

第四章： 资本投资决策

CAPITAL INVESTMENT DECISION

王树佳 | 深圳大学经济学院

sjwang123@163.com

本章目的

1. 投资项目的评价的NPV准则
2. 资本投资组合的收益-风险分析
3. 建立对应电子表格模型
4. 运用Excel求解

Excel技能

- 1.财务函数：净现值NPV，内部收益率IRR
- 2.逻辑函数：IF（）
- 3.运算表（模拟运算表）
- 4.计算协方差矩阵
- 5.运用规划求解计算投资组合的有效前沿

Contents

第一部分：投资项目的评估

第二部分：投资组合决策

Contents

第一部分：投资项目的评估

第二部分：投资组合决策

问题一：读MBA是否值得？

在美国，申请MBA的学生平均年薪4.5万美元左右，获得MBA学位后平均每年可增加3万美元，这个差距会维持20年。MBA项目一般两年，每年学杂费约5万美元。

实际贴现率在5%左右（家庭使用金钱的机会成本）

问题二：新项目是否可以投资？

一家化妆品公司计划开拓一条新的产品线，首期需要投资165000元，预计该产品可以销售5年。

精算师估计，投产后第一年可以获益105000元，往后逐年以20%的速度增长。

运营成本方面，第一年的预算是25000元，以后逐年增长4.5%。

化妆品属于奢侈品，所得税率高达30%，当时的年贴现率为12%。

我们的问题是：**该项目是否可行？**

如何评价一个项目是否值得投资？

一般方法：

- A. 净现值法(NPV)
- B. 内部收益率法(IRR)
- C. 投资回收期法(PP)
- D. 会计收益率法(ARR)

最常用的是净现值法(NPV)

第一部分： 资本投资项目的评价

1. 终值与现值

2. 投资项目评价的NPV准则

3. Excel求解

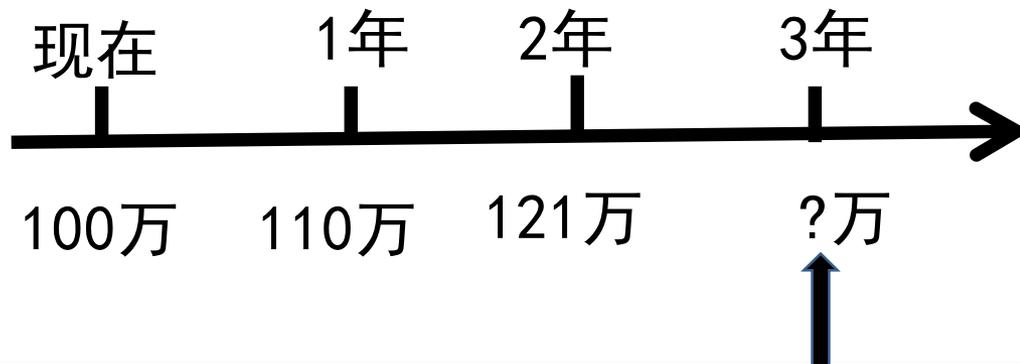
4. 敏感性分析

终值与现值

张三有一块宅基地欲出售，有人出价100万元现金，另一人出价130万元，但要3年后付款。已知贴现率为10%，张三应作何选择？



终值 (Future Value)



第3年末的终值： $100 \times (1+10\%)^3 = 133.1$ （万元）

结论：接受现在的100万，不接受3年后付款的130万。

现值(Present Value)



? 万



$$\frac{130}{(1+10\%)^3} = 97.67$$

即3年后的130万相当于现在的97.67万。

结论：接受现在的100万，不接受3年后付款的130万。

终值与现值：公式

- **终值(Future Value, FV):**

$$FV = P(1 + i\%)^n$$

P为最初投资额, n为投资期限, i%为收益率。

- **现值(Present Value, PV):**

$$PV = \frac{F}{(1 + i\%)^n}$$

F为投资终值, n为投资期限, i%为贴现率。

第一部分： 资本投资项目的评价

1. 终值与现值

2. 投资项目评价的NPV准则

3. Excel求解

4. 敏感性分析

决策程序：以净现值评估投资项目

- 1、预测投资项目的现金流序列
- 2、评估项目的风险，确定投资的机会成本（即折现率 r ）
- 3、计算投资项目的净现值
- 4、依据决策准则进行决策

现金流序列

(一) 投资期限

一个投资项目首先需要投入一大笔钱，然后在以后逐步取得投资收益。

如投资高速公路，一般10-30年；投资一位足球明星，一般不超过8年。

一般，假设一个项目的年限为N期，则

$t_0 \rightarrow t_1 \rightarrow t_2 \rightarrow \dots \rightarrow t_N$

现金流序列

(二) 投资项目的现金流量表

Time	t_0	\rightarrow	t_1	\rightarrow	t_2	\rightarrow	...	\rightarrow	t_N
Cost	C_0		C_1		C_2		...		C_N
Benefits	0		B_1		B_2		...		B_N
Grev	$-C_0$		$B_1 - C_1$		$B_2 - C_2$...		$B_N - C_N$
Tax	0		$T*(B_1 - C_1)^+$		$T*(B_2 - C_2)^+$...		$T*(B_N - C_N)^+$
NRev	$-C_0$		$(1-T)*(B_1 - C_1)^+$		$(1-T)*(B_2 - C_2)^+$...		$(1-T)*(B_N - C_N)^+$

Cost: 成本, C_0 初始成本。 Benefits: 收益

Grev: 毛收入(Gross Revenue)。 Tax: 税额, T: 税率

NRev: 净收入(Net Revenue)

如何用一个指标反映该项目是否可行？

可以把所有净收入相加，

$$\text{SUM} = -C_0 + (1-T)*(B_1 - C_1)^+ + (1-T)*(B_2 - C_2)^+ + \dots + (1-T)*(B_N - C_N)^+$$

SUM越大，说明该项目盈利性越好。

真的如此吗？ 

净现值(NPV)计算公式

净现值(NPV): 是指一个项目预期实现的现金流入的**现值**与实施该项计划的现金支出的**现值**的差额。

$$NPV = -C_0 + \frac{[(B_1 - C_1)^+]*(1-T)}{(1+r\%)^1} + \dots + \frac{[(B_N - C_N)^+]*(1-T)}{(1+r\%)^N}$$

