

权证定价中基于 GARCH 模型族的波动率研究

徐 溪

摘 要: 传统的权证定价方法假定标的证券收益率服从对数正态分布。但现实世界中标的的证券收益率却具有尖峰厚尾分布, 波动率的聚集性, 证券市场的“杠杆作用”等特征, 因而传统定价结果可能导致偏差较大。为此, 本文以随机波动率代替历史波动率的假设, 消除金融时间序列的异方差性的影响; 运用 GARCH 模型族中的 3 种模型 (GARCH, EGARCH, GJR-GARCH) 对其进行参数估计, 及权证定价对比; 还分别就历史与随机波动率的差别、对称型与非对称型 GARCH 模型的差别, 以及理论与实际的差别进行了比较分析。结论得出这种差别的来源, 并对此进行了探讨。

关键词: 权证; 波动率的聚集性; B-S 定价公式; 非对称的 GARCH 模型; 投机性

中图分类号: F830.91 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-1894(2009)02-0051-12

一、引 言

中国证监会在 2005 年 4 月 29 日宣布了启动股权分置改革。2005 年 8 月 22 日, 我国上海证券交易所开始交易普通股票的认股权证和认沽权证。作为目前国内市场上惟一的衍生产品, 权证在金融市场上一直表现活跃。权证交易在我国的发展和繁荣, 在一定程度上可以解决我国金融结构不合理、投融资品种过于单一、金融市场的风险过大而避险工具缺乏等问题。但对于权证的定价却存在着很大的问题, 目前在权证市场上, 其理论价值与实际价格一直相差甚远。由此, 探寻理论与实际间差距的原因所在, 建立适合我国合理的权证定价方法, 对于我国金融市场的发展与稳定尤为重要。

传统的权证定价方法基于上世纪 70 年代 Fisher Black 和 Myron Scholes 提出的 Black-Scholes 模型。但近年来的诸多研究表明, B-S 模型所提出的一些假设前提与金融市场上的实际经验现象并不完全相吻合, 导致了模型运用时的局限性。针对这些局限性, 一些修正性的模型逐渐被提出。1982 年, 恩格尔 (Engle) 首先提出了自回归条件异方差 (ARCH) 模型; 1986 年波

employment with that of developed countries, comparing the employment situation with different regions and comparing with various sectors within the tertiary industry to find that traditional services-base sector absorbs too much more labours, which could not solve the unemployment problem essentially because the ability of that sector is very limited to accelerate economic growth. Furthermore, the essay will suggest that the government could large extent develop those modern sectors of the tertiary industry with larger capacity for new work opportunities to boost employment.

Key words: tertiary industry; employment structure changes; structure innovation and upgrade

勒斯勒夫 (Bollerslev) 又将其推广至广义形式, 即 GARCH 模型。而我国在权证定价理论的研究相对不多, 主要是在 B-S 模型的基础上做出相关的修正。周爱民等 (2006) 从金融计量学的角度给出了 GARCH 模型族的理论论证。汪来喜等 (2008) 给出了股票期权在 GARCH 模型下的修正定价方法。上述文献利用 GARCH 模型对比了权证定价中随机波动率与历史波动率的定价准确性比较, 但对于 GARCH 模型族中的其他非对称型 GARCH 模型并未给出理论研究与实证对比。而对于金融市场 (尤其是股票市场) 存在的一些经验现象, 如人们对利好利空消息的不对称反映, 股票市场的“杠杆作用”等, 非对称型的 GARCH 模型有可能起到更好的描述作用。鉴于此, 本文利用了 GARCH 模型族中的不同扩展模型分别进行实证研究, 并得出了相应的结论。

(一) 权证定价中理论与实际差距的原因综述

权证理论价格上理论与实际价格差异, 总体而言可归为两方面的原因: 一方面是制度方面等原因导致市场上对于价格的炒作; 另一方面则可能是由于模型对现实世界的简化或不合理导致的定价谬误。

我国作为一个金融新兴市场, 尚未具备成熟的市场机制。对于市场炒作原因导致的价格大幅偏离价值的现象, 需通过不断完善市场交易制度、市场套利和避险功能等措施逐步加以改善。

