地矿测绘
Geological and Mineral Surveying and Mapping
第 7 卷◆第 12 期◆版本 1.0◆2024 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

地质灾害治理中的水工环地质勘探方法探讨

韩宏飞
云南地质工程第二勘察院有限公司
DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2080

[摘　要] 水工环地质勘探是地质灾害防治的关键部分,其方法的选择和应用直接影响治理效果。本文综合探讨地质灾害治理中的水工环地质勘探方法,借助分析各种勘探技术的原理和应用,并结合具体案例,揭示其在地质灾害治理中的关键作用。文章还探讨现有方法的不足之处,并提出改进建议,为地质灾害的科学防治提供新的思路和参考。
[关键词] 地质灾害；水工环地；勘探方法；策略分析
中图分类号：P5　文献标识码：A

Discussion on geological exploration methods of hydraulic environment in geological disaster control

Hongfei Han
Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., LTD.

[Abstract] Geological exploration of hydraulic environment is the key part of geological disaster prevention and control, and the selection and application of its method directly affect the treatment effect. This paper comprehensively discusses the geological exploration method of hydraulic environment in geological disaster control, and reveals its key role in geological disaster control by analyzing the principle and application of various exploration technologies and combining with specific cases. The paper also discusses the shortcomings of the existing methods and puts forward some suggestions for improvement, so as to provide new ideas and references for scientific prevention and control of geological disasters.
[Key words] geological disaster; Water engineering surrounding the ground; Exploration methods; Strategy analysis

引言

本文围绕地质灾害治理展开了对水工环地质勘探方法的探讨,其对水文地质、工程地质以及环境地质勘探方法的具体应用展开了系统分析,涉及了如地下水水位监测、水文地质试验、同位素水文地质方法、地质测绘、物探方法、钻探方法、遥感监测、地球化学勘探以及生态环境调查等方面。同时也讨论了这些方法在滑坡、泥石流以及地面塌陷等地质灾害治理当中的应用案例,并且提出了技术创新、方法优化以及数据处理与分析能力提升等改进方向,此项研究可为地质灾害的科学防治提供技术支持。

1 地质灾害治理中水工环地质勘探方法分析

1.1水文地质勘探方法

1.1.1地下水水位监测

依托专业监测仪器在观测井和钻孔点位开展周期性水位监测,凭借对地下水位的实时波动数据进行持续追踪,可有效解析含水层系统的补排平衡状态,结合区域降水特征与人类工程活动的影响因素进行多维度关联分析,该监测体系可精准捕捉水文地质条件演变规律,为研判地面沉降等潜在地质灾害风险提供科学依据[1]。

1.1.2水文地质试验

借助组织现场抽水与注水试验,系统测定目标含水层的渗透系数及相关水文参数。在获取试验数据基础上,综合解析地下水径流动态特征,深入揭示不同含水层之间的水力联系及补排关系,科学评价地下水运移对岩土体稳定性的潜在作用机制。

1.1.3同位素水文地质方法

依靠检测水体中环境同位素特征,可有效解析地下水补给来源与水流运移规律。该方法能精确测定不同含水层混合比例,还可依据同位素衰变规律推算含水层补给年代,为深入剖析地质构造复杂区地下水灾害诱因提供科学依据。

1.2工程地质勘探方法

1.2.1地质测绘

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

地质工作者借助开展野外踏勘工作，系统编录岩层属性及构造形迹等关键信息，并在此基础上综合编制可视化地质图件，以空间拓扑形式揭示区域地质格局特征，该技术流程能有效识别地质界面异常变化规律，精准标定灾害高风险靶区空间坐标，构建可供后续资源勘查与防灾规划调用的基础数据库体系[2]。

1.2.2物探方法

采用电法与地震勘探相结合的技术手段，基于岩土层不同介质的物性参数差异开展地下构造探测，该方法能高效获取大范围地下空间数据分布特征，精确识别断层破碎带、岩溶发育区等工程隐患区域，为后续钻探工程提供可靠的靶区定位依据。

1.2.3钻探方法

采用岩芯钻探技术采集地下样本后，开展系统性测试分析以获取岩土体的密度、抗压强度等关键力学指标。在完成样本采集后，借助实验室测试与现场原位试验相结合的方式，综合评估岩土体工程特性，同时根据地质年代和岩性差异准确划分地层界面，这种多维度勘察方法可揭示不同深度岩土层的内在关联性，为后续地质灾害防治工程的结构设计与施工参数优化奠定数据基础[3]。

