

# 利用经济分析法论证云南某矿矿床工业指标

王杨成 李要东 田恒川

云南省有色地质局三〇六队 云南 昆明 650000

**摘要:** 矿床工业指标是在一定时期技术经济条件下提出的, 论证矿床工业指标有地质方案法、经济分析法、类比论证法等, 采用经济分析法论证工业指标的实例少, 本文从地质特征、开采技术条件出发, 结合合理利用资源、投资回报、环境保护等要求, 运用经济分析法论证矿床工业指标。

**关键词:** 工业指标; 经济分析法

## 引言

依据《矿床工业指标论证技术要求》(DZ/T 0339-2020), 矿床工业指标论证方法有地质方案法、经济分析法、类比论证法等三种方法论证矿床工业指标。经济分析法适用于工业指标变化而矿体形态、完整性和规模不敏感的情形。其根据矿体地质特征、开采技术条件、矿石加工选冶技术性能试验研究成果, 结合合理利用资源、投资回报、环境保护等要求, 通过模拟未来矿山建设和生产的全过程, 合理选取适当的技术经济指标, 按照盈亏平衡原则, 考虑投资贷款偿还能力及使企业能够获得既定投资收益等要求, 测算出与预期收益水平相对应的最低矿床平均品位。本文利用经济分析法论证云南某石灰岩矿最低矿床平均品位。

## 1 矿产资源

### 1.1 矿体特征

该矿矿体赋存于下二叠统茅口组第三层( $P_1m^3$ )地层中, 该层岩性主要为含生物碎屑灰岩, 矿体底板为下二叠统茅口组第二层( $P_1m^2$ ), 岩性为灰色、浅肉红色白云岩、白云质灰岩, 与矿体呈整合接触。

矿体出露良好, 形态简单, 产出稳定, 为一总体向西顺坡陡倾斜之单斜层状矿体, 产状为 $258^\circ \sim 293^\circ \angle 38^\circ \sim 69^\circ$ , 倾角深部渐陡。矿体南北向延伸大于1200m, 东西宽度330m, 矿体平均厚度150.37 m。厚度变化系数23.10%, 矿体厚度稳定程度属稳定。矿体倾向延伸大于400m, 纵向控制深度在80~270m。矿体CaO最高55.99%, 最低52.65%, 加权平均55.41%, MgO最高2.18%, 最低0.08%, 加权平均0.28%, 品位变化系数较小, 说明矿石品位很稳定属均匀型。且矿石主要组分CaO

与MgO的相关关系, 总的来看表现为负相关, 即CaO含量越高、MgO含量则越低, 反之亦然。

### 1.2 矿体开采技术条件

矿体位于当地最低侵蚀基准面以上, 地下水位之上, 小分水岭西侧, 地形有利于地表、地下水的排泄, 地表水系不发育。矿区内以碳酸盐岩类岩溶水为主, 矿体为强透水不含水体, 以大气降水补给为主。矿床水文勘查类型是以露天矿坑充水为主的简单类型, 水文地质条件简单。

矿区属低中山岩溶型溶蚀峰脊地貌, 地形地貌条件较复杂; 矿体及底板岩石强度较高, 岩性组合较单一。但是矿体顶板为较软弱薄至厚层状砂岩岩组, 由其构成的边坡稳定性差; 矿区发育两条正断层及三组节理, 使岩石物理力学性能降低, 围岩稳定性降低; 目前矿山开采所形成的采场采深较大, 采矿坡面角较陡, 属不稳定型边坡。矿区工程地质条件属以采矿坡面角过大引发矿山工程地质问题为主的中等类型, 工程地质条件中等。

矿区位于区域性不稳定区, 现采场边坡属不稳定边坡; 矿山开采对环境的影响主要来源于采区局部可能发生崩塌、滑坡等地质灾害导致采区环境恶化。其次是矿石在开采、破碎加工过程中形成的粉尘污染以及对采区植被的破坏, 开挖对自然景观、原始地形地貌的破坏。矿区地质环境质量属中等类型。

