

测绘地理信息技术在地质矿产勘查中的应用研究

阿旺达曲 索朗边旦

西藏地质三队地矿有限公司 西藏 拉萨 850000

摘要: 为优化地质矿产勘查作业模式,提升矿产资源探测精准度与作业效率,本文立足于矿产勘查行业发展现状,剖析传统勘查技术存在的局限性,以主流测绘地理信息技术为研究载体,梳理 GNSS、遥感技术、地理信息系统、三维激光扫描等技术的技术特性。结合地质矿产勘查全作业流程,探究各类技术在地质填图、地质构造解析、矿产信息提取、矿体空间分析等环节的适配方式,总结技术应用中的现存短板,从技术融合、数据优化、硬件升级等维度提出优化改进方向。研究旨在完善测绘地理信息技术应用体系,为复杂地质环境下的矿产勘查工作提供技术理论支撑,推动矿产勘查行业向智能化、精细化方向迭代发展。

关键词: 测绘地理信息技术;地质矿产勘查;空间数据分析;三维建模;遥感探测

引言: 矿产资源是工业生产必不可少的物质条件,勘查工作的质量,会直接影响矿产资源的开发利用效果;我国地质构造较为繁杂,各地地貌与地层结构区别较大,这就给矿产勘查工作增添了不少难度。传统勘查大多依靠人工实地勘测采集数据,勘测精度一般,数据整理能力也有所欠缺,并不适合深部矿区以及复杂地形的勘查作业。随着空间信息技术不断完善,测绘地理信息技术逐渐应用在矿产勘查工作中,该技术凭借定位、影像分析、数据建模等能力,改善了传统勘查的技术缺陷;本文研究该类技术的应用逻辑,总结应用痛点并给出优化方案,为矿产勘查数字化发展提供基础参考。

1 地质矿产勘查与测绘地理信息技术概述

地质矿产勘查,是一项专业性较强的技术工作;工作人员需要结合地质基础理论,搭配相关探测手段,以此分析区域地层、岩石以及地质构造的基本特征,用来判断矿产分布位置、储存规模以及埋藏形态。该项工作主要包含前期勘测、数据解析、矿体判断、资源评估等作业环节,同时对数据准确度、空间逻辑关系以及分析专业程度,都有着较高要求。测绘地理信息技术,是以空间数据为基础的综合技术体系,工作人员可利用该技术采集、处理并分析地表与地下的地质资料。对比传统勘查方式,该技术探测范围更广,数据采集流程也更为连贯,还能够识别出细微的地质异常;目前常用的技术有 GNSS 定位、遥感影像、地理信息系统与三维激光扫描,各类技术可以单独使用,也能够互补配合。在实际勘查作业中,工作人员可组合多种技术采集多维地质数据,减少人工勘测产生的主观误差,提升勘查工作的整体规范性,使其适配各类复杂的地质勘查环境^[1]。

2 地质矿产勘查中主流测绘地理信息技术分类及原理

2.1 GNSS 高精度定位技术

GNSS 高精度定位技术是依托卫星导航系统实现空间点位精准测算的测绘技术,通过接收多颗导航卫星传输的信号,解译勘测点位的三维空间坐标,具备全天候、全地形、高精度作业优势。该技术摒弃传统光学测绘设备的作业限制,无需依托通视条件完成数据采集,能够适配山地、荒漠、沟壑等复杂地貌的勘查场景。在地质矿产勘查作业中,技术核心作用为空间基准构建,可为地质测点、勘探工程、地质界线提供精准坐标参数。依托差分定位优化算法,可弱化大气折射、卫星轨道偏差带来的测算误差,将定位精度控制在毫米级范畴。同时该技术可实现动态连续定位,实时追踪勘测点位位移变化,为地质构造活动性研判、矿体边界标定提供精准空间数据支撑,是矿产勘查基础测绘工作的核心技术。

2.2 遥感探测技术

在遥感探测技术的作业过程中,工作人员一般借助传感设备,收集地表物体反射、发散出来的电磁波信号;设备能够把这类信号转换为可视影像,再结合不同地物的光谱特点,完成地质信息的判读工作。岩石、矿体以及蚀变岩层,往往会表现出不一样的光谱反馈,传感器可以精准捕捉这类细小差别,从而完成大面积区域的地质排查工作。该技术的探测尺度比较灵活,既能开展大范围的宏观地质普查,也能对局部矿区做精细探测,还具备采集速度快、非接触探测、探测范围宽泛等优点。在矿产勘查工作里,工作人员常将其用于岩层区分、构造识别以及矿化蚀变区域提取;依托多类光谱处

