

极端波动下的黄金期货保证金水平研究

A Study on the Margin Levels of Gold Futures under Extreme Fluctuations

陈秋雨

(上海期货交易所博士后科研工作站, 上海 200122)

摘要：我国目前基于经验的静态保证金水平对价格波动不敏感，在大部分时间里过度占用投资者资金且资金使用率低下，但在市场波动剧烈时又不能覆盖足够的风险，需要发展适合我国国情的保证金水平设置方法。本文以黄金期货为研究对象，利用重现水平、超越门槛值法和期望不足研究了黄金期货结算保证金和交易保证金水平，并结合流动性风险来探索既覆盖足够风险、又能最大限度提高资金利用率并增强流动性的黄金期货保证金体系。研究发现，考虑了流动性风险后的正常交易日交易保证金水平应为5.4%，风险加大时可提高到6.4%。结算保证金率可视风险覆盖时间长短的需要选择5%至6%。

关键词：黄金期货 保证金水平 极值理论 重现水平 期望不足

基金项目：上海市博士后科研资助计划（重点项目），编号为12R21421000

一、引言

国内外期货市场确定保证金水平的方法有两种：一是动态调整方法，即按价格的变动量确定；二是静态调整方法，即按期货合约价值确定。动态保证金计算方法主要有两类：一是基于整户风险的计算方法，如SPAN系统和TIMS系统；另一种是采用单一模型计算期货头寸风险，如香港期货交易所采用的EWMA模型、台湾期货交易所采用的风险价格系数法（VaR模型）等。静态保证金采取的是比例保证金制度，目前只有包括我国在内的少数几个亚洲交易所在使用。

目前我国的结算保证金分为结算保证金和交易保证金两大类。期货公司会员与非期货公司会员的结算准备金最低余额分别为200万元和50万元。交易保证金又分为初始保证金和追加保证金。初始保证金是投资者参与交易时必须存入其保证金账户的金额，一般为5%~8%，期货公司会在此基础上向客户加收2%~5%。交易所实行逐日盯市制度，当账户余额低于维持保证金时，交易者必须将保证金追加至初始保证金水平，追加部分即为追加保证金。

保证金水平的合理设置是期货市场运行中最重要的环节之一。保证金设置过低

容易导致违约风险的产生，使交易所或经纪商面临很大的市场风险。但过高的保证金又增加投资者的交易成本，会降低市场流动性。而我国基于经验的静态保证金水平设置对价格波动不敏感，在大部分时间里会过度占用投资者资金，使资金使用率低下；而在小部分市场波动剧烈时期内又不能覆盖足够的风险。因之，此种静态的比例保证金设置方法缺乏效率，已经很难适应期货市场的发展，需要探讨适合我国国情且高效的保证金系统。本文即基于上海期货交易所（SHFE）上市的黄金品种案例，来探讨期货保证金水平的合理设置问题。我们选择黄金品种是由于它在金融市场上的特殊地位——它兼备货币属性、金融属性和商品属性，针对于该品种的保证金水平设计对其他品种具有示范意义。本文试图利用极值理论和期望不足理论，并充分考虑流动性风险的影响，来探讨合理的黄金期货结算保证金和正常交易日交易保证金水平，以能有效覆盖风险并提高资金使用效率。

本文结构安排为：第二部分梳理已有的极值理论、期望不足（ES）理论和黄金期货保证金设置的相关文献，第三部分为样本和数据，第四部分为实证结果，第五部分为结论。

二、文献综述

传统的VaR计算方法在市场正常波动下较为准确地衡量了资产组合的市场风险，但却无法了解尾部的分布详情。金融市场已被证实具有尖峰厚尾现象，即发生极端值的概率比其他市场要高，且具有聚集现象。与传统的风险计算方法不同的是，极值专注于处理尾部，满足人们对巨

额损失关注的要求，并具有样本外推的良好性质。McNeil（1999）把极值理论分为区块极大值法（BMM）和超越门槛值法（POT）两大类。Cotter（2007）、Ren（2010）和Tsai（2011）等研究发现极值比其他方法更可靠、敏感和精确。

