

南華大學

財務管理研究所碩士論文

A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION

INSTITUTE OF FINANCIAL MANAGEMENT

NAN HUA UNIVERSITY

不同波動模型對權證訂價績效衡量之研究
以台灣認購權證為例

PERFORMANCE ESTIMATION OF WARRANT PRICING
UNDER DIFFERENT VOLATILITY MODELS
---CASE OF TAIWAN

指導教授： 陳勁甫 博士

ADVISOR : PH.D.CHING-FU CHEN

徐清俊 博士

ADVISOR : PH.D.CHING-JUN HSU

研究生： 鄧仲傑

GRADUATE STUDENT : CHUNG-CHIEH DENG

中華民國 九十二年七月

南 華 大 學

碩 士 學 位 論 文

財 務 管 理 所

台股指數期貨與現貨市場交易量對於波動衝擊反應之研究

研究生： 王國強

經考試合格特此證明

口試委員： 徐靖俊
簡明哲
黃為厚

指導教授： 徐靖俊

所 長： 徐靖俊

口試日期：中華民國 92 年 5 月 23 日

南華大學財務管理研究所九十一學年度第二學期碩士論文摘要

論文題目：不同波動模型對權證訂價績效衡量之研究 ---以台灣認購權證為例

研究生：鄧仲傑

指導教授：陳勁甫 博士、徐清俊 博士

論文摘要內容：

本研究選取 94 支台灣認購權證為研究樣本，研究期間自 1997 年 9 月 4 日至 2002 年 6 月 30 日止，透過常態性檢定、異質性檢定、ARCH-LM 檢定及不對稱檢定以確認符合異質性及不對稱性之樣本，並依研究期間長達六個月以上不變趨勢區分成多頭、空頭及盤整期走勢，依類股區分成電子及傳統類股，探討認購權證之訂價行為。主要結論如下：

1. 僅 36 支權證標的股報酬具有異質性及不對稱性。
2. 透過三種價格誤差衡量指標及迴歸分析後，發現二個方法皆一致顯示隱含波動性具有較佳的預測能力，若僅考慮時間序列模型比較，則無法明確指出何一波動模型具相對的優劣。
3. 四種波動性模型下之理論價格與市場價格存在顯著差異，隱含波動性相對於市場價格有高估的現象；GARCH、EGARCH 與歷史波動性皆相對於市場價格有低估的現象；Wilcoxon 檢定法發現隱含波動性相對其它三種模型有改善錯價能力，且二類股訂價表現無顯著差異；若不論及隱含波動性時，則各模型間未有顯著改善錯價能力，且二類股訂價表現僅 EGARCH 相對 GARCH 有顯著差異，亦發現整體顯示多頭期有較佳的訂價表現。
4. 符合變異數異質性及不對稱性之 36 支認購權證普遍不具有學習機能，的確是造成價格誤差原因之一；深處價外之權證，由於投資人認為其反彈機率較常態分配機率高，是造成價格誤差原因之二；隱含波動性迴歸係數近 8 成顯著為正值，驗證該波動愈高愈加大錯價程度，其餘三種時間序列波動各約 3 成係數顯著為負，驗證波動愈高有助於改善錯價，故整體波動性不佳則是錯價原因之三。

關鍵詞：波動、異質性、不對稱性、價格誤差。

Title of Thesis : Performance Estimation of Warrant Pricing under Different Volatility Models ----Case of Taiwan

Name of Institute : Institute of Financial Management, Nan Hua University

Graduate date : July 2003

Degree Conferred : M.B.A.

Name of student : Cheng-Chieh Deng

Advisor : Ph.D. Ching-Fu Chen

Ph.D. Ching-Jun Hsu

Abstract

This study selects 94 warrants of Taiwan dated from 1997/9/4 to 2002/6/30. We use normality test, heteroskedastic test, ARCH-LM test and asymmetry test to confirm samples are coinciding with heteroskedasticity and asymmetry. We furthermore discuss pricing behavior through different index trends and categories. Summarized results are as follows :

1. Only 36 warrants shows heteroskedasticity and asymmetry.
2. Implied volatility has the best prediction power through two approaches, and no definitely significant results when taken into account the time series models only.
3. Significantly difference exists between theoretical price and market price under four volatility models. Price of implied volatility is a little higher than market price while the other models are reverse. Wilcoxon test finds that the implied volatility can improve pricing error than the other three models. No obvious improvement to be found among three models without implied volatility. Relative significant difference in two-category exists between EGARCH to GARCH models, and bull-period has the best pricing performance.
4. No learning organism of Taiwan's warrants is the first reason of pricing error. Investors think out-of-money warrants having higher rebound probability than normal is the second reason of pricing error. Coefficients of implied volatility are 80% significantly positive, this approves that higher volatility causes higher pricing error. While the other volatilities are 30% significantly negative, this approves that higher volatility is helpful to correct the pricing error, these are the third reason of pricing error.

Keywords : Volatility, Heteroskedasticity, asymmetry, pricing error.

目 錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
目錄	iii
表目錄	iv
圖目錄	v
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	2
第三節 研究目的	3
第四節 研究範圍	5
第五節 研究流程	7
第六節 論文架構	8
第二章 文獻探討	9
第一節 Black-Scholes 選擇權評價模型	9
第二節 修正後 Black-Scholes 選擇權評價模型	11
第三節 相關研究文獻回顧	13
第三章 研究方法	29
第一節 波動性估計方法	29
第二節 時間序列資料檢定	34
第三節 資料檢定與統計分析	37
第四節 價格誤差原因分析	41
第四章 實證分析	42
第一節 實證步驟	42
第二節 資料來源與選取	43
第三節 實證結果	45
第五章 結論與建議	67
第一節 結論	67
第二節 建議	70
參考文獻	
中文部份	72
英文部份	74
附錄一 研究標的權證基本資料表	79
附錄二 敘述性統計表	82

附錄三 異質性檢定暨最適模型挑選表	85
附錄四 不對稱檢定表	88
附錄五 價格誤差衡量總表	90
附錄六 理論價格與市場價格迴歸分析表	92

表 目 錄

表 2-1 學者修正 Black & Scholes 評價模型表	13
表 2-2-1 傳統 B-S 評價模型的實證相關文獻彙整表	25
表 2-2-2 傳統 B-S 評價模型與修正後評價模型比較之實證相關文獻彙整表	26
表 2-2-3 酬率變異數異質性及不對稱性之實證相關文獻彙整表	26
表 2-2-4 GARCH 模型與股票報酬率變異數異質性及不對稱性關係之實證相關文獻彙整表	27
表 2-2-5 隱含波動性的資訊內涵之實證相關文獻彙整表	28
表 2-2-6 不同方法預測股票報酬率波動性之實證相關文獻彙整表	28
表 4-1 敘述性統計彙整表	45
表 4-2 異質性檢定暨最適模型挑選彙整表	47
表 4-3 不對稱性檢定彙整表	48
表 4-4 EGARCH(1,1)模型診斷表	50
表 4-5 價格誤差衡量彙整表	51
表 4-6 理論價格與市場價格迴歸分析彙整表	53
表 4-7 市場價格與模型價格成對 t 檢定表	55
表 4-8 傳統類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表	57
表 4-9 以電子類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表	58
表 4-10 不同時期權證訂價誤差相對顯著性檢定表	59
表 4-11 權證訂價誤差原因-到期日分析表	62
表 4-12 權證訂價誤差原因-價內外分析表	63
表 4-13 權證訂價誤差原因-波動性分析表	64

圖 目 錄

圖 1-1 台股加權股價指數多空走勢圖	6
圖 1-2 研究流程圖	7

第一章 緒論

第一節 研究背景

自八十年代後期以來政府持續推動金融自由化與國際化，而外資也陸續自國外引進各種衍生性金融商品。特別在利率持續低檔盤旋，造成保險公司利差損及銀行機構、投資人獲利遭壓縮時，各金融機構紛紛提出創新型產品吸引投資人資金，而投資人也樂於將閒置資金投資於這些獲利能力較銀行定存高的產品，這些陸續提出並於市場銷售的產品，如投資型保單及連結型債券即是傳統金融商品和選擇權的結合及應用。

國外選擇權市場，於 1973 年 4 月 26 日成立芝加哥選擇權交易所，開始交易十六種股票買權，二年後陸續有美國股票交易所、費城股票交易所及太平洋股票交易所加入股票買權交易的行列。其它國家如 1982 年新加坡國際金融交易所開始交易選擇權 1989 年日本開始交易日經 225 股價指數選擇權及東京證交所的股價指數選擇權；1993 年香港恆生指數選擇權開始交易，同年馬來西亞也開始交易。台灣在 1994 年雖然由中央銀行陸續開放利率選擇權、外幣選擇權及外幣利率選擇權，但僅於店頭市場交易，至 2001 年 12 月 24 日台股指數選擇權才開始於集中市場交易，至 2003 年 1 月 20 日亦有五檔個股選擇權上市交易。另外一種金融商品--認購權證除發行者、到期日長短等條件外，亦允許持有者可於某特定時間內依契約所載履約價格購買一定數量的標的股票，故具有類似選擇權買權的性質，且其市場交易時程亦較長(迄今五年有餘)，研究樣本數較多，故以往國內學者在研究選擇權市場時皆以認購權證為研究對象。然則國內認購權證除三支個股型及組合型權證外，其餘權證皆為一年存續期間，與國外認購權證動輒三至四年之存續期間，在樣本上相較為少。

認購權證的發展近來有逐漸受重視的趨勢，過去在券商的發行條件上有諸多限制，如今限制一一解除，如相鄰的二支權證已不限傳統、電子類股相間；權證存續期間從一年到二年放寬為半年到二年；允許券商發行認售權證(2002年11月中旬)，使券商過去難於避險的問題可迎刃而解，權證市價偏高時亦可獲得收斂。然而實際上，認售權證為看空的產品，發行券商恐不易獲得投資人青睞，故至今尚未有產品發行。雖然期貨交易所已聲明將發展3D計劃，即交易商品倍數化、交易量倍數化及法人參與率倍數化，如2003年1月發展個股選擇權(僅為五檔)，6月底發行ETF50指數期貨及2003年第三、四季將發展商業本票30天期貨、10年期政府公債期貨，但在台灣衍生性商品交易市場，短期之內由於券商對期交所的選擇權之權利金收取及訂價有疑慮，若欲使選擇權有如韓國市場於亞洲金融風暴後的蓬勃發展(約為台指選擇權的800倍)，似乎仍有一段路程要走，故現今似乎仍以認購權證具較明確的發展態勢。

第二節 研究動機

隨著國際化的腳步，不僅於政治及文化上，台灣已逐漸與國際接軌，在金融市場的發展上，也不得不配合國際發展趨勢而必須對台灣國內金融市場進行必要的調整及改革(立法機構不斷的快速立法通過及各金融機構持續地加速開發及引進新金融產品，並透過金控整合不同銷售管道，而建立了緊密的金融銷售網)。金融市場發展的制度與工具，在金融改革的潮流中，皆被迫採納外資法人的意見，特別是金融工具的開發及運用，皆以外資法人的動向為觀瞻，而新金融商品的開發尤以衍生性金融商品為主。

在衍生性金融商品的運用中，以彈性較大的選擇權部份較為國際金融市場所青睞。然而，台灣首先上市的指數選擇權卻於2001年12月24日才開始交易，故交易量雖在期貨交易所刻意規劃及寶來、建華及元大京華券商發展網路交易下單等發展下

有逐漸加溫之態勢，但時程至今僅一年餘，對學者於從事研究所欲取得之資料並不充足。反觀性質上類似選擇權買權的認購權證，則由於自 1997 年 9 月 4 日即有權證發行交易，具較長的研究時程(約五年餘)，故而成為學者從事選擇權研究時的研究標的。

過去學者從事認購權證研究之主題，大多探討認購權證發行對標的股價之影響、認購權證上市時對標的股價波動性之影響、認購權證上市對標的股票成交量之影響、認購權證的避險策略及認購權證的訂價行為等議題。其中發行券商最注重的乃是必須在發行權證時建立適當的避險部位，而避險部位的建立乃建立在權證訂價所產生的避險值，故權證訂價行為之探討實為極重要的課題。

第三節 研究目的

我國證管會要求所有欲發行認購權證的券商，必須參考 Black & Scholes(1973)選擇權訂價模式或是 Cox,Ross & Rubinstein(1979)的二項式分配法來計算認購權證的上市價格，由於 Black-Scholes(B-S)訂價模型簡單好用，使其廣為券商所採用。但由於 B-S 訂價模型假設前提過於鬆散且與真實市場不甚相符，導致原作者 Black 也認為運用此模型作權證價格的決定會導致與市場交易價格不符之現象(Black, 1976)。故本研究於 B-S 訂價模型的前提假設中選擇從股價報酬波動率釋放切入。本研究允許其原始報酬波動不再固定不變，其背後基本考量為適當的描述資產價格波動性及提供未來波動性預測，使之於風險管理、資產及衍生性商品訂價，以及選擇權相關交易策略方面能成為參考指標。本研究亦探討釋放 B-S 原有假設之後，能否找出最適訂價模型幫助發行券商及投資人訂出合理的發行價格及評估權證價格，並進一步幫助券商制定合宜的避險策略。

關於認購權證的訂價上，影響權證價格因素有六項，分別是標的證券股價、履約價格、無風險利率、波動性、存續期間及股利發放，其中除波動性外，皆可由市場資料觀察而得，故不同波動性之估計與預測能力，則成為決定權證價格時的重要因素。理論上，一般認為股票價格的過程是隨機的，通常假設其過程是對數常態分配與變異數固定，但經過早期 Fama(1965)至近期 Hsieh(1991)等人皆以實證推翻變異數固定的假設，並證明變異數會隨時間經過而改變，如 GARCH(Generalized Autogressive Conditional Heterscedasticity)模型。此外，Black(1976)、Christie(1982)、Nelson(1990) 及 Schwert(1990)以來的學者，發現股價變動有一個有趣的現象：好消息與壞消息對於未來股價波動的影響是不相同的，但是由於 GARCH 模型設定當期條件變異數表為前期條件變異數與誤差平方的函數，因此條件變異數只會隨著誤差項大小值而變動，不會隨著誤差項的正負符號而改變，所以 GARCH 模型並不能反應上述學者所發現的股價波動現象。基於 GARCH 模型結構具有容易擴充的現象，因此一些學者以修正 GARCH 模型的方式，亦即不對稱 GARCH 模型，來捕捉金融資產價格波動的異質性與不對稱的行為，例如 Engle(1990)、Schwert(1990)、Nelson(1991)、Engle & Ng(1993) 及 Hentschel(1995)等。

波動性是投資人對於未來市場上股價穩定性的主觀心理預期，許多學者為了有效地量化波動性而提出了不同的測度與估計方法，試圖使認購權證之訂價盡可能得以掌握，以降低投資者的風險。本文主要目的在評比不同資產價格報酬率波動性估計方法，並搭配選擇權評價模型，以 Chu & Freund(1996)建議的誤差衡量指標及迴歸分析等衡量指標及 t 檢定、無母數檢定等方法，以了解各決定出的認購權證理論價格與市場價格的差異，並探討不同時期的訂價行為差異，希望藉此找到認購權證訂價的若干規則，以利投資人在量化波動性以及進行權證交易時作為重要的參考依據，假若權證高估或低估的情形很明顯，則進一步解釋理論價格與市場價格差異之因素。

本研究之研究目的彙整如下：

1. 檢定標的證券價格變動是否具異質性及不對稱效果。
2. 分別利用歷史波動性、隱含波動性、異質性波動性及不對稱波動的預測波動代入評價模型求其理論價格，與市價比較計算其價格誤差，比較何者之波動性預測能力較佳。
3. 比較多、空及盤整時期及傳統、電子類股之認購權證訂價是否具差異性。
4. 針對理論價格與市場價格可能的價格誤差，分析造成此結果之背後可能因素。

第四節 研究範圍

依標的物的種類，認購權證可分為單一型認購權證、組合型認購權證及指數型認購權證。台灣目前發行上市的認購權證多為單一型認購權證及組合型認購權證，直到目前並未有指數型認購權證的出現。本研究以台灣集中市場上市的單一型認購權證為探討對象，研究期間自 1997/9/4 至 2002/6/30 止，初始研究樣本數計 204 支，為簡化訂價行為，未滿一年即下市或非一般型權證¹則不予納入本研究樣本，故擷取 105 支權證作為最初樣本。再因權證市價低於履約價值而無法收斂取得隱含波動值而剔除 11 支，最後選取 94 支認購權證為研究樣本作後續探討。研究期間依長達六個月以上不變趨勢作區分探討(張永欣，民 90)，如 1997/9/4~1999/2/5 及 2000/4/6~2000/12/27 二段期間呈現下降趨勢，故定義為空頭期；1999/2/6 ~ 2000/4/5 呈現上升趨勢，故定義為多頭期；2000/12/28~2002/6/30 則呈現盤整狀態，故定義為盤整期(圖 1-1：台股加權股價指數多空走勢圖)。以三種不同市場狀態作進一步探討以提供券商或投資人

¹如重設型權證及價差型權證

重設型權證：履約價格可以調整，使履約價格較原來的履約價格較原來的履約價格為低，到期時成為價內的機率比一般權證為高，價格也較高。

價差型權證：標的證券收盤價到達設定的上、下限時，視同權證到期，自動辦理現金結算，一般可分為上限型認購權證及下限型認購權證。

作不同市場狀態價格決定之參考。

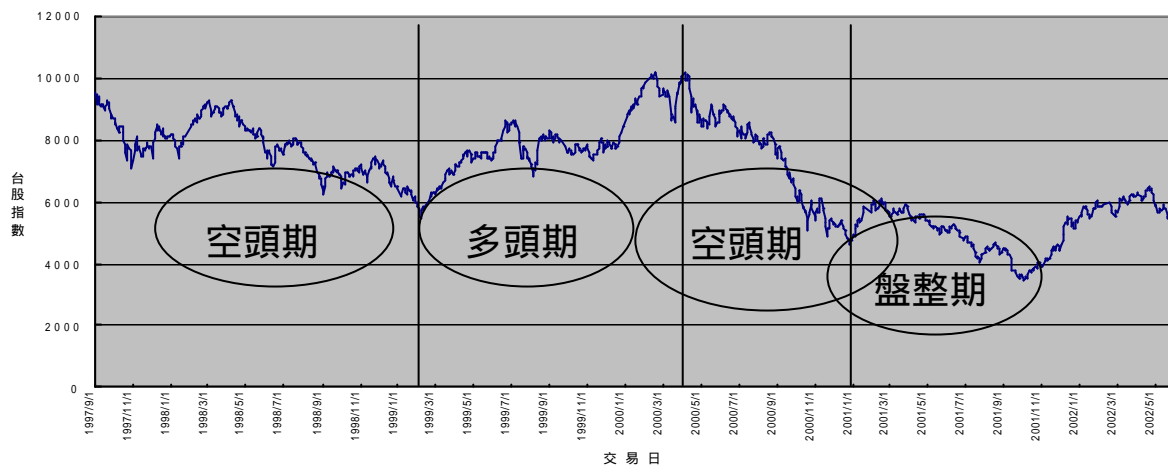


圖 1-1 台股加權股價指數多空走勢圖

第五節 研究流程

本研究主要是從 Black-Scholes 權證訂價模型中參數—波動性觀點切入，衡量台股權證標的股是否具有變異數異質性及不對稱性。並透過時期及類股不同探討權證訂價表現，並分析其表現不佳之可能原因。亦針對實證研究的結果提出結論並歸納之，對後續的研究提出相關之建議及未來可發展之研究方向，以供參考。本文研究架構如下圖 1-2：研究流程圖所示。

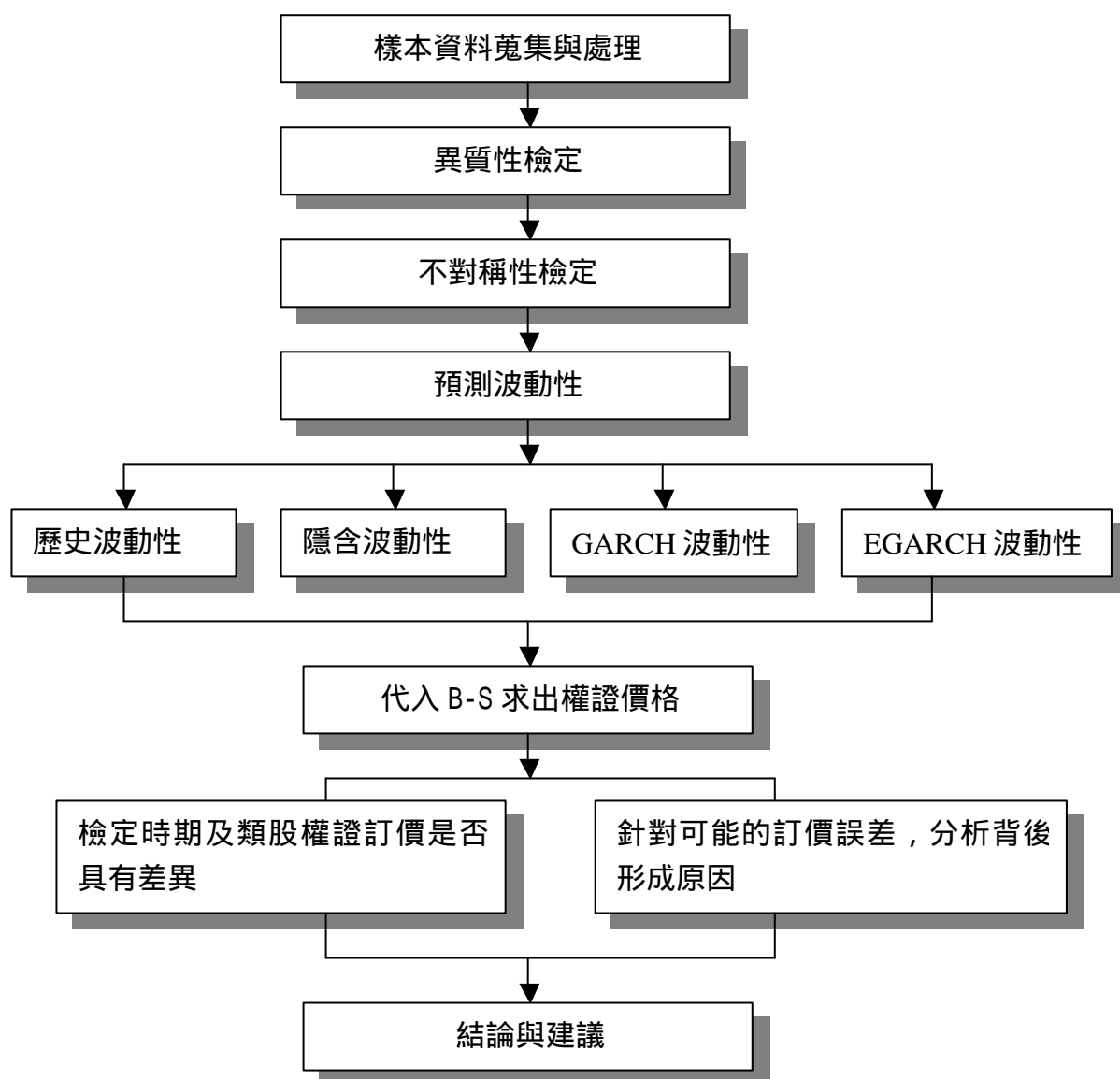


圖 1-2 研究流程圖

第六節 論文架構

本論文共分為五章，各章內容安排如下：

第一章：緒論

本章對本論文的研究背景、研究動機、研究目的、研究範圍、研究限制及論文章節架構作逐一概述。

第二章：文獻探討

先對傳統 B-S 評價模型作簡單介紹，及針對常見修正後評價模型亦作簡要說明，並針對評價模型及波動性相關文獻之研究作比較彙整。

第三章：研究方法

簡要說明資料的來源及選取，波動性相關模型的選取方法，資料分析相關的檢定方法，最後說明誤差形成的原因。

第四章：實證分析

針對 94 支台股權證標的股先進行簡單敘述統計分析，並以異質性及不對稱性檢定建立合適波動模型，以誤差衡量指標及迴歸分析判斷波動性模型的優劣比較，並透過 t 檢定及無母數 Wilcoxon 檢定確認前述分析的結論。最後，以迴歸分析探討誤差存在的結果與到期期間、價內外比率及波動性等自變數之間的互動與可捕捉的重要訊息。

第五章：結論與建議

本章將針對實證分析的結果作彙整，並以實務上的考量針對投資人、發行券商及後續研究人員作一建議。

第二章 文獻探討

在眾多的選擇權訂價模式中，最常被人們應用的模式為 Cox, Ross & Rubinstein(1979)所提出的二項式訂價模式和 B-S 訂價模式，由於 B-S 簡單好用，廣為台股發行券商所採用，故在本章節中預計先以二個小節介紹傳統 B-S 訂價模式及釋放 B-S 原始假設(修正後)的評價模式。在所有訂價模式中，唯一的不確定因素為「波動性」，為本研究探討重點，故依評價模型研究相關文獻及波動性模型研究相關文獻於第三小節分成二部份予以探討。

