

合同采矿理论框架及矿山运营模式初探

蒋 权

(中冶长天国际工程有限责任公司,湖南 长沙 410205)

摘要: 为了构建高寒地区矿山运营模式优选方法体系,为特殊地理环境下矿业开发决策提供理论支撑,文章以西藏某矿山为例,建立涵盖经济、技术、管理三大维度 8 项指标的综合评价体系,采用模糊层次分析法(FAHP)构建优先关系矩阵,通过专家评价确定指标权重,运用密切值法对业主自营、外包及合作开发 3 种模式进行多准则决策分析,计算各方案与理想解的贴近度;并通过构建全生命周期成本分析模型,系统对比 3 种模式的经济性,得出外包模式的费用现值较合作开发、自营模式分别低 0.1% 和 0.18%。研究表明:外包模式兼具风险可控性与管理效率,凸显资本轻量化和管理专业化的双重优势,更适合该矿山的开发运营。

关键词: 合同采矿; 外包模式; 合作开发; 模糊层次分析法; 成本控制

中图分类号:TD861.1

文献标志码:A

文章编号:1673-8993(2025)05-0006-08

doi:10.13402/j.gcjs.2025.05.055

Theoretical framework of contract mining and preliminary exploration of mine operation model

JIANG Quan

(Zhongye Changtian International Engineering Co., Ltd., Changsha 410205, Hunan, China)

Abstract: In order to establish a methodological framework for optimizing the operation mode of mines in high-altitude regions, providing theoretical support for mining development decisions in extreme geographical environments. Taking a mine in Tibet as example, a comprehensive evaluation system with eight indicator covering three dimensions -economy, technology, and management is first established. The fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) is employed to construct priority relationship matrices and determine indicator weights through expert assessments. The closeness value method facilitated multi-criteria decision analysis among three operational modes (owner-operated, outsourcing, and cooperative development), calculating their proximity to ideal solutions. Moreover, by constructing a life-cycle cost analysis model, the economic performance of the three modes is systematically compared, and it is found that the present value of the cost of the outsourcing mode is 0.1% and 0.18% lower than that of the cooperative development and owner-operated modes, respectively. Findings reveal that the outsourcing model effectively balances risk control and management efficiency, showcasing dual advantages of capital light-weighting and management specialization, making it more suitable for the development and operation of this mine.

Key words: contract mining; outsourcing mode; cooperative development; fuzzy analytic hierarchy process; cost control

2018 年以来,受地域政治、贸易摩擦、技术革新等不确定因素影响,矿业经济复苏乏力,全球矿

收稿日期:2024-10-24

基金项目:国家应急管理部重点研发计划资助项目(2024YFB2908800)

作者简介:蒋权(1985—),男,高级工程师,从事采矿工程设计、工程管理及市场经营工作。

业持续分化调整,呈现新的发展趋势,矿业逐渐向绿色、安全、智能、高效新高度发展。矿山企业寻求低成本、绿色高质量发展成为必经之路。

传统的业主自营管理模式中,矿山企业独自承担投资、建设、经营等任务,一切生产运营事项都由矿山企业负责,矿山项目摊子大、包袱重,面临着巨大的资金、人员与生产作业管理压力。近年来,国内一些矿山率先采用合同采矿模式,如昆钢的大红山铁矿、青海锡铁山铅锌矿、广东大顶铁矿以及新疆蒙库铁矿等^[1-2],一定程度上解决了传统模式下矿山企业组织机构臃肿、管理难度大、投资负担重的问题,让多重压力与相关责任得到分离,使得业主能够缩减公司体制结构和人员配置,降低运营成本,减少一次性固定资产投入,并且从矿山现场作业生产与人员管理中解脱出来,把时间和精力更多地转移到资源与开发、市场并购、资本运作等核心业务上^[3-4]。同时承包商作为矿山领域内的专业承包公司,具备国家承认的矿山开采资质,拥有更强的生产管理能力和专业化的开采技术人员队伍,提高了生产效率,强化了安全管理,使得矿山的开采、运营利益更大化。在当今社会大分工时代的大背景下,这种矿山运营模式正在逐渐兴起,并在矿山行业内形成一种大趋势^[5]。

