

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2016.04.16

基于移动 3S 技术的地质灾害野外调查数据采集系统设计与实现

杨旭东¹, 李媛¹, 佟彬¹, 闫金凯¹, 徐为¹, 李崇贵²

(1. 中国地质环境监测院, 北京 100081; 2. 西安科技大学, 陕西 西安 710054)

摘要: 本文紧密结合现阶段我国地质灾害调查工作流程和技术要求, 以平板电脑(PAD)为移动终端, 基于 Android 系统和移动 GIS 平台, 集成地形图、地质图、高精度遥感影像等多类型、多尺度矢量图和栅格图为一体, 结合 GPS 定位、语音录入等技术, 设计实现了地质灾害调查野外观测定、调查表填写、实体勾绘、平剖面图绘制、拍照记录、调查路线采集等工作全流程信息化, 能够为地质灾害野外调查技术人员提供快速、准确、便捷的数据采集支撑服务; 同时, 实现地质灾害调查室内资料准备、野外数据采集、室内资料整理三个环节无缝对接, 显著提高工作效率。

关键词: 地质灾害; 野外调查数据采集; 移动 3S 技术; 平板电脑

中图分类号: P694

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2016)04-0093-04

Design and implementation of field data acquisition system for geo-hazards survey based on mobile 3S technology

YANG Xudong¹, LI Yuan¹, TONG Bin¹, YAN Jinkai¹, XU Wei¹, LI Chonggui²

(1. China Institute of Geo-Environmental Monitoring, Beijing 100081, China;

2. Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

Abstract: A new field data acquisition system is recently developed based on the working procedure and current technical requirements in geo-hazards survey. By using an Android tablet computer (PAD) that supports mobile GIS function with as the terminal, the system is capable of integrating and processing multiple types and scales of grid and raster maps including topographic map, geological map and remote sensing images. Through incorporating with GPS and voice recognition technique, the system could achieve a completely informationized field data acquisition process that includes following functions: survey route negation and recording, filling the standardized survey forms, mapping the important geo-hazards' characters, drawing the geological profile and plane graph, and photography. Therefore, the system provides a more efficient, accurate and convenient method of field data acquisition for surveyors. Overall, this system improves the working efficiency of geo-hazards survey by providing three practical and tightly connected functions in the workflow of geo-hazard survey: integrating and processing of previous information before the survey, field data acquisition during the survey, and management of survey results after the survey.

Keywords: geo-hazards; field data acquisition system; mobile GIS; PAD

0 引言

地质灾害调查是地质灾害防治工作的重要基础,

能够为地质灾害监测预警、搬迁避让、工程治理和应急处置等提供基础数据和科学依据。1999 年以来, 我国先后开展了以县为单元的地质灾害调查与区划(1:10

收稿日期: 2015-12-23; 修订日期: 2016-06-11

第一作者: 杨旭东(1979-), 男, 河南南阳人, 水工环专业, 博士, 高级工程师, 主要从事地质灾害调查、监测、信息系统建设及综合研究工作。E-mail: yangxd@mail.cigem.gov.cn

万)和地质灾害详细调查(1:5万);2013年以来,中国地质调查局在地质灾害高易发区,选择人口密集的重要城镇、中小流域、活动构造带和重大工程区,启动了崩塌滑坡泥石流灾害地质调查与风险评价示范。

传统的地质灾害野外调查利用罗盘、地质锤、放大镜、手持 GPS 和数码相机等工具,基于纸质的地形图、地质图、遥感影像图和调查记录本、卡片等进行野外数据采集,然后在室内进行数据整理录入和编图等。整个调查过程信息化程度较低,并且各环节相对脱节,重复工作量大,导致工作效率和精度较低,而且在数据录入的过程中容易出现人为错误。为提高野外调查数据采集的效率和精度,自 20 世纪 80 年代以来,澳大利亚、加拿大、美国等一些发达国家持续开展了野外数字化填图技术研究与应用^[1-2]。国内野外数字化填图起步稍晚,但发展迅速,在区域地质调查、矿产资源调查、地下水资源调查、土地调查和林业调查等领域已有不同程度的应用;在地质灾害调查领域,进行了野外数字化调查的初步探索^[1-4]。

