

金融工程

证券研究报告

2017 年 08 月 14 日

利用组合优化构建投资组合

组合优化模型由收益模型、风险模型以及约束条件构成。

构建动态的组合优化模型

为了应对因子收益急剧变动的市场环境，本报告改进了传统以历史均值确定因子预期收益的方式，提出根据因子收益在短期的偏离，动态调整预期因子收益的加权方式。对于短期内发生剧烈波动的因子，使用半衰加权的方法计算预期因子收益，给近期的因子收益更大的权重；而对于短期表现较为稳定的因子仍然使用简单平均计算预期因子收益。

此外，本报告提出了一种动态选择风格因子约束条件的方法。根据近期各风格因子波动的相对大小，确定需要加以约束的风格因子，从而动态地调整组合的风格因子敞口，以更好的控制组合风险。

组合优化实证结果

改进后的组合优化模型的回测结果表明，通过动态调整预期收益加权方式，以及选择风格因子约束，能够构建更加适应市场环境的组合，减少风格变化带来的冲击。全样本内年化超额收益为 13.76%；今年以来，组合取得了 5.3% 的超额收益。

风险提示：市场环境变动风险，有效因子变动风险，优化模型失效风险。

作者

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

相关报告

- 1 《金融工程：FOF 专题研究（四）：景顺长城沪深 300 增强指数型基金》 2017-08-07
- 2 《金融工程：专题报告-买卖压力失衡——利用高频数据拓展盘口数据》 2017-08-01
- 3 《金融工程：FOF 专题研究（三）：华泰柏瑞量化 A 偏股混合型基金》 2017-07-24
- 4 《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
- 5 《金融工程：FOF 专题研究（二）：国泰估值优势偏股混合型基金》 2017-07-18
- 6 《金融工程：专题报告-私募 EB 正股的投资机会》 2017-07-11
- 7 《金融工程：FOF 专题研究（一）：银华中小盘精选偏股混合型基金》 2017-07-06
- 8 《金融工程：专题报告-国债期货组合趋势策略：以损定量，顺势加仓》 2017-06-19
- 9 《金融工程：专题报告-量化选股模型：戴维斯双击！》 2017-06-18
- 10 《金融工程：专题报告-国债期货展期价差交易》 2017-05-25
- 11 《金融工程：专题报告-基于高管增持事件的投资策略》 2017-05-14
- 12 《金融工程：定期报告-2017 年 6 月沪深重点指数样本股调整预测》 2017-05-06
- 13 《金融工程：专题报告-预知业绩能有多少超额收益？》 2017-04-16
- 14 《金融工程：专题报告-策略的趋势过滤》 2017-03-22
- 15 《金融工程：专题报告-日间趋势策略初探》 2017-03-10
- 16 《金融工程：专题报告-基于自适应破发回复的定增选股策略》 2017-03-09
- 17 《金融工程：专题报告-定增节点收益全解析》 2017-03-06
- 18 《金融工程：专题报告-潜伏 ST 摘帽》 2017-03-06
- 19 《金融工程：专题报告-量化 CTA 策略概述》 2017-02-14

内容目录

1. 组合优化模型概述	3
1.1. 收益模型	3
1.2. 风险模型	4
1.2.1. 风险因子	4
1.2.2. 因子收益协方差矩阵估计	5
1.3. 约束条件	6
2. 构建动态的组合优化模型	7
2.1. 预期收益率的估计	7
2.2. 风格约束的选择	8
3. 改进的组合优化模型实证	9
3.1. 组合优化实证参数	9
3.2. 组合优化实证结果	10
4. 总结	11
5. 风险提示	11

图表目录

图 1: 规模因子收益序列	7
图 2: 规模因子的长期方向与短期偏离	8
图 3: 风格约束选择	9
图 4: 复合组合净值与相对强弱 (2010 年 1 月-2017 年 6 月)	10
表 1: 风险因子	4
表 2: 收益因子	10
表 3: 复合组合分年度收益统计 (2010 年 1 月-2017 年 6 月)	10

投资组合优化问题可以表述为以下形式：

$$\begin{aligned}
 & \min \frac{1}{2} \lambda w^T P w - Q^T w + c^T |w - w_0| \\
 & s.t. \quad s_l \leq X(w - w_b) \leq s_h \\
 & \quad \quad h_l \leq H(w - w_b) \leq h_h \\
 & \quad \quad 0 \leq w \leq l \\
 & \quad \quad 1^T w = 1
 \end{aligned}$$

