公司金融

第 4 章：货币的时间价值

章节大纲

1. 学习目标
2. 4.1 时间线
3. 4.3 现金流估值

学习目标 (1/4)

- 绘制给定现金流的时间线。
- 列出并定义时间旅行三定律。
- 计算以下各项的终值：
  - 单笔金额
  - 从现在或未来某个时间点开始的一系列不均匀现金流
  - 从现在或未来某个时间点开始的年金
  - 定期发生、每期以恒定速率增长的若干现金流

学习目标 (2/4)

- 计算以下各项的现值：
  - 单笔金额
  - 从现在或未来某个时间点开始的一系列不均匀现金流
  - 无限期的相同现金流
  - 从现在或未来某个时间点开始的年金
  - 每期以恒定速率增长的无限现金流
  - 定期发生、每期以恒定速率增长的若干现金流

学习目标 (3/4)

- 对于一项年金，给定以下五个输入中的任意四个，计算第五个：(a) 现值，(b) 终值，(c) 期数，(d) 每期利率，(e) 每期支付额。
- 对于单笔金额，给定以下四个输入中的任意三个，计算第四个：(a) 现值，(b) 终值，(c) 期数，(d) 每期利率。

学习目标 (4/4)

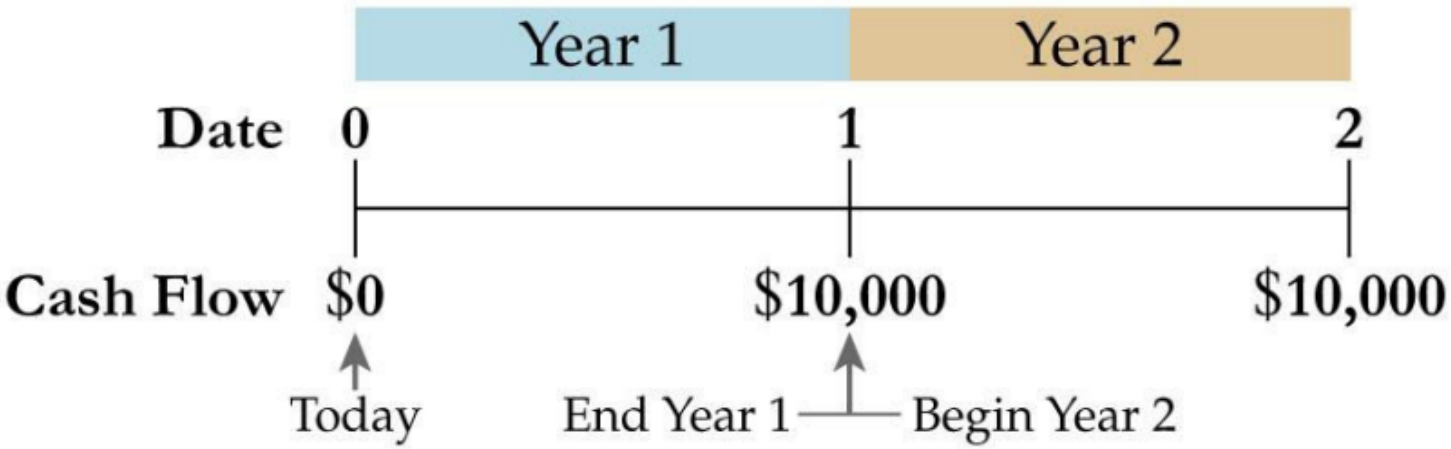
- 给定现金流和现值或终值，计算一系列现金流的内部收益率。

4.1 时间线 (1/4)

- 时间线是潜在现金流时间分布的线性表示。
- 绘制现金流时间线有助于你将金融问题可视化。

4.1 时间线 (2/4)

- 假设你向朋友提供了一笔贷款。未来两年，你将分两次收到还款，每年年底一次。

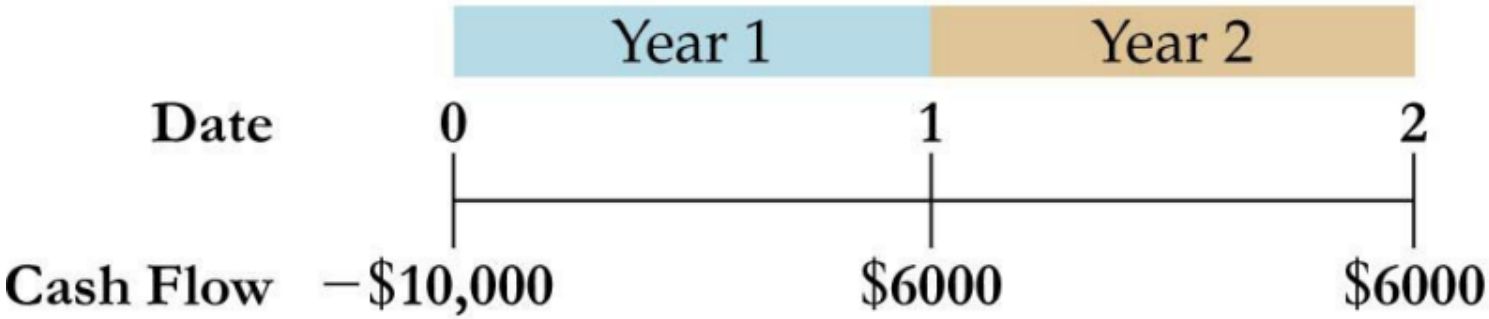


4.1 时间线 (3/4)

- 现金流分为两种类型：
  - 现金流入是正的现金流。
  - 现金流出是负的现金流，用负号（-）表示。

4.1 时间线 (4/4)

- 假设你今天借出 $10,000，这笔贷款分两次偿还，每年偿还 $6,000。



- 日期 0（今天）的第一次现金流表示为负数，因为它是一笔现金流出。
- 时间线可以表示发生在任意时期期末的现金流，如月末、周末、日末等。

教材例题 4.1 (1/2)

构建时间线

问题

假设你未来两年每年必须支付 $10,000 的学费。你的学费必须在每学期初等额支付。你的学费支付时间线是怎样的？

教材例题 4.1 (2/2)

