

# 金融工程

证券研究报告

2017 年 09 月 18 日

## 基于半衰主成分风险平价模型的全球资产配置策略研究

### 资产配置背景

在当前全球负利率、高波动和低收益的大时代背景下，资产配置的时代已悄然来临。传统单一市场下的投资，无法满足现阶段复杂的投资环境。投资者需要拥有开阔的资产配置视野，在对比中寻找更具收益风险比的资产，以获取预期的收益回报。

资产配置追求的是低风险的投资组合，更多地希望在低风险情境下获取稳定的财富增值，传统那些追求高风险高收益的投资组合模型并不适合大类资产配置的需求。本报告将基于风险角度构建资产配置模型，研究全球资产的最优配置问题。

### 分散化资产配置模型构建

人们从最初的等权重模型到均值-方差模型，以及引入行为金融学对资产配置模型的不断探寻，见证了现代投资组合理论的发展。但是，研究者在不断研究的同时也会过去的研究成果进行反思，发现并非模型并非越复杂越好，模型越复杂意味着所需要的参数越多，样本外预测时稳定性也会变差。本报告主要将对经典的等权重模型、等波动率模型、最小方差模型、最大分散化模型和风险平价模型等资产配置模型进行介绍，并分析各个模型的优缺点。

传统的风险平价模型（RP）会对所有存在波动的资产分配投资权重，使得在资产配置过程中资产选择的好坏变得异常重要。针对现有的风险平价模型，为了应对相关性资产的资产配置问题，本报告提出利用主成分提取资产的风险因子，针对风险因子构建了主成分风险平价模型（PCRP）。

同时，模型构建中，每个调仓期会使用过去 240 个交易日用于协方差估计，并进行季度调仓，这隐含着风格持续一年不变的假设。事实上，近年来市场风格短期变化剧烈，并不会维持很长的时间。因此，我们基于资产短期动量的思想，尝试将资产的短期动量效应应用到协方差的估计上，构建了半衰主成分风险平价资产配置模型（HPCRP）。

### 实证分析

本报告从全球股票市场中选取主要指数季度调仓进行资产配置策略研究，具体地主要指数包括：沪深 300 指数、中证 500 指数、恒生指数、恒生国企指数、请选用标普 500、纳斯达克指数、富时 100、巴黎 CAC40、德国 DAX 指数。回测结果表明：2010 年至 2017 年 8 月，PCRP 模型年化收益率为 8.34%，最大回撤为 26.95%，Calmar 比率为 0.378，略优于其他模型，且在大部分年份具有较强的稳健性。但是，PCRP 模型在年化波动率和最大回撤方面表现一般，使得模型的收益风险比并没有展现绝对的优势。

此外，考虑到资产短期动量效应，针对半衰主成分风险平价资产配置模型进行全球资产配置策略回测发现，HPCRP 模型年化收益率为 10.78%，最大回撤仅为 20.90%，Calmar 比率为 0.516，明显优于其他模型，且大幅度跑赢 PCRP 模型，使得全球资产配置策略的收益风险比维持着较高的水平。

**风险提示：**本报告为基于历史数据对模型进行统计分析，不同国家市场结构的调整以及交易因素影响等皆有可能使得模型失效。

### 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：FOF 专题研究（三）：华泰柏瑞量化 A 偏股混合型基金》 2017-07-24
- 3 《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
- 4 《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
- 5 《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
- 6 《金融工程：专题报告-利用组合优化构建投资组合》 2017-08-14
- 7 《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
- 8 《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
- 9 《金融工程：专题报告-私募 EB 正股的投资机会》 2017-07-11
- 10 《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
- 11 《金融工程：专题报告-量化选股模型：戴维斯双击！》 2017-06-18
- 12 《金融工程：专题报告-国债期货展期价差交易》 2017-05-25
- 13 《金融工程：专题报告-基于高管增持事件的投资策略》 2017-05-14
- 14 《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
- 15 《金融工程：专题报告-预知业绩能有多少超额收益？》 2017-04-16
- 16 《金融工程：专题报告-策略的趋势过滤》 2017-03-22
- 17 《金融工程：专题报告-日间趋势策略初探》 2017-03-10
- 18 《金融工程：专题报告-潜伏 ST 摘帽》 2017-03-06

## 内容目录

1. 引言 .....	3
2. 经典资产配置模型介绍 .....	3
3. 基于分散化思想的主成分风险平价模型 .....	6
4. 实证分析 .....	7
4.1. 数据采集与处理 .....	7
4.2. 统计性描述 .....	7
4.3. 基于主成分风险平价模型的全球资产配置策略 .....	10
4.4. 基于半衰主成分风险平价模型的全球资产配置策略 .....	14
5. 总结与展望 .....	18
风险提示 .....	18

## 图表目录

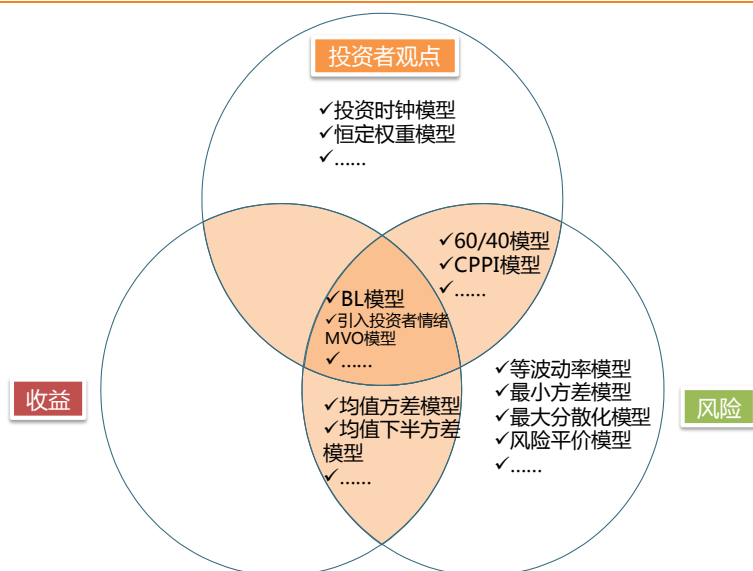
图 1: 资产配置模型体系图 .....	3
图 2: 全球指数的净值走势图 1 .....	8
图 3: 全球指数的净值走势图 2 .....	8
图 4: 全球不同指数的年度收益统计图 .....	9
图 5: 全球不同指数间相关系数统计图 .....	9
图 6: 全球权益资产配置策略净值曲线图 .....	10
图 7: 1/N 模型权重分布图 .....	11
图 8: 1/N 模型风险贡献分布图 .....	12
图 9: RP 模型权重分布图 .....	12
图 10: RP 模型风险贡献分布图 .....	13
图 11: PCRP 模型权重分布图 .....	13
图 12: PCRP 模型风险贡献分布图 .....	14
图 13: 半衰期权重分布图 .....	14
图 14: 引入半衰加权的全球权益资产配置策略净值曲线图 .....	15
图 15: HPCRP 模型权重分布图 .....	16
图 16: HPCRP 模型风险贡献分布图 .....	16
图 17: 引入半衰加权前后 PCRP 模型回测净值曲线图 .....	17
表 1: 全球不同指数的收益风险统计表 .....	8
表 2: 全球资产配置策略回测结果统计表 .....	10
表 3: 全球资产配置策略各年度收益结果统计表 .....	11
表 4: 引入半衰加权的全球资产配置策略回测结果统计表 .....	16
表 5: 引入半衰加权前后 PCRP 模型回测结果统计表 .....	17

## 1. 引言

在当前全球负利率、高波动和低收益的大时代背景下，资产配置的时代已悄然来临。传统单一市场下的投资，无法满足现阶段复杂的投资环境。投资者需要拥有开阔的资产配置视野，在对比中寻找更具收益风险比的资产，以获取预期的收益回报。资产配置（Asset Allocation）以资产类别历史表现和投资者风险偏好为基础，决定不同类别资产在投资组合中的投资权重，以期消除投资者对收益所承担的不必要的额外风险。

