

大直径反循环潜孔锤的密封方法与试验研究

赵江鹏

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要:可靠的密封结构是大直径反循环潜孔锤能够实现反循环钻进工艺的关键,同时也是大直径反循环潜孔锤设计的难点。现有的大直径反循环潜孔锤都是基于孔底钻具本体进行密封结构设计的。提出了一种孔底与孔口联合密封的方法,以该密封方法为设计原则研制了扩孔用 $\varnothing 710/311$ mm 集束式反循环潜孔锤与孔口密封装置,并配套 $\varnothing 127/70$ mm 双壁钻具进行了现场试验,取得了较好的连续反循环排渣效果,平均机械钻速为 2.1 m/h,与常规牙轮钻头扩孔方法相比提高了 2.6 倍。试验结果表明孔底与孔口联合密封方法是可行的,值得进一步推广应用。

关键词:空气潜孔锤;集束式潜孔锤;反循环钻进;潜孔锤钻进;密封方法

中图分类号:P634.4 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2015)12-0061-03

Sealing Method for Large-diameter Reverse Circulation DTH and the Experimental Study/ZHAO Jiang-peng (Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: Reliable sealing structure is the key to use the reverse circulation drilling technology for large-diameter reverse circulation DTH and is also the design point of large-diameter reverse circulation DTH. The sealing structure of existing large-diameter reverse circulation DTH is designed on basis of BHA body structure. A double sealing method at bottom and entrance of drilling hole is proposed in this paper, based on which as design principle, $\varnothing 710/311$ mm cluster reverse circulation DTH and entrance sealing device were developed for reaming, the field test was made matching with $\varnothing 127/70$ mm double-wall drilling tool, continuous reverse circulation effect was realized, the average ROP was 2.1m/h which was 2.6 times of the ROP of roller bit used in the same hole. The test results show that the double sealing method at bottom and entrance of drilling hole is feasible and it is worthy to be popularized.

Key words: air DTH; cluster DTH; reverse circulation drilling; DTH drilling; sealing method

0 引言

近几年,随着瓦斯抽采孔、通风孔、强排水孔、下电缆孔、救援孔以及其它用途的大直径钻孔的施工量快速增大,气举反循环钻进、大直径 PDC 钻头钻进以及大直径潜孔锤钻进等高效钻进技术的应用也得到进一步推广与发展。其中,大直径潜孔锤钻进技术以其高效的钻进速度受到较大的关注,已有多家相关单位对该技术进行了不同程度的研究与试验^[1-7]。

大直径潜孔锤钻进技术按照排渣方式的不同可分为正循环、反循环和下排渣等 3 种工艺方法。与大直径正循环潜孔锤相比,大直径潜孔锤反循环钻进时,在保证潜孔锤正常工作所需要注入的空气量外,由于反循环通道要小,其返渣需要的空气量将会有很大的减少,降低了对钻机、空压机、增压机以及钻具系统等的要求,是大直径钻孔(≥ 400 mm)硬岩快速钻进的优选技术方案^[2]。

大直径反循环潜孔锤按照钻头结构不同可分为单体式和集束式(或捆绑式)2 种主要型式,目前国内大直径反循环潜孔锤主要有^[2,5-10]:单头大直径湿式反循环潜孔锤(FGC-15 型、FGC-15B 型)、大直径贯通式潜孔锤(最大直径为 660 mm)、大直径组合捆绑式风动潜孔锤(FC-312 型)、集束式反循环潜孔锤(公开报道最大直径为 660 mm)。

密封结构是大直径反循环潜孔锤的重要结构,是其能够形成反循环的关键所在。目前反循环潜孔锤的密封结构均设置在孔底钻具本体上,它是利用钻具本体密封盘外径与钻孔直径间狭窄的空间形成对上返空气的阻尼,促使携渣空气流从排渣管中上行。可能存在的问题是:由于密封结构比钻头旋转所形成的钻孔直径要小,密封结构外径与钻孔壁的间隙面积会随着钻进时间的延长而越来越大;且钻头成孔过程中有一定的钻孔直径扩大率,因此从密

收稿日期:2015-05-24

基金项目:第一批安全科技“四个一批”项目;中煤科工集团西安研究院有限公司自筹资金创新项目(编号:2015XAYCX02)

作者简介:赵江鹏,男,汉族,1983 年生,助理研究员,工程师,博士,地质工程专业,从事与钻井工艺与配套装备的技术研发工作,陕西省西安市高新区锦业一路 82 号, zhaojiangpeng@cctegxian.com。

封结构与钻孔形成的环状间隙上返压缩气体量变大,将会影响反循环排渣效果,严重者甚至不能形成反循环。为此,研究提出一种孔底与孔口联合密封的方法以克服上述缺陷,基于该方法设计了 $\varnothing 710/311$ mm 集束式反循环潜孔锤与孔口密封装置,配套 $\varnothing 127/70$ mm 双壁钻具后进行了现场试验。

