

2017. 09. 18

金融工程首席分析师：高子剑

执业证书编号：S1220514090003

E-mail: gaozijian@foundersc.com

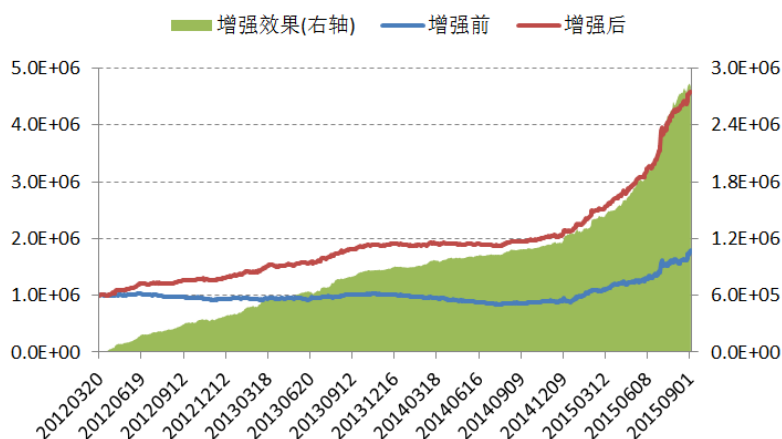
联系人：陈实

E-mail: chenshi0@foundersc.com

相关研究

研究结论

- 本篇报告介绍了以平稳过程为理论基础的 CTA 策略增强框架，该理论框架的基本出发点为：通过预判每个交易信号点预期收益的高低，对信号的交易执行量进行适当的超配或低配，从而达到相对于原始策略增强的效果。
- 报告的理论部分给出了使得增强效果达到最优的权重配置方案，以及预判信号点优劣的估计方法。
- 以该理论框架为基础，本报告对应用在股指期货上的 KD 策略进行增强，效果显著：年化收益率(单利)由 22.5%提高至 103%，Sharpe 比率由 1.30 增强至 3.94。
- 该理论框架本质上处理的是择时问题。股票交易中的因子择时与大盘择时也可以套用该研究框架，这是接下来我们所要重点研究的方向。
- 风险提示：市场风格发生不可逆转的剧烈变化导致模型失效。



请务必阅读最后特别声明与免责条款

目录

1	前言	4
2	平稳过程简介	4
3	CTA 策略增强的理论框架	5
3.1	最优增强权重的估计	6
3.2	交易信号预期收益的计算方法	7
4	CTA 策略增强理论框架的实际应用	8
4.1	原始 KD 策略介绍	8
4.2	有效因子的寻找	9
4.2.1	量比因子	9
4.2.2	波动趋势因子	10
4.3	原始 KD 策略的增强	11
4.3.1	多因子的混合	11
4.3.2	增强权重的选择	12
4.3.3	增强效果的展示	12
5	总结	14
6	风险提示	14

图表目录

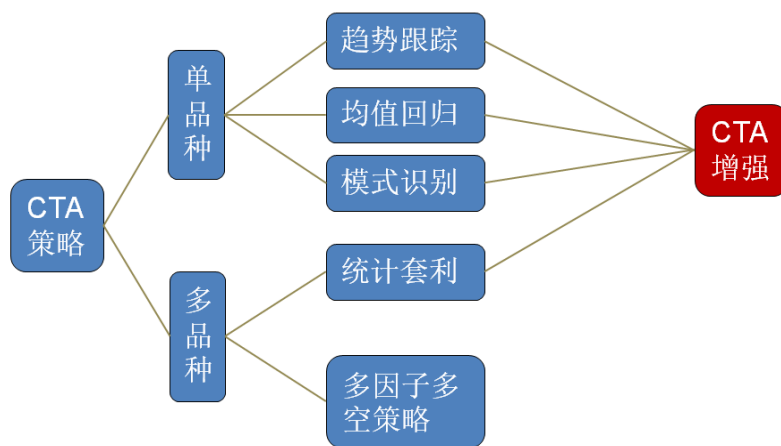
图表 1:	CTA 策略的分类	4
图表 2:	平稳过程示例	5
图表 3:	非平稳过程示例	5
图表 4:	原始 KD 策略绩效表现(初始资金 100 万元).....	9
图表 5:	每组信号中 $\{gti\}$ 与 $\{fti\}$ 间相关系数值(量比因子)	10
图表 6:	每组信号中 $\{gti\}$ 与 $\{fti\}$ 间相关系数值(波动趋势因子)	11
图表 7:	每组信号中 $\{gti\}$ 与 $\{fti\}$ 间相关系数值(双因子)	11
图表 8:	归属不同增强组的做多信号所生成的净值曲线与绩效.....	12
图表 9:	归属不同增强组的做空信号所生成的净值曲线与绩效.....	13
图表 10:	KD 策略增强效果展示	13

1 前言

CTA(Commodity trading advisor)直译为商品交易顾问，其主要投资标的为大宗商品或某些金融工具(例如指数、债券、货币)的期货合约或衍生品合约。

从交易风格来看，CTA 策略主要包含三大派别：技术分析派，基本面分析派，以及量化派。技术分析派大多通过量价的图表形态实施趋势跟踪交易，其交易周期相对较短；基本面分析派则尝试通过分析未来商品的供需关系预测标的资产的价格走势，其交易周期相对较长；而量化派则倾向于使用统计模型寻找标的资产的价格规律，并以此指导投资。金融工程领域所涉及的派别主要为技术分析派与量化派。

