

# 河南新蔡焦庄铁矿区预查 ZK001 孔 超厚覆盖层钻进技术

张东兴

(河南省有色地质矿产局第一地质大队,河南 郑州 450016)

**摘要:**河南新蔡县焦庄铁矿区 ZK001 钻孔在厚大覆盖层施工中因粘滞卡钻事故,导致钻孔报废。重新开孔后,吸取前期事故教训,更换适合地层的设备,采用优质泥浆,改进施工工艺,采取有效措施,于孔深 1115.72 m 时,达到地质目的而终孔,各项技术指标优秀。从钻孔结构、钻进方法、冲洗液性能等方面进行了分析,简述了施工中出现的问题及应对措施。

**关键词:**钻探设备;钻孔结构;冲洗液;绳索取心;套管护壁;焦庄铁矿

**中图分类号:**P634.5   **文献标识码:**B   **文章编号:**1672-7428(2013)12-0047-03

**Drilling Technology of Over-thick Overburden Layer Drilling in Pre-detecting Hole in Henan/ZHANG Dong-xing**  
(No.1 Geological Team, Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Zhengzhou Henan 450016, China)

**Abstract:** A drill sticking accident caused ZK001 borehole abandonment in Jiaozhuang iron ore area of Henan, the construction technology was improved by using proper equipment and high-quality mud, the final hole with depth of 1115.72m was reached with good technical indexes. Analysis is made on the borehole structure, drilling methods and properties of flushing fluid; the problems appeared in the construction and the countermeasures are briefly discussed.

**Key words:** drilling equipment; borehole structure; flushing fluid; wire-line core drilling; wall protection with casing; Jiaozhuang iron ore

## 0 前言

新蔡县焦庄铁矿区位于河南省鲁山—舞阳—新蔡重要成矿带的东部黄淮海平原的凹陷部位,根据区域钻探资料,勘查区覆盖层厚度约 680~750 m。20 世纪 70~80 年代在该区钻探施工时,受钻探施工装备、钻进工艺和泥浆技术的制约,钻孔成功率低、质量较差,严重影响了对该区铁矿床的评价。随着钻探施工技术装备和工艺水平的提高,在超厚覆盖层钻进、风化裂隙带钻进、硬岩层钻进等方面取得了一定的技术进步。本文总结河南省新蔡县焦庄铁矿区 ZK001 孔施工中采取的措施及取得的成果,以便与同行商榷。

## 1 勘查区域地层概况

区域上勘查区地层由第四系、新近系和中元古太华群铁山庙组地层组成,其岩性与厚度分述如下。

第四系(Q)岩性主要为粘土、粉质粘土和粉细砂,局部夹砂砾层,厚 710~758 m。上部全新统(Q<sub>4</sub>)岩性为粘土、粉质粘土夹砂层,粘土中粘粒含

量约 65%,粉粒含量 10%~30%。中部上更新统(Q<sub>3</sub>)岩性以粉质粘土、钙质粘土为主,次为细砂土,结构松散。下部中-下更新统(Q<sub>2+1</sub>)由砂、粘土组成,粘性土矿物成分以蒙脱石为主,含少量伊利石、高岭土。遇水具一定的膨胀性,水敏性强。

新近系(N)由砂岩、砂砾岩、砂质泥岩和砾石层组成,该层厚 30~60 m。砾石层多分布在基岩接触部位,厚度变化大,砾石磨圆度好,粒径 2~5 cm,含量 20%~25%;砾石成分为砂岩、灰岩、花岗岩,由粘土、砂砾充填,胶结松散。新近系地层与下伏的铁山庙组地层呈不整合接触,钻进该层易漏失。

太华群铁山庙组(Ar<sub>1</sub>)由一套变质程度较深的结晶片岩、片麻岩组成。岩性为混合黑云斜长片麻岩、变粒岩、含铁角闪石岩、含铁榴片岩、透辉石角闪岩、含铁石英岩等,为勘查区的主要含矿层位,层顶埋深 750~800 m。

## 2 岩石物理力学性质及可钻性

根据勘查区地层分布、岩性和埋藏深度,钻探地

收稿日期:2013-06-04;修回日期:2013-10-23

作者简介:张东兴(1971-),男(汉族),辽宁朝阳人,河南省有色地质矿产局第一地质大队探矿工程院院长、工程师,钻探工程专业,从事钻探生产技术和管理工作,河南省郑州市经开区第八大街 166 号,zdxding88129@sina.com。

