

# 川西甲基卡锂矿 3000 m 科学深钻关键技术探讨

刘振新<sup>1,2</sup>, 翟育峰<sup>1,2</sup>, 宋世杰<sup>1,2</sup>, 杨芳<sup>1,2</sup>, 姜晓<sup>1,2</sup>

(1.山东省第三地质矿产勘查院,山东烟台 264004; 2.山东省地矿局钻探工程技术研究中心,山东烟台 264004)

**摘要:**川西甲基卡锂矿 3000 m 科学深钻项目地处川西高海拔地区。根据工程技术要求,设计三开钻孔结构,选用经济实用的钻探设备,主要包括 HXY-9 型钻机、K27-90 型钻塔、BW300/16 型泥浆泵等。分析和制定拟采用的钻进工艺和取心方法、钻具组合、冲洗液方案等是必不可少的工作。同时为践行“绿色勘查”理念,应制定措施,保障施工期间施工地生态环境受到保护。

**关键词:**科学钻探;钻孔结构;钻探设备;冲洗液;钻进工艺;绿色勘查;川西甲基卡锂矿

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2020)10-0029-04

## Discussion on key technology for the 3000m deep scientific drilling project of Jiajika Lithium Mine in west Sichuan

LIU Zhenxin<sup>1,2</sup>, ZHAI Yufeng<sup>1,2</sup>, SONG Shijie<sup>1,2</sup>, YANG Fang<sup>1,2</sup>, JIANG Xiao<sup>1,2</sup>

(1.No.3 Geological and Mineral Exploration Institute of Shandong Province, Yantai Shandong 264004, China;

2.Drilling Engineering Technology Research Center of Shandong Provincial Bureau of Geology & Mineral Resources, Yantai Shandong 264004, China)

**Abstract:** The 3000m deep scientific drilling project of Jiajika Lithium Mine in west Sichuan is located in the high-altitude areas of western Sichuan Province. According to the technical requirements, the borehole is designed with three drilling sections. A set of economical and practical drilling equipment was used, mainly including HXY-9 drill rig, K27-90 drilling tower, BW300/16 mud pump. Drilling technology, the coring method, the drilling assembly and the drilling fluid plan were examined and developed. For implementation of the concept of green exploration, necessary measures have been developed to protect the ecological environment of the construction site.

**Key words:** scientific drilling; structure of borehole; drilling equipment; drilling fluid; drilling technology; green exploration; Jiajika Lithium Mine

## 0 引言

川西甲基卡锂矿 3000 m 科学深钻隶属南京大学卓越研究计划项目,目的是为实现川西锂矿找矿突破和寻找新的锂资源靶区,建立川西大型锂矿基地,在主要锂矿集区科学钻探选址的基础上,通过科学深钻取心、测井、编录和流体原位检测等系列工程,揭示变形—变质—岩浆—成矿的的深部造山过程,为精确解析锂矿的构造背景、成矿规律奠定科学基础。山东省第三地质矿产勘查院承担该钻孔的钻探施工任务。

## 1 概述

### 1.1 自然地理及交通状况

南京大学川西甲基卡锂矿 3000 m 科学深钻位于四川省甘孜藏族自治州境内,甲基卡矿区地处川藏高原东南缘,横断山脉中段,大雪山脉与沙鲁里山脉之间的山原地带。海拔 4018~4661 m,相对高差 643 m,区内属典型高原气候,春冬季干旱,夏秋季多雨。

区域内交通状况较好,成都至康定为高速路段;康定市至塔公镇,可选择 318 国道康定经新都桥镇转 215 省道到达;甲基卡锂矿区至塔公镇有山公路

收稿日期:2020-03-11; 修回日期:2020-08-11 DOI:10.12143/j.tkge.2020.10.005

作者简介:刘振新,男,汉族,1987 年生,工程师,山东省地矿局深部钻探工程技术创新团队成员,勘查技术与工程专业,从事深部钻探相关工作,山东省烟台市芝罘区机场路 271 号,963964017@qq.com。

引用格式:刘振新,翟育峰,宋世杰,等.川西甲基卡锂矿 3000 m 科学深钻关键技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(10):29-32.

