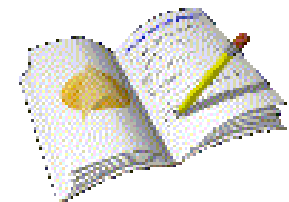




第五章

风险与收益





第五章

风险与收益

历史收益率与风险的衡量

预期收益率与风险的衡量

投资组合收益率与风险的衡量

资本资产定价模型



风险的含义

◆ 财务上，风险是指资产收益率的**不确定性和波动性**。风险的概念比危险广泛，风险既可以是危险也可以是机会。

历史收益率是指已实现的收益率。

预期收益率是投资者在现有市场条件下，进行某一项投资后预期未来能够获得的收益率。



第一节 历史收益率及风险的衡量

历史收益率或实际收益率是投资者在一定期间实现的收益率

假设投资者在第 $t-1$ 期期末购买股票，在第 t 期期末出售该股票，假设第 t 期支付股利为 D ，

股票投资收益率可定义为：

$$r_t = \frac{D_t + (P_t - P_{t-1})}{P_{t-1}} = \frac{D_t}{P_{t-1}} + \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$



历史平均收益率计算方法：

算术平均收益率：

$$\bar{r}_{AM} = \sum_{i=1}^n r_i / n$$

几何平均收益率：

$$\bar{r}_{GM} = [(1 + r_1)(1 + r_2) \cdots (1 + r_n)]^{1/n} - 1$$

一般地，算术平均收益率总是高于几何平均收益率，对于波动性大的资产更明显。



历史收益的风险

历史收益率的方差和标准差是描述风险（波动性）的两种统计量。方差的开方是标准差。

$$Var(r) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2$$

$$SD(r) = \sqrt{Var(r)}$$



第二节 预期收益与风险的衡量



预期收益率



预期收益率的风险



情景分析法

下例有4种投资方案，其中政府债券的收益是确定的，即不论经济状况如何，它都有8%的收益，因此，政府债券具有零风险。与此不同，其他3种投资方案的收益不能事先确切得知，因而被定为风险投资。

表5-2 4种待选投资方案

经济环境	发生概率	投资收益率（%）			
		政府债券	公司债券	股票X	股票Y
萧条	0.2	8.0	12.0	-6.0	-7.0
一般	0.5	8.0	9.0	12.0	15.0
繁荣	0.3	8.0	7.0	25.0	30.0
合计	1.0	—	—	—	—



一、预期收益率

根据资产未来收益水平的概率分布确定其预期收益率。

对于单项投资来说，预期收益率就是在未来各种可能情况下收益率的加权平均数，权数为各种可能结果出现的概率，其计算公式为：

$$E(r) = \sum_{i=1}^n r_i P_i$$

式中：E(r)表示预期收益率； r_i 表示在第i种可能情况下的收益率； P_i 表示第i种可能情况出现的概率；n表示可能情况的个数。



二、预期收益率的风险

● 风险量的大小，可以直接表示为未来可能收益率水平围绕预期收益率变化的区间大小，即采用方差（Var或 σ^2 ）和标准差（SD或 σ ）衡量预期收益率风险：

$$Var(r) = \sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 P_i$$

$$SD(r) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 P_i}$$



计算标准差步骤:

(1) 计算期望报酬率

$$E(r) = \sum_{i=1}^n r_i P_i$$

(2) 计算离差

$$[r_i - E(r)]$$

(3) 计算方差

$$Var(r) = \sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 P_i$$

(4) 计算标准差

$$SD(r) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 P_i}$$



根据表5-2的资料，投资于股票Y的预期收益率、方差和标准差计算如下：

$$E(r) = (-7\%) \times 20\% + 15\% \times 50\% + 30\% \times 30\% = 15.1\%$$

$$\begin{aligned} Var(r) &= (-7\% - 15.1\%)^2 \times 20\% + (15\% - 15.1\%)^2 \times 50\% + (30\% - 15.1\%)^2 \times 30\% \\ &= 0.016429 \end{aligned}$$

$$SD(r) = \sqrt{0.016429} = 12.82\%$$



● 度量风险的另一个指标是标准离差率(CV, 也称变异系数), 度量单位收益的风险。标准离差率是指标准差与预期收益率之比, 其计算公式为:

$$CV = \frac{SD(r)}{E(r)}$$

表5-2中股票Y的标准离差率为:

$$CV = 12.82\% \div 15.1\% = 84.91\%$$

在比较预期收益率不同的投资项目风险时, 应将标准差标准化, 即比较标准离差率。



将前述4个投资方案的预期收益率、标准差和标准离差率汇总

预期收益率或风险	政府债券	公司债券	股票x	股票y
预期收益率	8.00%	9.00%	12.30%	15.10%
标准差	0	1.73%	10.74%	12.82%
标准离差率	0	19.22%	87.32%	84.91%



第三节 投资组合收益与风险



投资组合预期收益率



两项资产投资组合的风险



N项资产投资组合的风险



一、投资组合预期收益率

● 投资组合预期收益率等于投资组合中单项资产预期收益率的加权平均数。

● 计算公式：

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(r_i)$$

权数 w 是单项资产在总投资价值中所占的比重



二、两项资产投资组合的风险

与投资组合的预期收益率不同，投资组合的风险并非组合内部单项资产标准差的简单加权平均数。

投资组合的风险不仅取决于个别资产预期收益率标准差，还取决于各资产预期收益率之间**相关性**。



两项资产投资组合风险计算公式

投资组合收益率方差是各种资产收益率方差的加权平均数，加上各种资产收益率的协方差。

两项资产投资组合预期收益率的方差

$$\text{Var}(r_p) = w_1^2 \text{Var}(r_1) + w_2^2 \text{Var}(r_2) + 2w_1w_2 \text{COV}(r_1, r_2)$$

式中： w_1 、 w_2 分别表示资产1和资产2在投资组合总体中所占的比重； $\text{Var}(r_1)$ 、 $\text{Var}(r_2)$ 分别表示组合中两种资产各自的预期收益率的方差； $\text{COV}(r_1, r_2)$ 表示两种资产预期收益率的协方差。



相关性的衡量 -- (1) 协方差

协方差 ($COV(r_1, r_2)$)

◆ 协方差是两个变量（资产收益率）离差之积的预期值

◆ 计算公式：

$$COV(r_1, r_2) = \sum_{i=1}^n [r_{1i} - E(r_1)][r_{2i} - E(r_2)] P_i$$

或：

$$COV(r_1, r_2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [r_{1i} - E(r_1)][r_{2i} - E(r_2)]$$

