

东北寨金矿复杂地层综合钻探施工技术

张旭¹, 李中明¹, 王泽¹, 肖尧¹, 杨芝广², 刘晒搏²

(1. 湖南省水文地质环境地质调查监测所, 湖南长沙 410014; 2. 四川省第四地质大队, 四川成都 610081)

摘要: 东北寨金矿地处松潘地震带, 以强水敏性千枚岩地层为主, 地层条件极为复杂, 坍塌、缩径、掉块、岩心采取率低是该区域岩心钻探面临的主要问题, 极大的影响了钻探施工效率和成孔。本文针对该项目地层特性, 以及施工设备全部为全液压钻机的特点, 通过广泛深入的探讨研究, 在总结矿区原来施工经验教训的基础上, 通过优化设备性能, 提升设备适应性, 采用多径成孔和对地层适应性好的抑制剂冲洗液体系, 配合跟管钻进、无泵干捞和金刚石绳索三层管取心等综合钻探施工技术, 提高了施工效率和质量, 取得了良好的效果。该综合钻探施工技术, 对类似川西北区域强水敏性千枚岩复杂地层施工, 全液压钻机高效使用, 有较好的推广应用价值。

关键词: 全液压钻机; 强水敏性千枚岩; 多径成孔; 三层管取心; 低固相抑制剂冲洗液; 跟管钻进; 无泵干捞

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 2096-9686(2024)S1-0292-07

Comprehensive drilling construction technology for complex strata in Dongbeizhai Gold Mine

ZHANG Xu¹, LI Zhongming¹, WANG Ze¹, XIAO Yao¹, YANG Zhiguang², LIU Shenbo²

(1. Survey and Monitoring Institute of Hydrogeology and Environmental Geology of Hunan Province, Changsha Hunan 410014, China;

2. The 4th Geological Brigade of Sichuan Province, Chengdu Sichuan 610081, China)

Abstract: The Dongbeizhai Gold Mine is located in the Songpan seismic belt, dominated by strongly water-sensitive phyllite strata with extremely complex stratigraphic conditions. Collapse, diameter reduction, rockfall, and low core recovery are the main problems faced by core drilling in this area, greatly affecting the drilling efficiency and hole formation. This article aims to address the formation characteristics of the project and the characteristic of the construction equipment, which is all fully hydraulic drills. Through extensive and in-depth research, based on the lessons learned from previous construction experience in the mining area, by optimizing equipment performance, improving equipment adaptability, using multi-diameter drilling and a inhibitor flushing fluid system with good adaptability to the formation, combined with comprehensive drilling techniques such as follow-up drilling, pump-free dry fishing, and diamond wireline three-layer tube coring, the construction efficiency and quality have been improved, and good results have been achieved. This comprehensive drilling construction technology has good promotion and application value for the efficient use of full hydraulic drills in the construction of complex strata such as strongly water-sensitive phyllite in the northwest region of Sichuan.

Key words: full hydraulic drill; strongly water-sensitive phyllite; multi-diameter hole formation; three-layer tube coring; low-solid inhibitor flushing fluid; follow-up drilling; pump free dry fishing

0 引言

东北寨金矿位于四川省松潘县川主寺镇东北

村, 213国道西侧, 南距松潘县城直线距离17 km, 矿床规模大, 矿石品味中等, 预估重点区域金占沟矿

收稿日期: 2024-07-30 DOI: 10.12143/j.ztgc.2024.S1.045

第一作者: 张旭, 男, 汉族, 1987年生, 工程师, 钻探技术专业, 主要从事钻探技术与管理工, 湖南省株洲市天元区嵩山路226号, 578285914@qq.com。

引用格式: 张旭, 李中明, 王泽, 等. 东北寨金矿复杂地层综合钻探施工技术[J]. 钻探工程, 2024, 51(S1): 292-298.

ZHANG Xu, LI Zhongming, WANG Ze, et al. Comprehensive drilling construction technology for complex strata in Dongbeizhai Gold Mine[J]. Drilling Engineering, 2024, 51(S1): 292-298.

