

如何构建有效的低波“固收+”策略（附录 1）

风险平价模型算法表述

风险平价方法中，通常假定组合中的每个资产的风险贡献均相等，算法可以简单表述如下：

设 $r = (r_1, \dots, r_n)'$ 和 $x = (x_1, \dots, x_n)'$ 分别为 n 个资产的回报和权重，组合的回报和标准差可以表示为：

$$r_p = x^T r, \quad \sigma_p = \frac{1}{T} \left[\sum_{t=1}^T (r_{pt} - \bar{r}_p)^2 \right]^{1/2}.$$

每个资产对于组合的风险贡献 TRC 表示如下：

$$\text{TRC}_i = x_i \frac{\partial \sigma_p}{\partial x_i} = \frac{1}{\sigma_p} \cdot \frac{1}{T} \left[\sum_{t=1}^T (r_{pt} - \bar{r}_p) \cdot (x_i r_{it} - x_i \bar{r}_i) \right], \quad \sum_{i=1}^N \text{TRC}_i = \sigma_p.$$

风险平价要求组合中每个资产的风险贡献相等，那么，权重的求解就可以转化为如下最优化问题：

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (\text{TRC}_i - \text{TRC}_j)^2, \quad \text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad 0 < x_i < 1.$$

资产组合下行风险及下行风险贡献 TDRC 的定义

在下行风险平价模型中，定义组合下行风险 $(\sigma_p^-)^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [\min(r_{pt} - r_{target}, 0)]^2$ ，此时类似风险平价模型中风险贡献 TRC 的下行风险贡献 TDRC 为：

$$\text{TDRC}_i = \frac{1}{\sigma_p^-} \cdot \frac{1}{T} \cdot \left[\sum_{t=1}^T [(r_{pt} - r_{target}) r_{it} \cdot x_{it} \cdot I_{pt}] \right].$$

其中 I_{it} 为示性函数，当 t 期资产 i 的收益小于等于目标收益时取 1，反之为 0，通常目标收益 r_{target} 可以取 0。在定义完 TDRC 后，后续求解与常规风险平价模型一致。

关于止损机制对策略收益率有改进时应满足条件的推导过程

(Kaminski & Lo, 2014)

Kaminski & Lo(2014)推导证明, 可将基金回报率假设为一个 AR(1)过程, 其中当触发止损后单位时间内产生的策略收益率 (Δu) 差异满足:

$$\frac{\Delta u}{P_0} = r_f - E[r_t | s_t = 0] \geq r_f - \mu + \rho$$

其中 P_0 为触发止损的概率, s_t 为持仓¹, μ 为原策略的无条件预期收益率, σ 为策略波动率, r_f 为无风险收益率, ρ 为自相关系数。进一步可以发现:

$$\frac{\Delta u}{P_0 \sigma} \geq \rho - \frac{\mu - r_f}{\sigma}$$

即只有 $\frac{\mu - r_f}{\sigma}$ 小于自相关系数 ρ 时, 止损才会对策略带来改进。

¹ $s_t = 1$ 时 r_t 等于基金回报率, $s_t = 0$ 时 r_t 等于无风险收益率 r_f 。

如何构建有效的低波“固收+”策略（附录 2）

外审评议与作者回复

外审意见：

本文的研究有很高的应用价值，值得学习。本文在风险平价的框架下，探讨引入可转债和低波红利股票作为底层资产，通过“止损”、基于估值择时等技术方法改善底层资产的风险回报，并用下行风险平价方法调整资产配置比例。回测表明策略有着不错的“持有体验”，是一项很有意义的尝试。现有以下建议与作者商榷。

1. 作者使用“下行风险”替代了风险平价中用标准差测度的风险，在小样本下可能会导致一些问题，援引《主动投资组合管理》(Grinold & Kahn) 第 38-39 页：

标准差随时间的变化相对稳定（尤其是和收益率均值以及收益率分布的其他距相比），并且金融经济学家已经发展出精准预测标准差的有力工具……

而大规模投资组合的下行风险在计算上非常挑战，把下行风险从单只资产汇总到组合很难做好。如果投资收益率的分布是对称的，下行风险仅仅是标准差或者方差的一个固定倍数；如果收益率不是对称的，那么预测下行风险又会成为问题，收益率的非对称性在时间上是不稳定的，很难预测。过去实现的下行风险不一定是对未来的下行风险优良预测……另外，我们在估计下行风险时仅用到一半样本，于是会损失统计精度，这个问题对目标半方差（关注低于某一目标收益率的样本）影响更大，因为目标半方差通常更关注与分布“尾部”的样本。

作者采用过去历史半年数据进行各类资产的协方差矩阵计算，输入风险评价模型，可能会导致下行风险的测度不能充分反映市场在未来的风险。

从表 5 看，风险平价并没有比下行风险评价模型落后太多，但风险评价有成熟理论和实践支撑，而替换为下行风险平价后可能导致投资策略不稳定。

建议作者：（1）补充相关说明，特别是下行风险测度可能导致的样本量损失问题；（2）用图 6 类似的净值表现说明下行风险评价稳定优于传统风险评价，排除由于 2018-2023 年间某些偶然事件导致二者的差异，使得采用下行风险替代传统风险平价策略更加的可信。

2. 本文构建投资组合的核心是风险平价策略，但这一策略本身遭受很多批评，援引《基于风险的资产配置策略》(Roncalli) 第 290-292 页：

（风险平价策略）回测方法高度依赖于研究期以及所选的投资域：……风险均衡策略对于资产的纳入决策是非常敏感的，而能够指导资产纳入决策的理论少之又少……一个更重要的批评观点是针对风险均衡基金的业绩表现。这些基金是在 2005 年后登录市场的，而且业绩表现极佳，然而，它们实际上得益于 2000 年以来的债券强势业绩。这种业绩只是由于利率下降产生的例外情况。随着利率逐渐接近零点以及对不断增长的通货膨胀的担忧，债券的业绩将不能保证维持在过去相同的水平。

