

Study on the influence of mining on hydrogeological environment and prevention measures

Yanqiu Zhang

Shandong Hydraulic and Environmental Geological Engineering Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250014, China

Abstract

Social and economic development promotes the more frequent mining activities, which has a significant impact on the hydrogeological environment. Open-pit mining damages the surface vegetation and causes soil erosion, and the underground mining operation environment is limited. Hydrogeological environment is composed of groundwater, aquifer and water barrier, which is of great significance to ecological balance. At the same time, mining changes the groundwater flow field, destroys the structure of aquifer and pollutes water resources. In order to deal with these problems, it is necessary to make scientific mining plan, scientific site selection layout, optimize mining sequence to protect the safety of groundwater, build monitoring system, adopt water conservation technology, prevent and control water pollution, treat slag, optimize wastewater treatment, so as to achieve sustainable development.

Keywords

mining; hydrogeological environment; influence; prevention and control measures

矿山开采对水文地质环境的影响及防治措施研究

张焱秋

山东省水工环地质工程有限公司, 中国·山东 济南 250014

摘要

社会经济发展促使矿山开采活动愈发频繁, 对水文地质环境影响显著, 露天开采破坏地表植被致水土流失, 地下开采作业环境受限。水文地质环境由地下水、含水层、隔水层等构成, 对生态平衡意义重大, 同时矿山开采改变地下水流场、破坏含水层结构、污染水资源。为应对这些问题就需制定科学开采计划, 科学选址布局、优化开采顺序来保护地下水安全, 并且构建监测体系、采用保水技术, 防治水污染, 处理矿渣、优化废水处理, 以实现可持续发展。

关键词

矿山开采; 水文地质环境; 影响; 防治措施

1 引言

伴随社会经济的迅猛进步, 对矿产资源的需求持续攀升, 导致矿山开采活动日渐增多。矿产开采虽然为经济增长提供了动力, 却不可避免地邻近的水文地质环境产生了复杂的影响。水文地质环境的稳定性对于维持生态系统平衡、促进水资源的有效管理与人类社会经济活动的可持续发展具有举足轻重的作用。对矿山开采活动对水文地质环境的潜在影响及其防控策略进行细致探讨, 不仅能有效减轻矿业活动对环境的不利影响, 促进矿产资源的合理与持续利用, 同时亦能强化生态系统的保护, 确保人类社会的健康与可持续发展, 从而凸显其显著的实践意义与学术价值。

2 矿山开采相关概述

2.1 矿山开采的类型及特点

2.1.1 露天开采

露天开采是一种直接暴露并采掘矿石至地表的开采技术。该技术亮点在于其开采空间无约束, 适宜部署大型机械, 支持大规模运营, 具备高效产出, 成本控制较为经济, 且易于管理与维护。露天开采活动会导致广泛的地表植被与土地破坏, 进而造成土地资源的无效利用以及生态环境质量的下降。此外, 这类活动还易于引发水土流失等一系列环境问题。

2.1.2 地下开采

地下采矿过程涉及开掘地下通道等工程, 以将矿石自地层中提取。此开采技术适用于深层矿体, 能有效减少地表破坏。地下开采面临作业环境受限、通风效能欠佳及安全挑战显著等难题, 在开采矿产时, 必须投入大量人力、物力与财力, 以开展巷道建设、支撑维护以及通风排水等关键工作^[1]。

【作者简介】张焱秋(1996-), 女, 中国山东潍坊人, 助理工程师, 本科, 从事水工环地质研究。

2.2 我国矿山开采的现状与发展趋势

当前,中国矿山开采活动规模显著,涵盖了多类矿产资源。从技术角度看,一些大型矿山已实现高度的机械化与自动化,然而,多数小型矿山的技术设备水平相对落后,开采活动往往呈现出较为粗放的特征。在矿产开采活动中,资源损耗与环境损害问题显著,某些采石场对自然生态系统的破坏尤为严重。

展望未来,中国的矿产开采业预计将向智能化与绿色化的路径转型。智能化开采将依托前沿的信息技术与自动化控制技术,以实现矿山作业的高度精确化与效率提升,同时显著减少人力开支并降低安全隐患。绿色开采着重于在采矿活动中最大程度地降低环境损害,强化资源循环利用及生态维护,以促进矿产开采与自然生态系统的和谐共进。

3 水文地质环境的基本概念

3.1 水文地质环境的组成要素

3.1.1 地下水

地下水是指埋藏在地面以下岩土空隙中的水,其构成是水文地质系统的关键要素之一。它在自然界中参与水循环过程,对于保障生态系统的平衡以及有效管理水资源均至关重要。地下水的补给主要源自大气降水与地表水的渗透,其变化过程受制于气候状况、地质环境等多重因素的作用。

