

# Research on the Investigation Methods for Geological Hazard Sites in Urban Peripheries During Urbanization

Jiarong Zhou

Sichuan Comprehensive Geological Survey Institute, Chengdu, Sichuan, 618000, China

## Abstract

With the deepening of the new urbanization strategy, the geological environment surrounding cities is under increasing pressure. Conducting precise identification of geological hazard risk points has become an urgent task to ensure urban safety and sustainable development. This study systematically explores the formation mechanisms and distribution patterns of geological hazard risk points during urbanization, with a focus on specialized identification techniques for typical disasters such as landslides, debris flows, and ground subsidence. The research innovatively proposes an identification method that combines remote sensing interpretation with ground verification, and integrates professional monitoring with community-based prevention and control. Furthermore, the study establishes a comprehensive prevention and control model spanning four dimensions: planning management, monitoring and early warning, engineering governance, and public education, forming a full-chain approach of "investigation and evaluation-monitoring and early warning-engineering prevention and control-integrated management".

## Keywords

new urbanization; geological hazards; hidden danger investigation; risk assessment

# 城镇化进程中城市周边地质灾害隐患点排查方法研究

周佳荣

四川省综合地质调查研究所, 中国·四川成都 618000

## 摘要

随着新型城镇化战略的深入推进,城市周边地质环境承载压力持续增大,开展地质灾害隐患点精准排查已成为保障城市安全发展的紧迫任务。本研究系统探讨了城镇化进程中地质灾害隐患点的形成机制与分布规律,重点阐述了山体滑坡、泥石流、地面塌陷等典型灾害的专项排查技术体系,创新性提出将遥感解译与地面验证相结合、专业监测与群测群防相衔接的排查方法。研究进一步从规划管控、监测预警、工程治理和公众教育四个维度,构建了"调查评价-监测预警-工程防治-综合管理"的全链条防控模式。

## 关键词

新型城镇化; 地质灾害; 隐患点排查; 风险评估

## 1 引言

当前我国城镇化进程已进入以质量提升为核心的发展阶段,国家层面出台的《全国国土空间规划纲要(2021-2035年)》明确提出构建“全域、全要素”地质灾害风险防控体系的战略要求。随着城镇建设向地质条件复杂区域延伸,滑坡、泥石流等灾害风险持续加剧,传统调查手段面临新的挑战。在此背景下,亟需探索多学科技术融合的创新路径,建立与国土空间规划有机衔接的地质灾害隐患点排查新模式,为城镇化的可持续发展提供坚实的地质安全保障。

## 2 城镇化进程中城市周边地质灾害隐患点的排查方法

### 2.1 针对山体滑坡隐患的地质勘查与监测方法

山体滑坡是城市周边常见地质灾害,排查需综合运用地质勘查与监测方法。地质勘查方面,先详细调查分析城市周边山体地层岩性,不同地层岩性抗剪强度和稳定性不同,如页岩等软弱地层易滑坡,通过地质钻探、槽探获取地层岩性信息,确定软弱地层位置和分布范围;同时研究山体地质构造,包括断层、节理等结构面分布和特征,它们会降低山体稳定性,利用电法、地震等地球物理勘探方法探测山体内部地质构造。监测方面,关键是建立地表位移监测系统,在山体表面设全站仪、GPS接收机等位移传感器,实时监测位移变化,异常位移可能预示滑坡;还可在山体内部设深部位移监测孔,监测内部位移,判断潜在滑动深度和规模。雨

【作者简介】周佳荣(1982-),男,中国广东汕头人,硕士,高级工程师,从事地质灾害防治、矿山生态修复研究。

量监测也很重要，降雨是滑坡诱发因素之一，在周边山体区域设雨量站，实时监测降雨量，达阈值时加强监测和预警。

## 2.2 用于泥石流隐患排查的地形地貌与水文分析方法

泥石流形成与地形地貌、水文条件密切相关，排查泥石流隐患需重点分析这两方面。地形地貌分析上，要研究城市周边沟谷地形特征，泥石流多发生在狭窄沟谷，沟谷坡度、坡向、沟床纵坡等要素影响其形成发展，坡度陡、沟床纵坡大的区域更易形成。通过测量分析沟谷地形绘制地貌图，确定可能发生区域，同时考虑沟谷周边汇水面积，面积越大，降雨时汇集水量越多，泥石流发生可能性越大（如图1）。水文分析方面，要分析城市周边区域降水特征，了解降雨量、强度、历时等参数，它们关系到泥石流水源条件，通过分析历史降雨数据确定降雨阈值。此外，还要分析沟谷地表水和地下水情况，地表水流量、流速及地下水水位变化影响泥石流形成，如暴雨时沟谷河流流量增加会携带泥沙石块形成泥石流，地下水上升会软化土体、降低抗侵蚀能力，促进泥石流发生。综合两方面分析结果，可有效排查城市周边泥石流隐患点。



