

第二部分 企业资产和工程资产评估

第4章 现值分析法

周光辉 教授

中国科学院大学经济与管理学院



中国市场为康宁公司提供了巨大的商机

- 康宁公司扩张在中国的LCD和Gorilla玻璃的生产制造规模。
 - 康宁公司需要多久收回初始投资？
 - 如果康宁公司预计的需求不能够实现，那么康宁公司面临的财务风险由多大？
 - 如果在不久之后有新的竞争者进驻中国市场，并且带来了更大的价格压力，那么这种情况下又将如何影响未来的投资决策？
- **分四个章节介绍投资价值度量，本章首先介绍回收期的分析，接着介绍以现值分析这个基本的现金流量等值分析技术或熟知的现金流量折现技术为基础的两种计算方法。**

4.1 贷款现金流量与项目现金流量

- 固定资产投资类似于银行通过贷款进行投资。这两种投资的基本特点都是现在投入资金以期待未来获得回报。
- **贷款现金流量**
 - 对于银行贷款，未来收回来的是利息和本金之和，这种收益称为贷款现金流量。
- **项目现金流量**
 - 对于固定资产，未来收益是用于生产中使用的固定资产产生的现金。这些未来收益以及所产生的资本消耗和每年开支（如工资、原材料、运营成本）构成了项目现金流量。

- 贷款现金流量和项目现金流量之间的相似性带给我们一个重要启示——可以利用前几章提出的等值分析方法来分析经济价值。
- 在资本预算过程中最重要的一步就是对有关现金流量进行预先估计。净现金流量被视为税前价值或者是考虑纳税影响后的税后价值。由于一些组织（比如政府和非营利性组织）并不受所得税的影响，税前分析为这种类型的经济评价提供了有效的依据。从税前角度分析可以使项目评价者重点关注他们关心的主要问题——投资项目的经济评价。
- 除特殊说明外，假设所有的现金流量都是用实际金额来估计。同时，在项目评价中使用的所有利率都假定是市场利率，未来的任何通胀影响都将在这些利率中反映出来。

4.2 项目的初步筛选方法

- **回收期法**
- 大部分投资者所关心的一个首要问题是投资于项目中的资金能否回收，并且何时收回。回收期法是用累积净现金流量等于投资额所需要的时间长短来筛选项目的。
 - 回收期的计算是通过把各年的现金流量相加直到总和大于等于0。累计现金流量等于0这一时点，现金流入就等于现金流出，此时项目刚好达到投资回收点。如果累计净现金流量大于0，项目就开始产生利润。

- 这种计算方法有两种形式，第一种情况是忽略货币的时间价值，第二种情况是考虑货币的时间价值。前一种方法是**静态回收期法**，后一种被称为**动态回收期法**。
- 只有当投资回收期短于某一特定时长，才值得去考虑是否投资。
- 回收期筛选（payback screening）绝不是分析的终结，而是在进一步可行性分析前剔除明显不可接受的方案。

- **例 4.1 静态回收期**

- 某加工厂正在考虑将加工中心和车削中心组建成一个马扎克多任务加工中心。在机械加工领域，多任务加工就是把传统的在多个机床上的加工过程集中到一台机床上进行加工。最终目标是让零件在一次装夹中，完成车削、铣削、钻削、螺纹和孔的加工。项目总投资是180万美元，预计费用节约额如下表：
- 请确定收回全部初始投资所需的时间。

	当前成本（节约百分比）	节约额（美元）
零件装夹	335000（70%）	234500
废弃或返工	58530（85%）	49750
操作员	220000（100%）	220000
夹具	185000（85%）	157250
编程时间	80000（60%）	48000
建筑面积	35000（65%）	22750
维修	45000（60%）	27000
制冷剂	15000（50%）	7500
检查	120000（100%）	120000
文档	5000（50%）	2500
赶工	25000（75%）	18750
	总年节约额	908000

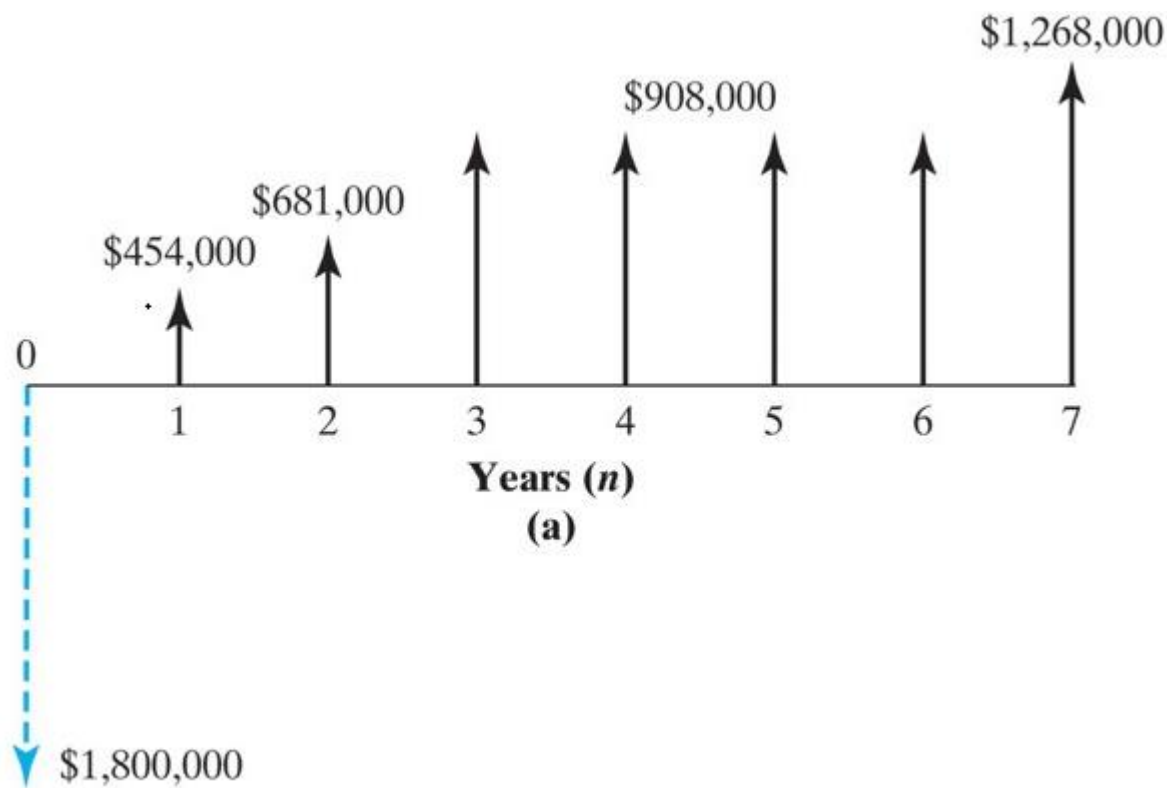
■ 分析

- ⊙ 我们有必要考察何时才能从投资中获得收益。大多数的机械加工企业通常都选定7年寿命期并假设在项目寿命终止时有20%的残值。操作复杂的新设备通常都会出现符合学习曲线规律的现象。因此，假设第一年只能实现全部年节约额的50%，总的年节约额为908000美元，第二年可以达到75%。根据这些假设，该项目现金流量归纳如下。
- ⊙ 已知：初始成本=1800 000美元，现金流量序列见下表。
- ⊙ 求：静态回收期。

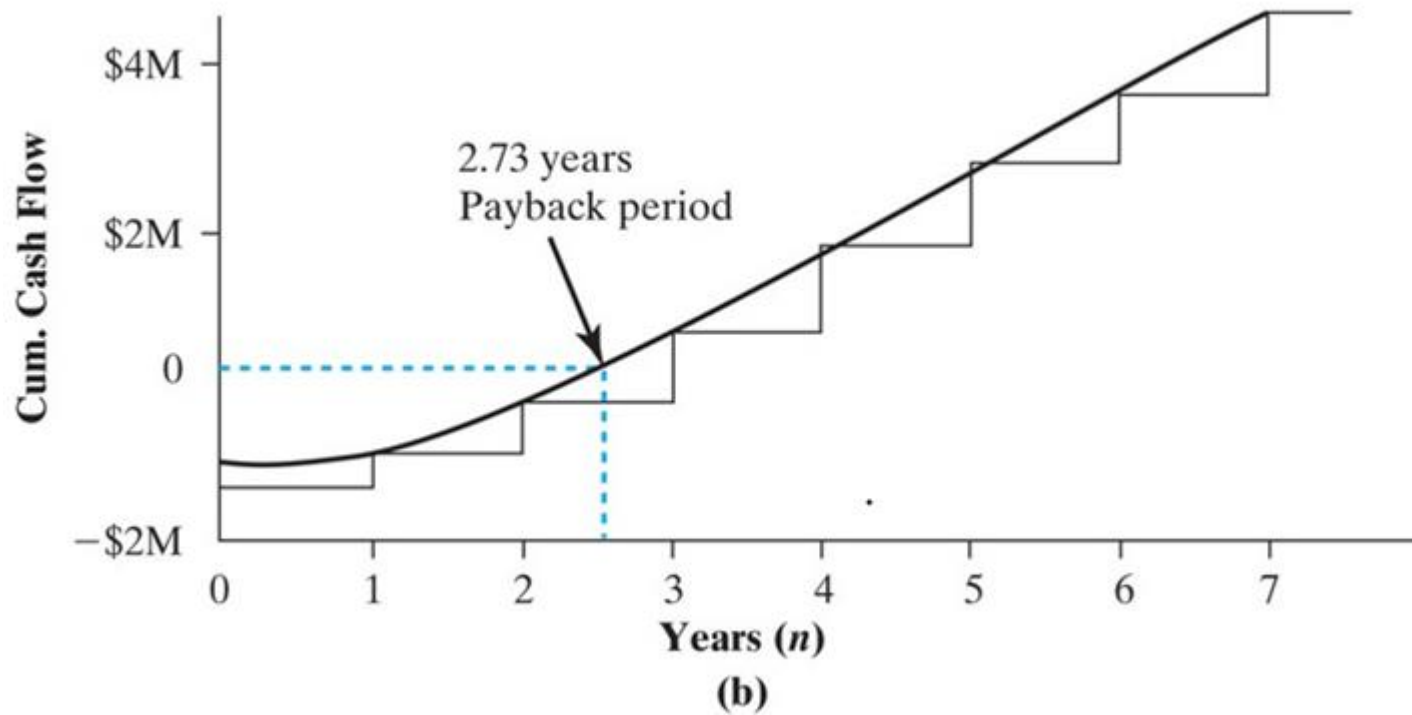
时间	现金流量 (美元)	累计现金流量 (美元)
0	-1800000	-1800000
1	454000	-1346000
2	681000	-665000
3	908000	243000
4	908000	1151000
5	908000	2059000
6	908000	2967000
7	1268000	4235000

