

期貨與選擇權保證金系統之比較研究—回顧 與實證

A Comparative Study on Margining System for Futures and Options Exchange : Review and Empirical Evidence

戴良安 Liang-Ann Tai

劉德明 Derming Lieu

國立中山大學財務管理學系

Department of Finance, National Sun Yat-Sen University

(Received September 14, 2006; Final Version October 3, 2007)

摘要：本文對國內外期貨與選擇權市場保證金制度進行理論與實證之比較研究，發現台灣期貨交易所現行靜態的以策略基礎之保證金制度既非組合式，也非植基於合約組合之風險，已經不適合期貨市場的發展，因此建議借鑒國際經驗採用組合式且植基於風險值之保證金制度。對於台灣期貨交易所特殊的含股票期貨與股票選擇權商品交易之特性，本研究改良國際通用的保證金系統 SPAN 與 TIMS，使用情節模擬法，透過單因子市場模型，提出全新的衡量含個股選擇權、指數期貨與股票組合保證金需求的新模型—Beta-Simulation，在計算程序上不但可以簡化 SPAN 保證金系統跨商品折抵問題，在理論與實證分析上亦可以改善 TIMS 系統跨商品信用折抵成數過於簡化的缺失。

關鍵詞：保證金系統、單因子市場模型、風險值、SPAN、TIMS

Abstract : This paper reviews and contrasts the margining systems used by Taiwan Futures Exchange (TAIFEX) and the leading world futures and options exchanges. Our empirical analysis shows that the current margining system used by TAIFEX is neither risk-based nor portfolio-based and suggests

* 作者感謝兩位匿名審稿者之寶貴意見與台灣證券集保公司及蔡惠珍同學的協助。

that a new portfolio risk-based margining system be adopted at TAIFEX. While both SPAN and TIMS are portfolio-based and risk-based margining system, they are awkward to use for TAIFEX who trades index futures, index option and stock options. We modify SPAN and TIMS to propose a new margining system called Beta-Simulation to calculate margin requirements for TAIFEX. The new system uses the beta factor from single factor Market Model to simplify the appropriate collateral requirement offset estimate for inter-commodity spread. The new model is easier than SPAN in computational procedure but offers sounder theoretical basis than TIMS for credit offset estimates among individual stock options. Tested among all competing models, the new Beta-Simulation system proves to be the best margining system that can provide enough risk coverage with the most efficient margin requirements.

Keywords : Margining system, Market Model, SPAN, TIMS

1. 前言

台灣期貨交易所 (TAIFEX) 自 2002 年推出台指選擇權，2003 年推出股票選擇權後，選擇權成交量正在快速的成長中，2005 年台指選擇權成交量超過 8,000 萬口，為全球交易量第 16 大之衍生性商品合約，2006 年 TAIFEX 選擇權總成交量超過 9,900 萬口，選擇權日平均成交量已超過 50 萬口，加上期貨合約交易量的成長，使我國的證券衍生商品之交易量快速成長。由於選擇權合約之複雜性，在交易量快速成長之後，如何保障台灣衍生性商品之交易安全成為一項重要課題。

欲保障集中市場之衍生性商品交易之安全，最重要的方法是要有合宜的保證金之繳交，保證金之繳交必須足夠應付所保證合約一定信賴區間的價格風險，但保證金的繳交也是交易單位的機會成本，過多的保證金需求已被證實會影響到合約的未平倉量與降低合約風險轉移的經濟功能¹，因此合宜之保證金是交易所國際競爭力之重要因素。

台灣期貨交易所是所交易衍生商品的結算單位，因此對於所交易的期貨與選擇權合約，台灣期貨交易所是每一交易合約的對手，以保證結算會員之間交易合約之履行。保證金不但保證台灣期貨交易所對結算會員之風險暴露，也同時保障結算會員（大部分是期貨經紀商）對其客戶的風險暴露。目前台灣期貨交易所所採用的保證金風險管理系統，在期貨合約是採用最原始的單邊保證金計算方式，在選擇權方面則使用策略式保證金制度。這兩種衡量風險的保證金的制

¹ 參見 Fishe and Goldberg (1986), Tomek (1985), Hartzmark (1986)。

度是否適當一直被業界與學界質疑²。

2005 年五月一對六年級夫婦「鑽」TAIFEX 選擇權結算保證金計算之漏洞，以逆向市場時間價差組合交易不必付保證金特定，以「賣近月、買遠月」布下巨大部位組合單，洗出權利金差額變現，估計平倉後損失逾七、八千萬元，期貨業形容此事為選擇權上市七年以來最大浩劫³。由於 TAIFEX 在當時規定時間價差組合交易不必收取保證金，該夫婦看準當時選擇權市場，處於遠月低於近月的逆向市場，因此大舉交易「賣近月、買遠月」組合單，不但不必收保證金，還可以使帳上多出等同於現金的權利金，若交易淨值為正數時，即可提領現金。會造成此事件，正凸顯 TAIFEX 期貨與選擇權保證金制度需要檢討。

本研究擬全面探討台灣期貨交易所現行的保證金制度之妥適性，尤其在選擇權合約交易量擠進全球前 16 大之後，目前 TAIFEX 保證金是否符合能保障選擇權交易安全並有國際競爭力，是 TAIFEX 合約能否繼續成長之關鍵。

另外 TAIFEX 是全世界非常少數可以同時交易期貨與個股選擇權商品之交易所，目前的投資者在期貨商之部位可以同時擁有指數期貨與指數選擇權及個股選擇權合約，除此之外，證券與期貨自營商的帳戶，都可能同時還擁有股票現貨，因此如何有一套風險管理，能協助交易人評估所交易之含股票、指數期貨與指數選擇權及個股選擇權組合之風險，是交易單位風險控管之當務之急。

由於台灣之交易人跨證券現貨與衍生商品之交易特性，再加上證券商、期貨商大都同屬於同一金控組織，因此從證券與期貨主管單位之角度看，台灣證券交易與其衍生商品交易之風險常無法分割，因此對轄下金融單位的風險控管，也須一套能精確算出含股票、期貨與選擇權之風險衡量系統，以保障整體證券與期貨市場之交易安全。目前 TAIFEX 的保證金制度或其他主管單位之風險管理系統，是否有辦法能精確衡量台灣集中市場交易人跨證券現貨、期貨、指數選擇權與個股選擇權之市場風險，是本文研究之另一項主題。

本文不但探討 TAIFEX 現行保證金制度之特色與適當性，並拿世界最通用的保證金系統 SPAN 與 TIMS 作比較分析。除此之外，針對 TAIFEX 合約之特色與台灣交易人跨證券與證券衍生商品一起交易之特色，本文提出一個新模型，利用財務理論的單因子市場模型並結合風險值計算之情境模擬法，來衡量含股票與股票衍生性商品組合之風險並計算其保證金需求。本研究不但提出新的模型，並以實例測試其有效性。

本文主要研究架構如下：第二章文獻探討保證金需求計算之理論依據與對應的風險值估計之方法，並探討主要交易所通用的選擇權保證金制度之沿革，介紹 TAIFEX 現行保證金及目前

² 參見劉德明 (民 91)、張傳章 (民 92) 與林蒼祥等 (民 95)。

³ 參見 2005/06/03 工商時報「六年級生誣了期貨商」與 2005/06/03 經濟日報「投資人鑽漏洞 十餘期貨商損失逾 5,000 萬」。

最通用之衍生商品保證金系統 SPAN 及 TIMS 之特色。第三章實證比較分析 TAIFEX 現行保證金制度與 SPAN 及 TIMS 保證金系統之優劣。第四章說明新模型—「Beta 情境模擬法」之理論基礎與計算步驟。第五章利用混合部位實例做新模型之計算，並對新模型及其他保證金計算方法做回溯測試，就精確性、資金使用效率性與適用時機，比較分析不同保證金系統之優劣。第六章為結論與建議。

2. 保證金制度與風險值估計文獻探討

2.1 保證金需求計算之理論依據

期貨結算單位向交易人收取保證金的目的是防範交易人未平倉部位在未來的一天產生虧損。有效率的保證金就是在既定信賴水準（如 99%）的保護下收取最少但足夠的保證金。無效率之保證金制度會增加市場參與者的交易成本，影響合約市場的吸引力與有效性。因此有效率的保證金水準之收取須符合兩個重要特性：第一、保證金之計算基礎應是交易者或結算會員整體未平倉部位投資組合一起考量（Portfolio-based）。第二、保證金之金額應和組合部位的總風險高度相關（Risk-based）。依據此二原則計算保證金之首要工作就是估計整體未平倉部位未發生但潛在的市場價格變動所可能產生之虧損。

未發生但潛在之市場價格變動風險即為風險值（Value at Risk, 簡稱 VaR）。由於風險值乃衡量整體投資組合之可能損失，因此若使用風險值方法估計整體部位組合之保證金即符合風險基礎亦符合投資組合基礎。衡量風險值的計量模式大體可分為下面四種方法，包括：「要素敏感法」（Factor Sensitivity）、「歷史資料模擬法」（Historical Data Simulation Method）、「結構化蒙地卡羅法」（Structured Monte Carlo Method）與「情節模擬法」（Scenario Simulation）。

要素敏感法對於含選擇權之組合價值變化的風險值估計誤差極大，而歷史資料模擬法若資料不夠多，所得估計值也不夠正確，結構化蒙地卡羅模擬法，雖然所得結果誤差較小，但若風險變數過多則須龐大的計算，且若標的風險因子變動不符合常態分配且為多期時，實務上的模擬執行相當困難。