图1 泥石流检测图

## 2.3 地面塌陷与地裂缝隐患的物理探测与调查方法

地面塌陷和地裂缝是城市周边隐蔽且危害严重的地质灾害隐患，排查需借助地球物理探测与详细调查方法。地球物理探测方面，电法勘探常用，当地下有空洞或土体结构变化，会引起电学性质改变，通过布置电极测量地下电场分布，可推断地下隐患，如在石灰岩地区能探测溶洞位置和规模；地震勘探也重要，通过人工激发地震波，测量其传播情况，根据反射、折射特性分析地下地质结构，对探测与塌陷和地裂缝相关地质结构有效。调查方法方面，要详细调查城市周边土地利用历史，了解有无地下开采活动，过度开采易形成采空区致塌陷；同时调查工程建设活动，其可能扰动地层引发地裂缝；还要实地勘查塌陷和地裂缝现场，测量地裂缝参数、分析趋势，观察塌陷特征，为排查和治理提供依据。

# 3 城镇化进程中城市周边地质灾害隐患点的预防措施

## 3.1 基于地质灾害风险评估的规划管控措施

地质灾害风险评估构成城市周边地质灾害预防工作的

科学基础，通过系统性的规划管控措施能够从空间布局源头有效降低灾害发生概率。开展风险评估工作需要建立在对区域地质构造特征、地形地貌格局、岩土工程地质性质、地下水动态变化规律以及人类工程活动强度等多源信息综合采集与分析之上。

采用信息量法、层次分析法等定量化评估模型，将评估区域划分为高风险区、中风险区和低风险区三个等级。对于高风险区域，规划管控措施体现为严格的开发建设限制，例如禁止在山体滑坡高风险区域进行大规模住宅区开发或重要线性工程建设，将这类区域划定为“地质环境保护红线区”（如图2）原则上仅允许开展生态修复与监测活动。中风险区域在开发建设过程中需执行强制性地质灾害防治设计规范，如在建筑设计中纳入抗滑桩、挡土墙等结构措施，并对边坡治理工程提出明确的稳定性安全系数要求。规划管控还需注重城市关键基础设施的布局优化，避免将供水管网、电力枢纽、交通干线等生命线工程布置在地质灾害高风险区域。在城市建设项目审批流程中，将地质灾害危险性评估报告作为立项前置条件，要求建设单位提交包含具体防治方案的技术文件，并通过专家评审机制确保方案的可行性与有效性。这种基于风险评估的差异化管控策略，既保障了城市发展空间需求，又显著提升了国土空间的安全韧性水平。

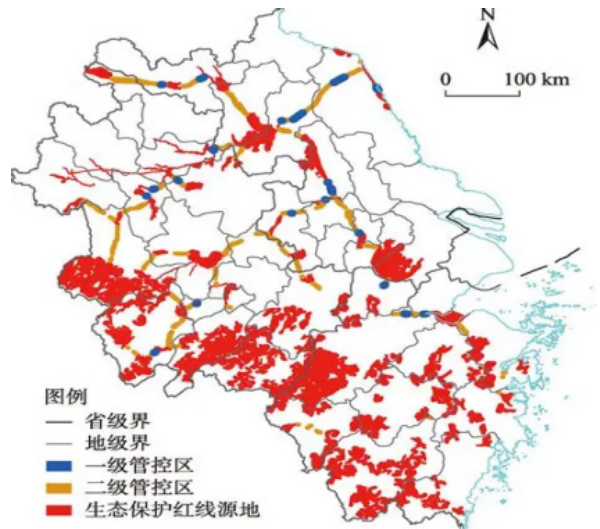


图2 地质环境保护红线图

## 3.2 强化地质灾害隐患点监测预警体系的建设

构建完善的地质灾害隐患点监测预警体系是实现灾害精准防控的重要技术支撑。监测网络建设需要采用多参数、立体化的技术路线，针对不同类型地质灾害特征布设专用监测设施。对于山体滑坡隐患点，除常规的地表位移监测（采用GNSS与全站仪）外，应增设深部分层位移监测孔，采用钻孔测斜仪实时捕捉滑动面变形动态，并布设土壤含水量、地下水水位等水文参数传感器，形成“地表-深层-水文”一体化监测网络。

泥石流隐患点监测需突出物源与水源双重控制，通过

在物源区安装激光扫描仪监测松散堆积物体积变化,在沟道布设雷达流速仪、泥位计等设备捕捉泥石流启动信号。地面塌陷隐患点监测可引入分布式光纤传感技术,实现对地下土体变形的高精度分布式测量。预警平台建设应融合物联网、云计算与人工智能技术,构建“监测数据采集-传输-分析-预警”的闭环系统。平台通过机器学习算法对多源监测数据进行实时融合分析,当监测参数超越预设阈值时,自动触发预警信息发布机制。预警信息通过手机短信、应急广播、新媒体平台等多渠道快速传递至受影响区域的居民与管理部门。同时需建立分级响应机制,明确蓝色、黄色、橙色、红色四级预警对应的应急行动方案,包括人员转移路线、临时安置点管理等具体措施。这种智能化的监测预警体系在四川、贵州等地的实践表明,其可有效将灾害预警时间提前数小时至数十小时,为应急避险提供关键时间窗口。

