

石英砂岩矿床开采技术条件分析

胡波

昭通高速矿业开发有限公司, 云南 昭通 657000

DOI:10.61369/ERA.2026030021

摘 要 : 以彝良县大桥石英砂岩矿为例, 对矿区水文地质、工程地质、环境地质条件进行分析评价。矿区与距彝良县城约32 km, 交通便利, 具有较好的开发条件。经分析评价, 矿区水文地质条件较差, 主要为构造裂隙水和岩溶水; 工程地质条件良好, 主要为构造破碎带; 环境地质条件较差, 主要为构造破碎带和岩溶塌陷。评价认为矿区水文地质条件对矿山开采影响不大, 但存在一定的水文地质危害。在后续矿山开发建设中, 应加强水文地质、工程地质和环境地质研究工作, 采取必要的防治措施和方法, 确保矿山生产安全。

关键词 : 石英砂岩矿床; 开采技术; 条件分析

Analysis of Technical Conditions for Mining Quartz Sandstone Deposits

Hu Bo

Zhaotong High-speed Mining Development Co., Ltd. Zhaotong, Yunnan 657000

Abstract : Taking the Daqiao quartz sandstone deposit in Yiliang County as an example, this paper analyzes and evaluates the hydrogeological, engineering geological, and environmental geological conditions of the mining area. The mining area is approximately 32 km away from Yiliang County town, with convenient transportation and favorable development conditions. After analysis and evaluation, it is found that the hydrogeological conditions in the mining area are relatively poor, mainly consisting of structural fissure water and karst water; the engineering geological conditions are favorable, primarily characterized by structural fracture zones; and the environmental geological conditions are relatively poor, mainly due to structural fracture zones and karst collapses. The evaluation suggests that the hydrogeological conditions in the mining area have little impact on mining operations but pose certain hydrogeological hazards. During subsequent mining development and construction, it is essential to strengthen research on hydrogeological, engineering geological, and environmental geological conditions, and implement necessary prevention and control measures to ensure mining safety.

Keywords : quartz sandstone deposit; mining technology; condition analysis

引言

矿产资源开发利用, 是经济社会发展的重要支撑。矿山开发利用过程中, 受开采深度、矿体形态、地形地貌及水文地质等因素影响, 将对矿山生产建设和安全生产造成一定的影响, 特别是水文地质条件对矿山生产建设的影响。因此, 加强矿山水文地质条件评价工作, 为矿山后续开采设计和安全生产提供可靠依据具有十分重要的意义。本文通过分析矿区水文地质、工程地质、环境地质条件, 对矿区开采技术条件进行了分析评价, 为该矿床后续开采设计及安全生产提供可靠依据。

一、工程项目概况

本项目选择云南省彝良县城直线距离约32公里的彝良县大桥石英砂岩矿山为研究对象, 位于彝良县的小草坝镇。矿区地理坐标为东经104° 19' 06.182" 至104° 19' 43.424", 北纬27° 47' 19.763" 至27° 48' 03.733"。该地区位于滇东北高原东缘, 山高谷深, 地形陡峭, 总体上呈东北高, 东南低的特点。矿区地形下切强烈, 形成30-80m高、60-80°的陡崖, 是一种典型的中山地貌。其余的地形为10-40度。该矿区最高海拔

为2028.00m, 最低为1830.00m, 海拔为198.00m^[1]。

二、水文地质条件

(一) 含水层

本区含水层主要为第四系中的冲洪积层位的冲积层(Q4al)、残坡积层(Q3al)和新近系上新统冲积层位的松散岩类孔隙水。含水层岩性以砂质粘土为主, 夹细砂、砾石等砂质碎屑物, 局部夹有薄层泥质物。隔水底板以砂砾石层为主, 夹薄层泥质物。在

