

小口径岩心钻探钻孔缩径的预防与处理

时志兴, 翟东旭, 张东兴

(河南省有色金属地质矿产局第一地质大队, 河南 郑州 450016)

摘要: 钻孔缩径是小口径岩心钻探经常遇见的问题, 不仅严重影响施工进度, 浪费施工材料, 加大施工成本, 严重时会造成孔内事故, 甚至报废钻孔。通过几个实例, 分析了缩径原因及其危害, 介绍了事故的处理过程, 总结了钻穿缩径地层的经验。

关键词: 小口径岩心钻探; 钻孔缩径; 泥浆护壁

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2012)06-0046-04

Prevention of Borehole Diameter Shrinkage in Small Diameter Core Drilling and Treatment/SHI Zhi-xing, ZHAI Dong-xu, ZHANG Dong-xing (Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau No. 1 Geological Team, Zhengzhou Henan 450016, China)

Abstract: Borehole diameter shrinkage is frequently encountered in small diameter core drilling, which brings serious influence of construction progress, material waste, more construction cost and even downhole accident or abandoned. With several engineering cases, the paper analyzed the causes of borehole diameter shrinkage, introduced process of accident treatment and summed up the experience of penetrating diameter shrinking formation.

Key words: small diameter core drilling; borehole diameter shrinkage; wall protection with mud

近年地质探矿项目增多, 且向中深部延伸, 各地钻探施工遇到的钻探问题越来越多, 钻孔缩径就是其中之一。钻孔缩径就是孔壁岩层膨胀造成的孔径缩小。由于钻孔缩径, 轻则造成岩粉增多, 重复钻进, 增加隐患, 进尺缓慢, 成本加大, 重则造成埋钻、断钻杆事故, 甚至报废钻孔。笔者根据近年来小口径岩心钻探经验, 谈谈对钻孔缩径治理的心得体会, 供同行们参考借鉴。

1 造成钻孔缩径的主要地层

- (1) 沉积地层中的粘土岩地层(水敏性地层);
- (2) 地质构造带(断层泥);
- (3) 强风化地层(遇水膨胀, 风化后砂状破碎)。

2 钻孔缩径事故的前兆

- (1) 下降或提升钻具时, 在缩径地层会感到钻具升降困难, 严重时需扫孔穿过;
- (2) 在穿过缩径地层时, 由于钻具与孔壁之间间隙变小, 泵压会增加, 甚至出现憋泵现象;
- (3) 岩粉明显增多, 泥浆中含砂量明显增加, 如果用绳索取心钻进, 会发生钻杆内壁结垢现象, 提、放内管困难, 甚至提拉不动内管或内管投不进去;

(4) 在缩径地层中钻进, 钻具回转逐渐困难, 阻力增大, 甚至钻具完全无法转动, 出现倒车现象。

3 缩径事故的预防

实践证明, 如果提前预防, 缩径事故会明显减少, 甚至能及时加以排除。一般缩径事故的预防措施有如下几种。

- (1) 在缩径地层钻进时, 要调制好泥浆, 最好用失水量 < 4 mL/30 min 的泥浆;
- (2) 在一般缩径地层, 无论上升或下降钻具, 都应减速通过, 一旦遇到阻力, 提前扫孔通过;
- (3) 在上部遇到缩径严重地层, 要进行扩孔处理, 比正常钻进大一级钻具扩孔, 穿过 1~2 m 后, 及时下入套管, 防止缩径事故发生。

4 缩径地层的治理

根据缩径的原因、岩层、钻孔深度采取相应的处理措施。下面根据实例, 分析处理缩径治理过程。

4.1 沉积岩地层实例

4.1.1 矿区概况

河南省汝州小胡沟铝土矿区为低山丘陵区, 呈北东-南西向展布, 总体地势西北高, 东南低。海拔

收稿日期: 2012-04-05

作者简介: 时志兴(1973-), 男(汉族), 河南太康人, 河南省有色金属地质矿产局第一地质大队探矿工程院院长, 探矿工程专业, 从事探矿工程技术与管理工作, 河南省郑州市经开区第八大街 166 号, shizhixing999@sina.com。