本文所关注的是第二个原因——由于模型的简化而导致的理论定价的不合理。在权证定价模型 (如 B-S 模型) 的 5 个基本参数 (正股股价、执行价格、利率、到期时间、波动率) 中, 只有波动率是有待确定的量, 其余都是已知量。因此权证价值与参数之间的定量关系很大程度上取决于波动率这一因素, 而波动率测量的准确程度很大程度上影响计算所得的权证价格。为此, 本文将着重研究如何衡量标的证券的实际波动率。

(二) 波动率的衡量问题及相应的解决方法猜想

从本质上看, 权证是一种期权, 因此一般情况下是按照期权的定价方法, 主要是按照 Black-Scholes 模型去定价的。B-S 模型以其严密的逻辑、形式上的优美及计算上的简单被广泛应用于实际领域, 但它过于理想化的假设前提与实际并不相符, 导致其理论定价存在着一定的不合理性, 主要包括: (a) 不完美市场。B-S 模型中假设不存在交易成本且证券交易是连续的, 即必须连续地微小地调整期权与股票的头寸, 以消除市场价格风险。而这两点在实务中是无法达到的, 因此需引入交易成本及非连续避险。(b) 股价的分布和波动率。B-S 模型的一个关键假定是对数正态, 并且采用的是历史波动率。然而, 这些假定却并不能包含大量的资产收益序列的经验现象, 尤其是在市场波动率相对较大的中国证券市场上。

具体而言, 本文从波动率的角度出发, 可以初步得到:

(1) 标的股价作为一种金融时间序列, 其波动性存在着明显的聚集性和爆发性。而以往采用的历史波动率的方法则无法表示这一经验现象, 因而有可能导致定价的偏差。

对此, 我们猜想是否可以采用随机波动率代替历史波动率, 优化定价方法。具体而言, 即通过 GARCH 模型对数据进行参数估计, 来描述出数据的条件异方差性, 并通过实证研究来判断它是否提高了权证定价的准确性。

(2) 金融市场的“杠杆作用”即市场对于正负冲击的反应是非对称的。尤其在卖空机制缺位的中国股票市场上, 通常利空消息会比利好消息带来更大的波动。而无论是历史波动率, 还是上文中的 GARCH 模型所表示的随机波动率, 都无法包含这一特征。

对此, 我们猜想是否可以引入 GARCH 的扩展形式——非对称的 GARCH 模型, 来描述这

种“杠杆作用”。即通过修正方差方程,使对回报的负冲击比正冲击带来更大的条件方差。

二、针对猜想的模型与方法

基于以上推测,本文将从对波动率的不同衡量方法上,探寻权证市场上理论与实际的差距所在。

目前的定价方法在波动率的探讨上,提出了历史波动率、隐含波动率、随机波动率、随机跳跃因素等方法,以求更好的表示并预测风险。本文将对上述部分理论模型做类比性的探讨,并进行实证对比检验。

(一) 采用历史波动率的传统权证定价方法

1. Black-Scholes模型 芝加哥大学的Fisher Black与斯坦福大学的Myron Scholes在1973年提出了Black-Scholes期权定价模型。该定价模型以一系列假设条件为前提,通过构造适当的资产组合,得出了著名的Black-Scholes微分方程:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + rS \frac{\partial c}{\partial S} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 = rc$$

并可求解得出欧式认股权证价格的计算公式为:

$$c = SN(d_1) - Ke^{-r(T-t)}N(d_2)$$

再根据平价理论,可得欧式认股权证的计算价格为:

$$p = Ke^{-r(T-t)}[1 - N(d_2)] - S[1 - N(d_1)]$$

$$\text{其中, } d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}; d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t};$$

其中c:权证理论价格;K:行权价格;S:标的证券现价;T-t:权证到期日距现在的时间跨度,以年为单位;r:无风险利率; σ :标的证券波动率、即以复利计算的股票年收益率的标准差;N(x):正态分布概率分布函数。

Black-Scholes模型的优点在于:(a)综合运用了当时先进的金融数学理论,通过构造动态策略消除了随机因素。(b)直接给出了欧式看涨期权的定价公式及其解析解,极大地简化了期权定价过程,并且定价效果良好。

而Black-Scholes模型的缺点如上文所述,主要在于其假设过于理想化,与实际不符。包括:

(1)不存在交易成本和连续交易保值策略的假设难以实现。

(2)不存在完全固定的无风险利率。无风险利率也会发生变化;现实中不可能在整个期权存续期内以不变的利率任意借贷;现实的市场中存在着摩擦。

(3)对经济现象的解释能力较弱。B-S模型的一个关键假定是对数正态。然而,对数正态假定并不能解释大量的资产收益序列的经验现象。其中最重要的是资产收益的尖峰和波动率聚类性。

