

# 金融工程

证券研究报告

2018 年 07 月 05 日

## 基于自适应风险控制的指数增强策略

### 收益预测模型

我们从规模、估值、成长、盈利、技术、流动性、波动等维度筛选出有效因子，对有效因子我们采用对称正交的处理方式来剔除因子之间的多重共线性，使得复合因子的选股能力带来了显著提升。此外，选股因子通常都有其合理的投资逻辑，当我们在窗口内滚动计算得到的预期因子权重配置方向和投资逻辑不一致时，我们不使用该因子来预测收益（即反向归零），这种稳健的控制方式使得复合因子的稳定性得到进一步提升。2010 年以来，我们构建的复合因子 IC 均值为 0.134，年化 ICIR 7.528，月度胜率 96.1%。

### 静态指数增强模型

我们以最大化组合预期收益为目标，控制组合与基准指数在行业、市值因子上的暴露一致，并通过控制个股相对基准指数成分股的最大偏离度来构建优化模型，在沪深 300、中证 500 和中证 1000 等不同风格指数上取得了稳定的增强效果：

- 沪深 300 指数增强组合年化超额收益 14.11%，相对最大回撤 3.02%，收益回撤比 4.67，信息比 3.5；
- 中证 500 指数增强组合年化超额收益 20.83%，相对最大回撤 3.95%，收益回撤比 5.27，信息比 4.61；
- 中证 1000 指数增强组合年化超额收益 24.36%，相对最大回撤 4.41%，收益回撤比 5.52，信息比 4.69。

### 自适应风险控制下的指数增强模型

指数增强组合希望对跟踪误差有严格的控制，然而我们发现组合的跟踪误差和市场波动率等因素有关，静态风险控制模型并不能保证在不同市场环境下跟踪误差的稳定性。我们根据组合过去一段时间内以不同的个股权重偏离约束得到的组合实际跟踪误差与目标跟踪误差的关系来动态自适应确定下期个股权重偏离度，构建自适应风控指数增强模型，与静态指数增强模型相比，该模型能更好地实现对目标跟踪误差的跟踪，表现更加稳健。

- 自适应风控沪深 300 指数增强组合年化超额收益 12.25%，相对最大回撤 2.28%，收益回撤比 5.37，信息比 3.88，跟踪误差 2.98%；
- 自适应风控中证 500 指数增强组合年化超额收益 17.57%，相对最大回撤 2.62%，收益回撤比 6.71，信息比 4.77，跟踪误差 3.31%；
- 自适应风控中证 1000 指数增强组合年化超额收益 19.75%，相对最大回撤 2.71%，收益回撤比 7.29，信息比 5.19，跟踪误差 3.53%。

**风险提示：**市场系统性风险，有效因子变动风险。

### 作者

**吴先兴** 分析师  
SAC 执业证书编号：S1110516120001  
wuxianxing@tfzq.com  
18616029821

**张欣慰** 分析师  
SAC 执业证书编号：S1110517010003  
zhangxinwei@tfzq.com

### 相关报告

- 1 《金融工程：基本量量化视角下的医药行业选股研究》2018-06-15
- 2 《金融工程：基于基础数据的分析师一致预期指标构建》2018-04-10
- 3 《金融工程：多因子模型的业绩归因评价体系》2018-04-10
- 4 《金融工程：风险预算与组合优化》2018-03-05
- 5 《金融工程：哪些行业应该单独选股？——基于动态因子筛选的行业内选股实证研究》2018-02-23
- 6 《金融工程：协方差矩阵的常用估计和评价方法》2017-11-16
- 7 《金融工程：因子正交全攻略——理论、框架与实践》2017-10-30
- 8 《金融工程：基于动态风险控制的组合优化模型》2017-09-21
- 9 《金融工程：专题报告-MHKQ 因子择时模型在 A 股中的应用》2017-08-15
- 10 《金融工程：专题报告-利用组合优化构建投资组合》2017-08-14
- 11 《金融工程：专题报告-半衰 IC 加权在多因子选股中的应用》2017-07-22
- 12 《金融工程：专题报告-反转现象的选择性交易策略》2017-05-31



## 内容目录

1. 收益预测模型 .....	4
1.1. 因子库 .....	4
1.2. 因子多重共线性的处理 .....	5
1.3. 因子权重的反向归零 .....	8
2. 风险控制模型 .....	10
3. 静态指数增强模型 .....	11
3.1. 沪深 300 指数增强 .....	11
3.2. 中证 500 指数增强 .....	12
3.3. 中证 1000 指数增强 .....	13
4. 基于自适应风险控制的指数增强模型 .....	14
4.1. 自适应风险控制 .....	14
4.2. 基于自适应风控的沪深 300 指数增强 .....	16
4.3. 基于自适应风控的中证 500 指数增强 .....	17
4.4. 基于自适应风控的中证 1000 指数增强 .....	17
5. 总结 .....	18

## 图表目录

图 1: 因子值秩相关系数均值与因子 IC 序列相关系数 .....	6
图 2: 施密特正交与对称正交示意图 .....	7
图 3: 对称正交前后因子值相关系数时序图 .....	7
图 4: 对称正交前后因子相关系数均值 .....	7
图 5: 对称正交后复合因子 IC 序列 .....	8
图 6: SPTTM 因子的 IC 序列与滚动 12 期 IC 均值 .....	8
图 7: 各期发生反向的因子比例 .....	9
图 8: 对称正交后带反向归零的复合因子 IC 序列 .....	9
图 9: 沪深 300 增强组合月度超额收益 .....	11
图 10: 沪深 300 增强组合表现 .....	11
图 11: 中证 500 增强组合月度超额收益 .....	12
图 12: 中证 500 增强组合表现 .....	12
图 13: 中证 1000 增强组合月度超额收益 .....	13
图 14: 中证 1000 增强组合表现 .....	13
图 15: 中证 500 增强组合的滚动 3 个月年化跟踪误差 .....	14
图 16: 不同时间点上的个股偏离度设置 .....	15
图 17: 自适应风控沪深 300 增强组合月度超额收益 .....	16
图 18: 自适应风控沪深 300 增强组合表现 .....	16
图 19: 自适应风控中证 500 增强组合月度超额收益 .....	17
图 20: 自适应风控中证 500 增强组合表现 .....	17

图 21：自适应风控中证 1000 增强组合月度超额收益.....	18
图 22：自适应风控中证 1000 增强组合表现 .....	18
表 1：因子列表 .....	4
表 2：对称正交前后复合因子表现 .....	8
表 3：反向归零前后复合因子 IC 表现.....	9
表 4：沪深 300 增强组合分年度表现统计 .....	12
表 5：中证 500 增强组合分年度表现统计 .....	13
表 6：中证 1000 增强组合分年度表现统计 .....	14
表 7：自适应风控沪深 300 增强组合分年度表现统计 .....	16
表 8：自适应风控中证 500 增强组合分年度表现统计 .....	17
表 9：自适应风控中证 1000 增强组合分年度表现统计 .....	18

指数增强基金力求在对基准指数跟踪的同时实现超额收益，经历了 2017 年市值、反转等因子的大幅波动及回撤，通过组合优化来构建指数增强组合的方式受到了越来越多的关注。组合优化模型的最大优势为可以进行灵活的风险控制，能够在最大化组合收益的同时满足一系列的风险控制约束条件，使得组合能在跟踪基准指数的基础上实现稳定超额。收益预测模型和风险控制模型是组合优化模型的两个重要的构成部分，在本报告中，我们分别介绍了收益预测模型和风险控制模型，然后进一步提出了一种自适应控制跟踪误差的方法，实证效果来看，在沪深 300、中证 500 和中证 1000 等不同风格指数上都取得了稳健的增强效果。

## 1. 收益预测模型

我们首先介绍一下我们采用的因子库，然后讨论一下收益预测模型构建中几个比较重要的问题。

### 1.1. 因子库

我们从规模、估值、成长、盈利、技术、流动性、波动等维度来筛选具有长期稳定选股能力的因子。我们筛选的有效因子集合见表 1：

表 1：因子列表

类别	因子简称	因子名称	因子计算方式
规模	LNCAP	总市值对数	总市值取对数
估值	BP	账面市值比	净资产/总市值
	EPTTM	市盈率倒数 TTM	归母净利润 TTM/总市值
	SPTTM	市销率倒数 TTM	营业收入 TTM/总市值
技术	REVERSE1M	一个月反转	过去 20 个交易日涨跌幅
	REVERSE3M	三个月反转	过去 60 个交易日涨跌幅
成长	NETPROFITINCYOY	单季度净利润同比增速	单季度净利润同比增长率
	OPERREVINCYOY	单季度营业收入同比增速	单季度营业收入同比增长率
	OPERPROFITINCYOY	单季度营业利润同比增速	单季度营业利润同比增长率
	SUE	标准化预期外盈利	$(\text{单季度实际净利润} - \text{预期净利润}) / \text{预期净利润标准差}$
	SUR	标准化预期外收入	$(\text{单季度实际营业收入} - \text{预期营业收入}) / \text{预期营业收入标准差}$
盈利	ROE	单季度净资产收益率	$\text{单季度归母净利润} * 2 / (\text{期初归母净资产} + \text{期末归母净资产})$
	ROA	单季度总资产收益率	$\text{单季度息税前利润} * 2 / (\text{期初总资产} + \text{期末总资产})$
	DELTAROE	单季度净资产收益率同比变化	单季度净资产收益率 - 去年同期单季度净资产收益率
	DELTAROA	单季度总资产收益率同比变化	单季度总资产收益率 - 去年同期单季度总资产收益率
一致预期	FEPTTM	一致预期市盈率倒数 TTM	一致预期 PETTM 倒数
	CGBP	一致预期滚动 BP	一致预期滚动 PB 倒数
	CGPEG	一致预期 PEG	一致预期 PEG
流动性	ILLIQ	非流动性冲击	过去 20 个交易日的日涨跌幅绝对值/成交额的均值
	TURNOVER1M	一个月日均换手	过去 20 个交易日换手率均值
	TURNOVER3M	三个月日均换手	过去 60 个交易日换手率均值
波动	IVR	特异度	1 - 过去 20 个交易日 Fama-French 三因子回归的拟合度
	ATR1M	一个月真实波动率	过去 20 个交易日日内真实波幅均值
	ATR3M	三个月真实波动率	过去 60 个交易日日内真实波幅均值
分红	DIVIDENDRATE	股息率	近 12 月股息率

