5132	-16.6389	0.7306	0.7291
平均值		2317	-529	-726	-308	-172	-5.8637	-7.2270	0.3191	0.3413
總平均值		24984	348	345	589	788	-0.4550	-0.6422	0.1916	0.4765

表 5 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢

(b) 標準差

標準差		損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	1096	1273	1625	1289	0.0450	0.0567	0.0818	0.0596
價內	1.03>M>1.01	1353	1972	4051	4056	0.1379	0.1980	0.3597	0.3355
價平	1.01>M>0.99	1474	2277	3878	4371	0.3640	0.5648	0.6869	0.8744
價外	0.99>M>0.97	1611	2271	2796	3479	22.2602	19.3559	39.1292	10.4460
深度價外	M<0.97	1175	1316	1913	1369	59.4652	45.3813	99.9565	44.7762
標準差		1333	1599	2313	2324	29.6829	22.7715	48.7925	21.5350
跌勢	VIX>28	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	3759	3641	6572	6307	0.1383	0.1348	0.2427	0.2265
價內	1.03>M>1.01	5303	5225	9432	8617	0.3292	0.3220	0.5672	0.5478
價平	1.01>M>0.99	5234	5151	9376	8203	0.4448	0.4326	0.8343	0.7329
價外	0.99>M>0.97	4521	4759	7150	6902	0.6804	0.6263	0.9257	0.9043
深度價外	M<0.97	2568	2965	3128	2898	48.5713	49.9763	0.6259	0.5163
標準差		3343	3513	5287	4970	37.4808	38.5638	0.7107	0.6472
盤整	28>VIX>18	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	3297	3810	4980	5347	0.1439	0.1687	0.2232	0.2099
價內	1.03>M>1.01	3767	4519	5248	7216	0.3621	0.4151	0.5529	0.6751
價平	1.01>M>0.99	3398	3913	5192	6044	0.5919	0.6482	0.9295	0.9404
價外	0.99>M>0.97	2146	2536	3371	4653	0.7503	0.8303	1.0291	1.4785
深度價外	M<0.97	452	652	1458	1418	52.0367	63.2440	1.3475	1.5941
標準差		2521	2966	3890	4387	34.8751	42.4054	1.0315	1.2021
總標準差		3074	3284	4816	4597	36.2367	37.1240	19.8195	8.7631

表 5 以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢

(c) 夏普指數

Sharpe Ratio		損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	-0.3477	-0.5660	-0.0631	-0.0073	-0.1146	-0.3318	0.0280	0.1203
價內	1.03>M>1.01	0.7350	0.1598	0.3386	0.4153	0.5861	0.0790	0.3352	0.4679
價平	1.01>M>0.99	0.9308	0.3584	0.3911	0.6126	0.5557	0.1596	0.3314	0.5852
價外	0.99>M>0.97	0.5342	0.2578	0.1259	0.6171	-0.0989	-0.1051	-0.1091	0.1037
深度價外	M<0.97	-0.1613	-0.1501	-0.1850	0.2372	-0.1128	-0.1072	-0.0560	-0.0038
Sharpe Ratio		-0.0280	-0.2099	0.0371	0.2216	-0.0558	-0.0547	-0.0313	0.0039
跌勢	VIX>28	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0.0100	0.0038	-0.0272	0.0116	0.0004	-0.0095	-0.0420	0.0064
價內	1.03>M>1.01	0.2033	0.2802	0.1915	0.2217	0.1001	0.1734	0.1337	0.1467
價平	1.01>M>0.99	0.2865	0.3525	0.2481	0.4321	0.1422	0.2049	0.1681	0.3975
價外	0.99>M>0.97	0.3492	0.3767	0.4664	0.4965	0.1965	0.2140	0.4101	0.4604
深度價外	M<0.97	0.2291	0.2235	0.2976	0.3369	0.0154	0.0096	1.4355	1.7800
Sharpe Ratio		0.1593	0.1728	0.1538	0.1949	0.0121	0.0077	0.7839	0.8968
盤整	28>VIX>18	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	-0.3392	-0.4102	-0.2492	-0.2155	-0.3117	-0.3512	-0.2326	-0.2042
價內	1.03>M>1.01	-0.1150	-0.1546	0.0654	0.0297	-0.2490	-0.2905	-0.0469	-0.0423
價平	1.01>M>0.99	0.0658	0.0080	0.2277	0.3444	0.0026	-0.0632	0.1652	0.2697
價外	0.99>M>0.97	0.1490	0.1575	0.2970	0.4136	0.2068	0.1760	0.2902	0.3685
深度價外	M<0.97	-0.4325	-0.2887	0.0880	0.0999	-0.2597	-0.2631	0.5422	0.4574
Sharpe Ratio		-0.2100	-0.2447	-0.0792	-0.0392	-0.1681	-0.1704	0.3093	0.2839
總 Sharpe Ratio		0.1133	0.1049	0.1224	0.1714	-0.0126	-0.0173	0.0097	0.0544

