

文章编号: 1004-4051(2024)08-0067-10

DOI: 10.12075/j.issn.1004-4051.20230604

黔中汪家寨铝土矿区绿色勘查实践及成效

陈东廷¹, 刘添益¹, 达 伟¹, 郑明弘², 杨晓飞¹, 朱允青¹, 王鹏举¹

(1. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局一总队, 贵州 清镇 551400;

2. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局, 贵州 贵阳 550005)

摘 要: 绿色勘查作为新时代地质勘查工作的重要内容和必须选项, 是贯彻新时代中国特色社会主义思想、践行贵州省“牢牢守住发展和生态两条底线”战略方针、实现“绿水青山就是金山银山”的重要方法和有效途径。研究新一轮找矿突破战略行动项目在绿色勘查实践及取得的成效, 以期今后的绿色勘查工作提供更多的经验和做法。本文介绍了贵州省清镇市汪家寨铝土矿普查项目绿色勘查工作在勘查设计阶段提前谋划、合理规避对生态环境影响及破坏程度高的工作手段, 执行过程中最大程度降低对生态环境的负面影响, 恢复治理时因地制宜、边勘查边治理、充分尊重和吸纳当地村民意愿等方面的具体做法和所获成效, 总结了地质勘查工作对生态环境影响最小化控制的绿色勘查做法和经验, 认为钻探工程因地制宜适当调整孔位、合理选择设备、优化搬迁方式和路线、严格控制用地面积、施工过程中加强防护、施工后及时恢复治理是践行绿色勘查的有效途径; 摒弃传统落后老式钻机, 采用新型便捷式模块化钻机是实现绿色勘查的有效方法; 无人机测量技术是地质勘查地形测量实现绿色勘查的可选方法之一。

关键词: 绿色勘查; 铝土矿; 模块化钻机; 生态环境; 地质勘查; 贵州省

中图分类号: TD-0; P634 **文献标识码:** A

Practice and effectiveness of green exploration in Wangjiazhai Bauxite Mining Area in Central Guizhou

CHEN Dongting¹, LIU Tianyi¹, DA Wei¹, ZHENG Minghong², YANG Xiaofei¹,
ZHU Youqing¹, WANG Pengju¹

(1. No.1 Geological Party, Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guiyang 551400, China;

2. Non-Ferrous Metals and Nuclear Industry Geological Exploration Bureau of Guizhou, Guiyang 550005, China)

Abstract: As an important content and necessary option of geological exploration in the new era, green exploration is an important method and effective way to carry out the thought of ecological civilization of Socialism with Chinese Characteristics in the new era, to practice the strategic policy in Guizhou Province, and realize “lucid waters and lush mountains are invaluable assets”. In order to provide more experience and practice for future green exploration, it is particularly important to study the green exploration practice and achievements of the new round of prospecting breakthrough strategic

收稿日期: 2023-08-21 责任编辑: 刘硕

基金项目: 贵州省新一轮找矿突破战略行动 2023 年项目“贵州省清镇市汪家寨铝土矿普查”资助; 贵州省有色和核工业地质局局管科研项目资助(编号: GZYSKY2023-2)

第一作者简介: 陈东廷(1991—), 男, 汉族, 广西北流人, 地质工程师, 主要从事矿产勘查和环境治理相关工作, E-mail: 1007557083@qq.com。

通讯作者简介: 刘添益(1987—), 男, 汉族, 贵州麻江人, 地质高级工程师, 主要从事矿产勘查和环境治理相关工作, E-mail: 835813874@qq.com。

引用格式: 陈东廷, 刘添益, 达伟, 等. 黔中汪家寨铝土矿区绿色勘查实践及成效[J]. 中国矿业, 2024, 33(8): 67-76.

CHEN Dongting, LIU Tianyi, DA Wei, et al. Practice and effectiveness of green exploration in Wangjiazhai Bauxite Mining Area in Central Guizhou[J]. China Mining Magazine, 2024, 33(8): 67-76.

action project. The methods of planning in advance and reasonably avoiding the impact on ecological environment and the high degree of damage in the green exploration work of Wangjiazhai Bauxite survey project in Qingzhen City, Guizhou Province, the specific practices and achievements of minimizing the negative impact on the ecological environment, adapting to local conditions during restoration and management, managing while exploring, fully respecting and absorbing the will of local villagers in the process of implementation are introduced, the practices and experience of green exploration for minimizing the impact of geological exploration on the ecological environment are summarized. It is considered that adjusting the hole location according to local conditions, selecting equipment reasonably, optimizing the way and route of relocation, strictly controlling the land area, strengthening protection during construction, and restoring management in time after construction are the effective way to practice green exploration. It is an effective method to realize green exploration by abandoning the traditional backward and old drilling rig and adopting the new convenient modular drilling rig. UAV survey technology is one of the optional methods to realize green survey in geological exploration and topographic survey.

Keywords: green exploration; bauxite; modular drilling rig; ecological environment; geological exploration; Guizhou Province

0 引言

习近平总书记在2023年全国生态环境保护大会上强调,今后五年是美丽中国建设的重要时期,要深入贯彻新时代中国特色社会主义思想,坚持以人民为中心,牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,把建设美丽中国摆在强国建设、民族复兴的突出位置,推动城乡人居环境明显改善、美丽中国建设取得显著成效,以高品质生态环境支撑高质量发展,加快推进人与自然和谐共生的现代化^[1-6]。在新时代生态文明思想建设理念的背景下,贵州省率先发布了全国第一个绿色勘查地方标准,为贵州省的矿产资源绿色勘查提供了根本遵循,也为行业领域的标准规范制定、野外工作实施提供了参考。前人对绿色勘查技术进行了诸多研究,探索和总结出了一系列绿色勘查技术方法^[7-18],同时也对今后的绿色勘查工作提出更高的要求。但对铝土矿普查阶段绿色勘查新方法、新技术、新要求的探索研究常因缺乏系统详实的资料而受限,本文根据矿区实际,介绍了铝土矿普查阶段绿色勘查工作在勘查设计、执行过程、恢复治理等方面的具体做法和所取成效,总结了地质勘查工作对生态环境影响最小化控制的绿色勘查做法和经验,以期今后地勘行业绿色勘查工作提供参考。

