

基于分位数回归模型的资产价格泡沫对市场风险的影响

冷冬¹, 巴曙松^{1,2}

(1. 中国科学技术大学管理学院, 安徽合肥 230026; 2. 国务院发展研究中心金融研究所, 北京 100010)

摘要: 资产“泡沫”是指资产的市场价格对其基础价值的偏离。泡沫的存在会改变投资者预期, 助推资产价格上涨, 使投资者低估风险, 危及市场稳定运行。在度量沪深股票市场中的泡沫程度的基础上, 应用分位数回归模型研究了泡沫对市场风险的影响。得出以下结论: 泡沫与市场风险存在相关关系, 泡沫越大市场风险越大, 且泡沫对长期风险的影响比短期风险更大。市场风险受到短期泡沫和长期泡沫的共同影响。泡沫在短期内助推资产价格上涨, 使短期内市场风险下降; 而长期来看, 泡沫破裂可能性增大, 市场风险增加。

关键词: 泡沫; 市场风险; 分位数回归; 条件 VaR

中图分类号: F830.9 **文献标识码:** A doi:10.3969/j.issn.0253-2778.2014.12.010

引用格式: Leng Dong, Ba Shusong. Impact of asset price bubble on market risk based on quantile regression model[J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2014, 44(12):1019-1023, 1032.
冷冬, 巴曙松. 基于分位数回归模型的资产价格泡沫对市场风险的影响[J]. 中国科学技术大学学报, 2014, 44(12):1019-1023, 1032.

Impact of asset price bubble on market risk based on quantile regression model

LENG Dong¹, BA Shusong^{1,2}

(1. School of Management, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China;
2. Institute of Finance, Development Research Center of the State Council, Beijing 100010, China)

Abstract: Asset price bubble is the deviation of price from the fundamental values. The existence of a bubble changes investors' expectations, boosts asset prices and causes investors to underestimate risk, and endangers the stability of market operation. Here, the bubble of Shanghai and Shenzhen stock market was measured, and the impact of bubbles on market risk based on quantile regression model was studied. The results show that market risk is correlated with bubbles; the larger the bubble, the greater the risk, and the greater its impacts on long-term risk than on short-term risk. Both short-term bubble and long-term bubble affect market risk; while in the short term, a bubble boosts asset prices and reduces risk; while in the long term, the probability of a bubble's collapse increases, thus increasing market risk.

Key words: bubble; market risk; quantile regression model; conditional VaR

收稿日期: 2013-06-24; 修回日期: 2013-10-15

作者简介: 冷冬, 男, 1989年生, 硕士. 研究方向: 金融风险. E-mail: ldlover@mail.ustc.edu.cn

通讯作者: 巴曙松, 博士/教授. E-mail: bashusong@163.com

0 引言

“泡沫”可以定义为资产的市场价格对其基础价值的偏离,一般是指由于投机交易造成的价格高估.对资产价格泡沫的研究,最早是建立在“有效市场假说”的基础上. Blanchard 等^[1-2]提出了“理性投机泡沫”理论,在理性预期条件下,资产价格中存在泡沫成分,即资产价格与价值之间存在理性偏差.另一种泡沫理论是基于行为金融和信息不对称理论的“非理性投机泡沫”理论.“非理性投机泡沫”理论认为,资产价格的偏离源于市场中个体投资者的信息不对称和投资决策的异质,包括 De Long 等^[3]提出的正反馈交易策略模型、噪音交易者模型和 Lux^[4]的羊群行为模型.资产价格对基础价值的偏离是长期存在的,原因之一是随机扰动的长期存在.随机扰动一般假设为均值为零的白噪声过程.如果价格仅仅围绕基础价值进行白噪声波动,则不应该将这种偏离称为“泡沫”,应更多地考虑投机性交易导致的价格偏离. Rosser^[5]将投机性泡沫定义为“一段时间内并非由于随机扰动造成的价格偏离基本价值的现象”.

泡沫对金融系统的影响在于加剧市场的周期性波动,影响金融系统的稳定.泡沫的存在会影响投资者的盈利预期,助推资产价格上涨,放大价格波动.另一方面,泡沫的存在会使投资者低估风险.投资者的市场行为表现出“有限理性”,资产价格的上涨会导致投资者盲目乐观,忽略了风险的存在.金融系统的波动与经济运行会产生正反馈效应,资产泡沫的破裂也会对实体经济运行造成灾难性影响.历史上多次经济危机,都是由资产泡沫破裂引发的.研究市场中泡沫的状态以及泡沫对市场风险的影响,对防范和化解泡沫破裂造成的严重危害,维护金融市场稳定存在重要意义.

