

有色金属期货市场反转效应探究

王佳元¹ 谭滨锴¹

¹ (北京航空航天大学经济管理学院 北京 100191)

(tanbinkai@buaa.edu.cn)

Research on Reversal Effect of Non-ferrous Metal Futures Market

Wang Jiayuan¹, Tan Binkai¹

¹ (School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics 16081001 Beijing 100191)

Abstract Reversal effect is a general rule of the price change of financial assets. In most financial assets, there are short-term reversal effect and long-term momentum effect. This paper investigates the performance of investment return of reversal strategy by using the minute trading data of copper futures contracts in Shanghai Futures Exchange. Empirical results show that the overall performance of Shanghai copper is reversal effect, in the short term, the reversal effect of 5 minutes interval is the most significant, and the best results are obtained from the minute-level simulation trading on the rice basket trading platform. But at the same time, it is also noted that this reversal effect is not operable in the actual trading operation. This paper also proposes an improved method for the failure to capture the prices that have occurred. It is found that this reversal effect will be absorbed by the market's rapid reaction, which leads to the failure to capture arbitrage opportunities. In addition, as a reference, one-to-many method based on SVM model is used to implement three-class trading strategy.

Key words Inversion Effect; Financial Asset Prices; Shanghai Futures Exchange; Copper

摘要 反转效应 (reversal effect) 是金融资产价格变化的一种普遍规律. 在绝大多数金融资产中, 往往存在短期的反转效应以及长期的动量效应. 本文使用上海期货交易所铜期货合约的分钟级交易数据, 考察了反转策略的投资收益表现. 实证结果表明, 沪铜整体表现为反转效应, 在短期内, 以 5 分钟为间隔的反转效应最为显著, 在米筐交易平台进行分钟级模拟交易的回测结果最好. 但同时也注意到, 该反转效应在实际交易操作中不具有可操作性, 本文亦提出针对无法捕捉已发生价格的改进方法, 发现这一反转效应会被市场迅速反应吸收, 导致无法捕捉套利机会. 此外, 作为参照, 基于 SVM 模型的一对多法, 实现三分类交易策略.

关键词 反转效应; 金融资产价格; 上海期货交易所; 铜

中图法分类号 TP391

本课程项目限定为有色金属期货交易, 可选的金属期货包括铜、铅、铝、锌、金、银. 初始交易模拟资金为 100 万元, 交易不限开仓次数, 手续费为平台默认设置, 不限制成交量, 模拟交易仅限分钟级.

本文的主要贡献如下:

- 1) 我们对上海期货交易所铜期货合约进行数据分析, 探究其反转效应, 针对其均值回复效应进行回归分析检验, 构建交易策略;
- 2) 对于米筐平台回测的局限性进行讨论, 提出针对无法捕捉已发生价格的改进方法;
- 3) 作为参照, 基于 SVM 模型的一对多法, 实现

三分类, 构建参照交易策略;

1 相关工作

反转效应 (reversal effect) 是金融资产价格变化的一种普遍规律. 在绝大多数金融资产中, 往往存在短期的反转效应以及长期的动量效应. 传统的反转效应检验方法是指将市场中多个资产按照过去 J 期收益率进行排序, 得到赢家组合和输家组合. 做空赢家组合, 做多输家组合, 以此构建反转策略组合. 在未来 K 期内该策略组合存在稳定的正向收益.

本文利用反转是单一资产价格的反转, 即未构建

输家-赢家组合, 直接对单一资产进行均值回复检验 (mean reversion), 然后做多过去 J 期收益为负的资产, 做空过去 J 其收益为正的资产。

检验均值回复的方法有很多, 包括自相关分析、单位根检验, 回归分析法, 方差比率检验等。文献中给出了 1988 年 Fama 和 French 共同研究的回归分析法检验多期对数收益序列的自回归性质。通过建立线性回归模型模型来判断资产的价格是随机运动还是被暂时成分所影响, 或是两者同时影响资产的价格波动。本文将利用此种回归分析法对上海期货交易所所有有色金属期货进行均值回复检验。

