

学校编码: 10384

分类号密级

学号: 15420131152040

UDC

廈門大學

硕士学位论文

基于协平稳的配对交易方法及应用研究

A Study on the methods for pairs trading based on
costationarity and its application

段武兵

指导教师姓名: 沈雁副教授

专业名称: 应用统计

论文提交日期: 2017年2月

论文答辩时间: 2017年4月

学位授予日期: 2017年7月

答辩委员会主席:

评阅人:

2017年4月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

配对交易是一种自开发就一直被广泛运用的投资策略。配对交易的核心思想是股票价差的均值回复收敛，通过构建配对股票对的多空头寸，等待股票价差回复均值从而赚取收益。这种对冲机制能有效规避投资的系统性风险，使其在市场表现不好的时候仍能获得明显的正收益。国外市场对配对交易的研究较深，各种复杂的模型不断涌现，但是国内对配对交易的研究起步较晚。本文介绍了一种新颖的协平稳法应用于国内的股票市场，该方法允许协整系数随时间而有所变化，从而可以更好的捕捉协整系数，使得价差序列更接近于真实曲线，获得更好的收益。同时本文还对这种方法从两个方面进行了优化，一是通过聚类减少协平稳解的重复性，二是采用 GARCH 模型来估计动态的标准差。

实证部分，本文使用 2012 年到 2015 年之间的股票价格数据作为配对交易的数据。首先，选择国内股票市场占比较大的银行股作为配对交易的备选股票，同时确定配对交易形成期和配对交易期的区间和长度。然后，验证所选股票的协整关系，在形成期使用算法获得协平稳的解，从而进行配对交易并验证了这种协平稳法的可行性。论文从两个方面改进了这种方法，一是对协平稳的解进行聚类，避免出现类似的协平稳解；二是交易阈值的选择上，采用了 GARCH 模型来估计动态的标准差，从而得到改进协平稳方法收益结果。此外，本文还采用国内研究较为广泛的最小距离法和协整法作为对比，对四种方法从收益和风险等几个角度进行比较，最终得出结论，改进的协平稳方法优于一般协平稳方法，基于协平稳的配对交易策略在中国股市上是可行的，且优于国内学者运用广泛的最小距离法和一般协整法。

关键词：协平稳；协整；配对交易

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

Pairs trading is an investment strategy that has been widely used since its development. Pairs trading strategy earn the income by construct the long short positions in stocks pair to wait for stock spreads to converge. This hedge mechanism can effectively avoid the systemic risk of investment, so when the market downturn in the overall period it is still able to get a more stable income. Foreign markets have a deep research on this area and various complex models are emerging. But for the domestic research on pairs trading, it start too late. This paper introduces a novel costationary method applied to the domestic stock market. This method allows the cointegration coefficient to change over time, so that the cointegration coefficient can be better captured, making the spread sequence closer to the real curve and achieving better returns. At the same time, this method is improved from two aspects, one is to reduce the repeatability of the parallel solution by clustering, and the other is to use GARCH model to estimate the dynamic standard deviation.

In the empirical study, this article uses the stock price data between 2012 and 2015 for pairs trading. this paper chooses the bank stock which accounted for relatively large proportion of stock market as the alternative stocks of pairs trading, determining the interval and length of pairs trading formation period and transaction period. And then it verify the cointegration relationship of the selected stock, in the pairs trading formation period, using the algorithm to obtain a costationary solution, realize the pairs trading to verify the feasibility of this method. From two aspects to improve this method, one is to solve the costationary solution by clustering, to avoid a similar level of stability solution. Second, the choice of trading threshold, using the GARCH model to estimate the dynamic standard deviation. The results of the improved costationary method are obtained. The comparison of the four methods from the perspective of income and risk is concluded by using the minimum distance method and cointegration method, which is widely studied in China. Finally, it is concluded that the improved costationary method is superior to the general costationary method. The strategy of costationary

method is feasible in China's stock market, and is superior to the minimum distance method and general cointegration method which is widely used by domestic scholars.

