

地质调查与矿产勘查中的技术创新与应用探讨

候 强

兰陵县金泰矿业有限公司 山东 临沂 277700

摘 要: 矿产勘查作业逐步向复杂地质区域与深部地层延伸,传统勘查技术的应用短板持续凸显,难以适配精细化勘查的行业需求。本文结合地质调查与矿产勘查发展现状,梳理智能感知、多维协同、物化探精细探测与数据建模四类核心创新技术,分析各类新技术在复杂地貌、深部地层、低品位矿产勘查场景中的实际应用价值,总结行业技术升级的发展方向,为地质勘查技术体系优化与现场作业提质增效提供参考。

关键词: 地质调查; 矿产勘查; 技术创新

引言: 地质勘查是矿产资源探明与开发利用的基础环节,勘查作业环境与资源探查难度持续提升,倒逼行业完成技术体系的迭代更新。传统粗放型勘查模式存在精度不足、场景适配性弱、信息解析片面等问题,无法适配现代矿产勘查的作业需求。各类跨领域技术的融合落地,为勘查行业技术革新提供支撑,推动勘查作业朝着智能化、立体化、精细化方向转型,也让技术创新成为行业高质量发展的核心驱动力。

1 地质调查与矿产勘查技术创新概述

地下资源信息摸排与矿产资源探查是地质领域基础性核心工作,也是开展各类矿产资源开发利用的前置基础条件。矿产勘查作业场景持续向深层地层结构、构造复杂的地质区域拓展,沿用多年的传统勘查方式与常规设备性能逐渐无法适配现阶段高精度、高效率的勘查作业标准。地质学科与探测工程领域的跨界融合、硬件设备的持续迭代更新,为勘查行业的技术变革积累了充足的技术条件,让传统粗放型勘查作业模式得到全面改良。现阶段地质勘查作业体系已然突破单一野外实地勘测的作业局限,朝着多手段融合、智能设备赋能、全方位立体探测的全新发展形态转变。各类新型探测工艺、数据分析方式及地质建模方法的投入使用,持续优化野外勘查的整体作业流程,显著提升地质构造识别、矿体空间定位以及资源储量评估的精准程度。新型技术手段的落地普及,可有效解决复杂地质环境下勘查误差偏大、深层矿体探查难度高、隐蔽矿体识别不准等常见技术难题,持续拓宽矿产勘查的作业覆盖范围^[1]。对勘查行业的技术革新内容进行系统梳理,明确不同创新技术的应用特点与适用场景,总结技术升级的内在规律,能够为地质勘查工作的提质增效提供可靠技术依托,保

障各类矿产资源实现精准勘探与合理开发。

2 地质调查与矿产勘查核心技术创新方向

2.1 智能勘查感知技术创新

当前矿产地质勘查,对地下岩层数据辨识准确度、探测灵敏度提出更高要求。仅凭人工巡查搭配传统探测仪器,已无法满足复杂地层与特殊地质区域的勘查需求。新一代智能勘查感知设备融合先进传感元件与智能运算体系完成优化升级,重塑地质数据采集、甄别、分析全流程,也是如今勘查行业技术革新的核心方向。这类新技术依托自动信号采集、智能特征分析与高精度传感技术,大幅减少野外勘查对人员经验、老旧设备的依赖。借助高精度传感部件和智能运算逻辑,设备可精准采集梳理地层形态、矿产赋存、岩体分布等信息,补齐传统探测误差大、数据维度不足的短板。传感系统持续优化后,对深层地质构造、隐伏矿脉的识别能力明显提升,有效减少无效作业造成的资源消耗。各类新型传感设备不断迭代升级,逐步提升勘查自动化程度与作业精细度,为地质资料研判、矿体定位提供真实可靠的基础资料,推动勘查行业效率与探测精度同步进阶。

2.2 多维度协同勘查技术创新

矿产地质探查面对的地层条件愈发复杂多变,只采用单项探测手段开展作业,往往会造成资料收集残缺、探测范围不足等情况,难以真实还原地下岩体构造与矿体埋藏状态。一体化探查技术经过持续改良,打破原有模式里各技术模块互不连通、作业配合不畅的固有问题,充分吸纳不同探查方式具备的技术优势。这套作业系统借助多样化作业载体与全域探测思路,实现地表探查、空中监测、坑道探测等不同作业场景的协同运作,补足单一技术在探测维度上存在的短板。各类探测手段

