

江西某铜矿水文地质条件分析及 防治水对策研究

Analysis and Study on the Hydrogeological Conditions and Water Control
Measures of a Copper Mine in Jiangxi Province

周国平¹, 钱 涵², 樊 勇²

(1. 江铜集团银山矿业有限责任公司, 江西 德兴 335499; 2. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

摘要:本文分析了江西某铜矿露天联合开采后引起矿山水文地质条件变化和井下涌水量短时激增的主要原因。在此基础上,重新核定了矿坑涌水量和排水能力要求,并针对性地提出了防治水措施,可为国内外多雨地区的露天联合开采矿山防治水工作提供良好的借鉴。

关键词:水文地质条件;采空区;降雨入渗;水力联系通道

中图分类号: P641 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2021)05-0035-03

Abstract: This paper contains an analysis on the main reasons for the changes of hydrogeological conditions and the short-term surge of underground water inflow caused by the combination of open-pit and underground mining in a copper mine in Jiangxi Province. On this basis, the water inflow and drainage capacity are re-verified and targeted water control measures are put forward, which can provide a good reference for water prevention and control works for open-pit and underground combined mines in rainy areas at home and abroad.

Key words: hydrogeological conditions, mined-out areas, rainfall seepage, hydraulic connection channel

1 前言

近年来,矿山开采条件日益复杂,露天联合开采的矿山逐渐增多,此类矿山的防治水研究受到众多学者的关注。刘庆宏(2013)^[1]深入分析了新桥矿地下与露天联合开采在平面重叠部分的渗透能力和补给通道,采用水平帷幕注浆的方法封堵露天坑积水的垂向补给通道,减少井下排水量。李红利(2016)^[2]对铜绿山露天南坑透水因素进行分析,在坑内采用注浆帷幕技术和修建水仓等措施显著减小了井下平巷的涌水量。

江西某铜矿是一个露天联合开采的矿山。矿体围岩为板岩、千枚岩,以风化裂隙或构造裂隙含水为主,天然状态下水文地质条件简单,矿坑涌水量小。该矿山开采历史悠久,最早采用井下开采,后转为露

天井联合开采。因矿区浅地表老窿、巷道与露天坑境界的剥离范围发生交叉,造成不同时期下存在不同程度的水力联系通道。矿区降雨强度大,雨季时间长。当暴雨来临时,地表汇集的降水可能通过这些通道渗入井下,给井下排水系统造成显著压力,威胁着矿山生产安全。另外,地表存在一条常年性河流,给矿坑的充水增加了来源。综合以上因素,在露天开采和井下开采的互相影响下,矿山水文地质条件逐渐复杂化。

本文对该江西铜矿区水文地质条件分析及防治水对策展开研究,为该矿安全生产保驾护航,也为其他露天联合开采的矿山防治水工作提供良好的借鉴。

2 矿区地质及水文地质条件

矿区属于丘陵山地地貌,总体地势北东高、南西北低。矿区地处亚热带湿润性气候区,地区降雨量十分丰富,梅雨季节时间长。年平均降雨量 2 185.4 mm,最大年降雨量 2 870.4 mm,日最大降雨量 311.7 mm,全年降雨天数 150~192 d,平均 171 d。

[作者简介] 周国平(1975-),男,江西共青城人,地质工程师,从事矿业工程技术与管理工作。

[引用格式] 周国平,钱涵,樊勇.江西某铜矿水文地质条件分析及防治水对策研究[J].中国矿山工程,2021,50(5):35-37.

矿区地处微弱含水的板岩、千枚岩广泛出露的低山-丘陵区,为一独立的水文地质单元,内部无大的地表水体和较大导水、含水构造带。第四系松散孔隙含水层薄,基岩透水性差,地表水和地下水排泄条件良好。天然条件下,该矿床水文地质条件简单。

3 开采现状及水文地质条件变化

该矿山经过多年开发与建设,现已发展成为一个露坑联合开采的矿山。

露天开采已形成凹陷露天采坑。封闭圈以上已基本靠帮。地下采矿方法主要为无底柱浅孔留矿法。矿区侵蚀基准面以上采用平硐开拓,侵蚀基准面以下采用竖井开拓。建矿以来开采深度达530 m,各个区段平面上相互连通。平硐开拓已于20世纪结束,现生产中段仅包括-240 m、-285 m、-330 m。

随着地下开采向深部延伸,陆续建设了各中段、分区的排水设施,逐步形成了地下多级接力的排水系统,排水系统较为复杂。矿坑涌水通过井下各排水中段逐级排至地表。

前期井下开采阶段,除局部断层接触带或破碎带渗水、滴水外,绝大部分中段巷道干燥无水,且随开采深度增加涌水量随之减少。

近年来,露天开采规模不断扩大,井下开采规模不断缩小。随着露天采场的扩帮、向下延深,不仅增大了地表汇水面积,并且揭露了原地下开采巷道,从而进一步增加了地表与井下水力联系的通道。在露天开采和井下开采的互相影响下,洪水期井下矿坑涌水量激增,导致矿山水文地质条件逐渐复杂化,给矿山安全生产造成威胁。此时,大气降水已成为矿坑充水的最主要来源。

4 矿区突涌水因素分析

通过对矿区水文地质条件分析,影响矿区突涌水的主要因素有以下几个方面。

(1)经过多年生产已形成多中段、多采空区的现状,浅部采空区已部分跨塌。分布于露天坑东南角及西部境界边缘的开裂和塌陷区对局部边坡稳定具有不利影响,可能导致截水沟失效,在暴雨条件下直接影响露天坑和井下的排水安全。