引入某些新资产类型可能让风险平价策略的回测很好，不过可能来自于某一底层资产进入“牛市”或简单因为权益市场漫长的熊市，市场存在很强的避险需求等等因素，而这些情况在长期中可能会发生改变。

建议作者：（1）受制于本文用可转债构建底层资产，所以回测限制在 2018-2023，可以对风险平价模型对回测历史时期和投资域的敏感性进行必要的文字说明，阐述潜在风险，并补充一些研究进展。（2）A 股红利低波集中于石化、公用、煤炭、建筑等领域，这些领域央企比较多，受益于近年来国企改革深化，取得了比较好的表现，在更长历史时期，这些股票的回报率其实远不及一些红利成长股票。在分析表 4 时，可以补充更长历史时期，

特别是权益市场“正常”阶段红利低波股票择时策略的表现，证明红利低波股票在长期也有配置价值而不是近年“类通缩”的特殊时期。

3. 偏债转债有很强的债券属性，红利低波股票也有很强的债券特征。所以从资产配置的角度，最终构建的红利低波股票资产可能更偏向债，暴露在通胀风险之下，2018年后通胀不断降低，客观上有利于该策略的表现，特别是2023年中国经济所谓“类通缩”，流动性溢价高企，避险情绪浓厚等特征，从风险的角度，可以补充通胀风险因子暴露与二级债基指数的简单比较，实质上还是佐证更好的风险/收益表现来自策略自身而不是特殊的宏观经济环境，有助于消除读者和投资者的顾虑。

4. 作者在引言中提到本文的三个底层资产分别是：低波偏债转债止损策略、红利低波股票择时策略、利率债久期配置策。但在后文中再未出现利率债久期相关表述，可能会让读者搞不清诸如“表5”中风险平价、等比例到底是在哪些资产中进行资产配置，建议在回测和结论部分补充说明。

5. 对本文逻辑的表述可以再清晰一点，比如引言第二段，可以直接说明本文用下行风险平价模型来进行大类资产配置，调整各类资产的比例，然后引用文献介绍风险平价、下行波动率的好处，最后才能有“在做定好资产配置模型后”的表述，进一步介绍下面的内容。否则，作者读到这里可能还停留在A说、B说，然后直接跳跃到研究子资产，容易抓不住文章的主线逻辑。又比如引言第三段，“运用大类资产配置模型”，有些笼统宽泛，应突出本文的下行风险平价的资产配置策略。

以上，是对本文提出的一些建议。

作者回复：

首先感谢外审专家提出的宝贵修改建议，帮助我们对文章研究内容有了更深刻的理解，并对文章内容质量的提升有极大帮助。现就对专家的5个问题分别做出回答，不周之处还望指正：

(1) 下行风险测度可能导致样本量损失问题（资产收益率的非对称性）是个值得花大量篇幅研究的课题，但这个问题不是本次研究重点，因此在修改版中，我们仅仅在第四章实证分析第一节数据选取与回测处理的脚注中补充注明了这个潜在问题。关于说明下行风险替代传统风险平价策略具有更加的可信度，我们倾向于不做额外说明（因为这不是本次研究重点），实际上我们的引用Luo、Wang and Liu（2022）对这个问题做过仔细的考察论证，其考察9中资产，考察区间为1998.7-2020.10，分析表明下行风险平价模型的风险调整后收益相比较于风险平价模型更好。实际上在我们的回测中，下行风险平价模型的收益风险比为3.34，普通风险平价为3.11，也有了7.4%的提升。

(2) 回测历史时期、投资域的敏感性和潜在风险已经在修改版第四章实证分析第一节数据选取与回测处理的脚注中说明。关于红利低波与红利成长股票问题，我们选取红利低波作为底层资产的原因是看重了其在具有低波属性时还具有一定收益增厚属性，绝非绝对简单强调其收益。同时文章表3已经做过从2005年至2023年的红利低波指数对沪深300指数的超额收益分析，拉长年份看，红利低波依旧具有其良好的投资属性。最后关于红利低波择时策略是否长期有效，我们最初选取2018起点展示的目的是为了匹配策略的时间区间，本次修改已经拉长区间至2013年，整体来看该择时策略在过去10年都较为有效。

(3) 感谢专家此处深刻的点评，在研究过程中我们确实缺乏了对宏观风险因子的深刻认知。在修改版中，我们加入了通胀因子对策略的影响分析，数据表面，策略与二级债基对通胀风险因子暴露度相似均在0.05左右，通胀风险因子对策略与二级债基的解释度

都一般，但对策略解释度更高为 4.9%，对二级债基解释度为 1%。实际上，我们认为拉长区间看 A 股呈现出牛短“熊”长的特点，因此我们更想表达的是，在不做资产大择时情况下，拉长周期，在固收+组合中重视低波泛权益资产可能会带来更好的收益体验（收益、波动、回撤），但不可避免如果仅仅靠低波泛权益资产，在快速的权益牛市中，策略收益很难匹配二级债基收益，这点我们之前在表 7 上的文字也做了说明。

（4）感谢外审专家对我们表述不清这个问题的指出，实际上我们没有专门做利率久期配置策略，仅用了主要期限中债国开债指数作为利率债策略的代理变量。此处为我们表达的不准确，现在已经改正，避免误会。

（5）感谢外审专家对我们逻辑表述的宝贵意见，在修改版中已对引言部分表述进行了一定程度修改。

最后，再次感谢审稿专家对本文的宝贵建议，让本文有了更好的提升。