层主要为松散覆盖层、基岩接触风化层破碎带、混合黑云斜长片麻岩、变粒岩、含铁角闪石岩、含铁榴片岩、透辉石角闪岩、含铁石英岩等。

第四系超厚覆盖层结构松散,中下更新统以蒙脱石为主的粘土矿物,水敏性强,遇水膨胀,易造成粘钻事故,造浆强,易改变泥浆性能。

新近系底板与铁山庙组接触带,风化破碎严重,易涌水、漏失,造成钻孔垮塌,导致埋钻事故。

太华群铁山庙组地层是一套变质程度较深的变质岩系,岩石软硬不均,涌漏现象时有发生。

根据勘查区岩层、岩性,区内各类岩石的可钻性和完整度见表1。

表1 矿区岩石可钻性及完整度

岩石名称	岩石可钻性	岩石完整度	漏失情况
覆盖层	1~3	结构松散	不漏失
新近系岩层	2~5	较完整	轻微
风化接触带	3~5	破碎	涌水、漏失
黑云斜长片麻岩、透辉石角闪岩	5~7	较完整、完整	中等
变粒岩、含铁石英岩	7~9	完整	轻微

### 3 第一次施工情况

#### 3.1 地质设计

2012年初,为验证新蔡县焦庄地区磁异常,地质部门设计一个孔深1200m的磁异常验证孔(直孔)。为保证岩矿心采取率并配合测井工作,要求采用金刚石绳索取心钻进工艺,终孔口径 $\leq 75$ mm,铁山庙组岩层岩心采取率 $\leq 80\%$ 。

#### 3.2 施工技术装备与钻孔结构设计

为保证1200m钻孔的顺利施工,采用HXY-5A型钻机,BW250型泥浆泵,HCX-18管子塔,覆盖层钻进采用 $\varnothing 60$ mm外丝钻杆,基岩钻进采用 $\varnothing 71$ mm绳索取心钻杆。覆盖层钻进采用低固相泥浆,基岩层采用乳状液。

采用三级钻孔结构,开孔 $\varnothing 133$ mm口径,下20m $\varnothing 108$ mm套管作为表层管;第四系、新近系地层采用 $\varnothing 94$ mm口径,计划下入 $\varnothing 89$ mm技术套管进入铁山庙组地层10m;其下采用 $\varnothing 77$ mm口径,正常钻进至终孔。

#### 3.3 施工情况

本孔施工中按照常规的技术工艺,在超厚覆盖层钻进过程中,注重了钻孔弯曲的防治,而忽视泥浆性能与维护与调节。当在中下更新统地层钻进时,片面地强调了钻进速度,以致进入到泥浆中的蒙脱石成分水化造浆,使泥浆的粘度和密度迅速提升,环

状空间内流动阻力增大,BW250型泥浆泵在压力增大的情况下,泵量调减,造成井内冲洗液工况恶劣,钻至530m处发生粘滞卡钻。用100t强力拔管器处理3天仍无法解卡,其后在处理事故时重复发生井内事故,以致钻孔报废。

### 4 第二次施工技术设计

鉴于第一次施工因粘钻事故导致钻孔报废的教训,在征得地质部门同意的情况下,移孔1.0m重新施工。

#### 4.1 钻探施工设计

根据以往其他类似矿区的施工经验,钻孔结构拟采用较大口径开孔,多级钻进,采取多层套管护壁的方案(参见表2)。

表2 钻孔结构设计

孔段/m	钻孔口径/mm	套管口径/mm	套管长度/m	备注
0~20	150	146	20	硬质合金普钻
20~600	133	127	600	硬质合金普钻
600~700	114	108	700	硬质合金普钻
700~750	96	89	750	技术套管
>750	77		裸孔测井	金刚石绳索取

表层套管下入深度仍为20m,以下用复合片钻头+扶正钻具+钻铤+ $\varnothing 60$ mm普通钻杆钻进厚大覆盖层,深度约700m进入铁山庙组地层后,下 $\varnothing 108$ mm套管,然后换径用 $\varnothing 96$ mm绳索取心工艺钻进至完整基岩下 $\varnothing 89$ mm技术套管。其下采用 $\varnothing 77$ mm口径的绳索取心钻进工艺,正常钻进至终孔。

#### 4.2 泥浆性能与维护

为提高超厚覆盖层钻进效率和成孔质量,换用了流量更大的BW320H型泥浆泵,选用山东昌邑产非开挖钻井专用钠土,针对不同地层采用不同的泥浆配方。

针对第四系粘土层造浆严重,泥浆固相含量和粘度增加迅速的特点,采用腐植酸钾泥浆。制备1m<sup>3</sup>腐植酸钾原浆,加粘土粉20kg,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>2kg,腐植酸钾8kg,Na-CMC0.8kg,广谱护壁剂10kg。泥浆性能:密度1.15~1.20g/cm<sup>3</sup>,粘度20~25s,失水量4~10mL/30min,pH值8~9。钻进过程中根据上返泥浆的粘度,及时添加腐植酸钾水溶液,以控制泥浆中固相含量和粘度。