第一節 Black-Scholes 選擇權評價模型

自從 1973 年 Black-Scholes 模型發表後，使得選擇權的訂價理論出現突破性的發展，正式進入用可觀察參數來評價的時代。彼首先提出具體的選擇權評價模式，認為選擇權在適當的訂價之下，由選擇權與其標的股票所組成的投資組合，將不存在任何無風險套利的機會，並可依此均衡狀況推導出選擇權之評價模式。為簡化模型，Black-Scholes 提出幾點假設前提：

1. 市場完美，無稅，無交易成本。
2. 股價為連續變動，且服從隨機漫步過程，股價機率分配為對數常態分配，亦即股價報酬機率分配為常態分配。
3. 到期前不發放股利股息。
4. 選擇權為歐式選擇權，只有到期才能履約。
5. 無風險利率已知，所有人可以無風險利率來借貸。
6. 允許投資人進行放空交易。
7. 股票報酬率之變異數已知且固定。

Black-Scholes(1973)首先假設股價波動為一幾何布朗運動 (Geometric Brownian Motion ; GBM) , 並在上述的假設下應用 Ito's Lemma 導出偏微分方程式 , 再利用多次的變數變換與運用物理學上的熱傳導方程式 , 導出歐式買權訂價模型 , 其模型如式(2-1) ~ 式(2-3) :

$$C = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) \quad (2-1)$$

$$d_1 = \left[\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{s^2}{2}\right)T \right] / s\sqrt{T} \quad (2-2)$$

$$d_2 = d_1 - s\sqrt{T} \quad (2-3)$$

$N(d_i)$: 評估 d_i 之累積常態分配

其中 , C 為認購權證價格 , S 為股票價格 , X 為履約價格 , r 為無風險利率 , T 為距到期日時間 , s 為股票報酬之標準差 , 亦即波動性。本研究假設在探討變異數(s)異質的同時 , 其它相關變數不會因此受到影響。且 B-S 訂價模型中有許多假設與市場上的情況相違背 , 例如 : 沒有交易成本、沒有稅等假設 , 雖然市場上之資訊取得須時間及成本 , 但是因為交易量較大 , 使得交易成本可以忽略之 , 因此為求簡化 , 本研究暫不考慮交易成本。另外 , 變異數異質及不對稱性的呈現直接反映在 s 值 , 將之代入模型中即可求得各種波動模型之權證理論價格 , 並不致直接改變模型外貌。

由於此模型是建立在許多假設下求導出的 , 故無法對各種型態的選擇權做評價 , 如美式選擇權和許多的新奇選擇權就是典型的例子 , 而這些具有複雜的選擇權 , 它們共同的特色就是封閉解很少存在。

Black & Scholes 於 1972 年利用大量買權資料對公式作了測試 , 結果顯示選擇權實際的買價與賣價偏離預測值 , 且選擇權買方所支付的價格高於公式所預測的值。這種情形隱含著選擇權的市場可能有很高的交易成本存在 , 且此交易成本由買方支出 , 當選擇權的標的是低風險的股票時 , 選擇權的買方所支付的價格和公式價格之間的差

異比高風險股票為大，市場上似乎低估了選擇權價值中變異數的差異效果。

由於 Black & Scholes 公式所估計的選擇權價格似乎存在著系統性的誤差，而此系統性的誤差可能是由推倒過程中所做的假設所引起，因此後續研究的學者大多針對較不合理的假設，放寬其限制，以求得更精確的訂價模型。

第二節 修正後 Black-Scholes 選擇權評價模型

選擇權評價理論一開始是由 Black & Scholes(1973)提出的歐式選擇權評價公式，奠定了日後選擇權評價的基礎。之後尚有 Merton(1973)提出發放股利下的歐式選擇權的評價公式，以及美式選擇權的訂價公式。有些學者仍基於 Black & Scholes 評價模式的基本假設太過簡化，與實際狀況有一定差距存在，因此將 Black & Scholes 評價模式的基本假設不合理予以逐一放寬，例如：利率是服從一個隨機過程、波動度不再是常數...等假設，因而衍生出許多模型來改進 B-S 模型的評價，以期使評價模型更接近現實的狀況。

Merton(1973)考慮股利發放情況而對模式進行修正，Geske(1979) 及 Whaley(1981) 假設已知未來有限期的股利發放模式修正，可適用於短期、股利可預測的情形，Merton(1973)亦推導出利率為隨機的評價模式。

學者(Merton,1976 ; Madan & Chang,1996)提出，若是發放股票股利時，會造成股價的隨機過程呈現不連續，或是當股票市場面對重大訊息的公佈而造成股價立即大漲或重挫，會造成與 Black & Scholes(1973)的基本假設互相違背，為使理論更合乎實際情況，因此提出了跳躍擴散的模型。

在 Black & Scholes (1973)模式中假設股價的報酬瞬間變異數為固定常數，由許多的實證發現股票價格波動並非固定不變。Blattberg & Goneded(1974)實證認為實際報酬變異數是會隨著時間隨機改變，Rosenberg(1973)觀察到報酬變異數有自我迴歸 (autoregressive, AR)現象。Black (1976)使用每天股票報酬資料，發現股價報酬變異數和股價成反向關係。因此，Black & Scholes 模式對股價波動性固定的假設會對價內或價外認購權證造成訂價的偏誤。Cox & Ross(1976)提出股價報酬變異數不為固定常數的恆常彈性變異數(constant-elasticity-of-variance, CEV)模型。

當股價報酬率的波動率不再是常數時，此時複製組合不再是無風險，而是時時受到市場風險影響，故而有了隨機波動度的選擇權評價模式理論。隨機波動模型的估計，目前已發展許多的理論，均假設某些無法觀察的波動或隱藏變數會影響資產報酬。Clark(1973)導出資產價格變化的模型，假定訊息流通為服從對數常態的隨機過程，將訊息視為一項變數。之後，許多學者對此模型加以改良，如 Epps & Epps(1976)假設隨機波動唯一無法觀察或隱藏變數函數的隨機過程。

若同時放寬利率與股價報酬率的波動不再是常數時，許多學者(Bailey & Stulz,1989 ; Baksh & Chen,1997 ; Scott,1997)提出了隨機波動度及隨機利率下的選擇權評價模型。若放寬股價具有跳躍過程加上股價報酬率服從隨機過程下的選擇權評價，Scott(1997)便提出了隨機波動度及跳躍擴散過程下的選擇權評價模型(詳見表 2-1：學者修正 Black & Scholes 評價模型)。本研究放寬股票報酬變異數固定不變之假設即為隨機波動度選擇權評價模型之一種評價方法。

表 2-1 學者修正 Black & Scholes 評價模型表

學者	模型	修正內容
Merton(1973)、 Amin & Jarrow(1992)	隨機利率下的選擇權評價模型	利率是服從一個隨機過程，改進了利率是常數之限制。
Merton(1976)、 Madan & Chang(1996)	跳躍擴散的選擇權評價模型	用來改進當股票發放股利，造成股價隨機過程呈現不連續，或是當股票市場面對重大訊息公布而造成股價立即大漲或重挫。
Cox & Ross(1976)	CEV 模型 (constant-elasticity-of-variance)	股價報酬的變異數不為固定常數的固定彈性變異數，此模型假設股價報酬的變異數呈現一種固定的彈性而變動。
Hull & White(1987)	隨機波動度選擇權評價模型	當股價報酬率的波動度不再是常數時，此時複製組合不再是無風險，而時時受到市場風險影響，而提出了隨機波動度的選擇權評價模型。
Bailey & Stulz(1989)、 Baksh & Chen(1997)、 Scott(1997)	隨機波動度及隨機利率下的選擇權評價模型	若同時放寬利率與股價報酬率的波動度不再是常數時。
Scott(1997)	隨機波動度及跳躍擴散過程下的選擇權評價模型	放寬股價具有跳躍過程加上股價報酬率服從隨機過程下的選擇權評價理論。

資料來源：本研究整理

第三節 相關研究文獻回顧

一、評價模型實證相關文獻

選擇權價格之決定，最早由 Black & Scholes(1973)所提出的 B-S 模型予以訂價，其後陸續有 CEV 模型、Cox, Ross & Rubinstein(1979)的 CRR 模型、Beckers(1980)的 SRCEV(Square-Root CEV)等修正模型提出。其中何種訂價模型可針對選擇權價格作出合宜訂價即成為重要課題，國內外有針對不同訂價模型研究之文獻可供比較。另外，訂價模型中的主要變數，如利率、到期期間、履約價格等皆可由市場取得立即資料，唯波動性須透過不同估計方法予以決定，故國內

外學者於研究訂價行為時，波動性即成各研究的重心。本節將針對國內外學者於探討選擇權訂價行為時採用之選擇權訂價模型、波動模型之研究作概略的探討，第一部份有關評價模型實證相關文獻將分成傳統 B-S 評價模型的使用、傳統 B-S 與修正後模型的實證比較等二項加以彙整比較。

(一) 傳統 B-S 模型的實證

Black & Scholes(1975)檢驗 1973 年至 1975 年 CBOE 的買權價格，發現深度價內的選擇權會被 B-S 模型所高估；深度價外的選擇權則會被低估。而 MacBeth & Merville(1979)採用 B-S 評價模型，以 1976 年的 ATT、Avon、Kodak、IBM、Esson 及 Xerox 等六家公司股票選擇權日交易資料做分析，結果發現 B-S 模型會高估價外選擇權的價格，並低估價內選擇權的價值，此結論和 B-S 所做的結果恰好相反。Rubinstein(1985)則以 CBOE 在 1976 年 8 月 23 日至 1978 年 8 月 31 日的交易資料為樣本，對 B-S 模型做實證研究，發現該期間的前段(1976 年 8 月至 1977 年 10 月)實證結果支持 Macbeth & Merville 的實證結論，而後卻支持 Black 的結論。

Lauterbach & Schoultz(1990)利用美國三十九個上市公司認購權證之二萬五千個價格日資料來檢驗由 B-S 模型所衍生的認購權證評價模型的準確性及潛在問題，研究結果顯示由於變異數為固定常數的假設使 B-S 模型在評價認購權證時造成持續性的訂價誤差，會高估價內認購權證並低估價外認購權證。

李健瑋(民 86)以台灣已上市的認購權證為研究對象，該研究發現 B-S 模型假設標準差為固定常數的假設不合理，可能是造成錯價的原因之一。而王端誠(民 87)亦針對國內已發行的四支權證，探討傳統 B-S 模型評價的精確性。以迴歸分析與符號檢定來探究認購權證理論價格與市場價格之間

的關係，發現發行券商以模型評價時，均會考量其發行成本與風險，而訂定最適的發行價格，所以基本上認購權證的發行價格並不是實際上的理論值。李怡宗、劉玉珍及李健璋(民 88)則以 1997/9/4~1998/4/30 期間的十二支認購權證為研究對象，應用傳統 B-S 評價模型進行研究發現，市價顯著的呈現高估的現象，並且存在顯著的訂價差異。

綜合以上國內外對傳統 B-S 評價模型的實證研究發現，大部份實證認同傳統 B-S 模型無法準確評估認購權證或選擇權的價格，仍存在顯著訂價偏誤，但是對價內價外時呈現高低估之現象則有不一致的看法。而形成訂價偏誤的主要原因則認為可能是變異數假設為固定不變所致，故而在本研究中可著實考慮釋放股票報酬變異數。

(二) 傳統 B-S 與修正後模型的實證

Figlewski(1988)以股利調整後的 B-S 模型對 NYSE 指數選擇權進行評價，主要研究重心在測試不同標準差估計方法對評價模式的影響，發現各種價位狀態之買權，B-S 模型均有低估現象，其中又以價外買權低估情形最嚴重。而 Lauterbach & Schoultz(1990)比較 B-S 與 SRCEV 模型，發現 B-S 模型相對於 SRCEV 模型所估計的認購權證價格均不理想，且認為變異數為常數的基本假設是誤差的主要原因。

何桂隆(民 87)以 1997 年 9 月 4 日至 1998 年 4 月 10 日之認購權證為研究對象，以歷史波動性模型、GARCH 模型、隱含波動性模型以及 GARCH+ 隱含波動性模型估計認購權證標的股票之波動性，其研究結果顯示：隱含波動性模型為較良好的估計模型，GARCH 模型以及 GARCH+ 隱含波動性模型所估計出來的波動性，均造成 B-S 訂價模型

低估認購權證價格。且林冠秀(民 89)亦利用歷史波動性、指數加權移動平均法(EWMA)、自我迴歸異質變異數法(ARCH)及一般化自我迴歸異質變異數法(GARCH)四種方法來估計 S&P 500 指數之報酬率波動性，發現 B-S 模型會低估市場價格，二項式模型會高估市場價格，其中又以二項式訂價模式所求出的理論價格較接近市價。

潘振雄、劉文祺、詹麗錦及張美鈴(民 90)應用 B-S 及 CRR 評價模式，針對 1999 年 7 月已到期之單一型認購權證，搭配隱含波動率，進行訂價模型的研究。實證結果發現，大部份的權證於履約期間，顯示市價呈高估的現象，兩評價模型績效無顯著差異。而詹錦宏、洪啟安(民 88)亦利用 1997 年 9 月 4 日至 1998 年 4 月 10 日期間上市認購權證為研究樣本，應用 B-S 及 SRCEV 兩種選擇權評價模型，搭配歷史波動率及隱含波動率，探討實際價格與理論價格之間的差異。因此以四種理論模型所求得價格發現，隱含波動率較歷史波動率具較佳的預測能力，B-S 模型訂價較 SRCEV 模型佳，故以隱含波動率估計的 B-S 模型最適用於評價台股認購權證；在價外時，採用隱含波動性的 B-S 評價模型會產生低估，亦即實際市場價格高估之現象。

綜合以上國內外對傳統 B-S 與修正後模型比較的實證探討發現，考慮股利調整及變異數不再固定等修正因子後，大部份實證有顯著改善傳統 B-S 評價之能力，但仍無法準確評價選擇權及認購權證的價格；甚至部份實證發現修正後模型尚不足以改善 B-S 評價之能力，不過有關變異數固定不變的部份，若考慮隱含波動率則有一致較佳的評價表現。

綜合第一部份評價模型相關實證彙整發現，傳統 B-S 評價模型對認購權

證或選擇權的確存在訂價偏誤，而且造成偏誤的原因之一可能就是變異數固定的假設所致。故本研究試圖從釋放原始 B-S 變異數固定的假設，故在本文第二章第三節第二部份仍先針對變異數(波動性)透過相關文獻實證先行了解其特性，再評估是否將其適當的運用於本研究有關認購權證的訂價行為探討中。

二、波動性衡量文獻

訂價模型的主要參數中，波動性無法由市場取得立即資料，一般須透過不同估計方法得之並代入訂價模型探討訂價行為，故針對波動性在不同市場的表現亦成為各研究的重心。預測金融資產報酬率波動性的方法很多，除常見的歷史波動率及隱含波動率之外，尚有標的股票波動會隨時間改變的 GARCH 系列波動模型。常見的有 Engle(1982)所提出的自我迴歸條件異質變異數模型與 Bollerslev(1986)的一般化自我迴歸條件異質變異數模型。相關文獻(鍾德明，民 82；張焯然，民 83；Hentsche，1995)支持台灣金融市場資料具有條件異質性(Conditional Heteroscedasticity)效果，甚至波動的不對稱性。有關波動性模型相關實證實文獻分成股票報酬率變異數之異質性及不對稱性、GARCH 模型與報酬率變異數異質性及不對稱性關係、隱含波動性的資訊內涵及不同方法預測股票報酬率波動性之實證研究等四項加以彙整比較。

(一) 股票報酬率變異數之異質性及不對稱性

對於選擇權存續期間內標的股波動性預測，一般假設股票波動過程為隨機常態分配及變異數固定，並選取一段適當的樣本期間，以歷史價格計算連續複利報酬的變異數，此即傳統的預測或估計。然而過去的一些實證結果卻是與此假設相反，許多學者皆曾以股票實證質疑變異數為固定的假設。

Lamoureux & Lastrapes(1990)選擇 20 種在紐約上市的股票樣本測試 ARCH 模型，研究結果顯示，報酬率具有顯著的 ARCH 效果。而 Rabemananjare & Zakolin(1993)利用門檻 ARCH 模型研究法國股票市場的報酬，發現有條件不對稱性的證據。另一方面 Braun, Nelson & Sunier(1995)利用 EGARCH 模型研究美國股票市場，發現好消息與壞消息對市場波動具有不對稱性。且 Hentschel(1995)利用所發展的 GARCH 模型群研究美國股市，亦發現顯著的不對稱性效果。

鍾德明(民 82)利用 ARCH 模型及其擴充模型來估計 1982 年 1 月至 1992 年 10 月止的 70 種台灣上市股票及指數為樣本，估計其樣本報酬率的變異數，發現個別股票及指數均具有 ARCH 及 GARCH 效果，且 GARCH 模型是最符合台灣股票市場的模型。而王甦(民 84)利用 1986-1994 台股進行實證，亦發現不對稱效果顯著存在，顯示台灣股市在制度上雖異於其他國家(如漲停板限制)，但對於正的報酬衝擊對股市波動的效果弱於負的報酬衝擊對股市波動的不對稱性與其他學者的研究一致。

劉曦敏、葛豐瑞(民 85)利用 GJR 模型來探討台灣股票集中市場股價變動的風險與報酬之關係，也發現股價波動具有不對稱性的現象。且林楚雄、劉維琪及吳欽杉(民 86)利用 1980/12/5~1996/6/22 的台灣加權股價指數週資料及 1980/12/30~1996/5/30 的台灣加權股價指數月資料，探討台灣加權股價指數是否具有 GARCH 及不對稱性效果，實證亦顯示股價報酬存在 GARCH 效果及不對稱性效果。邱建良、李命志及徐泰瑋(民 88)則研究 1981/1/5~1997/6/23 台股加權股價指數日資料，探討全樣本時期、多頭期及盤整期是否具有 GARCH 及不對稱性效果，實證發現三個期間的 GARCH 效果顯著，不對稱性效果僅存在於多頭期。

綜合以上對股票報酬率變異數之異質性及不對稱性相關實證探討發現，國內外股票市場資料型態普遍存在變異數異質性及不對稱性效果，故實有必要將本研究標的樣本就變異數異質性及不對稱性作一檢定而了解之。

(二) GARCH 模型與報酬率變異數異質性及不對稱性關係

Bollerslev(1986)提出了 GARCH 模型，允許過去的殘差及條件變異數加入條件變異數方程式中，以符合時間序列模型的精簡原則，故以英國之通貨膨脹率做研究時，發現以 GARCH(1,1)模型配置之績效優於 Engle 所配置的 ARCH(8)模型。又於 1987 年以 GARCH(1,1)模型配置 1947 年 1 月至 1984 年 9 月五種股價指數，實證顯示其參數估計值都相當顯著且有單根的現象，即 GARCH(1,1)模型確實能掌握股價波動性之特質。而且 Akgiray(1989)利用 1963 年至 1986 年 CRSP 股價指數日報酬之資料作實證研究，透過卡方檢定及 LM 檢定發現亦不能拒絕 ARCH 效果的存在，更透過實證顯示 GARCH(1,1)模型描述整個樣本期間波動性的效果較 ARCH(2)模型好。另外 Chu & Freund(1996)使用 CBOE 的 1981 年 3 月 3 日至 1986 年 2 月 28 日 S&P100 及 S&P500 資料，配適 GARCH(1,1)模型，其係數亦相當的顯著。

叢清全(民 82)比較不同 ARCH 模型衡量台幣、日圓、馬克匯率波動率，發現其描述能力優劣順序依次為 ARCH(2)、GARCH(2,1)、GARCH(1,1)模型。而張焯然(民 83)以 ARCH 族模型配適台灣股票報酬率的實證研究中，則發現 GARCH(1,1)是最好的解釋模型。另外郭祥兆、李憲杰(民 84)利用 1981/1~1993/12 台灣加權股價指數的每日收盤價格，以 GARCH 系列模型分別建立估計模型及預測模型，於實證亦發現以 GARCH(1,1)模型較能解釋台灣股票市場股價報酬率的變動。在不對稱性方面，莊忠柱(民 90)

針對現貨、近月期與近季期股價指數期貨市場間價格與價格波動性的資訊傳遞，採用台灣期交所 1998/7/21~1999/9/20 股價指數現貨、近月期及近季期契約 318 個每日撮合價格為研究樣本，配適誤差修正 EGARCH(1,1) 來探討，發現近季期期貨對現貨不產生跨市場波動性不對稱性。

綜合以上對 GARCH 模型與股票報酬率變異數異質性及不對稱性關係相關實證探討發現，國內外文獻實證顯示金融時間序列資料不僅具有變異數異質性及不對稱性效果，更有低階及精簡配適的特色，故若本研究樣本資料通過變異數異質性及不對稱性檢定時，將直接考量如 GARCH(1,1)及 EGARCH(1,1)模型。

(三) 隱含波動性的資訊內涵

一般財務學界之研究，皆假設金融市場的資訊流通是有效率的，在此假設下，市場價格應可正確的反應證券的相關資訊。對於選擇權而言，其本身包含了所有關於預測標的資產報酬波動的所有資訊。換言之，即自選擇權市場價格得到的隱含波動性參數可以正確的包含歷史報酬資料的所有相關資訊，一旦隱含波動性得知後，任何自歷史價格估計的波動性則是多餘的。

Canina & Figlewski(1993)以 CBOE 的 S&P 100 指數選擇權為樣本來探討隱含波動性的資訊內涵，結果發現隱含波動性是一個沒有效率且偏誤的預測值，無法聚集歷史波動性所包含的訊息，且隱含波動性幾乎與真實波動性無關。然 Jorion(1995)以隱含波動性及 GARCH 模型的預測波動性為自變數來解釋未來的波動性，並以外匯選擇權為實證標的，實證結果發現 GARCH 模型雖不存在解釋未來波動性之能力，然反應在隱含波動性的訊

息時，則不但包括過去所有的資訊，也包含現在及未來的所有可能訊息，故理論上而言，隱含波動性對於未來波動性的訊息及預測能力，應於優於以過去歷史資料的資訊為基礎之時間數列模型，並認為隱含波動性為未來真實波動性的不偏估計值。

陳煒朋(民 87)同時對台灣市場的股票及權證為研究對象外，也對香港市場進行同樣的研究，以了解隱含波動性模型在不同市場的預測表現是否有顯著的差異，進而分析市場效率性是否為影響隱含波動模型預測能力的主因。然實證結果發現，若單純以一般原始模型來進行預測績效之比較時，歷史波動性模型表現突出；若以日內資料來估計真實波動性時，則隱含波動性的解釋能力及平均預測誤差會明顯改善許多，而其他模型的解釋能力也會顯著提升；最後，模型在台灣市場與香港市場模型預測能力的比較上，並無明顯的差異，特別在兩個市場的隱含波動性表現上，皆有明顯的高估現象。

綜合以上國內外對隱含波動性的資訊內涵相關實證探討發現，隱含波動率對於資訊內涵的掌握是否優於時間序列資料的能力未有一致的結果，亦普遍存在偏誤現象。然而隱含波動性在資訊內涵的表現上仍反映較佳的資訊內涵，故本研究中初步認定應有考量之必要性。

(四) 不同方法預測股票報酬率波動性之實證研究

適當的描述資產價格波動性及提供未來波動性預測，對於風險管理、資產及衍生性商品訂價以及選擇權相關交易策略，一直是重要議題。在選擇權訂價模型中，標的資產未來波動性預測準確度，將決定選擇權訂價誤差，亦影響選擇權相關交易策略及避險策略的績效。對於波動性的預測模型，大致上可分成兩類，一類是以歷史資料為基礎的計量模型(如歷史波

動性模型、ARCH 模型、GARCH 模型等), 此類統計模型將市場波動性的動態行為予以特性化, 即這些模型的共通點是以過去的時間數列資料為基礎, 利用波動性具有群聚的特性, 對波動加以適當及預測。另一類為隱含波動性模型, 其觀念在接受選擇權市場價格及訂價模型, 反推出滿足市場價格的標的資產波動性, 做為至到期日期間標的資產波動性估計值。

Akgiray(1989)利用 1963 年至 1986 年 CRSP 股價指數日報酬之資料, 利用歷史波動性估計法、指數加權移動平均估計法、ARCH 估計法、GARCH 估計法四種方法來預測變異數, 預測能力以 GARCH 法最佳。而 Lamoureux & Lastrapes(1990)使用 10 個股票選擇權為研究對象, 比較隱含波動性模型與 GARCH 模型對於估計樣本外未來波動性的能力, 發現隱含波動性的表現優於 GARCH 模型。且 Day & Lewis(1993)比較原油期貨選擇權的隱含波動性、歷史波動性與 GARCH 及 EGARCH 模型的預測能力表現時, 亦發現隱含波動性的預測能力最好。至於 Chu & Freund(1996)使用 CBOE 中交易的 1981 年 3 月 3 日至 1986 年 2 月 28 日 S&P 100 與 S&P 500 資料, 配適 GARCH(1,1)模型, 預測 1986 年 3 月 3 日至 1987 年 6 月 30 日各選擇權存續期間之波動性, 及以本日的隱含波動性做為次日在選擇權訂價上的波動性預測, 以計算選擇權的理論價格, 並與市價比較。結果亦發現隱含波動性可以得到最小的價格誤差, 故以此法較佳, 但只有使用歷史報酬資料做預測時, GARCH 模型亦顯著的減少了模型的價格誤差, GARCH 模型的預測較歷史波動性為佳。