黔中汪家寨铝土矿区位于贵州省中部清镇市,涉及清镇市流长乡沙鹅村、田湾村、十字村(图1)。普查区之前未设置矿业权,为铝土矿、煤矿、地热水之间的夹缝空白区,在2023年作为贵州省新一轮找矿突破战略行动26个子项目之一安排实施。目前,野外工作8个月的普查工作全面完工,钻探总进尺

12 868.84 m。绿色勘查贯穿了整个铝土矿普查全过程,矿产勘查与生态环境保护有机结合、融合发展,最大程度地降低了对生态环境的负面影响。

1 普查区地质环境概况

1.1 地形地貌特征

普查区为低中山溶蚀地貌,碳酸盐岩地层分布广泛,地形切割大,以峰丛及溶蚀洼地、溶蚀沟谷地貌为主。最高标高为普查区南东部大白岩山头+1 372.60 m,最低标高为波渡河河床+957.20 m,最大相对高差415.40 m,而波渡河河床标高也是区内最低侵蚀基准面,丰水期最大流量1 973.13 m³/s,枯水期最小流量50.17 m³/s,最高洪水水位976.20 m。

1.2 水文气象特征

普查区属长江流域,乌江水系,鸭池河干流东岸,区内主要发育溪沟,最终汇入勘查区外的波渡河,区内水资源较丰富。普查区属北亚热带季风湿润气候,最热月为每年7月,最冷月为每年1月,年平均气温14.1℃,极端最低气温-8.6℃,极端最高气温34.5℃,无霜期283 d,冬暖夏凉、气候宜人、季风明显。年雨量1 180.9 mm,雨季长,达到181 d,最大降水量为221.2 mm/d,雨季雨量占年雨量的83.7%,是全国多雨地区。年平均相对湿度82%,最大月为83%,最小月为76%,最大极值为100%,最小极值为10%。年日照时数1 228.2 h,日照百分率28%,一年四季,阴雨常连绵、寡照辐射少,属全国日照低值地区。主要灾害性天气有洪涝、大风、凝冻、春旱、伏旱、冰雹,以及春季、夏季、秋季的低温冷害等。