图表1： CTA 策略的分类



资料来源：方正证券研究所

技术分析派与量化派所使用的交易模式从交易品种个数上可以分为单品种交易策略与多品种交易策略。单品种交易策略主要包含三个小类：趋势跟踪、均值回归、与模式识别。而多品种交易策略包含两个小类：统计套利以及多因子多空策略。在上述介绍的 5 个策略子类中，除了多因子多空策略之外，开仓时点与平仓时点均为策略的最关键因素，因此，其本质上为择时问题。当交易信号发出时，比较朴素的做法是投入固定比例的资金参与该交易信号的执行。但事实上，并非所有交易信号都有同样的预期收益，如果在交易信号发出时，我们能得到该信号的期望盈利的强弱，紧接而来一个自然的做法是：**增加期望收益高信号的执行量，降低期望收益低信号的执行量，以此达到在原有策略基础上进行收益增强的效果。**这也是本篇报告的基本出发点。

本篇报告所介绍的 CTA 策略增强框架，主要围绕如下两个核心问题展开：

- 1、如何计算信号的预期收益；
- 2、在得知信号预期收益后，如何设置信号的执行交易量。

本篇报告的主要内容如下：第 2 部分简要介绍了 CTA 增强框架所依赖的平稳过程；第 3 部分介绍了 CTA 策略增强框架的主要理论；第 4 部分展示了一个增强案例，作为该理论框架的效果实证。

2 平稳过程简介

众所周知，大数定律为很多行业提供了“免费的午餐”，例如赌

场、保险，它的中心思想为：一个事件如果能获得正的期望收益，则其不确定性可以通过大量相互独立的类似事件抵消，从而使得在收益水平不变的情形下，收益的波动大幅下降，进而提高收益风险比，并提高最终盈利的概率。而在量化投资领域，该定律也是获得长期稳定盈利的重要法宝。

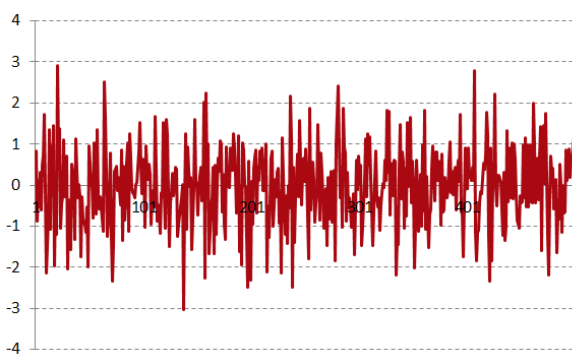
但大数定律也并非解决一切问题的灵丹妙药，其成立的条件是相对比较苛刻的——事件之间相互独立。择时问题处理的往往是时间序列，其前后数据之间不可避免存在较强的关联性，此时，大数定律的独立性前提条件无法得到满足。因此，我们需要寻找大数定律之外的理论支撑。

按照平稳性划分，时间序列可以分为平稳时间序列与不平稳时间序列。平稳时间序列是由平稳过程所生成的，而平稳过程可以简单定义如下：

有限维随机过程 $\{X_t, t \in \Gamma\}$ ，若满足：对任意正整数 k 和任意常数 s ，对任意的 $t_1, t_2, \dots, t_k \in \Gamma$ ，只要满足 $t_1 + s, t_2 + s, \dots, t_k + s \in \Gamma$ ，就有 $(X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_k})$ 与 $(X_{t_1+s}, X_{t_2+s}, \dots, X_{t_k+s})$ 分布相同，则该过程为平稳过程，否则，该过程非平稳。

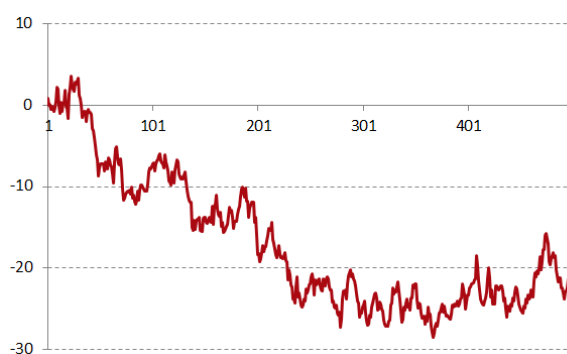
为了给读者更为直观的印象，图表 2 与图表 3 分别给出了平稳时间序列与非平稳时间序列的对比案例。从图表 2 中可以看出，时间的平移并不会改变其统计性质，例如， $(X_1, X_2, \dots, X_{100})$ 与 $(X_{401}, X_{402}, \dots, X_{500})$ 在各项统计性质上无差异。反观图表 3， $(X_1, X_2, \dots, X_{100})$ 与 $(X_{401}, X_{402}, \dots, X_{500})$ ，仅凭肉眼观察就可以发现其均值存在明显差异，故而图表 3 所示序列非平稳。

图表2： 平稳过程示例



资料来源：方正证券研究所

图表3： 非平稳过程示例



资料来源：方正证券研究所

平稳过程有一个优秀的性质——遍历性定理，可将该性质简单理解为时间序列情形下的大数定律。而这也正是择时问题中应用大数定律的理论基础。

在平稳过程的框架下研究交易策略为华东师范大学郑伟安教授所首创，本文借鉴了郑伟安教授的研究思路，关于平稳过程更详细具体的介绍，可以参考王肇东与郑伟安的专著[1]。

在本文接下来的分析中，所使用的交易信号序列与因子序列均为平稳过程。

3 CTA 策略增强的理论框架

本部分简要介绍 CTA 策略增强的基础理论框架，并解决第 1 部分中所提出的两个问题——如何判断交易信号预期收益的高低，以及如何设置每个信号的执行交易量。

在本部分的第一小节中，我们首先解答了第二个问题，即在取得了信号的预期收益水平后，如何设置信号的执行交易量。结果显示，当增强的交易执行量正比于标准化后的信号期望收益时，增强后策略的信息比率可以达到最高。