LIU Zhenxin, ZHAI Yufeng, SONG Shijie, et al. Discussion on key technology for the 3000m deep scientific drilling project of Jiajika Lithium Mine in west Sichuan[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(10):29-32.

和村村通2条简易公路相通。

### 1.2 地层条件

矿区出露地层有西康群中—上三叠统侏罗组、新都桥组及第四系,岩性为灰色—深灰色十字石红柱石二云母片岩、二云母石英片岩等中浅变质岩,原岩为灰色—深灰色含碳质粉砂泥质岩、泥质粉砂岩夹薄层粉砂岩、条带状细砂岩<sup>[1]</sup>。甲基卡矿区已有岩性包括第四系、上三叠统变质含碳泥质粉砂岩与粉砂岩互层、十字石二云母片岩、片麻岩、印支期二云花岗岩、花岗岩伟晶岩、钠长锂辉石伟晶岩、电气石化角闪岩带等。

### 1.3 钻孔质量要求

终孔直径 $\leq 95$  mm,全孔取心;全孔平均岩心采取率 $\leq 85\%$ ,含矿段采取率 $\leq 90\%$ ,终孔顶角偏斜满足相关规范要求。钻孔施工期间,要按国内深钻施工质量要求,完成测井、测斜、水文观测、班报表记录等各项详细的钻井原始记录。

## 2 钻孔结构及套管程序

由于科学钻探具有很强的探索性,无法准确预知钻遇地层,钻孔结构设计必须注重孔内安全和钻探成本2个因素<sup>[2]</sup>。在满足常规钻柱组合、现有施工设备机具能力的前提下,钻孔结构设计尽可能简化<sup>[3]</sup>。同时要满足科学钻探终孔直径和岩心采取率的要求,级配合理、经济有效。川西科学深钻拟采用三开钻孔结构,其钻孔结构及套管程序见图1。为了孔内安全及施工进度,每开次具体孔深根据现场情况确定。

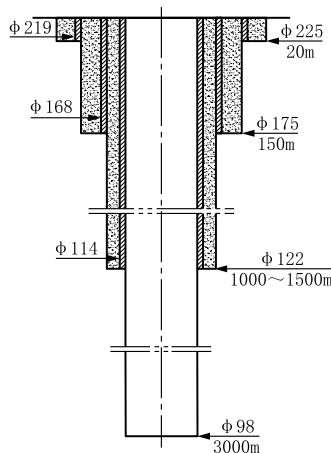


图1 钻孔结构及套管程序

Fig.1 Borehole structure and casing program

## 3 钻探设备选择

设备的配备要满足设计孔深能力要求,经济性好,能够满足多工艺施工需要,同时还要能够应对可能出现的复杂情况<sup>[4-8]</sup>,该项目选择的主要设备见表1。

表1 投入设备情况  
Table 1 Drilling Equipment

| 序号 | 设备名称   | 型号              | 数量       | 备注     |
|----|--------|-----------------|----------|--------|
| 1  | 钻机     | HXY-9           | 1台       |        |
| 2  | 钻塔     | K27-90          | 1副       | 自主研发生产 |
| 3  | 泥浆泵    | BW300/16        | 2台       | 1台备用   |
| 4  | 发电机组   | 300 kW<br>50 kW | 1台<br>1台 | 生活用电   |
| 5  | 泥浆搅拌机  | JB30            | 1台       |        |
| 6  | 取心绞车   | S4000           | 1台       |        |
| 7  | 电焊机    | BX1-315         | 1台       |        |
| 8  | 拧管机    | SQ114/8         | 1台       |        |
| 9  | 离心机    | TGLW350-692T    |          |        |
| 10 | 除砂机    | JSN-2B          | 1台       |        |
| 11 | 泥浆测试仪器 |                 | 1套       |        |
| 12 | 测斜仪    | KXP-2X          |          |        |

