

模块 4 投资方案的评价与选择

学习目标

- ◎ 熟悉静态、动态经济效果评价指标的含义、特点；
- ◎ 掌握静态、动态经济效果评价指标的计算及判别准则；
- ◎ 了解投资方案的关系与类型；
- ◎ 掌握独立型方案和互斥型方案的选择方法。

4.1 投资方案的技术经济评价

4.1.1 投资方案技术经济效果评价的内容

经济效果评价是工程经济分析的核心内容。其目的在于确保决策的正确性和科学性，避免或最大限度地减少工程项目投资的风险。为此，正确选择经济评价指标和方法是十分重要的。

技术经济效果评价是指对评价方案计算期内各种有关技术经济因素和方案投入与产出的有关财务、经济资料数据进行调查、分析、预测，对方案的经济效果进行计算、评价、分析比较各方案的优劣，从而确定和推荐最佳方案的过程。

技术经济效果评价的内容主要包括以下几个方面。

- (1) 盈利能力分析，即分析和测算投资方案计算期的盈利能力和盈利水平。
- (2) 偿债能力分析，即分析和测算投资方案偿还贷款的能力和投资的回收能力。
- (3) 财务生存能力分析，即分析项目是否有足够的净现金流量维持正常运营，以实现财务可持续性。

4.1.2 投资方案技术经济效果评价的指标体系

建设工程的经济效果可采用不同的指标来表达。任何一种评价指标都是从一定的角度、某一个侧面反映项目的经济效果，总会带有一定的局限性，因此需要建立一整套指标体系来全面、真实、客观地反映建设工程的经济效果。

经济效果评价指标可以按不同的标准进行分类。根据是否考虑资金的时间价值,经济效果评价指标可分为静态评价指标和动态评价指标,如图 4-1 所示。

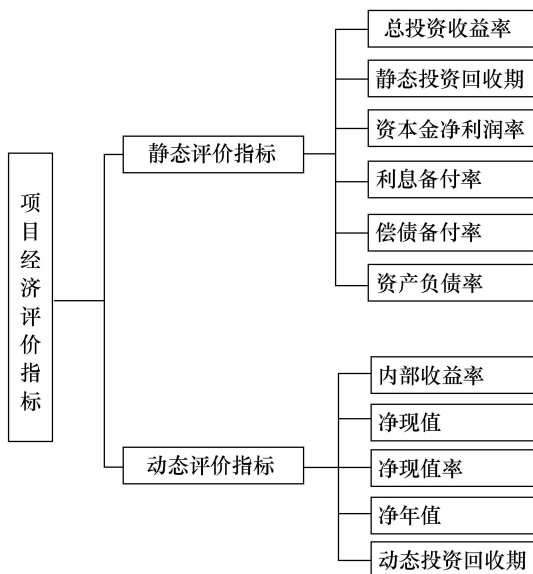


图 4-1 建设项目经济评价指标(按是否考虑资金的时间价值分类)

在建设项目技术经济评价中,按评价指标的性质,也可将评价指标分为盈利能力分析指标、偿债能力分析指标和财务生存能力分析指标,如图 4-2 所示。

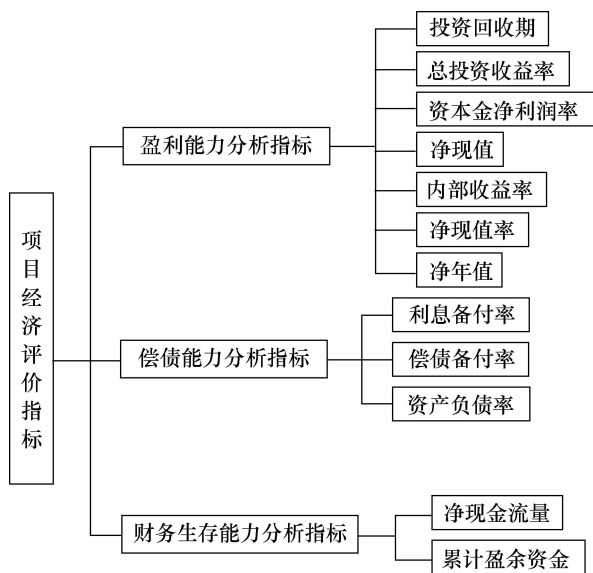


图 4-2 建设项目经济评价指标(按评价指标的性质分类)

评价指标按其经济性质可分为时间性指标、价值性指标和比率性指标,如图 4-3 所示。时间性指标以时间衡量方案的经济效益状况,价值性指标以货币量(价值量)为衡量方案经济效益的尺度,比率性指标反映方案消耗或占用资源的使用效率。

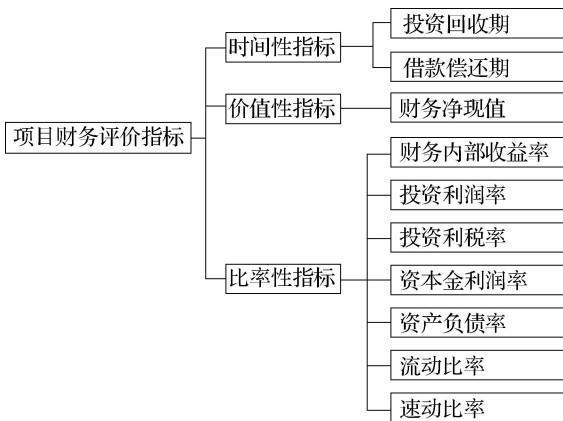


图 4-3 建设项目经济评价指标(按经济性质分类)

总之,在建设项目技术经济评价时,应根据评价深度要求、可获得资料的多少及评价方案本身所处的条件,选用多个不同的评价指标。这些指标有主有次,从不同侧面反映评价方案的技术经济评价效果。

4.1.3 静态评价指标

在经济效益评价中,不考虑资金时间价值的评价指标被称为静态评价指标。静态评价指标主要有静态投资回收期、基准收益率和投资收益率等。这些指标经常用于可行性研究初始阶段的粗略分析和评价,以及方案的初选。

1. 静态投资回收期

1) 静态投资回收期的概念

投资回收期又称投资返本期或投资偿还期,是指用项目的净收益率抵偿全部投资所需的时间长度。投资回收期一般以年为计算单位,从项目投建之年算起,如果从投产年或达产年算起,应予以注明。投资回收期有静态和动态之分。

静态投资回收期是反映项目方案在财务上投资回收能力的重要指标,是考察项目盈利水平的经济效益指标。

2) 静态投资回收期的计算

静态投资回收期的计算公式为:

$$\sum_{t=0}^{P_t} (CI - CO)_t = 0 \quad (4-1)$$

式中,CI为现金流入量;CO为现金流出量; $(CI - CO)_t$ 为第t年的净现金流量; P_t 为静态投资回收期。

静态投资回收期也可根据全部投资的财务现金流量表中累计净现金流量计算求得,其计算公式为:

$$P_t = \left(\begin{array}{c} \text{累计净现金流量} \\ \text{开始出现正值的年份数} \end{array} \right) - 1 + \frac{\text{上年累计净现金流量绝对值}}{\text{当年净现金流量}} \quad (4-2)$$

用静态投资回收期评价投资项目时,需要与同类项目的历史数据和投资者的意愿确定的基准投资回收期相比较。设基准投资回收期为 P_c , 判别准则为:

若 $P_t \leq P_c$, 则项目可以考虑接受;

若 $P_t > P_c$, 则项目应予拒绝。

【例 4-1】 甲项目的现金流量如表 4-1 所示,基准投资回收期为 5 年,试用静态投资回收期评价该项目是否可行。

表 4-1 甲项目的现金流量

单位:万元

年数	0	1	2	3	4	5	6
投资	20 000						
收入		10 000	5 000	3 000	2 000	2 000	2 000

$$\text{解: } \sum_{t=0}^{P_t} (CI - CO)_t = -20\,000 + 10\,000 + 5\,000 + 3\,000 + 2\,000 = 0$$

$$P_t = 4 (\text{年})$$

因为 $P_t < P_c$, 所以甲项目可行。

【例 4-2】 乙项目的现金流量如表 4-2 所示,基准投资回收期为 9 年,试用静态投资回收期评价该项目是否可行。

表 4-2 乙项目的现金流量

单位:万元

年数	0	1	2	3	4	5	6	7	8~n
净现金流量	-6 000	0	0	800	1 200	1 600	2 000	2 000	2 000
累计净现金流量	-6 000	-6 000	-6 000	-5 200	-4 000	-2 400	-400	1 600	

$$\text{解: } P_t = 7 - 1 + \frac{400}{2\,000} = 6.2 < 9, \text{ 所以乙项目可行。}$$

静态投资回收期主要有以下几个优点。

(1) 概念清晰,反映问题直观,计算方法简单。

(2) 可反映项目的风险大小。项目决策面临着未来不确定性因素的挑战,这种不确定性所带来的风险随着时间的延长而增加,因为离现时越远,人们所能把握的信息就越少,为了减少这种风险,就必然希望静态投资回收期越短越好。正是由于静态投资回收期指标能反映一定的风险性,所以其在建设项目技术经济评价中具有独特的地位和作用,并被广泛用作建设项目技术经济评价的辅助性指标。

静态投资回收期主要有以下几个缺点。

(1) 不能反映资金的时间价值。

(2) 由于没有考虑回收期以后的收入与支出数据,故不能全面反映项目在寿命期内的真实效益,难以对不同方案的比较选择做出正确判断。



2. 基准收益率与投资收益率

1) 基准收益率

(1) 基准收益率的概念。基准收益率又称基准折现率,是企业或行业或投资者以动态的观点所确定的、可接受的投资项目最低标准的收益水平,是投资决策者对项目资金时间价值的估值。基准收益率的确定既受到客观条件的限制,又受到投资者主观愿望的影响。基准收益率表明投资决策者对项目资金时间价值的估价,是投资资金应当获得的最低盈利率水平,是评价和判断投资方案在经济上是否可行的依据,是一个重要的经济参数。

(2) 影响基准收益率的因素。基准收益率主要取决于综合资金成本、投资的机会成本、投资的风险补贴率及通货膨胀率等因素。

① 综合资金成本。资金来源主要有借贷资金和自有资金两种。借贷资金要支付利息,自有资金要满足基准收益。因此,资金费用是项目借贷资金的利息和项目自有资金基准收益的总和,其大小取决于资金来源的构成及其利率的高低。

资金来源是借贷时,其基准收益率必须高于贷款利率。如果投资者能实现高于贷款利率的基准收益率,则说明投资者除了归还贷款利息外还有盈余,则该项投资是成功的。基准收益率高于贷款利率是负债经营的先决条件。

投资来源是自有资金时,其基准收益率由企业自行决定,一般取同行业的基准收益率,这是该行业的最低期望收益率,意味着如果不投资于本项目,投资者可以投资于其他项目而得到起码的收益。

如果资金来源是兼有贷款和自有资金时,则按照两者所占资金的比例及其利率求取加权平均值,即综合利率作为基准收益率。

② 投资的机会成本。投资的机会成本是指投资者把有限的资金不用于该项目而用于其他投资项目所创造的收益。投资者总是希望得到最佳的投资机会,从而使有限的资金获得最佳的经济效益。因此,项目的基准收益率必然要大于它的机会成本,而投资的机会成本必然高于资金费用,否则,日常的投资活动就无法进行了。因此,基准收益率 $>$ 投资的机会成本 $>$ 资金费用率。

