

配对交易的投资策略

崔方达, 吴 亮

(阜阳师范学院 数学与计算科学学院, 安徽 阜阳 236037)

摘 要: 配对交易利用市场的无效性来获取利润, 是一种应用广泛的交易策略。文章在对配对交易的主要方法进行了比较分析的基础上选取最小距离法作为本文的实证分析技术, 并以上证50指数的成分股为样本进行了实证研究。通过对比配对交易与适当加权组合的收益大小以及采用Bootstrap仿真来对比由随机进入市场产生的收益与配对交易产生的收益大小, 本文发现在考虑成本的前提下, 配对交易可获利且与市场风险无关。

关键词: 配对交易; 相对价值套利; 反转策略; 市场风险

中图分类号: F830

文献标识码: A

文章编号: 1002-6487(2011)23-0156-04

0 引言

配对交易策略的基本原理是基于两个相关性较高的股

票或者其他证券, 如果在未来时期保持着良好的相关性, 一旦两者之间出现了背离的走势, 且这种背离在未来是会得到纠正的, 那么就可能产生套利的机会。对于配对交易的实践而言, 如果两个相关性较高的股票或者其他证券之间出现背

基金项目: 安徽省2010年高校省级教学质量与教学改革工程重点项目(20101984)

作者简介: 崔方达(1980-), 男, 安徽阜阳人, 讲师, 研究方向: 概率论与数理统计。

吴 亮(1981-)男, 安徽阜阳人, 博士, 研究方向: 数理统计。

相结合等方式, 把高层管理人员的收益增长目标同银行的经营目标结合起来, 让他们更加努力去实现银行目标。同时要不断加强内审强度, 完善稽核工作操作规程, 促进稽核工作的标准化, 将产品开发的风险降低至最小程度。

此外, 自我评估($\gamma_4=0.626$)也是重要的显著的正向影响内控体系提升系统的制约风险因子, 为了有效控制风险, 商业银行要高度重视新产品开发的自我评估工作, 高级管理层应及时对不断变化的环境和条件做出反应, 适时修改风险评估系统, 让风险评估涵盖所有的新业务领域和新业务品种, 以解决新出现的风险或以前未能控制的风险问题, 以便达到改进和完善内部控制体系提升的效率和效果。

3 结论

一个强有力的内部控制将有利于银行实现业绩目标、信誉目标、合规性目标, 即有效的内部控制将帮助银行达到长期盈利, 保证财务报表与管理报告的可靠性、完整性和及时性, 并确保银行遵守相关的法律、管理条例、计划以及内部管理制度及程序等, 从而降低风险的发生。本文通过因子分析和结构方程对银行产品开发的内控评估机制提升的研究表明, 其影响制约因素可以归结为控制体系、内控文化、监督激励和自我评估这四个维度, 其都呈现出正向影响内控体系

提升的相关性特性。因此, 在商业银行产品开发的内控评估体系提升方面应以此出发点, 为科学有效的进行评估考量, 将风险威胁转化为发展契机以确保健康发展。

参考文献:

- [1] 张吉光. 商业银行操作风险识别与管理[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
- [2] 曲绍强, 张启全. 探析加强商业银行操作风险管理的动因[J]. 金融与经济, 2006, (1).
- [3] 景莉. 论基于COSO框架的操作风险管理系统的构建[D]. 北京: 对外经济贸易大学, 2006.
- [4] Dennis G. Uyemure etc. Financial Risk Management in Banking: The Theory & application of Asset & Liability Management[M]. Toronto: Bankers Publishing Company, 1993.
- [5] 张小霞. 现代商业银行内控制度研究[M]. 北京: 中国财政金融出版社, 2005.
- [6] 贾明琪, 田伟等. 中小企业商业性信用担保风险的检测及控制[J]. 统计与决策, 2009, (7).
- [7] 陶军. 我国中小银行贷款集中的羊群行为分析[J]. 当代经济科学, 2006, (2).
- [8] 陈会玲, 王昊. 单体银行、制度协调与中小企业融资[J]. 经济问题, 2010, (3).

