

云南地质大数据环境地质调查数据采集 与管理系统的建设与应用

路娟, 李才库, 代学玉, 姚荣华, 蒋学广

云南地质工程第二勘察院有限公司, 昆明 650218

摘要: 传统纸质环境地质调查作业模式存在工作效率低、数据整理及数据入库工作量大、成果服务时效性差、调查资料难以二次利用等问题, 对此, 需要研发适用于企业生产作业模式的环境地质调查数据采集与管理系统。该系统涵盖了野外调查工作准备、野外数据采集及数据整理入库工作的全流程信息化作业流程, 全面支持环境地质调查项目的野外地质调查数据采集、管理、处理和输出, 为环境地质数据的全生命周期管理奠定了基础。系统在环境地质调查项目中投入生产使用, 取得良好的应用效果。系统的应用提高了野外调查人员的工作效率, 降低了野外调查成本, 提升了企业技术服务水平。

关键词: 环境地质调查; 数据采集; 数据管理; 成果输出; 调查信息化

中图分类号: X3; X141 **文献标识码:** A

Development and Deployment of an Environmental Geological Survey Data Acquisition and Management System Within Yunnan's Geological Big Framework

LU Juan, LI Caiku, DAI Xueyu, YAO Ronghua, JIANG Xueguang

Yunnan Second Geological Engineering Survey Institute Co., Ltd., Kunming 650218, China

Abstract: The traditional paper-based environmental geological survey work modes suffer from low work efficiency, labor-intensive data processing and archiving, delayed result delivery and poor reusability of survey data. To address these issues, the environmental geological survey data acquisition and management system suitable for enterprise production mode is developed. The system covers the entire process of information-based operational workflows, including field survey preparation, field data collection, and post-field data processing, and fully supports the acquisition, management, processing, and output of field geological survey data for environmental geological survey projects, laying a foundation for the full lifecycle management of environmental geological data. The system has been put into production use in environmental geological survey projects and has achieved favorable application results by enhancing field efficiency, reducing survey costs and elevating the technical service capabilities of the enterprise.

收稿日期: 2024-12-17 改回日期: 2025-01-02

第一作者: 路娟(1984-), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事地质灾害防治及岩土工程勘察设计相关工作。E-mail: 99199059@qq.com

引文格式: 路娟, 李才库, 代学玉, 等. 云南地质大数据环境地质调查数据采集与管理系统的建设与应用[J]. 地质灾害与环境保护, 2025, 36(3): 122-128.

LU Juan, LI Caiku, DAI Xueyu, et al. Development and deployment of an environmental geological survey data acquisition and management system within Yunnan's geological big framework[J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2025, 36(3): 122-128.

Key words: Environmental geological survey; Data acquisition; Data Management; Result output; Information-based survey operations

0 引言

地质工作与信息技术的融合经过六十多年的发展,已经形成了具有一定规模的地质信息化业务领域。地质信息化的发展经历了数字化阶段、网络化阶段,进入大数据阶段^[1],地质调查从野外数据采集到室内数据整理处理和成果输出的信息化,基本实现了地质调查主流程的信息化^[2-3]。国家和行业层面开发形成了数字地质调查系统^[4-6]、地球物理地球化学调查系统、地质灾害调查系统^[7]和水文地质与水资源调查系统等调查系统,并在全国地质领域全面推广应用,实现了地质工作主流程的信息化^[1]。从企业层面来说,企业地质调查项目种类多、规模差异大、需求多元化,国家及行业层面开发的各类数字调查系统与企业业务存在一定差距,使用功能弹性不足,不能满足当下地质测绘服务市场化、灵活多元需求的特点。企业仍在使用传统的纸质调查作业模式,这种模式存在工作效率低、数据整理及数据入库工作量大、成果服务时效性差、调查资料难以二次利用等问题。

