

矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策

汤卫龙

陕西五洲矿业股份有限公司 陕西 商洛 726403

摘要: 矿山工程地质勘查是矿山安全开发的基础,地质灾害则是矿山生产过程中的主要安全隐患。本文阐述了矿山工程地质勘查的核心概念、内容方法,分析了矿山地面与井下主要地质灾害类型及自然、人为成因,提出了针对性治理对策,并明确了勘查质量控制措施与优化策略。研究表明,科学规范的勘查工作的是灾害防控的前提,精准的治理措施与质量管控能有效降低灾害风险。

关键词: 矿山工程;地质勘查;技术方法;地质灾害;类型;治理对策

引言:随着矿山开采规模扩大与深度增加,地质条件愈发复杂,工程地质勘查不到位、地质灾害频发等问题,严重威胁矿山作业人员安全,制约矿山可持续发展。矿山工程地质勘查作为灾害防控的前置环节,其质量直接影响灾害治理效果。当前,部分矿山存在勘查技术不规范、治理措施针对性不强等问题,亟需系统研究相关对策。基于此,本文围绕矿山工程地质勘查与地质灾害治理展开探讨,明确勘查核心要点、灾害成因,提出科学治理与质量优化方案,为矿山安全开发提供支撑。

1 矿山工程地质勘查及地质灾害治理概述

1.1 矿山工程地质勘查核心概念

矿山工程地质勘查是矿山开发全流程的基础性、前置性工作,核心是通过系统调查、测试与分析,查明矿山区域工程地质条件,为矿山规划、设计、施工及灾害治理提供科学依据。其范畴涵盖地层岩性、岩体结构、水文地质、地应力及不良地质体等核心要素,核心目标是明确地质风险点、预判安全隐患,保障生产安全、提高资源开发效率,为灾害治理方案制定提供精准数据支撑。勘查需遵循科学、系统、实用原则,确保数据准确完整,为矿山工程全生命周期安全管控奠定基础。

1.2 矿山工程地质勘查与地质灾害的关联性

矿山工程地质勘查与地质灾害治理存在密不可分的共生关系,勘查是灾害治理的前提基础,治理是勘查成果的实践延伸。高质量勘查能精准识别安全隐患,明确其类型、分布、特征及成因,为治理提供核心数据,避免盲目治理,降低成本与风险。同时,治理中发现的新问题可反向优化勘查工作,补充重点、完善数据,提升勘查针对性。若勘查不到位,易漏判、误判隐患,引发滑坡、塌陷、突水等灾害;缺乏勘查支撑的治理方案,难以标本兼治,无法从根本上消除隐患^[1]。

2 矿山工程地质勘查的内容与技术方法

2.1 矿山工程地质勘查的核心内容

矿山工程地质勘查内容围绕矿山开发全流程需求展开,具体如下:(1)地层岩性与岩体结构勘查。重点排查矿山区域地层分布、岩性类别及岩体完整性,记录岩层厚度、产状等特征,明确各类岩石分布及接触关系;分类岩体结构,识别节理、断层等结构面参数,判定岩体完整性系数、划分质量等级,为矿山开拓及巷道布置提供依据。(2)水文地质条件勘查。实地查明地下水类型、含水层分布、水位埋深及动态规律,测试水质水量,排查地下水与地表水的补给排泄关系,重点核查采空区、断层破碎带导水性,预判突水等隐患风险。(3)不良地质作用与灾害隐患勘查。排查矿山内滑坡、塌陷等地灾分布、规模及演化趋势,核查断层破碎带、软弱夹层稳定性及影响,勘查周边泥石流物源、汇水面积等,明确灾害隐患等级及影响范围。(4)岩土体物理力学性质测试。现场采集试样,通过原位及室内试验,测定岩土体密度、抗压强度等核心参数,明确其工程特性,为边坡设计、巷道支护等提供精准力学指标。

2.2 矿山工程地质勘查的主要技术方法

结合矿山勘查现场实际,采用的技术方法注重实用性、专业性和可操作性,具体如下:(1)地质测绘技术。采用1:1000-1:5000比例尺现场测绘,通过实地踏勘、罗盘测向等方式,记录地层、岩性、地质构造及不良地质现象,绘制工程地质平、剖面图,同步收集区域地质资料,补充完善数据,为后续勘查提供基础框架。(2)遥感探测技术。采用高分辨率遥感影像结合现场验证,快速识别地层、地质构造及不良地质隐患,重点排查大范围滑坡、塌陷等地灾,通过影像解译分析地质体空间分布,减少野外勘查盲目性,提升效率,适用于地形复杂、交通不便区域。(3)钻探与坑探技术。钻探采用回转、冲击等方式,按勘查目的布置钻孔,结合开采深度确定孔深,

