

# 水工环地质技术在地质灾害治理工程中的应用探讨

## Discussion on the Application of Environmental Geological Technology in Geological Disaster Control Engineering

刘柱 甘芬

Zhu Liu Fen Gan

山东省煤田地质局第一勘探队 中国·山东 青岛 266500

The First Exploration Team of Shandong Coalfield Geology Bureau, Qingdao, Shandong, 266500, China

**摘要:** 论文分析了当前形势发展与灾害研究背景,从地球物理勘探技术、空天地一体化三查技术、三维激光扫描技术提出了水工环地质技术在地质灾害治理工程中的应用,其中包括地震活动研究、边坡灾害测量、地震灾害预测等,以供参考。

**Abstract:** The paper analyzes the current situation development and disaster research background, and proposes the application of hydraulic environmental geological technology in geological disaster management engineering from geophysical exploration technology, space space integration three inspection technology, three-dimensional laser scanning technology, including seismicity research, slope disaster measurement, earthquake disaster prediction, etc., for reference.

**关键词:** 水工环地质技术; 地质灾害治理; 工程; 应用

**Keywords:** hydraulic environmental geological technology; geological disaster control; engineering; application

**DOI:** 10.12346/eped.v1i3.7763

### 1 引言

中国地质灾害较为严重,且威胁人口最多,其地质灾害种类繁多,分布广泛,特征复杂。因此,为落实中国提出的“建设有效、科学的自然灾害控制机制,全面提升社会防灾减灾能力”,当地需合理运用水工环地质技术,确保达到勘察、探测以及治理、预防的效果,进而从发现隐患、监测隐患、发布预警等步骤,强化风险调查力度,结合综合监测机制以及早期识别和预报预警等能力,达到提升地质灾害治理工程的处理效果。

### 2 当前形势发展与研究背景

中国在转型升级发展过程中,提出了应实现“两个一百年”奋斗目标,达到创新、绿色、开放、共享的新发展理念与生态文明建设。在此过程中,城市化、工业化进程的加快,地质工作面临着新的发展机遇。全力支持能源、矿产、水和其他资源的安全,为生态文明和自然资源管理服务,是三大发展战略,而加快建立世界级地质勘探站的战略思路,是我国水工环地质工作的新发展机遇,其中包括如下层面:

①生态文明建设上升为国家战略,必须树立“水、林、田、草”的生命共同体观念,满足人们对美好生活的向往,

对蓝天、水源、生态环境的美好期待,使地质工作的要求发生了巨大的改变,从客观角度上要求其从根本进行改变,需按照“服务目标、指导思想、发展动力”为主要转变原则。

②确保国家能源安全,其中包括清洁、低碳能源的供给、控制大气污染、促进能源消费革命,是实现“两个一百年”奋斗目标的基础,也使水工环地质技术发挥最大的利用价值,为地质工作服务能源资源安全指明出前进的方向。

③国家关于强化地质灾害防治工作的最高标准,明确中国地质灾害调查评价、监测预警、防治等工作的方向和重点。地质灾害实质上是一种地质活动,也属于地球系统科学范畴,其地质灾害的调查与监测预警是我国地调部门的重要工作。在新时期发展中,需明确水工环地质技术在该工序中的采取的措施,确保加强对地质灾害的监测和预警力度,充分吸取其他方面的科技成果,加快提升地质灾害的监测和预警能力。

上述情况对中国目前乃至未来很长一段时间内水工环地质工作提供了国家需求以及前进发展的方向。

### 3 水工环地质技术介绍

#### 3.1 地球物理勘探技术

环境与工程地球物理是与人类社会密切联系的一个

【作者简介】刘柱,男,中国安徽宿州人,本科,高级工程师,从事水文地质、煤田地质、浅层地温能研究。

重要领域。其中,地球物理勘探技术的起源在20世纪80年代,随着环境工程学的发展,旨在运用多种高精度的物探技术。如通过电法、磁法等手段,可以了解近地面地下空间中物质的分布、运动等,为地质灾害评价、环境污染监测、环境污染防治以及各种工程建设等方面提供重要的理论依据。