通过市盈率、托宾 Q 等指标可以间接度量泡沫的相对程度.要对泡沫进行直接度量,前提是确定股票的内在价值.股票的基础价值是无法直接观察到的,而通过未来收益资本化的方法可以对股票估值,具体方法有股利贴现模型和 Ohlson^[6]提出剩余收益模型(F-O 模型).国内学者^[13-15]应用和改进 F-O 模型对中国股市泡沫程度进行了研究.

市场风险的度量方法中, VaR (value at risk) 模型应用最为广泛. VaR 是指在给定的置信水平下,金融资产在未来一段时间内可能发生的最大损失.

置信水平为 α 的 VaR 可以表示为

$$\text{prob}(\Delta P \leq \text{VaR}_\alpha) = 1 - \alpha,$$

其中, ΔP 表示金融资产在未来一段时间内可能发生的损失. VaR 也可理解为,在未来一定时间内,损失大于 VaR 的概率为 $1 - \alpha$.

从 VaR 的表达式可以看出, VaR 实际上是收益率累计概率函数的分位数.通过分位数回归的方法,可以研究泡沫对收益率分位数的解释性.分位数回归方法由 Koenker 等^[7]提出,与均值回归相比,分位数回归方法更加稳健,同时可以避免收益率分布函数形式对 VaR 估计的影响. Engle^[8]将分位数回归模型用于 VaR 的计算,提出条件自回归 CAViaR 模型,得到该模型对厚尾情况更加适用的结论. Xiao 等^[9]提出了 GARCH 模型的条件分位数回归模型,并给出了两步估计. Schaumburg^[11]应用非参数分位数回归对极端风险值进行预测,发现该方法对极端风险预测优于其他模型.

作为一种风险因子,泡沫程度的变化会对市场风险的产生影响.本文拟使用分位数回归模型,通过估计泡沫条件下的 VaR 值,以研究泡沫如何对市场风险产生影响.

1 泡沫条件下的 VaR 估计

1.1 泡沫度量方法

由于股票的基础价值无法直接确定,所以在现实市场中常使用一段时间内的均衡价格进行替代,“泡沫”也被解释为价格对均值回归的偏离.移动均值对价格趋势变化的揭示性取决于窗格的长度,长窗格反映的趋势较为平滑,短窗格更能反映出趋势的变化.本文中泡沫的定义为资产价格对均衡价格的偏离,借鉴 Wong^[12]的方法对计算移动均值窗格长度进行动态调整,使之更好地反映出价格偏离的周期性波动.

假设资产价格序列为 $\{X_n\}$,第 n 天的对数收益 $R_n = \ln(X_n / X_{n-1})$.对于第 n 天的收益 R_n ,设置一个长度为 t 的时间窗格,将过去 t 天中高于和低于 5% 的数据过滤.例如,令 $t=500$,当 $R_n \leq Q_{0.05}$ 或者 $R_n \geq Q_{0.95}$ 时, $R_n = 0$.生成替代价格序列 $\{P_n\}$,令 $P_n = X_n, P_{n-1} = X_n / D_n$,其中, $D_n = \exp(R_n)$.

定义第 n 天的均衡价格 μ_n 为从 n 时刻起过去 m 天 P_n 的均值,即

$$\mu_n = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m P_{n-i+1},$$

窗格的天数 m 根据价格波动变化进行动态调整:

$$m = \text{int} \left[\min \left\{ \frac{\text{stdev}(X_n, X_n, \dots, X_{n-250})}{\text{stdev}(X_n, X_n, \dots, X_{n-500})} \times 500, 500 \right\} \right] \quad (1)$$

最后根据定义 $B_n = X_n / \mu_n - 1$, 计算得到第 n 天的泡沫值.

上述方法在度量泡沫时进行了两个调整, 一是利用过滤调整后的替代价格计算均衡价格. 经过过滤调整, 使得新生成的价格序列是持续增长的, 并且泡沫值不会特别剧烈出现, 泡沫度量更加平滑. 二是根据价格波动调整窗格天数. 直接使用固定天数窗格计算的均衡价格偏离会受到价格长期趋势变动的影 响, 根据波动率将计算移动平均价格的天数缩减, 可以减少价格长期趋势对泡沫度量的影响, 更好地识别出周期性波动.