1.3 含水层与隔水层特征

按地下水在岩石中的存在形式和各地层的富水

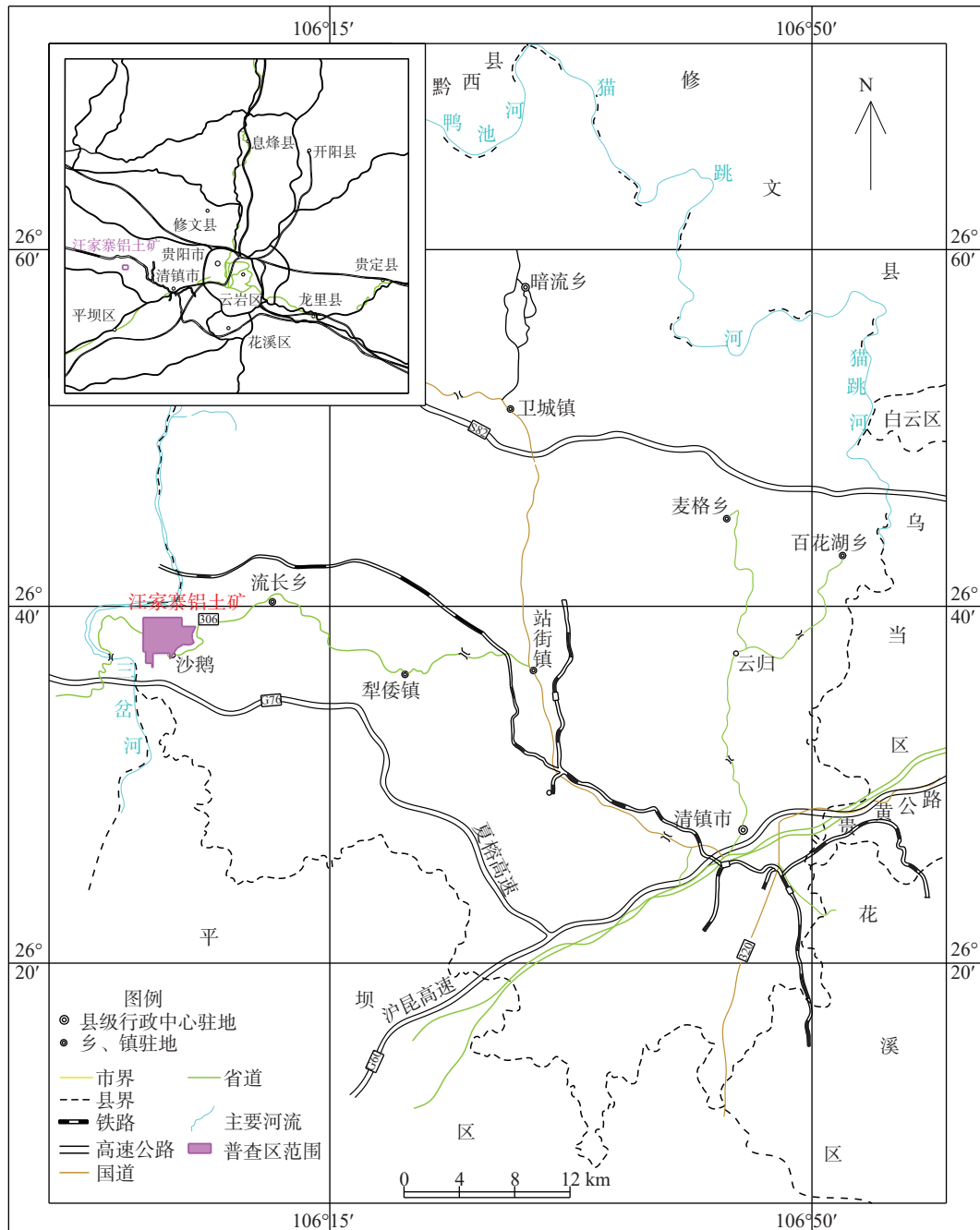


图 1 汪家寨铝土矿区地理位置

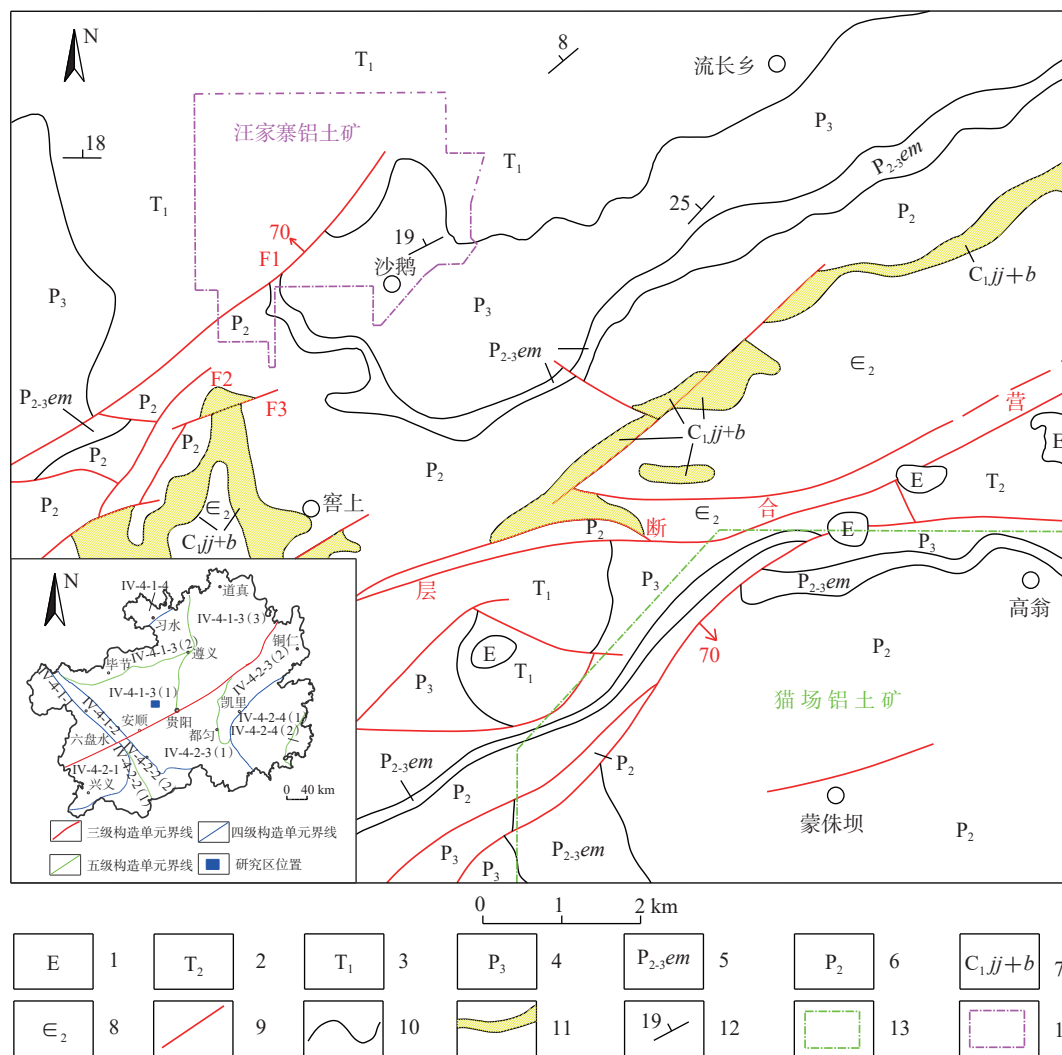
Fig. 1 Geographical location of Wangjiazhai Bauxite Mining Area

性, 普查区内划分三个地下水类型。①松散岩类孔隙水。赋存岩组为第四系含水岩组(Q), 为残积、坡积和洪积黏土夹碎石块等, 富水性弱, 为松散岩类孔隙水, 表现为季节性含(透)水。②碳酸盐岩溶洞-裂隙水。赋存岩组为清虚洞组(ϵ_2q): 细晶白云岩; 摆佐组(Cb): 中至粗晶白云岩, 为矿床顶板直接充水含水层; 栖霞组(P_2q): 灰岩及生物碎屑灰岩富水性强; 茅口组(P_2m): 灰岩、白云质灰岩富水性强; 长兴组(P_3C)+大隆组(P_3d): 生物碎屑泥晶灰岩富水性中等; 夜郎组第二段(T_3^{22}): 细晶灰岩富水性强。③基岩裂

隙水。赋存岩组为九架炉组(C_{4j}): 铁铝质黏土岩含基岩裂隙水, 为相对隔水层; 梁山组(P_2l): 黏土岩、石英砂岩透水性差, 为相对隔水层; 峨眉山玄武岩组(P_{2-3em}): 玄武岩含水性弱, 为相对隔水层; 龙潭组(P_3l): 黏土岩、砂岩透水性弱, 为相对隔水层; 夜郎组第一段(T_3^{11}): 泥岩透水性弱, 为相对隔水层。

