

基于风险评价模型的收益增强策略

长江证券金融工程研究小组

分析师：覃川桃 SAC执业证书编号：S0490513030001

联系人：陈洁敏

2016年12月20日

目 录

- 一、风险平价模型简介
- 二、风险平价模型的增强
- 三、最优动态风险平价
- 四、风险平价策略：债券加杠杆
- 五、最优动态风险平价在FOF策略上的应用

大类资产配置

- 传统的依据宏观经济逻辑来进行大类资产配置的方法在特殊环境下难以取得成效，量化角度的大类资产配置方法是大势所趋
 - ◆ 所谓的黑天鹅事件增多，英国脱欧、川普当选，宏观环境不确定性增大
- 目前使用较多的马克维茨均值-方差模型存在明显短板，对于历史数据依赖性强，风险贡献大多来自于股票，因此并不能实现完全的风险分散化。
- 耶鲁模式对于投资品种的要求较高，考虑到中国市场环境下投资标的种类有限，并无法达到较低相关性的需求，因此不具备可行性。
- 风险平价模型提出了一个较为合理的框架，从风险的角度出发，能够有效控制投资组合的整体风险，适合布局长期投资，能有效实现分散化投资

风险平价模型简介

- 何谓风险平价 — 组合投资结构中，每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，举例说明：在一个资产投资组合中，对任意的资产i和资产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， $RC_i = x_i \frac{\partial \sigma(x)}{\partial x_i} = x_i \frac{(\Sigma x)_i}{\sqrt{x' \Sigma x}}$

$\sigma(x)$ 为风险平价组合的波动率

x_i 为第i类资产的权重

Σ 为风险平价组合中样本的协方差

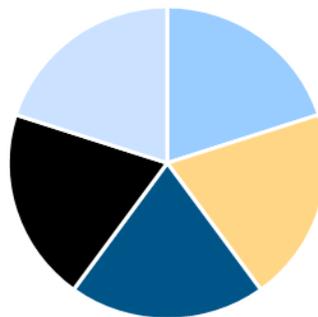
边际风险贡献

资产权重



- 资产1
- 资产2
- 资产3
- 资产4
- 资产5

风险贡献



- 资产1
- 资产2
- 资产3
- 资产4
- 资产5

风险平价组合的计算

- 第一步：确定资产组合中资产数目，获取各个资产的历史数据
- 第二步：一定条件限制下的最优化问题求解，求解式为：

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

- 第三步：根据资产组合调整频率来求解最优权重，进行组合权重的再平衡
- 重要的输入参数：
 - 风险度量，使用日收益率序列的标准差；
 - 协方差矩阵，使用过去一年历史收益率序列来计算；
 - 组合权重调整频率，以季度为周期进行调整。

风险平价策略的构建

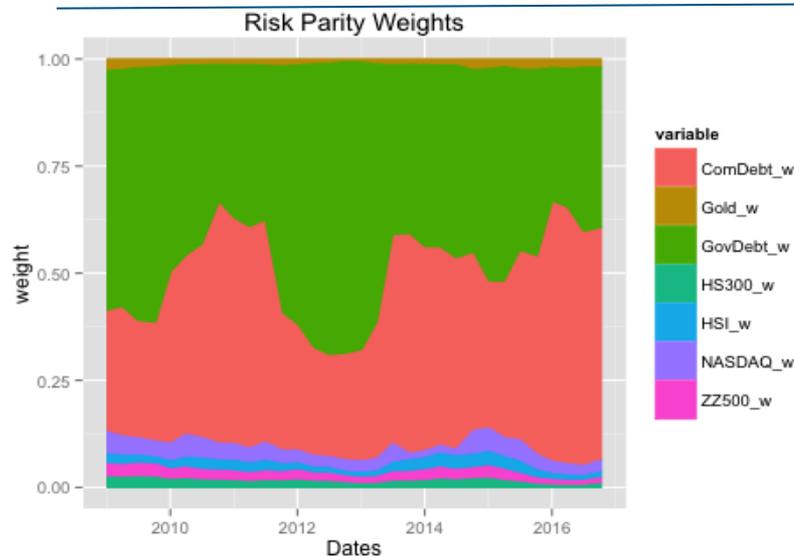
- 基于上页中介绍风险平价模型构建策略
- 资产及样本时间的选择：
 - ❑ 时间：2008年1月—2016年11月
 - ❑ 资产：沪深300指数、中证500指数、香港恒生指数、美国NASDAQ指数、上证企债指数、上证国债指数、SHFE黄金现货
 - ❑ 季度调仓，滚动计算协方差
- 策略效果（无风险利率取3%）