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{[(B_t - C_t)^+]*(1-T)}{(1+r\%)^t}$$

评价投资项目的净现值准则

净现值是反映项目投资获利能力的指标。

- 如 $NPV > 0$ ，表示该项目可为公司增值，可以投资；
- 如 $NPV < 0$ ，表示该项目将造成损失，不值得投资；
- 如 $NPV = 0$ ，表示该项目将既不会为公司创造价值，也不会造成损失。是否投资，看情况。

净现值 (NPV) 与内部收益率 (IRR)

内部收益率 (Internal Rate of Return (IRR))，就是资金流入现值总额与资金流出现值总额相等、净现值等于零时的折现率。

- 一般情况下，内部收益率大于等于基准收益率时，该项目是可行的。
- 据说IRR坑比较多
- Excel函数：IRR(values, [guess])

第一部分： 资本投资项目的评价

1. 终值与现值
2. 投资项目评价的NPV准则
3. Excel求解
4. 敏感性分析

问题二：新项目是否可以投资？

一家化妆品公司计划开拓一条新的产品线，首期需要投资165000元，预计该产品可以销售5年。

精算师估计，投产后第一年可以获益105000元，往后逐年以20%的速度增长。

运营成本方面，第一年的预算是25000元，以后逐年增长4.5%。

化妆品属于奢侈品，所得税率高达30%，当时的年贴现率为12%。

我们的问题是：**该项目是否可行？**

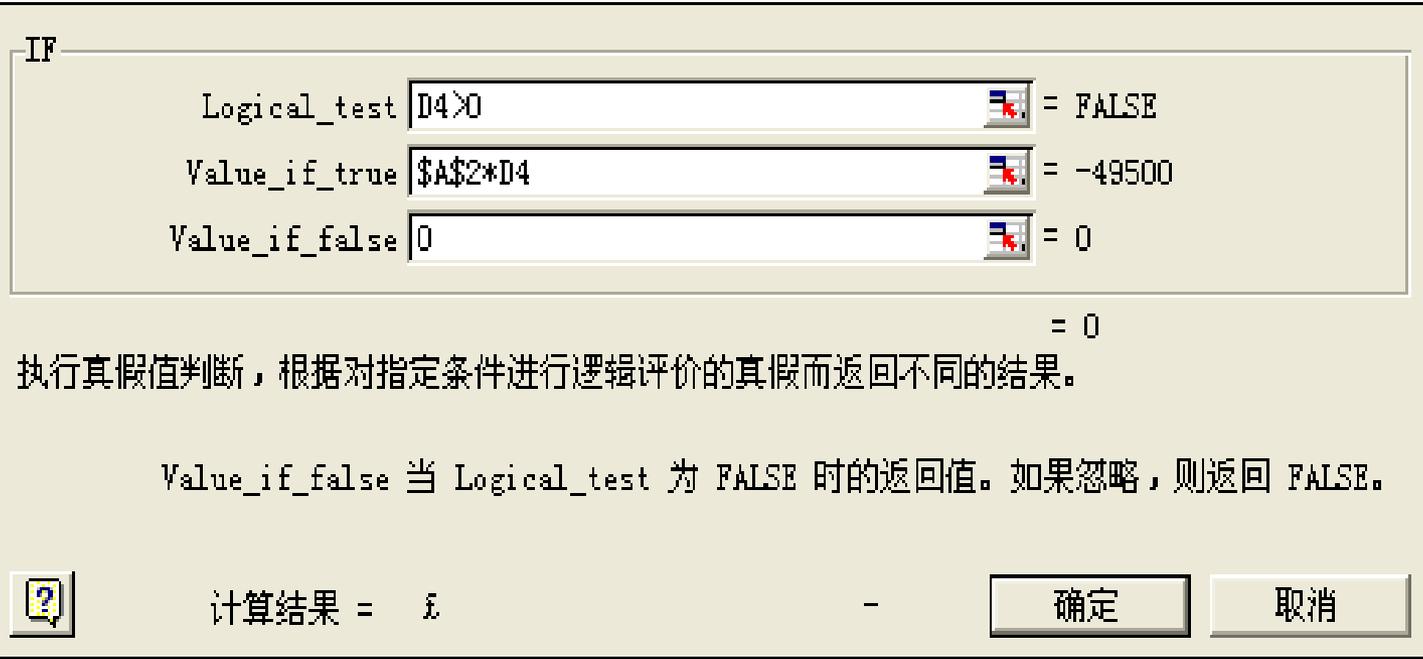
模型设计

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	0.3		COST	165000	25000	=E2*(1+0.045)	→	→	→
3			BENEFITS	0	105000	=E3*(1+0.2)	→	→	→
4	INT-RATE		G-REV	=D3-D2	→	→	→	→	→
5	0.12		TAX	=IF(D4>0, \$A\$2*D4, 0)	→	→	→	→	→
6			N-REV	=D4-D5	→	→	→	→	→
7									
8			NPV1=	=NPV(A5, E6:I6)					
9			NPV=	=D8+D6					
10									

两个函数：逻辑函数IF()；财务函数NPV()

逻辑函数IF()：计算税收

逻辑函数 **IF**： **=IF(D4>0, \$A\$2*D4, 0)**
(净收入大于**0**时才需要交税)



IF

Logical_test = FALSE

Value_if_true = -49500

Value_if_false = 0

= 0

执行真假值判断，根据对指定条件进行逻辑评价的真假而返回不同的结果。

Value_if_false 当 Logical_test 为 FALSE 时的返回值。如果忽略，则返回 FALSE。

计算结果 = £ - 确定 取消

财务函数 NPV：计算净现值

财务函数 **NPV**: **=NPV(A5, E6:I6)**

(表示未来现金流量的净现值，不包括初始投资 C_0)

NPV

Rate: A5 = 0.12

Value1: E6:I6 = {56000, 69912.5, 86000}

Value2: = 数值

= 310130.158

基于一系列收（正值）支（负值）现金流和固定的各期贴现率，返回一项投资的净现值。

Value1: value1, value2, ... 代表支出和收入的 1 到 29 个参数，时间均匀分布并出现在每期末尾。

计算结果 = £ 310,130

确定 取消

Excel输出结果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541
7									
8			NPV1=	310130					
9			NPV=	145130					

该项目的净现值 $NPV=145130$ ，相当大，所以该投资项目大为有利，值得投资。

Excel输出结果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541
7									
8			NPV1=	310130					
9			NPV=	145130					