西藏罗布莎铬铁矿为开发多年的老矿山,管理机制相对成熟,存在自身的发展优势,但也面临着发展的瓶颈。特别是南部矿区采用充填新工艺,给矿山生产管理带来了挑战。鉴于此,我公司积极响应市场发展需要,受西藏某矿业公司委托,依据合同采矿实践经验,综合考虑矿山资源赋存条件、采矿工艺、矿山组织结构特点、生产技术与管理水平等实际情况,开展生产运营策划并推荐一种科学合理的矿山运营模式,以期可为矿山投资决策、生产管理与成本控制提供技术指导。

1 基于 FAHP + 密切值法的采矿运营模式综合评价

由于矿山生产运营分工越来越细和生产方式趋向于向专业化方向发展,我国矿业承包开采出现了总承包、分包、合作开发等多种矿山生产运

营模式^[6-8]。如何选择最适用于矿山的生产运营模式,降低矿山生产投资,实现矿山业主和承包商双赢,是一个重要的研究问题。

模糊层次分析法(FAHP)^[9-10]长期以来在方案优选中得到了广泛应用,取得了较好的效果,本策划书3种矿山运营模式方案选择实质上是多目标决策优化问题,故本文采用FAHP得到各指标权重。

密切值法是系统工程中多目标决策的一种优选方法。多目标决策由于考虑的目标多,标准多,有些目标之间还存在着矛盾,这就使多目标问题成为一个复杂而困难的问题,采用密切值法进行方案优选,使得方案选择更为科学合理。

FAHP + 密切值法方案优选步骤如下。

(1) 构建综合评价指标体系。结合矿山内外部条件和现状,对待选3种矿山运营模式方案进行分析并确定评价指标,然后根据评价指标影响因素构建层次结构模型。

(2) 层次分析法确定指标权重。采用集体探讨专家打分的方式对各指标重要程度进行评分,将指标分数进行两两比较得到优先关系矩阵,通过计算权重向量得到各指标权重。

(3) 密切值法选择最优方案。由原始数据得到指标矩阵,将指标矩阵规范化结合指标权重计算得到判断矩阵。基于判断矩阵定义理想最优最劣方案,计算3种矿山运营模式方案与理想方案距离,得到3种方案密切值。密切值越小方案越优。

1.1 构建运营模式方案综合评价指标体系

根据矿山的实际情况,本项目可供选择的矿山运营模式如表1所示。

方案一: 业主自营模式; 方案二: 外包模式; 方案三: 合作开发模式。

结合矿山内外部条件及生产现状,对拟选3种矿山运营模式方案进行分析,并确定选取8个评价指标, : 技术实力(X_1); 投资风险(X_2), 资金保障能力(X_3), 生产作业的质量及安全(X_4), 管理难度(X_5), 操作难度(X_6), 预期经济效益(X_7), 预期社会效益(X_8)。采用模糊层次分析法,构建矿山运营模式方案的综合评价体系如图1所示。

表 1 矿山运营模式方案策划

方案名称	方案介绍	职责划分	作业人员	设备投资
业主自营模式	业主独自承担投资、建设、经营等任务。一切生产运营的组织和管理都由矿山企业全权负责	业主直接负责采、掘、运、充等生产任务,同时负责材料和设备采购和现场组织管理	生产作业人员 202 人; 综合管理人员 26 人	固定设备和移动设备均由业主提供
外包模式	将整个生产作业环节外包给专业承包商。业主只按照合同进行设计审核和现场监督,承包商根据合同约定的矿石产量、开采技术指标、单价等向业主提供合格矿石	业主:负责编写矿山远景规划、年度、季度、月度生产计划;负责采矿工程的规划设计;负责制定外包项目的各项管理标准及建立评价考核体系;负责矿山生产指导和作业安全管理监督。承包商:负责按生产计划、技术要求组织实施;负责在确保安全、质量的前提下完成各项计划指标;负责施工组织设计;负责按业主规定时间提供计划、报表	业主方管理人员 10 人;承包商生产作业人员 150 人;承包商技术管理人员 20 人	固定设备由业主提供,移动设备由承包商自带
合作开发模式	业主与合作方采用技术服务+充填系统运营承包的合作开发模式	业主:负责充填工序外的其他生产任务,同时负责材料和设备采购和现场组织管理。合作方:负责配合完成矿山充填作业。技术服务人员负责现场施工技术指导,配合业主共同进行现场组织管理	业主方生产作业人员 178 人;业主方综合管理人员 15 人;合作方生产作业人员 28 人;合作方技术服务人员 6 人	固定设备和移动设备均由业主提供

