

文章编号:1000-6788(2006)09-0123-06

## 基于 SVAR 的 SHFE 铜期货市场功能及国际影响实证研究

张屹山, 黄琨, 赵继光  
(吉林大学商学院, 长春 130012)

**摘要:** 基于期货市场功能形成的机理, 对上海期货交易所(SHFE)铜、伦敦金属交易所(LME)铜以及我国现货铜价格进行实证分析, 发现 SHFE 铜期货市场已经具备了规避风险及价格发现的功能。利用 SVAR 模型、脉冲响应及方差分解技术我们进一步分析了影响三个市场价格波动因素的比例, 对 SHFE 市场的国际影响进行了分析, 发现无论是对新息反应的效率还是在影响铜的国际定价权方面, LME 市场总是优于 SHFE 市场。

**关键词:** 期货市场; 规避风险; 价格发现; SVAR 模型

**中图分类号:** F830.4      **文献标志码:** A

## Empirical Research of SHFE Cu Futures Market's Function and International Impact on SVAR Model

ZHANG Yi-shan, HUANG Kun, Zhao Ji-guang  
(Business School, Jilin University, Changchun 130012, China)

**Abstract:** Whether our futures market has the function of risk elusion and price finding is argued for many years. Our research finds that the SHFE Cu Futures Markets has these two basic functions already. By using the SVAR model, impulse response function and variance decomposition technique we make the quantitative description of SHFE Cu market. We conclude that LME market is better than SHFE market both on the response of new innovation and the international impact.

**Key words:** futures market; risk elusion; price finding; SVAR model

### 1 引言

铜作为工业生产的重要原材料对制造业乃至整个国民经济的发展有较大的影响。近年来铜的产销量不断增长, 2004 年全球铜的产量和消费量分别为 1573 万吨和 1648 万吨; 根据国际铜研究组织( ICSG )预测, 受到需求增加的影响, 2005 年全球铜供给缺口将达到 52.1 万吨。中国作为铜的世界第一消费大国, 自 2000 年以来, 铜的需求量一直保持 15% 左右的增长。需求量的增加, 促使铜的价格波动幅度日益增大, 这为铜行业的生产者和消费者及整个国民经济带来很大的影响。越来越多铜行业的从业者希望消除这种价格剧烈波动带来的负面影响, 而产生了大量套期保值的需求。随着这种需求的增加, 我国上海期货交易所(SHFE)的铜交易量显著增加, 从 2000 年的 534.8 万手增加到 2004 年的 2675 万手。

众所周知, 期货市场形成的最根本的原因就是套期保值的需求。一个完善的期货市场能够基于这样的需求发挥规避风险和价格发现两大基本功能, 从而转移价格波动导致的风险, 起到稳定经济发展的作用。我国的期货市场是否具有这两大基本功能一直是国内学者关心与争论的问题, 然而解决这一问题首先要明确两大功能形成的机理。期货市场之所以能够规避风险是因为对同一种商品, 在现货市场和期货市场同时存在的情况下, 在同一时空内会受到相同的经济因素的影响和制约, 因而一般情况下两个市场的价格变

收稿日期: 2005-08-26

资助项目: 教育部重大项目(02JAJD790007, 02JAZJD790008)

作者简介: 张屹山(1949-), 男, 吉林长春人, 吉林大学商学院院长, 博士生导师, 研究方向: 金融市场、企业理论; 黄琨(1982-), 男, 山东青岛人, 吉林大学数量经济硕士, 研究方向: 金融市场; 赵继光(1963-), 男, 山东莒南人, 吉林大学数量经济学博士生, 研究方向: 金融市场。