一種折衷也是目前實務界通用來計算含選擇權組合風險值之方法為情節模擬法，此法可處理投資組合標的要素之非線性函數，並可估計損失發生不在標的要素兩種極端值之估計問題，故求得的風險值結果較要素敏感法更為正確，但其計算成本也遠較蒙地卡羅或歷史資料模擬法簡便，因此成為期貨與選擇權結算所計算結算會員含選擇權組合之保證金需求的基本方法。目前全世界前十大的期貨與選擇權交易所使用的保證金計算方法皆屬於情節模擬法。

2.2 期貨與選擇權保證金制度之沿革

選擇權依標的資產之不同分現貨選擇權與期貨選擇權，其保證金制度之發展也各自不同。

2.2.1 現貨選擇權保證金制度簡介

雖然世界最大的股票現貨選擇權之交易所 CBOE(Chicago Board Option Exchange) 與其結算所 OCC (Option Clearing Corp.)，早在 1990 年起即使用 TIMS 來計算結算會員與非零售客戶之保證金需求，但目前對零售交易人所收取的選擇權部位之保證金仍使用傳統策略基礎式 (Strategy-based) 之保證金計算模式⁴。CBOE 對選擇權收取的保證金依不同的交易策略而有不同的計算方式。單一選擇權空頭 (Short) 部位若無對應的標的部位來彌補空頭部位，則空頭部位之保證金需求為空頭的權利金收益加上標的資產價值的一定比率，再扣除選擇權價外值的金額，對於價差 (Spread) 與混合 (Combination) 部位之保證金則依不同策略之風險而有不同之規定。

2.2.2 期貨選擇權保證金制度簡介

最早之期貨選擇權保證金計算乃模仿前述的現貨選擇權以策略為基礎之保證金計算模式，其空頭選擇權保證金之計算則以權利金、期貨契約保證金與選擇權價外值為基礎。此制度的缺點除了缺乏以風險為基礎外，對於價差交易部位 (Spread position) 保證金沒有合理的認可或對沖制度。因此，芝加哥商業交易所 (Chicago Mercantile Exchange, CME) 發展出一套改進的選擇權保證金制度—Delta 制度。

所謂 Delta 是標的期貨價格變動一單位選擇權價值所對應變動的數值。在 Delta 制度之下，賣空期權之保證金決定於其 Delta 值乘上一單位之期貨保證金，亦即視選擇權為約當期貨 (Equivalent Futures) 數目處理。Delta 制度比傳統制度較能考慮到不同期約與選擇權組合部位組合之整體風險，但其缺點在於忽略了除標的資產價格外影響選擇權價值之其他風險要素(例如價格波動率變動、到期期間、利率變動)，因此，在許多情形下 Delta 制度嚴重低估了期貨選擇權的保證金。

為了改進 Delta 制度之缺點，CME 在 1990 年推出一種組合式的選擇權保證金制度 SPAN (Standard Portfolio Analysis of Risk)，而 OCC 也幾乎在同期推出類似之保證金估計系統 TIMS (Theoretical Inter-Market Margin System)，二系統將標的資產 (Underlying) 價格、資產價格波動率、不同契約月份、交割月份額外風險、商品間之風險折抵及契約剩餘時間等因素進行全面性考量，都可算是基於風險值而計算之保證金系統。

⁴ 參見 www.cboe.com 之 Margin Requirements 及 CBOE (2000)。

2.2.3 SPAN 與 TIMS 系統簡介

SPAN 乃依情節模擬法對交易單位整戶部位風險估計之保證金系統，由於較精確計算風險值使保證金之需求大幅減少卻仍可涵蓋一定信心水準下之最大可能損失，增加資金之流動性及週轉率，使得 SPAN 在推出後便廣為世界各期貨市場所應用⁵。

SPAN 對同一商品群合約組合之總風險主要有三項⁶：首先是算出明日標的資產價格與波動率可能變動區間對組合部位所帶來之可能的最大損失，即「價格偵測風險值」(Scanning Risk Charge) 估計，然後加上組合部位中「跨月風險價差估計」(Intra-Commodity Spread Charge)，接著加上組合中有到期月份需交割之「交割風險估計」(Delivery Month Charge)，即為該商品群之總風險。不同商品群之總風險為各商品組合之總風險再扣除「跨商品價差風險折抵」(Inter-Commodity Spread Charge)，即為此投資組合之整體風險值，為計算應繳保證金之基礎。

TIMS 也是以整個投資組合風險為基礎，利用情節模擬法幫助結算所與結算會員計算其客戶部位所需要的保證金，與 SPAN 不同的是 TIMS 針對個股選擇權組合價值之變化做了一些假設，因此計算含個股選擇權組合之風險值較為簡便，但其精確性可能不如 SPAN。目前使用 TIMS 的結算所有美國 OCC，韓國證交所、加拿大 CDC、澳洲證交所等。TIMS 計算投資組合風險考慮到價格風險（來自標的資產價格變化風險）、跨月價差風險、交割風險、不同商品間的風險折抵。其計算保證金需求主要由下列四大項組成：第一、權利金保證金 (Premium Margin)，即合約立即清算之價值。第二、風險保證金 (Risk Margin)，即商品合約標的資產明日有可能變動之最大區間所帶來合約之價格風險。第三、價差風險保證金 (Spread Margin)，即不同交割月份但相同標的之期貨或遠期合約之商品價差部位風險，此項為保證金之減項。第四、交割風險 (Flat Margin)，反應已到期但未交割之期貨合約風險或被指定履約的選擇權合約於交割前的額外風險。

SPAN 與 TIMS 有些主要的差異，SPAN 先假設商品間完全不相關，在加總每一商品選擇權之最大可能損失後，再對商品間一買一賣之價差部位給予適當折抵。TIMS 則先認定不同商品价格變動具完全相關，以方便計算不同商品在每一情節之損益，在同一情節下具有損失之商品其風險直接加總，若為利得則須乘以 0.3 降低折抵值再進行風險折抵。由於 SPAN 考慮到波動率的變化與兩兩商品間之折抵之不同，其計算邏輯要較 TIMS 精確，但若個股數目繁多，商品間之折抵變為相當複雜，而 TIMS 的計算步驟則較為簡便，但其作法缺乏理論與實證之依據。

⁵ 目前全球共有 30 個交易所或結算組織使用這套系統，主要應用於期貨與期貨選擇權之風險評估，但法國、比利時與盧森堡所合組的跨市場與跨國之集中結算機構 Clearnet 已使用 SPAN 系統應用到證券期貨與衍生性商品投資組合之風險評估。

⁶ 請參照 Chicago Mercantile Exchange (2001)。

2.3 TAIFEX 現行保證金制度簡介

臺灣期貨交易所目前所收取之保證金，分為原始保證金、維持保證金及結算保證金⁷。此三種保證金之計算方式是以結算保證金為基礎，原始保證金為結算保證金之 1.5 倍，而維持保證金則為結算保證金之 1.15 倍。

TAIFEX 期貨結算保證金基本上根據單邊部位之歷史價格波動率來計算，計算公式為：結算保證金 = 期貨指數 × 指數每點價值 × 風險價格係數⁸ 其中期貨指數為交易標的之指數，而指數每點的價值依標的商品的不同而異。

TAIFEX 對選擇權保證金計算基本上模仿前述的 OCC 策略基礎的現貨選擇權保證金計算模式。TAIFEX 對於多方 (Long) 部位之指數選擇權無須繳交保證金，而空頭部位則須繳交如下之保證金：權利金市值 + Maximum(A 值 - 價外值, B 值)，式中的 A 值即風險結算保證金⁹，B 值為結算保證金之最低值，約為 A 值之二分之一。

另外 TAIFEX 對於股票選擇權保證金依四種不同組合策略而有不同計算方式 (須申報)：

- (1) 賣出單一部位保證金：所需收取之保證金為：權利金市值 + Maximum(A 值 - 價外值, B 值)，其中 A 值與 B 值為標的股票價值乘以比率 a 及 b，例如 a=10% 及 b=5%。
- (2) 價差部位保證金：此類投資組合 (買權空頭價差部位或賣權多頭價差部位) 最大損失為兩契約價差減去權利金之淨收入，故所收取之保證金為兩契約履約價格之價差。
- (3) 跨式及勒式部位保證金：此類部位最大損失為 | 現貨價格 - 履約價 - 權利金總收入 |，故所需收取之保證金為：Max (買權保證金, 賣權保證金) + 相對方之權利金市值。
- (4) 選擇權及期貨組合部位保證金：當買進期貨部位並賣出選擇權買權或賣出期貨部位並賣出選擇權賣權時，因最大獲利已鎖定，最大損失的風險與所持有之期貨部位相同，所收取之保證金則為期貨部位之保證金加上選擇權權利金之市值。

TAIFEX 在選擇權之保證金完全模仿 OCC 對零售客戶之策略保證金制度，在期貨合約則採取單邊之保證金收取方式。這樣的組合最大的問題是內部不一致，就是同樣風險的混合部位可能因組成不同而有不同之保證金。

⁷ 原始保證金即個別客戶於下單時所需繳交至結算會員之金額；維持保證金，為客戶所持有部位因價格變動而產生損益時，保證金所需維持之額度；而結算保證金，為結算會員需繳交至期貨交易所之保證金金額。保證金係每日計算，如與公告收取之保證金比較，其變動幅度達 15% 以上，期交所得適時調整，並公告上述三種保證金之額度。