理手段,去除植被、地形带来的干扰,突出地质异常信息,方便工作人员筛选成矿潜力区域,缩小勘查作业范围,以此减少不必要的勘测投入^[2]。

2.3 地理信息系统技术

地理信息系统,是一类多功能空间处理系统,工作人员能够借助该软件完成数据保存、编辑、计算以及制图等工作;它将空间数据库作为运行基础,可以整合勘查作业里产生的坐标点位、地层参数、物化探测等各类地质资料。该系统有着不错的空间计算水平,能够运用叠加处理、缓冲区分析、拓扑运算等方式,找出不同地质数据之间的内在联系。区别于普通存储工具,它可以对地质资料进行可视化管理,将晦涩的原始数据,转化为通俗易懂的二维专题图、空间分布图。在矿产勘查工作中,工作人员可搭建专属地质数据库,统筹整理地层、构造、矿产等相关资料;以此辅助人员分析成矿规律,探究构造与矿体埋藏的关联,为矿产评估、勘查方案优化提供基础数据支持。

2.4 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术,是一种无接触的主动测绘手段;工作人员可利用设备发射激光束,对探测区域进行扫描,快速采集地表和岩体表面的海量点云数据,以此还原探测区域的空间形态与表面纹理。该技术扫描速度快,采样点位也较为密集,能够捕捉岩体缝隙、岩层褶皱等细微地质样貌,弥补了传统测绘在复杂地形刻画上的不足。工作人员对采集到的点云数据做降噪、拼接以及重构处理后,便可生成精度较高的三维地质模型。在矿产勘查工作中,该技术常用来测绘矿区地形、模拟矿体形态,为矿产储量核算、勘查工程布置提供直观的三维数据参考。

3 测绘地理信息技术在地质矿产勘查中的具体应用

3.1 基础地质测绘中的应用

基础地质测绘,可以算作矿产勘查前期的基础性工作;工作人员需要探明区域内部的地层排布、地质构造以及地形特点,以此搭建完整的区域地质框架,从而为后续的矿产探测工作做好铺垫。传统测绘方式大多依靠人工野外踏勘完成作业,整体工作效率偏低,而且在地形复杂的区域还容易出现勘测死角,很难保证采集数据的完整程度。测绘地理信息技术的投入使用,在很大程度上优化了传统测绘作业模式;工作人员能够利用 GNSS 技术建立统一的空间坐标标准,精准标记地质界线、构造点位以及采样位置,保障测绘数据的一致性,避免不同勘测阶段出现坐标偏差。遥感技术可以凭借多尺度影

像完成大面积测绘工作,通过影像判读区分岩性种类,识别褶皱、断裂等地质构造,快速绘制简易地质草图,减少野外勘测的工作量。对于陡峭岩壁与裸露岩体,工作人员可使用三维激光扫描技术开展精细测绘,记录岩体表面形态;再结合地理信息系统汇总全部测绘数据,修正野外作业产生的误差,优化地质图纸的绘制精度,为后续成矿条件分析提供可靠的基础资料^[3]。

3.2 成矿有利信息提取与靶区圈定

工作人员一般依靠成矿信息,来筛选矿产富集地段,同时确定勘查工作的重点方向;地层岩性、地质构造以及岩石蚀变情况,都可以作为判断成矿潜力的参考依据。在传统勘查模式当中,工作人员主要依靠肉眼和经验判别各类成矿信息,人为主观偏差较大,一些细微的异常地质信号容易被遗漏,这也会降低靶区划定的准确程度。测绘地理信息技术,能够依托数字化分析手段,更加客观、精准地提取成矿信息;工作人员可利用遥感技术的光谱识别能力,捕捉褐铁矿化、绢云母化等常见蚀变现象,借助影像增强处理手段,削弱外界环境带来的干扰,判断蚀变区域和成矿作用之间的联系。地理信息系统可以整合地层、构造、物化探测等多项数据,搭建综合分析模型,用来判断断裂交汇、岩层接触面等有利成矿位置;再搭配 GNSS 定位标注异常区域坐标,剔除无效数据,筛选优质成矿地段。这种方式能够有效缩小勘查范围,提升后续矿产找矿工作的整体成功率。

