

青海省祁连县红川矿区钻探施工初探

李振学, 张延同, 梁 锴

(武警黄金第六支队, 河南 三门峡 472000)

摘 要:青海地区海拔高、无霜期短, 4000 m 以上海拔常年存在 20 m 不等的永冻层, 在该地层钻进过程中受冲洗液冲刷和钻杆高速转动摩擦产生热量等因素影响, 化冰过程中产生地层溶蚀, 进而逐渐崩坍, 造成钻进难、成孔难; 加之气温低造成高分子溶解困难, 冲洗液流变性差, 性能难以发挥。通过改进开孔钻具接头和优化冲洗液性能, 较好地解决了高原矿区施工难题。重点介绍了钻具接头的改进以及现场冲洗液技术。

关键词:钻探; 永冻层; 钻具接头; 抗低温冲洗液; 高原地区

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2013)05-0013-04

Discussion of Drilling Construction in Hongchuan Mining Area of Qinghai/Li Zhen-xue, ZHANG Yan-tong, LIANG Kai (No. 6 Detachment of the Gold Army, CAPF, Sanmenxia Henan 472000, China)

Abstract: High altitude, short frost-free period and about 20m thick permafrost at 4000m above sea level are the characteristics in Qinghai area, where drilling is difficult because of the influence of flushing fluid and heat produced by high-speed rotary friction of drill pipe. Formation dissolution and collapsing occurred in the process of ice melting, and in addition to difficult polymer dissolution at low temperature, the rheology performance is affected. By improving the drilling tool joints and optimizing drilling fluid performance, construction difficulties were solved. The paper introduces the improvement of s and the flushing fluid technology.

Key words: drilling; permafrost; drilling tool joint; low temperature flushing fluid; plateau

1 概述

1.1 基本情况

红川矿区海拔 3600 ~ 4600 m, 山势陡峻呈北西—南东向延伸, 属高山切割区, 区内以在古冰蚀地貌基础上发育的河流侵蚀地貌为主。矿区地层岩性主要为板岩、变砂岩、蚀变大理岩、玄武安山岩、现代冰积砂砾石等。矿区植被不发育, 气候变化无常, 昼夜温差在 10 ~ 20 °C, 无霜期较短, 有效施工期仅为 3 个多月。岩石裂隙中雪水在结冰和融化作用下反复收缩和溶胀, 裂隙较发育, 风化程度严重, 地层较为复杂, 施工难度大; 第四系地层含有 20 m 不等的冻土层, 施工中随着冲洗液的浸润和钻杆的回转产生的热量使冻土不断溶蚀, 造成钻孔严重超径, 不但开孔困难, 而且成孔较难, 施工中制约因素较多。考虑到矿体的倾角较缓, 现有的 SGX-13 钻塔(13 m) 适用范围为 75° ~ 90° 之间, 故钻孔倾角一般设计为 50° ~ 60° 居多。作业区地形陡立, 高差较大, 现有设备拆解后运输困难, 现有的以 XY-44 型为主的设备就显得无能为力。因此选择了体型轻、分体式、运输要求低的 CSD500C 型全液压钻机, 完全可以解决因地形问题带来的困难, 还可以大幅度减少对脆弱

生态的破坏, 实现保护环境与追求地质效果的“互利双赢”。

1.2 钻进中遇到的困难

(1) 冻土层孔段施工, 在冲洗液的浸泡和钻杆回转中搅动产生的热量使冻土不断融化崩塌, 造成钻孔局部溶蚀坍塌超径, 开孔难度大并滋生各种事故。

(2) 矿区受温差大、温度变化较快的影响, 冲洗液配制困难、泥浆结冻后流变性变差, 影响正常钻进。

(3) 永冻层及局部蚀变严重孔段, 不但岩心采取困难, 而且易坍塌憋泵无法正常钻进, 往往出现钻孔越打越浅现象。

(4) 矿区植被脆弱, 常用钻探设备因机台地盘和修路等占地面积大, 因毁草造成生态破坏问题较严重。同时, 因造成占地毁草赔偿难协调, 增加了钻探成本。

2 钻孔结构设计和设备选择

2.1 钻孔结构设计

结合矿区永冻层普遍存在的问题, 同时考虑孔

收稿日期: 2012-04-25

作者简介: 李振学(1968-), 男(汉族), 陕西合阳人, 武警黄金第六支队高级工程师, 钻探工程专业, 从事钻探施工技术与管理, 河南省三门峡市崤山西路, hjzdlx@126.com。