合理搭配、同步运转,能够完整获取地下构造形态、岩体理化属性以及矿体空间分布等资料,让地质研判结果更具参考价值。技术升级阶段,全域协同的作业思路逐步成熟,打通不同探查技术之间的衔接断层,实现多源地质资料的相互印证与整合归纳^[2]。这类技术改良能够有效提升复杂区域探查工作的完整度,降低资料遗漏与判断失误的概率,为解析地下地质状况、锁定矿体空间位置筑牢技术基础,推动整套勘查体系走向一体化整合发展。

2.3 高精度物化探勘查技术创新

地球物理与地球化学探测手段,是矿产勘查工作中解析地下地质构造状态的核心技术方式。传统勘查作业模式探测精准度有限,对厚层覆盖区域及隐蔽矿体识别效果较差,无法满足现阶段精细化勘查作业标准。伴随勘查行业技术体系的持续更新,物化探整套作业体系得到全方位优化,彻底摒弃了传统粗放式样品采集与地质研判的作业模式。升级后的作业体系依托全新探测设备与改良机理,完善地下岩体物理参数、地质元素组分的整套采集提取流程。技术优化聚焦干扰抑制、信号筛选、数据推演等关键环节,有效削弱外部环境的负面影响,提升地质异常信息识别精度。改良后的重磁、电磁探测及地球化学采样技术,可精准捕捉地下微弱异常信号,有效区分围岩与含矿岩体的属性差别。精细化作业模式可识别深埋、信号微弱的地质异常体,解决传统技术分辨率不足、边界判定模糊的短板。物化探技术的持续改良,提升复杂地质工况的矿体识别效能,为地质解析与资源研判提供详实可靠的数据支撑。

2.4 地质数据建模与分析技术创新

野外实地探查过程中,会累积数量庞大、类型多样的地质原始资料,单纯依靠人力完成分类汇总与简易研判,很难挖掘出资料里潜藏的岩层分布形态与矿脉赋存特征,也达不到当前行业精细化作业的基本要求。地质数据建模及研判技术的迭代升级,重塑了地质档案归类、深度解读与三维呈现的整套作业形式,成为地矿探查走向智能化发展的关键支撑。新型数据处理框架结合空间仿真思路与智能运算模块,将不同类型的地质档案统筹归纳、有序梳理,解决了传统模式资料分散、分析角度单一的短板。技术升级主要围绕空间形态复刻、地质特征对照、多源资料融合解读等核心环节开展,精准还原地下岩体的分布状态与各地质单元的接触关系。适配多元档案的运算模型,能够理清各类地质要素的内在联系,剔除无效内容带来的研判干扰,提升地质判定的专业程度^[3]。持续完善的建模研判手段,能够精准发掘

隐蔽矿化线索,搭建完整的地下地质认知框架,为矿脉位置确定、地质条件评估和资源研判筑牢技术根基,推动地质资料处理环节完成全方位提质升级。

3 创新勘查技术的实践应用与发展趋势

3.1 复杂地貌区域地质勘查应用

地表地貌结构的复杂化特征,会显著增加野外地质踏勘与探查工作的实施阻力。传统地面勘查方式对地形条件依赖性较强,在地貌结构破碎、地表覆盖繁杂的区域难以发挥作用,普遍存在探测范围有限、信息采集残缺的问题。经过迭代优化的新型勘查工艺,对各类复杂野外作业场景具备更强的适配能力,可有效克服传统作业模式在特殊地貌场景中的应用缺陷。结合立体化探测、智能感知采集与高精度测绘的新型技术体系,勘查工作不再受制于地面通行条件的约束,可实现大面积复杂地貌区域的系统化探查。这类技术体系可穿透表层松散介质与植被覆盖,精准识别地下岩层结构特征与矿化异常响应,优化特殊环境下地质信号采集质量不高、异常辨识不准的问题。全新的作业模式能够弱化自然地貌条件带来的勘查限制,全面提升特殊区域地质信息获取的完整性与精准层级。新型勘查手段的普及应用,持续拓展地质勘查的作业边界,化解复杂地貌区域勘查作业推进困难的行业痛点,为区域地质特征解析与资源潜力评估提供扎实的技术保障。