注:固定设备包括提升机、井筒装备、有轨运输设备、水泵、变电设备、通风设备、压风设备、放矿设备等;移动设备包括手持式气动凿岩机、天井钻机、掘进凿岩台车、铲运机、装岩机、电机车、矿车、混凝土喷射机、辅助车辆等。

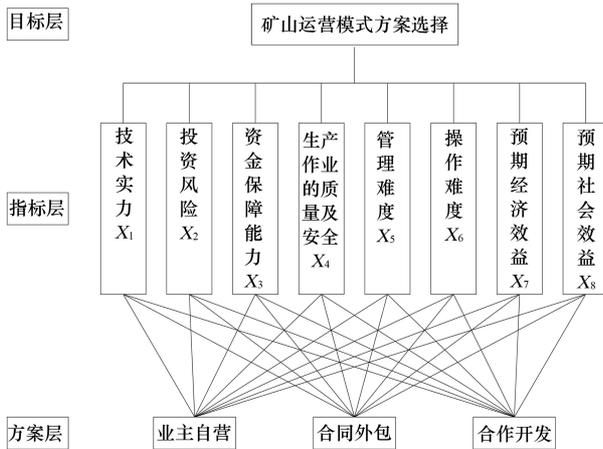


图 1 矿山运营模式方案的综合评价体系

1.1.1 技术实力

矿山运营模式的技术适配性取决于实施主体的技术实力体系,涵盖生产技术、协调管理及设备效能三大维度。在矿山开采专业化分工深化的背景下,业主与专业承包商间的技术能力差距日益凸显。

业主自营模式受限于专业团队结构性缺失,

如在充填施工等关键技术环节缺乏自有技术力量支撑,导致其技术实施能力存在明显短板。外包模式则依托专业承包商构建起成熟的技术生态体系,其优势体现在 3 个方面: 1) 拥有经过多项目验证的标准化施工技术看案; 2) 配备与开采工艺深度适配的专业设备集群; 3) 建立了基于 PDCA 循环的动态现场管理体系。合作开发模式通过引入外部技术支持虽部分弥补技术缺陷,但人员协作与管理系统整合仍需长期磨合。技术实力呈现显著梯度特征,外包模式因专业化积累占据优势,合作开发模式次之,业主自营模式相对薄弱。

1.1.2 投资风险

矿山开发项目具有高风险的特征,无论采用哪一种运营模式,都要重视投资风险控制。考虑到矿山于 2019 年年底将完成基建工作,充填系统也匹配建设到位,因此本次仅考虑矿山生产运营期的风险。

矿山为一生产老矿山,业主自营模式已非常成熟,其施工团队配合效能及全周期成本管控精准到

位，投资风险较小。合作开发模式虽存在管理界面复杂等实施难点，但通过保持业主导地位实现资金配置主动权，仍维持较低风险等级；而外包模式在西藏高原特殊地质环境下的应用尚未形成成熟范式，特别是在成本效益评估与承包价格管控方面存在较大风险。综合分析表明，业主自营与合作开发模式具有相对稳健的投资风险特征，外包模式则需重点关注其风险防控机制建设。

