

松软煤系地层深孔绳索取心钻探实践

张元清, 孟庆伟, 颜廷福, 刘兴福

(吉林省第五地质调查所, 吉林 长春 130061)

摘要:长春市高家窝棚—双泉眼矿区为松软煤系地层,采用绳索取心液动冲击回转钻进方法,选择加大钻孔孔壁与钻杆环状间隙的钻孔结构;经实验选择以粘土、共聚物、植物胶、铵盐、腐植酸钾、磺化沥青、聚丙烯酸钾等材料配制的冲洗液,并加强冲洗液的日常维护管理;配备离心式除泥机;套管丝扣连接处涂抹松香(粘结剂),并用薄钢板焊接补强丝扣连接处,防止套管脱扣等技术措施,成功地完成了2个深孔的钻孔施工,终孔深度分别为1112.45 m(ZK6405孔)和1359.95 m(ZK3201孔),岩心采取率达到100%,煤心样品没有燃烧破坏现象,较好地满足了地质的要求。

关键词:松软煤系地层;深孔;绳索取心液动冲击回转钻进;大钻孔环状间隙;防水敏冲洗液;离心式除泥机;套管

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)11-0038-03

Practice of Wire-line Coring Drilling in Soft Coal Measure Strata/ZHANG Yuan-qing, MENG Qing-wei, YAN Ting-fu, LIU Xing-fu (Jilin Fifth Geological Institute, Changchun Jilin 130061, China)

Abstract: The drilling construction of 2 deep holes was completed in a mining area of Changchun, which was in soft coal measure strata. The paper introduces the used construction method of wire-line coring with hydraulic percussive-rotary drilling and enlarged annular clearance between borehole wall and drill pipe was selected. The flushing fluid with material compounding of clay, copolymer, plant gum, ammonium salt, potassium humate, sulfonated asphalt and potassium polyacrylate was determined by experiments; daily maintenance management of flushing fluid was strengthened and equipped with centrifugal mud removal machine. The casing thread connection were smeared with rosin (as plastering agent) and welded with thin steel sheet to prevent casing thread releasing. The final hole depth were 1112.45m (ZK6405) and 1359.95m (ZK3201) respectively with 100% core recovery. Coal core samples were not damaged by combustion, the geological requirement was met.

Key words: soft coal measure strata; deep hole; wire-line coring with hydraulic percussive-rotary drilling; annular clearance between borehole wall and drill pipe; flushing fluid for water sensitive control; centrifugal mud removal machine; casing

松软煤系地层深孔钻探难度较大,2014年我所在长春市九台区卡伦矿区采用绳索取心液动冲击回转钻进方法,较为顺利地完成了2个较深的钻探孔,终孔深度分别为1112.45 m(ZK6405孔)和1359.95 m(ZK3201孔),岩心采取率达到100%,煤心样品没有燃烧破坏现象,较好地满足了地质的要求。

1 矿区地层概况

该矿区位于长春市九台区卡伦湖镇境内,属松辽平原南缘,地貌形态属河间地块型,为山前倾斜平原雾开河西部地块。区域上出露的地层为第四系、白垩系的泉头组和营城组。

第四系主要以植被土,劣质粘土为主。

泉头组主要以上部棕红色泥岩与灰色粉砂岩、粉细砂岩等,中部灰色细砂岩、粉砂岩与棕红色泥岩互层,下部紫红色泥岩与灰绿色粉砂岩互层。

营城组主要以上部浅灰白色泥岩、灰—灰黑色泥岩、粉砂质泥岩、砂岩不等厚互层,下部灰黑色泥岩、炭质泥岩、炭质页岩、薄煤层、泥质砂岩互层。其中砂岩泥质含量高,泥岩遇水膨胀,属水敏性地层。