■ 求解

- ⊙ 绘制一张描述静态回收期的图。



寿命期内项目各年的现金流量



寿命期内项目的累计现金流量

• 4.2.1 静态回收期法的利弊

• 优点

- 在项目筛选初期，以公司预期的收回初始投资的时间为关键点，从而大大减少了信息搜索量。也可用来对备选方案进行选择，避免了在这些方案上做不必要的、更深入的分析。

• 缺点

- 不能衡量盈利能力，例如在回收期内可能没有产生利润；忽略了现金流量发生的时间，因此它不能区分资金的现值和终值。

时间	项目 1	项目 2
0	-10000美元	-10000美元
1	1000美元	9000美元
2	9000美元	1000美元
3	1000美元	2000美元
回收期	2年	2年

- 如上图例子所示，尽管两个项目的回收期在时间上都是2年，但是项目2更优，因为它大部分投资都是在第1年末收回，比晚回收的价值更大。同时回收期法忽视了回收期以后的过程，当项目经济寿命较长时，不宜采用该方法评价。

- 4.2.2 动态回收期
- 为了弥补静态回收期忽略货币时间价值的缺点，我们对计算步骤进行调整，考虑项目所需的资金成本。调整后的投资回收期为动态回收期。也就是说，动态回收期是指用折现现金流量计算出的回收全部投资所需的时间。

- **例 4.2 动态回收期**
 - 分析下表的现金流量数据。假设企业的资金成本率为15%，计算动态回收期。
 - 分析
 - ⊙ 已知： $i = 15\%$ ，现金流量数据见例4.1。
 - ⊙ 求：动态回收期。

■ 求解

- ④ 为了计算回收资本投资和资本成本所需的时间，建立下表，表中描述了项目寿命期内的现金流量和需要回收的资本成本，如果初始投资是通过借贷获得，则资本成本可以看成是盈利，或者看做投入成本（通常称为资本成本）的机会成本。
- ④ 先考察第一年的资本成本，年初投入资金1800000美元，一年的利息是270000美元（ 1800000×0.15 ）。

- 因此，总金额增至2070000美元，而第一年又现金流入454000美元，因此累计现金流量是1616000美元。第二年的资本成本是242400美元 (1616000×0.15)。项目收入681000美元，累计现金流量下降到1177400美元。在项目寿命期内重复该计算过程，我们发现在第四年，累计净现金流量变成正值。根据对现金流量的假设，项目必须持续3.56年（现金流量连续发生）或者4年（现金流量发生在每年期末），企业才能付清资本成本并收回投资。

时间	现金流量 (美元)	资本成本 (15%)	累计现金流量 (美元)
0	-1800000	0	-1800000
1	454000	$-1800000 \times (0.15) = -270000$	-1616000
2	681000	$-1616000 \times (0.15) = -242400$	-1177400
3	908000	$-1177400 \times (0.15) = -176610$	-446010
4	908000	$-446010 \times (0.15) = -66902$	395089
5	908000	$395089 \times (0.15) = 59263$	1362352
6	908000	$1362352 \times (0.15) = 204353$	2474705
7	1268000	$2474705 \times (0.15) = 371206$	4113911

4.3 现值分析

- 投资回收期方法的缺陷不断凸显，投资者开始寻找新的方法来提高项目评价水平。其结果是促进了**折现现金流量法**（*DCF, discounted cash flow techniques*）的发展，此方法考虑了项目生命周期内货币的时间价值。*DCF*中的一种方法就是净现值法。

- 资本投资问题本质上是判断拟投资项目的预期现金流入是否足以吸引投资者对其进行投资的问题。根据现值准则，与投资项目有关的所有现金流入的现值和所有现金流出的现值作比较。这两种不同现金流量的差值，叫做**净现值** (*NPW, net present worth*)，这个差值决定了是否值得投资。当具有两个或两个以上的备选项目时，净现值分析法可以通过直接对比它们的净现值大小来确定最优方案。

- 4.3.1 净现值判别准则

- 单方案项目评价

- 步骤 1：确定公司的期望投资收益率。该收益率代表了在企业投资池 (*investment pool*) 中常规投资的资本盈利率，是借贷和投资的资本价值。该收益率通常为**最低吸引力收益率或最低期望收益率** (*MARR, Minimum Acceptable Rate of Return*)。
- 步骤 2：估计项目寿命期
- 步骤 3：估计项目在寿命期内各期的现金流入

- 步骤 4：估计项目在寿命期内各期的现金流出
- 步骤 5：求各期净现金流量（现金流入-现金支出）
- 步骤 6：求利率为 $MARR$ 条件下的各期净现金流量的现值并求和，即为项目的净现值，即

$$PW(i) = \frac{A_0}{(1+i)^0} + \frac{A_1}{(1+i)^1} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{A_N}{(1+i)^N}$$

$$= \sum_{n=0}^N \frac{A_n}{(1+i)^n} = \sum_{n=0}^N A_n(P/F, i, n)$$

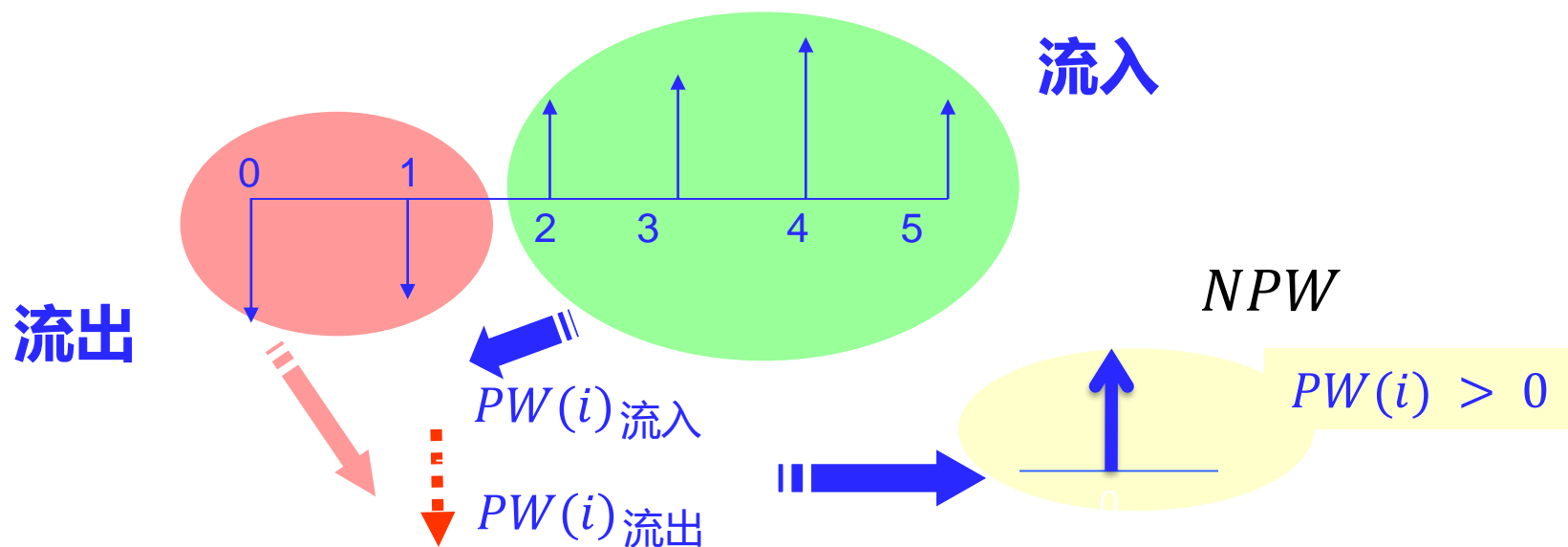
式中， $PW(i)$ 是利率 i 时计算 NPW ； A_n 是第 n 期末净现金流量； i 是 $MARR$ （或资本成本）； n 是项目寿命期。

如果相应周期期末由净现金流入，则 A_n 为正值；有净现金流出时 A_n 为负值。

- 这种情况下，净现值为正表示现金流入现值大于现金流出现值，因此项目是盈利的。对于单一方案项目如果 $PW(i)$ 为正，则项目可以接受；如果是负值，则拒绝项目，并作如下判别准则补充：
 - ⊙如果 $PW(i) > 0$ ，项目可行。
 - ⊙如果 $PW(i) = 0$ ，保持中立。
 - ⊙如果 $PW(i) < 0$ ，拒绝项目。

原理：用给定的收益率 i 计算 $n = 0$ 时的 NPW 。

判别准则：如果 NPW 是正值，则方案可行。



净现值判别准则示意图

- **多方案比较**

- 依据净现值评价准则，当各方案寿命期相同时，净现值最大的方案即为最优方案。
- 对收益相同的互斥方案进行比选时，只需比较两个方案的成本，成本现值最小的方案最优；或负现值最小的方案为最优。

- **例 4.3 净现值法：不规则现金流量**
 - 某多任务加工中心投资项目。初始投资额1800000美元，项目在7年寿命期内的节约额现金流量如下：

年末	现金流量（美元）
0	-1800000
1	454000
2	681000
3	908000
4	908000
5	908000
6	908000
7	1268000

