

國立交通大學
經營管理研究所

碩士論文

考量內分位數變幅的 CARR 模型之實證分析

Empirical Analysis of CARR Model with Interquantile
Range

The logo is a circular emblem with a blue border. Inside the circle, there is a stylized representation of a building or a gear-like structure. The letters 'ESA' are prominently displayed in the center of the emblem.

指導教授：周雨田

研究生：劉吉振

中華民國九十六年一月

考量內分位數變幅的 CARR 模型之實證分析

Empirical Analysis of CARR Model with Interquantile Range

研究生：劉吉振

Student : Chi-Zhen Liu

指導教授：周雨田教授

Advisor : Dr. Ray-Yeutien Chou

國立交通大學

經營管理研究所



A Thesis

Submitted to Institute of Business and Management
College of Management
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
of
Business Administration

January 2007

Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年一月

考量內分位數變幅的 CARR 模型之實證分析

學生：劉吉振

指導教授：周雨田教授

國立交通大學經營管理研究所碩士班

中文摘要

CARR(Conditional Autoregressive Range)模型在固定的時間區間對於資產價量的變幅(range)提供一個動態模式。然而採用變幅做為波動性之代理變數仍隱含一些問題，包括變幅對於離群值具高度敏感性，以及採用變幅做為波動性代理變數之 CARR 模型，所估計出的波動性可能高估實現波動性的變異程度。因此本研究基於適度規避離群值的衝擊與適當刻畫波動性的動態行程此兩目的，針對變幅採取穩健性的衡量方式，意即採用內分位數變幅(interquartile range)做為衡量波動性的代理變數，並與 CARR 模型做一適切搭配，試圖獲取較佳的樣本內與樣本外之預測結果。本研究主要研究對象為期貨之時間序列，包括 NY Light Crude(CL)、Dow Futures(DJ)、Nasdaq 100 Futures(ND)、NY Natural Gas(NG)以及 S&P 500 Futures(SP)，而在預測能力的衡量指標上，樣本內採用 Mincer-Zarnowitz(MZ)迴歸式，樣本外採用二次損失函數、比例損失函數以及 t 檢定做為主要衡量指標。實證結果顯示，在樣本資料為實現波動性之波動程度較大且包含數值較大之離群值的資料型態下，如 NY Light Crude 及 NY Natural Gas，內分位數變幅之 CARR 模型將優於標準變幅之 CARR 模型。在樣本資料為實現波動性之波動程度較小且離群值較小的資料型態下，如 Dow Futures、Nasdaq 100 Futures 及 S&P 500 Futures，內分位數低估了實現波動性之波動程度，因此標準變幅之 CARR 模型在預測能力的表現上，優於多數的內分位數變幅之 CARR 模型。另外，除了樣本 Nasdaq 100 Futures 外，另外四種期貨資料之樣本內與樣本外預測結果具一致性。

關鍵字：CARR 模型、變幅、內分位數變幅、MZ 迴歸式、二次損失函數、比例損失函數、實現波動性、極值理論

Empirical Analysis of CARR Model with Interquantile Range

Student: Chi-Zhen Liu

Advisor: Ray-Yeutien Chou

Institute of Business and Management
National Chiao Tung University

Abstract

The conditional autoregressive range (CARR) model was proposed a dynamic model for the high/low range of asset prices within fixed time intervals. However, adopting range as the proxy of volatility has some problems. Firstly, range is highly sensitive to outliers. In addition, the CARR model with range will probably overestimate the variance of realized volatility. Based on the purpose of avoiding the effects of outliers and that of properly characterizing the dynamic structure of volatility, we utilize the robust measure of range. In other words, we adopt interquantile range as the proxy of volatility and compare the forecasting performance of the CARR model with either interquantile range or standard range. The forecasting performance measures include Mincer-Zarnowitz (MZ) regression in in-sample forecasts, quadratic loss functions, proportional loss functions and t test in out-of-sample forecasts. The samples include NY Light Crude (CL) 、Dow Futures (DJ) 、Nasdaq 100 Futures (ND) 、NY Natural Gas (NG) and S&P 500 Futures(SP). The empirical results reveal that in the sample which has more volatile realized volatility and many extreme outliers, like NY Light Crude (CL) and NY Natural Gas (NG), the CARR model with interquantile range outperforms the CARR model with standard range, in terms of both in-sample forecasts and out-of-sample forecasts. On the contrary, in the sample which has less volatile realized volatility and small outliers, like Dow Futures (DJ), Nasdaq 100 Futures (ND) and S&P 500 Futures (SP), the results are opposite.

Key words: CARR model, range, interquantile range, MZ regression, quadratic loss function, proportional loss function, realized volatility, extreme value theory (EVT).

謝辭

十一月中旬，頂著修習輔所的名號，在交大的浩然圖書館，終於寫下了謝辭這一頁。回想起這篇論文的寫作過程，真的是酸甜苦辣的集大成，不禁覺得要感謝的人真的很多。最要感謝的是我的指導老師，周雨田老師。自暑假開始，老師便積極地執行每週一會的計畫，時時刻刻關注我們的進度，以致我們都能在六月時順利參加畢業典禮；另外要感謝巫春洲老師，每每老師都能針對論文中的破綻提出關鍵的問題；同時要感謝劉炳麟學長在程式上的輔助，對於學長在 Eviews 上的爐火純青，我由衷感佩。另外也要感謝我的口試委員：楊奕農老師、周恆志老師以及許和鈞老師在口試時給予的指導。

論文的撰寫過程中，除了老師們及學長的幫助外，我還想對在這研所兩年的生活中，彼此相互扶持的同學及球隊成員們說聲謝謝。壘球隊南下遠征的光景歷歷在目，執掌 DV，錄下每一瞬間的感覺還緩緩留在手中；排球隊作客台大，力克東吳與嘉大，勇奪季軍的榮耀熱血，還在我體內流竄；七月迎新的第一小隊，為所長換上新衣的感動，依然記錄在我的部落格中；由大餅領軍的周氏家族，在教師節的賀卡中，讓我深刻體會這群學弟妹們的凝聚力與創意。當然還有永遠的心靈諮商師文宜以及我們共同的學妹羅小馨，總能在我低潮時給予最大的鼓勵。最後，這一個最後的感謝，我要送給總在八里盼望兒子回家，又捨不得退休的老爸和老媽，謝謝你們一路來的支持，總在我疲累想回家充電時給我無限的關心跟溫暖，謝謝你們。

吉振謹識

于交大浩然

民國九十五年十一月

目錄

中文摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
謝辭.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
一、前言.....	1
二、文獻探討.....	3
2.1 變幅估計值.....	3
2.2 波動性模型與報酬率.....	3
2.3 波動性模型與變幅.....	4
2.4 離群值與極端值理論.....	5
三、研究方法.....	7
3.1 CARR模型.....	7
3.2 內分位數變幅.....	10
3.3 實現波動性之選取.....	11
3.4 樣本內預測.....	14
3.5 樣本外預測.....	15
3.1.1 預測值計算方式.....	15
3.1.2 損失函數(loss function).....	15
3.1.3 t檢定.....	16
四、資料分析.....	18
4.1 資料選取.....	18
4.2 實現波動性.....	19
4.3 內分位數變幅之敘述性統計量.....	20
4.3.1 CL、NG內分位數變幅之敘述性統計量.....	20
4.3.2 DJ、ND、SP內分位數變幅之敘述性統計量.....	21

五、實證分析.....	23
5.1 參數估計.....	23
5.1.1 CL、NG之參數估計.....	23
5.1.2 DJ、ND、SP之參數估計.....	23
5.2 樣本內預測結果.....	25
5.2.1 CL、NG之樣本內預測結果.....	25
5.2.2 DJ、ND、SP之樣本內預測結果.....	26
5.3 樣本外預測結果.....	28
5.3.1 CL、NG之樣本外預測結果.....	28
5.3.2 DJ、ND、SP之樣本外預測結果.....	29
六、結論.....	31
參考文獻.....	33



表目錄

表 1：CL內分位數變幅之敘述性統計量.....	36
表 2：NG內分位數變幅之敘述性統計量.....	38
表 3：DJ內分位數變幅之敘述性統計量.....	40
表 4：ND內分位數變幅之敘述性統計量.....	42
表 5：SP內分位數變幅之敘述性統計量.....	44
表 6：CL內分位數變幅CARR(1,1)模型之參數估計結果.....	46
表 7：NG內分位數變幅CARR(1,1)模型之參數估計結果.....	48
表 8：DJ內分位數變幅CARR(1,1)模型之參數估計結果.....	50
表 9：ND內分位數變幅CARR(1,1)模型之參數估計結果.....	52
表 10：SP內分位數變幅CARR(1,1)模型之參數估計結果.....	54
表 11：CL樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量.....	56
表 12：CL樣本內預測結果.....	57
表 13：NG樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量.....	59
表 14：NG樣本內預測結果.....	60
表 15：DJ樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量.....	62
表 16：DJ樣本內預測結果.....	63
表 17：ND樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量.....	65
表 18：ND樣本內預測結果.....	66
表 19：SP樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量.....	68
表 20：SP樣本內預測結果.....	69
表 21：CL樣本外一期之預測結果.....	71
表 22：NG樣本外一期之預測結果.....	73
表 23：DJ樣本外一期之預測結果.....	75
表 24：ND樣本外一期之預測結果.....	77
表 25：SP樣本外一期之預測結果.....	79
表 26：樣本內與樣本外勝率.....	81

圖目錄

圖 1:CL、NG、DJ、ND、SP 五分鐘調整後實現波動性.....	82
圖 2:CL、NG、DJ、ND、SP 箱型圖(Box-plot).....	83
圖 3:CL、NG、DJ、ND、SP 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)與內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)走勢圖.....	84
圖 4:CL 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{5\%} - L_{30\%}$)下,樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖.....	85
圖 5:NG 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{0\%} - L_{5\%}$)下,樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖.....	85
圖 6:DJ 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下,樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖.....	86
圖 7:ND 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下,樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖.....	86
圖 8:SP 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下,樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖.....	86



一、前言

在財務經濟領域以及計量經濟領域中，波動性(volatility)已被廣泛的討論。做為風險的衡量指標之一，波動性在資產定價、投資組合以及風險的控管上均扮演重要的角色。Hull 和 White (1987)便將隨機波動性的概念，納入標的股價行程的模型中，用以設計選擇權的定價方式。在投資組合的決策中，delta、gamma、theta、vega 以及 rho 等係數值分別代表著不同風險大小的測量值，而這些係數值的計算均牽涉到波動性的概念。此外，在期貨價格波動性的預測上，Harvey 和 Whaley (1992)指出，當選擇權市場的交易很頻繁或是具有效率時，選擇權的隱含波動性(implied volatility)將是期貨價格波動性的有效預測值，意即隱含波動性應包含市場資訊集(market information set)中所有變數所提供的資訊，用以解釋期貨價格的波動性。

波動性的重要性不僅反映在上述的議題上，甚至牽涉到一個國家貨幣政策的制定。Bernanke 和 Gertler (1999)曾指出，中央銀行須適當地調整貨幣政策以平衡通貨膨脹(inflation)或通貨緊縮(deflation)所帶來的壓力。而通貨膨脹或通貨緊縮的發生便是來自物價的漲跌，因此若能適切地掌握物價的波動程度，將有助於貨幣政策的調整機制。在財務文獻中，已有許多學者針對資產價格、匯率或是利率的波動行程提供相關的財務模型，以 Chou (2005a)為例，其採用了變幅(range)做為波動性的代理變數，並以 S&P 500 指數做為樣本資料，建構一波動性模型-CARR(Conditional Autoregressive Range)模型，用以預測資產價格的未來波動性。在實證研究中，Chou (2005a)獲得了 CARR 模型在波動性預測能力上優於 GARCH 模型的結果。

然而，變幅是否為一適當的波動性代理變數，則值得更進一步的確認。Beckers (1983)曾指出以變幅做為估計波動性的代理變數時，將隱含一些問題。首先，當股票交易不夠頻繁時，利用變幅得到的估計值將產生顯著的向下偏誤(downward bias)；其次，變幅對於離群值(outlier)有高度的敏感性(sensitivity)；再者，用以衡量變幅的最高價格與最低價格所反應的可能是弱勢(disadvantaged)交易者的交易行為，因此可能不是一個很可靠的股票價值之指標。Alizadeh, Brandt 和 Deibold (2002)則指出，每日觀察到的最高價實際上比實際最高價高出半個價差(spread)，而每日觀察到的最低價則比實際最低價低了半個價差，因此觀察到

的變幅與實際變幅間產生了偏誤現象。Chou (2005a)則提出了變幅易受離群值影響的論點。針對離群值的規避方法上，多數文獻皆採用直接刪除離群值的作法。Wiggins (1991)在其實證研究中，將資料分為含有離群值與剔除離群值的兩種資料型態，結果發現在剔除離群值的資料型態下，變幅估計值的有效性顯著高於含有離群值的資料型態下之估計值，在在證實變幅易受離群值影響的特性。此外在財務文獻中亦有許多關於離群值或極端值的研究。以極端值理論(Extreme Value Theory, EVT)為例，該理論重視極端值隱含的資訊，主要著重於原始資料中極端值之抽樣分配的探討，亦即該理論主要用於討論尾端分配的情況，為風險管理中重要的理論之一，而近年來研究風險衡量之學者亦紛紛利用極端值理論進行風險值(Value at Risk, VaR)及壓力損失的估計。相對於極端值理論著重於極端值或離群值之探討，本文之目的乃試圖在維持完整資料型態下，緩和或規避離群值對模型估計的影響程度，並為股價波動配適合適的模型型態，因此擬以 Chou (2005a)的 CARR 模型為基礎模型，並採取穩健性(robust)的衡量方式，針對標準變幅進行修正，即採用內分位數變幅(interquartile range)做為衡量波動性的代理變數，並在不同屬性之樣本資料下(商品期貨與金融期貨)，進行內分位數變幅與標準變幅模型之比較研究，以進一步了解內分位數變幅在波動性之變異程度較大且樣本資料中包含較大離群值的資料型態下，對離群值的規避效果是否優於在波動性之變異程度相對較小之資料型態，以及內分位數變幅之模型在不同的資料型態下，是否具有一致的預測能力。

二、文獻探討

2.1 變幅估計值

對於波動性的估計或是衡量方法，許多文獻皆支持採用變幅做為波動性的代理變數。根據 Chou (2005a)的定義，變幅代表的是在某固定取樣期間內，資產的最高價與最低價的差距。Mandelbrot (1963)曾使用變幅的觀念去檢驗資產價格長期依存度的特性。Parkinson (1980)曾指出，取對數後的股票價格概略地遵循隨機漫步(random walk)過程，而用來刻畫隨機漫步過程的擴散常數(diffusion constant)等於報酬率的變異數，為一重要且值得估計的數值，因此 Parkinson (1980)利用變幅估計值的變異數以及傳統以收盤價衡量的估計值之變異數進行比較，進一步說明了在假設交易為連續形態以及交易情形可被監控下，變幅的有效性(efficiency)相較於以收盤價衡量的估計值，高出五倍以上。Beckers (1983)將開盤價與收盤價的資訊納入變幅的估計式中，將 Parkinson (1980)的估計式做了調整，並採用 208 支股票及選擇權進行實證分析。Beckers (1983)採用簡單線性迴歸式做為衡量方法，證實了變幅可做為未來股價波動性的預測值，且其預測能力優於收盤價估計值，而其主因為最高價格與最低價格所構成的變量，隱含了收盤價格所缺乏的變異數資訊。Wiggins (1991)指出，極端值估計式(extreme-value estimator)的優勢在於其掌握了可觀察價格的全部範圍或是散佈情形，而非僅僅一天之中的最後一瞬間價格。在 Wiggins (1991)的實證分析中，將所有股票以價格及交易量區分成 12 個群體，實證結果顯示，相較於收盤價估計值，變幅估計值有向下偏誤的問題，且在有離群值存在的樣本中，其有效性大打折扣，然而在剔除離群值的樣本中，變幅估計值則保有高度有效性的特性。另外，Andersen 和 Bollerslev (1998)發現變幅對實現波動性(realized volatility)有良好的解釋能力。

2.2 波動性模型與報酬率

此外，亦有許多文獻針對波動性的動態結構建構了合適的模型。Engle (1982)首先針對波動性因時而異的特性建構出 ARCH 模型。接著 Bollerslev (1986)將條件變異數的落後期引入變異數方程式中，將 ARCH 模型予以一般化而提出 GARCH 模型。關於 GARCH 模型在財務與經濟上的應用和說明，可參考 Bollerslev, Chou 和 Kroner (1992)。至於以 GARCH 模型為基準而延伸的一系列相關模型，Ding, Granger 和 Engle (1993)以及 Hentschel (1995)則有詳盡的模型介紹與比較。Ding, Granger 和 Engle (1993)指出，絕對值報酬率(absolute

return) $|r_t|$ 相較於報酬率本身，擁有高度的自我相關性，不僅如此，絕對值報酬率的轉換模式 $|r_t|^d$ 亦有此種特性，且當 d 愈趨近於1時，自我相關性的特性將愈明顯，我們可將此特性稱之為緩長記憶(long memory)特性。除此之外，Ding, Granger 和 Engle (1993)在波動性方程式中採用 Box-Cox 轉換模式建構出 A-PARCH(Asymmetric power ARCH)模型。此模型不僅引入不對稱性(asymmetry)的概念，且包含七種不同型態的 ARCH 模型，為建構 ARCH 模型的家族踏出第一步。Hentschel (1995)則進一步介紹 GARCH 模型的家族並建構更一般化的模型，其將標準化之殘差項予以一般化，並將不對稱性分解成平移式(shift)不對稱性與旋轉式(rotation)不對稱性，其中較小的衝擊效果反應在平移式不對稱性上，較大的衝擊效果則反應在旋轉式不對稱性。以美國股票做為樣本資料下，實證結果顯示小衝擊是造成波動性不對稱性的主要因子。

2.3 波動性模型與變幅

近年來關於波動性模型的研究中，已有許多文獻將變幅的概念引入模型中，並在實證分析中證實具有不錯的預測能力。Lin 和 Rozeff (1994)將變幅帶入 GARCH 模型的變異數方程式中，獲得顯著的正向關係，同時影響殘差項落後期平方項的係數，使其變為不顯著。Alizadeh, Brandt 和 Deibold (2002)證實了對數化變幅(log range)具有高度有效性、近似常態分配以及不受市場微結構干擾的特性，並建構隨機波動(stochastic volatility)模型的二因子模式，一為高度持續性(persistent)因子，另一為均數復歸(mean-reverting)因子，並以期貨匯率為研究對象，說明了以對數化變幅做為波動性代理變數的模型，不僅描述了波動性的自我相關性，同時也對波動性的變異程度提供解釋。Brandt 和 Jones (2006)結合對數化變幅與 EGARCH 模型的二因子模式以及部份整合(fractionally integrated)模式，以 S&P 500 指數為研究對象，大幅改善了樣本外預測能力的正確性。值得注意的是，Brandt 和 Jones (2006)將樣本外預測目標設定為樣本外 k 期波動性預測值之平均值，而非單一 k 期的波動性預測值，在此前提下，模型的可預測期間將可延長至一年，且用以衡量解釋能力的判定係數也高達 0.3-0.34。Chou (2005a)則提出 CARR 模型。其形式在於將變幅與 GARCH 模型結合，用以捕捉條件變幅的動態過程。CARR 模型具備以下幾點特色。第一，透過準最大概似估計法(Quasi-maximum likelihood estimation, QMLE)，可獲得具一致性(consistent)的參數估計值；第二，將條件變幅進行部分調整後，假設誤差項服從指數分配的 CARR 模型，其概似函數(likelihood function)與假設誤差項服從常態分配的 GARCH 模型之概似函數相同，亦即

所有關於 GARCH 模型的漸近(asymptotic)特性，均適用於 CARR 模型；第三，CARR 模型於實證操作上相較於許多波動性模型簡易許多，原因在於上述的兩點特性，使得可以估計 GARCH 模型的統計軟體，亦可針對 CARR 模型進行估計。關於 CARR 模型的相關延伸議題則有 Chou (2005b)提出的 ACARR(Asymmetric CARR)模型。Chou (2005b)指出，不對稱性的類型包含趨勢行為(trending behavior)、偏態持續性(skewness persistence)以及這兩種的交互行為。ACARR 模型將動態結構分解為向上變幅(upward range)與向下變幅(downward range)，試圖解釋市場中的不對稱性現象，而以 S&P 500 指數為研究對象的實證結果顯示，ACARR 模型優於對稱性的 CARR 模型。林孟樺(2005)的 TCARR(Threshold CARR)模型則利用過去變幅或外生變數做為門檻變數(threshold variable)，以決定模式區段之切換來描述財金市場中非對稱波動的特性。在貝氏方法(Bayesian approach)的架構下，林孟樺利用馬可夫鏈蒙地卡羅法(Markov Chain Monte Carlo method)進行疊代估計參數，並以日本、南韓、台灣、香港、新加坡及澳洲等六個國家做為實證分析之時間序列資料。實證結果顯示 TCARR 模型相較於 CARR 模型，為一較佳的預測工具。另外，Chou, Liu 和 Wu (2005)結合 CARR 模型與 Engle (2002)的 DCC(Dynamic Conditional Correlation)模型，提出了 DCC-CARR 模型，將單變量 CARR 模型擴展成多變量(multivariate)的型態。

2.4 離群值與極端值理論

在探討變幅的文獻中，Beckers (1983)曾指出以變幅做為估計波動性的代理變數時，將隱含一些問題。其中包括向下偏誤、變幅對離群值的高度敏感性以及變幅是否可做為股價價值的真實指標這三項問題。Chou (2005a)也曾提出，由於變幅的計算方式牽涉到最高價格與最低價格，也就是價格的極端部位，因此採用變幅的模型在估計上易受離群值的影響。Wiggins (1991)在其實證研究中發現，在剔除離群值的資料型態下，變幅估計值的有效性顯著高於含有離群值的資料型態下之估計值，再次證明變幅對離群值具有高度敏感性這項特性。關於離群值或極端值的相關研究，以極端值理論(EVT)為最重要的理論之一。該理論主要著重於原始資料中極端值抽樣分配的討論，亦即討論尾端分配的情況。EVT 之優點在於可同時估計極端損失及其發生之機率，缺點在於極值資料常有自我相關性，故可能不符合「獨立且同一分配」之基本假設。此外，由於金融機構在面臨市場風險或信用風險下，極端事件的發生往往造成巨大的虧損，因此統計學中的 EVT 在金融市場中逐漸受到重視，且亦被運用於金融風險管理方面的研究。而相較於 EVT 著重於極端值的探討及其發生

機率之估計，本研究之目的乃為了規避離群值對模型估計的影響程度，並為股價波動行程配適合適的模型型態，因此本文擬以 Chou (2005a)的 CARR 模型做為基礎模型，並採取內分位數變幅(interquantile range)做為衡量波動性的代理變數，在不同屬性之樣本資料下(商品期貨與金融期貨)，進行內分位數變幅與標準變幅模型之比較研究，以探討內分位數變幅之模型在不同的資料型態下，其預測能力是否具一致性。



三、研究方法

3.1 CARR 模型

根據 Chou (2005a)的定義， P_t 代表在 t 時點下取對數後的資產價格，至於變幅的定義則如下所示：

$$R_t = \text{Max}\{P_\tau\} - \text{Min}\{P_\tau\}, \quad (1)$$
$$\tau = t-1, t-1+1/n, t-1+2/n, \dots, t$$

參數 $1/n$ 代表的是在衡量變幅的區間內，可觀察價格的間隔(如五分鐘)，當此間隔愈小，變幅的衡量將愈精確。接著，假設 P_{t-1} 為前一日取對數後的收盤價，則 $\text{Max}\{P_\tau\}$ 便代表著自前一日收盤價起至今日收盤價之間，所有可觀察價格的最高價；同理， $\text{Min}\{P_\tau\}$ 則代表所有可觀察價格中的最低價。另外，Parkinson (1980)指出，無論變幅服從何種分配，變幅與變幅之標準差均為比例關係。

接著將 CARR(p,q)模型的線性結構表示如下：

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t,$$
$$\lambda_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \lambda_{t-j}, \quad (2)$$
$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t),$$

其中 $\lambda_t \equiv E[R_t | I_{t-1}]$ ，代表的是在 $t-1$ 期之前所有資訊集合的條件下，變幅的條件期望值。 ε_t 為來自相同分配的干擾項，或可稱做標準化變幅， $\varepsilon_t = R_t / \lambda_t$ 。當 ε_t 服從獨立且同態分配(independent identical distributed)時，變幅的條件變異數將和變幅的條件期望值之平方項成比例關係；反之， ε_t 將服從一個平均數為 1，且具異質變異的非負分配(non-negative distribution)。 ω 表示變幅行程之內在不確定性(inherent uncertainty)，也可代表變幅的起始水準，且 $\omega > 0$ 。 α_i 是變幅落後期係數，代表衝擊對變幅條件期望值的短期影響效果，且 $\alpha_i \geq 0$ ， $i = 1, \dots, p$ 。 β_j 是變幅條件期望值落後期的係數，可用以說明長期的影響效果，且

$\beta_j \geq 0, j=1, \dots, q$ 。此外， $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j$ 代表著變幅條件期望值對衝擊反應的總和持續性效果。另外，為求變幅之動態行程符合穩定(stationary)條件， $\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j$ 必須小於 1，或者多項式的特性根(characteristic roots)需大於單位圓(unit circle)。至於變幅的非條件期望值則以 $\bar{\omega} = \omega / (1 - (\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j))$ 表示之。

在假設 ε_t 服從平均數為 1 的指數分配下，CARR 模型的對數概似函數可表示為 $LLF(\omega, \alpha_i, \beta_j; R_1, \dots, R_T) = -\sum_{t=1}^T [\ln(\lambda_t) + R_t / \lambda_t]$ 。為說明 CARR 模型與 GARCH 模型兩者間相同的特性，今將 GARCH 模型的線性結構表示如下：

$$\begin{aligned} y_t &= \varepsilon_t, \\ h_t &= \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}, \\ \varepsilon_t | I_{t-1} &\sim N(0, h_t), \end{aligned} \quad (3)$$

其對數概似函數為 $LLF(\omega, \alpha_i, \beta_j; y_1, \dots, y_T) = -T \ln(2\pi) / 2 - \sum_{t=1}^T [\ln(h_t) + y_t^2 / h_t] / 2$ 。因此 CARR 模型之對數概似函數在經過適當調整後，將與 GARCH 模型之對數概似函數相同，這也說明了兩者間具有相同的特性。

此外，就 CARR 模型的應用層面而言，可在變幅的條件期望值方程式中，根據資料特性，引入相關的解釋變數，使模型更能配合資料型態。

$$\lambda_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \lambda_{t-j} + \sum_{k=1}^r \phi_k X_k, \quad (4)$$

上述模型可稱之為 CARRX 模型， X_k 為模型的外生變數。Chou (2005a) 曾將報酬率落後期與報酬率落後期之絕對值引入變幅的條件期望值方程式中，結果顯示報酬率落後期的係數呈現顯著負向，說明了前期價格的下跌將增加價格的波動程度，也代表著槓桿效果 (leverage effect) 的存在，而報酬率落後期之絕對值則不具顯著解釋能力。Hol 和 Koopman (2002) 則曾將以五分鐘為基準的實現波動性引入 GARCH 模型及隨機波動模型中，且皆獲得顯著的正向效果，代表實現波動性的加入有助於模型解釋能力的整體提升。其它相關的外生變數亦可以引入成交量(值)、週效應、漲跌幅限制等。

此外，CARR 模型的線性結構相似於 Engle 和 Russell (1998)的 ACD(Autoregressive Conditional Duration)模型，不過兩者仍有根本上的差異。第一，存續期間(duration)的衡量在隨機區間中進行，變幅的衡量則在固定區間內進行，因此雖然兩者的觀察值皆為正向數值，但在探討的議題上便有根本性的不同；第二，CARR 模型不僅是探討變幅的模型，同時也可用於波動性的研究。



