

---

# 第八章 矿业投资方案的比较

在矿业投资项目的技术经济分析中，方案比较和选择占有很大的比重。由于开采方法、工艺、设备等技术手段的不同，在实现某个目标时，常常面临众多的技术方案。方案比较的目的就是要选择一个技术上先进、工艺上成熟、经济上合理的最优方案。并不是任何方案之间都是绝对可以比较的。不同的方案，其投入或产出的质量、数量、费用及发生的时间和方案的寿命期限都不尽相同。对这些因素的综合经济比较需要有一定的前提条件和判别标准。

## 8.1 方案比较的基本原则和步骤

### 8.1.1 方案比较应遵循的原则

方案比较应遵循下面几条基本原则：

- (1) 必须遵循国家对矿山开发的技术政策和经济政策；
- (2) 参与比较的方案，必须技术上先进，工艺上成熟，生产上可靠；
- (3) 选择设备、材料要经济合理，符合国情；
- (4) 设计方案的技术基础资料要可靠落实；
- (5) 方案比较的基础要一致，具有可比性，例如，当方案的产品数量或质量不同时，应该换算成相同的条件后方可比较或进行单位指标对比；
- (6) 技术指标和经济指标的选取，必须正确合理；
- (7) 评选方案应从技术上和经济上进行综合分析，全面论证，然后选择。

### 8.1.2 方案比较的基本步骤

(1) 根据国家和有关部门对项目建设的要求和矿床开采条件，从技术的可能提出若干个方案，并对这些方案进行技术上的初步评议，把其中某些明显不合理的方案逐个淘汰，一般剩下二至三个方案。

(2) 确定和计算各方案的基本经济参数，如，基建投资、产品成本、产品价格和各种费用指标等。

(3) 对各方案进行可比性检查，对不具备可比条件的因素，如产量、质量、时间、计算范围等进行可比性调算。

(4) 计算各方案的经济效果指标。

(5) 利用经济效果指标各个方案进行技术经济分析。

(6) 进行技术经济、资源利用、环保等因素的综合评价，最终选出一个最优方案。

## 8.2 方案比较的基本方法

投资方案的比较可以从全投资的角度进行比较，也可以从追加投资角度进行比较。所谓

全投资是指一个方案的总投资；追加投资是指一个方案比另一个方案多出的那部分投资。本书第七章介绍的经济评价方法均从全投资的角度进行比较，但实际上在多个方案的选择中，采用追加投资经济效益比较法更为广泛。本章将着重介绍追加投资经济效益的比较方法。

(1) 追加投资回收期法。

$$\Delta T = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} = \frac{\Delta K}{\Delta C}$$

式中： $\Delta T$ ——追加投资回收期；

$K_1, K_2$ ——为方案 I、II 的基建总投资；

$C_1, C_2$ ——为方案 I、II 的年总成本。

决策准则： $\Delta T$  小于基准投资回收期，则投资大的方案为优，反之则为投资小的方案优。

(2) 追加净现值法。

$$\Delta NPV = \sum_{t=0}^N \frac{\Delta CF_t}{(1+i)^t}$$

式中： $\Delta NPV$ ——追加投资净现值；

$\Delta CF_t$ ——第  $t$  年 A、B 二方案的差额现金流；

决策准则： $\Delta NPV \geq 0$ ，追加投资合理，即投资大的方案为优； $\Delta NPV < 0$ ，投资小的方案为优。

(3) 追加内部收益率法。

$$\Delta NPV(i) = \sum_{t=0}^N \frac{\Delta CF_t}{(1+i)^t} \equiv 0$$

追加内部收益率也称增额内部收益率法。两个方案各年净现金流量额的现值之和等于 0 时的贴现率叫做追加内部收益率，若追加内部收益率大于或等于基准收益率则认为追加投资是合算的，采用投资多的方案；反之则采用投资小的方案。

表 8.1 两运输方案现金流

项目	汽车	铁路
投资	4.4	13.4
年成本	2.8	1.5
服务年限	5	10

表 8.2 两运输方案差额现金流量

年份	现金流量		差额现金流量
	汽车	铁路	铁路—汽车
0	-4.4	-13.4	-9
1~5	-2.8	-1.5	1.3
5	-4.4	—	4.4
6~10	-2.8	-1.5	1.3
合计	-36.8	-28.4	8.4