③ 投资的风险补贴率。任何项目投资都存在一定的风险。进行项目投资,投资决策在前,实际建设和生产经营在后。在未来项目建设和生产经营的整个项目寿命期内,内外经济环境可能会发生难以预料的变化,从而使项目的收入和支出与原先预期的有所不同。不利的变化会给投资决策带来风险,因此,在确定基准收益率时,仅考虑资金成本、机会成本因素是不够的,还应考虑风险因素。通常,以一个适当的风险补贴率来提高基准收益率,即以一个较高的收益水平来补偿投资者所承担的风险。风险越大,风险补贴率越高。为了限制对风险大、盈利低的项目进行投资,可以采取提高基准收益率的办法来进行投资方案的经济评价。

④ 通货膨胀率。在预期未来存在通货膨胀的情况下,如果项目的支出和收入是按预期的各年时价计算的,项目资金的收益率中就包含了通货膨胀率。为了使被选项目的收益率不低于实际期望水平,就应在实际最低期望收益率水平的基础上加上通货膨胀率的影响。如果项目支出和收入在整个项目寿命期内是按不变价格计算的,就不必考虑通货膨胀对基

准收益率的影响。

对于基准收益率的确定,目前尚无统一的见解。有的主张根据资金的来源和构成确定,有的主张根据资金的需求曲线和供给曲线来确定,但要确定基准收益率的确是件困难的事情。为了简化计算,通常在各种来源的概率期望值的基础上考虑风险和不确定性的影响,计算出一个最低的可以接受的收益率。基准收益率是投资决策的重要参数,部门和行业不同,其值也是不同的。此外,该值也不是固定不变的,它会随客观条件的变化而做出相应的调整。通常,若基准收益率定得太高,可能使某些投资经济效益好的方案被拒绝;若基准收益率定得太低,则可能使某些投资经济效益差的方案被采纳。应该说明的是,由于投资方案带有一定的风险和不确定因素,因此基准收益率要高于银行贷款利率才值得投资。

2) 投资收益率

投资收益率又称投资效果系数,是指项目达到设计生产能力后的一个正常年份的净收益额与项目总投资的比率。对生产期内各年的净收益额变化幅度较大的项目,则应计算生产期内年平均净收益额与项目总投资的比率。投资收益率法适用于项目处在初期勘察阶段或者项目投资不大、生产比较稳定的财务盈利性分析。

投资收益率的计算公式为:

$$R = \frac{NB}{K} \quad (4-3)$$

式中, K 为投资总额,包括固定资产投资和流动资金等; NB 为项目达产后正常年份的净收益或平均净收益,包括企业利润和折旧; R 为投资收益率。

投资收益率既未考虑资金的时间价值,又没有考虑项目的建设期、寿命期等众多经济数据,故一般仅用于技术数据尚不完整的初步可行性研究阶段。用投资收益率评价方案的经济效果,需要与根据同类项目的历史数据及投资者意愿等确定的基准投资收益率 R_c 进行比较。其判别准则为:

- (1)若 $R \geq R_c$,表明项目投资能在规定的时间内收回,则方案可以考虑接受;
- (2)若 $R < R_c$,则方案是不可行的。

投资收益率作为静态评价指标,其主要优点是经济意义明确、直观,计算简单,在一定程度上反映了投资效果的优劣,适用于各种投资规模的方案。其缺点是没有考虑投资收益的时间因素,忽略了货币时间价值,而且正常生产年份的选择比较困难,因此,投资收益率指标主要用于计算期较短、不具备综合分析所需要的详细资料的方案,尤其适用于工程项目方案制定的早期阶段或工艺简单而生产情况变化不大的工程项目建设方案的选择和投资基金效果的评价。

【例 4-3】某项目经济数据如表 4-3 所示,假定全部投资中没有借款,现已知基准投资收益率为 15%,试用投资收益率评价该项目。

解:由表中数据可得,

$$R = \frac{200}{1\ 000} = 0.2$$

由于 $R > R_c$,故该项目可以接受。



表 4-3 某项目的投资及年净收入

单位:万元

项 目	年 数											合计
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
(1)建设投资	260	340	100									700
(2)流动资金			300									300
(3)总投资=(1)+(2)	260	340	400									1 000
(4)收入				300	450	500	500	500	500	500	500	3 750
(5)总成本				350	350	350	350	350	350	350	350	2 800
(6)折旧				50	50	50	50	50	50	50	50	400
(7)净收入=(4)-(5)+(6)				0	150	200	200	200	200	200	200	1 350
(8)累积净现金流	-260	-340	-800	-800	-650	-450	-250	-50	150	350	550	

4.1.4 动态评价指标

动态评价指标是一种考虑了资金时间价值的技术经济指标。它以等值计算公式为基础,把投资方案中发生在不同时间点的现金流量转换成同一时间点的值或者等值序列,计算出方案的特征值(指标值),然后依据一定的指标并在满足时间可比的条件下进行评价比较,以确定较优方案。

常用的动态评价指标主要有动态投资回收期、现值、年值、净现值率和内部收益率等。

1. 动态投资回收期

所谓动态投资回收期,是在考虑资金时间价值的条件下,按设定的基准收益率收回投资所需的时间。它克服了静态投资回收期未考虑时间因素的缺点。

动态投资回收期可由下式求得:

$$P_D = \sum_{i=0}^{P_D} (CI - CO)_i (1 + i_0)^{-i} \quad (4-4)$$

式中, P_D 为动态投资回收期,是指按基准收益率将各年净收益和投资折现,使净现值刚好等于零的计算期期数。动态投资回收期也可用全部投资的财务现金流量表中的累计净现值计算求得,其计算公式为:

$$P_D = \left(\frac{\text{累计净现值开始}}{\text{出现正值年份数}} \right) - 1 + \frac{\text{上年累计净现值绝对值}}{\text{当年净现值}} \quad (4-5)$$

用动态投资回收期评价投资项目的可行性需要与基准动态投资回收期相比较。设基准动态投资回收期为 P_b , 判别准则为:若 $P_D \leq P_b$, 项目可以被接受, 否则应予以拒绝。

【例 4-4】 已知某项目在投产后的第 9 年累计净现值开始出现正值, 第 8 年的累计净现值为 -497.55 万元, 第 9 年的净现值为 848.2 万元, 该项目的基准动态投资回收期为 9, 试用动态投资回收期判断该项目是否可行。

$$\text{解: } P_D = 9 - 1 + \frac{497.55}{848.2} \approx 8.59 (\text{年})$$

$$P_D < P_b$$

故该项目可行。

2. 现值

1) 净现值法

(1) 净现值法的概念与计算。净现值法是在建设项目的财务评价中计算投资经济效果的一种常用的动态分析方法。净现值是指按一定的折现率(基准收益率)将方案寿命期内各年的净现金流量折现到计算基准年(通常是期初)的现值累加值。其计算公式为:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (P/F, i_0, t) \quad (4-6)$$

式中, i_0 为基准收益率(基准折现率); NPV 为方案净现值; n 为计算期。

净现值的判别准则: 由于是按基准收益率计算, 因此净现值的大小是按基准收益率所表明的投资收益率来衡量项目方案的。对单一方案而言, 若 $NPV \geq 0$, 表示项目实施后的收益率不小于基准收益率, 方案可以接受; 若 $NPV < 0$, 表示项目的收益率未达到基准收益率, 应拒绝方案。多方案比选时, 净现值越大的方案越优。

【例 4-5】 某企业基建项目设计方案的总投资为 1 995 万元, 投产后年经营成本为 500 万元, 年销售额为 1 500 万元, 第 3 年年末工程项目配套追加投资 1 000 万元。若计算期为 5 年, 基准收益率为 10%, 残值等于零, 试计算该投资方案的净现值。

解: 该项目的现金流量图如图 4-4 所示。

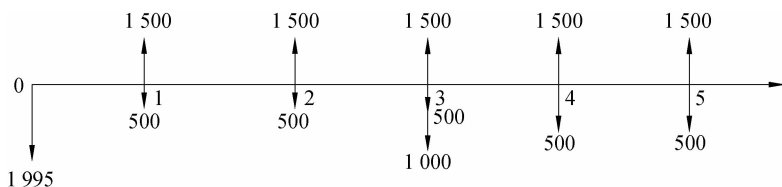


图 4-4 某项目现金流量图

$$\begin{aligned} NPV &= -1\,995 + 1\,500(P/A, 10\%, 5) - 500(P/A, 10\%, 5) - 1\,000(P/F, 10\%, 3) \\ &= -1\,995 + 1\,500 \times 3.790\,8 - 500 \times 3.790\,8 - 1\,000 \times 0.751\,3 \\ &= -1\,955 + 3\,790.8 - 751.3 \\ &= 1\,084.5 (\text{万元}) \end{aligned}$$

该基建项目的净现值为 1 084.5 万元, 说明该项目实施后的经济效益除达到 10% 的收益率外, 还有 1 084.5 万元收益现值。

净现值也可以采用财务现金流量表来计算, 【例 4-5】的净现值如表 4-4 所示。



表 4-4 财务现金流量表

单位:万元

年限 ①	费用		销售收入 ④	净现金流量 ⑤=④- ③-②	现值系数 (P/F,10%,t) ⑥	第 t 年净值 ⑦=⑤×⑥	累计净 现值 ⑧
	投资 ②	经营成本 ③					
0	1 995	0	0	-1 995	1	-1 995	-1 995
1		500	1 500	1 000	0.909 1	909.1	-1 085.9
2		500	1 500	1 000	0.826 4	826.4	-259.5
3	1 000	500	1 500	0	0.751 3	0	-259.5
4		500	1 500	1 000	0.683 0	683	423.5
5		500	1 500	1 000	0.620 9	620.9	1 044.4

【例 4-6】 某工程项目第 1 年投资 200 万元,第 2 年投资 200 万元,两年建成投产并获得收益。每年的收益按 140 万元考虑,该项目的寿命期为 9 年,该工程项目的现金流量图如图 4-5 所示。若基准折现率为 10%,试计算该工程项目的净现值并判断方案是否可行。

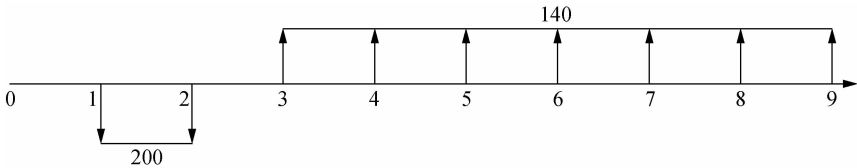


图 4-5 某工程项目现金流量图

$$\begin{aligned} \text{解: } NPV &= -200(P/A, 10\%, 2) + 140(P/A, 10\%, 7)(P/F, 10\%, 2) \\ &= 216.15(\text{万元}) \end{aligned}$$

$NPV > 0$, 故该工程项目在经济效果上是可以接受的。

(2)净现值函数。所谓净现值函数,是指 NPV 随折现率 i 变化的函数关系。从净现值的计算公式(4-6)可知,当方案的净现金流量固定不变而折现率 i 变化时,则净现值 NPV 将随 i 的增大而减小,若 i 连续变化,则可能得出 NPV 值随 i 变化的函数曲线,即净现值函数。例如,某项目于第 0 年投资 1 000 万元并投产,在寿命期 4 年内每年净现金流量为 400 万元,该项目的净现金流量及其净现值随折现率变化而变化的对应关系如表 4-5 所示。