## 4 钻进工艺

### 4.1 钻进方法

川西科学深钻上部 $\Phi 225$ 、175 mm孔段采取提钻取心,下部 $\Phi 122$ 、95 mm孔段采取绳索取心钻进。如果现场实际钻遇地层比预想的完整,为了加快施工进度,一开、二开孔段钻进深度可适当缩短,提前下入套管,换径施工。

孔口管:采用 $\Phi 175$  mm单动双管硬质合金钻头提钻取心钻进工艺,钻穿第四系至完整基岩,然后扩孔至 $\Phi 225$  mm,下 $\Phi 219$  mm套管。

一开:采用 $\Phi 175$  mm单动双管提钻取心钻进工艺钻进至150 m左右,如果地层相对完整,可以提前至100~150 m下入套管,换下一级口径施工,下 $\Phi 168$  mm套管。

二开:采用 $\Phi 122$  mm绳索取心钻进工艺,钻进至1000~1500 m,下入 $\Phi 114$  mm套管,换径钻进。若上部地层复杂, $\Phi 122$  mm口径达不到孔深设计要求,也可采用 $\Phi 150/122$  mm绳索取心钻进工艺,扩孔至 $\Phi 150$  mm,下 $\Phi 140$  mm套管后再采用 $\Phi 122$  mm绳索取心钻进,扩孔具体深度根据实际情况而定。

三开:采用 $\Phi 98$  mm绳索取心钻进工艺钻进至

终孔。

#### 4.2 取心方法

(1)一开采用提钻取心,为防止普通单管钻具不能满足岩心采取率要求,采用  $\text{O}175\text{ mm}$  单动双管钻具作为主要提钻取心钻具。

(2)二开、三开施工中主要采用绳索取心钻进,钻具总成分  $\text{O}98\text{ mm}$ 、 $\text{O}122\text{ mm}$  和  $\text{O}150/122\text{ mm}$  3 种型号。

#### 4.3 钻头

根据钻遇地层可钻性、研磨性和破碎程度,甲基卡矿区地层为中硬、硬岩、坚硬岩石,因此选用孕镶金刚石钻头,开孔阶段扩孔选用硬质合金钻头。

#### 4.4 钻具组合

根据设计的钻孔结构,选取配套的钻具组合,详见表 2。

表 2 钻具组合  
Table 2 Structure of the drilling string

| 钻进方式   | 钻具名称   | 钻头外径/mm | 钻具组合   |
|--------|--------|---------|--|
| 绳索取心钻进 | 绳索取心钻具 | 122     | $\text{O}122\text{ mm}$ 取心钻头 + $\text{O}122\text{ mm}$ 扩孔器 + 绳索取心钻具总成 + $\text{O}122\text{ mm}$ 扩孔器 + 弹卡室 + $\text{O}114\text{ mm}$ 绳索取心钻杆 |
|        | 绳索取心钻具 | 98      | $\text{O}98\text{ mm}$ 取心钻头 + $\text{O}98\text{ mm}$ 扩孔器 + 绳索取心钻具总成 + $\text{O}98\text{ mm}$ 扩孔器 + 弹卡室 + $\text{O}91\text{ mm}$ 绳索取心钻杆     |
| 提钻取心钻进 | 取心钻具   | 175     | $\text{O}175\text{ mm}$ 底喷(或侧喷)钻头 + 扩孔器 + 单动双管钻具 + 扩孔器 + $\text{O}114\text{ mm}$ 钻杆  |
|        | 扩孔钻具   | 225     | $\text{O}225\text{ mm}$ 扩孔钻头 + $\text{O}114\text{ mm}$ 钻杆  |

