

宏观因子体系与应用

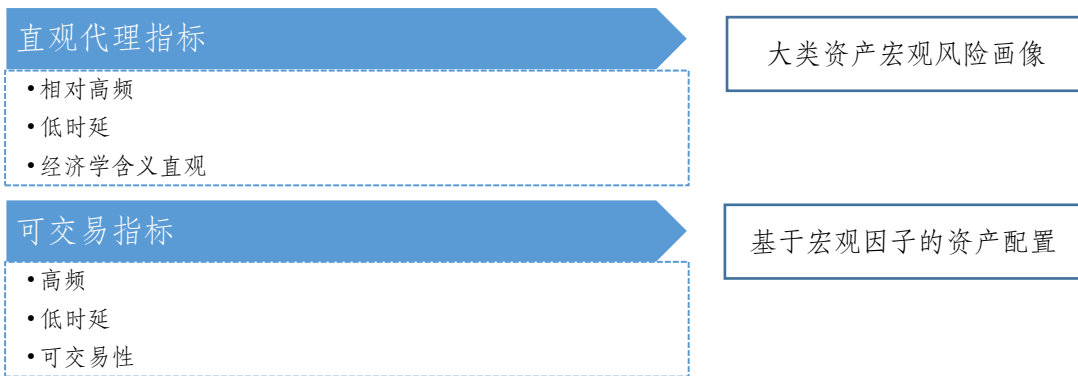
1. 宏观因子体系与应用概览

宏观环境的变化是大类资产最主要的驱动因素，各类资产都是由底层的宏观风险因子驱动。因此，我们首先要建立宏观因子体系，梳理出核心的宏观因子及基于宏观因子的周期划分，并进行相关的大类资产分析，为后续进行基于宏观风险因子与周期划分的资产配置奠定基础。

参考海内外机构的宏观因子体系，我们确定了从增长、通胀、利率、信用、汇率五个维度构建宏观因子体系，并详细分为真实宏观因子、直观代理指标和可交易指标三个层次。

宏观因子	真实宏观因子	直观代理指标	可交易指标
增长	GDP 同比	PMI，工业增加值，发电量	A 股指数，港股指数，住宅价格指数，CRB 工业原料指数
通胀	PPI，CPI	布伦特原油，螺纹钢，猪肉	布伦特原油，螺纹钢指数，大宗价猪肉
利率	国债收益率	国债利率(1Y)，国债利率(10Y)	中债国债总财富指数
信用	信用利差	AAA 信用利差(5Y)	企业债 AAA(3-5Y)总财富指数，国债(3-5Y)总财富指数
汇率	与中国有贸易往来的主要国家货币兑人民币中间价	美元兑人民币中间价	SGE 黄金 999，伦敦金现

真实宏观因子为五类宏观因子的最为直观的真实指标,如增长因子的 GDP 同比增长率、通胀因子的 CPI 与 PPI。GDP 同比增长率存在频率较低，且滞后性严重的问题，PPI 与 CPI 也存在公布时间滞后的问题。所以我们希望通过代理指标对真实指标的模拟，构建出具备相对高频、低时延特点的宏观因子，并且经济学含义直观且能够较好拟合真实指标。该特性适用于跟踪经济发展形势，解释宏观经济走势，广泛应用于大类资产宏观风险画像等。而对于宏观因子定量配置体系来说，更加要求指标具有可交易性，对经济学含义的直观性要求降低。直观代理指标与可交易指标可能存在重叠。



