

# 绿色勘查技术在广丰许家桥黑滑石矿详查中的应用

钟方红<sup>1</sup>, 黄鸿新<sup>\*2</sup>

(1. 江西省地质局第六地质大队, 江西 鹰潭 335001; 2. 江西省地质局第八地质大队, 江西 上饶 334000)

**摘要:**在村镇辖区周边矿产勘查中,遇到民居、农田、道路、农业基础设施、山地植被绿化等,为了保护生态环境,满足绿色勘查的要求,提高地质矿产勘查工作质量和效率,在广丰许家桥黑滑石矿详查中,采用无人机航测、便携式全液压岩心钻机等技术设备进行勘查施工。项目通过先进的设备选型、环保的技术工艺、科学的勘查方案及具体的环保措施,取得了缩短勘查周期、提高岩(矿)心采取率、消除传统勘查安全隐患、降低征地搬迁劳动强度与成本及减轻对生态环境的污染与破坏的成效,实现了地质勘查质优高效,经济效益和社会效益双丰收,达到绿色勘察的目标任务。地质矿产勘查工作走绿色勘查之路,不仅保护了绿水青山生态环境,还可通过高标准的绿色勘查技术手段和环境保护要求,提高勘查效率和质量、降低劳动强度和成本、实现节能降耗目标,是一条可持续、高质量发展之路。

**关键词:**绿色勘查;无人机航测;便携式岩心钻探;许家桥黑滑石矿

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2021)12-0032-06

## Application of green exploration technology in detailed exploration of Xujiqiao Black Talc Mine in Guangfeng

ZHONG Fanghong<sup>1</sup>, HUANG Hongxin<sup>\*2</sup>

(1.No.6 Geological Brigade of Jiangxi Geological Bureau, Yingtan Jiangxi 335000, China;

2.No.8 Geological Brigade of Jiangxi Geological Bureau, Shangrao Jiangxi 334000, China)

**Abstract:** In the mineral exploration around the villages and towns, residential houses, farmland, roads, agricultural infrastructure, mountain vegetation and so on are usually encountered. In order to protect the ecological environment and meet the requirements of green exploration, in the detailed investigation of Xujiqiao Black Talc Mine in Guangfeng, exploration was carried out by using technical equipment such as UAV aerial survey, portable full hydraulic core drills. With advanced equipment selection, environment-friendly technology, the proper exploration plan and specific environmental protection measures, the project has achieved the results of shortening the exploration period, improving core recovery, eliminating the typical exploration risk, reducing the labor intensity and cost of land requisition and relocation, and reducing the pollution and damage to the ecological environment; thus, realizing quality and efficient geological exploration with both good economic and social benefits, and achieving the goal and task of green exploration. Exploration of geology and mineral resources in the manner of green exploration not only protects the ecological environment of water and mountains, but also improves exploration efficiency and quality, reduces labor intensity and cost, and achieves the goal of energy saving and consumption reduction by use of high-standard green exploration technical means and environmental protection requirements. Green exploration is a sustainable and high-quality development road.

**Key words:** green exploration; UAV aerial survey; portable core drilling; Xujiqiao Black Talc Mine

收稿日期:2021-08-31; 修回日期:2021-12-02 DOI:10.12143/j.ztgc.2021.12.006

基金项目:江西省上饶市广丰许家桥滑石、磷矿详查(编号:赣国土资函[2017]298号)

作者简介:钟方红,男,汉族,1966年生,高级工程师,长期从事钻探、地基与基础、桥梁等工程施工技术及项目管理工作,江西省鹰潭市梅园大道23号,329294323@qq.com。

通信作者:黄鸿新,男,汉族,1986年生,工程师,长期从事地质矿产勘查及研究工作,江西省上饶市信州区带湖路56号,530025129@qq.com。

引用格式:钟方红,黄鸿新.绿色勘查技术在广丰许家桥黑滑石矿详查中的应用[J].钻探工程,2021,48(12):32-37.