表 4-5 某项目现金流量及其净现值

年数	净现金流量/万元	折现率/%	净现值/万元
0	-1 000	0	600
1	400	10	268
2	400	20	35
3	400	22	0

续表

年数	净现金流量/万元	折现率/%	净现值/万元
4	400	30	-133
		40	-260
		50	-358
			-1 000

根据表 4-5 的数据,用纵坐标表示净现值 NPV ,横坐标表示折现率 i ,绘制的净现值函数曲线如图 4-6 所示。

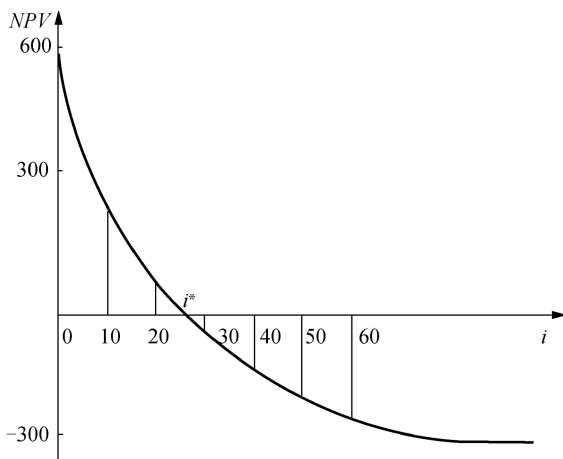


图 4-6 净现值函数曲线

从图 4-6 中,可以发现净现值函数具有以下几个特点。

① 同一净现金流量的净现值随 i 的增大而减小,故当基准折现率 i_0 越大,则净现值就越小,甚至为零或负值,因而可被接受的方案也就越少。

② 净现值随折现率的增大可从正值变为负值,因此,必然会有当 i 为某一数值 i^* 时,使得净现值 $NPV=0$;当 $i < i^*$ 时, $NPV(i) > 0$;当 $i > i^*$, $NPV(i) < 0$ 。只有当净现值函数曲线与横坐标相交时(图中 $i^* = 22\%$), $NPV(i) = 0$ 。 i^* 是一个具有重要经济意义的折现率临界值,即项目的内部收益率。

③ 曲线不同点上切线的斜率表明 NPV 对折现率 i 的敏感性。 i 从一个数值变为另一个值时,若按净现值最大原则优选方案,可能出现前后相悖的情况。

④ 多方案曲线图中,曲线与曲线之间至少应有一个交点。

(3)净现值的优缺点。

净现值法主要有以下几个优点。

① 考虑了投资项目在整个经济寿命期内的收益。在决定短期利益时常常使用某年的“净利润”一词,而净现值则往往在决定长期利益时使用。

② 考虑了投资项目在整个经济寿命期内的更新或追加投资。

③ 反映了纳税后的投资效果。



④既能在费用效益对比上进行评价,又能和别的投资方案进行收益率的比较。

净现值法主要有以下几个缺点。

①需要预先确定折现率 i_0 , 这给项目决策带来了困难。 i_0 定得略高, NPV 比较小, 方案不易通过; 反之, i_0 略低, 方案容易被通过。影响基准折现率 i_0 大小的因素主要有投资收益率、通货膨胀率及项目可能面临的风险。因此, 基准收益率 i_0 是评价项目方案经济效益的合理性尺度, 是选择方案的决策标准。

②用净现值比选方案时, 没有考虑到各方案投资额的大小, 因而不能直接反映资金的利用效率。例如, 某企业有 A、B 两个项目, A 项目的投资总额为 1 000 万元, 净现值为 10 万元; B 项目的投资总额为 50 万元, 净现值为 5 万元。如按净现值比选方案, 因为 $NPV_A > NPV_B$, 所以 A 优于 B。但 A 方案的投资总额是 B 方案的 20 倍, 但净现值却只有 B 的 2 倍, 如果建 20 个 B 项目, 净现值可达 100 万元, 显然 B 项目的资金利用率高于 A 项目。为了考虑资金的利用效率, 通常用净现值率作为净现值的辅助指标, 此内容将在后面做进一步讨论。

2) 费用现值

在对多个方案比较选优时, 如果诸方案产出价值相同, 或者诸方案能够满足同样需要但其产出效益难以用价值形态计量(如环保、教育、保健和国防等)时, 可以通过对各方案费用现值或费用年值的比较进行选择。

费用现值就是把不同方案计算期内的各年年成本按基准收益率换算成基准年的现值和再加上方案的总投资现值。费用现值越小, 其方案经济效益越好。

考虑资金时间的费用现值的计算公式为:

$$PC = \sum_{t=0}^n CO_t(P/F, i_0, t) = \sum_{t=0}^n (K + c' - S_v - W)_t(P/F, i_0, t) \quad (4-7)$$

式中, PC 为费用现值或现值成本; c' 为年经营成本; S_v 为计算期末回收的固定资产余值; W 为计算期末回收的流动资金。

【例 4-7】 某项目有三个方案 A、B、C, 它们均能满足同样的需要, 相关费用数据如表 4-6 所示。在基准折现率为 10% 的情况下, 试用费用现值法确定最优方案。

表 4-6 三个方案的费用数据

单位: 万元

方 案	总投资 (第 0 年年末)	年费用 (第 1 年到第 10 年年末)
A	200	80
B	300	50
C	500	20

解: $PC_A = 200 + 80(P/A, 10\%, 10) = 691.6$ (万元)

$PC_B = 300 + 50(P/A, 10\%, 10) = 607.2$ (万元)

$PC_C = 500 + 20(P/A, 10\%, 10) = 622.9$ (万元)

根据费用最小的选优原则, 方案 B 最优, C 次之, A 最差。

在运用费用现值进行多方案比较时, 应注意以下两点。

(1) 各方案除费用指标外, 其他指标和有关因素应基本相同, 如产量、质量、收入等应基

本相同。

(2)被比较的各方案,特别是费用现值只能反映费用的大小,而不能反映净收益情况,所以这种方法只能判断方案优劣,而不能用于判断方案是否可行。

3. 年值

年值法是把每个方案在寿命周期内不同时点发生的所有现金流量都按设定的收益率(基准收益率)换算成与其等值的等额支付序列年值。由于换算为各年的等额现金流量满足了时间上的可比性,故可据此进行不同寿命期方案的评价、比较和选择。

1) 净年值

净年值法是将方案各个不同的净现金流量按基准收益率折算成与其等值的整个寿命期内的等额支付序列年值后再进行评价、比较和选择的方法。

净年值的计算公式为:

$$NAV = NPV(A/P, i_0, n) = \left[\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (A/P, i_0, t) \right] (A/P, i_0, n) \quad (4-8)$$

式中,NAV为净年值。

净年值的判别准则:若为独立方案或单一方案评价,当 $NAV < 0$ 时,拒绝接受方案,当 $NAV \geq 0$ 时,方案可行;若为多方案比较时,在投资额相等的前提下,净年值越大,方案经济效果越好。

将式(4-8)与式(4-6)相比较可知,净年值与净现值两个指标的比值为—常数,在评价方案时,结论总是一致的。因此,就项目的评价结论而言,净年值与净现值是等效评价指标。净现值给出的信息是项目在整个寿命期内获取的超出最低期望盈利的超额净收益现值;净年值给出的信息是项目在寿命期内每年的等额超额净收益。由于在某些决策结构形式下采用净年值更为简便和易于计算,特别是净年值指标可直接用于寿命期不等的多方案比较,故净年值指标在经济评价指标体系中占有相当重要的地位。

【例 4-8】 某投资方案的净现金流量如图 4-7 所示,设基准收益率为 10%,求该方案的净年值。

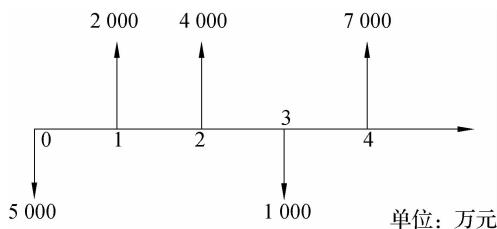


图 4-7 投资方案的净现金流量

解:(1)用现值求。

$$NAV = [-5\,000 + 2\,000(P/F, 10\%, 1) + 4\,000(P/F, 10\%, 2) - 1\,000(P/F, 10\%, 3) + 7\,000(P/F, 10\%, 4)](A/P, 10\%, 4) = 1\,310 \text{ (万元)}$$

(2)用终值求。

$$NAV = [-5\,000(P/F, 10\%, 4) + 2\,000(F/P, 10\%, 3) + 4\,000(F/P, 10\%, 2) - 1\,000(F/P, 10\%, 1) + 7\,000](A/F, 10\%, 4) = 1\,311 \text{ (万元)}$$



2) 费用年值

与净现值和净年值指标的关系类似,费用年值与费用现值也是一对等效评价指标。费用年值是将方案计算期内不同时点发生的所有费用支出,按基准收益率折算成与其等值的等额支付序列年费用。费用年值的计算公式为:

$$AC = \left[\sum_{t=0}^n CO_t(P/F, i_0, t) \right] (A/P, i_0, n) \\ = \left[\sum_{t=0}^n (K + c' - S_v - W)_t(P/F, i_0, t) \right] (A/P, i_0, n) \quad (4-9)$$

式中,AC 为费用年值或年值成本。

【例 4-9】 某施工企业欲购置大型施工机械,现有 A、B 两种方案,资料如表 4-7 所示,设基准收益率为 15%,试用费用年值比较选择最优可行方案。

表 4-7 A、B 两方案的数据

机 床	投资/万元	年经营费用/万元	净残值/万元	使用寿命/年
A	3 000	2 000	500	3
B	4 000	1 600	0	5

解: $AC_A = [3\ 000 + 2\ 000(P/A, 15\%, 3) - 500(P/F, 15\%, 3)](A/P, 15\%, 3) = 3\ 170(\text{万元})$

$AC_B = [4\ 000 + 1\ 600(P/A, 15\%, 5)](A/P, 15\%, 5) = 2\ 793(\text{万元})$

因 $AC_A > AC_B$,故 B 方案为较优方案。

4. 净现值率

净现值率又称净现值比、净现值指数,它是净现值与投资现值之比,表示单位投资所得的净现值。净现值率小,单位投资的收益就低;净现值率大,单位投资的收益就高。净现值率反映了投资资金的利用效率,常作为净现值的辅助指标。其计算公式为:

$$NPVR = \frac{NPV}{K_p} \quad (4-10)$$

式中,NPVR 表示净现值率; K_p 表示项目总投资额现值。

净现值率法的判别准则如下。

- (1)净现值率 ≥ 0 ,则方案可行。
- (2)净现值率 < 0 ,则方案不可行。
- (3)多方案时,若净现值率均 > 0 ,则净现值率最大的方案为最优方案。

净现值率表示单位投资现值取得的净现值额,也就是单位投资现值所取得的超额净收益。净现值率的最大化将有利于实现有限投资取得净贡献的最大化。

【例 4-10】 某企业拟投资的项目有 A、B 两个方案,其中 A 方案的初期投资为 1 750 万元,年经营成本为 500 万元,年销售额为 1 500 万元,第 3 年年末工程项目配套追加投资 1 000 万元,残值为零;B 方案的初期投资为 2 700 万元,年经营成本为 700 万元,年销售额为 2 100 万元,第 3 年年末工程项目配套追加投资 1 300 万元,残值为 100 万元。假设该项目的建设期为 1 年,计算期为 5 年,基准折现率为 10%。试用净现值率法对这两个方案进行比较。

解:A、B方案的净现值分别为:

$$\begin{aligned} NPV_A &= -1750 + (1500 - 500)(P/A, 10\%, 5) - 1000(P/F, 10\%, 3) \\ &= -1750 + 3790.8 - 751.3 \\ &= 1289.5(\text{万元}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NPV_B &= -2700 + (2100 - 700)(P/A, 10\%, 5) - 1300(P/F, 10\%, 3) - 100(P/F, 10\%, 5) \\ &= -2700 + 5307.12 - 976.69 + 62.09 \\ &= 1692.52(\text{万元}) \end{aligned}$$