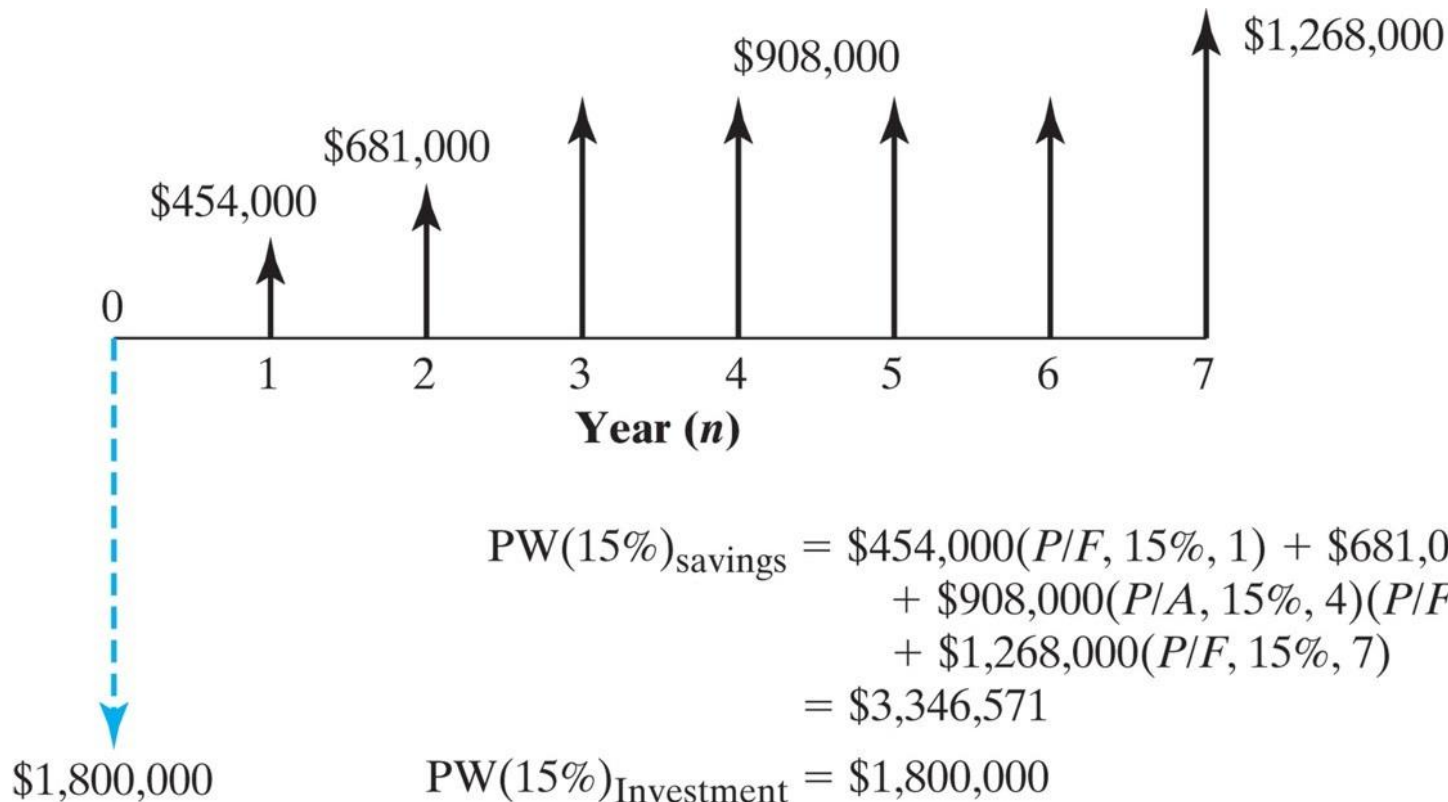
- 公司总裁希望你评估该项目的经济价值，公司每年的最低期望收益率($MARR$)是15%。
- 分析
 - ⊙ 计算多任务加工中心的净现值。
 - ⊙ 已知：表格中的现金流量； $MARR = 15\%$ 。
 - ⊙ 求： NPW 。

■ 求解

我们把各现金流量等值换算到第0年，那么

$$\begin{aligned} &PW(15\%) \\ &= -1800000 + 45400(P/F, 15\%, 1) + 681000(P/F, 15\%, 2) \\ &+ 908000(P/A, 15\%, 4)(P/F, 15\%, 2) + 1268000(P/F, 15\%, 7) \\ &= 1546571 \text{ (美元)} \end{aligned}$$

由于项目最终余额1546571美元，因此该项目可行。其收益率大于15%。



$$\begin{aligned}
 PW(15\%)_{\text{savings}} &= \$454,000(P/F, 15\%, 1) + \$681,000(P/F, 15\%, 2) \\
 &\quad + \$908,000(P/A, 15\%, 4)(P/F, 15\%, 2) \\
 &\quad + \$1,268,000(P/F, 15\%, 7) \\
 &= \$3,346,571
 \end{aligned}$$

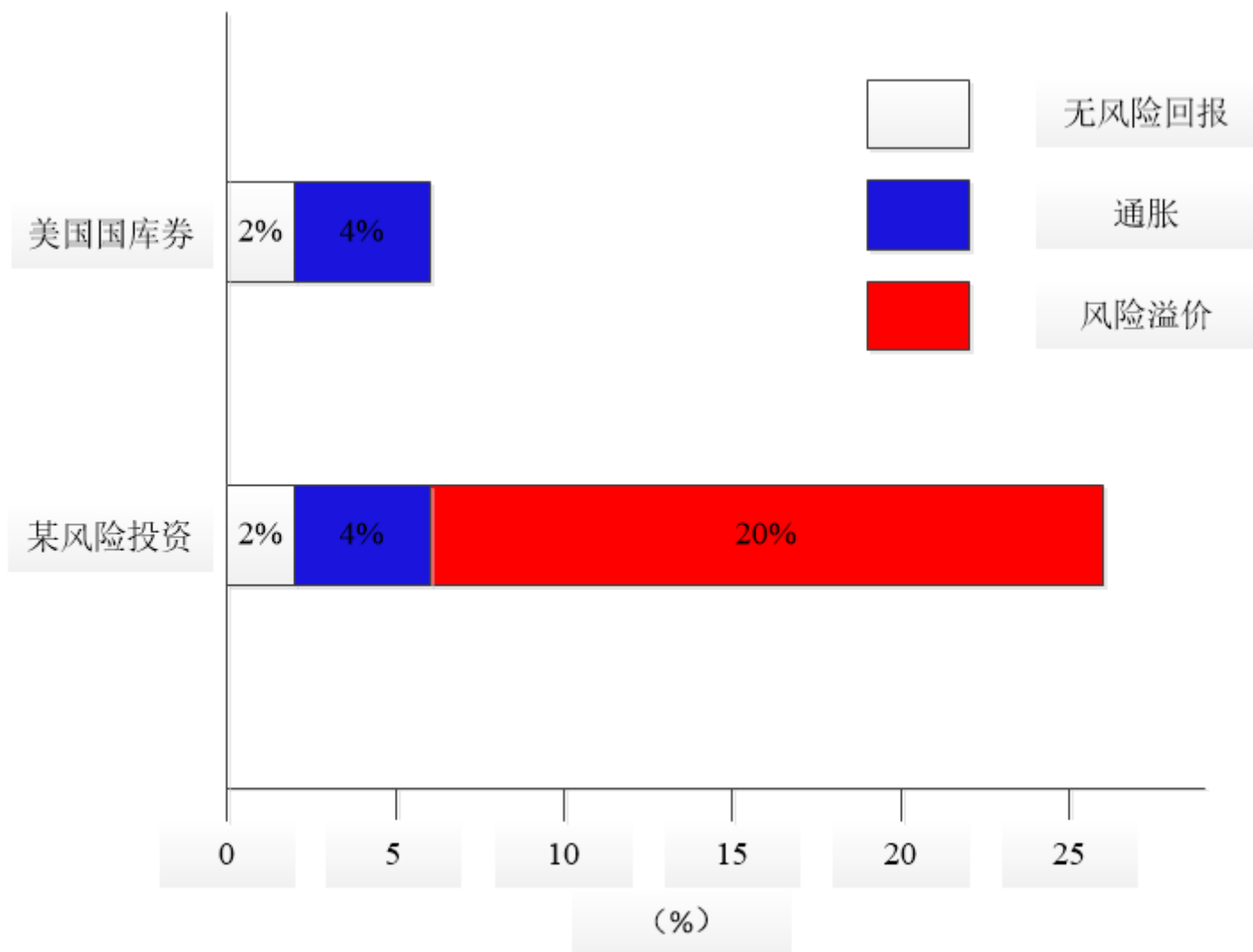
$$PW(15\%)_{\text{Investment}} = \$1,800,000$$

$$\begin{aligned}
 PW(15\%) &= \$3,346,571 - \$1,800,000 \\
 &= \$1,546,571 > 0, \text{ Accept}
 \end{aligned}$$

- 4.3.2 选择 $MARR$ 的依据
- 获得收益的多少与投资大小有关，收益是评价财务资产投资或项目投资绩效的一种指标。收益与每个方案及投资运作有关。概念上，对任何投资项目，期望收益率取决于3个要素：
 - 无风险实际盈利
 - 通货膨胀因素
 - 风险溢价

- 假设你打算投资某股票。首先，当持有该股票时，你希望因为投资股票而占用的资金得到补偿。其次，从投资到获得投资回报的这段时间，你希望购买力的下降能得到补偿。再次，如果股票表现不好，你希望货币的损失风险能够得到额外的补偿。
- 如果你预期该投资无法给予这些方面的补偿，那你为什么还要把钱首先投到股票中呢？

- 例如，如果你花了1000美元投资美国国库券1年，并希望实际收益率大约为2%。你的风险溢价是0，还需要额外考虑通过膨胀，你希望在投资期间的通常膨胀大约是4%，那么必须在此期间赚得6%（2%实际回报+4%通货膨胀+0%风险溢价）。
- 对于风险较大的投资，应该增加风险溢价，比如20%，除非你对年利率达到26%（2%实际回报+4%通货膨胀+20%风险溢价）有信心，否则你将不会选择该投资。



确定影响期望收益率的因素：MARR

- 4.3.3 净现值的含义
- 在现值分析中，假设公司的所有资金都能用于投资并且获得和最低期望收益率（ $MARR$ ）相等的回报。我们可以把这些资金看作**投资池**。除此，如果公司没有可用以投资的资金，我们假设公司能够以 $MARR$ 的利率从资本市场上筹措到资金。

- **投资池 (Investment Pool)**

- 相当于公司的金库，公司可以从投资池中撤出资金用于其他投资用途，若保留在投资池中，资金的收益率等于 $MARR$ 。在投资分析中，净现金流量是指与投资池相关的净现金流量。

年末	现金流量 (美元)
0	-1800000
1	454000
2	681000
3	908000
4	908000
5	908000
6	908000
7	1268000

