

# 破局收益风险边界：基于多资产 ETF 构建高夏普绝对收益策略

## ——基金研究系列之二十

报告日期：2025-09-09

分析师：严佳炜

执业证书号：S0010520070001

邮箱：yanjw@hazq.com

分析师：钱静闲

执业证书号：S0010522090002

邮箱：qianjx@hazq.com

### 主要观点：

2024 年是基金市场开启全面被动化的一年，目前 ETF 已形成覆盖全资产类别的产品线，为投资者提供了实现宏观大类资产配置、中观行业轮动以及精准主题投资的透明化工具。

在资产配置领域，收益与风险的非对称性上升规律已被广泛验证——当组合年化收益率突破 6% 阈值后，风险溢价往往呈现指数级增长，能够同时满足年化收益 $\geq 8\%$ 且夏普比率 $>1$ 的多资产 ETF 绝对收益策略仍属稀缺资源。本报告致力于构建具备实战价值的高收益、高夏普的绝对收益模型。

#### ● 激发风险平价潜能：增强型风险平价模型

传统风险平价模型消除了预期收益预测的不确定性，防范因投资组合风险过度集中而引发的潜在损失，因此被用作防御重大损失的安全垫，但在追逐收益时过分保守。增强型风险平价模型允许风险平价原则被违背，同时引导求解器趋向于风险平价，来放松传统风险平价的严格优化条件，这将改善模型的保守性。当引入目标收益率条件后，在高增强乘数下，基于市场主流指数的模型 2017 年至今年化收益率可达 8.37%，夏普比率达 1.61，最大回撤 7.43%。

#### ● 层级聚类：通过层级结构引入多元化权益 ETF

通过对市场上百只 ETF 应用层级聚类，解决这种高维的复杂分类环境，再通过层级结构将 ETF 纳入增强型风险平价模型后，最终构建的多元化 ETF 组合年化收益率可达 10.47%，夏普比率达 1.80，最大回撤 9.39%，实现了高收益率、高夏普比的绝对收益目标。

#### ● 调整回望窗口应对多变环境

协方差矩阵估计时，较长的回望窗口有助于捕捉资产之间的稳定关系，但对市场的即时变化反应不足。若对策略回撤要求更高，可缩短回望窗口，策略换手率提高，2017 年至今，组合年年取得正收益，年化收益率为 7.29%，而最大回撤仅 2.83%（发生于 2020 年），其余年份的最大回撤均不超过 1%。

#### ● 风险提示

本文结论基于基金的历史持仓与净值数据进行分析，不构成任何投资建议。基金的历史收益、历史风格偏好、历史持股特征不代表未来，本报告数据仅供参考。

### 相关报告

- 1.《“顺势与谋变”：被动崛起时代主动基金的选择策略》2024-12-19
- 2.《见微知著：从固收+的定量困境到特色组合构建》2024-09-23
- 3.《成长型基金投资攻略：从识别到优选》2024-06-12
- 4.《基金 Alpha 改进论：探寻无法复刻的投资艺术》2024-03-16
- 5.《买卖之间的心理迷思：处置效应下基金经理的行为模式》2023-09-14
- 6.《小荷才露尖尖角：黑马基金经理如何挖掘？》2023-06-11
- 7.《基民收益启示录：寻找低落差感基金》2023-03-12

# 正文目录

1	引言 .....	5
2	传统资产配置方法困境 .....	5
2.1	主流资产的收益特性 .....	5
2.2	高收益&高夏普策略的缺失 .....	6
3	激发风险平价潜能：增强型风险平价 .....	9
3.1	改写风险平价的优化形式 .....	10
3.2	改善风险平价保守性 .....	12
3.2.1	添加额外的目标收益率 .....	12
3.2.2	调节目标风险平均值 .....	17
3.3	层级结构的增强型风险平价 .....	20
4	引入更加多元化的权益 ETF .....	24
4.1	层级聚类方法 .....	25
4.2	根据层级聚类结果施加增强风险平价 .....	29
5	高收益、高夏普策略的合理构建方式 .....	31
6	进一步探讨：参数测试 .....	34
6.1	调整协方差矩阵的回望窗口 .....	35
6.2	更高频的调仓 .....	36
7	总结 .....	37
	风险提示: .....	37

## 图表目录

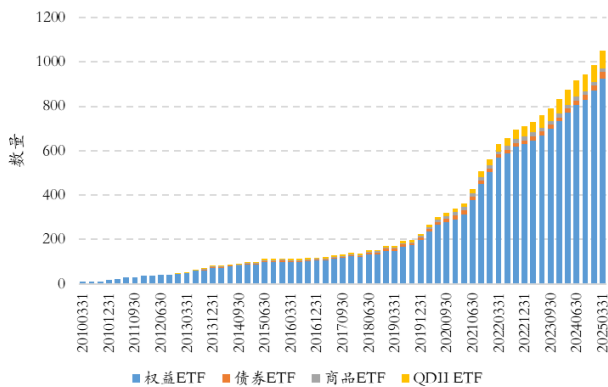
图表 1 ETF 数量	5
图表 2 ETF 规模	5
图表 3 主要资产收益风险特征	6
图表 4 投资组合构建法公式细节	7
图表 5 股债固定比例组合净值曲线	7
图表 6 其他资产配置组合净值曲线	8
图表 7 传统资产配置方法结果	8
图表 8 资产配置模型的收益、波动散点图	9
图表 9 权益&债券滚动 3 年收益率相关性	10
图表 10 风险平价的二阶锥形式推导过程	11
图表 11 回测选用指数	13
图表 12 指数之间相关性分析	13
图表 13 不同增强乘数的策略净值对比（模型 A）	14
图表 14 不同增强乘数的策略结果详情（模型 A）	14
图表 15 朴素风险平价模型历史资产配置	15
图表 16 增强风险平价模型 A（M=1.4）历史资产配置	15
图表 17 朴素风险平价模型历史详细配置	15
图表 18 增强风险平价模型 A（M=1.4）历史详细配置	16
图表 19 朴素风险平价模型的风险贡献	16
图表 20 增强风险平价模型 A（M=1.4）的风险贡献	16
图表 21 增强风险平价模型与朴素风险平价模型之间的距离	17
图表 22 增强风险平价模型 A（M=1.4）的风险贡献	18
图表 23 增强风险平价模型 B（M=1.4）的风险贡献	18
图表 24 不同增强乘数的策略结果详情（模型 B）	18
图表 25 不同增强乘数模型 A 与模型 B 的对比	19
图表 26 增强风险平价模型 B（M=1.4）历史详细配置	19
图表 27 上文中使用的目标风险贡献占比	20
图表 28 使用资产层级结构设置目标风险贡献占比	20
图表 29 增强风险平价模型 B（M=1.4）的风险贡献	21
图表 30 层级结构增强风险平价模型 B（M=1.4）的风险贡献	21
图表 31 不同增强乘数的策略结果详情（引入层级结构的模型 B）	21
图表 32 模型 B 与引入层级结构的模型 B 的对比	22
图表 33 朴素风险平价 vs 层级结构朴素风险平价	22
图表 34 增强型（M=1.4）vs 层级结构增强型（M=1.4）	23
图表 35 增强型（M=2.0）vs 层级结构增强型（M=2.0）	23
图表 36 层级结构的增强风险平价模型 B（M=1.4）历史权重配置	24
图表 37 权益 ETF 概念图谱	25
图表 38 分层聚类例子	26
图表 39 ETF 层级聚类结果	27
图表 40 内地权益 ETF 分类数量	28
图表 41 港股权益 ETF 分类数量	28

图表 42 内地权益 ETF 分类列表 (2025/5/30)	28
图表 43 港股权益 ETF 分类列表 (2025/5/30)	29
图表 44 使用资产层级结构设置目标风险贡献占比 (2025/5/30)	29
图表 45 引入多元化 ETF 的层级增强风险平价策略净值	30
图表 46 不同增强乘数的多元化 ETF 的层级增强风险平价策略结果详情	30
图表 47 引入多元化 ETF 与指定权益指数的对比	31
图表 48 引入多元化 ETF 增强 (M=1.4) 的历史资产配置	31
图表 49 引入多元化 ETF 增强 (M=2.0) 的历史资产配置	31
图表 50 绝对收益 ETF 组合构造思路	32
图表 51 新资产配置模型的收益、波动散点图	33
图表 52 多元化 ETF 层级增强风险平价策略净值与回撤	33
图表 53 多元化 ETF 层级增强风险平价策略近期持仓 (2025/5/30)	34
图表 54 忽略权重不足 0.05% 的 ETF 的回测结果	34
图表 55 回望窗口 24 个月, 增强乘数 M=2.0 净值	35
图表 56 回望窗口 24 个月, 增强乘数 M=2.0 分年度收益	35
图表 57 回望窗口 12 个月, 增强乘数 M=2.0 净值	35
图表 58 回望窗口 12 个月, 增强乘数 M=2.0 分年度收益	35
图表 59 回望窗口 6 个月, 增强乘数 M=2.0 净值	36
图表 60 回望窗口 6 个月, 增强乘数 M=2.0 分年度收益	36
图表 61 周频调仓, 回望窗口 36 个月, 增强乘数 M=2.0 净值	36
图表 62 周频调仓, 回望窗口 36 个月, 增强乘数 M=2.0 分年度收益	36
图表 63 周频调仓, 回望窗口 6 个月, 增强乘数 M=2.0 净值	37
图表 64 周频调仓, 回望窗口 6 个月, 增强乘数 M=2.0 分年度收益	37

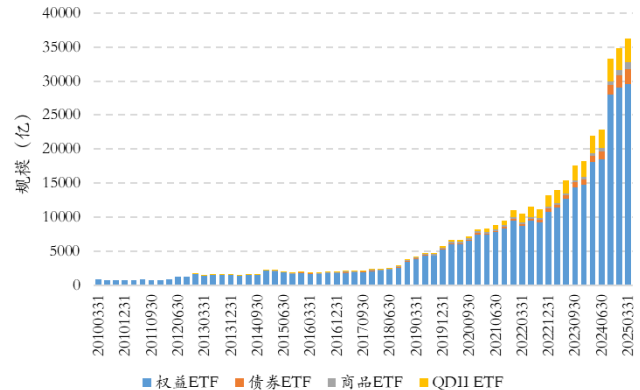
# 1 引言

ETF 作为一种可在场内交易的开放式基金，具有持仓透明、费率低廉、交易便捷等多种优点，为投资者提供了精准的  $\beta$  暴露工具。2024 年是权益基金开启全面被动化的一年，截至 2025 年 Q1，ETF 产品数量突破 1000 只，总规模超过 3.5 万亿元。这不仅为投资者提供了丰富的资产轮动选择标的，更通过充足的流动性支持了多样化配置策略的实施。

图表 1 ETF 数量



图表 2 ETF 规模



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

从 ETF 的底层资产类别来看，产品谱系正持续完善，已形成覆盖全资产类别的产品线。具体来看，既包含 A 股宽基指数、行业主题、Smart Beta 等内地权益 ETF 与港股 ETF 产品，也涵盖不同久期的利率债、信用债等固收品种，同时还延伸至黄金、白银、豆粕等大宗商品领域，以及美股、亚太、新兴市场等跨境资产。这种全方位的资产覆盖，使得投资者不仅能够通过 ETF 工具实现宏观层面的大类资产轮动，也可进行中观层面的行业景气度轮动，甚至是微观层面的细分主题投资。本报告专注于基于多资产 ETF 打造绝对收益组合。

## 2 传统资产配置方法困境

### 2.1 主流资产的收益特性

图表 3 展示了 2017 年至今市场主要资产的分年度收益率以及整体收益风险特征，年化收益率最高的资产为纳指 ETF，其次为黄金，但两者的波动分别高达 28.57%、12.64%，最大回撤分别高达 28.57%、20.71%，从夏普角度来看，表现最好的是信用债指数(中债-企业债 AAA 财富总值指数)，年化收益率 4.32%，年化波动率 0.84%，夏普高达 5.12。

图表 3 主要资产收益风险特征

	内地权益					债券			商品	港股	美股
年份	沪深300	中证500	中证1000	创业板指	红利指数	利率债 (短期)	利率债 (中长)	信用债	SHFE黄金	恒生ETF	纳指ETF
2017	21.78%	-0.20%	-17.35%	-10.67%	16.31%	2.18%	-4.33%	0.74%	2.38%	29.61%	22.67%
2018	-25.31%	-33.32%	-36.87%	-28.65%	-16.96%	7.29%	12.98%	8.74%	3.62%	-9.66%	0.63%
2019	36.07%	26.38%	25.67%	43.79%	10.67%	4.23%	3.96%	4.97%	20.72%	14.62%	42.35%
2020	27.21%	20.87%	19.39%	64.96%	-5.69%	2.81%	3.73%	3.22%	13.67%	-7.80%	37.02%
2021	-5.20%	15.58%	20.52%	12.02%	7.62%	3.91%	6.95%	5.31%	-5.13%	-15.30%	22.61%
2022	-21.63%	-20.31%	-21.58%	-29.37%	-2.42%	2.81%	3.51%	2.64%	9.61%	-7.43%	-25.49%
2023	-11.38%	-7.42%	-6.28%	-19.41%	2.67%	3.01%	5.16%	5.07%	17.28%	-11.14%	51.81%
2024	14.68%	5.46%	1.20%	13.23%	14.45%	3.88%	10.09%	4.77%	28.21%	24.07%	34.30%
2025	-2.41%	-0.95%	1.16%	-6.93%	-3.74%	0.25%	0.32%	0.84%	24.97%	15.04%	-4.48%
年化收益率	1.79%	-1.18%	-4.02%	0.19%	2.18%	3.62%	4.96%	4.32%	13.32%	2.51%	19.01%
最大回撤	45.60%	41.81%	52.14%	57.05%	29.50%	2.23%	5.44%	2.06%	20.71%	47.05%	28.57%
波动率	18.59%	21.35%	23.88%	27.43%	16.71%	0.75%	2.47%	0.84%	12.64%	19.98%	22.87%
夏普	0.10	-0.06	-0.17	0.01	0.13	4.84	2.00	5.12	1.05	0.13	0.83
Calmar	0.04	-0.03	-0.08	0.00	0.07	1.63	0.91	2.10	0.64	0.05	0.67

注：1、利率债（短期）使用中债-国开行债券总财富(1-3 年)指数代表，利率债（中长）使用中债-国开行债券总财富(7-10 年)指数代表，信用债使用中债-企业债 AAA 财富(总值)指数代表；

2、2025 年数据截至 5/30，内地权益、债券、黄金使用指数计算资产收益风险特征，港股、美股由于部分时间存在严重折溢价，使用代表性 ETF 场内收盘价更能准确反映国内实际投资面临的市场情形。

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

因此，上述资产中，债券类资产夏普比率高，但年化收益率欠佳，内地权益、港股资产弹性大，但长期收益率不佳，黄金、美股收益率较高，但同时也伴随着较大的市场风险。通过科学的资产配置策略，可以充分发挥各类资产的互补优势，构建风险收益特征更优的投资组合。

## 2.2 高收益&高夏普策略的缺失

本节我们测试几种主流资产配置方法的效果，首先是最直接的股债固定比例配置方法，股票资产用沪深 300 指数代替(000300.SH)，债券资产用中债-企业债 AAA 财富总值指数代替(CBA04201.CS)，构建以下四种组合：

- 1、股债一九组合（股票 10%，债券 90%）
- 2、股债二八组合（股票 20%，债券 80%）
- 3、股债三七组合（股票 30%，债券 70%）
- 4、股债四六组合（股票 40%，债券 60%）

1952 年，马科维茨（Markowitz）提出现代投资组合理论，首次量化风险和收益的关系，强调多元化降低非系统性风险，资产配置方法论得到了长远的发展，由此衍生出了一系列不同优化目标的投资组合构建方法，本节测试以下几种：

- 5、最大化夏普比率（纳入五类资产：股票、债券、黄金、港股、美股）
- 6、最小化风险（纳入五类资产）
- 7、最大化期望收益（纳入五类资产）
- 8、最大化效用函数（纳入五类资产，取风险厌恶系数 $\lambda = 2$ ）
- 9、最大化效用函数（纳入五类资产，取风险厌恶系数 $\lambda = 0.5$ ）



图表 4 投资组合构建法公式细节

	最大化夏普比率	最小化风险	最大化期望收益	最大化效用函数
简写	Sharpe	MinRisk	MaxRet	Utility
公式表达	$\max \frac{E(R_p) - r_f}{\sigma_p}$	$\min w^T \Sigma w$ $s.t. E(R_p) \geq R_0$	$\max E(R_p)$ $s.t. \sigma_p < \sigma_0$	$\max [E(R_p) - \lambda \sigma_p]$
解释	$(R_p)$ 为组合的预期收益率, $r_f$ 为无风险收益率, 本报告中均设为 0, $\sigma_p$ 为组合的波动率	$w$ 为各项资产的权重矩阵, $\Sigma$ 为资产间协方差矩阵, $R_0$ 为最低收益率要求	$\sigma_p$ 为组合的波动率, $\sigma_0$ 为风险容忍阈值	其中 $\lambda$ 表征风险厌恶程度( $\lambda$ 越高风险容忍度越低)