### 5 冲洗液技术

冲洗液体系的选用参考了钻孔结构设计数据及矿区周边实钻技术资料。为践行“绿色勘查”理念,满足川西地区环保相关要求,选用环保型泥浆处理剂<sup>[9]</sup>,同时不同冲洗液体系转化要方便,拟选用膨润土泥浆、低固相聚合物泥浆、无固相聚合物泥浆等 3 种冲洗液体系(表 3)。目的是提高岩心采取率,减少孔内事故,保证工程质量,提高工作效率。

(1)针对碳泥质粉砂岩与粉砂岩互层、片麻岩、伟晶岩地层孔段岩石破碎,选用低固相聚合物泥浆,适当提高泥浆密度,以平衡地层压力<sup>[10-12]</sup>,维护孔壁稳定,保证孔内安全。

(2)在甲基卡矿区地层施工中钻遇花岗岩坚硬地层,可参考我院在胶东地区施工深孔经验,选用无固相聚合物泥浆体系;钻遇破碎地层,熬制聚乙烯

表 3 冲洗液类型及所需材料

Table 3 Type of drilling fluid and composition

| 序号 | 类型       | 材 料                        | 备 注                                    |
|----|----------|----------------------------|--|
| 1  | 膨润土泥浆    | 水、钠膨润土、烧碱、纯碱、增粘剂           |  |
| 2  | 低固相聚合物泥浆 | 水、钠膨润土、烧碱、纯碱、增粘剂、接枝淀粉、降失水剂 | 其它材料:稀释剂、防塌型随钻堵漏剂(GPC)、重晶石             |
| 3  | 无固相聚合物泥浆 | 水、烧碱、纯碱、水解聚丙烯酰胺、降失水剂、润滑剂   | 其它材料:稀释剂、防塌型随钻堵漏剂(GPC)、轻质碳酸钙及聚乙烯醇(PVA) |

醇<sup>[13]</sup>,加入泥浆中或通过钻杆直接灌入孔内,在孔壁粘附成膜,达到维护孔壁稳定的目的。

(3)配浆用水在使用之前要检测 pH 值、含盐量,如达不到标准要进行处理;正式配制冲洗液时,提前做好小型试验。

(4)注意冲洗液常规性能测定及维护<sup>[14]</sup>。通过测定常规性能数据,掌握冲洗液流变、滤失润滑等性能;同时使用好除砂器、离心机固控设备,勤打捞沉淀池岩粉,控制冲洗液中有害固相含量,维护冲洗液性能稳定。

### 6 安全与环保

(1)川西深钻靠近龙门山断裂带,地震频繁。项目实施过程中,需开展抗震演练,抗震救灾知识学习等,成立地震应急响应小组,应急响应参照安全生产应急响应预案。

(2)钻探现场建设时,要将现场草皮搬迁到其他地方养护,待工程完成平整场地后,将草皮复原或重新栽培<sup>[15]</sup>。四周建立围挡,防止施工期间藏区牛羊进入现场。场地要铺设防渗布,防止废液、冲洗液渗入地表。

(3)为践行“绿色勘查”理念<sup>[16]</sup>,施工期间不开挖泥浆池,采用 K27-90 型钻塔底座处的 2 个铁质水箱,改用成泥浆池、沉淀池,泥浆循环槽用管线代替,做到“泥浆不落地”。同时施工产生的岩粉及时固化,集中存放,统一处理,保护当地生态环境。