选项 A

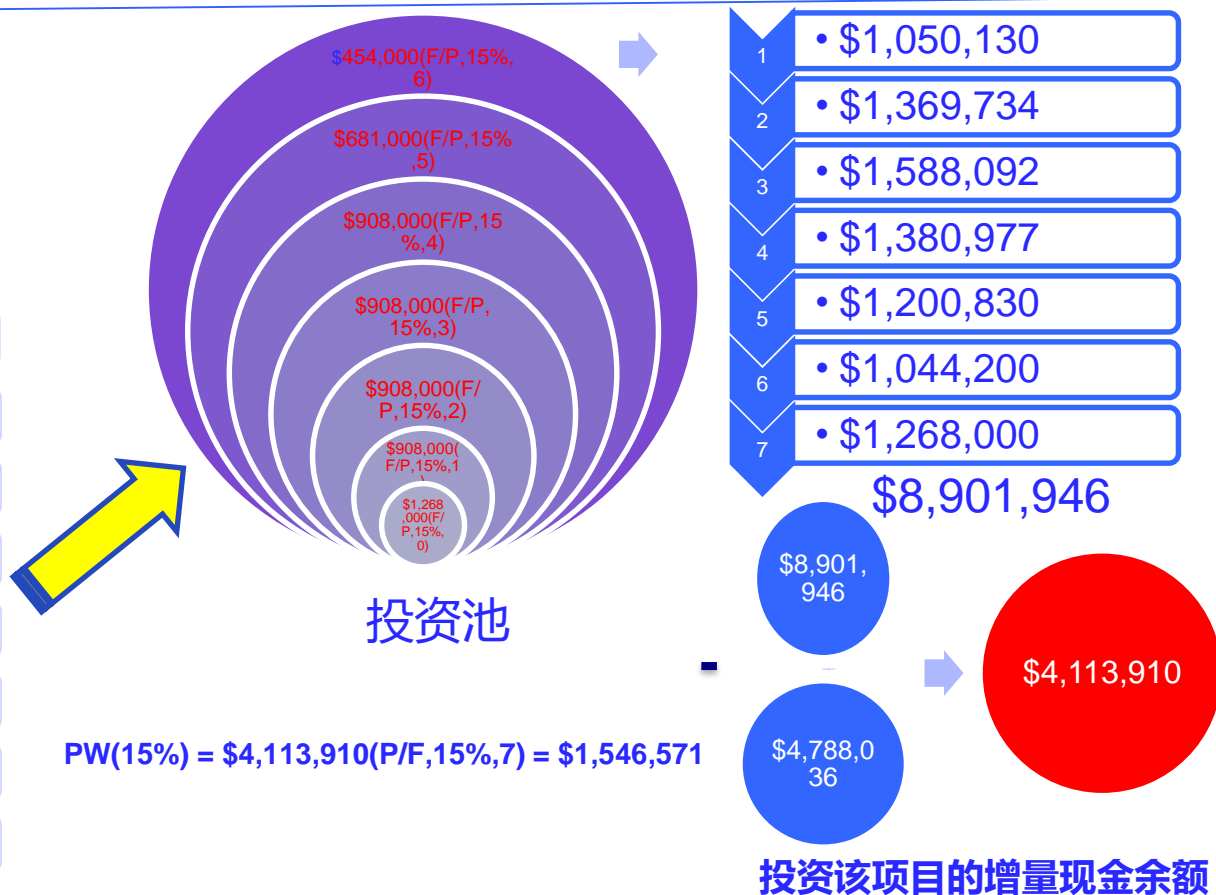
如果 \$1,800,000 美元留在投资池 7 年

$$\longrightarrow \$1,800,000(F/P, 15\%, 7) \longrightarrow \$4,788,036$$

选项 B

如果 \$1,800,000 美元从投资池中撤出投资到项目中

年末	现金流量 (美元)
1	• \$454,000
2	• \$681,000
3	• \$908,000
4	• \$908,000
5	• \$908,000
6	• \$908,000
7	• \$1,268,000



- 再次回顾例4.3的项目，该项目需投资1800000美元。
 - ⊙ 选项A：如果 \$1,800,000美元留在投资池7年；
 - ⊙ 选项B：如果 \$1,800,000美元从投资池中撤出投资到项目中。
- 从 NPW 为正的角度来讲，购买新设备方案比把资金留在投资池中仅赚取 $MARR$ 的方案更优。
- 因此，在现值分析中，假定所有投资都会取得至少等于 $MARR$ 的收益率。如果在项目寿命期结束时存在余额，那么 $PW(MARR) > 0$ 。

- **借入资金**

- 假设公司开始并没有1800000美元的资金，实际上，公司并不一定需要一个投资池。我们可以假设公司以每年15%的利率从银行借入全部的资金投资于该项目，并且使用投资收益来偿还贷款本金和利息，那么在项目寿命期末，公司剩余资金是多少？

- 在第1年末，银行借款利息是 $1800000(0.15) = 270000$ 美元。因此，贷款总额增加到 $1800000(1.15) = 2070000$ 美元。同期项目的现金流入454000美元并且全部用来补偿贷款。偿还后剩余：

$$\begin{aligned} PB(15\%)_1 &= -1800000(1 + 0.15) + 454000 \\ &= -1616000 \text{美元} \end{aligned}$$

该数值被称为**项目余额**(*project balance*)。我们使用 $PB(i)_n$ 来表示第 n 年年底的项目余额，这一余额成为项目在第2年年初项目银行贷款净额。

- 在第2年底，银行贷款增加到

$$1616000(1 + 0.15) = 1858400 \text{美元}$$

但是第2年现金流入681000美元，项目余额减少至

$$\begin{aligned} PB(15\%)_2 &= -1616000(1 + 0.15) + 681000 \\ &= -1177400 \text{美元} \end{aligned}$$

同理

$$\begin{aligned} PB(15\%)_3 &= -1177400(1 + 0.15) + 908000 \\ &= -446010 \text{美元} \end{aligned}$$

- 以此类推该计算过程，最终在第4年末，银行贷款为
 $446010(1 + 0.15) = 512912$ 美元
- 项目有现金流入908000美元，公司还还清了余下的债务后盈余为395089美元。

$$-446000(1 + 0.15) + 908000 = 395089 \text{美元}$$

- 我们假定，一旦公司偿清了银行贷款，从项目中产生的所有盈余都进入到项目的投资池中，并且同样以15%的利率获益。因此在第5年末的项目余额可以计算如下：

$$n = 5, 395089(1 + 0.15) + 908000 = 1362352 \text{美元}$$

$$n = 6, 1362352(1 + 0.15) + 908000 = 2474705 \text{美元}$$

$$n = 7, 2474705(1 + 0.15) + 1268000 = 4113910 \text{美元}$$

- 这表明公司在第4年末偿清初始的银行借款和利息之后，还有4113910美元的利润（**净终值**）。这一结果与我们直接计算利率为15%时项目的现值相等。

- 4.3.4 净终值和项目余额图解
- 最终项目余额(41139010 美元), 称为**项目的净终值** (*net future worth*), 作为投资价值来接受或者拒绝项目的决策。
- 如果净终值为正, 表示有盈余, 我们应当接受该项目, 否则, 我们应当拒绝该项目投资。

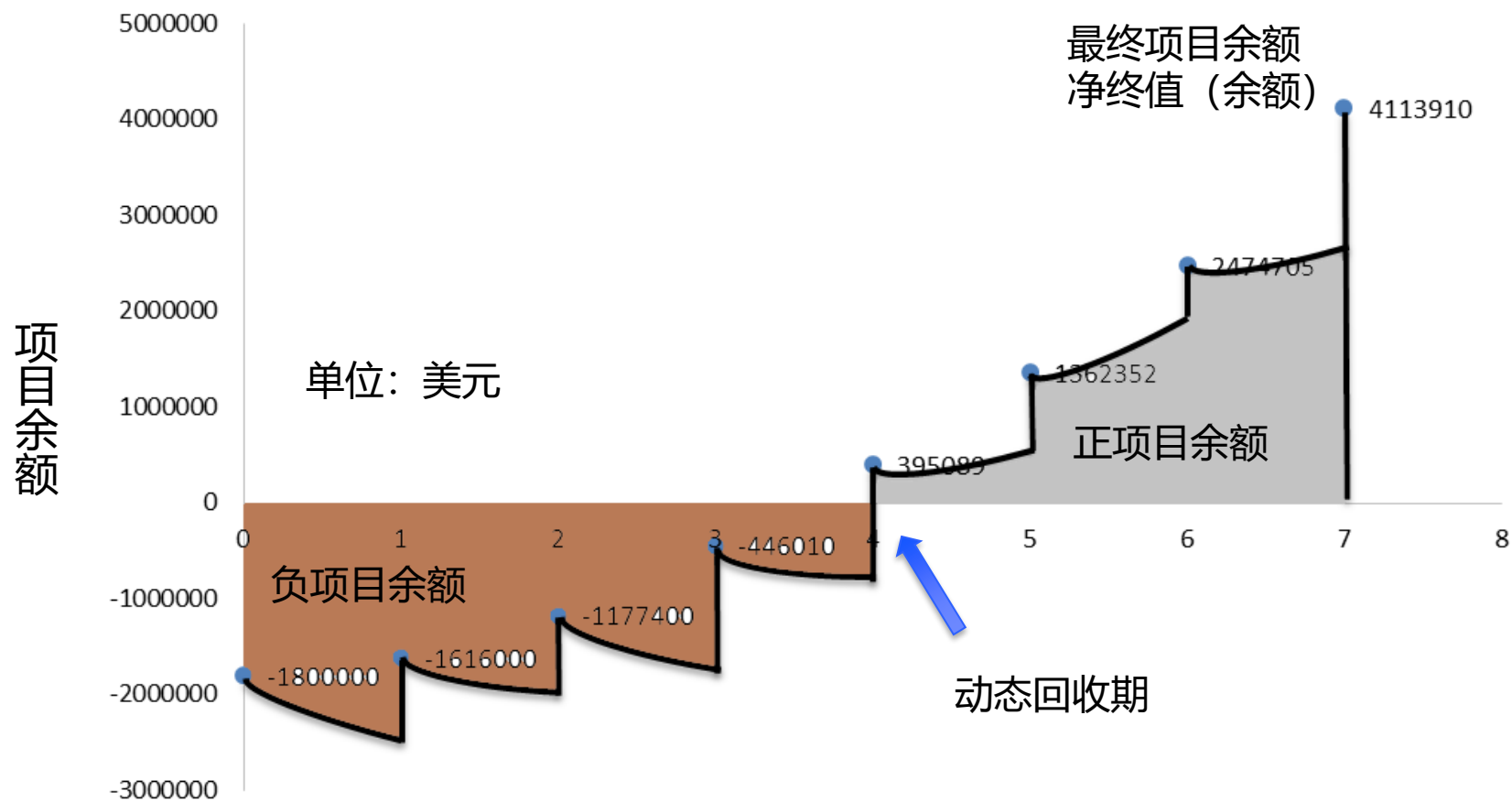
$$n: 0 \rightarrow PB(i)_0 = A_0$$

$$n: 1 \rightarrow PB(i)_1 = PB(i)_0(1 + i) + A_1 = A_0(1 + i) + A_1$$

$$\begin{aligned} n: 2 \rightarrow PB(i)_2 &= PB(i)_1(1 + i) + A_2 \\ &= A_0(1 + i)^2 + A_1(1 + i) + A_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n: N \rightarrow PB(i)_N &= PB(i)_{N-1}(1 + i) + A_N \\ &= A_0(1 + i)^N + A_1(1 + i)^{N-1} + \dots + A_N = FW(i) \end{aligned}$$

$$FW(15\%) = -1800000(1 + 0.15)^7 + 454000(1 + 0.15)^6 + \dots + 1268000 = 4113910(\text{美元})$$



