國立政治大學風險管理與保險研究所

碩士學位論文

指導教授：蔡政憲 博士

國立政治大學
National Chengchi University

台灣保險業資產風險係數之探討

研究生：曾于芳 撰

中華民國九十九年六月

摘要

台灣風險基礎資本額制度實施至今已將近七年，但風險係數卻從未調整，本研究主要針對股票指數與匯率之風險係數探討其是否有更新之必要，藉由 1986 年 12 月至 2009 年 12 月之資料，利用 GARCH 模型及 EGARCH 模型進行風險係數之估計，除了和風險基礎資本額制度相同，以風險值為考量外，另外加入條件尾端期望值，並比較其與風險值之差別。

實證結果發現，僅部分財務時間序列有顯著之槓桿效果，因此使用 GARCH 模型估計風險係數較為合適；所估計之風險係數，無論是股價指數或是匯率，其估計結果皆比現行標準高出許多。

國立政治大學
National Chengchi University

關鍵字：風險基礎資本額制度、GARCH、EGARCH、風險值、條件尾端期望值

Abstract

In Taiwan, Risk-based capital (RBC) is set up in 2003. From 2003 until now, no matter how the economical environment has changed, the risk factors have remained all the same. This research mainly focuses on the risk factors of stock index and foreign exchange and wants to know if the risk factors need to be changed. The data this research encompasses is from December 1986 to December 2009. The risk factors are estimated by GARCH model and EGARCH model, utilizing not only the VaR but also the conditional tail expectation (CTE).

From the result, only a few financial time series have shown leverage effect, therefore it is indeed more appropriate to apply GARCH model in risk factors estimation. Moreover, the risk factors from the result of this research, whether it is stock index or foreign exchange rate, are significantly higher than the risk factors standard applicable in Taiwan at the present.

國立政治大學
National Chengchi University

Key word: RBC, GARCH, EGARCH, VaR, ETL, CTE

目錄

1. 緒論.....1
1.1 研究動機及目的.....1
1.2 研究架構.....3
2. 各監理制度介紹.....4
2.1 台灣 RBC 制度.....4
2.2 美國 RBC 制度.....6
2.3 歐盟 Solvency II 制度.....10
2.4 Basel II 制度.....13
3. 資料說明與研究方法.....17
3.1 資料選取與範圍.....17
3.1.1 股價指數.....17
3.1.2 匯率.....17
3.2 實證方法與說明.....18
3.2.1 單根檢定.....18
3.2.2 GARCH 模型.....19
3.2.3 EGARCH 模型.....20
3.2.4 模型選擇準則.....21
3.2.5 時間序列模擬.....21
3.2.6 風險值與條件尾端期望值.....21
4. 實證結果與分析.....24
4.1 股票指數.....24
4.1.1 敘述性統計分析與單根檢定.....24
4.1.2 模型估計.....25
4.1.3 風險係數之估計.....26
4.2 匯率.....33
4.2.1 敘述性統計分析與單根檢定.....33
4.2.2 模型估計.....34
4.2.3 風險係數之估計.....35
5. 結論與建議.....40
5.1 結論.....40
5.2 建議.....42
參考文獻.....43
附錄.....44

國立政治大學 National Chengchi University

圖目錄

圖 1　研究架構圖.....3
圖 2　標準普爾 500 指數報酬率之條件變異數圖.....31
圖 3　台灣股價指數報酬率之條件變異數圖.....31
圖 4　美元兌台幣報酬率之條件變異數圖.....39

表目錄

表 1 CTE(α)之值.....23
表 2 股價指數歷史年化報酬率之基本敘述性統計量.....24
表 3 各股價指數報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t~常態分配）.....25
表 4 各股價指數報酬率所符合之 EGARCH 模型（ε_t~常態分配）.....26
表 5 各股價指數風險係數預估之結果.....27
表 6 股價指數常態分配假設下之風險係數.....30
表 7 匯率歷史報酬率之基本敘述性統計量.....33
表 8 各匯率報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t~常態分配）.....34
表 9 各匯率報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t~t 分配）.....35
表 10 各匯率風險係數預估之結果.....36
表 11 匯率常態分配假設下之風險係數.....38
表 12 股價指數最終之風險係數與現行標準.....41
表 13 匯率最終之風險係數與現行標準.....41

國立政治大學 National Chengchi University

1. 緒論

1.1 研究動機及目的

目前台灣壽險公司包含本國及外國共有三十家，台灣產險公司包含本國及外國則共有二十一家，在產險業已有兩家產險公司退場，但壽險公司近四十年來，除了國華人壽被金管會接管外，卻還沒有任何一家正式退場，是因為這些保險公司皆具有良好的財務品質，亦或是現行監理制度無法即時偵測出失卻清償能力之保險公司，若為後者將會造成保戶的損失，是故應重新檢視監理制度是否完善。

保險公司財務品質不一，三十四號公報實施後，更造成保險業資產與負債評價方式不一致，如此可能造成保險業為配合會計公報，而扭曲其經營面，進而出現嚴重的產業問題。再加上近兩年全球金融海嘯，除了抑制民間投保意願外，也對於保險公司整體財務面的影響甚劇，淨值急速滑落。保險公司所有的保單都是其負債，尤其壽險公司為了能快速籌措資金，發行高利率保單，雖攬進了大量業務，但卻忽略了其財務投資報酬率是否足夠支撐這些保單。若保險公司沒有良好的財務投資，亦沒有提撥足夠的風險基礎資本，則在未來保單到期、或保戶需要理賠時，將會有無法償還負債的窘境。

為了能即早偵測出失卻清償能力之保險公司，且讓監理機關有接管這些保險公司之法源依據，台灣自 2003 年七月九日起，正式實施風險基礎資本額制度（Risk-Based Capital, 以下簡稱 RBC）作為監理保險公司清償能力之工具。該制度考量了資產風險、保險風險、利率風險及業務風險，要求保險業最低資本及盈餘之要求必須依其所實際承擔之風險大小而決定。

目前我國 RBC 制度在衡量風險係數上，是以風險值（Value at Risk, VAR）為考量，各類風險之風險係數是依我國資本市場或保險市場之實證資料分析所得的結果；若無實證資料，則參考美國 RBC 之相關經驗，再考量我國實務情形決定

之。

RBC 制度下之風險係數是固定的，而壽險公司依該風險係數每年檢視一次是否具備足夠的資本額，我國 RBC 制度實施至今已六年多，其風險係數是否還能充分表現保險公司之財務健全狀況？且現今經濟情勢變動迅速，又歷經了全球金融海嘯，保險公司資產面的價值大受影響，關於資產面之風險係數或許已不合時宜。

由保險事業發展中心所提供之產、壽險資金運用表可知，在 2009 年，壽險公司的資金運用，國外投資占了極大的比例，約 32%，投資於國內股票的資金約 5%；而產險公司的資金運用，前三大為存款、股票及國外投資，分別占了 20.76%、16.34%及 13.83%，其中國外投資可能的風險包含了股票和匯率的風險，因此本研究期望能藉由歷史資料，針對股票指數與匯率部分，重新估算符合現今經濟情勢之 RBC 資產面風險係數，且引入條件尾端期望值（Conditional Tail Expectation, CTE）的概念，試比較風險值和條件尾端期望值之結果。此外，又在假設時間序列為標準常態下計算其風險值，並和其他模擬計算結果相互比較。

國立政治大學 National Chengchi University

1.2 研究架構

本研究首先確立主要的研究動機與目的，再蒐集國內外相關的理論，以研究台灣及其他國家監理制度並進行探討。進而確立本研究之研究重心，再蒐集相關樣本資料，進行模擬測試估計出適宜之風險係數，針對結果與目前風險係數進行比較、分析，最後針對研究結果做出結論。

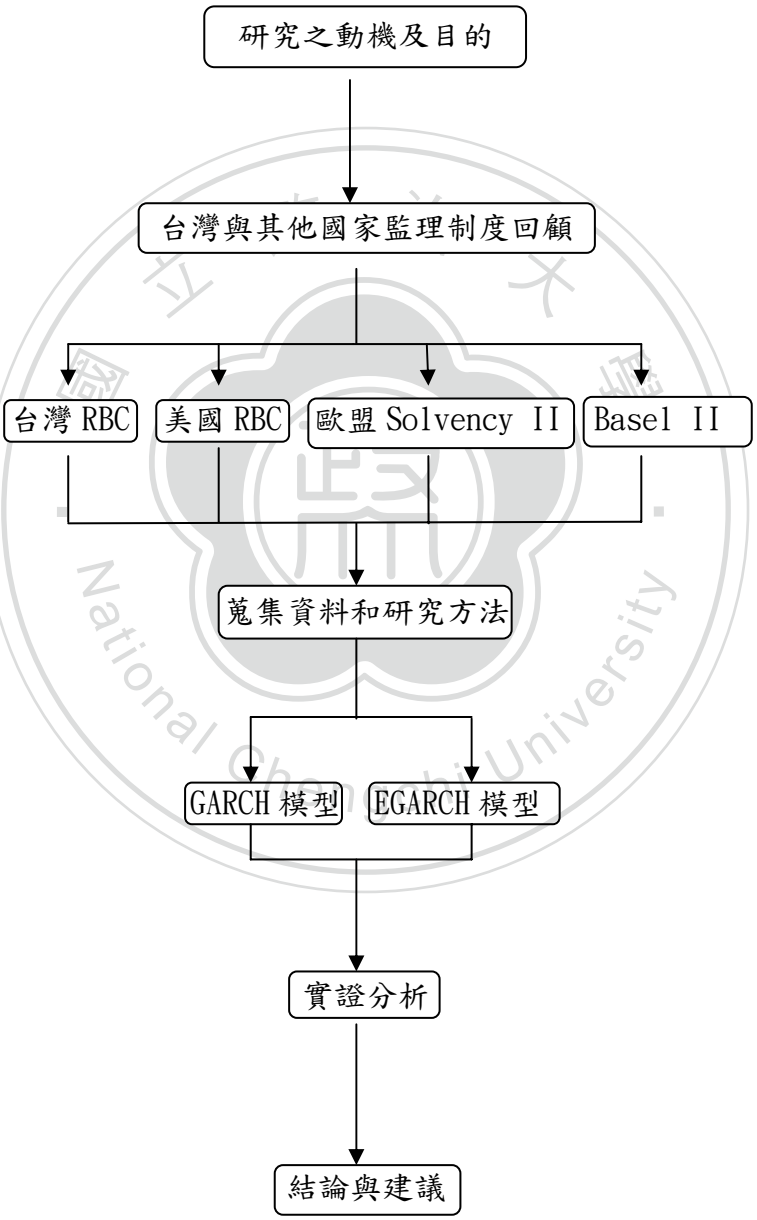

圖 1 研究架構圖

2. 各監理制度介紹

2.1 台灣 RBC 制度

台灣在正式實施 RBC 之前，保險法對於保險公司的資本管理是採「單一資本額」，即根據當時保險公司設立標準，產、壽險公司最低實收資本額均為新台幣二十億元，外國分公司為新台幣五千萬元，但此標準未能充分考慮保險公司經營所承擔的各項風險，亦缺乏風險評估機制，較無法針對財務有問題之保險公司做到及時之監理反應。

因此參考先進國家制度，增訂風險資本制度，使主管機關得根據保險公司自有資本與風險資本之比率及視情節輕重，依相關規定予以限期增資、限制盈餘分配等必要之處分。2001 年六月立法院三讀通過保險法相關條文修訂，並於同年七月總統頒佈並預計兩年後正式實施，兩年的緩衝期間是因為考量對保險業之衝擊及業者對 RBC 制度之熟悉及理解。總統頒佈後，風險資本額制度專案小組緊接著成立，並分別於 2002 年五月及 2003 年四月進行第一及第二次試算，之後再根據試算結果檢討修正 RBC 制度相關規定。2003 年七月九日正式公布實施保險業資本適足性管理辦法，並訂於 2003 年正式施行 RBC 制度。

依據行政院金融監督管理委員會保險局所公布之「人身保險業資本適足性報告」，其將風險分為五大類：

a. 資產風險－關係人風險（C0）：投資於關係人交易所之各項資產，因其資產價值變動而使保險公司失卻清償能力之風險。

b. 資產風險－非關係人風險（C1）：投資於非關係人交易所之各項資產，因其資產價值變動而使保險公司失卻清償能力之風險。依資產性質可區分為國內資產風險、國外資產風險及資產負債表外風險。而 C1 計算中又分為兩類，一為非關係人非股票之資產風險（$C1_0$），另一則為