(4)这种解析形式的定价公式一般只能对较常规的欧式备兑权证(结果只有两种盈亏状态)来定价。然而其他种类的期权,比如美式期权、亚式期权等,一般并不存在这样的解析公式。因此,对美式、路径依赖性等权证的定价却无能为力。

而针对B-S模型解析方法局限性,两种数值方法二叉树定价模型和蒙特卡罗模拟法相继被提出,也逐步成为金融界的基本定价方法。下文将详细介绍蒙特卡罗模拟法。

2. 蒙特卡罗模拟法 是一种重要的求数值积分的随机性方法。在实际应用时,其数学思想是非常直观的,可简述为:建立一个同求解问题有关的概率模型,使得所要求解的值或它的函数可表示为所建模型的数学期望(积分),然后对模型进行大量的抽样观察;最后用上述抽样生成的随机变量的算术平均值作为所求解的近似估计值。

在期权定价中,我们通常假定股票是处在风险中性的世界里,并且假定股票价格服从几何布朗运动。因此,对于对数正态分布的随机运动(lognormal random walk),我们可以把风险中性随机微分方程确切地写为:

$$d(\log S) = (r - \frac{1}{2}\sigma^2)dt + \sigma dW$$

对其积分,对于离散时间模型即有:

$$S(t + \Delta t) = S(t) + \Delta S = S(t) \exp[(r - \frac{1}{2}\sigma^2)\Delta t + \sigma \sqrt{\Delta t}]$$

接下来,借助计算机,可通过产生随机数或准随机数来模拟股票的价格路径。最后,在风险中性价格测度下,求其均值并用无风险利率对未来期望支付价值 $f(X_T)$ 贴现,即得权证价格:

$$c_t = e^{-r(T-t)} E^Q[f(X_T)]$$

蒙特卡罗方法的优点在于应用起来相当直接,能处理许多盈亏状态很复杂的情况,尤其是路径依赖性权证(到期收益依赖于中间价)。严格来说,我国目前证券市场上出现的权证均为路径依赖性权证。

但蒙特卡罗法所使用的仍然是历史波动率,仍未考虑波动率聚集性现象。

(二) 对传统方法的修正——条件异方差性

然而,传统的定价方法并未能考虑到标的证券收益率——作为一种实际的金融时间序列——具有的一些经验现象,尤其是其条件异方差性。具体包括:

(1)与正态分布相比,金融时间序列的实际分布存在着“尖峰厚尾性”。

(2)金融时间序列的波动性存在着明显的聚集性和爆发性。

(3)金融市场(尤其是股票市场)存在着“杠杆作用”。即负的回报率往往比正的回报率导致更大的条件方差。

基于以上特征,我们以随机波动率代替历史波动率的假设,通过更加有效的模型来消除金融时间序列的这种异方差性,从而修正传统定价方法的估值。

1982年,恩格尔首先提出了自回归条件异方差(ARCH)模型;1986年波勒斯勒夫又将其推广至广义形式,即GARCH模型。在随后的几十年间,GARCH模型被拓展为各种形式,共同组成了GARCH模型族,以适应不同的实际金融时间序列类别。下文将分别运用以下几种不同的条件异方差模型,并在实证检验中做出对比分析。

1. GARCH模型 即广义自回归条件异方差(Generalized Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity)模型,是在ARCH的基础上发展起来的,它能够较好地描述金融资产收益波动率的异方差现象和波动集聚现象。而这一现象是权证定价中的一项重要因素。

对于GARCH(P,Q)模型,可得其均值方程为:

$$y_t = C + \sum_{i=1}^R \phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^M \theta_j \varepsilon_{t-j} + \sum_{k=1}^{N_x} \beta_k X(t, k) \quad (1)$$

方差方程为:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^P G_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^Q A_j \varepsilon_{t-j}^2 \quad (2)$$

其中, (1) 式中, y_t 为金融资产在 t 时刻的收益率, ϕ_i 为自回归系数, θ_j 为移动平均系数, ε_t 为新信息, $X(t, k)$ 为 y_t 的解释变量矩阵。(2) 式即表示 ε_t 服从 GARCH (P, Q)

