

绳索取心钻进技术在水平钻孔中应用

许启云, 牛美峰, 方意平, 陈斌

(浙江华东建设工程有限公司, 浙江 杭州 310030)

摘要:针对深 100 m 水平钻孔钻孔易倾斜和卡钻事故多发等问题, 在 2 个工程中试验应用了绳索取心钻进技术成孔, 把打捞器中的柔性钢丝绳改为硬质铁管, 解决了内管总成的打捞和投放问题。并采取了一些相关技术措施, 取得了良好的钻进效果, 2 个深 100 m 水平孔均没有发生过孔内卡钻或其它事故, 而且钻进效率高、岩心采取率高, 达到了地质勘探的目的和要求。结合工程实践, 介绍了在水平孔中采用绳索取心钻进技术的技术要求和工艺措施。

关键词:绳索取心; 钻进技术; 水平钻孔

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2014)12-0034-03

Application of Wire-line Coring Drilling Technology in Horizontal Well/XU Qi-yun, NIU Mei-feng, FANG Yi-ping, CHEN Bin (East China Construction Engineering Corporation of Zhejiang, Hangzhou Zhejiang 310030, China)

Abstract: In order to cope with accidents of hole deviation and drill pipe sticking in 100m deep horizontal drilling construction, wire-line coring technology was applied by testing in 2 engineering. By replacing flexible steel wire in fisher with iron pipe, the fishing and lowering of inner-tube assembly are solved. No accidents occurred in these 2 wells, and good drilling effect is achieved with high drilling efficiency and high coring rate. With the engineering cases, the paper introduces the technical requirements and process measures of wire-line coring drilling technology applied in horizontal well.

Key words: wire-line coring; drilling technology; horizontal borehole

1 概述

随着钻探技术的进步以及勘察要求不断提高, 在水利水电工程地质钻探中经常会遇到水平钻孔。为获取详细地质以及试验资料, 此类钻孔往往要求取心, 深度在 30~50 m 之间, 常见于地应力或弹模试验钻孔中。当钻孔超过 50 m 时, 通常采用不取心潜孔锤钻进成孔, 而超过 100 m 要求取心的, 实际上是非常少见。

按常规水电勘察钻孔, 开孔直径范围为 75~150 mm, 而常用的钻杆规格有 $\varnothing 42$ mm 配 $\varnothing 57$ mm 锁接头螺纹、 $\varnothing 43$ mm 配 $\varnothing 44$ mm 特梯形方牙螺纹、 $\varnothing 50$ mm 配 $\varnothing 65$ mm 锁接头螺纹等规格, 因此无论选择哪种钻孔直径, 孔壁与钻杆之间均存在一定间隙, 如水平钻孔选择 $\varnothing 75$ mm, 匹配 $\varnothing 65$ mm 锁接头的 $\varnothing 50$ mm 钻杆, 当钻进遇到破碎岩层, 钻具钻穿并超过钻具长度后, 由于钻具外径大钻杆外径尺寸小, 在连接处形成台阶, 破碎岩石受自重作用, 就会使破碎岩石掉出孔壁外, 当碎块岩石粒径 > 10 mm 时, 就会导致钻具卡在孔内成为事故, 并且由于处理方法受限, 往往处理起来既耗时又费事。例如, 在锦屏辅助洞内超埋深岩体应力研究钻孔中, 在水平孔中采用

常规的钻进方法, 导致孔内卡钻频繁, 事故处理之后, 还存在孔径偏大的问题。为此, 我们对水平孔绳索取心钻进工艺进行了试验研究。

2011 年, 西部某电站在公路内侧陡壁山体, 原计划布置深 100 m 探洞, 由于地处陡坡以及急转弯地段, 给探洞施工带来困难。为获取区域地质资料, 要求布置深 110 m 水平钻孔来代替探洞施工。我公司于 1993 年从苏州探矿工具厂引进绳索取心钻进技术, 使用至今已有 20 余年, 在垂直钻孔中其钻进技术已经非常成熟。但针对水平钻孔, 如何捞取岩心是问题。为满足取心要求以及防止掉块, 经过技术人员会同钻探工人一起对绳索取心打捞器结构原理进行研究, 将打捞器中的钢丝绳改为硬管, 实践证明其方法可行。原计划工期 1 个月, 实际施工工期为 19 天, 且孔内未发生一起事故。