非關係人股票風險（$C1_S$）。

c. 保險風險（C2）：指低估已簽單業務之負債、或於未來新簽單契約費率定價不足之風險。而保險風險在計算時又分成「個人壽險」、「年金保險」、「個人傷害保險」、「個人健康保險」、「團體保險」、「失能保險」及「賠款準備金」七大部分。

d. 利率風險(C3)：指因利率變動造成資產與負債價值變動不一致之風險，此項風險採逐單計算的方式，均以「保單價值準備金」為其利率風險之計算基礎。

e. 其他風險(C4)：指除上述四項風險外，保險公司可能面對的其他風險，主要包含項目為營運風險，即因營運上各項因素所導致之直接或間接的可能損失。

保險公司將該公司之營運可能遭遇之風險，依上述五種風險分類。每類風險下，台灣 RBC 制度會再提供不同之風險係數，給保險公司進行檢視是否具備足夠之資本額以面對未來可能之風險。保險公司依據給定之風險係數，計算出 C0、C1、C2、C3、C4 之後，代入下列公式調整其共變異係數後，即得其風險基礎資本總額。其公式為：

$$\text{風險資本總額} = 0.46 \times \left(C0 + C4 + \sqrt{(C1_O + C3)^2 + C1_S{}^2 + C2^2} \right)$$

關於本研究所著重之股票指數與匯率之風險係數，根據「人身保險業資本適足性報告」上所提供之數據，台灣 RBC 制度將投資於台灣股票市場之基準風險係數訂為 0.2411，投資於八大工業國之股票風險係數訂為 0.1079、非八大工業國之股票風險係數訂為 0.2790，外匯市場之風險係數則訂為 0.0425。[1]

[1]八大工業國：美國、英國、法國、德國、日本、義大利、加拿大、俄羅斯

2.2 美國 RBC 制度

美國分別於 1993 及 1994 年實施壽險公司及產險公司的 RBC 制度，其發展可追溯至 1990 年底 NAIC 所成立的工作小組。[2]該工作小組除了於隔年的 4 月公布第一次草案內容外，接下來還有經歷多次討論後的修訂。RBC 制度之原意除了要讓主管機關可以監控保險公司所承擔之風險，即時對狀況出現惡化的保險公司採取適當的行動以外，亦讓保險公司能在決定資產配置時執行適當的成本效益分析。

在壽險 RBC 中將風險分為五大類：

a. 資產風險－關係企業（C-0）：投資於關係企業但卻發生違約之風險。

b. 資產風險－其他（C-1）：導致資產的本金和利息會發生損失之風險或是公平價值之波動。C-1 在計算中分為兩小類，一為非關係企業的普通股或是關係企業但非保險公司之股票，此為 C-1cs，另一則為其他所有的資產，定為 C-1o。

c. 保險風險（C-2）：低估已承保的責任或對於未來商品之錯誤訂價。

d. 利率風險（C-3a）：利率改變造成損失的風險

   醫療機構信用風險（C-3b）：健康福利已預付給醫療機構，卻又再一次變成健康保險人的責任之風險。

   市場風險（C-3c）：由於市場的變遷而造成附保證的商品損失之風險。

e. 營運風險（C-4）：一般營運時所遭遇的風險。C-4 在計算時也分為兩小類，一為保費和責任的部分，定為 C-4a，另一則為健康意外險的部分，定為 C-4b。

[2]部分 RBC 相關資料，取自 NAIC 網站：http://www.naic.org/

和台灣 RBC 制度相同，保險公司將該公司之營運可能遭遇之風險，依上述五種風險分類。每類風險下，美國 RBC 制度會再提供不同之風險係數，給保險公司進行檢視是否具備足夠之資本額以面對未來可能之風險。保險公司依據給定之風險係數，計算出 C-0、C-1、C-2、C-3、C-4 之後，代入下列公式調整其共變異係數。其公式為：風險基礎資本總額(Total Risk-Based Capital)=

$$C0 + C4a + \sqrt{(C1o + C3a)^2 + (C1cs + C3c)^2 + C2^2 + C3b^2 + C4b^2}$$ 。

由此求得風險基礎資本總額後再乘以 0.5，即為授權控制水準風險基礎資本（Authorized Control Level Risk-Based Capital）。

本研究主要針對資產風險之風險係數做為討論的目標，因此由 NAIC 所出版之 2008 Life Risk-Based Capital Report 中，擷取和資產風險面相關之風險係數，說明如下：

a. 非關係企業的特別股：

特別股的風險因子是以一項由穆迪信用評等公司所做的研究為基準，這個研究是關於 1980~1994 年特別股累積股利的損傷率（Impairment Rate）和 1970~1995 年公司債券的累積違約率。

b. 非關係企業的普通股：

非政府貨幣市場之共同基金較像現金而非普通股，因此它和現金有相同的風險因子，為 0.4%。Federal Home Loan Bank Stock 則是比較像固定收益之財務工具而非普通股，因此其稅前之風險因子為 1.1%。而其他的普通股則是在投資組合是風險分散且和 S&P500 有相似的特性假設下，將稅前因子訂為 30%，以負擔若在未來兩年內普通股價值發生接近 95%之最大損失，此風險因子亦假設了資本損失尚未發生且在公平價值發生損失時並沒有優惠的稅率制度。

由於保險公司之投資組合和 S&P500 不全然相同，因此針對稅前因子 30%做了兩項調整：第一項是針對非關係企業普通股之因子做向上或向下的調整，根據保險公司投資組合之加權平均 BETA，調整後的範圍限制在 22.5%~45%間。第二項則是考量普通股之集中成分，針對保險公司投資組合持股比例前五大之普通股，增加 50%之經過 BETA 調整後的資本要求。

c. 房地產：

公司對於房地產之風險係數可以自己決定，但必須在 5%~20%之範圍內。因有一研究指出房地產之波動度約一般股票的 60%，因此建議風險因子可以在 18%左右；若假設對於損失有完全的租稅效應（Full Tax Effect），那麼稅前風險因子為 15%。若該房地產已取消贖回權將會帶來較高的風險，故稅前風險因子設在 23%。

d. 其他長期資產：

由於 Schedule BA 資產特性各不相同，因此在計算 RBC 時會根據不同類型之資產，給定不同之風險係數。如果具有債券和特別股特徵的資產並受 NAIC 的證券評價機構（Securities Valuation Office, 簡稱 SVO）評等，那麼將依 SVO 的評等而給予不同的風險因子。若是未評等之固定收入證券，則會和其他 Schedule BA 資產一樣，其稅前風險因子為 30%。資本票據（Capital Notes）則和 Schedule BA 資產中具有特別股特徵的資產風險因子相同。若該資產在 RBC 中不能分類，那麼一樣稅前風險因子為 30%。

e. 資產集中因子

本項之目的是為了反應高度集中在單一曝險時，所造成額外的風險，因此取前十大曝險但不包含低風險或是其風險因子已到達最上限者，這些曝險的集中因子，即為 RBC 稅前因子之兩倍，最高的稅前因子為 45%。因為在一開始計算 RBC

時已考慮過一次，所以在計算資產集中因子時，只需要再加上一倍已符合需求，另外若該集中因子已包含在子公司的計算裡，那麼之後的計算就可以不用再考慮，已免雙重認列。

f. 普通股集中因子

本項之目的是為了反應高度集中在單一普通股時，所造成額外的風險，因此取前五大普通股之曝險，其集中因子為 RBC 風險因子之 1.5 倍。之所以選擇再增加 50%，是因為持有特定普通股的總變異數，其中有一部分可以利用整個股票市場的變動來解釋。和資產集中因子的計算相同，普通股集中因子在一開始計算 RBC 時已考慮過一次，所以在計算普通股集中因子時，只需要再加上額外的基礎風險資本即可。另外若該集中因子已包含在子公司的計算裡，那麼之後的計算就可以不用再考慮，已免雙重認列。

g. 各式的資產（Miscellaneous Assets）

存款銀行面臨破產的機會很小，因此現金被認為有較小的風險，其稅前因子為 0.4%，此因子和第一級的債券一樣，反應的是短期的風險特性。其他短期投資只要在之前計算債券時未被考慮到者，在此其稅前因子都和現金一樣為 0.4%。

國立政治大學 National Chengchi University

2.3 歐盟 Solvency II 制度

歐盟國家目前對保險所採用的邊際清償能力制度 Solvency Margin Requirement，可說是 Solvency I，該制度實施後歐盟監理制度改善工作仍持續進行，歐盟執委會開始建構 Solvency II 計畫。[3]目前的制度起源於歐盟於 1973 年所制定的產險指令(Non-Life Directive)，以及於 1979 年布的壽險指令(Life Directive)。

接著針對本研究著重之市場風險進行探討，由歐盟出版之 QIS4 Technical Specifications 中，將關於市場風險的清償資本額要求（Solvency Capital Requirement，SCR）之計算說明，整理如下。

Solvency II 中在計算市場風險清償資本額要求（SCR_{mkt}）時，需要獲得的資訊包括：利率風險之資金成本（MKT_{int}）、股票風險之資金成本（MKT_{eq}）、不動產風險之資金成本（MKT_{prop}）、利差風險之資金成本（MKT_{sp}）、匯兌風險之資金成本（MKT_{fx}）和集中風險之資金成本（MKT_{conc}）。另外，若欲要計算已包含未來可能獲利影響的市場風險清償資本額要求（$nSCR_{mkt}$），則同樣需要以上的訊息，不同的是每一項目都需已包含未來可能獲利的影響（$nMKT_{int}$、$nMKT_{eq}$、$nMKT_{prop}$、$nMKT_{sp}$、$nMKT_{fx}$、$nMKT_{conc}$）。其公式如下：

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrMkt_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

$$nSCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrMkt_{r,c} \cdot nMkt_r \cdot nMkt_c}$$

其中，$CorrMkt_{r,c}$表示市場相關矩陣裡的值，而在 Solvency II 中相關矩陣

[3]此段之介紹參考自黃芳文，歐盟「Solvency II」淺談，風險與保險雜誌，第 10 期，2006 年，35-38

的定義如下：

CorrMkt	MKT_{int}	MKT_{eq}	MKT_{prop}	MKT_{sp}	MKT_{conc}	MKT_{fx}
MKT_{int}	1					
MKT_{eq}	0	1				
MKT_{prop}	0.5	0.75	1			
MKT_{sp}	0.25	0.25	0.25	1		
MKT_{conc}	0	0	0	0	1	
MKT_{fx}	0.25	0.25	0.25	0.25	0	1

但利率風險之資金成本（MKT_{int}）和股票風險之資金成本（MKT_{eq}）的相關係數雖在表內為 0，但當利率上升時，其值變為-0.25，若利率下降，則其值會變為 0.25。以下再針對各主要資產風險，進行探討：

a. 利率風險

會受利率變動影響的資產包括：固定收益的投資、保單責任和財務工具或利率的衍生性商品。在計算利率風險之資金成本是，會分別算出當利率上升及利率下降時對淨資產價值的影響，此即為當利率上升或下降所需的資金成本。至於利率上升和下降的幅度，Solvency II 分別針對了不同的到期日，給定了不同的利率變動量。但若該資產沒有隱含式選擇權時（Embedded Options），可以將其簡化成上升幅度為 55%，下降幅度為 40%。

b. 股票風險

股票的市場價值產生波動會增加股票風險，股票風險可分為系統風險（Systematic Risk）和個別風險（Idiosyncratic Risk）。個別風險的增加是因為不適當之風險分散所造成，而系統風險無法靠風險分散來降低，故其又稱為不

可分散風險。在此處主要是希望能捕捉其系統風險，即股票報酬率的變動是受整個市場投資組合變動的影響，利用指數的波動程度和相關訊息來代表股票風險。Solvency II 假設保險公司之股票投資組合和指數對於系統風險的曝險是相同的，即假設$\beta=1$。其將指數分成「全球性」和「其他」,「全球性」包含了在歐洲經濟區（EEA）和經濟合作開發組織（OECD）的股票。假設屬於「全球性」的指數會下降 32%，屬於「其他」的指數會下降 45%，針對每個不同的指數計算出不同的淨資產價值變動量。最後利用公式求出股票風險之資金成本：

$$Mkt_{eq}=\sqrt{\sum_{r\times c}CorrIndex^{r\times c}\cdot Mkt_r\cdot Mkt_c}\ 。$$

其中 $CorrIndex^{r\times c}$ 定義如下：

CorrIndex	Global	Other
Global	1	
Other	0.75	1

c. 不動產風險：

財產風險之資金成本是指當財產價值生變動時，淨資產價值的變動量，在 Solvency II 中，預設不動產資產基點下降 20%，以考慮所有財產價值直接和間接的曝險。

d. 匯兌風險：

國際匯率之變動會造成匯兌風險之增加，其和利率風險相同，會分別算出匯率上升和下降時，對淨資產價值之影響，此即為針對匯率上升或下降，所需之資金成本，而上升和下降的幅度預設為 20%。

