

地灾监测防治中遥感信息技术的应用



谢荣安 张杏清

(广东省地质测绘院, 广东 广州 510800)

摘要:通过对广东省地灾情况的分析,引出利用遥感空间信息技术对地灾进行监测预报的可行性和优势,同时提出了相关的方法和技术思路,并进行了有益的探讨。

关键字:遥感; 空间信息; 地灾监测

中图分类号: P237

文献标志码: B

文章编号: 1672-4623 (2009) 05-0019-03

Discussion of Monitoring and Keeping Out the Geological Disasters with Remote Sensing Information Technology

XIE Rong'an, ZHANG Xingqing

(Guangdong Institute of Surveying and Mapping of Geology, Guangzhou 510800, China)

Abstract: Through analyzing the situation of Guangdong's geological disasters, the article lead the feasibility and advantage of monitoring and forecasting the geological disasters with RS spatial information technology, brought forward the relational method and technical ideas, finally, the article made useful discussion.

Key words: remote sensing ; spatial information ; geological disasters monitoring.

地质灾害是指在地球的发展演变过程中,由各种自然地质作用和人类活动所形成的灾害性地质事件。地质灾害包括火山、地震、崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等突发性灾害,也包括水土流失、地面沉降和土地荒漠化等渐进性灾害。在各种自然灾害中,地质灾害的影响占有重要的地位。据不完全统计,全球发展中国家每年由地质灾害造成的经济损失,达到了国民生产总值的5%以上。在我国各类灾害及其所导致的环境问题中,由地质灾害造成的损失约占整个灾害损失的35%。为此国家对地质灾害的监测和预测研究十分重视。

1 广东省地质灾害概况

广东省位于中国大陆南部。北依南岭,南濒南海,地势北高南低,全年湿热多雨,地质环境条件复杂。特殊的地理条件和强烈的人类经济建设活动,导致地质灾害频发,灾种多。从2008年广东省十一届人大常委会第四次会议上获悉,广东省因地质灾害死亡的人数约占自然灾害死亡人数的60%。目前,广东共有地质灾害隐患点21 070多处,其中威胁100人以上的地质灾害隐患点655处,主要分布在63个县、226个乡镇,受威胁人口超过35万,潜在经济损失约42亿元。今

年1~3月份,我省共发生地质灾害18宗,死亡28人,经济损失近4 000万元。地质灾害集中发生在4~9月的汛期,以暴雨引发的突发性地质灾害占总数的75.1%,是我省经济损失较严重的自然灾害之一。

防止和减轻地质灾害的根本出路在于了解所在区的地质灾害作用过程,以及发生灾害的频率,不断提高对本地区灾害的预报能力,为本地区防灾、减灾提供科学依据,为已有的缓发性地质灾害的治理提供合理方案。

地质灾害具有自然条件下空间不均匀分布特性和时间渐变、突发特性。这些特性使得对地质灾害的有效监测和预报必须采用当代空间信息获取和分析的高新技术。空间信息技术的主要是遥感、地理信息系统、全球定位系统(3S技术)的集成,它在监测地质灾害中有独到的优势。事实上,已有的研究和实践证明采用空间信息技术监测地质灾害是可行的。

2 工作原理和方法

通过对已有地质资料进行分析,用中等分辨率的Landsat TM/ETM+数据进行数据处理,解译试验区的孕灾地质背景、致灾要素、灾害体遥感标志并作区域稳定性分析;用高分辨率的ALOS数据(全色+多光谱)

收稿日期: 2009-07-15

和 IKONOS 彩色立体像对对灾害体形态进行识别和测量。对灾害区内的危险灾害地质体(极有可能发生变形运动者)布置角反射器,然后购买相隔合适的时间间隔的 SAR 数据(Radarsat1 或 ENVISAT 数据),进行高精度的 DInSAR 处理以检测灾害体的变形。选择更高危险性(濒危)的灾害体布置 GPS 测量点,采用人工实地 GPS 测量方式获取一定时间间隔的 GPS 数据,应用差分处理获得灾害体位移数据(理想方式是实时连续监测无线自动传输数据,限于经费而采用人工定时采集方式)。基于 MO/VC++ 开发地质灾害空间信息系统,系统构成包括数据管理、显示、查询及基本的灾害活动性/危险性评价分析等。