(责任编辑/易永生)

离,就应该买进表现相对较差的,卖出表现相对较好的。当未来两者之间的背离得到纠正,那么可以进行相反的平仓操作来获取利润。由于配对交易利用配对间的短期错误定价,通过持有相对低估,卖空相对高估,因此其本质上是一个反转投资策略,其核心是学术文献中的股票价格均值回复。尽管配对交易策略非常简单,但却被广泛应用,其之所以能被广泛应用的主要原因是:首先,配对交易的收益与市场相独立,即市场中性,也就是说它与市场的上涨或者下跌无关;其次,其收益的波动性相对较小;第三,其收益相对稳定。

本文从投资者的角度出发,研究配对交易策略。笔者选取2003年1月7日~2008年12月31日沪市38只股票为样本,通过对搜集到的样本数据实施配对交易策略,检验其是否可获利,探讨该策略的投资风险和投资可行性,从而提出一种有价值的投资策略。

1 配对交易的三种主要方法的比较分析

研究配对交易的主要方法有三种:协整法、随机价差法和最小距离法,下面对这三种方法的特点进行介绍与比较分析。

1.1 协整法

Vidyamurthy(2004)通过利用资产之间的协整关系,尝试对配对交易使用参数化交易规则。Vidyamurthy采用Engle and Granger(1987)的协整两步法,设资产A、B价格序列为 $\{p_t^A\}$, $\{p_t^B\}$,则对数股票价格间的长期均衡关系可以表示为:

$$\ln(p_t^A) - \beta \ln(p_t^B) = \alpha + \varepsilon_t \quad (1)$$

式(1)中, α 是常数项, ε_t 是零均值的平稳时间序列,标准化的协整向量为 $(1, -\beta)'$,协整误差 ε_t 视为错误定价,它反映了基于协整关系的股票组合偏离均衡关系的情况。

使用协整方法建立的股票多空组合,从长期来看组合中的股票之间具有均衡稳定关系。当股票价格变动使得该组合出现对长期关系的偏离,基于协整理论,可以预期这样的偏离或者波动是暂时的,在长期内会由于一支或两支股票的调整而回复到均衡关系。长期来看,股票市场中错误定价关系能够被修正,并不能给投资者带来收益。但是,这种偏差在中、短期股票市场中是存在的,并且反映出一定的趋势持续和反转的特性。Vidyamurthy(2004)认为可以在市场中捕捉这样的偏差,设置合适的策略来获得收益。Vidyamurthy(2004)通过协整回归估计得到的残差序列:错误定价序列 $\{\varepsilon_t\}$ 是平稳的,围绕其均值来回震荡,当超过某个临界值时可认为是异常行为,从而建立合适的头寸在回复到均值时来获取利润。

1.2 随机价差法

随机价差(Stochastic Spread)法是由Elliott et al.,(2005)提出的,对资产价差序列利用状态空间模型进行建模。Elliott et al.,(2005)将资产A、B价格序列 $\{p_t^A\}$, $\{p_t^B\}$ 的差

$\{y_t = p_t^A - p_t^B\}$ 的均值回复行为在连续时间情形下建模,采用状态空间方法,令价格差由一潜在状态变量 x_t 驱动, x_t 遵循vasicek过程:

$$dx_t = \kappa(\theta - x_t)dt + \sigma dB_t \quad (2)$$

式(2)中, dB_t 为标准布朗运动。其中状态变量 x_t 以速度 κ 返回其均值 θ ,将可观测的价差表示为一均值回复过程和高斯噪声和,即:

$$y_t = x_t + \omega_t \quad (3)$$

状态方程(2)和观测方程(3)就构成了一个状态空间模型,该模型有以下三个主要优点:

首先,抓住了配对交易的核心,即均值回复性。严格地说价差应该表示为对数价格差即: $y_t = \ln(p_t^A) - \ln(p_t^B)$ 。一般说来,两只股票的价格差的长期均值不是常数,而会随着两者价格上升变大,下降而变小;而采用对数价差可以避免出现上述问题。

