

風險矩陣波動修正之風險值估計

張簡彰程 · 林楚雄 · 曾正杰*

(收稿日期：96 年 8 月 6 日；第一次修正：97 年 3 月 3 日；
接受刊登日期：97 年 5 月 7 日)

摘要

風險矩陣 (RiskMetrics) 模型於計算風險值時，須假設資產的報酬為常態分配，並以 EWMA 模型估計條件波動。然而，許多實證研究指出，即使是考慮條件機率分配的狀況，短短期的資產報酬仍非服從常態分配，並且具有尾部較常態分配為厚之高狹峰 (Leptokurtic) 特性 (Baillie & DeGennaro, 1990; Bollerslev, Chou & Kroner, 1992)，因此以 EWMA 估計式來衡量波動將會有所偏誤。

本研究使用移動迴歸方式 (rolling regression) 來估計修正偏誤後的波動以預測風險值。本研究以包含台灣股票加權股價指數 (TAIEX) 及美元兌台幣 (USD/TWD) 等 10 種標的為研究對象，經失敗率分析及 Kupiec (1995) 統計檢定結果，證實本研究波動修正之風險值估計方式，確可提升風險矩陣估算風險值的準確性。此外，藉由本研究之實證結果，可提供國內證券商應用風險矩陣模型時解決波動偏誤的問題，進而提高估算風險值之準確性，並依據其本身的偏好與需求，設定更有效率及較佳的風險值預測模型。

關鍵詞彙：風險矩陣，EWMA，波動性

壹· 前言

自 1980 年代起隨著金融市場的自由化與國際化，國際間新金融市場之整合，使得全球金融市場價格波動性更加劇烈。同時結合資訊系統之廣泛運用及財務工程理論之發展，新金融商品不斷問世，隨著金融商品之創新與迅速成長，金融機構所持有之資產部位日趨多元化與複雜，風險亦隨之增加。尤其，自 1990 年以來，如美國加州橘郡 (Orange County) 事件、英國霸菱 (Baring Bank) 事件、德國金屬工業公司 (Metallgesellschaft)、日本大和銀行 (Daiwa Bank) 事件及美國長期資本管理基金 (Long Term Capital Management Fund) 等重大金融事件，皆與金融商品價格的波動有緊密的關係，因此國際金融監理機構日益重視風險管理問題，風險管理已成爲目前金融業重要之議題。

* 作者簡介：張簡彰程，南華大學財務金融學系助理教授；林楚雄，國立高雄第一科技大學風險管理與保險系教授；曾正杰，國立高雄第一科技大學財務管理研究所碩士。

有鑑於此，各國政府及國際組織紛紛對金融機構訂定風險管理之規範，國際清算銀行 (Bank for International Settlements) 的巴塞爾委員會 (Basel) 於 1994 年 7 月提出「Risk Management Guidelines for Derivatives」，允許金融機構以風險值來衡量市場風險以及要求金融機構至少每日對所有的投資部位重新評價，以掌握其風險暴露程度。另外，由美國前聯邦儲備銀行 (FED) 主席 Paul Volcker 領導的 30 人集團 (Group of Thirty) 提出一份報告書「Derivatives: Practices and Principles」，主張以風險值來衡量市場風險，而且 J.P. Morgan 在 1995 年亦開發出一套完整的風險值系統「RiskMetrics」供金融界參考運用。此後，隨著許多機構採用風險值作為風險管理工具，風險值的觀念已漸為一般實務界及金融監理單位所接受，衡量風險值的各種模型亦不斷被提出來比較其準確性。對金融機構之風險管理部門而言，如何選擇一套對自身風險值有效評估的模型，以期提升對投資部位之風險控管以及能降低因模型選擇不當所造成的損失，將是達成風險管理目的的首務之要。

當今風險值估計模型的發展，著重於應用複雜的數學式或計量方法來開發新模型或修正原模型。不過此類風險值模型的計算過程往往過於冗長且繁瑣，缺乏因應市場價格瞬息萬變的特性，加上複雜的模型通常需要事先估計其參數，更可能因而增加模型風險 (Model Risk)。其次，複雜的風險值模型其估計效果未必比傳統的基本模型更準確。實際上，金融機構也偏好使用傳統的幾個基本模型，諸如變異數-共變異數法 (Variance-Covariance Approach)、歷史模擬法 (Historical Simulation Approach) 及蒙地卡羅模擬法 (Monte Carlo Simulation Approach) 等來衡量風險值。其中變異數-共變異數法具有風險值容易估算且快速的特性，最受喜愛 (Jorion, 2000)。變異數-共變異數法在估計風險值時，乃假設資產報酬服從常態分配，因此風險值之計算可簡化為變異數或共變異數乘以信賴水準下的臨界值而快速求得。然而，其缺點為對於有厚尾 (fat tail) 現象的金融資產，在高信賴水準下將低估其風險值 (如 Duffie & Pan, 1997)。此外，在使用變異數-共變異數法估計風險值時，大多使用指數加權移動平均 (Exponentially Weighted Moving Average, EWMA) 法來計算近期波動資訊，Boudoukh, Richardson & Whitelaw (1997) 以及 Alexander & Leigh (1997) 的研究證明 EWMA 估計式在短期報酬波動上的預測是非常有效率的，甚至勝於 GARCH 模型。Kuen & Hoong (1992), Brooks & Chong (2001), Guermat & Harris (2002) 與 Harris & Shen (2003) 等研究亦指出 EWMA 較 GARCH 模型易於進行估計。Kuen & Hoong (1992) 的結果指出 EWMA 為最佳預測未來波動性的方法，而 GARCH 模型為最複雜的模型，其效果最差。Brooks & Chong

(2001) 針對外匯期貨，使用 EWMA 與數種由單變量和雙變量的 GARCH 模型來比較避險績效，實證結果發現 EWMA 普遍優於各種 GARCH 模型。因此，利用 EWMA 方式來預測短期資產報酬的條件波動是很適宜的 (J.P. Morgan, 1996；Dowd, 1998；Jorion, 2000)。然而，有相當多的實證顯示資產的報酬分配為具有厚尾的型態 (Baillie & DeGennaro, 1990；Bollerslev, Chou & Kroner, 1992)，因此以 EWMA 估計式來衡量波動將會有所偏誤。此外，Harris & Shen (2004) 使用 EWMA 估計式於 1 日持有期間、99% 與 97.5% 信賴水準分析估計股票、債券與外匯資產報酬率之波動性，實證研究發現波動性估計有嚴重偏誤之狀況。再者，根據國內證券櫃檯月刊第 126 期¹ 統計，目前國內主要證券商亦採用風險矩陣模型並以 EWMA 估計波動性，而根據 Harris & Shen (2004) 之研究發現使用 EWMA 模型估計風險值之條件變異數時會有嚴重的偏差，因此國內券商模型所估計之風險值亦可能會產生偏誤現象。

