

察瓦龙深井接地极地质调查绿色钻探技术

胡文辉, 李奋强*, 王穗, 宋建贵, 邓拓, 粟琼玉, 叶见玲

(湖南省工程地质矿山地质调查监测所 湖南长沙 410014)

摘要:绿色勘查作为一种先进的理念,越来越被广大地质工作所重视和推广应用。论文结合西藏察瓦龙高原地区地形地貌条件和深井接地极的要求,践行绿色钻探理念,就项目开展的深井接地极小井眼地质调查钻孔的勘查选址、钻探施工与管理与自然生态的保护进行探讨。

关键词:深井接地极;绿色勘查;绿色钻探;小井眼钻进;钻探施工与管理;高原地区

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**2096-9686(2024)S1-0275-05

Green drilling technology for deep dell electrode geological survey in Tsavaron

HU Wenhui, LI Fenqiang*, WANG Sui, SONG Jianguai, DENG Tuo, SU Qiongyu, YE Jianling

(Hunan Engineering Geology and Mine Geology Survey and Monitoring Institute, Changsha Hunan 410014, China)

Abstract: Green exploration, as an advanced concept, has been increasingly valued and promoted by the majority of geological work. Based on the topographic and geomorphologic conditions of Tsavalong plateau area in Xizang and the requirements of deep well electrode, the paper discusses the exploration location, drilling construction and management of small diameter geological exploration borehole and the protection of natural ecology.

Key words: deep well electrode; green geological exploration; green drilling; small diameter drilling; drilling construction and management; plateau area

0 引言

传统地质钻探勘查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,例如泥浆材料的排放会影响浅层地下水运行和土壤成分,泥浆循环过程中会对深层地下水造成影响,各类施工废物排放不当,会造成废物、废水对周围生态环境的破坏等^[1-3]。绿色发展理念在地质勘查领域的实践,是以绿色发展为目的,通过科学理念、技术手段创新,以地质勘查全过程的“绿色化”“生态化”为主要内容和途径,最大限度地减少地质勘查工作对生态环境的扰动和影

响,实现保护生态环境和保障资源供给双赢^[4-8]。在直流输电工程中,接地极承担着双极运行时钳制中性点电位的作用,当接地极存在故障电流时为电流流入大地提供通路。深井接地极具有占地面积小、利用深层低电阻率散流、对浅层土壤中埋设的金属管道腐蚀影响小等技术优势,可降低电力建设中的土地征用难度、节省接地极引线投资,具有良好的发展前景^[9-12]。南方电网科学研究院直流工程深井接地极极址察瓦龙地质调查施工地点位于西藏察隅县察瓦龙乡梦扎村,采用的调查技术是小井眼钻进,辅以地球物理测井和降水试验等方案,探明拟

收稿日期:2024-02-20;修回日期:2024-05-06 DOI:10.12143/j.ztgc.2024.S1.042

基金项目:南网科研院项目(编号:150000202310201GY00068)

第一作者:胡文辉,男,汉族,1976年生,高级工程师,探矿工程专业,主要从事能源与资源地质勘探、地质灾害治理、绿色矿山综合治理和矿山地质应急救援等工作,湖南省长沙市雨花区万家丽中路三段76号,1270779361@qq.com。

通信作者:李奋强,男,汉族,1964年生,研究员,探矿工程专业,博士,主要从事非常规油气地质、煤炭地质、深部钻井(钻探)施工与科研等工作,湖南省长沙市雨花区万家丽中路三段76号,873092872@qq.com。

引用格式:胡文辉,李奋强,王穗,等.察瓦龙深井接地极地质调查绿色钻探技术[J].钻探工程,2024,51(S1):275-279.

HU Wenhui, LI Fenqiang, WANG Sui, et al. Green drilling technology for deep dell electrode geological survey in Tsavaron[J]. Drilling Engineering, 2024, 51(S1): 275-279.

