

Research on the application of hydraulic engineering and environmental geological survey technology in the development of mine structure

Ruiyuan Ji

Jiangsu Province New Energy Geological Survey Team, Nanjing, Jiangsu, 210039, China

Abstract

As a key means to ensure the smooth development of mining engineering, in the early stage of the geological investigation of mining, the fine exploration of hydrogeological conditions, clarify the relationship between groundwater level, flow direction and supply, help the scientific planning of mining scheme, effectively avoid the risk of water penetration, and ensure the safety of mining. In the process of mining, the in-depth analysis of the engineering geological conditions, such as the determination of rock mass stability and rock mechanical properties, and the appropriate mining technology and supporting measures are selected to ensure the efficient mining and maintain the stability of the mine structure. This paper discusses the application of hydraulic engineering and environmental geological survey technology in the development of mine structure, expounds the main content and methods of the technology in detail, and analyzes its application effect combined with actual cases, aiming to improve the safety and stability of mine structure.

Keywords

hydraulic engineering and environmental geological survey technology; development of mine structure; applied research

水工环地质勘察技术在矿山结构发展中的应用研究

纪瑞元

江苏省新能源地质调查大队, 中国·江苏·南京 210039

摘要

水工环地质勘察技术作为保障矿山工程顺利开展的关键手段,在矿山开采前期,该技术对水文地质条件的精细勘查,明确地下水水位、流向与补给关系,助力科学规划开采方案,有效规避突水风险,保障矿山开采安全。在开采过程中,对工程地质状况的深入分析,如岩体稳定性、岩石力学性质测定等,选择适宜的开采工艺与支护措施,确保开采高效进行,维持矿山结构稳定。本文探讨水工环地质勘察技术在矿山结构发展中的应用,详细阐述该技术的主要内容与方法,结合实际案例分析其应用效果,旨在提升矿山结构的安全性、稳定性。

关键词

水工环地质勘察技术; 矿山结构发展; 应用研究

1 引言

矿山开采是一个复杂的工程活动,涉及到地质、水文、环境等多个方面。矿山结构的稳定性关系矿山生产的安全、效率以及周边生态环境。水工环地质勘察技术对矿山地区的水文地质、工程地质和环境地质条件进行详细调查与分析,为矿山的规划、设计、开采以及后期的生态修复提供重要依据。准确掌握矿山的水工环地质条件,能够有效预防矿山开采过程中可能出现的涌水、滑坡、地面塌陷等地质灾害,保障矿山工作人员的生命安全,减少经济损失,同时有助于实

现矿山资源的合理开发与生态环境的保护,促进矿山行业的可持续发展。

2 水工环地质勘察技术概述

2.1 水文地质勘察

水文地质勘察主要是研究矿山地区地下水的形成、分布、运动规律以及水质特征等,调查含水层的岩性、厚度、埋深、富水性等参数,确定地下水的补给、径流和排泄条件。常用的勘察方法包括水文地质测绘、钻探、物探、抽水试验等。水文地质测绘对地表水文地质现象的观察和记录,初步了解区域水文地质条件;钻探可以获取地下不同深度的岩芯样本,直观了解地层结构和含水层特征;物探方法如电法、地震法等能快速探测地下地质结构和含水层分布;抽水试验

【作者简介】纪瑞元(1978-),男,中国新疆呼图壁人,硕士,工程师,从事水文地质及土壤污染状况调查研究。

则用于确定含水层的渗透系数、影响半径等水文地质参数，为矿山涌水量计算和防治提供数据支持^[1]。

2.2 工程地质勘察

工程地质勘察旨在评估矿山地区岩土体的工程性质和稳定性，主要包括对地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质现象等的调查分析。通过工程地质测绘，详细记录地形起伏、地貌类型以及岩土体的分布情况；利用原位测试技术，如标准贯入试验、静力触探试验等，测定岩土体的物理力学性质指标，如承载力、压缩性、抗剪强度等；对地质构造进行研究，分析断层、褶皱等构造对矿山开采的影响；调查滑坡、崩塌、泥石流等不良地质现象的分布范围、形成机制和稳定性，为矿山工程建设的选址、设计和施工提供地质依据，确保矿山结构在开采过程中的稳定性^[2]。

2.3 环境地质勘察

一方面，调查矿山开采引发的环境污染、生态破坏等问题，如尾矿库的渗漏对土壤和水体的污染、矿山开采导致的植被破坏和水土流失等；另一方面，评估自然环境因素，如地震、洪水等对矿山结构和生产的潜在威胁。采用环境监测、地质灾害评估等方法，对矿山周边的土壤、水体、大气等环境要素进行监测分析，预测矿山开采产生的环境效应，制定相应的环境保护和治理措施，实现矿山开发与环境保护的协调发展^[3]。