1.1.3 资金保障能力

工程项目的高质量按期实施以完善的资金保障体系为前提。若资金保障能力薄弱，将引发双重负面效应：一方面导致设备材料等生产要素供应迟滞，直接造成工期延误；另一方面可能影响施工及管理人员薪酬的及时兑付，削弱作业积极性，进而威胁工程效率与质量标准的实现。就不同经营模式而言，采矿项目的资金保障效能存在显著差异。

在业主自营模式中，施工方需通过复杂的财务申报流程完成工程结算，该模式存在结算周期滞后、资金保障能力相对较弱的特点。与之相似的合作开发模式，虽通过合作方分担部分责任，但未建立法定约束机制，资金保障稳定性仍显不足。相比之下，外包模式通过采矿承包合同明确界定了发包方与承包方的权责义务，形成规范化的契约关系：一方面，合同条款对双方资金保障责任进行法定约束，通过风险共担机制有效缓解业主方的资金压力；另一方面，基于合同建立的全周期资金管理体系，通过对设备采购、进度款拨付等关键环节的规范性约束，可确保项目现金流稳定，从而展现出更强的资金保障能力。

1.1.4 生产作业质量及安全

矿山生产质量与安全管控效能直接影响运营效益，质量安全缺陷将引发多维运营风险：短期导致工程返工与工期延误，长期可能触发停产整顿等监管措施，造成重大经济损失。

矿山生产质量与安全管控效能直接影响运营效益，质量安全缺陷将引发多维运营风险：短期导致工程返工与工期延误，长期可能触发停产整顿等监管措施，造成重大经济损失。

业主自营模式受限于技术储备薄弱与现场管

理经验不足，在作业标准执行与安全隐患排查方面存在系统性缺陷。外包模式虽具备专业化的技术实施能力，但受承包商逐利倾向影响，存在质量管控松懈的风险。合作开发模式既保有承包商的技术支撑，又依托业主方深度参与决策监管，通过权责共担机制强化质量安全标准执行。因此在生产作业质量及安全保障方面，业主自营模式最弱，外包模式和合作开发模式较强。

1.1.5 管理难度

管理难度是指矿山运营过程中业主方对人员、资金和工程的质量、安全、效益的综合管理难度。

业主自营模式下，管理所有人员、资金和工程的任务较重。外包模式下，承包商具有独立管理机构，业主仅需对承包商进行监督管理，生产组织与管理任务较轻；但是甲方需要严格甄选外包队伍，强化安全意识，督促外包队伍增加安全投入以及重视合同管理以及合同条款关于安全管理的约定、杜绝相互推诿等；甲方不能过度依赖外包方的技术力量，需要重视自身人才队伍培养，增强项目控制能力，防止“以包代管”的现象出现，这些方面会相应增加甲方的安全管理难度。合作开发模式下，业主不仅需要管理自身人员还需要管理分包人员和技术服务人员，同时还要做好现场协调管理工作，任务很重。

在管理难度方面，业主自营模式一般，外包模式较易，合作开发模式较难。

1.1.6 操作难度

矿山运营模式的操作难度体现在组织协调、流程控制及风险管理层面。业主自营模式依托成熟管理体系，标准化作业流程使其实施难度最低；外包模式通过招标机制筛选承包商，操作重心在于资质审查与履约监管体系的持续监管；合作开发模式需构建多方协同机制，核心难点在于通过权责契约明确资源调配规则与工序衔接标准，其复杂性主要源于利益相关方的目标协调与动态平衡。3种模式中，业主自营模式操作难度最小，外包与合作开发模式均需制定专门制度，通过明确合作协议解决合作障碍与风险，操作难度均属中等。

1.1.7 预期经济效益和社会效益

业主自营模式下，人员素质不高，技术实力

较差, 积极性较低, 经济效益不高, 但大量雇佣本地工人, 促进就业, 有良好社会效益。外包模式, 专业技术实力强, 承包商追求效益, 作业效率高, 经济效益较好, 但忽视矿山的整体运作和效益最大化, 与自营模式相比社会效益较低。合作开发模式本着合作共赢的原则, 社会效益和经济效益良好。