总投资的现值分别为:

$$K_{PA} = 1750 + 751.3 = 2501.3(\text{万元})$$

$$K_{PB} = 2700 + 976.69 - 62.09 = 3614.6(\text{万元})$$

$$NPVR_A = 1289.5 \div 2501.3 = 0.5155$$

$$NPVR_B = 1692.52 \div 3614.6 = 0.4682$$

因为 $NPVR_A > NPVR_B$, 所以 A 方案为优选方案。这与净现值法计算出的结论相反。由此可见, 当投资额不同时, 需要对方案的投资效率进行比较, 即计算 NPVR, 并综合考虑投资资金的应用要求后, 才能对方案进行评价和决策。

5. 内部收益率

1) 内部收益率的概念

内部收益率又称内部报酬率, 是指项目在整个计算期内各年净现金流量的现值之和等于零时的折现率, 也就是项目的净现值等于零时的折现率。它是除净现值以外的另一个最重要的动态经济评价指标。净现值是求所得与所用的绝对值, 而内部收益率是求所得与所用的相对值。

2) 内部收益率的计算

内部收益率可由下式计算得到:

$$\sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (P/F, IRR, t) = 0 \quad (4-11)$$

式中, IRR 为方案的内部收益率。

内部收益率的判别准则: 计算求得内部收益率 IRR 要与项目的基准收益率 i_0 相比较, 当 $IRR \geq i_0$ 时, 则表明项目的收益率已达到或超过基准收益率水平, 则表明项目可行; 反之, 当 $IRR < i_0$ 时, 则表明项目不可行。

由于式(4-11)是一个高次方程, 直接用其进行计算是比较复杂的, 因此, 在实际应用中通常采用线性插值法求 IRR , 其求解步骤如下。

(1) 计算方案各年的净现金流量。

(2) 在满足下列两个条件的基础上预先估计两个适当的折现率 i_1 和 i_2 。

① $i_1 < i_2$, 且 $(i_2 - i_1) \leq 5\%$ 。

② $NPV(i_1) > 0$, $NPV(i_2) < 0$ 。

如果预估的 i_1 和 i_2 不满足这两个条件, 则要重新预估, 直至满足条件。

(3) 用线性插值法近似求得内部收益率 IRR , 如图 4-8 所示。

因为

$$\triangle ABE \sim \triangle CDE$$



所以

$$AB : CD = BE : DE$$

即

$$NPV_1 | NPV_2 | = BE [(i_2 - i_1) - BE]$$

$$IRR = i_1 + BE = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|} (i_2 - i_1)$$

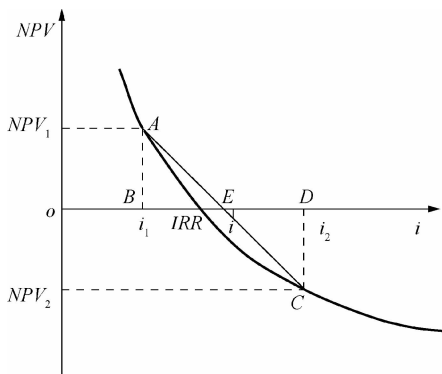


图 4-8 线性插值法求 IRR

式中, NPV_1 为用 i_1 计算的净现值(正值); NPV_2 为用 i_2 计算的净现值(负值); i_1 为插值用的低折现率; i_2 为插值用的高折现率。

【例 4-11】 某工程的现金流量图如图 4-9 所示, 基准收益率为 10%, 试用内部收益率法分析该方案是否可行。

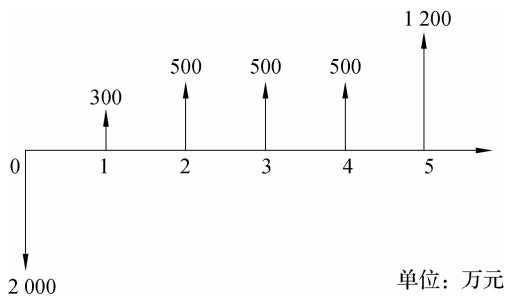


图 4-9 某工程的现金流量图

解: 若 $i_1 = 12\%$, $i_2 = 13\%$, 则

$$NPV_1 = -2000 + 300(P/F, 12\%, 1) + 500(P/A, 12\%, 3)(P/F, 12\%, 1) + 1200(P/F, 12\%, 5)$$

$$= -2000 + 300 \times 0.8929 + 500 \times 2.4018 \times 0.8929 + 1200 \times 0.5674$$

$$= 21(\text{万元}) > 0$$

$$NPV_2 = -2000 + 300(P/F, 13\%, 1) + 500(P/A, 13\%, 3)(P/F, 13\%, 1) + 1200(P/F, 13\%, 5)$$

$$= -2000 + 300 \times 0.8850 + 500 \times 2.3612 \times 0.8850 + 1200 \times 0.5428$$

$$= -38(\text{万元}) < 0$$

可见, IRR 在 $12\% \sim 13\%$ 之间:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 + |NPV_2|} (i_2 - i_1) = 12\% + \frac{21}{21 + 38} \times (13\% - 12\%) \approx 12.4\%$$

因 $IRR = 12.4\% > 10\%$, 故该方案可取。

3) 内部收益率的经济内涵

内部收益率是用于研究项目方案全部投资的经济效益问题的指标, 其数值的大小表达的并不是一个项目初始投资的收益率, 而是尚未回收的投资余额的年盈利率。内部收益率的大小与项目初始投资和项目在寿命期内各年的净现金流量的大小有关。

【例 4-12】 某企业用 10 000 万元购买设备, 计算期为 5 年, 各年的现金流量如图 4-10 所示。

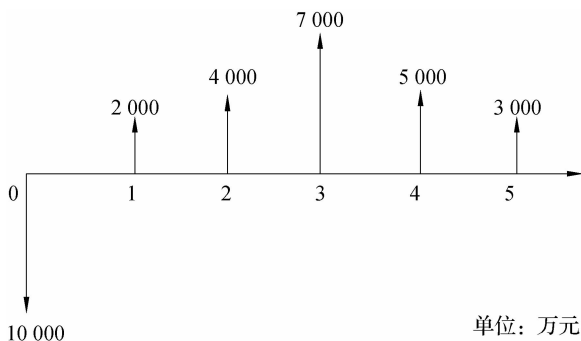


图 4-10 设备现金流量图

$$\begin{aligned} \text{解: } NPV &= -10\,000 + 2\,000(P/F, i, 1) + 4\,000(P/F, i, 2) + 7\,000(P/F, i, 3) + \\ & 5\,000(P/F, i, 4) + 3\,000(P/F, i, 5) \\ &= 0 \end{aligned}$$

以 $i_1 = 28\%$ 代入, 得 $NPV_1 = -79$ (元)

以 $i_2 = 30\%$ 代入, 得 $NPV_2 = -352$ (元)

$$IRR = 28\% + \frac{79}{79 + 352} \times (30\% - 28\%) = 28.37\%$$

以 $IRR = 28.37\%$ 计算图中的现金流量, 按此利率计算收回全部投资的年限, 如表 4-8 所示。

表 4-8 投资余额利息计算表

单位: 万元

年限	t 期期初未回收的投资	t 至 $t+1$ 期获得的赢利	t 期期末的现金流量	$t+1$ 期期初未回收的投资
	①	② = ① · i	③	④ = ① + ② + ③
0			-10 000	-10 000
1	-10 000	-2 835	2 000	-10 835
2	-10 835	-3 072	4 000	-9 907
3	-9 907	-2 809	7 000	-5 716
4	-5 716	-1 621	5 000	-2 337
5	-2 337	-663	3 000	0



现金收入偿还投资的过程如图 4-11 所示。

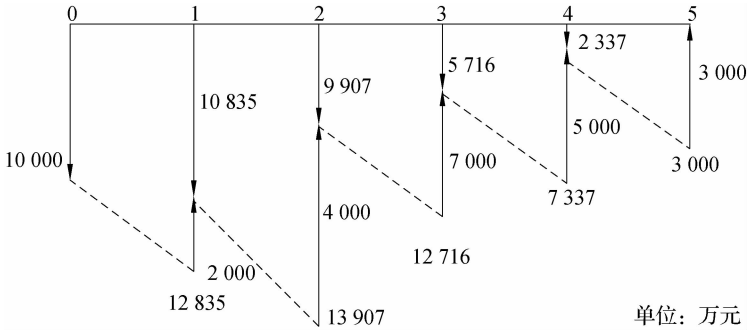


图 4-11 资金偿还过程

从图中可知, $IRR=28.37\%$, 不仅是使各期现金流量的现值之和为零的折现率, 而且也是使各年末回收的投资和它的收益在项目计算期终了时代数和为零的折现率。

内部收益率的经济内涵可以这样理解: 在项目的整个寿命期内按利率 $i=IRR$ 计算, 始终存在未能收回的投资, 而在寿命期结束时, 投资恰好被完全收回。也就是说, 在项目寿命期内, 项目始终处于未收回投资的状况。因此, IRR 可以理解为工程项目对占用资金的一种偿还能力, 这种能力完全取决于项目内部, 其值越高, 一般来说方案的经济性越好, 故有“内部收益率”之称。

由上例可知, 内部收益率的经济内涵还有另一种表达方式, 即它是项目寿命期内没有回收的投资的盈利率。它不是初始投资在整个寿命期内的盈利率, 因而它不仅受到项目初始投资规模的影响, 还受到项目寿命期内各年净收益大小的影响。

4.2 投资方案的关系与分类

4.2.1 投资方案的关系

1. 方案的经济相关性分析

许多工程项目的投资方案之间都存在一定的联系和影响, 从经济角度看, 如果一个有确定现金流量模式的方案被接受或被拒绝直接影响到另一个具有一定现金流量模式的方案被接受或被拒绝, 那么这两个方案就是经济相关的。

影响方案经济相关性的因素主要有以下几个。

(1) 资金的限制。无论是什么样的投资主体, 可用于投资的资金不可能是无限的。资金的限制主要是指筹集数量的限制和资本成本的约束。企业从资本市场上得到的资金额是有限的, 如果资金总额超过一定限度就会大大增加企业的资本成本, 而资本市场供应资金额的有限性限制了部分投资方案的资金有效性, 企业必须对各种方案进行组合选择或择优选取。

(2) 资源的限制。企业所能调动的资源是有限的, 各种生产要素如资本、土地、人力资

源、企业家才能、技术进步等都是有限的。由于资源的限制导致不可能实施所有可行的方案。

(3)技术方案的技术不可分性。一个完整的技术方案作为一项资产,决策时总是完整地接受或是拒绝。企业不可能将一个完整的技术方案分成若干个部分来执行和实施。因此,资金的有限性会使得接受一个大项目方案就必须自动排斥接受若干个小项目方案。

有时,一个项目由若干个相互关联的子项目组成,如果每个子项目的费用和效益相互独立,那么该项目就具有可分性,每个子项目应被视为一个单独项目。

2. 方案的相关关系

按方案相互之间的经济关系,可以将方案的相关关系分为互斥方案关系、独立型方案关系和相关方案关系。

1)互斥方案关系

在没有资源约束的条件下,在一组方案中,选择其中的一个方案则排除了接受其他任何一个的可能性,则这一组方案称为互斥型多方案,简称互斥多方案或互斥方案。这类多方案在实际工作中是最常见到的。例如,一个建设项目的工厂规模、生产工艺流程、主要设备、厂址的选择,一座建筑物或构筑物的结构类型选择,一个工程主体结构的施工工艺的确定等,这类问题的决策通常面对的是互斥方案的选择。

2)独立型方案关系

在没有资源约束的条件下,在一组方案中,选择其中的一个方案并不排斥接受其他的方案,即一个方案是否采用与其他方案是否采用无关,则称这一组方案为独立型多方案,简称独立多方案或独立方案。例如,某施工企业投资购置一批固定资产,列出的一组方案包括一辆吊车、一辆运输汽车、一台搅拌机,在没有资金约束的条件下这三个方案之间不存在任何的制约和排斥关系,它们就是一组独立方案。再如,个人投资者在资金没有限制的条件下,可以购买股票,也可以购买债券,又或者投资房地产。