1952 年，Markowitz 在《证券组合选择》一文中提出了均值-方差模型，标志着现代投资组合理论（Modern Portfolio Theory, MPT）的诞生。该模型以资产收益率的均值作为预期收益率、以方差作为资产收益风险，再结合投资者的效用无差异曲线，给出最优的投资组合。一个有效的投资组合定义为，在给定的风险水平下能够得到最高期望收益的投资组合；同时，也能够实现在一定预期收益水平下，构建组合风险达到最小化的投资组合。该理论存在诸多假设条件，如投资者是理性的、同质的、风险厌恶型的以及市场是有效的等。同时，由于资产的自相关性较弱，对资产的预期收益预测难度大，使得均值-方差模型与实际存在一定偏差。不可否认的是，均值-方差模型是资产配置理论的开端，为后续大量研究奠定了逻辑起点。

图 1：资产配置模型体系图



资料来源：天风证券研究所

事实上，不同投资者在配置资产的逻辑以及偏好资产的类别中各执己见，分析发现资产配置模型主要由三个因素构成，分别为资产的收益、风险和投资者观点，三个因素的相互交叉共同形成了整个资产配置模型体系。但是，资产配置追求的是低风险的投资组合，更多地希望在低风险情境下获取稳定的财富增值，传统那些追求高风险高收益的投资组合模型并不适合大类资产配置的需求。同时，大量研究表明，纯粹的模型、低参数估计的模型，往往能够获取更好且更稳定的收益。因此，本报告将着重分析基于风险角度的资产配置模型，对全球资产进行配置研究。

## 2. 经典资产配置模型介绍

人们从最初的等权重模型到均值-方差模型，以及引入行为金融学对资产配置模型的不断探寻，见证了现代投资组合理论的发展。但是，研究者在不断研究的同时也会过去的研究成果进行反思，发现并非模型并非越复杂越好，模型越复杂意味着所需要的参数越多，样本外预测时稳定性也会变差。

同时,研究发现资产过去收益表现好未来不一定表现好,即资产收益的动量效应较弱;但是,资产过去波动较低未来较大概率波动也较低,即资产波动的动量效应较强。因此,我们更偏向于使用基于波动的资产配置研究,而不对资产收益进行预测。本节主要将对经典的等权重模型、等波动率模型、最小方差模型、最大分散化模型和风险平价模型等资产配置模型进行介绍,并分析各个模型的优缺点。

### (1) 等权重资产配置法

在投资组合的构建中,最基础的便是恒定权重法,即以恒定权重配置不同资产。这类方法无需对资产未来情况进行假设,具有操作简单、运作成本低等特点。其中,最普遍的是**等权重加权法** (Equal Weight, EW),

$$w_i = \frac{1}{N}$$

另外,针对股票和债券的投资中,还有 60-40 的经典资产配置方法。DeMiguel 等(2009)<sup>[错误!未定义书签。]</sup>发现基础的 1/N 模型在样本外比传统的均值方差模型可以获得更高的夏普比率。但是,这类方法的主观性较强,并不能依据市场行情的变化对投资组合进行调整,使得投资组合受到部分资产的影响较为严重,无法实现分散化投资的目标。

### (2) 等波动率资产配置法

由于不同类型资产的波动率不同,人们会对偏好波动率较小的资产,而对避免波动率较大的资产,因此便形成了**等波动率** (Equal Volatility, EV) 的资产配置方法。定义为:

$$w_i = \frac{\sigma_i^{-1}}{\sum_i \sigma_i^{-1}}$$

其中:  $\sigma_i$  表示第 i 种资产的波动率。则第 i 种资产对投资组合的波动率贡献为:

$$RV_i = w_i \frac{\sigma_i}{\sigma_p} = \frac{\sigma_i^{-1}}{\sum_j \sigma_j^{-1}} \times \frac{\sigma_i}{\sigma_p} = \frac{1}{\sigma_p \times \sum_j \sigma_j^{-1}}$$

其中:  $\sigma_p = \sqrt{w' \Sigma w}$  表示投资组合波动率。可见,  $RV_i$  与 i 无关,表明不同资产对投资组合的波动率贡献都是相等的。因此,等波动率资产配置法无需考虑不同资产间的相关性,每种资产对投资组合的波动率贡献都是相等的。但是,波动率的极值会对投资组合产生偏差。

### (3) 最小方差资产配置法

均值-方差模型实现了在一定预期收益水平下,构建使得投资组合风险达到最小化的投资组合。极端情况下,为了追求投资组合风险最小化,均值-方差模型便可转化为**最小方差** (Minimum Variance, MV) 模型。具体地,模型定义为:

$$w^* = \arg \min_w (w' \Sigma w) \text{ s.t. } w' 1 = 1 \text{ and } w \geq 0$$

其中:  $\Sigma$  表示资产间的协方差矩阵。最小方差模型在对预期收益没有任何限制的情况下,以投资组合风险最小化为优化目标确定最优投资权重,比较适合于风险厌恶型的投资者。但是,在追求风险最小化中可能会使得投资组合收益较低,无法满足投资者的收益预期。

### (4) 最大分散化资产配置法

我们用年化超额收益与年化波动率的比值定义为夏普比率,如果用资产的波动率代替年化超额收益,便可得到分散化定义式。**最大分散化加权** (Maximum Diversification, MD) 模型是追求分散化定义式的最大化,即:

$$w^* = \arg \max_w \left( \frac{\sigma' w}{\sqrt{w' \Sigma w}} \right)$$

其中： $\sigma$  表示资产的波动率， $\Sigma$  表示资产间的协方差矩阵。最大分散化模型最大化投资组合平均波动率与整体波动率的比值，其追求的是资产波动率关联性的分散化，但是表达式计算复杂，容易受到个别极端资产的影响。

### （5）风险平价资产配置模型

风险平价（Risk Parity or Equal Risk Contribution, RP）是一种新型资产配置策略，该策略在确定组合中各类资产权重时，要求组合总风险平均分配在各类资产上，即组合对每类资产的风险暴露程度相同。

假设投资组合中共有  $n$  个资产，第  $i$  个资产的收益率为  $r_i$ ，假定  $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]'$  表示资产的投资权重向量，则投资组合的波动率可以定义为：

$$\sigma_p = \sqrt{w' \Sigma w}$$

其中： $\sigma_p$  表示投资组合波动率，用以衡量组合的整体风险； $\Sigma$  表示投资组合收益率的协方差矩阵，为对称阵。由此，我们可以得到每个资产对投资组合的风险贡献  $RC_i$  为：

$$RC_i = w_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i} = w_i \frac{(\Sigma w)_i}{\sqrt{w' \Sigma w}}$$

而所有资产的总风险贡献  $TRC$  为：

$$TRC = \sum_{i=1}^n RC_i = \sum_{i=1}^n w_i \frac{(\Sigma w)_i}{\sqrt{w' \Sigma w}} = \sqrt{w' \Sigma w} = \sigma_p$$

从而，我们可以认为，组合的波动率可以分解为各项资产的边际风险之和，即

$$Risk(r_p) = \sigma_p = RC_1 + RC_2 + \dots + RC_n$$

为了能够消除不同资产对组合风险贡献的不平衡，得到风险更加分散化的组合。研究者提出等风险的组合，以保证各资产的风险贡献相等。具体的

$$\begin{aligned} RC_i = RC_j \text{ for all } i \neq j &\Leftrightarrow w_i \frac{(\Sigma w)_i}{\sqrt{w' \Sigma w}} = w_j \frac{(\Sigma w)_j}{\sqrt{w' \Sigma w}} \text{ for all } i \neq j \\ \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (RC_i - RC_j)^2 = 0 &\Leftrightarrow \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_i (\Sigma w)_i - w_j (\Sigma w)_j)^2 = 0 \end{aligned}$$

上述等式可以转化为优化模型求解最优权重，即：

$$\begin{aligned} \min_w & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [w_i (\Sigma w)_i - w_j (\Sigma w)_j]^2 \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

当目标函数等于 0 时，有  $\forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}, RC_i = RC_j$ ，该数值解即为风险平价模型的投资组合权重。

风险平价模型适用范围从资产配置到单个资产类别，到基于因子组合或模型，具有较强的普适性。风险平价模型从风险角度出发优化投资权重，追求不同类型资产的风险均衡。但是，资产间的内在关联性可能影响最终投资权重的优化。只要资产存在波动，风险平价模型都会给该资产分配投资权重，这就会使得资产选择的好坏直接决定资产配置的优劣。



### 3. 基于分散化思想的主成分风险平价模型

针对现有的风险平价模型，为了应对相关性资产的资产配置问题，我们希望寻找因子背后不相关的风险因子，使得风险因子满足风险均衡。因此，本报告试图通过对原资产进行线性组合形成互不相关的投资组合，针对不相关的投资组合进行风险平价模型的资产配置，最终确定确定原资产的投资权重。考虑到数据线性变换的特性，

