

# 固体矿产绿色勘查钻探技术方法探索与实践

刘蓓<sup>1</sup>, 杨可<sup>1</sup>, 张晨<sup>2</sup>, 顾科伟<sup>1</sup>, 皮健伟<sup>1</sup>, 段晓<sup>1</sup>

(1. 中国地质调查局西安矿产资源调查中心, 陕西 西安 710100;  
2. 北京集佳知识产权代理有限公司西安分公司, 陕西 西安 710100)

**摘要:**西安矿产资源调查中心针对现有固体矿产地质调查(勘查)项目,积极探索和实践绿色地质勘查工作技术方法,因地制宜应用全液压履带钻机、便携式模块化钻机实施“一基多孔”,采用背包钻实施“以钻代槽”,通过优选环保型冲洗液,净化处理废弃冲洗液,控制临时占地规模等具体措施。与传统机场规格相比占地面积减少了80%~85%,临时便道修筑减少了60%~65%,工后复垦复绿达到了80%以上。通过绿色勘查成本费用分析,人员、临时用地(青苗)补偿、绿色环保材料及复垦复绿等费用成本总和降低了40%左右。最后探索实践了绿色勘查工作保障措施,对下一步绿色勘查工作提出了建议,为加强绿色勘查工作理念、完善相关的制度法规、激发绿色勘查工作活力提供了积极的导向。

**关键词:**固体矿产钻探;绿色勘查;便携式钻机;一基多孔;以钻代槽;环境影响

**中图分类号:**P634.5 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-9686(2021)S1-0039-08

## Exploration and practice of green exploration drilling technology methods for solid minerals

LIU Bei<sup>1</sup>, YANG Ke<sup>1</sup>, ZHANG Chen<sup>2</sup>, GU Kewei<sup>1</sup>, PI Jianwei<sup>1</sup>, DUAN Xiao<sup>1</sup>

(1. Xi'an Mineral Resources Research Center of China Geological Survey, Xi'an Shaanxi 710100, China;  
2. Unitalen Attorneys at Law, Xi'an Shaanxi 710100, China)

**Abstract:** Xi'an Mineral Resources Research Center actively explores and practices green geological exploration work technical methods for solid mineral geological survey (exploration) projects underway, and adopts specific measures such as applying full hydraulic crawler drilling rig and portable modular drilling rig to implement “ulti-holes from one site”, utilizing the backpack drill to implement “drilling instead of trenching” in accordance with local conditions, selecting environment-friendly drilling fluid, purifying and treating waste mud, and controlling temporary land occupation. Compared with the traditional drilling site size, the land footing area has been reduced by 80% to 85%, the construction of temporary access roads has been reduced by 60% to 65%, and the reclamation for farm land and green has reached more than 80%. Analysis of the cost of green exploration shows that the total cost of labour, the compensation for temporary land (green crop), green environmental protection materials and restoration and greening has been reduced by about 40%. Finally, the support measures for green survey work are explored and practiced with suggestions put forward for the next step of green exploration work, which provides positive guidance for strengthening the concept of green exploration work, improving relevant systems and regulations, and stimulating the vitality of green exploration work.

**Key words:** solid mineral drilling; green exploration; portable drill rig; multi-holes from one site; drilling instead of trenching; environmental impact

收稿日期:2021-05-31 DOI:10.12143/j.ztgc.2021.S1.007

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“秦岭地区金银矿资源勘查”(编号:DD20208008)

作者简介:刘蓓,男,汉族,1986年生,工程勘查室副主任,工程师,地质工程专业,硕士,从事地质钻探工程施工和技术管理工作,陕西省西安市长安区凤栖西路7号,liubei02105228@163.com。

引用格式:刘蓓,杨可,张晨,等.固体矿产绿色勘查钻探技术方法探索与实践[J].钻探工程,2021,48(S1):39-46.

LIU Bei, YANG Ke, ZHANG Chen, et al. Exploration and practice of green exploration drilling technology methods for solid minerals [J]. Drilling Engineering, 2021, 48(S1): 39-46.