ZHONG Fanghong, HUANG Hongxin. Application of green exploration technology in detailed exploration of Xujiqiao Black Talc Mine in Guangfeng[J]. Drilling Engineering, 2021, 48(12):32-37.

在地质勘查过程中,为验证、追索、控制矿(化)体在深部的延伸、形态、产状和规模、质量及变化规律、矿(化)体与围岩的关系,探明矿区内矿产资源储量及经济价值评价,需要在矿区部署大量的探矿工程,例如:钻探工程、坑探工程、槽探工程等,以获取有质量保证的岩(矿)心和样品,为资源评价提供依据<sup>[1]</sup>。但是,以往在地质勘查项目中,以传统机械岩心钻探、槽探为主要探矿手段的测绘、勘探线剖面工程(简称线勘工程)势必会对地表生态环境及地下水等自然生态环境带来扰动和破坏。

党的十九大报告中指出“必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持节约资源和保护环境的基本国策”。当今在地质矿产勘查中已把生态环境保护放在更加突出的位置,绿色勘查技术的应用越来越为紧迫<sup>[2]</sup>。通过运用科学先进的勘查方法、手段、工艺、设备和管理,最大限度地减少对生态环境的破坏和污染,并对受破坏的生态环境进行有效修复,绿色勘查是矿产勘查可持续发展的必由之路<sup>[3-4]</sup>。因此,牢固树立绿色发展理念,将绿色发展理念贯穿于项目勘查活动全过程,保护生态环境是勘查工作中应尽的责任和义务<sup>[5]</sup>。2017年,在江西省自然资源厅地勘基金项目——广丰许家桥黑滑石矿勘查项目实施过程中,开展了地质矿产绿色勘查技术的探索与应用。本文针对地质矿产勘查工作,主要对生态环境影响面较广、破坏力较大的工程测绘、岩心钻探工程,结合项目采用的技术特点,探索绿色地质勘查方法。

## 1 矿区概况

许家桥黑滑石矿详查区位于江西省上饶市广丰区吴村镇辖区内,属于丘陵地貌区。地表植被发育,矿产资源较为丰富,以黑滑石矿、磷矿等非金属矿产资源为主,交通便利,矿产开发条件较好。区内主要出露沉积岩地层,岩性以页(泥)岩、砂岩等碎屑岩为主,区内地层及黑滑石矿体受后期强烈构造作用,极为破碎,稳固性较差,属较为复杂的松散软弱岩层状岩类地层,采用传统机械钻机施工存在岩心采取率低、对孔壁和岩心扰动大、钻进效率低、安全问题突出等问题。

## 2 大比例尺地形无人机航测技术应用

随着科技发展,无人机技术得到快速发展与应

用。无人机航测系统是由无人机搭载GPS、惯导、气压高度计、数码摄像设备等,在地面控制系统的指引下,配合航测规划软件及后期数据处理软件共同组成的航测集成系统<sup>[6]</sup>。无人机航测技术因受天气、地形限制较小,飞行条件要求较低,机动灵活,数据获取周期短,精度较高,具有快速且成本较低等优势。

广丰许家桥黑滑石矿矿区属于丘陵地貌,相对高差为100~187 m,植被发育,且沟谷、河流密布;区内本次1:2000地形测量5.32 km<sup>2</sup>,周期短,任务重,因此矿区地形测绘具有较大难度。为满足区内绿色勘查的需要,区内采用了武汉智能鸟KC3400型无人机进行地形测绘(图1)。实践表明,该方法能快速获取区内的高清晰航片,精度高,能够满足详查区内1:2000大比例尺地形测绘工作要求,获取的数据可大大提高地形测绘工作效率,缩短工作周期,降低工作强度,充分发挥无人机低空航测技术的优势,同时避免了地面地形测量工作中对植被等环境的扰动。实践证明,该技术在地质矿产绿色勘查工作中将发挥巨大作用,具有较大的应用前景。



