

基于多源遥感信息的地质灾害综合识别与易发性评价

邵李伟

新疆维吾尔自治区地质局水文环境地质调查中心 新疆 830091

摘要: 本研究针对新疆生产建设兵团第六师辖区内的地质灾害风险进行了全面普查,旨在摸清地质灾害风险隐患底数,提高早期识别与风险普查科技水平。通过综合应用遥感技术、地理信息系统(GIS)及现场调查等多种手段,系统收集了第六师的自然地理、社会经济、地质环境及地质灾害历史与现状资料,建立了师市-团场两级地质灾害数据库,并完成了地质灾害风险评估与区划。研究重点采用多源遥感信息,包括高分辨率卫星影像、InSAR形变监测数据等,对地质灾害进行了综合识别与易发性评价。最终,研究划分了地质灾害高风险区、中风险区和低风险区,并提出了针对性的风险管控建议,为第六师地质灾害防治工作提供了科学依据,对保障当地人民群众生命财产安全及经济社会可持续发展具有重要意义。

关键词: 第六师; 地质灾害; 多源遥感信息; 综合识别

引言

随着经济社会的快速发展,人类工程活动不断加剧,对地质环境的影响日益显著,地质灾害的发生频率和危害程度呈现上升趋势。因此,科学、系统地开展地质灾害风险普查与评估工作,对于有效防范和减轻地质灾害损失,保障人民生命财产安全,具有十分重要的现实意义。传统地质灾害调查方法主要依赖于地面调查和人工测量,存在工作量大、效率低、周期长等局限性。随着遥感技术的快速发展,其在地质灾害监测与评估中的应用日益广泛。多源遥感信息,如高分辨率卫星影像、雷达干涉测量(InSAR)数据等,具有覆盖范围广、获取速度快、信息量大等优势,为地质灾害的综合识别与易发性评价提供了新的技术手段。本研究充分利用多源遥感信息,结合GIS空间分析技术,对第六师辖区内的地质灾害进行了系统调查与评估,旨在为地质灾害防治工作提供科学依据。

1. 研究区概况

1.1 地理位置与交通

第六师位于新疆维吾尔自治区北部,地理坐标为东经 $85^{\circ} 37' 30''$ - $91^{\circ} 01' 30''$,北纬 $43^{\circ} 27' 30''$ - $45^{\circ} 23' 30''$,东邻昌吉回族自治州,西与塔城地区相连,南接乌鲁木齐市,北抵阿勒泰地区(图1)。

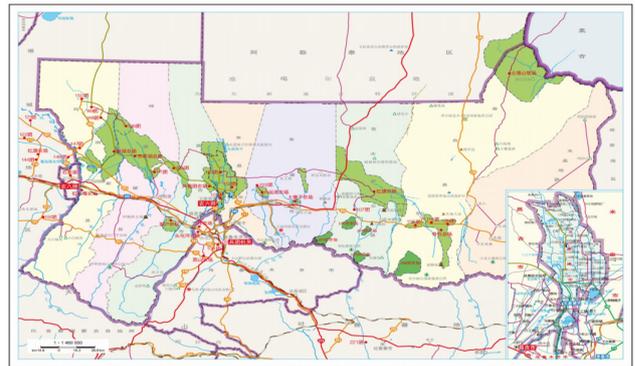


图1 第六师交通位置图

辖区总面积约7859.01平方千米,下辖多个农牧团场,交通便利,有乌伊公路(312国道)、乌奇公路(216国道)等多条国省干线公路贯穿全境^[1]。

1.2 自然地理条件

第六师地处天山北麓,准噶尔盆地南缘,地形地貌复杂多样,主要包括山地、丘陵、平原和沙漠等类型。气候属于典型的大陆性干旱气候,四季分明,降水稀少,蒸发强烈。区内河流主要有玛纳斯河、红旗河等,水资源相对匮乏。植被类型以草原、荒漠草原为主,生态环境脆弱。

1.3 地质环境条件

第六师地质构造复杂,主要位于准噶尔褶皱带和天山褶皱带交接部位,断裂构造发育,新构造运动强烈。地层岩性多样,包括古生界、中生界及新生界等多个时代的地层。岩土体工程地质特征复杂,存在软弱夹层、节理裂隙发育等不良地质现象。地下水类型主要为孔隙水和裂隙水,局部地

区存在冻土现象。

2. 研究方法

2.1 数据收集与处理

本研究收集了第六师辖区内的多源遥感数据,包括高分辨率卫星影像(如GF-1、GF-2等)、InSAR形变监测数据(如Sentinel-1A等)以及DEM高程数据等。同时,还收集了地质、水文、气象、社会经济等方面的历史与现状资料^[2]。对收集到的遥感数据进行了预处理,包括几何校正、辐射定标、大气校正、影像融合等步骤,以提高数据的质量和可用性。