本报告选取的是主成分分析方法。主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)最初由 Pearson 于 1901 年提出，后由 Wold、Hotelling 等进一步研究至现在版本。主成分分析是一种基于降维思想把多个资产利用数学变换转化为少数几个主成分(即综合变量)的多元统计分析方法，这些主成分能够反映原始资产的大部分信息，更具有现实意义，通常表现为原始资产的线性组合，为使得这些主成分所包含的信息互不重叠，要求各主成分之间互不相关。本报告模型的基本思路是运用主成分分析对投资组合中的标的资产进行旋转，提取所有不相关的资产进行风险平价模型分析，最后反推确定原资产的投资权重。

假设投资组合中共有  $N$  个资产，资产的收益率为  $R = [r_1, r_2, \dots, r_N]'$ ，针对投资组合权重  $w = [w_1, w_2, \dots, w_N]'$ ，投资组合的总收益为：

$$R_w = w'R$$

可利用  $N$  个资产的收益率计算资产的协方差矩阵  $\Sigma = Cov(R)$ ，因协方差阵  $\Sigma$  的对称性，可将  $\Sigma$  分解为  $N$  个正交的特征向量：

$$E \Lambda E' = \Sigma$$

其中： $\Lambda = diag(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N)$  为  $\Sigma$  特征值构建的对角阵，且  $\lambda_i$  满足  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_N$ ； $E$  为  $\lambda_i$  对应特征向量  $e_i$  列排列构成的特征向量矩阵，且  $E$  为正交矩阵，所以  $E' = E^{-1}$  且  $E'E = I$ 。因此，协方差阵可分解为：

$$\Sigma = \lambda_1 e_1 e_1' + \lambda_2 e_2 e_2' + \dots + \lambda_N e_N e_N'$$

特征向量可形成  $N$  个正交的投资组合，又被称作主成分因子 (Principal Component Bets) (Partovi and Caputo, 2004<sup>[1]</sup>)。主成分因子的收益率可定义为：

$$R_{PC} = E'R$$

同时，

$$Cov(R_{PC}) = Cov(E'R) = E'Cov(R)E = E'\Sigma E = E'E \Lambda E'E = \Lambda$$

针对单个主成分投资组合有  $Var(\tilde{r}_i) = e_i' \Sigma e_i = \lambda_i$ 。对于任意两个主成分因子  $\tilde{r}_i$  和  $\tilde{r}_j$  有  $Cov(\tilde{r}_i, \tilde{r}_j) = e_i' \Sigma e_j = 0$ 。可以发现， $N$  个主成分因子是不相关的且他们的方差分别与  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$  相等。因此，主成分因子的权重可由原权重的线性组合构成，即

$$w_{PC} = E'w$$

主成分因子的总收益为：

$$R_w = w_{PC}' R_{PC} = (E'w)'(E'R) = w'EE'R = w'R$$

对主成分因子应用风险平价模型，由风险贡献  $RC_i$  的定义可得

[1] Partovi M H, Caputo M. Principal portfolios: Recasting the efficient frontier[J]. Economics Bulletin, 2004, 7(3): 1-10.

$$w_{PC,i} \frac{(\Lambda w_{PC})_i}{\sqrt{w_{PC}' \Lambda w_{PC}}} = \frac{(E'w)_i \cdot (\Lambda E'w)_i}{\sqrt{w'E \Lambda E'w}} = \frac{(E'w)_i \cdot (E^{-1}\Sigma w)_i}{\sqrt{w'\Sigma w}} = \frac{(E'w)_i \cdot (E'\Sigma w)_i}{\sqrt{w'\Sigma w}}$$

所以主成分因子的风险平价模型可转化为

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [(E'w)_i (E'\Sigma w)_i - (E'w)_j (E'\Sigma w)_j]^2 = 0$$

本报告将这种方法称为**主成分风险平价模型** (Principal Components Risk Parity, PCRP)。上述等式可以转化为优化模型求解最优权重, 即:

$$\begin{aligned} \min_w \quad & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [(E'w)_i (E'\Sigma w)_i - (E'w)_j (E'\Sigma w)_j]^2 \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

当目标函数等于 0 时, 有  $\forall i, j \in \{1, 2, \dots, n\}, RC_i = RC_j$ , 该数值解即为主成分风险平价模型的投资组合权重。

主成分风险平价模型通过对原资产进行线性变换确定互不相关的主成分因子, 针对主成分因子进行风险均衡的优化, 由于主成分分析是线性变换, 所以可以很容易通过模型反推出原资产的最优投资权重。因主成分风险平价模型是对原资产进行分解变换, 可以很好地反推原资产的投资权重。

## 4. 实证分析

### 4.1. 数据采集与处理

本报告将从全球股票市场中选取主要指数进行资产配置策略研究, 具体地主要指数包括:

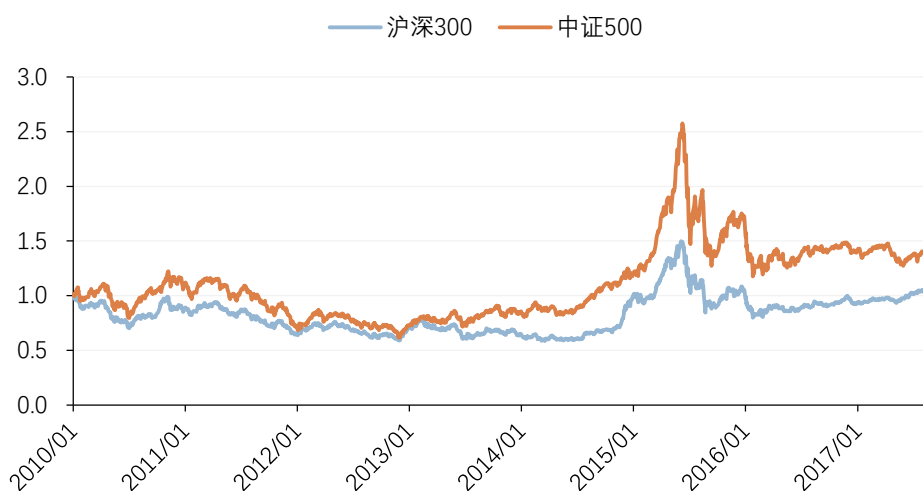
- (1) A 股: 沪深 300 指数、中证 500 指数;
- (2) 港股: 恒生指数、恒生国企指数;
- (3) 美股: 请选用标普 500、纳斯达克指数;
- (4) 欧洲: 富时 100、巴黎 CAC40、德国 DAX 指数。

本报告从万得 (Wind) 数据库中选取 2009 年 1 月至 2017 年 8 月期间上述指数的收盘价数据。同时, 由于不同国家的交易日不同, 本报告将以 A 股市场交易日为准, 对其他地区指数的数据进行筛选, 如在某个交易日其他指数没有交易则采用前一个交易日的数据。经统计, 共 2107 个交易日, 其中 2009 年的数据将用于初期样本内的计算。

### 4.2. 统计性描述

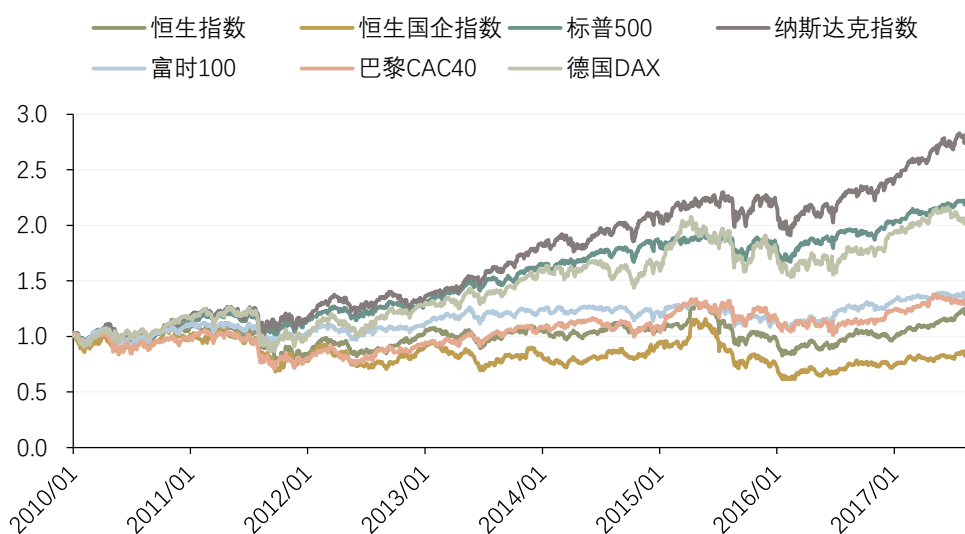
为了更好地认识不同指数的统计特性, 下面将对所有指数进行统计性描述, 主要从收益风险和相关性等方面展开。

