

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

黄晓彬 执业证书编号：S0570516070001
研究员 0755-23950493
huangxiaobin@htsc.com

张泽 0755-82493656
联系人 zhangze@htsc.com

刘依苇 0755-23950493
联系人 liuyiwei@htsc.com

相关研究

- 1 《金工：基于量价的人工智能选股体系概览》2020.02
- 2 《金工：美元大周期与新兴市场货币危机》2020.02
- 3 《金工：拥挤度指标在行业配置中的应用》2020.02

风险预算模型的预算分配方式研究

放松预算分配约束、增加收益表现优化目标的方法

全文摘要

由于资产收益率的不稳定与难以预测，风控类配置模型将组合管理的目标聚焦在风险上。风险预算模型可设置各类资产的风险贡献，相比风险平价模型灵活度更高。推导证明，在资产间相关性为0的假设下，按资产夏普率平方比设风险预算可得夏普最优组合。但实践中，基础假设难以满足，即使不考虑假设直接按夏普率平方比配置权重，也会存在债券权重过高的问题。风险预算配比与权重映射关系复杂，故尝试将固定风险预算放松，并增设收益类优化目标以期提升表现。实证结果显示，增加最大化组合夏普比的改进模型在不同风险预算配比和不同回测区间都能有效提升业绩表现。

各资产风险预算比等于夏普率平方比的风险预算组合为理论夏普最优组合
风险预算相比风险平价在风险分配上具有更高的灵活度，且在理论上存在可能性使资产组合夏普达到马科维茨最优。通过数学推导，得到风险平价与风险预算两个模型配置出马科维茨最优组合的条件：在资产间相关性为0的前提下，风险平价组合的条件为各资产夏普率相同；而风险预算组合的条件为各资产风险预算的配比等于其夏普比率的平方比。相关性为0的资产组合在市场中是不存在的，理论分析难以应用，即使不考虑假设，强行按照结论配置，结果也不理想，可见两个模型的核心在于风控。

基于资产夏普平方比的预算分配方式会超配债券，实际投资效果不达预期
历史数据显示我国股债收益率相关系数维持较低水平，我们假定资产间相关性为0的基础条件成立，并根据理论方法构建组合。由于我国股债夏普率相差很大，按照股债夏普平方比来设置风险预算配比，会使得风险预算模型大比例配置债券，然而业绩表现并不好。进一步研究分析原因：在较强假设下推导出的夏普最优的风险预算理论分配方式，市场实际无法满足理论假设条件，即使在某种程度上接近假设条件，强行按照理论最优配置投资，投资效果也与预期差距较大，可见基于强假设的理论结果由于市场条件不存在，或者即使看似接近也并不能有效指导投资实践。

资产波动率的变动特性使风险预算与组合配置权重的映射关系复杂多变
长期来看，各类别资产波动率存在显著差异，可根据各资产的长期波动率特征设置基准风险预算配比。但通过回测我们发现，固定股债风险预算下不同样本区间股票权重变化范围很广，股票权重大体遵循随风险预算增加而增加、但增幅递减的规律，预算与权重之间的映射关系较为复杂。

将固定风险预算放松为可容忍范围内的约束条件，增设优化目标改进模型
通过引入风险预算容忍偏差，在风险预算可接受范围内增加收益优化目标。这样的组合配置既能满足风控要求，也能满足实际投资的需求。本文尝试的目标函数有最大化组合预期收益率、夏普率、效率系数和最小化组合收益率偏度等。改进模型能够针对性提高年化收益率或年化夏普，同时保持风险预算偏差在可控范围。其中目标函数为最大化组合夏普比的模型能同时提高年化收益率与夏普，并降低波动和回撤。

各改进模型对预算配比、回测起点的敏感程度不大

针对各改进模型进行敏感性分析，我们发现在不同的股债预算配比下、在牛市、熊市、震荡市等不同市场起点开始测试，各改进模型均能相对于原模型提升收益表现。其中最大化组合效率系数的模型整体表现较优，在不同风险预算配比、从不同市场起点回测均能有效提高收益率、夏普率和Calmar，同时能降低最大回撤。

风险提示：模型是历史经验的总结，如果市场规律改变，存在模型失效的可能；报告中的各类指数只是作为常见指数，并不能完全代表A股或全球市场，请投资者谨慎、理性地看待。

正文目录

风险预算模型相比风险平价模型在风险分配上具有更高灵活度	3
风险平价模型简单易实现，但使资产组合达到马科维茨最优的条件较严苛	3
风险平价模型为不同资产分配相同的风险权重	3
风险平价模型配置的资产组合很难达到马科维茨夏普最优	3
风险预算模型与风险平价相比灵活度更高，较易使资产组合达到夏普最优	4
风险预算模型能够主观分配各类资产的风险贡献，灵活度较高	4
假设资产相关性为零，理论上可通过调节风险预算之比使组合达到夏普最优	5
中国市场夏普最优的风险预算模型常配置较多债券，且投资效果不达预期	6
历史数据显示国内股债相关性较低，资产相关性为零的前提假设弱成立	6
夏普比最优的风险预算模型中国市场实证表现不佳，组合权重过度集中于债券	7
资产波动率的不稳定性使风险预算与权重的映射关系复杂	9
各资产波动率差异显著，可根据波动率之比设置长期的基准风险预算比例	9
固定股债风险预算情况下，回测区间股票权重变化范围较广	10
在长期基准预算上设置预算容忍偏差，可改进风险预算模型表现	13
改进思路：将固定风险预算放松为可容忍范围内的约束条件	13
实证结果：不同优化目标下，改进后的模型实证表现均有所提升	14
在实际风险偏离风险预算幅度可控的前提下，可设置多种类型的优化目标	14
以组合夏普比为最优化目标的改进模型表现较好	15
敏感性检验：模型改进效果对风险预算配比、回测起点均不敏感	16
在不同风险预算配比下，改进模型均能实现收益提升	16
从不同股市起点开始回测，改进模型可相对原模型实现收益提升	17
风险提示	19
附录	20
附录一：波动率平价方法推导	20
附录二：资产组合满足马科维茨夏普最优时的条件	20

风险预算模型相比风险平价模型在风险分配上具有更高灵活性 风险平价模型简单易实现，但使资产组合达到马科维茨最优的条件较严苛 风险平价模型为不同资产分配相同的风险权重

风险平价模型又称等风险贡献模型（Risk Parity or Equal Risk Contribution, RP），该模型的主要思路是对组合中的各类资产分配相等的风险权重。换言之，在进行资产配置时，若某资产贡献的风险大于组合中其他资产，则需要降低该资产的权重并相应提高其他资产的权重，直至各类资产贡献的风险相同。风险平价模型将风险平均分散到各类资产中，有效解决了马克维茨均值方差模型中权重过度集中于某几类资产的问题，为投资者提供了一种思路简明、可行性高且回撤可控的大类资产配置模式。

自上世纪 90 年代起就开始被基金管理人采纳并应用于实际投资中，其中最著名的当为桥水基金（Bridgewater）全天候策略（All Weather）对风险平价理念的成功运用。不同于将风险平均分配到各类资产上，全天候策略是将风险平均分配到四种经济环境上，每种经济环境下匹配一个适用于该经济环境下的投资组合。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%，而年化波动率也比同期标普 500 指数低 6.74%。全天候策略的例子充分反映出风险平价中分配风险的理念是可以应用于投资实践的。

风险平价模型配置的资产组合很难达到马科维茨夏普最优

风险平价模型的数学表达如下：假设投资组合中共有 n 个资产，第 i 类资产的权重为 w_i ，令权重向量 $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ ，则投资组合的波动率可以定义为：

$$\sigma_p = \sqrt{w^T \Sigma w}$$

其中 σ_p 代表投资组合的总风险； Σ 是各类资产的协方差矩阵。我们可以定义每个资产对投资组合的边际风险贡献 MRC_i 为

$$MRC_i = \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}$$

则每个资产对投资组合的风险贡献 RC_i 可表示为

$$RC_i = w_i \times MRC_i = w_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}$$

