

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机的研制与应用

侯庆国

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

摘要: 根据我国地质钻探任务不断增加和向地层深部找矿的需求, 研制了 XD-3 型全液压动力头式岩心钻机。介绍了该钻机的结构设计、工作原理、主要特点以及使用情况。

关键词: 岩心钻探设备; 全液压动力头; 岩心钻机; 分体结构; 性价比

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)08-0027-04

Research and Application of XD-3 All Hydraulic Top Drive Core Drill/HOU Qing-guo (Shandong Geological Prospecting Machinery Plant, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: According to the continuous increase of geological drilling job, and the demand for prospecting in deep zone, XD-3 all hydraulic top drive core drill was developed. The paper introduced the drill on structural design, operational principle, main features and its application.

Key words: core drilling equipment; all hydraulic top drive; coring drill; parted structure; performance and price ratio

目前我国使用的岩心钻探设备主要是机械立轴式岩心钻机, 采用该类钻机多应用于钢粒钻进、硬质合金钻进和金刚石钻进, 虽然多年来该类钻机不断地进行技术改进, 但仍不能完全满足目前金刚石绳索索取心钻进的工艺要求, 制约了我国地质岩心钻探水平的进一步提高, 拉大了与国外先进岩心钻探技术装备的差距。

国外广泛使用的全液压动力头式岩心钻机是为适应金刚石绳索索取心钻进工艺而研制和发展起来的第三代岩心钻机。目前我国少量使用的全液压动力头岩心钻机整机及主要元件主要依赖进口, 价格高, 配件供应困难, 严重制约了全液压动力头钻机在国内的广泛推广应用。当前, 随着国民经济的快速发展, 能源和矿产资源短缺越来越明显, 因此, 地质找矿资源开发工作迫在眉睫, 已成为全国地质队伍的中心任务。随着地质钻探任务的不断增加和向地层深部找矿的需求, 我国岩心钻探装备技术水平落后的弊端越来越显现出来, 为了使我国的岩心钻探设备赶超国际先进水平, 研制生产国产的全液压动力头式岩心钻机, 取代进口产品, 有十分重要的现实意义, 也具有长远的战略意义。

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机是我厂于 2006 年底在研制 XD-5 型全液压动力头式岩心钻机的基础上新开发出来的系列产品, 我们在设计、研制中吸收了国外全液压动力头式岩心钻机的优点,

又根据我国地质钻探的实际状况和需求, 自主设计, 立足国内, 力求所设计生产的钻机更加合理、经济、实用。

1 钻机的结构设计及工作原理

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机主要由动力头、钻塔、给进机构、液压夹持器、主卷扬机、取心用液压绞车、操作台、液压系统、冷却器、电器柜、底盘、拖车及附件等部分组成。为方便钻机的搬迁、安装, 钻机设计成分体式结构, 即将钻机和钻机动力分别设置在 2 个独立的底盘上, 使钻机的质量和外形尺寸都可一分为二。其外观见图 1。



图 1 XD-3 型全液压动力头式钻机外貌图

收稿日期: 2007-07-27

作者简介: 侯庆国(1955-), 男(汉族), 山东济南人, 山东省地质探矿机械厂副厂长、总工程师, 钻探工程专业, 从事钻探机械设计工作, 山东省济南市甸柳新村三区一号, (0531)88727958。

1.1 动力头

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。变速箱设有2挡机械变速,有2种不同的输出转速和输出扭矩,以适应不同钻孔直径和钻进工艺使用要求;变速箱由液压马达驱动,可以双向旋转和无级变速;变速箱的输出轴心管上端装有液压卡盘,液压卡盘主要由卡瓦、锥套、轴承、油缸等部件组成,更换不同规格卡瓦可夹持不同直径的钻杆;卡盘夹紧后具有自锁功能,停机后在没有外力的情况下卡盘不会自行打开。