为此,云南地质工程第二勘察院有限公司结合企业自身的多元化需求自主研发了云南地质大数据环境地质调查数据采集与管理系统。系统实现了地质灾害危险性评估、地灾专项调查、地灾应急调查、驻县联乡技术支撑服务、矿山生态修复等野外调查无纸化数据采集和记录、外业数据实时传输和存储管理、分析整理和成果集成一体化全流程作业。系统已投入环境地质调查相关生产项目中使用,取得良好应用效果。本文详细介绍了环境地质调查数据采集与管理系统的构建情况,对我国地质灾害防治行业信息化建设具有重要指导意义。

1 系统设计

1.1 系统开发基础

自2017年以来,云南省地矿局(集团)以60多年积累的海量地理、地质和矿产勘查数据为基础,采用先进的云计算和大数据技术,建设了为云南省各行业提供特色服务的“云南地质大数据服务平台”。平台构建了面向地质应用的大数据全要素混合存储

框架,实现了海量地质、地理和矿产勘查等时空大数据的清洗、存储与管理。环境地质调查与数据采集系统依托云南地质大数据服务平台已有基础软硬件环境提供的存储资源、网络资源、计算资源和数据服务资源建设。

1.2 系统总体设计

系统总体架构可概括为“三纵四横”。“三纵”：“标准规范体系”为系统建设运行提供统一的技术标准指导;“安全防护体系”为系统建设运行提供统一的信息技术安全保障;“组织管理体系”为系统建设运行的管理与服务对象。“四横”：“基础设施层”以云南地质大数据服务平台现有软硬件设施作为基础运行环境保障;“数据资源层”即系统“数据中心”,包括原始数据与动态数据两大部分,为系统提供数据资源支撑;“平台支撑层”针对各类共性基础应用,提供统一的通用服务引擎;“应用服务层”由各种异构多元化的客户端构成,提供各类管理、服务及专题业务支撑与数据展示。系统总体架构见图1。

1.3 系统数据库设计

系统数据库包括项目管理数据、地质灾害数据库、空间数据等。其中地质灾害数据库基于现有全国地质灾害数据库标准并结合企业实际进行表格及字段的建设和扩展,针对国家级的多参数固定化字段进行了动态分表,解决了数据项空白冗余和字段项不足的情况。地质灾害数据库包括原始基础数据库和动态调查数据库两个方面。原始数据库主要存储第一手原始调查数据成果资料,不做任何更改,主要用于面向调查项目时可随时推送调用历史调查成果,基于历史成果资料进行数据的参考调查及补充完善,提高工作效率;动态调查数据库主要用于存储系统平台及移动终端调查采集及质量核查整改后的动态变化性数据,是用于当前正在开展项目的实时交互性数据库,主要用于平台数据库的管理编辑与更新维护,并且实时与移动终端进行数据上传下载交互。系统数据库设计见图2。