3.1.2 含水层

含水层指的是具备渗透能力和提供一定量水资源的岩层。它具备卓越的透水与蓄水性能,能够有效存储及输送地下水。含水层种类繁多,依据其埋藏状态被划分为潜水含水层与承压含水层等,各类型含水层在地下水的存储与流动性上展现出显著差异。

3.1.3 隔水层

隔水层指的是无法渗透或渗透量极少的岩层,该岩层阻止了给水分流或仅允许微小的水量通过。它承担着阻碍地下水流动的功能,对地下水的分布与运动展现出关键的调控效应。隔水层的存在限制了地下水在不同含水层间的流动,从而对水文地质系统的结构与运作产生显著影响。

3.2 水文地质环境的功能与作用

水文地质系统展现出多样的功能与效用。它作为水资源的关键蓄水层,为人类供给了丰沛的生活与生产用水,确保了社会经济活动的顺畅运行。水文地质条件对于生态系统稳定性不可或缺,恰当的地下水分布与动态演变是支撑植被发育及确保湿地等生态系统健康平衡的关键因素^[1]。水文地质环境参与地球化学循环过程,对土壤发育与演化进程,以及地质结构的稳定性等环节具有显著影响。

4 矿山开采对水文地质环境的影响

4.1 地下水流场受多种因素影响

4.1.1 改变地下水流向

在矿产开采作业中,特别是在地下开采阶段,会产生大

量的巷道与采空区域,此类建设活动不仅重塑了原有的地质构造,还扰乱了地下水的自然循环路径。原先遵循自然法则循环的地下水,因采空区与巷道的干扰与导引,其流径出现了转向。在某些矿山中,调整地下水流向后,导致周边地区的地下水分布失衡,部分区域出现地下水位下降的现象,与此同时,其他区域可能会因地下水积聚而面临内涝等风险。

4.1.2 降低地下水位

矿山挖掘活动通常涉及大量的排水操作,旨在确保挖掘过程的安全性。持续的排水活动造成了显著的地下水耗竭,进而导致地下水位的连续下沉。地下水平面的降低会导致依赖地下水补给的河流与湖泊等水体出现枯竭现象,进而影响地表植被的发育,扰乱生态环境的均衡状态。地下水平面的降低不仅可能导致地面沉降等地质问题,从而对建筑物及各类基础设施的安全构成严重威胁。

4.2 含水层结构的破坏

4.2.1 含水层疏干

在矿产开采活动中,为预防地下水渗透至矿井内,常采取措施对含水层实施疏干作业。通过含水层疏干过程,其内所储存的地下水资源被大量抽取,导致含水层丧失了蓄水能力,并引发了结构上的损害。含水层疏干将导致周边地区的地下水补给来源缩减,进而扰乱地下水的动态平衡,引发依赖此含水层供水区域遭遇水资源匮乏的状况。

4.2.2 隔水层破坏

矿山开采的爆破、开挖等操作有可能会损害隔水层的连续性。一旦隔水层遭到破坏,便丧失了有效阻挡地下水流动的能力,进而引发不同含水层间水力联通状况的转变。原先彼此分离的含水层可能存在连通现象,导致地下水品质与流量产生变动,从而对地下水的合理开发与有效管理构成影响。

4.3 对水资源质量的影响

4.3.1 矿渣污染地下水

矿山开采矿产过程中产出的大批矿渣内含有各类有害成分,包括重金属及硫化物等。若此类矿渣未经妥善处置而任意弃置,受雨水冲刷及淋滤等影响,其内含的有害成分将溶解并渗透至地表以下,从而对地下水构成污染。受污染的地下水既不适合作为日常生活及工业用途的水源,亦能通过食物链等机制对人类健康构成威胁。

4.3.2 选矿废水排放

在采矿流程中,会生成大量废水,此类废液富含悬浮颗粒、化学试剂以及重金属离子等有害物质。若未经处理即排放选矿废水,将对地表水与地下水造成立即且严重的污染。废水排放会引发周边水域水质退化,威胁水生生物的栖息环境,进而瓦解水生生态体系。

5 矿山开采对水文地质环境的影响及防治措施

5.1 制定科学合理的矿山开采计划。

5.1.1 科学选址与布局

在选定矿山开采区域之前,应动用精确度高的地质勘

查手段,诸如三维地震探测与大地电磁深度测量等技术,以全面获取矿域的地质结构、地层排列、水文地质特性等相关资讯。依据上述数据,借助地理信息系统(GIS)开展空间分析,全面考虑生态红线、水源保护区界限、人口聚集地域等要素,以确保活动避开生态敏感和脆弱地带。例如,在山区开采作业中,应规避选择位于河流上游及易发生山体滑坡的区域,以有效减少对水文地质环境的破坏可能性。此外,基于矿体的走向特征及分布状况,科学规划开采区、工业场地以及运输通道的位置,以期最小化采矿作业对邻近生态环境的干扰程度^[3]。

