

RC350 型空气反循环钻机的研制与工艺试验

李 忠, 姜光忍, 唐宇恒, 李 刚

(河北省地矿局第一地质大队, 河北 邯郸 056001)

摘要: RC350 型空气反循环钻机是一种全液压、长行程进给的动力头式钻机, 能满足多种钻进工艺方法、适于多种钻进用途, 尤其适合于西部大开发和缺水地区找矿。着重介绍了 RC350 型空气反循环钻机的结构特点、研制情况、主要参数、设备试验和工艺试验等情况。

关键词: 空气反循环钻进; 钻机; 动力头; 岩心钻探; 空气潜孔锤

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2015)06-0042-04

Development and Process Test of RC350 Air Reverse Circulation Drilling Rig/LI Zhong, JIANG Guang-ren, TANG Yu-heng, LI Gang (No. 1 Geological Brigade, Hebei Bureau of Geology and Mineral Exploration, Handan Hebei 056001, China)

Abstract: RC350 air reverse circulation drilling rig is with full hydraulic power head and long distance feed, which can meet the requirements of various drilling technologies and is suitable for a variety of drilling purposes, especially for the Western Development and prospecting in water shortage areas. This paper introduces RC350 air reverse circulation drilling rig about its structure features, development, main parameters, equipment test and process test.

Key words: air reverse circulation drilling; rig; power head; core drilling; air DTH hammer

0 引言

国外大量实践及国内试验已充分证明, 潜孔锤局部反循环取样钻进技术所获取的岩样能够准确划分岩矿层, 确立层位和矿体, 判定破碎带及岩性等, 而且与岩心相比, 其所得矿体品位资料可靠、更接近于实际情况。其工艺具有钻进效率高、钻进工艺简单、以气带水有利于干旱缺水地区施工的特点。因此大力推广潜孔锤局部反循环取样钻进技术有很重要的现实意义。

目前国内专门用于空气反循环连续取样的钻探设备鲜有报道, 因此仔细研究反循环钻探工艺和国外已有的反循环连续取样钻探设备, 开发我国的空气反循环连续取样钻探设备是非常有益的。空气反循环连续取心钻探技术特别适用于严重缺水地区, 且取心深度一般不超过 500 m, 对我国的西部找矿有极其重要的推广价值。对提高我国钻探技术水平是非常必要和十分迫切的。

RC350 型空气反循环钻机是我队结合国土资源大调查和西部大开发而研发的, 填补了我国该类型岩心钻探设备空白, 验收专家认为达到了国内领先水平。

1 钻机研制概况

1.1 国内外研究情况

潜孔锤局部反循环取样钻进技术在国外已经成熟并应用广泛, 而国内很少有专门用于空气反循环连续取样的钻探设备。国外主要设备制造商有 Atlascopco 公司、美国雪姆公司等, 钻机特点多为全液压、长行程进给、动力头式并采用车载方式、空压机与钻机集成在一起, 质量重, 价格高。

1.2 技术方案确定

经综合研究对比, 技术方案决定采用全液压、长行程进给、动力头式结构、履带行走, 这样既符合反循环钻机特性, 又降低钻机的重量和采购成本。结合潜孔锤局部反循环取样钻进技术特点, 对钻机的主要技术参数进行设定, 潜孔锤局部反循环取样施工时转速较低, 一般只有几转到几十转, 因此对钻机的转速要求设定 0 ~ 100 r/min 可以满足钻探施工要求, 扭矩 10000 N·m 即可满足工艺要求, 钻杆长度按照经济实用的原则确定 3 m 长度, 钻进深度按照目前采用此工艺的勘探孔深和国内空压机的风压、风量参数确定为 350 m。

收稿日期: 2015-01-22; 修回日期: 2015-05-25

作者简介: 李忠, 男, 汉族, 1963 年生, 大队长, 教授级高级工程师, 硕士, 从事钻探机械与工艺的研发工作, 河北省邯郸市陵园路 92 号地质大厦, 1048727619@qq.com。

2 钻机结构特点、创新点、主要技术参数

2.1 钻机结构特点

RC350型空气反循环钻机(见图1)为全液压、长行程进给、动力头式钻机,能满足多种钻进工艺方法、多种钻进用途。配备较大的功率的动力以适应强力钻进,拥有较宽的转速范围以适应低速潜孔锤钻进、高速牙轮钻头全断面钻进,拥有较大的提升能力,拥有较大的扭矩,以适应地质钻探、水文水井钻探、工程施工钻探等。