## 0 引言

绿色勘查是矿产资源勘查工作坚定不移贯彻落实习近平生态文明思想的具体实践,是促进国内地质勘查行业持续健康高质量发展的重要举措<sup>[1]</sup>。绿色勘查理念在国际上早已被提出和达成共识,也得到了广泛的应用和实践。加拿大、美国、澳大利亚、菲律宾、西非、拉美等主要国家和地区在立法层面对勘查活动全过程的环保提出了强制性的要求<sup>[2]</sup>,勘查工作中必须开展环境管理,尽可能最大程度上减少勘查活动对环境的不利影响,对地表环境扰动较大的钻探、槽探等活动还须获取环境许可证,政府管理部门对勘查活动进行监督管理。

国内绿色勘查工作起步较晚,但发展迅速,从技术、管理和实践等方面都取得了众多成效。2015年开始,贵州省西南能矿集团提出生态环保型绿色能矿的建设目标,探索出了贵州固体矿产绿色勘查技术经验<sup>[3]</sup>;中国地质调查局探矿工艺研究所在四川省若尔盖铀矿田实施的“一基多孔、一孔多支”新技术成功应用,形成了高原生态脆弱区绿色勘查钻探技术体系<sup>[4]</sup>;青海省地质矿产勘查开发局率先在青海省多彩整装区实施绿色勘查,创造了生态环境脆弱地区的“多彩模式”勘查方法<sup>[5]</sup>。自此,国内首次提出“绿色勘查”概念,并开始在全国倡导绿色勘查。目前,国内绿色勘查标准规范体系建设也在不断地完善<sup>[6]</sup>,2018年,中国矿业联合会发布了《绿色勘查指南》;2021年,中国黄金协会发布了《黄金地质绿色勘查技术规范》;2019年,自然资源部下发了《关于开展绿色勘查项目示范工作的通知》;各省(自治区、直辖市)基本都已发布了本地区的矿产资源绿色勘查相关制度、实施指导意见、管理办法或工作要求等,其中宁夏、贵州、青海、河南及山东已经发布了地方规范(规程),据了解自然资源部《绿色地质勘查工作规范》正在报批中。

为推进落实自然资源部、中国地质调查局及各地方关于绿色地质勘查工作的相关要求,切实加强地质工作中生态环境保护,最大限度减少对环境的扰动和影响,西安矿产资源调查中心结合西北地区(陕西、甘肃、青海及新疆)固体矿产地质勘查(调查)项目中钻探工程所面临的实际情况,坚持“以人为本,因地制宜,减少破坏,加强治理”的基本原则,科学有序组织开展绿色地质钻探试点工作,取得了阶段性成效。

## 1 工作区概况

陕西秦岭工作区。主要工作区在商洛—丹凤—柞水地区、宁强县燕子砭镇地区、安康旬阳地区,区内都有公路相通,交通较为便利,属中低山区,地表第四系覆盖层厚为0~6 m不等,地形切割强烈,山势陡峭,植被覆盖茂密,以高大落叶阔叶植被为主,沟谷溪流常年有水,季节性雨水丰沛,国家级野生保护动植物丰富。地层岩性主要为片岩、片麻岩、花岗岩、千枚岩、石英砂岩、板岩、石灰岩、白云岩等。

甘肃寨上工作区。寨上矿区位于甘肃省岷县禾驮乡境内,区内交通便利,属中高山区,地势北高南低,海拔2600~3300 m,区内山脊舒缓,沟谷开阔,沟壑交织,植被发育,区内主要以低矮灌木、草场和耕地为主,区内河流发育,呈羽状、网状分布,流量受季节影响很大。地表第四系覆盖层10~150 m不等,基岩出露差。主要岩性为砾岩、炭质板岩、泥质板岩、钙质板岩、砂(粉砂)质板岩、灰质板岩,脉体主要为碎裂岩、碎裂化炭质板岩、碎裂化泥质板岩、碎裂岩、碎裂化钙质板岩等。