因此本研究主要針對 EWMA 估計式衡量波動產生偏誤的問題，使用移動迴歸方式 (rolling regression) 來估計修正偏誤後的波動以預測風險值。本研究以包含台灣股票加權股價指數 (TAIEX) 及美元兌台幣 (USD/TWD) 等 10 種標的為研究對象，比較分析風險矩陣模型及波動性修正後之風險矩陣模型估計風險值之績效。此外，藉由本研究之實證結果，可提供國內證券商應用風險矩陣模型時解決波動偏誤的問題，進而提高估算風險值之準確性，並依據其本身的偏好與需求，設定更有效率及較佳的風險值預測模型。本文其餘內容如下：第二節說明使用移動迴歸方式估計修正偏誤後的波動及其估計與檢定方法，第三節為模型的實證與結果說明，最後一節為結論。

貳· 研究方法

本研究採用 J.P. Morgan 於 1994 年 10 月公布並推廣衡量市場風險的風險矩陣 (RiskMetrics) 模型，風險矩陣模型假設資產報酬為常態分配，並使用 EWMA 模型來預測波動。此法和簡單加權移動平均法不同之處，在於 EWMA 考量了資料遠近對於當期波動率估計的影響。其估計式表示如下：

¹ 根據中華民國 95 年 12 月出版之第 126 期證券櫃檯月刊統計國內證券商衡量市場風險值模型：
(1) 採用模型主要為變異數-共變異數法、歷史模擬法及蒙地卡羅模擬法。
(2) 持有期間與信賴水準：5 家採 1 日 95%、1 家採 1 日 97.5%、10 家採 1 日 99%、2 家採 10 日 99%。
(3) 波動性估計方法：含簡單移動平均法 (SMA)、指數加權移動平均法 (EWMA) 及 I-GARCH 模式。
(4) EWMA 所採用之衰退因子 (λ)：有 14 家證券商採用 0.94、1 家採用 0.96 及 1 家採用 0.97。

$$\hat{\sigma}_t^2 = \lambda \hat{\sigma}_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2 \quad (1)$$

上式中 σ_t^2 為第 t 期報酬的變異數， λ 為衰退因子 (decay factor)，且 $0 < \lambda < 1$ 。由(1)式可以看出，當期變異數是前一期變異數與前一期報酬率平方的加權值。將(1)式反覆替代運算，則可將(1)式改寫為：

$$\hat{\sigma}_t^2 = (1 - \lambda) \sum_{i=1}^{\infty} \lambda^{i-1} r_{t-i}^2 \quad (2)$$

從(2)式可以看出當期變異數是所有過去觀察值的加權值，近期的觀察值其被賦予較高的重要性；反之，則減少。隨著時間越久遠，遠期觀察值對當期波動率的影響力將漸漸遞減消失，因此與簡單加權移動平均法相比，此法確實較為合理。此外，在此方法中參數衰退因子 (λ) 決定了各觀察值的權重，亦決定了過去觀察值對當期波動率影響力的衰退速度，當衰退因子 (λ) 越小時，其遠期觀察值的權重越小，且衰退速度越快；而當衰退因子 (λ) 越大時，則遠期觀察值的影響力將持續越久，因此估計出的變異數會較為平滑。儘管風險矩陣模型之 EWMA 估計式有其優點存在，然而，有相當多的實證顯示資產的報酬分配為具有厚尾的型態 (Baillie & DeGennaro, 1990; Bollerslev, Chou & Kroner, 1992)，因此以 EWMA 估計式來衡量波動將會有所偏誤。

一、OLS修正波動偏誤之估計模型

本研究使用移動迴歸方式 (rolling regression) 來估計修正偏誤後的波動以預測風險值。在短期資產報酬變異數的模型假設中，一般皆假設平均報酬等於零 (Figlewski, 1997; Jorion, 2000)，因此本文假設 r_t 服從平均數為零，變異數為 σ_t^2 之分配。再經由條件變異數定義，得知：

$$r_t^2 = \sigma_t^2 + v_t \quad (3)$$

上式中 r_t^2 為第 t 日的資產報酬率平方； σ_t^2 為條件變異數， v_t 為隨機估計誤差項，其平均值為 0。藉由報酬率平方與估計條件變異數所形成之迴歸方程式如下：

$$r_t^2 = a + b \hat{\sigma}_t^2 + v_t \quad (4)$$

其中， $\hat{\sigma}_t^2$ 為無條件不偏之必要且充分條件需 $a = (1-b)E(\sigma_t^2) = (1-b)\sigma^2$ ，其中 σ^2 為 r_t 之無條件變異數。再者， $\hat{\sigma}_t^2$ 若要符合條件不偏之必要條件，則 $a = 0$ 與 $b = 1$ 。因此，在波動模型預測之文獻上，(4)式常被廣泛運用於估計條件變異數模型的解釋能力，Theil (1966) 與 Mincer & Zarnovitz (1969) 亦使用(4)式來估計經濟之預測。

(4)式亦可用來修正條件變異數之估計，假如 $b < 1$ ，則條件變異數估計值易產生平均估計值過高或過低的分佈情形。顯示當 $b < 1$ 時，估計誤差會對估計結果造成不利的影響，因此可藉由調整此種系統偏誤來改善估計之準確度。

當由(4)式獲得估計參數 \hat{a} 及 \hat{b} ，則可獲得一個新的偏誤修正後之波動估計式：

$$\hat{\sigma}_t^2 = \hat{a} + \hat{b}\hat{\sigma}_t^2 \quad (5)$$

(5)式波動偏誤修正估計 $\hat{\sigma}_t^2$ 之估計能力應會優於修正前估計之 $\hat{\sigma}_t^2$ ，至於可修正多少偏誤的程度則需視迴歸參數 a 及 b 是否隨時間經過而固定不變以及參數估計之準確度而定。爾後，將(5)式所得之偏誤修正波動帶入風險矩陣模型中即可求得風險值。

二、模型評估方法

由於風險值的概念係指「在某一特定期間中，預期損失超過風險值的機率不會超過事前所設定的信賴水準」，因此要比較風險值模型的預測能力，則必須檢驗在各種不同信賴水準下，各種風險值模型的失敗率是否符合事前所設定的信賴水準。本文以失敗率分析與 Kupiec (1995) 檢定法，比較各種模型在 99.5%、99%、97.5%與 95%四種信賴水準下，估計未來 1 日風險值的能力。以下為失敗率的計算與 Kupiec (1995) 檢定法的說明。