综上所述, 矿山开采技术条件属以工程地质及环境地质复合问题为主的中等类型(II-4)。

## 2 矿床开采

根据矿体规模形态、开采技术条件及地形地貌条件等因素, 矿山采用露天开采的采矿方式<sup>[1]</sup>。剥离工艺—矿区局部有覆盖层, 可利用装载机和自卸车运至临时堆场。采矿工艺—采用自上而下分台阶开采, 垂直矿体走向布置采剥工作面, 横向扩帮开采, 流程为: 采矿工作面潜孔钻机钻孔→中深孔爆破→液压挖掘机铲装→矿用

**第一作者简介:** 王杨成(1993—), 工程师, 长期从事地质勘查, 矿山地质, 矿床工业指标论证, 矿产资源开发利用工作。

自卸汽车运输→破碎筛分站。开段沟位置，自各台阶中部开段沿地表山坡地形线开挖新水平单壁沟，推进一定长度之后，在沟的两侧布置工作面进行采剥扩帮。采用公路运输。工作面布置及推进方向垂直矿体走向工作线东西向布置，工作面以南向南方向推进，工作面以北向北方向推进，在邻近边坡时注意提前预留5m安全平台。

露天境界边坡参数：台阶高度：15m；终了台阶坡面角：60°；安全平台宽度：5m；清扫平台宽度：8m；最终边坡角：≤ 50°。经济合理剥采比： $N_j = \gamma (P-a) / b = 1.39 \text{ m}^3/\text{m}^3$ 。采场参数：采掘带宽度：15m；终了台阶高度：15m；工作台阶坡面角：60°；终了台阶坡面角：50°；最小工作平台宽度：50m；工作线长度：150m。

根据《云南地质构造及区域稳定性遥感综合调查报告》，区内属不稳定区；《建筑抗震设计规范(2010年版)》GB50011-2010、附录A.0.22划分，矿区地震基本烈度为8度，设计基本地震加速度值0.20g，所属设计地震分组为第二组。因此，矿山建设和开采均应按8度设防。

### 3. 经济技术指标

矿山规模年采500万/吨石灰岩矿，年工作天数为300天，每天工作2班，每班工作8小时，产品方案为水泥用石灰岩原矿，售价采用近5年的平均值40元/t。项目包括石灰岩露天开采，原矿运输至破碎站。采矿回收率为97%，贫化率为2%。

采矿制造单位成本费用23.95元/t，单位总成本费用27.88元/t，单位经营成本25.91元/t。

项目总投资31809万元，其中流动资金3506.0万元。经过计算后，项目的财务净现值 ( $i = 13\%$ ) 5271.81万元，财务内部收益率18.38%，投资回收期为5.4年。

### 4 矿床平均品位试算

#### 4.1 静态投资收益率法

该矿山生产矿石主要用于水泥加工，圈矿主要指标为Cao和Mgo的含量，根据投资者的最低期望值及行业的平均收益水平确定项目的静态投资收益率 $K = 13\%$ ，对满足预期收益的最低（高）矿床品位进行测算。

计算公式：

$$\alpha_{Cao} = \frac{\beta C Z K R}{1 - \rho \times \epsilon D} = \frac{45\% \times 27.88 + 2.12 + 13\% \times 43.62}{1 - 2\% \times 0.97 \times 40} = 42.21\%$$

$$\alpha_{Mgo} = \frac{\beta C Z K R}{1 - \rho \times \epsilon D} = \frac{3.5\% \times 27.88 + 2.12 + 13\% \times 43.62}{1 - 2\% \times 0.97 \times 40} = 3.28\%$$