青海和新疆工作区。青海和新疆工作区海拔在3000~4000 m之间,工区内大部分区域车辆无法通行,交通极其不便,地形十分复杂,山势陡峻,局部地形切割强烈,基岩裸露,地表径流少,植被稀疏,多为秃山,荒漠且沙漠化较严重,典型的高原荒漠型景观和高原山地地貌。工作区内主要岩性为英片岩、榴辉岩、糜棱岩、大理岩、片麻岩、花岗片麻岩、花岗岩、矽卡岩及变质岩,不同程度风化,裂隙较发育。

## 2 绿色勘查技术措施

### 2.1 钻探施工技术措施

在保障作业安全和地质目的的前提下,因地制宜科学合理选择适宜的钻探设备和技术方法,扎实开展绿色地质钻探工作。

#### 2.1.1 钻探设备的选择

秦岭工作区内便道修筑及设备搬迁困难,岩石级别为Ⅳ~Ⅶ,优先选用了性能先进、环保、轻量化、占地面积较小的绿色便携式模块化钻机开展钻探工作<sup>[7]</sup>(见图1)。钻机最重模块180 kg,施工运输便道宽0.8~1 m即可满足通行;桅杆式钻架,机架材料采用航空铝材,机身轻便<sup>[8]</sup>;钻机使用液压快速插接接头,安装、拆卸快速<sup>[9]</sup>;地盘占地面积约4.5 m×4.5 m,可减少基础工程量,土地、青苗及林草破坏面积

少,绿色环保。钻机表现出了易进入、搬迁快的特点,只需2~5 h即可完成拆卸、运输和安装,钻探人员劳动强度大幅降低。



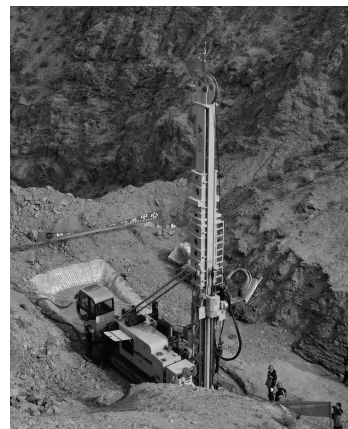
图1 EP600/EP600plus型模块化钻机在秦岭工作区施工作业

青海和新疆高原山区交通极为不便,岩石级别高(Ⅷ~Ⅸ),选用全液压自行式履带钻机(见图2),钻机占地面小,爬坡能力强(可用于 $30^{\circ}$ 以内的山坡),机台整体转场效率高,具有较高的钻进效率与取心质量的优势,又满足了绿色勘查环保要求;戈壁荒漠草原等地形,选用汽车(或拖车)式钻机,平整地盘工作量少,液压支腿可自行调平,机台搭建快捷,可大幅度增强钻机转场的机动性,全面提高钻探工作效率(见图3)。

总之,绿色地质钻探设备的选择,要根据工区自然地形地貌环境、钻进地层情况及费用成本等条件综合考虑,处理好钻机施工能力、环境适用性和经济成本三者之间的矛盾,选择合适的钻探设备可有效控制施工现场环境破坏程度,同时可提高钻探工程



(a)HXD-5L型



(b)CSD3000型

图2 采用全液压履带式钻机在青海工作区施工作业

质量和效率<sup>[10]</sup>,降低钻探总费用成本,各工作区选用不同类型钻机钻探施工效率情况见表1。

### 2.1.2 绿色勘查地质钻进技术措施

(1)实施“一基多孔”钻进方法。甘肃寨上和秦岭安康旬阳工作区分别采用全液压履带钻机、便携式钻机解决了小倾角钻孔的施工问题,并结合地质目标需求实施“一基多孔”钻探施工技术方法(见图