钻进新近系砂岩、砂砾岩、砂质泥岩等地层时,采用不分散低固相泥浆。制备1m<sup>3</sup>泥浆,加粘土粉30~40kg,Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>1~2kg,水解聚丙烯酰胺0.2

kg,聚丙烯酸钙 0.2 kg。泥浆性能:密度 1.02 g/cm<sup>3</sup>,粘度 18~20 s,失水量 <20 mL/30 min。

钻进新近系底板与铁山庙组接触带(地层特性是风化破碎严重,易涌水、漏失)采用纳鞣甲基纤维素泥浆。制备 1 m<sup>3</sup>的泥浆,加粘土粉 150~200 kg,纯碱 5~10 kg,Na-CMC 6 kg。泥浆性能:密度 1.3 g/cm<sup>3</sup>,粘度 30~40 s,失水量 <8 mL/30 min。

进入铁山庙组完整的黑云斜长片麻岩后,及时下入套管,用清水逐步稀释泥浆,换用 PAM 水溶液正常钻进。

为保持泥浆的性能,利用施工场地较为平坦的地形条件,设置了 3 个泥浆沉淀池,将循环槽的长度由原来的 15 m,增加到 30 m,定期清除沉淀物,保持泥浆性能。

## 5 施工中出现的問題及应对措施

移孔之后基本按照设计进行施工,上部较为顺利,实际钻孔结构见表 3。

表 3 实际钻孔结构

孔段/m	钻孔口径/mm	套管口径/mm	套管长度/m	备注
0~20	150	146	20	
20~465	133	127	465	
465~530	114	108	530	
530~755	96	89	755	金刚石绳索取心
755~1115.72	77			金刚石绳索取心

### 5.1 二次施工中出现的新問題及应对措施

(1) 由于有了上部 465 m 套管护壁,在换用 Ø110 mm 口径钻进后较为顺利。至 716 m 时取上完整黑云斜长片麻岩,拟下 Ø108 mm 套管。不料由于供货厂家推迟交货时间一个星期,造成局部井段坍塌,在扫孔过程中发生钻杆接头开裂脱扣事故。因耗时较长下部埋钻,只得反出套管内钻杆,用 Ø114 mm 在 480 m 进行侧钻绕过事故头,至 530 m 处侧钻成功,并及时下入 Ø108 mm 套管隔离事故头,后换 Ø96 mm 口径钻至 755 m(完整基岩),下入 Ø89 mm 套管后换 S75 mm 金刚石绳索取心钻进。

(2) 在 790~830 m 之间遇破碎蚀变带,井内掉块严重,井壁严重超径,且上钻后再下钻需重复扫孔,由于受 Ø89 mm 套管限制,只好采取分段用高标号水泥(P. O42.5)多次封孔护壁。虽耗时较长,但实际效果良好。

(3) 在下部施工中于 970~1010 m 之间遇涌水层(图 1),流量约 200 L/min,水温 35℃。因此影响内管投送,涌水稀释冲洗液导致回转阻力增大,对施

工难度及进度造成了一定影响。施工至孔深 1115.72 m 时,因已达地质目的,经地质技术人员同意终孔。



图 1 钻孔涌水照片

### 5.2 操作技术

(1) 不同的覆盖层采用不同类型的泥浆,强化泥浆后期管理,如配备泥浆净化系统效果更佳。

(2) 选用合理的钻孔结构,钻进压力不宜过大,粗径钻具上端配钻铤较好,以控制钻孔弯曲度。

(3) 下套管前需清孔,套管底部应加工木质中空锥形导正装置,以利于套管沿井壁下放,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。

(4) 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,以免造成井内压力增大失去平衡而坍塌,或因套管接箍断裂而前功尽弃。

(5) 尽量选用单根长度 9 m 的套管,以节省下套管的时间和接箍数量。要提前准备好下级套管,避免不必要的待料时间。

(6) Ø110 mm 口径尽量钻至完整基岩后,在 Ø108 mm 套管内下 Ø89 mm 技术套管,为下一步施工预留 Ø91 mm 口径。

(7) 遇失水性砂层时应在泥浆中加入 CMC 等降失水剂,且上钻过程中应控制提升速度,避免钻具抽吸压力过大,并及时向井内补充泥浆,以利于井内压力平衡。

(8) 选用强度高的钻具,以免因钻具断裂、脱扣等事故造成无法挽回的损失。

## 6 施工效果

终孔磁测井工作完成后,孔内多层套管重叠部分全部用反丝钻杆反出,总长约 1100 m,丝扣完好,可重复利用。

(下转第 53 页)

眼轨迹,7口井最近距离为5.1 m,防碰效果良好,证明AT9井区丛式井组井口间距选择8 m是可行的(如图2所示)。由于丛式井采用一字形双排排列,钻台坡道会挡住已钻井口,无法实现钻采同步,平台布局和井口排列上仍有进一步优化的空间。