3.2 內分位數變幅

標準變幅的計算是透過擷取每日最高價與最低價而得，對於離群值的敏感性非常高，且由標準變幅所引入的 CARR 模型，在估計實際波動性時，容易產生高估的疑慮，因此本文擬採內分位數變幅作為引入 CARR 模型之波動性代理變數。內分位數變幅的定義如下所示：

$$R_t(H_i, L_j) = \text{Quantile}(100\% - i)\{P_\tau\} - \text{Quantile}(j)\{P_\tau\}, \quad (5)$$

$$i = 0\% \sim 50\%,$$

$$j = 0\% \sim 50\%,$$

$$\tau = t-1, t-1+1/n, t-1+2/n, \dots, t$$

$\text{Quantile}(j)\{P_\tau\}$ 代表的是單位時間內(如日、週)，由最低價至最高價排列，第 j 個價格，因此若假設 P_{t-1} 為前一日取對數後之收盤價， $\text{Quantile}(0\%)\{P_\tau\}$ 便可代表自前一日收盤價起至今日收盤價期間，所有可觀察價格之最低價， $\text{Quantile}(100\%)\{P_\tau\}$ 則代表所有可觀察價格之最高價，所以我們可將標準變幅重新定義為：

$$R_t = \text{Quantile}(100\%)\{P_\tau\} - \text{Quantile}(0\%)\{P_\tau\} = R_t(H_{0\%}, L_{0\%}) \quad (6)$$

因此標準變幅亦屬於內分位數變幅的其中一例。另外，當 $i = j$ 時，我們稱此內分位數變幅為對稱之內分位數變幅(symmetric interquantile range)，而當 $i \neq j$ 時，我們稱其為不對稱之內分位數變幅(asymmetric interquantile range)。至於在內分位數變幅的選取上，本文選取 $i = 0\%, 5\%, 10\%, 15\%, 20\%, 25\%, 30\%$ 7 組，同時選取 $j = 0\%, 5\%, 10\%, 15\%, 20\%, 25\%, 30\%$ 亦 7 組，兩兩搭配共有 49 組，其中 7 組為對稱之內分位數變幅，42 組為不對稱之內分位數變幅。

3.3 實現波動性之選取

在進行樣本內與樣本外預測能力的比較之前，需先了解時間序列資料之實際波動性，然而實際波動性一般難以藉由市場交易資料觀察而得，因此需要尋找用以代替實際波動性的代理變數。Andersen 和 Bollerslev (1998)曾指出採用每日報酬率之平方項做為實際波動性之代理變數將會導致模型之預測結果不理想，其原因主要是每日報酬率平方項本身便是一個具干擾(noisy)特性且不適當的代理變數。Lopez (2001)亦指出，即便每日報酬率平方項為實際波動性的不偏估計式，其服從不對稱分配的特性依然使它成為一不準確的估計式。Hansen 和 Lunde (2003)指出，採用每日報酬率平方項做為實際波動性之代理變數，將嚴重扭曲實證結果，意即實證結果對模型優劣的排序將與真實情況不符，且伴隨樣本數量增加，選取一個不適當的模型做為最佳模型的機率將接近於一。

因此 Andersen 和 Bollerslev (1998)提出了利用高頻率(high frequency)的日內報酬率(intraday return)所計算出來的實現波動性(realized volatility)做為實際波動性之代理變數。而且隨著日內報酬率所取的頻率愈高，正確性也將跟著提升。Hansen 和 Lunde (2005)也曾利用實證分析證實 Andersen 和 Bollerslev (1998)的論點，因此本文擬採用實現波動性做為實際波動性之代理變數。

然而，Alizadeh, Brandt 和 Deibold (2002)曾指出，市場微結構(market microstructure)，如買賣差價(bid-ask spread)，將對高頻率價格或報酬率的計算造成嚴重影響。市場中所觀察到的價格通常等於實際價格加上或減去一半差價，而買賣價差反彈(bid-ask bounce)將會增加高頻率報酬的波動性。而實現波動性為高頻率日內報酬率的總和，因此伴隨頻率愈高，實現波動性將會產生愈嚴重的向上偏誤(upward bias)。

因此對於報酬頻率的選取上，以下幾位學者提供多方面看法。Hansen 和 Lunde (2005)曾在其研究中分別採用一分鐘至五分鐘不同頻率的實現波動性做為波動性代理變數，且在模型預測能力的比較中發現選用不同頻率的實現波動性並不影響預測結果。然而 Andersen 和 Bollerslev (1998)在其研究中採用了五分鐘做為頻率單位。Hol 和 Koopman (2002)指出，採取五分鐘做為基本頻率單位，主因為五分鐘頻率是最能夠規避市場微結構偏誤，如買賣

價差反彈所造成的負面衝擊之較適當頻率，因此本文決定採用五分鐘頻率之實現波動性做為實際波動性之代理變數。

在實現波動性的計算上，Hol 和 Koopman (2002)提出兩種計算方法，在說明計算方法前，先針對日內報酬率與隔夜報酬率(overnight return)進行定義。

$$r_{t,d} = 100(P_{t,d} - P_{t,d-1}), \quad (7)$$

$$r_{t,N} = 100(P_{t,o} - P_{t-1,D}), \quad (8)$$

$r_{t,d}$ 代表在第 t 日內第 d 筆五分鐘之日內報酬率，而 $r_{t,N}$ 則代表第 t 日之隔夜報酬率，其中 $P_{t,o}$ 代表第 t 日取對數後之開盤價， $P_{t-1,D}$ 則代表第 $t-1$ 日取對數後之收盤價，或是第 D 筆五分鐘之價格。以 Nasdaq 100 Futures 為例，一天之中有 78 筆日內報酬率，因此 $D = 78$ 。

接著我們定義實現波動性：

$$RV_{t,1} = r_{t,N}^2 + \sum_{d=1}^D r_{t,d}^2, \quad (9)$$

$$RV_{t,2} = (1+c) \sum_{d=1}^D r_{t,d}^2 = (\sigma_{OC}^2 + \sigma_{CO}^2) \sum_{d=1}^D r_{t,d}^2 / \sigma_{OC}^2, \quad (10)$$

(9)式之實現波動性將日內報酬率之平方項總和與隔夜報酬率之平方項做直接加總，然而股票市場並非像外匯市場 24 小時皆有交易在進行，因此股票市場之隔夜報酬率將可能比日內報酬率更具波動，所以將兩者直接加總也許不是一個最適當的計算方式。(10)式則利用參數調整的方式計算出一天中可觀察與不可觀察波動性之綜合實現波動性，相較於(9)式更為客觀。其中 $\sigma_{OC}^2 = \text{var}\left(\sum_{d=1}^D r_{t,d}\right)$ ，代表日內報酬率總和之變異數，而 $\sigma_{CO}^2 = \text{var}(r_{t,N})$ ，代表隔夜報酬率之變異數。本文於後續實證分析部分將採用(10)式作為實現波動性之計算方式。

此外 Hansen 和 Lunde (2005)曾對(10)式中的調整參數提出解釋。假設開放交易的時間數為 $D = 78$ ，而一天中總時間數為 $M = 288$ ，則當 $1+c \neq M/D = 3.69$ 時，可能有以下幾種原因。第一，抽樣誤差。然而當樣本數非常大時，抽樣誤差的可能性便大幅降低；第二，日內報酬率具正向的自我相關性，而此自我相關性則可能來自於市場微結構的影響；第

三，報酬率之波動程度在收盤至開盤期間，比開盤至收盤期間來得劇烈。然而這樣的推論必須建立在市場收盤之後，湧入了比市場開盤期間更多的資訊這項前提下；第四，條件期望報酬率 $E(r_{t,d} | I_{t-1})$, $d = 1, \dots, M$ 在計算上的疏忽。假設交易期間的條件期望報酬率等於 0，即 $E(r_{t,d} | I_{t-1}) = 0, d = 1, \dots, D$ ，但在非交易期間的條件期望報酬率卻大於 0，則當日的報酬率平方項 R_t^2 平均而言便可能大於 $(M/D) \sum_{d=1}^D r_{t,d}^2$ ，即便日內報酬率具獨立及變異數同質性。然而，不論 $1+c \neq M/D$ 的原因為上述何者，調整參數均有其存在的必要性，且調整參數的修正並不會影響模型優劣的判斷。



3.4 樣本內預測

在波動性模型預測能力的比較上，Chou (2005a)與 Brandt 和 Jones (2006)均曾採用 Mincer-Zarnowitz (MZ)迴歸式進行分析比較。以下列示出 MZ 迴歸式：

$$MV_t = a + b * FV_t(\text{CARR with interquartile range}) + u_t \quad (11)$$

$$MV_t = a + c * FV_t(\text{CARR with standard range}) + u_t \quad (12)$$

其中我們採用五分鐘之調整後實現波動性當作 MV_t (measured volatility)，而 FV_t (forecasted volatility)則分別代表內分位數變幅之 CARR 模型與標準變幅之 CARR 模型所估計出的波動性估計值， T 為樣本內預測期數，本文設定 $T = 1400$ 。

接著探討模型係數的檢定。假使 MV_t 與 FV_t 經過尺規上的調整，則倘若係數 a 之估計值 \hat{a} 未顯著異於 0 且係數 b 之估計值 \hat{b} 未顯著異於 1，則表示內分位數變幅之 CARR 模型所估計的波動性是實現波動性的不偏估計值。然而若得到 \hat{b} 顯著異於 0 之檢定結果，則表示內分位數變幅之 CARR 模型所求得之波動性具有預測能力。此外，欲比較兩種模型預測能力的優劣，本文採調整後之判定係數 (\bar{R}^2) 做為比較基準。另外，在迴歸式中，針對參數估計值標準差之異質變異及自我相關性問題，本文採用 Newey-West 標準差進行調整。

3.5 樣本外預測

3.1.1 預測值計算方式

關於樣本外預測值之求取，本文採用遞迴方式。以 CARR(1,1) 為例，預測值之計算如下所示：

$$\lambda_{T,T+1}^f = E(\lambda_{T+1} | I_T) = \omega + \alpha_1 R_T + \hat{\beta}_1 \lambda_T \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{T,T+2}^f &= E(\lambda_{T+2} | I_T) = \omega + \alpha_1 E(R_{T+1} | I_T) + \hat{\beta}_1 E(\lambda_{T+1} | I_T) \\ &= \omega + \alpha_1 E(\lambda_{T+1} | I_T) + \hat{\beta}_1 E(\lambda_{T+1} | I_T) \\ &= \omega + (\alpha_1 + \hat{\beta}_1) E(\lambda_{T+1} | I_T) \\ &= \omega + (\alpha_1 + \hat{\beta}_1) \omega + (\alpha_1 + \beta_1)^2 \lambda_T \end{aligned} \quad (14)$$

$$\lambda_{T,T+k}^f = E(\lambda_{T+k} | I_T) = \omega \left(1 - (\alpha_1 + \hat{\beta}_1)^k \right) / \left(1 - (\alpha_1 + \beta_1) \right) + (\alpha_1 + \beta_1)^k \lambda_T \quad (15)$$

其中 $\lambda_{T,T+1}^f$ 代表樣本外一期之預測值， $\lambda_{T,T+2}^f$ 代表樣本外二期之預測值。第(15)式則為樣本外 k 期預測值之通式解。

3.1.2 損失函數(loss function)

Hansen 和 Lunde (2005) 曾指出，眾多損失函數的指標中，並無法判斷何種損失函數在衡量波動性模型之預測能力時為最適當之指標，因此本文沿用 Hansen 和 Lunde (2005) 所引用的四項損失函數，作為判別模型樣本外預測能力優劣之主要指標。

$$MSE = n^{-1} \sum_{r=0}^{n-1} (MV_{T+k+r} - FV_{T+k+r})^2 \quad (16)$$

$$MAE = n^{-1} \sum_{r=0}^{n-1} |MV_{T+k+r} - FV_{T+k+r}| \quad (17)$$

$$QLIKE = n^{-1} \sum_{r=0}^{n-1} (\ln(FV_{T+k+r}) + MV_{T+k+r} / FV_{T+k+r}) \quad (18)$$

$$R^2 LOG = n^{-1} \sum_{r=0}^{n-1} (\ln(MV_{T+k+r} / FV_{T+k+r}))^2 \quad (19)$$

其中損失函數 *QLIKE* 為 Bollerslev 等人(1994)所提出，也可稱做高斯準最大概似函數

(Gaussian quasi-maximum likelihood function)。從其型態可清楚看出其概念來自於 GARCH 模型或 CARR 模型之對數概似函數。 R^2LOG 則為 Pagan 和 Schwert (1990) 提出，主要目的為針對波動性預測值之不對稱性給予懲處 (penalty)，此損失函數之概念主要來自取對數後的 MZ 迴歸式： $\ln(MV_{T+k+r}) = a + b * \ln(FV_{T+k+r}) + u_{T+k+r}$ 。有別於二次損失函數 (quadratic loss function)， R^2LOG 為一比例損失函數 (proportional loss function)，且其計算方式相似於 MZ 迴歸式之判定係數。

另外，關於式中 MV 及 FV 的意義皆與 MZ 迴歸式中相同。 T 為樣本內期間數， k 代表樣本外預測期，當 $k=1$ 時，便是樣本外預測一期， n 則代表滾動樣本 (rolling sample) 之滾動次數，透過滾動樣本，樣本外預測 k 期皆有 n 個預測值，也因此得以計算損失函數的大小，本文設立 $k=1,2,3,4$ 。

此外，值得注意的是，透過 CARR 模型所估計出的波動性預測值 FV ，與 MV 之間存在尺規 (scale) 上的差異，因此在計算損失函數之前，須先進行尺規上的調整，調整方式如下：

$$\begin{aligned}
 MV_{1+r,T+r} &= \phi_r * FV_{1+r,T+r} + u_{1+r,T+r}, \\
 AFV_{T+k+r} &= \hat{\phi}_r * FV_{T+k+r}, \\
 r &= 0, 1, 2, \dots, n-1,
 \end{aligned}
 \tag{20}$$

先透過 (20) 式的迴歸式取得調整參數之估計值 $\hat{\phi}_r$ ，而隨著樣本區間的移動，調整參數也會重新估算，滾動樣本會滾動 n 次，因此將會得到 n 個調整參數，接著再針對 n 個樣本外 k 期預測值進行調整，也就是 (20) 式中的第二式，如此一來便可得到調整後之預測值 AFV_{T+k+r} (adjusted forecasted volatility)。經過調整後，再將 AFV_{T+k+r} 帶回上述四項損失函數中進行計算，以取代原先調整前的 FV_{T+k+r} 。

3.1.3 t 檢定

Brandt 和 Jones (2006) 曾指出，Mincer-Zarnowitz 迴歸式和損失函數均能針對不同模型之預測能力提供相對的優劣準則，但卻無法告知模型的優劣程度是否具統計上的顯著性，

因此本文沿用 Brandt 和 Jones (2006)的方式，採 t 檢定用以判別兩兩模型之間是否具統計上顯著的優劣之別。以下列示出 t 檢定的方法：

$$\begin{aligned}\varepsilon_{p,T+k+r} &= MV_{T+k+r} - AFV_{p,T+k+r}, \\ \varepsilon_{q,T+k+r}^2 - \varepsilon_{p,T+k+r}^2 &= u_{p,q} + \eta_{T+k+r}, \\ r &= 0, 1, 2, \dots, n-1,\end{aligned}\tag{21}$$

其中， $\varepsilon_{p,T+k+r}$ 代表模型 p 在樣本外 k 期的預測誤差序列， $\varepsilon_{q,T+k+r}$ 則代表模型 q 在樣本外 k 期的預測誤差序列，每一模型之樣本外 k 期預測誤差序列中均有 n 個預測誤差值。接著透過(21)式進行應變數為 $\varepsilon_{q,T+k+r}^2 - \varepsilon_{p,T+k+r}^2$ 以及常數項為 $u_{p,q}$ 之迴歸分析。當 $u_{p,q}$ 之估計值 $\hat{u}_{p,q}$ 為顯著正向，便代表模型 p 之預測能力顯著優於模型 q 。在實證分析中，我們將標準變幅之 CARR 模型設定為模型 p ，而內分位數變幅之 CARR 模型則設定為模型 q ，在 5% 之顯著水準下，當 $\hat{u}_{p,q}$ 之 t 值小於臨界值-2，便代表內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力顯著優於標準變幅之 CARR 模型。



四、資料分析

4.1 資料選取

本文主要的研究對象為NY Light Crude(CL)、Dow Futures(DJ)、Nasdaq 100 Futures(ND)、NY Natural Gas(NG)以及S&P 500 Futures(SP)共五種期貨之時間序列資料。樣本期間為1998年1月2日至2004年3月31日。在扣除沒有數值之觀察值後，各期貨的日觀察值個數分別為1545(CL)、1570(DJ)、1570(ND)、1555(NG)以及1570(SP)。樣本中的期貨價格資料為即月契約(front-month contract)或主要交易月份契約的期貨價格，其中即月通常是交易最為活躍的交易月份，而即月契約則是最接近交割日期的契約。轉倉方式則在該契約的最後交易日轉倉至當月的即月契約。根據Alizadeh, Brandt和Deibold (2002)，採用期貨做為研究對象有幾項優點。第一，所有的期貨價格，包含最高與最低價，均是採用公開喊價(open outcry)的方式取得價格，因此所有交易均公開化且所有下單皆會用最佳價格撮合。第二，期貨市場在結算日當天會結算所有未平倉帳戶，結算價(settlement price)會充分反應收盤時的市場價格，因此相對於現貨收盤價，期貨收盤價似乎更能反應真實的市場收盤價。因此本文擬以期貨之時間序列做為主要研究對象。資料來源取自TickWrite資料庫¹。

¹ 感謝交通大學財金所鍾惠民教授提供資料庫。

4.2 實現波動性

在進行資料分析及實證分析前，我們想先了解五種期貨之實際波動性的動態行程，在本文中，我們採用五分鐘調整後實現波動性做為實際波動性之代理變數。圖 1 顯示出五種期貨之五分鐘調整後實現波動性走勢圖，自圖中不難發現 NY Light Crude 及 NY Natural Gas 之五分鐘調整後實現波動性相較於另外三種期貨資料，波動程度非常大，且明顯包含數值非常大的離群值，兩者之標準差分別為 90.29(CL)及 14.84(NG)，另外三種期貨的波動程度則分別為 2.6(DJ)、6.75(ND)以及 2.23(SP)。透過圖 2 的箱型圖(box-plot)或鬚狀圖(whisker plot)，更可判別出樣本 NY Light Crude 及 NY Natural Gas 之實現波動性包含了較多且數值極大的離群值。在實現波動性上的差異說明了商品期貨(CL、NG)與金融期貨(DJ、ND、SP)在本質上的不同，如商品期貨有淡旺季之分。為進一步了解內分位數變幅在波動性之變異程度較大且樣本資料中包含數值較大之離群值的資料型態下，對離群值的規避效果是否優於在波動性之變異程度相對較小且離群值較小之資料型態下，以及內分位數變幅之 CARR 模型在不同資料型態下之表現是否一致，在後續的資料分析及實證研究中，我們將把資料型態分割成(1)NY Light Crude、NY Natural Gas 以及(2)Dow Futures、Nasdaq 100 Futures、S&P 500 Futures 兩類資料型態進行分析，以探求更深一層的經濟涵義。

4.3 內分位數變幅之敘述性統計量

4.3.1 CL、NG 內分位數變幅之敘述性統計量

表 1 及表 2 分別列示出 NY Light Crude 及 NY Natural Gas 兩樣本下，標準變幅與內分位數變幅之敘述性統計量。在分析標準變幅與內分位數變幅之間的差異之前，需先了解兩者在分配上的特性。首先，偏態(skewness)係數值皆大於 0，峰態(kurtosis)係數值皆大於 3，說明了標準變幅與內分位數變幅之分配均呈現右偏且高狹峰的現象。Jarque-Bera(JB)統計量²則用做常態性分配的檢定，由表 1 及表 2 可看出，標準變幅與內分位數變幅之 JB 值均顯著拒絕常態分配的虛無假設。而在自我相關性分析中，本文採用 Ljung-Box 之 Q 統計量做為分析工具，就樣本 NY Light Crude 而言，標準變幅與內分位數變幅之 Q 統計量均大於 4500，說明了兩者均具有強烈的波動持續性此一特點。在樣本 NY Natural Gas 下，標準變幅與內分位數變幅之 Q 統計量均大於 250，亦代表具有波動性持續性的特質。

接著，自表 1 中可發現，取最高及最低價格的標準變幅之最大值為 121.3，遠大於其平均數 6.0，由於標準變幅服從右偏且高狹峰的分配，因此我們可將 121.3 視為一離群值。當樣本內的離群值與平均值差距愈大，離群值對整體模型估計所造成的衝擊也將愈大。反觀內分位數變幅的最大值範圍介於 46.3-114.8 之間，平均值範圍介於 1.8-5.3 之間，兩者間的差距均比標準變幅來得小，間接說明了內分位數變幅受到離群值影響的程度將小於標準變幅。另外，標準變幅的標準差為 8.327，大於內分位數變幅標準差的範圍 3.206-7.648，代表標準變幅之動態行程波動較為劇烈，同時也隱含了以標準變幅做為波動性代理變數之 CARR 模型所估計出的波動性估計值將可能高估實現波動性的變異程度。相反的，內分位數變幅之 CARR 模型所估計出的波動性估計值較能掌握實現波動性的實際變異程度。圖 3 上方顯示樣本資料為 NY Light Crude 及 NY Natural Gas 下，標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)與內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)之走勢圖，可清楚看出兩者行進過程的波動情形。

此外值得一提的是，表 1 中所列示的平均數差代表的是該欄平均數與右欄平均數的差

² Jarque-Bera = $N(S^2 + 1/4(K-3)^2)/6 \sim \chi^2(2)$ ，可對樣本分配進行常態性檢定，虛無假設為樣本服從常態分配， N 為樣本個數， S 為偏態係數， K 為峰態係數。

距，所以 $H_{0\%} - L_{0\%}$ 組之平均數與 $H_{0\%} - L_{5\%}$ 組之平均數的差距為 0.761，而 $H_{0\%} - L_{5\%}$ 組之平均數與 $H_{0\%} - L_{10\%}$ 組之平均數的差距為 0.365，平均數差明顯隨著百分比率的提升而逐漸遞減，這隱含了 NY Light Crude 的某種資料特性：若以 5% 作為比較的分隔區間，單日最低 5% 的價格分布平均而言最為離散，全距最大，次低 5% 的價格分布則不如前者離散，全距亦較小，而隨著單日內價格的提升，其分布將漸漸趨於密集，全距也跟著縮小，而且這樣的資料特性不僅反映在 NY Light Crude 單日的低價範圍，同時也反映於單日的高價範圍。

以樣本 NY Natural Gas 而言，其 $H_{0\%} - L_{0\%}$ 組之平均數與 $H_{0\%} - L_{5\%}$ 組之平均數的差距為 0.455，而 $H_{0\%} - L_{5\%}$ 組之平均數與 $H_{0\%} - L_{10\%}$ 組之平均數的差距為 0.245，平均數差亦隨著百分比率的提升而逐漸遞減，說明了若以 5% 作為比較的分隔區間，單日最低 5% 的價格分布平均而言最為離散，次低 5% 的價格分布則不如前者離散，且隨著單日內價格的提升，其價格分布將漸漸趨於密集，而且這樣的資料特性不僅反映在 NY Natural Gas 單日的低價範圍，同時也反映於單日的高價範圍。

4.3.2 DJ、ND、SP 內分位數變幅之敘述性統計量

表 3 至表 5 分別列示出樣本資料為 Dow Futures、Nasdaq 100 Futures 以及 S&P 500 Futures 下，標準變幅及內分位數變幅之敘述性統計量。首先，偏態係數值與峰態係數值說明了在這三種樣本資料下，標準變幅與內分位數變幅之分配均呈現右偏且高狹峰的現象。Jarque-Bera 統計量則說明標準變幅與內分位數變幅均顯著拒絕常態分配的虛無假設。自我相關性分析中，三種樣本資料之標準變幅與內分位數變幅之 Ljung-Box Q 統計量分別大於 500、550 及 550，說明了兩者均具有波動性持續性的特質。

接著，自表 3 可知，樣本 Dow Futures 標準變幅之最大值為 10.33，平均值為 1.792，從其標準變幅之最大值可得知，樣本 Dow Futures 屬於離群值較小的資料型態，另外 Dow Futures 標準變幅之標準差為 0.935，內分位數變幅之標準差介於 0.411-0.881 之間，標準變幅之波動程度雖然大於內分位數變幅之波動程度，但兩者間程度上的差異並不是非常大，因此，在資料型態屬於不包含離群值以及波動性之波動幅度不大的前提下，我們可推測，內分位數變幅在規避離群值的效益上，可能不那麼明顯。圖 3 中顯示 Dow Futures 標準變幅 ($H_{0\%} - L_{0\%}$) 與內分位數變幅 ($H_{30\%} - L_{30\%}$) 之走勢圖。另外樣本 Nasdaq 100 Futures 標準變

幅之最大值為 20.914，標準差為 1.773，內分位數變幅之標準差則介於 0.795-1.655 之間；樣本 S&P 500 Futures 標準變幅之最大值為 7.731，標準差為 0.941，內分位數變幅之標準差則介於 0.418-0.873 之間。從標準變幅之最大值與標準差可知，樣本 Nasdaq 100 Futures 與 S&P 500 Futures 亦屬於不包含離群值以及波動性之波動幅度不大之資料型態。圖 3 中亦顯示兩樣本下標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)與內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)之走勢圖。

此外樣本 Dow Futures、Nasdaq 100 Futures 以及 S&P 500 Futures 之平均數差均呈現隨著百分比率提升而遞減的現象，隱含了與樣本 NY Light Crude 及 NY Natural Gas 相似的資料特性，即以單日低價範圍而言，隨著單日內價格的提升，價格分布將漸漸趨於密集，全距也會跟著縮小。而以單日高價範圍而言，則隨單日內價格的下降，價格分布將趨於密集。



五、實證分析

5.1 參數估計

接著針對五種期貨資料之標準變幅與內分位數變幅所代表的CARR模型進行參數估計。在參數的取捨上，Chou (2005a)曾採用LR(Likelihood ratio)檢定³判斷參數的適當數量，並認為CARR(1,1)模型已足夠解釋樣本期間的波動性動態行程，Hansen和Lunde (2005)亦指出，落後期數較少的模型其表現通常優於落後期數相對較多之模型，即便後者落後期數之係數值具統計上之顯著性。因此本文擬沿用Chou (2005a)以及Hansen和Lunde(2005)的研究方法，針對標準變幅與內分位數變幅之CARR(1,1)模型進行參數估計。

5.1.1 CL、NG 之參數估計

表 6 列示出樣本 NY Light Crude 標準變幅與內分位數變幅代表的 CARR 模型之參數估計值。其中， $\omega > 0$ 、 $\alpha_1 \geq 0$ 且 $\beta_1 \geq 0$ ，均符合模型假設，又 α_1 值與 β_1 值的加總皆小於 1，代表模型符合穩定條件。另外，在模型殘差項之自我相關性檢定方面，標準變幅與內分位數變幅殘差項之 Ljung-Box Q 統計量相較於原始標準變幅與內分位數變幅之 Q 統計量而言，均大幅降低，且在 5% 顯著水準下，多數內分位數變幅均無法拒絕殘差項在十二期之前不具有自我相關性的虛無假設，這同時也說明 CARR(1,1)模型能夠解釋樣本 NY Light Crude 中，標準變幅與內分位數變幅自我相關性的特性。接著，表 7 列示出樣本 NY Natural Gas 之參數估計結果，表中的參數值也均符合 CARR 模型的基本假設。在殘差項之自我相關性分析中，Q 統計量亦大幅下降，且在 1% 顯著水準下，多數內分數變幅均無法拒絕殘差項在 12 期之前不具有自我相關性的虛無假設。

5.1.2 DJ、ND、SP 之參數估計

表 8 列示出樣本 Dow Futures 標準變幅與內分位數變幅代表的 CARR 模型之參數估計結果。49 個模型之 $\omega > 0$ 、 $\alpha_1 \geq 0$ 且 $\beta_1 \geq 0$ ，均符合模型假設，又 α_1 值與 β_1 值的加總皆小於 1，代表模型符合穩定條件。另外，標準變幅與內分位數變幅殘差項之 Ljung-Box Q 統

³ $LR = -2(L_{null} - L_{alternative}) \sim \chi^2(k)$ ，其中 k 代表在對立假設下多引進的解釋變數之個數。