图 2：全球指数的净值走势图 1



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 3：全球指数的净值走势图 2



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了全球不同指数的净值走势图。2010 年以来不同指数走势存在明显差异性。具体地，沪深 300 指数和中证 500 指数的波动明显高于其他指数，标普 500、纳斯达克指数、德国 DAX 的累计收益明显高于恒生指数、恒生国企指数、富时 100、巴黎 CAC40。详细统计如下图所示。

表 1：全球不同指数的收益风险统计表

	沪深 300	中证 500	恒生指数	恒生国企指数	标普 500	纳斯达克指数	富时 100	巴黎 CAC40	德国 DAX
累计收益率	6.89%	44.26%	25.28%	-11.71%	121.65%	183.31%	37.28%	29.20%	102.37%
年化收益率	0.87%	4.90%	2.98%	-1.61%	10.94%	14.55%	4.22%	3.40%	9.63%
年化波动率	23.51%	27.30%	18.03%	22.96%	14.78%	16.63%	15.42%	20.78%	19.83%
最大回撤	46.70%	54.35%	37.05%	47.06%	17.90%	18.50%	20.14%	33.09%	31.28%



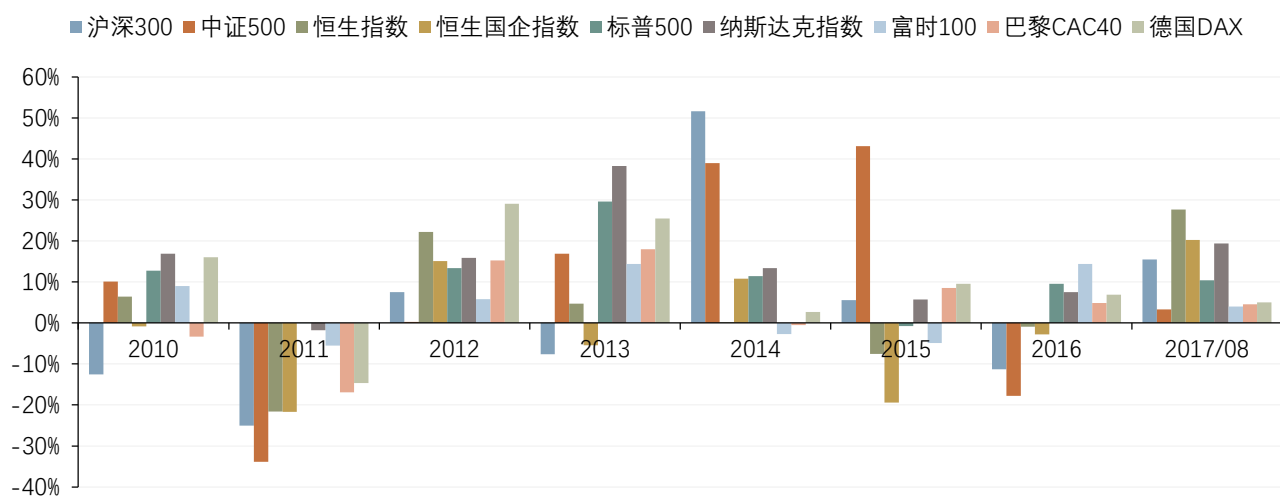
夏普比率	-0.090	0.069	-0.001	-0.201	0.537	0.694	0.079	0.019	0.334
Calmar 比率	0.019	0.090	0.081	-0.034	0.611	0.786	0.210	0.103	0.308

注：无风险年化收益率为 3%。截至日期：2017 年 8 月 31 日。

资料来源：Wind，天风证券研究所

可以发现，2010 年以来除恒生国企指数外，其他指数的累计收益率均为正的，其他表现最为优异的是纳斯达克指数，其次是标普 500 和德国 DAX。而在年化波动率方面，波动率最低的是标普 500，其次是富时 100 和纳斯达克指数，波动较大的是沪深 300 和中证 500。考虑风险调整后的收益指标，可以看到，表现较为优异的是标普 500、纳斯达克指数和德国 DAX 指数。

图 4：全球不同指数的年度收益统计图



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了全球不同指数在不同年度收益的统计图。可以发现，除 2011 年外，其他年份大部分指数的年度收益都是为正的，但是不同指数的年度收益存在较大的差异性。因此，投资者在每期如何有效选择资产对投资组合具有深远影响。

图 5：全球不同指数间相关系数统计图

	沪深300	中证500	恒生指数	恒生国企指数	标普500	纳斯达克指数	富时100	巴黎CAC40	德国DAX
沪深300	1								
中证500	0.854	1							
恒生指数	0.567	0.468	1						
恒生国企指数	0.596	0.465	0.954	1					
标普500	0.138	0.109	0.236	0.228	1				
纳斯达克指数	0.153	0.129	0.252	0.239	0.953	1			
富时100	0.199	0.159	0.431	0.404	0.653	0.616	1		
巴黎CAC40	0.171	0.127	0.390	0.368	0.664	0.627	0.873	1	
德国DAX	0.156	0.121	0.376	0.355	0.646	0.622	0.839	0.931	1

资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了全球不同指数收益率间的相关系数统计图。可以发现，部分同地区的指数间相关度较高，如同地区的沪深 300 与中证 500、恒生指数与恒生国企指数、巴黎 CAC40 与德国 DAX 等，相关系数基本在 0.8 以上。而部分不同地区指数间相关度维持在 0.2 以下，如沪深 300 和中证 500 与美国和欧洲指数间等。

### 4.3. 基于主成分风险平价模型的全球资产配置策略

本节将基于第 3 章的主成分风险平价模型进行全球权益资产的投资策略研究。具体参数设置为：

**回测区间：**2009 年 1 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日（其中 2009 年数据用于初期样本内的计算）；

**投资标的：**沪深 300 指数、中证 500 指数、恒生指数、恒生国企指数、请选用标普 500、纳斯达克指数、富时 100、巴黎 CAC40、德国 DAX 指数；

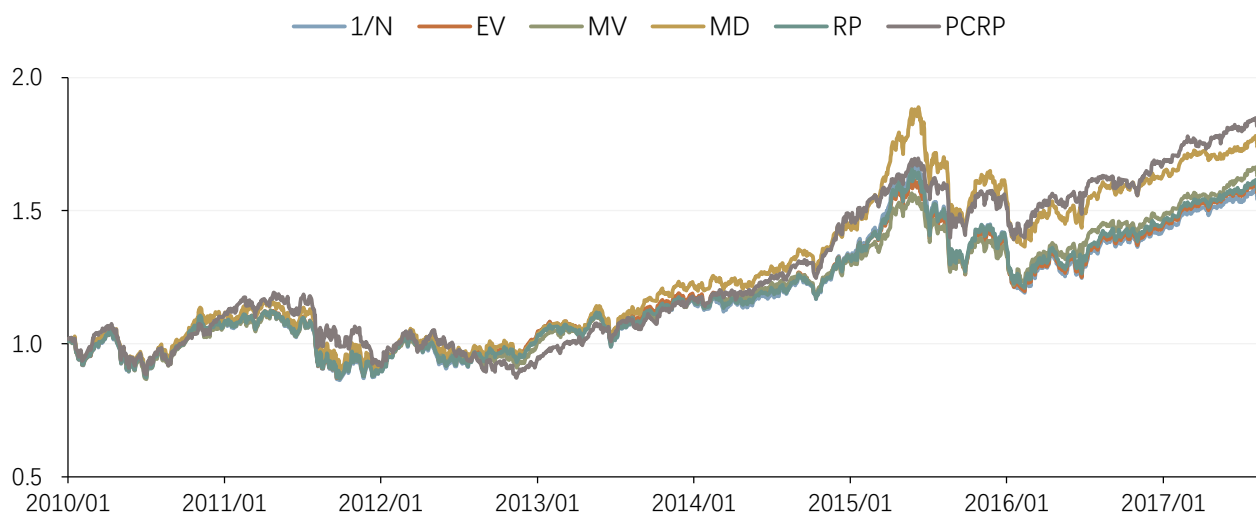
**调仓时间：**每季度末最后一个交易日；

**样本窗：**每个调仓前 240 个交易日；

**资产配置模型：**等权重资产配置模型（1/N）、等波动率资产配置模型（EV）、最小方差资产配置模型（MV）、最大分散化资产配置模型（MD）、风险平价资产配置模型（RP）和主成分风险平价资产配置模型（PCRP）等。

回测结果如下所示。

图 6：全球权益资产配置策略净值曲线图



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了不同资产配置模型下全球权益资产配置策略的净值曲线图。可以看到，PCRP 模型的净值最高，1/N 模型的净值最低。具体地，1/N 模型的累计收益率为 58.80%，最大回撤为 29.40%；RP 模型的累计收益率为 62.20%，最大回撤为 27.03%；PCRP 模型的累计收益率为 84.76%，最大回撤为 26.95%。可见，PCRP 模型相比于其他模型的收益率较高，但是在年化波动率和最大回撤方面表现一般，使得 PCRP 模型在夏普比率和 Calmar 比率方面并没有优势。

