

## 大类资产配置

2016-12-7

金融工程 | 专题报告

# 基于风险平价模型的收益增强策略

### 报告要点

#### ■ 大类资产配置方法简介

早在上世纪九十年代，海外诸多研究及对冲基金的实践都表明资产配置对于投资组合的业绩贡献超过 90%。在公募 FOF 指引正式出台之后，资产配置更是成为发行 FOF 产品，开发 FOF 策略不可或缺的一部分。大类资产配置方法可以分为主动和量化两大类，主动类的配置方法例如耶鲁模式，量化类的配置方法包括经典的马克维茨均值方差模型、Black-Litterman 模型、风险平价等。

#### ■ 风险平价模型的简介

风险平价模型最早是由钱恩平博士提出，并且在桥水基金的全天候基金中得到了长达数十年的实践检验。风险平价模型要求在组合投资结构中，每一个组分对于组合的风险贡献度相同，追求各组分之间的风险均衡，其特点是能够实现长期的较为稳定的收益率。

#### ■ 风险平价模型的增强—添加风险预算

在使用几种指数代表各大类资产对于风险平价模型进行测算时，发现利用纯被动的风险平价模型来进行资产配置的时候，能够实现低回撤、低波动、高夏普比率，但是收益率只有 6% 左右，无法满足大部分投资者需求。因此，提出风险预算概念，主动的调整不同资产的风险贡献度，并对股票资产运用动量效应，实现动态化的风险预算调整，最终实现收益的大幅增强。使用动态风险预算模型之后，近 8 年来 2 的年化收益率达到 14.75%，年化波动率仅为 5.55%，夏普比率高达 2.12。

#### ■ 风险平价模型的增强—债券加杠杆

在实际的组合资产配置中，债券作为一类低收益、低风险资产，往往可以通过加杠杆的方式改变其风险收益属性，因此在债券添加杠杆的条件下利用风险平价模型进行测算，可以得到比单纯使用债券更为显著的效果。在对债券添加了两倍杠杆的条件下，使用风险平价模型，得到的年化收益率为 13.29%，年化波动率为 3.31%，夏普比率为 3.11，最大回撤为 3.26%。

分析师 覃川桃

☎ 021-68751782

✉ qinct@cjsc.com

执业证书编号：S0490513030001

联系人 陈洁敏

☎ 021-68751787

✉ chenjm5@cjsc.com

联系人 杨靖凤

☎ (8621) 68751636

✉ yangjf@cjsc.com.cn

- 风险提示：**
1. 所有策略的测算结果均是依据特定资产和时间段由模型计算得出，对于使用其他资产和样本时间下的策略效果无法做出保证；
  2. 大类资产配置策略主要暴露于政策性风险、周期性风险等系统性风险，在应用策略时请注意相关风险。

## 目录

一、大类资产配置策略简介 .....	4
1.1 耶鲁模式 .....	4
实践效果 .....	4
局限性 .....	5
1.2 马克维茨均值方差模型 .....	5
公式推导 .....	6
局限性 .....	6
1.3 Black-Litterman 模型 .....	6
公式推导 .....	6
局限性 .....	7
二、风险平价模型 .....	7
2.1 模型简介 .....	7
2.2 实践效果 .....	7
2.3 模型计算 .....	8
2.4 风险平价策略 .....	8
三、风险平价模型的增强—添加风险预算 .....	10
3.1 风险预算的定义 .....	10
3.2 风险预算风险平价策略 .....	11
3.3 动态风险预算风险平价策略 .....	12
四、风险平价模型的增强—债券加杠杆 .....	17
五、风险平价的增强在构建 FOF 策略时的应用 .....	19

## 图表目录

图 1: 1985 年—2015 年耶鲁捐赠基金资产配置 .....	4
图 2: 1950 年—2015 年耶鲁捐赠基金市值增长与通货膨胀 .....	5
图 3: 全天候组合、永久投资组合及基准的年化收益率曲线 .....	7
图 4: 全天候组合、永久投资组合及基准的年华波动率曲线 .....	7
图 5: 2009 年—2016 年各资产的收益曲线 (基准均设为 1000) .....	9
图 6: 风险平价策略中各资产权重变化 .....	10
图 7: 纯风险平价策略和风险预算风险平价策略 .....	11
图 8: 风险平价、风险预算及动态风险预算风险平价策略的净值曲线 .....	13
图 9: 动态风险预算风险平价策略中各资产权重变化 .....	14
图 10: 风险平价、风险预算及动态风险预算风险平价策略的净值曲线 .....	15
图 11: 09-16 年各资产对组合收益率贡献 .....	16
图 12: 债券加杠杆后风险平价策略中各资产权重变化 (三倍杠杆率) .....	18
图 13: 风险平价策略与股债平价指数的净值曲线 .....	20
表 1: 2011 年—2015 年耶鲁捐赠基金业绩 .....	5
表 2: 风险平价策略中各资产之间相关性系数 .....	9
表 3: 风险平价策略的回测效果 .....	10
表 4: 风险平价策略中各资产的平均权重 .....	10
表 5: 风险平价策略的回测效果 .....	11
表 6: 添加风险预算之后对资产权重及组合收益风险的影响 .....	12
表 7: 风险平价策略的回测效果 .....	13
表 8: 基础风险预算增加后的动态风险预算风险平价策略 .....	14
表 9: 最优动态风险预算风险平价策略的季度收益率 .....	15
表 10: 各资产每年的累积收益率 .....	15
表 11: 公募债基杠杆限制下的风险平价策略效果 .....	17
表 12: 无债券杠杆限制下的风险平价策略效果 .....	18
表 13: 债券加杠杆后风险平价策略的季度收益率 (三倍杠杆率) .....	19
表 14: 风险平价策略和上证股债平价指数的效果比较 .....	19
表 15: ETF 及 ETF 链接的资产覆盖范围 (截止到 2016 年 10 月份) .....	20

本篇是大类资产配置方法研究的第一篇报告，报告中对于各种大类资产配置方法做出了简单介绍，重点探讨了资产配置的风险平价模型，并在原模型的框架之上，添加了风险预算、动量效应、债券加杠杆三个方面的内容，实现了对原有的模型的有效增强，对于构建 FOF 策略，应用风险平价模型有实践指导意义。

## 一、 大类资产配置策略简介

资产配置从投资学开设以来就是一个重要课题，在学术上，海内外不断的取得了重要突破和进展，但是在实际应用中，使用的方法很有限，并且每种方法都具有其特定的局限性。在大体上可以将大类资产配置策略分为主动策略和量化策略，主动策略主要是指依据宏观经济、政策等非量化指标来对各资产的预期收益率做出判断，主动调整各类资产的配置权重。量化策略则是根据各资产的风险、收益等量化特征，为了达到特定的风险收益目标而进行模型构建、求解、测验等，最终得出各资产配置权重的方法。下文将对几种常用的大类资产配置策略做出介绍。