该项目的净现值 $NPV=145130$ ，相当大，所以该投资项目大为有利，值得投资。

内部收益率 (IRR)

函数参数

IRR

Values	D6:I6	=	{-165000, 56000, 69912.5, 86729.5...}
Guess		=	数值

= 0.383263076

返回一系列现金流的内部报酬率

Values 一个数组，或对包含用来计算返回内部报酬率的数字的单元格的引用

计算结果 = 0.3833

[有关该函数的帮助](#)

确定 取消

内部收益率输出结果

H8		fx		=IRR(D6:I6)					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541
7									
8			NPV1=	310130			IRR=	0.3833	
9			NPV=	145130					

该项目的内部收益率 IRR=0.3833，表示如果贴现率不高于 0.3833，该项目都可行。

第一部分： 资本投资项目的评价

1. 终值与现值
2. 投资项目评价的NPV准则
3. Excel求解
4. 敏感性分析

敏感性分析

当时的经济社会环境面临着许多不确定性，随时有加息或减息的可能，专家们一致估计利率的波动幅度不会超过2个百分点。

同时，当时正在举行大选，未来几年的税率也面临着不确定性，但估计波动幅度不会超过3个百分点。

利率为12%，不确定性导致可能变动范围：10%-14%

税率为30%，不确定性导致可能变动范围：27%-33%

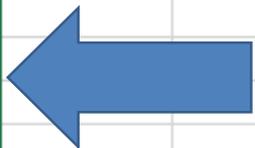
我们的问题是：**该项目是否仍然可行？**

模型设计：税率的敏感性

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	0.3		COST	165000	25000	=E2*(1+0.045)	→		
3			BENEFITS	0	105000	=E3*(1+0.2)	→		
4	INT-RATE		G-REV	=D3-D2	→				
5	0.12		TAX	=IF(D4>0,\$A\$2*D4,0)	→				
6			N-REV	=D4-D5	→				
7									
8			NPV1=	=NPV(A5,E6:I6)					
9			NPV=	=D8+D6					
10	TAX	NPV							
11		=D9							
12	0.27								
13	0.28								
14	0.29								
15	0.3								
16	0.31								
17	0.32								
18	0.33								

如何计算？

利用“模拟运算表”



Office2010操作：“数据” - “假设分析” - “数据表”

The screenshot shows the Microsoft Excel 2010 interface. The title bar reads "ch3 Capital investment [兼容模式] - Microsoft Excel". The "数据" (Data) ribbon is active, showing options like "获取外部数据", "连接", "排序和筛选", "数据工具", "分级显示", and "分析".

The spreadsheet data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5			
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813			
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728			
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915			
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375			
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541			
7												
8			NPV1=	310130								
9			NPV=	145130								
10												
11	TAX	NPV										
12		145130										
13	27%											
14	28%											
15	29%											
16	30%											
17	31%											
18	32%											
19	33%											

The "数据表" (Data Table) dialog box is open, showing the following fields:

- 输入引用行的单元格 (R): [Empty]
- 输入引用列的单元格 (C): \$A\$2

Buttons: 确定 (OK), 取消 (Cancel)

Office2003操作：“数据” - “模拟运算表”

运算结果：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541
7									
8			NPV1=	310130					
9			NPV=	145130					
10									
11	TAX	NPV							
12		145130							
13	27%	158421							
14	28%	153991							
15	29%	149561							
16	30%	145130							
17	31%	140700							
18	32%	136269							
19	33%	131839							

结果表明：当税率为27%时，净现值(NPV) 等于158421；当税率为33%时，净现值 131893。税率在这个范围内变化，其他条件不变时，该项目仍然大有可为。

利率变动的敏感性分析

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TAX		TIME	t0	t1	t2	t3	t4	t5
2	30%		COST	165000	25000	26125	27301	28529	29813
3			BENEFITS	0	105000	126000	151200	181440	217728
4	INT-RATE		G-REV	-165000	80000	99875	123899	152911	187915
5	12%		TAX	0	24000	29963	37170	45873	56375
6			N-REV	-165000	56000	69913	86730	107038	131541
7									
8			NPV1=	310130					
9			NPV=	145130					
10									
11	TAX	NPV				INT-RATE	NPV		
12		145130					145130		
13	27%	158421				10.00%	163634		
14	28%	153991				10.50%	158856		
15	29%	149561				11.00%	154181		
16	30%	145130				11.50%	149607		
17	31%	140700				12.00%	145130		
18	32%	136269				12.50%	140749		
19	33%	131839				13.00%	136460		
20						13.50%	132262		
21						14.00%	128151		

结果表明：当利率在10%-14%之间变化时，该项目的NPV在163634 到 128151 之间，仍然大有可为。

如果税率和利率同时变动，如何进行敏感性分析？

145130	10.0%	10.5%	11.0%	11.5%	12.0%	12.5%	13.0%	13.5%	14.0%	20.0%	30.0%
27%	177718	172735	167860	163090	158421	153852	149380	145002	140715	95600	40262
28%	173023	168109	163300	158595	153991	149485	145073	140755	136527	92030	37450
29%	168328	163482	158741	154101	149561	145117	140767	136508	132339	88460	34638
30%	163634	158856	154181	149607	145130	140749	136460	132262	128151	84890	31826
31%	158939	154229	149621	145112	140700	136381	132154	128015	123963	81320	29014
32%	154244	149603	145061	140618	136269	132013	127847	123769	119775	77750	26203
33%	149549	144976	140502	136123	131839	127645	123541	119522	115587	74181	23391
50%	69738	66325	62986	59719	56522	53392	50329	47330	44394	13493	-24410
60%	22791	20060	17389	14775	12217	9714	7263	4864	2515	-22206	-52528

当税率在27%-33%，利率在10%-14%之间变化时，该项目的NPV为正数，是可行的。

当税率和利率均大幅增加，如税率50%，利率30%时，NPV为负数，此时该项目不可投资。

第一部分：Recap

资本投资项目的评价

1. 终值与现值
2. 投资项目评价的NPV准则
3. Excel求解
4. 敏感性分析

实践课问题：读MBA是否值得？

在美国，申请MBA的学生平均年薪4.5万美元左右，获得MBA学位后，平均每年会多获得3万美元的收入，这个差距会维持20年。MBA项目一般两年，每年学杂费约5万美元。