計量相較於原始資料之 Q 統計量而言，均大幅降低，且在 1% 顯著水準下，所有內分位數變幅均無法拒絕殘差項在 12 期之前不具有自我相關性的虛無假設，說明了 CARR(1,1) 模型能夠解釋樣本 Dow Futures 中，標準變幅與內分位數變幅自我相關性的特性。接著，表 9 與表 10 分別列示出樣本 Nasdaq 100 Futures 以及 S&P 500 Futures 之參數估計結果，表中的參數值也均符合 CARR 模型的基本假設。在殘差項之自我相關性分析中，Q 統計量亦大幅下降，且在 5% 顯著水準下，多數內分數變幅均無法拒絕殘差項在十二期之前不具有自我相關性的虛無假設。



5.2 樣本內預測結果

5.2.1 CL、NG 之樣本內預測結果

表 11 列示出在樣本 NY Light Crude 下，標準變幅與內分位數變幅之 CARR(1,1)模型所估計出的樣本內波動性估計值(或條件變幅)以及五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量。表中五分鐘調整後實現波動性之標準差為 90.29，而標準變幅代表之模型所估計出的樣本內波動性之標準差竟高達 333.37，明顯高估實現波動性的變異程度。圖 4 左方為標準變幅下波動性之估計值與實現波動性之比較圖，可發現在某些時點下，波動性估計值明顯大於實現波動性，更加證實了上述的論點。相較於標準變幅，內分位數變幅代表的 CARR 模型所估計出的樣本內波動性之標準差明顯小於標準變幅，甚至與實現波動性之標準差非常相近，如 $H_{5\%} - L_{30\%}$ 組、 $H_{10\%} - L_{25\%}$ 組、 $H_{15\%} - L_{20\%}$ 組、 $H_{20\%} - L_{15\%}$ 組、 $H_{25\%} - L_{10\%}$ 以及 $H_{30\%} - L_{10\%}$ 組此六組，圖 4 右方顯示出 $H_{5\%} - L_{30\%}$ 組之樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性走勢圖。



關於樣本內預測結果的評比，本文採 MZ 迴歸式做為主要衡量方法，表 12 為 NY Light Crude 樣本內預測結果，以調整後判定係數做為預測能力比較之指標，標準變幅下之判定係數值為 0.121，而在所有內分位數 48 組中，有 28 組內分位數變幅之 CARR 模型，其樣本內之預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。其中又以 $H_{5\%} - L_{30\%}$ 組所代表的 CARR 模型樣本內預測能力最佳，調整後判定係數值為 0.147。

表 13 列示出在樣本 NY Natural Gas 下，標準變幅與內分位數變幅之 CARR(1,1)模型所估計出的波動性估計值(或條件變幅)以及五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量。圖 5 則分別顯示標準變幅下以及內分位數變幅($H_{0\%} - L_{5\%}$)下，波動性之估計值與實現波動性之比較圖。另外表 14 列示出 NY Natural Gas 樣本內預測結果，以調整後判定係數做為預測能力比較之指標，標準變幅下之判定係數值為 0.015，而在所有內分位數 48 組中，有 33 組內分位數變幅之 CARR 模型，其樣本內之預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。其中又以 $H_{5\%} - L_{30\%}$ 組所代表的 CARR 模型樣本內預測能力最佳，調整後判定係數值為 0.032。

5.2.2 DJ、ND、SP 之樣本內預測結果

表 15 列示出以 Dow Futures 為樣本，利用標準變幅與內分位數變幅之 CARR(1,1)模型所估計出的波動性估計值之敘述性統計量，並搭配五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量。表中五分鐘調整後實現波動性之標準差為 2.6，而標準變幅代表之 CARR 模型所估計出的波動性標準差則為 2.32，說明了標準變幅似乎已能掌握實現波動性的動態行程。圖 6 左方顯示標準變幅下之波動性與實現波動性之比較圖。相較於標準變幅，內分位數變幅代表之 CARR 模型所估計出的樣本內波動性之標準差明顯小於標準變幅，也小於實現波動性，範圍介於 0.20-1.84，代表著在樣本 Dow Futures 下，內分位數變幅之 CARR 模型也許低估了實現波動性的變異程度，且對於實現波動性的動態行程，也許缺乏足夠的資訊予以解釋。圖 6 右方顯示內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，波動性估計值與實現波動性之比較圖。

關於樣本內預測結果的評比，表 16 列示出 Dow Futures 樣本內預測結果，其中係數 b 估計值之 t 統計量在 5% 之顯著水準下，均顯著大於臨界值 1.96，代表標準變幅與內分位數變幅之 CARR 模型所估計之波動性對於實現波動性具有解釋能力。此外，以調整後判定係數做為預測能力比較之指標，可以發現僅有 2 組內分位數變幅所代表的 CARR 模型，其樣本內之預測能力優於標準變幅所代表的 CARR 模型，其餘內分位數變幅之判定係數值則介於 0.035-0.063 之間，皆小於標準變幅的 0.064，說明了在樣本 Dow Futures 下，標準變幅之 CARR 模型在樣本內的配適優於內分位數變幅。

表 17 列示出以 Nasdaq 100 Futures 為樣本，利用標準變幅與內分位數變幅之 CARR(1,1)模型所估計出的波動性估計值以及五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量。表中五分鐘調整後實現波動性之標準差為 6.75，而標準變幅代表之 CARR 模型所估計出的波動性標準差則為 9.19，略高於實現波動性。圖 7 右方顯示標準變幅下之波動性與實現波動性之比較圖。另外，內分位數變幅之 CARR 模型所估計出的樣本內波動性之標準差介於 0.71-7.39 之間，其中又以 $H_{0\%} - L_{5\%}$ 組(7.1)及 $H_{10\%} - L_{0\%}$ 組(6.45)最接近實現波動性之波動程度。圖 7 左方顯示內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，波動性估計值與實現波動性之比較圖。

此外，表 18 列示出 Nasdaq 100 Futures 樣本內預測結果，係數 b 估計值之 t 統計量在 5% 之顯著水準下，均顯著大於臨界值 1.96。以調整後判定係數做為預測能力的衡量指標，

則發現有多達 41 組內分位數變幅，其判定係數值高於標準變幅(0.261)，其中以 $H_{20\%} - L_{25\%}$ 組之判定係數值最高，為 0.295。此一樣本內預測結果，恰與樣本資料為 Dow Futures 時相反，值得在樣本外的評比做進一步的分析與討論。

表 19 列示出樣本 S&P 500 Futures 的相關敘述性統計量。表中五分鐘調整後實現波動性之標準差為 2.23，而標準變幅代表之 CARR 模型所估計出的波動性標準差則為 2.36，顯示標準變幅似乎已能掌握實現波動性的動態行程。圖 8 左方顯示標準變幅下之波動性與實現波動性之比較圖，兩者的動態行程大致吻合。另外，內分位數變幅代表之 CARR 模型所估計出的樣本內波動性之標準差則明顯小於標準變幅，也小於實現波動性，範圍介於 0.21-1.89，代表在樣本 S&P 500 Futures 下，內分位數變幅之 CARR 模型也許有低估實現波動性之變異程度的可能。圖 8 右方顯示內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，波動性估計值與實現波動性之比較圖。

接著表 20 列示出 S&P 500 Futures 樣本內預測結果，係數 b 估計值說明了標準變幅與內分位數變幅之 CARR 模型所估計之波動性對於實現波動性具有解釋能力。此外，標準變幅下之調整後判定係數值為 0.446，遠高於內分位數變幅下之判定係數值範圍 0.267-0.438，一則反映了標準變幅下之 CARR 模型已適切掌握實現波動性之動態行程，二則說明標準變幅之 CARR 模型在樣本內的配適情形優於內分位數變幅。此樣本內之預測結果可與樣本 Dow Futures 之結果做一呼應。

5.3 樣本外預測結果

5.3.1 CL、NG 之樣本外預測結果

關於樣本外預測能力的衡量方法，本文試圖採用多種指標以檢驗模型之預測能力是否具一致性，因而採用四項損失函數以及 t 檢定，其中損失函數包含 MSE 、 MAE 、 $QLIKE$ 以及 R^2LOG 。

表 21 列示出 NY Light Crude 樣本外一期之預測結果，為比較方便，將四項損失函數及 t 檢定之結果並列一起。其中，附屬於損失函數及 t 檢定旁的數值代表的意義為：當數值等於 1 時，表示該內分位數變幅所代表的 CARR 模型之預測能力優於標準變幅所代表的 CARR 模型。自表中可發現，以損失函數 MSE 來說，預測能力優於標準變幅之模型的，在總組數 48 組中，共有 25 組，以 MAE 而言則有 26 組，而在 $QLIKE$ 及 R^2LOG 兩個指標下則皆為 26 組，佔總組數的 52%-54%。若欲進一步了解內分位數變幅代表模型之預測能力是否具統計上的優勢，則由 t 檢定可知，剔除不顯著的模型後，仍有 22 組內分位數變幅之 CARR 模型優於標準變幅之 CARR 模型，在在顯示在樣本 NY Light Crude 下，內分位數變幅之 CARR 模型確實具預測能力上的優勢。此外在樣本外二至四期的預測結果，亦與樣本外一期之結果一致。值得一提的是，在五項指標中，有四項指標顯示 $H_{5\%} - L_{30\%}$ 組為預測能力最佳的內分位數變幅，恰與樣本內預測結果相呼應。

表 22 列示出 NY Natural Gas 樣本外一期之預測結果。自表中可發現，就損失函數 MSE 而言，預測能力優於標準變幅之模型的，在總組數 48 組中，共有 31 組， MAE 為 31 組， $QLIKE$ 及 R^2LOG 分別為 32 及 31 組，佔總組數的 65%-67%。另外，由 t 檢定可知，剔除不顯著之模型後，則有 16 組內分位數變幅之 CARR 模型優於標準變幅之 CARR 模型，顯示在樣本 NY Natural Gas 下，內分位數變幅之 CARR 模型確實具預測能力上的優勢。此外在樣本外二至四期的預測結果，亦與樣本外一期之結果一致。值得一提的是，在五項指標中，有三項指標顯示 $H_{5\%} - L_{20\%}$ 組為預測能力最佳的內分位數變幅。

5.3.2 DJ、ND、SP 之樣本外預測結果

表 23 列示出 Dow Futures 樣本外一期之預測結果。以損失函數 MSE 來說，預測能力優於標準變幅之模型的內分位數變幅，在總組數 48 組中，共有 0 組，在 MAE 、 $QLIKE$ 及 R^2LOG 三項指標下，亦為 0 組，佔總組數的 0%。在 t 檢定指標下，也顯示出所有內分位數變幅下之 t 統計量均顯著大於臨界值 2，說明了在樣本 Dow Futures 下，沒有任何一組內分位數變幅代表的 CARR 模型，預測能力優於標準變幅之 CARR 模型，且樣本外二至四期的預測結果也顯示同樣的結論。在樣本 Dow Futures 下，樣本外預測結果與樣本內預測結果相呼應。

表 24 列示出 Nasdaq 100 Futures 樣本外一期之預測結果。自表中可發現，就損失函數 MSE 而言，預測能力優於標準變幅之模型的，在總組數 48 組中，共有 2 組， MAE 為 2 組， $QLIKE$ 及 R^2LOG 分別為 5 及 4 組，佔總組數的 4%-10%。另外， t 檢定顯示，僅有 2 組內分位數變幅之 CARR 模型優於標準變幅之 CARR 模型，顯示在樣本 Nasdaq 100 Futures 下，標準變幅之 CARR 模型在樣本外預測能力上，優於多數的內分位數變幅之 CARR 模型。此結果在樣本外二至四期亦獲得驗證。

表 25 列示出 S&P 500 Futures 樣本外一期之預測結果。就損失函數 MSE 而言，預測能力優於標準變幅之模型的內分位數變幅，在總組數 48 組中為 0 組，在 MAE 、 $QLIKE$ 及 R^2LOG 三項指標下，亦為 0 組，佔總組數的 0%。在 t 檢定指標下，也顯示出所有內分位數變幅下之 t 統計量均顯著大於臨界值 2，說明了在樣本 S&P 500 Futures 下，沒有任何一組內分位數變幅代表的 CARR 模型，預測能力優於標準變幅之 CARR 模型，且樣本外二至四期的預測結果也顯示同樣的結論。此外在樣本 S&P 500 Futures 下，樣本外預測結果與樣本內預測結果相呼應。

綜合上述五種樣本資料下樣本內與樣本外之實證分析，將實證結果整理如下：

1. 在樣本資料為實現波動性之波動程度較大且包含離群值的資料型態下，如 NY Light Crude 及 NY Natural Gas，內分位數變幅對於離群值的規避效益較為明顯，因此反映在模型的預測能力上，內分位數變幅之 CARR 模型將優於標準變幅之 CARR 模型，且在

樣本內及樣本外之實證結果均獲得支持，表 26 為樣本內外勝率一覽表，清楚說明實證結果。

2. 在樣本資料為實現波動性之波動程度較小且未包含離群值或離群值較小的資料型態下，如 Dow Futures、Nasdaq 100 Futures 及 S&P 500 Futures，標準變幅已能適切掌握實現波動性之動態行程，內分位數變幅在剔除高低價資訊後，反而低估了實現波動性之波動程度，因此標準變幅之 CARR 模型，在預測能力的表現上，優於多數的內分位數變幅之 CARR 模型，且除了樣本 Nasdaq 100 Futures 外，在樣本 Dow Futures 及 S&P 500 Futures 下，樣本內與樣本外之預測結果具一致性。



六、結論

Beckers (1983)曾指出以標準變幅做為波動性之代理變數所隱含的一些問題。包括向下偏誤、標準變幅對離群值有高度敏感性，以及最高與最低價格對於股票價值而言，不是一個可靠的衡量指標。Alizadeh, Brandt 和 Deibold (2002)則指出，每日觀察到的變幅與實際變幅間其實產生了偏誤現象。Chou (2005a)則提出了變幅易受離群值影響的論點。基於適度規避離群值的衝擊以及適當刻畫實現波動性的動態行程，本文提出了內分位數變幅的概念，並與 Chou (2005a)之 CARR 模型做一搭配，以五種期貨資料進行實證分析，試圖解釋內分位數變幅與標準變幅之間的差異。然而在資料分析中，我們發現五種期貨樣本在實現波動性之波動程度上有明顯的差異，因此為進一步了解內分位數變幅在波動性之變異程度較大且樣本資料中包含較大離群值的資料型態下，對離群值的規避效果是否優於在波動性之變異程度相對較小之資料型態下，以及內分位數變幅之 CARR 模型在不同資料型態下之表現是否一致，我們將資料型態分割成(1)NY Light Crude(CL)、NY Natural Gas(NG)以及(2)Dow Futures(DJ)、Nasdaq 100 Futures(ND)、S&P 500 Futures(SP)兩類資料型態進行分析，以探求更深一層的經濟涵義。以下將研究結果歸納如下：

1. 在樣本資料為實現波動性之波動程度較大且包含較大離群值的資料型態下，如 NY Light Crude 及 NY Natural Gas，內分位數變幅對於離群值的規避效益較為明顯，其適當地剔除較不具意義的高價或低價資訊，緩和了離群值對模型估計的影響程度，同時以內分位數變幅做為波動性之代理變數的 CARR 模型，其估計出的波動性估計值又適切地掌握實現波動性的實際變動幅度，因此反映在模型的預測能力上，內分位數變幅之 CARR 模型優於標準變幅之 CARR 模型，且在樣本內及樣本外之實證結果皆獲得支持，其中在樣本 NY Light Crude 下，內分位數變幅之勝率為 52%-54%，樣本 NY Natural Gas 下，勝率為 65%-67%。
2. 在樣本資料為實現波動性之波動程度較小且離群值較小的資料型態下，如 Dow Futures、Nasdaq 100 Futures 及 S&P 500 Futures，標準變幅已能適切掌握實現波動性之動態行程，反之，內分位數變幅在剔除高低價資訊後，反而低估了實現波動性之波動程度，因此反映於模型的預測能力上，標準變幅之 CARR 模型，其預測能力優於多數

的內分位數變幅之 CARR 模型，其中，樣本 Nasdaq 100 Futures 下，標準變幅之勝率為 90%-96%；在樣本 Dow Futures 及 S&P 500 Futures 下，標準變幅之勝率則高達 100%。此外，除了樣本 Nasdaq 100 Futures 外，樣本 Dow Futures 及 S&P 500 Futures 之樣本內與樣本外預測結果具一致性。

3. 在樣本 Nasdaq 100 Futures 之樣本內預測結果中，有 85%的內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型，而在樣本外分析中，預測能力優於標準變幅之內分位數變幅僅 2-5 組，佔總組數 48 組中的 4%-10%，顯示出樣本內與樣本外結果之間的不一致性。然而所謂的樣本內預測，代表的是採用已知的資料型態說明已知的波動性，其為事後說明；而樣本外預測代表的則是採用已知的資料型態預測未知的波動性，其為事前預測，相較起來樣本外預測所隱含的經濟涵義較為重要，因此以樣本外預測的觀點來看，在樣本 Nasdaq 100 Futures 下，標準變幅之 CARR 模型具備較佳的預測能力。



參考文獻

- 周雨田, 巫春洲, 劉炳麟 (2004), “動態波動模型預測能力之比較與實證,” *財務金融學刊*.
- 林孟樺 (2005), “Forecast volatility from threshold heteroscedastic range models,” 逢甲大學統計與精算所碩士論文.
- Alizadeh, S., M.W. Brandt and F.X. Diebold (2002), “Range-based estimation of stochastic volatility models,” *Journal of Finance*, 57, 1047-1092.
- Andersen, T. and T. Bollerslev (1998), “Answering the skeptics: yes, standard volatility models do provide accurate forecasts,” *International Economic Review*, 39, 885-905.
- Beckers, S. (1983), “Variances of security price returns based on high, low, and closing prices,” *The Journal of Business*, 56(1), 97-112.
- Bernanke, B. and M. Gertler (1999), “Monetary policy and asset price volatility,” *Economic Review - Federal Reserve Bank of Kansas City*, 84(4), 17-51
- Bollerslev, T. (1986), “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity,” *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.
- Bollerslev, T., R. Chou, and K. Kroner (1992), “ARCH modeling in finance: a review of the theory and empirical evidence,” *Journal of Econometrics*, 52, 5-59.
- Bollerslev, T., R. Engle and D. Nelson (1994), “ARCH models,” *In Handbook of Econometrics*, IV, 2959-3038, ed. Engle, R.F. and McFadden, D.C., Amsterdam: North-Holland.
- Brandt, M.W. and C.S. Jones (2006), “Volatility forecasting with range-based EGARCH models,” *Journal of Business and Economic Statistics*, 24(4), 470.
- Chou, R. (2005a), “Forecasting financial volatilities with extreme values: the Conditional AutoRegressive Range (CARR) Model,” *Journal of Money Credit and Banking*, 37(3), 561-582.
- Chou, R. (2005b), “Modeling the asymmetry of stock movements using price ranges,” *Advances in Econometrics*, forthcoming.
- Chou, R., N. Liu and C.C. Wu (2005), “Forecasting correlation and covariance with a range-based dynamic conditional correlation model”, working paper.
- Ding, Z., C.W.J Granger and R. Engle, “A long memory property of stock market returns and a new model,” *Journal of Empirical Finance*, 1, 83-106.

- Engle, R. (1982), "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation," *Econometrica*, 50, 987-1008.
- Engle, R. and J. Russell (1998), "Autoregressive conditional duration: a new model for irregular spaced transaction data," *Econometrica*, 66, 1127-1162.
- Engle, R. (2002), "Dynamic Conditional Correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroscedasticity models," *Journal of Business and Economic Statistics*, 12, 339-350.
- Hansen, P.R., A. Lunde and J.M. Nason (2003), "Choosing the best volatility models: the model confidence set approach," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65, 839-861.
- Hansen, P.R. and A. Lunde (2005), "Consistent ranking of volatility models," *Journal of Econometrics*, forthcoming.
- Hansen, P.R. and A. Lunde (2005), "A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH(1,1)?" *Journal of Applied Econometrics*, 20, 873-889.
- Harvey, C.R. and R.E. Whaley (1992), "Market volatility prediction and the efficiency of the S&P 100 index option market," *Journal of Financial Economics*, 1, 43-73.
- Hentschel, L. (1995), "All in the family. Nesting symmetric and asymmetric GARCH models," *Journal of Financial Economics*, 39, 71-104.
- Hol, E. and S.J. Koopman (2002), "Stock index volatility forecasting with high frequency data," Manuscript, Free University Amsterdam.
- Hull, J. and A. White (1987), "The pricing of options on assets with stochastic volatilities," *Journal of Finance*, 42, 281-300.
- Lin, Ji-Chai and M. Rozeff (1994), "Variance, return, and high-low price spreads," *Journal of Financial Research*, 17, 301-319.
- Lopez, J.A. (2001), "Evaluating the predictive accuracy of volatility models," *Journal of Forecasting*, 20, 87-109.
- Mandelbrot, B. (1963), "The Variation of Certain Speculative Prices," *Journal of Business*, 36, 394-419.
- Parkinson, M. (1980), "The extreme value method for estimating the variance of the rate of return," *Journal of Business*, 53, 61-65.

Pagan, A.R. and G.W. Schwert (1990), “Alternative models for conditional stock volatility,”
Journal of Econometrics, 45, 267-290.

Wiggins, J.B. (1991), “Empirical tests of the bias and efficiency of the extreme-value variance estimator of common stocks,” *The Journal of Business*, 64(3), 417-432.



表 1：CL 內分位數變幅之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$
平均數	6.005	5.243	4.878	4.577	4.310	4.059	3.816
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	121.302	104.597	99.596	94.833	88.307	81.771	74.141
最小值	0.943	0.737	0.655	0.614	0.532	0.532	0.438
標準差	8.327	7.276	6.836	6.498	6.168	5.817	5.381
偏態係數	6.220	6.227	6.259	6.341	6.367	6.360	5.896
峰態係數	59.234	59.358	60.376	62.100	62.322	62.100	53.024
Jarque-Bera	193490.5	194329.0	201175.5	213130.0	214741.2	213185.9	154086.5
Q(12)	8453.2	8085.1	7927.3	7630.4	7387.6	7060.7	7067.1

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$
平均數	5.340	4.579	4.214	3.912	3.646	3.395	3.151
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	114.788	98.083	93.082	88.319	81.793	75.257	68.764
最小值	0.760	0.606	0.533	0.492	0.410	0.376	0.313
標準差	7.648	6.610	6.168	5.828	5.500	5.146	4.701
偏態係數	6.581	6.649	6.714	6.840	6.901	6.929	6.414
峰態係數	66.094	67.195	68.988	71.710	72.607	73.136	62.831
Jarque-Bera	242326.1	250704.4	264525.4	286315.2	293742.5	298142.5	218419.5
Q(12)	7881.5	7361.2	7165.2	6824.7	6518.7	6145.6	6097.2

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$
平均數	4.994	4.233	3.868	3.566	3.300	3.049	2.805
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	111.861	95.156	90.155	85.392	78.866	72.330	67.092
最小值	0.678	0.538	0.474	0.425	0.376	0.326	0.282
標準差	7.295	6.269	5.827	5.487	5.159	4.799	4.348
偏態係數	6.838	6.948	7.038	7.192	7.281	7.336	6.791
峰態係數	71.422	73.178	75.567	79.056	80.566	81.855	70.821
Jarque-Bera	284002.7	298551.8	318738.9	349497.8	363330.4	375275.5	279076.4
Q(12)	7527.9	6897.5	6671.0	6308.3	5972.5	5591.6	5504.3

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$
平均數	4.710	3.948	3.583	3.282	3.015	2.765	2.521
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	110.866	94.161	89.160	84.397	77.871	71.335	64.820
最小值	0.613	0.471	0.406	0.360	0.334	0.300	0.250
標準差	7.027	6.003	5.561	5.220	4.892	4.528	4.066
偏態係數	7.072	7.224	7.343	7.529	7.650	7.736	7.128
峰態係數	76.724	79.353	82.592	86.937	89.117	91.231	78.345
Jarque-Bera	328728.0	352243.8	382121.3	424209.0	446259.8	468072.2	343009.3
Q(12)	7287.7	6601.3	6353.3	5971.8	5617.8	5229.5	5150.0

表 1 續

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$
平均數	4.455	3.693	3.328	3.027	2.760	2.510	2.266
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	107.923	91.218	86.217	81.454	74.928	68.392	48.474
最小值	0.573	0.436	0.372	0.327	0.300	0.251	0.219
標準差	6.664	5.640	5.199	4.853	4.520	4.148	3.675
偏態係數	6.932	7.074	7.202	7.377	7.461	7.504	6.608
峰態係數	73.991	76.375	80.040	84.134	85.096	86.029	64.602
Jarque-Bera	305199.1	325736.0	358318.8	396690.1	406141.5	415281.6	231550.5
Q(12)	7388.9	6671.2	6407.2	6023.1	5674.0	5292.7	5277.9

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$
平均數	4.224	3.462	3.097	2.796	2.529	2.278	2.034
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	106.784	90.079	85.078	80.315	73.788	67.253	47.334
最小值	0.541	0.317	0.284	0.250	0.217	0.208	0.183
標準差	6.402	5.383	4.944	4.596	4.260	3.887	3.402
偏態係數	7.072	7.260	7.433	7.647	7.757	7.843	6.778
峰態係數	77.633	81.072	86.067	91.279	92.724	94.649	67.667
Jarque-Bera	336596.3	367851.3	415394.1	468250.8	483647.5	504322.1	254658.1
Q(12)	7242.5	6449.7	6151.0	5749.8	5385.0	4983.1	4998.1

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$
平均數	4.001	3.240	2.875	2.573	2.307	2.056	1.812
平均數差	0.761	0.365	0.301	0.266	0.251	0.244	
最大值	105.737	89.032	84.030	79.268	72.741	66.206	46.287
最小值	0.478	0.267	0.234	0.200	0.167	0.166	0.133
標準差	6.220	5.204	4.765	4.414	4.076	3.698	3.206
偏態係數	7.298	7.536	7.757	8.022	8.177	8.325	7.192
峰態係數	82.190	86.636	92.920	99.424	101.749	105.097	74.702
Jarque-Bera	378242.3	421290.0	485703.5	557372.6	584433.1	624220.1	311972.0
Q(12)	7011.5	6166.0	5845.8	5437.8	5066.0	4662.9	4673.1

1. 平均數差=該欄平均數-右欄平均數
2. 樣本期間為 1998 年 1 月 2 日至 2004 年 3 月 31 日，共 1,545 筆日資料。

表 2：NG 內分位數變幅之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$
平均數	3.877	3.422	3.177	2.991	2.834	2.686	2.546
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	29.458	28.011	27.295	26.584	25.472	23.619	23.156
最小值	0.627	0.523	0.481	0.418	0.350	0.350	0.313
標準差	2.359	2.217	2.131	2.074	2.010	1.949	1.897
偏態係數	2.731	2.875	3.033	3.151	3.205	3.204	3.288
峰態係數	19.527	21.264	23.134	24.347	24.957	24.502	25.308
Jarque-Bera	17672.9	21387.3	25793.6	28898.8	30519.1	29364.0	31552.4
Q(12)	2152.4	1749.2	1516.3	1349.8	1189.8	1109.4	1020.6

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$
平均數	3.426	2.971	2.725	2.539	2.383	2.234	2.095
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	26.762	25.315	24.599	23.888	22.776	20.923	19.999
最小值	0.523	0.418	0.376	0.314	0.314	0.314	0.209
標準差	2.170	2.028	1.943	1.887	1.821	1.758	1.705
偏態係數	2.698	2.833	3.003	3.123	3.170	3.165	3.253
峰態係數	18.573	20.121	21.980	23.065	23.537	22.893	23.670
Jarque-Bera	15845.9	18971.9	23117.9	25760.0	26947.9	25421.6	27390.6
Q(12)	1675.0	1292.4	1084.9	943.2	807.0	741.7	660.0

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$
平均數	3.200	2.745	2.499	2.313	2.157	2.008	1.869
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	25.018	23.571	22.855	22.144	21.031	19.179	18.255
最小值	0.523	0.418	0.376	0.314	0.314	0.314	0.209
標準差	2.087	1.943	1.856	1.799	1.732	1.668	1.613
偏態係數	2.703	2.844	3.030	3.159	3.221	3.236	3.342
峰態係數	17.954	19.487	21.453	22.615	23.199	22.853	23.853
Jarque-Bera	14749.2	17744.4	22006.8	24773.4	26221.8	25434.9	27972.4
Q(12)	1535.8	1168.7	972.7	836.0	703.1	640.9	559.4

