

GIS 技术在地矿资源测绘与信息管理中的运用

覃美芬

中国煤炭地质总局广西煤炭地质局

DOI:10.32629/gmsm.v9i3.2481

[摘要] 地矿资源测绘具有数据来源多、空间尺度差异大、更新周期不一致和成果服务对象复杂等特点。传统测绘成果以图件和报告为主,容易出现空间数据与属性资料分离、资源勘查与灾害监测衔接不足、成果更新滞后等问题。文章围绕GIS技术在地矿资源测绘与信息管理中的运用展开分析,从数据采集、图层组织、空间分析、数据库建设、动态监测和信息反馈等方面构建运用路径,并结合工程监测与治理管理场景,提出面向测绘成果管理、风险识别和业务决策的优化策略。研究认为,GIS运用的关键在于简单制图,而在于将资源、地形、工程、监测和预警数据纳入统一空间框架,形成可查询、可更新、可分析和可追溯的信息管理体系。

[关键词] GIS技术; 地矿资源测绘; 信息管理; 空间数据库; 监测预警

中图分类号: F416.1 **文献标识码:** A

The Application of GIS Technology in Geological and Mineral Resources Surveying and Information Management

Meifen Qin

Guangxi Coal Geology Bureau, China Coal Geology Administration

[Abstract] Surveying and mapping of geological and mineral resources involve multi-source data, different spatial scales and frequent information updates. This paper analyzes the application of GIS in resource mapping and information management from data acquisition, layer organization, spatial analysis, database construction, dynamic monitoring and feedback. Considering engineering monitoring and geological hazard control scenarios, an integrated application path is proposed. GIS should not be limited to map production. It should build a spatial framework that links resource data, terrain data, engineering records, monitoring results and warning information, so as to support query, update, analysis and traceable management.

[Key words] GIS technology; geological and mineral resource mapping; information management; spatial database; monitoring and warning

引言

地矿资源开发利用对测绘成果的依赖程度不断提高。矿体分布、地层岩性、断裂构造、地形地貌、水文地质、矿业权边界和工程治理状态都具有明确空间属性,若仅依靠静态图纸和分散台账进行管理,难以满足资源评价、开采规划、生态修复和灾害防控的连续需求。GIS技术以空间数据库为基础,能够把坐标位置、图形边界、属性字段和时间信息统一组织起来,使地矿测绘成果从单次成果交付转向全过程信息服务。已有研究指出,地理信息系统在地质矿产勘查中能够提升资料组织、空间判读和综合分析效率,为矿产资源勘查提供信息支撑^[1]。

当前地矿资源测绘面临的突出问题集中在三个方面。其一,多源数据之间坐标基准、比例尺、格式和精度标准不一致,造成成果拼接困难。其二,资源测绘、工程测量和地质灾害监测之间

存在业务割裂,测绘成果难以及时进入管理和预警环节。其三,部分信息平台偏重图形展示,缺少数据质量检查、版本更新和闭环反馈机制。基于此,本文以地矿资源测绘与信息管理为主线,分析GIS技术的运用逻辑,重点说明如何通过空间数据库、多源融合、动态监测和质量控制提升成果使用价值。

1 GIS技术在地矿资源测绘中的运用基础

1.1 数据采集与图层组织

地矿资源测绘首先需要完成空间数据的统一表达。野外测量、无人机航测、遥感影像、钻孔资料、物探成果、化探异常和既有地质图件进入GIS平台前,应完成坐标转换、精度检核、字段编码和元数据记录。点状数据可用于表达钻孔、采样点、监测点和矿业权拐点,线状数据可用于表达断裂、道路、沟谷和剖面线,面状数据可用于表达岩性分区、矿体边界、采空

区、生态修复区和地质灾害影响区。通过图层化组织,测绘成果能够按照资源、工程、环境和管理对象分类存储,避免同一数据在不同部门重复建库。相关研究对地理信息系统在地质矿产勘查中的运用进行了分析,认为其能够促进勘查资料管理和空间信息表达^[2]。

在实际入库环节,还应建立数据字典和编码规则。不同项目形成的钻孔、剖面、监测点和治理工程资料,只有在命名、坐标、字段和单位上保持一致,才能在后续查询、叠加和统计中直接调用。对缺项、错项和重复项进行前置清理,可以减少平台运行后的返工成本。

1.2 空间分析与资源识别

GIS的优势体现在空间关系计算和综合判读能力上。地矿资源测绘可利用叠加分析识别矿体分布与地层、构造、水系、交通和地貌条件之间的关系,利用缓冲区分析判断开采工程对居民点、水源地和生态敏感区的影响范围,利用坡度、坡向和高程分析辅助边坡稳定性评价,利用栅格插值表达矿化异常或地表变形的连续分布。对于资源潜力评价,可将地质构造、岩性组合、异常强度和工程揭露信息转化为评价因子,再按照统一网格或图斑进行综合分级。已有研究将GIS运用于地质矿产勘查,强调空间信息综合处理能够支撑资源识别、勘查部署和成果评价^[3]。

