武汉大学金融系2023春公司金融

第三讲：净现值准则

授课人：刘 岩

2023年3月6日

课程内容

- 现金流的现值
- 净现值准则和其他投资评价方法
- 投资决策

现金流的现值

现金流的基本要素：时间

- 上一讲中我们讨论了企业自由现金流及其与三大会计报表的关系
- 重点：衡量某一时间点及之前的一个时间周期内（一个财务年份、日历年份）企业的经营状况，特别是企业投资人的可以获得的现金回报：

$$CF(A) = CF(B) + CF(S)$$

- 更一般的，我们可以考察一个投资项目在整个**投资周期**内的现金流状况
- 这里的焦点是**时间**

投融资周期中的现金流

$t=0$，CF_0（初始投资经常为负）

$t=1$，CF_1（可能还在投资期）

……，$t=n$，CF_n（进入回报期）……

$t=T$，CF_T（投资周期结束）

投资项目的现金流

- 现实中投资项目现金流是不定期发生的：可能连续不断，也可能有间隔
- 但从财务角度看，我们总可以把企业的现金流划分进入相应的财务报表周期，于是可以用**现金流向量**
$$(CF_0, CF_1, \ldots, CF_T)$$
来表示整个项目周期中的现金流，可正可负
  - 现金流向量同样简称为现金流，注意根据语境进行区分
- 对于一个企业的投资人来说，其在企业中的利益也可以看成是一个现金流（债券、股票都代表了对企业未来现金流的索取权）
- 企业可看成一个现金流发生器或现金流过程

现金流的现值

- 时间是单向的，因此未来的现金流 CF_t 只有到 t 时刻才能实现
- 未来的现金流（入）对当前的投资人显然是有价值的
  - 即便CF_t是不确定的，依然有价值；不过为简单起见，本节只讨论确定性现金流的情形
- 价值的来源：**交换价值**；即便当前的投资人自己并不需要在 t 时刻享用现金流带来的效用，但其依然可以把这项未来收益转移给有需要的人（对方支付一个价格），从而在当前获得更大的财富支配能力

单期现金流的现值

- 对于单个投资人来说，其所享有的未来现金流的现值等于市场中为购买该现金流而出价的最高值
- 假设 CF_t 无风险且大于 0；如果市场上从第 0 期到第 t 期的**均衡利息率**为 r_t，则以当前的 1 元资金可获取第 t 期的 $(1+r_t)$ 元资金
  - 这里的 r_t 也可以理解为无风险（资产）**均衡回报率**
- 那么无风险现金流 CF_t 的现值就等于

$$PV = \frac{CF_t}{1+r_t}$$

- 这一定价规则本质上无套利原理（**一价定律**）

现实中的市场均衡利率

- 现实中市场利率种类很多：银行存款利率，理财产品利率，货币市场基金利率，国债利率，银行间市场利率（Shibor，7天债券回购利率DR007），外加各种收益率（股票，房产，字画）等等
- 选择标准：最能够反映投资人**机会成本**的利率，亦即投资人所能参与的金融市场中最好的利率
- 同时，还需要注意到投资期限与对应利率的选择：无风险收益率曲线（接下来的课程会讲）

现金流的现值

- 有了 t 期市场均衡利率 $r_{0,t}$ 即可得到对应的 t 期**折现率** $\left(1+r_{0,t}\right)^{-1}$
- 使用这些市场折现率，我们可以计算（无风险）现金流的**现值**：

$$PV = CF_0 + \frac{CF_1}{1+r_{0,1}} + \cdots + \frac{CF_T}{1+r_{0,T}}$$

- 现金流现值的计算体现了金融学三大思想中的两个：时间价值和套利价值

现金流的终值

- 类似于现值，给定初期现金流 CF_0 以及利率（收益率）r_t，那么从第 0 期的角度看，这笔期初现金流第 t 期对应的价值为

$$FV_t = CF_0(1 + r_{0,t})$$

- 终值为衡量现金流的价值提供了另外一个视角

简化

- 前面提到单期利率的简单复利可能并不等于跨越多期的市场均衡利率
- 不过如果我们采用简化假设

$$r_{0,1} = r \text{ 且 } 1 + r_{0,t} = (1 + r)^t$$

  那么可以对很多特殊的现金流得出简单的计算公式

- 最简单的例子是永续现金流/年金 (perpetuity)：

$$PV = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{C}{(1 + r)^t} = \frac{C}{r}$$

  英国曾经发行过的金边债券 (consols) 就是一例；还有中国近年来银行、行、实业公司发行的永续债

进一步的例子

- 还可以考虑增长永续年金 $CF_t = (1+g)^t C$，很容易求出其现值公式
- 年金：$CF_t = C$，$t = 1, \ldots, T$
- 其现值等价于两个永续年金的差：从第 1 期开始的永续年金和从第 $T+1$期开始的永续年金现值之差