高度 160 ~ 320 m,区内沟谷发育,具黄土地貌特征。

区内属暖温带半湿润大陆性季风气候。矿区位于华熊台缘坳陷的北缘和嵩箕隆起南缘之间的滏池-确山褶断束构造区,区内断裂构造发育。

4.1.2 矿区地层特征

地层有老而新主要为:寒武系上统(ϵ_3)及中统(ϵ_2)厚层状白云质灰岩、白云岩;石炭系上统本溪组(C_2b)铝(粘土)矿、炭质页岩、粘土岩及砂质页岩,上统太原组(C_2t)灰岩、燧石团块灰岩、砂岩、页岩等;二叠系下统山西组(P_1s)灰~灰白色中粗粒、厚~中厚层状砂岩、粉砂岩、炭质泥岩及煤组,下石盒子组(P_1x)灰白色厚层中细粒砂岩、粉砂岩、泥质砂岩等;二叠系中统上石盒子组(P_2s)灰白色中粗粒长石石英砂岩,石千峰组(P_2sh)灰白色厚层巨粒~中粒砂岩夹粉砂状泥岩,局部含砾;古近系(E)和第四系(Q)。该矿区设计钻探任务 1200 m,孔深 150 ~ 300 m。

4.1.3 施工情况

从 2007 年 5 月 16 日开始施工至 7 月 5 日,共施工 6 个钻孔,全部报废,在 80 ~ 120 m 之间的千峰组存在的厚层巨粒~中粒砂岩夹粉砂状泥岩,含砾,强风化,水敏性地层,遇水膨胀严重,钻进到此地层,抱钻、卡钻,提起钻具就找不到钻孔,有 3 个钻孔直接埋钻,造成钻孔报废。

经检查,存在的主要问题有:上部含砾层不稳定,没有下套管;遇到缩径地层没有采取扩孔及相应措施;泥浆质量不合格,现场用的是从当地拉的粉红色粘土,含砂量大,失水量大。

找到问题后,采取了以下措施:

(1) 钻孔结构采取 $\varnothing 110 - 91 - 75$ mm,上部 30 ~ 50 m,用 $\varnothing 110$ mm 单管钻具,下入 $\varnothing 108$ mm 套管后,用 $\varnothing 91$ mm 单管钻具,穿过缩径地层 3 ~ 5 m 后,用 $\varnothing 75$ mm 双管钻具至终孔;

(2) 在取粉管上面安装反钻头,遇到缩径时向上扫孔;

(3) 调制优质泥浆。泥浆配比是:膨润土 20 kg,CMC 1 kg,KHm 3 ~ 5 kg,防塌润滑剂 15 ~ 20 kg,PHP 0.2 ~ 0.4 kg。泥浆性能:密度 1.05 ~ 1.06 g/cm³,粘度 23 ~ 28 s,pH 值 9,含砂量 < 1%,失水量 5 ~ 8 mL/30 min,泥皮厚度 < 0.5 mm。

采取以上措施,取得了很好的效果,后续施工 7 个钻孔,无一出现孔内事故,顺利完成施工任务。

4.2 火成岩变质岩构造带夹层泥地层实例

4.2.1 新县上棋盘矿区

4.2.1.1 矿区概况

矿区位于河南省新县县城北西 12 km 处,属河南省新县吴城河乡、陡山河乡和城关乡管辖,地处大别山腹地、鄂豫皖三省交界,属中、低山区,最高海拔 800 m,最低 100 m,相对高差 700 m。