表1：纯风险平价策略（%）

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

资料来源：长江证券研究所

图1：纯风险平价策略的资产权重变化



资料来源：长江证券研究所

风险平价策略的反思

- 年化收益率低，夏普比率高，最大回撤小，比较适合对于风险有严苛要求的投资者
- 组合资产的权重较大分配在两种债券资产上

表2：各资产的平均权重

HS300	ZZ500	HSI	NASDAQ	ComDebt	GovDebt	Gold
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

- 改良方法：
 - 1、引入风险预算概念，通过改变各资产的风险预算来适当的加大股票和商品类型资产的权重
 - 2、大类资产的周期性明显，特别是对于股市，牛熊周期持续时间长，因此可以引入动量模型，放弃纯风险平价，采取更为主动的配置方式

风险平价策略的增强：风险预算再分配

- 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]

- 引入风险预算之后的模型转变为求解：

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

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

风险平价策略的增强：风险预算再分配

图2：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3：两种策略的比较

策略类型	收益率	波动率	夏普比 夏率	最大回 撤
纯风险平价	5.0663	0.8095	2.55	1.25
风险预算[8, 2, 1]	5.3584	1.2647	1.86	2.19

资料来源：Wind, 长江证券研究所

风险平价策略的增强：风险预算再分配

- 测试在不断提高几种股票资产的风险预算下各资产的权重及风险收益情况，几种股票分配相等的风险预算权重
- 在风险预算增大时并不能对权重产生很大的影响，两种债券加起来的比例仍然超过了总资产比例的50%，通过单纯的增加风险预算并不能实现收益的稳定上升。

表4：风险预算与分配的平均权重之间的关系

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

风险平价策略的增强：动态风险平价

- 运用动量效应，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。
- 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

$$\frac{\Delta(\text{ret}1)+\Delta(\text{ret}2)+\Delta(\text{ret}3)}{3}$$

风险预算

资产权重

风险平价策略的增强：动态风险平价

在初始风险预算为[1, 1, 1, 1, 1, 1]的基础上，使用动态风险平价

图3：三种策略的净值曲线



资料来源：长江证券研究所

风险平价策略的增强：动态风险平价

使用动态风险平价后，年化收益率得到了显著的提高，同时夏普比率大于1，说明与单纯使用风险平价及风险预算后风险平价相比，采取动量效应能够对收益有显著提高

表5：三种策略的风险收益比较

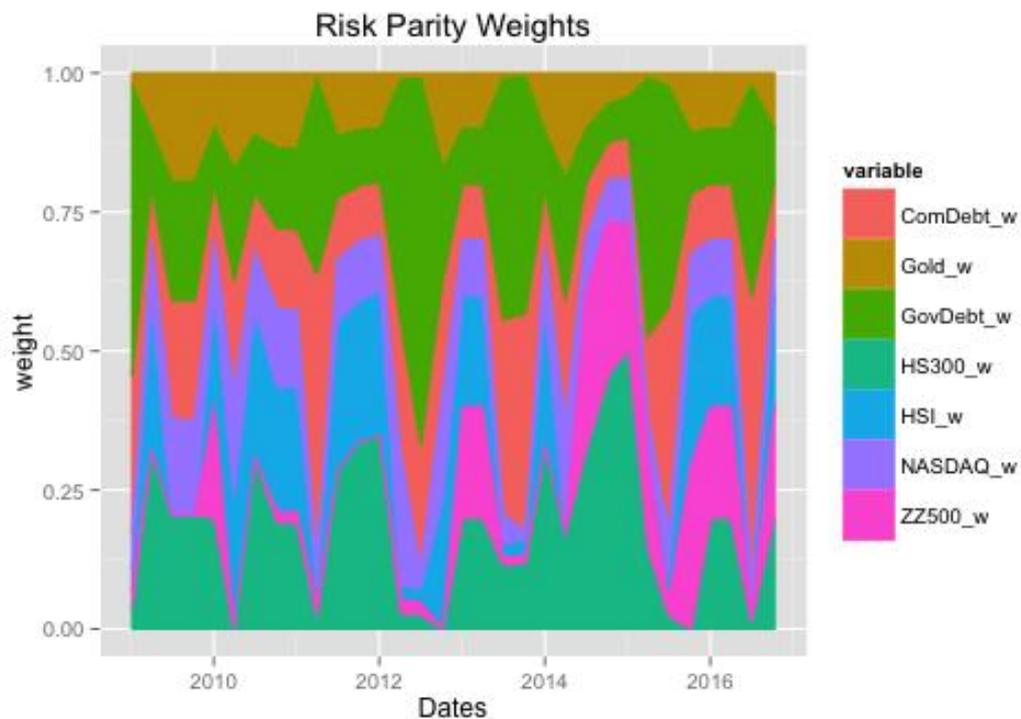
策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
纯风险平价	5.0663	0.8095	2.55	1.25
风险预算[8,2,1]	5.3584	1.2647	1.86	2.19
风险预算[4,2,1]+动态风险	13.6974	5.4379	1.96	17.10