3 水工环地质勘察技术在矿山结构发展中的应用

3.1 矿山开采前期的应用

3.1.1 矿山选址与规划

在矿山开采前期，水工环地质勘察为矿山选址提供关键依据。结合全面的水文地质勘察，确定拟选区域的地下水位、含水层分布以及涌水风险，避免选择在地下水丰富且难以治理的区域，减少开采过程中的涌水隐患。工程地质勘察评估岩土体的稳定性，排除存在滑坡、崩塌等不良地质现象的区域，确保矿山建设和开采的安全^[4]。环境地质勘察分析区域生态环境的敏感性，避免对重要生态保护区造成破坏。综合这些勘察结果，科学合理地规划矿山的开采范围、开拓系统和工业场地布局，保障矿山建设和运营的可行性与安全性。

3.1.2 开采方案设计

对于矿山开采，需根据水文地质勘察获取的地下水参数，设计合理的排水系统，预测矿山开采过程中的涌水量，制定有效的防治水措施，如设置防水帷幕、排水巷道等，确保开采作业在安全的水文地质条件下进行。工程地质勘察提供的岩土体物理力学性质指标，用于计算矿山井巷、采场等结构的稳定性，确定合理的开采方法和支护参数。对于软岩地层，需要采用加强支护措施，如增加锚杆、锚索的密度和长度，采用混凝土衬砌等；对于坚硬岩石地层，可适当简化支护形

式，但也要考虑岩石的节理裂隙对结构稳定性的影响。环境地质勘察结果促使在开采方案中纳入环境保护措施，如设计尾矿库的防渗漏设施、制定矿山生态修复计划等，实现矿山开采的可持续发展^[5]。

3.2 矿山开采过程中的应用

3.2.1 实时监测与地质灾害预警

在矿山开采过程中，利用水工环地质勘察技术进行实时监测至关重要。建立地下水动态监测系统，实时监测地下水位、水质的变化，及时发现因开采导致的地下水水位异常下降或上升，以及水质污染问题，以便采取相应的调控措施。工程地质方面，对矿山井巷、采场的变形进行监测，采用位移监测、应力监测等手段，及时掌握岩土体的变形情况，预测可能发生的坍塌、冒顶等事故，发出地质灾害预警，为人员撤离和采取应急支护措施提供时间。环境地质监测关注矿山开采对周边环境的影响，如监测尾矿库的渗漏情况、大气污染状况等，及时发现环境问题并采取治理措施，防止环境恶化（图1）。

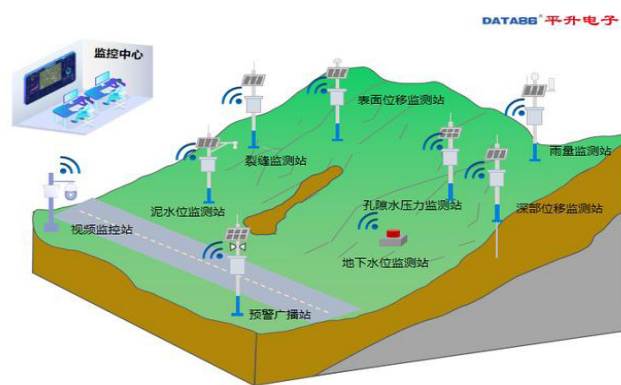


图1 实时监测与地质灾害预警

3.2.2 优化开采工艺与支护措施

开展水工环地质勘察，能精准掌握矿山区域的水文地质条件，包括地下水的水位、流向、水力性质等。这些信息有助于开采工艺的优化，比如确定合理的开采顺序。若矿山地下水丰富且流向复杂，根据勘察结果，开采时可从高处向低处逐步推进，避免地下水大量涌入开采区域，降低突水风险，保障开采作业安全。同时，了解含水层与隔水层分布，能帮助选择合适的开采方法，像对于隔水层稳定且厚的区域，可采用大采高开采工艺提高效率；此外，勘察技术对支护措施的优化，能查明矿山岩体的结构、节理裂隙发育程度、岩石力学性质等。当发现岩体节理裂隙密集、岩石破碎时，在巷道掘进过程中就可以提前采取加强支护措施，使用高强度锚杆锚索联合支护，增加支护密度，防止巷道坍塌。对于岩石较为完整但存在软弱夹层的情况，可采用钢带、金属网配合支护，增强岩体整体性。总之，水工环地质勘察技术为矿山开采工艺与支护措施的优化提供科学依据，保障矿山安全、高效生产。

3.3 矿山闭坑后的应用

3.3.1 矿山生态修复评估

矿山闭坑后,水工环地质勘察技术用于评估矿山生态修复的效果。水文地质勘察监测地下水水位和水质的恢复情况,判断矿山开采对地下水系统的影响是否得到有效修复;工程地质勘察评估矿山废弃场地的稳定性,确定是否存在滑坡、塌陷等潜在地质灾害隐患;环境地质勘察分析土壤质量、植被恢复情况以及周边水体、大气环境的改善程度。开展综合评估,为进一步完善矿山生态修复措施提供依据,确保矿山闭坑后生态环境得到有效恢复。

