

文章编号: 1005-2542(2004)02-0142-05

## 上海期铜与伦敦期铜的跨市套利及其实证检验

邹炎, 刘海龙, 吴冲锋

(上海交通大学 金融工程研究中心, 上海 200052)

**【摘要】**从实物交割的角度出发,运用无套利原理,给出了买伦敦期铜卖上海期铜的无套利条件,并对1995-05~2002-06买伦敦3月期铜卖上海3月期铜进行了实证检验,检验结果表明:①套利机会集中在夏季;②由于伦敦期货经纪公司对中国内地众多投资者征收歧视性的30%保证金,导致跨市套利机会大为减少;③包括商检费,进港费、代办费、放箱费和市内运输费等在内的固定成本对套利有较大影响;④中国期铜市场逐步走向成熟,市场的交易效率在不断提高。

**关键词:**套利;期铜;上海期货交易所;伦敦金属交易所

**中图分类号:**F 830.9 **文献标识码:**A

## An Empirical Analysis on the Intermarket Spreads between Shanghai Futures Exchange and London Metal Exchange Copper Futures

ZOU Yan, LIU Hai-long, WU Chong-feng

(Financial Eng. Research Center, Shanghai Jiaotong Univ., Shanghai 200052, China)

**【Abstract】**In this paper, based on the physical delivery, non-arbitrage conditions for intermarket spreads between SHFE and LME copper futures are introduced. Using these conditions, the results of empirical analysis on buying LME and selling SHFE 3-months copper futures for the period 1995-05~2002-06 shows that ① spread opportunities concentrated on the summer; ② 30% discriminatory trading margin for Chinese investors in LME induced the decrease in spreads opportunities; ③ fixed costs had an evident effect on spreads; ④ SHFE's copper future market is gradually matured, and that trading efficiency increased.

**Key words:** spreads; copper futures; Shanghai futures exchange; London metal exchange

伦敦金属交易所(London Metal Exchange, 简称LME)是世界上最大的有色金属交易所,LME的价格和库存对世界范围的有色金属生产和销售有着重要的影响。其公开发布的成交价格被广泛作为世界金属贸易的基准价格。据估计,世界上全部铜生产量的70%是按照伦敦金属交易所公布的正式牌价为基准进行交易的。Gilbert<sup>[1]</sup>的研究证实了LME的铜结算价是有效的世界价格。众多实证文献对LME铜市场的各个方面进行了研究,包括市场有效性<sup>[2~4]</sup>、COC(cost-of-carry,持有成本)模型<sup>[5,6]</sup>、价格波动和风险<sup>[7,8]</sup>等。

除LME之外,纽约商品交易所(New York Mercantile Exchange,简称NYMEX或COMEX)也是全球主要的有色金属市场,交易规模位居第二。同LME和COMEX不同,上海期货交易所(Shanghai Futures Exchange,简称SHFE)的交易者均来自中国内地。从这个意义上说,SHFE只是一个国内市场。Shyy and Butcher<sup>[9]</sup>检验了上海金属交易所(1994-04-12,上海金属交易所、上海商品交易所和上海粮油商品交易所合并,组建上海期货交易所)同LME之间铜现货和3月铜合约的关系。他们的研究结果表明,在1992-06-01~1993-10-14期间,两地的铜现货市场和铜期货市场都存在协整关系,并且都存在单向引导:伦敦铜现货引导上海铜现货,伦敦3月铜期货引导上海3月铜期货,上海无论是现货还

收稿日期:2003-04-24 修订日期:2003-07-02

作者简介:邹炎(1978-),男,硕士生。主要从事金融工程研究。

是期货都不引导伦敦。吴冲锋等<sup>[16]</sup>研究了期铜价格引导关系和协整关系,结果表明:(1)上海金属交易所和深圳有色金属交易所的期铜价格在总体上存在引导关系,两个市场之间不存在套利机会。(2)上海金属交易所和伦敦金属交易所期铜不存在互导关系和引导关系;(3)现货价格引导一月期货价格。