表 6 每年各避險策略比較
(調整後停損避險策略以「第一天」的波動率指數 VIX 區分趨勢)

(a) 平均值

平均值		損益金額				成本率			
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
2006年	583	546	338	788	988	-0.0103	0.0760	0.1615	0.1270
2007年	9787	-66	-102	60	445	-1.3660	-1.3101	-0.4336	0.2777
2008年	14614	604	629	936	1010	0.1066	-0.2461	0.6114	0.6235
06~08年	24984	348	345	589	788	-0.4550	-0.6422	0.1916	0.4765

(b) 標準差

標準差		損益金額				成本率			
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
2006年	583	1009	1190	2001	2302	7.30	6.11	0.53	0.85
2007年	9787	2631	2566	4614	4394	21.73	18.62	31.64	13.97
2008年	14614	3349	3692	4993	4782	43.56	45.69	0.73	0.72
06~08年	24984	3074	3284	4816	4597	36.24	37.12	19.82	8.76

(c) 夏普指數

Sharpe Ratio		損益金額				成本率			
VIX	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
2006年	583	0.5406	0.2841	0.3938	0.4291	-0.0014	0.0124	0.3046	0.1492
2007年	9787	-0.0251	-0.0396	0.0130	0.1012	-0.0629	-0.0704	-0.0137	0.0199
2008年	14614	0.1803	0.1703	0.1875	0.2112	0.0024	-0.0054	0.8350	0.8602
06~08年	24984	0.1133	0.1049	0.1224	0.1714	-0.0126	-0.0173	0.0097	0.0544

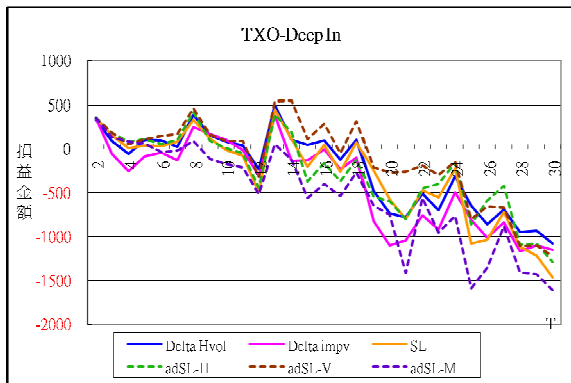
在深度價內時，如圖 10-(a)所示，利用歷史波動率會比利用隱含波動率計算 Delta 的避險策略表現來得較好，但於越往價外時，利用歷史波動率或隱含波動率計算 Delta 的避險策略表現都差不多。

整體來看，台灣市場無論在哪一種 Moneyness 下，可以發現停損避險策略與調整後停損避險策略雖容易有較 Delta 避險策略高的報酬，但同時有所虧損時亦較 Delta 避險來的大。

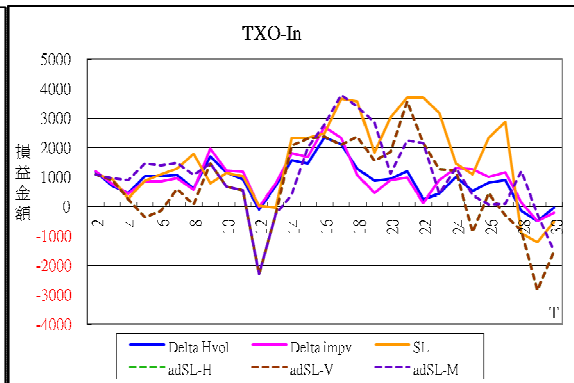
接下來，圖 11 與圖 12 將各種 Moneyness 與市場趨勢下各種避險策略之損益金額，加總平均後，僅依不同到期日 T 區分，看各種避險策略的整合表現。

圖 10 針對不同到期日 T 與不同 Moneyness 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用調整後停損避險策略，並分別利用「第一天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢。