解答

- 假设今天是第一学期的开始，你的第一次付款发生在日期 0（今天）。其余的付款发生在每个学期初。以一学期为时间单位，我们可以构建如下时间线：

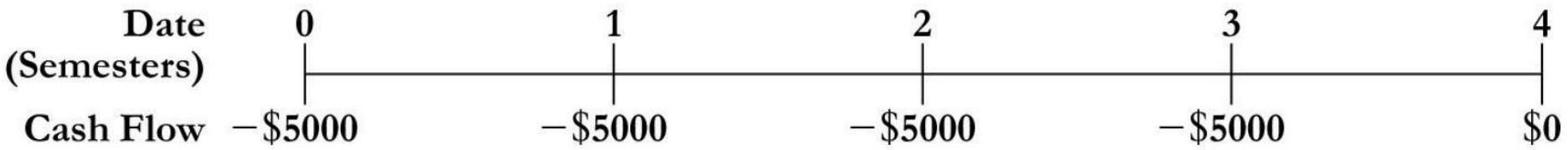


Figure: 学费支付时间线（单位：学期）

4.2 时间旅行三定律

- 财务决策通常需要合并现金流或比较其价值。
- 三条定律支配着这些过程。

表 4.1 时间旅行三定律

定律 **1**	只有在同一时间点的价值才能进行比较或合并。
定律 **2**	要将现金流向前移动，你必须对其进行复利计算。
定律 **3**	要将现金流向后移动，你必须对其进行折现。

4.2 时间旅行三定律

- 财务决策通常需要合并现金流或比较其价值。
- 三条定律支配着这些过程。

表 4.1 时间旅行三定律

定律 **1**	只有在同一时间点的价值才能进行比较或合并。
定律 **2**	要将现金流向前移动，你必须对其进行复利计算。
定律 **3**	要将现金流向后移动，你必须对其进行折现。

现金流的终值

$$FV_n = C \times (1+r)^n$$

现金流的现值

$$PV = \frac{C}{(1+r)^n}$$

定律 1：比较和合并价值

- 今天的一美元和一年后的一美元是不等价的。
- 只有在同一时间点的价值才能进行比较或合并。
  - 你更愿意选择哪个：今天获得 $1,000 的礼物，还是在稍后的某个日期获得 $1,210？
  - 要回答这个问题，你必须比较这些选择，以决定哪个更有价值。
  - 需要考虑的一个因素是：“稍后”是多久？

定律 2：将现金流向前移动 (1/2)

- 要将现金流向前移动，你必须对其进行复利计算。
- 假设你可以选择今天收到 $1,000 或两年后收到 $1,210。
- 你相信今天投资 $1,000 可以获得 10% 的收益率，但想知道这 $1,000 在两年后会值多少钱。

定律 2：将现金流向前移动 (2/2)

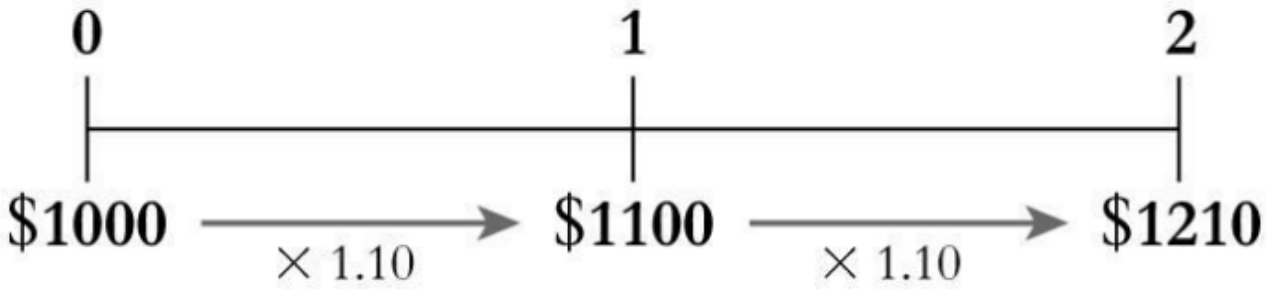


Figure: 现金流的复利计算

现金流的终值

$$FV_n = C \times (1+r) \times (1+r) \times \cdots \times (1+r) = C \times (1+r)^n$$

图 4.1：利息随时间的构成

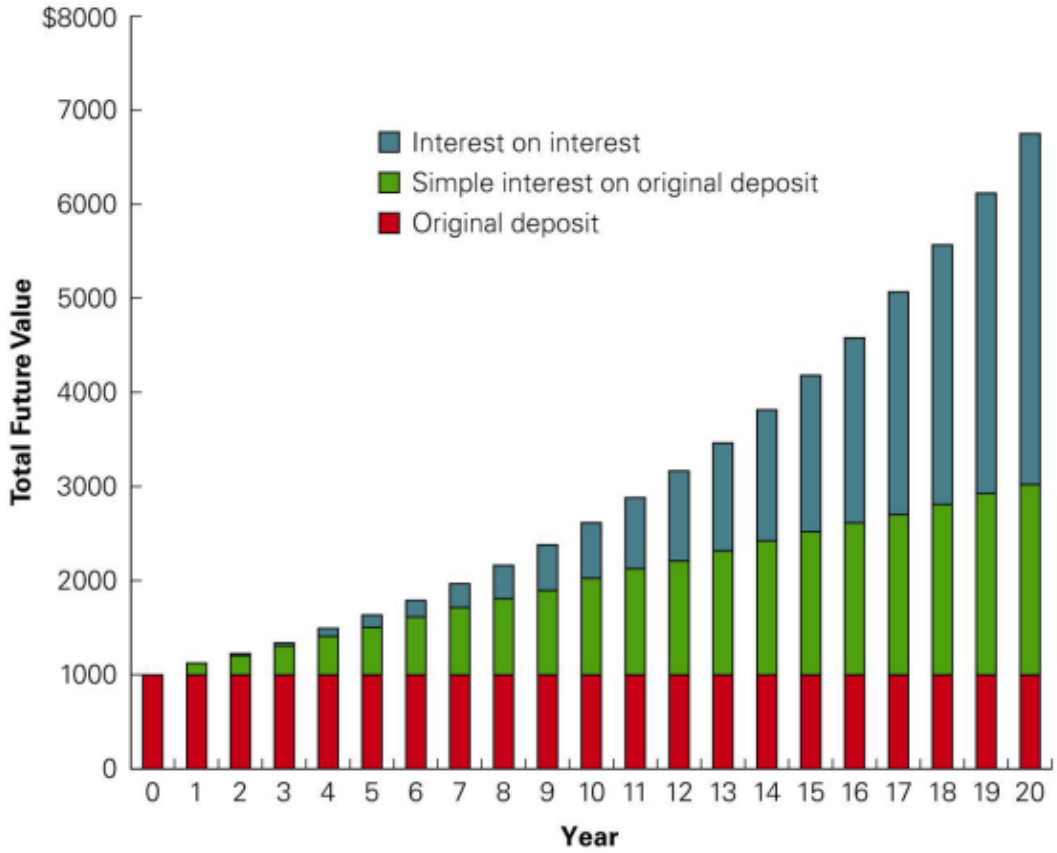


Figure: 初始存款 $1,000，利率 10%

图中显示了总终值由三部分构成：原始存款、原始存款的单利以及利息的利息（利滚利）。随着时间的推移，“利滚利”部分显著增长。

教材例题 4.2 (1/2)