不同时期的项目余额图解

- 金融风险

- 项目余额为负，表明如果在此时终止项目，存在尚未回收的投资，或面临损失风险。如果从项目中获得的资金比该期间挣得的利息低，项目余额为负的区域将增加。如果其他情况占优势，项目负余额区域将下降。因此，如果其他情况相同，我们优先选择较小的负余额区域。

- 动态回收期

- 它表示项目达到收支相抵需要的时间。收支相抵是在项目余额变成非负时出现。如果项目在回收期以后终止，终止项目也不需要额外投资的话，则没有经济损失。如果其他条件相同，显然，我们会优先选择回收期较短的。

- 潜在利润
 - 由于在项目的这个阶段，初始投资加上利息全部被收回，这期间产生的任何现金流量都对项目的盈利能力做出直接贡献。因此，我们希望正项目余额的区域更大，因为这部分区域表示预期的利润大小和利润累计的速率。这些信息对我们选定撤离投资的正确时间是非常有用的，该决策被称为废弃决策。

- 净终值（盈余）

- 项目期末余额表示在项目寿命期结束时项目的盈余。
如果我们借钱投资，这个数据表示偿还贷款本利后，项目产生的超额现金流量以及偿还贷款本息后剩余的再投资现金流量。

- 4.3.5 资本化等值分析法
- 现在我们考查项目的寿命期永久或者规划周期特别长的情况，这种情况下我们采用 NPW 准则，即采用**资本化等值** (*capitalized equivalent*) **分析法** $CE(i)$ 来评价。
- **永久寿命期**
 - 计算永久序列的 PW 的过程称为**项目成本的资本化** (*capitalization*)，该成本称为**资本化成本** (*capitalized cost*)。假定利率是 i ，资本化成本是指为使今后每期期末永久获得收益 A 而需要现在投入的金额。

- 当 N 趋于无穷大时，等额支付系列现值系数的极限为

$$\lim_{N \rightarrow \infty} (P/A, i, N) = \lim_{N \rightarrow \infty} \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] = \frac{1}{i}$$

因此,

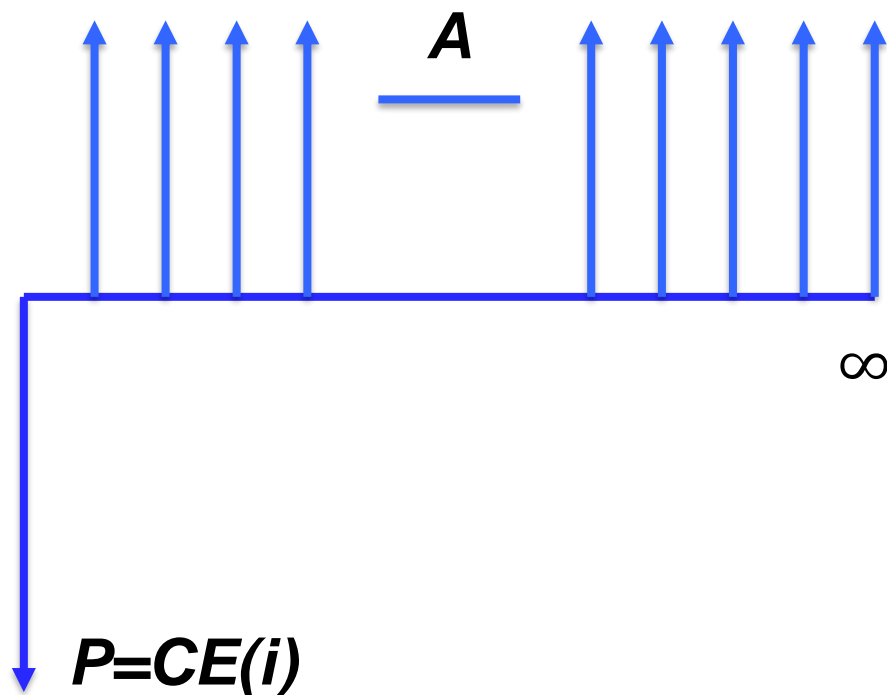
$$PW(i) = A(P/A, i, N \rightarrow \infty) = \frac{A}{i}$$

□ 原理

在无限寿命期内有等额年
现金流入A的项目的现值

□ 公式

$$\begin{aligned} CE(i) &= A(P/A, i, \infty) \\ &= A/i \end{aligned}$$



资本化等值：永久寿命期的项目

- **例 4.4 资本化等值成本**

- 一所工程类院校竣工了一座新的综合性建筑，价值5000万美元。学校打算号召校友捐款用于以后的维修，每年估计需要200万美元。每年200万美元的不确定性成本将通过学费来解决。假设学校能够建立一个年收益为8%的信托基金，那么目前需要募集多少资金才能永久性支付每年200万美元的维修成本？

■ 分析

⊙ 已知： $A = 200$ 万美元，年利率 $i = 8\%$ ， $N = \infty$ 。

⊙ 求： $CE(8\%)$ 。

■ 求解

资本化等值公式 $CE(i) = \frac{A}{i}$ 代入已知数据，则

$$CE(8\%) = 2000000 / 0.08 = 25000000 \text{ (美元)}$$

4.4 互斥方案的比选方法

- 互斥方案
 - 当备选方案相互排斥，且每个方案都能满足相同的需求，选择一个方案的同时便意味着排除了其他的方案。
- 基本原理
 - 各方案必须在一个相同的时间跨度（分析期）的基础上进行比较。
- 考察两种情况
 - 分析期与寿命周期相同
 - 分析期与寿命周期不同

- 4.4.1 零方案是一种备选方案
- 投资项目有两种类型。要么旨在更新（或改进）目前的资产或系统，要么是新建项目。无论哪种情况，都存在零方案。如果原有设备或系统仍然能够满足经营目标，则我们要确定的是哪种更新方案是更经济的。如果都不经济可行，则可以不投资，即选择“零方案”。另一方面，如果原有系统已经不经济了，则必须从备选方案中选择一个（零方案不是备选方案）。

- 相对于零收益、零成本的零方案而言，新建项目也是备选方案。对于大多数新建项目来说，零方案通常也是一种备选方案，因为只有当所提议的方案中至少有一个在经济上是可行的，我们才会去实施。事实上，当方案是任选项时，即使是实施单个项目，也需要在两种方案之间做选择。因为它暗含着要和零方案作比较。有时，一个新项目尽管要花费代价也必须实施，在这种情形下，零方案就不是备选项了，目标应当是选择最经济的方案。

- 当保留原有的资产或系统还可行时，有两种方法把它纳入到新方案的评价体系中。第一种方法是把零方案看作一种特殊的备选方案。第二种方法是，计算与零方案相比较的新方案的增量现金流量——我们预计从新方案中能获得哪些额外的成本和收益？即用每个新方案相对于“零方案”的增量成本进行经济评价。
- 对于设备更新类型的问题，是用每个新方案的现金流量减去“零方案”的现金流量来计算增量现金流量。对于新建项目，由于零方案的收支均为0，因此增量现金流量和每个备选方案的绝对现金流量是相等的。

- 4.4.2 服务项目与收入项目
- 当比较互斥方案时，我们需要把投资项目分成服务项目和收入项目两种。
 - **服务项目 (service projects)**
 - ⊙ 其收入不取决于选择哪个方案，而必须有相同产出（收入）的项目。此时选取成本最低的方案。为了降低成本，我们用现值准则来比较这些方案，我们应当选择寿命期内生产成本现值较小的方案。

■ 收入项目 (revenue projects)

- ⊙ 由于不同的市场价格和潜在销售量不同，每种类型预计的收入也不相同。该类项目的收益取决于方案的选择。只关注项目的投入或可能的产出。此时选取净收益最大的方案。在这种情况下，如果我们使用现值准则，我们将选择净现值最大的产品类型。

- 4.4.3 分析期等于项目寿命期
- 此时计算每个项目的现值并选择现值最大的方案。
- **例 4.5** 零方案选择的服务项目
 - 医疗器械制造商安思尔公司，在螺旋管中使用压缩空气和在机器上使用压力开关来控制各种各样的机械运动。在过去几年里，生产车间的布局改变了很多次。对于每一次新的布局，为了适应生产设备的新位置，

- 都要将更多的管道连接到压缩空气传送系统中。没有这些额外的管道，将未使用的旧管道堵起来或者搬走。因此，目前的压缩空气传输系统效率低下或者系统存在泄露。
- 因为目前系统的泄露，希望发电厂在下一年里投入运行，压缩机预计的工作时间达到70%，每千瓦小时花费0.05美元，压缩机需要260千瓦的电量。发电厂每年工作250天，每天24小时。安思尔公司可以使用两种方法之一来解决问题：

- ◉ 方案1：维持目前的运行。如果安思尔公司继续运行目前的空气传输系统，那么由于日益严重的泄露，压缩机在接下来的五年每年里，工作时间每年增加7%。（五年以后，目前的系统将不能够满足发电厂的压缩空气的需求量，所以将被更换）。
- ◉ 方案2：更换现在的旧管道。如果安思尔公司决定更换目前所有的旧管道，新管道将花费28570美元。压缩机的工作天数不变，因为减少了压缩空气的损失，压缩机的运转时间将减少23%（或每年将减少70% $(1-0.23)=53.9\%$ 的使用时间）。
- 如果安思尔公司的盈利率为12%的年复利，现在值得去修复这个压缩空气传输系统吗？

■ 分析

⊙ 已知：目前的动力消耗， $g = 7\%$ ，年利率 $i = 12\%$ ， $N = 5$ 年。

⊙ 求： A_1 和 P 。

■ 求解

⊙ 第1步：计算目前的管道系统第1年的动力消耗成本。消耗动力计算如下：

$$\begin{aligned}\text{年动力成本} &= \\ &\text{每天运行百分比} * \text{每年运行天数} * \text{每天运行小时数} * \text{千瓦} \\ &* \text{美元/千瓦时} \\ &= 70\% * 250\text{天/年} * 24\text{小时/天} * 260\text{千瓦} * 0.05\text{美元/千瓦时} \\ &= 54600\text{美元}\end{aligned}$$