矿区东部和西部出现了数个隔水底板。局部地段可能存在局部承压含水层，但一般均不具有含水能力。从钻孔资料来看，井下涌水量较小。钻孔涌水量在200~350m³/h。依据涌水量大小，可将区内地下水分为3类：①小（微）孔水位降落漏斗区，面积约为2.06km²，深度约为0~60m，单孔涌水量5~80m³/h；②较大（微）孔水位降落漏斗区，面积约为4.54km²，深度约为80~200m，单孔涌水量7~150m³/h；③较大（微）孔水位降落漏斗区，面积约为8.35km²，深度约为200m，单孔涌水量5~60m³/h。根据钻孔资料分析，地下水补给来源主要有大气降水、地表水及潜水蒸发三种方式；径流途径主要有潜水径流、侧向径流和潜水排泄三种方式。

（二）隔水层

根据区域地质调查，区内无第四系隔水层，但在主要含水层之间，有一定厚度的第四系松散堆积层，其主要为黄土状、粉砂质黄土状粘土等，厚度一般为0.5~5m。第四系松散堆积层的上部为厚约0.2~0.3m的粘土和粉砂沉积层，底部为厚约0.3~0.5m的粉砂沉积层。松散堆积层一般与含水层之间存在隔水层，其厚度一般为0.1~0.5m，若地下水水位较高时，可以作为隔水层。但松散堆积层属风化带下部的粘土沉积层，其厚度变化较大。另外在个别地段还有第四系砂岩含水层或基岩含水层与第四系松散堆积层之间也存在隔水组分^[2]。

（三）地下水补给、径流、排泄条件

矿区地下水主要通过大气降水补给，以大气降水入渗、地面径流和岩溶裂隙水排泄为主。大气降水补给量取决于大气降水的强度和补给季节。地下水径流以裂隙或岩溶管道为主，受地形、地貌、水文地质条件的控制，且地表水与地下水有一定的水力联系。地表水径流排泄以岩溶裂隙水为主，地下径流排泄主要受断层控制。矿区地下水动态特征为：地下水流小，多年平均流量0.026m³/s；地下水矿化度低，一般小于1g/L；水化学类型为HCO₃-Na型。根据地表径流试验资料统计，地下水动态变化规律为：丰水期为多年平均径流量的103%~141%，枯水期为多年平均径流量的10%~15%。

（四）水文地质对矿床开采的影响

区内地下水主要是大气降水补给，并通过地表径流和地下水的运动排泄，其补给来源主要是大气降水。由于区内含水层厚度不大，地下水在运动过程中，各含水层之间相互连通，地表水和地下水之间的水力联系密切。因此，区内地下水对矿床开采影响较小。在地表水及地下水的补给、径流、排泄过程中，由于地表水补给量较大，同时也是地表水的主要补给来源。在矿床开采过程中，由于开采后形成的采空区，如果不能及时充填或进行充填处理，将会对地表生态环境造成破坏和影响。因此在矿床开采过程中必须做好地表环境保护工作。

三、工程地质条件

（一）地形地貌

本区地处滇东北高原东部，区内山高谷深，地势陡峻，总体地势北东高南东低。矿区属构造侵蚀低中山地貌，地形切割较大，沿沟两侧形成陡崖，陡崖高30~80m，坡角60~80°。其余地形坡度在10~40°。区内内最高海拔标高2028.00m，最

低海拔标高1830.00m，高差198.00m。区内发育一条常年性溪沟大槽河，属金沙江流域长江水系，主要接受大气降水直接补给，沟内流水自西北向东南流经矿区中部，雨季流量约0.041m³/s，旱季流量约0.011m³/s。当地最低侵蚀基准面为矿区南东部边缘的大槽河河谷，标高1830m，同时也是该区地表自然排水标高，矿区地处大关-水城断裂带东侧，位于南北向的马边-大关地震带南段靠东南边缘部位上。据《建筑抗震设计规范》（GB/T 50011-2010，2024年版），本区抗震设防烈度为7度，设计基本地震加速度值为0.10g，所属设计地震分组为第三组，区域地壳稳定性分区属稳定区^[3]。

