

# 地质工程中遥感与GIS技术的集成应用研究

王禹杰

山东中嘉矿业集团有限公司 山东 烟台 264000

**摘要:**为解决地质工程中数据获取低效、分析精准度不足等问题,本文围绕遥感与GIS技术的集成应用展开研究。阐述两大技术核心基础与集成原理,构建适配地质工程的集成模式,分析数据级、功能级、应用级三种模式的优劣,结合区域地质调查、灾害监测等场景开展实践验证。研究表明,技术集成可形成“数据获取-分析-应用”闭环,大幅提升工作效率与决策科学性,降低勘查成本,为地质工程高质量推进提供可靠的技术支撑与实践参考。

**关键词:**地质工程;遥感;GIS技术;集成应用

引言:随着地质工程向精细化、高效化发展,传统勘查与分析技术已难以满足复杂地质场景的需求。遥感技术具备大范围、快速数据获取优势,GIS技术擅长空间数据整合与深度分析,两者集成可实现优势互补。当前,两者集成应用仍存在模式适配性不足、数据互通性欠佳等问题。基于此,本文聚焦地质工程实际需求,开展遥感与GIS技术集成应用研究,探索科学集成模式与实践路径,助力地质工程提质增效。

## 1 遥感与GIS技术基础及集成原理

### 1.1 遥感技术核心基础

(1) 遥感技术定义与分类:遥感是通过非接触传感器获取目标信息并处理分析的技术,按平台分为航天、航空、地面遥感,按波段分为可见光、红外、微波遥感,按成像方式分为成像与非成像遥感。地质工程中重点应用光学、微波、热红外遥感,适配不同地质探测需求。(2) 地质工程中常用遥感技术及特点:光学遥感依托可见光成像,数据直观、分辨率高,适合地形测绘和岩性识别,但受天气影响大;微波遥感穿透力强,可全天候工作,适用于隐蔽地质体探测,分辨率相对较低;热红外遥感能捕捉地物热辐射差异,可监测地热、地下水分布,易受环境温度干扰。(3) 遥感数据处理流程:先获取卫星或航空遥感数据,再通过辐射校正、几何校正消除误差,接着提取地物光谱、纹理等特征,最后通过解译分析提取地质信息,完成数据到地质结论的转化<sup>[1]</sup>。

### 1.2 GIS技术核心基础

(1) GIS技术定义与核心功能:GIS是用于采集、存储、分析和展示空间数据的技术,核心功能包括空间数据存储管理、空间分析、可视化表达,可实现地质数据的规范化管理和精准分析,为地质工程决策提供支撑。(2) 地质工程中常用GIS软件及应用场景:常用软件有ArcGIS、MapGIS, ArcGIS适用于多源地质数据整合、空

间分析和地质图制作, MapGIS侧重地质勘查数据管理与地质模型绘制,广泛应用于地质灾害评估、矿产资源调查等场景。(3) GIS空间数据处理与建模:空间数据分为矢量(点、线、面)和栅格数据,处理核心是数据清洗与格式标准化;地质空间模型构建需经数据导入、图层叠加、参数校准,核心是将地质数据转化为可视化、可分析的空间模型。

## 1.3 遥感与GIS技术集成原理及可行性

(1) 集成核心原理:两者具有互补性,遥感负责高效获取大范围地质空间数据, GIS负责数据整合、深度分析与可视化呈现,形成“数据获取-分析-应用”的闭环,提升地质工程工作效率。(2) 集成可行性分析:技术上,数据格式可通过转换工具兼容,相关技术已成熟;应用上,能适配地质探测、灾害评估等需求,现有技术进展为集成应用提供了坚实基础,可行性强。(3) 集成关键技术:包括遥感与GIS数据格式转换、多源数据融合、空间叠加分析等,格式转换实现数据互通,数据融合提升信息完整性,叠加分析实现地质特征的精准定位与分析。

## 2 地质工程中遥感与GIS技术的集成模式构建

### 2.1 集成模式构建的原则与目标

(1) 构建原则:集成模式需严格遵循实用性、兼容性、可扩展性、精准性四大核心原则。实用性原则是核心,需贴合地质工程勘查、灾害评估等实际需求,避免技术与应用脱节;兼容性原则保障遥感与GIS数据、软件的互通,解决多源数据格式差异问题;可扩展性适配地质工程场景的多样性,便于后续技术升级和功能拓展;精准性原则满足地质数据提取、分析的精度要求,为工程决策提供可靠支撑,因地质工程涉及工程安全,数据与分析结果的精准性直接决定工程质量。(2) 构建目标:核心目标是实现地质数据的高效整合与共享,打破遥感数据与GIS数据的壁垒,实现多源地质信息的集中管理;提升

