

黄金与白银的跨商品套利

投稿人：浙江放眼量投资公司

中国计量学院十八青松

陈晓波 张熙 孙建明

摘要：通过 ADF、AEG 检验发现黄金和白银之间存在长期稳定的均衡关系，Granger 因果检验发现两者价格互为因果关系，两者可以作为跨商品套利的商品兑；黄金和白银的比价随着黄金和白银价格的涨跌呈现一定的规律性，此规律可以用作套利的指导策略。本文借助移动平均线的原则，研究黄金白银比价关系，以比价的 10 期移动平均线的黄金交叉和死亡交叉作为黄金白银套利的进出场信号。本文从 2000 年 1 月 12 日到 2012 年 1 月 12 日的日线收盘价 2726 组数据为基础得出结论，把 2012 年 1 月 13 日至 2015 年 3 月 11 日的日线收盘价进行实证模拟买卖，其中开仓平仓共 25 次，获利 70150 美元/手黄金，最大亏损 4.43%，最大回撤 5.64%，最大盈利 46.43%，平均年回报率 20.33%。由此得出，通过以黄金白银比价的移动平均线为指导的黄金白银跨商品套利策略可以获得持续地稳定地盈利。

关键字：黄金白银；价格关系；套利策略

一、引言

白银常被人们称为“穷人的黄金”或“次黄金”，它和黄金同属于贵金属，是公认的财富避风港。白银具有商品属性、投资属性和金融属性，白银所具有的最好的导电导热性能、良好的柔韧性、延展性和反射性等，使其在工业应用、摄影业等发挥着重要的作用，以及人们的偏好，对白银在首饰等奢侈品方面也有很大的需求。尽管银本位被的废除后白银金融属性弱化，但其仍然具有一定的避险功能及投资价值。而白银本质是商品有其价值，价格总是围绕价值波动，当价格偏离价值较远时，价格总是会回到价值附近，从而产生了套利机会。

跨商品套利是指利用两种不同的、但是相互关联的商品之间的期货价格的差异进行套利，即买进(卖出)某一交割月份某一商品的期货合约，而同时卖出(买入)另一种相同交割月份、另一关联商品的期货合约。本文通过分析，得出了黄金和白银之间存在套利机会，根据统计套利的均值回归思想，认为两个相关度很高的资产组合的价差出现背离后，未来会向价差的均值进行回归。由此得到启发，并通过观察黄金白银比价规律，得出了黄金白银比价围绕着均值波动，从而产生了跨商品套利机会。

二、文献综述

林新丹(2013)在《2013 年黄金大跌对白银的影响力探讨》中得出：黄金白银期货价格序列之间的相关系数均在 0.9 以上，两者走势高度吻合，对白银走势影响程度达到 90%以上。黄金白银价格互为 Granger 关系。

陈玲(2013)在《黄金价格对白银价格走势的影响》中从金银价格相关性、金银价格变动率和金银比价三个方面分析黄金价格对白银价格走势的影响。她指出，从长期来看，两者之间维持着一个比较均衡的比价，当比价偏离过大时，有回归的趋势。同时又指出了白银与黄金相比，白银价格具有更大的波动率。其原因在于白银市场更小的容量以及更高的投机倾向。通过分析，白银波动性明显高于黄金，白银稳定性更弱，风险性更强。

谢辉(2013)在《黄金和白银比价分析》通过对纽约商品交易所黄金和白银期货价格时间序列的检验，验证黄金与白银价格的长期关系。通过实证分析，说明了金银比价关系的影响因素，总结黄金和白银在需求中的相似之处，根据金银比价的变化特点，介绍有关金银比价的不同交易策略，并在此基础上简单地设计出对黄金和白银的投资策略。