建工程的岩性特征,为后续大直径地极井施工提供技术支持。施工过程中践行绿色钻探理念,加强对自然生态的保护。

1 深井接地极勘查与选址

深井接地极是指最大井深 ≤ 100 m的接地极,采用底部压力注浆工艺实现电极井内焦炭灌注,应用于高压直流输电工程中。在极址选择中,对可能的每个深井接地极极址方案应进行 ≤ 10 km范围内的地形地貌、地质结构、水文气象等自然条件的勘查;同时应收集 ≤ 100 km范围内现有和规划的电力设施(发电厂、变电站、线路等), ≤ 30 km范围地下金属管线、电缆、铁路等设施资料。选址过程中,既要考虑交通便利、水源充足等因素,更要考虑是否占用基本农田、破坏林草地、损坏公益林地、砍伐树木以及未来用途等因素,先后对察瓦龙乡扎恩村、昌西村、曲珠村,竹瓦根乡目若村、曲瓦村5个村落的18个极址进行了勘查选址,综合极址对周边环境、耕地、居民等诸多因素的影响,采用14号选址:位于察瓦龙乡梦扎村,219国道与场地北部相邻,交通便利,南侧有让舍曲流过,水源充足。场地为林地,见高大乔木,北部有沿219国道两侧架设有电信光纤、10 kV高压线、移动光纤,地势较平坦,北高南低,长约600 m,宽约150 m,见图1。

2 井场与驻地建设

察瓦龙乡地处察隅县东南部梅里雪山脚下,地势北高南低、高低错落,属典型的高山峡谷地貌,怒江由北向南纵贯。境内的最高海拔6740 m,南部河谷地带海拔2200 m左右,平均海拔2800 m左右;属喜马拉雅山南麓亚热带气候,气候四季温和、干燥少雨、年平均气温 12°C 、最大冻土深0.25 m,极端最低气温 -5°C ,极端最高气温 31°C ,年平均降水量810 mm。区域内为未开发的原始森林,生长着松、杉、高山栎等优良树种,草群覆盖率达60%以上。井场预估钻遇地层有第四系更新统(Q_p),厚度约10 m,为阶地堆积,主要岩性为砾石、砂砾、砂质粘土;晚三叠世日本组(T_3mb),主要岩性为灰—深灰色变质杂砂岩、变质长石石英砂岩、石英砂岩、白云质灰岩、大理岩、板岩,厚度990 m;可能钻遇地层为晚三



(a) 219国道右侧



(b) 极址俯视照片

图1 勘查选址

叠世古拉组(T_3gl),主要岩性为泥岩、硅质泥岩,夹变质砂岩、杂砂岩和大理岩,可能钻遇岩浆岩。

(1)井场道路。区域内表土覆盖层只有5~20 cm,下覆地层以砾石、砂砾为主,一旦开挖将难以恢复,因此井场道路修筑以当地居民日常行走便道为主,保持原有的地貌特征,见图2(a)。

(2)井场修建。在不扰动原始森林中着松、杉、高山栎等优良树种生存环境的前提下,选择了一块空旷地,只对地表的草木、藤条去表,保留根部,对钻机占用地作了一定平整以满足钻机施工需要(见图2b),场地内设置了泥浆池和排污沉淀池。四周修筑两道简易的排水沟,第一道排水沟(外围)主要用于地表水、雨水的排泄,将正常的地表水、雨水引入附近的溪流中;第二道排水沟(内侧)主要用于井场内的油污、钻井液、雨水的疏导,排泄至排污沉淀池。施工作业平台用枕木铺设(见图2c),操作场地、材料物资存放场地铺设一层3 mm的土工布,泥浆池和排污沉淀池均铺设了8 mm水泥灰,以防止发生渗漏污染。

(3)驻地布置。在松树、杉树、高山栎之间寻找临时空地,采用帐篷的搭建方式布置临时宿舍,以保护当地的自然地貌和林木资源,见图3。



图2 井场建设



图3 驻地建设

3 设备选型与钻进工艺

3.1 井身结构

项目井深为1000 m,全井段取心(Ø75 mm)。井身结构见表1。

表1 井身结构

| 开钻序号 | 井径/mm | 钻达孔深/m | 套管尺寸/mm | 套管壁厚/mm | 套管下深/m |
|------|-------|---------|---------|---------|--------|
| 一开 | 150 | 12.38 | 146 | 5.0 | 12.38 |
| 二开 | 130 | 60.29 | 127 | 4.5 | 60.29 |
| 三开 | 98 | 117.38 | 89 | 4.2 | 117.38 |
| 四开 | 75 | 1000.42 | | | |