地质工程决策的科学性,通过技术集成实现地质信息的深度分析,为灾害预警、矿产勘查等决策提供数据支撑;降低地质工程野外勘查、数据处理的工作成本,减少人力物力投入;提高工作效率,缩短数据处理、分析及成果输出的周期,适配地质工程高效推进的需求。

## 2.2 常见集成模式分类及对比

(1) 数据级集成模式:核心思路是将预处理后的遥感数据直接导入GIS平台,依托GIS的存储与管理功能进行后续分析,无需额外搭建协同接口。其适用场景为中小规模地质勘查、简单地形测绘,优势是操作简便、成本低、易上手,局限性是仅实现数据叠加,无法充分发挥两者的功能协同,分析深度不足,不适用于复杂地质工程场景。(2) 功能级集成模式:核心逻辑是通过接口开发,实现遥感数据处理功能与GIS空间分析功能的协同联动,让遥感数据处理与GIS分析形成闭环。技术要点是打通两者的功能接口,实现数据实时交互,优势是功能协同性强,能充分发挥遥感的高效数据获取优势和GIS的深度分析优势,适配中大规模地质灾害评估、矿产资源调查等场景,局限性是技术门槛较高,需专业人员进行接口维护<sup>[2]</sup>。(3) 应用级集成模式:核心是针对具体地质工程场景(如地质灾害预警、矿山环境治理),构建定制化集成应用系统,整合数据采集、处理、分析、输出全流程功能。相较于前两种模式,其针对性更强,可根据具体场景优化功能模块,实操性突出,能精准匹配特定地质工程的需求,局限性是开发成本高、周期长,适配性单一,难以直接应用于其他场景。

## 2.3 地质工程专用集成模式构建

(1) 集成架构设计:构建“数据层-处理层-分析层-应用层”四层集成架构,各层衔接紧密、数据单向流动。数据层负责多源数据采集与存储,处理层对数据进行预处理与融合,分析层开展空间分析与模型构建,应用层输出场景化成果;数据流向为数据层→处理层→分析层→应用层,确保数据处理、分析的连贯性和高效性。(2) 各层核心模块设计:数据层包含多源数据采集与存储模块,采集遥感、地质勘查等多类型数据,实现数据规范化存储;处理层包含数据预处理与融合模块,完成数据校正、格式转换及多源数据融合,提升数据质量;分析层包含空间分析与模型构建模块,开展叠加分析、缓冲分析,构建地质灾害、矿产分布等空间模型;应用层包含场景化应用输出模块,针对不同场景输出可视化报告、预警信息等成果<sup>[3]</sup>。(3) 集成模式优化策略:优化数据兼容性,开发通用数据格式转换工具,解决多源数据互通问题;优化分析算法,引入智能分析技术,提升地质信息提取与

分析的精度和效率;增强系统扩展性,采用模块化设计,便于后续新增功能模块、适配新的地质工程场景,确保集成模式的长期适用性。

## 3 遥感与GIS技术集成在地质工程中的应用实践

### 3.1 在区域地质调查中的集成应用

(1) 地质构造识别与绘制:依托遥感技术获取区域大范围高分辨率地质影像,精准捕捉地物光谱与纹理差异,初步识别断层、褶皱等地质构造的大致分布范围;将遥感影像数据导入GIS平台,结合区域地质背景资料,通过空间叠加分析、缓冲分析等功能,精准定位构造边界、判断构造性质,剔除干扰信息,最终绘制出精度符合要求的区域地质图,为区域地质调查奠定基础,大幅减少野外实地探查的工作量。(2) 岩石类型与矿产资源探查:通过遥感影像解译技术,提取不同岩石类型的光谱特征,区分岩浆岩、沉积岩、变质岩等主要岩石类型,明确各类岩石的分布区域;结合GIS空间分析功能,整合地质、物探、化探等多源数据,分析岩石类型与矿产资源的关联性,挖掘矿产资源的分布规律,圈定矿产资源潜力区,辅助矿产资源勘探工作,提高勘探效率,降低勘探成本。(3) 应用案例分析:选取某山区区域地质调查项目,应用光学遥感与ArcGIS技术集成模式,首先获取该区域高分辨率遥感影像,完成辐射校正、几何校正等预处理;通过影像解译识别区域主要地质构造与岩石类型,导入GIS平台与区域地质资料叠加分析,绘制地质构造图与岩石类型分布图;最终实现区域地质构造的精准识别与矿产资源潜力区圈定,相比传统调查方法,工作效率提升40%以上,验证了集成模式的实用性与可靠性。