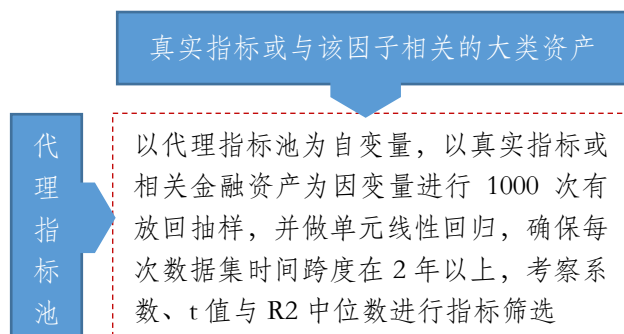
2. 宏观因子构建

2.1 海外宏观因子体系调研

- 因子组合模拟法
以 BlackRock(2018)为代表，通过构建资产多空组合模拟目标因子走势，比如增长因子可以通过做多权益、房地产、商品资产，做空现金来构建。该方法的优点是能直接构建高频、实时、可投资的因子，但应用到国内市场会面临资产维度不足的挑战，比如美国有通胀链接债券，可以直接将通胀因子资产化，而我国暂无该类资产。
- PCA 隐含因子构建法
以 SSGA(2014)为代表，通过 PCA 算法从资产价格序列中提取隐含因子，该方法的优点在于往往前几个主成分就能解释资产组合大部分的波动，缺点是隐含因子的逻辑含义并不直观，且由于主成分的严格正交，导致结果稳定性较差

2.2 基于直观代理指标的宏观因子构建

2.2.1 代理指标筛选



- 增长因子
增长因子的真实因子为 GDP 同比增长率(季频)。由于我国以生产法进行 GDP 核算的方式最为常用，我们选择在生产法维度下最受关注的工业增加值与 PMI 类总量指标，以及发电量、水泥产量等行业产出指标构建代理指标池。由于大部分代理指标池中指标为月频，为了与 GDP 数据保持一致，在指标筛选步骤中以季度平均值为准降为季频。以 GDP 为因变量，代理指标池中指标为自变量进行单元线性回归。结果如下，我们选择 PMI、工业增加值与发电量作为增长因子的代理指标。

	GDP同比增长率		
	beta	T	R^2
PMI	0.76	49.47	52.71%
PMI新订单	0.45	41.92	44.51%
PMI生产	0.53	47.53	50.43%
发电量	0.21	74.91	56.96%
工业增加值	0.40	96.95	92.23%
水泥	0.13	73.69	41.59%
汽车	0.05	47.08	33.80%
粗钢	0.13	38.32	30.47%

➤ 通胀因子

通胀因子的真实指标为 CPI 与 PPI。我们从 CPI 与 PPI 的编制方案出发构建代理指标池，并进行单元线性回归。数据是每月平均值为准，保证月频，如存在缺失值问题以线性差值方式进行填补。根据回归最终结果选取布伦特原油、大宗价猪肉、螺纹钢价格指数作为通胀因子的代理指标

	CPI			PPI			0.3PPI+0.7CPI		
	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2
螺纹钢价格指数	0.00	22.20	11.75%	0.12	82.40	73.29%	0.04	47.39	63.84%
布伦特原油	0.02	29.58	20.62%	0.12	87.75	73.21%	0.04	65.03	74.80%
大宗价猪肉	0.01	34.51	25.15%	-0.04	-8.47	31.90%	0.00	5.50	25.39%

➤ 利率因子

国内利率指标体系相对比较复杂，我们主要关注货币市场利率和债券市场利率两类指标，它们都有连续的日频数据，且接受度比较高。其中，货币市场利率主要刻画短期资金面松紧程度，包括银行间质押回购利率（R007、FR007）和同业拆借利率（IBO007、SHIBOR 3M）；而债券市场利率主要刻画发债实体的融资成本，多以相同时点相似债券的到期收益率为基础确定。以各类利率指标的同比差分序列作为自变量，以中证全指、恒生指数、中债-国债总财富指数的对数同比序列作为因变量，进行单元线性回归。

	中证全指			恒生指数			中债国债总财富指数		
	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2
国债到期收益率(1Y)	-6.77	-1.79	14.92%	6.19	42.57	13.65%	-4.25	-182.64	76.93%
国债到期收益率(5Y)	-5.39	0.56	10.66%	8.33	29.03	17.89%	-5.72	-426.65	97.87%
国债到期收益率(10Y)	-7.15	-1.40	10.54%	11.15	40.51	22.86%	-6.37	-750.87	98.23%