⁸ 風險價格的係數為參考過去 30、60、90、180 日期貨價格之變動幅度，估算至少可涵蓋一日價格變動幅度 99.7% 信賴區間之值，再採四種風險值中的最大者為風險係數。

⁹ 風險結算保證金 = $|\Delta| \times \text{標的股價指數} \times \text{指數每點價值} \times \text{風險價格係數}$ 。其中 Δ 為標的指數變動與選擇權價格變動之比率，價格風險係數之估計則與期貨結算保證金之方法相同。

由於參數的選用不同¹⁰，在個別的指數選擇權上，TAIFEX 所收的保證金要比 OCC 少很多，另外在時間價差部位之保證金，TAIFEX 則只模仿到 OCC 表面之計算。例如對於選擇權時間價差的保證金需求，OCC 的規則是對於多頭到期日比空頭部位遠之價差部位，選擇權時間價差組合之空頭權利金可以用來抵多頭選擇權的權利金需求，因此「賣近月、買遠月」的時間價差部位，若近月的選擇權權利金超過遠月的權利金，那麼 OCC 的規則是可以用不用繳交保證金。因此 TAIFEX 也規定「賣近月、買遠月」選擇權時間價差也不用交保證金，可知其規定是來自 OCC 之規則。

通常期限較短之近月選擇權之權利金要低於遠月，因此選擇權時間價差組合部位不用交保證金的規定，通常不會出問題。但 OCC 的保證金手冊有警告，在歐式的選擇權時間價差部位，由於多方的選擇權無法提前履約，若多方的選擇權的權利金低於空頭，則空頭部位的保證金可能不足，而授權個結算會員視情況對時間價差之客戶收取額外之保證金。而這正好發生在 2005 年 6 月台灣的期貨市場，由於接近 3% 之現金股息即將在 7 月與 8 月發放，因此 9 月臺指選擇權之權利金剛好低於 6 月，由於 9 月之歐式選擇權之多方部位無法完全保護 6 月之空頭部位(遠水救不了近火)，因此空頭之時間價差不收保證金就引發了套利機會¹¹。

3. TAIFEX、SPAN 與 TIMS 保證金實例比較

本章以實例，剖析組合式保證金系統(SPAN 與 TIMS)之特性與計算方式，並與 TAIFEX 現行保證金制度比較。

3.1 商品分類與基本資料說明

TAIFEX 主要衍生性商品有台灣股價指數期貨 (簡稱：FITX)、台灣迷你股價指數期貨 (簡稱：FIMTX)、台灣股價指數選擇權 (簡稱：TXO)、台灣電子指數期貨 (簡稱：FITE)、台灣金融指數期貨(簡稱：FITF)。其中 FITX、FIMTX、TXO 其標的資產皆為台灣證券交易所加權股價指數，因此可將此三類商品視為一商品家族，於商品家族下之各契約共同計算其損益。此於 SPAN 中稱為商品組群 (Combined Commodity)，於 TIMS 中則以同一代號 (Symbol) 做區分。

為了便於比較三種不同的保證金系統的差異，本研究力求三套不同的保證金系統均以同樣原理來設定所使用的參數，以避免計算差異的結果受不同參數設定之影響。

(1) 價格偵測全距：SPAN 的價格偵測全距 (Price Scan Range) 即 TIMS 的 Margin Interval，都是

¹⁰ 對於加權股價指數這種 Broad Based Index 的商品，OCC 取的是固定的 A=15%, B=10%，但 TAIFEX 在這兒設定 A=300 點，B=160 點，換算成比率為 A=5%, B=3%。

¹¹ TAIFEX 已於 2005 年 9 月修正時間價差保證金之規則為 $MAX(\text{標的指數期貨結算保證金} \times 0.1, 2 \times \text{權利金價差點數} \times \text{契約乘數})$ 。

根據標的資產或合約的一定信賴區間的波動率而定，若標的資產是期貨合約，一般即指該期貨合約的結算保證金。因此本研究以 TAIEX 指數在 6306 時 TAIEX 所訂定的結算保證金為基準來設定，其中 FITX、MFITX、FITE 及 FITF 之價格偵測參數分別為 80,000、20,000、110,000 及 60,000，台指期保證金設為 80,000 乃因保證金計算公式所估出的明日之台指期價格 99.7% 最大變動為 400 點 ($200 \times 400 = 80,000$ 元)。為了比較基礎一致，在單一期貨商品上，TAIEX 保證金與 SPAN、TIMS 皆定為 80,000 元。

- (2) 波動率偵測全距(Volatility Scan Range)：在此設定 SPAN 之波動率偵測全距為 2% 或 0%，因此本研究根據波動率是否有變動而有兩組 SPAN 的結果，而 TIMS 與 TAIEX 目前並不考慮波動率變動之影響，
- (3) 跨月風險保證金 (Intermonth Spread Charge)：跨月份價差保證金設定台灣加權股價指數 (簡稱:TX) 設定為 16,000，台灣電子指數 (簡稱:TE) 設定為 28,000，台灣金融指數 (簡稱:TF) 設定為 23,000。
- (4) 跨商品風險折抵率 (Intercommodity Spread Rate)：SPAN 的優點之一是允許類似的商品族群作跨商品風險折抵，例如股票指數族群的合約之一買一賣之組合可以有跨商品風險折抵 (intercommodity spread credit)，其折抵之金額則由保證金委員會根據該組商品的歷史的相關係數來決定¹²，CME 所公布的股價指數之跨商品折抵，至少是 75%，最高達到 95%¹³。在此精神下，本研究為顯現折抵效果，初步只允許 FITX 與 FITE 間進行折抵。此二商品之相關性高達 93%，保守考量僅認定兩者間具有 70% 之折抵率，並以此計算 SPAN 之保證金，至於 TIMS 仍沿用其原始做法將跨商品信用折抵乘數 (Credit Offset Multiplier) 設為 0.3¹⁴。

3.2 TAIEX、SPAN 與 TIMS 之保證金計算比較

3.2.1 單一商品合約保證金之比較

對於單一期貨合約而言，TAIEX，SPAN 與 TIMS 都設定使用同一結算保證金，所以單一期貨保證金皆相同，但在單一選擇權保證金計算上，三種保證金系統對賣一口 TXO 買權之保證金則會有不同保證金額度，表 1 為賣一口 TXO 買權或賣權之保證金水準。

在不考慮波動性變動的影響下，除了深度價外之合約，SPAN 與 TIMS 對單一買權的保證金都一樣。表 1 可看出，除了賣一口五月 6600 買權外，SPAN 與 TIMS 皆具有相同保證金，此乃

¹² 參見 Chicago Mercantile Exchange (1991), pp. 5。

¹³ 參見 <http://www.cbote.com/cbot/pub/page/0,3181,2145,00.html>。

¹⁴ 跨商品信用折抵乘數(Credit Offset Multiplier)為 0.3，亦即同一情境下會產生利得的部位只取其 30% 的利得與其他部位同一情境之損益加總，但在同一情境下會產生損失的部位則取其 100% 的損失與其他部位同一情境之損失加總。

表 1 賣一口 TXO 買權或賣權之保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2 %
賣一口五月 6600 買權	9,350 (1,350/8,000)	9,350 (1,350/8,000)	9,947 (1,350/8,597)	10,006 (1,350/8,656)
賣一口五月 6500 買權	12,600 (2,600/10,000)	12,628 (2,600/10,028)	12,628 (2,600/10,028)	13,088 (2,600/10,488)
賣一口五月 6300 買權	25,800 (5,800/20,000)	21,107 (5,800/15,307)	21,107 (5,800/15,307)	21,335 (5,800/15,535)
賣一口五月 6100 買權	32,000 (12,000/20,000)	30,680 (12,000/18,680)	30,680 (12,000/18,680)	30,749 (12,000/18,749)
賣一口五月 5900 買權	39,300 (19,300/20,000)	40,598 (19,300/21,298)	40,598 (19,300/21,298)	40,711 (19,300/21,411)
賣一口五月 6300 賣權	25,550 (5,550/20,000)	19,852 (5,550/14,302)	19,852 (5,550/14,302)	20,065 (5,550/14,515)
賣一口五月 6400 賣權	28,600 (8,600/20,000)	24,586 (8,600/15,986)	24,586 (8,600/15,986)	24,714 (8,600/16,114)

註：表中(a/b)數字，a 與 b 分別代表選擇權權利金與價格風險，a+b 則為總保證金水準。

因為兩個系統都是用情境模擬法來算風險值，雖然分的區間不一樣，但由於設定的價格偵測全距相同，且單一買權最大損失又落在極端值情境，因此兩者所估之風險值就自然相同。

深度價外的保證金 SPAN 要高於 TIMS，主要在於 SPAN 考量了極端值變動的風險變動，因此在深度價外時（賣一口五月 6600 買權），SPAN 所設定之極端值損失就發生作用。而 SPAN 對極端值的考慮其實是回應實證上股票與期貨報酬率不符常態分配，而是對兩極端值較寬的肥尾分配所做之調整。

SPAN 考量波動性變動保證金需求高於不考量波動性變化之 TIMS 與 TAIFEX 之保證金需求，而且即使只使用 2% 的波動率變動，表 1 可看出愈是價外，波動性變動的影響愈大。另外，TAIFEX 的單一買權之價格保證金在價內時不隨履約價格變化而變動，因此對風險變動不敏感，但 SPAN 與 TIMS 的價格風險保證金則隨風險的變動而平滑移動。