资料来源：Wind，天风证券研究所

下面介绍一下我们对于因子的标准化处理流程，主要包括缺失值处理、去极值、标准化、市值和行业中性化。

**缺失值处理：**对因子值有缺失的股票视情况补其因子值为行业均值或 0。

**去极值：**我们采用 MAD (Median Absolute Deviation 绝对中位数法) 去极值，对于极值部分将其均匀插值到 3-3.5 倍绝对中位数范围内。具体操作如下，首先计算当期所有股票在因子  $f$  上的中位数  $m_f$ ，然后计算绝对中位数

$$MAD = \text{median}(|f - m_f|)$$

采用与  $3\sigma$  法等价的方法，保留  $[m_f - 3 \cdot 1.483 \cdot MAD, m_f + 3 \cdot 1.483 \cdot MAD]$  之间股票的因子值不变，取值大于  $m_f + 3 \cdot 1.483 \cdot MAD$  的所有股票的因子取值按排序均匀压缩到  $[m_f + 3 \cdot 1.483 \cdot MAD, m_f + 3.5 \cdot 1.483 \cdot MAD]$  之间，取值低于  $m_f - 3 \cdot 1.483 \cdot MAD$  的所有股票的因子取值按排序均匀压缩到  $[m_f - 3.5 \cdot 1.483 \cdot MAD, m_f - 3 \cdot 1.483 \cdot MAD]$  之间，这样去除了极值同时也在极值的股票之间保序。

**标准化：**为了使得构造复合因子时各因子间量纲统一，我们对每个因子进行标准化处理，我们采用 Z-Score 方法来对因子取值标准化，使得因子的均值为 0，标准差为 1，即

$$f' = \frac{f - \text{mean}(f)}{\text{std}(f)}$$

**市值和行业中性化：**由于因子可能受到市值以及行业的影响较大，因此需要对市值和行业进行中性化处理，即对下式做回归取残差：

$$f_i = \beta^{MV} MV_i + \sum_j \beta_j^{ind} X_{ij} + \varepsilon$$

其中  $MV_i$  为股票  $i$  的对数总市值，也进行了去极值、标准化的处理， $X_{ij}$  为股票  $i$  对于行业  $j$  的 0-1 哑变量，对回归后得到的残差  $\varepsilon$  继续做去极值、标准化处理得到中性化后的因子取值。

## 1.2. 因子多重共线性的处理

在构建多因子选股模型时，我们通常根据多个因子的线性加权来为个股进行综合打分，即以下形式

$$F = v^1 \cdot f^1 + v^2 \cdot f^2 + \dots + v^K \cdot f^K$$

其中  $K$  表示因子的数量， $f^K$  表示股票在第  $K$  个因子上的取值， $v^K$  表示因子的权重。这种打分方式有一个很重要的隐含假设是因子之间的相关性较低。图 1 中的上三角展示了从 2009 年 12 月底到 2018 年 6 月底之间月末因子值之间的秩相关系数的均值，下三角展示了因子的 rank IC 序列的相关系数。除总市值对数因子，其他因子都对市值和行业进行了中性化处理。从表中可以看到，部分因子之间存在较为明显的相关性，例如单季度净利润增速、单季度营收增速的因子值秩相关系数、因子 IC 序列相关系数分别为 0.42、0.81，表现出了较高的共线性。如果多因子组合中直接使用这些有较强多重共线性的因子进行加权，则组合在成长风格上的暴露就会变大。可见，如果不对因子的相关性做处理，就可能会使组合对于某些风格有过度暴露，从而影响组合长期表现的稳健性。

对于选股模型中因子的共线性问题，我们的解决方法是**对称正交**。因子正交化本质上是对原始因子（通过一系列线性变换）进行旋转，旋转后得到一组两两正交的新因子，它们之间的相关性为零并且对于收益的解释度保持不变。这里我们简单对对称正交的原理和优势进行简单介绍。对称正交是一种无监督无参数的处理因子多重共线性的方法，它的主要思想是尽可能减少对原始因子的修改而得到一组正交的新因子，这样能够最大程度地保持正交后因子和原因子的相似性。并且，我们希望对每个因子平等对待，避免像施密特正交法中偏向正交顺序中靠前的因子。具体的介绍可以参见我们前期的报告《因子正交全攻略——理论、框架与实践》（20171030）。



图 1：因子值秩相关系数均值与因子 IC 序列相关系数

因子 IC 序列相关系数	因子值秩相关系数	总市值对数	股息率	账面市值比例数	市盈率倒数 TTM	市销率倒数 TTM	单季度净利润同比增长	单季度营业收入同比增长	单季度营业利润同比增长	标准化预期外盈利	标准化预期外营业收入	单季度净资产收益率	单季度总资产收益率	单季度 ROE 同比变化	单季度 ROA 同比变化	一致预期市盈率 TTM	一致预期滚动 BP	一致预期 PEG	一个月反转	非流动性冲击	一个月日均换手	特异度	一个月真实波动率	三个月反转	三个月日均换手	三个月真实波动率
总市值对数		-0.12	-0.04	-0.02	-0.03	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.04	0.03	0.00	0.01	0.05	0.02	0.03	0.00	0.04	0.03	
股息率	0.01		0.30	0.49	0.16	-0.09	-0.06	-0.08	-0.09	-0.06	0.20	0.20	-0.08	-0.10	0.41	0.34	0.04	-0.04	0.08	-0.11	-0.12	-0.23	-0.07	-0.12	-0.26	
账面市值比例数	0.35	0.26		0.32	0.50	-0.09	-0.10	-0.09	-0.04	-0.05	-0.20	-0.19	-0.07	-0.06	0.38	0.96	-0.04	-0.11	0.02	-0.22	-0.26	-0.39	-0.18	-0.23	-0.44	
市盈率倒数 TTM	0.51	0.57	0.57		0.25	0.14	0.07	0.13	-0.05	-0.04	0.49	0.44	0.08	0.06	0.70	0.39	-0.09	-0.06	0.04	-0.09	-0.16	-0.26	-0.09	-0.10	-0.28	
市销率倒数 TTM	0.39	0.07	0.91	0.50		-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05	-0.04	-0.12	0.00	0.02	0.32	0.50	-0.08	-0.06	-0.04	-0.15	-0.14	-0.23	-0.10	-0.16	-0.26	
单季度净利润同比增长	0.09	0.00	-0.42	0.10	-0.46		0.42	0.88	0.66	0.30	0.43	0.40	0.78	0.74	0.04	-0.10	-0.18	0.06	-0.03	0.06	0.02	0.07	0.12	0.05	0.08	
单季度营业收入同比增长	-0.03	-0.02	-0.64	-0.07	-0.69	0.81		0.43	0.31	0.68	0.24	0.24	0.34	0.34	0.03	-0.10	-0.16	0.04	0.01	0.04	0.03	0.07	0.07	0.04	0.08	
单季度营业利润同比增长	0.07	-0.02	-0.41	0.09	-0.46	0.98	0.80		0.59	0.32	0.40	0.38	0.70	0.69	0.04	-0.09	-0.17	0.06	-0.02	0.05	0.02	0.07	0.12	0.05	0.08	
标准化预期外盈利	0.26	-0.08	-0.34	-0.06	-0.35	0.78	0.62	0.74		0.41	0.26	0.25	0.66	0.65	-0.05	-0.06	-0.13	0.07	0.00	0.04	0.03	0.06	0.13	0.03	0.07	
标准化预期外营业收入	0.12	-0.07	-0.47	-0.10	-0.52	0.72	0.82	0.70	0.73		0.13	0.13	0.30	0.31	-0.04	-0.06	-0.08	0.04	0.01	0.03	0.03	0.05	0.08	0.02	0.06	
单季度净资产收益率	0.21	0.36	-0.44	0.38	-0.48	0.71	0.72	0.68	0.56	0.56		0.89	0.34	0.29	0.33	-0.15	-0.12	0.04	0.04	0.03	0.00	-0.01	0.08	0.03	0.00	
单季度总资产收益率	0.16	0.40	-0.47	0.32	-0.54	0.68	0.73	0.65	0.55	0.57	0.98		0.29	0.31	0.28	-0.15	-0.10	0.04	0.03	0.02	0.00	-0.01	0.08	0.02	-0.01	
单季度 ROE 同比变化	0.31	-0.12	-0.13	0.10	-0.10	0.79	0.54	0.77	0.81	0.61	0.45	0.41		0.86	0.00	-0.08	-0.14	0.07	-0.04	0.02	0.03	0.05	0.13	0.02	0.07	
单季度 ROA 同比变化	0.28	-0.15	-0.09	0.06	-0.04	0.71	0.47	0.68	0.75	0.53	0.37	0.33	0.95		-0.01	-0.08	-0.14	0.06	-0.04	0.03	0.02	0.05	0.13	0.02	0.07	
一致预期市盈率 TTM	0.51	0.45	0.65	0.93	0.58	0.01	-0.16	0.02	-0.10	-0.19	0.23	0.17	0.05	0.01		0.51	-0.42	-0.08	0.02	-0.13	-0.15	-0.24	-0.13	-0.14	-0.27	
一致预期滚动 BP	0.39	0.28	1.00	0.62	0.91	-0.39	-0.61	-0.38	-0.33	-0.46	-0.40	-0.43	-0.12	-0.09	0.70		-0.09	-0.11	0.01	-0.22	-0.26	-0.39	-0.18	-0.23	-0.44	
一致预期 PEG	-0.02	-0.04	0.19	-0.20	0.21	-0.48	-0.48	-0.51	-0.26	-0.26	-0.45	-0.42	-0.31	-0.26	-0.35	0.15		0.02	0.03	0.04	-0.01	0.00	0.01	0.05	-0.01	
一个月反转	0.17	-0.05	-0.15	-0.19	-0.18	0.17	0.19	0.17	0.33	0.33	0.13	0.16	0.28	0.25	-0.22	-0.16	0.06		0.01	0.18	0.30	0.28	0.49	0.03	0.07	
非流动性冲击	0.09	0.33	-0.08	0.11	-0.16	0.14	0.22	0.14	0.28	0.24	0.27	0.33	0.10	0.02	0.04	-0.07	0.03	0.31		-0.41	-0.10	-0.17	-0.08	-0.37	-0.20	
一个月日均换手	-0.16	-0.18	-0.42	-0.18	-0.41	0.15	0.26	0.13	-0.04	0.13	0.15	0.12	-0.06	-0.02	-0.27	-0.41	0.06	-0.05	-0.56		0.28	0.66	0.26	0.85	0.57	
特异度	0.08	-0.24	-0.45	-0.31	-0.43	0.28	0.36	0.30	0.37	0.43	0.26	0.28	0.24	0.18	-0.28	-0.45	-0.22	0.63	0.14	0.09		0.40	0.29	0.13	0.27	
一个月真实波动率	-0.29	-0.34	-0.73	-0.48	-0.66	0.20	0.42	0.19	0.07	0.26	0.17	0.17	-0.03	-0.01	-0.53	-0.73	-0.06	0.13	-0.33	0.82	0.39		0.39	0.51	0.81	
三个月反转	0.25	-0.05	-0.29	-0.20	-0.31	0.24	0.31	0.25	0.41	0.42	0.24	0.28	0.36	0.30	-0.23	-0.28	0.02	0.75	0.30	0.04	0.66	0.25		0.19	0.32	
三个月日均换手	-0.22	-0.18	-0.47	-0.22	-0.45	0.15	0.26	0.13	-0.06	0.10	0.15	0.12	-0.09	-0.04	-0.29	-0.46	0.04	-0.16	-0.55	0.96	0.01	0.79	-0.04		0.64	
三个月真实波动率	-0.33	-0.34	-0.75	-0.49	-0.68	0.23	0.42	0.22	0.07	0.24	0.17	0.16	-0.03	0.00	-0.53	-0.75	-0.09	-0.06	-0.39	0.82	0.27	0.95	0.13	0.85		