复利的力量

问题

假设你将 $1,000 投资于一个年利率为 10% 的账户。7 年后、20 年后、75 年后，你的账户里将有多少钱？

教材例题 4.2 (2/2)

解答

- 你可以应用公式 4.1 计算每种情况下的终值。
  - 7 年后：$\$1000 \times (1.10)^7 = \$1948.72$
  - 20 年后：$\$1000 \times (1.10)^{20} = \$6727.50$
  - 75 年后：$\$1000 \times (1.10)^{75} = \$1,271,895.37$
- 注意，在 10% 的利率下，你的钱在七年内几乎翻倍。20 年后，它将增至近七倍。如果你投资 75 年，你将成为百万富翁！

定律 3：将现金流向后移动

- 要将现金流向后移动，我们必须对其进行折现。

现金流的现值

$$PV = C \div (1+r)^n = \frac{C}{(1+r)^n}$$

教材例题 4.3 (1/2)

单一未来现金流的现值

问题

你正在考虑投资一种储蓄债券，该债券将在 10 年后支付 $15,000。如果市场竞争利率固定为每年 6%，那么该债券今天价值多少？

教材例题 4.3 (2/2)

解答

- 该债券的现金流可用以下时间线表示：

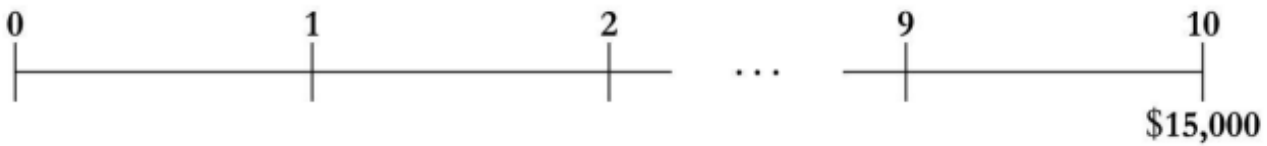


Figure: 10 年期债券现金流

- 因此，该债券在 10 年后价值 $15,000。要确定今天的价值，我们计算其现值：

$$PV = \frac{15,000}{1.06^{10}} = \$8375.92 \text{ (今天)}$$

- 由于货币的时间价值，该债券今天的价值远低于其最终支付额。

补充例题 4.3 (1/2)

问题

假设你获得一个投资机会，它将在五年后支付 $10,000。如果你期望获得 10% 的收益率，这项投资今天价值多少？

补充例题 4.3 (2/2)

解答

- 这 $10,000 今天的价值是：

$$PV = \$10,000 \div (1.10)^5 = \$6209$$

应用时间旅行定律 (1/2)

- 回顾第一条定律：只有在同一时间点的价值才能进行比较或合并。
- 到目前为止，我们只看了比较。
- 假设我们计划今天存 $1,000，并且在未来两年的每年年底各存 $1,000。
- 如果我们的储蓄可以获得固定的 10% 利率，那么从今天起三年后我们会有多少钱？

应用时间旅行定律 (2/2)

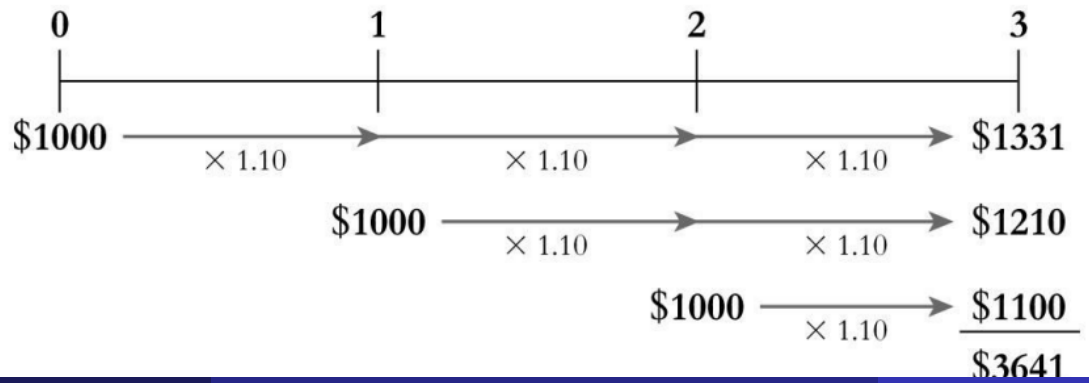
计算终值

方法一：逐步计算

- 第 1 年末：
  $\$1000 \times 1.10 + \$1000 = \$2100$
- 第 2 年末：
  $\$2100 \times 1.10 + \$1000 = \$3310$
- 第 3 年末：
  $\$3310 \times 1.10 = \$3641$

方法二：分别计算每笔现金流的终值

- 第 1 笔 ($\$1000$ @ $t = 0$)：
  $\$1000 \times (1.10)^3 = \$1331$
- 第 2 笔 ($\$1000$ @ $t = 1$)：
  $\$1000 \times (1.10)^2 = \$1210$
- 第 3 笔 ($\$1000$ @ $t = 2$)：
  $\$1000 \times (1.10)^1 = \$1100$
- 总计：
  $\$1331 + \$1210 + \$1100 = \$3641$



教材例题 4.4 (1/3)

计算终值

问题

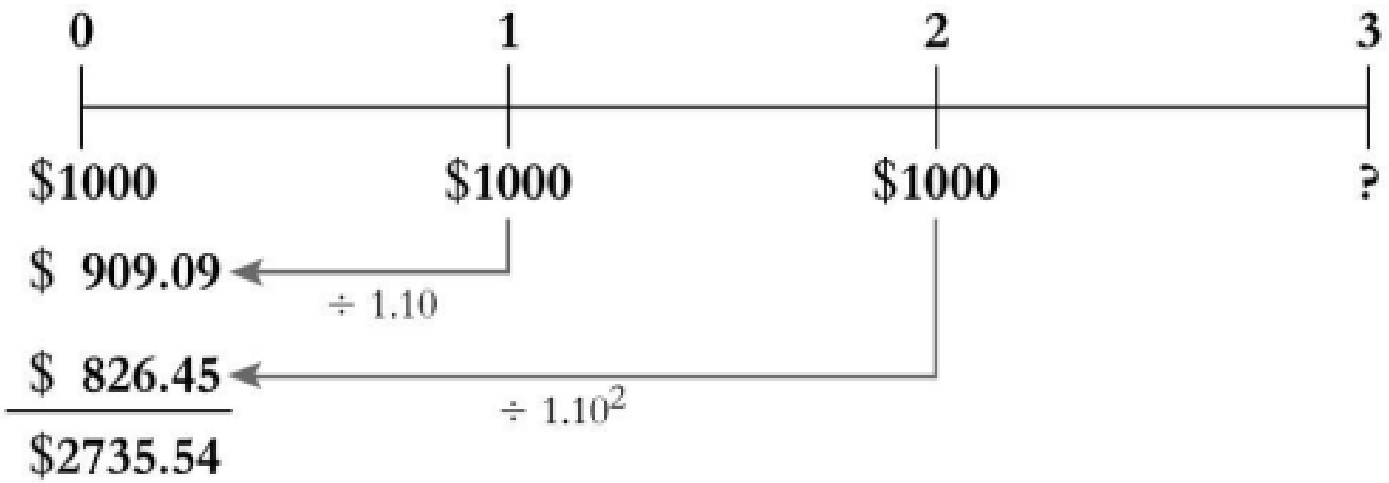
让我们重新审视我们之前考虑的储蓄计划：我们计划今天存 $1,000，并在未来两年的每年年底各存 $1,000。在固定的 10% 利率下，从今天起三年后我们在银行会有多少钱？