动趋势相同,并且随着期货合约临近交割,现货价格与期货价格趋于一致.通过套期保值,即利用两个市场的这种关系,在期货市场上采取与现货市场上数量相同但方向相反的交易,从而在两个市场上建立一种相互冲抵的机制,无论价格怎样变动,都能取得在一个市场亏损的同时在另一个市场盈利的结果.最终,亏损额与盈利额大致相等,两相冲抵,从而将价格变动的风险基本转移出去.期货价格是在比较合理的现货价格基础上确定的.期货价格能够引导发现现货价格其原因是:期货价格是在专门的、规范化的期货交易所内形成的.期货交易所聚集了众多的买方和卖方,通过场内出市代表,把自己所掌握的对某种商品的供求关系及其变动趋势的新息集中到交易场内.同时,所有期货合约买卖都必须在交易所的交易场内通过公开竞价的方式进行,不允许场外交易,所有买方和卖方都能获得平等的买卖机会,都能通过场内出市代表表达自己的真实意愿,从而使期货市场成为一个公开的自由竞争的市场.形成的期货价格能够比较准确地反应真实的供求状况及其变动趋势.在市场的规范性和规模化达到一定程度时,期货价格还会对区域乃至国际现货市场价格的确定(即所谓的定价权)具有重要影响.在现实中,同一品种的不同期货市场形成的期货价格之间有密切的关系.

国内的 SHFE 铜期货交易始于 1991 年,至今有十几年的历史.铜期货也是国内唯一的历经风雨而交易规模稳步扩大的期货品种.伦敦金属交易所(LME)是国际最权威的铜期货交易所.1877 年 LME 成立时就推出铜期货交易,迄今已有百年的历史,无论是在交易规模还是在铜的定价权方面都具有很强的国际影响力.近年来,随着我国期货市场的发展速度的加快,SHFE 市场与 LME 市场的期货价格的关系也日趋密切.然而国内的文献研究没有基于这种关系对两个市场的效率的比较及 SHFE 市场的国际影响力等问题进行定量的刻画.

本文的研究首先从期货市场的两大基本功能入手,利用 ADL 模型、Granger 非因果关系检验等计量手段对 SHFE 铜期货市场是否具备规避风险及价格发现的功能这一有争议的问题进行了实证分析,研究发现 SHFE 市场已经具备这两大基本功能.在此基础上,我们利用 SVAR 模型、脉冲响应函数考察 SHFE 市场与 LME 市场的铜期货价格对于新息的动态反应周期从而判断两个市场对于价格波动的反应效率,接着通过对两个市场的结构式方差的分解定量得到两者之间相互影响程度,从而确定现阶段 LME 市场的铜期货价格仍然具有国际定价权,而 SHFE 市场的铜期货价格对于 LME 价格的形成仅有较小比例的影响.文章的最后是我们的总结及对于 SHFE 铜期货市场发展的建议.

## 2 实证研究

### 2.1 SHFE 市场功能的研究

国外学者对期货市场功能的研究较早. Bigman 等人于 1983 最早提出了期货市场简单有效性的检验模型:  $S_t = a + bF_{t-r} + \epsilon_t$ , 即利用交割日的现货价格对距离交割日某固定时间的期货价格进行回归, Bigman 认为如果期货市场具有价格发现功能,则期货价格应该是目前所有新息的即时反应,在理性预期的假设下,回归系数应该为  $a > 0, b = 1$ . 该模型对芝加哥期货交易所大豆、小麦、玉米三个品种的期货价格发现功能进行了实证检验<sup>[1]</sup>. 但上述检验方法引起了广泛的争议. Maberly(1985)认为, Bigman 对期货价格的检验结果  $a > 0$  和  $b = 1$  并不意味着期货价格具有价格发现功能,上述现象的产生是由于应用普通最小二乘法“删除样本”数据的结果<sup>[2]</sup>. Elam 和 Dixon(1988)认为:由于期货价格和现货价格数据是非平稳的,因此传统检验  $a > 0, b = 1$  的  $F$  统计量存在偏误,不再适用<sup>[3]</sup>. Shen 和 Wang(1990)建议使用 Engle-Granger(1987)提出的协整检验来检验期货市场的价格发现功能<sup>[4]</sup>.

Lai(1991), Schroeder(1991)以及 Quan(1992)等人利用协整检验分别对远期外汇、生猪、原油期货价格的价格发现功能进行了实证研究,得出了各自的结论<sup>[5-7]</sup>. 国内学者华仁海(2003)等运用同样的方法对 SHFE 期货铝的价格发现功能进行实证研究<sup>[8]</sup>. 赵进文(2004)也运用相关系数及协整检验的方法对我国期货市场与国际期货市场进行分析<sup>[9]</sup>.