近年来,随着 SHFE 铜交易量的急剧放大,上海在 2001 年底已成为世界第二大铜交易市场。单就铜而言,SHFE 的交易量已超过 COMEX,仅次于 LME。国内与国际铜市之间的联系越来越密切,不但 LME 铜价走势对沪铜影响力日增,同时沪铜也对全球铜市产生较大的影响力。由于国内、国际市场之间生产量、消费者、进出口数量、关税变化、利率变化、汇率变化、储运费用、地区经济改善以及市场人气、资金流动等因素存在着种种差异,在伦敦与上海铜市之间常常存在着价格差异。因此探讨 LME 和 SHFE 之间的套利不但有实际操作上的意义,更能对国内投资者研究和判断国际、国内铜市价格走势起到相当大的帮助。由于上海期铜价格始终高于伦敦期铜价格,并且缺少 LME 各注册仓库所在地的进口关税、利率、运输费用、代理成本等数据,因此本文将只研究买伦敦期铜卖上海期铜的套利情况。

## 1 上海、伦敦期铜合约的区别

首先给出被期货界广泛接受的 SHFE 当月合约、一月合约、二月合约、三月合约等的定义。当月合约指在交割日以前,当前月份(也称交割月)所代表的合约。交割日后仍未平仓对冲的合约数量将进行实物交割,实物交割期过后,当月将不再进行交易。一月合约是指当前月份向后顺延 1 个月。依次类推,二月向后顺延 2 个月;三月向后顺延 3 个月。一般来说,二月和三月的成交较为集中。二月和三月及三月以后合约通常称为远期月份,当月及一月合约通常称近期月份。交割日后,一月自动转为当月,其余依次前进 1 个月。

举例来说,2000-05-15 是合约 Cu0005 的交割日,则此日的当月合约就是 Cu0005,一月合约为 Cu0006,二月合约为 Cu0007,依此类推;而到了次日,2000-05-16,Cu0005 合约不再交易,故当月合约为 Cu0006,一月合约为 Cu0007,依此类推。

当专指期铜市场时,当月合约也被称为当月(期)铜,一月合约称为一月(期)铜,依此类推。

显然,这同 LME 的 3 月期铜等的意义有所区别。LME 的 3 月期铜是每天开一个新合约,在 3 个月交割,即交割期是严格的 3 个月。而 SHFE 的 3

月合约的交割期并不是严格的 3 个月,这一点在计算利息时需特别注意。

## 2 假设条件与符号说明

本文的无套利分析都是在以下假设条件进行的:① 市场是完全竞争的;② 市场是完全流动的;③ 市场存在相同的存贷款利率;④ 期货与现货价格最终趋于相同,即期货合约的到期价格就是标的资产的现货价格。

下面给出变量的符号说明:

$F_L(t), X_L(t)$ —— $t$ 时刻伦敦交割期为  $k$  的期铜合约和现铜的价格(美元/ $t$ )

$F_S(t), X_S(t)$ —— $t$ 时刻上海交割期为  $k$  的期铜合约和现铜的价格(人民币/ $t$ )

$T_0$ ——进口关税

$\beta$ ——增值税

$S(t)$ —— $t$ 时刻的即期汇率(人民币/美元)

$\gamma(t)$ ——其他息税率(包括国内银行开证费、贷款利息、外汇远期信用证贴税等)

$b(t)$ ——固定费用,包括商检费、进港费、代办费、放箱费和市内运输费等(人民币/ $t$ )

$a(t)$ ——CIF(cost insurance freight)升水,包括保险费和运输费等(美元/ $t$ )

$r_L, r_S(t)$ —— $t$ 时刻以连续复利计算的美元和人民币无风险利率

$\alpha_L, \alpha_S$ ——伦敦和上海期铜的保证金比率

$\eta_L, \eta_S$ ——伦敦和上海期铜的交易费用比率

令  $B(t) = [(1+T_0)(1+\beta)(1+\gamma)]S(t)$  表示经过税率调整的汇率,  $A(t) = B(t)a(t) + b(t)$  表示以人民币计算的进口单位商品的 CIF 升水和固定成本,则卖上海现铜和买伦敦现铜的无套利关系为

$$X_S(t) \leq A(t) + B(t)X_L(t) \quad (1)$$

上述计算过程已考虑了所有成本因素。实际上还存在另外两个问题,一是开信用证后的几个月中开证者的资金回报率实际上一般高于银行同期贷款利率,这将导致进口者成本的进一步下降,而另一个问题是由于国内存在免税进口的情况,而且免税进口的进口增值税实际征收率情况相当复杂,有全免和半免增值税等。上面两个问题的存在使进口商有进一步降低成本的可能。

