

踪。通过建立与数据处理流程关联的质量标签机制,可在每次数据修改或重采后自动触发再评价过程,确保质量结果的时效性与可靠性。系统可与云端数据库和测绘管理平台联动,实现评价数据的分布式存储与共享调用,支持跨部门、多用户协作审查。动态更新机制的引入,使质量评价体系具备自学习与自适应能力,能够根据数据类型、采集频率与环境条件的变化自动优化指标权重与算法参数。通过这一持续迭代的动态体系,测绘数据质量管理可实现从被动检测向主动监测转变,确保地理信息数据在不断演化的测绘工程环境中保持高精度、高可靠性与可持续应用价值。

5 地理信息数据质量保障的实施策略

5.1 构建多层次质量管理体系

测绘工程的复杂性和系统性决定了质量管理必须形成分层、分级的组织架构。应建立自下而上的多层质量管理体系,包括作业层、项目层与管理层三个层面。作业层是质量管理的基础环节,承担外业数据采集、仪器校准和初步质量检测工作,确保源头数据的真实性与完整性。项目层是中间控制环节,负责质量监控与技术复核,通过对测绘数据的过程审核与误差统计分析,及时发现并纠正偏差,保证数据处理的精度与一致性。管理层则位于决策与监督层面,承担质量标准制定、过程评估与绩效考核职能,形成制度化、规范化的质量管理环境。三层体系间应建立纵向协调与横向反馈机制,确保质量信息在层级间高效传递,实现问题快速定位与闭环整改。通过这种分层责任体系,可实现从单点控制向系统管理的转变,形成技术监督与制度监督相结合的质量保障框架,提升地理信息数据质量管控的系统性与持续性。

5.2 强化人员能力与管理制度保障

地理信息数据的高质量生产依赖于专业人才的技术水平与质量意识。应构建系统的测绘人员培训与考核机制,从仪器操作、数据采集、误差分析到软件处理各环节开展全过程能力培养。通过建立职业技能等级认证制度,确保测绘人员具备相应的技术资质与质量管理能力。项目实施过程中,应明确岗位职责,设立专职质量负责人,对数据采集、外业复测和成果验收进行技术监督与审核。管理制度层面,应制定统一的操作规范与数据处理流程,强化仪器维护、环境记录与采集日志管理,防止因操作差异造成系统性误差。为提高执行力,可引入绩效考核制度,将质量指标与人员考核挂钩,形成“标准引导、过程监控、结果评价”的制度闭环。完善的人员管理与制度保障机制,能够将质量责任落实到

人,实现由经验驱动向制度化与规范化管理的转变,从根本上提升测绘工程质量控制的执行效能。

5.3 构建质量监控与外部评估机制

为了保证地理信息数据质量的客观性与可验证性,应建立覆盖全过程的质量监控与外部评估机制。质量监控环节应依托信息化平台,利用大数据与物联网技术实现实时监测与动态预警。通过质量监控系统,对外业数据采集状态、设备运行参数及数据传输过程进行在线监管,及时识别异常并自动生成整改通知,实现从事后检验向实时控制的转变。外部评估方面,应建立第三方质量检验体系,确保测绘成果的独立性与公正性。政府部门可通过行业监管与标准化考核引导测绘单位完善内部质量体系,行业协会可推动标准执行与经验交流,市场机制则通过竞争激励提升企业自律性。多主体协同机制的形成,有助于实现“政府监督、行业指导、企业自控、社会评价”的立体化质量保障格局。通过引入外部审核与信息化监管手段,可有效提升质量问题发现的及时性与整改的闭环性,从而全面提升测绘工程的质量管理水平与社会公信力。

6 结语

地理信息数据质量是测绘工程成果可靠性的根本保障。面对多源化、动态化与智能化测绘趋势,传统的人工质检模式已难以满足高效、精准的质量管理需求。构建以全过程控制、标准化体系与智能化技术为核心的地理信息数据质量控制与评价体系,不仅能有效提升数据精度与可用性,也能强化质量管理的可追溯性与规范性。未来,随着人工智能、区块链与数字孪生等技术的深入应用,测绘数据质量控制将向自动化、实时化与可验证方向演进,为空间信息产业的高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 周士渲.房产测量测绘工程的具体流程及质量控制措施[J].大众标准化,2024,(04):22-24.
- [2] 熊云凯.测绘工程质量的控制措施探讨[J].大众标准化,2022,(11):13-15.
- [3] 蒋德森.房产测绘技术与测绘质量控制[J].科技风,2020,(13):10+12.
- [4] 商瑶玲,王东华,刘建军,等.国家基础地理信息数据库质量控制技术体系建立与应用[J].地理信息世界,2012,10(01):13-17.
- [5] 刘建军.基础地理信息数据质量检查软件的设计探讨[J].测绘通报,2010,(11):18-21.

