

林晓明 执业证书编号: S0570516010001
 研究员 0755-82080134
 linxiaoming@htsc.com

王湘 0755-82366825
 联系人 xiangwang@htsc.com

相关研究

- 1 《市场小幅回调，两融余额逆市持续上升》 2016.07
- 2 《A股市场及行业的月份效应》 2016.06
- 3 《行业指数频谱分析及配置模型》 2016.05

风险平价模型实证研究

风险平价模型在大类资产配置及行业配置中的应用

风险平价策略：对组合中不同资产配置相同的风险权重的一种投资策略

风险平价策略是对组合中不同资产配置相同的风险权重的一种投资策略。本期报告分别在大类资产配置以及股票的行业配置中使用风险平价的策略，旨在探讨该策略在资本市场中实证应用的收益表现。为对该策略进行横向比较，报告将同时运用等权重策略、最小方差策略、原始风险平价策略及最优风险平价策略进行对比。

风险平价策略应用于大类资产配置

我们先后对股票、债券和大宗商品的三个资产组合分别应用 4 种配置策略，包括等权重、最小方差、原始风险平价及最优风险平价策略。以股票和债券组合为例，等权重组合的年化收益率为 3.9%，年化波动率为 15.38%，夏普比率为 0.04，最大回撤为 40.73%；最小方差组合的年化收益率为 5.12%，年化波动率为 3.42%，夏普比率为 0.8，最大回撤为 4.75%；原始风险平价组合的年化收益率为 5.36%，年化波动率为 4.11%，夏普比率为 0.72，最大回撤为 4.98%；最优风险平价组合的年化收益率为 5.36%，年化波动率为 2.96%，夏普比率为 0.72，最大回撤为 4.98%。

风险平价策略应用于行业配置

在一级行业配置中我们也应用 4 种配置策略，包括等权重、最小方差、原始风险平价及最优风险平价策略进行对比。一级行业等权重策略的年化收益率为 15.34%，年化波动率为 30.42%，夏普比率为 0.43，最大回撤为 69.63%；一级行业最小方差策略的年化收益率为 18.75%，年化波动率为 26.14%，夏普比率为 0.63，最大回撤为 68.43%。一级行业原始风险平价策略年化收益率为 15.74%，年化波动率为 30.16%，夏普比率为 0.45，最大回撤为 69.41%。一级行业最优风险平价策略的年化收益率为 15.78%，年化波动率为 29.84%，夏普比率为 0.46，最大回撤为 69.44%。

风险提示：模型是对历史规律的总结，不作为直接投资建议。

正文目录

前言.....	4
风险平价模型简介.....	4
风险平价策略的发展.....	4
风险平价模型数学推导.....	5
风险平价模型求解.....	5
存在解析解.....	5
非线性规划求数值解.....	6
风险平价模型在大类资产配置的应用.....	6
数据选取.....	6
策略的具体实施.....	6
策略应用的结果比较.....	7
评价分散化指标的选取——基尼系数.....	7
标的资产的相关统计.....	7
资产组合 1—股+债.....	8
资产组合 2—股+债+大宗商品.....	9
资产组合 3—大宗商品子类.....	10
风险平价模型在 A 股行业配置的应用.....	12
数据选取.....	12
策略的具体实施.....	12
策略应用的结果比较.....	12
标的资产的相关统计.....	13
不同策略一级行业配置结果.....	13
结论.....	15
附录.....	16

图表目录

图 1: 各策略下资产组合 1 的净值走势——样本期: 1 年.....	9
图 2: 各策略下资产组合 2 的净值走势——样本期: 1 年.....	10
图 3: 各策略下资产组合 3 的净值走势——样本期: 1 年.....	11
图 4: 各个策略的净值走势——样本期: 1 年.....	14
图 5: 相关一级行业的 Risk Parity 配置权重——样本期: 1 年.....	15
表格 1: 标的资产组合.....	6

表格 3: 2002 年 1 月至 2016 年 6 月大类资产的相关性矩阵	7
表格 4: 2002 年 1 月至 2016 年 6 月 CRB 大宗商品的年化收益率及波动率表现	7
表格 5: 2002 年 1 月至 2016 年 6 月大宗商品的相关性矩阵	8
表格 6: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 1 的滚动测试表现——样本期: 1 年.....	8
表格 7: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 2 的滚动测试表现——样本期: 1 年.....	10
表格 8: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 1 年.....	11
表格 9: 一级行业的行业成分.....	12
表格 10: 2004 年 7 月至 2016 年 6 月各个行业的收益率及波动率表现	13
表格 11: 2006 年 7 月至 2016 年 6 月各个策略的滚动测试表现——样本期: 1 年.....	13
表格 12: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 1 的滚动测试表现——样本期: 2 年.....	16
表格 13: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 1 的滚动测试表现——样本期: 3 年.....	16
表格 14: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 1 的滚动测试表现——样本期: 4 年.....	16
表格 15: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 1 的滚动测试表现——样本期: 5 年.....	16
表格 16: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 2 的滚动测试表现——样本期: 2 年.....	16
表格 17: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 2 的滚动测试表现——样本期: 3 年.....	17
表格 18: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 2 的滚动测试表现——样本期: 4 年.....	17
表格 19: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 2 的滚动测试表现——样本期: 5 年.....	17
表格 20: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 2 年.....	17
表格 21: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 3 年.....	17
表格 22: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 4 年.....	18
表格 23: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 5 年.....	18
表格 24: 2006 年 7 月至 2016 年 6 月各个策略的滚动测试表现——样本期: 0.5 年	18
表格 25: 2006 年 7 月至 2016 年 6 月各个策略的滚动测试表现——样本期: 1.5 年	18
表格 26: 2006 年 7 月至 2016 年 6 月各个策略的滚动测试表现——样本期: 2 年	18

前言

风险平价策略是对组合中不同资产分配相同的风险权重的一种投资策略。本期报告分别在大类资产配置以及股票的行业配置中使用风险平价的策略,旨在探讨该策略在资本市场中实证应用的收益表现。本报告同时运用等权重策略、最小方差策略、原始风险平价策略及最优风险平价策略进行对比。

风险平价策略的目标函数是使得组合的各类资产暴露在相同的风险之下,或简而言之等风险加权。最小方差策略的目标函数是使得整个投资组合的风险最小化。由于都是对风险进行优化,因此他们不像均值方差模型,追逐预期风险下的收益最大化或者预期收益下的风险最小化,而是控制整个组合的风险暴露。

本期报告中,我们将风险平价策略应用于大类资产配置以及股票行业配置:

1. 介绍风险平价策略的发展历程及理论模型。
2. 实证分析风险平价策略应用于大类资产配置以及 A 股市场一级行业配置。
3. 回测风险平价等策略的风险收益指标。

风险平价模型简介

风险平价策略的发展

资产组合构建的问题最早由 Markowitz (1952) 在均值一方差模型框架下进行系统讨论,该理论假设理性投资者倾向于在低波动率的水平下寻求期望收益最大化。然而,在实际操作中,该方法存在不少的问题,首先其对模型参数有非常高的敏感性,需要对未来的预期收益和预期风险做预测,而我们知道对未来的预测往往是难以实现的;其次,马克维茨方法的资产组合权重太过集中。

因此投资者也在寻找相对直观简便、同时无需过度依赖期望收益的加权配置方法。早期的研究中,Evans 和 Archer (1968) 及 Fisher 和 Lorie (1970) 用投资组合中资产数量的多少来衡量风险的分散程度。其中最为熟知的策略就是最小方差组合及等权重组合。前者是均值-方差有效前沿上的一个存在特殊解的点,后者直接将权重均匀分布。若组合资产均有相同的均值、方差及协方差矩阵,等权重组合也位于有效前沿上。

然而从资产组合风险的角度来说,这两种方法都没有达到组合风险分散化的目标。作为分散投资理论的一个新突破,风险平价 (Risk Parity) 策略追求资产本身的风险权重平衡,直接对每个组合的风险贡献度进行操作,将整个组合的风险很好地分配到各个资产中去。

风险平价策略的理念清晰明了,有很强的可操作性,国际市场自上世纪 90 年代开始就已经有了广泛的应用,其中桥水基金 (Bridgewater) 的全天候基金 (All Weather) 就是基于风险平价策略。自 1996 年以来到 2015 年,全天候基金的年化收益率超过同期标普 500 指数 3.07%,而波动率也比同期标普 500 指数低 6.74%,同时夏普比率达到 0.64。

Booth 和 Fama (1992) 及 Fernholtz 等人 (1998) 的研究均显示风险分散可以提高组合收益,进一步为风险平价策略的可操作性夯实了理论基础。而风险平价策略的提出者 Edward Qian (2006) 又提出单个资产的风险贡献不仅可用于组合风险的分解,还可被视为各头寸损失贡献的估计参考,尤其是对大资金而言。风险平价策略旨在同时考虑组合中单个资产的风险及资产之间协同风险,使各资产的风险贡献相同,以达到优化组合风险的目的。换言之,若资产 i 的风险贡献比其他资产更多,则降低资产 i 的权重而相应增加其他资产的权重,可使组合风险降低,直至各资产的风险贡献相同。因此与风险平价模型不同的是,最小方差组合

的总体风险贡献相同以实现真正的风险分散化配置。

风险平价模型数学推导

定义 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为资产组合中 n 个资产的权重, σ_i^2 为资产 i 的方差, σ_{ij} 为资产 i 及资产 j 的协方差, Σ 为组合资产的协方差矩阵, 因此资产组合的标准差可表示如下:

$$\sigma(x) = \sqrt{x^T \Sigma x} = \sqrt{\sum_i x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_{j \neq i} x_i x_j \sigma_{ij}}$$

其中, x 为表示组合资产权重的列向量; x_i 为 x 中的第 i 个元素, 即资产 i 的权重。

边际风险贡献 (MRC, 即 Marginal Risk Contributions) 定义为 $\partial_{x_i} \sigma(x)$, 则

$$MRC = \partial_{x_i} \sigma(x) = \frac{\partial \sigma(x)}{\partial x_i} = \frac{x_i \sigma_i^2 + \sum_{j \neq i} x_j \sigma_{ij}}{\sigma(x)}$$

该变量描述了单个资产权重的微小变化对组合波动率所带来的影响。

若定义第 i 个资产的 (总体) 风险贡献 (TRC, 即 Total Risk Contribution) 为该资产权重及边际风险贡献的乘积, 即 $\sigma_i(x) = x_i \times MRC_i$, 则组合波动率分解如下:

$$\sigma(x) = \sum_{i=1}^n TRC_i = \sum_{i=1}^n x_i \frac{\partial \sigma(x)}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^n \sigma_i(x)$$

因此, 组合波动率可视为各资产总体风险贡献的加总。

风险平价模型求解

存在解析解

假设各资产间存在相同的相关系数, 即 $\forall i, j \subseteq \{1, 2, \dots, N\}$, 有 $\rho_{i,j} = \rho$ 。资产 i 的总体风险贡献因此可表示为:

$$\sigma_i(x) = \frac{(x_i^2 \sigma_i^2 + \rho \sum_{j \neq i} x_i x_j \sigma_i \sigma_j)}{\sigma(x)} = \frac{x_i \sigma_i \left((1 - \rho) x_i \sigma_i + \rho \sum_{j \neq i} x_j \sigma_j \right)}{\sigma(x)}$$

根据风险平价组合的定义, $\forall i, j \subseteq \{1, 2, \dots, N\}$, 有 $\sigma_i(x) = \sigma_j(x)$, 可据此推得 $x_i \sigma_i = x_j \sigma_j$ 。加上权重限制 $\sum_i x_i = 1$, 可推知:

$$x_i = \frac{\sigma_i^{-1}}{\sum_{j=1}^n \sigma_j^{-1}}$$

在不满足相关性相同假设的情况下, 以上方法可近似地求得风险平价策略的配置权重。因此, 在下文中, 我们将这种资产权重取决于 $1/\sigma$ 的策略称为原始风险平价策略, 以此与最优化求解风险平价策略进行比较。

类似地, 若各资产拥有相同的波动率, 即 $\forall i \subseteq \{1, 2, \dots, N\}$, 有 $\sigma_i = \sigma$, 可推得:

$$x_i = \frac{\beta_i^{-1}}{\sum_{j=1}^n \beta_j^{-1}} = \frac{\beta_i^{-1}}{n}$$

非线性规划求数值解

一般情况下，风险平价策略无法得到解析解，只能通过非线性规划求得数值解。对此我们应用 SQP (Sequential Quadratic Programming) 算法，结合不能卖空的权重限制，求解优化问题如下：

$$x^* = \operatorname{argmin} f(x)$$

$$\text{u.c.} \begin{cases} \mathbf{1}^T x = 1 \\ \mathbf{0} \leq x \leq \mathbf{1} \end{cases}$$

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (TRC_i)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i(\Sigma x)_i - x_j(\Sigma x)_j)^2$$

其中， $(\Sigma x)_i$ 为协方差矩阵与权重向量乘积的第 i 个元素，即 $\sum_j x_j \sigma_{ij}$ 。

当 $f(x^*) = 0$ 时，有 $\forall i, j \subseteq \{1, 2, \dots, N\}, TRC_i = TRC_j$ ，该数值解即为风险平价策略的组合权重。