2012 年, 浙江某抽水蓄能电站在工程地质钻探期间, 在截面 $3.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$ 、深 780 m 处的地下厂房主洞某支洞内遇到断层, 为进一步了解支洞断层地质构造情况, 也要求通过主洞与断层垂直交叉布置深 100 m 取心水平钻孔来获取地质资料。采用上述方法, 同样也没有发生孔内事故, 而且所取岩心质

收稿日期: 2014-06-30; 修回日期: 2014-10-27

作者简介: 许启云(1964-), 男(汉族), 浙江东阳人, 浙江华东建设工程有限公司高级工程师, 钻探工程专业, 从事水电钻探、海上工程钻探、大坝防渗灌浆处理以及与此相关的钻探机具创新改进等工作, 浙江省杭州市古墩路 997 号, xu_qiyun@126.com。

量非常好,达到了地质勘探目的,得到了现场地质工程师的好评。

上述2个工程实例证明,在某些特殊条件进行水平孔钻进,常规钻进方法困难的情况下,绳索取心钻进技术具有明显的技术优势。笔者结合工程实践,总结在水平孔绳索取心钻进技术。

2 主要设备选择

水平孔施工一怕孔斜,二怕孔内掉块事故,为防止万一需要处理孔内事故,在设备选择时,应选择扭矩较大的钻机,并从钻机平稳性好、安装方便、动力较大、适用强等进行综合考虑,为此,通常选择XY-2型钻机,配套BW-150型泥浆泵,Ø75 mm绳索取心钻具和钻杆。

3 钻进技术及要点措施

众所周知,水平钻孔施工难点是预防钻孔倾斜及掉块,因此无论是机具选型、还是设备安装、成孔方法,都要紧紧围绕预防措施而开展,为使水平钻孔施工顺利进行,前期准备工作要充分,并着重把握好如下钻进技术及要点措施。

(1) 安装钻机要稳固扎实。由于水平孔钻机受力变成水平方向,为防止钻机前后以及左右晃动,应按钻机地脚螺孔预埋地脚螺栓,使地面、机台木以及钻机之间形成整体,并用水平尺使钻机前后均在同一水平面上。钻孔方向控制:结合水平孔在自重作用下容易向下倾斜的特点,立轴角度应向上漂 1° ,其方法用地质罗盘与万能角度尺结合,使钻机立轴方向与钻孔方向取得一致。同时,为了钻机在钻进过程中水平加压以及起钻需要,钻机和山体岩石之间用钢丝绳松紧扣固定拉紧,以及用短方木做好必要的横向支撑,同时,在钻机操作的一侧附近地面也设置预埋钢钎做锚固点,用钢丝绳松紧扣与钻机固定拉紧,另在钻孔反向延长上固定一个滑轮,以满足起钻时使用。

(2) 水平钻孔钻杆选择。水平钻孔施工导致倾斜的原因很多。当所用钻杆与孔径尺寸相差较大时,钻进加压会使局部钻杆弯曲,是导致钻孔向下或向上偏移常见的原因之一,为此,选用Ø75 mm绳索取心钻具及所配Ø71 mm钻杆,使孔壁间隙较小,使粒径 >3 mm的碎块岩石无法掉入孔外而引起卡钻,此外,在钻进加压过程中也不容易使钻杆弯曲。

(3) 水平钻孔开孔。水平孔钻进,由于钻具的自重作用,立轴角度以上漂 1° 为宜,为了确保钻孔

基本水平,开孔前,通过地质罗盘和万能角度尺组合,使钻机立轴与钻孔方向取得一致,开孔时,应把开孔短钻具直接与钻机立轴螺纹连接,在低速、轻压状态下进行开孔,随着钻进深度增加,再不断加长开孔钻具的长度,该开孔深度不应小于3 m,一般按标准长的绳索取心钻具长度来进行控制。

