

四川雷波某玄武岩矿矿床特征及开发技术条件研究

贺淑兰 范国均 袁小飞

西藏金海矿产资源开发有限公司(核工业西藏地质调查院) 四川 成都 610000

摘要: 矿区地处上扬子古陆南缘特定构造带, 赋存于二叠系峨眉山玄武岩地层。矿体呈层状展布, 产状稳定, 具厚大层状特征。矿石以灰绿色少斑状辉石玄武岩为主, 质量优良, 满足多领域用料标准。经对水文、工程、环境地质条件剖析, 结合外部条件、开拓开采方式及经济评价, 该矿属陆相火山喷发成因中型矿床, 开发技术经济可行, 资源利用价值显著, 有望为区域经济发展助力。

关键词: 玄武岩矿; 矿床特征; 开发技术条件; 水文地质; 经济评价

引言

随着基础设施建设推进及新材料需求增长, 优质玄武岩需求攀升。矿区因区域构造、岩浆活动独特, 成矿条件典型^[1]。通过梳理区域地质背景, 分析矿体、矿石质量特征, 探究开发地质条件及技术经济可行性, 明晰矿床开发潜力与方向, 为基层矿产开发决策、生态保护协同发展提供依据, 推动资源科学利用与区域经济持续增长。

1 矿床地质特征

1.1 区域地质背景

矿区位于上扬子古陆南缘的四川前陆盆地叙永-筠连叠加褶皱带, 构造格局以黄毛坝背斜为主体, 地层序列涵盖寒武系至二叠系。区域岩浆活动强烈, 二叠系峨眉山玄武岩喷发形成广泛分布的基性火山岩系, 构成矿床的赋矿地层^[2]。构造线方向以南北向和北东向为主, 褶皱构造紧密, 断裂活动较弱但为岩浆喷发提供通道, 整体地质环境控制了玄武岩矿体的空间展布与成矿模式。

1.2 矿体特征

矿体赋存于二叠系上统峨眉山玄武岩下旋回第一次级旋回(P_3em^{2-1}), 呈层状产出于黄毛坝背斜西翼。地表出露形态表现为不规则楔形, 走向延伸长度超过1km, 最大倾向延伸达1198.96米, 出露宽度介于105至603米, 平均宽度344米。矿体产状稳定, 倾向 $249^\circ\sim 275^\circ$, 倾角 $40^\circ\sim 60^\circ$, 埋深范围0~219.86米, 由地表槽探工程和深部钻探工程共同控制, 显示出连续性较好、厚度稳定的厚大层状矿体特。地表出露形态受地形切割影响显著, 表现为不规则楔形, 其走向延伸与倾向延伸受区域构造线控制(图1)。勘查区内地形以中山深切地貌为主, 最高海拔与最低海拔差异显著, 地表自然斜坡坡角普遍大于 15° , 局部达 55° , 谷歌影像清晰显示矿体出露边界与沟谷、山脊的空间关系, 为矿体连续性分析提供了直观依据。



图1 雷波县黑波萝矿区区域地质略图

1.3 矿石质量特征

矿石自然类型以灰绿色少斑状辉石玄武岩为主, 次为致密块状玄武岩和少量杏仁状辉石玄武岩。其中, 少斑状辉石玄武岩在地表露头可见典型斑状结构(图2), 岩石基质由斜长石、辉石等矿物组成; (含)杏仁玄武岩则因气孔充填形成特征杏仁体构造(图3), 直观呈现矿石微观组构与宏观产出的对应关系。矿物组成以斜长石、辉石为主要成分, 具斑状结构、

物理力学测试表明, 矿石饱和抗压强度 $85.6\sim 287.3\text{MPa}$, 压碎值 $9.1\%\sim 12.3\%$, 洛杉矶磨耗损失 $7.0\%\sim 10.6\%$, 各项指标满足公路沥青路面用粗集料技术要求。优质玄武岩酸度系数 $4.49\sim 5.65$, 黏度系数 $2.02\sim 2.45$, 符