3.3 复杂地质矿区精细化勘查

国内不少矿产都埋藏在山地、高寒、戈壁这类特殊区域,这些区域的地形起伏明显,岩层结构较为破碎,自然作业条件也相对恶劣;工作人员开展人工勘测时,不仅存在一定安全风险,数据采集工作也难以推进,传统勘查手段很难完成精细探测。测绘地理信息技术有着不错的环境适应能力,能够不受复杂地形的限制,开展高精度勘查作业。工作人员可在地势陡峭的裸露矿区,使用无人机搭载激光扫描设备,以无接触的方式采集数据,既能规避野外作业风险,也能完整收集矿区地形与岩体结构信息,清晰还原地表起伏以及岩层分布状态。对于深埋地下的隐蔽矿区,工作人员可以结合遥感探测与地磁检测数据,分析地下地层结构,推测隐性断裂、岩体的分布范围,以此判断深部矿体的埋藏概率。GNSS 技术还能在复杂矿区持续定位,不易受天气、地形遮挡影响,精准标定勘探点位,为钻探、坑探施工提供空间依据;多种技术相互配合,能够完善复杂矿区的地质资料,实现精细化、全方位的勘查作业^[4]。

3.4 矿体三维建模与储量测算

在矿产勘查工作当中,矿体形态刻画与储量核算属于十分关键的工作内容,测算得出的数据,也会在很大程度上影响矿产开发方案的编制工作,因此该项工作对数据准确度有着严格要求。以往的储量计算大多依靠二维地质图纸,搭配简易估算方法完成测算,很难直观反映矿体的地下埋藏情况,测算结果往往存在较大误差。工作人员可以借助测绘地理信息技术搭建三维地质模型,以此实现矿体可视化分析,同时完成精准储量计算;一般会利用三维激光扫描、无人机航测等手段,采集矿区地表与勘探工程内部的空间信息,确定矿体边界、岩层厚度等基础参数。工作人员依托地理信息系统重构数据,结合钻探、采样检测资料建立实体三维模型,能够直观观察矿体延伸状态、厚度变化以及围岩接触情况。三维模型自带空间计算功能,可统计矿体体积、矿石密度等指标,完成分级储量测算;该方式能够减少人工计算带来的误差,还可以随时更新数据优化模型,持续提升测算精度,为矿产评价、开采规划编制提供可靠的数据支撑。

3.5 勘查数据整合与长效管控

地质矿产勘查的全过程,会产生种类繁多的地质资料,其中包含坐标点位、影像图片、岩石检测、构造分析等各类数据;这类资料格式杂乱,储存方式也并不统一,如果工作人员采用传统纸质存档的模式,很容易出现资料破损、丢失、查找困难等问题,很难做到数据二次利用。地理信息系统有着良好的数据管理能力,工作人员可依靠该软件搭建专属矿区地质数据库,用来汇总、整理各类勘查资料。该数据库能够兼容多种数据格式,工作人员可以按照地层、构造、矿产、勘探工程等类别,对资料进行归类存档;系统还支持资料查询、调取、修改与备份,能够大幅缩短工作人员整理数据的时间。

不仅如此,工作人员还可以持续向数据库录入新增勘测资料,不断完善地质档案。平台自带的数据共享功能,能够方便资料内部流转,满足勘查、资源评价、开采规划等不同工作的使用需求;以此搭建长效数字化管理体系,提高地质数据的利用价值,助力矿产勘查行业完成数字化升级^[5]。

结束语:测绘地理信息技术具备精度高、数字化程度好等诸多优势;该技术改良了传统矿产勘查的作业方式,同时改善了老式技术勘测误差大、环境适配能力弱、数据管理不完善等各类问题。本文逐一介绍了GNSS、遥感、地理信息系统等常用技术,结合勘查工作流程,分析这类技术在地质测绘、靶区筛选、矿体建模等环节中的实际用法。多种技术相互配合,可以提高勘查工作的效率与数据准确度,也能够适配复杂矿区的作业环境。后续工作人员还需要优化技术搭配方式,改进数据处理算法,提升探测设备性能;以此完善勘查工作体系,合理开发矿产资源,为地质矿产行业的稳定发展提供技术支持。

参考文献

- [1] 王海荣,霍燕.地质矿产勘查中的数字化与信息化技术应用研究[J].西部资源,2026(2):102-104.
- [2] 代华.测绘地理信息技术在地质工程测绘中的应用研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(2):49-51.
- [3] 杜海涛,韩湘峰,赵雷.地质矿产勘查中的数字化与信息化技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(1):001-004.
- [4] 余华杰.数字化与信息化技术在地质矿产勘查中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(4):139-142.
- [5] 吴振英.地质矿产勘查中的数字化与信息化技术应用研究[J].数字通信世界,2025(2):24-26.