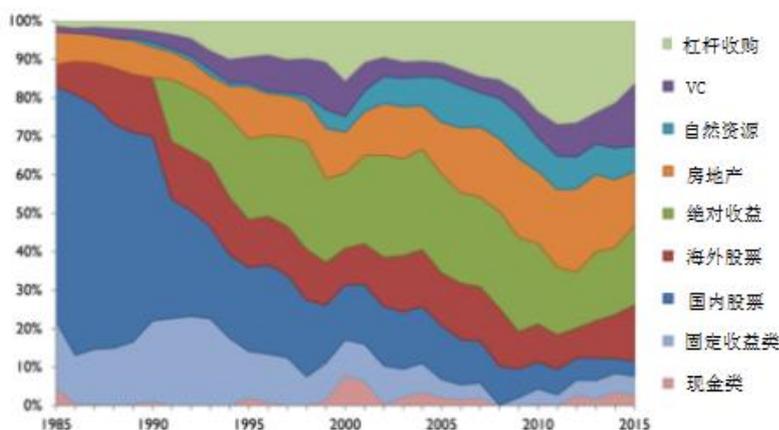
### 1.1 耶鲁模式

耶鲁模式来自于耶鲁大学捐赠基金，捐赠基金的特点是资金量大、用途分配明确、有最低收益率要求、持续期长（永续存在），耶鲁模式的投资特点是资产类型分散、偏好另类投资，在海外市场、股权、房地产上耶鲁捐赠基金都做了较高配置。耶鲁模式结合了传统的资产配置理论—马克维茨均值方差模型和成熟的主观市场判断，但是由于非流动性资产的风险和收益特征难以量化，所以整体而言，耶鲁模式更加偏向于主动型的资产管理。

#### 实践效果

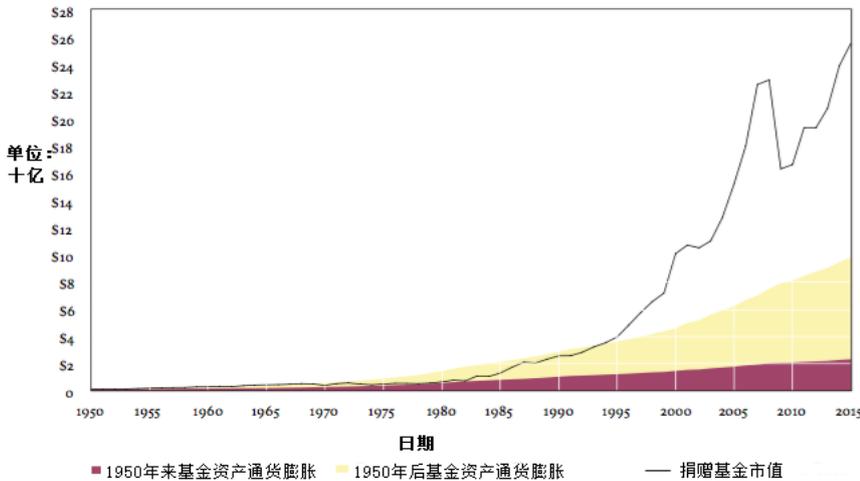
从耶鲁捐赠基金近几十年以来的经营情况来分析耶鲁模式的实践效果，以下分别是基金的资产配置、基金业绩情况。

图 1：1985 年—2015 年耶鲁捐赠基金资产配置



资料来源：耶鲁大学投资管理办公室(Yale Investments Office)，长江证券研究所

图 2：1950 年—2015 年耶鲁捐赠基金市值增长与通货膨胀



资料来源：耶鲁大学投资管理办公室(Yale Investments Office), 长江证券研究所

此处用于比较的通货膨胀不等于美国 CPI 数据, 是耶鲁大学根据高等教育行业特定的一篮子商品和服务衡量得来, 大约高于 CPI 值 1%。

表 1：2011 年—2015 年耶鲁捐赠基金业绩

	2015	2014	2013	2012	2011
市值 (百万美元)	25,572	23895	20780	19345	19374
年化收益率	11.5%	20.2%	12.5%	4.7%	21.9%
绝对收益率	20.5%	17.4%	17.8%	14.5%	17.5%

资料来源：耶鲁大学投资管理办公室(Yale Investments Office), 长江证券研究所

耶鲁模式成功的为耶鲁捐赠基金取得了过去 30 年来收益率 13.9% 的业绩, 并且为耶鲁大学贡献了高达 139 亿美元的支出, 成为了美国常青藤大学的捐赠基金的佼佼者。

## 局限性

首先是耶鲁模式难以被复制, 过于依赖于主动型的管理使得耶鲁模式对于基金经理有很高的要求; 其次是耶鲁模式追求资产分散化, 各资产之间的相关性要低, 而很多类型的基金或者投资组合都受到一定的投资限制, 并不能自由选择投资标的; 第三点是耶鲁模式以承担较高流动性风险为代价实现超额收益, 需要投资及金额达到一定的规模, 存续时间达到一定年限才能实现有效盈利。

## 1.2 马克维茨均值方差模型

马克维茨均值方差模型在最早提出将数理统计的方法应用到投资组合选择上, 并将资产的期望收益率的波动率定义为风险, 这种风险度量方式也在之后的资产配置模型中被广泛应用, 其主要目标是通过期初的资产配置实现尽可能高的组合收益率和尽可能低的组合波动率。

## 公式推导

通过对于投资目标的量化建模，在不允许卖空的条件下，均值方差模型可以通过以下优化方式来实现：

$$\begin{aligned} & \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \\ & \text{s. t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中， $x_i$ 为资产  $i$  的权重，

$\Sigma_{ij}$  为资产  $i$  和  $j$  的协方差。

输入参数：各资产的历史收益率和历史收益率的波动率。

## 局限性

关于均值方差模型存在的种种弊端在国内外有很多讨论，总结起来主要是有以下几点：首先是对于历史数据的依赖性强，预期收益率及风险度量都是用历史数据来衡量，所以一旦某种资产的样本外收益风险发生变化，整个结果会受到很大影响；第二点，使用均值方差模型并不能实现完全的分散风险，例如股债的组合中，股票型贡献了大部分的风险和收益。

## 1.3 Black-Litterman 模型

Black-Litterman 模型可以认为是对均值方差模型的一个扩展，主要是针对均值方差模型对于历史数据的依赖性从而提出将个人观点融入到资产配置模型之中，用于重新估计预期收益率。