2.4 Basel II 制度

巴塞爾銀行監督管理委員會（The Basel Committee on Banking Supervision；以下簡稱 BCBS）[4]，為了能監管金融機構逐漸增加之經營風險，於是於 1988 年訂定銀行資本適足協定(The Basel Capital Accord，簡稱 Basel I)，要求各銀行須針對其授信資產依規定權數計算「信用風險性資產總額」，並據以計提 8%的最低適足資本以吸納其風險，此協定於 1992 年開始實施。

但由於金融創新日新月異，舊協定已無法滿足金融監理及銀行風險管理的需求，因此 BCBS 於 1996 年改將銀行所持有之債券、股票、外匯與商品期貨等交易部位從信用風險架構中獨立出來，另以「市場風險」規定其所應計提之資本，並於 1997 年底開始實施。

然而金融市場的不斷變化造成銀行產業結構與風險管理方法重大的變化，因此於 1999 年 6 月 BCBS 公布了一個更具風險敏感度的「新資本適足性架構」，用以取代舊有資本適足協定，並於 2001 年 1 月正式定名為「新巴塞爾資本協定」（The New Basel Capital Accord；以下簡稱 Basel II）。

接著由 BCBS 出版之 International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards 中，擷取本研究所著重之市場風險整理如下。

a. 利率風險

利率風險之規定，是利用標準法測量持有債務證券和其他在交易帳(Trading Book）上與利率相關之財務商品的風險。利率風險最低資本要求包含單一證券之個別風險及整體資產組合之一般市場風險。

個別風險係指因發行人相關之因素而使證券價格受到不利影響之風險，資本計提應將每種債務工具按市價依其發行人、外部信評及期限，適用不同資本計提

[4]部分 Basel II 相關資料，取自 BCBS 網站 http://www.bis.org/bcbs/

率。兩筆交易尚可依其部位的相似度及價值變化相異度，依規定進行風險抵減。

而一般市場風險是因市場利率變動而產生損失之風險，資本計提需按幣別分別計算後加總，主要有兩種方法：到期法（Maturity Method）和存續期間法（Duration Method）。

在到期法中，無論是買或賣會有利率曝險的債券和衍生性金融商品，會被對應到包含 13 個時間帶（Time Band）的到期日階梯（Maturity Ladder），若配息小於 3%，則會被對應到包含 15 個時間區間的到期日階梯，不同的到期日對應到不同的風險權重，離到期日愈長所對應的權重愈大。計算出每個時間帶的長、短部位，並將這兩個部位互抵，得到總體淨加權部位。另外在不同的時間帶中，比較其長部位和短部位，取較小的值乘以 10%當作資本成本，以反應基差風險（Basis Risk）和期差風險（Gap Risk），此稱為垂直非抵銷部分（Vertical Disallowance）。

在存續期間法下，只要獲得主管機關的同意，銀行可以藉由分開計算每一個投資部位的價格敏感度，較精確的方法來估計其可能的市場風險。銀行必須在連續時間的基礎之下，選定並使用存續期間法，而且此系統將會受到監控。首先根據每項金融商品到期日的不同，選擇不同的利率變動幅度（0.6%~1%），以計算其價格的敏感度，再將所計算出的結果對應到 15 個不同的時間帶的存續期間階梯（Duration-Based Ladder）。在不同的時間帶中，取 5%的垂直非抵銷部分以反應基差風險。

無論是到期法或是存續期間法，在每一個時間帶最後都會有一個淨的長部位或是淨的短部位和一個垂直非抵銷部分，最後再分成 0~1 年、1~4 年及 4 年以上三個區間，同區不同時間帶之長、短淨加權部位可依特定比率互抵，此為同區的水平非抵銷部分（Horizontal Disallowance），最後不同區尚未抵銷之長、短淨加權部位可再依特定比率互抵，此為跨區的水平非抵銷部分。

最後總體淨加權部位、垂直非抵銷部分、同區的水平非抵銷部分和跨區的水平非抵銷部分所提之資本加總，即為利率風險應計提之資本。

b. 權益部位風險

權益部位風險之規定，適用於所有交易簿中與權益證券性質類似之金融工具，最低資本要求包含個別風險及一般市場風險。個別風險是依個別股票的長部位及短部位計提風險資本，而一般市場風險則是針對整個市場的長、短部位，不同幣別要分開計算。長、短部位的計算必須針對不同的市場分開計算。對於個別風險的資本要求為 8%，除非該投資組合兼具流動性及有良好的風險分散，那麼資本要求會降為 4%，若該風險是和指數有連結，則資本要求再降為 2%。而一般市場風險的資本要求為 8%。

c. 外匯風險

外匯風險之規定，適用於持有外國貨幣及黃金，在計算外匯風險資本時，並無一般市場風險與個別風險之分，其僅需要考慮兩個步驟。首先，已做為銀行資本扣除項目以及結構性部位(為規避資產負債結構之外匯風險所持有之部位，或是對國外營運機構淨投資金額)可不計提外匯風險資本。接著計算可能隱含在銀行不同幣別的總體淨長部位和總體淨短部位之曝險，取兩者絕對值較大值，再和黃金的淨部位之絕對值加總，最後再乘以 8%即為匯率風險應計提之資本。

d. 商品風險

商品風險之規定，適用於所有可以在次級市場交易的商品，包含農產品、礦物（包含石油）和珍貴的金屬，但不包含黃金。商品之價格風險較利率和匯率風險複雜且波動度高，因除了現貨價格的變動所產生的直接風險外，銀行還會購買遠期契約或選擇權，而當現貨價格變動時，將會帶來更多的風險，如基差風險、利率風險等。由於此項風險主要發生在銀行非保險公司，因此不在此贅述。

以上四種監理制度針對不同的風險訂定風險係數時，或許會考慮到風險分散的效果，或是過度集中投資的風險，但幾乎未考慮財務時間序列之波動性會隨時間改變之性質，台灣 RBC 制度更是直接假設財務時間序列呈常態分配，直接利用歷史資料求其 VaR，但由過去的文獻資料上可知，實際之財務時間序列並非符合常態分配，故本研究期望利用 GARCH(Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity）模型及 EGARCH (Exponential GARCH)模型補捉財務時間序列波動性會隨時間變動以及厚尾之性質，模擬其未來可能情形，以估計其最適之風險係數。

國立政治大學
National Chengchi University

3. 資料說明與研究方法

3.1 資料選取與範圍

本研究主要針對的是台灣 RBC 之 C1 風險，即投資於非關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值產生變動而影響保險公司失卻清償能力之風險。本研究主要針對國內外股票市場及外匯市場進行研究，其資料說明分述如下：

3.1.1 股價指數

股價指數參酌國內保險公司所投資之股票所在地的投資比重，本研究選擇以下 6 個國家(地區)、共 7 項股票指數做為股票的風險因子，分別為美國的標準普爾 500 指數(S&P 500)、美國的那斯達克綜合指數（Nasdaq)、歐洲的道瓊歐盟 50 指數(EURDJ50)、日本的日經 225 指數(NKY225）、韓國的 KOSPI 指數(KOSPI)、香港的恆生指數（HIS）以及台灣的加權股價指數（TWSE）等。資料的時間範圍是由西元 1986 年 12 月至西元 2009 年 12 月，所取用的資料頻率為月資料，之所以由西元 1986 年之資料開始，是由於台灣的股價分析系統發展於 1986 年，且 1986 年年底，台灣股價指數首次站上 1000 點關卡，表股價市場已有較穩定之發展。本研究在模擬時使用之月報酬率計算方式為：(當期股價指數－前期股價指數)／前期股價指數。

3.1.2 匯率

匯率的資料主要包含了台幣(TWD/USD)、歐元(EUR/USD)、澳幣(AUD/USD)、英鎊(GBP/USD)、日圓(JPY/USD)、新加坡幣(SGD/USD)以及韓圜(KRW/USD)等。原始資料皆取自台灣經濟新報（TEJ)，由於歐元 1999 年 1 月 1 日才正式啟用，因

此歐元資料之時間範圍由西元 1999 年 1 月至西元 2009 年 12 月，除了歐元以外，其他資料範圍則和股價指數相同，是由西元 1986 年 1 月至西元 2009 年 12 月，所取用的資料頻率為月資料。最後，本研究將所有資料皆轉換成一單位外幣能兌換多少台幣，即 TWD/外幣，以計算各匯率之報酬率。本研究在模擬時使用之月報酬率計算方式為：(當期匯率－前期匯率)／前期匯率。

3.2 實證方法與說明

由於過去台灣的監理制度是假設在常態分配下，利用過去歷史資料的 VaR 為主要考量，歐盟則是在假設各財務指標上升或下降的幅度下，求其淨資產的變動，但這些都無法充分反應財務時間序列之特性，因此本研究利用統計軟體 S-plus，以估計時間序列所符合之 GARCH 模型及 EGARCH 模型，並利用此軟體進行時間序列之模擬，再以模擬之結果計算其風險值與條件尾端期望值。

本研究共用了六種情境、13 種方法，進行風險係數之估算；六種情境分別為：歷史資料、GARCH、GARCH(t)、EGARCH、EGARCH(t)及模擬情境。其中歷史資料為西元 1986 年 12 月至 2009 年 12 月之歷史資料，GARCH、EGARCH 為利用歷史資料往後模擬 12 期，共模擬 5000 次所得之資料，而 GARCH(t)、EGARCH(t)則和 GARCH、EGARCH 相同，但其估計的殘差項 ε_t 假設為 t 分配，最後模擬情境為保險事業發展中心提供給保險公司，以進行簽證精算之資產適足性測試。本研究分別利用此六種情境計算其 VaR 及 CTE，最後再加上假設歷史財務時間序列為常態分配下所求出之 VaR，共 13 種方法以估算其風險係數。其他研究方法如下所述：

3.2.1 單根檢定

首先，先將各個時間序列進行單根檢定，以確保所有的時間序列為定態之資料，若檢定結果無法拒絕有單根這項虛無假設，則取其差分，在本研究中選擇取

其報酬率：(當期指數-前期指數)/前期指數。本研究利用 ADF 檢定（Augmented Dickey-Fuller Test)進行單根檢定，除了使用前述之 ADF 檢定，亦用了 Phillips-Perron 檢定(簡稱為 PP 檢定)來檢定該時間序列是否有單根之現象，ADF 檢定雖然是文獻上常見的非定態變數之檢定，但是其隱含檢定式的殘差必需是無自我相關和具有同質變異，有時候這些條件無法被滿足，此時就可利用 PP 檢定，來輔助 ADF 檢定。因為 PP 檢定允許檢定式的殘差自我相關和異質變異。

3.2.2 GARCH 模型

站在保險監理的角度，除了重視保險公司之投資標的，更需要掌握這些投資標的所存在的風險與不確定性，因此本研究利用 GARCH 模型，將資產面的風險與不確定性納入考量。此外，過去的文獻發現經濟與財務的時間序列，通常會有高狹峰、厚尾及波動叢聚的現象，而 GARCH 模型可以適切地描述這些特性。

GARCH 模型是由 Bollerslev (1986)所發展之模型，其為 ARCH 模型之擴充。ARCH 模型為 Engle（1982）所提出，其 ARCH（p）模型表示如下：

$$y_t = c + \varepsilon_t \tag{3.1}$$

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \varepsilon_{t-i}^2 \tag{3.2}$$

其中，是指定態之時間序列，而 y_t 可表示成其平均值(c)再加上一個白噪音（ε_t）。而 GARCH 模型，則是將 3.2 式擴充為 3.3 式：

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} b_j \sigma_{t-j}^2 \tag{3.3}$$

為了要表現出波動叢聚的現象或是條件異質變異之現象，在此模型裡假設 $\sigma_t^2 = Var_{t-1}(\varepsilon_t)$ ，而其中 σ_t^2 亦符合 3.3 式。且 3.3 式中之係數 a_i（i=0, ⋯, p）

和b_j(j=0,⋯,q)皆需為正數，以確保σ_t^2永遠為正數，當 q=0 時，3.3 式即變為 ARCH 模型。

本研究在估計 GARCH 模型時，將ε_t做了兩種不同的假設，其一為假設ε_t是符合常態分配，另一為假設ε_t為 t 分配，之所以選用 t 分配是期望能更彰顯各變數報酬率之厚尾現象。

3.2.3 EGARCH 模型

槓桿效果指的是股價之變動會和波動度呈反比，即當股價下跌時，會造成公司更多的不確定性，進而使波動度增加。而在估算保險公司之風險時，注重的是報酬率的下檔風險，因此更需注重股票下跌時之波動度，故本研究亦利用 EGARCH 模型來補捉此槓桿效果。

Nelson (1991)提出能反應槓桿效果之 EGARCH 模型，該模型可表示如下：

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \frac{|\varepsilon_{t-i}| + \gamma_i \varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^{q} b_j h_{t-j} \tag{3.4}$$