合纤维生产原料的化学成分标准，矿石质量优良且用途多元。



图2 少斑状辉石玄武岩露头

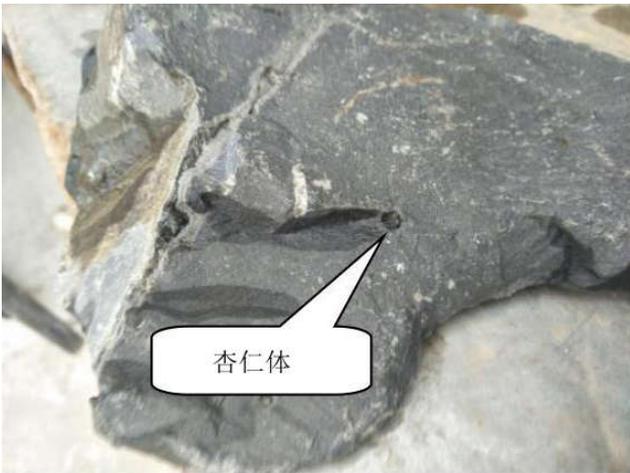


图3 杏仁玄武岩

2 矿床开发地质条件

2.1 水文地质条件

矿区水文地质环境以基岩裂隙水为主要赋存形式，发育构造裂隙水、玄武岩孔洞裂隙水及碳酸盐岩类裂隙溶洞水三类地下水，受岩性、构造控制，富水性整体呈较弱特征。地表水体多为季节性溪沟，依赖大气降水补给，汛期流量陡增、枯期易断流，水文动态随季节显著变化。矿床充水以大气降水入渗为主，地表水沿地表裂隙缓慢下渗，浅层地下水因径流路径短、储存条件有限，对开采影响程度低^[3]。

露天采场布局于区域侵蚀基准面之上，天然地形坡降为排水创造有利条件，日常以自然排泄为主，遇强降雨等极端情况，辅以机械抽排强化排水能力。需重点关注雨季，此时地表径流汇聚快、冲刷力强，易对采场形成短时水力侵蚀，应合理布设截水沟、排水沟及拦水坝

等截排水系统，构建“截-排-导”体系，保障开采作业安全与场地稳定性。

2.2 工程地质条件

依据岩性、岩体结构及工程特性，矿区工程地质岩组划分为峨眉山玄武岩坚硬岩组、第四系松散堆积软弱岩组、碎屑岩半坚硬岩组。峨眉山玄武岩构成矿体赋存主体，受构造裂隙切割与风化作用叠加影响，岩体完整性呈垂直分带特征：浅部岩体长期暴露地表，风化破碎严重，完整性差；深部受风化作用减弱，岩体渐趋完整，力学强度回升。

地表风化层厚度受地形、岩性差异控制，分布不均，部分区域厚达数十米，其强度低、稳定性差，需通过剥离作业清除，方可揭露新鲜、稳固的玄武岩矿体。开采边坡设计结合岩体产状（倾向、倾角）与力学参数（抗压强度、抗剪强度），严格控制终了边坡角，合理设定台阶高度与平台宽度，遵循“分层开采、分层支护”原则，维持边坡长期稳定。

2.3 环境地质条件

矿区生态环境方面，无自然保护区、集中式饮用水水源地等敏感目标，但地表植被覆盖度较高，以灌草丛、稀疏林地为主。开采活动形成的露天采场、废石堆场，会破坏地表植被与土体结构，降雨时易引发水土流失，需严格落实水土保持方案。

矿石放射性核素检测显示，镭-226、钍-232、钾-40等含量符合《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）要求，无有害重金属元素超标，开发利用环境相容性良好。废石堆场选址优先考量地势平缓、基底稳固区域，通过修筑挡墙抵御废石下滑力，表层覆土并种植乡土植物，构建植被恢复系统，阻断泥石流源链。

3 矿床开发技术经济条件

3.1 矿山开发外部条件

矿区开发外部支撑体系完备。交通维度，矿区经山间公路接入溪洛渡电站快速通道，构建起陆运主脉络，向南衔接金沙江水道，形成“陆-水”联运网络，经测算，水路运输可使矿石外运成本降低约12%，满足大规模物料运输需求。电力保障上，区域110kV电网全覆盖，经负荷核算，矿山钻孔、破碎、运输等设备满负荷运转时，最大用电功率约800kW，现有电网可稳定承载，供电可靠率达99.9%。水资源配置中，地表溪沟多年平均流量0.3m³/s，经沉淀、过滤处理后，生产用水成本约0.8元/m³；生活用水通过3眼深度120m的水源井供给，配套反渗透净化设施，水质达标率100%。在社会环境层面，周边丰富的资源与积极的政策环境，为项目落地提供了坚