3)相关方案关系

在一组备选方案中,若采纳或放弃某一方案会影响其他方案的现金流量,或者采纳或放弃某一方案会影响其他方案的采纳或放弃,或者采纳某一方案必须以先采纳其他方案为前提等,这组方案之间就存在相关关系。相关方案可以分为以下几种类型。

(1)现金流量相关型。这种类型的一组方案中,方案之间不完全是排斥关系,也不完全是独立关系,但某一方案的取舍会导致其他方案现金流量的变化。例如,某房地产开发商在相距较近的两个地块开发两个居住小区,显然这两个方案既非完全排斥也非完全独立,一个方案的实施必须会影响另一个方案的收入。

(2)资金有限相关型。对于独立方案而言,因为资金短缺可使相互独立的可行方案只能实施其中的某些,从而使独立方案之间具有相关性。例如,一条江上有4个可行的大桥建设方案,由于一时资金有限,只能建其中的两座。

(3)从属相关型。如果两个或多方案之间,某方案的实施要求以另一个方案(或另几个方案)的实施为条件,则两个方案之间具有从属性。例如,修一座新机场必须修一条城市与机场之间的高速公路,在确定机场高速公路方案时,必须先确定机场的方案。

3. 方案之间比较的原则

对不同的方案进行分析的目的在于通过有效地分配人力、物力和资金,获得最好的经济



效益。方案关系不同,评价方法的选择也不同,所以依照方案的不同类型选择恰当的评价方法是很重要的。

1) 互斥方案的比较原则

对于互斥方案的比较,情况比较复杂,有可能采用不同的指标会导致相反的结论,这就需要根据具体情况选择适当的方法和指标。进行互斥方案的比较,必须明确以下几点。

(1)可比性。两个互斥方案必须具有可比性,包括满足国民经济及市场需要可比、服务年限可比、计算基础资料可比、经济计算方法相同等方面。

(2)增量分析。对现金流量的差额进行评价,考察追加投资在经济上是否合算,若增量收益超过增量费用,那么增加投资是值得的。

(3)选择正确的评价方法。根据项目方案的具体情况,合理选用恰当的评价指标,往往以动态指标为主要依据,静态指标为辅助指标。

2) 独立方案的比较原则

所谓独立方案的择优,是指独立方案的优化组合,即对实现预定目标的若干可供选择的独立方案进行组合,并选择最有利的组合方案。

独立方案择优的特点主要有以下几个。

(1)独立方案的取舍只取决于方案自身的经济性,即只需要检验它们是否能通过净现值、净年值或内部收益率指标的评价标准。一组独立方案中各方案之间无须进行相互比较。

(2)一组独立方案可以接受一个或几个方案,也可以一个都不接受,这取决于评价标准比较的结果。

独立方案的优化组合会出现两种情况,即无资金限制下独立方案的优化组合,以及有资金限制下独立方案的优化组合。无资金限制是指项目不受资金的约束,只要看评价指标是否达到某一评价标准。在独立方案的经济评价中,用净现值、净现值率、内部收益率等指标来判断项目可行性所得出的结论是一致的。若某一个方案的 $NPV \geq 0$ 或 $NPVR \geq 0$ 或 $IRR \geq R_c$,则该项目就被认为是可以接受的。但是,这种情况在现实中一般不存在,更多的情况是方案组合受到资金的约束。在资金一定的情况下,实施的项目收益率不仅要大于基准收益率,而且要在资金约束的范围内对项目进行优化组合,以使项目组合的经济效益最大。

4.2.2 投资方案的类型

要想正确评价工程项目投资方案的经济性,仅凭对评价指标的计算及判别是不够的,还必须了解工程项目投资方案所属的类型,从而按照投资方案的类型确定适合的评价指标,最终为做出正确的投资决策提供科学依据。所谓投资方案的类型,是指一组备选方案之间所具有的相互关系。投资方案一般有独立型方案、互斥型方案和相关型方案三类,而相关型方案又分为互补型方案、现金流量相关型方案、组合互斥型方案和混合相关型方案等几种类型。

1. 独立型方案

独立型方案是指各个投资方案的现金流量是独立的,不具有相关性,且任一方案的采用与否都不影响其他方案的采纳。比如,个人投资可以通过存款、购买股票、购买债券,也可以通过购买房产等,这些方案中的任何一个方案的采纳都不受其他方案的影响,它们的现金流

量相互独立,并且可以选择其中的一个方案,也可以选择其中的两个或三个方案。

独立型方案的特点是具有可加性,即选择的各方案的投资、收益、支出均可以相加。例如,A、B两个独立的投资方案,投资额分别为1 000万元和500万元,年收益分别为200万元和75万元,若同时选择A、B两个方案,则总投资额为1 500万元,收益为275万元,也就是说,A、B方案具有可加性。

2. 互斥型方案

选择其中任何一个方案,则其他方案必然被排斥,这种择一就不能择二的若干方案就是互斥型方案或排他型方案。

(1)按服务寿命长短不同,互斥型方案可分为以下三种。

① 相同服务寿命的方案。

② 不同服务寿命的方案。

③ 无限长寿命的方案。在工程建设中,永久性工程即可视为无限长寿命的工程,如大型水坝、运河工程等。

(2)按规模不同,互斥型方案可分为以下两种。

① 相同规模的方案。参与对比或评价的方案具有相同的产出量或容量,在满足相同功能要求的数量方面具有一致性和可比性。

② 不同规模的方案。参与评价的方案具有不同的产出量或容量,在满足相同功能要求的数量方面不具有--致性和可比性。

项目互斥方案比较是工程经济评价工作的重要组成部分,也是寻求合理决策的必要手段。

3. 互补型方案

在相关型方案中,出现技术经济互补的方案称为互补型方案。根据互补型方案之间相互依存的关系,互补型方案可能是对称的,也可能是不对称的。例如,连铸连轧工艺把过去相对独立的钢坯和轧钢生产结合了起来,使生产过程大大简化,还减少了热耗,降低了成本,这不仅对钢坯生产有利,也对轧钢生产有利,这就属于对称的互补。此外,还存在着大量不对称的经济互补。例如,建造一座建筑物A和增加一个空调系统B,建筑物A本身是有用的,增加空调系统B后,使建筑物A更有用。

4. 现金流量相关型方案

现金流量相关型方案是指方案间不完全互斥,也不完全互补,但任一方案的取舍会导致其他方案现金流量的变化。例如,一个方案是在某条大河上新建一座收费公路桥,另一个方案是在桥旧址附近建收费轮渡码头,这两个方案并不完全互斥,但是任一方案的实施都会影响另一个方案的收入。

5. 组合互斥型方案

组合互斥型方案是指在若干可采用的独立方案中,如果有资源约束条件(如受资金、劳动力、原材料、设备及其他资源拥有量限制),只能从中选择一部分方案实施时,可以将它们组合为互斥型方案。例如,现有独立方案A、B、C、D方案,它们所需的投资分别为20 000元、6 000元、4 000元、3 000元。若资金总额限量为20 000元时,除A方案具有完全的排他性外,其他方案由于所需金额不大,可以相互组合,这样,可能选择的方案共有A、B、C、D、



$B+C$ 、 $B+D$ 、 $C+D$ 、 $B+C+D$ 八个组合方案。因此,当受某种资源约束时,独立方案可以组成多种组合方案,这些组合方案之间是互斥或排他的。

6. 混合相关型方案

在方案众多的情况下,方案间的相关关系可能包括多种类型,这些方案就称为混合相关型方案。例如,某大型零售业公司现欲在两个相距较远的 A 城和 B 城各建一座大型仓储式超市,显然 A、B 是独立的,目前在 A 城有三个可行地点 A_1 、 A_2 、 A_3 可供选择,在 B 城有两个可行地点 B_1 、 B_2 可供选择,则 A_1 、 A_2 、 A_3 是互斥关系, B_1 、 B_2 也是互斥关系。

在方案评价前,分清方案属于何种类型是非常重要的,因为方案类型不同,其评价方法、选择和判断的尺度就不同。如果方案类型划分不当,则会导致错误的评价结果。在方案评价中,以独立型方案和互斥型方案最为常见。

4.3 投资方案的选择

对技术项目方案进行经济评价时,一般会遇到两种情况:一种是单方案评价,即投资项目只有一种技术方案或独立的项目方案可供评价;另一种是多方案评价,即投资项目有几种可供选择的技术方案。

对单方案的评价,采用前述的经济指标就可以决定项目的取舍。但是,在实践中,由于决策结构的复杂性,往往只有对多方案进行比较评价,才能决策出技术上先进适用、经济上合理有利、社会效益大的最优方案。

多方案的动态评价方法的选择与参加比选的项目方案的类型有关。不同类型方案的评价指标和方法是不同的,但比较的宗旨只有一个,即最有效地分配有限的资金,以获得最好的经济效益。

4.3.1 互斥型方案的选择

由于互斥型方案之间具有排他性,因此互斥型方案的经济评价就是要进行方案的比较,从中选出最优的方案。在进行方案比较时,要特别注意各方案之间的可比性和评价指标的选用,否则会得出错误的结论。互斥型方案的经济评价一般是在备选方案绝对效果检验通过的若干可行方案中再进行相对最优方案的判定。

在进行互斥型方案相对效果评价时,包含了两方面的内容。一方面,考察各个方案自身的经济效果,即进行绝对效果检验,用经济效果评价标准(如 NPV_0 、 NAV_0 、 IRR_0)检验方案自身的经济性,称为绝对效果检验。凡通过绝对效果检验的方案,就认为它在经济上是可以接受的,否则就应予以拒绝。另一方面,考察哪个方案相对最优,称为相对效果检验。一般先用绝对效果检验筛选方案,然后以相对效果检验优选方案。其步骤如下。

(1)按项目方案投资额大小对方案进行排序。

(2)以投资额最低的方案为临时最优方案,计算此方案的绝对经济效果指标,并与判别标准比较,直至成立。

(3)依次计算各方案的相对经济效益,并与判别标准如基准收益率进行比较,优胜劣汰,

最终取胜者为最优方案。

前面介绍的投资回收期、净现值、净年值、内部收益率均是绝对经济效益指标。关于相对经济效益指标将在下文进行介绍。

对互斥型方案进行比较时,必须具备以下几个基本条件。

(1)被比较方案的费用及效益的计算方式一致。

(2)被比较方案在时间上可比。

(3)被比较方案的现金流量具有相同的时间特征。

如果不能满足以上条件,各个方案之间就不能直接进行比较,而必须经过一定转化后方能进行。

1. 寿命期相同的互斥方案的选择

寿命期相同的互斥方案是以寿命期作为计算期进行评价,符合时间可比性原则。互斥方案的评价与选择的指标通常采用净现值、净年值和内部收益率比较法,这些方法在前面已讲述过,下面介绍一种新的方法——增量分析法。

首先分析一个互斥方案评价的例子。

【例 4-13】 方案 A、B 是互斥方案,其各年的现金流量如表 4-9 所示,已知基准收益率为 10%,试对方案进行评价选择。

表 4-9 互斥方案 A、B 的净现金流量及经济效果指标

单位:万元

项 目	第 0 年 净现金流	第 1~10 年 净现金流	NPV	IRR
A 方案	-2 300	650	1 694	25.34%
B 方案	-1 500	500	1 572	31.22%
净现金流增量(A-B)	-800	150	122	—

