

环境地质调查在地质灾害防治中的应用研究

王健¹, 柏雪松²

1. 吉林省煤田地质局物测队, 吉林 长春 130000

2. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 吉林 长春 130000

DOI:10.61369/EAE.2026030005

摘 要 : 地质灾害多发于山区、丘陵及工程建设集中区域, 具有突发性强、破坏范围大、防控难度高等特点, 对群众生命财产与区域生态安全构成持续威胁。环境地质调查作为灾害防治的前置基础环节, 能够系统查明地质条件、孕灾诱因、隐患分布与演化规律, 为识别、预警、治理与管控提供可靠依据。本文结合滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等典型灾害类型, 围绕调查内容体系、技术方法组合、防治支撑路径展开研究, 融入实地数据与实操要点, 提出分层分类、空天地一体、动态跟踪的应用模式。相关思路贴合野外工作实际, 可提升防控精准度与处置效率, 为区域地质灾害综合防治提供参考。

关 键 词 : 环境地质调查; 地质灾害; 灾害防治; 隐患识别; 风险管控

Research on the Application of Environmental Geological Survey in the Prevention and Control of Geological Disasters

Wang Jian¹, Bai Xuesong²

1. Geophysical Survey Team of Jilin Provincial Bureau of Coal Geology, Changchun, Jilin 130000

2. China Water Resources Northeastern Investigation, Design & Research Co., Ltd., Changchun, Jilin 130000

Abstract : Geological disasters often occur in mountainous areas, hills, and areas with concentrated engineering construction. They have the characteristics of strong suddenness, large damage scope, and high difficulty in prevention and control, posing a continuous threat to people's lives, property, and regional ecological security. Environmental geological survey, as a prerequisite for disaster prevention and control, can systematically identify geological conditions, triggering factors, distribution and evolution laws of hidden dangers, and provide reliable basis for identification, early warning, governance and control. This article combines typical types of disasters such as landslides, collapses, debris flows, and ground collapses to conduct research on the investigation content system, technical method combinations, and prevention and control support paths. By integrating field data and practical points, an application model of layered classification, integration of air, space, and earth, and dynamic tracking is proposed. The relevant ideas are in line with the actual field work, which can improve the accuracy of prevention and control and the efficiency of disposal, and provide reference for the comprehensive prevention and control of regional geological disasters.

Keywords : environmental geological survey; geological hazards; disaster prevention and control; hazard identification; risk control

引言

我国山地丘陵面积广、地质构造复杂, 极端天气与工程活动增多导致滑坡、泥石流等灾害频发。传统防治多依赖事后处置, 前期底数不清、诱因不明、预判不足, 防控效果受限。环境地质调查通过系统获取地形、岩性、构造、水文、人类活动等信息, 实现隐患早识别、风险早研判、措施早部署。立足当前防灾减灾现实需求, 厘清调查在防治各环节的应用方式, 优化技术组合与工作流程, 对提升精细化防控水平、降低灾害损失具有重要实践意义。

一、环境地质调查核心内容与灾害识别支撑

（一）基础地质条件调查与隐患判别

基础地质条件是地质灾害形成的内在控制因素，也是环境地质调查的首要内容^[1]。地层岩性、地质构造、地形地貌、岩体风化程度等要素，共同决定区域灾害发育类型与分布规律。软弱岩层、顺层斜坡、断裂破碎带、节理密集区等，通常是灾害高发区段，需要在调查中重点标注。野外工作中，工作人员通过实地踏勘、剖面测量、露头观测，记录岩层产状、岩体完整性、结构面组合关系，结合区域地质资料判断稳定性。地形坡度大于25°、坡高悬殊、临空面发育地段，发生滑坡与崩塌的概率显著提升，调查需精确测量地形参数并划分风险区段。部分区域岩体风化强烈、结构松散，在外力触发下易失稳破坏，需要通过取样与简易测试辅助判断。基础调查成果直接用于圈定高风险区，为避让选址、工程布局提供依据。受交通条件与地形限制，部分偏远区域难以实现全覆盖踏勘，调查精度存在一定差异，可结合遥感解译进行补充，确保重点区段无遗漏。