的过程, σ_t^2 为残差项 ε_t 的方差, 其系数需满足 $K > 0, G_i > 0, A_j > 0, \sum_{i=1}^P G_i + \sum_{j=1}^Q A_j < 1, i=1, 2, 3L, P; j=1, 2, 3L, Q$ 。

由此, 我们通过在方差方程中加入了残差平方和残差方差的滞后项, 对金融时间序列的条件异方差性进行了有效的表述, 并给出了计算条件异方差的方法。

在权证定价过程中, 相对于历史波动率而言, GARCH 模型的随机波动率在理论上可以更有效地计算出权证的价格变动状态, 更准确地反映权证的价值。

2. 非对称的 GARCH 模型——指数 GARCH 模型 (Exponential GARCH) 近十多年, 在 GARCH 模型的基础上, 通过对其随机误差方差方程形式的改变, 还产生了很多不同的扩展模型。其中, 指数 GARCH 模型 (EGARCH) 即是一种具有非对称性的扩展模型, 可以对金融市场中的“杠杆作用”提供有效的表述。

指数 GARCH 模型 (EGARCH) 是由内尔森 (Nelson) 在 1991 年提出的, 他改变了 GARCH 模型中对估计参数非负的强约束, 因为这样会过度地限制条件方差的变动性。在 EGARCH 中, 方差方程以对数形式给出, 即对于 EGARCH(P, Q), 方差方程为:

$$\ln \sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^P G_i \ln \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^Q g(z_{t-j})$$

其中, $z_t = \varepsilon_t / \sigma_t$, 当其服从标准正态分布时, 可得:

$$g(z_{t-j}) = L_j z_{t-j} + A_j (|z_{t-j}| - \sqrt{2/\pi})$$

其中, $g(z_t)$ 是非对称的相应函数, 它提供了一种对杠杆作用的描述: 当 z_t 为正的时候, $g(z)$ 的斜率为 $L+A$; 当 z_t 为负时, 斜率为 $L-A$ 。通过对参数值 L, A 的估计, 可以更好地反映出金融市场对冲击的响应的非对称性。

3. 非对称的 GARCH 模型二——GJR-GARCH 模型 GJR-GARCH 模型, 又称 GJR 模型。它是由 Glosten, Jaganathan, and Runkle (1994) 提出的。它同样提供了一种对于“杠杆效应”的描述方法。

GJR-GARCH (P, Q) 模型中, 方差方程为:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^P G_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^Q A_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^Q L_j S_{t-j}^- \varepsilon_{t-j}^2$$

其中:

$$S_{t-i}^- = \begin{cases} 1, & \varepsilon_{t-i} < 0 \\ 0, & \varepsilon_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

此处 $\varepsilon_{t-i} \geq 0$ 表示利好消息, $\varepsilon_{t-i} < 0$ 表示利空消息。在 GJR-GARCH 模型中, 它们对

条件方差的影响是不一样的。从方差方程中可以看出,当为利好消息时,波动的平方项系数为 A ;当为利空消息时,其系数为 $A_i + L_i$ 。由此可以看出,当 $L_i = 0$ 时,条件方差对冲击的反应是对称的;当 $L_i \neq 0$ 时,条件方差对冲击的反应则是非对称的,从而描述出金融市场,尤其是股票市场的杠杆效应。

三、实证研究

(一) 研究方法

本文的研究方法和思路如下:

(1) 本文将分别基于3种条件异方差模型(GARCH, EGARCH, GJR-GARCH模型),对标的证券进行参数估计,并在此框架下预测其未来波动率。

(2) 将其分别代入Black-Scholes定价模型,最终得到3种条件异方差模型下的权证定价结果。

(3) 最后将此结果与历史波动率下的B-S模型、蒙特卡罗模拟的定价结果,以及市场价格进行实证对比分析。

(二) 数据处理

在我国权证市场上,各种市场条件因素也在一定程度上影响权证的实际价格,如企业内的送股、配股等稀释股本的行为;新股发行导致权证行权时的摊薄效应;支付股息、股利导致权证的标的资产价值变动等的市场行为。

因此,在定价时数据的处理上,为了提高定价的准确性,我们需要考虑到我国权证市场的市场条件因素,对波动率的衡量以及定价公式进行修正。具体而言,

(1) 考虑摊薄效应。由于有些权证是需要到到期日通过发行新股来满足行权需求的,因此在Black-Scholes模型的基础上,考虑行权时的摊薄效应的定价公式应为:

$$W_t = \frac{k}{1+ak} (S_t^* N(d_1) - K^* e^{-r(T-t)} N(d_2), 0) + B e^{-r(T-t)}$$

