

XD 系列全液压动力头岩心钻机的研制和应用

王繁荣

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

摘 要: 简要概述了全液压动力头岩心钻机目前的发展状况, 分析了 XD 系列全液压动力头岩心钻机的特点、结构组成、性能参数以及钻机的应用情况。

关键词: 全液压; 动力头; 岩心钻机; 研制与应用; XD 系列

中图分类号: P634.3*1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)12-0043-04

Development of XD Series Fully Hydraulic Driving Core Drill and the Application/WANG Fan-rong (Shandong Geological Prospecting Machinery Factory, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: The paper briefly described the current situation of the development of XD series fully hydraulic driving core drill and analyzed the drill about its features, structure composition, performance parameters and the application.

Key words: full hydraulic; power head; core drill; development and application; XD series

1 概述

全液压动力头岩心钻机是现今较为先进的岩心钻机, 在国外发达国家它已逐渐替代立轴钻机成为地质勘探的主流设备。20 世纪七八十年代我国部分科研院所也曾进行过全液压岩心钻机的设计, 并制造出样机, 但由于当时的工业制造基础较差, 液压元件质量性能不过关, 导致钻机性能不稳, 渗油漏油现象严重, 故障率高, 维修困难, 全液压岩心钻机最终没有得到全面推广使用。

时至今日, 随着改革开放后外资企业涌入, 独资合资企业在全国各地的纷纷建立, 我国生产制造液压元件的技术水平也大幅提高, 在国内生产的液压元件中就有很多是国际知名品牌, 质量性能完全能满足钻机使用工况, 目前在国内选择到可靠的液压元件已不成问题。

在此工业基础条件下, 在国家提高地质装备水平政策的引导下, 在各地地质装备专项资金的扶持下, 经过近几年的蓬勃快速发展, 目前, 国内生产全液压动力头岩心钻机的单位已有二十几家, 并初具规模。在国内市场上该类钻机已经由进口为主逐渐转变为国产钻机占据大半江山。在国内众多专家及研制单位的积极推动下, 加之国产钻机克服了一些进口钻机售价高、使用成本高、售后服务周期长等弊端, 用户也逐渐认识到该类钻机的突出优势。同时部分厂家生产的全液压动力头岩心钻机已经走出国门, 出口到多个国家。现在全液压动力头岩心钻机

市场需求趋于平稳。

我厂是国内较早开展全液压动力头岩心钻机研制的厂家, 已经形成了 XD 系列。总结分析一下 XD 系列全液压动力头岩心钻机的特点, 有很多体会和收获, 同时也能为用户提供一些借鉴资料。

2 XD 系列全液压动力头式岩心钻机的特点

全液压动力头式岩心钻机之所以能成为岩心钻机的发展方向, 是因为其与机械立轴式岩心钻机相比具有以下显著优点^[1]: 一是给进行程长, 能达到 3.5 m, 是机械立轴式钻机给进行程的 6~7 倍, 一次给进就可打满 3 m 长的岩心内管, 不用频繁倒杆, 避免钻进过程中可能造成的岩心断裂、岩心堵塞等事故; 二是便于斜孔施工, 施工效率高; 三是卷扬机布置灵活、排绳方便; 四是塔机一体, 安装、搬家快速方便。该型钻机的缺点是设备购置成本高(相对于立轴钻机而言), 液压控制系统复杂, 易出现渗油、漏油故障, 机台一般维修人员难以胜任维修工作。

国内企业研发的全液压动力头岩心钻机, 虽然结构各具特色, 但其基本功用都能满足钻探工艺要求, 总体结构大致相似, 都具有全液压动力头式岩心钻机共有的特点。有的企业开发全液压动力头式岩心钻机是从仿制国外产品开始的, 起点相对较高; 有的企业则是根据钻探施工的要求走自主创新的路子, 边生产推广边完善设计。XD 系列全液压动力头岩心钻机属自主研发的产品, 设计时充分考虑了

收稿日期: 2011-08-19; 修回日期: 2011-12-12

作者简介: 王繁荣(1961-), 男(汉族), 山东济南人, 山东省地质探矿机械厂厂长兼山东省地矿技工学校校长、高级经济师, 经济管理专业, 从事企业管理和教学管理工作, 山东省济南市燕子山路 2-2 号, WFR7@163.com。

国内钻探施工的实际,尊重钻探技术工人现有的操作习惯,钻机的结构新颖,钻机性能参数先进合理,并有多项技术获国家专利。钻机质量可靠,性能稳定,外形美观,性价比高,得到用户的广泛认可。