重现水平（Return Level）在水文学和气候学中广泛应用，它同样也是基于子区间的一种广义极值分布下的风险测量方法，近年来开始被金融界关注，在风险管理中其实也是VaR的一种，表示在给定的概率水平下的广义极值分布的分位数，是对极端事件进行评估的有效步骤。Cooley等（2007）对美国科罗拉多州的降雨量重现水平进行了研究。Guillou（2009）、Ruggiero（2010）和Rust（2011）等研究了降雨量和洪水的重现水平，认为重现水平边界对小样本以及连续或离散随机变量均有效，是一种具有渐进性质的有效方法。

到目前为止VaR在应用中占据主流位置，但Artzner等（1997，1999）认为充当风险管理的工具必须满足一致性公理的要求，而VaR却不满足一致性公理。同时，VaR忽视了尾部风险，反映的是市场正常情况下的风险，而对于金融海啸、自然灾害等极端情况就失效了。为了改进VaR的这些缺陷，Artzner（1999）提出了期望不足（Expected Shortfall，ES）。Acerbic和Taschen（2001）提出了新的ES定义，并证明其符合一致性公理。Yamai & Yoshida（2005）、Liang & Park（2007）和Colucci（2011）等人证明了ES更能捕捉尾部的性质，降低了模型的风险，表现更为优秀。

就黄金期货品种而言，已有文献主要

在于对市场的有效性或价格发现功能（如 Pavabutr和Chaihetphon, 2008）以及黄金期货的风险溢价（Lin、Chiang and Chen, 2008; Liang、Lin and Liang, 2008）进行研究。还有学者研究了中国黄金期货市场的套保行为，如Xu、Nordén和Hagströmer（2010）检验了上海期货交易所黄金期货的套期保值效果，发现套保行为降低了黄金现货波动88%的方差。针对中国黄金期货的定量研究较少且主要集中在市场功能发挥上，如侯心强（2008）、于虎山和秦学志（2009）、田志朋和朱国彦（2009）、张艳（2011）王文杰等（2009）、李媛（2009）以及刘鸿杰等（2011），但对黄金期货市场风险及其保证金水平设置的研究尚未见报告。

总体而言，传统的VaR风险测量已经慢慢显示出其缺陷，其应用也因此而受到很多局限。在具有分形特征的市场中，发生极端值的概率比正常的市场要高，且具有聚集现象，一旦小概率事件发生后，后果将是毁灭性的，而极值专注于处理尾部，满足人们对巨额损失关注的要求。因此基于极值理论的VaR表现出了比传统VaR风险测度更优良的性质。重现水平其实也就是VaR，也是对极端事件进行评估的有效步骤。但VaR反映的是可忍受的风险值，对于超过VaR风险值后的损失一无所知。而期望不足（ES）反映的是伤害性的风险值，反映了超过VaR值之后的平均损失，正好弥补了VaR对超过VaR值之后无能为力的缺陷。在黄金期货品种研究中，由于样本连续时间序列的构造没有考虑我国黄金期货交易只有6月份和12月份合约活跃，不考虑此一特殊现象可能会导致结

果的不稳健；而大部分实证研究停留在市场功能发挥和价格关联上，对于黄金期货定量的风险控制几乎没有涉及，这是本文将着力探讨的主要问题。

三、样本和数据

本文样本选自上海期货交易所（SHFE）2008年1月9日至2011年10月20日共920个黄金期货主力合约收盘价数据。与其他期货品种相比较，黄金期货的交易有着不同的特点，交易的12个合约中，只有6月份和12月份合约交易较为活跃，其他月份交易惨淡。而黄金期货主力合约是当日所有交易的黄金期货品种合约中持仓量最大的合约，反映了黄金期货价格重心的变化以及市场趋势，并且是一个连续数据，避免了不同合约之间连接时的价格跳跃问题，因此本文选取黄金期货主力合约为研究对象。值得指出的是样本区间包含了此次金融海啸冲击阶段。本文数据处理使用了Eviews6和S-plus8两个软件，两者相结合，可以取长补短。