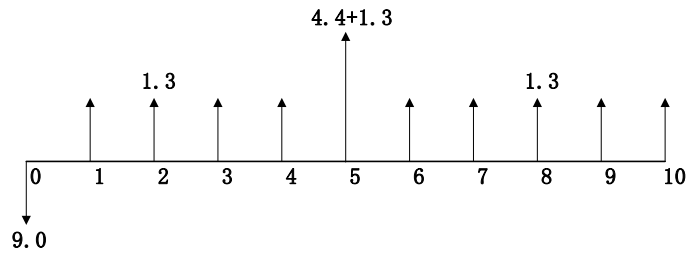


图8.1 差额现金流量图

[例 8.1] 某露天矿运输系统拟采用汽车运输和铁路运输二种方案，两方案的投资和成本见表 8.1。若基准收益率为 10%，试比较两个方案的优劣？

解：（1）计算两方案的差额现金流量，见表 8.2，由于二个方案的寿命不同，为了使方案具有可比性，汽车运输方案的寿命期加长一倍。

（2）绘制差额现金流量图。

（3）用现值法求差额现金流量的内部收益率，即追加投资的内部收益率。

$$-9 + 1.3 \times (P/A, i, 10) + 4.4 \times (P/F, i, 5) = 0$$

查报酬率表知， $i$  在 12% 与 15% 之间，由插入法，可求得追加投资收益率  $i = 14.24\%$ 。因为  $i = 14.24\% > 10\% = \text{MARR}$ ，所以，追加投资是经济的，故铁路运输方案为优。

### 8.3 互斥方案的选择

所谓互斥方案是指在若干个备选方案中，只能选取一个，不同方案之间的关系是相互排斥的。例如，矿区和厂址的选择、设备购置、建设规模的选择等都只能选择其中的一个，属于互斥方案。互斥方案的选择方法很多，前面介绍的各种方法一般都可以用于互斥方案的选择。当许多方案都具有相同的功能，都能达到预期的目的，则投资最省的或年成本最低的以及净现值、内部收益率最高的方案自然应该是最有条件当选的方案。但是，在资金预算有弹性的情况下，为了获得更多的收益，有时并不一定选择收益率最高的方案，因为如果投资额不大，即使内部收益率相当高，也获得不了太多的收益。因此，当有一批方案都大于企业的目标收益率（MARR），在资金允许的情况下，选择投资额大的方案，将会获利更大。那么是不是投资额最大的方案就最好呢？也不尽然。在这种情况下，就要考虑两个因素，一是投资额要大，二是额外增加的投资的收益率是可以接受的，即必须大于基准收益率 MARR。一般来说，互斥方案，增量投资收益率分析的步骤如下：

（1）按投资额大小排列诸方案；

（2）以不投资作为一个方案与投资最少的方案进行对比（实际上是求投资最少方案的投资收益率）；

（3）然后再依次与投资较多的方案进行比较，计算增量投资收益率；

（4）若增量投资收益率  $> \text{MARR}$ ，则投资少的方案被淘汰，再用保险的方案与其他投资多的方案进行比较，直到剩下最后一个方案，即为最优方案。

表 8.3 原始数据 (单位万元)

方 案	A	B	C	D
投 资	20	27.5	19	35
年现金流量	2.2	3.5	1.95	4.2
寿命 (年)	30	30	30	30

[例 8.2] 有四个可供选择的互斥方案, 其现金流量及服务年限, 如表 8.3,  $MARR=10\%$ , 问应选哪个方案?

解: 按上述步骤计算, 结果列于表 8.4

方案 C 与不投资的 O 方案比较,  $IRR_C=9.63\%$ , 小于  $10\%$ , 应予否定, 再拿 O 方案与 A 方案进行比较,  $IRR_A=10.9\%$ , 大于  $10\%$ , 则保留 A 方案。再拿 A 方案与 B 方案比较,  $IRR_B=17.28\%$ , 大于  $10\%$ , A 被淘汰, B 入选, B 方案再与 D 方案比较,  $IRR_D=8.55\%$ , 低于  $10\%$ , D 方案淘汰, 最后 B 方案为最优方案。

表 8.4 增额投资收益率计算结果

方 案	C	A	B	D
投资 (万元)	19	20	27.5	35
年现金流量 (万元)	1.95	2.2	3.5	4.2
对比方案	C 比 O	A 比 O	B 比 A	D 比 B
增额投资	19	20	7.5	7.5
增额现金流量	1.95	2.2	1.3	0.7
增额收益率	9.63%	10.94%	17.28%	8.55%
>MARR	×	√	√	×
选定方案	否	A	B	B