## 公式推导

假设市场上有  $N$  个大类资产可选，对资产收益率预期的判断观点有  $K$  个，组成了  $K \times 1$  的观点向量  $Q$ ，那么可以通过解下面的优化方程，最大化超额回报来求取最优资产配置比例。

$$\operatorname{argmax} \frac{(\tau \Sigma)^{-1} \Pi + P^T \Omega^{-1} Q}{(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P}$$

其中， $\tau$ 代表主观观点的比例系数，

$\Sigma$ 代表各资产的协方差矩阵 ( $N \times N$ )，

$P$ 代表给  $K$  个资产发表的观点矩阵 ( $K \times N$ )，

$\Omega$ 代表给予观点的可信性矩阵 ( $K \times K$ )，

$\Pi$ 代表市场超额收益率矩阵 ( $N \times 1$ )，

$Q$ 代表观点向量 ( $K \times 1$ )。

然后根据实际要求添加限制条件，例如是否做空，对风险是否有限制要求等。

## 局限性

Black-Litterman 模型弥补了均值方差模型的一些不足，但是从模型的求解和输入参数中可以看到相比均值方差 Black-Litterman 复杂得多，主观观点的选择、可信性、权重占比等因素对于结果的输出影响较大，且不可控。

## 二、 风险平价模型

本篇想要详细介绍的是大类资产配置的风险平价模型，因此将风险平价模型单独拎出。

### 2.1 模型简介

均值方差和 Black-Litterman 模型通过上面介绍可以看出是一脉相承，在实际运用中都难以实现真正的风险分散化，而风险平价模型跳出了这两者的框架，提出了从风险分配的角度来进行资产配置。具体的想法是通过保持各资产对组合的风险贡献度相等，从而保证了风险在可控的范围内。在此逻辑背景之下，国内外也出现了一些对此想法进行实践操作的投资组合，均取得了较好效果。

### 2.2 实践效果

国外的实践历史较长，最著名的当属桥水基金在 1996 年提出的全天候策略。全天候的资产组合与 S&P500 指数所代表的市场表现相比有更低的风险和更高的投资回报。从金融危机发生至 2010 年 3 月，全天候的资产组合获得了将近 19% 的收益，而同期的市场表现则亏损了 6%。

对全天候策略的效果进行分析时，用市场表现作为基准，并且与永久投资组合进行比较。永久投资组合由 Harry Browne 在上世纪 80 年代提出，由 35% 政府债券、20% 黄金、15% 成长股、15% 房地产与能源类股票、10% 瑞士法郎债券及 5% 白银组成。在过去 25 年中，该组合的平均年化收益为 6.38%

图 3：全天候组合、永久投资组合及基准的年化收益率曲线



资料来源：桥水基金，长江证券研究所，彭博

图 4：全天候组合、永久投资组合及基准的年华波动率曲线



资料来源：桥水基金，长江证券研究所，彭博

从 05 年以来的三种组合的数据可以看出，在面对黑天鹅事件时，全天候策略和永久投资组合的波动率更小，抗风险能力更强。但是无论是全天候策略还是永久投资组合都更为适用于长期稳定的组合投资，这一点也和 FOF 策略致力于在长跑中获胜的目标十分契合。

## 2.3 模型计算

根据风险平价模型的原理，在一个资产的投资组合中，对任意的资产  $i$  和  $j$ ，有：

$$RC_i = RC_j$$

其中， $RC_i$  为风险平价组合中第  $i$  类资产的风险贡献， $RC_i = x_i \frac{\partial \sigma(x)}{\partial x_i} = x_i \frac{(\Sigma x)_i}{\sqrt{x^T \Sigma x}}$ ，

$\sigma(x)$  为风险平价组合的波动率，

$x_i$  为第  $i$  类资产的权重，

$\Sigma$  为风险评价组合的样本协方差。

在实际问题中进行模型的求解可以分为以下几步：

第一步：确定资产组合中资产的数目，获取各个资产的历史数据，主要是较长时间的日收益率序列；

第二步：在一定限制条件下最优化问题<sup>1</sup>求解，求解式为：

$$\begin{aligned} & \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i(\Sigma x)_i - x_j(\Sigma x)_j)^2 \\ & \text{s. t.} \begin{cases} \mathbf{1}^T x = 1 \\ 0 \leq x \leq 1 \end{cases} \end{aligned}$$

第三步：根据资产组合调整频率，在每个调整周期前求解最优权重。

## 2.4 风险平价策略

为了验证风险平价模型在国内的实践效果，本文选取了国内常见的几种大类资产，构建风险平价策略进行测算。

构建风险平价策略选择的资产及样本时间如下：

- 样本时间：2008 年 1 月—2016 年 11 月
- 组合资产：沪深 300 指数、中证 500 指数、香港恒生指数、美国 NASDAQ 指数、上证企债指数、上证国债指数、SHFE 黄金现货
- 调仓频率：季度调仓
- 输入参数：风险度量，使用日收益率序列的标准差

协方差矩阵，使用过去一年的历史收益率序列来滚动计算

<sup>1</sup> 风险平价模型的求解式推导及求解算法参考《Efficient Algorithms for Computing Risk Parity Portfolio Weights》，Chaves,D., Hsu,J.,Li,F., & Shakernia, O.。

组合权重调整频率，以季度为周期进行调整

无风险利率，取 3%。

构建风险平价策略所选取的资产可以分为四大类：国内股票、海外股票、债券、商品。基本上覆盖了目前国内大部分机构可投资产类型。

国内股票选取沪深 300 指数代表流通性好、市值高的大盘股，中证 500 指数代表成长性强的中小盘股，恒生指数和 NASDAQ 分别代表了香港股市和美国股市，也是国内在海外投资的主要选择对象。

商品目前只选择了黄金现货数据做研究，主要是因为黄金类的 ETF 主要以 SHFE 黄金现货做标的，普适性较强。

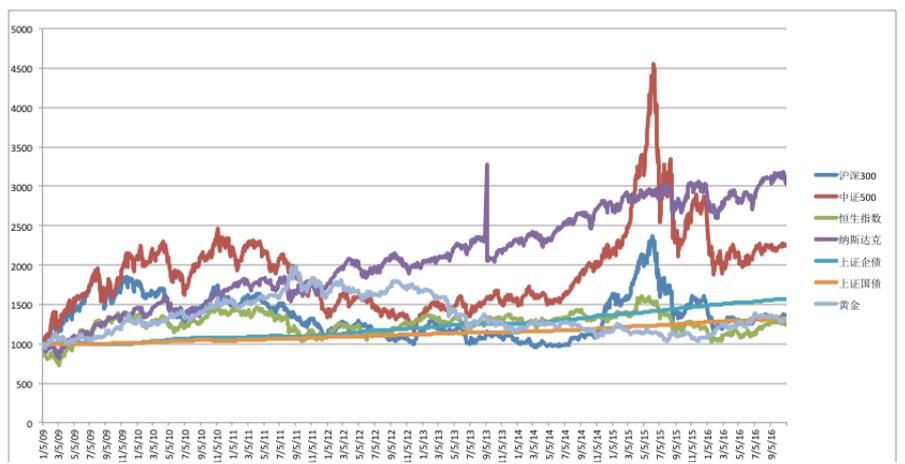
通过使用所有样本内数据计算各资产之间的相关性系数可以看出，风险平价策略中所选择的各类资产之间的相关性较小，可以实现资产分散的需求。