对黄金期货主力合约收盘价数据进行ADF单位根检验，三种形式（带截距项和时间趋势项、只带截距项、不带截距项和时间趋势项）均表明收盘价滞后一期的系数检验结果都不显著，无法拒绝存在单位根的原假设，即黄金期货主力合约序列是不平稳的。对黄金期货对数收益率进行单位根检验，ADF三种形式的检验结果为拒绝存在单位根的原假设，即黄金期货主力合约序列是一阶单整序列。由于篇幅所限，不详细列出平稳性估计结果。

四、实证结果

（一）基于极值的VaR测量

对黄金期货主力合约日对数收益率进行基本统计量检验和Jarque-Bera（JB）正态性检验，结果如表1所示，日对数收益率的均值为0.043576，偏度为-0.445028，为左偏形态，峰度为5.554734，显示日对数收益率序列并非正态分布，而是具有尖峰厚尾现象。

从图1也可以作直观判断，直方图略微左偏，QQ图中的直线代表正态分位数，而曲线代表样本的实际分布分位数，图中左右尾部的分布点都严重偏离了正态分布的直线，说明了数据存在厚尾现象，不宜使用正态分布方法进行刻画，而应该引进极

值方法。

1、广义极值分布——区块极大值法（BMM）

子区间如果过大，容易造成用来估计参数的样本个数太少，因此本文子区间分别选择5天、10天和21天进行计算，分别代表一周、两周和一个月的间隔。如此求出的参数计算如表2所示。

从表2中可以得知三种不同子区间的形状参数均小于零，属于Frechet分布，也即厚尾分布。计算出广义极值分布的VaR值如表3所示。

从表3可发现，不同的风险厌恶者对应的VaR是不一样的，风险厌恶大（99%概率）的投资者所面对的VaR必然比风险

表1 黄金期货主力合约日对数收益率基本统计量

样本数	均值	中位数	标准差	偏度	峰度	JB值	概率
919	0.043576	0.115285	1.460642	-0.445028	5.554734	280.2515	0.000000

表2 基于极大似然估计的BMM参数估计

子区间长度	形状参数 k	尺度参数 α_n	位置参数 β_n
一周（n=5）	-0.0968	0.0093	-0.0089
两周（n=10）	-0.2108	0.0085	-0.0139
一个月（n=21）	-0.1577	0.0103	-0.0195