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$
平均數	3.009	2.554	2.308	2.122	1.966	1.817	1.678
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	17.727	17.283	17.018	16.929	16.841	16.819	16.665
最小值	0.419	0.314	0.272	0.209	0.209	0.209	0.105
標準差	1.963	1.819	1.728	1.670	1.605	1.541	1.484
偏態係數	2.322	2.420	2.583	2.713	2.792	2.906	3.052
峰態係數	12.214	12.901	14.280	15.357	16.294	17.730	19.364
Jarque-Bera	6211.0	7084.0	8979.2	10625.1	12128.6	14627.1	17793.5
Q(12)	1467.7	1097.7	903.9	767.3	632.5	568.4	484.5

表 2 續

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$
平均數	2.834	2.379	2.133	1.948	1.791	1.642	1.503
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	16.979	16.535	16.270	16.181	16.093	16.071	15.917
最小值	0.419	0.314	0.272	0.209	0.209	0.209	0.105
標準差	1.900	1.755	1.661	1.602	1.534	1.466	1.407
偏態係數	2.422	2.537	2.722	2.875	2.976	3.127	3.315
峰態係數	12.805	13.638	15.253	16.565	17.790	19.732	21.902
Jarque-Bera	6977.3	8103.3	10486.7	12662.0	14826.6	18612.7	23405.5
Q(12)	1308.2	949.0	768.2	636.6	513.9	457.3	381.2

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$
平均數	2.665	2.210	1.964	1.778	1.622	1.473	1.334
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	15.764	15.274	14.897	14.773	14.632	14.558	14.404
最小值	0.419	0.270	0.234	0.180	0.180	0.157	0.105
標準差	1.840	1.690	1.592	1.529	1.457	1.386	1.326
偏態係數	2.506	2.621	2.820	2.990	3.102	3.285	3.506
峰態係數	13.273	14.015	15.749	17.218	18.556	20.821	23.279
Jarque-Bera	7621.3	8681.5	11337.0	13879.2	16362.0	21043.9	26855.4
Q(12)	1214.2	866.7	694.2	568.7	452.9	399.8	326.5

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$
平均數	2.493	2.038	1.793	1.607	1.450	1.301	1.162
平均數差	0.455	0.245	0.186	0.156	0.149	0.139	
最大值	15.642	15.153	14.775	14.651	14.511	14.370	14.089
最小值	0.414	0.270	0.234	0.180	0.180	0.148	0.105
標準差	1.730	1.575	1.470	1.401	1.321	1.242	1.177
偏態係數	2.493	2.588	2.780	2.950	3.028	3.197	3.423
峰態係數	13.208	13.605	15.230	16.630	17.605	19.768	22.256
Jarque-Bera	7528.5	8123.0	10529.0	12867.1	14581.7	18786.1	24363.8
Q(12)	1053.4	729.0	581.5	478.8	386.1	346.7	277.1

1. 平均數差=該欄平均數-右欄平均數
2. 樣本期間為 1998 年 1 月 2 日至 2004 年 3 月 31 日，共 1,555 筆日資料。

表 3：DJ 內分位數變幅之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$
平均數	1.792	1.568	1.447	1.353	1.274	1.198	1.126
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	10.330	7.903	7.709	7.450	6.616	5.560	5.267
最小值	0.449	0.362	0.333	0.314	0.285	0.266	0.255
標準差	0.935	0.841	0.779	0.740	0.708	0.672	0.641
偏態係數	2.346	2.175	2.138	2.173	2.159	2.136	2.205
峰態係數	13.328	11.036	10.950	11.272	10.727	10.206	10.669
Jarque-Bera	7506.7	4871.3	4752.5	5093.1	4571.0	4093.3	4565.8
Q(12)	2038.0	1886.8	1771.0	1744.5	1690.4	1674.2	1594.2

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$
平均數	1.597	1.373	1.252	1.158	1.079	1.002	0.930
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	10.243	7.380	7.185	6.927	6.093	4.826	4.701
最小值	0.343	0.291	0.254	0.229	0.212	0.203	0.178
標準差	0.881	0.786	0.724	0.684	0.652	0.615	0.582
偏態係數	2.473	2.232	2.148	2.165	2.134	2.096	2.157
峰態係數	15.099	11.731	11.008	11.137	10.341	9.619	9.943
Jarque-Bera	9966.6	5609.7	4817.4	4956.7	4206.7	3580.7	3897.8
Q(12)	1692.2	1522.1	1390.4	1352.4	1296.7	1272.2	1197.9

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$
平均數	1.494	1.270	1.149	1.055	0.976	0.899	0.827
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	10.120	7.252	7.048	6.790	5.956	4.707	4.582
最小值	0.333	0.254	0.212	0.187	0.169	0.161	0.136
標準差	0.854	0.759	0.696	0.656	0.623	0.584	0.550
偏態係數	2.573	2.320	2.229	2.249	2.219	2.182	2.256
峰態係數	16.208	12.490	11.654	11.811	10.935	10.138	10.559
Jarque-Bera	11721.1	6510.3	5527.9	5708.4	4822.7	4082.9	4520.3
Q(12)	1516.7	1340.3	1208.4	1169.1	1120.0	1102.0	1034.6

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$
平均數	1.409	1.185	1.064	0.970	0.891	0.814	0.742
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	10.067	7.199	6.988	6.730	5.895	4.647	4.522
最小值	0.312	0.228	0.205	0.187	0.163	0.146	0.127
標準差	0.832	0.735	0.671	0.630	0.596	0.556	0.522
偏態係數	2.706	2.445	2.348	2.378	2.351	2.312	2.399
峰態係數	17.691	13.659	12.758	13.053	12.098	11.176	11.684
Jarque-Bera	14297.7	8022.4	6840.8	7215.1	6118.4	5146.9	5742.1
Q(12)	1345.6	1160.6	1032.9	991.1	946.3	930.0	864.4

表 3 續

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$
平均數	1.330	1.106	0.985	0.891	0.812	0.735	0.663
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	9.960	7.092	6.807	6.549	5.714	4.444	4.283
最小值	0.292	0.199	0.176	0.161	0.144	0.127	0.110
標準差	0.805	0.707	0.641	0.598	0.563	0.521	0.485
偏態係數	2.853	2.579	2.475	2.513	2.487	2.442	2.548
峰態係數	19.332	14.918	13.943	14.361	13.318	12.267	12.987
Jarque-Bera	17458.7	9836.8	8415.0	9003.3	7653.1	6401.1	7332.9
Q(12)	1194.2	999.6	879.6	838.0	793.6	778.1	717.9

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$
平均數	1.258	1.033	0.912	0.818	0.739	0.663	0.591
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	9.804	6.935	6.080	5.822	4.987	3.988	3.862
最小值	0.281	0.199	0.170	0.145	0.125	0.115	0.093
標準差	0.777	0.677	0.609	0.565	0.530	0.486	0.449
偏態係數	2.915	2.599	2.469	2.492	2.485	2.473	2.611
峰態係數	20.073	14.845	13.359	13.488	12.693	12.122	13.188
Jarque-Bera	18985.9	9759.8	7682.0	7865.2	6921.6	6280.6	7645.7
Q(12)	1054.7	849.4	732.4	689.7	642.2	621.3	561.6

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$
平均數	1.190	0.966	0.845	0.751	0.672	0.596	0.524
平均數差	0.224	0.121	0.094	0.079	0.077	0.072	
最大值	9.751	6.883	5.775	5.517	4.683	3.762	3.476
最小值	0.249	0.180	0.157	0.145	0.125	0.108	0.093
標準差	0.749	0.648	0.578	0.533	0.496	0.450	0.411
偏態係數	3.021	2.665	2.506	2.527	2.523	2.515	2.670
峰態係數	21.734	15.640	13.713	13.783	12.912	12.287	13.448
Jarque-Bera	22602.4	10977.6	8161.2	8272.0	7216.5	6506.1	8031.0
Q(12)	985.4	777.9	671.0	632.5	587.2	569.9	517.3

1. 平均數差=該欄平均數-右欄平均數
2. 樣本期間為 1998 年 1 月 2 日至 2004 年 3 月 31 日，共 1,570 筆日資料。

表 4：ND 內分位數變幅之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$
平均數	3.411	3.007	2.777	2.590	2.424	2.271	2.127
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	20.914	20.087	19.427	18.981	13.675	13.490	13.372
最小值	0.796	0.703	0.602	0.513	0.484	0.456	0.400
標準差	1.773	1.622	1.537	1.474	1.371	1.298	1.237
偏態係數	2.022	2.149	2.253	2.373	1.798	1.787	1.886
峰態係數	12.720	14.600	15.941	17.406	9.163	9.160	10.146
Jarque-Bera	6465.3	8927.0	10953.7	13420.2	2970.4	2958.8	3808.6
Q(12)	3231.1	2669.0	2439.5	2187.3	2129.9	1907.5	1719.4

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$
平均數	3.053	2.649	2.420	2.232	2.066	1.913	1.769
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	17.418	16.591	15.930	15.485	12.963	12.778	12.660
最小值	0.673	0.564	0.506	0.418	0.389	0.350	0.280
標準差	1.655	1.505	1.419	1.353	1.257	1.186	1.123
偏態係數	1.935	2.033	2.133	2.252	1.879	1.969	2.114
峰態係數	10.626	11.800	12.862	14.078	9.401	10.458	11.985
Jarque-Bera	4265.8	5481.6	6734.6	8342.3	3214.3	4148.6	5752.5
Q(12)	2705.2	2132.2	1905.1	1674.0	1559.8	1330.4	1149.0

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$
平均數	2.857	2.454	2.224	2.036	1.870	1.717	1.573
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	17.206	16.380	15.719	15.274	11.675	11.489	11.372
最小值	0.556	0.448	0.410	0.380	0.351	0.293	0.234
標準差	1.594	1.443	1.357	1.292	1.191	1.118	1.053
偏態係數	2.014	2.125	2.239	2.374	1.935	2.024	2.177
峰態係數	11.253	12.550	13.723	15.108	9.205	10.186	11.697
Jarque-Bera	4919.3	6374.0	7877.0	9867.3	3119.8	3968.0	5517.6
Q(12)	2421.8	1844.1	1614.3	1390.9	1289.6	1079.4	906.9

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$
平均數	2.691	2.287	2.058	1.870	1.704	1.551	1.407
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	17.051	16.225	15.564	15.119	10.753	10.567	10.450
最小值	0.498	0.389	0.351	0.322	0.293	0.263	0.205
標準差	1.542	1.390	1.304	1.237	1.134	1.057	0.991
偏態係數	2.103	2.231	2.364	2.519	2.013	2.110	2.286
峰態係數	12.079	13.608	14.987	16.620	9.413	10.425	12.090
Jarque-Bera	5840.4	7726.5	9685.8	12302.0	3344.4	4254.6	6039.2
Q(12)	2251.4	1673.1	1440.2	1217.7	1121.7	920.3	752.2

表 4 續

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$
平均數	2.552	2.148	1.918	1.730	1.564	1.411	1.267
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	16.828	16.001	15.341	14.895	9.791	9.606	9.489
最小值	0.439	0.331	0.293	0.263	0.234	0.205	0.176
標準差	1.498	1.347	1.258	1.191	1.086	1.008	0.939
偏態係數	2.165	2.312	2.459	2.637	2.077	2.182	2.378
峰態係數	12.659	14.402	15.967	17.853	9.522	10.540	12.275
Jarque-Bera	6535.6	8831.4	11219.7	14492.5	3487.6	4427.5	6337.4
Q(12)	2083.6	1508.0	1283.8	1069.6	980.4	788.5	625.5

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$
平均數	2.421	2.017	1.787	1.599	1.433	1.280	1.136
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	16.638	15.812	15.151	14.705	8.052	7.720	7.439
最小值	0.410	0.302	0.263	0.234	0.205	0.176	0.146
標準差	1.454	1.302	1.211	1.142	1.031	0.950	0.878
偏態係數	2.227	2.382	2.535	2.731	2.073	2.160	2.345
峰態係數	13.306	15.212	16.937	19.105	8.924	9.611	10.991
Jarque-Bera	7353.2	10023.2	12829.6	16870.6	3049.3	3638.2	5008.6
Q(12)	1982.7	1408.1	1193.1	986.2	914.1	732.7	574.3

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$
平均數	2.285	1.882	1.652	1.464	1.298	1.145	1.001
平均數差	0.404	0.230	0.188	0.166	0.153	0.144	
最大值	16.448	15.621	14.961	14.515	7.683	7.351	6.624
最小值	0.381	0.272	0.234	0.205	0.176	0.146	0.117
標準差	1.399	1.244	1.149	1.076	0.959	0.873	0.795
偏態係數	2.350	2.532	2.711	2.945	2.139	2.213	2.395
峰態係數	14.648	17.071	19.371	22.261	9.277	9.815	11.120
Jarque-Bera	9203.7	13044.9	17348.7	23664.6	3366.7	3852.1	5184.6
Q(12)	1917.8	1343.1	1140.2	945.6	894.9	717.4	559.7

1. 平均數差=該欄平均數-右欄平均數
2. 樣本期間為 1998 年 1 月 2 日至 2004 年 3 月 31 日，共 1,570 筆日資料。

表 5：SP 內分位數變幅之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$
平均數	1.781	1.554	1.432	1.340	1.257	1.185	1.111
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	7.731	6.727	5.943	5.494	5.358	5.254	5.194
最小值	0.398	0.320	0.301	0.272	0.253	0.240	0.227
標準差	0.941	0.851	0.797	0.758	0.721	0.693	0.661
偏態係數	1.885	1.906	1.818	1.796	1.838	1.909	1.982
峰態係數	8.727	8.783	7.957	7.715	8.096	8.660	9.354
Jarque-Bera	2742.4	2798.3	2205.1	2050.1	2303.6	2719.1	3271.8
Q(12)	2209.6	1973.8	1819.1	1691.5	1517.2	1470.3	1423.8

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$
平均數	1.588	1.360	1.239	1.146	1.063	0.992	0.918
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.961	6.046	5.752	5.069	4.983	4.945	4.907
最小值	0.346	0.237	0.217	0.205	0.185	0.173	0.153
標準差	0.873	0.785	0.732	0.693	0.655	0.626	0.594
偏態係數	1.868	1.883	1.825	1.796	1.834	1.908	2.019
峰態係數	8.608	8.625	8.100	7.768	8.102	8.702	9.645
Jarque-Bera	2648.5	2672.6	2294.7	2078.9	2303.0	2745.9	3527.0
Q(12)	1769.4	1504.6	1353.5	1234.4	1074.9	1029.9	970.4

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$
平均數	1.479	1.252	1.131	1.038	0.955	0.884	0.810
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.859	5.955	5.622	4.831	4.745	4.707	4.669
最小值	0.316	0.207	0.188	0.175	0.156	0.143	0.128
標準差	0.831	0.744	0.692	0.652	0.613	0.583	0.548
偏態係數	1.883	1.900	1.882	1.874	1.920	2.006	2.135
峰態係數	8.722	8.670	8.446	8.212	8.589	9.274	10.410
Jarque-Bera	2736.6	2717.8	2556.6	2403.8	2682.7	3235.1	4266.8
Q(12)	1546.0	1285.5	1153.1	1050.1	913.2	880.0	835.4

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$
平均數	1.396	1.169	1.048	0.955	0.872	0.801	0.727
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.795	5.891	5.269	4.766	4.568	4.402	4.306
最小值	0.301	0.192	0.173	0.160	0.137	0.128	0.114
標準差	0.806	0.719	0.666	0.626	0.586	0.555	0.518
偏態係數	1.921	1.942	1.926	1.924	1.987	2.084	2.225
峰態係數	8.916	8.838	8.545	8.313	8.813	9.549	10.749
Jarque-Bera	2902.4	2868.1	2658.9	2510.7	2892.7	3514.8	4657.8
Q(12)	1417.1	1159.4	1043.1	955.1	831.2	807.8	777.9

表 5 續

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$
平均數	1.320	1.093	0.971	0.879	0.796	0.724	0.651
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.722	5.817	5.196	4.693	4.494	4.329	4.160
最小值	0.282	0.173	0.154	0.141	0.119	0.109	0.097
標準差	0.779	0.691	0.637	0.597	0.555	0.522	0.483
偏態係數	1.961	2.003	1.992	1.990	2.055	2.161	2.304
峰態係數	9.160	9.238	8.971	8.680	9.197	10.016	11.279
Jarque-Bera	3110.8	3205.9	3005.9	2806.0	3225.6	3960.9	5236.8
Q(12)	1257.3	995.9	889.0	814.4	718.2	708.2	701.0

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$
平均數	1.250	1.023	0.901	0.809	0.726	0.654	0.580
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.584	5.680	5.058	4.555	4.357	4.192	4.022
最小值	0.266	0.160	0.141	0.128	0.109	0.096	0.089
標準差	0.755	0.668	0.613	0.571	0.528	0.493	0.451
偏態係數	1.978	2.036	2.024	2.026	2.098	2.205	2.340
峰態係數	9.161	9.326	9.021	8.693	9.196	9.960	11.076
Jarque-Bera	3127.4	3301.4	3070.4	2848.1	3266.4	3959.4	5082.6
Q(12)	1160.4	894.0	792.3	727.3	648.2	649.2	658.1

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$
平均數	1.184	0.957	0.836	0.743	0.660	0.589	0.515
平均數差	0.227	0.121	0.093	0.083	0.071	0.074	
最大值	6.450	5.546	4.924	4.421	4.223	4.058	3.888
最小值	0.237	0.147	0.128	0.115	0.096	0.083	0.077
標準差	0.730	0.643	0.588	0.544	0.499	0.463	0.418
偏態係數	2.030	2.104	2.093	2.112	2.209	2.330	2.470
峰態係數	9.457	9.751	9.427	9.206	9.954	10.857	12.107
Jarque-Bera	3392.9	3691.1	3431.5	3287.1	3960.2	4867.6	6261.4
Q(12)	1094.7	817.9	710.5	648.4	577.7	586.0	617.2

1. 平均數差=該欄平均數-右欄平均數
2. 樣本期間為 1998 年 1 月 2 日至 2004 年 3 月 31 日，共 1,570 筆日資料。

表 6：CL 內分位數變幅 CARR(1,1)模型之參數估計結果

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t$$

$$\lambda_t = \omega + \alpha_1 R_{t-1} + \beta_1 \lambda_{t-1}$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t)$$

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-3049.02	0.070	2.908	0.214	7.926	0.772	28.664	0.986	16.816	0.157
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-2958.52	0.058	2.815	0.189	7.398	0.798	31.103	0.987	21.362	0.045
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-2906.38	0.055	2.854	0.186	7.416	0.800	31.724	0.986	17.925	0.118
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-2861.12	0.054	2.915	0.183	7.443	0.803	32.389	0.986	17.184	0.143
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-2819.33	0.052	2.923	0.180	7.298	0.806	32.435	0.985	16.418	0.173
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-2779.91	0.051	2.941	0.177	7.155	0.808	32.308	0.985	17.908	0.119
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-2739.30	0.047	2.907	0.172	7.149	0.814	33.468	0.985	17.142	0.144

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-2967.20	0.059	2.830	0.190	7.456	0.796	31.109	0.987	16.474	0.170
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-2864.43	0.050	2.754	0.168	6.946	0.819	33.598	0.987	19.771	0.072
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-2804.35	0.048	2.813	0.166	6.999	0.821	34.176	0.986	17.511	0.131
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-2751.55	0.047	2.870	0.162	7.010	0.823	34.884	0.985	15.985	0.192
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-2702.38	0.044	2.853	0.157	6.777	0.828	34.844	0.985	14.487	0.271
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-2655.56	0.042	2.880	0.154	6.572	0.831	34.666	0.985	14.792	0.253
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-2606.79	0.039	2.850	0.147	6.513	0.838	36.015	0.985	13.453	0.337

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-2919.84	0.055	2.831	0.183	7.221	0.804	31.639	0.987	16.060	0.189
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-2809.09	0.047	2.776	0.162	6.714	0.825	33.888	0.986	18.387	0.104
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-2743.71	0.046	2.856	0.161	6.797	0.824	34.132	0.985	16.262	0.180
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-2685.68	0.046	2.916	0.160	6.896	0.824	34.656	0.984	15.186	0.231
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-2631.39	0.043	2.911	0.155	6.641	0.829	34.464	0.984	14.129	0.293
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-2579.37	0.042	2.958	0.152	6.425	0.831	34.136	0.984	13.827	0.312
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-2524.75	0.039	2.948	0.146	6.352	0.837	35.175	0.983	12.168	0.432

表 6 續

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-2877.78	0.056	2.935	0.181	7.211	0.805	32.013	0.986	15.645	0.208
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-2759.52	0.048	2.900	0.159	6.679	0.826	34.210	0.985	17.749	0.124
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-2689.06	0.048	2.992	0.160	6.799	0.824	34.403	0.984	14.812	0.252
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-2625.95	0.049	3.097	0.161	6.993	0.821	34.566	0.982	15.033	0.240
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-2566.48	0.047	3.133	0.159	6.777	0.823	34.059	0.981	15.356	0.223
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-2509.08	0.047	3.253	0.157	6.644	0.822	33.585	0.980	16.130	0.185
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-2448.17	0.046	3.316	0.155	6.667	0.823	33.862	0.978	14.750	0.255

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-2838.68	0.054	2.901	0.178	6.999	0.808	31.495	0.985	12.846	0.380
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-2712.92	0.046	2.859	0.156	6.469	0.829	33.750	0.985	14.540	0.268
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-2637.37	0.046	2.966	0.157	6.631	0.826	33.891	0.983	12.222	0.428
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-2569.03	0.050	3.124	0.162	6.973	0.818	33.688	0.980	13.047	0.366
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-2504.19	0.048	3.206	0.162	6.839	0.816	32.940	0.979	14.103	0.294
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-2440.98	0.050	3.374	0.164	6.800	0.812	32.159	0.976	13.413	0.340
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-2373.50	0.051	3.482	0.165	6.920	0.808	31.906	0.973	12.502	0.406

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-2799.95	0.051	2.895	0.174	6.819	0.811	31.296	0.985	12.539	0.403
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-2666.32	0.044	2.850	0.153	6.284	0.832	33.407	0.985	14.556	0.267
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-2585.22	0.044	2.941	0.153	6.431	0.829	33.603	0.983	12.164	0.433
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-2511.18	0.048	3.104	0.160	6.827	0.819	33.208	0.979	12.216	0.428
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-2440.29	0.048	3.225	0.163	6.792	0.814	32.153	0.977	12.240	0.427
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-2370.57	0.050	3.460	0.168	6.857	0.806	31.230	0.974	11.711	0.469
$H_{25\%} - L_{30\%}$	-2295.36	0.053	3.628	0.173	7.117	0.797	30.571	0.969	10.552	0.568

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-2760.20	0.051	2.938	0.175	6.799	0.810	31.111	0.984	12.608	0.398
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-2617.96	0.043	2.860	0.151	6.149	0.833	33.160	0.984	13.897	0.307
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-2530.66	0.043	2.955	0.152	6.288	0.830	33.220	0.982	10.764	0.549
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-2450.07	0.047	3.117	0.160	6.697	0.818	32.582	0.978	10.198	0.599
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-2372.28	0.046	3.240	0.163	6.640	0.813	31.388	0.976	9.756	0.637
$H_{30\%} - L_{25\%}$	-2294.62	0.051	3.538	0.172	6.805	0.799	29.773	0.971	9.415	0.667
$H_{30\%} - L_{30\%}$	-2209.94	0.053	3.695	0.179	7.046	0.787	28.654	0.965	9.942	0.621

1. R_t 為每日內分位數變幅，包含標準變幅在內，共 49 種。

2. Q(12) 表示殘差項落後 12 期之 Q 統計量，其虛無假設為在 12 期之前不具有統計上之自我相關性。

表 7：NG 內分位數變幅 CARR(1,1)模型之參數估計結果

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t$$

$$\lambda_t = \omega + \alpha_1 R_{t-1} + \beta_1 \lambda_{t-1}$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t)$$

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-2895.50	0.056	2.935	0.141	7.369	0.845	42.267	0.986	27.772	0.006
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-2808.11	0.046	2.811	0.127	6.973	0.861	45.281	0.987	26.667	0.009
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-2756.28	0.041	2.741	0.121	6.747	0.867	46.343	0.988	25.348	0.013
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-2713.96	0.039	2.710	0.116	6.544	0.872	47.305	0.988	22.694	0.030
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-2676.92	0.034	2.635	0.108	6.372	0.881	50.191	0.988	18.665	0.097
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-2639.00	0.032	2.610	0.103	6.339	0.886	52.875	0.989	16.132	0.185
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-2601.75	0.029	2.556	0.098	6.215	0.891	54.408	0.989	16.746	0.159

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-2810.70	0.051	3.033	0.130	7.347	0.855	46.322	0.986	24.643	0.017
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-2711.11	0.040	2.893	0.113	6.939	0.874	51.086	0.987	23.756	0.022
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-2651.11	0.035	2.804	0.106	6.689	0.882	53.453	0.988	22.068	0.037
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-2601.54	0.032	2.750	0.099	6.434	0.889	54.968	0.988	19.573	0.076
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-2557.67	0.027	2.632	0.090	6.263	0.899	59.815	0.989	16.655	0.163
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-2512.31	0.024	2.582	0.085	6.172	0.905	63.007	0.990	14.607	0.264
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-2467.40	0.021	2.484	0.079	5.996	0.912	66.504	0.990	16.563	0.167

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-2762.67	0.048	3.016	0.128	7.404	0.858	47.556	0.986	25.796	0.011
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-2655.30	0.039	2.898	0.112	7.034	0.874	51.648	0.986	24.708	0.016
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-2589.98	0.034	2.811	0.105	6.816	0.882	54.115	0.987	22.972	0.028
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-2535.70	0.031	2.760	0.098	6.546	0.889	55.864	0.987	20.796	0.053
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-2487.31	0.026	2.654	0.089	6.304	0.899	60.093	0.989	17.928	0.118
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-2436.96	0.023	2.612	0.084	6.163	0.905	62.910	0.989	15.625	0.209
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-2386.83	0.019	2.488	0.077	5.938	0.914	67.133	0.990	18.061	0.114

表 7 續

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-2720.50	0.045	2.994	0.123	7.765	0.863	51.105	0.985	24.982	0.015
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-2605.78	0.037	2.873	0.107	7.434	0.879	56.019	0.986	23.576	0.023
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-2535.34	0.032	2.807	0.101	7.256	0.886	58.660	0.987	22.278	0.035
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-2476.42	0.029	2.754	0.094	6.937	0.894	60.603	0.987	21.308	0.046
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-2423.54	0.024	2.641	0.084	6.590	0.904	65.219	0.989	20.062	0.066
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-2368.17	0.021	2.606	0.079	6.341	0.910	67.093	0.989	18.272	0.108
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-2312.67	0.017	2.473	0.071	6.031	0.919	71.406	0.990	21.561	0.043

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-2678.80	0.047	3.062	0.125	7.538	0.860	48.455	0.984	20.336	0.061
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-2556.41	0.039	2.964	0.110	7.231	0.875	52.707	0.984	19.565	0.076
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-2480.47	0.035	2.940	0.105	7.097	0.879	53.756	0.984	21.527	0.043
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-2416.61	0.031	2.881	0.097	6.746	0.887	55.616	0.985	21.738	0.041
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-2358.80	0.025	2.758	0.085	6.348	0.901	61.115	0.987	20.548	0.057
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-2297.83	0.022	2.697	0.079	6.066	0.908	63.673	0.987	18.609	0.098
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-2236.22	0.017	2.534	0.070	5.736	0.919	68.828	0.989	22.133	0.036

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-2635.62	0.050	3.177	0.128	7.394	0.854	45.707	0.982	19.643	0.074
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-2504.66	0.043	3.103	0.115	7.110	0.867	48.391	0.981	19.171	0.084
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-2422.53	0.040	3.101	0.112	7.007	0.868	48.010	0.980	23.595	0.023
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-2352.86	0.036	3.059	0.106	6.660	0.875	48.576	0.980	23.898	0.021
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-2289.31	0.029	2.938	0.094	6.285	0.889	52.831	0.983	22.897	0.029
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-2221.63	0.027	2.933	0.090	6.064	0.892	52.904	0.982	20.773	0.054
$H_{25\%} - L_{30\%}$	-2152.76	0.020	2.704	0.077	5.665	0.909	59.210	0.985	24.543	0.017