其中， w 为待求解的组合权重向量；

该优化问题的目标函数包括三个部分：风险项、收益项以及成本项。

(1) $w^T P w$ 项为组合风险， P 为股票收益率协方差矩阵； λ 为风险厌恶系数，决定风险与收益的权衡；

(2) $Q^T w$ 项为组合预期收益， Q 为股票预期收益率向量；

(3) $c^T |w - w_0|$ 为调仓成本， w_0 为调仓前的持仓权重；

约束条件包括对组合风格因子暴露、行业分布以及个股权重的约束。

(1) 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， s_l 、 s_h 分别为组合风格因子相对暴露的下限以及上限；

(2) 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_{ij} 为 1，否则为 0； h_l 、 h_h 为组合行业偏离的下限以及上限；

(3) 第三个约束条件限制了卖空，并且限制了个股权重上限 l ；

(4) 第四个约束条件要求权重和为 1。

1. 组合优化模型概述

收益与风险是不可分割的。如果用证券收益率的方差来衡量风险，那么收益模型用来预测收益的一阶矩，风险模型用来预测收益的二阶矩。

1.1. 收益模型

多因子模型是应用较为广泛的收益模型。多因子模型认为存在一个相对精简的因子集合，这些因子驱动了资产收益率，而不能由这些因子解释的收益被认为是资产的特质收益率，并假定特质收益率与这些因子不相关。即

$$r = Xf + \mu$$

其中， r 为股票收益率 ($n \times 1$)， X 为 n 只股票在 k 个因子上的因子暴露矩阵 ($n \times k$)， f 为 k 个因子的因子收益 ($k \times 1$)， μ 为股票特质收益率 ($n \times 1$)。

这样，优化问题中的预期收益项就可以使用因子暴露和预期因子收益来估计，即

$$Q = XE(f)$$

因子暴露是可以直接获得的，而预期因子收益需要估计。通常，在组合优化模型中，预期收益取过去一段时间因子收益的平均值。因此需要对因子收益序列进行估计。

在每一期，可以用 t 期股票收益率对 $t-1$ 期因子暴露进行横截面回归，从而得到 t 期的因子收益率。本报告参考 Barra USE4 (The Barra US Equity Model) 和 CNE5 (The Barra China Equity Model) 的方法估计因子收益率。

股票收益率可以表示为市场收益率、行业收益率、风格因子收益率以及特质收益率的线性

组合：

$$r_n = f_c + \sum_i X_{ni} f_i + \sum_s X_{ns} f_s + u_n$$

其中 r_n 为股票收益率, f_c 为市场收益, f_i 为行业 i 的因子收益, f_s 为风格 s 的因子收益, X_{ni} 、 X_{ns} 分别为股票 n 对行业 i 、风格 s 的因子暴露, u_n 为特质收益率。

由于股票收益率存在异方差性, 因此以根号总市值作为权重, 使用加权最小二乘法 (Weighted Least Squares, WLS) 估计以上模型。使用这种加权方法是由于很多研究发现个股的特质风险与股票规模成反比。

此外, 在行业因子暴露矩阵 X_{ni} 中使用哑变量表示全部行业, 加入截距项 f_c 使得模型中存在共线性。可通过增加以下约束条件使得该模型具有唯一解

$$\sum_i w_i f_i = 0$$

即市值加权的行业因子平均收益为 0, 其中 w_i 为行业 i 的市值权重。在该约束条件下, 截距项 f_c 的含义就更加明确了, f_c 实际上代表了全市场市值加权收益率。

带约束的加权最小二乘法可以通过拉格朗日乘子法得到回归系数的解, 本报告对此不再赘述。

1.2. 风险模型

在多因子模型中, 当特质收益率与因子收益不相关, 且不同股票间的特质收益率不相关时, 股票收益协方差矩阵为:

$$V = XFX^T + \Delta$$

其中, V 为股票收益率协方差矩阵 ($n \times n$), X 为 n 只股票在 k 个因子上的因子暴露矩阵 ($n \times k$), F 为 k 个因子的因子收益协方差矩阵 ($k \times k$), Δ 为股票的特质风险矩阵, 即特质收益率的协方差矩阵 ($n \times n$)。这就是风险模型。