教材例题 4.4 (2/3)

解答（另一种方法）

- 首先，计算现金流的现值。我们可以分别处理每笔现金流，然后将它们的现值相加。
- PV(t=1)：$\$1000/1.10 = \$909.09$
- PV(t=2)：$\$1000/(1.10)^2 = \$826.45$
- PV(t=0)：$\$1000$
- 总现值：$\$1000 + \$909.09 + \$826.45 = \$2735.54$

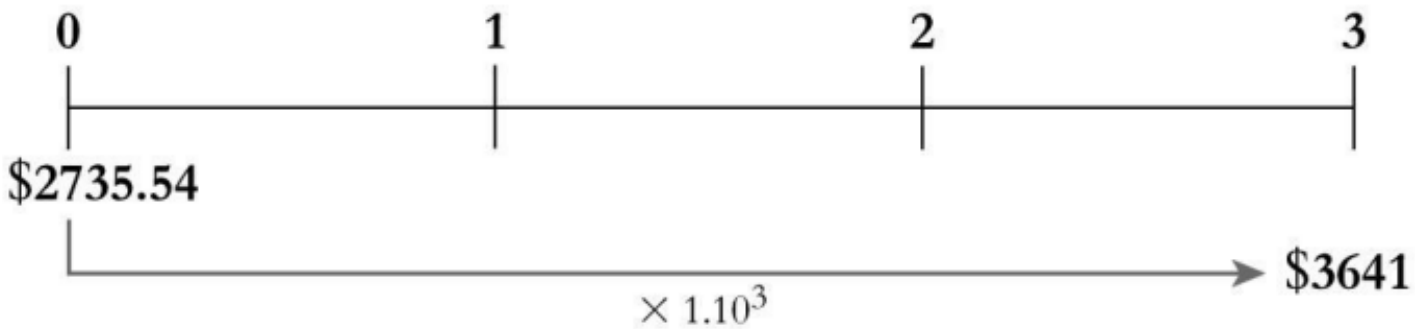


教材例题 4.4 (3/3)

解答（续）

- 今天存入 $2,735.54 等同于连续三年每年存入 $1,000。
- 现在我们计算它在第 3 年末的终值：

$$FV = \$2735.54 \times (1.10)^3 = \$3641$$

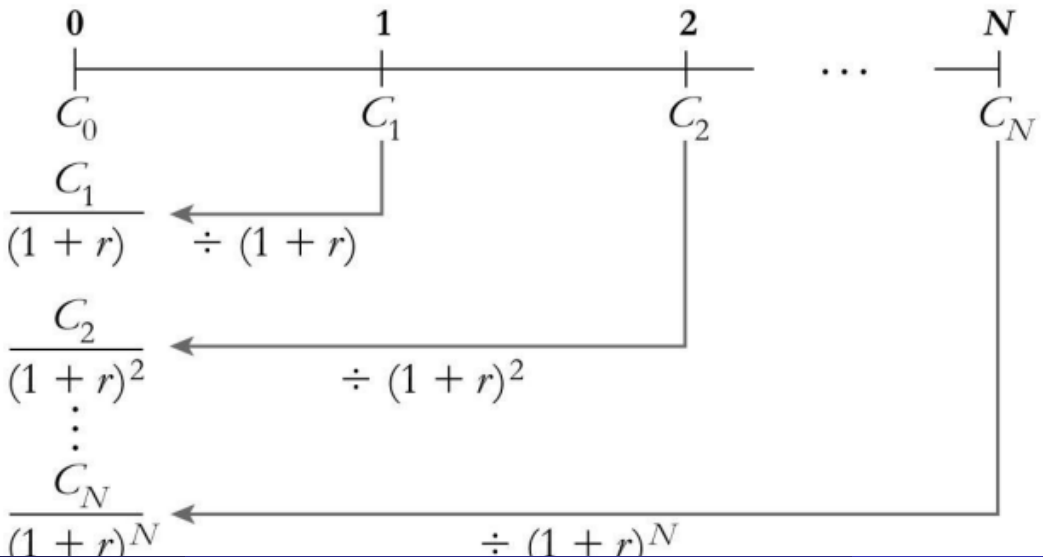


- 这个 $3,641 的答案与我们之前得到的结果完全相同。
- 只要我们应用时间旅行三定律，我们总能得到正确的答案。

- 基于时间旅行第一定律，我们可以推导出估算一系列现金流价值的通用公式：如果我们想求一系列现金流的现值，只需将每笔现金流的现值相加。

现金流的现值公式

$$PV = \sum_{n=0}^{N} PV(C_n) = \sum_{n=0}^{N} \frac{C_n}{(1+r)^n}$$



教材例题 4.5 (1/4)

一系列现金流的现值

问题

你刚毕业，需要钱买一辆新车。你那位富有的亨利叔叔愿意借钱给你，只要你同意在四年内还清，并按他把钱存入储蓄账户所能得到的利率支付利息。根据你的收入和生活开支，你认为你能在一年后支付他 $5,000，然后在接下来的三年里每年支付 $8,000。如果亨利叔叔的储蓄能获得每年 6% 的收益率，你能从他那里借多少钱？

教材例题 4.5 (2/4)