针对第一个问题——如何判断交易信号预期收益的高低，我们在本部分的第二小节给出了回答该问题的框架，即通过多个有效平稳因子线性叠加的方式对信号的期望收益率进行预测。

限于篇幅，一些理论结果的推导过程不会在报告中展示，详细的证明过程可以参考文献[2]。

3.1 最优增强权重的估计

在介绍理论框架前，为方便后续表达，首先引入一些符号，CTA交易策略本质上是由一次次开仓与平仓信号所构成，记第 i 次开仓信号的开仓时间点为 t_i ，按照第 i 次开平仓信号操作，所最终获得的收益率为 g_{t_i} (若信号方向为正， g_{t_i} 为第 i 次开平仓信号间的标的资产收益率，若为负，则为第 i 次开平仓信号间的标的资产收益率的相反数)。在 t_i 时刻，我们无法知晓真实的收益率 g_{t_i} ，但可以得到对于 g_{t_i} 的预测值 f_{t_i} ，此时， g_{t_i} 可以被拆解为预测部分 f_{t_i} 与误差部分 ε_{t_i} ：

$$g_{t_i} = f_{t_i} + \varepsilon_{t_i}$$

假设在规定时间内共出现了 N 次交易信号，每次交易信号被赋予增强交易量(增强权重，即在信号原始交易手数之上额外执行的交易手数)为 w_i ，若原始信号每次交易的手数为 w ，则增强后，第 i 个信号的交易手数变为 $w + w_i$ 。策略最终通过调整交易信号权重所获得的额外超额收益可以写为：

$$\begin{aligned} R &= R_{Enhanced} - R_{PreEnhanced} = \sum (w + w_i)g_{t_i} - \sum w g_{t_i} \\ &= \sum w_i g_{t_i} = \sum w_i f_{t_i} + \sum w_i \varepsilon_{t_i} \end{aligned}$$

如果对于 CTA 策略的一系列交易信号，对其中部分信号增加交易执行量，对部分信号降低交易执行量，但增加的总量与降低的总量相同，即所有增强权重 $\{w_i\}$ 加和为 0，称该情形为**增强中性**。事实上，即便增强权重 $\{w_i\}$ 的加和不等于 0，我们可以通过简单的手段，将其调整为增强中性(将原始交易信号手数设置为 $w + \bar{w}$ ，从而使得增强手数变为 $\{w_i - \bar{w}\}$ ，其中， \bar{w} 为 $\{w_i\}$ 的均值)。

接下来，我们解答第一部分中所给出的第二个问题——在取得了信号的预期收益水平后，如何设置信号的执行交易量。换句话说，就是如何确定信号的最优增强权重。

通过数学运算，可以证明如下结论：

在未来 N 次交易信号的预测值 f_{t_i} 均已知，且增强中性的条件下，使得增强收益 $R = \sum w_i g_{t_i}$ 达到最大信息比率 IR 的增强权重 $\{w_i\}$ 需满足如下条件： w_i 正比于标准化后的预期收益 $\frac{f_{t_i} - \text{mean}(f)}{\text{std}(f)}$ ，其中，

$\text{mean}(f)$ 为未来所有 $\{f_{t_i}\}$ 的均值， $\text{std}(f)$ 为未来所有 $\{f_{t_i}\}$ 的标准差。

在上述结论中，最令人担忧的问题是： $\text{mean}(f)$ 与 $\text{std}(f)$ 均需要通过区间内所有的预期收益 $\{f_{t_i}\}$ 得到，而交易信号是按照时间的先后顺序到来的，在 t_1 时刻，我们无法得到 t_2 时刻的预期收益 f_{t_2} ，更加无从谈起需要所有 $\{f_{t_i}\}$ 才可以计算得到的 $\text{mean}(f)$ 与 $\text{std}(f)$ 。

但是，当 $\{f_t\}$ 为平稳过程时，这一问题可以得到完美的解决。根据平稳过程的性质，未来一段时间 $\{f_{t_i}\}$ 的均值与标准差可以通过过去历史数据的相关统计量进行逼近，且可以证明，随着历史数据量的增大与所要估计的时间区间的长度变长，该估计会最终收敛到真实水平。

因此，在 t_i 时刻，我们给出如下关于 $\text{mean}(f)$ 与 $\text{std}(f)$ 的估计：

$$\widehat{\text{mean}}(f)_{t_i} = \sum_{\{t_k < t_i\}} f_{t_k} / N_{t_i}$$

$$\widehat{\text{std}}(f)_{t_i} = \sqrt{\frac{\sum_{\{t_k < t_i\}} f_{t_k}^2}{N_{t_i}} - \left(\frac{\sum_{\{t_k < t_i\}} f_{t_k}}{N_{t_i}} \right)^2}$$

其中， N_{t_i} 为 t_i 时刻之前交易信号出现的次数。

因此，当 w_i 当正比于 $\frac{f_{t_i} - \widehat{\text{mean}}(f)_{t_i}}{\widehat{\text{std}}(f)_{t_i}}$ 时，增强策略相对于原始策略可以达到最高的增强信息比率。

