

绿色勘查技术在新疆塔什达坂北地区钻探工程中的应用与实践

张秉强, 杨永顺*, 曾思敏, 王晓龙, 王建民

(中国地质调查局西宁自然资源调查中心, 青海 西宁 810000)

摘要: 在新疆若羌塔什达坂北工作区的钻探工程施工中, 开展了绿色勘查技术的实践与应用。根据地形地貌、地质和施工需求, 确定钻孔结构。科学选择钻探设备、钻进方法、冲洗液体系和钻具组合, 特别是针对近水平钻进冲洗液配方, 确保钻孔稳定性与施工效率, 阐述绿色勘查的要求、绿色钻探施工措施及生态效益评价、社会效益评价。实践证明, 以绿色发展理念为引领, 加强绿色勘查技术方法的应用, 能极大减小对生态环境的破坏。

关键词: 绿色勘查; 水平钻进; 环保冲洗液; 绿色钻探效果评价

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 2096-9686(2025)S1-0262-05

Application and practice of green exploration technology in the drilling project in the north area of Taxidaban, Xinjiang

ZHANG Bingqiang, YANG Yongshun*, ZENG Simin, WANG Xiaolong, WANG Jianmin

(Xining Natural Resources Survey Center of China Geological Survey, Xining Qinghai 810000, China)

Abstract: The practice and application of green exploration technology is carried out during the drilling construction in the north working area of Tashidaban, Ruoqiang County, Xinjiang. According to the topographical features, geological and construction requirements, the borehole structure is determined. The drilling equipment, drilling methods, flushing fluid systems and drilling tool combinations are scientifically selected, especially for the flushing fluid formula in nearly horizontal drilling. The stability of the borehole and the construction efficiency are ensured. The requirements of green exploration, green drilling construction measures, as well as the evaluation of ecological benefits and social benefits are expounded. Practice has proved that guided by the concept of green development and by strengthening the application of green exploration technical methods, the damage to the ecological environment can be greatly reduced.

Key words: green exploration; horizontal drilling; environment-friendly flushing fluid; evaluation of the effect of green drilling

0 引言

在新一轮找矿突破战略行动全面铺开的大背景下, 矿产资源勘查工作的规模不断扩大, 工作量不断攀升。钻探工程作为获取精准地层资料最为直接有效的手段, 在矿产资源调查中占据关键地

位。钻探过程中依靠地面机械设备驱动孔内钻头, 强行破碎地下岩石, 不可避免地会对自然环境造成不同程度的负面影响。践行生态环境保护, 必须强化生态文明建设, 推进绿色、循环、低碳发展^[1]。近些年来, 国内始终在摸索探究绿色勘查施工的技术

收稿日期: 2024-12-26; 修回日期: 2025-03-21 DOI: 10.12143/j.ztgc.2025.S1.040

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“西部地区战略性矿产靶区查证技术支撑(西宁中心)” (编号: DD20243419)

第一作者: 张秉强, 男, 汉族, 1994年生, 工程师, 地质工程专业, 主要从事钻探施工管理与技术研究工作, 青海省西宁市城三区奉青路2号, 429406394@qq.com。

通信作者: 杨永顺, 男, 汉族, 1986年生, 工程师, 探矿工程专业, 主要从事钻探施工管理与技术研究工作, 青海省西宁市城三区奉青路2号, 403441878@qq.com。

引用格式: 张秉强, 杨永顺, 曾思敏, 等. 绿色勘查技术在新疆塔什达坂北地区钻探工程中的应用与实践[J]. 钻探工程, 2025, 52(S1): 262-266.
ZHANG Bingqiang, YANG Yongshun, ZENG Simin, et al. Application and practice of green exploration technology in the drilling project in the north area of Taxidaban, Xinjiang[J]. Drilling Engineering, 2025, 52(S1): 262-266.