其中$h_t = \log\sigma_t^2$，如此可以確保所求出之σ_t^2恆為正值。在 3.4 式中，γ_i被預期為負值，如此當有正面消息時，$\varepsilon_{t-i} > 0$，ε_{t-i}造成的總效果為$(1+\gamma_i)|\varepsilon_{t-i}|$；反之，當有負面消息時，$\varepsilon_{t-i} < 0$，$\varepsilon_{t-i}$造成的總效果為$(1-\gamma_i)|\varepsilon_{t-i}|$，因$\gamma_i$被預期為負值，因此當有負面消息時對於市場波動度會有較大的影響。

本研究在估計 EGARCH 模型時，亦和估計 GARCH 模型時一樣，將ε_t做了兩種不同的假設，其一為假設ε_t是符合常態分配，另一為假設ε_t為 t 分配，之所以選用 t 分配是期望能更彰顯各變數報酬率之厚尾現象。

3.2.4 模型選擇準則

在時間序列的實證研究中，AIC（Akaike Information Criterion）和 BIC（Schwartz Bayesian Information Criterion，或簡稱 SBC）為常見之模型選擇準則。AIC 和 BIC 之計算公式分別表示如下：

$$AIC = T \times \ln(SSE) + 2n \tag{3.5}$$

$$BIC = T \times \ln(SSE) + n \times \ln T \tag{3.6}$$

其中，T 為樣本總數，SSE 為殘差平方和，n 為待估參數總數。當由 AIC 和 BIC 所求出之值愈小，代表模型的配適度愈佳。因為 ln(T)通常會大於 2，因此對於待估參數愈多（n 愈大），即自由度損失愈多之模型，BIC 相較於 AIC 會給予較高之懲罰；且樣本總數愈大時，BIC 愈能選出正確的模型。

3.2.5 時間序列模擬

本研究將各個時間序列利用前述方法配適最佳模型後，利用該模型資料往後進行 12 期的模擬預測，並重覆相同的模擬步驟，以模擬五千次。由於預測的結果為月報酬率，但 RBC 所需的資料為年資料，是故透過 $r_{year} = (1+r_1)\times(1+r_2)\times\ldots\times(1+r_{12})-1$ 之轉換，將月報酬率年化。再利用年化後之五千筆資料，計算其 VaR 與 CTE。

3.2.6 風險值與條件尾端期望值

風險值是指在給定的一段期間(Δt)內，在一信賴水準（c）下，資產在未來可能發生的最大損失。根據 Jorion（2007）對 VaR 的定義：

$$P(L > VaR) \le 1 - c$$

其中 L 為可能發生的損失，舉例而言，假設在 99%的信賴水準下（c=0.99），損失超過 VaR 的機會不會大於 1%。此外，在分配為常態分配或近乎常態分配或近乎常態分配時，風險值計算公式為：

$$VaR(zero) = W_0\left(\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} - \mu\Delta t\right) \tag{3.7}$$

其中 W_0 為期初投資組合之價值，α 為在信賴水準（c）下，標準常態分配中單尾的臨界值，當 c 為 95%時，α 為 1.645，σ 為投資組合報酬的標準差。若報酬率分配明顯不為常態分配時，則將報酬率由小而大排列，直接觀察該投資組合分配第 100(1-c)個百分位數。是故，VaR 主要由兩個因素決定：信賴水準（c）以及給定的持有期間（Δt）。

條件尾端期望值又稱為期望尾端損失（Expected Tail Loss, ETL），是指金融機構遇到極端狀況下，預期可能面臨損失的期望值。假設 X 為一資產報酬率數列，則 P(c)表示，有 1-c 的機率資產報酬率會低於 P(c)，即 $prob(X \le P(c)) = 1 - c$，在此 P(c)類似前述 VaR 之性質。而 CTE($100 \times c$)代表在信賴水準下，計算尾端報酬率之期望值，其計算公式為：

$$CTE(100 \times c) = E\left[X \middle| X < P(c)\right] \tag{3.8}$$

由於一般 VaR 為報酬分配尾端之一個百分比（如 5%），但卻沒有考慮到尾端可能有厚尾的特性，所計算出的 VaR 亦無法反映出該性質，是故可能低估該風險。相較於 VaR 缺乏尾端資訊，CTE 則考慮了報酬尾端的資訊，因此在許多國家（如：加拿大、美國）依此做為監理之依據。

在假設時間序列為一標準常態分配下，得到 CTE(α)如表 1 之結果。

表 1　CTE(α)之值

$100\times c$	CTE($100\times c$)
90	-1.754983
87.5	-1.646828
85	-1.554392
75	-1.271106

由表 1，可知當 CTE(87.5)時，最接近在信賴水準 95%下，標準常態分配中單尾的臨界值-1.645，因此本研究在探討風險係數時，會分別計算 CTE（87.5）和 95%VaR，並比較其結果。

國立政治大學 National Chengchi University

4. 實證結果與分析

4.1 股票指數

4.1.1 敘述性統計分析與單根檢定

表 2 股價指數歷史年化報酬率之基本敘述性統計量

單位：%

	平均數	標準差	最大值	最小值
S&P500	8.5621	18.4434	34.1106	-38.4858
Nasdaq	12.8565	31.3596	85.5852	-40.5405
EURDJ50	8.5194	25.0489	46.7381	-44.3687
NKY225	0.4809	24.4470	40.2364	-42.1238
KOSPI	15.3416	40.1731	92.6231	-50.9157
HIS	15.1464	36.4038	115.6667	-48.27
TWSE	19.2606	50.1345	125.1735	-52.9293

表 2 為各股票指數歷史年化報酬率之基本敘述性統計，由於樣本資料起於 1986 年 12 月，迄於 2009 年 12 月，因此共可算出 23 個年報酬率。由上表中可知投資於日經 225 指數平均年報酬率最低，約 0.4809%，而其標準差相較於其他股價指數較小，約 24.447%。標準差最小之股價指數為標準普爾 500 指數，其標準差為 18.4434%，是相對其他股價指數較穩定發展之股票指數。台灣加權股價指數平均年報酬率雖為最高，約為 19.2606%，但台灣加權股價指數之標準差在七項股票指數中也是最大，可觀察出台灣股價指數波動性較大的性質。

接著針對各股票指數之原始資料進行單根檢定（ADF test 及 PP test），整理如【附錄一】，可知除了台灣加權股價指數外，其他指數之原始資料皆無法拒絕單根檢定中，有單根之虛無假設，因此本研究再將各股票指數取其報酬率（一

階差分)，利用報酬率再進行單根檢定，各股票指數報酬率之單根檢定結果，整理如【附錄二】，由該附錄可知，各股票指數在取其報酬率之後，皆能拒絕單根檢定之虛無假設，表示股票指數之報酬率皆為定態數列，是故可利用此再繼續進行模型估計。

4.1.2 模型估計

本研究在意各時間序列之波動性，故先使用 GARCH 模型進行估計，此外由於報酬率具有槓桿效果，尤其是下檔風險之波動性，因此本研究另外又針對各時間序列進行 EGARCH 之模型估計。無論是 GARCH 模型亦或是 EGARCH 模型，對於模型中的 ε_t 都做了兩種不同的假設，其一為假設 ε_t 是符合常態分配，另一為假設 ε_t 為 t 分配，其估計結果如下所述。

表 3 各股價指數報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t~常態分配）

股價指數	GARCH 模型
標準普爾 500 指數	GARCH(1,1)
那斯達克綜合指數	GARCH(1,1)
道瓊歐盟 50 指數	GARCH(1,1)
日經 225 指數	GARCH(1,1)
韓國 KOSPI 指數	GARCH(1,1)
香港恆生指數	GARCH(1,1)
台灣加權股價指數	GARCH(1,1)

表 3 為利用 AIC 和 BIC 篩選過後，在 ε_t 為常態分配下，各股價指數報酬率所符合之 GARCH 模型，所有股價指數報酬率之時間序列皆符合 GARCH(1,1)，其各

個股價指數估計之參數結果，整理如【附錄三】。此外，對於另一個ε_t為 t 分配之 GARCH 模型估計，其估計結果亦和 GARCH 模型之估計結果相同，所有股價指數皆為 GARCH(1,1)分配，【附錄四】為其參數結果。

表 4 各股價指數報酬率所符合之 EGARCH 模型（ε_t~常態分配）

股價指數	EGARCH 模型
標準普爾 500 指數	槓桿效果不顯著
那斯達克綜合指數	槓桿效果不顯著
道瓊歐盟 50 指數	EGARCH(1,1)
日經 225 指數	槓桿效果不顯著
韓國 KOSPI 指數	EGARCH(1,1)
香港恆生指數	EGARCH(1,1)
台灣加權股價指數	槓桿效果不顯著

表 4 為利用 AIC 和 BIC 篩選過後，在ε_t為常態分配下，各股價指數報酬率所符合之 EGARCH 模型：標準普爾 500 指數、那斯達克綜合指數、日經 225 指數及台灣加權股價指數，皆因其時間序列之槓桿效果不顯著，而無法用 EGARCH 模型估計，其他股價指數則皆符合 EGARCH(1,1)模型，符合 EGARCH(1, 1)模型之股價指數所估計之參數結果，整理如【附錄五】。此外，對於另一個ε_t為 t 分配之 EGARCH 模型估計，估計結果僅剩韓國 KOSPI 指數之槓桿效果為顯著，其符合 EGARCH(1,1)之模型，參數結果如【附錄六】。

4.1.3 風險係數之估計

a. 風險係數估計結果

本研究分別將此七項股價指數利用六種方式：歷史資料、GARCH 模型（ε_t 為常態分配）、GARCH 模型（ε_t 為 t 分配）、EGARCH 模型（ε_t 為常態分配）、EGARCH 模型（ε_t 為 t 分配）及模擬情境資料，計算其 95%VaR 與 CTE（87.5），除了歷史資料與模擬情境資料，其他模擬資料都是預測未來一年可能發生之情形，共模擬五千次，再求其 VaR，而模擬情境資料是取各變數其中 100 種情境，進行 VaR 之計算。

股價指數報酬率模擬結果之敘述性統計，整理如【附錄七】，ε_t 為 t 分配之報酬率其最大值比 ε_t 為常態分配大；ε_t 為 t 分配之報酬率其最小值也比 ε_t 為常態分配小，由此可觀察出 t 分配確實有較明顯之厚尾現象。本研究中之 VaR 無論是利用歷史資料亦或是模擬資料，皆為排序後取其 5%的尾端值。此外，若該股價指數不符合 EGARCH 模型，則省略 EGARCH 之風險係數估計。各股票指數之風險係數估計結果如表 5 所示。

表 5 各股價指數風險係數預估之結果

股票指數		歷史資料	GARCH	GARCH (t)	EGARCH	EGARCH (t)	模擬情境
標準普爾 500 指數	95%VaR	-0.2233	-0.2184	-0.2874			-0.2149
	CTE(87.5)	-0.2497	-0.2238	-0.3028			-0.2080
那斯達克綜合指數	95%VaR	-0.3851	-0.2334	-0.3024			-0.3126
	CTE(87.5)	-0.37119	-0.23858	-0.31804			-0.3078
道瓊歐盟 50 指數	95%VaR	-0.36376	-0.19495	-0.34248	-0.20220		-0.2640
	CTE(87.5)	-0.3657	-0.1987	-0.3602	-0.2087		-0.2624
日經 225 指數	95%VaR	-0.3757	-0.3142	-0.3435			-0.3282
	CTE(87.5)	-0.3601	-0.3173	-0.3474			-0.3276

韓國 KO	95%VaR	-0.4207	-0.2763	-0.3905	-0.3238	-0.3836	-0.3713
SPI 指數	CTE(87.5)	-0.4462	-0.2813	-0.3919	-0.3309	-0.3829	-0.3681
香港恆生	95%VaR	-0.3044	-0.2811	-0.4861	-0.2485		-0.3343
指數	CTE(87.5)	-0.3462	-0.2889	-0.4786	-0.2499		-0.3305
台灣加權	95%VaR	-0.4581	-0.3467	-0.4960			-0.4121
股價指數	CTE(87.5)	-0.4762	-0.3507	-0.4989			-0.4051

預估之風險係數即為表 5 所求出之值再取絕對值，空白處代表槓桿效果不顯著，因而無法估計其風險係數。

b. 估計結果分析

首先本研究先將預估之風險係數結果進行排序，主要針對歷史資料、GARCH 模型（ε_t 為常能分配）、GARCH 模型（ε_t 為 t 分配）及模擬情境資，因 EGARCH 模型並非每項股價指數都有合適之模型，故暫不考慮。其風險係數之排序如下：