资料来源: 华安证券研究所整理

10、均值-方差优化中参数估计的不确定性带来混淆效应, 促使学者们研究什么方法能够消除对估计参数的需求(主要是预期收益率), 并努力纠正均值-方差优化过程中产生的过度集中投资组合的倾向, 因此促进了等风险贡献(Equal-Risk Contribution, ERC)投资组合的发展。通过对资产施加等风险预算, 每个资产都会以一定权重存在于投资组合中, 从而确保投资组合的多样性, 由此构建了风险平价模型(Risk Parity)。

其公式表达为:

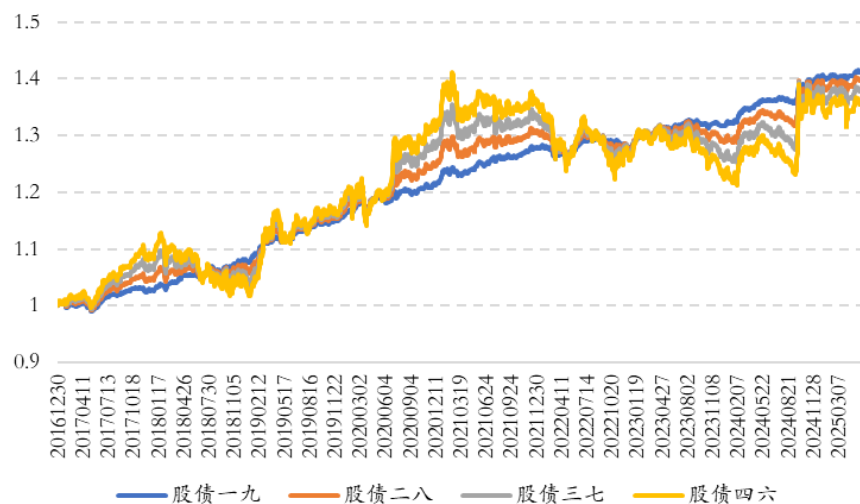
$$\sigma_i(x) = \frac{x_i(\Sigma x)_i}{\sqrt{x^T \Sigma x}} = \frac{\sqrt{x^T \Sigma x}}{n} \quad \forall i, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\sigma_p = \sqrt{x^T \Sigma x} = \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad \forall i, i = 1, 2, \dots, n$$

公式中假设有  $n$  个资产,  $\Sigma$  为各个资产的协方差矩阵,  $\sigma_i(x)$  为第  $i$  个资产的绝对风险贡献, 各个资产的绝对风险贡献等于组合的总风险除以资产数量。

以上 10 种传统资产配置策略均采用月度再平衡, 不考虑换手率带来的费率影响(多数组合换手率极低), 图表 5~图表 7 为回测策略效果。

图表 5 股债固定比例组合净值曲线



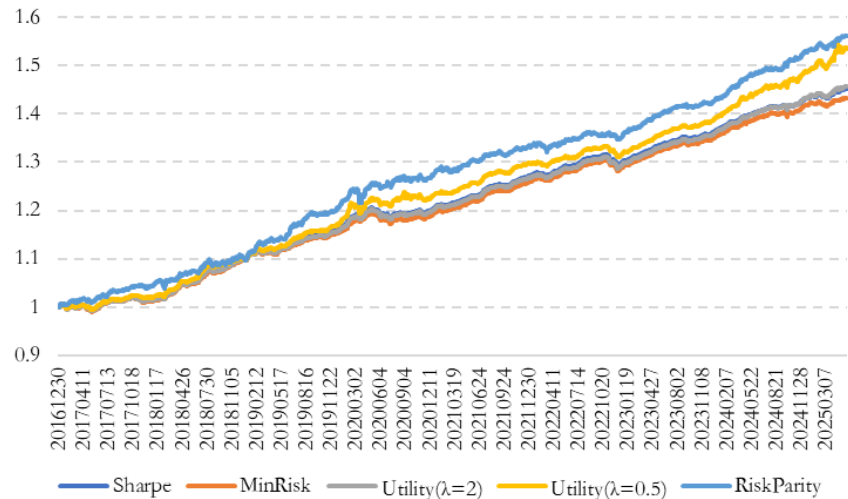
资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

股债固定比例组合中, 由于沪深 300 近年来表现不佳, 随着权益仓位中枢的提

高，组合整体收益降低，且波动率上升，因此夏普比率衰减速度很快。

优化方案中，不考虑 MaxRet（最大化期望收益）组合情况下，收益率表现最好的是风险平价组合（Risk Parity），其次为效用函数优化组合（Utility,  $\lambda = 0.5$ ），另外三种策略净值表现十分相近。

图表 6 其他资产配置组合净值曲线



注：maxRet 波动率极大，未绘制在图中。

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 7 传统资产配置方法结果

组合编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年份	股债一九	股债二八	股债三七	股债四六	Sharpe	MinRisk	MaxRet	Utility ( $\lambda=2$ )	Utility ( $\lambda=0.5$ )	RiskParity
2017	2.69%	4.68%	6.70%	8.75%	1.52%	1.14%	26.65%	1.31%	1.94%	4.27%
2018	4.90%	1.16%	-2.48%	-6.02%	8.28%	8.58%	0.63%	8.44%	7.96%	5.64%
2019	7.91%	10.90%	13.92%	16.98%	5.99%	5.31%	42.35%	5.70%	6.94%	10.22%
2020	5.58%	7.96%	10.35%	12.74%	3.60%	3.39%	37.02%	3.70%	4.86%	5.41%
2021	4.28%	3.25%	2.21%	1.17%	5.32%	5.26%	22.61%	5.30%	5.25%	4.25%
2022	0.16%	-2.32%	-4.79%	-7.24%	2.26%	2.45%	-25.49%	2.15%	1.42%	1.51%
2023	3.39%	1.71%	0.04%	-1.62%	5.14%	5.04%	51.81%	5.24%	5.76%	5.77%
2024	5.98%	7.15%	8.26%	9.33%	4.98%	4.90%	22.28%	5.31%	6.89%	6.94%
2025	0.53%	0.21%	-0.11%	-0.43%	1.19%	0.88%	-3.12%	1.49%	3.21%	1.96%
年化收益率	4.21%	4.07%	3.90%	3.70%	4.56%	4.40%	18.33%	4.60%	5.28%	5.48%
最大回撤	1.87%	4.45%	8.08%	14.01%	1.90%	1.89%	28.57%	1.88%	1.96%	2.37%
波动率	1.93%	3.71%	5.55%	7.40%	0.91%	0.84%	22.09%	0.91%	1.52%	1.85%
夏普	2.18	1.10	0.70	0.50	5.00	5.26	0.83	5.08	3.48	2.96
Calmar	2.25	0.92	0.48	0.26	2.40	2.33	0.64	2.45	2.69	2.31
各资产平均权重										
沪深300	10%	20%	30%	40%	0.29%	0.33%	8.82%	0.18%	0.26%	3.00%
信用债	90%	80%	70%	60%	97.23%	98.75%	0.00%	97.31%	91.81%	83.48%
黄金	0%	0%	0%	0%	0.86%	0.31%	8.82%	1.05%	3.86%	7.02%
恒生ETF	0%	0%	0%	0%	0.24%	0.31%	0.00%	0.25%	0.28%	3.09%
纳指ETF	0%	0%	0%	0%	1.39%	0.29%	82.35%	1.20%	3.79%	3.40%

注：2025 年数据截至 5/30，下同。

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

除波动率极高的 MaxRet 组合外，没有一个组合年化收益率超过 6%，由于历史

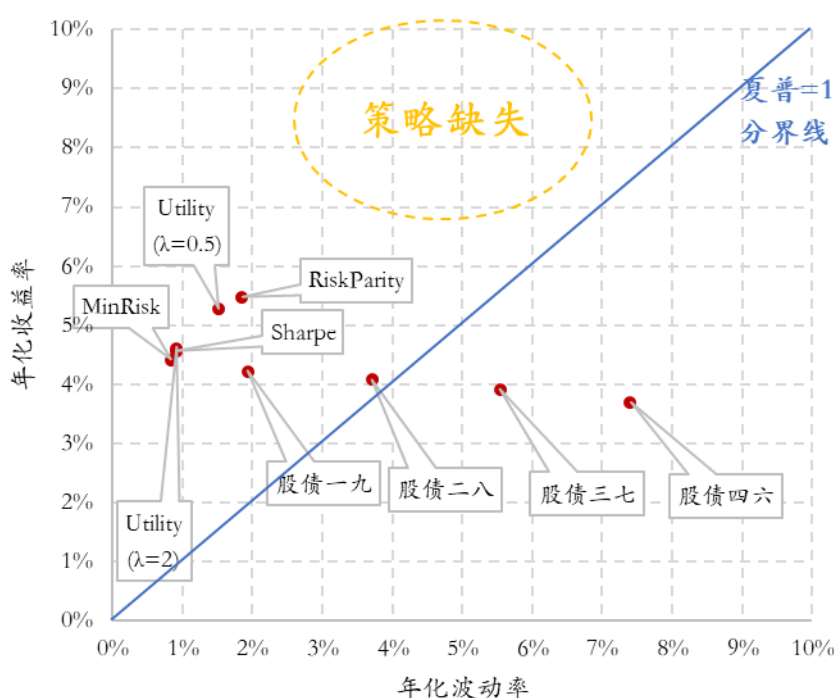


数据中，国内债市的夏普比率远远高于其他资产，导致多数组合优化时，将超过 90% 的权重分配给了债券资产，虽然组合夏普比率很高，但也限制了收益的上限。

图表 8 总结了以上 10 个模型（除 MaxRet 外）的年化收益率与波动率散点图，散点在图中的斜率即为夏普比率（无风险利率为 0 情况下）。在资产配置领域，收益与风险的非对称性上升规律已被广泛验证——当组合年化收益率突破 6% 阈值后，风险溢价要求往往呈现指数级增长。当前市场环境下，4%-6% 收益区间的配置方案已趋于成熟（如 90/10 股债组合、风险平价策略等），但能够同时满足年化收益  $\geq 8\%$  且夏普比率  $> 1$  的绝对收益策略仍属稀缺资源。虽然风险平价模型可以扩展为风险预算模型进行风险择时，或是通过加杠杆的方式进一步提升收益，但前者依赖于择时信号，参数依赖性高，后者受制于融资成本与监管约束，均非最优解决方案。

本报告将系统性地探索这一“收益-风险比率前沿”的空白地带，致力于构建具备实战价值的高收益、高夏普的绝对收益模型。

图表 8 资产配置模型的收益、波动散点图



注：maxRet 波动率极大，未绘制在图中。

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

### 3 激发风险平价潜能：增强型风险平价

风险平价模型在上一节的测算中取得了可控风险下最高的收益率，且其对资产的配置权重集中度也低于其他策略，风险平价模型的初衷在于消除预期收益预测的不确定性，减少由参数估计不确定性带来的负面影响，同时防范因投资组合过度集中而引发的潜在损失。风险平价模型的实质是通过增长因子（股票）与通胀因子（债券）的平衡应对宏观波动，当股债呈现稳定负相关（如国内 2020 年后股债相关性转负），股票下跌时债券上涨的“自动稳定器”效果凸显，可以使组合波动率系统性降低，也为风险平价模型提供了合适的应用土壤。

图表 9 权益&债券滚动 3 年收益率相关性



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

然而，这种对回撤的保护机制在动量较强的牛市中会限制收益增长，因此该策略更多被用作防御重大损失的安全垫，而非追逐超额收益的工具，该策略的保守性可能过于极端。

2020 年，Vaughn Gambeta、RoyKwon 在《Journal of Risk and Financial Management》上发表的一篇文章《Risk Return Trade-Off in Relaxed Risk Parity Portfolio Optimization》给我们提供了思路，文献发现，若能在保留风险平价配置优势的同时提高收益，将大有裨益，同时，仍可通过尽可能分散资产的风险来防范下跌。

采用多元化投资组合来防范下行风险会限制上行收益，导致在稳定增长的市场中的表现不佳。若能够开发一个模型，允许风险平价原则被违背，同时引导求解器趋向于风险平价，来放松风险平价优化，这将改善模型的保守性，但不会进行大幅调整。

### 3.1 改写风险平价的优化形式

传统风险平价要求各资产对组合的风险贡献尽可能地相等，即优化目标为：“每一对资产的风险贡献差异度最小”，公式为

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

$$\text{s. t. } \mathbf{1}^T x = 1$$

$$x_i \geq 0$$

其中  $x_i$  为资产  $i$  的权重， $x_j$  为资产  $j$  的权重，每个资产的风险贡献由  $x_i(\Sigma x)_i$  表示，并与由  $x_j(\Sigma x)_j$  表示的另一个资产的风险贡献进行比较。该模型会比较每个资产与其他所有资产的风险贡献，使其优化至最小值，当优化至 0 时，即达到绝对风险平价，表明所有资产的风险贡献都相同。

以上优化的目标函数是四次函数，属于非凸优化范畴，求解过程比较困难，且若添加其余优化条件时会使得优化过程变得更加复杂，因此，实际求解过程中，需通过引入辅助变量将其转化为二阶锥规划（second order cone programming, SOCP），以实现高效计算全局最优解。推导过程如下：

设组合中有  $n$  个资产，其协方差矩阵为  $\Sigma$ ， $x$  为组合中各项资产的权重矩阵，则

组合的风险（以波动率衡量）为

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

其中，第  $i$  项资产的边际风险贡献  $MRC_i$  (Marginal Risk Contribution):

$$MRC_i = \frac{\partial \sigma_p}{\partial x_i} = \frac{(\Sigma x)_i}{\sqrt{x^T \Sigma x}}$$

第  $i$  项资产的绝对风险贡献  $ARC_i$  (Absolute Risk Contribution):

$$ARC_i = x_i \cdot MRC_i = \frac{x_i (\Sigma x)_i}{\sqrt{x^T \Sigma x}}$$

传统风险平价中，要求组合中的每一项资产的绝对风险贡献等于组合总风险除以  $n$ ，即对于任意  $i$ ，满足  $ARC_i = \frac{\sigma_p}{n}$ ，展开得到：

$$\frac{x_i (\Sigma x)_i}{\sqrt{x^T \Sigma x}} = \frac{\sqrt{x^T \Sigma x}}{n} \quad \forall i, i = 1, 2, \dots, n$$

与下式等价：

$$x_i (\Sigma x)_i = \frac{x^T \Sigma x}{n} \quad \forall i, i = 1, 2, \dots, n$$

若我们放宽上述等式，可以考虑最小化以下表达式：

$$\min \left\{ \frac{x^T \Sigma x}{n} - \min_{1 \leq i \leq n} \{x_i (\Sigma x)_i\} \right\}$$

该式衡量了平均风险贡献  $\frac{x^T \Sigma x}{n}$  与  $i$  个资产中最小风险贡献  $\min_{1 \leq i \leq n} \{x_i (\Sigma x)_i\}$  之间的差值，当目标表达式值为 0 时，达到传统风险平价。

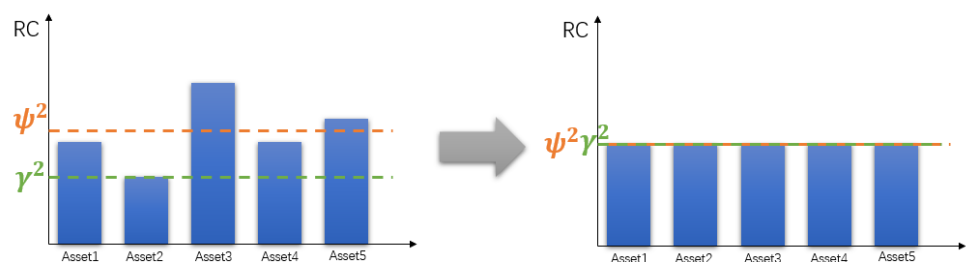
接着，引入非负的中间变量  $\psi$ 、 $\gamma$ ，令：

$$\frac{x^T \Sigma x}{n} \leq \psi^2$$

$$x_i (\Sigma x)_i \geq \gamma^2$$

这样引入的目的是，将  $\psi^2$  作为平均风险贡献的上界，将  $\gamma^2$  作为单个资产风险贡献的下界，最小化  $\psi - \gamma$  时，引导上界与下界尽可能地贴近。

图表 10 风险平价的二阶锥形式推导过程



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

当组合优化至完全风险平价时， $\psi - \gamma = 0$ 。总结上述优化过程，放宽条件的风险平价的等效 SOCP 公式如下：

$$\begin{aligned} & \min_x \psi - \gamma \\ & s.t. \quad \zeta_i = (\Sigma x)_i \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x^T \Sigma x &\leq n\psi^2 \\ x_i \zeta_i &\geq \gamma^2 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \mathbf{1}^T x &= 1 \\ x_i, \zeta_i &\geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \psi, \gamma &\geq 0 \end{aligned}$$