## 3 买伦敦期铜卖上海期铜的资产组合

图 1 所示为是买伦敦期铜、卖上海期铜的操作流程:

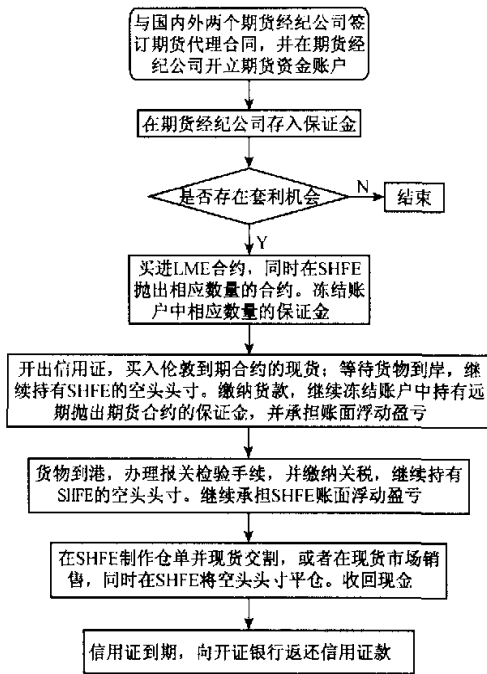


图 1 买、卖期铜的操作流程

为了便于理论研究，对上述过程做一简化，即假设套利者持有有一定数量的上海现铜，这样套利者就可以用自己的库存来交割 SHFE 到期的空头头寸，然后用进口的伦敦铜补充库存。这一假设是合理的，因为期铜市场上的跨市套利者多数是铜的生产商或消费者，他们手头持有相当数量的现铜。在这一假设条件下，就不必考虑将伦敦铜运到上海所需要的时间，从而可以研究交易最为广泛的买伦敦 3 月期铜、卖上海 3 月期铜之间的跨市套利。

由于两地期货的价格走势基本相同，故可以忽略中间过程保证金的增加和减少。假定套利者构造一个买伦敦期铜卖上海期铜的资产组合，即在初始时刻  $t$ ，以当日无风险利率  $r_L(t)$  从银行借款  $(\alpha_L + \eta_L)F_L(t)$  美元用以支付买伦敦期铜的保证金，同时以当日无风险利率  $r_S(t)$  从银行借款  $(\alpha_S + \eta_S)F_S(t)$  人民币用以支付卖上海期铜的保证金。到了期末  $t+k$ ，两地同时实物交割：在伦敦，以  $F_L(t)$  的合约价格购得价值  $X_L(t+k)$  的现铜，同时得到返还给客户的保证金  $\alpha_L F_L(t)$ ；在上海，以  $F_S(t)$  的合约价格出售

价值  $X_S(t+k)$  的现铜，同时得到返还给客户的保证金  $\alpha_S F_S(t)$ 。期末还给银行的本利和为

$$(\alpha_L + \eta_L)F_L(t)e^{r_L(t)k} + (\alpha_S + \eta_S)F_S(t)e^{r_S(t)k}$$

据此，给出买伦敦期铜卖上海期铜资产组合的结果(见表 1)

表 1 买伦敦期铜卖上海期铜资产组合的结果

	初始时刻 $t$	末期 $t+k$
借美元	$(\alpha_L + \eta_L)F_L(t)$	$-(\alpha_L + \eta_L)F_L(t)e^{r_L(t)k}$
借人民币	$(\alpha_S + \eta_S)F_S(t)$	$-(\alpha_S + \eta_S)F_S(t)e^{r_S(t)k}$
买伦敦期铜	$-(\alpha_L + \eta_L)F_L(t)$	$-F_L(t) + \alpha_L F_L(t) + X_L(t+k)$
卖上海期铜	$-(\alpha_S + \eta_S)F_S(t)$	$F_S(t) + \alpha_S F_S(t) - X_S(t+k)$
无套利条件	0	$\leq 0$