图1 无人机低空航测现场

Fig.1 Low altitude aerial survey by UAV

## 3 便携式全液压岩心钻机的应用

我国的探矿工程事业70年经历从无到有,从小到大的发展过程,大致划分为4个阶段,进入21世纪以来的第四阶段,钻探工程技术创新发展,以地质岩心钻探专用全液压动力头钻机系列等为代表<sup>[7-8]</sup>。

《绿色勘查指南》明确指出:优先采用模块化、轻便化、小型化、集成度高的便携式钻探设备;钻探施工循环液使用泥浆时,应采用无固相或低固相的优质环保泥浆,泥浆材料及处理剂具备无毒无害、可自然降解性能,满足环境保护要求<sup>[9-10]</sup>。

### 3.1 钻机的选型及其主要特点

广丰许家桥黑滑石矿详查项目地勘基金有明确的绿色勘查要求,矿区有居民住房、农田、交通设施、大量林地等,地层属松散软弱复杂地层,极易破碎,项目工期、质量要求严格。由于钻探工程量大,钻机选型、钻进工艺是关键,钻机性能应满足:动力强劲、功能齐全、便携高效、安全环保的原则,需采用绳索取心工艺。

传统的立轴式钻机均为机械传动,设备笨重,需人工安装钻塔,机房、泥浆循环系统占地面积大,扭矩输出不平顺,易产生冲击载荷,对岩心及孔壁扰动大,钻塔安装辅助工作时间长且存在较大安全隐患,而且钻进过程中因机械传动、钻进回转产生的噪声和振动大。经过比选,项目选用英格尔EP600型便携式全液压岩心钻机。其主要特点如下:

(1)EP600型便携岩心钻机采用轻量化、模块化设计,主体结构采用高强航空铝合金材料,在保证高强度和刚性要求的同时,极大减轻机器质量;采用桅杆式钻架,拆装安全、搬运便利。

(2)钻机动力采用涡轮增压柴油发动机,动力强劲,辅助液压卷扬机满足钻探取心、综合测井、水文观察试验的需要,设备功能齐全、结构紧凑;钻进

倾角 $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ,可完成多向钻孔的施工任务,满足复杂地形、特殊钻探的需求,有利于施工方案比选,从而减小对生态环境的影响,实现方案优化。

(3)钻机采用了节能减噪技术,全液压驱动,作业噪声较低,对周边环境的干扰小。

(4)钻机运用三级马达全液压驱动,通过液压阀可有效调节控制钻进扭矩、转速和钻压,高速钻进平稳、高效、安全,并结合绳索取心工艺,采用单动双管取心钻具,减少钻进中对岩心的扰动,在松散软弱、风化破碎带、水敏性强等地层岩心采取率高,钻孔弯曲度变化小,适用范围广。

### 3.2 泥浆循环系统设置及钻孔冲洗液的配置与使用

(1)泥浆循环系统设置:EP600型便携岩心钻机机房结构紧凑,机房内配套双层铝制泥浆循环池,可在 $4\text{ m}\times 4\text{ m}$ 的工作平面内完成设备布置,大大减少平整机台场房、布置泥浆循环系统开挖占地面积(见图2a),彻底摒弃了传统施工中就地开挖泥浆循环沟槽、沉淀池的做法,最大限度减少对地表生态环境的破坏,减少了泥浆对周边环境的影响,从而可快速复垦复绿,实现绿色勘查(图2b)。



(a) 泥浆循环系统



(b) 勘查现场

图2 EP600型便携岩心钻机及施工现场

Fig.2 EP600 portable core drill and working site

(2)钻孔冲洗液(泥浆)的配置:钻孔冲洗液的主要作用是冷却钻头、携带岩屑、保护孔壁、润滑钻具。冲洗液的配置直接关系到岩心钻进效果,使用不当会造成孔壁坍塌、卡钻、埋钻、岩心采取率低、钻具磨损严重的不良后果,是钻进事故引发的重要因素,必须根据项目地层特性正确配置。区内矿石类

