

测绘技术在自然灾害监测与预警中的应用研究

●李 斌 马 亮



[摘要] 随着现代测绘技术的进步与发展,测绘工作已经逐渐地质灾害评估和次生灾害监测等方面发挥出了重要作用。所谓地质灾害,是指因为人为或自然因素的作用之下形成,给人们的生命财产安全造成威胁,同时导致环境破坏的地质作用。本文探讨了测绘技术在地质灾害、气象灾害以及森林火灾等自然灾害监测与预警中的应用,旨在为相关领域提供新的思路和方法。

[关键词] 测绘技术;自然灾害;监测与预警

为了有效应对自然灾害,如地震、滑坡、洪水、台风、森林火灾等,监测与预警技术显得尤为重要。测绘技术,包括遥感技术、卫星导航定位系统(GNSS)、地理信息系统(GIS)、无人机测绘等,因其高精度、大范围、实时性强的特点,在自然灾害监测与预警中发挥着重要作用。

测绘技术在地质灾害监测与预警中的应用

(一)地质灾害监测的重要性与挑战

地质灾害作为自然环境中一类灾害现象,威胁着社会的可持续发展。这类灾害涵盖了地震、滑坡、泥石流、地面沉降等多种类型,在成因机制、触发条件及表现形式上展现出高度的多样性和复杂性,对监测工作也构成了一定的挑战。

地质灾害的多样性,体现在不同类型的灾害具有不同的物理和化学过程,如地震源于地壳内部的应力释放;滑坡则与地形坡度、土壤性质、降水强度等因素密切相关。这种多样性要求监测技术必须具备高度的适应性和灵活性,能够针对不同类型的灾害制定相应的监测策略和方案。地质灾害的复杂性表现在其发生往往涉及多个因素的相互作用,如地质构造、气候条件、人类活动等。这些因素的相互交织,使得地质灾害的预测和监测变得异常困难。此外,地质灾害的触发条件往往具有隐蔽性和突发性,如地震前的地壳应力积累过程难以直接观测,滑坡的触发可能仅由一次短暂的强降雨事件引起。这种突发性和不确定性,要求监测系统必须具备高度的敏感性和实时性,以便在灾害发生前或初期就能捕捉到预警信号。地质灾害的监测还面临着技术、资金和人力资源等方面的限制。尤其是在偏远地区或地质条件复杂的区域,传统的地面监测方法往往不易实施,

而高精度、高效率的监测技术又面临着成本高昂、操作复杂等问题。因此,如何在有限的资源条件下,构建一套高效、可靠的地质灾害监测体系,是当前地质灾害研究领域的重要课题。

(二)遥感技术在地质灾害监测中的应用

遥感技术作为一种非接触式的观测手段,其全天候、大范围、高分辨率的优势在地质灾害监测中得到了充分展现。通过卫星、飞机等远距离传感器接收地面反射、发射或辐射的电磁波信号,遥感技术能够实现对地表特征的连续、动态观测。

在滑坡灾害的监测中,遥感技术通过多时相影像的对比分析,能够识别出地表形态的变化,如裂缝的形成、地形的微小位移等。这些变化往往是滑坡发生的前兆,通过遥感技术的监测,可以及时发现并预警潜在的滑坡危险区域。此外,遥感技术还能提供滑坡区域的植被覆盖、土壤类型、地形坡度等关键信息,为滑坡灾害的成因分析和风险评估提供科学依据;在泥石流灾害的监测中,遥感技术通过监测降雨强度、土壤湿度等气象条件,结合地形地貌特征,可以预测泥石流的发生概率和可能的流动路径。同时,遥感技术还能实时监测泥石流发生后的影响范围、破坏程度等信息,为灾害应急响应和灾后重建提供决策支持;在地面沉降灾害的监测中,遥感技术通过卫星雷达干涉测量(InSAR)等技术手段,能够精确测量地表的微小形变,如地面的垂直位移和水平位移。这些形变数据是地面沉降灾害监测的重要参数,通过对其进行分析和解读,可以揭示地面沉降的时空分布特征和演化规律,为灾害防治提供科学依据。

(三)GNSS技术在地质灾害监测中的应用

GNSS技术作为一种高精度的定位技术,在地质灾害监

测中发挥着重要作用。通过接收多颗卫星发射的信号，GNSS技术能够计算接收器与卫星之间的距离，从而确定接收器的精确位置信息。在地质灾害监测中，GNSS技术主要被用于监测地表运动、地面变形等信息的实时变化。