由无套利条件，必有：

$$-F_L(t) + \alpha_L F_L(t) + X_L(t+k) - (\alpha_L + \eta_L)F_L(t)e^{r_L(t)k} \leq 0 \quad (2)$$

$$F_S(t) + \alpha_S F_S(t) - X_S(t+k) - (\alpha_S + \eta_S)F_S(t)e^{r_S(t)k} \leq 0 \quad (3)$$

式(2)和(3)分别表示借美元买伦敦期铜和借人民币卖上海期铜的无套利条件。

由式(1)~(3)可得上海期铜的价格上限为

$$F_S(t) \leq \frac{1}{1 - (\alpha_S + \eta_S)e^{r_S(t)k} + \alpha_S} [A(t+k) + B(t+k)F_L(t) + (\alpha_L + \eta_L)F_L(t)B(t+k)e^{r_L(t)k} - \alpha_L F_L(t)B(t+k)] \quad (4)$$

如果上海期铜价格  $F_S$  大于上限，即可套利。或者说伦敦期铜的价格下限为

$$F_L(t) \geq [B(t+k) + (\alpha_L + \eta_L)B(t+k)e^{r_L(t)k} - \alpha_L B(t+k)]^{-1} [F_S(t) - (\alpha_S + \eta_S)F_S(t)e^{r_S(t)k} + \alpha_S F_S(t) - A(t+k)] \quad (5)$$

如果伦敦期铜的价格小于下限即可套利。

## 4 实证检验

### 4.1 数据说明

现在运用上面的结论，对上海期铜交易所 1995-05~2002-06 期铜合约的跨期套利进行研究，使用的数据如下：

(1) SHFE 各期铜合约的收盘价格，由上海期

<sup>①</sup>伦敦交易保证金应该为 5.7%，但根据金瑞期货公司提供的资料，伦敦对中国内地的众多投资者收取歧视性的 30% 的保证金。下文将讨论 30% 的伦敦保证金对跨市套利的影响

<sup>②</sup>此处的固定成本由金瑞期货公司提供。Internet 上众多有关跨市套利的文章都将固定成本按 100 元计算，下文将讨论固定成本对跨市套利的影响

货交易所提供;

(2) LME 3月铜合约的收盘价格,由伦敦金属交易所网站下载;

(3) 人民币利率使用的是当日债券回购利率(即债券回购市场R91和R182的日收盘价),美元利率使用的是伦敦同业拆借利率;

(4) 汇率数据全部来源于香港理工大学中国会计与金融研究中心同深圳市国泰安信息技术有限公司联合开发的《中国股票市场研究数据库》;

(5) 其他数据由金瑞期货公司提供,主要有: $\eta_s = 0.06\%$ ,  $\eta_t = 0.0625\%$ ,  $\beta = 17\%$ ,  $T_c = 2\%$ ,  $\alpha_s = 5\%$ ,  $\alpha_t = 30\%$ <sup>[2]</sup>, CIF升水、其他息税率和固定成本见表2。

表2 其他息税率 $\gamma$ 、CIF升水和固定成本

年份	$a(t)$ /美元	$\gamma(t)/\%$	$b(t)^{10}$ /人民币
1995	60	2.2	170
1996	60	2.2	170
1997	50	2.0	160
1998	50	1.8	160
1999	40	1.8	170
2000	50	1.8	160
2001	40	1.6	150
2002	40	1.6	150

