

# 浩布高矿区复杂地层钻进护壁堵漏技术

李国志<sup>1</sup>, 杨树伟<sup>1</sup>, 徐景珠<sup>2</sup>

(1. 内蒙古自治区 115 地质队, 内蒙古 乌兰浩特 137405; 2. 内蒙古自治区第十地质矿产勘查开发院, 内蒙古 赤峰 024005)

**摘要:**介绍了浩布高矿区复杂地层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措施,在实际工作中均收到了较好的效果。套管护壁堵漏简洁、护壁安全可靠;冲洗液护壁堵漏所用的人工钠土低固相泥浆对孔内坍塌、掉块具有较高的抑制功能;水泥封孔护壁堵漏效果好。套管护壁堵漏及水泥封孔护壁堵漏为绳索取心使用无固相钻井液钻进创造了条件,能有效地提高钻进效率。施工中根据钻孔实际情况所采取相应的堵漏措施,收到了良好的效果。

**关键词:**复杂地层钻进;护壁堵漏;套管;冲洗液;水泥;浩布高矿区

**中图分类号:**P634.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)08-0023-04

**Wall Protection and Leakage Control Technical Measures for Drilling in the Complex Formation of Haobugao Mining Area/LI Guo-zhi<sup>1</sup>, YANG Shu-wei<sup>1</sup>, XU Jing-zhu<sup>2</sup>** (1. 115 Geological Brigade of Inner Mongolia Autonomous Region, Ulanhot Inner Mongolia 137405, China; 2. Inner Mongolia No. 10 Institute of Geology and Mineral Exploration and Development, Chifeng Inner Mongolia 024005, China)

**Abstract:** The paper introduced the wall protection and leakage control technical measures for drilling in the complex formation of Haobugao mining area. According to the rock formation and the hole depth, wall protection and leakage control by casing, flushing fluid and cement sealing were adopted with good effect. Casing was safe and reliable, manual sodium soil low-solid mud has high inhibition function to downhole collapsing and block-falling, and cement has good sealing effect. Casing and cementing created favorable conditions for wire-line coring drilling with solid free drilling fluid and improved drilling efficiency.

**Key words:** drilling in the complex formation; wall protection and leakage control; casing; washing fluid; cement; Haobugao mining area

浩布高矿区地层较为复杂,钻探生产中常有坍塌、掉块、漏失等现象发生,生产一度处于被动状态。自 2004 年陆续在该矿区进行钻探施工以来,先后完成了钻探工作量 22160 m,钻孔 53 个,需护壁、堵漏的钻孔有 42 个。因此,护壁堵漏工作便成为该矿区钻探生产中的重要技术问题。几年来,针对护壁堵漏工作所存在的问题,采取了套管护壁堵漏、冲洗液护壁堵漏及水泥封孔护壁堵漏等技术措施,收到了较好的效果。本文总结该矿区护壁堵漏方面的经验,供同行们借鉴。

## 1 施工中存在的问题

由于第四系覆盖层较厚、松散而且局部含碎石层,开孔较为困难,最长开孔时间达 4 天。有些钻孔套管处理不当经常发生套管折断、脱落等事故,如 2005 年施工的 ZK1704 孔,发生了套管脱节、跑管事

故,处理事故达 92 台时。矿区内构造发育,钻进中坍塌、掉块、漏失较为严重,事故频繁,严重的影响了钻进生产。

## 2 钻探设备情况

钻机以 XU-1000 型、XY-4 型为主,BW-150 型泥浆泵。最初使用 Ø56 mm 普通双管金刚石钻具,后期全部换成 S75 金刚石绳索取心钻具。

## 3 护壁堵漏措施

### 3.1 套管护壁堵漏

#### 3.1.1 套管护壁堵漏方法

开孔难是该矿区钻探生产中存在的普遍问题。该矿区第四系风化层较厚,平均厚度为 32 m。钻进中使用普通泥浆护壁堵漏(有时加入 HPAM 或 KP 共聚物等材料),由于地层风化破碎严重,护壁效果

收稿日期:2010-02-05

**作者简介:**李国志(1963-),男(汉族),内蒙古人,内蒙古自治区 115 地质队总工程师、高级工程师,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;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及管理工作,yangshuwei2008@163.com。