1.2 分位数回归模型

分位数回归 (quantile regression) 是一种因变量分位数与解释变量之间相关关系的估计方法, 由 Koenker 等^[10] 于 1978 年提出. 传统的最小二乘估计 (OLS) 方法是通过使残差平方和最小得到参数估计值, 而分位数回归方法是通过使误差绝对值之和 (LAD) 最小得到参数的估计值. 相比最小二乘方法, 分位数回归无需很强的分布假设, 回归结果在残差不服从正态分布时更加稳健.

假设因变量 Y 的概率分布为

$$F(y) = \text{prob}(Y \leq y),$$

$\{y_i; i=1, \dots, n\}$ 为 Y 的样本. 对于任意 $\tau \in (0, 1)$, Y 的 τ 分位数位定义为 $q_\tau = \inf\{y: F(y) \geq \tau\}$.

假定解释变量 X 为 $K \times 1$ 维的随机变量, $\{x_i; i=1, \dots, n\}$ 为 X 的样本. 则分位数回归模型可以被定义为

$$y_i = x_i' \beta_\tau + \mu_{i,\tau}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

对于样本 $\{x_i, y_i\}, i = 1, \dots, n$, 参数 β_τ 的估计值可以由最小化目标函数 $\sum_{i=1}^n \rho_\tau(y_i - x_i' \beta_\tau)$ 得到, 其中, $\rho_\tau(\mu) = (\tau - I(\mu < 0))\mu$. $I(\mu < 0)$ 为示性函数, 即

$$I(\mu < 0) = \begin{cases} 1, & \text{if } \mu < 0; \\ 0, & \text{if } \mu \geq 0. \end{cases}$$

在得到 β_τ 的估计值后 $\hat{\beta}_\tau$, 条件分位点函数即为 $q_\tau(Y | X = x) = x \hat{\beta}_\tau$.

1.3 条件 VaR 估计和模型准确性检验

研究泡沫条件下市场风险变化, 可以被称为泡沫下的条件 VaR 估计. 条件 VaR 即收益率条件分布的分位点. 给定信息向量 X_t 下的条件 VaR 的表达式为

$$\text{VaR}(p | X_t) = F^{-1}(1 - p | X_t).$$

估计条件 VaR 需要事先假定收益率的条件分布的形式. 本文通过分位点回归模型, 避免了收益率条件分布形式假设和估计. 在泡沫条件下的条件 VaR 可以表示为

$$Q_y(\tau | B = B_n) = \alpha + \beta B_n \quad (3)$$

对模型进行似然比检验, 可以检验模型的准确性. 假定估计条件 VaR 的置信水平为 α , 检验天数为 T , 在所检验的天数中损失大于条件 VaR 的次数为 N , 那么模型预测失败的频率为 N/T . 检验条件 VaR 模型的准确性即可检验失败概率是否显著异于 α . 在原假设 $H_0: p = \alpha$ 成立的条件下, LR 统计量近似服从自由度为 1 的卡方分布:

$$\text{LR} = 2 \ln \left[\frac{(1 - N/T)^{T-N} (N/T)^N}{(1 - p^*)^{T-N} (p^*)^N} \right] - 2 \ln \left[\frac{(1 - p^*)^{T-N} (p^*)^N}{(1 - p^*)^{T-N} (p^*)^N} \right] \sim \chi_1^2 \quad (4)$$

根据 LR 统计量的值, 可以判断在一定置信水平下能否拒绝模型预测准确的原假设, 检验模型的好坏.

2 实证研究

本文选取上证综指、深证成指 2002-02-01 ~ 2012-08-31 之间 2 564 个交易日数据进行模型实证, 并使用 2012-09-14 ~ 2013-03-27 的 126 个交易日数据检验模型有效性. 对数收益率数据描述性统计分析如表 1 所示. 从表 1 可以看出, 上证综指、深证成指对数收益率数据表现出“尖峰和负偏”的特性, J-B 统计量显著超出临界值, 拒绝正态假设.

2.1 利用均衡价格偏离度量股指泡沫

首先根据市场周期性设置时间窗格和模型参

表 1 沪深股指描述性统计分析

Tab. 1 Descriptive statistical analysis of Shanghai and Shenzhen stock index

	均值	最小值	标准差	偏度	峰度	J-B 统计量	p-value
上证综指	0.000 13	-0.092 56	0.016 74	-0.175 56	6.612 62	1 407.453	0.000
深证成指	0.000 40	-0.097 50	0.018 52	-0.211 00	5.806 90	860.733 8	0.000

数. 经过观察可知, 2007~2009 年之间, 沪深股市完成了一次上涨下跌周期, 因此将窗格的长度设置为 500 个交易日(即 2 年)是比较合适的. 这样可以涵盖一个完整周期, 并排除过多历史信息的影响. 为减少长期趋势对泡沫测量的影响, 根据过去 250 个交易日(1 年)的价格波动程度与过去 500 个交易日波动程度的比较情况, 将均衡天数缩短为 m . 最后根据模型对沪深股指进行泡沫度量, 结果分别如图 1, 2 所示.

