

# YZX130 型液动锤研究及其在 WFSD - 4 孔中的应用

王跃伟<sup>1</sup>, 杨泽英<sup>1</sup>, 谢文卫<sup>1</sup>, 齐力强<sup>1</sup>, 苏长寿<sup>1</sup>, 张伟<sup>2</sup>, 吴金生<sup>3</sup>

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 中国地质调查局, 北京 100037; 3. 中国地质科学院探矿工艺研究所, 四川 成都 611734)

**摘要:**对 YZX130 型液动锤的结构和工作原理进行了介绍, 通过室内调试和测试总结出其主要特点。在 WFSD - 4 孔中的应用证实, YZX130 型液动锤可大幅度提高机械效率和回次进尺, 尤其在坚硬破碎地层效果更佳, 而在塑性较高的软弱松散地层效果则相对较差。

**关键词:**液动锤; 冲击回转钻进; 岩心钻探; 科学钻探; 汶川地震断裂带

**中图分类号:** P634.5<sup>+</sup>6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2014)09-0143-03

**Research on YZX130 Hydraulic Hammer and Its Application in WFSD - 4 Well/WANG Yue-wei<sup>1</sup>, YANG Ze-ying<sup>1</sup>, XIE Wen-wei<sup>1</sup>, QI Li-qiang<sup>1</sup>, SU Chang-shou<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>2</sup>, WU Jin-sheng<sup>3</sup>** (1. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China; 2. China Geological Survey, Beijing 100037, China; 3. Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China)

**Abstract:** This article introduces the structure and working principle of YZX130 hydraulic hammer, and summarizes its main features by analyzing the debugging and testing results. The application of YZX130 hydraulic hammer in WFSD - 4 well proved that this hammer could substantially increase round trip coring length and rate of penetration, especially in hard and broken formation. However, its effect in weak and loose formation with high plasticity was relatively poor.

**Key words:** hydraulic hammer; percussive-rotary drilling; core drilling; scientific drilling; Wenchuan earthquake fault

多年生产实践证明,液动冲击回转钻进技术可大幅度提高钻进速度、回次进尺和钻头寿命,是一种高效、优质、低耗的技术。液动潜孔锤(简称液动锤,又称液动冲击器)是液动冲击回转钻进技术的核心,在孔内循环介质驱动下对钻头产生高频连续的冲击载荷,从而实现冲击回转钻进。

自我国研制出第一台液动锤至今已有 50 年的时间,据不完全统计,在此期间地矿、冶金、煤炭、高校等相关科研、生产单位研制的包括正作用、反作用、双作用、射流式、射吸式等不同类型和规格的液动锤近百种,这些液动锤大都面临着寿命较低的问题。正作用、反作用液动锤无法摆脱对弹簧的依赖,射流式、射吸式液动锤的工作离不开高速水射流,弹簧和受高速水射流冲蚀件则分别成为影响其寿命的最薄弱环节。

中国地质科学院勘探技术研究所根据国内外钻探设备研究发展趋势,着重开展双作用液动锤的研究,并于 1997 年成功研制出一种新型的 YZX127 型液动锤,该液动锤具有冲击功大、能量利用率高等优

点。在中国大陆科学钻探工程初期的应用中对该液动锤进行进一步完善,提高了对泥浆的适应性和工作稳定性,并在大陆科学钻探工程后期发挥了重要作用。

## 1 YZX130 型液动锤结构及工作原理

YZX130 型液动锤的基本结构延续了在大陆科学钻探工程中应用效果显著的双喷嘴复合式结构,并在此基础上运用了水力学理论对喷嘴处的结构和整体流道进行计算和优化,提高了液动锤的工作稳定性。YZX130 型液动锤的结构如图 1 所示。

钻具下入孔内未至孔底时,上阀,上活塞、冲锤体、下活塞、传功座及花键轴(与钻头相连)在重力作用下皆处于下限位置,钻具下部通道顺畅,钻井液可直接排出,无法满足液动锤工作条件,确保冲孔和起下钻过程中钻具不出现空打情况,保证孔内安全。钻头到达孔底后,传功座进入下缸套并封闭内部通道,冲锤(包括上活塞、冲锤体和下活塞)下腔压力升高,建立起冲锤的下端面与上端面之间的压差,

收稿日期:2014-06-30

基金项目:中国地质调查局地调项目“3000 m 深孔绳索取心液动锤及钻进工艺研究与应用”(12120113016300)、“破碎和强缩径地层大直径深孔取心钻进技术研究”(1212011120258)

作者简介:王跃伟(1985-),男(汉族),河北廊坊人,中国地质科学院勘探技术研究所助理工程师,地质工程专业,硕士,从事液动冲击回转钻进技术与开发工作,河北省廊坊市金光道 77 号,yourvie@126.com。