(一)失敗率的計算

確認模型準確性的最簡單方法就是記錄在一段期間中，實際損失超過風險值的比率。本文計算模型失敗率的方式為比較過去 T 天的每日風險值與每日實際發生之損失值，加總整個樣本期間每日實際發生損失值超過每日風險值估計的總失敗次數，然後再將總失敗次數除以樣本期間的總日數 T 以求得失敗率。若風險值模型的失敗次數或是失敗率小於且愈接近理論失敗次數或理論失敗率，則表示風險預測能力愈佳。

(二) Kupiec (1995) 檢定法

本文在檢定風險值模型的準確性時，是採用目前文獻上常使用的 Kupiec (1995) 檢定法，例如 Goorbergh & Vlaar (1999)、Billio & Pelizzon (2000) 以及 Guermat & Harris (2002) 等。此外，Kupiec (1995) 檢定法亦為管制者要求銀行在作回溯測試 (*backtesting*) 分析內部模型 (*internal model*) 是否可涵蓋實際損失值時，必須採用的檢定法。

1. 非條件涵蓋比率的檢定

本研究採用 Kupiec (1995) 的非條件涵蓋比率以及條件涵蓋比率的檢定方式來評估模型的績效。Kupiec (1995) 非條件涵蓋比率的檢定方法是基於二項分配所導出的一個概似比統計量 LR_{PF} ，檢定實際失敗比率是否符合事前設定的信賴水準。在樣本數為 T ，失敗次數為 x 的二項機率 $\binom{T}{x}(1-c)^{T-x}c^x$ 下，風險值的估計必須滿足非條件涵蓋比率 c 等於事先設定的涵蓋水準 c_0 ，即檢定虛無假設 $H_0: c = c_0$ ，概似比統計量 LR_{PF} 為服從自由度為 1 之 χ^2 分配：

$$LR_{PF} = -2 \ln \left[(1-c_0)^{T-x} c_0^x \right] + 2 \ln \left[(1-(x/T))^{T-x} (x/T)^x \right] \quad (6)$$

2. 條件涵蓋比率的檢定

Kupiec (1995) 條件涵蓋比率檢定法是檢定到達第一次失敗的觀測次數 (*the time until first failure*) 是否與理論次數相符合的條件檢定法。在虛無假設失敗率 $c = c_0$ ，檢定統計量 LR_{TUFF} 為：

$$LR_{TUFF} = -2 \ln \left[(x/T)(1-x/T)^{\tilde{T}-1} \right] + 2 \ln \left[(1/\tilde{T})(1-1/\tilde{T})^{\tilde{T}-1} \right] \quad (7)$$

其中， \tilde{T} 表第一次出現失敗前的觀測數目， LR_{TUFF} 統計量服從自由度為 1 之 χ^2 分配。

參· 實證分析

一、資料來源與實證研究之方法

本研究以包含台灣股票加權股價指數 (TAIEX)、東京日經 225 指數 (NIKKEI 225)、紐約道瓊工業指數 (DOW JONES)、香港恆生指數 (HANG SENG)、紐約那斯達克指數 (NASDAQ) 等五種股價指數報酬率及包含美元兌台幣 (USD/TWD)、澳幣兌美元 (AUD/USD)、美元兌瑞郎 (USD/CHF)、歐元兌美元 (EUR/USD)、美元兌加幣 (USD/CAD) 等五種匯價報酬率進行模型的驗證。資料期間為 1996 年 1 月 1 日至 2006 年 12 月 31 日共 11 年的日資料，資料皆取自於 Bloomberg (彭博社)。

本文在評估模型的績效時，是以 99.5%、99%、97.5%與 95%四種信賴水準下，比較風險矩陣模型在偏誤修正前及偏誤修正後估計五種股價指數及五種匯價報酬率在未來 1 日風險值的能力。為了克服風險矩陣模型在估計風險值時，採用 EWMA 估計式潛藏偏誤而導致風險預測能力降低的問題，因此本研究在波動性的估計上，進一步以 OLS 迴歸方式來修正 EWMA 估計式條件波動偏誤的問題。此外，JP Morgan 經用資料實驗後，建議衰退因子於日資料應取 0.94，而月資料應取 0.97 (JP Morgan, 1996)。本研究在使用 EWMA 估計式預測波動行為時，為有效評估修正條件波動性後，能否提升風險值估計之準確性，考慮三種衰退因子 $\lambda = 0.94$ 、 0.97 與 0.99 的設定。因此本研究之修正模型執行步驟為：(1)首先經由式(1)估算出標的物之 EWMA 模型的波動；(2)將估計之 EWMA 波動帶入(4)式之迴歸方程式中求得參數 a 與 b 值；(3)當由(4)式獲得估計參數 \hat{a} 及 \hat{b} ，則可由(5)式獲得一個新的偏誤修正後之波動估計式；(4)爾後，將(5)式所得之偏誤修正波動帶入風險矩陣模型中即可求得風險值。

股價與匯率報酬率的敘述統計值分別整理於表一及表二。根據表一與表二之統計值，股價報酬率與匯率報酬率的平均值很接近 0，此與一般研究股市及匯率長期之報酬率為 0 之發現一致。此外，偏態與峰態係數檢定值亦進一步證實股價與匯率報酬不為常態分配。綜合以上統計量檢定結果，顯示股市報酬率與匯率報酬率的分配具有胖尾分配的型態。當資料具有胖尾分配型態時，若使用 EWMA 估計式就無法充分反映極端值的情況，此時風險矩陣模型將無法正確估計風險值。

二、迴歸參數及波動性估計統計分析

表三至表十二為 EWMA 模型估計之波動及偏誤修正後之波動，在不同衰退因子的設定下，分別估計台灣股票加權股價指數、東京日經 225 指數、紐約道瓊工業指數、香港恆生指數、紐約那斯達克指數等五種股價指數報酬率及美

元兌台幣、澳幣兌美元、美元兌瑞郎、歐元兌美元、美元兌加幣等五種匯價報酬率。波動估計若要符合條件不偏估計之必要條件，需 $a=0$ 且 $b=1$ 。因此本研究使用移動迴歸方式 (rolling regression) 來估計修正偏誤後的波動以預測風險值，也就是每 1000 筆資料估計一次迴歸參數 a 及 b ，發現所估計之 b 值大都低於 1，同時所估計 a 值均大於 0，顯示經由風險矩陣模型 (RiskMetrics) 估計出的條件波動性係屬於偏誤的。其次，觀察表三至表十二，發現在 $\lambda=0.94$ 及 $\lambda=0.97$ 下，除紐約那斯達克指數報酬率外，經條件波動性偏誤修正後，各種資產報酬率之標準差均小於或等於修正前之標準差。進一步觀察表三至表十二，發現估計的迴歸參數會隨時間經過而變異的現象，且由參數 a 與 b 之平均數之檢定得知，大都接受虛無假設之檢定，因此，整體而言經由 OLS 修正後的平均估計波動性接近於未修正的平均估計波動來看，反應出未修正及以 OLS 修正後來估計非條件波動性都屬無偏誤的。