实保障。一方面,周边乡镇劳动力储备超2000人,且建筑材料市场中,砂石、水泥等主材价格较区域均价低5%-8%,能有效降低项目建设及运营成本。

3.2 矿山开拓与开采方式

采用露天开拓架构,依据矿体走向(NE30°)与地形平均坡度(18°),规划“三级公路+折返式斜井”运输系统,公路设计荷载为汽-20级,最大纵坡6%,实现采场至加工区(运距2.5km)的高效转运,运输效率提升约20%。开采工艺遵循自上而下台阶式作业,划分12m标准台阶高度,每3个台阶(垂高36m)设置5m宽安全平台,每5个台阶(垂高60m)设8m宽清扫平台,边坡角控制在42°-45°(依据岩体抗剪强度试验值)。爆破选用毫秒微差爆破,孔网参数2.5m×3.0m,单孔装药量≤8kg,振动速度控制在1.2cm/s以内,较常规爆破对岩体扰动降低35%。剥离与采矿同步推进,表土剥离量约50万m³、废石剥离量约80万m³,渣场选址于矿体下盘缓坡(坡度8°),基底采用0.5m厚黏土防渗层+钢筋混凝土挡墙(高6m),植被覆盖选用当地适生草本,存活率超90%,贴合露天矿山安全规范与生态要求^[4]。

3.3 生产规模与服务年限

矿山生产规模设定以资源储量与市场需求为核心依据,综合考虑矿体赋存厚度、开采设备效率及区域基建材料需求量,确定年开采矿石量为合理区间。服务年限测算基于资源量估算结果,扣除剥离量、开采损失率,预计可满足矿山持续开发需求^[5]。生产规模的合理性体现在:既能通过规模化开采降低单位成本,又可避免因产能过大导致区域市场饱和。服务年限的科学设定则保障了矿山投资的长期回报,符合中型矿山开发的经济规律。

3.4 投资估算与经济效益分析

项目投资估算包括固定资产投资与流动资金两部分。固定资产投资主要用于矿山道路修建、开采设备购置、加工场地平整及环保设施建设,资金占比约70%;流

动资金用于原材料采购、人员薪酬及运营周转,占比约30%。经济效益分析采用静态评价法,以区域同类矿山产品价格为基准,测算年销售收入。成本构成涵盖开采直接成本、运输费用、设备折旧及环保治理支出,经核算,单位矿石综合成本处于行业合理区间。财务评价显示,项目投资回收期低于行业平均水平,投资收益率高于基准收益率,税后净利润可达20%以上。经济效益分析表明,该项目在成本控制、收益水平等方面具备竞争力,经济可行性显著,可为地方经济发展带来税收增长与就业机会,同时为企业创造长期稳定的投资回报。

结语

矿床受区域构造、岩浆活动控制,矿体空间展布稳定,矿石质量优良且用途多元。开发地质条件中,水文、工程、环境条件可控,外部配套及技术经济分析显示开发可行。建议开发遵循安全、生态、科学原则,强化边坡与生态保护,推进资源综合利用,协调各方保障开发,实现资源开发与生态修复同步,为区域经济注入持久动力,促进可持续发展。

参考文献

- [1]江大旺,刘臣博.江西省弋阳县纤维用玄武岩矿发现及其意义[J].冶金与材料,2023,43(08):169-171.
- [2]亢云涛.石咀子玄武岩矿地质环境保护与恢复治理[J].西部探矿工程,2023,35(06):65-67+70.
- [3]张旭平,代启林,徐小明等.四川省峨边地区峨眉山玄武岩岩石特征及纤维用玄武岩矿特征分析[J].矿产综合利用,2023(01):16-20.
- [4]徐小明,何曼如,张旭平等.纤维用玄武岩矿特性对其可纺性及纤维性能的影响研究[J].合成纤维工业,2021,44(04):24-31.
- [5]丁心科,童家琨,王树槐等.江苏金坛花山建筑用玄武岩矿地质特征及开采技术条件[J].中国非金属矿工业导刊,2020(01):47-50.