2 均值回复效应的回归分析检验

在本节中, 我们以沪铜主连每分钟收盘价为样本数据, 进行均值回复效应检验。

2.1 反转效应发生的概率

以 2019 年 3 月至 6 月沪铜主连每分钟收盘价作为样本数据, 共 20043 个样本点。先通过统计反转效应发生的频率来初步判断是否存在反转效应。

定义

事件 A: 上一次非零价格波动大于零 (小于零), 本期价格波动为小于零 (大于零)。

事件 B: 上一次非零价格波动大于零 (小于零), 本期价格波动大于零 (小于零)。

事件 $C = \bar{A} \cap \bar{B}$: 本期价格波动为零, 即期货价格保持不变, 当期未发生浮动盈亏。

$$\Omega = A + B + C$$

经过统计发现, 事件 A 发生的概率为 51.0%, 事件 B 发生的概率为 13.7%, 事件 C 发生的概率为 35.3%。三个事件分别对应了策略中实现正收益, 实现负收益, 实现零收益。由此可见, 期货每分钟收盘价确实存在反转效应。但是策略是否能够捕捉到这一现象, 然后实现盈利还需要进一步讨论。本文将在下一节中对该策略的可操作性进行进一步分析。

2.2 回归分析法

假设 t 时刻期货价格的自然对数是 $p(t)$ 。可分解为随机运动成分 $q(t)$ 和暂时成分 $z(t)$, 即可表示为

$$p(t) = q(t) + z(t),$$

$$q(t) = q(t-1) + \mu + \eta(t).$$

其中 μ 表示预期漂移项, η 表示白噪声。

用 $R(t, t+T)$ 表示从 t 时刻到 $t+T$ 时刻的期货价格对数收益率, 即

$$R(t, t+T) = p(t+T) - p(t).$$

接下来在收益期 T 相同的情况下, 以 $R(t, t+T)$ 为因变

量, 以 $R(t-T, t)$ 为自变量, 做一元线性回归, 计算回归方程的斜率。根据 Fama 和 French 的分析, 如果资产价格具有均值回复过程, 那么 $R(t, t+T)$ 对 $R(t-T, t)$ 的斜率会形成 U 型。斜率会随着 T 的增大而减少, 一直减少接近某一特定值, 然后逐渐增加并回归到 0 附近。

2.2 均值回复实证检验

首先以 2019 年 3 月至 6 月沪铜主连每分钟收盘价作为样本数据, 共 20043 个样本点, 使用上述回归分析法进行建模, 即 t 的基本期限长度为 1 分钟, T 表示 T 分钟。结果如下图所示。

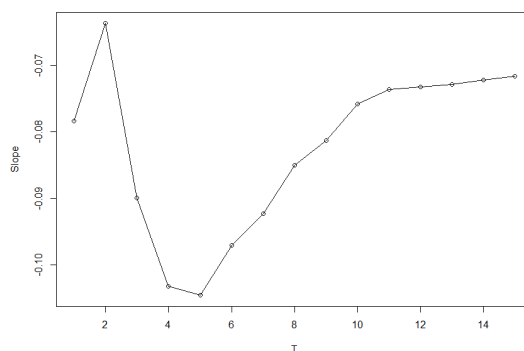


图 1 自回归方程斜率散点图

该结果说明期货的收盘价存在均值回复现象, 但是是否能够利用这一现象构造策略实现盈利还需要进一步讨论。本文将在下一节中对该策略的可操作性进行分析。

图中 $R(t, t+T)$ 对 $R(t-T, t)$ 的斜率会形成 U 型, 斜率会随着 T 的增大而减少, 一直减少至 -0.1, 然后逐渐增加到 0 附近。在 $T=1$ 时回归方程 $R(t, t+1) = k \cdot R(t-1, t)$ 的斜率 k 为 -0.0783 (-11.123) 显著不为零。说明以此建立的均值回复策略应能够获得正收益。在 $T=5$ 时, 回归方程 $R(t, t+5) = k \cdot R(t-5, t)$ 斜率的绝对值最大, 为 -0.1046 (-14.892)。由此推断, 由 $T=5$ 为周期建立的均值回复策略收益应高于 $T=1$ 周期下的均值回复策略收益。另一方面, 考察回归方程的拟合优度 R^2 , 绘制 R^2 与 T 的关系图。发现 R^2 随 T 增大的运动方向与斜率 k 完全相反, 在 $T=5$ 时 R^2 最高。这也说明了 $T=5$ 为周期下均值回复效应最显著。