以上之實例可發現現行 TAIFEX 所使用的公式 A、B 值來計算單一商品的保證金過於單純，由於其忽略價外與價內值之變化，因此會低估（高估）深價內（價外）契約之風險。此外，SPAN 因可額外考量波動率變動與極端值變動之風險，因此會較 TIMS 來的謹慎。

3.2.2 價差組合部位保證金之比較

SPAN、TIMS 在處理選擇權價差與組合部位時，亦較 TAIFEX 策略式保證金之計算來得精確，相關價差組合策略的保證金比較如表 2。表 2 可看出看跌買權價差（Bear Call Spread）之保證金需求，若不考慮波動性的波動，SPAN 與 TIMS 算出的結果是相同的，但均比 TAIFEX 為低，

表 2 價差組合策略保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2%
買一口五月 6400 買權	20,000	14,014	14,014	14,276
賣一口五月 6100 買權	(0/20,000)	(8,150 /5,864)	(8,150 /5,864)	(8,150/6,126)

註：表中(a / b)數字，a 與 b 分別代表選擇權權利金與價格風險，a+b 則為總保證金水準。

原因在於 TAIFEX 的計算是以該策略到期日之最大損失來計算保證金，相對的，SPAN 與 TIMS 則以明日該策略的最大損失來算保證金需求。

3.2.3 買權及賣權混合部位保證金之比較

混合部位策略之保證金比較如表 3 所示。在賣出跨式部位 (Short Straddle) 的計算上，SPAN 與 TIMS 所算出的結果完全一樣，但 TAIFEX 的保證金需求遠高於 SPAN 及 TIMS，原因是 TAIFEX 使用的策略式保證金，在 Short Straddle 策略上是取兩隻腳的部位中較高保證金的一隻再加上另一隻腳的權利金。然而由於行情在兩邊是互斥的，單邊的策略之價格風險要比雙邊為大，可比較表 1 中賣一口五月 6300 買權的 SPAN 保證金即可得知，因此在 Short Straddle 部位上，TAIFEX 的保證金明顯超收。

在逆轉組合部位 (Reverse Conversion) 的策略(買進買權同時賣出相同履約價與到期日之賣權)，TAIFEX 所算出的保證金需求比 SPAN 與 TIMS 大，此乃因為 TAIFEX 不允許買方的權利金去抵賣方的保證金需求所致。反觀 SPAN 與 TIMS 雖然都允許買方的權利金去充當保證金需求，但由於 Reverse Conversion 策略在賣出賣權有更大風險時，買權之權利金相對愈無價值，所以 Reverse Conversion 策略 SPAN 與 TIMS 所算出的保證金需求只比單邊的賣方之需求少一點點。

表 3 中價平之 Reverse Conversion 其損益和買一個期貨類似，測試時指數在 6306 時，執行價格為 6300 之 Reverse Conversion 損益和做多一口小台指期貨(FIMTX)類似，但 TAIFEX 所算出的保證金需求 25,550 較小台指的保證金需求高出 25%。另外在賣五月 6100 Straddle 同時賣五月 6400 Straddle，此策略之綜合 Delta 很小，但風險並不小，在 TAIFEX 的保守策略下，此策略的保證金要比 SPAN 與 TIMS 平均高 18%。

3.2.4 期貨與選擇權組合效應

組合式保證金系統最大的優點是將包含期貨與選擇權部位之組合內的部位納在一起考量，SPAN 與 TIMS 會將相同標的資產之商品損益一起計算，例如台灣股價指數期貨、台灣迷你股價指數期貨與台灣指數選擇權皆為台灣加權股價指數之商品，因此 SPAN 與 TIMS 便會將之視為同一商品組群，一起放入其共同的風險偵測區間計算其損益。表 4 舉實例說明當部位具有期貨與選擇權時，不同的保證金系統所算出之不同的保證金數值。

表 3 混合部位保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2 %
賣一口五月 6300 買權	31,350	21,604	21,604	21,646
賣一口五月 6300 賣權	(11,350/20,000)	(11,350/10,254)	(11,350/10,254)	(11,350/10,296)
買一口五月 6300 買權	25,550	19,389	19,389	19,389
賣一口五月 6300 賣權	(5,550/20,000)	(-250/19,639)	(-250/19,639)	(-250/19,639)
買一口五月 6400 買權	28,600	24,385	24,385	24,385
賣一口五月 6400 賣權	(8,600/20,000)	(4,750/19,635)	(4,750/19,635)	(4,750/19,635)
賣五月 6100 Straddle	65,800	48,475	48,475	49,300
賣五月 6400 Straddle	(25,800/40,000)	(25,800/22,675)	(25,800/22,675)	(25,800/23,500)

註：1.台灣股價指數選擇權 (TXO)：五月 Call at 6300 結算價為 116，五月 Put at 6300 結算價為 111，故逆轉組合 at 6300 權利金為 $(111-116)*50 = -250$ 。

2.表中 (a/b) 數字，a 與 b 分別代表選擇權權利金與價格風險，a+b 則為總保證金水準。

表 4 期貨與選擇權組合之保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2 %
買一口五月 FIMTX	25,800	20,463	20,463	20,675
賣一口五月 6300 買權	(5,800/20,000)	(5,800/14,663)	(5,800/14,663)	(5,800/14,875)
買一口五月期貨	97,400	81,388	81,388	82,026
賣三口五月 6300 買權	(17,400/80,000)	(17,400/63,988)	(17,400/63,988)	(17,400/64,626)
買一口五月 FITE	190,000	86,000	78,000	78,000
賣一口五月 FITX				
買一口五月 FITX	100,000	60,000	60,000	60,000
賣一口五月 FIMTX				
買一口五月 FITX	160,000	0	0	0
賣四口五月 FIMTX				
買一口五月 FITX	190,000	86,000	78,000	78,000
賣一口五月 FITE				

註：1.表中(a/b)數字，a 與 b 分別代表選擇權權利金與價格風險，a+b 則為總保證金水準。

2.TAIFEX 中 FITX 保證金水準為 80,000，FITE 保證金水準為 110,000，FIMTX 為 20,000。

TAIFEX 於策略式保證金中亦認定買一口台股指數期貨可抵賣四口台指買權或買一口迷你指數期貨抵可賣一口台指賣權，對上述兩種組合所收取的保證金為期貨保證金加選擇權權利金市值，而收取較少的保證金，然與 SPAN、TIMS 比較後發現 TAIFEX 的現行收法仍過度高估風險。

表 4 中買一口台股指數期貨與賣三口買權之例子中，更可看出 TAIFEX 策略式保證金之缺點，買一口台股指數期貨與賣三口買權之風險亦具有高度折抵性，但 TAIFEX 目前並未承認此種折抵策略，而 SPAN、TIMS 則不受到限制，因此可以充分反映折抵效果，其保證金數額當然

也比現行保證金數額低。

3.2.5 跨月價差策略保證金比較

在組合內同一標的資產之商品部位，SPAN 與 TIMS 會視為同一商品組群而在每一情境直接計算其損益，其中會將同一類型期貨但屬不同月份之契約直接視為相同商品。如五月份台股指數期貨與六月份台股指數期貨，若為一買一賣，SPAN、TIMS 會先完全折抵此二部位。惟實際交易時，此二商品價格之決定又取決於該商品之供需關係，是以有時不同月份期約之價格變動並不會完全相關。因此，無論是 SPAN 或 TIMS，在處理同一標的資產商品但屬不同到期月份之契約時，都先假設兩者完全相關，並先給予完全的折抵，然此二契約並非完全相關，所以必須將形成折抵的部位多收取一筆保證金即稱為跨月份風險保證金 (Intermonth Spread Charge 或 Intra-commodity Spread)。表 5 即為 TAIFEX 與 SPAN、TIMS 對跨月份價差交易部位之保證金收取的比較。

3.2.6 跨商品價差保證金

組合式風險評量之概念並不僅止於同一標的資產之商品而已，對於不同種商品間之相關性，亦有考量。舉例來說，台股指數與電子指數其相關性高達 93%，換句話說，台股指數與電子指數幾乎都成同方向甚至同比例的變動，因此對於一個買台股指數期貨且賣電子指數期貨之部位其風險應非常小，因此應收取較少之保證金，三種保證金系統對跨商品交易策略的保證金比較如表 6。

表 5 價差組合策略保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2 %
買一口五月 FITX 賣一口六月 FITX	80,000	16,000	16,000	16,000

註：TAIFEX 中 FITX 保證金水準為 80,000。

表 6 跨商品價差組合之保證金比較

策 略	TAIFEX	TIMS	SPAN	SPAN 波動性變動率 2 %
買一口五月 FITX 賣一口五月 FITE	110,000	86,000	78,000	78,000
買一口五月 FITX 賣一口五月 FIMTX	80,000	60,000	60,000	60,000
買一口五月 FITX 賣四口五月 FIMTX	80,000	0	0	0

註：TAIFEX 中 FITX 保證金水準為 80,000，FITE 保證金水準為 110,000，FIMTX 為 20,000。

TAIFEX 原先並未認可跨商品之折抵，但自 2005 年 8 月 29 日起就多空部位組合採單邊保證金收取金額較高者計收其應有之保證金，等於是對 FITX、FIMTX、FITE、FITF 跨商品與跨月價差交易收取原先一半之保證金。由表 6 可看出即使在新的保證金認可下，TAIFEX 對跨商品交易策略仍比 SPAN 與 TIMS 高出很多。尤其是表 6 的第三策略，買一口 FITX 賣四口 FIMTX 之總風險幾乎是零，SPAN 與 TIMS 都可以認列此種折抵，但 TAIFEX 原先要收取 160,000 的保證金，現在仍需收 80,000 這樣的超收保證金和風險幾乎完全無關。