实际贴现率在5%左右（家庭使用金钱的机会成本）

英国金融时报：2012全球MBA排名

排名	学校	毕业生平均年薪（美元）
1	斯坦福商学院	19.22万
2	哈佛商学院	17.83万
3	沃顿商学院	17.24万
4	伦敦商学院	15.30万
5	哥伦比亚大学商学院	16.65万
6	欧洲工商管理学院	14.44万
7	麻省理工大学商学院	15.73万
8	西班牙IE商学院	15.67万
9	西班牙Iese 商学院	13.39万
10	香港科技大学	12.76万
12	芝加哥大学商学院	15.26万
14	加州伯克利商学院	14.68万
17	纽约大学商学院	13.41万
20	耶鲁大学商学院	14.25万
20	牛津大学商学院	13.48万
20	印度商学院	12.95万
24	康奈尔大学商学院	14.17万
24	上海中欧管理学院	12.30万
26	剑桥大学商学院	13.27万

英国金融时报：2012全球MBA排名

排名	学校	毕业生平均年薪 (万美元)
10	香港科技大学	12.76
24	上海中欧管理学院	12.30
28	香港中文大学	10.00
37	香港大学	10.67
54	北大光华管理学院	7.99

Contents

第一部分：投资项目的评估

第二部分：投资组合决策

第二部分： 投资组合决策

1. 投资组合理论简介

2. 数学模型

3. 实例分析

4. 进一步讨论

投资组合决策

- 美国经济学家马考维茨(Markowitz)1952年首次提出投资组合理论 (Portfolio Theory), 因此获1990年诺贝尔经济学奖。
- 人们进行投资时, 本质上是在不确定性的**收益(Return)**和**风险(Risk)**中进行选择。
- 投资组合理论用**均值(μ)**--**方差(σ^2)**来刻画这两个关键因素。

投资组合决策

- 所谓**均值**，是指投资组合的期望收益率，它是单只证券的期望收益率的加权平均，权重为相应的投资比例。
- 所谓**方差**，是指投资组合的收益率的方差。
- 我们把收益率的标准差(σ)称为**波动率**，它刻画了投资组合的**风险**。
- **有效投资组合**(Efficient portfolio)，又被称为**有效前沿**或**有效边界** (Efficient Frontier)：
 - 在给定的风险水平下使期望回报最大化；
 - 或在给定期望回报率的水平上使风险最小化。

第二部分： 投资组合决策

1. 投资组合理论简介
2. 数学模型
3. 实例分析
4. 进一步讨论

两种投资方式的组合

- 假设有两种投资方式 A_1 和 A_2 ，其收益率分别记为 R_1, R_2 ，收益率的均值和方差分别为： μ_1 、 μ_2 和 σ_1^2 、 σ_2^2 。
- 现在按一定的比例对两种投资方式进行组合，投资比重分别为 w_1 和 w_2 。
- 两种投资方式的组合收益为：

$$R = w_1 R_1 + w_2 R_2$$

两种投资方式的组合

两种投资方式的组合的期望收益为： $E(R) = w_1\mu_1 + w_2\mu_2$

$$0 \leq w_1 \leq 1, 0 \leq w_2 \leq 1, w_1 + w_2 = 1$$

两种投资方式的组合的风险为：

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\text{var}(w_1R_1 + w_2R_2)} \\ &= \sqrt{w_1^2\sigma_{11} + w_2^2\sigma_{22} + 2w_1w_2\sigma_{12}}\end{aligned}$$

其中 $\sigma_{11} = \sigma_1^2, \sigma_{22} = \sigma_2^2, \sigma_{12} = \text{cov}(R_1, R_2)$

投资组合的风险与收益：用矩阵表示

期望收益： $\mu = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix}$

协方差矩阵： $\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix}$

比重矩阵： $W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \end{pmatrix}$

投资组合的平均收益： $E(R) = w_1\mu_1 + w_2\mu_2 = W^T \mu$

投资组合的风险（矩阵表示）：

$$\sigma(R) = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

第二部分： 投资组合决策

1. 投资组合理论简介
2. 数学模型
3. 实例分析
4. 进一步讨论

两投资组合决策的实例分析

假定有两种投资方式，其各期收益率如下表。

1. 两种投资的权重各占50%时的期望收益与风险；
2. 风险最小的投资组合；
3. 收益率不能低于10%，求在此要求下风险最小的投资组合。

投资1	投资2
10.5	7.1
9.3	26.3
8.6	9.3
13.2	3.2
14.9	8.8
11.9	15.1
9.8	18.2
5.3	23
4.4	-5.6
5.8	14

电子表格模型：设计

	A	B	C	D	E	F
1	公式:	投资1	投资2			
2		10.5	7.1			
3		9.3	26.3			
4		8.6	9.3			
5		13.2	3.2			
6		14.9	8.8			
7		11.9	15.1			
8		9.8	18.2			
9		5.3	23			
10		4.4	-5.6			
11		5.8	14			
12					协方差矩阵	
13	收益	=AVERAGE(B2:B11)	=AVERAGE(C2:C11)		=VAR(B2:B11)	=COVAR(B2:B11, C2:C11)*10/9
14	标准差	=STDEV(B2:B11)	=STDEV(C2:C11)		=F13	=VAR(C2:C11)
15						
16	比重1	比重2	比重之和	比重1	=A17	
17	0.50	0.50	=A17+B17	比重2	=B17	
18						
19	投资组合的收益 =	=SUMPRODUCT(A17:B17, B13:C13)				
20						
21	投资组合的风险 =	=SQRT(MMULT(MMULT(A17:B17, E13:F14), E16:E17))				

为什么乘以10/9?