那么，投资组合的总风险可以分解为各项资产的边际风险之和，即

$$\sigma_p = \sum_{i=1}^n RC_i$$

而风险平价模型是对每类资产给予相同的风险贡献，即

$$RC_i = RC_j, \forall i \neq j \Leftrightarrow \sum_{i,j} (RC_i - RC_j)^2 = 0$$

在一般情况下，风险平价模型并不存在解析解，通常会上述问题转化为非线性规划求解问题得出各类资产配置权重，即

$$\begin{aligned} & \min_w \sum_{i,j} (RC_i - RC_j)^2 \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_i w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

然而如果假设各资产间相关系数为 0，则风险平价模型的各资产的权重满足以下关系（推导可参见附录一）：

$$\frac{w_i}{w_j} = \frac{\sigma_j}{\sigma_i} \quad (1)$$

上式即常用的波动率平价方法（即资产权重比等于波动率倒数比），其本质上是风险平价模型的一个特例，但是应用该方法所得到的权重并非夏普最优的权重组合。若需要实现组合夏普最优，则还需满足各资产夏普比相同，即下式成立：

$$1 = \frac{\text{Sharpe Ratio}_i}{\text{Sharpe Ratio}_j} = \frac{r_i^{\text{prem}}/\sigma_i}{r_j^{\text{prem}}/\sigma_j} = \frac{\sigma_j r_i^{\text{prem}}}{\sigma_i r_j^{\text{prem}}} \quad (2)$$

其中 r_i^{prem} 表示第 i 个资产的超额收益率。

由于各资产间相关性为 0，因此

$$\frac{MRC_i}{MRC_j} = \frac{\frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}}{\frac{\partial \sigma_p}{\partial w_j}} = \frac{\sigma_i}{\sigma_j}$$

结合（1）式和（2）式，可以得到：

$$\frac{MRC_i}{MRC_j} = \frac{\sigma_i}{\sigma_j} = \frac{w_j}{w_i} = \frac{r_i^{\text{prem}}}{r_j^{\text{prem}}}$$

也即

$$(MRC_i)^{-1} \times r_i^{\text{prem}} = (MRC_j)^{-1} \times r_j^{\text{prem}}, \forall i \neq j$$

该式反映出每个资产为组合提供的单位风险超额收益相等。如果两种资产类别为组合提供的单位风险超额收益不相等，那么这时候投资者会把资金从单位风险超额收益相小的资产抽出，转而投向单位风险超额收益较大的资产，从而增加整个投资组合的夏普率。而当每个资产承担边际风险提供的预期超额收益相等时，意味着投资组合得到最高夏普率。因此上式成立时投资组合即可得到最高的夏普率（严格数学推导见附录二）。

由上述证明可知，若资产间相关系数为 0，则风险平价模型等价于波动率平价方法（即资产权重比等于波动率倒数比），假设各资产夏普率都相同，则此时风险平价组合为夏普最优组合。这意味着虽然风险平价模型在实际操作中简单易行，但由于理论上的假设条件较难满足，因此通常难以从严格意义上判定风险平价组合能达到夏普最优。

风险预算模型与风险平价相比灵活度更高，较易使资产组合达到夏普最优 风险预算模型能够主观分配各类资产的风险贡献，灵活度较高

相比于风险平价模型要求各资产的风险贡献相同，风险预算模型使得投资者可以依据资产自身风险收益偏好、对任意单一资产风险暴露水平以及组合总风险控制的要求，预先为不同资产分配一定的风险预算，然后以实际风险与风险预算之间的差值最小化为目标，来求解各资产的权重分配。

风险平价模型中要求所有资产的边际风险贡献度相等，在此原则下，模型结果往往会高配低风险资产，低配高风险资产，权益类资产的占比往往很小，会使得组合在降低风险的同时也降低收益。而风险预算模型可以在不输入预期收益率的情况下通过调节风险预算来灵活加入对各资产的主观观点，比如当看多股票市场时，可以给股票资产分配更多的风险预算，提高股票配置权重来提高组合的收益。

我们采用前面的符号定义，同时以波动率作为风险度量。定义 $b_i (0 \leq b_i \leq 1)$ 为第 i 个资产的风险预算，它表示第 i 个资产的风险贡献 $RC_i(w)$ 在组合风险 $R(w)$ 中所占的比例：

$$b_i = \frac{RC_i(w)}{R(w)}$$

那么，一个风险预算组合可以由一个非线性方程组表示：

$$\begin{cases} RC_i(w) = b_i R(w) \\ b_i \geq 0 \\ w_i \geq 0 \\ \sum_{i=1}^n b_i = 1 \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \end{cases}$$

在求解时，该问题可等价转化为如下优化模型：

$$\begin{aligned} \min_w f(w; b) &= \sum_{i=1}^n \left(w_i \frac{\partial R(w)}{\partial w_i} - b_i R(w) \right)^2 \\ \text{s. t. } &\begin{cases} \sum_{i=1}^n b_i = 1 \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1 \\ 0 \leq b_i \leq 1 \end{cases} \end{aligned}$$

假设资产相关性为零，理论上可通过调节风险预算之比使组合达到夏普最优

与风险平价模型相比，风险预算模型灵活度更高，模型的改进空间也更大，理论上也存在使得资产组合夏普最优的预算分配方式，下面我们来推导风险预算组合达到夏普最优的预算分配条件。

附录二中已推导出任意组合达到夏普率最优需满足的条件为：

$$\frac{MRC_i}{MRC_j} = \frac{r_i^{prem}}{r_j^{prem}} \quad (3)$$

根据风险预算组合条件

$$\frac{w_i \cdot MRC_i}{b_i} = \frac{w_j \cdot MRC_j}{b_j}$$

则有：

$$\frac{MRC_i}{MRC_j} = \frac{w_j/b_j}{w_i/b_i} \quad (4)$$

结合（3）和（4）可得：

$$\frac{MRC_i}{MRC_j} = \frac{r_i^{prem}}{r_j^{prem}} = \frac{w_j/b_j}{w_i/b_i}$$

那么风险预算组合实现夏普率最优的等价条件为：

$$\frac{w_i r_i^{prem}}{b_i} = \frac{w_j r_j^{prem}}{b_j} \quad (5)$$

我们关注的是风险预算的分配，由（4）式得，

$$\frac{b_i}{b_j} = \frac{w_i}{w_j} \cdot \frac{MRC_i}{MRC_j} = w_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i} / w_j \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_j}$$

若资产间相关性为 0，则有

$$\frac{b_i}{b_j} = \frac{w_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}}{w_j \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_j}} = \frac{w_i^2 \sigma_i^2}{w_j^2 \sigma_j^2}$$

将（5）式代入上式得，

$$\frac{b_i}{b_j} = \frac{w_i^2 \sigma_i^2}{w_j^2 \sigma_j^2} = \frac{(r_j^{prem})^2 \sigma_i^2 b_i^2}{(r_i^{prem})^2 \sigma_j^2 b_j^2}$$

于是，

$$\frac{b_i}{b_j} = \frac{(r_i^{prem})^2 / \sigma_i^2}{(r_j^{prem})^2 / \sigma_j^2} = \frac{SR_i^2}{SR_j^2}$$

因此在各资产相关性为 0 时，组合达到夏普率最优的风险预算配比条件为：

$$\frac{b_i}{b_j} = \frac{SR_i^2}{SR_j^2}$$

即在各资产相关性为 0 的假设下，组合夏普率最优的理论条件为：各资产风险预算比等于其夏普率平方的比值。相比于风险平价模型还需要各资产夏普比相同，风险预算模型达到夏普最优组合的假设条件相对容易。在下一章节中，我们将通过实证来检验，在实际大类资产配置中，按照夏普比率平方进行风险预算分配的风险预算策略是否能够取得良好配置效果。