资料来源：Wind，天风证券研究所

这里我们简要给出对称正交方法的原理和计算方式。具体而言，在每个截面上，我们可以获得全市场股票在各个因子上的取值，我们以  $N$  表示截面上全市场股票数量， $K$  表示因子的数量， $f^k = [f_1^k, f_2^k, f_3^k, \dots, f_N^k]'$  表示全市场股票在第  $k$  个因子上的取值，其中我们已对每个因子进行了 Z-Score 标准化，即  $\bar{f}^k = 0$ ， $\|f^k\| = 1$ 。 $F_{N \times K} = [f^1, f^2, f^3, \dots, f^K]$  即为截面上  $K$  个线性独立的因子列向量组成的矩阵，我们假设这些因子是线性无关的。我们期望通过对  $F_{N \times K}$  进行线性变换，得到一个新的正交矩阵  $\tilde{F}_{N \times K} = [\tilde{f}^1, \tilde{f}^2, \tilde{f}^3, \dots, \tilde{f}^K]$ ，它的列向量互相正交，即  $\forall i, j, i \neq j, (\tilde{f}^i)'(\tilde{f}^j) = 0$ 。

我们定义一个从  $F_{N \times K}$  旋转到  $\tilde{F}_{N \times K}$  的过渡矩阵  $S_{K \times K}$ ，

$$\tilde{F}_{N \times K} = F_{N \times K} S_{K \times K}$$

则对称正交方法对应的过渡矩阵为

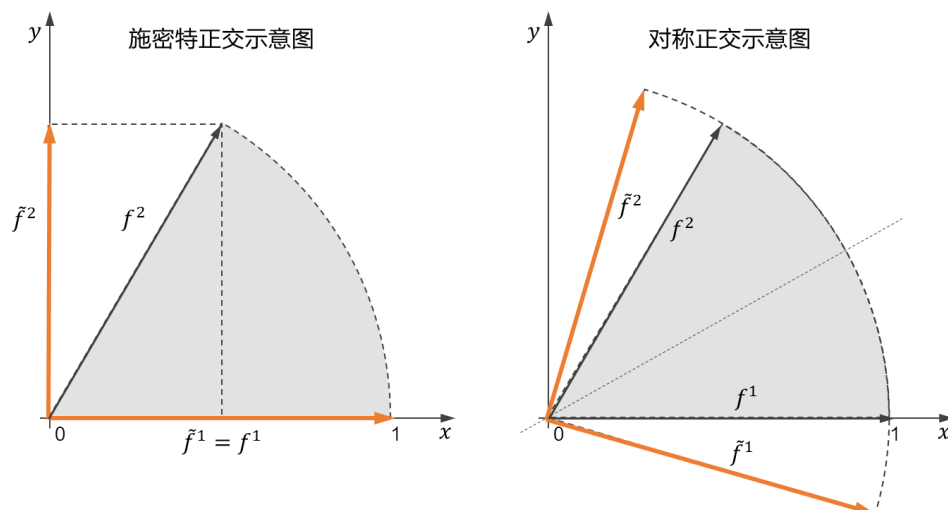
$$S_{K \times K} = U_{K \times K} D_{K \times K}^{-1/2} U_{K \times K}'$$

其中，记矩阵  $M = F_{N \times K}' F_{N \times K}$ ， $D_{K \times K}$  为  $M$  的特征根构成的对角阵， $U_{K \times K}$  为每一列由  $M$  的特征向量构成的矩阵。 $S_{K \times K}$  是一个对称矩阵，由此得名对称正交。对称正交有几个重要的性质 [Klein 2013]：

1. 相对于施密特正交法，对称正交不需要提供正交次序，对每个因子平等看待；
2. 在所有正交过渡矩阵中，对称正交后的矩阵和原始矩阵的相似性最大，即正交前后矩阵的距离最小，对原始因子矩阵的修改最小；
3. 对称正交的计算只需要截面因子数据，计算效率非常高。

从这些性质出发，对称正交后的因子和原始因子有较好的对应关系，因子的经济意义保持能力较好，并且在 Frobenius 范数下保持了最高的相似性。为了方便直观理解，我们以两个因子  $f^1, f^2$  分别进行施密特正交和对称正交的示意图如图 2：

图 2：施密特正交与对称正交示意图

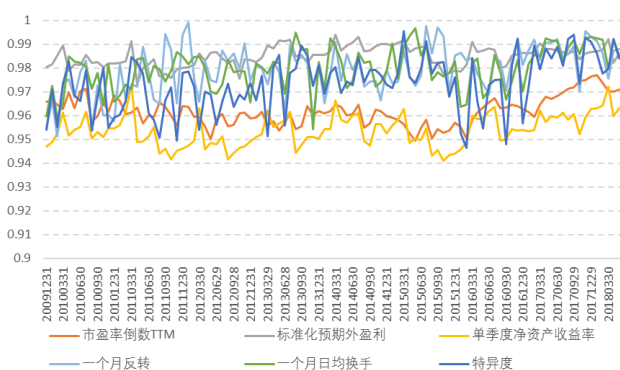


资料来源：[Uchida 2014]，天风证券研究所

从图中可以看到，相对于施密特正交中排序越靠后的因子旋转角度越大，对称正交对每个因子是平等看待的，它们各自旋转了同样的很小的角度来得到一组正交基  $\tilde{f}^1, \tilde{f}^2$ ，并且正交前后的因子对应关系保持得最好，正交前后因子的相关性相比于施密特正交也保持得更高，因此可解释度也更强。另外相比于施密特正交，对称正交只需要截面上因子取值的数据即可计算，不需要依赖其他历史数据来确定因子正交的顺序，可以避免施密特正交方法可能出现的路径依赖的参数敏感性问题。