随着地质灾害调查工作的不断深入和野外数字化填图技术的发展,亟需设计研发一套适合我国地质灾害野外调查的数据采集系统。一是,地质灾害调查工作的持续深入开展,传统的调查方法已很难保障野外调查按时保质保量完成,需要利用最新的数字化填图技术提高工作效率和精度;二是,地质灾害调查内容的专业性、复杂性和调查精度要求的不同,需要有针对性地设计研发野外数据采集系统;三是,随着平板电脑技术(PAD)和 Android 系统的普及应用,以及移动 GIS、卫星定位和遥感等技术的迅速发展,为地质灾害调查野外数据采集系统的设计研发和推广应用提供了有力的技术支持。

基于移动 3S 技术的地质灾害野外调查数据采集系统的设计与研发,是为了满足崩塌滑坡泥石流灾害地质调查与风险评价工作对野外数据采集全面信息化的需求;通过与现有崩塌滑坡泥石流地质灾害调查与风险评价数据录入系统及全国地质灾害信息管理系统相衔接,建立崩塌滑坡泥石流灾害地质调查与风险评价数据库,促进地质灾害调查成果的快速转化应用。

1 地质灾害调查工作流程

结合现阶段我国地质灾害调查工作实践和地质灾害调查规范要求^[5],按照传统的地质灾害调查工作方法,地质灾害调查工作流程可划分为室内资料准备、野

外调查和室内资料整理三个阶段(图 1)。

室内资料准备:收集整理工作区地形图、地质图、高精度遥感影像及解译图等基础图件,收集已有的地质灾害调查成果图件及相关资料,规划野外调查路线等,并打印输出作为野外工作手图。

野外调查:沿规划路线,通过实地观测与图面量测,在工作手图上确定调查点位,并对地质灾害的边界、危害范围等进行实体勾绘;在记录本上记录野外观测信息,填写相应调查表格;对地质灾害现象进行拍照记录;适时总结野外工作情况等。

室内资料整理:在野外工作手图上整理清绘地质灾害调查点和调查路线,并进行矢量化;整理野外调查照片,录入调查数据,按规范要求建立地质灾害调查数据库;编制地质灾害调查实际材料图、地质灾害及隐患分布图等专题图件。

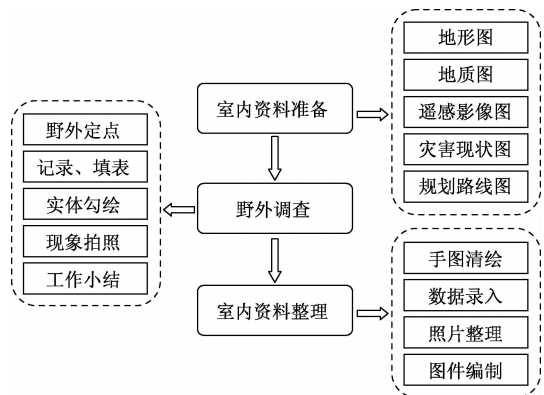


图 1 传统地质灾害调查工作流程图

Fig. 1 The working process of traditional geo-hazards survey

2 系统设计

2.1 系统架构设计

根据地质灾害调查工作流程,地质灾害野外调查数据采集系统由桌面端数据管理子系统和移动端数据采集子系统两部分组成,其总体架构见图 2。其中,桌面端数据管理子系统完成数据准备、上传和下载,移动端数据采集子系统完成野外调查数据的录入和编辑。

2.2 系统功能设计

针对传统地质灾害调查室内资料准备、野外调查和室内资料整理三个阶段的各项工作任务,地质灾害调查野外数据采集系统设计了数据准备、导航定点、数据录入、实体勾绘、平剖面图绘制、拍照记录、调查路线采集、工作小结与管理、数据导出等 9 个功能模块(图 3)。