### 7 结语

(1)深孔钻探,不可预见的问题较多,钻孔设计要充分考虑地层情况、设备能力、钻进方法、护壁措施等因素,在设备能力允许的情况下,大口径尽可能往下钻进。

(2)深孔钻探,要选择合适的钻进方法,同时要

重视冲洗液的使用和维护。

(3)高原地区施工,要重视人员安全以及生态环境保护。

### 参考文献(References):

- [1] 郝雪峰,付小方,梁斌,等.川西甲基卡花岗岩和新三号矿脉的形成时代及意义[J].矿床地质,2015,24(6):1199-1208.  
HAO Xuefeng, FU Xiaofang, LIANG Bin, et al. Formation ages of granite and X03 pegmatite vein in Jiajika, western Sichuan, and their geological significance[J]. Mineral Deposits, 2015,24(6):1199-1208.
- [2] 陈师逊,宋世杰.中国东部海区科学钻探施工技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(12):1-5  
CHEN Shixun, SONG Shijie. Discussion of scientific drilling construction technology in eastern sea area of China[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(12):1-5.
- [3] 杨芳,陈师逊.深部地质钻探钻孔结构与施工分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(11):21-26.  
YANG Fang, CHEN Shixun. Analysis of design and construction of deep geo-drilling boreholes[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(11):21-26.
- [4] 王达,张伟.“科钻一井”主要技术方案实践与认识[J].探矿工程,2001(5):52-54.  
WANG Da, ZHANG Wei. Praxis and understanding of the technical concepts of the scientific deep well CCSD-1[J]. Exploration Engineering, 2001(5):52-54.
- [5] 胡郁乐,张惠,段隆臣.钻具设计基础与实践[M].武汉:中国地质大学出版社,2015.  
HU Yule, ZHANG Hui, DUAN Longchen. Design basis and practice of drilling tools[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2015.
- [6] 张晓西,胡郁乐,张惠,等.科学钻探选区预导孔钻探技术方案设计、组织实施与随钻研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S1):6-12.  
ZHANG Xiaoxi, HU Yule, ZHANG Hui, et al. Scientific drilling constituency pre-pilot hole drilling program design, organization, implementation and research while drilling[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(S1):6-12.
- [7] 张伟,胡时友,贾军,等.汶川地震断裂带科学钻探项目钻探工程实施总结[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):94-101.  
ZHANG Wei, HU Shiyu, JIA Jun, et al. Implementation summary of drilling engineering of Wenchuan Earthquake Fault Scientific Drilling Project[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(9):94-101.
- [8] 庄生明,吴金生,张伟,等.汶川地震断裂带科学钻探项目WFSD-4孔取心钻进技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):126-129.  
ZHUANG Shengming, WU Jinsheng, ZHANG Wei, et al. The core drilling technology used in the Borehole WFSD-4 of Wenchuan Earthquake Fault Scientific Drilling Project[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(9):126-129.
- [9] 张伟.科学深孔复杂地层钻进技术难题与对策[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):7-12.  
ZHANG Wei. Technical problems and countermeasures for the drilling operation in complex formations of scientific deep drilling projects[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(9):7-12.
- [10] 张统得,陈礼仪,贾军,等.汶川地震断裂带科学钻探项目钻井液技术与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):139-142.  
ZHANG Tongde, CHEN Liyi, JIA Jun, et al. The drilling fluid technology and application of Wenchuan Earthquake Fault Scientific Drilling Project[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(9):139-142.
- [11] 胡郁乐,张晓西,张惠,等.SinoProbe-05深部探测项目钻探技术问题总结与对策研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(9):32-37.  
HU Yule, ZHANG Xiaoxi, ZHANG Hui, et al. Conclusion and countermeasures of drilling technology of Deep Exploration Project[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(9):32-37.
- [12] 胡郁乐,杨涛,董海燕.金川科学深钻预导孔钻井液技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(S1):13-15.  
HU Yule, YANG Tao, DONG Haiyan. The research of fluid in Jinchuan Deep Scientific Drilling Pilot Hole[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(S1):13-15.
- [13] 翟育峰,王鲁朝,丁昌盛,等.西藏罗布莎科学钻孔冲洗液技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):1-4.  
ZHAI Yufeng, WANG Luzhao, DING Changsheng, et al. Flush fluid technique in scientific drilling hole situated in Luobusa of Tibet[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(4):1-4.
- [14] 鄢捷年.钻井液工艺学[M].东营:中国石油大学出版社,2001.  
YAN Jienian. Drilling fluid technology[M]. Dongying: China University of Petroleum Press, 2001.
- [15] 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.
- [16] 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.