通过以上规划求解得到权重解的方法，本报告称为最优风险平价策略。

风险平价模型在大类资产配置的应用

数据选取

本报告分别对三组资产组合进行目标策略配置效果的对比，组合 1 的资产仅选取国内股票及债券，组合 2 选取股票、债券及大宗商品，组合 3 则选取了大宗商品分项进行资产配置，具体资产选择如下：

表格1: 标的资产组合

组合	成分	业绩参照
组合 1	上证综指、中债总财富(总值)指数	沪深 300 指数
组合 2	上证综指、中债总财富(总值)指数、CRB 综合现货指数	沪深 300 指数
组合 3	CRB 金属现货指数、CRB 工业现货指数、CRB 纺织现货指数、 CRB 食品现货指数、CRB 食用油现货指数、CRB 家畜现货指数	CRB 综合现货指数

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

以上标的均选用月度收益率。此外，为计算超额收益率及夏普比率，报告选取中债 1 月期国债到期收益率作为无风险利率。数据截取可对齐的最长时期，即 2002 年 1 月至 2016 年 6 月。

策略的具体实施

为对比资产配置效果，本文对标的资产组合处理如下：

- 对各策略进行滚动测试，每半年进行仓位调整；
- 自 2007 年 1 月起对标的组合进行测试，分别选取 1~5 年作为样本期（希望通过对比分辨出样本期的合适长度），滚动计算样本期内组合的协方差矩阵以作为下一期协方差矩阵的估计；
- 将所得的协方差矩阵作为模型参数，求解未来半年的持仓权重；

- 根据持仓权重计算各月收益及权重分布、风险分布的情况;
- 最后计算每个策略的年化收益率、超额收益率、最大回撤比率、波动率及夏普比率。

策略应用的结果比较

此处，我们先后对三个资产组合应用 4 种配置策略，分别为等权重、最小方差、原始风险平价及最优风险平价策略。我们旨在首先探讨各配置策略的权重及风险贡献分布的分散化程度（权重基尼系数、风险贡献基尼系数），其次是比较各策略在长期的收益表现（年化收益率、超额收益率、波动率、夏普比率及最大回撤）。

评价分散化指标的选取——基尼系数

在评价组合的权重及风险贡献分布的分散化程度时，我们引入基尼系数的概念。基尼系数的大小落于 0（完全均等）、1（完全不等）之间，标准化的度量便于策略间进行比较。具体地，我们计算基尼系数如下：

$$G = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N i(y_i - \bar{y})$$

其中，对权重或风险贡献按非降顺序进行排序（ $y_i < y_{i+1}$ ）， y_i 即为序列中第*i*小的元素。

期初确定权重之后，各资产的收益不同，将影响样本外各月的权重，进而影响风险贡献，因此等权重组合的权重基尼系数及最优风险平价组合的风险贡献基尼系数并不为 0。

标的资产的相关统计

针对 3 种目标组合，我们对全样本期内的标的资产年化收益率、波动率以及夏普比率统计如下：

表格2： 2002 年 1 月至 2016 年 6 月大类资产的年化收益率及波动率表现

	上证综指	中债总财富	CRB 综合现货	rf	沪深 300
收益率	4.06%	3.73%	4.70%	2.26%	6.21%
波动率	28.99%	3.10%	10.60%	0.23%	31.00%
夏普比率	0.06	0.47	0.23	0.00	0.13

资料来源：Wind，华泰证券研究所

表格3： 2002 年 1 月至 2016 年 6 月大类资产的相关性矩阵

	上证综指	中债总财富	CRB 综合现货
上证综指	1.00	-0.12	0.27
中债总财富	-0.12	1.00	-0.32
CRB 综合现货	0.27	-0.32	1.00

资料来源：Wind，华泰证券研究所

表格4： 2002 年 1 月至 2016 年 6 月 CRB 大宗商品的年化收益率及波动率表现

	CRB 金属	CRB 工业	CRB 纺织	CRB 食品	CRB 食用油	CRB 家畜
收益率	9.96%	5.17%	1.48%	4.02%	5.63%	4.43%
波动率	19.98%	10.95%	8.57%	14.29%	25.25%	20.40%
夏普比率	0.39	0.27	(0.09)	0.12	0.13	0.11

资料来源：Wind，华泰证券研究所

表格5: 2002年1月至2016年6月大宗商品的相关性矩阵

	CRB 金属	CRB 工业	CRB 纺织	CRB 食品	CRB 食用油	CRB 家畜
CRB 金属	1.00	0.88	0.32	0.32	0.23	0.26
CRB 工业	0.88	1.00	0.55	0.48	0.53	0.54
CRB 纺织	0.32	0.55	1.00	0.47	0.40	0.21
CRB 食品	0.32	0.48	0.47	1.00	0.75	0.63
CRB 食用油	0.23	0.53	0.40	0.75	1.00	0.83
CRB 家畜	0.26	0.54	0.21	0.63	0.83	1.00

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

由上表可知,在相关性方面,债券与股票及大宗商品市场均存在负相关关系;大宗商品在工业品及食品相关的各子类内部分别存在较强的相关性,在相关性矩阵中表现为左上角及右下角的相关系数相对偏大。在收益回报方面,中债总财富指数的夏普比率最高,远超上证综指及CRB综合现货指数。

资产组合1—股+债

首先,对比不同样本期下的策略表现,可以发现最小方差组合、原始风险平价组合及最优风险平价组合的夏普比率随样本期增长呈小幅下降趋势。这可能是由于单个样本外测试窗口期限仅为半年,过长的样本期不利于捕捉组合资产近期的统计特征,造成资产配置不够优化,风险收益比随之受到影响。此外,风险贡献的基尼系数随样本期拉长而呈现下降趋势,样本期越长,所估计的波动率越接近趋近于该资产的长期波动率,估计结果更为稳健。

以股票和债券组合为例,等权重组合的年化收益率为3.9%,年化波动率为15.38%,夏普比率为0.04,最大回撤为40.73%;最小方差组合的年化收益率为5.12%,年化波动率为3.42%,夏普比率为0.8,最大回撤为4.75%;原始风险平价组合的年化收益率为5.36%,年化波动率为4.11%,夏普比率为0.72,最大回撤为4.98%;最优风险平价组合的年化收益率为5.36%,年化波动率为2.96%,夏普比率为0.72,最大回撤为4.98%。