1.4 普查区地质背景

普查区大地构造位置位于上扬子地块-黔北隆起区-织金穹盆构造变形区^[19](图 2), 所处一级褶皱为北北东向凹河背斜的东翼近倾伏端处, 出露地层呈缓



1-古近系; 2-三叠系中统; 3-三叠系下统; 4-二叠系乐平统; 5-峨嵋山玄武岩; 6-二叠系阳新统; 7-石炭系下统九架炉组+摆佐组; 8-寒武系第二统; 9-断层; 10-地层界线; 11-铝土矿系露头; 12-地层产状; 13-铝土矿区; 14-勘查区范围。

图2 汪家寨铝土矿区区域地质图

Fig. 2 Regional geological map of Wangjiazhai Bauxite Mining Area

倾斜的单斜岩层, 地层倾向 $324^{\circ} \sim 10^{\circ}$, 倾角较缓 $4^{\circ} \sim 26^{\circ}$, 平均 16° 。主要出露有寒武系第二统清虚洞组 (ϵ_2q), 下石炭统九架炉组 (C_{1jj})、摆佐组 (Cb), 二叠系阳新统梁山组 (P_2l)、栖霞组 (P_2q)、茅口组 (P_2m), 阳新统至乐平统峨眉山玄武岩组 (P_{2-3em}), 乐平统龙潭组 (P_3l)、长兴组至大隆组 (P_3C+d), 三叠系下统大冶组 (T_1d)、安顺组 (T_1a), 第四系 (Q) 地层。

铝土矿含矿岩系为下石炭统九架炉组 (C_{1jj})^[20-21], 分布在矿区南西, 其直接顶板为摆佐组 (Cb) 粗晶白云岩, 底板为清虚洞组 (ϵ_2q) 浅肉红色细晶白云岩。区内第四系黄色黏土、粉砂土覆盖严重, 除悬崖陡壁裸露基岩外, 均生长有茂盛的植被或为耕地。耕地主要栽植玉米、水稻, 植被主要为乔木、灌木林。

2 提前谋划、统一部署

由于普查区之前未设置矿业权, 为铝土矿、煤矿、

地热水之间的夹缝空白区。因此, 秉承着“地质勘查工作对生态环境的扰动和破坏最小化”的原则, 要求将绿色勘查纳入勘查立项、设计之中, 提前谋划, 合理规避对生态环境影响及破坏程度高的工作手段, 始终坚持生态优先。在编制普查总体设计阶段充分考虑了绿色勘查因素, 查询并剔除了周边生态红线范围, 根据矿区的气象、水文、交通、地形地貌等条件, 合理规划、精心组织、统一部署, 通过相关专家的层层把关、评审论证, 制定出对生态环境影响最小的地质勘查最优施工方案。

3 绿色勘查实施

3.1 钻探工程

3.1.1 设备材料的选择和运输

由于普查区属于普查阶段的找矿空白区, 普查区内铝土矿为隐伏矿体, 必须坚持矿产勘查深部工

程“施工一批→设计调整优化一批→再论证施工一批”的原则,钻探工程不能第一时间铺开实施,必须根据前期施工钻孔见矿情况调整实施。项目存在分批次实施、任务重、工期紧等实际情况,如何根据钻孔孔深、布设情况按工期完成任务,合理选择设备尤为重要。因此,项目钻探施工全部采用节能环保、效率更高的可拆卸便捷式模块化钻机(图3(a)),共使用了6台钻机5种机型来满足本次普查工作。材料、设备的运输优先考虑小型履带式搬运机(图3(b)),其次为人工搬运,有时视情况两者结合使用,并充分利用既有道路。



(a) 可拆卸便捷式模块化钻机



(b) 小型履带式搬运机

图3 模块化钻机和运输设备

Fig. 3 Modular drilling rig and transportation equipment

3.1.2 道路与场地

坚持“少砍、少挖、多绕行”的原则,尽量避免树木的砍伐、临时道路的开挖,所有材料物资的运输优先选择原有过道。道路狭窄、小型履带式搬运机通过条件差、修路或扩路对生态环境破坏大且恢复困难的部分钻孔采用人工搬运,最大限度少破坏、少占地。根据道路情况合理安排机器,把履带式钻机安排在路边或者原有道路附近,把可拆卸便携式模块化钻机安排在必须修建临时道路的钻孔,减少修建临时道路,搬运过程优先使用小型履带式搬运机,其次为人工搬运,根据地形地貌视实际情况也可二者结合使用,临时道路的修建尽量以路径最短最优、宽度不超过1.5 m为宜。

为了减少对环境的破坏,尽量减少施工用地,摆设力争简明、严密、规整,杜绝过多的土地占用。钻孔放孔时充分利用钻孔周边地貌,极力运用现有地形地貌,避开高压电线、饮用水源、保护性植物、保护性建筑等。不能平场的钻孔在允许范围内在地层走向或勘查线上偏移。平整施工场地时,依据计划

钻进深度适当选用设备,根据操作空间等因素严格控制场地面积,尽可能少占用土地,减少扰动破坏。本次勘查工作机台场地涉及地类有草地、林地、耕地、道路等,占地面积最小为10 m²,最大为130 m²,采取分层开挖方式平整施工场地,将耕作层腐殖土装袋集中堆放,用于竣工后复垦,全场铺设防渗土工布,防止部分油污渗入和污染土壤,减少土地破坏。