以地面沉降为例，GNSS技术通过在地表部署多个接收器，形成监测网络，可以实时监测地面的垂直位移变化。这些位移数据通过时间序列分析、空间插值等方法进行处理，可以揭示地面沉降的时空分布特征和演化趋势。同时，GNSS技术还能提供地面沉降速率、沉降量等关键参数，为灾害风险评估和防治措施的制定提供科学依据。在实际应用中，GNSS技术已经成功应用于多个地质灾害监测项目中。例如，在某地区的地面沉降监测中，研究人员利用GNSS技术建立了覆盖整个监测区域的监测网络，并定期对监测数据进行采集和分析。结果表明，该地区的地面沉降呈现出明显的时空分布特征，且沉降速率与地下水开采量密切相关。基于这些发现，当地管理部门采取了相应的地下水管理措施，有效减缓了地面沉降的速度。此外，GNSS技术还可以与其他监测技术相结合，形成综合监测体系。例如，将GNSS技术与InSAR技术相结合，可以实现对地表形变的立体监测，提高监测结果的准确性和可靠性。这种综合监测体系在地质灾害监测中具有广阔的应用前景和重要的科学价值。

Q 测绘技术在气象灾害监测与预警中的应用

（一）气象灾害监测的重要性

气象灾害是全球范围内频繁发生的自然灾害类型，包括但不限于台风、暴雨、干旱、热浪及冰雹等极端天气事件，对社会经济活动构成了重大威胁。这些灾害不仅直接破坏基础设施、农业生产，还严重影响水资源管理、公共卫生安全及生态系统平衡。因此，从气象学、灾害管理学及地理信息科学的交叉视角出发，准确预测和有效应对气象灾害，对于减轻其对社会经济的负面影响、保障人们生命财产安全具有至关重要的意义。气象灾害监测的重要性体现在多个层面：首先，它是构建早期预警系统的基石，通过及时捕捉灾害前兆信息，为应急响应争取宝贵时间；其次，监测数据是科学评估灾害风险、制定防灾减灾规划的重要依据；最后，长期监测有助于揭示气象灾害的时空分布规律，为气候变化研究提供实证支持。因此，高效、精确的监测技术成为提升气象灾害防御能力的关键。

（二）遥感技术在气象灾害监测中的应用

遥感技术，特别是卫星遥感，以其覆盖范围广、观测连续性强、数据更新快等优势，在气象灾害监测中发挥着不可忽视的作用。卫星遥感技术主要通过搭载在卫星上的各类传感器，如可见光/红外辐射计、微波辐射计、激光雷达

等，捕捉地球表面的辐射和散射信息，进而反演大气参数、地表特征等关键信息。

在台风监测中，卫星遥感技术能够实时追踪台风路径、强度变化及结构特征。通过分析卫星云图，如红外云图、可见光云图及水汽图像，可以识别出台风眼、螺旋云带等结构特征，结合风速风向数据，利用动力学模型预测台风移动路径和强度变化。此外，微波遥感技术还能穿透云层，直接测量台风内部降水强度及分布，为精确预报提供关键数据。在暴雨监测方面，卫星遥感技术通过监测云顶温度、降水粒子散射特性等，结合地面雷达观测，构建三维降水结构，提高降水预报的时空分辨率和准确性。同时，卫星数据同化技术将遥感观测数据融入数值天气预报模型中，有效提升了模型的初始场精度，从而提高了暴雨预报的准确率。干旱监测则依赖于遥感技术获取的地表温度、植被指数、土壤湿度等参数，实现对干旱过程的动态监测和评估。这些指数能够反映植被生长状况、土壤水分状况及地表能量平衡，为干旱预警、水资源管理及农业灌溉策略调整提供科学依据。

（三）无人机测绘在气象灾害监测中的应用

无人机测绘技术以其灵活性高、作业成本低、数据获取速度快等特点，在气象灾害监测中展现出巨大潜力，特别是在台风、暴雨等灾害发生后的快速响应与精细化观测方面。

无人机搭载的高分辨率相机、热成像仪、多光谱传感器等设备，能够在复杂天气条件下（如低云、雨雾）执行飞行任务，获取灾区的高分辨率影像和地表温度分布信息。这些信息对于评估灾害影响范围、识别受损区域、监测次生灾害（如山洪、滑坡）的发生具有重要价值。在台风过后，无人机测绘能够快速绘制水淹地图，结合GIS技术，分析洪水淹没深度、流速及影响区域，为救援队伍提供精确的导航和定位服务，优化救援资源配置。同时，无人机还能对灾后基础设施（如桥梁、道路）进行快速评估，为灾后重建规划提供数据支持。此外，无人机在气象灾害监测中还可用于大气环境监测，如监测污染物扩散、评估空气质量，为灾害期间的公共卫生管理提供决策依据。通过集成传感器网络，无人机能够实现大气参数的连续监测，为灾害预警系统提供实时数据输入。

Q 测绘技术在森林火灾监测与预警中的应用

（一）森林火灾监测的重要性

森林火灾作为一类具有突发性、破坏性和难以预测性的自然灾害，对人们生命财产安全及生态安全造成了一定的威胁。森林作为地球上最重要的生态系统之一，不仅承载着丰富多样的生物，还发挥着调节气候、保持水土、提供木材及非木材林产品等多重功能。因此，有效监测和预警森林