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-2590.82	0.041	2.987	0.113	7.378	0.871	52.602	0.984	18.275	0.108
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-2449.96	0.033	2.887	0.099	7.076	0.885	56.971	0.984	18.653	0.097
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-2360.43	0.030	2.860	0.095	6.939	0.889	57.748	0.984	26.798	0.008
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-2283.63	0.026	2.806	0.088	6.628	0.897	59.838	0.985	29.315	0.004
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-2212.62	0.020	2.682	0.076	6.194	0.911	65.619	0.987	26.121	0.010
$H_{30\%} - L_{25\%}$	-2136.38	0.017	2.596	0.071	5.885	0.916	66.451	0.987	26.766	0.008
$H_{30\%} - L_{30\%}$	-2057.84	0.013	2.376	0.060	5.338	0.930	72.444	0.990	28.741	0.004

1. R_t 為每日內分位數變幅，包含標準變幅在內，共 49 種。

2. Q(12) 表示殘差項落後 12 期之 Q 統計量，其虛無假設為在 12 期之前不具有統計上之自我相關性。

表 8：DJ 內分位數變幅 CARR(1,1)模型之參數估計結果

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t$$

$$\lambda_t = \omega + \alpha_1 R_{t-1} + \beta_1 \lambda_{t-1}$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t)$$

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-2369.16	0.047	3.506	0.160	8.398	0.813	38.398	0.974	23.518	0.024
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-2275.49	0.036	3.269	0.144	8.042	0.833	41.723	0.977	19.437	0.079
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-2219.86	0.032	3.174	0.136	7.587	0.843	41.988	0.978	17.810	0.122
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-2172.39	0.029	3.131	0.134	7.552	0.844	41.925	0.978	15.579	0.211
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-2129.97	0.028	3.133	0.132	7.710	0.846	43.175	0.979	15.971	0.193
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-2086.30	0.026	3.056	0.133	8.061	0.845	44.140	0.978	19.615	0.075
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-2043.23	0.025	3.010	0.130	7.921	0.849	44.433	0.978	22.750	0.030

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-2288.73	0.045	3.651	0.151	7.921	0.821	38.645	0.972	23.155	0.026
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-2182.66	0.034	3.391	0.133	7.540	0.842	42.076	0.975	18.974	0.089
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-2118.67	0.030	3.281	0.125	7.125	0.851	42.352	0.977	16.275	0.179
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-2063.44	0.027	3.228	0.124	7.134	0.853	42.439	0.977	13.794	0.314
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-2013.52	0.025	3.216	0.121	7.268	0.855	43.820	0.977	13.842	0.311
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-1961.61	0.024	3.126	0.122	7.585	0.855	44.615	0.977	19.190	0.084
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-1909.71	0.022	3.070	0.118	7.395	0.859	44.868	0.976	23.007	0.028

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-2241.85	0.044	3.683	0.148	7.716	0.823	38.141	0.971	23.503	0.024
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-2127.74	0.033	3.418	0.131	7.335	0.843	41.337	0.975	18.456	0.103
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-2058.21	0.028	3.314	0.123	7.009	0.853	42.254	0.976	15.394	0.221
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-1997.70	0.026	3.265	0.121	7.096	0.855	42.679	0.976	13.104	0.362
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-1942.52	0.024	3.260	0.120	7.262	0.856	43.725	0.976	12.457	0.410
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-1884.73	0.023	3.188	0.121	7.597	0.854	44.020	0.975	18.481	0.102
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-1826.49	0.021	3.131	0.117	7.393	0.858	44.437	0.975	23.240	0.026

表 8 續

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-2200.98	0.044	3.735	0.147	7.551	0.822	37.402	0.969	22.483	0.032
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-2079.39	0.032	3.458	0.129	7.135	0.844	40.528	0.973	17.220	0.142
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-2004.54	0.028	3.369	0.121	6.833	0.854	41.385	0.974	15.179	0.232
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-1938.89	0.026	3.336	0.120	6.960	0.854	41.708	0.974	14.108	0.294
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-1878.57	0.024	3.359	0.120	7.157	0.853	42.352	0.973	13.246	0.351
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-1814.90	0.023	3.316	0.123	7.502	0.850	42.307	0.972	18.968	0.089
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-1750.23	0.021	3.286	0.119	7.296	0.853	42.313	0.972	24.145	0.019

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-2161.05	0.045	3.771	0.146	7.441	0.820	36.296	0.967	21.663	0.041
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-2031.74	0.033	3.481	0.127	6.957	0.844	39.470	0.971	16.252	0.180
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-1951.19	0.029	3.422	0.120	6.679	0.852	39.872	0.971	14.705	0.258
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-1880.04	0.026	3.391	0.120	6.862	0.851	40.167	0.971	13.450	0.337
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-1814.12	0.024	3.423	0.121	7.120	0.850	40.955	0.971	12.607	0.398
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-1743.99	0.023	3.406	0.123	7.517	0.846	40.970	0.969	17.913	0.118
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-1671.99	0.021	3.387	0.120	7.343	0.848	41.033	0.968	22.755	0.030

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-2122.86	0.044	3.777	0.143	7.114	0.822	34.965	0.965	21.028	0.050
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-1985.66	0.032	3.460	0.121	6.572	0.848	38.287	0.970	15.808	0.200
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-1899.27	0.028	3.405	0.114	6.305	0.856	39.114	0.970	15.201	0.231
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-1822.39	0.025	3.377	0.113	6.487	0.856	39.497	0.970	13.688	0.321
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-1750.54	0.023	3.407	0.114	6.713	0.855	40.170	0.969	13.318	0.346
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-1673.40	0.022	3.408	0.117	7.076	0.850	40.100	0.967	17.810	0.122
$H_{25\%} - L_{30\%}$	-1593.24	0.021	3.405	0.113	6.866	0.852	39.829	0.966	21.024	0.050

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-2084.37	0.043	3.754	0.142	6.978	0.822	34.102	0.964	18.992	0.089
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-1938.62	0.030	3.423	0.119	6.399	0.851	37.971	0.970	13.839	0.311
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-1845.76	0.026	3.391	0.111	6.131	0.859	38.835	0.970	13.702	0.320
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-1762.40	0.023	3.375	0.111	6.352	0.858	39.414	0.969	12.388	0.415
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-1683.76	0.022	3.422	0.112	6.543	0.857	40.032	0.969	12.030	0.443
$H_{30\%} - L_{25\%}$	-1598.42	0.020	3.441	0.115	6.915	0.851	39.800	0.966	16.034	0.190
$H_{30\%} - L_{30\%}$	-1508.47	0.019	3.458	0.112	6.704	0.853	39.668	0.965	19.514	0.077

1. R_t 為每日內分位數變幅，包含標準變幅在內，共 49 種。

2. Q(12) 表示殘差項落後 12 期之 Q 統計量，其虛無假設為在 12 期之前不具有統計上之自我相關性。

表 9：ND 內分位數變幅 CARR(1,1)模型之參數估計結果

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t$$

$$\lambda_t = \omega + \alpha_1 R_{t-1} + \beta_1 \lambda_{t-1}$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t)$$

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-2807.66	0.030	2.025	0.142	9.410	0.849	52.700	0.991	20.095	0.065
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-2720.57	0.042	2.627	0.151	9.059	0.836	45.817	0.986	17.900	0.119
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-2665.07	0.034	2.467	0.134	8.415	0.854	49.161	0.988	16.225	0.181
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-2616.17	0.029	2.410	0.125	7.963	0.864	50.663	0.989	14.667	0.260
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-2570.65	0.028	2.430	0.120	7.758	0.869	50.653	0.989	14.597	0.264
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-2526.26	0.026	2.414	0.115	7.554	0.874	51.206	0.989	16.817	0.157
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-2481.08	0.025	2.357	0.112	7.446	0.877	51.569	0.989	15.785	0.201

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-2730.84	0.046	2.676	0.155	9.277	0.831	44.975	0.985	16.656	0.163
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-2633.04	0.036	2.592	0.132	8.439	0.854	49.265	0.987	19.884	0.069
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-2569.74	0.029	2.431	0.117	7.821	0.872	52.985	0.988	17.920	0.118
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-2513.33	0.025	2.386	0.109	7.408	0.880	54.138	0.989	17.595	0.129
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-2460.31	0.023	2.367	0.103	7.153	0.886	54.442	0.989	17.174	0.143
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-2408.04	0.022	2.327	0.098	6.888	0.891	55.325	0.989	19.110	0.086
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-2354.20	0.020	2.266	0.094	6.783	0.895	55.507	0.989	18.330	0.106

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-2684.80	0.040	2.588	0.143	8.947	0.843	47.722	0.986	13.554	0.330
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-2579.82	0.031	2.493	0.120	8.011	0.867	52.328	0.988	15.787	0.201
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-2511.20	0.024	2.343	0.105	7.414	0.884	56.524	0.989	13.748	0.317
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-2449.63	0.021	2.301	0.098	7.035	0.891	57.622	0.990	13.868	0.309
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-2391.24	0.020	2.295	0.094	6.816	0.896	57.574	0.990	13.758	0.316
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-2333.27	0.018	2.243	0.088	6.539	0.901	58.281	0.990	15.597	0.210
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-2273.12	0.017	2.176	0.084	6.394	0.905	58.569	0.989	16.303	0.178

表 9 續

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-2642.42	0.037	2.573	0.139	8.705	0.848	48.044	0.987	14.493	0.270
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-2530.37	0.028	2.458	0.115	7.661	0.873	52.640	0.988	16.725	0.160
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-2456.50	0.022	2.305	0.100	7.076	0.889	56.710	0.990	15.590	0.211
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-2389.74	0.019	2.239	0.092	6.673	0.898	58.607	0.990	17.394	0.135
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-2325.90	0.017	2.216	0.087	6.469	0.903	58.709	0.990	18.596	0.099
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-2261.99	0.016	2.162	0.082	6.193	0.908	59.435	0.990	20.772	0.054
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-2195.14	0.015	2.078	0.077	6.025	0.913	59.901	0.990	22.190	0.035

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-2605.14	0.034	2.520	0.131	8.334	0.856	49.314	0.987	13.597	0.327
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-2486.36	0.025	2.401	0.108	7.273	0.881	53.844	0.989	15.639	0.208
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-2407.36	0.019	2.242	0.093	6.705	0.897	58.266	0.990	14.690	0.259
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-2335.48	0.017	2.186	0.086	6.320	0.905	59.993	0.991	16.871	0.155
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-2266.15	0.015	2.157	0.081	6.143	0.910	60.548	0.990	18.687	0.096
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-2196.24	0.014	2.089	0.075	5.853	0.915	61.042	0.990	20.160	0.064
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-2122.46	0.013	2.003	0.071	5.682	0.919	61.547	0.990	21.902	0.039

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-2567.55	0.031	2.540	0.128	8.171	0.859	49.987	0.987	13.283	0.349
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-2441.61	0.023	2.405	0.103	7.028	0.886	55.197	0.989	15.710	0.205
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-2357.01	0.017	2.240	0.089	6.465	0.902	60.077	0.991	14.266	0.284
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-2279.43	0.015	2.180	0.081	6.082	0.910	62.124	0.991	16.293	0.178
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-2203.89	0.014	2.154	0.077	5.944	0.914	62.085	0.991	18.332	0.106
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-2127.04	0.012	2.095	0.072	5.653	0.918	62.026	0.991	20.464	0.059
$H_{25\%} - L_{30\%}$	-2045.10	0.011	1.990	0.068	5.479	0.922	62.082	0.990	22.993	0.028

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-2526.83	0.030	2.566	0.127	8.250	0.860	51.061	0.987	12.283	0.423
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-2392.48	0.022	2.450	0.102	7.029	0.887	56.248	0.989	14.613	0.263
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-2301.23	0.017	2.308	0.088	6.489	0.903	61.447	0.990	13.261	0.350
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-2216.74	0.014	2.261	0.080	6.103	0.911	63.954	0.991	15.993	0.192
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-2133.61	0.013	2.250	0.077	5.981	0.913	63.292	0.990	17.873	0.120
$H_{30\%} - L_{25\%}$	-2048.12	0.011	2.176	0.071	5.627	0.919	63.531	0.990	20.865	0.052
$H_{30\%} - L_{30\%}$	-1955.71	0.010	2.053	0.067	5.433	0.924	64.045	0.990	24.803	0.016

1. R_t 為每日內分位數變幅，包含標準變幅在內，共 49 種。

2. Q(12) 表示殘差項落後 12 期之 Q 統計量，其虛無假設為在 12 期之前不具有統計上之自我相關性。

表 10：SP 內分位數變幅 CARR(1,1)模型之參數估計結果

$$R_t = \lambda_t \varepsilon_t$$

$$\lambda_t = \omega + \alpha_1 R_{t-1} + \beta_1 \lambda_{t-1}$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim f(1, \xi_t)$$

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-2361.88	0.048	3.417	0.169	9.095	0.805	37.778	0.973	9.546	0.656
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-2267.20	0.055	3.441	0.209	9.664	0.757	29.448	0.966	22.350	0.034
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-2209.87	0.032	3.221	0.141	8.415	0.837	43.545	0.978	6.213	0.905
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-2163.39	0.031	3.243	0.137	8.284	0.840	43.700	0.977	5.647	0.933
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-2119.51	0.029	3.170	0.131	7.945	0.846	43.600	0.977	5.101	0.955
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-2077.96	0.026	3.093	0.131	8.044	0.847	44.144	0.978	3.872	0.986
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-2032.67	0.025	3.136	0.129	7.973	0.848	44.468	0.978	3.123	0.995

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-2282.80	0.044	3.483	0.152	8.398	0.821	39.884	0.973	8.692	0.729
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-2175.05	0.032	3.303	0.129	7.788	0.848	44.942	0.977	11.335	0.500
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-2109.59	0.028	3.308	0.126	7.724	0.852	45.784	0.977	7.280	0.839
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-2055.45	0.028	3.338	0.122	7.535	0.854	45.210	0.976	6.541	0.886
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-2003.81	0.025	3.227	0.116	7.147	0.861	44.898	0.977	6.182	0.907
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-1954.48	0.023	3.136	0.114	7.153	0.863	45.455	0.978	4.612	0.970
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-1900.09	0.021	3.149	0.111	7.042	0.866	46.224	0.977	3.732	0.988

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-2234.43	0.042	3.521	0.145	8.164	0.827	40.471	0.972	9.653	0.646
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-2117.99	0.030	3.344	0.124	7.555	0.852	45.524	0.976	13.257	0.351
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-2046.25	0.028	3.389	0.123	7.561	0.853	45.580	0.976	8.647	0.733
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-1986.46	0.027	3.429	0.121	7.411	0.854	44.655	0.975	8.022	0.783
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-1929.00	0.024	3.310	0.115	7.058	0.860	44.131	0.975	8.366	0.756
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-1873.76	0.022	3.214	0.113	7.014	0.863	44.814	0.976	6.985	0.859
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-1812.28	0.020	3.243	0.111	6.925	0.865	45.437	0.976	5.219	0.950

表 10 續

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-2193.88	0.041	3.565	0.143	8.072	0.828	40.486	0.971	9.977	0.618
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-2069.76	0.029	3.409	0.121	7.377	0.854	45.383	0.975	13.785	0.315
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-1992.37	0.027	3.473	0.121	7.392	0.854	45.305	0.975	9.599	0.651
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-1927.26	0.026	3.552	0.122	7.334	0.851	43.705	0.973	9.629	0.648
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-1864.32	0.024	3.437	0.116	6.998	0.857	42.973	0.973	10.512	0.571
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-1803.28	0.021	3.349	0.115	7.025	0.859	43.678	0.974	9.289	0.678
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-1734.78	0.020	3.398	0.115	6.944	0.859	43.896	0.974	7.283	0.838

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-2155.11	0.039	3.544	0.138	7.870	0.833	40.709	0.971	9.310	0.676
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-2023.18	0.027	3.347	0.115	7.068	0.860	45.754	0.976	12.681	0.393
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-1939.99	0.024	3.401	0.115	7.064	0.861	45.669	0.976	9.560	0.655
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-1869.32	0.024	3.486	0.117	7.060	0.856	43.848	0.973	10.077	0.609
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-1800.29	0.022	3.402	0.114	6.829	0.859	42.554	0.973	11.498	0.487
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-1732.92	0.019	3.331	0.115	6.936	0.859	43.059	0.974	10.755	0.550
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-1656.47	0.018	3.370	0.115	6.908	0.858	43.015	0.973	10.062	0.611

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-2117.11	0.037	3.542	0.134	7.599	0.837	40.637	0.971	8.463	0.748
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-1977.04	0.025	3.308	0.110	6.739	0.866	45.675	0.976	11.898	0.454
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-1887.72	0.022	3.361	0.110	6.751	0.866	45.509	0.976	9.111	0.693
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-1811.06	0.022	3.451	0.113	6.809	0.860	43.473	0.973	10.399	0.581
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-1735.38	0.020	3.386	0.112	6.673	0.861	42.218	0.972	12.298	0.422
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-1660.85	0.018	3.346	0.114	6.902	0.859	42.665	0.973	11.674	0.472
$H_{25\%} - L_{30\%}$	-1575.35	0.016	3.389	0.116	6.943	0.856	42.522	0.972	12.094	0.438

R_t	LLF	ω	t 值	α_1	t 值	β_1	t 值	$\alpha_1 + \beta_1$	Q(12)	p 值
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-2079.51	0.035	3.562	0.130	7.362	0.841	40.524	0.971	6.757	0.873
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-1930.93	0.023	3.264	0.104	6.440	0.872	45.765	0.976	10.224	0.596
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-1835.19	0.020	3.303	0.103	6.424	0.873	45.698	0.976	7.264	0.840
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-1752.13	0.020	3.383	0.106	6.499	0.867	43.624	0.973	8.736	0.725
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-1669.22	0.019	3.343	0.107	6.438	0.866	42.110	0.972	11.081	0.522
$H_{30\%} - L_{25\%}$	-1586.66	0.017	3.323	0.111	6.723	0.861	42.281	0.972	10.026	0.614
$H_{30\%} - L_{30\%}$	-1490.44	0.015	3.383	0.115	6.854	0.856	41.777	0.971	10.875	0.540

1. R_t 為每日內分位數變幅，包含標準變幅在內，共 49 種。

2. Q(12) 表示殘差項落後 12 期之 Q 統計量，其虛無假設為在 12 期之前不具有統計上之自我相關性。

表 11：CL 樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	82.72	61.50	53.38	47.05	41.68	36.56	31.54	31.69
最大值	5031.91	3631.00	3204.78	2894.91	2571.84	2270.01	1790.07	952.05
最小值	3.26	2.58	2.19	1.98	1.81	1.63	1.51	0.77
標準差	333.37	243.33	212.65	189.35	168.47	147.31	121.33	90.29

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	65.83	47.12	40.05	34.58	30.02	25.69	21.49	31.69
最大值	4037.66	2819.85	2457.03	2183.33	1900.88	1636.83	1249.20	952.05
最小值	2.70	2.07	1.72	1.53	1.37	1.22	1.08	0.77
標準差	269.91	190.44	163.78	143.33	125.14	106.87	85.05	90.29

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	57.84	40.47	33.96	29.01	24.86	20.94	17.16	31.69
最大值	3652.12	2471.68	2147.53	1910.71	1649.94	1407.25	1055.24	952.05
最小值	2.32	1.73	1.41	1.23	1.09	0.95	0.86	0.77
標準差	240.53	166.69	142.37	124.12	107.39	90.69	70.68	90.29

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	51.87	35.49	29.41	24.83	21.04	17.45	14.02	31.69
最大值	3440.39	2288.75	1989.72	1774.99	1548.16	1307.97	964.11	952.05
最小值	2.13	1.56	1.26	1.06	0.90	0.81	0.71	0.77
標準差	219.58	149.36	126.52	109.89	94.74	79.42	61.22	90.29

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	46.40	30.99	25.32	21.09	17.62	14.37	11.27	31.69
最大值	2967.17	1925.15	1658.43	1488.05	1298.63	1093.78	784.64	952.05
最小值	1.95	1.36	1.07	0.79	0.66	0.57	0.50	0.77
標準差	194.62	129.22	108.03	93.11	79.61	65.95	49.59	90.29

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	41.96	27.40	22.09	18.16	14.99	12.02	9.23	31.69
最大值	2699.80	1723.88	1468.27	1317.84	1157.08	975.83	692.13	952.05
最小值	1.74	1.13	0.84	0.60	0.48	0.41	0.34	0.77
標準差	177.26	115.39	95.34	81.61	69.49	57.09	42.23	90.29

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	38.33	24.46	19.45	15.80	12.86	10.16	7.63	31.69
最大值	2570.87	1603.94	1358.42	1219.92	1066.56	912.52	640.01	952.05
最小值	1.57	0.97	0.72	0.49	0.38	0.32	0.26	0.77
標準差	166.43	106.22	87.03	74.17	62.75	51.55	37.64	90.29

1. RV 代表五分鐘調整後實現波動性。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 12：CL 樣本內預測結果

$$MV_t = a + b * FV_t (\text{CARR with interquartile range}) + u_t$$

$$MV_t = a + c * FV_t (\text{CARR with standard range}) + u_t$$

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i> or <i>c</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{0\%} - L_{0\%}$	23.872	5.312	0.094	1.900	0.121
$H_{0\%} - L_{5\%}$	23.290	5.189	0.137	1.870	0.135
$H_{0\%} - L_{10\%}$	23.331	5.180	0.157	1.852	0.135
$H_{0\%} - L_{15\%}$	23.528	5.196	0.173	1.838	0.132
$H_{0\%} - L_{20\%}$	23.637	5.210	0.193	1.832	0.129
$H_{0\%} - L_{25\%}$	23.573	5.178	0.222	1.818	0.131
$H_{0\%} - L_{30\%}$	22.785	5.050	0.282	1.858	0.143

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{5\%} - L_{0\%}$	23.908	5.340	0.118	1.872	0.124
$H_{5\%} - L_{5\%}$	23.356	5.217	0.177	1.843	0.138
$H_{5\%} - L_{10\%}$	23.483	5.221	0.205	1.820	0.137
$H_{5\%} - L_{15\%}$	23.723	5.250	0.230	1.802	0.133
$H_{5\%} - L_{20\%}$	23.828	5.269	0.262	1.796	0.131
$H_{5\%} - L_{25\%}$	23.765	5.240	0.308	1.781	0.133
$H_{5\%} - L_{30\%}$	22.926	5.094	0.408	1.814	0.147

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{10\%} - L_{0\%}$	23.964	5.338	0.134	1.838	0.126
$H_{10\%} - L_{5\%}$	23.491	5.225	0.203	1.807	0.139
$H_{10\%} - L_{10\%}$	23.736	5.247	0.234	1.779	0.136
$H_{10\%} - L_{15\%}$	24.112	5.296	0.261	1.755	0.128
$H_{10\%} - L_{20\%}$	24.270	5.324	0.298	1.747	0.125
$H_{10\%} - L_{25\%}$	24.274	5.309	0.354	1.728	0.126
$H_{10\%} - L_{30\%}$	23.508	5.178	0.477	1.750	0.139

表 12 續

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{15\%} - L_{0\%}$	24.268	5.379	0.143	1.821	0.120
$H_{15\%} - L_{5\%}$	23.872	5.288	0.220	1.785	0.132
$H_{15\%} - L_{10\%}$	24.189	5.315	0.255	1.754	0.127
$H_{15\%} - L_{15\%}$	24.725	5.371	0.280	1.724	0.116
$H_{15\%} - L_{20\%}$	25.030	5.405	0.317	1.712	0.110
$H_{15\%} - L_{25\%}$	25.195	5.406	0.372	1.689	0.107
$H_{15\%} - L_{30\%}$	24.754	5.342	0.494	1.689	0.112

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{20\%} - L_{0\%}$	24.132	5.402	0.163	1.855	0.123
$H_{20\%} - L_{5\%}$	23.713	5.300	0.257	1.818	0.135
$H_{20\%} - L_{10\%}$	24.077	5.328	0.301	1.784	0.129
$H_{20\%} - L_{15\%}$	24.786	5.394	0.327	1.747	0.113
$H_{20\%} - L_{20\%}$	25.220	5.430	0.367	1.732	0.104
$H_{20\%} - L_{25\%}$	25.502	5.431	0.431	1.705	0.098
$H_{20\%} - L_{30\%}$	25.162	5.386	0.579	1.704	0.100

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{25\%} - L_{0\%}$	24.282	5.439	0.177	1.856	0.119
$H_{25\%} - L_{5\%}$	23.928	5.348	0.283	1.814	0.130
$H_{25\%} - L_{10\%}$	24.305	5.375	0.334	1.779	0.124
$H_{25\%} - L_{15\%}$	25.117	5.439	0.362	1.743	0.106
$H_{25\%} - L_{20\%}$	25.700	5.468	0.399	1.729	0.094
$H_{25\%} - L_{25\%}$	26.109	5.466	0.464	1.703	0.085
$H_{25\%} - L_{30\%}$	25.958	5.441	0.621	1.698	0.084

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{30\%} - L_{0\%}$	24.725	5.482	0.182	1.844	0.111
$H_{30\%} - L_{5\%}$	24.402	5.416	0.298	1.798	0.122
$H_{30\%} - L_{10\%}$	24.836	5.443	0.352	1.762	0.115
$H_{30\%} - L_{15\%}$	25.723	5.487	0.378	1.730	0.096
$H_{30\%} - L_{20\%}$	26.347	5.497	0.415	1.723	0.083
$H_{30\%} - L_{25\%}$	26.938	5.476	0.468	1.704	0.071
$H_{30\%} - L_{30\%}$	26.925	5.461	0.624	1.701	0.067

1. MZ 迴歸式之 t 統計量均採 Newey-West 標準差計算而得。

2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 13：NG 樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	17.05	13.30	11.46	10.17	9.11	8.17	7.35	9.40
最大值	146.13	107.03	91.40	79.53	70.29	60.92	54.82	272.45
最小值	3.03	2.44	2.18	1.92	1.78	1.64	1.45	0.52
標準差	14.14	10.96	9.41	8.32	7.23	6.44	5.81	14.84

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	13.24	9.95	8.38	7.28	6.39	5.61	4.93	9.40
最大值	100.85	69.50	58.27	50.43	40.91	34.50	29.84	272.45
最小值	2.27	1.77	1.55	1.34	1.21	1.10	0.95	0.52
標準差	10.45	7.75	6.47	5.59	4.73	4.12	3.61	14.84

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	11.57	8.52	7.07	6.06	5.25	4.55	3.94	9.40
最大值	86.04	58.94	49.31	42.13	33.65	28.30	23.78	272.45
最小值	1.94	1.47	1.26	1.07	0.93	0.84	0.72	0.52
標準差	9.18	6.72	5.54	4.74	3.96	3.41	2.93	14.84

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	10.18	7.35	6.00	5.08	4.35	3.71	3.16	9.40
最大值	63.90	42.75	35.57	29.73	22.41	18.47	15.17	272.45
最小值	1.68	1.24	1.04	0.88	0.76	0.67	0.56	0.52
標準差	7.75	5.55	4.51	3.80	3.13	2.66	2.24	14.84

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	9.04	6.38	5.14	4.29	3.61	3.03	2.54	9.40
最大值	57.47	37.06	29.58	24.15	19.51	16.53	12.93	272.45
最小值	1.43	1.03	0.86	0.70	0.61	0.53	0.43	0.52
標準差	6.90	4.85	3.89	3.23	2.61	2.18	1.79	14.84

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	8.01	5.52	4.37	3.59	2.98	2.46	2.01	9.40
最大值	54.03	34.70	27.83	22.10	17.79	15.08	11.19	272.45
最小值	1.30	0.92	0.76	0.61	0.51	0.44	0.34	0.52
標準差	6.29	4.35	3.45	2.83	2.25	1.87	1.48	14.84

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	6.95	4.65	3.60	2.90	2.35	1.90	1.51	9.40
最大值	33.06	23.04	20.18	17.46	13.65	11.32	8.22	272.45
最小值	1.23	0.85	0.69	0.54	0.44	0.37	0.29	0.52
標準差	4.96	3.32	2.58	2.08	1.64	1.32	1.02	14.84