### 3.2 空天地一体化三查技术

当前,国土资源部在地质灾害监测和预警工作中,特别强调要将SAR、高分卫星遥感、无人机航测、激光雷达等新技术应用于地质灾害监测与预警工作中,以此进一步提升我国地质灾害防灾能力。成都科技大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室常务副所长许强教授,在此基础上,提出了空天地一体化三查技术。

具体而言,是先利用高分辨率的光学图像和InSAR技术,对以往已出现的严重变形、变形区域进行区域、扫描性的普查;在此基础上,利用航空LiDAR技术和无人机航摄技术,对高风险地区、隐患集中分布区,或有重要危险区域的地形地貌、地表变形破坏特征、岩体构造等进行全面的勘察,以此实现对重大地质灾害的详细、全面的勘察效果;最后,通过对地表和坡度进行重新测量,对普查、详查的结果进行识别、确认、排除,以达到对重大地质灾害隐患的核实。当前像无人测量船和多波束测深器这样的装置也可以扩展到水域灾害治理工作中去。

### 3.3 三维激光扫描技术

激光三维扫描技术是一种全新的测量技术,为空间三维信息提供了数字化内容。在无接触的主动测量中,利用激光三维扫描技术可以满足产品的表面取样和分析,为地质灾害治理工程所处的三维空间坐标提供了精确的测量数据。目前,中国激光三维扫描技术的发展前景良好,测绘范围、精度、速度、扫描等方面都有了很大的提高,其数据处理、测试资料处理软件也比较完备<sup>[1]</sup>。

## 4 水工环地质技术在地质灾害治理工程中的应用

### 4.1 地球物理技术在地质灾害勘察与治理中的应用

#### 4.1.1 地震活动研究

根据资料显示,中国地质灾害中地震灾害频发,其给人民带来了巨大的生命财产和财产损失,其中包括唐山大地震、汶川大地震、玉树地震等。对震源破坏过程进行深入的研究,对于认识震源机理、构造、预防和救灾具有十分重要的意义。

反射法是一种常见的地震破裂过程分析方法。传统的反投影时差修正方法是将主震中的实测数据和理论到时的数据进行修正,并将其应用于整个震源区的调查之中;而在较大的地震破裂规模下,震区各个地点的地球模式构造差异明显,单纯用主震中校正会造成很大的误差。在中国学者将余震信息引入传统的反投影时差修正中,对传统的反投影方法

进行了改进,并应用于2001年昆仑山地震破裂的图像处理。研究发现,采用单震中的时差修正方法对其进行校正后,呈现结果在距震较小范围内效果较好,较大的范围则较差,同时采用余震联合修正时差,也提高了图像质量。因此,利用余震资料进行时差修正可以显著提高反投影成像效果,特别是对于大断裂规模地震破裂的图像处理效果<sup>[2]</sup>。

大地震震例分析显示,在不同地震期,都有可能发生前兆异常。其中对活动断层的行为模式、大地震再发规律、活断层分段和大地震活动、地震孕育机制等是治理地质灾害的研究重点。通常的预测方法包括:加载响应比、逐日比、谐波幅度比、低点位移、极化法等。例如,对山西河津地区4.8级地震进行加-卸荷反应比及双低值法的研究,使预报的可靠性大为增强;在地震孕育期间,由于孕震区的应力、介质电导率等电磁特性发生变化,导致区域地磁的垂直成分日变曲线发生了相位和振幅的变化。研究发现,山西、河南、湖北多地在震前8天有“双低点”异常,而加卸载反应比在震前75天也有较高的异常,震中处于最低点异常分界线附近,其产生和产生都与地磁低点的位置有关。因此在治理过程中,需使用该技术完成上述操作以达到准确预报、提前预报的效果<sup>[3]</sup>。