型为鲕状黑滑石岩、黑滑石片岩类,属松散软弱、易膨胀岩类和层状岩类,钻探地质危害主要有坍塌、缩径、易水侵水毁。项目施工使用泥浆配置为: $1\text{ m}^3$ 水+10 kg聚丙烯酰胺+5~15 kg防塌剂(速氮散),不需添加膨润土。目前,无公害高效优质化学泥浆越来越受到青睐,具有对深孔、复杂地层针对性强、

添加量少、环保高效、多功能的显著特点,可大大减少对不可再生资源膨润土的需求。

(3) 钻孔冲洗液使用环保措施: 钻孔冲洗液处理剂种类繁多, 主要有: 絮凝剂、润滑剂、防塌堵漏剂、加重剂、降漏失剂、增粘剂、乳化剂等等, 根据钻进地层需要配置选用, 钻孔冲洗液是对地下水资源、周边环境造成污染的重要因素。项目优选配置低固相的优质环保泥浆, 要求泥浆处理剂必须是正规厂商, 有执行标准和 pH 值成分等说明, 不使用污浊对环境影响较大的处理剂(如黑褐色的皂化油润滑剂); 选用多功能优质处理剂, 尽量减少处理剂选用的种类和用量; 泥浆经沉淀后废水需经 pH 值检测, 偏离中性需做中和处理才可对外排放, 对沉淀后的浓浆进行回收利用<sup>[11]</sup>。

#### 4 矿区采取的环境保护措施

##### 4.1 地表开挖保护措施

钻探施工的地表开挖主要包括修建运输道路和场房地基。现场踏勘后设计路线应尽量借用已有简易道路, 规避开挖量大、坡陡、大树密集路段; 选用体积小、动力强和行走便捷的运输设备, 减少修建道路等级和宽度要求, 项目选用 D215 型塑胶履带山地专用运输设备“爬山虎”, 承载质量 1.5 t, 外形尺寸 2.23 m×1.25 m×0.95 m, 驻坡角度 35°, 上坡角度 45°, 转弯、上坡便捷安全, 提高了钻机转场的效率, 降低了劳动强度, 最大限度地减少修路对植被的破坏(图 3); 在没有简易道路存在的情况下, 修建成本较高的特殊路段、短距离路段、平坦易行路段, 可综合考虑用人力送至施工区域的方法<sup>[12]</sup>; 设备选型充分考虑机场占地面积, 要求布置紧凑合理, EP600 型钻机机房(含泥浆循环系统)地基修筑面积仅需约 20 m<sup>2</sup>(机房面积为 4 m×4 m), 传统施工机房分为主、副两部分, 占地面积需 60 余平方米, 不仅降低了对生态环境的破坏, 还大大减少了修筑地基、青苗补偿、环境修复的费用。

##### 4.2 工区垃圾处理措施

(1) 固体垃圾: 废弃固体垃圾主要有泥浆处理剂包装袋、碎木、废弃机械零部件、食品饮料瓶袋、餐余垃圾等。对工作区域垃圾进行分类收集, 按要求分类投放驻地垃圾回收站; 施工中报废的钻杆、钻头以及钻机零部件等, 不可作为废弃垃圾, 必须集中收集, 运至废品收购站进行回收利用<sup>[13]</sup>。



图3 全地形履带式运输机

Fig.3 All-terrain transport crawler

(2) 液体垃圾: 生活中的不含污染物的液体可直接排放; 施工中的液体垃圾主要有废弃冲洗液及废机油, 可以回收综合利用, 废机油可用作停用钻具设备防锈剂, 送建筑单位做脱模剂, 或送出矿区指定地点进行回收处理。