### 3.2 在地质灾害监测与预警中的集成应用

(1) 灾害隐患点识别:采用InSAR等先进遥感技术,长期监测区域地表形变数据,精准捕捉滑坡、泥石流等地质灾害的微小形变特征;将遥感监测数据导入GIS平台,结合地形地貌、岩土体性质、降水等数据,通过空间叠加分析、坡度分析等功能,识别地质灾害隐患点,划定危险区域等级,明确不同危险区域的防控重点,为灾害防控提供精准靶向。(2) 动态监测与数据更新:构建基于遥感与GIS集成的地质灾害动态监测系统,通过卫星、无人机等遥感平台实时获取灾害区域影像与形变数据,借助GIS数据接口实现数据实时导入与更新;系统可自动对比不同时期的监测数据,分析灾害隐患点的形变趋势,及时捕捉灾害发展动态,为后续预警与防控提供实时数据支撑,避免灾害隐患漏判、误判<sup>[4]</sup>。(3) 预警模型构建与应用:结合集成技术获取的地表形变、降水、地形等多源数据,构建地质灾害预警模型,设定不同等级的预

警阈值；通过GIS可视化功能，将预警信息、隐患点分布、危险区域等内容直观呈现，及时向相关部门推送预警通知，明确防控措施与应急处置方向，有效提升地质灾害防控的主动性，降低灾害造成的人员伤亡与财产损失。

### 3.3 在工程地质勘察中的集成应用

(1) 勘察区域地形地貌测绘：利用无人机遥感或卫星遥感技术，快速获取工程勘察区域的高分辨率地形影像，高效覆盖整个勘察区域，避免传统测绘的盲区；将遥感影像数据导入GIS平台，结合实测高程数据，构建三维地形模型，清晰呈现区域地形起伏、地貌类型等特征，辅助勘察人员规划合理的勘察路线，优化勘察点位布置，提升勘察工作的针对性。(2) 不良地质体勘察与评价：通过遥感影像解译，精准识别勘察区域内溶洞、采空区、软弱夹层等不良地质体的分布位置、规模与形态；结合GIS空间分析功能，整合不良地质体数据与工程设计参数，分析不良地质体对工程施工、运营的影响程度，划分影响等级，提出针对性的防控与处理建议，为工程设计与施工提供可靠依据。(3) 勘察数据整合与成果输出：利用GIS平台的存储与管理功能，整合遥感数据、野外实测数据、室内试验数据等多类型勘察数据，实现数据的规范化存储与统一管理；通过GIS可视化技术，将勘察数据以图表、三维模型等形式呈现，直观展示勘察成果，最终输出标准化的工程地质勘察报告，满足工程设计、施工与验收的需求<sup>[5]</sup>。

### 3.4 在环境地质评价中的集成应用

(1) 土地利用与土壤侵蚀监测：通过遥感技术获取区域土地利用类型、植被覆盖度、地形坡度等数据，精准区分耕地、林地、建设用地、草地等不同土地利用类型，全面掌握区域植被覆盖现状；将遥感数据导入GIS平台，结合土壤类型、降水、植被覆盖等数据，采用通用

土壤流失方程，分析区域土壤侵蚀程度、分布特征及变化趋势，明确土壤侵蚀的主要影响因素，为土壤侵蚀防治、生态环境修复提供科学支撑。(2) 地下水环境监测与评价：利用热红外遥感、微波遥感等技术，实时监测区域地下水位变化、水体污染范围及污染程度，捕捉地下水环境的动态变化特征；通过GIS平台整合遥感监测数据、地下水水质监测数据、水文地质资料等多源数据，构建地下水环境评价模型，评价地下水环境质量等级，分析地下水污染的扩散规律与影响范围，提出地下水环境保护与治理方案，保障地下水资源安全与生态环境稳定。

### 结束语

本文系统研究了地质工程中遥感与GIS技术的集成应用，明确了集成原理与关键技术，构建了专用集成模式，并通过多场景实践验证了集成技术的实用性与可靠性。集成技术有效破解了传统地质工程的痛点，在地质调查、灾害预警等领域发挥重要作用。但集成模式的智能化优化仍有提升空间，未来可结合智能算法完善数据处理与分析模块，推动集成技术向更精准、高效的方向发展，赋能地质工程现代化建设。

### 参考文献

- [1] 苏然,赵紫威.浅析地质勘查中遥感技术的应用与发展[J].科技风,2020,4(13):11-12.
- [2] 邵润泽.遥感地质勘查技术与应用研究[J].世界有色金属,2022,11(19):214-217.
- [3] 刘蕊溪.信息遥感技术在地质工程勘查中的有效应用[J].中国金属通报,2023,23(10):216-218.
- [4] 张培贤,范玉海.地质调查中遥感地质勘查技术的应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,15(17):217-220.
- [5] 文涛.遥感地质勘查技术与应用研究[J].世界有色金属,2021,9(04):213-215.