4.2.1.2 矿区地层特征

该区地层出露简单,主要为中~新元古界浒湾组 and 新生界第四系。

中~新元古界浒湾组(Pt_{2+3h}):岩性为(含榴)白云斜长片麻岩、眼球状白云钾(二)长片麻岩、黑云斜长片岩和斜长角闪片岩,仅少量分布于矿区的西北部。

新生界第四系(Q):为冲(洪)积粉砂质粘土层、亚粘土层、中细粒砂层及砂石层。

区内受控于桐柏-商城断裂带,次级构造破碎带较发育,多呈北东-南西向或近南北向产出,形成规模不等的构造角砾岩带,宽 30 ~ 80 m,长 200 ~ 1000 m。构造带内以角砾岩、破碎石英为主,岩石硅化、褐铁矿化发育。

4.2.1.3 施工情况

设计钻孔 3 个,均为 80°斜孔,ZK701 设计孔深 500 m,用 XY-4 型钻机,绳索取心钻进工艺,清水钻进,用皂化油及少量 PAM。开钻施工一切均很顺利,在孔深 173 ~ 178 m 处,有一构造带,含夹层泥,含砂量大,当时没有采取措施,继续钻进,在钻到 235 m 左右时,开始发现憋泵,泵压升高,泥浆含砂量大,钻杆内壁有结垢现象,但仍能钻进施工。在钻到 270 m 时,钻杆结垢严重,投不进内管,抱钻,下钻必须扫孔,钻头扩孔器损毁严重,已不能正常钻进。

根据岩心情况,得知在 173 ~ 175 m 处有构造带,含夹层泥,但此处含砂量大,缩径不算严重,采取以下措施:

(1) 拔出钻具,清理钻杆内壁结垢;

(2) 在钻杆外壁涂抹废机油和黄油混合物(不要太稀,否则沾不上钻杆);

(3) 调制优质泥浆,加入 CMC、KHm、防塌润滑剂、NaOH 等。泥浆配比是:CMC 3 kg,KHm 5 kg,防塌润滑剂 20 ~ 25 kg,NaOH 1.5 kg,皂化油 1 ~ 2 kg。泥浆性能:密度 1.03 ~ 1.05 g/cm³,粘度 25 ~ 30 s,pH 值 9 ~ 10,含砂量 < 0.5%,泥皮厚度 < 0.5 mm,失水量 5 ~ 8 mL/30 min。

顺利穿过该层,钻杆内壁不再结垢,钻压正常,下部岩石已经完整,又重新调整泥浆,只加皂化油和 PAM。但是每次下钻要涂抹废机油与黄油混合物,

最后顺利终孔,深度 500.32 m。

4.2.2 陕县寺家沟矿区

4.2.2.1 矿区概况

矿区位于三门峡市南,直距约 30 km,行政区划隶属于陕县张村乡及店子乡管辖。工作区属秦岭山系之崤山山脉,山势陡峻,相对高差较大,海拔最高 1265 m,最低 825 m,一般在 1000 m 左右,比高 400 m,属中山区。区内总体上南高北低,山系与沟谷总体为南北向走向。区内无大的河流。

4.2.2.2 矿区地层特征

(1)太古界太华群(Arth)。太华群为一套深变质的片麻杂岩,主体为各类古老的侵入岩和少量变质表壳岩包体。底部为钾化混合岩、中下部为混合岩、中上部为斜长角闪岩、顶部为绿泥片岩。

(2)元古界熊耳群(Pt₂xn)。主要岩性为安山玢岩,次为千枚状石英岩,巨厚层状石英岩、变质砾岩。由下而上分为石英岩、安山玢岩、安山岩等。

(3)新生界第四系(Q)。主要为黄土层,局部夹钙质结核。厚度数米不等,分布于沟谷中。

矿区存在多个构造带和断裂带,岩层破碎,含有夹层泥。

4.2.2.3 施工情况

设计钻孔均为直孔,用 XY-4 型钻机,清水钻进,加润滑剂及少量 PAM。ZKC48-14 号钻孔,设计孔深 300 m,在施工到 263 m 时遇到夹层泥,多次钻进均出现抱钻,厚度约 1.7 m,施工人员苦无良策,得知情况后,到施工现场了解情况,夹层泥遇水膨胀,速度较快,缩径严重。

