华南农业大学学报(社会科学版)
2005 年第 1 期 (第 4 卷) JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY (SOCIAL SCIENCE EDITION) No.1 2005 (Vol.4)

金融市场波动测量方法新进展

唐 勇, 刘峰涛

(天津大学 管理学院, 天津 300072)

摘 要: 文章阐述了“已实现”波动的研究进展,针对 ARCH 类、SV 类等主流波动模型实际应用中存在的问题,从理论上阐述了如何解决维数“灾难”、参数估计等问题。着重介绍了“已实现”波动、“已实现”协方差的构建以及与积分波动、积分扩散阵之间的关系,和国外实证研究的成果, 同时又介绍了用“已实现”波动的测量方法构建的一些模型,并指出了“已实现”波动正在进行的应用领域和发展前景。

关键词: 金融市场;“已实现”波动; 波动模型

中图分类号: F830.9 文献标识码: A 文章编号:1672-0202(2005)01-0048-07

金融风险的防范与规避一直是投资理论与实践的中心课题。从 Markowitz1952 年提出用方差来度量投资风险以来,金融风险的研究日益呈现出数量化的趋势,各种描述风险特征的理论与模型不断出现。对于波动测量方法归纳起来有三种。一是 ARCH 类和 SV 类,它们在低频低维领域能比较充分地反应金融市场的波动特征,然而由于存在维数“灾难”、参数估计等困难,所以在投资组合、风险控制等实际应用中有一定的局限性。二是隐含波动(implied volatility,亦称隐含波动率),其在期权定价方面应用较为广泛,同样在实际应用中也存在诸如定价公式假设成立时波动估计才有效的问题,因此应用方面大大受到限制。鉴于前两种测量方法的局限性,Bollerslev 等人在高频金融时间序列的基础上提出了第三种波动率度量方法——“已实现”波动率(Realized Volatility,亦称“已实现”波动)[1]。前两种方法都要依靠具体的统计或经济的模型而且把波动看作潜在的变量,而在这种“已实现”波动率的度量方法中,没有模型(model-free),计算方便,可以更好地研究多变量时间序列的波动特性。下面就具体介绍“已实现”波动率的研究进展:

一、“已实现”波动研究描述

早在 1980 年,Merton[2]就注意到独立同分布随机变量的在固定时段上的方差能用此时段内收益率实现的平方和估计。French 和 Schwert 等[3]用月内每日收益的平方和来估计每月的方差。Andersen 与 Bollerslev[1], Hesieh[4], Taylor 和 Xu[5]各自用日内收益率的平方和估计了每日的收益方差。对利用高频数据计算波动率作出贡献最大的要数 Andersen 与 Bollerslev 两人近年来的工作。特别引人注目的,他们[1]提出了一种叫“已实现”波动率(realized volatility)的测量方法。“已实现”波动率是把一段时间内收益率的平方和作为波动率的估计,这种估计方法不同于 ARCH 类模型和 SV 类模型,它没有模型(model free),不需要进行复杂地参数估计。在一定的条件下,“已实现”波动率是没有测量误差的无偏估计量。“已实现”波动率在多变量的情形下可以扩展为“已实现”协方差矩阵,它不仅包括各变量自身的“已实现”波动率,也包括变量之间的“已实现”相关系数。多元 GARCH 模型和多元 SV 模型早就被提出,但估计方法一直没有多大进展,即所谓的“维数灾祸”,这严重阻碍了它们的应用,而“已实现”协方差的提出由于计算简单可以弥补这一缺陷。

收稿日期:2004-09-16

作者简介:唐 勇(1970-),男,江苏淮安人,天津大学管理学院博士生,主要研究方向为金融计量学.