解答

- 你能承诺给亨利叔叔的现金流如下：

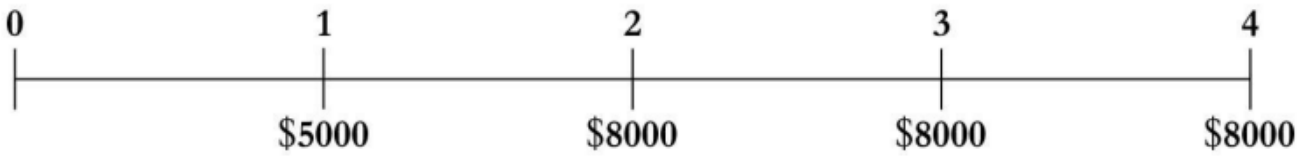


Figure: 还款计划时间线

- 亨利叔叔今天应该愿意给你多少钱来换取你的还款承诺？他应该愿意给你一个与这些还款现值相等的金额。

$$\begin{aligned} PV &= \frac{5000}{1.06} + \frac{8000}{1.06^2} + \frac{8000}{1.06^3} + \frac{8000}{1.06^4} \\ &= 4716.98 + 7119.97 + 6716.95 + 6336.75 \\ &= \$24,890.65 \end{aligned}$$

- 因此，亨利叔叔应该愿意借给你 $24,890.65。

教材例题 4.5 (3/4)

- 因此，亨利叔叔应该愿意借给你 $24,890.65，这个金额小于你将支付给他的总额（$29,000），这是由于货币的时间价值。
- 让我们来验证一下。如果你的叔叔今天将 $24,890.65 存入银行，赚取 6% 的利息，四年后他将拥有：

$$FV = \$24,890.65 \times (1.06)^4 = \$31,423.87$$

- 现在，假设亨利叔叔把钱给了你，然后每年将你的还款存入银行。四年后他会有多少钱？我们需要计算年度存款的终值。

教材例题 4.5 (4/4)

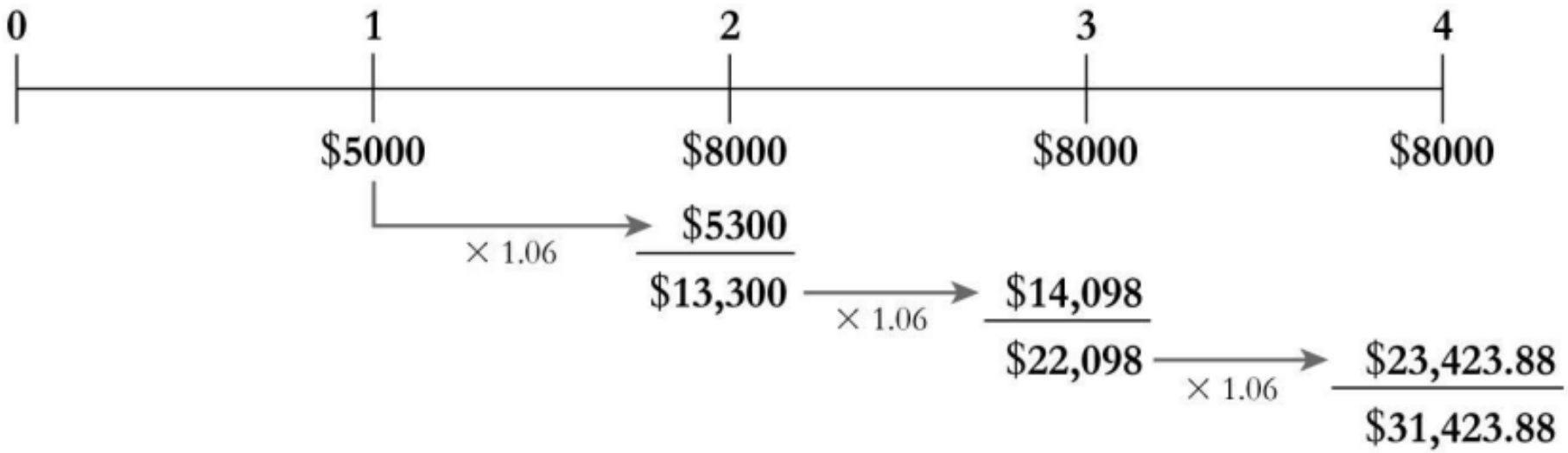


Figure: 将年度还款复利计算至第 4 年末

- 我们用两种方法得到了相同的结果（相差一分钱以内，是四舍五入所致）。
- 现值为 PV 的一系列现金流的终值：$FV_n = PV \times (1 + r)^n$

4.4 计算净现值 (NPV)

- 计算未来现金流的净现值 (NPV) 让我们能够评估一项投资决策。
- 净现值比较的是现金流入（收益）的现值与现金流出（成本）的现值。

$$NPV = PV(\text{收益}) - PV(\text{成本})$$

教材例题 4.6 (1/4)

投资机会的净现值

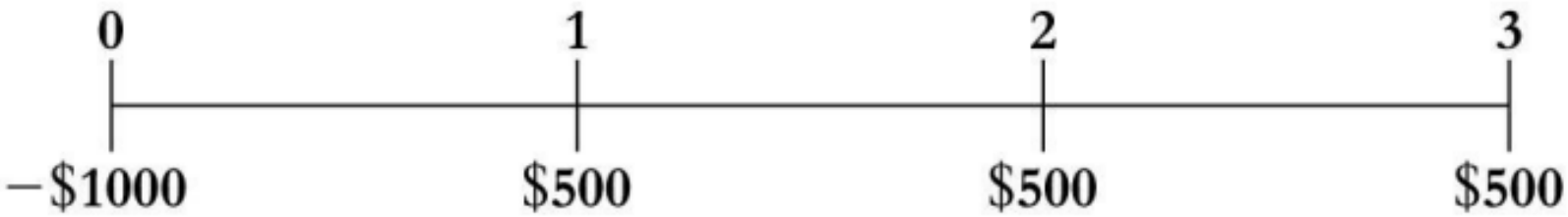
问题

你获得了一个投资机会：如果你今天投资 $1,000，你将在未来三年的每年年底收到 $500。如果你本来可以将钱投资于其他地方并获得每年 10% 的收益率，你是否应该接受这个投资机会？

教材例题 4.6 (2/4)

解答

- 我们用时间线来表示这个问题，初始投资为负现金流，收到的钱为正现金流。



- 为了决定是否接受这个机会，我们通过计算现金流的现值来计算净现值 (NPV)：

$$NPV = -1000 + \frac{500}{1.10} + \frac{500}{1.10^2} + \frac{500}{1.10^3} = \$243.43$$

教材例题 4.6 (3/4)

- 因为 NPV 是正数，收益超过了成本，我们应该进行这项投资。实际上，NPV 告诉我们，接受这个机会就像今天额外获得了 $243.43 可供消费。
- 为了说明这一点，假设你借款 $1,000 用于投资，并额外借款 $243.43 用于今天的消费。
- 在 10% 的利率下，这笔 $1,243.43 的贷款在三年后需要偿还的金额为：

$$FV = (\$1000 + \$243.43) \times (1.10)^3 = \$1655$$

教材例题 4.6 (4/4)