3.1.3 场地布置与施工

根据“占用土地最小”原则,合理规划、紧凑布置设备安装、操作空间、岩芯堆放、泥浆系统、操作平台的区域,尽可能减少土地的占用(图4)。在满足机台施工用水的情况下,直接使用水箱/塑料水桶蓄水;不能满足机台施工用水的情况下,根据设计孔深确定蓄水池、沉淀池、泥浆池的容积,通常不大于10 m³为宜,并在其底部和四壁敷水泥或做防渗处理,产生的废渣装袋处理,减少开挖和避免防渗造成的环境破坏。

施工现场四周用钢丝网围起实行全封闭管理,闲杂人员禁止入内,在显眼的地方悬挂安全警示标志、规范操作标语等;防滑钢网铺设满施工场地,规定位置有序摆放施工用具;操作棚、岩芯棚等规范搭建;机台产生的生活垃圾、油污、废水废渣垃圾分类存放,每天交接班时投放到垃圾集中点统一处理。所有准备工作就绪,经钻探管理初步验收无误,申请安全、测量、地质、监理等各方到现场共同对施工安全及绿色勘查验收,合格后进行立轴校正,下发开孔通知书。施工过程中,操作规范有序,定时检查防渗情况,做好防渗处理,泥浆池废渣及时打包装袋处理,发现问题立行整改。

3.1.4 环境恢复治理

恢复治理工作按照“因地制宜,边勘查边治理,充分尊重和吸纳当地村民意愿”的原则进行,及时场地清理、复垦复绿、原貌恢复(图5)。

普查区内属于一个地下水系统,水体基本相通,本次施工钻孔揭露到地下水水位以下,使用的泥浆及聚丙烯酰胺等处理剂和产生的岩粉会流入地下,污染地下水体,打穿疏通隔水层也有可能会改变地下水的流向。因此,施工完毕要使用425号水泥对钻孔进行全孔封孔,并在有溶洞的地方用木塞隔开,防止破坏和污染地下水系统。机台设备、材料运离场地后,及时清理现场垃圾。

原貌恢复时,根据土地类型和当地村民意愿,因地制宜恢复地貌。林地的恢复选择种植普查区相近的植物,维持地区生态平衡。耕地的恢复采取事先装袋堆放的耕作层腐殖土平铺在地表并松土、培肥



图4 绿色勘查标准化机台与场地布置

Fig. 4 Machine and site layout of green exploration standardization

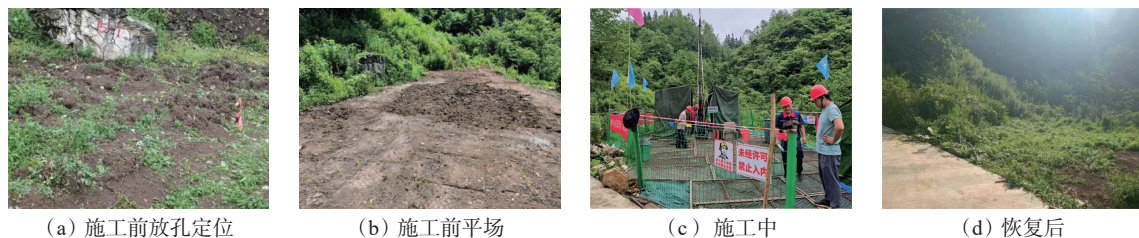


图5 施工前和恢复后效果对比

Fig. 5 Comparison of effects before construction and after restoration

等方式以满足耕作需要。荒地的恢复一般播种草籽恢复成草地,或者吸纳当地村民意愿恢复成其他地类。对于临时开挖的过道,如果当地村民需要继续保持使用的经请示当地自然资源主管部门同意后则予以保留,并在道路两边种草复绿,请管护人员进行管护,否则全部恢复成原地貌。场地平整后使用开挖时保留的土壤对施工场地进行复垦复绿,并把松散、肥沃的土壤铺满表面,有利植物生长。原

貌恢复在陡坡地带时要预防水土流失和地质灾害的发生。

3.2 实测地质剖面

实测地质剖面时,尽量避开乔木林,避免和减少对树木的砍伐,尽量避开耕地,减少对庄稼的破坏或者选择庄稼还未长起来的季节测量,充分利用原有公路、山间小路两边开挖的露头,全部选择途经原有公路或者山间小路进行测量,减少和避免实施揭露

基岩的开挖工程(图6)。采取分段实施测量,绕开必经之地的破坏,普查区原设计7.5 km/2条实测剖面,综合考虑地质要求和绿色勘查,最终采取分段实施

以达到测量完整地层的目的,共7.9 km/5条,全部途经原有公路或山间小路,避免了对原有环境的扰动和破坏。



图6 地形和地质测量

Fig. 6 Topographic and geological surveys

3.3 地质填图

地质填图作业对环境的扰动和破坏主要体现在野外工作人员对植被、庄稼的踩踏,对野生动物的捕猎,对动物栖息地的打扰,对珍贵植物的破坏,生活垃圾的污染等。因此,要做好培训,提高填图作业人员的绿色勘查意识、能力和素养,在地质填图过程中尽可能行走原有便道进行填图作业(图6),避免对植被、庄稼的踩踏;严禁损害珍贵植物和捕杀野生动物,避免伤害动物;野外严禁烟火,避免引起火灾;产生的垃圾带回垃圾集中点分类处理,避免污染环境。

3.4 测量工作

在满足勘查工作对地形测量的精度要求下,为了防止测量工作造成过多的生态破坏、环境扰动,此次工作使用了无人机进行1:10 000地形测量(图6)。架设基准站时,优先选择原有建筑物、道路等,有效避免了传统人工测量对植被的损毁、过多土地的占用,最大程度降低对生态环境的破坏和扰动。

3.5 项目驻地选择

项目进场后,在工作重点区走访了解当地居民用房情况,租用当地居民闲置房或常年外出务工暂不使用的民房作为地质项目部、钻探工程项目部和钻探工人住宿用房,避免临时建筑物的修建,减少土地压占,租用建筑面积共计600 m²;硬化院坝的租用作为项目临时停车场、材料堆放场所等。上述举措有效避免了重新占用土地资源,减少了对生态环境的扰动和破坏。

