

豫东地区中深孔厚覆盖地层 钻探套管护壁和泥浆护壁效果对比

翟东旭

(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:阐述了河南省新蔡县焦庄铁矿预查钻孔施工工艺和河南省睢县煤矿预查太康县煤孔施工工艺,通过对比2个矿区施工的经验教训,分析了套管护壁和泥浆护壁在豫东地区的适应性。

关键词:钻探;超厚覆盖层;套管护壁;冲洗液护壁;豫东地区

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)08-0006-04

Comparison of Wall Protection with Casing and Mud for Medium-depth Hole Drilling in Thick Overburden Layer in the East of Henan/ZHAI Dong-xu (No. 1 Geological Team, Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450016, China)

Abstract: The paper describes the construction technologies of pre-exploration in Jiaozhuang iron mine and Suixian coalmine in Henan Province. By the comparison of the construction experiences in these 2 mines, analysis is made on the adaptability of wall protection with casing and mud in the east of Henan.

Key words: drilling; ultra thick overburden layer; wall protection with casing; wall protection with flushing fluid; the east of Henan

豫东地区第四系、第三系较厚,一般在700~1000 m之间,孔深多超过1000 m,且矿区地层非常复杂,存在着坍塌、缩径、涌水、流沙等层位,覆盖层与岩层接触地带非常破碎,许多钻孔因套管下不到位,在此处出现断钻杆或埋钻事故。钻孔护壁措施是否得当,是影响钻探效率和效果的关键,笔者通过在豫东地区施工的2个工程实例,谈谈这方面的经验体会,供同行们参考。

1 河南省新蔡焦庄铁矿钻孔施工

1.1 矿区概况

矿区位于河南省新蔡县东南30°左右,直距约12 km,行政区划隶属新蔡县顿岗镇管辖,交通便利。地处淮河流域,两省四市六县交界处,属于冲积平原,地势平缓,最大相对高差约20 m,一般相对高差2 m左右。地表水位埋深浅,水量充足,能满足矿山开采及日常生活用水要求。区内有22~35 kV高压电网和220 V低压照明电路,能满足矿山生产、生活需要。

1.2 矿区地层

从上至下主要有第四系、新近系、古近系、太古

界太华群,分述如下。

(1) 第四系粘土、亚粘土

岩性结构为紧密~中等的粘土、亚粘土、软~硬塑,厚度24.86~202.31 m,其间有粘土-砂互层。

(2) 新近系

该层在全新统以下43.67~265.58 m,岩性以亚粘土为主,次为亚砂土,结构疏散,粒度组成以粉粒为主,粘塑性相对较差,稳定性亦较差。

(3) 古近系砂与粘性土、砾石层(Q^{2+1})

由于4~7层砂与粘性土、砾石层组成,厚度464.61~538.35 m,砂性土以石英、长石为主,结构松散,局部粘性土含量较高,水下呈半饱和状,稳定性极差。泥灰岩固结程度较差,一般间有钙质粘土夹层,稳定性较差;钙质土胶结较差,遇水易膨胀,稳定性差。

粘性土主要为粘土、亚粘土、含钙质粘土,呈青灰~棕黄色,矿物成分以蒙脱石为主,少量伊利石、高岭土。结构较紧密,棱块状构造,粘塑性较强。遇水具一定的膨胀性,钻进中有缩径现象,稳定性较差。

砾石层多分布在基岩接触部位,厚度变化大,砾

收稿日期:2013-06-06

作者简介:翟东旭(1959-),男(汉族),河南洛阳人,河南省有色金属地质矿产局第一地质大队副队长,钻探工程专业,从事钻探技术与管理工,河南省郑州市经济开发区第八大街166号,zdx1959@163.com。

石成分为石英质,内有粘土、砂粒充填。滚圆度良好,钻进中采取率很低,稳定性差。

(4) 太古界太华群

由一套变质程度较深的结晶片岩、片麻岩组成。主要岩性为混合黑云斜长片麻岩、变粒岩、角闪石、含铁角闪石、含铁榴片岩、透辉石角闪石、含铁石英岩等。其上部 664.76 ~ 889.34 m, 平均厚度 44.75 m。岩心呈块状、碎块状,手捻即碎,力学强度极低。弱风化带中风化裂隙发育,构造裂隙因风化作用而扩张,矿物沿裂隙风化蚀变严重。岩心多呈块状、短柱状。其 RQD 平均值为 38.55%, 岩体质量指标为岩石破碎,下部岩层完整。