歷史資料：TWSE>KOSPI>Nasdaq>NKY225>EURDJ50>HIS>S&P500

GARCH：TWSE>NKY225>HIS>KOSPI>Nasdaq>S&P500>EURDJ50

GARCH(t)：TWSE>HIS>KOSPI>EURDJ50>NKY225>Nasdaq>S&P500

模擬情境：TWSE>KOSPI>HIS>NKY225>Nasdaq>EURDJ50>S&P500

由以上排序結果可知無論何種預估方式，台灣加權股價指數之風險係數相較於其他股價指數均較高，此和該指數在表 2 中擁有較高之標準差相互呼應，更顯示投資於台灣股價指數是較具風險的投資行為，因此需有較高之風險係數。而標準普爾 500 指數所估計之風險係數相對其他股價指數最低（GARCH 除外，但相較

其他股價指數仍不高)，且表 2 中 S&P500 有最低之標準差，由這些數據顯示投資標準普爾 500 指數之風險相對較低。

為了補捉厚尾現象，在針對ε_t取了 t 分配之後，確實其所估計之風險係數，比ε_t為常態分配所估針之風險係數大許多，尤其香港恆生指數更是差了約 0.2。但ε_t為 t 分配之風險係數，卻未必較歷史資料為高，由表 5 可知，那斯達克綜合指數、道瓊歐盟 50 指數、日經 225 指數及韓國 KOSPI 指數，此四項指數利用歷史資料所求出之風險係數相較於ε_t為 t 分配之風險係數為高，是因 GARCH 模型利用歷史資料做基準，進行往後一年之模擬，因此ε_t為 t 分配所補捉之厚尾現象是針對未來一年報酬率之可能分配，而歷史資料僅是取前 23 年之資料進行排序取其 95%VaR 及 CTE(87.5)，由於比較基準並不同，因此歷史資料風險係數較高是合理的。再觀察比較 95%VaR 與 CTE(87.5)，可發現 CTE(87.5)稍大於 95%VaR，確實 CTE 能考慮報酬率尾端資訊，反映其厚尾之特性。

另外用 EGARCH 模型估計風險係數，期待其能捕捉時間序列之槓桿效果，比較表 5 後，可發現道瓊歐盟 50 指數與韓國 KOSPI 指數確實在 EGARCH 模型下之風險係數較 GARCH 模型為高，但香港恆生指數反而下降了，其可能原因是恆生指數在模擬未來一年的報酬率時，正面衝擊大過負面衝擊所造成的原因。

c. 與常態分配假設下之結果及現行 RBC 係數比較

除了利用以上六種方式求出 VaR 和 CTE(87.5)外，本研究另外利用假設報酬率為常態分配，計算其 95%VaR，其計算公式為：1.645xstdev(Z)-mean(Z)，其中 Z 代表歷史股價指數之報酬率。計算結果如表 6 所示。

表 6 股價指數常態分配假設下之風險係數

股價指數	風險係數
標準普爾 500 指數	0.2177
那斯達克綜合指數	0.3873
道瓊歐盟 50 指數	0.3269
日經 225 指數	0.3973
韓國 KOSPI 指數	0.5074
香港恆生指數	0.4474
台灣加權股價指數	0.6321

將表 6 和表 5 比較，本研究發現在報酬率為常態分配假設下所求之風險係數，反而比考量了報酬率波動性、厚尾現象及槓桿效果之 GARCH 模型、EGARCH 模型所求之風險係數更大，可能是因為 RBC 公式中使用的標準差為歷史的標準差，但在這段歷史期間中（1986 年 12 月至 2009 年 12 月）經歷了一些股災（如：亞洲金融風暴、網路泡沫化、次貸風暴），使得整個歷史之標準差擴大，但 GARCH 模型、EGARCH 模型在模擬時，利用的是條件變異數，時間愈久前的波動對現在的衝擊會減少，且可能預測未來進入了波動較小的時期，因此會使得 GARCH 模型、EGARCH 模型所估出之風險係數較小，為了驗證此推論，本研究將標準普爾 500 指數及台灣加權股價指數之歷史變異數及利用 GARCH 模型估出之條件變異數畫於圖 2 和圖 3，圖 2 中變異數為 0.034 之虛線與圖 3 中變異數為 0.25 之虛線，為過去整個歷史期間之變異數。很明顯的無論何項股價指數，皆正處於條件變異

數下降之階段，因此在預測未來可能之報酬率時，其波動度較小。另外，由圖 3 可知台灣股價指數之歷史變異數遠高過 GARCH 模型在 2003 年之後之條件變異數，是故利用 RBC 公式所算出之風險係數（0.6321）遠大於 GARCH 模型所估計之風險係數（0.34~0.49）。

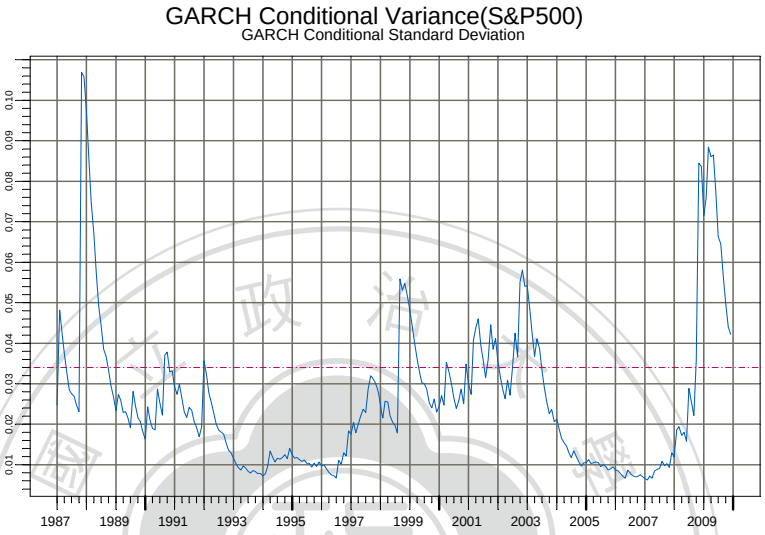

圖 2　標準普爾 500 指數報酬率之條件變異數圖

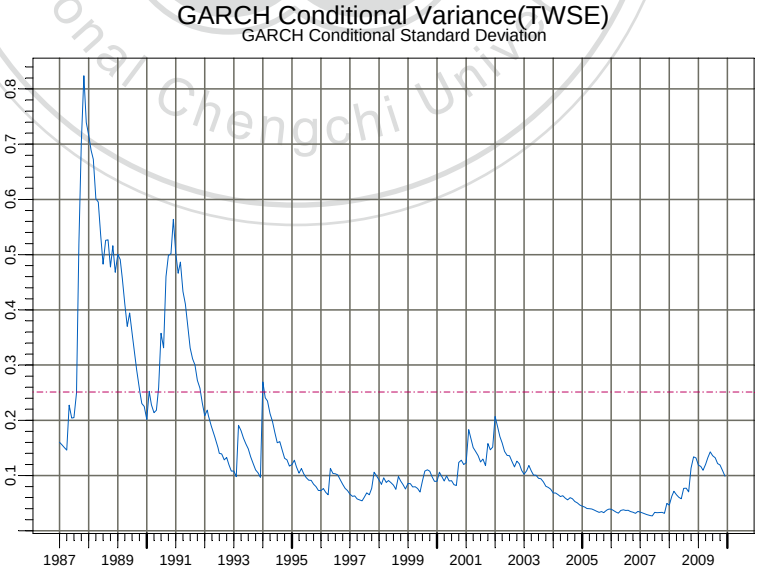

圖 3　台灣股價指數報酬率之條件變異數圖

最後，將估計結果與現行 RBC 制度之風險係數比較，現行 RBC 股價指數之風險係數分為：(1) 投資於台灣股票市場之基準風險係數訂為 0.2411 (2) 投資於八大工業國之股票風險係數訂為 0.1079 (3) 投資於非八大工業國之股票風險係數訂為 0.2790。將此結果與表 4-4 之估計結果相比，針對台灣股票市場之風險係數明顯低於本研究估計結果，而在本研究中屬於八大工業國之股票市場，包括標準普爾 500 指數、那斯達克綜合指數、道瓊歐盟 50 指數及日經 225 指數，本研究之估計結果也皆高於 RBC 訂定之 0.1079，而投資於非八大工業國之股票市場，包括韓國 KOSPI 指數與香港恆生指數，本研究發現估計結果也幾乎全大於現行規定之係數，僅當韓國 KOSPI 指數以 GARCH 模擬時，其 95% VaR 之絕對值稍小於現行規定，約 0.27632。綜合以上結果，本研究認為現行 RBC 針對股票投資之風險係數，有調整之必要，且因各國經濟環境不同，即使同是八大工業國但估計之風險係數仍有差別，因此應針對不同國家給定不同之風險係數。

國立政治大學 National Chengchi University

4.2 匯率

4.2.1 敘述性統計分析與單根檢定

表 7 匯率歷史報酬率之基本敘述性統計量

單位：%

	平均數	標準差	最大值	最小值
美元	-0.2254	6.7331	18.7225	-19.5775
澳幣	1.5787	12.5405	30.8139	-19.7767
日幣	2.4257	10.1063	26.8563	-18.5289
英磅	0.5826	11.6933	25.4320	-26.5981
新加坡幣	1.6021	5.2856	12.5280	-12.4749
韓圜	-0.6134	14.7436	39.1338	-40.8699
歐元	2.6121	11.7871	23.5821	-18.5854

本研究中各國匯率，代表各國貨幣相對於一元台幣之價值。表 7 為各匯率歷史年報酬率之基本敘述性統計，由於樣本資料（歐元除外）起於 1986 年 12 月，迄於 2009 年 12 月，因此共可算出 23 個年報酬率，而歐元礙於資料的限制，僅有 10 個年報酬率。由表 7 可知投資於歐元或日幣，相較於其他國家擁有較高之平均報酬率（約 2.4%~2.6%）；而投資於韓圜其表現最差，平均報酬率約為 -0.6134%，且其標準差為此七項貨幣中最大的，代表投資於韓圜市場具有較大的風險。而投資於新加坡幣，相對其他貨幣市場而言，其標準差最小，擁有相對穩定之市場。

接著針對各匯率之原始資料進行單根檢定（ADF test 及 PP test），整理如

【附錄八】，可知所有匯率之原始資料皆無法拒絕單根檢定中，有單根之虛無假設，因此本研究再將各匯率取其報酬率（一階差分），利用報酬率再進行單根檢定，各匯率報酬率之單根檢定結果，整理如【附錄九】，由該附錄可知，各匯率在取其報酬率之後，皆能拒絕單根檢定之虛無假設，表示股票指數之報酬率皆為定態數列，是故可利用此再繼續進行模型估計。

4.2.2 模型估計

和股價指數相同，匯率也進行了 GARCH 及 EGARCH 模型之估計，同樣無論是 GARCH 模型亦或是 EGARCH 模型，對於模型中的 ε_t 都做了兩種不同的假設，其一為假設 ε_t 是符合常態分配，另一為假設 ε_t 為 t 分配，其估計結果如下所述。

表 8　各匯率報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t ~常態分配）

匯率	GARCH 模型
美元	GARCH(1,3)
澳幣	GARCH(1,1)
日幣	GARCH(1,3)
英磅	GARCH(1,1)
新加坡幣	GARCH(1,1)
韓圜	GARCH(2,1)
歐元	GARCH(1,1)

表 8 為利用 AIC 和 BIC 篩選過後，在 ε_t 為常態分配下，各匯率報酬率所符合之 GARCH 模型，匯率和股價指數不同，並非所有變數皆以 GARCH(1,1)為最適模型，美元和日幣之最適模型為 GARCH(1,3)，韓圜則為 GARCH(2,1)，其各個匯率

估計之參數結果，整理如【附錄十】。此外，對於另一個ε_t為 t 分配之 GARCH 模型估計，利用 AIC 和 BIC 篩選過後，其估計結果則和ε_t為常態分配之結果，有些許不同，估計結果如表 9 所示，【附錄十一】為其參數結果。

表 9　各匯率報酬率所符合之 GARCH 模型（ε_t~t 分配）

匯率	GARCH 模型
美元	GARCH(1,1)
澳幣	GARCH(2,1)
日幣	GARCH(1,1)
英磅	GARCH(1,1)
新加坡幣	GARCH(1,1)
韓圜	GARCH(1,1)
歐元	GARCH(1,1)

接著，本研究再利用 AIC 和 BIC 篩選各匯率報酬率所符合之 EGARCH 模型，發現無論ε_t為常態分配或 t 分配，所有匯率中僅韓圜之槓桿效果顯著，其符合 EGARCH（1,1），所有 EGARCH 模型之參數結果如【附錄十二】及【附錄十三】所示。

4.2.3 風險係數之估計

a. 風險係數估計結果

本研究分別將七項不同的匯率利用六種方式：歷史資料、GARCH 模型（ε_t為常態分配）、GARCH 模型（ε_t為 t 分配）、EGARCH 模型（ε_t為常態分配）、EGARCH 模型（ε_t為 t 分配）及模擬情境資料，計算其 95%VaR 與 CTE（87.5）。