结果表明：1、货币市场利率主要刻画短期资金面的松紧程度，波动较大，对股票、债券资产的解释程度都偏低；2、短久期的国债到期收益率主要刻画流动性松紧程度，而长久期的国债到期收益率主要刻画基本面景气程度，因此我们看到，A 股在利率因子上的暴露均为负，而且短久期品种(比如 1 年期)的拟合优度更高，说明 A 股是一个更偏流动性驱动的市场，当利率下行，流动性宽松时，股票市场往往表现较好；对应的，港股在利率因子上的暴露均为正，且长久期品种的品种拟合优度更高（比如 10 年期），说明港股是一个更偏基本面驱动的成熟市场；3、中债-国债总财富指数的久期暴露偏中长期，短久期品种的解释程度偏低。

➤ 信用因子

本文统一用中短期票据收益率减去同期限国债到期收益率来计算信用利差，其中，评级维度主要考察 AAA、AA+、AA 三类，久期维度主要考察 1 年期、3 年期、5 年期三个品种。分别采用中债-国债总财富指数、中债-企业债总财富指数、中债-信用债总财富指数、中债-中期票据总财富指数的对数同比序列作为因变量，对上述信用利差代理指标进行单元线性回归。根据以下结果选择 AAA 级信用利差（5Y）作为信用因子的代理指标。

	国债总财富			企业债总财富			信用债总财富			中期票据总财富		
	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2
AAA信用利差(1Y)	-5.25	-78.57	49.98%	-5.22	-196.76	68.61%	-4.05	-174.77	64.54%	-3.75	-144.19	66.46%
AAA信用利差(3Y)	-7.10	-81.58	59.05%	-6.83	-225.57	76.85%	-5.23	-175.85	71.54%	-4.96	-164.33	74.27%
AAA信用利差(5Y)	-8.63	-101.90	63.91%	-8.90	-242.08	81.61%	-6.88	-207.18	78.75%	-6.34	-261.95	81.02%

➤ 汇率因子

关于汇率因子，我们主要考察人民币实际有效汇率、人民币名义有效汇率、美元指数三个加权编制指数，以及与中国有贸易往来的主要国家（或地区）货币兑人民币中间价。其中，人民币实际有效汇率和名义有效汇率是国际清算银行编制的月度数据，使用时需要滞后处理，其他数据都是日频可得，仅需要进行同比差分处理统一口径即可。

	CRB综合现货			南华商品指数			伦敦金现			SGE黄金9999		
	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2	beta	T	R^2
美元指数	-0.97	-59.88	48.59%	-0.93	-30.67	14.36%	-0.61	-26.11	11.72%	-0.37	-13.31	7.68%
美元兑人民币中间价	-3.20	-10.06	4.42%	16.74	15.44	10.54%	-1.10	-0.77	8.23%	15.33	8.19	28.35%
欧元兑人民币中间价	8.77	70.26	51.49%	11.80	33.49	23.54%	2.23	8.12	6.28%	2.28	2.71	5.36%
港元兑人民币中间价	-25.38	-10.75	4.08%	111.15	14.47	8.88%	-1.34	0.57	6.80%	110.77	7.50	26.42%
日元兑人民币中间价	3.36	14.76	10.41%	10.07	28.47	24.52%	11.37	67.54	54.64%	14.21	119.75	70.69%
英镑兑人民币中间价	4.26	24.40	8.39%	-7.86	-17.90	10.76%	-3.59	-22.36	2.96%	-6.17	-34.97	6.06%

2.2.2 宏观因子合成

将全部代理指标取月度平均值降频至月频，对于增长因子中代理指标发布滞后的情况进行滞后一期处理。对于存在多个代理指标的增长、通胀、利率因子以 5 年为时间窗口计算波动率倒数作为权重，将多个代理指标加权合成对应因子。例如，将用 2010.1-2015.12 的布伦特原油、大宗价猪肉、螺纹钢价格指数分别计算波动率倒数，以波动率倒数为权重加和成为 2016.1 的通胀因子。

