

基于多资产数据的风险平价（Risk Parity）策略

（截止日期：2025 年 11 月 4 日）

题目

投资者持有 10 种股票：贵州茅台、工商银行、农业银行、中国石油、中国银行、宁德时代、中国人寿、招商银行、中国神华、长江电力，其历史收益数据已保存在文件 `returns.csv` 中，投资者希望使用 **风险平价策略（Risk Parity Strategy）** 进行资产配置。使用 2022 年 1 月 1 日至 2023 年 6 月 30 日数据计算权重，2023 年 7 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日数据评价投资组合业绩。

问题

(1) 协方差矩阵计算（10 分）

从收益率数据中计算资产的协方差矩阵 Σ ，并输出结果。

(2) 构建风险平价组合（40 分）

通过编程求解权重向量 $w = (w_1, w_2, \dots, w_N)$ ，使得

$$w_i(\Sigma w)_i = w_j(\Sigma w)_j, \quad \forall i, j$$

且满足：

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1, \quad w_i > 0.$$

可以使用数值优化方法（如 `scipy.optimize`）或其他迭代算法实现。

输出结果包括：

- 每个资产的权重；
- 各资产的边际风险贡献（ $w_i(\Sigma w)_i$ ）；
- 验证是否接近平价（相对误差 $< 5\%$ ）。

(3) 对比分析（20 分）

计算并比较风险平价组合与均值方差组合、等权组合的：

- 年化波动率；
- 夏普比率（假设无风险利率为 0）；
- 风险贡献分布图（绘制条形图展示各资产风险贡献占比）。

(4) 思考（30 分）

1. 若某资产波动率突然上升，该策略的再平衡会如何调整该资产权重？
2. 若资产之间相关性显著增加，对风险平价策略的效果有何影响？
3. 若引入杠杆（例如目标组合波动率设为 20%），应如何调整权重？

附：Python 代码

```
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize

# 1. 读取数据
data = pd.read_csv('returns.csv', index_col=0)
cov = data.cov().values
n = cov.shape[0]

# 2. 定义风险平价目标函数
def risk_parity_objective(w, cov):
    port_var = w @ cov @ w
    mrc = cov @ w          # 边际风险贡献
    rc = w * mrc           # 风险贡献
    return np.sum((rc - port_var / n)**2)

# 3. 约束条件
cons = ({'type': 'eq', 'fun': lambda w: np.sum(w) - 1})
bnds = [(0, 1)] * n
x0 = np.ones(n) / n

res = minimize(risk_parity_objective, x0, args=(cov,), constraints=cons, bounds=bnds)
w_rp = res.x / np.sum(res.x)

print("Risk Parity Weights:", w_rp)
print("Risk Contributions:", w_rp * (cov @ w_rp))
```