其中： $[r_{1i} - E(r_1)]$ 表示证券1的收益率在经济状态i下对其预期值的离差；

$[r_{2i} - E(r_2)]$ 表示证券2的收益率在经济状态i下对其预期值的离差；

P_i 表示在经济状态i下发生的概率。



协方差是一种用于衡量两个变量之间相互关系的统计量。

◆ 当 $\text{COV}(r_1, r_2) > 0$ 时，表明两种证券预期收益率变动方向相同；

当 $\text{COV}(r_1, r_2) < 0$ 时，表明两种证券预期收益率变动方向相反；

当 $\text{COV}(r_1, r_2) = 0$ 时，表明两种证券预期收益率变动不相关。



概率	预期收益率分布 (%)			
	A	B	C	D
0.1	10	6	14	2
0.2	10	8	12	6
0.4	10	10	10	9
0.2	10	12	8	15
0.1	10	14	6	20
预期收益率	10	10	10	10
标准差	0.0	2.2	2.2	5.0

**B和C的
协方差**

$$\begin{aligned} COV(r_B, r_C) &= (6 - 10) \times (14 - 10) \times 0.1 \\ &\quad + (8 - 10) \times (12 - 10) \times 0.2 + (10 - 10) \times (10 - 10) \times 0.4 \\ &\quad + (12 - 10) \times (8 - 10) \times 0.2 + (14 - 10) \times (6 - 10) \times 0.1 \\ &= -4.8 \end{aligned}$$

同理

$$COV(r_B, r_D) = +10.8 \quad COV(r_A, r_B) = 0$$



相关性的衡量-- (2) 相关系数

协方差的标准化是相关系数，**相关系数**是度量两个变量相互关系的**相对数**，相关系数介于-1与+1之间

◆ 计算公式：

$$CORR(r_1, r_2) = \frac{COV(r_1, r_2)}{SD(r_1)SD(r_2)}$$

$$COV(r_1, r_2) = CORR(r_1, r_2) \times SD(r_1) \times SD(r_2)$$



相关系数大于0，表示正相关；等于1，完全正相关。

相关系数等于0，表示不相关。

相关系数小于0，表示负相关；等于-1，完全负相关。



小结：

(1) 协方差或相关系数为正数，表明这两种资产的收益率变动方向相同；协方差或相关系数为负数，表明这两种资产的收益率变动方向相反。

(2) 无风险资产与其他任何资产之间的协方差必定为零，这表明无风险资产与风险资产之间的收益不存在线性关系，彼此独立。

(3) 资产与自身的协方差等于该资产收益率的方差。资产与自身的相关系数等于1.



方差 Var, 简记 σ^2

标准差 SD, 简记 σ

协方差 $\text{cov}(r_1, r_2)$, 简记 σ_{12} , $\sigma_{12} = \rho_{12} \times \sigma_1 \times \sigma_2$

相关系数 $\text{corr}(r_1, r_2)$, 简记 ρ_{12}

$$\sigma_p = \sqrt{w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2}$$



当 $\rho_{XY}=1.0$ 时,

$$\sigma_P = W_X\sigma_X + W_Y\sigma_Y$$

当 $\rho_{XY}=0$ 时,

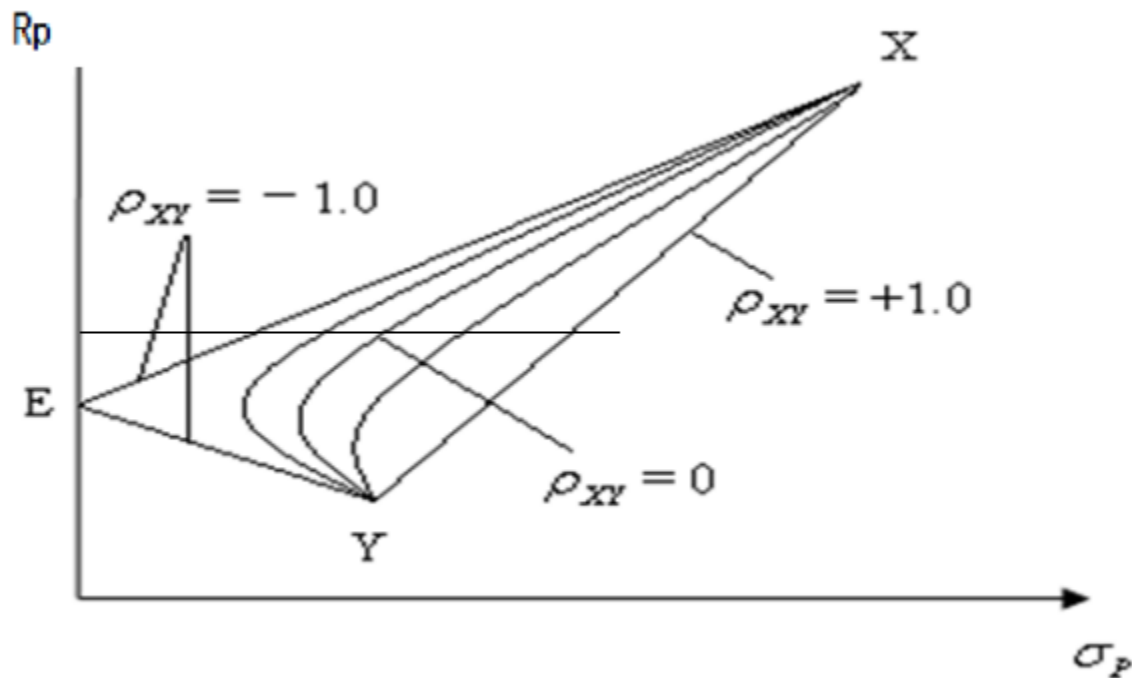
$$\sigma_P = \sqrt{W_X^2\sigma_X^2 + W_Y^2\sigma_Y^2}$$

当 $\rho_{XY}=-1.0$ 时,

$$\sigma_P = |W_X\sigma_X - W_Y\sigma_Y|$$



两个风险资产构成的投资组合的可行集



在两项资产投资组合的情况下，投资的可行集是一条直线或曲线或折线。



考虑两种完全负相关的风险资产A和B，A的期望收益率为10%，标准差为16%，B的期望收益率为8%，标准差为12%，A和B在最小方差组合中的权重分别为多少？

$$x \cdot 16\% = (1-x) \cdot 12\%。 \text{ 可得： } x=42.86\%。$$

所以A、B的权重分别为0.43和0.57。



有效集：有效组合的特征是风险既定下，具有最高的收益率；收益率既定下，具有最低的风险。投资者应该在有效集上寻找投资组合。



三、N项资产投资组合的风险

2个资产

$$\sigma_p^2 = w_1^2 * \sigma_1^2 + w_2^2 * \sigma_2^2 + 2 * \sigma_{12} * w_1 * w_2$$

