

空气跟管钻进在南苏丹供水井流沙层中的应用实践

周作明

(天津华北地质勘查局, 天津 300171)

摘要:在南苏丹供水井钻探施工过程中,遇特别松散的流沙层,常规的泥浆护壁钻进难以成孔。简要介绍了在南苏丹供水井施工现场制作简易同步回转拨杠实现空气跟管钻进的基本原理与工作程序,有效地解决了流沙层的钻进成孔问题。并针对这一技术应用过程中存在的问题,提出了改进建议。

关键词:空气钻进;跟管钻进;套管同步回转器;钻井工艺;空气潜孔锤

中图分类号:P634.5 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2017)04-0036-03

Application of Air Drilling with Casing in Quicksand Layer of South Sudan Water Supply Well/ZHOU Zuo-ming
(Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300171, China)

Abstract: During the drilling construction of water supply well in South Sudan, especially loose quicksand layer was encountered; it was difficult for hole drilling by conventional mud protection. This paper briefly explains the basic principle and working procedure of making the simple synchronous rotary shifter level on the water supply well construction site in South Sudan to realize the air drilling with casing and effectively solve the drilling problems in the quicksand. The improvement suggestions are put forward according to the existing problems in the application of this technology.

Key words: air drilling; drilling with casing; casing synchronous rotary device; drilling technology; air DTH hammer

1 问题的提出

1.1 项目背景

我局承担了中国政府援助南苏丹打井供水项目,该项目地处尼罗河岸边0.5~3 km的范围内。

项目的工程内容包括:钻井、成井、井泵安装、机房与门卫值班房建造、水塔建造、地面供水系统,以及发电机安装等。

项目共8眼井分为两个单位工程,每个单位工程将4眼井水通过埋管汇集到地面集水池,然后将集水池内水泵送到水塔上,最后通过管线由水塔自流实现地面人畜供水。全部水井设计深度均为80 m。

1.2 项目地质概况

0~1.5 m,粘土含沙层,部分井为无粘土层,层厚0~1.5 m;0~15 m,流沙层,层厚0~15 m;0~80 m,基岩地层,个别井位基岩裸露,厚度0~80 m。

1.3 初始基本施工方案设计

根据项目考察报告,项目初始设计的钻井施工方案为:根据地层情况,基岩以上地层采用泥浆正循环钻进工艺,钻孔直径250 mm,下入 $\varnothing 245$ mm工艺套管,基岩地层采用空气潜孔锤钻进工艺,钻孔直径205 mm。

按照施工方案设计及钻孔深度,选用了GJD-II型机械动力头拖挂式钻机,该钻进具有轻便、灵活的特点。钻机配备了原厂生产的离心式泥浆泵。

为实现空气潜孔锤钻进工艺,配备了复盛PD-SJ750型空压机,最大压力2.07 MPa,最大流量21.2 m³/min。

1.4 项目实施过程中存在的问题

项目开始实施钻进第一眼水井时,粘土层清水钻进比较顺利,但钻进到流沙层换用高粘度泥浆护壁,钻机所配备叶轮式离心泵,由于其工作压力较低,对高固相含量的泥浆难以形成连续循环,如果降低泥浆黏土含量,孔壁坍塌相当严重,致使钻井工作陷入了僵局。

如从国内再出口配备一套活塞式泥浆泵,势必造成工期延误和成本大增。为此,项目技术组成员研究利用现场技术条件,对设备进行简易改造,采用空气跟管钻井工艺。项目得以顺利实施,并提前完工。

2 基本工艺原理

空气跟管钻进的工艺原理参见图1。

该工艺方案的最大特点是现场气割焊制了同步

收稿日期:2016-05-30;修回日期:2016-12-21

作者简介:周作明,男,汉族,1964年生,高级工程师,探矿工程专业,硕士,长期从事地质勘探、水井工程、基础工程钻探技术研究及技术管理工作,天津市河东区广瑞西路67号,966266@sina.com。

回转拨杠,由螺栓夹紧固定在钻杆上,既能通过套管切槽起到带动套管同步回转的作用,又能在每次加接钻杆时同步提起钻杆和套管。同步回转拨杠基本原理如图2所示。

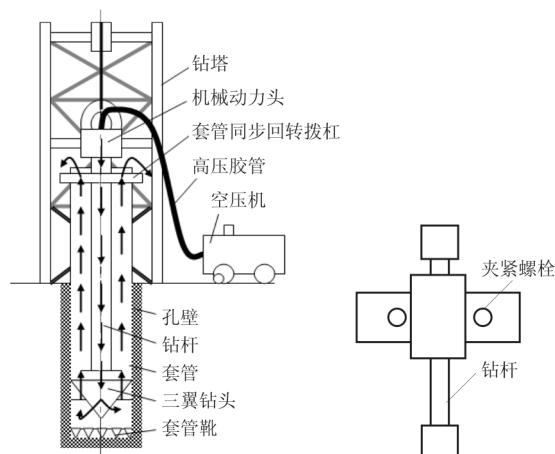


图1 空气跟管钻进工艺原理 图2 同步回转拨杠原理

开孔钻进(或每次加接钻杆)时,将同步回转拨杠夹紧固定在钻杆上,然后将钻杆穿入套管内并将套管上部“L”形切槽挂在同步回转拨杠上,因此可以用动力头同步上提钻杆和套管,动力头回转时同步带动钻杆和套管回转。