1.4 系统功能模块设计

系统分为两个子系统:数据管理系统网页端及外业数据采集系统移动端。

数据管理系统是一套项目野外调查数据综合展示与管理平台。其功能包括登录认证、用户及权



图 1 系统总体设计图

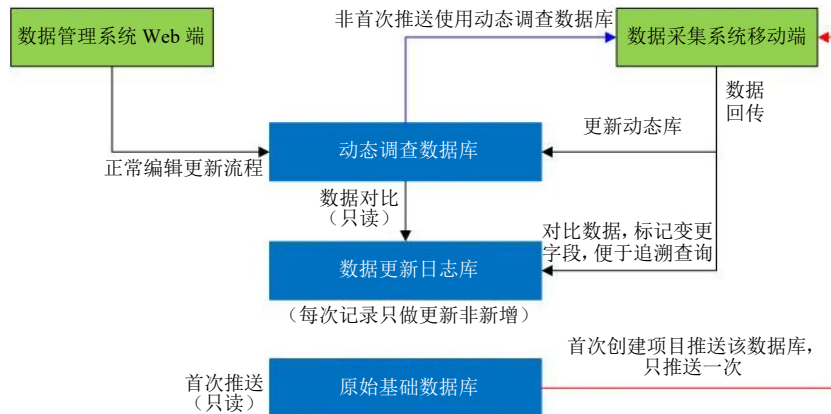


图 2 系统数据库结构设计图

限的分配、项目创建及任务下发、数据质量检查及成果生成, 分级分类一张图的数据查询与展示, 地图数

据管理、数据分享授权。数据管理系统具体功能见图 3。

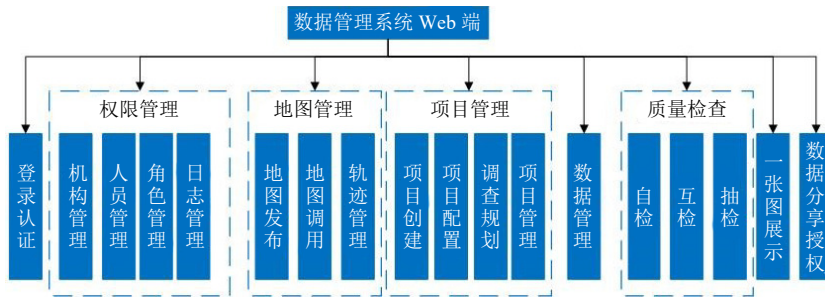


图 3 数据管理系统 Web 端功能架构

外业数据采集系统移动端采用移动 GIS、移动互联网技术, 集成地理、地质等基础图件和高精度遥感影像, 结合北斗/GPS 定位、AI 语音识别等技术手段和方法, 实现地质灾害调查数据在线推送、数据下载与查看、野外调查采集和数据成果上报, 为地质灾害野外调查技术人员提供快速、便捷、准确的定点、

导航、数据录入、实体勾绘、平剖面图绘制和多媒体信息采集等功能, 自动记录野外调查工作情况, 提升地质灾害数据采集数字化、规范化能力, 提高地质灾害野外调查工作效率和精度。外业数据采集移动端适用于操作系统为安卓的手机及平板设备。外业数据采集系统功能架构见图 4。

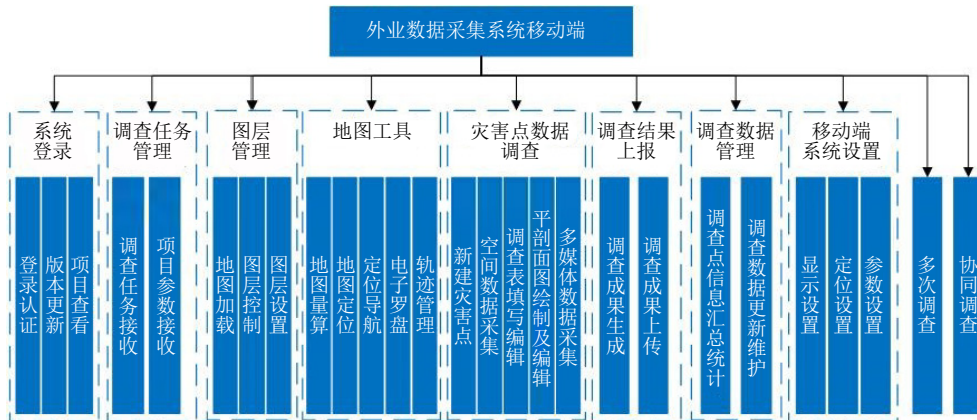


图 4 外业数据采集系统功能架构

2 系统功能

2.1 数据管理系统

数据管理系统实现环境地质调查外业原始数据的有机管理、查询及展示, 实现野外调查标准化作业及平台化管理。系统具有如下特点:

(1) 外业工作开展前, 实现调查工作部署、调查任务分配, 实现野外调查工作提前部署和统筹规划。项目规划配置界面见图 5。

(2) 外业工作开展中, 行政管理人员在系统上可及时掌握野外工作的进度, 方便调配人员和资源, 缩减工程和时间成本。技术管理人员在室内可适时查看回传至平台的外业数据(图 6), 方便及时对野外工作进行调整, 从野外作业关键环节进行技术质量