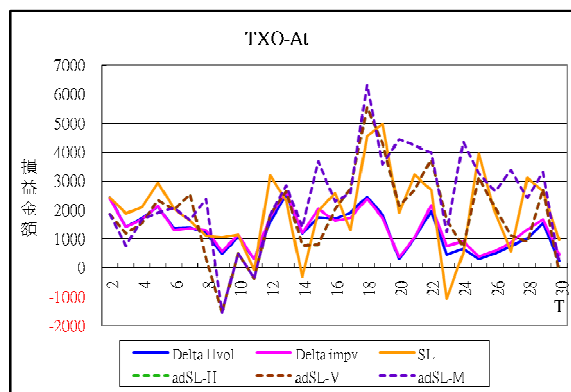
(a)深度價內



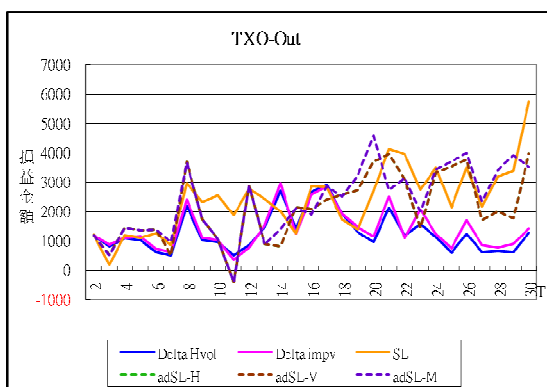
(b)價內



(c)價平



(d)價外



(e)深度價外

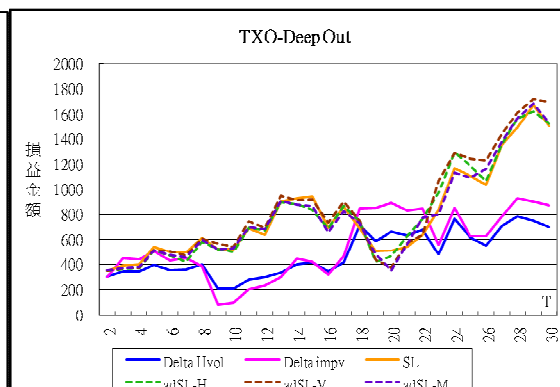


圖 11 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用調整後停損避險策略，並分別利用「第一天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢。

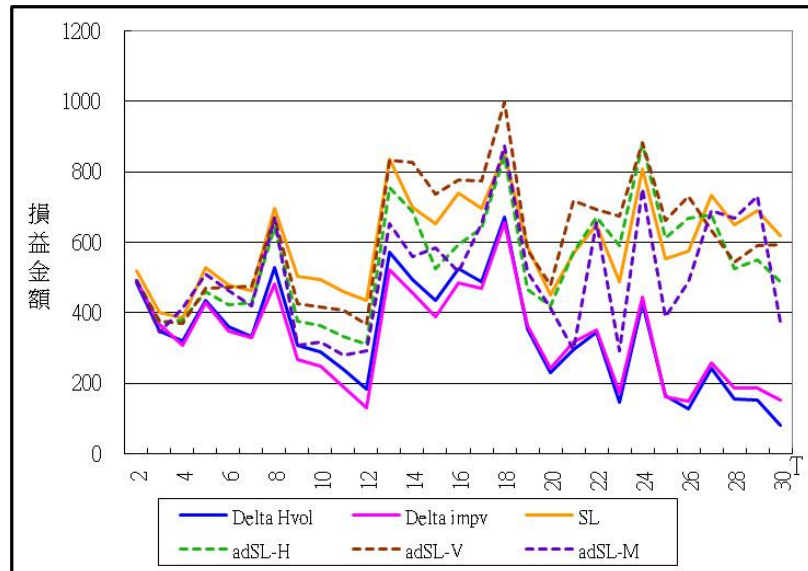


圖 12 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用調整後停損避險策略，並分別利用「每天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢，動態的修正調整後停損避險策略。

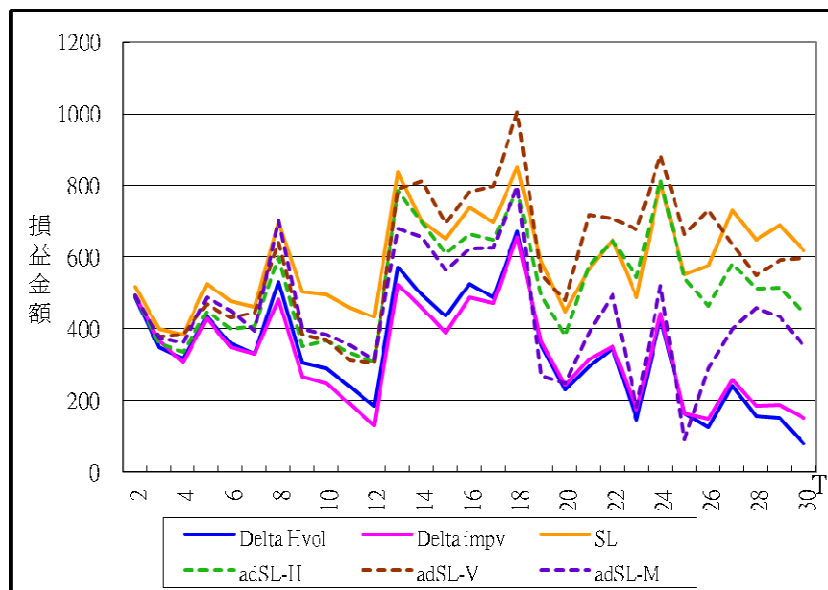
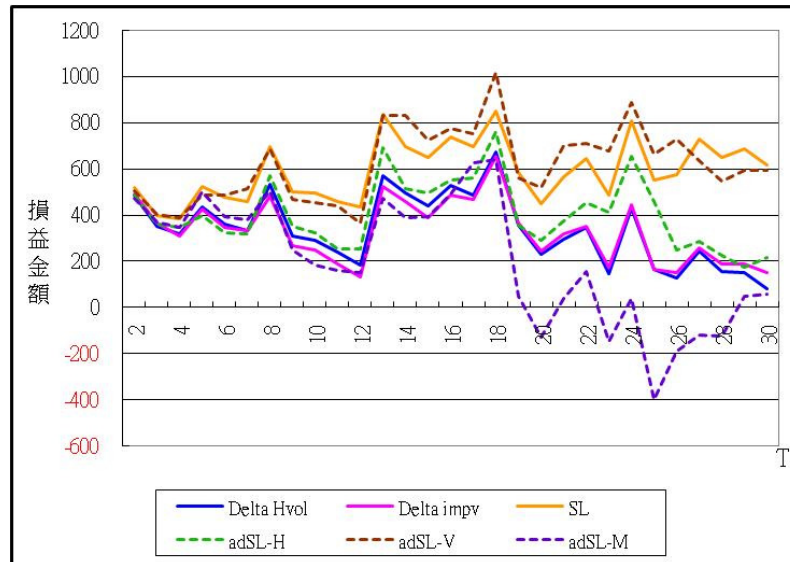