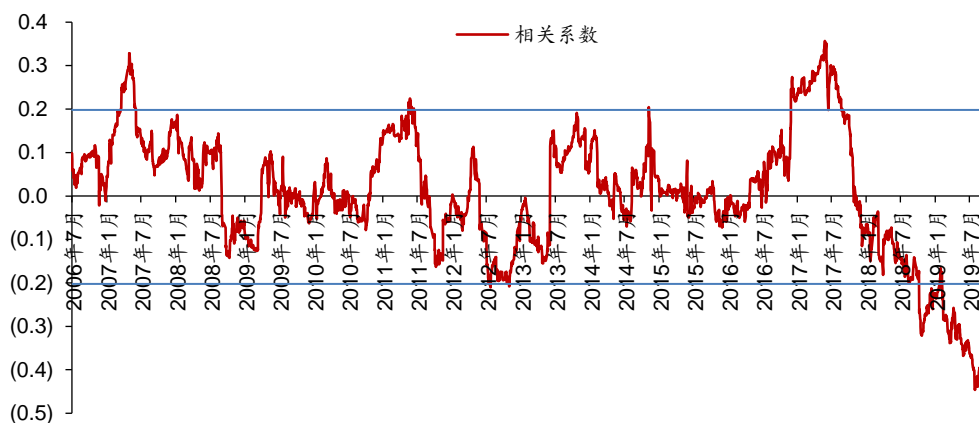
中国市场夏普最优的风险预算模型常配置较多债券，且投资效果不达预期

前文基于各资产相关性为零的假设，推导出风险预算模型组合夏普最优的预算分配方案，下面我们将根据理论最优预算分配方案进行实证检验。首先需要检验股债资产的相关性是否满足零的前提假设，然后再按照组合夏普最优的条件进行风险预算分配，最终形成股债配置权重并观察回测结果。

历史数据显示国内股债相关性较低，资产相关性为零的前提假设弱成立

我们选取沪深 300 指数与中债-新综合财富（总值）指数在 2006 年 1 月 4 日-2019 年 9 月 30 日的日频数据，以 126 个交易日的固定窗口期滚动计算股债收益率的相关性，并进行相关性检验。后文在计算股债相关性以及计算资产协方差矩阵时，统一以半年（126 个交易日）作为计算窗口期。

图表1：沪深 300 与中债的相关性（时间窗口为 126 日）



资料来源：Wind，华泰证券研究所

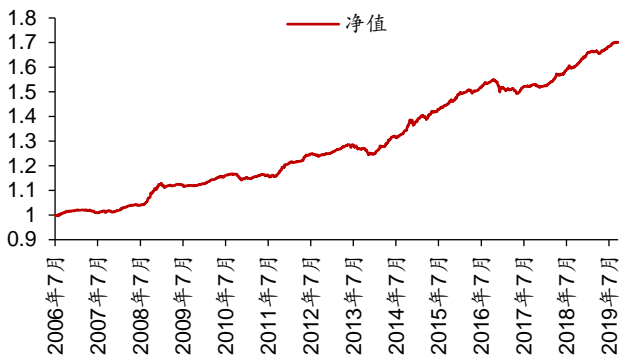
由上图，可以发现从 2007 年 7 月至 2017 年 1 月，股债相关系数在 -0.2 到 0.2 之间波动，大体维持在较低的相关水平，近两年的相关系数波动略有变大。但长时间里的总体均值为 0.006，整体股债相关系数较小，可假定符合零相关水平从而可以进行接下来的实证分析。

夏普比最优的风险预算模型中国市场实证表现不佳，组合权重过度集中于债券

经过前文的相关性检验，股债资产相关性虽不严格等于 0，但在 2004 年至 2019 年 9 月的大多数时间里，相关性都较小，绝对值大都小于 0.2，前文的假设条件基本成立。下面我们将按照前文推导的夏普比率优化后的风险预算模型进行股债资产配置，即依照资产夏普比率的平方来对各类资产风险预算进行分配，根据风险预算模型推算出股债配置比例后，使用国内股债资产对策略进行回测。

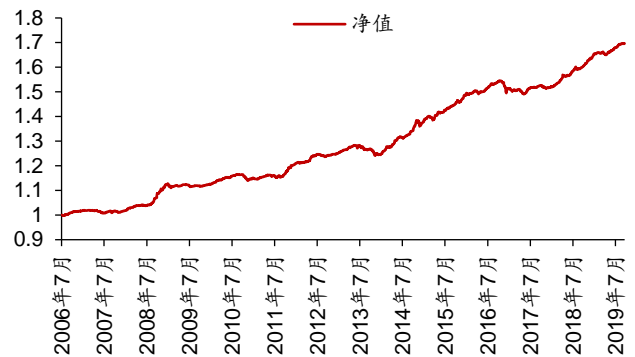
我们选取沪深 300 指数、中债-新综合财富（总值）指数作为股债投资标的，回测时间为 2006.01.04-2019.09.30，协方差计算的时间窗口为 126 个交易日，分别根据资产静态夏普率平方比值与资产动态夏普率平方比值作为风险预算配比，以日频调仓进行股债资产配置。其中静态夏普是以全样本的收益率与标准差进行计算得到，回测区间里保持该夏普不变，即风险预算配比不变；而动态夏普则是以每个回测起点前 126 个交易日内的收益率与标准差滚动计算得到。

图表2：静态夏普组合净值



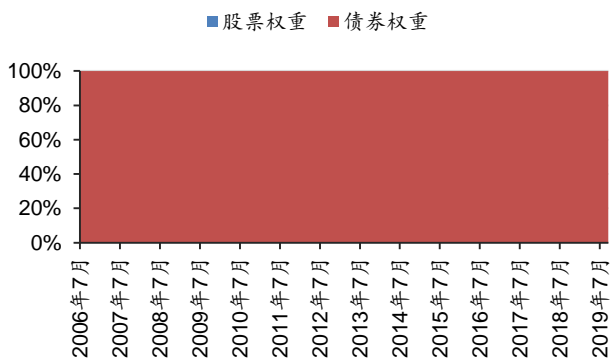
资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表3：动态夏普组合净值



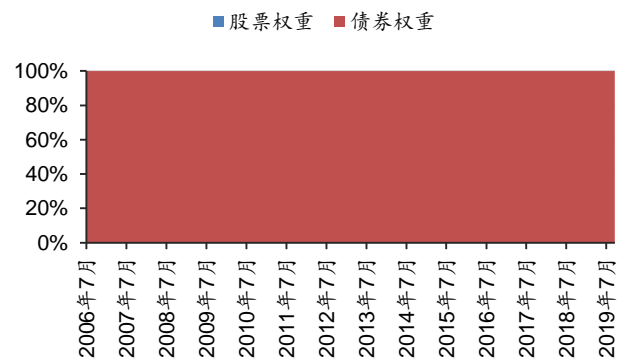
资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表4：静态夏普组合投资权重



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表5：动态夏普组合投资权重



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表6： 股债组合表现对比

	年化收益率	年化波动率	夏普比	最大回撤	股票平均权重	债券平均权重
静态夏普	4.23%	1.19%	3.55	3.57%	0.00%	100.00%
动态夏普	4.25%	1.20%	3.55	3.59%	0.08%	99.92%
股债 1:1 风险预算模型	4.87%	1.60%	3.04	3.42%	4.74%	95.26%

资料来源：Wind，华泰证券研究所

由上表可以看出，相比于股债风险预算为 1：1 的风险平价模型来说，以静态夏普平方比和以动态夏普平方比为风险预算的组合，能够提高夏普率并降低波动率，但同时也降低了年化收益率，这是由于股票权重过低，模型并不能在股债权重间做出合理分配，难以发挥分散投资的作用。因此在跨品种投资时采用夏普率平方的风险预算分配方式在某类资产夏普率明显高的情况下会超配该类资产，出现无法分散投资的现象。

造成这种现象的根本原因在于，国内债券类资产的夏普比率本就高于权益类资产的夏普比率，因此如果要达到夏普最高的目标，在分配风险预算时，需要将较大比例的风险分配给债券类资产，将较小比例的风险分配给权益类资产。而国内权益类资产的波动率又远高于债券类资产，因此权益类资产的配置权重会被压到一个很低的水平，也失去了采用风险预算模型进行配置的意义。为了在合理范围内优化风险预算模型，我们将在下一章中研究各类资产风险预算配比与组合权重的对应关系，为风险预算模型的改进寻找方向。