表3 BMM方法估算的VaR

置信水平	持有期	一周VaR	两周VaR	一个月VaR
95%	1天	0.022	0.02	0.018
99%	1天	0.041	0.04	0.038

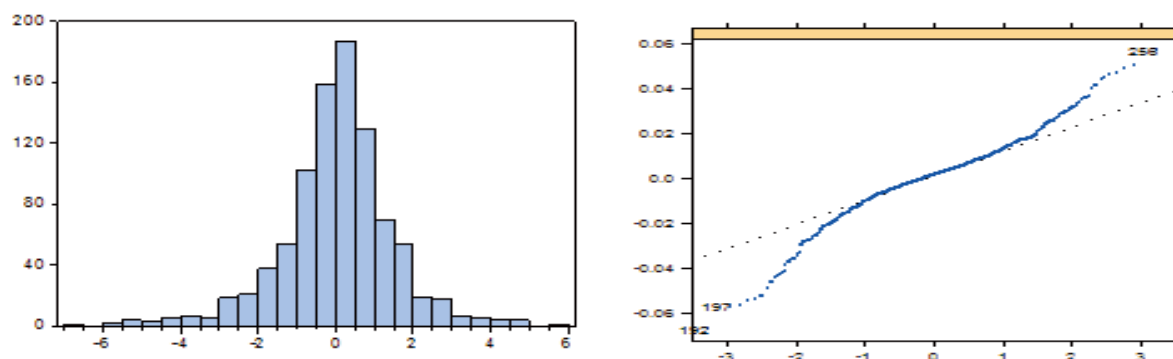


图1 JB正态性检验直方图和QQ图

厌恶小（95%）的投资者要大。然而，不同的区间长度所对应的VaR却没有必然的规律，原因在于子区间长度不同，所取的最小值必然不同。由于金融资产价格波动存在聚集情况，也就是说在一个子区间中如果最小值为5%，紧接着最小值的下一个交易日的最小值为4.9%，第三天为4.95%等等，由于只取最小值5%，另外两个也是非常小的值却被忽视了，而在另外一个子区间，如果当时处于价格波动较为平稳状态，可能其最小值只有2%，这样的结果使得所取的最小值从总样本来说并不必然是真正的最小值，所以这样的结果难以避免。

图2为残差QQ图，图上发现子区间长度为一周和两周的QQ图从中部开始偏离直线，最上方的点远离直线位置，说明子区间长度为一周和两周的拟合效果都不甚理想。而n=21时的残差QQ图上的点基本与直线非常吻合，符合指数分布的特征，因此得出结论，用BMM方法来计算VaR的最佳子区间长度为21天，也就是一个月的长度，其95%和99%一天的VaR分别是0.01874和0.037659。

可见BMM方法很大程度上依赖于子区间长度n的选择，从极值分布的角度出发，n应该选择尽可能大才能保证极小值服从极值分布，但n大了，样本量T不变，意味着区间个数g就变小，g是估计形状参数、尺度参数和位置参数的有效样本量，如果g太小，估计的三个参数可能就会产生较大的偏误，因此必须在n和g之间作出妥协，并最后检验拟合效果来确保估计的准确性。

2、广义极值分布——重现水平

重现水平涉及到三个重要参数，其中 k 为形状参数， α_n 为尺度参数， β_n 为位

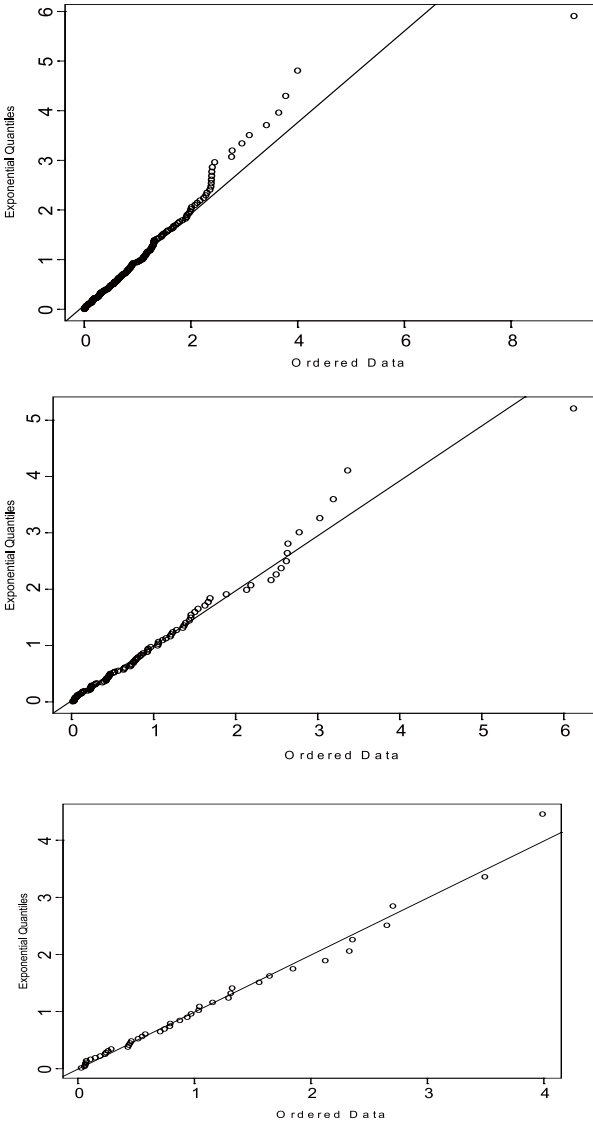


图2 n=5、n=10、n=21时的残差QQ图

置参数，已经由前面的BMM方法求出，由于前面的研究得出结论n=21时拟合效果较好，因此同样选取n=21，并将置信水平设定为95%，分别计算一季度、半年和一年的重现水平分位数，计算结果如表4所示：