图3 DPP-300型车载钻机在戈壁荒漠上施工作业



表1 各工作区采用不同类型钻机钻探施工效率情况

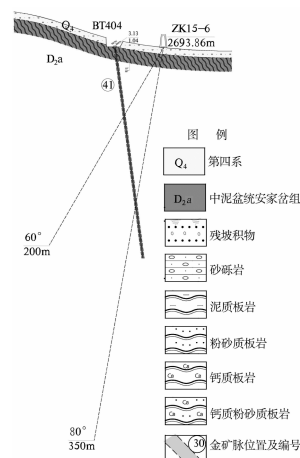
孔号	设计孔深/m	终孔孔深/m	工期/d	台月效率/ [m/(台·月) <sup>-1</sup> ]	岩性	岩石级别	钻机类型
ZK002	330	335.86	21	503.79	千枚岩、千枚岩夹石英脉、石英脉	VI~VII	EP600
ZK003	410	420.48	27	501.51	千枚岩、千枚岩夹石英脉、石英砂岩	VI~VII	EP600PLUS
ZK1601	190	190.19	12	518.70	千枚岩、千枚岩夹石英脉、石英砂岩	VI~VII	EP600
ZK802	320	320.88	15	687.60	千枚岩、千枚岩夹石英脉、石英砂岩	VI~VII	EP600
ZK001	200	200.73	8	860.40	石灰岩、白云岩(完整)	IV~V	EP600
MZK001	300	300.10	17	562.69	硅质碳质板岩、硅质碳质板岩	IV~VI	EP600PLUS
ZK301	370	373.00	14	860.77	含碳石英片岩、绿帘斜长角闪岩	IV~V	EP600PLUS
ZK1001	240	240.02	11	720.06	绿泥石英片岩	IV~V	EP600
ZK01	300	298.53	11	895.59	片麻岩、黑云绿帘斜长角闪片岩	V~VI	EP600
ZK1803	320	320.88	19	505.26	石英片岩、糜棱岩、榴辉岩	VIII~IX	HXD-5L
ZK3601	340	344.40	13	861.00	云母石英片岩、糜棱岩、角闪岩	VII~IX	HXD-5L
ZK1002	500	449.01	27	498.90	云母石英片岩、榴辉岩、糜棱岩	VIII~IX	CSD3000

4),在一个地盘钻进2个不同倾角的钻孔,减少地基修筑和搬迁次数,优化搬迁道路,降低了费用成本。一基两孔的设计符合地质设计规范的相关要求,还满足了地质目的的实现,又能最大限度降低了地表植被破坏,体现了绿色勘查工作理念<sup>[11]</sup>。

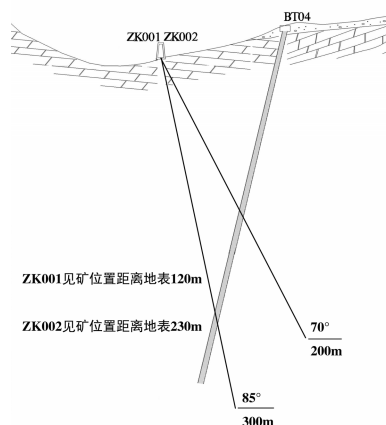
(2)开展“以钻代槽”工作。秦岭商洛—丹凤—柞水工作区实行“以钻代槽”避免了地表大面积开挖和植被破坏(见图5),节省了人力物力财力,提高了槽探工作效率<sup>[12-13]</sup>。

(3)创新绿色勘查地质钻探技术方法,提高钻进效率。秦岭宁强县燕子砭工作区正在探索研究“便携式模块化钻机+高效碎岩薄壁钻头+环保型泥浆”的新技术方法应用,通过对便携式模块化钻机在硬—坚硬地层的应用和多次试验,我中心研发了一种薄壁绳索取心钻探用金刚石钻头,用于钻进硬—坚硬地层、钻进效率的提高,有效控制人员、钻探材料、油料、设备折旧及维修保养等费用,同时减少了废物的产(排)出量,缩短了施工活动对环境的扰动周期<sup>[14]</sup>。同时,针对地层条件优选一批无毒、无害、可自然降解的环保型冲洗液材料,如植物胶、羧甲基纤维素钠(CMC)、改性淀粉、生物聚合物类(XCD)、聚丙烯酰胺(PAM)、水解聚丙烯酰胺(PHP)、PAB、G4480和G3370等冲洗液配方材料<sup>[15-21]</sup>。

(4)加强机台现场细节管控,确保绿色勘查工作目标扎实落地。从技术方法手段上着手,加强冲洗液的现场使用管理,研究冲洗循环系统和净化处理方法,采用移动式沉淀箱和循环槽(管),废弃冲洗液