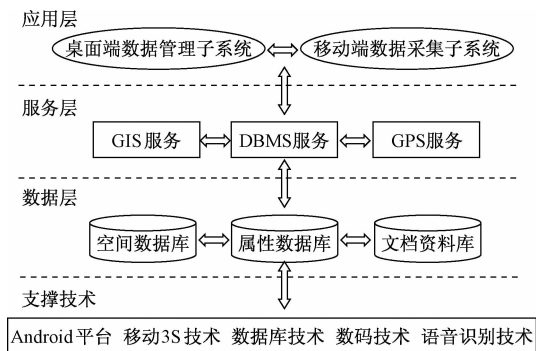


图2 系统总体架构图

Fig. 2 The diagram of the system framework

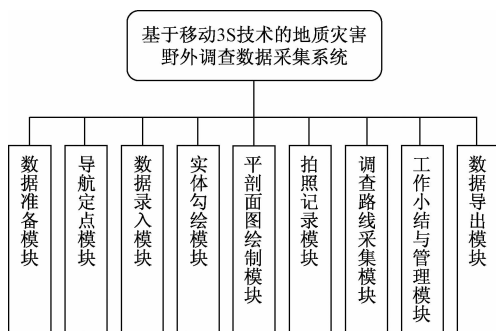


图3 系统功能设计图

Fig. 3 The diagram of systematic functions

3 系统实现

3.1 系统开发

地质灾害野外调查数据采集系统以平板电脑(PAD)为终端,以 Android 4.2 为平台,基于移动 3S 技术和语音录入等技术,利用 VISUAL C++ 进行开发,实现了系统设计的全部功能。

系统开发采用的关键技术包括:(1)优化栅格数据的压缩、解压和空间索引法,实现了栅格图像数据的海量存储、快速加载、流畅显示;(2)在支持海量栅格图像的基础上,提高 GPS 坐标解算精度和导航目标点检索效率,优化了动态导航定位功能;(3)研发了包括公共边自动追踪与捕获、图形分割与合作、孤岛面积平差算法、线面图层混合处理等一系列图形编辑工具,有力地支撑了地质灾害点实体勾绘功能的实现;(4)利用 Android 系统提供的 Sharedpreferences,将自定义表格以 String 类型数据保存,需要调用表格时再解析加载显示,实现调查数据直观化、规范化采集存储。

3.2 系统功能实现

3.2.1 数据准备功能实现

基于桌面端数据管理子系统,集成转换矢量化或栅

格化的国家测绘局基础地理数据(DLG、DEM、DRG、DOM)、地质图、高精度遥感影像、地质灾害分布图、野外调查规划路线图等,并导入到平板电脑(PAD),实现了地质灾害野外调查工作一张图(图4)。同时,系统基于网络提供高清影像和高程数据等共享资源下载服务。

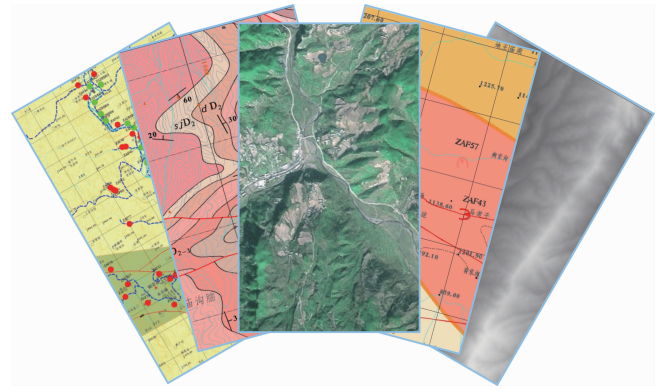


图4 数据准备

Fig. 4 Map data preparations

3.2.2 导航定点功能实现

利用 GPS 定位技术,基于移动 GIS 和野外调查一张图,通过取点导航或坐标导航方式,实时动态指引野外调查路线;结合地形地物识别,快速、准确确定调查点位置;根据调查点类型的不同,实现了滑坡点、崩塌点、泥石流点、专门工程地质点等分类建点。