火灾,不仅是能减少灾害导致直接经济损失和人员伤亡,更是维护生态平衡、促进可持续发展的关键所在。森林火灾的监测与预警工作面临诸多挑战,包括但不限于森林覆盖面积广、地形复杂多变、火源种类多样以及火势蔓延速度快等因素。传统的地面巡逻监测方式受限于人力物力,无法实现对广阔森林区域的有效覆盖和及时响应。因此,借助现代测绘技术,尤其是遥感技术和无人机测绘,能够有效提升森林火灾监测效率与精度。

(二)遥感技术在森林火灾监测中的应用

遥感技术,凭借其快速、大面积、连续监测的能力,成为森林火灾监测的重要手段。卫星遥感技术通过搭载在卫星上的传感器,捕捉地表反射或发射的电磁波信息,进而实现对地表特征的高精度测量和识别。在森林火灾监测中,主要应用包括:(1)热红外遥感:利用红外波段对地表温度的敏感性,热红外遥感技术可以捕捉到森林火灾引起的温度异常升高,即便在夜间或云雾遮挡的情况下也能有效发现着火点。通过时间序列分析,可以追踪火势的发展动态,为火灾的早期预警和快速响应提供关键信息。(2)可见光与近红外遥感:这些波段对烟雾和火焰敏感,可用于监测火灾产生的烟雾扩散范围和火焰形态,帮助评估火势规模和火场边界,为制定灭火策略和人员疏散计划提供依据。(3)多光谱与高光谱遥感:通过综合分析不同波段的光谱信息,可以进一步区分植被类型、燃烧程度和土壤含水量等,为火灾后的生态恢复和资源评估提供科学依据。

(三)无人机测绘在森林火灾监测中的应用

无人机测绘技术以其灵活性高、作业成本低、数据获取速度快等优势,在森林火灾监测领域展现出巨大潜力。结合热成像、多光谱成像等高级传感器,无人机能够在复杂地形和恶劣天气条件下,快速获取森林区域的高分辨率影像和实时温度数据,实现对火灾的精确监测和预警。

无人机搭载的热成像相机能穿透烟雾,准确捕捉到火源的位置和强度,即使在烟雾弥漫或夜间也能有效识别火点,为快速定位和扑灭火源提供关键信息。无人机配备的通信设备可将采集的数据实时传输至地面控制中心,结合人工智能和大数据分析技术,实现对火情的自动识别和快速响应。这不仅能够提高火灾预警的准确性和时效性,还能优化救援资源的配置,减少不必要的人力物力投入。火灾过后,无

人机可用于评估火灾对森林生态系统的破坏程度,包括植被损失、土壤侵蚀和生物多样性影响等。同时,无人机还能辅助救援队伍进行人员搜救、物资投放和道路勘察等工作,为灾后恢复和重建提供重要支持。

随着遥感技术和无人机测绘技术的不断进步,两者在森林火灾监测中的融合应用将成为新的趋势。例如,通过卫星遥感的宏观监测与无人机测绘的微观调查相结合,可以实现对森林火灾从预警、监测到灾后评估的全链条管理。此外,结合地理信息系统(GIS)、人工智能(AI)和物联网(IoT)等先进技术,构建智能森林火灾监测预警系统,将进一步提升火灾监测的精度、速度和智能化水平,为森林资源的保护和可持续利用提供更加坚实的技术支撑。

Q 结束语

测绘技术在自然灾害监测与预警中发挥着重要作用,为减少灾害损失和保护人们生命财产安全提供了有力支持。未来,随着技术的不断进步和创新,测绘技术将在自然灾害防范领域发挥更加重要的作用。通过加强技术研发和应用推广,不断完善测绘技术体系,提高监测预警的准确性和时效性,将为社会提供更加有效的灾害防范和应对手段。

参考文献

- [1]刘金沧,吕凤涛,王斌,等.多级联动自然灾害应急测绘保障服务体系设计[J].测绘技术装备,2023,25(03):150-155.
- [2]王斌,王英谋.崩滑流典型灾害无人机应急测绘系统分析[J].北京测绘,2023,37(08):1074-1079.
- [3]刘洋,温扬茂,许才军.测绘类专业“地球科学概论”课程思政典型案例的发掘及应用[J].测绘工程,2023,32(04):76-80.
- [4]张继培.测绘地理信息技术在城市突发事件应急处置中的应用[J].甘肃科技,2023,39(04):52-54.
- [5]周志文,王刚,徐法浩.自然灾害综合风险普查应急任务调查质量控制方法与实施[J].城市勘测,2023(01):9-14.

作者简介:

李斌(1992—),男,汉族,宁夏固原人,本科,助理工程师,西安市勘察测绘院,研究方向:测绘工程。

马亮(1986—),男,汉族,陕西咸阳人,硕士,工程师,西安市勘察测绘院,研究方向:测绘工程。