1.3 钻孔设计

本次工作设计钻孔 2 个,先施工 ZK001 钻孔,根据见矿情况再决定是否施工另外一个钻孔,ZK001 孔设计孔深 1400 m,终孔口径 75 mm,直孔。

1.4 主要钻探设备

1 台 XY-6B 型钻机,钻深 1500 ~ 2000 m,电动机 55 kW; 1 台 BW/250 型泥浆泵,泵压 7 MPa,泵量 250 L/min,电动机 15 kW; 1 套四角形钻塔,高 18 m; 1 台 1 m³ 立式搅拌机。

1.5 钻孔结构

钻孔结构的设计和选取根据实际情况来设计,一般而言,地层越复杂,孔越深,钻孔换径次数就越多,钻孔结构越复杂。根据该钻孔设计深度和以往施工经验,钻孔结构设计为:开孔采用 $\varnothing 133$ mm 口径,穿过 500 m 左右流沙层后下入 $\varnothing 127$ mm 套管;换用 $\varnothing 94$ mm 口径继续钻进,穿过 750 ~ 800 m 基岩接触带后下入 $\varnothing 89$ mm 套管;基岩采用 $\varnothing 77$ mm 口径绳索取心钻具钻至终孔。

预留 $\varnothing 113$ mm 作为备用口径,用 $\varnothing 94$ mm 口径无法施工时,采用 $\varnothing 113$ mm 口径扩孔。

1.6 钻进工艺及技术参数

1.6.1 钻进工艺

覆盖层不取心,采用 PDC 钻头单管钻进,为保证钻孔垂直度,采用钻铤加压。上部不取心,岩粉颗粒粗,易堵塞,在钻头内侧焊置钢筋并选用大水口钻头。进入基岩选用 $\varnothing 94$ mm 口径金刚石绳索取心钻进,下入 $\varnothing 89$ mm 套管后换用 $\varnothing 77$ mm 口径绳索取心钻具钻至终孔。

1.6.2 技术参数

上部采用钻铤加压,各种规格钻头钻进技术参数见表 1。

1.6.3 冲洗液技术

表 1 各种规格钻头钻进技术参数

孕镶钻头 直径/mm	钻压 /kN	转速 /(r·min ⁻¹)	泵量 /(L·min ⁻¹)
94	9 ~ 15	300 ~ 600	60 ~ 100
77	9 ~ 15	350 ~ 800	40 ~ 80
60	9 ~ 15		
133		100 ~ 500	90 ~ 130

覆盖层部位岩层不稳定,采用优质膨润土泥浆,NaOH、Na-CMC,加清水搅拌成泥浆,泥浆性能为:密度 1.10 ~ 1.18 g/cm³,粘度 18 ~ 28 s,泥皮厚度 1 ~ 2 mm, pH 值 8 ~ 9,第四系土层具造浆功能,要及时调整泥浆粘度。

基岩绳索取心钻进采用低固相或无固相冲洗液,加入广谱护壁剂、Na-CMC、聚丙烯酰胺、腐殖酸钾、高效润滑剂,加少许优质膨润土或直接加清水搅拌。泥浆性能为:密度 1.03 ~ 1.05 g/cm³,粘度 18 ~ 20 s,失水量 8 ~ 12 mL/min,泥皮厚度 0.3 ~ 0.5 mm, pH 值 8 ~ 9。现场沉淀池较小且循环槽较短,泥浆池只有 7 m³ 左右。

1.7 钻孔施工

2012 年 2 月 11 日钻机进场开始施工,开孔用 $\varnothing 60$ mm 普通钻杆、不取心 PDC 复合片钻头单管钻进,进展比较顺利,至 3 月 11 日孔深 570 m 时,遇到流砂层,由于没有采取预防措施,不能及时更换冲洗液。而且由于片面在追求进度,水泵又小,岩粉过多,没有及时清理,造成埋钻事故。用反丝钻杆反出 230 m 钻杆,反丝钻杆为 $\varnothing 50$ mm 普通钻杆,在反钻杆过程中由于扭矩过大发生断钻杆事故,考虑实际情况,决定不再处理,钻孔报废。

经地质技术人员同意,孔位沿勘探线向东移动 3 m 后重新开钻。冲洗液性能进行了调整,加大泥浆池、沉淀池,同时另外挖一个备用泥浆池,加长加宽循环槽,同时加强冲洗液的维护,经过 10 多天的努力,钻至孔深 466 m,下入 $\varnothing 127$ mm 套管,由于没有施工至预定位置,只得用 $\varnothing 113$ mm 口径复合片钻头单管钻进,钻进至孔深 755 m 时,到完整基岩,拟下入 $\varnothing 108$ mm 套管,但是套管没有到位,又没有采取其他护壁措施,钻孔坍塌,在扫孔过程中发生埋钻事故,钻孔又报废。