1. RV 代表五分鐘調整後實現波動性。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 14：NG 樣本內預測結果

$$MV_t = a + b * FV_t (\text{CARR with interquartile range}) + u_t$$

$$MV_t = a + c * FV_t (\text{CARR with standard range}) + u_t$$

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i> or <i>c</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{0\%} - L_{0\%}$	7.130	5.846	0.133	3.043	0.015
$H_{0\%} - L_{5\%}$	6.969	5.762	0.183	3.270	0.018
$H_{0\%} - L_{10\%}$	6.864	5.666	0.222	3.406	0.019
$H_{0\%} - L_{15\%}$	6.807	5.662	0.255	3.526	0.020
$H_{0\%} - L_{20\%}$	6.628	5.464	0.305	3.680	0.021
$H_{0\%} - L_{25\%}$	6.492	5.408	0.356	3.882	0.023
$H_{0\%} - L_{30\%}$	6.448	5.415	0.402	3.963	0.024

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{5\%} - L_{0\%}$	6.854	5.529	0.193	3.324	0.018
$H_{5\%} - L_{5\%}$	6.611	5.395	0.281	3.661	0.021
$H_{5\%} - L_{10\%}$	6.440	5.254	0.354	3.868	0.023
$H_{5\%} - L_{15\%}$	6.350	5.252	0.420	4.052	0.024
$H_{5\%} - L_{20\%}$	6.065	5.007	0.523	4.353	0.027
$H_{5\%} - L_{25\%}$	5.867	4.954	0.630	4.701	0.030
$H_{5\%} - L_{30\%}$	5.709	4.912	0.749	4.981	0.032

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{10\%} - L_{0\%}$	6.962	5.658	0.211	3.206	0.016
$H_{10\%} - L_{5\%}$	6.769	5.586	0.309	3.493	0.019
$H_{10\%} - L_{10\%}$	6.617	5.470	0.394	3.689	0.021
$H_{10\%} - L_{15\%}$	6.534	5.476	0.474	3.849	0.022
$H_{10\%} - L_{20\%}$	6.274	5.243	0.596	4.097	0.025
$H_{10\%} - L_{25\%}$	6.085	5.201	0.729	4.404	0.027
$H_{10\%} - L_{30\%}$	5.897	5.150	0.889	4.716	0.030

表 14 續

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{15\%} - L_{0\%}$	6.999	5.492	0.236	2.942	0.015
$H_{15\%} - L_{5\%}$	6.811	5.429	0.353	3.187	0.017
$H_{15\%} - L_{10\%}$	6.660	5.326	0.457	3.379	0.019
$H_{15\%} - L_{15\%}$	6.579	5.328	0.556	3.496	0.020
$H_{15\%} - L_{20\%}$	6.317	5.094	0.711	3.693	0.022
$H_{15\%} - L_{25\%}$	6.133	5.056	0.881	3.935	0.024
$H_{15\%} - L_{30\%}$	5.898	4.978	1.108	4.248	0.027

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{20\%} - L_{0\%}$	7.192	5.537	0.245	2.641	0.012
$H_{20\%} - L_{5\%}$	7.041	5.479	0.370	2.815	0.014
$H_{20\%} - L_{10\%}$	6.944	5.413	0.479	2.944	0.015
$H_{20\%} - L_{15\%}$	6.871	5.386	0.591	3.017	0.016
$H_{20\%} - L_{20\%}$	6.604	5.121	0.775	3.203	0.018
$H_{20\%} - L_{25\%}$	6.407	5.051	0.987	3.419	0.020
$H_{20\%} - L_{30\%}$	6.134	4.908	1.288	3.715	0.023

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{25\%} - L_{0\%}$	7.451	5.810	0.244	2.410	0.010
$H_{25\%} - L_{5\%}$	7.360	5.813	0.370	2.533	0.011
$H_{25\%} - L_{10\%}$	7.310	5.800	0.479	2.632	0.012
$H_{25\%} - L_{15\%}$	7.285	5.813	0.590	2.667	0.012
$H_{25\%} - L_{20\%}$	7.087	5.561	0.779	2.785	0.013
$H_{25\%} - L_{25\%}$	7.002	5.589	0.977	2.907	0.014
$H_{25\%} - L_{30\%}$	6.716	5.379	1.337	3.181	0.017

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{30\%} - L_{0\%}$	7.172	5.149	0.321	2.399	0.011
$H_{30\%} - L_{5\%}$	7.061	5.129	0.504	2.511	0.012
$H_{30\%} - L_{10\%}$	7.014	5.081	0.663	2.529	0.013
$H_{30\%} - L_{15\%}$	7.002	5.113	0.829	2.519	0.013
$H_{30\%} - L_{20\%}$	6.781	4.927	1.114	2.670	0.014
$H_{30\%} - L_{25\%}$	6.645	4.921	1.453	2.802	0.016
$H_{30\%} - L_{30\%}$	6.241	4.688	2.096	3.140	0.020

1. MZ 迴歸式之 t 統計量均採 Newey-West 標準差計算而得。

2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 15：DJ 樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	3.49	2.67	2.27	1.99	1.76	1.56	1.38	1.86
最大值	20.58	15.30	11.46	10.15	8.71	7.56	6.71	48.20
最小值	0.93	0.70	0.62	0.55	0.48	0.43	0.39	0.18
標準差	2.32	1.75	1.44	1.28	1.14	1.02	0.90	2.60

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.77	2.04	1.69	1.45	1.26	1.09	0.94	1.86
最大值	17.03	12.24	8.87	7.73	6.51	5.48	4.74	48.20
最小值	0.75	0.53	0.46	0.40	0.34	0.30	0.27	0.18
標準差	1.84	1.34	1.07	0.93	0.82	0.71	0.61	2.60

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.43	1.75	1.43	1.21	1.04	0.88	0.75	1.86
最大值	15.22	10.78	7.63	6.60	5.54	4.64	3.95	48.20
最小值	0.66	0.46	0.39	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18
標準差	1.63	1.16	0.91	0.78	0.68	0.59	0.50	2.60

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.16	1.53	1.23	1.02	0.87	0.73	0.60	1.86
最大值	13.70	9.52	6.63	5.71	4.78	3.97	3.35	48.20
最小值	0.60	0.41	0.35	0.28	0.21	0.17	0.15	0.18
標準差	1.46	1.01	0.78	0.67	0.58	0.49	0.41	2.60

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.92	1.33	1.05	0.86	0.72	0.59	0.48	1.86
最大值	12.71	8.64	5.98	5.14	4.27	3.52	2.94	48.20
最小值	0.54	0.37	0.31	0.24	0.18	0.14	0.12	0.18
標準差	1.30	0.88	0.67	0.56	0.48	0.40	0.33	2.60

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.71	1.15	0.90	0.72	0.59	0.48	0.38	1.86
最大值	11.02	7.23	4.82	4.07	3.32	2.72	2.23	48.20
最小值	0.49	0.34	0.28	0.21	0.15	0.12	0.10	0.18
標準差	1.14	0.74	0.55	0.46	0.38	0.31	0.25	2.60

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.54	1.01	0.77	0.61	0.49	0.39	0.30	1.86
最大值	10.03	6.39	4.15	3.47	2.78	2.21	1.78	48.20
最小值	0.44	0.30	0.24	0.18	0.13	0.10	0.08	0.18
標準差	1.03	0.65	0.48	0.39	0.32	0.26	0.20	2.60

1. RV 代表五分鐘調整後實現波動性。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 16：DJ 樣本內預測結果

$$MV_t = a + b * FV_t (\text{CARR with interquartile range}) + u_t$$

$$MV_t = a + c * FV_t (\text{CARR with standard range}) + u_t$$

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i> or <i>c</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{0\%} - L_{0\%}$	0.864	4.527	0.284	4.926	0.064
$H_{0\%} - L_{5\%}$	0.848	4.374	0.378	4.808	0.064
$H_{0\%} - L_{10\%}$	0.806	4.171	0.464	4.977	0.065
$H_{0\%} - L_{15\%}$	0.874	4.738	0.495	4.948	0.058
$H_{0\%} - L_{20\%}$	0.894	4.894	0.546	4.921	0.057
$H_{0\%} - L_{25\%}$	0.901	5.033	0.613	4.930	0.057
$H_{0\%} - L_{30\%}$	0.923	5.307	0.679	4.961	0.054

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{5\%} - L_{0\%}$	0.871	4.434	0.356	4.752	0.063
$H_{5\%} - L_{5\%}$	0.853	4.252	0.491	4.635	0.063
$H_{5\%} - L_{10\%}$	0.803	4.045	0.622	4.861	0.065
$H_{5\%} - L_{15\%}$	0.881	4.672	0.672	4.824	0.057
$H_{5\%} - L_{20\%}$	0.904	4.863	0.754	4.798	0.055
$H_{5\%} - L_{25\%}$	0.912	5.019	0.866	4.814	0.055
$H_{5\%} - L_{30\%}$	0.939	5.345	0.977	4.851	0.052

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{10\%} - L_{0\%}$	0.901	4.625	0.394	4.672	0.060
$H_{10\%} - L_{5\%}$	0.891	4.510	0.551	4.556	0.059
$H_{10\%} - L_{10\%}$	0.841	4.319	0.710	4.803	0.061
$H_{10\%} - L_{15\%}$	0.927	5.050	0.769	4.769	0.053
$H_{10\%} - L_{20\%}$	0.958	5.296	0.866	4.728	0.051
$H_{10\%} - L_{25\%}$	0.971	5.507	1.003	4.728	0.051
$H_{10\%} - L_{30\%}$	1.006	5.924	1.139	4.766	0.047

表 16 續

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{15\%} - L_{0\%}$	0.925	4.834	0.432	4.663	0.058
$H_{15\%} - L_{5\%}$	0.912	4.686	0.619	4.536	0.057
$H_{15\%} - L_{10\%}$	0.862	4.485	0.811	4.774	0.059
$H_{15\%} - L_{15\%}$	0.956	5.307	0.880	4.739	0.050
$H_{15\%} - L_{20\%}$	0.992	5.589	0.999	4.679	0.048
$H_{15\%} - L_{25\%}$	1.010	5.857	1.167	4.659	0.047
$H_{15\%} - L_{30\%}$	1.048	6.335	1.341	4.691	0.043

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{20\%} - L_{0\%}$	0.944	4.806	0.475	4.517	0.056
$H_{20\%} - L_{5\%}$	0.921	4.559	0.706	4.386	0.056
$H_{20\%} - L_{10\%}$	0.871	4.396	0.940	4.655	0.058
$H_{20\%} - L_{15\%}$	0.970	5.231	1.029	4.597	0.049
$H_{20\%} - L_{20\%}$	1.008	5.529	1.181	4.543	0.047
$H_{20\%} - L_{25\%}$	1.027	5.798	1.403	4.528	0.046
$H_{20\%} - L_{30\%}$	1.068	6.267	1.640	4.548	0.042

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{25\%} - L_{0\%}$	0.943	4.782	0.533	4.592	0.054
$H_{25\%} - L_{5\%}$	0.908	4.433	0.822	4.460	0.055
$H_{25\%} - L_{10\%}$	0.852	4.206	1.121	4.721	0.056
$H_{25\%} - L_{15\%}$	0.959	5.062	1.240	4.664	0.047
$H_{25\%} - L_{20\%}$	1.002	5.368	1.440	4.586	0.044
$H_{25\%} - L_{25\%}$	1.026	5.668	1.739	4.568	0.043
$H_{25\%} - L_{30\%}$	1.071	6.173	2.072	4.623	0.039

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{30\%} - L_{0\%}$	0.966	4.883	0.579	4.528	0.052
$H_{30\%} - L_{5\%}$	0.926	4.491	0.922	4.398	0.053
$H_{30\%} - L_{10\%}$	0.872	4.290	1.280	4.670	0.054
$H_{30\%} - L_{15\%}$	0.990	5.219	1.421	4.592	0.044
$H_{30\%} - L_{20\%}$	1.038	5.524	1.670	4.476	0.041
$H_{30\%} - L_{25\%}$	1.068	5.856	2.043	4.426	0.040
$H_{30\%} - L_{30\%}$	1.122	6.427	2.464	4.467	0.035

1. MZ 迴歸式之 t 統計量均採 Newey-West 標準差計算而得。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 17：ND 樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	12.89	10.09	8.60	7.48	6.53	5.71	5.00	6.33
最大值	67.08	56.45	47.92	42.35	28.47	22.38	20.02	72.88
最小值	2.35	1.97	1.69	1.52	1.36	1.15	1.00	0.39
標準差	9.19	7.10	6.01	5.20	4.40	3.76	3.26	6.75

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	10.41	7.81	6.51	5.54	4.73	4.03	3.44	6.33
最大值	53.78	38.95	32.58	28.48	18.50	15.96	13.45	72.88
最小值	1.96	1.58	1.33	1.17	1.01	0.89	0.77	0.39
標準差	7.39	5.39	4.47	3.79	3.13	2.60	2.18	6.75

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	9.12	6.69	5.49	4.60	3.87	3.25	2.72	6.33
最大值	46.83	32.85	27.01	23.37	15.13	12.84	10.58	72.88
最小值	1.71	1.35	1.15	0.96	0.81	0.72	0.64	0.39
標準差	6.45	4.58	3.74	3.13	2.54	2.06	1.69	6.75

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	8.10	5.82	4.71	3.89	3.22	2.65	2.17	6.33
最大值	43.00	29.16	23.69	20.10	12.57	10.29	8.28	72.88
最小值	1.49	1.15	0.96	0.78	0.66	0.58	0.49	0.39
標準差	5.78	4.02	3.24	2.66	2.12	1.69	1.35	6.75

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	7.28	5.14	4.09	3.33	2.71	2.19	1.76	6.33
最大值	38.68	25.34	20.24	16.99	10.65	8.75	6.91	72.88
最小值	1.34	1.02	0.86	0.69	0.56	0.48	0.41	0.39
標準差	5.21	3.55	2.82	2.29	1.79	1.40	1.09	6.75

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	6.57	4.54	3.56	2.85	2.28	1.81	1.42	6.33
最大值	35.22	22.15	17.25	14.26	9.37	7.61	5.93	72.88
最小值	1.22	0.92	0.75	0.59	0.48	0.40	0.31	0.39
標準差	4.75	3.17	2.48	1.98	1.54	1.17	0.89	6.75

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	5.87	3.96	3.05	2.40	1.88	1.45	1.11	6.33
最大值	32.23	19.78	15.12	12.33	8.27	6.58	5.02	72.88
最小值	1.06	0.77	0.60	0.50	0.39	0.32	0.25	0.39
標準差	4.32	2.81	2.17	1.71	1.30	0.97	0.71	6.75

1. RV 代表五分鐘調整後實現波動性。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 18：ND 樣本內預測結果

$$MV_t = a + b * FV_t(\text{CARR with interquartile range}) + u_t$$

$$MV_t = a + c * FV_t(\text{CARR with standard range}) + u_t$$

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i> or <i>c</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{0\%} - L_{0\%}$	1.485	3.005	0.376	8.293	0.261
$H_{0\%} - L_{5\%}$	1.484	2.961	0.480	8.234	0.254
$H_{0\%} - L_{10\%}$	1.391	2.807	0.574	8.416	0.261
$H_{0\%} - L_{15\%}$	1.328	2.696	0.669	8.571	0.265
$H_{0\%} - L_{20\%}$	1.121	2.306	0.798	8.931	0.270
$H_{0\%} - L_{25\%}$	1.027	2.045	0.928	8.737	0.267
$H_{0\%} - L_{30\%}$	1.058	2.129	1.054	8.798	0.259

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{5\%} - L_{0\%}$	1.492	3.006	0.464	8.364	0.258
$H_{5\%} - L_{5\%}$	1.274	2.548	0.647	8.559	0.266
$H_{5\%} - L_{10\%}$	1.176	2.390	0.791	8.799	0.274
$H_{5\%} - L_{15\%}$	1.126	2.304	0.939	8.961	0.277
$H_{5\%} - L_{20\%}$	0.902	1.822	1.148	9.137	0.283
$H_{5\%} - L_{25\%}$	0.758	1.461	1.380	8.888	0.281
$H_{5\%} - L_{30\%}$	0.756	1.481	1.619	9.055	0.273

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{10\%} - L_{0\%}$	1.452	2.909	0.535	8.359	0.260
$H_{10\%} - L_{5\%}$	1.202	2.386	0.766	8.564	0.270
$H_{10\%} - L_{10\%}$	1.100	2.218	0.952	8.813	0.278
$H_{10\%} - L_{15\%}$	1.053	2.139	1.145	8.978	0.281
$H_{10\%} - L_{20\%}$	0.822	1.639	1.423	9.121	0.286
$H_{10\%} - L_{25\%}$	0.656	1.243	1.747	8.879	0.285
$H_{10\%} - L_{30\%}$	0.619	1.196	2.102	9.116	0.277

表 18 續

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{15\%} - L_{0\%}$	1.485	3.009	0.597	8.399	0.262
$H_{15\%} - L_{5\%}$	1.217	2.433	0.877	8.598	0.273
$H_{15\%} - L_{10\%}$	1.124	2.272	1.105	8.795	0.280
$H_{15\%} - L_{15\%}$	1.058	2.156	1.355	8.983	0.285
$H_{15\%} - L_{20\%}$	0.802	1.619	1.718	9.246	0.292
$H_{15\%} - L_{25\%}$	0.597	1.146	2.162	9.060	0.292
$H_{15\%} - L_{30\%}$	0.523	1.028	2.671	9.411	0.286

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{20\%} - L_{0\%}$	1.473	2.943	0.666	8.244	0.264
$H_{20\%} - L_{5\%}$	1.197	2.368	0.999	8.469	0.275
$H_{20\%} - L_{10\%}$	1.107	2.221	1.275	8.680	0.283
$H_{20\%} - L_{15\%}$	1.051	2.120	1.584	8.848	0.287
$H_{20\%} - L_{20\%}$	0.785	1.545	2.044	8.982	0.295
$H_{20\%} - L_{25\%}$	0.563	1.039	2.627	8.729	0.295
$H_{20\%} - L_{30\%}$	0.453	0.854	3.334	9.084	0.289

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{25\%} - L_{0\%}$	1.574	3.141	0.723	8.031	0.259
$H_{25\%} - L_{5\%}$	1.284	2.541	1.111	8.284	0.272
$H_{25\%} - L_{10\%}$	1.198	2.412	1.440	8.497	0.279
$H_{25\%} - L_{15\%}$	1.151	2.328	1.814	8.631	0.284
$H_{25\%} - L_{20\%}$	0.929	1.788	2.365	8.524	0.289
$H_{25\%} - L_{25\%}$	0.728	1.292	3.092	8.150	0.289
$H_{25\%} - L_{30\%}$	0.615	1.109	4.020	8.449	0.283

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{30\%} - L_{0\%}$	1.680	3.281	0.791	7.767	0.256
$H_{30\%} - L_{5\%}$	1.403	2.720	1.243	8.016	0.268
$H_{30\%} - L_{10\%}$	1.341	2.648	1.634	8.208	0.276
$H_{30\%} - L_{15\%}$	1.319	2.618	2.087	8.308	0.280
$H_{30\%} - L_{20\%}$	1.117	2.079	2.773	8.083	0.284
$H_{30\%} - L_{25\%}$	0.913	1.537	3.728	7.590	0.285
$H_{30\%} - L_{30\%}$	0.796	1.343	5.003	7.813	0.280

1. MZ 迴歸式之 t 統計量均採 Newey-West 標準差計算而得。

2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 19：SP 樣本內波動性估計值與五分鐘調整後實現波動性之敘述性統計量

	$H_{0\%} - L_{0\%}$	$H_{0\%} - L_{5\%}$	$H_{0\%} - L_{10\%}$	$H_{0\%} - L_{15\%}$	$H_{0\%} - L_{20\%}$	$H_{0\%} - L_{25\%}$	$H_{0\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	3.47	2.67	2.24	1.96	1.72	1.53	1.35	1.79
最大值	20.84	17.11	12.78	10.95	9.31	8.33	7.46	36.08
最小值	0.76	0.59	0.53	0.47	0.42	0.38	0.32	0.13
標準差	2.36	1.89	1.49	1.29	1.10	1.00	0.88	2.23

	$H_{5\%} - L_{0\%}$	$H_{5\%} - L_{5\%}$	$H_{5\%} - L_{10\%}$	$H_{5\%} - L_{15\%}$	$H_{5\%} - L_{20\%}$	$H_{5\%} - L_{25\%}$	$H_{5\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.74	2.01	1.67	1.43	1.22	1.07	0.91	1.79
最大值	16.07	11.17	9.26	7.77	6.41	5.59	4.87	36.08
最小值	0.65	0.50	0.42	0.37	0.32	0.27	0.22	0.13
標準差	1.80	1.29	1.07	0.90	0.75	0.66	0.57	2.23

	$H_{10\%} - L_{0\%}$	$H_{10\%} - L_{5\%}$	$H_{10\%} - L_{10\%}$	$H_{10\%} - L_{15\%}$	$H_{10\%} - L_{20\%}$	$H_{10\%} - L_{25\%}$	$H_{10\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.37	1.70	1.39	1.17	0.99	0.85	0.71	1.79
最大值	14.03	9.55	7.88	6.55	5.34	4.60	3.97	36.08
最小值	0.57	0.42	0.35	0.29	0.23	0.20	0.17	0.13
標準差	1.53	1.08	0.88	0.74	0.61	0.53	0.45	2.23

	$H_{15\%} - L_{0\%}$	$H_{15\%} - L_{5\%}$	$H_{15\%} - L_{10\%}$	$H_{15\%} - L_{15\%}$	$H_{15\%} - L_{20\%}$	$H_{15\%} - L_{25\%}$	$H_{15\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	2.12	1.48	1.19	0.99	0.83	0.70	0.58	1.79
最大值	12.41	8.27	6.74	5.59	4.50	3.86	3.30	36.08
最小值	0.52	0.38	0.28	0.22	0.17	0.14	0.11	0.13
標準差	1.37	0.95	0.77	0.64	0.52	0.45	0.38	2.23

	$H_{20\%} - L_{0\%}$	$H_{20\%} - L_{5\%}$	$H_{20\%} - L_{10\%}$	$H_{20\%} - L_{15\%}$	$H_{20\%} - L_{20\%}$	$H_{20\%} - L_{25\%}$	$H_{20\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.89	1.29	1.03	0.84	0.69	0.57	0.47	1.79
最大值	10.73	6.78	5.29	4.27	3.35	3.06	2.77	36.08
最小值	0.47	0.34	0.26	0.20	0.15	0.12	0.10	0.13
標準差	1.20	0.81	0.64	0.53	0.43	0.37	0.31	2.23

	$H_{25\%} - L_{0\%}$	$H_{25\%} - L_{5\%}$	$H_{25\%} - L_{10\%}$	$H_{25\%} - L_{15\%}$	$H_{25\%} - L_{20\%}$	$H_{25\%} - L_{25\%}$	$H_{25\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.69	1.13	0.88	0.71	0.57	0.47	0.37	1.79
最大值	9.56	5.88	4.52	3.62	2.81	2.57	2.34	36.08
最小值	0.43	0.31	0.23	0.17	0.13	0.10	0.08	0.13
標準差	1.07	0.70	0.55	0.45	0.36	0.31	0.26	2.23

	$H_{30\%} - L_{0\%}$	$H_{30\%} - L_{5\%}$	$H_{30\%} - L_{10\%}$	$H_{30\%} - L_{15\%}$	$H_{30\%} - L_{20\%}$	$H_{30\%} - L_{25\%}$	$H_{30\%} - L_{30\%}$	RV
平均數	1.52	0.99	0.76	0.60	0.48	0.38	0.29	1.79
最大值	8.65	5.12	3.85	3.04	2.36	2.17	1.99	36.08
最小值	0.40	0.28	0.20	0.15	0.11	0.08	0.06	0.13
標準差	0.96	0.61	0.47	0.38	0.30	0.26	0.21	2.23

1. RV 代表五分鐘調整後實現波動性。
2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 20：SP 樣本內預測結果

$$MV_t = a + b * FV_t (\text{CARR with interquartile range}) + u_t$$

$$MV_t = a + c * FV_t (\text{CARR with standard range}) + u_t$$

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i> or <i>c</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{0\%} - L_{0\%}$	-0.402	-4.162	0.630	17.770	0.446
$H_{0\%} - L_{5\%}$	-0.290	-3.042	0.776	17.450	0.435
$H_{0\%} - L_{10\%}$	-0.328	-2.912	0.943	14.816	0.396
$H_{0\%} - L_{15\%}$	-0.327	-2.774	1.079	14.235	0.387
$H_{0\%} - L_{20\%}$	-0.363	-2.914	1.251	13.829	0.382
$H_{0\%} - L_{25\%}$	-0.328	-2.627	1.379	13.597	0.379
$H_{0\%} - L_{30\%}$	-0.287	-2.231	1.538	12.946	0.372

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{5\%} - L_{0\%}$	-0.461	-4.381	0.819	17.018	0.438
$H_{5\%} - L_{5\%}$	-0.408	-3.428	1.091	14.757	0.401
$H_{5\%} - L_{10\%}$	-0.369	-2.950	1.291	13.829	0.381
$H_{5\%} - L_{15\%}$	-0.363	-2.765	1.507	13.215	0.371
$H_{5\%} - L_{20\%}$	-0.403	-2.855	1.788	12.645	0.363
$H_{5\%} - L_{25\%}$	-0.361	-2.540	2.011	12.320	0.358
$H_{5\%} - L_{30\%}$	-0.314	-2.129	2.294	11.622	0.349

	<i>a</i>	t 統計量	<i>b</i>	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{10\%} - L_{0\%}$	-0.474	-4.258	0.952	16.187	0.428
$H_{10\%} - L_{5\%}$	-0.398	-3.168	1.285	13.913	0.386
$H_{10\%} - L_{10\%}$	-0.323	-2.478	1.518	13.051	0.361
$H_{10\%} - L_{15\%}$	-0.296	-2.152	1.780	12.373	0.348
$H_{10\%} - L_{20\%}$	-0.321	-2.140	2.133	11.613	0.337
$H_{10\%} - L_{25\%}$	-0.263	-1.722	2.414	11.135	0.330
$H_{10\%} - L_{30\%}$	-0.199	-1.265	2.783	10.440	0.320

表 20 續

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{15\%} - L_{0\%}$	-0.461	-4.152	1.062	16.147	0.428
$H_{15\%} - L_{5\%}$	-0.377	-2.984	1.459	13.697	0.384
$H_{15\%} - L_{10\%}$	-0.281	-2.135	1.731	12.690	0.355
$H_{15\%} - L_{15\%}$	-0.233	-1.678	2.033	11.981	0.341
$H_{15\%} - L_{20\%}$	-0.239	-1.573	2.450	11.091	0.328
$H_{15\%} - L_{25\%}$	-0.161	-1.046	2.781	10.567	0.319
$H_{15\%} - L_{30\%}$	-0.078	-0.498	3.225	9.881	0.308

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{20\%} - L_{0\%}$	-0.506	-4.348	1.213	15.951	0.428
$H_{20\%} - L_{5\%}$	-0.422	-3.158	1.707	13.368	0.381
$H_{20\%} - L_{10\%}$	-0.312	-2.178	2.045	11.998	0.349
$H_{20\%} - L_{15\%}$	-0.242	-1.584	2.411	11.055	0.332
$H_{20\%} - L_{20\%}$	-0.215	-1.261	2.902	9.862	0.315
$H_{20\%} - L_{25\%}$	-0.110	-0.635	3.297	9.222	0.304
$H_{20\%} - L_{30\%}$	-0.002	-0.011	3.840	8.463	0.290