深、孔径、倾角等因素,采取“多级少开”原则,即多梯次换径少量下套管的方法。实践证明,该方法大幅度减少了复杂孔段裸露时间,较好地保持了孔壁的完整稳定性,为顺利有效下套管争得了主动,大大减少了套管用量,提高了开孔效率。即采用 $\varnothing 130$ mm 钻具开孔 10~20 m 后下 $\varnothing 127$ mm 孔口管;换 $\varnothing 110$ mm 钻具钻进 10~20 m 后下 $\varnothing 108$ mm 套管;再换 $\varnothing 95$ mm 绳索取心钻具钻进至完整地层后下 $\varnothing 89$ mm 套管;最后换 $\varnothing 76$ mm 绳索取心钻具钻进至终孔。施工中,可根据具体情况适当减化钻孔结构,可减少初开孔孔径,也可省去中间孔径(即 $\varnothing 110$ mm 开孔完成后,如果地层完整可直接下入 $\varnothing 89$ mm 套管,不必下 $\varnothing 108$ mm 套管。但最好用上级钻具导正换径 2~3 m 后再下套管正常钻进),但必须固定好最后一级套管,特别要把孔口管和各级套管封正固牢。

2.2 设备选择

该矿区地质控制程度较低,钻孔设计孔深一般不超过 500 m,特别是植被较脆弱,为尽可能减少生态环境破坏,选用北京天和众邦勘探技术股份有限公司生产的 CSD500C 型全液压钻机。该钻机更适用于高原山区作业,对搬迁路线和地盘要求不高。该钻机由 7 个模块组成(包括泥浆泵),各独立单元仅用高压油管相连,且不用组装为整体,最大单元质量 280 kg(为方便运输可进行拆解)。该钻机作业能力为 500 m 以内,钻孔倾角适应范围在 45° ~ 90° ,动力头给进行程 1800 mm,通孔直径 97 mm,能适用于 $\varnothing 56$ 、 76 、 96 mm 绳索取心钻进。通过与多家使用单位探讨交流,一致认为该钻机结构简单实用,结合灵活快捷,方便检查维修,使用性能可靠,最高的施工效率可达到 823 m/月。为弥补复杂地层施工中桅杆承重能力不足问题,可为机台配备一台 750 kN 拔管机备用。

钻具依次采用 $\varnothing 130$ 、 110 、 91 mm 单管薄壁金刚石钻具, $S96$ 、 $S76$ 金刚石绳索取心钻具。

2.3 钻杆及钻头选择

对永冻层或绿泥石蚀变、断层泥等松散偏软地层,其中夹杂各种砂、砾等大小不等的硬颗粒,孔壁必须有足够大的间隙,以保证带大颗粒和部分带角砾掉块随冲洗液上返时能顺利通过,不至于产生“群砾封门”现象而无法钻进,开孔用普通单管薄壁钻头,正常钻进用绳索取心钻头,尽可能选择口径比普通金刚石钻头大 1~2 mm。同时考虑到钻进该地层时,为尽可能避免钻杆事故,可以选择唐山金石超

硬材料公司生产的新型 XJS71 加厚镢粗钻杆,该钻杆外径不变(可与原 S71 普通绳索取心钻杆配合使用,使用时镢粗钻杆放下部便于与钻具配套,两部分钻杆用特殊接手连接即可,节约钻杆成本),内径由原来的 61 mm 减少到 58 mm,同时接手外径加大到 74 mm,丝扣深度由原来的 0.75 mm 加深到 1.25 mm,钻杆强度和丝扣连接强度大大提高。

3 主要技术措施

3.1 改进普通单管钻具接头

在冻土层中开孔,如果采取普通的单管钻具,易出现成孔难、孔壁维护难、岩心采取率低等施工难题。有时为保证岩心采取率被迫使用小一级钻具先行钻进然后再扩孔,因孔壁稳定性差,下套管前还必须多次扫孔,不仅耽误工期影响施工效率,也造成大量工作量浪费。如果侥幸穿过冻土层,因其超基性岩地层特点又容易造成孔壁大面积坍塌,导致卡钻、埋孔事故重发频发。

3.1.1 钻具接头设计原理

通过查阅大量资料,结合无泵反循环钻具结构原理(见图 1),对普通单管钻具接头(以 $\varnothing 91$ mm 为例)进行技术改造。采用两体组合设计,从上半部分中心孔处向外伸出 4 个 $\varnothing 16$ mm 对称分布通水孔,实现钻进时冲洗液进入反循环,同时上部可连接取粉管(为反扣防止脱扣);下半部分放入钢球可与上半部分相连接,同时其内部空腔 4 个 $\varnothing 16$ mm 对称分布的分流孔(与冲洗液下流孔错 45° 排列)从取粉管和钻杆连接处中间台阶处穿出,保证钻具下行过程中进入通道内的岩粉和冲洗液混合物收集于取粉管内,并保持钻具密封真空状态,同时保证