资料来源：Wind, 长江证券研究所

风险平价策略的增强：动态风险平价

采取动态风险平价之后，各资产的权重分配更为均匀，同时波动更为显著

图4：动态风险平价的权重变化



资料来源：Wind, 长江证券研究所

风险平价策略的增强：动态风险平价

- 提高基础风险预算后，测试动态风险平价策略的效果
- 夏普比率并未随着基础风险预算的增加而增大，在取基础风险预算为[3,3,3,3,1,1,1]时得到最优收益率和较低波动率

表6：基础风险预算增加后的动态风险平价策略

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

最优动态风险平价

因此，取风险预算[3,3,3,3,1,1,1]的动态风险平价策略为最优化的动态风险平价策略，得到的各指标及各季度的收益率如下表：

表7：几种策略效果的比较

策略类型	年化收益率	年化波动率	夏普比率	最大回撤
纯风险平价	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
风险预算[2, 2, 2, 2, 1, 1, 1]+ 动态风险平价	13.6451	5.6236	1.89	17.27
风险预算[3, 3, 3, 3, 1, 1, 1]+ 动态风险平价	14.7502	5.5502	2.12	17.73

资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

图5：几种策略效果比较



资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

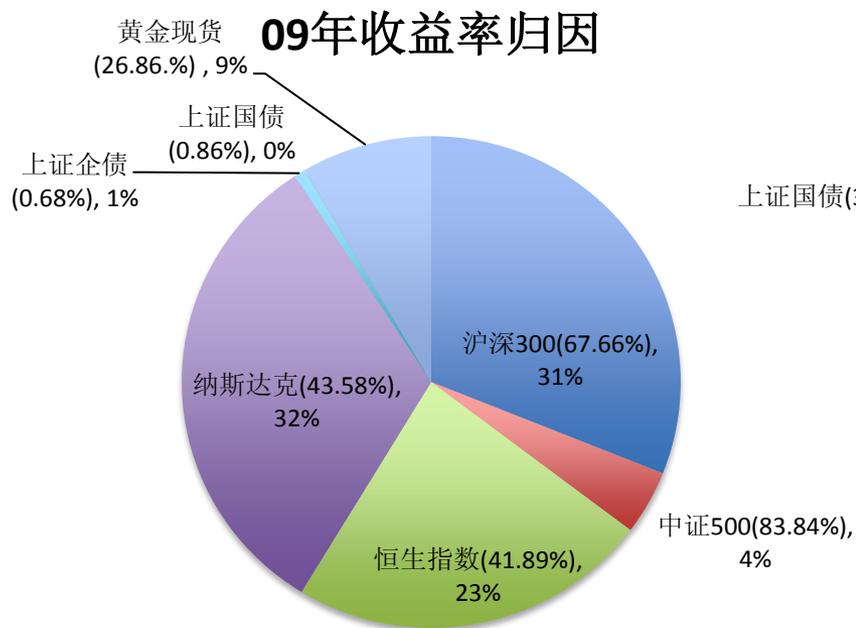
表8：最优动态风险平价策略的季度收益率

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%

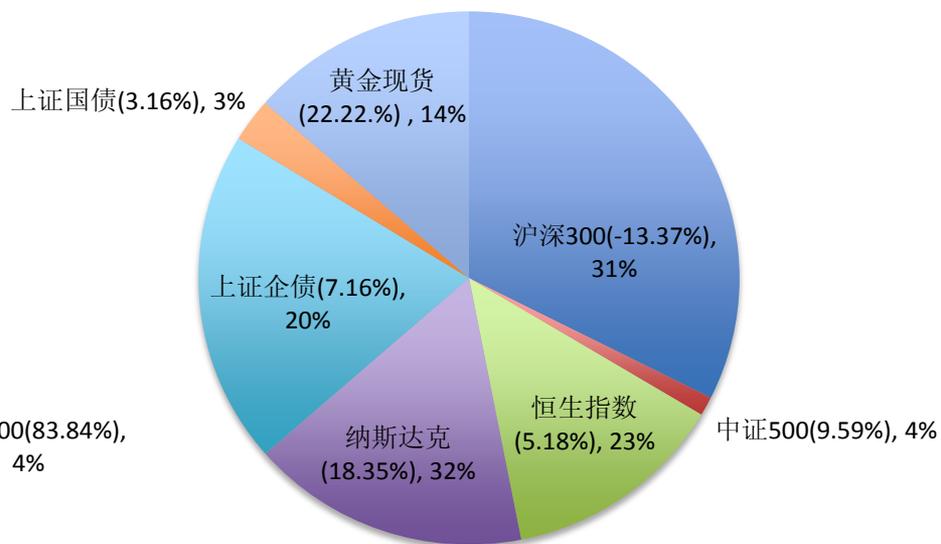
资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