(a)采用全液压钻机实施一基两孔(寨上工作区)



(b)采用模块化钻机实施一基两孔(旬阳工作区)

图4 实施“一基多孔”钻进方法



图5 采用背包钻“以钻代槽”开展工作

经过沉淀,添加絮凝剂促使冲洗液中固液快速分离,机台内铺设土工布、塑料薄膜、防滑网等,有效防止了油污、废水、冲洗液污染周围土壤和水体;临时用蓄水池采取“袋装土堆砌+土工布+防渗膜”的形式,减少了现场土方开挖工作量(见图6);废油脂集中收集变废为宝用于后期的管材和设备零部件保养,得到了合理充分利用<sup>[22]</sup>。



(a) 冲洗液沉淀 (b) 机台内铺设防滑地格栅



(c) 机台铺设防渗薄膜 (d) 固体垃圾和废油脂收集

图6 钻探施工现场管控措施

## 2.2 占地用地控制措施

### 2.2.1 驻地选择

各机台根据作业区内实际情况选择办公和生活场所。秦岭工作区内交通方便,驻地居民较多,采用租赁当地民房形式,避免了重复建设临时用地,减少土地破坏;甘肃寨上工作区开展勘查工作时间已有

20年,建设有配套设施完善的营区,北矿带有已建成的永久办公和生活场所,南矿带建有临时用彩钢板房;青海和新疆工作区处于无人区,交通不便,为方便施工作业采用搭建帐篷的形式解决办公和生活问题。

### 2.2.2 机场和运输便道规模控制

钻机地盘要科学选址,综合地质规范要求、安全风险评估和地形地貌等条件确定,提前谋划钻探设备运输进场的路线和方案。机场按照标准化建设要求实行分区设置,地盘修筑要结合地形充分利用空间,最大程度上减少临时占地和开挖规模,尽量采用扰动小的人工方式修筑,减少粗放式重型机械开挖修筑。便携式钻机机场约 $25\text{ m}^2$ ,临时便道宽约 $0.8\sim 1\text{ m}$ (见图7),传统立轴式钻机地盘约为 $120\sim 150\text{ m}^2$ ,临时运输便道宽为 $2.5\sim 3\text{ m}$ ,相比较地盘修筑地面积减少 $80\%\sim 85\%$ ,临时便道面积减少 $60\%\sim 65\%$ ;全液压履带钻机机大小为 $11\text{ m}\times 2.3\text{ m}$ ,所需地盘地约 $45\text{ m}^2$ ,与传统立轴钻机机场相比,临时占地破坏面积减少了 $60\%$ 以上。对于临时便道修建困难的钻孔还可采用绳索索道的运输的方式。



(a) 人工搬运 (b) 爬山虎运输

图7 便携式模块化钻机运输

坚持“以自然恢复为主、人工修复为辅”的原则<sup>[23]</sup>,钻探工程结束后开展现场清理与地形地貌恢复,垃圾、油污、废液、沉渣及其他固体废物应进行分类清理、收集,集中无害化处理。复垦复绿坚持“宜林则林,宜草则草,宜耕则耕”的原则,复垦复绿过程中应做好环境恢复治理工程的维护管理。寨上工作区林草复垦复绿面积达到了 $80\%$ 以上,秦岭地区林草复垦复绿面积达到了 $95\%$ 以上,工作区内部分临

