

# 科右中旗查干楚鲁矿区钻探施工中 护壁堵漏的几点体会

杨树伟, 李国志

(内蒙古自治区 115 地质队, 内蒙古 乌兰浩特 137405)

**摘要:**介绍了科右中旗查干楚鲁矿区钻进中所采取的护壁堵漏技术措施。根据岩层及孔深情况采用了套管护壁堵漏、冲洗液护壁堵漏、水泥封孔护壁堵漏等,收到了良好的效果。特殊岩层护壁所采取的下飞管护壁安全可靠。羧甲基纤维素钠(CMC) + 水解聚丙烯酰胺(PHP)低固相泥浆形成的泥皮致密而坚韧,对孔内坍塌、掉块具有较高的抑制功能。钻杆内灌入水泥浆封孔的方法,可根据需要合理调节水灰比及惰性材料的大小,保证了封孔的效益和质量。各种护壁技术均效果明显,可进行推广使用。

**关键词:**查干楚鲁矿区;钻探;套管;冲洗液;水泥;护壁堵漏

**中图分类号:**P634.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)07-0018-04

**Some Experience of Wall Protection and Leaking Stoppage in Drilling Construction of Qaganqulu Mining Area in Keerqiyouyizhong Banner/YANG Shu-wei, LI Guo-zhi (115 Geological Brigade of Inner Mongolia Autonomous Region, Ulanhot Inner Mongolia 137405, China)**

**Abstract:** The paper introduced the wall protection and leaking stoppage technical measures while drilling in Qaganqulu Mining Area of Keerqiyouyizhong Banner. According to the rock strata condition and the hole depth, wall protection and leaking stoppage by casing, drilling fluid and cementing were adopted with good effect and movable casing was safe and reliable for special rock formations. The tight mud cake formed with low solid - phase mud of sodium carboxymethyl cellulose (CMC) + hydrolyzed polyacrylamide (PHP) could stop block falling. Water cement ratio and inert materials amount were rationally regulated for hole sealing by grouting cement slurry inside the drill pipe to ensure the sealing efficiency and quality. The above various wall protection technologies show obvious effects, they can be widely popularized.

**Key words:** Qaganqulu mining area; drilling; casing; washing fluid; cement; wall protection and leaking stoppage

内蒙古科右中旗查干楚鲁矿区地层较为复杂,第四系覆盖层较厚,矿区构造发育,钻探生产中常有掉块、坍塌、严重漏失等现象发生,导致生产无法正常进行,护壁堵漏工作便成为该矿区钻探生产中的重要技术问题。施工中采取了封孔、下套管、调整冲洗液等技术措施,收到了较好的效果。

## 1 钻探施工中存在的问题

科右中旗查干楚鲁矿区施工的钻孔大多为 85° 斜孔,深度为 500 ~ 1000 m,施工难度大。主要表现在该矿区第四系及风化层较厚且松散,上部含有碎石层,开孔护壁堵漏较困难。200 m 左右间含破碎带,该层松软,坍塌、掉快严重。400 ~ 480 m 间含一层破碎带,所取出岩心呈碎块状,最长岩心 50 mm,以不成柱状粒径 20 ~ 30 mm 碎块居多,达 70% 以上。600 m 左右处裂隙发育,最大裂隙达 20 mm,漏

失严重(不返水)。

该项目为市场项目,钻探总工作量 4000 m。2008 年 8 月 2 台个体钻机曾在此施工,一台钻机施工至 182 m 处遇破碎带,当时使用 HPAM 无固相冲洗液,钻至 202 m 时,提钻换钻头后,孔内坍塌严重,下不到孔底,扫孔憋泵无法钻进。换用 HPAM 低固相泥浆护壁勉强扫到孔底然后进行封孔。透孔取出柱状水泥心,水泥凝固较好。正常钻进了 36 m 后,憋泵严重,以为钻头磨损严重所至,提钻发现钻头正常,下钻差 39 m 下不到孔底,说明被封住的坍塌孔段再次发生坍塌。原因分析:该孔段正处在构造带上,该层松软,岩石多呈泥碎石块相裹状,所灌注的水泥浆渗透不到孔壁岩石的深处,钻孔内所凝固的水泥透孔后只剩下较薄(局部完整及缩径等部位没有水泥护层)无根基的水泥护层,清水钻进水泥护层很快被击落,失去了保护作用,钻孔再次坍塌。使