和方法,很多地区基于各自的区域特点,颁布了有关绿色勘查的标准和规范,具备很强的指导价值^[2-4]。如何切实贯彻绿色勘查理念,有效化解钻探工程施工中开山修路、场地平整致使植被遭受严重破坏;油料和冲洗液渗漏,废浆、岩粉、生活垃圾处理不当,污染地表土壤和地下、地表水;使用性能欠佳的设备,产生大量废气、噪声、污染空气;开挖的边坡和场地恢复失当,造成水土流失,甚至引发地质灾害等问题,已然成为当下钻探工作者所研究的热门课题^[5-7]。在绿色发展理念的引领下,大力推进绿色勘查技术方法的运用,最大程度降低对环境的负面影响,于当前的钻探施工中显得尤为关键。

1 工作区概况

1.1 地形地貌特征

施工区域塔什达坂北地区位于若羌县南部昆仑山—阿尔金山东北部塔什达坂北部一带无人区,施工区平均海拔高度在3200~3600 m,山崖陡峭,地形起伏落差大,沟谷纵横,为典型的深切流水侵蚀地貌。沟谷内地表覆盖着一层1~6 m不等的冲积物,主要由孤石、碎石、粉土、砂土组成,植被类型主要呈现为发育脆弱的草甸、高山垫状植被和高山荒漠植被景观,如图1所示。



图1 施工区景观

1.2 气象、水文特征

若羌县冬季寒冷,夏季酷热少雨,风大尘多,日温差悬殊,属典型的暖温带大陆性荒漠气候。年平均温度11.8℃,极端最高温度43.6℃,有若羌河、瓦石峡河、塔什萨依河、米兰河、塔特勒克布拉克河、车尔臣河、塔里木河、孔雀河等河流等,均属于内陆型河流。年总径流量11.76亿m³。本次项目施工用水主要来自于位于若羌县自然资源局检查站旁的山谷中的一个泉眼,距离施工区域约18 km。

1.3 地质概况

2015年以来阿中地块相继发现了瓦石峡南、吐格曼北、阿亚克、塔什达坂等伟晶岩型锂铍矿点,矿区出露地层主要为古元古界阿尔金岩群和中元古界长城系扎斯勘赛河岩组、贝壳滩组、蓟县系金雁山岩组等,主要岩性为片麻岩、变粒岩、片岩、大理岩等^[8]。而长城系巴什库尔干岩群第二岩组在塔什达坂北区块的西北部就有大面积分布,岩性组合主要为一套浅变质的碎屑岩夹大理岩建造。受区域上变质变形作用强烈的影响,地层中的褶皱滑脱面、节理裂隙等构造薄弱带,均为花岗伟晶岩脉和锂铍矿化提供了可能的赋存空间。

2 钻探工程对生态环境的影响

传统地质钻探通常采用粗放型勘查模式,在开展勘查活动的过程中,对于其周围矿山环境会造成严重的负面影响^[9-11],主要涉及以下几个方面的环保风险:

2.1 地形地貌和植被的直接破坏

钻探工程施工过程中需要临时占用一定空间面积,包括钻探场地和运输便道,对地表原有的地形地貌开挖造成地表浅层损毁,可损毁地表的林木、草皮、以及耕地等。在不同景观区,采用不同的钻探设备以及钻探工艺,会对地表、地下以及周边环境造成不同程度的影响。

2.2 土壤、水体以及大气的直接和间接污染

钻探施工作业中使用的冲洗液材料、冲洗液、钻探设备油脂、发动机燃料、生产废料以及生活垃圾等均可能会因为泄漏或通过雨水污染到地下水、地表水和周围土壤,导致水体和土壤的污染。采用油料提供动力的钻探设备产生的废气可污染空气,尤其是有效功率低的动力设备污染更严重。

2.3 对野生动物栖息地的影响

开展钻探施工这种行为存在极大的可能性会给野生动植物的栖息环境带来严重的破坏。施工过程中,机械设备运作所产生的巨大噪音以及其他各种干扰因素,都会对野生动植物造成惊吓。这种惊吓会直接导致野生动物被迫迁移,寻找新的生存空间,使得它们的生存变得异常艰难,面临着诸多难以克服的困境。

3 绿色勘查技术的应用

根据现场地形条件,项目设计采用水平钻进技术施工,共设计了3个验证孔,设计要求开孔直径 ϕ 90 mm,终孔直径 ϕ 75 mm。根据设计的钻孔参数选择合适的钻探设备和钻具组合进行施工。

3.1 设备选择

此次钻探工程设计孔深380 m,钻孔倾角 $5^{\circ}\sim 75^{\circ}$,工区地形切割强烈、且大部分钻孔位于山脊之下,山体陡峭,环保政策要求高,施工道路和钻探设备搬运困难,因此采用CSD-500(改装)型便携式钻机施工。该钻机为模块化、轻型化,适用于人力进行搬运及现场拆解、装配,主要性能参数见表1。