解:首先计算两个方案的绝对经济效果指标 NPV 和 IRR,计算结果显示于表 4-9 中。

$$NPV_A = -2\,300 + 650(P/A, 10\%, 10) = 1\,694 \text{ (万元)}$$

$$NPV_B = -1\,500 + 500(P/A, 10\%, 10) = 1\,572 \text{ (万元)}$$

由方程式

$$-2\,300 + 650(P/A, IRR_A, 10) = 0$$

$$-1\,500 + 500(P/A, IRR_B, 10) = 0$$

求得 $IRR_A = 25.34\%$, $IRR_B = 31.22\%$,计算结果显示于表 4-9 中。

由于 NPV_A 、 NPV_B 均大于零,且 IRR_A 、 IRR_B 均大于基准折现率,所以方案 A、B 都能通过绝对效果检验,且使用 NPV 指标和使用 IRR 指标进行绝对效果检验结论是一致的。

由于 $NPV_A > NPV_B$,故按净现值最大准则,方案 A 优于方案 B。但计算结果还表明 $IRR_A < IRR_B$,若以内部收益率最大为比选准则,方案 B 优于方案 A,这与按净现值最大准则比选的结论相矛盾。究竟按哪种准则进行互斥型方案比选更合理呢? 解决这个问题需要分析投资方案比选的实质。投资额不等的互斥型方案比选的实质是判断增量投资(或差额投资)的经济合理性,即投资大的方案相对于投资小的方案多投入的资金能否带来满意的增量收益。显然,若增量投资能够带来满意的增量收益,则投资额大的方案优于投资额小的方



案；若增量投资不能带来满意的增量收益，则投资额小的方案优于投资额大的方案。

采用这种通过计算增量净现金流评价增量投资的经济效果，对投资额不等的互斥型方案进行比选的方法称为增量分析法或差额分析法。这是互斥型方案比选的基本方法。

净现值、净年值、投资回收期 and 内部收益率等评价指标都可用于增量分析，下面做进一步的讨论。

1) 差额净现值

对于互斥方案，利用各个方案的差额净现金流现值来分析，称为差额净现值法。差额净现值法是寿命期相同的多方案比选中最常用的一种方法。设 A、B 为投资额不等的互斥方案，A 方案比 B 方案投资大，两方案的差额净现值可由下式求出：

$$\begin{aligned} \Delta NPV &= \sum_{t=0}^n [(CI_A - CO_A)_t (CI_B - CO_B)_t] (1 + i_0)^{-t} \\ &= \sum_{t=0}^n (CI_A - CO_A)_t (1 + i_0)^{-t} - \sum_{t=0}^n (CI_B - CO_B)_t (1 + i_0)^{-t} \\ &= NPV_A - NPV_B \end{aligned}$$

其分析过程是首先计算两个方案的净现金流量之差，然后分析投资大的方案相对投资小的方案所增加的投资在经济上是否合理，即差额净现值是否大于零。若 $\Delta NPV < 0$ ($NPV_A < NPV_B$)，表明增加的投资在经济上是不合理的，投资小的方案优于投资大的方案；反之，则说明投资大的方案是更经济的。

差额净现值只能用来检验差额投资的效果，或者说是相对效果。差额净现值大于零只表明增加的投资是合理的，并不表明全部投资是合理的。因此，在采用差额净现值法对方案进行比较时，首先必须确定作为比较基准的方案的绝对效果是好的。



提示

当有多个互斥方案进行比较时，为了从中选出最优方案，就需要对各个方案之间进行两两比较。若方案很多，这种比较就显得很烦琐。在实际分析中，人们可采用简化方法来减少不必要的比较过程。对于需要比较的多个互斥方案，首先将它们按投资额的大小顺序排列，然后从小到大进行比较。每比较一次就淘汰一个方案，从而可大大减少比较次数。

【例 4-14】 某企业有 3 个互斥型的投资方案，寿命期均为 10 年，各方案的初始投资和年净收益如表 4-10 所示。设基准收益率为 15%，试从中选择最佳方案。

表 4-10 互斥方案 A、B、C 的初始投资和净收益

单位：万元

方案	初始投资	年净收益	NPV	IRR
A	5 000	1 400	2 026	25%
B	8 000	1 900	1 536	20%
C	10 000	2 500	2 547	22%

解：投资方案的投资额由小到大的排列顺序是 A、B、C。首先检验 A 方案的绝对效果，可看作 A 方案与不投资进行比较。

$$NPV_{A-0} = -5\,000 + 1\,400(P/A, 15\%, 10) = 2\,026 \text{ (万元)}$$

由于 NPV_{A-0} 大于零, 说明 A 方案的绝对效果是好的。

$$NPV_{B-A} = -3\,000 + 500(P/A, 15\%, 10) = -491 \text{ (万元)}$$

由于 NPV_{B-A} 小于零, 即方案 A 优于方案 B, 因此淘汰方案 B。

$$NPV_{C-A} = -5\,000 + 1\,100(P/A, 15\%, 10) = 521 \text{ (万元)}$$

由于 NPV_{C-A} 大于零, 表明投资大的 C 方案优于投资小的 A 方案。3 个方案的优劣顺序是 C 最优, A 次之, B 最差。

如果用净现值最大原则来比选可以得到同样的结论, 计算结果列于表 4-10 中。

$$NPV_A = -5\,000 + 1\,400(P/A, 15\%, 10) = 2\,026 \text{ (万元)}$$

$$NPV_B = -8\,000 + 1\,900(P/A, 15\%, 10) = 1\,536 \text{ (万元)}$$

$$NPV_C = -10\,000 + 2\,500(P/A, 15\%, 10) = 2\,547 \text{ (万元)}$$

因为 $NPV_C > NPV_A > NPV_B$, 故 C 方案最优, A 次之, B 最差。

因此, 在实际工作中应根据具体情况选择比较方便的比选方法。当有多个互斥方案时, 直接用净现值最大准则选择最优方案比两两比较的增量分析更为简便。该种方法是分别计算各备选方案的净现值, 判别准则为净现值最大且非负的方案为最优方案。根据净现值最大准则选择最优方案可以将方案的绝对经济效果检验和相对经济效果检验结合起来。

2) 差额内部收益率

内部收益率是衡量项目综合能力的重要指标, 也是项目经济评价中经常用到的指标之一。在进行互斥方案的比选时, 如果直接用各个方案内部收益率的高低作为衡量方案优劣的标准, 往往会导致错误的结论。

互斥方案的比选实质上是分析投资大的方案所增加的投资能否用其增量收益来补偿, 也就是对增量的现金流量的经济合理性做出判断。因此, 可以通过计算增量净现金流量的内部收益率(差额内部收益率)来比选方案。差额内部收益率的计算公式为:

$$NPV_A - NPV_B = 0 \quad (4-12)$$

即

$$\sum_{t=0}^n (\Delta CI - \Delta CO)_t (1 + \Delta IRR)^{-t} = 0 \quad (4-13)$$

式中, ΔIRR 为互斥方案 A、B 的差额内部收益率; ΔCI 为互斥方案 A、B 的差额(增量)现金流入; ΔCO 为互斥方案 A、B 的差额(增量)现金流出。

由公式(4-13)可以推出下式:

$$\sum_{t=0}^n (CI_A - CO_A)_t (1 + \Delta IRR)^{-t} - \sum_{t=0}^n (CI_B - CO_B)_t (1 + \Delta IRR)^{-t} = 0 \quad (4-14)$$

因此, 差额内部收益率的另一种表述是两互斥方案净现值(或净年值)相等时的折现率。

差额内部收益率比选方案的判别准则: 若 $\Delta IRR < i_0$, 则投资小的方案为优; 若 $\Delta IRR > i_0$, 则投资大的方案为优。

下面用净现值函数曲线来说明差额内部收益率的几何意义及比选方案的原理。

如图 4-12 所示, 曲线 A、B 分别为 A 方案与 B 方案的净现值函数曲线。

在图 4-12 中, a 点为 A、B 两方案净现值曲线的交点, 这一点上的两方案净现值相等。因此 a 点所对应的折现率即为两方案的差额内部收益率 ΔIRR 。由图 4-12(a) 可知, 当



$\Delta IRR > i_0$ 时, $NPV_A < NPV_B$; 在图 4-12(b) 中, 当 $\Delta IRR < i_0$ 时, $NPV_A > NPV_B$ 。可见, 用 ΔIRR 与用 NPV 比选方案的结论是一致的。

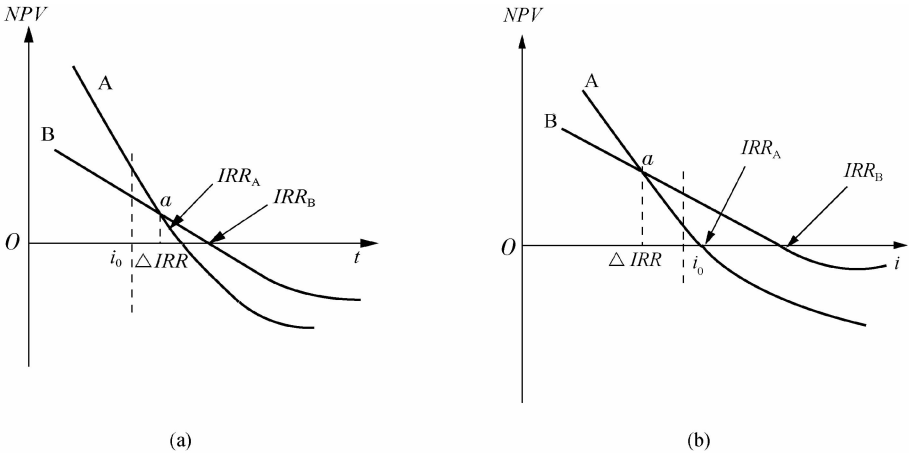


图 4-12 用于方案比较的差额内部收益率

在对互斥方案进行比较选择时, 净现值最大准则是正确的, 而内部收益率最大准则只在基准折现率大于被比较的两方案的差额内部收益率的前提下成立。也就是说, 如果将投资大的方案相对于投资小的方案的增量投资用于其他投资的机会, 会获得高于差额内部收益率的盈利率, 用内部收益率最大准则进行方案比选的结论就是正确的。但是若基准折现率小于差额内部收益率, 用内部收益率最大准则选择方案就会导致错误的决策。由于基准折现率是独立确定的, 不依赖于具体待比选方案的差额内部收益率, 故用内部收益率最大准则比选方案是不可靠的。

与差额净现值法类似, 差额内部收益率只能说明增加投资部分的经济性, 并不能说明全部投资的绝对效果。因此, 采用差额内部收益率法进行方案评选时, 首先必须要判断被比选方案的绝对效果, 只有在某一方案绝对效果好的情况下, 才能作为比较对象。

【例 4-15】 某工程项目有 5 个备选投资方案, 初始投资和年净收益如表 4-11 所示, 寿命期均为 30 年, 设基准收益率为 10%, 试用差额内部收益率法选出最佳的投资方案。

表 4-11 5 个备选方案的数据

单位: 万元

方 案	A	B	C	D	E
初始投资	490	242	280	385	266
年净收益	58.8	21.5	30.8	49	27.3

解: 用差额内部收益率法进行互斥方案比选的一般步骤如下。

- (1) 将方案按投资额由小到大排序, 如表 4-12 所示。
- (2) 计算各方案的 IRR , 若 $IRR \geq i_0$, 保留该方案; 若 $IRR < i_0$, 淘汰该方案, 如表 4-12 所示。
- (3) 依次计算第二步保留方案间的 ΔIRR 。若两个方案间的 $\Delta IRR > i_0$, 则保留投资较大的方案; 反之, 则保留投资较小的方案, 直到最后一个保留的方案即为最优方案, 如表 4-13 所示。

表 4-12 各方案计算与判定结果

方案排序	B	E	C	D	A
初始投资/万元	242	266	280	385	490
年净收益/万元	21.5	27.3	30.8	49	58.8
寿命期/年	30	30	30	30	30
IRR/%	8	9.63	10.49	12.40	11.59
保留与否	淘汰	淘汰	保留	保留	保留