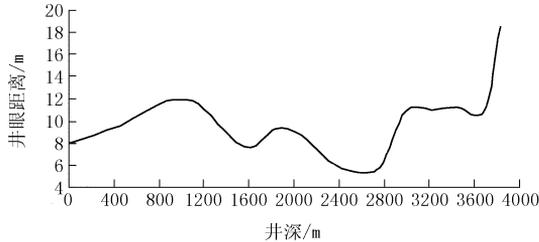


图2 丛式井最近井眼距离分布曲线

AT9井区丛式井相比单井布井,总进尺增加了1269.35 m,钻井总成本增加了559.48万元,钻前费用节约了1583.84万元,建井总费用节约了1293.86万元。该井组距最近集输站7.5 km,采用丛式井可节约管线铺设及燃气管线费用269.5万元,考虑到后期综合管理及环境保护等带来的潜在效益,采取丛式井还会长期节约相应的人力、物力投资。

## 5 结论与认识

(1)丛式井钻井技术在塔河油田AT9井区的首次试验成功,为自然保护区或沙漠腹地等特殊环境油田的开发提供了新思路,较好地解决了井区环保要求高、征地困难、开发管理不便等难题。

(上接第49页)

经专家验收,各项技术指标评定为优,经济指标评定为合格,综合评定该孔为合格孔。

## 7 经验与体会

覆盖层可钻性级别低,土层物理力学性质变化大。砂层钻进过程中,易发生钻孔超径、孔壁坍塌,泥浆含砂量高,极易出现埋钻和断钻事故;粘土层钻进时粘土质成分造浆严重,固相含量高,泥皮厚,极易造成钻孔缩径。由于覆盖层厚度大,钻进时间长,极易造成粘卡钻、断钻、挤夹钻具等事故和孔斜超标等质量缺陷。

为此在超厚覆盖层施工中,要全面了解掌握区域地层特点,优化钻孔设计,确定技术套管的下入深

(2)直井段防碰是丛式井的关键问题,该井组综合考虑平台面积、井眼数量和布局、钻井工艺等多方面要求,优化井距为8 m,避开防碰危险方位,采用MWD随钻监测等方法,较好地控制了直井段井斜,满足了防碰要求。

(3)一般情况下,丛式井在平均井眼深度、平均钻井周期和钻井费用上高于单井布井,但在钻前和集输等环节上会节省大量的时间和费用,后期综合管理和环境保护方面也存在较大的潜在效益,综合开发效果优于单井布井。

## 参考文献:

- [1] 张富成,王卫忠,扈东勇,等.苏里格气田丛式井钻井技术及应用[J].石油钻采工艺,2009,31(4):36-39.
- [2] 李文飞,朱宽亮,管志川,等.大型丛式井组平台位置优化方法[J].石油学报,2011,32(1):32-36.
- [3] 史玉才,管志川,陈秋炎,等.钻井平台位置优选方法研究[J].中国石油大学学报(自然科学版),2007,31(5):44-47.
- [4] 闫铁,徐婷,毕雪亮,等.丛式井平台井口布置方法[J].石油钻探技术,2013,41(2):13-16.
- [5] 胡中志,徐小峰,侯怡,等.基于概率分析的密集丛式井组造斜窗口确定方法[J].石油钻采工艺,2011,33(1):23-26.
- [6] 刘刚,陈超,蔡鹏,等.井眼防碰监测技术在南海油田W9H的应用[J].科学技术与工程,2012,12(26):6601-6604.
- [7] 董明键,肖新磊,边培明.复合钻井技术在元坝地区陆相地层中的应用[J].石油钻探技术,2010,38(4):38-40.
- [8] 王立锋,王杰东,冯纪成,等.塔河油田超深定向井KCl-阳离子乳液聚磺钻井液技术[J].石油钻探技术,2012,40(3):73-77.
- [9] 范落成,杨兴福,王华,等.阳离子乳液聚合物钻井液在页岩气井的应用[J].石油钻探技术,2012,40(4):38-42.

度;借鉴石油钻井工艺,采用PDC或牙轮钻头钻进,加长扶正器(或粗径钻具),钻铤加压保直;维护好泥浆性能,抑制粘土质成分水化造浆,控制泥浆性能,防治缩径、粘钻、超径、坍塌等孔内事故;优化钻进技术参数,快速钻进,及时下入技术套管。

## 参考文献:

- [1] 司百堂,张录星.内生金属矿深孔钻探技术与管理[A].突出主业 拓宽实业 发展辅业 致富家业—2009年学术研讨会论文集[C].北京:地质出版社,2010.
- [2] 屠厚泽.钻探工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1988.
- [3] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.
- [4] 曾祥熹.钻孔护壁堵漏与减阻[M].北京:地质出版社,1981.
- [5] 王文臣.钻孔冲洗液与注浆[M].北京:冶金工业出版社,1996.