然而,这些传统文献的研究并没有依托于期货市场功能产生的机理,因而没有区别规避风险及价格发现两种不同的功能.我们认为考察期货市场是否具有规避风险功能,需要度量现货价格与期货价格是否存在长期均衡关系.如果存在这种长期均衡关系,那么期货市场便具有规避风险的功能;反之则不具备.同样

考察期货市场是否具有价格发现功能,需要度量期货价格能否引导现货价格的形成.以下我们将根据上述原理利用 ADL 模型及 Granger 检验对 SHFE 铜期货市场是否具有两大功能进行实证检验.

由于每个期货合约都存在固定的生命周期,这将导致数据的不连续性.为克服这一问题,我们采用了文华财经的 SHFE 铜指数、LME 铜指数<sup>①</sup>,现货价格来自上海现货交易所的现货铜价格.样本区间为 2003 年 1 月至 2005 年 3 月,数据均为日数据.我们利用公式  $R = \Delta p_t / p_{t-1}$  计算 SHFE 市场、LME 市场及现货市场价格波动率序列,分别记做: Rsh, Rlme, Rxh. 通过单位根检验见表 1, 我们发现三个序列均为平稳序列.因此对于规避风险功能的实证研究我们选用分布滞后(ADL( $p, q$ ))模型.由于数据为大样本数据, 我们根据 SC 准则得到 ADL(2,2)模型如下:

$$\begin{aligned} Rsh_t = & 0.001 - 0.164 * Rsh_{t-1} - 0.126 * Rsh_{t-2} + 0.707 * Rxh_t + 0.232 * Rxh_{t-1} + \\ & 0.118 * Rxh_{t-2} + \varepsilon_t, \\ R^2 = & 0.611, \quad SC = -6.778. \end{aligned} \quad (1)$$

对(1)式残差序列进行 LM 及 CUSUM(图 1)检验, 我们发现模型残差不存在序列相关及也没有发生结构性转变<sup>②</sup>. 经过参数重整, 我们得到 Rxh 序列与 Rsh 序列的误差修正模型:

$$\begin{aligned} \Delta Rsh_t = & 0.001 + 0.126 * \Delta Rsh_{t-1} + 0.707 * \Delta Rxh_t - 0.118 * \Delta Rxh_{t-1} - \\ & 1.29 * (Rsh_{t-1} - 0.89 * Rxh_{t-1}) + \varepsilon_t, \end{aligned} \quad (2)$$

由(2)式我们得到 SHFE 期货铜与现货铜的价格波动存在长期均衡关系, 长期均衡系数为 0.89, 表明两者有较高的依存度, 就长期而言 SHFE 铜期货价格与现货铜价格的变化率有 89% 是呈线性关系, 这表明 SHFE 铜期货价格与现货铜价格长期趋于一致, 说明了 SHFE 铜期货市场具备了规避风险的功能. 从均衡项的系数  $\gamma = -1.29$ , 我们可以得出长期均衡具有较强的调整力度, 这也反应出 SHFE 铜期货存在较为剧烈的短期价格变化.

为检验 SHFE 是否具有价格发现功能我们选择了 Granger 非因果关系检验. 对两个序列进行 Granger 非因果检验(见表

2). 可以发现, SHFE 铜期货的价格波动是影响现货价格波动的 Granger 原因, 而现货的价格波动不是 SHFE 铜期货价格波动的 Granger 原因. 这表明 SHFE 铜期货价格的波动能够引发现货价格的波动, 说明 SHFE 铜期货市场的价格能够领先于现货市场, 进而起到价格发现的作用.

## 2.2 SHFE 市场与 LME 市场的关系研究

以上分析表明 SHFE 铜期货具备了规避风险及价格发现的功能. 为了动态分析 SHFE 市场、LME 市场及现货铜市场之间的反馈关系, 比较 LME 市场与 SHFE 市场对新息的反应效率, 我们考虑建立 VAR 模型, 但是由于传统的 VAR 模型的非结构性, 没有反应各变量间的逻辑关系, 也不能充分考虑短期与长期结构冲击的效果, 为克服这些缺点我们建立下述三元 SVAR 模型.

$$BX_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \Gamma_2 X_{t-2} + \varepsilon_t, \quad (3)$$

其中:

表 1 三个序列的单位根检验

序列	ADF 值	临界值	P 值
Rsh	-20.766	-3.445*	0.000
Rlme	-22.284	-3.445	0.000
Rxh	-19.688	-3.445	0.000

\* 表示在 1% 的显著水平下显著, 下同.