（二）地层岩性

矿区地层由老到新划分为：上二叠系中统（P1h）、下三叠统（P2b）及第四系。（1）上二叠系中统（P1h）：岩性主要为灰、灰绿色粉砂岩夹细砂岩，局部夹泥岩，厚度约80~160m。岩性主要为灰绿色粉砂岩、灰绿色细砂岩、灰黑色泥岩及灰色泥岩。主要岩性有：含砾粗砂岩、含砾中粗砂、含砾细砂及砂质粘土岩，夹少量泥质板岩。（2）下三叠统（P2b）：为一套陆相碎屑岩及碳酸盐岩建造，主要岩性有：灰绿色粉砂岩、灰色粉砂岩，含泥质板岩。主要岩性有：细砂岩、粉砂岩及泥质板岩。（3）第四系（Q）：第四系全新统冲洪积层，为一套河流沉积物，其上有一套砾岩、砂砾岩及含砾砂岩互层。厚度约10.50~102.60m。

（三）地质构造

区内未发现大型及大型以上断裂构造，但局部可见小断层。矿体赋存于近南北向背斜轴部的翼部，总体倾向北西，倾向较陡，向东南缓倾。区内地质构造以单斜构造为主，在空间上呈似“W”形，两组断层之间由地层层位错乱的裂隙所充填。区内断裂主要为NNE向断裂及NW向断层，其中NNE向断层为控矿断裂。区内无区域性大的岩浆活动及火山构造，但有小型的岩浆侵入活动。区域内岩浆岩为燕山期闪长岩脉群（J3g），脉群呈北西-南东走向分布于矿区中部及西北部。岩体具小规模糜棱岩化，岩体受后期构造作用影响，岩体完整性差。

（四）岩体质量

区内基岩为寒武系灰岩，岩体较破碎，节理、裂隙发育。岩体产状为：南倾，倾向NW，倾角45~55°，平均为52°。由各钻孔所取样品的物理力学性质测试结果可知：矿体上部和下部的岩石密度较大，均在2.12~2.19g/cm³之间；而中部的岩石密度相对较小，1.26~1.45g/cm³之间；平均密度为1.19g/cm³，质地较硬。矿体上部和下部岩石抗压强度分别为15.22~48.44MPa和32.23~69.44MPa，岩体强度较高。矿体中部岩石抗压强度最高为45.33MPa，抗拉强度为34.02MPa，岩体稳定性较好。

四、环境地质条件

（一）气象

据彝良气象资料，区内多年平均气温13.38℃，多年平均最低气温12.42℃。日最高气温25.98℃，最低气温零下3.31℃。多年平均最大降雨量为1909.39mm，多年平均最小降雨量为1531.13mm，多年平均降水量为1698.48mm，日平均降雨量4.65mm，日最大降雨量125.7mm，多年平均蒸发量725.68mm。多年平均相对湿度83.14mm，多年平均径流951.21mm^[4]。

（二）水文

矿区水文地质条件简单，以大气降水为主，无地表水。根据野外勘查工作，矿区内地下水类型主要有第四系孔隙潜水和基岩裂隙水两类。第四系孔隙潜水位于矿区北部，出露于南部山坡附近，该层水为弱酸性水，为区内的主要充水含水层，地下水矿化度一般小于1g/L，水质较好。基岩裂隙水位于矿区中部及东南部，出露于矿区南部山坡附近。基岩裂隙水由于受大气降水补给，水量较大，主要分布在矿区南部的低山丘陵地带。根据钻孔资料分析：该基岩裂隙水水质较好，矿化度小于1g/L。综上分析：矿区水文地质条件简单，无地表水与地下水的补给、径流、排泄条件。

（三）地质灾害

矿区内无大型地质灾害及严重地质灾害。矿区内地质灾害主要为滑坡、崩塌、泥石流和地面塌陷。滑坡的发生主要受地形地貌条件、地层岩性及构造条件控制，也与降雨有一定关系，当降雨量大时易发生滑坡，当雨季来临时易发生泥石流。崩塌主要受岩层倾角及厚度控制，倾角较陡的岩层其稳定性较差，崩塌多发生于煤层上部；当煤层厚度大于30m时，上部岩层稳定性相对较好。地面塌陷是由于矿床开采破坏了原来的地质环境而地面下沉，若塌陷深度大于30m时，将直接威胁到采矿工人和周围居民的生命财产安全。由于开采对地表水系及植被的影响较小，故矿区内未发生地质灾害。