表 2：风险平价策略中各资产之间相关性系数

	沪深300	中证500	恒生	纳斯达克	上证企债	上证国债	黄金
沪深300	1						
中证500	0.892509417	1					
恒生	0.522029715	0.4208813	1				
纳斯达克	0.099728927	0.0649326	0.208359	1			
上证企债	-0.07524023	-0.035703	-0.08395	-0.06891	1		
上证国债	-0.07784056	-0.046187	-0.09066	-0.03279	0.4121748	1	
黄金	0.095074534	0.0781386	0.171661	0.028846	-0.0170936	0.011606	1

资料来源：Wind，长江证券研究所

图 5：2009 年—2016 年各资产的收益曲线（基准均设为 1000）



资料来源：Wind，长江证券研究所

策略在选取的时间区间内的效果见表 3，在取无风险利率为 3%的前提下，可以达到超过 2 的夏普比率，风险调整后的指标表现显眼。但是单独看收益率只有 5%的水平，比较适合对于稳定性有较高要求的投资者。

表 3: 风险平价策略的回测效果

策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
风险平价	5.0663%	0.8095%	2.55	1.25

资料来源: Wind, 长江证券研究所

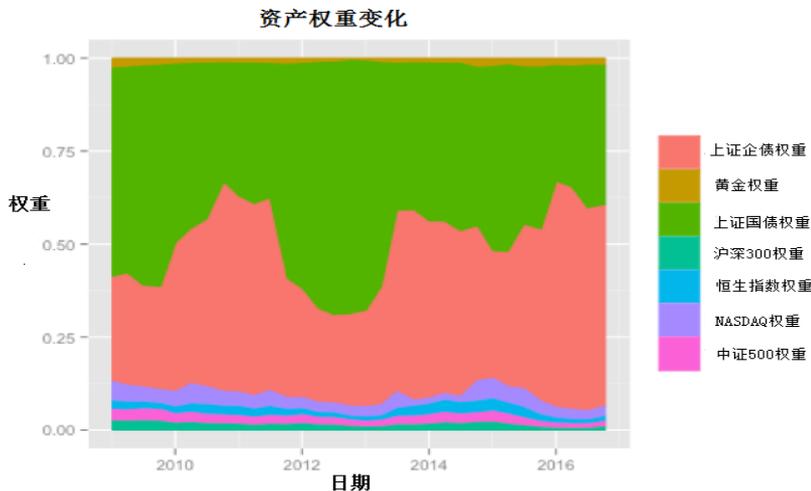
表 4: 风险平价策略中各资产的平均权重

沪深300	中证500	恒生指数	NASDAQ	上证企债	上证国债	黄金
0.01018	0.009430	0.01346	0.01672	0.442102	0.4874	0.02067

资料来源: Wind, 长江证券研究所

穿透到策略中各资产的权重占比, 可以看到在整个样本时间内, 两种债券指数的平均权重占比超过了 80%, 正是由于正常情况下债券具有低风险低收益的特征, 对于组合的风险贡献度较小, 因此分配的权重高。

图 6: 风险平价策略中各资产权重变化



资料来源: Wind, 长江证券研究所

整体而言, 在投资者对于风险处于绝对厌恶的条件下, 低回撤、高夏普比率的风险平价策略是很好的资产配置方法。但是为了使得该方法能够适应不同类型的投资者需求, 下面两节将提出对于风险平价模型的收益增强版本。

### 三、 风险平价模型的增强—添加风险预算

在对收益率有较高要求时, 只能通过牺牲部分风险的方式来增强收益, 此时可以适当的降低对组合风险的要求, 增大高风险高收益资产的配置比例。提出风险预算就是摒弃了单纯依据模型来分配资产比例的方式, 投资者根据自己的风险承担能力在每个周期主动对各资产的风险贡献分配额度。

#### 3.1 风险预算的定义

风险预算可以等同为每一类资产的风险贡献, 在传统的风险平价模型中, 设定各资产的风险贡献相等, 即组合中各资产的风险预算为:

[沪深 300 指数, 中证 500 指数, 香港恒生指数, 美国 NASDAQ 指数, 上证企债指数, 上证国债指数, SHFE 黄金现货] = [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]。

由于组合债券的风险相对于股票较低, 在不能对债券采取杠杆的情况下, 尝试增加股票资产的风险预算, 例如将风险预算变为:

[沪深 300 指数, 中证 500 指数, 香港恒生指数, 美国 NASDAQ 指数, 上证企债指数, 上证国债指数, SHFE 黄金现货] = [2, 2, 2, 2, 1, 1, 1]。

之后出现的风险预算赋值的顺序均按照以上资产的顺序给出。

在引入风险预算之后模型可以转变为求解:

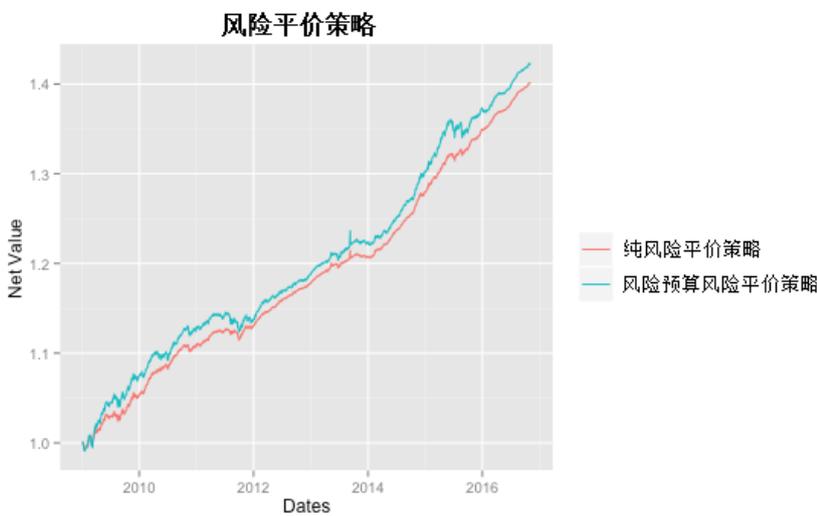
$$x^* = \operatorname{argmin} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R B_i x_i(\Sigma x)_i - R B_j x_j(\Sigma x)_j)^2 + \lambda$$

