

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2015.01.015

湖南省突发性地质灾害遥感应急监测数据库建设

许兆军, 邹 蒲, 贺秋华

(湖南省地质环境监测总站, 湖南 长沙 410007)

摘要: 文章分析了近年突发性灾害遥感监测存在的主要问题, 并根据突发性灾害遥感应急调查的实际需求, 确立了湖南省突发性地质灾害遥感应急监测数据库的内容, 包括遥感影像、基础地理、地形地貌、地层岩性、地质构造、土地覆被、人类工程活动、地质灾害 8 个方面。详细阐述了每种类型数据的来源、采集方法及数据组织方式等, 首次建立了湖南省突发性地质灾害遥感应急监测数据库, 为地质灾害应急调查提供了基础资料, 初步形成了突发性灾害遥感应急调查体系。

关键词: 遥感应急监测; 突发性地质灾害; 数据库; 湖南省

中图分类号: P694; P627; P628+.4

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2015)01-0087-05

Database constructrom for abrupt geological disasters monitoring using remote sensing in Hunan province

XU Zhaojun, ZOU Pu, HE Qiuhua

(General Geological Environmental Monitoring Station of Hunan Province, Changsha, Hunan 410007, China)

Abstract: Contrary to break out disaster emergency remote sensing survey actual demand of Hunan province at the present stage, the author elaborated the contents and construction methods of break out geological disaster remote sensing emergency monitoring database, that enhanced the overall investigation of break out disaster emergency remote sensing technology levels and laid the foundation for emergency response capabilities of Hunan province.

Keywords: remote emergency monitoring; abrupt geological disaster; database; Hunan province

0 引言

我国是灾害发生频繁、损失最为严重的国家之一。由于各类灾害(滑坡、崩塌、泥石流、溃坝等)往往具有突发性和破坏性强的特点, 给当地的生命财产、交通、通信、环境造成了严重的破坏, 给灾区的救援工作带来了极大的困难。湖南是我国地质灾害发生频繁的主要省区。据统计, “十一五”期间共发生 10.19 万处地质灾害, 造成 210 人死亡, 46 人失踪, 168 人重伤, 直接经济损失约 22.98×10^8 元。

为了满足突发性灾害应急监测的需要, 发挥遥感

快速、动态、客观的特点。近几年, 我国开展了一系列突发性地质灾害遥感调查与监测工作。通过积极探索, 建立起突发地质灾害的快速调查机制。遥感快速调查的成果, 也成为国家快速有效地指挥抢险救灾、评估灾情、降低灾害损失和灾后恢复治理与重建的基础资料和决策依据^[1]。

1 遥感应急调查存在的主要问题

虽然我国在地质灾害防治工作中成果突出, 但是面对汶川地震、舟曲泥石流等突发性自然灾害, 在快速反应、应急遥感调查方面暴露出一些亟待解决的问题。

收稿日期: 2013-11-04; 修订日期: 2014-05-17

基金项目: 国土资源部公益性行业科研专项经费项目(201011020); 国土资源部地质矿产调查评价项目(1212011220162); 湖南省国土资源厅科技项目(2012-16)

第一作者: 许兆军(1978-), 男, 高级工程师, 研究方向为遥感地质调查、航测遥感应用。E-mail: xzjhnrs@163.com

主要是:(1)缺乏信息化的数据共享平台;(2)缺少必要的遥感应急监测站点;(3)缺乏完善的突发性灾害应急遥感调查体系。其中最核心的问题就是整合孕灾背景数据,建设遥感应急监测数据库。

灾前遥感数据与地形地质资料的收集和灾后遥感影像数据的获取是开展遥感应急调查的前提条件。多次突发性地质灾害遥感应急调查的事件表明,灾前资料收集和灾后数据获取是遥感应急调查工作的瓶颈。湖南省近几年在国土资源调查中积累了大量的中高分辨率的遥感影像、基础地理数据、地质环境数据等,但这些数据多分散在不同的部门。已经建立的基础地理信息库、地质数据库等,功能不够健全,没有考虑在重大灾害来临时如何快速的使用这些数据。以至于在灾害发生后,仅从数据库提取灾区的数据就大费周折,错过了最佳的救援时间,故而在应急指挥决策方面、灾情分析方面存在不足。

综上,针对现阶段突发性灾害应急遥感调查的实际需求,急需开展灾害易发区地质灾害、孕灾地质背景资料收集与补充解译,逐步整合地质灾害易发区中高分辨率遥感本底数据和孕灾背景数据,建立突发性地质灾害遥感应急监测数据库,开展突发灾害遥感应急调查示范及相关技术的研究工作,从整体上提高突发性灾害应急遥感调查的技术水平和应急响应能力。