（二）水文地质条件调查与诱因分析

地下水与地表水流是诱发地质灾害的关键外部因素，降雨入渗、地下水位波动、地表水冲刷都会显著降低岩土体稳定性。水文地质调查重点监测含水层分布、地下水位埋深、渗透性、补给排泄条件，以及地表水系、径流强度、冲刷能力^[2]。降雨期间，水体入渗使土体含水率上升、抗剪强度下降，极易引发滑坡与泥石流，调查需收集多年降雨数据与汛期水位变化。野外布设简易观测孔，记录水位动态变化，分析地下水对斜坡土体的软化作用。沟谷区域调查汇水面积、沟道比降、松散物储量，判断泥石流启动条件。部分山区排水条件差，积水长期浸泡坡脚，加剧失稳风险，调查需同步记录排水设施状况与积水范围。水文数据与地质条件耦合分析，可更准确判断灾害触发阈值，为预警指标设定提供支撑。山区地形复杂，观测点布设密度有限，数据连续性不足，需结合历史灾情与现场痕迹综合判断，提高诱因分析可靠性。

（三）人类工程活动调查与风险叠加评估

切坡建房、道路开挖、矿山开采、弃渣堆放、工程建设等人类活动，显著改变原始地形与应力状态，加剧地质灾害发生概率^[3]。调查需系统记录工程类型、位置、规模、施工方式，以及对边坡、沟道、地表的扰动程度。切坡形成的高陡边坡缺少有效支护，在降雨与震动作用下易发生崩塌；矿山弃渣随意堆放堵塞沟道，易形成泥石流物源；不合理加载与排水缺失会持续弱化斜坡稳定性。调查人员通过现场测量、走访记录、影像比对，评估人类活动与地质条件的叠加风险。城镇周边、交通沿线、景区等人流密集区域，工程活动集中，风险等级更高，需重点排查。部分工程缺少地质论证与防护措施，隐患隐蔽性强，仅靠地表观测难以全面识别，需结合简易勘探与历史变形痕迹判断。人类活动持续动态变化，新增工程与违规改造会不断产生新隐患，调查需建立动态更新机制，避免出现管控盲区。

二、环境地质调查技术与综合应用效能

（一）遥感与无人机航测快速筛查应用

卫星遥感与无人机航测具备大范围、高效率、不受地形限制的优势，适用于区域地质灾害隐患初步筛查与动态更新。遥感影像可解译地形地貌、断裂构造、植被覆盖、地表裂缝等信息，快速圈定异常区域；无人机搭载高清相机与激光雷达，获取高精度地形数据与三维模型，清晰识别滑坡边界、崩塌危岩体、沟道松散物^[4]。汛期后或强降雨过后，通过航测对比可快速发现变形加剧、新增裂缝、堆积物变化等情况，为应急排查提供支撑。技术操作相对简便，数据获取速度快，适合大范围普查与重点区域详查。高山峡谷、密林覆盖区域遮挡严重，解译精度会受到影响，部分微小隐患难以直接识别，需要地面调查复核。实际工作中，将遥感解译结果作为前置筛查，划定重点区段，再开展地面核查，可显著提高工作效率，减少野外工作量，提升整体排查覆盖率。