不理想,常发孔内坍塌、掉块、严重漏失等现象,开孔较为困难。通过总结经验教训,对于坍塌严重而冲洗液护壁无效的地层的开孔,采用跟管钻进护壁的技术措施。

具体方法是:在 $\varnothing 146$  mm岩心管下端连接同级 $\varnothing 150$  mm无内出刃硬质合金钻头,套管当钻杆,并准备一定数量长为 $0.5 \sim 0.8$  m的短套管,随钻随下。当钻具受阻时使用 $\varnothing 110$  mm硬质合金钻具透孔,并开足泵量冲孔,然后再跟套管钻进。直到预定孔深,将孔内钻具、套管留作套管使用。也可采用异径跟管的方法,即小一级口径钻具透孔,大一径套管用吊锤拍打或钻机立轴下压的方法跟管。较好地解决了开孔护壁的难题。矿区钻孔结构均为 $\varnothing 150$  mm/ $\varnothing 110$  mm/ $\varnothing 75$  mm,保留了 $\varnothing 91$  mm一级备用口径,便于发生事故时进一步处理。这种跟管护壁的方法具有开孔快、护壁安全可靠的特点。

### 3.1.2 套管护壁中的技术措施

在套管护壁技术方面,开始由于经验不足,钻进中常有套管折断、脱节、跑管等事故发生,严重地影响了钻探效率。我们从失败中总结经验,采取下列措施。

(1)套管丝扣间连接紧凑、牢固,同级套管下入较多时,在丝扣处涂上用松香、皮带油等自制的粘接剂来增强丝扣间的连接强度,防止套管反扣、脱节事故发生。外层接触孔壁的套管,在钻孔超径孔段的丝扣处附铁片焊接加固,增强钻杆回转时敲击套管的剪切强度。

(2)在 $\varnothing 146$  mm与 $\varnothing 108$  mm套管间下入一根 $\varnothing 127$  mm飞管扶正,增加了套管的稳定性。

(3)套管要下到实处,孔口套管一定要稳固。内层套管用夹板夹紧钢丝绳稳固在钢枕上。

(4)多层套管上部管头间用套管帽或胶皮板、线绳等相互密封,以防岩粉进入套管间“吃套长”。

(5)套管与孔壁接触部位涂黄甘油或稠聚丙烯酰胺液体(PHP),便于起拔。

(6)必要时使用起重机或吊锤起拔套管。

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单动双管钻具钻进,钻取岩心后再进行扩孔下套管。其岩心采取率均达到70%以上。

总之,在开孔套管护壁技术方面,我们吸取教训,从失败中总结出许多经验,不断改进技术措施,收到了一定的效果,使套管事故逐年减少,套管起出率达到了95%以上。

## 3.2 冲洗液护壁堵漏技术

### 3.2.1 聚丙烯酰胺(PHP)及KP共聚物无固相冲洗液

该冲洗液是在清水中加入一定数量的PHP或KP共聚物等高分子有机物组合而成。钻进中PHP及KP共聚物长链有机物分子随着冲洗液流入孔壁裂隙间,由于自由水从孔壁失去,PHP等可直接吸附于孔壁表面成保护膜,起到了稳定孔壁的作用。此外由于PHP的絮凝作用,冲洗液中携带的细小岩粉颗粒,流经裂隙处回流速度减慢而絮凝吸附聚集于裂隙间,起到了堵漏作用。该冲洗液在轻微掉快、漏失地层中使用效果较好。

2007年所施工的ZK1305孔,在钻至125 m处时,孔内开始漏失,继续钻进10 m后孔内返水 $1/4$ ,并伴有掉块发生。因岩心裂隙小,采用PHP无固相冲洗液,并加入一定的KP共聚物,钻进4 h后返水逐渐增大,10 h后返水达 $2/3$ ,掉块现象明显减少,顺利钻至终孔。

使用该冲洗液时,PHP的加量要依据孔内岩粉多少及孔内漏失程度而定,加入量 $\geq 0.15\%$ 。对不漏失而孔内岩粉较多的钻孔冲洗液中PHP的加量过大时,如停钻时间较长,易导致絮凝的岩粉与PHP呈粘稠状而憋泵,一般停钻时间不宜超过8 h。避免类似事故的方法是在停钻前用清水将孔内的PHP进行稀释。

### 3.2.2 优质低固相泥浆

#### 3.2.2.1 人工钠土低固相泥浆

配方:人工钠土 $2\% \sim 5\%$

性能:粘度 $17 \sim 19$  s,密度 $1.04 \sim 1.07$  kg/L,泥皮厚度 $< 0.5$  mm,失水量 $7 \sim 10$  mL/30 min。

在使用中常加入 $500 \sim 700$  mg/L的HPAm或KP共聚物配合使用,效果更好。这种冲洗液对孔内坍塌、掉块具有较高的抑制功能,在近几年的使用均收到了理想的效果。

2006年1号机施工的ZK1304钻孔钻至173 m时孔内坍塌,使用普通优质低固相泥浆进行护壁效果不太理想,在采用人工钠土低固相泥浆(粘度为 $18 \sim 20$  s,加入一定KHm)后钻具扫到了孔底。经泥浆循环护壁很快便抑制了孔内坍塌,并顺利钻至终孔。

