

森林覆盖区绿色勘查钻探工作的应用实践

张亚坤, 邹常伟*

(中国地质调查局牡丹江自然资源综合调查中心, 吉林 长春 130102)

摘要:本文主要聚焦于地质岩心钻探工程领域,以绿色勘查工作理念为指导,阐述模块化钻机以及冲洗液处理设备的应用实践。介绍了模块化钻机的构造特点及其在森林覆盖区应用的优势,分析了钻机通过模块组合适配多样化工程需求。同时,研究了冲洗液处理技术的重要性,包括冲洗液的性能要求、循环利用机制以及相应处理工艺,探讨科学合理的冲洗液处理方式对生态环境恢复的重要意义,为推动钻探行业的绿色发展提供参考。

关键词:绿色勘查;岩心钻探;模块化钻机;冲洗液无害化处理;生态环境恢复

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2025)S1-0267-05

Application practice of green exploration drilling in forest covered areas

ZHANG Yakun, ZOU Changwei*

(Mudanjiang Comprehensive Natural Resources Survey Center, China Geological Survey, Changchun Jilin 130102, China)

Abstract: This article mainly focuses on the field of geological core drilling engineering, guided by the concept of green exploration work, and is aimed at the application practice of modular drilling machines and flushing fluid treatment equipment. It introduces the construction characteristics of modular drilling machines and their advantages in forest covered areas, analyzes the adaptability of drilling machines to diverse engineering needs through module combination. At the same time, it studies the importance of flushing fluid treatment technology, including flushing fluid performance requirements, recycling mechanism, and corresponding treatment process, and discusses the significance of scientific and reasonable flushing fluid treatment methods for protecting the environment, providing reference for promoting the green development of the drilling industry.

Key words: green exploration; core drilling; modular drillers; harmless treatment of flushing fluid; ecological environment recovery

0 引言

根据《中共中央国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》,要求牢固树立绿水青山就是金山银山的理念,将绿色转型的要求融入经济社会发展全局,全方位、全领域、全地域推进绿色转型,构建人与自然生命共同体。

近些年,在国家相关政策大力支持与鼓励下,绿色勘查技术研究和推广工作发展迅速,取得了良

好的环保效益和众多成效。2024年7月3日,自然资源部印发《自然资源部 国家林草局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》,提出全面实施绿色勘查,严格执行绿色勘查有关标准规范,全面提升绿色勘查技术方法、装备水平,高质量完成新一轮找矿突破战略行动目标,特别提出加快推进标准规范落实,部分现行绿色地质勘查相关标准见表1。

收稿日期:2024-11-28; 修回日期:2025-02-14 DOI:10.12143/j.ztgc.2025.S1.041

第一作者:张亚坤,男,汉族,1988年生,助理工程师,地质工程专业,从事钻探工艺研究工作,吉林省长春市南湖科技开发区光机路4855号,504230668@qq.com。

通信作者:邹常伟,男,汉族,1988年生,工程师,岩石学、矿物学、矿床学专业,硕士,从事钻探技术研究与管理工作,吉林省长春市南湖科技开发区光机路4855号,zcwgw@126.com。

引用格式:张亚坤,邹常伟.森林覆盖区绿色勘查钻探工作的应用实践[J].钻探工程,2025,52(S1):267-271.

ZHANG Yakun, ZOU Changwei. Application practice of green exploration drilling in forest covered areas[J]. Drilling Engineering, 2025,52(S1):267-271.