表3 买伦敦期铜卖上海期铜套利分析结果

年份	样本数	均值	标准差	方差	最大值	最小值	套利天数	套利频率
1995	165	-116 0.13	833.17	694 170.48	589.36	-3 059.76	17	0.103 0
1996	240	-853.62	999.47	998 934.44	1 822.36	-3 050.12	43	0.179 2
1997	236	-184 5.53	825.45	681 372.28	-367.42	-3 940.56	0	0
1998	242	-794.13	363.04	131 795.46	-160.49	-2 406.75	0	0
1999	240	-566.60	462.44	213 854.63	340.22	-1 996.24	8	0.033 3
2000	235	-500.13	313.14	98 059.27	189.68	-1 425.69	13	0.055 3
2001	235	-515.53	277.40	76 950.87	-63.24	-1 240.70	0	0
2002	110	-767.42	222.78	49 632.54	-277.20	-1 261.86	0	0
总计	1 703	-870.87	753.69	568 043.07	1 822.36	-3 940.56	81	0.047 6

会,最大的套利机会是在1996年,为17.92%。之所以近几年买伦敦期铜卖上海期铜的套利机会少,主要原因可能是2000年底,国家经贸委会同国家税务总局等6个部委联合发文,对2000~2002年的国有铜冶炼企业进口铜精矿80万t/年、粗铜10万t/年、废杂铜30万t/年进口量给予减免进口环节增值税的优惠政策,同时对成品铜的销售增值税视同完税抵扣。此政策出台后即导致SHFE与LME之间的差价迅速缩小。

图2是伦敦3月期铜和上海3月期铜的价格-时间图(伦敦期铜价格按当日汇率折算成人民币)。

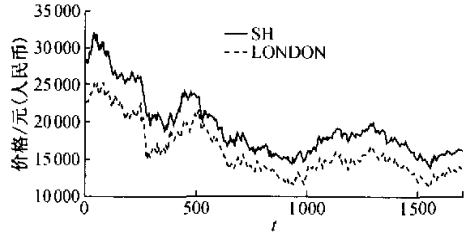


图2 SHFE和LME 3月期铜收盘价走势 (1995-05-02~2002-06-28)

#### 4.2 检验结果

根据以上1995-05-02~2002-06-28的数据统计,SHFE与LME铜的相关系数达到0.9688,属于高度正相关。运用式(4)由伦敦3月期铜确定上海3月期铜价格的上限,如果上海3月期铜的实际价格大于上限,则买伦敦期铜卖上海期铜就有套利机会;如果上海3月期铜的实际价格小于上限,则买伦敦期铜卖上海期铜没有套利机会。据此按年度统计的套利频率见表3。

通过分析表3的结果可以看出,买伦敦期铜卖上海期铜的套利机会不足5%,相比较而言,1995年和1996年的套利机会大于1997~2002年的套利机

会,最大的套利机会是在1996年,为17.92%。之所以近几年买伦敦期铜卖上海期铜的套利机会少,主要原因可能是2000年底,国家经贸委会同国家税务总局等6个部委联合发文,对2000~2002年的国有铜冶炼企业进口铜精矿80万t/年、粗铜10万t/年、废杂铜30万t/年进口量给予减免进口环节增值税的优惠政策,同时对成品铜的销售增值税视同完税抵扣。此政策出台后即导致SHFE与LME之间的差价迅速缩小。

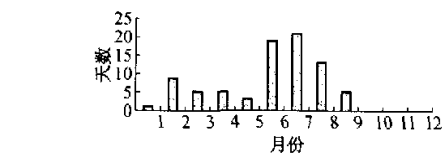


图3 套利天数月份统计图

显然,六、七、八3个月的套利机会明显大于其他月份。这主要是由于每年该时期西方进入暑期休假,工厂消费减少,使伦敦价格下跌,而国内正值生产期,消费旺盛,价格坚挺,从而两地价格差价变大,跨市套利机会增多。至于二月份的套利机会,一个可能的解释是:每年春节前后,国内一般对节后消费抱有较高期望,消费方囤货备料,多头买盘信心较足;而进口商则由于春节前后时间仓促,无法准时到货,致使套利机会增多。