3.3.2 资源再利用与可持续发展规划

对闭坑矿山进行水工环地质勘察,还可以发现潜在的可再利用资源,如残留矿产资源、地下空间资源等。通过详细勘察,评估这些资源的开发利用价值和可行性,为矿山的资源再利用提供技术支持。同时,根据勘察结果制定矿山可持续发展规划,如将矿山废弃场地改造为生态公园、工业遗址博物馆等,实现矿山从资源开采型向生态友好型的转变,促进区域经济的可持续发展。

4 应用案例分析

4.1 案例背景

某金属矿山位于山区,地形复杂,地质条件多变。在开采前期的水工环地质勘察中,水文地质勘察发现矿区内存在多条富水断层,且地下水位较高。工程地质勘察揭示部分区域岩体破碎,节理裂隙发育,存在滑坡和崩塌的隐患。环境地质勘察表明矿山周边有一条重要的河流和一片自然保护区,生态环境敏感。

4.2 勘察结果

根据勘察结果,矿山选址避开了富水断层和不良地质区域,将工业场地布置在相对稳定的地段。开采方案设计中,针对涌水问题,采用了超前探水和帷幕注浆堵水相结合的防治水措施;对于岩体破碎区域,采用锚喷支护、锚索加固等联合支护方式。在开采过程中,建立地下水动态监测系统和矿山结构变形监测系统,实时监测水文地质和工程地质条件的变化。当监测到某采场附近岩体变形异常时,立即停止开采,采取加强支护措施,避免坍塌事故的发生。矿山闭坑后,结合水工环地质勘察评估生态修复效果,发现地下水水位基本恢复正常,部分区域植被得到有效恢复,但仍存在少量土壤污染问题,针对这些问题进一步采取土壤改良措施,实现矿山的可持续发展。

5 水工环地质勘察技术应用策略

5.1 创新勘察技术与方法

加强对先进勘察技术的研发和应用,如三维地震勘探、瞬变电磁法、地质雷达等高精度物探技术,以及深部钻探技术,提高对复杂地质条件的探测能力。同时,结合地理信息系统(GIS)、遥感(RS)等技术,实现对地质信息的全方位、

多角度获取和分析,为矿山结构发展提供更准确的地质依据。

5.2 建立多源数据融合与分析平台

开发专门的多源数据融合与分析软件平台,利用大数据、人工智能等技术,对水工环地质勘察的各类数据进行整合、处理和分析。建立数据模型和可视化系统,实现对地质信息的直观展示和动态分析,为矿山决策提供科学支持。同时,建立完善的数据管理机制,确保数据的准确性、完整性和实时更新。

5.3 加强勘察与开采的协同合作

在矿山开采的规划和实施过程中,加强勘察部门与开采部门的沟通与协作。建立定期的技术交流和信息共享机制,根据开采进度及时调整勘察计划和方法,确保勘察工作能够紧密配合开采过程。同时,在开采过程中,一旦发现地质条件变化,及时反馈给勘察部门,以便迅速开展补充勘察和分析,为开采决策提供及时准确的地质信息。

5.4 优化环境保护措施与成本控制

在制定环境保护措施时,进行充分的技术经济论证,选择既有效又经济合理的方案。采用先进的环保技术和设备,提高资源利用率,减少废弃物排放,降低对环境的影响。同时,合理规划矿山开采和生态修复工程,实现资源的综合利用和成本的有效控制,在保障环境保护的前提下,提高矿山开采的经济效益。

6 结论

水工环地质勘察技术在矿山结构发展的各个阶段都具有重要的应用价值,从矿山开采前期的选址、规划和开采方案设计,到开采过程中的实时监测、地质灾害预警以及开采工艺和支护措施的优化,再到矿山闭坑后的生态修复评估和资源再利用规划,都离不开水工环地质勘察技术的支持。在具体应用中,需创新勘察技术与方法、建立多源数据融合与分析平台、加强勘察与开采的协同合作以及优化环境保护措施与成本控制等策略,为矿山结构的安全稳定发展和矿山行业的可持续发展提供更加强有力的技术保障。在未来的矿山开发中,应不断加强对水工环地质勘察技术的研究和应用,充分发挥其在矿山结构发展中的重要作用,实现矿山资源开发与生态环境保护的协调共进。

参考文献

- [1] 陈力. 矿山结构发展下水工环地质勘察技术及应用探讨[J]. 中国金属通报,2024(7):191-193.
- [2] 黄锁英. 矿山结构发展下水工环地质勘察技术及应用研究[J]. 中国金属通报,2021(24):155-157.
- [3] 司马珂冰. 浅谈新形势下矿山水工环地质勘察技术研究[J]. 冶金与材料,2023,43(4):118-120.
- [4] 王锦屏. 矿山水工环地质勘察及遥感技术研究[J]. 中国金属通报,2024(19):143-145.
- [5] 王希廉. 水工环地质勘察中的常用技术及发展趋势[J]. 灌篮,2020(29):88-89.