资产波动率的不稳定性使风险预算与权重的映射关系复杂

前文的实证结果显示，在组合夏普最优下风险预算模型得到的投资组合里，债券配置比例过高，实际投资中应用价值不高。本节将直接设置不同的股债风险预算配比，并观察风险预算配比与权重分配之间的映射关系，为风险预算模型的改进寻找方向。

各资产波动率差异显著，可根据波动率之比设置长期的基准风险预算比例

通过前文对风险预算模型的理论推导和实证检验，我们对于风险预算和权重的对应关系有了基本的认知：当一类资产的波动率越小，那么在同一风险预算水平下得到的配置权重会越高。在进行股债配置时，由于债券波动率显著低于股票类资产，因此即便是股债预算比例为 1:1 的风险预算模型里，债券类资产都会占据绝大部分的权重。基于此，我们首先需要了解各类资产的长期的风险收益属性，根据各类资产的波动率水平大致确定一个风险预算的基准配比。

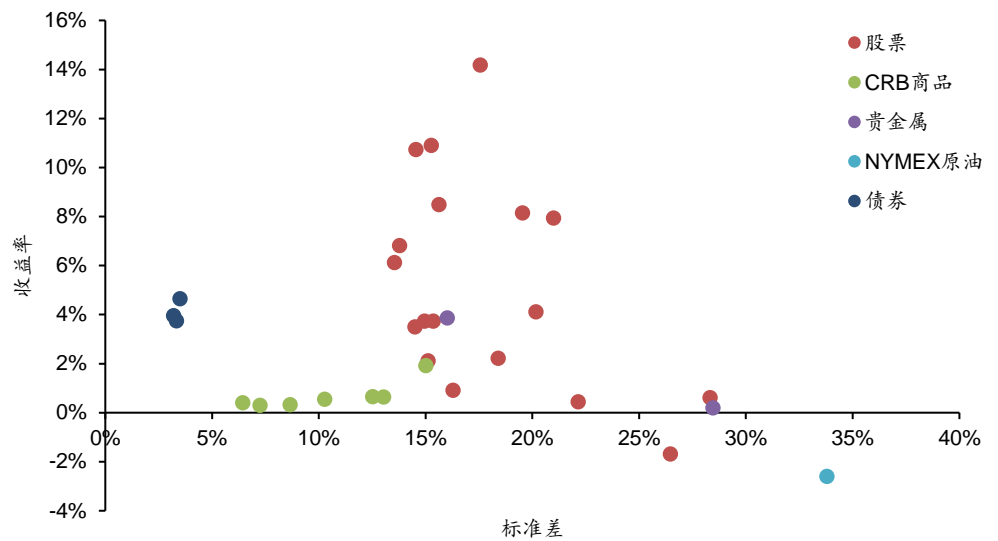
以下统计包括全球股票、债券、商品、原油以及黄金的代表资产的历史表现，计算不同资产的年化收益率与年化波动率。

图表7： 各类别下选取的资产

股市	道琼斯工业指数	纳斯达克指数	标普 500
	日经 225	韩国综合指数	恒生指数
	上证综指	深证成指	台湾加权指数
	MSCI 发达市场	MSCI 新兴市场	MSCI 全球
	富时 100	法国 CAC40	德国 DAX
	澳洲标普 200	孟买 SENSEX30	俄罗斯 RTS
债券	巴克莱中国债券总指数(USD)	巴克莱泛欧债券总指数(EUR)	巴克莱美国债券总指数(USD)
大宗商品	CRB 综合指数	CRB 食品指数	CRB 油脂指数
	CRB 家畜指数	CRB 金属指数	CRB 工业原料指数
	CRB 纺织品指数		
原油	NYMEX 原油		
黄金	伦敦金现	伦敦银现	

资料来源：Wind, Bloomberg, 华泰证券研究所

在这里，我们选取近十年 2009 年 9 月 30 日到 2019 年 9 月 30 日各类资产的日频收盘价数据（其中，巴克莱中国债券总指数(USD)从 2004 年 1 月 4 日到 2019 年 9 月 30 日），求出其年化收益率与年化波动率，得到下图，其中横轴表示年化波动率，纵轴表示年化收益率。

图表8： 全球各类资产风险收益分析

资料来源：Wind, Bloomberg, 华泰证券研究所

图表9： 各类资产 2009/9-2019/9 的年化波动平均值

	股票	债券	商品	贵金属	原油
年化波动率	17.93%	3.35%	10.46%	22.24%	33.81%

资料来源：华泰证券研究所

观察图表可以发现，不同国家品种的各大类资产的波动率大致在一个范围内波动，如各国股票波动率均落在在 13%-30%，各类 CRB 大宗商品的波动率为 5%-15%，债券资产的波动率约 3%-4%。这说明从长期来看，各类资产均存在固有的波动率范围，且各类资产的波动率明显不同。如果假设股债资产间相关性为 0 的话，那么按照二者波动率之比来进行风险预算的分配即可实现从长期来看股债权重处于相当的水平。

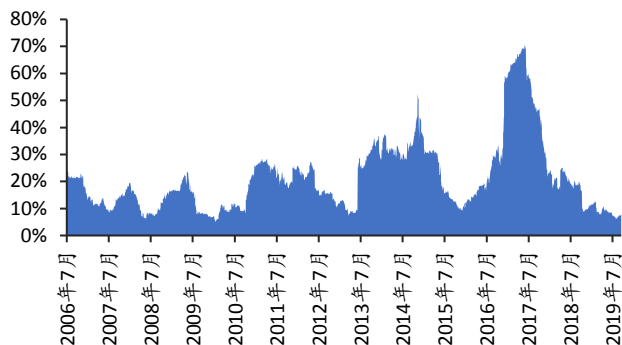
但从图形中也可看到，不同国家的股票，不同品种的商品的波动率不尽相同，那么当选择不同的资产标的输入到风险预算模型进行配置时，风险预算的分配应跟随不同资产的风险收益水平进行调整。在下一节，我们将重点观察中美两国市场在股债配置时，选择不同的风险预算配比会得到怎样的权重分配比例。

固定股债风险预算情况下，回溯区间股票权重变化范围较广

为了直观呈现出风险预算比例与权重比例之间的映射关系，我们以中国和美国的股债资产进行回溯并作图说明。

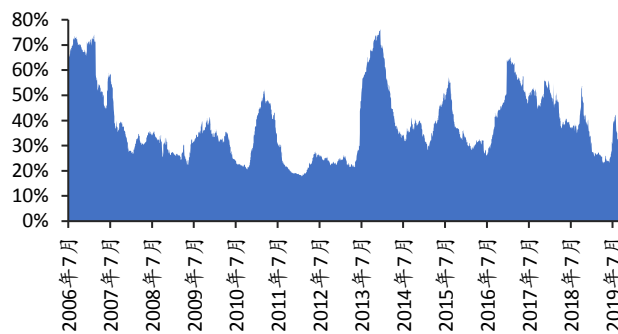
分别选取中国沪深 300-中债新综合总财富、标普 500-巴克莱美国债券总指数(USD) 在 2006 年 1 月 4 日-2019 年 9 月 30 日的日频数据，以 126 个交易日的固定窗口期滚动，首先观察股债风险预算比例为 30:1 的风险预算模型在不同时期配置出的股票权重。

图表10： 沪深 300-中债指数的股权权重（30：1 的风险预算）



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表11： 标普 500-巴克莱美债总指数的股权权重（30：1 的风险预算）



资料来源：Wind，华泰证券研究所

可以看到在回溯期内固定 30：1 的股债风险预算，无论是中国还是美国，其股票权重在不同时间点都有显著不同，沪深 300 的权重在 5%-70% 之间波动，标普 500 权重在 17%-76% 之间波动；美国市场的平均股票权重高于中国的股票权重。因此从风险预算到权重之间的映射关系并非十分明确，不同资产的映射关系不同，同一种资产在不同市场环境下也会推得不同的权重。不同时期的股票权重统计量如下：