其中,  $R B_i$  和  $R B_j$  分别表示分配给资产  $i$  和资产  $j$  的风险预算权重。

### 3.2 风险预算风险平价策略

接下来, 可以通过使用相同的资产以及样本区间, 主动添加风险预算来测试改良之后的策略效果。由于四种资产之中, 股票型资产往往是高风险高收益的代表, 大部分投资者对于股票投资也比较熟悉, 为了更为清晰的展示出风险预算对于组合的各种影响, 在策略中仅仅对四种股票资产添加风险预算条件。

图 7: 纯风险平价策略和风险预算风险平价策略



资料来源: Wind, 长江证券研究所

表 5: 风险平价策略的回测效果

策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
风险平价	5.0663%	0.8095%	2.55	1.25
风险预算[2, 2, 2, 2, 1, 1, 1]	5.3584%	1.2647%	1.86	2.19

资料来源: Wind, 长江证券研究所

在引入风险预算, 将四种风险资产的风险配比加倍之后, 收益率有了一定的提高, 与此同时波动率也增大, 夏普比率略微降低, 基本上符合我们对于添加风险预算的预期。为了更为清晰的展示风险预算的大小对各资产权重及组合收益风险的影响, 不断提高风险

预算，测算的结果如下，注意下表中的风险预算是将股票类资产及债权类资产进行合并展示：

表 6：添加风险预算之后对资产权重及组合收益风险的影响

风险预算	股票权重	债券权重	黄金权重	年化收益率	年化波动率	夏普比率
[4,2,1]	0.0498	0.9295	0.0207	0.0507	0.0081	2.55
[8,2,1]	0.0933	0.8898	0.0170	0.0536	0.0126	1.86
[12,2,1]	0.1314	0.8541	0.0145	0.0556	0.0170	1.51
[16,2,1]	0.1653	0.8218	0.0129	0.0570	0.0210	1.29
[20,2,1]	0.1959	0.7924	0.0117	0.0581	0.0247	1.14
[24,2,1]	0.2237	0.7655	0.0109	0.0588	0.0280	1.03
[28,2,1]	0.2490	0.7408	0.0102	0.0593	0.0311	0.94
[32,2,1]	0.2698	0.7205	0.0097	0.0592	0.0338	0.86
[36,2,1]	0.3017	0.6889	0.0094	0.0638	0.0371	0.91
[40,2,1]	0.3388	0.6521	0.0091	0.0585	0.0412	0.69

资料来源：Wind，长江证券研究所

从上表可以看出，根据我们所选择的资产的风险收益特征，四种股票资产风险预算同等程度的增加对于股票类所占权重之和的影响是使其稳定上升，但是整体增加的幅度并不是很剧烈，基本上是每增加 1 个单位股票权重和增加 3%左右，可以实现对于股票权重的微调。

不同于股票权重的直线上升，股票类资产的风险预算增加后，对年化收益率的边际贡献是递减的，在风险预算增加较多的情形下收益率反而出现了下降，夏普比率基本上同风险预算保持了负相关关系。

### 3.3 动态风险预算风险平价策略

上节中对添加风险预算后组合收益风险的变化已经做出了一些验证和分析，但是整体而言，组合的收益率并不能够因此而实现稳定及大幅的增加，主要原因是平均增加每种股票资产的风险预算时并未考虑到各资产在每个周期内的收益情况，可能会因为某些时候某种股票资产出现熊市时增大了其配比反而拉低了组合整体收益率。考虑到大类资产往往周期性明显且周期持续时间较长，通过动量效应来动态的调整各资产的风险预算，追求在某种资产的牛市周期内增加其风险预算及资产权重，从而实现增厚收益的目的。

动量效应是认为资产的收益率在一定时间内有延续原来的运动方向的趋势，即过去一段时间收益率较高的资产在未来获得的收益率仍会高于过去收益率较低的资产。所以在进行调仓的时候将会参考上个投资区间内各个资产收益率状况，对下个投资区间的资产权重进行动态调整。

仍然选择针对股票资产运用动量效应，在每一个季度初根据前三个季度的各资产收益率情况，加权之后组成动量因子，根据动量因子大小进行风险预算的分配，进而影响权重。传递的逻辑可以用下图表示：

$$\Delta (ret1) + \Delta (ret2) + \Delta (ret3)$$

**风险预算**
**资产权重**

在对四种股票资产运动动态风险预算方法时，设定动量增加风险预算的上限为 25，如果出现由于动量效应风险预算为负的情形，对应的资产的权重设为 0。主要原因是：1、当选择的风险预算过大时股票的波动率会是债券波动率上千倍，在基于风险平价模型计算权重的时候，是利用算法做优化计算，两者差距太大会使得计算的准确度大幅降低；2、过大增加股票风险预算脱离了使用风险平价模型的初衷，如果对于股票资产的配置有如此高的要求而不是为了追求各个资产较为均衡分配，可以直接主动增加股票配置没必要通过风险平价模型来实现。

### 策略的回测效果

首先直接在传统的风险平价策略之中添加动量效应，组成基础风险预算加动态风险预算的策略，效果如下：

图 8：风险平价、风险预算及动态风险预算风险平价策略的净值曲线



资料来源：wind，长江证券研究所

表 7：风险平价策略的回测效果

策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
风险平价	5.0663%	0.8095%	2.55	1.25%
风险预算[2, 2, 2, 2, 1, 1, 1]	5.3584%	1.2647%	1.86	2.19%
基础风险预算+动态风险	13.6974%	5.4379%	1.96	17.10%