圖 13 針對不同到期日 T 的買權進行避險，比較(1) 用歷史波動率計算 Delta 的避險策略；(2) 用隱含波動率計算 Delta 的避險策略；(3) 用停損避險策略；(4)、(5)與(6) 使用混合避險策略，並分別利用「每天」的歷史波動率、波動率指數與移動平均來判斷趨勢，動態的修正混合避險策略。



其中圖 11 調整後停損避險策略的趨勢判斷，僅依據第一天判斷的趨勢，作為未來策略的選擇。圖 12 則每天動態的判斷未來趨勢，並配合修正調整後停損避險策略。

透過圖 10 與圖 11，整體上來看各種避險策略，可以得到以下四點結論，第一，同美國，使用各種避險策略，每個避險策略產生的損益金額都相去不遠，且平均而言皆存在正的收益；第二、基本上使用不同的方法判斷趨勢，不會對調整後停損避險策略有太大的影響，由圖 11 與圖 12 都可以發現，三條虛線的變動都差不多，但若使用波動率指數來判斷趨勢，會得到稍微好一點的平均獲益；第三，於圖 11 與圖 12 中，使用停損避險策略與調整後停損避險策略，都會有較好的平均收益，而其中以波動率指數區分趨勢的調整後停損避險策略又有較高的平均報酬；第四，比較圖 11 與圖 12，圖 11 中僅依據「第一天」判斷趨勢的調整後停損避險策略，圖 12 判斷「每天」的趨勢來進行調整後避險策略，圖 11 所示之結

果平均損益金額比圖 12 所示結果稍好；因此，對於不同到期日 T，僅依據「第一天」判斷趨勢，會比每天改變趨勢的預測有更好的表現。

圖 13 是調整後停損避險與 Delta 避險混合的避險策略（以 MIX 表示）。比較圖 12 與圖 13，會發現如同美國的情形，使用混合的避險策略，並沒有比較好的表現，特別是使用移動平均判斷趨勢，會造成負的損益。

接下來，表 7 與表 8 皆為表 5 針對特殊資料進行獨立的比較，分為情境測試（Scenario Test）與壓力測試（Stress Test）兩種測試，於下面兩節中討論。

一、 情境測試（Scenario Test）：

因調整後停損避險策略須依賴於趨勢判斷，使用波動率指數 VIX 是判斷的方法之一。從圖 5 中可以觀察到台灣的加權股價指數與 VIX 其相關性，在 2006 年到 2007 年初呈現正相關，而 2007 年中至 2008 年底呈現負相關。因此若以 VIX 區分趨勢，可能會使調整後停損避險策略做出錯誤的判斷，故特別針對此相關性的部分作情境測試（Scenario Test）。

表 7 為表 5 依據台指與波動率指數的相關係數做區分。表 7-A 為 2006/12/01~2007/08/07 年的資料，其相關係數為正的 0.5462；而表 7-B 為 2007/08/08~2008/12/31 年的資料，其相關係數為負的 0.7362。表 7 中的(a)、(b)與(c)分別為平均值、標準差與 Sharpe Ratio。由表 7 可以看到，在相關係數為正或負的時候，調整後停損避險策略仍有較其他策略為大的報酬。