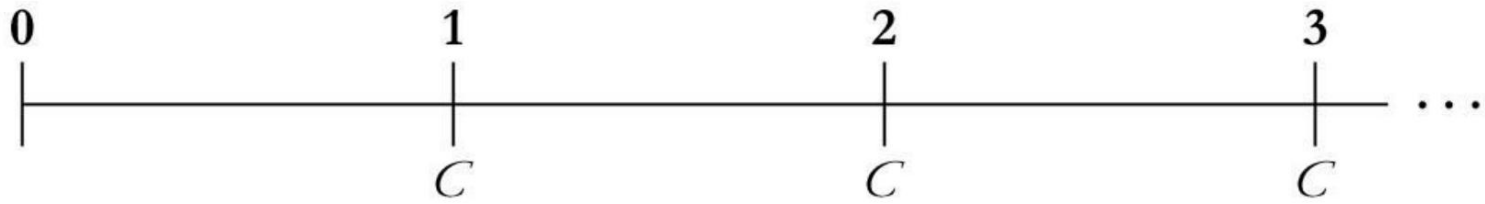
- 与此同时，这项投资机会产生了现金流。如果你将这些现金流存入银行账户，三年后你将存下多少钱？存款的终值为：

$$FV = (\$500 \times 1.10^2) + (\$500 \times 1.10) + \$500 = \$1655$$

- 你可以用你的银行存款来偿还贷款。因此，接受这个机会让你可以在今天消费 $243.43 而无需任何额外成本。

永续年金 (Perpetuity)

- 当一笔恒定的现金流以固定的时间间隔永远持续下去时，它被称为永续年金。



永续年金的现值

永续年金的价值就是现金流除以利率。

$$PV(C \text{ in perpetuity}) = \frac{C}{r}$$

教材例题 4.7

捐赠一项永续年金

问题

你想为你的母校捐赠一笔资金，用于举办年度 MBA 毕业派对。你希望这个活动令人难忘，所以你计划每年为此永久提供 $30,000 的预算。如果大学的投资年收益率为 8%，且第一次派对在一年后举行，你需要捐赠多少钱？

教材例题 4.7

捐赠一项永续年金

问题

你想为你的母校捐赠一笔资金，用于举办年度 MBA 毕业派对。你希望这个活动令人难忘，所以你计划每年为此永久提供 $30,000 的预算。如果大学的投资年收益率为 8%，且第一次派对在一年后举行，你需要捐赠多少钱？

解答

这是一个标准的永续年金，每年 $30,000。你需要提供的资金是这笔现金流的现值。

$$PV = \frac{C}{r} = \frac{\$30,000}{0.08} = \$375,000 \text{ (今天)}$$

如果你今天捐赠 $375,000，大学将其以每年 8% 的利率投资，那么 MBA 学生每年将有 $30,000 用于他们的毕业派对。

中美对比：折现率的起点——无风险利率

- 10 年期国债收益率（2026 年 10 月 30 日）：中国 1.65%，美国 4.94%。
- 把例题 4.7 的永续年金（$C = 30{,}000$）按不同折现率 r 计算现值 $PV = C/r$：

折现率 r	**1.65%**（中国国债）	**4.94%**（美国国债）	**8%**（例题 **4.7**）
$PV = C/r$	$\approx 1{,}818{,}182$	$\approx 607{,}287$	$375{,}000$

- 利率越低，$PV = C/r$ 对 r 越敏感：同样的现金流，中国国债收益率下的现值约为美国的 3 倍。
- 名义利率与币种、通胀和货币政策有关，现值只能在同一币种、同一利率口径下比较（定律 1）。
- 国债收益率只是折现率的起点；有风险的现金流还需要在其上加风险溢价。

资料来源：中债估值中心，《中债收益率曲线和指数日评》（2026 年 10 月 30 日）；U.S. Department of the Treasury, *Daily Treasury Par Yield Curve Rates*（2026 年 10 月 30 日）

年金 (Annuity)

- 当一笔恒定的现金流以固定的时间间隔持续有限的 **N** 期时，它被称为年金。



年金的现值

$$PV = C \times \frac{1}{r}\left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right)$$

教材例题 4.8 (1/2)

彩票奖金年金的现值

问题

你是州立彩票 $3,000 万大奖的幸运赢家。你可以选择以下两种方式领取奖金：(a) 分 30 次领取，每年 $100 万（从今天开始），或 (b) 今天一次性领取 $1,500 万。如果利率是 8%，你应该选择哪个选项？

教材例题 4.8 (2/2)：彩票奖金年金的现值

解答

- 选项 (a) 是一个期初年金 (annuity due)，因为它包含一笔立即支付的款项。
- 这笔奖金包括今天立即支付的 **100** 万美元，以及一笔为期 29 年、每年支付 100 万美元的普通年金。
- 首先，计算未来 29 年年金的现值 (PV)：

$$PV_{\text{年金}} = 100\text{万} \times \frac{1}{0.08}\left(1 - \frac{1}{1.08^{29}}\right) \approx 1116\text{万}$$

- 将首期支付与年金现值相加，得到选项 (a) 的总现值：

$$\text{总现值} = 100\text{万 (首期)} + 1116\text{万 (年金现值)} = 1216\text{万}$$

- 结论：选项 (a) 的总现值约为 **1216** 万美元，低于选项 (b) 的 **1500** 万美元。因此，一次性领取 1500 万美元是更优的选择。

年金的终值

年金的终值公式

$$
\begin{aligned}
FV(\text{annuity}) &= PV \times (1+r)^N \\
&= \left(C \times \frac{1}{r} \left(1 - \frac{1}{(1+r)^N} \right) \right) \times (1+r)^N \\
&= C \times \frac{1}{r} \left((1+r)^N - 1 \right)
\end{aligned}
$$

教材例题 4.9

退休储蓄计划年金

问题

艾伦今年 35 岁，她决定认真规划退休生活。从现在开始直到 65 岁，她将在每年年底向一个退休账户存入 $10,000。如果该账户每年收益率为 10%，那么艾伦在 65 岁时能存下多少钱？

教材例题 4.9

退休储蓄计划年金

问题

艾伦今年 35 岁，她决定认真规划退休生活。从现在开始直到 65 岁，她将在每年年底向一个退休账户存入 $10,000。如果该账户每年收益率为 10%，那么艾伦在 65 岁时能存下多少钱？

解答

这是一个为期 30 年（从 35 岁末到 65 岁末）的年金，每年 $10,000。我们计算这个年金的终值：

$$\begin{aligned} FV &= \$10,000 \times \frac{1}{0.10}\left((1.10)^{30} - 1\right) \\ &= \$10,000 \times 164.49 \\ &= \$1,644,940 \text{ (约 \$164.5 万)} \end{aligned}$$