匯率報酬率模擬結果之敘述性統計，整理如【附錄十四】，ε_t 為 t 分配之報酬率其最大值比 ε_t 為常態分配大；ε_t 為 t 分配之報酬率其最小值也比 ε_t 為常態分配小，由此可觀察出 t 分配確實有較明顯之厚尾現象。各匯率之風險係數估計方法和股價指數相同，其結果如表 10 所示。

表 10 各匯率風險係數預估之結果

匯率		歷史資料	GARCH	GARCH(t)	EGARCH	EGARCH(t)	模擬情境
美元	95%VaR	-0.0703	-0.0887	-0.3968			-0.0710
	CTE(87.5)	-0.1093	-0.0925	-0.4192			-0.0706
澳幣	95%VaR	-0.1382	-0.1444	-0.1496			-0.1607
	CTE(87.5)	-0.1544	-0.1467	-0.1515			-0.1605
日幣	95%VaR	-0.1055	-0.1353	-0.2101			-0.1258
	CTE(87.5)	-0.1285	-0.1380	-0.2146			-0.1249
英磅	95%VaR	-0.2004	-0.1573	-0.2395			-0.1242
	CTE(87.5)	-0.2151	-0.1613	-0.2477			-0.1217
新加坡幣	95%VaR	-0.0447	-0.0592	-0.1348			-0.0633
	CTE(87.5)	-0.0681	-0.0613	-0.1500			-0.0630
韓圜	95%VaR	-0.2351	-0.1451	-0.2598	-0.1291	-0.2215	-0.1358
	CTE(87.5)	-0.2605	-0.1675	-0.2899	-0.1348	-0.2461	-0.1367
歐元	95%VaR	-0.1312	-0.1041	-0.1270			-0.1290
	CTE(87.5)	-0.1251	-0.1086	-0.1326			-0.1263

預估之風險係數即為表 10 所求出之值再取絕對值，匯率中僅韓圜符合 EGARCH 模型，因此在 EGARCH 及 EGARCH（t）的欄位中，僅有韓圜有風險係數。

b. 估計結果分析

首先本研究先將預估之風險係數結果進行排序，主要針對歷史資料、GARCH 模型(ε_t為常能分配)、GARCH 模型（ε_t為 t 分配）及模擬情境資，因 EGARCH 模型並非每項股價指數都有合適之模型，故暫不考慮。其風險係數之排序如下：

歷史資料：韓圜>英磅>澳幣>歐元>日幣>美元>新加坡幣

GARCH：韓圜>英磅>澳幣>日幣>歐元>美元>新加坡幣

GARCH(t)：美元>韓圜>英磅>日幣>澳幣>新加坡幣>歐元

模擬情境：澳幣>韓圜>歐元>日幣>英磅>美元>新加坡幣

由以上排序結果可知，英磅及韓圜之風險係數相對較大，新加坡幣之風險係數最小，再回頭檢視表 7，韓圜之標準差最大且新加坡幣之標準差最小，兩相對照，顯示投資於韓圜風險較大，需較大之風險係數，而投資於新加坡幣風險較小，因此採用的風險係數也相對較小。

在針對ε_t取 t 分配下所取得之風險係數，比ε_t為常態分配下所估計之風險係數大許多，除了澳幣和歐元在 t 分配和常態分配下，所估計之風險係數差距在 0.03 以內外，其他匯率皆差距很大，尤其是美元差了 0.3。另外將ε_t取 t 分配下所取得之風險係數，和歷史資料及模擬情境之數據相比較，也和ε_t為常態分配的結果相同，除了澳幣和歐元外，在 t 分配下之風險係數皆比其他估算方式高出許多。因此本研究認為，使用 t 分配雖可以捕捉厚尾現象，但 GARCH 模型本身即可反應厚尾的現象，若再加上 t 分配，可能會過度反應了時間序列厚尾的性質。

另外用 EGARCH 模型估計風險係數，期待其能捕捉時間序列之槓桿效果，比較表 10 後，卻發現韓圜在 EGARCH 模型下之風險係數較 GARCH 模型稍低，其可能和前一節香港恆生指數有相同的原因，即在模擬未來一年的報酬率時，正面衝擊大過負面衝擊。再觀察比較 95%VaR 與 CTE(87.5)，可發現 CTE(87.5)稍大於

95%VaR，確實 CTE 能考慮報酬率尾端資訊，反映其厚尾之特性。

c. 與常態分配假設下之結果及現行 RBC 係數比較

除了利用以上六種方式求出 VaR 和 CTE(87.5)外，在本節同樣假設報酬率為常態分配，計算其 95%VaR，計算公式為：1.645×stdev(Z)-mean(Z)，其中 Z 代表匯率之報酬率。計算結果如表 11 所示。

表 11 匯率常態分配假設下之風險係數

匯率	風險係數
美元	0.1130
澳幣	0.1905
日幣	0.1420
英磅	0.1865
新加坡幣	0.0709
韓圜	0.2487
歐元	0.1678

國立政治大學 National Chengchi University

將表 11 和表 10 相比較後，若不考慮 ε_t 為 t 分配，在常態分配假設下所求之風險係數幾乎皆大於利用其他方式所求之風險係數，此現象和前一節股票指數之結果相同，其可能原因和股票指數相同，整體歷史資料之標準差大於 GARCH、EGARCH 模型模擬未來可能發生的標準差。於是本研究將美元匯率報酬率之歷史變異數及利用 GARCH 模型估出之條件變異數畫於圖 4，圖 4 中變異數接近 0.005 之虛線，為過去整個歷史期間之變異數。可觀察出目前處於條件變異數下降之階段，且歷史期間之變異數相較於目前之條件變異數較高，因此會造成在常態分配

假設下，所求之風險係數幾乎皆大於利用其他方式所求之風險係數的現象。

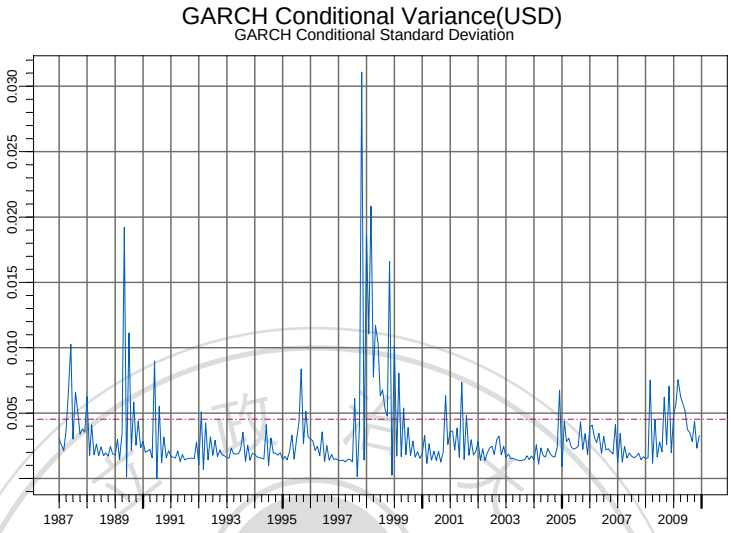

圖 4　美元兌台幣報酬率之條件變異數圖

最後，將估計結果與現行 RBC 制度之風險係數比較，現行 RBC 外匯之風險係數訂為 0.0425。將此結果與表 10 之估計結果相比，估計結果皆大於 0.0425，即使預估之風險係數相對較小之新加坡幣，與 0.0425 仍有約 0.02 之差距。因此本研究認為現行 RBC 針對匯率之風險係數，確實有調高之必要，且應依不同之投資標的提供不同之風險係數。

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究利用了十三種方式求一財務時間序列可能之風險係數：歷史資料、GARCH 模型（ε_t 為常態分配）、GARCH 模型（ε_t 為 t 分配）、EGARCH 模型（ε_t 為常態分配）、EGARCH 模型（ε_t 為 t 分配）、模擬情境資料，以上六種方式皆取 95%VaR 及 CTE（87.5），最後再加上台灣 RBC 制度利用風險值方式計算風險係數。

綜合比較之後，本研究認為 EGARCH 模型，在多數的財務時間序列中皆無明顯之槓桿效果，僅道瓊歐盟 50 指數、韓國 KOSPI 指數、香港恆生指數及韓圜能利用 EGARCH 模型估計其風險係數，為能讓所有產生風險係數之方法一致，故利用 EGARCH 模型估計風險係數之方法暫不考慮。而利用歷史資料或是現今台灣 RBC 制度計算風險值之方式，皆未考慮該財務時間序列未來可能發展情形，因此可能會高估或低估了風險，尤其是 RBC 制度計算風險值之方式直接取歷史資料之變異數代表整個時間序列之風險，在第四章中我們發現此方法會和條件變異數產生極大的誤差。最後在 GARCH 模型中，本研究分別討論了 ε_t 為常態分配和 ε_t 為 t 分配，發現 ε_t 為 t 分配下，可能過渡反應了厚尾現象，因此本研究認為以 GARCH 模型 ε_t 為常態分配下，所求出之風險係數最符合時宜。而 95%VaR 和 CTE(87.5)相比較後，因為 CTE 較能考慮報酬率之尾端資訊，利用 CTE(87.5)所求出之風險係數稍高於 95%VaR，最後本研究建議以 GARCH 模型 ε_t 為常態分配下，所求出之 CTE(87.5)為最終所估計之風險係數，股價指數最終之風險係數和匯率最終之風險係數分別如表 12 及表 13 所示：

表 12　股價指數最終之風險係數與現行標準

股價指數	風險係數	現行標準
標準普爾 500 指數	0.22380	0.1079
那斯達克綜合指數	0.23858	0.1079
道瓊歐盟 50 指數	0.19874	0.1079
日經 225 指數	0.31734	0.1079
韓國 KOSPI 指數	0.28127	0.2790
香港恆生指數	0.28889	0.2790
台灣加權股價指數	0.35071	0.2411

表 13 匯率最終之風險係數與現行標準

匯率	風險係數	現行標準
美元	0.09253	0.0425
澳幣	0.14674	0.0425
日幣	0.13795	0.0425
英磅	0.16129	0.0425
新加坡幣	0.06132	0.0425
韓圜	0.16745	0.0425
歐元	0.10864	0.0425

由表 12 及表 13 可知，估計之風險係數皆大於現行標準，因此本研究認為現行 RBC 制度之風險係數有調整之必要，且應依投資標的之不同，給定不同之風險係數，而非僅分八大工業國與非八大工業國，或將所有外匯訂於同一風險係數。

國立政治大學 National Chengchi University

5.2 建議

由於本研究所利用之資料為月資料，因此原本可能在財務時間序列中出現之槓桿現象，或許已在月資料中被相互抵消，是故在估計 EGARCH 模型時，常會產生沒有槓桿現象之結果；此外，利用 GARCH 模型及 EGARCH 模型模擬時，歷史資料在 300 筆以上會有較佳之模擬結果，而本研究只有 276 筆月資料，歐元更因發行時間較晚，僅有 130 筆資料，也可能對估計結果產生影響。日後再研究此主題時，可採用週資料進行模擬，如此資料筆數增加且槓桿效果應會顯著，只是風險係數需用年資料估計，因此週資料需往後模擬 52 筆資料才可轉換成年資料，往後模擬 52 筆資料是否會失準，又是另一項該考量之問題。

此外，關於資產面除了股票市場及外匯市場，仍可考慮不動產市場（房價、租金），但因不動產市場之資料不易取得，而會有資料筆數不足難以利用 GARCH 估計之窘境，若能有足夠資料，亦可將此不動產市場加入討論之範籌，使資產面之風險係數更臻完善。

國立政治大學
National Chengchi University

參考文獻

1. 行政院金融監督管理委員會保險局，人身保險業資本適足性報告，2009 年
2. 李進生、林允永、謝文良、蔣旨坪、陳達新、盧陽正，風險管理-風險值（VaR）理論與應用，新竹：清蔚科技，2001 年。
3. 陳嘉敏，衡量銀行市場風險-VaR 與 ETL 模型的應用，政治大學金融研究所碩士論文，2007 年。
4. 黃芳文，歐盟「Solvency II」淺談，風險與保險雜誌，第 10 期，2006 年，35-38。
5. Basel Committee on Banking Supervision, 2006, International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards.
6. Bollerslev, T., 1986, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 31, 3, 307-327
7. Engle, R., 2001, GARCH 101: The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometrics, *Journal of Economic Perspectives*, 15, 4, 157-168.
8. Engle, R. F., 1982, Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation, *Econometrica*, 50, 4, 987-1008
9. European Commission, 2008, QIS4 Technical Specifications.
10. Jorion, P., 2007, Value at Risk – the new benchmark for managing financial risk, McGraw-Hill, third edition.
11. National Association of Insurance Commissioners, 2008, 2008 Life Risk-Based Capital Report.
12. Nelson, D. B., 1991, Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach, *Econometrica*, 59, 2, 347-370.
13. Zivot , E. and Jiahui Wang, 2006, Modelling Financial Time Series with S-PLUS, second edition.