1.2 层次分析法确定指标权重

1.2.1 专家组评分

通过集体讨论, 专家打分形式(分值为 1~5, 1 表示极不重要, 5 表示极重要), 对各指标重要程度进行定义。专家意见汇总取均值后得到的方案选择指标评价如表 2 所示。

表 2 方案选择指标评价

目标层	指标层	结果
矿山运营 模式方案 选择	技术实力 X_1	4.8
	投资风险 X_2	4.6
	资金保障能力 X_3	4.0
	生产作业的质量及安全 X_4	3.8
	管理难度 X_5	3.5
	操作难度 X_6	3.5
	预期经济效益 X_7	3.2
	预期社会效益 X_8	3.0

1.2.2 构造优先关系矩阵

采用对 X 中因素两两比较建立比较矩阵的方法, 研究 n 个指标 $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ 对目标的影响程度大小。即每次取两个因子 x_i 和 x_j , 以 a_{ij} 表示 x_i 和 x_j 对目标的影响大小之比, 全部比较结果用矩阵 $A = (a_{ij})_{m \times n}$ 表示, 称 A 优先关系矩阵。

优先关系矩阵元素的值 a_{ij} 反映了人们对各元素相对重要性的认识(表 3), 一般采用 1~9 及其倒数作为标度得出优先关系矩阵。若 x_i 大于 x_j , 则 a_{ij} 取 1~9, 小于则取倒数。

通过式(1)将步骤(1)中指标得分转化为优先关系矩阵 A 。

$$a_{ij} = [2(X_i - X_j)] + 1$$

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \tag{1}$$

式中: $[2(X_i - X_j)]$ 为 X_i 和 X_j 的差的两倍的四舍五入取整值, 且 X_i 大于 X_j 。

计算结果如式(2)所示。

表 3 优先关系矩阵元素取值

评分	含义
1	表示两个因素相比, 具有同等重要性
3	表示两个因素相比, 一个因素比另一个稍微重要
5	表示两个因素相比, 一个因素比另一个明显重要
7	表示两个因素相比, 一个因素比另一个强烈重要
9	表示两个因素相比, 一个因素比另一个极端重要
2,4,6,8	表示重要程度介于上述两相邻判断尺度之间

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 & 5 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 3 & 3 \\ 1/3 & 1/3 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 3 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1/4 & 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1/5 & 1/4 & 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

1.2.3 计算权重

通过 Matlab 程序计算权重, 计算出最大特征根及其对应向量, 并将其归一化得, $\lambda = 8.189 2$; $W = [0.277 5 \ 0.231 7 \ 0.127 5 \ 0.116 2 \ 0.074 9 \ 0.074 9 \ 0.053 8 \ 0.043 6]$ 。

W 中各元素则代表各指标所占权重。

1.2.4 一致性检验

综合全部比较结果时, 其中难免包含一定程度的非一致性。如果比较结果是前后完全一致的, 则矩阵 A 的元素还应当满足式(3):

$$a_{ij} a_{jk} = a_{ik}, \forall i, j, k = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

对决策者提供的判断矩阵有必要作一次一致性检验, 以决定是否能接受它。

首先计算出一致性指标 $\sigma_{CI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$; 然后根据下表查得平均随机一致性指标; 计算随机一致性比率 $\sigma_{CR} = \frac{\sigma_{CI}}{\sigma_{RI}}$ (σ_{RI} 值见表 4), 当 $\sigma_{CR} < 0.1$ 时认为判断矩阵的一致性是可以接受的, 否则应对判断矩阵作适当修正。

表 4 阶矩阵对应的 σ_{RI} 值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
σ_{RI}	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52

计算得： $\sigma_{CI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ ； $\sigma_{CR} = \frac{\sigma_{CI}}{\sigma_{RI}} = 0.0192 <$