合成后因子与真实因子或相关资产对比图如下：

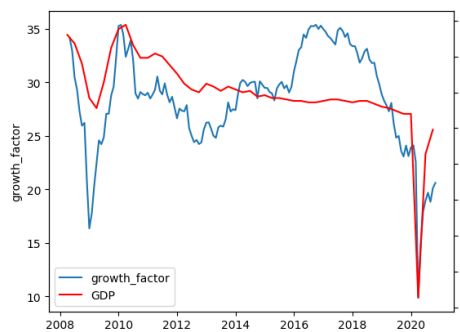


Figure 1 GDP 增长率与合成的增长因子

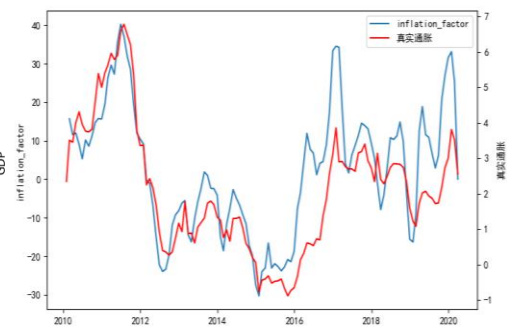


Figure 2 广义通胀与合成的通胀因子

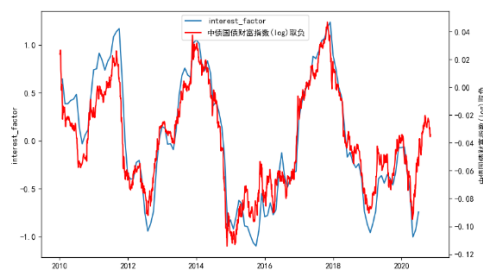


Figure 3 中债国债财富指数与利率因子



Figure 4 中债信用债指数与信用因子

2.3 宏观因子资产化（预期工作）

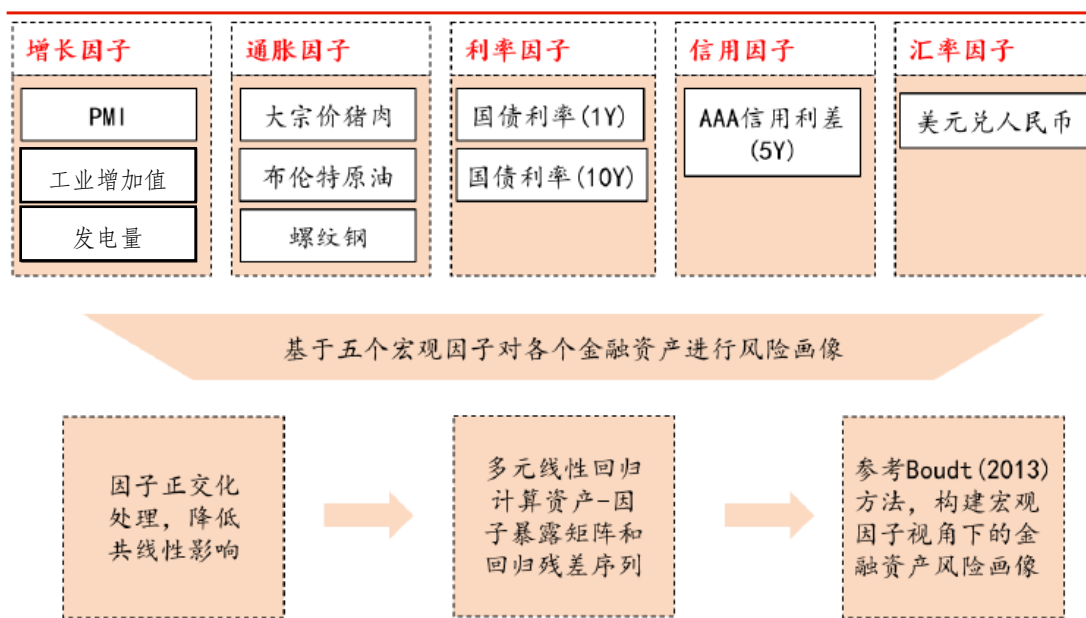
- 2.3.1 确定底层资产
- 2.3.2 确定底层资产权重
- 2.3.3 资产化效果评估

3. 大类资产风险画像

本章将从金融资产的视角切入，研究各个大类资产、板块、行业的风险构成，考察的是每个资产受哪些宏观因子的驱动更显著。

在实证中，我们遵循如下步骤：

- ✓ 随机抽取考察区间（全局样本为2016年至今，区间长度超过2年），构建宏观因子。
- ✓ 对宏观因子进行正交化处理，降低因子间的共线性风险。
- ✓ 基于正交后的宏观因子对各个资产做多元线性回归，计算因子暴露矩阵和残差序列。
- ✓ 参考Boudt(2016)中提到的方法，构建宏观因子视角下的金融资产风险画像。
- ✓ 上述步骤重复1000次，取1000次结果的中位数作为最终结论。