采取措施:配置优质泥浆,泥浆配比为:防塌润滑剂 25~30 kg,CMC 2~3 kg,NaOH 1~2 kg,膨润土 200 kg,润滑剂 1 kg。泥浆性能:密度 1.05~1.1 g/cm³,粘度 25~30 s,pH 值 9~10,含砂量 < 0.5%,泥皮厚度 < 0.5 mm,失水量 3~5 mL/30 min。

采用此泥浆后,顺利穿过该层,完成施工,没有出现事故,终孔深度 302.15 m。

4.3 强风化地层实例

4.3.1 矿区概况

矿区位于太行山东麓丘陵山地,山势走向基本为东西向延展。区内最高标高 762 m,最低标高 185 m,最大相对高差 577 m。区内基岩出露较好,植被较发育,覆盖一般,区内无地表水体。

大地构造单元位于中朝准地台山西台隆东南边缘太行山拱断东南段东侧,地层分区属于华北地层

区山西分区太行山小区,地层以奥陶系为主,在东部发育有二叠系地层,西部发育有寒武系。

4.3.2 矿区地层

区域出露地层有寒武系(ε)、奥陶系(O)、石炭系(C)、二叠系(P)和第四系(Q)。地层总体走向大致呈北东-南西走向。区域内分布主要地层由老至新分述如下。

(1)寒武系中统(ε₂)。上部为厚层鲕状石灰岩夹白云质灰岩及薄层石灰岩,下部为含泥质的薄层石灰岩。出露于区域西部芦家寨-东岭西一带,厚度 134 m。

(2)寒武系上统(ε₃)。厚层状泥质条带石灰岩夹薄层泥质石灰岩和竹叶状石灰岩。其下与寒武系中统(ε₂)呈整合接触。出露于区域西北部芦家寨、教场一带,厚 148 m。

根据相似矿区的相关资料,寒武系地层与岩体的接触带也是铁矿成矿的有利部位。这也是本次工作的一个找矿方向。

(3)奥陶系下统(O₁)。上部为灰色中厚层状含硅质条带的白云岩,中部为灰色厚层至巨厚层状白云岩,下部为灰色薄层状局部夹中厚层状白云岩。与寒武系上统(ε₃)呈整合接触。主要分布于区域的西北及东南部,厚 200 m。

(4)奥陶系中统马家沟组(O₂)。灰色或深灰色厚层至中厚层状石灰岩,其中夹三层含白云质角砾状石灰岩。其下与奥陶系下统(O₁)呈整合接触。全区广泛出露。厚 575~715 m。

(5)石炭系上统(C₂)。本溪组,深灰色、灰色细砂岩及砂泥岩互层,夹薄煤层。其下与奥陶系中统呈假整合接触。零星出露于李珍至安林一线,以及留马、科泉等地。厚 20~35 m。