收稿日期:2010-02-05; 修回日期:2010-05-20

作者简介:杨树伟(1965-),男(汉族),内蒙古人,内蒙古自治区 115 地质队工程师,探矿工程专业,从事岩心钻探及钻井工程技术与管理工作,内蒙古兴安盟乌兰浩特市八里八, yangshuwei2008@163.com。

用 HPAM 无固相冲洗液扫孔,处理 3 天成效不大,钻杆内所结泥皮较厚,最后只得放弃该矿区的施工。另一台钻机施工状况与前钻机施工相类似,钻进到 410 m 又遇破碎层,由于上部破碎层掉块频繁下部坍塌严重,也被迫终止了施工。

2009 年 4 月,我队接手该钻探项目,工作量为 4000 m。根据以往的施工情况,决定投入 2 台 XY-44 型岩心钻机, BW-250 型泥浆泵,使用 S75 绳索取心金刚石钻进。采取了套管、水泥封孔及 KHM-CMC+锯末泥浆护壁堵漏等措施,收到了一定的效果。

## 2 套管护壁措施

套管护壁主要分为浅层第四系及风化层护壁和深层技术套管护壁。浅层套管护壁主要考虑的问题:(1)套管级配要合理;(2)套管一定要下到稳定完整的岩层中并在孔口固定牢固;(3)多层套管上部管头间相互密封,以防止岩粉进入套管间“吃套长”;(4)套管下入较长时接头处三点焊接加固,套管与孔壁接触部位涂黄甘油或稠聚丙烯酰胺液体(PHP),以便于起拔。

根据该矿区第四系及风化层较厚的特点,钻孔选择  $\varnothing 150$  mm/ $\varnothing 110$  mm/ $\varnothing 75$  mm 或  $\varnothing 150$  mm/ $\varnothing 110$  mm/ $\varnothing 91$  mm/ $\varnothing 75$  mm 的钻孔结构。套管级别为  $\varnothing 146$  mm/ $\varnothing 127$  mm(飞管)/ $\varnothing 108$  mm 或  $\varnothing 146$  mm/ $\varnothing 127$  mm(飞管)/ $\varnothing 108$  mm/ $\varnothing 89$  mm。为提高第四系及风化层岩心采取率,使用半合管取煤钻具或底喷式钻头双管单动钻具取岩心,然后再进行扩孔下套管,其岩心采取率均达到 70% 以上。

对于较破碎、坍塌、掉块严重,泥浆护壁较困难的岩层,采用跟管钻进的方法下入套管。跟管钻进分为同径无内出刃钻头跟管和异径跟管两种方法。施工中,第四系及风化层的套管护壁措施获得了理想的效果。套管起出率达到了 95% 以上。

深层护壁套管,考虑到套管越长事故隐患就越高、起拔套管越难等问题,施工中采用了下飞管护壁的措施,达到了预期目的。

ZK0901 钻孔使用 S75 绳索取心金刚石钻进至 192 m 处遇到构造带,该层松软,岩石多呈泥、碎石块相裹状,钻进中坍塌、掉快、超径、缩径较为严重,水泥封孔无效。根据岩层特征,考虑到施工钻孔深度为 800 m,钻孔上部要做到稳定,尽量为使用无固相冲洗液创造条件,使用了 KHM-CMC(泥浆粘度达 28 s)冲洗液护壁, $\varnothing 89$  mm 导正钻具, $\varnothing 91$  mm 金

刚钻头扩孔至 192 m,换用  $\varnothing 91$  mm 金刚石普双钻具穿过构造带至完整硬岩层 2 m,构造带实际厚度为 8 m,打眼、磨孔,向孔内灌入约 10 m 高的水泥浆,其目的是加固套管,使之稳定。套管丝扣连接部位用三焊点加固,避免套管丝扣处被打断或反扣。采用钻杆连接反丝接头将飞管下入孔底的办法,下入 12 m 的飞管,将飞管下入预期位置。然后反出钻杆及反丝接头,待水泥固结达到一定强度后透孔钻进。处理过程及停待用时 3 个工作日。处理效果较理想,在以后的钻进中该部位未发生过任何事故。这种飞管护壁的方法在其它矿区的施工中也得以使用,均取得了满意的效果。

## 3 水泥封孔护壁堵漏措施

水泥封孔护壁堵漏技术在该矿区施工中占护壁堵漏总量的 60% 以上,常规的水泵灌注的封孔方法替浆量不好掌握,水灰比高,封孔成功率低,占用时间较长。本次施工中采用了钻杆内灌注的方法,取得了较好的效果。