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

- 以及增长年金等等

投资项目的净现值准则

投资项目的净现值

- 投资项目的净现值 (net present value, NPV) 其实就是投资项目整个投资周期内现金流的现值
- 如果其现金流为 CF_t，$t=0,\dots,T$，市场利率为 r，那么期现值为

$$PV=CF_0+\frac{CF_1}{1+r}+\cdots+\frac{CF_T}{(1+r)^T}$$

- 之所以称为净现值，是因为投资项目初期现金流为负（如 $CF_0<0$），而后期现金流为正，因此通常会把后期现金流单独计算为投资收益的现值，再减去期初现金流，得到净现值

净现值法则：资本预算的根本标准

- 资本预算 (capital budgeting) 是指企业进行投资的资金测算过程
- 这一测算过程的核心在于测度企业所准备进行的投资项目的净现值
- **净现值法则：企业只应对净现值为正的项目进行投资**
- 净现值法则保证企业的资金至少获得了与其机会成本相匹配的回报：

$$PV_R - PV_C = NPV \geq 0$$

备选的投资准则

- 实践中经常会用到与 NPV 准则不同的投资准则
- 回收期法：给定投资项目现金流，计算要多长时间能收回初期投资，选择回收期最短的项目
  - 这显然忽略了资金的时间价值
- 折现回收期法：先对项目现金流按期进行折现，然后按多长时间能用折现后的现金流收回初期投资选择投资项目
  - 同样忽略了回收期之后现金的价值
- 内部收益率法：除 NPV 准则外使用最广泛

内部收益率法

- 给定项目现金流 CF_t，$t = 0, \dots, T$
- 内部收益率 (internal rate of return, IRR) 为使现金流现值为 0 的收益率：

$$0 = CF_0 + \frac{CF_1}{1+i} + \cdots + \frac{CF_T}{(1+i)^T}$$

- 内部收益率法：选取内部收益率超过市场利率 $i \geq r$ 的投资项目
- 内部收益率法的缺陷：第一个缺陷是可能不唯一

  现金流 $(-100, 230, -132)$ 有两个 IRR，10%、20%

内部收益率法的缺陷：互斥项目

- 互斥项目亦即不能同时进行的项目
- 以内部收益率法提示的直观思维，互斥项目中应该选择 IRR 较高的那个但这可能是不对

	现金流				NPV			
年份	1	2	3	4	$r=0$	r: 10%	r: 15%	IRR%
项目A	-10000	10000	1000	1000	2000	669	109	16.04
项目B	-10000	1000	1000	12000	4000	751	-484	12.94

投资决策

企业投资：增量现金流

- 企业投资决策（资本预算）的第一步是确定项目带来的增量现金流：因进行项目投资而产生的新增现金流

正确的计算增量现金流需要仔细考虑一系列成本项：

1. 沉没成本 (sunk cost)
   - 过去的已经发生，无法改变，不应影响未来决策
2. 机会成本 (opportunity cost)
   - 经济资源的占用需要计入成本；稀缺资源总是另有他用
3. 侵蚀/协同效应 (erosion/synergy effect)
4. 成本分摊

经营性现金流 (OCF)

- 经营性现金流是增量现金流计算的基础
- 三种计算方法
  1. 正推法：$OCF = R - C - T$
  2. 倒推法，净利润加折旧： $OCF = Prt + Dep$
  3. 税盾法：$OCF = (R - C) \times (1 - \tau_c) + Dep \times \tau_c$
  - 此处R与C均表示现金项目
- 三种方法是等价的（无利息支出）：

$$OCF = R - C - (R - C - Dep) \times \tau_c$$

- 有利息支出时：

$$OCF = R - C - (R - C - Dep - Int) \times \tau_c$$

通货膨胀因素

- 通货膨胀：一般性物价水平上涨带来的货币购买力(purchasing power)下降
- 对长期投资项目而言，通货膨胀可能会对项目净现值的计算产生重要影响；处理原则是清楚区分名义现金流和实际现金流，用名义利率对前者进行折现，用实际利率对后者进行折现
- 实际利率：名义利率扣除通胀因素

$$1 + r_{real} = \frac{1 + r_{nominal}}{1 + \pi}$$

其中 π 表示通胀率

投资现金流案例

- 长江存储为评估第三代闪存芯片的市场潜力并进行人才储备，支付了5亿的前期费用（沉没成本）
- 现在，公司考虑进行投资生产，预计将使用价值50亿（税后）的已并购资源（机会成本）
- 存储芯片生产设备成本为200亿（折旧期10年），预计5年后的市场价值为100亿；随后产品更新换代
- 5年销量预期：1, 1.6, 1.2, 1, 1（亿）
- 5年存储芯片售价预期：120,100,90,80,80
- 5年单位成本预期：100,80,60,40,40

预期营业收入和成本

年份	产量：亿	价格	销售收入：亿	单位成本	经营成本：亿
1	1	120	120	100	100
2	1.6	100	160	80	128
3	1.6	90	144	60	96
4	1.2	80	96	40	48
5	1	80	80	40	40

预期每年净利润（单位：亿）

年份	1	2	3	4	5
销售收入	120	160	144	96	80
经营成本	-100	-128	-96	-48	-40
折旧	-20	-20	-20	-20	-20
税前利润	0	12	28	28	20
所得税	0	-3	-7	-7	-5
净利润	0	9	21	21	15