上述约束条件中,  $x_i \zeta_i \geq \gamma^2$  等价于  $\sqrt{(2\gamma)^2 + (x_i - \zeta_i)^2} \leq x_i + \zeta_i$ , 而  $x^T \Sigma x \leq n\psi^2$  等价于  $\sqrt{\frac{x^T \Sigma x}{n}} \leq \psi$ , 即锥约束条件的标准表达形式。

这种公式将约束条件转化为锥约束条件, 并将目标函数转化为线性形式, 由于其凸性可以由二次求解器轻松高效地计算全局最优解, 且线性框架可以更友好地加入预期收益等附加约束, 适应多目标优化需求。

## 3.2 改善风险平价保守性

### 3.2.1 添加额外的目标收益率

在上述改写后的二阶锥规划 (SOCP) 模型的约束条件中, 若增加一个额外的目标收益约束条件, 将此称为模型 A, 将有可能在尽可能达成风险平价的基础上, 实现高于风险平价的收益。

$$\begin{aligned} \min_x \quad & \psi - \gamma \\ \text{s.t.} \quad & \zeta_i = (\Sigma x)_i \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & x^T \Sigma x \leq n\psi^2 \\ & x_i \zeta_i \geq \gamma^2 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & \mu^T x \geq R \\ & \mathbf{1}^T x = 1 \\ & x_i, \zeta_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & \psi, \gamma \geq 0 \end{aligned}$$

该模型需要设定一个目标收益值  $R$ , 以实现高于朴素风险平价组合的增强收益。由于市场情况变化较快,  $R$  并不建议设置为一个难以估算的具体收益数值, 一个比较合理的做法是, 首先利用历史数据计算出资产的预期收益和协方差, 然后计算预期的朴素风险平价组合收益, 再基于历史朴素风险平价收益的倍数  $m$  来确定目标收益  $R$ 。若优化期间的朴素风险平价收益为负时, 会将目标收益  $R$  调整为零, 即  $R$  的计算如下:

$$R = m \cdot \max(E(x)_{RP}, 0) \quad m \geq 1.0$$

该方法确保目标收益大于等于朴素风险平价收益, 从而实现收益增强。

回测时, 我们纳入如图表 11 所示的市场主流指数 (共 18 个), 其对应 ETF 均具有足够市场规模以保证投资可行性。由于部分 ETF 成立时间较短, 采用指数价格可满足回测的时间跨度要求。

图表 11 回测选用指数

	指数代码	指数名称	代表ETF	规模(亿) 2025/5/30	成立时间
行业主题	000819.SH	有色金属	512400.SH	44	2017-08-03
	399998.SZ	中证煤炭	515220.SH	38	2020-01-20
	399976.SZ	CS新能源车	515030.SH	41	2020-02-20
	000932.SH	800消费	159928.SZ	135	2013-08-23
	000913.SH	300医药	512010.SH	211	2013-09-23
	980017.CNI	国证芯片(CNI)	159995.SZ	235	2020-01-20
	930713.CSI	CS人工智	159819.SZ	159	2020-07-27
	930901.CSI	动漫游戏	159869.SZ	63	2021-02-25
	399967.SZ	中证军工	512660.SH	139	2016-07-26
	399975.SZ	证券公司	512880.SH	287	2016-07-26
红利	000015.SH	红利指数	510880.SH	201	2006-11-17
小盘	000852.SH	中证1000	512100.SH	623	2016-09-29
债券	CBA02521.CS	中债-国开行债券总财富(1-3年)指数	159650.SZ	36	2022-08-26
	CBA02551.CS	中债-国开行债券总财富(7-10年)指数	511520.SH	480	2022-08-19
	CBA04201.CS	中债-企业债AAA财富(总值)指数	511220.SH	179	2014-11-13
商品	AU.SHF	SHFE黄金	518880.SH	593	2013-07-18
港股	159920.SZ	恒生ETF	159920.SZ	158	2012-08-09
美股	513100.SH	纳指ETF	513100.SH	146	2013-04-25

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

需特别说明的是，传统风险平价模型要求各资产风险贡献均等，而本研究对异质性较强的指数（包含不同板块/风格的低相关性指数）应用该模型，虽与原始假设存在差异，但作为方法创新的探索性尝试具有研究价值。

图表 12 指数之间相关性分析

收益率相关性	有色金 属	中证煤 炭	CS新能 车	800消 费	300医 药	国证芯 片	CS人工 智	动漫游 戏	红利指 数	中证 1000	中证军 工	证券公 司	利率债 (短期)	利率债 (中 长)	信用债	SHFE 黄金	恒生 ETF	纳指 ETF
有色金属	100%	63%	74%	43%	41%	50%	55%	43%	59%	73%	59%	54%	-6%	-15%	-4%	20%	46%	26%
中证煤炭	63%	100%	37%	29%	21%	24%	31%	28%	77%	48%	35%	44%	-7%	-17%	-5%	2%	37%	20%
CS新能源车	74%	37%	100%	52%	56%	66%	67%	49%	40%	78%	65%	55%	-7%	-15%	-7%	0%	47%	27%
800消费	43%	29%	52%	100%	73%	42%	48%	40%	48%	55%	41%	53%	-10%	-20%	-10%	0%	54%	25%
300医药	41%	21%	56%	73%	100%	47%	53%	45%	38%	60%	44%	49%	-9%	-16%	-10%	0%	47%	24%
国证芯片	50%	24%	66%	42%	47%	100%	85%	54%	32%	75%	66%	55%	-9%	-16%	-9%	-1%	36%	23%
CS人工智	55%	31%	67%	48%	53%	85%	100%	74%	43%	86%	72%	65%	-9%	-18%	-8%	-1%	45%	29%
动漫游戏	43%	28%	49%	40%	45%	54%	74%	100%	41%	74%	52%	54%	-7%	-13%	-7%	0%	40%	24%
红利指数	59%	77%	40%	48%	38%	32%	43%	41%	100%	58%	41%	61%	-10%	-21%	-7%	2%	54%	27%
中证1000	73%	48%	78%	55%	60%	75%	86%	74%	58%	100%	80%	70%	-8%	-18%	-8%	1%	50%	28%
中证军工	59%	35%	65%	41%	44%	66%	72%	52%	41%	80%	100%	57%	-3%	-12%	-2%	5%	33%	20%
证券公司	54%	44%	55%	53%	49%	55%	65%	54%	61%	70%	57%	100%	-9%	-19%	-8%	-2%	52%	24%
利率债(短期)	-6%	-7%	-7%	-10%	-9%	-9%	-9%	-7%	-10%	-8%	-3%	-9%	100%	68%	73%	9%	-8%	-2%
利率债(中长)	-15%	-17%	-15%	-20%	-16%	-16%	-18%	-13%	-21%	-18%	-12%	-19%	68%	100%	59%	12%	-20%	-10%
信用债	-4%	-5%	-7%	-10%	-10%	-9%	-8%	-7%	-7%	-8%	-2%	-8%	73%	59%	100%	8%	-10%	-4%
SHFE黄金	20%	2%	0%	0%	0%	-1%	-1%	0%	2%	1%	5%	-2%	9%	12%	8%	100%	-2%	-3%
恒生ETF	46%	37%	47%	54%	47%	36%	45%	40%	54%	50%	33%	52%	-8%	-20%	-10%	-2%	100%	45%
纳指ETF	26%	20%	27%	25%	24%	23%	29%	24%	27%	28%	20%	24%	-2%	-10%	-4%	-3%	45%	100%

注：图中为各指数 2017~2025.5.30 的日度收益率相关性矩阵

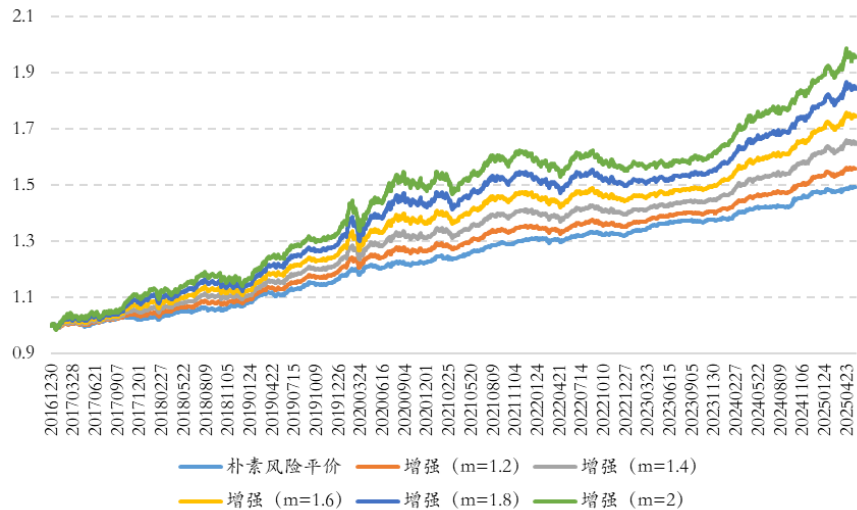
资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

回测采用月度再平衡机制，具体流程如下：①每月末使用过去 720 个交易日的指数日收益率数据（回望窗口=720 天）；②计算各资产预期收益率和协方差矩阵；③求解朴素风险平价配置权重；④计算朴素风险平价下的收益率 $E(x)_{RP}$ ；⑤添加目标收益约束条件 $R = m \cdot \max(E(x)_{RP}, 0)$ ；⑥计算目标收益下的增强风险平价配置权重；⑦次月按该权重持有组合；⑧记录当月组合收益率；⑨滚动至下个月重复上述步骤。通过这种滚动窗口方法，最终可获得完整的策略历史收益曲线。



图表 13 为朴素风险平价模型与增强风险平价模型的策略净值对比，随着增强模型中的  $m$  值从低到高提升，策略收益率呈现上升趋势。同时，波动率也随之增加，但增幅相对可控。相较于朴素风险平价模型，增强模型在不同  $m$  值下均较少出现大幅回撤，显示出很强的风险抵御能力。增强模型在提升收益率的同时，保持了相对稳定的策略表现。

图表 13 不同增强乘数的策略净值对比（模型 A）



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 14 不同增强乘数的策略结果详情（模型 A）

年份	朴素风险平价	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
2017	2.35%	3.69%	5.27%	7.07%	8.99%	10.96%
2018	4.55%	4.49%	4.37%	4.19%	4.07%	3.88%
2019	9.31%	10.56%	11.78%	13.13%	14.60%	16.15%
2020	6.10%	7.22%	8.72%	10.36%	12.13%	13.81%
2021	5.51%	5.60%	5.74%	5.79%	5.78%	5.87%
2022	1.08%	-0.17%	-1.05%	-1.97%	-2.88%	-3.78%
2023	4.50%	4.59%	4.74%	4.93%	5.18%	5.44%
2024	6.68%	8.06%	10.19%	11.64%	12.92%	14.25%
2025	1.07%	1.82%	2.45%	3.18%	3.93%	4.79%
年化收益率	4.90%	5.45%	6.19%	6.89%	7.62%	8.38%
最大回撤	1.81%	3.04%	4.02%	5.12%	6.33%	7.63%
波动率	1.93%	2.45%	3.04%	3.72%	4.48%	5.30%
夏普	2.54	2.22	2.03	1.85	1.70	1.58
Calmar	2.71	1.79	1.54	1.35	1.20	1.10
年化换手率	8.95%	72.92%	89.55%	102.53%	108.55%	116.21%
各资产平均权重						
权益	7.35%	7.63%	8.51%	9.62%	10.98%	12.49%
债券	86.31%	82.62%	78.64%	74.00%	68.65%	62.87%
黄金	3.83%	4.95%	6.34%	8.07%	10.10%	12.35%
恒生ETF	1.09%	0.76%	0.60%	0.48%	0.41%	0.36%
纳指ETF	1.42%	4.05%	5.91%	7.84%	9.87%	11.93%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

从分年度情况来看，组合的每年度收益率比较可观，除 2022 年多数增强模型出现负收益外，其余年份均为正收益，且在 2019~2020、2024 年收益率十分可观，即使是表现比较糟糕的 2022 年，回撤也相对可控。

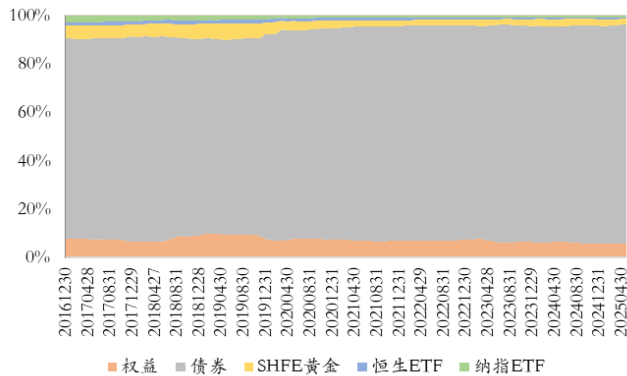
从整体年化收益率、回撤来看，所有组合的夏普均高于 1.5，Calmar 均高于 1，且换手率也比较合理，在增强 ( $m=2$ ) 模型中，年化换手率为 116.21%，在可接受



范围内。

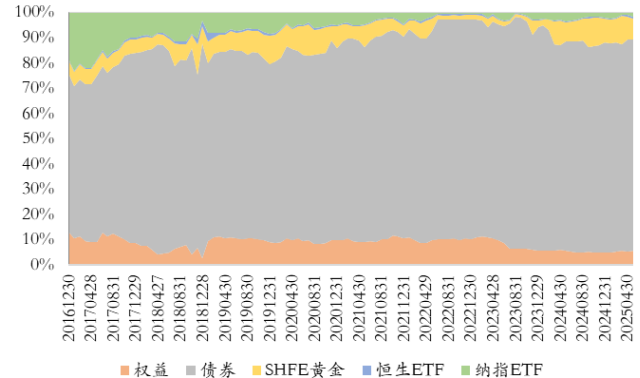
此外，增强模型对于债券资产的配置不再极值集中，当  $m \geq 1.4$  时，债券资产的平均仓位降低至 80% 以下，这体现了通过增加其他资产（权益、黄金等）的配置来获取收益的增强思路，使得组合更加多元化。

图表 15 朴素风险平价模型历史资产配置



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 16 增强风险平价模型 A ( $m=1.4$ ) 历史资产配置

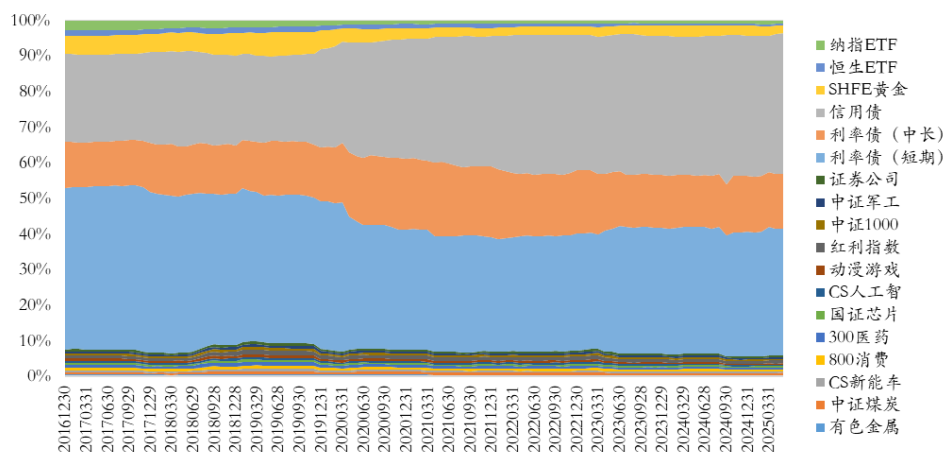


资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 15 为朴素风险平价的历史资产配置情况，可以看到各类资产的权重在历史上的变动非常微小，由于其严格风险平价的特性，大部分资产集中于债券资产，限制了收益的空间。图表 16 为增强风险平价模型 ( $m=1.4$ ) 的历史资产配置情况，各类资产的配置有了较大幅度的改变，且风险资产（权益、商品）的平均权重明显升高。