2 钻探施工难点

该矿区主要为煤系地层,地层松软,遇水膨胀,局部破碎,深孔钻探时间长,许多煤矿钻探队多采用60外丝锁接手钻杆提钻取心钻进方法,而频繁的提下钻具对松软地层孔壁破坏作用非常大,孔壁超径现象严重,随之坍塌、掉块现象频发,钻杆折断事故经常发生,不得以配备钻铤孔底加压,使孔内钻杆处于减压状态,减少钻杆弯曲,降低对孔壁的破坏作用和钻杆折断现象,但还是避免不了事故的发生,而且钻探效率低下,钻月进尺平均仅350 m左右,在岩心采取率和煤矿层取心等方面都难以保证质量要求,

很难顺利完成一个超千米的钻孔。而采用绳索取心钻进方法,由于孔壁与钻杆环空间隙小,松散地层的大颗粒岩粉不易排出,细小颗粒岩粉进入冲洗液中分离困难,造浆现象严重,钻杆内壁极易结皮,冲洗液性能变坏,导致孔壁超径,超径后,绳索取心钻杆因刚性强比常规钻杆更易折断,难于处理。另外,深孔钻进由于取心时间长,钻杆长时间静止在孔内,在冲洗液密度大时还易发生钻杆与孔壁粘卡(吸附卡钻)现象。

3 钻探工艺及技术措施

针对以往提钻取心钻进方法的不利局面,我们采用了绳索取心钻进方法,为保证绳索取心钻进方法的顺利实施,从钻孔结构、冲洗液类型和配方、技术措施等方面着手,较好地解决了松软煤系地层绳索取心问题。

3.1 施工设备的选择

根据钻孔设计深度在 1500 m 以浅,以及本单位现有设备情况,选用主要设备有 XY-5 型钻机;BW-250 型泥浆泵;SG-23 型四角管塔;LW-400 型离心式除泥机;JQ-190-2 型旋流除砂器等。

3.2 钻孔结构

根据以往施工经验,松软地层采用绳索取心钻进方法,须加大钻孔孔壁与钻杆环状间隙具体的钻孔结构见图 1。

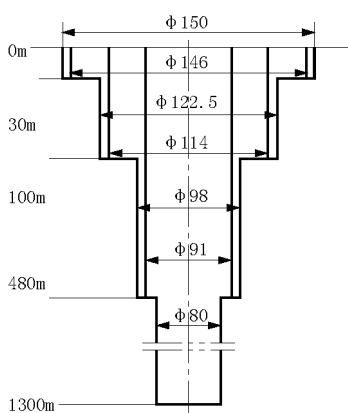


图 1 钻孔结构图

0~30 m 第四系地表土层,采用 $\Phi 150$ mm 硬质合金钻头开孔,下入 $\Phi 146$ mm 套管,再用水泥封固;30~110 m 泉头组上部,采用 $\Phi 122$ mm 金刚石绳索取心钻进(PQ),下入 $\Phi 114$ mm 套管;110~480 m 泉

头组下部,采用 $\Phi 98$ mm 金刚石绳索取心钻进(HQ),下入 $\Phi 91$ mm 反丝套管(内径为 82 mm);480 m 至终孔采用 $\Phi 80$ mm 金刚石绳索取心钻进(NQ)。需要说明的是,在施工 ZK6405 孔时,由于 NQ 选择钻头外径是 80 mm,而钻杆外径是 71 mm,钻杆与孔壁环状间隙为 4.5 mm,施工中泵压始终保持在 4 MPa 以内,钻进正常,未使用除泥机。而在施工 ZK3201 孔时,由于第一次下入 $\Phi 91$ mm 套管出现问题,改用 $\Phi 89$ mm 套管,钻头外径被迫改为 77 mm,导致钻杆与孔壁环状间隙减少到 3.0 mm,孔深 800 m 以后,由于地层中泥质成分多,冲洗液固相含量增多,泵压高,被迫使用除泥机,施工才得以进行。