把控。

(3) 外业工作开展后, 系统实现对外业数据的统一管理(图 7), 形成了可利用的数据资源。

(4) 系统实现公共互联网和地矿业务专网两种网络环境下使用, 公共互联网提供生产项目外业采集上报及信息查询管理功能。地矿业务专网支撑生产单位内用户访问云南地质大数据服务平台地图数据资源数据相关的功能, 保障数据安全性。

2.2 外业数据采集系统

调查人员使用外业数据采集系统实现基础背景数据下载、野外数据采集、野外数据管理和野外数据上传数据管理系统。野外数据采集包括野外填图、野外定点、调查记录表填写, 平剖面图绘制、照片视频数据采集。系统具有如下特点:



图 5 项目规划配置界面



图 6 数据管理界面



图 7 外业调查数据一张图查询展示

(1) 野外调查实现野外数据动态采集、野外数据管理、数据一键上传云端的标准化作业。

(2) 面向综合地质调查多手段需求, 提供多模式数据采集流程。包含 GPS 定位、填表、多媒体数据采集、调查轨迹采集多种数据采集模式。

(3) 系统结合技术员的操作习惯进行设计, 采用“高弹性”理念设计调查表格(图 8), 方便野外记录, 提高工作效率。

(4) 系统支持在线和离线两种调查模式, 野外调查不受网络信号的影响。

(5) 系统包含强大的基础工具, 如坐标查询、距离量算、面积量算、坡度量算、导航等支撑野外调查。

(6) 野外采集系统为技术员提供多种地图及地图数据参考, 可查询基础地质数据、水文地质数据、土地利用数据、三区三线数据等。基础背景数据和图件查询界面见图 9。

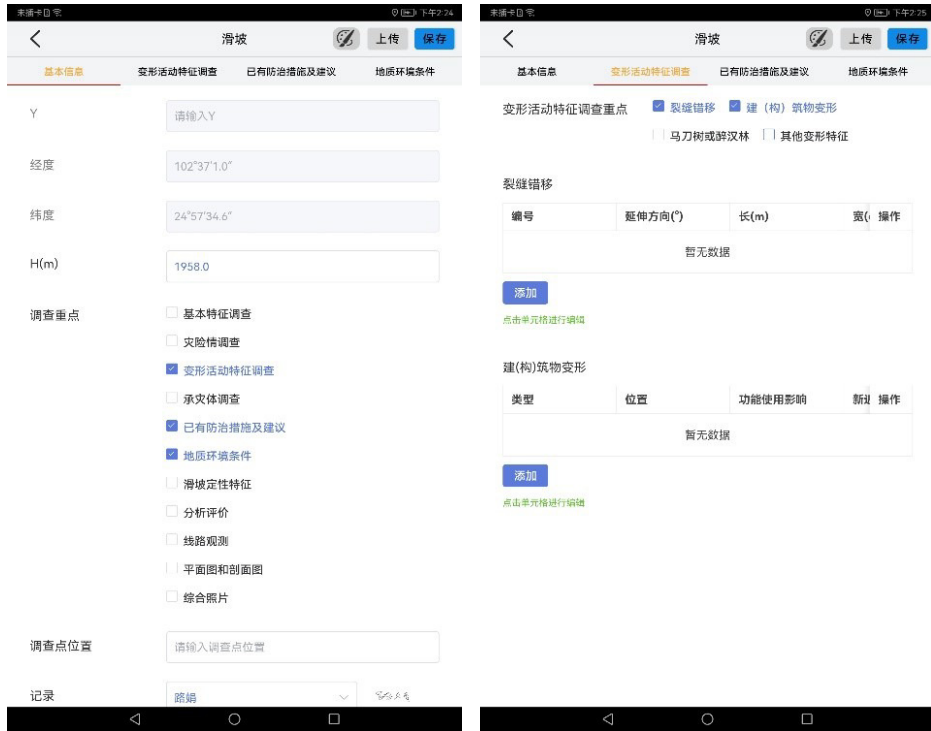


图 8 弹性动态添加调查表



图 9 基础背景数据和图件查询

3 系统应用

系统自 2023 年 9 月起,在我公司地质灾害危险性评估、地灾专项调查、地灾应急调查、驻县联乡技术支持服务、矿山生态修复调查共计 110 个项目中投入生产使用,应用效果较好(图 10)。系统运用后,