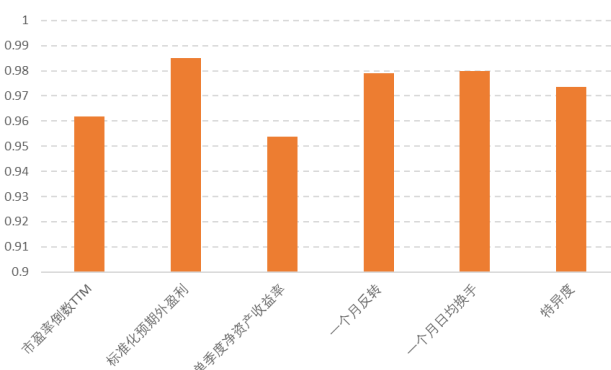
下面我们以部分因子为例，考察对称正交前后因子的相关性，以此来考察正交方法对于因子风格的保持能力。图 3 和图 4 分别为对称正交前后因子值相关系数的时间序列以及长期的均值。可以看到，对称正交前后的因子都保持了非常高的相关性（最低相关系数超过 0.95），而且在时间序列上都较为稳定，从相关系数均值来看，各因子都能够较大程度地保持因子在经济学上的意义。

图 3：对称正交前后因子值相关系数时序图



资料来源：Wind，天风证券研究所

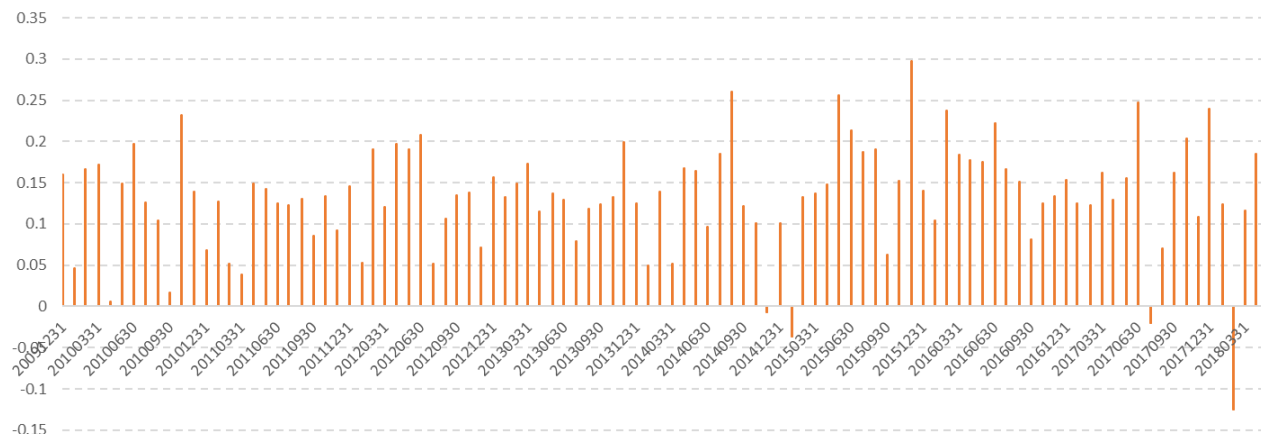
图 4：对称正交前后因子相关系数均值



资料来源：Wind，天风证券研究所

由于对称正交后的因子之间没有多重共线性，因此我们可以直接用正交后因子的线性加权来进行选股。图 5 展示了我们以对称正交后因子滚动 12 期 ICIR 加权后的复合因子的各期 IC 时序图。可以看到对称正交后因子稳定性非常好。

图 5：对称正交后复合因子 IC 序列



资料来源：Wind，天风证券研究所

表 2 分别展示了以原始因子滚动 12 期 ICIR 加权得到的复合因子、以对称正交后因子滚动 12 期 ICIR 加权得到的复合因子的 IC 均值、年化 ICIR 以及 IC 胜率。可以看到，复合因子的 IC 均值从 0.1238 提升到 0.1330，ICIR 从 6.1065 提升到 7.0424，IC 胜率从 94.12% 提升到 96.08%，提升效果显著。

表 2：对称正交前后复合因子表现

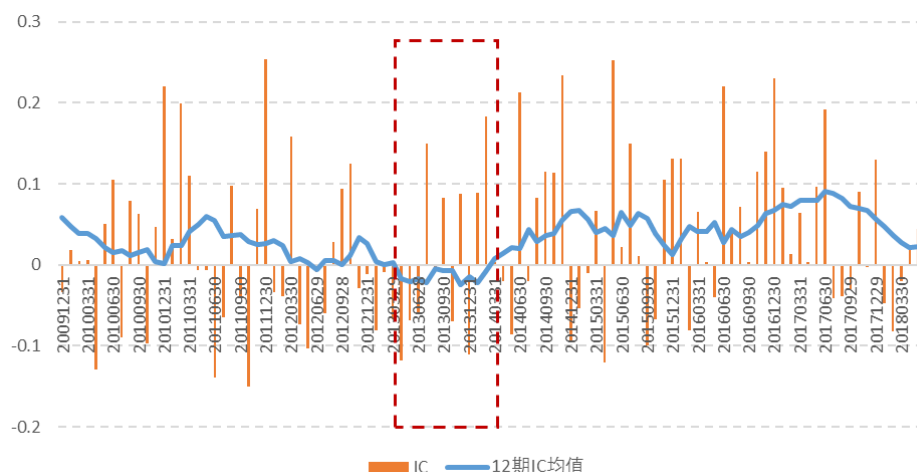
	复合因子 IC 均值	复合因子年化 ICIR	复合因子 IC 胜率
原始	0.1238	6.1065	94.12%
对称正交	0.1330	7.0424	96.08%

资料来源：Wind，天风证券研究所

### 1.3. 因子权重的反向归零

我们在前期报告《半衰 IC 加权在多因子选股中的应用》（20170722）中讨论了因子常见的加权方式，大家通常以过去一段时间内因子表现的好坏来对因子进行加权，常见的因子加权方式有：因子 IC 均值加权、因子 ICIR 加权、最优化复合因子 ICIR 加权、半衰 IC 加权等。多因子选股策略选择的因子通常都有其合理的投资逻辑，例如对于估值类因子，一般我们认为低估值的股票未来的表现要优于高估值的股票，所以当我们在某个截面上预期高估值股票占优（和长期的投资逻辑不一致）时，我们不建议反向配置该因子，即对该因子权重置零，进行反向归零操作。

图 6：SPTTM 因子的 IC 序列与滚动 12 期 IC 均值



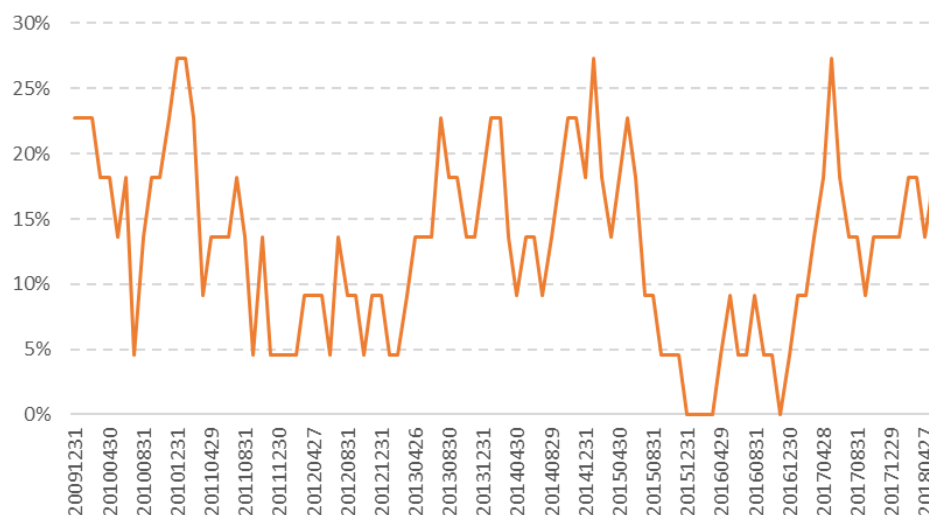
资料来源：Wind，天风证券研究所



图 6 展示了市销率 SPTTM 因子滚动 12 期 IC 均值的曲线，可以看到该因子长期的 IC 方向为正向，而在 2013 年 2 月底到 2014 年 2 月底区间内的滚动 IC 均值为负，这时候我们在收益预测模型中将该因子的权重配置设为 0，即不反向使用该因子来预测收益。

我们考察表 1 中所列的 25 个因子对称正交后的滚动 12 期 IC 均值的配置方向，各期因子发生反向的比例如图 7，平均有 12.8% 的因子发生反向。

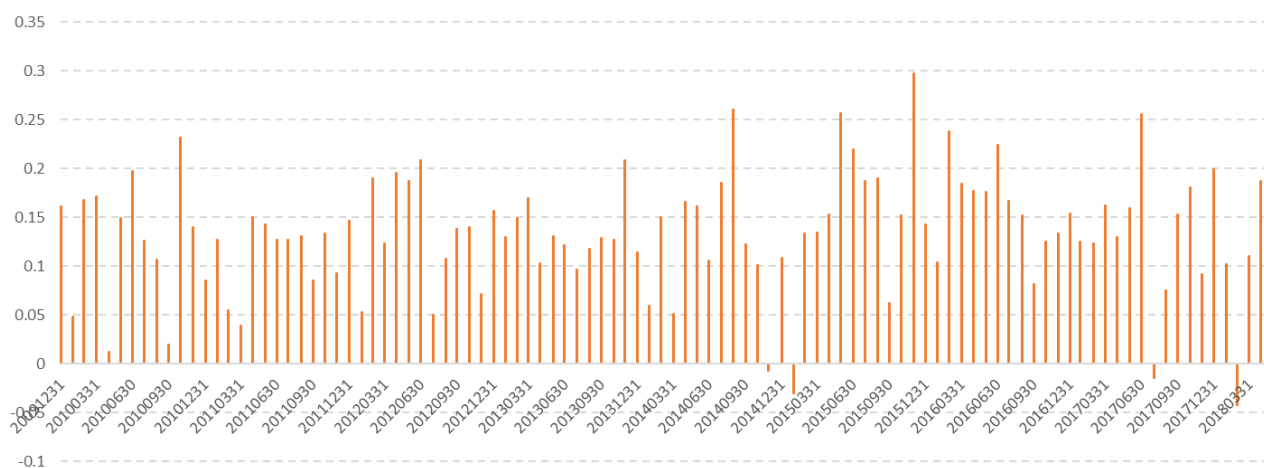
图 7：各期发生反向的因子比例



资料来源：Wind，天风证券研究所

我们以对称正交后因子滚动 12 期 ICIR 进行加权，同时在加权时考虑反向归零，构建复合因子。图 8 展示了复合因子的 IC 序列。

图 8：对称正交后带反向归零的复合因子 IC 序列



资料来源：Wind，天风证券研究所

表 3 展示了对称正交后复合因子与对称正交后带反向归零的复合因子的 IC 均值、年化 ICIR 以及 IC 胜率。可以看到，复合因子的 IC 均值差别不大，在 0.133 左右，但复合因子的 ICIR 从 7.0424 提升到 7.5281，反向归零使复合因子的稳健性得到进一步提升。