对地质灾害体的监测其关键技术是对潜在灾害地质体和危险性灾害地质体的快速识别。地质灾害的预测首先建立在对灾害地质体或危险区域识别的基础上,如何从中等分辨率的遥感影像上筛分出危险区域,进而在高分辨率的影像上确定危险地质体,是对灾害地质体进行监测和预测预报的前提,因此它是我们要解决的关键问题之一。对灾害地质体进行多层次、多精度变形监测的方法研究是又一关键问题。低精度监测是长周期大面积监测潜在灾害地质体的变化,高精度监测是短周期(甚至连续地)重点监测局部高危险性灾害地质体的活动性。这些监测是对其进行预测预报分析的基础。

随着空间信息技术的发展,为地灾监测采用的方法提供了可靠多样的途径。利用多尺度、多分辨率光学遥感数据调查孕灾背景和识别灾害体,涉及数据融合、灾害体遥感标志、交互式解译方法等;利用差分干涉雷达(DInSAR)检测灾害体变形的的方法,涉及干涉雷达数据处理(影像匹配、干涉处理)的应用等;利用差分 GPS(DGPS)监测灾害体位移的方法。这些方法的综合使用,将得到更加显著的效果。

3 目前遥感空间信息技术应用概况

空间信息技术主要包括遥感、地理信息系统、全球定位系统等高技术。空间信息技术在地质灾害现象研究中的应用,在国内外已有较多的实例。遥感技术是这一应用领域中的核心。遥感能快速高效地获取多波段、多时相信息,解决了相关数据的获取和更新问题,为地质灾害的调查和研究提供了崭新的手段,因此航天遥感和航空遥感技术已经在地质灾害调查工作中得到了广泛应用。其中航天遥感技术的应用体现在从宏观上对区域性地质灾害进行直观的、全面的动态综合解译,以形成对区域性地质灾害分布、规模、危

害、应急抢险、防治规划等方面的全局性认识,成为对区域地质灾害及其发育环境宏观调查的不可缺少的最有效的技术手段。航空遥感技术主要从局部和细节上对地质灾害进行区域性监测评价,可以划分地质灾害危险区、危害区,进行小区域范围内的预报预警,同时把握重大地质灾害体的总体宏观变形,进行稳定性分析和变形分析,对单体地质灾害进行预报预警。我国利用遥感技术开展地质灾害调查起步较晚,但进展较快。到目前为止,已大约覆盖了 80 余万 km^2 的国土。近年来在全国范围内开展的“省级国土资源遥感综合调查”中,各省(区)都设立了专门的“地质灾害遥感综合调查”课题(1:25 万~1:50 万)。目的为识别地质灾害微地貌类型及活动性,评价地质灾害对大型工程施工及运行的影响。综合国内外遥感地灾研究的情况,可以将遥感的应用归纳为以下几个方面:孕灾背景调查与研究、地质灾害现状调查与区划、地质灾害动态监测与预警、灾情实时(准实时)调查与损失评估。GIS 是采集、储存、管理、分析和描述空间数据的空间信息分析系统。GIS 在地质灾害调查评价中的应用主要是对地质灾害空间信息管理、对地质灾害进行预测、预报分析以及可视化表达。GPS 是空间定位系统,利用高精度差分 GPS 可以对地物定位到 mm 级精度。GPS 和 GIS 在地质灾害中的应用也已有应用的实例,如我国国土资源部在三峡地区的《长江三峡库区崩滑地质灾害监测工程试验(示范)区》项目。

国内外已有的研究为空间信息技术的地质灾害监测应用积累了丰富的经验,为进一步的研究提供了良好的基础。由于地质灾害的地质背景的区域性差异以及空间信息技术新的进步,利用空间信息技术监测地质灾害的技术方法和系统也必然随之进步,所起作用也越来越广泛,越来越重要。

4 遥感空间信息用于地灾监测的优势

就空间技术而言,光机扫描遥感仪器的实验成功(代替了摄像管技术),是空间光学-传感器技术发展的转折,它解决了从空间获取可见光和红外两个重要电磁波段数据的关键技术性问题的,也为遥感技术提供了更宽波段范围内的服务。对地观测的传感器目前已涉及从紫外、可见光、红外、微波到超长波各个波段。其中,可见光-红外波段间的波谱分辨率已达纳米级。遥感信息源的获取更加广泛、更加便利。

目前,成像光谱仪技术已获得了重大突破,如美国在上世纪 90 年代发展研制的地球观测系统(EOS),为直接监测和区分地物提供了可能性。在空间分辨率

上,利用了长达20年之久的美国TM图像(30 m)和法国SPOT卫星图像(10 m)已被近年来发射的m级甚至dm级卫星图像所取代,美国IKONOS、Landsat-7卫星,俄罗斯的SPIN-two卫星,加拿大的Radar SAR卫星,印度的IERS卫星等空间分辨率均达m级,我国1999年成功发射的CBERS-1地球资源卫星的空间分辨率也达19.5 m。