2 遥感应急监测数据库内容的确定

根据突发性地质灾害遥感应急调查的实际需求,遥感应急监测数据库应主要包括灾前本底数据库和孕灾背景数据库两部分。

灾前遥感影像是突发性灾害应急的基础,不仅可以直观显示灾前的状况,为孕灾背景数据的完善提供重要参考,而且可以为灾害救援、灾情评估提供本底资料^[2]。

基础地理数据可以提供灾区道路、交通设施、居民建筑等基础设施的分布状况,指导救灾工作,DEM 也为灾后遥感影像数据快速处理提供了数据保障。

地质灾害的发生可以归结为内在因素和外在因素两方面的作用。内在因素实际就是区域地质背景条件,主要有地形地貌、地层岩性、地质构造、坡体结构等因素。它决定了该区域地质灾害的主要灾种、灾害发生的可能性与空间分布规律以及灾害的规模和强度。而外在因素即灾害发生的诱发因素,当地质环境条件具备时,灾害发生与否、何时发生便取决于其诱发因素,其主要包括自然与人为两类。自然条件主要有地震、降雨、

植被变化等;人为触发因素包括爆破振动、边坡开挖、坡顶堆载、植被破坏、水库蓄水、地下水开采等^[3]。

研究表明^[4-5],孕灾地质背景的诸多因素对地质灾害的影响程度不一,主要表现为:

(1)地层岩性是地质灾害发育的物质基础,由于岩(土)体性质、结构、组合不同及力学强度、抗风化能力的强弱差异,决定了不同类型地质灾害的分布、规模及其成因规律。

(2)地质构造(包括规模不等、性质不同的褶皱和断裂及其活动性)对地质灾害的形成起着明显的控制作用。尤其是活动性构造,由于地质体间歇性与差异性升降运动或水平挤压、扭动等作用,对地质灾害的影响尤为明显。

(3)植被是脆弱岩土体抵抗暴雨溅蚀的地表保护层,其根系具有稳固作用,其盖度在一定程度上控制了地质灾害的发生频度与强度。

(4)地形地貌对地质灾害具有明显的区域控制作用,在山丘地貌区域,地形相对陡峻,容易发生地质灾害,而在平原地貌区域,地质灾害相对较少。地面坡度是岩土体在外动力作用下能否保持稳定的决定因素。一般来说,坡度大的山坡,容易发生地质灾害。

(5)人类工程活动容易使岩土体的固有受力状态失去平衡,进而加剧地质灾害的发生。

(6)地质灾害的发生是上述因素综合作用的表现。无论是地质灾害易发性分区,还是地质灾害预警模型的建立,均应作为重要的因子给予考虑。

为此,完整的突发性地质灾害应急监测数据库内容应包括:遥感影像、基础地理、地形地貌、地层岩性、地质构造、土地覆被、人类工程活动、地质灾害。

3 遥感应急监测数据库建设方法

3.1 建设流程

应急遥感调查数据库建设与其他数据库建设流程基本相同,主要分3个阶段^[6](图1)。第一阶段为建库准备:主要包括建库方案制定、应急调查元数据标准的制定、人员准备、数据源准备、软硬件准备、管理制度建立等;第二阶段为数据采集与处理:主要包括遥感影像、基础地理、地形地貌、地层岩性、地质构造、土地覆被、人类工程活动、地质灾害等各要素的采集、编辑、处理和检查等。数据处理的过程中除了常规的遥感解译、坐标转换、格式转换等处理外,还要参照已经建立的数据及元数据标准对数据进行编目和规范化处理,并通过自检、互检、专检和抽检等方式对数据的质量进

行控制。此阶段是数据库建设的重点任务;第三阶段为数据入库:主要包括矢量数据、栅格数据、属性数据以及各元数据等的检查和入库,最终形成突发性地质灾害遥感应急监测数据库。