实现野外调查数据的实时汇总和调查工作的协同化,进一步提高野外调查人员的工作效率,降低野外调查成本,提升技术服务水平。系统将新技术运用于传统环境地质调查产业中,实现环境地质调查项目的数字化、标准化作业,及公司生产模式的转型升级。

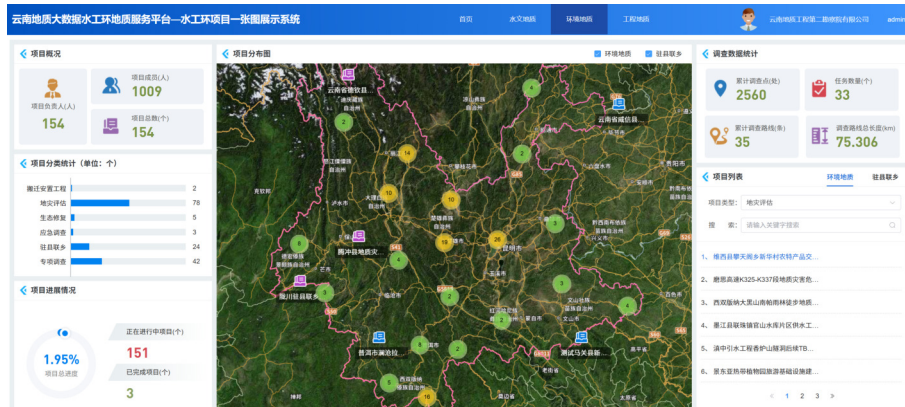


图 10 项目一张图展示

4 结语

环境地质调查数据采集与管理系统结合企业的生产作业模式和多元化需求定制开发,有效提升野外调查人员的工作效率,提升企业生态化支撑服务能力。下一步将对系统进行深入开发,由地质灾害调查向地质灾害勘查拓展,野外数据采集系统增加地质灾害勘查相关数据采集(钻孔编录、现场试验记录等),数据管理系统增加勘查图件(平面图、剖面图、钻孔柱状图、抽水试验成果图件)自动生成,数据统计分析等相关功能,实现地质灾害勘查从野外数据采集,与室内数据整理分析及勘查图件智能化输出的全流程标准化、信息化作业。

参考文献

- [1] 于琳,王海起,张志华.地质信息化建设研究进展与展望[J].中国地质调查,2023,10(2):1-8.
- [2] 谭永杰,施俊法,张阳明.中国地质调查局发展研究中心1999—2010成果巡礼[M].北京:地质出版社,2011:167-186.
- [3] 李超岭,李丰丹,刘畅,等.数字地质调查理论、技术方法与软件平台[M].北京:地质出版社,2016.
- [4] 李丰丹,刘畅,刘园园,等.地质调查智能空间框架构建与实践[J].地质论评,2019,65(增1):317-320.
- [5] 李超岭,李丰丹,吕霞,等.地质调查智能空间体系与架构[J].测绘学报,2015,44(增刊):143-151.
- [6] 李超岭,杨东来,李丰丹,等.中国数字地质调查系统的基本构架及其核心技术的实现[J].地质通报,2008,27(7):923-944.
- [7] 杨旭东,李媛,佟彬,等.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[J].中国地质灾害与防治学报,2016,27(4):93-96.