当 w_i 正比于标准化后的期望收益 $\frac{f_{t_i} - \text{mean}(f)}{\text{std}(f)}$ 时，可以计算得到增强超额收益R的信息比率近似等于

$$\text{IR} \approx \sqrt{N-1} \text{Corr}(f_{t_i}, g_{t_i})$$

其中， N 为区间内交易信号的总次数， $\text{Corr}(f_{t_i}, g_{t_i})$ 为区间内预测收益 f_{t_i} 与实际收益 g_{t_i} 之间的相关系数。

上式提示我们，为了尽量提高增强效果的收益风险比，需要做到两点：

- 1、交易信号的个数要足够多；
- 2、预测收益与真实收益之间的相关系数要足够高。

对于第一点，可以采取提高数据频率的方式增加信号点的个数，而对于第二点，则需要通过寻找有效的收益预测方法进行提高。

3.2 交易信号预期收益的计算方法

本文采用简单的线性模型的形式，描述每次交易信号真实收益 $\{g_{t_i}\}$ 的估计 $\{f_{t_i}\}$ ：

$$g_{t_i} = f_{t_i} + \varepsilon_{t_i} = a_0 + a_1 F_{1t_i} + a_2 F_{2t_i} + \cdots + a_m F_{mt_i} + \varepsilon_{t_i}$$

其中， $F_{1t_i}, \cdots, F_{mt_i}$ 为 m 个用于预测的因子， a_0, \cdots, a_m 为待估计的参数。可以证明，在 $\{F_{1t}\}, \cdots, \{F_{mt}\}$ 为平稳过程的前提下，所得到的 $\{f_t\}$ 也为平稳过程，从而满足上一部分中对于 $\{f_t\}$ 平稳性的要求。

在实际操作中，系数 a_0, \cdots, a_m 的估计采用向前滚动回归的方法。例如，在第 i 个交易信号发生的时刻 t_i ，使用之前所有的开仓信号时点 $t_k (t_k < t_i)$ 对应的因子值 $\{F_{1t_k}\}, \cdots, \{F_{mt_k}\}$ 与交易信号的真实收益值 $\{g_{t_k}\}$ 作为训练样本，通过最小二乘法拟合上述方程，得到估计值 $\hat{a}_0, \cdots, \hat{a}_m$ ，随着训练样本的增长， $\hat{a}_0, \cdots, \hat{a}_m$ 会逐渐收敛到真实的 a_0, \cdots, a_m 。将该估计值代入 t_i 时刻的方程，得到 t_i 时刻的 \hat{f}_{t_i} ：

$$\hat{f}_{t_i} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 F_{1t_i} + \hat{a}_2 F_{2t_i} + \cdots + \hat{a}_m F_{mt_i}$$

因此，在该框架下，寻找有效的预测信号演变成为了寻找有较强预测能力的平稳因子 $\{F_t\}$ 。

为了衡量单个平稳因子 $\{F_t\}$ 的预测能力，将 $\{f_{t_i}\}$ 写成只包含单个因子的形式

$$g_{t_i} = f_{t_i} + \varepsilon_{t_i} = a_0 + a_1 F_{t_i} + \varepsilon_{t_i}$$

通过同样的估计方法，可以得到一系列 t_i 时刻交易信号收益率 g_{t_i}

的估计 \hat{f}_{t_i}

$$\hat{f}_{t_i} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 F_{t_i}$$

通过上一部分中所给出的近似公式 $IR \approx \sqrt{N-1} \text{Corr}(f_{t_i}, g_{t_i})$, 越高的 $\text{Corr}(f_{t_i}, g_{t_i})$, 就有越好的增强效果。在训练样本足够大的时候, f_{t_i} 会逐渐逼近 \hat{f}_{t_i} , 因此, 可以通过衡量 $\text{Corr}(\hat{f}_{t_i}, g_{t_i})$ 的高低来判断因子预测能力的好坏。

4 CTA 策略增强理论框架的实际应用

本部分给出了一个基于上文所述的策略增强实际案例。

4.1 原始 KD 策略介绍

在技术分析领域, KD 为一个众所周知的经典指标, 其英文名称直译为随机震荡指标, 由 George Lane 博士在 20 世纪 50 年代所开发, 该指标主要用于判断当前价格处于过去一段时间内的高位或是低位。为了保证指标的平稳性, 我们对原始 KD 指标做了一定修改, 在基本参数不变的前提下, 将指标公式中的标的价格变为对数价格, 修改后的 KD 指标如下:

$$\begin{cases} RSV_t = \frac{p_t - \min_{t-8 \leq i \leq t} p_i}{\max_{t-8 \leq i \leq t} p_i - \min_{t-8 \leq i \leq t} p_i} \\ K_t = \frac{1}{3}(RSV_t + RSV_{t-1} + RSV_{t-2}) \\ D_t = \frac{1}{3}(K_t + K_{t-1} + K_{t-2}) \end{cases}$$

其中, p_t 为 t 时刻的标的资产的对数价格。

原始 KD 策略开平仓信号被描述为:

开仓做多信号: 1、若 K 金叉 D , 且 K 没有发生钝化(处于 $[20, 80]$ 区间内), 则开仓做多; 2、若 K 摆脱了低位钝化($K_t \geq 20$, 且 $K_{t-1} < 20$), 同时 $K_t > D_t$, 则开仓做多。