孔位沿勘探线向东又移动 3 m 开钻,孔深 565 m 时下入 $\varnothing 127$ mm 套管,换用 $\varnothing 94$ mm 口径复合片钻头单管钻进,孔深 755 m 时见完整基岩下入 $\varnothing 89$ mm 套管,然后换用 $\varnothing 77$ mm 口径绳索取心金刚石钻头钻进,钻进至 770 m 时又见破碎岩层(图 1),掉块严重,只得用水泥封孔,反复多次封孔,虽然耗时长,

但也取得了效果,孔深 990 ~ 1010 m 钻孔涌水(图 2),根据岩石判断,钻孔深度不会超过 1200 m,且钻孔没有大的隐患,就顶着涌水钻进,由于钻孔下部岩石掉块,而且一直涌水,钻进速度不快,一天进尺 10 m 左右,9月20日终孔,终孔深度 1115.72 m。



图1 破碎带岩心



图2 钻孔涌水

1.8 经验教训

由于钻机技术人员缺乏施工技术经验,导致钻孔出现多次事故,通过探讨总结,得出以下经验教训。

(1)要根据钻孔及地层情况选择合理的钻探设备。在覆盖层厚的地区施工,由于钻进速度快,岩粉要及时排出,必须选择大泵量泥浆泵,以减少孔内事故。在施工过程中,由于岩粉颗粒粗、数量大,使用小泵量泥浆泵导致孔底岩粉不能及时排出而发生埋钻事故。

(2)选择适合的冲洗液体系,满足钻孔护壁和携带岩粉要求,并及时维护调整冲洗液性能。前期施工只是用泥浆粉加 CMC 配置冲洗液,显然不能满足钻孔护壁要求,遇到流沙层又没有及时调整冲洗液性能,致使岩粉不能及时排除而发生埋钻事故。

(3)在该地区施工,由于覆盖层厚,下套管工作量大,比较适合肋骨钻头,加大钻孔口径,套管比较容易下到位。

(4)在该地区施工,各种管材材料要准备充分,

由于 $\varnothing 108$ mm 套管不到位,不能及时下入套管,又没有采取在钻孔内充满冲洗液护壁措施而导致钻孔缩径坍塌。

(5)尽量选用单根长度 9 ~ 10 m 的套管,以节省下套管的时间和接箍数量。下套管前需清孔,套管底部应加工木质中空锥形导正装置(俗称炮弹头),防止套管头切割不规则井壁而堵塞,造成套管中途停止无法到底。套管下放过程中如遇阻,宜小幅窜动直至自行下放。尽量避免大幅提高下冲造成井内压力“激动”失去平衡而坍塌,或因套管接箍断裂而前功尽弃。

(6)施工前不仅要有方案,更重要的要有预案,遇到异常情况时不要蛮干,按照预案有条不紊的进行。本钻孔遇有破碎、涌水地层,虽然施工方案已经有预案,但是由于施工人员太操之过急,过早下入 $\varnothing 89$ mm 套管,而不能很好地做到套管护壁,最后不得反用水泥封孔,浪费人力物力,钻孔能够终孔只能是一种幸运。

2 河南省太康县煤孔施工

2.1 矿区概况

本区地处豫东平原,东距商丘市 50 km,西距郑州市 140 km,交通便利。属淮河流域,平均海拔为 55 m,区内居民集中,水源充足,电力资源丰富。

2.2 矿区地层

本区地层由上至下为第四系、新近系、二叠系上统上石盒子组、二叠系下统山西组和下石盒子组、太原组、石炭系上统本溪组和奥陶系中统马家沟组。

(1)第四系由灰黄、土黄色亚砂土夹灰黄、褐黄色亚粘土、粘土组成,平均厚度 70 ~ 160 m;

(2)新近系由土黄、灰黄、棕黄亚粘土、粘土夹砂层透镜体组成,富含大小不一的砾石与姜结石,砂层 5 ~ 10 层,砂层松散,单层厚度大,粒度粗,泥质含量少,平均厚度 400 ~ 900 m;

(3)二叠系上统上石盒子组由灰绿色、灰色、紫花色泥岩、砂质泥岩、砂岩、煤线组成,地层厚约 200 ~ 450 m;

