

# 地质勘查技术在矿山地质工程中的应用

张民强

新疆喀拉通克矿业有限责任公司 新疆 阿勒泰 836100

**摘要:** 地质勘查技术贯穿矿山地质工程全流程, 涵盖遥感、物探、化探、钻探等多种技术类型。本文详细阐述各类技术原理及其在矿山规划、开采准备、开采实施、闭坑治理等阶段的具体应用, 分析多技术融合、数据整合、技术适配及标准化建设等协同优化路径。通过合理应用地质勘查技术, 可获取精准地质信息, 为矿山工程各环节提供科学依据, 提升工程整体质量与管理水平, 保障矿山建设、生产及闭矿工作有序推进, 实现资源开发与地质环境管控的协调统一。

**关键词:** 地质勘查技术; 矿山地质工程; 技术原理; 阶段应用; 协同优化

引言: 矿山地质工程涉及矿山建设、生产及闭矿全流程, 涵盖地质条件分析、资源开采、隐患防控等多项核心内容。精准的地质信息是矿山地质工程有序推进的基础支撑, 而地质勘查技术作为获取地质信息的关键手段, 其重要性不言而喻。地质勘查技术种类繁多, 包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质及矿产资源勘查技术等, 具备精准性、针对性与系统性特点。不同勘查技术适配不同地质条件与需求, 合理应用可破解地质信息不对称难题, 为矿山工程提供可靠数据, 保障工程科学性与安全性。

## 1 矿山地质工程与地质勘查技术的基础关联

### 1.1 矿山地质工程的核心内涵与勘查需求

矿山地质工程聚焦矿山建设、生产及闭矿全流程的地质相关工作, 核心围绕矿产资源开发利用与地质环境管控展开, 涵盖地质条件分析、资源合理开采、地质隐患防控等核心内容<sup>[1]</sup>。矿山地质工程的有序推进, 离不开精准的地质信息支撑, 勘查需求贯穿全流程, 需明确地层岩性、地质构造、水文地质等基础地质条件, 掌握矿产资源分布范围、赋存状态及储量情况, 排查开采过程中可能出现的地质风险, 为矿山工程设计、施工及后期管理提供可靠的地质数据支撑, 保障工程推进的科学性与安全性。

### 1.2 地质勘查技术的分类与基本特征

地质勘查技术可根据勘查对象与技术原理分为多个类别, 主要包括地形地貌勘查技术、地层岩性勘查技术、地质构造勘查技术、水文地质勘查技术及矿产资源勘查技术等。各类勘查技术具备鲜明的基本特征, 整体呈现精准性、针对性与系统性的特点, 能够通过专业技术手段捕捉地质体的具体参数与变化规律。不同勘查技术适配不同的地质条件与勘查需求, 可单独应用也可组合使

用, 依托专业设备与技术方法, 实现对地质信息的精准采集、分析与梳理, 为各类工程提供基础地质数据。

### 1.3 地质勘查技术在矿山地质工程中的应用价值

地质勘查技术是矿山地质工程开展的核心技术支撑, 其应用价值体现在矿山工程全流程。通过地质勘查技术获取的基础地质数据, 能够为矿山选址、开拓系统设计提供科学依据, 优化工程设计方案, 降低工程建设成本。在矿山生产阶段, 勘查技术可动态跟踪矿产资源储量变化与地质条件演变, 指导开采工艺调整, 提升资源开采效率, 同时排查地质隐患, 保障生产安全。在矿山闭矿阶段, 勘查技术可摸清闭矿区域地质环境现状, 为地质恢复与隐患治理提供数据支撑, 推动矿山工程绿色可持续发展。勘查技术的合理应用, 能够衔接矿山地质工程各环节, 破解地质信息不对称难题, 提升工程整体质量与管理水平。

## 2 矿山地质勘查的核心技术类型及应用原理

### 2.1 遥感勘查技术的应用原理

遥感勘查技术依托电磁波传播与反射特性开展工作, 通过航空或卫星遥感设备捕捉矿山区域地表及地下浅层地质体的电磁波信号。不同地质体的物质组成、结构差异会导致电磁波反射、吸收、透射特征不同, 技术通过接收并解析这些差异化信号, 转化为可识别的图像信息, 实现地质体分布、地表地貌及地质异常的间接识别。该技术利用电磁波的传播规律, 突破地表覆盖物限制, 可快速获取大范围矿山地质信息, 其原理契合遥感地质勘查的基础理论, 为矿山区域地质背景梳理提供高效技术支撑。

### 2.2 地球物理勘查技术的应用原理

地球物理勘查技术基于地球内部不同地质体的物理性质差异开展勘查, 核心是通过专用设备检测地质体的

重力、磁力、电性、弹性等物理参数<sup>[2]</sup>。不同类型地质体、矿产资源与围岩的物理参数存在显著差异,技术通过捕捉这些参数变化,分析参数异常分布特征,反推地下地质体的形态、规模及分布规律。通过对物理场的精准探测与解析,间接判断地下地质构造、矿产资源赋存及潜在地质隐患,其原理源于地球物理学基本理论,是矿山地下地质信息探测的核心技术手段。

