

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

股票報酬波動度分配之研究及其在風險管理之運用

The distribution of stock volatility with applications to risk management

計畫編號：NSC 89-2416-H-032-023

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：鍾惠民

淡江大學財務系

一、中文摘要

本研究針對日內資料為基礎進行累積波動度之相關議題分析，除對累積波動度之基本統計特性加以探討之外，本研究先使用累積波動度與 GARCH-M 二個模型來比較分析報酬與波動之關係，其次，分析日內季節性波動是否會使累積波動度具虛假性長記憶現象，本研究亦以累積波動度模式為基礎探討波動、交易量 (size) 與交易次數 (numbers)、訂單不均之關係。本研究實證分析發現正報酬對未來波動度及相關性影響較小，且股票波動度及相關性呈正向變動，因此波動度愈大時(因相關係數亦變大)，分散投資之效果較低。報酬與風險關係在運用 GARCH in Mean 與本研究之累積波動模式之檢測結果中，有許多情形出現結論不同。其原因可能是 GARCH 模式對波動度定式錯誤所致。蒙地卡羅模擬分析結果顯示可能因日內波動度季節性現象但研究者沒有發現進而造成累積波動度長記憶現象。至於波動、交易量與交易次數關係上，交易量對波動性的解釋完全是由交易次數所造成的，故交易次數如同資訊流入市場的強度，而強度越強的時候未預期的股價變動也就越多。

Abstract

In this research, we apply the integrated volatility model of Andersen, Bollerslev, Diebold, Labys (2001) to investigate various issues regarding market volatility. First, we examine the risk-return relationship by using the GARCH-M and integrated volatility models. The results indicate that the misspecification of GARCH model might provides misleading results. Second, our simulation results demonstrate that long memory in the integrated volatility might be a spurious result due to the

intraday seasonality in volatility. Third, we applied the integrated volatility model to examine the relationship between volatility, trading volume, and trading numbers. The results confirm previous study that volatility is more affected by trading numbers.

二、緣由與目的

瞭解、預測及運用波動度，對於風險管理、資產及衍生性商品定價，以及選擇權相關交易策略 (Derman et. al., 1998; Fitzgerald, 1999)，一直是研究議題。近年發展的風險值 (Value-at-Risk, VaR) 模型，目前已廣為國際上金融機構接受為主要的風險管理機制，而風險值屬於事前 (ex-ante) 模擬模型，確認適當的資產波動性預測模型，應是建立 VaR 管理機制的首要工作。而在選擇權定價模型中，標的資產未來波動性預測準確度，將決定選擇權定價誤差，亦影響選擇權相關交易策略及避險策略的績效，波動度模式如 GARCH、stochastic volatility、隱含波動度、或報酬絕對值等，存有嚴重的定式錯誤，或有太大的估計誤差，或干擾項 (noise) 之變異大過於訊息 (signal) 等問題。隨著高頻率之交易資料逐漸流通，研究者可利用日內交易資料來進行許多新的分析。Andersen, Bollerslev, Diebold, Labys (2001) (以下簡稱 ABDL, 2001) 提出一種新的評估資產報酬波動度之方法，此方法主要運用高頻率資料，以日內小期間報酬平方之加總做為日波動性之估計指標，若日內報酬計算期間取得夠細 (例如，每 3 或 5 分鐘計算一次報酬)，以當日所有日內報酬平方加總之波動度估計值受衡量誤差之影響將很小。

有母數的波動度模式中有許多不同型態，例如 GARCH 及 SV (stochastic volatility)，

隨機波動),何者才是真實波動度模式的爭議一直持續存在。傳統 GARCH 模式將波動度強制限定為過去波動度與誤差平方的函數,雖然明確地描述波動性群聚的效果,但卻存有嚴重的定式誤差問題。由於真實的波動度過程只有一個,有母數的波動度模式普遍存在定式錯誤問題。而隱含波動度存在 smile 及 smirk 之問題,亦說明理論訂價模式可能有定式錯誤。此外,利用報酬絕對值或其平方之方法,因為有太大的估計誤差,干擾項(noise)之變異大過於訊息(signal)。