Andersen 和 Bollerslev 等[6-9]给出了“已实现”波动率与“已实现”协方差的理论解释:假设价格向量的对数是一个特殊半鞅,那么它可以分解成一个均值过程(mean process)和一个新息过程(innovation process),假如均值过程与新息过程是独立的,且均值过程是一个事先确定的函数(predetermined function),那么收益向量的条件协方差矩阵等于二次协变差过程(quadratic covariation process)的条件期望,二次协变差过程又可以用收益平方和及收益乘积和来近似。

在这一领域中,还有 Areal 与 Taylor[10]研究了 FTSE - 100 指数期货价格的“已实现”波动率; Blair 和 Poon 等[11]研究了“已实现”波动率的预测问题;Barndorff-Nielsen 和 Shephard[12]研究了“已实现”波动率的渐近分布特性。Oomen[13-14]考虑在高频数据收益率序列相关的情形下“已实现”波动率的特性和建模问题。

在“已实现”波动率的应用方面,有如下一些研究:积分波动(Integrated Volatility)在 Hull-White[15]随机波动率期权定价的研究中有直接的应用,Andersen 和 Bollerslev 等[16]在特征函数 SV 模型(Eigenfunction SV)框架下,推导了用“已实现”波动率对积分波动的预测的解析式,并进行了实证分析;Andersen 和 Bollerslev 等[9]为“已实现”波动率进行了预测研究,并应用于在险价值(VaR)的计算,Liuqianqiu[17]运用“已实现”波动进行资产定价研究,Andersen 和 Bollerslev 等[18]对“已实现”Beta 的持续性和预测进行研究 .

“已实现”波动受到两种误差的干扰:测量误差和微观结构误差。所以,最优的频率选择必须在这两类误差之间平衡。而目前,对最优抽样频率的研究还没有受到足够的重视。另外,对“已实现”波动的应用研究方面也还不足。

二、核心基础理论

(一)基础准备

1. 定义收益率

考虑一个 N ×1 的金融资产的价格过程 $P(t) = (p_1(t), \cdots, p_N(t))'$,其中, $P_i(t)$ 表示第 i 项资产在时刻 t 的价格。价格向量取对数后得: $p(t) = (\log[p_1(t)], \cdots, \log[p_N(t)])'$,根据对数价格向量可以定义收益率向量: $r(t+\Delta, \Delta) = p(t+\Delta) - p(t)$, $\Delta > 0$ 表示时间间隔 .沿袭以上的符号表示方法, $r(t,1) = p(t) - p(t-1)$ 表示日间收益率向量, t 取整数, 以天为时间单位。 $r\left(t + \frac{j}{n}, \frac{1}{n}\right) = p\left(t + \frac{j}{n}\right) - p\left(t + \frac{j-1}{n}\right)$ $j = 1, 2, \cdots, n$,表示日内收益率向量。显然,日间收益率与日内收益率有如下简单的关系: $r(t,1) = \sum_{j=1}^{n} r\left(t + \frac{j}{n}, \frac{1}{n}\right)$

2 基础理论支持

根据文献[9,19] 知下面两个结论成立:

(1) 对于无套利市场中的金融资产的对数价格过程 $(p_t)_{t\in[0,T]}$,它的对数收益率过程 $r(t)$ 是一个特殊半鞅(special martingale) 过程。具体地,根据半鞅过程地性质, $r(t)$ 可以作如下分解: $r(t) = A(t) + M(t)$,其中, $A(t)$ 是局部可积(locally integrable)、可料的(predictable) 有界变差过程, $M(t)$ 是一局部鞅(local martingale),其中 $A(0) = 0$, $M(0) = 0$。

(2) 对于无套利的对数收益率过程 $r(t) \equiv r(t,t)$,它的二次变差过程 $\{[r,r]_t\}_{t\in[0,T]}$ 总是存在的,其中 $r(t)$ 的二次变差(quadratic variation) 过程被定义为: $[r,r]_t \equiv r(t)^2 - 2\int_0^t r(t_-)\, dr(t)$,其中 $r(t_-) \equiv \lim_{s\to t, s\le t} r(s)$。而且,二次变差过程满足以下性质:

对时间区间 $[0, T]$ 的任意划分: $0 = \tau_{m,0} \le \tau_{m,1} \le \cdots \le \tau_{m,m} = T$,如果: $\lim_{m\to\infty} \sup_{j\ge 0}(\tau_{m,j+1}, \tau_{m,j})$

→0 以概率 1 成立,则有:

$$\lim_{m\to\infty}\left\{\sum_{j\geq 0}\left[r(t\wedge\tau_{m,j+1})-r(t\wedge\tau_{m,j})\right]\left[r(t\wedge\tau_{m,j+1})-r(t\wedge\tau_{m,j})\right]\right\}\to[r,r]_t$$

其中,$t\wedge\tau$ 表示 $\min(t,\tau)$。

3 金融资产价格过程和分布

根据金融理论知,在一个无套利机会的金融市场中,对数价格过程服从一个多维连续时间随机波动扩散过程,即:

$$dp(t)=\mu(t)\,dt+\sigma(t)\,W(t) \qquad (1)$$

其中,$\mu(t)$ 是 $N\times 1$ 的均值过程,$\sigma(t)$ 是 N×N 的正定的扩散矩阵,且是严格平稳的,$W(t)$ 是 N 维的标准布朗运动。这样,根据 *Ito* 定理,式(1) 等价于收益率向量满足如下的条件正态分布

$$r(t+\Delta,\Delta)\mid R\{\mu(t+\tau),\sigma(t+\tau)\}_{\tau=0}^{\Delta}\sim N\left(\int_0^{\Delta}\mu(t+\tau)\,d\tau,\int_0^{\Delta}\Omega(t+\tau)\,d\tau\right)$$

其中,$R\{\mu(t+\tau),\sigma(t+\tau)\}_{\tau=0}^{\Delta}$ 表示$\{\mu(t+\tau)\}_{\tau=0}^{\Delta}$ 和$\{\sigma(t+\tau\}_{\tau=0}^{\Delta}$ 的实现值所产生的 σ - 域。而 $\Omega=\sigma(t)\sigma(t)'$。当 N = 1 时$\int_0^{\Delta}\Omega(t+\tau)\,d\tau$ 就退化为$\int_0^{\Delta}\sigma^2(t+s)\,ds$,称为积分波动(integrated volatility),简记 IVt,当 $\Delta=1$ 时:$\int_0^1\sigma^2(t+s)\,ds$

由于积分扩散矩阵(Integrated Diffusion Matrix)$\int_0^{\Delta}\Omega(t+s)\,ds$ 表示收益率向量的真实波动性,是随机波动率假设下期权定价的关键变量,但是,它是潜在的(latent),不能直接观测。为了估计积分扩散矩阵,研究者引入了“已实现”协方差阵的概念。

(二) 构建“已实现”协方差阵

把所有时刻 t 到时刻 $t+1$ 的时段都等分成 n 个小时间段,在每个小时间段上的收益率为,$r(t+j/n,1/n)=p(t+j/n)-p(t+j-1/n)$,这样从时刻 t 到时刻 $t+1$ 上的收益率矩阵为

$$R_{t,t+1}=(r(t+1/n,1/n),\cdots,r(t+1,1/n))$$

所以“已实现”协方差阵(Realized Covariance Matrix,简称 RCM_t) 定义为

$$RCM_t=R_{t,t+1}R'_{t,t+1} \qquad (2)$$

当维数为一维时,(2) 式退化为“已实现”波动率(realized volatility),简记 RV_t, 定义为:

$$RV_t=\sum_{j=1}^{n}r\left(t+\frac{j}{n},\frac{1}{n}\right)$$

徐正国(2004)[20] 对 RV_t 进行调整得到调整“已实现”波动率(ARV_t):

$$ARV_t=\frac{E(RV_t)\times E(RQ_t)/n}{Var(RV_t)}+\frac{Var(RV_t)-E(RQ_t)/n}{Var(RV_t)}\times RV_t$$