图6：每年度收益率资产归因



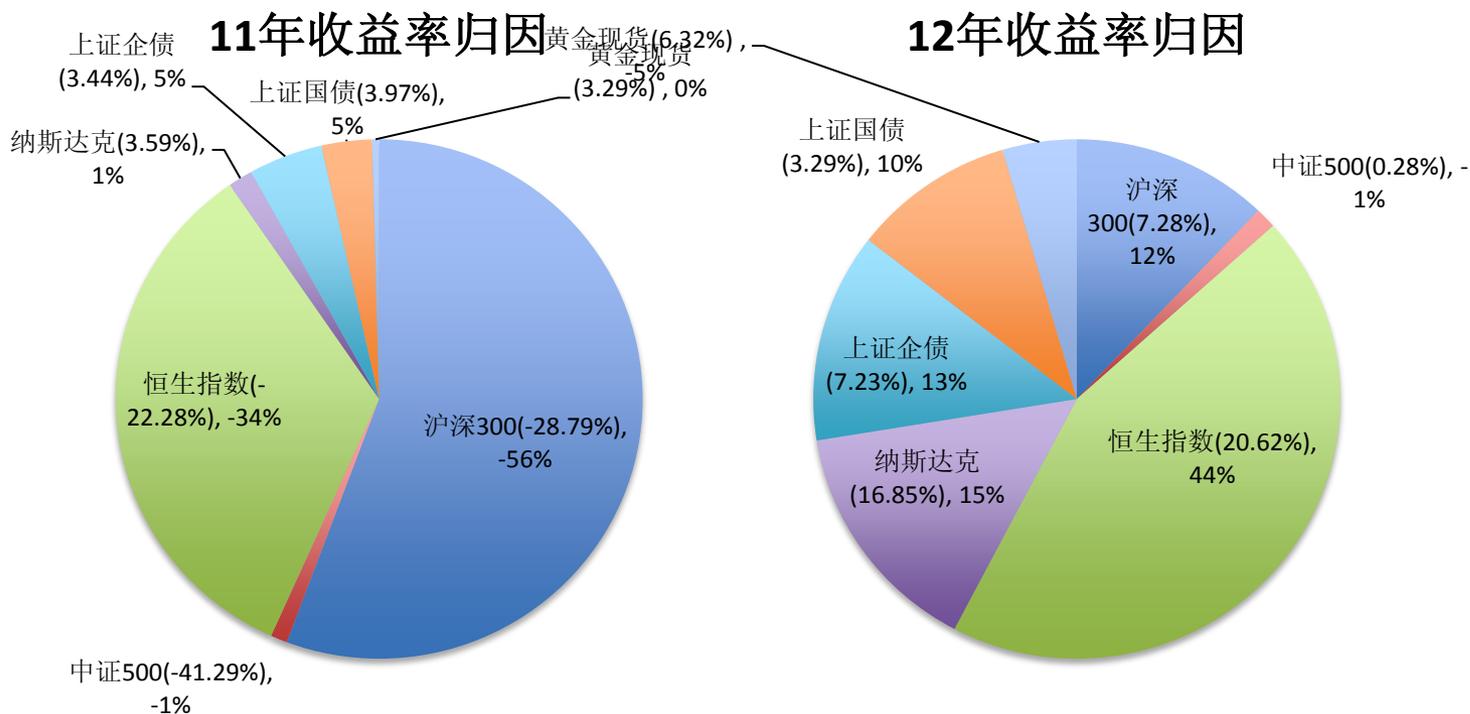
10年收益率归因



资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

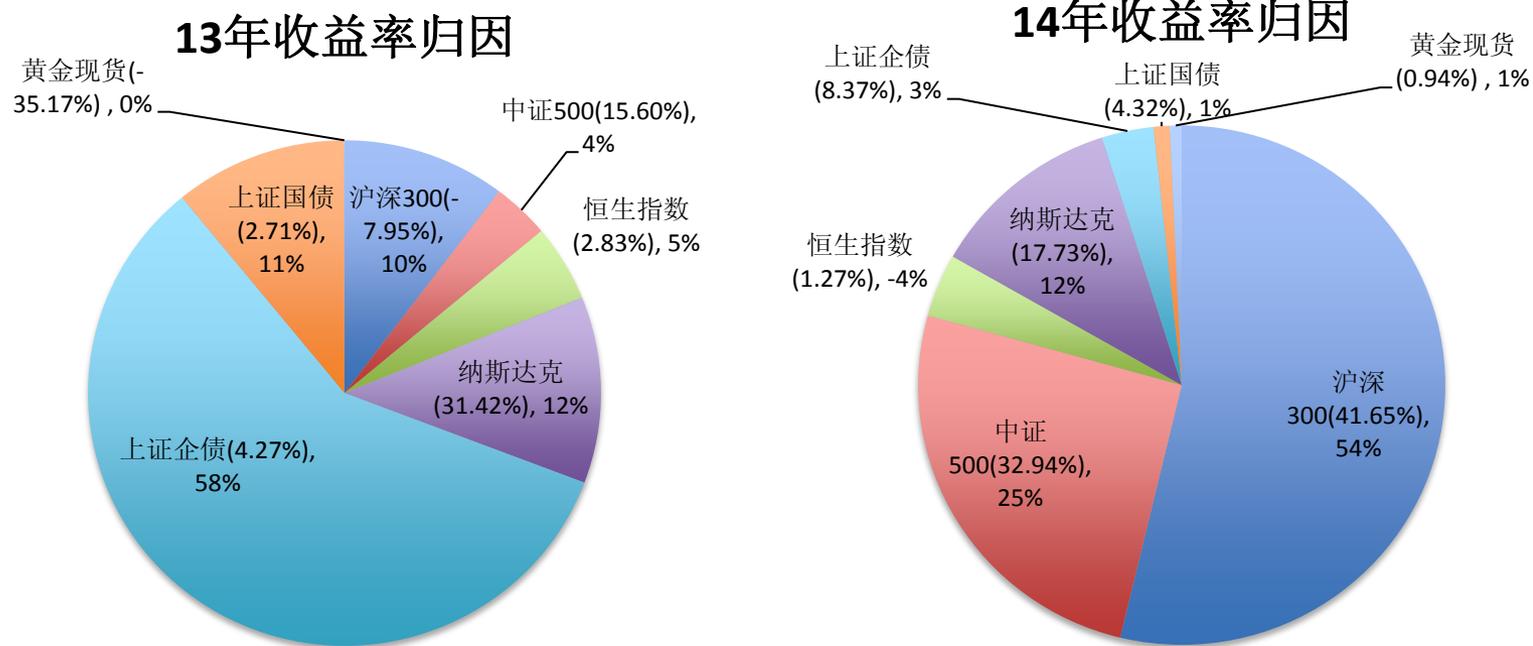
图7：每年度收益率资产归因



资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

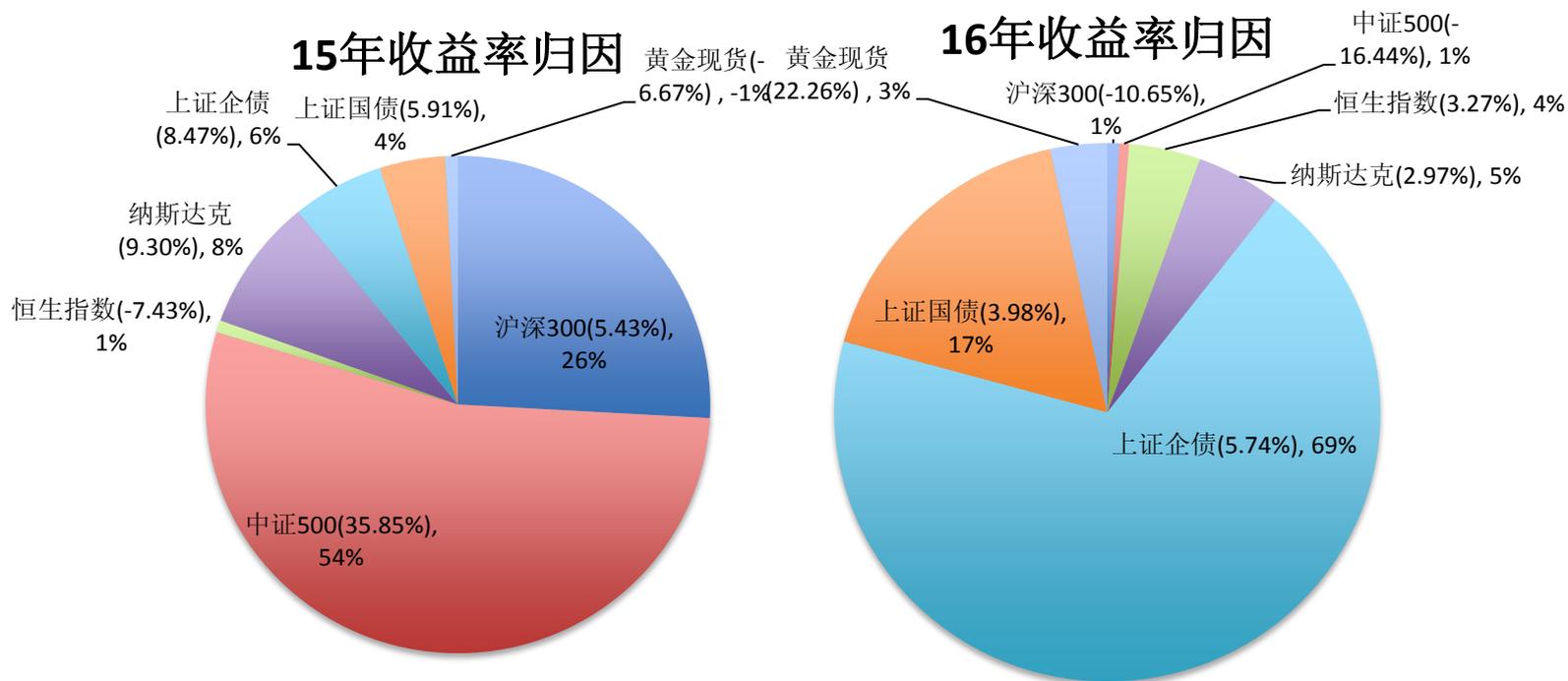
图8：每年度收益率资产归因