这样做可以避免只选择投资最多的方案造成的错误, 因为在上述四个方案中, A、B、D 的投资收益率都大于  $MARR$ , 见表 8.5。当资金有弹性时, 为了多收益, 很有可能选择方案 D, 那就失误了, 实际上以 B 方案为好。因为 D 方案额外增加的内部投资的收益率低于  $MARR$ , 是不经济的。

表 8.5 各方案的 IRR

方案	C	A	B	D
全部投资 IRR	9.63%	10.9%	12.40%	11.59%

#### 8.4 独立方案的选择

一个矿业公司, 在制定投资计划时, 往往需要同时对若干个项目进行投资, 采纳的投资方案的多少主要取决于该时期公司的资金预算, 根据拥有的资金的多少, 确定应该采纳哪些投资方案, 这种方案称为独立方案。在一批备选方案中, 有的是属于非上不可的项目, 这样的方案的取舍不受报酬率高低的影响。叫做不可避免投资方案, 安排好这些方案后, 于根据所余资金的多少, 选择其它方案, 一般的作法是先求出各个独立方案的收益率, 然后依收益率的高低排序, 淘汰收益率低于  $MARR$  的方案, 在收益率大于  $MARR$  的方案中, 根据资金

预算确定入选方案，被选中方案不仅投资总额要与可能的资金相一致，而且总体收益应该最大。

表 8.6 各方案投资内部收益率计算

方案	投资 (万元)	寿命 (年)	年现金流量 (万元)	IRR (%)	优先次序
A	1000	6	287	18	3
B	1500	9	293	13	否
C	800	5	268	20	2
D	2100	3	950	17	4
E	1300	10	260	15	5
F	600	4	254	25	1

[例 8.3] 某采矿公司，计划下一年度计划中投资 3500 万元，目前有六个项目可以投资，据初步测算六个方案的主要经济参数见表 8.6。公司的基准收益率  $MARR=14\%$ ，试用内部投资收益率方法选择投资项目？

解：从表中，可以看到 B 方案的收益率低于  $MARR$ ，所以，立即淘汰，对剩下的各个方案按收益率大小排序见表 8.7，考虑到资金预算为 3500 万元，选择 F、C、A 三方案，预算剩余 1100 万元，预算剩余资金按最低收益率  $MARR$  计算，总体的内部收益率为：

$$IRR = \frac{600 \times 25\% + 800 \times 20\% + 1000 \times 18\% + 1100 \times 14\%}{3500} = 18.4\%$$

如果考虑预算资金的充分利用，改变方案的组合，又可分别求得三组方案的整体投资收益率，见表 8.8。从表中可以看到，F、C、D 的方案组合比 F、C、A 方案组合更有利，而且充分利用了资金预算。

表 8.7 方案优先顺序

方案	IRR	投资额	累计投资额
F	25%	600	600
C	20%	800	1400
A	18%	1000	2400
D	17%	2100	4500
E	15%	1300	5800

表 8.8 整体投资收益率计算结果

方案组合	投资总额	整体收益率
F、C、D	3500	19.1%
C、A、E	3100	16.9%
F、A、E	2900	17.4%

## 8.5 服务年限不同的方案比较

在矿山投资项目的经济比较中，经常遇到服务年限不同的方案比较问题，例如，生产能力的选择问题，其实质也是服务年限不同的方案选择问题，不同寿命期的设备选择等。由于不同服务年限的方案，其投资和发生的费用、收益的时间都是不同的，因此，不具备可比性条件，必须进行调算。对于矿山企业的服务年限，由于其年限很长，如果再考虑调算，那么，计算的经济周期长达几十年，而几十年后的贴现系数很小，因此，没有多大实际意义，对于一个特定的矿床，生产能力的选择应着重于综合论证，当然必要时，也进行方案比较，对于矿山项目中的一些局部方案，如设备选择，建筑物、构筑物等方案都应当进行调算，调算一般步骤：

- (1) 计算不同服务年限的最小公倍数，以最小公倍数的年限作为各方案经济计算的周期；
- (2) 在相同的经济计算周期内，分别计算各方案再投资的次数和金额；
- (3) 绘制现金流量图；
- (4) 按前面介绍的评价方法进行比较。