0.1 故此权重计算可以被接受。

1.3 密切值法选择最优方案

1.3.1 构建指标矩阵

根据前文描述，先列出方案指标对比，如表 5 所示。

表 5 方案指标对比

项目	方案一 (业主自营)	方案二 (合同外包)	方案三 (合作开发)
技术实力	较弱	强	较强
投资风险	较小	一般	较小
资金保障能力	一般	较好	一般
生产作业的 质量及安全	较差	较好	较好
管理难度	一般	较易	较难
操作难度	易	一般	一般
预期经济效益	一般	较好	较好
预期社会效益	好	一般	较好

上表非定量指标评语转化为“差、较差、一般、较好、好”，并按照 1 到 5 打分，将非指标转化为定量指标，如表 6 所示。

设有 n 个评价对象，每个评价对象有 m 个评价指标，将上表中原始数据写成指标矩阵如下式(4)所示。

$$P = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 3 & 2 & 3 & 5 & 3 & 5 \\ 5 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 4 & 3 \\ 4 & 4 & 3 & 4 & 2 & 3 & 4 & 4 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$R = \begin{bmatrix} 0.2981 & 0.6247 & 0.5145 & 0.3333 & 0.5571 & 0.7625 & 0.4685 & 0.7071 \\ 0.7454 & 0.4685 & 0.6860 & 0.6667 & 0.7428 & 0.4575 & 0.6247 & 0.4243 \\ 0.5963 & 0.6247 & 0.5145 & 0.6667 & 0.3714 & 0.4575 & 0.6247 & 0.5657 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$Q = \begin{bmatrix} 0.0827 & 0.1447 & 0.0656 & 0.0387 & 0.0417 & 0.0571 & 0.0252 & 0.0308 \\ 0.2068 & 0.1086 & 0.0875 & 0.0775 & 0.0556 & 0.0343 & 0.0336 & 0.0185 \\ 0.1655 & 0.1447 & 0.0656 & 0.0775 & 0.0278 & 0.0343 & 0.0336 & 0.0247 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$Q^+ = r_j^+ = \max\{r_{ij}\}, j = \{1, 2, \dots, 9\} \quad (8)$$

$$Q^- = r_j^- = \min\{r_{ij}\}, j = \{1, 2, \dots, 9\}$$

表 6 非定量指标评分

项目	方案一 (业主自营)	方案二 (合同外包)	方案三 (合作开发)
技术实力	2	5	4
投资风险	4	3	4
资金保障能力	3	4	3
生产作业的 质量及安全	2	4	4
管理难度	3	4	2
操作难度	5	3	3
预期经济效益	3	4	4
预期社会效益	5	3	4

1.3.2 指标矩阵规范化

计算规范化矩阵 R 计算方式见式(5)：

$$R = r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^9 a_{ij}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

通过 Matlab 程序将指标矩阵 P 规范化得矩阵 R 如式(6)所示。

1.3.3 构造判断矩阵

结合前文 FAHP 计算权重矩阵 W ，将 R 中各个指标赋上权重系数，得到判断矩阵 Q 如式(7)所示。

1.3.4 计算密切值

基于判断矩阵定义理想最优方案 Q^+ 和最劣方案 Q^- ，如式(8)所示。

$$Q^+ = [0.2068 \quad 0.1447 \quad 0.0875 \quad 0.0775 \quad 0.0556 \quad 0.0571 \quad 0.0336 \quad 0.0308];$$

$$Q^- = [0.0827 \quad 0.1086 \quad 0.0656 \quad 0.0387 \quad 0.0417 \quad 0.0571 \quad 0.0252 \quad 0.0308];$$

定义各个方案到 Q^+ 与 Q^- 的距离分别为 d_i^+ 和 d_i^- , 如式(9)所示。

$$d_i^+ = \left[\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^+)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

$$d_i^- = \left[\sum_{j=1}^n (r_{ij} - r_j^-)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

计算结果如表 7 所示。

表 7 各方案欧式距离计算值

矿山运营方案	d_i^+	d_i^-
方案一	0.132 9	0.046 6
方案二	0.044 4	0.135 0
方案三	0.059 3	0.098 9

$d^+ = \min_{1 \leq i \leq m} \{d_i^+\}$, $d^- = \max_{1 \leq i \leq m} \{d_i^-\}$, 计算得:
 $d^+ = 0.044 4$, $d^- = 0.135 0$