2.2 地质灾害遥感解译

利用高分辨率卫星影像,结合地质灾害的遥感影像特征,对第六师辖区内的地质灾害进行了遥感解译。通过目视解译和计算机自动分类相结合的方法,识别出崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等类型的地质灾害点,并提取了地质灾害的形态、规模、分布等特征信息。

2.3 InSAR形变监测

采用InSAR技术对第六师辖区内的地表形变进行了监测。通过处理Sentinel-1A等雷达卫星数据,获取了地表形变速率图和累积形变图,结合光学遥感影像进行了综合解译,识别出潜在的地质灾害隐患点。

2.4 地质灾害易发性评价

基于GIS空间分析技术,结合多源遥感信息和地质环境条件,对第六师辖区内的地质灾害进行了易发性评价。首先,选取了地形地貌、地层岩性、地质构造、降水、地震活动、人类工程活动等影响因素,并构建了评价指标体系。然后,采用证据权法、信息量模型等方法,对地质灾害易发性进行了定量评价,并划分了易发性等级。

2.5 地质灾害风险区划

在地质灾害易发性评价的基础上,结合承灾体易损性评价结果,对第六师辖区内的地质灾害进行了风险区划。对承灾体的类型、分布、价值等进行了调查和分析,并构建了易损性评价指标体系。采用矩阵分析方法,将易发性评价结果和易损性评价结果进行叠加运算,得到了地质灾害风险区划结果,并划分了高风险区、中风险区和低风险区。

3. 研究成果

3.1 地质灾害数据库建立

本研究成功建立了第六师师市-团场两级地质灾害数

据库。该数据库全面收录了崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等各类地质灾害点的详细信息,包括地质灾害的形态特征、规模大小、分布位置、成因机制、稳定性状况以及威胁对象等^[3]。这些特征信息为地质灾害的监测、预警和防治工作提供了坚实的数据支撑,有助于相关部门更加准确地掌握地质灾害的现状和发展趋势,从而制定更加科学合理的防治措施。

3.2 地质灾害遥感解译成果

利用遥感技术,本文对第六师辖区进行了全面的地质灾害解译工作。通过仔细分析遥感影像,共识别出58处地质灾害点,其中崩塌46处、滑坡7处、泥石流2处、地面塌陷3处。与以往数据相比,新增了12处地质灾害点,且均为崩塌灾害点。解译结果与实际调查结果进行了对比验证,结果显示解译正确率高达85.29%^[4]。这一成果充分证明了遥感技术在地质灾害识别中的高效性和准确性,为未来的地质灾害监测和预警工作提供了新的技术手段。

3.3 InSAR形变监测成果

InSAR形变监测技术在地质灾害风险评估中的应用成果显著。为了更准确地掌握第六师辖区内地质灾害的潜在风险,本研究采用了这一先进的监测技术。InSAR,即合成孔径雷达干涉测量技术,凭借其高精度、大范围、全天候的监测能力,在地质灾害形变监测中展现出了独特的优势。通过InSAR形变监测技术的细致分析,共识别出了10处潜在的地质灾害隐患点。这些隐患点的发现,对于提前预防地质灾害、减少灾害损失具有重要意义。其中,6处隐患点被判定为冰川引起的形变区,这反映了冰川活动对地表形变的显著影响。另外4处隐患点则可能与地质灾害相关,如滑坡、崩塌等,这些灾害一旦发生,将对周边居民和设施构成严重威胁。监测结果还显示,第六师辖区内的地表形变主要集中在南部山区和中山区。这些区域地形复杂,地质条件脆弱,易受自然因素影响而发生形变。

3.4 地质灾害易发性评价结果

为了评估第六师辖区内地质灾害的易发性,本文结合了多源遥感信息和GIS空间分析技术进行了深入研究。评价结果显示,地质灾害高易发区主要分布在北塔山牧场、红旗农场南部山区等地;中易发区则主要分布在红旗农场、奇台农场南部山前丘陵区等地;而低易发区则主要集中在平原区和沙漠区。这一评价结果与实际地质灾害分布情况高度一

致,充分证明了本文的评价方法的准确性和可靠性。

3.5 地质灾害风险区划结果

在地质灾害易发性评价的基础上,本文进一步结合了承灾体易损性评价结果,对第六师辖区内的地质灾害进行了风险区划。区划结果显示,高风险区主要分布在北塔山牧场场部、畜牧三连等地;中风险区则主要分布在红旗农场南部山区、奇台农场南部山区等地;而低风险区则主要集中在平原区和沙漠区。这一风险区划结果为地质灾害防治工作提供了科学的依据和决策支持,有助于相关部门更加有针对性地制定防治措施,降低地质灾害造成的损失。