5.1.2 优化开采顺序

依据矿体的形态、基于厚度、倾斜角度与水文地质状况,本研究制定了合理的开采流程。针对倾斜矿体的开采策略,我们采取自上而下、从远至近的顺序,旨在预防上层开采可能引起的坍塌现象,从而避免对下方矿体的开采以及周边水文地质环境造成不利影响。针对具有多个煤层或矿体层级的情形,应遵循优先开采深层矿体而后是浅层矿体的策略,以防止浅层开采引发深层含水层的压力释放与损害。在矿产开采操作中,通过应用数值模拟工具,例如FLAC3D,对在多种开采序列下地应力的演变、围岩的形变以及地下水流动进行仿真评估,适时优化开采序列安排,以确保开采活动既安全无虞,又能最大限度地减少对水文地质条件的干扰。

5.2 保护地下水安全。

5.2.1 构建地下水动态监测体系。

在全面涵盖矿区及其周边地区的范围内,建立一套地下水动态监测网络,并在各类含水层与地貌单元中科学布局监测井。配置高精度水位计、水质传感器等装置的监测井,能够即时收集地下水位、水温、pH值、电导率以及重金属浓度等关键信息。借助无线传输技术,监测数据被集中汇集至数据处理中心,并通过专业软件进行深入的数据分析与处理。构建地下水动态演化模型,融合历史记录与即时监测信息,以期预见地下水位及水质的演变轨迹。一旦识别到异常变动,应即时启动警报机制,以此为基础制定适当的防护策略,以维护地下水系统的稳定性。

5.2.2 采取保水开采技术

推广实施填充开采工艺,通过处理在采矿过程中的煤矸石、尾砂等固体废料,并将其回注至采空区域,以支撑地表覆盖层,有效降低采空区塌陷对含水层造成的损害。举例而言,采用了膏体充填技术,将矸石、水泥、粉煤灰等按照特定配比混合形成膏体,经由管道精确输送到采空区域实施充填作业。此外,应用条带开采技术,将矿体划分为开采条带和保留条带,通过保留条带支撑顶板,以管理地表下沉,减少对地下水资源的干扰。在采矿活动中,应强化对保水开

采技术成效的监控与评价,持续调适技术指标,以提升保水效能。

5.3 防治水污染

5.3.1 矿渣的无害化处理

鉴于矿渣内含有害的重金属及硫化物等成分,我们采取了固化-稳定化技术进行治理。通过添加固化剂、通过将稳定剂,包括水泥、石灰、高分子聚合物等,与矿渣彻底混合,有害物质得以被锁定于固化体内部,显著减少了这些物质在环境中的迁移能力以及生物可利用度。例如,在处理含有重金属的矿渣时,通过应用水泥基固化剂进行固化处理,使得重金属离子得以被包覆于水泥水化产物的晶体结构内。经过处理的矿渣被进行浸出毒性试验,以保证其满足环保要求。此外,本研究积极开拓矿渣的多用途应用,探索将其转化为制备建筑材料、道路底层材料等途径,以实现矿渣的减容与资源循环利用。

5.3.2 优化选矿废水循环利用与确保达标排放。

构建全面的选矿废水处理体系,采用融合物理、化学与生物处理技术的综合工艺。首先通过沉淀、为去除废水中悬浮物,我们采用了过滤等物理手段。接着,通过化学沉淀法,添加絮凝剂与沉淀剂,以消除废水中的重金属离子。最终,应用生物处理技术,包括活性污泥法与生物膜法,以分解废水中的有机物。经过处理的废水有部分被重新应用于选矿过程,以此促进水资源的循环使用,并有效减少对新水源的需求量。后续阶段,达标排放的废水通过设置在线监测设备的排放口,实现对废水水质指标的实时监控,以保证排放废水满足国家制定的排放标准。

6 结语

矿山开采活动对水文地质环境造成了复杂且多维度的影响,具体表现在地下水流场的重构、含水层结构的损毁、水资源品质的恶化,以及由地质灾害所衍生的间接效应等方面。为确保矿山开发与水文地质环境维护的和谐共生,应实施针对性的预防与治理策略,精心设计矿山开采计划,强化地下水资源保护,预防水质污染,积极投身于地质灾害防范与生态系统恢复的实践。唯有如此,方能在满足社会经济活动对矿产资源的需求与保障水文地质环境安全之间取得平衡,进而实现可持续发展目标。

参考文献

- [1] 佟月. 矿山开采对水文地质环境变化的影响[J]. 世界有色金属, 2018, (19): 240+242.
- [2] 凌付南. 论矿山开采对水文地质环境变化的影响[J]. 世界有色金属, 2018, (06): 179-180.
- [3] 杨内. 论矿山开采对水文地质环境变化的影响[J]. 资源节约与环保, 2018, (10): 128.