表一 股價指數報酬率敘述統計量摘要表

	平均數	標準差	偏態係數	峰態係數	最小值	最大值	樣本個數
台灣加權股價指數	-0.000068	0.015237	-0.051811	2.016578	-0.069757	0.061721	2870
東京日經 225 指數	0.000181	0.014239	-0.090573	1.925789	-0.072340	0.076605	2708
紐約道瓊工業指數	0.000317	0.010881	-0.230052	4.187697	-0.074549	0.061547	2770
香港恆生指數	0.000247	0.016545	0.105261	11.669444	-0.147347	0.172471	2716
紐約那斯達克指數	0.000298	0.017610	0.029754	4.187209	-0.101684	0.132546	2770

表二 匯率報酬率敘述統計量摘要表

	平均數	標準差	偏態係數	峰態係數	最小值	最大值	樣本個數
美元/台幣	0.000062	0.002879	1.789287	36.209587	-0.031612	0.033923	2871
澳幣/美元	0.000019	0.006820	-0.031270	3.813990	-0.034699	0.061240	2852
美元/瑞郎	0.000022	0.006549	-0.219255	0.861375	-0.031059	0.026568	2874
歐元/美元	0.000058	0.006311	0.117507	0.549883	-0.022170	0.023989	2086
美元/加幣	-0.000054	0.004045	-0.034760	1.427817	-0.017197	0.017306	2869

表三 迴歸參數及波動性估計統計表：台灣加權股價指數 (TAIEX)

	$\lambda=0.94$				$\lambda=0.97$				$\lambda=0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	1.482%	0.000101	0.629704	1.541%	1.507%	0.000101	0.629704	1.537%	1.546%	0.000108	0.587688	1.533%

標準差	0.561%	0.000055	0.137033	0.487%	0.509%	0.000055	0.137033	0.498%	0.417%	0.000136	0.456509	0.525%
		(1.836)	(-2.702)			(1.836)	(-2.702)			(0.794)	(-0.903)	

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表四 迴歸參數及波動性估計統計表：東京日經 225 指數 (NIKKEI 225)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	1.347%	0.000091	0.580898	1.390%	1.363%	0.000084	0.617909	1.387%	1.379%	0.000077	0.639078	1.352%
標準差	0.404%	0.000046	0.140852	0.315%	0.351%	0.000053	0.182073	0.319%	0.279%	0.000093	0.333273	0.356%
		(1.978 ^s)	(-2.975)			(1.585)	(-2.099)			(0.828)	(-1.083)	

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表五 迴歸參數及波動性估計統計表：紐約道瓊工業指數 (DOW JONES)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	1.002%	0.000043	0.616839	1.036%	1.021%	0.000039	0.628375	1.036%	1.054%	0.000046	0.542621	1.031%
標準差	0.449%	0.000020	0.175601	0.395%	0.414%	0.000024	0.225095	0.401%	0.352%	0.000057	0.391591	0.416%
		(2.150 ^s)	(-2.182)			(1.625)	(-1.651)			(0.807)	(-1.168)	

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表六 迴歸參數及波動性估計統計表：香港恆生指數 (HANG SENG)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	1.215%	0.000109	0.477070	1.299%	1.235%	0.000098	0.522609	1.284%	1.276%	0.000105	0.480813	1.252%
標準差	0.480%	0.000072	0.193042	0.430%	0.450%	0.000072	0.227705	0.429%	0.412%	0.000125	0.398311	0.435%

差											
	(1.154)	(-2.709)			(1.361)	(-2.097)			(0.840)	(-1.303)	

註：^s表示在 5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表七 迴歸參數及波動性估計統計表：紐約那斯達克指數 (NASDAQ)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	1.694%	0.000104	0.709817	1.789%	1.719%	0.000079	0.778282	1.783%	1.771%	0.000067	0.783989	1.795%
標準差	0.924%	0.000070	0.123094	0.902%	0.885%	0.000072	0.157913	0.929%	0.806%	0.000144	0.351102	0.990%
		(1.486)	(-2.357)			(1.097)	(-1.404)			(0.465)	(-0.615)	

註：^s表示在 5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表八 迴歸參數及波動性估計統計表：美元/台幣 (USD/TWD)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	0.208%	0.000003	0.480849	0.225%	0.215%	0.000003	0.456305	0.226%	0.223%	0.000004	0.255961	0.227%
標準差	0.104%	0.000001	0.252447	0.060%	0.084%	0.000002	0.338141	0.057%	0.054%	0.000004	0.674023	0.054%
		(3.000 ^s)	(-2.056)			(1.500)	(-1.608)			(1.000)	(-1.104)	

註：^s表示在 5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表九 迴歸參數及波動性估計統計表：澳幣/美元 (AUD/USD)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	0.661%	0.000024	0.529645	0.688%	0.669%	0.000019	0.624585	0.683%	0.680%	0.000019	0.614681	0.683%
標準差	0.185%	0.000008	0.114743	0.117%	0.159%	0.000008	0.133698	0.126%	0.110%	0.000016	0.332064	0.128%

	(3.000 ^s)	(-4.099)			(2.375 ^s)	(-2.808)			(1.188)	(-1.160)	
--	-----------------------	----------	--	--	-----------------------	----------	--	--	---------	----------	--

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表十 迴歸參數及波動性估計統計表：美元/瑞郎 (USD/CHF)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	0.654%	0.000039	0.159980	0.681%	0.659%	0.000038	0.171249	0.679%	0.665%	0.000045	0.019735	0.668%
標準差	0.114%	0.000019	0.403977	0.061%	0.092%	0.000024	0.511240	0.060%	0.063%	0.000036	0.726240	0.053%
		(2.053 ^s)	(-2.079)			(1.583)	(-1.621)			(1.250)	(-1.350)	

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表十一 迴歸參數及波動性估計統計表：歐元/美元 (EUR/USD)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	0.578%	0.000025	0.317343	0.613%	0.585%	0.000023	0.363144	0.608%	0.598%	0.000025	0.328105	0.599%
標準差	0.120%	0.000009	0.316935	0.070%	0.101%	0.000012	0.399354	0.069%	0.074%	0.000017	0.484926	0.065%
		(2.778 ^s)	(-2.154)			(1.917)	(-1.595)			(1.471)	(-1.386)	

註：^s表示在5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

表十二 迴歸參數及波動性估計統計表：美元/加幣 (USD/CAD)