表 3：反向归零前后复合因子 IC 表现

	复合因子 IC 均值	复合因子年化 ICIR	复合因子 IC 胜率
对称正交	0.1330	7.0424	96.08%
对称正交带反向归零	0.1335	7.5281	96.08%

资料来源：Wind，天风证券研究所

## 2. 风险控制模型

稳健的收益预测模型是多因子选股策略成功的基石，但是如果仅选用得分最高的一篮子股票构建组合，在一些极端市场环境下可能会产生较大的回撤风险，因此需要对组合进行风险控制，避免组合在某些风格或行业上有过大的暴露。常见的风险控制形式主要包括以下几种：风格暴露约束、行业暴露约束、相对于基准的跟踪误差约束、个股权重约束等，这些约束条件都能有效控制组合相对基准指数的偏离，使组合能稳定地战胜基准指数。

本篇报告采用如下形式的组合优化模型：

$$\begin{aligned}
 & \max \quad r^T w \\
 & \text{s.t.} \quad s_l \leq X(w - w_b) \leq s_h \\
 & \quad \quad h_l \leq H(w - w_b) \leq h_h \\
 & \quad \quad w_l \leq w - w_b \leq w_h \\
 & \quad \quad b_l \leq B_b w \leq b_h \\
 & \quad \quad 0 \leq w \leq l \\
 & \quad \quad \mathbf{1}^T w = 1
 \end{aligned}$$

该优化问题的目标函数为最大化组合收益，其中  $r^T w$  为组合预期收益， $w$  为待求解的股票权重向量， $r$  为根据上一节中的收益预测模型计算得到的每只股票的综合得分。模型的约束条件包括组合在风格因子上的偏离度、行业偏离度、个股偏离度、成分股权重占比控制、个股权重上限控制。

- 第一个约束条件限制了组合相对于基准指数的风格暴露， $X$  为股票对风格因子的因子暴露矩阵， $w_b$  为基准指数成分股的权重向量， $s_l, s_h$  分别为风格因子相对暴露的下限及上限；
- 第二个约束条件限制了组合相对于基准指数的行业偏离， $H$  为股票的行业暴露矩阵，当股票  $i$  属于行业  $j$  时， $H_{ji}$  为 1，否则为 0； $h_l, h_h$  分别为组合行业偏离的下限以及上限；
- 第三个约束条件限制了个股相对于基准指数成分股的偏离， $w_l, w_h$  分别为个股偏离的下限以及上限；
- 第四个约束条件限制了组合在成分股内权重的占比下限及上限， $B_b$  为个股是否属于基准指数成分股的 0-1 向量， $b_l, b_h$  分别为成分股内权重的下限以及上限；
- 第五个约束条件限制了卖空，并且限制了个股权重上限  $l$ ；
- 第六个约束条件要求权重和为 1，即组合始终满仓运作。

与我们前期报告《基于动态风险控制的组合优化模型》(20170921) 不同的是，此处我们没有采用二次项的跟踪误差约束来控制组合对基准的偏离，取而代之的是个股相对基准指数成分股的偏离度，主要原因有以下两个方面：

- 1) 直接用跟踪误差作为约束条件进行风险控制需要估计协方差矩阵，对跟踪误差的控制是否成功依赖于协方差矩阵的估计准确性；而直接控制个股相对基准指数成分股偏离度对组合的跟踪误差控制的传导机制更直接，个股偏离度越小，对基准指数的跟踪误差就越小，极端情况下，将个股相对基准成分股权重的偏离设为 0 时，组合即完全复制基准指数，此时跟踪误差为零；
- 2) 跟踪误差约束是二次项约束，需要用二阶锥规划来求解，而上述模型中目标函数、个股权重偏离约束、成分股权重占比约束等都是线性的，线性规划问题的求解比二阶锥规划的求解更高效，尤其在变量数急剧增加的时候。

### 3. 静态指数增强模型

下面我们根据前文介绍的收益预测模型、风险控制模型，对沪深 300、中证 500、中证 1000 这三类代表 A 股大、中、小盘的指数进行增强实证回测。

组合回测的区间为 2010 年 1 月~2018 年 6 月，每个月末调仓，交易费用设为双边 0.3%，选股的样本空间为每月末满足如下条件的所有 A 股：

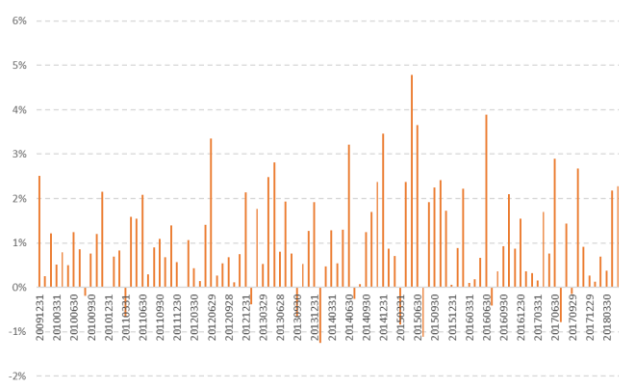
- 上市时间 6 个月以上、退市前 1 个月以上；
- 非 ST 股及 ST 摘帽后 3 个月以上；
- 调仓当天收盘非涨跌停且非停牌。

风险控制维度我们要求行业、市值和基准指数的暴露完全一致。此外由于 A 股停牌、涨跌停经常出现，考虑调仓时股票的可交易性，如调仓遇到上期持仓中的股票停牌、涨跌停时，我们继续持有该股票，即保持该股票本期权重不变。

#### 3.1. 沪深 300 指数增强

在构建沪深 300 指数增强策略时，由于沪深 300 指数成分股权重集中度较高，在行业、市值中性的基础上，我们约束了个股相对于基准成分股权重最大偏离为 2%。

图 9：沪深 300 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 10：沪深 300 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 9 是组合每个月的超额收益序列，在回测期的 102 个月份中月度超额收益均值 1.08%，只有 11 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -1.25%。图 10 展示了增强组合的净值表现，可以看到相对于沪深 300 指数能产生稳健的超额收益。

表 4：沪深 300 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
2010	-1.40%	-12.54%	11.14%	-1.19%	9.34	3.97	3.13%	20101124	20101130	91.67%
2011	-16.60%	-25.01%	8.41%	-1.17%	7.18	4.01	2.70%	20110120	20110127	91.67%
2012	18.17%	7.55%	10.61%	-0.84%	12.66	3.65	2.63%	20120521	20120531	100%
2013	6.33%	-7.65%	13.98%	-1.73%	8.08	3.7	3.96%	20131011	20131107	83.33%
2014	70.28%	51.66%	18.62%	-2.31%	8.07	3.13	3.77%	20141201	20141217	83.33%
2015	32.23%	5.58%	26.65%	-3.02%	8.82	3.46	6.63%	20150708	20150713	83.33%
2016	-0.59%	-11.28%	10.69%	-1.55%	6.88	3.8	3.11%	20160414	20160518	91.67%
2017	36.68%	21.78%	14.90%	-1.22%	12.19	4.26	2.79%	20170804	20170831	83.33%
20180629	-7.47%	-12.90%	5.43%	-1.16%	4.69	3.72	3.43%	20180622	20180628	100%
全样本期	13.88%	-0.22%	14.11%	-3.02%	4.67	3.5	3.78%	20150708	20150713	89.22%

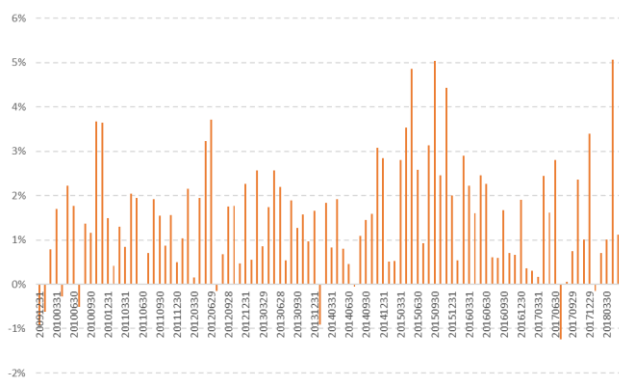
资料来源：Wind，天风证券研究所

表 4 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 14.11%，相对最大回撤 3.02%，收益回撤比 4.67，信息比 3.5，跟踪误差 3.78%，月度胜率 89.22%。分年度来看，组合的表现也非常稳健，2011 年超额收益最低为 8.41%，其他年份超额收益都在 10% 以上，除 2015 年的股灾期间最大回撤达到了 3%，其他时段的相对最大回撤均未超过 2.5%，各年的收益回撤比都在 4.5 以上，信息比都在 3 以上。今年以来的超额收益为 5.43%。