4 绿色勘查验收

在项目执行阶段,同时开展“组织施工、恢复治理、过程验收”三个环节的工作,及时对绿色勘查工作进行检查评价,发现问题立即整改,项目竣工后由多方权威和专业的人员参与验收,共同把关,对查找出的问题再次复核并及时整改;同时做到不能“一验了之”,要定期开展必要的“回头看”环节,查看恢复

效果,对恢复效果不理想、不明显的地段及时采取补救措施。项目野外验收工作相应的增加了绿色勘查的验收内容,并占据一定的分值,彰显了绿色勘查在地勘工作的重要性。

5 绿色勘查成效

5.1 探索和总结绿色勘查技术

普查区西边地形切割较大,原设计孔位附近为陡崖或陡坡,存在临时道路开挖难破坏大和场地平整困难的特点;东边地形相对开阔,原设计孔位多位于居民集中区或者附近,存在协调难度极大的特点,造成前期准备工作时间长、施工进度缓慢的问题。如果坚持原孔位不变,势必要用挖掘机开挖临时道路、强行平场,如此则对生态环境的扰动和破坏性大,且对施工安全造成隐患(图7)。

5.1.1 因地制宜合理调整孔位

本次勘查工作为普查阶段,通过施工稀疏取样工程达到勘查目的。相对较大的工程间距给了因地制宜合理调整孔位的先决条件。一是对于临时便道修建困难、场地平整难度大或破坏较大的地方,采取沿着勘查线方向或者地层走向在允许范围内合理移动孔位的方式施工,并优先选择玉米地、荒地等易于恢复的场地。二是根据项目分阶段分批次实施钻孔的特点,采取“一机多孔”的方法,尽量就近搬运钻机设备。普查区施工钻孔20个,进场机器6台,平均每台机器就近施工3个钻孔以上,一定程度上减少了设备资源的挤占、土地的破坏、生态环境的扰动。

5.1.2 根据孔深合理选择设备

普查区地形北西高南东低,岩层倾向北西,造就了施工钻孔的孔深差非常大,最浅的钻孔260 m,最深的钻孔1 300 m,因此,合理选择设备尤为重要,过大的机型虽能满足地质目的,但必定会造成场地的过多占用和破坏。一是本次勘查工作为了满足普查区内钻进深度的施工需要,使用了具有方便拆卸和