3.6 典型地质灾害点勘查成果

为了更深入地了解地质灾害的实际情况,本文选取了第六师北塔山牧场三连东南崩塌地质灾害和石灰石矿道路崩塌地质灾害两处典型地质灾害点进行了初步勘查工作。通过地形测量、工程地质测绘、物探、钻探等多种手段,本文全面查明了这两处灾害点的地质环境条件、灾害类型、规模大小、成因机制以及稳定性状况等特征信息。

在北塔山牧场三连东南崩塌地质灾害点,本文发现该处地质环境条件复杂,崩塌体规模较大,成因主要与地质构造和降雨等因素有关。通过勘查,本文提出了针对性的防治工程措施建议,如加固边坡、设置防护网等,以有效降低崩塌灾害的风险。在石灰石矿道路崩塌地质灾害点,本文发现该处崩塌体主要位于道路边坡上,对过往车辆和行人构成严重威胁。通过勘查,本文明确了崩塌体的规模和成因,并提出了相应的防治措施建议,如修建挡土墙、加强边坡监测等,以确保道路的安全通行。

这两处典型地质灾害点的勘查成果为地质灾害防治工作提供了详实的基础资料和技术支持。通过这些勘查工作,本文不仅更加深入地了解了地质灾害的实际情况,还为未来的防治工作提供了有力的依据和指导。

4. 地质灾害风险管控建议

4.1 加强地质灾害监测预警

地质灾害的监测预警是防范灾害发生的第一道防线。因此,必须建立健全地质灾害监测预警体系,充分利用现代科技手段,如遥感技术、GIS技术等,对地质灾害隐患点进行实时、准确的监测。通过这些先进手段,可以及时发现地质灾害的苗头,提高预警的准确性和时效性。同时,要加强群测群防网络建设,鼓励基层群众积极参与地质灾害的监测

和预警工作,提高他们的防灾减灾意识和自救互救能力。通过群策群力,共同构建起一道坚固的地质灾害防线。

4.2 实施地质灾害搬迁避让

对于位于高风险区的居民点和重要设施,搬迁避让是最有效的风险管控措施。在实施搬迁避让时,应充分考虑当地的社会发展规划和土地利用规划,科学选址、合理布局,确保搬迁群众的生产生活不受影响。同时,要加强对搬迁群众的扶持和帮助,为他们提供必要的生产和生活条件,确保他们能够顺利过渡到新的生活环境。

4.3 推进地质灾害工程治理

对于无法搬迁避让的地质灾害隐患点,应采取工程治理措施进行加固和防护。根据隐患点的具体情况,可以修建挡土墙、护坡、排水沟等工程设施,提高地质灾害点的稳定性和安全性。在工程治理过程中,应严格按照相关规范和标准进行设计、施工和验收,确保治理效果和质量。同时,要加强对工程治理项目的监管和管理,防止因施工质量问题引发新的地质灾害。

4.4 加强地质环境保护与治理

地质环境保护与治理是预防地质灾害的重要措施。我们应加强对矿产资源开采、水利工程建设等活动的监管和管理,防止因不合理开发利用引发地质灾害。同时,要加大生态修复和治理力度,提高生态环境的自我修复能力和抵抗力。通过植树造林、水土保持等措施,改善地质环境,降低地质灾害发生的风险。

4.5 完善地质灾害防治法规制度

为了保障地质灾害防治工作的顺利进行,必须完善相关的法规制度。应明确各级政府和部门的职责和权限,加强地质灾害防治工作的组织领导和协调配合。同时,要加大对地质灾害防治工作的投入力度,提高防治工作的科技含量和水平。还应加强地质灾害防治知识的宣传和教育工作,提高全社会的防灾减灾意识和能力。

结语:

综上所述,通过建立地质灾害数据库、遥感解译、InSAR形变监测等手段,系统掌握了第六师地质灾害的分布、类型、规模等特征信息;通过易发性评价和风险区划工作,科学划分了地质灾害高风险区、中风险区和低风险区;通过典型地质灾害点勘查工作,提出了针对性的防治工程措施建议。这些成果为第六师地质灾害防治工作提供了科学依据和

决策支持,对于保障当地人民群众生命财产安全及经济社会可持续发展具有重要意义。未来,本文将继续深化地质灾害防治领域的研究工作,探索更加先进、高效的地质灾害监测预警和防治技术手段。同时,加强与国际国内同行的交流与合作,共同推动地质灾害防治事业的发展与进步。

参考文献:

[1] 张迪. 联合时序 InSAR 和机器学习的滑坡灾害易发性评价 [D]. 重庆交通大学, 2024.

[2] 贾俊,李志忠,郭小鹏,等. 多源遥感技术在降雨诱发勉县地质灾害调查中的应用 [J]. 西北地质, 2023,56(3):268-280.

[3] 田焱,周少伟,阮征,等. 陕西省志丹县地质灾害风险调查评价研究 [J]. 水利水电快报, 2023,44(9):35-44.

[4] 燕飒. 基于多源遥感数据的滑坡隐患综合识别与易发性评价 [D]. 东华理工大学, 2023.