1.3环境地质勘探方法

1.3.1遥感监测

依托卫星遥感(如图1所示)与无人机低空探测技术，凭借采集大范围地表空间影像数据，结合多光谱分析与形变反演算法，精准识别地表形变及植被异常特征，建立地质灾害隐患空间数据库，实现风险区域的动态筛查与分级预警，该技术体系可实时追踪潜在滑坡体位移轨迹与裂缝扩展趋势，动态评估灾变发育阶段，为应急处置提供时效性强的多维度空间信息支撑。

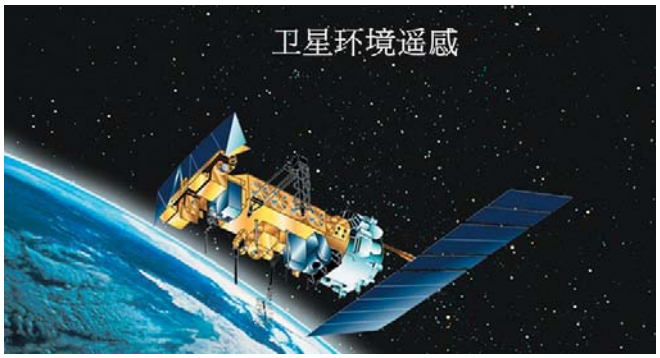

图1 卫星遥感技术

1.3.2地球化学勘探

对土壤及水体的元素组成与空间分布特征展开系统性检测，凭借识别异常元素富集区作为灾害预警线索，研究显示重金属污染热点区域与矿山地质隐患存在较大关联，该方法可有效界定污染扩散梯度，为科学划定生态风险防控边界提供数据支撑。

1.3.3生态环境调查

借助深入现场开展实地勘察，系统掌握区域生态系统的脆弱性特征，结合植被覆盖度与表土侵蚀状况的定量分析，对地质灾害引发的生态破坏程度开展科学评估，基于多维度数据采集与分析成果，重点解析水土流失与地质灾变的耦合效应，为后续制定生态修复与灾害风险防控一体化方案奠定科学基础[4]。

2 水工环地质勘探方法在地质灾害治理中的应用

2.1滑坡治理中的应用

滑坡灾害防治实践中，水文地质勘察技术有不可替代的应用价值，地下水位动态监测可揭示坡体稳定性与含水层变化的关联机制。当含水层出现明显抬升时，会增大岩土体容重，还会较大削弱其抗剪性能，加剧坡体失稳风险，渗透系数测定与地下水运移路径解析等水文试验成果，为地下排水廊道等工程设施的布设提供了关键参数支持[5]。工程地质勘察体系中，综合运用地表裂缝测绘、地层产状解译等传统方法可精准圈定滑动边界并追溯灾变机理，结合三维电阻率成像等地球物理探测手段能有效识别深层滑动面空间展布，配合定向钻探获取的岩土体力学参数，为抗滑桩基设计奠定数据基础。在环境地质调查层面，借助卫星遥感技术可实现地表形变毫米级监测，配合土壤重金属元素迁移规律解析可预判滑移趋势，同时基于植被根系固坡效应的生态调查成果，为工程措施与生态治理的协同优化提供科学依据。

2.2泥石流治理中的应用

在泥石流灾害防治体系中，水工环综合勘测技术有不可替代的作用。水文地质领域凭借动态监测与渗流试验，系统揭示大气降水下渗机制及地下水补给路径对物源活化过程的影响规律，工程地质方面采用三维地质填图技术，精准解析泥石流沟谷的微地貌形态与基岩构造特征，结合探地雷达与岩土力学测试，建立物源启动的临界阈值模型。针对松散堆积层分布特征，综合物探技术可精确圈定松散堆积体空间展布特征，配合岩芯钻探获取物质组成参数，为拦沙坝等防护设施的结构设计提供数据支撑，环境地质维度采用多源遥感融合分析，构建涉及地表形变、岩体风化程度的多指标预警模型，辅以地球化学示踪方法追溯物源迁移路径，结合无人机航测定量评估植被固坡效应，形成工程治理与生态修复的协同防控体系[6]。

2.3地面塌陷治理中的应用

地面塌陷综合治理过程中，水工环地质勘探技术体系发挥着独特优势。在水文地质层面，依靠构建动态监测网络追踪地下水位时空演变规律，研究发现岩溶区域地下水位异常波动常成为诱发塌陷的关键因素，结合抽水试验精准测定含水层渗透系数等参数，为制定区域地下水开采阈值提供科学指导。工程地质勘探采用“空-天-地”多源数据融合策略，高精度地质测绘系统解析第四系覆盖层与基岩接触面的三维空间形态，综合地质雷达与微动探测技术有效识别隐伏岩溶发育带，配合定向钻探获取岩土体物理力学参数，为注浆加固工程设计提供精准数据支撑，环境地质领域则形成多尺度监测体系，依托InSAR技术实现毫米级地面形变大范围动态感知，结合土壤重金属迁移特征建立塌陷风险预警模型，同步开展生态系统服务价值评估，推动形成地质环境修复与灾害治理的协同优化方案。