表 2：全球资产配置策略回测结果统计表

	1/N	EV	MV	MD	RP	PCRP
累计收益率	58.80%	60.90%	67.01%	79.20%	62.20%	<b>84.76%</b>
年化收益率	6.22%	6.40%	6.92%	7.91%	6.51%	<b>8.34%</b>
年化波动率	13.98%	13.56%	12.46%	13.72%	13.56%	<b>14.12%</b>
最大回撤	29.40%	26.45%	22.05%	27.79%	27.03%	<b>26.95%</b>

夏普比率	0.230	0.251	0.314	0.358	0.259	<b>0.378</b>
Calmar 比率	0.211	0.242	0.314	0.284	0.241	<b>0.309</b>

资料来源：Wind，天风证券研究所

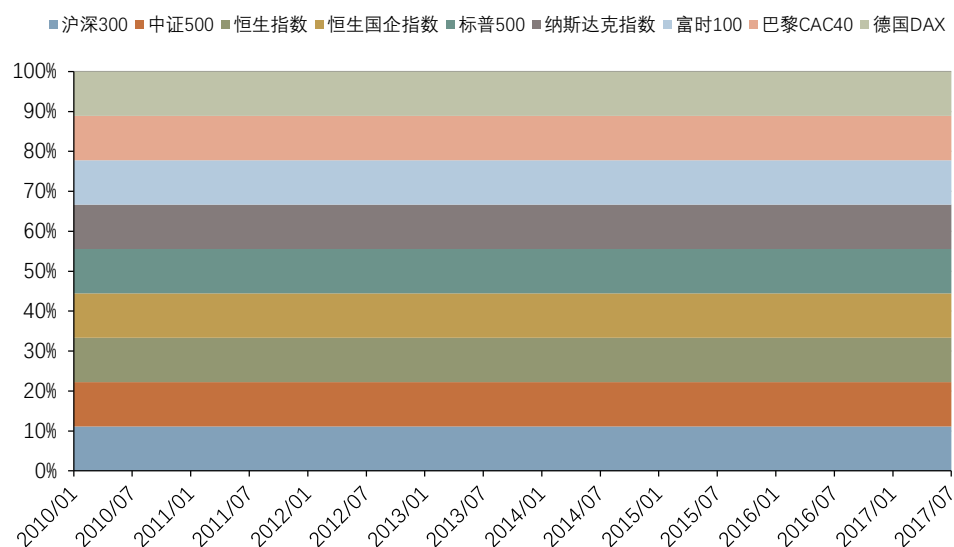
在各年度的收益表现方面，相比于传统的 1/N 模型，PCR 模型在各年度的收益风险方面还是具有明显优势的。具体地，除 2015 年外，其他年份 PCR 模型均大幅跑赢 1/N 模型，使得模型的 Calmar 比率表现较为优异。

表 3：全球资产配置策略各年度收益结果统计表

	1/N				PCR			
	年度收益率	年度波动率	最大回撤	Calmar 比率	年度收益率	年度波动率	最大回撤	Calmar 比率
2010	6.24%	15.63%	17.02%	0.367	10.04%	16.80%	17.63%	0.570
2011	-15.72%	17.93%	23.08%	-0.681	-15.21%	20.32%	22.88%	-0.665
2012	14.15%	12.45%	11.55%	1.225	-0.83%	15.37%	17.17%	-0.048
2013	14.56%	11.32%	12.00%	1.213	27.34%	10.16%	6.38%	4.286
2014	13.94%	9.57%	6.98%	1.997	26.11%	9.12%	5.18%	5.038
2015	5.10%	18.71%	25.29%	0.201	3.55%	15.78%	17.62%	0.202
2016	1.05%	14.32%	14.97%	0.070	8.12%	12.47%	9.50%	0.856
2017.8	12.10%	5.48%	2.72%	4.450	11.06%	5.61%	2.67%	4.142
回测期	6.22%	13.98%	29.40%	0.211	8.34%	14.12%	26.95%	0.309

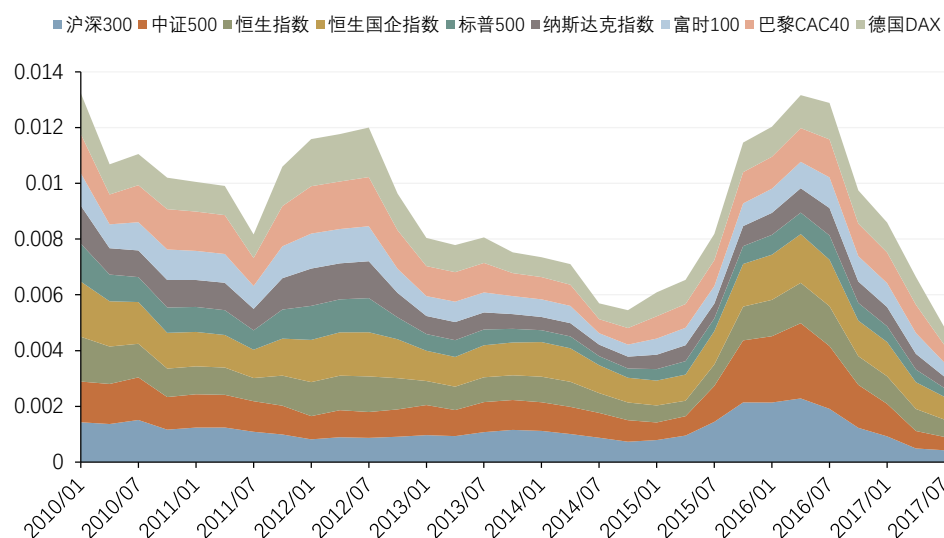
资料来源：Wind，天风证券研究所

图 7：1/N 模型权重分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

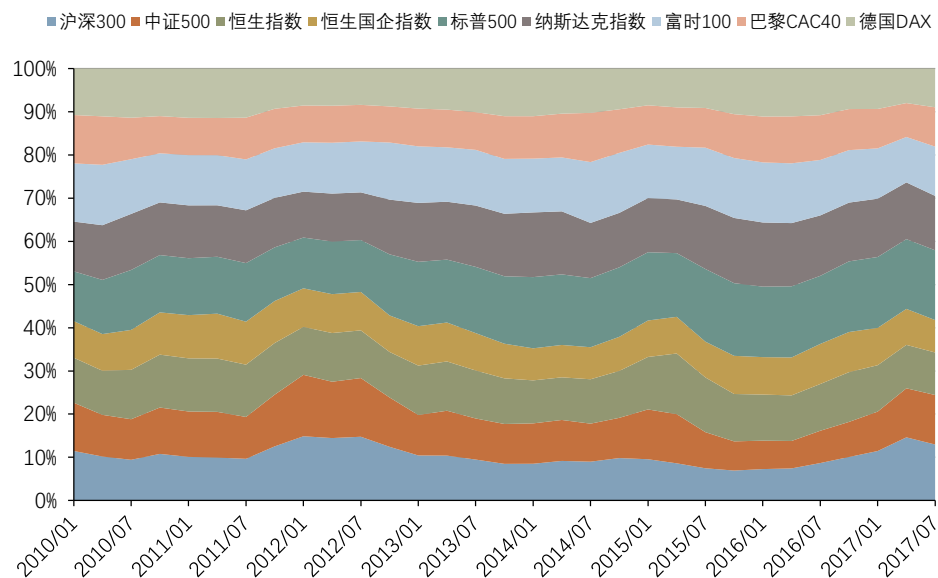
图 8：1/N 模型风险贡献分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