上述文献研究了白银的价格影响因素，与黄金的价格相关性，以及部分套利的思想，但并未对黄金和白银之间的价格关系阐述全面，以及将套利思想灵活的应用到期货市场上。本文主要讨论黄金白银跨商品套利，在对黄金白银价格序列进行了单整、协整、误差修正模型、Granger 因果关系检验等计量经济分析的基础上，以及黄金白银比价的分析提出了对黄金和白银两种商品进行套利操作的方法。

三、黄金白银价格关系

(一) 数据选取

本文采用美黄金指数和美白银指数的每日收盘价为研究对象，样本数据的时间段为从2000年1月12日到2012年1月12日。数据均来源于美尔雅期货富远行情分析系统2000~2012年数据库。剔除了美黄金和美白银收盘价数据的缺失，使两者在数据在日期上协调一致。经过整理后的数据一共2726组。本文在实证过程运用了统计软件Eviews。

(二) 图示法



图 1

资料来源：（美尔雅期货富远行情分析系统数据库）

从图中直观的对比，在很长的一段时间内，黄金价格和白银价格几乎是同步变化的，两者价格变化的相关性相当高，初步判断，黄金和白银存在很强的长期稳定的均衡关系。

(三) 黄金和白银价格相关性检验

若研究的时间序列是非平稳的或经济变量间不存在协整关系，进行回归分析将导致“伪回归”，对回归模型的检验以及经济解释将失去现实意义，在对时间序列进行建模前，分析时间序列是否具有平稳性非常必要。本文采用 ADF 检验方法，对黄金、白银价格序列的平稳性进行检验。

通过 Eviews，对黄金价格 y 、白银价格 x 进行 ADF 检验，检验结果如下表 1、表 2：

Null Hypothesis: $D(Y)$ has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=27)

	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-53.99444	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961207	
5% level	-3.411356	
10% level	-3.127525	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

表 1

从表 1 中可知，在一阶差分，既有趋势项又有截距项时，ADF 统计量的值均小于 10%、5%、1%时的临界值，此时黄金价格 y 达到平稳，因此为一阶单整 $I(1)$ 。

Null Hypothesis: $D(X)$ has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=27)

	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-39.75229	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961208	
5% level	-3.411357	
10% level	-3.127525	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

表 2

从表 2 中可知，在一阶差分，既有趋势项又有截距项时，ADF 统计量的值均小于 10%、5%、1%时的临界值，此时白银价格 x 达到平稳，因此也为一阶单整 $I(1)$ 。

(四) 协整检验

由 ADF 检验得到：黄金价格 y 、白银价格 x 均为一阶单整 $I(1)$ 。进而需要检验两者之间是否存在长期稳定的均衡关系，因此需要进行 AEG 检验，即对残差的 ADF 检验。通过 Eviews 检验并查表，计算得到 AEG 临界值，将残差的 ADF 统计量与 10%、5%、1%时的 AEG 临界值进行比较，判断残差是否平稳。

用 OLS 法估计参数进行协整回归， y ：黄金的收盘价， x ：白银的收盘价，回归方程如下：

$$y = 51.67990x$$

$$R^2 = 0.862210 \quad t = 277.9236$$

对残差项 e_t 作 AEG 检验如下：

Null Hypothesis: D(EI) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 2 (Automatic based on SIC, MAXLAG=27)

	t-Statistic	Prob. *
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-30.03837	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.961209	
5% level	-3.411357	
10% level	-3.127525	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

表 3

通过计算, $C(0.1)=-3.1287$ $C(0.05)=-3.4140$ $C(0.01)=-3.9667$ 残差值 t 统计量 $t=-60.49614$, 表明残差值也为平稳时间序列, 得出黄金和白银价格存在长期稳定的均衡关系。

(五) 黄金和白银价格的误差修正模型

尽管经过了对黄金和白银价格的协整研究后, 我们能说明他们存在长期均衡关系, 但从短期来看, 可能会出现失衡。为了增强模型的精度, 可以把 e_t 看做均衡误差, 通过建立误差修正模型把黄金与白银短期行为与长期变化联系起来。误差修正模型如下:

首先对残差值做自回归, 根据 AIC 准则 e_t 为滞后一期, 得:

$$e_t = 0.999951e_{t-1}$$

$$R^2 = 0.999951$$

$$t = 8634.835$$

误差修正模型:

$$\text{令 } y_t = y_t - y_{t-1} \quad x_t = x_t - x_{t-1}$$

$$y_t = 54.25914 + x_t + 0.997871e_{t-1}$$

$$R^2 = 0.973348$$

$$t = (736.8927 \quad 109.2422)$$

$$DW = 0.001296$$

通过误差修正模型得出, 在 1% 的水平下, 误差项 e_{t-1} 估计的系数为 0.997871 体现了对偏离的修正, 上一期偏离越远, 本期修正的量就越大, 即系统存在误差修正机制。

(六) Granger 因果关系检验

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 04/02/15 Time: 18:40

Sample: 1 2902

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
------------------	-----	-------------	-------------

X does not Granger Cause Y	2900	7.57841	0.00052
Y does not Granger Cause X		2.31082	0.09936

表 4

由表中 Eviews 所得结果可知，在 10%的水平下，p 值分别小于 0.1, 小概率事件发生，拒绝原假设，此时 x 是 y 的原因，y 是 x 的原因，即白银的价格是黄金的原因，黄金的价格是白银的原因，也就是说黄金白银的价格是相互影响的。

(七) 黄金、白银套利分析

在研究黄金和白银价格相关性后，本文得出了黄金白银每日收盘价之比及其标准差、最大值、最小值。

统计量	黄金/白银
均值	59.79546
最大值	88.32382
最小值	32.00704
标准差	8.85712

表 5

如图为 2000 年 1 月 12 日至 2012 年 1 月 12 日黄金白银比价波动图。从图中可以发现，黄金白银比价一直是围绕着 59.8 上下波动，最大波动至 3 个标准差附近。设 A 为比价，M 为均值， $32 < A < 88.3$ ，而最小值略小于 $M - 3\sigma = 33.22$ ，最大值略大于 $M + 3\sigma = 86.37$ ，也就是说当它们的比价达到均值的 3σ 处，从统计的角度来说，存在着无风险套利的机会，此时，若从传统意义上的套利来说，比价在 85.5 以上时，卖出黄金，买入白银，比价在 33.22 以下时，买入白银，卖出黄金，直至比价回归均值附近，是无风险套利。