表4 重现水平分位数的计算结果

时间间隔	重现水平	置信区间	
		下界	上界
一季度（n=21）	-0.029	-0.02468	-0.0355
半年（n=21）	-0.04	-0.03309	-0.05105
一年（n=21）	-0.05	-0.04076	-0.07345

从表4得知，在95%的置信水平下，一季度一遇的损失为-2.947%，其置信区间为[-2.468%~-3.55%]，半年一遇的一天损失为3.959%，其置信区间为[-3.309%~-5.105%]，一年一遇的一天损失为5.016%，其置信区间为[-4.076%~-7.345%]，从这里可以看出时间间隔越大，其重现水平越大，损失也越大。虽然黄金期货在正常交易时间涨跌停板设定为5%，但在一些特殊的时期（如节假日）会临时上调（如8%），因此一天损失超过5%的现象是正常的。

3、广义帕累托分布——超越门槛值法

门槛值的选择是该方法的关键，门槛值的不同使得形状参数 k 也不同，不同风险厌恶的投资者有着不同的门槛值，而且 η 不仅仅是一个统计问题，还跟实际观测到的数据密切相关。从图3中的指数QQ图可以看出数据点曲线向上凸，证明了数据存在厚尾现象。而从平均超越图看，在0.022附近之前，曲线呈现直线状态，之后呈现出非线性状态，通过试错，最后选定门槛值 η 为0.022，计算结果如表5所示，结果显示 $k > 0$ ，也即表明超越量的分布为帕累托分布。

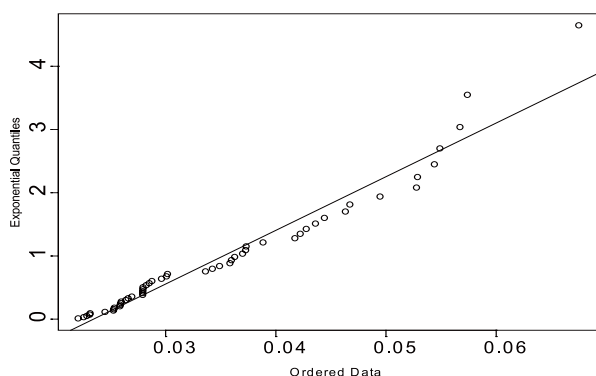


图3 超额收益率的指数QQ图和平均超越图

表5 $\eta = 0.022$ 时POT方法参数估计结果

参数	参数值	标准差	t-统计值
k	0.2831	0.1394	-2.0303
$\varphi(\eta)$	0.0170	0.0033	5.1897

VaR值结果如表6所示，估算结果意味着在95%的置信水平下，投资者一天所遭受的潜在损失小于或等于2.4066%，而在99%置信水平下则为4.5285%。

表6 POT方法估算的VaR

样本	持有期	置信水平	VaR
919	1天	95%	0.024
	1天	99%	0.045

（二）期望不足的风险测量

沿用前面所用的 $\eta = -0.022$ ，利用S-plus软件，分别计算95%和99%置信区间的期望不足，结果如表7所示。表7的结果意味着在95%置信水平下，投资者一天所遭受的潜在损失小于或等于3.689%，在99%的置信水平下则为5.3462%。

表7 期望不足估算结果

置信水平	持有期	分位数	期望不足风险值
95%	1天	0.0241	0.037
99%	1天	0.0453	0.053

（三）比较分析

比较以上基于极值理论和期望不足的不同黄金期货风险值计算结果（表8），可得到以下结果：

1、由于黄金期货收益率序列并不服从正态分布，偏度为-0.445028，峰度为5.554734，证实具有尖峰厚尾现象，所以基于正态分布的计算方法并不科学，应该引进极值理论处理尾部风险。