### 3.3 实施地质灾害隐患点的工程治理措施

针对已识别的地质灾害隐患点,采取有针对性的工程治理措施是消除或降低灾害风险最直接有效的手段。山体滑坡治理需根据滑坡类型与规模采取差异化工程方案。对于推移式滑坡,可在滑体前缘设置抗滑桩、抗滑挡墙等支挡结构,桩体应嵌入滑面以下稳定岩层足够深度;对于牵引式滑坡,则需在滑体后缘实施削方减载,并结合坡面排水系统建设。

锚索框架梁结构适用于岩质边坡加固,通过预应力锚索将不稳定岩体与稳定基岩锚固为一体。泥石流治理应采取“稳、拦、排”的综合治理思路:在物源区实施谷坊群建设,通过阶梯式坝体稳定松散堆积物;在流道中游修建格栅坝、缝隙坝等新型拦挡结构,有效分离泥石流中的大粒径石块;在下游区域设计排导槽,引导泥石流安全通过保护区域。地面塌陷治理需根据成因采取针对性措施:对于采矿塌陷区,可采用注浆充填技术对采空区进行加固,注浆材料可选择粉煤灰、矿渣等工业废料,既实现废物利用又提高地基稳定性;对于岩溶塌陷区,则应采用帷幕注浆方法在塌陷体周围形成封闭的阻水幕,防止地下水潜蚀作用继续发展。这些工程措施在成都、内江等城市的应用中显示出良好效果,如内江市某滑坡治理工程采用抗滑桩与排水系统相结合方案,使边坡安全系数从0.95提升至1.30,有效保障了周边居民区安全。

### 3.4 加强地质灾害防治知识宣传与公众教育

提升公众地质灾害防治意识与自救互救能力,是构建全社会防灾减灾体系的重要环节。宣传教育工作需要采取分层分类的实施策略,针对不同群体设计差异化教育内容。面

向社区普通居民,应编制图文并茂的《地质灾害防范手册》,采用本地方言与实地案例,直观展示滑坡前兆(如地面开裂、树木歪斜)、泥石流发生征兆(沟谷轰鸣、水位骤降)等关键识别特征,明确标注应急避险路线与安全区域。

在学校教育层面,将地质灾害防治知识融入地理、科学等课程体系,通过虚拟现实技术模拟灾害发生场景,组织学生开展“隐患点识别竞赛”、“开学第一课”等实践活动,培养青少年的风险感知能力。对于工程建设单位管理人员,定期组织开展地质灾害防治法规培训,重点解读地质灾害危险性评估技术要求与防治责任认定标准。创新宣传形式也至关重要,如利用短视频平台制作系列科普动画,通过无人机航拍视角直观展示地质灾害发育特征;在灾害易发区设立户外警示牌,采用声光报警装置实时发布预警信息。此外,应定期组织跨部门联合应急演练,模拟从预警发布到人员转移的全流程响应,检验应急预案的可操作性。这种全方位、多形式的宣传教育体系在雅安、德阳等地的实践表明,其显著提升了基层群众的主动防灾意识,在近年多次灾害事件中有效减少了人员伤亡。

## 4 结语

城镇化进程中的地质灾害防治是一项需要长期坚持的系统工程。本研究通过构建科学排查方法与综合防控体系,实现了对灾害风险从被动应对到主动防控的转变。未来工作应进一步强化天地空一体化监测技术应用,推动地质灾害风险评估与国土空间规划深度融合,完善跨部门协同防控机制。特别要注重将新型监测技术与人工智能分析相结合,建立智能预警平台,提升风险早期识别能力。同时加强专业队伍与社区防控力量的联动,形成全社会共同参与的地质灾害防治新格局,为新型城镇化建设提供坚实的安全保障。

## 参考文献

- [1] 杨传成,李鑫,苏旭,et al.兰新客运专线(青海段)地质灾害隐患评估与建议[J].新疆地质,2023,41(S01):83-83.
- [2] 易邦进,黄成,傅涛,等.基于SBAS-InSAR技术的中缅边境山区地质灾害隐患探测[J].国土资源遥感,2023,000(4):6.
- [3] 罗国栋,石磊,谭明钱.浅谈长湖大坝左岸公路边坡地质灾害隐患评估方法的分析研究[J].现代科技研究,2024(9).
- [4] 魏任行,陈尚丰,赵世波,等.基于信息量模型的地质灾害风险性评价——以清远市禾云镇为例[J].Urban Geology,2024,19(4).
- [5] 谢梅生,刘斌,陈艳梅.基于综合测绘技术的地质灾害全域治理探索与实践[J].江西测绘,2024(3):42-44.