由此, 优化问题中的风险项就可以根据因子暴露、因子收益协方差矩阵以及特质风险矩阵进行估计。

1.2.1. 风险因子

风险模型中的因子选取可以参考 Barra 风险模型。Barra 风险因子, 包括 10 个风格因子, 以及行业因子。对于行业因子, 为了充分区分股票的行业特征, 本报告在中信一级行业分类的基础上, 将银行业分为国有银行和股份制与城商行, 将非银行金融分为证券、保险和信托及其他, 共计 32 个行业。下表简单介绍了 10 个风格因子的计算方法:

表 1: 风险因子

类型	因子名称	因子含义
Beta	BETA	股票收益率的超额收益率对市场超额收益率进行带权重的回归, $r_t - r_{ft} = \alpha + \beta(R_t - r_{ft}) + e_t$
		其回归系数即为 BETA。其中, 计算超额收益率的日度无风险利率为一年定期存款利率/365, 市场收益率为全市场市值加权平均收益率, 样本区间为 252 个交易日, 半衰期为 63 个交易日。
Momentum	RSTR	$RSTR = \sum_{i=L}^{T+L} w_i [\ln(1 + r_i) - \ln(1 + r_{ft})]$ 其中 w_i 是半衰期为 126 个交易日的指数权重, $L=21$, $T=504$ 。
Size	LNCAP	对数市值
Earnings Yield	CETOP	经营活动产生的现金流量净额 (TTM) / 市值
	ETOP	净利润 (TTM) / 市值
Residual Volatility	DASTD	过去 252 个交易日的日超额收益率加权平均, 权重半衰期为 42

	CMRA	$CMRA = Z_{\max} - Z_{\min}$ 其中, $Z_{\max} = \max\{Z(T)\}$, $Z_{\min} = \min\{Z(T)\}$, $T = 1, \dots, 12$ $Z(T)$ 为过去 T 个月的累计超额对数收益率, 每个月定义为 21 个交易日, 计算公式为 $Z(T) = \sum_{t=1}^T [\ln(1 + r_t) - \ln(1 + r_f)]$
	HSIGMA	估计 $BETA$ 时得到过去 252 个交易日的残差序列, 计算其加权标准差, 指数权重半衰期为 63 个交易日。
	EGRO	过去三年净利润对时间 ($T=1, 2, 3$) 进行回归, $EGRO$ 为回归系数除以年平均净利润。
Growth	SGRO	过去三年营业收入对时间 ($T=1, 2, 3$) 进行回归, $SGRO$ 为回归系数除以年平均营业收入。
Book-to-Price	BTOP	总权益/当前总市值
	MLEV	$MLEV = \frac{ME + PE + LD}{ME}$ 其中 ME 为当前市值, PE 为最近一期优先股账面价值, LD 为最近一期长期负债 (非流动性负债) 账面价值。
	DTOA	$DTOA = \frac{TD}{TA}$ 其中 TD 为最近一期负债账面价值合计, TA 为最近一期资产账面价值合计。
	BLEV	$BLEV = \frac{BE + PE + LD}{BE}$ 其中 BE 为最近一期普通股权益, PE 为最近一期优先股账面价值, LD 为最近一期长期负债 (非流动性负债) 账面价值。
Liquidity	STOM	$STOM = \ln\left(\sum_{t=1}^{21} TO_t\right)$ 其中 TO_t 为 t 日换手率。
	STOQ	$STOQ = \ln\left[\frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^T \exp(STOM_{\tau})\right]$ 其中 $T=3$ 。
	STOA	$STOA = \ln\left[\frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^T \exp(STOM_{\tau})\right]$ 其中 $T=12$ 。
Non-linear Size	NLSIZE	对数市值立方对对数市值做加权回归, 权重为对数市值, 求得残差即为因子取值。

资料来源: MSCI CNE5, 天风证券研究所

当一个类别中有多个因子时, 使用滚动 24 期 (20 个交易日为一期) IC_{IR} 加权的方法合成该类因子。

1.2.2. 因子收益协方差矩阵估计

因子收益协方差矩阵和特质风险矩阵可以分别根据因子收益序列及特质收益率序列进行估计。本报告的优化问题中没有使用特质风险矩阵, 因此本部分仅介绍因子协方差矩阵相关的估计与调整。

参考 Barra 风险模型, 本报告使用日度因子收益率估计因子协方差矩阵。

因子收益率协方差矩阵可通过因子相关系数矩阵和因子波动率矩阵计算得到, 即

$$F = \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n) \rho \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$$