#### 4.1.2 地裂缝灾害探测

西安是全国地裂缝分布最密集、受地裂缝灾害影响最大的地区。针对该地裂缝进行灾害探测可解决因地裂缝出现的地质灾害问题,避免对人们生活产生重大影响。例如,在西安市内进行多种地裂缝地质物理综合勘查。首先,利用高密度电法、地质雷达、高精度多波段等地球物理手段对地裂缝进行检测。其次,在此基础上,结合已知的电阻率、电导率、地震波的波场特性,对断层构造、地裂缝的发育与分布进行合理推测。最后根据所研究结果明确内地裂缝的发展特征并推测出后续可采取的治理措施,其成因有两类:一是由于深层断裂构造作用;二是由于人类活动,如地下水的过度开发等,在治理中应从加固土体结构,禁止过度开发为主要实施措施,且该结果也为进一步研究的裂缝的形成机制奠定了基础。

#### 4.1.3 滑坡灾害勘察

滑坡是一类具有广泛分布、破坏力较大的地质灾害。从20世纪初中期开始,中国滑坡事件发生的频率和强度均呈增长之势,同时,也给人民带来了更多的生命和财产损失。为解决滑坡体的安全隐患,需为滑坡体设计与施工奠定基础。在此可运用该技术结合瑞利面波法与高密度电法开展滑坡灾害勘察。

例如,在广东省梅州市大埔县地区进行一次详细的地质调查。在此基础上,对两种方法的现场布置和数据的处理过程进行简单分析,并对所获得的数据进行了解译和分析,以此明确滑坡的地质、地球物理特性;通过对滑床位置、大小、滑动面埋深等地质条件的初步了解,对瑞雷面波、高密度电

法进行滑坡体测量的可行性进行了论证,为更好地了解滑坡的成因和防治提供了科学的基础。

## 4.2 空天地一体化三查技术应对地灾防治难题

### 4.2.1 空

卫星遥感技术在国民经济中的地位日益重要。我们所熟悉的技术包括光学卫星;而雷达卫星,则是在最近几年才发展迅速的技术之一。目前,雷达卫星主要应用领域是利用 InSAR 技术实现对地表形变的大规模探测。例如,地震早期预警(滑坡)、城市沉降、矿区沉降、重要基础设施(包括道路、铁路、地铁、油气管道、供水)等方面的前期勘测任务<sup>[4]</sup>。

### 4.2.2 天

利用三维激光扫描器在无人机上进行激光扫描,利用激光反射光测量物体的距离,从而得到高精度的三维曲面。该技术最大的特点为:可以清除植被、房屋等,暴露出隐藏在浓密植被中的古滑坡体、山体裂缝、松散堆积物、活动断层等。且技术成熟,不但可以精确到毫米,还可以通过持续的小型化,使其重量由数十公斤降至数千克,在此被广泛地安装在无人机上,应用较为方便。例如,台湾岛进行过一次全域激光雷达飞行扫描,专家们由此解译出 261 个大的滑坡隐患,2010 年通过复核发现其中 53 处隐患已实际发生滑坡。

### 4.2.3 地

传统地质灾害控制工作中,群测群防是一项耗费大量人力的工作,缺少专门的技术人员,且无法实现较长时间连续的预警工作,其传统监测成本、维护等难题也彰显了一体化专业监测设备的优势,该设备与常规监测设备相比,具有安装简单、工作量大、调试简单、运行稳定以及多种无线通信模式等优点。例如,在地质灾害风险调查方面,国家与云南省地震风险评估中心,将采用震前遥感影像、震后无人机航拍摄影像以及专业技术人员实地勘察,对震区进行“空天地”综合分析,这也是第一次将干涉 SAR 技术用于地震救援工作。该技术具有快速、指向性的特点,能够在大范围内快速发现隐患对象,为今后的地质灾害排查和应急处置提供有力支持<sup>[5]</sup>。