通过钻孔取样、孔内测试获取深部地质资料；坑探采用探槽、探井等形式，近距离观察岩体结构及不良地质体，补充钻探数据，适用于重点区域详细勘查。(4)物探技术。根据地质条件选用适配方法，常用电法、磁法、地震勘探及测井技术，分别用于探测含水层、识别岩浆岩、查明地下地层结构及确定钻孔内岩层界面等，提升勘查数据精准度。(5)原位测试与室内试验方法。原位测试现场直接进行，包括载荷、剪切等试验，真实反映岩体天然状态力学性质；室内试验对现场采集的试样系统测试，测定相关参数，为勘查分析及工程设计提供科学数据支撑^[2]。

3 矿山主要地质灾害类型及成因分析

矿山开采过程中，受自然条件与人为作业影响，易引发多种地质灾害，不仅威胁作业安全，还会破坏周边地质环境。其主要类型及成因分析如下：主要地质灾害类型分为地面与井下两类：(1)地面灾害，最常见的有滑坡、崩塌、地面塌陷和地裂缝，多发生于采空区上方及矿山边坡区域，其中地面塌陷由地下采空区顶板垮落引发，地裂缝多伴随塌陷产生，滑坡、崩塌则与边坡岩体失稳密切相关。(2)井下灾害，以冒顶、片帮、突水、突泥为主，冒顶和片帮是巷道围岩稳定性不足导致的岩体坍塌，突水、突泥多由断层导通含水层或软弱夹层引发。

灾害成因主要包括自然与人为两方面：(1)自然成因，核心是地质构造与水文气象条件，断层、节理裂隙发育导致岩体完整性差，地下水浸泡软化岩体降低其强度，暴雨等极端天气会加剧岩体饱和，诱发灾害。(2)人为成因，主要是不合理开采作业，如过度开采、乱采滥挖破坏岩体平衡，爆破作业扰动岩体结构，以及勘查不全面导致隐患未提前识别，最终诱发地质灾害。各类灾害的发生，多是自然因素与人为因素共同作用的结果^[3]。

4 矿山地质灾害针对性治理对策

4.1 地面地质灾害针对性治理对策

针对矿山地面常见的滑坡、崩塌、地面塌陷、地裂缝等灾害，结合现场实际工况，采取分类施策、精准治理的措施，具体如下：(1)滑坡治理。采用削坡减载与支挡结合的方式，根据滑坡体规模及稳定性，分级削坡降低边坡坡度，移除滑坡体上部荷载；在滑坡体前缘及中部设置抗滑桩、挡土墙，抗滑桩嵌入稳定岩层不少于3米，挡土墙采用浆砌片石砌筑，增强抗滑能力；对滑坡体内部采用注浆加固，选用水泥浆或水泥砂浆，注浆压力控制在0.3~0.5MPa，填充岩体裂隙，提升岩体整体性；在滑坡体表面铺设截排水系统，设置截水沟、排水沟，及时

排出地表水，避免雨水浸泡软化滑坡体。(2)崩塌治理。对危岩体进行清除，采用人工或机械方式，移除边坡上松动、悬空的岩土体，避免坠落伤人；对无法清除的危岩体，采用锚杆锚固，锚杆长度根据危岩体厚度确定，一般为4~8米，注浆固定后与岩体形成整体；在崩塌区域设置防护网，采用主动防护网覆盖边坡，拦截坠落岩土体，防护网孔径不大于10cm，确保防护效果；定期对边坡进行巡查，及时清理新产生的危岩体。(3)地面塌陷与地裂缝治理。对小型塌陷坑，采用黏土、砂石分层回填压实，回填过程中分层夯实，压实度不低于90%；对大型塌陷坑，采用注浆填充与回填结合，先向塌陷区下部注浆，填充地下空洞，再进行分层回填；对地裂缝，清理裂缝内杂物后，采用水泥砂浆或沥青灌注，灌注后面铺设防水卷材，防止地表水渗入，同时在裂缝周边设置警示标识，严禁人员靠近。

4.2 井下地质灾害针对性治理对策

针对井下冒顶、片帮、突水、突泥等灾害，结合井下作业环境及地质条件，采取源头防控、现场管控的治理措施，具体如下：(1)冒顶与片帮治理。优化巷道支护方案，根据岩体质量等级，选用锚杆+锚索+金属网联合支护，锚杆间距控制在0.8~1.2米，锚索间距2~3米，金属网铺设紧密，与岩体贴合；对破碎岩体区域，采用U型钢支架支护，支架间距0.5~0.8米，支架与岩体之间用木背板填充，增强支护强度；严格控制巷道掘进速度，掘进后及时支护，避免岩体长时间暴露；定期对巷道顶板及两帮进行检查，采用顶板离层仪监测顶板位移，发现隐患立即停工处理。(2)突水与突泥治理。采用“堵、疏、排”结合的方式，对断层破碎带、含水层等危险区域，提前采用注浆堵水，注浆材料选用水泥-水玻璃双液浆，提高堵水效果；在巷道掘进过程中，设置探水钻孔，探水深度不小于10米，超前探测地下水分布，避免盲目掘进；在井下设置排水系统，安装排水泵，确保排水能力满足需求，同时清理排水通道，防止堵塞。