密切值 C_i 的按式(10)计算。

$$C_i = \frac{d_i^+}{d^+} - \frac{d_i^-}{d^-} \quad (10)$$

计算得: $C_1 = 2.645$, $C_2 = 0$, $C_3 = 0.603$ 。

密切值越小的方案越优, 所以方案二 < 方案三 < 方案一, 所以方案二为最优方案, 方案三次之, 方案一最差。根据 FAHP + 密切值法的评判结果, 矿山应优选合同外包模式。

2 矿山运营模式投资与成本费用分析

矿山建设与开采投资大、安全风险较高, 专业性强。因此对业主来说, 在决定矿山是自主经营还是外包模式抑或是合作开发模式时, 必须进行全面细致的比较、分析和考察, 既要考虑到自

身的管理、技术和施工能力, 也要综合考察矿山开采承包市场现状、承包商的综合能力、市场价格等; 需对上述 3 种可选的矿山运营模式下的运营成本和经营风险进行合理评估, 做出切合实际情况的决策, 才能够获得最大的经济效益^[11]。

根据西藏罗布莎铬铁矿的实际情况, 矿山基建工程、开拓工程和充填系统已经基本完成, 前期投资均由业主方承担。综合 3 种运营模式的建设投资、成本费用, 如表 8 所示。

由表 8 可知: 1) 建设投资方面, 由于自营模式下, 业主需承担采矿设备投入, 人员录用、上岗培训、技术培训费用; 外包模式由承包商自带采矿设备和生产队伍; 合作开发模式主要是业主与合作方采用技术服务 + 充填系统运营承包方式, 由于充填系统业主已投资建成, 该模式的建设投资与业主自营模式接近。因此自营模式下业主前期投入的费用最高, 其次是合作开发模式, 再次是合同外包模式; 2) 成本费用方面, 由于外包模式下, 一方面业主将采掘外委给具有丰富生产经验的承包方, 可以提高劳动生产效率, 降低生产成本; 另一方面生产人员由承包单位负责招募和管理, 可以减少业主管理成本和人工费用。合作开发模式借助合作方在充填领域的技术优势, 可一定程度降低运营成本。因此外包模式下, 业主运营期间的年成本费用最低, 其次是合作开发模式, 再次是业主自营模式。

从费用现值和费用年值来看, 外包模式最省,

表 8 运营模式经济比较

项目名称	业主自营模式	合同外包模式	合作开发模式
建设投资/万元	19 749.91	18 248.11	19 722.41
采矿设备费用/万元	1 265.27	—	1 265.27
人员录用、上岗培训、技术培训/万元	100.00	—	75.00
其它/万元	18 384.64	18 248.11	18 382.14
年成本费用/万元	8 076.38	8 140.17	8 070.58
业主方/万元	8 076.38	3 178.32	6 815.88
承包方/万元	0	4 961.85	957.30
技术服务与充填运营承包方/万元	—	—	297.40
费用现值(ic 为 8%, a 为 15)/万元	78 173.03	78 030.85	78 110.81
费用年值(运营期)/万元	9 132.92	9 116.31	9 125.65
相对差额/%	0.18	—	0.10
方案排序	3.00	1.00	2.00

合作开发模式、业主自营模式分别比外包模式高0.1%、0.18%，因此外包模式经济上占优。

3 结 论

(1) 外包模式可缓解业主方的投资和管理压力,体现专业化分工协作,能够更好地实现资源优化配置。矿山企业可以将更多的资源和精力集中在自身的核心业务和战略发展上,有助于提升企业的核心竞争力和市场应变能力。依靠承包商专业的技术力量、齐整的装备水平、成熟的矿山开采和管理经验,对安全、成本、质量、进度均可受控,可有效提高资源利用与稳定供矿,减少矿山生产与周边矛盾。经综合分析确定,合同外包模式最为适合西藏矿业南部铬铁矿的生产采矿运营。