3.2 设备选型

按照相应的钻探动力需求、地层条件可钻性特征和最小限度地减少施工对环境造成的影响^[13],结合以往钻孔施工经验,选用1台XY-4A型岩心钻机。该机设计钻进能力为:S75钻具施工时钻进能

力可达1500 m,满足该项目终孔Ø75 mm口径终孔施工技术要求。配备高17.5 m的圆柱四方塔1副、BW/300型泥浆泵1台、S95钻杆200 m、S75钻杆1200 m。

3.3 钻进工艺

采用绳索取心钻进,全井段采用清水+环保泥浆体系钻进^[14],既可以达到防塌、抑制、封堵、润滑等基本性能要求,还可以达到利用有机生物进行自然绿色降解的作用,从而达到不对环境造成损害、有效保护土壤酸碱度、无毒无害化处理的目标。

根据钻遇地层的特征,100 m以内采用护筒隔离上覆的第四系的卵石杂土地层,用清水钻进,穿过这一地层后采用环保泥浆体系。环保泥浆在使用之前3~5 d,将粉剂CMC、K-HPAN处理剂按配比在各个药剂桶中进行溶解,并将膨润土作预水化处理。搅拌泥浆时,依据搅拌机容积和泥浆配方,确定膨润土的加量,按比例先于膨润土搅成基浆

后,再加入其他处理剂。搅拌程序及时间如下:(水+Na₂CO₃+膨润土)/拌15 min+CMC/搅拌5 min+K-HPAN/搅拌5 min+高效润滑剂/搅拌5 min。施工过程中通过泥浆循环回路,采用500目的滤网过滤上返的泥浆进入泥浆池,再沉淀经过二级净化后再将泥浆返回井内,减少泥浆材料的损耗

量,滤网后钻渣集中堆放、用于终孔后的井内回填。

4 测井方法及技术参数

根据井场情况合理摆放测井车辆,设置警示带和警示牌,布放各种地面连线,刻度、校验仪器,将各类分立式下井探管吊升至井口,将下井探管下入井中,测井方法及技术参数见表2。

表2 测井方法及技术参数

| 物性参数 | 目的 | 技术参数 | |
|-------|------------------------|--------|-----------------------------|
| | | 采样间隔/m | 提升速度/(m·min ⁻¹) |
| 自然伽马 | 划分钻孔地层剖面,了解孔内放射性物质赋存情况 | 0.05 | ≤3.0 |
| 电位电阻率 | 岩层定性、定厚;划分钻孔剖面,确定破碎带 | 0.05 | ≤3.0 |
| 自然电位 | 了解自然电场分布,划分地层剖面 | 0.05 | ≤3.0 |
| 井温 | 测定孔内地温变化 | 0.05 | ≤3.0 |
| 井径 | 测定钻孔孔径和判断岩体完整性 | 0.05 | ≤3.0 |
| 井斜 | 确定钻孔轴线空间位置 | 0.1 | ≤8.0 |
| 井液电阻率 | 确定含水层及涌水层的位置 | 0.1 | ≤8.0 |

5 封孔与场地恢复

封孔既要考虑后续大口径施工的需要,又要考虑对周边环境的影响。用封孔钻杆下置到1000.42 m,灌注添加缓凝减水剂的水灰比为0.5的水泥浆液4560 L;起钻至600 m时,为了防止起钻时间过长出现水泥凝固故障现象,泥浆泵不停泵,采取分流开关进行地表循环;起钻到300 m后,接通泥浆泵继续灌注水泥浆液3420 L,继续保持泥浆泵不停泵,采取分流开关进行地表循环;起钻到井口后,灌注水泥浆液直至井口返出浓的水泥浆液,然后边起钻边回灌水泥浆液到井口;停12 h后,用封孔钻杆探孔了解水泥沉降井深,灌注水灰比0.4的水泥浆液直至井口,然后边起钻边回灌水泥浆液到井口;待凝2 h后回灌水泥砂浆封闭钻井;井口周围打50 cm×50 cm×40 cm水泥台,并用红油漆写上钻井号、开终孔日期、终孔深度、施工单位名称等,井口中心用钢钉做好标记。

