

矿山项目经济比选方法及应用

龚元翔

(长沙有色冶金设计研究院有限公司, 湖南 长沙 410011)

摘要: 矿山项目在建设前期阶段, 投资者所面临的方案选择往往不是单一的, 而是多种方案之间的比选, 如何保证所建设项目整体上技术可行、经济最优, 则需要从不同的角度对多种方案进行综合对比. 文章以某矿山为例, 根据互斥型方案比选的原则对备选2组方案进行了详细分析, 结果表明采用经济比选的方法得出的结论客观、准确, 为投资者决策提供了依据.

关键词: 方案比选; 互斥型方案; 净年值

中图分类号: TD2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2015)03-0076-05

Mine project economic comparison method and its application

GONG Yuanxiang

(Changsha Engineering and Research Institute Ltd. of Nonferrous Metallurgy, Changsha 410011, China)

Abstract: Mining projects in the construction phase, the choice faced by investors' scheme is usually not single, but rather comparisons between different projects. How to ensure the construction project on the whole is technically feasible and economically optimal, needs to comprehensively compare between many schemes. Taking a certain mine for example, the mutex type scheme comparison and selection principle of two alternative schemes are analyzed in details. Results show that the conclusions made by economic comparison method are objective and accurate, and can provide the basis for the investors' decision-making.

Key words: scheme comparison; mutually exclusive plan; net annual value

矿山建设项目单从技术上来说是有多种可行的方案, 但投资者对方案的选择不仅仅只从技术可行角度考虑, 通常是要从技术、经济、环保等多个方面综合分析, 保证所选方案整体最优. 一般来说方案之间存在互斥、独立和相关3种关系. 从系统理论角度分析^[1,2], 投资者在方案比选时, 应综合考虑备选方案之间的相互影响, 单个方案的经济可行往往不能体现项目整体的经济性, 只有正确的把握各方案间的相互关系, 才能得出项目整体最优方案.

本文以某铜矿为例, 根据互斥型方案比选的原则对2组方案进行了详细分析, 评价得出的结论准确、可靠, 为企业决策提供了依据, 具有重要的现实意义.

1 互斥型方案

所谓互斥型方案, 是指备选方案之间相互排斥, 不相容, 在方案比选时只能选择其中1个方案, 其余方案均放弃^[3,4].

1.1 方案比选内容及要求

在项目的技术比选中,互斥型方案是较常见的.如果一组互斥方案在技术上可行、投资在限额范围内,则满足方案比选的要求.通常互斥方案进行方案经济要进行2方面检验:(1)绝对检验.主要是考察备选方案自身的经济效果是否合理;(2)相对检验.主要是考察备选方案之间相对最优者.2种检验目的和作用不同,两者缺一不可.

因此要求备选方案满足下列条件:(1)备选方案在技术上可行;(2)备选方案自身的经济性应能被接受;(3)备选方案比选包含的范围和时间、效益和费用的计算口径应保持一致.

1.2 经济比选指标的选择

方案经济比选指标的选择,主要是根据评价的主要目标及投资者最关注的问题来确定.互斥型方案比选一般分为计算期相同和计算期不同2种情况,计算期不同涉及指标及含义也不同,因此在方案比选过程中应选择对应合理的评价指标.

1.2.1 互斥方案—计算期相同

对于计算期相同的互斥方案,由于评价计算期相同,方案在利用资金等值原理经济效果换算时,在时间上才具有可比性.因此该类型方案比选如果采用价值性指标(如净现值),则选用价值性指标较大者为相对最优方案,如果采用比率性指标(如内部收益率),则需要考虑备选方案之间差额投资的经济效益.在计算期相同情况下,项目评价一般采用净现值、费用现值和差额投资内部收益率作为经济比选主要指标^[5].

1) 净现值法

净现值计算公式如下:

$$NPV(i) = \sum_{t=0}^n (CI - CO)_t (1 + i)^{-t}$$

式中,CI:现金流入量;CO:现金流出量;n:计算期;t:计算期中的1年;i:社会折现率或财务基准收益率(或设定的折现率).

一般而言,在备选方案自身经济合理的条件下(即净现值均大于零),则可判断净现值最大者方案最优.

2) 费用现值法

对于那些现金流入相同或者没有现金流入的互斥方案,只需要进行费用现值比较,判断标准为费用现值最小者为相对最优方案.

3) 差额投资内部收益率法

差额投资内部收益率又称增量投资内部收益率,它是指进行对比2方案的各年净现金流量差额的现值之和等于零时的折现率.其表达式如下:

$$\sum_{t=0}^n [(CI - CO)_2 - (CI - CO)_1]_t (1 + \Delta FIRR)^t = 0$$

式中, $\Delta FIRR$:差额投资内部收益率; $(CI - CO)_2$:投资相对较高方案的年净现金流量; $(CI - CO)_1$:投资相对较低方案的年净现金流量.

判别准则:首先备选方案在经济上必须是可行的.再用基准投资收益率*i*和差额投资内部收益率 $\Delta FIRR$ 进行比较,若*i* ≤ $\Delta FIRR$,则投资多的方案为优,若*i* ≥ $\Delta FIRR$,则投资少的方案为优.多个互斥方案进行比选时,应该依次轮流比选得出最优方案.