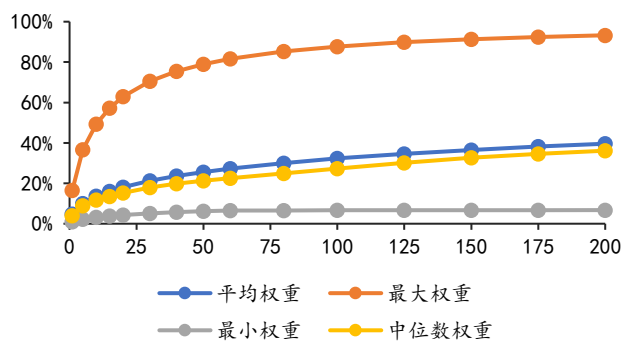
图表12： 30：1 风险预算模型中美股票权重统计量

	平均值	中位数	最大值	最小值
中国股票权重	21.19%	17.96%	70.54%	5.11%
美国股票权重	38.52%	35.20%	76.08%	17.74%

资料来源：华泰证券研究所

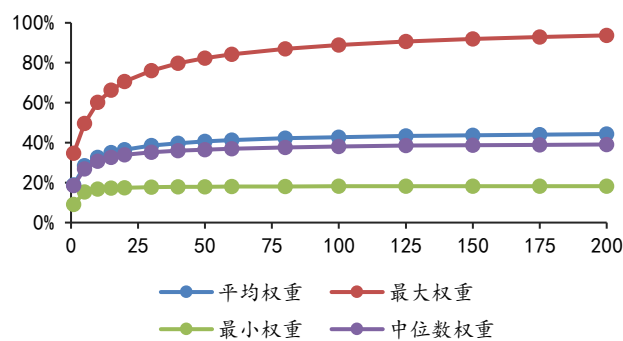
我们还可以设置不同风险预算配比，如 1:1，5:1，10:1，20:1，50:1（股权：债权）等等，依次得到股债资产权重，并按上述同样的方法计算所有时期的股票权重统计量，汇总结果如下所示。其中，横轴表示股债风险预算配比，纵坐标表示股票资产（沪深 300、标普 500）在回溯区间里的权重统计量。

图表13： 基于不同风险预算配比的股票权重（沪深 300-中债）



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表14： 基于不同风险预算配比的股票权重（标普 500-巴克莱美债）



资料来源：Wind，华泰证券研究所

从结果可以看到，总体上来说，中美两国市场股票权重都随着风险预算配比的增大而增大，且风险预算配比大于 30:1 时，两国市场的股票权重随预算配比的边际变化都明显减小。此外，在同一风险预算配比下，从平均权重、最大最小权重的分布来看，美国市场的股票资产权重均比中国的股票资产权重高，这是因为中国股票市场波动较大、债券指数表现较优，因而在同一股债预算配比，中国股票权重低于美国。

至此，对于风险预算模型的讨论我们已经明确了如下几点内容：（1）风险预算模型的预算分配存在使得组合夏普最优的分配方式，但该方式在股债波动差异相差很大的情况下难以进行投资实践。（2）从实际配置权重的角度来说，我们通过观察资产长期的波动率水平大致可确定风险预算的基准配比，从而使得股债资产权重处于相当的水平，但该配比需要根据不同国家不同类别的资产的风险收益属性进行调整。（3）进一步观察中美两国应用风险预算模型的股债配置情况可以发现，长期固定的风险预算配比在不同时点得到的股票权重会出现明显不同，这说明股债的风险预算比例与其权重之间的映射关系并非一一对应，而是会受到不同资产类别，不同市场环境等因素的影响。（4）这启发我们在应用风险预算模型时可不必在每个时刻都固定同一风险预算比例，而是可以设置一个长期的基准预算比例，而短期的预算比例可围绕基准预算比例进行小幅波动，且波动范围应随着股票预算比例的增大而增大，这是因为在股债配置场景下，股票权重虽然会随着股票预算比例的增大而增大，但权重增大幅度会逐渐减小。因此在下一章，我们将基于此想法对风险预算模型进行改进。

在长期基准预算上设置预算容忍偏差,可改进风险预算模型表现 改进思路:将固定风险预算放松为可容忍范围内的约束条件

在本章我们尝试对风险预算模型加以改进:首先根据待配置资产的波动率特性设置一个长期基准的风险预算配比,然后在短期设置可以接受的风险预算配比的波动范围,接下来在波动范围区间里再行设定最大化组合收益等优化目标,最后在长短期风险预算皆可接受的范围内寻找最符合投资需求目标的组合配置方案。这样一来,组合配置既能满足风险分散的要求,也能根据投资需求进行优化目标的设计。

例如应用上述方案配置中国的股债标的,那么由于中国股市波动率较大,而债券波动率较小,可设置一个长期的股债基准风险预算如 10:1,然后设置一个风险预算的波动范围如 9:1 到 11:1,接下来每个时刻在上述风险预算的波动范围内可求解出一系列符合风险分散要求的股债组合,最后设置最大化收益等优化目标寻找符合收益要求的最优股债组合。

要实现上述步骤,从数学角度上风险预算模型改进方案就会是一个双目标问题。方案首先要满足初始设置的风险预算目标,其次要满足设定的投资需求目标,那么求解该双目标问题就能得到符合要求的权重配置,然而双目标优化在数学上常常难以得到符合要求的解,且限制条件较为严格。因此我们需要将双目标优化整合为单目标优化以便实现上述改进想法。

我们已知风险预算模型的原始目标函数为:

$$\min_w f(w; b) = \sum_{i=1}^n \left(w_i \frac{\partial R(w)}{\partial w_i} - b_i R(w) \right)^2$$

有两种方法可以在原始优化目标的基础上添加一个额外的优化目标。方法一是参考 Roncalli(2014)文献中的做法,将新增目标乘以权衡参数 k ,再添加到原先的目标函数中,将双目标优化问题转化为单目标优化并进行求解。具体目标函数形式如下:

$$\min_w f(w; b) = \sum_{i=1}^n \left(w_i \frac{\partial R(w)}{\partial w_i} - b_i R(w) \right)^2 - k * Target$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1 \end{cases}$$

这种整合方式直观易懂,但在实证过程中我们却发现实施起来存在难度,具体来说就是在参数 k 的确定上存在较大的主观性。我们以 Target 为组合收益为例进行说明,原版风险预算模型当中追求风险预算的跟踪误差最小化,该跟踪误差的数量级自然是越小越好,然而添加了 Target 组合收益之后,需要设置一个合适大小的 k 值,去平衡风险跟踪误差和组合收益之间的数量级大小,可是组合收益通常会有较大变动, k 的取值也缺乏相应参考,实证测算下来我们也发现最终根据权重倒推的实际预算与初始给定的预算会存在较大偏差,这一现象有违我们兼顾分散风险与提高组合表现双均衡的初衷。

针对上述存在的问题,我们提出了第二种实现方法,可以通过引入一定的预算容许偏差 TB(Tolerated Bias),把预算分配偏差放入约束条件中,再将最大化组合表现作为优化目标。这样就可以实现分散风险与提高组合表现的双均衡,具体数学表达如下:

$$\max_w f(w) = Target$$

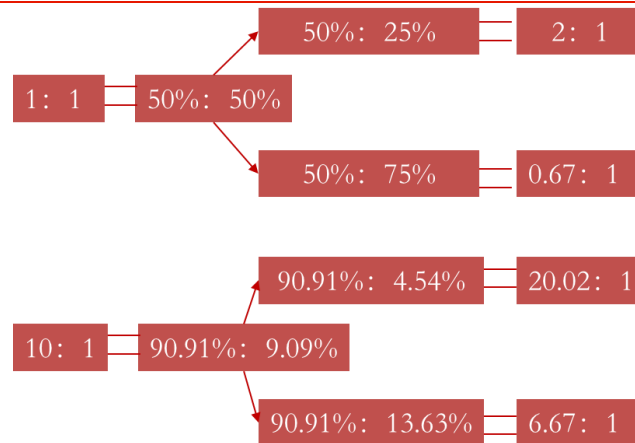
$$\text{s.t.} \begin{cases} b_i * (1 - TB) \leq \frac{w_i \frac{\partial R(w)}{\partial w_i}}{R(w)} \leq b_i * (1 + TB) \\ \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ 0 \leq w_i \leq 1 \end{cases}$$