2、基于广义极值分布理论的BMM方法就是专注于处理样本中的最大值或最小值，也就是尾部特征，为VaR的科学计算迈出了一大步。广义极值理论虽然在正确地选择了子区间长度n的情况下给出了较为准确的风险值，但是n的选择并没有很科学的确定方法，具有很强的主观性，计算结果会因为取值的不同而出现较大的差别，所以很难把握。而在分区的过程中每个区间只选择最小的值，但波动极有可能存在聚集性，这样可能使得一个区间中次大的波动被忽略，因此在置信水平不够高的情况下容易低估风险值。由表8可见，BMM方法所计算的风险值无论在95%还是99%的置信水平下均比POT方法低。

3、基于广义帕累托分布的POT方法并不依赖于子区间长度n的选择，并且能有效地处理波动聚集性的问题，从而克服了BMM的缺陷。表8表明POT方法所计算的VaR都表现得比BMM更为保守谨慎。但是两种方法都只反映了可忍受的VaR风险值，忽视了超越VaR之后的尾部风险，对于超过VaR风险值后的损失估计无能为力。同时VaR不满足一致性公理中的次可加性和凸性标准，意味着不能用分散投资来降低风险，也难以对资产进行优化。

4、期望不足符合一致性公理，在极端情况下能很好地估计尾部风险，反映的是伤害性的风险值。它事先不需要假设样本的分布，反映了超过VaR值之后的平均损失，正好弥补了VaR对超过VaR值之后无能为力的缺陷，能更好地反映极端情况下的风险。表8表明ES的风险值比BMM和POT都大，这是因为ES反映了超过VaR之后的风险值，即小概率事件发生后，损失超过VaR后的条件期望损失，因此这是个必然的结果。

表8 各种计算方法的保证金水平

置信水平		95%	99%
计算模型			
BMM方法	一周长度	2.2%	4.1%
	两周长度	2%	4%
	一个月长度	1.8%	3.8%
POT方法	未去均值	2.4%	4.5%
ES方法	未去均值	3.7%	5.3%

5、重现水平无需选择门槛值，对小样本和中等样本、离散和连续的变量均有效，是对极端事件进行评估的有效步骤，可作为结算保证金收取的标准。从表9中可以看出，时间间隔越大，其重现水平风险值越大，损失也越大。

表9 重现水平计算的保证金水平

条目	一季度一週	半年一週	一年一週
95%置信水平	2.9%	4%	5.%
95%置信区间	[-2.468%, -3.55%]	[-3.309%, -5.105%]	[-4.076%, -7.345%]

五、结论

BMM只有在正确选择n的情况下才合理反映风险，而POT的表现更为优秀。POT反映的是人们可以忍受的风险，具有较大的实际应用价值，可以将其作为普通交易保证金来考虑。而期望不足反映的超过VaR之后的平均损失，可以将其作为谨慎交易保

证金来考虑。而重现水平则可以作为结算保证金收取的标准。

如果经济处于较为动荡的状态，则应将POT 99%置信水平的保证金作为普通交易保证金水平，即4.5%。而当市场风险加大时，应将ES 99%置信水平的保证金作为谨慎交易保证金水平，即5.3%。

但是，以上的测量仅仅基于市场波动风险，并没考虑流动性风险，Lawrence和Robinson（1998）认为，忽视流动性风险可能会造成整体风险约15%的低估。考虑到我国黄金期货的流动性特征，这个比例应该更高，如果按20%来计算，则普通交易保证金水平应为5.4%，而谨慎交易保证金水平应为6.4%，根据回溯测试，两者可分别覆盖99%和99.5%以上的价格波动。可见目前的中国黄金期货保证金水平尚有下调

的空间。

台湾期货交易所的结算保证金与维持保证金、原始保证金保持着1:1.15:1.5的固定比例，与我国的结算保证金一样存在主观性的缺点，本文所利用的重现水平测量方法则可避免这个缺点。考虑了流动性风险后，我国黄金期货一季度一遇、半年一遇和一年一遇的风险值分别为3.5%、4.8%和6%，由于最小保证金率必须大于涨跌停板的幅度，因此结算保证金率可视风险覆盖时间长短的需要选择收取5%—6%。