其中, F 为因子收益率协方差矩阵, $\text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$ 是对角线为因子收益标准差的对角矩阵, ρ 为因子收益相关系数矩阵。因子波动率和相关系数可以分别进行估计。

在估计相关系数及波动率时, 使用半衰期加权, 赋予近期的样本更高的权重。分别估计因子波动率和相关系数也是因为可以给予其不同的半衰期。

此外, 由于进行投资组合优化的频率是月度的, 而协方差矩阵使用日度因子收益率进行估计。考虑到因子收益率可能存在一定的自相关性, 因此使用 Newey-West 方法对日度相关系数矩阵以及波动率矩阵分别进行调整, 使得协方差矩阵的估计与投资期限更加匹配。

相关系数矩阵可以根据协方差矩阵计算:

$$\rho = \text{diag}(\sigma_1^{-1}, \dots, \sigma_n^{-1}) F \text{diag}(\sigma_1^{-1}, \dots, \sigma_n^{-1})$$

其中，F 为因子收益协方差矩阵， $\text{diag}(\sigma_1^{-1}, \dots, \sigma_n^{-1})$ 为 F 的对角线元素开根号的倒数。

标准差对角矩阵也可以由协方差矩阵对角线元素开根号得到，即

$$\text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_n) = \sqrt{\text{diag}(F)}$$

因此，不论是估计相关系数矩阵，还是估计标准差对角矩阵都需要估计协方差矩阵。下面介绍经 Newey-west 调整的半衰期加权协方差矩阵的具体估计方法：

(1) 确定半衰期权重向量。半衰期权重的含义为，给定半衰期 H，每隔 H 期的权重值以指数下降的方式降低一半。具体而言，给定半衰期 H，序列长度 N，则半衰期权重向量 $W_n = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ ，其中 w_i 为

$$w_i = \frac{\lambda^{n-i}}{\sum_i \lambda^{n-i}}$$

其中 $\lambda = 0.5^{\frac{1}{H}}$ 。

(2) 计算半衰期加权协方差矩阵

$$F_r = (X - \bar{X})W(X - \bar{X})^T$$

其中，X 为 k 个因子 n 期的因子收益矩阵 ($k \times n$)，W 为对角线元素为 W_n 的对角矩阵 ($n \times n$)，

\bar{X} 为 X 的加权均值矩阵 ($k \times n$)， \bar{X} 的每一列都为各因子收益的半衰加权平均值，即 XW_n 。

(3) 用 Newey-West 方法对协方差矩阵进行调整。Newey&West(1987)给出的调整公式较为复杂，本报告使用了下面这种较为简单的方法：

假设 Newey-West 调整的最大滞后期为 L，即认为日度因子收益在 L 个交易日内存在自相关，并且与其他因子存在相关性。则经 Newey-West 调整的协方差矩阵为

$$F = F_r + 2 \sum_{l=1}^L \left(1 - \frac{l}{L+1}\right) (X_l - \bar{X}_l)W(X_{l-l} - \bar{X}_{l-l})^T$$

其中， $(X_l - \bar{X}_l)W(X_{l-l} - \bar{X}_{l-l})^T$ 表示滞后 l 期的因子收益加权协方差矩阵，体现了因子收益在滞后 l 期上相关性，其对角线元素为体现了因子滞后 l 期的自相关性，其非对角线元素体现了因子与其他因子滞后 l 期的相关性。从上式可以看出，经过 Newey-West 调整的协方差矩阵实际上就是在普通的协方差矩阵上增加滞后期的协方差矩阵，从而反应日度因子的自相关性。其中，滞后期数约多，该滞后期的协方差矩阵影响越小（权重越小）。

1.3. 约束条件

本报告介绍了估计收益模型以及风险模型的方法，下面对组合优化中的约束条件作以介绍。

增加约束条件并不会提高组合优化模型的事前优化结果。举一个极端的例子，假设原优化问题是没有约束条件的。当增加约束条件时，优化问题的可行域会减小。因此，从优化的结果来看，有约束优化问题的最优解一定不会优于无约束问题的最优解。然而，在实际中，增加约束条件的优化模型往往能够取得更好的样本外表现。约束条件可能有助于控制组合的波动，减少下侧风险（Downside Risk）等。