(2)露天开采与井下开采在空间上存在交叉,露天开采已揭露出部分原地下开采巷道,随着露天采场扩帮、向下延深,会进一步揭露原地下开采巷

道,形成地表与井下水力联系的通道,洪水期易形成地表降雨汇水易通过露天采场进入地下采空区,造成洪水倒灌,给矿山安全生产带来威胁。

(3)虽然露天及井下设有多个接力泵站,但各泵站设置分散,排水能力大小不一,排水路线较远,导致排水系统运行不畅,难以保证排水安全。

5 矿坑涌水量预测

5.1 露天坑涌水量

露天坑封闭圈以上汇水应尽可能截流外排,考虑最终境界条件下截水沟有效截流后,如按照25年一遇24 h暴雨计算,可计算出坑底暴雨涌水量为 $40\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。由于浅部露天采坑积水区可能存在与井下的联系通道,对井下安全威胁大,因此涌水量须按一天排完的要求设置排水能力。后续随坑底逐渐加深,避开老旧巷道后,其最大排水量可根据可允许淹没的情况进行调整。

5.2 井下涌水量

多年实际排水资料证实深部开采没有对浅部涌水分布产生持续明显影响,降雨入渗条件已经基本不再变化。根据历史排水量统计资料确定,并考虑露天开采导致入渗量增加等因素,井下正常涌水量预测为 $7\,500\text{ m}^3/\text{d}$ 。

井下最大涌水量根据露天开采的状态下,暴雨期间可能渗入井下的最大水量确定。考虑这些因素后,确定矿区的最大涌水量为 $80\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。当露天坑底可有效避免积水继续入渗时,井下的最大涌水量可大幅减小。

6 防治水策略

6.1 地表及露天采场防排水工程

露天坑封闭圈截水和境界上游河流改道是控制矿区涌水的重要措施。通过在现状地形图和卫星图片上圈算,对露天开采有影响的总汇水面积为 3.8 km^2 。其中境界外河流上游控制的汇水面积为 2.4 km^2 ,占整个汇水面积的63%。矿山已修筑导流隧洞进行拦截和导流,目前效果良好。+72 m封闭圈以下汇水面积为 0.43 km^2 (最终封闭圈),剩余近 1 km^2 的汇水面积需通过修筑截水沟截流疏导地表降雨汇水。

6.2 境界内采空区防治水

井下开采巷道和采空区将露天坑汇集的暴雨洪

水导入坑内是井下安全的最大威胁。当露天坑底处在井下开采巷道和采空区较多的深度时尤应注意人为导水通道的封堵。露天境界内的地下采空区主要分布在三个区域:西北部边坡、东南边坡以及采坑中北部区域。西北部边坡和东南边坡的采空区面积较大,但主要分布在浅部边坡上,主要防治措施是台阶截水沟通过这些区域时采用混凝土衬砌。台阶揭露这类巷道时可临时采用浆砌石封堵。主巷道关键部位上采用废石封堵,封堵段长度为10 m。主巷道两侧的沿脉巷采用混凝土挡水墙彻底封堵,墙厚3~5 m(随着标高的降低而加厚)。

为防止上部中段出现大的涌水时通过竖井倒灌到下部中段,在竖井两侧设置密闭墙或防水门,抗压强度不小于0.5 MPa。

6.3 其他措施

原井下采区浅部中段残留的地下水占有较大比例,露天坑切断这些主要输水巷道后,北部采区地下水可能沿原有流水巷道流入采坑。到达境界的台阶,如发现此类流水巷道,应清理巷道口的崩塌物,避免巷道堵塞,引起边坡内的空区积水。

6.4 工程实施顺序

露天坑积水与井下的联通是影响矿区涌水的最重要因素,必须尽快形成露天境界各截水沟,它们对将来提高深部开采的防水安全也起到重要作用。边坡片岩风化和坑内采空区陷落可能产生小规模滑坡、掉块,极易导致截水沟失效。这些截水沟中的一条被破坏,可能使暴雨时井下涌水量增大一倍。因

此,露天坑截水沟的建设要尽快完成,更重要的是,必须采用足够高的建设标准以保证其可靠性。

露天坑向下延深时的爆破将影响井下巷道的稳定性,导致巷道封堵越来越困难。对于浅部中段运输大巷的巷道封堵(废石)和中部标高中段采区沿脉巷的封堵(混凝土)也需要尽快完成。

7 结论

该铜矿水文地质条件简单,但因露天和井下开采的互相影响,使暴雨期间地表汇水可能通过巷道、老旧采区渗入井下,导致矿坑涌水量短时激增,直接导致了矿山水文地质条件复杂化。

完整的封闭圈截水沟和外围截水对减小露天坑汇水面积、减少井下积水至关重要,应采用高建设标准保证其可靠性,同时应加强边坡稳定性监测和维护,保证截水沟排洪能力。

开展针对采空区或潜在塌陷区的探测工作和钻孔灌注尾砂的试验研究,尤其是河溪下方的采空区。可有效减少当前排水安全风险,同时显著降低治理成本。

未来结合降雨和井下涌水量监测数据,可开展巷道封堵工程堵水效果的验证工作,以修正生产中后期井下涌水量预测的准确性。

[参考文献]

- [1] 刘庆宏. 新桥东、西翼矿床水文地质特征及坑、露联合防治水探讨[J]. 化工矿物与加工, 2013(5):29-32.
- [2] 李红利. 铜绿山矿露天南坑防治水分析[J]. 现代矿业, 2016(5):203-204.