此外，细化到各个指数的配置图表 17、图表 18 所示，可以看到朴素风险平价模型不仅大类资产变动幅度微小，内部各类指数的变化也非常微小。

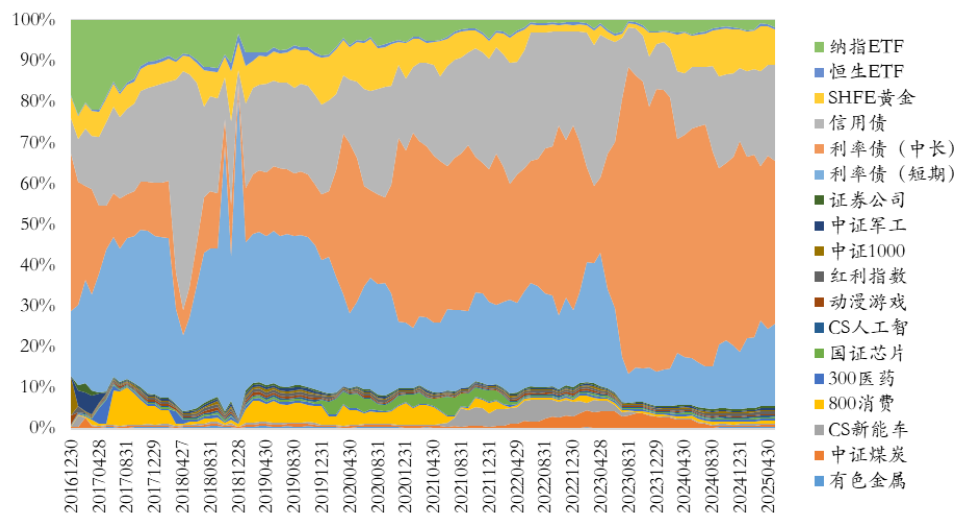
图表 17 朴素风险平价模型历史详细配置



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

而增强模型中，不仅债券资产内部有了较大地切换，且权益资产内部出现了明显的轮动，例如 2017 年组合配置了较多的纳指 ETF，2019、2020、2024 年组合加仓黄金，2017、2019、2020 年组合加仓 800 消费，2020、2021 年组合加仓国证芯片，2021、2022 年组合加仓 CS 新能源车，2022、2023 年组合加仓煤炭。

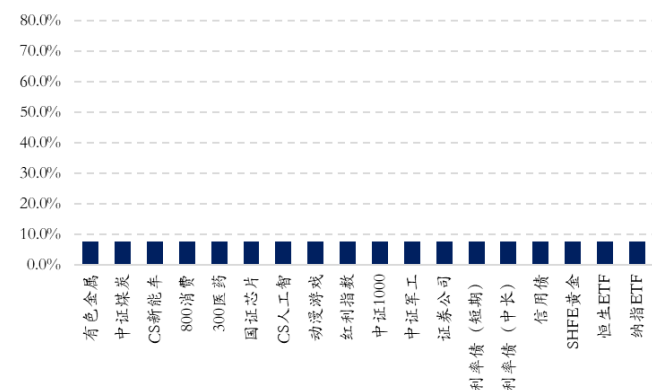
图表 18 增强风险平价模型 A (m=1.4) 历史详细配置



资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

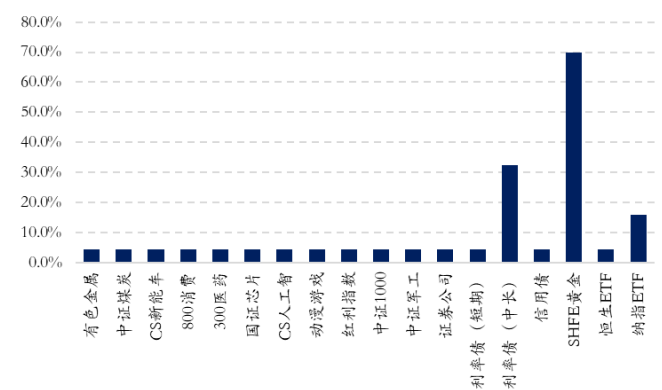
图表 19 为最新一期 (2025 年 5 月底) 朴素风险平价模型中各类指数的风险贡献, 图表 20 为增强风险平价模型 A (m=1.4) 中各类指数的风险贡献, 此时所有指数的风险贡献均偏离原初风险平价目标线, 且风险集中于少数指数, 因为模型将预期收益视为风险-收益权衡的驱动因素之一。

图表 19 朴素风险平价模型的风险贡献



资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

图表 20 增强风险平价模型 A (m=1.4) 的风险贡献



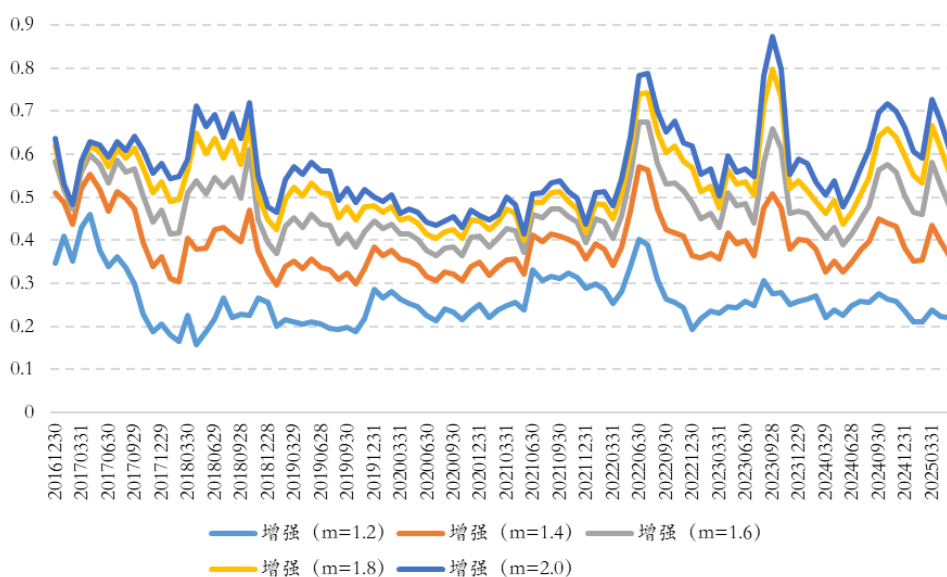
资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

为了评估增强风险平价与朴素风险平价配置的接近程度, 计算增强风险平价下每项指数的风险贡献与朴素风险平价下每项指数的风险贡献之间的欧几里得距离, 将其记为  $d$ 。

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (ARC_i^{rrp} - ARC_i^{rp})^2}$$

其中  $ARC_i^{rrp}$  代表增强风险平价 (放宽条件后的风险平价模型, relax risk parity) 中第  $i$  类资产的绝对风险贡献,  $ARC_i^{rp}$  代表朴素风险平价 (risk parity) 中第  $i$  类资产的绝对风险贡献。

图表 21 增强风险平价模型与朴素风险平价模型之间的距离



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 21 绘制了增强风险平价模型与朴素风险平价模型之间的欧几里得距离  $d$ ，该距离表明了投资组合在多大程度上保留风险平价特征。模型在经历重大市场冲击后，某种程度上会回归至风险平价配置，例如 2018 年底、2022 年下半年、2023 年下半年距离朴素风险平价明显变近。在市场动荡时期，由于回看期内预期回报估计值的降低，自适应目标回报方法产生的目标回报低于风险平价回报所能达到的水平，促使模型仅基于风险特征进行优化，将权重推向风险平价权重。这种优良特性使得模型能更好的适应各种市场环境。

但由于回看期长度目前设置为 3 年，模型对市场的反应存在滞后，我们将在后文中测试参数敏感性带来的变化。

### 3.2.2 调节目标风险平均值

上一节中，通过允许模型违反风险平价特性并产生风险贡献不等的投资组合，对风险平价模型进行了放松。

本节将约束条件  $(x^T \Sigma x \leq n\psi^2)$  修改为  $(\frac{x^T \Sigma x}{n} \leq \psi^2 - \rho^2)$ ， $\frac{x^T \Sigma x}{n}$  代表目标的风险平价风险，在这个约束条件中引入一个调节项  $\rho$ ， $\rho$  表示对风险平价界限的更改。

调节项  $\rho$  的大小由资产权重和协方差矩阵决定的  $(x^T \Sigma x \leq \rho^2)$ ，为模型提供了一个被动项以进行优化。加入该调节项的目的是尽可能在最优方差情况下加强目标风险的界限限制。我们将修改后的模型称为模型 B。

$$\begin{aligned} & \min_x \psi - \gamma \\ & \text{s.t. } \zeta_i = (\Sigma x)_i \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & \quad \frac{x^T \Sigma x}{n} \leq n(\psi^2 - \rho^2) \\ & \quad \frac{x^T \Sigma x}{n} \leq \rho^2 \\ & \quad x_i \zeta_i \geq \gamma^2 \quad i = 1, 2, \dots, n \\ & \quad \mu^T x \geq R \\ & \quad \mathbf{1}^T x = 1 \end{aligned}$$

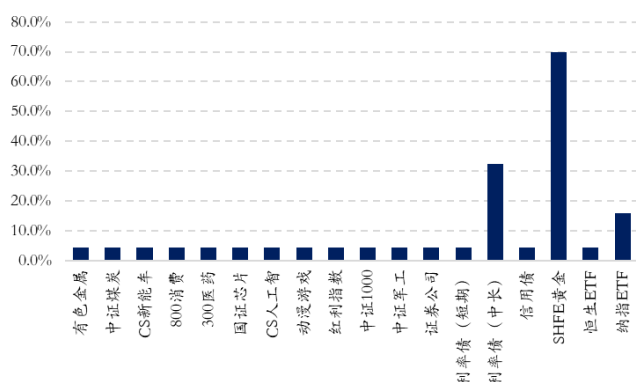
$$x_i, \zeta_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\psi, \gamma \geq 0$$

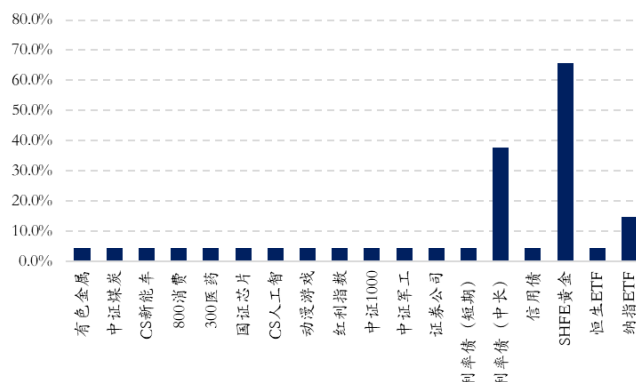
仍以最新一期（2025 年 5 月底）优化得到的结果为例，模型 A 各资产的风险贡献如图表 22 所示，模型 B 各资产的风险贡献如图表 23 所示，两者非常接近，证明两个模型的差距并不大。

但仍然可以观察到图中最明显的变化是黄金的风险贡献下降了。此外，各项资产的平均风险贡献从模型 A 的 10.332% 下降至模型 B 的 10.273%，降幅虽然很小，但仍有下降，这个降幅主要是添加的调节项  $\rho$  导致的。因此，若面临市场极端环境，由于模型 B 的单资产极端风险贡献低于模型 A，预计其波动与回撤表现会更好。

图表 22 增强风险平价模型 A ( $m=1.4$ ) 的风险贡献



图表 23 增强风险平价模型 B ( $m=1.4$ ) 的风险贡献



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

模型 B 的不同增强乘数下的策略结果详情如图表 24 所示。在最高乘数  $m=2.0$  下，组合年化收益达到了 8.37%，最大回撤 7.43%，年化波动率 5.19%，夏普比 1.61，表现出色。

图表 24 不同增强乘数的策略结果详情（模型 B）

年份	朴素风险平价	增强 ( $m=1.2$ )	增强 ( $m=1.4$ )	增强 ( $m=1.6$ )	增强 ( $m=1.8$ )	增强 ( $m=2$ )
2017	2.35%	3.30%	5.09%	7.05%	9.09%	11.18%
2018	4.55%	5.92%	5.36%	4.95%	4.50%	4.09%
2019	9.31%	7.17%	8.95%	11.11%	13.33%	15.60%
2020	6.10%	6.56%	8.46%	10.17%	12.03%	13.97%
2021	5.51%	5.73%	5.92%	5.99%	6.00%	6.05%
2022	1.08%	-0.37%	-1.08%	-1.98%	-2.92%	-3.83%
2023	4.50%	4.83%	4.80%	4.97%	5.22%	5.50%
2024	6.68%	7.09%	9.02%	11.01%	12.82%	14.20%
2025	1.07%	1.78%	2.33%	2.98%	3.68%	4.51%
年化收益率	4.90%	5.00%	5.80%	6.66%	7.52%	8.37%
最大回撤	1.81%	2.73%	3.89%	4.96%	6.14%	7.43%
波动率	1.93%	2.13%	2.83%	3.55%	4.34%	5.19%
夏普	2.54	2.35	2.05	1.87	1.73	1.61
Calmar	2.71	1.84	1.49	1.34	1.22	1.13
年化换手率	8.95%	116.01%	119.22%	122.95%	126.28%	133.64%
各资产平均权重						
权益	7.35%	5.93%	7.35%	8.72%	10.30%	12.01%
债券	86.31%	86.25%	81.37%	76.17%	70.34%	64.11%
黄金	3.83%	3.74%	5.35%	7.20%	9.35%	11.71%
恒生ETF	1.09%	0.54%	0.47%	0.40%	0.36%	0.34%
纳指ETF	1.42%	3.53%	5.46%	7.50%	9.65%	11.83%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

两者详细对比如图表 25 所示，从收益率看，模型 B 略低于模型 A，但随着增强乘数的提升，模型 B 的收益率与模型 A 的距离越来越近，证明随着增强乘数的提升，

调节项  $p$  发挥的功能是下降的。此外，模型 B 的整体波动率、最大回撤多数低于模型 A，且模型 B 风险优化的幅度大于模型 B 收益损失的幅度，因此夏普、Calmar 比率多数高于模型 A，证明模型 B 比模型 A 对风险的考虑更加完备一些。

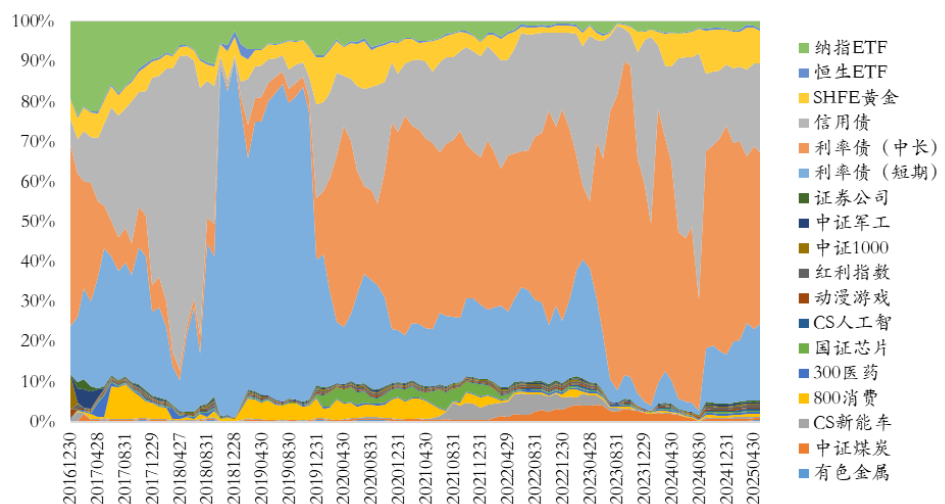
图表 25 不同增强乘数模型 A 与模型 B 的对比

	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
模型A					
年化收益率	5.45%	6.19%	6.89%	7.62%	8.38%
最大回撤	3.04%	4.02%	5.12%	6.33%	7.63%
波动率	2.45%	3.04%	3.72%	4.48%	5.30%
夏普	2.22	2.03	1.85	1.70	1.58
Calmar	1.79	1.54	1.35	1.20	1.10
模型B					
年化收益率	5.00%	5.80%	6.66%	7.52%	8.37%
最大回撤	2.73%	3.89%	4.96%	6.14%	7.43%
波动率	2.13%	2.83%	3.55%	4.34%	5.19%
夏普	2.35	2.05	1.87	1.73	1.61
Calmar	1.84	1.49	1.34	1.22	1.13
两者差距 (模型B/模型A-1)					
年化收益率	-8.20%	-6.19%	-3.35%	-1.38%	-0.12%
最大回撤	-10.27%	-3.44%	-3.12%	-2.98%	-2.57%
波动率	-13.30%	-7.16%	-4.62%	-3.17%	-2.15%
夏普	5.88%	1.04%	1.33%	1.85%	2.07%
Calmar	2.31%	-2.85%	-0.23%	1.65%	2.51%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 26 为增强风险平价模型 B（增强乘数=1.4）的历史权重配置情况，与模型 A 相比，权益、黄金资产的权重在历史上是非常类似的，但债券资产内部有一些差异性。

图表 26 增强风险平价模型 B (m=1.4) 历史详细配置



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

在《Risk Return Trade-Off in Relaxed Risk Parity Portfolio Optimization》的文献原文中，作者还介绍了一种强制限制单资产风险贡献的模型 C，用以更加严格地控制组合风险，感兴趣的读者可自行查阅。

综合考虑模型 A 与模型 B 的表现后，我们在后文的进一步研究中将统一使用模型 B 作为回测模型。



### 3.3 层级结构的增强型风险平价

在上文介绍增强型风险平价的概念时，我们直接对异质性较强的指数应用了该模型，但深入分析发现，这种处理存在理论瑕疵。如图表 26 所示，由于样本指数纳入数量差异，内地权益资产、债券资产、黄金、港股、美股的理论风险贡献初始权重呈现为 66.67%、16.67%、5.56%、5.56%、5.56% 的显著不平衡分布，虽然宽松型风险平价的优化过程会使实际风险贡献偏离该基准，但初始设置的严重偏态仍可能导致各种问题：