且该方法的实现逻辑也较为直观：由于风险预算比例与实际权重之间并非严格对应，我们可以通过设置风险预算的容忍偏差来实现进一步的投资目标，具体实施上只要按一定的步长生成一系列在偏差容忍范围的预算比值，并分别求解出相应权重，最后在符合风险预算要求的权重池中挑选出使得 Target 函数最优化的对应权重即可。该方法设置的参数 TB 会随着 b_i 进行比例的变化，也更加符合前文我们对于风险预算和权重映射关系的讨论结果。

关于预算容忍偏差 TB 的具体设置，我们可以关联上初始设置的风险预算比例使其具备自适应的特征，本章后续的测试均按照股债预算较小值的 50% 作为最大预算容忍偏差，举例来说，对应风险平价（即风险预算比为 50%:50%）与固定 10:1（即风险预算比为 90.91%:9.09%）的风险预算模型的 TB 具体数值分别为 50% x 50%=25% 与 9.09% x 50%=4.54%。

下图列示了在 TB 设置为 50% 的情况下，预算比为 1:1 的风险平价模型调整后的预算比范围为 2:1 到 0.67:1，而预算比为 10:1 的风险预算模型调整后的预算比范围为 20.02:1 到 6.67:1。图中双横线代表等号，箭头线代表经 TB 调整。

图表15：TB=50%设置时股债风险预算分配示意图



资料来源：华泰证券研究所

实证结果：不同优化目标下，改进后的模型实证表现均有所提升

在实际风险偏离风险预算幅度可控的前提下，可设置多种类型的优化目标

最后关于 Target 的设置，本文尝试在上述预算容许偏差范围内分别测试加入以下四个 Target 目标后的模型改进效果：

图表16：组合表现的目标函数

目标	Target1	Target2	Target3	Target4
数学表达式	$\max \sum_{i=1}^n w_i r_i$	$\max \sum_{i=1}^n w_i SR_i$	$\min \sum_{i=1}^n w_i SK_i$	$\max \sum_{i=1}^n w_i e_i$

资料来源：华泰证券研究所

Target1 为最大化组合的预期收益率， w_i 为资产权重， r_i 为资产的预期收益率，计算时取一定窗口期内的收益率均值，加入 Target1 旨在希望提高组合的收益率。

Target2 为最大化组合的预期夏普率， SR_i 为资产的预期夏普率，计算时可取一定窗口期内的收益率均值除以标准差作为替代，加入 Target2 旨在提高组合的夏普率。

Target3 为最小化资产收益率的偏度， SK_i 为资产收益率分布的偏度，当资产长期超跌时，收益率分布往往会出现较大的左偏现象，此时偏度为较大的负值，那么最小化收益率偏度意味着倾向于配置这类超跌的资产以获取后续可能的超跌反弹的收益。

Target4 中，我们定义资产 i 的效率系数 $e_i = (p_T - p_1) / \sum_{t=1}^T |p_t - p_1|$ ，其中 p_t 为资产第 t 期的收盘价。分子端为期末 T 时刻与期初时刻的资产价差，分母端为资产每日价格与期初价格差的绝对值加总。

当 $e_i > 0$ 且数值较大时，表明 T 时期内价格上涨同时波动较小；

当 $e_i > 0$ 但数值较小时，表明在窗口期内资产波动情况较为严重，整体表现为震荡微涨；

在 $e_i < 0$ 且数值较小时，表明资产震荡下跌；

在 $e_i < 0$ 且数值较大时，表明下跌趋势明显。

因此该指标可以视为收益与波动的均衡指标，当指标较大时表明资产的风险收益情况较好，引入该指标，旨在尽可能提高组合的收益率与夏普率。

以组合夏普比率为最优化目标的改进模型表现较好

我们选取沪深 300、标普 500、恒生指数、日经 225，欧洲斯托克 50 和中债-新综合财富（总值）指数作为股债投资标的，样本时间为 2006.01.04-2019.09.30，协方差计算窗口期为 126 天，依次以风险平价模型（即预算比例为 1:1:1:1:1）、风险预算 10:10:10:10:10:1（以下简称股债预算 10:1，其他预算比例依此类推）的风险预算模型为基准，实证检验上述四个改进模型的效果，其他比例的风险预算情况我们将在敏感性检验部分进行。

图表17：基于风险平价改进的各模型表现

	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
风险平价	5.15%	2.25%	-2.98%	2.293	1.724	0.00%	16.47%
平价模型一	5.99%	2.55%	-3.46%	2.347	1.732	-1.82%	19.59%
平价模型二	5.37%	2.15%	-2.98%	2.497	1.801	4.36%	16.00%
平价模型三	5.19%	2.53%	-4.41%	2.050	1.175	-0.45%	17.78%
平价模型四	5.35%	2.15%	-2.98%	2.489	1.791	4.43%	15.94%

资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表18：基于股债风险预算 10:1 改进的各模型表现

	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
风险预算	6.21%	4.65%	-12.50%	1.336	0.497	0.00%	36.20%
预算模型一	7.39%	5.05%	-11.17%	1.463	0.662	-0.21%	39.89%
预算模型二	6.59%	4.48%	-10.68%	1.471	0.617	0.51%	35.41%
预算模型三	6.34%	4.86%	-10.31%	1.304	0.615	-0.05%	37.16%
预算模型四	6.56%	4.47%	-10.55%	1.467	0.622	0.52%	35.34%

资料来源：华泰证券研究所

对比相应未改进前的原始模型，模型一收益率上升明显，实现了初始设置的优化组合收益的目标。但波动率略有上升，夏普比和 Calmar 略高于原模型。

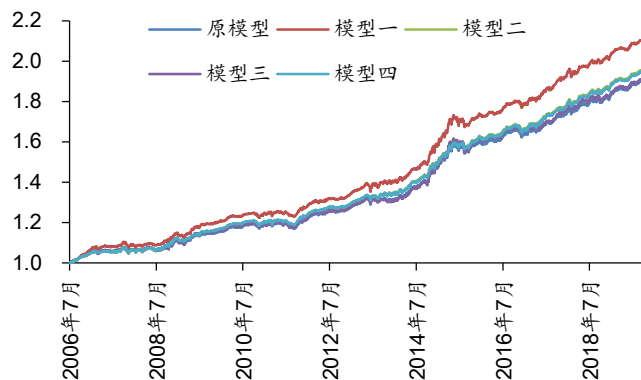
模型二的夏普率提升明显，其中平价模型二夏普率提高了 0.2，预算模型二夏普率提高了 0.14，且收益率并未下降，波动率有所下降。模型二较好地实现了分散风险与提高组合表现的双目标，整体改进效果不错。

模型三对比相应未改进前的原始模型，整体提升效果并不明显，仅在年化收益上略有提升，但模型夏普却下降。

模型四的收益率与夏普率均得到了提升，其中，平价模型四的年化收益率提高了 0.2%，夏普率提升约 0.2；预算模型四的年化收益率提高了 0.35%，夏普率、Calmar 提升，最大回撤下降。模型四整体改进效果较好，但不如模型二。

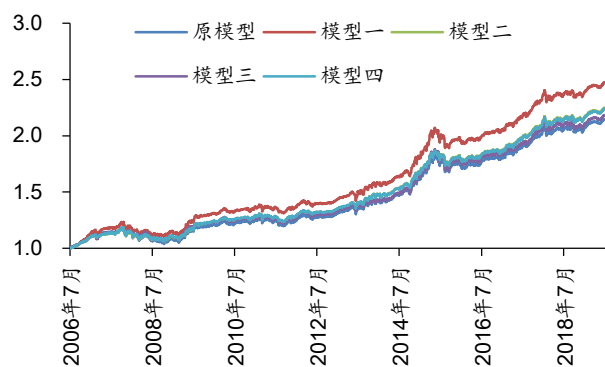
除此以外，预算偏差均值总体较小，相比基准的风险平价或风险预算模型，股票权重的变化也仅在 5% 范围内，这说明改进模型在不同时期会对资产权重进行调整。