套管底部焊接有同直径套管靴,套管靴底部现场铜焊镶嵌硬质合金块,套管规格为 $\varnothing 245\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 。钻杆直径 89 mm 。钻头为现场加工制作的三翼硬质合金钻头,外径 210 mm 。

3 钻进工艺流程及参数控制

3.1 钻头相对套管底部位置控制

第一孔(井位编号 YN-1)换用空气跟管钻进工艺时,调节钻头底部略超出套管靴 $5\sim 10\text{ cm}$ 。下钻至孔底约 0.4 m ,启动空压机后开始向下钻进,钻头刚一接触孔底,套管内即喷出大量水和沙混合物,套管与孔壁间隙不规则的“喷气”或“吸气”。进口喷出的沙量远远大于理论计算量,但进尺并不快,且套管明显摆动。经分析认为:一是地层松散,高压空气的动能加上钻头的搅动,迅速将流沙吹起;二是该层含水量大,气水混合在套管内形成了“类似气举反循环工艺”。因此,由于气液混合“抽吸”力将钻头底部及周围流沙迅速排出孔外,同时,孔壁上部流沙不断坍塌涌入套管内。

基于上述原因分析,我们逐步调节钻头底部高

于管靴底 0.3 m 左右时,该孔开始进尺平稳且纯钻效率较高,排出的沙量基本接近于理论值。

其后各孔,根据地层松散程度、沙粒粒径、黏土含量、底层含水量等情况,通过试钻和观测,对同步回转拨杠上下调节,控制钻头底距离套管靴底端 $-0.1\sim 0.3\text{ m}$ 范围内(-0.1 m 表示钻头超出套管)。其中:地表粘土层和强风化基岩基本控制钻头超出套管靴或基本相平;松散的流沙层一般控制钻头底部高于套管靴 $0.1\sim 0.3\text{ m}$ 。

实践证明,特别松散的流沙层中采用空气跟管钻进工艺,钻头在套管内位置控制较为关键。但由于地层千差万别,理论计算相对非常困难,通过现场试钻观察是较为有效的方法。

3.2 钻进工艺控制

(1)每次加接钻杆,首先对正钻杆上下接头并回转动动力头拧紧,然后轻轻下放钻杆直到上下套管接触,并将上下套管焊接,焊接时注意确保垂直度。

(2)套管焊接牢固后,轻轻上提孔内钻具套管 0.3 m 左右,开动空压机并观察压力表和气体上返正常后,开动钻机缓缓下放孔内钻具及套管,直至实现正常钻进。

(3)钻进采用轻压、慢转、全风量的工艺参数。转速 $>30\text{ r/min}$,压力采用自重加压。

(4)当钻速显著下降,上返的钻渣沙粒含量明显减少,调节钻头底部与套管靴平齐,继续钻进到进尺相当缓慢,上返的钻渣出现片状或块状风化基岩,井口固定套管,换用锤头直径为 205 mm 的DHD380型潜孔锤钻进到设计孔深。

4 应用效果

由于现场空气跟管钻进工艺的成功应用,使项目得以顺利实施,原计划 60 d 完成的钻井任务,不到 30 d 全部完工。

根据对班报表的汇总整理,项目各井覆盖层(包括地表粘土层、流沙层及基岩风化层)钻进情况如表1所示。

由表1可看出,项目平均纯钻效率达到 5.09 m/h 。实际施工中流沙层钻进效率最高达 30 m/h 以上。

分析钻进效率较高的原因:一是套管跟进及时护壁,流沙层钻进不会出现塌孔情况,工艺设计将钻头高于套管靴 $0.1\sim 0.3\text{ m}$,使流沙不会从孔壁塌落

表1 项目各井覆盖层钻进情况

井位 编号	基岩覆盖层 厚度/m	纯钻时 间/h	钻进总 时间/h	纯钻效率/ ($m \cdot h^{-1}$)	纯钻时间 利用率/%
YN-1	14.5	3.4	22.5	4.26	15.11
YN-2	11.7	1.5	15.0	7.80	10.00
YN-3	5.6	1.3	10.0	4.31	13.00
YN-4	0				
YN-5	4.9	1.0	8.5	4.90	11.76
YN-6	7.8	1.7	9.0	4.59	18.89
YN-7	9.3	2.0	12.5	4.65	16.00
YN-8	12.9	2.2	15.5	5.86	14.19
合计	66.7	13.1	93.0	5.09	14.09