### 3.2. 中证 500 指数增强

在构建中证 500 指数增强策略时，由于中证 500 指数成分股权重较为分散、集中度低，在行业、市值中性的基础上，我们约束了个股相对于基准成分股权重最大偏离为 0.5%。

图 11：中证 500 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 12：中证 500 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 11 是组合每个月的超额收益序列，在回溯期的 102 个月份中月度超额收益均值 1.51%，只有 10 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -1.24%。图 12 展示了增强组合的净值表现，可以看到相对于中证 500 指数能产生稳健的超额收益。

表 5：中证 500 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
2010	26.84%	10.35%	16.49%	-1.89%	8.73	3.55	3.99%	20100512	20100602	66.67%
2011	-22.89%	-33.83%	10.94%	-0.82%	13.35	5.78	2.71%	20110127	20110209	91.67%
2012	19.82%	0.28%	19.55%	-1.17%	16.75	5.61	3.24%	20121129	20121218	91.67%
2013	41.01%	16.89%	24.12%	-1.90%	12.71	4.63	4.23%	20130823	20130912	100%
2014	58.86%	39.01%	19.85%	-1.82%	10.9	3.49	3.84%	20140121	20140304	83.33%
2015	97.71%	43.12%	54.59%	-3.95%	13.81	5.26	6.26%	20150707	20150824	100%
2016	-1.18%	-17.78%	16.60%	-1.29%	12.83	5.94	3.19%	20160217	20160229	100%
2017	13.12%	-0.20%	13.33%	-2.93%	4.55	3.86	3.30%	20170724	20170913	91.67%
20180629	-6.63%	-16.53%	9.90%	-1.26%	7.86	5.36	4.38%	20180621	20180628	83.33%
全样本期	22.71%	1.88%	20.83%	-3.95%	5.27	4.61	4.01%	20150707	20150824	90.20%

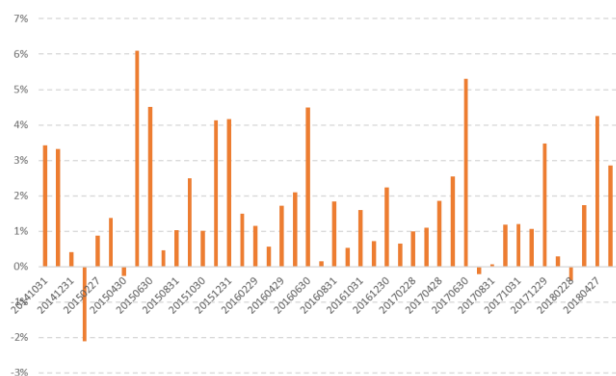
资料来源：Wind，天风证券研究所

表 5 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 20.83%，相对最大回撤 3.95%，收益回撤比 5.27，信息比 4.61，跟踪误差 4.01%，月度胜率 90.20%。分年度来看，组合的表现也非常稳健，2011 年超额收益最低为 10.94%，其他年份超额收益都在 13% 以上，除 2015 年的股灾期间最大回撤达到了 3.95%，其他时段的相对最大回撤均未超过 3%，各年的收益回撤比都在 4.5 以上，信息比都在 3.5 以上。今年以来的超额收益为 9.90%。

### 3.3. 中证 1000 指数增强

在构建中证 1000 指数增强策略时，由于中证 1000 指数成分股权重极其分散、集中度很低，在行业、市值中性的基础上，我们约束了个股相对于基准成分股权重最大偏离为 0.5%。需要说明的是，中证 100 指数的发布日期为 2014 年 10 月 17 日，因此中证 1000 指数增强策略的回测从 2014 年 11 月开始计算。

图 13：中证 1000 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 14：中证 1000 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 13 是组合每个月的超额收益序列，在回测期的 44 个月份中月度超额收益均值 1.76%，只有 4 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -2.11%。图 14 展示了增强组合的净值表现，可以看到相对于中证 1000 指数能产生稳健的超额收益。



表 6：中证 1000 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
201411-201412	3.74%	-3.01%	6.76%	-0.86%	7.9	8.31	4.59%	20141204	20141218	100%
2015	116.53%	76.10%	40.43%	-4.41%	9.18	3.18	6.48%	20150105	20150305	83.33%
2016	-0.41%	-20.01%	19.60%	-1.23%	15.89	5.53	3.98%	20160316	20160331	100%
2017	-0.97%	-17.35%	16.38%	-1.18%	13.93	5.51	3.35%	20170809	20170914	91.67%
20180629	-9.27%	-20.08%	10.81%	-1.52%	7.11	6.39	4.17%	20180214	20180402	83.33%
全样本期	21.53%	-2.83%	24.36%	-4.41%	5.52	4.69	4.71%	20150105	20150305	90.91%

资料来源：Wind，天风证券研究所

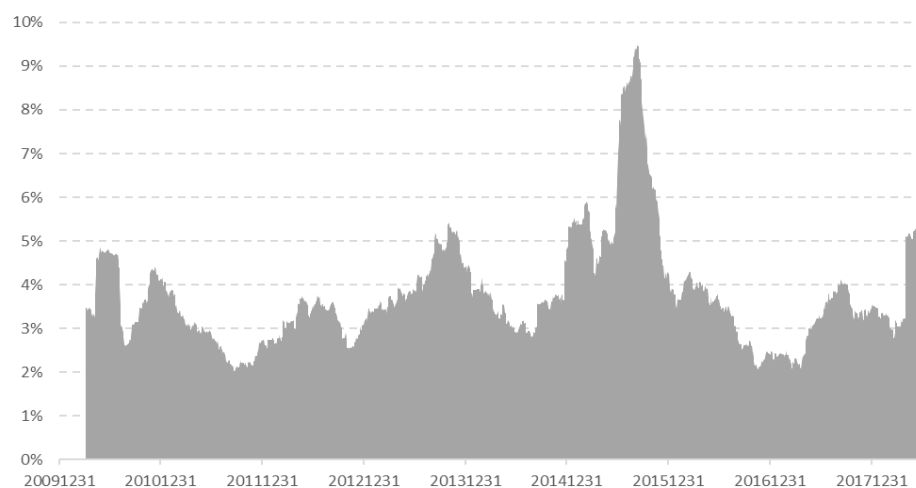
表 6 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 24.36%，相对最大回撤 4.41%，收益回撤比 5.52，信息比 4.69，跟踪误差 4.71%，月度胜率 90.91%。分年度来看，组合的表现也非常稳健，每年的超额收益都在 16%以上（2014 年、2018 年从年化角度看），除 2015 年年初最大回撤达到了 4.41%，其他时段的相对最大回撤均未超过 2%，各年的收益回撤比都在 7 以上，信息比都在 3 以上。今年以来的超额收益为 10.81%。

## 4. 基于自适应风险控制的指数增强模型

### 4.1. 自适应风险控制

从上节中静态指数增强模型的表现可以看到，在相同的约束条件下，不同市场环境下实现的跟踪误差不尽相同。以中证 500 指数增强组合为例，总体的跟踪误差为 4.01%，2011 年的跟踪误差只有 2.71%，但 2015 年的跟踪误差却高达 6.26%。图 15 展示了约束个股相对于成分股权重最大偏离 0.5%后构建的 500 指数增强组合的滚动 3 个月的年化跟踪误差。

图 15：中证 500 增强组合的滚动 3 个月年化跟踪误差



资料来源：Wind，天风证券研究所

可以看到，在不同的市场状态下设置相同的跟踪误差约束参数（此处为设置了个股相对于成分股权重最大偏离 0.5%）的实际跟踪误差也是动态变化的。在大部分时候的跟踪误差都低于 4%，但是在部分时间比如 2015 年下半年时的跟踪误差最高达到接近 10%，相对最大回撤也发生在跟踪误差较大的时候，这时还采用固定的跟踪误差约束不能很好地控制组合的实际跟踪误差。

我们在前期报告《基于动态风险控制的组合优化模型》（20170921）中根据波动率的聚集效应提出了一种动态控制跟踪误差的方法，例如预期组合的跟踪误差为 4%，则当滚动

三个月跟踪误差超过 4% 时，收紧下一期的跟踪误差约束为 3%，以达到下期跟踪误差能控制在 4% 以内的目的。实证效果来看，该方法确实能很好地控制组合的跟踪误差，提高组合表现的稳定性，但深究来看，该方法仍有几点可以改进：

- 首先就是跟踪误差的约束依赖于协方差矩阵的估计，不同的协方差矩阵估计下优化出的组合跟踪误差可能有差别，模型的估计误差可能会对约束的设定造成干扰；
- 该方法动态地给出了跟踪误差约束的调整方向，但没有给出具体数值，调整幅度的设定因人而异。