(4)二叠系下统山西组和下石盒子组由泥岩、铝土泥岩、砂岩、粉砂岩与煤层组成,平均厚度 260 ~ 486 m;

(5)太原组由薄 ~ 中厚层状石灰岩、泥岩、砂质泥岩、砂岩组成,平均厚度 135 ~ 142 m;

(6)石炭系上统本溪组由灰 ~ 深灰色砂质泥岩、泥岩、铝土质泥岩或铝土岩和紫花色铝土泥岩组

成,平均厚度 16 ~ 23 m;

(7)奥陶系中统马家沟组为浅灰、灰色隐晶质~细晶质中厚~厚层状石灰岩,平均厚度 22 ~ 52 m。

2.3 钻孔设计

钻孔 ZK16801 设计孔深 1495 m,终孔孔径 91 mm,直孔。

2.4 主要钻探设备

1 台 TXJ-1600A 型钻机,钻深 1600 m,电动机 55 kW;1 台 NBB-260/7 型泥浆泵,泵压 7 ~ 10 MPa,泵量 250 L/min,电动机 45 kW;1 套 A 形钻塔,高 18 m;1 台 1 m³ 立式搅拌机。

2.5 钻孔结构

本钻孔结构设计比较简单,开孔用 $\varnothing 113$ mm 口径,刮刀式硬质合金钻头,钻进到稳定地层后换用 $\varnothing 98$ mm 高肋骨复合片钻头钻进,遇到硬基岩换用 $\varnothing 95$ mm 金刚石钻头钻进直至终孔。

2.6 冲洗液技术

矿区地层上部第四系粘土层具有自动造浆功能,相对比较稳定,中间含有流沙层、缩径地层,而且地下水比较丰富。在冲洗液中加入优质膨润土、火碱、腐殖酸钾、141 等,冲洗液性能为:密度 1.10 ~ 1.18 g/cm³,粘度 20 ~ 28 s,泥皮厚度 1 ~ 2 mm,pH 值 8 ~ 9。现场有施工经验丰富的泥浆技师全程跟踪指导。施工场地修得比较平整,泥浆池 2 个 20 m³ 左右,一个随时备用,冲洗液已经配置好,有需要马上可以投入使用(如图 3、图 4 所示)。循环槽、沉淀池布局合理(图 5、图 6),根据地层情况及时调整冲洗液粘度、pH 值,以确保钻孔正常施工。



图 3 正在使用的泥浆池

2.7 钻孔施工

2012 年 7 月 17 日开钻,采用钻铤加压,钻铤长度一般不低于 30 m。从开孔进展一直比较顺利,钻至 778 m 换用 $\varnothing 98$ mm 口径复合片钻头钻进,8 月 9 日孔深 1156 m,见完整基岩,换用 $\varnothing 96$ mm 金刚石



图 4 备用泥浆池



图 5 循环槽



图 6 沉淀池

钻头单管钻进,由于钻孔较深,每次取心都要提钻,提下钻时间为 15 h 左右,浪费很大的人力物力,每天进尺不超过 8.0 m,最后 200 多米将近 1 个月才完成,于 2012 年 9 月 5 日终孔,终孔深度 1394.96 m。

2.8 经验教训

(1)本钻孔施工很好地利用了冲洗液的护壁携带岩粉性能,做到了及时测试调整冲洗液性能,无论泥浆池、沉淀池、循环槽,还是对冲洗液的维护都做得非常合理。

(2)开孔口径在地质要求的基础上宁大勿小,要预留空间,以防出现孔内事故。但本钻孔施工全靠冲洗液护壁,不用套管护壁,这种钻探工艺是值得

(下转第 17 页)

3 结论

确定了云南腾冲科学钻探废弃钻井液固化处理技术分为2个阶段进行,先絮凝破胶再把固体部分固化,优选出絮凝破胶实验的最佳条件为1 mol/L的HCl 3% + PAC 7000 mg/L + PAM 180 mg/L,经过滤后的固体部分进行固化处理,优化出的最佳固化配方为水泥45% + 粉煤灰30% + 石灰4% + 硅酸钠2%。

过滤产生的滤液及最终固化物浸出毒性实验表明,滤液和固化体浸出液均达到《国家污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996)一级标准。

参考文献:

- [1] 杨经绥,许志琴,汤中立,等. 大陆科学钻探选址与钻探实验[J]. 地球学报,2011,32(1):84 - 112.
- [2] 吴焯,王雯璐. 钻探工程废弃钻井液处理技术及进展[J]. 探矿

工程(岩土钻掘工程),2013,40(3):14 - 16.