时便道根据当地群众需求予以保留,方便了村民进

山采药和务农活动,复垦复绿情况见图8。

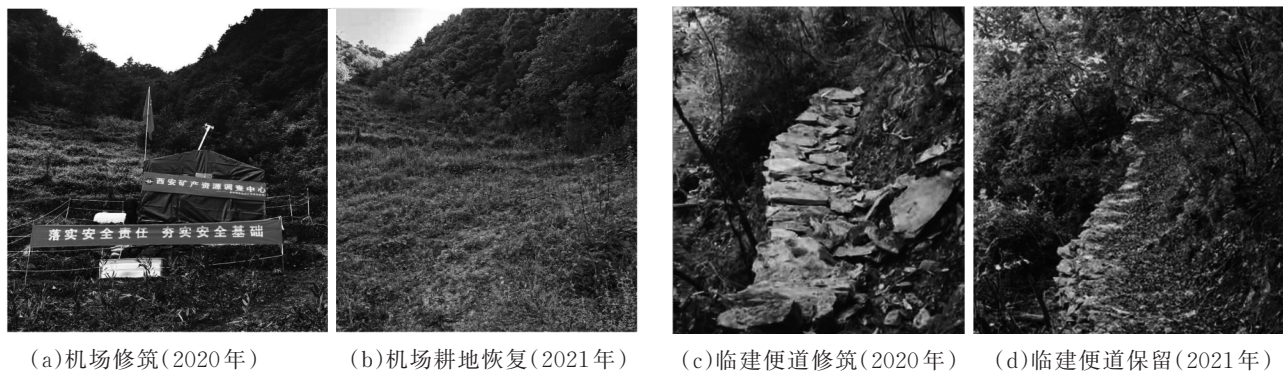


图8 宁强工作区复垦复绿工作效果

### 3 绿色勘查费用成本

#### 3.1 人员相关费

采用便携式模块化或全液压履带钻机机台编制3个班组10人(机长1人、班长3人、班员6人),传统立轴钻机机台表编制4个班组17人(机长1人、班长4人、班员12人)。目前,我中心人员工资不纳入项目预算成本,可不考虑,以秦岭工作区勘查和调查项目为例,按地调局预算标准执行,野外工作补贴分别40元/d和90元/d,伙食费包干100元/d,邮电费180元/人月,人身意外伤害险200元/人,劳保费200元/人月,野外工期按3个月计算。传统立轴钻机单机台费用为23.51~31.35万元,便携式模块化或全液压履带钻机单机台费用为13.83~18.44万元。

#### 3.2 绿色环保材料费

绿色地质钻探施工中采用主要环保措施投入的材料有沉淀箱、防渗薄膜、土工布及编织袋等消耗性材料,单机台每年按施工5~6个钻孔计算,投入的绿色环保材料费用为1.5~2万元。

#### 3.3 占地(青苗)补偿与复垦复绿费

采用便携式模块化钻机临时占地与青苗(包括机台和运输便道等)补偿费用在0.5~1万元/钻孔,传统立轴钻机机台费用在1~2万元/钻孔,单机台每年按施工5~6个钻孔计算,可节约补偿费用2.5~6万元。复垦复绿主要范围为机场和临时便道,包括人工费、草籽和树苗等费用,单机台总费用投入为0.2~0.4万元。

#### 3.4 综合费用成本分析

综上所述绿色勘查费用投入情况分析和计算结果,

绿色勘查采取相关措施后,传统机台投入的费用成本为:人员相关费(23.51~31.35万元)+绿色环保费(1.5~2万元)+占地(青苗)补偿(5~12万元)+复垦复绿费(0.2~0.4万元)=30.21~45.75万元;便携式模块化钻机(全液压履带钻机)的费用成本为:人员相关费(13.83~18.44万元)+绿色环保费(1.5~2万元)+占地(青苗)补偿(2.5~6万元)+复垦复绿费(0.2~0.4万元)=18.03~26.84万元。可以看出,与传统立轴式机台作业方式相比,模块化钻探单机台综合费用成本可节省12.18~18.91万元,人员、临时用地(青苗)补偿、绿色环保材料及复垦复绿等综合费用成本降低了40%~41%。

### 4 绿色勘查保障措施

#### 4.1 树立绿色勘查工作理念,做好宣传获得公众支持

以人为本,各项目针对野外工区特点,加强和落实所属人员绿色勘查培训工作,对环境保护方面的法规知识进行宣讲,学习绿色勘查相关标准和技术工艺,促使从业人员树立良好的绿色地质勘查工作理念,把绿色勘查工作从被动式转为主动式。项目积极履行社会责任,精准宣传绿色勘查理念<sup>[24-25]</sup>,向公众传达地质勘查行业不是破坏生态环境的行业,把地质工作与驻地关心问题相结合,获取了当地社区居民、政府部门的支持和认可,构建了和谐相处的地勘工作人文环境。