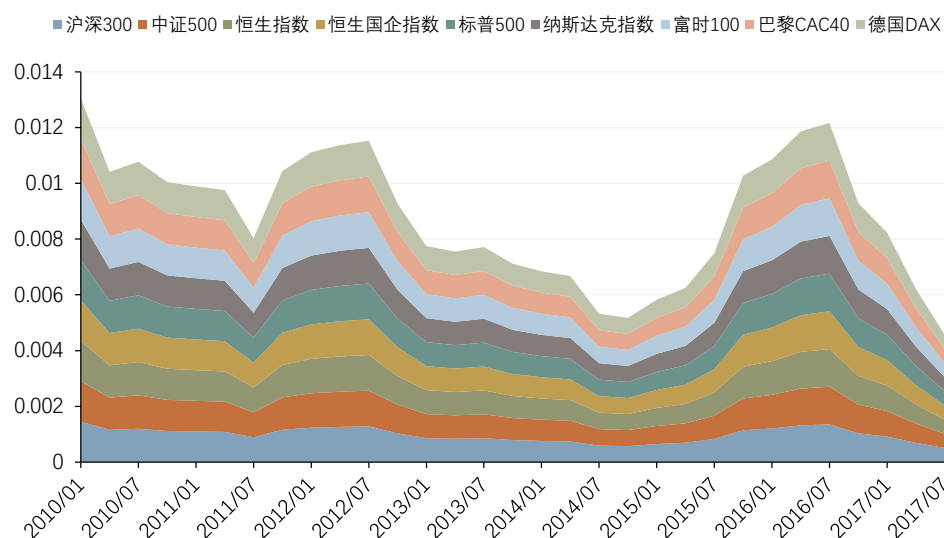
上图中绘制了 1/N 模型的投资权重和风险贡献分布图。可以看到，不同指数资产的权重在不同时期均是相等的，但是不同指数资产的风险贡献是不相等的。

图 9：RP 模型权重分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

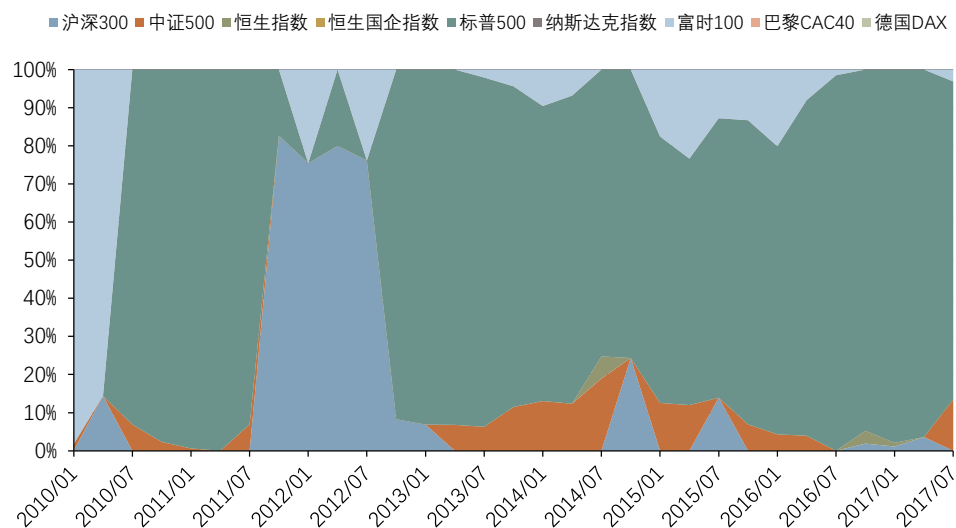
图 10：RP 模型风险贡献分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

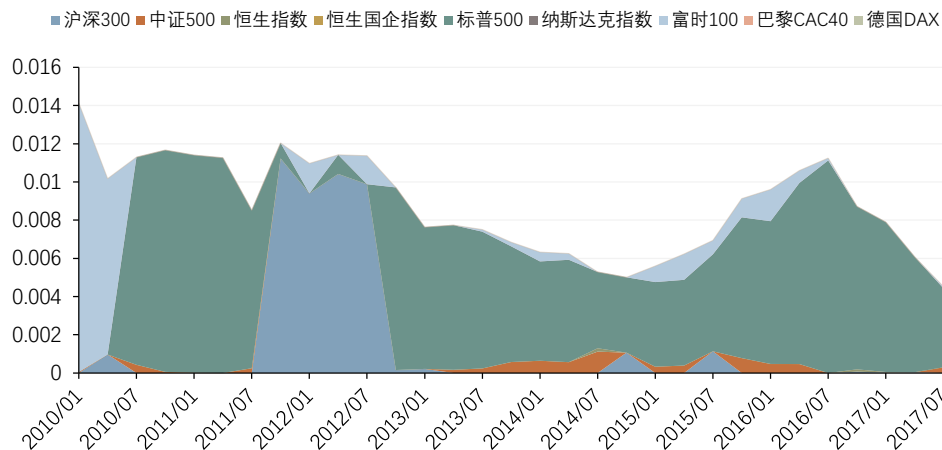
上图中绘制了 RP 模型的投资权重和风险贡献分布图。可以看到，不同指数资产的权重在不同时期是不等的，但是不存在显著差异性，而不同指数对投资组合的风险贡献确实绝对相等的。事实上，RP 模型的投资权重是由风险贡献相等反推确定的。

图 11：PCR 模型权重分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

图 12: PCR模型风险贡献分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了 PCR 模型的投资权重和风险贡献分布图。可以看到，不同指数资产的权重在不同时期均是不等的且变化性较大，在标普 500、中证 500 和富时 100 等指数上长期具有较大的投资权重，可以有效保证收益整体是平稳的。同时，在不同阶段，不同指数提供有效的风险贡献。

#### 4.4. 基于半衰主成分风险平价模型的全球资产配置策略

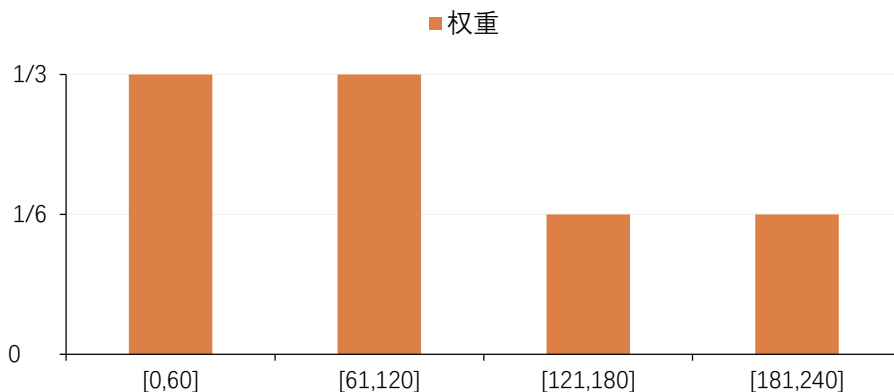
在上节基于主成分风险平价模型的全球资产配置策略研究中发现，PCR 模型收益表现明显优于其他资产配置模型，但是在波动率和回撤等方面表现一般，使得本报告构建的基于风险因子的主成分风险平价模型没有发挥出其优势。回顾策略构建过程发现，我们会在每个调仓期，使用过去 240 个交易日用于协方差估计，并进行季度调仓，这隐含着风格持续一年不变的假设。事实上，近年来市场风格短期变化剧烈，并不会维持很长的时间。因此，我们基于资产短期动量的思想，尝试将资产的短期动量效应应用到协方差的估计上。

具体地，我们以 60 个交易日为分界，计算每期过去 240 个交易日的 4 个阶段协方差  $(\Sigma_1, \Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_4)$ ，以衰退的权重  $(w_1, w_2, w_3, w_4; w_1 \geq w_2 \geq w_3 \geq w_4 \geq 0, \sum_i w_i = 1)$  进行加权形成当期的协方差。即

$$\Sigma_h = w_1 \Sigma_1 + w_2 \Sigma_2 + w_3 \Sigma_3 + w_4 \Sigma_4$$

其中： $\Sigma_h$  表示以衰退权重加权确定的协方差矩阵，其更能反映最近一段时间资产的风格情况。为方便计算，本报告此处选择的衰退权重为  $[1/3, 1/3, 1/6, 1/6]$ ，即半衰权重加权，如下图所示。

