

对某单通道水龙头的改进

彭力军^{1,2}, 贾正海², 贾辉²

(1. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院, 河南 洛阳 471002)

摘要:单通道水龙头是XY型系列岩心钻机中的一个重要部件,起着联接胶管和主动钻杆间的腔内通道和实现动、静状态转换的功能,针对其使用中易泄漏、维修不便的问题,在原型结构的基础上进行了改进,具有泄漏维修不拆卸、密封件使用寿命长等特点,提高了作业效率。

关键词:单通道水龙头;密封件;泄漏;维修;结构改进

中图分类号:P634.3⁺5 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)02-0030-03

Development of a New Water Swivel of Single Channel/PENGLI Jun^{1,2}, JIA Zheng-hai, JIA Hui² (1. China University of Geo-science, Wuhan Hubei 430074m, China; 2. Yellow River Consulting Co., Ltd., Geological Survey Institute, Luoyang Henan 471002, China)

Abstract: Water swivel is an important component for XY series of core drill with function to connect the hose and the internal channel of driving pipe, and to realize dynamic and static state transition. In the long-term use, it was found easy to leak, and inconvenient for maintenance. This article introduces the improvement on water swivel based on the prototype structure, with a merit of non-dismantling while repairing, long service life and higher operation efficiency.

Key words: water swivel of single channel; seals; leakage; maintenance; structure improvement

1 概述

钻具是岩心钻机中的一个重要配套部分,起着回转钻进、输送液流的多项功能,单通道水龙头(又称回转水弯头、水接头,以下简称水龙头),是钻具中位于主动钻杆顶端的一个重要部件,起着外接软胶管和主动钻杆内腔间的液流通道,同时实现动、静部件间的柔性联接及腔内通道密封的重要功能。

XY系列立轴式地质钻机是目前国内重要的岩心钻机类型之一,被广泛应用于水利、地矿等行业的勘探与施工中,生产商对该系列钻机的小改进也较多。但由于水龙头为非关键功能部件,价格低,效能不彰显,生产商等往往未给予足够重视,其结构、型式长期如一。但因其工况的复杂性(如动静状态转换、动密封、高压等),往往故障率高,最常见现象是因密封部件的磨损而导致密封减弱、液流泄漏,在使用过程中维修频繁、工效低下。为此,笔者通过结构分析与改进,设计一种结构改进的水龙头,较好地解决了其密封易失效、维修频繁等使用问题。

2 单通道水龙头的结构及不足

2.1 部件结构

图1所示为XY型系列钻机中配套的某型水龙头,组成零部件主要有顶封堵头、上压盖、三通体、弯接头、上套壳、压紧弹簧、密封铜套、推力轴承、下套壳、心杆及钻杆接头等。

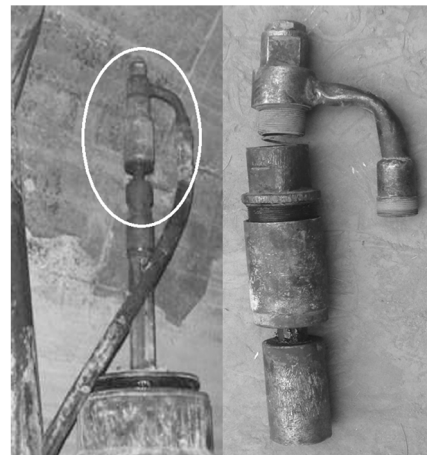


图1 水龙头使用部位及构件图

使用原理:液流从外接软胶管进入弯接头、三通体、上套壳腔体和心杆,然后进入主动钻杆内腔。心杆通过推力轴承实现与上部其它部分的动静状态转换。对液流的密封实现,由压紧弹簧及垫片、密封件

收稿日期:2009-09-05

作者简介:彭力军(1975-),男(汉族),湖南新邵人,中国地质大学(武汉)在读硕士黄河勘测规划设计有限公司地质勘探院高级工程师,,地质工程专业,从事地质勘察和水利工程施工的技术管理与研发工作,河南省洛阳市启西路40号, penglijun111@163.com。