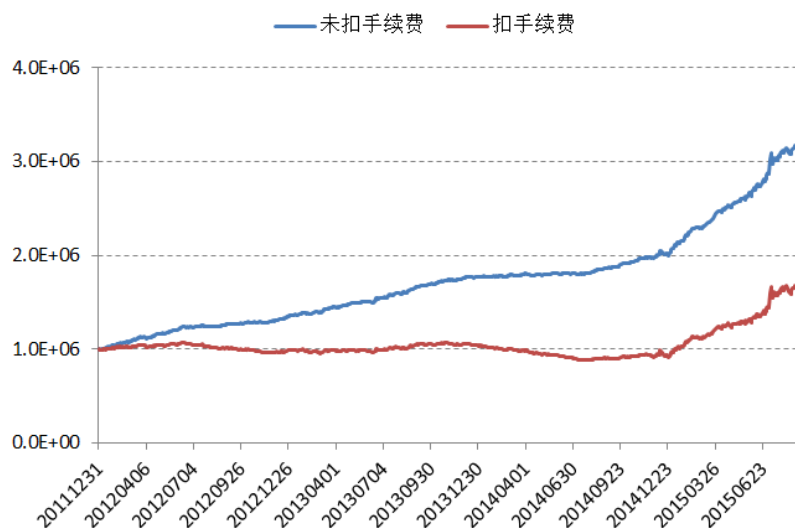
开仓做空信号: 1、若 K 死叉 D , 且 K 没有发生钝化(处于 $[20, 80]$ 区间内), 则开仓做空; 2、若 K 摆脱了高位钝化($K_t \leq 80$, 且 $K_{t-1} > 80$), 同时 $K_t < D_t$, 则开仓做空。

平仓信号: 开仓时间满 3 分钟后平仓。

上述开平仓信号与经典的 KD 指标使用方式类似, 唯一不同之处在于平仓信号, 本文使用持有固定时间长度代替原经典策略中的平仓方法, 所使用的数据频率级别为分钟。

配置初始资金 100 万元, 将该 KD 策略应用在沪深 300 股指期货主力合约上(每个交割周的周四自动换月), 每次发出交易信号, 交易且只交易一手。如图 4 所示, 从 2012 年 1 月 1 日始, 至 2015 年 9 月 2 日止, 在不扣除手续费的情形下, 该策略可以获得累计 234% 的收益, 且收益曲线稳定向上, 目前来看, 这似乎是一个非常出色的 CTA 策略, 但当我们对该策略征收双向各 0.25% 的手续费后, 策略的收益率与稳定性大幅下降, 前 3 年时间甚至无法获得盈利。

图表4： 原始 KD 策略绩效表现(初始资金 100 万元)



资料来源：方正证券研究所, Wind 资讯

究其原因,该策略虽然单次交易期望收益为正,但次均收益过低,导致其无法覆盖交易成本。接下来,本文将展示对该策略进行增强的过程及最终的效果。

4.2 有效因子的寻找

细心的读者不难发现,该 KD 策略包含了开多与开空两个信号大类,因此, KD 策略实质上是两个策略(做多策略与做空策略)的叠加,因而,在套用增强框架时,需要将做多信号与做空信号分为两个策略单独处理。

在本文的增强框架下,策略增强最重要的步骤是寻找有效的增强因子。本部分中我们给出两个较为有效的因子:量比因子与波动趋势因子。

4.2.1 量比因子

相关研究[3]发现,在相对高频的股票数据中,价格的反转通常伴随成交量的放大。在高频的期货行情中,这种现象同样存在, KD 策略的本质是捕捉标的价格真正的拐点,在 KD 指标与成交量放大的双重确认下,拐点成立的可能性自然也就更高。而量比指标可以很好的衡量当前成交量处于放大趋势还是缩小趋势,我们定义量比指标为最近 5 分钟成交均量除以最近 20 分钟成交均量

$$VRatio_t = MA_t^5(V)/MA_t^{20}(V)$$

可以证明,在成交量的对数变化率为平稳过程的前提下,该量比指标 $\{VRatio_t\}$ 为平稳过程。

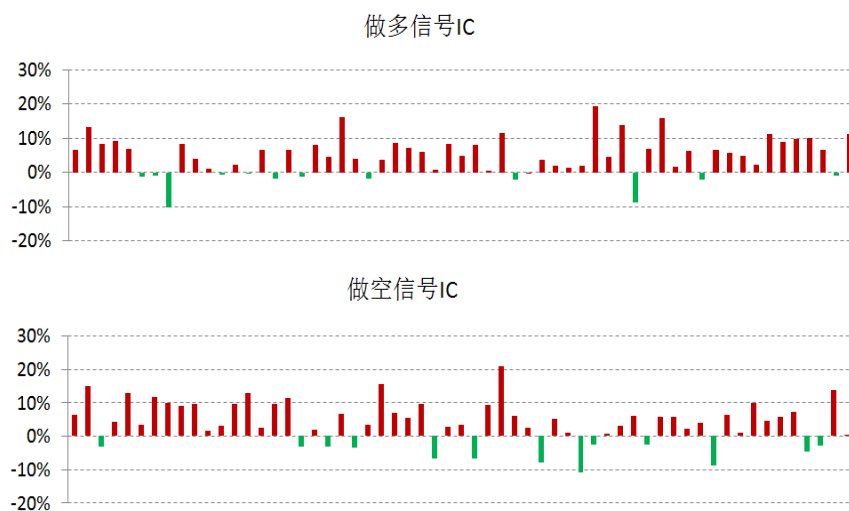
接下来,我们检验量比因子对于 KD 策略的交易信号增强的有效性。

根据 3.2 节所给出的估计方法,通过滚动向前回归的方式,我们得到通过单因子 $\{VRatio_t\}$ 拟合回归方程所得到每次交易信号实际收益率 $\{g_{t_i}\}$ 的预测值 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 。