图 13: 半衰权重分布图



资料来源：天风证券研究所



使用上述的半衰加权形式对每期主成分风险平价模型的协方差进行估计，边可形成**半衰主成分风险平价模型 (HPCRP)**。同期形成的还有，半衰等波动率资产配置模型 (HEV)、半衰最小方差资产配置模型 (HMD)、半衰最大分散化资产配置模型 (HMD)、半衰风险平价资产配置模型 (HRP)。

接下来本报告将半衰主成分风险平价模型进行全球权益资产的投资策略研究。具体参数设置为：

**回测区间：**2009 年 1 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日（其中 2009 年数据用于初期样本内的计算）；

**投资标的：**沪深 300 指数、中证 500 指数、恒生指数、恒生国企指数、请选用标普 500、纳斯达克指数、富时 100、巴黎 CAC40、德国 DAX 指数；

**调仓时间：**每季度末最后一个交易日；

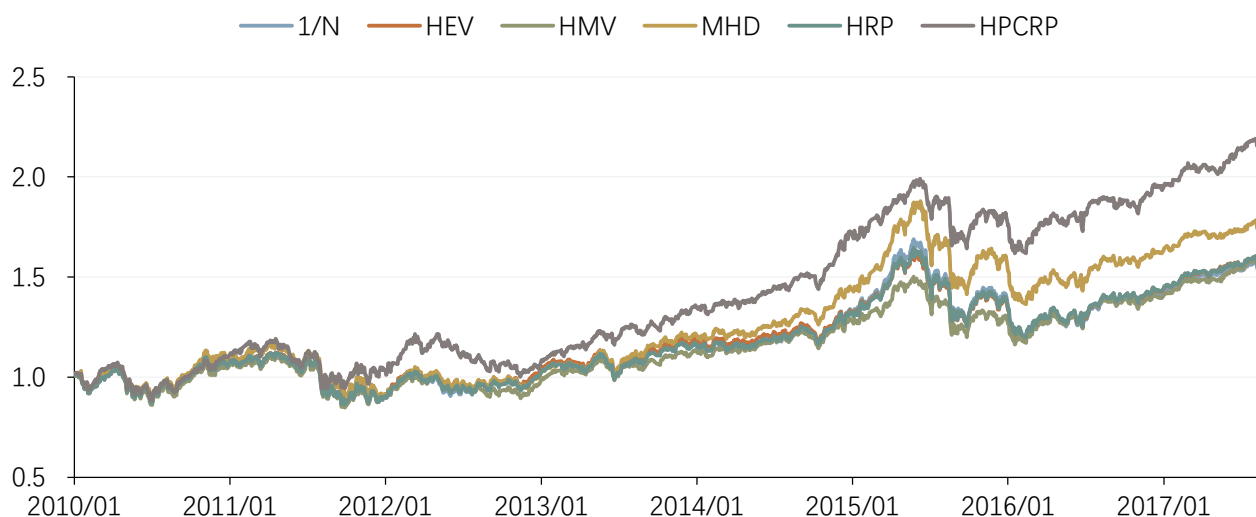
**样本窗：**每个调仓前 240 个交易日；

**半衰权重：**[1/3,1/3,1/6,1,6]；

**资产配置模型：**等权重资产配置模型 (1/N)、半衰等波动率资产配置模型 (HEV)、半衰最小方差资产配置模型 (HMD)、半衰最大分散化资产配置模型 (HMD)、半衰风险平价资产配置模型 (HRP) 和半衰主成分风险平价资产配置模型 (HPCRP) 等。

回测结果如下所示。

图 14：引入半衰加权的全球权益资产配置策略净值曲线图



资料来源：Wind，天风证券研究所

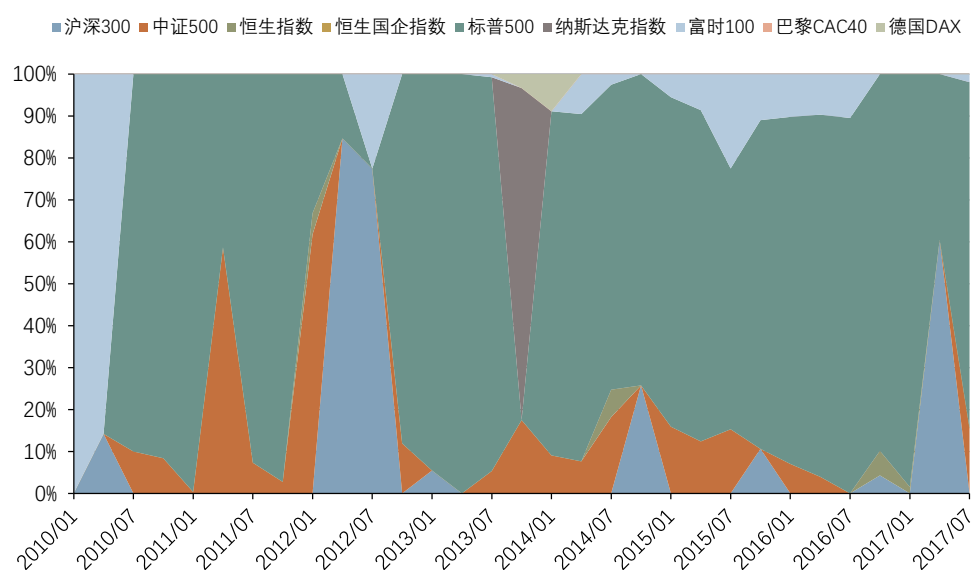
上图中绘制了引入半衰加权的资产配置模型下全球权益资产配置策略的净值曲线图。可以看到，HPCRP 模型的净值最高，1/N 模型的净值最低。具体地，1/N 模型的累计收益率为 58.80%，最大回撤为 29.40%；HRP 模型的累计收益率为 61.12%，最大回撤为 27.14%；PCR 模型的累计收益率为 119.23%，最大回撤为 20.90%，使得模型的夏普比率和 Calmar 比率达到了 0.5 以上。可见，PCR 模型相比于其他模型的收益率较高，且在风险控制方面也具有明显的优势。

表 4：引入半衰加权的全球资产配置策略回测结果统计表

	1/N	HEV	HMV	HMD	HRP	HPCR
累计收益率	58.80%	60.75%	59.39%	79.50%	61.12%	<b>119.23%</b>
年化收益率	6.22%	6.39%	6.27%	7.93%	6.42%	<b>10.78%</b>
年化波动率	13.98%	13.61%	12.61%	13.78%	13.61%	<b>14.62%</b>
最大回撤	29.40%	26.65%	23.34%	27.43%	27.14%	<b>20.90%</b>
夏普比率	0.230	0.249	0.259	0.358	0.251	<b>0.532</b>
Calmar 比率	0.211	0.240	0.269	0.289	0.236	<b>0.516</b>

