

加密货币市场中的配对交易策略研究

李书雨

南开大学金融学院

DOI:10.12238/ej.v8i6.2644

[摘要] 本研究基于2021年1月-2022年6月加密货币市场数据,检验配对交易策略在不同类型加密货币对中的有效性,并对比最小距离法(SSD)与协整法的适用性差异。实证发现SSD方法配对策略在三类货币对中均实现显著正收益,验证了配对交易策略有跨资产的普适性;协整法在样本内表现更优,但样本外可能因协整关系失效导致策略亏损;相比协整法,SSD方法在加密货币市场中有更强的环境鲁棒性。

[关键词] 配对交易; 加密货币; 协整; 最小距离

中图分类号: F82 **文献标识码:** A

Research on Pairing Trading Strategies in the Cryptocurrency Market

Shuyu Li

School of Finance, Nankai University

[Abstract] This study, based on cryptocurrency market data from January 2021 to June 2022, evaluates the effectiveness of pairs trading strategies across different cryptocurrency pairs and compares the Sum of Squared Deviations (SSD) method with the cointegration method. Results show that the SSD method consistently achieves significant positive returns across all pairs, demonstrating its cross-asset applicability. While the cointegration method performs better in-sample, it may incur losses out-of-sample due to the breakdown of cointegration relationships. Overall, the SSD method exhibits greater robustness in the cryptocurrency market.

[Key words] Pairs Trading; Cryptocurrency; Cointegration; Minimum Distance Method

引言

配对交易策略是经典的量化交易策略,其核心理念是寻找一对价格走势相关性较强的资产,当它们的价差偏离历史均值时,买入低估资产、卖出高估资产,待价差回归均值水平后,反向平仓获利。配对交易中筛选配对的方法不断发展,国内外学者提出了多种筛选方法,主要包括最小距离法、协整法、随机价差法等。最小距离法由Gatev、Goetzmann和Rouwenhorst首次提出,因此该方法也被称为GGR方法。该方法基于股票标准化价格序列之间的欧氏距离(SSD)来度量股票对的价格走势相似性,并选取SSD最小的前20对股票作为交易标的^[1]。Do和Faff改进GGR方法,采用相关系数法在同行业内筛选出价格高度相关的股票对,提升了策略的盈利能力^[2]。Vidymurthy首次将协整理论引入配对交易领域,构建了配对交易的统计套利新框架。该方法假设配对资产的价格序列存在协整关系,即长期均衡,当价格偏离均衡时,可执行配对交易策略获利^[3]。胡伦超将协整法与最小距离法结合,通过实证分析发现复合方法的效果显著优于单一方法^[4]。随机价差法由Binh Do提出,该方法基于价差序列的随机过程特性构建模型,识别具有均值回复特性的股票对,从而提升配对交易的准确性和稳定性^[5]。

配对交易策略的有效性已在传统金融市场得到广泛验证。Nath对美国政府债券的二级市场进行了研究,基于1994-2000年的数据验证了配对交易在债券市场的适用性^[6]。Mori和Ziobrowski分析1987-2008年REIT市场与股票市场的配对交易收益,发现这两类市场均有较好套利机会^[7]。仇中群以沪深300股指期货为样本,采用协整法筛选交易对,证明了该策略在中国期货市场有效^[8]。

加密货币具有高波动性、市场深度不足等特点,为配对交易策略提供了丰富的套利空间。本文选择以加密货币为配对资产,探讨配对交易策略在不同类型加密货币之间的有效性,为投资者提供相关的策略参考。

1 构建加密货币配对组合

1.1 交易对筛选

本文基于加密货币特点,将加密货币配对分为3类:稳定币对、“稳定币+波动币”对、波动币对,对3类加密货币均用最小距离法进行配对筛选,另外对波动币使用“相关性分析+协整检验”的方法筛选配对。

1.1.1 最小距离法(SSD)

最小距离法是对两个加密货币的标准化价格序列计算二者

价差的欧氏距离, 本文选出每组SSD最小的5对货币对模拟交易。SSD计算公式为:

$$SSD_{ij} = \sum_{t=1}^T (p_{it} - p_{jt})^2 \quad \#(1)$$

1.1.2 “相关性分析+协整检验”