其中 $RQ_t\equiv\frac{2}{3}n\sum_{i=1}^{n}r\left(t+\frac{j}{n},\frac{1}{n}\right)$[12],文献[20] 已经证明下两式成立:

$$E(ARV_t)=E(RV_t)$$

$$Var(ARV_t)=\left[\frac{Var(RV_t)-E(RQ_t)/n}{Var(RV_t)}\right]\times Var(RV_t)$$

很明显,$Var(ARV_t)<Var(RV_t)$,所以,调整“已实现”波动比“已实现”波动的测量误差要小,是更有效的波动率估计。

根据二次变差理论和文献[9,19] 可知:“已实现”协方差阵依概率收敛于积分扩散阵,即:$\lim_{n\to\infty}RCM_t\to\int_0^1\Omega(t+\tau)\,d\tau$。当维数为一维时,退化为“已实现”波动率依概率收敛于积分波动

(integrated volatility) 即: $\lim_{n\to\infty} RV_t \to \int_0^1 \sigma^2(t+s)\,ds$

(三)“已实现”波动率测量方法的优点

由(2)可知,

$$RCM_t = \begin{bmatrix} RV_t(1,1) & \cdots & RC_t(1,N) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ RC_t(N,1) & \cdots & RV_t(N,N) \end{bmatrix} \qquad (3)$$

当 N = 1时,“已实现”协方差阵就成为“已实现”波动率了。而当 N > 1时,“已实现”协方差阵对角线上的 N 个元素 $RCM_t(i,i)$ 就是变量 i 的“已实现”波动率 $RV_t(i,i)$;而非对角线上的元素 $RCM_t(i,j)$ 是变量 i 和变量 j 的“已实现”协方差 $RC_t(i,j)$(Realized Covariance,因此简称 RC)。与多元正态分布的协方差类似,这里的“已实现”协方差 $RC_t(i,j)$ 刻画的是变量 i 和变量 j 之间的相关性。可见,“已实现”协方差阵本身不仅包括单个变量的“已实现”波动率,而且还包括了变量之间的“已实现”协方差。

从上面的论述可以看出,基于高频时间序列的“已实现”协方差阵和基于低频时间序列的多元 GARCH 模型虽然都可以用来研究多变量时间序列的波动及波动之间的相互影响,但是,这两种研究方法存在以下两点不同:

1.“已实现”协方差阵和多元 GARCH 模型虽然都是度量每日的波动率,但是,多元 GARCH 模型只是利用了日间数据,而“已实现”协方差阵是基于高频时间序列计算的,它充分地利用日内的信息。这说明“已实现”协方差阵更充分地利用了金融市场上的信息。

2.多元 GARCH 模型把波动率和相关系数作为隐性变量,不能直接观测,需要首先进行模型的参数估计,然后才能得到波动率和相关系数的值。“已实现”协方差阵却不同,它把波动率和相关系数当作显性变量,不需要进行估计参数就可以直接计算当期的波动率和相关系数的值。

三、实证结果及建模研究

(一)实证研究结果

根据 Andersen 和 Bollerslev 等[6-9]等对西方国家发达金融市场的高频金融时间序列的研究,“已实现”波动率通常具有下列性质:

1.由于日内高频收益率之间存在序列相关,异方差性,所以,“已实现”方差(realized variance)与“已实现”标准差(realized standard deviation)的无条件分布都是极端右偏,而且具有极高的峰度。但是“已实现”标准差的偏度要比“已实现”方差的要低;

2.虽然“已实现”标准差的无条件分布都是极端右偏,而且具有极高的峰度,但是“已实现”标准差取对数后的无条件分布却很近似正态分布;

3.虽然,日间收益率的无条件分布并非正态分布,具有明显的“高峰厚尾”性,但是日间收益率除以“已实现”标准差后的条件分布却近似是正态分布;

4.以上三条性质都是针对每日的“已实现”波动率而言的,然而对“已实现”波动率的时间聚合性质的研究,即对每周、每两周、每三周及每月的“已实现”波动率的研究中发现:在时间聚合下,“已实现”波动率的方差按 h^{2d+1} 的尺度增长,其中 h 表示时间跨度,d 是常数;