一些常见的约束条件包括：

(1) 监管要求带来的约束。如限制卖空。

(2) 投资者要求带来的约束。如限制对某些行业或企业的投资，股票数量的限制。

(3) 因子暴露约束。约束条件可能包括对个股权重的限制，行业权重的限制，风格因子暴露的限制。一个足够完美的风险模型可以准确地衡量各个因子暴露对组合风险的影响，从而通过优化求解获得最佳收益风险平衡的组合。然而，实际上中使用的收益模型和风险模型存在估计偏差，从而可能低估组合的风险。因此，为了降低模型风险，只能人为地对因子暴露加以控制，使得尽量避免对某些股票、行业、因子过于激进的暴露。

(4) 交易约束。某些股票的流动性较差，为了减小市场冲击，可以根据该股票的成交量对其权重进行约束。此外，当股票出现停牌或涨跌停等影响交易的情况时，也可以增加约束条件。

(5) 风险约束。如对组合波动率的约束，对个股或者部分股票风险的约束，对跟踪误差的约束等。

2. 构建动态的组合优化模型

至此，本报告介绍了在组合优化模型中，估计收益项、风险项以及加入约束条件的一般方法。本部分将对收益项的估计以及约束条件的选择提出改进方法，希望能够通过动态地调整预期收益加权方式以及动态地选择风格约束条件，提高组合优化模型对市场的适应性，从而获得更加稳健的投资组合。

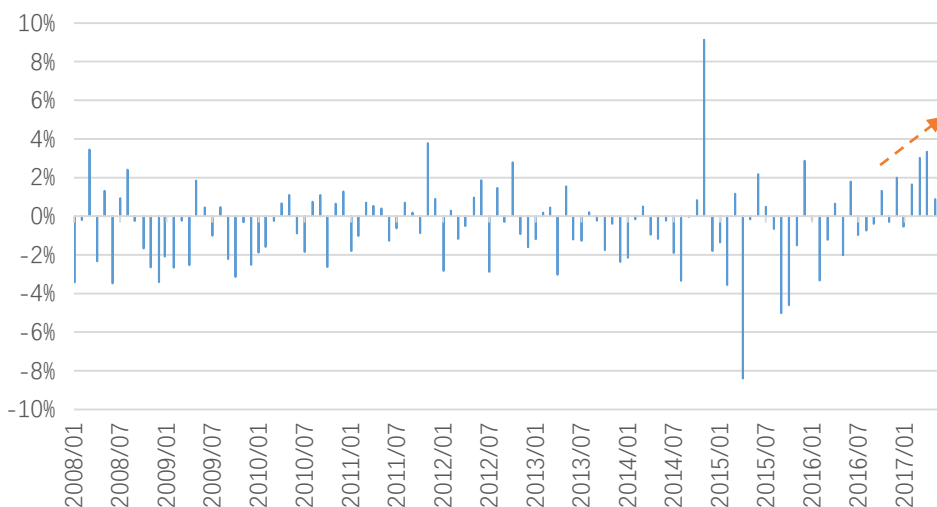
2.1. 预期收益率的估计

可以看到，在组合优化模型中，收益项由因子暴露和预期因子收益决定。在某一时刻，股票的因子暴露是确定的，而预期收益却需要估计。因子收益具有较大的不确定性，这就增加了估计预期收益的难度。

通常，组合优化模型中的预期收益是以因子收益率的历史平均值来估计的，这实际上给近期和远期的因子收益赋予了相同的权重。在因子收益较为平稳的市场环境里，这样处理是合理的。但是当因子收益发生明显变化时，仍然对滞后的因子收益赋予较高的权重就会使得对预期因子收益的估计明显滞后于市场，从而影响组合优化结果。

以规模因子为例。图 1 为月度的规模因子收益序列。可以看出 2016 年年末以来，规模因子收益持续呈现正向，而之前在大多时候，规模因子的收益为负向。因此，在规模因子收益方向发生改变时，以历史平均值估计预期因子收益，就会出现较大的偏差，这样会严重影响组合的表现。但是，如果给予近期因子收益较大的权重，就能够更加及时地根据市场变化调整预期因子收益的大小与方向，从而提高收益预测的准确性。