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{25\%} - L_{0\%}$	-0.508	-4.246	1.355	15.529	0.424
$H_{25\%} - L_{5\%}$	-0.424	-3.098	1.952	13.058	0.375
$H_{25\%} - L_{10\%}$	-0.300	-2.040	2.363	11.588	0.341
$H_{25\%} - L_{15\%}$	-0.213	-1.357	2.804	10.588	0.322
$H_{25\%} - L_{20\%}$	-0.158	-0.896	3.384	9.257	0.302
$H_{25\%} - L_{25\%}$	-0.028	-0.160	3.852	8.604	0.290
$H_{25\%} - L_{30\%}$	0.099	0.549	4.526	7.846	0.274

	a	t 統計量	b	t 統計量	\bar{R}^2
$H_{30\%} - L_{0\%}$	-0.506	-4.262	1.509	15.593	0.424
$H_{30\%} - L_{5\%}$	-0.427	-3.136	2.235	13.088	0.373
$H_{30\%} - L_{10\%}$	-0.303	-2.053	2.756	11.536	0.338
$H_{30\%} - L_{15\%}$	-0.208	-1.325	3.317	10.521	0.319
$H_{30\%} - L_{20\%}$	-0.138	-0.785	4.049	9.133	0.298
$H_{30\%} - L_{25\%}$	0.015	0.084	4.638	8.448	0.284
$H_{30\%} - L_{30\%}$	0.172	0.976	5.482	7.660	0.267

1. MZ 迴歸式之 t 統計量均採 Newey-West 標準差計算而得。

2. 樣本內預測期間之樣本數為 1,400 筆。

表 21：CL 樣本外一期之預測結果

$$MSE = 142^{-1} \sum_{t=0}^{141} (MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t})^2$$

$$MAE = 142^{-1} \sum_{t=0}^{141} |MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t}|$$

$$QLIKE = 142^{-1} \sum_{t=0}^{141} (\ln(FV_{T+1+t}) + MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t})$$

$$R^2 LOG = 142^{-1} \sum_{t=0}^{141} (\ln(MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t}))^2$$

$$\varepsilon_{p,T+1+t} = MV_{T+1+t} - AFV_{p,T+1+t}$$

$$\varepsilon_{q,T+1+t}^2 - \varepsilon_{p,T+1+t}^2 = u_{p,q} + \eta_{T+1+t}$$

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{0\%} - L_{0\%}$	4.113	0	1.715	0	3.439	0	1.813	0	na	0
$H_{0\%} - L_{5\%}$	3.888	1	1.650	1	3.148	1	1.561	1	-12.759	1
$H_{0\%} - L_{10\%}$	3.933	1	1.664	1	3.208	1	1.613	1	-8.902	1
$H_{0\%} - L_{15\%}$	3.967	1	1.674	1	3.246	1	1.650	1	-6.431	1
$H_{0\%} - L_{20\%}$	3.985	1	1.679	1	3.263	1	1.667	1	-4.890	1
$H_{0\%} - L_{25\%}$	3.875	1	1.649	1	3.149	1	1.565	1	-7.229	1
$H_{0\%} - L_{30\%}$	3.564	1	1.557	1	2.854	1	1.287	1	-10.779	1
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{5\%} - L_{0\%}$	4.120	0	1.715	0	3.432	1	1.809	1	0.782	0
$H_{5\%} - L_{5\%}$	3.881	1	1.647	1	3.127	1	1.542	1	-12.289	1
$H_{5\%} - L_{10\%}$	3.943	1	1.666	1	3.207	1	1.612	1	-7.842	1
$H_{5\%} - L_{15\%}$	3.984	1	1.678	1	3.256	1	1.658	1	-5.055	1
$H_{5\%} - L_{20\%}$	3.999	1	1.682	1	3.265	1	1.669	1	-3.914	1
$H_{5\%} - L_{25\%}$	3.866	1	1.646	1	3.122	1	1.542	1	-6.992	1
$H_{5\%} - L_{30\%}$	3.508	1	1.538	1	2.791	1	1.228	1	-11.017	1
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{10\%} - L_{0\%}$	4.120	0	1.715	0	3.442	0	1.815	0	0.528	0
$H_{10\%} - L_{5\%}$	3.888	1	1.649	1	3.147	1	1.558	1	-10.479	1
$H_{10\%} - L_{10\%}$	3.972	1	1.674	1	3.259	1	1.655	1	-5.746	1
$H_{10\%} - L_{15\%}$	4.050	1	1.697	1	3.361	1	1.746	1	-2.221	1
$H_{10\%} - L_{20\%}$	4.079	1	1.705	1	3.391	1	1.775	1	-1.062	0
$H_{10\%} - L_{25\%}$	3.951	1	1.671	1	3.245	1	1.648	1	-4.338	1
$H_{10\%} - L_{30\%}$	3.577	1	1.560	1	2.875	1	1.304	1	-9.520	1

表 21 續

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{15\%} - L_{0\%}$	4.191	0	1.733	0	3.548	0	1.900	0	4.049	0
$H_{15\%} - L_{5\%}$	3.968	1	1.671	1	3.244	1	1.639	1	-6.735	1
$H_{15\%} - L_{10\%}$	4.070	1	1.700	1	3.388	1	1.762	1	-1.676	0
$H_{15\%} - L_{15\%}$	4.177	0	1.731	0	3.549	0	1.899	0	2.038	0
$H_{15\%} - L_{20\%}$	4.240	0	1.748	0	3.643	0	1.979	0	3.403	0
$H_{15\%} - L_{25\%}$	4.141	0	1.723	0	3.517	0	1.876	0	0.704	0
$H_{15\%} - L_{30\%}$	3.812	1	1.629	1	3.131	1	1.536	1	-5.920	1

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{20\%} - L_{0\%}$	4.177	0	1.724	0	3.537	0	1.876	0	2.399	0
$H_{20\%} - L_{5\%}$	3.951	1	1.658	1	3.226	1	1.612	1	-6.172	1
$H_{20\%} - L_{10\%}$	4.058	1	1.690	1	3.375	1	1.737	1	-1.783	0
$H_{20\%} - L_{15\%}$	4.203	0	1.731	0	3.595	0	1.922	0	2.371	0
$H_{20\%} - L_{20\%}$	4.296	0	1.757	0	3.749	0	2.048	0	4.109	0
$H_{20\%} - L_{25\%}$	4.222	0	1.738	0	3.652	0	1.971	0	2.426	0
$H_{20\%} - L_{30\%}$	3.895	1	1.643	1	3.231	1	1.613	1	-4.278	1

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{25\%} - L_{0\%}$	4.247	0	1.741	0	3.668	0	1.969	0	3.905	0
$H_{25\%} - L_{5\%}$	4.035	1	1.679	1	3.353	1	1.708	1	-2.421	1
$H_{25\%} - L_{10\%}$	4.157	0	1.714	1	3.538	0	1.859	0	1.172	0
$H_{25\%} - L_{15\%}$	4.332	0	1.763	0	3.843	0	2.103	0	4.722	0
$H_{25\%} - L_{20\%}$	4.471	0	1.800	0	4.122	0	2.316	0	6.585	0
$H_{25\%} - L_{25\%}$	4.442	0	1.794	0	4.096	0	2.297	0	5.986	0
$H_{25\%} - L_{30\%}$	4.173	0	1.717	0	3.659	0	1.954	0	1.087	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{30\%} - L_{0\%}$	4.405	0	1.784	0	3.956	0	2.191	0	7.172	0
$H_{30\%} - L_{5\%}$	4.217	0	1.730	0	3.623	0	1.928	0	2.784	0
$H_{30\%} - L_{10\%}$	4.358	0	1.769	0	3.886	0	2.130	0	5.445	0
$H_{30\%} - L_{15\%}$	4.564	0	1.824	0	4.346	0	2.469	0	8.057	0
$H_{30\%} - L_{20\%}$	4.732	0	1.867	0	4.811	0	2.789	0	9.395	0
$H_{30\%} - L_{25\%}$	4.774	0	1.879	0	4.998	0	2.913	0	9.639	0
$H_{30\%} - L_{30\%}$	4.587	0	1.828	0	4.556	0	2.608	0	6.976	0

1. 滾動樣本(rolling sample)之滾動次數為 142 次。

2. t 檢定中，當 t 值小於 -2，代表內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。

3. 當 *D* 等於 1 時，表示該內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力優於標準變幅之 CARR 模型；當 *D* 等於 0 時則相反。

表 22：NG 樣本外一期之預測結果

$$MSE = 152^{-1} \sum_{t=0}^{151} (MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t})^2$$

$$MAE = 152^{-1} \sum_{t=0}^{151} |MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t}|$$

$$QLIKE = 152^{-1} \sum_{t=0}^{151} (\ln(FV_{T+1+t}) + MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t})$$

$$R^2 LOG = 152^{-1} \sum_{t=0}^{151} (\ln(MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t}))^2$$

$$\varepsilon_{p,T+1+t} = MV_{T+1+t} - AFV_{p,T+1+t}$$

$$\varepsilon_{q,T+1+t}^2 - \varepsilon_{p,T+1+t}^2 = u_{p,q} + \eta_{T+1+t}$$

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{0\%} - L_{0\%}$	299.341	0	8.073	0	3.607	0	0.497	0	na	0
$H_{0\%} - L_{5\%}$	297.107	1	8.012	1	3.598	1	0.488	1	-1.258	0
$H_{0\%} - L_{10\%}$	296.249	1	7.953	1	3.588	1	0.479	1	-1.005	0
$H_{0\%} - L_{15\%}$	290.733	1	7.890	1	3.575	1	0.467	1	-2.459	1
$H_{0\%} - L_{20\%}$	285.200	1	7.765	1	3.555	1	0.449	1	-2.967	1
$H_{0\%} - L_{25\%}$	287.983	1	7.808	1	3.562	1	0.455	1	-2.267	1
$H_{0\%} - L_{30\%}$	287.428	1	7.801	1	3.561	1	0.455	1	-2.134	1
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{5\%} - L_{0\%}$	297.903	1	8.026	1	3.587	1	0.481	1	-0.379	0
$H_{5\%} - L_{5\%}$	295.717	1	7.955	1	3.575	1	0.470	1	-1.397	0
$H_{5\%} - L_{10\%}$	294.388	1	7.896	1	3.562	1	0.460	1	-1.937	0
$H_{5\%} - L_{15\%}$	288.203	1	7.819	1	3.548	1	0.446	1	-3.845	1
$H_{5\%} - L_{20\%}$	282.139	1	7.699	1	3.528	1	0.430	1	-4.223	1
$H_{5\%} - L_{25\%}$	285.499	1	7.747	1	3.535	1	0.436	1	-3.990	1
$H_{5\%} - L_{30\%}$	284.270	1	7.724	1	3.530	1	0.433	1	-4.011	1
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{10\%} - L_{0\%}$	298.422	1	8.030	1	3.593	1	0.486	1	-0.159	0
$H_{10\%} - L_{5\%}$	297.356	1	8.007	1	3.586	1	0.480	1	-0.449	0
$H_{10\%} - L_{10\%}$	296.606	1	7.955	1	3.574	1	0.470	1	-0.665	0
$H_{10\%} - L_{15\%}$	290.645	1	7.882	1	3.562	1	0.459	1	-2.121	1
$H_{10\%} - L_{20\%}$	284.400	1	7.759	1	3.540	1	0.440	1	-3.273	1
$H_{10\%} - L_{25\%}$	288.406	1	7.834	1	3.551	1	0.451	1	-2.811	1
$H_{10\%} - L_{30\%}$	286.432	1	7.793	1	3.542	1	0.443	1	-3.612	1

表 22 續

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{15\%} - L_{0\%}$	294.133	1	7.963	1	3.592	1	0.483	1	-0.810	0
$H_{15\%} - L_{5\%}$	293.365	1	7.945	1	3.585	1	0.478	1	-1.196	0
$H_{15\%} - L_{10\%}$	292.647	1	7.884	1	3.573	1	0.468	1	-1.489	0
$H_{15\%} - L_{15\%}$	286.116	1	7.806	1	3.559	1	0.456	1	-2.544	1
$H_{15\%} - L_{20\%}$	279.927	1	7.689	1	3.537	1	0.437	1	-3.256	1
$H_{15\%} - L_{25\%}$	284.482	1	7.783	1	3.550	1	0.451	1	-2.961	1
$H_{15\%} - L_{30\%}$	281.935	1	7.737	1	3.539	1	0.440	1	-3.544	1

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{20\%} - L_{0\%}$	304.744	0	8.201	0	3.632	0	0.522	0	0.652	0
$H_{20\%} - L_{5\%}$	305.583	0	8.208	0	3.629	0	0.521	0	0.823	0
$H_{20\%} - L_{10\%}$	306.931	0	8.175	0	3.622	0	0.515	0	0.921	0
$H_{20\%} - L_{15\%}$	301.200	0	8.124	0	3.608	0	0.505	0	0.244	0
$H_{20\%} - L_{20\%}$	294.778	1	8.006	1	3.578	1	0.479	1	-0.643	0
$H_{20\%} - L_{25\%}$	301.268	0	8.136	0	3.599	1	0.500	0	0.253	0
$H_{20\%} - L_{30\%}$	296.640	1	8.021	1	3.579	1	0.480	1	-0.447	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{25\%} - L_{0\%}$	312.722	0	8.371	0	3.666	0	0.552	0	1.304	0
$H_{25\%} - L_{5\%}$	315.192	0	8.405	0	3.668	0	0.556	0	1.587	0
$H_{25\%} - L_{10\%}$	318.745	0	8.408	0	3.669	0	0.557	0	1.745	0
$H_{25\%} - L_{15\%}$	315.037	0	8.415	0	3.664	0	0.556	0	1.428	0
$H_{25\%} - L_{20\%}$	309.301	0	8.301	0	3.632	0	0.529	0	0.943	0
$H_{25\%} - L_{25\%}$	321.495	0	8.552	0	3.683	0	0.577	0	1.777	0
$H_{25\%} - L_{30\%}$	315.585	0	8.410	0	3.652	0	0.550	0	1.512	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{30\%} - L_{0\%}$	300.254	0	8.103	0	3.615	0	0.506	0	0.117	0
$H_{30\%} - L_{5\%}$	302.168	0	8.109	0	3.613	0	0.504	0	0.417	0
$H_{30\%} - L_{10\%}$	305.300	0	8.136	0	3.613	0	0.505	0	0.809	0
$H_{30\%} - L_{15\%}$	300.892	0	8.117	0	3.607	0	0.501	0	0.201	0
$H_{30\%} - L_{20\%}$	294.611	1	7.983	1	3.580	1	0.477	1	-0.611	0
$H_{30\%} - L_{25\%}$	303.905	0	8.174	0	3.617	0	0.513	0	0.560	0
$H_{30\%} - L_{30\%}$	296.926	1	7.990	1	3.592	1	0.489	1	-0.384	0

1. 滾動樣本(rolling sample)之滾動次數為 152 次。

2. t 檢定中, 當 t 值小於 -2, 代表內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。

3. 當 *D* 等於 1 時, 表示該內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力優於標準變幅之 CARR 模型; 當 *D* 等於 0 時則相反。

表 23：DJ 樣本外一期之預測結果

$$MSE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t})^2$$

$$MAE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} |MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t}|$$

$$QLIKE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(FV_{T+1+t}) + MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t})$$

$$R^2 LOG = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t}))^2$$

$$\varepsilon_{p,T+1+t} = MV_{T+1+t} - AFV_{p,T+1+t}$$

$$\varepsilon_{q,T+1+t}^2 - \varepsilon_{p,T+1+t}^2 = u_{p,q} + \eta_{T+1+t}$$

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{0\%} - L_{0\%}$	0.100	0	0.251	0	0.482	0	0.240	0	na	0
$H_{0\%} - L_{5\%}$	0.107	0	0.264	0	0.490	0	0.265	0	3.747	0
$H_{0\%} - L_{10\%}$	0.122	0	0.283	0	0.499	0	0.292	0	5.968	0
$H_{0\%} - L_{15\%}$	0.120	0	0.279	0	0.496	0	0.283	0	4.310	0
$H_{0\%} - L_{20\%}$	0.115	0	0.270	0	0.492	0	0.271	0	2.650	0
$H_{0\%} - L_{25\%}$	0.113	0	0.273	0	0.493	0	0.272	0	2.637	0
$H_{0\%} - L_{30\%}$	0.118	0	0.280	0	0.497	0	0.284	0	3.192	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{5\%} - L_{0\%}$	0.113	0	0.270	0	0.493	0	0.270	0	5.630	0
$H_{5\%} - L_{5\%}$	0.129	0	0.290	0	0.503	0	0.302	0	5.837	0
$H_{5\%} - L_{10\%}$	0.143	0	0.310	0	0.513	0	0.332	0	7.753	0
$H_{5\%} - L_{15\%}$	0.135	0	0.298	0	0.507	0	0.313	0	6.175	0
$H_{5\%} - L_{20\%}$	0.135	0	0.297	0	0.506	0	0.312	0	5.267	0
$H_{5\%} - L_{25\%}$	0.135	0	0.296	0	0.506	0	0.312	0	5.061	0
$H_{5\%} - L_{30\%}$	0.141	0	0.305	0	0.511	0	0.325	0	5.379	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{10\%} - L_{0\%}$	0.114	0	0.269	0	0.492	0	0.266	0	4.330	0
$H_{10\%} - L_{5\%}$	0.124	0	0.283	0	0.500	0	0.294	0	5.710	0
$H_{10\%} - L_{10\%}$	0.146	0	0.310	0	0.512	0	0.329	0	6.637	0
$H_{10\%} - L_{15\%}$	0.139	0	0.297	0	0.505	0	0.308	0	4.917	0
$H_{10\%} - L_{20\%}$	0.138	0	0.295	0	0.504	0	0.306	0	4.314	0
$H_{10\%} - L_{25\%}$	0.138	0	0.294	0	0.504	0	0.306	0	4.211	0
$H_{10\%} - L_{30\%}$	0.143	0	0.301	0	0.508	0	0.317	0	4.484	0

表 23 續

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{15\%} - L_{0\%}$	0.119	0	0.273	0	0.494	0	0.273	0	4.652	0
$H_{15\%} - L_{5\%}$	0.131	0	0.291	0	0.504	0	0.304	0	5.786	0
$H_{15\%} - L_{10\%}$	0.156	0	0.319	0	0.517	0	0.343	0	6.503	0
$H_{15\%} - L_{15\%}$	0.149	0	0.306	0	0.509	0	0.321	0	4.983	0
$H_{15\%} - L_{20\%}$	0.149	0	0.304	0	0.509	0	0.319	0	4.401	0
$H_{15\%} - L_{25\%}$	0.149	0	0.303	0	0.509	0	0.319	0	4.299	0
$H_{15\%} - L_{30\%}$	0.155	0	0.311	0	0.514	0	0.331	0	4.516	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{20\%} - L_{0\%}$	0.124	0	0.278	0	0.496	0	0.279	0	4.965	0
$H_{20\%} - L_{5\%}$	0.139	0	0.301	0	0.508	0	0.317	0	6.247	0
$H_{20\%} - L_{10\%}$	0.169	0	0.334	0	0.523	0	0.362	0	6.780	0
$H_{20\%} - L_{15\%}$	0.162	0	0.320	0	0.515	0	0.338	0	5.321	0
$H_{20\%} - L_{20\%}$	0.163	0	0.318	0	0.515	0	0.337	0	4.740	0
$H_{20\%} - L_{25\%}$	0.162	0	0.316	0	0.515	0	0.335	0	4.621	0
$H_{20\%} - L_{30\%}$	0.170	0	0.326	0	0.520	0	0.350	0	4.821	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{25\%} - L_{0\%}$	0.121	0	0.275	0	0.496	0	0.278	0	4.371	0
$H_{25\%} - L_{5\%}$	0.138	0	0.301	0	0.509	0	0.320	0	6.010	0
$H_{25\%} - L_{10\%}$	0.170	0	0.337	0	0.525	0	0.368	0	6.674	0
$H_{25\%} - L_{15\%}$	0.162	0	0.321	0	0.516	0	0.342	0	5.224	0
$H_{25\%} - L_{20\%}$	0.164	0	0.320	0	0.516	0	0.342	0	4.737	0
$H_{25\%} - L_{25\%}$	0.163	0	0.319	0	0.516	0	0.341	0	4.649	0
$H_{25\%} - L_{30\%}$	0.174	0	0.331	0	0.523	0	0.359	0	4.910	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{30\%} - L_{0\%}$	0.121	0	0.275	0	0.496	0	0.278	0	4.061	0
$H_{30\%} - L_{5\%}$	0.139	0	0.305	0	0.510	0	0.324	0	6.009	0
$H_{30\%} - L_{10\%}$	0.174	0	0.343	0	0.527	0	0.375	0	6.723	0
$H_{30\%} - L_{15\%}$	0.165	0	0.326	0	0.518	0	0.347	0	5.251	0
$H_{30\%} - L_{20\%}$	0.166	0	0.325	0	0.517	0	0.346	0	4.806	0
$H_{30\%} - L_{25\%}$	0.165	0	0.323	0	0.517	0	0.344	0	4.753	0
$H_{30\%} - L_{30\%}$	0.176	0	0.334	0	0.523	0	0.362	0	5.044	0

1. 滾動樣本(rolling sample)之滾動次數為 167 次。

2. t 檢定中，當 t 值小於 -2，代表內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。

3. 當 *D* 等於 1 時，表示該內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力優於標準變幅之 CARR 模型；當 *D* 等於 0 時則相反。

表 24：ND 樣本外一期之預測結果

$$MSE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t})^2$$

$$MAE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} |MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t}|$$

$$QLIKE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(FV_{T+1+t}) + MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t})$$

$$R^2 LOG = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t}))^2$$

$$\varepsilon_{p,T+1+t} = MV_{T+1+t} - AFV_{p,T+1+t}$$

$$\varepsilon_{q,T+1+t}^2 - \varepsilon_{p,T+1+t}^2 = u_{p,q} + \eta_{T+1+t}$$

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{0\%} - L_{0\%}$	1.008	0	0.787	0	1.593	0	0.280	0	na	0
$H_{0\%} - L_{5\%}$	1.089	0	0.826	0	1.598	0	0.297	0	4.367	0
$H_{0\%} - L_{10\%}$	1.147	0	0.858	0	1.602	0	0.310	0	4.760	0
$H_{0\%} - L_{15\%}$	1.252	0	0.895	0	1.609	0	0.334	0	5.325	0
$H_{0\%} - L_{20\%}$	1.353	0	0.932	0	1.613	0	0.349	0	5.098	0
$H_{0\%} - L_{25\%}$	1.509	0	0.986	0	1.622	0	0.378	0	5.834	0
$H_{0\%} - L_{30\%}$	1.434	0	0.973	0	1.620	0	0.374	0	5.631	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{5\%} - L_{0\%}$	1.060	0	0.816	0	1.596	0	0.290	0	2.987	0
$H_{5\%} - L_{5\%}$	1.153	0	0.858	0	1.602	0	0.311	0	4.644	0
$H_{5\%} - L_{10\%}$	1.236	0	0.892	0	1.608	0	0.331	0	5.059	0
$H_{5\%} - L_{15\%}$	1.366	0	0.937	0	1.615	0	0.355	0	5.390	0
$H_{5\%} - L_{20\%}$	1.503	0	0.981	0	1.621	0	0.375	0	5.250	0
$H_{5\%} - L_{25\%}$	1.675	0	1.037	0	1.630	0	0.405	0	5.763	0
$H_{5\%} - L_{30\%}$	1.640	0	1.043	0	1.631	0	0.410	0	5.899	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{10\%} - L_{0\%}$	1.053	0	0.814	0	1.596	0	0.288	0	2.158	0
$H_{10\%} - L_{5\%}$	1.142	0	0.844	0	1.600	0	0.308	0	3.614	0
$H_{10\%} - L_{10\%}$	1.256	0	0.898	0	1.608	0	0.334	0	4.751	0
$H_{10\%} - L_{15\%}$	1.401	0	0.946	0	1.617	0	0.362	0	5.228	0
$H_{10\%} - L_{20\%}$	1.552	0	0.993	0	1.623	0	0.383	0	5.161	0
$H_{10\%} - L_{25\%}$	1.754	0	1.059	0	1.633	0	0.418	0	5.717	0
$H_{10\%} - L_{30\%}$	1.723	0	1.068	0	1.635	0	0.426	0	5.892	0

表 24 續

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{15\%} - L_{0\%}$	1.056	0	0.813	0	1.596	0	0.289	0	2.099	0
$H_{15\%} - L_{5\%}$	1.168	0	0.857	0	1.602	0	0.314	0	3.913	0
$H_{15\%} - L_{10\%}$	1.284	0	0.906	0	1.610	0	0.340	0	4.819	0
$H_{15\%} - L_{15\%}$	1.452	0	0.964	0	1.619	0	0.372	0	5.367	0
$H_{15\%} - L_{20\%}$	1.623	0	1.018	0	1.627	0	0.396	0	5.288	0
$H_{15\%} - L_{25\%}$	1.871	0	1.096	0	1.639	0	0.437	0	5.899	0
$H_{15\%} - L_{30\%}$	1.847	0	1.110	0	1.642	0	0.449	0	6.243	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{20\%} - L_{0\%}$	1.010	0	0.795	0	1.592	1	0.279	1	0.109	0
$H_{20\%} - L_{5\%}$	1.112	0	0.836	0	1.598	0	0.302	0	2.704	0
$H_{20\%} - L_{10\%}$	1.222	0	0.879	0	1.605	0	0.327	0	3.942	0
$H_{20\%} - L_{15\%}$	1.384	0	0.935	0	1.614	0	0.358	0	4.764	0
$H_{20\%} - L_{20\%}$	1.543	0	0.985	0	1.621	0	0.380	0	4.792	0
$H_{20\%} - L_{25\%}$	1.792	0	1.064	0	1.634	0	0.422	0	5.472	0
$H_{20\%} - L_{30\%}$	1.755	0	1.074	0	1.636	0	0.433	0	5.708	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{25\%} - L_{0\%}$	0.956	1	0.774	1	1.588	1	0.268	1	-2.111	1
$H_{25\%} - L_{5\%}$	1.044	0	0.813	0	1.593	1	0.289	0	1.089	0
$H_{25\%} - L_{10\%}$	1.144	0	0.852	0	1.600	0	0.312	0	2.913	0
$H_{25\%} - L_{15\%}$	1.295	0	0.905	0	1.609	0	0.343	0	4.155	0
$H_{25\%} - L_{20\%}$	1.438	0	0.952	0	1.615	0	0.363	0	4.306	0
$H_{25\%} - L_{25\%}$	1.681	0	1.031	0	1.628	0	0.406	0	5.132	0
$H_{25\%} - L_{30\%}$	1.635	0	1.038	0	1.630	0	0.416	0	5.234	0

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{30\%} - L_{0\%}$	0.945	1	0.768	1	1.587	1	0.263	1	-2.240	1
$H_{30\%} - L_{5\%}$	1.019	0	0.801	0	1.590	1	0.280	1	0.325	0
$H_{30\%} - L_{10\%}$	1.106	0	0.837	0	1.596	0	0.301	0	2.110	0
$H_{30\%} - L_{15\%}$	1.242	0	0.881	0	1.605	0	0.330	0	3.436	0
$H_{30\%} - L_{20\%}$	1.378	0	0.925	0	1.610	0	0.348	0	3.643	0
$H_{30\%} - L_{25\%}$	1.616	0	0.997	0	1.623	0	0.391	0	4.514	0
$H_{30\%} - L_{30\%}$	1.553	0	0.997	0	1.624	0	0.398	0	4.436	0

1. 滾動樣本(rolling sample)之滾動次數為 167 次。

2. t 檢定中，當 t 值小於 -2，代表內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。

3. 當 *D* 等於 1 時，表示該內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力優於標準變幅之 CARR 模型；當 *D* 等於 0 時則相反。