➤ 因子正交化

由于共线性的存在会使变量显著性检验失效，所以需要进行必要的正交化处理。结合考虑相关系数分析结果，以及因子间的逻辑关系，本文采用如下正交化方案：

- ✓ 汇率因子对利率因子正交化，在资本可以自由流动的假设下，当A国利率高于B国时，B国资金会流入A国市场博取更高收益，那么B国货币兑A国汇率会贬值；反之，当A国利率下行，B国兑A国汇率会升值，两者在逻辑上有一定的负相关关系。
- ✓ 信用因子对利率因子正交化，相关系数分析表明两者间存在较为显著的正相关性。
- ✓ 利率对增长、通胀因子正交化，增长上行会引发信贷需求回升，带动利率上行；而通胀上行会引发经济过热预期，货币政策会收紧；三者逻辑上有一定的正相

- 关。
- ✓ 通胀因子对增长因子正交化，增长上行会引发自然资源需求回升，带动通胀上行。

以汇率对利率因子正交化为例：将汇率因子做因变量，利率因子做自变量，回归后取残差作为新的汇率因子，新的汇率因子和利率因子之间互不相关。基于正交化后的因子体系做相关系数分析，结果表明共线性风险大幅降低。

➤ 大类资产宏观风险画像结果

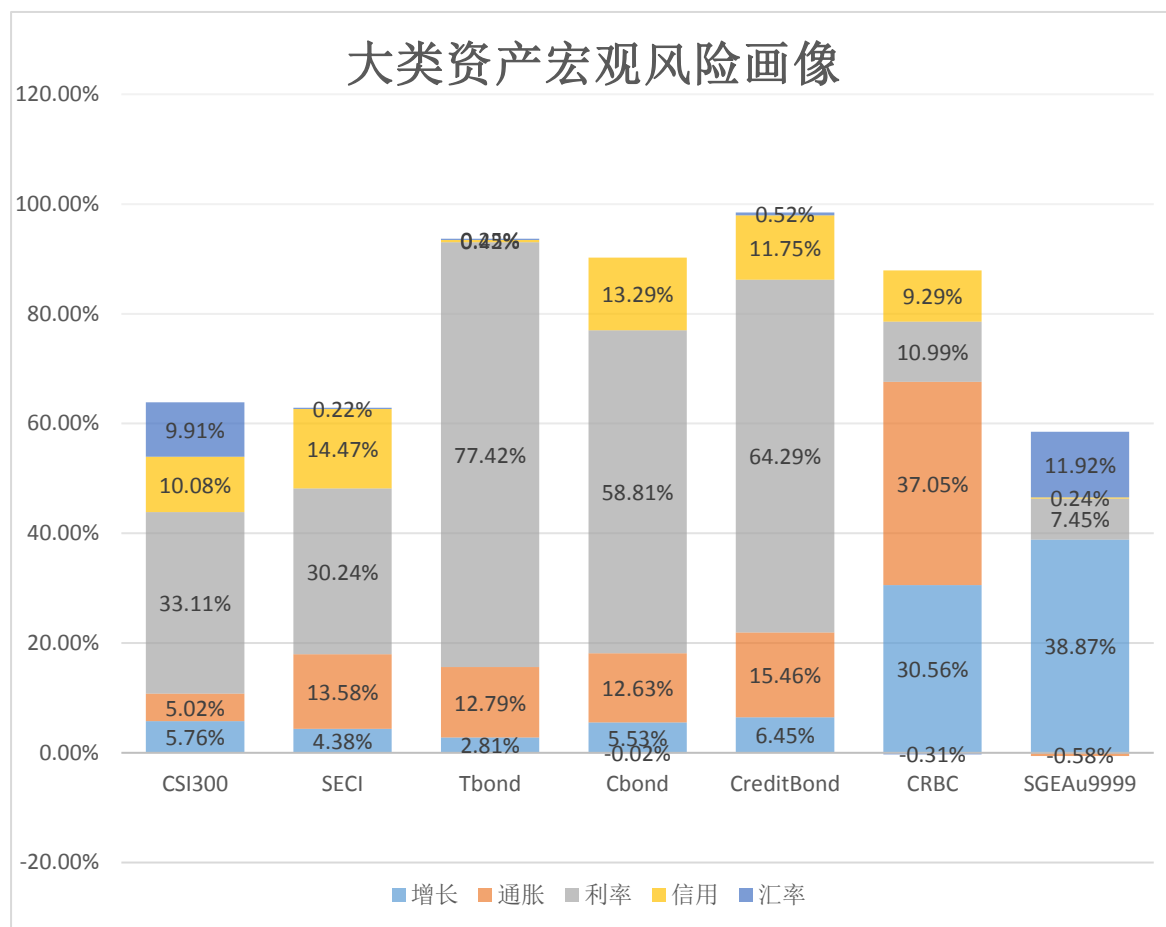


Figure 5 大类资产宏观风险画像结果

	增长	通胀	利率	信用	汇率	FRC 汇总
CSI300	5.76%	5.02%	33.11%	10.08%	9.91%	63.88%
SECI	4.38%	13.58%	30.24%	14.47%	0.22%	62.89%
Tbond	2.81%	12.79%	77.42%	0.42%	0.25%	93.69%
Cbond	5.53%	12.63%	58.81%	13.29%	-0.02%	90.24%
CreditBond	6.45%	15.46%	64.29%	11.75%	0.52%	98.47%
CRBC	30.56%	37.05%	10.99%	9.29%	-0.31%	87.58%
SGEAu9999	38.87%	-0.58%	7.45%	0.24%	11.92%	57.90%

4. 附录

风险贡献计算方法：

假设有 N 个资产， K 个因子，则多元线性回归的结论表述如下：

$$\begin{pmatrix} r_{1t} \\ r_{2t} \\ \vdots \\ r_{Nt} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \cdots & \beta_{1K} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \cdots & \beta_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{N1} & \beta_{N2} & \cdots & \beta_{NK} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_{1t} \\ f_{2t} \\ \vdots \\ f_{Kt} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_N \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ \vdots \\ e_{Nt} \end{pmatrix}$$

转换成矩阵表达式有：

$$r_t = \alpha + Bf_t + De_t$$

其中， B 代表资产在宏观因子上的暴露矩阵， D 是对角阵，对角线每个元素就是对应资产的残差序列的标准差，引入权重向量 $w = (w_1, w_2, \dots, w_N)'$ ，那么资产组合的收益为：

$$\begin{aligned} w'r_t &= w'\alpha + w'Bf_t + w'De_t = w'\alpha + \beta'f_t + \delta'e_t \\ &= w'\alpha + \begin{pmatrix} \beta \\ \delta \end{pmatrix}' \begin{pmatrix} f_t \\ e_t \end{pmatrix} = w'\alpha + (\gamma)' \begin{pmatrix} f_t \\ e_t \end{pmatrix} \end{aligned}$$

假设因子收益率序列和残差收益率序列是不相关的，那么 f_t 和 e_t 联合协方差如下：

$$\theta = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & I \end{pmatrix}$$

其中， S 是因子收益率序列的协方差矩阵， I 为单位对角阵，对角线元素均为 1，也即标准化后的残差收益率的协方差， 0 为全零矩阵，那么资产组合的风险表示如下：

$$\sigma(\gamma) = \sqrt{\gamma' \theta \gamma}$$

每个宏观因子和残差因子对组合的风险贡献为：

$$FRC_i = \frac{1}{\sigma(\gamma)} \frac{\partial \sigma(\gamma)}{\partial \gamma_i} = \frac{\gamma_i (\theta \gamma)_i}{\gamma' \theta \gamma}$$

综上，通过将资产收益率拆解为因子收益率和残差收益率的线性加权后，可以得到各个因子对投资组合的风险贡献，风险贡献越大，说明投资组合受该因子的影响越显著。在分析单个资产的风险画像时，只需要将权重向量 w 中该资产的权重设置为 1，其他资产权重设置为 0 即可。