4.3 矿山地质灾害治理工程管控与后期维护对策

为确保治理工程实效，结合现场施工及后期运营实际，采取全过程管控与常态化维护措施，具体如下：(1)治理工程施工管控。严格按照治理方案施工，明确各工序施工标准，钻孔、注浆、支护等关键工序需由专业人员操作，施工过程中做好现场记录，留存施工影像资料；安排监理人员全程值守，对施工质量进行现场核查，重点检查材料质量、施工工艺及施工精度，对不合格工序立即整改，严禁违规施工；施工过程中做好安全防护，设置警示标识，配备应急救援设备，防范施工过程中引发

二次灾害。(2) 治理工程后期维护。建立常态化巡查机制,安排专业人员定期对治理工程进行巡查,重点检查支挡结构、防护网、排水系统等设施的完好情况,发现损坏及时维修更换;对注浆区域、回填区域进行定期监测,采用沉降计、位移计等设备,监测岩体位移及沉降情况,及时发现异常并处理;建立维护档案,记录维护时间、维护内容、维护效果等信息,实现维护工作可追溯;定期对治理区域周边地质环境进行排查,及时识别新的灾害隐患,提前采取防控措施。(3) 治理效果复核与优化。治理工程完工后,组织专业机构对治理效果进行复核,通过现场勘查、监测数据分析等方式,评估治理效果是否达到预期;对未达到治理标准的区域,分析原因并优化治理方案,补充治理措施^[4]。

5 矿山工程地质勘查质量控制与优化策略

5.1 矿山工程地质勘查质量控制核心措施

质量控制贯穿勘查全流程,重点聚焦前期准备、实施过程及成果验收三个核心环节,具体措施如下:(1) 前期准备阶段控制。全面收集区域地质、水文、矿产等相关资料,结合矿山开采规划,编制针对性强的勘查方案,明确勘查范围、内容、技术方法及质量标准;对勘查人员开展专业培训,明确岗位职责与操作规范;校准勘查仪器设备,确保其性能达标。(2) 实施过程阶段控制。严格按照勘查方案开展作业,规范钻孔布置、取样、测试等各环节操作,确保符合行业规范;安排专业监理人员现场值守,及时纠正违规操作,核查现场记录的真实性与完整性,对深部钻探、原位测试等关键环节全程跟踪管控。(3) 成果验收阶段控制。建立分级验收机制,依次完成勘查单位内部自检、第三方机构抽检、建设单位终验,重点核查勘查数据、报告编制、图表绘制等内容,对不合格项提出整改意见,整改完成后重新验收,直至符合标准。

5.2 矿山工程地质勘查优化策略

结合现场勘查实际需求,从技术、流程、人员三个

维度制定优化策略,提升勘查质量与效率,具体如下:

(1) 技术方法优化。结合矿山地质条件,构建“遥感+物探+钻探+原位测试”综合勘查体系,地形复杂区域优先采用高分辨率遥感影像解译,减少勘查盲区;引入数字化勘查技术,实现数据实时采集、传输与分析,提升数据精度;优化取样与测试流程,规范试样采集、养护及测试操作。(2) 流程管理优化。建立标准化勘查流程,明确各环节时间节点、质量要求及责任主体,实现勘查工作规范化、制度化;完善数据管理制度,建立统一数据库,对勘查数据进行分类整理、复核与归档,确保数据可追溯;加强各勘查阶段衔接,避免流程脱节。(3) 人员能力优化。定期组织勘查人员开展专业技能培训,重点提升技术操作、数据解译及质量管控能力;引进专业技术人才,补充团队力量^[5]。

结束语:本文围绕矿山工程地质勘查及地质灾害治理展开全面分析,梳理了勘查内容、技术方法与质量管控要点,明确了各类地质灾害的成因及针对性治理措施,构建了全方位的勘查优化与灾害防控体系。矿山地质灾害防控是系统性工程,需将勘查质量管控贯穿全程,结合矿山实际优化技术与流程,强化后期维护。后续可进一步完善治理技术与优化策略,提升方案的实操性。

参考文献:

- [1] 卢甘露. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策研究[J]. 湖南有色金属, 2025, 41(6): 95-98.
- [2] 栾邵明. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策研究[J]. 中国金属通报, 2025(6): 179-182.
- [3] 王燕, 许春阳. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2025(2): 018-021.
- [4] 尹航. 探讨矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2025(4): 005-008.
- [5] 李熹. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(20): 178-180.