3 水工环地质勘探方法在地质灾害治理中的改进方向

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

3.1技术创新与方法优化

地质灾害防治领域的技术革新与工艺改进对提升水工环地质调查效能有较大推动作用,在水文地质调查中,开发智能型地下水监测装置成为关键突破方向,集成实时数据传输模块的高敏度传感器可构建全天候动态监测网络,能捕捉毫米级水位波动,还可建立多参数关联预警模型,为滑坡预测与地面沉降防控提供多维数据支撑。采用数值仿真与物理模拟耦合的水文试验体系,有效破解复杂裂隙介质中地下水运移模拟难题,提升径流场重构精度,使排水工程设计参数可靠性提高。工程勘察领域,无人机三维倾斜摄影技术的引入革新了传统地质测绘模式,依靠厘米级分辨率影像构建的立体地质模型可清晰解译岩层接触面与构造破碎带空间展布特征。多波束地震勘探系统的应用突破,其多维度弹性波场解析能力可精准识别滑动面产状及隐伏岩溶发育区,为边坡稳定性评估提供颠覆性技术手段,钻探工艺的智能化转型同样引人注目,集成岩芯智能采集与即时分析模块的自动化钻机,可在钻进过程中同步获取岩体抗剪强度与渗透系数等关键参数。环境地质监测方面,高光谱遥感技术的深度应用实现了“空-天-地”协同监测,能捕捉地表形变位移,更能同步解析土壤重金属含量与植被叶绿素指标,地球化学勘探技术研发的痕量元素快速检测手段,其检测限达到ppb级,可精确捕捉灾害诱发的元素地球化学场异常迁移规律,为建立灾害链式反应预警模型提供科学依据。

3.2数据处理与分析能力提升

地质勘探数据的指数级增长催生了智能化分析体系的革新需求,在数据管理维度,需要构建高效的多源异构数据管理平台,对水文地质钻孔资料、工程地质三维模型、环境地质监测时序数据等结构化与非结构化数据进行标准化清洗与元数据编码,依托分布式存储架构实现数据版本控制与多终端协同访问。基于关联规则挖掘与随机森林特征选择技术,可从TB级数据集中识别潜在地质灾害诱因组合,例如特定岩层倾角与降雨强度的非线性关联特征,为灾害预警提供动态决策树模型,在技术应用层面,梯度提升决策树与卷积神经网络的混合模型可有效解译多源数据中的时空耦合关系,依靠迁移学习将历史灾害案例库中的岩土蠕变规律迁移至新勘探区域,实现对滑坡体位移矢量的毫米级预测精度。地理空间分析方面,依托地理信息系统(GIS)的三维空间分析技术,将InSAR形变监测数据与工程地质BIM模型进行配准融合,构建有时间戳的地质灾害四维推演系统,使灾害链发展过程在虚拟孪生场景中得以可视化复现,同时构建地质勘探元数据标准化体系,打通自然资源、应急管理、气象水利等部门的数据孤岛,凭借联邦学习技术在保障数据隐私前提下,实现多模态数据的联合建模分析,建立考虑季风气候周期与人类工程活动的综合风险评估矩阵,提升地质灾害防治预案的时空适配性。

4 结语

综上所述,经过对地质灾害治理过程中水工环地质勘探方法展开探讨,本文说明了其于地质灾害防治里有的关键作用以及广阔的应用前景,随着技术持续进步创新,水工环地质勘探方法会变得更智能、更精细,并且强化数据处理与分析能力,能给地质灾害防治提供更精准高效的决策支持,本文研究成果能为地质灾害防治领域的实践与创新给予有益参考。

[参考文献]

[1]邹思鑫.水工环地质技术在矿山地质灾害治理中的应用探究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(04):172-174.

[2]梁文继,王鹏程,公智勇.水工环地质技术在矿山地质灾害治理中的应用研究[J].科技与创新,2024,(22):169-171.

[3]彭彪.水工环地质监测技术在地质灾害治理中的应用[J].中国减灾,2024,(15):52-53.

[4]卢俊鹏,龙浩,朱志鹏.水工环地质勘查在地质灾害治理中的应用[J].江苏建材,2024,(03):129-130.

[5]张健.水工环地质监测技术在地质灾害治理中的应用[J].现代盐化工,2024,51(02):82-83+86.

[6]王勇宏.探讨水工环地质技术在矿山地质灾害治理工程中的应用[J].中国金属通报,2024,(04):225-227.

作者简介：

韩宏飞(1995--),男,拉祜族,云南省景洪市人,本科,水工环初级工程师,从事水工环相关研究。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.