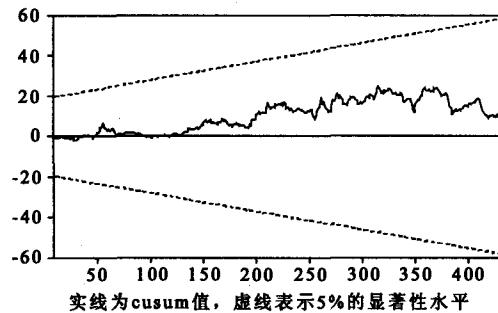


图 1

表 2 Granger 非因果关系检验

原假设	F 值	P 值	结论
Rsh 不是 Rxh 的 Granger 原因	0.298	0.742	拒绝
Rxh 不是 Rsh 的 Granger 原因	4.891	0.008	接受

① 指数的具体编制方式见文华财经软件说明.

② 残差项存在 GARCH(2,1) 效应, 但此效应对参数估计的影响可以忽略.

$$X_t = \begin{pmatrix} Rlme \\ Rsh \\ Rxh \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & -b_{12} & -b_{13} \\ -b_{21} & 1 & -b_{23} \\ -b_{31} & -b_{32} & 1 \end{pmatrix}, \Gamma_0 = \begin{pmatrix} b_{10} \\ b_{20} \\ b_{30} \end{pmatrix}, \Gamma_i = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^i & \alpha_{12}^i & \alpha_{13}^i \\ \alpha_{21}^i & \alpha_{22}^i & \alpha_{23}^i \\ \alpha_{31}^i & \alpha_{32}^i & \alpha_{33}^i \end{pmatrix},$$

$i = 1, 2, 3, \epsilon_t = (\epsilon_{1t}, \epsilon_{2t}, \epsilon_{3t})'$  分别为作用在 LME 铜、SHFE 铜及现货铜价格波动上的结构式冲击.  $\epsilon_t \sim VWN(0, I_3)$ . 将结构式方程转化为简化式方程:

$$X_t = B^{-1} \Gamma_0 + B^{-1} \Gamma_1 X_{t-1} + B^{-1} \Gamma_2 X_{t-2} + u_t, \quad u_t = B^{-1} \epsilon_t, \quad (4)$$

简化式冲击  $u_t$  是结构式冲击  $\epsilon_t$  的线性组合, 因此代表一种复合冲击. 为了获得结构式冲击, 我们需要为矩阵  $B$  增加约束条件. 首先由于时区差异, 结构式冲击的次序为 LME 市场的价格波动冲击先于 SHFE 市场的价格波动冲击; 由于 SHFE 市场对于国内现货市场存在单向的 Granger 因果关系, SHFE 市场的价格波动冲击先于国内现货价格波动冲击. 在此基础上, SVAR 模型可识别性的约束条件为:  $b_{ij} = 0, i < j$ , 即系数矩阵  $B$  是下三角矩阵. 此时 LME 市场价格波动与 SHFE 市场价格波动对于国内现货市场的价格波动具有短期和长期影响, 这两种冲击中既包含短期冲击成分, 也包含长期冲击成分; SHFE 市场、国内现货市场的价格波动对于 LME 市场的价格波动没有当期的影响, 只有通过时间滞后关系所形成的长期影响.

在此基础上, 我们得到矩阵  $B$  及  $u_t$  和  $\epsilon_t$  的线性组合的估计结果:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -0.412 & 1 & 0 \\ -0.06 & -0.625 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ u_{3t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_{1t} \\ \epsilon_{2t} \\ \epsilon_{3t} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

基于此, 我们计算 SVAR 模型中各序列对于结构式冲击的动态反应乘数, 其对应的表达式为(具体估计方法和过程参见 Mills, 1999):

$$\frac{dy_{t+n}}{d\epsilon_{in}} = f(n), \quad n = 0, 1, 2, \dots, \quad (6)$$

其中:  $i$  为结构式冲击的顺序,  $n$  是冲击作用的时间滞后间隔,  $f(n)$  是算子多项式展开所得到的对应系数. 选取滞后时间为 10 天, 通过计算可以得到图三和图四所示的冲击反应轨迹. 图中横坐标表示冲击发生后的时间间隔(天), 纵坐标表示冲击反应程度(坐标刻度表示的百分数).