如果采用年成本法进行比较，则服务年限可不予调算。

[例 8.4] 某矿穿孔设备的选择有两个方案：方案 I 采用潜孔钻机，投资  $K_1$ ，年经营费  $C_1$ ，使用寿命 6 年；方案 II 采用牙轮钻机，投资  $K_2$ ，年经营费  $C_2$ ，使用寿命 9 年，若贴现率取  $i$ ，试比较两者的经济效果？

解：按上述步骤进行计算：

- (1) 两钻机的服务年限的最小公倍数为 18，以 18 年作为两方案经济计算的周期。
- (2) 在 18 年内，潜孔钻机要再投资②次，牙轮钻机要再投资①次。为方便计算，设再投资的金额仍为  $K_1$ 、 $K_2$ ，年经营仍为  $C_1$ 、 $C_2$ 。
- (3) 绘制现金流量图（读者自己完成）。
- (4) 计算两个方案的费用现值：

$$P_1 = K_1 + K_1(P/F, i, 6) + K_1(P/F, i, 12) + C_1(P/A, i, 18)$$

$$P_2 = K_2 + K_2(P/F, i, 9) + C_2(P/F, i, 18)$$

比较两个方案的费用现值，小者为优。

此题也可以用年成本法解。如果用年成本法解，则不必进行调算，故凡有条件采用年成本评价法评价，应尽量用它来评价。

## 8.6 矿山生产规模方案比较

采矿业的对象是地下矿产资源，对于一定的矿床，矿石工业储量是一定的，矿山生产规模越大，那么，矿山的寿命就越短，相应的投资就越大，矿山企业建成后的现金流量大，反之，则现金流量小。因此，如何比较不同服务年限的矿山企业呢？上面我们已经讲过，由于矿山服务年限长达几十年，如果用最小公倍数调算再考虑重复投资，那么，计算周期会长达百年以上，这样长的比较周期是没有实际意义的。当然，在比较生产规模不同的技术方案时，可以采用年成本法，它不需相同的服务年限的条件，但是，它要求每个方案的经营费用年年都相同，这实际上很难做到，因为矿床开采技术条件变化大，矿石开采成本变化很大。其次，

矿山生产不同于其他企业，它的劳动对象是矿石，它是不需花钱买的，而其它行业的原材料都需要买，这样，规模大的矿山企业，它的经营成本和投资费用一般都大，其超额投资不一定能产生预期的年经营费的节约额。因此，用年成本比较不同生产规模的矿山技术方案是不合理的。一般情况下，比较不同生产规模的技术方案时，必须计算各个技术方案的投资收益率和净现值，投资收益率大的方案一般是较好的方案，其投资额大，所获得的净现值必然比较多。为了弥补这种方案比较法的缺点，所以，使用净现值指数指标作为辅助方法，然后对各个指标进行综合分析

[例 8.5] 某矿床工业储量 600 万吨，预计矿山外部运输、工人村等生活设施需花固定资产投资 400 万元，每吨采出矿石的单位基建投资为 15 元，假定基建期为 4 年，且投资以等额形式在 4 年内投入，矿山建成后，每吨矿石的售价为 25 元，每年的固定成本为 100 万元/年，每吨矿石的可变成本为 10 元/吨。目标投资收益为 15%，试计算矿山最优生产规模。

解：根据矿床工业储量和矿山技术条件，选取 20 万吨/年、40 万吨/年、50 万吨/年、60 万吨/年、100 万吨/年，五个规模方案进行比较，这里以 20 万吨/年规模为例计算：