另外GPS技术的不断提高大大改进了对滑坡、泥石流等地质灾害体变形监测中的定位精度和效率。目前,美国和俄罗斯都有全球卫星定位系统,其提供数据的差分精度可达mm级。我国的北斗卫星定位系统也正在逐步完善,在不远的将来必将为国内提供更加精准便捷的服务。目前,除功能强大的PCI、ERDAS等软件可进行数字图像的校正、数据变换、增强、合成及镶嵌外,全球最新遥感图像处理软件ENVI还具有较好的像元光谱测量、分析、分类及矢量化功能。我国三联公司自行开发的RSIES遥感图像处理软件,问世三年来,已得到了很大的完善。此外,高速发展的计算机技术使运算速度迅速提高,硬盘及内存容量都大大增加。计算机技术的飞速发展使地质灾害遥感监测调查中的海量数据存储与运算成为可能。

总之,卫星遥感中不同轨道高度的陆地卫星、气象卫星、海洋卫星、雷达卫星等遥感平台的多层次性,像元大小从0.61m(Quick Bird)到4000 m(气象卫星)的多空间分辨率,从紫外、可见光、红外到微波的多光谱分辨率,以及从光谱校正、几何校正、影像增强、特征信息提取、自然识别分类、自动成图、数据压缩及数据库、地理信息系统、网络技术(Internet)的连接等遥感应用模型的广泛性,为地质灾害遥感监测调查提供了丰富的信息源和信息获取途径,其监测精度有了极大的提高和保证,提高了工作效率,减少了工作量,减轻了作业强度,可以快速、准确、大范围地进行地质灾害的普查和地质灾害体的变形监测。

5 存在问题

1) 遥感空间信息技术应用还不够广泛,特别在地灾监测调查方面的应用还有待进一步的研究和创新,使这一新技术新方法得到更好的应用,发挥遥感技术在地质灾害监测调查中应有的作用。

2) 地质灾害遥感监测调查工作需要多时相的实时

或准实时的遥感信息源,而这种信息源价格昂贵,受资金限制,地质灾害的遥感监测调查工作难以得到普及。目前只能局限于重点地区与重点工程的地质灾害监测调查。

3) 目前常用的遥感信息源空间分辨率仍然较小,难以满足地质灾害体的详细变形监测工作,这使得遥感技术仅在宏观调查中应用广泛,而在微观上应用较少。

4) 以往多以单一遥感数据进行地灾监测调查为主,而综合利用遥感影像、DInSAR及DGPS进行地质灾害调查和微观变形监测技术还处于起步阶段,需要进一步研究和大力推广使用。

6 结 语

已有的地质灾害遥感监测多数只运用了较单一的技术,如对灾害地质体的目视解译或区域稳定性分析,或地质灾害数据库,或干涉雷达技术变形测量等。现在综合运用空间信息技术对地质灾害进行多传感器、多尺度、多层次、多精度的监测和分析,就是要研究在目前甚至超前的空间探测技术条件下,如何将最先进、最有效的技术手段进行系统集成来达到最佳的监测效果。创新之处也体现在综合技术的应用上,突出表现为以光学遥感为主的地质灾害宏观调查分析与以DInSAR及DGPS为主的地质灾害微观变形监测的结合。可以对灾害地质体的正确识别率达到85%;对低变形速率的危险地质体的监测周期小于3个月,变形检测精度达到cm级;对高变形速率的濒危地质体的监测周期小于1周,变形检测精度达到mm级。由此可望使地质灾害的损失能够有明显的降低。

参考文献

- [1] 鞠建华,李加洪,李志忠,等.资源环境与遥感[M].北京:地质出版社,2005
- [2] 李德仁,龚健雅,朱欣焰,等.我国地球空间数据框架的设计思想与技术路线[J].武汉测绘科技大学学报,1998,23(4):297-303
- [3] 张玉君,曾朝铭,陈薇.ETM+(TM)蚀变遥感异常提取方法研究和应用-方法选择和技术流程[J].国土资源遥感,2003(2):44-49
- [4] 胡圣武,许辉.遥感数据的模糊不确定性[J].地矿测绘,2004(2):4-6
- [5] 孙家炳.遥感原理与应用[M].武汉:武汉大学出版社,2003

第一作者简介:谢荣安,高级工程师,从事测绘生产与技术质量管理,主要研究方向为3S技术在测绘中的应用。