现在讨论伦敦期铜交易保证金和固定成本(包括商检费、进港费、代办费、放箱费和市内运输费等)对跨市套利的影响。伦敦期铜交易保证金应为5.7%,但根据金瑞期货公司的资料,伦敦期货经纪公司对中国内地的众多投资者收取歧视性的30%的保证金。上述的实证检验为了切合我国投资者的真实条件,所用的伦敦保证金是金瑞期货公司提供的30%。现在重复上述计算过程,将伦敦保证金改为5.7%。得到1995-05~2002-06,买伦敦3月期铜卖上海3月期铜的总套利天数为101天,较之30%伦敦保证金下的81天有近25%的增长。这说明歧视性的30%伦敦保证金对国内投资者从事跨市套利有较大的负面影响。

至于 $b(t)$ ,Internet上众多有关跨市套利的文章都将其按100元计算,显著低于由金瑞期货公司提供的固定成本(见表2)。若将1995~2002年所有的固定成本都按100元计算,伦敦保证金维持30%不变,则总的套利天数增至104天,较之81天有28.4%的增长。

最后,若在5.7%伦敦保证金的基础上,将固定成本视为100元,则总的套利天数达到130天,总的套利频率达到7.6%,较之原先的81天有60%的增长。由此可见,伦敦保证金和固定成本对上海伦敦两地期铜跨市套利的影响是巨大的。

对于上述3种情况,同样研究了套利天数按月份分布的结果均同图3类似。由于篇幅所限,不再给出直方图。

## 5 结论

本文从实物交割的角度出发,运用无套利原理,给出了买伦敦期铜卖上海期铜的无套利条件,并运用该无套利条件对1995-05~2002-06的伦敦3月期铜和上海3月期铜进行了实证检验,检验结果表明:①买伦敦期铜卖上海期铜的套利机会多集中于六、七、八3月,这可能是由于该时期西方进入暑期休假,工厂消费减少,使伦敦价格下跌,而国内正值

生产期,消费旺盛,价格坚挺,从而两地价格差价变大;②由于伦敦期货经纪公司对中国内地众多投资者征收歧视性的30%保证金,导致跨市套利机会大为减少;③包括商检费、进港费、代办费、放箱费和市内运输费等在内的固定成本对套利有较大影响;④在实际操作中,买伦敦期铜卖上海期铜的套利机会不足5%,相比较而言,1995年和1996年的套利机会大于1997~2002年的套利机会,这表明上海期铜和伦敦期铜跨市套利是很困难的,而且随着时间的推移,金融全球化和中国经济融入世界经济的步伐在不断加快,上海期铜和伦敦期铜跨市套利机会越来越困难,这说明由于我国的金融监管机制的进一步改进,法律法规的不断完善,期货市场的交易效率在不断提高。

## 参考文献:

- [1] Gilbert G L. Manipulation of metals futures; Lessons from Sumitomo[A]. Centre for Economic Policy Research Discussion Paper[C]. Queen Mary and Westfield College, 1997, 1537:1-26.
- [2] Ganarella G, Pollard S. The efficiency of the London Metal Exchange: a test with overlapping and nonoverlapping data[J]. Journal of Banking Finance, 1986, 10:575-593.
- [3] Chowdhury A. Futures market efficiency: evidence from cointegration tests[J]. Journal of Futures Markets, 1991, 11:577-589.
- [4] Franses P, Kofman P. An empirical test for parities between metal prices at the LME[J]. Journal of Futures Markets, 1991, 11:729-736.
- [5] Fama E, French K. Business cycles and the behaviour of metal prices[J]. Journal of Finance, 1988, 43:1075-1093.
- [6] Ng V, Pirrong S. Fundamentals and volatility: storage, spreads, and the dynamics of metal prices[J]. Journal of Business, 1994, 67:203-230.
- [7] Bracker K, Smith K. Detecting and modelling changing volatility in the copper futures market[J]. Journal of Futures Markets, 1999, 19:79-100.
- [8] Change E, Chen C, Chen S. Risk and return in copper, platinum, and silver futures[J]. Journal of Futures Markets, 1990, 10:29-39.
- [9] Shyy G, Butcher B. Price equilibrium and transmission in a controlled economy: A case study of the metal exchange in China[J]. Journal of Futures Markets, 1994, 14:877-890.
- [10] 吴冲峰,王海成,幸云. 期铜价格引导关系和互谐关系实证研究[J]. 系统工程理论方法应用, 1997, 6:1-8.