

Discussion and application of green exploration technical measures in drilling construction

Qingsong Deng Tao Cui Zhiwang Yang

Sichuan Jinnan Geological Exploration Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610051, China

Abstract

This study establishes a replicable green exploration technology framework for drilling operations through optimized site selection planning, eco-friendly drilling techniques, slurry recycling systems, and rigorous solid waste management with ecological restoration. The system demonstrates significant effectiveness in minimizing vegetation damage, controlling soil erosion, reducing energy consumption, and promoting ecological recovery, thereby effectively mitigating environmental impacts from drilling activities. The research provides standardized technical solutions for similar projects, facilitating the transition of geological exploration industries toward green and low-carbon practices. Ultimately, this approach achieves a dual success in mineral discovery breakthroughs and environmental protection, holding substantial practical significance for harmonizing mineral resource development with ecological conservation.

Keywords

drilling construction, green exploration; technical measures

钻探施工中的绿色勘查技术措施研讨及应用

邓清松 崔涛 杨志旺

四川省金核地质勘查工程有限公司, 中国·四川·成都 610051

摘要

总结了一套适用于钻探施工的绿色勘查技术措施, 通过优化选址规划、采用环保钻探工艺、实施泥浆循环利用、严格固废处理及生态修复等关键技术, 构建了可复制的绿色勘查技术模版。该技术体系在减少植被破坏、控制水土污染、降低能耗及促进生态恢复等方面具有显著效果, 能够有效降低钻探活动对生态环境的影响。研究成果为类似钻探项目提供了可借鉴的规范化技术方案, 有助于推动地质勘查行业向绿色低碳方向转型, 最终实现找矿突破与环境保护的双赢目标, 对促进矿产资源开发与生态环境协调发展具有重要实践意义。

关键词

钻探施工; 绿色勘查; 技术措施

1 引言

党的十八大以来, 自然资源部采取一系列措施, 全力推进绿色勘查工作, 将绿色勘查工作列入有关矿产资源规划和找矿行动实施方案中, 组织制定并公告发布了《绿色地质勘查工作规范》行业标准, 提出生态保护红线内绿色勘查要求, 绿色勘查工作取得了积极进展, 使绿色勘查理念越来越深入人心, 践行绿色勘查措施, 减轻地质勘查活动对生态环境的影响破坏已成为地质勘查行业的共识。近日, 自然资源部与国家林业和草原局联合印发了《关于在新一轮找矿突破战略行动中全面实施绿色勘查的通知》, 要求全面实施绿色勘查, 推进生态环境高水平保护和矿业领域高质量发展^[1]。

钻探施工是勘查作业中获取地下实物资料必不可少的手段, 但传统的钻探方法通常会对环境造成较大的影响。通过项目实践经验, 围绕钻孔设计、设备搬运、机台修建、钻探施工、后期恢复等工作, 总结归纳出一套适用钻探施工现场的一系列绿色勘查措施, 为类似项目提供可复制的绿色勘查技术范式, 减少钻探活动对环境的影响, 实现找矿突破和环境保护的双赢。

2 钻探施工绿色勘查措施归纳

项目开展前, 项目组需深入探究项目区域生态环境特征, 恪守绿色勘查理念, 从入场、搬运、施工、恢复等全方面制定详尽且有针对性的绿色勘查措施技术方案, 从根源上保证钻探活动对生态环境的影响将至最低。

2.1 钻探设计方面

大力推广“一基多孔”“以钻代槽”等先进探矿手段。“一基多孔”技术一是在一个钻孔的基础上, 通过孔内螺杆马达

【作者简介】邓清松(1988-), 男, 中国四川达州人, 本科, 工程师, 从事勘查技术与工程、岩土钻掘研究。

造斜技术,完成孔内分支定向,钻穿不同坐标靶点,实现在一个钻孔内完成不同方向、不同深度的多个钻孔施工任务;二是在同一机台上设计不同方位不同倾角的钻孔,通过调整钻机角度,不用搬迁,实现多个钻孔的施工。该技术大大的减少了机台修建数量、设备搬迁次数,降低对环境的扰动破坏范围^[2]。

2.2 教育宣传方面

施工现场的一切工作、各项措施都要靠各位施工人员进行落实。加强对人员的教育培训,强调在勘查施工全过程中贯彻“绿水青山就是金山银山”理念,通过组织技术培训课程,解读规程规范,分享学习典型项目经验措施,提升施工人员理论和实际操作水平;加大宣传力度,通过宣讲、有奖问答、标语海报等形式潜移默化普及绿色发展理念;提高施工人员对绿色勘查理念的认同感,对环境保护的责任感,能够在施工中自觉遵守践行各项绿色勘查措施。