人工钠土低固相泥浆是坍塌、掉块地层钻进中比较理想的泥浆冲洗液。由于其价格昂贵,人工钠土低固相泥浆主要用于金刚石绳索取心钻进特殊地层的护壁。

### 3.2.2.2 PHP低固相泥浆

PHP低固相泥浆是钻进中常用的护壁、堵漏冲洗液。

配方:粘土5%,纯碱4%(粘土质量),PHP 300~500 mg/L。

性能:粘度18~20 s,密度1.02~1.05 kg/L,pH值8~8.5,失水量<10 mL/30 min。

根据孔内坍塌、掉块、漏失程度的不同可向泥浆中适当加入水玻璃、KP共聚物、KHm等化学处理剂来调节泥浆的性能。在坍塌、掉块而不漏失或漏失轻微岩层中钻进,可在优质低固相泥浆中加入一定量的水玻璃用来提高泥浆的密度,增强泥浆对地层压力的平衡,再加入一定量的KHm或KP共聚物,使泥浆具有较好的抑制坍塌效果。处理后的泥浆对坍塌、掉块地层的护壁效果较好,如2005年施工的ZK2102孔,在孔深至210 m处遇厚达5 m破碎带,钻进中发生坍塌,无法继续钻进,采用该优质泥浆并加入水玻璃、KHm处理剂,顺利通过了破碎层,钻至终孔。

钻进坍塌、掉块、漏失不太严重地层时,则在优质泥浆中加入801随钻堵漏剂和KHm进行随钻护壁堵漏,效果较好。

### 3.2.3 惰性材料堵漏

严重漏失不返水地层的堵漏,使用稠泥浆中加入大粒径惰性材料从绳索取心钻杆灌入,憋泵压差法堵漏,成效显著。

#### 3.2.3.1 堵漏原理

在光杆绳索取心钻杆上连接一个 $\varnothing 75.5$  mm(钻杆直径为 $\varnothing 71$  mm)的阻流接箍(其位置是钻杆底部下到漏失层底部后在漏失层上部1 m左右的位置)。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。在堵漏时孔内具有很高的压力,能较好地将惰性材料压入裂隙间架桥,在高分子链节吸附作用下集聚其它细小惰性材料或固体颗粒,牢固堵塞裂隙通道。堵漏后,使用优质低固相泥浆或无相冲洗液钻进,以保证堵漏效果。

#### 3.2.3.2 配置堵漏稠泥浆

基浆 $2\text{ m}^3$ 加入PHP、CMC处理剂,使粘度达到30 s左右。在上述泥浆里面加入锯末、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 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。

#### 3.2.3.3 低固相泥浆配制

将1000 kg的水、50 kg的膨润土、2 kg的氢氧化钠配制成基浆,然后加入20 kg锯末、5 kg 801堵漏剂及充分搅拌,再依次加入水解聚丙烯酰胺(PHP)1000 mg/L,和5 kg的羧甲基纤维素(CMC)充分搅拌均匀为止。

#### 3.2.3.4 处理实例

ZK1507钻孔在钻至182 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201 m时,钻孔突然严重漏浆,基本不返水,从取上来的岩心上观察,发现在182~198 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。采用PHP-CMC-锯末、海带护壁堵漏方法。

将配制好的加入惰性材料的稠泥浆从钻杆内灌入孔内。灌入前先向钻杆内放入10 cm厚卫生纸,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。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,被压入孔壁裂隙中,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、海带末及胶质浆液压入孔壁岩石裂隙中。

观测孔口逐渐返水而返水逐渐增多,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。

### 3.3 地勘水泥封孔护壁堵漏

地勘水泥封孔护壁、堵漏在浩布高矿区复杂地层钻进中,是主要的护壁堵漏措施之一。近年来,在所施工的钻孔中有38%以上的钻孔均因漏失、坍塌采用了地勘水泥封孔进行护壁堵漏,其成功率达90%以上,收到了较好的效果。

这种护壁堵漏方法安全可靠,为使用清水钻进创造了条件,进而提高了钻头寿命,减轻了工人的劳动强度,降低了材料成本,提高了生产效率。

#### 3.3.1 护壁、堵漏对水泥浆液性能的要求

水泥浆液材料为R型地勘水泥,根据灌注方法及孔内坍塌、掉块、漏失程度的不同采用水灰比为

0.5~0.8,为提高水泥浆液的流动度及延长水泥初凝的时间,可向浆液中加入一定量的铁铬盐。

### 3.3.2 封孔中“架桥”

“架桥”的好坏直接影响着封孔工作的成败,要求“架桥”要准确、牢固,具有一定的封闭性。根据以往的工作经验,我们使用自制的钢丝木楔;其规格(Ø75 mm 钻孔为例)为木楔长 450 mm,外径 Ø74 mm,并在木楔中交插有 4 股钢丝,木楔上部钉废塔衣、破毡子等进行封闭。这种钢丝木楔“架桥”牢固可靠,“架桥”成功率达 100%。