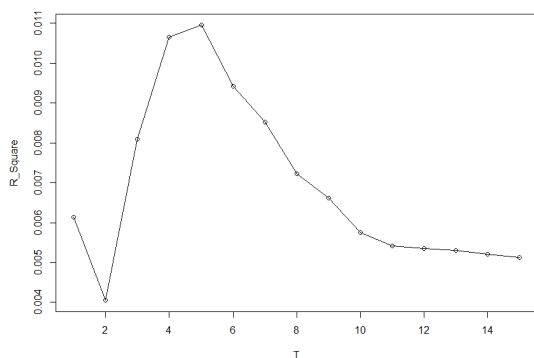


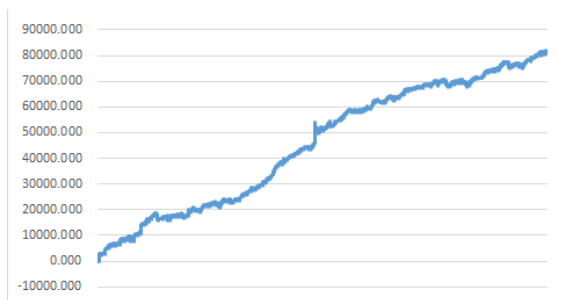
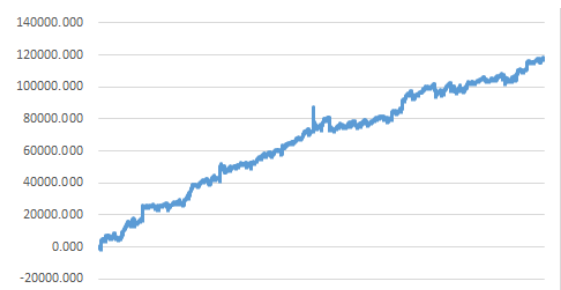
图2 自回归方程拟合优度散点图

于是,我们将 $T=1$ 与 $T=5$ 周期下的均值回复策略累计收益进行了对比。

2.3 利用均值回复效应构建交易策略

按照上述回归分析法的逻辑直接建立交易策略,应该是若上一期 (T 分钟)的收益率为正,则做空期货,为负则做多期货。通过统计检验可以发现, $R(t, t+T)$ 与 $R(t-T, t)$ 之间存在显著的负相关关系,理论上可以实现套利。

$T=1$ 与 $T=5$ 两种不同情况下,该策略的收益情况如下图所示。图中显示了上述策略下,交以手续费为2%,每次交易1手沪铜主连期货合约的累计收益。与预期结果相符, $T=5$ 的策略表现优于 $T=1$ 的策略表现, $T=1$ 情况下最终累计收益是81665.45元, $T=5$ 情况下,可以实现更高的累计收益,为119327.35元。

图3 $T=1$ 样本期内累计收益图4 $T=5$ 样本期内累计收益

反转策略的核心思想在于根据 $R(t-T, t)$ 做出仓位判断,再实现 $-\text{sign}(R(t-T, t)) \cdot R(t, t+T)$ 的收益率。但是在实际操作中,这里存在一个问题。回归分析中直接以收盘价序列 $p(t)$ 计算得到的收益率序列

$R(t, t+T) = p(t+T) - p(t)$ 是完全基于收盘价得到的,因此对 $R(t, t+T) = k \cdot R(t-T, t)$ 建模实现的收益也是完全基于收盘价的。上一期收益 $R(t-T, t)$ 是根据 t 时刻价格 $p(t)$ 计算得到的,所以投资者在进行决策的时候 $p(t)$ 已经发生,投资者不能够按照模型假设实现 $-\text{sign}(R(t-T, t)) \cdot R(t, t+T)$ 的未来实现的收益率。