#### 4.2 制定方案和相关措施,为绿色勘查工作提供有力支撑

中心出台了《关于推进绿色勘查地质钻探工作



的通知》,制定了《绿色地质勘查(钻探)施工管理措施(试行)》和《绿色勘查(钻探)工作总方案》。各项目组结合所在地区的相关政策要求,对钻探工程施工可能造成的生态环境负面影响及程度进行了充分的调查研究和分析,编制了《环境影响报告表》、《钻探工程施工设计书》、《项目绿色勘查(钻探)工作实施方案》等,并结合实际制定有效的技术及现场管理措施。机台现场设置《绿色地质钻探机台管理责任牌》,钻探全体人员签订《绿色地质钻探施工作业承诺书》,约束从业人员的行为。

### 4.3 明确责权和绩效目标,保障绿色勘查工作有效落实

为把绿色钻探工作融入进日常管理之中,把项目负责人列为直接责任人,机台干部和机长列为实施人,共同承担钻探工作全部责任,实行项目一机台一班组的层级管理模式。同时,把绿色地质钻探工作成效纳入机台年终绩效考评条件之一,带机干部、机长及班组考核结果将直接与机台的考评结果挂钩,保障了绿色勘查地质钻探工作有力执行和落地。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

(1)在保障作业安全情况下,因地制宜选用合适的钻探设备,可取得较好的绿色勘查效果。便携式模块化钻机可减少机台基础工程量,降低土地损毁、青苗及林草破坏面积,钻探人员劳动强度大幅降低,设备搬迁转场表现出了安拆快捷、易进入、搬迁快的特点,适用于岩石级别较低,植被覆盖茂密的地形切割强烈工作区;全液压自行式履带钻机占地面积小,爬坡能力强,便道路况要求低,机台整体搬迁转场效率高,兼备钻进效率与取心质量好的优势,适用于岩石级别高,交通不便的高原山地工作区;汽车(或拖车)式钻机转场机动速度快,对地盘平整度要求不高,机台安拆快捷,适用于生态功能脆弱的戈壁荒漠草原等地形。

(2)根据地质目标所需,科学合理确定可行的钻探技术方法,支撑绿色勘查地质钻探工作。实施“一基多孔”技术,减少破坏和转场次数;开展“以钻代槽”工作,减少地表环境破坏,提高了槽探工作效率,节省了人力物力财力;探索“便携式模块化钻机+高效碎岩薄壁钻头+环保型泥浆”的创新技术,

提高了高钻进施工效率。

(3)结合工作区、地形地貌、人文环境等综合条件,采取临时占地用地管控措施,最大程度上减少临时占地和开挖规模,降低对环境的破坏强度。采用便携式模块化钻机和全液压履带钻机施工,与传统地盘相比占地面积减少了80%~85%,临时便道修筑减少了60%~65%,人员、临时用地(青苗)补偿、绿色环保材料及复垦复绿等费用成本总和降低了40%左右。

(4)加强保障管理措施,确保了绿色勘查工作有效落地。促使钻探人员树立绿色勘查工作理念,做好对外宣传获得工作地社区居民、政府部门的支持和认可,制定绿色勘查工作相关的方案和管理措施,明确项目所属人员的责权和绩效目标,保障了绿色勘查地质钻探工作有力执行和落地。

### 5.2 建议

(1)继续探索先进的钻探技术工艺,保障绿色勘查工作。开展绿色勘查地质钻探工作技术是核心,只有采用先进的技术,才能全面实现绿色勘查。现有的技术可以解决部分问题,但一定程度上还存在成本高和推广难问题,如小口径地质钻探“一孔多支”钻进技术成本高,地质岩心钻孔如何实现“一孔多用”问题等。这就需要因地制宜创新勘查技术手段,钻探技术与各地区的生态环境特点综合考验着绿色勘查工作的实用性。