第 3 部分提到,衡量因子预测能力好坏的标志为 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 之间相关系数的高低,为了衡量相关系数高低的同时兼顾判断相关系数随时间变化的稳定性,我们将信号按照时间排序后,以每 300 个信号为一组,检验每组组内 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 之间的相关系数,并观察相关系数大

于 0 的组胜率。图表 5 分别展示了做多信号与做空信号每组中预测收益与实际收益间的相关系数值。

图表 5： 每组信号中 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 间相关系数值(量比因子)



资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

对于做多信号与做空信号，相关系数的每组均值分别为 4.91% 和 4.11%，同时，两类信号中相关系数为正的组占比均为 78.0%，即以组为单位，该因子的增强胜率达到 78.0%。因此，量比因子对于信号实际收益率的确具有一定的预测能力。

4.2.2 波动趋势因子

KD 策略的本质是捕捉标的价格真正的拐点，当价格反转后，趋势延续程度高，则 KD 策略赚钱的概率高。在波动放大的行情中，趋势更加容易形成，而在波动收缩的情境下，震荡通常为行情的主旋律。基于这个逻辑，该部分介绍另外一个因子——波动趋势因子。

本文所选取的衡量波动率大小的方法为布林带的带宽，布林带由中规与上下轨共三条线构成，当市场波动率较大的时候，布林带上轨与中轨之间的带宽较宽，反之，带宽较窄。布林带的公式如下

$$\begin{cases} C_t = MA_t^n(p) \\ SD_t = std(p_i - C_i, i = t - n + 1, \dots, t) \\ U_t = C_t + 2SD_t \\ L_t = C_t - 2SD_t \end{cases}$$

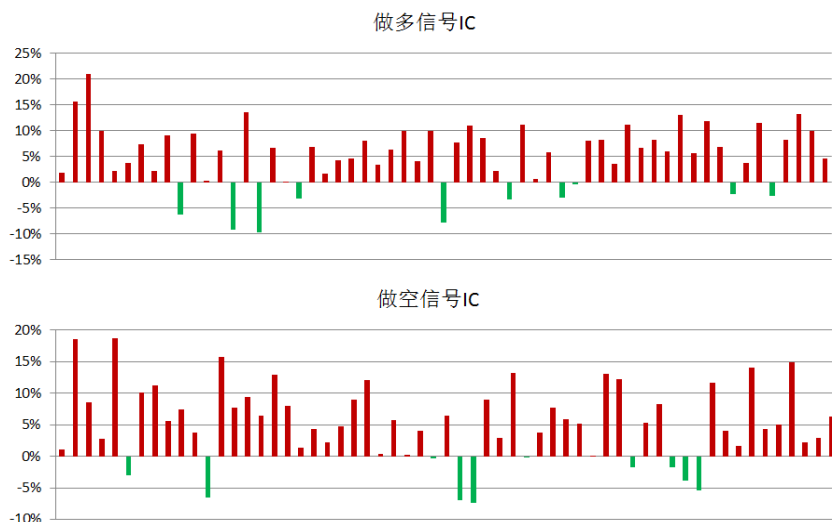
其中， p_i 为 i 时刻股指期货主力合约的对数价格， C_t 为中轨， U_t 为上轨， L_t 为下轨。

定义波动趋势因子如下

$$BRatio_t = \frac{U_t^5 - C_t^5}{U_t^{20} - C_t^{20}}$$

即使用 $n=5$ 的布林带带宽除以 $n=20$ 的布林带带宽，在资产的对数收益率为平稳过程的假设下，可以证明 $\{BRatio_t\}$ 是平稳过程。

与量比因子相同，通过单因子回测，我们得到基于 $\{BRatio_t\}$ 的信号预期收益序列 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ ，同样以每 300 个交易信号为一组，计算每组组内 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 的相关系数，以相关系数大小判断该因子的预测能力强弱，以相关系数胜率判断因子预测能力的稳定性，结果如图 6 所示。

图表6： 每组信号中 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 间相关系数值(波动趋势因子)

资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

做多信号与做空信号中， $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 的相关系数组胜率都达到了83%，相关系数的均值也均达到了5%以上，分别为5.27%与5.33%。可见，波动趋势因子也可以为信号的真实收益提供可靠的预测能力。