(铜套)、轴承体组成密封隔体,与上、下套壳共同形成密封阻隔,结构简单。

2.2 常用状况及存在问题

水龙头的最常见故障是流体泄漏,即其密封部件因长时间磨损后逐渐失效而致压力液态流体从密封间隙泄漏。下面对两种典型使用条件下的泄漏故障进行分析。

2.2.1 高速回转钻进

钻头在孔底进行高速回转切削钻进时,冲洗液起着钻头冷却和岩粉冲洗的重要功能,因此其流压参数的稳定控制,是钻参控制的一项重要内容。钻进中由于水龙头上的心杆等旋转部件处于高速旋转,心杆外壁与铜套间的密封接触面因高速摩擦而不断磨损,当间隙充分后,腔内冲洗液在泵压的作用下沿间隙向上、下方向渗透,并最终在离心力的作用下,从上压盖的丝扣处或心杆与下套壳之间的环状间隙(通过推力轴承)泄漏出来,上压盖泄漏如图2所示。

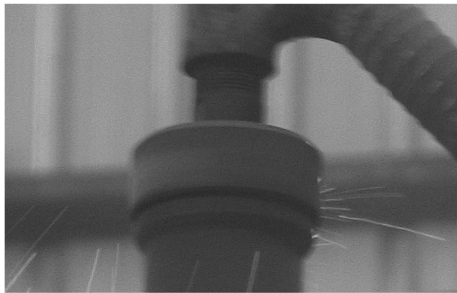


图2 上压盖泄漏示意图

发生泄漏后,使过流的流量减小、液压降低,最终致使钻进效率下降、钻头寿命缩短,甚至烧钻事故的发生等。

2.2.2 孔内高压灌浆

在帷幕灌浆等施工中,管内浆液压力高,凝固快,为防止孔内固管事故发生,注浆导管段常需作低速回转活动,水龙头作为注浆导管与输送软胶管的连接件,其(动)密封性能要求很高。随着灌浆过程的压力升高,当心杆与铜套间的密封面因缝面过宽而形成渗透后,将从同2.2.1节所述途径迅速泄漏,直接导致灌浆数据失真、压力抬不起及造成高压泄漏安全隐患等。而孔内钻进与灌浆过程通常是相互接替进行,即每一个孔段在钻进完后就接连灌浆,更替频率快,密封件在高速转动密封和高压动密封过程中循环磨损,磨损速度很快,对施工影响明显。

2.3 结构原因分析

2.3.1 应用环境分析

在高速钻进中,密封面的相对旋转速度高,以及随着钻机钻进时的高频振摆,水龙头密封面也跟随频率性碰撞振动;在高压灌浆中,浆液一般均为高压流体(灌浆压力一般达1.5~4 MPa),渗漏性很强,同时,腔内流体通常是含有各种泥沙杂质、泥浆成分或水泥颗粒的混合液体,对密封面和密封件的磨蚀性大。

2.3.2 结构原因分析

密封件采用机械接触式密封,环境适宜性相对较差,高速钻进中零部件间的振摆碰撞不可避免,加之接触面的自然旋转磨损,其磨损速度较普通稳定状况下快得多。而在灌浆过程中,由于机械接触式密封在磨损后无自封能力,稍有磨损间缝浆液即可泄漏,不得不停灌维修。

同时,现有结构设计也不合理,维修过程必须拆卸修复,即先停钻/灌后,降低主动钻杆顶高并从管路中拆取下来,修复后再重新安装,十分不便。

2.4 带来的不利影响

(1)对深孔、破碎、软弱等特殊地层的钻进和灌浆而言,停供冲洗液或浆液容易导致塌孔、固管等孔内事故;(2)维修操作过程琐碎复杂,增加了劳动强度;(3)维修时间较长,影响施工进度;(4)磨损至一定程度后即需更换受磨损的铜套或心杆,并且综合成本抬高。

通常,在高强度施工中,一个水龙头往往连续钻进1~2个台班,即可能开始出现轻微泄漏,然后逐渐加剧;帷幕灌浆4~6孔段,水龙头即需要对泄漏维修。表1为对河南林州马家岩水库帷幕灌浆施工中的部分数据统计分析。

表1 某灌浆工程水龙头泄漏维修时间统计

作业过程	平均维修时间/min					事故影响
	统计次数	拆卸	修复	安装		
钻进	19	43	13	19	11	导致烧钻1次,塌孔1次,发生概率10%
灌浆	24	51	16	22	13	导致固管事故3次,发生概率12.5%