表格6: 2007年1月至2016年6月资产组合1的滚动测试表现——样本期: 1年

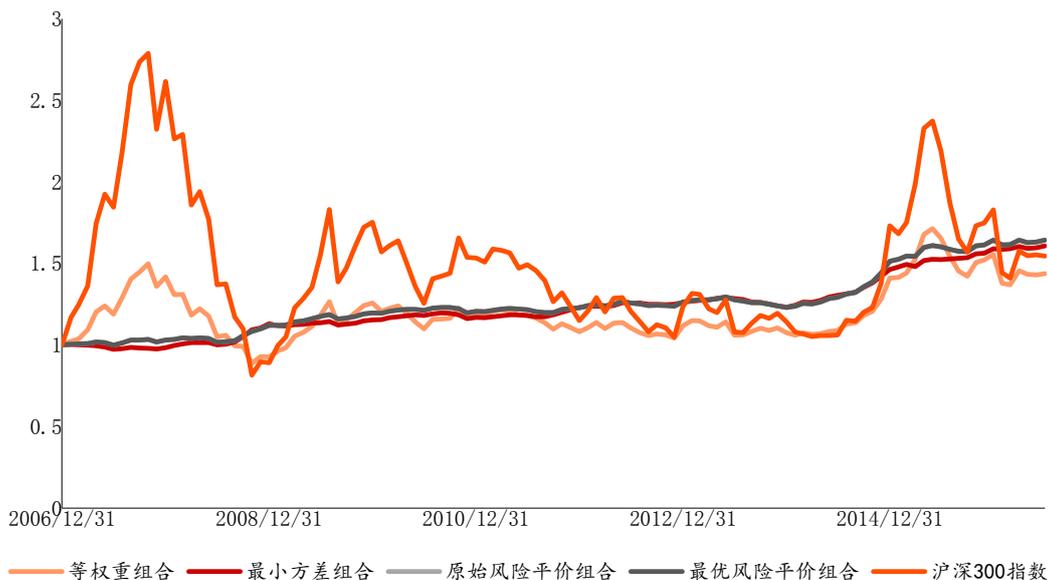
策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.90%	1.49%	15.38%	0.10	40.73%	0.04	0.50
最小方差组合	5.12%	2.72%	3.42%	0.80	4.75%	0.46	0.41
原始风险平价组合	5.36%	2.96%	4.11%	0.72	4.98%	0.40	0.21
最优风险平价组合	5.36%	2.96%	4.11%	0.72	4.98%	0.40	0.21

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

其次,横向对比各策略的测试表现,可以发现,位于有效前沿的最小方差组合拥有最高的夏普比率,风险平价组合次之,等权重组合最差;最小方差组合的最大回撤最小,风险平价组合紧随其后,等权重组合等权重组合的权重基尼系数最小,风险平价组合次之,最小方差组合最大;风险平价组合的风险贡献基尼系数最小,最小方差组合次之,等权重组合最大。

需注意到的是,由于组合中仅包含两种资产,在这种情况下,原始风险平价组合及最优风险平价组合等价,二者的解相同,因此存在相同的配置结果。

图1: 各策略下资产组合1的净值走势——样本期: 1年



资料来源: Wind, 华泰证券研究所

观察净值曲线, 等权重组合的波动性最大, 收益表现也最差。风险平价组合及最小方差组合的净值走势相对稳健, 前者的波动性略高于后者, 同时累计收益更高。

资产组合2—股+债+大宗商品

根据各组合资产的净值走势可知, 2007年以来, 大宗商品持续下行, 在进行资产配置时, 可以使用卖空机制对其做空。在此, 我们对规划求解调整权重限制, 引入卖空大宗商品的最优风险平价组合, 与非卖空的策略进行对比。

不同样本期间各组合的指标趋势与资产组合1一致。其中等权重组合的年化收益率为3.4%, 年化波动率为11.81%, 夏普比率为0.08, 最大回撤为33.35%; 最小方差组合的年化收益率为5.23%, 年化波动率为3.25%, 夏普比率为0.87, 最大回撤为4.65%; 原始风险平价组合的年化收益率为4.56%, 年化波动率为3.6%, 夏普比率为0.6, 最大回撤为4.74%; 最优风险平价组合的年化收益率为4.14%, 年化波动率为3.48%, 夏普比率为0.5, 最大回撤为4.74%; 卖空大宗后最优风险平价组合的年化收益率为5.46%, 年化波动率为4.51%, 夏普比率为0.68, 最大回撤为5.23%。

可以注意到, 由于大宗商品自2007年以来的收益表现并不好, 组合引入大宗商品后, 除最小方差组合的收益率/夏普比率有所改善之外, 其余策略均未呈现更优的表现; 对大宗商品卖空的风险平价组合则收获了比原本更高的收益, 但空头仓位也使组合波动率更大, 最大回撤及风险贡献基尼系数相应变大, 夏普比率则比非卖空组合有所改善。

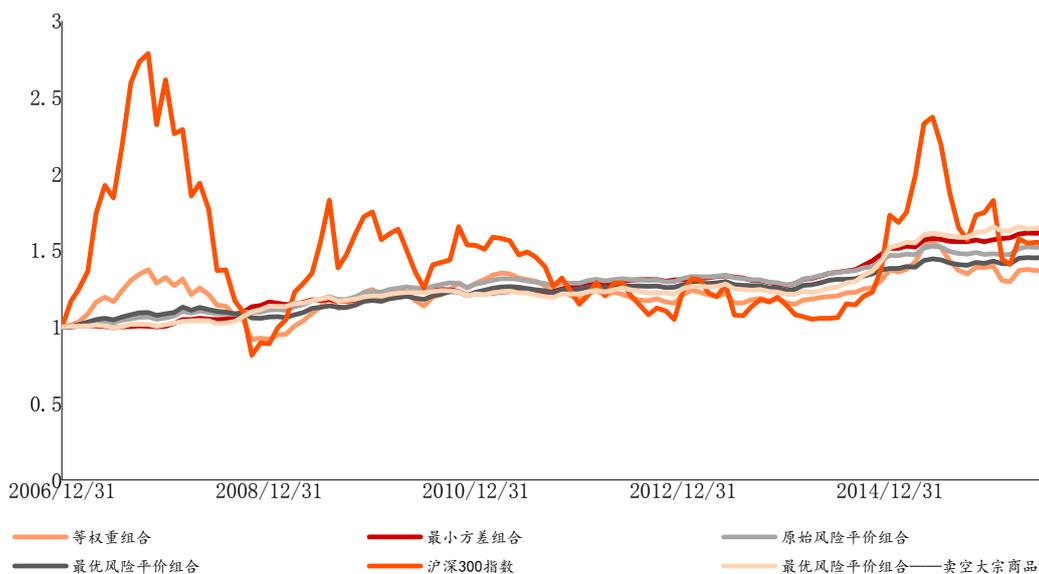
此外, 随着样本期扩大, 原始风险平价组合与最优风险平价组合的权重几乎一致, 这是由于资产间的相关性表现得较为接近, 以原始风险平价组合权重作为最优风险平价组合规划求解的初值, 该值往往成为目标函数的局部甚至全局最优解。