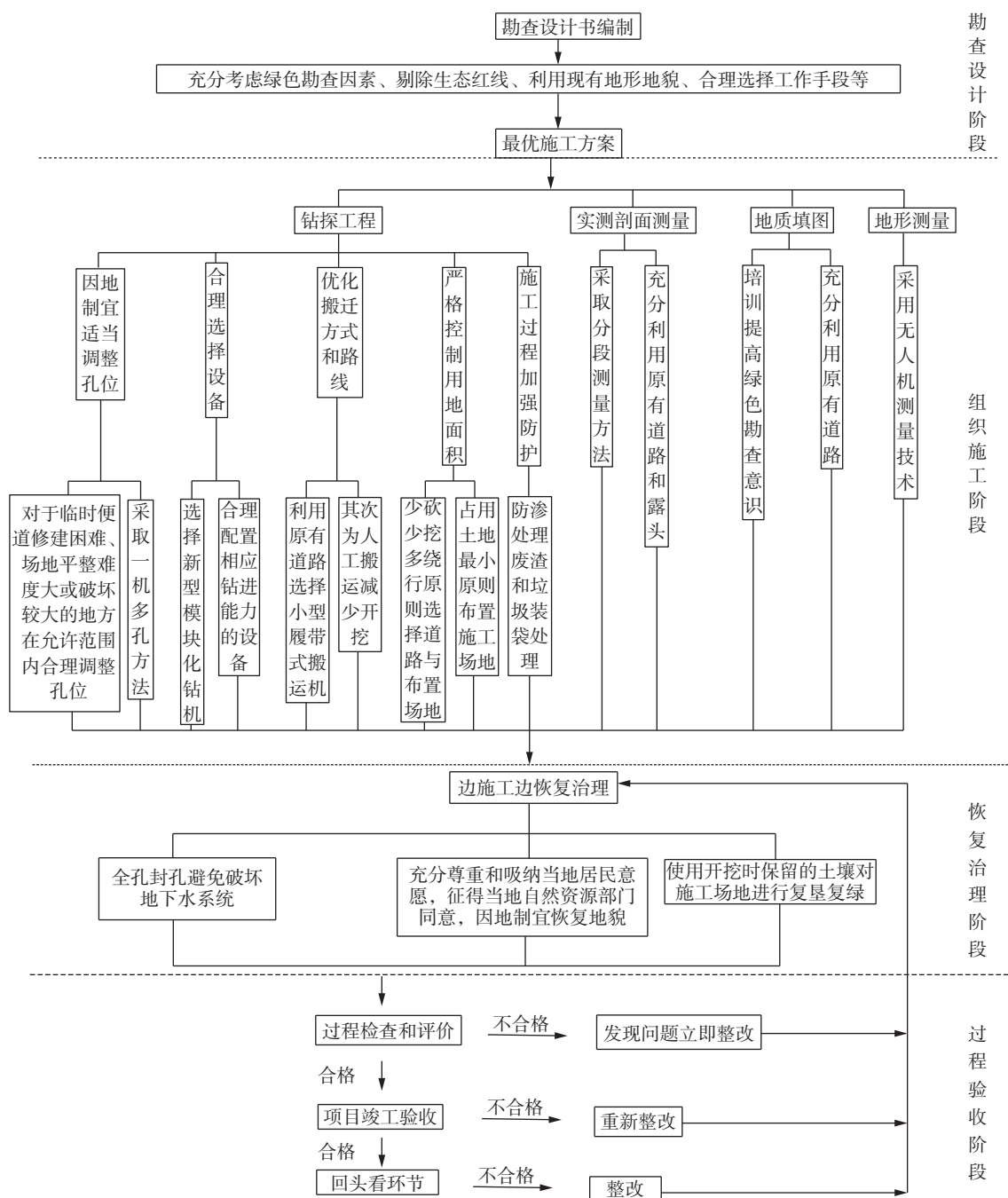


图7 绿色勘查流程

Fig. 7 Flow of green exploration

安装、便于搬运、配件少、不用安装钻塔等特点的 F600D 便携式钻机、M800D 便携式钻机、M1000D 便携式钻机、YDXD-1 800 全液压便携式钻机、YDXD-580 履带式钻机等钻进设备。F600D 便携式钻机和 M800D 便携式钻机具有小型化、集成化、轻便化、模块化等优点,人能通行的小道就可完成搬运,对道路要求非常低,适合在交通不便、地势险峻、地形复杂的地段使用;YDXD-580 履带式钻机具有安装迅速、随安随用的特点,适合靠近路边的浅孔使用。上述设备的引进一定程度上解决了前期准备工作时间长、

施工进度缓慢的问题。新设备相对传统钻机占地面积更小,一定程度上降低了土地占用和地表环境破坏,绿色勘查效益更明显。二是合理配置相应钻进能力的钻机设备,遵循“杀鸡不用宰牛刀”的原则,根据区块钻孔设计孔深,合理配备相应区间钻进能力的钻机设备。尤其是属于普查阶段的钻孔,区块面积较大,设计深度多在 200~1 300 m 之间,孔深相差较大,但相近区域孔深相差较小,宜划分区域,分梯度选用钻机型号,比如选用 F600D 便携式钻机施工某个区域设计孔深 400~600 m 的钻孔、选用 M800D

便携式钻机施工某个区域设计孔深 600~800 m 的钻孔,避免过大机型造成的过多土地资源浪费、破坏和扰动地表环境。

5.1.3 紧跟绿色发展理念采用新设备新技术

摒弃传统老式钻机,使用效率是老式传统钻机 2~3 倍的新型模块化钻机,效率更高,噪音更小,既缩短了工期,又减少了扰民。新型模块化钻机普遍采用清水钻进,更节能更环保;小型化、模块化、集成度高,减少了场地的压占、过道的开挖;采用无人机技术测量地形,相对于传统的纯人工测量方式,具有明显的效率高、人为误差小的特点,同时减少了测量人员对土地庄稼的践踏,从根源上有效降低了对当地生态环境的破坏和扰动。

5.2 绿色勘查成果显著

5.2.1 减少了土地庄稼践踏、树木砍伐破坏面积

本次施工地形测量 10 km²、实测剖面 7.9 km/5 条,由于采用了无人机技术测量地形、采取途经原有公路或山间小路的分段实施测量剖面以达到测量完整地层目的的方法,有效避免了传统人工测量和“逢山开路遇水搭桥”的实测剖面方式对土地庄稼的践踏和破坏。

5.2.2 减少了土地压占破坏面积

本次施工钻孔共计 17 个,由于因地制宜合理调整孔位、匹配相应设备、优化搬运方式和路线、严格控制土地使用面积等绿色勘查方法,大大减少了土地压占面积和生态环境破坏、扰动。临时道路修建比设计节约了 50.00%,设计修建面积为 5 000 m²,实际修建面积约 2 500 m²,节约 2 500 m²;场地占用面积比设计节约了 41.67%,设计场地占用面积为 2 400 m²,实际修建面积约 1 400 m²,节约 1 000 m²。

5.2.3 恢复治理效果明显

此次勘查本着绿色勘查、实现找矿突破的施工理念,绿色勘查贯穿整个施工过程所有环节,边开展施工、边恢复治理、边检查验收,全部工程在施工结束后都进行了原地类恢复工作。通过严要求、高标准的绿色勘查,耕地面积增加了约 800 m²,尊重当地居民意愿种植了经济作物,林地恢复栽种的树苗成活率高,荒地播种的草籽生长迅速,最大限度降低了对生态环境的破坏和扰动,与以往地质勘查工作对比,经济效益、社会效益、环境效益更鲜明。

6 结 论

1)因地制宜适当调整孔位、合理选择设备、优化搬运方式和路线、严格控制用地面积、施工过程中加强防护、施工后及时恢复治理是践行绿色勘查的有效途径。施工前加强宣传引导、做好业务培训、

精心组织、统一部署、合理规划最优方案;施工过程中选好路线、用好设备、控制好用地面积、做好防漏防渗工作避免污染土地;施工后全孔封孔保护地下水系统,并及时恢复治理。

2)逐渐摒弃传统落后老式钻机,采用新型模块化钻机是实现绿色勘查的有效方法。紧跟绿色发展理念,携手打造绿色勘探,不断使用新型便携式模块化钻机可以从根源上有效降低对生态环境的扰动和破坏。

3)无人机测量技术是地质勘查地形测量实现绿色勘查的可选方法之一。此方法效率更高、更节能环保、人为误差更小,在精度允许范围内采用无人机技术测量更能彰显新时代地勘行业的绿色勘查理念。

参考文献(References):