2 GIS支撑地矿信息管理的技术流程

2.1 数据标准化与空间数据库建设

地矿信息管理应以空间数据库为核心。数据库建设不宜只保存最终图件,还应纳入原始观测记录、处理参数、精度评价、检查结果和成果版本。属性字段应包括数据来源、采集时间、坐标系统、高程基准、比例尺、成果精度、责任人员和更新状态,使每一类测绘数据都能够被追溯。对于矿产资源信息,可建立矿体、矿点、矿权、钻孔、样品、储量估算和开采工程等专题表,并通过统一编码实现空间对象与属性台账关联。对于工程治理和环境监测信息,可建立监测点、边坡单元、预警阈值、治理措施和巡查记录等专题表,使测绘成果与管理业务直接对应。

2.2 一图一库与成果更新

GIS平台应形成一图一库的管理模式。一图强调资源分布、地形地貌、工程设施、监测点位和风险分区在同一底图上表达,一库强调空间数据、属性数据、文档资料和多期成果在同一数据库中维护。地矿资源测绘成果更新时,应先进入数据质检环节,核查坐标偏差、拓扑错误、属性缺项和图层命名,再进入版本管理。多期数据不能简单覆盖旧数据,应保留时间戳和变更说明,便于追踪矿区边界变化、工程进度变化和风险等级变化。地形地貌、项目位置与基础底图的叠合关系可通过统一空间框架展示,如图1所示。关于矿山地质测绘的研究指出,GIS数字测绘技术能够服务矿山资源勘查、信息管理和灾害监测预警^[4]。

3 GIS在地矿动态监测管理中的运用衔接

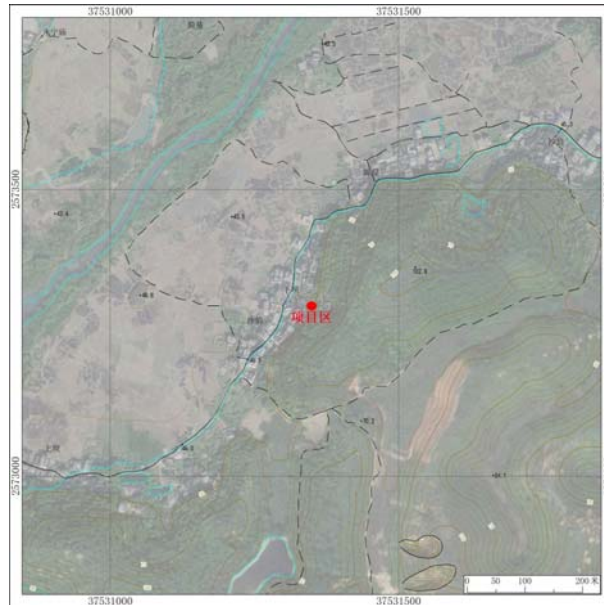


图1 GIS支持下地矿测绘区域地形地貌信息表达示意图

3.1 监测数据入库与风险表达

地矿资源测绘成果进入管理环节后,动态监测信息是连接空间表达与风险控制的重要纽带。相关工程方案通常将水平位移和竖向位移作为重点监测项目,监测周期以一个水文年为基本单位,并依据雨季和旱季差异安排监测频率。若这类信息只形成阶段性报告,难以及时支撑风险判断。更合理的做法是将基准点、监测点、治理工程、影响对象、预警阈值和每期观测成果全部纳入GIS数据库,形成点位图层、位移曲线、累计变化图和预警状态图。不同监测对象对应的GIS管理要素和运用价值可进一步归纳,如表1所示。GIS平台可按照监测点编号自动关联历史观测值,并通过颜色分级表达稳定、关注、预警和处置状态,从而把测绘数据转化为管理部门可直接使用的空间信息。