风险最小的投资组合

	Q	R	S	T	U	V	W
1	风险最小组合		投资1	投资2			
2			10.5	7.1			
3			9.3	26.3			
4			8.6	9.3			
5			13.2	3.2			
6			14.9	8.8			
7			11.9	15.1			
8			9.8	18.2			
9			5.3	23			
10			4.4	-5.6			
11			5.8	14			
12						协方差矩阵	
13		收益	9.37	11.94		11.969	-1.08756
14		标准差	3.46	9.46		-1.08756	89.58267
15							
16		比重1	比重2	比重之和	比重1	0.87	
17		0.87	0.13	1.00	比重2	0.13	
18							
19		投资组合的收益 =	9.69				
20							
21		投资组合的风险 =	3.21				

利用“规划求解”。
选项要选“非线性”

收益率为10%条件下，风险最小的投资组合

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1	收益为10%，风险最小组合			投资1	投资2			
2				10.5	7.1			
3				9.3	26.3			
4				8.6	9.3			
5				13.2	3.2			
6				14.9	8.8			
7				11.9	15.1			
8				9.8	18.2			
9				5.3	23			
10				4.4	-5.6			
11				5.8	14			
12							协方差矩阵	
13			收益	9.37	11.94		11.969	-1.08756
14			标准差	3.46	9.46		-1.08756	89.58267
15								
16			比重1	比重2	比重之和	比重1	0.75	
17			0.75	0.25	1.00	比重2	0.25	
18								
19			投资组合的收益 =		10.00			
20								
21			投资组合的风险 =		3.44			

增加一个约束而已

多种投资组合决策实例分析

1. 四种投资的权重各占25%时的期望收益与风险;
2. 风险最小时的投资组合
3. 在给定收益率为10%条件下, 求风险最小的投资组合;
4. 在给定风险不超过3%条件下, 求收益率最大的投资组合。

时期	投资1	投资2	投资3	投资4
1	10.5	7.1	3.1	11.4
2	9.3	26.3	11.4	13.8
3	8.6	9.3	15.3	25.1
4	13.2	3.2	10.4	19.2
5	14.9	8.8	6.7	-6.7
6	11.9	15.1	5.7	1.3
7	9.8	18.2	13.9	0.9
8	5.3	23	13.7	12.7
9	4.4	-5.6	-6.5	15.8
10	5.8	14	11.1	1.8

计算协方差矩阵:

两种方法:

- 1.利用统计软件Minitab
- 2.利用Excel:

“数据分析” → “协方差”

不过结果要乘以 $n/(n-1)$, 因为样本协方差矩阵为

$$S_{ij}^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})$$

而Excel输出结果为除以 n 。

协方差				
	投资1	投资2	投资3	投资4
投资1	11.97	-1.09	2.79	-11.54
投资2	-1.09	89.58	43.31	-21.47
投资3	2.79	43.31	42.94	3.84
投资4	-11.54	-21.47	3.84	96.93

四种投资的权重各占25%的期望收益与风险

投资组合的风险公式：

$$\sigma(R) = \sqrt{W^T \Sigma W}$$

Excel计算公式：

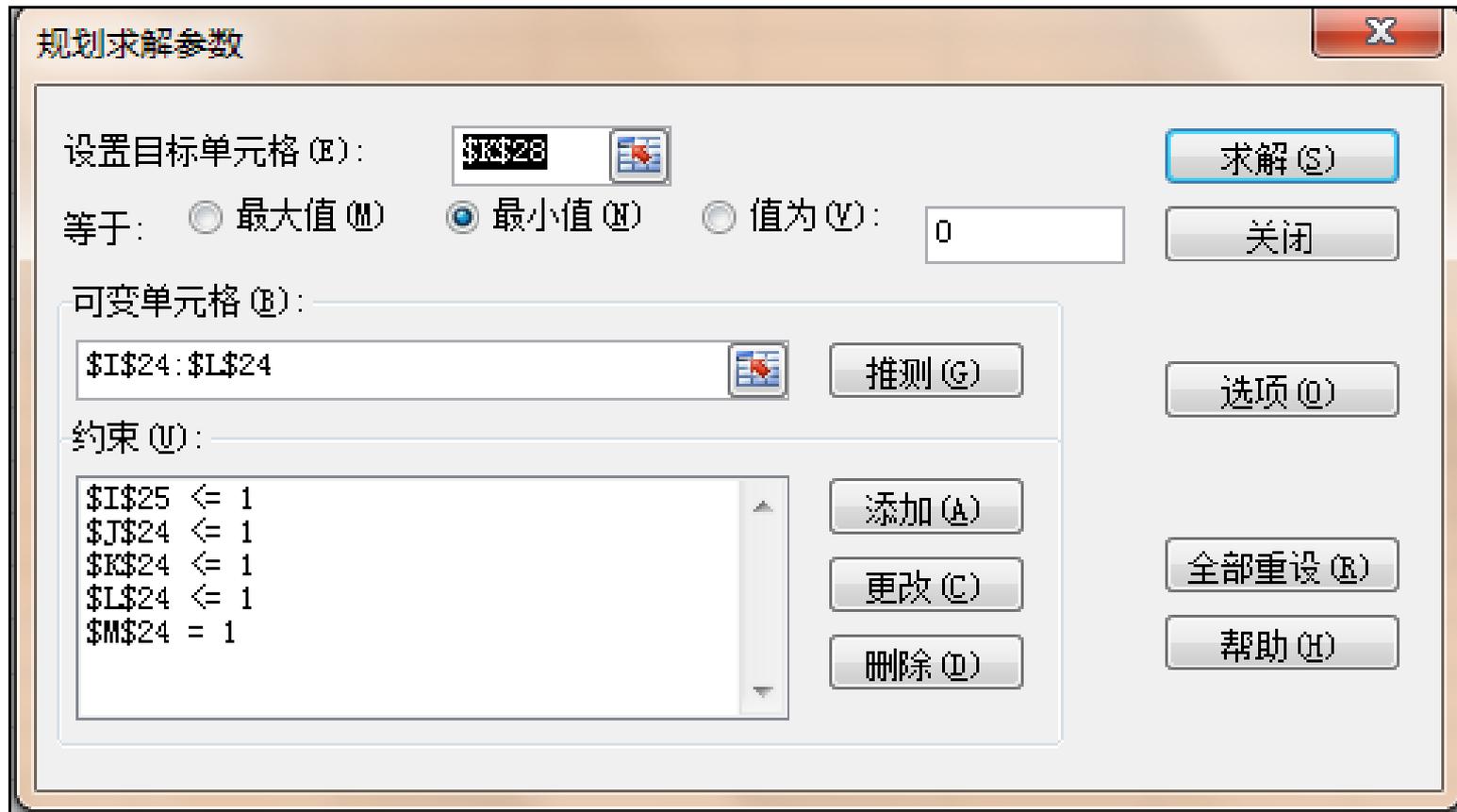
$$=\text{SQRT}(\text{MMULT}(\text{MMULT}(\text{B24:E24}, \text{B18:E21}), \text{F18:F21}))$$