表1 CSD-500(改装)型钻机性能参数		
参 数 项		参 数 值
钻进能力	B、N、H口径/m	600、400、200
	额定压力/MPa	22
液压系统	冷却方式	风冷
	生产厂家	久保田
发动机	额定功率/kW	24.5(X4台)
	额定转速/(r·min ⁻¹)	3000
动力头	最大扭矩/N·m	1120
	最大转速/(r·min ⁻¹)	1100
	给进行程/mm	1800
	提升力/给进力/kN	70/35
主卷扬	提升力/kN	30
	提升速度/(m·min ⁻¹)	26(空线鼓)
	钢丝绳直径/mm	14
	容绳量/m	30
绳索取心 卷扬	提升力/kN	11(空线鼓)
	提升速度/(m·min ⁻¹)	110(空线鼓)
	钢丝绳直径/mm	5
	容绳量/m	500
桅杆	全高/m	6
	钻进角度/(°)	45~90(改装后0~90)
孔口夹持器 适用钻杆		BQ、NQ、HQ、PQ
拆分后最大单元质量/kg		200(主卷扬为230)

3.2 场地平整

场地建设主要的内容是修建便道和场地平整。因项目施工采用的钻机为CSD-500(改装)型便携式钻机,施工占地面积小(4 m×4 m),不需要进行场地硬化,仅需要浇筑几个承力水泥墩子,在墩子

上面用工字钢和枕木搭建钻机平台即可(见图2)。

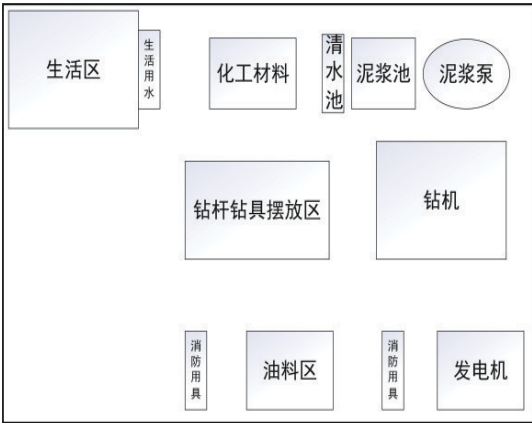


图2 钻探施工场地布置

3.3 钻进工艺选择

3.3.1 钻孔结构

考虑到钻孔安全性、经济时效性、级配科学性等方面因素,项目设计二级钻孔结构:HTW薄壁绳索钻进施工至100 m左右;使用NTW薄壁绳索钻进施工至终孔,见图3。

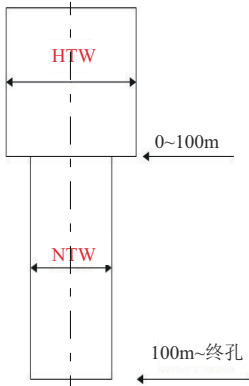


图3 钻孔结构

3.3.2 钻进方法和钻具组合

充分考量矿区地层岩石的力学特性、结构构造,以及钻探设备性能、护壁堵漏措施等多方面因素,设计采用金刚石单管钻进与金刚石绳索取心分段钻进相结合的方法。具体操作流程为:开孔阶段运用HTW金刚石绳索钻进技术,持续钻进抵达完整岩面。完成开孔钻进后,随即下入套管,以此将上部的松散层、覆盖层等不稳定地层隔离。后续钻进全程改用NTW薄壁金刚石绳索取心钻进方式,直至顺利钻进至终孔位置。具体参数见表2。

表 2 钻进技术参数设计

孔段/m	钻进方法	钻具	钻头	钻进规程参数			备注
				钻压/ kN	钻速/(r· min ⁻¹)	泵量/(L· min ⁻¹)	
0~100	HTW 金刚石 绳索钻进	钻头+HTW 扩孔器 +HTW1.5 m 钻 具	平面形自锐金刚石钻头,外径 90.5 mm,7 个水口,粒度 50 目,胎体硬 度(HRC)20,金刚石浓度 75% 添 加粉末粒度 1~2 μm 稀土	6~8	350~700	50~90	Ø91 mm 孕 镶金刚石 扩孔器
100~终 孔	NTW 金刚石 绳索钻进	钻头+NTW 扩孔器 +NTW1.5 m 钻 具	锯齿形自锐金刚石钻头,外径 76.5 mm,11 个水口,粒度 50 目,胎体 硬度(HRC)20,金刚石浓度 75%, 添加粉末粒度 1~2 μm 稀土	6~10	400~850	35~65	Ø77 mm 孕 镶金刚石 扩孔器