表 7 台指與 VIX 之相關係數區分後比較

A. 正相關 (2006/12/01~2007/08/07) 相關係數：0.5462

(a) 平均值

平均值			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	2333	-381	-702	-103	-9	-0.0056	-0.0185	0.0023	0.0072
價內	1.03>M>1.01	278	951	292	1372	1684	0.0774	0.0136	0.1206	0.1570
價平	1.01>M>0.99	295	1330	796	1516	2677	0.1981	0.0874	0.2276	0.5117
價外	0.99>M>0.97	269	802	532	352	2147	-2.4614	-2.2587	-4.2682	1.0837
深度價外	M<0.97	937	-186	-192	-354	325	-6.3467	-4.5963	-5.6000	-0.1705
平均值		4112	-47	-330	86	515	-1.5910	-1.1984	-1.5295	0.0834
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	406	-3858	-3410	-4441	-3737	-0.1333	-0.1150	-0.1656	-0.1317
價內	1.03>M>1.01	40	-10262	-7925	-11286	-5357	-0.7172	-0.5595	-0.7566	-0.3904
價平	1.01>M>0.99	47	-8095	-6605	-7688	-1502	-0.8395	-0.7045	-0.8092	-0.1115
價外	0.99>M>0.97	48	-4606	-4615	-989	1970	-0.7705	-0.8329	-0.1628	0.4026
深度價外	M<0.97	197	-587	-1576	917	1299	-0.5406	-1.4068	0.8706	0.9602
平均值		738	-3650	-3447	-3364	-1967	-0.3601	-0.5681	0.0382	0.1818
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	368	-731	-1185	-546	-546	-0.0178	-0.0359	-0.0117	-0.0117
價內	1.03>M>1.01	39	831	-520	2282	1922	0.0513	-0.0646	0.1782	0.1455
價平	1.01>M>0.99	45	1335	62	2708	-24	0.2916	0.1116	0.4387	0.0233
價外	0.99>M>0.97	45	853	599	-157	2788	0.4324	0.3710	0.0219	0.9135
深度價外	M<0.97	131	-35	667	-1066	-60	1.1617	4.0785	-0.7165	-0.0768
平均值		628	-228	-540	-218	-15	0.2870	0.8603	-0.1122	0.0533

(b) 標準差

標準差			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	2333	1096	1273	1625	1289	0.0450	0.0567	0.0818	0.0596
價內	1.03>M>1.01	278	1353	1972	4051	4056	0.1379	0.1980	0.3597	0.3355
價平	1.01>M>0.99	295	1474	2277	3878	4371	0.3640	0.5648	0.6869	0.8744
價外	0.99>M>0.97	269	1611	2271	2796	3479	22.2602	19.3559	39.1292	10.4460
深度價外	M<0.97	937	1175	1316	1913	1369	59.4652	45.3813	99.9565	44.7762
標準差		4112	1333	1599	2313	2324	29.6829	22.7715	48.7925	21.5350
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	406	5179	4505	8663	6946	0.2200	0.1860	0.3602	0.2697
價內	1.03>M>1.01	40	3613	2532	9371	8112	0.2504	0.1839	0.6011	0.6076
價平	1.01>M>0.99	47	3617	1812	9899	8752	0.3483	0.2171	1.1184	0.9082
價外	0.99>M>0.97	48	3511	2025	7026	6175	0.5336	0.4017	1.3282	0.9942
深度價外	M<0.97	197	1741	1898	2514	1607	1.1476	1.5474	0.6330	0.2792
標準差		738	4905	3958	8206	6642	0.6896	0.9888	0.8236	0.6612
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	368	1171	1224	1246	1246	0.0420	0.0504	0.0462	0.0462
價內	1.03>M>1.01	39	1546	1559	2270	2280	0.1280	0.1371	0.1851	0.1824
價平	1.01>M>0.99	45	1308	1570	2665	3856	0.3660	0.4495	0.3685	0.7506
價外	0.99>M>0.97	45	1105	1324	2481	2651	0.5423	0.6519	1.1009	0.7757
深度價外	M<0.97	131	553	908	2285	1143	5.5658	5.5416	2.9689	2.8256
標準差		628	1305	1469	2110	1998	2.5835	3.0265	1.4269	1.3417