1 孔底与孔口联合密封方法

孔底与孔口联合密封方法是针对目前大直径潜孔锤孔底密封结构存在的问题而提出的,见图1。当孔底密封结构不能完全满足建立反循环需要,即大量气体从大直径潜孔锤与钻孔形成的环状间隙上返时,在孔口密封装置的作用下,由于钻孔与双壁钻杆形成的大环空间隙为一密闭有限空间,当该空间气体压力达到一定程度时,迫使孔底压缩空气进入大直径潜孔锤排渣通道沿双壁钻杆内管排至泥浆池,从而重新建立反循环通道。

孔底与孔口联合密封方法对孔底密封结构设计及其密封效果的要求大大降低,即孔底密封结构与钻孔间隙可适当增大,因此可降低孔底密封结构的设计难度,提高反循环潜孔锤应对孔内复杂情况的能力,从而实现安全高效钻进目的。

2 $\varnothing 710/311$ mm 扩孔用集束式反循环潜孔锤与配套孔口密封装置

2.1 $\varnothing 710/311$ mm 扩孔用集束式反循环潜孔锤

以孔底与孔口联合密封方法为设计原则,研制了 $\varnothing 710/311$ mm 扩孔用集束式反循环潜孔锤。它是将3个常规 $\varnothing 216$ mm 潜孔锤均布在同一圆周面上并利用上下压盘等连接结构,主要结构有:双壁接头、配气室、空气潜孔锤、排渣管、孔底密封盘以及导向头等,如图2所示。下钻前,在导向头前端连接 $\varnothing 311$ mm 常规牙轮钻头。

2.2 孔口密封装置

孔口密封装置是孔底与孔口联合密封方法中的重要装置。该孔口密封装置的结构设计应综合考虑施工所使用的钻机孔口工作台结构特征、所配套的 $\varnothing 127/70$ mm 双壁钻杆外形特征、大直径潜孔锤及其钻速、空气压力等工艺参数、以及装卸操作环境条件等多方面因素,主要由锥形密封胶芯和外壳体组成,与钻孔套管以法兰方式连接,见图3与图4。

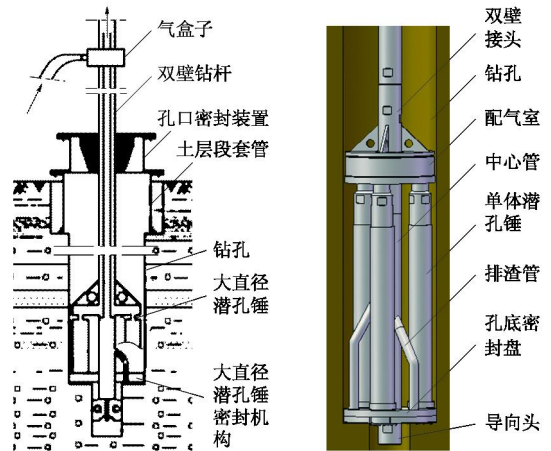


图1 孔底孔口联合密封方法示意

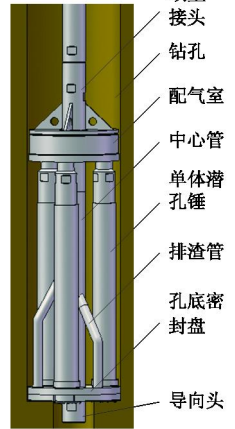


图2 集束式潜孔锤

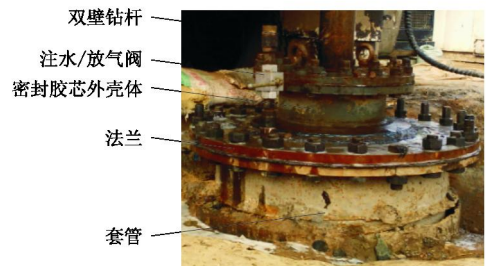


图3 孔口密封装置

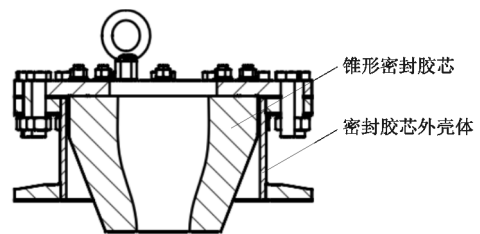


图4 密封胶芯体

3 集束式反循环潜孔锤孔内反循环通道的建立

结合图1~图4, $\varnothing 710/311$ mm 扩孔用集束式反循环潜孔锤的孔内反循环形成通道如下:空压机产生的压缩空气由地面注气管路进入气盒子,沿双壁钻杆内外管环状间隙下行,经双壁接头内外管环状间隙及外管下端设置的小孔进入配气室,然后进入单体潜孔锤驱动潜孔锤工作,废气从钻头中心孔喷出,在孔底密封盘和孔口密封装置的双重作用下,废气被封闭在孔底密封盘下,携带破碎下的岩屑、岩粉进入排渣管,经中心管进入双壁接头内管,沿双壁钻杆内管上行,由气盒子、动力头中心通孔、地面排渣管路排至储渣池。