### 3.3.3 水泥浆液的灌注

水泥浆液的灌注在封孔工作中起着重要作用。根据封孔性质不同,我们采用 3 种灌注方法,其效果均达到预期目的。

#### 3.3.3.1 孔口灌注法

这种方法主要适用于浅孔(孔深 50 m 以内),孔内无水位或水位较低的钻孔,此种方法水灰比小,浆液稠,凝结时间短,终凝后强度较高。还可根据钻孔裂隙大小适量加些惰性材料,灌注简单。

#### 3.3.3.2 钻杆柱灌注法

这种灌注法是将 S71 mm 光绳索钻杆下到需封漏失层上部 3 m 左右,将水泥浆液从钻杆柱内灌入,灌入前先向钻杆内放入 10 cm 厚的卫生纸,再灌入一水桶稠的 PHP 液体,然后合上钻机慢转,同时启动水泵往孔内送清水,使钻杆内的水泥浆液直接进入孔内。这种灌注特点可随意调节水灰比的大小,并能向水泥浆液内加入惰性材料。直接将稠泥浆送到所封孔段,其凝固时间短,封孔成功率较高。

#### 3.3.3.3 水泵灌注法

水灰比为 0.6~0.8,灌注钻具要下到预封闭孔段底部 0.5 m 左右,灌注中要尽量避免大幅度上下提钻具,若灌注遇阻,可以缓慢回转钻具,水泥浆液全部泵入后,用清水替浆。替浆量要计算准确,防止

替浆量不当而导致封孔失败。

替浆量的计算方法:

$$Q = (H - h_0 - h)q + Q_1$$

式中:Q——替浆量,L;H——地面以下灌浆管长度,m; $h_0$ ——地面至水面的距离,m; $h$ ——水泥返回的高度,m; $q$ ——每米注浆管的容积,L/m; $Q_1$ ——地面管线容积,L。

经计算,Ø56 mm 口径替浆量为 40~50 L,Ø75 mm 口径替浆量为 50~60 L。

## 4 结语

在复杂地层钻进中,护壁堵漏是极其重要的环节之一,它抑制着孔内事故的发生,决定着生产能否顺利进行,决定了钻孔施工的生产效率以及经济效益。对于千变万化的地层而言,护壁堵漏工作也绝非死搬硬套的,一定要根据孔内岩层实际情况,如层位深度、裂隙节理发育情况,岩石破碎、漏失、坍塌、掉块程度,以及机台供水情况等,以经济效益为中心,因地制宜,采取合理的护壁堵漏措施,并做到预防为主,及时消除隐患,保证生产的顺利进行。另外,护壁堵漏工作一定要认真耐心,做到处理要迅速、准确,稳固、彻底,避免盲目而急躁的情绪,以及工作不彻底而导致封孔的失败或前功尽弃,同时更要注意因操作不当而引发其它孔内事故的发生。

## 参考文献:

- [1] 刘维平,胡元彪.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.

## 山西三勘院金钻石油机具制造有限公司成功举办 2010 年客户联谊会

**本刊讯** 为加强与客户之间的沟通交流,进一步扩大产品的知名度和影响力,2010年7月31日上午,山西省第三地质工程勘察院为其下属的山西金钻石油机具制造有限公司成功举办了以技术交流和答谢客户为主要内容的 2010 年客户联谊会。来自全国各地 40 多家大中型企业的客户代表 80 余人出席了会议。会议由金钻公司总经理张金生主持。

山西三勘院纪委书记、工会主席王朝峰同志首先代表金钻公司全体员工致欢迎词,感谢广大客户这些年来对金钻公司的大力支持、帮助和关照,希望通过联谊会的成功举办,能够进一步加强了解、加强合作,实现共同发展。随后,张金生同志向与会人员简要介绍了金钻公司的基本情况和发展历程。

山西三勘院院长郭晓峰同志在发言中从两个方面阐述了举办此次联谊会的目的。一是希望能够面对面地真诚感谢大家多年来对金钻公司工作的支持、帮助和信任;二是希望各位领导、专家通过现场考察调研对金钻公司的各项工作提出指导性意见和建议。郭院长还从产业构成和发展等方面向客人介绍了三勘院的基本情况。

会上,多家企业的客户代表进行了发言,对金钻公司的各类优质产品和诚实守信的售后服务给予了一致赞扬,从做好原材料的采购与分析、进一步强化服务意识、不断提升内部管理水平和员工素质、努力完善经营体系和质量体系等方面提出了许多好的意见和建议。

会后,与会人员兴致勃勃地参观了金钻公司生产车间。

(山西省第三地质工程勘察院 李慧萍 供稿)