XD系列钻机除具有全液压动力头钻机共有的特点,如采用全液压驱动,所有执行机构均可实现无级调速;动力头变速箱与钻塔装为一体,便于斜孔施工。此外还具有以下特点:

(1)为便于斜孔施工,钻机具有钻塔滑移触地功能。施工斜孔时钻塔要倾斜一定角度,位于钻塔底座上的夹持器也随之上升一定高度,不方便起下钻操作。为方便施工,将整个钻塔安装在可调节倾角的滑架上,当滑架带动钻塔倾斜到规定角度后,触地油缸推动钻塔在滑架上下移,直至钻塔底座触及地面,再将钻塔用螺栓紧固在滑架上。这样进行斜孔施工时,操作夹持器就非常方便了。

(2)钻机采用自行设计的液压卡盘和液压夹持器,结构合理,性能可靠,维护方便。液压卡盘采用液压夹紧液压松开机构,使用硬质合金卡瓦,夹紧力大,工作可靠。液压夹持器采用液压油缸做动力,操作省力,夹紧松开卡瓦动作迅速,夹持可靠,获国家实用新型专利(ZL200620085556.6)。

(3)动力头变速箱设有3挡机械变速,增大了钻机变速范围。动力头变速箱结构紧凑,易损件少,使用变量液压马达驱动,采用恒扭矩-恒功率调速方式,动力头输出转速可连续无级调节,调速范围广,适用于金刚石绳索取心、冲击回转等多种钻探工艺的需要。为增强提钻的方便性,钻机动力头变速箱在提钻时要让开孔口位置。其让开孔位的方式是:松开机械锁紧装置,用侧移油缸推动其移动到侧面。提钻完成后再用侧移油缸拉动其复位,然后锁紧机械装置再开始工作。该机构操作便捷、省力、安全,稳定性好,在斜孔施工时,其实用性尤为突出。钻机动力头在钻塔上的移动采用导轨、滑板结构方式,刚性大,对动力头的导向性好,滑板与导轨的间隙可以调节,磨损后可以补偿、更换。动力头式变速箱的设计获国家实用新型专利(ZL200620085555.1)。

(4)钻机附件简单实用,质量轻,便于搬迁。钻机配备的附件有:钻机底梁和钻杆架。为缩减机台铺设时间,钻机配有钻机底梁。在钻孔位置平整场地、修筑地基完成后,将钻机底梁放在地基上,然后将钻机安放到钻机底梁上,用螺栓紧固为一体,可快速完成钻机底梁的铺设和钻机安装到位,节省辅助工作时间。为减轻起下钻时的劳动强度,为钻机配

备了钻杆架。起钻时,将卸下的钻杆立根下端抬到钻杆架滑车上,松开卷扬机,滑车会在立根自重的作用下在钻杆架导轨上滑移,钻杆也随之边滑移边下降放平,摘下提引器后将钻杆立根抬起摆放在钻杆架内,即完成一个立根的提升摆放。有了钻杆架滑车的帮助,缩短了抬钻杆时间,减轻了工人劳动强度。

(5)钻机结构新颖;整体布局合理,解体性好,部件质量轻,搬迁运输方便。特别是分体式岩心钻机将液压动力站与钻机分装在不同的底盘上,部件布局更加灵活。钻机部分装有主卷扬机、绳索取心绞车、钻塔、动力头变速箱、操作台、阀组箱、夹持器等部件;液压动力站部分装有电机、油泵、油箱、冷却器、电控柜等部件,两者用液压快速接头和针式电缆接头连接。钻机外观设计获国家外观专利(ZL200530136401.1)。

3 XD系列全液压动力头岩心钻机的性能参数

XD系列全液压动力头岩心钻机包括XD-2、XD-3、XD-4、XD-5、XD-6等5种基本型号。最早研发的钻机型号是XD-5。随后以XD-5为基础,陆续研发出XD-4、XD-3、XD-2、XD-6等机型。又根据不同施工条件要求,在每种基本型号基础上衍生出柴油机动力型(XDC)、履带底盘型(XDL)、分体式底盘型(XDF)。应该说该系列钻机型号齐全,种类较多,能满足不同用户不同施工工况的要求。在同一基本型号中衍生出的钻机,在结构布局形式上略有差别,钻进能力却基本相同。钻机中动力头转速、钻压、泥浆泵量是影响钻探施工效率、钻孔质量的主要参数,在设计时充分考虑到这几项参数能便于调节控制,合理匹配,以适合不同地层的施工要求。各种型号钻机性能参数见表1。