式中： $\alpha_{Cao}$ ——满足项目预期收益要求时的最低Cao平均品位，单位以百分数计；

$\alpha_{Mgo}$ ——满足项目预期收益要求时的最高Mgo平均品位，单位以百分数计；

$\beta$ ——采矿品位，数值用“%”表示；

$\epsilon$ ——采矿回收率，数值用“%”表示；

$\rho$ ——采矿贫化率，数值用“%”表示；

C——单位采矿成本费用，单位为元每吨（元/t）；

Z——资源税，单位为元每吨（元/t）；

D——产品价格，单位为元每吨（元/t）；

K——静态投资收益率，数值用“%”表示。

R——单位投资，单位为元每吨（元/t）。

### 4.2 所圈矿床平均品位与测算的矿床平均品位的对比情况

本矿山为生产的石灰质原料矿山，其化学成分一般要求见表2。参考类似矿山的生产指标同时结合该矿山的采矿工艺，利用静态投资收益率法测算与预期收益水平（13%）相对应的CaO最低平均品位为42.21%，MgO最高平均品位为3.28%，而此次圈矿用的工业指标CaO品位为45%所圈矿体的矿床平均品位为55.41%和MgO品位为3.5%所圈矿体的矿床平均品位为0.28%，CaO含量明显高于计算的最低平均品位和MgO含量明显低于计算的最高平均品位，可见用CaO品位大于45%和MgO品位小于3.5%圈矿能够满足投资者的最低期望值，项目可实现盈利；并且利用该指标圈矿能够满足《矿产地质勘查规范石灰岩、水泥配料类》（DZ/T 0213-2020）的要求<sup>[2]</sup>。

表2 石灰质原料矿石化学成分一般要求

| 类型    | 质量分数 (%) |     |                                    |                 |                               |                 |                    |     |
|-------|----------|-----|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|--------------------|-----|
|       | CaO      | MgO | K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O | CL <sup>-</sup> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | SO <sub>3</sub> | f siO <sub>2</sub> |     |
|       |          |     |                                    |                 |                               |                 | 石英质                | 燧石质 |
| I 级品  | 48       | 3.0 | 0.60                               | 0.020           | 0.80                          | 0.50            | 6                  | 4   |
| II 级品 | 45       | 3.5 | 0.60                               | 0.030           | 0.80                          | 0.50            | 8                  | 4   |

### 5 利用盈亏平衡法进行经济分析

盈亏平衡法的原理是投入与产出相等即成品的销售收入与生产产品全过程的成本刚好相等<sup>[3]</sup>。盈亏平衡点表示的方法有：用产品价格表示、用产品产量表示、用生产成本表示，用生产能力利用率表示等。本文采用用生产能力利用率表示盈亏平衡点。行业内生产能力利用率表示的盈亏平衡点在70%以下，项目既有一定的抗风险能力，项目投资风险较小。

$$\text{生产能力利用率} = \frac{\text{正常生产年份的年固定总成本}}{\text{正常生产年份的(年销售收入 - 年可变成本 - 年销售税金及附加)}} = \frac{5405}{23260 - 8710 - 1492 - 1723} = 0.4768 \times 100\% = 47.68\%$$

由上述计算可知，本项目用生产能力利用率表示的盈亏平衡点为47.68%，即当项目产品产量为238万吨时项目达到盈亏平衡。项目不赚不亏，而本项目的生产规模为500万吨每年，只要企业每年按生产规模生产，就不会亏钱。用生产能力利用率表示的盈亏平衡点47.68%，说

明项目既有较强的抗风险能力，投资风险较小，利于投资者投资。

#### 结语

利用圈矿指标圈出的矿体最低平均品位大于利用静态投资收益法计算的矿体最低平均品位，则圈矿指标合理，推荐为矿山使用，且通过盈亏分析，该项目具有较强的抗风险能力，投资风险小，适合投资。矿床工业指标是一种动态的指标，它是一定时期的技术经济条件下，对矿床矿石质量和开采技术条件方面所提出的。随着矿床地质特征的变化，矿床采矿工艺及采掘设备的优化，矿产品市场价格的变动等因素的变化应适时调整，以便获得最佳的经济效益。本项目产品方案为石灰岩原矿，如后

期石灰岩原矿用于水泥生产，则评价项目收益率时应考虑水泥加工工艺设施设备的投资，整体考虑项目制造成本。未来矿山生产过程中，应重点关注经营成本、产品产量对预期收益率的影响，必要时及时进行调整。

#### 参考文献

- [1]张富民.矿山采矿设计手册 矿床开采卷[M].北京:中国建筑工业出版社,1989.
- [2]于铁、于崇波.运用经济分析法论证矿床工业指标[J].有色矿冶,2022,38(01):59-62.
- [3]刘辉.运用经济分析法对矿山进行工业指标论证[J].世界有色金属,2023,(10):151-153.