Key Words: Costationarity; Cointegration; Pairs trading

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 研究内容	2
1.3 本文的创新点	2
第二章 文献综述	4
2.1 三种基本的配对交易方法	4
2.2 协平稳方法	7
第三章 相关理论	10
3.1 配对交易的一般流程	10
3.1.1 股票池筛选.....	10
3.1.2 最小距离法.....	11
3.1.3 协整法.....	11
3.1.4 确定交易信号.....	13
3.1.5 实施交易具体操作.....	14
3.2 协平稳方法	15
3.2.1 傅里叶变换和小波分析.....	15
3.2.2 局部平稳过程.....	21
3.2.3 协平稳的概念.....	24
3.2.4 协平稳的算法.....	25
3.3 比较和分析	26
第四章 协平稳方法的实证分析	28
4.1 协平稳方法的实证分析	28
4.1.1 样本选择与数据处理.....	28
4.1.2 筛选股票和协整检验.....	31
4.1.3 计算协平稳的平稳解.....	34
4.1.4 配对交易实施和收益计算.....	37

4.2 协平稳方法的改进分析	37
4.2.1 协平稳解的优化.....	39
4.2.2 交易阈值的改进.....	40
4.2.3 对比和分析.....	43
第五章 一般方法的实证分析及比较.....	45
5.1 一般方法实证分析	45
5.1.1 最小距离法实证分析.....	45
5.1.2 一般协整方法实证分析.....	47
5.2 对比和分析	51
第六章 结论与展望	56
参考文献	58
致谢.....	61

CONTENTS

Chapter 1	Intorduction	1
1.1	Research background	1
1.2	Research content	2
1.3	A research innovation	2
Chapter 2	Literature Review	4
2.1	Review of three basic pairs trading method	4
2.2	Review of the costationary method	7
Chapter 3	The Theory of Method	10
3.1	The general process of the pairs trading.....	10
3.1.1	The screening of stock pool and matching methods	10
3.1.2	The methods of minimum distance	11
3.1.3	The methods of cointegration	11
3.1.4	The determination of trading signals	13
3.1.5	The implementation of trading.....	14
3.2	The method of the costationary	15
3.2.1	Fourier series and wavelet analysis.....	15
3.2.2	Locally stationary process.....	21
3.2.3	The definition of costationary	24
3.2.4	The algorithm of costationary	25
3.3	Comparison and analysis	26
Chapter 4	The Empirical Study of Costationary Method	28
4.1	The empirical study of costationary method	28
4.1.1	Sample selection and data processing	28
4.1.2	Screening of stocks and cointegration test	31
4.1.3	The calculation of the costationary solution	34
4.1.4	Pairs trading implementation and earnings.....	37

4.2 An improved analysis of costationary method	37
4.2.1 The optimization of the costationary solution	39
4.2.2 The improvement of the transaction thresholds	40
4.2.3 Comparison and analysis	43
Chapter 5 The Normal Method of Pairs Trading and comparison	45
5.1The empirical study of normal method.....	45
5.1.1 The empirical study Of minimum distance.....	45
5.1.2 The empirical study Of cointegration	47
5.2 Comparison and analysis	51
Chapter 6 Conclusion and Future Reseach.....	56
References	58
Acknowledgements	61

第一章 绪论

1.1 研究背景和意义

配对交易策略的前身是 19 世纪 20 年代资深交易员 Jesse Livermore 发明的“姐妹股”策略，他利用这种策略在美股市场上获得了大量利润。后来这种策略的传播得益于二十世纪八十年代的 Morgan Stanly 团队，并开启了人们对配对交易理论的一系列研究和探索。

在资本市场相对成熟的欧美国家，配对交易策略在对冲基金和投资领域已较为普及。在国内市场，由于长期以来中国市场交易模式的单一，使得配对交易这样的投资模式并没有得到良好的发展。基于各方面的需求，我国证券市场 2010 年起全面开通了融资融券的新型业务。通过融资融券业务，投资者可以选择配对交易等新的投资模式。新型的投资方式可以有效地分散风险，如何理性而有效的来进行投资，配对交易的方法提供了理论的指导。

配对交易作为一种市场中性策略，具有收益稳定，风险相对较小的特点。配对交易的思想核心是股票价差的均值回复收敛，通过构建配对股票对的多空头寸，等待股票价差回复均值从而赚取收益。配对交易的市场中性体现在它的对冲机制，规避了风险，使其不论市场处于牛市或熊市里都能获得稳定的正收益。

研究配对交易的意义：

一、配对交易促进了国内投资和交易模式的多元化，使得投资者拥有了更多的选择。实践证明，配对交易的新模式不仅可以实现稳定的收益，也能降低投资的风险。研究这种交易模式可以为投资者提供更多理性的建议，提高投资者的投资收益，降低所带来的风险，进而促使整个金融市场的健康成长。

二、是有助于优化证券市场的金融资源配置。配对交易的应用有利于股票市场的股票价格偏离得以修正，优化股票价格的发现机制。而金融资源的配置影响着实体资源的配置。更合理的股票价格使市场更加完善，从而促进整个市场的发展和成熟。