进入套管内,排出孔外钻渣仅相当于套管所占体积;二是套管与钻杆环状间隙空气上返流速较高,经计算可达到 12 m/s ,加之地层中含水量丰富,水汽混合将钻渣迅速派出孔外。

5 存在的问题

虽然该项技术的现场应用取得了良好的效果,但也存在以下2方面比较明显的问题。

(1)现场污染较为严重:由于受到现场加工技术的限制,上返的气、水和钻渣混合流体直接向上通过所制作的同步回转拨杠排出,不仅污染环境,而且操作也相当困难。

(2)纯钻时间利用率较低,大量的时间浪费在套管的焊接与切割上。

6 推广应用建议

空气跟管钻进技术结合潜孔锤钻进工艺在流沙层、卵砾石等复杂地层中钻进具有较强的实用性,特别是在干旱缺水地区施工更具有良好的应用前景。因此,建议动力头水井钻机生产厂家及相关施工单位开发基本原理如图3所示的套管同步回转器。

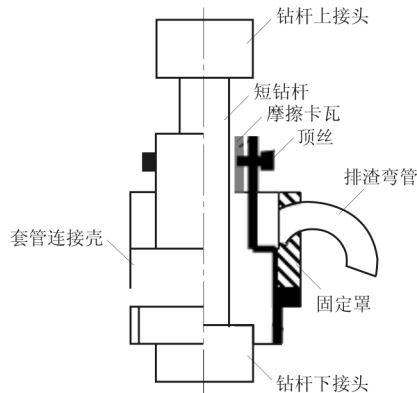


图3 套管同步回转器原理

该回转器主要由套管连接壳、固定罩和短钻杆构成,其中套管连接壳由安装在其上的摩擦卡瓦通过顶丝夹紧固定在短钻杆上,短钻杆上部连接动力头,下部连接钻杆,套管连接壳下端通过丝扣连接套管,因此可以实现钻杆与套管的同步提起和同步回转。固定罩通过轴承及相应的密封件安装在套管连接壳上,作用是将空气吹出的钻渣通过加接在排渣弯管的软管(如胶管)引流到地面上,大大降低对空气的污染。

该回转器不仅能够实现套管的同步提起和回转,以及有效解决现场污染问题,而且通过套管连接壳在短钻杆上的上下滑动调节钻杆与套管之间的长度配合。从而实现根据不同地层调节钻头底部与套管靴上下距离的目的。

另外,对于该项技术的深度开发,也可以在地质勘探、工程钻孔中具有应用前景。

参考文献:

- [1] 郑英飞,王茂森,岳文斌.气动潜孔锤双冲击跟管钻进技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(5):38-41.
- [2] 丁晓庆,何龙飞.气动潜孔锤跟管钻进技术在岩土工程勘察施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(1):17-21.
- [3] 张祖培,殷琨,蒋荣庆,等.岩土钻掘工程新技术[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [4] 郝文奎,宋宏兵,康亢,等.多工艺空气钻进技术在深水井施工中的应用实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(12):11-14.
- [5] 张勇,蒋荣庆.多工艺冲击回转钻进数的新拓展[J].西部探矿工程,2000,12(2):112-113.
- [6] 杜绪,王建兴.多工艺空气钻进技术的形成与发展[J].地质装备,2011,12(2):25-27.
- [7] 于磊,王文龙,李永成.气举反循环钻进工艺在地热深井施工中的应用[J].山西建筑,2014,(28):99-100.
- [8] 陈怡.空气潜孔锤钻进工艺在贵州岩溶地区供水成井施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(10):45-46.
- [9] 许刘万,刘智荣,赵明杰,等.多工艺空气钻进技术及其新进展[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):8-14.
- [10] 魏武,许期聪,余梁,等.利用空气钻井技术提高钻井速度研究[J].天然气工业,2006,26(7):57-58.
- [11] 赵福森,谭家政,杨晨,等.空气(泡沫)潜孔锤钻进工艺在王家岭煤矿紧急避险孔中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2015,42(8):25-29.
- [12] 刘辉,张永勤,陈修星,等.空气反循环钻进工艺在物探爆破孔施工中的试验应用研究[J].探矿工程,2001,(1):34-36.
- [13] 王跃进,周裕树,赵立新.空气钻进推广及技术配套试验研究[J].探矿工程,1996,(4):59-61.
- [14] 王建彬,金新,王力,等.中风压空气钻进技术在平煤某矿的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):35-37.