基於有母數方法、隱含波動或絕對值替代方法的許多缺失,先前許多研究所做之結論亦受爭議。例如,傳統方法在利用 GARCH 模式進行風險-報酬關係之檢驗結果可能是錯的,因為 GARCH 模式有定式錯誤,GARCH 模式的波動度估計存在估計誤差,而一些利用多變量 GARCH 模式分析來檢驗國際股市波動度之傳遞者亦有相同之問題。而 Baille and Myers (1991) 利用 Bivariate GARCH 模式進行農產品期貨 Time-Varying 避險比率績效之檢驗,其效果並不理想,並未較傳統靜態避險方法改進多少,其原因可能亦是因為 GARCH 模式對波動度估計誤差所造成。另外,Canina and Figlewski(1993),Jorion (1995) 利用日報酬絕對值來作為真實波動度之測度替代時,皆發現 GARCH, IV 等波動度模式預測能力檢定模式之解釋能力低(R^2 幾乎都少於 10%),因此日報酬絕對值事實上是真實波動度之很差的測度替代。另外過去研究探討波動、交易量(size)與交易次數(numbers)之研究如 Jones et al. 運用二階段迴歸之方法亦可能出現訊息遺失之問題。

ABDL(1999) 所提出的實際波動度方法與 French, Schwert and Stambaugh (1987), Schwert(1990)及 Schwert and Seguin(1991)利用日報酬資料來建構月波動度之衡量方法相似,但 French, Schwert and Stambaugh (1987)、Schwert(1990)等,皆未將其理論基礎加以說明。Merton(1980)、Nelson(1992)之研究提供了如何以間隔極短之資料(日內資料)來構建波動度預估的理論基礎。這些看法一直至 ABDL(1999)才將其正式理論概念化。ABDL(1999)之主要貢獻在提出累積波動度(integrated volatility),並對此種估計方法提出在擴散過程(diffusion process)的理論支持。

本研究之目的在針對美國與台灣股票市場日內資料為基礎進行累積波動度之相關議題分析,除對累積波動度之基本統計特性加以探討之外,本研究先分析為報酬與風險之間是

否存在著一般的理論關係,使用累積波動度模式與 GARCH-M (GARCH in Mean) 模型來比較,其次,不對稱波動性效果之檢驗、波動度具長記憶現象是否是虛假性現象、本研究亦以累積波動度模式為基礎探討波動、交易量(size)與交易次數(numbers)、訂單不均之關係、VaR 之運用等。

三、結果與討論

本研究針對美國與台灣股市的日內資料為基礎,進行相對於累積波動度之分析,就台灣股市以交易較頻繁之個別股票 30 家為樣本,構建 5 分鐘日內報酬為基礎累積波動度之分析。本研究分析的第一個研究子題為報酬與風險之間是否存在著一般的理論關係,使用累積波動度模式與 GARCH-M(GARCH in Mean) 模型來比較,GARCH-M (1, 1) 模型,其模型結構可表示如下:

(1) 傳統 GARCH-M 模式

$$r_t = \mu + \delta \sqrt{h_t} + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, h_t)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

(2) 累積波動模式

$$r_t = \mu + \delta \sqrt{\sigma_t^2(IV)} + \varepsilon_t$$

其中 r_t 日報酬 $\sigma_t^2(IV)$ 累積波動度

其次, Black(1976), Pagan and Schwert(1990), Engle and Ng(1993), Glosten, Jagannathan and Runkle(1993)指出訊息對波動度之影響有不對稱性,一般而言,負面消息(股價下跌)使後續波動度增大之效果高於正面消息。

在 Merton(1973)的 ICAPM(跨期資本資產訂價模式)中,現在的期望超額報酬與波動度有密切關係。據此 Engle, Lilien, Robins(1987)提出了 ARCH in Mean 模式,此模式說明了條件性報酬為條件性波動度之線性函數。其次, Black(1976), Pagan and Schwert(1990), Engle and Ng(1993), Glosten, Jagannathan and Runkle(1993)指出訊息對波動度之影響有不對稱性,一般而言,負面消息(股價下跌)使後續波動度增大之效果高於正面消息。因此本研究將利用下列迴歸模式來驗證訊息對波動度之影響:

$$\sigma_t^2 = \theta_0 + \theta_1 D_t(r_{t-1} < 0) + \theta_2 r_{t-1} + \theta_3 r_{t-1} D_t(r_{t-1} < 0) + \varepsilon_t$$