表 25：SP 樣本外一期之預測結果

$$MSE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t})^2$$

$$MAE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} |MV_{T+1+t} - FV_{T+1+t}|$$

$$QLIKE = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(FV_{T+1+t}) + MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t})$$

$$R^2 LOG = 167^{-1} \sum_{t=0}^{166} (\ln(MV_{T+1+t} / FV_{T+1+t}))^2$$

$$\varepsilon_{p,T+1+t} = MV_{T+1+t} - AFV_{p,T+1+t}$$

$$\varepsilon_{q,T+1+t}^2 - \varepsilon_{p,T+1+t}^2 = u_{p,q} + \eta_{T+1+t}$$

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{0\%} - L_{0\%}$	0.151	0	0.321	0	0.535	0	0.355	0	na	0
$H_{0\%} - L_{5\%}$	0.164	0	0.339	0	0.542	0	0.371	0	4.507	0
$H_{0\%} - L_{10\%}$	0.170	0	0.348	0	0.545	0	0.382	0	4.463	0
$H_{0\%} - L_{15\%}$	0.171	0	0.351	0	0.547	0	0.389	0	4.529	0
$H_{0\%} - L_{20\%}$	0.183	0	0.362	0	0.552	0	0.406	0	5.471	0
$H_{0\%} - L_{25\%}$	0.176	0	0.355	0	0.547	0	0.391	0	4.361	0
$H_{0\%} - L_{30\%}$	0.179	0	0.360	0	0.549	0	0.396	0	4.304	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{5\%} - L_{0\%}$	0.182	0	0.352	0	0.552	0	0.409	0	6.104	0
$H_{5\%} - L_{5\%}$	0.183	0	0.359	0	0.551	0	0.405	0	6.218	0
$H_{5\%} - L_{10\%}$	0.197	0	0.375	0	0.559	0	0.427	0	6.524	0
$H_{5\%} - L_{15\%}$	0.200	0	0.379	0	0.562	0	0.436	0	6.523	0
$H_{5\%} - L_{20\%}$	0.215	0	0.394	0	0.568	0	0.456	0	6.884	0
$H_{5\%} - L_{25\%}$	0.208	0	0.386	0	0.564	0	0.443	0	6.272	0
$H_{5\%} - L_{30\%}$	0.215	0	0.394	0	0.567	0	0.451	0	6.268	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{10\%} - L_{0\%}$	0.185	0	0.357	0	0.553	0	0.409	0	5.953	0
$H_{10\%} - L_{5\%}$	0.195	0	0.372	0	0.557	0	0.422	0	6.366	0
$H_{10\%} - L_{10\%}$	0.211	0	0.388	0	0.565	0	0.445	0	6.693	0
$H_{10\%} - L_{15\%}$	0.216	0	0.391	0	0.567	0	0.455	0	6.507	0
$H_{10\%} - L_{20\%}$	0.232	0	0.406	0	0.574	0	0.475	0	6.808	0
$H_{10\%} - L_{25\%}$	0.223	0	0.396	0	0.568	0	0.458	0	6.237	0
$H_{10\%} - L_{30\%}$	0.232	0	0.405	0	0.571	0	0.467	0	6.179	0

表 25 續

	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{15\%} - L_{0\%}$	0.183	0	0.357	0	0.552	0	0.409	0	5.103	0
$H_{15\%} - L_{5\%}$	0.198	0	0.373	0	0.557	0	0.424	0	5.685	0
$H_{15\%} - L_{10\%}$	0.215	0	0.389	0	0.565	0	0.448	0	6.201	0
$H_{15\%} - L_{15\%}$	0.223	0	0.394	0	0.569	0	0.459	0	5.883	0
$H_{15\%} - L_{20\%}$	0.240	0	0.407	0	0.574	0	0.478	0	6.213	0
$H_{15\%} - L_{25\%}$	0.228	0	0.396	0	0.568	0	0.456	0	5.640	0
$H_{15\%} - L_{30\%}$	0.236	0	0.402	0	0.570	0	0.461	0	5.465	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{20\%} - L_{0\%}$	0.193	0	0.370	0	0.558	0	0.427	0	5.556	0
$H_{20\%} - L_{5\%}$	0.211	0	0.389	0	0.564	0	0.446	0	6.029	0
$H_{20\%} - L_{10\%}$	0.231	0	0.406	0	0.573	0	0.473	0	6.469	0
$H_{20\%} - L_{15\%}$	0.243	0	0.412	0	0.577	0	0.484	0	6.133	0
$H_{20\%} - L_{20\%}$	0.261	0	0.424	0	0.582	0	0.503	0	6.370	0
$H_{20\%} - L_{25\%}$	0.248	0	0.411	0	0.575	0	0.478	0	5.833	0
$H_{20\%} - L_{30\%}$	0.258	0	0.416	0	0.577	0	0.482	0	5.603	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{25\%} - L_{0\%}$	0.197	0	0.374	0	0.560	0	0.433	0	5.113	0
$H_{25\%} - L_{5\%}$	0.218	0	0.395	0	0.567	0	0.455	0	5.652	0
$H_{25\%} - L_{10\%}$	0.241	0	0.414	0	0.577	0	0.485	0	6.144	0
$H_{25\%} - L_{15\%}$	0.256	0	0.421	0	0.581	0	0.497	0	5.908	0
$H_{25\%} - L_{20\%}$	0.277	0	0.433	0	0.586	0	0.513	0	6.077	0
$H_{25\%} - L_{25\%}$	0.262	0	0.420	0	0.579	0	0.486	0	5.552	0
$H_{25\%} - L_{30\%}$	0.276	0	0.425	0	0.581	0	0.490	0	5.370	0
	<i>MSE</i>	<i>D</i>	<i>MAE</i>	<i>D</i>	<i>QLIKE</i>	<i>D</i>	<i>R²LOG</i>	<i>D</i>	t 檢定	<i>D</i>
$H_{30\%} - L_{0\%}$	0.196	0	0.375	0	0.560	0	0.434	0	4.893	0
$H_{30\%} - L_{5\%}$	0.219	0	0.399	0	0.568	0	0.459	0	5.554	0
$H_{30\%} - L_{10\%}$	0.244	0	0.420	0	0.579	0	0.492	0	6.170	0
$H_{30\%} - L_{15\%}$	0.260	0	0.426	0	0.583	0	0.503	0	5.812	0
$H_{30\%} - L_{20\%}$	0.284	0	0.440	0	0.588	0	0.521	0	5.907	0
$H_{30\%} - L_{25\%}$	0.271	0	0.427	0	0.580	0	0.490	0	5.276	0
$H_{30\%} - L_{30\%}$	0.287	0	0.433	0	0.582	0	0.491	0	5.007	0

1. 滾動樣本(rolling sample)之滾動次數為 167 次。

2. t 檢定中，當 t 值小於 -2，代表內分位數變幅之 CARR 模型預測能力優於標準變幅之 CARR 模型。

3. 當 *D* 等於 1 時，表示該內分位數變幅之 CARR 模型其預測能力優於標準變幅之 CARR 模型；當 *D* 等於 0 時則相反。

表 26：樣本內與樣本外勝率

CL	樣本內	樣本外					
	Adj. R-squared	期數	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>	<i>QLIKE</i>	<i>R² LOG</i>	t 檢定
58%		1	52%	54%	54%	54%	46%
		2	52%	56%	54%	54%	48%
		3	54%	58%	54%	52%	48%
		4	56%	58%	56%	54%	50%
NG	樣本內	樣本外					
	Adj. R-squared	期數	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>	<i>QLIKE</i>	<i>R² LOG</i>	t 檢定
69%		1	65%	65%	67%	65%	33%
		2	79%	79%	81%	79%	50%
		3	77%	77%	81%	75%	46%
		4	79%	75%	79%	77%	44%
DJ	樣本內	樣本外					
	Adj. R-squared	期數	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>	<i>QLIKE</i>	<i>R² LOG</i>	t 檢定
4%		1	0%	0%	0%	0%	0%
		2	0%	0%	0%	0%	0%
		3	0%	0%	0%	0%	0%
		4	0%	0%	0%	0%	0%
ND	樣本內	樣本外					
	Adj. R-squared	期數	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>	<i>QLIKE</i>	<i>R² LOG</i>	t 檢定
85%		1	4%	4%	10%	8%	4%
		2	6%	6%	8%	8%	4%
		3	4%	4%	8%	4%	4%
		4	4%	4%	4%	4%	0%
SP	樣本內	樣本外					
	Adj. R-squared	期數	<i>MSE</i>	<i>MAE</i>	<i>QLIKE</i>	<i>R² LOG</i>	t 檢定
0%		1	0%	0%	0%	0%	0%
		2	0%	0%	0%	0%	0%
		3	0%	0%	0%	0%	0%
		4	0%	0%	0%	0%	0%

1. 勝率代表內分位數變幅之 CARR 模型優於標準變幅之 CARR 模型的比率。

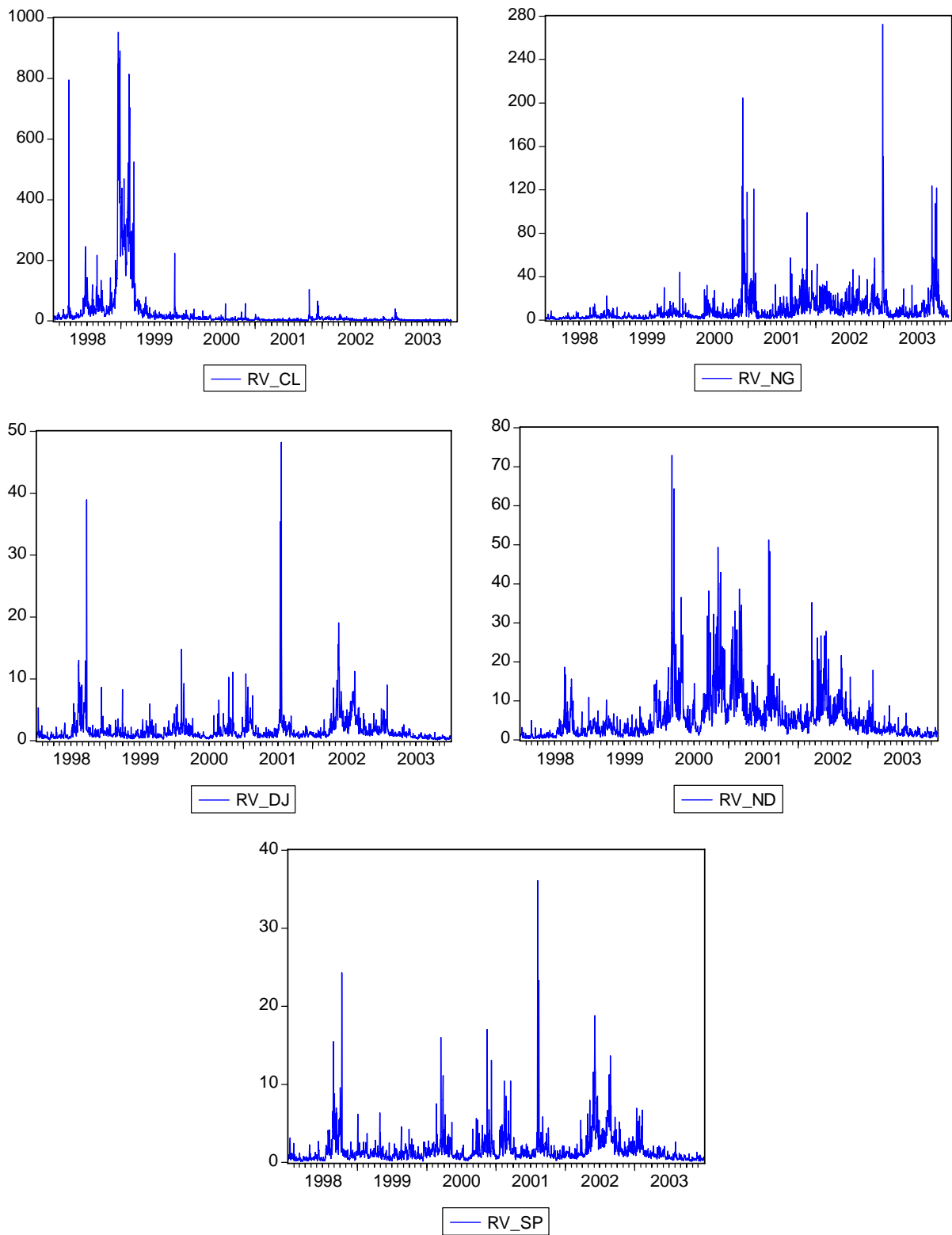


圖 1：CL、NG、DJ、ND、SP 五分鐘調整後實現波動性

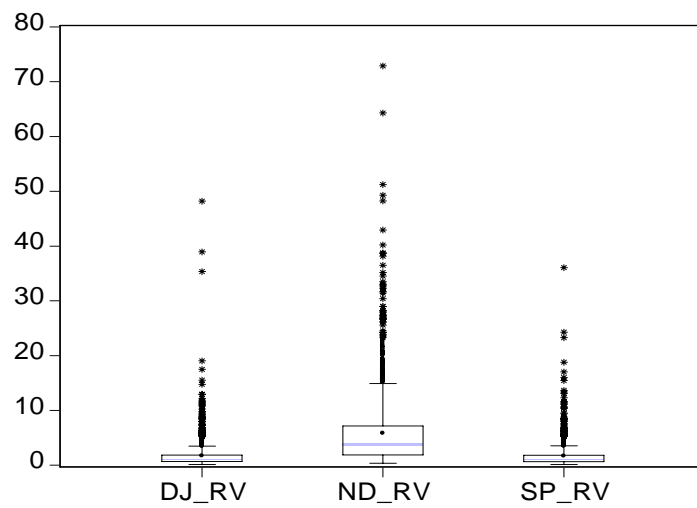
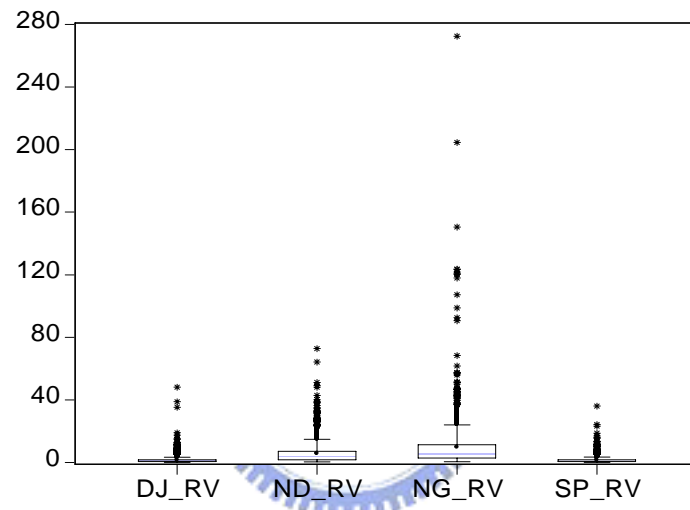
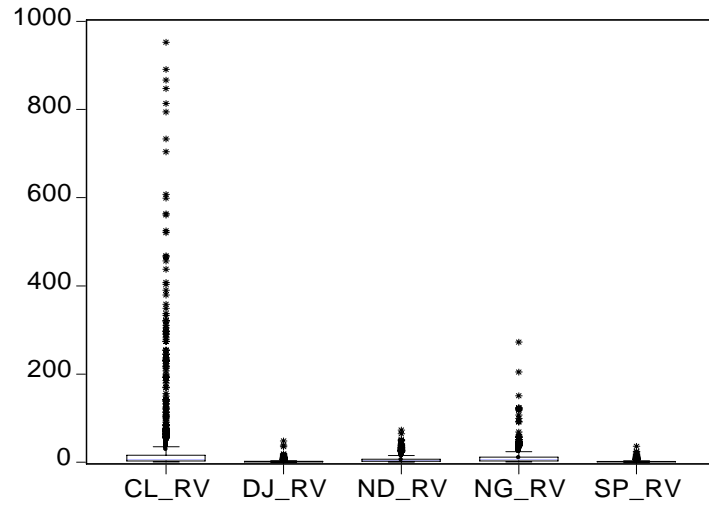


圖 2：CL、NG、DJ、ND、SP 箱型圖(Box-plot)

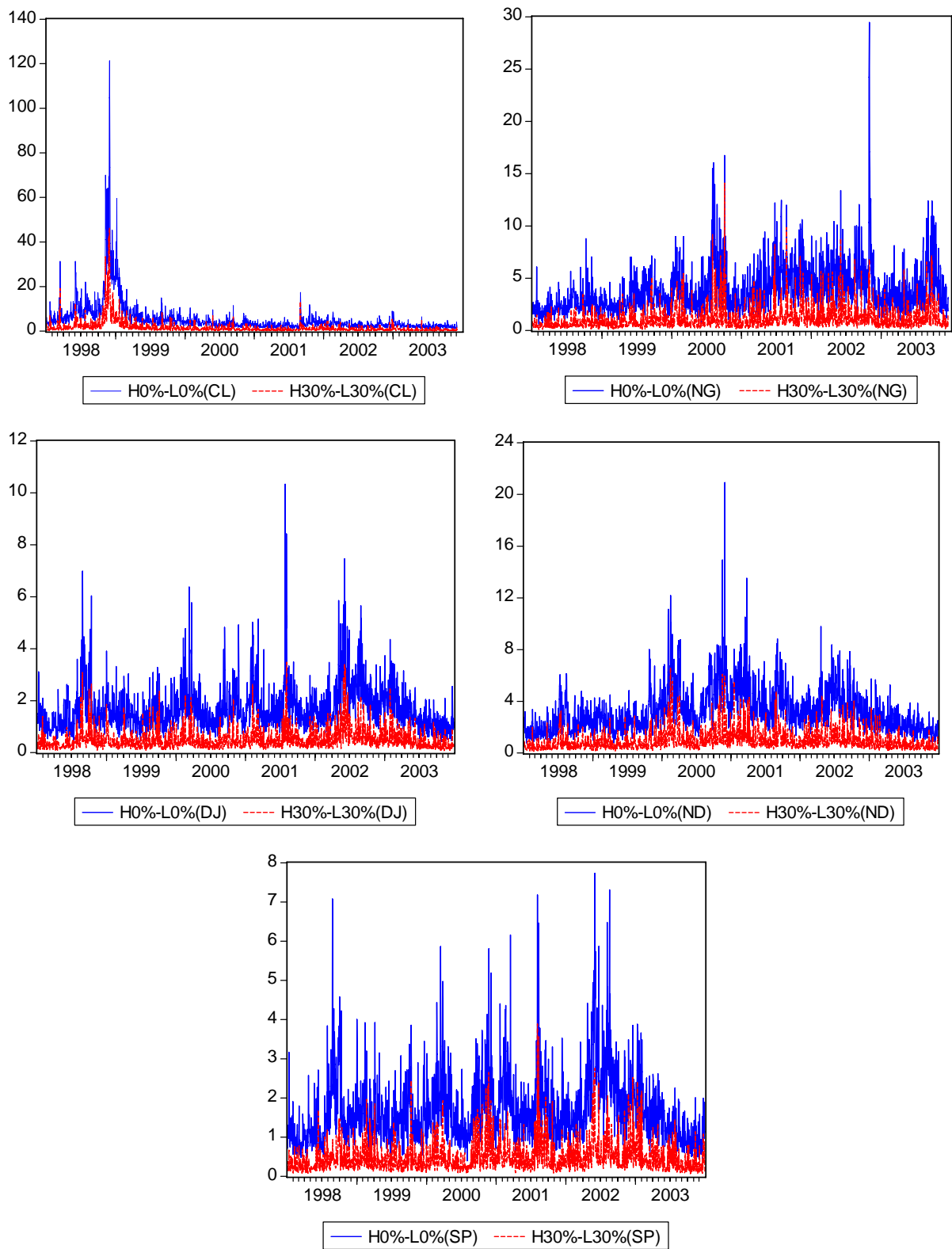


圖 3：CL、NG、DJ、ND、SP 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)與內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)走勢圖

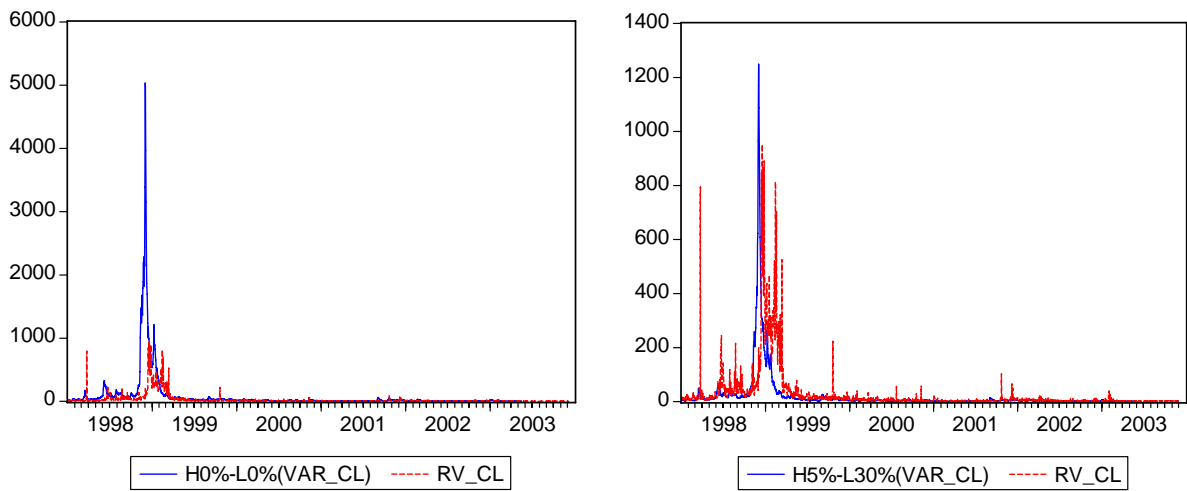


圖 4：CL 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{5\%} - L_{30\%}$)下，樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖

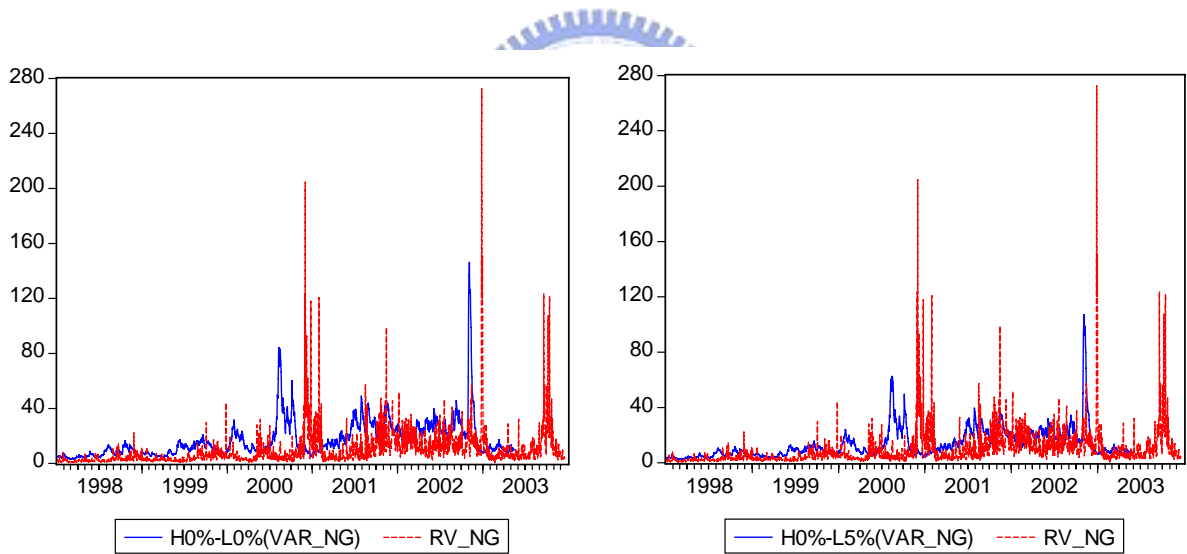


圖 5：NG 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{0\%} - L_{5\%}$)下，樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖

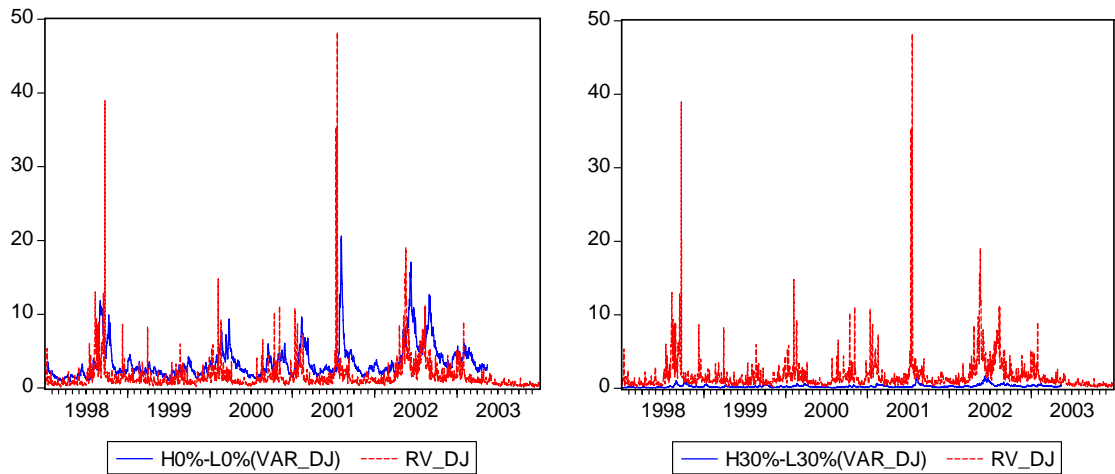


圖 6：DJ 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖

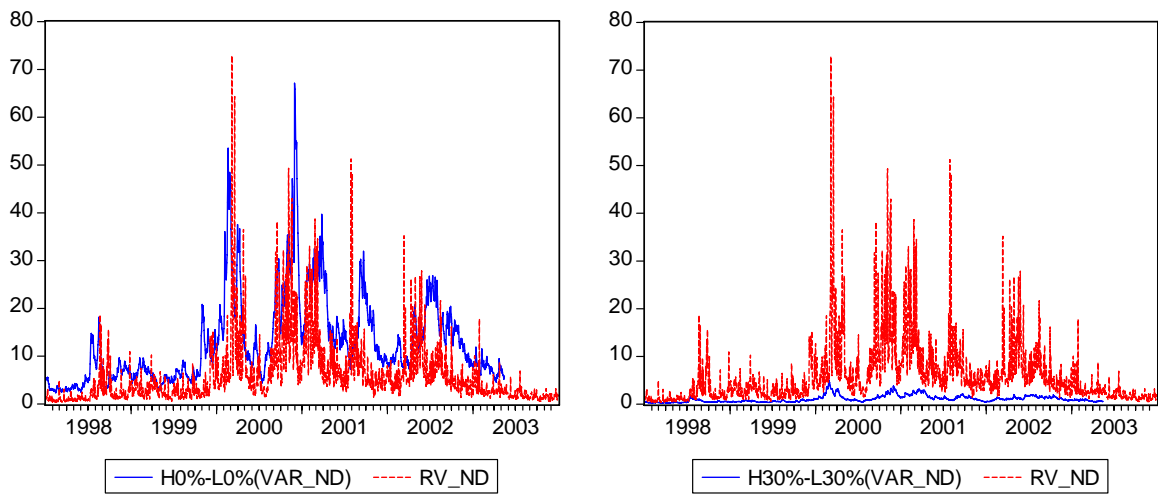


圖 7：ND 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖

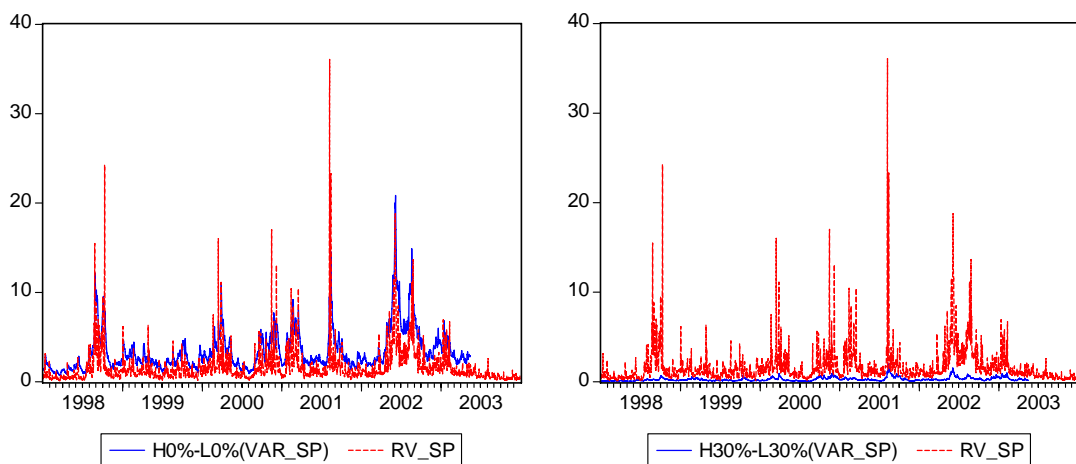


圖 8：SP 標準變幅($H_{0\%} - L_{0\%}$)及內分位數變幅($H_{30\%} - L_{30\%}$)下，樣本內波動性估計值與實現波動性比較圖