钻井施工完成后,对井场和和临舍的场地进行了彻底清除污染物,用山间流水对植被进行喷洒清洗,场地泥浆运送到察偶县环保部门指定的地方进行无公害化处置,生活垃圾及其他固体废弃物深埋于开挖的坑、池底部,上部先回填钻进过程中经滤网过滤后的钻屑然后再回填开挖时5~20 cm表层原状土壤^[18]。场地平整和恢复后,采摘周边的野果

草籽撒满被动土过的植被。

6 施工管理

施工区域属高海拔的原始森林地带,人员和设备进场途径一座怒江大桥(限载25 t)。山高、陡峭、急弯线段多,且驻地荒凉、蚊虫及野外动物多,为此项目经理部采用单位应急救援演练的标准进行准军事化管理,严格按照“事前-事中-事后”3个阶段进行评估和管理。

(1)事前管理注重进场线路勘查,钻机及附属设备、钻井材料、生活物资准备和人员队伍的组织与培训,对途经的急弯、险峻路段进行标注,对车辆选用和装车标准提出了明确的要求。加强岗前技术交底和安全知识培训,一是在尽量减少对环境影响的前提下,确保井场平整、稳固,杜绝生产安全隐患;二是将绿色环保施工贯彻整个作业过程,在地面铺设土工布防止污染土壤及减少对土地植被的压占破坏;三是加强火源管理,预防发生森林火灾事故;四是加强井场四周、临建宿舍和临时便道的管理,预防发生蛇、鼠以及其他野生动物的伤人事故。

(2)事中管理重点做好职工思想工作和环保施工工作,成立临时党支部,统一认识,指导各项施工环节落实到位;施工工艺执行绿色勘查标准规定的

各项程序,按要求对被扰动的新修道路、场地登记和修复^[11],通过痕迹化管理来加强对施工现场的管控,确保每一环节的施工质量。

(3)事后管理按照绿色勘查的标准做好井场清理、复垦复绿等工作,对项目的全过程施工作业进行总结和分析,并对下一步的大直径电极井施工提出建议。

7 结论与建议

(1)在绿色勘查施工中,首先考虑选择与地质条件相匹配的钻井设备,最大限度地减少对植被破坏面积;项目采用的XY-44A型钻机较HXY-6A型钻机减少了近60 m²施工占地面积。

(2)察瓦龙乡梦扎村表土覆盖层薄,一旦遭到破坏将会引发大面积的风化,危及当地自然地貌的安全,井场、道路、临舍建设应避免破坏路面,尽量保留原有地表的属性,除草不挖根。

(3)钻井液选用可降解的环保泥浆体系,同时具备防塌、抑制、封堵、润滑等基本性能又能达到利用有机生物进行自然绿色降解的作用,从而实现有效保护土壤酸碱度、无毒无害化处理的目的。

(4)后续的大直径电极井施工宜选用模块化钻机,适应急弯、险峻路段的运输需要。

参考文献:

[1] 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.

- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 董学银. 探矿工程中绿色勘查技术应用[J]. 世界有色金属, 2020(14):127-128.
- [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.
- [6] 张福良, 薛迎喜, 马骋, 等. 绿色勘查——新时代地质找矿新模式[J]. 中国国土资源经济, 2018, 31(8):11-15.
- [7] 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.
- [8] 李光春, 宋小军, 巩鑫. 贵州福泉桅杆坪磷矿区绿色勘查实践与应用效果[J]. 钻探工程, 2022, 49(2):91-96.
- [9] 田松. 深井接地极在变电站接地网中的应用分析[J]. 电工电气, 2019(1):37-39.
- [10] Yuan T, Luo L, Yang Q, et al. Analysis on the temperature characteristic of soil and its influence on the cirque grounding electrode heating [J]. Proceedings of the Chinese Society of Electrical Engineering, 2013, 33(1):188-195.
- [11] Greiss H, Mukhedkar D, Lagace P J. Transient analysis of heat dissipation due to a HVDC ground electrode [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1989, 4(2):916-920.
- [12] 陈玉潮. 换流站内深井接地极影响因素研究[J]. 工程建设与设计, 2018(11):100-101, 104.
- [13] 李奋强, 粟琼玉, 叶见玲, 等. 绿色勘查钻井(深孔钻探)技术规范诠释[J]. 国土资源导刊, 2023, 20(1):95-99.
- [14] 丛蒿森. 环保泥浆的主要性能和应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2001(S1):229-232.

(编辑 王文)