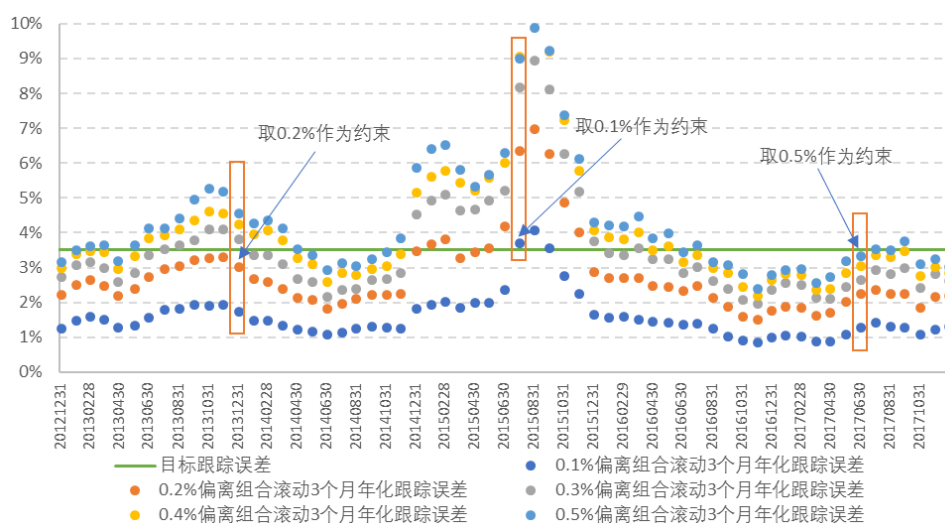
图 15 可以显示，跟踪误差呈现聚集效应，会出现一段时间内持续的偏高或偏低的现象。因而可根据组合过去一段时间的实际跟踪误差，动态地调整个股相对于基准成分股的权重最大偏离来实现对于跟踪误差的调节控制。

下面我们给出一种自适应的跟踪误差约束方法，根据组合过去一段时间内以不同的个股权重偏离约束得到的组合实际跟踪误差与预期跟踪误差的关系来动态自适应地确定每次调仓时个股的权重偏离约束。具体而言：

1. 在  $T$  月底建仓时，首先计算  $[T-2, T]$  月时间内以个股权重偏离度  $w_i (i \in [1, n])$  优化得到的组合的年化跟踪误差  $TE_i$ ；
2. 对于给定的目标跟踪误差  $TE_{target}$ ，找到满足  $TE_k \leq TE_{target}$  的个股权重偏离度的最大值  $w_k (k \in [1, n])$  作为  $T$  月底的个股权重偏离度约束条件。

以中证 500 指数增强组合为例，我们设置了个股相对于成分股权重最大偏离 0.1%-0.5%，分别对 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% 共 5 种约束方式下进行组合优化得到 5 个组合的滚动 3 个月跟踪误差，如图 16。可以看到，在每一期，个股权重偏离约束和组合实际跟踪误差满足单调关系，权重偏离约束越宽，则组合的实际跟踪误差越大。给定预期跟踪误差，在每个截面上，以能达到目标跟踪误差的最大个股偏离度作为下一期组合优化时的约束条件。例如给定预期跟踪误差为 3.5%，在 20131231，以最大偏离 0.2% 的组合过去 3 个月的年化跟踪误差为 3.06%，以 0.3% 为约束的组合过去 3 个月的年化跟踪误差为 3.88%，因此在当期约束跟踪误差时，我们以 0.2% 作为个股权重最大偏离的约束来求解下一期组合；在 20150731，以最大偏离 0.1% 的组合过去 3 个月的年化跟踪误差为 3.76%，其他约束下的跟踪误差都高于 4%，因此在当期我们以 0.1% 作为个股权重最大偏离约束；在 20170630 期，以 0.5% 为约束的组合过去 3 个月的年化跟踪误差为 3.39%，其他约束下的跟踪误差都低于 3%，因此在当期我们以 0.5% 作为个股权重最大偏离约束。

图 16：不同时间点的个股偏离度设置



资料来源：Wind，天风证券研究所

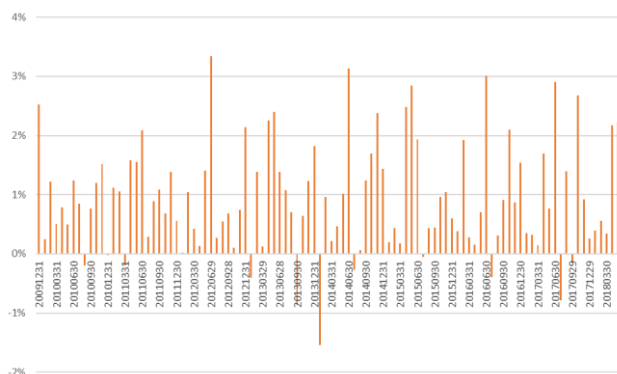
下面我们以静态组合在不同约束条件下过去 3 个月的实际跟踪误差水平和预期跟踪误差水平的关系，来动态调整个股权重最大偏离约束，以达到动态自适应控制组合跟踪误差

的目的。下面我们把该方法应用到沪深 300、中证 500、中证 1000 这三类代表 A 股大、中、小盘的指数上进行实证回测。

## 4.2. 基于自适应风控的沪深 300 指数增强

在构建沪深 300 指数增强策略时，我们设定在行业、市值暴露与沪深 300 指数一致。给定 3% 的目标跟踪误差、0.1%-2%（间隔 0.1%一档，共 20 档）的个股偏离度为备选约束，以上文中方法自适应找出各期所对应的个股偏离度为约束，进行组合优化构建组合。

图 17：自适应风控沪深 300 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 18：自适应风控沪深 300 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 17 是组合每个月的超额收益序列，在回测期的 102 个月份中月度超额收益均值为 0.94%，只有 11 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -1.54%。图 18 展示了增强组合的净值表现，可以看到组合的表现相对于静态组合的表现更加稳健。

表 7：自适应风控沪深 300 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
2010	-2.04%	-12.54%	10.50%	-1.20%	8.72	3.86	3.04%	20101124	20101130	91.67%
2011	-15.70%	-25.01%	9.31%	-0.73%	12.67	4.93	2.42%	20111214	20111223	83.33%
2012	18.15%	7.55%	10.60%	-0.84%	12.65	3.65	2.62%	20120521	20120531	100%
2013	4.30%	-7.65%	11.95%	-1.36%	8.76	3.82	3.32%	20130927	20131107	83.33%
2014	67.99%	51.66%	16.33%	-2.28%	7.17	3.08	3.38%	20141201	20141217	83.33%
2015	19.76%	5.58%	14.17%	-1.33%	10.64	4.05	3.18%	20150707	20150814	91.67%
2016	-1.35%	-11.28%	9.94%	-0.87%	11.38	3.89	2.79%	20160203	20160219	91.67%
2017	36.62%	21.78%	14.85%	-1.22%	12.13	4.25	2.78%	20170804	20170831	83.33%
20180629	-7.43%	-12.90%	5.47%	-1.16%	4.7	3.82	3.37%	20180622	20180628	100%
全样本期	12.03%	-0.22%	12.25%	-2.28%	5.37	3.88	2.98%	20141201	20141217	89.22%

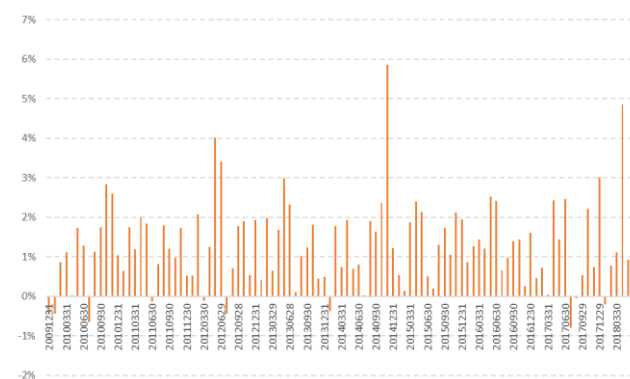
资料来源：Wind，天风证券研究所

表 7 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 12.25%，相对最大回撤 2.28%，收益回撤比 5.37，信息比 3.88，跟踪误差 2.98%，月度胜率 89.22%，总体的跟踪误差较好地约束在了目标跟踪误差范围内。分年度来看，组合的表现也非常稳健，每年的超额收益都在 9% 以上，除 2014 年年底最大回撤达到了 2.28%，其他时段的相对最大回撤均未超过 1.5%，各年的收益回撤比都在 4 以上，信息比都在 3.5 以上。今年以来的超额收益为 5.47%。总体的相对最大回撤明显低于静态组合，信息比略高于静态组合，跟踪误差从静态组合的 3.78% 下降到了 2.98%，2015 年的跟踪误差从 6.63% 下降到了 3.18%。

### 4.3. 基于自适应风控的中证 500 指数增强

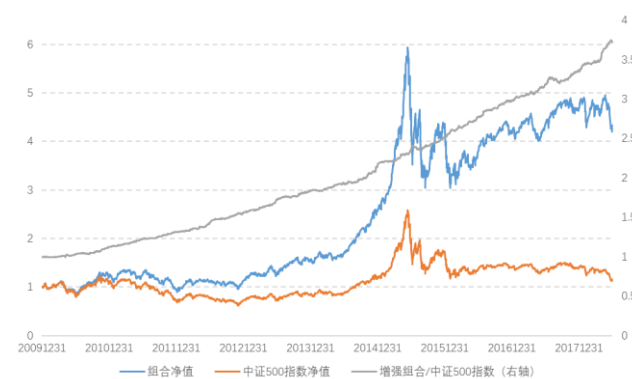
在构建中证 500 指数增强策略时，我们设定在行业、市值暴露与中证 500 指数一致。给定 3.5% 的目标跟踪误差、0.1%-0.5% (间隔 0.1% 一档，共 5 档) 的个股偏离度为备选约束，以上文中方法自适应找出各期所对应的个股偏离度为约束，进行组合优化构建组合。