上式 σ_t^2 代表第 t 日之實際波動度, r_{t-1} 是 t-1 日之日報酬, $D_t(r_{t-1} < 0)$ 為一虛擬變數,

若前期之報酬小於零，即出現負面消息， D_t 則為 1，反之 D_t 則為 0。

Clark(1973)指出一隨機過程若為條件性常態分配且條件性變異數為變動的，則此隨機變數之分配會有肥尾現象。ARCH 系列模式與隨機波動(SV)過程皆具此特性，但這些模型在處理肥尾現象，則普遍存在問題，例如許多研究發現標準化的殘差項(standardized residual，即報酬殘差除以標準差)存在峰態係數乃大於 3，亦因此許多研究分別提出其它的分配。例如，Bollerslev(1987)提出 t 分配，Nelson 提出 GED 分配等。ABDL(1999)則將其於外匯市場中日圓對美金、馬克對美金匯率報酬除以日內資料計算實際標準差，來求算標準化殘差項，發現標準化殘差項服從常態分配。本研究將針對美國、台灣、香港股市個股的日內資料為基礎，進行相對於累積波動度之分析，解析資產報酬除以累積波動度所求算之標準化殘差項是否服從常態分配，即檢驗是否更符合分配混合假說(mixture of distribution hypothesis)之原有假設。

本研究實證分析發現正報酬對未來波動度及相關性影響較小。且股票波動度及相關性呈正向變動，因此波動度愈大時(因相關係數亦變大)，分散投資之效果較低。報酬與風險關係在運用 GARCH in Mean 與本研究之累積波動模式之檢測結果中，有許多情形出現結論不同。本研究認為其原因是 GARCH 模式對波動度定式錯誤所致。

本研究分析的第三個研究子題為累積波動度長記憶現象是否是因日內波動度季節性現象所引發的虛假性現象。Andersen and Bollerslev(2000)指出日內報酬之波動度明顯有季節性現象，ABDL 所發現之波動度長記憶現象，是否是此日內波動度之季節性現象所引發的虛假性現象探討，Lobato(1998)亦指出此種可能。本研究以 Bollerslev 及 Ghysels(1998)之 seasonal GARCH 模式為 DGP，進行模擬分析，發現當日內報酬波動度有季節現象時，將產生虛假性長記憶波動。因此可能因日內波動度季節性現象但研究者沒有發現進而造成累積波動度長記憶現象。

第四、本研究亦以累積波動度模式為基礎探討波動、交易量(size)與交易次數(numbers)、訂單不均之關係，以 NYSE 與 NASDAQ 市場在 1999 後半年的各 300 家股票為樣本加以分析，主要分析交易量與交易次數何者較具解釋波動能力。

敘述性統計分析發現交易次數與交易量都

是公司規模的遞增函數關係，而市場的執行成本與交易波動都是公司規模的遞減函數，也就是公司規模越大，市場的執行成本與交易波動越小而交易次數與交易量越大。結果顯示 NASDAQ 最小規模公司的交易量與交易次數最高，交易次數超過交易量解釋能力。市值越小的知名度不夠所以交易與報價越少，這使得交易次數對於價格變動有較顯著性的影響。市值越小的資本額也越小，這使得小規模別的公司其股價變動較為活潑。而在 NYSE 較大規模交易上比較有影響價格波動的能力，甚至有許多大規模交易的係數是為負值。NASDAQ 由於是自營商系統，所以在大量規模交易上較無資訊不對稱情形，也使得自營商間未預期價格的變動較少，其大部份波動來源的主因來在小額交易系統。

為進一步了解交易動態對價量關係影響，檢測交易次數、訂單不均與交易規模所扮演的角色，交易次數分成五種交易規模來檢驗，而也有學者認為訂單不均也是造成波動的主因，這使得本研究利用單日淨訂單不均次數當成波動的解釋變數來探討，同時本研究即針對在這些研究的成果下與 Chan and Fong (2000)的結果有些些微的出入，深入探討美國股市的市場微結構與市場重整後的效果，並且嘗試用日內波動測量的方式來檢測是否比起利用單日收盤價資料來得較具有效果。而以上的檢測也都會因 NYSE 與 NASDAQ 來做全面性的比較。本研究利用 TAQ 日內資料庫中 1999 年 7 月 1 日至 1999 年 12 月 31 日當作樣本期間，並利用 Lee and Ready (1991)確認報價資料的法則來做實證，其模型的主要參考來自 Lamoureux and Lasterapes (1990)、Jones et al.(1994)、Chan and Fong (2000)及 Chordia (2000)。

研究結果顯示平均交易規模(AV)並無顯著的解釋能力，交易量對波動性的解釋完全是由交易次數所造成的，也就是交易次數如同資訊流入市場的強度，而強度越強的時候未預期的股價變動也就越多。