表 4-13 C、D、A 方案的比较

对比方案	增量投资	年增量净收益率	$\Delta IRR/\%$	保留方案
D-C	105	18.2	17.28	D
A-D	105	9.8	8.55	D

最后判定的最优方案是 D 方案。由本例可见,用差额方法考察的是新投入资金的效果。另外,差额方法还有一个优点,可以回避原有资产估价的困难。

2. 寿命期不等的互斥方案的选择

对于寿命期不等的互斥方案,不能直接采用净现值等评价方法对方案进行比选,因为此时寿命期长的方案与寿命期短的方案净现值不具有可比性。为了满足时间可比的要求,必须对各备选方案进行适当的处理,使各个方案在相同的条件下进行比较,才能得出合理的结论。

对寿命期不等的互斥方案进行处理的方法很多,常见的有年值法、最小公倍数法和研究期法。下面结合具体指标进行分析。

1) 年值法

年值法是指投资方案在计算期的收入及支出,按一定的折现率换算为等值年值,用以评价或选择方案的一种方法。在对寿命期不等的互斥方案进行评选时,特别是参加比选的方案数目众多时,年值法是最为简便的方法。年值法使用的指标有净年值与费用年值。

设 m 个互斥方案,其寿命期分别为 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m$, 方案 j ($j=1, 2, 3, \dots, m$) 在其寿命期内的净年值为:

$$NAV_j = NPV_j(A/P, i_0, n_j) = \left[\sum_{t=0}^{n_j} (CI_t - CO_j)_t (P/F, i_0, t) \right] (A/P, i_0, n_j) \quad (4-15)$$

净年值最大且非负的方案为最优可行方案。

【例 4-16】 某项目共有 A、B、C 三个互斥方案,各方案的现金流量如表 4-14 所示,试在基准折现率为 12% 的条件下选择最优方案。



表 4-14 A、B、C 方案的现金流量

方 案	投资额/万元	年净收益/万元	寿命期/年
A	204	72	5
B	292	84	6
C	380	112	8

解:计算各方案的净年值:

$$NAV_A = -204(A/P, 12\%, 5) + 72 = 15.41(\text{万元})$$

$$NAV_B = -292(A/P, 12\%, 6) + 84 = 12.99(\text{万元})$$

$$NAV_C = -380(A/P, 12\%, 8) + 112 = 35.51(\text{万元})$$

由于 $NAV_C > NAV_A > NAV_B$, 故方案 C 为最优方案。

用年值法进行寿命不等的互斥方案的比选,实际上隐含着这样一种假定:各备选方案在其寿命结束时均可按原方案重复实施或以与原方案经济效果水平相同的方案接续。因为一个方案无论重复实施多少次,其年值是不变的,所以年值法实际上假定了各方案可以无限多次重复实施。在这一假定成立的前提下,年值法以年为时间单位比较各方案的经济效果,从而使寿命不等的互斥方案之间具有可比性。

2)最小公倍数法

最小公倍数法以各备选方案计算期的最小公倍数作为进行方案比选的共同计算期,并假设各个方案均在这样一个共同的计算期内重复进行,即各备选方案在计算期结束后,均可按照与其方案计算期完全相同的现金流量系列周而复始地循环下去直到共同的计算期,在此基础上计算出各个方案的净现值,以净现值最大的方案为最佳方案。

【例 4-17】某项目有两个方案可供选择,各方案的有关数据如表 4-15 所示,试在基准折现率 12% 的条件下选择最优方案。

表 4-15 A、B 方案的经济数据

方 案	投资额/万元	年净收益/万元	寿命期/年
A	800	360	6
B	1200	480	8

解:根据重复型更新假设理论,将 A 方案与 B 方案的寿命延长到最小公倍数寿命期 24 年,现金流量也周期重复变化,即 A 方案重复更新 4 次,B 方案重复更新 3 次。两个方案重复后的现金流量如图 4-13 所示。

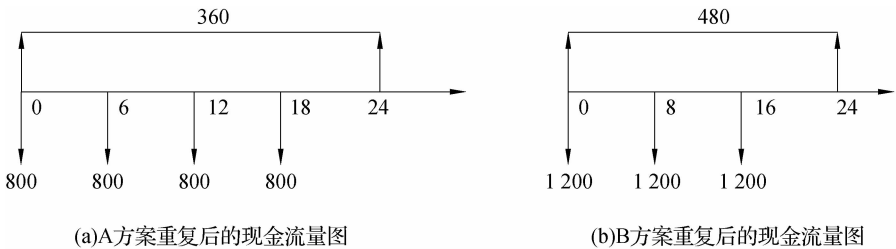


图 4-13 两个方案重复后的现金流量图

$$\begin{aligned}
 NPV_A &= -800 - 800(P/F, 12\%, 6) - 800(P/F, 12\%, 12) - 800(P/F, 12\%, 18) + \\
 &\quad 360(P/A, 12\%, 24) \\
 &= 1\,287.7(\text{万元})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NPV_B &= -1\,200 - 1\,200(P/F, 12\%, 8) - 1\,200(P/F, 12\%, 16) + 480(P/A, 12\%, 24) \\
 &= 921.95(\text{万元})
 \end{aligned}$$

由于 $NPV_A > NPV_B$, 故方案 A 优于方案 B。

利用最小公倍数法有效地解决了寿命期不同的方案之间净现值的可比性问题。但这种方法所依赖的方案可重复实施的假定不是在任何情况下都适用的。对于某些不可再生资源开发型项目, 在进行计算期不等的互斥方案比选时, 方案可重复实施的假定不再成立, 这种情况下就不能用最小公倍数确定计算期。有的时候最小公倍数求得的计算期过长, 甚至远远超过所需的项目寿命期上限, 这就降低了所计算方案经济效果指标的可靠性和真实性, 故也不适用最小公倍数法。

3) 研究期法

研究期法就是通过研究分析, 直接选取一个适当的计算期作为各个方案共同的计算期, 计算各个方案在该计算期内的净现值, 以净现值较大的为优。

在实际应用中, 为方便起见, 往往直接选取诸方案中最短的计算期作为各方案的共同计算期, 所以研究期法也可以称为最小计算期法。

研究期法的具体处理方法有以下几种。

- (1) 完全承认未使用的价值, 即将方案的未使用价值全部折算到研究期末。
- (2) 完全不承认未使用价值, 即研究期后的方案未使用价值均忽略不计。
- (3) 对研究期末的方案未使用价值进行客观的估计, 将估计值计入研究期末。

【例 4-18】 已知两种寿命不等的投资方案的具体情况如表 4-16 所示, 基准收益率为 12%, 试用净现值指标进行方案的比较。

表 4-16 两种寿命不等的投资方案数据

方 案	投资/万元	年净收益/万元	年支出/万元	寿命/年
A	3 800	1 900	500	4
B	5 000	2 500	1 300	8

解: 取年限最短的方案的计算期作为共同的研究期, 计算两方案的净现值如下。

$$NPV_A = -3\,800 + 1\,400(P/A, 12\%, 4) = 452.22(\text{万元})$$

$$NPV_B = [-5\,000(A/P, 12\%, 8) + 1\,200](P/A, 12\%, 4) = 587.72(\text{万元})$$

由于 $NPV_A < NPV_B$, 所以 B 方案为优。

3. 寿命期无限长的互斥方案的选择

在实践中, 人们经常会遇到具有很长服务期(寿命大于 50 年)的工程方案, 如桥梁、铁路、运河和机场等。一般而言, 经济分析对遥远未来的现金流量是不敏感的。例如, 当利率为 6% 时, 30 年后的 10 000 元的现值仅为 1 740 元; 利率为 8% 时, 50 年后的 10 000 元的现值仅为 200 元。对于服务寿命很长的工程方案, 人们可以将其近似地当作具有无限服务寿命期来处理。



(1)净现值法。按无限期计算出的现值一般称为资金成本或资本化成本。资本化成本的计算公式为：

$$P = \frac{A}{i} \quad (4-16)$$

证明：
$$P = A(P/A, i, n) = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

当 $n \rightarrow \infty$ 时, 则 $P = \frac{A}{i}$ 。

利用净现值法对寿命无限长的互斥方案进行经济效果评价时, 其判别准则为: $NPV_i \geq 0$, 且 NPV_i 最大的方案为最优方案。

【例 4-19】 某工程项目有 A、B 两种备选方案, 各方案的具体情况如表 4-17 所示。若基准收益率为 10%, 试选择最优方案。

表 4-17 某工程项目备选方案的比较

单位: 万元

方 案	A	B
一次投资	3 080	2 230
年收入	500	350
大修	300(每 10 年一次)	100(每 5 年一次)

解: $NPV_A = -3 080 + \frac{500 - 300(A/F, 10\%, 10)}{10\%} = 1 731.9$ (万元)

$NPV_B = -2 230 + \frac{350 - 100(A/F, 10\%, 5)}{10\%} = 1 106.2$ (万元)

由于 $NPV_A > NPV_B > 0$, 故方案 A 为优。

(2)年值法。无限期的年值可以下面公式为依据计算：

$$A = P \cdot i \quad (4-17)$$

对无限期互斥方案进行净年值比较的判别准则是净年值大于或等于零且净年值最大的方案是最优方案。

对于仅有或仅需计算费用现金流量的互斥方案, 可以用费用年值法进行比选, 判别准则是费用年值最小的方案为优。

【例 4-20】 某企业有两种疏导灌溉渠道的技术方案, 一种是用挖泥机清除渠底淤泥, 另一种是在渠底铺设永久性混凝土板, 数据如表 4-18 所示, 基准收益率为 5%, 试比较两种方案的优劣。

表 4-18 两种疏导灌溉渠道的计算方案比较

单位: 元

方案 A	费用	方案 B	费用
购买挖泥设备(寿命 10 年)	65 000	购买混凝土板(无寿命期限)	650 000
挖泥设备残值	7 000	年维护费用	1 000
年经营费	34 000	混凝土板维修(5 年一次)	10 000

解: 采用费用年值法比较两种方案。

$$AC_A = 65\,000 \times (A/P, 5\%, 10) - 7\,000 \times (A/F, 5\%, 10) + 34\,000 = 41\,861 (\text{元})$$

$$AC_B = 650\,000 \times 5\% + 10\,000 \times (A/F, 5\%, 5) + 1\,000 = 35\,310 (\text{元})$$

由于 $AC_B < AC_A$, 故方案 B 优于方案 A。

4.3.2 独立型方案的选择

当在一系列方案中接受某方案并不影响其他项目方案的接受时,即方案之间不具有排斥性,这种方案叫独立方案。在一组独立方案比较选择的过程中,可决定选择其中任意一个或多个方案,甚至全部方案,也可能一个方案也不选。独立方案的这一特点决定了独立方案的现金流量及其效果具有可加性。独立方案的评价和选择可分为无资源限制和有资源限制两种情况。

(1)无资源限制的情况。如果独立方案之间共享的资源(通常为资金)足够多(没有限制),只需要检验它们是否通过净现值或净年值或内部收益率等指标的评价标准,只要方案通过了自身的绝对经济效果检验,则认为这些方案是可行的(经济上可接受的),就可采纳并实施,否则应拒绝。

(2)有资源限制的情况。如果独立方案之间共享的资源是有限的,不能满足所有方案的需要,则在这种不超出资源限额的条件下,独立方案的选择有两种方法,即方案组合法、内部收益率或净现值率排序法。

【例 4-21】 某工程项目有 3 个独立方案 A、B、C,其寿命期均为 10 年,现金流量如表 4-19 所示。设基准收益率为 15%,求:(1)当资金无限额时,试判断各方案的经济可行性。(2)当资金限额为 18 000 万元时,试选择最优方案。