因此,上述基于收盘价构建的反转策略回测结果是不具有可操作性的,在收盘价已经发生后,无法再次这一价格进行平仓与开仓。

3 对于回测模型局限性的进一步讨论

3.1 米筐平台回测的局限性

在进行策略回测的过程中,需要指定一个交易成交价。经过实验发现,在本次米筐平台上,由于回测模型设定最小时间单位是1分钟,故回测模型中未区分一分钟以内的 tick 级价格,以至于无法获取一分钟的开盘价、收盘价、最高价、最低价等数据。该平台在回测过程中,平台直接将每一分钟的价格简化为一个价格,不包含开盘与收盘的差异。因此,与第2节中的模型相类似,米筐平台回测中仅仅基于收盘价计算得到的收益率在现实操作中无法实现的。只要是以一分钟为指令下达周期进行交易,经过平台回测得到的累计收益结果,均是不具有操作性的。

另一方面,由于米筐平台回测逻辑与第2节相同,故应用米筐平台回测得到的结果与上一节2.3得到的结果相吻合,可以实现稳定的正收益,但是均不具有可操作性。

3.2 针对无法捕捉已发生价格的改进方法

在上述策略中,需要通过已发生收盘价进行仓位判断,发出下单指令。由于该收盘价是已发生价格,所以在未来的交易中无法再次实现以改价格进行交易。更进一步,下达指令后立即执行的交易成交价应该是在收盘价发生后的第一笔交易的价格,即这一分钟的开盘价,而非上一分钟的收盘价。因此,在回测过程中,更合理的是按照下一分钟开盘价作为交易价格。

事实上,这种回测交易价格确定的方式与第2节(米筐平台)回测交易价格确定方式最大的区别在于能否捕捉到上一分钟收盘价(上一分钟最后一笔交易)与这一分钟开盘价(这一分钟第一笔交易)之间的价格波动。事实证明,第2节中证实得到的反转效应基本上都被市场在这一短暂的时间内吸收了。

以上一分钟收盘价的每分钟收益率作为自变量 $R(t-T, t)_{close}$, 以这一分钟开盘价的每分钟收益率 $R(t, t+T)_{open}$ 作为因变量,进行线性回归。将回归结果

与第 2 节以 $R(t-T, t)_{close}$ 作为自变量, $R(t, t+T)_{close}$ 作为因变量的回归结果进行对比, 如下图所示。

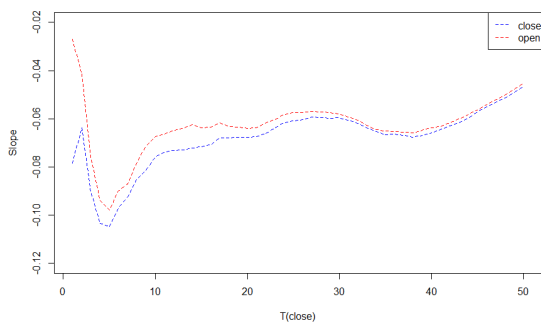


图 5 回归结果

当 $T=1$ 时, 以开盘价收益率作为因变量的回归系数为 -0.0270, 其绝对值远小于以收盘价收益作为因变量的回归系数 -0.0783。随着周期 T 的增加, 两个回归分析的斜率逐渐收敛。这说明, 1 分钟的反转效应会被市场快速吸收, 随着周期 T 的增加, 反转效应在短期内被吸收的程度减弱。