表1 部分国内现行绿色地质勘查相关标准

序号	规范/标准名称	编 号	实施时间	发 布 部 门
1	绿色勘查指南	T/CMAS0001—2018	2018年8月1日	中国矿业联合会
2	固体矿产绿色勘查技术规范	DB52/T1433—2019	2019年12月1日	贵州省市场监督管理局
3	宁夏绿色勘查技术规程	DB64/T1753—2020	2020年10月27日	宁夏回族自治区市场监督管理厅
4	高原绿色勘查地质钻探规范	DB63/T1827—2020	2020年12月31日	青海省市场监督管理局
5	固体矿产绿色勘查技术规范	DB41/T2082—2020	2020年12月30日	河南省市场监督管理局
6	黄金地质绿色勘查技术规范	T/CGA018—2021	2021年1月25日	中国黄金协会
7	绿色勘查规范	DB37/T4307—2021	2021年3月2日	山东省市场监督管理局
8	青海高原绿色勘查规范	DB63/T1887—2021	2021年3月10日	青海省市场监督管理局
9	绿色地质勘查工作规范	DZ/T0374—2021	2021年7月1日	中华人民共和国自然资源部
10	固体矿产绿色勘查技术规范	DB 23/T 3153—2022	2022年3月3日	黑龙江省市场监督管理局
11	绿色勘查地质钻探技术规范	DB 43/T 2373—2022	2022年7月8日	湖南省市场监督管理局
12	绿色勘查钻井(深孔钻探)技术规范	DB 43/T 2372—2022	2022年10月8日	湖南省市场监督管理局
13	绿色勘查技术规范	DB 34/T 4382—2023	2023年3月1日	安徽省市场监督管理局
14	绿色勘探技术规程	T/GRM 4382—2023	2023年12月29日	中关村绿色矿产联盟
15	绿色勘查技术规程	DB 43/T 3393—2024	2024年4月15日	内蒙古自治区市场监督管理局

为贯彻推进和落实好国家、部、局以及地方的绿色勘查相关要求,结合钻探工作实际所需,在“吉林夹皮沟—海沟金矿重点调查区调查评价”项目钻探工程中,我中心科学组织实施绿色地质钻探试点和推广应用,顺利完成了地质工作目标,有效服务和支撑了绿色地质勘查工作^[1]。

1 工作区情况

1.1 自然地理情况

工作区主要位于吉林省东部,长白山西麓安图县境内,属长白山国家级森林自然保护区。地势由东南向西北逐渐降低,多为中低山脉和丘陵地带,山地丘陵面积占比较大,平均海拔约150 m,森林覆盖率高达87.7%以上,主要树种包括松树、椴树、桦树等,其中包括多种珍惜濒危树种,如国家一级保护植物红豆杉、二级保护植物长白松(美人松)等,还有丰富的动物资源,野生动物包括孢子、野猪和松鼠等。工作区森林茂盛,开展勘查工作尤其是钻探工作,须向保护区管理机构申请,获相关主管部门批准才可实施。

1.2 地层情况

工作区地表土层覆盖较薄,一般3~15 m。岩层类型多样,以花岗岩为最多,此外还有安山岩、角砾岩、闪长岩、二长岩等。地层裂隙发育,浅层风化程度较强(见图1)。



(a)25~30m处岩心 (b)200m处岩心

图1 工作区主要岩性

2 钻机简介

2.1 钻机基本参数

钻机型号为中勘普华F800D型便携式模块化钻机(图2),钻机由操作单元、动力单元、钻机单元、钻机底座、冲洗液泵和搅拌器组成,通过调节阀控制管路中流动的油量实现钻压、转速和泵量无级变速调节,同时,每台钻机分别配备3台柴油动力液压马达,可根据钻孔深度视情况增减动力模块系统,具体参数见表2,配套钻杆见表3。

2.2 模块化钻机优势

模块化钻机由多个独立模块组成,最大单个模块质量<180 kg,整体结构紧凑简单,质量较轻,便于搬运;钻机液压系统高度集成,液压管路采用快速接头,可以根据不同的施工需求进行快速组装和拆卸;设备运行数据及钻进参数均可通过仪表体现,监测系统比较全面^[2],机台作业每班组仅需2~3人,工人劳动强



图2 传统钻机与模块化钻机对比

表2 FD800型模块化钻机主要参数		
钻机单元	参数名称	参数值
动力头单元	给进行程/m	1.8
	提升力/kN	150
	型号	ZK800顶驱
	质量/kg	120
	长×宽×高/mm	2750×520×5200
动力单元	发动机型号	KubotaV1505T
	功率/kW	3×33
	质量/(kg·台 ⁻¹)	180
	长×宽×高/mm	910×620×940
油箱单元	容量/L	100(水冷)
	质量(空载)/kg	45
	质量(满载)/kg	120
	长×宽×高/mm	867×559×940
绳索卷扬	绳容量/m	1000
	质量(空载)/kg	45
	长×宽×高/mm	500×450×400
操作单元	质量/kg	140
	长×宽×高/mm	508×762×1010
钻杆夹持器	最大钻杆尺寸	PQ(PWL)
	夹持力/kN	120
外形与质量	机台面积/m	4×4
	最大模块质量/kg	180
	总质量/kg	1350
泥浆泵单元	型号	Botolini
	流量/(L·min ⁻¹)	110
	压力/MPa	7.5
	工作方式	液压传动
	质量/kg	35
	长×宽×高/mm	770×480×340