资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价

图9：每年度收益率资产归因



资料来源：Wind, 长江证券研究所

风险平价策略：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。

- 融资费用：取3%

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

风险平价策略：债券加杠杆

表9：杠杆率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

风险平价策略：债券加杠杆

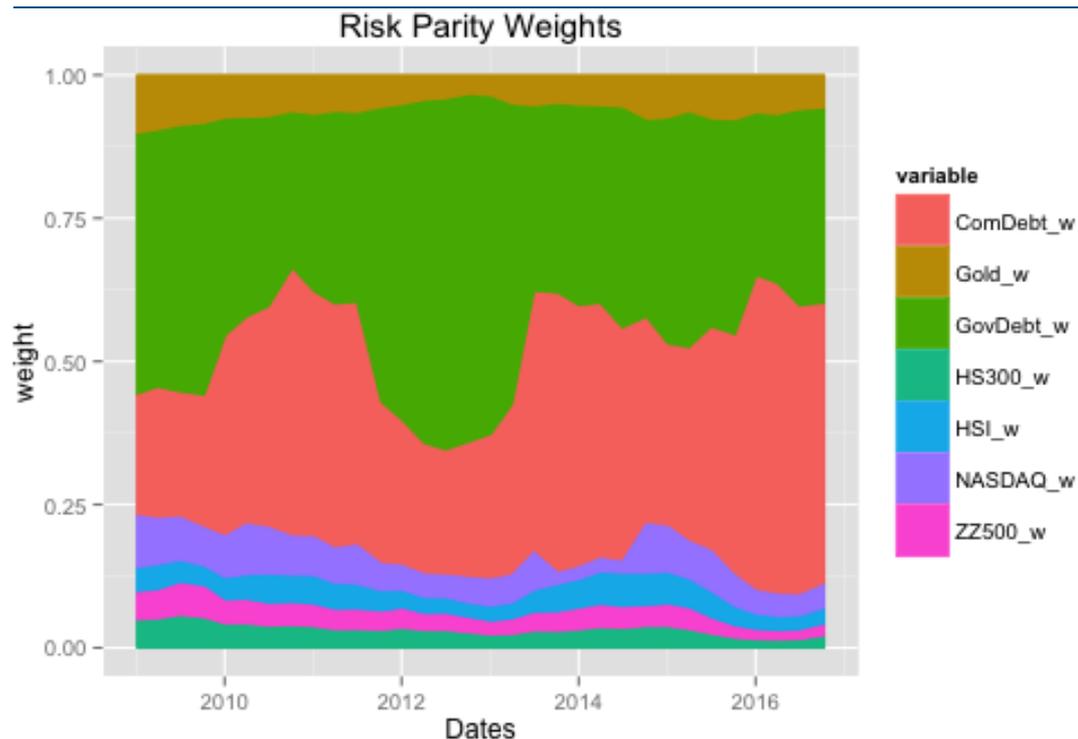
表10：无债券杠杆限制下的风险平价策略效果

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

风险平价策略：债券加杠杆

图10：风险平价资产权重变化（三倍杠杆率）



资料来源：Wind, 长江证券研究所

风险平价策略：债券加杠杆

表11：债券加杠杆后每季度收益率（三倍杠杆率）

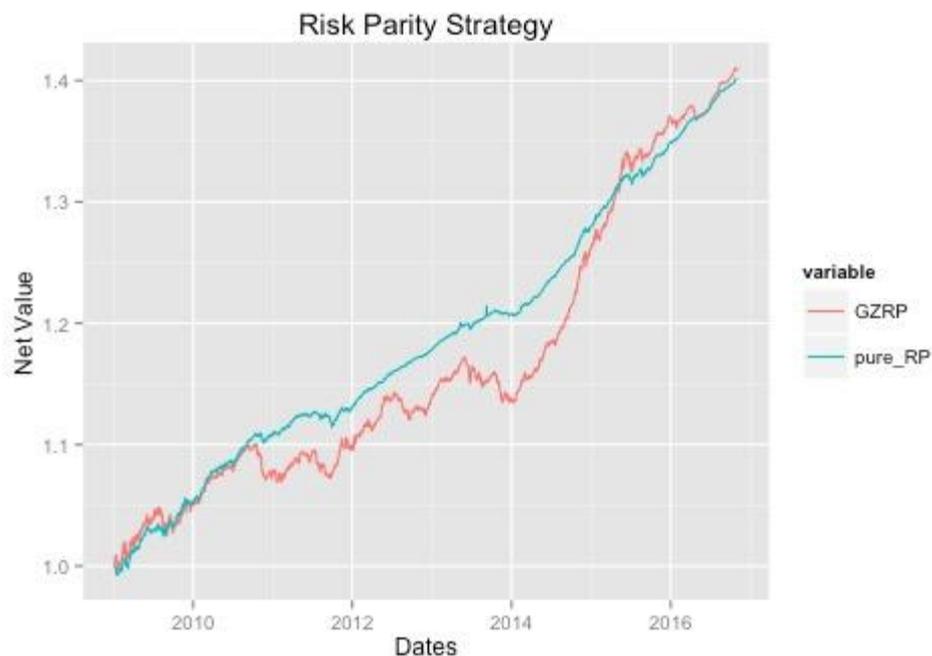
年份	Q1	Q2	Q3	Q4	收益率
2009	3.09%	4.02%	-0.56%	4.65%	11.20%
2010	5.91%	0.60%	5.33%	-0.65%	11.18%
2011	1.47%	0.36%	-4.91%	3.52%	0.44%
2012	3.29%	2.74%	1.68%	1.39%	9.10%
2013	2.34%	-0.02%	2.44%	-2.02%	2.74%
2014	1.53%	4.55%	4.33%	6.09%	16.51%
2015	5.18%	4.46%	0.78%	5.49%	15.91%
2016	4.48%	2.00%	4.50%	-0.04%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