1. 模型效果失真：纳入更多、更丰富的权益类资产会直接改变顶层资产的目标风险分配；
2. 风险分散失效：小风险贡献资产（如黄金/港股/美股各 5.56%）难以发挥应有的对冲作用。

图表 27 上文中使用的目标风险贡献占比

指数名称	目标风险贡献占比	资产类型	目标风险贡献占比
有色金属	5.56%	内地权益资产	66.67%
中证煤炭	5.56%		
CS新能车	5.56%		
800消费	5.56%		
300医药	5.56%		
国证芯片(CNI)	5.56%		
CS人工智	5.56%		
动漫游戏	5.56%		
中证军工	5.56%		
证券公司	5.56%		
红利指数	5.56%		
中证1000	5.56%		
中债-国开行债券总财富(1-3年)指数	5.56%	债券资产	16.67%
中债-国开行债券总财富(7-10年)指数	5.56%		
中债-企业债AAA财富(总值)指数	5.56%		
SHFE黄金	5.56%	黄金	5.56%
恒生ETF	5.56%	港股	5.56%
纳指ETF	5.56%	美股	5.56%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

更为合理的方式是首先等权分配各资产的目标风险贡献，再在各类资产下，再次等权分配各指数的目标风险贡献，形成层级结构，如图表 28 所示。

图表 28 使用资产层级结构设置目标风险贡献占比

资产类型	目标风险贡献占比	指数名称	目标风险贡献占比
内地权益资产	20.00%	有色金属	1.11%
		中证煤炭	1.11%
		CS新能车	1.11%
		800消费	1.11%
		300医药	1.11%
		国证芯片(CNI)	1.11%
		CS人工智	1.11%
		动漫游戏	1.11%
		中证军工	1.11%
		证券公司	1.11%
		红利指数	1.11%
		中证1000	1.11%
债券资产	20.00%	中债-国开行债券总财富(1-3年)指数	6.67%
		中债-国开行债券总财富(7-10年)指数	6.67%
		中债-企业债AAA财富(总值)指数	6.67%
黄金	20.00%	SHFE黄金	20.00%
港股	20.00%	恒生ETF	20.00%
美股	20.00%	纳指ETF	20.00%

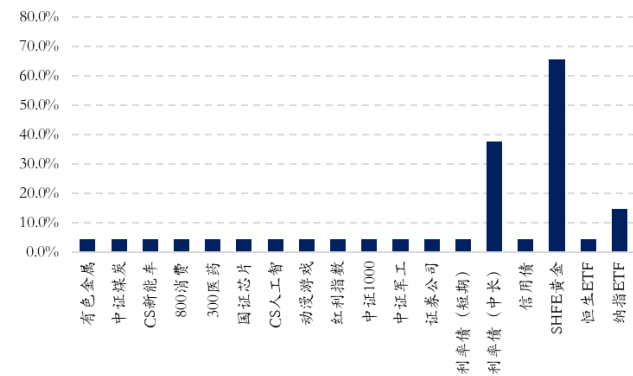
资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

我们将修改后的目标风险贡献重新应用于上一节的增强模型 B，在二阶锥规划



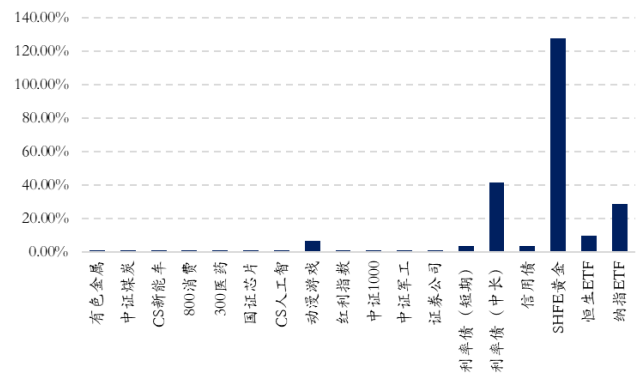
下，使得各指数的风险贡献尽量接近于图表 28 所示的风险分配。图表 29、图表 30 分别为未引入、引入层级结构下的增强模型 B 的风险贡献情况，引入层级结构后，各指数的风险贡献大幅改变。

图表 29 增强风险平价模型 B (m=1.4) 的风险贡献



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 30 层级结构增强风险平价模型 B (m=1.4) 的风险贡献



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

引入层级结构后的增强模型 B 的收益风险详情如图表 31 所示，在最高乘数 m=2.0 下，组合年化收益达到了 9.60%，最大回撤 9.01%，年化波动率 6.12%，夏普比仍高于 1.5，表现十分出色。

图表 31 不同增强乘数的策略结果详情（引入层级结构的模型 B）

年份	目标风险平价	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
2017	3.30%	3.81%	5.23%	7.21%	9.16%	11.21%
2018	5.91%	5.14%	4.73%	4.29%	3.82%	3.29%
2019	9.31%	12.11%	14.13%	16.17%	18.31%	20.58%
2020	5.54%	7.09%	8.91%	10.96%	13.10%	14.88%
2021	4.51%	5.16%	5.49%	5.73%	5.89%	5.99%
2022	1.59%	0.37%	-0.28%	-1.06%	-1.96%	-2.84%
2023	5.42%	5.33%	5.34%	5.62%	5.83%	6.08%
2024	7.56%	9.59%	11.31%	12.79%	14.38%	16.00%
2025	1.81%	2.74%	3.52%	4.46%	5.53%	6.73%
年化收益率	5.36%	6.10%	6.92%	7.82%	8.72%	9.60%
最大回撤	2.21%	3.38%	4.64%	6.03%	7.50%	9.01%
波动率	1.87%	2.54%	3.34%	4.21%	5.14%	6.12%
夏普	2.87	2.40	2.07	1.86	1.70	1.57
Calmar	2.42	1.80	1.49	1.30	1.16	1.07
年化换手率	8.17%	92.92%	102.79%	104.77%	111.08%	120.12%
各资产平均权重						
权益	2.89%	4.83%	6.46%	8.14%	9.96%	11.82%
债券	83.70%	81.40%	76.30%	70.57%	64.20%	57.47%
黄金	6.87%	6.82%	8.44%	10.49%	12.85%	15.48%
恒生ETF	3.23%	1.95%	1.47%	1.06%	0.79%	0.58%
纳指ETF	3.31%	5.01%	7.34%	9.74%	12.20%	14.64%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

对比模型 B 与引入层级结构的模型 B，可以看到在各个增强乘数下，年化收益率大概有超过 1% 的提升，且夏普比基本维持（甚至在 m=1.2、1.4 时夏普比更高），这也说明了层级结构的有效性，打破了资产配置中收益与风险非对称上升的规律。

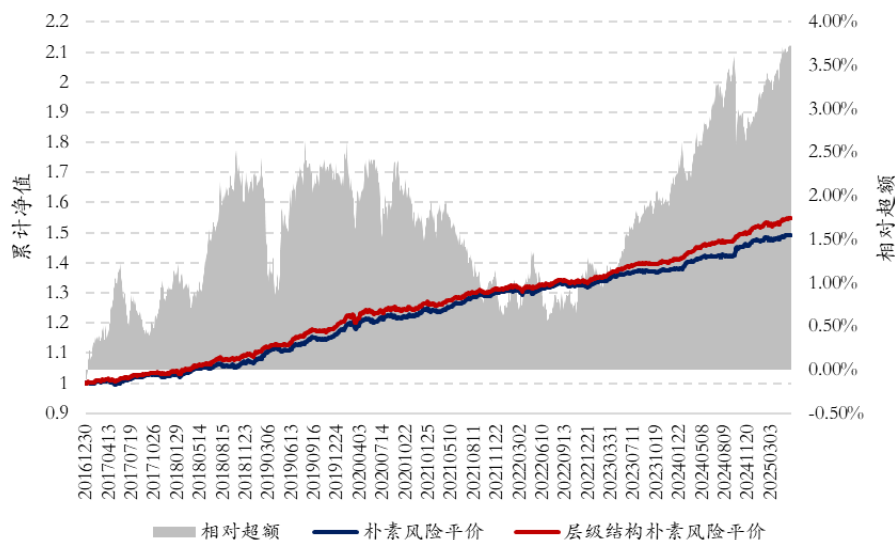
图表 32 模型 B 与引入层级结构的模型 B 的对比

	目标风险平价	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
模型B						
年化收益率	4.90%	5.00%	5.80%	6.66%	7.52%	8.37%
最大回撤	1.81%	2.73%	3.89%	4.96%	6.14%	7.43%
波动率	1.93%	2.13%	2.83%	3.55%	4.34%	5.19%
夏普	2.54	2.35	2.05	1.87	1.73	1.61
Calmar	2.71	1.84	1.49	1.34	1.22	1.13
模型B (引入层级结构)						
年化收益率	5.36%	6.10%	6.92%	7.82%	8.72%	9.60%
最大回撤	2.21%	3.38%	4.64%	6.03%	7.50%	9.01%
波动率	1.87%	2.54%	3.34%	4.21%	5.14%	6.12%
夏普	2.87	2.40	2.07	1.86	1.70	1.57
Calmar	2.42	1.80	1.49	1.30	1.16	1.07
两者差距 (层级结构模型B/模型B-1)						
年化收益率	9.40%	21.95%	19.19%	17.35%	15.94%	14.74%
最大回撤	22.38%	24.12%	19.56%	21.50%	22.04%	21.32%
波动率	-2.96%	19.46%	18.05%	18.37%	18.33%	18.02%
夏普	12.74%	2.08%	0.96%	-0.86%	-2.03%	-2.78%
Calmar	-10.61%	-1.75%	-0.31%	-3.41%	-5.00%	-5.43%

资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

图表 33 绘制了在无层级结构和有层级结构下的朴素风险平价的净值对比, 右轴绘制了相对超额阴影, 图表 34、图表 35 则绘制了在无层级结构和有层级结构的下的不同增强乘数风险平价模型 (模型 B) 净值对比。

图表 33 朴素风险平价 vs 层级结构朴素风险平价



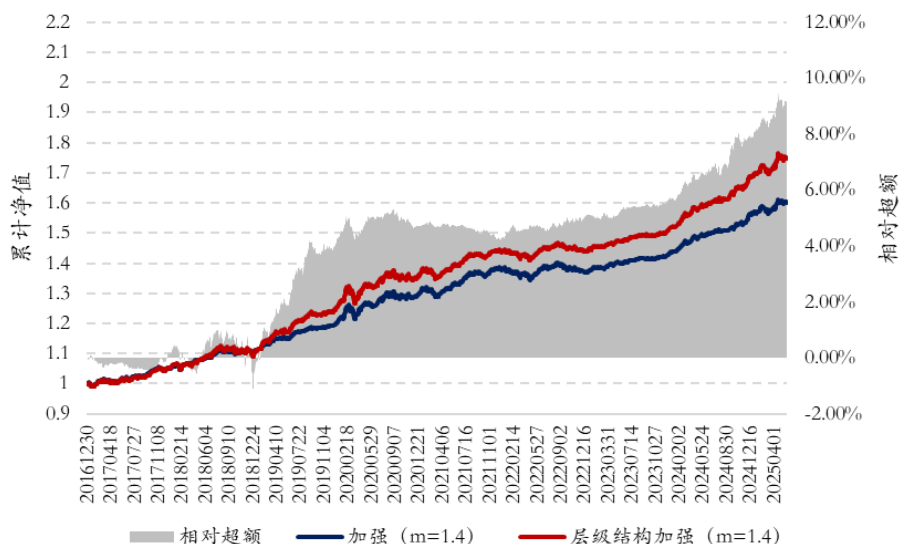
资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

在朴素风险平价模型中, 层级结构的引入对收益增强的效果似乎并不稳定, 例如 2019~2021 年, 无层级结构模型因权益指数配置比例更高 (待选资产池中权益指数更多, 分配给权益指数的风险贡献目标更多), 在牛市中显著跑赢有层级结构模型。后者因强制按资产类别分配风险预算, 导致对权益上涨行情的捕捉不足, 超额收益

阶段性下降。

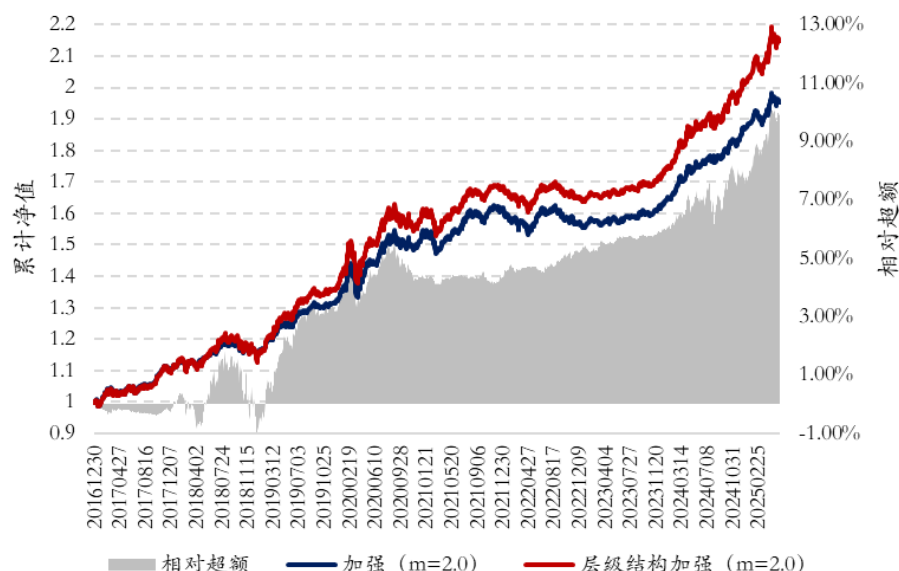
然而有趣的是，引入增强模型后，层级结构的这种收益保守性得到了改善，增强风险平价模型会根据预期收益与协方差进行动态权重调整，克服原风险分配的僵化性，在保留层级风险控制优势的同时，收益能力显著提升。在  $m=2.0$  增强乘数下，可以发现层级结构加强模型基本稳定跑赢无层级结构加强模型。

图表 34 增强型 ( $m=1.4$ ) vs 层级结构增强型 ( $m=1.4$ )



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

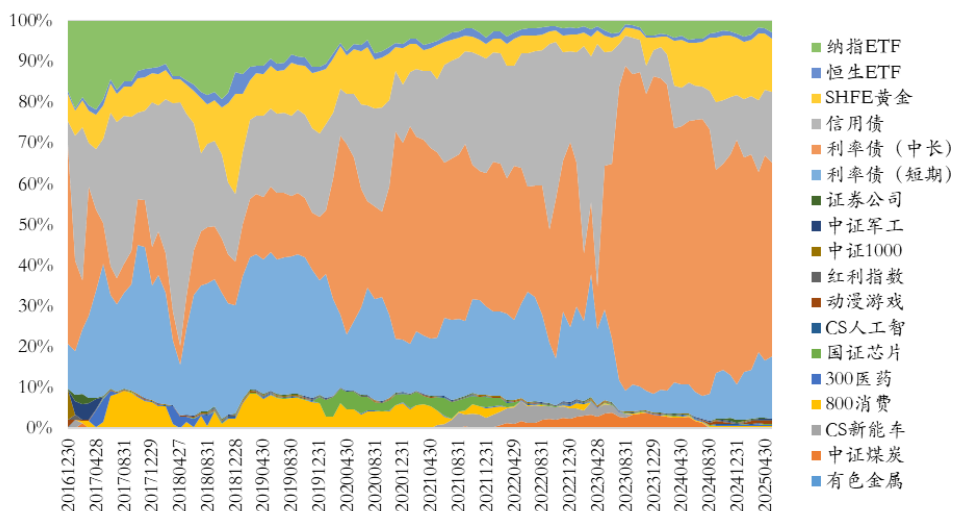
图表 35 增强型 ( $m=2.0$ ) vs 层级结构增强型 ( $m=2.0$ )



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 36 为引入层级结构后增强型风险平价模型 B 的历史权重配置，结合图表 31 中的各类资产平均权重分析，发现虽然层级结构给予权益指数的风险贡献分配大幅下降，但增强模型下权益资产的历史平均配置比例并不低 ( $m=1.4$  时，层级模型 6.46%vs.非层级模型 7.35%)，这证明了增强模型在层级目标风险分配的前提下，会自适应地进行权重优化以获取更高的收益。