	$\lambda = 0.94$				$\lambda = 0.97$				$\lambda = 0.99$			
	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_t$	$\hat{a}_{t,OLS}$	$\hat{b}_{t,OLS}$	$\hat{\sigma}_{t,OLS}$
平均數	0.429%	0.000012	0.421273	0.445%	0.432%	0.000010	0.503982	0.448%	0.432%	0.000011	0.498831	0.454%
標準差	0.120%	0.000009	0.303729	0.112%	0.110%	0.000008	0.314648	0.112%	0.096%	0.000014	0.566327	0.113%
		(1.333)	(-1.905)			(1.250)	(-1.576)			(0.786)	(-0.885)	

註：[§]表示在 5%顯著水準拒絕 $\hat{a} = 0$ 或 $\hat{b} = 1$ 之虛無假設。

三、失敗率檢定結果

表十三至表十五為在不同信賴水準與衰退因子的設定下，以風險矩陣模型在波動偏誤修正前及修正後二種估計式之統計結果。

首先，觀察表十三，以波動偏誤修正前後方式估計 5 種股價指數報酬率與 5 種匯價報酬率的實際失敗率，發現 $\lambda=0.94$ 時，除信賴水準 95%時，波動偏誤修正前方式與波動偏誤修正後方式實際失敗率各有 5 種資產報酬率接近理論失敗率外。波動偏誤修正前，在信賴水準 97.5%、99%及 99.5%時，除了紐約那斯達克報酬率及信賴水準為 99%時歐元兌美元報酬率準確性較佳外，其餘實際失敗率均超過設定信賴水準以上。尤其在高信賴水準時如 99.5%，實際失敗率超過設定信賴水準值高達兩倍以上。而波動偏誤修正後方式，除了信賴水準 95%外，各個資產報酬率實際失敗率均明顯改善，較接近理論失敗率。整體而言，在 $\lambda=0.94$ 時，風險值預估改善能力以信賴水準 97.5%時最佳、99.5%次之，99%再次之。

其次，觀察表十四，以波動偏誤修正前後方式估計 5 種股價指數報酬率與 5 種匯價報酬率的失敗率，發現 $\lambda=0.97$ 時，除了信賴水準 95%下，波動偏誤修正前 10 種報酬率中實際失敗率有 6 種較低於理論失敗率外，包含台灣股票市場加權股價指數報酬率、東京日經 225 指數報酬率、紐約道瓊工業平均指數報酬率、美元兌台幣報酬率、澳幣兌美元報酬率，其餘各種信賴水準（含 97%、99%及 99.5%下）實際失敗率大多超過設定信賴水準以上，而以波動偏誤修正後方式，實際失敗率亦有明顯改善，較接近理論失敗率。整體而言，統計在 $\lambda=0.97$ 時風險值預估改善能力以信賴水準 99.5%時最佳、99%次之，97.5%再次之。

另外在 $\lambda=0.99$ ，雖然波動偏誤修正後方式失敗率改善狀況不若在 $\lambda=0.94$ 及 $\lambda=0.97$ 時明顯；整體而言，對風險預估能力仍有提升能力。

表十三 波動修正之風險值失敗率統計 ($\lambda=0.94$)

樣本	日數	c=0.005					c=0.01					c=0.025					c=0.05				
		理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後
		失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率
TAIEX	1871	9 [#]	21	1.122%	18	0.962%	19	31	1.657%	24	1.283%	47	62	3.314%	46	2.459%	94	97	5.184%	83	4.436%
NIKKEI 225	1709	9	17	0.995%	16	0.936%	17	27	1.580%	24	1.404%	43	49	2.867%	46	2.692%	85	95	5.559%	81	4.740%
DOW JONES	1771	9	17	0.960%	12	0.678%	18	22	1.242%	19	1.073%	44	53	2.993%	40	2.259%	89	92	5.195%	73	4.122%
HANG SENG	1717	9	19	1.107%	10	0.582%	17	26	1.514%	19	1.107%	43	60	3.494%	36	2.097%	86	102	5.941%	69	4.019%
NASDAQ	1771	9	9	0.508%	6	0.339%	18	14	0.791%	9	0.508%	44	43	2.428%	30	1.694%	89	92	5.195%	65	3.670%
USD/TWD	1868	9	31	1.660%	19	1.017%	19	45	2.409%	27	1.445%	47	72	3.854%	43	2.302%	93	104	5.567%	72	3.854%
AUD/USD	1848	9	25	1.353%	23	1.245%	18	33	1.786%	29	1.569%	46	53	2.868%	46	2.489%	92	101	5.465%	86	4.654%
USD/CHF	1870	9	25	1.337%	17	0.909%	19	35	1.872%	28	1.497%	47	64	3.422%	53	2.834%	94	109	5.829%	90	4.813%
EUR/USD	1087	5	11	1.012%	11	1.012%	11	13	1.196%	15	1.380%	27	35	3.220%	27	2.484%	54	71	6.532%	65	5.980%
USD/CAD	1870	9	15	0.802%	8	0.428%	19	25	1.337%	21	1.123%	47	56	2.995%	47	2.513%	94	114	6.096%	97	5.187%

註： $\lambda=0.94$ 表示衰退因子為 0.94。c=0.05 表示信賴水準為 95%。#為 $1871*0.005=9.355 \approx 9$ 。

表十四 波動修正之風險值失敗率統計 ($\lambda=0.97$)

樣本	日數	c=0.005					c=0.01					c=0.025					c=0.05				
		理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後	理論	修正前	修正前	修正後	修正後
		失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率	失敗	總失敗	失敗率	總失敗	失敗率
TAIEX	1871	9 [#]	22	1.176%	21	1.122%	19	28	1.497%	25	1.336%	47	53	2.833%	50	2.672%	94	88	4.703%	85	4.543%
NIKKEI 225	1709	9	16	0.936%	15	0.878%	17	30	1.755%	26	1.521%	43	47	2.750%	44	2.575%	85	84	4.915%	77	4.506%
DOW JONES	1771	9	16	0.903%	14	0.791%	18	25	1.412%	25	1.412%	44	45	2.541%	38	2.146%	89	88	4.969%	81	4.574%
HANG SENG	1717	9	18	1.048%	13	0.757%	17	23	1.340%	21	1.223%	43	45	2.621%	38	2.213%	86	92	5.358%	78	4.543%
NASDAQ	1771	9	9	0.508%	9	0.508%	18	15	0.847%	11	0.621%	44	37	2.089%	32	1.807%	89	82	4.630%	69	3.896%
USD/TWD	1868	9	26	1.392%	20	1.071%	19	34	1.820%	29	1.552%	47	60	3.212%	45	2.409%	93	89	4.764%	74	3.961%
AUD/USD	1848	9	25	1.353%	23	1.245%	18	32	1.732%	30	1.623%	46	48	2.597%	47	2.543%	92	86	4.654%	84	4.545%
USD/CHF	1870	9	22	1.176%	16	0.856%	19	30	1.604%	27	1.444%	47	64	3.422%	51	2.727%	94	99	5.294%	88	4.706%
EUR/USD	1087	5	5	0.460%	6	0.552%	11	9	0.828%	9	0.828%	27	27	2.484%	17	1.564%	54	58	5.336%	48	4.416%
USD/CAD	1870	9	17	0.909%	11	0.588%	19	27	1.444%	19	1.016%	47	53	2.834%	46	2.460%	94	106	5.668%	91	4.866%