图 1：规模因子收益序列



资料来源：Wind，天风证券研究所

因此，为了更加灵敏地反应市场环境的变化，可以在每一期进行组合优化之前，先判断哪些因子近期发生了较为剧烈的波动。其次，对于短期内发生剧烈波动的因子使用半衰加权

的方法计算预期因子收益，给近期的因子收益更大的权重；而对于较为稳定的因子仍然使用简单平均计算预期因子收益。

可以通过因子短期偏离的大小以及方向衡量因子收益在近期是否较大波动。因子短期偏离计算如下：

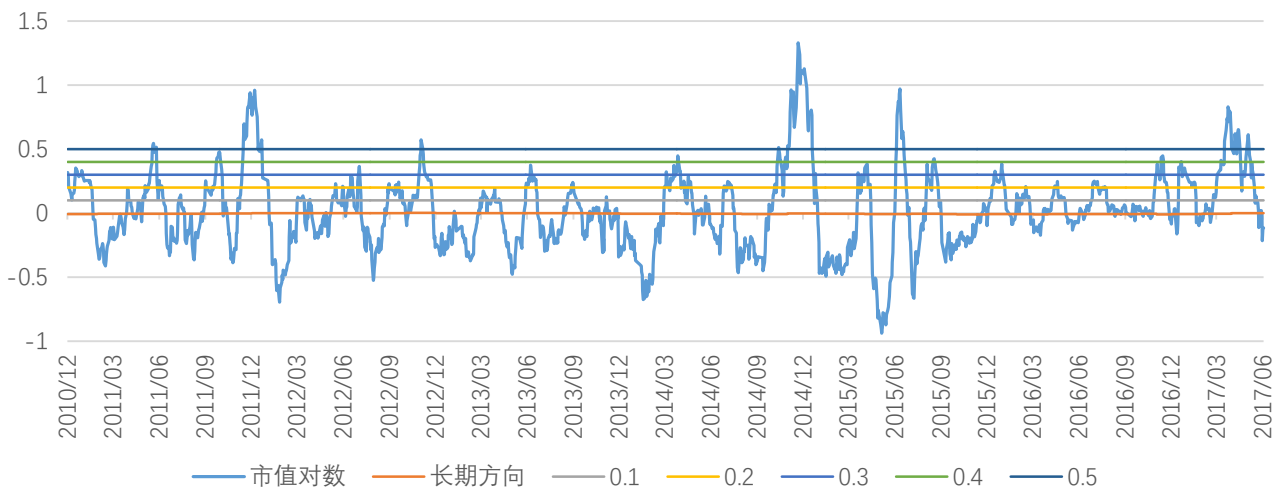
$$Dev = (f_s - f_l) / \sigma_l$$

其中， f_s 为日度因子收益的 20 日均值， f_l 为日度因子收益的 240 日均值， σ_l 为日度因子收益的 240 日标准差。

通过 24 个月的月度因子收益均值确定因子的长期方向。当因子短期偏离的绝对值大于一定阈值，并且因子短期偏离的方向与因子长期方向相反时，则认为该因子在近期发生了较大的波动，应当给予其近期因子收益更大的权重。具体地，以 3 个月半衰期计算权重，对过去 12 个月的月度因子收益率加权平均，作为预期收益率。

同样地，以规模因子为例对此加以说明。如图 2 所示，在大部分时候，规模因子长期方向为负向。当其短期偏离超过一定阈值时，则认为规模因子的方向发生了变化，在计算规模因子预期收益时应当更多关注其近期表现，而不是简单对历史因子收益取平均值。

图 2：规模因子的长期方向与短期偏离



资料来源：Wind，天风证券研究所

2.2. 风格约束的选择

组合优化模型中通常会对组合相对于基准的风格因子暴露加以约束，并且会对所有因子进行约束。但是，每一次都约束所有因子往往是没有必要的。例如在一段时间里，某个风格因子的波动较小，则对该因子的约束对于控制组合风险的效果并不大，反而可能降低组合的收益。因此，在设置约束条件时，应当考虑对组合在哪些风格因子上的暴露进行约束。

如前文所述，对风格因子的约束主要希望控制组合相对于基准的因子暴露，从而控制组合的风险。因而，最应当约束的是最可能带来较大风险的因子。由于因子的风险具有一定的稳定性，近期的因子波动能够一定程度上反映其将来的风险。因此，可以选取历史波动较大的因子加以约束。

具体地，在每一期计算各因子在过去 120 个交易日的波动率，选取波动率最高的两个风格因子作为约束对象。此外，由于规模因子在 A 股市场上非常重要，因此当波动率最高的两个因子不包括规模因子时，会将规模因子加入其中。