段可获得金金属储量约50 t,全区可获得金资源量超80 t,潜在经济价值超300亿元,为一特大型卡林一类卡林型岩金矿床,是四川省落实新一轮找矿突破行动的重点项目。由于该项目处在地震带上,地层以水敏性强的千枚岩为主,地层条件极为复杂,孔内坍塌垮孔、掉块、缩径事故频发,岩心采取困难,造成成孔率、台月效率较低,成为严重制约矿区钻探施工的瓶颈。据统计,在2023年施工钻孔中,由于卡钻、垮孔、矿心采取质量未达标等原因,废孔7个,成孔率不到70%,先后10余台钻机施工近3个月,完成钻探工作量9000余米,平均钻月效率300余米。因此,摸索出一套适合该矿区施工的有效钻探施工技术方案解决上述问题至关重要。

1 工程概况

1.1 工程情况

矿区地处岷江上游,施工海拔3300~4000 m,冬长无夏、昼夜温差大,垂直差异明显,干雨季分明,年平均气温4.8℃,干季(11月至次年4月)降水稀少,空气干燥,雨季(5月至10月)降水集中,气候相对适宜,为主要施工期。区内植被丰富,生态环境脆弱,属于生态保护重点范围。矿区内有原拖拉机道贯穿,可满足皮卡通行,驻地与各机台修有简要便道连通,交通较便利。钻探施工全面贯彻绿色勘查施工理念与技术,采取一基多孔、以钻代槽等技术手段,2024年度钻探任务总工作量约6万m,钻孔倾角30°~90°,孔深60~1100 m。本次勘查全部采用新型全液压钻机,以主流便携式全液压钻机为主,另有履带式钻机,共计20余台套参与施工。

1.2 地层情况

东北寨金矿地处松潘地震带,矿区处于岷江南北向构造带东亚带垮石崖断裂(F_1)中段,以该断裂为界,东侧地层为中上三叠统的侏倭组、新都桥组之碎屑岩,西侧为石炭系和二叠系的碳酸岩建造和少量三叠系的碎屑岩等^[1-2]。

以矿区主要沿90°方位线施工钻孔为例,地层从上至下基本情况如下:

(1)表层为残坡积物,为碳酸盐岩、砂板岩的碎块和亚粘土等杂乱堆积。

(2)上部围岩为绿灰、黄灰色薄层至页片状泥质粉砂质灰岩、夹粉砂质灰岩、微晶灰岩、钙质粉砂岩,下部见有微晶灰岩。底部见有灰、深灰色石英

砂岩,顶底板围岩含水。

(3)矿体位于中三叠统扎尕山组,其岩性为一套浅变质的深灰色绢云母千枚岩夹岩屑细砂岩、板岩等,其岩性、构造、岩体结构复杂,金矿层及其顶底板岩石质量指标低,岩体完整程度差。矿体明显受南北走向的岷江断裂带控制,直接产于垮石崖-香腊台断层的主裂面下盘,严格受构造制约,垮石崖-香腊台断层长达四十余公里,宽数十至百余米,断裂带中局部可见变质基性脉岩。

此外,受往期私人洞采资料不全、岩体易失稳影响,存在部分坑道位置不明、垮塌严重现象,给施工带来许多不确定因素。

2 施工难点

2.1 矿区地层复杂

(1)开孔阶段为松散的坡积物,且受钻孔倾角过小影响,层位加厚,有泥包石在不同深度夹带出现,个别钻孔反复接近百米,造成施工中垮塌、掉块、漏失等孔内状况频发,给成孔带来极大难度。

(2)矿区围岩裂隙较多,常见有泥质粉砂质夹层,施工中伴有漏失、掉块、卡钻等问题,加剧了后期钻入矿层的施工风险。

(3)千枚岩水敏地层,含碳质、泥质较重,遇水易发生膨胀、松垮,孔壁不稳定,造成缩径、掉块、垮塌,且岩心浸水后易被冲蚀,该段岩心采取率低,难以成柱状,是施工难度最大的层位。施工中常伴有扭矩骤升、卡钻现象,矿区多个钻孔在此层位打捞取心过程中因停待、抽吸作用等原因抱死,导致废孔。

部分地层岩心情况见图1。

2.2 技术要求高

(1)钻孔设计小倾角斜孔居多。因矿层产状较陡,以及部分钻孔为以钻代槽,再加上受山形地势限制,部分钻孔为反方向钻孔,矿区设计以小倾角斜孔为主。相同地层条件下,随着倾角不断变小,孔壁的稳定性受重力影响逐步变差,对复杂地层钻探施工提出了更严峻的挑战。