註： $\lambda=0.97$ 表示衰退因子為 0.97。 $c=0.05$ 表示信賴水準為 95%。[#]為 $1871*0.005=9.355 \approx 9$ 。

表十五 波動修正之風險值失敗率統計 ($\lambda=0.99$)

樣本 日數	c=0.005					c=0.01					c=0.025					c=0.05					
	理論 失敗 次數	修正前 總失敗 次數	修正前 失敗率	修正後 總失敗 次數	修正後 失敗率	理論 失敗 次數	修正前 總失敗 次數	修正前 失敗率	修正後 總失敗 次數	修正後 失敗率	理論 失敗 次數	修正前 總失敗 次數	修正前 失敗率	修正後 總失敗 次數	修正後 失敗率	理論 失敗 次數	修正前 總失敗 次數	修正前 失敗率	修正後 總失敗 次數	修正後 失敗率	
	TAIEX	1871	9 [#]	20	1.069%	21	1.122%	19	27	1.443%	31	1.657%	47	46	2.459%	53	2.833%	94	75	4.009%	84
NIKKEI 225	1709	9	16	0.936%	21	1.229%	17	26	1.521%	29	1.697%	43	44	2.575%	48	2.809%	85	76	4.447%	81	4.740%
DOW JONES	1771	9	15	0.847%	20	1.129%	18	21	1.186%	31	1.750%	44	39	2.202%	53	2.993%	89	76	4.291%	96	5.421%
HANG SENG	1717	9	15	0.874%	15	0.874%	17	21	1.223%	25	1.456%	43	41	2.388%	47	2.737%	86	79	4.601%	81	4.718%
NASDAQ	1771	9	11	0.621%	12	0.678%	18	15	0.847%	18	1.016%	44	39	2.202%	46	2.597%	89	73	4.122%	92	5.195%
USD/TWD	1868	9	24	1.285%	23	1.231%	19	33	1.767%	33	1.767%	47	49	2.623%	43	2.302%	93	78	4.176%	72	3.854%
AUD/USD	1848	9	26	1.407%	25	1.353%	18	32	1.732%	33	1.786%	46	55	2.976%	56	3.030%	92	86	4.654%	88	4.762%
USD/CHF	1870	9	20	1.070%	15	0.802%	19	29	1.551%	29	1.551%	47	56	2.995%	56	2.995%	94	97	5.187%	93	4.973%
EUR/USD	1087	5	7	0.644%	7	0.644%	11	9	0.828%	10	0.920%	27	19	1.748%	17	1.564%	54	49	4.508%	47	4.324%
USD/CAD	1870	9	14	0.749%	10	0.535%	19	27	1.444%	21	1.123%	47	56	2.995%	45	2.406%	94	104	5.561%	86	4.599%

註： $\lambda=0.99$ 表示衰退因子為 0.99。c=0.05 表示信賴水準為 95%。#為 $1871*0.005=9.355\approx 9$ 。

四、Kupiec (1995) 檢定結果

表十六至表十八為以 Kupiec (1995) 的非條件涵蓋比率檢定確認風險矩陣模型條件波動性偏誤修正前及修正後兩種模型估計風險值是否能符合事前所設定的目標，其檢定結果與失敗率的統計分析結果一致。

表十六 波動修正之風險值 Kupiec's LR_{PF} 檢定結果 ($\lambda=0.94$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}
TAIEX	10.774***	6.311**	6.807***	1.387	4.619**	0.132	0.132	1.300
NIKKEI 225	6.520**	5.194**	4.935**	2.507	0.903	0.251	1.086	0.248
DOW JONES	5.924**	1.010	0.975	0.093	1.661	0.437	0.140	3.050*
HANG SENG	9.422***	0.223	3.962**	0.190	6.212**	1.211	3.024*	3.721*
NASDAQ	0.002	1.044	0.846	5.279*	0.038	5.314**	0.140	7.235**
AVG	6.528	2.756	3.505	1.891	2.686	1.469	0.904	3.111
USD/TWD	31.314***	7.715**	26.865***	3.290*	12.094***	0.309	1.223	5.585**
AUD/USD	18.382***	14.533***	9.344***	5.156**	0.981	0.001	0.819	0.477
USD/CHF	18.007***	5.098**	11.422***	4.053**	5.865**	0.822	2.574	0.140
EUR/USD	0.454	0.454	1.464	0.483	2.286	0.001	7.600***	4.190**
USD/CAD	2.897	0.206	1.939	0.275	1.767	0.001	4.436**	0.136
AVG	14.211	5.601	10.207	2.651	4.598	1.882	2.648	2.787

註：***表示在 1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在 5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在 10%顯著水準拒絕虛無假設。

以表十六為例說明 Kupiec (1995) 的非條件涵蓋比率檢定結果，首先在信賴水準 99.5%時，波動偏誤修正後方式相較於修正前之方式，其檢定結果在五個標的物 (TAIEX、DOW JONES、HANG SENG、USD/TWD、USD/CHF) 獲得了改善。其次，在信賴水準 99%時，波動偏誤修正後方式相較於修正前之方式，其檢定結果在六個標的物 (TAIEX、NIKKEI 225、HANG SENG、USD/TWD、AUD/USD、USD/CHF) 獲得了改善。而在信賴水準 97.5%時，波動偏誤修正後方式相較於修正前之方式，其檢定結果在四個標的物 (TAIEX、HANG SENG、USD/TWD、USD/CHF) 獲得了改善。最後在信賴水準 95%時，波動偏誤修正後方式相較於修正前之方式，其檢定結果在兩個標的物 (EUR/USD、USD/CAD) 獲得了改善。整體而言，以波動偏誤修正後方式，其通過檢定者明顯增加，統計在 $\lambda=0.94$ 時風險值預估改善能力以信賴水準 99%

時最佳、99.5%次之，97.5%再次之。統計在 $\lambda=0.97$ 時風險值預估改善能力以信賴水準99%時最佳、99.5%次之，97.5%再次之。進一步觀察在 $\lambda=0.99$ 波動偏誤修正後方式檢定結果雖不若在 $\lambda=0.94$ 及 $\lambda=0.97$ 時顯著，但由表十六至表十八得知，波動偏誤修正後之方式可以提升風險值之預估能力。