5.“已实现”波动率的自相关系数按双曲线的速率缓慢下降;

6.前面 5 条性质都是从实证研究中得出的结论,而 Barndorff-Nielsen 和 Shephard[12]从理论上推导了“已实现”波动率还具有以下渐近分布性质:

$$\frac{\sqrt{n}\{RV_t - IV_t\}}{\sqrt{2\int_{t-1}^{t}\sigma_s^4 ds}} \xrightarrow{L} N(0,1)$$

其中,$\xrightarrow{L}$ 表示依分布收敛,其他符号意义同前。

我国学者张世英教授课题组,应用"已实现"波动方法研究国内股市的波动特征,得出基本一致的结论。另外,基于高频金融时间数据,他们运用该方法与 ARCH 类、SV 类进行预测能力比较,发现该方法明显优于 ARCH 类、SV 类[20]。

(二)运用"已实现"波动建模

在建模方面主要进行以下几方面的研究:

1. ARFIMAX 模型

以上(一)中1,2两条性质表明,"已实现"波动率具有显著的长记忆性,或者说是分整(Fractionally Integrated)性质,通常,长记忆性可以用分整自回归移动平均模型(Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average Model,简称 ARFIMA 模型)来很好地刻画。文献[9]构建了 ARFIMA(p,d,q)模型:

$$\Phi(B)(1-B)^d(X_t-\mu) = \Theta(B)a_t \qquad (4)$$

其中 B 为滞后算子,$|d|<0.5$,$\{a_t\}$为白噪声序列,μ 为 X_t 的均值,$\Phi(B)$与 $\Theta(B)$分别为 p 阶与 q 阶平稳的滞后算子多项式

$$\Phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p \qquad \Theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_p B^q$$

在"已实现"波动的框架内,他们也研究"杠杆"效应,即研究负的收益率是否比正的收益率引起更大的波动,具体的操作中,在上文提到的 ARFIMA 模型框架内,引入与收益率有关的虚拟变量,以体现负的收益率对波动率的影响。即在式(4)中,引入两个变量:一个是收益率变量 r_{t-1};另一个是虚拟变量 r_{t-1}^-,当 $t_{t-1}>0$ 时,r_{t-1}^-取0,当 $r_{t-1}<0$ 时 r_{t-1}^-取 r_{t-1}。引入序列变量后的 ARFIMA 模型,称为 ARFIMAX[20]模型。

根据实证结果中的性质(3),"已实现"波动取对数后的无条件分布是正态分布,所以我们考虑针对调整"已实现"波动取对数后的序列建立 ARFIMAX 模型,具体形式如下:

$$\Phi(B)(1-B)^d(\log(ARV_t) - \mu_0 - \mu_1 r_{t-1} - \mu_2 r_{t-1}^-) = \Theta(B)a_t$$

2."已实现"协方差阵的建模

采用式(3)计算的"已实现"协方差阵是依据当天的高频时间序列计算当天的波动特性。在金融决策中,我们更关心的是未来的波动特性的预测值,所以必须考虑根据"已实现"协方差阵的特性建立相关的模型来对未来的波动特性加以预测。

基于对"已实现"方差的实证研究[6-8],"已实现"方差取对数后的序列一般都具有长记忆性。所以考虑对"已实现"协方差阵 RCM_t 的建立 VARFIMA 模型(Vector Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average Model),但是由于 VARFIMA 模型难于估计,所以用 FIVAR 模型(Fractionally Integrated Vector Autoregressive Model)代替 VARFIMA 模型,对 RCM_t 建立 FIVAR[9,20]模型。一个对于 N×N 的"已实现"协方差阵 RCM_t 的 FIVAR(p,d)如下:

$$\Phi(L)\,diag((1-L)^{d_1},\cdots,(1-L)^{d_{N\times(N+1)/2}})(\log(Vech(RCM_t))) = \omega + \varepsilon_t$$