3.2.3 数据录入功能实现

按照地质灾害调查技术要求,实现了野外调查记录表信息标准化、规范化完整录入,替代纸介质表格填写。提供距离、面积、坡度量算和地层岩性查询等工具,辅助调查数据采集;并针对大段描述性信息的采集,提供语音录入,进一步提高野外工作效率(图5)。

3.2.4 实体勾绘功能实现

采用点、线、面相结合的方式,标注边界、裂缝、岩性等各类地质灾害调查观测点;勾绘滑坡后壁、边界线、滑动方向、堆积体、危害范围、泥石流物源区、流通区和堆积区等地质灾害形体结构,并录入点、线、面基本要素信息,实现空间矢量数据与专业属性数据的关联采集。同时,提供图形删除、节点移动、节点删除、节点增加、面分割、面合并、面公共边处理和属性修改等强大的图形编辑功能,辅助实现地质灾害野外调查精细化填图(图6)。

3.2.5 平剖面图绘制功能实现

利用高精度遥感影像、地理底图和 DEM 数据,通过屏幕截图和地形线提取,与标准绘图米格纸网进行套合,借助专业绘图软件,在平板电脑(PAD)上辅助

图 5 调查表填写

Fig. 5 Filling the investigation form



图 6 实体勾绘

Fig. 6 Drawing the important characters of investigated geo-hazards on map

实现了平、剖面图的精细绘制(图 7)。

3.2.6 拍照记录功能实现

在地质灾害野外调查过程中,实现地质灾害调查点与拍照记录自动关联,可记录照片拍摄位置、镜像和相关描述等信息。

3.2.7 调查路线采集模块实现

利用 GPS 定位技术,按照设定的采样模式和采样间隔,自动记录野外调查路线,方便查看已调查路线。

3.2.8 工作小结与管理功能实现

结合野外工作情况,按天或不同的时间段总结记录野外工作情况;对已完成的地质灾害调查点进行分、汇总查看和实时统计。

3.2.9 数据导出功能实现

基于桌面端数据管理系统,一键式导出 PAD 中的野外调查表、照片、平剖面图、工作小结等数据和文档,以及地质灾害调查点、线、面和野外调查路线等 shp 格式矢量文件,实现与地质灾害调查数据库建设、调查表数据打印输出和编图等工作无缝衔接,减少室内工作量。

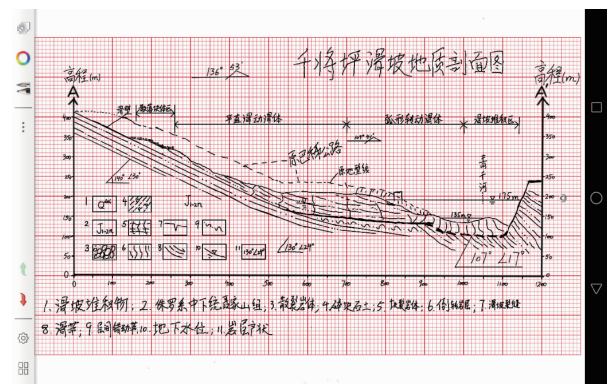


图 7 剖面图绘制

Fig. 7 Drawing the plane and profile geological maps

4 结束语

基于移动 3S 技术的地质灾害野外调查数据采集系统,按照地质灾害调查工作流程和技术要求,以平板电脑(PAD)为终端,实现了地质灾害野外调查定点、填表、实体勾绘、平剖面图绘制、拍照、路线采集等工作全流程信息化。该系统特点:

(1)融合移动 3S 技术,实时动态高精度导航定位,实现地形图、地质图、遥感图等地质灾害野外调查工作“一张图”;

(2)基于网络提供强大的高精度遥感影像和高程数据资源下载服务;

(3)采用语音识别技术,提供调查内容快速语音录入;

(4)采用点、线、面相结合的方式,实现现场精确勾绘地质灾害体;

(下转第 113 页)