### 2.3 地球化学勘查技术的应用原理

地球化学勘查技术以地质体中元素的分布规律与迁移特性为核心原理,依托地球化学找矿理论,通过系统采集矿山区域内土壤、岩石、水体、植被等各类样品,采用专业检测方法测定样品中各类元素的含量、赋存形态及分布特征。矿产资源在形成、迁移及富集过程中,会导致周边地质介质中相关指示元素出现异常富集或贫化现象,技术通过捕捉这些地球化学异常,结合元素迁移演化规律,反推矿产资源的赋存位置、分布范围及富集程度,为矿产资源精准勘查提供关键线索。

### 2.4 钻探与坑探勘查技术的应用原理

钻探技术通过专用钻探设备,以机械钻进方式向地下钻进钻孔,突破地表及浅层地质体限制,获取地下不同深度的岩心、岩屑、矿粉及钻孔测井数据,直接掌握地下地质体的岩性组成、岩层厚度、产状特征及矿产资源赋存细节,核心是通过实物取样与原位观测实现地下地质信息的直接获取。坑探技术则通过人工或机械开挖坑、槽、井、巷等工程,直接揭露地下地质体,直观观察地质构造形态、矿体产状、围岩性质及矿化特征,核心是通过直接接触地质体获取最真实、最直观的地质资料。两种技术相辅相成,是验证间接勘查结果、明确地下地质细节的关键手段,贴合矿山地质勘查的实际需求。

### 2.5 测试分析类勘查技术的应用原理

测试分析类勘查技术以物质成分与微观结构分析为核心,依托分析化学、矿物学、岩石学等基础理论,对钻探、坑探及地表采集的岩心、岩屑、土壤、水体等样品进行精准检测分析。通过化学分析、光谱分析、显微分析、同位素分析等专业方法,精准测定样品的物质组成、元素含量、矿物种类及微观结构特征,解读样品所承载的地质演化、矿产资源品位及地质环境质量等关键信息<sup>[3]</sup>。该技术将实物样品转化为可量化、可解读的地质数据,弥补间接勘查技术的局限性,为矿山地质勘查决策、资源评价及后续工程开展提供精准、可靠的技术支撑。

## 3 地质勘查技术在矿山地质工程不同阶段的应用

### 3.1 矿山规划设计阶段的勘查技术应用

矿山规划设计阶段的勘查技术应用聚焦基础地质信

息获取,为规划设计提供全面可靠的地质依据。通过地质测绘技术梳理矿山区域地层岩性、地质构造分布特征,明确区域地质背景;借助物探技术探测地下地质体分布,排查潜在地质隐患;结合化探技术分析区域地球化学异常,为矿产资源分布预测提供支撑。勘查工作需全面覆盖矿山规划范围,系统采集地质数据,梳理资源储量、地质构造、水文地质等核心信息,为矿山开采范围划定、开采方式选择、生产规模确定及安全设施布局等规划设计工作提供技术支撑,契合矿山规划设计阶段勘查工作的核心需求与行业技术规范。

### 3.2 矿山开采准备阶段的勘查技术应用

矿山开采准备阶段的勘查技术应用重点聚焦开采区域地质条件细化,为开采准备工作有序推进提供保障。采用钻探技术对开采区域进行精准勘查,明确开采层位的厚度、产状及连续性,掌握矿体分布细节;通过坑探技术直接揭露地下地质体,验证钻探数据的准确性,细化地质构造发育情况;运用水文地质勘查技术排查开采区域地下水分布、水位及涌水量等情况,规避地下水对开采准备工作的不利影响。勘查过程中优化技术应用流程,精准采集各类地质数据,为井口布置、巷道设计、设备选型等开采准备工作提供精准地质参数,保障开采准备工作科学规范开展。

### 3.3 矿山开采实施阶段的勘查技术应用

矿山开采实施阶段的勘查技术应用以动态监测与隐患排查为核心,保障开采过程安全有序。运用地质测绘技术跟踪开采区域地质构造变化,及时掌握地层移动、围岩变形等情况;采用物探技术实时探测开采工作面周边地质体分布,排查顶板垮落、底板突水等潜在隐患;结合化探技术监测开采过程中有害物质迁移情况,防范环境风险。勘查工作需贴合开采进度动态推进,及时反馈地质条件变化信息,为开采方案调整、安全防护措施制定提供及时支撑,衔接开采各环节,保障开采作业安全高效推进,符合矿山开采阶段勘查工作的动态管控要求。