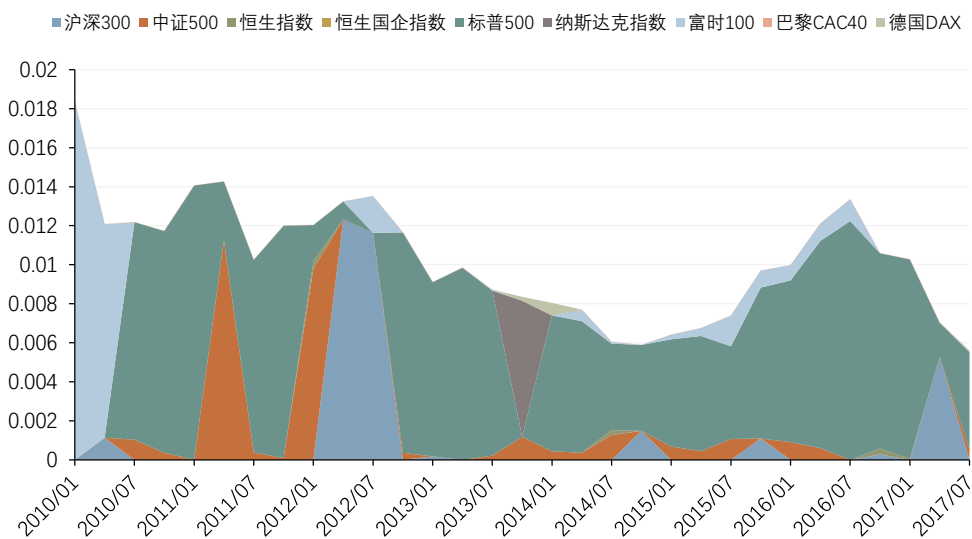
资料来源：Wind，天风证券研究所

图 15：HPCR 模型权重分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

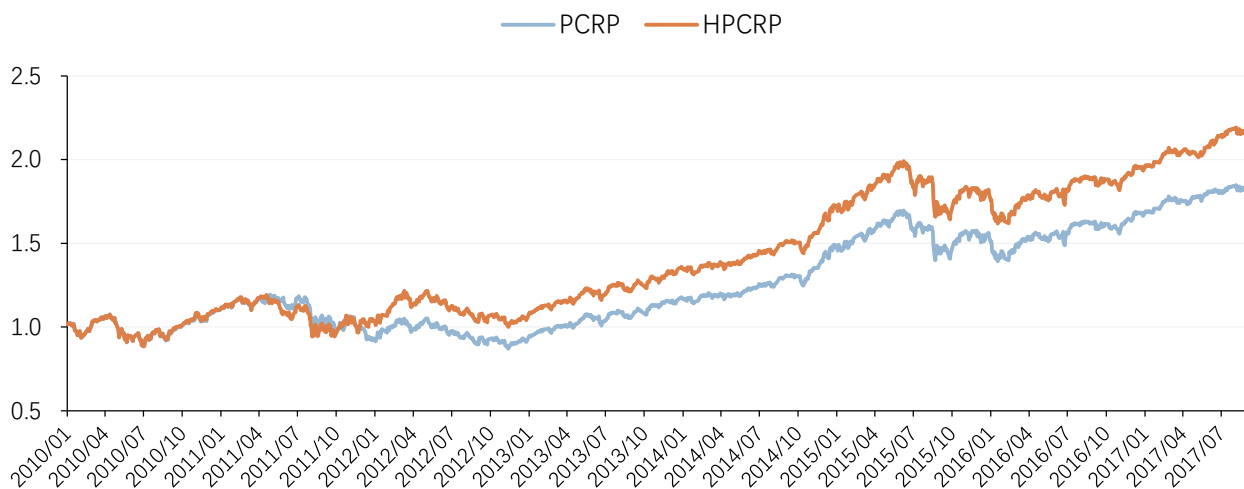
图 16：HPCR 模型风险贡献分布图



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制了 HPCR 模型的投资权重和风险贡献分布图。可以看到，不同指数资产的权重在不同时期均是不等的且变化性较大，主要在标普 500、中证 500 和富时 100 等指数上长期具有较大的投资权重，可以有效保证收益整体是平稳的。同时，与 PCR 模型的投资权重和风险贡献相比，模型增加了短期内对沪深 300、中证 500、纳斯达克指数等的投资。

图 17：引入半衰加权前后 PCR 模型回测净值曲线图



资料来源：Wind，天风证券研究所

上图中绘制 PCR 模型和 HPCR 模型的净值曲线图。可以发现，两模型的净值走势较为平稳，且持续增长。自 2012 年以来，HPCR 模型净值明显高于 PCR 模型。经统计发现，2010 年至 2017 年 8 月，HPCR 模型在每年均大幅跑赢了 PCR 模型，且部分年份的最大回撤也有所降低，使得策略的 Calmar 比率维持着较高的水平。

表 5：引入半衰加权前后 PCR 模型回测结果统计表

	PCR				HPCR			
	年度收益率	年度波动率	最大回撤	Calmar 比率	年度收益率	年度波动率	最大回撤	Calmar 比率
2010	10.04%	16.80%	17.63%	0.570	10.29%	16.78%	17.66%	0.582
2011	-15.21%	20.32%	22.88%	-0.665	-5.49%	22.52%	20.90%	-0.262
2012	-0.83%	15.37%	17.17%	-0.048	1.55%	15.79%	17.68%	0.088
2013	27.34%	10.16%	6.38%	4.286	28.40%	10.52%	5.76%	4.934
2014	26.11%	9.12%	5.18%	5.038	26.82%	9.28%	5.20%	5.157
2015	3.55%	15.78%	17.62%	0.202	4.08%	15.79%	17.46%	0.234
2016	8.12%	12.47%	9.50%	0.856	7.81%	12.47%	9.77%	0.799
2017.8	11.06%	5.61%	2.67%	4.142	13.36%	5.42%	2.77%	4.819
回测期	8.34%	14.12%	26.95%	0.309	10.78%	14.62%	20.90%	0.516

资料来源：Wind，天风证券研究所

## 5. 总结与展望

在当前全球负利率、高波动和低收益的大时代背景下，资产配置的时代已悄然来临。传统单一市场下的投资，无法满足现阶段复杂的投资环境。投资者需要拥有开阔的资产配置视野，在对比中寻找更具收益风险比的资产，以获取预期的收益回报。

资产配置追求的是低风险的投资组合，更多地希望在低风险情境下获取稳定的财富增值，传统那些追求高风险高收益的投资组合模型并不适合大类资产配置的需求。本报告将基于风险角度构建资产配置模型，研究全球资产的最优配置问题。

人们从最初的等权重模型到均值-方差模型，以及引入行为金融学对资产配置模型的不探索，见证了现代投资组合理论的发展。但是，研究者在不断研究的同时也会过去的研究成果进行反思，发现并非模型并非越复杂越好，模型越复杂意味着所需要的参数越多，样本外预测时稳定性也会变差。本报告主要将对经典的等权重模型、等波动率模型、最小方差模型、最大分散化模型和风险平价模型等资产配置模型进行介绍，并分析各个模型的优缺点。

传统的风险平价模型（RP）会对所有存在波动的资产分配投资权重，使得在资产配置过程中资产选择的好坏变得异常重要。针对现有的风险平价模型，为了应对相关性资产的资产配置问题，本报告提出利用主成分提取资产的风险因子，针对风险因子构建了主成分风险平价模型（PCR P）。

本报告从全球股票市场中选取主要指数季度调仓进行资产配置策略研究，具体地主要指数包括：沪深 300 指数、中证 500 指数、恒生指数、恒生国企指数、请选用标普 500、纳斯达克指数、富时 100、巴黎 CAC40、德国 DAX 指数。回测结果表明：2010 年至 2017 年 8 月，PCR P 模型年化收益率为 8.34%，最大回撤为 26.95%，Calmar 比率为 0.378，略优于其他模型，且在大部分年份具有较强的稳健性。但是，PCR P 模型在年化波动率和最大回撤方面表现一般，使得模型的收益风险比并没有展现绝对的优势。

同时，模型构建中，每个调仓期会使用过去 240 个交易日用于协方差估计，并进行季度调仓，这隐含着风格持续一年不变的假设。事实上，近年来市场风格短期变化剧烈，并不会维持很长的时间。因此，我们基于资产短期动量的思想，尝试将资产的短期动量效应应用到协方差的估计上，构建了半衰主成分风险平价资产配置模型（HPCR P）。针对半衰主成分风险平价资产配置模型进行全球资产配置策略回测发现，HPCR P 模型年化收益率为 10.78%，最大回撤仅为 20.90%，Calmar 比率为 0.516，明显优于其他模型，且大幅度跑赢 PCR P 模型，使得全球资产配置策略的收益风险比维持着较高的水平。

当然，本报告提出了一种基于半衰主成分风险平价模型的全球资产配置策略，但是在策略构建中依然存在诸多可改进的地方，如调仓时间点是固定而非动态的、假定不同市场的建仓是同步的、没有结合不同市场的特性进行分析等。因此，在接下来的研究中我们将针对各个环节进行深入探究。

## 风险提示

本报告为基于历史数据对模型进行统计分析，不同国家市场结构的调整以及交易因素影响等皆有可能使得模型失效。

## 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	湖北武汉市武昌区中南路 99	上海市浦东新区兰花路 333	深圳市福田区益田路 4068 号
邮编：100031	号保利广场 A 座 37 楼	号 333 世纪大厦 20 楼	卓越时代广场 36 楼
邮箱：research@tfzq.com	邮编：430071	邮编：201204	邮编：518017
	电话：(8627)-87618889	电话：(8621)-68815388	电话：(86755)-82566970
	传真：(8627)-87618863	传真：(8621)-68812910	传真：(86755)-23913441
	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com