表格7： 2007年1月至2016年6月资产组合2的滚动测试表现——样本期：1年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.40%	0.99%	11.81%	0.08	33.35%	0.04	0.56
最小方差组合	5.23%	2.82%	3.25%	0.87	4.65%	0.56	0.52
原始风险平价组合	4.56%	2.16%	3.60%	0.60	4.74%	0.42	0.32
最优风险平价组合	4.14%	1.74%	3.48%	0.50	4.74%	0.42	0.31
最优风险平价组合—卖空大宗	5.46%	3.06%	4.51%	0.68	5.23%	0.58	0.54

资料来源：Wind，华泰证券研究所

横向对比各策略的测试表现，剔除卖空大宗商品的最优风险平价组合，其余策略呈现的规律与资产组合1一致。风险平价组合内部，最优组合的风险贡献基尼系数要略好于原始组合，可卖空组合的风险基尼最大。

图2： 各策略下资产组合2的净值走势——样本期：1年

资料来源：Wind，华泰证券研究所

从净值曲线看，风险平价组合及最小方差组合的净值走势相对稳健，风险平价组合的波动性略高于最小方差组合，但可卖空的最优风险平价组合的超额收益更高。

资产组合3—大宗商品子类

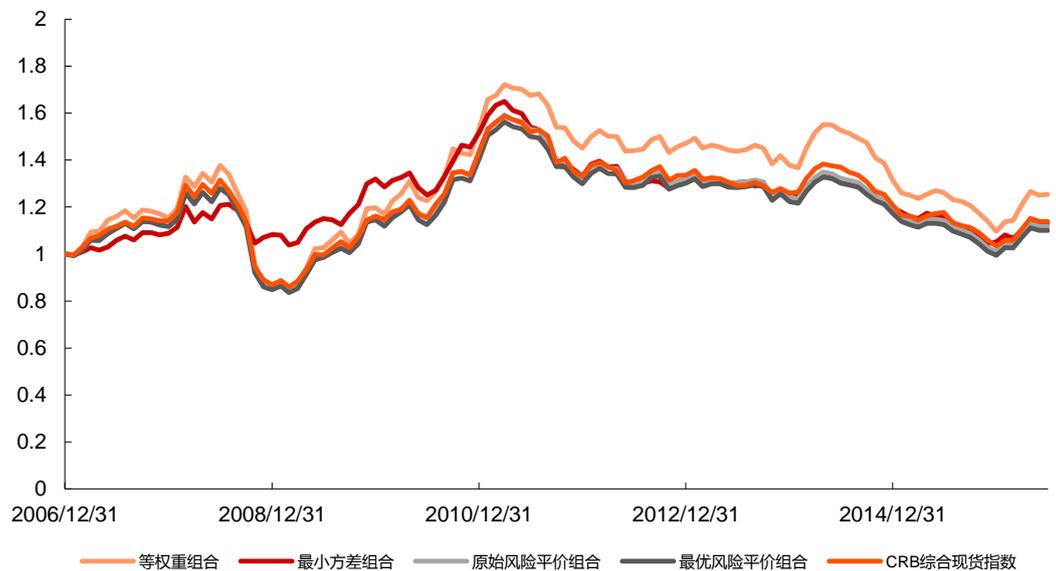
由于大宗商品自2007年以来整体呈下行趋势，该组合在各项策略下的超额收益率均为负数。不同样本期间各组合的指标趋势与资产组合1一致。特别地，由于该组合所包含的资产较多，可以看到风险基尼随样本期的增加得到改善较前2个资产组合更明显。

表格8: 2007 年 1 月至 2016 年 6 月资产组合 3 的滚动测试表现——样本期: 1 年

策略	收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	2.41%	14.27%	0.00	38.08%	0.03	0.25
最小方差组合	1.22%	9.37%	-0.13	36.76%	0.66	0.65
原始风险平价组合	1.18%	12.34%	-0.10	36.52%	0.23	0.16
最优风险平价组合	1.02%	12.30%	-0.11	36.34%	0.24	0.17

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

横向对比各策略的测试表现, 由于组合资产表现不佳, 最小方差组合的收益率、夏普比率及风险贡献基尼系数均不如等权重组合。这种情况下, 风险平价组合各项指标的表现也几乎都优于最小方差组合。

图3: 各策略下资产组合 3 的净值走势——样本期: 1 年

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

观察净值曲线, 随着 2011 年大宗资产再度下跌, 等权重组合表现出了更好的收益, 其余组合的收益表现均接近于大宗商品整体走势 (即 CRB 综合现货指数)。

对比股票、债券组合, 股票、债券、大宗组合以及大宗商品组合, 我们可以发现风险平价策略对于风险收益特征差异更大的资产进行配置能够起到平滑收益曲线, 降低组合最大回撤的作用。

风险平价模型在 A 股行业配置的应用

数据选取

本期报告的行业数据采用 A 股 28 个一级行业进行配置，具体行业选择如下：

表格9：一级行业的行业成分

组合	成分	业绩参照
行业配置组合	农林牧渔、采掘、化工、钢铁、有色金属、电子、家用电器、食品饮料、纺织服装、轻工制造、医药生物、公用事业、交通运输、房地产、商业贸易、休闲服务、综合、建筑材料、建筑装饰、电气设备、国防军工、计算机、传媒、通信、银行、非银金融、汽车、机械设备	沪深 300 指数

资料来源：Wind，华泰证券研究所

以上标的均选用每周收益率。此外，为计算超额收益率及夏普比率，报告选取中债 1 月期国债到期收益率作为无风险利率。数据截取可对齐的最长时期，即 2004 年 7 月至 2016 年 6 月。

策略的具体实施

为对比资产配置效果，本文对标的资产组合处理如下：

- 对各策略进行滚动测试，每个月进行仓位调整；
- 自 2006 年 7 月起对标的组合进行测试，选取 1 年作为样本期（由于是股票波动率较大，因此太长的样本期我们认为是不合适的，在此仅选取 1 年作为样本期），滚动计算样本期内组合的协方差矩阵以作为下一期协方差矩阵的估计；
- 将所得的协方差矩阵作为模型参数，求解未来一个月的持仓权重；
- 根据持仓权重计算各月收益及权重分布、风险分布的情况；
- 最后计算每个策略的年化收益率、超额收益率、最大回撤比率、波动率及夏普比率。