1.2.2 互斥方案—计算期不同

互斥方案比选无论计算期是不是相同,在比选时都需进行绝对效果检验和相对效果检验.由于方案的

计算期不同,无法直接进行比较.因此必须采用一定方法使得备选方案具备可比性.通常可以采用净年值、计算期统一法和费用年值法^[6].

1) 净年值法

净年值也称为净年金,它是把项目寿命期内的净现金流量按设定的基准收益率折现成与其等值的各年年末的等额净现金流量值^[7].净年值可以通过净现值乘以资金回收系数进行等值变换求解,即:设 m 个互斥方案的计算期分别为 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m$, 方案 $j(j = 1, 2, 3, \dots, m)$ 在其计算期内的净年值的计算公式为

$$NAV_j = \left[\sum_{t=0}^{n_j} (CI_j - CO_j)(P/F, i, t) \right] (A/P, i, n_j).$$

在对计算期不同的互斥型方案进行比选时,净年值法最为简单,尤其是备选方案较多时候其优势较为明显.其评价的准则就是:净年值 $NAV_j \geq 0$ 且净年值最大的方案为最优方案.

2) 统一计算期法

计算期统一法就是对计算期不同的比选方案选定 1 个相同的计算期进行评价,在此基础上再用前述指标对方案进行比选.计算期的设定应根据决策的需要和方案的技术经济特征来决定,通常采用最小公倍数和最短计算期法来统一计算期.

3) 费用年值法

费用年值法也称年费用法.若 2 种方案现金流入相同,但又难以确定的情况下,就可以采用费用年值法进行方案比较.评价准则:年费用较低的方案为最优方案.

其表达式如下:

$$AC = \sum_{t=0}^n [(I + C - S_v - W)_t (P/F, i, t)] (A/P, i, n).$$

式中, AC : 年费用; I : 投资额; C : 年经营成本; S_v : 期末回收的固定资产余值; W : 期末回收的流动资金.

2 矿山互斥型方案经济比选的应用

2.1 项目概述

项目位于西藏自治区,矿区海拔 5 400 m,属极高山区.矿山水电及辅材等建设条件基本满足项目建设要求.矿体上下部分品位相差较大,上部矿石品位较高,根据矿体赋存条件及特征项目组提出 2 种开采方案:方案一、露天+地下联合开采;方案二、全地下开采.备选方案基本参数如表 1.

表 1 备选方案基本参数

| 方案 | 建设规模/10 ⁴ t | | 服务年限/a | | 项目可比投资/万元 | | 可比总成本费用 /(万元/t) | 可比营业收入 /万元 |
|----|------------------------|----|--------|----|-----------|----------|--------------------|---------------|
| | 露天 | 地采 | 露天 | 地采 | 基建期投资 | 追加投资 | | |
| 一 | 60 | 45 | 7 | 8 | 106 261.9 | 15 060.0 | 28.671 774 | 836 539.16 |
| 二 | | 60 | | 13 | 92 434.5 | 8 320.0 | 28.848 817 | 797 806.74 |

2.2 评价方法及指标选择

经对比分析方案一和方案二的特点,2 组为典型的互斥型方案.根据项目特点,选用净年值法进行方案比选^[8,9].方案对比主要数据计算如下:

2.2.1 项目可比投资

方案比选投资一般可选取可比选部分计算.方案一前期可比投资包括征地费、露天运输道路、露采设备及基建剥离成本,按扩大指标估算法计算可比投资为 106 261.9 万元.后期转地下追加投入 15 060.0 万元.方案二可比投资包括征地费、充填站、破碎站、地采设备、空压机房、六大系统等,按扩大指标估算法计

算可比投资为 92 434.5 万元,后期地采需追加开拓工程 8 320.0 万元.

2.2.2 总成本费用

方案一前 7 a 为露天开采,总成本费用 = 露采成本 + 选矿成本 + 期间费用^[10].

后期转地采后,总成本费用 = 地采成本 + 选矿成本 + 期间费用^[3,5]. 经估算,项目前期露天开采总成本 453.13 元/t,其中:露采 103.58 元/t,选矿 185.42 元/t,期间费用 164.13 元/t. 后期转地采总成本费用 390.76 元/t,其中:地采 145.39 元/t,选矿 185.42 元/t,期间费用 59.95 元/t. 方案二均为地下开采,总成本费用 = 地采成本 + 选矿成本 + 期间费用. 经估算,总成本费用为 414.56 元/t,其中:地采 147.15 元/t,选矿 191.76 元/t,期间费用 75.65 元/t.

2.2.3 营业收入

由于备选 2 组不同开采方案中采矿方法有所不同,矿石的回收率也不同,使得最终营业收入有所差异,一般来说,露天开采矿石回收率要大于地下开采. 经估算,方案一总营业收入为 836 539.16 万元,方案二总营业收入为 797 806.74 万元.

2.2.4 基准收益率 i

本次方案比较基准收益率取行业基准收益率 $i = 13\%$ ^[8,9].