(c) Sharpe Ratio

Sharpe Ratio			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	2333	-0.3480	-0.5512	-0.0631	-0.0073	-0.1240	-0.3261	0.0280	0.1203
價內	1.03>M>1.01	278	0.7030	0.1483	0.3387	0.4153	0.5617	0.0685	0.3352	0.4679
價平	1.01>M>0.99	295	0.9022	0.3494	0.3910	0.6126	0.5443	0.1547	0.3314	0.5852
價外	0.99>M>0.97	269	0.4980	0.2341	0.1259	0.6171	-0.1106	-0.1167	-0.1091	0.1037
深度價外	M<0.97	937	-0.1585	-0.1460	-0.1850	0.2372	-0.1067	-0.1013	-0.0560	-0.0038
Sharpe Ratio		4112	-0.0349	-0.2065	0.0371	0.2216	-0.0536	-0.0526	-0.0313	0.0039
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	406	-0.7450	-0.7570	-0.5126	-0.5380	-0.6059	-0.6180	-0.4598	-0.4882
價內	1.03>M>1.01	40	-2.8400	-3.1302	-1.2044	-0.6605	-2.8642	-3.0417	-1.2587	-0.6425
價平	1.01>M>0.99	47	-2.2379	-3.6441	-0.7767	-0.1716	-2.4101	-3.2455	-0.7236	-0.1228
價外	0.99>M>0.97	48	-1.3119	-2.2792	-0.1407	0.3190	-1.4439	-2.0734	-0.1225	0.4049
深度價外	M<0.97	197	-0.3370	-0.8303	0.3647	0.8083	-0.4710	-0.9092	1.3753	3.4395
Sharpe Ratio		738	-0.7442	-0.8709	-0.4099	-0.2962	-0.5222	-0.5746	0.0463	0.2749
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	368	-0.6246	-0.9679	-0.4387	-0.4387	-0.4225	-0.7122	-0.2525	-0.2525
價內	1.03>M>1.01	39	0.5374	-0.3334	1.0055	0.8431	0.4009	-0.4710	0.9626	0.7975
價平	1.01>M>0.99	45	1.0203	0.0396	1.0162	-0.0063	0.7966	0.2481	1.1903	0.0310
價外	0.99>M>0.97	45	0.7724	0.4526	-0.0633	1.0515	0.7973	0.5691	0.0199	1.1777
深度價外	M<0.97	131	-0.0637	0.7341	-0.4666	-0.0528	0.2087	0.7360	-0.2413	-0.0272
Sharpe Ratio		628	-0.1744	-0.3677	-0.1034	-0.0077	0.1111	0.2843	-0.0786	0.0397

B. 負相關 (2007/08/08~2008/12/31) 相關係數：-0.7362

(a) 平均值

平均值			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價內	1.03>M>1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價平	1.01>M>0.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價外	0.99>M>0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深度價外	M<0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均值		0	0	0	0	0	0	0	0	0
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	4815	366	302	181	394	0.0113	0.0083	0.0029	0.0127
價內	1.03>M>1.01	698	1728	2002	2557	2327	0.0759	0.0911	0.1236	0.1073
價平	1.01>M>0.99	708	2136	2375	2991	3879	0.1232	0.1413	0.2033	0.3181
價外	0.99>M>0.97	745	1977	2206	3614	3521	0.1920	0.1963	0.4146	0.4173
深度價外	M<0.97	10851	610	704	931	970	0.7717	0.5165	0.8990	0.9183
平均值		17817	706	775	986	1090	0.4889	0.3342	0.5785	0.5970
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	570	-1368	-1807	-1689	-1543	-0.0623	-0.0743	-0.0779	-0.0630
價內	1.03>M>1.01	80	-1050	-786	-602	-618	-0.1591	-0.1479	-0.1254	-0.1134
價平	1.01>M>0.99	82	-386	14	345	3237	-0.1576	-0.1247	-0.0030	0.3800
價外	0.99>M>0.97	85	37	294	1615	1467	0.0084	0.0270	0.4452	0.3498
深度價外	M<0.97	872	-220	-317	308	172	-15.7180	-19.7510	0.9480	0.8502
平均值		1689	-642	-795	-342	-230	-8.1507	-10.2339	0.4795	0.4483

(b) 標準差

標準差			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價內	1.03>M>1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價平	1.01>M>0.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價外	0.99>M>0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深度價外	M<0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
標準差		0	0	0	0	0	0	0	0	0
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	4815	3417	3405	6234	6143	0.1226	0.1250	0.2253	0.2189
價內	1.03>M>1.01	698	4605	4813	8874	8463	0.2774	0.2911	0.5272	0.5322
價平	1.01>M>0.99	708	4673	4802	8959	8060	0.3812	0.3897	0.7727	0.7125
價外	0.99>M>0.97	745	4284	4586	7072	6940	0.6471	0.5858	0.8834	0.8989
深度價外	M<0.97	10851	2576	2966	3138	2916	49.0097	50.4269	0.6258	0.5196
標準差		17817	3144	3391	5057	4850	38.2485	39.3535	0.6973	0.6413
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	570	4106	4773	6270	6760	0.1793	0.2113	0.2809	0.2648
價內	1.03>M>1.01	80	4345	5414	5991	8551	0.4163	0.4959	0.6400	0.8015
價平	1.01>M>0.99	82	3996	4742	6006	6703	0.6323	0.7237	1.0956	1.0119
價外	0.99>M>0.97	85	2490	2987	3623	5381	0.8047	0.8914	0.9637	1.7119
深度價外	M<0.97	872	430	490	1191	1453	55.4365	67.2499	0.6411	1.2725
標準差		1689	2836	3355	4370	4991	40.5830	49.2995	0.7802	1.1277