其次,该模型是一个连续模型,因此可以用于预测。交易者可计算价差返回到其长期均值的时间,从而对配对交易关键的问题——如期望持有时间和期望收益,可以很容易计算。

最后,该模型易处理,参数可通过卡尔曼滤波方法估计。参数估计量是极大似然估计量且在最小均方误差下最优。对参数估计,采用欧拉离散化从而有状态方程

$$x_k = \theta(1 - e^{-\kappa\Delta}) + e^{-\kappa\Delta}x_{k-1} + \varepsilon_k \quad (4)$$

式(4)中, Δ 表示两次观测之间的时间间隔(以年为单位),观测方程为:

$$y_k = x_k + \omega_k \quad (5)$$

有了上述的状态方程(4)和观测方程(5),可利用卡尔曼滤波递归程序可对参数 $\Psi = \{\theta, \kappa, \sigma\}$ 做出最优估计。

1.3 最小距离法

Gatev et al.,(2006)等运用最小距离法在标准化价格空间找出股票的相应配对,设置合适的交易规则并进行实证检验,发现配对交易可获取利润。最小距离法是一种非参数化方法,计算股票价格序列间的欧氏距离或者标准化的股票价格序列间的平方距离和来度量价差,进而衡量股票之间相对错误定价程度。选择合适的形成期,通过使标准化的股票价格序列间的平方距离最小化来选取相应的配对。配对选择后进入交易期,当两者之间标准化序列的差超过某个临界值则产生交易。

2 最小距离法在实证研究中的具体步骤

由于配对交易在成熟的资本市场已经经过市场的验证,证实其确实可获利(Gatev et al., 2006),本文的研究目的是检验配对交易在上海股市是否可获利,并在此基础上提出一种有价值的投资策略。所以,本文选取最小距离法进行实证分析,采用的分析框架与Gatev et al.,(2006)类似,具体分析思路如下:

2.1 配对的形成与交易

设股票 i 的价格序列为 $\{P_{it}\}$, 配对选择所采用的方法是将所有选入的股票价格序列标准化, 其变换形式如下:

$$P_{it}^* = \frac{P_{it} - E(P_{it})}{\sigma_i} P_{it}^* \quad (6)$$

公式(6)中, $E(P_{it})$ 和 σ_i 分别为 P_{it} 相应期望值与标准差。

用公式(6)将所有价格序列转化为标准单位, 以 400 天交易时间为形成期采用最小化平方距离来选取配对。将资产 i 的配对序列表示为 p_{it}^* 。在形成期选取每个股票对应的配对后, 以 25 天为交易期, 在形成期结束后第一天开始交易。当 $|P_{it}^* - p_{it}^*| \geq d$ 时, 产生交易信号。 d 的值是任意的, 根据 d 的值来产生交易信号, 其值不宜太大, 否则只能产生很少的交易信号; 也不宜太小, 太小将会产生过多的交易信号, 这将导致过高的交易成本。产生交易信号后定义配对的头寸, 若 P_{it}^* 大于(小于) p_{it}^* , 则卖空(持有)资产 i , 持有(卖空) i 相应的配对。保持这样的头寸, 直到 $|P_{it}^* - p_{it}^*| < d$ 或在 25 天的交易期结束退出交易而不管收益如何。配对交易可获利的原因在于: 如果配对间的相关性能在未来得到持续, 则当资产和其相应配对间的标准化距离价差超过某个临界值 d , 那么就有很大可能在未来收敛, 从而可用来获利。

2.2 总收益的计算

依据下面的公式计算整个样本期间策略的总收益

$$R_E = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n R_{it} I_{it}^{LS} W_{it} + \left(\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n T_{c_{it}} \right) \left[\ln \left(\frac{1-C}{1+C} \right) \right] \quad (7)$$