其中：

$$w_1 + w_2 = 1$$

3个资产

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 = & w_1^2 * \sigma_1^2 + w_2^2 * \sigma_2^2 + w_3^2 * \sigma_3^2 + 2 * \sigma_{12} * w_1 * w_2 \\ & + 2 * \sigma_{23} * w_2 * w_3 \\ & + 2 * \sigma_{13} * w_1 * w_3 \end{aligned}$$

其中：

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1$$

3项方差项，6项协方差项

4个资产？N个资产？



协方差矩阵

$$\begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \sigma_{24} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \sigma_{34} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} & \sigma_{44} \end{pmatrix}$$

N项方差项，N (N-1) 项协方差



N 项资产投资组合预期收益的方差

$$Var(r_p) = \underbrace{\sum_{i=1}^n w_i^2 Var(r_i)}_{\text{非系统风险}} + \underbrace{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j COV(r_i, r_j)}_{\text{系统风险}} \quad (i \neq j)$$

各种资产的方差，反映了它们各自的风险状况

非系统风险

各种资产之间的协方差，反映了它们之间的相互关系和共同风险

系统风险

- ★ 非系统风险将随着投资项目个数的增加而逐渐消失；
- ★ 系统风险随着投资项目个数增加并不完全消失，而是趋于各证券之间的平均协方差。



【证明】假设投资组合中包含了N种资产

- (1) 每种资产在投资组合总体中所占的份额都相等($w_i=1/N$);
- (2) 每种资产的方差都等于 $\text{Var}(r)$ ，并以 $\text{COV}(r_i, r_j)$ 代表平均的协方差。

$$\text{Var}(r_p) = \sum_{i=1}^n w_i^2 \text{Var}(r_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \text{COV}(r_i, r_j) \quad (i \neq j)$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(r_p) &= \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{N} \right)^2 \text{Var}(r) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{N^2} \right) \text{COV}(r_i, r_j) \quad (i \neq j) \\ &= \left(\frac{1}{N^2} \right) N \cdot \text{Var}(r) + \left(\frac{1}{N^2} \right) N(N-1) \text{COV}(r_i, r_j) \\ &= \left(\frac{1}{N} \right) \text{Var}(r) + \left(1 - \frac{1}{N} \right) \text{COV}(r_i, r_j) \end{aligned}$$