4 XD系列全液压动力头式岩心钻机的结构和组成部件

XD系列各种型号的全液压动力头式岩心钻机性能参数虽有区别,但钻机结构和组成部件大致相同。该系列钻机主要由钻机底盘、钻塔、主卷扬机、绳索取心绞车、液压动力站、操作台、液压管线、动力头变速箱等部件组成。

4.1 底盘

底盘是承载钻机各组成部件的结构件,是由型材焊接而成。底盘按结构分可分为整体式和分体式两种。

表1 XD系列全液压动力头式岩心钻机参数

钻机型号	XD-2	XD-3	XD-4A	XD-5A	XDL-5A	XDL-6
钻进能力 /m	Ø55.5 mm(BQ) 700 Ø71 mm(NQ) 500 Ø89 mm(HQ) 200 Ø114 mm(PQ) 100	1000 700 300 200	1200 900 400 300	1600 1200 700 400	1600 1200 700 400	2500 2000 1300 500
输出转速 /(r·min ⁻¹)	I挡 40~460 II挡 70~800 III挡	50~530 80~910	50~530 80~910	30~420 60~730 80~970	30~420 60~730 80~970	65~420 110~730 150~970
输出扭矩 /(N·m)	I挡 1540 II挡 890 III挡	1600 950	1600 950	2650 1539 1159	2650 1539 1159	3670 2120 1600
主卷扬提升力/kN	49×2	54×2	54×2	81×2	81×2	95×2
主卷扬提升速度/(m·min ⁻¹)	4~38	6~46	6~46	8~40	8~40	8~40
液压卡盘夹持方式	液压夹紧	液压夹紧	液压夹紧	液压夹紧	液压夹紧	液压夹紧
动力头给进方式	油缸给进	油缸给进	油缸给进	油缸给进	油缸给进	油缸给进
动力头给进行程/mm	1800	1800	3500	3500	3500	3500
动力头加压力/kN	35	35	35	40	40	50
动力头提升力/kN	90	100	100	130	130	180
斜孔施工能力/(°)	45~90	45~90	45~90	45~90	45~90	45~90
钻塔高度/mm	8600	9000	9000	9000	9000	9000
竖塔方式	油缸起放	油缸起放	油缸起放	油缸起放	油缸起放	油缸起放
钻塔滑移行程/mm			800	800	800	800
行走方式	拖车	拖车	拖车	拖车	履带	履带
设备功率/kW	37	45	55	75	132 柴油机	239 柴油机
钻机质量/t	2.6	3.5	3.7	4.9	7.5	10

整体式底盘钻机所有部件都装在同一底盘上,一同运输搬迁,可加装拖轮拖行。履带式钻机的底盘也属于整体式。

分体式底盘是将液压动力站部分和钻机部分分装在两个底盘上,两者间动力传动和控制是通过装有快速接头的液压胶管和电缆来完成,便于拆卸。分体式底盘中的两个底盘都装有拖轮,钻机在工地上搬迁移位时,可使用其他车辆牵引移位。钻机底盘上安装有丝杠式千斤顶,可以很方便的升降,便于车轮的安装或拆卸。施工时拆除车轮,把钻机底盘坐在钻机底梁上固定即可。钻机动力站在施工时不用拆卸拖轮,用千斤顶顶起底盘使拖轮离开地面即可工作。

4.2 钻塔

采用桅杆式钻塔,由矩形方管焊接而成,装在滑架上,分为上下两节可折叠。其主要功用是配合卷扬机完成起吊钻具、取心等工作。钻塔主要由支架、底座、滑架、下塔身、导轨、上塔身、天车、游动滑车、起塔油缸、伸缩式支撑杆等组成,钻塔采用液压油缸控制起落。

动力头移动导轨用螺钉和销钉固定在下塔身上,下塔身通过支架、滑架、起塔油缸、伸缩式支撑杆与钻机底盘连接。通过调整支撑杆的长度,可使钻

塔在45°~90°之间用机械方法固定。钻塔在滑架上能整体滑移,具有触地功能,方便斜孔施工。钻塔有效高度9 m,可升降6 m的钻杆。钻具较轻时可使用单绳升降钻具,在钻具较重时可利用游动滑车使用双绳升降钻具。

4.3 主卷扬机

钻机的主卷扬机由卷筒、支架、液压马达、减速器、制动器等组成。液压马达为定量斜轴式柱塞马达,通过行星减速器带动卷筒正转或反转用于升降钻具。主卷扬机设有液压平衡阀和液压制动器双重制动装置,升降钻具平稳,制动可靠。升降速度可无级调速。