在图 3 中, LME 市场对于自身价格波动的一单位正结构冲击短期有 0.016 个百分点的反应, 第二天的负向调整比率仅有 0.0011 个百分点, 因此我们认为 LME 市场对于自身价格波动的冲击反应当天调整结束; LME 市场对于 SHFE 市场价格波动的一单位正冲击由于时区差异在第二天出现响应 0.0005 个百分点, 可以认为 SHFE 市场价格波动的结构冲击对 LME 市场没有明显的影响.

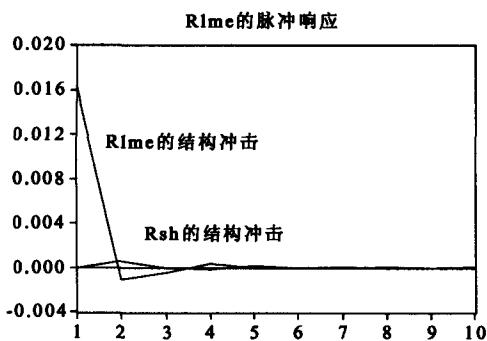


图 3

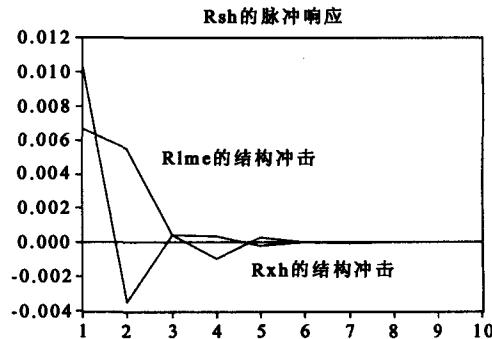


图 4

在图 4 中, SHFE 市场对于自身价格波动的一单位正结构冲击短期有 0.010 个百分点的反应, 第二天有 0.004 个百分点的负向调整, 第三天冲击完全被吸收, 反应期为两天; SHFE 市场对于 LME 市场价格波动的一单位正冲击有 0.0068 个百分点的正冲击, 第二天小幅度调整, 第三天冲击完全被吸收.

为了进一步评价各个市场不同结构冲击的重要性, 定量刻画各市场间的相互影响比例, 在上述 SVAR

模型基础上,我们选择了方差分解技术(具体估计方法参见 Sims, 1980). 其中方差分解的表达式为:

$$RVC_{j \rightarrow i}(s) = \frac{\sum_{q=0}^{s-1} (\Psi_{q,j})^2 \sigma_{ij}}{\text{var}(y_{it})} = \frac{\sum_{q=0}^{s-1} (\Psi_{q,j})^2 \sigma_{ij}}{\sum_{j=1}^n \left\{ \sum_{q=0}^{s-1} (\Psi_{q,j})^2 \sigma_{ij} \right\}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

其中:  $RVC_{j \rightarrow i}(s)$  表示第  $j$  个变量基于结构式冲击的方差对第  $i$  个变量的影响的相对方差贡献度,  $\Psi_{q,j}$  是脉冲响应函数,  $\sigma_{ij}$  是第  $j$  个变量的标准差,  $y_{it}$  是 SVAR 模型的第  $i$  个变量, 分子表示第  $j$  个结构冲击对第  $i$  个变量的从无限过去到现在时点的影响, 分母表示所有变量间相互影响的总和.