3.2 深部矿产资源勘探应用

随着浅表矿产资源的开发程度不断提升,可供探查的浅层矿产资源存量持续缩减,矿产勘查工作的作业重心逐步向地下深部地层转移。深部地层岩体构造错综复杂,岩层介质属性差异显著,勘查信号在传输过程中极易出现衰减、畸变等问题,常规勘查手段探测纵深不足、异常分辨能力较弱,无法满足深部矿体识别与空间定位的精细作业标准。现代化改良后的勘查技术体系,有效破除了传统勘查模式的深度束缚,高度适配深部地层特殊的勘查作业环境。升级后的深部探测工艺与智能分析架构,可显著削弱复杂地下介质产生的各类干扰,精准拾取隐蔽性较强的矿化异常信号,精准辨析深部地层构造格局与矿体埋藏特征。多元技术协同的作业形式,可实现深部隐伏矿体、断裂构造以及岩体组合特征的精细研判,改善传统技术在深层勘查中精度偏低、信息维度单一的缺陷^[4]。现代化勘查技术的落地运用,持续延伸矿产勘查的作业深度,充分发掘地下深层矿产资源的潜在价值,为深部地质条件分析与资源探查工作提供坚实技术保障。

3.3 低品位矿产与非常规资源勘查应用

行业勘查工作持续推进过程中,优质高品位矿产的探明与开发空间逐步收窄,各类低品位矿体以及非常规矿产资源逐渐成为资源挖掘的重要方向。这类特殊矿产资源的赋存状态较为特殊,矿物组成结构复杂,有用组分分布较为零散,整体矿化响应特征偏弱。传统勘查方式对微弱矿化信号的捕捉能力有限,很难精准区分矿化岩体与围岩的物性差异,极易造成潜在矿产资源的遗漏与误判。现代升级后的勘查技术体系结合低品位矿产、共伴生矿产与非常规资源的赋存特性完成专项改良,高度适配此类特殊资源的勘查作业场景。优化后的精细识别技术、多源信息整合分析与智能判别模型,能够精准捕捉辨识度较低的隐性矿化信息,高效甄别传统勘查模式难以识别的弱势矿产资源。技术应用可系统梳理矿体组分结构、空间分布特点以及资源富集规律,清晰界定非常规矿产的成矿条件,补齐传统勘查技术识别精度不足、资源判定模糊的行业短板。新式勘查手段的广泛运用,有效拓展了矿产资源的勘查识别边界,充分挖掘各类弱势矿产资源的开发潜力,为矿产资源体系的多元化挖掘利用提供可靠的技术保障。

3.4 地质勘查技术未来发展趋势

现代地质矿产勘查领域的技术迭代节奏持续加快,各类新兴科技与传统勘查工艺的深度融合,推动行业技术体系进入全新的升级阶段。勘查作业模式逐步摆脱人工主导、经验判别为主的传统形式,朝着智能集成、立体联动、精细高效的方向持续演进。传感硬件、智能算法与空间建模技术的持续升级,会持续优化地质信息采集、处理与解析的全流程,弱化人工主观判断带来的研判偏差,提升勘查作业的整体精准层级。多学科技术交叉融合会成为行业发展的主流方向,各类单一勘查技

术将完成整合适配,构建一体化、系统化的立体勘查体系,适配深部地层、复杂地貌、低品位资源等各类勘查场景。技术发展进程中,勘查作业的精细化、智能化与集成化水平会持续提升,逐步实现勘查流程的数字化转型与智能升级^[5]。持续的技术革新能够不断突破现有勘查技术的能力边界,完善复杂地质条件下的资源探查体系,为地质勘查行业的长效发展与矿产资源的深度挖掘提供源源不断的技术动力。

结束语:未来,地质勘查行业的发展,会持续依托多学科技术融合实现技术体系的迭代升级,弥补传统勘查模式的各类技术短板。各类智能、立体、精细化的勘查技术,会持续适配复杂地质、深部地层与特殊矿产的勘查场景,不断提升矿产资源探查的精准度与完整度。技术创新的持续推进,能够持续拓宽矿产勘查的作业边界,盘活各类存量与新型矿产资源潜力,推动地质调查与矿产勘查工作朝着高效化、精准化、系统化的方向稳步发展。

参考文献

- [1] 胡光林. 矿产资源地质勘查中的技术创新与应用分析[J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2025(2):187-190.
- [2] 钟起泓, 李义星, 黎煜麒. 地质勘探技术与矿产资源勘查中的智能化技术应用研究[J]. 世界有色金属, 2025(5):160-162.
- [3] 曾琪. 地质勘查技术在金属矿产勘探中的应用与实践[J]. 中国金属通报, 2025(7):190-192.
- [4] 马标, 李鹏飞, 毛秀丽, 等. 新型找矿技术在金属矿产勘查中的应用[J]. 冶金与材料, 2025, 45(3):67-69.
- [5] 吕超迪, 李宾. 数字化测量技术在矿山地质勘查中的创新与应用[J]. 张江科技评论, 2025(6):75-77.