3.3 TAIFEX 保證金制度之問題

根據上小節實例分析，可以看出因 TAIFEX 保證金非組合式且超收保證金，在組合部位上，即使 TAIFEX 也考慮了部份策略的風險特質，以減低保證金需求，但由於 TAIFEX 只針對非常有限的幾個策略，而且只考慮該策略到期之損益風險，因此當整個組合的包含的部位愈多，TAIFEX 超收的保證金比率就愈嚴重。

在相同的策略風險下，TAIFEX 的保證金會出現不一致，因此 TAIFEX 目前的保證金系統不能算是與總風險高度相關，相對的 SPAN 與 TIMS 的系統則內部一致，只要組合的風險一致，則即使是不同策略的組合其應收保證金仍然是一樣的。另外，TAIFEX 於在 2005 年 8 月 29 日做出調整減少跨月組合與跨商品組合之保證金水準¹⁵，雖然價差保證金減收可以減少 TAIFEX 保證金超收之程度，但仍無法減少其他保證金計算內部不一致的情形。

當然本文所提實例之結果，也端視 SPAN 或 TIMS 之風險參數值的設定，而會有不同之結果，若 TAIFEX 降低風險保證金或 SPAN 與 TIMS 增加風險偵測全距，結論將有所不同。不過在同樣原理與信賴區間下來設定所使用的參數，仍可看出 TAIFEX 之保證金並非組合式風險評量系統，因此 TAIFEX 仍應朝向組合式之風險基礎之保證金系統如 SPAN 與 TIMS 才能與國際接軌。張傳章 (民 92) 在評估 TAIFEX 之保證金系統後也呼籲 TAIFEX 早日採用組合式保證金制度。

SPAN 與 TIMS 是國際通用之組合式保證金系統，但兩者有三點主要差異：第一，SPAN 所使用的不同商品間之折抵計算較 TIMS 的精準，但 TIMS 的處理方式較簡潔。第二，SPAN 考量了極端值變動的風險，因此在深價外的合約 SPAN 所收的保證金要比 TIMS 多。第三，SPAN 的模型考量了波動性變動的影響，而 TIMS 則對不同波動性的影響只能外加。

若 TAIFEX 要改採組合式保證金系統，到底 TAIFEX 應採用 SPAN 或 TIMS？還是另外開發屬於自己的獨特制度？由於 TAIFEX 是全世界非常少數可以同時交易期貨與個股選擇權商品的交易所，考慮台灣投資者帳號同時可能擁有指數期貨、指數選擇權、股票選擇權與股票之部位，

¹⁵ 目前 TAIFEX 對「相同商品不同到期月份」之期貨契約部位多空組合與「不同商品相同到期月份」之期貨契約部位多空組合及「不同商品不同到期月份」之期貨契約部位之多空組合，原則上均允許在盤後以單邊保證金金額較高者計收。

且 SPAN 在衡量含選擇權之組合風險要較 TIMS 精確，但如 Jorion (2001) 指出，SPAN 系統之缺點為當投資組合個股之數量很多時，SPAN 系統將會變的很難操作，TAIFEX 客戶之組合可能含有個股選擇權數目過多而使 SPAN 難以計算。相對地，TIMS 的計算步驟較為簡便，但結果較不精確。

下一章本文提出改良 SPAN 與 TIMS 之新估計方法，並實證檢驗在面對含股票相關衍生品組合時，找出最有效估計 TAIFEX 客戶投資組合風險之保證金制度。

4. 新模型—Beta 情節模擬法之理論基礎與計算步驟

4.1 結構化之二階近似法

假設 C_i 為第 i 檔股票選擇權之價值函數，則 $C_i = C(S_i, X_i, t_i, \sigma_i, r_i)$ ，其中 X_i 為第 i 檔選擇權之執行價格， t_i 為第 i 檔選擇權之到期期間， σ_i 為第 i 檔選擇權標的資產之隱含波動率， r_i 為無風險利率水準。對選擇權價值之變量取泰勒展開式，除了標的資產取至二階偏微外，其餘風險性資產皆取至一階偏微，則股票選擇權價值之變化為：

$$\begin{aligned} dC_i &\approx \frac{\partial C}{\partial S_i} dS_i + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S_i^2} (dS_i)^2 + \frac{\partial C}{\partial t_i} dt_i + \frac{\partial C}{\partial \sigma_i} d\sigma_i + \frac{\partial C}{\partial r_i} dr_i \\ &= \delta_i dS_i + \frac{1}{2} \gamma_i (dS_i)^2 + \theta_i dt_i + \nu_i d\sigma_i + \rho_i dr_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \end{aligned} \quad (1)$$

在上式中， $\delta = \partial C / \partial S$ 簡稱 Delta 風險， $\gamma = \partial^2 C / \partial S^2$ 簡稱 Gamma 風險， $\nu = \partial C / \partial \sigma$ 稱為 Vega 風險， $\rho = \partial C / \partial r$ 稱為 Rho 風險， $\theta = \partial C / \partial t$ 稱為 Theta 風險。假設含有現貨資產 S 與同一類資產之選擇權 C 部位之投資組合價值為 $W = W(S, C)$ ，可以獲得：

$$dW \doteq \sum_{i=1}^n \left((w_i + \delta_i S_i) R_i + \frac{1}{2} \gamma_i S_i^2 (R_i)^2 + \theta_i dt_i + \nu_i d\sigma_i + \rho_i dr_i \right)$$

上式中， $R_i = dS_i / S_i$ 為資產 i 之報酬率， $(\partial W / \partial S_i) S_i = w_i$ 為投資在 S_i 之金額。當 $i \neq j$ 時，假設 $Cov(d\sigma_i, d\sigma_j) = 0$ ，則投資組合 W 之價值變化的變異數為：

$$\begin{aligned} Var(dW) &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i + \delta_i S_i)(w_j + \delta_j S_j) \cdot Cov(R_i, R_j) \\ &\quad + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_i \gamma_j S_i^2 S_j^2 \cdot Cov(R_i, R_j)^2 + \sum_{i=1}^n \nu_i^2 Var(d\sigma_i) \end{aligned} \quad (2)$$

上式即俗稱之「變異數-共變異數法」(Variance-Covariance Method)，Jorion (2001) 稱此模型為「完整模型」(Full Model)，主要用於股票現貨組合之風險值估計。由於此模型須透過完整之「變異數-共變異數」矩陣計算投資組合報酬之變異數，在 n 檔標的資產下至少需要估計 $n(n+1)/2$ 個參數，計算量較為龐大。因此 Sharpe (1963) 透過單因子市場模型 (Market Model) 為基礎提出對角模型法 (Diagonal Model)，以簡化完整模型法。

假設個股報酬率可由下式之古典迴歸估計出：

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \varepsilon_i \quad (3)$$

則組合之變異數估計可簡化為：

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_i w_j \beta_i \beta_j \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^N w_i^2 \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

利用此式來計算投資組合報酬率之變異數時，除了系統風險帶來之變異外，只需考慮資產本身之非系統風險，亦即資產間非系統風險之共變數可忽略，因為此式右邊第二項乃為殘差變異數矩陣之對角元素和，因此稱為對角模型法。Elton and Gruber (1995)、Jorion (2001) 指出除了大盤指數的變異外，對角化模型法僅需再估計每檔個股之 Beta 值與殘差變異，估計參數量簡化到只有 $2N+1$ ，因此其參數量不會呈現幾何級數的大幅增加，是估計含股票組合之較佳方法。

將式(3)代入(2)式且忽略殘差項 ε_i^4 ，則(2)式投資組合 W 價值變化之變異數可改寫為：

$$\begin{aligned} Var(dW) = & \left(\sum_{i=1}^n (w_i + \delta_i S_i) \beta_i \sigma_m \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\sum_{j=1}^n \gamma_j^2 S_j^4 \beta_j^4 (\sigma_m^2) \right)^2 \\ & + \sum_{i=1}^n \left[(w_i + \delta_i S_i)^2 \varepsilon_i^2 + v_i^2 Var(d\sigma_i) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

由(4)式可以觀察出，當投資組合部位為純股票現貨部位時，一階導數皆為零，所以 $Var(dW)$ 簡化為估計股票組合變異數之對角化模型 (Diagonal Model) 之值，當投資組合為選擇權部位時， $Var(dW)$ 為單因子市場模型用來估計組合風險之二階近似法之值。但以上之拆解只能估計組合要素微小變動之組合價值之波動，當各風險要素同時大幅度變化（例如標的資產與波動性同時變動）時，(4)式就會低估含選擇權組合之風險，因此本研究使用單因子結構化之拆解，但根據 SPAN 與 TIMS 類似之情節模擬法來估計組合價值之涉險值。

在衡量含選擇權投資組合波動時，Beta 情節模擬法（或稱 Beta-Simulation）可將含個股選擇權之組合的波動分成系統風險與非系統風險兩個部份如下：

$$Var(dW) = \left(\sum_{i=1}^n (w_i + \delta_i S_i) \beta_i \sigma_m \right)^2 + \sum_{i=1}^n [(w_i + \delta_i S_i)^2 \varepsilon_i^2] \quad (5)$$