图 3：风格约束选择

Size	✓	✓	✓
Momentum		✓	
Residual Volatility	✓		✓
BTOP			
Liquidity	✓		
	1	2	3

资料来源：天风证券研究所

以图 3 为例。在第 1 期，近期波动最大的两个风格因子是 Residual Volatility 和 Liquidity，那么除了对这两个风格因子进行约束外，还会对规模因子 Size 加以约束。而在第 2 期，近期波动最大的两个风格因子是 Size 和 Momentum，那么就会对这两个风格因子进行约束。

根据以上选择风格约束的方式，通过组合优化构建的组合是行业、规模中性的，并且根据因子的近期波动情况，选择性地对部分风格因子保持中性。

3. 改进的组合优化模型实证

下面就上文所述关于预期收益以及风格约束的改进方法进行了实证。

3.1. 组合优化实证参数

本文以中证 500 指数为基准，对组合优化模型进行检验。

回测参数如下：

- (1) 回测时间：2010 年 1 月-2017 年 6 月
- (2) 调仓频率：每月末
- (3) 样本空间：每月末满足以下条件的所有 A 股
 1. 上市时间 6 个月以上；
 2. 非 ST 股及 ST 摘帽后 3 个月以上；
 3. 调仓当天收盘非涨跌停且非停牌。
- (4) 组合权重：以组合优化结果为预期权重，将不可交易的股票权重分配给组合其他股票。
- (5) 交易成本：双边 0.3%（买 0.1%卖 0.2%）。

组合优化模型参数如下：

- (1) 风险厌恶系数 $\lambda=1$ ；
- (2) 行业因子相对暴露阈值：[基准行业暴露 $\times 0.95$, 基准行业暴露 $\times 1.05$]；
- (3) 个股权重上限：1.5%。

本报告从规模、技术反转、流动性、波动性、估值、成长、质量等 7 个维度选取了 7 个典型的因子（如表 2 所示），以及行业构建收益模型。

表 2：收益因子

类型	因子名称	因子含义	是否行业 and 市值中性化
规模	市值对数	总市值对数	否
技术反转	反转	过去 20 个交易日涨跌幅	是
流动性	换手率	过去 20 个交易日日均换手率	是
波动	特异度	Fama 三因子回归后 $1 - R^2$	是
估值	BP	Book to price	是
成长	净利润增速	单季度净利润同比增速	是
质量	ROETTM	滚动 ROE	是