$$\text{年等额投资： } K_D = \frac{400 + 20 \times 15}{4} = 175 \text{ (万元/年)}$$

$$\text{矿山服务年限： } L = \frac{600}{20} = 30 \text{ (年)}$$

$$\text{年收入： } A = 20 \times 25 - (100 + 10 \times 20) = 200 \text{ (万元)}$$

投资现值（贴现到投产年）：

$$P_1 = K_D (F/A, 15\%, 4) = 175 \times 4.993 = 873.775 \text{ (万元)}$$

收入现值（贴现到投产年）：

$$P_2 = A (P/A, 15\%, 30) = 200 \times 6.566 = 1313.2 \text{ (万元)}$$

$$\text{净现值： } NPV = P_2 - P_1 = 1313.2 - 873.775 = 439.425 \text{ (万元)}$$

$$\text{净现值指数： } NPVR = \frac{NPV}{P_1} = 0.5029$$

其余规模和各经济指标值计算方法同上，结果列于表 8.9。

表 8.9 矿山生产规模方案比较表

矿山规模 (万吨/年)	寿命	年投资	年收入	投资现值 总和	收入现值 总和	净现值 NPV	净现值指 数(NPVR)
20	30	175	200	873.78	1319.2	439.42	0.5029
40	15	250	500	1248.25	2923.7	1675.45	1.3422
50	12	287.5	650	1435.49	3523.39	2087.9	1.4545
60	10	325	800	1622.73	4015.04	2392.31	1.4743
100	6	75	1400	2371.68	5298.3	2926.62	1.2344

---

从表 8.9 计算的结果可看出, 净现值指数 NPVR 最大的矿山规模是 60 万吨/年, 其 NPVR=1.4743, 这个指标的含义为: 在矿山规模 60 万吨/年时, 除了保证达到预计的投资收益率 15%外, 每元投资现值尚可多得 1.4743 元现值收益。从表中还可以看到, 所有的五个方案都达到企业的基准收益率, 但它们的单位投资所取得的经济效益以 60 万吨/年规模为最优。再比较各方案的净现值, 可看到, 随着规模的增加净现值是增大的, 但投资也增加很快, 一般来说, 在选择最优规模时, 用净现值标准往往会偏向于大规模开采, 这在实际工作中是行不通的, 因为规模的大小除了经济因素外, 还必须考虑技术上的可行性, 作者认为用净现值指数选择规模方案较为合理, 目前我国的设计单位大多采用内部投资收益率和净现值指数标准, 或者联合使用。应该指出的是, 基准贴现率(本例 15%)的选择对于净现值准则和净现值指数准则有很大的影响, 读者不妨用  $i = 10\%$  计算一下本例, 看情况会有什么变化? 另外, 本例的有关假设条件是为了便于计算, 实际工作中考虑的情况要复杂得多, 有兴趣可参考文献[35]。

## 8.7 采矿方法方案选择

采矿方法的选择是矿山设计中的一个主要内容, 采矿方法选择的正确与否直接影响矿山的经济效益、影响采矿方法选择的因素很多, 有技术因素, 如矿体赋存条件、矿石围岩的力学性质等, 也有经济因素, 这里仅讨论经济因素对采矿方法选择的影响。

### (1) 比较的内容

- ① 表征经济效果的指标有: 基建投资、采出矿石成本、最终产品成本、年盈利、总盈利、净现值、投资收益率、返本年限等。
- ② 年采出矿石规模, 或全部服务年限内年产有用矿的数量、质量以及贫损指标等;
- ③ 主要技经指标。矿块生产能力, 千吨矿石采切化, 劳动条件和生产率, 水泥和坑木等大宗材料耗量等。

(2) 比较方法。参与比较的采矿方法方案, 因矿块生产能力、贫化率、损失率指标不同, 从而使确定的规模及年产品数量与质量也不同, 有时还会引起基建投资相差很大。因此, 要进行全面的综合比较分析后, 才能判定其优劣。由于各矿山情况千差万别, 采矿方法方案种类繁多, 因此, 在具体使用时, 可因地制宜地简化比较的内容。

由于影响采矿方法的因素太多, 使用传统的方案法越来越不能适应多目标优化选择的要求, 近几年, 许多数值优化选择方法被引入采矿方法选择中, 取得了很好的社会效益。主要有: 多目标决策法、价值工程法、模糊数学法、灰色关联度法、层次分析法等。数值分析法的共同特点是: 采用不同的方法将参与比较的、能定量的各项技术经济指标进行无量纲化; 然后, 针对各项指标对采矿方法选择的影响的重要程度, 赋以不同的权重; 最后, 按各自的数学原理求得一综合评价, 并由此比较各方案的优劣。

## 习题

(1) 为了增加现有生产工艺的产量, 公司打算购买一台新的运输设备, 现有 5 种类型的机器可考虑, 各方案现金流量如表 8.10。每种设备的寿命都是 10 年, 年收入 40 万元, 基准贴现率为 12%, 求:



- ① 计算年度费用，选择设备；
- ② 基准贴现率为 12% 时，计算回收期；
- ③ 用追加投资回收期，比较机器 1 与机器 5。

表 8.10

机器类型	初始投资 (万元)	年运行费 (万元)
1	50	22.5
2	60	20.54
3	75	17.082
4	80	15.425
5	100	11.374