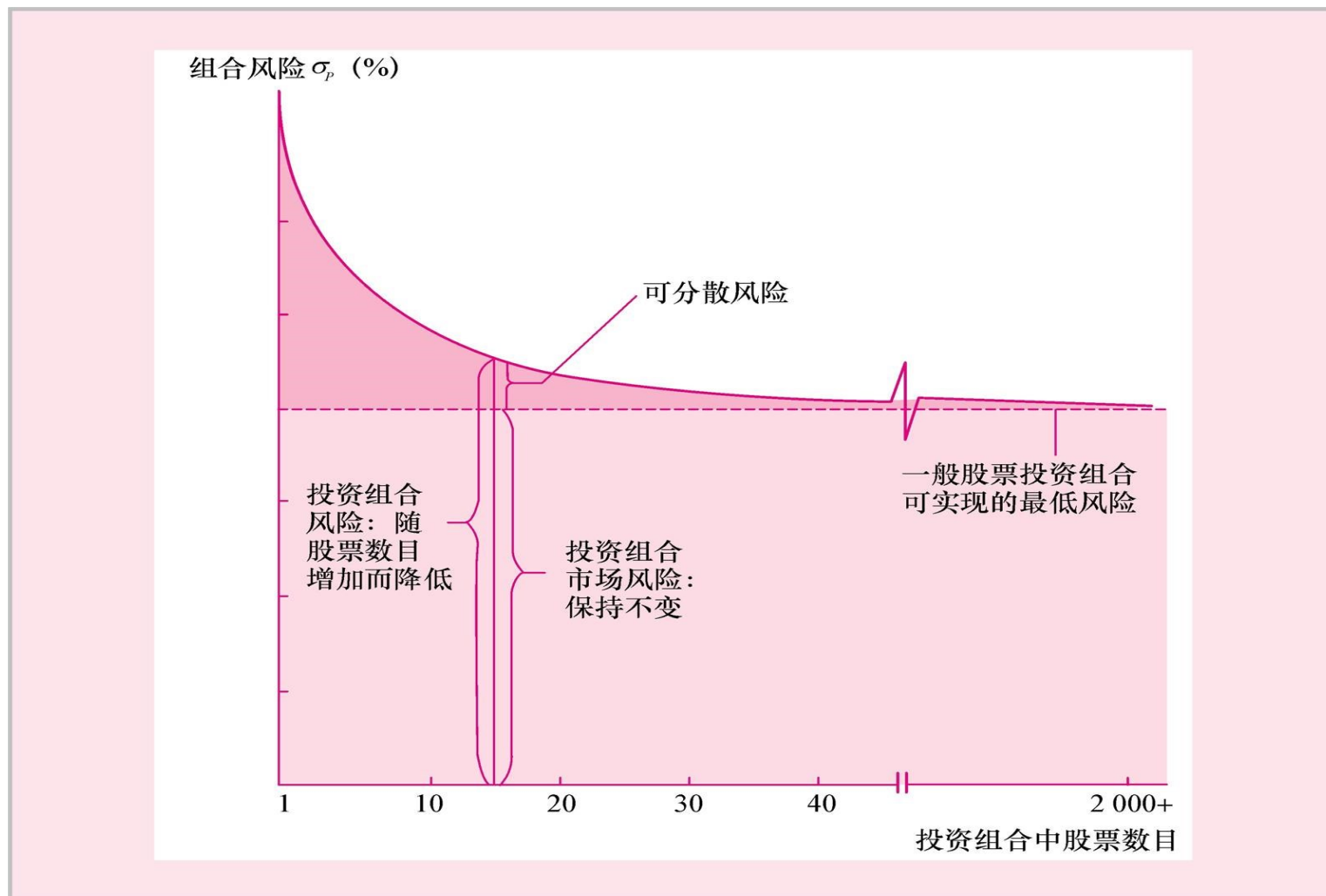
当 $N \rightarrow \infty$ 时

0

各资产之间的平均协方差



分散化投资对投资组合风险的影响





风险的分类与特点

1. 系统风险和非系统风险（按是否可分散分类）

➤ 系统风险

◇ 又称市场风险、不可分散风险

◇ 由于政治、经济及社会环境等企业外部某些因素的不确定性而产生的风险。

◇ 特点：由综合的因素导致的，这些因素是个别公司或投资者**无法通过多样化投资予以分散**的。



➤ 非系统风险

◇ 又称公司特有风险、可分散风险。

◇ 由于经营失误、消费者偏好改变、劳资纠纷、工人罢工、新产品试制失败等因素影响了个别公司所产生的个别公司的风险。

◇ 特点：它只发生在个别公司中，由单个的特殊因素所引起的。由于这些因素的发生是随机的，因此**可以通过多样化投资来分散。**



2.经营风险和财务风险（按成因分类）

➤ 经营风险

◇ 经营行为（生产经营和投资活动）给公司收益带来的不确定性

◇ 经营风险源于两个方面：

① 公司外部条件的变动

② 公司内部条件的变动

◇ 经营风险衡量：**息税前利润的变动程度**（标准差、经营杠杆等指标）

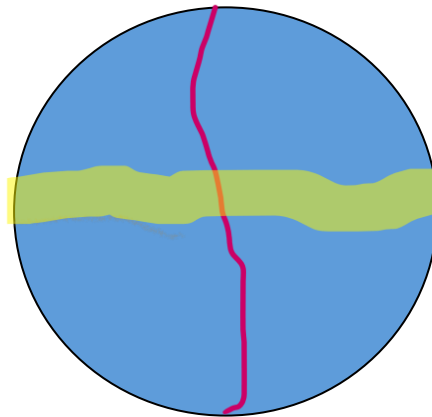


➤ 财务风险

- ◇ 举债经营给公司收益带来的不确定性
- ◇ 财务风险来源：利率、汇率变化的不确定性以及公司负债比重的大小
- ◇ 财务风险衡量：**净资产收益率**（ROE）或**每股收益**（EPS）的变动程度（标准差、财务杠杆等）



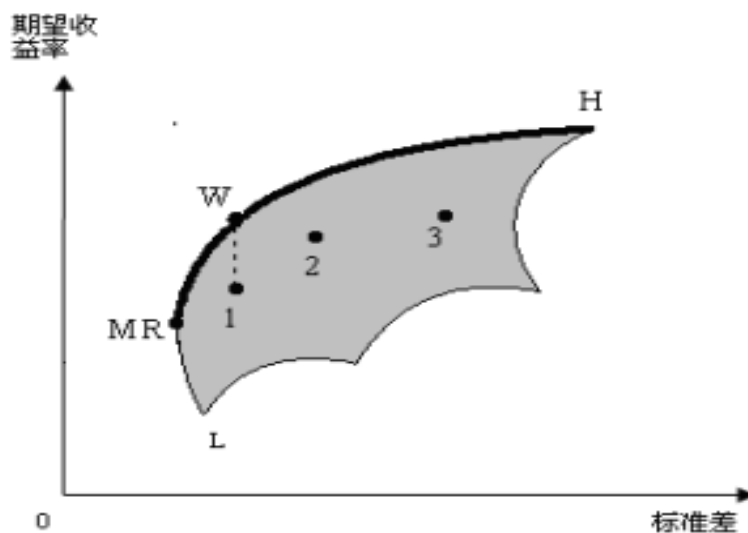
经营风险中既有系统风险，也有非系统风险。财务风险也同样。





N项风险资产投资组合的可行集

现代投资组合理论认为，由三项或以上风险资产构成的投资组合，其可行集是一个平面。始于最小方差组合（MR）的上边缘线（MR-W-H）上各点为效率组合。



多个风险资产投资组合可行集及效率边界



即使在有效边界上也包括无数个投资组合，其范围从最小风险和最小预期收益的投资组合到最大风险和最大预期收益的投资组合，每一点都代表一种不同的风险与收益的选择：预期收益越高，承担的风险也越大，没有一种投资组合先验地比其他组合优越。



投资者效用无差异曲线

效用无差异曲线

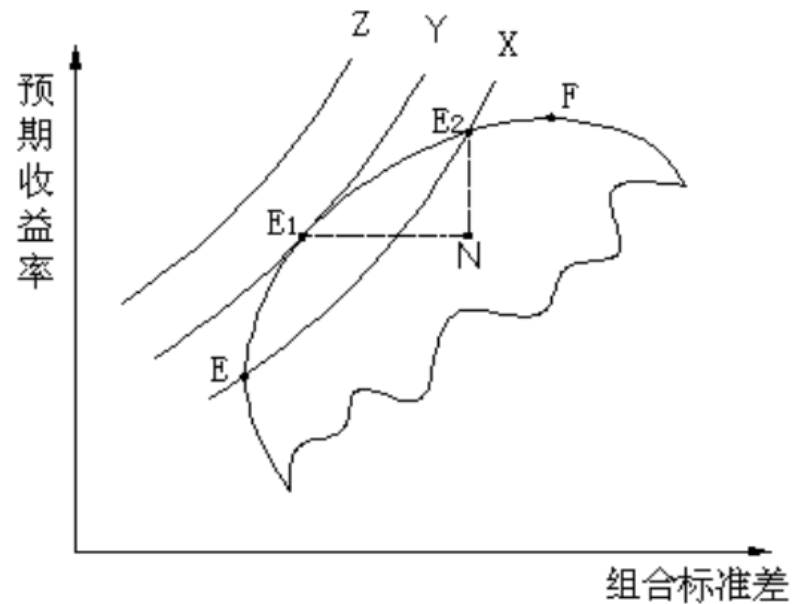
任意一条无差异曲线上各点给投资者带来的效用程度是相同的。

任意两条无差异曲线都不相交。靠上方的无差异曲线效用值更高。

不同投资者效用曲线形状是不同的，即对于风险的同等增加，不同的投资者希望在期望收益率上得到的补偿不同，因为每个投资者风险厌恶程度是不一样的。



无差异曲线与有效投资组合



每一个投资者的最佳投资组合都可由有效组合边界曲线与该投资者的效用无差异曲线的切点求得，该点表示投资者可获得的最大效用。



第四节 资本资产定价模型



资本市场线



资本资产定价模型与证券市场线



一、资本市场线

假设市场上可供选择的投资工具，除风险资产外，还有**无风险资产**。投资者可以在资本市场上按无风险利率进行自由借贷。

无风险资产与风险资产（组合）进行组合：

无风险资产： 预期收益率为 r_f ，方差为 $\text{Var}(r_f) = 0$ ；

风险资产（组合）： 预期收益率为 r_i ，方差为 $\text{Var}(r_i)$ 。

两者投资权重： w_f 和 w_i ，且 $w_f + w_i = 1$ 。



投资组合风险为：

$$\text{Var}(r_p) = w_f^2 \text{Var}(r_f) + w_i^2 \text{Var}(r_i) + 2w_f w_i \text{COV}(r_f, r_i)$$