4.4 液压动力站

钻机的液压动力站是该系列钻机的核心部件,它主要由电动机、液压油泵、油箱、冷却器、液压控制阀、电气柜等组成。

该动力站有2个液压油泵,分为主泵和副泵。由于主泵和动力头液压马达都是液控变量,通过调节控制压力的大小,可以无级改变主泵和动力头液压马达的排量大小,从而实现动力头转速的无级调速和恒扭矩-恒功率的扭矩输出。结合动力头变速箱的二级机械变速,使动力头的输出转速和扭矩范围宽、变化大,能适应多种不同钻进工艺的要求。改

变主泵的排量也实现了对主卷扬机、液压绞车、给进油缸等机构的无级调速。

4.5 操作台

钻机的操作台主要由操作台体、电控箱、液压阀、压力表、电流表、电压表、转速表、泥浆泵压力表等组成。电控箱通过动力站的电器柜,控制主泵电机、副泵电机、冷却器电机、泥浆泵电机的启动和关闭。压力表用来显示各液压油泵的工作压力、先导系统的压力、给进油缸的加压力或减压力,反映钻机液压系统各部分工作状态。电流表和电压表显示主泵电机的工作电流和工作电压,反映钻机运转负荷的状态。转速表显示动力头回转输出转速,泥浆泵压力表显示泥浆泵的工作压力。

4.6 动力头

钻机的动力头主要由变速箱、液压马达、液压卡盘等组成,是钻机的回转机构。

其变速箱具有2挡或3挡机械变速,因而有2组或3组不同的输出转速和输出扭矩。液压马达与变速箱的输入轴连接,通过改变马达的排量可以改变马达的输出转速。变速箱的输出轴为空心轴,称为芯管,内部可以通过钻杆,芯管的上端装有液压卡盘,用以卡紧或松开钻杆。卡盘的夹持力可以根据需要在一定范围内进行调节,可有效地避免打滑现象和提高卡瓦的使用寿命。变速箱的输出转速和扭矩通过卡盘传递给钻杆,带动钻杆回转钻进。松开动力头变速箱紧固螺栓后,动力头变速箱在液压油缸的推动下能整体侧移,让开孔口位置,便于起大钻,非常便于斜孔施工。

5 XD系列全液压动力头式岩心钻机的应用情况

XD系列全液压动力头式岩心钻机经过几年的推广使用和修改完善,已经日臻完美,在不断得到广大用户认可的同时,也得到行业内专家的好评。2006年11月,XD-5型钻机通过山东省科技厅组织的专家鉴定;XD-3型钻机(图1)于2008年5月通过国土资源部科技司组织的专家鉴定,鉴定委员会的专家认为:该钻机具有多项技术创新,已获多项国家专利,钻机结构合理,技术性能先进,达到国际先进水平,生产使用效果好,工作可靠,性价比高,具有很好的推广价值。2009年XD系列全液压动力头岩心钻机研制项目获国土资源部科技进步二等奖。

在实际钻探施工中,XD系列全液压动力头式岩心钻机也有不俗表现。XD-6型钻机在山东莱州西



图1 分体式XD-3型全液压动力头钻机

岭矿区ZK96-1钻孔施工,钻孔为 67° 斜孔,S75口径,钻孔终孔深度1914.74 m;该型钻机在同一矿区ZK64-7孔同时完成 82° 斜孔,S75口径,终孔深度2120.28 m。XD-5A型钻机施工ZK80-1钻孔,S75口径,直孔,终孔深度达1485.1 m;XD-5型钻机施工ZK88-3钻孔,S75口径, 75° 斜孔,终孔深度达1431.5 m。XD-3型钻机在山东莱西市寺庄矿区施工,地层主要为钾化花岗岩,可钻性7~9级,S75口径,直孔,终孔深度668.49 m,平均台月效率达770 m,平均时效达2.45 m。

通过长期使用,用户对钻机总体评价是:施工效率高,取心质量好,施工成本低,钻机适应性强,操作安全舒适,维修方便。在国际市场方面,已有多台钻机销售到国外,具有较强的国际竞争力。

6 结语

经过多年的推广使用和修改完善,XD系列全液压动力头式岩心钻机优势突出,性能先进,工作可靠,操作省力,取心质量好,钻进效率高,使用成本低,特别适合斜孔施工。应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 张伟. 关于我国地质岩心钻机发展方向的分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(8): 1-5.
- [2] 侯庆国. XD-3型全液压动力头式岩心钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(8): 27-30.
- [3] 王亚萍, 何宗长, 宋海燕. 对岩心钻机研发的几点思考[J]. 地质装备, 2009, (4).
- [4] 侯庆国. YCJF-25型全液压冲击反循环钻机[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2003, 30(S1): 174-175.
- [5] 朱恒银, 刘跃进. FYD-2200型全液压动力头式岩心钻机的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).