图1 RC350型空气反循环钻机

RC350型空气反循环钻机由动力头、拖架、塔架、履带底盘、动力系统、卷扬机、液压系统、孔口装置、BW250型泥浆泵等部件组成。动力头作为钻机的主要功能部件,有两个大排量摆线马达进行串并联驱动一级齿轮传动,满足低速大扭矩要求,动力头自带钻杆拧卸结构与孔口装置配合自行拧卸钻杆;塔架采用桅杆结构、牢固可靠,内有油缸链条给进机构,满足动力头升降和钻杆拧卸要求;动力头安装于拖架上,拖架随油缸链条给进机构带动动力头移动;履带底盘满足钻机移位和短途转场要求;动力系统采用康明斯132 kW发动机,提供动力支持;液压系统采用萨姆公司的71/28/28柱塞泵串泵,与摩擦定位换向阀组成负载反馈系统以达到节能效果;孔口装置附有密封机构、防止作业粉尘,改善工作环境;BW250型泥浆泵为适应多种工艺钻进而配备。

RC350型空气反循环钻机的结构特点如下:

(1)以空气潜孔锤正反循环工艺为主,适用于严重缺水地区,钻进效率高,成孔质量好;

(2)液压系统采用负载反馈控制技术,操控轻便、可靠,液压系统高效节能;

(3)动力头采用两个大排量马达进行串并联,转速范围大,扭矩大;

(4)进给系统采用油缸链条机构,提升能力大;

(5)新型提引装置,钻机自行拧卸钻杆,工人劳动强度低;

(6)钻机配有泥浆泵,可进行泥浆钻进;

(7)钻机配有履带底盘,通过能力强,移位方便;

(8)钻机配有孔口密封装置,将粉尘通过软管回收;

(9)钻机结构紧凑,布局合理,便于维护、保养和修理。

2.2 创新点

(1)液压系统采用负载反馈控制技术,保证钻机高效节能,适应复杂地层对钻进技术的要求;

(2)动力头自带的钻杆拧卸结构与孔口装置配合自行拧卸钻杆,大大降低了工人的劳动强度、提高了劳动效率;

(3)针对潜孔锤局部反循环取样施工环境差、粉尘多的特点,设计孔口密封装置,并可通过软管进行粉尘转移回收;

(4)动力头采用两个大排量摆线马达进行液压回路的串并联,达到钻机设定的低转速、较大扭矩的要求。

通过对以上创新技术和社会成熟技术的应用,针对潜孔锤局部反循环取样施工特点确定主要技术参数,保证钻机研制顺利进行,样机按设计要求制造完成。

2.3 钻机主要参数

钻机型号:RC350

钻孔直径:100~300 mm

钻孔深度:350 m

钻孔倾角:0°~30°

钻杆规格:Ø89 mm×3000 mm

动力头扭矩:10000 N·m

动力头转速:0~100 r/min(高速),0~50 r/min(低速)

动力头行程:4000 mm

提升能力:150 kN

钻进速度:8 cm/s

快进速度:21.6 cm/s

卷扬机提升能力:6 kN

柴油机功率:132 kW

柴油机型号:6BT3.9-C132

工作尺寸:5800 mm×2400 mm×7500 mm

运输尺寸:7500 mm×2400 mm×2800 mm

质量:11000 kg

3 钻机设备试验与工艺试验

RC350型空气反循环钻机制造完成后,进行了厂内检验、试验和野外生产试验与工艺试验。

3.1 厂内检验、试验

钻机制造完成后,参照有关国家标准和企业标准进行了外观检验、温升实验、噪声试验、液压系统测试、各部件空载运转,以及通过水井钻头、空气潜孔锤进行了动力头的扭矩试验、卷扬机的提升能力试验和进给机构的加压与起拔能力试验。经厂内检验、试验钻机各项技术参数及外观均达到了设计要求。设备本身是否符合野外钻探要求,有待进一步野外钻探施工验证。