其中:

$$\sigma_E = \frac{S \sigma_s}{S^* [1 - \frac{ak}{1+ak} N(d_1)]}$$

需要注意的是上式中的 d_1 和 d_2 的计算公式中的 σ_E 为权益价值的波动率,它应当大于公司股价的波动率 σ_s ,但不容易估算出来,为计算方便,常用 σ_s 替代 σ_E 。然而,这样的替代计算会低估权证的价值。

(2) 考虑除权后的定价。在有送股、配股和分配现金股利的情况时,假定送股比率为 p ,配股比率为 q ,配股价为 S_p ,离散分配现金股利为 D (折现额)。则上述的配股、送股和配息除权后对股价的影响为:

$$S_K = \frac{S + pS_p}{1+p+q} - \frac{D}{1+p+q}$$

根据上交所和深交所的《权证交易管理办法》,权证在除权和除息后的新行权价为:

$$K_{new} = \frac{S_K}{S} K = K \left[\frac{1 + \frac{pS_p}{S}}{1 + p + q} - \frac{D/S}{1 + p + q} \right]$$

另外,《权证交易管理办法》还规定,除权除息不改变行权比率,因此除权后的行权比率为:

$$k_{new} = \frac{k}{\frac{1 + pS_p/S}{1 + p + q}}$$

由此可得,修正后的权证价值模型为:

$$W_{K,t} = \frac{k_{new}}{1 + ak_{new}} (S_{K,t}^* N(d_1) - K_{new}^* e^{-r(T-t)} N(d_2), 0) + B e^{-r(T-t)}$$

其中,

$$\sigma_{K,E} = \frac{S_{K,t} \sigma_{S^*}}{S_{K,t}^* [1 - \frac{ak_{new}}{1 + ak_{new}} N(d_1)]}$$

$$K_{new}^* = K_{new} + \frac{1 + ak_{new}}{k_{new}} B$$

$$S_{K,t}^* = S_{K,t} + aW_{K,t}$$

(3) 考虑股本稀释效应。按照稀释效应调整后,股票价格应为:

$$S' = \frac{S \times n_S + W \times n_W}{n_S + n_W}$$

而修正后的股价对数波动率 σ' 则为:

$$\sigma' = \sqrt{w_S^2 \sigma_S^2 + w_W^2 \sigma_W^2 + 2\rho w_W w_S \sigma_S \sigma_W}$$

其中, n_S 为发行在外的股票股数; n_W 为发行在外的认股权证的股数。

再将其代入权证定价模型,即可得考虑到股本稀释效应的修正定价结果。

(三) 样本选择

本文实证研究选取上海证券交易所的日照港(600017)和中化国际(600500)作为标的证券,其对应的权证分别为日照CWB1(580015)和中化CWB1(580011),皆为欧式认购权证,存续期为一年。具体如下:

由于在运用GARCH模型族进行参数估计时,大样本的估计会更稳健,因此本文选取了两支标的股票过去一至两年内的日收盘数据:分别为日照港(600017)2006年10月17日~2008年5月30日的收盘价格,以及中化国际(600500)2005年10月19日~2007年6月12日的收盘价格,样本

总量为 396 个和 389 个。截至样本期末，日照 CWB1 和中化 CWB1 的行权比例未改变。本文定义标的股票的日收益率为 $R_t = \ln(S_t/S_{t-1})$ 。另外，由于本文对权证价值的预测，是在行权起始日之前进行的，所以在认股权证被执行之前，暂不考虑股本稀释效应。

表 1 日照 CWB1 权证和中化 CWB1 权证的主要条款

权证简称	日照 CWB1	中化 CWB1
交易代码	580015	580011
标的类型	股票	股票
权证类型	认购	认购
标的代码	600017	600500
标的简称	日照港	中化国际
行权方式	欧式	欧式
行权简称	ES0812	ES071217
首次流通份额	6160.00 万份	18000.00 万份
最新流通份额	6160.00 万份	18000.00 万份
存续期起始日	2007-12-03	2006-12-18
存续期终止日	2008-12-02	2007-12-17
权证上市日	2007-12-12	2006-12-18
行权起始日	2008-11-19	2007-12-11
行权终止日	2008-12-02	2007-12-17
初始行权价	14.2500 元	6.5800 元
初始行权比例	1:1.0000	1:1.0000
最新行权价	14.1500 元	6.5200 元
最新行权比例	1:1.0000	1:1.0000