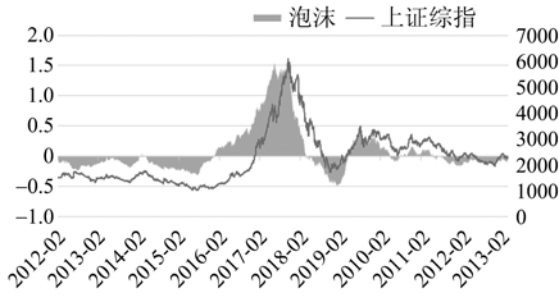


图 1 上证综指泡沫度量结果

Fig. 1 Estimated of bubbles of Shanghai stock index

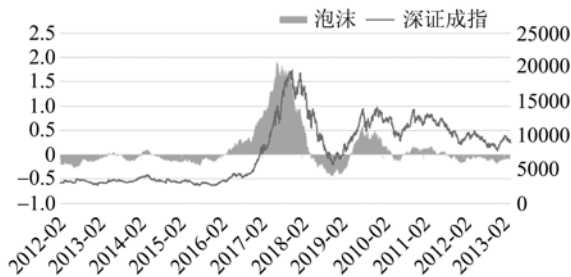


图 2 深证成指泡沫度量结果

Fig. 2 Estimated of bubbles of Shenzhen stock index

从图 1, 2 可知, 我们计算得到的泡沫值变化方向与市场保持同步, 能够较好地识别出价格偏离的方向性变化. 2006 年之前市场波动较为平稳, 泡沫值较低. 2006 年开始股指快速上涨, 泡沫出现并持续上升. 至 2007 年 4 月泡沫达到最高程度, 略微提前于 2007 年 8 月市场“崩溃”的发生. 泡沫的周期稍微领先于市场, 可以对未来的市场风险提供预判依据. 从 2009 年到 2013 年, 股指持续缓和震荡下行的过程中, 泡沫值并没有持续减少, 而是反映出周期性

的波动. 这是由于缩短了均衡价格计算天数, 减少了长期趋势的影响.

2.2 分位数回归法研究泡沫对市场风险的影响

在对沪深股票市场进行泡沫度量后, 我们应用分位数回归方法对泡沫与市场风险的关系进行研究. 考虑最简单的模型

$$Q_{\tau}(\tau | B = B_n) = \alpha + \beta B_n.$$

在 0.95 的置信水平下, 沪深指数的分位数回归结果如表 2 所示. 由表 2 可以看出, 置信水平 0.95 下, 常数项和泡沫的回归结果十分显著, 泡沫与市场风险存在明显的相关关系. 条件 VaR 值一般取分位数的负值, 用以表示损失的大小. 回归结果表明, 市场中存在的泡沫越大, 市场风险越大.

接下来考虑泡沫对不同期限市场风险的影响. 在 0.95 的置信水平下, 分别使用提前 20 天(1 个月)和 40 天(2 个月)的泡沫进行分位数回归, 结果如表 3 所示.

表 3 分别考虑了泡沫对 1 个月和 2 个月后市场风险的影响, 回归的结果依旧非常显著. 可以得到与之前相同的结论, 即市场中存在的泡沫越大, 市场风险越大. 对比系数可以发现, 泡沫对 2 个月后的市场风险的影响比 1 个月后的市场风险影响更大, 也就是说泡沫对长期风险的影响更明显.

同时考虑短期和长期的泡沫对市场风险的影响. 对模型的形式进行调整, 考虑模型

$$Q_{\tau}(\tau | B = B_n) = \alpha + \beta_1 B_n + \beta_2 B_{n20},$$

在 0.95 的置信水平下, 收益率同时对短期和长期泡沫进行分位数回归的结果如表 4 所示. 回归结果显示, 当天泡沫的系数为正值, 泡沫使当天的市场风险减小; 提前 20 天泡沫的系数为负值, 说明 1 个月前的泡沫使得市场风险增加. 这与一般结论是一致的, 投资者进行投资选择时, 不只关注资产的基础价值, 也会考虑盈利预期, 泡沫的存在会改变投资者的盈利预期, 推动资产价格进一步上涨, 因此泡沫使短期内的风险降低. 但是长期来看, 如果资产价格偏离持续存在, 泡沫破裂的可能性会上升, 泡沫使得长期风