表3 配套钻杆参数				
型号	钻杆外径/	钻杆内径/	钻杆长度/	钻杆质量/
	mm	mm	m	kg
HTW	91.3	81	1.5	18
NTW	73.3	64.2	1.5	11
BTW	56.5	48.5	1.5	7

3 钻探施工过程

3.1 工作量完成情况

工作区内共布置钻孔3个,设计钻探工作量800 m,历时47 d,实际完成任务量800.40 m,岩心采取率80%~100%,综合采取率98%。符合钻探质量六大指标,钻孔合格率100%^[4],见表4。

表4 模块化钻机施工效率					
钻孔 编号	倾角/ (°)	终孔深 度/m	纯钻时 间/h	台月效率/ [m·(台·月) ⁻¹]	平均时效/ (m·h ⁻¹)
ZK001	75	220.06	88	471.56	2.5
ZK002	80	306.96	125	613.92	2.45
ZK301	80	273.38	95	745.58	2.87

3.2 机台搬迁与搭建

为减少对环境的破坏,钻机搬迁运输一般采用小型橡胶履带式运输车搬运,无需大规模修路,约1 m宽空隙即可通过,复杂地区运输车无法到达,采用人力搬运或牲畜驮运至钻孔位置。

钻机地基面积为4 m×4 m,场地平整时,将开挖位置表层腐殖土装入袋中保存,待施工完成后原地逆序回填,如遇不可规避树木,可结合地质情况挪动孔位,或将树木进行移植,待施工完成后再将其移回原位置。平整好的施工场地用土工布与防渗垫做防渗漏铺垫,防止油污、冲洗液渗入土中,然后铺装低枕,对钻机进行组装,将占地面积控制在

度降低,减少了现场作业安全风险^[3]。

最小范围,以最大程度减少对环境的影响(见图3)。



图3 模块化钻机搬运与搭建

3.3 钻孔施工情况

钻孔施工采用薄壁绳索取心工艺,HTW(Ø95.5 mm)、NTW(Ø75.7 mm)二级孔径。HTW单管开孔,薄壁金刚石钻头钻进,为防止冲洗液污染浅层松散地层岩心,一般采用清水为冲洗液,如地层较为复杂可调配环保冲洗液,至稳定基岩层后,HTW钻杆可直接作为套管使用,改用NTW绳索取心继续钻进。

3.4 冲洗液管理

开挖冲洗液循环槽及沉淀池后,用土工布与防渗垫做好防渗措施,将循环槽和沉淀池四周加高,以保证施工过程中冲洗液不会发生渗漏或流出循环槽和沉淀池。

选用具有良好护壁性能和携砂能力的环保冲洗液,主要选用植物胶、环保型防塌剂、环保型固体润滑剂、环保型油基润滑剂等添加剂,在保持冲洗液基本功能的同时,降低对环境的危害^[5]。

采用北京探矿工程研究所研制的最新型冲洗液处理设备(见表5),形成钻孔-沉淀池-离心机-循环罐-钻孔的冲洗液循环系统,通过离心机不断从沉淀池内分离出岩粉与砂粒,维护循环冲洗液的性能稳定,实现冲洗液高效循环利用(见图4)。

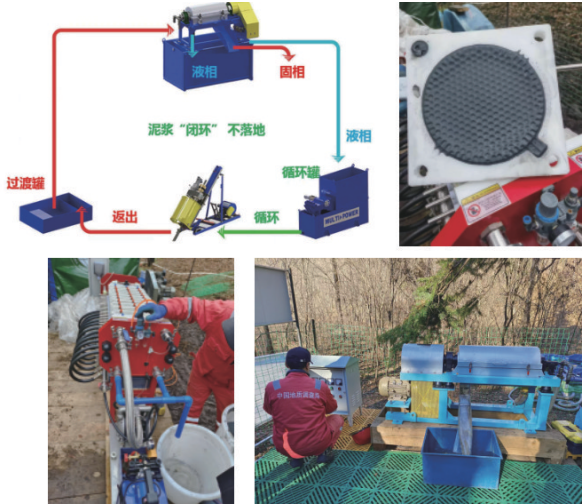


图4 冲洗液处理系统

施工完成后,废弃冲洗液经压滤机转化为废渣、泥饼和清水三种形态,废渣、泥饼拉走集中处理,清水检测达标后直接无害化排放。

3.5 噪声与振动控制

对施工时机械设备运转产生的噪声和振动,通过在施工现场四周设置由吸音材料和隔音材料组成约2 m高隔音屏障,阻挡和吸收噪声传播,减少噪声对周围环境和生物的影响^[6]。