由于： $\text{Var}(r_f) = 0$,

$\text{COV}(r_f, r_i) = 0$, 所以

$$\text{Var}(r_p) = w_i^2 \text{Var}(r_i)$$

$$\text{SD}(r_p) = w_i \text{SD}(r_i),$$

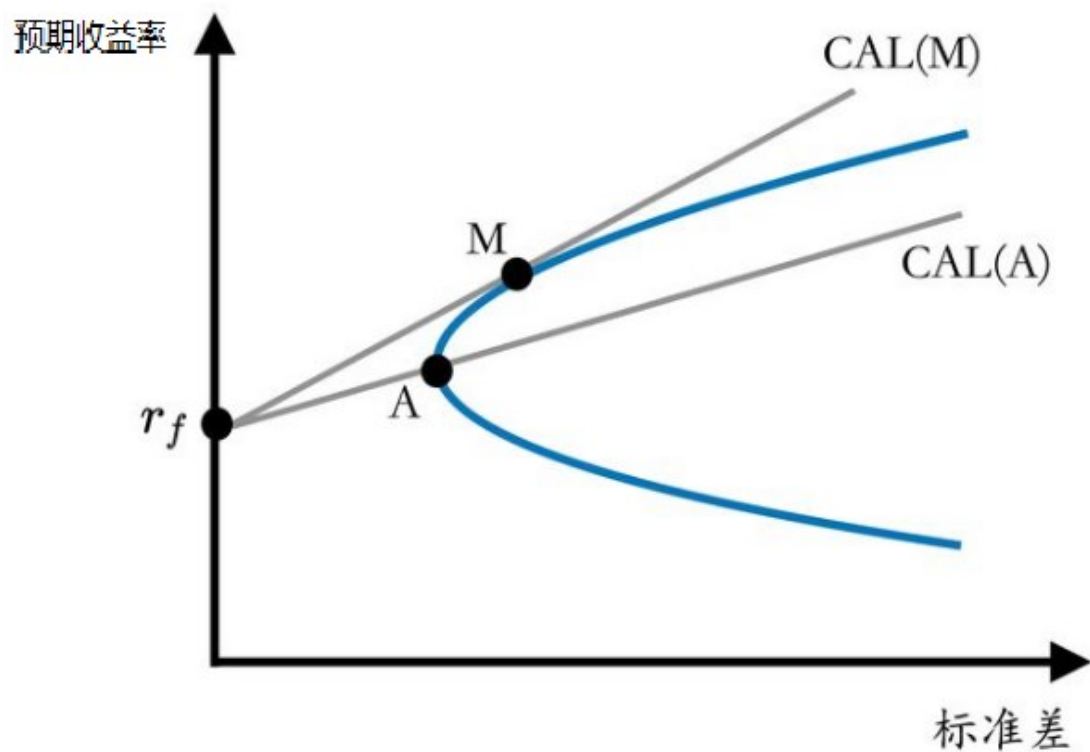
可推出： $w_i = \text{SD}(r_p) / \text{SD}(r_i)$

投资组合预期收益率为：

$$\begin{aligned} E(r_p) &= w_f r_f + w_i r_i = (1 - w_i) r_f + w_i r_i \\ &= r_f + w_i (r_i - r_f) \end{aligned}$$

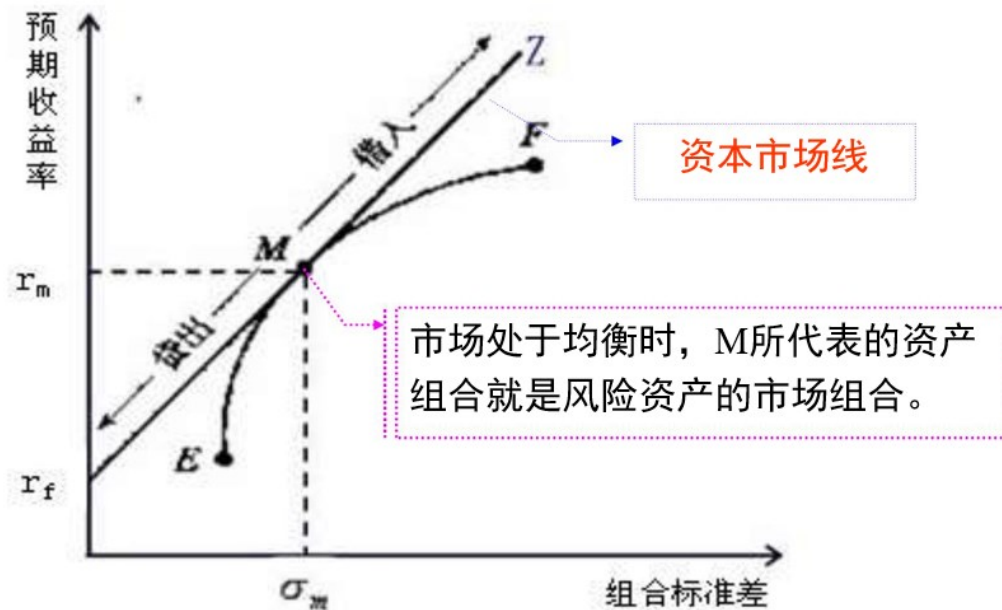


线上的每一点代表由不同比例的无风险资产与风险资产（组合）所构成的投资组合。在众多资本配置线中，切线被称为资本市场线（capital market line, CML）。





如果市场是完美的，投资者可以按无风险利率自由借入或贷出资金（不考虑借贷交易成本）。在M点的左侧，投资者将同时持有无风险资产和风险资产组合。在M点的右侧，投资者将仅持有市场组合M，且会借入资金以扩大投资规模。





市场组合

市场组合M包含了所有可交易风险资产，每种风险资产的权重是这种风险资产的市值占所有风险资产市值的比重。

风险资产和无风险资产共存的情况下，市场投资组合M点是最佳风险资产投资组合，它代表**惟一最有效的风险资产组合**。

切点组合在风险-收益权衡上具有独特的优势，是投资者在追求最优投资组合时的关键选择。



资本市场线(CML) 描述的是在**风险资产和无风险资产共存**的情况下，**有效投资组合**预期收益率与风险之间的线性关系。

对于投资者来说，资本市场线提供了一种确定最优投资组合的方法，位于资本市场线上的每一点都代表效率投资组合，投资者可以根据自己的风险偏好，在资本市场线上选择适合自己的投资组合。