(2)岩矿心采取质量要求高。受金矿赋存状态影响,设计要求进入矿层时,需保证矿心中的细碎物质、泥质不被泥浆冲刷流失,需保证矿心的原状和采取率。

(3)生态环保要求严格。区域内钻探施工全面



图1 粉砂质灰岩与千糜岩化碎裂岩岩心

执行绿色勘查方案,加强日常环境管理,对固体废弃物、废水处置有严格的管控,严禁废水外排,控制机台、便道用地规模,落实防渗、吸油措施,及时开展恢复治理与复垦复绿。

2.3 高原气候条件较差

矿区主要施工区域海拔在3500 m,受高原缺氧影响,人员易疲劳,钻机柴油机动力衰减、油耗增高、易熄火,整体施工能力有所减弱。

3 施工对策及措施

3.1 挖掘设备潜力

考虑绿色环保需求,此次钻探施工需尽量避免大面积开挖修路,设备选型以便携式全液压钻机为主,在面临复杂地层时存在处理能力较弱的问题。为了更好的完成设计任务,可通过现有设备优化改进,挖掘设备潜力。以EP600plus型钻机为例,开展了以下改进工作:

(1)更换大通径的夹持器。原有夹持器最大通径能力为 $\Phi 110$ mm,且由于采用卡瓦对夹式,无空气阻尼包,高原钻机异常熄火后存在跑管的风险。更换后的滑槽式卡瓦夹持器,通径能力可满足 $\Phi 150$ mm,能满足更大一级口径,其基本原理与木马夹持器类似,在遇到发动机熄火、油管爆裂等极端情况时,仍然会依靠钻杆自重保持夹紧状态,避免了跑管风险。

(2)更换皮碗式泥浆泵。原有泥浆泵为柱塞式往复泵,具有轻便、耐用的特点,但在使用浓冲洗液

时缸体、密封件容易损坏,莲蓬头吸水口容易堵塞,维修时间与不上水风险大大增加。更换后的150型皮碗式泥浆泵,能妥善解决此类问题,更便于使用优质冲洗液体系。

(3)采用递进式液压马达体系。在原有马达基础上,补充了具有低转速高扭矩的315、500型马达,用于高负荷孔段施工,更丰富的马达体系能更合理的匹配钻进施工,实现相应地层最佳的施工效率和经济效益。

(4)搭配先进的冲洗液管控系统。应对千枚岩水敏性地层,需长期维持优质冲洗液,在现有设备基础上,可根据机台条件增设旋流除砂器、自动离心机、手持式搅拌机、外置液压式搅拌器等,完成冲洗液的高效利用。

3.2 优化孔身结构

根据钻孔设计与地层情况,结合钻机能力与通眼口径,多径成孔采用了更多层次的孔身结构级配,此外,由于本矿区地层施工难度大,往往套管不能下到位,或遇到刚下好套管钻进又立马出现松散破碎地层的情况,因此,施工中各级均做好跟管钻进的预案,并从延长跟管钻头寿命、降低丢失套管风险、确保各级级配适宜方面着手,对各级钻头、跟管管靴进行了优化。具体情况如下:

孔口:由于表土覆盖层松散不稳定,在常规单管开孔中,受钻杆晃动与冲洗液冲蚀影响,容易出现孔口垮塌、超径,不利于钻杆柱稳定以及后期各级套管设置,可采用人工开挖孔口方法,灌注长 \times 宽 \times 厚=600 mm \times 400 mm \times 300 mm的水泥墩,保障孔口稳定。

0~10 m:采用 $\Phi 146$ mm开孔,隔开浅部覆盖层后下入 $\Phi 146$ mm套管。

10~50 m:采用S110金刚石绳索取心钻进, $\Phi 130$ mm套管跟管方式,跟管管靴外径131 mm,内径为115 mm无内台阶,胎体硬度HRC40,直至隔绝上部复杂层位。

50~200 m:采用S110金刚石绳索取心钻至设备极限,视情况换上套管靴下入 $\Phi 108$ mm套管。

200~600 m:采用HTW薄壁钻具施工,根据孔内状况,尽可能的施工至设计孔深,下套管跟管,跟管管靴外径加大至94 mm,内径加大至80.5 mm,确保各级级配合理。