	A	B	C	D	E	F
16	协方差					
17		投资1	投资2	投资3	投资4	权重
18	投资1	11.97	-1.09	2.79	-11.54	0.25
19	投资2	-1.09	89.58	43.31	-21.47	0.25
20	投资3	2.79	43.31	42.94	3.84	0.25
21	投资4	-11.54	-21.47	3.84	96.93	0.25
22						
23	权重	w1	w2	w3	w4	
24		0.25	0.25	0.25	0.25	
25						
26	投资组合的期望收益 =			9.83		
27						
28	投资组合的风险 =			4.131381		

风险最小的投资组合

	H	I	J	K	L	M
16	协方差					
17		投资1	投资2	投资3	投资4	权重
18	投资1	11.97	-1.09	2.79	-11.54	0.70
19	投资2	-1.09	89.58	43.31	-21.47	0.12
20	投资3	2.79	43.31	42.94	3.84	0.00
21	投资4	-11.54	-21.47	3.84	96.93	0.18
22						
23	权重	w1	w2	w3	w4	比重之和
24		0.70	0.12	0.00	0.18	1.00
25						
26	投资组合的期望收益 =			9.707961		
27						
28	投资组合的风险 =			2.50463		

“规划求解” 参数设置为



注意: “选项” 里要选择 “假定非负”, 但是不能选择 “采用线性模型” !

给定收益率为10%，风险最小的投资组合

	P	Q	R	S	T	U
16	协方差					
17		投资1	投资2	投资3	投资4	权重
18	投资1	11.97	-1.09	2.79	-11.54	0.59
19	投资2	-1.09	89.58	43.31	-21.47	0.23
20	投资3	2.79	43.31	42.94	3.84	0.00
21	投资4	-11.54	-21.47	3.84	96.93	0.18
22						
23	权重	w1	w2	w3	w4	比重之和
24		0.59	0.23	0.00	0.18	1.00
25						
26	投资组合的期望收益 =			10		
27						
28	投资组合的风险 =			2.758886		

风险不超过3%条件下，收益率最大的投资组合

16	协方差					
17		投资1	投资2	投资3	投资4	权重
18	投资1	11.97	-1.09	2.79	-11.54	0.54
19	投资2	-1.09	89.58	43.31	-21.47	0.28
20	投资3	2.79	43.31	42.94	3.84	0.00
21	投资4	-11.54	-21.47	3.84	96.93	0.18
22						
23	权重	w1	w2	w3	w4	比重之和
24		0.54	0.28	0.00	0.18	1.00
25						
26	投资组合的期望收益 =			10.12483		
27						
28	投资组合的风险 =			3.000001		

结果表明：

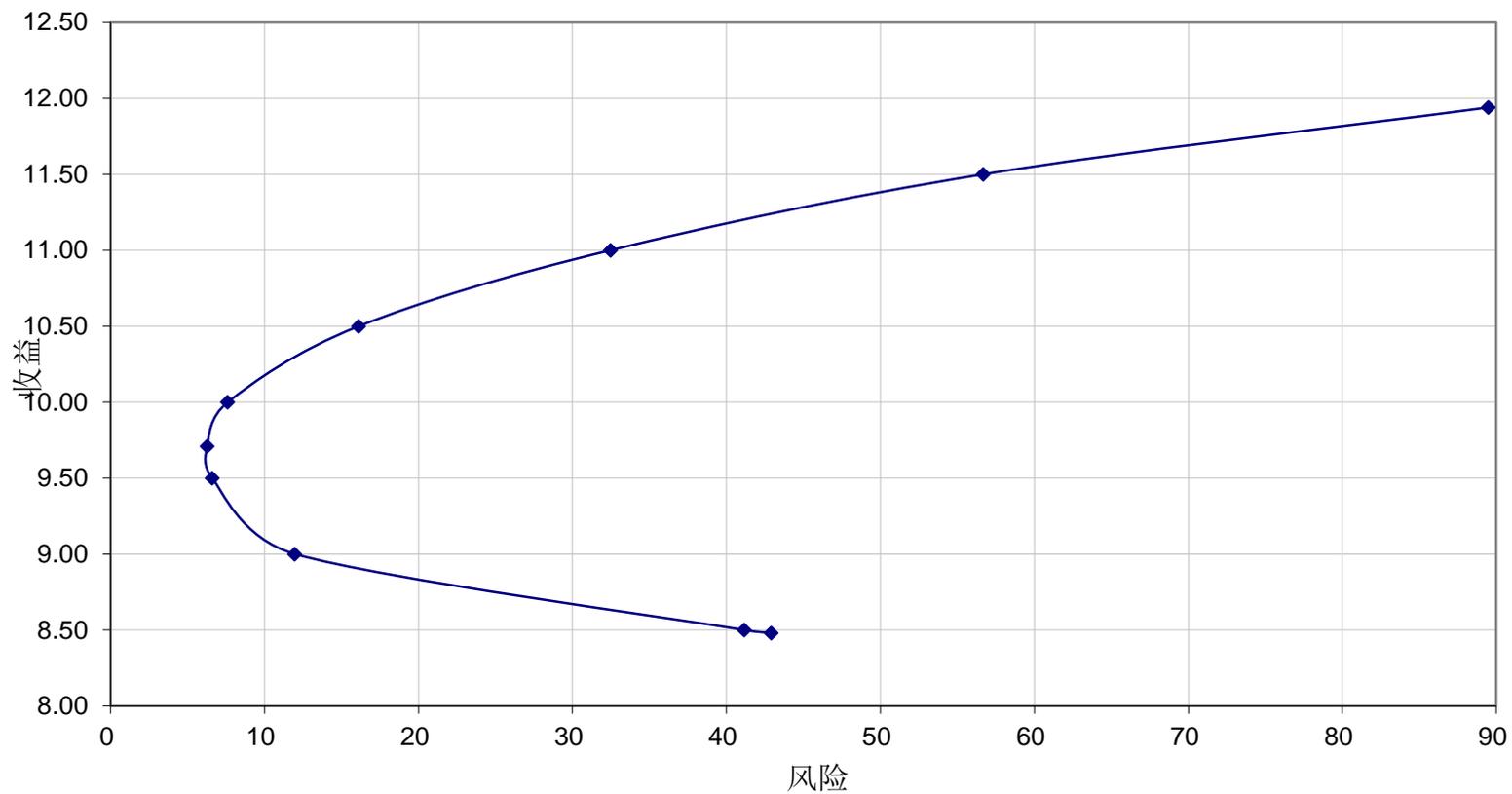
目标	w1	w2	w3	w4	收益	风险
均等权重	0.25	0.25	0.25	0.25	9.83	4.13
风险最小	0.70	0.12	0.00	0.18	9.71	2.50
收益=10%,风险最小	0.59	0.23	0.00	0.18	10.00	2.76
风险不超过3%,收益最大	0.54	0.28	0.00	0.18	10.12	3.00