曹金泉(民 88)利用 1998 年底前券商發行的 15 支認購權證為研究標的, 試圖說明歷史波動、隱含波動、ARCH 族及不對稱模型族等不同波動性估計方法, 會使得認購權證的理論價格與市價產生不同的誤差, 藉以提

供券商在評價認購權證上作一參考。結果發現在波動性的參數估計上，各模型均有波動性群集效果，但是訊息不對稱的效果各模型卻無一致性的結果。以預測誤差百分比比較各模型在預測認購權證上何者具有較小的誤差，發現不論有無考慮交易成本及間斷性避險，預測能力最差的是歷史波動度，而預測能力最佳的則是隱含波動度模型，此乃因為台灣認購權證市場只有認購權證而無認售權證所致。然李進生、鍾惠民及陳煒朋(民 89)以 1997/9~1999/3 的台股認購權證為樣本，利用隱含波動率模型與包括歷史波動率、GARCH 波動率、隨機漫步模式等三種的時間序列波動模型，探討不同波動模型是否有顯著的預測能力的差異。實證結果顯示，時間序列波動模型預測能力優於隱含波動性模型。

綜合以上國內外對不同方法預測股票報酬率波動性相關實證探討發現，對未來波動性預測的表現上，大部份實證支持隱含波動率相對於時間序列模型有較佳的表現，但也有部份文獻持相反看法，故而呈現不一致的結論。這個現象更加深本研究應將之皆納入考量之充足性。

綜合第二部份四項波動性模型相關實證彙整發現，無論國內外市場，變異數異質性及不對稱性是很普遍的現象且呈現低階及精簡配適的特性；隱含波動模型及時間序列模型透過資訊內涵角度及預測能力表現衡量，未有一致的結論。故有必要將可能之二種波動模型納入本研究衡量之。

經本節第一部份關於評價模型實證探討時已決定從釋放 B-S 原始變異數固定之假設切入，經由第二部份關於波動性特性探討中亦發現，變異數異質性及不對稱性的說法普遍獲得實證支持，且隱含波動相較於時間序列模型的表現也未有一致的結論，故本研究決定從變異數的角度切入，就可能之二類波動模型透過資訊內涵角度及預測能力表現，尋找認購權證最適訂價模型。

簡而言之，本研究主要的相關文獻可歸納出以下的重點：

- (1) 大部份實證認同傳統 B-S 評價模型無法準確評估認購權證或選擇權的價格，形成訂價偏誤的主要原因則認為可能是股票報酬變異數為固定不變所致。
- (2) 修正後之 B-S 評價模型有顯著改善傳統 B-S 評價之能力，但仍無法準確評價選擇權或認購權證的價格，甚至部份實證發現修正後模型尚不足以改善 B-S 評價之能力。但若有關變異數固定不變的部份，若考慮隱含波動率則有一致較佳的表現。
- (3) 股票市場資料型態普遍存在股票報酬變異數異質性及不對稱性效果。
- (4) 金融時間序列資料不僅具有報酬變異數異質性及不對稱性效果，更有低階及精簡配適的特色。
- (5) 隱波動率率對資訊內涵仍無法完全掌握，相對於歷史資料未有一致較優的表現，但普遍在資訊內涵上的表現仍反映較多資訊。
- (6) 對未來波動性預測的表現上，實證大都支持隱含波動率相對於時間序列模型有較佳的表現，但亦有部份文獻持相反看法。

本章所列舉之文獻亦依研究方法不同整理於表 2-2-1 ~ 表 2-2-6 之評價模型與波動性衡量相關文彙整表。

一、評價模型實證相關文獻

(一) 傳統 B-S 評價模型的實證

表 2-2-1 傳統 B-S 評價模型的實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Black & Scholes(1975)	CBOE 之 1973-1975 年買權價格	傳統 B-S 評價模型	深度價內時會高估選擇權價格，深度價外時則低估。
Macbeth & Merville(1979)	1976 年之六支個股選擇權	傳統 B-S 評價模型	價外時高估選擇權價格，價內時則低估。
Rubinstein(1985)	CBOE 之 1976-1978 年交易資料	傳統 B-S 評價模型	前一年資料支持與 Macbeth & Merville 結論，後一年資料則支持 Black & Scholes。
Lauterbach & Schoultz(1990)	39 支上市公司認購權證	傳統 B-S 評價模型	報酬變異數為固定的假設是導致評價認購權證時持續存在訂價誤差的原因
李健璋(民 86)	1997 年之台灣認購權證	傳統 B-S 評價模型	變異數為固定常數之假設不合理，可能是造成錯價的原因。
王端誠(民 87)	1997 年之台灣認購權證	傳統 B-S 評價模型	認購權證之發行價格並不是實際上理論值。
李怡宗、劉玉珍 & 李健璋 (民 88)	1997-1998 年之台灣認購權證	傳統 B-S 評價模型	市價顯著呈高估現象及訂價差異

(二) 傳統 B-S 評價模型與修正後評價模型比較之實證

表 2-2-2 傳統 B-S 評價模型與修正後評價模型比較之實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Figlewski(1988)	NYSE 指數選擇權	股利調整後的 B-S 評價模型	不論價位狀態皆低估選擇權價格，價外則最嚴重。
Lauterbach & Schoutz(1990)	認購權證	傳統 B-S 及 SRCEV 評價模型	SRCEV 顯著改善權證訂價能力，且認為變異數為常數的假設是誤差主要原因。
何桂隆(民 87)	1997-1998 年之台灣認購權證	傳統 B-S 評價模型、GARCH、隱含波動性及 GARCH+ 隱含波動性	隱含波動性為較良好的估計模型。
林冠秀(民 89)	S&P 500 指數選擇權	傳統 B-S 及 CRR 評價模型、EWMA、ARCH、GARCH	CRR 評價績效相對較佳，但仍有偏誤。
潘振雄、劉文祺、詹麗錦 & 張美鈴(民 88)	1999 年 7 月前到期之單一型台灣認購權證	傳統 B-S 及 CRR 評價模型、隱含波動性	二模型績效無顯著差異。
詹錦宏 & 洪啟安(民 88)	1997-1998 年之台灣認購權證	傳統 B-S 及 CRR 評價模型、隱含波動性	以隱含波動估計的 B-S 模型績效最佳，然價外時仍會低估認購權證價格。

二、波動性衡量文獻

(一) 酬率變異數異質性及不對稱性之實證

表 2-2-3 酬率變異數異質性及不對稱性之實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Lamoureux & Lastrapes(1990)	紐約證交所	ARCH 模型	具有顯著的 ARCH 效果
Rabemananjare & Zakolin(1993)	法國股票市場	門檻 ARCH 模型	存在條件不對稱性
Braun, Nelson & Sunier(1995)	美國股票市場	EGARCH 模型	發現好消息與壞消息對市場波動具有不對稱性
Hentschel(1995)	美國股票市場	不對稱模型群	存在顯著的不對稱效果

表 2-2-3 酬率變異數異質性及不對稱性之實證相關文獻彙整表(續)

鍾德明(民 82)	台灣股票市場	ARCH、GARCH、ARCH-M 及 GARCH-M 模型	GARCH 模型最符合台灣股票市場特性。
王姓(民 84)	1986-1994 台灣股票市場	不對稱模型群	不對稱效果顯著存在。
劉曦敏 & 葛豐瑞(民 85)	台灣股票市場	GJR 模型	股價波動具有不對稱效果。
林楚雄、劉維琪 & 吳欽杉(民 86)	1980-1996 台灣股票市場週資料及月資料	GARCH 及不對稱模型	股價報酬存在 GARCH 及不對稱效果。
邱建良、李命志 & 徐泰瑋(民 88)	1981-1997 台股加權股價指數	GARCH 及不對稱模型	GARCH 效果顯著、不對稱效果僅存在多頭期。

(二) GARCH 模型與股票報酬率變異數異質性及不對稱性關係之實證

表 2-2-4 GARCH 模型與股票報酬率變異數異質性及不對稱性關係之實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Bollerslev(1986)	英國通貨膨脹率	GARCH 及 ARCH 模型	GARCH(1,1) 配置績效優於 ARCH(8), 具有低階配適特性。
Bollerslev(1987)	1947-1984 年之五種股價指數	GARCH(1,1)模型	GARCH(1,1) 模型確實能掌握股價波動之特性。
Akgiray(1989)	CRSP 之 1963-1986 年股價指數	卡方檢定及 LM 檢定	不能拒絕 ARCH 效果存在, GARCH(1,1) 較 ARCH(2)模型好。
Chu & Freund(1996)	1981-1986 年之 S&P 100 及 S&P 500	GARCH(1,1)模型	模型係數顯著。
叢清全(民 82)	台幣、日圓及馬克	ARCH 模型群	ARCH 較 GARCH 優, 仍具低階配適特性。
張焯然(民 83)	台灣股票市場	ARCH 模型群	GARCH(1,1) 是最好的解釋模型。
郭祥兆 & 李憲杰(民 84)	台灣加權股價指數	GARCH 模型群	GARCH(1,1) 較能解釋台股市場股價報酬之變動。

表 2-2-4 GARCH 模型與股票報酬率變異數異質性及不對稱性關係之實證相關文獻彙整表(續)

莊忠柱(民 90)	1998-1999 台股指數 現貨及期貨	EGARCH 模型	EGARCH(1,1) 可解釋市場波動。
-----------	-------------------------	-----------	----------------------

(三) 隱含波動性的資訊內涵之實證

表 2-2-5 隱含波動性的資訊內涵之實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Canina & Figlewski(1993)	S&P 100 指數選擇權	歷史波動及隱含波動性	隱含波動無法聚集歷史波動性所包含的訊息。
Jorion(1995)	外匯選擇權	隱含波動及時間序列波動模型	隱含波動優於時間序列波動模型。
陳煒朋(民 87)	台灣及香港股票與權證市場	隱含波動及時間序列波動模型	以日資料而言，時間序列模型較優；日內資料而言，隱含波動模型較優。故無一致結論。

(四) 不同方法預測股票報酬率波動性之實證

表 2-2-6 不同方法預測股票報酬率波動性之實證相關文獻彙整表

作者	研究對象	研究方法	結論
Akgiray(1989)	CRSP 之 1963-1986 年股價指數	歷史波動、EWMA、ARCH 及 GARCH	預測能力以 GARCH 最佳。
Lamoureux & Lastrapes(1990)	十個股票選擇權	隱含波動性及 GARCH 模型	隱含波動模型較優。
Day & Lewis(1993)	原油期貨選擇權	隱含波動、歷史波動、GARCH 及 EGARCH	隱含波動性預測能力最好。
Chu & Freund(1996)	1981-1986 年之 S&P 100 及 S&P 500	歷史波動、隱含波動及 GARCH	隱含波動最佳，其次為 GARCH。
曹金泉(民 88)	1998 年以前之台股認購權證	隱含波動、歷史波動 ARCH 族及不對稱模型族	隱含波動最佳，歷史波動最差。
李進生、鍾惠民 & 陳煒朋(民 89)	1997-1999 台股認購權證	隱含波動及歷史波動、GARCH、隨機漫步等序列模型	時間序列模型預測能力優於隱含波動模型。

資料來源：本研究整理

第三章 研究方法

本章節針對實證分析所採用的研究方法做一完整介紹，包括認購權證樣本之波動性估計方法、時間序列程序、資料檢定與統計分析及價格誤差原因分析等部份逐一探討。

第一節 波動性估計方法

本文在波動性預測之研究上，係採用估計期之日資料，運用變異數異質模型配適、不對稱模型配適、歷史波動性以及本日之隱含波動性預測次一日之樣本波動性，本節就所比較之四種波動性預測能力之估計方式及實證模型加以說明。

一、傳統估計方式--歷史波動率

(一) 日報酬率的計算方法為

$$R_t = \ln \left(\frac{S_t + D_t}{S_{t-1}} \right) \quad (3-1)$$

其中， R_t 為第 t 日交易日的報酬率， S_t 為第 t 日交易日的股價， D_t 為第 t 日交易日的股利。

(二) 以交易日為基礎的報酬標準差

$$s^{HV} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (R_t - \bar{R})^2}{N - 1}} \quad (3-2)$$

其中， s^{HV} 為歷史波動率， R_t 為第 t 日的報酬率， \bar{R} 為 R_t 的平均數， N

為交易日數。

(三) 以年為基礎的標準差為

$$S = s\sqrt{T} \quad (3-3)$$

假設一年有 T 個交易日，在此根據 Hull(1997)的建議，以交易日的天數來轉換成年化標準差。且由上式可看出此波動模型對於波動性的群聚性並沒有予以適當的描述，因為歷史波動性模型中的每個樣本其權數皆相同，然而實際上距當時較近的樣本值，對於當期波動性的影響應該會越大，反之亦然。

二、隱含波動性

隱含波動性亦為大眾所周知，並廣為市場所運用，使用隱含波動性是基於兩個假設：假設目前的股票價格與認購權證價格皆反應了所有已知的資訊，而且模型的設定亦是正確的，則可利用反函數的觀念 $s_{IND} = f^{-1}(S, X, r, T, C)$ ，反推出隱含波動性。本研究採取 Whaley(1982)所採用的以 $T-1$ 期的市場價格當做實際價格，反推出隱含波動性，再以此隱含波動性代入第 T 期的模型中，求出第 T 期的模型價格。

因現今台灣權證市場發行券商普遍以 B-S 作參考訂價，若將每日權證收盤價格代入該模型則可反推而得唯一無法直接觀察之波動率數據資料，就今日角度而言，其所代表是前一日投資人對市場波動率的看法，因為相鄰交易日，若將該隱含波動率代入 B-S 搭配其它今日市場可得資料，而將其視為今日之權證合理價格，應頗具參考性。尋找隱含波動性的過程中，解析性公式一般多以 Newton-Raphson 演算法做為尋找隱含波動率的方法。其方法如下：

$$\text{設定 } s_{t+1} = s_t - \frac{C(s_t) - C_{market}}{\partial C / \partial s_t} \quad \text{直到 } |C_{market} - C(s_{t+1})| \leq e \quad (3-4)$$

其中， s_{t+1} 為前述條件成立之下的隱含波動率， e 為代表所需要的精確程度
 C_{market} 為選擇權的價格， $\frac{\partial C}{\partial s_t}$ ：為 s_t 之下的 Vega 值。一般來說，只要經過
 三、四次的搜尋，即可得到所需之隱含波動率，是一套相當有效率的方法。

然而運用 Newton-Raphson 演算法來計算隱含波動率必須知道選擇權的 Vega 值，但某些新奇選擇權與美式選擇權無法將 Vega 表示為解析性公式。在 Vega 未知的情況下，Newton-Raphson 演算法便很難發揮功能，此時可採用兩等分法。其主要精神是在兩個估計值間做線性內插，進而找出隱含波動性，因此在使用兩等分法前必須先設定兩個起始價格波動率的估計值。

1. 對應選擇權價值 C_{low} 的隱含波動率之低估值 s_{low}
2. 對應選擇權價值 C_{high} 的隱含波動率之高估值 s_{high}

而選擇權的市場價格 C_{market} 則介於 C_{high} 與 C_{low} 之間，此法可以下式表示：

$$s_{t+1} = s_{low} + (C_{market} - C_{low}) \frac{s_{high} - s_{low}}{C_{high} - C_{low}} \quad (3-5)$$

若以 s_{t+1} 代入選擇權評價模型所計算出來之值小於市場價格，那麼則以 s_{low} 替代 s_{t+1} ；反之，若以 s_{t+1} 代入選擇權評價模型所計算出來之值大於市場價格，則以 C_{high} 替代 s_{t+1} ，如此反覆運算，直到 $|C_{market} - C(s_{t+1})| \leq e$ 為止。

三、異質條件變異數波動性

(一) ARCH 模型之設定

金融性資產報酬率常存在波動叢聚性現象，亦即報酬率的變異數並不固定，會受到過去訊息影響。Engle(1982)提出 ARCH 模型就在解釋此一現象，在其所設定的模型中，條件變異數之值會受過去 q 期已實現的干擾項影響，且會隨時間的改變而改變，並說明波動聚集性的存在會使報酬率

的分配相對於常態具有高狹峰，有肥尾現象。ARCH(q)模型的一般式如下：

$$\begin{aligned}
 R_t &= X_t B + e_t \\
 e_t | \Omega_{t-1} &\sim N(0, h_t) \\
 h_t &= \mathbf{w} + \sum_{i=1}^q \mathbf{a}_i e_{t-i}^2
 \end{aligned} \tag{3-6}$$

其中， X_t 為變數向量，其中包含了應變數落後項及其他同時性外生變數， Ω_{t-1} 表示第 t 期以前可得的資訊， h_t 為條件異質變異數，是過去干擾項平方之線性組合。此模型與傳統 OLS 模型最大不同之處在於其誤差項並非為獨立相同分配，相反的，其存在有 ARCH 誤差。

若從期望值的觀點來看，這樣的設定方式隱含著當期的變動是受到前期變動的影響，即前期產生大幅度變動時將伴隨著本期也呈同向的大幅變動；前期的小幅度變動時將伴隨著本期呈現同一方向的小幅度變動，此符合 Fama(1995)所提出的金融市場普遍存在報酬波動的群聚特性。另外，就 ARCH 模型而言，當 $a_1 = a_2 = \dots = a_q = 0$ ，則表示 h_t 恢復為一純白噪音過程，但若 a_i 值過大則整個程序的變異數將無法收斂，因此必須再加上限制條件，Engle 曾證明，對一 ARCH(q) 模型而言，其非條件變異數 $\sigma^2 = \frac{\mathbf{w}}{1 - \sum_{i=1}^q \mathbf{a}_i}$ 定態的充要條件為 $\sum_{i=1}^q \mathbf{a}_i < 1$ 。

(二) GARCH 模型之設定

ARCH(q)模型雖然能捕捉到金融性資產價格的行為，但其自我迴歸期數通常很長，不符合時間序列模型所要求的參數精簡原則，同時在實際上的應用上，ARCH(q)模型為使條件變異數為正，往往需要藉助相當任意的線性遞減落後期結構。因此，Bollerslev(1986)根據傳統 ARMA 模型的方

法，將落後期的條件變異數 h_{t-j} 加入 ARCH 模型中，除允許未來的條件變異數受過去殘差平方的影響外，還包括過去的條件變異數影響，GARCH(q,p)模型如下：

$$\begin{aligned}
 R_t &= X_t B + e_t \\
 e_t | \Omega_{t-1} &\sim N(0, h_t) \\
 h_t &= \omega + \sum_{i=1}^q a_i e_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}
 \end{aligned} \tag{3-7}$$

其中， $\omega > 0$ ， $a_i, b_j \geq 0$ ， R_t 為各股第 t 期報酬率， e_t^2 為各股價報酬第 t 期異質條件變異數，為過去殘差平方項與過去異質條件變異數之函數。

GARCH(q,p) 模型可包含許多的動態結構，但實證研究多建議採用 GARCH(1,1) 來做為條件變異模型，如 Bollerslev(1986, 1987)、Engle & Bollerslev(1986) 及 Akgiray(1989)。本研究利用 E-Views 4 計量軟體作資料研究，在 GARCH 模型中，其自變數中包含了落後期的應變數，因此殘差項的平方會與自變數相關，若以 OLS 所估計之參數並非具有效率性，該軟體採最大概似估計法(Maximum Likelihood Method, MLE) 來聯立估計條件平均數與條件變異數方程式的參數。其函數型式如下：

$$L(\mathbf{q}) = -(1/2) \left[\sum_{t=1}^T \log h_t^2 + \sum_{t=1}^T \frac{e_t^2}{h_t^2} \right] \tag{3-8}$$

在估計過程中，必須採用非線性遞延演算法，E-Views4 採用 Berndt, Hall, Hall & Hausman(1974) 的 BHHH 演算法求解，其內定遞延次數為五百次，收斂標準為 0.0000001，才達到收斂。

四、不對稱性波動模型

即使考慮了波動的異質性，而引用 ARCH 及 GARCH，但其中僅處理波動的對稱性而未考慮 1976 年 Black 所提出的不對稱效果(槓桿效果)，其意含為股價報酬和波動呈負相關。而後來 Nelson(1990)提出了 EGARCH 不對稱模型說明壞消息對波動造成的衝擊比好消息大。EGARCH(1,1)模型如下：

$$R_t = X_t B + e_t$$
$$e_t | \Omega_{t-1} \sim N(0, h_t)$$
$$\log h_t^2 = a_0 + b_1 \log h_{t-1}^2 + g \frac{e_{t-1}}{h_{t-1}} + a_1 \left[\frac{|e_{t-1}|}{h_{t-1}} - \sqrt{\frac{2}{p}} \right] \quad (3-9)$$

其中， R_t 為各股第 t 期報酬率， $\log h_t^2$ 為各股價報酬第 t 期異質條件變異數，其為過去殘差平方項及過去異質條件變異數之函數，且 g 係數並反應了好消息及壞消息對 $\log h_{t-1}^2$ 的不對稱影響。

不同於 GARCH(1,1)模型，EGARCH(1,1)模型對其參數並無任何非負數限制，穩定條件為 $|b_1| < 1$ 。EGARCH(1,1)模型的另外特性是，它反映了好消息及壞消息對條件變異數 $\log h_t^2$ 的不對稱影響。例如，當 $g < 0$ ，則表示壞消息對條件變異數的影響比好消息大。GARCH 模型中，因為條件變異數 $\log h_t^2$ 與 h_{t-1}^2 平方有關，與 e_{t-1} 的正負號無關，無法顯示不同訊息對波動度的不對稱影響。

第二節 時間序列資料檢定

一、變異數異質性檢定

在時間序列資料中也常存在殘差項變異數不相等之情況，使得 OLS 模型中

的殘差項具同質性的假設被違背了。本研究中針對報酬平方以 L-B(Ljung-Box , 1978)之 Q 統計量來做異質性檢定。模型檢定的假設如下：

H₀:報酬數列具同質性

H₁:報酬數列具異質性

Ljung-Box 統計量計算式如下：

$$Q(N) = T(T+2) \sum_{j=1}^N \left(\frac{r_j^2}{T-j} \right) \quad (3-10)$$

其中， r_j 為落後 j 期的樣本相關係數， T 為樣本數。此式可以了解報酬序列是否具有二階動差自我相關，是否隱含報酬的變異數具有異質性。

二、ARCH 效果檢定

由於 ARCH、GARCH 模型之參數估計必須經過非線性反覆演算，其估算過程十分繁複，為確定使用之時間序列資料，是否符合 ARCH 及 GARCH 模型配適，必須在變異數異質性檢定後再更嚴謹地進行 ARCH 效果檢定。根據 Engle(1982)和 Bollerslev(1986)之建議，可利用拉氏乘數(Lagrange Multiplier, LM)檢定是否存在 ARCH 效果，其檢定假設如下：

H₀:沒有 ARCH 效果

H₁:有 ARCH 效果

Lagrange Multiplier 統計量計算式如下：

$$R_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_{t-1} + \dots + \alpha_p R_{t-p} + e_t$$

$$e_t^2 = \mathbf{f}_1 e_{t-1}^2 + \mathbf{f}_2 e_{t-2}^2 + \dots + \mathbf{f}_p e_{t-p}^2 + m_t \quad (3-11)$$

其中， R_t 為各股第 t 期報酬率， e_t^2 為各股第 t 期報酬殘差項平方。若 $f=0$ 時，就和殘差項(e_t)為獨立一致分配性(independent identical distribution, iid)時的迴歸模型一樣不存在自我相關，在資料符合 white noise 之虛無假說之下，由以上 LM 檢定所得統計量為 $TR^2 \sim c^2$ ，若 TR^2 顯著大於 c^2 則拒絕虛無假說，必須在模式中考慮 ARCH 族之效果。

三、不對稱性檢定

股價波動除了具有條件異質性之外，尚需考慮條件變異數是否具不對稱性，本研究採用 Engle & Ng(1993)發展的符號偏誤檢定(Sign Bias Test, SBT)、負符號偏誤檢定(Negative Sign Bias Test, NSBT)、正符號偏誤檢定(Positive Sign Bias Test, PSBT)等檢定來分析波動是否存在著不對稱性。

$$\text{SBT} : \frac{e_t^2}{h_t} = d_{01} + d_1 S_{t-1}^- + Z_{1t} \quad (3-12)$$

$$\text{NSBT} : \frac{e_t^2}{h_t} = d_{02} + d_2 S_{t-1}^- e_{t-1}^2 + Z_{2t} \quad (3-13)$$

$$\text{PSBT} : \frac{e_t^2}{h_t} = d_{03} + d_3 S_{t-1}^+ e_{t-1}^2 + Z_{3t} \quad (3-14)$$