策略应用的结果比较

在一级行业配置中我们也应用 4 种配置策略，包括等权重、最小方差、原始风险平价及最优风险平价策略进行对比。

标的资产的相关统计

首先我们对全样本期内的一级行业指数的收益率、波动率和夏普比率统计如下：

表格10： 2004 年 7 月至 2016 年 6 月各个行业的收益率及波动率表现

	农林牧渔	采掘	化工	钢铁	有色金属	电子	家用电器	食品饮料	纺织服装	轻工制造
收益率	14.85%	7.01%	9.90%	4.12%	12.15%	11.57%	18.02%	19.03%	11.92%	12.77%
波动率	34.21%	35.12%	30.08%	32.60%	39.03%	34.81%	30.94%	27.93%	33.80%	32.46%
夏普比率	0.37	0.14	0.25	0.06	0.25	0.27	0.51	0.60	0.29	0.32
	医药生物	公用事业	交通运输	房地产	商业贸易	休闲服务	综合	建筑材料	建筑装饰	电气设备
收益率	19.33%	7.79%	7.51%	15.61%	15.04%	17.41%	13.71%	11.55%	12.44%	18.31%
波动率	29.73%	27.46%	29.57%	35.08%	31.77%	33.30%	34.85%	35.31%	31.49%	31.71%
夏普比率	0.57	0.20	0.18	0.38	0.40	0.46	0.33	0.26	0.32	0.51
	国防军工	计算机	传媒	通信	银行	非银金融	汽车	机械设备	rf	沪深 300
收益率	18.47%	19.46%	15.58%	11.17%	13.66%	13.87%	13.92%	15.91%	2.25%	10.64%
波动率	39.09%	34.59%	35.38%	30.37%	30.93%	40.22%	33.40%	33.74%	0.12%	28.67%
夏普比率	0.41	0.50	0.38	0.29	0.37	0.29	0.35	0.40	0.00	0.29

资料来源：Wind，华泰证券研究所

在收益回报方面，家用电器行业、食品饮料行业、医药生物行业、电气设备行业、计算机行业的夏普比率相对较高，远超沪深 300 全收益指数。

不同策略一级行业配置结果

横向对比各策略的测试表现，风险平价策略的超额收益率、波动率、夏普比率和最大回撤高于等权重组合而低于最小方差组合，另一方面权重基尼与风险基尼则优于最小方差组合而弱于等权重组合。

一级行业等权重策略的年化收益率为 15.34%，年化波动率为 30.42%，夏普比率为 0.43，最大回撤为 69.63%；一级行业最小方差策略的年化收益率为 18.75%，年化波动率为 26.14%，夏普比率为 0.63，最大回撤为 68.43%。一级行业原始风险平价策略的年化收益率为 15.74%，年化波动率为 30.16%，夏普比率为 0.45，最大回撤为 69.41%。一级行业最优风险平价策略的年化收益率为 15.78%，年化波动率为 29.84%，夏普比率为 0.46，最大回撤为 69.44%。

纵向对比不同样本期的策略，等权重组合与风险平价组合的稳定性较强，表现随样本期的选取变动较小，夏普比率基本上稳定在 0.46 附近；与之相对的是最小方差组合的表现随样本期的选取差别很大，夏普比率分布范围广泛，在 0.63（样本期 1 年）至 0.71（样本期 1.5 年）波动较大，这也体现出了风险平价策略稳定性的优势所在（等权重组合可以实际上是风险平价策略的一种近似）。

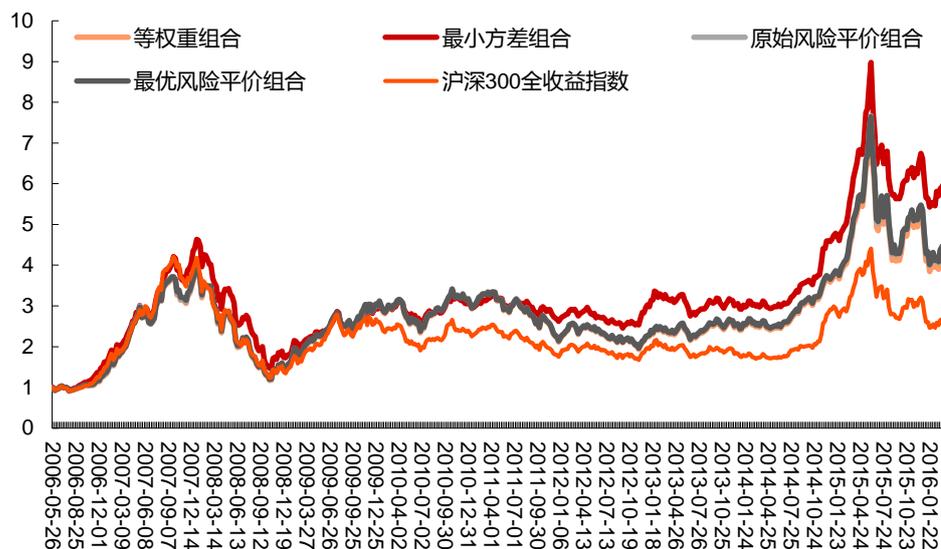
表格11： 2006 年 7 月至 2016 年 6 月各个策略的滚动测试表现——样本期：1 年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	15.34%	13.17%	30.42%	0.43	69.63%	0.02	0.07
最小方差组合	18.75%	16.58%	26.14%	0.63	68.43%	0.84	0.83
原始风险平价组合	15.74%	13.57%	30.16%	0.45	69.41%	0.08	0.08
最优风险平价组合	15.78%	13.60%	29.84%	0.46	69.44%	0.10	0.08

资料来源：Wind，华泰证券研究所

观察净值曲线，各个策略的收益均超过沪深 300 指数，且波动与之相近，从而其夏普比率的表现大大优于沪深 300 指数。而最小方差组合与风险平价组合的净值曲线在 2015 年 6 月的急速下跌时产生了较大的差距，这里可能是由于最小方差组合的配置中，银行等波动率较小的行业配置了较高的份额，而该段时间由于政府救市政策，银行股是最为抗跌的品种。因此，风险平价组合在该段时间的表现弱于最小方差组合。