图表 36 层级结构的增强风险平价模型 B (m=1.4) 历史权重配置



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

总体来说，层级结构在朴素模型中可能牺牲收益弹性，但通过增强风险平价算法优化后，能实现风险控制与收益增强的双重目标。

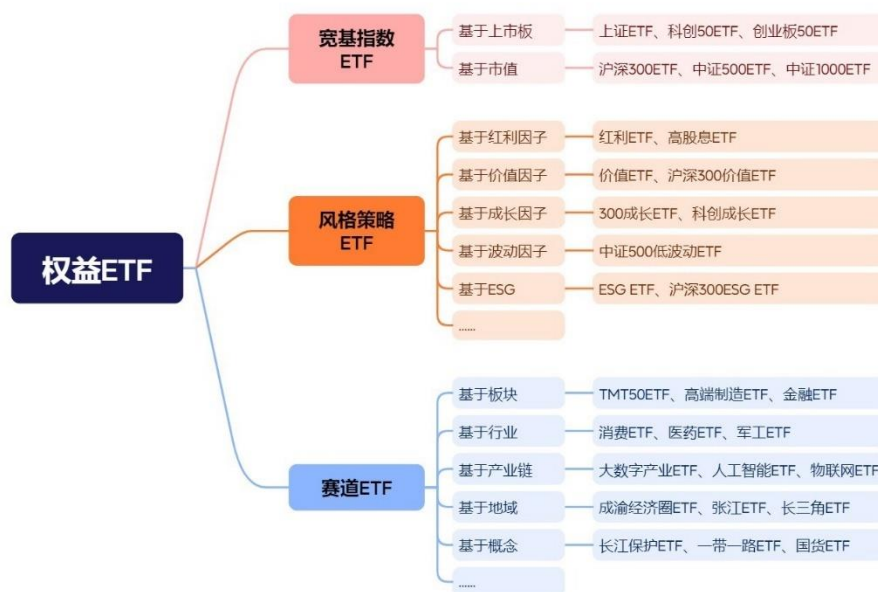
## 4 引入更加多元化的权益 ETF

在经过上文研究的增强型风险评价模型以及引入层级结构的研究后，拓展思考以下几个问题：

- 1、虽然债券、商品、美股 ETF 目前品种相对单一，但权益类 ETF 的标的目前十分丰富，如果我们引入更加多元化的权益类 ETF，能否追求更高的收益；
- 2、上文权益指数的选取（12 个）是人工确定的，选择时尽量要求其分属不同的赛道，实际上的指数分类维度应该不止于此，且未来市场亦有可能发行更多更丰富品类的 ETF，每次都人工分类工作量较大；
- 3、选择 12 个指数的时候存在潜在后视偏差，我们选择了当前市场规模较大的指数，而规模较大本身可能是历史业绩光环效应影响，且人工选择未能涵盖正在形成市场影响力的新锐指数。

本节主要针对以上问题提出优化方案。当前市场的权益 ETF 主要分为宽基类 ETF、风格策略类 ETF、赛道 ETF（也叫行业主题 ETF），其中最难分类的便是赛道 ETF，赛道 ETF 是跟踪某行业/主题/赛道指数的 ETF 产品，不管是同属一个板块、一个行业、一个产业链、一个地域、一个概念，只要存在统一的股价驱动逻辑，理论上都能发行赛道 ETF，因此不同赛道 ETF 可能存在重叠度高、互相包含的情况，加剧了分类的难度。

图表 37 权益 ETF 概念图谱



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

本节主要介绍这种适用于高维、复杂分类环境的投资组合构建算法，该算法以 ETF 的成分股以及权重数据作为输入，通过构建树状层级聚类图进行降维处理，通过动态分类体系构建投资组合。

在每个调仓横截面均会执行以下操作流程：

- 1、预处理：对跟踪相同指数的 ETF 进行去重（基于流动性筛选，保留规模最大的标的）；
- 2、实时聚类：每个横截面均会基于最新市场数据重建层级关系，以快速识别新发指数或指数风格漂移带来的分类变化。这样设计显著提升了纳入待选池的 ETF 对市场结构变化的响应速度，同时避免了后视偏差。

## 4.1 层级聚类方法

层级聚类（Hierarchical Clustering, HC）需要定义两个 ETF 之间的距离，我们使用 ETF 之间的成分股权重的欧几里得距离作为两者间的距离  $d$ ，具体计算方式如下：

$$d_{ETF1,ETF2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (weight_i^{ETF1} - weight_i^{ETF2})^2}$$

公式中，ETF1、ETF2 的成分股共有  $n$  只股票， $weight_i^{ETF1}$  为 ETF1 对第  $i$  只股票的持仓权重， $weight_i^{ETF2}$  为 ETF2 对第  $i$  只股票的持仓权重。

若 ETF 池中共有  $N$  只 ETF，计算每一对 ETF 之间的距离  $d$ ，将构建一个  $N \times N$  的距离矩阵  $D$ 。ETF 之间成分股越相似，配对距离越小，越容易被分为同一类，距离小的 ETF 之间可视为替代品。

下面举一个例子来说明如何进行分层聚类。

假设当前池中只有 3 只 ETF ( $N=3$ )，3 只 ETF 之间的距离矩阵  $D_1$  如下所示：

$$D_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{ETF1} & \text{ETF2} & \text{ETF3} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{ETF1} \\ \text{ETF2} \\ \text{ETF3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.15 & 0.23 \\ 0.15 & 0 & 0.12 \\ 0.23 & 0.12 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

首先识别距离最短的一对 ETF, 由于 ETF2 和 ETF3 之间的距离最短, 仅为 0.12, 因此它们被聚类在一起。

下一步, 用新形成的聚类与所有剩余资产之间的距离替换距离矩阵  $D_1$  中原来的这两个资产。此处采用平均算法, 简单稳健。因此, 新形成的聚类  $\{\text{ETF}_2, \text{ETF}_3\}$  与  $\text{ETF}_1$  的距离为:

$$d(\text{ETF}_1, \{\text{ETF}_2, \text{ETF}_3\}) = \frac{d(\text{ETF}_1, \text{ETF}_2) + d(\text{ETF}_1, \text{ETF}_3)}{2}$$

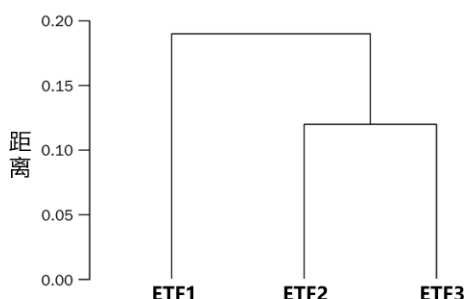
根据平均距离公式计算得出的经过第一次聚类后的距离矩阵  $D_2$  变为:

$$D_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{ETF1} & \begin{matrix} \text{ETF2} \\ \text{ETF3} \end{matrix} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{ETF1} \\ \begin{matrix} \text{ETF2} \\ \text{ETF3} \end{matrix} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0.19 \\ 0.19 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

最后一步, ETF1 与聚类  $\{\text{ETF}_2, \text{ETF}_3\}$  被合并, 所有 ETF 被合并为一个大类, 聚类结束。

聚类结果将记录为一个树状的层级连接矩阵, 例如上述示例的连接矩阵如图表 38 所示, 连接每两个 ETF (或 ETF 与聚类) 之间的线的高度即为纵轴的距离。

图表 38 分层聚类例子

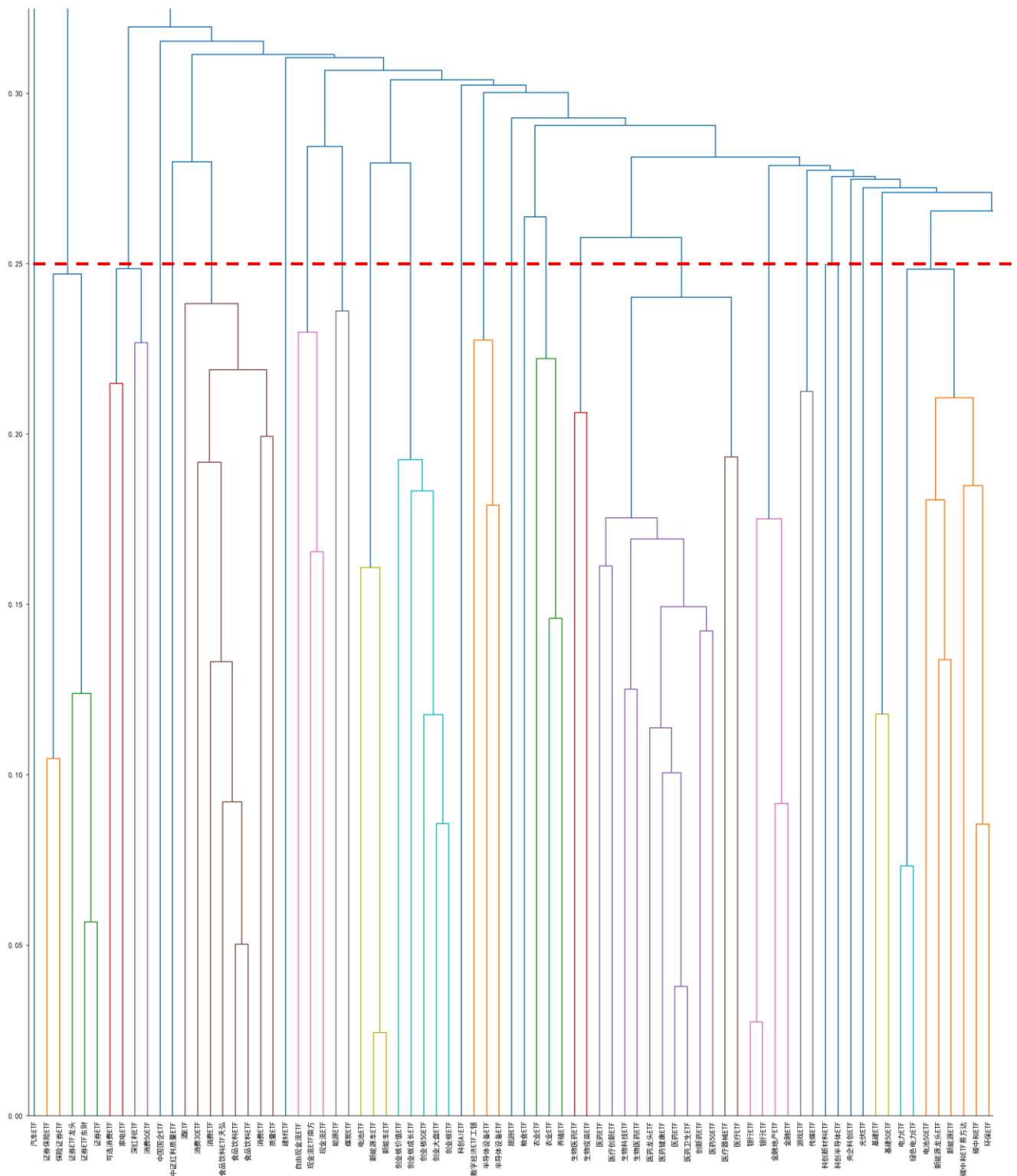


资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

在最新一期 2025 年 5 月底横截面上, 剔除规模不足 2 个亿的 ETF, 剔除跟踪同一个基准指数的 ETF 后, 共有 196 只 ETF, 其分层级聚类的结果如图表 39 所示, 由于原始聚类结果图片过大, 此处仅截取部分结果, 观察聚类结果, 整体比较合理。



### 图表 39 ETF 层级聚类结果



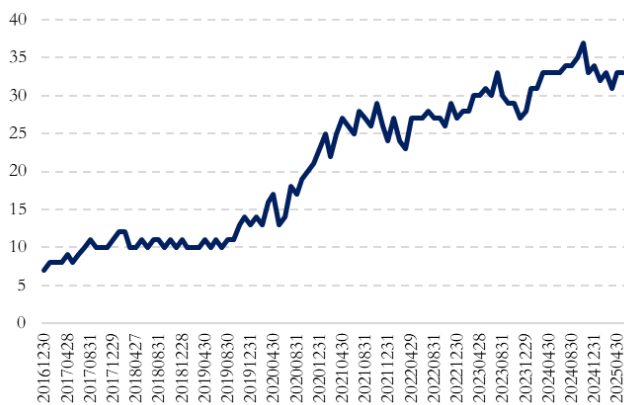
资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

下面进行分类操作，在树状图的某个高度  $h$  处进行水平切割，如图表 39 中红色虚线所示，将树分割成  $n$  个子树，这些子树代表所需的  $n$  个聚类。需要注意的是，对于每一个  $n$  ( $1 \leq n \leq N$ ，其中  $N$  为 ETF 总数)，都存在一个高度  $h$ ，使得层级聚类

能够恰好形成  $n$  个聚类。实践中，发现  $h=0.20\sim 0.25$  时划分结果比较合理，此处取  $h=0.25$ 。

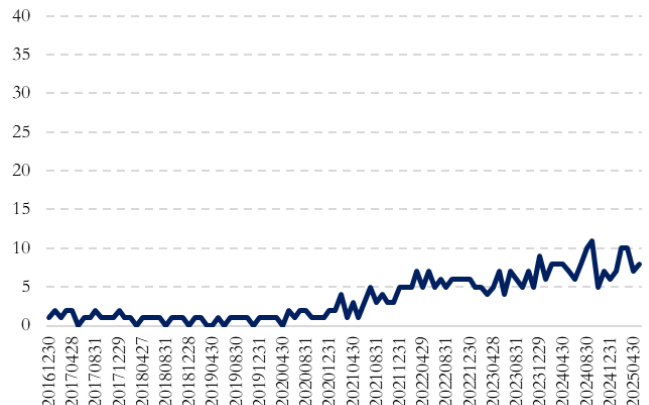
对于每一个 ETF 聚类，取其中规模最大的一只作为该类的代表纳入待选 ETF 池中，类似地，对港股 ETF 也进行聚类操作，最终纳入待选池中的权益 ETF 数量如图表 40、图表 41 所示。

图表 40 内地权益 ETF 分类数量



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 41 港股权益 ETF 分类数量



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 42 内地权益 ETF 分类列表（2025/5/30）

类别	调仓日	基金代码	基金简称	基金规模（亿）	跟踪指数	指数名称
1	20250530	510300.SH	沪深300ETF	3763.5	000300.SH	沪深300
2	20250530	159915.SZ	创业板ETF	821.2	399006.SZ	创业板指
3	20250530	512880.SH	证券ETF	287.0	399975.SZ	证券公司
4	20250530	512170.SH	医疗ETF	258.4	399989.SZ	中证医疗
5	20250530	159928.SZ	消费ETF	135.8	000932.SH	800消费
6	20250530	515790.SH	光伏ETF	88.6	931151.CSI	光伏产业
7	20250530	512800.SH	银行ETF	80.9	399986.SZ	中证银行
8	20250530	159869.SZ	游戏ETF	63.2	930901.CSI	动漫游戏
9	20250530	515050.SH	5G通信ETF	61.4	931079.CSI	5G通信
10	20250530	512400.SH	有色金属ETF	44.0	000819.SH	有色金属
11	20250530	516160.SH	新能源ETF	43.2	399808.SZ	中证新能
12	20250530	159851.SZ	金融科技ETF	42.1	930986.CSI	金融科技
13	20250530	515030.SH	新能源车ETF	41.1	399976.SZ	CS新能源车
14	20250530	515220.SH	煤炭ETF	37.7	399998.SZ	中证煤炭
15	20250530	159399.SZ	现金流ETF	35.6	888888.FI	富时中国A股自由现金流聚焦指数
16	20250530	159865.SZ	养殖ETF	35.3	930707.CSI	中证畜牧
17	20250530	159859.SZ	生物医药ETF	34.4	399441.SZ	生物医药
18	20250530	588790.SH	科创AIETF	31.4	950180.CSI	科创AI
19	20250530	159905.SZ	深红利ETF	31.2	399324.SZ	深证红利
20	20250530	159766.SZ	旅游ETF	29.3	930633.CSI	中证旅游
21	20250530	516970.SH	基建50ETF	23.4	399995.SZ	基建工程
22	20250530	159516.SZ	半导体设备ETF	22.3	931743.CSI	半导体材料设备
23	20250530	515210.SH	钢铁ETF	20.1	930606.CSI	中证钢铁
24	20250530	560080.SH	中药ETF	18.7	930641.CSI	中证中药
25	20250530	517180.SH	中国国企ETF	6.7	GPCCH003.FI	富时中国国企开放共赢
26	20250530	159745.SZ	建材ETF	5.4	931009.CSI	建筑材料
27	20250530	588830.SH	科创新能源ETF	4.6	000692.SH	科创新能
28	20250530	516110.SH	汽车ETF	4.0	h30015.CSI	中证800汽车
29	20250530	159667.SZ	工业母机ETF	3.9	931866.CSI	中证机床
30	20250530	159698.SZ	粮食ETF	3.6	399365.SZ	国证粮食
31	20250530	159335.SZ	央企科创ETF	3.2	932052.CSI	央企科技创新
32	20250530	588010.SH	科创新材料ETF	2.6	000689.SH	科创材料
33	20250530	159209.SZ	中证红利质量ETF	2.1	932315.CSI	中证红利质量