表十九至表二十一為Kupiec (1995) 的條件涵蓋比率檢定風險矩陣模型條件波動性偏誤修正前及修正後兩種模型估計風險值的結果。在不同信賴水準與衰退因子的設定下，在5%的顯著水準，波動偏誤修正後方式檢定結果大都通過檢定 (除了NASDAQ之外)，再次顯示出風險矩陣模型條件波動性偏誤修正後模型估計風險值方法為一個較佳的方法。

表十七 波動修正之風險值 Kupiec's LR_{PF}檢定結果 ($\lambda=0.97$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}
TAIEX	12.422 ^{***}	10.745 ^{***}	4.043 ^{**}	1.932	0.815	0.223	0.353	0.847
NIKKEI 225	5.199 ^{**}	3.996 ^{**}	8.041 ^{***}	4.046 ^{**}	0.425	0.039	0.026	0.909
DOW JONES	4.670 ^{**}	2.551	2.688	2.688	0.012	0.957	0.004	0.697
HANG SENG	7.872 ^{**}	1.97	1.807	0.806	0.101	0.602	0.454	0.778
NASDAQ	0.002	0.002	0.442	2.968 [*]	1.297	3.857 ^{**}	0.522	4.901 ^{**}
AVG	6.033	3.853	3.404	2.488	0.53	1.136	0.272	1.626
USD/TWD	20.667 ^{***}	9.198 ^{***}	10.213 ^{***}	4.929 ^{**}	3.569 [*]	0.064	0.222	4.553 ^{**}
AUD/USD	18.365 ^{***}	14.518 ^{***}	8.184 ^{***}	6.091 ^{**}	0.069	0.013	0.485	0.838
USD/CHF	12.436 ^{***}	3.915 ^{**}	5.830 ^{**}	3.272 [*]	5.865 ^{**}	0.385	0.334	0.347
EUR/USD	0.036	0.057	0.345	0.345	0.001	4.499 ^{**}	0.052	0.812
USD/CAD	5.058 ^{**}	0.277	3.272 [*]	0.005	0.822	0.012	1.689	0.008
AVG	11.312	5.593	5.569	2.928	2.065	0.995	0.556	1.311

註：***表示在1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在10%顯著水準拒絕虛無假設。

表十八 波動修正之風險值 Kupiec's LRPf 檢定結果 ($\lambda=0.99$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}	修正前 LR _{PF}	修正後 LR _{PF}
TAIEX	9.164***	10.745***	3.263**	6.807**	0.013	0.815	4.142**	1.061
NIKKEI 225	5.194**	12.947***	4.046**	6.935**	0.039	0.643	1.141	0.248
DOW JONES	3.543*	10.371***	0.583	7.130**	0.671	1.661	1.963	0.643
HANG SENG	3.935**	3.935**	0.806	3.162*	0.090	0.385	0.590	0.294
NASDAQ	0.485	1.010	0.442	0.005	0.671	0.068	3.050*	0.140
AVG	4.464	7.801	1.828	4.808	0.297	0.714	2.177	0.477
USD/TWD	16.096***	14.235***	9.029***	9.029***	0.114	0.309	2.825*	5.585**
AUD/USD	20.430***	18.382***	8.125***	9.264***	1.573	1.945	0.514	0.250
USD/CHF	9.175***	2.897*	4.906**	4.906**	1.767	1.767	0.136	0.003
EUR/USD	0.415	0.415	0.345	0.072	2.814*	4.499**	0.572	1.094
USD/CAD	2.015	0.044	3.272*	0.275	1.767	0.068	1.200	0.650
AVG	6.810	4.357	3.984	2.958	1.938	1.669	0.724	0.529

註：***表示在 1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在 5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在 10%顯著水準拒絕虛無假設。

表十九 波動修正之風險值 Kupiec's LRTUFF 檢定結果 ($\lambda=0.94$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}
TAIEX	0.000	0.023	0.175	0.019	1.779	0.826	0.775	0.458
NIKKEI 225	0.941	1.025	0.383	0.508	0.007	0.022	0.426	0.209
DOW JONES	2.473	3.101*	2.026	2.278	0.696	1.078	0.144	0.337
HANG SENG	0.138	0.787	0.006	0.138	0.998	1.790	2.468	2.926*
NASDAQ	3.636*	4.406**	2.820*	3.636*	0.975	1.515	0.144	0.456
AVG	1.437	1.868	1.082	1.316	0.891	1.046	0.792	0.877
USD/TWD	1.997	0.461	1.389	0.216	0.718	0.001	0.306	0.284
AUD/USD	0.365	0.326	0.135	0.139	0.008	0.003	0.746	0.413
USD/CHF	5.438**	1.380	0.424	0.680	0.014	0.087	2.912*	3.295*
EUR/USD	0.184	0.313	0.041	0.041	0.792	1.723	0.102	0.244
USD/CAD	0.927	0.045	0.327	0.075	0.000	0.000	0.658	0.365
AVG	1.782	0.505	0.463	0.230	0.306	0.363	0.945	0.920

註：***表示在 1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在 5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在 10%顯著水準拒絕虛無假設。

表二十 波動修正之風險值 Kupiec's LRTUFF 檢定結果 ($\lambda=0.97$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}
TAIEX	0.002	0.000	0.092	0.032	1.219	1.046	3.627*	0.500
NIKKEI 225	1.025	1.118	0.283	0.422	0.016	0.036	0.251	0.158
DOW JONES	2.580	2.820*	1.811	1.811	0.912	1.153	0.176	0.242
HANG SENG	0.175	0.474	0.039	0.079	1.429	1.701	3.191*	3.504*
NASDAQ	3.636*	3.636*	2.696	3.261*	1.193	1.414	0.232	0.393
AVG	1.484	1.609	0.984	1.121	0.954	1.070	1.495	0.960
USD/TWD	0.290	0.561	0.093	0.162	0.044	0.000	0.465	0.320
AUD/USD	0.340	0.326	0.139	0.104	0.000	0.000	0.775	0.415
USD/CHF	1.000	1.475	0.596	0.726	0.014	0.109	0.120	3.437*
EUR/USD	0.498	0.313	0.041	0.041	0.840	1.521	0.102	0.209
USD/CAD	0.212	0.331	0.258	0.132	0.017	0.000	0.513	0.584
AVG	0.468	0.601	0.225	0.233	0.183	0.326	0.395	0.993

註：***表示在 1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在 5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在 10%顯著水準拒絕虛無假設。