3.2 钻机野外生产试验

我队在河北省保定市易县桥家河乡抗旱打井任务中打成水井一口,直径254 mm,井深145 m,出水量80 m³/h。配套10 in正循环潜孔锤,日本复盛PDSJ750S型空压机,Ø89 mm钻杆,平均进尺3 m/h,最快进尺6 m/h。钻机在使用过程中运转良好,性能可靠。

3.3 钻机工艺试验与设备验证

单位凭机械、钻探与一体的优势进行设备与工艺试验,以进一步验证自主研发的RC350型空气反循环钻机和双壁钻杆的可靠性,进一步找出与钻探施工不匹配的问题;为进一步总结和提高国内多工艺空气反循环钻进技术;为我队(裕隆公司)更好地营销空气反循环成套设备,钻探公司掌握和了解多工艺空气反循环钻探技术,大队决定对空气反循环成套设备与多工艺空气钻进技术进行试验研究,地点选在了河北省邯郸市三陵乡黄瑶村。

试验时间为2014年3月26日—4月13日,历时19天,先后经历了试验准备、反循环冲击器拆解与组装、设备进驻试验区,不同空压机匹配多种工艺反循环钻进及多工艺反循环钻进与交叉接头的匹配研究等,及在无水、有水、水量较大状态下不同钻进方法的试验与效果对比,共完成进尺370多米,圆满完成各项试验任务,取得了丰富的一手资料,对理论研究不同地层适应不同钻进方法提供了可靠依据。

设备配套情况:RC350型空气反循环钻机一台、Ø89 mm双壁钻杆300 m、SPMF345型反循环冲击

器、HD45A型普通冲击器、Ø118 mm牙轮钻头、交叉接头、复盛PDSJ750S型空压机等。

钻机进入试验区、使用空压机用Ø150 mm正循环冲击器开孔深度5 m,下入Ø146 mm套管做孔口护孔管后,使用自制Ø89/44 mm双壁钻杆和宣化苏普曼产SPMF345型反循环冲击器加Ø110 mm冲击锤头配套,进入空气反循环连续取心钻进,首日进尺82 m,进尺与反循环效果良好,地层情况土层4 m见岩,以砂岩、灰岩为主,孔深约48 m处为含水层,初期水量较小,只在每根钻杆钻进初期,有少许水随空气反循环反出孔外;随钻孔加深,水量逐渐加大,出现孔底排粉、地下水罩住孔口,每根钻进初期孔口排出水量较大;钻进120 m后,反循环不再由空气携带岩粉排出,而是气水固共同排出形成气举反循环,钻进至140 m时,由于孔深消耗风压风量较多,不能满足冲击器做功的需要,进尺缓慢。于是决定进行水泥压力注浆止水后,再行钻进,压力注入水泥72 h后,重新钻进,由于水泥初凝加上前后孔径相同,止水未取得明显成效,钻进至120 m后,使用双壁钻杆+交叉接头+正循环冲击器用Ø115 mm锤头扩孔钻进,由于水量较大,加上交叉接头设计有待优化,未能形成有效钻进和较好的反循环效果,钻进至162 m停止钻进。以上问题是由于地层含水较多引起的,和反循环工艺及器具本身没有太大关系,至此,使用双壁钻杆+贯通式冲击器试验的目的已经达到,双壁钻杆+交叉接头+普通冲击器的试验已形成反循环,效果有待更好,当前钻机整机性能稳定可靠,只有个别部件有待优化。

为进一步验证钻机性能和进行牙轮钻进实现反循环和气举反循环的试验,决定钻机移开现孔位2 m,重新开孔,并使用双壁钻杆+交叉接头+Ø118 mm独牙轮钻头进行钻进,首先匹配空压机实行反循环钻进进尺30 m,认为没有形成理想的反循环,分析认为交叉接头进粉通道不流畅,导流不好;风压损失较大,顺孔壁向上。改进措施为交叉接头进粉段直径由Ø80 mm加工为Ø70 mm,二直径锥度平滑过渡,外径由Ø107 mm改为Ø115 mm,并将内孔Ø97 mm直台改为Ø109 mm大锥度,以满足气携粉通畅的目的;紧挨交叉接头上端加1.5 m双壁钻杆,钻杆上焊4段60 mm长Ø108 mm×Ø89 mm圆环来达到压风效果,中间加3个Ø108 mm×Ø96 mm活动环防止中间出现岩粉堆积;交叉接头下端加1.5

m 单壁钻杆,并焊保径合金,使气粉混合物有一定空间,并避免交叉接头过度磨损。

完成上述改进后,继续钻进,反循环效果非常理想,钻进到含水层并达到一定出水量后,更是出现反循环排粉连续、充盈,孔口地下水护住孔口,干净湿润,一改环境差,粉尘较多的工作环境,每 3 m 进尺钻进时间为 12 ~ 18 min。钻进至 212 m,达到了预期目的,试验取得圆满成功。