系統風險的估計可依據 SPAN 似的情節模擬法，模擬在明日特定信賴區間下，標的資產價格波動區間投資組合之最大的價值變動。由於在單因子市場模式下，個股或個股組合之報酬率均與大盤指數報酬有 Beta 之系統相關，因此不同個股與個股選擇權之系統風險將依據大盤指數報酬率明日變化而同步變動，所以含不同個股選擇權組合之系統風險可以根據大盤指數報酬率之情節分區而同步處理。

投資組合之非系統風險的估計，將以個股在 Beta 因子結構化迴歸之殘差值為基礎來估計，由(5)式第二項可看出，個股間非系統風險無法進行折抵，亦即投資組合之風險僅透過大盤指數而具相關性，個股之獨特風險並不相關，因此要再加上非系統風險才是含個股選擇權組合之總風險。

4.2 Beta 情節模擬法之估計步驟

使用 Beta 情節模擬法來估計含選擇權組合之風險值可分三個步驟：

步驟一 估算整體投資組合系統風險值：

估計整體投資組合系統風險是在一定信賴區間下（例如 99%），衡量投資組合在投資期間（例如明日）因大盤波動所可能遭致之最大損失。利用情節模擬法，其具體步驟如下：

- (1) 設定明日一定信賴區間下大盤之價格偵測全距以便模擬在不同大盤指數變動下組合之價值變化。本研究採用與 SPAN 相同之情節規劃，對大盤指數在一定時間一定信賴區間之價格變動區上下各分為 3 個級距，因此每一標的資產共有 7 個價格偵測級距（Price Scan Range），選擇權之隱含波動率則分別假設為上下 2 個波動偵測全距（Volatility Scan Range）。和 SPAN 一樣，本研究也加設兩個極端值變動情境，因此價格與波動情境總共有 16 個情境。
- (2) 算出個股對應之價格波動之情境，依個股之 Beta 值計算投資組合中個股或其他股價指數明日對應之價格變化，同樣將個股價格變化分為 7 個情境，每一情境的股票或指數價格，即依市場模型（ $R_i = \alpha_i + \beta_i R_m$ ）估計股價報酬。
- (3) 計算各情境下含選擇權部位組合之系統總損益，即計算個股在每一情境下和該股相關之衍生商品之損益並和同一情境下之其他個股或指數部位之損益加總，即為該情境下選擇權組合之系統總損益。
- (4) 估算出所有情境下含選擇權組合之信賴區間下最大損失值即為整體投資組合之系統風險值 Var_{sys} 。根據系統風險值與組合系統價值變化標準差之關係式：系統風險 $Var_{sys} = Std(W)_{sys} \times Z_\alpha$ ，則可求出含選擇權組合受系統價值變化之標準差 $Std(W)_{sys}$ 。

步驟二 計算整體投資組合非系統風險：

本研究以最小平方法求算各資產在市場模型之下的殘差值作為非系統風險估計值，同一標的股票資產組合的非系統風險之標準差為

$$Std(W)_{nons} = S_i \times \sigma_{R\epsilon i} \times Delta_i \quad (6)$$

其中， S_i 為標的股票資產價格， $\sigma_{R\epsilon i}^2$ 為該股票報酬殘差變異數（經由 market model 估算出）， $Delta_i$ 為同一標的股票資產 i 組合之綜合 $Delta$ 。非系統風險之標準差亦可由下式求出：

$$Std(W)_{nons} = (w_i + \delta_i S_i) \epsilon_i$$

而整體含選擇權部位之非系統風險值之標準差則可由下式估計：

$$Std(W)_{nons} = \left[\sum_{i=1}^n ((w_i + \delta_i S_i)^2 \epsilon_i^2) \right]^{1/2} \quad (7)$$

步驟三 計算整體含選擇權投資組合之風險值：

投資組合之風險值可由系統風險值與非系統風險值推算出，在信賴區間參數 Z_α 下，可估計出投資組合風險值為

$$VaR = Z_\alpha \cdot \sigma_w = Z_\alpha \cdot (Std(W)_{sys}^2 + Std(W)_{nons}^2)^{1/2} \quad (8)$$

4.3 Beta 情節模擬法之估計範例

以下透過模擬之交易部位做新模型之計算範例，假設交易人持有加權指數買權與賣權各 5 口，並分別賣出 10 口中鋼股票賣權及賣出 10 口聯電股票買權，契約與標的股價資訊如表 7、表 8 所示。

表 7 範例中標的資產相關風險參數

標的資產風險參數	標的資產價格	Beta 值	殘差波動率	股價日波動率
加權指數	4833	1.000	0.00%	1.73%
中鋼	24.1	0.494	2.22%	2.38%
聯電	20	1.362	1.74%	2.94%

註：標的資產相關資訊為 2003/2/6 日之收盤價，風險參數乃透過 250 歷史交易日資料估計而得。

表 8 範例部位資訊

商品名	部位(口)	契約收盤價	單位價值(元)	執行價	隱含波動率	Delta 值
加權指數買權	5	156	50	4700	0.3006	0.6247
加權指數賣權	5	53	50	4700	0.2362	-0.3482
中鋼個股賣權	-10	0.93	5,000	24	0.4606	0.5414
聯電個股買權	-10	1	5,000	20	0.6481	-0.4711

註：契約相關資訊為 2003/2/6 日收盤價資訊，買、賣權契約距到期日皆為 14 個交易日。

在 Beta 情節模擬法之估計下，本範例部位之最大價格風險出現在價格情境與波動情境各下跌 1 個偵測全距之情境，在此情境下加權指數預估之價格為 4,638，中鋼與聯電之對應價格分別為 23.6 與 18.9，其餘之價格情境詳見表 9。

在價格情境與波動情境各下跌 1 個偵測全距之情境下，此範例組合有最大之價格風險，所估計之系統性價格風險為 25,125，在設定 $Z_\alpha = 2.33$ 下，換算成一單位之系統風險則為 10,783。

$$\begin{aligned}
 VaR_{sys} &= TX_{sys} + AA_{sys} + AC_{sys} \\
 &= 16,903 + (-17,816) + 26,038 = 25,125 \\
 Std(W)_{sys} &= 10,783
 \end{aligned}$$

透過殘差波動率與各契約對標的資產之 Delta 值，可估計非系統風險為

$$\begin{aligned}
 Std(W)_{nons} &= \left[(\delta_{TX} S_{TX})^2 \varepsilon_{TX}^2 + (\delta_{AA} S_{AA})^2 \varepsilon_{AA}^2 + \delta_{AC} S_{AC})^2 \varepsilon_{AC}^2 \right]^{1/2} \\
 &= \left[539,485^2 \times 0 + 648,289^2 \times 0.0222^2 + 474,457^2 \times 0.0174^2 \right]^{1/2} \\
 &= 16,612
 \end{aligned}$$

將本模擬範例之系統風險與非系統風險合併，則可估計出此一部位之風險值為 46,146。

表 9 標的資產對應之價格情境

價格情境	-3/3ΔP	-2/3ΔP	-1/3ΔP	0	+1/3ΔP	+2/3ΔP	+3/3ΔP
加權指數	4638	4703	4768	4833	4898	4963	5028
中鋼	23.6	23.8	23.9	24.1	24.3	24.4	24.6
聯電	18.9	19.3	19.6	20.0	20.4	20.7	21.1

$$\begin{aligned}
VaR &= Z_{\alpha} \cdot \left(Std(W)_{sys}^2 + Std(W)_{nons}^2 \right)^{1/2} \\
&= 2.33 \times (10,783^2 + 16,612^2)^{1/2} \\
&= 46,146
\end{aligned}$$

5. 組合式保證金系統對選擇權組合之實證比較

爲了比較不同的組合式保證金需求衡量系統之優劣，本研究以含股票選擇權組合的歷史資料對 Beta-Simulation 進行保證金需求回溯測試 (Back testing)，並與其他流行的組合式保證金模型進行比較分析，和新模型比較的有 SPAN、TIMS。本研究的回溯測試乃以移動視窗 (Moving Window)，將過去一段時間裡含選擇權組合的歷史資料的損益，與各模型所估計之保證金需求進行比較，透過實際損益穿透預估保證金需求之穿透次數的計算，推算各模型的覆蓋率 (Coverage) 與資金使用效率，從而研判各模型之優劣。

5.1 樣本資料

本研究以台灣期貨交易所之台灣證交所加權指數期貨、指數選擇權、個股選擇權與台灣證券交易所交易個股爲樣本資料，投資組合部位以 2003 年 2 月到 2004 年 7 月 TAIFEX 掛牌交易之選擇權爲樣本，這段期間台灣期貨交易所掛牌交易的選擇權，除 TXO 爲指數選擇權外，AAO、ABO、ACO、ADO、AEO 皆爲個股選擇權¹⁶。因組合部位之需求，本研究亦將加權指數期貨、台塑、中鋼、聯電、台積電、富邦金等股票納入投資組合之標的。

爲檢驗各模型對不同部位組合之風險值估計能力，回溯測試使用純粹買(賣)權策略、跨式組合部位及 Delta 中立等三種策略組合。期貨與選擇權之契約皆以「近月」爲研究對象，另外契約區分爲分爲價內、價平及價外等三種。其中，價外買權及價內賣權定義爲標的資產價格與履約價格比率介於 85%至 95%，價平買權及價平賣權則是標的資產價格與履約價格比率介於 95%至 105%，價內買權及價外賣權之契約則定義爲標的資產價格與履約價格比率介於 105%至 115%。