Research on Slope Stability Monitoring and Early Warning Technology

Wenyou Yan

Xinjiang Jianghai Surveying and Mapping Technology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Landslide stability monitoring and early warning technology is an important component of natural disaster prevention, playing a crucial role in safeguarding people's lives, property, and the stability of infrastructure. With continuous advancements in monitoring technology, various advanced monitoring methods and early warning systems are gradually being applied to landslide stability assessment. Through geological surveys, installation of instruments, and data collection, it is possible to monitor the changes in landslide bodies in real-time, providing data support for early warnings. Stability evaluation technology, combining theoretical models with field monitoring data, can effectively predict the likelihood of landslide occurrence and issue early warnings in advance. However, the accuracy of monitoring technology and the response speed of early warning systems still face challenges. Optimizing monitoring methods, improving data processing efficiency, and enhancing warning accuracy are key directions for current technological development.

Keywords

Landslide stability; Monitoring technology; Early warning system; Data analysis; Stability evaluation

滑坡体稳定性监测与预警技术研究

闫文友

新疆海测绘科技有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

滑坡体稳定性监测与预警技术作为自然灾害防治的重要组成部分,对于保障人民生命财产安全及基础设施的稳定性具有重要意义。随着监测技术的不断进步,各种先进的监测手段和预警系统逐渐应用于滑坡体的稳定性评估。通过地质勘察、仪器设备的安装及数据采集,能够实时掌握滑坡体的变化情况,为预警提供数据支持。稳定性评估技术结合理论模型与实地监测数据,能够有效预测滑坡发生的可能性,提前发布预警信息。然而,监测技术的准确性和预警系统的响应速度仍面临一些挑战。优化监测手段、提高数据处理效率、加强预警精度是当前技术发展的重要方向。

关键词

滑坡体稳定性; 监测技术; 预警系统; 数据分析; 稳定性评估

1 引言

滑坡灾害是山地和丘陵地区常见的地质灾害之一,给人民生命财产安全带来了严重威胁。滑坡体的稳定性是影响灾害发生的关键因素,因此,准确监测和评估滑坡体的稳定性,对于预防和减轻滑坡灾害具有重要意义。近年来,随着科技进步,滑坡监测技术不断发展,尤其是遥感技术、地质雷达、倾斜监测设备等的广泛应用,使得滑坡体的稳定性评估得到了更加精确的支持。监测技术与预警系统的有效结合,为滑坡灾害的预防提供了科学依据。然而,尽管取得了显著进展,滑坡体稳定性监测与预警仍然面临诸多挑战,如监测数据的准确性、预警时间的提前量等问题。因此,提高

监测技术的可靠性和预警系统的精准度,依然是当前研究的重点。

2 滑坡体稳定性监测技术概述

2.1 滑坡体稳定性监测的定义与重要性

滑坡体稳定性监测是通过对滑坡体周围环境及其内部结构的动态观察与测量,实时评估滑坡体的稳定性。该技术旨在及时发现滑坡体的变形、位移、裂缝等异常情况,提前预警可能发生的滑坡灾害。滑坡体稳定性监测的重要性在于其能够为滑坡灾害的预防和治理提供科学依据。通过持续的监测,能够积累长时间段的环境数据,帮助研究人员识别潜在的滑坡风险区。监测技术的精确性和实时性直接决定了预警的有效性,对减少灾害损失、保障人民生命财产安全起到至关重要的作用。此外,监测技术的进步使得对大范围、难以接近的滑坡体进行精准监测成为可能,推动了滑坡灾害防

【作者简介】闫文友(1990-),男,中国新疆昌吉人,工程师,从事摄影测量研究。

治工作的科学化和系统化。

2.2 滑坡体监测的常用技术手段

目前,滑坡体稳定性监测技术的应用已涉及多种先进的测量方法。常见的技术手段包括地质雷达、激光扫描技术、电子水平仪、倾斜仪和GPS监测技术等。地质雷达可用于探测滑坡体内的结构变化及裂缝发展,适用于评估岩体和土体的变形情况。激光扫描技术可以获取高精度的三维数据,用于监测滑坡面和地表的形变。电子水平仪和倾斜仪通过精确测量滑坡体的位移变化,能及时发现微小的变动。GPS技术则通过定位系统提供滑坡体的全局位移数据,适用于大范围监测。除此之外,遥感技术也广泛应用于滑坡体监测,能够通过卫星图像和航空影像获取宏观数据,为滑坡体的定期监测提供支持。这些技术手段在实时性、精确度及监测范围方面各有优势,能够根据不同的滑坡特征和监测需求进行灵活选择^[1]。