(c) Sharpe Ratio

Sharpe Ratio			損益金額				成本率			
漲勢	VIX<18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價內	1.03>M>1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價平	1.01>M>0.99	0	0	0	0	0	0	0	0	0
價外	0.99>M>0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深度價外	M<0.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sharpe Ratio		0	0	0	0	0	0	0	0	0
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	4815	0.1072	0.0888	0.0290	0.0642	0.0921	0.0665	0.0129	0.0580
價內	1.03>M>1.01	698	0.3753	0.4160	0.2881	0.2750	0.2738	0.3129	0.2343	0.2017
價平	1.01>M>0.99	708	0.4571	0.4945	0.3338	0.4812	0.3231	0.3626	0.2631	0.4464
價外	0.99>M>0.97	745	0.4616	0.4809	0.5109	0.5073	0.2967	0.3351	0.4693	0.4642
深度價外	M<0.97	10851	0.2367	0.2372	0.2968	0.3328	0.0157	0.0102	1.4366	1.7673
Sharpe Ratio		17817	0.2244	0.2286	0.1950	0.2248	0.0128	0.0085	0.8296	0.9308
盤整	28>VIX>18	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	570	-0.3332	-0.3785	-0.2694	-0.2283	-0.3475	-0.3518	-0.2773	-0.2379
價內	1.03>M>1.01	80	-0.2416	-0.1451	-0.1004	-0.0723	-0.3823	-0.2982	-0.1960	-0.1415
價平	1.01>M>0.99	82	-0.0967	0.0030	0.0575	0.4829	-0.2493	-0.1722	-0.0027	0.3756
價外	0.99>M>0.97	85	0.0150	0.0983	0.4457	0.2727	0.0105	0.0303	0.4620	0.2043
深度價外	M<0.97	872	-0.5104	-0.6467	0.2584	0.1184	-0.2835	-0.2937	1.4786	0.6681
Sharpe Ratio		1689	-0.2263	-0.2370	-0.0782	-0.0461	-0.2008	-0.2076	0.6146	0.3976

二、 壓力測試 (Stress Test)：

受到美國金融風暴的影響，於 2008 年 9 月起全球股市大跌，台灣股市亦無法倖免於難，台灣的波動率指數 VIX 一度高達 60 點，針對此股市大跌風險大增的時期進行壓力測試 (Stress Test)，比較各避險策略在金融風暴中的表現。

表 8 為表 5 中 2008/09~2008/12 的資料，其中亦分成(a)、(b)與(c)分別對其平均值、標準差與 Sharpe Ratio 做比較。從圖 5 中可看出此段時間的 VIX 均大於 28 點，因此表 8 僅呈現跌勢下避險策略的結果。

由表 8-(a)看到即使在處於股市持續下跌的情勢下，各避險策略仍有正的平均報酬，且停損與調整後停損避險策略都有較好的表現。表 8-(b)中的標準差，與表 5-(b)跌勢的標準差做比較，可以發現表 8-(b)的值都大致都較表 5-(b)為大。值得注意的是，調整後停損避險策略的標準差較表 5-(b)為低，這代表此策略於此壓力時期有較穩定的避險效果。比較表 8-(b)中的各避險策略，調整後避險策略與 Delta 避險策略的標準差相距不遠，甚至有略小的表現。此結果與前面表 5，甚至與美國市場中表 2 的結果相反，調整後停損避險策略在此顯得更具優勢。透過表 8-(c)亦可見，調整後停損避險策略的確具有較大的夏普指數。在處於市場有明顯的跌勢下，調整後停損避險策略確實有發揮一定的功效，使其表現有明顯的優於其他避險策略。

表 8 金融風暴下避險策略之比較 (2008/09~2008/12)

(a) 平均值

平均值			損益金額				成本率			
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	1147	2594	2043	2633	2983	0.0778	0.0584	0.0745	0.0929
價內	1.03>M>1.01	178	3614	3932	5245	4231	0.1648	0.1790	0.2638	0.2168
價平	1.01>M>0.99	187	3615	3978	5236	5526	0.1912	0.2156	0.3016	0.4238
價外	0.99>M>0.97	184	2947	3559	4923	4894	0.1695	0.2128	0.4548	0.4788
深度價外	M<0.97	5091	796	1065	1177	1165	11.4674	11.3344	0.9350	0.9370
平均值		6787	1310	1453	1743	1774	8.6291	8.5284	0.7415	0.7489

(b) 標準差

標準差			損益金額				成本率			
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	1147	4951	4867	7002	5981	0.1873	0.1910	0.2901	0.2458
價內	1.03>M>1.01	178	6584	7134	8599	6797	0.3858	0.4129	0.5501	0.4854
價平	1.01>M>0.99	187	6669	6943	9893	6625	0.4683	0.4840	0.8147	0.5963
價外	0.99>M>0.97	184	6213	6914	7764	6461	0.6462	0.6904	0.9052	0.7683
深度價外	M<0.97	5091	2941	3560	3355	3097	41.1467	41.5046	0.5063	0.4854
標準差		6787	3854	4251	4926	4255	35.9740	36.2736	0.6095	0.5747