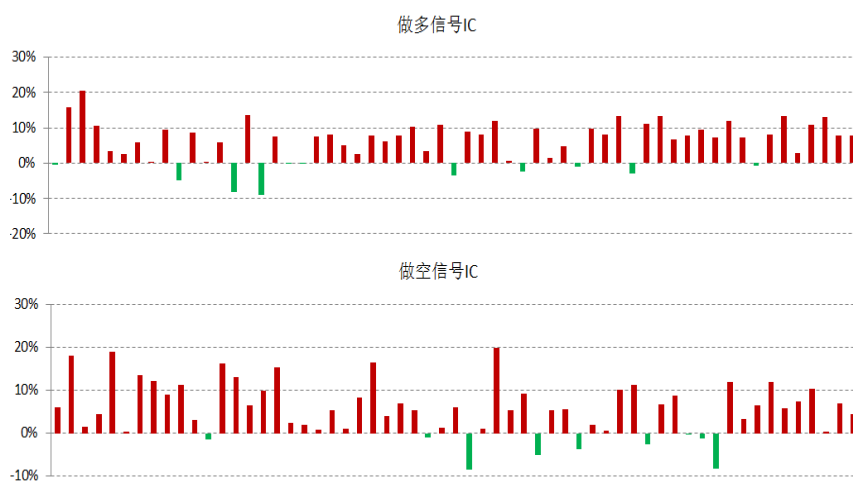
4.3 原始 KD 策略的增强

4.3.1 多因子的混合

将上一部分所发掘的两个因子——量比因子与波动趋势因子同时纳入预测模型，此时模型表达式为

$$g_{t_i} = f_{t_i} + \varepsilon_{t_i} = a_0 + a_1 \text{VRatio}_{t_i} + a_2 \text{BRatio}_{t_i} + \varepsilon_{t_i}$$

根据 3.2 节所给出的估计方法估计信号的预期收益 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ ，并将其与实际的收益率序列 $\{g_{t_i}\}$ 做相关分析，得到图表 7。做多信号中，最终的 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 与 $\{g_{t_i}\}$ 的相关系数的组胜率为 81.4%，做空信号中两者相关系数的组胜率为 84.7%，做多信号与做空信号 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 与 $\{g_{t_i}\}$ 相关系数的均值分别高达 6.05%与 5.85%，高于任何一个单因子单独做预测时的相关系数均值。

图表7： 每组信号中 $\{g_{t_i}\}$ 与 $\{\hat{f}_{t_i}\}$ 间相关系数值(双因子)

资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

4.3.2 增强权重的选择

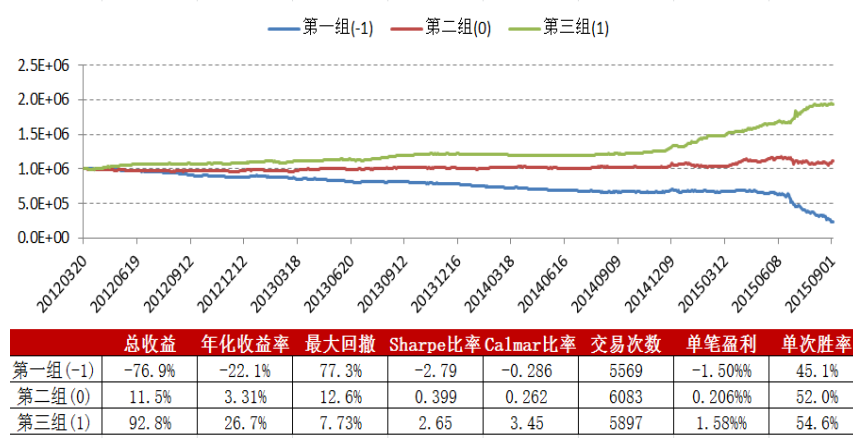
在本文第 3 部分中，我们提到，要使得增强效果 R 的信息比率达到最大，需要使得增强权重 w_i 与 $\frac{f_{t_i} - \text{mean}(f)}{\text{std}(f)}$ 成正比，在实际操作中，在样本量足够大的情形下，只要使得 w_i 与 $\frac{\hat{f}_{t_i} - \text{mean}(f)_{t_i}}{\text{std}(f)_{t_i}}$ 成正比，就能近似使得增强效果收益风险比达到最优。同时，需要注意的是，若要使得增强权重严格正比于 $\frac{\hat{f}_{t_i} - \text{mean}(f)_{t_i}}{\text{std}(f)_{t_i}}$ ，出现非整数手的情况不可避免，在现实交易中，每次交易必须满足整数手，因此，实际增强中，需要对理论所给出的增强权重微调，以使得交易量为整数手。

在本文中，设置增强权重上限为 1 手，增强权重下限为 -1 手，因此，最终增强权重被限定为三种，分别为 -1 手、0 手、1 手。使用类似四舍五入的手段，将每个信号的权重分配在这三组中。将增强权重叠加在原始信号的执行交易量上，就得到了增强后的策略所最终要执行的交易量，在本文中，原始信号的执行交易量为 1 手，所以，最终策略所要执行的交易量分别为 0 手、1 手、2 手。

4.3.3 增强效果的展示

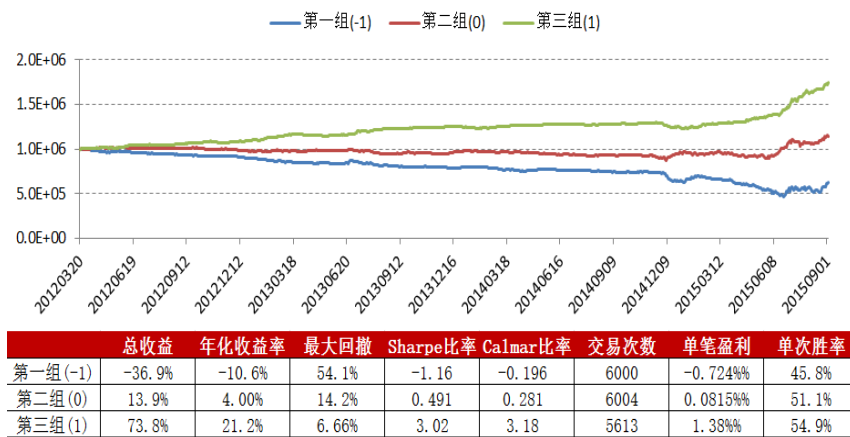
为了让读者直观感受所分三组信号之间的差距，在对策略进行最终增强之前，我们首先进行如下模拟测试：为做多信号中的三组信号（增强权重分别为 -1、0、1）与做空信号中的三组信号（增强权重分别为 -1、0、1）分别提供初始资金 100 万元，每次发出交易信号，执行且仅执行 1 手，测试时间为 2012 年 1 月 1 日始，2015 年 9 月 2 日止，手续费以 0.25%% 记，双边收取。如此一来，我们得到共 6 条净值曲线，图表 8 与图表 9 分别展示了这 6 条净值曲线及其绩效。