资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价在FOF上的应用

- 大类资产种类的多样化有利于风险的分散

图11：股债平价指数与纯风险平价策略



股债平价指数运用的数据有沪深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。

资料来源：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价在FOF上的应用

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。最优动态风险平价可以直接运用在被动型FOF策略构建中。策略中各资产均有对应的ETF产品。

表12: ETF及ETF链接的资产覆盖范围（截至2016年11月份）

资产类型	举例	备注
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：Wind, 长江证券研究所

最优动态风险平价在FOF上的应用

- 主动型FOF策略构建时，结合基金的筛选，可以用优选出的基金细化各资产类别，进而实现收益的进一步增强。
- 海外市场可以通过投资海外对冲基金或者直接QDII投资来实现。商品可以通过持有量化CTA或者商品期货来增强整体收益。

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。

长江证券金融工程研究小组介绍

覃川桃，金融工程首席分析师，研究方向为技术择时、主题投资
电子科技大学信息与计算科学学士，中国科学技术大学金融工程硕士

Tel: 15901996646 Email: qinct@cjsc.com.cn 执业证书编号: S0490513030001

秦瑶，金融工程资深研究员，研究方向为基金产品、FOF、选股
北京交通大学金融数学硕士

Tel: 13476036571 Email: qinyao@cjsc.com.cn 执业证书编号: S0490513080002

陈奕，金融工程高级分析师，研究方向为事件驱动选股、衍生品
武汉大学金融工程学士，武汉大学金融工程硕士

Tel: 18516639613 Email: chenyi4@cjsc.com.cn

刘胜利，金融工程高级分析师，研究方向为择时、大类资产配置、衍生品
华中科技大学数学与应用数学学士，南开大学金融学硕士

Tel: 15601909091 Email: liusl4@cjsc.com.cn

邓越，金融工程高级分析师，研究方向为大数据选股、多因子选股
中国科学技术大学工程热物理学士，瑞典皇家理工学院计算数学硕士

Tel: 18771085660 Email: dengyue1@cjsc.com.cn

长江证券金融工程研究小组介绍

罗彧文，金融工程高级分析师，研究方向为大数据选股、因子选股
武汉大学测绘工程学士，复旦大学金融学硕士
Tel: 13162526158 Email: luoyw2@cjsc.com.cn

刘懿，金融工程高级分析师，研究方向为算法交易、平台搭建
哈尔滨工业大学管理科学与工程学士，香港城市大学商务资讯系统硕士
Tel: 13817297423 Email: liuyi4@cjsc.com.cn

林志朋，金融工程分析师，研究方向为因子选股、行业轮动、衍生品
中山大学统计学学士，上海财经大学应用统计硕士
Tel: 13127663138 Email: linzp@cjsc.com.cn

陈洁敏，金融工程分析师，研究方向为大类资产配置、FOF、基金产品
武汉大学金融工程学士，美国芝加哥大学金融数学硕士
Tel: 13872042041 Email: chenjm5@cjsc.com.cn

评级说明及重要声明

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。

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。



致 谢

上海：

浦东新区世纪大道1589号
长泰国际金融大厦21楼
邮编：200122
传真：021-68751151

武汉：

武汉市新华路特8号11楼
邮编：430015
传真：027-65799501

深圳：

深圳市福田区福华一路6号
免税商务大厦18楼
邮编：518000
传真：0755-82750808

北京：

北京西城区金融街33号
通泰大厦15层
邮编：100032