2.3 指标计算

求一个项目的净年值,可以先求项目的净现值,然后乘以资金回收系数进行等值变换求解. 本次方案比选分 2 步进行:第一步,首先进行项目投资现金流分析,计算出项目可比净现值;第二步,通过等值换算求出可比净年值.

方案一:净现值 = $-21\ 252.38 + -85\ 009.52 \times (P/F, 13\%, 1) + 81\ 890.88 \times (P/F, 13\%, 2) \cdots + 23\ 111.67 \times (P/F, 13\%, 17) = 138\ 867.06$ 万元. 根据资金等值换算,可以得出方案一的净年值为 21 028.12 万元.

方案二:净现值 = $-46\ 217.25 + -46\ 217.25 \times (P/F, 13\%, 1) + 818\ 90.88 \times (P/F, 13\%, 2) \cdots + 5\ 897.32 \times (P/F, 13\%, 15) = 114\ 601.63$ 万元. 根据资金等值换算,可以得出方案一的净年值为 17 733.66 万元.

综合比较结果见表 2.

表 2 方案经济比选结果

| 方案 | 基建期投资/万元 | 追加投资/万元 | 可比总成本费用/万元 | 可比营业收入/万元 | 净年值/万元 |
|----|-----------|----------|------------|------------|-----------|
| 一 | 106 261.9 | 15 060.0 | 286 717.74 | 836 539.16 | 21 028.12 |
| 二 | 92 434.5 | 8 320.0 | 288 488.17 | 797 806.74 | 17 733.66 |
| 差额 | 13 827.4 | 6 740.0 | -1 770.43 | 38 732.42 | 3 294.46 |

2.4 综合评价

1)从经济角度分析,方案一的净年值比方案二高. 采用露天 + 地下联合开拓方案,虽然前期投资相对较多,但从投资者角度来分析前期采用露天开采可以较快的完成上部高品位资源的回收,尽早的收回投资. 从方案净年值来看方案一大于方案二,因此从经济角度分析方案一相对较优.

2)技术角度分析,方案一和方案二均可行. 但由于方案一前期为露天开采,虽然建设投资有所增加,但金属回收率比方案二高,在服务年限内可采出的金属量多.

3)从社会角度分析,2 个备选方案的实施均能为当地带来较大的社会效益(如提供就业岗位、增加税收等). 但从税收的角度分析,由于方案一利润总额要高于方案二,因此方案一上缴政府的所得税要高于方案二.

4)从环保角度分析,矿上开采方案一和方案二均产生一定量的废石和粉尘,但由于矿区海拔较高周边无居民,对周边环境影响较小.

综合分析,作为单独开采方案,方案一和方案二均能满足项目建设要求.但从经济、技术、社会、环保等多角度综合对比分析,方案一露天+地下联合开采方式相对起来更加合理.

3 存在的问题及展望

3.1 存在的问题

1)首先是备选方案选择.备选方案单独对于项目来说一定要是可行的,并且方案间不能明显判断出经济上优劣,即要具备可比性.目前许多设计人员对方案研究不够透彻,为了满足规范编制要求,罗列的备选项目很多情况下是不具备可比性的,或者很容易就能被排除的,这样得出的方案结论往往过于片面,失去了方案比选的意义.

2)其次是忽略方案经济合理性.许多矿山企业注重的是“企业做大、做强”、“标杆型企业”“世界一流”等战略目标,因此在项目建设中过于注重规模化、先进化,很多情况下忽略了项目的经济合理性.

3.2 展望

随着我国的快速发展大多数建设条件好、容易开发的资源基本上开采完毕,今后将更多的面临高成本矿山的开发建设,企业利润空间将进一步缩减,企业间的竞争愈发激烈.因此,在前期设计阶段更应该控制方案的合理性、节约建设项目成本,减少投资风险,增强企业的竞争力.

参考文献:

- [1] 郑海力,陈建宏,胡达涛. 矿山企业经济的多层次嵌套型灰色关联分析[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版),2009,24(4):85-90.
- [2] 郑海力,陈新,周勇,等. 基于灰靶决策理论与粗糙集的采矿方案优选[J]. 矿业工程研究,2013,28(1):1-6.
- [3] 国家发改委建设部. 建设项目经济评价方法与参数[M]. 北京:中国计划出版社,2006.
- [4] 国务院关于投资体制改革的决定[Z]. 国发[2004]20号.
- [5] 祝锡萍. 新编企业财务管理理论与实务[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
- [6] 陈启中. 矿山投资项目经济分析[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.
- [7] 毛雁,曲首成. 利用投资净年值动态计算矿床平均品位[J]. 世界地质,2013,32(4):716-718.
- [8] 程秋林. 关于方案比选中经济评价指标选取的探讨[J]. 有色冶金设计与研究,2012,33(1):45-47.
- [9] 李俊磊,和凯利,蒋国辉. 互斥型投资方案的分析评价[J]. 价值工程,2014,34(1):166-167.
- [10] 龚元翔,陈志宇. 矿山成本预测及信息化管理系统的初步探讨[J]. 中国铝业,2010,34(6):16-19.