其中， $\frac{e_t^2}{h_t}$ 為未解釋之標準化殘差， $d_{01}, d_{02}, d_{03}, d_1, d_2, d_3$ 為實值非隨機參數， Z_{1t}, Z_{2t}, Z_{3t} 為白噪音過程。若 $\text{sign}(e_t) = -1$ ，則 $S_{t-1}^- = 1$ ；反之，則為 0。 S_{t-1}^+ 的定義與 S_{t-1}^- 正好相反。SBT 主要在檢查正向與負向未期望報酬是否可以預測波動，若可以預測波動，則波動模型就必須考慮正向未期望報酬與負向未期望報酬對於波動有不同的影響效果，否則波動模型可能會設定不正確。NSBT 是用來檢查不同大小程度的負向未期望報酬對波動是否有不同的影響效果，若顯著能夠預測波動，則波動模型就必須考慮不同規模的負向未預期報酬對波動的不同影響。PSBT 是用來檢定不同大小的正向未預期報酬對波動是否有不同的效果。

第三節 資料檢定與統計分析

一、資料檢定

(一) 偏態係數(skewness)與(kurtosis)之檢定

本研究首先對報酬率樣本做偏態係數與峰態係之檢定，以判斷本研究所取樣的樣本期間內，國內認購權證之標的股票日報酬率的分配，是否符合如其他學者研究所發現的具有適合 ARCH 與 GARCH 建立的狹厚尾的特徵。

(二) 異質性模型挑選準則

由於 ARCH 與 GARCH 模型皆在捕捉波動叢聚的特性，且一般認為 Bollerslev 於 1986 年所提出的 GARCH 模型相較於 ARCH 模型有更精簡的特性，故本研究欲以 Akaike(1973)準則(Akaike's information criterion, AIC)來判斷是否 GARCH 模型的確有較適宜的配適能力。根據 Akaike 準則，定義 AIC 函數如下：

$$AIC(K) = T \cdot \ln s_T^2 + 2K \quad (3-15)$$

其中， K 為為模式中參數之個數， T 為樣本數， s_T^2 表參數為 k 時的 $\sum_{i=1}^T e_i^2$ 。

二、統計分析

本研究採用兩種統計方式來檢定訂價模型的評價能力：一為 Chu & Freund(1996)所建議的三種價格誤差衡量指標；其次為透過線性迴歸分析了解模型所包含的資訊內涵。

(一) 價格誤差衡量

本文利用 B-S 模型搭配歷史波動性、隱含波動性、異質條件變異數波動性及不對稱波動性模型，對台股認購權證分別進行其訂價行為的探討，

亦即利用各種波動模型代入式(2-2)及式(2-3)最後可得累積常態分配 $N(d_i)$ 並以式(2-1)作最後計算可得權證理論價格，並自市場取得權證交易市價，引用 Chu & Freund(1996)所建議的三種價格誤差衡量指標，即 MAE、RMSE 及 MAPE，如式(3-16)~式(3-18)比較理論價格和市價的差異。

1. MAE (mean absolute error)：平均絕對誤差

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)| \quad (3-16)$$

2. RMSE (root mean squared error)：平方誤差方根平均值

$$RMSE = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n [C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (3-17)$$

3. MAPE (mean absolute percentage error)：平均絕對誤差百分比

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)}{C_j(\mathbf{s}_i)} \right| \quad (3-18)$$

其中， C_j^{mp} 為第 j 個觀察值的權證市價， $C_j(\mathbf{s}_i)$ 為第 j 個觀察值使用第 i 種波動性估計方式所得出的權證理論價格， n 為樣本數。

(二) 理論價格與實際價格的迴歸分析

迴歸分析在於檢測一個波動模型的適合度，也可以說是信度的檢驗，其作法為利用一個簡單迴歸，其式如下：

$$C_{market} = a + b C_{theoretical} + e \quad (3-19)$$

其中， C_{market} 為權證的實際價格， $C_{theoretical}$ 為各波動模型所估計出的理論價格。a 與 b 分別為迴歸式的截距項及斜率，當理論價格為 0 時， $C_{market} = a$ 。若 a 大於 0，表示權證的市場價格有高估的現象；相對地，a 小於 0 表示市場價格有低估的情形。b 表示單位理論價格變動會引起市場

價格變動 b 單位，表示模型的評價效率。迴歸式的判定係數(R-Squared)則衡量該迴歸式的配適度，同時也做為其解釋能力的參考指標。

經過前述二種統計分析法初步判斷四種波動模型中何一模型有較佳的預測能力，但為了避免錯下結論，本研究在此決定再以 t 檢定法確認是否四種波動性模型下之理論價格與市場價格的確存在顯著差異，若然存在，則進一步引用無母數 Wilcoxon 檢定法確認四個波動模型之誤差相對結果。

(三) 成對 t 檢定

為了進一步了解價格誤差是否顯著，本研究接著進行市場價格與理論價格成對 t 檢定，由於先前文獻普遍認為訂價偏誤存在的合理性，且認為一般模型理論價格低估了權證價格，故其檢定之假設如下：

$$H_0 : \text{市場價格} = \text{理論價格}$$

$$H_1 : \text{市場價格} > \text{理論價格}$$

(四) 無母數 Wilcoxon 符號檢定

本文參考 Chu & Freund(1996)使用無母數 Wilcoxon 符號檢定的統計模型，比較不同波動性估計模型的理論價格與市場價格之價格誤差，是否具有相對顯著性。基於先前文獻對四種波動模型的訂價表現之普遍看法，故其檢定假設如下：

$$(1) \quad H_0 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{歷史波動性})| = |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

$$H_1 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{歷史波動性})| > |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

$$(2) \quad H_0 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{GARCH})| = |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

$$H_1 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{GARCH})| > |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

$$(3) \quad H_0 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{EGARCH})| = |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

$$H_1 : |\text{市價}-\text{理論價}(\text{EGARCH})| > |\text{市價}-\text{理論價}(\text{隱含波動性})|$$

- (4) $H_0 : |\text{市價-理論價(歷史波動性)}| \leq |\text{市價-理論價(GARCH)}|$
 $H_1 : |\text{市價-理論價(歷史波動性)}| > |\text{市價-理論價(GARCH)}|$
- (5) $H_0 : |\text{市價-理論價(歷史波動性)}| \leq |\text{市價-理論價(EGARCH)}|$
 $H_1 : |\text{市價-理論價(歷史波動性)}| > |\text{市價-理論價(EGARCH)}|$
- (6) $H_0 : |\text{市價-理論價(GARCH)}| \leq |\text{市價-理論價(EGARCH)}|$
 $H_1 : |\text{市價-理論價(GARCH)}| > |\text{市價-理論價(EGARCH)}|$

本研究亦透過 Wilcoxon 無母數檢定再行了解權證訂價表現在不同時期 (多頭、空頭及盤整) 是否有所不同，以提供投資人從事投資決策時的參考。

- (7) $H_0 : |\text{空頭期訂價誤差}| \leq |\text{多頭期訂價誤差}|$
 $H_1 : |\text{空頭期訂價誤差}| > |\text{多頭期訂價誤差}|$
- (8) $H_0 : |\text{盤整期訂價誤差}| \leq |\text{多頭期訂價誤差}|$
 $H_1 : |\text{盤整期訂價誤差}| > |\text{多頭期訂價誤差}|$
- (9) $H_0 : |\text{盤整期訂價誤差}| \leq |\text{空頭期訂價誤差}|$
 $H_1 : |\text{盤整期訂價誤差}| > |\text{空頭期訂價誤差}|$

Wilcoxon 符號檢定的統計模型：

$$Z = \frac{T(+)-E(T(+))}{\sqrt{\text{Var}(T(+))}} \quad Z \sim N(0,1) \quad (3-20)$$

其中， $E(T(+)) = n(n+1)/4$ ， $\text{Var}(T(+)) = n(n+1)(2n+1)/24$ ， $T(+)$ 為二者之差為正值的總合， N 為觀察的樣本數，因為樣本夠大，可以採用趨近常態分配，本文使用單尾檢定。

第四節 價格誤差原因分析

B-S 評價公式是經過嚴謹的數學推演而得到之結果，推演過程沒有任何妥協，因此數學沒有誤差，誤差的來源純粹來自於 B-S 評價公式的假設。本研究針對波動率原為固定且已知的假設修正為異質波動率，冀望能消除原假設所造成的價格誤差，若僅能減少而無法消除價格誤差時，則必須透過適當的模型再行探討其背後可能之因素作為日後再行考慮修正的參數。式(3-21)~式(3-23)為簡單迴歸模型之運用，以訂價誤差值 MAPE 為因變數及相關變數為解釋變數，並依據模型係數顯著性找出背後原因。

$$H_0: \beta_1 = 0$$

$$H_1: \beta_1 \neq 0$$

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)}{C_j(\mathbf{s}_i)} \right| = \mathbf{a}_0 + \mathbf{b}_1 T + \mathbf{e} \quad (3-21)$$

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)}{C_j(\mathbf{s}_i)} \right| = \mathbf{a}_0 + \mathbf{b}_1 \frac{S - X}{X} + \mathbf{e} \quad (3-22)$$

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)}{C_j(\mathbf{s}_i)} \right| = \mathbf{a}_0 + \mathbf{b}_1 \mathbf{s} + \mathbf{e} \quad (3-23)$$

其中， C_j^{mp} 為第 j 個觀察權證市價， $C_j(\mathbf{s}_i)$ 為第 j 個觀察值使用第 i 種波動性估計方法所得出權證理論價格，斜率項變數分別為到期期間、價內比率及波動性等。

第四章 實證分析

本章利用前章節各種檢定方法，以檢定及配適台股認購權證標的股票報酬率的波動行為。第一節針對實證分析步驟做介紹，第二節介紹資料來源與選取，第三節在波動行為探討架構下依序從事敘述統計量基本分析、異質性及 ARCH 效果檢定、異質變異數模型診斷、異質變異數模型挑選、不對稱性檢定及診斷、價格誤差衡量分析、資訊內涵揭露之迴歸分析、市價與理論價成對 t 檢定、不同波動性下評價模型相對訂價能力、不同時期及類股之權證相對訂價能力及誤差存在原因的探討。

第一節 實證步驟

本研究之實證步驟如下：

1. 針對 94 支權證標的股票先進行敘述統計量分析，藉由偏態及峰態及 Jarque-Bera 值先行判斷是否樣本資料隱含異質特性。
2. 透過 Ljung-Box Q 統計量對隱含異質特性的樣本殘差平方作檢定，判斷是否具變異數異質性，亦以 ARCH-LM 檢定樣本是否具有 ARCH 效果，若然存在則引進異質變異數模型。
3. 配適 ARCH(1)及 GARCH(1,1)模型之後，由於 ARCH 及 GARCH 模型皆在捕捉波動叢聚，故以 AIC 準則選取其值較小的模型作為後續研究。
4. 以 Ljung-Box 及 ARCH-LM 診斷是否該異質變異數模型已可成功捕捉樣本特性。
5. 以 SBT(符號偏誤檢定)、NSBT(負符號偏誤檢定)及 PSBT(正符號偏誤檢定)檢定樣本資料在配適異質變異數模型後是否存在條件變異數不對稱性，若存在不對稱效果則引進 EGARCH(1,1)模型。
6. 利用隱含波動率、歷史波動度、異質變異數波動模型及 EGARCH(1,1)四種方法，

估計具有以上四種波動特性之權證樣本於權證存續期間標的股之波動值。

- 7 分別將計算出來的波動值，搭配從 TEJ 資料庫取得的履約價格、標的股價、到期日、無風險利率，一併帶入 B-S 模型中，比較其價格誤差。
- 8 利用效度分析中三種誤差衡量準則：平均絕對誤差 MAE、平方誤差方根之平均值 RMSE、平均誤差百分比 MAPE，及信度分析(迴歸分析)比較理論價格及市場價格的差異。
- 9 利用 t 檢定確認理論價格與市場價格之間的差異。
- 10 使用兩母體平均數差配對樣本的統計模型，比較不同波動度模型下，理論價格與市場價格之差異，是否會有相對顯著。亦將權證分為電子、傳統及多、空及盤整二類探討，
- 11 由相關係數檢定後，最後利用單迴歸方式，以價格誤差 MAPE 作為因變數，標的股波動性、價內外程度及到期期間為自變數，來探討這些因素是否對於價格誤差有顯著的影響。

第二節 資料來源與選取

一、資料來源

本研究資料均取自台灣經濟新報資料庫(TEJ)。

二、樣本選取

本文選取台灣上市單一型認購權證為探討對象，研究期間自 1997/9/4 至 2002/6/30 止，初始研究樣本計 204 支，為簡化訂價行為研究，未滿一年即下市或非一般型權證不納入研究樣本，故擷取 105 支權證為最初樣本。再因權證市價低於履約價值而無法收斂隱含波動而剔除 11 支，最後選取 94 支權證樣本作後續探討(附錄一：研究標的權證基本資料表)。

三、變數內容

以下針對本研究採用的 B-S 訂價模型所引用的參數資料內容簡要說明：

(一) 標的股股價(S)

1. 在估計歷史波動性時，所使用的是考慮了現金增資、股利等因素的股價，即將除權後之股價加上其權值還原。
2. 在計算權證理論價格時，所使用的是權證存續期間每日股票的收盤價格。

(二) 無風險利率(r)

無風險利率以市場上無違約風險金融工具代之，本應選取到期日與認購權證存續期間相同之一年期國庫券殖利率。但由於台灣票券市場流動性並不高，因此本研究採用交通部郵匯局²在權證存續期間之一年期定存利率替代無風險利率，並將其轉換成連續複利形式。採用原因在於截至 2002/9/30 為止除了日盛 01、京華 02 及國際 02 外，所有已發行之認購權證存續期間皆為一年左右。

(三) 履約價格與到期期間(X & T)

本研究所採用的樣本皆是一般型的認購權證，並未有重設的條件，故履約價格在權證發行時即載於發行條件中，直到到期時皆不改變，而執行時的損益亦以之與當時股價決定之。到期期間則以計算權證價格時距權證到期日剩餘時間，將之年化處理，本研究中一年以 280 天計(根據台灣經濟新報資料庫)。

(四) 股利

由於目前所發行的認購權證皆訂有保護條款，即當標的公司遇到除權或現金增資時，履約價格會向下調整，而履約股數會向上調整，因此並不

² 自民國 86 年 9 月至民國 91 年 6 月止，金融機構平均存款餘額為 2976 億元台幣，貨幣市場累積交易額為 17 兆 5840 億台幣，郵匯局存款為 152 兆 6026 億元台幣。

影響投資人之權益，亦不影響權證價格，故模型中不加以考慮股利發放之影響。此一事實亦造成台股權證為美式權證而 B-S 為歐式評價模型下，卻仍將 B-S 評價模型視為適合評價台股權證之原因。

第三節 實證結果

一、敘述統計量基本分析

根據樣本資料所作權證標的股票日報酬率分配狀況(表 4-1：敘述性統計彙整表)，結果顯示，台灣認購權證標的股之日報酬率分配以 Jarque-Bera 檢定，發現 12 支台股權證具 1%顯著水準報酬率、32 支台股權證具 5%顯著水準及 37 支台股權證具 10%顯著水準，故總計僅 81 支權證在 10%顯著水準下拒絕常態分配之假設，表示這些資料可能適用 GARCH 模型(余尚武、吳嘉欽，民 89)。故而針對 81 支權證再做進一步報酬變異數異質性相關檢定。餘詳見附錄二之敘述性統計表。

表 4-1 敘述性統計彙整表

樣本期間	1997/9/4 ~ 2002/6/30
初始研究樣本數	94 支台股權證
Jarque-Bera 常態檢定	12 支台股權證具 1%顯著水準 32 支台股權證具 5%顯著水準 37 支台股權證具 10%顯著水準 13 支台股權證不具顯著性

說明：Jarque-Bera(1987)為衡量報酬是否常態之檢定方法。

二、異質性、ARCH 效果及不對稱性檢定

由表 4-2 所做異質性檢定暨最適模型挑選彙整表可知，透過 Ljung-Box 的 Q 統計量檢定日報酬平方序列，結果發現皆可在 10% 顯著水準下拒絕不存在自我相關的虛無假設，顯示 81 支權證標的股存在異質性。並採用 Engle 的拉氏乘數檢定方法，檢定殘差項變異數是否具有 ARCH 效果，發現 81 支權證標的股報酬皆具有 ARCH 效果。顯示本研究權證樣本標的股特性與先前文獻普遍看法一致，如 Lamoureux & Lastrapes(1990)與鍾德明(民 82)亦認為金融資料存在變異數異質性特色。

根據 Bollerslev 等人(1992)的研究指出，GARCH(1,1)模型已經能夠捕捉條件波動的情形，而且根據周志隆(民 80)及徐合成(民 83)對台灣金融市場的實證研究，發現 GARCH(1,1)是最好的模式，因此本研究直接設定異質變異數波動模型的階次為 ARCH(1) or GARCH(1,1)的形式。由表 4-2 可知，81 支權證以 Akaike(1973)提出之 AIC 準則比較二模型之後，發現 GARCH(1,1)模型的 AIC 值大致上較 ARCH(1)模型小(除元大 08、元富 05、日盛 06 及 07、台證 01、建弘 05、統一 05、大信 03 等八支)，故本文後續僅以 GARCH(1,1)為研究模型。且配適 GARCH(1,1)模型後，無論以 Engle 的拉氏乘數檢定方法或 Ljung-Box 的 Q 統計量檢定，發現在 10% 顯著水準下已不存在股票報酬變異數異質性效果，顯示 GARCH(1,1)模型足以代表樣本報酬特性，這與先前文獻普遍看法一致，如 Bollerslev(1986)、Akgiray(1989)及郭祥兆、李憲杰(民 84)皆認為 GARCH(1,1)模型是配適金融資料之最適模型。餘詳見附錄三之異質性檢定暨最適模型挑選表。

表 4-2 異質性檢定暨最適模型挑選彙整表

診斷檢定方法		AIC	GARCH(1,1)	
L-B Q ²	ARCH-LM	除 8 支台股權證外，GARCH(1,1)之 AIC 值較 ARCH(1)AIC 值小	L-B Q ²	ARCH-LM
分別 43 支、26 支及 12 支台股權證具 1%、5%及 10%顯著水準	分別 42 支、26 支及 13 支台股權證具 1%、5%及 10%顯著水準		81 支台股權證皆不具顯著性	81 支台股權證皆不具顯著性

說明：(1) L-B Q² 衡量殘差平方項之間是否存在序列相關，欄中數字為 Ljung-Box Q 統計量，

(2) ARCH-LM 為 Engle(1982)提出之檢定法，表中的值為 $T R^2$ ，若服從 χ^2 分配則虛無假設成立，反之則存在 ARCH 效果，其中，T 為樣本數， R^2 為判定係數。

(3) Akaike(1973)提出的 AIC 值，其函數定義為 $AIC(P) = T \cdot \ln s_t^2 + 2p$ ，式中 P 表遞延期

數，T 表樣本數， s_t^2 表落後期數為 P 時的 $\sum_{i=1}^T e_i^2$ 。

權證標的股之股價報酬波動除了具有條件變異數異質性之外，本研究進一步應用 Engle & Ng(1993)的檢定方法，檢驗訊息到達對波動的影響效果。Engle & Ng 建議了三個診斷方法，分別為符號偏誤檢定 SBT、負向規模偏誤檢定 NSBT、正向規模偏誤檢定 PSBT，檢定股價報酬波動是否具有不對稱效果，以做為不對稱 GARCH 模型設定的依據。倘若檢定效果顯著，則本研究則直接根據先前的文獻普遍見解而引用 EGARCH(1,1)模型，將之列入波動性估計之一及後續的相關實證研究探討。

由表 4-3 之不對稱性檢定彙整表中三個診斷方法的 t 檢定值可知，SBT 的 t 檢定統計值在 81 支權證中僅 36 支權證呈現顯著，其 36 支表示正向與負向的報酬衝擊對於條件波動影響效果有顯著的差異。而 NSBT 及 PSBT 的 t 檢定值結果，相對於 SBT 檢定，則分別減少了 4 支及 3 支權證的顯著性，其 32 支及 33 支權證分別表示較大負向報酬衝擊與較大的正向報酬衝擊對於條件波動的影響比較小的負向報酬衝擊或較小的正向報酬衝擊對於條件波動的影響為大。綜合以上股價報酬波動不對稱性的檢定結果，顯示報酬衝擊的方向與大小會影響波動的行為，因此考慮不對稱性模型另以捕捉標的股價波動的行為特性。本研究就不對稱模型的考量僅於 EGARCH(1,1)模型，

故基於其模型設定意涵，三種檢定方法綜合以 SBT 檢定方法為準則，初步決定了 36 支權證標的。餘詳見附錄四之不對稱性檢定表。

表 4-3 不對稱性檢定彙整表

診斷檢定方法		
SBT	NSBT	PSBT
分別 9 支、17 支及 10 支台股權證具 1%、5% 及 10% 顯著水準，總計 36 支台股權證具顯著水準。	分別 12 支、16 支及 4 支台股權證具 1%、5% 及 10% 顯著水準，總計 32 支台股權證具顯著水準。	分別 24 支、7 支及 2 支台股權證具 1%、5% 及 10% 顯著水準，總計 33 支台股權證具顯著水準。

說明：SBT, NSBT 與 PSBT 分別為符號偏誤檢定、負向規模偏誤檢定與正向規模偏誤檢定，表中數字即為其之 t 檢定統計值。

由表 4-4 之 EGARCH(1,1) 模型診斷表可知，經配適 EGARCH(1,1) 模型後再以 SBT、NSBT 及 PSBT 三個檢定方法診斷之，發現 36 支權證標的股報酬波動的不對稱特性已被成功捕捉，故而本研究最後決定以符合隱含波動、歷史波動、GARCH(1,1) 及 EGARCH(1,1) 等四種波動模型之 36 支權證作後續實證分析。

三、波動模型預測能力衡量

(一) 價格誤差衡量指標

本研究以 94 支認購權證為研究標的，經過變異數異質性及不對稱性而挑選最後 36 支權證進行後續研究，透過四種波動性預測方法(歷史波動性、隱含波動性、GARCH(1,1) 波動性及 EGARCH(1,1) 波動性)求得權證上市存續期間之日波動值，搭配 B-S 訂價模型而求得之權證模型價格。以三種價格誤差衡量指標(MAE、RMSE 及 MAPE)作為四種波動模型其預測能力之比較方式。實證結果可見表 4-5 之價格誤差衡量彙整表，其中若以三種指標衡量時，皆一致顯示隱含波動率具有最佳的預測能力(誤差值最小)，此與李進生、鍾惠民 & 陳煒朋(民 89) 結果相異，但與詹錦宏、洪啟安(民 88) 看法相同；若不考慮隱含波動率時，則其餘時間序列波動模型無

法一致顯示相對優劣性，詳細內容可見附錄五之價格誤差衡量總表，如以 MAE 衡量元大 20 時，發現歷史波動模型(2.46097)預測能力較 GARCH(1,1) 模型(2.50631)佳，然以元大 21 來看，GARCH(1,1)模型(4.01593)預測能力卻比歷史波動模型(4.587857)為優。此與趙其琳(民 88)、Figlewski(1997) 及 Chu & Freund(1996)結論相異。

以 MAE 當做每一認購權證價格的訂價誤差時，可以發現如元大 06 以歷史波動性所計算出的平均訂價誤差為 5.579，而以 GARCH 所計算出的平均訂價誤差為 6.091，其差值為 0.512；而以 MAPE 計算出的訂價誤差會較小，則是因為 MAPE 考慮了權證價格的大小，如在權證 1 元時 0.5 元的訂價誤差相對權證價值 50 元時較為顯著，因此利用 MAPE 是一個較佳的比較指標。因此若本研究後續有關訂價誤差分析時，則一律僅以 MAPE 作分析探討。

表 4-4 EGARCH(1,1)模型診斷表

權證名稱	診斷檢定方法		
	SBT	NSBT	PSBT
大華 02	0.404218	0.647316	-0.092775
大華 05	-1.560802	0.960225	1.568709
大華 12	0.540694	-0.130893	-0.198525
元大 01	-0.675315	0.310153	0.069954
元大 05	-0.609053	0.558305	0.277474
元大 06	0.393906	-0.107704	-0.552181
元大 08	-0.170857	-0.20909	0.122959
元大 11	0.013083	0.65041	-0.325584
元大 12	-0.175928	0.330185	0.529692
元大 14	-0.946787	0.706269	0.405413
元大 18	-0.687222	0.069498	-0.022979
元大 20	1.272479	-0.268698	-0.350839
元大 21	0.19269	-0.527126	-0.325002
元大 25	-0.077225	0.888223	-0.499559
元大 26	1.047728	-0.339863	-1.348061
元富 05	-0.83755	0.121083	0.159155
元富 07	0.367249	0.827852	-0.540692
日盛 06	-0.401642	0.666854	0.211403
台證 01	0.119444	0.15347	-0.024286
京華 01	-0.741348	-0.261669	-0.391484
金鼎 01	-1.040687	1.055765	0.567133
金鼎 03	0.233783	-0.025266	-0.123102
建弘 05	-1.470079	0.362707	0.930392
建弘 06	-0.039922	0.395234	0.259395
美林 02	1.113051	-0.240436	-0.333264
國際 03	-0.765198	-1.558665	1.454984
統一 02	0.56973	0.304754	-0.452437
統一 03	0.208562	-0.162497	0.371386
統一 04	-0.134214	1.179406	0.426047
富邦 04	-0.575411	0.443732	0.359571
富邦 06	-0.451757	0.524689	0.396128
群益 05	0.939369	-0.050513	-0.182051
群益 10	0.338009	0.696657	-0.532976
群益 11	-0.394199	-0.426752	-0.068459
寶來 04	-0.768712	0.908456	0.464906
寶來 08	0.201581	-0.168006	-0.14472