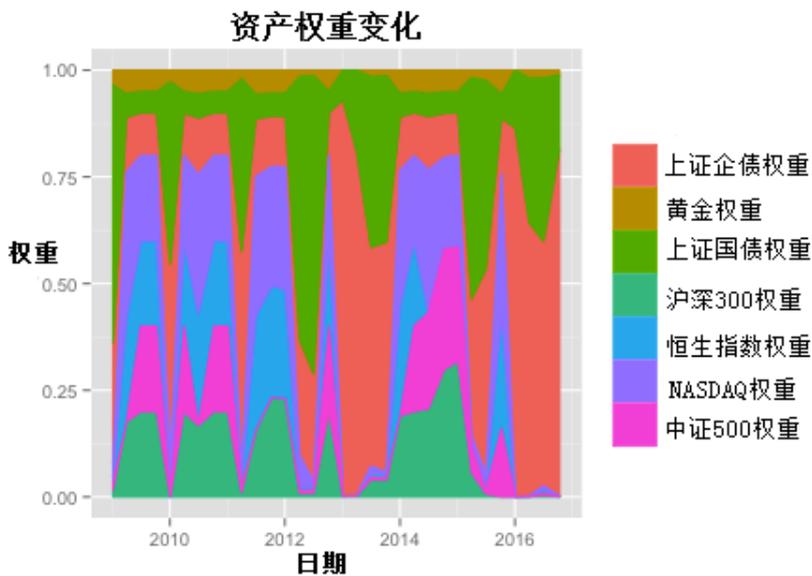
资料来源：Wind，长江证券研究所

将三种策略进行比较，从净值曲线中可以直观的看出动态风险预算风险平价策略从组合

构建之初就远超过风险平价策略和风险预算风险平价策略，但与此同时也出现了较大的波动率及最大回撤。整体而言，夏普比率较高，收益率也十分可观。

对组合收益率提升做出分析，可以看到使用动态风险预算之后，组合里面各资产的权重占比变化明显，分配相对均衡。

图 9：动态风险预算风险平价策略中各资产权重变化



资料来源：Wind，长江证券研究所

表 8：基础风险预算增加后的动态风险预算风险平价策略

风险预算	年化收益率	年化波动率	夏普比率
[4,2,1]	13.6974%	5.4379%	1.96
[8,2,1]	13.6451%	5.6236%	1.89
[12,2,1]	14.7502%	5.5502%	2.12
[16,2,1]	14.1220%	5.8566%	1.90
[20,2,1]	14.3489%	6.2374%	1.82

资料来源：Wind，长江证券研究所

在使用动态风险预算风险平价模型的时候，可以结合基础风险预算，相当于加强动量效应的风险预算增加效果，也使股票资产整体的权重稍微增强。表 8 测试了增加基础风险预算后的动态风险预算风险平价策略效果，由于我们之前已经验证过单纯增加风险预算对于资产权重的影响十分有限，因此在测试的时候以 1 为单位进行增加，不考虑单位小于 1 的增加情况。

从表 8 的结果，可以看到当基础风险预算设为[3,3,3,3,1,1,1]时，整体的收益和波动达到最优，夏普最高，因此在我们所选取的 8 年样本数据及资产品种的市场环境下，最优的动态风险预算风险平价策略是基础风险预算设为[3,3,3,3,1,1,1]时的策略。

图 10: 风险平价、风险预算及动态风险预算风险平价策略的净值曲线



资料来源: Wind, 长江证券研究所

表 9: 最优动态风险预算风险平价策略的季度收益率

年份	Q1	Q2	Q3	Q4	收益率
2009	2.88%	19.08%	3.66%	7.89%	33.50%
2010	3.23%	-2.75%	10.53%	5.11%	16.11%
2011	2.28%	0.26%	-12.60%	-2.25%	-12.31%
2012	8.83%	-0.18%	0.94%	0.10%	9.70%
2013	2.32%	0.82%	2.56%	-0.11%	5.58%
2014	-3.13%	3.31%	10.97%	19.67%	30.81%
2015	14.05%	5.82%	-1.77%	10.21%	28.31%
2016	2.30%	1.14%	2.13%	0.41%	5.98%

资料来源: Wind, 长江证券研究所

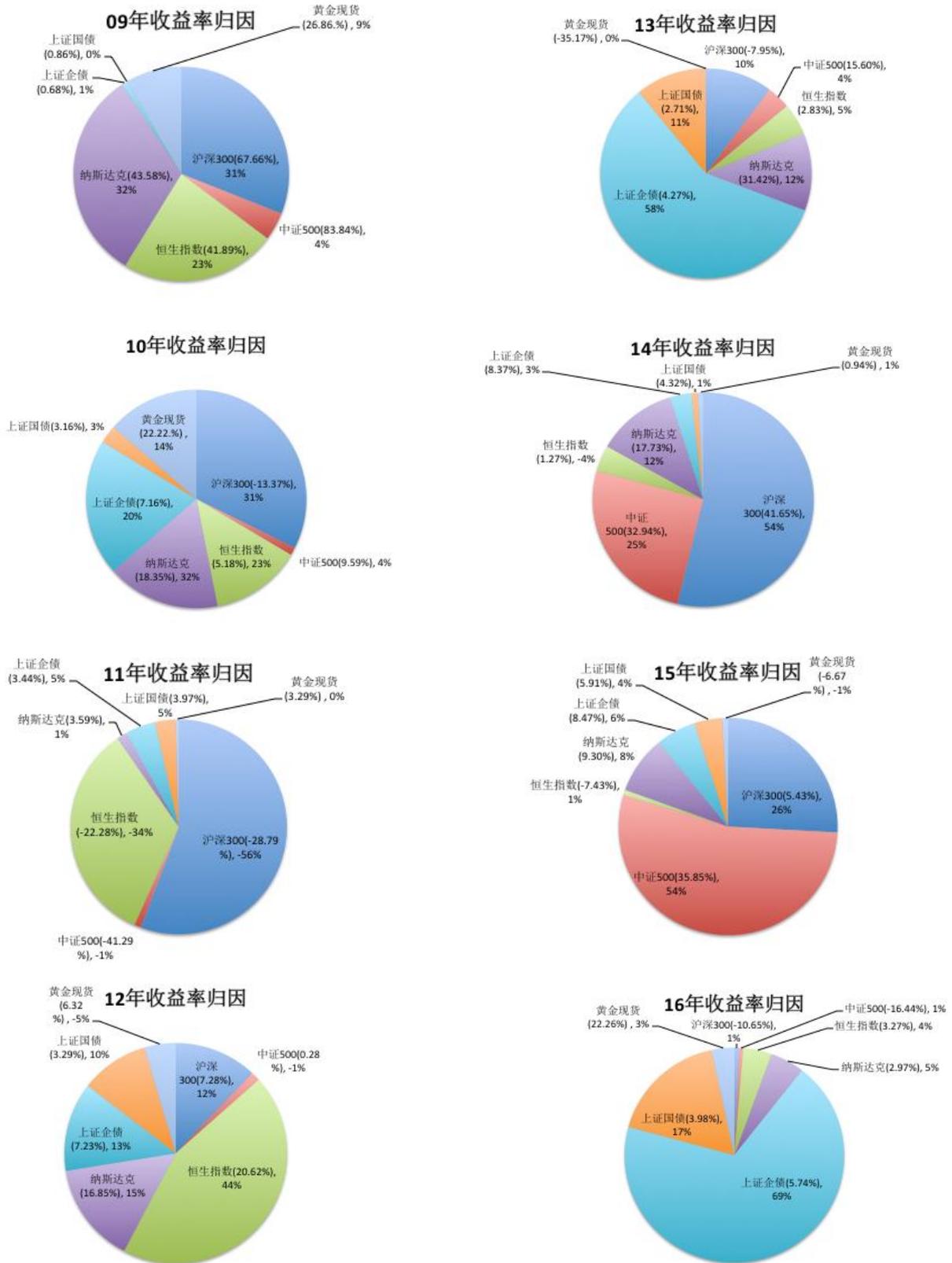
对最优动态风险预算风险平价策略的每个季度的绝对收益率进行分解, 出现负收益率的情况比较少, 主要出现在 2011 年的后两个季度, 归结到各个资产的收益率贡献之上, 主要是沪深 300 和恒生指数导致 2011 年出现大幅回撤。