◆ 资本市场线表达式：

注意：截距为 r_f ，
斜率为 $(r_m - r_f)/SD(r_m)$

$$E(r_p) = r_f + \frac{(r_m - r_f)}{SD(r_m)} \times SD(r_p)$$

无风险收益率

风险溢价

公式表明，任意有效投资组合的预期收益率等于无风险收益率与风险溢价之和。



【例】假设市场有关资料如下：无风险收益率为10%，市场组合的收益率为14%，市场组合的标准差为20%。投资者A的投资额为1000元，假设他以无风险利率借入200元，与原有的1000元一起(共计1200元)投入市场组合，投资者A形成的借入投资组合的预期收益率和标准差。

$$E(r_p) = 1.2 \times 0.14 + (-0.2) \times 0.10 = 0.148$$

$$SD(r_p) = 1.20 \times 0.20 = 0.24$$

如果投资者A用200元投资无风险利率资产，则用于购买市场组合的资本只剩下800元，由此形成的贷出投资组合的预期收益率和标准差为：

$$E(r_p) = 0.80 \times 0.14 + 0.20 \times 0.10 = 0.132$$

$$SD(r_p) = 0.80 \times 0.20 = 0.16$$



投资组合分离定理

投资者个人的**风险偏好不影响最优风险资产组合的选择**，即最优风险资产组合选择独立于投资者风险偏好。所有投资者在风险资产上的选择都是相同的（市场组合 M ）。对于不同风险偏好的投资者来说，只要能以无风险利率自由借贷，他们都会选择市场组合 M 。投资者风险偏好仅影响他们如何在市场组合 M 和无风险资产之间分配资金，这就是所谓的投资组合分离定理。



二、资本资产定价模型与证券市场线

在充分分散化投资情形下，投资者要求的风险溢价只是针对系统风险（不可分散风险、市场风险），而不要求对可分散风险进行补偿。如果对可分散风险的补偿存在，善于进行投资的投资者将会购买这部分股票，并抬高其价格，直至其最后的资产收益率只反映系统风险。市场均衡下，投资者根据系统风险而不是总风险来要求各种资产的收益率。



(一) 资本资产定价模型

既然一项资产的期望收益率取决于它的系统风险，那么度量系统风险就成了一个关键问题。度量一项资产系统风险的指标是 β 系数，衡量一种证券或投资组合相对总体市场的波动性，公式如下：

$$\beta_j = \frac{COV(r_j, r_m)}{Var(r_m)}$$



β 系数大小取决于：

- (1) 该资产的收益率与市场组合收益率之间的相关系数；
- (2) 该资产收益率的标准差；
- (3) 市场组合收益率的标准差。

$$\beta_j = \frac{COV(r_j, r_m)}{Var(r_m)} = \rho(r_j, r_m) \times \frac{SD(r_j)}{SD(r_m)}$$

$$\beta_f = \rho(r_f, r_m) \times \frac{SD(r_f)}{SD(r_m)} = 0$$

$$\beta_m = \rho(r_m, r_m) \times \frac{SD(r_m)}{SD(r_m)} = 1$$



资本资产定价模型 (CAPM) 的基本假设:

- 1.所有的投资者都追求单期最终财富的效用最大化, 他们根据投资组合 预期收益率和标准差来选择优化投资组合。
- 2.所有的投资者都能以给定的无风险利率借入或贷出 资本, 其数额不受任何限制, 市场上对卖空行为无任 何约束。
- 3.所有的投资者对每一项资产收益的均值、方差的估 计相同, 即投资者 对未来的展望相同。
- 4.所有的资产都可完全细分, 并可完全变现 (即可按 市价卖出, 且不发 生任何交易费)。
- 5.无任何税收。
- 6.所有的投资者都是价格的接受者, 即所有的投资者 各自的买卖活动不 影响



资本资产定价模型表达式

资本资产定价模型是一种描述风险与预期收益率之间关系的模型，它表明在市场均衡条件下，单项资产或投资组合的预期收益率与其系统性风险（ β 系数）之间存在线性关系。预期收益率等于无风险收益率加上该资产或组合的系统风险溢价。

$$E(r_j) = r_f + \beta_j (r_m - r_f)$$


市场风险溢价



- 如果风险资产的 β 系数等于1，说明在该项资产的总风险中，系统风险与市场组合风险在量上完全相等，此时投资者对该风险资产投资要求的收益率等于市场组合可以提供的预期收益率。
- 如果风险资产的 β 系数大于1，表明该项资产的系统风险大于市场组合的风险，因此，投资者对该项风险性投资要求的收益率大于市场组合提供的预期收益率。
- $0 < \beta < 1$ ，说明该资产的系统风险程度小于整个市场组合的风险，投资者对该项风险性投资要求的收益率小于市场组合提供的预期收益。



- 如果某项风险资产的 β 系数等于0，说明该项资产的风险完全由非系统风险组成，其风险可通过分散化投资加以消除，因而此项投资只能获得无风险收益率。
- 如果风险资产的 β 系数小于0，表示该资产的收益率波动与市场平均水平反向，风险较为特殊。这类资产与市场组合预期收益率呈负相关，例如某些对冲基金，通过运用复杂的金融工具和投资策略，试图在市场下跌时获得正收益，从而表现出与市场反向的变动关系，其 β 系数可能为负。



【例】假设当前无风险收益率为6%，市场投资组合收益率为15%，市场投资组合收益的标准差为16%；A公司股票收益的标准差为48%，A股票收益与市场投资组合收益的相关系数为0.665，则A股票的 β 系数和预期收益率（也是A公司股权融资成本）是多少？

$$\beta_A = \frac{SD(r_i) \times \rho(r_i, r_m)}{SD(r_m)} = \frac{48\% \times 0.665}{16\%} = 2.0$$

