

地质矿产勘查及绿色勘查技术的创新探索

董彦刚

山东省地矿测绘有限公司 山东济南 250001

摘要: 地质矿产勘查是基于地质科学理论, 勘查野外地质环境, 利用钻探坑探、物探、地质测量等技术掌握矿产资源相关信息, 了解矿产资源分布特征、储藏情况、矿石质量等信息的重要工作。为贯彻“绿水青山也是金山银山”发展理念, 相关部门及企事业单位应当积极应用先进、绿色勘查技术, 改进地质矿产勘查方式, 为新时期地质矿产资源开发利用奠定良好基础。本文以地质矿产勘查工作原则为立足点, 对地质矿产勘查及绿色勘查技术进行创新探索, 结合多年工作经验, 最大化发挥新型绿色勘查技术的生态功能, 以减少地质勘查和开采带来的环境污染问题, 以供参考。

关键词: 地质矿产资源; 绿色勘查技术; 绿色开采; 技术创新

Innovative exploration of geological and mineral exploration and green exploration technology

Yangang Dong

Shandong province geology and mineral surveying and mapping co., ltd. Shandong Jinan 250001

Abstract: Geological mineral exploration is an essential task based on geological scientific theories. It involves investigating the geological environment in the field and utilizing techniques such as drilling, geophysical prospecting, and geological surveying to gather relevant information about mineral resources. This information helps in understanding the distribution characteristics, reserves, and ore quality of mineral resources. In order to implement the concept of "green mountains and clear waters are as valuable as mountains of gold and silver," relevant departments and enterprises should actively apply advanced and environmentally friendly exploration technologies, improve the methods of geological mineral exploration, and lay a solid foundation for the development and utilization of geological mineral resources in the new era. Taking the principles of geological mineral exploration as the starting point, this paper explores innovative approaches to geological mineral exploration and green exploration technologies. Drawing on years of work experience, it aims to maximize the ecological functionality of new green exploration technologies to minimize environmental pollution caused by geological exploration and mining. This paper serves as a reference for the development of eco-friendly exploration practices.

Keywords: Geology and mineral resources; Green exploration technology; Green mining; technical innovation

在当前矿产需求量逐年攀升走势下, 各大矿区开采规模越来越大, 倘若仍然延续以往矿产勘查和开采手段, 不仅资源开采效率和利用率低下, 还会阻碍矿产行业健康发展。相关工作者需要寻求有效解决方法, 将先进矿产勘查技术应用其中, 引入绿色、低碳、环保概念, 探测深层次矿产资源, 并将各种绿色采矿技术、勘查技术引进, 实现采矿效率、采矿质量共同提升以及环境污染的降低, 科学合理开采矿产资源。

一、地质矿产勘查工作原则

1.1 因地制宜原则, 是地质矿产资源勘查及开采基本原则, 勘查区具有很高复杂性和多变性, 根据大量实践经验, 只有在矿产资源勘查中实事求是, 认真对待每一项工作要求, 从感到迷茫到逐渐剥去自然面纱, 通过一次次实践遵循自然辩证, 才能确保矿产勘查情况与实际一致, 才能最大程度保障经济效益^[1]。倘若与矿床实际情况不一致, 存在大量主观想法, 收集信息不完善, 可能导致较大损失, 甚至重大安全事故。勘查队伍及采矿企业必须贯彻因地制宜原则, 做好统

筹规划, 尽最大努力排除安全隐患, 根据矿床不同特点采取适宜的勘查技术, 保障人员生命安全。例如, 利用先进卫星遥感技术熟悉矿山地貌特征, 避免大量人员长时间进山; 购买先进辅助仪器, 选用经验丰富勘查人员, 做好各种突发事故应急方案, 保障人员安全。

1.2 科学勘查原则。勘查区资源种类复杂, 地质勘查工作内容复杂、危险性较高, 遵循科学勘查原则, 按照从粗到细、从浅到深、从已知到未知的步骤逐渐加深对矿床的认识, 不随意跨越勘查步骤, 将获得全面详细的矿床信息。

1.3 合理评估原则。不同种类矿产市场价值存在差异, 在勘查过程中, 必须重视经济合理性, 对矿产资源进行合理评估, 编制评估报告。针对一些开采难度较高, 存量少, 价值高的特殊矿产, 可能做不可采评估结果^[2]。此时, 勘查人员需要详细说明勘查情况及为何建议放弃的原因, 待开采技术发展至更先进、智能化的阶段时再进行开采, 最大化保障矿产开采价值。

二、地质矿产勘查技术创新应用

2.1 电法勘探技术

电法勘探技术,一种基于岩石内部各类物质电化学反应、电化属性差异,分析电磁场内在特征及空间分布情况,探索不同类型矿产资源,有序执行勘测任务的技术。详细来说,矿场中各类岩体、岩层结构表现出的导电能力、导磁能力各不相同,包括电阻比例 ρ 、区域极化能力 λ 、导磁能力 u 、介电常数 ϵ 等,对其物化属性进行分析比对,可知晓不同矿体属性,获得矿产分布图。该技术具有较强采集能力,单个测点采集时间在 2~5s,在地质勘查工作中广泛应用。电法勘探技术多样,如高密度电法、三维直流电法、岩土体电阻率测试法,其中岩土体电阻率测试法可快速、准确测定岩土体电阻率,划分不同岩性层,具体实验原理为:当温纳装置为等比装置时, $MN/AB=1/3$,此时,视电阻率 (P_s) 与电位差 (ΔU)、电流强度 (AM) 之间的关系为 $P_s = k\Delta UAM/I$ 。