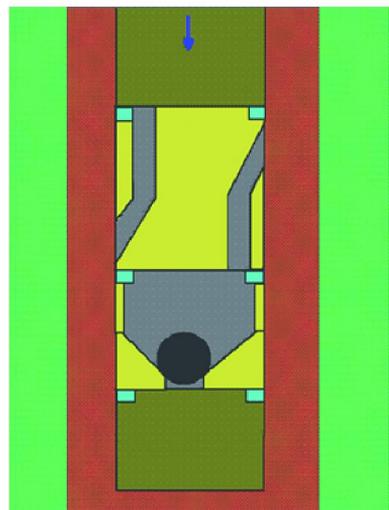


图 1 钻具接头原理示意图

进入钻具内部的松散破碎岩矿心不可能脱落,从而实现提高岩心采取率,也避免了携带岩粉的上返冲洗液对脆弱孔壁的强烈冲刷破坏。该技术适用于单管作业,特别适用于硬度不大的浅层复杂地层,及岩心采取困难的破碎松散地层,还可根据不同口径普通单管开孔钻具进行仿型改造。钻具接头实物见图2。



图2 钻具接头实物照片

3.1.2 改进后钻具接头的优点

(1)结构简单,适配性强。该钻具接头可以直接与取心单管连接,组成开孔单管钻具。同时可根据需要安装取粉管。

(2)具有较好的通用性。该钻具可适用于较完整或较松软破碎地层。如果地层较完整,可以实现局部反循环钻进;如果地层散软破碎程度严重,也可实现无泵反循环干钻取心,但要保证孔内冲洗液静止水必须超过粗径钻具高度,以保证反循环的形成。

(3)对孔壁冲刷作用小,取心效果好。由于该钻具一方面改变了钻具粗径部分的冲洗液流循环方式,减轻了冲洗液对岩心的冲刷作用,有效地保护了岩心;另一方面因增加了密封球设计,使钻具内腔外管间形成一个密闭空间,岩心进入岩心管就不会受到钻杆柱内液柱压力的影响,岩矿心进入岩心管的阻力减小,岩心不易堵塞,从而提高钻进效率,增加回次进尺,也确保了进入岩心管内的岩矿心不会脱落。

(4)加工方便,使用成本低。该配件对选材要求不高,加工方便且费用低,可以多次使用。

3.1.3 使用效果

该钻具首先在矿区 HZK401、CZK201 两个钻孔施工中进行试验。试验前 2 孔处于永冻层施工中,连续 3 天无进尺,且已出现了越扫越浅埋孔现象,使生产陷入无法继续施工的困局。使用 $\varnothing 89$ mm 无泵-反循环钻具处理 8 h 后,顺利穿过坍塌堆积孔段,且继续进尺,使用该钻具施工至完整基岩,再没出现过类似塌孔事故,顺利下入 $\varnothing 89$ mm 套管。从 HZK401、CZK201 两个钻孔的施工实践看,在处理过程中没有发生重复埋孔现象,取心成功率 100%,取心率达到 85% 以上,完全满足地质需要。后经过多个钻孔推广使用,性能稳定,使用效果较好。

3.2 抗低温冲洗液

低温条件下复杂地层施工时,必须提高冲洗液护壁和防冻性能。具有强护壁性能的泥浆添加剂多为高分子聚合物,分子量大、链节长,在常温下溶解度较小,受高原地区气候影响,其溶解度更小,加之温度较低时,冲洗液结冻后流变性差,给冲洗液配制及管理使用提出了严峻挑战。通过对适合红川刺沟矿区永冻层、破碎蚀变带等地层的冲洗液进行研究,在多次试验的基础上,开发出了既适合低温条件又具环保功能的低固相复合泥浆,优化拓展了冲洗液护壁及抗低温性能。

3.2.1 冲洗液主要添加剂选择

植物胶是纯天然材料,具有环保功能,主要成分为半乳甘露聚糖,蛋白质,纤维素以及少量的钙、镁等无机元素,溶于水后具有良好的流变性,有利于孔壁稳定和携带岩屑,可明显提高钻速,减轻钻具的磨损;对破碎地层、砂岩层等渗透性地层有明显的封堵作用,取心时可在岩样表面形成一层保护膜,可获得较高的采取率。

3.2.2 低温低固相泥浆配方及性能

3.2.2.1 泥浆配方

400 目膨润土 3% + 碳酸钠 0.25% + 聚丙烯酰胺钾盐 0.1% + TM 植物胶 2.5% + 羧甲基纤维素钠 0.3% + NaCl(食盐)0.3% + 乙二醇 0.005% (体积比)。

3.2.2.2 泥浆性能参数

胶体率 98% 以上,漏斗粘度 24 s,失水量 8 ~ 11 mL/30 min,泥皮厚度 < 1 mm。

3.2.3 试验效果

选择了 HZK2702 孔 0 ~ 25 m 永冻层和 128.97 ~ 139.49 m 破碎蚀变带 2 个孔段进行试验,选取其中具有代表性的 7 个回次进行观察,取出的岩心每回次均为碎块和泥状,平均回次进尺由 0.85 m 提高