- [3] 赵雄虎,王凤春. 废弃钻井液处理研究进展[J]. 钻井液与完井液,2004,21(2):43 - 48.
- [4] 张炜,刘振东,刘宝锋,等. 油基钻井液的推广及循环利用[J]. 石油钻探技术,2008,36(6):34 - 38.
- [5] Hailey B W, Keck R G, Smith M B, et al. On-site fracturing disposal of oilfield-waste solids in Wilmington field, California [J]. Old Production & Facilities, 1999,14(2):83 - 87.
- [6] 刘晓辉,许毓,张晓飞,等. 钻井废液的固液分离工艺与设备[J]. 油气田环境保护,2011,21(2).
- [7] 杨星. 废弃钻井液固液分离技术研究[J]. 钻井液与完井液,2004,21(3):19 - 22.
- [8] 朱丽,陈瑜,岳莲,等. 高浓度钻井废泥浆处理工艺的试验研究[J]. 环境工程,2009,27(6):94 - 97.
- [9] 宋明全,蔡利山,刘四海. 钻井废浆液固化剂HB-1的研制与应用[J]. 石油钻探技术,2001,29(3):53 - 55.
- [10] 潘宝凤,兰林,李尚贵,等. 废弃钻井液的固化烧结与再利用研究[J]. 钻井液与完井液,2011,28(001):66 - 68.
- [11] GB 8978 - 1996,污水综合排放标准[S].

(上接第5页)

非合理钻进工艺方法的影响。因此,获得高强度特深孔绳索取心钻杆的应用结论较晚,有时形成共识也难,尚未对本文提出的方案形成有力支撑。同时,因主题和篇幅限制,本文不涉及小直径特深孔绳索取心钻杆研究、试验和应用,仅述及绳索取心钻进口径系列及钻柱方案等相关内容,期望国内钻探专家、一线技术人员广泛参与,进一步论证。

参考文献:

- [1] 汤凤林,加里宁 A Г,段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社,2009.

- [2] 陈师逊,翟育峰,王鲁朝,等. 西藏罗布莎科学钻探施工对深部钻探技术的启示[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(11).
- [3] 张伟,贾军,胡时友. 汶川地震科学钻探项目的概况和钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1).
- [4] 高富丽,刘跃进,张伟. 我国地质钻探技术装备现状分析及发展建议[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(1).
- [5] 张晓西,杨甘生,朱永宜,等. 大口径硬岩钻探技术在中国大陆科学钻探工程中的应用[J]. 探矿工程,2003,(1).
- [6] 肖红,孙建华,等. XJY950 高强度绳索取心钻杆用精密无缝钢管的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(5).
- [7] 孙建华,张永勤,梁健,等. 深孔绳索取心钻探技术现状及研发工作思路[J]. 地质装备,2011,(4).
- [8] И. С. 阿发纳耶夫,等. 鄞泰宁译. 地勘钻探手册[M]. 俄罗斯圣彼得堡:圣彼得堡出版社,2000.

(上接第9页)

推荐的。

(3)全孔用普通单管钻进,采取率较低,用粘度高、固相含量高的冲洗液不适合用双管钻进或者绳索取心钻进,遇到难取心地层只能少进尺或者补采措施。本钻孔基岩地层只有200多米,如果基岩厚度大,用普通单管钻进就会浪费人力,进尺也会很慢。

3 心得体会

在厚覆盖层地区施工,要充分了解地层特点,施工前编制好施工方案和预案;根据地层特点和钻孔设计,选择合理的设备机具;根据施工需要,各种管材、材料要准备及时充分,不能因此影响施工,甚至

引起孔内事故;选择合理的冲洗液体系,及时维护和调整冲洗液性能;探索选择符合当地特点的施工工艺,保证钻孔质量,减少孔内事故,提高钻探效率。

参考文献:

- [1] 郭保铎,张波,张涛,等. 榆横矿区赵石畔井田勘探钻探施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):17 - 19,23.
- [2] 姚彤宝,张春林,刘晓刚. 大口径绳索取心钻具在特厚软煤中的取心应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):25 - 28.
- [3] 孙宗席. 甘肃文县阳山矿区复杂地层用冲洗液研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(12):32 - 35.
- [4] DZ/T 0227 - 2010,地质岩心钻探规程[S].
- [5] 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.