- 第2步：如果目前的管道系统继续使用，则每1年年动力成本将在前一年的基础上以7%的速率增加。5年期间的预计动力成本如图。这个几何梯度序列以12%的利率等值换算为成本现值是：

$$P_{\text{方案}_1} = 54600(P/A_1, 7\%, 12\%, 5) =$$

$$54600 \left[\frac{1 - (1 + 0.07)^5 (1 + 0.12)^{-5}}{0.12 - 0.07} \right] = 222\,937 \text{ 美元}$$

- ◎第3步：如果安思尔公司用新的管道来更换目前的空气压缩系统，第1年的年动力成本将减少23%，且在接下来的5年中都保持这个减幅。

$$P_{\text{方案}_2} = 54600(1 - 0.23)(P/A, 12\%, 5) = 42042(3.6048) \\ = 151\,533 \text{美元}$$

- ◎第4步：不更换旧系统的净成本是71384美元(=222937-151553)。而新系统仅花费28570美元，所以现在应当更换。

- Option 1:

$$g = 7\%$$

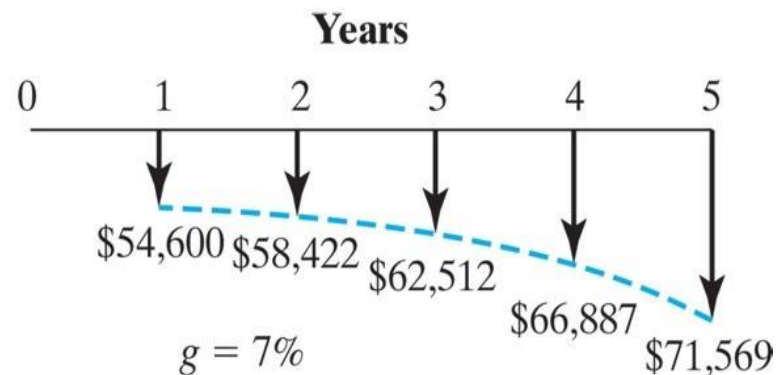
$$i = 12\%$$

$$N = 5 \text{ years}$$

$$A_1 = \$54,600$$

$$P_{\text{Option 1}} = \$54,600 \left[\frac{1 - (1+0.07)^5 (1+0.12)^{-5}}{0.12 - 0.07} \right]$$

$$= \$222,937$$

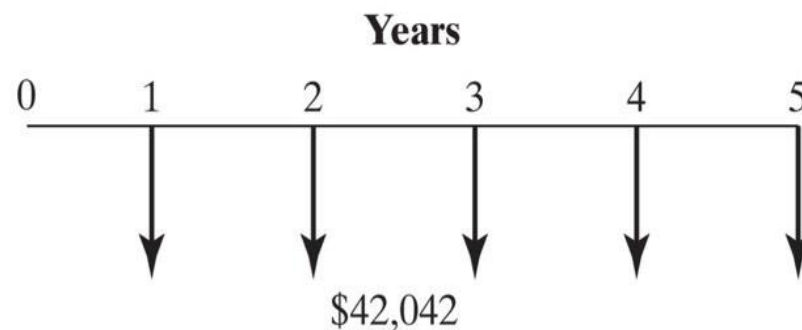


- Option 2:

$$P_{\text{Option 2}} = \$54,600(1 - 0.23)(P/A, 12\%, 5)$$

$$= \$42,042(P/A, 12\%, 5)$$

$$= \$151,553$$

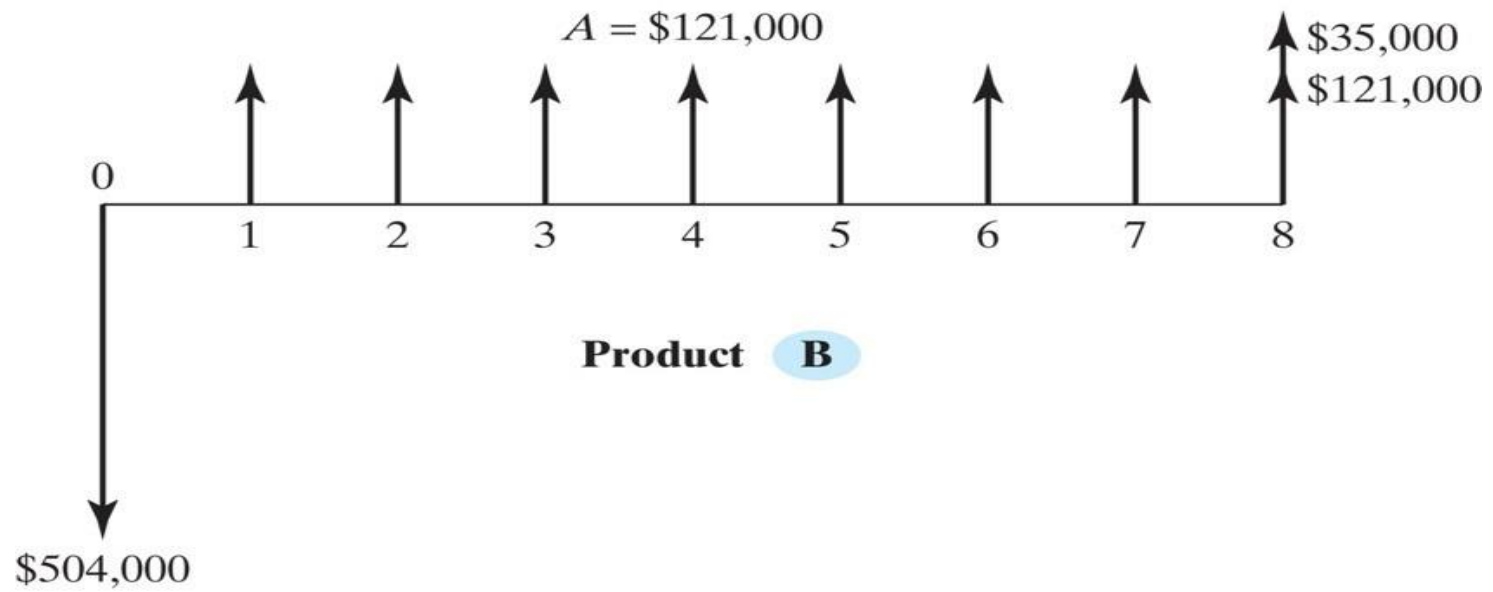
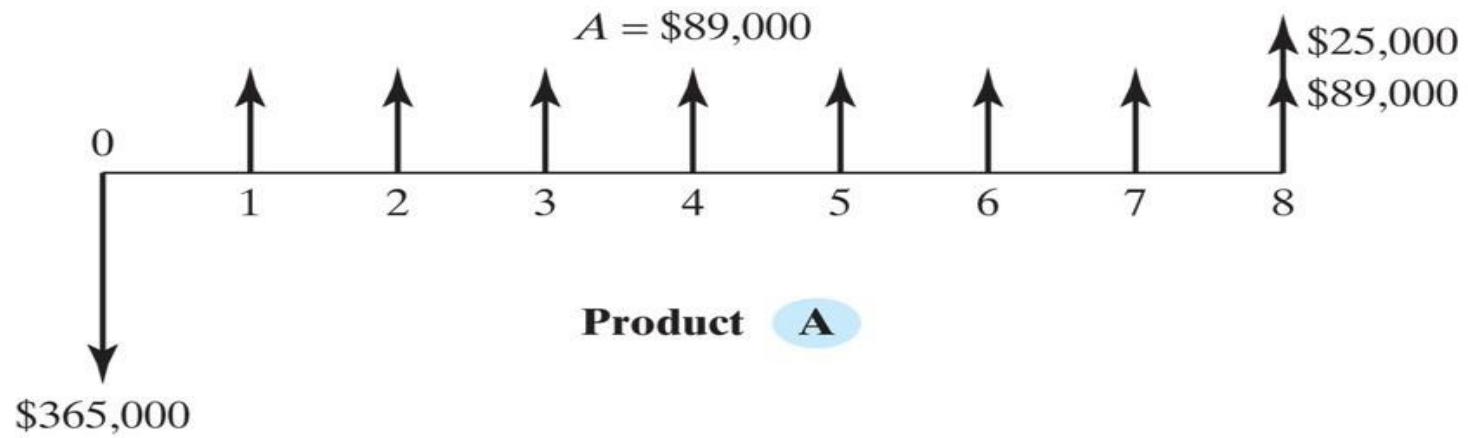


- **例 4.6 两个互斥的收入项目的比较**
 - 梦露制造公司拥有一座仓库，用来储存电泵产品的成品。随着公司逐步淘汰电泵产品生产线，公司考虑对现有设施结构进行改造以适应新产品生产线的需要。梦露公司的生产工程师认为可以改造仓库来满足两条新的生产线中的一条。两种产品方案的成本和收入数据如下表。
 - 8年后，改造后的建筑物因太小而影响两条生产线的有效生产。那时，梦露公司打算把它当作一个储存原材料的仓库。梦露公司期望的投资回报率是15%。那么应当生产哪种产品呢？

	产品A	产品B
初始现金流出		
• 仓库修建	115000美元	189000美元
• 设备	250000美元	315000美元
年收益	215000美元	289000美元
年运营和维修费用	126000美元	168000美元
产品寿命期	8年	8年
残值（设备）	25000美元	35000美元

■ 分析

- ⊙ 已知：两种产品的现金流量如上表，分析期为8年，年利率 $i = 15\%$ 。
- ⊙ 求：每种产品的 PW 和最优方案。



■ 求解

$$PW(15\%)_A$$

$$= -365000 + 89000(P/A, 15\%, 8) + 25000(P/F, 15\%, 8)$$

$$= 42544 \text{美元}$$

$$PW(15\%)_B$$

$$= -504000 + 121000(P/A, 15\%, 8) + 35000(P/F, 15\%, 8)$$

$$= 50407 \text{美元}$$

对于收入项目，我们选择NPW最大的方案，因此，生产产品B更经济。

- 4.4.4 分析期不等于项目寿命期
- 上面例子分析了互斥方案比选时最简单的情况：假定各方案使用寿命期均相同，而且与要求的服务期相同。但在实践中，通常方案寿命期与分析期并不相等，或者方案之间寿命期也不相等。
- 案例 1：项目寿命期长于分析期

- **例 4.7 项目寿命期长于分析期**

- 艾伦公司获准从其南部的一个木材土地伐运松树。公司考虑购置一个伐木归堆联合机，该机器可以打孔、割锯，把树木捆束以便运离伐木场。这块木材地的伐木工作必须在3年完成。艾伦公司可以加快伐木工作，但是这样做并不可取，因为木料的市场并没有这么大的需求量。