國立政治大學 National Chengchi University

附錄

【附錄一】股票指數原始資料之單根檢定結果

檢定方法	股票指數	樣本數	Test Statistic	P-value
ADF test	標準普爾 500 指數	277	-1.327	0.6177
	那斯達克綜合指數	277	-1.535	0.5145
	道瓊歐盟 50 指數	277	-1.252	0.6523
	日經 225 指數	277	-1.309	0.6261
	韓國 KOSPI 指數	277	-1.275	0.6417
	香港恆生指數	277	-1.113	0.7113
	台灣加權股價指數	277	-3.34	0.01407
PP test	標準普爾 500 指數	277	-1.381	0.5916
	那斯達克綜合指數	277	-1.63	0.4658
	道瓊歐盟 50 指數	277	-1.396	0.5843
	日經 225 指數	277	-1.384	0.5904
	韓國 KOSPI 指數	277	-1.528	0.5181
	香港恆生指數	277	-1.26	0.6485
	台灣加權股價指數	277	-3.65	0.005409

【附錄二】股票指數報酬率之單根檢定結果

檢定方法	股票指數	樣本數	Test Statistic	P-value
ADF test	標準普爾 500 指數***	276	-14.98	4.513e-27
	那斯達克綜合指數***	276	-14.53	2.189e-26
	道瓊歐盟 50 指數***	276	-14.33	4.594e-26
	日經 225 指數***	276	-15.68	4.962e-28
	韓國 KOSPI 指數***	276	-15.35	1.338e-27
	香港恆生指數***	276	-15.95	2.384e-28
	台灣加權股價指數***	276	-14.84	7.2e-27
PP test	標準普爾 500 指數***	276	-14.96	4.809e-27
	那斯達克綜合指數***	276	-14.45	2.875e-26
	道瓊歐盟 50 指數***	276	-14.38	3.843e-26
	日經 225 指數***	276	-15.7	4.719e-28
	韓國 KOSPI 指數***	276	-15.32	1.457e-27
	香港恆生指數***	276	-15.95	2.396e-28
	台灣加權股價指數***	276	-14.86	6.81e-27

【附錄三】股價指數 GARCH 模型係數之估計 （ε_t 為常態分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)分別為 3.3 式之 a_0、a_1、b_1）

S&P500

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.7129***	0.23667	0.0028367
A	0.4458	0.33675	0.1867048
ARCH(1)	0.1431***	0.04123	0.0006042
GARCH(1)	0.8481***	0.03596	0.0000000

Nasdaq

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.9003**	0.38917	0.0214434
A	1.6829	0.99867	0.0931111
ARCH(1)	0.1164***	0.03087	0.0002004
GARCH(1)	0.8451***	0.03414	0.0000000

EURDJ50

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.8484**	0.36809	2.193e-002
A	4.8123**	2.35931	4.234e-002
ARCH(1)	0.1642**	0.06618	1.373e-002
GARCH(1)	0.6793***	0.12656	1.709e-007

NKY225

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.2823	0.39199	0.4720947
A	8.6207	5.59187	0.1243200
ARCH(1)	0.1702***	0.06164	0.0061624
GARCH(1)	0.6148***	0.17311	0.0004516

KOSPI

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.3395**	0.52454	0.0112062
A	4.7323*	2.84982	0.0979554
ARCH(1)	0.1268***	0.03468	0.0003056
GARCH(1)	0.8153***	0.06679	0.0000000

HIS

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.1475***	0.35614	0.0014281
A	3.7076*	2.06489	0.0736756
ARCH(1)	0.2006***	0.05340	0.0002102
GARCH(1)	0.7714***	0.05847	0.0000000

TWSE

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.1313**	0.54167	0.03767840
A	1.3788	1.00762	0.17233076
ARCH(1)	0.1033***	0.02532	0.00005899
GARCH(1)	0.8871***	0.02071	0.00000000

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄四】股價指數 GARCH 模型係數之估計 （ε_t 為 t 分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)分別為 3.3 式之 a_0、a_1、b_1）

S&P500

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.9706***	0.21942	0.000014
A	0.8442	0.69722	0.227021
ARCH(1)	0.1659**	0.07688	0.031829
GARCH(1)	0.8049***	0.07962	0.000000

Nasdaq

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.3015***	0.32822	9.380e-005
A	2.4057	1.79252	1.807e-001
ARCH(1)	0.1901**	0.09182	3.937e-002
GARCH(1)	0.7660***	0.10133	6.288e-013

EURDJ50

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.0956***	0.2777	1.013e-004
A	3.3468	2.1064	1.133e-001
ARCH(1)	0.2239**	0.1029	3.045e-002
GARCH(1)	0.6875***	0.1254	9.649e-008

NKY225

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.3417	0.38522	0.3758458
A	7.7698	5.42646	0.1533418
ARCH(1)	0.1693**	0.06859	0.0141808
GARCH(1)	0.6372***	0.17433	0.0003084

KOSPI

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.98103**	0.4682	0.03707
A	2.71021	2.5829	0.29499
ARCH(1)	0.08205**	0.0421	0.05268
GARCH(1)	0.88104***	0.0680	0.00000

HIS

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.5614***	0.39095	0.000083
A	2.8883	2.08042	0.166180
ARCH(1)	0.1278**	0.05471	0.020195
GARCH(1)	0.8370***	0.06532	0.000000

TWSE

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.9469*	0.49357	0.05610
A	2.2340	1.84265	0.22643
ARCH(1)	0.1344***	0.05190	0.01012
GARCH(1)	0.8511***	0.04617	0.00000

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄五】股價指數 EGARCH 模型係數之估計 （ε_t 為常態分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)、LEV(1)分別為 3.4 式之 a_0、a_1、b_1、γ_1）

S&P500

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.70331***	0.26506	0.008438
A	-0.04379	0.11159	0.695078
ARCH(1)	0.27874***	0.10734	0.009921
GARCH(1)	0.94099***	0.04151	0.000000
LEV(1)	-0.13241	0.16325	0.418013

Nasdaq

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.9804284**	0.39789	0.01435768
A	-0.0009393	0.10338	0.99275754
ARCH(1)	0.2398873***	0.05983	0.00007878
GARCH(1)	0.9490824***	0.02959	0.00000000
LEV(1)	-0.0114673	0.18341	0.95019153

EURDJ50

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.8052**	0.33729	1.766e-002
A	0.4659*	0.26765	8.289e-002
ARCH(1)	0.2667***	0.09890	7.435e-003
GARCH(1)	0.7956***	0.09228	4.441e-016
LEV(1)	-0.4702**	0.19998	1.944e-002

NKY225

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.02096	0.32854	0.9492
A	1.46984	1.78447	0.4108
ARCH(1)	0.04883	0.09733	0.6163
GARCH(1)	0.55843	0.52804	0.2912
LEV(1)	-1.00000	3.02489	0.7412

KOSPI

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.88870*	0.49627	0.074446
A	0.03537	0.10686	0.740896
ARCH(1)	0.21340***	0.07779	0.006490
GARCH(1)	0.95018***	0.02981	0.000000
LEV(1)	-0.70301***	0.26815	0.009245

HIS

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.6013***	0.40495	9.802e-005
A	-0.1166	0.10805	2.816e-001
ARCH(1)	0.3408***	0.07003	1.926e-006
GARCH(1)	0.9660***	0.02674	0.000
LEV(1)	0.3803***	0.10007	1.786e-004

TWSE

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.05540**	0.54089	0.05205986
A	-0.04349	0.09142	0.63469175
ARCH(1)	0.25396***	0.05894	0.00002302
GARCH(1)	0.96639***	0.02036	0.00000000
LEV(1)	-0.08330	0.12639	0.51041589

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄六】股價指數 EGARCH 模型係數之估計 （ε_t 為 t 分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)、LEV(1)分別為 3.4 式之 a_0、a_1、b_1、γ_1）

S&P500

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.88836***	0.22327	0.00008904
A	0.08259	0.16590	0.61901502
ARCH(1)	0.26754**	0.13957	0.05631170
GARCH(1)	0.89571***	0.06592	0.00000000
LEV(1)	-0.46846	0.39111	0.2320609

Nasdaq

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.25225***	0.32649	0.000156
A	-0.02648	0.13592	0.845660
ARCH(1)	0.33162***	0.12637	0.009178
GARCH(1)	0.93542***	0.04404	0.000000
LEV(1)	-0.11788	0.19899	0.554078

EURDJ50

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.0516***	0.27389	0.0001537
A	0.2233	0.25084	0.3742444
ARCH(1)	0.3467***	0.13243	0.0093373
GARCH(1)	0.8498***	0.08385	0.0000000
LEV(1)	-0.2745	0.21450	0.2016669

NKY225

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.02691	0.33677	0.9364
A	0.17294	0.16483	0.2950
ARCH(1)	0.05977	0.06690	0.3724
GARCH(1)	0.93604***	0.04761	0.0000
LEV(1)	-1.00000	1.62376	0.5385

KOSPI

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.8320*	0.48536	0.08762
A	0.0269	0.10944	0.80601
ARCH(1)	0.1993**	0.08599	0.02124
GARCH(1)	0.9554***	0.03094	0.00000
LEV(1)	-0.6879**	0.31833	0.03159

HIS

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	1.74391***	0.38561	0.00000916
A	-0.03487	0.14231	0.80662180
ARCH(1)	0.26788***	0.09100	0.00352403
GARCH(1)	0.96059***	0.03622	0.00000000
LEV(1)	0.30981	0.20037	0.12323969

TWSE

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.73633	0.50421	0.145354
A	-0.06201	0.11485	0.589667
ARCH(1)	0.29588***	0.09212	0.001478
GARCH(1)	0.96325***	0.02580	0.000000
LEV(1)	-0.13820	0.15933	0.386499

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄七】股價指數模擬結果之敘述性統計

S&P500

	GARCH	GARCH(t)	模擬情境
Mean	0.0889634	0.1170068	0.07001463
Stdev	0.2130011	0.2880041	0.1824568
Max	1.748658	3.748019	0.8734841
Min	-0.7414002	-0.9658195	-0.3962372
Median	0.06899655	0.1002551	0.05487481

Nasdaq

	GARCH	GARCH(t)	模擬情境
Mean	0.113631	0.1618056	0.1057098
Stdev	0.2445614	0.3291268	0.2884269
Max	1.96085	3.322983	1.421197
Min	-0.742387	-0.9991665	-0.567679
Median	0.08943733	0.1355652	0.0756833

EURDJ50

	GARCH	GARCH(t)	EGARCH	模擬情境
Mean	0.1069009	0.1295771	0.1012868	0.06245047
Stdev	0.2080931	0.3442151	0.1958676	0.2147222
Max	1.504372	5.022094	1.030755	0.9801275
Min	-0.6798024	-0.9919792	-0.7169589	-0.5079185
Median	0.08887033	0.109613	0.09477053	0.04602221

NKY225

	GARCH	GARCH(t)	模擬情境
Mean	0.03463382	0.03856542	-0.007534113
Stdev	0.247167	0.2644875	0.2122598
Max	1.797878	3.396769	1.084141
Min	-0.7875022	-0.9027978	-0.673597
Median	0.008100432	0.01746393	-0.02234344

KOSPI

	GARCH	GARCH(t)	EGARCH	EGARCH(t)	模擬情境
Mean	0.1734119	0.1194756	0.1121692	0.1028618	0.1300836
Stdev	0.3285233	0.3718733	0.2760696	0.3003332	0.3719393
Max	2.918519	3.240822	1.355286	1.848379	2.556537
Min	-0.8221711	-0.9357962	-0.9417707	-0.8741087	-0.7666605
Median	0.1325886	0.07909435	0.1054278	0.09874722	0.0710188

HIS

	GARCH	GARCH (t)	EGARCH	模擬情境
Mean	0.1469901	0.1989823	0.2104062	0.1322872
Stdev	0.3109314	0.5532741	0.3969402	0.3308988
Max	3.021942	11.46372	6.581037	2.207668
Min	-0.8831697	-0.9921735	-0.780812	-0.6998443
Median	0.1116599	0.1445515	0.1396464	0.08521308

TWSE

	GARCH	GARCH (t)	模擬情境
Mean	0.1447064	0.1140737	0.1625858
Stdev	0.3680772	0.4625439	0.4208664
Max	3.522503	4.188154	4.718079
Min	-0.8686032	-0.9997268	-0.9360625
Median	0.09498075	0.05465444	0.1029801