公式(7)中: $R_{it} = \ln \left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}} \right)$ 是股 i 在时刻 t 的单期收益率; I_{it}^{LS} : 在时刻 t 持有资产 i 为 1, 卖空资产 i 为 -1, 其余为 0; W_{it} : 加权变量用于构建组合。本文中采用等加权, 每个交易头寸有相同的权重即 $W_{it} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n |I_{it}^{LS}|}$; c_{it} : 资产 i 在时刻 t 有交易时为 1, 余为 0; C : 交易成本(以交易金额计), 本文为 0.001; T 为样本数目。

2.3 策略绩效评价

本文评价配对交易表现使用了两种方法: 第一, 计算配对交易优于适当加权组合的超额收益; 第二, 采用 Bootstrap 仿真来比较由随机进入市场产生的收益与配对交易产生的收益大小。

根据 Fama 对投资者在有效市场上投资建议: 买入股票后要长期持有。本文拟通过构建一个静态基准组合, 由于考虑到配对交易通过持有相对低估, 卖空相对高估来获利, 本文利用配对交易产生的头寸构建组合, 并计算配对交易优于基准组合的超额收益。基准组合收益的计算方法如下:

$$R_{bp} = \sum_{i=1}^n P_i^L \sum_{t=1}^T R_{it} + \sum_{i=1}^n P_i^S \sum_{t=1}^T R_{it} + 2n \ln \left(\frac{1-C}{1+C} \right) \quad (8)$$

式(8)中 $P_i^L = \frac{\sum_{t=1}^T I_{it}^L}{T}$ 为资产 i 在整个样本期间持有的平均

次数; $P_i^S = \frac{\sum_{t=1}^T I_{it}^S}{T}$ 为资产 i 在整个样本期间卖空的平均

次数。式(8)中第一项为构建组合的多头收益, 第二项为空头收益, 第三项为交易成本。所构建的基准组合是一个静态组合, 而其头寸由配对交易时产生。从而超额收益就为: $R_E - R_{bp}$ 。若配对交易优于该基准组合, 表现为超额收益大于零, 从而配对交易优于一般的投资选择, 则该策略是有价值的。

利用蒙特卡罗仿真技术来比较由配对交易产生的交易信号所获得的利润与模拟的随机交易信号产生的利润大小, 从而可排除配对交易是一种偶然获利策略。由于 Bootstrap 仿真更多的利用了样本中所含的信息, 因此, 在本文中利用 Bootstrap 仿真技术。基本方法是模拟随机进入市场, 保留每次模拟收益, 计算配对交易优于随机交易的比例。注意到由于交易策略采取不同的多头头寸和不同的交易天数, 这些信息也应考虑在模拟中。其检验标准是, 若配对交易是一个好交易, 则配对交易获得收益在 80% 的比例上优于模拟收益。

3 实证分析结果

本研究的股票交易数据取自 Wind 资讯库, 以上证 50 指数为基础, 所选入的股票要求至少有 98% 的有效日收盘价数据, 这样选取的目的是用来识别流动性较高的股票, 有利于配对形成。对于缺失数据, 则由最近一日的有效收盘价代替。由于配对交易策略的实施需要卖空相对低估, 买入相对高估, 本文假设上海股市可以卖空。

本文最终选取 38 只股票, 时间区间为 2003 年 1 月 7 日到 2008 年 12 月 31 日, 每只股票有 1452 次观测。在自 $t-p$ 期到 $t-1$ 期, 期间长度为 p 的形成期, 本文设形成期为 400 天即 $p=400$, 每 25 天重新配对一次, 即考虑 25 天交易期收敛情况, 类似与 Jegadeesh(1990)研究的短期收益反转。举例说明, 在时刻 $t=401$ 使用了时间 1 到 400 的所有信息来选择配对, 在 $t=426$, 每只股票的配对重新选择, 使用的信息是时间 26 到 425 的观测, 在整个数据集重复相同过程。标准化的价格序列也用相同的方法更新。使用 Matlab.R2008a 运算, 通过运算得出不同临界值 d 下配对交易的表现结果, 具体如表 1 所示。