3.3.3 冲洗液的选择

钻机配套的泥浆泵以使用无固相和低固相冲洗液为主,结合地层特点、钻孔深度和钻孔结构要求,本

次选用无固相冲洗液体系^[12],具有防塌护壁、润滑、增黏、抑制等作用,同时所使用的冲洗液材料均无毒无

污染,可减少对环境的污染^[13]。冲洗液性能见表 3。

表 3 冲洗液类型及配方

孔段/m	地层	冲洗液类 型	冲洗液配方	冲洗液性能				
				密度/ (g·cm ⁻³)	黏度/s	API 滤失 量/ml	泥饼厚/ mm	PH 值
0~50	软硬互层 松散	SD-2 植物 胶泥浆	淡水+5%~8% 土+0.4~0.5% 纯碱 +2~4% 植 物胶+0.5% CMC	1.04~1.08	35~40	<20	<1.5	8~9
50~400	完整	无固相冲 洗液	淡水+0.3% PHP+0.1% NaOH	1.01~1.03	25~29	<23		8~9
	较完整	SD-2 植物 胶泥浆	淡水+5%~8% 土+0.4~0.5% 纯碱 +2%~4% 植物胶+0.5% CMC	1.05~1.10	28~35	<12	<1	8~9

3.3.4 钻探技术方法

在高海拔深切割地区采用近水平钻进施工,孔位布置灵活,大大减少了修路等工程成本以及对生态脆弱区外部环境的扰动,推进绿色勘查、精准勘查示范工作,实现精细勘查。

通过利用 CSD-500(改装)型全液压钻机设备,优化钻具组合和取心工艺,成功解决了成矿条件复杂、海拔高差大、地层复杂等技术难题。近水平钻孔的顺利完工不仅提高了取心的效率与安全性,还为今后类似地形条件下的钻探提供了宝贵的实践经验和技术指导。施工现场如图 4 所示。

3.3.5 场地恢复

钻探工程结束后对场地进行恢复,坚持“人工修复为辅、自然恢复为主”的原则,复垦复绿坚持“宜林则林,宜草则草,宜耕则耕、宜荒则荒”的原则,同时做好环境恢复治理工程的维护管理。塔什

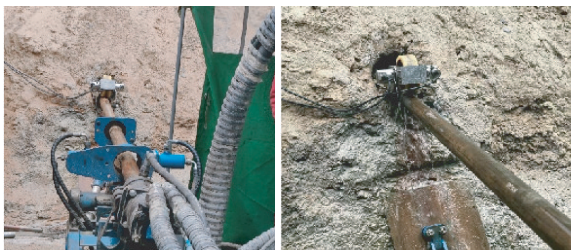


图 4 钻探现场照片

达坂北地区为高山荒地区,机场坡度陡峭的开挖面采取喷草籽方法处理,其它工作面或回填面,采取先覆土后再洒草籽或植草种树处理。

4 绿色钻探施工防治污染措施

4.1 防土地污染作业环保措施

固体废弃物管理至关重要,专门规划场地用于妥善存放各类固体废弃物。在生活区域合理配置垃圾桶,集中收集垃圾,并定期安排运输至指定垃

圾场进行规范处理。对施工产生的废弃物、边角料等,及时进行收集与清理,防止其对生态环境造成危害。同时,对于机械设备、物资材料等,实施规范化管理,从存放环节到使用环节,均严格遵循相关标准,保障有序运作。

4.2 防大气污染措施

施工现场严禁使用锅炉、烧炭的茶炉以及大灶等对环境造成污染的设备。食堂使用清洁燃料,食堂内相关设施完全符合环保要求,最大限度降低对周边环境的不良影响。对于冲洗液材料、水泥以及其他极易飞扬的细颗粒物,存放于专门规划的材料存放区,并采用严密遮盖措施,防止在存放过程中因风吹等因素导致细颗粒物飘散,减少对空气环境的污染,维护施工现场及周边区域的空气洁净度。