资料来源：上海证券交易所日照 CWB1 公告、中化 CWB1 公告。

（四）参数估计

在 GARCH 模型族中，一般采用最大化对数似然函数进行估计。本文将分别对标的证券的日收益率进行 GARCH，EGARCH，GJR-GARCH 模型的参数估计，具体如下：

1. GARCH(1,1) 模型，其方差方程为：

$$\sigma_t^2 = K + G_1 \sigma_{t-1}^2 + A_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

2. EGARCH(1,1)模型，其方差方程为：

$$\log \sigma_t^2 = K + G_1 \log \sigma_{t-1}^2 + A_1 \left(\frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} - \sqrt{2/\pi} \right) + L_1 \left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right)$$

3. GJR-GARCH(1,1)模型，其方差方程为：

$$\sigma_t^2 = K + G_1 \sigma_{t-1}^2 + A_1 \varepsilon_{t-1}^2 + L_1 S_{t-1}^- \varepsilon_{t-1}^2$$

其中，
$$S_{t-1}^- = \begin{cases} 1, & \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0, & \varepsilon_{t-1} \geq 0 \end{cases}$$

参数估计结果如下：

由 GARCH 模型族的参数估计结果可知，样本中化国际的参数 GARCH(1)，ARCH(1)的 T 统计量普遍较高，可通过显著性检验。这说明它随时间推移而产生的异方差性较为显著。相比之下，样本日照港的参数 T 统计量并不高，异方差性并不显著。

表2 参数估计

	日照港			中化国际		
	参数估计值	标准误差	T 统计量	参数估计值	标准误差	T 统计量
GARCH(1, 1)						
K	0.00022519	0.00029259	0.7696	1.0607e-005	6.5805e-006	1.6119
GARCH(1)	0.76022	0.28347	2.6818	0.90365	0.021691	41.6596
ARCH(1)	0.038632	0.038435	1.0051	0.096346	0.024479	3.9359
对数似然估计值	785.878			818.358		
EGARCH(1, 1)						
K	1.4082	1.4639	0.9620	-0.10646	0.062577	-1.7012
GARCH(1)	0.79289	0.21493	3.6890	0.98348	0.0087144	112.8566
ARCH(1)	0.060672	0.080853	0.7504	0.17003	0.039875	4.2640
Leverage(1)	0.060607	0.053795	1.1266	0.092392	0.036714	2.5165
对数似然估计值	787.947			823.444		
GJR-GARCH(1, 1)						
K	0.00032075	0.00035884	0.8939	1.1011e-005	6.7728e-006	1.6258
GARCH(1)	0.67574	0.34484	1.9596	0.90688	0.019991	45.3633
ARCH(1)	0	0.056817	0.0000	0.15669	0.040789	3.8414
Leverage(1)	0.063319	0.078887	0.8027	-0.12713	0.053187	-2.3903
对数似然估计值	787.639			821.204		

注: 1. 参数K, GARCH(1), ARCH(1), Leverage(1)分别对应于模型中的K, G_1 , A_1 , L_1 。

2. 以上参数估计结果均由MATLAB7.0得出。

(五) 实证定价结果

在参数估计的基础上, 将GARCH模型族的预测结果代入Black-Scholes公式, 即可对样本权证的价格进行预测。本文将此预测结果与历史波动率下的估价, 以及实际价格进行对比, 具体如表3:

表3 权证定价结果

	日照 CWB1	中化 CWB1
预测日期	2008/06/02	2007/06/13
(1) BS-history	2.9206	11.6736
(2) MC-history	2.9311	11.6899
(3) BS-GARCH	2.8418	12.0429
(4) BS-EGARCH	2.7870	11.9994
(5) BS-GJR	2.8187	12.0413
(6) 实际市场价格	6.7700	17.9500

注: 1. 所采用的无风险利率为当期银行一年期定期存款利率。

2. 采用50 000次蒙特卡罗模拟。

四、结语与探讨

(一) 对比历史波动率与GARCH模型族的结论

由表3可得, 两支证券的市场价格均显著高于理论估值, 即标的证券的内含波动率显著高于

其理论值。而在这种情况下,一般我们将预期具有 GARCH 波动率的定价模型将比历史波动率更接近实际价格的内涵波动率。但由实证结果可知,这并不完全成立。

对比第(1)行与第(3)行可得,对于中化 CWB1, GARCH 定价结果的确更接近市场价格;但对于日照 CWB1,其定价结果却小于历史波动率下的结果,偏离实际价格更远。