1.2 研究内容

本文的主要研究内容包括：

一、介绍配对交易方法的产生发展背景，以及国内外学者对该策略所做出的学术研究情况，说明该方法理论可行性及实际可操作性；

二、阐明文章所需要用到的理论知识和方法，，主要包括配对交易策略的方法，协整模型，向量自回归模型，误差修正模型，傅里叶变换，局部平稳过程，协平稳过程，谱估计等；

三、在股票市场选择适当的配对股票对，运用基于协平稳过程的方法来进行配对交易，对协平稳方法进行改进，得到两种方法的收益结果进行了比较和分析；

四、在股票市场选择同样的配对股票对，运用一般的协整方法和最小距离法来进行配对交易，最后对这四种方法的结果进行比较和分析。

五、根据结果得出结论，包括配对交易策略的盈利情况，和该策略的一些其他特点，并对它做出总结和展望。

1.3 本文的创新点

国内对配对交易的研究受限于环境而起步较晚，大部分研究把配对交易应用在中国市场，验证在中国市场的可行性作为研究的重点，同时在方法的使用上，大部分研究所使用的方法都是三种一般方法：最小距离法、协整法和随机价差法来进行配对交易，并研究这些方法的改进手段。本文主要创新点有以下几点：

一、本文引入了一种新颖的协平稳的方法用于国内的股票市场。这种方法的优势在于协整关系并不能一直存在且保持不变，允许协整系数随时间变化的可能性，从而可以更好的捕捉协整系数，构建更加完善的配对比例，以期获得更好的收益。通过对三种方法的实证比较分析，可以发现本文所引用的方法具有很强的实用性，也比国内一般方法的收益要更高。

二、本文在研究协平稳方法的同时对实际的算法结果进行了改进，采用聚

类分析的方法将通过计算得来的协平稳解进行分类处理，避免了类似的协平稳解造成无效的交易结果。

三、交易阈值的确定一直是学者们都关注的点，原有协平稳的方法采用不变的静态标准差作为阈值，在实际的股票市场并不合适。本文改进了这点，使用动态的标准差作为交易阈值，利用 GARCH 模型来估计它，并利用测试数据来检验这种优化的结果，实证证明这种改进提高了配对交易的收益率。

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 文献综述

2.1 三种基本的配对交易方法

尽管配对交易策略很早就已经在华尔街的金融界中得到了广泛的运用,但是学术界对此方法的研究起步于 Gatev(1999)详细介绍的最小距离法。自此,配对交易领域不断涌现出大量的研究。

国外方面, Gatev(1999)等利用最小距离法来进行配对交易,这种方法选定了一段时间为历史时期,标准化这段时间内股票的价格,然后计算差值算作两只股票的距离,最终选择距离最小的来进行配对交易。相应的交易阈值设定为价格差的 2 倍标准差。实证结果表明,这种策略可以获得经过风险调整后的超额收益,在美国股市使用这种策略是可行的。但是这种方法缺点比较明显,是一种纯统计的方法,没有稳健性,且交易阈值只能凭经验确定,具有主观性。Nath(2003)对交易的阈值提出了不同的意见,他将价差序列分布的第 α 位百分位数作为交易或者止损的信号。实证上对流动性较高的美国政府债务的二级市场所有股票进行配对交易,构建第 15 或第 65 百分位数为交易的触发点,第 5 或第 95 百分位数设为止损点,对比原有方法,获得了更高的收益。这一策略也被称为 1505 规则。但是这种方法只是改变了交易的参数,有利于收益的提高,但是交易的信号依旧是静态的,这与瞬息万变的股票市场并不相符。最小距离法找到了两条股票对之间的相互关系,但没有量化这个关系。Vidyamurth(2004)将协整理论引入配对交易,给出了配对交易的完整定义,利用协整向量来进行套利交易,从而量化了两条股票间的相互趋势。协整方法是利用具体的协整检验和误差修正模型来确定协整的关系,从而确定配对交易的比例。协整法的好处是给了配对股票之间一个参数化的表达式,有利于量化分析,但是它的交易阈值也是主观设定的,且最重要是协整关系是否会随着时间的推移而发生变化,这也是本人所应用方法改进的部分。Elliott(2005)等提出了一种新的随机价差法。随机价差法类似于协整方法是基于均值回复的思想,但使用连续的高斯-马尔科夫链来量化这个均值回复过程。

基于以上的这三种基本方法,不断有学者对配对交易策略进行改进或者提出新的理论和方法以期能够使得配对交易的收益更好。

Chen(2006)提出了一个新的可供选择的配对交易模式。具体来说就是把利差

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库