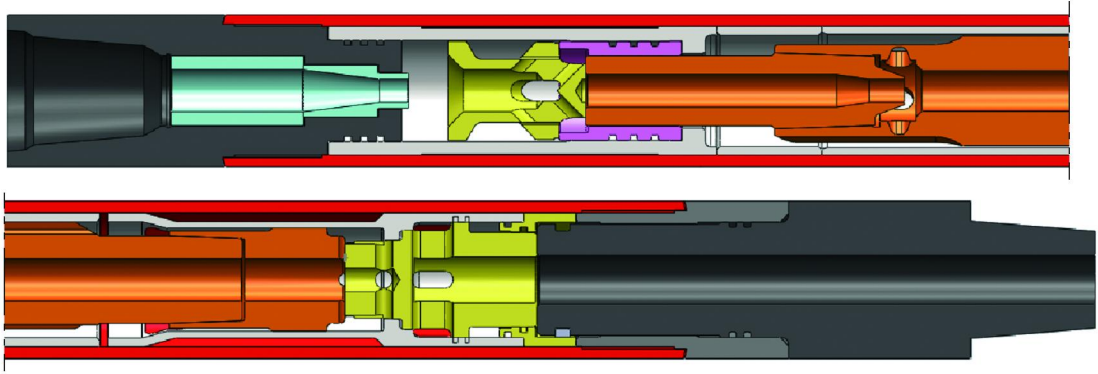


图1 YZX130型液动锤结构示意图

驱动冲锤上行。上阀在喷嘴处高速射流的卷吸作用下迅速上行,先于冲锤运动,到达其上限位置后等待冲锤上行。当冲锤到达上限位置时,上阀下端面与冲锤上端面形成密封,迅速关闭了冲锤中心通道,产生的水击作用推动上阀和冲锤一起下行。与此同时,冲锤下腔高压消失。上阀到达下限位置后,冲锤上端面与上阀下端面脱离,打开了冲锤中心的通道,冲锤在重力和惯性作用下继续下行,并冲击花键轴。中心通道打开后冲锤下腔恢复高压,并于冲击完成后拾锤上行开始下一次冲击。

## 2 YZX130型液动锤主要特点

研制的YZX130型液动锤于我所冲击回转钻进工艺试验室进行了初步的调试测试,证实该液动锤具有以下特点。

(1)结构简单。YZX130型液动锤仅有十几个零件,其中还有一部分零件的作用只是为了减少使用中更换零件的成本。

(2)启动泵压低,泵量适应性广。在试验室条件下,当泵压达到0.6 MPa液动锤即可启动,泵量在350~550 L/min范围内液动锤均可正常工作。在生产中可结合地层、设备、钻头具体情况酌情调整输入泵量以得到所需的输出性能。

(3)工作压力低。当泵压为2~3 MPa时液动锤即可输出较佳性能,降低了对泥浆泵的要求,有利于维持孔内安全。

(4)工作中稳定性好。根据室内测试结果,YZX130型液动锤工作稳定性好,无阻卡现象。退一步讲,即使液动锤工作中由于岩屑较多或是因其他杂物而发生阻卡,其结构也可保证采用常规工艺钻完本回次,不影响正常钻进。

(5)参数调节范围广。除了调节输入泵量外,调节自由行程和锤程也可较大幅度调整液动锤的冲

击功和冲击频率,从而匹配不同的施工工艺和工况。

YZX130型液动锤主要技术参数如下:

钻具外径:	130 mm
钻孔直径:	136~158 mm
钻具长度:	1950 mm
钻具质量:	160 kg
冲锤质量:	35 kg
冲锤行程:	40~50 mm
自由行程:	10~15 mm
冲击频率:	7~15 Hz
冲击功:	120~250 J
工作泵量:	350~550 L/min
工作泵压:	2.0~5.0 MPa

## 3 YZX130型液动锤在WFSD-4孔中的应用情况

汶川地震断裂带科学钻探四号孔(WFSD-4)的钻探工作由中国地质科学院探矿工艺研究所组织实施,是汶川地震断裂带科学钻探项目的最后一个钻孔,位于四川省平武县境内。

YZX130型液动锤在WFSD-4孔中下井70余次,累积进尺340多米,其中在上部较坚硬、破碎的板岩和变质砂岩地层应用效果良好,机械钻速较单纯采用螺杆马达钻进提高70%以上,回次进尺提高40%以上。液动锤在下部塑性较高的破碎地层应用在机械钻速和回次进尺方面也有一定程度提高,但相比之前的应用效果则较差。该孔段基本全采用液动锤钻进,只有个别回次采用螺杆马达钻进,对比数据的说服力较弱,但总体上看采用液动锤钻进相比不使用液动锤机械钻速和回次进尺还是有所提高的。与坚硬地层钻进情况进行对比,在塑性地层中采用液动锤钻进机械钻速和回次进尺均只为其50%左右。图2为YZX130型液动锤下井时的情况。