##### 4.3 对破坏、污染场地修复处理措施

施工剥离的适合复垦的表土收集堆放, 作为施工结束后复垦、复绿用土, 将开挖的含石量大的劣质土石用于修筑道路及边坡填筑; 对可移植树木就近保存, 用于项目结束后复绿栽植。如出现设备漏油污染场地、临时水泥硬化场地, 施工撤场前必须进行清理, 把污染土、水泥硬块运回相应垃圾处理站处理。封孔标志桩设置后, 及时用开挖余土对周边环境进行生态恢复。

##### 4.4 绿色勘查管理措施

建立绿色勘查监管制度, 业主作为项目主体责任及时对绿色勘查工作进行动态监督和指导, 勘查单位认真执行绿色勘查设计及规范标准。规范管理, 制定有关环境保护、土地修复管理制度和保障措施, 将绿色勘查管理融入项目管理全过程、全要素<sup>[14]</sup>。

#### 5 项目绿色勘查效果评价

针对详查项目工期短、勘查钻探任务重的特点及绿色勘查的要求, 项目采用无人机航测技术, 选用

EP600型便携式全液压岩心钻机及绳索取心工艺,综合实施绿色勘查措施,取得了较好的绿色勘查成效:一是优选设备技术工艺,取得了提高工作质量和效率的成效。无人机航测技术快捷高效、成本低廉、可视化强及适用场景广泛;EP600型便携式全液压岩心钻机,安装便捷,驱动平稳,钻进能耗低;绳索取心工艺,保证了岩心采取率质量要求;特有的泥浆循环系统和专用泥浆材料,有效减少了孔内事故,提高钻进效率,工作台效是同等级立轴钻机的3倍(最高日进尺150 m,平均日进尺70 m)。二是践行绿色勘查,取得了保护生态环境和有效降低成本的高质量发展成效。绿色勘查能有效地降低工程施工中占用土地面积,降低了土地使用和生态环境修复成本;有利于创新驱动,引领高质量发展,淘汰落后的技术和装备,消除矿区安全隐患<sup>[15]</sup>。

项目通过绿色勘查实践,制定综合应对措施,不仅提高了找矿效果,同时缩短了勘查周期,有效控制地勘工程活动对生态环境带来的破坏影响,取得了较好的社会效益和经济效益,绿色勘查成效显著。

## 6 结论与建议

当今,科技发展日新月异,创新发展、绿色发展的理念已深入人心。人工安装钻塔、塔上作业等传统落后的勘查钻探设备必将被淘汰;大面积、大工程量开挖的粗放型槽探勘查方式必将被限制;钻进过程中含有有害污染物的泥浆冲洗液配置材料必将被禁止使用,泥浆处理剂正朝着无毒无害、多功能、可降解的环保化学处理剂发展。绿色勘查保护了绿水青山生态环境,提高了勘查质量和效率,促进了安全生产和改善了劳动环境,取得了节能降耗、降低成本的良好经济效益,是贯彻新发展理念、体现以人为本,实现高质量发展的生动实践。实现绿色勘查,需要更多的科技人才投身到地质勘查事业中来,潜心研发新设备、新工艺、新材料,充分运用大数据、云计算、科技软件服务于地质勘查工作。下面对开展绿色勘查提2点建议:

(1)岩心钻探技术设备的创新发展:钻探技术主要应用于碎岩、深部钻探以及定向钻井等,在数字测量技术、定位技术及各种高科技设备仪器的全面支持下,探矿工程的技术水平大为提高,不仅用于地质勘查,还可应用于地质灾害调查、工程勘察等领域,在深地探测、大洋钻探、极地钻探、水合物及干热岩

等新型资源勘查等方面也大有发展前景。勘查设备的智能化、模块化与便携高效需求,更加有效降低勘查人员的作业强度和减轻因占地对生态环境带来的破坏,提高勘查工作效率和质量。

(2)坚定不移走绿色勘查之路:目前地质勘查还是以传统技术手段为主,其工艺、技术和应用水平难以达到绿色勘查要求,需制定更高标准、更细要求的绿色勘查规范,指引绿色勘查工作,针对项目特点制定项目研究课题,提高项目研发费用占比。建立严格的绿色勘查执法监督机制、合同管理机制,把绿色勘查工作纳入日常管理进行综合治理。