在 NYSE 造成波動的主因大部分全集中在中等規模，在 NASDAQ 主要影響的規模別也為中等規模(但在規模二與三)，並且發現 NASDAQ 有幾個較大筆規模的係數為負，這可以 NASDAQ 特殊的自營商市場論點(大筆交易減少自營商對熟悉法人客戶的資訊不對稱)來解釋。

本研究也針對 NASDAQ 市場特有的 SOES 交易系統做研究，有許多篇幅的研究認為 SOES 交易系統是造成 NASDAQ 市場波動的

主因，但本研究針對數據並無法下斷論認為 SOES 有顯著的波動影響，所以本研究即認為是否與 1997 年 NASDAQ 市場重整有關，於是也進一步研究 1997 市場重整的前後是否有顯著的改變，卻發現在市場重整後 SOES 交易(或小額交易)對於市場波動影響卻有些微的變大，但綜觀重整前後兩期與 1999 後半年的結果和 Chan and Fong(2000)的文獻，本研究認為 SOES 交易對於波動的影響力是呈現降低的趨勢。總而言之，波動對交易量關係中主要造成的原因在於交易次數。

四、成果自評

相較於過去文獻，本研究有幾個具體研究貢獻，從比較累積波動度模式與 GARCH-M 模型之分析結果發現，GARCH 模式對波動度有定式錯誤之問題。另外，若日內波動度季節性現象，可能造成累積波動度有長記憶現象。以累積波動度模式為基礎探討波動、交易量(size)與交易次數(numbers)之關係時發現交易量對波動性的解釋完全是由交易次數所造成的，也就是交易次數如同資訊流入市場的強度，而強度越強的時候未預期的股價變動也就越多。此結果說明了 Jones et al. (1994) 與 Chan and Fung (2001) 研究結果之穩健性(robustness)。

以 NYSE TAQ 目前的發展趨勢，它應已是全球最大之財金資料庫，以 2000 年 10 月之資料量為例已有近 20 片 CD，而本研究整理了 96 至 2000 年資料在資訊技術之處理能力上如磁碟陳列之使用亦增加許多。研究人員已具 SAS 及 MATLAB 處理 5Gigabytes 資料之能力。本研究之進行已使研究人員對高頻率財金資料處理獲得許多寶貴經驗。

參考文獻:

Andersen, T. and T. Bollerslev (1998), "Answering the Skeptics: Yes, Standard Volatility Models Do Provide Accurate Forecasts," *International Economic Review*, 39, 885-905.

Andersen, T.G., T. Bollerslev, F.X. Diebold and H. Ebens (1999), "The Distribution of U.S. Stock Return Volatility," Manuscript in progress.

Andersen, T.G., T. Bollerslev, F.X. Diebold and P. Labys (1999), "The Distribution of Exchange Rate Volatility," Wharton Financial Institutions Center Working Paper 99-08 and NBER Working Paper 6961.

Baillie, R.T., and R. J. Myers, (1991), "Bivariate GARCH Estimation of the Optimal

Commodity Futures Hedge," *Journal of Applied Econometrics*, 6, 109-124.

Bollerslev, T. (1987), "A Conditional Heteroskedastic Time Series Model for Speculative Prices and Rates of Return," *Review of Economics and Statistics*, 69, 542-547.

Bollerslev, T., R.F. Engle and D.B. Nelson (1994), "ARCH Models," in R.F. Engle and D. McFadden (eds.), *Handbook of Econometrics, Volume IV*, 2959-3038. Amsterdam: North-Holland.

Chan, K., Fong, W., 2000, "Trade size, Order Imbalance, and Volatility-Volume Relation". *Journal of Financial Economics* 57, 247-273.

Fitzgerald, D. (1999), "Trading Volatility", *Risk Management and Analysis*. Vol.2: New Market and Products, Edited by C. Alexander, 261-291.

French, K.R., G.W. Schwert and R.F. Stambaugh (1987), "Expected Stock Returns and Volatility," *Journal of Financial Economics*, 19, 3-29.

Jones, C., Kaul, G., Lipson, M., 1994. "Transactions, Volume and Volatility". *Review of Financial Studies* 7, 631-652.

Merton, R.C. (1980), "On Estimating the Expected Return on the Market: An Exploratory Investigation," *Journal of Financial Economics*, 8, 323-361.

Nelson, D.B. (1992), "Filtering and Forecasting with Misspecified ARCH Models I: Getting the Right Variance with the Wrong Model," *Journal of Econometrics*, 52, 61-90.