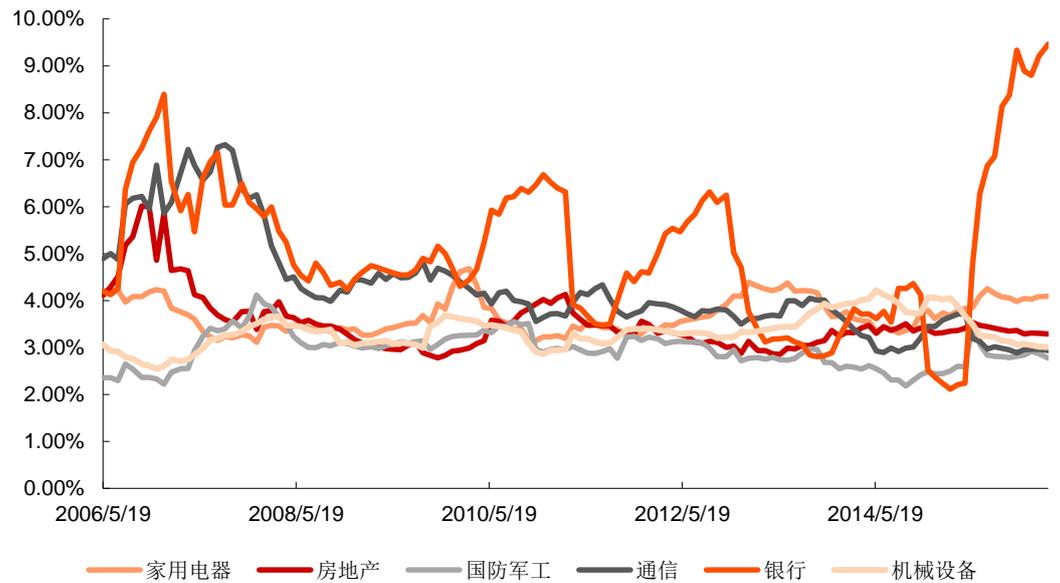
图4： 各个策略的净值走势——样本期：1年



资料来源：Wind，华泰证券研究所

观察各个行业的权重变化情况，可以明显地看出银行的配置权重在 2015 年 6 月的市场大幅下跌后已经在迅速地加大，从风险平价角度减小对其他行业风险的暴露。但是，在纯粹的风险平价策略中，由于实际中各个行业的波动性差距不大，其各个行业的权重配置并不会出现很极端的情况。在行业权重变化图中可以看到，多数行业的权重基本在 2% 到 5% 的区间波动，权重的波动幅度较大的仅有通信和银行。而且，即使是在银行分配权重的峰值处，也仅仅比等权重组合的分配多了不到 6% 的权重。

图5: 相关一级行业的 Risk Parity 配置权重——样本期: 1年



资料来源: Wind, 华泰证券研究所

当风险平价策略应用于股票的行业配置时,对比最小方差组合和等权重组合没有表现出明显的优势。究其原因,是因为在中国的股票市场受到投资者的心理和政策影响,各个行业间的联动效应过强,导致股票行业的配置中各个行业间的相关性高(大于0.5),且各行业的波动性差距并不明显,因此各个行业的风险敞口相近。在这样的情况下,风险平价策略的权重调整幅度偏小,不能够很好地获取超额收益以及减少风险损失。

结论

等权重策略在资产配置时仅考虑了权重的分散性,而并未考虑资产风险;最小方差组合仅考虑了资产风险贡献进而使组合风险最小,而未考虑风险的分散性。在此背景下,风险平价策略有效弥补了二者在配置分散化方面的局限。

从实证结果来看,对于资产配置,当组合资产存在正的超额收益,位于有效前沿的最小方差组合在收益回报及回撤风险方面均表现最优,等权重组合表现最差,风险平价组合的表现居于两者之间;在风险贡献分布是否均衡看,风险平价组合表现最佳,等权重组合次之,最小方差组合最差。综合来看,在对资产收益无明确预判时,风险平价组合的表现最为稳健。

在风险平价策略中,若组合中的资产数量较少,资产间的相关性差异不大,原始风险平价策略的近似解几乎与最优风险平价策略的优化解一致。该近似解的计算操作简便,在很多情况下拥有相当理想的近似结果,具备可操作性。

风险平价策略应用于资产和行业配置,我们认为可以在以下方面去改进: 1、针对其行业权重配置变化偏慢的特点,考虑加大其行业权重配置的改变速率,或是采取更高频的数据去进行历史协方差矩阵的构建和增大调换权重的频率(例如,从每月调仓变为每周调仓); 2、针对股票行业配置中各个行业表现趋同的情况,可以考虑不使用行业作为股票配置的标的,而改为使用该行业有代表性的因子作为其配置的依据(例如,高成长、低市盈、高分红等不同的股票类型),当每个类别的股票之间达到弱相关关系,且波动性差距较大时,我们认为此时风险平价策略将会有较为突出的表现。

附录

表格12: 2007年1月至2016年6月资产组合1的滚动测试表现——样本期: 2年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.90%	1.49%	15.38%	0.10	40.73%	0.04	0.50
最小方差组合	4.37%	1.97%	3.12%	0.63	4.77%	0.47	0.43
原始风险平价组合	4.76%	2.36%	3.81%	0.62	4.87%	0.40	0.15
最优风险平价组合	4.76%	2.36%	3.81%	0.62	4.87%	0.40	0.15

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格13: 2007年1月至2016年6月资产组合1的滚动测试表现——样本期: 3年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.90%	1.49%	15.38%	0.10	40.73%	0.04	0.50
最小方差组合	4.24%	1.84%	3.11%	0.59	4.66%	0.47	0.43
原始风险平价组合	4.57%	2.17%	3.76%	0.58	4.75%	0.40	0.11
最优风险平价组合	4.57%	2.17%	3.76%	0.58	4.75%	0.40	0.11

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格14: 2007年1月至2016年6月资产组合1的滚动测试表现——样本期: 4年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.90%	1.49%	15.38%	0.10	40.73%	0.04	0.50
最小方差组合	4.29%	1.89%	3.10%	0.61	4.66%	0.47	0.44
原始风险平价组合	4.70%	2.30%	3.85%	0.60	4.68%	0.40	0.13
最优风险平价组合	4.70%	2.30%	3.85%	0.60	4.68%	0.40	0.13

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格15: 2007年1月至2016年6月资产组合1的滚动测试表现——样本期: 5年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.90%	1.49%	15.38%	0.10	40.73%	0.04	0.50
最小方差组合	4.33%	1.93%	3.10%	0.62	4.49%	0.47	0.44
原始风险平价组合	4.51%	2.11%	3.81%	0.55	4.64%	0.40	0.12
最优风险平价组合	4.51%	2.11%	3.81%	0.55	4.64%	0.40	0.12