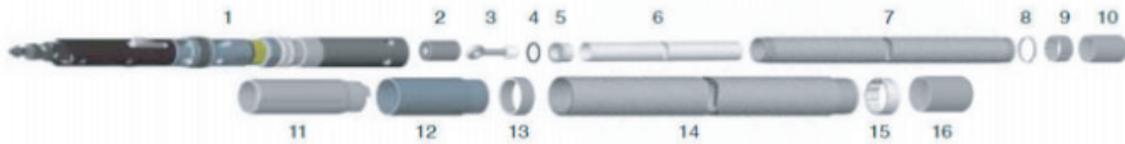
600 m以深:采用NTW薄壁钻具施工至终孔,

为更好的保障孔内施工安全,根据套管内径,采用外径加大3 mm的钻头与扩孔器,增大环空间隙,改善钻孔缩径风险。

3.3 三层管取心工艺

矿区前期施工在采用常规金刚石绳索取心钻

进取心时,由于松散岩矿心受冲洗液冲刷,很难保持原状,岩矿心采取率低,无法达到地质要求,常常因此补采、废孔。本次施工探讨使用半合管、底喷式钻头、水力推心的三层管取心工艺(见图2),有效解决松散破碎地层岩矿心采取的困难^[3]。



1—钻具头总成;2—水泵接头;3—拉栓;4—密封圈;5—铜堵头;6—半合管;7—内管;8—挡圈;9—卡簧;10—卡簧座;11—弹卡挡头;12—弹卡室;13—座环;14—钻具外管;15—扶正环;16—扩孔器钻头。以上2、3、4、5是推出半合管的附件,6号半合管,套在7号内管内部

图2 三层管装配

此次采用ZNT系列三层管,其在原有钻具基础上,在内管中增加了半合管,更换了了底喷钻头、超前隔液卡簧座、卡簧、挡圈,通过调整内管与钻头间隙,确保弹卡正常工作情况下,使卡簧座紧贴底喷钻头内台阶处,可有效防止冲洗液对岩心的冲刷。底喷钻头及采取的岩心情况见图3。

保矿心采取合格,在非矿层取心时,可通过不带半合管,采取水力推心的方式,亦能基本保持岩心原貌,避免敲击导致的岩心人为破碎,达到更准确的获取地层信息的目的。实践应用表明,采取三层管绳索取心工艺能有效提升岩心采取率,减少岩心扰动,获取完整性岩心(见图4)。



图3 底喷钻头与三层管取心

打捞内管取心时,将悬挂钻具及卡簧座两头卸开,将拉栓与铜堵头连接,再将水泵接头套住拉栓连在内管上,水泵的管子连接着水泵接头,用小泵压慢慢地往外推半合管(内有岩心)。半合管露头后,先套一个管箍,以防半合管散开。待管子80%出来后,再套一个管,即两头各装一个。半合管完全推出后,用力拔出拉栓及铜堵头,取下管箍,翻开半合管,便可取岩心。在重新组装时,应注意清洗半合管、内管等配件,检查钻具头总成,确保顺滑通畅,合格后方可入孔继续使用。

矿层钻进中,可以采取低压、低速、高浓度冲洗液小泵量,遇岩心堵塞、扭矩异常变化及时打捞,确



(a)普通绳索取心工艺采取岩心



(b)三层管取心工艺采取岩心

图4 普通绳索取心工艺采取岩心与三层管取心工艺采取岩心对比

3.4 冲洗液体系

本矿区地层复杂多变,穿越断裂、破碎带多,千枚岩水敏性强,钻孔孔壁稳定性差,由于孔壁失稳

出现掉块、垮塌、缩径,进而诱发为孔内事故时有发生,冲洗液的正确使用尤为关键。针对矿区地层特点,根据不同地层特性,综合考虑经济效益,坚持优选冲洗液配方,本次施工主要采用以下3种冲洗液体系。

3.4.1 无固相聚丙烯酰胺冲洗液

针对上部堆积层、较完整灰岩,其普遍存在漏失的特点,采用成本低的无固相PAM冲洗液,其具有良好的润滑性和稳定性,絮凝性强,能够高效的携带岩粉,保持孔底干净。

3.4.2 植物胶防塌冲洗液

针对较破碎、粉质灰岩,破碎带,其颗粒间胶结性差,单纯使用聚丙烯酰胺冲洗液,很容易造成掉块、坍塌,对此,需要更高的冲洗液粘度与更低的滤失量,为此配置植物胶防塌冲洗液^[4-6]。