ZK0902 孔钻至 412 m 时遇到破碎带,换 PHP-CMC 优质泥浆护壁,由于掉快、漏失严重,所取岩心呈碎块状,不能正常钻进,进行封孔。封孔采用钻杆灌注的方法,水泥浆组成:当地产 425 普通水泥+食盐+三乙醇胺;配方为:食盐 1%,三乙醇胺 1%,水灰比为 0.4 左右。光钻杆下到距封孔位置上部 3 m 左右,灌入前钻杆内放入 10 cm 厚的卫生纸,再灌入一水桶稠的 PHP 液体,其目的是隔离水泥浆,避免水泥浆灌入流动过程被水稀释。手纸在水中浸泡一定时间便溶成纸浆,避免隔离物堵塞钻杆而导致水泥浆无法流出钻杆。将水泥浆灌入完毕后,用水泵清水将水泥浆压入孔内。停待 48 h 后透孔钻进,达到了预期效果。在其它大裂隙发育地层封孔堵漏时,向水泥浆中加入了海带、锯末、纤维等惰性材料,也采用了此种封孔方法灌注,均收到了理想的效果,成功率达 100%。

此方法的特点:卫生纸及稠的聚丙烯酰胺液体(PHP)形成一个隔离层,水泥浆可直接从钻杆内灌入,在下落的过程中不被钻杆内的水稀释而被直接送到所封孔段内,卫生纸在灌注过程中逐渐软化并溶成纸浆,避免堵塞钻杆,导致水泥浆无法流出钻杆。这一灌注水泥浆的封孔方法,可根据需要合理调节水灰比及惰性材料的多少,提高了封孔的效益和质量。

采用此方法的特点:

- (1)降低水泥的水灰比,缩短凝固时间;
- (2)避免孔内流动水对水泥浆的稀释;
- (3)避免了普通泵入灌注法替浆量掌握不好导致封孔失败;
- (4)对于深孔、大裂隙、漏失层流动水强烈的地层封孔,可通过加大惰性材料量、降低水灰比等方法提高封孔成功率。

#### 4 冲洗液护壁堵漏措施

##### 4.1 冲洗液的选择

矿区构造发育,钻探生产中常有掉块、坍塌、漏失等现象发生,根据矿区岩石坚硬、破碎等特点,选用了低固相、低粘度、低失水的冲洗液。处理剂分别为羧甲基纤维素钠(CMC)、水解聚丙烯酰胺(PHP)和腐植酸钾(KHm)等常用的护壁剂,并加入皂化溶解油作为钻具润滑剂。粘度高时可采用腐植酸钾作稀释剂配。配制成的低固相冲洗液,性能控制标准为:密度 $1.04 \sim 1.05 \text{ g/cm}^3$ ,漏斗粘度 $24 \text{ s}$ ,失水量 $< 12 \text{ mL/30 min}$ ,泥饼厚度 $< 1 \text{ mm}$ ,pH值 $9 \sim 10$ ,胶体率 $> 98\%$ 。在使用过程中应注意避免泥浆固相污染、自然增稠引起堵水、憋泵等情况。泥浆中还应加入润滑剂,以降低回转阻力。

##### 4.2 冲洗液的配制

原浆采用优质膨润土加水充分搅拌,水化 $24 \text{ h}$ 以上。添加剂选用羧甲基纤维素钠(CMC)、水解聚丙烯酰胺(PHP),并加入皂化溶解油作为润滑剂。羧甲基纤维素(CMC)是一种表面活性阴离子高分子化合物,具有增稠、悬浮、稳定等作用,与锯末或801随钻堵漏剂一起使用,对封堵岩石小裂缝有明显效果。水解聚丙烯酰胺(PHP)既可以实现低固相冲洗液的粘度特点,又可以实现对钻进混合液中劣质岩屑的絮凝。皂化溶解油用于润滑钻具,减少钻具回转的阻力,提高钻进效率。

##### 4.2.1 绳索取心钻进使用的泥浆

$1000 \text{ kg}$ 水 $+ 50 \text{ kg}$ 膨润土 $+ 4\%$ 的火碱,充分搅拌,待膨润土完全溶解后,再加入PHP $1000 \text{ mg/L}$ 搅拌均匀,最后加入 $5 \text{ kg}$  CMC,再次充分搅拌。冲洗液性能为:粘度 $24 \text{ s}$ ,密度 $1.02 \text{ g/cm}^3$ ,失水量 $10 \text{ mL/30 min}$ ,泥皮厚度 $1 \text{ mm}$ ,pH值 $8 \sim 9$ 。