說明：SBT,NSBT 與 PSBT 分別為符號偏誤檢定、負向規模偏誤檢定與正向規模偏誤檢定，表中數字即為其之 t 檢定統計值。

表 4-5 價格誤差衡量彙整表

波動模型 \ 價格誤差衡量指標	MAE	RMSE	MAPE
IV(隱含波動性)	1*36	1*36	1*36
HV(歷史波動性)	2*18	2*19	2*14
	3*8	3*8	3*11
	4*10	4*9	4*11
GARCH(1,1)波動性	2*15	2*14	2*18
	3*19	3*20	3*16
	4*2	4*2	4*2
EGARCH(1,1)波動性	2*3	2*3	2*4
	3*9	3*8	3*9
	4*24	4*25	4*23

說明：表中數字為 A*B，A 自 1-4 為價格誤差值由小至大；B 為權證樣本數。

(二) 理論價格與市場價格迴歸分析

除透過價格誤差衡量指標以探討四種波動模型之價格預測能力表現外，接續，本研究從資訊內涵包覆角度探討 36 支權證樣本，在四種波動模型下所求得之理論價格(將之當做簡單迴歸分析之自變數)，以之與市場價格(將之當做簡單迴歸分析之因變數)所做之迴歸分析。

於本研究所做簡單迴歸分析之資訊內涵探討中，透過迴歸模型係數之呈現可加以剖析四種波動模型之內涵資訊差異，如藉由常數項(a)可判斷任一評價是否偏誤(亦即顯著異於 0 時，不是高估就是低估了權證市場價格)，如權證理論價格為 0 時，權證市場價格應該等於常數項。若常數項大於 0，表示權證的市場價格有高估的現象；相對地，常數項小於 0 表示市場價格有低估的情形。斜率項(b)則可判斷是否不同波動模型具有相異的資訊內涵，倘若斜率項顯著異於 0 時，表示理論價格包含對市場價格判斷的資訊在內。另外更確切的說法是斜率項 b 即表示單位理論價格變動會引起市場價格變動 b 單位，故而在希望理論價格能夠有包涵對權證市場價

格判斷的資訊之觀點下，最好的波動模型之理論價格與市場價格之迴歸係數 b 應該呈現顯著異於 0 且貼近 1(表示有最充足的資訊內涵)。至於簡單迴歸模型的判定係數(R-Squared)則衡量該迴歸式的配適度，同時也做為其解釋能力的參考指標，故而有其於分析上考量之必要性。

由表 4-6 之理論價格與市場價格迴歸分析彙整表可知，36 支台股權證皆以隱含波動性具最多資訊內涵(係數 b 貼近 1)，若僅論及時間序列模型，則無法顯示何一波動模型具最多資訊內涵。餘詳見附錄六之理論價格與市場價格迴歸分析表，首先以 R-Squared 來看，除元大 26 解釋能力較低外，都有 70%-80%以上的解釋能力，甚至近於 1 之理想值，顯示後續針對本迴歸模型係數所做之資訊內涵及預測能力的分析足具參考價值。36 支台股權證之迴歸式估計係數 a 皆顯著異於 0(除元大 05 之隱含波動模型、元大 25 之隱含波動模型、歷史波動模型及 GARCH(1,1)模型、美林 02 之隱含波動模型及 EGARCH(1,1)模型、富邦 04 之隱含波動模型、寶來 04 之 GARCH(1,1)模型及 EGARCH(1,1)模型)，36 支權證僅有 5 支不具偏誤顯著性，故而普遍台股權證市場價格資訊並未完全包含於理論價格中的說法有其合理的支持，這是其一。36 支台股權證之迴歸式估計係數 b 皆顯著異於 0，顯示在台灣股市中，不論歷史波動性、隱含波動性、GARCH 及 EGARCH 之預測模型皆具有相當資訊內涵，而資訊內涵的強弱則繫於是否具有貼近 1 的表現。整體而言，36 支權證於探討四種波動模型時，皆可發現隱含波動模型為一致具有顯著異於 0 且最貼近 1 的表現，故可合理推斷其具有最充足的權證市場價格之資訊，亦即該模型於預測權證市場價格走勢時會有最有效的結果，這是其二。基於常數項及斜率項一併考量之後，36 支權證結果顯示，四種波動模型皆無法完全掌握權證市場價格的資訊，然而相對而言可較明顯看出以隱含波動性之預測具較佳能力。若不

考慮隱含波動率時，則其餘時間序列波動模型無法一致顯示相對優劣性，如元大 20 發現歷史波動模型預測能力較 GARCH(1,1)模型佳(常數項較接近 0，斜率項較接近 1)，然以元大 21 來看，GARCH(1,1)模型預測能力又比歷史波動模型為優(常數項較接近 0，斜率項較接近 1)。故而透過本迴歸分析之資訊內涵角度與先前誤差衡量準則之模型預測能力分析，可得一致結論。

表 4-6 理論價格與市場價格迴歸分析彙整表

波動模型	C*D
IV(隱含波動性)	1*36
HV(歷史波動性)	2*22
	3*4
	4*10
GARCH(1,1)波動性	2*10
	3*23
	4*3
EGARCH(1,1)波動性	2*4
	3*9
	4*23

說明：表中數字為 C*D，C 依貼近 1(資訊內涵多)排序 1-4；D 為權證樣本數。

綜合本節透過三種價格誤差衡量指標及迴歸分析後，顯示隱含波動性具有較佳的預測能力(較小的誤差值；偏誤下具較充足資訊內涵)，若僅考慮時間序列模型比較，皆無法明確指出何一波動模型具相對的優劣。本研究目的之一亦在於了解透過異質變異數模型的引進是否可以改善錯價，但是二個方法之比較後仍無法釐清這個結果，故考慮在後續章節中，再透過其它檢定方法試圖找出這個結論。

四、成對 t 檢定及無母數檢定

本研究針對四種波動模型求得之理論價格與市場價格進行探討，透過價格誤差衡量指標及簡單迴歸分析，發現隱含波動率具最佳預測能力，但仍存在訂價偏

誤。本研究續以 t 檢定法確認是否四種波動模型下之理論價格與市場價格的確存在顯著差異，若然存在，則前述二種檢測模型則有其分析結果的合理性。同時進一步引用無母數 Wilcoxon 檢定法確認四個波動模型之誤差相對結果，亦即四個模型間之預測能力相對優劣性。

若隱含波動性確實具有較佳的預測能力，則其理論價格應與市場價格較其它三種波動模型更為相符，然而本研究先前之二種衡量方法已然得知，隱含波動模型價格雖具最佳預測能力(可以對權證市場價格擁有最佳的資訊)，然而仍具有偏誤現象。由表 4-7 市場價格與模型價格成對 t 檢定表顯示，隱含波動性的 t 統計值不如預期，具相當顯著性且呈負值，代表隱含波動性之理論價格較市場價格普遍較高，本文認為應是市場投資人對權證市場未來表現有諸多好的預期，而此預期實際上於短期間(一日內)即消逝所致。其它三種波動模型之理論價格亦皆呈現顯著異於市場價格的結果，且除美林 02 於 EGARCH 模型理論價格外，餘普遍呈現理論價格較市場價格低的結果，故整體而言，四個模型求算出之理論價格與市場價格的確具統計上顯著差異性。

表 4-7 市場價格與模型價格成對 t 檢定表

H_0 : 市場價格 = 理論價格

H_1 : 市場價格 > 理論價格

權證名稱	T統計值			
	隱含波動率	歷史波動率	GARCH	EGARCH
大華02	-32.6074***	36.8558***	36.4291***	36.4114***
大華05	-4.3282***	12.5972***	12.6899***	11.7672***
大華12	5.7483***	18.2363***	15.6372***	16.0308***
元大01	-12.2568***	28.2898***	24.3838***	24.4133***
元大05	-5.263***	13.2429***	17.4076***	17.813***
元大06	-28.761***	23.7085***	24.0802***	24.1878***
元大08	-14.5559***	20.4352***	20.8722***	20.8756***
元大11	-21.2353***	18.2954***	18.2525***	18.1678***
元大12	-15.5051***	17.6423***	20.8307***	21.0411***
元大14	-12.3349***	22.1476***	21.872***	21.9974***
元大18	-7.6346***	17.8684***	17.8208***	17.8056***
元大20	-5.0482***	13.7537***	13.8492***	13.8104***
元大21	3.3403***	16.2137***	16.6797***	16.2877***
元大25	8.3573***	9.9017***	8.5428***	4.6902***
元大26	2.8264***	19.922***	20.4153***	20.6989***
元富05	-19.1419***	21.1317***	21.3158***	21.398***
元富07	-9.4234***	21.3226***	18.9232***	19.562***
日盛06	-22.0454***	21.6404***	22.504***	22.6016***
台證01	-7.7848***	29.2459***	29.7311***	29.6936***
京華01	-13.7752***	10.924***	10.3917***	12.6173***
金鼎01	-1.3036*	15.9791***	10.2625***	13.6691***
金鼎03	-22.6376***	23.1567***	22.9383***	23.1888***
建弘05	-7.2802***	21.9242***	22.3661***	22.3843***
建弘06	-11.577***	19.2803***	21.3927***	21.6658***
美林02	3.136***	9.362***	8.262***	-6.9898***
國際03	-44.2324***	48.9949***	46.9458***	46.281***
統一02	-25.5427***	21.1815***	19.6006***	19.9607***
統一03	-12.1926***	17.6166***	17.3342***	17.3626***
統一04	-13.7497***	16.217***	16.0394***	16.0242***
富邦04	-0.1876	17.376***	18.4359***	18.4688***
富邦06	-13.9023***	17.5691***	19.9733***	20.439***
群益05	-24.3617***	26.755***	26.4191***	26.6004***
群益10	-12.9708***	17.1301***	17.0322***	16.8645***
群益11	0.9208	16.604***	16.551***	16.4713***
寶來04	9.6205***	33.2279***	15.8152***	17.6187***
寶來08	-16.7651***	29.2173***	28.8318***	29.4542***

說明：***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

本文接著將隱含波動性、歷史波動性、GARCH 及 EGARCH 四個模型二個分為一組，共分為六組，以 Wilcoxon 無母數檢定的方式探討在不同波動性下估計價格誤差的相對顯著性，並將權證樣本分為傳統及電子二類股，藉以明白是否類股不同會造成錯價程度差異。

由表 4-8 傳統類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表及表 4-9 以電子類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表之 z 值可知，歷史波動性及隱含波動性模型，不論是以電子類股或以傳統類股為標的之權證，皆在 1% 顯著水準下呈現隱含波動性之預測誤差較歷史波動性誤差小，不僅有效改善錯價亦具有較佳的預測能力。GARCH 波動性及隱含波動性模型，不論是以電子類股或以傳統類股為標的之權證，皆在 1% 顯著水準下呈現隱含波動性之預測誤差較 GARCH 波動性誤差小，亦即不僅可進一步改善 GARCH 波動訂價表現且具有較佳預測能力。EGARCH 波動性及隱含波動性模型，不論是以電子類股或以傳統類股為標的之權證，皆在 1% 顯著水準下呈現隱含波動性之預測誤差較 EGARCH 波動性誤差小，亦即不僅可進一步改善 EGARCH 波動訂價的表現且具有較佳的預測能力。歷史波動性及 GARCH 波動性模型比較可知，傳統類股未呈現出充分的支持，因 24 支權證中僅 11 支(45.8%)顯示 GARCH 較歷史波動性有較小的預測誤差；於電子類股權證中，12 支權證中僅 4 支(33.3%)顯示 GARCH 較歷史波動性有較小的預測誤差。故以整體表現來看，似乎二類股訂價表現仍存有些許差異，且 GARCH 波動未有強力證據顯示可有效改善錯價。歷史波動性及 EGARCH 波動性模型比較可知，傳統類股表現也未有充分的支持，24 支權證中僅 12 支(50%)顯示 EGARCH 較歷史波動性有較小的預測誤差；電子類股權證的表現亦是相同，12 支權證中有 6 支(50%)顯示 EGARCH 較歷史波動性有較小的預測誤差。故以整體表現來看，不僅二類股訂價表現沒有顯著差異，且 EGARCH 波動預測也未具有充分顯著改善錯價的表現。GARCH 波動性及 EGARCH 波動性模型比

較可知，傳統類股中僅 3 支(12.5%)權證顯示 EGARCH 較 GARCH 波動性有較小的預測誤差；電子類股權證的表現較佳，不過仍僅六支(50%)顯示 EGARCH 較 GARCH 波動性有較小的預測誤差。故以整體表現來看，二類股訂價表現確存在顯著差異，不過 EGARCH 波動預測未有顯著進一步改善 GARCH 波動訂價的表現。

表 4-8 傳統類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表

H_0 : |市價-理論價(歷史波動性)| = |市價-理論價(隱含波動性)|

H_1 : |市價-理論價(歷史波動性)| > |市價-理論價(隱含波動性)|

權證名稱	z 統計值					
	hv & iv(1)	GARCH & iv(2)	EGARCH & iv(3)	hv & GARCH(4)	hv & EGARCH(5)	GARCH & EGARCH(6)
大華02	27.3103***	28.2384***	29.7885***	0.415192	-0.3298	-0.7735
大華05	14.8061***	14.6754***	14.5577***	-0.15797	0.714	0.8669
大華12	22.4519***	19.5878***	20.2257***	2.1687**	1.7468**	-0.4263
元大01	26.3519***	22.1843***	22.6024***	3.9348***	3.7567***	-0.1894
元大05	11.0455***	11.9087***	12.102***	-1.5142*	-2.0751**	-0.5762
元大12	15.4226***	20.765***	21.5995***	-4.0671***	-4.5578***	-0.4666
元大14	36.4564***	34.2381***	35.0284***	0.8139	0.3786	-0.4287
元大18	63.2973***	64.0088***	64.3322***	-0.23577	-0.3747	-0.1395
元大20	61.1511***	63.1907***	65.697***	-1.5768*	-2.934***	-1.3231*
元大26	51.4325***	57.7524***	61.5406***	-1.02843	-1.6782**	-0.6626
元富05	41.2105***	40.0909***	40.9427***	0.096838	-0.2985	-0.3903
元富07	28.7069***	25.4342***	27.3639***	2.0329**	0.6703	-1.3528*
台證01	42.6416***	42.3003***	43.7693***	0.387473	-0.6737	-1.0638
金鼎03	15.7087***	15.4064***	15.895***	0.198022	-0.1759	-0.3732
建弘05	22.8614***	24.9993***	25.4024***	-1.5833*	-1.8596**	-0.2747
建弘06	11.292***	15.1675***	16.2278***	-3.5192***	-4.3356***	-0.7781
國際03	49.4503***	39.6023***	37.1442***	3.4891***	4.4317***	0.9501
統一03	30.1819***	30.001***	30.6851***	0.4242	-0.1361	-0.5711
統一04	45.6795***	45.8058***	45.2798***	-0.06394	0.2005	0.2645
富邦04	25.9723***	31.1927***	32.4193***	-5.4235***	-6.4503***	-0.9666
富邦06	9.9753***	13.5237***	14.4284***	-3.2132***	-3.8932***	-0.6465
群益05	16.5183***	16.6121***	17.002***	0.0014	-0.2637	-0.2662
群益11	44.652***	45.372***	52.2925***	-0.4883	-2.6163***	-2.0984**
寶來08	15.5949***	15.5791***	16.1685***	0.0793	-0.4224	-0.503

說明：(1) ***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) hv：表歷史波動率，iv：表隱含波動率，GARCH：表 GARCH(1,1)波動率，EGARCH：表 EGARCH(1,1)波動率。

(3) 此處僅顯示(1)虛無假設，(2)~(6)類同。

表 4-9 以電子類股為標的之各組模型相對預測能力檢定表

H_0 : |市價-理論價(歷史波動性)| = |市價-理論價(隱含波動性)|

H_1 : |市價-理論價(歷史波動性)| > |市價-理論價(隱含波動性)|

權證名稱	Z統計值					
	hv & iv(1)	GARCH & iv(2)	EGARCH & iv(3)	hv & GARCH(4)	hv & EGARCH(5)	GARCH & EGARCH(6)
元大06	27.8713***	31.1174***	65.279***	-1.2578	-2.2594**	-0.6216
元大08	19.946***	21.0529***	21.3833***	-0.8826	-1.0941	-0.209
元大11	48.5136***	47.7954***	49.4326***	0.3396	-0.1801	-0.5224
元大21	64.5634***	50.02545***	31.8347***	2.2995**	0.31462	-1.0922
元大25	20.4527***	18.0964***	16.5397***	1.2674	1.6981**	0.46
日盛06	16.4634***	17.2225***	17.4382***	-0.542	-0.6664	-0.1237
京華01	5.3664***	2.7321***	3.5638***	2.8117***	2.0931**	-0.7879
金鼎01	16.7953***	16.9528***	16.9097***	2.5578***	0.9011	-1.6819**
美林02	17.1905***	16.1517***	18.9932***	0.3734	-6.701***	-6.926***
統一02	16.35***	15.2301***	15.6128***	1.1026	0.8161	-0.2904
群益10	48.6277***	49.3826***	50.9425***	-0.5704	-1.6262*	-1.0513
寶來04	23.9466***	14.1637***	15.7372***	10.6002***	9.0307***	-1.616*

說明：(1) ***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) hv：表歷史波動率，iv：表隱含波動率，GARCH：表 GARCH(1,1)波動率，EGARCH：表 EGARCH(1,1)波動率。

(3) 此處僅顯示(1)虛無假設，(2)~(6)類同。

以 Wilcoxon 無母數檢定的方式探討在不同波動模型下估計價格誤差的相對顯著性，並順勢將權證樣本分為傳統及電子二類股加以探討。綜合六組波動模型分析可知，隱含波動性相對於歷史波動性、GARCH 波動性及 EGARCH 波動性皆有改善錯價能力，且二類股訂價表現無顯著差異；若不論及隱含波動性時，GARCH 波動性及 EGARCH 波動性相對於歷史波動性，則未有顯著改善錯價能力，且二類股訂價表現分別為些許差異及無差異；而不對稱波動 EGARCH 亦未充分改善一般波動叢聚 GARCH 模型之錯價能力，但二類股訂價表現較有顯著差異。

前述幾個方法對四個波動模型進行錯價改善及預測能力的了解，也探討傳統

類股及電子類股之訂價差異，發現僅隱含波動性具有改善錯價之能力，二類股之訂價表現也僅於 GARCH 波動與 EGARCH 波動比較時有顯著差異，GARCH 波動與歷史波動間僅為些許差異狀態。在此，本研究亦透過 Wilcoxon 無母數檢定了解權證訂價表現在不同時期(多頭、空頭及盤整)是否也有不同的表現，由表 4-10 不同時期權證訂價誤差相對顯著性檢定表可知，三個時期的訂價誤差皆有顯著的差異存在，並且發現皆在 1% 顯著水準下分別拒絕盤整期誤差較多頭期誤差小、盤整期誤差較空頭期誤差小及空頭期誤差較多頭期誤差小之虛無假設，則盤整期訂價誤差較多頭期及空頭期大，空頭期訂價誤差又比多頭期大，故整體顯示多頭期有較佳的訂價表現。

表 4-10 不同時期權證訂價誤差相對顯著性檢定表

$$H_0 : |\text{空頭期訂價誤差}| \leq |\text{多頭期訂價誤差}|$$

$$H_1 : |\text{空頭期訂價誤差}| > |\text{多頭期訂價誤差}|$$

	Z 值
空頭與多頭期(1)	3.2827***
盤整與多頭期(2)	19.6404***
盤整與空頭期(3)	13.8049***

說明：(1) ***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) 此處僅顯示(1)虛無假設，(2),(3)類同。

透過 t 檢定及 Wilcoxon 無母數檢定後，除了再度肯定隱含波動模型預測能力表現外(雖然仍存在訂價偏誤)，也確定了該模型不僅擁有相對的權證訂價預測能力，亦符合本研究預期目的，它可以取代傳統 B-S 評價模型中報酬變異數固定不變之角色。至於變異數異質性及不對稱變異數之考量無法於本研究獲得改善錯價之支持，或許因為模型設定亦或市場制度面所致，至少目前為止，本研究肯定了隱含波動之角色。由於本研究先前提及隱含波動之運用為權證市場前一日收盤價所推得之值，故投資人於權證市場上從事投資行為時可以根據前一日之隱含波

動率代入 B-S 評價模型，相信對當日權證市場之價格表現應有相當程度的掌握。但若前一日隱含波動率與先前資料相較有過高的現象時，投資人應注意避免之，亦即最好之投資時點應以低隱含波動率為之。另外，針對類股不同及時期背景不同之探討，發現類股之不同並不具顯著之差異，故投資人於選擇投資權證時，其標的股為傳統類股及電子類股應不為考量之要素，其真實考量應仍須回歸標的股之基本面表現才是。至於時期背景不同之結果發現多頭時期訂價表現較佳，本研究認為應是多頭時期較能匯集人氣而致權證流動性較佳，並且使市場資訊較快速流通所致。

五、誤差存在原因的探討

本文決定以認購權證價格幾個重要參數當做自變數，以平均絕對誤差百分比(MAPE)為因變數，透過簡單迴歸模型進行分析，冀望了解造成誤差形成可能原因。

若訂價誤差隨到期日逐漸接近而逐漸減小，則表示市場有"學習機能"，投資人會有知識及經驗的累積，這股力量會將權證市價推向理論價格，使其收斂方是。因此，若此參數值為顯著正值(正向關係，若自變數於權證初始上市時，其存續期間還長，其錯價程度較大；接近到期日時，其存續期間較短，其錯價程度較小)，則有所謂的市場學習過程，表示投資人於投資權證時會因知識經驗累積而作適時修正。然由表 4-11 到期日分析表可知，四個波動模型中的係數值顯示所有權證(除大華 05)外，普遍顯著為負，顯示台股權證市場不存在學習機能，投資人未能從權證存續期間市場價格和模型價格間差異之走勢探知訊息，或者擔心隨著到期日接近時，因其時間價值呈現加速遞減的狀態，若權證處於價外甚且深度價外時，恐流動性不佳而參與率不高，致市場收斂的力量不足。

在 36 支權證的價內外程度分析中，由表 4-12 價內外分析表可知大多係數值

為負數且顯著異於 0，此結果表示愈接近深價外，訂價誤差愈大，此結果應是合理的，因為，根據許多實證研究顯示，大部份選擇權評價公式在深價外會導致低估，其原因為選擇權評價公式皆假設資產報酬率為常態分配。然而，此與真實市場不符，一般而言，金融資產實際分配皆有高狹峰與肥尾現象，故投資人願意以高於模型價格去投資深價外的認購權證，因為他們認為標的資產報酬率反彈的機率會高於常態分配的機率，因而使得深價外的權證市價高於理論價格。

假若理論價格低於市場價格，則係數應顯著為負，因為當波動性愈高，理論價格會愈高，則會縮小價格誤差值。如歷史波動性、GARCH 及 EGARCH 等三者即是先前已檢驗出較市場價格較低的理論價格，由表 4-13 波動性分析表可知，前述三種波動性各僅 38.3%、33.3% 及 30.5% 之權證樣本有顯著的負係數值，亦即說明當波動性愈高，理論價格愈高，誤差愈小的證據並非十分充足；隱含波動性求算之理論價格在高於市場價格下，係數應顯著為正，而 75% 權證樣本具顯著正係數值，顯示隱含波動性愈高，錯價程度就會愈大。

綜合上述三個自變數分析，可判斷在 36 支台股認購權證中，台股權證普遍不具有學習機能，致使市場價格無法向理論價格收斂，的確是造成價格誤差原因之一；再者，深處價外之權證，由於投資人認為其反彈機率較常態分配機率高，故市場價格亦無法向理論價格收斂，是造成價格誤差原因之二；最後，由波動性迴歸結果可得知，隱含波動性迴歸係數近八成(36 支權證中有 28 支)顯著為正值，驗證該波動愈高愈加大錯價程度，其餘歷史波動性、GARCH 及 EGARCH 等三種時間序列波動各約三成(36 支權證中分別有 13 支、12 支及 11 支)係數顯著為負，可驗證波動愈高有助於改善錯價，故整體波動性不佳則是錯價原因之三。