图2 YZX130型液动锤下井

#### 4 YZX130型液动锤用于不同地层效果分析

根据 YZX130 型液动锤在 WFS-4 孔中的应用情况,使用液动锤钻进可大幅度提高机械钻速和回次进尺,尤其是较硬、较完整的地层。对于脆碎地层,也可大幅度提高回次进尺,但对于塑性较高的软弱松散地层,液动锤提高机械钻速幅度较小。

使用液动锤在较坚硬的地层中钻进时,液动锤提供的较大冲击力通过钻头传至岩石,接触应力瞬时达到很大值,使岩石内部形成微小裂隙同时也加速一些裂隙的发育,再在钻头的回转作用下,很容易实现体积破碎。而在塑性较高的软弱破碎地层钻进时,液动锤提供的冲击功一部分被塑性岩石吸收发生塑性变形,虽然也有利于钻头吃入岩层,但还是不如在坚硬岩层中的碎岩效果。另一方面,软弱地层容易堵住钻头的水口,不利于液动锤的正常工作,导致其输出冲击功较小,这也是其效果不如在坚硬岩层中应用的一个原因。

钻进中由于破碎的岩心堵住取心筒,使下面的岩心无法进入取心筒,回次进尺短。而使用液动锤钻进时,一旦发生岩心堵塞,冲击功就可直接作用于

取心筒上,利用冲击振动即可消除或减轻岩心堵塞,利于岩心进入取心筒,提高回次进尺。在塑性较高的软弱松散地层钻进时,进入取心筒的岩心产生塑性变形,将取心筒挤死。对于这种类型的岩心堵塞,液动锤提供的冲击力可在一定程度提高回次进尺,但也很难实现解堵,无法保证像在脆碎地层中那样基本实现满筒取心。

#### 5 结语

(1) YZX130 型液动锤为阀式双作用液动锤,阀的向上运动依靠上喷嘴射流的卷吸作用,锤的上下运动则分别主要依靠上下腔的压力差和水击作用。

(2) YZX130 型液动锤具有结构简单、启动泵压和工作泵压低、泵量适应性广、工作稳定性好、参数调节范围广等特点。

(3) YZX130 型液动锤在 WFS-4 孔中应用效果明显,在坚硬破碎地层可大幅度提高回次进尺和机械钻速,而在塑性较高的软弱松散地层效果则相对较差。

#### 参考文献:

- [1] 苏长寿,谢文卫,杨泽英,等.系列高效液动锤的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(3):27-31.
- [2] 普志军.DGSC-203型液动射流液动锤在地热井的试验[J].地质与勘探,2002,(5):58-60.
- [3] 普志军,张玉霖,王茂森.冲击旋转钻进技术新发展[J].地质与勘探,2003,(3):78-83.
- [4] 苏长寿.液动潜孔锤技术现状及发展设想[J].探矿工程,2003,(1):28-30.
- [5] 鄢泰宁,吴翔,卢春华.球体液动锤及其在回转冲击钻进中的应用研究[J].地质与勘探,2008,(2):97-100.
- [6] 王人杰,蒋荣庆,韩军智.液动冲击回转钻进技术[M].北京:地质出版社,1988.
- [7] 谢文卫,苏长寿,宋爱志.新型高冲击功液动潜孔锤的研究[J].探矿工程,1998,(6):31-32.
- [8] 谢文卫,苏长寿,孟义泉.YZX127型液动潜孔锤的研究及应用[J].探矿工程,2003,(S1):276-281.
- [9] 王建华,苏长寿,左新明.深孔液动潜孔锤钻进技术研究与应用[J].勘察科学技术,2011,(6):59-64.

(上接第142页)

钻井液体系在现场良好应用的保障,在深孔复杂地层中,更应做到这一点,以达到安全、快速、优质的钻进效果。

#### 参考文献:

- [1] 张统得.汶川地震断裂带科学钻探泥浆体系的研究及应用[D].四川成都:成都理工大学,2013.
- [2] 鄢捷年.钻井液工艺学[M].山东东营:中国石油大学出版社,2006.

- [3] 李之军,陈礼仪,贾军,等.汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFS-1)断层泥孔段泥浆体系的研究与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12):13-15,19.
- [4] 陶士先,陈礼仪,单文军,等.汶川地震断裂带科学钻探项目WFS-2孔钻井液工艺研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(9):45-48.
- [5] 张统得,陈礼仪,刘徐三,等.汶川地震断裂带科学钻探项目WFS-3孔泥浆技术的设计与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):41-44.
- [6] 陈礼仪,张化民,张统得,等.汶川地震科学钻WFS-3孔金刚石钻进岩粉粒度分析研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(3):21-23.