5.2 回溯測試實證與模型比較方法

Kupiec (1994)、Kupiec and White (1996) 使用收盤價對收盤價進行回溯測試，本研究亦以每日之收盤價與歷史資料估計樣本外之風險值與保證金需求，並與次一交易日之收盤價爲保證金是否被實際損益穿透之比較基礎。每日樣本所需之風險參數則以回溯日前 250 個交易日之歷史資料進行估計，且所有的風險值估計皆以一天爲測量時間 (Time Horizon)，信賴區間則取 99%，

¹⁶ TXO、AAO、ABO、ACO、ADO、AEO 六檔選擇權，其標的資產分別爲台灣證券交易所加權指數、台塑、中鋼、聯電、台積電、富邦金。

臨界值設定 2.33 個標準差。各模型之風險參數估計分別說明如下：

SPAN 模型採用與 CME 類似之情境設計，將一般價格情境設定為上下各 3 個情境，波動率情境設定為上下各 1 個波動偵測全距 (Volatility Scan Range)；而極端價格情境則設定為上下 3 倍價格偵測全距 (Price Scan Range)。此外賣出選擇權最低百分比 (Short Option Minimum) 設定為 2%，價格波動全距設定為 2.33 個標的資產之標準差，波動率偵測全距設定為 5%，各商品間的跨商品折抵比率則設定為兩標的資產間之相關係數。TIMS 之風險參設定則依照 CTIMS 使用手冊之相關設定，將價格情境劃分為上下各 5 個區間，最大價格波動為 ± 2.33 個標準差，同一情境跨商品間之信用折抵乘數 (Credit Offset Multiplier) 設定為 0.3。

本研究之回溯測試乃透過三種指標來評量各模型之優劣，第一、採用 Kupiec (1994)、Kupiec and White (1996) 之穿透率與覆蓋率為指標，其中穿透率定義為實際損失超過保證金預估的次數除以回溯樣本數，而覆蓋率定義為 $(1 - \text{穿透率})$ 。第二、採用 Kupiec (1995) 提出概似比率檢定法 (Likelihood Ratio Test, LR)，即透過最大概似值檢定模型失敗率是否符合虛無假設，其檢定方法主要假設模型失敗率呈現二項分配，在已知的樣本數下，可以求得在特定信賴區間下模型失敗的非拒絕區，若保證金估計模型失敗次數落於此區，則無法拒絕模型有偏誤。其非拒絕區之計算方法如下：

$$LR = -2\ln[(1 - P)^{T-N} P^N] + 2\ln[(1 - N/T)^{T-N} (N/T)^N] \quad (9)$$

其中 N 為失敗次數， T 為樣本數， P 為模型設定之失敗率， LR 統計量服從自由度 1 之卡方分配，因此透過(9)式可求出模型失敗率之非拒絕區。

由於保證金的繳交是交易單位的機會成本，良好的保證金制度是在既定的覆蓋率下能使用最經濟的保證金資源，因此必須使用資金使用效率來作為風險值估計模型優劣的指標。但資金使用效率只有在一定的覆蓋率下比較才有意義。因此本研究使用 Kupiec and White (1996) 之方法，計算「損失日之平均超額保證金」(Average Excess Margin on Loss) 來評比不同保證金系統的效率性。損失日之平均超額保證金計算在部位有損失時各模型所計算的保證金需求超過實際損失的金額。所有的保證金系統都要求在部位有損失時，帳上的保證金要超過實際的損失金額，但超額保證金若過多，表示資金的使用效率差。

5.3 樣本外回溯測試之實證結果

表 10 至表 12 為回溯測試結果。實證結果顯示 SPAN 與 Beta-Simulation 在所有策略中都能提供足夠的保證金以應付 99% 的損失需求，但 SPAN 所要求的保證金需求明顯比 Beta-Simulation 要高，平均收取的保證金比 Beta-Simulation 高 44.1%，在「損失日之平均超額保證金」項目中，SPAN 比 Beta-Simulation 平均高過 45.3%。

SPAN 與 Beta-Simulation 在所有策略中都能提供足夠的保護其實是可以理解的，因為 Span 跨商品折抵率乃根據過去兩兩商品之相關係數，亦即「變異數-互變異數」的「完整模型法」來決定，而單因子模式之折抵率乃根據各商品之系統因子 Beta 來作折抵，若以組合之標準差來計算風險，則本文所估計之組合風險即利用「對角化模型」結合 SPAN 的 Simulation 而得。在不含選擇權的一買一賣之股票組合，Beta-Simulation 所算出的風險值會與 SPAN 所算出的值類似，因為「對角化模型」所算出之組合標準差會趨近於「完整模型法」的標準差。但本文之模型的優點在一籃子股票之組合，可以承認相當程度分散風險之效果，因此較 SPAN 的有限度的「變異數-互變異數」法應更精確，另外新模型在含選擇權風險值之計算又較 SPAN 簡潔，是其特點。

當然本文所提實例之結果，也端視 SPAN 或 TIMS 之風險參數值的設定，而會有不同之結果，不過在相同的信賴區間下，Beta-Simulation 和 SPAN 一樣都能對含個股選擇權的組合提供一樣的程度的損失保護，但 Beta-Simulation 在同樣程度（如 99%）的保護下比 SPAN 用顯著較少的保證金就能達到目的，此外在計算含個股選擇權組合的保證金需求，SPAN 需要繁複兩兩相關係數之計算，但 Beta-Simulation 則只需要個股的 Beta 值，計算方法遠比 SPAN 簡便。

表 10 列出同時賣出六檔近月買權或賣權之策略組合的保證金需求，很明顯的，SPAN、TIMS 或 Beta-Simulation 系統在純單方選擇權組合部位皆能有效的估計整體投資組合之保證金需求，覆蓋率平均高達 99%。但根據「損失日之平均超額保證金」之計算，TIMS 的超額保證金最少，其次是 Beta-Simulation，SPAN 則是三者合格模型中超收較多的保證金。

表 11 為賣出近月六檔跨式部位組合之保證金回溯測試結果。很明顯的 SPAN、TIMS 或 Beta-Simulation 系統皆能有效的估計整體投資組合之保證金需求（風險值），覆蓋率平均高達 98.5%。雖然賣出近月跨式投資部位組合的保證金回溯測試，SPAN、TIMS 或 Beta-Simulation 系統的表現都合格。但根據「損失日之平均超額保證金」之計算，在全部合格的模型中，Beta-Simulation 的超額保證金比 SPAN 平均可以少收 25%。

對於 Delta 中立之策略組合之回溯測試結果如表 12，而根據 Kupiec (1995) 提出的概似比率檢定法之檢驗，只有 SPAN 與 Beta-Simulation 系統能夠估計出較為準確之保證金需求，兩者之保證金覆蓋率平均都接近 99%，而 TIMS 的覆蓋率大多無法通過概似比率檢定。在保證金效率的比較上，Beta-Simulation 所需要的保證金平均只有 SPAN 的六成，而根據「損失日之平均超額保證金」之計算，Beta-Simulation 的超額保證金仍不到 SPAN 的 60%。

在所有的保證金需求模型中，根據本研究的回溯測試，Beta-Simulation 與 SPAN 是兩個均能符合 99%水準覆蓋率需求的模型，而 Beta-Simulation 使用更少的保證金與更簡單的計算就能達到此目的。但 Beta-Simulation 也有少數穿透的案例，尤其是表 12 中 Beta-Simulation 出現 6~7 次之穿透率，但也值得進一步分析。

Beta-Simulation 模型是根據 Market Model 與情節模擬法而來，因此若保證金計算不足則有

可能三種原因：第一、標的指數在當天的變化超過前一天的指數 99%信賴區間。第二、標的股價在當天的變化超過前一天該股 Market Model 所預測的 99%信賴區間。第三、隱含波動性變化超過預期或選擇權評價模型錯誤。

除了標的股價變動超過 2.33 價格報酬標準差導致的穿透外，表 12 的穿透發生在特定 5 天之部位，這幾天部位之所以發生穿透完全是因為該選擇權的部位交易清淡，台灣期貨交易所所公告的該深價內之選擇權結算價是根據最後一筆成交價，但該選擇權成交時之標的股價與標的資

表 10 賣出近月買、賣權投資組合

模型	平均值	標準差	覆蓋率(%)	損失日平均 超收保證金	穿透日 平均穿透值	穿透次數	樣本數
a. 價外買權契約							
Beta-Simulation	1,056,385	2,144,162	99.59	769,353	24,670	1	244
SPAN	1,531,316	2,638,602	100.00	1,196,660	0	0*	244
TIMS	261,240	236,720	99.18	216,964	262,253	2	244
b. 價平買權契約							
Beta-Simulation	70,693	82,358	99.43	55,856	38,929	2	349
SPAN	96,265	138,483	99.43	82,873	8,868	2	349
TIMS	81,008	93,626	99.43	64,551	26,481	2	349
c. 價內買權契約							
Beta-Simulation	25,115	3,348	99.66	18,652	5,399	1	290
SPAN	28,595	4,249	99.66	22,177	2,625	1	290
TIMS	28,223	4,341	99.66	21,816	4,074	1	290
d. 價外賣權契約							
Beta-Simulation	27,093	3,799	97.95	19,585	11,065	5	244
SPAN	31,334	4,559	98.36	23,872	10,619	4	244
TIMS	30,541	4,990	98.36	23,149	11,845	4	244
e. 價平賣權契約							
Beta-Simulation	566,171	1,827,270	98.57	687,891	46,595	5	349
SPAN	655,774	1,946,444	99.14	788,064	31,098	3	349
TIMS	226,809	421,262	98.85	225,323	60,013	4	349
f. 價內賣權契約							
Beta-Simulation	944,151	966,431	99.31	671,518	181,386	2	290
SPAN	1,640,040	1,523,990	99.66	1,188,584	288,740	1	290
TIMS	284,635	163,548	98.97	226,492	160,952	3	290