图 19：自适应风控中证 500 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 20：自适应风控中证 500 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 19 是组合每个月的超额收益序列，在回溯期的 102 个月份中月度超额收益均值 1.29%，只有 10 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -0.8%。图 20 展示了增强组合的净值表现，可以看到组合的表现相对于静态组合的表现更加稳健。

表 8：自适应风控中证 500 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
2010	24.07%	10.35%	13.72%	-1.65%	8.32	3.3	3.60%	20100803	20100910	75.00%
2011	-22.69%	-33.83%	11.13%	-0.73%	15.33	6.14	2.59%	20110714	20110727	91.67%
2012	18.69%	0.28%	18.41%	-1.23%	14.97	5.37	3.20%	20121204	20121218	83.33%
2013	37.85%	16.89%	20.96%	-1.17%	17.94	4.99	3.45%	20130820	20130911	100%
2014	65.04%	39.01%	26.04%	-1.21%	21.53	4.49	3.86%	20140123	20140305	91.67%
2015	65.37%	43.12%	22.26%	-2.62%	8.51	4.86	3.04%	20150707	20150818	100%
2016	-2.79%	-17.78%	14.99%	-0.99%	15.2	5.81	2.92%	20160316	20160331	100%
2017	12.35%	-0.20%	12.56%	-2.51%	5.01	3.81	3.16%	20170726	20170913	83.33%
20180629	-7.27%	-16.53%	9.26%	-0.84%	10.97	5.24	4.21%	20180622	20180628	83.33%
全样本期	19.45%	1.88%	17.57%	-2.62%	6.71	4.77	3.31%	20150707	20150818	90.20%

资料来源：Wind，天风证券研究所

表 8 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 17.57%，相对最大回撤 2.62%，收益回撤比 6.71，信息比 4.77，跟踪误差 3.31%，月度胜率 90.20%，总体的跟踪误差较好地约束在了目标跟踪误差范围内。分年度来看，组合的表现也非常稳健，每年的超额收益都在 11% 以上，各年的收益回撤比都在 5 以上，信息比都在 3.3 以上。今年以来的超额收益为 9.26%。总体的相对最大回撤明显低于静态组合，信息比略高于静态组合，跟踪误差从静态组合的 4.01% 下降到了 3.31%，2015 年的跟踪误差从 6.26% 下降到了 3.04%。

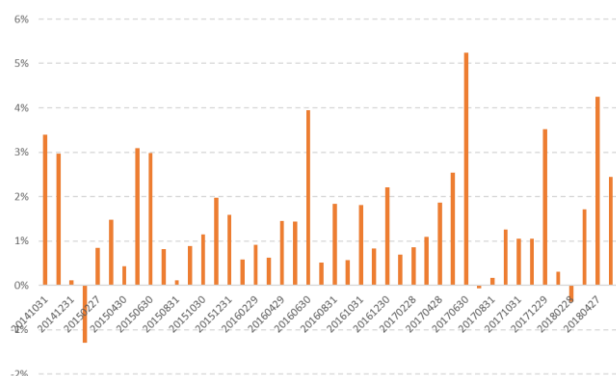
### 4.4. 基于自适应风控的中证 1000 指数增强

在构建中证 1000 指数增强策略时，我们设定在行业、市值暴露与中证 1000 指数一致。给定 3.5% 的目标跟踪误差、0.1%-0.5% (间隔 0.1% 一档，共 5 档) 的个股偏离度为备选约束，以上文中方法自适应找出各期所对应的个股偏离度为约束，进行组合优化构建组合。需要说明的是，中证 100 指数的发布日期为 2014 年 10 月 17 日，因此中证 1000 指数增强策略



的回测从 2014 年 11 月开始计算。

图 21：自适应风控中证 1000 增强组合月度超额收益



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 22：自适应风控中证 1000 增强组合表现



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 21 是组合每个月的超额收益序列，在回测期的 44 个月份中月度超额收益均值 1.47%，只有 3 个月的超额收益为负，最低一期的超额收益为 -1.3%。图 22 展示了增强组合的净值表现，可以看到组合的表现相对于静态组合的表现更加稳健。

表 9：自适应风控中证 1000 增强组合分年度表现统计

年份	绝对收益	指数收益	超额收益	相对最大回撤	收益回撤比	信息比	跟踪误差	回撤前高点	回撤低点	月度胜率
201411-201412	3.34%	-3.01%	6.35%	-0.72%	8.84	8.6	4.18%	20141204	20141211	100%
2015	100.46%	76.10%	24.36%	-2.71%	8.98	3.31	3.90%	20150105	20150304	91.67%
2016	-5.58%	-20.01%	14.43%	-0.73%	19.86	5.86	2.86%	20161212	20161220	100%
2017	-1.00%	-17.35%	16.35%	-1.11%	14.72	5.69	3.24%	20170809	20170913	91.67%
20180629	-9.62%	-20.08%	10.46%	-1.50%	6.98	6.2	4.16%	20180214	20180402	83.33%
全样本期	16.92%	-2.83%	19.75%	-2.71%	7.29	5.19	3.53%	20150105	20150304	93.18%

资料来源：Wind，天风证券研究所

表 9 展示了增强组合分年度的收益统计。组合年化超额收益 19.75%，相对最大回撤 2.71%，收益回撤比 7.29，信息比 5.19，跟踪误差 3.53%，月度胜率 93.18%，总体的跟踪误差较好地约束在了目标跟踪误差范围内。分年度来看，组合的表现也非常稳健，每年的超额收益都在 14% 以上（2014 年、2018 年从年化角度看），各年的收益回撤比都在 6 以上，信息比都在 3.3 以上。今年以来的超额收益为 10.46%。总体的相对最大回撤明显低于静态组合，信息比略高于静态组合，跟踪误差从静态组合的 4.71% 下降到了 3.53%，2015 年的跟踪误差从 6.48% 下降到了 3.90%。

## 5. 总结

我们从规模、估值、成长、盈利、技术、流动性、波动等维度筛选出有效因子来构建收益预测模型，然而很多有效选股因子之间都表现出了较高的多重共线性。如果多因子组合中直接使用这些有较高多重共线性的因子进行加权，则组合对于某些风格可能有重复暴露，从而影响组合长期表现的稳健性。我们采用对称正交的处理方式来剔除因子之间的多重共线性，使得复合因子的选股能力带来了显著提升。此外，选股因子通常都有其合理的投资逻辑，当我们在窗口内滚动计算得到的预期因子权重配置方向和投资逻辑不一致时，我们不使用该因子来预测收益（即反向归零），这种稳健的控制方式使得复合因子的稳定性得到进一步提升。2010 年以来，我们构建的复合因子 IC 均值为 0.134，年化 ICIR 7.528，月度胜率 96.1%。



基于我们构建的收益预测模型，我们以最大化组合预期收益为目标，控制组合与基准指数在行业、市值因子上的暴露一致，并通过控制个股相对基准指数成分股的最大偏离度来构建组合优化模型，在沪深 300、中证 500 和中证 1000 等不同风格指数上取得了稳定的增强效果：

- 沪深 300 指数增强组合年化超额收益 14.11%，相对最大回撤 3.02%，收益回撤比 4.67，信息比 3.5；
- 中证 500 指数增强组合年化超额收益 20.83%，相对最大回撤 3.95%，收益回撤比 5.27，信息比 4.61；
- 中证 1000 指数增强组合年化超额收益 24.36%，相对最大回撤 4.41%，收益回撤比 5.52，信息比 4.69。

指数增强组合希望对跟踪误差有严格的控制，然而我们发现组合的跟踪误差和市场波动率等因素有关，静态风险控制模型并不能保证在不同市场环境下跟踪误差的稳定性。我们根据组合过去一段时间内以不同的个股权重偏离约束得到的组合实际跟踪误差与目标跟踪误差的关系来动态自适应地确定下期个股权重偏离度，构建自适应风控指数增强模型。与静态指数增强模型相比，该模型能更好地实现对目标跟踪误差的跟踪，表现更加稳健。自适应风控模型在沪深 300、中证 500 和中证 1000 等不同风格指数上的增强效果如下：

- 自适应风控沪深 300 指数增强组合年化超额收益 12.25%，相对最大回撤 2.28%，收益回撤比 5.37，信息比 3.88，跟踪误差 2.98%；
- 自适应风控中证 500 指数增强组合年化超额收益 17.57%，相对最大回撤 2.62%，收益回撤比 6.71，信息比 4.77，跟踪误差 3.31%；
- 自适应风控中证 1000 指数增强组合年化超额收益 19.75%，相对最大回撤 2.71%，收益回撤比 7.29，信息比 5.19，跟踪误差 3.53%。

## 分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

## 特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

## 天风证券研究

北京	武汉	上海	深圳
北京市西城区佟麟阁路 36 号 邮编：100031 邮箱：research@tfzq.com	湖北武汉市武昌区中南路 99 号保利广场 A 座 37 楼 邮编：430071 电话：(8627)-87618889 传真：(8627)-87618863 邮箱：research@tfzq.com	上海市浦东新区兰花路 333 号 333 世纪大厦 20 楼 邮编：201204 电话：(8621)-68815388 传真：(8621)-68812910 邮箱：research@tfzq.com	深圳市福田区益田路 5033 号平安金融中心 71 楼 邮编：518000 电话：(86755)-23915663 传真：(86755)-82571995 邮箱：research@tfzq.com