

# YDX-3 型全液压岩心钻机的研制及应用

李建华, 刘凡柏

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘要:**介绍了 YDX-3 型全液压岩心钻机的研制内容、主要技术参数和结构特点, 以及该钻机的台架试验和野外生产试验的情况。

**关键词:** YDX-3 型全液压岩心钻机; 模块化; 液压传动; 卡盘

**中图分类号:** P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)S1-0046-04

**Research & Manufacture of YDX-3 ALL Hydraulic Core Drill and the Application/LI Jian-hua, LIU Fan-bai (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)**

**Abstract:** The paper introduced research and manufacture of YDX-3 all hydraulic core drill, main technical specifications and structural features, and bench test & performance test in the field.

**Key words:** YDX-3 all hydraulic core drill; modular; hydraulic drive; chuck

目前我国的岩心钻探设备仍以 20 世纪 70 年代发展起来的立轴式钻机为主, 这种机型已不能充分满足绳索取心钻进及其它先进钻探工艺的需要, 无法满足地质上对取心、取样钻探施工要求。国际上先进的钻探设备以多功能为主, 具有性能优越、质量好、耐用、易搬运、易操作等特点。借鉴国外钻探设备和钻探施工的经验, 研制具有轻量化、小型化、组件化、液(气)压驱动化和装载运输现代化的“五化”特征的新钻机, 对提升我国的钻探技术水平, 满足资源勘探的迫切需求是非常必要的。为此, 国家科学技术部、中国地质调查局先后下达了计划项目, 通过项目的实施, 解决目前我国资源严重短缺的问题, 满足我国人民社会发展的需要, 也符合我国“西部大开发, 东部大挖潜”的战略需要, 使钻探技术装备向多功能化、机械化、自动化、国际通用化方向发展。

## 1 研究内容

研制开发高效轻便、全液压中浅孔顶驱式地质岩心多功能钻机。该钻机能满足金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心(样)等多种高效钻探工艺钻进的需要。为此, 该项目的主要研究内容有以下几方面:

- (1) 钻机模块化结构设计;
- (2) 给进提升装置设计;
- (3) 液压系统原理设计;

(4) 研究操作方便、可靠、效率高的钻杆夹持卸扣装置;

(5) 全液压主绞车的选型及液压系统控制方式的研究;

(6) 研究高速动力头的传动、变速及润滑方式;

(7) 卡盘的研究设计;

(8) 操纵台控制系统的设计;

(9) 钻机各个零件的材料选择、热处理方式、加工工艺性及部件的组装研究;

(10) 对配套器具选型, 如泥浆泵、泥浆搅拌机、钻杆和钻具的配套;

(11) 钻探示范生产施工研究, 完善钻探工艺方法, 通过野外实际生产试验, 检验钻机的各项性能指标, 并对钻机进一步完善。

## 2 YDX-3 型岩心钻机简介

### 2.1 钻机外貌(见图 1)

### 2.2 钻机总体结构介绍

根据国内外全液压钻机的对比、分析, 结合我国探矿施工的特点, 考虑到我国的实际国情及市场的接受程度, 确定本项目中全液压钻机的总体方案设计。钻机应满足全液压、多功能、快速高效、轻便、模块化的发展趋势, 以尽快提高我国的地质钻探装备水平。

钻机主要由动力、液压系统、动力头、主绞车、绳

收稿日期: 2007-05-30

基金项目: 科技部“十五”科技攻关计划项目(编号: 2003BA612A-09); 中国地质调查局地质调查项目(编号: 200220000068)

作者简介: 李建华(1963-), 女(汉族), 辽宁大连人, 中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事勘探机械设计开发工作, 河北省廊坊市金光道 77 号, lijh@cniel.com。



图1 YDX-3型全液压岩心钻机外貌图

索取心绞车、上桅杆、下桅杆、机架等8个部件组成。

### 2.3 钻机主要用途

YDX-3型钻机专门为固体矿产岩心钻探而设计,适用于金刚石绳索取心、冲击回转、定向钻进、反循环连续取心(样)等多种高效钻探工艺方法。也可用于水井、边坡锚固、工程地质钻进。

### 2.4 钻机主要特点

(1)全液压驱动,液压控制,操作简单、方便。

(2)钻机进行模块化拼装式设计,钻机便于组装分解。主机质量轻,结构简单,拆卸方便、易于搬迁;便于衍生系列产品,减小设计工作量,增加通用化程度,同时便于集装箱运输或飞机吊运。

(3)液压马达驱动的高转速动力头的变速、传动与润滑方式先进可靠,转速在0~1200 r/min之间可无级调速,速度范围宽,扭矩大,有利于以金刚石钻进为主的多种钻探工艺对转速的选择。

(4)钻机设计回转器通孔直径117 mm,变换卡瓦可用于国内或国外标准不同孔径的钻探施工。卡盘轴向行程短,径向行程长,夹紧力大。采用硬质合金镶焊式卡瓦结构,卡盘工作可靠,寿命长,卡瓦更换简单方便。