表 4-11 權證訂價誤差原因-到期日分析表

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(\mathbf{s}_i)}{C_j(\mathbf{s}_i)} \right| = \mathbf{a}_0 + \mathbf{b}_1 T + \mathbf{e}$$

	隱含波動率	歷史波動率	GARCH	EGARCH
大華02	-0.21***	-0.6615***	-0.6067***	-0.5942***
大華05	0.0111***	0.2473***	0.2471***	0.2238***
大華12	-0.1556***	-0.7324***	-0.7397***	-0.7354***
元大01	-0.4854***	-0.6751***	-0.5033***	-0.5028***
元大05	-0.0309***	0.0842***	0.0413***	0.0551*
元大06	-0.3637***	-0.9748***	-0.8973***	-0.873***
元大08	-0.6061***	-0.7149***	-0.7151***	-0.7086***
元大11	-0.3025***	-0.6029***	-0.6094***	-0.586***
元大12	-0.2346***	-0.8302***	-0.9103***	-0.9035***
元大14	-0.3049***	-0.3193***	-0.3475***	-0.3444***
元大18	-0.4359***	-0.3483***	-0.3397***	-0.3356***
元大20	-0.444***	-0.3311***	-0.3153***	-0.2839***
元大21	-0.2867***	-0.4526***	-0.6236***	-0.5392***
元大25	-0.0324***	0.1519***	0.1173***	0.0509*
元大26	-0.1547***	-0.5549***	-0.5105***	-0.4751***
元富05	-0.1487***	-0.3721***	-0.4031***	-0.4056***
元富07	-0.1254***	-0.5584***	-0.5076***	-0.5293***
日盛06	-0.2959***	-0.7003***	-0.7153***	-0.7135***
台證01	-0.1486***	-0.4873***	-0.5149***	-0.5187***
京華01	-0.4853***	-0.8301***	-0.5473***	-0.5748***
金鼎01	-0.0268***	-0.0153	0.0338**	0.0574***
金鼎03	-0.3292***	-0.6292***	-0.6204***	-0.6215***
建弘05	-0.6013***	-0.76634***	-0.7481***	-0.7403***
建弘06	-0.5908***	-0.9059***	-0.9612***	-0.945***
美林02	-0.0305***	0.2296***	0.2325***	-0.1243***
國際03	-0.0091***	-0.1368***	-0.0899***	-0.0971***
統一02	-0.4569***	-1.1338***	-1.0972***	-1.0974***
統一03	-0.6786***	-0.5536***	-0.5233***	-0.511***
統一04	-0.4716***	-0.4403***	-0.419***	-0.4255***
富邦04	-0.6103***	-0.6775***	-0.685***	-0.6583***
富邦06	-0.5255***	-0.9288***	-1.0111***	-1.0016***
群益05	-0.3805***	-0.7047***	-0.6927***	-0.6899***
群益10	-0.5698***	-0.3134***	-0.2926***	-0.2554***
群益11	-0.4139***	-0.6018***	-0.5897***	-0.5031***
寶來04	-0.0806***	-0.1534***	0.0818***	0.0864***
寶來08	-0.1036***	-0.2938***	-0.2867***	-0.286***

說明：(1)***、**、* 分別代表 1%、5%、10%的顯著水準。

(2)表中數字為斜率參數之係數值。

表 4-12 權證訂價誤差原因-價內外分析表

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(s_i)}{C_j(s_i)} \right| = a_0 + b_1 \frac{S - X}{X} + e$$

	隱含波動率	歷史波動率	GARCH	EGARCH
大華02	-0.587***	-2.3428***	-2.2471***	-2.2049***
大華05	-0.011***	-0.3041***	-0.3121***	-0.2826***
大華12	-0.031	-1.2591***	-1.1228***	-1.1454***
元大01	-1.5115***	-2.2533***	-2.2489***	-2.2428***
元大05	-0.0321***	-0.3899***	-0.4356***	-0.4646***
元大06	-0.4938***	-1.3335***	-1.2588***	-1.2339***
元大08	-1.0581***	-1.5218***	-1.5039***	-1.4904***
元大11	-0.3954***	-0.8829***	-0.8957***	-0.8633***
元大12	-0.2744***	-1.2767***	-1.3616***	-1.3503***
元大14	-0.671***	-1.7789***	-1.8705***	-1.8504***
元大18	-0.8094***	-0.7341***	-0.7171***	-0.7084***
元大20	-1.1928***	-1.0553***	-1.0101***	-0.9147***
元大21	-0.683***	-1.2848***	-1.7441***	-1.5262***
元大25	0.0346***	-0.4826***	-0.4976***	-0.4646***
元大26	0.4339***	-0.7004***	-0.5857***	-0.5792***
元富05	-0.2834***	-1.5781***	-1.6106***	-1.6118***
元富07	-0.3289***	-2.121***	-1.9017***	-1.991***
日盛06	-0.3938***	-1.2534***	-1.2522***	-1.248***
台證01	-0.2853***	-1.6637***	-1.6072***	-1.6147***
京華01	-0.7797***	-1.5851***	-1.1459***	-1.2266***
金鼎01	0.0448***	-0.4843***	-0.3085***	-0.4006***
金鼎03	-0.7162***	-1.866***	-1.8583***	-1.8568***
建弘05	-0.6083***	-0.994***	-0.9528***	-0.943***
建弘06	-0.754***	-1.3806***	-1.4396***	-1.4136***
美林02	0.0289***	-0.6746***	-0.6872***	-0.5236***
國際03	0.04682***	-0.5629***	-0.6744***	-0.6454***
統一02	-0.4274***	-1.111***	-1.0799***	-1.0807***
統一03	-1.542***	-1.4414***	-1.4208***	-1.3812***
統一04	-1.1626***	-1.3915***	-1.3735***	-1.3978***
富邦04	-0.5119***	-0.834***	-0.9011***	-0.8793***
富邦06	-0.5991***	-1.3265***	-1.4351***	-1.4208***
群益05	-0.9335***	-2.0004***	-1.9784***	-1.9688***
群益10	-1.0416***	-0.654***	-0.6148***	-0.5394***
群益11	-0.8381***	-1.5247***	-1.5151***	-1.2977***
寶來04	0.0585**	-0.8299***	-0.5184***	-0.5641***
寶來08	-0.1554***	-1.2957***	-1.2723***	-1.2975***

說明：(1)***、**、* 分別代表 1%、5%、10%的顯著水準。

(2)表中數字為斜率參數之係數值。

表 4-13 權證訂價誤差原因-波動性分析表

$$\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{C_j^{mp} - C_j(s_i)}{C_j(s_i)} \right| = a_0 + b_1 s + e$$

	隱含波動率	歷史波動率	GARCH	EGARCH
大華02	0.2062***	-7.3433***	1072.665***	-163.486***
大華05	-0.0017***	3.09***	-176.428	-11.3985
大華12	0.0997***	-4.4924***	-47.9391***	628.7231***
元大01	0.3153***	-4.495***	376.1877***	669.1886***
元大05	0.0852***	-1.5018***	-229.724**	-239.45***
元大06	0.0968***	-7.9384***	240.5285***	270.1004***
元大08	0.1393***	5.277***	-7683.37	1619.415
元大11	0.0328***	-1.2433**	472.7605***	687.1776***
元大12	0.0434**	6.314***	1095.518	-1594.8
元大14	-0.2989***	5.962***	-967.728***	-715.971***
元大18	0.1348***	2.5252***	598.2173***	7253.438***
元大20	0.0195	3.444***	-365.977***	-1151.77***
元大21	0.0209	2.0839***	1161.402***	-10388.5***
元大25	-0.0025	3.3166***	23.77437***	17.3352*
元大26	0.0508**	5.8196***	519.4243***	533.7529***
元富05	-0.1765***	7.3671***	464.3002***	1345.575
元富07	-0.0809***	1.5338*	331.2314**	262.4938***
日盛06	0.2766***	9.6488***	508.2267***	197.921**
台證01	0.1679***	-2.3265*	936.9086***	2721.945**
京華01	0.6663***	-6.0326***	26.9305***	25.8074***
金鼎01	0.0257***	-0.2639***	-19.4659***	-15.8325***
金鼎03	0.4245***	10.6309***	-25.7903	631.7391
建弘05	0.74923**	6.9531***	356.7891*	15297.49
建弘06	0.9945***	7.1018***	-215.468***	-1181.34*
美林02	0.0172*	3.371***	-234.07***	0.4821*
國際03	0.011	-1.7887***	38.866	63.9768
統一02	0.137***	-5.266***	-263.587***	-367.292***
統一03	1.3217***	-1.5198***	1137.845***	1688.697
統一04	0.2342***	5.2971***	325.5665***	113.7091***
富邦04	0.6448***	3.5073***	-140.45***	-184.162***
富邦06	0.5691***	7.6437***	-440***	-903.814**
群益05	0.4947***	5.648***	-456.021**	-698.656
群益10	0.1806***	-0.1564	179.3959***	151.8172***
群益11	0.1568***	1.856***	-416.329***	-237.979***
寶來04	0.0589***	-1.003***	-42.3307	-54.2189
寶來08	0.1191***	0.7236	801.1176	-278.363

說明：(1) ***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) 表中數字為斜率參數之係數值。

依據本章實證結果，可以歸納出以下幾點結論：

1. 以 Ljung-Box 的 Q 統計量檢定及 Engle 的拉氏乘數檢定，94 權證僅 81 支權證標的股報酬具有變異數異質性，且模型配適後顯示 ARCH(1)、GARCH(1,1)模型足以代表樣本報酬特性。因為二個模型皆為捕捉波動叢聚的特性，故以 AIC 值比較二個模型，發現 GARCH(1,1)較 ARCH(1)有較小的 AIC 值，故本文後續以 GARCH(1,1)代表變異數異質最適之研究模型。另外，應用 Engle & Ng(1993)針對股價報酬波動進行不對稱性檢定，最後僅 36 支權證呈現報酬波動不對稱性，故而最後本研究決定以此 36 支權證，透過歷史波動、隱含波動、GARCH(1,1)及 EGARCH(1,1)四種波動從事權證訂價行為探討及後續相關實證研究。
2. 綜合本節透過三種價格誤差衡量指標及迴歸分析後，顯示隱含波動性具有較佳的預測能力(較小的誤差值；偏誤下具較充足資訊內涵)，若僅考慮時間序列模型比較，皆無法明確指出何一波動模型具相對的優劣。
3. 以 t 檢定法確認四種波動性模型下之理論價格與市場價格是否存在顯著差異，隱含波動性相對於市場價格有高估的現象；GARCH、EGARCH 與歷史波動性皆相對於市場價格有低估的現象。

進一步引用無母數 Wilcoxon 檢定法確認四個波動模型之誤差相對結果。發現隱含波動性相對於歷史波動性、GARCH 波動性及 EGARCH 波動性皆有改善錯價能力，且二類股訂價表現無顯著差異；若不論及隱含波動性時，則 GARCH 波動性及 EGARCH 波動性相對於歷史波動性，未有顯著改善錯價能力，且二類股訂價表現分別為些許差異及無差異；而不對稱波動 EGARCH 亦未充分改善一般波動叢聚 GARCH 模型之錯價能力，且二類股訂價表現較有顯著差異。

透過 Wilcoxon 無母數檢定，發現在不同時期(多頭、空頭及盤整)下，權證訂價表現有顯著的差異存在，且發現盤整期訂價誤差較多頭期及空頭期大，空頭期訂價誤差又比多頭期大，故整體顯示多頭期有較佳的訂價表現。

4. 三個解釋價格誤差原因的自變數於簡單迴歸分析中發現，36 支台股認購權證普遍不具有學習機能，致使市場價格無法向理論價格收斂，的確是造成價格誤差原因之一；再者，深處價外之權證，由於投資人認為其反彈機率較常態分配機率高，故市場價格亦無法向理論價格收斂，是造成價格誤差原因之二；最後，隱含波動性迴歸係數近八成(36 支權證中有 28 支)顯著為正值，驗證該波動愈高愈加大錯價程度，其餘歷史波動性、GARCH 及 EGARCH 等三種時間序列波動各約三成(36 支權證中分別有 13 支、12 支及 11 支)係數顯著為負，驗證波動愈高有助於改善錯價，故整體波動性不佳則是錯價原因之三。

第五章 結論與建議

本章將實證分析的各種檢定結果予以彙整，提出較完整的結論，並針對實證所得的結論提供合適的建議予投資人、券商及一些尚可考慮從事的研究方向予後續研究人員參考。

第一節 結論

對實務界研究人員或交易活動而言，能對認購權證交易造成最大影響之模型莫過於 B-S 模型。因此，B-S 模型被廣泛運用，但很多文獻提到 B-S 模型中假設變異數為固定似乎不符市場的狀況。所以，陸續有學者提出變異數估計方法的修正，以取代固定不變之歷史波動性(其改變純粹出於取樣誤差)，並用以估計 B-S 模型價格。

由於標的股價波動性對於交易買賣而言是一項很重要的訊息，有此資訊，俾使相關決策人員作出決策。然而，標的股價之波動性會隨時間經過而改變，故而很難去做精確的估計。目前在學術界或實務界也尚未有廣為大家所認同的最佳波動性估計模型，故本文嘗試以四種波動性估計模型--參考過去最早使用的歷史波動性模型、Bollerslev(1986)的 GARCH 模型、Nelson(1990)的 EGARCH 模型及 Whaley(1982)的隱含波動性模型，來估計認購權證標的股報酬率之波動性，並代入 B-S 訂價模型中，以求得理論價格。

本研究利用三種價格誤差衡量指標，平均絕對誤差 MAE、平方誤差方根之平均值 RMSE 及平均絕對誤差百分比 MAPE 及資訊內涵探討的迴歸分析等二種統計分析檢定訂價模型的評價能力；本研究續以 t 檢定法確認是否四種波動模型下之理論價格

與市場價格的確存在顯著差異，若然存在，則前述價格誤差衡量指標及迴歸分析等二種檢測模型則有其分析結果的合理性。同時進一步引用無母數 Wilcoxon 檢定法確認四個波動模型之誤差相對結果，亦即四個模型間之預測能力相對優劣性。並探討傳統類股、電子類股的訂價行為差異及多頭、空頭、盤整期的訂價行為差異；最後，利用簡單迴歸方式，以價格誤差(MAPE)為因變數，標的股波動性、價內外程度、到期期間為自變數，探討自變數是否對因變數有顯著的影響。

依據本章實證結果，可以歸納出以下幾點結論：

1. 以 Ljung-Box 的 Q 統計量檢定及 Engle 的拉氏乘數檢定，94 權證僅 81 支權證標的股報酬具有變異數異質性，且模型配適後顯示 ARCH(1)、GARCH(1,1)模型足以代表樣本報酬特性。因為二個模型皆為捕捉波動叢聚的特性，故以 AIC 值比較二個模型，發現 GARCH(1,1)較 ARCH(1)有較小的 AIC 值，故本文後續以 GARCH(1,1)代表變異數異質最適之研究模型。另外，應用 Engle & Ng(1993)針對股價報酬波動進行不對稱性檢定，最後僅 36 支權證呈現報酬波動不對稱性，故而最後本研究決定以此 36 支權證，透過歷史波動、隱含波動、GARCH(1,1)及 EGARCH(1,1)四種波動從事權證訂價行為探討及後續相關實證研究。
2. 綜合本節透過三種價格誤差衡量指標及迴歸分析後，顯示隱含波動性具有較佳的預測能力(較小的誤差值；偏誤下具較充足資訊內涵)，若僅考慮時間序列模型比較，皆無法明確指出何一波動模型具相對的優劣。
3. 以 t 檢定法確認四種波動性模型下之理論價格與市場價格是否存在顯著差異，隱含波動性相對於市場價格有高估的現象；GARCH、EGARCH 與歷史波動性皆相對於市場價格有低估的現象。

進一步引用無母數 Wilcoxon 檢定法確認四個波動模型之誤差相對結果。發現隱含波動性相對於歷史波動性、GARCH 波動性及 EGARCH 波動性皆有改善錯價能力，且二類股訂價表現無顯著差異；若不論及隱含波動性時，則 GARCH 波動性及

EGARCH 波動性相對於歷史波動性，未有顯著改善錯價能力，且二類股訂價表現分別為些許差異及無差異；而不對稱波動 EGARCH 亦未充分改善一般波動叢聚 GARCH 模型之錯價能力，且二類股訂價表現較有顯著差異。

透過 Wilcoxon 無母數檢定，發現在不同時期(多頭、空頭及盤整)下，權證訂價表現有顯著的差異存在，且發現盤整期訂價誤差較多頭期及空頭期大，空頭期訂價誤差又比多頭期大，故整體顯示多頭期有較佳的訂價表現。

4. 三個解釋價格誤差原因的自變數於簡單迴歸分析中發現，36 支台股認購權證普遍不具有學習機能，致使市場價格無法向理論價格收斂，的確是造成價格誤差原因之一；再者，深處價外之權證，由於投資人認為其反彈機率較常態分配機率高，故市場價格亦無法向理論價格收斂，是造成價格誤差原因之二；最後，隱含波動性迴歸係數近八成(36 支權證中有 28 支)顯著為正值，驗證該波動愈高愈加大錯價程度，其餘歷史波動性、GARCH 及 EGARCH 等三種時間序列波動各約三成(36 支權證中分別有 13 支、12 支及 11 支)係數顯著為負，驗證波動愈高有助於改善錯價，故整體波動性不佳則是錯價原因之三。

研究限制

1. 本研究使用的波動性估計模型，可能會牽涉到估計期間長短不同所造成之估計誤差，例如：歷史波動性、GARCH 波動性及 EGARCH 波動性採用月移動平均、季移動平均或年移動平均等。
2. 本研究初始挑選 94 支權證樣本，針對其標的股票報酬進行報酬變異數異質性及不對稱性檢定而決定了最後之 36 支權證樣本，故而在樣本數過少下不足以代表整體台股權證(研究期間台股權證計有 204 支)之表現。然而，在有限樣本數下，仍反映了一些條件下之參考價值。

第二節 建議

一、對投資人的建議

本研究發現隱含波動性是最佳的波動衡量指標，故而投資人於投資時可以依隱含波動性當做決策的指標，此論點其實與現今認購權證市場上的觀點相同。進場的時機應以較低的隱含波動性較佳。

本研究在訂價的行為上考量整體台股指數多頭、空頭及盤整走勢並同時考慮類股不同之比較，在實際市場上的表現時，由於尚有諸多影響市場變動的因子未納入本文研究中，故投資人須考量當下市場是否類似本研究背景方能參考本研究結論。

二、對券商的建議

現已立法通過允許認售權證於集中市場上市，在這之前，由本研究所知隱含波動性為最佳波動衡量指標，發行券商可以依之所產生之避險值從事適當的避險部位建立之避險動作，於認售權證上市後，更可以搭配執行較佳的避險動作。

普遍來說，市價仍呈高估的現象，顯有券商在訂價過程中將許多風險成本加入認購權證的權利金中，可能原因為台股波動大，無論股票漲跌，發行券商皆需避險操作，如此情形不利認購權證市場發展，故券商應積極促請主管機關明訂價格波動性的範圍以供投資人做為投資的參考依據。

三、對後續研究者的建議

1. 期貨交易所於 2001/12/24 台股指數選擇權上市交易及 2003/1/20 個股選擇權上市交易，本研究礙於研究期間不足，故未予探討，後續研究者可以針對該標的

進行相關實證探討。

2. GARCH(1,1)及 EGARCH(1,1)模型的表現，並未如預期中表現較歷史波動性突出，除了階數選擇之外，是否因為其它制度面的影響，例如：漲跌幅限制或是樣本採樣期間的波動特性，均可進一步加以探討。
3. 本文釋放 B-S 中變異數固定之假設，後續可以考慮釋放其它假設，如隨機利率評價模型、跳躍擴散評價模型.....等。
4. 本文僅探討傳統及電子類股差異，倘若權證標的股有較多樣的類股，尚可細分加以探討。
5. 國內認購權證的發行幾乎為一年的存續期間，相對於國外市場三至四年的存續期間，研究樣本數顯為不足，若研究標的可挑選更多的權證予以探討，可更合理反映某程度的參考價值。
6. 本研究中透過 t 檢定及 Wilcoxon 無母數檢定探討波動模型之訂價績效表現，若可併同聯合檢定為之，應可獲得更精確的結果。

參考文獻

中文部份

王端誠(民 86),「台股認購權證定價理論模式之實證研究」,私立東吳大學企業管理學研究所碩士論文。

王甦(民 84),「報酬衝擊對條件波動所造成之不對稱效果 - 台灣股票市場之實證分析」,《證券市場發展季刊》,第七卷第一期,125-161 頁。

何桂隆(民 87),「不同波動性估計方法下,台灣認購權證評價績效之比較」,國立成功大學企業管理研究所碩士論文。

李健璋(民 86),「認購權證評價模式錯價之探討」,國立中正大學財務金融所碩士論文。

李沃牆、莊雅雯及李雅玲(民 89),「台股重設型權證的評價績效比較」,《真理財經學報》,第四卷,91-112 頁。

李怡宗、劉玉珍及李健璋(民 88),「Black-Scholes 評價模式在台灣認購權證市場之實證」,《管理評論》,第十八卷第三期,83-104 頁。

李進生、鍾惠民及陳煒朋(民 89),「不同波動性模型預測能力之比較:台灣與香港認購權證市場實證」,《證券金融》,第十一卷第四期,57-90 頁。

余尚武、吳嘉欽(民 89),「股價指數期貨對股票市場波動性的影響」,《企業管理學報》,第四十七期,135-160 頁。

林楚雄、劉維琪及吳欽杉(民 86),「台灣股票市場報酬的期望值與條件波動之關係」,《交大管理學報》,第十七卷第三期,103-124 頁。

林冠秀(民 89),「具交易成本之選擇權報酬率波動性估計」,國立台北大學統計研究所碩士論文。

周志隆(民 80),「股票風險波動之研究 - 異質條件變異數分析法」,國立台灣大學商學研究所碩士論文。

邱建良、李命志及徐泰璋(民 88),「台灣股市報酬率波動性行為之探討」,《台灣經濟金

融月刊，第三十五卷第六期，43-53 頁。

莊忠柱(民 90)，「現貨、近月期與近季期股價指數期貨市場間價格與價格波動性資訊傳遞：台灣早期經驗」，*管理學報*，第十八卷第二期，311~332 頁，

陳緯朋(民 87)，「GARCH 模型與隱含波動性模型預測能力之比較」，私立淡江大學財務金融研究所碩士論文。

郭祥兆、李憲杰(民 84)，「一般化自我迴歸條件異質性變異數模型參數之選定、估計與檢定---以台灣加權股價指數為例」，*成功大學學報*，第三十卷，人文社會篇，53-71 頁。

曹金泉(民 88)，「隨機波動度下選擇權評價理論的應用--以台灣認購權證為例」，國立政治大學金融所碩士論文。

張焯然(民 83)，「財務經濟學實證工具：ARCH 族模型」，國立台灣大學經濟學研究所碩士論文。

張永欣(民 90)，「台灣認購權證發行、上市與下市對標的股票影響之研究」，私立實踐大學企業管理研究所碩士論文。

詹錦宏、洪啟安(民 88)，「台股認購權證價格形成的實證分析」，*台灣銀行季刊*，第五十卷第二期，56-84 頁。

趙其琳(民 88)，「波動性預測模型能力比較--台灣認購權證之實證研究」，私立淡江大學財金所碩士論文。

潘振雄、劉文祺、詹麗錦及張美鈴(民 90)，「認購權證評價模式之實證研究---以台灣發行之認購權證為例」，*台灣銀行季刊*，第五十二卷第四期，241-266 頁。

劉曦敏、葛豐瑞(民 85)，「台灣股價指數報酬率之線性及非線性變動」，*經濟研究*，第三十四卷第一期，73-109 頁。

鍾德明(民 82)，「台灣地區上市股票報酬變異數之衡量」，國立中山大學企業管理學研究所碩士論文。

叢清全(民 82)，「多元自迴歸條件異質變異數之模型設定研究」，國立政治大學國際貿

英文部份

- Akaike, H. (1973), "Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle," In 2nd International Symposium on Information Theory, Edited by B.N. Petrov and F.C. Budapest : Akademiai Kiado, pp.267-281.
- Akgiray, Vedat.(1989), "Conditional Heteroscedasticity in time Series of Stock Return Evidence and Forecasts," *Journal of Business*, Vol.62, pp.55-59.
- Amin, K.I.(1993), "Jump Diffusion Option Valuation in Discrete Time," *Journal of Finance* , Vol.47, No.5, pp.1833-1863.
- Barun, P.A., D.B. Nelson, and A.M. Sunier (1995), "Good News, Bad News, Volatility, and Betas," *Journal of Finance*, Vol.50, pp.1575-1603.
- Beckers, S.(1980), "The Constant Elasticity of Variance Model and Its Implication for Option Pricing," *Journal of Finance*, Vol.35, pp.661-673.
- Berndt, E.R., B.H. Hall, R.E. Hall, and J.A.Hausman(1974), "Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models," *Annals of Economic and Social Measurement*, Vol.4, pp.653-665.
- Black, F.(1976), "Studies of Stock, Price Volatility Changes," *Proceedings of the American Statistical Association : Business and Economic Statistics Section*, pp.177-181.
- Black, F. , M. Scholes(1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy*, Vol.81, pp.637-654.
- Black, F., M. Scholes(1975), "Fact and Fantasy in the Use of Options," *Financial Analysts Journal*, Vol.31, pp.36-41.
- Bollerslev, T.(1986), "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity," *Journal of Econometrics*, Vol.31, pp.307-327.