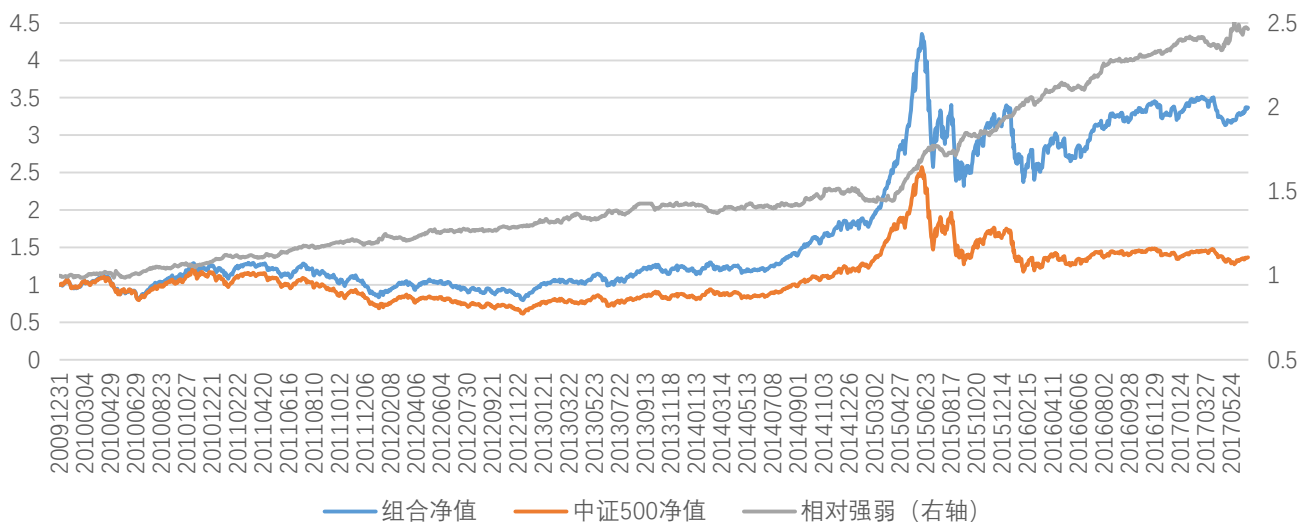
资料来源：天风证券研究所

每一期根据因子的短期偏离，确定计算预期收益的加权方式。从图 2 可以看到因子的短期偏离变化较为迅速。这就使得短期偏离的判断对阈值较为敏感。为了降低投资组合对阈值的敏感性，在每一次调仓时，本报告将所有资金分为 5 道，分别给定不同的阈值 (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5)，对每一道资金分别进行优化求解，然后将 5 道资金复合得到最终的投资组合。

3.2. 组合优化实证结果

图 4 为复合组合的日度净值曲线与相对强弱曲线。

图 4：复合组合净值与相对强弱（2010 年 1 月-2017 年 6 月）



资料来源：Wind，天风证券研究所

表 3 统计了复合组合各年度的收益以及回撤情况。

表 3：复合组合分年度收益统计（2010 年 1 月-2017 年 6 月）

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
2010	20.76%	10.07%	10.69%	-3.99%	2.6814	1.6865	5.60%	20100512	20100528
2011	-27.89%	-33.83%	5.94%	-2.61%	2.2722	2.1007	4.18%	20111108	20111201
2012	9.66%	0.28%	9.38%	-3.98%	2.3584	1.9542	4.61%	20120119	20120313
2013	26.86%	16.89%	9.97%	-2.95%	3.3839	1.5671	5.25%	20130410	20130515
2014	47.18%	39.01%	8.17%	-4.38%	1.8639	1.1316	5.10%	20140103	20140304
2015	85.20%	43.12%	42.08%	-7.43%	5.6671	3.4345	7.73%	20150105	20150408
2016	-1.18%	-17.78%	16.60%	-2.06%	8.0625	4.1652	4.56%	20160428	20160520
2017/6/30	3.30%	-2.00%	5.30%	-3.43%	1.5447	1.6006	6.75%	20170601	20170620
全样本期	18.16%	4.40%	13.76%	-7.85%	1.7527	2.2351	5.50%	20141113	20150408

资料来源：Wind，天风证券研究所

可以看出，全样本期内，年化超额收益为 13.76%，相对最大回撤为 7.85%，信息比为 2.24。除了 2011 年和 2015 年，各年度的年化超额收益均在 10% 左右。今年以来（截至 2017 年 6 月 30 日）绝对收益为 3.30%，超额收益为 5.30%。

4. 总结

组合优化模型由收益模型、风险模型以及约束条件构成。本报告首先介绍了估计因子收益，及因子收益协方差矩阵的一般方法，以及设置约束条件的可能选择。

其次，为了应对因子收益急剧变动的市场环境，本报告改进了传统以历史均值确定因子预期收益的方式，提出根据因子收益在短期的偏离，动态调整预期因子收益的加权方式。

此外，本报告提出了一种动态选择风格因子约束条件的方法。根据近期各风格因子波动的相对大小，确定需要加以约束的风格因子，从而动态地调整组合的风格因子敞口，以更好的控制组合风险。

改进后的组合优化模型的回测结果表明，通过动态调整预期收益加权方式，以及选择风格因子约束，能够构建更加适应市场环境的组合，减少风格变化带来的冲击。全样本内年化超额收益为 13.76%；今年以来，组合取得了 5.3% 的超额收益。

从历年收益来看，与常见的因子打分选股的方法相比，优化方法构建投资组合在收益上没有突出的表现。但是，组合优化的特点在于能够更加精确地控制组合的风险敞口，灵活的选择和调整收益模型、风险模型以及约束条件。

作为组合优化系列报告的第一篇，本报告旨在对通常使用的组合优化模型提出一个改进思路，以适应多变的市场环境，后面我们会对组合优化模型的各个模块进行系统的分析和优化，敬请持续关注。

5. 风险提示

市场环境变动风险，有效因子变动风险，优化模型失效风险。

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 4068 号卓越时代广场 36 楼 邮编：518017 电话：(86755)-82566970 传真：(86755)-23913441 邮箱：research@tfzq.com