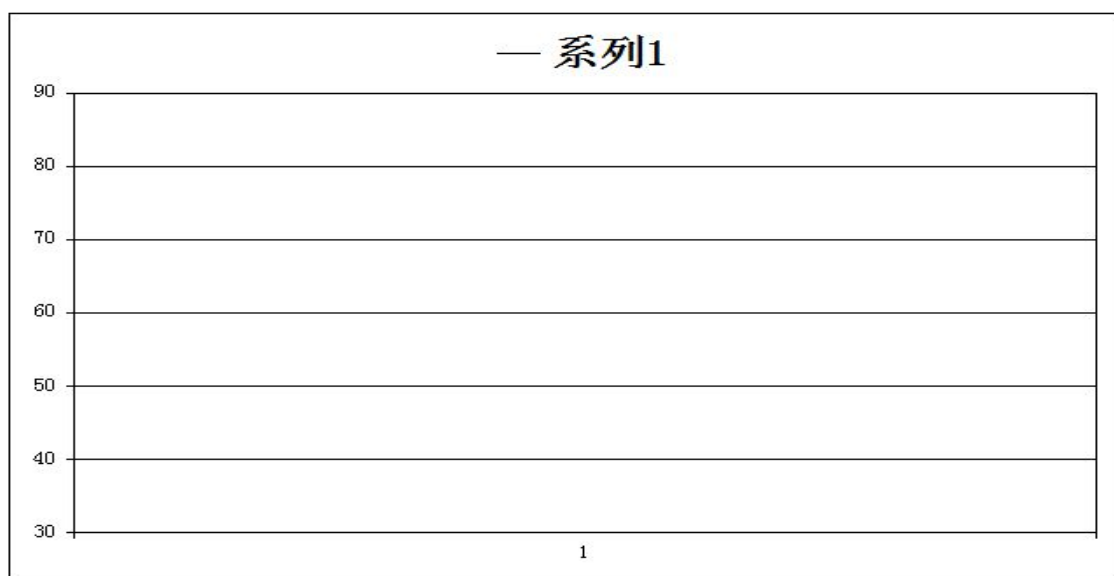


图 2

从中我们也得出了一下结论：

(1)在黄金白银期货市场中我们可以大量的发现它们都存在趋势，包括在其他商品中也存在着趋势，从图中我们也可以发现，金银比价也存在着趋势，呈现出一定的规律性。同时，比价又围绕着均值上下波动，当偏离均值大时，比价又会出现回归均值的趋势。

(2)黄金/白银A的走势与白银价格走势相反，即当白银为牛市时，A往下走，当白银为熊市时，A往上走。由此，我们也可以推断白银的大致走势。

套利策略：求出黄金白银比价，得出孰贵孰贱，结合黄金白银市场，选择买入卖出品种，然后跟随比价的10期MA黄金交叉和死亡交叉，对黄金白银进行买入和卖出，直至市场行情转变或者比价趋势明显改变。比如说，若现在是熊市，此时黄金白银比价为51，则黄金较便宜，白银较贵，我们选择卖白银买黄金，若金银比价10期MA死亡交叉则平仓，黄金交叉则开仓。直至市场熊市结束，或者比价的趋势发生转变。

以下是该策略在2012年1月13日至2015年4月9日的实证模拟买卖的具体时间和进出场价位。

时间	MA(10)	MA金叉死叉	开平仓	白银	黄金
20120217	51.4	MA金叉	开仓	33.235	1725.3
20120223	51.4	MA死叉	平仓	35.4	1781.4
20120312	49.8	MA金叉	开仓	33.655	1700.8
20120403	51.4	MA死叉	平仓	32.625	1647.5
20120404	51.5	MA金叉	开仓	31.32	1621.4
20120405	51.4	MA死叉	平仓	31.68	1631.8
20120409	51.5	MA金叉	开仓	31.505	1642.8
20120803	58.3	MA死叉	平仓	27.705	1603.4
20121005	51.4	MA金叉	开仓	34.555	1783.1
20121109	53.6	MA死叉	平仓	33.925	1765.8
20121211	51.2	MA金叉	开仓	32.99	1711.2
20130108	54.8	MA死叉	平仓	30.41	1659.8
20130204	52.7	MA金叉	开仓	31.725	1674.3
20130510	61.0	MA死叉	平仓	23.675	1436.4
20130514	61.0	MA金叉	开仓	23.405	1423.7
20130517	61.0	MA死叉	平仓	22.17	1356.8
20130523	61.1	MA金叉	开仓	22.56	1390
20130703	64.6	MA死叉	平仓	19.77	1252.1
20130716	64.4	MA金叉	开仓	19.97	1290.5
20130802	66.2	MA死叉	平仓	19.83	1311.7
20130807	66.2	MA金叉	开仓	19.535	1286.5
20130808	66.2	MA死叉	平仓	20.23	1311.4
20130911	58.5	MA金叉	开仓	23.17	1364
20131004	60.8	MA死叉	平仓	21.725	1310.6
20131025	59.6	MA金叉	开仓	22.54	1351.4
20131029	59.6	MA死叉	平仓	22.525	1344.9
20131031	59.5	MA金叉	开仓	21.93	1323.3
20131210	62.9	MA死叉	平仓	20.375	1262.5
20140109	61.6	MA金叉	开仓	19.565	1227.6
20140210	63.9	MA死叉	平仓	20.045	1274.3
20140228	61.3	MA金叉	开仓	21.24	1327