2.2 X 射线荧光技术

X 射线荧光技术是现阶段地质勘查工作中应用较为广泛的一种地质勘查技术。探测期间,使用 X 射线测定土层、岩层分布的元素类型,根据不同元素被激发后产生的不同 X 射线荧光颜色,根据颜色差异实施激发源性质特点的定性分析,以及对解谱、线性回归计算方法的定量分析,有效搜查成矿位置^[3]。该技术是一种适用性强、可增强整体找矿成效的无损勘查技术,应用该技术可有效减少地质矿产勘查时间、降低勘查成本、准确锁定高浓度元素靶区和有利成矿区域,显著提升矿产勘查效率和准确率,应用该技术还不会污染勘查区域生态环境,对实现地质矿产绿色勘查目标具有十分重要的作用。X 射线荧光技术应用期间,射线发出等级即对应产出为“原级——1 级”“1 级——2 级”“2 级——3 级”,勘查人员首先在勘查区采集样本,制成粉末状后保存在自封式塑料袋中保存;保存时将塑料袋中气体排出压实,做好编号和标记,将标签贴在袋口处。勘查人员利用 X 射线光谱仪分析样品,准确输入样品信息并详细记录检测数据,对检测数据进行科学计算,为矿产资源分析提供详实可靠的参考数据。

2.3 3S 技术创新应用

现代地质勘查技术中,3S 信息化技术手段的应用极大地提升了地质矿产勘查效率和精度。遥感技术是其中发展较快、较成熟的技术,在预测找矿有利地段,优选找矿靶区,尤其是在中小比例尺成矿预测方面已取得明显效果。以 GIS 为核心的 3S 技术集成构成了对空间数据适时进行采集、更新、处理、分析及为各种实际应用提供科学决策的强大技术体系,为地质勘查上这种需求提供了可适用的技术方法和手段,应

用前景十分广阔。其次以 GPS 技术为例,该技术由卫星观测站、可观测卫星、用户端等部分组成,以卫星观测技术和定位技术为基础,将卫星观测数据传输至接收站,结合区域实际情况和矿产位置,确定资源具体情况^[4]。勘查人员手持 GPS 设备,测定矿产具体定位,根据现有测点位置校准参数,定时 5min 左右即可获得测量数据,勘查人员还可以对各项参数进行优化处理,进一步提升手持 GPS 设备定位准确性,以满足 1:2000、1:10000 等不同规格矿产测量工作要求,保障定位信息高精度性。测量过程中,勘查人员需要先合理布设勘探网,确定基线起始点,测定三维坐标,在布设测量站点时,要远离高压电线、大功率无线电发射源等,避免受到电磁场干扰,影响测量结果。期间,严格按照预先安排好的时间表进行测量,如测量时长 50min、间隔 10s,保持该时间间隔连续测量,详细记录测量结果,为相关工作开展提供详细参考数据。为确保测量结果精准度,需要使卫星始终维持在 15° 的高度角,采用静态相对定位方式,完成相关数据采集和草图绘制工作,保障勘测数据客观性和准确性。

三、地质矿产绿色勘查技术

3.1 创新地质矿产勘查技术,建立绿色开采动力体系

为解决传统地质勘查及开采技术对环境造成的污染及破坏,相关单位及采矿企业应当贯彻绿色、低碳、环保理念,改进传统勘查工艺,以绿色勘查为目标,尽量减少槽探技术,减少对勘查区地表植被及原始土壤环境造成破坏,采用以钻代槽的绿色勘查技术,按照勘查区域实际情况,采取浅钻、回转钻进空气潜孔锤等钻井技术,使用多功能钻机技术设备,满足不同地层条件勘查要求。勘查过程中,需要尽量减少地质矿产勘查设备移动频次,地质勘查所处区域多为地形地貌复杂的偏远区域,设备移动难度大,且多次移动地质勘查设备会对周围自然环境造成破坏,采用定向钻孔勘查技术,在一个基台上设置多个钻孔,或者一个钻孔内设备多个分支孔,一个钻孔多种用途等方式,可有效减少基台建设数量,减少基台及设备搬运次数,从而减少对周围环境的破坏^[5]。同时,在创新地质矿产绿色勘查技术中,研究人员以技术新颖性为目标,创新动力体系,提出动力较强、收益性较高的采矿函数,为构建绿色、新型地质勘查及采矿体系提供有效支撑。具体采矿函数动力分析模型 (R) 如下:

$$R = R_e \times \beta_i - C$$

式中, R_e ——工艺创新后预期收益量; β_i ——采矿工艺创新后预计风险; C ——工艺创新后资金投入量。

3.2 构建新型绿色勘查方案,减少污染物产出

在地质矿产勘查工作中,应当积极应用水源保护、充

填减沉、废料利用等工艺,减少勘查施工中泥浆、粉尘等污染物排放,达到保护自然生态环境的目的^[6]。从水源保护工艺看,为保障矿区勘查及开采有序性,预防渗流突变问题,减少突水事故发生概率,应当根据区域内水资源分布特点,开展保水工艺。积极融合采矿、注浆等工艺,结合地质矿产勘查数据和岩层运动,精准判断采矿位置,确定含水、隔水等地质位置,建立隔水层,防止导水裂隙形成问题。例如,在针对某矿区制定矿产勘查及采矿方案时,相关人员积极融入“采煤保水工艺”思想,从膏体填充、条带开采、ZKD 高水速凝回填等方面入手开展保水工艺,精准控制用料掺水比例,提供适宜填充物料。

从充填减沉工艺看,使用条带、充填等开采方式,科学防控岩层沉降可能导致的安全风险,及时回填采空位置,保护矿产周边建筑,维持地表体系平稳性。例如,某矿井设计实际生产力为 1080 万 t/a,共有 15 层矿层资源,开采区集中在 3 层和 15 层,两层直线距离为 85m,资源厚度为 4.46~8.73m,以综采为主,作业面设计倾角为 3°。在正式开工前,采矿企业需要先编制充填开采方案,使用注浆填充工艺,将采矿形成的岩层分离成进行高压回填处理,预防地表塌陷问题,创建结构稳定的承载体系,延长矿山开采能力。其次,精准测定注浆层位置,应当选定在裂隙上层位置,预防控制层断裂问题出现,控制地表下沉。假设将首层岩层设定为控制层,可有效控制 m 个岩层,如果将岩层上方 $m+1$ 设定为控制层,则 $q_{m+1} < q_m$ (q_m 为 m 岩层承受的竖直方向应力),据此可确定出 7 个控制层。使用 UDEC 模拟程序梳理注浆岩层下沉规律,因该岩层整体倾角度数不大,模拟中可将其设定为水平方向,共设置 7 个控制层,按照采矿面长度进行切面处理,确定模型各项参数,如高度为 520m、短边长度为 1500m,顶部为结构松散层,厚度为 120m,采矿面整体长度为 300m,处于模型正中位,引入 del 命令进行注浆作业。最后,比对分析模型对应地表结构变形情况,结果显示该工艺下,采矿作业后地表形变值不大,能充分保障整体稳定性,还能减少污染物产出,保障采矿区自然环境稳定性。

3.3 创新地质勘查生态恢复技术,保障勘探区生态环境

在矿产开采工程中,使用不合理、不科学的地质矿产勘查技术和采矿技术,可能导致矿区水土流失、土质板结,部

分矿区为追求最大利益,会利用大量废气石料、城市建筑垃圾等填充,长期堆积后会滋生很多细菌和污染,破坏涂层,影响植物生长。还会造成大量空气污染和水资源污染,严重破坏周围生态环境^[7]。对此,采矿企业应当将勘查过程中产生的垃圾采取对应处理方式,对于可降解生活垃圾,采取就地掩埋方式,掩埋深度超过 1.5m,严禁临近水源,对于不可降解生活垃圾,采取统一收集并运输至指定地点的处理方式。同时,采取草皮预留和人工种植等方式恢复勘查区生态环境,在建设钻探进场或开挖探槽施工前,仔细搬迁现场草皮,妥善保管,在完成相关工作后及时搬回,平整场地后重新栽种,以恢复勘探区植被环境。对于一些破坏性较大的情况,可采用工植草、覆膜保湿以及修筑挡墙等技术方法恢复生态环境,实现绿色勘查目标。

四、结束语

综上所述,绿色勘查是我国地质矿产勘查主要目标,地质勘查部门及采矿企业应当积极创新勘查技术,以绿色工艺为主要内容,根据矿产资源分布及特征选择适宜勘查技术,建立新型绿色勘查体系,加强新型勘查技术及材料应用,以降低环境污染问题,推动我国地质矿产勘查技术水平全面提升。

参考文献:

- [1]杨云龙.新形势下地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J].四川水泥, 2020(05):126.
- [2]杜蕾,李光春,巩鑫.贵州省道真县新民铝土矿区绿色勘查技术与成效[J].中国矿业, 2021,30(01):76-81.
- [3]曹妮涛.地质矿产勘查与绿色开采浅析[J].世界有色金属, 2021(08):52-53.
- [4]何小明.阐述地质矿产勘查及绿色开采技术创新[J].世界有色金属, 2022(03):85-87.
- [5]焦文俊.地质矿产勘查及绿色开采技术创新探究[J].冶金管理, 2022(07):13-15.
- [6]郁恩平,陈依婷.新形势下当前地质矿产勘查及找矿技术的分析[J].世界有色金属, 2022(21):64-66.
- [7]杨旭.从绿色开采角度谈地质矿产勘查与找矿技术[J].世界有色金属, 2022(14):211-213.