- 由于伐木工作将在潮湿的环境下进行，这个任务需要一个特制的高浮力轮船伐木归堆机并且其他装置应当可以减少站点影响，为了完成该工作，艾伦公司有两种可供选择的伐木归堆机型号：型号A是使用过2年的设备，型号B是一个全新的设备。
 - ◎ 型号A花费205000美元，在全面维修之前有10000小时的工作时长。该运营成本每年花费50000美元，运行2000小时。按照这个使用率，设备可以运行5年，并且在寿命期结束时，估计有残值75000美元。

- ◎购买更高效率的型号B花费275000美元，在全面维修前有14000小时的工作时长。为了3年时间完成工作其每年运行2000小时，花费32500美元。型号B在第7年年末的残值是95000美元。
- 由于两种型号的寿命期都超过了3年的项目所需要的服务期，艾伦公司必须估计设备的期末剩余价值。因此，艾伦公司的工程师预计3年后型号A的售价为130000美元，型号B的售价为180000美元，在考虑税收影响后，每个方案的现金流量如下表所示：

单位：美元

时间	型号A		型号B	
1	-205000		-275000	
2	-50000		-32500	
3	<u>130000</u>	-50000	<u>180000</u>	-32500
4	-50000		-32500	
5	-50000		-32500	
6	<u>75000</u>	-50000	-32500	
7			-32500	
			<u>95000</u>	-32500

- 这里加下划线的数据代表在分析期期末（第3年末）的预计残值，假定公司的 $MARR$ 是15%，应该选择哪种型号的机器？

■ 分析

- ⊙ 已知：上表表示的两种方案的现金流量，年利率 $i = 15\%$ 。
- ⊙ 求：每种方案的 PW 和最优方案。

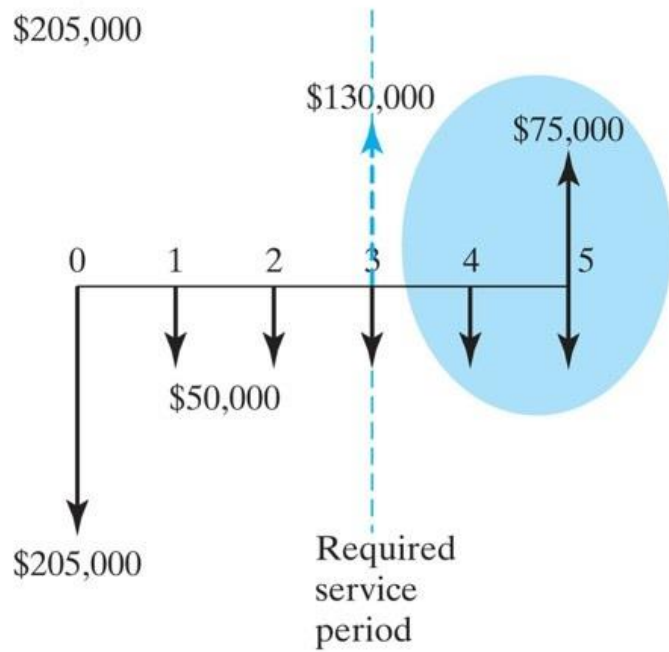
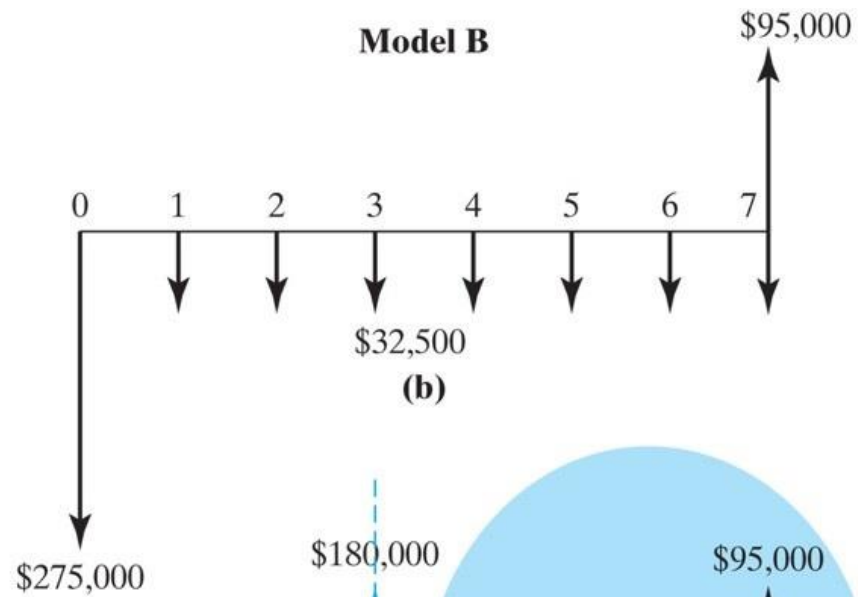
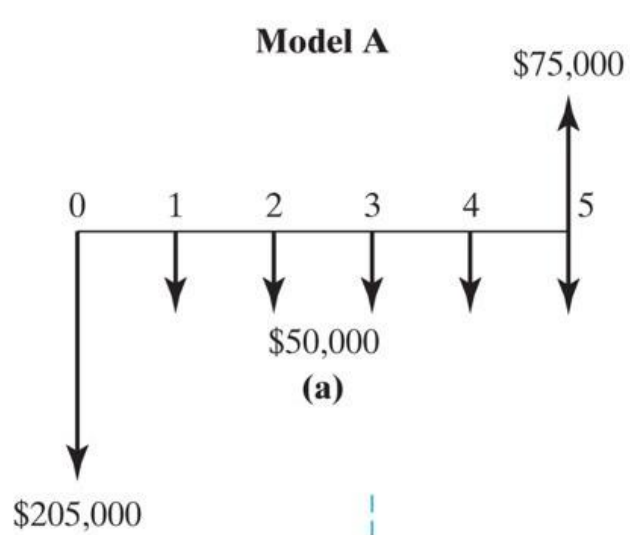
■ 求解

- ⊙ 分析两种方案的成本：

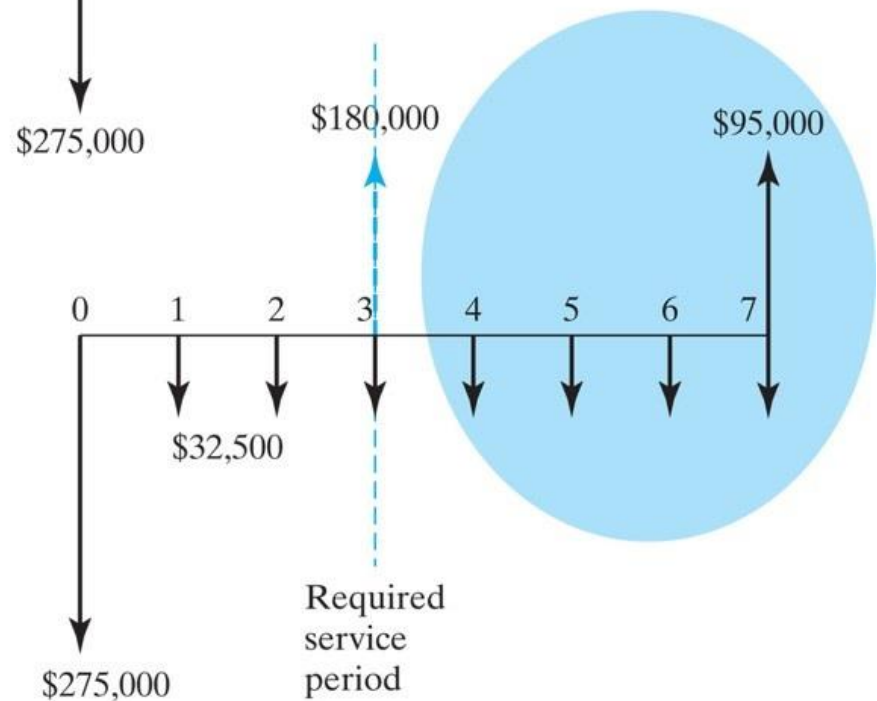
$$\begin{aligned} & PW(15\%)_A \\ &= -205000 - 50000(P/A, 15\%, 3) \\ &+ 130000(P/F, 15\%, 3) = -233684 \text{ 美元} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & PW(15\%)_B \\ &= -275000 - 32500(P/A, 15\%, 3) \\ &+ 180000(P/F, 15\%, 3) = -230852 \text{ 美元} \end{aligned}$$

因为型号B的费用现值更低，因此更优。



(c)



- 案例 2：项目寿命期短于分析期
- 当项目寿命期短于所需服务期时，我们必须考虑在项目寿命期结束时，如何满足所需的剩余服务期。在这种情况下，在最初的项目达到寿命期时，需要实施替代项目。为了满足所需服务期必须对替代项目进行分析比较。
- 为了简化分析，我们假定替代项目与初始项目有相同的成本和收益。服务项目的寿命期不相等时，我们通常使用最小公倍数来作为共同的分析期。

- 无论什么情况，我们必须从一开始就对整个分析期的方案做一些初步的分析。然后，当项目接近寿命期限时，我们可以针对不同的替代方案调整分析方法。这是唯一合理的做法，因为经济分析是贯穿公司或项目始终的动态活动，应该使用所能获得的最新最可靠的数据。

- **例 4.8 现值比较：项目寿命期短于分析期**
 - 凤凰制造公司正计划对位于科罗拉多州的一个配送中心进行现代化。在配送中心有可以使用两种运送货物的设备：运送系统或叉车。公司希望配送中心能运行10年，10年后将其改建成一个厂家直销店。运送系统寿命期为8年，叉车的寿命期为6年。两种设备有相同的生产能力。两种设备的预期现金流量，包括维修成本，残值和税收数据如下（单位：美元）：

n	运送系统	叉车
0	-68000	-40000
1	-13000	-15000
2	-13000	-15000
3	-13000	-15000
4	-13000	-15000
5	-13000	-15000
6	-13000	-15000+4000
7	-13000	
8	-13000-18000	