20140401	65.3	MA 死叉	平仓	19.785	1280
20140409	65.2	MA 金叉	开仓	19.875	1311.7
20140514	66.7	MA 死叉	平仓	19.78	1306
20140724	62.4	MA 金叉	开仓	20.415	1292.9
20140904	66.1	MA 死叉	平仓	19.085	1262.1
20140918	66.0	MA 金叉	开仓	18.535	1226.1
20141119	73.8	MA 死叉	平仓	16.115	1181.8
20141128	73.3	MA 金叉	开仓	15.365	1167.1
20141204	73.2	MA 死叉	平仓	16.535	1208
20141216	73.0	MA 金叉	开仓	15.755	1194.6
20150105	74.7	MA 死叉	平仓	16.21	1205.6
20150129	71.9	MA 金叉	开仓	16.925	1256.2
20150212	73.2	MA 死叉	平仓	16.845	1222.3
20150218	72.8	MA 金叉	开仓	16.465	1211.1
20150306	73.6	MA 死叉	平仓	15.875	1166.8
20150309	73.6	MA 金叉	开仓	15.735	1166.2
20150318	74.1	MA 死叉	平仓	16.5	1171.3
20150409	70.8	MA 金叉	开仓	16.14	1193.9

表 4

根据上表的开仓平仓的情况，求出每笔的盈亏，画出了资金曲线图。

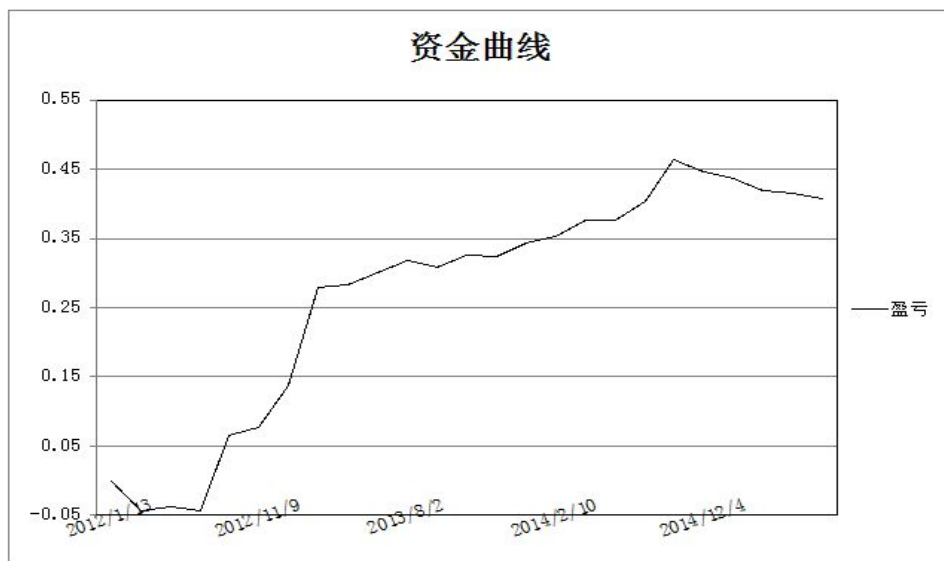


图 3

若买一手黄金，白银可以买 60 手，我们可以从图中清晰地看到此跨商品套利策略可以稳定的获取利润。从 2012 年 1 月 13 日至 2015 年 4 月 9 日，开仓平仓共 25 次，获利 70150 美元/手黄金，最大亏损 4.43%，最大回撤 5.64%，最大盈利 46.43%，平均年回报率 20.33%。

此策略的适用群体较为广泛，但以拥有大资金的机构等谋求获取稳定收益为主。

参考文献

- [1] 林新丹. 2013 年黄金大跌对白银的影响力探讨. 华南理工大学. 2013
- [2] 陈玲. 黄金价格对白银价格走势的影响. 武汉交通职业学院. 2013
- [3] 谢辉. 黄金和白银比价分析. 复旦大学. 2013