1.2 钻塔

钻塔主要由支架、塔身、导轨、天车、游动滑车、起塔油缸、伸缩式支撑杆等组成。导轨使用优质钢材,经热处理、磨削加工后,用螺栓和销钉固定在塔身上,塔身通过支架、起塔油缸、伸缩式支撑杆与钻机底盘连接,并通过起塔油缸竖起、放平。通过调整支撑杆的长度可使钻塔在 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 倾角内任意固定。塔身由上下2部分组成,可升降6 m长的钻杆,在钻具较轻的情况下可使用单绳升降钻具,在钻具较重的情况下可利用游动滑车组成双绳升降钻具。

1.3 给进机构

给进机构主要由滑板、给进油缸等组成。给进油缸带动滑板沿钻塔导轨上下移动。动力头用销轴与滑板铰接,并通过紧固螺钉与滑板固定,因此动力头对钻具的加、减压给进由给进油缸直接驱动,刚性大、导向性好、间隙可调节;使用卷扬机升降钻具时,动力头可以旋转 90° 让开孔口。

1.4 液压夹持器

液压夹持器由凸轮、油缸、卡瓦、同步机构和底座等组成。油缸推动一对凸轮相对方向旋转,从而推动卡瓦夹持钻杆,油缸可使夹持器对钻杆产生恒定的夹持力,而钻杆的自重也会使夹持器对钻杆产生相应的夹持力,所以钻杆越重,夹持器的夹持力越大,保证了对钻杆的可靠夹持。液压卡盘,液压夹持器、动力头联合工作,还可实现机械拧卸钻杆。

1.5 主卷扬机

主卷扬机由卷筒、支架、液压马达、减速器、压绳器等组成。液压马达设有液压平衡阀,减速器内有液压制动器,使主卷扬机的操作轻便安全,升降速度无级调速,制动平稳。

1.6 液压系统

液压系统主要由液压泵、液压马达、油缸、液压阀、压力表及管件等组成。液压泵有2个,一个是斜轴式轴向柱塞泵,液控变量,与动力头的液控变量马

达组成恒扭矩+恒功率调速系统,结合动力头变速箱的2级机械变速,使得动力头的输出转速、扭矩变化范围宽,可在 $50 \sim 910 \text{ r/min}$ 间无级调速,能适应多种不同钻进工艺的要求,该泵还为主卷扬机马达、取心绞车、给进油缸提供液压油;另一个通轴式轴向柱塞泵,恒功率变量,主要为液压夹持器、液压卡盘、起塔油缸、给进系统和调速系统提供压力油;液压系统的主换向阀采用比例先导液控换向,可远距离控制,提高了操作的柔性。

1.7 操作台

操作台主要由电控箱、液压操作阀、压力表、电流表、电压表、转速表、泥浆泵压力表等组成。钻机的各种操作都集中在该操作台,各种仪表的动态显示,可使操作人员随时监控设备运转和孔内情况。

1.8 拖车

拖车由拖车架、车轮、牵引杆等组成,在搬迁时使用其他车辆牵引钻机移位。

1.9 其他

钻机附件主要有钻杆架、底梁、侧厂房等。

全液压力头式钻机升降钻具时塔上无人,钻杆水平放置,钻杆架用于存放保护水平放置的钻杆,钻杆架上安装有滑车和导轨,使得升降钻具时钻杆的竖起或放倒轻便、安全。

底梁用工字钢焊制,为不影响拖车的装卸和便于搬迁,底梁分成前、后2部分,钻机安装在底梁上,形成外形尺寸为 $3.2 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ 的整体底盘,保证了钻机的接地面积和施工时的稳定性。施工斜孔时,底梁能与地面锚固,防止钻机滑动。

侧厂房为操作工人提供一个遮阳、挡风、防雨、防寒的工作场所。

2 钻机主要技术参数

2.1 钻进能力(施工直孔)(见表1)

表1 XD-3型钻机钻进能力表

	55.5	71	89	114
钻杆外径/mm				
钻孔深度/m	1000	700	300	100

2.2 动力头

输出转速: I挡 $50 \sim 530 \text{ r/min}$, II挡 $80 \sim 910 \text{ r/min}$;最大输出扭矩: I挡 $1600 \text{ N} \cdot \text{m}$, II挡 $950 \text{ N} \cdot \text{m}$;液压卡盘为液压夹紧、松开,最大通孔直径 94 mm 。