对于表 1 中的数据, 总收益列③是由方程(7)得到, 超额收益⑥由 $R_E - R_{bp}$ 计算而来。从表 1 中可看到, 总收益并不是多头收益和空头收益的和, 这是由于一个资产其本身有配对也可以是其它股票的配对, 因此在 t 时可能同时出现卖空和买入信号。

分析表 1 中的总收益列③, 只有在 $d=1.8, 1.9$ 为负, 这可能与 d 值较小、产生较多的交易信号、从而导致交易成本增加有关。分析表中的超额收益列⑥, 可以看到配对交易策略优于所构建的基准组合, 从而说明了配对交易策略是有价值的, 但也应对所构建的静态基准组合的方法保持警惕。表 1 中的一个重要信息是: 策略在市场上的交易天数随临界值 d 的增大而减小, 这是由于临界值 d 是用于控制配对股票间的反常行为, d 较大时, 较少的反常行为出现, 从而相应的

表1 不同临界值 d 下配对交易表现

d	考虑交易成本后的收益			超额收益			比例 ⑦ (%)	市场 天数⑧
	多头① (%)	空头② (%)	总收益③ (%)	多头④ (%)	空头⑤ (%)	总⑥ (%)		
1.8	-5.25	-32.20	-23.71	-3.50	21.51	31.76	0.32	542
1.9	2.93	-34.05	-16.43	6.52	14.64	35.85	33.46	508
2.0	86.87	-71.88	9.55	91.00	-28.61	56.96	99.16	473
2.1	86.39	-19.14	35.81	90.89	20.51	79.96	100	466
2.2	63.09	-1.19	30.53	67.83	33.94	70.39	99.8	432
2.3	65.24	47.35	52.25	71.10	80.19	90.95	100	414
2.4	92.64	38.10	60.07	98.88	69.59	97.8	100	391
2.5	82.9	54.09	63.67	89.27	84.83	100.78	100	371
2.6	90.39	45.21	63.6	97.07	74.41	99.49	97.42	349
2.7	92.04	49.88	68.95	98.87	77.44	103.33	100	324
2.8	67.7	49.97	56.33	74.46	75.44	88.56	100	293
2.9	30.16	31.81	28.26	36.95	56.12	59.35	100	265
3.0	40.76	52.35	44.4	47.72	75.26	74.28	25.56	235

注:对每个临界值 d ,使用 Bootstrap 方法模拟了 1500 次

交易也就少了。从表 1 中,Bootstrap 仿真⑦显示配对交易优于随机交易信号,只有在 $d=1.8, 1.9$ 时,随机交易优于配对交易,这可能与 d 值较小,产生的交易次数增加,从而交易成本增加有关。

从表 1 中可以得出配对交易策略在考虑交易成本后是可获利的技术策略的结论。虽然从表 1 可看到配对交易具有良好的表现,但仍然需要关心其风险情况。对风险分析考察以下的风险指标:年标准差和市场风险 β 和经风险调整指标:夏普比、詹森 α 值(或称詹森测度),以上述指标来确定策略超越市场的有效性。采用 β 来衡量投资组合的系统性风险,一般而言, β 值越大风险也越高。对于詹森 α 值,它表示投资策略在承担系统性风险的条件下,是否获得了正的超额收益率而夏普比值越高意味着策略的投资绩效越好(本文在计算夏普比时忽略了无风险收益率)。仍然应用 Matlab.R2008a 运算,得出配对交易风险相关的指标值,具体数据见表 2。

(2) 年收益由总收益除以从开始交易起的样本数 (1452~400),再乘以 242(年平均交易天数);

(3) 基于常数波动率假设,算出年标准差;