（二）地面调查与勘探验证精准定位

地面详细调查与勘探验证是隐患确认与参数获取的核心环节，能够弥补遥感技术的局限性，提供可靠实测数据^[5]。工作人员开展实地踏勘，测量坡度、坡高、裂缝宽度、岩体风化程度，观测变形痕迹、渗水点、冲刷沟槽，采集岩土样品进行测试。针对重点隐患点，采用地质雷达、高密度电法等物探手段，探测地下软弱结构面、空洞、破碎带与地下水分布；配合浅钻、探槽等山地工程，直接揭露地层结构与滑动面位置。地面调查可直观判断灾害类型、规模、稳定性与威胁范围，为风险划定提供直接依据。复杂地质条件下，物探成果存在多解性，需要结合露头情况与勘探结果综合验证，避免误判。受地形与成本限制，大规模高密度勘探难以全面实施，通常选择代表性点位开展工作，结合地质规律进行区域推断，在精度与效率之间保持平衡。

（三）监测与动态跟踪预警支撑

环境地质调查成果为长期监测站点布设与预警模型构建提供基础依据，实现从静态识别向动态防控转变。基于调查确定的高风险隐患点，布设裂缝计、倾角计、水位计、雨量计等设备，实时监测变形、水位、降雨等关键指标。调查明确的灾害触发阈值，可直接用于设定预警临界值，当监测数据达到阈值时及时发出预警。监测数据与调查成果结合分析，能够判断变形速率、演化阶段与失稳风险，为避让撤离、工程处置提供时间窗口。部分偏远隐患点供电与通信条件有限，连续稳定监测存在困难，可采用定期人工复核与简易监测结合的方式。动态跟踪可及时发现新的变形迹象与隐患变化，更新风险等级与防控方案，提升防治主动性。调查—监测—预警—处置形成闭环，可显著提升地质灾害综合防控能力，降低人员伤亡与财产损失^[6]。

三、环境地质调查支撑地质灾害防治的实施路径

将环境地质调查成果有效转化为防治实效，需要建立分类施策、全程贯穿、多方协同的实施路径，把数据与研判转化为识

别、预警、治理、管控的具体行动。

（一）基于调查成果的隐患识别与风险区划

以环境地质调查数据为基础，开展灾害隐患识别与风险区划，是实现前置防控的核心步骤^[7]。综合地质、水文、地形、人类活动等要素，划分高、中、低风险区，明确隐患位置、类型、规模、威胁对象与范围，建立隐患台账。风险区划成果可直接用于国土空间规划、工程选址、避让搬迁与防控资源配置，从源头降低灾害风险。调查精度直接影响区划可靠性，重点城镇、交通干线、学校、集镇等关键区域，需提高调查精度与排查频次。部分隐患处于稳定与变形过渡阶段，短期迹象不明显，需要结合历史灾害与演化规律综合判定。风险区划并非一成不变，极端降雨、工程活动与地震等都会改变风险状态，应结合定期更新的调查数据动态调整。通过精准识别与科学区划，可实现防控资源向高风险区段倾斜，提升整体防治效能。

（二）支撑工程治理与防护方案优化

环境地质调查提供的地层结构、滑动面、地下水、岩土参数等成果，是工程治理设计的关键依据。针对滑坡、崩塌、泥石流等隐患，根据调查结果合理选择支护、排水、减载、拦挡、固坡等治理措施。查明滑动面埋深与形态，可确定抗滑桩、挡土墙等工程的位置与尺寸；查清地下水分布，可优化排水孔、截排水槽布局，降低水体软化作用^[8]。调查成果不足容易导致方案设计不合理，出现治理效果不佳、后期变形复发等问题。复杂地质条件下，需在施工阶段开展补充调查与监测，根据实际地质情况调整方案，提高治理可靠性。工程治理投入较大，应结合风险等级优先处置威胁重大的隐患点，兼顾安全性与经济性。调查数据贯穿勘察、设计、施工、验收全过程，可有效提升工程针对性与稳定性，延长防护工程使用寿命。