2.3 主卷扬机

提升力:单绳 65 kN (第一层),双绳 130 kN (第

一层);提升速度:单绳 8~46 m/min(第一层),双绳 4~23 m/min(第一层);钢丝绳直径 19 mm;卷筒容绳量 26 m(第一层)。

2.4 绳索取心绞车

提升力 12 kN(第一层),提升速度 25~210 m/min(第一层),钢丝绳直径 6 mm,卷筒容绳量 1000 m。

2.5 动力头给进

给进方式为液压油缸给进,动力头给进行程 1800/3500 mm,动力头给进力 40 kN,动力头提升力 120 kN。

2.6 钻塔

钻塔高度 9 m,钻塔负荷 250 kN,钻孔倾角 45°~90°,竖塔方式为液压油缸起放。

2.7 液压系统

主泵输入功率 55 kW,副泵输入功率 4 kW,主泵工作压力 27 MPa,副泵工作压力 16 MPa。

2.8 钻机质量

动力站 1300 kg,主机 2300 kg。

3 钻机的主要特点

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机主要适用于地表金刚石绳索取心地质找矿钻进、冲击回转钻进、定向钻进、反循环连续取心钻进等多种钻探工艺方法。也可用于水井钻进、锚固钻进、工程地质钻进等施工。

钻机有以下主要特点。

(1) 钻机全液压传动,机、电、液一体化,传动平稳、噪声低、操作集中、方便、省力、安全,可明显地改善钻探工人的劳动强度和工作条件,可减少生产配置人员。

(2) 动力头有 2 级机械变速,可大范围无级变速,能适用于多种钻探工艺,特别适用于金刚石绳索取心钻进。

(3) 长行程给进,有效减少辅助时间,钻进效率高。

(4) 仪表齐全,实时监控设备运转和孔内情况,便于科学打钻。

(5) 桅杆式钻塔,可倾斜 45°,斜孔施工方便。

(6) 可选用电动机或柴油机动力。

(7) 分体式机型,配拖车,质量轻,搬迁方便。

4 钻机的使用情况

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机于 2006 年

11 月完成样机试制,11 月 20 日~12 月 16 日在山东省莱西市寺庄矿区进行了首次生产使用,由山东省地矿局第六地质勘察院一公司 606 机台承担,生产试验情况如下。

4.1 配套机具

BW250 型泥浆泵,搅拌机,Ø89、71 mm 绳索取心钻杆,S96、S75 绳索取心钻具各一套。

4.2 施工条件

该矿区主要地层为钾化花岗岩,岩石可钻性 7~9 级,钻孔编号为 ZK702。矿区地层具有典型的焦家式金矿地层硬、脆、碎特点,大部分孔段破碎严重,长孔段漏失,而完整孔段岩石硬度高,在金矿地层钻探中属于高难施工的地层。

4.3 钻进情况

开孔直径为 110 mm,钻进到 25 m 下入 Ø108 mm 套管,换 S96 金刚石绳索取心钻具施工,钻进到孔深 70 m 处,下入 Ø89 mm 套管后,再换 S75 金刚石绳索取心钻具施工到终孔孔深 668.49 m。

据施工单位统计,该孔平均台月效率达到 770 m,全孔平均小时效率为 2.45 m,分别比同矿区其他型号钻机提高 28.5% 和 22.5%,全孔事故为零,该钻孔被甲方评为优质孔。该机台职工都是首次使用全液压动力头式岩心钻机,但一般一个班次就基本掌握了钻机的操作要领,在施工中未发生任何设备、孔内和安全事故。

通过生产使用,验证了 XD-3 型全液压动力头式岩心钻机的性能符合设计要求,该型钻机 2007 年 4 月开始小批量生产销售,到目前为止已生产销售 10 余台,并出口到国外。