据前所述,RCM_t 是$N\times N$的"已实现"协方差阵,很明显,它是一个对称矩阵;而 $Vech(\ \ )$是把 $N\times N$ 的对称矩阵映射成$\frac{N\times(N+1)}{2}\times 1$半向量算子;$\log(\ \ )$表示对其中的每个元素取对数,$diag(\ \ )$为对角阵算子,$d_1\cdots d_{N\times(N+1)/2}$为分整阶数,取值范围都是$(-0.5,0.5)$;$\Phi(L)$是滞后 p 阶

的自回归算子 $\Phi(L) = I - \Phi_1 L - \cdots - \Phi_p L^p$, I 为$\frac{N\times(N+1)}{2}$维的单位阵,Φ_i 是$\frac{N\times(N+1)}{2}\times\frac{N\times(N+1)}{2}$的自回归系数矩阵,$\omega$是$\frac{N\times(N+1)}{2}\times 1$均值过程,$\varepsilon_t$ 是$\frac{N\times(N+1)}{2}\times 1$的向量误差过程,且有 $\varepsilon_t \sim i.i.d.N(0, I\sigma^2)$

估计出 FIVAR 模型的参数以后,就可以预测将来的波动性和相关系数,可以很方便地应用于资产定价,资产配置等领域。

在低频数据领域内,多元 GARCH 模型早在 1988 年就被提出,但是,它却很少能运用于资产定价,组合管理等实际领域,这主要原因是多元 GARCH 模型的所谓“维数灾祸”问题导致参数难于准确估计。为了克服多元 GARCH 模型的参数难于估计的问题,后来又涌现了许多种多元 GARCH 模型的简化形式,如 BEKK 模型,对角多元 GARCH 模型,常相关系数多元 GARCH 模型,但是这些简化形式不但在参数估计上没有实质的改进,却扭曲了波动之间的正式关系。

从上面的论述可以看出,针对“已实现”协方差阵建立的 FIVAR 模型并不需要进行复杂的参数估计。而基于高频时间序列的“已实现”协方差阵具有计算简单,结果准确的优点,这样,“已实现”协方差阵可以代替多元 GARCH 模型来研究多维变量的波动性。虽然如果需要预测未来的波动率的值,也需要对“已实现”协方差阵建立 FIVAR 模型,但是 FIVAR 模型的估计相对于多元 GARCH 要简单的多,不会出现“维数灾祸”的问题。同样,基于多元 GARCH 模型的协同持续的概念早在 1993 年就被 Bollerlev 提出,国内也对协同持续的理论进行了深入研究,但它的实证研究由于“维数灾祸”问题一直没有取得重大进展,而基于“已实现”协方差阵的 FIVAR 模型可以代替多元 GARCH 模型来更深入地研究协同持续。

另外“已实现”波动还被用于其他方面的建模,Andersen 和 Bollerslev 等[9]为“已实现”波动率进行了预测研究,并应用于在险价值(VaR)的建模计算,Liuqianqiu[17]运用“已实现”波动进行资产定价模型研究,Andersen 和 Bollerslev 等[18]对“已实现”Beta 的持续性和预测进行建模研究。

四、结语

金融波动一直是金融理论界和实业界关注的中心议题之一。高频数据的出现对占主导地位的刻画波动的 ARCH 类、SV 类等模型,提出了严峻挑战。“已实现”波动率等新方法的出现,大大丰富了金融计量学的内容和研究视野,使之形成了自己的特色。

参考文献:

[1] Andersen T.G., Tim Bollerslev. Answering the Critics: Yes, ARCH Models Do Provide Good Volatility Forecasts [J]. Internationa Economic Review, 1998,39(4):885 - 905.

[2] Merton R.C. On Estimating the Expected Return on the Market: An Exploratory investigation[J]. Journal of Financial Economics,1980,8:323 - 361.