3.3 钻孔冲洗液

3.3.1 钻孔冲洗液体系确定依据

考虑到该矿区地层大部分为泥岩、砂岩,钻进时遇水膨胀、坍塌,选择低固相或无固相抑制性钻孔冲洗液体系。地表土层以普通钠土泥浆为钻孔冲洗液;泉头组地层以低固相聚合物为钻孔冲洗液,主要以粘土、共聚物、植物胶、铵盐、腐植酸钾、磺化沥青、聚丙烯酸钾等材料组成。营城组地层以无固相聚合物为钻井冲洗液,主要以共聚物、铵盐、页岩抑制剂、腐植酸钾、聚丙烯酸钾等材料组成。

3.3.2 冲洗液配方的确定

主要通过样品浸泡试验来检验冲洗液的护壁性能。岩心在浓度为 0.5% 聚丙烯酸钾水溶液中浸泡观察,72 h 岩心开始崩散,大颗粒沉淀,细小颗粒分散在溶液中。岩心在浓度为 1% 铵盐水溶液中浸泡观察,120 h 岩心破损为大小不等(7.5~12 mm)的块状固体。岩心在浓度为 3% 的腐植酸钾水溶液中浸泡观察,7 d 后(168 h)岩心多处分裂,晃动容器岩心产生大小不等的碎块。岩心在浓度为 1% 铵盐水溶液 + 浓度为 3% 腐植酸钾水溶液 + 浓度为 3% 页岩抑制剂水溶液的混合液中浸泡静态观察 12 d,岩心有裂隙无剥落破损,晃动未塌落。

3.3.3 钻孔冲洗液的日常维护管理

主要做法是配备专职泥浆工程师,每个小班配有专人配制钻孔冲洗液,对孔内返出的钻孔冲洗液性能测试 2~3 次,并且作好记录,根据测试数据变化情况调整处理剂的加量,每个小班用新配制的钻孔冲洗液替换掉 1~2 m³ 孔内返出的冲洗液,始终保持钻孔冲洗液性能满足地层护壁要求。

4 技术措施

4.1 套管护孔

煤系地层大部分是软地层,不能确保套管坐落在坚硬岩石上,因此,必须把套管连接好,防止在施工中钻杆敲打把套管打断,造成施工困难。主要做法是丝扣连接处涂抹松香,再用薄钢板焊接丝扣连接处,底部选用反丝套管,上部则用正丝套管。

4.2 除泥机和除砂器的使用

由于煤系地层大部分是泥岩和砂岩,而绳索取心钻进需要控制冲洗液的固相含量,多选用低固相或无固相钻井冲洗液,而该矿区岩石特性是疏松、松软,钻进中孔壁维护困难,孔壁软泥随着钻进的深入逐渐剥离进入孔内混入冲洗液中,致使冲洗液的固相含量急剧增大,既影响钻进效率,又降低冲洗液质量,还增大钻杆内壁结皮,因此,配备离心式除泥机和旋流除砂器有效去除冲洗液中的固相含量。

4.3 打捞工具的配备

我们在绳索取心钻探中已基本淘汰了常用的公锥、母锥为打捞工具,取而代之的是把石油系统用的“可退式”捞矛引进来,它的最大优点是操作简单、打捞方便、不伤钻杆丝扣、可靠耐用,如事故钻杆起拔不动时可以自动退开,不会在孔内留下后患,为下一步处理方案创造条件,现场配有不同规格的“可退式”捞矛,用于各种规格的绳索取心钻杆的打捞。

4.4 割管器的配备

在施工 ZK3201 孔时,下入 500 多米的 $\varnothing 89$ mm 套管,终孔后用钻机提拔不动,采用机械式割管器(割刀)把孔内套管割断,再提拔能拔动的套管。钻具被埋拉不动时,可在钻具上部将钻杆割断,把钻杆全部提出来,再研究处理下部钻具的方案,须配有能进入套管或钻杆的另一套钻杆才能够使用该方法。