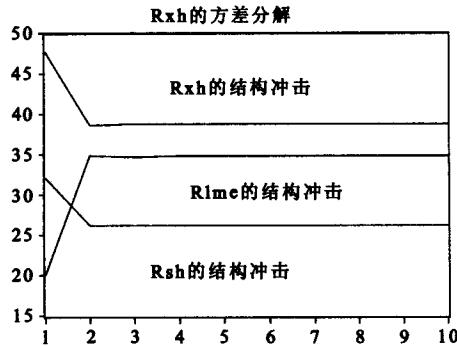


图 5

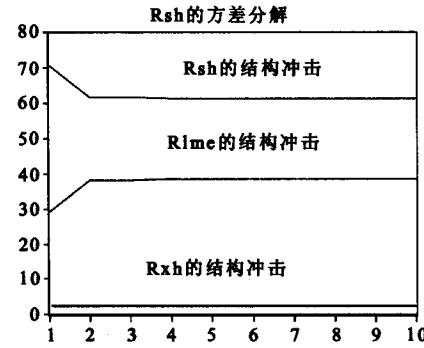


图 6

选取滞后时间为 10 天, 通过计算可以得到图 5、图 6 和图 7 所示的 Rxh、Rsh、Rlme 序列方差分解轨迹. 图中横坐标表示结构冲击发生后的时间间隔(天), 纵坐标表示各结构冲击的贡献度(坐标刻度表示的百分数).

在图 5 中, 我们发现在短期构成国内现货市场价格波动的主要因素是其市场本身的价格波动约占 48%, SHFE 市场所占的比例为 32%, LME 市场占 20%, 第二期比例成分发生较大变化, 现货市场价格自身的比例下降为 38%, SHFE 市场比例下降为 26%, 而 LME 市场的比例上升为 36%. 并以此比例趋于稳定.

在图 6 中, 短期构成 SHFE 市场价格波动的主要因素是 SHFE 市场本身的价格波动, 比例约为 71%, LME 市场的冲击比例约为 29%. 第二期达到稳定, SHFE 市场的比例下降至 61%, LME 市场的比例上升为 38%, 国内现货市场的比例约为 1%.

在图 7 中, 我们发现影响 LME 市场价格波动的主要因素是 LME 市场自身, 稳定状态下其自身所占的比例为 85%, SHFE 市场与国内现货市场总体影响仅为 15%.

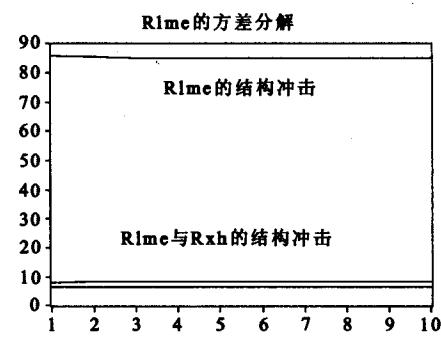


图 7

### 3 总结

期货市场是否具备规避风险的功能是以期货价格与现货价格存在长期均衡关系为前提, 期货市场的价格发现功能则应体现在期货价格是否能够引导现货价格的形成. 基于规避风险和价格发现功能形成的机理, 我们利用 ADL 模型、Granger 检验等计量手段通过实证分析得到: 长期而言, SHFE 铜期货价格与现货铜价格的变化率有 89% 是呈线性关系, 这种长期均衡趋势表明 SHFE 市场已经具备了规避风险的功能; 同时, SHFE 铜的期货价格是现货价格的 Granger 原因, 表明 SHFE 铜期货市场价格具备了价格发现的功能.

在得到上述结论的基础上, 我们接着利用 SVAR 模型、脉冲响应函数对 SHFE 市场与 LME 市场对于结构冲击的反应程度及反应效率进行了分析. 我们发现 LME 是一个非常有效的市场, 它对于价格波动的结构冲击的反应及其迅速, 新息当天被完全吸收, SHFE 市场对于价格波动的结构冲击反应也是有效的, 新息在两天内完全吸收; LME 市场对于 SHFE 市场价格波动的一单位正冲击由于时区差异在第二天出现极小的响应, 我们认为 SHFE 市场价格波动的结构冲击对 LME 市场没有明显的影响, 这说明 SHFE 市场的价格波动对于 LME 市场的价格缺乏显著影响, SHFE 市场对于 LME 市场的价格波动冲击有显著的反应, 且反

应周期为两天。

比较两个市场我们可以得到 LME 市场对于其市场本身的结构冲击反应周期比 SHFE 对其市场本身的结构冲击反应周期要短,这表明 LME 市场对于新息的反应效率要优于 SHFE 市场;SHFE 市场价格波动的结构式冲击对于 LME 市场几乎没有影响,LME 市场价格波动的结构式冲击对于 SHFE 市场相对而言有较大的影响,这表明 LME 市场的价格波动将引起 SHFE 市场价格的较大变化,而 SHFE 市场的价格波动不能引起 LME 市场价格的明显波动.这揭示了 LME 市场对于 SHFE 市场的影响力远远大于 SHFE 市场对于 LME 市场的影响.