表 4-19 各方案的初始投资和净收益

单位:万元

方 案	初始投资	年净收益	NPV	IRR
A	5 000	1 400	2 026	25%
B	8 000	1 900	1 536	20%
C	10 000	2 500	2 547	22%

解:(1)本例为独立方案,可先计算方案自身的绝对效果指标——净现值、内部收益率等,然后根据各指标的判别准则进行绝对效果检验并决定取舍。计算结果列于表 4-19 中。

$$\textcircled{1} NPV_A = -5\,000 + 1\,400(P/A, 15\%, 10) = 2\,026 (\text{万元})$$

$$NPV_B = -8\,000 + 1\,900(P/A, 15\%, 10) = 1\,536 (\text{万元})$$

$$NPV_C = -10\,000 + 2\,500(P/A, 15\%, 10) = 2\,547 (\text{万元})$$

根据净现值判别准则,由于 $NPV_A > 0$, $NPV_B > 0$, $NPV_C > 0$,故 A、B、C 方案均可接受。

$\textcircled{2}$ 设 A 方案的内部收益率为 IRR_A , B 方案的内部收益率为 IRR_B , C 方案的内部收益率为 IRR_C ,可建立以下方程:

$$-5\,000 + 1\,400(P/A, IRR_A, 10) = 0$$

$$-8\,000 + 1\,900(P/A, IRR_B, 10) = 0$$

$$-10\,000 + 2\,500(P/A, IRR_C, 10) = 0$$



由上面方程可解得各自的内部收益率为 $IRR_A = 25\%$, $IRR_B = 20\%$, $IRR_C = 22\%$, 计算结果列于表 4-19 中。由于 $IRR_A > i_c$, $IRR_B > i_c$, $IRR_C > i_c$, 故 A、B、C 方案均可接受。

对于独立方案而言, 经济上是否可行的判断根据其绝对经济效果指标是否优于一定的检验标准。不论采用净现值还是内部收益率当中的哪一种评价指标, 评价结论都是一样的。

(2) 列出所有的互斥方案组合, 如果本题采用净现值法, 在资金限额不超过 18 000 万元的方案组合中, 以净现值最大原则选取最优方案组合, 如表 4-20 所示。

表 4-20 方案组合计算表

单位: 万元

序号	1	2	3	4	5	6	7
方案组合	A	B	C	A+B	A+C	B+C	A+B+C
初始投资	5 000	8 000	10 000	13 000	15 000	18 000	23 000
年净收益	1 400	1 900	2 500	3 300	3 900	4 400	5 800
净现值	2 026	1 536	2 547	3 562	4 573	4 083	6 109

从表中可以看出, 资金不超过 18 000 万元限额的方案组合有 6 个, 其中 A+C 方案组合的净现值最大, 故选 A+C 方案。

4.3.3 混合相关型方案的选择

当方案组合中既包含互斥方案又包含独立方案时, 就构成了混合方案。独立方案或互斥方案的选择属于单项决策。但在实际情况中, 需要考虑各个决策之间的相互关系。混合相关型方案的特点是在分别决策的基础上, 研究系统内诸方案的相互关系, 从中选择最优秀的方案组合。

混合相关型方案选择的程序如下。

- (1) 按组间方案互相独立、组内方案互相排斥的原则形成所有各种可能的方案组合。
- (2) 以互斥型方案比选的原则筛选组合内方案。
- (3) 在总的投资限额下, 以独立型方案比选原则选择最优秀的方案组合。

【例 4-22】 某投资项目有一组 6 个可供选择的方案, 其中两个为互斥型方案, 其余为独立型方案, 基准收益率为 10%, 其投资、净现值等指标如表 4-21 所示。现分别假设该项目投资额为 1 000 万元、2 000 万元, 试对方案进行选择。

表 4-21 混合方案比选

投资方案		投资/万元	净现值/万元	净现值率
互斥型	A	500	250	0.500
	B	1 000	300	0.300

续表

投资方案		投资/万元	净现值/万元	净现值率
独立型	C	500	200	0.400
	D	1 000	275	0.275
	E	500	175	0.350
	F	500	150	0.300

解:6个方案的净现值都是正值,表明方案都是可取的。

①在1 000万元资金限额时,以净现值率为判断,选择A、C两个方案。A、C方案的组合效益为:

$$NPV=250+200=450(\text{万元})$$

②在2 000万元资金限额时,选择A、C、E、F 4个方案。A、C、E、F 4个方案的组合效益为:

$$NPV=250+200+175+150=775(\text{万元})$$

小结

经济评价的指标是多种多样的,它们从不同角度反映项目的经济性。这些指标主要可以分为三大类:以时间单位计量的时间型指标,如借款偿还期、投资回收期等;以货币单位计量的价值型指标,如净现值、净年值、费用现值和费用年值等;反映资金利用效率的效率型指标,如投资收益率、内部收益率和净现值率等。

投资回收期是指用方案所产生的净收益补偿初始投资所需要的时间。根据是否考虑资金的时间价值,投资回收期分为静态投资回收期和动态投资回收期。投资收益率是投资方案达到设计生产能力后正常生产年份的年净收益额与方案投资总额的比率。

净现值是指按基准收益率计算的项目计算期内净现金流量的现值之和。对于既定方案,其净现值随着折现率的增加而逐渐变小。由净现值函数关系可知,一个投资方案对于既定的收益率,只有当净现值大于零时,方案才是可行的。单位投资现值的净现值称为净现值率。净将来值、净年值是与净现值等价的评价指标,区别只是现金流量折算的时间点不同。

内部收益率是指能使项目计算期内净现值等于零时的折现率,也是使两个方案净现值相等的折现率。

基准收益率是企业或行业或投资者以动态的观点所确定的、可接受的投资方案最低标准的收益水平。它是项目实务可行性和方案比选的主要依据,是计算净现值等经济评价指标的重要参数。投资者可根据自身发展战略、经营策略、具体项目特点与风险、资金成本、投资收益的期望和机会成本等因素综合测定,也可以参考和使用国家行政主管部门统一确定并发布的行业基准收益率。

方案的比较和选择是项目评价的重要内容。在投资方案的比较和选择过程中,按照方案之间的经济关系可将方案分为互斥型方案、独立型方案和混合相关型方案。互斥型方案之间存在着互不相容、互相排斥的关系,在进行多方案选择时,只能选取其中之一。效益比选的方法包括净现值法和净年值法、差额内部收益率法等。采用差额内部收益率法和净现



值法的结论是一致的,但不能直接使用方案的内部收益率进行比较,否则会导致不一致的结论。

对计算期不同的互斥型方案的比较和选择,需要对各备选方案的计算期和计算公式进行适当的处理,使各方案在相同的条件下进行比较。当存在多个项目时,不论其相互关系如何,都可以把它们组成许多互斥组合,每个组合形成一个组合方案,可按互斥型方案的比较方法确定最优的组合方案。



思考与练习

1. 经济评价指标可按哪些不同标准进行分类?
2. 简述动态投资回收期、静态投资回收期的定义和各自的优缺点。
3. 简述净现值、净年值的定义、经济含义和特点。
4. 内部收益率的经济含义是什么?如何计算内部收益率?
5. 常见的方案类型有哪些?每种类型的方案有何特点?
6. 简述方案之间的关系及相应的评价方法。
7. 影响基准收益率的因素有哪些?
8. 在互斥型方案比选中,运用差额内部收益率比选方案的步骤是什么?
9. 净现值法在寿命期相同和寿命期不同的多方案比选中有何不同?
10. 现有投资 5 000 万元,在预计 10 年中每年可回收 100 万元,并在第 10 年年末可获得 7 000 万元,试计算该项投资的内部收益率。
11. 某工程项目期初投资 10 000 元,1 年后投产并获得收益,每年的净收益为 3 000 元,基准折现率为 15%,寿命期为 10 年,试用内部收益率指标判断该项目是否可行。
12. 某工程项目有 A、B 两个互斥方案,方案 A 的期初投资为 15 000 元,寿命期为 5 年,每年的净收益为 5 000 元;方案 B 的初期投资为 20 000 元,寿命期为 3 年,每年的净收益为 10 000 元。若年折现率为 10%,试选择最优方案。
13. 某水泥厂年产 100 万吨水泥,建设期为 2 年,项目总寿命期为 18 年,若全部投资可在投产后 8 年内等额收回,试估计其内部收益率。若另建设一年产 200 万吨的水泥厂,建设期为 3 年,寿命期为 20 年,基准收益率为 8%,为达到同样的投资效果,投资回收期不大于几年?
14. 4 种功能相同的可行设备 A、B、C、D(互斥关系),使用年限均为 10 年,残值为零。其初始投资额和年经营费用如表 4-22 所示,基准收益率为 8%,试用净现值法对这些设备进行评价。

表 4-22 4 种功能相同的可行设备数据比较

单位:万元

方案	A	B	C	D
初始投资额	3 000	3 800	4 500	5 000
年经营费用	1 800	1 770	1 470	1 320

15. 某工程项目有两个设计方案,设基准收益率为 15%,两方案的现金流量如表 4-23 所示,计算期均为 6 年,试以差额内部收益率法比选方案。

表 4-23 方案 A、B 的投资和年经营成本

单位:元

方 案	年 数							第 6 年残值
	0	1	2	3	4	5	6	
A	-5 000	-1 000	-1 000	-1 000	-1 200	-1 200	-1 200	1 500
B	-4 000	-1 100	-1 100	-1 100	-1 400	-1 400	-1 400	1 000

16. 有 3 个独立方案,其初始投资额分别为 240 万元、385 万元和 420 万元,年净收益分别为 50 万元、75 万元和 82 万元,计算期为 10 年,基准收益率为 10%。若投资限额为 700 万元,试用互斥方案组合法求最优方案组合。

模块 5 项目不确定性分析

学习目标

- ◎ 了解不确定性分析的概念和作用；
- ◎ 掌握盈亏平衡分析、敏感性分析、概率分析的原理；
- ◎ 掌握风险决策的程序及其准则；
- ◎ 能够运用盈亏平衡分析、敏感性分析、概率分析的方法分析风险因素。

5.1 不确定性分析概述

5.1.1 不确定性分析的含义

不确定性分析是对决策方案受到各种事前无法控制的外部因素变化与影响所进行的研究与估计,是研究技术方案中主要不确定性因素对经济效益影响的一种方法。

在建设项目的经济评价中,除了事后评价之外,绝大部分是对新建、扩建、改建项目的评价,所研究的问题都是发生于未来,所引用的数据也都来源于预测和估计,因此不可能与将来的实际情况完全吻合。换句话说,上述因素是变化的,是不确定的。由于这些因素的不确定性,就必然引起项目经济效益评价的不确定性和风险性,甚至造成投资决策的失误。

具体来说,各建设项目方案经济评价的基础数据(如投资、成本、产量和价格等)受到政治、文化、社会因素,经济环境,资源与市场条件,技术发展情况等因素的影响,随着时间、地点、条件改变而不断变化,这些不确定性因素在未来的变化就构成了项目决策过程的不确定性。同时由于项目经济评价所采用的数据(如项目经济评价所涉及的投资、利率、建设年限、经济寿命、产量、价格、经营成本和收益等数据)大多是估算值或预测值,具有一定程度的不确定性,加上主观预测能力的局限性,对这些技术经济变量的估算与预测不可避免地和实际值会有一些误差,从而使得投资方案经济效果的预期值与实际值可能会出现偏差。这些情况统称为工程项目的风险与不确定性。

通过分析方案各个技术经济变量的变化对投资方案经济效益的影响,分析投资方案对各种不确定性因素变化的承受能力,进一步确认项目在财务和经济上的可靠性,这个过程称为风险与不确定性分析。