以开盘价作为成交价进行反转策略回测($T=1$), 发现反转效应被市场吸收, 不存在套利机会。

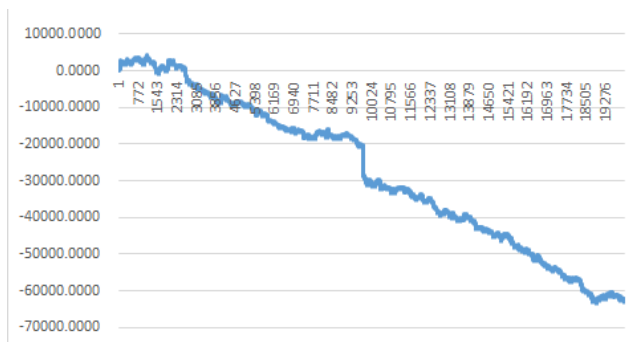


图 6 $T=1$ 累计收益

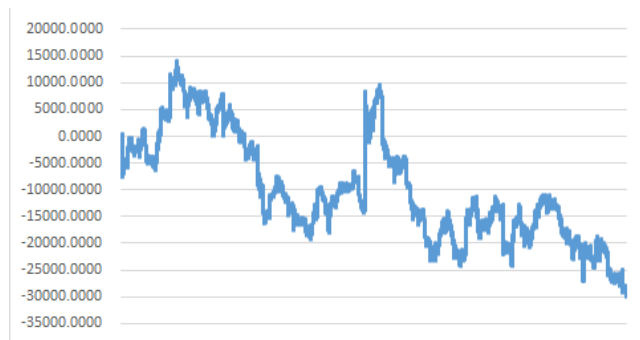


图 7 $T=5$ 累计收益

如图所示, 随着周期 T 增加, 市场吸收反转效应的效率降低。

4 SVM 三分类参照策略

在本节中, 我们基于 SVM 的一对多法 (one-versus-rest, 简称 OVR SVMs), 实现三分类, 从而得到参照交易策略。

4.1 模型基本思路

因为回测模型基于分钟级交易数据, 不考虑 tick, 每分钟交易价格均不变。在每个交易日开始时对过去 n 分钟样本进行训练, 得到模型。对于每一分钟, 取前 k 个交易时段的价格作为自变量, 该分钟与下一分钟的价格变动作为分类依据, 如: 价格升高为 1 类, 价格下降为 -1 类, 价格不变为 0 类。

对于当交易日的每一分钟, 则基于此模型进行分类预测, 判断交易操作的条件。

4.2 SVM 三分类

训练时依次把某个类别的样本归为一类, 其他剩余的样本归为另一类, 这样 m 个类别的样本就构造出了 m 个 SVM。分类时将未知样本分类为具有最大分类函数值的那类。

假如我有三类要划分 (也就是 3 个 Label), 他们是 A、B、C。

于是在抽取训练集的时候, 分别抽取

1) A 所对应的向量作为正集, B, C 所对应的向量作为负集;

2) B 所对应的向量作为正集, A, C 所对应的向量作为负集;

3) C 所对应的向量作为正集, A, B 所对应的向量作为负集;

使用这三个训练集分别进行训练, 然后得到三个训练结果文件。

在测试的时候, 把对应的测试向量分别利用这三个训练结果文件进行测试。

最后每个测试都有一个结果 $f1(x)$, $f2(x)$, $f3(x)$ 。于是最终的结果便是这四个值中最大的一个作为分类结果。

此外, 因为训练集存在一定偏差, 可以在抽取数据集的时候, 从完整的负集中再抽取三分之一作为训练负集。

4.3 实验和结果

对沪铜主力合约过去 100 分钟交易数据进行连续 7 分钟的交易样本采集, 从 2015 年 1 月 1 日至 2019 年 6 月 3 日进行回测, 得到收益图如下:



图 8 SVM 收益图

5 总结

本文对上海期货交易所铜期货合约进行数据分析,探究其反转效应,针对其均值回复效应进行回归分析检验,构建交易策略。对于米筐平台回测的局限性进行讨论,提出针对无法捕捉已发生价格的改进方法。此外,作为参照,基于 SVM 模型的一对多法,实现三分类,构建参照交易策略。

参考文献

- [1] Chang yun Wang, Min Yu, Trading activity and price reversals in futures markets[J]. Journal of Banking & Finance, Volume 28, Issue 6, June 2004, Pages 1337-1361
- [2] Yurun Yang, Ahmet Göncü, Athanasios A. Pantelous, Momentum and reversal strategies in Chinese commodity futures markets[J]. International

Review of Financial Analysis, Volume 60, November 2018, Pages 177-196

- [3] Zhai Zongzheng. Mean reversion Test of RMB Exchange Rate and Hurst Index Calculation[J]. Modern Economic Information, 2016(01):274-275
(甄宗政.人民币汇率的均值回复检验及 Hurst 指数计算[J].现代经济信息,2016(01):274-275)
- [4] Zhang Qun, Chen Rui. A Review of Stock Price Mean Recovery Test Methods[J]. Economics Research Guide, 2008(13):58-59
(张群,陈瑞.股价均值回复检验方法综述[J].经济研究导刊,2008(13):58-59.)