(5)主绞车控制系统好,安全性高。通过特殊的液控系统,能使主绞车在钻进过程中自动放绳,通过内置静液制动器及下降控制阀,使主绞车提升、下降钻具安全可靠。

(6)钻机给进行程3.5 m,减少了辅助工作时间,有利于提高钻探效率,减少孔内事故。

(7)给进控制可以实现加压钻进、减压钻进、称重、快速提升等工作状态,满足不同钻探施工工艺的

需要。

(8)钻机设计大量选用标准件、通用零部件,如卷扬机、液压系统元件、过滤器、各种弹簧等,使钻机设计的标准化、通用化程度高,有利于钻机组织生产,降低成本,便于管理。

(9)钻机仪表齐全,便于实时观察设备运行以及孔内情况。

(10)钻机各部件布局合理,造型美观。

(11)设备配备液压夹持器、液压驱动泥浆泵和泥浆搅拌器,钻探过程不需要任何其他辅助动力。

## 3 钻机主要技术参数

### 3.1 钻进能力

钻杆外径/mm	55.5	71	89	114
钻深/m	1300	1000	700	400

### 3.2 动力系统

康明斯6BTA型柴油发动机,气缸容积5.9 L,6缸直列,涡轮增压,水冷式,132 kW@2500 r/min。

### 3.3 液压系统

额定工作压力25 MPa,风冷。

### 3.4 动力头

液压驱动,最大通孔直径117 mm,变速箱手控4挡,1挡138~190 r/min,2挡277~378 r/min,3挡495~675 r/min,4挡866~1182 r/min。

### 3.5 主卷扬

液压驱动,提升力55 kN(空线鼓),提升速度51 m/min(空线鼓),钢丝绳直径16 mm,容绳量30 m。

### 3.6 绳索取心卷扬

液压驱动,提升力11 kN(空线鼓),提升速度110 m/min(空线鼓),钢丝绳直径5 mm,容绳量1500 m。

### 3.7 钻塔

上钻塔、下钻塔两段式(中部可拆装以方便运输),钻塔总长度9 m,起降方式为液压驱动,最大钻进角度45°,给进力55 kN,提拔力93 kN,给进行程3500 mm。

### 3.8 动力头卡盘

常闭式液压卡盘,弹簧夹紧、液压松开,最大通孔直径117 mm。

### 3.9 井口夹持器

液压夹紧、液压松开,最大钻杆直径114 mm。

### 3.10 总质量

钻机总质量4500 kg。

## 4 样机试制及性能检测

### 4.1 样机试制

在机加工过程中严把质量关,运用先进的加工工艺,高水平的管理,使加工件用3个月时间全部完成。订购的外购件到货后,对钻机进行了组装和钻机调试。在原国家质量检测中心进行了台架性能测试,测试证明钻机的各项性能指标符合设计要求,制造质量达到了较高水平。

### 4.2 性能检验

“YDX-3型岩心钻机台架试验大纲”(简称“大纲”)是根据《立轴式岩心钻机技术条件》(DZ/T 0050-93)、《液压系统通用技术条件》(GB/T 3766-2001)、《液压元件通用技术条件》(GB/T 7935-1987),并结合实验台具体条件制订的。按“大纲”的要求对钻机进行外观检验、空载性能试验、密封性能试验、给进机构性能试验、回转性能试验、副卷扬性能试验、液压卡盘性能试验、桅杆负载试验等项目,试验结果表明,该钻机回转性能、卷扬机提升制动性能、给进机构性能及桅杆承载能力基本达到设计要求。液压系统工作可靠,密封性能好,试验中各部件轴承部位及液压油温度等均满足“大纲”的要求。

### 4.3 存在的主要问题及解决办法

变速箱与马达联结盘设计单薄,强度较弱,改变设计后重新加工。

## 5 样机的生产试验

### 5.1 生产试验概况

钻机生产试验在江西省地矿局物化探大队进行,2005年12月24日在江西省上饶市鄱阳县柘田乡金家坞腾龙庵金矿区ZK21002孔开孔试验,2006年3月12日终孔,历时72天,完成一个626m的钻孔。由于部分地层破碎严重、泥浆漏失太快,进行灌水泥堵漏3次,故钻机累计进尺665m。生产试验对新型全液压岩心钻机及其配套附属机具进行了全面的考核,取得了必要的数据和资料。

钻机生产试验大致可分为3个阶段。

第一阶段为准备阶段,钻机进场前需要进行三通一平。由于ZK21002孔位于山的顶部,新开的山路狭窄坡陡,钻机不能被整体拖上去,必须要进行分解,而新设计的全液压岩心钻机为模块化、可拆分式,故对钻机进行了分解,每一个部件均可靠人力抬上山。对钻机各个部件进行现场组装、现场调试,钻机各个功能正常,液压系统没有受到任何污染。

第二阶段是开孔阶段,采用清水正循环钻进,Ø89mm套管直接作为钻杆进行钻进,开孔口径为91mm,钻进至完整岩层时孔深为27.9m,之后下入Ø89mm套管28m,然后换Ø75mm金刚石绳索取心钻具进行钻进。