表 2 收益率对泡沫的分位数回归结果

Tab. 2 The results of quantile regression

		估计值	标准差	t 统计量	p-value
上证综指	常数项	-0.026 04	0.001 03	-25.293 83	0
	B	-0.008 07	0.002 406	-3.353 289	0.000 8
深证成指	常数项	-0.028 21	0.000 997	-28.286 39	0
	B	-0.007 48	0.003 047	-2.455 797	0.014 1

表 3 收益率对不同期限泡沫的分位数回归结果

Tab. 3 The results of quantile regression of long-term bubbles

		估计值	标准差	t 统计量	p-value
上证综指	常数项	-0.025 59	0.000 998	-25.627 6	0
	B(-20)	-0.010 73	0.002 845	-3.771 607	0.000 2
	常数项	-0.025 85	0.000 952	-27.146 9	0
	B(-40)	-0.013 34	0.002 853	-4.675 303	0
深证成指	常数项	-0.027 81	0.001 033	-26.925 1	0
	B(-20)	-0.009 96	0.002 42	-4.113 11	0
	常数项	-0.027 36	0.001 004	-27.253 6	0
	B(-40)	-0.012 95	0.002 628	-4.926 35	0

表 4 同时考虑短期泡沫和长期泡沫的分位数回归结果

Tab. 4 The results of quantile regression considering both long- and short-term bubbles affect

		估计值	标准差	t 统计量	p-value
上证综指	常数项	-0.024 98	0.000 843	-29.618 47	0
	B	0.048 358	0.008 935	5.412 103	0
	B(-20)	-0.059 12	0.009 551	-6.189 64	0
深证成指	常数项	-0.026 77	0.001 039	-25.776	0
	B	0.044 948	0.010 838	4.147 138	0
	B(-20)	-0.052 31	0.009 234	-5.664 28	0

险增加。

最后,通过似然比检验方法检验模型的准确性.在 0.95 的置信水平下,模型 1:

$$Q_{\tau}(\tau | B = B_n) = \alpha + \beta B_n$$

和模型 2:

$$Q_{\tau}(\tau | B = B_n) = \alpha + \beta_1 B_n + \beta_2 B_{n-20}$$

的似然比检验结果如表 5 所示.从表 5 可以看出,LR 统计量超过临界值,在 0.95 的置信水平下无法拒绝原假设,因此模型的预测结果是比较准确的.同时可以看出,模型 2 的准确性高于模型 1,说明市场风险受到短期泡沫和长期泡沫共同影响的结论更符合现实情况.

表 5 模型效果检验

Tab. 5 Back-testing results of models

		模型	失败数	LR 统计量	p-value
上证综指	模型 1	3	2.238 529	0.134 609	
	模型 2	3	1.237 569 641	0.265 939 958	
深证成指	模型 1	4	1.009 871	0.314 934	
	模型 2	4	0.365 411 091	0.545 516 305	

3 结论

本文度量了沪深股票市场中泡沫的程度,从泡沫与市场风险的关系,不同期限泡沫对市场风险的影响,不同市场环境下泡沫对市场风险影响的影响效果这 3 个角度,通过分位数回归方法研究了泡沫

对市场风险的影响,最后检验了模型准确性.得出结论:泡沫与市场风险存在相关关系,泡沫越大市场风险越大,且泡沫对长期风险的影响比短期风险更大.市场风险受到短期泡沫和长期泡沫的共同影响.泡沫在短期内助推资产价格上涨,使短期内市场风险下降;而长期来看,泡沫破裂可能性增大,市场风险增加.

从本文实证研究的结论看,对于泡沫存在的情况下市场风险的防范,我们更应该注重长期风险.泡沫持续增长会破坏金融系统的稳定性,随着时间的增加,泡沫破灭的概率更大,造成的市场危害更加严重.特别是资产价格快速上涨偏离均衡价格时,应对未来可能出现市场风险做好提前应对,例如根据泡沫的大小进行逆周期的风险准备金计提,尽量减小泡沫破裂时的损失.同时也应认识到,短期内适度泡沫的存在,对繁荣市场、引导资源配置等方面也起到一定的积极作用.如何根据泡沫程度变化进行风险计提,对冲泡沫对未来风险的影响,是今后进一步研究的方向.

参考文献 (References)

[1] Blanchard O J. Speculative bubbles, crashes and rational expectations[J]. Economics Letters, 1979, 3(4): 387-389.

(下转第 1032 页)