其配方为:1 m³水+3%~4%膨润土+2%~3%烧碱(占土量)+0.5%~1%植物胶+0.2%~0.4%纤维素+2%~3%氯化钾+1%~2%切削膏。性能参数:密度1.2~1.26 g/cm³,粘度35~37 s,滤失量7.5 mL/min,PH值7.5~9。

3.4.3 低固相抑制剂冲洗液

针对千枚岩水敏地层,应尽量降低冲洗液的滤失量,减少水对地层的侵蚀,根据此思路,冲洗液应具有滤失量低、泥页岩抑制性好、润滑效果佳、稳定性强等性能,此外,为预防、减轻钻杆结泥皮问题,还要满足固相含量低、分散效果好的特点。

此次采用低固相抑制剂冲洗液体系,配方为:1 m³水+3%~4%膨润土+2%~3%烧碱(占土量)+0.5%~1.5%硝基铁钾泥页岩抑制剂+0.2%纤维素+0.4%改性泥浆稳定剂+0.4%防卡润滑剂。性能参数:PH值9,密度1.05~1.08 g/cm³,粘度28 s左右,滤失量12 mL/30 min,泥饼厚度0.5 mm。

具体配置方案为:加水后,加火碱(检测PH值11)再加钠土,钠土需搅匀。加上泥页岩抑制剂搅2 min后,再加润滑剂等冲洗液膨胀后,迅速填加纤维素,纤维素要慢慢的填加,接着加稳定剂搅拌5~10 min,搅匀后,加少量聚丙烯酰胺5 min后可放出。此套冲洗液在实际应用中相较于植物胶防塌冲洗液,具有配置时无扬尘、护壁效果更佳的优势,采用该套冲洗液体系裸眼穿越近300 m厚的千枚岩水敏性地层,达到地质设计要求。

在施工中,需加强冲洗液维护,根据冲洗液状态及时补充相关处理剂,保持冲洗液性能,增加冲洗液净化固控设备,减少有害固相含量。浓冲洗液钻进时,可通过控制转速、进尺时间,减轻钻杆结泥皮。

3.5 跟管钻进技术

套管护壁是目前阶段有效隔离复杂地层最直接的手段,跟管钻进技术能帮助套管顺利下入目标孔段,更充分的发挥每一级口径最大功效。本矿区施工常钻遇泥夹石、卵石堆积层、破碎带、断层泥、水敏性千枚岩等复杂地层,有时新一级口径刚出套管才施工几米,由于地层复杂,就出现孔内负荷过高,回转扭矩过大无法继续钻进的情况,亦需实施跟管钻进才能解决该类难题^[7]。

实际操作中需注意以下方面:

(1)跟管钻进需确定适宜的钻头内外径级配,计算孔内导正钻杆柱与套管长度,为结合扭矩表判断孔内情况以及跟管钻头与钻杆柱的相对位置提供依据。

(2)为防止孔内HTW钻杆柱埋死,应在跟管过程中定期检查活动。

(3)应根据孔内岩心情况合理控制钻进与跟管的频率,本矿区施工采用打一根跟一根的方式,持续将套管跟进,最大限度的保证钻孔施工安全。

(4)在复杂地层跟管、更换跟管钻头时,若跟管过程钻机扭矩过大,冲洗液返出不通畅,应提钻替换孔内钻具,放无接头钻杆柱做导引,防止套管无法跟进、绳索取心钻杆柱埋死事故发生。