艾伦在 65 岁时将拥有约 $164.5 万的储蓄。

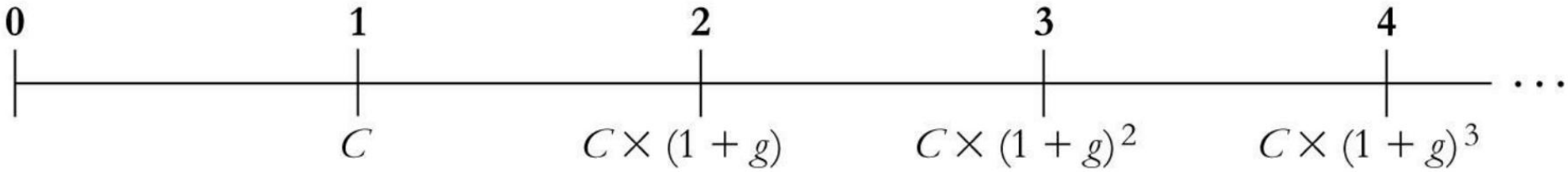
中美对比：个人养老金与 401(k)/IRA

	中国：个人养老金	美国：**401(k) / IRA**
年缴费上限	12,000 元（2022 年 11 月先在 36 个城市试点，2024 年 12 月 15 日起全国实施）	2026 年：401(k) $24,500，IRA $7,500；50 岁及以上另可追加 $8,000 / $1,100
税收	缴费税前扣除；投资收益暂不征税；领取时单独按 3% 计税	IRA：传统账户缴费可扣除、领取时纳税，Roth 账户缴费后税、领取免税
参与方式	个人自愿开户，参加基本养老保险的劳动者均可参加	401(k) 由雇主提供，可有雇主配比和自动加入

- 中国参与情况：2025 年末开户超 1.5 亿，实际缴费账户约 22%，平均缴存额约为上限的 2.5%。
- 满额缴费 $C = 12{,}000$ 元、$N = 30$ 的年金终值（例题 4.9 公式）：$r = 3\%$ 时 $FV \approx 570{,}905$ 元；$r = 5\%$ 时 $FV \approx 797{,}266$ 元。
- 税收递延的好处：缴费时节税 $t\times$ 缴费额（t 为边际税率），领取时按 3% 缴税；t 越低，激励越弱。

资料来源：财政部、税务总局公告 2022 年第 34 号；人社部等五部门《关于全面实施个人养老金制度的通知》（人社部发〔2024〕87 号）；IRS, IR-2025-111（2025 年 11 月 13 日）；第一财经（2026 年 3 月 31 日），引《2025 中国养老金金融白皮书》

- 假设你预期永续年金的支付额以恒定速率 g 增长。



增长型永续年金的现值

$$PV(\text{growing perpetuity}) = \frac{C}{r-g} \quad (\text{其中} r > g)$$

教材例题 4.10

捐赠增长型永续年金

问题

在例题 4.7 中，你计划捐款 $375,000 来资助每年 $30,000 的派对（利率为 8%）。现在，学生会要求你增加捐款，以应对未来因通货膨胀导致的派对成本上涨。他们估计派对成本将每年上涨 4%。为了满足他们的要求，你现在需要捐赠多少钱？

教材例题 4.10

捐赠增长型永续年金

问题

在例题 4.7 中，你计划捐款 \$375,000 来资助每年 \$30,000 的派对（利率为 8%）。现在，学生会要求你增加捐款，以应对未来因通货膨胀导致的派对成本上涨。他们估计派对成本将每年上涨 4%。为了满足他们的要求，你现在需要捐赠多少钱？

解答

这是一个增长型永续年金，初始现金流 $C = \$30,000$，利率 $r = 8\%$，增长率 $g = 4\%$。

$$PV = \frac{C}{r-g} = \frac{\$30,000}{0.08 - 0.04} = \frac{\$30,000}{0.04} = \$750,000$$

你需要将你的捐款翻倍！

- 初始现金流为 C、增长率为 g、利率为 r、持续 N 期的增长型年金，其现值为：

增长型年金的现值

$$PV = C \times \frac{1}{r-g}\left(1 - \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^N\right) \quad (\text{其中} r \neq g)$$

教材例题 4.11 (1/2)

用增长型年金进行退休储蓄

问题

在例题 4.9 中，艾伦考虑每年储蓄 $10,000。虽然第一年她最多只能存这么多，但她预计自己的薪水每年都会增长，因此她能够每年将储蓄额增加 5%。按照这个计划，如果她的储蓄年收益率为 10%，艾伦在 65 岁时能存下多少钱？

教材例题 4.11 (2/2)

解答

- 这是一个为期 30 年的增长型年金，初始现金流 $C = \$10,000$，$g = 5\%$，$r = 10\%$。
- 首先，计算这个增长型年金的现值：

$$\begin{aligned} PV &= \$10,000 \times \frac{1}{0.10 - 0.05}\left(1 - \left(\frac{1.05}{1.10}\right)^{30}\right) \\ &= \$10,000 \times 15.0463 \\ &= \$150,463 \text{ (今天)} \end{aligned}$$

- 接下来，计算这个现值在 30 年后的终值：

$$FV = \$150,463 \times (1.10)^{30} = \$2,625,000 \text{ (约 \$262.5 万)}$$

- 艾伦将储蓄 \$262.5 万，比她原来的计划多出近 \$100 万。

4.8 求解现金支付额

- 有时我们知道现值或终值，但不知道之前作为输入的某个变量。
- 例如，当你申请贷款时，你可能知道你想借的金额，但不知道需要偿还的贷款支付额是多少。

贷款或年金支付额 (C)

$$C = \frac{P}{\frac{1}{r}\left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right)}$$

教材例题 4.15：计算贷款支付额

问题

你的生物技术公司计划购买一台价值 $500,000 的新 DNA 测序仪。卖方要求你支付 20% 的购买价作为首付，但愿意为余款提供一个 48 个月的贷款，每月等额支付，月利率为 0.5%。每月的贷款支付额是多少？

教材例题 4.15：计算贷款支付额

问题

你的生物技术公司计划购买一台价值 $500,000 的新 DNA 测序仪。卖方要求你支付 20% 的购买价作为首付，但愿意为余款提供一个 48 个月的贷款，每月等额支付，月利率为 0.5%。每月的贷款支付额是多少？

解答

首付为 $100,000，因此贷款金额 (P) 为 $400,000。

$$C = \frac{400,000}{\frac{1}{0.005}\left(1 - \frac{1}{(1.005)^{48}}\right)} = \$9,394$$