接下来,我们将探究此现象的原因。由 GARCH 模型族的结构可知,相比于历史波动率, GARCH 可以更快地捕捉到标的证券收益波动率的变化。所以,当标的证券波动率有上升趋势时, GARCH 预测的波动率将高于历史平均波动率;反之则低于历史平均值。而对实证的两个样本进行计算,可得:

表 4 波动率对比

	历史平均波动率	近 20 天的平均波动率
(a) 日照港	0.6333	0.5540
(b) 中化国际	0.6225	1.1941

表 4 只是较粗略直观的比较,但可以看出,日照港的波动率呈下降趋势;而中化国际波动率则呈上升趋势。并且在 Black-Scholes 定价模型中,标的证券的波动率与权证价格是呈正相关关系的,所以可得日照 CWB1 的 GARCH 定价值应小于历史波动率定价值。而实证的结果也恰好吻合了 GARCH 模型的此性质。

根据这一实证结果,我们仍可得出 GARCH 定价模型优于传统历史波动率法的结论。因为它对市场上波动率的变化敏感度更高,因而定价结果更接近权证的真实价值,即使它偏离市场价格更远。因为造成与实际价格偏离的因素还有其他条件,如市场投机氛围浓,交易制度的缺陷,人为的炒作等。

(二) 对比对称型与非对称型的 GARCH 的结论

本文对两个样本进行的非对称型 GARCH 模型的参数估计总体并不显著。并且由表 3 的第(3)、(4)、(5)行可知, GARCH 模型族在整体上相对于历史波动率定价结果的对比是一致的,非对称型(包括 EGARCH, GJR)的定价结果只与 GARCH 有略微的差距。

由于非对称的 GARCH 是用于描述证券市场对于利好利空消息冲击的非对称的反应,因此可看作是对 GARCH 定价模型的一种修正。即它通过非对称的条件方差更加贴合地描述出证券市场的实际波动,因而它的权证定价结果应更加接近权证的真实价值。因此,可以推测在 2006 年至 2008 年初,这一段股票市场处于大牛市阶段,被普遍看好的时期,市场对标的证券的利好利空消息的反应较为平均。一般的利空消息的冲击效应在大牛市的背景下并不明显,“杠杆作用”并不显著。

(三) 对于理论与实际差距的探讨

表 3 中,无论是利用历史波动率法还是 GARCH 模型族的理论定价值,均远小于市场实际价格。对于实证中反映出的理论与实际间的较大差距,从根本上说是源于理论的种种趋于理想化的假设前提在现实世界中必然得不到完全的吻合。具体来说,本文将此原因的探讨又分为理论与实际两方面。

一方面,在理论方面,更加合理的定价方法还有待进一步发掘。并且在技术上:

(1) 对于实证中的两个样本权证,其行权期分别为 10 天和 5 天。所以从严格的意义上说,它们是属于百慕大式,而非欧式。但由于行权期较短,所以选择用 Black-Scholes 欧式定价模型近似求解。并且据研究表明,用于求百慕大式的二项式期权求解法在此情况下是近似等于 B-

S 欧式认股权证定价结果的。但是,定性地看,由于百慕大式介于欧式与美式之间,我们可以推算出此样本权证的价格应略大于本文实证的理论定价结果。

(2) 无论是对于历史波动率,还是 GARCH 模型族,在运用其进行实证研究时,都需要有大样本作保证,一般为 10 年或以上,才能通过数据充分反映出标的证券的内在特性。而我国权证市场是从 2005 年才开始的,短短 3 年时间并不能提供充分的研究数据资料。从而不利于运用这些模型反映标的证券的内在价值。

另一方面,理论与实际的差距很大程度上则是来自实际的证券市场上的因素。对这些综合的因素进行探究时,可将其大致分为两方面:一是交易制度不完善;二是中国股市,乃至整个金融市场的内在的投机特性。

(1) 市场交易制度尚有待完善。目前的权证市场并不成熟:首先,涨跌幅的杠杆效应和 T+0 的交易制度使得权证市场具有更高的投机性,进而导致较为严重的市场炒作。其次,我国衍生品市场的套利和避险机制的缺位。在我国证券市场上,无论是正股或权证都缺少卖空机制。虽然目前已推出创设机制,但有创设权证的条件苛刻,很难起到制约市场炒作的作用。因此推出更加合理的措施,使投资者可以通过卖空机制对冲风险,已成为当前十分迫切的问题。