不同收益水平下，有效投资组合的收益-风险

w1	w2	w3	w4	风险	收益
0%	0%	100%	0%	42.90	8.48
2%	0%	98%	0%	41.16	8.50
49%	0%	43%	8%	11.97	9.00
72%	6%	6%	16%	6.61	9.50
70%	12%	0%	18%	6.27	9.71
59%	23%	0%	18%	7.61	10.00
39%	43%	0%	18%	16.12	10.50
19%	62%	0%	19%	32.47	11.00
0%	82%	0%	18%	56.68	11.50
0%	100%	0%	0%	89.49	11.94

有效投资组合的收益-风险关系

投资组合的收益/风险图



第二部分： 投资组合决策

1. 投资组合理论简介
2. 数学模型
3. 实例分析
4. 进一步讨论

进一步讨论

- 马柯维茨均值--方差理论的缺陷：实际运用时比较困难。
例如，若分析由200只股票构成的投资组合，则要估200个回报率，200个方差与标准差，19900个协方差，一共进行20 300个估计。而且每次变动现有证券组合，他都必须考虑到全部证券，并对全部证券进行重新估计。
- 威廉·夏普(Sharpe, W. F.)提出资本资产定价模型(CAPM)，由假设条件、资本市场线、证券市场线组成，引进无风险证券概念，极大的简化了最优证券组合的计算。

进一步讨论

美国：实现的回报率、通货膨胀率、实际回报率和风险增溢（1926 ~ 1993年）

资产类型	实现的名义回报率 (%)	实现的实际回报率 (%)	流动性增溢 (%)	违约增溢 (%)	风险增溢 (%)	名义回报率标准差 (%)
普通股	10.3	7.2	—	—	6.6	20.5
长期公司债券	5.6	2.5	—	0.6	—	8.4
长期政府债券	5.0	1.9	1.3	—	—	8.7
国库券	3.7	0.6	—	—	—	3.3
消费品价格指数 (通货膨胀率)	3.1	—	—	—	—	—

资料来源：SBBI Yearbook, Ibbotson Associates, Chicago, 1994.

1971—1998年持有美元的投资者对世界各国（地区）的股票、债券以及现金进行投资的风险和收益

表 11-1 世界各国投资收益与风险统计表

股票	收益		风险	
	平均年收益率 (%)		收益率的标准差 (%)	
	以美元表示	以当地货币表示	以美元表示	以当地货币表示
法国	14.6	14.7	23.4	21.3
德国	15.0	11.9	20.4	18.2
意大利	9.3	13.2	26.7	25.6
荷兰	17.9	15.2	17.8	17.3
瑞士	15.8	11.2	19.7	17.4
英国	15.1	16.7	24.3	22.0
澳大利亚	9.7	12.1	25.3	21.7
中国香港	17.3	18.9	40.8	38.7
日本	13.9	9.3	23.1	18.7
新加坡	12.6	10.1	31.0	29.8
加拿大	9.7	11.4	19.0	17.2
美国	13.4	13.4	15.3	15.3
欧洲	14.2	14.2	16.8	14.1
EAFE	13.7	13.7	17.3	15.1
世界	13.5	13.5	14.3	13.1
债券				
法国	10.5	10.6	13.0	6.4
德国	11.2	8.2	13.6	5.5
意大利	9.2	13.1	13.2	7.9

1971—1998年持有美元的投资者对世界各国（地区）的股票、债券以及现金进行投资的风险和收益

荷兰 [↔]	11.1 [↔]	8.6 [↔]	13.0 [↔]	5.5 [↔]
瑞士 [↔]	9.6 [↔]	5.2 [↔]	13.8 [↔]	3.4 [↔]
英国 [↔]	9.7 [↔]	11.2 [↔]	15.8 [↔]	10.1 [↔]
日本 [↔]	12.1 [↔]	7.6 [↔]	15.0 [↔]	6.0 [↔]
加拿大 [↔]	7.6 [↔]	9.3 [↔]	10.9 [↔]	8.5 [↔]
美国 [↔]	8.5 [↔]	8.5 [↔]	8.0 [↔]	8.0 [↔]
现金 [↔]	[↔]	[↔]	[↔]	[↔]
法国 [↔]	10.0 [↔]	10.1 [↔]	11.1 [↔]	0.0 [↔]
德国 [↔]	9.0 [↔]	6.0 [↔]	11.7 [↔]	0.0 [↔]
意大利 [↔]	8.6 [↔]	12.5 [↔]	10.3 [↔]	0.0 [↔]
荷兰 [↔]	9.1 [↔]	6.6 [↔]	11.4 [↔]	0.0 [↔]
瑞士 [↔]	8.8 [↔]	4.5 [↔]	13.5 [↔]	0.0 [↔]
英国 [↔]	9.5 [↔]	11.0 [↔]	10.8 [↔]	0.0 [↔]
日本 [↔]	10.0 [↔]	5.6 [↔]	12.0 [↔]	0.0 [↔]
加拿大 [↔]	7.2 [↔]	8.9 [↔]	4.8 [↔]	0.0 [↔]
美国 [↔]	8.2 [↔]	8.2 [↔]	0.0 [↔]	0.0 [↔]

资料来源：Developed from B.Solnik ,International Investment , 1999[↔]

一些国家股票收益率相关性

表 11-2 1980—1993 年国际股票投资收益率相关性表[↵]