- 在这种情况下，当 $MARR = 12\%$ 时，公司应当选择哪种设备？

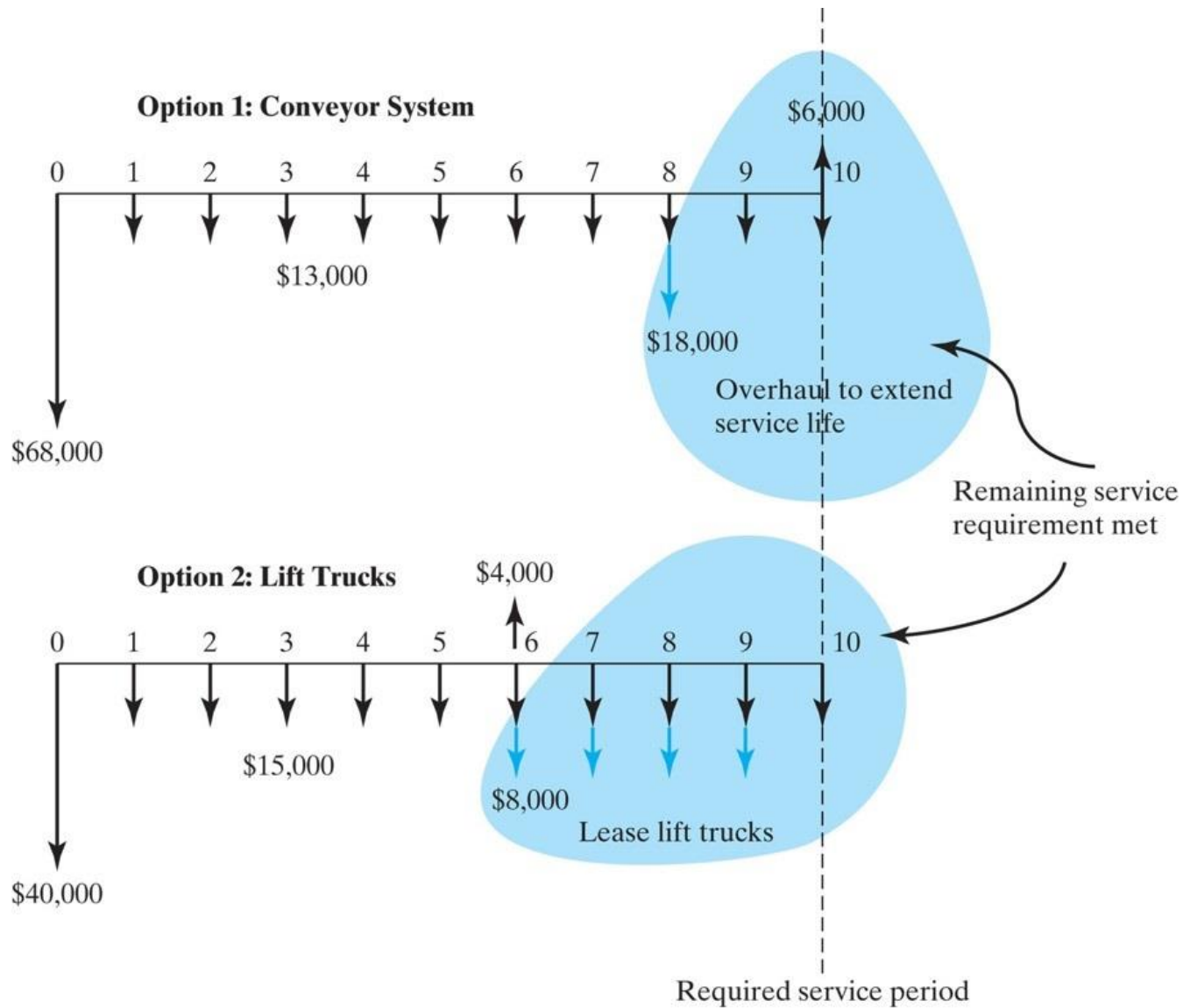
■ 分析

- ⊙ 已知：两种方案的现金流量，寿命期10年，每年的 $MARR = 12\%$ 。
- ⊙ 求：每种方案的 PW 和最优方案。

■ 求解

- ⊙ 由于每种设备的寿命期都比期望服务期（10年）短，我们需要对如何满足所需要的服务期做一个明确的假定。

- ④ 如果公司使用运送系统，那么在8年内将花费18000美元用于运送系统的全面维修以延长其寿命期。期望寿命期（10年）结束时的预计残值为6000美元。年运行和维修费用是13000美元。
- ④ 如果公司选择使用叉车，公司打算租赁一个叉车，年租金为8000美元，每年年初支付，在叉车的服务期内，年运营成本为15000美元。
- ④ 预计两个方案的现金流量如图。我们使用现值分析方法：



$$\begin{aligned}
 &PW(12\%)_{\text{运送}} \\
 &= -68000 - 13000 (P/A, 12\%, 10) - 18000(P/F, 12\%, 8) \\
 &+ 6000(P/F, 12\%, 10) = -146791 \text{美元}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &PW(12\%)_{\text{叉车}} \\
 &= -40000 - 15000 (P/A, 12\%, 10) \\
 &- 8000(P/A, 12\%, 4)(P/F, 12\%, 5) + 4000(P/F, 12\%, 6) \\
 &= -136515 \text{美元}
 \end{aligned}$$

由于该项目是服务项目，使用叉车是更好的选择。

研讨

- 讨论现值分析法用于项目投资决策的利弊。

课内作业

- 1. 某投资项目花费90 000美元。预计其5年的年净现金流量为30 000美元。项目的回收期是多久？
 - (a) 2年
 - (b) 3年
 - (c) 4年
 - (d) 5年

- 2. 现金流量系列如下表，利率为10%，求净现值。

年末	现金流量 (\$)
0	-1000
1	-2000
2	3000
3	4500
4	1500

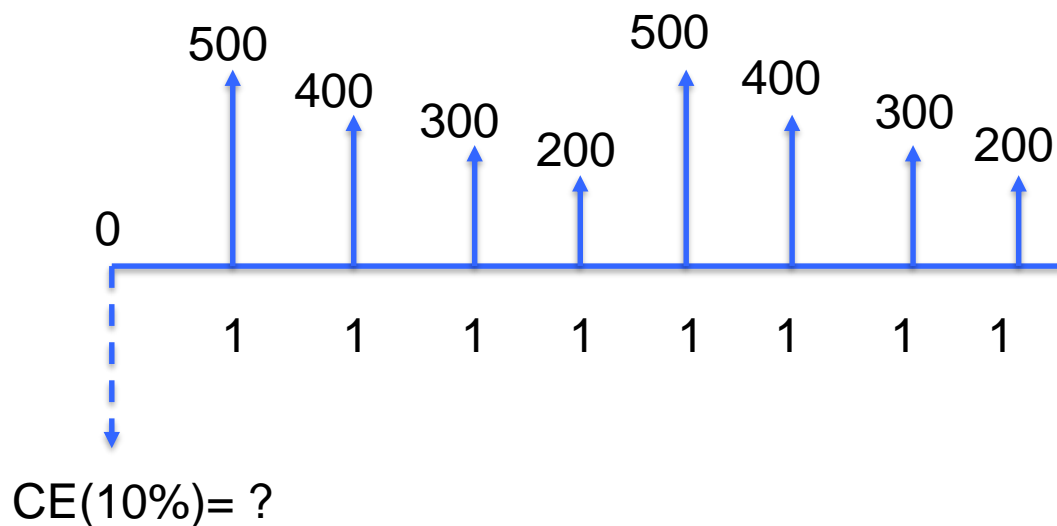
- (a) 4067美元
- (b) 6000美元
- (c) 4473美元
- (d) 6549美元

- 3. 你正打算购买一台CNC机器。预计该机器的寿命期是10年，残值为投资资本的10%。预计其年净收益为50000美元。期望投资收益率为20%，那么购买机器你最多会支付多少金额？
 - (a) 213 065
 - (b) 203 240
 - (c) 249 998
 - (d) 276 860

- 4. 如果年利率是12%， $n=0$ 时投资是5000美元， $n=3$ 时投资10 000美元， $n=5$ 时投资8000美元，那么第10年的终值是多少？
 - (a) 16 657
 - (b) 51 735
 - (c) 71 435
 - (d) 40 533

- 5. 你投资了一个100 000美元的项目，第1年获利40 000美元，第2年获利40 000美元，第3年获利30 000美元。你需要再第3年末终止该项目。利率为10%;项目结束时的余额是多少?
 - (a) 收益10 000美元
 - (b) 损失8 039美元
 - (c) 损失10 700美元
 - (d) 盈亏平衡

- 6. 项目现金流量系列重复循环，利率为10%，计算资本化等值额。



- (a) 1147美元
- (c) 1679美元
- (c) 3619美元
- (d) 6381美元

- 7. 下表包含了5年寿命期的项目余额变化，利率为10%。

下列哪项陈述有误？

年末	项目余额 (美元)
0	-1000
1	-1500
2	600
3	900
4	1500
5	2000

- (a) 在第1期末额外投资额为500美元
- (b) 以10%利率项目净现值是1242美元
- (c) 以10%利率项目净终值是2000美元
- (d) 在2年内，公司将从项目中收回全部投资和资本成本

- 8. 公司在第0年购置了某振动抛光机，花费了20 000美元，寿命期为10年，期末无残值。年净收入为6000美元。年运行和维修成本是1000美元。如果 $MARR$ 是15%，多少年后公司开始盈利？
 - (a) $3 \leq n \leq 4$
 - (b) $4 \leq n \leq 5$
 - (c) $5 \leq n \leq 6$
 - (d) $6 \leq n \leq 7$

- 9. 你正考虑购买一个旧仓库，然后改造成一个办公室进行出租。假定你能够拥有该资产10年，第0年改造费用为550 000美元；年租收入为800 000美元；年保养费（包括所得税）80 000美元；预计10年末财产净值（税后）为2225 000美元；货币的时间价值为每年8%。你打算为该旧房支付多少钱？
 - (a) 4445 770美元
 - (b) 5033 400美元
 - (c) 5311 865美元
 - (d) 5812 665美元

- 10. 埃尔普公司正计划投资某机器，其使用结果如下：第1年年利润10 000美元，每年增加5 000美元，一直到第9年。从第10年开始，利润将保持不变（52 000美元），寿命期不限。机器每10年就要进行一次大维修，每次花费40 000美元。如果埃尔普公司期望该项目现值至少为100 000美元， $MARR = 10\%$ ，那么埃尔普计划最大投资多少？
 - (a) 250 140
 - (b) 674 697
 - (c) 350 100
 - (d) 509 600

- 11. 考查以下两个互斥的投资方案：假定你的公司需要其中一种使用两年。出售机器B预计净收入200美元，当利率为10%时，如果想要两种机器在经济上等效，那么两年末出售机器A的必要的净收入是多少？

净流量		
年末	机器A (美元)	机器B (美元)
0	-2000	-1000
1	-600	-900
2	-700	-1000+200
3	-800+500	

- (a) 750美元
- (b) 780美元
- (c) 800美元
- (d) 850美元