(2) 更重要的因素,则是来自中国股市的内在特征——投机性特征。众多数据显示,我国证券市场,尤其是权证市场一直存在投机性旺盛的特点。主要表现在市场波动率一直高于国外的成熟市场,整个市场呈现大起大落;而实际市场价格也远高于其内在理论价值。

而对市场上投机性特征的探究,本文的解释分为两部分。

第一,投机性特征的本质,来自于我国金融市场上的投资者资金来源的结构。具体而言,我国股市的大起大落,很大程度上是源于市场上缺少可承受高风险的资金,因此很难进行真正的价值投资。相反,如果市场上是以低风险承受能力的资金为主时(例如目前我国的股市),则即使市场上资金充裕,也很难成为风险来临时的中流砥柱,从而造就了其投机性的本质,使整个股市呈现大起大落的现状。针对这一现象,除了完善规避风险的机制,同样重要的是引导增加金融市场上的高风险承受能力的资金,从根本上提高市场的稳定性。

第二,同时可用行为金融理论来解释投机性特征。由于投资者主体的多样性,所以需通过心理学、社会学等角度,研究金融市场上客观存在的人们的诸多行为认知偏差,从而修正目前已有的金融理论所存在的缺陷,或是金融市场的异常现象。

那么针对中国金融市场上这种短期内不易改变的投机性本质特征,是应当创造出相应的投机性的定价理论模型,还是通过各种手段使市场逐步走向价值回归呢?关于如何才能使金融市场走向真正的成熟与稳定,还需要学界和业界进行广泛而深入的探讨与实践。

(作者单位:上海对外贸易学院)

参考文献:

- [1] 周爱民,徐辉,田翠杰.金融计量学[M].北京:经济管理出版社,2006.
- [2] 戴维·G·卢恩伯格.投资科学[M].北京:中国人民大学出版社,2005.
- [3] 邵宇.微观金融学及其数学基础[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [4] 张树德.金融计算教程——MATLAB 金融工具箱的应用[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [5] 严武,吴永平.影响我国认股权证价格的股票收益波动因素分析[J].当代财经,2008,(02).
- [6] 汪来喜,丁日佳.基于 GARCH 模型的股票期权定价方法研究[J].金融理论与实践,2008,(02).
- [7] Bollerslev Tim. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity [J], Journal of Econometrics (1986), 74:3-30.
- [8] Peter Ritchken, Rob Trevor. Pricing Options under Generalized GARCH and Stochastic Volatility Processes[J], The Journal of Finance (1999), 1:377-402.

(下转第68页)

but by the global financial crisis, over the past year net value seriously loss, not only failed to achieve its original intention, but also to enable all parties, particularly the investors to lose confidence. It is immeasurable of QDII long-term market demand determined its function, Whether government or operating layer should deeply understand the importance of QDII system and firm its future development, at the same time, draw the lesson from this crisis, enhance to guard against of QDII risk, improve and enrich its product line, and carefully select outside institutional investors, so that QDII products to achieve its true function and significance.

Key words: QDII products; financial crisis; risk management



(上接第61页)

A Study of Volatility in Warrants Pricing Based on GARCH Family Models

XU Xi

Abstract: The traditional pricing methods of warrants assume that the yield of the underlying stock follows the log-normal probability distribution. But in reality it failed to take into account the experiential phenomenon of the financial time series, such as the cluster and fat tail phenomena of the distribution; the aggregation of volatility; the leverage effect in securities market, etc, which may lead to price variance between theory and practice. In this paper, historical volatility is replaced by stochastic volatility to remove the impact of conditional heteroscedasticity of financial time series. GARCH Models (including GARCH, EGARCH, GJR-GARCH) will be used to estimate the parameters of the yield of the underlying stock and to price the warrants. Further more, we will analyze and discuss the differences between historical volatility and stochastic volatility; between symmetric and asymmetric GARCH models; and between theory and practice. In the conclusion, besides the imperfect theoretical model and the incomplete trade systems, the speculativeness of China Stock Markets is the main reason of such price variance.

Key words: warrants; volatility aggregation; Black-Scholes; asymmetric GARCH models; speculativeness