2.3 设备选择

常规履带式一体钻机搬家速度快、动力强,但该类型钻机不能拆卸,整机重量大,在搬运行走过程中对地表破坏严重。便携式模块化钻机能够拆卸成较小较轻便的几大部件,在现场运输过程中能够采用小型爬山虎等器具进行搬运(如图1所示),运输困难的地方可以采用人工搬运或者无人机吊运等措施,适宜高寒生态脆弱区域施工,能够有效减少对现场生态环境的扰动^[3]。

2.4 设备搬运及机场修建

施工现场在便道规划、设备运输、机场修建时严格恪守生态保护原则,坚持“非必要不开挖”的理念。

便道规划过程中,尽可能规避植被茂密、野生动物栖息地等生态敏感地带,优选地势平坦区域或荒地,已有简易道路的沿用原道路,尽量减少开辟新便道。对于无法避免必须进行挖土作业的区域,在施工前对地表植被土壤进行剥离,并集中覆盖堆放,妥善保存;待施工完毕后,移植回原位。

在设备搬迁运输过程中,通过沿路铺设草垫、木板、胶皮或竹板等方式,增加受力面积,减少压强,在保证施工安全的前提下,降低运输过程对草皮的破坏程度。运输工具采用小型橡胶履带式爬山虎进行搬运,部分地区可采用人工搬运的方式。最新研发的重载无人机已可实现500公斤级物资吊装,在搬运较为困难的地区可以采用无人机吊运,在提高搬运效率的同时,也避免了对沿途环境的扰动破坏。采用履带式一体机施工,履带行走过程中,下面铺垫轮胎、木板等,通过现场应用能有效减少对植被的破坏^[4]。

机场是钻探施工作业场所,必须保证有足够的承载力和安全性,传统习惯是直接开挖找平作为钻探机场使用,对环境造成极大得破坏。为减少对原环境破坏,机场修建尽可能得依托原地形地貌,采用木方、架管搭设,土袋垒砌等方式搭建。施工现场全部铺设防渗膜或彩条布等进行防渗处理,做到“下铺上盖”。合理优化机场现场布局,减少占地

面积。

2.5 循环系统

泥浆循环系统建立泥浆不落地机制。钻探泥浆循环槽优先选用预制铁槽或铁管导流,或者铺设塑料膜进行泥浆循环;泥浆池、沉淀池、蓄水池等尽可能不直接开挖,优先采用预制铁皮箱、有机塑料桶、防水帆布蓄水池等成品替代;也可依托原地形在低洼处铺设防渗膜、塑料布等作为泥浆池、蓄水池使用;或者直接采用架管、木板搭设再铺设防水布等形成泥浆池、蓄水池。

施工中孔内孔壁完整能够保证携带岩屑和孔壁稳定时优选采用清水施工。如钻孔较深,孔内情况复杂需使用泥浆护壁时,则必须采用无固相或低固相的优质环保泥浆。泥浆材料应具备无毒、无害、可自然降解,符合国家环保标准要求。同时强化泥浆的现场管理,做好施工中的防渗、护壁和净化处理工作;及时清理岩屑并装袋运至指定地点。施工完毕后,泥浆全部装车运至指定地点处理^[5]。

2.6 恢复治理

钻探施工结束,及时对施工现场进行全面清理和复垦复绿工作,拆除临时设施,清理垃圾,平整场地,对施工产生的坑洞等进行回填。开挖区域下部回填后,上部采用前期剥离保存的表层植被土壤进行恢复。播撒种植适宜当地生长的草籽、植物、灌木等,力求使施工区域生态环境最大程度的恢复至施工前状态。

3 应用示范

青海省门源县某金矿勘查钻探项目施工区域地处北祁连山达坂山构造带,海拔3800m左右,植被以高山草甸、灌木丛为主,土壤层较薄,冻融现象显著,易受扰动,引发水土流失,破坏后,恢复困难,恢复周期长,施工环保任务艰巨。

施工前,项目组进行了详尽的野外踏勘与实地调研,针对施工区域地形特征,参考上述措施方案,遵循绿色地质勘查钻探机台标准化要求,结合钻孔实施技术难点,优化技术方案,坚持“非必要不开挖”的便道机台修建理念(如图2所示),应用优化环保型泥浆体系,建立泥浆不落地机制(如图3所示);该项目从5月份开始施工至11月份,共计完成钻探工作量19118.95m,完成钻孔52个;施工完成后,现场复绿率100%(如图4所示);实现了高效、安全、绿色环保钻探项目应用示范。