（三）构建调查—预警—应急协同防控体系

环境地质调查贯穿地质灾害防治全过程，为监测预警、应急处置、灾后恢复提供全链条支撑^[9]。基于调查成果确定预警指标与阈值，结合降雨与变形监测数据发布分级预警，指导人员转移避让。应急阶段，调查队伍快速开展现场排查，判定灾害规模、次生风险与安全区域，为抢险救援提供技术支持。灾后通过调查分析成灾原因，评估治理需求，指导恢复重建与风险避让。基层

防灾能力有限，调查成果需转化为简明易懂的防灾明白卡、避险路线图，提升群众自救互救能力。多部门数据共享与协同联动，可提高调查成果使用效率，实现监测、预警、应急、治理一体化运行。部分山区调查力量不足、数据更新不及时，会影响协同防控效果，应加强基层队伍建设与常态化调查机制。通过体系化运行，将环境地质调查的基础优势转化为综合防治实效，切实保障区域安全。

（四）强化基层应用与调查成果长效管护

依托调查形成的隐患台账、风险图件、监测数据，需建立统一归档与动态更新机制，明确管护责任主体与更新周期，确保数据真实可用。乡镇、村级防灾人员应参与调查过程，熟悉隐患点位、风险范围与避险路线，提升现场处置与信息上报效率。将调查成果转化为简易防灾手册、警示标识、避险明白卡等通俗形式，面向沿线居民、施工单位、学校开展普及宣传，提高风险防范意识^[10]。部分偏远区域基层力量薄弱，资料传递与维护存在断层，可通过数字化平台实现移动端查询与上报，降低使用门槛。建立定期复核制度，每年结合汛期、工程建设、气象变化开展补充调查，及时更新隐患状态与风险等级。长效管护能够避免调查成果闲置浪费，让专业数据真正服务于日常巡查、预警传播、应急转移等实操环节，推动地质灾害防治从被动应对向主动预防转变，为区域安全提供持续稳定的技术支撑。

四、结语

环境地质调查是地质灾害防治的基础性、前置性工作，能够系统揭示孕灾条件、诱因机制与隐患分布，为精准防控提供科学依据。基础地质、水文地质与人类活动调查构成数据支撑，遥感、勘探、监测等技术组合提升识别精度，从隐患区划、工程治理到应急协同形成完整应用路径。实际工作中需坚持因地制宜、分层分类、动态更新，兼顾覆盖范围与细节精度，不断提升成果实用性。未来应进一步强化调查—监测—预警—处置闭环，推动技术下沉与基层应用，把调查优势转化为防灾实效，持续提升地质灾害综合防治能力，保障群众生命财产安全与区域可持续发展。

参考文献

- [1] 牟祥国. 关于水工环地质调查在矿山地质灾害治理中的应用策略 [J]. 世界有色金属, 2023, (05): 43-45.
- [2] 谢颜富. 地质灾害防治的策略探讨以及地质环境的应用研究 [J]. 中国金属通报, 2022, (07): 204-206.
- [3] 王晓纯. 矿山地质灾害调查评估对地质环境安全利用的影响 [J]. 世界有色金属, 2022, (11): 193-195.
- [4] 李蓓蕾. 可持续发展理念下矿山的环境地质调查工作 [J]. 中国金属通报, 2022, (04): 129-131.
- [5] 吴秀坤, 谭礼金, 吴本林, 等. 遥感技术在地质灾害调查、监测和防治中的应用 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(03): 103-104.
- [6] 李邦民. 关于地质灾害现状与防治策略建议 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2021, (23): 195-197.
- [7] 佟其伟. 山区矿山地质环境治理措施分析 [J]. 中国金属通报, 2021, (10): 167-168.
- [8] 张艳. 复杂地质环境中地质灾害成因及防治措施 [J]. 世界有色金属, 2021, (15): 160-161.
- [9] 禹波. 浅谈地质灾害防治及地质环境的利用 [J]. 中国金属通报, 2021, (06): 230-231.
- [10] 秦万能. 基于地质灾害防治与地质环境利用的思考 [J]. 世界有色金属, 2021, (10): 186-187.