你的公司每月需要支付 $9,394 来偿还贷款。

中美对比：住房按揭的利率与还款结构 (1/3)

	中国	美国
利率类型	绝大部分房贷为浮动利率：LPR + 加点	固定利率产品为主，利率在合同期内不变
利率调整	按重定价日调整：原为每年一次；2024 年 11 月 1 日起可选 3、6 或 12 个月（合同期内限改一次）	无（固定利率）
新发放利率	5 年期以上 LPR 3.5%（2026 年 10 月 20 日）；商业性个贷加权平均 3.05%（2026 年第三季度）；公积金首套（5 年以上）2.6%（2025 年 5 月 8 日起）	30 年期固定 7.24%（一年前同期 6.17%），15 年期固定 6.60%（2026 年 10 月 29 日当周）
还款方式	等额本息（即年金）或等额本金，借款人可选（如公积金贷款）	固定利率下按公式确定月供，期末恰好还清

- 中国借款人承担重定价风险：LPR 下行时月供下降，上行时上升；美国借款人在合同期内锁定利率。

资料来源：中国人民银行（LPR 公告，2026 年 10 月 20 日；2026 年第三季度新发放商业性个人住房贷款加权平均利率，2026 年 10 月 30 日）；北京住房公积金管理中心公告（2025 年 5 月 8 日）；新华社（2024 年 11 月 2 日）；深圳市住房和建设局；Freddie Mac, PMMS（2026 年 10 月 29 日）；CFPB

中美对比：住房按揭的利率与还款结构 (2/3)

同一笔贷款：100 万元（或 100 万美元），30 年，月利率 = 年利率/12

情形	年利率	月供	**30** 年总利息
中国：公积金首套（5 年以上）	2.60%	4,003 元	441,223 元
中国：新发放商贷（全国均值）	3.05%	4,243 元	527,500 元
中国：存量首套（2023 年 10 月调整后）	4.27%	4,931 元	775,201 元
美国：30 年固定（一年前同期）	6.17%	6,105 美元	1,197,885 美元
美国：30 年固定（2026 年 10 月 29 日）	7.24%	6,815 美元	1,453,393 美元

- 月供公式（例题 4.15）：$C = \dfrac{P}{\frac{1}{r}\left(1 - \frac{1}{(1+r)^N}\right)}$，$N = 360$。
- 总利息占本金的比例：中国新发放贷款约 52.8%，美国 7.24% 时约 145.3%。
- 等额本金（3.05%）：首月 5,319 元，末月 2,785 元，总利息 458,771 元，低于等额本息的 527,500 元，但前期月供更高。
- 两种方式的现金流按贷款利率折现，现值都是 100 万元；差别只在时间分布（定律 1）。

资料来源：中国人民银行（2026 年第三季度新发放商业性个人住房贷款加权平均利率；2023 年 10 月 13 日新闻发布会，经新华社报道）；北京住房公积金管理中心公告（2025 年 5 月 8 日）；Freddie Mac, PMMS（2026 年 10 月 29 日）；月供与利息为作者按年金公式计算

中美对比：住房按揭的利率与还款结构 (3/3)

存量贷款：中国 2023 年的调整与美国的“利率锁定”

中国

- 2023 年末个人住房贷款余额 38.17 万亿元，同比下降 1.6%。
- 2023 年 9 月 25 日起存量首套房贷利率调整（银发〔2023〕174 号）：调整后加权平均利率 4.27%，平均降幅 0.73 个百分点；首周 4,973 万笔、21.7 万亿元（98.5%）完成调整。
- 2024 年 11 月 1 日起：加点幅度比全国新发放均值高 30 个基点以上，可申请协商调整。
- 100 万元、30 年：4.27% 对应月供 4,931 元，3.05% 对应 4,243 元，相差 688 元。

美国

- 未偿固定利率住房贷款中，利率低于 4% 的占比：2022 年第一季度峰值 65.2%，2026 年第二季度 49.1%。
- 利率高于 6% 的占比：2022 年第二季度低点 7.3%，2026 年第二季度 22.5%。
- 新贷款利率 7.24%，高于大多数存量贷款的利率，借款人再融资或换房的成本上升。
- 固定月供按当前市场利率折现：市场利率上升，固定利率贷款的现值下降。

资料来源：中国人民银行，《2023 年金融机构贷款投向统计报告》；新华社（2023 年 10 月 13 日，2024 年 11 月 2 日）；中国人民银行、国家金融监督管理总局，银发〔2023〕174 号；FHFA National Mortgage Database（经 Calculated Risk，2026 年 10 月 1 日）；Freddie Mac, PMMS（2026 年 10 月 29 日）

4.9 内部收益率 (IRR)

- 在某些情况下，你知道一个投资机会的现值和现金流，但你不知道其内部收益率 **(IRR)**。
- IRR 是使现金流的净现值 **(NPV)** 等于零的利率。

教材例题 4.16：计算永续年金的 IRR

问题

杰西卡刚获得 MBA 学位。她决定自己创业。她认为她的业务需要 $100 万的初始投资。之后，第一年年底将产生 $10 万的现金流，此后每年增长 4%。这个投资机会的 IRR 是多少？

教材例题 4.16：计算永续年金的 IRR

问题

杰西卡刚获得 MBA 学位。她决定自己创业。她认为她的业务需要 $100 万的初始投资。之后，第一年年底将产生 $10 万的现金流，此后每年增长 4%。这个投资机会的 IRR 是多少？

解答

这是一个增长率为 4% 的增长型永续年金。要使 NPV 为零，投资的现值必须等于未来现金流的现值。

$$\$1,000,000 = \frac{\$100,000}{r - 0.04}$$

求解该方程得到 r：

$$r = \frac{\$100,000}{\$1,000,000} + 0.04 = 0.10 + 0.04 = 0.14$$

因此，这项投资的 IRR 是 **14%**

教材例题 4.17：计算年金的 IRR

问题

一家投资银行决定资助杰西卡的公司，提供了 $100 万的初始资本。作为回报，杰西卡同意在未来 30 年里，每年年底向他们支付 $12.5 万。这项投资的 IRR 是多少？

教材例题 4.17：计算年金的 IRR

问题

一家投资银行决定资助杰西卡的公司，提供了 $100 万的初始资本。作为回报，杰西卡同意在未来 30 年里，每年年底向他们支付 $12.5 万。这项投资的 IRR 是多少？

解答

这是一个 30 年期的年金。我们需要找到使 NPV 为零的利率 r：

$$1,000,000 = 125,000 \times \frac{1}{r}\left(1 - \frac{1}{(1+r)^{30}}\right)$$

使用电子表格求解 r，我们得到 IRR 为 **12.09%**。我们可以将这个 IRR 解释为这笔贷款的有效利率。