第三阶段为正常钻进及终孔阶段,采用CMC聚丙烯酰胺冲洗液、801堵漏剂等正循环钻进,用Ø71mm绳索取心钻杆、S75绳索取心钻具和Ø75mm金刚石钻头,一径到底。由于钻机为全液压驱动,在0~1200r/min间可进行无级调速,较好地满足了各种工况下对转速的选择,如提下钻卸扣时用低转速,正常钻进时用高转速等。钻机具有3.5m的长行程给进功能,有效避免了传统立轴式钻机给进行程短、停车倒杆辅助时间长、孔内事故概率高和综合效率低等缺陷,有利于提高钻进效率,减少辅助时间和岩心堵塞等孔内事故。最高钻速达到10m/h,平均钻速为2.86m/h,纯钻进效果非常好。但是台月效率只有518.4m,台月效率不是很高的原因在于:该孔地层破碎带多,循环液漏失严重,仅灌水泥堵漏就进行了3次,另外还经常单独搅拌纤维素(锯末)与聚丙烯酰胺来进行堵漏;破碎地层还造成了取心困难,钻具一堵就不得不提大钻,由于种种原因,光提大钻就进行了39次,尤其是孔深的时候,加上天气不好;每次提下钻都占用了大量的时间;由于地层漏失比较严重,山下的水源供应非常紧张,一缺水就得停钻;该钻机的动力为柴油机驱动,每天需雇民工挑柴油上山,每当下雨下雪的时候,山路不好走,柴油挑不上去,油料供应不及时也得停钻;由于钻孔倾角为60°,倾角大,在孔深的时候,每次绳索取心操作过程都比钻进直孔时耗用更多的时间;机台配置人员以前没有进行过小口径金刚石绳索取心钻探,对全液压岩心钻机、绳索取心钻探工艺与钻具等都不太熟悉,机班长与钻工都是在摸索中打钻,辅助时间相对占用得多一些。

在ZK21002孔钻进过程中,YDX-3型岩心钻机的卡盘工作可靠性非常好,没有出现一次打滑或夹不住的现象,这也是提高钻探工作效率、减少机台事故的一个重要方面。

### 5.2 试验中发现问题及改进

(1)钻机动力头终传动中的齿形链条与齿形链轮质量不过关,齿形链条易拉长、磨损、断裂。齿形链轮也磨损严重。主要问题是我国与之对应的标准与材质等都不过关。考虑到即使从国外进口齿形链条与齿形链轮,钻进进尺5000~6000m后,也必须

更换,并且国外的齿形链条成本高昂、更换时间长,为此,改进的方法为:将齿形链传动(无声链)更换为传统可靠的齿轮传动。

(2)扶正器油缸漏油,扶正板高度不够,经仔细检查,发现扶正器油缸举升过程中有干涉,活塞杆变形,压力油将O形圈破坏。经过修改,消除了干涉现象,油缸也不再漏油,同时加高了扶正板,上卸钻杆扣时扶正钻杆更加方便。

(3)绳索取心用的天车小轮烧死,经检查,发现轴承润滑脂太少,重新组装加润滑脂后,问题得到了解决。

## 6 技术创新

YDX-3型岩心钻机的研制成功标志着我国岩心钻机制造水平上了一个新台阶,该钻机的研制具有以下创新。

(1)钻机进行模块化拼装式设计,使钻机的各个部件模块都是独立的单元,具有独立的工作特性,方便组装分解;各模块之间联结形式选择通用性、标准化的形式,有利于不同的组合。

根据用户不同的使用要求,互换部件,达到不同的组合,随着不同用途部件的完善,组装出不同功能的产品,减少设计工作量,增加通用化程度。

(2)先进的液压系统设计。主系统采用负载反馈变量系统,能够进行无级调速,使用简便;辅助系统及泥浆泵系统采用定量系统,工作可靠,维护方

便。

主绞车控制系统安全,通过液控系统使主绞车在钻进过程中自动放绳,通过内置静液制动器及下降控制阀,使主绞车提升、下降钻具安全可靠。钻进给进系统吸收国内立式岩心钻机的特点,设有称重、加压、减压、快速提升、快速给进等功能,避免了进口钻机没有称重和减压钻进工作状态的缺点,更适合于500 m以深的金刚石钻进工艺,减少孔内事故。

(3)液压马达驱动的高速动力头的变速、传动与润滑方式先进可靠,动力头通孔直径大。变速箱为4挡齿轮传动,速比分配更合理;卡盘是弹簧夹紧液压松开结构,通孔直径可达117 mm,可方便地使用 $\phi 114$  mm的钻杆钻进。

## 7 结语

通过YDX-3型全液压力头岩心钻机的研制获得以下体会:

(1)合理的液压系统设计,选择性能可靠的液压元件是钻机成功的关键;

(2)吸收国外钻机设计的先进经验,结合国内加工技术工艺水平来合理设计钻机是有效的设计方法;

(3)钻机的制造采用先进的加工工艺,改变过去钻探设备粗糙、笨重的形式,使钻机的制造水平上了一个新台阶,使该钻机成为一个更新换代的产品。