[3] French K.R., G.W. Schwert, et. al. Excepted stock returns and volatility[J]. ournal of Financial Economics, 1987,19:3 - 29.

[4] Hesieh D.A. Chaos and Nonlinear dynamics: Application to financial Markets[J]. Journal of Finance, 1991,46(5):1839 - 1877.

[5] Tayor S.J.X. Xu. The incremental volatility information in one million foreign exchange quotation[J]. Journal of Empirical Finance, 1997,4:317 - 340.

[6] Andersen T.G., Tim Bollerslev, et. al. Exchange Rate Returns Standardized by Realized Volatility are (Nearly) Gaussian[J]. Multinational Finance Journal, 2000,4:159 - 179.

[7] Andersen T.G., Tim Bollerslev, et. al. The Distribution of Exchange Rate Volatility[J]. Journal of American Sta-

tistical Association,2001,96:42 - 55 .

[8] Andersen T .G ., Tim Bollerslev, et .al . The Distribution of Stock Return Volatility[J] . Journal of Financial Economics, 2001,61:43 - 76 .

[9] Andersen T .G ., Tim Bollerslev, et .al .Modelling and Forecasting Realized Volatility[J] . Econometrica, 2003, 71 (2):579 - 625 .

[10] Areal N .M ., S .J . Taylor . The realized volatility of FTSE - 100 futures prices, Journal of Futures Markets[J] . 2002,22(7):627 - 648 .

[11] Blair B .J ., S .H . Poon, S .J . Tarlor . Forecasting S&P 100 volatility: The incremental information content of implied volatilities and high frequency index returns[J] . Journal of Econometrics, 2001,105:5 - 26 .

[12] Barndorff-Nielsen Ole E ., Nell Shephard . Econometric analysis of realized covariation: high frequency covariance, regression, and correlation of financial economics[J] . Journal of the Royal Statistical Society, 2002,64:253 - 280 .

[13] Oomen Roel C .A . Using high frequency stock market index data to Calculate, Model & Forecast realized volatility [EB/ OL] . http:www .panagora .com/ 2001crowell/ 2001cp - 30 .pdf 2001 .

[14] Oomen Roel C .A Modelling realized variance when returns are series correlated[EB/ OL] . http:www .iue .it/ Personal/ Researchers/ oomen/ oomen02b .pdf 2002 .

[15] Hull J .,A . White, The pricing of options on assets with stochastic volatility[J] . Journal of Finance, 1987,42:281 - 300 .

[16] Andersen T .G ., Tim Bollerslev, et .al . Analytic Evaluation of volatility Forecasts[J] . Journal of the Royal Statistical Society, 2002,34:153 - 280 .

[17] Qianqiu Liu . Essays on using high-frequency data in empirical asset pricing model[D] . Illinois: Northwestern University,2003 .

[18] Andersen T .G ., Tim Bollerslev, et .al . Realized Beta: Persistence and Predictability[R] . Working Paper,2004 .

[19] Protter P . Stochastic Integration and Differential Equations: A New Approach(Second Edition) [M] . New York: Springer Verlag, 1992 .

[20] 徐正国 . 金融市场高频/ 超高频时间序列的分析、建模与应用[D] . 天津:天津大学,2004 .

Review on the Progress of Measuring Method of Financial Market Volatility

TANG Yong, LIU Feng-tao

(*School of Management*, *Tian jin University*, *Tina jin*, 300072, *China*)

Abstract: This paper reviews the progress of measuring method, and expounds, from theoretical point of view, how to solve the problems, such as curse-of-dimensionality, parameter evaluation, etc, aiming at the limits of mainstream volatility models, such as ARCH family and SV family, in practice . The constructions of realized variance and realized co-variance, relations between them and integrated volatility&integrated diffusion matrix, empirical results from the foreign, are presented emphatically . Simultaneously, modeling by virtue of realized volatility is also recommended and being applied fields via realized volatility &future are pointed out .

Key Words: financial market; realized volatility; volatility model