该冲洗液的特点:(1)润滑性能好;(2)护壁性能好,并有一定的防漏和堵漏效用;(3)孔内清洁,减少卡钻、埋钻等孔内事故;(4)降低钻孔成本和减少环境污染;(5)性能稳定,孔内钻进平稳,孔壁比较稳定。

##### 4.2.2 扩孔及普通双管钻进使用的泥浆

$1000 \text{ kg}$ 水 $+ 100 \text{ kg}$ 膨润土完全溶解,在搅拌池中充分搅拌,待膨润土完全溶解后,再加入PHP $1000 \text{ mg/L}$ ,充分搅拌,最后加入 $5 \text{ kg}$  CMC,其泥浆粘度 $28 \text{ s}$ 。

##### 4.3 冲洗液的调整和维护

(1)PHP稀释到浓度 $1\%$ ,边搅拌边加入泥浆内,最好在循环槽内加入。

(2)CMC和PHP要提前 $24 \text{ h}$ 按要求加水浸泡,使其充分溶解后方能进行配浆。

(3)保持泥浆清洁,防止水及杂物混入破坏泥浆的性能。

##### 4.4 钻进中的具体措施

ZK0902钻孔在钻至 $152 \text{ m}$ 时,开始出现漏失的现象,所取出的岩心硬、脆、不完整,可以看到大小不一的裂隙存在。顶漏钻进到 $190 \text{ m}$ 时,钻孔突然严重漏浆,基本不返水,从取上来的岩心观察,发现在 $152 \sim 180 \text{ m}$ 裂隙发育,判定该钻孔漏失主要由于地层裂隙发育引起。为避免引起严重事故,对该孔进行堵漏。

根据施工矿区的地质情况和金刚石钻进工艺的特点,采用PHP—CMC—锯末、海带护壁堵漏方法。

根据漏失层位置,确定钻杆底部下到漏失层底部后在漏失层上部 $1 \text{ m}$ 左右的位置加一个 $\text{Ø}75.5 \text{ mm}$ 接箍(钻杆直径为 $\text{Ø}71 \text{ mm}$ ),其目的是冲洗液循环时在接箍下部的漏失孔段间形成一个高压区,同时也阻止了堵漏材料上返流出漏失孔段,能较好地将惰性材料压入裂隙中。

配置基浆 $2 \text{ m}^3$ 加入PHP、CMC,使粘度达到 $30 \text{ s}$ 左右,在上述泥浆中加入锯末、海带末、801堵漏剂等惰性材料。将配制好的泥浆从钻杆灌入孔内。灌入前先向钻杆内放入 $10 \text{ cm}$ 厚的卫生纸,再灌入一水桶稠的PHP液体,目的是隔离和保护泥浆在向下流动中不被水稀释。再泵入低固相堵漏泥浆循环。

低固相泥浆配制:将 $1000 \text{ kg}$ 水、 $50 \text{ kg}$ 膨润土、 $2 \text{ kg}$ 氢氧化钠配制成基浆,然后加入 $2 \text{ kg}$ 锯末、 $2 \text{ kg}$ 801堵漏剂充分搅拌,再依次加入水解聚丙烯酰胺(PHP) $100 \text{ mg/L}$ ,和 $0.5 \text{ kg}$ 的羧甲基纤维素(CMC)充分搅拌均匀为止。

此时在阻流接箍的作用下,阻流接箍阻止下部及漏失层间形成一个高压区,同时泥浆中的堵漏材料阻隔在阻流环接箍下部的漏失层内,提高了堵漏材料的利用率。开始堵漏时,钻杆底部下到漏失层底部,泵入泥浆的同时钻机低速空转,同时反复小幅

度上下提动钻具,时停时泵送冲洗液。在泵的压力作用下,将泥浆、PHP、CMC、锯末、海带末配成的胶质浆液向孔内岩石裂隙中压入,因浆液颗粒细小,流动性能较好,易被挤进细小的裂隙中。聚丙烯酰胺分子链很长,可以将细小的粘土颗粒吸附到它的链节上,从而使泥浆经过“桥接”后,在孔壁上形成网状结构并吸附在破碎带上,达到降低失水量和保护孔壁稳定的目的。CMC具有增稠、悬浮、稳定等作用,可以悬浮锯末、海带末等惰性材料,使其能够顺利被压入裂隙,从而封堵漏失通道。