表 10: 各资产每年的累积收益率

年份	沪深300	中证500	恒生指数	纳斯达克	上证企债	上证国债	黄金现货
2009	67.66%	83.84%	41.89%	43.58%	0.68%	0.86%	26.86%
2010	-13.37%	9.59%	5.18%	18.35%	7.16%	3.16%	22.22%
2011	-28.79%	-41.29%	-22.28%	3.59%	3.44%	3.97%	3.29%
2012	7.28%	0.28%	20.62%	16.85%	7.23%	3.29%	6.32%
2013	-7.96%	15.60%	2.83%	31.42%	4.27%	2.71%	-35.17%
2014	41.65%	32.94%	1.27%	17.73%	8.37%	4.32%	0.94%
2015	5.43%	35.85%	-7.43%	9.30%	8.47%	5.91%	-6.67%
2016	-10.65%	-16.44%	3.27%	2.97%	5.74%	3.98%	22.26%

资料来源: Wind, 长江证券研究所

图 11：09-16 年各资产对组合收益率贡献



资料来源：Wind，长江证券研究所

动态风险预算风险平价提供了一个比较灵活的框架，投资者可以根据自己的收益预期和风险承担能力来自主配置风险预算，并且将更多的选股方面的量化方式通过调节风险预算的方式在风险平价模型上实现。

## 四、 风险平价模型的增强—债券加杠杆

前面几节添加风险预算和动量效应均是针对股票型资产，目的是利用股票的高风险和高收益特征来提高组合整体的收益率。考虑到目前的市场上，大部分债券均可以通过加杠杆方式改变其风险收益属性，在可以对债券添加杠杆的条件下进行风险平价策略的测算。

- 杠杆率：债市加杠杆的主要模式是通过银行间市场进行质押式回购，目前受央行和银监会的双重监管，透明度较高，一般不超过 2 倍杠杆，公募债基的比例更是要求不超过总资产的 140%；

结构化产品的杠杆率可高达 10 倍。调仓频率：季度调仓

- 融资费用：取 3%
- 收益率的计算： $\text{收益率} * (1 + \text{杠杆率}) - \text{融资费用} * \text{杠杆率}$

实际运用风险平价模型进行计算的时候，由于添加了杠杆输入的收益率序列变为减去了融资费用之后的调整后收益率，收益和风险同时增加。考虑不同的债权杠杆率限制之下的策略效果。

表 11：公募债基杠杆限制下的风险平价策略效果

杠杆率	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
1	9.45%	2.37%	2.72	2.32%
1.1	9.86%	2.47%	2.77	2.42%
1.2	10.26%	2.57%	2.82	2.52%
1.3	10.65%	2.67%	2.87	2.62%
1.4	11.04%	2.76%	2.91	2.71%

资料来源：Wind，长江证券研究所

表 12: 无债券杠杆限制下的风险平价策略效果

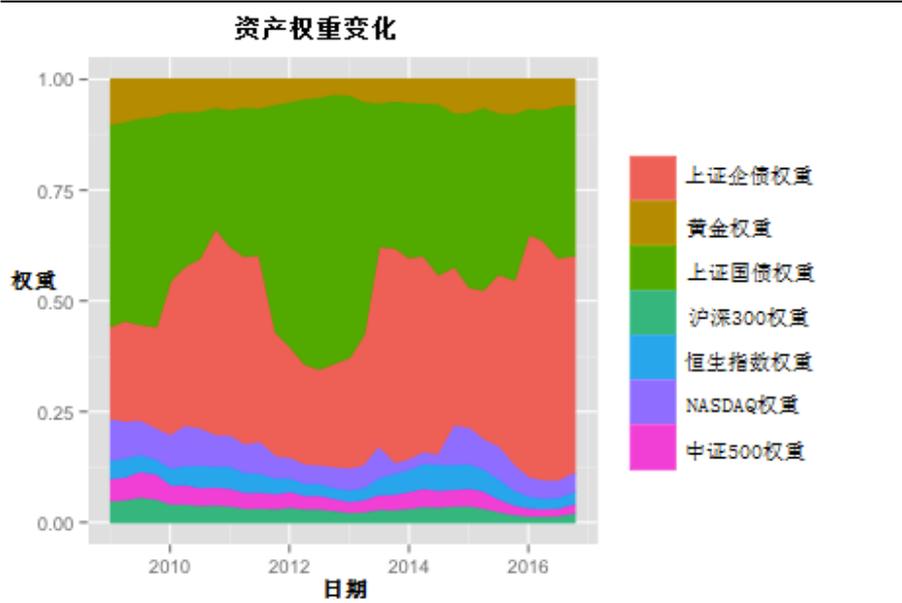
杠杆率	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
1	9.45%	2.37%	2.72	2.32%
2	13.29%	3.31%	3.11	3.26%
3	16.68%	4.12%	3.32	4.07%
4	19.71%	4.83%	3.46	4.80%
5	22.43%	5.46%	3.56	5.44%
6	24.89%	6.03%	3.63	6.01%
7	27.12%	6.54%	3.69	6.53%
8	29.16%	7.00%	3.74	7.00%
9	31.03%	7.42%	3.78	7.43%
10	32.75%	7.81%	3.81	7.82%

资料来源: Wind, 长江证券研究所

债权加杠杆的效果较为显著, 在杠杆率不断增加的情况下, 可以实现夏普比率的增大, 是一种性价比很高的方式。分析其中原因, 有可能是债券风险增大之后, 利用风险平价模型可以实现各资产间更为均衡的配置从而享受更多股票收益; 也得益于在样本时间内债券市场处于周期较长的牛市。不过这种直线增加也有可能是因为没有考虑到增大杠杆时可能出现的融资费用增加的情况。

选择三倍杠杆率下的风险平价策略中各资产的权重占比图验证了夏普比率增大的第一个原因猜想。虽然两种债券占比仍然较高, 超过 50%, 但是相比直接采取风险平价策略其他几种资产的权重有了较大提升, 并且分配得较为均衡。

图 12: 债券加杠杆后风险平价策略中各资产权重变化 (三倍杠杆率)