4 现场试验

4.1 主要设备

本次集束式潜孔锤反循环钻进工艺现场试验投入的主要设备见表1。

表1 集束式潜孔锤反循环钻进试验所需主要设备

名称	规格	数量	备注
钻机	ZMK5530TZJ60 (A)型车载钻机	1台	提升力600 kN;最大工作扭矩28 kN·m
空压机	XRXS1275型双工况空压机	2台	最大排气量35 m ³ /min;额定压力3 MPa
集束式潜孔锤	Ø710/311 mm	1个	扩孔用,反循环排渣
双壁钻杆	Ø127/70 mm	200 m	
气盒子		1个	与Ø127/70 mm双壁钻杆配套
孔口密封装置	可密封18°斜坡 Ø127 mm钻杆	1台	以法兰盘连接方式安装于Ø820 mm套管上
注水泵	3NB150	1台	

4.2 钻遇地层与水文地质条件

钻遇地层为二叠系上统上石盒子组(P_{2s}),岩性主要为泥岩、砂质泥岩及细粒砂岩、粉砂岩;实测静水位22 m。

4.3 试验结果

本次现场试验孔段为:32~83 m,计51 m。在试验过程中,注气量为35~70 m³/min,转速为13~24 r/min,注气压力1.0~2.0 MPa,正常钻进期间,形成了良好的反循环排渣效果(见图5),机械钻速1.0~4.0 m/h,平均机械钻速2.1 m/h。

在该钻孔其余硬岩孔段采用Ø550/311、780/550 mm两种规格的牙轮扩孔钻头、以常规泥浆回转扩孔工艺完成施工,平均机械钻速为0.8 m/h。两种工艺方法的机械钻速相比,大直径集束式反循环潜孔锤是常规泥浆回转扩孔工艺的2.6倍。



图5 反循环排渣效果

5 结论与建议

针对大直径潜孔锤反循环钻进特点,本文提出一种孔底与孔口联合密封方法,其特点在于:当孔底密封机构不能完全满足建立反循环需要时,将有大量孔底压缩空气进入大环空间隙,在孔口密封装置的作用下,可迫使孔底压缩空气进入大直径潜孔锤排渣管沿双壁钻杆内管排至地面。该方法可降低孔底密封结构的设计难度,提高反循环潜孔锤应对孔内复杂情况的能力。

以孔底与孔口联合密封方法为设计原则,研制的Ø710/311 mm扩孔用集束式反循环潜孔锤及专用孔口密封装置。利用ZMK5530TZJ60(A)型车载钻机,配套Ø127/70 mm双壁钻具实施了硬岩段现场钻进试验,在试验过程中密封效果好,可形成良好的反循环排渣效果,平均机械钻速2.1 m/h,是同钻孔常规泥浆回转扩孔工艺平均机械钻速的2.6倍。初步试验结果表明:以孔底与孔口联合密封方法为基本设计原则进行大直径反循环潜孔锤设计,是一种行之有效的方法,值得进一步扩大试验并研究与推广。

参考文献:

- [1] 冯起增,秦如雷,许本冲,等.全液压车装钻机在集束式潜孔锤反井施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(6):23-26.
- [2] 王清岩,吕红权,高翼,等.旋挖钻机嵌岩桩施工用反循环潜孔锤钻具研究[J].工程机械,2013,44(10):14-18.
- [3] 杨凡.大孔径逃生井在矿山抢险中的可行性研究[D].北京:中国地质大学(北京),2010.
- [4] 刘振东.大孔径集束式潜孔锤结构与动力特性的研究[D].黑龙江大庆:东北石油大学,2013.
- [5] 刘廷政,郑喜彦.大直径贯通式潜孔锤局部气举反循环钻进工艺研究[C]//中国水利学会地基与基础工程专业委员会第十一次全国学术技术研讨会会议论文集,2011.
- [6] 支跃.大孔径气举反循环潜孔锤动力学研究[D].黑龙江大庆:东北石油大学,2014.
- [7] 王茂森,殷琨.大直径环式组合潜孔锤及钻进工艺研究[J].地质与勘探,2006,(2):90-92,96.
- [8] 蒋荣庆,殷琨,王茂森,等.HC型环状取芯潜孔锤芯方法实验研究[J].探矿工程,2003,(3):26-29.
- [9] 蒋荣庆,殷琨,王茂森.FGC-15型大直径单头潜孔锤钻具系统研制[J].探矿工程,1995,(5):17-19.
- [10] 王茂森.全孔反循环潜孔锤参数优化及其钻进工艺研究[D].吉林长春:吉林大学,2007.
- [11] 范黎明,殷琨,张晓光,等.潜孔锤钻进孔口密封器流场数值模拟及优化设计[J].吉林大学学报(地球科学版),2011,(2):511-517.