（四）矿产资源开发环境影响

矿区开采将改变地貌景观和土壤结构。在矿区地表，由于露天开采，原有的地貌景观被破坏，原有的地形地貌发生改变；在矿坑内开采，因坑道开挖而破坏地表植被和原有的土壤结构。同时，露天采矿还会引起土地资源的流失和水土流失等环境问题。采矿过程中产生大量扬尘、噪声、废水污染等；露天矿开采会形成大量固体废弃物，如废石、尾矿等；尾矿处理和土地复垦需要大量资金和技术，同时还需要占用一定的土地面积，还会产生废渣对土壤结构和环境产生不利影响。因此，矿区开采可能会对环境产生一定影响。

（五）生态环境

矿山开采和生产过程中，对地表植被的破坏，可能会造成水土流失、土地荒漠化、水土流失等生态环境问题，随着矿山开采的进行，也会对周围的生物生存环境产生一定的影响，最终造成生态环境破坏。根据相关规定，对于生态环境保护，应该在设计中做好对生态环境保护的规划设计。同时，相关部门应该严格落

实国家环保相关政策和法规，采用有效措施，实现矿山开采过程中对生态环境保护和治理。对于矿区生态环境的恢复和重建工作，要制定合理的计划和措施，加大资金投入力度。同时要加强对矿山开采过程中产生的废弃物的处理工作，对废弃土地进行有效利用^[9]。

五、综合评价

通过上述分析，可以看出，矿山开采技术条件分析：通过分析矿区水文地质、工程地质、环境地质条件，对矿区水文地质、环境地质条件进行了综合评价，认为该矿床开采技术条件总体较好。矿床水文地质条件：矿区地下水补给来源主要是大气降水及地表降水，地表水对地下水补给影响较大，但经排水沟汇至地表后，对地下水水位的影响不大；矿区主要充水含水层为第四系松散层及石炭系灰岩风化裂隙水，属弱富水性含水层。工程地质条件：矿床水文地质条件较好；工程地质条件一般。环境地质条件：矿床开采不会对矿区生态环境产生较大影响；环境地质问题较少。

同时，需要注意的是，矿山在进行采矿活动时，由于矿区内水文地质条件、工程地质条件和环境地质条件较为复杂，在开采过程中存在发生水害、地面沉降、地震等灾害的可能性。因此，需要在进行采矿活动前，根据矿区实际情况做好准备工作。一旦发生水害、地震等灾害时，要按照应急预案的要求，及时组织人员进行抢险救灾。

六、结论

综上所述，通过对矿区水文地质条件、工程地质条件及环境地质条件进行分析评价，认为该矿区为一大型石英岩矿床，矿区水文地质及工程地质条件简单，环境地质条件复杂程度为简单。对矿区采矿方法技术可行性进行了评价，认为采用浅孔留矿法具有可行性，但存在生产成本低、开采深度浅、回采损失量大等缺点，不适宜采用浅孔留矿法采矿。对矿山建设方案进行了评价，认为该矿山建设方案可行，但应结合矿区水文地质、工程地质和环境地质条件确定合理的开采技术参数，并采取必要的水害防治措施，综合评价认为该矿山建设方案可行。

参考文献

- [1] 张业果, 王修羽. 龙家沟石英岩矿床水文地质对开采策略影响分析 [J]. 新疆有色金属, 2025, 48 (05): 72-75.
- [2] 陈龙. 宜昌鹰子咀矿区云台观组石英砂岩矿床分区划分勘查类型研究 [J]. 矿产勘查, 2024, 15 (S2): 34-42.
- [3] 于雷. 中国石英砂资源概况及应用前景分析 [J]. 吉林地质, 2024, 43 (02): 17-22.
- [4] 何永波, 唐永昆. 彝良县沙木沟石英砂岩矿床地质特征及成因浅析 [J]. 云南地质, 2024, 43 (01): 71-75.
- [5] 孙泽晨. 内蒙古金齐泰石英砂岩矿床地质特征和开采技术条件 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 2023, (04): 33-36.