本文使用Pearson相关系数来衡量波动币两两之间的相关性, 计算公式为:

$$r_{x,y} = \frac{Cov(x,y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad \#(2)$$

其中, $Cov(x,y)$ 代表资产 x 、 y 价格之间的协方差, σ_x 代表 x 的标准差, σ_y 代表 y 的标准差。

选出相关性分析中Pearson相关系数大于0.8的货币对后, 使用E-G两步法进行协整检验, 步骤为:

第一, 进行单位根检验, 判定货币价格序列的平稳性以及两种资产是否同阶单整。

第二, 对同阶单整的两个货币价格序列, 使用普通最小二乘法(OLS)建立回归方程, 得到回归系数和残差。

$$y_t = \alpha + \beta x_t + \epsilon_t \quad \#(3)$$

通过使用OLS方法估计 α 和 β , 可以得到残差序列:

$$\hat{\epsilon}_t = y_t - \hat{\alpha} - \hat{\beta}x_t \quad \#(4)$$

第三, 对残差序列进行平稳性检验。如果检验结果说明残差序列平稳, 则价格序列 x_t 与 y_t 协整。

1.2交易参数

1.2.1持仓比例

在配对交易策略进行开平仓时, 需要确定一对加密货币的多空头寸, 即持仓比例。本文选择采用系数中性法确定持仓比例, 对于SSD选出的货币对, 在交易时按照1: 1的比例建仓; 对协整法选出的波动币对, 使用协整系数将1: β 作为持仓比例。

1.2.2交易信号设置



图3.1 交易信号示意图

本文依据以往的经验参数并结合实操, 选取 m 、 $m \pm \sigma$ 、 $m \pm 2\sigma$ 分别作为配对交易的止盈平仓、开仓、止损平仓交易信号, 如图3.1所示。本文的交易规则为: 如果价差偏离均值的程

度超过 σ , 卖出(买入)价差开仓; 如果开仓后, 价差偏离均值的程度超过 2σ , 为控制损失程度, 此时买入(卖出)价差进行止损平仓; 若开仓后, 价差回归均值, 买入(卖出)价差进行止盈平仓。对区间结束时没有关闭的配对强行平仓。

2 配对交易的实证分析

2.1数据来源

本文采用2021年1月1日-2022年6月30日选定加密货币的每日价格数据进行实证研究。借鉴GGR方法, 按照12个月形成期和6个月交易期将时间区间划分为样本内和样本外。本文根据加密货币的市值和交易量, 最终选取了18种波动币和4种稳定币进行实证分析, 分别为BTC、ETH、XRP、BNB、SOL、ADA、DOGE、STETH、TRX、WBTC、LINK、HBAR、XLM、LEO、AVAX、LTC、BCH、WETH、USDT、USDC、DAI、TUSD。

2.2样本内模拟结果

表4.1是在形成期内采用SSD对三类货币对配对模拟交易的结果。整体来看, 在形成期内, 配对交易策略在不同类型加密货币中均实现了正的累计收益率, 但收益与风险特征在各类别之间存在显著差异。观察表4.1可以看出, 随着平均累计收益率的大幅增长, 3类货币对的最大回撤也成倍上升, 策略在实现高收益的同时伴随着更大的风险敞口。综合来看, 稳定币的策略表现相对更稳健, 其夏普比率为3.002, 表明稳定币配对在风险调整后具备最好的盈利能力。波动币则表现出爆发性的2229.56%累计收益率和极高的最大回撤, 表明该类配对在市场剧烈波动时有可能出现较大的损失。

表4.1 形成期SSD的模拟结果

加密货币对	平均累计收益率	最大回撤	夏普比率	胜率
稳定币	54.20%	2.99%	3.002	80.89%
稳定币+波动币	459.15%	100.69%	1.465	80.46%
波动币	2229.56%	2014.95%	1.044	66.88%