4 钻探施工中的绿色勘查技术的应用大纲

4.1 无固相钻井液循环利用技术

在钻井过程中推广无固相钻井液循环利用技术,是减少对地层结构干扰和地下水系统污染的重要手段之一。传统钻井液中含有大量悬浮颗粒,往往在钻进过程中向地层中侵入,造成孔壁稳定性问题及地下介质混扰,后期处理也往往伴随着大量泥浆沉降堆积。采用无固相钻井液系统后,钻进

液体不再依赖泥浆进行切削悬浮,而是通过高分子胶体或纳米润滑材料实现封闭式携渣。从操作层面看,应配合封闭回收槽、液体分离处理装置和实时液面监控系统,将钻井废液不落地原则嵌入整个工艺流程,确保钻井液在每一个环节都被重复使用、分类清洗,有效降低地表水体和土壤的受污染风险。



图1 机台修建现场图



图2 “泥浆不落地”

4.2 便携式模块化钻机减少场地扰动

为降低对施工区生态空间的扰动,应优先选用便携式模块化钻机并调整传统场地布置逻辑。这一类设备采用组装式独立构件,可根据地形灵活拼接吊装,大幅减少运输和搭建过程中对植被破坏与原始地貌改造的依赖。参数控制系统采用电控伺服支持,能在狭小区域内实现精确钻压调节,不

产生传统履带施工中必然出现的大面积夯实地表的问题。此外,现场布站应以不破坏地面、不硬化土地为原则,可采用可拆装式支撑平台和临时工棚,避免原地开挖夯基的高强度侵扰,实现“设备来地不动、人走地复原”的施工理念。在山区、水源地保护区、复绿要求高区域尤应作为钻探施工配置的优选方案。

4.3 钻孔废渣固化处理资源化利用

面对钻孔过程中不可避免产生的钻渣与泥浆废弃物,当前应更强调从源头分类、过程控制到末端资源化的整体固化利用路径。钻探废渣若直接堆置,不仅影响地貌,还会因雨水冲刷造成沉积物扩散甚至污染周边水系。为打破这一长期存在的环境隐患,应将钻渣分为岩屑类、泥浆沉淀类与伴水胶结类,再配合使用无机固化剂或可控热压模块对不同类型固体进行快速脱水、压实和造块处理。在推进资源化的同时,也应与建筑材料回收企业合作,研究部分附砂类岩屑在替代砂石骨料或路基填充材料中的实际适应能力,拓展绿色施工后的再利用途径。

5 结语

通过在多个钻探施工项目的实践应用,与传统的钻探施工相比,结合实际,在保证安全的前提下,落实上述绿色勘查措施虽然在费用、程序和工作量上有所增加,但是明显的降低了对生态环境的破坏,基本实现了“无痕”施工。通过实践、总结、归纳、推广,打造了新一轮找矿突破战略行动找矿绿色、先进、适用、高效的钻探施工绿色勘查技术措施样板,为同类型项目提供参考。这不仅是积极践行绿色发展理念,贯彻落实绿色勘查要求的重要实践,也为实现找矿突破高质量发展与生态环境高水平保护的有机结合提供重要支撑。

参考文献

- [1] 渠洪杰,卢猛,谭春亮,冯跃文,苏兴涛.基于构造解析及孔内成像技术的以钻代槽绿色勘查技术试验应用[J].钻探工程,2025,52(04):103-110.
- [2] 方国庆,潘德元,王杰,蔡隽,贺前平,徐秋文,王虎.绿色勘查技术在湖南省幕阜山地区钻探工程中的应用与实践[J].钻探工程,2024,51(S1):269-274.
- [3] 渠洪杰,谭春亮,冉灵杰,冯跃文,岳永东.面向新一轮找矿突破战略行动绿色勘查的钻探技术研发与应用建议[J].中国矿业,2024,33(10):246-256.
- [4] 张家友,任国栋,岑锐,张志伟,蔡水库,张志壮.海南石料矿产资源绿色勘查技术探索与实践——以屯昌县县长岭矿区花岗岩矿为例[J].科学技术创新,2023,(22):41-44.
- [5] 王红.复杂地层煤炭资源勘查绳索取芯钻探技术应用与绿色勘查实践研究[J].西部探矿工程,2023,35(09):37-41.