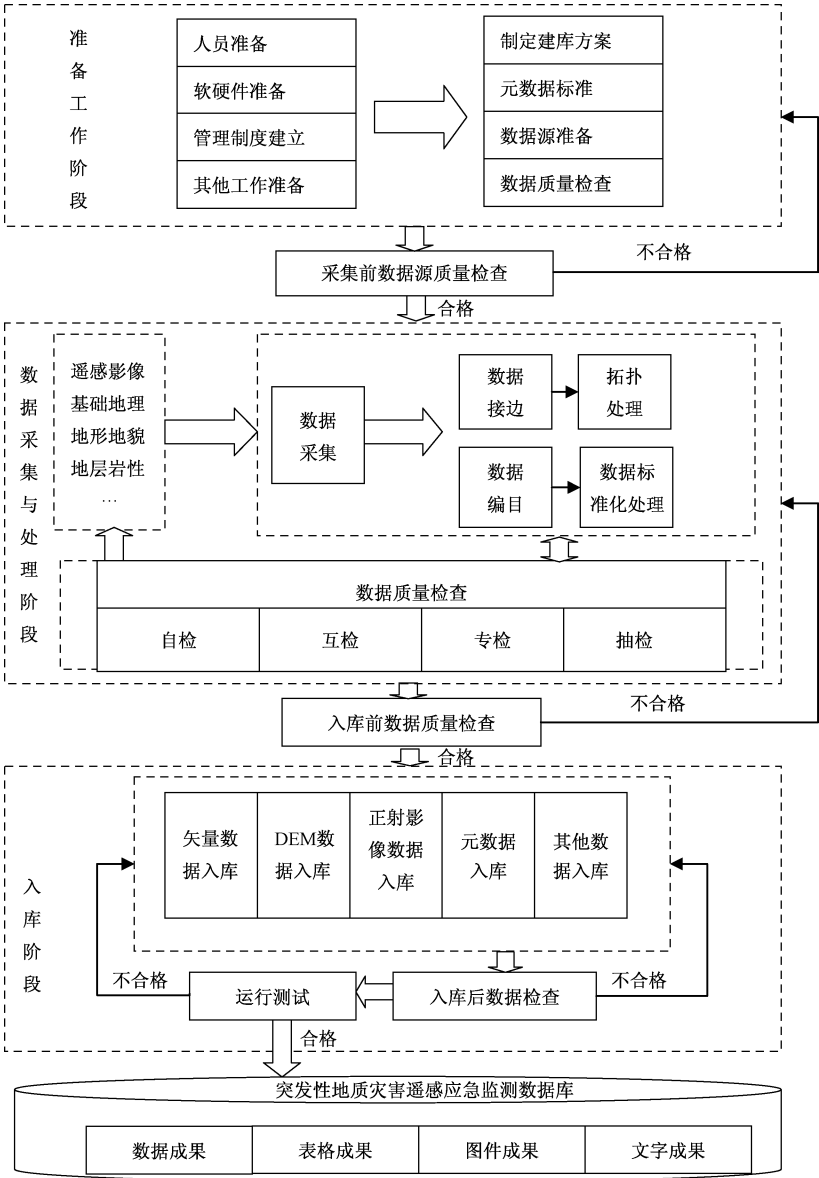


图 1 突发性地质灾害遥感应急监测数据库建设步骤

Fig.1 Break out geological disaster remote emergency monitoring database construction step

3.2 数据采集方法

3.2.1 遥感影像

针对湖南省的实际情况,系统收集矿产开发遥感监测、土地年度变更调查、农村集体土地确权登记发证、地理国情普查等项目中分辨率优于1 m的影像图。考虑到存储、更新和地灾应急使用的方便,影像应以最新的村级权属界线进行分幅管理。由于数据复杂多样,需要进行筛选,原则是:①分辨率优先,同一地区尽量选择分辨率高的数据;②空间分辨率相同时,尽量选择相新的;③同一地区如果选择了单波段的黑白影

像,则再收集分辨率略逊于黑白影像的多波谱数据。

3.2.2 基础地理

以湖南省1:5万DLG和DEM数据为基础。该地形图更新到2003年前后,难以反映交通、水系等地理国情要素现状,故需利用遥感影像对其进行更新。道路更新原则是:①对于宽度大于1 m的道路进行补充。考虑路网连通作用,非硬化道路也应采集。②对路网改造的道路进行修编,若原路没废弃则应保留。③对于仅仅由于影像与DLG偏差造成的道路偏移则无需更新。要求解译到5级水系,实地面积大于400 m²湖

泊、库塘必须采集。另外,由于行政区划的调整和地质灾害应急的需要,利用最新湖南省土地年度变更调查中的到村一级的权属界线图层替换原有的境界图层。在此基础上,更新已有的 1:5 万 DLG 数据。

3.2.3 地形地貌

崩塌、滑坡、泥石流是重力作用下发生的地质灾害,地形地貌是影响它们发育的一个非常重要的因素。虽然地貌单元的划分在遥感图像上可容易地实现,但在崩滑流地质灾害的评价模型中不好量化,大多评价模型以地形坡度和坡向来表征地形地貌,坡度是地形地貌的一个重要描述参数之一(坡度是重力地质灾害形成的一个重要条件),而坡向可以结合岩体的结构面产状来划分坡体结构。为了便于应急调查分析,选取地形坡度和坡向来代替地形地貌作为一个重要的评价因子。