资料来源: Wind, 长江证券研究所

表 13: 债券加杠杆后风险平价策略的季度收益率 (三倍杠杆率)

年份	Q1	Q2	Q3	Q4	收益率
2009	3.09%	4.02%	-0.56%	4.65%	11.20%
2010	5.91%	0.60%	5.33%	-0.65%	11.18%
2011	1.47%	0.36%	-4.91%	3.52%	0.44%
2012	3.29%	2.74%	1.68%	1.39%	9.10%
2013	2.34%	-0.02%	2.44%	-2.02%	2.74%
2014	1.53%	4.55%	4.33%	6.09%	16.51%
2015	5.18%	4.46%	0.78%	5.49%	15.91%
2016	4.48%	2.00%	4.50%	-0.04%	10.94%

资料来源: Wind, 长江证券研究所

在三倍杠杆率的债权加杠杆条件下, 各季度及年度收益率表现见表 12, 每年度都能够实现正的绝对收益率, 且每季度的负收益率较小。

整体而言, 债券加杠杆下的风险平价表现更优于动态风险预算风险平价策略, 主要的局限性体现在首先是应用债券加杠杆时可行性, 实际中可能出现融资困难以及融资费用较高等问题; 其次, 如果遇到整个债券市场环境较差的情况, 在一段时间内, 债券加杠杆的策略都没法实现较好收益。

## 五、 风险平价的增强在构建 FOF 策略时的应用

以上的在风险平价模型上做的增强策略均可以应用在实际的 FOF 策略构建中, 首先是资产的选择基本上覆盖了目前投资者可以接触到的资产类型, 由于添加了海外股票及商品这些与国内股票相关性较低的资产, 能够在一定程度上增强风险平价的效果。

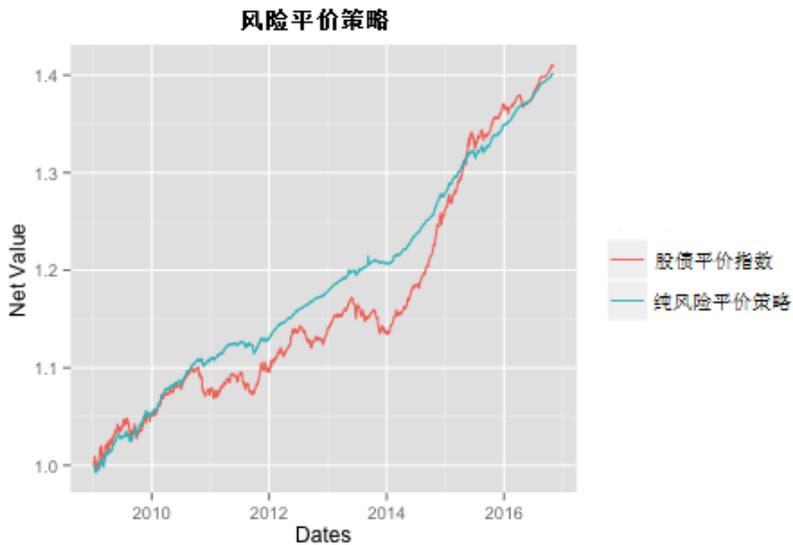
可以通过与上证股债平价指数进行对比, 上证股债平价指数运用的资产有沪深300、中证500、中证金边中期国债指数及中证中期企业债指数, 仅包含股票和债券各两种资产。其调仓频率与动态风险平价策略的频率相同。但是比较图19的净值曲线可以看出, 在相同时间段内, 我们所采取的资产种类较多的风险平价策略更为稳定, 在风险收益。

表 14: 风险平价策略和上证股债平价指数的效果比较

策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
风险平价	5.0663%	0.8095%	2.55	1.25%
股债平价	5.3990%	2.5038%	0.96	3.79%

资料来源: Wind, 长江证券研究所

图 13: 风险平价策略与股债平价指数的净值曲线



资料来源: Wind, 长江证券研究所

其次, 在公募 FOF 策略的构建时选择被动型基金作为配置对象可以实现管理透明、费用低廉等优点, ETF 作为一种流动性较高, 资产类别覆盖范围广的基金类型更是较优选择。我们用于构建策略时使用的资产均有对应的 ETF 产品, 因此风险平价模型的利益增强策略是可以直接运用在被动型 FOF 策略构建中的。

表 15: ETF 及 ETF 链接的资产覆盖范围 (截止到 2016 年 10 月份)

资产类别	对应ETF	数量
A股	覆盖了各类指数、不同风格及不同概念, 例如华夏中证500ETF	
债券	例如国泰上证5年期国债ETF	共4只
商品	例如博时黄金ETF	黄金类3只
现金	例如华泰柏瑞交易货币A	包括保证金、货币等共23只
QDII	例如易方达恒生H股ETF	H股、纳指、标普等共7只

资料来源: 长江证券研究所, Wind

在主动型 FOF 策略构建时, 可以根据目标收益和风险来选择风险平价收益增强策略来进行大类资产上的权重配置, 接下来通过优选各类中的子基金来进一步增强整体收益。海外市场可以根据投资者的投资限制, 选择通过直接投资海外对冲基金或者通过投资国内 QDII 基金来实现。商品则可以通过持有 CTA 策略的基金或者商品期货来增强整体收益。商品品种的选择在实际操作中也可以更为灵活, 可以选择较为熟悉的商品品种或者多选择几种相关性较小的商品种类来使整个 FOF 组合具有更为稳健的长期表现。

## 投资评级说明

行业评级	报告发布日后的 12 个月内行业股票指数的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：
看好：	相对表现优于市场
中性：	相对表现与市场持平
看淡：	相对表现弱于市场
公司评级	报告发布日后的 12 个月内公司的涨跌幅度相对同期沪深 300 指数的涨跌幅为基准，投资建议的评级标准为：
买入：	相对大盘涨幅大于 10%
增持：	相对大盘涨幅在 5%~10%之间
中性：	相对大盘涨幅在-5%~5%之间
减持：	相对大盘涨幅小于-5%
无投资评级：	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

## 联系我们

### 上海

浦东新区世纪大道 1589 号长泰国际金融大厦 21 楼（200122）

### 武汉

武汉市新华路特 8 号长江证券大厦 11 楼（430015）

### 北京

西城区金融街 33 号通泰大厦 15 层（100032）

### 深圳

深圳市福田区福华一路 6 号免税商务大厦 18 楼（518000）

## 重要声明

长江证券股份有限公司具有证券投资咨询业务资格，经营证券业务许可证编号：10060000。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。报告中的信息或意见并不构成所述证券的买卖出价或征价，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司及作者在自身所知知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

本报告版权仅仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用须注明出处为长江证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的，应当注明本报告的发布人和发布日期，提示使用证券研究报告的风险。未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。