$$r_A = 6\% + 2 \times (15\% - 6\%) = 24\%$$



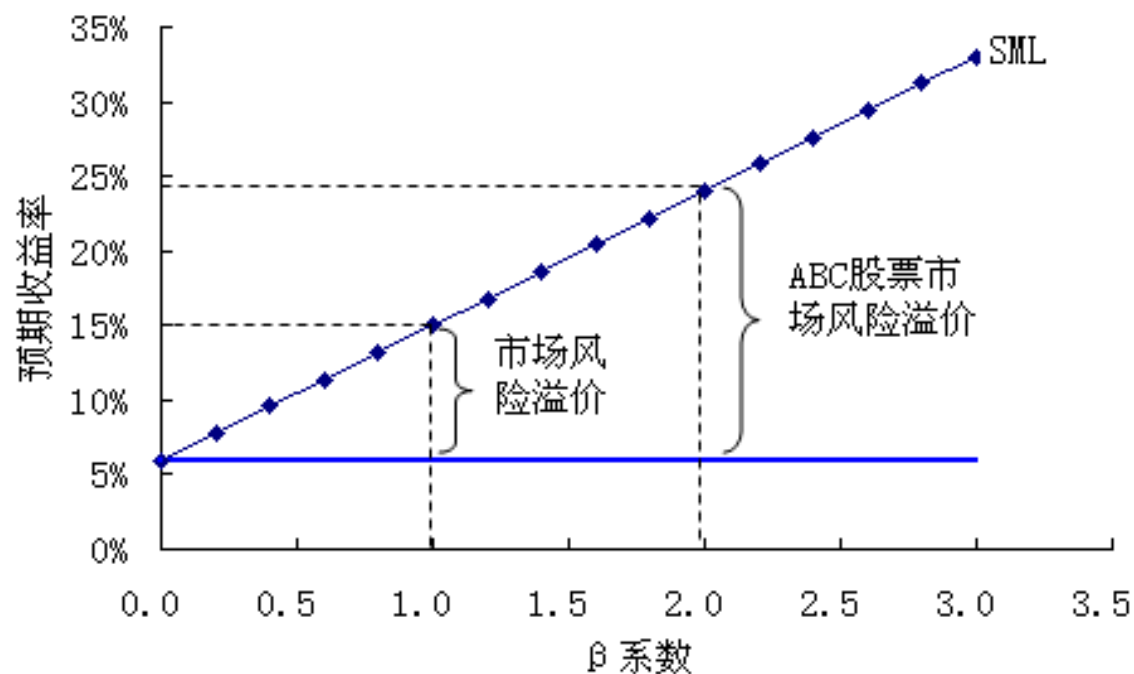
资本资产定价模型的作用：

资本资产定价模型是在投资组合理论和资本市场理论基础上形成发展的，主要研究证券市场中资产的预期收益率与风险之间的关系，以及均衡价格是如何形成的。它的作用包括可以计算资产的预期收益率，对资产进行定价，有助于投资者进行资产分类和配置。有助于企业确定融资成本，有助于投资组合绩效的测定。



(二) 证券市场线

资本资产定价模型图形化即为证券市场线 (SML)，表示的是某一特定资产的预期收益率与系统风险 (β 值) 之间的关系。

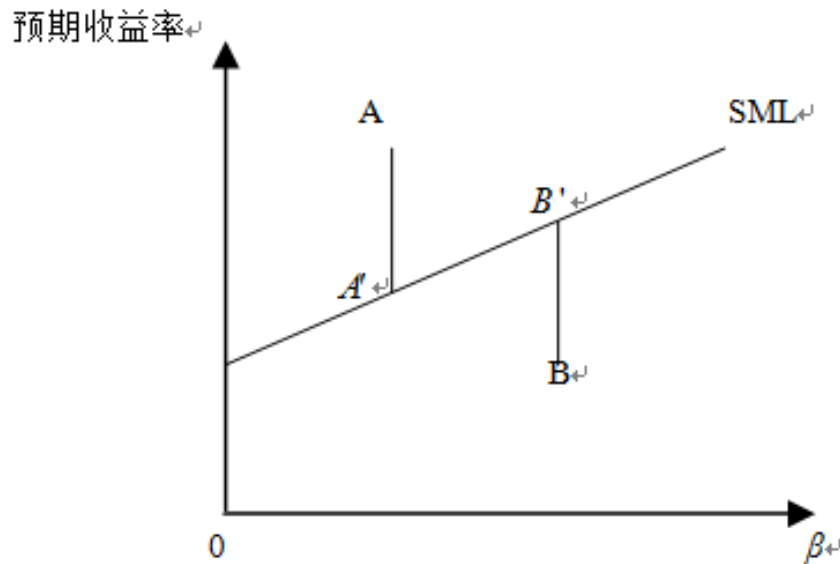


截距：无风险收益率 R_f 。

斜率： $R_m - R_f$ 。

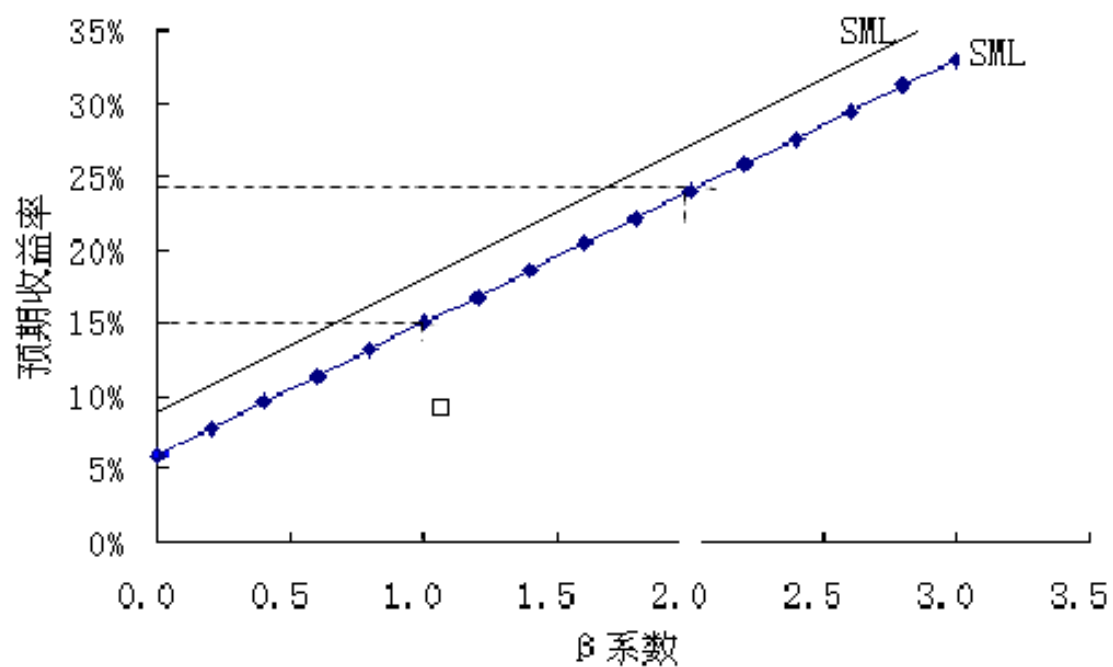


1. 证券市场线代表的证券预期收益率是必要收益率（至少）。在这条直线上的每一个点，分别代表具有特定系统风险的个别证券或组合应获得的必要收益率。
2. 证券市场线是证券市场供需运作的结果。在市场未达均衡时，投资者可以获取超额收益率。在市场均衡时，超额收益率消失。