4.3 防地表水污染措施

施工作业区无地表水,但油料存放进行严密遮盖、防渗处理,储存和使用采取措施防止泄漏,以免对土壤水体产生污染。冲洗液采取防渗措施,防止入渗至土壤水体。

5 绿色钻探效果评价

5.1 生态环境影响

在项目的实施过程中,结合工区实地情况,选择便携式钻机、采用绿色环保冲洗液,最大程度降低地形地貌破坏和植被损毁,把钻探工程对自然生态环境的影响降到了最低。通过采用适用的钻进技术方法和钻探器具等措施,提升了钻探工作质效,有效控制了施工工期,间接降低工程活动对生态环境的扰动周期以及钻探设备的能耗,提升了环境效益。

5.2 社会效益

在开展钻探工程施工作业中,雇工驻地人民群众开展辅助工作,如修建机场和运输便道,租赁营院、工程车辆,施工生产材料和生活物资采购等,为当地居民带来就业机会和经济收入,也为当地政府带来了税收。在工作驻地大力开展绿色勘查宣传与科普活动,提升当地人民群众对勘查工作新的认识,积极走访当地自然资源管理部门、乡镇和村民,获得了当地政府的大力支持和人民群众的认可。

6 结论与建议

(1)在高海拔且地形深切割的区域,成功应用

了便携式钻机和近水平定向钻进施工工艺,显著降低了修路和修筑场地等基础设施建设所需的成本及对环境的破坏,同时提高了勘查效率。环保冲洗液和的使用,减少了环境污染,降低了对生态脆弱区域的破坏。

(2)为契合绿色勘查理念,冲洗液可选用可降解的无固相冲洗液体系,该体系不仅拥有防塌、抑制、封堵、润滑等基础性能,以保障钻探作业的顺利进行,还能借助有机生物实现自然绿色降解,有效维持土壤酸碱度平衡,达到无毒无害化处理的目标,全方位降低对周边环境的不良影响。

(3)要切实将绿色勘查施工技术落到实处,最大程度降低施工对生态环境造成的扰动、破坏,核心要点在于坚定不移地秉持践行绿色勘查的信念,以及持续推动新工艺、新方法的发展与应用。

参考文献:

- [1] 刘蓓,寇少磊,朱芝同,等.便携式模块化钻机在绿色地质勘查工作中的应用实践[J].钻探工程,2022,49(2):30-39.
- [2] 雷晓力,张瑶,张福良,等.新时期我国绿色勘查典型实践与技术应用研究[J].中国矿业,2019,28(S2):124-128.
- [3] 马骋,张福良,雷晓力,等.当前推进绿色勘查工作的若干思考[J].中国矿业,2019,28(S2):138-141.
- [4] 畅利民,黄明勇,班金彭,等.绿色勘查在贵州正安旦坪铝土矿勘查钻探工程中的应用与分析[J].钻探工程,2021,48(3):67-72.
- [5] 赵志杰,丁宁宁,孔令玺,等.绿色勘查技术在河北省古马铁矿钻探工程中的应用[J].钻探工程,2021,48(12):26-31.
- [6] 吴金生,李子章,李政昭,等.绿色勘查中减少探矿工程对环境影响的技术方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):112-116.
- [7] 马映辉,贾宏福.绿色工程勘察钻探实施方案探索及应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(11):29-36.
- [8] 张朋,刘豹,杨晓飞,等.新疆阿尔金西段瓦石峡南锂铍稀有金属矿成矿背景与勘查进展[J].中国地质调查,2024,11(3):17-24.
- [9] 胡志涛.浅析地勘工作中的绿色勘查[J].世界有色金属,2019(3):177-178.
- [10] 罗晓娟.不当钻探施工引发的滑坡变形加剧机理——以浙江松阳范山头滑坡为例[J].中国地质灾害与防治学报,2021,32(3):84-90.
- [11] 江景云.深厚砂层小直径深井成孔技术在换流站接地极工程的应用[J].福建科技,2021(1):38-30.
- [12] 朱旭明,乌效鸣,郑文龙,等.深孔绳索取心钻进用无固相防塌钻井液试验[J].地质科技通报,2021,40(2):118-124.
- [13] 李晓东,熊正强,付帆,等.环保型弱凝胶护壁护心钻井液研究与应用[J].地质与勘探,2024,60(3):581-591.

(编辑 王文)