注：所得税率为25%；增值税已反映在销售收入、经营成本中

预期投资现金流（单位：亿）

年份	0	1	2	3	4	5
机器设备	-200					100
机会成本	-50					50
净营运资本（年末）[1]	10	10	15	18	10	
净营运资本变化[3]	-10		-5	-3	8	10
投资总现金流	-260		-5	-3	8	160

[1] 一般假设所有营运资本最终都能收回
[2] 只有营运资本的变化值（投资）才代表现金流出

净营运资本的分解

常见的三种增加营运资本的情况：

1. 存货采购
2. 预防性现金储备
3. 赊销，即新增应收账款；及对应的赊购

最终现金流：增量现金流

	0	1	2	3	4	5
销售收入		120	160	144	96	80
经营成本		-100	-128	-96	-48	-40
所得税		0	-3	-7	-7	-5
经营现金流		20	29	41	41	35
投资现金流	-260		-5	-3	8	160
项目现金流	-260	20	24	38	49	195

市场利率	4%	5%	5.66%	10%
NPV	16.7	6.42	0	-35.35

Excel函数：NPV, IRR

附录：均衡利率的决定

单期现金流的现值

- 对于单个投资人来说，其所享有的未来现金流的现值等于市场中为购买该现金流而出价的最高值

- 假设 CF_t 无风险且大于 0；如果市场上从第 0 期到第 t 期的**均衡利息率**为 r_t，则以当前的 1 元资金可获取第 t 期的 $(1+r_t)$ 元资金
  - 这里的 r_t 也可以理解为无风险（资产）**均衡回报率**

- 那么无风险现金流 CF_t 的现值就等于

$$PV = \frac{CF_t}{1+r_t}$$

- 这一定价规则本质上无套利原理（**一价定律**）

均衡利息率的决定

- 上一结论的得出依赖于直接假定市场均衡利率 r_t 的存在
- 那么问题来了：r_t 是如何确定的？
- 这一问题是资产定价理论的核心问题之一；另一问题是使用无套利原理对各种复杂的现金流（衍生产品）进行定价
- 从直觉上看，无风险率 r_t 反应的是市场总体的时间偏好 (time preference)；换句话说，与当期获得现金进行消费相比，你愿意获得多少额外回报从而等到未来再消费

时间偏好的表示：边际跨期替代率

- 时间偏好的一个更精确表示是消费者（投资者）的边际跨期替代率 (marginal rate of intertemporal substitution, MRS)
- 一个简单的数学表达如下：考虑两期的消费-储蓄效用最大化问题，$\beta < 1$为消费者的主观折现因子：

$$\max u(c_0) + \beta u(c_1)$$
$$s.t.\ c_0 + a = y_0$$
$$c_1 = a(1 + r) + y_1$$

- 消费者效用最大化的一阶条件 FOC

$$u'(c_0) = \beta u'(c_1)(1 + r)$$

Euler 方程：MRS 与利率

- 这个一阶条件也称为 Euler 方程，可以通过如下的 Lagrangian 乘子法得到：令

$$L = u(c_0) + \beta u(c_1) - \lambda_0(c_0 + a - y_0) - \beta\lambda_1(c_1 - (1+r)a - y_1)$$

再对 c_0, c_1 和 a 求导可得 $u'(c_0) = \lambda_0$，$u'(c_1) = \lambda_1$，$\lambda_0 = \beta\lambda_1(1+r) \Rightarrow u'(c_0) = \beta u'(c_1)(1+r)$

- Euler 方程可以写为

$$\frac{1}{1+r} = \beta\frac{u'(c_1)}{u'(c_0)}$$

左边是折现因子 (discount factor)，右边是边际跨期替代率

从 Euler 方程到均衡市场利率

- Euler 方程表明每个消费者（投资者）都会通过储蓄决策调整期跨期消费，以使下期与当期的边际效用之比与时间偏好 β 的乘积等于市场利率对应的折现率
- 当经济达到均衡时，资产市场需求等于供给（储蓄等于投资），市场利率调整到均衡状态 r^*
- 此时可近似认为经济加总消费对应的边际跨期替代率决定了均衡利率：

$$1 + r_{0,1}^* = \left(\frac{\beta u'(C_1^*)}{u'(C_0^*)} \right)^{-1}$$

C_1^*, C_0^*（大写！）为均衡时的社会加总消费

多期的市场均衡利率

- 前面的例子讨论第 0 期到第 1 期的市场均衡利率，类似的推理可以用来表示第 0 期到第 t 期的市场均衡利率：

$$1+r_{0,t}^{*}=\left(\frac{\beta^{t}u'(C_t^{*})}{u'\left(C_0^{*}\right)}\right)^{-1}$$

- 一般说来，$1+r_{0,t}\neq\left(1+r_{0,1}\right)^{t}$，即跨越 t 期的无风险市场均衡利率可能并不等于单期利率的简单复利

- 但如果假设$C_t^{*}=\cdots=C_0^{*}$，则 $1+r_{0,t}=\left(1+r_{0,1}\right)^{t}$