观测孔口逐渐返水且返水逐渐增多,停泵后压力表降至为零的时间逐渐缓慢,最终达12 s,静止8 h后,使用优质低固相泥浆钻进,漏失速度仅 $0.3 \text{ m}^3/\text{h}$ ,达到了较好的堵漏效果。

## 5 结语

由于金刚石绳索取心钻进长时间使用泥浆钻进会在钻杆内结泥皮,严重影响钻进效率。而科右中旗查干楚鲁矿区施工的钻孔均为中、深孔,在处理事故时本着经济、便捷、稳固的原则尽可能的为使用无固相创造条件。在特殊地层,如构造带中泥及碎石块夹杂状,一些蚀变带,松软地层等无法用封孔进行

护壁而施工时间较长不易使用泥浆护壁的地层,使用全孔套管或飞管护壁的方法,效果较佳。

采用绳索取心钻杆内灌注水泥浆的封孔方法既能降低水灰比,缩短凝固时间同时也避免了普通泵入灌注法替浆量掌握不好导致封孔的失败。该方法简单易行,可根据需要合理调节水灰比及惰性材料的大小,对于深孔、大裂隙、漏失层流动水强烈地层的封孔更能显示其优越性。

冲洗液护壁堵漏,钻具上放有阻流接箍,堵漏时在阻流接箍下部及漏失层间形成一个高压区,有利于惰性材料被挤入裂隙中并在孔壁上形成稳定的保护层,该方法经济、有效。

## 参考文献:

- [1] 刘维平,胡远彪.牡丹江金厂矿区钻井液选用与堵漏技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(6):13-15.
- [2] 李世忠.钻探工艺学[M].北京:地质出版社,1989.
- [3] 王文臣,等.无固相钻井液的研制与护壁作用机理[J].地质与勘探,1990,(4).
- [4] 石立明.复杂地层岩心钻探综合治理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(2)
- [5] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.

## “空气潜孔锤在云南红层中快速钻井工艺应用研究”通过鉴定

**本刊讯** 2010年7月2日,河南省国土资源厅组织有关专家对河南省地矿局第二水文地质队完成的“空气潜孔锤在云南红层中快速钻井工艺应用研究”项目进行了技术成果鉴定。成果鉴定委员会由国土资源厅科技处张平和处长、魏丹斌调研员、张克伟处长、陈颖主任,省地矿局张宗恒总工,左玉明、庄明远调研员,董富强处长,省有色金属地矿局司百堂处长,省地矿建设工程集团公司谢军成总工,省煤田地质局李云峰总经理等11位专家组成。

在2010年春季的赴云南抗旱工作中,针对当地红层地层,水文二队使用了空气潜孔锤钻进工艺,在短短26天内超额突击完成了19口抗旱井的施工任务,除去停待时间,平均 $0.5 \sim 1$ 天成井一口,累计钻探进尺1261.70 m,累计日出货量 $1878 \text{ m}^3$ (潜水泵),每天可解决3.756万人的安全饮水问题。其中供水能力超过 $120 \text{ m}^3$ 的水井10口,创该地区打井数量、钻探进尺、出货量等之最。

专家认为:水文二队采用空气潜孔锤钻井工艺在红层中,平均钻速达 $15 \text{ m/h}$ ,最快一天成两眼70 m深的水井,创该地区同期钻井数量、出货量之最,率先超额完成国土资源

部下达的云南抗旱钻井任务。该队针对严重干旱缺水和云南红层地区地层特点,采用空气潜孔锤钻井技术实现了快速钻井之目的。该项目选题方向正确,技术路线合理,研究成果对我国今后类似地区找水钻井工作具有指导和示范作用。在钻进过程中利用空气潜孔锤钻井技术,不但节约了泥浆材料,而且钻井过程不需要水,对含水层无污染、无堵塞,极大地提高了单井出水量,同时缓解了严重干旱地区缺水的矛盾。成井中采用PVC管材,克服了传统金属井管腐蚀结垢、使用寿命短、劳动强度大、成本高、效率低等问题。项目组所提供的研究报告资料齐全、完整,内容翔实,符合科技成果鉴定的要求。

鉴定委员会一致认为:本次工作既有理论研究,又有工程实践,钻进效率高、单井出水量大、无污染,为缓解云南旱情发挥了积极作用,取得了良好的经济效益和社会效益。该成果对我国红层干旱地区找水钻井工作具有积极指导意义和示范作用,推广应用前景广阔。其成果达到国内同类研究领先水平。

(河南省地矿局第二水文地质队 严珊珊 供稿)