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

在 2025/5/30 这一期，内地权益 ETF 共分为 33 个聚类，如图表 42 所示，各个 ETF 之间相关性较低，多数 ETF 规模较大，港股权益 ETF 共分为 8 个聚类，如图表 43 所示。

图表 43 港股权益 ETF 分类列表（2025/5/30）

类别	调仓日	基金代码	基金简称	基金规模（亿）	跟踪指数	指数名称
1	20250530	159792.SZ	港股通互联网ETF	449.7	931637.CSI	港股通互联网
2	20250530	513120.SH	港股创新药ETF	100.7	931787CNY00.CSI	港股创新药(CNY)
3	20250530	159691.SZ	港股红利ETF	60.3	930839.CSI	港股通高息精选
4	20250530	513690.SH	港股红利ETF博时	40.0	HSSCHKY.HI	恒生港股通高股息率
5	20250530	513550.SH	港股通50ETF	24.3	930931.CSI	港股通50(HKD)
6	20250530	513970.SH	恒生消费ETF	17.8	HSCGSL.HI	恒生消费
7	20250530	513190.SH	港股通金融ETF	9.4	h11146.CSI	港股通内地金融
8	20250530	159239.SZ	港股通汽车ETF富国	2.1	HSSCAM.HI	恒生港股通汽车主题

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

## 4.2 根据层级聚类结果施加增强风险平价

接下来，利用上一节中分好的聚类结果进行投资。债券、黄金、美股由于具有流动性支撑的标的 ETF 相对有限，仍然使用与上文中相同的指数，在 2025/5/30，各指数的目标风险分配如图表 44 所示。在历史回测的其他时间段，权益 ETF 内部的风险分配根据聚类的数量确定。

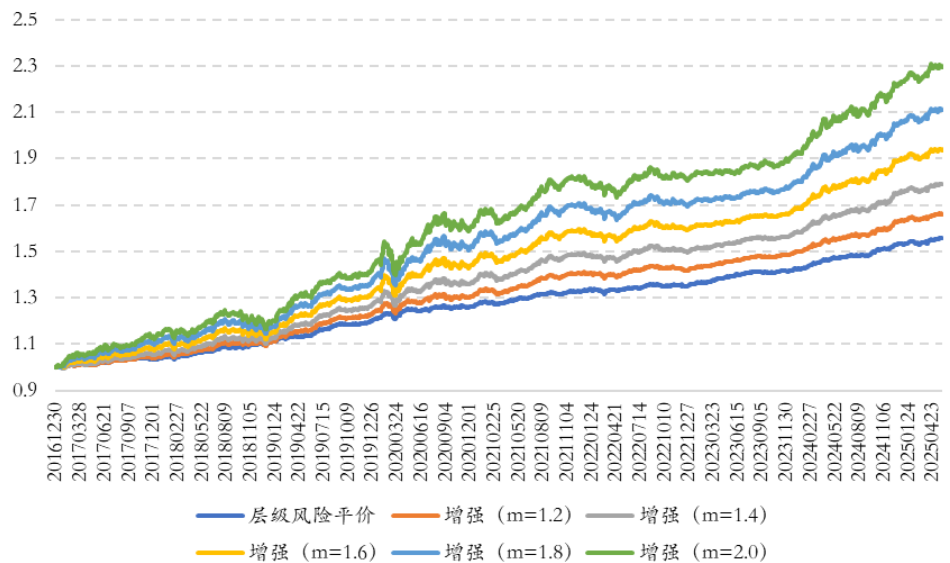
图表 44 使用资产层级结构设置目标风险贡献占比（2025/5/30）

资产类型	目标风险贡献占比	指数名称	目标风险贡献占比
内地权益资产	20.00%	沪深300ETF	$=20\% \div 33=0.61\%$
		创业板ETF	0.61%
		证券ETF	0.61%
		医疗ETF	0.61%
		消费ETF	0.61%
		.....	
债券资产	20.00%	中债-国开行债券总财富(1-3年)指数	6.67%
		中债-国开行债券总财富(7-10年)指数	6.67%
		中债-企业债AAA财富(总值)指数	6.67%
黄金	20.00%	SHFE黄金	20.00%
港股	20.00%	港股通互联网ETF	$=20\% \div 8=2.50\%$
		港股创新药ETF	2.50%
		港股红利ETF	2.50%
		.....	
美股	20.00%	纳指ETF	20.00%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

引入多元化 ETF 后，回测策略曲线向上的趋势更加平稳，且 2022 年的回撤显著改善。

图表 45 引入多元化 ETF 的层级增强风险平价策略净值



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

当增强乘数为  $m=2.0$  时，组合年化收益达到了 10.47%，最大回撤 9.39%，年化波动率 5.83%，夏普比高达 1.80，表现十分出色。

图表 46 不同增强乘数的多元化 ETF 的层级增强风险平价策略结果详情

年份	层级风险平价	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
2017	3.75%	4.64%	6.12%	8.68%	11.41%	14.18%
2018	6.17%	5.34%	5.07%	4.70%	4.29%	3.82%
2019	9.35%	12.11%	14.25%	16.36%	18.55%	20.82%
2020	5.95%	7.36%	9.18%	11.27%	13.42%	15.49%
2021	4.48%	6.34%	7.36%	8.33%	9.25%	10.21%
2022	1.60%	0.79%	0.62%	0.11%	-0.22%	-0.48%
2023	5.23%	5.26%	5.19%	5.33%	5.52%	5.76%
2024	7.44%	8.96%	10.92%	12.48%	14.09%	15.76%
2025	1.60%	1.87%	2.04%	2.46%	2.98%	3.48%
年化收益率	5.43%	6.26%	7.21%	8.24%	9.35%	10.47%
最大回撤	2.23%	3.44%	4.80%	6.26%	7.80%	9.39%
波动率	1.83%	2.44%	3.20%	4.01%	4.89%	5.83%
夏普	2.96	2.57	2.26	2.06	1.91	1.80
Calmar	2.43	1.82	1.50	1.32	1.20	1.12
年化换手率	35.65%	123.08%	140.61%	147.66%	149.54%	162.11%
各资产平均权重						
权益ETF	3.17%	5.14%	6.99%	8.88%	10.92%	13.00%
债券	84.24%	82.42%	77.60%	72.29%	66.39%	60.08%
黄金	6.71%	6.24%	7.56%	9.22%	11.15%	13.41%
港股ETF	2.43%	1.47%	1.14%	0.83%	0.63%	0.49%
纳指ETF	3.45%	4.72%	6.71%	8.78%	10.91%	13.01%

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

将本节的方法论结果与 3.3 节手工确定的 18 个指数下的策略结果对比，在各个增强乘数下，年化收益率均显著提升，而最大回撤仅微弱变差，波动率甚至有所下降，夏普比显著提高，体现了多元化权益 ETF 的引入将大幅增强组合的策略效果。

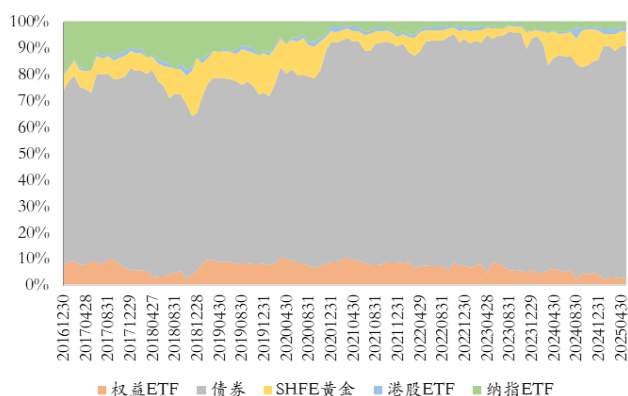
图表 47 引入多元化 ETF 与指定权益指数的对比

	目标风险平价	增强 (m=1.2)	增强 (m=1.4)	增强 (m=1.6)	增强 (m=1.8)	增强 (m=2)
层级风险平价 (指定指数)						
年化收益率	5.36%	6.10%	6.92%	7.82%	8.72%	9.60%
最大回撤	2.21%	3.38%	4.64%	6.03%	7.50%	9.01%
波动率	1.87%	2.54%	3.34%	4.21%	5.14%	6.12%
夏普	2.87	2.40	2.07	1.86	1.70	1.57
Calmar	2.42	1.80	1.49	1.30	1.16	1.07
层级风险平价 (引入多元化ETF)						
年化收益率	5.43%	6.26%	7.21%	8.24%	9.35%	10.47%
最大回撤	2.23%	3.44%	4.80%	6.26%	7.80%	9.39%
波动率	1.83%	2.44%	3.20%	4.01%	4.89%	5.83%
夏普	2.96	2.57	2.26	2.06	1.91	1.80
Calmar	2.43	1.82	1.50	1.32	1.20	1.12
两者差距 (引入多元化ETF/指定指数-1)						
年化收益率	1.38%	2.66%	4.18%	5.48%	7.26%	9.01%
最大回撤	1.13%	1.61%	3.35%	3.83%	4.07%	4.12%
波动率	-1.78%	-3.99%	-4.26%	-4.65%	-4.82%	-4.78%
夏普	3.22%	6.93%	8.81%	10.62%	12.70%	14.48%
Calmar	0.25%	1.03%	0.80%	1.59%	3.07%	4.70%

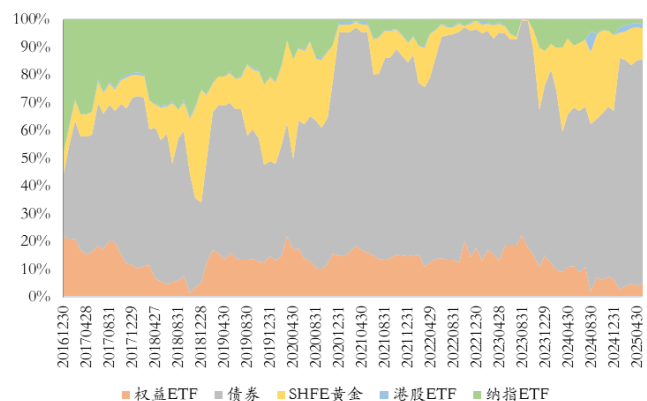
资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

图表 48、图表 49 分别为不同增强乘数 ( $m=1.4$ 、 $2.0$ ) 下的历史资产配置情况, 增强乘数更高时, 资产配置的波动率会更大一些, 但换手率仍在合理范围内, 模型的比较稳健。

图表 48 引入多元化 ETF 增强 ( $m=1.4$ ) 的历史资产配置      图表 49 引入多元化 ETF 增强 ( $m=2.0$ ) 的历史资产配置



资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所



资料来源: wind 资讯, 华安证券研究所

## 5 高收益、高夏普策略的合理构建方式

总结上文, 我们从朴素风险平价策略出发, 探讨了高收益率、高夏普的绝对收益组合的构建方式, 如图表 50 所示。

1、首先, 我们选择了 12 个指定权益指数、3 个债券指数、黄金、港股 ETF 和

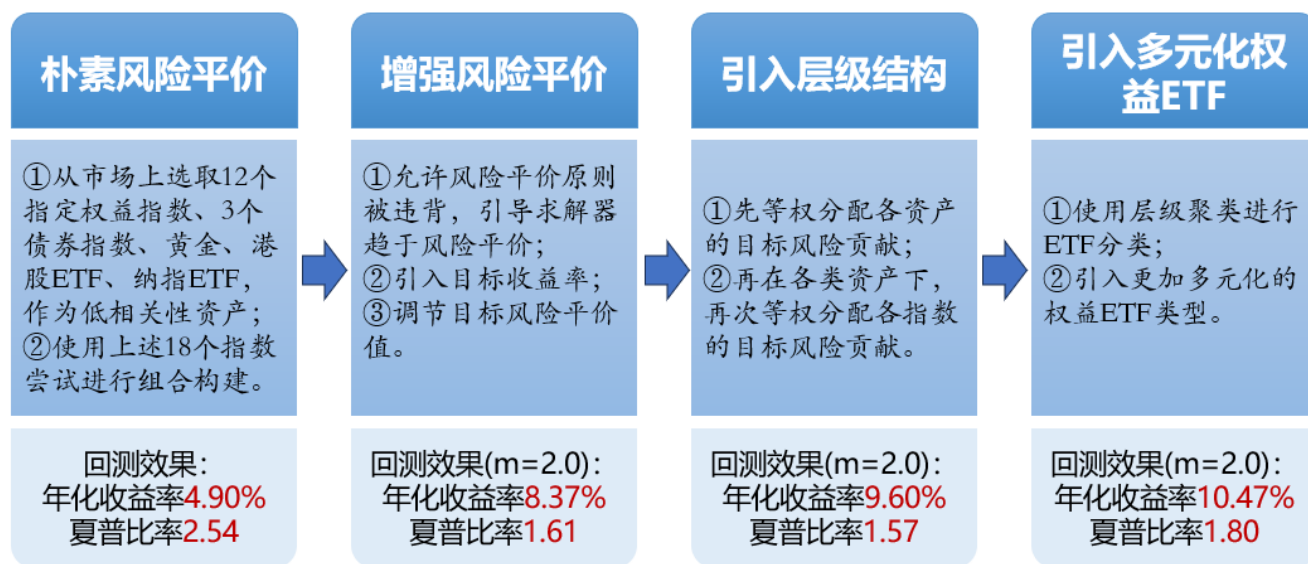
纳指 ETF，使用这些资产构建朴素风险平价组合，回测显示 2017 年至今年化收益率为 4.90%，夏普比率为 2.54。组合虽然夏普很高，但进攻性不足，风险平价这种对回撤的保护机制在动量较强的牛市中会限制净值增长。

2、由此，介绍了增强型风险平价策略，增强型风险平价策略是对传统风险平价的条件放宽，它允许风险平价原则被违背，同时引导求解器趋向于风险平价，来放松风险平价优化，这将改善模型的保守性，但不会进行大幅调整。在引入目标收益率，并调节目标风险平均值后，在增强乘数  $m=2.0$  下，回测显示年化收益率为 8.37%，夏普比率为 1.61。策略的收益率大幅增长，同时夏普也在可以接受的范围内。

3、相比于暴力在多个指数上直接施加全域风险平价策略，更为合理的方式是首先在顶层资产上等权分配风险贡献，再在各类资产下，再次等权分配各指数的目标风险贡献，因此引入层级结构，在增强乘数  $m=2.0$  下，回测显示年化收益率为 9.60%，夏普比率为 1.57。策略的收益率得到提升，夏普比率变化不大。

4、每个横截面基于最新市场数据分层聚类，重建层级关系，以快速识别新发指数或指数风格漂移带来的分类变化。提升纳入待选池的 ETF 的响应速度，同时避免后视偏差，引入更为多元化的权益 ETF 标的后，在增强乘数  $m=2.0$  下，回测显示年化收益率为 10.47%，夏普比率为 1.80。策略的收益率和夏普比均得到提升。

图表 50 绝对收益 ETF 组合构造思路

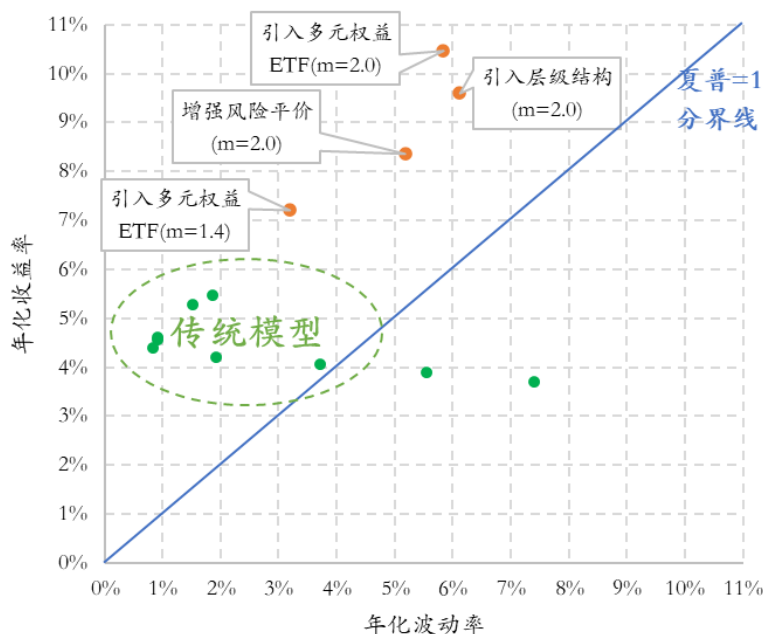


资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

将本文介绍的几种策略绘制年化波动率-年化收益率散点图，如图表 51 所示，相比于传统资产配置模型，新模型较好地实现了高收益、高夏普的目标。



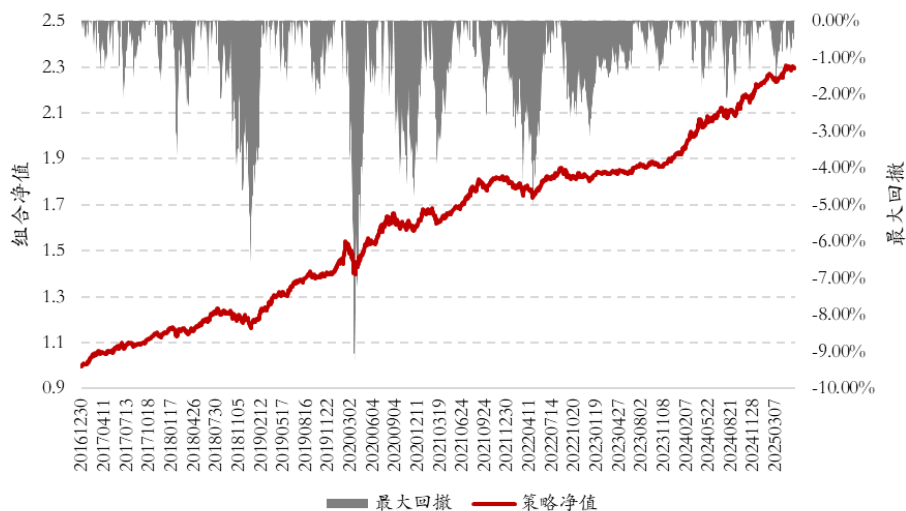
图表 51 新资产配置模型的收益、波动散点图



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

分析多元化 ETF 层级增强风险平价策略净值图像，如图表 52 所示，能够满足绝对收益的要求，最大回撤发生于 2020 年 3 月，回撤幅度达到 9.39%，2018 年底也有过一次较大幅度回撤，约 6%，其余时间最大回撤幅度不超过 5%。