(2) 建议矿山利用合同制采矿的契机,不断总结开采经验。运用合同管理手段,明确承、发包方的职责范围;强化矿石回采率、贫化率,矿石块度,可采厚度,井巷施工质量,出矿品位等质量指标控制;建立健全矿山安全管理机构,确保安全高效开采;按采、掘分离确定合同价格,利用精细化管理严格控制采、掘、运、充等工序成本,实现企业降本增效的目标。

(上接第5页)

在个别存有构造带采场中,不可死板地套用以上计算方式预留隔离层厚度,应根据计算公式降低采场尺寸或适当隔离层厚度冗余数。

参考文献:

- [1] 何环莎,王旭,刘畅,等. 崩落法转充填法开采安全隔离层厚度研究[J]. 中国矿业,2024,33(8):176-183.
- [2] 郭进平,卢皎旭,张文革,等. 四方金矿崩落法转嗣后充填关键隔离层厚度研究[J]. 金属矿山,2023(6):51-60.
- [3] 吕冠颖,何环莎,覃敏,等. 崩落法转充填法采场隔离矿柱合理厚度研究[J]. 中国矿业,2022,31(9):95-101.
- [4] 刘明成. 崩落采矿转型安全隔离层厚度的确定[J]. 黄金,2021,42(11):49-52.
- [5] 赵增山,张舟,金爱兵,等. 张家洼铁矿崩落转充填采矿工艺及结构参数研究[J]. 金属矿山,2021(8):1-9.

参考文献:

- [1] 李学明. 大红山铁矿采矿新模式管理初析[J]. 采矿技术,2008,8(4):146-147.
- [2] 黄成林. 蒙库铁矿采矿外包及管理的实践[J]. 矿业快报,2006(6):585-587.
- [3] 王满仓,蒋蔚,施士虎,等. 采矿生产经营模式探讨[J]. 矿冶,2015,24(增刊1):243-245;251.
- [4] 张明. 建立矿山外包运营管理模式浅谈[J]. 新疆钢铁,2010(3):58-61.
- [5] 王飞. 矿山承包办矿模式的探讨[J]. 中国矿业,2013,22(7):26-28.
- [6] 陈庆刚. 合同采矿理论与技术研究[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [7] 胥善林. 基于总承包模式的工程项目管理研究[D]. 重庆:重庆大学,2004.
- [8] MUNKHBAT G. 中蒙矿产资源合作开发研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2012.
- [9] 张振龙,刘锋,闫永平. 基于模糊层次分析法的露天矿山外包模式优选[J]. 现代矿业,2016(567):34-37;86.
- [10] 任星. 露天矿山开采总承包模式与应用的安全问题[D]. 绵阳:西南科技大学,2016.
- [11] 冯兴隆,刘关锋,刘华武,等. 普朗铜矿采矿盈利模式分析[J]. 中国矿业,2015,24(增刊1):185-189.
- [6] 强浩. 基于绿色理念的四方金矿崩落转充填开采及隔离层技术研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2021.
- [7] 房智恒. 阶段空场嗣后充填胶结充填体力学强度模型研究[J]. 工程建设,2019,51(12):39-47.
- [8] 李伟. 金山店铁矿崩落法转充填法采场隔离矿柱稳定性研究[D]. 贵阳:贵州大学,2016.
- [9] 张访问. 马坑铁矿隔离层矿柱安全厚度的分析和研究[J]. 矿业研究与开发,2016,36(5):83-85.
- [10] 曾令义,潘冬. 崩落法转充填法隔离层安全厚度的确定[J]. 矿冶工程,2015,35(4):17-20.
- [11] 寇向宇,徐飞,褚洪涛,等. 杨家湾崩落转充填法隔离层安全厚度研究[J]. 矿业研究与开发,2013,33(5):59-62;98.
- [12] 王志东. 大直径深孔阶段矿房嗣后充填法在马坑铁矿的应用[J]. 采矿技术,2021,21(6):1-4.