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格16: 2007年1月至2016年6月资产组合2的滚动测试表现——样本期: 2年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.40%	0.99%	11.81%	0.08	33.35%	0.04	0.56
最小方差组合	4.42%	2.02%	2.87%	0.70	4.47%	0.57	0.51
原始风险平价组合	4.08%	1.68%	3.55%	0.47	4.63%	0.42	0.25
最优风险平价组合	4.08%	1.68%	3.55%	0.47	4.63%	0.42	0.25
最优风险平价组合—卖空大宗	5.23%	2.83%	4.07%	0.69	4.91%	0.59	0.49

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格17: 2007年1月至2016年6月资产组合2的滚动测试表现——样本期: 3年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.40%	0.99%	11.81%	0.08	33.35%	0.04	0.56
最小方差组合	4.40%	2.00%	2.82%	0.71	4.56%	0.56	0.52
原始风险平价组合	4.04%	1.64%	3.63%	0.45	4.54%	0.42	0.23
最优风险平价组合	4.04%	1.64%	3.63%	0.45	4.54%	0.42	0.23
最优风险平价组合—卖空大宗	4.91%	2.50%	3.95%	0.63	4.89%	0.60	0.47

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格18: 2007年1月至2016年6月资产组合2的滚动测试表现——样本期: 4年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.40%	0.99%	11.81%	0.08	33.35%	0.04	0.56
最小方差组合	4.47%	2.07%	2.75%	0.75	4.61%	0.56	0.53
原始风险平价组合	4.28%	1.88%	3.70%	0.51	4.74%	0.43	0.21
最优风险平价组合	4.28%	1.88%	3.70%	0.51	4.74%	0.43	0.21
最优风险平价组合—卖空大宗	5.26%	2.85%	4.07%	0.70	4.84%	0.59	0.47

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格19: 2007年1月至2016年6月资产组合2的滚动测试表现——样本期: 5年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	3.40%	0.99%	11.81%	0.08	33.35%	0.04	0.56
最小方差组合	4.36%	1.96%	2.71%	0.72	4.40%	0.56	0.54
原始风险平价组合	4.06%	1.66%	3.80%	0.44	6.57%	0.43	0.18
最优风险平价组合	4.06%	1.66%	3.80%	0.44	6.57%	0.43	0.18
最优风险平价组合—卖空大宗	4.88%	2.48%	4.10%	0.61	5.62%	0.60	0.46

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格20: 2007年1月至2016年6月资产组合3的滚动测试表现——样本期: 2年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	2.41%	0.01%	14.27%	0.00	38.08%	0.03	0.25
最小方差组合	0.69%	-1.72%	9.59%	(0.18)	33.97%	0.67	0.66
原始风险平价组合	1.59%	-0.81%	12.33%	(0.07)	35.12%	0.22	0.13
最优风险平价组合	1.48%	-0.93%	12.26%	(0.08)	35.36%	0.23	0.13

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格21: 2007年1月至2016年6月资产组合3的滚动测试表现——样本期: 3年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	2.41%	0.01%	14.27%	0.00	38.08%	0.03	0.25
最小方差组合	0.97%	-1.44%	9.81%	(0.15)	29.99%	0.69	0.68
原始风险平价组合	1.94%	-0.47%	12.18%	(0.04)	34.02%	0.21	0.10
最优风险平价组合	1.83%	-0.58%	12.13%	(0.05)	34.33%	0.22	0.10

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格22: 2007年1月至2016年6月资产组合3的滚动测试表现——样本期: 4年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	2.41%	0.01%	14.27%	0.00	38.08%	0.03	0.25
最小方差组合	-0.26%	-2.67%	9.59%	(0.28)	33.47%	0.70	0.68
原始风险平价组合	1.68%	-0.72%	12.19%	(0.06)	34.90%	0.21	0.09
最优风险平价组合	1.60%	-0.81%	12.13%	(0.07)	35.17%	0.22	0.08

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格23: 2007年1月至2016年6月资产组合3的滚动测试表现——样本期: 5年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	2.41%	0.01%	14.27%	0.00	38.08%	0.03	0.25
最小方差组合	0.20%	-2.20%	9.62%	(0.23)	34.34%	0.71	0.70
原始风险平价组合	1.74%	-0.66%	12.24%	(0.05)	35.27%	0.21	0.08
最优风险平价组合	1.68%	-0.72%	12.18%	(0.06)	35.44%	0.22	0.07

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格24: 2006年7月至2016年6月各个策略的滚动测试表现——样本期: 0.5年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	15.34%	13.17%	30.42%	0.43	69.63%	0.02	0.07
最小方差组合	18.43%	16.26%	25.65%	0.63	67.10%	0.85	0.85
原始风险平价组合	15.92%	13.75%	30.08%	0.46	69.23%	0.10	0.09
最优风险平价组合	15.85%	13.68%	29.71%	0.46	69.17%	0.11	0.10

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格25: 2006年7月至2016年6月各个策略的滚动测试表现——样本期: 1.5年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	15.34%	13.17%	30.42%	0.43	69.63%	0.02	0.07
最小方差组合	20.34%	18.17%	25.66%	0.71	66.80%	0.82	0.82
原始风险平价组合	15.65%	13.47%	30.17%	0.45	69.32%	0.08	0.08
最优风险平价组合	15.61%	13.43%	29.87%	0.45	69.34%	0.09	0.07

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

表格26: 2006年7月至2016年6月各个策略的滚动测试表现——样本期: 2年

策略	收益率	超额收益率	波动率	夏普比率	最大回撤	权重基尼	风险基尼
等权重组合	15.34%	13.17%	30.42%	0.43	69.63%	0.02	0.07
最小方差组合	18.46%	16.29%	25.46%	0.64	67.94%	0.80	0.80
原始风险平价组合	15.53%	13.36%	30.17%	0.44	69.31%	0.07	0.07
最优风险平价组合	15.42%	13.24%	29.90%	0.44	69.36%	0.08	0.06

资料来源: Wind, 华泰证券研究所

免责声明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司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。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。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。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利益关系。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头寸并进行交易，也可能为之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。本公司的资产管理部门、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。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。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“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：Z23032000。

© 版权所有 2016 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

- 报告发布日后的 6 个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；
- 投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

- 报告发布日后的 6 个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅为基准；
- 投资建议的评级标准

买入股价超越基准 20%以上

增持股价超越基准 5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准 5%-20%

卖出股价弱于基准 20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路 228 号华泰证券广场 1 号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999 / 传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区深南大道 4011 号香港中旅大厦 24 层/邮政编码：518048

电话：86 755 82493932 / 传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同 28 号太平洋保险大厦 A 座 18 层
 邮政编码：100032

电话：86 10 63211166 / 传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路 18 号保利广场 E 栋 23 楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098 / 传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com