通过对 Rxh 序列的方差分解我们发现短期现货市场自身的冲击对于其价格波动起决定作用,SHFE 市场的冲击的效果大于 LME 市场的效果.第二期达到稳定,各比例成分发生较大变化,现货市场自身的比例与 SHFE 市场比例下降至 38% 与 26%,而 LME 市场的比例上升至 36%.这表明在稳定的状态下,国内现货市场的价格波动有 38% 的原因来源于现货市场本身,而 LME 市场对于国内现货市场价格波动占的比例为 36%,比 SHFE 市场的比例高出 10 个百分点,这说明长期而言 LME 市场相对于 SHFE 市场对于国内现货价格的波动更有影响力.LME 期货市场价格的波动对于国内现货价格的形成的引导能力强于 SHFE 市场.

通过对 Rsh 序列的方差分解可以看出短期构成 SHFE 市场价格波动的主要因素是 SHFE 市场本身,LME 市场对其有一定的影响,而现货市场几乎没有影响,这说明短期 SHFE 市场的价格波动有较强的独立性.在第二期各比例因素达到稳定,这时 SHFE 市场的价格波动仍然主要来源于其市场本身,在一定程度上说明 SHFE 市场已经初具规模,能够影响自身价格波动的 61%,然而 LME 市场对于 SHFE 市场价格波动也有较大的影响,能够左右其价格波动的 38%.

通过对 Rlme 序列的方差分解,我们发现影响 LME 市场价格波动的主要因素是 LME 市场自身,所占的比例为 85%,且基本趋于稳定.来自 SHFE 市场与国内现货市场的总体影响比例仅为 15%.这说明 LME 市场的价格有较强的独立性,SHFE 市场对于 LME 市场价格波动仅有很小的影响,SHFE 市场的国际影响力仍然处于发展阶段,在国际铜期货价格形成过程中的作用较小,没有真正的左右 LME 市场.LME 市场对于铜价格的国际定价权的影响占有主导地位.

正如引言中提及的,目前我国铜的消费量已跃居世界第一,产量居世界第二,并且每年需进口大量的铜原材料及加工材料以平衡国内需求,铜在国民经济发展中的重要作用日趋明显.一个有效、具有强有力国际影响的铜期货市场对于我国经济发展也越来越重要,以上的分析我们得到虽然 SHFE 铜期货市场已经具备了规避风险及价格发现的功能,但是其国际影响力仍然处于较低的发展阶段,我们国家应该进一步完善其 SHFE 市场的运行机制,使其朝着规范、稳健、国际化方向迈进.

#### 参考文献:

- [1] Bigman D, Goldfarb D, Schechtman E. Futures markets efficiency and the time content of the information sets[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1983, (3): 321 - 334.
- [2] Maberly. Testing futures market efficiency a restatement[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1985, (5): 365 - 372.
- [3] Elam E, Dixon L B. Examining the validity of a test of futures market efficiency[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1998, (8): 365 - 372.
- [4] Engle R F, Granger. Co-integration and error correction; representation, estimation and testing[J]. *Econometrica*, 1987, (2), 251 - 276.
- [5] Lai K S, Lai M. A cointegration test for market efficiency[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1991, (11): 567 - 575.
- [6] Schroeder T C, Goodwin B K. Price discovery and cointegration for live hogs[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1991, (11): 685 - 696.
- [7] Quan J. Two-step testing procedure for price discovery role of futures prices[J]. *The Journal of Futures Markets*, 1992, (12): 139 - 149.
- [8] 华仁海.对我国期货市场价格发现功能的实证分析[J].南开管理评论,2002,(5):57 - 61.  
Hua Renhai. An empirical analysis on price discovery in our futures markets[J]. *Nankai Business Review*, 2002, (5): 57 - 61.
- [9] 赵进文. 我国期货市场与国际期货市场关联度分析与协整检验[J]. 中国软科学,2004,(5):34 - 40.  
Zhao Jiwen. Analysis of the association between Chinese and international commodity futures markets and associated co-integration tests[J]. *China Soft Science*, 2005, (5): 34 - 40.