(4) 钻进参数控制。水平孔钻进钻压,钻头所需压力全部靠钻机油压给进,其中一部分用于克服钻具与孔壁的摩擦力,因此,水平孔钻进要求压力比垂直孔要大一些,实际钻压选择范围为14~15 kN。转速:为防止钻进中钻机振动过大,一般选择中低速进行钻进,即在200~600 r/min范围内选择即可。泵量:水平孔冲洗液容易返出,排粉条件较好,泵量可以适当大一些,一般控制在50~70 L/min。

(5) 打捞器改进及使用。水平孔采取绳索取心钻进施工,无法依靠打捞器自重钢丝绳把打捞器送到取心钻具顶部,为此需要对打捞器进行改进,其具体办法是:打捞器保留打捞钩部分零部件,即拆卸其余零部件,然后在打捞钩的上端加装一个 $3/4$ in (Ø19.05 mm) 自来水铁管螺纹接头,需要捞取岩心时,打捞器打捞钩接头与同螺纹的 $3/4$ in (Ø19.05 mm) 自来水铁管连接,并依次按孔深连接自来水铁管,直至打捞器打捞钩到达钻具内管总成挂住捞矛头即可拖动岩心内管。然后再依次拆除 $3/4$ in (Ø19.05 mm) 自来水铁管,把岩心取出孔外。安装内管时,其方法相同,把内管安装到位即可。

(6) 起下钻及系统设置。当钻孔深度达到20~30 m之后,依靠人工推拉钻杆进行起钻或下钻就会比较困难,钻机卷扬机又不能像垂直孔那样直接使用,而需要按起钻或下钻的不同进行滑轮组合来完成。

起钻滑轮组合如图1所示,钻机卷扬机上钢丝绳先通过卷扬机上方的固定滑轮1,再经过与水平孔反向延长线上适当部位固定的滑轮2(按孔内钻杆长度来定),最后钢丝绳与孔口钻杆上的提引器进行组合。起钻时,钻机卷扬机收紧钢丝绳,钢丝绳先通过卷扬机上方滑轮1改变受力方向,钢丝绳再

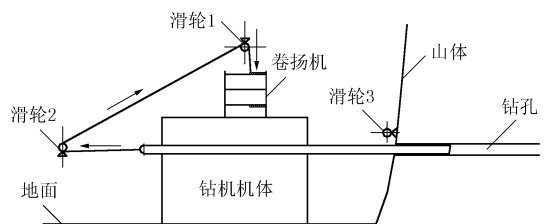


图1 起钻滑轮组合操作示意图

通过水平孔反向延长线上的滑轮2,拖动孔口钻杆向后不断延伸,达到起出孔内钻杆的目的。

下钻滑轮组合如图2所示,钻机卷扬机上钢丝绳先通过钻机卷扬机上方滑轮1,再与孔口上方附近岩体中固定的滑轮3进行组合,先在孔口接长钻杆并与提引器钢丝绳连接,下钻时,钻机卷扬机收紧钢丝绳,钢丝绳先通过卷扬机上方滑轮1改变受力方向,钢丝绳再通过固定在孔口上方的滑轮3,拖动连接在孔口钻杆上提引器,使孔外钻杆滑行到钻孔内。