(c) Sharpe Ratio

Sharpe Ratio			損益金額				成本率			
跌勢	VIX>28	個數	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL	Delta-H	Delta-Imp	SL	adSL
深度價內	M>1.03	1147	0.5239	0.4197	0.3761	0.4988	0.4153	0.3055	0.2569	0.3780
價內	1.03>M>1.01	178	0.5489	0.5511	0.6100	0.6225	0.4273	0.4336	0.4795	0.4466
價平	1.01>M>0.99	187	0.5421	0.5729	0.5293	0.8341	0.4083	0.4454	0.3702	0.7107
價外	0.99>M>0.97	184	0.4743	0.5147	0.6341	0.7575	0.2623	0.3082	0.5024	0.6232
深度價外	M<0.97	5091	0.2706	0.2991	0.3507	0.3762	0.2787	0.2731	1.8469	1.9304
Sharpe Ratio		6787	0.3398	0.3418	0.3538	0.4169	0.2399	0.2351	1.2166	1.3030

在台灣的實證研究中，亦可發現建立前述避險投資組合，大致具有正的平均收益。而利用歷史波動率、波動率指數或移動平均法判斷趨勢，亦不會對調整後停損避險策略造成太大的差別。在各種市場趨勢底下，調整後停損避險策略都有不錯的表現，且只依據「第一天」的趨勢進行避險，會有較大的正收益。在情境測試與壓力測試下，我們觀察到調整後停損避險策略有較穩定甚至是最佳的避險效果，這顯示出此策略具有相當的強韌性（Robustness）。在台灣市場，停損避險策略與調整後停損避險策略都具有較佳統計套利的機會，且此兩種策略無須使用模型，只需遵守市場的訊號進行策略的改變，能簡單的進行。

陸、 結論

由於金融市場的不完備性，衍生性商品的風險無法完全規避，卻也因此帶來了統計套利的機會。本研究分別針對美國 S&P500 指數選擇權與台灣加權股價指數選擇權的歷史資料進行測試，利用標的資產 S&P500 指數與台灣加權股價指數建立各種避險投資組合，包括利用歷史／隱含波動率計算的 Delta 避險、Delta-Gamma 避險、停損避險與調整後停損避險等策略，以檢視這些避險策略是否具備統計套利的機會。

對美國與台灣的資料進行實證研究，在兩個市場都可以發現，無論建立何種避險投資組合，平均而言是會產生正的報酬，具有統計套利的空間。整體來說，使用調整後停損避險策略有較好的平均報酬，利用歷史波動率、波動率指數或移動平均法判斷趨勢，也不會對調整後停損避險策略造成很大的影響。使用 Delta 避險策略則是具有較穩定的表現（低報酬低風險）。另針對台灣的資料進行的情境與壓力測試，調整後停損避險策略皆具有較為穩定的避險效果，在情境測試下其具有較高的平均報酬，在壓力測試下甚至具有最佳的避險效果。

目前本研究所建構 Model Free 之避險策略，僅應用股票市場(Equity Market)之歐式指數選擇權。但若選擇權具有提早履約之性質，則須額外考慮最佳停止時間的估計。另對其他具流動性高之標的物的選擇權市場，如外匯市場、債券市場等，我們亦期盼能發展出類似的避險策略以尋找統計套利的機會。這些應用將留為未來的工作。

參考文獻

- Avellaneda, M. and Lee, J.-H. (2008) “Statistical Arbitrage in the U.S. Equities Market,” working paper, New York University.
- Black, F. and Scholes, M. (1973) “The Pricing of Options and Corporate Liabilities,” *J. Polit. Econ.*, 81, 637-654.
- Coleman, T.F., Li, Y. and Patron, M. (2003) “Discrete Hedging under Piecewise Linear Risk Minimization,” *Journal of Risk*, Vol. 5, pp. 39-65.
- Follmer, H. and Schweizer, M. (1991) “Hedging Contingent Claims under Incomplete Information,” in M.H.A. Davis and R.J. Elliot (eds), *Applied stochastic analysis. Stochastic Monograph 5*. Gordon Breach, London and New York, pp. 389-414.
- Fouque, J.-P., Papanicolaou, G. and Sircar, R. (2000) “Derivatives in Financial Markets with Stochastic Volatility,” Cambridge University Press.
- Frittelli, M. (2000) “The minimal entropy martingale measure and the valuation problem in incomplete markets,” *Mathematical Finance*, 10, 39-52.
- Haynes H., M. Yung, and H. Zhang (2003). “An empirical investigation of the GARCH option pricing model: Hedging performance.” *The Journal of Futures Markets*, 23, 1191-1207.
- Hull, J.C. (2006) “Options, Futures, and Other Derivatives,” Sixth Edition, Prentice Hall.
- Merton, R.C. (1973), “Theory of Rational Option Pricing,” *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, 141–183.
- Wang, Y.-Y. (2007), “Robust Hedging Strategies: From Simulations to Empirical Studies,” Master Thesis, National Tsing Hua University.