↵	美国↵	德国↵	英国↵	日本↵	澳大利亚↵	加拿大↵	法国↵
美国↵	1.00↵	↵	↵	↵	↵	↵	↵
德国↵	0.37↵	1.00↵	↵	↵	↵	↵	↵
英国↵	0.53↵	0.47↵	1.00↵	↵	↵	↵	↵
日本↵	0.26↵	0.36↵	0.43↵	1.00↵	↵	↵	↵
澳大利亚↵	0.43↵	0.29↵	0.50↵	0.26↵	1.00↵	↵	↵
加拿大↵	0.73↵	0.36↵	0.54↵	0.29↵	0.56↵	1.00↵	↵
法国↵	0.44↵	0.63↵	0.51↵	0.42↵	0.34↵	0.39↵	1.00↵

[资料来源：Zvi Bodie:Essentials of Investments(fourth Edition),2001][↵]

一些国家股票收益率相关性

荷兰↵	11.1↵	8.6↵	13.0↵	5.5↵
瑞士↵	9.6↵	5.2↵	13.8↵	3.4↵
英国↵	9.7↵	11.2↵	15.8↵	10.1↵
日本↵	12.1↵	7.6↵	15.0↵	6.0↵
加拿大↵	7.6↵	9.3↵	10.9↵	8.5↵
美国↵	8.5↵	8.5↵	8.0↵	8.0↵
现金 ↵	↵	↵	↵	↵
法国↵	10.0↵	10.1↵	11.1↵	0.0↵
德国↵	9.0↵	6.0↵	11.7↵	0.0↵
意大利↵	8.6↵	12.5↵	10.3↵	0.0↵
荷兰↵	9.1↵	6.6↵	11.4↵	0.0↵
瑞士↵	8.8↵	4.5↵	13.5↵	0.0↵
英国↵	9.5↵	11.0↵	10.8↵	0.0↵
日本↵	10.0↵	5.6↵	12.0↵	0.0↵
加拿大↵	7.2↵	8.9↵	4.8↵	0.0↵
美国↵	8.2↵	8.2↵	0.0↵	0.0↵

资料来源: Developed from B.Solnik ,International Investment , 1999↵

最优国际证券组合

根据以美元计价的各国市场收益率与标准差，就可以构造出国际证券市场组合的有效边界曲线，以美国国债收益率为无风险收益率，则从美国国债收益率出发与国际证券市场组合的有效边界相切的点的组合就是**最优国际证券组合**。

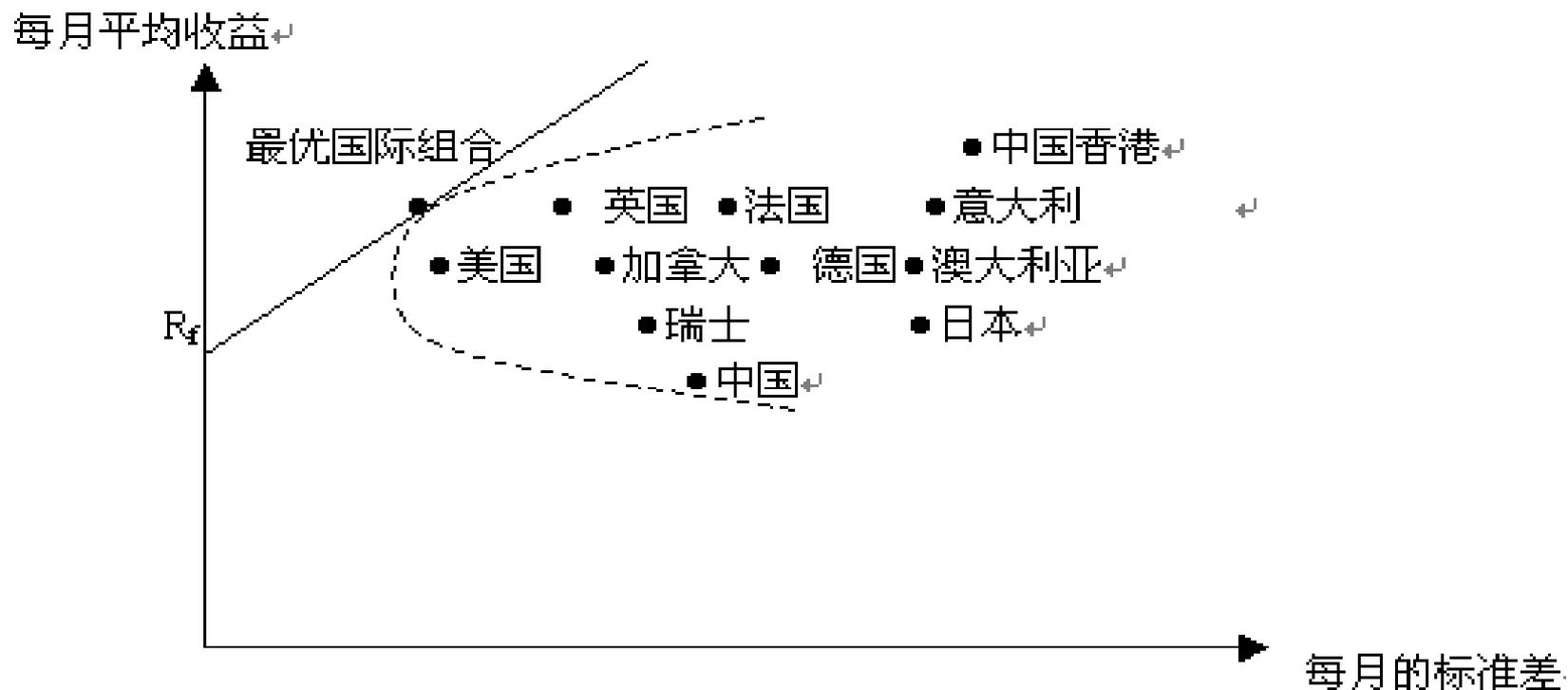


图 11-12

Recap



1. 两个基本计算：终值与折现
2. 根据税率和折现率，建立投资项目的NPV决策模型
3. 利用Excel软件进行投资组合决策

讨论课问题

对风险厌恶型投资者，应如何进行投资组合分析？
清楚描述决策目标和具体步骤。

讨论及实践课问题

李先生希望在平安银行(000001)、万科地产(000002)、深圳能源(000027)、航天科技(000901)和大族激光(002008)五个股票中做一个投资组合（附数据）。

- (1) 计算这五只股票2013年1月到2014年3月的月收益率（考虑除权和分红）；
- (2) 求出风险最小的投资组合；
- (3) 计算并图示这5只股票有效投资组合的收益与风险的关系；
- (4) 根据你的分析，请给李先生提出你的建议。