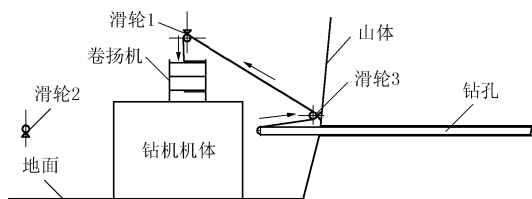


图2 下钻滑轮组合操作示意

4 绳索取心钻进优点

(1)与普通钻进方法相比,绳索取心钻进具有防孔内掉块的优点。在水电工程地质钻探成孔过程中,经常会遇到不良地质岩层,如断层、软弱夹层、破碎带、节理发育等,当钻具钻穿破碎地层后,如果采用 $\varnothing 43$ 或50 mm钻杆,由于与孔径间隙过大,孔壁就会出现掉块,为此,经常因孔壁掉块使钻具卡在孔内;而改用绳索取心钻进技术之后,由于钻具外径75 mm,而钻杆外径为71 mm,其外径尺寸相差很小,直径 >3 mm的破碎岩石就无法掉入孔内,也就不会因不良地层而发生孔内卡钻事故。

(2)采用绳索取心钻杆,钻杆和孔壁之间间隙

较小,改善了钻杆的受力状态,钻杆不容易被折断,避免断钻杆等孔内事故的发生。同时,钻机在加压传递钻压过程中,钻杆受力不容易弯曲,从而提高了钻进稳定性和保证了钻孔孔径。

(3)只要金刚石钻头没有达到使用寿命就可以连续钻进,起钻次数减少,可以大大增加纯钻进时间,提高钻进工效,同时,减轻了劳动强度和减少了钻探成本。

(4)水平钻进其岩心进入内管相对较容易,因此岩心采取率较高。

(5)起下钻升降系统由垂直高空作业改变成水平地面作业,设备简化,操作较安全。

5 结语

绳索取心技术在水平孔中的成功应用,是技术人员与钻探工人共同努力的结果,同时也使绳索取心钻进应用领域得到进一步拓展。该钻进技术具有提钻次数少、钻进工效高、钻孔质量好、工人劳动强度低等优点,具有很好地推广和应用价值。

参考文献:

- [1] DL/T5013-2005,水电水利工程钻探规程[S].
- [2] 王世光,等.钻探工程[M].北京:地质出版社,1987.
- [3] 李永平,等.坑道内水平孔施工[J].探矿工程,1994,(6).
- [4] 李俊龙,李成,胡贵平.XY-1型岩芯钻机在水平钻孔施工中的应用[J].南方金属,2009,(6):51-53.
- [5] 刘东恒,李日喜,杨勇.超前水平钻探技术在隧道地质勘探中的应用[J].中国高新技术企业,2011,(33):85-86.
- [6] 刘志军,孙广义,肖福坤.瓦斯抽放水平长钻孔定向施工技术[J].黑龙江科技学院学报,2007,(4):262-265.
- [7] 闻招龄.金刚石绳索取心钻进技术在似水平孔中的应用[J].探矿工程,1985(6):53-54.

(上接第33页)

(2)旋流喷嘴的高速射流具有切向、轴向和径向三维速度,可较好地改善井底清岩效果,提高钻井效率,在高粘钻井液钻进中效果尤为明显。

(3)旋流喷嘴配合双重保护切削齿结构PDC钻头,可合理控制切削齿吃入岩石的深度,减小钻头扭矩,使钻进更为平稳,有效防止主切削齿发生非正常断裂破损,增加钻头使用寿命。

参考文献:

- [1] 李根生,沈忠厚.高压水射流理论及其在石油工程中应用研究

进展[J].石油勘探与开发,2005,32(1):96-99.

- [2] 李根生,沈忠厚,徐依吉,等.超高压射流辅助钻井技术研究进展[J].石油钻探技术,2005,33(5):20-23.
- [3] 艾飞.旋流PDC钻头井底流场研究[D].山东东营:中国石油大学(华东)硕士学位论文,2007.
- [4] 王瑞和,周卫东,沈忠厚,等.旋转射流破岩钻孔机理研究[J].中国安全科学学报,1999,9(21):5-9,104.
- [5] 王瑞和,沈忠厚.高压水射流破岩钻孔的实验研究[J].石油钻采工艺,1995,17(1):20-25.
- [6] 步玉环,王瑞和.旋转射流流线分析及旋流强度的计算[J].石油大学学报(自然科学版),1998,22(5):45-47.