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄八】匯率原始資料之單根檢定結果

檢定方法	匯率	樣本數	Test Statistic	P-value
ADF test	美元	277	-1.704	0.428
	澳幣	277	-1.216	0.6683
	日幣	277	-1.019	0.7469
	英磅	277	-1.713	0.4236
	新加坡幣	277	-0.1314	0.9435
	韓圜	277	-2.155	0.2235
	歐元	131	-0.5397	0.8785
PP test	美元	277	-1.916	0.3245
	澳幣	277	-1.484	0.5405
	日幣	277	-1.129	0.7049
	英磅	277	-1.878	0.3426
	新加坡幣	277	-0.139	0.9427
	韓圜	277	-2.174	0.2163
	歐元	131	-0.5624	0.8738

【附錄九】匯率報酬率之單根檢定結果

檢定方法	匯率	樣本數	Test Statistic	P-value
ADF test	美元***	276	-13.46	1.572e-24
	澳幣***	276	-15.98	2.207e-28
	日幣***	276	-15.64	5.564e-28
	英磅***	276	-14.87	6.45e-27
	新加坡幣***	276	-14.85	7.053e-27
	韓圜***	276	-19.09	2.517e-30
	歐元***	130	-10.35	2.345e-15
PP test	美元***	276	-13.58	9.603e-25
	澳幣***	276	-15.98	2.163e-28
	日幣***	276	-15.65	5.413e-28
	英磅***	276	-14.84	7.16e-27
	新加坡幣***	276	-14.83	7.481e-27
	韓圜***	276	-19.15	2.497e-30
	歐元***	130	-10.32	2.679e-15

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄十】匯率 GARCH 模型係數之估計 （ε_t 為常態分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)分別為 3.3 式之 a_0、a_1、b_1）

美元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	-0.1122	0.08316	1.784e-001
A	0.5193***	0.11238	5.915e-006
ARCH(1)	0.3625***	0.03174	0.000
GARCH(1)	-0.2316***	0.02140	0.000
GARCH(2)	0.5108***	0.04972	0.000
GARCH(3)	0.1957***	0.04069	2.518e-006

日幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.2253	0.14509	0.1216151
A	0.4481	0.56384	0.4274672
ARCH(1)	0.1617***	0.04576	0.0004802
GARCH(1)	0.7849***	0.04929	0.0000
GARCH(2)	-0.8127***	0.05580	0.0000
GARCH(3)	0.8286***	0.06118	0.0000

澳幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.1773	0.17257	0.3050436
A	5.3621***	1.53862	0.0005735
ARCH(1)	0.2364***	0.08244	0.0044559
GARCH(1)	0.2133	0.16728	0.2033719

英磅

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.09775	0.17168	0.5696
A	0.44880	0.32143	0.1638
ARCH(1)	0.06526**	0.02861	0.0233
GARCH(1)	0.88675***	0.05293	0.0000

新加坡幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.1813**	0.08483	0.0334568
A	0.7354*	0.37655	0.0518575
ARCH(1)	0.1535***	0.04481	0.0007085
GARCH(1)	0.5060**	0.19782	0.0110658

歐元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.3974*	0.24252	0.1037476
A	0.9521	0.84711	0.2631685
ARCH(1)	0.1772**	0.09083	0.0533428
GARCH(1)	0.6904***	0.17221	0.0001036

韓圜

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.01201	0.07369	8.707e-001
A	0.35116**	0.15137	2.109e-002
ARCH(1)	0.96143***	0.10845	0.000
ARCH(2)	-0.52797***	0.16661	1.705e-003
GARCH(1)	0.63193***	0.12897	1.652e-006

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄十一】匯率 GARCH 模型係數之估計 （ε_t 為 t 分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)分別為 3.3 式之 a_0、a_1、b_1）

美元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	-0.02679	0.06616	0.6859
A	1.09845	0.68681	0.1109
ARCH(1)	0.49493	0.33999	0.1466
GARCH(1)	0.36716**	0.17916	0.0414

日幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.08467	0.17896	0.6365
A	0.48608	0.56917	0.3938
ARCH(1)	0.06522	0.04414	0.1407
GARCH(1)	0.88699***	0.08482	0.0000

澳幣

	Value	Std Error	Pr(>|t|)
C	0.1756**	0.0729067	0.01667
A	13.9232	0.0591647	0.0000
ARCH(1)	0.2116***	0.0001167	0.0000
ARCH(2)	0.2001***	0.0013720	0.0000
GARCH(1)	-1.0308***	0.0042336	0.0000

英磅

	Value	Std.Error	Pr(>|t|)
C	0.11178	0.15642	4.755e-001
A	0.73462	0.70494	2.983e-001
ARCH(1)	0.08647	0.05923	1.455e-001
GARCH(1)	0.84144***	0.10677	7.949e-014

新加坡幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.1693**	0.07291	0.02096
A	0.7049	0.49423	0.15496
ARCH(1)	0.1777*	0.11008	0.10772
GARCH(1)	0.5513**	0.24699	0.02643

韓圜

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.1429*	0.08493	0.09363268
A	0.7527	0.29405	0.0110155
ARCH(1)	0.4930***	0.15366	0.001497
GARCH(1)	0.4562***	0.11010	0.00004577

歐元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.3819*	0.22825	0.09681332
A	0.7698	0.76245	0.31464453
ARCH(1)	0.1713*	0.09681	0.07933492
GARCH(1)	0.7222***	0.16805	0.00003439

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄十二】EGARCH 模型係數之估計（ε_t 為常態分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)、LEV(1)分別為 3.4 式之 a_0、a_1、b_1、γ_1）

美元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.01394	0.08145	8.642e-001
A	-0.01272	0.05048	8.013e-001
ARCH(1)	0.40531***	0.07544	1.681e-007
GARCH(1)	0.54827***	0.09115	5.851e-009
GARCH(2)	0.72975***	0.04237	0.000e+000
GARCH(3)	-0.65852***	0.08877	1.559e-012
LEV(1)	-0.07066	0.08763	4.208e-001

日幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.22854	0.19221	0.23548
A	0.02813	0.12255	0.81864
ARCH(1)	0.13273**	0.06863	0.05416
GARCH(1)	0.94100***	0.06001	0.00000
LEV(1)	-0.02264	0.24290	0.92580

澳幣

	Value	Std Error	Pr(>|t|)
C	0.1065	0.1793	0.552899
A	0.4982	0.4656	0.285568
ARCH(1)	0.2907**	0.1168	0.013470
GARCH(1	0.6738***	0.2180	0.002205
LEV(1)	-0.3340	0.2874	0.246266

英磅

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.08157	0.17650	0.6444
A	0.02713	0.07341	0.7120
ARCH(1)	0.12964**	0.06253	0.0391
GARCH(1)	0.94338***	0.04343	0.0000
LEV(1)	-0.19278	0.29827	0.5186

新加坡幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.18650**	0.08509	0.029237
A	0.05782	0.14420	0.688741
ARCH(1)	0.29606***	0.09532	0.002098
GARCH(1)	0.62158***	0.20984	0.003326
LEV(1)	-0.05627	0.24478	0.818356

韓圜

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	-0.01684	0.08309	8.396e-001
A	-0.27052***	0.06766	8.239e-005
ARCH(1)	0.59228***	0.08089	2.792e-012
GARCH(1)	0.87687***	0.02745	0.000e+000
LEV(1)	-0.25636**	0.11425	2.565e-002

歐元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.28077	0.2348	2.341e-001
A	0.05555	0.1992	7.808e-001
ARCH(1)	0.26092	0.1785	1.464e-001
GARCH(1)	0.85817***	0.1057	3.779e-013
LEV(1)	-0.36916	0.4444	4.077e-001

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄十三】EGARCH 模型係數之估計（ε_t 為 t 分配）

（其中 C 為 3.1 式之 C，A、ARCH(1)、GARCH(1)、LEV(1)分別為 3.4 式之 a_0、a_1、b_1、γ_1）

美元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	-0.01749	0.06651	7.928e-001
A	-0.03254	0.17547	8.530e-001
ARCH(1)	0.52424**	0.22548	2.081e-002
GARCH(1)	0.72416***	0.14372	8.601e-007
LEV(1)	0.09293	0.20840	6.560e-001

日幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.10610	0.18040	0.5569
A	0.02298	0.14471	0.8740
ARCH(1)	0.14147	0.09173	0.1242
GARCH(1)	0.94106***	0.07265	0.0000
LEV(1)	0.03959	0.32306	0.9026

澳幣

	Value	Std Error	Pr(>|t|)
C	0.1237	0.1779	0.487301
A	0.5057	0.5153	0.327327
ARCH(1)	0.2716**	0.1256	0.031429
GARCH(1	0.6769***	0.2411	0.005351
LEV(1)	-0.3035	0.3209	0.345162

英磅

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.11620	0.15887	0.4652
A	0.02796	0.11070	0.8008
ARCH(1)	0.15039*	0.09176	0.1024
GARCH(1)	0.93734***	0.06092	0.0000
LEV(1)	-0.26528	0.35947	0.4612

新加坡幣

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.16364**	0.07333	0.0264745
A	0.02706	0.15684	0.8631713
ARCH(1)	0.25306*	0.14266	0.0772141
GARCH(1)	0.74847***	0.19651	0.0001729
LEV(1)	0.36363	0.33211	0.2745433

韓圜

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.1029	0.08065	0.2031942
A	-0.2122*	0.09992	0.0346190
ARCH(1)	0.4871***	0.13736	0.0004606
GARCH(1)	0.8840***	0.03312	0.0000000
LEV(1)	-0.4474*	0.24532	0.0692909

歐元

	Value	Std. Error	Pr(>|t|)
C	0.28381	0.2279	2.154e-001
A	0.05071	0.2184	8.168e-001
ARCH(1)	0.26686	0.1871	1.563e-001
GARCH(1)	0.85819***	0.1176	3.108e-011
LEV(1)	-0.35265	0.4511	4.358e-001

註：*代表顯著水準為 10%，**代表顯著水準為 5%，***代表顯著水準為 1%

國立政治大學 National Chengchi University

【附錄十四】匯率報酬率模擬結果之敘述性統計

美元

	GARCH(1,3)	GARCH-t(1,1)	模擬情境
Mean	-0.01343053	0.01104363	0.001323598
Stdev	0.04976825	0.4645974	0.04437128
Max	0.3158985	12.89532	0.1903095
Min	-0.3182095	-0.9978148	-0.1855758
Median	-0.015057	-0.01083448	0.0005900135

日幣

	GARCH(1,3)	GARCH-t(1,1)	模擬情境
Mean	0.02731897	0.01034238	0.009061987
Stdev	0.1067972	0.1463858	0.08490985
Max	0.6257808	0.8616903	0.4158883
Min	-0.4039005	-0.5807516	-0.2280097
Median	0.02218409	0.004100832	0.00600712

澳幣

	GARCH(1,1)	GARCH-t (2,1)	模擬情境
Mean	0.02165581	0.0206276	0.009738399
Stdev	0.1096181	0.1091141	0.1112381
Max	0.6022576	0.6321175	0.5030761
Min	-0.4370741	-0.3903485	-0.3212166
Median	0.01517435	0.01497123	0.004087912

英磅

	GARCH(1,1)	GARCH-t (1,1)	模擬情境
Mean	0.01182388	0.008542542	0.002395241
Stdev	0.1129717	0.1611046	0.07932231
Max	0.6385216	1.094753	0.291138
Min	-0.4591731	-0.8780728	-0.2118151
Median	0.004986265	0.002037176	-0.00100936

新加坡幣

	GARCH(1,1)	GARCH-t(1,1)	模擬情境
Mean	0.02204359	0.01996497	0.000764062
Stdev	0.05256236	0.1102926	0.03956329
Max	0.268784	1.310182	0.1587908
Min	-0.2319743	-0.9123568	-0.1137359
Median	0.02052228	0.01887598	0.000497568

歐元

	GARCH(1,1)	GARCH-t (1,1)	模擬情境
Mean	0.04878357	0.04566665	0.006053423
Stdev	0.101326	0.1138088	0.08313767
Max	0.6394189	0.8155156	0.3535603
Min	-0.4597976	-0.5067932	-0.2580503
Median	0.04390537	0.04001594	0.003092886

韓圜

	GARCH(2,1)	GARCH-t (1,1)	EGARCH(1,1)	EGARCH-t(1,1)	模擬情境
Mean	0.001324127	0.02082722	-0.001937196	0.01046197	0.008207979
Stdev	0.1184833	0.2573073	0.07718617	0.1437863	0.0934614
Max	1.929659	5.114723	0.4152281	2.246579	0.3416011
Min	-0.9728291	-0.9890266	-0.6195944	-0.9980824	-0.3022022
Median	-0.001795625	0.01158018	0.0007709339	0.02404927	0.005794477

國立政治大學 National Chengchi University