3 滑坡体稳定性评估技术

3.1 稳定性分析的基本原理与方法

滑坡体稳定性分析的基本原理是通过力学模型计算滑坡体在自然和人为因素作用下的稳定性。在分析过程中,首先需要考虑滑坡体的土体或岩体的物理特性,包括密度、摩擦角、抗剪强度等,计算滑坡体的临界滑移力。常见的分析方法有极限平衡法、有限元法和离散元法等。极限平衡法是一种传统的稳定性分析方法,通过简化的几何模型来计算滑坡体的稳定性,适用于二维或简单三维情况。有限元法则通过构建复杂的滑坡体模型,能够更精确地模拟材料非线性、变形等行为,适用于复杂地形和滑坡体的动态分析。离散元法则是基于颗粒接触力学的模型,适合用于分析土体或岩体中粒子之间相互作用的力学特性。通过这些分析方法,能够量化滑坡体的稳定性系数,评估滑坡发生的风险。此外,稳定性分析还需要结合现场监测数据,以进一步修正模型,确保分析结果的准确性^[2]。

3.2 滑坡体稳定性评估模型与计算方法

滑坡体稳定性评估模型主要依赖于数值模拟和统计分析等方法,通过建立精确的物理模型和数学模型,计算滑坡体的稳定性。常用的计算方法包括有限差分法、有限元法、离散元法等。这些方法通过对滑坡体进行分段建模,计算不同区块的应力和位移,从而得出整体稳定性评估结果。有限差分法适用于大规模的工程模型计算,能够快速得到解答,但精度稍低。有限元法在工程实践中应用广泛,通过精细的网格划分,提高了计算精度,并能处理复杂的边界条件和非线性问题。离散元法则主要用于研究颗粒材料的力学特性,适用于模拟滑坡土体或岩体的粒度效应。基于这些计算方法,结合实际的监测数据,可以生成滑坡体的稳定性评估报告,为灾害预防和治理提供决策支持。

3.3 稳定性评估的影响因素与测量指标

稳定性评估的影响因素包括滑坡体的地质结构、降水

条件、地震活动、人类活动等。地质结构对滑坡体的稳定性起到决定性作用,软弱岩层、裂隙带、地下水等因素均可能导致滑坡体的稳定性下降。降水量和频率的增加会导致土壤饱和,增加滑坡发生的可能性。地震活动会导致滑坡体发生剧烈震动,影响其稳定性。人为活动,尤其是开采、建筑施工等,往往会改变滑坡体的原始结构,诱发滑坡灾害。在测量指标方面,常用的稳定性评估指标包括滑坡体的位移、应变、剪切力、地下水位等。位移是衡量滑坡体变形的重要指标,应通过传感器或遥感技术进行长期监测。应变和剪切力则反映了滑坡体在外力作用下的内部应力状态,可以通过应变计和应力计进行测量。地下水位变化则与滑坡的发生密切相关,应通过井水位监测设备进行实时跟踪。通过多项指标的综合评估,能够准确判断滑坡体的稳定性及滑坡灾害的潜在风险。

4 滑坡体监测与预警系统设计

4.1 滑坡体监测与预警系统的总体架构

滑坡体监测与预警系统的设计需综合考虑滑坡的动态变化特征以及监测数据的实时处理需求。系统的总体架构包括数据采集、数据传输、数据存储和数据处理四个核心部分。数据采集主要通过安装多种传感器来实现,包括位移传感器、应变传感器、地下水位监测仪器等,这些设备实时收集滑坡体的各种动态信息。数据传输则采用无线传输技术,将采集到的数据通过无线网络传输至中央处理平台。中央处理平台负责接收、存储并分析数据,基于数据分析结果,通过预测模型生成预警信息。数据存储部分需要确保大数据的长时间保存和高效检索,通常使用分布式存储系统进行管理。系统设计还需要考虑冗余备份机制,确保在恶劣环境下数据的安全性和准确性。通过此架构,监测与预警系统可以及时反馈滑坡体的稳定性变化并发出预警信号。

4.2 监测设备的选型与布设原则

监测设备的选型需依据滑坡体的地质环境特点以及监测目标来选择合适的技术手段。地质雷达和激光扫描仪适用于复杂地形下的精确探测,尤其是滑坡体的内部结构和潜在裂缝的发现。位移传感器与应变计则主要用于对滑坡体表面和深层的位移进行监测,确保能够捕捉到微小的变化。地下水位传感器可用于监控滑坡体下方水位的变化,以便及时发现可能导致滑坡的水位上升。此外,选用的监测设备需具备良好的抗干扰能力和适应恶劣气候的能力。布设原则应考虑设备的分布密度、监测区域的全面覆盖以及设备的长期稳定性。监测设备应根据滑坡体的形态、规模以及周围环境合理布置,重点关注滑坡体的核心区域和潜在滑坡面。设备的布设位置要避开人为干扰,确保数据的准确性与可靠性^[3]。

4.3 数据采集与处理系统的技术要求

数据采集与处理系统的设计应注重数据的实时性、准确性与完整性。数据采集系统应能够支持多种传感器的并行工作,具备高精度的同步能力,确保不同类型传感器收集的