表1 三类治理监测资料对GIS信息管理的启示

项目类型	监测要素	阈值信息	GIS 管理启示
富回村至新地村崩塌治理	监测点共 8 个,监测水平位移和竖向位移,周期为 1 水文年,预计 19 次。	坡顶 J5 至 J8 累计值 50mm,其他点累计值 40mm,连续 3 天速率大于 2mm/d 触发报警。	建立监测点图层、阈值字段和影响对象关联表,用于坡顶与挡墙分区预警。
社学村湛村 37 号屋后不稳定斜坡	监测点共 2 个,布设于挡土墙,周期为 1 水文年,预计 19 次。	累计值 40mm,连续 3 天速率大于 2mm/d 触发报警,坡顶 60mm 一般预警,80mm 紧急预警。	以小尺度治理单元建库,突出居民建筑、挡墙和排水设施的空间关联。
马王村沙二组屋前滑坡	监测点共 4 个,布设于坡顶挡墙和坡底挡墙,周期为 1 水文年,预计 19 次。	所有点累计值 40mm,连续 3 天速率大于 2mm/d 触发报警,坡顶 60mm 一般预警,80mm 紧急预警。	将降雨汇流地形、治理结构和位移曲线叠加,形成灾害复发风险判别依据。

由表1可见,GIS信息管理的重点不是重复保存原始报告,而是将监测对象、空间点位、预警阈值和反馈状态转化为可检索、可统计、可更新的空间数据。

3.2 预警阈值与闭环反馈

监测信息进入GIS平台后,应建立阈值判断和反馈闭环。在工程监测场景中,累计位移40mm、50mm,连续3d位移速率大于2mm/d,或坡顶位移达到60mm、80mm等阈值,均可转化为GIS规则库中的基础字段。GIS平台可将阈值规则写入监测点属性表,对每期数据自动计算累计值、变化速率和预警等级,并在异常出现后生成复测、加密监测、现场核查和处置反馈记录。此时,信息管理不再停留于数据保存,而是形成采集、分析、预警、处置和更新的闭环。相关研究从矿产地质工程角度说明,GIS贯穿勘查、开采和环境监测全过程,具有数据管理和决策支撑价值^[5]。

4 运用优化策略

4.1 质量控制与权限管理

GIS技术在地矿测绘中的运用质量取决于数据治理水平。首先,应建立统一坐标基准和成果精度标准,对外业采集、影像解译、图件矢量化和数据库入库分别设置检查项。其次,应区分原始数据、处理数据和发布数据,避免未经审核的数据直接进入管理图层。再次,应对不同用户设置分级权限,测绘人员可进行数据编辑和精度维护,管理人员可进行查询、统计和专题制图,决策人员可查看综合评价和预警成果。对于涉密或敏感资源数据,还应设置访问日志和成果导出审批,保障地矿资源信息安全。

4.2 多源融合与服务共享

地矿资源信息管理应从单机化制图转向网络化服务。无人机影像、三维点云、遥感变化检测、地面测量和现场巡查记录可通过统一空间索引进入GIS平台,实现二维图层、三维模型和表格台账协同表达。对于矿产资源评价,可叠加矿体、构造、品位、储量和交通条件;对于工程监测,可叠加地形、治理结构、监测点、位移速率和影响对象;对于生态修复,可叠加土地利用、植被覆盖、水土流失和复垦工程进度。全球矿产资源信息系统相关研究也强调,资源信息系统建设需要总体设计、数据整合和关键技术支撑^[6]。

5 结论

GIS技术在地矿资源测绘与信息管理中的价值,主要体现在空间统一、数据集成、动态更新和辅助决策四个方面。通过点、线、面图层组织,地矿测绘成果能够从静态图件转化为可检索、可统计和可分析的空间数据。通过空间数据库建设,资源、工程、环境和监测信息能够实现编码关联和版本追溯。通过预警阈值、质量检查和反馈记录嵌入平台,测绘成果能够服务于资源评价、工程治理、灾害防控和生态修复。后续运用中,应进一步完善数据标准、更新机制、权限控制和多源融合方法,推动GIS平台从成果展示工具升级为地矿资源精细化管理和风险闭环控制的重要支撑。同时,平台应保留数据来源、处理人员和更新记录,确保成果复核和工程追责具有完整依据,并为后续成果复用提供基础支撑。

[参考文献]

- [1]侯海丽.地理信息系统及其在地质矿产勘查中的运用[J].世界有色金属,2023(11):82-84.
- [2]余明军.地理信息系统在地质矿产勘查中的应用分析[J].中国金属通报,2023(5):98-100.
- [3]陈艳,皇甫进娟,孙家柱.地理信息系统在地质矿产勘查中的应用[J].世界有色金属,2023(7):103-105.
- [4]彭为学,吴姝涵,汪洋.基于GIS数字测绘技术在矿山地质测绘中的应用[J].地矿测绘,2024,7(4):61-63.
- [5]张冰.地理信息系统在矿产地质工程中的应用[J].地矿测绘,2024,7(12):51-53.
- [6]何学洲,陈秀法,李玉龙.全球矿产资源信息系统总体设计思路与关键技术[J].地质通报,2025,44(8):1550-1567.

作者简介:

覃美芬(1990--),女,壮族,广西河池市人,本科,测绘工程师,研究方向:测绘。