3 改进设计

3.1 设计要求

针对上述因素及结构缺陷,采取结构改进的解决方式,主要提出以下要求:(1)针对高速旋转、高频震动、高压液流的的复杂密封环境,具有良好的防渗、防震、耐压、热变性能,并实现低磨损、自封型密封等能力,以提高密封时效性;(2)采用可适时调节式的密封构体,即出现泄漏后能通过调节装置重新调整密封紧密,避免拆卸修复过程,提高维修效率;

(3)综合优化生产与使用成本,如简化结构、降低易耗零件成本等。

3.2 设计过程

3.2.1 密封方式的选择

通过筛选,选择了采用V形密封圈的唇形密封和填料密封两种方式进行比较,前者具有良好的自封闭、抗高压、低阻力等特性,但密封圈易破损,维修时需取出更换;后者也具有良好的耐压、耐高温能力,但结构复杂、材料类型多,遇较高压力下密封变差。经综合优化,采用密封橡胶为填充材料的改进填料密封方式,填充结构由压盖、填料、容腔等组成。

3.2.2 密封尺寸设计

根据机械设计参考和边界条件,填料厚度 s 取6 mm,填料高度 H 取70 mm,压盖宽度 δ 取5.5 mm,压盖高度 h 取45 mm,密封接触面的表面粗糙度 $R_a = 1.6 \mu\text{m}$ 。将各项参数和相关环境参数代入摩擦功率 $P = F_m v / 1000$ 和泄漏量 $Q = (\pi d s^3 / 12 \eta L) \Delta p$ [引于《机械设计手册》(第五版)]进行计算,结果符合工程要求。

3.2.3 结构设计

密封件上压部件直接采用容腔受力,下压部件由垫片、可调锁紧螺母组成,心杆利用上、下球轴承导正和实现动静状态的转换。由于密封面的松紧可通过锁紧螺母进行调节,从而可轻松实现高速旋转条件所需的松密封和高压液流条件下的紧密封,并对密封件的磨损量及时修正,从而达到不需经过拆卸即可修复的目的。

3.2.4 新结构的主要组成

改进后的结构设计如图3所示。

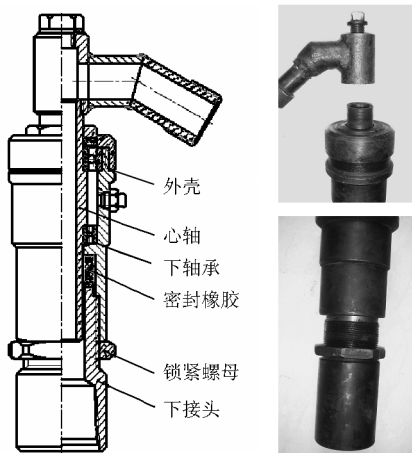


图3 改井后水龙头结构及部件图

3.2.5 性能特点

与原型水龙头相比,改进后的水龙头具备以下性能特点:

(1)结构更优化,取消了原型中的弹簧结构,因而免除了因弹簧失效对密封的影响;

(2)密封效果好,根据紧密调节可适应钻进、灌浆等不同工况下的密封需求;

(3)维修简便,在密封件的有效寿命内,出现泄漏后,暂停作业,直接在管路上调节螺母即可;

(4)成本低,密封件材料的使用寿命长(填料高度 $H \geq 40 \text{ mm}$ 均可正常使用),材料成本低。

4 工程应用

将改进后的水龙头分别在水利水电勘探成孔、帷幕灌浆工程中进行了应用,使用效果良好,故障率明显降低,泄漏故障处理时间大大缩短。与原型水龙头相比,改进后的水龙头平均故障处理时间缩短了约81%~83%,密封件平均效用时间增加了3~5倍。统计对比结果见表2。

表2 新旧水龙头的故障处理工效对比

水龙头故障类型	故障平均处理时间/min		密封件平均寿命/天	
	原型号	改进后	原型号	改进后
纯钻泄漏	41	7	3~5	15~20
钻灌泄漏	47	9	3~4	10~15

5 结论

水龙头尽管只是钻机体系中的一小部件,但也有其独特而重要的功能。经过此次改进,较圆满地解决了其易泄漏的长期固疾。同时,这也是基层技术力量长期实践和不断总结的结果,对国内钻探等行业的技术革新和经验交流活动具有重要借鉴意义。

参考文献:

- [1] 汤凤林, A. T. 加里宁, 杨学涵. 岩心钻探学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [2] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 长沙: 中南大学出版社, 1989.
- [3] 成大先. 机械设计手册(第五版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.