註：1. 本表之部位為台灣期貨交易所之五檔股票選擇權與大盤指數選擇權，賣出近月買權或買權投資組合，各檔買、賣權契約部位數皆為 10,000/買、賣權結算價格。

2. 本表使用 2003/2/4~2004/7/31 之歷史資料進行回溯測試，估計風險值為一天之風險，風險值信賴水準設定為 99%，每日回溯樣本皆以前 250 日之歷史資料估計相關參數。

3. 表中穿透次數欄之*符號，表示穿透率超過概似比率檢定之非拒絕區，模型檢定之信賴水準為 95%，樣本數為 244、290 與 349 之非拒絕區分別為 1~5、1~6 與 1~7 個穿透。

表 11 賣出近月跨式部位投資組合

模型	平均值	標準差	覆蓋率(%)	損失日平均超 收保證金	穿透日 平均穿透值	穿透次 數	樣本數
a. 價外買權與價內賣權契約							
Beta-Simulation	23,247	5,144	97.95	17,069	9,529	5	244
SPAN	27,604	5,747	98.36	21,487	8,521	4	244
TIMS	26,056	6,736	98.36	20,075	1,0707	4	244
b. 價平買權與價平賣權契約							
Beta-Simulation	29,159	14,766	99.14	23,358	8,144	3	349
SPAN	42,499	20,418	99.71	36,883	1,455	1	349
TIMS	29,347	18,576	98.28	23,125	6,554	6	349
c. 價內買權與價外賣權契約							
Beta-Simulation	23,068	3,615	99.66	17,247	3,518	1	290
SPAN	26,639	4,379	99.66	20,858	902	1	290
TIMS	25,894	4,749	99.66	20,140	3,425	1	290

註：本表之部位為台灣期貨交易所之五檔股票選擇權與大盤指數選擇權，同時賣出相同履約價之近月買權與近月賣權之投資組合，買權與賣權契約部位數皆為 10,000/買權結算價格。

表 12 賣出近月買權且買進期貨、現貨，Delta 中立投資組合

模型	平均值	標準差	覆蓋率(%)	損失日平均 超收保證金	穿透日 平均穿透值	穿透次數	樣本數
a. 價外買權契約							
Beta-Simulation	980,901	2,116,052	99.18	1,035,016	7,627	2	244
SPAN	1,432,772	2,597,393	100.00	1,538,581	0	0	244
TIMS	152,964	191,520	96.72	135,544	69,402	8*	244
b. 價平買權契約							
Beta-Simulation	28,310	71,190	98.28	28,230	10,319	6	349
SPAN	52,930	124,847	99.43	57,059	6,635	2	349
TIMS	24,976	74,337	96.56	24,464	7,790	12*	349
c. 價內買權契約							
Beta-Simulation	3,319	1,514	97.93	2,436	1,158	6	290
SPAN	8,046	3,127	99.66	7,203	1,004	1	290
TIMS	1,477	867	88.28	592	625	34*	290
d. 價內賣權契約							
Beta-Simulation	6,185	1,690	99.59	5,433	2,811	1	244
SPAN	10,686	2,956	99.59	10,090	416	1	244
TIMS	2,369	912	93.44	1,486	1,319	16*	244
e. 價平賣權契約							
Beta-Simulation	506,244	1,803,152	97.99	454,371	16,308	7	349
SPAN	584,127	1,914,025	99.43	548,977	19,489	2	349
TIMS	145,327	379,338	97.71	143,545	24,634	8*	349
f. 價外賣權契約							
Beta-Simulation	865,626	946,313	98.97	864,992	113,822	3	290
SPAN	1,538,024	1,490,198	99.66	1,560,967	246,455	1	290
TIMS	176,276	128,627	98.28	160,136	104,195	5	290

註：本表之部位為台灣期貨交易所之五檔股票選擇權與大盤指數選擇權，賣出近月買(賣)權且買進(賣出)期貨或現貨進行避險之投資組合，賣出每檔買(賣)權契約部位數皆為 10,000/買(賣)權結算價格，買進(賣出)期貨或現貨部位數為買(賣)權契約部位數*買(賣)權 Delta 值。

產的收盤價顯著不同，導致根據該筆選擇權收盤價與標的資產收盤價會產生套利機會¹⁷，若將這五天有套利機會的選擇權收盤價用選擇權理論價格取代，則部位的實際損失都在預估的保證金範圍內，並不會被穿透。所以 Beta-Simulation 之覆蓋率應比表 12 所列出的結果更好。不過這也凸顯 Beta-Simulation 系統在結算價失真之特殊情況，較 SPAN 系統可能會被穿透。

6. 結論與建議

合宜保證金的收取應是交易者或結算會員整體未平倉部位投資組合一起考量計算，而且保證金的數額應和組合部位的總風險高度相關。本文比較各種不同期貨與選擇權保證金系統之優劣，根據本文之實證發現，TAIFEX 的保證金內部不一致，相同之策略風險在不同的組合下，就有不同的保證金差別待遇，因此 TAIFEX 目前的保證金系統不能算是與組合部位風險相關。相對於 TAIFEX，SPAN 與 TIMS 的系統則內部一致，只要組合的風險一致，則即使是不同策略的組合其所算出的應收保證金仍然是一樣的。且 TAIFEX 與 TIMS 均忽略了選擇權部位的波動性變動風險，這在 Delta 很小的組合部位時，忽略波動性變動性風險是相當危險的事，目前只有 SPAN 能妥善處理波動性變動的風險衡量問題。

由於 TAIFEX 目前之保證金制度明顯劣於組合式之保證金系統，但 TAIFEX 的客戶之部位除了指數期貨、指數選擇權外，還包含股票選擇權與股票部位，使用 SPAN 來估計 TAIFEX 之組合部位風險會有計算上的困難，故本研究使用 SPAN 與 TIMS 之情節模擬概念，並透過單因子市場模型提出新保證金估計系統—Beta-Simulation，在計算程序上不但可以簡化 SPAN 跨商品折抵問題，亦可以改善 TIMS 跨商品信用折抵成數的過於簡化。

本研究以含股票選擇權組合的台灣期貨交易所之歷史資料，進行保證金需求的回溯測試，實證結果顯示，在所有的策略組合中，只有 SPAN 與 Beta-Simulation 系統能有效的估計含選擇權投資組合之保證金需求，但 SPAN 所要求的保證金需求明顯比 Beta-Simulation 要高，在結算價不失真的情況下，本研究以為新模型是計算含股票選擇權部位組合之較佳保證金系統。

參考文獻

- 林蒼祥、顧廣平、孫效孔，「SPAN 系統與現行保證金制度之比較」，台灣期貨市場，第八卷第 4 期，民國 95 年，22-50 頁。
- 張傳章，「整戶風險保證金分析與評估之研究」，臺灣期貨交易所委外研究報告，民國 92 年。

¹⁷ 本研究使用收盤之現貨指數與個股價格估計相關選擇權結算價之隱含波動率，發現 Beta-Simulation 被穿透例子皆發生在少數深度價外與深價內契約，其交易量非常清淡且根據現貨收盤價之隱含波動率皆低於 0，顯示選擇權結算價格與其標的物之現貨價格並非是同一時間之價格。

劉德明，「組合式風險評量保證金系統與 TAIEX 保證金之比較分析」，台灣證券集中保管公司委託專題研究，民國 91 年。

Chicago Mercantile Exchange, "PC-SPAN Version 4 Technical Specifications", Chicago Mercantile Exchange Inc., 2001.

Chicago Mercantile Exchange, "Span Margin System", 1991.

Chicago Mercantile Exchange, "SPAN Risk Parameter File Layouts for the Positional Formats," Chicago Mercantile Exchange Inc., 2005.

CBOE, "Chicago Board Options Exchange Margin Manual," Chicago Board Options Exchange, Inc., 2000.

Elton, E. J. and Gruber, M. J., *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 5th ed., New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

Fishe, R. and Goldberg, L., "The Effects of Margins on Trading in the Futures Markets," *The Journal of Futures Markets*, Vol. 6, No. 2, 1986, pp. 261-271.

Hartzmark, M., "The Effects of Changing Margin Levels on Futures Market Activity, the Composition of Traders in the Market, and Price Performance," *Journal of Business*, Vol. 59, No. 2, 1986, pp. S147-S180.

Jorion, Philippe, *Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill, 2001.

Kupiec, P., "The performance of S&P 500 futures product margins under the SPAN margining system," *The Journal of Futures Markets*, Vol. 14, 1994, pp. 789-811.

Kupiec, P., "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models," *Journal of Derivatives*, Vol. 2, 1995, pp. 173-184.

Kupiec, P. and White, P., "Regulatory Competition and the Efficiency of Alternative Derivative Product Margining System," *Journal of Futures Markets*, Vol.16, No. 8, 1996, pp. 943-968.

Sharpe, F., "A Simplified Model for Portfolio Analysis," *Management Science*, Vol. 9, No. 2, 1963, pp. 227-293.

Tomek, W. G., "Margin on Futures Contracts: Their Economic Role and Regulation," In *Futures Markets: regulatory issues*, edited by Anne Peck, Washington, DC: American Enterprise Institute, 1985, pp. 143-209.