到1.50 m,孔壁维护较好,未出现坍塌、掉块,岩心采取率>85%。

3.2.4 冲洗液配制及钻具操作注意事项

(1)西部矿区加热条件受限,可采取在生活区加热条件下将高分子聚合物事先研制成一定浓度的预置液,装桶运往机台备用。

(2)配制泥浆时乙二醇必须在所有添加剂加完后再加,食盐可在纯碱前后加入,改善低温条件下泥浆流变性。该两种特殊添加剂要在实验的前提下加入。

(3)受低温条件的影响,搅拌时间至少要达到常温条件下的2~3倍。

(4)实施无泵钻进时,钻压一般为2~4 kN,否则会造成岩心堵塞或糊钻,转速不宜过快,以便保护岩心。尤其在钻遇松软地层时更应慢些,一般在100~200 r/min;串动频率一般为5~10次/min,串动高度一般为15~20 cm。由于岩心松散,岩粉较多,孔壁不稳定,为了增大反循环强度,串动频率高些,串动高度大些,但要慢提快落。

4 结语

(1)改进后的钻具接头取心效果和对孔壁的保

护作用较明显,但这种稳定是相对的,穿过永冻层后必须尽快下入套管。

(2)考虑到强度和使用效果等方面因素,在进行钻具接头的改进设计时,要根据孔径的不同,适当调整通水孔直径。

(3)钻进中对冲洗液的选择、监管、维护是成功的关键,要特别注意乙二醇的加入顺序,必须与常温条件下搅拌时间区别对待。同时必须坚持好冲洗液回灌、提下钻速度要慢、交接班要“三清”等制度。

(4)需要特别注意的是,在实施无泵作业时,需要有经验的操作手操作,按照轻压慢转少钻、轻提快落多串的操作要求,每回次进尺不易过长,一般控制在1~1.5 m,否则容易出现糊钻、烧钻等情况。

参考文献:

- [1] 李振学. 南坪矿区复杂地层深孔钻进技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 12-15.
- [2] 宋端正. 甘肃西和大桥金矿区复杂地层钻探施工实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(1): 44-46.
- [3] 刘海波. 祁连山区永冻地层钻探工程施工方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(12): 12-14.
- [4] 靖向党. 岩土钻孔工程学[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003.
- [5] 汤凤林, A. T. 加里宁, 段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2009.

国土资源部多项科技攻关项目取得阶段性成果

《中国国土资源报》消息(2013-05-13) 从国土资源部科技与国际合作司举办的“国家科技支撑计划项目进展交流会”上获悉,近年来,国土资源部联合科技部安排部署的一系列集中攻关项目进展顺利,多个项目取得阶段性成果,部分填补了国内技术空白。

在地质矿产及地质环境灾害领域,“汶川地震断裂带科学钻探”项目揭示了汶川地震断裂带特征,明确了地震断裂机制,首次直接测量到汶川地震后断裂的愈合信号,提出了龙门山形成演化新认识;“东部铁铜铅锌重要矿集区深部资源勘查与技术示范”项目揭示了矿集区深部“第二找矿空间”的成矿规律,集成了深部矿产资源勘查的方法技术组合,提交了具有寻找大型矿床远景的深、边部预测靶区20余处;

“中国东部典型矿集区深部资源勘查技术集成与示范”项目为深入认识矿集区的区域成矿规律、开展矿集区3D成矿预测奠定了地质理论基础;“优势非金属矿产资源高效综合利用技术研究与示范”项目以廉价的非金属尾矿设计钢渣改性剂,提高了钢渣的可利用性,实现了无尾矿利用-钾长石原矿可直接应用于陶瓷熔块釉(裂纹釉)的制备,同时研发了一系列设备;“地质灾害监测预警与风险评估技术方法”项目成功研发了四旋翼无人飞行器与应急车载系统,实现了地质灾害远程快速实时会商,强力支撑我国地质灾害防灾减灾体系,为快速应对大型滑坡、崩塌、泥石流、山洪灾害等突发性地质灾害提供了一套监测预警技术和防治技术。

中国铀矿第一科学深钻顺利终孔 孔深2818.88 m

《中国矿业报》消息(2013-05-09) 从北京中核大地矿业勘查开发有限公司获悉,由该公司承担施工的中国铀矿第一科学深钻于5月2日顺利终孔。该孔深2818.88 m,创造了国内P口径(Ø122 mm)绳索取心钻进最深记录。

据介绍,该孔于2012年7月21日开钻,设计孔深2500 m,工期10个月。工作中,项目组克服种种困难,以及攻克了多项技术难题,在追加深度的前提下提前终孔,实现了钻进速度等多项第一。