4.5 及时回灌

绳索取心钻进提内管之前和提钻杆时必须随时回灌冲洗液,防止由于抽吸作用造成孔壁坍塌,这一点很重要。在井口套管上制做一个回灌装置,使冲洗液顺利灌入孔内。

4.6 液动潜孔锤的使用

在进入深孔(500 m)钻进中采用绳索取心液动潜孔锤钻具钻进,虽然液动潜孔锤在松软煤系地层对提高钻进速度不明显,但它能起到防止岩心堵塞、提高回次进尺的作用,回次进尺一般都能达到 3 m(满管),从而提高了纯钻时间利用率。此外,它在深孔施工中对内管总成是否到位可反馈一个准确信号,确保准确判断内管总成是否到位。

5 钻探技术成果

从表 1 的统计数据可看出,绳索取心外加液动冲击器方法明显高于提钻取心,提高了效率降低了孔内事故,还有最大好处是采取率达到 100%,并且煤心没有研烧现象,保证地质资料准确性。

表 1 绳索取心与提钻取心钻探技术成果对比

施工年份	施工孔号	施工方法	钻月数	钻月效率/m	台月数	台月效率/m	纯钻进时间/h	纯钻进时间利用率/%	辅助工作间/h	辅助工作间利用率/%	孔内事故时间/h	孔内事故时间占用率/%	机械事故间/h	机械事故时间占用率/%	岩矿心采取率/%
2014	ZK6405	绳索取心	1.96	568	1.76	632	513	40.4	546	43.0	126	9.9	86	6.7	100
2011	ZK3205	提钻取心	2.00	464	1.77	526	393	30.9	615	48.4	200	15.7	64	5.0	86
比较			+20.05%								-37%				+16.28%

6 经验与教训

(1) 从实际应用情况看,绳索取心钻进工艺选择机械立轴式钻机是不合适的,倒杆次数多,停钻时间多,易出现孔内事故。而我们在其他类似地层矿区钻探中采用全液压力头钻机取得很好的钻探成果。

(2) 松软煤系地层绳索取心钻进钻杆与孔壁环状间隙选择一定要合理,打破常规做法,保持钻杆与孔壁环状间隙在 4~5 mm,特别是 >1000 m 的深孔。对顺利施工起到至关重要作用。

(3) 选择具有针对性冲洗液配方对松软煤系地层钻进孔壁进行保护,但目前尚没有哪一种配方能真正长时间起到护壁作用,需要随时监测和调整。

(4) 下入套管一定要牢固,防止折断,措施一定要跟上,不要轻易起拔套管进行二次下入,更不要随意更改已下完套管状态和规格。从施工的 2 个钻孔看,某层段在相同位置多次断钻杆和套管往下跑,说明该孔段坍塌超径,后经下入套管没有发生钻杆折断事故。应尽可能一次性深下套管。

(下转第 45 页)

8 存在工程技术问题

(1) 由于设备功率一定,井下工具抗压能力有限,这就决定了高压软管在地层穿越时的水平度,目前所能达到的最大压力是 105 MPa。

(2) 连续管长,液体压力传输距离长,压力损耗大,到喷射钻头压力不足以破岩钻进,高压软管的刚性准直强度也随之下降。

(3) 水平井眼长度不能达到设计要求,主要是由于连续管下放速度慢,高压软管自重,后喷嘴对井眼冲蚀严重,径向水平井眼直径变大,导致反作用力变小,无法推动钻头前进。

9 结语

径向水平射井在施工中可控制大概钻进方向,能够代替侧钻、分支孔和水平井的部分功能,施工周期短、费用低、污染小。

(上接第 37 页)

(3) 针对不同地层岩性特点,分别采用无固相防塌钻井液、低固相钾基钻井液体系,有效解决了钻进过程中憋泵、孔壁缩径、坍塌、岩心采取率低等问题。

参考文献:

- [1] 范丽琨,蔡岩萍,梁海川,等.东昆仑地质构造及地球动力学演化特征[J].地质调查与研究,2009,(3):181-186.
- [2] 古凤宝.东昆仑地质特征及晚古生代—中生代构造演化[J].青海地质,1994,(1):4-14.
- [3] 易桂花.东昆仑五龙沟金矿集中区化探异常与遥感异常响应及成矿预测[D].四川成都:成都理工大学,2011.