图表19：基于风险平价改进的各模型净值表现



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表20：基于风险预算 10:1 改进的各模型净值表现



资料来源：Wind，华泰证券研究所

敏感性检验：模型改进效果对风险预算配比、回测起点均不敏感 在不同风险预算配比下，改进模型均能实现收益提升

在前面的实证检验中，我们固定股债 10:1（即风险预算 10:10:10:10:10:1）的风险预算模型作为对比基准之一，在这部分我们将测试其他的预算比例，检验改进后的模型是否仍能在基准模型之上改进风险收益指标。此处的回测标的、回测时间、预算最大容忍偏差的设定规则均与前文一致。

需要说明的是，以下表格中所展示的是改进模型的风险收益指标相对基准模型的指标差值，例如下表的年化收益率一栏为 1%，那么则表示改进模型相对基准模型的年化收益提升了 1%。

图表21：不同预算配比下四个模型相比原始模型表现的变化量

模型一	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
预算 1: 1	0.82%	0.30%	-0.47%	0.0479	0.0021	-1.81%	3.08%
预算 5: 1	1.08%	0.40%	1.06%	0.1076	0.2597	-0.42%	3.67%
预算 10: 1	1.16%	0.40%	1.33%	0.1233	0.1637	-0.21%	3.63%
预算 20: 1	1.18%	0.35%	1.60%	0.1289	0.1127	-0.11%	3.32%
预算 40: 1	1.11%	0.27%	1.70%	0.1206	0.0782	-0.05%	2.80%

模型二	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
预算 1: 1	0.22%	-0.09%	0.00%	0.2022	0.0734	4.42%	-0.48%
预算 5: 1	0.32%	-0.14%	1.49%	0.1494	0.2088	1.02%	-0.65%
预算 10: 1	0.37%	-0.17%	1.82%	0.1340	0.1199	0.52%	-0.79%
预算 20: 1	0.40%	-0.20%	2.09%	0.1183	0.0776	0.26%	-0.92%
预算 40: 1	0.40%	-0.22%	2.11%	0.0984	0.0512	0.13%	-0.97%

模型三	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
预算 1: 1	0.05%	0.28%	-1.43%	-0.2426	-0.5513	-0.58%	1.32%
预算 5: 1	0.10%	0.26%	0.05%	-0.0786	0.0165	-0.13%	1.16%
预算 10: 1	0.13%	0.21%	2.19%	-0.0321	0.1193	-0.07%	0.96%
预算 20: 1	0.17%	0.15%	2.59%	-0.0016	0.0769	-0.03%	0.73%
预算 40: 1	0.17%	0.09%	2.53%	0.0116	0.0471	-0.02%	0.51%

模型四	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
预算 1: 1	0.19%	-0.10%	0.00%	0.1947	0.0638	4.50%	-0.54%
预算 5: 1	0.29%	-0.14%	1.61%	0.1442	0.2207	1.04%	-0.72%
预算 10: 1	0.34%	-0.17%	1.95%	0.1301	0.1250	0.53%	-0.87%
预算 20: 1	0.38%	-0.21%	2.23%	0.1158	0.0801	0.27%	-0.99%
预算 40: 1	0.39%	-0.22%	2.23%	0.0971	0.0525	0.13%	-1.02%

资料来源：Wind，华泰证券研究所

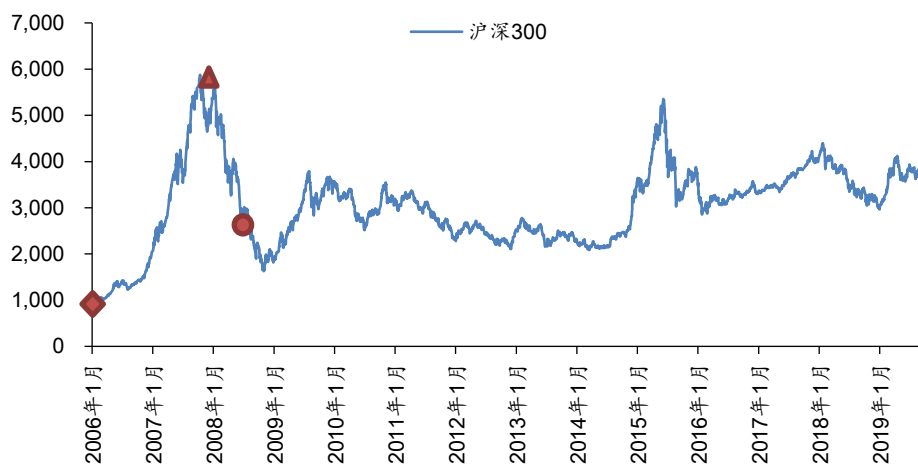
在上述表格，我们用改进后模型的表现减去原始模型的表现，对比改进前后的差异，可以发现在不同预算配比下，模型一、模型二、模型四的年化收益率、夏普率、Calmar 均有提升，其中模型一收益提升明显，模型二和模型四夏普提升明显，因此改进后模型的有效性并不对预算配比敏感，改进效果仍存在。

从不同股市起点开始回测，改进模型可相对原模型实现收益提升

在上述分析中，我们的回测时间为 2006.01.04-2019.9.30，在这一部分我们将改变回测的时间起点，使得股票资产在牛市起点、牛市顶点等位置开始回测，进而检验模型有效性是否对回测起点或回测区间敏感。

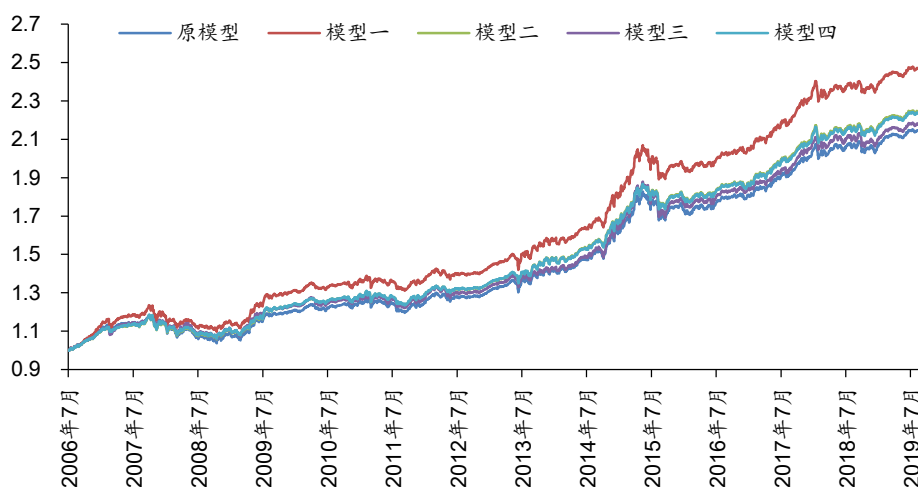
其中区间 1 起点为 2006/7/14，为下图标红色菱形所示位置，区间 2 起点为 2007/10/15，为下图标三角形所示位置，区间 3 起点为 2008/7/23，为下图标圆形所示位置。此处的回测标的、风险预算、预算最大容忍偏差的设置规则均与前文一致。其中，横坐标为日期，纵坐标为沪深 300 指数的日频收盘价。