- Bollerslev, T.(1987), "A Conditional Heteroskedasticity Time Series Model for Speculative Prices and Rate of Return," *Review of Economic and Statistics*,Vol.69, pp.542-547.
- Boyle, P.P.(1988), "A Lattice Framework for Option Pricing with Two State Variables," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*,Vol.23, pp.1-12.
- Campell, J., L. Hentschell(1992), "No News is Good News : An Asymmetric Model of Changing Volatility in Stock Returns," *Journal of Financial Economic*,Vol.31, pp.281-318.
- Canina, L., S. Figlewski(1993), "The Informational Content of Implied Volatility," *Review of Financial Studies*,Vol.6, No3, pp.659-681.
- Christie, A.(1982), "The Stochastic Behavior of Common Stock Variance : Value, Leverage and Interest Rate Effects," *Journal of Financial Economics*,Vol.10, pp.407-432.
- Chu, S. H., S. Freund(1996), "Volatility Estimation for Stock Index Options: GARCH Approach," *The Quarterly Review of Economics and Finance*,Vol.36, pp.431-450.
- Cox, J.C., S.A. Ross(1976), "The Value of Options for Alternative Stochastic Process," *Journal of Financial Economics*,Vol.3, pp.145-166.
- Cox,J.C.,S. A. Ross, and M. Rubinstein(1979), "Option Pricing: A Simplified Approach," *Journal of Financial Economics*,Vol.7, No.3, pp.229-264.
- Day, T.E.,C.M.Lewis(1993), "Forecasting Futures Market Volatility," *Journal of Derivatives*,Vol.1, pp.33-50.
- Dickey, D. ,W. Fuller(1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*,Vol.74,pp.427-431.
- Engle, R.F.(1982), "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation," *Econometrica*,Vol.55, No.2, pp.391-407.
- Engle, R.F.,V. Ng(1993), "Measuring and Testing the Impact of News on Volatility," *Journal of Finance*,Vol.45,pp.1749-1777.

- Epps, T.W. , M.L. Epps(1976), "The Stochastic Dependence of Security Price Changes and Transaction Volumes : Implications for The Mixture of Distributions Hypothesis," *Econometrica*,Vol.44, pp.305-321.
- Fama, E.F.(1965), "The behavior stock market prices," *Journal of Business*,Vol. 38, pp.34-105.
- Figlewski, S.(1988), "Arbitrage-Based Pricing of Stock Index Options," *Review of Futures Markets*,Vol.7, pp.251-270.
- Fornari, F., A.Mele(1995), "Sign and Volatility-Switching ARCH Models : Theory and Applications to International Stock Markets," *University of Paris X,Working Paper*, No.251.
- Geske, R.(1979),"A Note on an Analytic Valuation Formula for Unpredicted American Call Option on Stock with Known Dividends," *Journal of Financial Economics*,Vol.7, pp.375-380.
- Glosten, L.R.J, D.Runkle(1993), "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility on the Nominal Excess Returns on Stocks," *Journal of Finance*,Vol.48, pp.1779-1801.
- Hentschel, L.(1995), "All in the Family Nesting Symmetric and Asymmetric GARCH Models," *Journal of Financial Economics*,Vol.39, pp.71-104.
- Hsieh,D.A.(1991), "Chaos and Nonlinear Dynamics : Application to Financial Market ," *Journal of Finance*,Vol.46, pp.1839-1877.
- Hull, J.(1997), *Options ,Futures ,and Other Derivatives*, 3rd Ed., Prentice Hall International,Inc.
- Jorion, P.(1995), "Predicting Volatility in Foreign Exchange Market," *Journal of Finance*, Vol.50, pp.507-528.
- Lajbcygier, P., C. Boek, A.Flitman and M.Palaniswami(1999), "Comparing Conventional and Artificial Neural Network Models for the Pricing Methods," *Journal of Computational Intelligence in Finance*, pp.26-34.

- Lamoureux, C.G., W.D. Lastrappe(1990), "Heteroskedasticity in Stock Return Data : Volume versus GARCH Effects," *Journal of Finance*, Vol.45, pp.221-229.
- Lauterbach, B., P.Schoutz(1990), "Pricing Warrants : An Empirical Study of the Black-Scholes Model and Its Alternatives," *Journal of Finance*, Vol.45, No.4, pp.1181-1209.
- Ljung, C.M., G E. P. Box(1978), "On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models," *Biometrika*, Vol.65, pp.297-303.
- Macbeth, J., L. Merville(1979), "An Empirical Examination of the Black-Scholes Call Option Pricing Model," *Journal of Finance*, Vol.34, No.5, pp.1173-1186.
- Merton, R.(1973), "Theory of Rational Option Pricing," *Bell Journal of Economics and Management Science*, Vol.4, pp.141-183.
- Merton, R. C.(1976), "Option Pricing when Underlying Stock Returns are Discontinuous," *Journal of Financial Economics*, Vol.3 , pp.125-144.
- Nelson, D.(1990), "ARCH Models as Diffusion Approximations," *Journal of Econometrics*, Vol.45, pp.7-38.
- Nelson, D.(1991), "Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns : A New Approach," *Econometrica*, Vol.59, pp.347-370.
- Phillips, P. C. B., P. Perron(1988), "Testing for a Unit Root in Time Series Regression," *Biometrika*, Vol.75, pp.335-346.
- Rabemananjara, R., J.M. Zakolin(1993), "Threshold ARCH Models and Asymmetries in Volatility," *Journal of Applied Econometrics*, Vol.8, pp.31-49.
- Ritchken, P.(1995), "On Pricing Barrier Option," *Journal of Derivatives* , Vol.5, pp.19-28.
- Rubinstein, M.(1985), "Nonparametric Tests of Alternative Option Pricing Models Using All Reported Trades and Quotes on the 30 Most Active CBOE Option Classes from August 23,1976 through August 31,1978," *Journal of Finance*, Vol.40, pp.455-480.

Schwert, G. W.(1990), "Stock Volatility and the Crash of 87," *Review of Financial Studies*,Vol.3, pp.77-102.

Whaley, R.(1981), "On the Valuation of American Call Option on Stock with Known Dividends," *Journal of Financial Economics*,Vol.9, pp.207-211.

Whaley, R.E.(1982), "Valuation of American Call Options on Dividend-Paying Stocks-Empirical Test," *Journal of Financial Economics*, Vol.10, pp.29-58.

Zakoian, J.M.(1994), "Threshold Heteroskedastic Model," *Journal of Economic Dynamics and Control*,Vol.18, pp.931-955.

附錄一 研究標的權證基本資料表

認購權證	標的證券	上市日	到期日	履約價格	最後履約價格	行使比例
大華 01	國巨	9/4/1997	9/3/1998	133.5	92.75	1.51
大華 02	太電	9/4/1997	9/3/1998	42	37.23	1.26
大華 03	中環	10/22/1997	10/21/1998	98.5	67.58	1.58
寶來 03	富邦保	12/19/1997	12/18/1998	69	49.36	1.4
京華 01	國巨	1/5/1998	1/5/1999	77	55.18	1.4
金鼎 01	中環	1/8/1998	1/7/1999	78.5	55.05	1.43
群益 01	台塑	2/7/1998	2/6/1999	68.5	59.72	1.15
台證 01	南亞	2/12/1998	2/20/1999	59.5	50.02	1.19
寶來 04	中環	2/21/1998	2/20/1999	92	64.48	1.43
大信 01	仁寶	2/26/1998	2/25/1999	134.5	96.1	1.39
元大 01	中華開發	3/5/1998	3/4/1999	109	80.81	1.35
寶來 05	東元	3/16/1998	3/15/1999	45.1	36.48	1.24
元富 01	聯電	3/19/1998	3/18/1999	91	70.48	1.29
大信 02	太電	4/23/1998	4/22/1999	35.8	29.39	1.21
大信 03	太電	6/30/1998	6/29/1999	29.4	24.14	1.21
大信 04	中環	7/23/1998	7/22/1999	70.5	49.55	1.41
群益 02	茂矽	1/5/1999	1/4/2000	28.9	28.9	1
大華 05	南亞	4/14/1999	4/13/2000	49.2	43.82	1.11
日盛 02	明碁	6/23/1999	6/22/2000	69.5	57.65	1.18
國際 03	台塑	7/16/1999	7/15/2000	67	56.62	1.17
元大 02	華碩	9/27/1999	9/26/2000	357	260.57	1.36
元大 03	華新電纜	10/18/1999	10/17/2000	16.6	16.29	1
元大 04	中環	10/22/1999	10/21/2000	128	78.65	1.63
寶來 08	南亞	10/25/1999	10/24/2000	56.5	50.55	1.1
元大 05	華新電纜	10/29/1999	10/30/2000	16	15.7	1
大華 10	聯電	11/1/1999	10/31/2000	81	67.5	1.2
元大 06	宏電	11/6/1999	11/6/2000	88.5	70.09	1.25
群益 05	南亞	11/23/1999	11/22/2000	67.8	61.63	1.1
日盛 06	矽品	11/26/1999	11/27/2000	63.5	55.7	1.14
統一 02	宏電	12/2/1999	12/1/2000	68	53.85	1.25
金鼎 03	南亞	12/4/1999	12/4/2000	65.5	58.6	1.1
元大 08	仁寶	12/18/1999	12/18/2000	127.5	96.09	1.3
元富 04	大同	12/22/1999	12/21/2000	38.8	35.55	1.08
元大 09	茂矽	12/24/1999	12/26/2000	53.25	47.54	1.12
金鼎 04	台達電	1/4/2000	1/3/2001	144.5	114.03	1.25
日盛 07	中信銀	1/12/2000	1/11/2001	35.2	30.34	1.16
元大 10	台化	1/17/2000	1/16/2001	52.13	47.93	1.07
元富 05	中銀	1/18/2000	1/17/2001	36.5	32.27	1.1
中信 03	南亞	1/18/2000	1/17/2001	132.3	118.35	1.1
元大 11	宏電	1/19/2000	1/18/2001	105.6	83.63	1.25
元大 12	東元	1/20/2000	1/29/2001	39.38	33.85	1.14

附錄一 研究標的權證基本資料表(續)

中信 04	茂矽	1/21/2000	1/29/2001	70.2	62.67	1.12
富邦 04	台泥	1/21/2000	1/29/2001	35	32.14	1.08
建弘 05	太電	1/24/2000	1/29/2001	32.4	28.55	1.14
群益 08	明碁	1/24/2000	1/29/2001	201	167.5	1.2
元大 13	楠梓電	1/25/2000	1/29/2001	89.25	81.14	1.1
統一 03	台化	1/26/2000	1/29/2001	62.1	57.08	1.07
建弘 06	東元	1/26/2000	1/29/2001	41.3	35.5	1.14
元大 14	台新銀	1/26/2000	1/29/2001	24.75	22.5	1.1
群益 09	交銀	1/26/2000	1/29/2001	71.1	63.04	1.12
富邦 05	聯電	1/27/2000	1/29/2001	136.8	114	1.2
元富 06	國巨	1/31/2000	1/30/2001	40.4	35.13	1.15
富邦 06	東元	2/1/2000	1/31/2001	39.36	33.84	1.14
元富 07	台塑	2/9/2000	2/8/2001	66.5	60.18	1.09
中信 05	南亞	2/9/2000	2/8/2001	110.25	98.62	1.1
群益 10	宏電	2/9/2000	2/8/2001	138.75	111	1.25
建弘 07	聯電	2/10/2000	2/9/2001	152	126.67	1.2
中信 06	明碁	2/10/2000	2/9/2001	195.3	162.06	1.2
元大 15	國巨	2/10/2000	2/9/2001	64.2	55.83	1.15
元大 16	福懋	2/15/2000	2/14/2001	31.13	28.85	1.05
富邦 07	華泰	2/18/2000	2/19/2001	71.25	59.62	1.2
統一 04	南亞	2/23/2000	2/22/2001	96.9	86.69	1.1
元大 17	南亞	2/23/2000	2/22/2001	96.9	86.69	1.1
元大 18	台聚	3/10/2000	3/9/2001	36.75	33.83	1.06
中信 07	台化	3/16/2000	3/15/2001	70.5	64.8	1.07
元大 19	震日行	3/23/2000	3/22/2001	90	75	1.2
元大 20	遠紡	4/8/2000	4/9/2001	86.25	76.37	1.12
群益 11	華新電纜	4/14/2000	4/13/2001	245.7	191.95	1.28
寶來 13	台積電	5/2/2000	5/2/2001	245.7	191.95	1.28
群益 12	震旦行	5/31/2000	5/30/2001	77.55	64.62	1.2
元大 21	台積電	5/31/2000	5/30/2001	203.75	203.75	1
中信 08	國巨	6/1/2000	5/31/2001	82.5	71.73	1.15
寶來 14	華新電纜	6/29/2000	6/28/2001	30.48	29.9	1
寶來 15	華邦電	7/4/2000	7/3/2001	112.7	94.04	1.2
元富 08	矽品	7/11/2000	7/10/2001	71	62.28	1.14
富邦 08	宏電	9/6/2000	9/5/2001	44.3	39.1	1.1
元大 22	東元	10/13/2000	10/12/2001	35.25	32.1	1.09
元大 23	中環	10/16/2000	10/15/2001	51	40.1	1.25
元大 24	華新電纜	10/31/2000	10/31/2001	25.2	21.58	1.14
美林 01	仁寶	11/6/2000	11/5/2001	56.1	45.12	1.24
富邦 09	華新電纜	11/17/2000	11/16/2001	20.04	17.15	1.14
富邦 10	聯電	11/27/2000	11/26/2001	73.7	64.08	1.15
建弘 08	東元	11/27/2000	11/26/2001	29.12	26.5	1.09
寶來 16	聯電	11/28/2000	11/27/2001	73.8	64.17	1.15

附錄一 研究標的權證基本資料表(續)

大華 12	中信銀	1/29/2001	1/28/2002	28.2	26.55	1.04
大華 13	台達電	1/30/2001	1/29/2002	137.5	106.34	1.23
倍利 01	仁寶	2/9/2001	2/18/2002	56.53	44.82	1.25
元大 25	台積電	2/15/2001	2/18/2002	105.5	75.36	1.4
統一 05	旺宏	2/15/2001	2/18/2002	56.65	43.58	1.3
新寶 01	台達電	2/19/2001	2/18/2002	140.88	11.94	1.23
美林 02	華碩	3/30/2001	3/29/2002	193.6	155.33	1.25
永昌 01	聯電	4/25/2001	4/24/2002	53.9	46.86	1.15
建弘 09	華邦電	4/30/2001	4/29/2002	44.77	37.35	1.2
元大 26	統一	6/21/2001	6/20/2002	23.4	21.04	1.06

資料來源：本研究整理

附錄二 敘述性統計表

權證名稱	Mean	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera
大華 01	0.4698	2.7645	-0.0452	3.4837	7.9055**
大華 02	0.2194	2.4356	0.4276	3.8643	17.8015***
大華 03	0.283	3.3684	-0.2211	2.8868	4.5107*
寶來 03	0.0775	1.9844	0.0597	4.3423	21.6398***
京華 01	0.2287	3.3963	-0.27958	2.7189	4.6648*
金鼎 01	0.2527	3.5809	-0.2931	2.4792	7.3529**
群益 01	0.0122	2.2269	0.4667	3.0239	2.193
台證 01	0.0307	2.2664	0.3139	3.986	16.1681***
寶來 04	0.2412	3.6665	-0.2612	2.4088	7.3398**
大信 01	0.098	1.61743	0.1452	2.9312	1.9145
元大 01	0.1027	2.6823	0.2802	3.7035	9.505***
寶來 05	-0.0471	2.2588	0.3436	3.8411	13.764***
元富 01	0.2224	3.8035	-0.1673	2.256	7.7907**
大信 02	-0.0485	2.3423	0.403	3.7324	13.8888***
大信 03	-0.058	2.3969	0.2992	3.7117	9.9415***
大信 04	0.0596	3.3706	-0.1378	2.6505	8.2696**
群益 02	-0.0337	3.0842	0.2055	2.777	7.4599**
大華 05	0.0476	2.3761	0.7729	4.4041	49.062***
日盛 02	0.2175	2.9197	0.1169	2.757	1.2745
國際 03	0.0912	2.453	0.4623	3.4486	11.8368***
元大 02	0.2455	2.3462	0.2459	3.0075	1.9447
元大 03	0.0668	2.7748	0.2625	3.292	9.0003**
元大 04	0.4213	3.0608	0.2902	2.6375	8.4054**
寶來 08	0.1373	2.4033	0.3867	3.7661	13.1328***
元大 05	0.0254	2.7842	0.2849	3.2671	9.2407**
大華 10	0.3615	2.9663	0.1792	2.8057	8.8418**
元大 06	0.2108	2.9435	0.2178	2.8056	7.2051**
群益 05	0.1773	2.4152	0.3396	3.5592	8.6119**
日盛 06	0.0776	2.7575	0.0649	3.029	4.1967*
統一 02	0.2476	3.1198	0.0662	2.7305	5.2033*
金鼎 03	0.1418	2.4174	0.222	3.6663	7.1312**
元大 08	0.0755	2.5826	0.1086	3.0373	5.5418*
元富 04	0.1378	2.7804	-0.1985	3.2075	9.9139**
元大 09	0.1097	3.3087	0.1209	2.478	7.6959**
金鼎 04	0.1759	2.9951	-0.1993	3.2934	5.176*
日盛 07	0.2938	3.124	0.1524	2.816	4.4101*
元大 10	0.1706	2.6699	0.348	3.0404	3.3868
元富 05	0.1026	2.997	0.2199	3.0809	7.2245**
中信 03	0.247	2.4002	0.3548	2.9487	3.1149

附錄二 敘述性統計表(續)

元大 11	0.3769	3.0745	0.0505	2.6858	5.8481*
元大 12	0.1329	2.691	0.2487	2.889	7.6479**
中信 04	0.1592	3.3869	0.1722	2.6483	4.6179*
富邦 04	0.1715	2.5366	0.5681	3.9711	24.8558***
建弘 05	0.0984	3.1607	0.143	2.7701	6.4917**
群益 08	0.5137	2.994	-0.1436	3.3282	5.9232*
元大 13	0.0399	3.2163	-0.1195	2.7076	4.9549*
統一 03	0.2353	2.6858	0.3401	3.0356	5.1609*
建弘 06	0.2226	2.7539	0.2464	2.8429	7.9754**
元大 14	0.264	3.0181	0.3357	3.0837	5.0929*
群益 09	0.2179	2.9014	0.1685	3.1789	5.5653*
富邦 05	0.42494	2.8396	0.1068	2.8054	5.3077*
元富 06	0.2119	3.5643	0.1021	2.3799	4.2808*
富邦 06	0.2579	2.8113	0.2138	2.8003	7.4776**
元富 07	0.2179	2.2849	0.2987	3.3039	4.8849*
中信 05	0.2806	2.4146	0.3193	3.0816	1.7418
群益 10	0.4319	3.0148	0.1034	2.7634	5.0659*
建弘 07	0.4493	2.8393	0.1541	2.9322	6.1773**
中信 06	0.5237	2.9609	-0.1472	3.1383	5.1502*
元大 15	0.2314	3.5106	0.2024	2.3976	9.9718**
元大 16	0.229	2.7575	0.3945	2.9858	2.6825
富邦 07	0.3146	3.1383	-0.1213	2.8158	4.5986*
統一 04	0.2316	2.3689	0.3276	3.9252	14.3533***
元大 17	0.2712	2.9863	0.0832	2.8272	0.64215
元大 18	0.1316	3.3443	0.1286	2.6799	6.4971**
中信 07	0.19167	2.7684	0.2986	3.0124	3.98512
元大 19	0.2892	2.9918	0.1922	3.1751	4.4407*
元大 20	0.1982	3.233	0.1318	2.6648	7.2997**
群益 11	0.2863	3.3379	0.1928	2.6352	6.1356**
寶來 13	0.2916	2.5429	0.1964	3.2422	5.3593*
群益 12	0.1756	3.0892	0.1575	2.8352	6.4497**
元大 21	0.2657	2.6125	0.2437	3.1526	7.9136**
中信 08	0.2697	3.7347	0.0363	2.2762	5.8861*
寶來 14	0.2493	3.3899	0.1048	2.6118	4.1737*
寶來 15	0.3466	3.2056	0.101	2.598	2.252
元富 08	0.0138	2.9008	0.1234	2.9185	0.7512
富邦 08	-0.1077	2.8162	0.266	2.9181	5.2238*
元大 22	-0.0015	3.3955	0.1047	2.5494	5.3833*
元大 23	-0.251	3.2929	0.0929	2.7671	0.9918
元大 24	0.0003	3.5699	0.1092	2.5277	4.8716*

附錄二 敘述性統計表(續)

美林 01	-0.1327	3.0603	0.1005	2.9813	5.4548*
富邦 09	-0.0112	3.626	0.0999	2.4506	4.845*
富邦 10	-0.0931	3.1142	0.1446	2.9197	5.0061*
建弘 08	-0.0096	3.6558	-0.0041	2.3064	5.3734*
寶來 16	-0.0927	3.1084	0.1445	2.9305	4.9908*
大華 12	-0.0742	3.0192	0.1987	2.853	7.4888**
大華 13	-0.0296	2.9855	0.0969	2.9925	4.4136*
倍利 01	-0.1893	3.2702	0.1588	2.649	5.5215*
元大 25	-0.2132	3.083	0.3556	3.1666	6.0012**
統一 05	-0.0171	3.5994	0.1664	2.3236	6.3928**
新寶 01	-0.0229	3.01424	0.0889	2.9116	4.4404*
美林 02	-0.1713	3.2459	0.2869	2.6543	4.9916*
永昌 01	-0.1469	3.14367	0.2078	2.8183	6.2714**
建弘 09	-0.2929	3.7879	0.1228	2.8845	5.2706*
元大 26	-0.1097	2.35196	0.0334	3.9061	8.9763**

說明：(1)***、**、* 分別代表 1%、5%、10%的顯著水準。

(2) Jarque-Bera (1987) 衡量報酬是否為常態之檢定，欄中數字為常態分配檢定統計量。

(3) Skewness 為偏態統計量 $\sim N(0,6/T)$ ，T 代表觀察值的數目。

(4) Kurtosis 為峰態統計量 $\sim N(3,24/T)$ ，T 代表觀察值的數目。

附錄三 異質性檢定暨最適模型挑選表

權證名稱	診斷檢定方法		AIC		GARCH(1,1)	
	L-B Q2	ARCH-LM	ARCH(1)	GARCH(1,1)	L-B Q2	ARCH-LM
大華 01	5.0664**	5.1113**	4.872715	4.71707	0.3236	0.320449
大華 02	7.2597***	7.1729***	4.605156	4.528664	0.3729	0.368292
大華 03	3.9559**	3.944**	5.274249	5.201788	1.0623	1.048264
大華 05	6.5237**	6.4519**	4.555633	4.513247	0.4534	0.4489
大華 10	6.2508**	6.1799**	5.013787	5.012804	0.2437	0.24237
大華 12	5.2202**	5.1553**	5.050615	5.027414	0.0352	0.034754
大華 13	31.832***	31.9044***	4.954418	4.9447	2.042	2.047699
元大 01	24.333***	24.0357***	4.757354	4.722274	0.0064	0.006329
元大 03	14.989***	14.8086***	4.848194	4.829146	0.0055	0.005468
元大 04	4.186**	4.1354**	5.08192	5.007287	0.0269	0.026611
元大 05	14.621***	14.4455***	4.857349	4.841673	1.00E-05	9.21E-06
元大 06	5.3783**	5.3979**	5.002362	4.98055	0.1764	0.174603
元大 08	14.651***	15.9116***	4.746181	4.752878	0.0969	0.095654
元大 09	10.01***	9.1908**	5.242501	5.239512	0.0061	0.006005
元大 11	14.898***	13.8573***	5.096771	5.061519	0.8904	0.878986
元大 12	6.8351***	6.7387***	4.815768	4.803402	0.0075	0.007399
元大 13	18.183***	18.1356***	5.151509	5.148872	2.499	2.46858
元大 14	10.463***	10.3241***	5.035248	5.010652	0.0169	0.016692
元大 15	7.9891***	7.8884***	5.349708	5.338767	0.0226	0.022375
元大 18	6.7319*	6.5962*	5.271033	5.270053	0.5487	0.541021
元大 19	5.2026**	5.2219***	5.028091	4.985399	0.0179	0.01769
元大 20	6.8998***	6.7981***	5.184403	5.16502	0.0118	0.011657
元大 21	5.6965*	5.1064*	4.767582	4.732355	0.0184	0.018158
元大 22	7.3608***	7.2809***	5.278525	5.194205	1.0769	1.06362
元大 24	12.893***	12.735***	5.367934	5.316648	0.0122	0.012051
元大 25	5.0666**	5.0038**	5.092005	5.013968	1.4327	1.41314
元大 26	16.847***	14.6906***	4.560036	4.537532	0.3595	0.354504
元富 01	3.8935**	3.8619***	5.521139	5.516948	0.0014	0.001413
元富 04	9.6863**	9.8408***	4.900015	4.872079	0.4968	0.490826
元富 05	12.843***	12.688***	5.020039	5.030782	2.6359	2.601964
元富 06	7.7843***	7.7052***	5.382213	5.372575	0.0051	0.004988
元富 07	4.1885**	4.134**	4.496483	4.465347	0.5932	0.585924
日盛 06	7.3162***	7.0208**	4.882081	4.887471	1.0358	1.024562