注: 本文所有表中的平均累计收益率为每组内5个配对的累计收益率和最大回撤的平均值, 最大回撤、夏普比率和胜率亦基于组内配对数据计算得出。

XRP-TRX同时被SSD和协整法筛选出进行交易, 可以对此XRP-TRX的交易表现如表4.2所示。在形成期, 协整法能获得14.10%的累计收益率和2.65的夏普比率, 且最大回撤与最小距离法十分接近。整体上看, 在充分考虑风险时的样本期内, 使用协整法配对的整体表现相对优于最小距离法。

表4.2 XRP-TRX交易期结果

加密货币对	累计收益率	最大回撤	夏普比率	胜率
最小距离法	8.53%	3.36%	1.24	72.73%
协整法	14.10%	4.12%	2.65	42.86%

2.3样本外回测

交易期的回测结果如表4.3所示,三组配对都实现了正收益,为最小距离法在不同类型货币中的策略有效性提供了经验证据,该策略能够适应不同的市场环境并从中获利。稳定币组合以20.55%的累计收益率、1.83%的最小回撤和3.828的夏普比率展现出低风险高性价比优势。稳定+波动币组合虽承受57.51%的最大回撤,但其470.61%的收益与85.3%的胜率都实现了3组中的最好表现。波动币组合均衡了204.17%的高收益与15.59%的最大回撤,夏普比率1.49。

表4.3 交易期SSD的模拟结果

加密货币对	平均累计收益率	最大回撤	夏普比率	胜率
稳定币	20.55%	1.83%	3.828	74.19%
稳定+波动币	470.61%	57.51%	1.2875	85.30%
波动币	204.17%	15.59%	1.49	56.33%

表4.4为交易期XRP-TRX的配对表现,协整法能获得14.10%的累计收益和2.65的夏普比率,该配对的累计收益和风险调整后单位收益更高,考虑风险时,协整法配对的整体表现显著优于最小距离法。协整法获得的累计收益率为负,原因可能是样本期价差波动过大,样本期内建立的协整关系在样本外失效,无法进行套利。

表4.4 XRP-TRX交易期结果

加密货币对	累计收益率	最大回撤	夏普比率	胜率
最小距离法	4.25%	1.04%	1.22	16.67%
协整法	-3.37%	4.12%	-3.21	87.50%

3 结论

本文以加密货币2021年1月-2022年6月的加密货币价格日度数据为研究对象,实证研究发现配对交易策略在不同类型加密货币配对中都是有效性。使用最小距离法形成配对能够适应不同市场环境,策略能够在不同类型加密货币配对都实现收益,

其中稳定币组取得最高的夏普比率,具有较强稳健性。对确实存在协整的货币进行配对交易能够获得比最小距离法更好的收益,但波动币之间的协整关系并不能长期存在,会受市场环境的变化而改变,使用固定的协整关系进行配对交易很可能无效甚至带来亏损,实际操作中需要对协整关系动态更新。

[参考文献]

[1]GATEV E,GOETZMANN W N,ROUWENHORST K G. Pairs Trading: Performance of a Relative Value Arbitrage Rule[J].Social Science Electronic Publishing,2006,19(3):797-827.

[2]DO B H,FAFF R W. Are Pairs Trading Profits Robust to Trading Costs?[J].Social Science Electronic Publishing,2012,35(2):261-87.

[3]VIDYAMURTHY G.Pairs Trading: quantitative methods and analysis[M].John Wiley & Sons,2004.

[4]胡伦超,余乐安,汤铃.融资融券背景下证券配对交易策略研究——基于协整和距离的两阶段方法[J].中国管理科学,2016,24(4):9.

[5]DOB,FAFF R. Does Simple Pairs Trading Still Work? [J].Financial Analysts Journal,2010,66(4):83-95.

[6]NATH P.High Frequency Pairs Trading with U.S. Treasury Securities:Risks and Rewards for Hedge Funds[J].SSRN Electronic Journal,2004.

[7]MORI M,ZIOBROWSKI A J.Performance of Pairs Trading Strategy in the U.S.REIT Market[J].Real Estate Economics,2011,39(3):409-28.

[8]仇中群,程希骏.基于协整的股指期货跨期套利策略模型[J].系统工程,2008,26(12):4.

作者简介:

李书雨(2000--),女,汉族,河南人,在读硕士研究生,研究方向:量化交易。