## 参考文献(References):

- [1] DZ/T 0078—2015, 固体矿产勘查原始地质编录规程[S]. DZ/T 0078—2015, Procedures for original geological record of solid mineral exploration[S].
- [2] 巩鑫,赵元艺,高知睿,等.生态区绿色勘查评价方法及评价标准探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(3):86-92. GONG Xin, ZHAO Yuanyi, GAO Zhirui, et al. Evaluation method and evaluation standard of green exploration in ecological area [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(3):86-92.
- [3] 张万河,和新,郝国利,等.涿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. ZHANG Wanhe, HE Xin, HAO Guoli, et al. Field test of the green exploration concept in Laiyuan county Longmen gold polymetallic mine general survey [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(7):73-77.
- [4] 江西省地质学会启动绿色勘查专题调研[C]//江西省地质学会2018年论文汇编(五).江西省地质学会,2019. Jiangxi Geological Society launched a special investigation on green exploration [C]//Compilation of Papers of Jiangxi Geological Society in 2018 (5). Jiangxi Geological Society, 2019.
- [5] 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. WU Jinsheng, LI Zizhang, LI Zhengzhao, et al. Technological methods of reducing impact on environment by exploration engineering in green exploration [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(10):112-116.
- [6] 刘昌军,郭良,岳冲.无人机航测技术在山洪灾害调查评价中的应用[J].中国防汛抗旱,2014(3):3-7. LIU Changjun, GUO Liang, YUE Chong. Application of the UAV aerial technique in evaluation of flash flood disasters [J]. China Flood & Drought Management, 2014(3):3-7.
- [7] 王达,赵国隆,左汝强,等.地质钻探工程的发展历程与展望——回顾探矿工程事业70年[J].探矿工程(岩土钻掘工程),

- 2019,46(9):1-31.
- WANG Da, ZHAO Guolong, ZUO Ruqiang, et al. The development and outlook of geological drilling engineering—To review the 70th anniversary of exploration engineering[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019, 46(9):1-31.
- [8] 宋继伟,苏宁,余立新,等.贵州省地矿局钻探工程发展回顾与展望[J].钻探工程,2021,48(3):1-9.
- SONG Jiwei, SU Ning, YU Lixin, et al. Review and prospect of drilling engineering development of Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province[J]. Drilling Engineering, 2021,48(3):1-9.
- [9] T/CMAS 0001—2018,绿色勘查指南[S].
- T/CMAS 0001—2018, Guidelines for the green exploration[S].
- [10] 陈佰辉,高元宏,李玉胜,等.青海省绿色地勘技术及标准探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):131-134.
- CHEN Baihui, GAO Yuanhong, LI Yusheng, et al. Discussion on the green geological prospecting technique of Qinghai province and the standard[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(10):131-134.
- [11] 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.
- FU Fan, TAO Shixian, LI Xiaodong. Research on environment-friendly high-temperature drilling fluid for green exploration[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(4):129-133.
- [12] 贾占宏,高元宏,梁俭,等.绿色地质勘查综合技术应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(4):1-4.
- FJIA Zhanhong, GAO Yuanhong, LIANG Jian, et al. Application and analysis on comprehensive technology of green geological prospecting[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(4):1-4.
- [13] 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.
- SUN Zhifu, YOU Lunan, WANG Lingang, et al. Green geological exploration method and practice for gold[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(4):1-6.
- [14] 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.
- LIU Haisheng, MU Yuanhong, LIU Peng, et al. Application analysis on green exploration technology in drilling construction in Tongjinshan mining area of Qinghai province[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(3):27-30.
- [15] 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.
- MA Yinghui, JIA Hongfu. Drilling solutions for green engineering investigation and application[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(11):29-36.

(编辑 荐华)