图表 52 多元化 ETF 层级增强风险平价策略净值与回撤



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

多元化 ETF 层级增强风险平价策略近期持仓 (2025/5/30) 如图表 53 所示，多数资产配置于债券，其次为黄金，权益 ETF 中配置了银行 ETF、纳指 ETF、科创 ETF 等。

图表 53 多元化 ETF 层级增强风险平价策略近期持仓 (2025/5/30)

调仓日	代码	名称	权重	调仓日	代码	名称	权重
20250530	CBA02551.CS	中债-国开行债券总财富(7-10年)指数	48.21%	20250530	159516.SZ	半导体设备ETF	0.04%
20250530	CBA04201.CS	中债-企业债AAA财富(总值)指数	16.97%	20250530	159745.SZ	建材ETF	0.04%
20250530	CBA02521.CS	中债-国开行债券总财富(1-3年)指数	15.44%	20250530	159335.SZ	央企科创ETF	0.04%
20250530	AU.SHF	SHFE黄金	11.31%	20250530	515790.SH	光伏ETF	0.04%
20250530	512800.SH	银行ETF	3.17%	20250530	159766.SZ	旅游ETF	0.04%
20250530	513100.SH	纳指ETF	1.62%	20250530	510300.SH	沪深300ETF	0.04%
20250530	588790.SH	科创AIEETF	0.65%	20250530	159209.SZ	中证红利质量ETF	0.04%
20250530	513190.SH	港股通金融ETF	0.48%	20250530	516160.SH	新能源ETF	0.04%
20250530	159239.SZ	港股通汽车ETF富国	0.17%	20250530	159399.SZ	现金流ETF	0.03%
20250530	159792.SZ	港股通互联网ETF	0.16%	20250530	516110.SH	汽车ETF	0.03%
20250530	513690.SH	港股红利ETF博时	0.14%	20250530	515220.SH	煤炭ETF	0.03%
20250530	513970.SH	恒生消费ETF	0.14%	20250530	515210.SH	钢铁ETF	0.03%
20250530	513550.SH	港股通50ETF	0.13%	20250530	517180.SH	中国国企ETF	0.03%
20250530	159691.SZ	港股红利ETF	0.12%	20250530	515030.SH	新能源车ETF	0.03%
20250530	513120.SH	港股创新药ETF	0.11%	20250530	588830.SH	科创新能源ETF	0.03%
20250530	159928.SZ	消费ETF	0.07%	20250530	159915.SZ	创业板ETF	0.03%
20250530	159698.SZ	粮食ETF	0.06%	20250530	516970.SH	基建50ETF	0.03%
20250530	159865.SZ	养殖ETF	0.06%	20250530	588010.SH	科创新材料ETF	0.03%
20250530	560080.SH	中药ETF	0.05%	20250530	159667.SZ	工业母机ETF	0.03%
20250530	159859.SZ	生物医药ETF	0.05%	20250530	159851.SZ	金融科技ETF	0.03%
20250530	512880.SH	证券ETF	0.04%	20250530	515050.SH	5G通信ETF	0.03%
20250530	512170.SH	医疗ETF	0.04%	20250530	159869.SZ	游戏ETF	0.03%
20250530	159905.SZ	深红利ETF	0.04%	20250530	512400.SH	有色金属ETF	0.02%

注：图中权重高于 0.05% 的 ETF 或指数由黄色底色标出。

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

由于模型优化原因，有大量 ETF 的配置权重不足 0.05%，在实际投资中，可能无法完全复刻模型优化得到的权重，假设当某 ETF 配置权重不足 0.05% 时，忽略该 ETF，并将组合中剩余的其余资产权重重新归一化，测试业绩效果，如图表 54 所示，与原始模型效果几乎一致，因此本文介绍的策略实际可投资性很强。

图表 54 忽略权重不足 0.05% 的 ETF 的回测结果

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	14.16%	2.13%	4.71%	3.01	6.64
2018	3.89%	6.63%	7.18%	0.54	0.59
2019	20.74%	2.01%	5.33%	3.89	10.32
2020	15.44%	9.39%	9.79%	1.58	1.65
2021	10.21%	3.84%	4.94%	2.07	2.66
2022	-0.42%	4.58%	4.93%	-0.08	-0.09
2023	5.77%	1.35%	2.53%	2.29	4.27
2024	15.75%	2.11%	5.11%	3.08	7.47
2025	3.51%	1.64%	3.43%	1.02	2.13
整体	10.47%	9.39%	5.82%	1.80	1.12

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

## 6 进一步探讨：参数测试

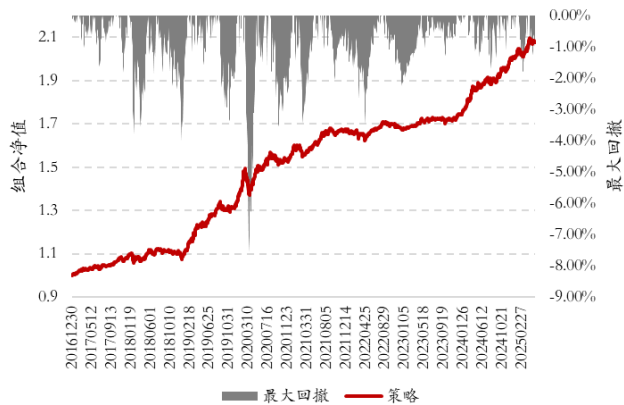
本报告介绍的策略构建法从量化模型维度出发，虽然情景假设与参数使用的均不多，但也需进行参数敏感性测试。

## 6.1 调整协方差矩阵的回望窗口

不管是朴素风险平价模型还是增强型风险平价模型，各类资产的预期收益率与协方差矩阵均基于历史回望窗口进行估计，在前文报告中，我们使用的回望窗口为36个月，即3年。较长的回望窗口有助于捕捉资产之间的稳定关系，但对市场即时变化反应不足。

当回望窗口调整至24、12、6个月，且增强乘数维持  $m=2.0$  时，策略效果如图表55~图表60所示，年化换手率分别提升为173%、262%、322%。

图表55 回望窗口24个月，增强乘数  $m=2.0$  净值



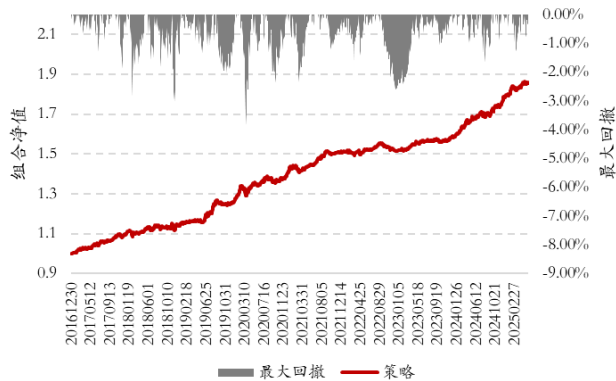
图表56 回望窗口24个月，增强乘数  $m=2.0$  分年度收益

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	7.89%	1.81%	3.38%	2.34	4.35
2018	0.74%	4.71%	5.76%	0.13	0.16
2019	23.97%	3.69%	6.57%	3.65	6.50
2020	16.94%	8.08%	7.96%	2.13	2.10
2021	6.28%	3.43%	4.31%	1.46	1.83
2022	0.06%	2.74%	3.17%	0.02	0.02
2023	4.03%	1.52%	2.36%	1.71	2.66
2024	14.87%	1.74%	4.27%	3.48	8.52
2025	3.96%	1.96%	4.26%	0.93	2.02
整体	9.16%	8.08%	5.02%	1.82	1.13

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表57 回望窗口12个月，增强乘数  $m=2.0$  净值



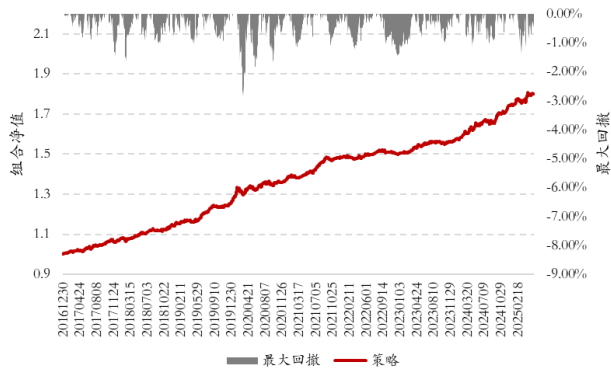
图表58 回望窗口12个月，增强乘数  $m=2.0$  分年度收益

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	9.47%	1.87%	3.29%	2.88	5.05
2018	4.75%	3.32%	5.01%	0.95	1.43
2019	10.66%	2.32%	4.94%	2.16	4.59
2020	12.03%	3.89%	4.83%	2.49	3.09
2021	6.55%	2.37%	2.81%	2.33	2.76
2022	0.21%	2.67%	2.39%	0.09	0.08
2023	4.67%	1.06%	2.28%	2.05	4.39
2024	12.82%	1.67%	3.62%	3.55	7.68
2025	3.63%	1.27%	3.35%	1.08	2.86
整体	7.69%	3.89%	3.78%	2.03	1.97

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 59 回望窗口 6 个月，增强乘数  $m=2.0$  净值



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 60 回望窗口 6 个月，增强乘数  $m=2.0$  分年度收益

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	6.86%	1.47%	2.60%	2.63	4.68
2018	7.50%	1.88%	2.72%	2.75	3.99
2019	9.69%	1.04%	2.89%	3.35	9.31
2020	9.63%	2.83%	3.91%	2.46	3.40
2021	7.79%	1.16%	2.30%	3.39	6.74
2022	0.96%	1.56%	1.70%	0.56	0.62
2023	4.70%	1.01%	2.20%	2.14	4.65
2024	10.86%	1.17%	2.87%	3.79	9.29
2025	3.22%	1.42%	3.78%	0.85	2.27
整体	7.29%	2.83%	2.78%	2.62	2.58

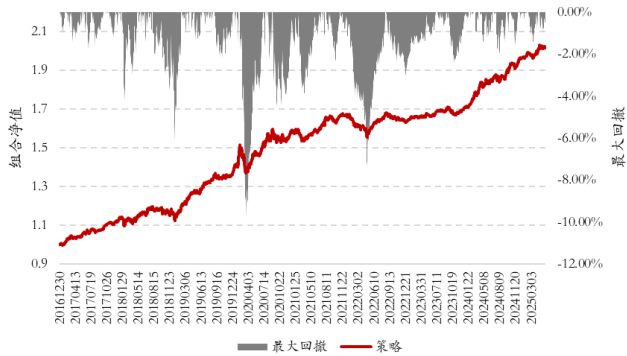
资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

随着回望窗口的缩短，预期收益与协方差矩阵对长期动量的捕捉能力下降，收益率逐步变低，但对市场的即时反应能力变强，因此波动与回撤效果大幅改善，当回望窗口为 6 个月时，组合年年取得正收益，年化收益率为 7.29%，而最大回撤仅 2.83%（发生于 2020 年），其余年份的最大回撤均不超过 1%。

## 6.2 更高频的调仓

前文报告均使用月度调仓频率，若采用更高频的周度调仓，则年化换手率增加至 392%，结果如图表 61、图表 62 所示，组合效果变差，且换手率提升。当协方差矩阵估计回望 36 个月时，周频调仓下，组合的协方差矩阵变动应该不大，从逻辑上来看无此必要。

图表 61 周频调仓，回望窗口 36 个月，增强乘数  $m=2.0$  净值



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

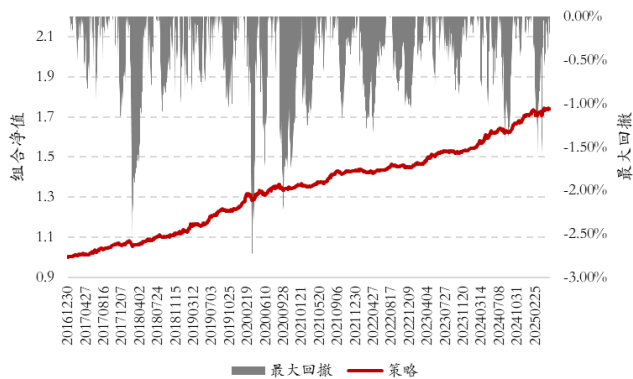
图表 62 周频调仓，回望窗口 36 个月，增强乘数  $m=2.0$  分年度收益

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	11.89%	1.82%	4.25%	2.80	6.52
2018	2.32%	6.21%	7.31%	0.32	0.37
2019	20.86%	2.15%	5.41%	3.86	9.69
2020	14.90%	9.69%	9.35%	1.59	1.54
2021	5.32%	3.88%	4.79%	1.11	1.37
2022	-2.20%	6.77%	4.57%	-0.48	-0.33
2023	4.22%	2.40%	2.62%	1.61	1.76
2024	15.04%	2.11%	4.79%	3.14	7.12
2025	2.85%	1.53%	3.43%	0.83	1.86
整体	8.77%	9.69%	5.64%	1.56	0.90

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

若将回望窗口缩短至 6 个月，同时搭配周频调仓，则年化换手率增至 759%，相比于月频调仓，组合的最大回撤有些许改善，但收益率也有所下降。

图表 63 周频调仓，回望窗口 6 个月，增强乘数  $m=2.0$  净值



资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

图表 64 周频调仓，回望窗口 6 个月，增强乘数  $m=2.0$  年度收益

年份	收益率	回撤	波动	夏普	Calmar
2017	6.39%	1.32%	2.48%	2.58	4.86
2018	6.14%	2.59%	2.93%	2.10	2.37
2019	11.07%	1.08%	3.26%	3.40	10.25
2020	8.57%	2.73%	3.77%	2.27	3.14
2021	5.22%	1.33%	2.21%	2.36	3.93
2022	1.53%	1.43%	1.68%	0.91	1.07
2023	6.00%	0.90%	2.17%	2.77	6.63
2024	10.85%	1.45%	2.86%	3.80	7.49
2025	1.80%	1.66%	3.48%	0.52	1.08
整体	6.85%	2.73%	2.78%	2.46	2.51

资料来源：wind 资讯，华安证券研究所

## 7 总结

本报告从朴素风险平价策略出发，基于多资产 ETF 探讨了高收益率、高夏普的绝对收益组合的构建方式，首先通过增强型风险平价策略对传统风险平价的条件进行放宽，允许风险平价原则被违背，同时引导求解器趋向于风险平价，此模型改善了朴素风险评价的保守性，大幅提升了风险评价模型的收益潜能。此外，通过层级聚类合理的引入多元化的权益 ETF，再次提升了组合的收益上限。

基于多元化 ETF 的层级增强风险平价模型 2017 年至今的年化收益率达到 10.47%，夏普比率为 1.80，表现十分优秀。如果目标组合的回撤波动要求更严格，也可以通过调低增强倍数、或是引入更短期的回望窗口进行灵活改进。

## 风险提示：

本文结论基于基金的历史持仓与净值数据进行分析，不构成任何投资建议。基金的历史收益、历史风格偏好、历史持股特征不代表未来，本报告数据仅供参考。



## 重要声明

### 分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

### 免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券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并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

## 投资评级说明

以本报告发布之日起 6 个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深 300 指数的涨跌幅为标准，定义如下：

### 行业评级体系

- 增持—未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 5%以上；
- 中性—未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 5%以上；

### 公司评级体系

- 买入—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15%以上；
- 增持—未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5%至 15%；
- 中性—未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至 5%；
- 减持—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5%至；
- 卖出—未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15%以上；
- 无评级—因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，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深 300 指数。