(2)加强“全生命周期”绿色勘查工作,实现精细化管理。坚持“在保护总勘查,在勘查中保护”的原则,将绿色勘查工作贯穿于钻探工作“全生命周期”,与地质勘查工作同研究、同部署、同设计、同实施、同检查及同考核。在开展钻探工作中,要注重日常环保措施和经验技术积累,存档绿色勘查方面的立项(规划)建议、钻探工程设计、钻探实施阶段、施工结束占地恢复利用等各阶段的资料和成本费用投入情况,实现从“粗放式”向“精细化”管理方式转变。

(3)完善绿色勘查相关制度法规,激发绿色勘查工作活力。当前,绿色勘查准入和资金等标准(规范)政策性支持还不够多<sup>[26]</sup>,地调局最新发布的《地质调查项目预算标准(2020年试用)》没有规定绿色勘查相关费用预算标准。绿色勘查试点项目要抓住契机,摸清绿色勘查费用成本组成,初步探索绿色勘查试点项目中各种工作技术手段相关费用的投入情况,为下步绿色勘查预算标准的制定提供依据和数

据支撑,还需加快制定绿色绿色勘查工作的相关办法、管理措施和激励机制,以此促进绿色勘查工作积极健康向上向好发展,激发绿色地质勘查工作的活力。

### 参考文献:

- [1] 马骋,张福良,雷晓力,等.绿色勘查环境管理制度研究:以澳大利亚昆士兰州为例[J].中国矿业,2019,28(6):77-80.
- [2] 马骋,张福良,雷晓力,等.国外绿色勘查环境管理经验与启示[J].现代矿业,2019,35(10):1-4.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 罗长海,李福军,马德庆,等.青海省绿色勘查工作开展情况及成效分析——以多彩整装勘查区为例[J].地质找矿论丛,2019,34(3):471-477.
- [6] 马骋,伊娜,张福良.绿色勘查行业标准编制有关问题探讨[J].中国国土资源经济,2020,33(2):34-38.
- [7] 杜茜,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(1):76-81.
- [8] 孔二伟,张锋,李大鹏,等.便携式全液压钻机在地质勘查中的应用[J].西部探矿工程,2021,33(1):71-74.
- [9] 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.
- [10] 杜茜,曾道国,李阳,等.论固体矿产绿色勘查的重要意义——以新民绿色勘查示范为例[J].西北地质,2021,54(1):256-268.
- [11] 孙之夫,游鲁南,王林钢,等.黄金地质绿色勘查方法与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(4):1-6.
- [12] 高超,李文,宋海林,等.内蒙古中东部草原地区绿色勘查探索与实践[J].黄金,2021,42(2):3-8.
- [13] 周增辉,杨振,刘锐,等.半干旱草原浅覆盖区手持钻机械化探取样技术的应用及探索——以内蒙古拜仁达坝银铅锌矿区为例[J].地质与勘探,2021,57(2):360-369.
- [14] 刘海声,窦斌,穆元红,等.地质岩芯钻探中绿色勘查技术的应用及成本分析[J].矿产勘查,2021,12(2):331-337.
- [15] 付帆,陶士先,李晓东.绿色勘查高温环保冲洗液研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(4):129-133.
- [16] 张统得,蒋炳,樊腊生,等.探采结合水井无固相环保冲洗液的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(6):1-7.
- [17] 潘丽娟,孔勇,牛晓,等.环保钻井液处理剂研究进展[J].油田化学,2017,34(4):734-738.
- [18] 段志锋,陈春宇,黄占盈,等.天然高分子环保钻井液体系的构建与性能评价[J].科学技术与工程,2018,18(25):32-37.
- [19] 彭会新.新型无土相环保钻井液技术研究与应用[J].辽宁化工,2021,50(1):116-118.
- [20] 蔡文军,刘禧元,熊开俊,等.GRD聚合物环保钻井液在吐哈葡北油田的应用[J].石油与天然气化工,2019,48(4):74-78.
- [21] 邢希金,王荐,何松,等.关于我国环保钻井液标准的探讨[J].石油工业技术监督,2018,(5):18-22.
- [22] 刘海声,穆元红,刘鹏,等.绿色勘查技术在青海格尔木铜金山矿区钻探施工的应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(3):27-30.
- [23] 张万河,和新,郝国利,等.涑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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.