考虑到目前的现状，实行每日调整尚未成熟，因此建议每三个月更新模型数据，从而实现保证金动态管理。由此对黄金期货风险实行三限管制，既兼顾了资金利用率、增强流动性，同时又覆盖了足够的风险。

参考文献

- [1]Acerbi, C. & Tasche, D., 2001, "Expected Shortfall: a natural coherent alternative to Value at Risk". Working Paper, <http://www.docin.com/p-418645634.html>.
- [2]Artzner, P., Delbaen, F.& Eber, J.M.et al.,1999,"Coherent Measures of Risk[J]. Mathematical Finance",3:203—228.
- [3]Colucci, S., 2011,"How Expected Shortfall Can Simplify the Equally-Weighted Risk Contribution Portfolio". Working paper, 11.
- [4]Cooley, D., Nychka, D.& Naveau, P., 2007,"Bayesian Spatial Modeling of Extreme Precipitation Return Levels". Journal of the American Statistical Association, 102(479):824—840
- [5]Cotter, J.,2007,"Varying the VaR for unconditional and conditional environments". Journal of International Money and Finance, 26:1338—1354.
- [6]Guillou, A.,Naveau, P.,Diebolt, J.,Ribereau, P., 2009, "Return level bounds for discrete and continuous random variables", Test, 3(18).584—604.
- [7]Lawrence, C., & Robinson. G. (1998). Liquidity, dynamic hedging and value at risk. Risk Management for Financial Institutions, 63—72.
- [8]Liang, B. & Park, H ,2007, "Risk Measures for Hedge Funds: a Cross-sectional Approach". European Financial Management,13(2):333—370

- [9]Liang,C.C.,Lin,J.B.&Liang,J.M.,2008, "Nonlinear Mean Reversion and Arbitrage in the GoldFutures Market", Economics Bulletin, 6(9):1-11.
- [10]Lin, H.N., Chiang, S.M.& Chen, K.H.,2008, "The dynamic relationships between gold futures markets: evidence from COMEX and TOCOM", Applied Financial Economics Letters, 4:pp.19-24.
- [11]McNeil, A.J.,1999, "Extreme Value Theory for Risk Managers". <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.70.9298&rep=rep1&type=pdf>.
- [12]Pavabutr P. & Chaihetphon P.,2008, "Price discovery in the Indian Gold Futures Market", J Econ Finance, <http://www.brc.bus.tu.ac.th/cms/data/collector/files/pdfbrc/ABSJournal/RP52012049AB.pdf>.
- [13]Spyrou, S.,2006, "Unobservable information and behavioural patterns in futures markets: The case for Brent Crude Oil, Gold and Robusta Coffee contracts", Derivatives Use, Trading & Regulation, 12(1-2):48-58.
- [14]Ren, F.,Giles, D E., 2010, "Extreme value analysis of daily Canadian crude oil prices", Applied Financial Economics, 12(20):941-954.
- [15]Ruggiero, P.,Komar, P D.,Allan, J C., 2010,"Increasing wave heights and extreme value projections: the wave climate of the US Pacific Northwest", Coastal Engineering, 5(57).539-552.
- [16]Rust, H W.,Kallache, M.,Schellnhuber, H J.,Kropp, J., 2011, "Confidence intervals for flood return level estimates using a bootstrap approach", Kropp, J. and Schellnhuber, H.-J., Springer, 61-81.
- [17]Tsai,M.S.,Chen,L.C. 2011, "The calculation of capital requirement using Extreme Value Theory", Economic Modelling, 1(28):390-395.
- [18]Xu, C., Nord é n, L.,& Hagströmer, B., 2010, "Alchemy in the 21st Century: Hedging with Gold Futures", working paper.
- [19]Yamai, Y. &Yoshiba, T.,2005," Value-at-risk Versus Expected Shortfall: A Practical Perspective". Journal of Banking & Finance, 4(29):997-1015.

(责任编辑 孙泽生)