表二十一 波動修正之風險值 Kupiec's LRTUFF 檢定結果 ($\lambda=0.99$)

	c=0.005		c=0.01		c=0.025		c=0.05	
	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}	修正前 LR _{TUFF}	修正後 LR _{TUFF}
TAIEX	0.002	0.000	0.069	0.175	0.826	1.219	2.668	3.325*
NIKKEI 225	0.344	0.665	0.422	0.314	0.036	0.011	0.146	0.209
DOW JONES	2.696	2.189	2.105	1.515	1.115	0.696	0.299	0.117
HANG SENG	0.413	0.413	0.079	2.415	1.717	3.741*	3.479	3.432*
NASDAQ	3.261*	3.101*	2.696	2.372	1.115	0.882	0.337	0.144
AVG	1.343	1.274	1.074	1.358	0.962	1.310	1.386	1.445
USD/TWD	0.318	0.359	0.082	0.082	0.010	0.001	0.398	0.284
AUD/USD	0.219	0.251	0.082	0.067	0.016	0.021	0.408	0.446
USD/CHF	1.136	0.011	0.637	0.637	0.060	0.060	3.252*	3.332*
EUR/USD	0.184	0.184	0.041	0.010	0.311	0.182	0.193	0.226
USD/CAD	0.021	0.214	0.001	0.075	0.036	0.275	0.889	0.478
AVG	0.376	0.204	0.169	0.174	0.086	0.108	1.028	0.953

註：***表示在 1%顯著水準拒絕虛無假設。**表示在 5%顯著水準拒絕虛無假設。*表示在 10%顯著水準拒絕虛無假設。

肆· 結論

在金融市場上，很多模型都曾被用來補捉隨時間變動之條件波動性的特性，諸如 GARCH 模型、隨機波動性、移動樣本變異數及 EWMA 估計式。而這些模型多數僅能概估出金融資產報酬的真實資料分佈過程，而無法完全掌握其實際分配，導致估計的條件波動性屬偏誤的。本文運用 OLS 迴歸方式修正條件波動性偏誤後，以衡量偏誤修正後能否提升風險值估計之準確性。

本研究收集 1996 年 1 月 1 日至 2006 年 12 月 31 日的五種股價指數以及五種匯價資料進行模型的驗證。實證結果證實本文所使用 OLS 迴歸方式修正條件波動性偏誤方式，不僅是一個簡易估計的風險值模型更可以提升風險矩陣模型的風險值估計能力。且藉由本研究之實證結果，可提供國內證券商應用風險矩陣模型時解決波動偏誤的問題，進而提高估算風險值之準確性，並依據其本身的偏好與需求，設定更有效率及較佳的風險值預測模型。

參考文獻

- Alexander, C.O. & C.T. Leigh, "On the Covariance Matrices Used in Value at Risk Models", *Journal of Derivatives*, spring 1997, pp.50-62.
- Baillie, R. & R. DeGennaro, "Stock returns and Volatility", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 25, 1990, pp.203-214.
- Billio, M. & L. Pelizzon, "Value-at-Risk: A Multivariate Switching Regime Approach", *Journal of Empirical Finance*, Vol. 7, 2000, pp.531-554.
- Bollerslev, T., Chou, R. & K. Kroner, "ARCH Modeling in Finance", *Journal of Econometrics*, Vol. 52, 1992, pp.5-59.
- Boudoukh, J., Richardson, M. & R. Whitelaw, "Investigation of a Class of Volatility Estimators", *Journal of Derivatives*, Vol. 14, 1997, pp.63-71.
- Boudoukh, J., Richardson, M. & R. Whitelaw, "The Best of Both Worlds: A Hybrid Approach to Calculating Value at Risk", *Risk*, Vol. 11, 1998, pp.64-67.
- Brooks, C. & J. Chong, "The Cross-currency Hedging Performance of Implied Versus Statistical Forecasting Models", *Journal of Futures Markets*, Vol. 21, 2001, pp.1043-1069.
- Dowd, K., "Beyond Value-at-Risk: The New Science of Risk Management", John Wiley & Sons, Chichester, 1998.
- Duffie, D. & J. Pan, "An Overview of Value at Risk", *Journal of Derivatives*, 1997, pp.7-49.
- Figlewski, S., "Forecasting Volatility", *Financial Markets, Institutions and Instruments*, Vol. 6(1), 1997.

-
- Harris, Richard D. F. & J. Shen, "Estimation fo VaR with Bias-Corrected Forecasts of Conditional Volatility", *Journal of Derivatives*, 2004, pp.10-20.
- Goorbergh, R.V.D. & P. Vlaar, "Value-at-Risk Analysis of Stock Returns Historical Simulation, Variance Techniques or Tail Index Estimation?", *Econometric Research and Special Studies* Dept. De Nederlandsche Bank, 1999.
- Guermat, C. & Richerd D.F. Harris, "Robust Conditional Variance Estimation and Value-at-Risk", *The Journal of Risk*, Vol. 4(2), 2002, pp.25-41.
- Kuen, T. Y. & T. S. Hoong, "Forecasting volatility in the Singapore stock market", *Asia Pacific Journal of Management*, Vol. 9, 1992, pp.1-13.
- Jorion, P., "Value-at-Risk", McGraw-Hill, 2000.
- J.P. Morgan, "RiskMetrics Technical Document", 4th edition, 1996.
- Kupiec, P., "Technique for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models", *Journal of Derivatives*, Vol. 3, 1995, pp.73-84.
- Taylor, J., "Evaluating Volatility and Interval Forecasts", *Journal of Forecasting*, Vol. 18, 1999, pp. 111-128.
- Theil, H., "Applied Economic Forecasting", Amsterdam: North Holland, 1996.

Estimation of VaR with revised volatility of RiskMetrics

CHANG-CHENG CHANGCHIEN, CHU-HSIUNG LIN,
CHENG-CHIEH TSENG *

ABSTRACT

The RiskMetrics method to the calculation of Value-at-Risk assumes the daily returns are conditionally normal and uses an EWMA model to forecast conditional volatility. The conditional distribution of short horizon financial assets returns is leptokurtic, with tails fatter than those of normal distribution in literature. So EWMA estimator will generate biased forecasts of the true conditional volatility.

This study uses a rolling regression method to evaluate the conditional bias in the RiskMetrics approach to the estimation of VaR. In the light of results of the failure rates and Kupiec test, the empirical result shows that the method can considerably enhance the estimation accuracy of Value-at-Risk. This study hopes to shed light on building up risk prediction models and brings constructive implications for risk managers to effectively manage their portfolios.

Keywords: RiskMetrics, EWMA, volatility

* Chang-Cheng CHANGCHIEN, Assistant Professor, Department of Finance, Nanhua University. Chu-Hsiung LIN, Professor, Department of Risk Management & Insurance, National Kaohsiung First University of Science & Technology. Cheng-Chieh TSENG, Master, Department of Finance, National Kaohsiung First University of Science & Technology.