附錄三 異質性檢定暨最適模型挑選表(續)

日盛 07	6.0684**	6.0091**	5.118521	5.119915	0.0366	0.036353
台證 01	7.3162***	7.0208**	4.461301	4.466743	0.5795	0.572252
京華 01	9.3493***	9.2524***	5.280334	5.239748	0.0229	0.022623
金鼎 01	4.8231**	4.7709**	5.396236	5.379089	0.0989	0.097843
金鼎 03	2.9871*	2.9493*	4.611603	4.60901	0.0842	0.083219
金鼎 04	7.78***	7.6802***	5.024984	4.974741	0.8661	0.855276
建弘 05	8.9491***	8.8226***	5.139202	5.141168	1.1356	1.119225
建弘 06	8.6978***	8.5826***	4.856667	4.84759	0.076	0.074988
建弘 07	5.3233**	5.2573**	4.931533	4.903797	0.3467	0.342417
建弘 08	5.534**	5.5015**	5.435105	5.411772	0.0808	0.080411
建弘 09	5.7815**	5.7148**	5.508538	5.488598	0.0132	0.01301
美林 01	10.22***	10.0942**	5.066125	5.002807	0.1455	0.143657
美林 02	10.007***	9.879***	5.189183	5.171328	0.9019	0.89035
國際 03	2.9082*	2.8733*	4.641643	4.60323	0.1326	0.130855
統一 02	9.9963***	9.3116***	5.126621	5.091207	0.4416	0.436654
統一 03	15.574**	12.5904*	4.831136	4.830663	2.1115	2.081304
統一 04	2.9993*	2.9571*	4.570479	4.557206	0.0124	0.012209
統一 05	9.311***	9.2084***	5.399281	5.400037	0.0186	0.018379
富邦 04	19.614***	20.0939***	4.644031	4.544151	0.3535	0.377606
富邦 05	6.3139**	6.3572**	4.92884	4.904979	0.5421	0.559756
富邦 06	4.802**	4.7389**	4.908947	4.890946	0.0002	0.000174
富邦 07	16.718***	16.5969***	5.100244	5.054607	0.0064	0.00636
富邦 08	12.514***	11.6141***	4.918916	4.892691	0.7617	0.752636
富邦 09	11.06***	10.9235***	5.404536	5.36013	0.0039	0.003795
富邦 10	2.9793*	3.015*	5.118074	5.015462	2.1074	2.099138
群益 02	12.816***	12.3845***	5.10634	5.088871	3.3491	3.309165
群益 05	5.0955*	5.355*	4.611688	4.601472	0.1702	0.169161
群益 08	4.3427**	4.2892**	5.035918	4.996623	0.0111	0.010959
群益 09	8.0878***	7.9823***	4.961349	4.938981	0.3285	0.324118
群益 10	3.3429*	3.2995*	5.053755	5.012169	1.0541	1.040603
群益 11	12.861***	12.6975***	5.233076	5.209478	0.544	0.536962
群益 12	4.8964**	4.8344**	5.095996	5.067463	0.0041	0.004036
寶來 03	7.3534***	7.2592***	4.158229	4.11535	0.0049	0.004815
寶來 04	3.6486*	3.6115*	5.446651	5.439354	0.0446	0.044171
寶來 05	12.387*	11.1445*	4.480679	4.4634	3.00E-05	3.07E-05
寶來 08	3.2913*	3.25791*	4.597678	4.594043	0.1665	0.165241

附錄三 異質性檢定暨最適模型挑選表(續)

寶來 13	6.8079**	6.3837**	4.717876	4.673384	0.0246	0.024328
寶來 14	7.9393***	7.8379***	5.276012	5.259002	0.0015	0.001509
寶來 16	3.6033*	3.5782*	5.115574	5.014827	2.2312	2.216207
大信 02	9.2574***	9.1292***	4.528086	4.527403	0.2484	0.244964
大信 03	15.776***	15.5601***	4.551388	4.55252	1.0783	1.0636
大信 04	14.577***	14.3942***	5.25822	5.209219	0.0086	0.008471
中信 04	7.6109**	7.3022**	5.294861	5.283972	0.6463	0.637148
中信 06	5.4485**	5.3787**	5.009108	4.962831	0.0751	0.074048
中信 08	5.3595**	5.2987**	5.479216	5.472624	0.5576	0.551997
倍利 01	8.1891***	8.094***	5.207567	5.169383	0.068	0.067042
新寶 01	30.545***	30.133***	4.986945	4.982989	0.0499	0.049263
永昌 01	16.504***	15.2573***	5.139641	5.054315	4.1596	4.105553

說明: (1)***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) L-B Q² 衡量殘差平方項之間是否存在序列相關，欄中數字為 Ljung-Box Q 統計量，

(3) ARCH-LM 為 Engle(1982)提出之檢定法，表中的值為 $T \cdot R^2$ ，若服從 χ^2 分配則虛無假設成立，反之則存在 ARCH 效果，其中，T 為樣本數， R^2 為判定係數。

(4) Akaike(1973)提出的 AIC 值，其函數定義為 $AIC(P) = T \cdot \ln s_t^2 + 2p$ ，式中 P 表遞延期

數，T 表樣本數， s_t^2 表落後期數為 P 時的 $\sum_{i=1}^T e_i^2$ 。

附錄四 不對稱檢定表

認購權證	診斷檢定方法		
	SBT	NSBT	PSBT
大華 01	-0.9054	-0.8102	0.5311
大華 02	-2.0508**	1.8296*	2.1318**
大華 03	-0.0415	1.1804	-0.2744
大華 05	-3.687***	2.6638***	3.5935***
大華 10	-1.368	0.8339	0.7725
大華 12	-1.8475*	-3.372***	2.0995**
大華 13	0.4014	-0.9124	0.2736
元大 01	-2.2477**	-2.1557**	4.7532***
元大 03	-1.5097	1.4986	1.4912
元大 04	-1.5582	-1.523	0.236
元大 05	-1.7844*	2.261**	3.7516***
元大 06	-2.1851**	-1.66103*	3.9786***
元大 08	-1.8806*	-0.2005	-1.9199*
元大 09	-1.1049	-1.3352	0.7674
元大 11	-2.0323**	2.1169**	2.5473**
元大 12	-2.5978***	2.3053**	3.3571***
元大 13	-1.0006	-1.2336	2.6931
元大 14	-3.5868***	4.7064***	4.0607***
元大 15	-0.2368	-0.5908	1.2557
元大 18	-1.7051*	-2.1115**	1.4046
元大 19	-1.0868	0.1275	1.1715
元大 20	-2.4197**	2.4207**	2.7323***
元大 21	-1.7426*	-1.7497*	2.1574**
元大 22	-0.8697	-1.1968	0.3363
元大 24	0.2898	-1.3338	0.6617
元大 25	-3.194***	1.7132*	3.8768***
元大 26	1.8084*	-3.7753***	2.7895***
元富 01	0.4606	0.6219	-0.2449
元富 04	0.43116	-1.1768	0.5327
元富 05	-2.3039**	2.8727***	3.4768***
元富 06	0.0067	-0.7462	1.3272
元富 07	-2.4734**	2.1182**	2.246**
日盛 06	-2.1634**	-1.2807	-1.3161
日盛 07	-1.4794	-0.6061	0.9745
台證 01	-2.1634**	-1.1273	3.5639***
京華 01	2.0187**	-2.7172***	3.0723***
金鼎 01	2.5804**	2.786***	3.721***
金鼎 03	-3.0059***	2.4304**	2.7088***
金鼎 04	0.6095	-1.5445	1.4713
建弘 05	-1.927*	3.371***	2.0742**
建弘 06	-2.3023**	3.0574***	3.7056***
建弘 07	-0.3811	1.1255	0.67811

附錄四 不對稱檢定表(續)

建弘 08	0.3264	-1.6142	1.0769
建弘 09	-0.9491	1.9072	0.941
美林 01	-0.0093	1.1455	1.1398
美林 02	-2.2722**	-2.2965**	3.7675***
國際 03	-4.4873***	3.5964***	3.5098***
統一 02	-1.8309*	2.1916**	2.174***
統一 03	-1.898*	0.2257	0.5653
統一 04	-3.0804***	1.9754**	2.7894***
統一 05	-0.1608	1.6571	1.5693
富邦 04	-2.0594**	4.7714***	2.3606**
富邦 05	-0.5645	1.1335	0.8939
富邦 06	-1.8947*	3.0244***	2.7162***
富邦 07	-0.5286	-2.9519	0.9793
富邦 08	-1.0454	0.3425	-0.0961
富邦 09	0.1269	-0.9195	1.4119
富邦 10	0.45572	0.7134	1.0141
群益 02	-0.8466	-0.4339	-1.6289
群益 05	-0.8466***	2.5771**	2.8291***
群益 08	0.1683	-0.1306	0.9177
群益 09	-0.4078	-0.9603	1.6321
群益 10	2.4724**	2.3775**	1.7251*
群益 11	-2.4281**	2.1379**	4.7098***
群益 12	-0.92	0.4974	1.12619
寶來 03	0.1575	0.8789	1.2048
寶來 04	2.195**	2.2871**	3.1088***
寶來 05	-0.1189	1.3459	0.4693
寶來 08	-3.3865***	2.5726**	2.9155***
寶來 13	-1.1215	-1.6277	-0.3547
寶來 14	-1.1361	-1.1307	0.3037
寶來 16	0.4941	0.5856	0.8672
大信 02	-1.3736	1.5177	1.0336
大信 03	-1.2065	0.6314	0.6967
大信 04	0.1967	1.6454	1.0858
中信 04	-0.8032	-1.1968	0.4029
中信 06	0.0492	-0.2012	1.1591
中信 08	-0.9736	0.1481	0.5077
倍利 01	-0.8753	0.4676	0.5529
新寶 01	0.195	-1.1357	1.3033
永昌 01	-0.3641	-1.4209	-0.2442

說明：(1)***、**、* 分別代表 1%、5%、10% 的顯著水準。

(2) SBT, NSBT 與 PSBT 分別為符號偏誤檢定、負向規模偏誤檢定與正向規模偏誤檢定，表中數字即為其之 t 檢定統計值。

附錄五 價格誤差衡量總表

權證名稱		MAE	RMSE	MAPE	權證名稱	MAE	RMSE	MAPE
	iv	1.098287	1.230022	0.212847		0.12267	0.175523	0.094076
大華 02	hv	3.133059	3.431389	0.622699	元大 14	2.062728	2.559982	0.678893
	GARCH	3.131939	3.436877	0.61468		1.992486	2.483784	0.663857
	EGARCH	3.231096	3.545981	0.629006		2.02196	2.51541	0.671947
	iv	0.045373	0.06832	0.003575		0.056289	0.070828	0.124958
大華 05	hv	1.223868	1.715844	0.09371	元大 18	1.64338	2.221214	0.905823
	GARCH	1.233281	1.727636	0.095085		1.654049	2.238342	0.908152
	EGARCH	1.148755	1.614861	0.087722		1.659294	2.246312	0.909506
	iv	0.031112	0.046639	0.040627		0.072282	0.102463	0.142375
大華 12	hv	0.852301	1.096208	0.463889	元大 20	2.46097	3.809035	0.893248
	GARCH	0.716096	0.945096	0.408911		2.50631	3.863656	0.907655
	EGARCH	0.745495	0.981527	0.419684		2.570306	3.968752	0.918915
	iv	0.776482	1.22477	0.187797		0.130403	0.172222	0.102994
元大 01	hv	4.46374	5.154836	0.630616	元大 21	4.587857	6.464197	0.866604
	GARCH	4.177341	5.028562	0.55958		4.01593	5.580474	0.8307
	EGARCH	4.207735	5.063254	0.562963		4.368866	6.141777	0.858922
	iv	0.047069	0.104117	0.011677		0.195226	0.374085	0.017945
元大 05	hv	0.47778	0.647051	0.104061	元大 25	1.713395	2.166901	0.162465
	GARCH	0.568086	0.722701	0.122308		1.514188	1.929396	0.149823
	EGARCH	0.603897	0.770476	0.129834		1.338818	1.67915	0.145029
	iv	0.394202	0.453173	0.111572		0.021267	0.028665	0.061759
元大 06	hv	5.579324	6.772002	0.666164	元大 26	0.489095	0.615668	0.840286
	GARCH	6.091726	7.357471	0.697497		0.499966	0.623785	0.858998
	EGARCH	6.265337	7.556589	0.708408		0.506482	0.628833	0.869974
	iv	1.502686	2.259036	0.292322		0.145089	0.180823	0.067632
元大 08	hv	5.741665	7.351513	0.682109	元富 05	2.425763	3.07067	0.606489
	GARCH	5.930917	7.532223	0.700387		2.391929	3.018041	0.604799
	EGARCH	5.995832	7.614185	0.704665		2.419271	3.048183	0.611672
	iv	0.366255	0.452109	0.142192		0.161598	0.237607	0.048723
元大 11	hv	5.204161	6.989195	0.84192	元富 07	2.527138	3.139369	0.454692
	GARCH	5.15174	6.926046	0.836173		2.353966	3.028092	0.414987
	EGARCH	5.275595	7.107346	0.844922		2.509119	3.200767	0.441622
	iv	0.409612	0.594635	0.118467		0.359395	0.444631	0.086466
元大 12	hv	1.573909	2.145979	0.42604	日盛 06	3.548556	4.442603	0.426181
	GARCH	2.10777	2.682696	0.534727		3.695673	4.566942	0.440684
	EGARCH	2.194687	2.782667	0.547163		3.741354	4.616713	0.44398

附錄五 價格誤差衡量總表(續)

權證名稱		MAE	RMSE	MAPE	權證名稱	MAE	RMSE	MAPE
	iv	0.200309	0.276842	0.066188		0.098549	0.125394	0.165421
台證 01	hv	3.101546	3.563873	0.616657	統一 03	2.344265	3.191897	0.768703
	GARCH	3.043876	3.483843	0.609892		2.364098	3.243163	0.762193
	EGARCH	3.156182	3.613464	0.628414		2.404654	3.296271	0.770763
		iv	0.888079	1.371604		0.182287		0.125787
京華 01	hv	1.341968	1.645632	0.294596	統一 04	3.051889	4.328351	0.831708
	GARCH	1.244725	1.596621	0.23061		3.094167	4.412814	0.832539
	EGARCH	1.343493	1.708742	0.246447		3.073353	4.385245	0.825334
		iv	0.426344	0.633197		0.019691		0.090998
金鼎 01	hv	2.126632	2.551934	0.103893	富邦 04	2.811718	3.863064	0.680489
	GARCH	1.914577	2.36025	0.088187		3.232399	4.322854	0.785422
	EGARCH	2.147511	2.698173	0.097997		3.360184	4.490222	0.803732
		iv	0.343182	0.422605		0.093817		0.370866
金鼎 03	hv	2.962202	3.621316	0.414224	富邦 06	1.227453	1.663986	0.406511
	GARCH	2.936416	3.599641	0.409423		1.620786	2.086195	0.498567
	EGARCH	3.027392	3.699546	0.41848		1.74182	2.221875	0.517215
		iv	0.109588	0.177074		0.134322		0.327033
建弘 05	hv	2.872404	3.582421	0.643802	群益 05	2.935649	3.439842	0.438508
	GARCH	3.114609	3.857264	0.678408		2.96449	3.485689	0.438473
	EGARCH	3.160692	3.913227	0.684232		3.030022	3.556039	0.444903
		iv	0.298968	0.463807		0.171891		0.171529
建弘 06	hv	1.442879	1.888399	0.449082	群益 10	4.432296	6.125379	0.928673
	GARCH	1.87941	2.361671	0.544358		4.500465	6.236653	0.934158
	EGARCH	2.018062	2.524224	0.565206		4.617888	6.429963	0.943513
		iv	0.271678	0.384995		0.014758		0.048886
美林 02	hv	3.583	4.986602	0.164479	群益 11	1.288904	1.801682	0.801417
	GARCH	3.481417	4.917036	0.159833		1.312609	1.837691	0.809758
	EGARCH	4.638917	5.300668	0.272026		1.428716	2.004989	0.842978
		iv	1.005818	1.071772		0.075793		0.349952
國際 03	hv	5.276025	5.558135	0.412658	寶來 04	3.172941	3.525472	0.218514
	GARCH	4.821209	5.099253	0.377326		2.007914	2.731843	0.116882
	EGARCH	4.682509	4.959893	0.367022		2.236567	2.979005	0.130487
		iv	0.524315	0.621489		0.139345		0.377993
統一 02	hv	3.784136	4.779281	0.516672	寶來 08	2.678509	3.062422	0.239119
	GARCH	3.500067	4.554323	0.484759		2.68153	3.075314	0.237706
	EGARCH	3.610292	4.665597	0.493066		2.79891	3.194884	0.246679

附錄六 理論價格與市場價格迴歸分析表

權證名稱		A	b	R ²	權證名稱	a	b	R ²
	iv	-0.3236***	0.8929***	0.986819		-0.0408***	0.9815***	0.996856
大華 02	hv	1.8278***	1.4346***	0.909038	元大 14	1.227***	1.6217***	0.700313
	GARCH	1.6325***	1.4991***	0.924049		1.1229***	1.6148***	0.709496
	EGARCH	1.6752***	1.5356***	0.922139		1.1477***	1.6313***	0.705135
	iv	-0.0502***	1.0018***	0.999942		0.0249***	0.9738***	0.999769
大華 05	hv	2.5125***	0.9168***	0.982372	元大 18	0.8617***	2.8535***	0.830786
	GARCH	2.5678***	0.9143***	0.982708		0.8698***	2.908***	0.826445
	EGARCH	2.3144***	0.9226***	0.982991		0.8754***	2.9318***	0.824255
	iv	0.0126***	1.0014***	0.999615		0.012	0.9867***	0.999566
大華 12	hv	0.2856***	1.322***	0.953777	元大 20	0.7939***	3.4248***	0.91295
	GARCH	0.2004***	1.2514***	0.948084		0.8987***	3.5034***	0.9048
	EGARCH	0.2074***	1.271***	0.948282		0.9575***	3.7894***	0.896435
	iv	-0.8571***	1.0123***	0.982395		0.1128***	0.9881***	0.999674
元大 01	hv	2.3365***	1.44802***	0.969936	元大 21	2.3336***	2.1282***	0.913898
	GARCH	1.5692***	1.5181***	0.967814		1.8587***	1.8394***	0.949435
	EGARCH	1.5899***	1.5231***	0.967469		2.014***	2.0621***	0.941658
	iv	-0.0262	0.9993***	0.999307		0.0563	1.0106***	0.996866
元大 05	hv	0.919***	0.9339***	0.987095	元大 25	0.2737	1.0856***	0.905858
	GARCH	0.9887***	0.9394***	0.986826		0.1197	1.0761***	0.91916
	EGARCH	1.0571***	0.9355***	0.985535		-0.4027*	1.08***	0.927787
	iv	-0.3063***	0.9929***	0.99952		0.0103***	0.9914***	0.994683
元大 06	hv	3.8053***	1.2736***	0.884467	元大 26	0.5186***	0.7006***	0.061912
	GARCH	4.116***	1.3309***	0.873292		0.758***	0.5212***	0.061568
	EGARCH	4.2068***	1.3551***	0.870323		0.5227***	0.801***	0.060634
	iv	-0.9525***	0.958***	0.97429		-0.0935***	0.9907***	0.999033
元大 08	hv	2.4665***	1.5607***	0.913544	元富 05	1.3713***	1.4889***	0.817984
	GARCH	2.7169***	1.5686***	0.910647		1.3398***	1.4803***	0.829071
	EGARCH	2.7549***	1.5801***	0.908953		1.3627***	1.4884***	0.826917
	iv	-0.2672***	0.9893***	0.999112		-0.0565***	0.9918***	0.998831
元大 11	hv	2.955***	1.7662***	0.8795	元富 07	0.8495***	1.3315***	0.952557
	GARCH	2.9991***	1.7205***	0.871157		0.5808***	1.332***	0.944283
	EGARCH	3.0753***	1.7683***	0.865263		0.6688***	1.3583***	0.94263
	iv	-0.2622***	0.9793***	0.994444		-0.2822***	0.9943***	0.999122
元大 12	hv	0.5184***	1.2075***	0.959708	日盛 06	0.8787***	1.285***	0.95379
	GARCH	0.9415***	1.2569***	0.951194		1.0025***	1.2925***	0.955366
	EGARCH	0.988***	1.2709***	0.949054		1.0228***	1.2967***	0.954934

附錄六 理論價格與市場價格迴歸分析表(續)

權證名稱		a	B	R ²	權證名稱	a	b	R ²
台證 01	iv	-0.2254***	1.0163***	0.99782	統一 03	-0.0246***	0.9868***	0.999438
	hv	2.0498***	1.3105***	0.932771		0.5598***	2.2756***	0.954278
	GARCH	1.9522***	1.317***	0.943161		0.4909***	2.3583***	0.953223
	EGARCH	2.0304***	1.3378***	0.93978		0.5152***	2.4115***	0.951755
京華 01	iv	-1.0652***	1.0153***	0.984527	統一 04	-0.0332***	0.9828***	0.999457
	hv	1.6061***	0.9312***	0.978637		0.5431***	3.0296***	0.944283
	GARCH	1.177**	0.9683***	0.975152		0.4955***	3.1767***	0.935252
	EGARCH	1.2773***	0.9764***	0.974462		0.4815***	3.1338***	0.93581
金鼎 01	iv	1.008***	0.9523***	0.994491	富邦 04	-0.0177	1.0022***	0.994942
	hv	2.6052***	0.96***	0.934771		1.5136***	1.4372***	0.912898
	GARCH	0.9989**	1.0123***	0.919873		2.2092***	1.4015***	0.869955
	EGARCH	1.2431***	1.0239***	0.914451		2.3429***	1.4202***	0.85823
金鼎 03	iv	-0.2064***	0.9876***	0.998903	富邦 06	-0.1834***	0.9735***	0.994679
	hv	0.7818***	1.2851***	0.957663		0.4914***	1.1453***	0.9715
	GARCH	0.7246***	1.288***	0.9584		0.8448***	1.1671***	0.959773
	EGARCH	0.765***	1.2983***	0.957359		0.9025***	1.1855***	0.957393
建弘 05	iv	-0.0332**	0.994***	0.999162	群益 05	-0.2173***	0.9892***	0.99887
	hv	1.4402***	1.4089***	0.924578		1.0152***	1.2823***	0.962808
	GARCH	1.6368***	1.4532***	0.915905		0.9936***	1.291***	0.961118
	EGARCH	1.6719***	1.4631***	0.913471		1.0222***	1.2993***	0.960595
建弘 06	iv	-0.1393***	0.9793***	0.994974	群益 10	-0.0553***	0.9824***	0.999175
	hv	0.5433***	1.1974***	0.969537		2.7106***	2.7618***	0.758689
	GARCH	0.9225***	1.2322***	0.955648		2.8593***	2.8054***	0.727752
	EGARCH	0.9906***	1.258***	0.952038		2.9481***	3.1093***	0.711303
美林 02	iv	-0.0805	1.0072***	0.998449	群益 11	0.0482***	0.9782***	0.999754
	hv	3.0337***	0.9764***	0.795535		0.3503***	2.2088***	0.949434
	GARCH	3.1987***	0.9547***	0.789997		0.3474***	2.2823***	0.950441
	EGARCH	0.7247	0.8791***	0.751561		0.384***	2.641***	0.94771
國際 03	iv	0.0626***	0.9252***	0.999301	寶來 04	0.8505***	0.9626***	0.99857
	hv	2.9007***	1.2967***	0.884191		2.0337***	1.0832***	0.960607
	GARCH	2.4711***	1.2774***	0.894912		-0.3982	1.1548***	0.945251
	EGARCH	2.387***	1.2666***	0.896779		-0.2767	1.169***	0.943323
統一 02	iv	-0.3892***	0.9914***	0.999396	寶來 08	-0.2606***	0.9924***	0.997153
	hv	3.1555***	1.0556***	0.950999		0.8685***	1.1463***	0.967855
	GARCH	2.9759***	1.0451***	0.950229		0.8341***	1.1494***	0.967028
	EGARCH	3.0402***	1.0497***	0.949196		0.9123***	1.1541***	0.965704