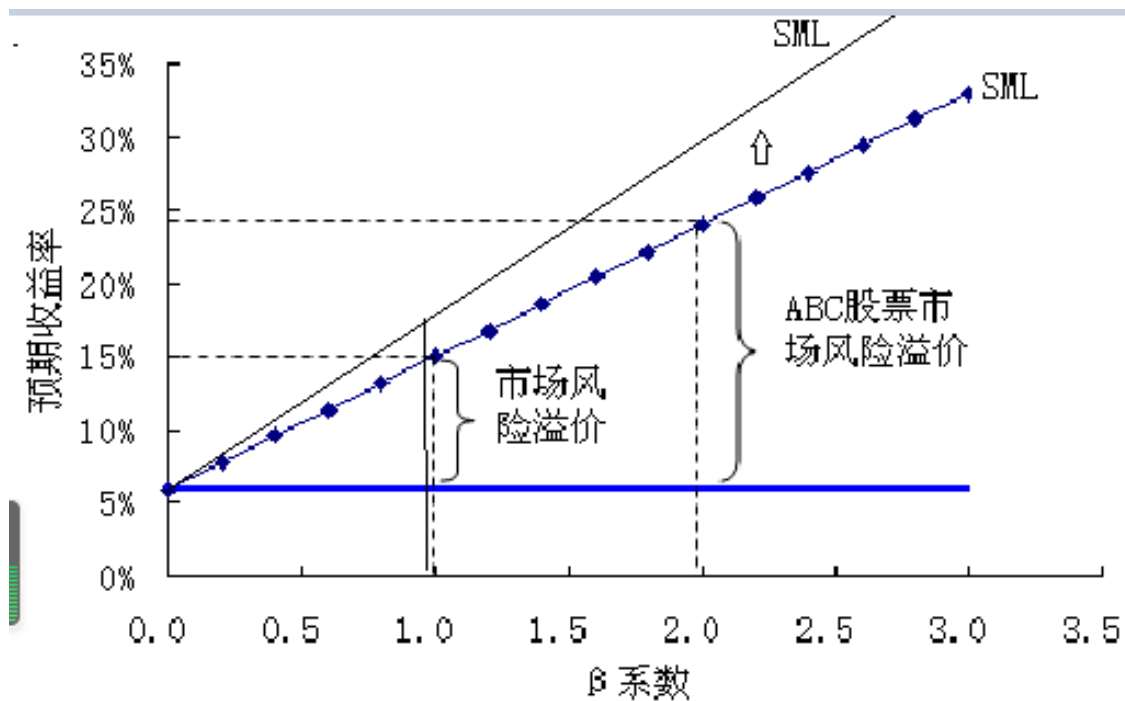
通货膨胀对证券市场线的影响





风险厌恶程度对证券市场线影响

风险厌恶程度越强，SML斜率越陡峭





小结

资本市场线

$$E(r_p) = r_f + \frac{(r_m - r_f)}{SD(r_m)} \times SD(r_p)$$

证券市场线

$$E(r_j) = r_f + \beta_j (r_m - r_f)$$

市场风险溢价



CML与SML几点不同：

使用范围不同。资本市场线：主要适用于有效投资组合的定价和分析。

证券市场线：适用于所有资产和投资组合的定价和分析，无论是有效组合还是非有效组合，是单个资产还是组合资产。它可以帮助投资者评估资产是否被合理定价，以及根据资产的 β 系数来预期其在市场中的收益表现。

横轴指标不同。资本市场线：使用标准差来衡量投资组合的总风险，包括系统性风险和非系统性风险。证券市场线：使用 β 系数来衡量系统性风险，预期收益率只与系统性风险有关。

纵轴内含不同。证券市场线预期收益率代表是必要收益率（至少）

斜率不同。资本市场线：直线的斜率代表了市场风险溢价与有效组合标准差的比值。证券市场线：斜率为市场风险溢价。



(三) 投资组合的 β 系数

权数为各种证券在投资组合中所占的比重

投资组合的 β 系数是单项证券 β 系数的加权平均数。

计算公式：

$$\beta = \sum_{i=1}^n w_i \beta_i$$

由于单项资产 β 系数不同，通过改变不同资产在组合中的权重，可以改变证券组合系统风险的大小。



(四) β 系数估计

1. 公式法:

$$\beta_j = \frac{COV(r_j, r_m)}{Var(r_m)} = \rho(r_j, r_m) \times \frac{SD(r_j)}{SD(r_m)}$$

2. 回归法:

通常把多年的股票j的报酬率与市场组合报酬率（通常以市场指数报酬率代替）进行统计回归分析

$$r_j = \alpha_j + \beta_j \times r_m + \varepsilon_j$$



β 的稳定性

一般认为企业只要不改变行业（经营风险不变），不改变资本结构（财务风险不变）， β 一般情况下是稳定的。

这并不是说 β 是不变的

- 生产线的变化
- 技术的变迁
- 解除管制
- 改变财务杠杆



3. 利用可比公司估算

☆☆ 利用行业或可比公司 β 数据估计目标公司 β' 值。

替代公司的可比公司应具备的条件：

- ① 可比公司与估价公司（非上市公司）为相同行业
- ② 可比公司与估价公司的经营风险相同

惟一差别

财务杠
杆水平
不同

估计 β' 系数的基本思路：

- ① 将可比公司的 β_L 调整为 β_U

（卸载可比企业财务杠杆）：
$$\beta_U = \frac{\beta_L}{1 + (1 - T)(D/E)}$$

- ② 根据估价公司的负债水平和所得税税率，将 β_U 调整为估价公司的 β'_L

（加载目标企业财务杠杆）

$$\beta'_L = \beta_U [1 + (1 - T)(D'/E)']$$



套利定价模型-APT

▲美国学者罗斯（Stephen A. Ross, 1976）提出套利定价理论（arbitrage pricing theory, APT），根据无套利原则，得到风险资产均衡收益与多个风险因素之间存在的（近似的）线性关系。

▲APT 将资本资产定价模型从单因素模式发展成为多因素模式，以期更加适应现实经济活动的复杂情况。