采用与 1:5 万地形图配套的,高程精度为 25 m 的 DEM 数据制作坡度图。据统计结果,大型以上滑坡产生的坡度一般为 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 斜坡区,崩塌绝大多数发生在 45° 以上的斜坡区。为此,地面坡度划分为 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 、 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 、 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 、 $>70^{\circ}$ 等 5 个级别。

根据 1:5 万 DEM 数据,对四级和五级水系进行比降分析,划分出低易发泥石流水系(比降小于 50‰)、中易发泥石流水系(比降 50‰~100‰)及高易发泥石流水系(比降大于 100‰)。

3.2.4 地层岩性

湖南省已建成 1:20 万区域地质图空间数据库,可作为基础地质资料。地质灾害主要与岩石的性质、类型密切相关,岩土体是地质灾害产生的物质基础,其类型、性质、结构、构造及分布特征对地质灾害的发育有重要的影响。通常情况下,软弱地层、软硬相间地层或强风化岩体组成的山地易发生斜坡变形与位移,由坚硬花岗岩、变质岩等组成的山地较不易变形。

由于地质灾害主要与岩石的性质、类型密切相关,而 1:20 万区域地质图是基于古生物时代划分的地层单元,不能满足对地质灾害的分析与预测,故需对已建立的 1:20 万区域地质图空间数据库的地层单元进行重新整理,划分岩石坚硬程度,调整岩性地层单元的属性结构,完善地层岩性数据。

3.2.5 地质构造

地质灾害通常是地壳内部应力聚散时影响地壳表层的反映。而地表活动性构造则是地球应力形变的痕迹,是深部的、隐伏的活动构造在浅表部位的显示。滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害多沿区域断裂带呈带状发

育,断裂构造活动强的地段是地质灾害发育强烈的区域。同时断裂带的长期活动造成的岩体破坏和复杂的构造结构面体系不仅为滑坡、崩塌和泥石流提供了重要的物源条件,而且提供了地质结构条件。

地质构造主要参考 1:20 万区域地质图空间数据库的成果,利用遥感影像进行适当的补充解译。

3.2.6 植被发育

植被具有防止多种地质灾害的功效,具有对溅蚀的消减作用,林地枯枝落叶层对地表补流的分散、滞缓和过滤作用,极大地增强了土体的抗剪强度,具有防止河流冲淘、水库、湖泊的淤积作用等;同时植被根系的固持土体作用,有效的防止了岩土体的滑动,从而降低地质灾害发生的机率。

植被的遥感解译现今已比较成熟,国际上一般使用归一化植被指数(NDVI)来反映土地覆盖植被状况。根据植被指数图像将地表水面以外的自然区植被覆盖度分为好、较好、中等、差、极差五级。绿度好对应植被覆盖度为 $>70\%$,较好对应植被覆盖度为 $70\% \sim 50\%$,中等对应植被覆盖度为 $50\% \sim 30\%$,差对应植被覆盖度为 $30\% \sim 10\%$,极差对应植被覆盖度为 $<10\%$ 。

3.2.7 地质灾害

在已有县级地质灾害调查与区划或地质灾害详细调查成果的基础上,利用高分辨率遥感影像进行地质灾害排查,经野外查证后,修编地质灾害点分布图。地质灾害排查的对象有两类,一类是在以往调查中已发现的地质灾害及隐患点,另一类是通过遥感解译新发现的地质灾害及隐患点。

3.2.8 人类工程活动

地质灾害的诱发因素有自然因素、人为因素及综合因素(人为因素基础上叠加自然因素)三大类。经县市灾害调查数据统计分析,湖南省人为因素及综合因素诱发地质灾害的比例平均达 47.4%。

与地质灾害相关的人类工程活动主要可以概括为公路、铁路建设,水资源开发利用,矿产资源开发,民用建筑和城市建设等 4 种活动。人类工程活动对地质环境作用的负效应导致发生许多人为地质灾害。由于采矿、垦荒、滥砍滥伐、工程建设、爆破等诱发的崩、滑、流地质灾害广泛而频繁。特别是近期,由于人类工程活动的加剧,崩、滑、流等地质灾害的发生呈高速发展趋势。