(4) 在 α, β 列中,括号内为 p 值。

从表 2 中可看到对于所有的临界值 d, β 都接近于零,只有 $d=2.1$ 时, β 在 10% 的显著性水平下显著,这与配对交易是一种市场中性策略相符即该策略多头和空头风险暴露相互抵消其收益与市场行为无关。这是由于配对交易同时买入低估,卖出高估,形成了对冲从而导致市场风险暴露减小。由于前 400 天的数据是用于构建配对的,没有交易因此考虑上证综指在策略开始交易时对应区间的年收益,年标准差和年夏普比,分别为 12.26%, 0.3159, 0.388。通过比较,当 $d>2$ 时,配对交易年收益率都高于上证综指收益率且夏普比也较大。在 $d=2.1, 2.2$ 时,配对交易年标准差小于上证综指标准差,且年收益相比又较大,说明了配对交易在合适的临界值下,不仅能取得优于市场的表现且风险较小。

在分析了表 1 和表 2 中的信息后,得到的结论是基于上

表2 配对交易风险分析表

β	α	d	年收益(%)	年标准差	年夏普比
0.03(0.572)	0.000(0.73)	1.8	-8.62	0.5413	-0.1592
0.024(0.65)	0.000(0.771)	1.9	-7.16	0.534	-0.1341
0.038(0.302)	0.000(0.87)	2.0	3.44	0.3781	0.0911
0.064(0.083*)	0.000(0.422)	2.1	15.47	0.3815	0.4055
0.06 (0.106)	0.001(0.46)	2.2	14.24	0.3292	0.4326
0.06 (0.191)	0.001(0.269)	2.3	25.9	0.474	0.5464
0.058(0.204)	0.001(0.192)	2.4	30.08	0.4694	0.6407
0.071(0.131)	0.001(0.184)	2.5	31.51	0.481	0.6551
0.072(0.124)	0.001(0.186)	2.6	31.19	0.4774	0.6534
0.065(0.165)	0.001(0.165)	2.7	32.65	0.4778	0.6833
0.058(0.19)	0.001(0.227)	2.8	27.07	0.455	0.5949
0.046(0.283)	0.001(0.519)	2.9	14.26	0.4424	0.3222
0.042(0.326)	0.001(0.324)	3.0	21.42	0.4411	0.4856

注:(1) 系统风险 β 由 CAPM 回归得到,选取的市场组合为上证综指;

(2) 年收益由总收益除以从开始交易起的样本数 (1452~400),再乘以 242 (年平均交易天数);

(3) 基于常数波动率假设,算出年标准差;

(4) 在 α, β 列中,括号内为 p 值。

海股市历史数据检验的配对交易策略确实是可获利的市场中性策略,且在合适的临界值下,能取得高于市场的表现且波动较小,从而具有极强的实际意义。

4 研究结论

本文介绍了具有实际应用价值的配对交易投资策略,分析了其本质——反转投资。文中分析了现有研究配对交易的几种主要方法,并以上证 50 指数中的成分股为样本,采用最小距离法对配对交易策略在我国上海股市的表现进行了实证研究。通过计算配对交易优于适当加权组合的超额收益以及采用 Bootstrap 仿真来比较由随机进入市场产生的收益与配对交易产生的收益大小,本文发现于上海股市历史数据检验的配对交易策略确实是可获利的市场中性策略,且在合适的临界值下,能取得高于市场的表现且波动较小,从而具有极强的实际意义。

参考文献:

- [1]Vidyamurthy, G. Pairs Trading: Quantitative Methods and Analysis [M].Chichester:John Wiley&Sons, 2004.
- [2]A N Burgess. Statistical Arbitrage Models of the FTSE 100 [A].In Yaser S Abu-Mostfa, Blake LeBaron, Andrew W Lo and Andreas S Weigend(eds). Computational Finance 1999[M].Massachusetts:MIT Press, 1999.
- [3]Elliott Robert J, Van Der Hoek, John, Malcolm William P. Pairs trading [J]. Quantitative Finance, 2005, 5(3).
- [4]Gatev E, Goetzmann W N, Rouwenhorst K G. Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule[J]. Review of Financial Studies, 2006, 19(3).
- [5]Jegadeesh,N. Evidence of Predictable Behavior of Security Returns [J]. Journal of Finance, 1990,(45).

(责任编辑/浩 天)