### 3.4 矿山闭坑治理阶段的勘查技术应用

矿山闭坑治理阶段的勘查技术应用聚焦闭坑后地质环境评估与治理方案制定,推动矿山生态恢复。通过地质测绘技术全面梳理闭坑区域地质环境现状,明确地表塌陷、植被破坏等地质环境问题分布;借助钻探与物探技术探测地下采空区分布、填充情况及地下水恢复状态,掌握地质环境隐患分布特征;结合水文地质与工程地质勘查技术,分析闭坑区域地质环境恢复潜力,为生态治理、采空区填充、植被恢复等治理措施制定提供精准地质数据。勘查工作需全面覆盖闭坑区域,系统梳理地质

环境信息，为闭坑治理方案优化与实施提供技术支撑，助力矿山生态环境修复与可持续发展。

#### 4 地质勘查技术与矿山地质工程的协同优化路径

##### 4.1 多技术融合应用的实施路径

多技术融合应用需立足矿山地质工程全流程需求，打破单一勘查技术的应用局限，构建互补性强、适配性高的技术融合体系。结合不同勘查技术的优势特性，明确融合应用的核心目标与实施步骤，推动地质测绘、物探、化探、钻探等技术的有机结合<sup>[4]</sup>。根据矿山地质工程的具体任务，合理搭配技术类型，实现优势互补，提升勘查数据的全面性与准确性。融合过程中注重技术应用的衔接性，优化技术操作流程，减少不同技术应用过程中的衔接漏洞，依托矿山地质勘查技术融合相关研究成果，确保融合应用科学可行，充分发挥多技术协同效应，为矿山地质工程提供全方位勘查支撑。

##### 4.2 勘查数据整合与信息管理的优化路径

勘查数据整合需建立统一的数据标准，规范数据采集、存储、传输的格式与要求，梳理不同勘查技术产生的各类数据，消除数据冗余、数据冲突等问题。搭建专业化的勘查信息管理平台，实现数据的集中管理与高效调用，打破数据孤岛，推动勘查数据与矿山地质工程各环节数据的互联互通。优化数据处理流程，采用科学的数据整理与分析方法，提炼有价值的勘查信息，为矿山地质工程决策提供可靠数据支撑。加强数据安全管控，建立健全数据备份与防护机制，保障勘查数据的完整性与安全性，契合矿山地质信息管理的技术规范与行业实践经验。

##### 4.3 勘查技术适配矿山地质条件的调整路径

勘查技术适配调整需先全面梳理矿山地质条件，包括地层岩性、地质构造、水文地质等核心要素，明确不同地质条件对勘查技术的应用要求。针对复杂地质条件，优化勘查技术参数，调整技术应用方案，避免技术应用与地质条件脱节。结合矿山地质条件的动态变化，建立技术适配动态调整机制，及时优化勘查技术选择与应用方式，确保勘查技术能够适应矿山地质条件的差异与变化。借鉴矿山地质勘查技术适配相关研究成果，提升技

术适配的精准度，让勘查技术更好地服务于矿山地质工程各环节，保障勘查工作的针对性与有效性。

##### 4.4 勘查技术应用的标准化建设路径

勘查技术应用标准化建设需梳理各类型勘查技术的应用流程与操作要点，制定统一的技术应用标准，明确技术操作的规范要求与质量控制要点。规范勘查技术设备的选型、校准与使用流程，确保设备性能符合勘查工作要求，提升技术应用的稳定性与一致性<sup>[5]</sup>。建立标准化的技术培训体系，规范技术应用人员的操作行为，提升人员对标准化流程的执行能力。完善标准化应用的监督机制，加强对勘查技术应用全过程的监督检查，及时纠正不规范操作行为，推动勘查技术应用标准化、规范化发展，为地质勘查技术与矿山地质工程的协同发展提供制度保障。

#### 结束语

地质勘查技术是矿山地质工程不可或缺的核心支撑，贯穿矿山全生命周期。从规划设计阶段的全面地质信息获取，到开采准备阶段的精准地质条件细化；从开采实施阶段的动态监测与隐患排查，到闭坑治理阶段的地质环境评估与治理方案制定，地质勘查技术均发挥着关键作用。通过多技术融合应用、勘查数据整合与信息管理优化、勘查技术适配矿山地质条件调整以及勘查技术应用标准化建设等协同优化路径，可进一步提升地质勘查技术的应用效能，为矿山地质工程提供全方位、精准化的技术支撑，推动矿山工程高质量发展。

#### 参考文献

- [1] 苟冰璐.物探技术在矿山水文地质勘查工程中的应用[J].中国金属通报,2025(11):180-182.
- [2] 董化标.钻探技术在矿山地质勘查工程中的应用实践研究[J].世界有色金属,2024(11):187-189.
- [3] 伍承浩.钻探技术在矿山地质勘查工程中的应用研究[J].中国金属通报,2024(12):134-136.
- [4] 关保国.钻探技术在矿山地质勘查工程中的应用研究[J].世界有色金属,2022(14):116-118.
- [5] 刘骞.复杂地质环境下矿山岩土工程勘查钻探技术应用研究[J].世界有色金属,2024(14):136-138.