太原组主要为灰色砂岩及砂质泥岩夹石灰岩及煤层。其下与石炭系上统本溪组呈整合接触。零星出露于李珍安林一线,以及留马、科泉等地。厚 140 m。

(6)二叠系(P)。主要为灰色砂岩及灰色、紫色砂质泥岩、泥岩,底部含煤。其下与石炭系上统太原组成整合接触。出露于观台镇至水冶一带。厚 650 m。

(7)第四系(Q)。黄土、坡积及洪积砂砾岩。分布于全区较低凹的地区。厚 0~70 m。

4.3.3 区域构造

由于历经多次构造运动,使区内构造形迹较为复杂。基本构造形态为一向东倾斜的单斜构造,其

中发育有相互平行的平缓的背、向斜褶曲,以及平行于背、向斜的断裂,主要构造线为北北东、北东向、近南北向、局部发育有近东西向的断裂。

4.3.4 施工情况

钻孔为直孔,设计孔深420 m,由于地层破碎,钻孔结构为:Ø110-91-75 mm,孔深至45 m处下入Ø108 mm套管,孔深至110 m下入Ø89 mm套管,然后用Ø75 mm绳索取心钻进。冲洗液中加入优质泥浆粉、PAM、堵漏剂、护壁剂、CMC、NaOH等处理剂。钻至283 m时,岩粉增多,钻压升高,钻进阻力大,钻至303 m时钻压明显升高,严重挤钻。多次重复钻进,在287~291 m处钻进钻压升高,钻进阻力大。钻到304 m时,冲洗液突然全部漏失,出现缩径严重抱钻现象。对该段地层岩心观察分析,该段岩层为强风化闪长岩,经水浸泡后岩心变粗,砂状破碎。

用水泥多次封孔无效,后发生断钻杆事故报废一个钻孔。移位后重新钻进,钻到该层,冲洗液漏失后,钻孔就会缩径严重抱钻。

采取措施:先堵漏再用优质泥浆钻进。

采用堵漏剂加惰性材料充填堵漏,再用优质泥浆钻进。配比为:膨润土200 kg,CMC 1~3 kg,KHm 3~5 kg,防塌润滑剂10~15 kg,PHP 0.2~0.4 kg。泥浆性能:密度1.05~1.1 g/cm³,粘度23~28 s,pH值9,含砂量<1%,失水量5~8 mL/30 min,泥皮厚度<0.5 mm。

5 钻进缩径地层应注意的事项

5.1 合理选择钻进参数

5.1.1 钻压

由于缩径地层岩层普遍偏软,因而钻进时采用轻压,在3~5 kN之间选择,钻压过大,容易造成钻具堵塞,甚至由于进尺过快,岩粉多而造成埋钻事故。

5.1.2 转速

采取慢转速,慢进尺,谨慎穿过缩径地层,缩径地层钻进虽采取了护壁措施,如果出现缩径转速过

快时,易造成抱钻,甚至断钻具事故。转速一般在200~300 r/min。

5.1.3 泵量

缩径地层岩层软,产生的岩粉多,泵量小不能充分携带岩粉,孔内岩粉多,易造成埋钻事故。钻进时泵量一般在60~80 L/min。

5.2 合理选择钻速

要合理控制钻速,进尺要慢,钻进1~2 m时,要提钻重新钻进,反复几次,如果没有缩径时再继续钻进,一直穿过缩径地层。

5.3 冲洗液的维护

使用优质冲洗液要维护好,不能出现反复,否则会造成孔内事故,要及时测量泥浆性能,并认真记录,及时调整,保持泥浆良好性能,不得随意加水及泥浆材料。

6 结语

钻进缩径地层时,一定要了解岩层情况,采取正确的钻进措施,选择好泥浆配比,及早采取预防措施,进而预防孔内事故。

钻进时遇到缩径地层,不可冒进,有人说快速穿过缩径地层然后下套管钻进,如果一旦不能穿过,就只能报废钻孔,浪费人力财力。

缩径地层钻进都有预兆,仔细观察,认真记录,出现缩径征兆时,要及时采取措施,不能抱有侥幸心理,否则后悔莫及。

笔者希望本文总结的施工经验对其它矿区施工能有一定的借鉴作用,更好地为国家找矿服务。

参考文献:

- [1] 胡郁乐,张绍和. 钻探事故预防与处理知识问答[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2010.
- [2] DZ/T 0227-2010,地质岩心钻探规程[S].
- [3] 彭金灶. 马坑外围矿区ZK7924孔施工难点及对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):10-12,15.
- [4] 蒙鸿飞. 荆山矿区深孔多孔段漏失破碎地层的综合治理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):13-15.
- [5] 王扶志,张志强,宋小军. 地质工程钻探工艺与技术[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2008.