图表22：回测时间起点示意图



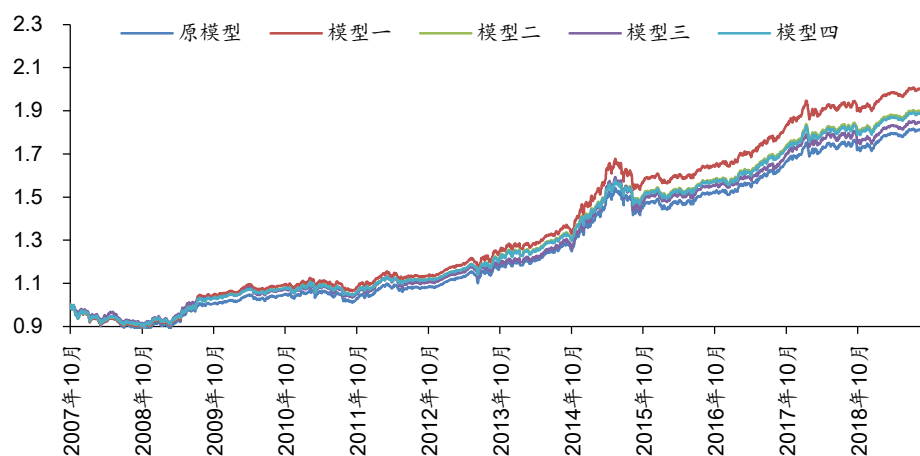
资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表23：各模型在区间一的净值走势图



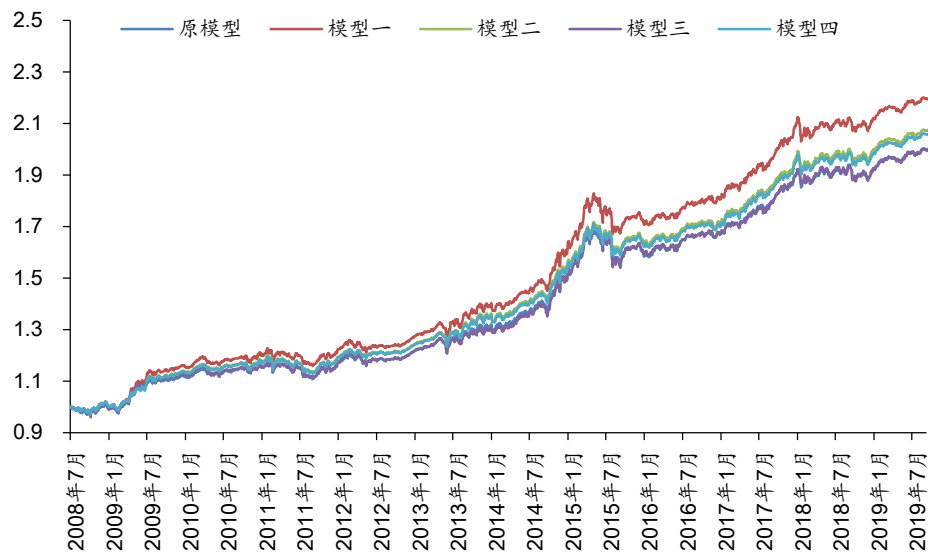
资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表24： 各模型在区间二的净值走势图



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表25： 各模型在区间三的净值走势图



资料来源：Wind，华泰证券研究所

图表26：不同回溯区间下四个模型相比原始模型表现的变化量

模型一	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
区间 1	1.16%	0.40%	1.33%	0.1233	0.1637	-0.21%	3.63%
区间 2	0.89%	0.35%	1.34%	0.0984	0.1317	-0.14%	3.01%
区间 3	0.91%	0.39%	-0.45%	0.0685	0.0629	-0.17%	3.26%
模型二	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
区间 1	0.37%	-0.17%	1.82%	0.1340	0.1199	0.52%	-0.79%
区间 2	0.42%	-0.18%	1.82%	0.1373	0.1126	0.56%	-0.89%
区间 3	0.34%	-0.17%	1.08%	0.1361	0.1704	0.57%	-0.79%
模型三	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
区间 1	0.13%	0.21%	2.19%	-0.0321	0.1193	-0.07%	0.96%
区间 2	0.18%	0.19%	2.19%	-0.0086	0.1088	-0.05%	0.74%
区间 3	-0.01%	0.27%	-1.83%	-0.0856	-0.1482	-0.09%	0.96%
模型四	年化收益	年化波动率	最大回撤	夏普率	Calmar	预算偏差均值	股票权重均值
区间 1	0.34%	-0.17%	1.95%	0.1301	0.1250	0.53%	-0.87%
区间 2	0.37%	-0.19%	1.96%	0.1289	0.1149	0.57%	-0.97%
区间 3	0.27%	-0.18%	1.08%	0.1239	0.1608	0.57%	-0.86%

资料来源：Wind，华泰证券研究所

在上述表格中，我们用改进后模型的表现减去原始模型的表现，对比改进后的结果，发现模型一、模型二、模型四的年化收益、夏普比和 Calmar 均有所提升，说明这三个模型的优化目标均得以实现，综合来看，总体提升效果较为明显的是模型二和模型四，能在提高收益的同时，保持夏普和 Calmar 也略微提升。且各模型股票权重变化不大，也即改进模型在较小的权重调整情况下可以实现组合风险收益的提升。

风险提示

模型是历史经验的总结，如果市场规律改变，存在模型失效的可能；报告中的各类指数只是作为常见指数，并不能完全代表 A 股或全球市场，请投资者谨慎、理性地看待。

附录

附录一：波动率平价方法推导

风险平价组合的条件是

$$RC_i = RC_j \Leftrightarrow w_i \times MRC_i = w_j \times MRC_j$$

当各资产间相关系数为 ρ 相同时，有

$$w_i \times MRC_i = w_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i} = \frac{w_i^2 \sigma_i^2 + \rho \sum_{k \neq i} w_i w_k \sigma_i \sigma_k}{\sigma_p^2}$$

于是

$$\frac{w_i \times MRC_i}{w_j \times MRC_j} = \frac{w_i^2 \sigma_i^2 + \rho \sum_{k \neq i} w_i w_k \sigma_i \sigma_k}{w_j^2 \sigma_j^2 + \rho \sum_{l \neq j} w_j w_l \sigma_j \sigma_l} = 1$$

若 $\rho = 0$ ，可得

$$\frac{w_i}{w_j} = \frac{\sigma_j}{\sigma_i}$$

附录二：资产组合满足马科维茨夏普最优时的条件

下面证明当每个资产为组合提供的单位风险超额收益相等时，投资组合得到最高夏普率：

R_p^{prem} 为整个证券投资组合的超额期望收益率， SR_p 为投资组合的风险收益率，即

$$SR_p = \frac{R_p^{prem}}{\sigma_p}$$

可构造模型：

$$\begin{aligned} \text{Max } SR_p &= \frac{R_p^{prem}}{\sigma_p} \\ \text{s.t. } &\begin{cases} \sum_i w_i = 1 \\ w_i \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

若用 MSR_i 来表示边际夏普率，则

$$MSR_i = \frac{\partial SR_p}{\partial w_i} = \frac{\frac{\partial R_p^{prem}}{\partial w_i} * \sigma_p - R_p^{prem} * \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}}{\sigma_p^2}$$

因为 $R_p^{prem} = \sum_i r_i^{prem} * w_i$ ，

所以，

$$\frac{\partial R_p^{prem}}{\partial w_i} = r_i^{prem}$$

而

$$MRC_i = \frac{\partial \sigma_p}{\partial w_i}$$

故

$$MSR_i = \frac{r_i^{prem} * \sigma_p - R_p^{prem} * MRC_i}{\sigma_p^2}$$

令 $MSR_i = 0$ ，则有

$$r_i^{prem} * \sigma_p - R_p^{prem} * MRC_i = 0$$

即组合满足夏普最优时需满足以下条件：

$$\frac{r_i^{prem}}{MRC_i} = \frac{R_p^{prem}}{\sigma_p} = \frac{r_j^{prem}}{MRC_j}, \forall i \neq j$$

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害关系。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：91320000704041011J。

全资子公司华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：A0K809

©版权所有 2020 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

一报告发布日后的 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；

一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

一报告发布日后的 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；

一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

深圳市福田区益田路 5999 号基金大厦 10 楼/邮政编码：518017

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