(5)为降低起拔套管时的损失量,底部套管应涂抹润滑脂,跟管钻进后期,应调配低固相高性能冲洗液循环,充填套管与孔壁间隙,减轻岩粉沉积、孔壁失稳程度。

(6)停止跟管的位置应选择较完整岩石基底,根据孔内地层情况,可采用水泥固井的方式稳固跟管套管底部,避免套管在后续施工中脱扣引发孔内事故。

(7)起拔套管可使用拔管机、水力割刀切割等方式,矿区实践显示,加大的跟管钻头外径更有利于水力切割后套管拔出。

3.6 无泵干捞技术

在矿区千枚岩水敏性、松散坍塌地层施工时,若套管、冲洗液未能有效达到隔离护壁效果,将出

现孔壁失稳、掉块频发问题。具体征兆表现为钻孔回转扭矩过高,泵压飙升,钻杆上提阻力骤增,甚至需要长时间上下、旋转活动才能提出。情节严重的即使提出卡钻区域,后续扫孔还未到原孔深,扭矩、泵压就异常升高,无法进一步施工(见图5)。这主要是孔内大量垮塌物堆积在孔底,受环空间隙影响,冲洗液无法冲返,只能反复在钻头、扩孔器处研磨。通常面对这类情况,只能灌注水泥,下楔子绕过沉砂段,这将耗费大量的时间与物力^[8]。对此,本矿区通过采用无泵干捞技术,下入带有无泵接头的单管钻头干钻捞取孔内垮塌堆积物,能实现一次大量捞取,在多个钻孔施工中成功应用,成效明显,是本矿区处理该类型问题的主要手段。



图5 复合片合金钻头与无泵捞取的钻孔垮塌沉积物

(1)无泵干捞操作时,应注意进尺深度与回转扭矩,达到一定深度或扭矩过高时,可采取上下反复活动方式,尽可能多的捞取压实沉积物。

(2)根据孔内垮塌沉积物成分、体积,可在无泵接头下灵活组配多根钻杆,提高单次捞取效率。

(3)可采用定制复合片合金钻头,其内径不宜过小,否则将不利于堆积物捞取。

(4)无泵干捞需要反复起下钻,劳动强度较大,机台操作人员需提高注意力,防止跑管等事故发生。

3.7 其他技术手段

3.7.1 事故预防措施

强化班组人员管理,加强日常技术交流与培训,提升人员责任心,增强专业技术水平,确保各项技术要求与措施能落实到位。

各类管材、接头等材料入孔前,均需认真检查,预防材质问题引起的断钻事故;日常作业需强化设备保养与维护,避免带病工作,保持优良性能;机台工器具应配备齐全,有效提高事故发生初期的处理

成功率。

孔内事故发生前,通常有许多先兆,例如扭矩过高、泵压异常,面对该类情况,应提高警惕,及时扫孔,防止长期累积恶化直至完全卡死。

在施工至千枚岩松散地层时,偶有出现泵压高而钻杆无法上提现象,泄压后卡钻迹象减轻,严禁强提强拉,应首先尝试上下旋转活动,尽量维持水道通畅,逐步解卡。

3.7.2 事故处理措施

便携式全液压钻机受液压传动、无级变速等特点,其孔内事故发生率有所降低,基本可以杜绝立轴钻机易发生的烧钻事故,其孔内事故主要表现在跑管、卡钻方面。相较于立轴钻机,其在处理孔内事故上的手段和能力方面有一定的不足,可借助拔管机、人工吊锤、水力割刀等手段辅助处理。

4 现场应用效果

通过对矿区同勘探线,同目标层位钻孔施工情况对比,在施工技术体系未优化前,面临复杂地层施工时,废孔率较高,通过经验总结,在口径级配、冲洗液体系、施工手段优化之后,基本消除了由于岩矿心采取问题导致的补采、废孔,钻月效率由2023年300余米,提升至目前近500 m,有效的解决了施工难点,获得了较好的施工效率,整体成孔率提升明显(详见表1)。但是受限于钻机施工能力与地层复杂,仍有部分千米深孔进度陷入停滞状态,拟通过惰性材料堵漏、水泥护壁、造斜器偏斜等技术手段恢复施工,后续将开展进一步研究。

5 结论

东北寨金矿钻探施工难度大,风险高,技术要求严格,钻孔报废率高,许多施工队伍中途放弃撤场,通过采用针对性的综合钻探施工技术,优化改进钻进设备,调整多径成孔口径级配,采用高性能冲洗液调配、跟管钻进、无泵干捞、水泥护壁等技术手段,并根据钻孔实际情况灵活调整施工方式及处理措施,有效改善了矿区钻探施工能力,提高了施工效率和质量。这是一套实用性强的技术体系,对类似川西北区域强水敏性千枚岩复杂地层施工,便携式全液压钻机高效使用,均有一定的参考价值,能为新一轮找矿突破行动提供有效的技术支撑。

对该矿区后续钻探施工的几点建议:

表1 矿区部分同勘探线钻孔技术应用效果对比

勘探线	钻孔编号	设计方案	机型及技术方 案优化情况	台月效率/ (m·台月 ⁻¹)	施 工 情 况	结 果
4线	ZK0045-1 第一次	水文孔	EP600PLUS 未优化	—	Ø75 mm口径380 m处卡钻抱死,内管打捞不上	废孔
	ZK0045-1 第二次	491 m、86°	EP600PLUS 已优化	499	Ø95 mm口径431 m卡钻,作为套管,变Ø75 mm口径施工至491.4 m终孔	顺利终孔
	ZK0045-2	310 m、60°	EP600PLUS 已优化	453	Ø95 mm口径284 m卡钻,作为套管,变Ø75 mm口径施工至310.15 m终孔	顺利终孔
	ZK0044-1	325 m、71°	MD800 部分优化	354	进入水敏性地层未及时调整冲洗液,234 m处卡钻,成功活动钻具解卡后扫孔无法到底,底部沉渣约3 m,采用无泵干捞三次后恢复正常,至324.76 m终孔	顺利终孔
ZK0044-3	280 m、65°	MD800已优化	533	轻微卡钻,至293.53 m终孔	顺利终孔	
12线	ZK0125-4	420 m、74°	EP600PLUS 未优化	<300	设计孔深未见预计矿层,加深至502 m处卡钻抱死	协调终孔
	ZK0125-1 第一次		EP600PLUS 未优化	—	Ø75 mm口径340 m处卡钻抱死,Ø95 mm扩孔扭矩过大,无法继续施工,申请报废	废孔
	ZK0125-1 第二次	540 m、70°	ROCK-1000 已优化	—	由于同机台存在多个废弃孔,此次受地形、地质要求限制,移孔距离过小,45 m处钻遇垮塌老眼,孔内垮塌严重、后续地层情况不明,停止施工	废孔
	ZK0126-1 反向孔	410 m、46°	ROCK-1000 已优化	535	地质重新设计反方向钻孔,Ø130 mm跟管至48 m,Ø108 mm跟管至185 m,Ø95 mm施工至422 m由于扭矩较大,轻微卡钻频发,施工效率显著下降,设计孔深持续增加,下Ø95 mm套管,变径Ø75 mm,直至464.45 m终孔	顺利终孔

(1)施工前期做好充足准备工作,优选技术水平高的钻探人员、性能良好的设备、高性能的材料,为施工奠定扎实的物质基础。

(2)复杂地层要拟定充足的备选方案及应急预案,充分为下部留有足够的孔径储备,处理事故不盲目,避免事故叠事故。

(3)针对水敏性强的千枚岩地层,要强化冲洗液调配与维护,利用抑制剂冲洗液体系,能有效防止地层缩径、松散坍塌,维持地层稳定。

(4)地层稳定具有一定时效性,采用优质冲洗液,能有效延长平稳通过的窗口期,但同时需搭配其他技术手段综合快速通过。

(5)需强化项目组织管理,为机台生产提供良好的激励措施与施工条件,强化机台内部、机台间的交流总结,为新思路、新方法的探讨学习、推广应用搭建温床。

参考文献:

- [1] 卢家祥.东北寨金矿基本特征及远景分析[J].四川地质学报,1989,9(3):49-52.
- [2] 李秀义.松潘县东北寨金矿床地质特征简介[J].四川地质学报,1992,12:22-26.
- [3] 宋世杰,张英传,田志超,等.三层管底喷取心钻具在海相第四系和新近系中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(3):10-13.
- [4] 徐国辉,刘海声,穆元红,等.青海省锡铁山矿区坑道钻探技术研究[J].钻探工程,2024,51(3):150-156.
- [5] 莫玉桂.青海大柴旦细晶沟金矿复杂地层钻探施工技术[J].地质装备,2021,22(5):33-37.
- [6] 郑刚,郭玉新,王洪,等.植物胶防塌钻井液在千枚岩地层中的应用研究[J].西部探矿工程,2013,10:62-63.
- [7] 陶归成,张永昇,苗朝阳,等.金川矿区复杂地层坑道钻探施工技术[J].钻探工程,2023,50(S1):281-285.
- [8] 蒲春,赵阳刚,杨科,等.甘肃阳山金矿区碳质千枚岩地层井故分析及预防[J].黄金,2024,45(2):85-88.

(编辑 王文)