图表 8： 归属不同增强组的做多信号所生成的净值曲线与绩效



资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

图表9： 归属不同增强组的做空信号所生成的净值曲线与绩效



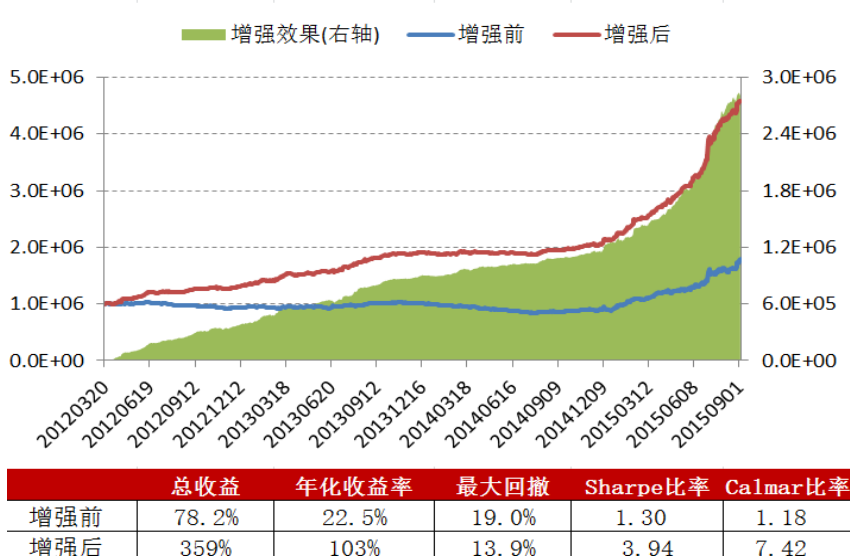
资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

从图表 8 与图表 9 中可以看出，无论在做多信号中所分的三组，还是做空信号中所分的三组，各项绩效指标的排序均以第三组(增强权重为 1)最好，第二组(增强权重为 0)次之，第一组(增强权重为 -1)最差。与预期完全相符。

最后，我们来看一下策略增强后的最终效果，对于最终的策略每次交易量，按照之前所给出的公式 $w + w_i$ 给出，在该案例中， $w = 1$ ， $w_i \in \{-1, 0, 1\}$ 。对于做多信号与做空信号中的第一组，最终增强后每次开仓交易量为 0 手，对于第二组，每次交易量为 1 手，对于第三组，每次交易量增加到 2 手。

同样使用 100 万元为初始资金，以沪深 300 股指期货主力合约为交易标的，每次交易信号交易量由增强前的 w 转化为增强后的 $w + w_i$ ，设置交易手续费为 0.25%%，双边收取，图表 10 展示了增强后对比增强前的效果。

图表10： KD 策略增强效果展示



资料来源：方正证券研究所，Wind 资讯

增强后的各项指标都得到了极大的增强，其中，Sharpe 比率提高到了 3.94，Calmar 比率也达到了惊人的 7.42，年化收益也提高至 103%[4]。

5 总结

本文介绍了在平稳过程框架下的 CTA 策略增强框架，并给出了对 KD 策略进行增强的成功案例。该框架理论上可以应用在任何与择时相关的问题上，例如 CTA 单品种交易策略以及统计套利，亦或是选股领域的大盘择时与因子择时，这也是接下来我们所要努力攻克的研究方向。

6 风险提示

市场风格发生不可逆转的剧烈变化导致模型失效。

附注：

[1]High-Frequency Trading and Probability Theory. 王肇东，郑伟安，World Scientific, 2014.

[2]基于平稳过程和技术分析的交易策略研究. 陈实，上海：华东师范大学，2016.

[3]Switching processes in financial markets. T.Preis, J. J. Schneider, H. E. Stanley. Proceeding of the National Academy of Sciences current issue. 2011, 108(19):7674-7678.

[4]由于本文中所有策略均固定交易手数，收益率均应以单利计算。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

方正证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司客户使用。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离制度控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的情况下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“方正证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

公司投资评级的说明：

强烈推荐：分析师预测未来半年公司股价有20%以上的涨幅；

推荐：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的涨幅；

中性：分析师预测未来半年公司股价在-10%和10%之间波动；

减持：分析师预测未来半年公司股价有10%以上的跌幅。

行业投资评级的说明：

推荐：分析师预测未来半年行业表现强于沪深300指数；

中性：分析师预测未来半年行业表现与沪深300指数持平；

减持：分析师预测未来半年行业表现弱于沪深300指数。

	北京	上海	深圳	长沙
地址：	北京市西城区阜外大街甲34号方正证券大厦8楼(100037)	上海市浦东新区浦东南路360号新上海国际大厦36楼(200120)	深圳市福田区深南大道4013号兴业银行大厦201(418000)	长沙市芙蓉中路二段200号华侨国际大厦24楼(410015)
网址：	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com	http://www.foundersc.com
E-mail：	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com	yjzx@foundersc.com