- [1] 杨俊鹏,戴华阳,张建伟.新常态下我国绿色矿山建设面临问题与解决途径[J].中国矿业,2017,26(1): 67-71.
YANG Junpeng, DAI Huayang, ZHANG Jianwei. The problems and solution of the construction of green mine in the new normal[J]. China Mining Magazine, 2017, 26(1): 67-71.
- [2] 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.
DU Lin, LI Guangchun, GONG Xin. Green exploration technology and results of Xinmin Bauxite Mining Area in Daozhen County, Guizhou Province[J]. China Mining Magazine, 2021, 30(1): 76-81.
- [3] 付英,黄贤营,傅连珍,等.我国地质勘查行业发展现状与走向[J].中国国土资源经济,2016,29(11): 11-14.
FU Ying, HUANG Xianying, FU Lianzhen, et al. Status and trend in development of geological exploration industry China[J]. Natural Resource Economics of China, 2016, 29(11): 11-14.
- [4] 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.
LEI Xiaoli, ZHANG Yao, ZHANG Fuliang, et al. Research on typical practice and technology application of green exploration in China in the new period[J]. China Mining Magazine, 2019, 28(S2): 124-128.
- [5] 周国臣,黄家弟,刘登言,等.黔北马鬃岭铝土矿区绿色勘查实践与成效[J].中国矿业,2022,31(S1): 103-109.
ZHOU Guochen, HUANG Jiadi, LIU Dengyan, et al. Green exploration practice and results of Mazongling Bauxite Mining Area in Northern Guizhou[J]. China Mining Magazine, 2022, 31(S1): 103-109.
- [6] 张新虎,刘建宏,黄万堂,等.绿色勘查理念:认知、探索与实践[J].甘肃地质,2017,26(1): 1-7.
ZHANG Xinhui, LIU Jianhong, HUANG Wantang, et al. Green exploration: cognition, explore and practice[J]. Gansu Geology, 2017, 26(1): 1-7.
- [7] 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勘探工程中的应用与分析[J].钻探工程,2021,48(3): 67-72.
CHANG Limin, HUANG Mingyong, BAN Jinpeng, et al. Application

- and analysis of green exploration in exploration drilling for Zhengnan Danping Bauxite Mine in Guizhou Province[J]. *Drilling Engineering*, 2021, 48(3): 67-72.
- [8] 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.
- [9] 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.
- JIA 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.
- [10] 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.
- MA Cheng, ZHANG Fuliang, LEI Xiaoli, et al. Experience and enlightenment of environmental management in green exploration in foreign countries[J]. *Modern Mining*, 2019, 35(10): 1-4.
- [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.
- SUN Zhifu, YOU Lunan, WANG Lingang, et al. Green geo-logical exploration method and practice for gold[J]. *Exploration Engineering(Rock & Soil Drilling and Tunneling)*, 2019, 46(4): 1-6.
- [12] 易亚东. 小倾角钻探工艺技术在绿色勘查中的应用[J]. *探矿工程(岩土钻掘工程)*, 2020, 47(12): 49-54.
- YI Yadong. Application of small angle drilling technology in green exploration[J]. *Exploration Engineering(Rock & Soil Drilling and Tunneling)*, 2020, 47(12): 49-54.
- [13] 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 Tongjishan Mining Area of Qinghai Province[J]. *Exploration Engineering(Rock & Soil Drilling and Tunneling)*, 2017, 44(3): 27-30.
- [14] 巩鑫, 吴昭阳, 杜蒨, 等. 贵州道真新民铝土矿区绿色勘查应用与实践[J]. *贵州地质*, 2018, 35(3): 205-209.
- GONG Xin, WU Zhaoyang, DU Lin, et al. Application and practice of green exploration in Xinmin Bauxite Deposit in Daozhen, Guizhou[J]. *Guizhou Geology*, 2018, 35(3): 205-209.
- [15] 刘蓓, 张晨, 杨可, 等. 便携式全液压钻机在秦岭地区地质钻探中的应用[J]. *钻探工程*, 2021, 48(11): 93-102.
- LIU Bei, ZHANG Chen, YANG Ke, et al. Application of the portable full hydraulic drill in geological drilling in the Qinling Region[J]. *Drilling Engineering*, 2021, 48(11): 93-102.
- [16] 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[C]//第二十一届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术交流年会. 2021.
- [17] 卢荣彪. 关于几种绿色勘查钻探技术的论述[J]. *世界有色金属*, 2021(13): 229-230.
- LU Rongbiao. Discussion on several green exploration and drilling technologies[J]. *World Nonferrous Metals*, 2021(13): 229-230.
- [18] 孔林军. 便携式钻机在绿色勘查中的应用[J]. *世界有色金属*, 2019(9): 224-225.
- KONG Linjun. Application of portable drilling rig in green exploration[J]. *World Nonferrous Metals*, 2019(9): 224-225.
- [19] 陶平, 陈建书, 陈启飞, 等. 关于贵州省成矿区带的划分方案[J]. *贵州地质*, 2018, 35(3): 171-180.
- TAO Ping, CHEN Jianshu, CHEN Qifei, et al. Division scheme about the metallogenic zones of Guizhou Province[J]. *Guizhou Geology*, 2018, 35(3): 171-180.
- [20] 潘金权, 游桂芝, 刘勇, 等. 贵州坛罐窑铝土矿地质特征及矿床成因[J]. *矿产勘查*, 2012, 3(4): 458-463.
- PAN Jinquan, YOU Guizhi, LIU Yong, et al. Geological characteristics and genesis of bauxite in Tanguanyao Areas, Guizhou[J]. *Mineral Exploration*, 2012, 3(4): 458-463.
- [21] 徐彬, 张华松, 陈建平, 等. 贵州旦坪铝土矿矿床地质特征及成因探讨[J]. *桂林理工大学学报*, 2017, 37(4): 570-579.
- XU Bin, ZHANG Huasong, CHEN Jianping, et al. Geological features and genesis of bauxite deposit in Danping, Guizhou Province[J]. *Journal of Guilin University of Technology*, 2017, 37(4): 570-579.