

系统

$$\Pi = \delta \Sigma w$$

B-L 模型中的资产收益有两个特点：一是以本国货币计价，二是超额收益，即减去本国货币的无风险利率。因此协方差矩阵 Σ 是超额收益的协方差矩阵， Π 是先验均衡超额收益，对于观点收益向量 Q 和后验收益 $E[R]$ ，也应是超额收益。

CAPM模型

$$\vec{\hat{\pi}} = \left(\frac{\mathbb{E}(\tilde{R}_M | \mathcal{G}) - r_f}{\sigma_M^2} \right) \Sigma \vec{w}_{M[n \times 1]}$$

- $\vec{\hat{\pi}} \sim \Pi$: 先验的收益
- δ (也有记成 λ 的): 风险厌恶系数 (需要计算)

$$\left(\frac{\mathbb{E}(\tilde{R}_M | \mathcal{G}) - r_f}{\sigma_M^2} \right) \sim \delta, \text{ 其中:}$$

- $\mathbb{E}\tilde{R}_M$: 期望市场收益率
- r_f : 无风险利率
- σ_M^2 : 市场收益率的方差 (沪深300收益率)
- $\vec{w}_{M[n \times 1]} \sim w$: 市场流通市值权重 沪深300中每只股票所占比重 $[N \times 1]$
- $\Sigma[n \times n] \sim \Sigma$: 期望收益率的方差协方差矩阵 (历史收益率)

观点矩阵

n 表示资产数量， k 表示投资者观点数量 ($k \leq n$)

- P : 投资者观点矩阵- $[k \times n]$ 矩阵，当只有一个观点时，则为 $[1 \times n]$ 行向量
- Ω : 观点误差的协方差矩阵，为对角阵，表示每个观点的信心水平 ($[k \times k]$ 矩阵)
- \vec{q} : 观点收益向量- $[k \times 1]$ 列向量

Black-litterman模型

- 公式

$$w = (\delta \Sigma)^{-1} \Pi$$

$$\Pi \sim \vec{m} = [(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1} [(\tau \Sigma)^{-1} \vec{\pi} + P^T \Omega^{-1} \vec{q}]$$

$$\Sigma \sim \hat{V} = [(\tau \Sigma)^{-1} + P^T \Omega^{-1} P]^{-1}$$

- 后验的收益率 $\vec{m}[n \times 1]$

$$\vec{m}[n \times 1] \sim \Pi$$

- τ : 观点权重常数，与CAMP和观点的置信程度有关
- $\vec{\pi}$: Camp模型的结果
- $\vec{V} \sim \Sigma$: 是sigma的后验更新