4 结语

通过试验表明,RC350 型全液压空气反循环钻机机动能力强,提升能力大,三化程度高,操纵灵活安全,整机性能先进可靠,适合空气正反循环工艺施工,成孔速度快,达到了国内的领先水平。

工艺试验达到了预期的目的,反循环钻探成套设备性能已得到验证,设备本身具有突破 500 m 反循环钻探的能力,并为钻机进一步优化提供了实践基础,可进一步优化以更好满足钻探施工现场需要。研究人员经过多年潜心钻研、改进后的小口径空气反循环连续取样工艺得到验证,反循环效果良好,双

壁钻杆 + 贯通式潜孔锤,双壁钻杆 + 交叉接头 + 普通潜孔锤,双壁钻杆 + 交叉接头 + 牙轮钻头 3 种小口径空气反循环连续取样工艺得到了改进或验证。理论与实践的结合达到了良好的效果。

参考文献:

- [1] 王达,何远信,等.地质钻探手册[M].湖南长沙:中南大学出版社,2014.
- [2] 郭绍什.钻探手册[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [3] 冯德强.钻机设计[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,1993.
- [4] 鄢泰宁,等.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.
- [5] 姚怀新.行走机械液压传动与控制[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [6] 孟庆鸿.大力推广现代快速钻探技术加速西部大开发的实施[J].广西地质,2001,14(2).
- [7] 周衍茂.空气反循环连续取样在砂金矿钻探中的应用[J].探矿工程,1992,(3).
- [8] 李雪峰.RC 50 贯通式潜孔锤结构原理及其在乌山铜钼矿的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(1):54-58.
- [9] 赵志强.贯通式潜孔锤反循环取心关键技术与试验研究[D].吉林长春:吉林大学,2013.

(上接第 41 页)

(4)使用地面安拆装置可提高安装效率,减少安装成本,由钻机施工人员就可以完成钻塔安拆工作。

5 结语

这项地面安拆技术研究将会给钻探施工队安装与拆卸四角钻塔带来诸多便捷,是四角钻塔安拆方式的一场技术变革,将彻底改变地质勘探百年来的传统四角钻塔那种繁琐的高空安装方式。地面安拆技术会给应用企业和社会带来显著效益。四角钻塔地面安拆装置的以上优点将会受到钻探施工单位的认可,设计出更加安全易用的四角钻塔地面安拆装置,也会成为以后塔架的开发热点。

在我国各种钻探钻机有上万台,四角钻塔都是传统的安装方式,该技术的推广应用将使四角钻塔应用得到新的发展。四角钻塔在同等承载力的塔架

结构中为稳定性最好,承载能力最强,而且钻塔内施工环境最好(夏可防雨,冬可防寒),由于安装要人员空中作业,必须由专业安装工人实行安装,风险极大,所以才出现了人字形钻塔、A 字形钻塔和 K 字形钻塔;现在四角钻塔可以在地面进行安装了,定会重新受到市场的青睐和钻探施工单位的推广应用,为企业和社会创造更高的社会效益。

参考文献:

- [1] 张西坤,宋小娟.液压起塔定向施工 A 型钻塔[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(12):28-29.
- [2] 张西坤,靳益民.关于钻塔的几个问题的探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(7):37-42.
- [3] 孙淑国.半组成拉立式四脚钻塔[J].探矿工程,1987,(2):51-52,54.
- [4] 整体立塔法[J].探矿工程,1975,(5):68-69.
- [5] 王宇理.CY13-2 型钻塔[J].探矿工程,1983,(3):20-21.
- [6] A 字钻塔[J].探矿工程,1959,(8).
- [7] 郭始光.SGX17 型钻塔[J].探矿工程,1980,(2).