(上接第 40 页)

(5) 钻进中如发现在某一孔段有 2~3 次断钻杆事故发生,就应及时处理,不要等到出现更大事故时再处理。在钻孔结构允许条件下,下入次一级套管穿过该层段,换下一级钻具钻进。当孔壁超径严重时(“肚子”很大),可采用水泥封孔方法处理,但需掌握好透孔时间,避免透偏孔。

参考文献:

- [1] 张元清,巫向辉.吉林壳牌合资公司油页岩项目钻探及钻井液配置技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(1):15-17.
- [2] 张元清,宋健.长白矿区复杂地层多金属矿深孔施工技术[J].

在煤矿注浆堵水方面可实现水平定向沟通裂隙,尤其在直孔或分支孔漏水的情况下可进行多分支喷射,也可以进行深部酸化、定向压裂,降低注浆压力,提高堵水效果,也作为地热井增大水量的一种手段。

参考文献:

- [1] SY 5727—2007,井下作业安全规程[S].
- [2] SY 5225—2005,石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程[S].
- [3] SY/T 6690—2008,井下作业井控技术规程[S].
- [4] Q/SH 0098—2007 油气水井井下作业井控技术规程[S].
- [6] MT/T 1042—2007,煤田地质勘探钻孔工程质量标准[S].
- [7] DZ/T 0080—2010,煤炭地球物理测井规范[S].
- [8] 乌效鸣,胡郁乐,贺冰新,等.钻井液与岩土工程浆液[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.
- [9] 郭再峰.煤矿矿井水净化处理与回灌治理技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(12):79-82.
- [10] 张义,鲜保安,孙粉锦,等.煤层气低产井低产原因及增产改造技术[J].天然气工业,2010,(6):55-59,127-128.
- [4] 陆露,张延林,吴珍汉,等.青海省都兰县五龙沟金矿主断裂带断层泥 K-Ar 定年[J].地质力学学报,2013,(4):385-391,446.
- [5] 张廷斌,钟康惠,易桂花,等.东昆仑五龙沟金矿集中区遥感地质信息提取与找矿预测[J].地质与勘探,2009,(4):444-449.
- [6] 孙王勇,孟军海,王成栋,等.东昆仑东段深大断裂的新认识[J].物探与化探,2007,(5):408-413,439.
- [7] 李厚民,沈远超,胡正国,等.青海东昆仑五龙沟金矿床成矿条件及成矿机理[J].地质与勘探,2001,(1):65-69.
- [8] 李振学.南坪矿区复杂地层深孔钻进技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11):12-15.
- [9] 董国明,郑思光,赵志杰.河北省古马铁矿深孔岩心钻探施工技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(5):26-30.

- 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(12):15-17.
- [3] 张元清,吕洪富,陈伟,等.LW400-NY型离心式除泥机在钻探施工中的应用[J].吉林地质,2007,26(2):82-83.
- [4] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等.系列高效液动锤的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [5] 于保国,耿印,于志坚,等.御道口油页岩矿区钻井液的研究与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(11):10-13.
- [6] 周亮.煤系地层护壁堵漏钻井液配制技术探讨[J].中国煤炭地质,2009,(9):73-74
- [7] 杨泽英.SYZX75型绳索取心液动锤的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):73-74.
- [8] 胡继良,陶士先,纪卫军.破碎地层孔壁稳定技术的探讨与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(9):30-32.
- [9] 王建华,苏长寿,左新明.深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J].勘察科学技术,2011,(6):59-64.