4.4 在其他矿区的应用情况

(1) 河南省地调院购置 2 台 XD-3 型钻机到津巴布韦施工。

(2) 新疆有色地质勘查局 701 队购置的一台 XD-3 型全液压动力头式岩心钻机在新疆克拉玛依矿区施工,钻孔倾角 65°,第一个钻孔 2007 年 4 月 28 日开钻,5 月 22 日完工,终孔直径 75 mm,终孔深度 565 m。到 7 月底该队已使用 XD-3 型钻机施工同类钻孔 4 个,累计进尺 2000 余米。钻机施工现场见图 2。

(3) 山东地质勘察局第一地质勘察院使用 XD-3 型全液压动力头式岩心钻机在山东莱洲三山岛金矿施工,2007 年 5 月 29 日开钻,7 月 18 日完工,开孔直径为 110 mm,钻进到 48.6 m 下入 Ø108 mm 套管,换 S96 金刚石绳索取心钻具施工,钻进到孔深



图2 XD-3型钻机在新疆克拉玛依矿区施工现场

308.9 m 处,下入 $\text{Ø}89$ mm 套管后换 S75 金刚石绳索取心钻具施工到终孔孔深 895.9 m。

上述单位都是首次使用全液压动力头式岩心钻机,在施工中未发生任何设备、孔内和安全事故,完工钻孔均为优质孔。

5 结语

XD-3 型全液压动力头式岩心钻机经过 3 个多

月的使用,证明钻机的技术性能良好,各项技术指标先进,钻机结构设计合理、简练新颖。与国外同类产品相比,主要技术参数和使用性能相同,能完全满足金刚石绳索取心钻进工艺要求,而价格仅为进口钻机价格的 1/3,性价比高。特别是该钻机的分体式结构,极大地方便了钻机的搬迁、安装。与其他全液压动力头式岩心钻机的整体式结构相比独具特色,实用性强。钻机的液压系统设计合理并选用了优质液压元件,动力头变速箱、液压夹持器自主设计并取得国家专利。到目前为止出厂的钻机没有出现过设备故障,证明 XD-3 型全液压动力头式岩心钻机性能稳定、可靠。

全液压动力头式岩心钻机在我国的使用推广还处在刚刚起步阶段,随着该种钻机性能的不断完善和销售价格逐步下降,国内地勘单位经济实力不断提升壮大以及对新技术、新装备的渴求,相信全液压动力头式岩心钻机在我国必将有广阔的发展前景。

(上接第 26 页)

$\text{Ø}12$ mm 钻头打眼,孔隙率 20%。

3.3.2 下管

大理洪积地层打井没有完整稳定地层,为全孔下管。下管过程中,一方面管材连接要稳固,以防脱落;另一方面下管要稳、要慢,严禁猛刹、猛蹶。

3.3.3 填砾

下管完成后,从孔壁均匀投砾,砾径 5~10 mm,确保成井质量。

3.3.4 洗井

该地区施工需全孔使用泥浆,下入成井管材后换成清水,用钻具在井内上下移动,反复洗井。洗井时间 60 h 左右可进行抽水。

3.3.5 抽水试验

抽水试验使用专用水泵,抽水时间长达 80 h,待水清后才能下入新泵抽水。抽水过程中认真做好观

测和记录,水清后由大理防疫站亲自取样作水质分析。提供合格的竣工报告移交甲方使用。该地区静水位在 20~30 m,动水位 50 m 左右,单孔涌水量 150~350 $\text{m}^3/\text{日}$ 。

3.3.6 止水

该地区在地表以下 15 m 左右相对稳定,取水位置在 15 m 以深,上部下 $\text{Ø}219$ mm 光管,下部换径为 $\text{Ø}168$ mm 过滤管,止水孔段为换径以浅,在换径位置缠棕增径,投入白泥捣实,用 C15 砼封闭止水。止水效果极佳。

4 结语

用牙轮钻头配钻铤施工,使用泥浆护壁有效地解决了大理洪积地层易孔斜、垮孔的施工难题,圆满完成了大理学院改扩建工程供水任务,为大理学院改扩建工程提供了优质服务。