表 8.11

方案	A1	A2	A3
投资 (万元)	5000	7000	8500
年收益 (万元)	1319	1942	2300

(2) 某公司考虑三个可行而相互排斥的投资方案 (表 8.11)，三个方案的寿命期均为 15 年，基准贴现率为 8%，用下列方法选择方案：

- ① 追加投资净现值；
- ② 追加投资收益率。

(3) 有三项投资，资料如表 8.12 所示。

表 8.12

投资 \ 时间 现金流量	0	一年末	二年末
	A	-5000	
B	-5000	4000	4000
C	-5000	7000	

- 请计算：① 利率分别为 5%、10% 和 15% 时的投资净现值。② 各项投资的内部收益率。③ 使用内部收益率法比较哪项投资有利？使用经现值法，利率为 10% 时，哪项投资有利？
- (4) 试解释直接用内部收益率大小来比较方案会有利于早期效果好的方案。
  - (5) 试解释基准贴现率在方案比较中的作用。若基准贴现率定得较高，倾向于选择那一类项目的方案。

(6) 某项目初始投资为 8000 元，在第一年末现金流入为 2000 元，第二年末现金流入 3000 元，第三、四年末的现金流入均为 4000 元，请计算该项目的净现值、净年值、净现值率、内部收益率、动态投资回收期 ( $i=10\%$ )。

(7) 某矿山，精矿产品全部采用水路运输，为了使码头上的装卸能力尽可能地扩大，计划采用新装卸系统，目前有三种不同的系统 (每个系统的装卸能力相同) 可以选择，每种系统的初始投资和运行费用如下表 8.13 所示。矿山最多只能筹措资金 140 万元，基准贴现率为 15%，各种系统可组合投入运行，但每种系统只能供应一套，求最优的方案组合。

表 8.13

系统	初始投资 (万元)	年运行费 (万元)
I	65	9.181
II	60	10.5
III	72	7.945

(8) 对于有几个独立投资项目的群，初始投资有限，一种挑选项目的办法是：  
 第一步，计算各项目的基准贴现率下的净现值；  
 第二步，计算各项目的净现值与初始投资之比；  
 第三步，按净现值与初始投资比的大小，从大到小排列；  
 第四步，按以上次序，首先挑净现值与初始投资比较大的项目，然后挑次的，直至初始投资不够为止。

试问，按这种方法挑选项目是否能保证最优？为什么？

(9) 公司打算购买下列二种新机器，数据如表 8.14 所示。假如，公司的基准贴现率为 12%，采用下列方法选择方案：

- ① 年成本；② 追加净现值。

表 8.14

费用项目	机器 A	机器 B
初始投资 (万元)	34	65
服务寿命 (年)	5	10
残值 (万元)	1	5
运行费用 (万元/年)	20	18

(10) 某厂拟购置机器设备一套，有 A、B 两种型号可供选择，两种型号机器的性能相同，但使用年限不同，有关资料如表 8.15 (单位：元) 所示：

表 8.15

设备	设备 售价	维修及操作成本								残值
		第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	第 7 年	第 8 年	
A	20000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	3000
B	10000	3000	4000	5000	6000	7000				1000

如果该企业的资金成本为 10%，应选用哪一种型号的设备？

(11) 为冶炼厂提供两种储存水的方法，方法 A 在高楼上安装水塔，安装成本为 102000 元。方法 B 在与冶炼厂有一定距离的小山上安装储水池，安装成本为 83000 元。两种方法的寿命估计为 40 年，均无残值。方法 B 还需购置成本为 9500 元的附加设备，附加设备的寿命为 20 年，20 年末的残值为 500 元。年运行费用为 1000 元，基准贴现率为 8%。

- ① 用净现值比较两种方案；  
 ② 用年成本比较两种方案。

(12) 某制造厂考虑下面三个投资计划。在 5 年计划中，这三个投资方案的现金流量情况如表 8.16 所示 (该厂的最低希望收益率为 10%)：

表 8.16

方案	A (元)	B (元)	C (元)
最初成本	65000	58000	93000
年净收益(1~5 年末)	18000	15000	23000
残值	12000	10000	15000

- a. 假设这三个计划是独立的，且资金没有限制，那么应选择哪个方案或哪些方案？
- b. 在 a 中假定资金限制在 160000 元，试选出最好的方案。