同时,严格按照钻机保养手册对设备进行定期维护和保养,确保设备的正常运行,降低设备在施工过程中产生的摩擦和振动噪声。

4 施工后的生态环境恢复

4.1 场地清理

钻孔施工结束后,钻探设备有序搬离,清理现场垃圾,重点为残留生活垃圾、设备零件、油污垃圾等,避免污染物对土壤和植被生长产生不良影响,回填沉淀池时,先回填大石块再回填小石块,确保地表稳定,最后再将无污染的土壤覆盖到钻探施工场地^[7]。直至与原地形地貌相似。

4.2 环境恢复

复垦复绿按照占地类型和已破坏的植被类型

表5 冲洗液处理设备主要参数

钻井液离心机							压 滤 机				
型号	分离粒度/ μm	处理量/ $(\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1})$	工作转速/ $(\text{r}\cdot\text{min}^{-1})$	功率/ kW	最大模块/ kg	整机质量/ kg	型号	处理能力/ m^3	功率/ kW	最大模块/ kg	处理后固含量/ $\%$
TGLW220	2~5	2	0~3000	7.5	>80	265	TGYG	≥ 0.5	5	160	≤ 20

进行生态环境恢复工作,遵循自然规律因地制宜,宜林则林,宜草则草,宜耕则耕、宜荒则荒原则^[8],移植的林木全部回植,草本层选用适应当地环境的草种,施工前开挖的腐殖土均匀覆盖在底土之上,确保覆土能满足植被正常生长,对于仅压占但未受到挖损、污染的场地,采取松土、培土等方式达到复植复垦要求。

5 结论

5.1 绿色勘查理念下钻探施工优势

(1)降本增效显著:采用模块化钻机、履带式小型运输车等轻便设备,设备机动灵活,可通过性强,能在较小场地展开作业,减少施工场地平整面积。按需配置动力模块,降低不必要能源消耗。

(2)降低废弃物与污染物排放:配备先进的冲洗液循环处理系统,采用更加环保的冲洗液,能够有效的对钻探过程中使用的冲洗液进行净化、回收、重复利用,减少废弃冲洗液产生量,对废弃冲洗液无害化处理,降低了对周围环境、土壤和水体的污染风险。

(3)严格生态恢复与保护措施:施工结束后,及时对钻探场地进行全面的生态恢复工作,包括土地复垦、植被种植等,使施工区域尽可能恢复到施工前的生态状态。

5.2 对绿色钻探下一步建议

(1)持续开展装备改进与工艺创新,进一步提高其能源利用效率。例如,研发新型节能动力系

统,探索利用太阳能辅助供电等可再生能源为机台供电,降低对传统能源的依赖。

(2)继续改进优化冲洗液品质。开发优化更环保的冲洗液配方,提高润滑、排粉和孔壁稳定等性能的同时,提高造浆率、增强生物可降解性,降低对环境的潜在危害。

(3)强化实践经验分享传播。探索模块化钻机等绿色钻探技术在更多地质条件和钻探场景下的应用分析,通过与科研机构合作开展试验项目,积累推广更高效的经验。

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] 董高林.浅谈便携式全液压钻机在洛南景村-三要一带萤石矿岩心钻探中的应用[J].甘肃科技,2020,36(5):47-49.
- [3] 张子伟,郝永强.便携式全液压钻机在地质勘查中的应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(07):233,235.
- [4] 程成,陈涛.崆山金矿外围绿色勘查钻探技术应用分析[J].西部探矿工程,2022,34(1):76-78,83.
- [5] 李鹏.矿山地质钻探中绿色勘查技术的运用探究[J].石油石化物资采购,2024(14):208-210.
- [6] 渠洪杰,谭春亮,冉灵杰,等.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,2024,3(10):246-256.
- [7] 杜嵩,李光春,巩鑫,等.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(1):76-81.
- [8] 张万河,和新,郝国利,等.涞源龙门金多金属矿普查绿色勘查实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(7):73-77.

(编辑 王文)