人类工程活动主要利用优于 1 m 的遥感数据,解译工程切坡、水库库岸、露天采矿场、尾矿库、固体废物堆场等分布状况,形成人类工程活动数据。

3.3 数据组织方式

3.3.1 栅格数据

栅格数据主要有遥感影像、DEM 两类。遥感影像数据既包括高分辨率的遥感影像本底数据,也包括应急调查数据。这类数据作为灾害解译的重要数据源必须进行高效的管理,以便快速查询检索从而满足解译和灾前灾后对比分析要求。由于高分辨率遥感影像数据量很大,为了增强数据的读取效率,采用数据库+文件(ArcSDE+Oracle+文件)的方式进行统一存储。

影像数据以数据库的方式存储于 Oracle 中,按照数据存储环境要求,影像数据采取分级存储方式,常用数据存储于在线 Oracle 数据库,随着数据的不断更新,为了保证数据服务的快捷有效,较早的在线影像数据将从 Oracle 数据库中逐步转入后台 NAS 存储网络,以文件的方式存储。当用户访问较早影像时,只需将这些数据上载至在线数据库。因此,要求影像数据库管理应具备较为快速的数据入库方式,保证数据的及时上传下载、响应与服务。

DEM 数据中除了高精度 1:5 万分幅的 DEM 数据可以作为灾前本底外,随着灾害的发生,灾后的 DEM 数据也是灾害评估的重要内容,也需要更新。因此,也可以 GeoDB 的组织方式存入数据库中。

3.3.2 矢量数据

所有用于应急遥感监测的矢量数据均采用 GIS 中面向对象的地理模型 GEODB 表达,存储上采用要素集到要素类的分层组织。每个专题对应于 GeoDB 的一个数据集,每个数据集是指具有相同空间框架的特征类集合,每个数据集下又有不同的特征类,对应于具体的特征图层。

3.4 数据入库

数据入库前要检查采集数据的质量,检查合格的数据方可入库。主要包括矢量数据几何精度和拓扑检查、属性数据完整性和正确性检查、图形和属性数据一致性检查、接边精度和完整性检查等;数据入库主要包括矢量数据、栅格 M 数据、元数据等数据入库。

湖南省突发性地质灾害遥感应急监测数据库是全国易发区应急监测数据库的重要组成部分,由于数据库建设是完全按照统一的建库标准进行的,故可以通过网络或移动存储设备将湖南省应急监测数据库库体导入易发区应急监测数据库中,实现数据交换。

4 结语

通过对已有资料的综合整理、补充解译和标准化处理,首次建立了湖南省突发性地质灾害遥感应急监

测数据库,为地质灾害应急调查提供了基础资料,在湖南省初步形成了突发性灾害遥感应急调查体系。

湖南省突发性地质灾害遥感应急监测数据库的建立,不仅为突发性地质灾害应急调查提供了技术支撑,而且可以广泛服务于地震、干旱、洪水、矿难、土地矿产违法等其他突发性灾害事件应急处理,同时也为其他省份遥感应急监测数据库的建设提供了重要参考。

参考文献:

- [1] 李吉平. 遥感技术支撑测绘应急保障体系[M]//徐德明. 中国地理信息应用报告(2010). 北京:社会科学文献出版社,2011:105-109.
LI Jiping. Remote sensing technology support mapping emergency protection system [M]//XU Deming. Report on application on geographic information in China (2010). Beijing: Social Sciences Academic Press,2011:105-109.
- [2] 师帅一. 论测绘应急保障体系的建立与完善[J]. 北京测绘,2012(3):10-13.
SHI Shuaiyi. Establishing and improving of the emergency surveying system [J]. Beijing Surveying and Mapping,2012(3):10-13.
- [3] 邓辉. 高精度卫星遥感技术在地质灾害调查与评价中的应用[D]. 成都:成都理工大学,2007.
DENG Hui. Application on investigation and evaluation of geohazard by high precision satellite RS technique [D]. Chengdu: Chengdu University of Technology,2007.
- [4] 王礼尧,余德清,等. 湖南省区域群发性地质灾害预警预报系统的设计研究[J]. 水文地质工程地质,2007,34(4):103-106.
WANG Liyao, YU Deqing, et al. Design for early-warning and prediction system of regional group geologic hazard activity in Hunan province [J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2007, 34(4): 103-106.
- [5] 谈树成,金艳珠,等. 基于 GIS 的建设项目地质灾害危险性评估[J]. 中国地质灾害与防治学报,2012,23(4):47-52.
TAN Shucheng, JIN Yanzhu, et al. Geo-hazard danger evaluation of construction project based on GIS [J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control,2012,23(4):47-52.
- [6] XU Zhaojun, DENG Jiqui, et al. Hunan geological disaster emergency survey system[J]. JDCTA,2013,7(6):852-860.