## 4.3 三维激光扫描技术在边坡灾害测量中的应用

公路边坡的测量与治理,关系到人民的切身利益,是提高交通运输安全、提高地方人民幸福感、优化产业结构、惠及当地居民的大事。在此针对地形进行测量,并得出断面测量结果是地质灾害防治与边坡治理的首先一步,所以工程成果的准确性和现实性非常重要。采用三维激光扫描仪,可以有效地提高工作效率,保证高效完成测量工作为后续治理奠定基础。

例如,在工程前期,计划使用无人机倾斜照相技术,在三维模型上进行立体特征点绘制,再通过外部辅助测绘和测距仪局部补测(如果短时间内不能完成空域申请,可通过地面 RTK 和测距器的距离交会)完成测量<sup>[6]</sup>。

## 4.4 GIS 在地质灾害治理中的应用

4.4.1 以空间分析为基础的防震减灾信息的综合分析  
地理信息系统的核心是空间查询和分析。GIS 系统是对

各类地震灾害信息进行全面分析的现代方法。例如,通过缓冲分析,可以对点、线、面进行缓冲分析。在极震区周边设置缓冲带,可以对缓冲区域的各个因素进行统计,其中包括经济信息、抢险救灾信息等,其为地质灾害治理与救灾工作的合理决策奠定了有力的支撑<sup>[7]</sup>。

### 4.4.2 专题图的生产及应用

地理信息系统具有很强的制图能力,可以对特定地区的单一元素和多元素的专题地图进行绘制。例如,重点库站分布图;地震灾害评价;地震损失估算图,用于估算直接经济损失、人员伤亡、人员安置情况。

### 4.4.3 地震灾害预测

在地质灾害治理工程中,可利用地震灾害预测技术,提升正常生产、生活冲击以及改进防震减灾应急预案等方面的可操作性。此外,还可在该系统中,临时增加重要的计划项目,如蓄水池核电站,估算地震的损失和人员伤亡,并以此来评估该计划的适宜性和可行性,进而达到科学治理的目标<sup>[8]</sup>。

### 4.4.4 地震后的减灾

运用 GIS 进行紧急情况的决策有以下几个方面:①灾害预案;②人员的抗震撤离;③各种危险品储藏点的危险等级预警和防护措施;④地震灾害辅助决策。如,针对地震后的减灾治理,可利用地理信息系统,对最短路线等进行空间分析,为领导者做出正确的决策。

## 5 结语

综上所述,基于水工环地质技术在地质灾害治理工程中的应用情况,需持续发挥水工环地质技术优势,坚持在排查工作中,通过人防+技防的有力措施,以“宁可十防九空,不可失防万一”的标准和“战时状态”,认真做好地质灾害排查工作,以实际行动筑牢地质灾害安全防护网。

## 参考文献

- [1] 李勇峰.水工环地质勘察技术与应用研究[J].世界有色金属,2021(10):203-204.
- [2] 孙克翠.水工环地质勘察及遥感技术在地质工作中的应用[J].世界有色金属,2021(12):212-213.
- [3] 李国林.高速公路水工环地质勘查技术与应用[J].运输经理世界,2021(24):26-28.
- [4] 刘垚,吕相伟.环境保护理念下的矿山水工环地质勘察技术研究[J].世界有色金属,2021(7):109-110.
- [5] 高杨.水工环地质环境勘察中的技术应用及实施要点分析[J].冶金与材料,2021,41(3):108-109.
- [6] 陈存银.甘肃酒泉地区矿山地质特征及水工环地质灾害危险性评估[J].世界有色金属,2021(15):101-102.
- [7] 阮瑜瑜,孙益斌.赣南地区矿山水工环地质勘查现状及地质灾害评估研究[J].世界有色金属,2021(21):109-110.
- [8] 王亮亮,鲁震,彭凯,等.水工环地质灾害的问题与防治途径[J].建材发展导向(上),2021,19(2):3-4.