

YDX-2型全液压岩心钻机的研制

刘凡柏, 王庆晓, 李文秀, 车延岗

(中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要: 根据我国国情, 分析国内外岩心钻机的情况, 研制了 YDX-2 型全液压岩心钻机。介绍了该钻机的主要技术路线、技术参数和结构特点, 以及该钻机的野外生产试验情况。

关键词: YDX-2 型岩心钻机; 卡盘; 模块化; 动力头; 液压系统

中图分类号: P634.3*1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)09-0032-04

Development of YDX-2 All Hydraulic Core Drill/LIU Fan-bai, WANG Qing-xiao, LI Wen-xiu, CHE Yan-gang (The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: According to the national situation and based on the analysis on core drill both in China and abroad, YDX-2 all hydraulic core drill was developed. The paper introduced the drill about the technical route, technical parameter, structural feature and production test in field.

Key words: YDX-2 all hydraulic core drill; chuck; modularization; power head; hydraulic system

0 前言

我国在 20 世纪的后 20 年, 主要依靠国内矿产资源, 成功实现了 GDP 第一个“翻两番”。随着经济规模的扩大和人口的增长, 对石油、天然气、铁、铜、铬铁矿和钾盐等大中型矿产资源的需求剧增。为适应国家可持续发展战略和西部大开发战略, 我国矿业学家及地质学家提出了“西部大开发、东部大挖潜”的找矿战略。而最终确定有没有矿产资源, 还要依靠钻探技术方法来验证。

我国现有的地质钻探装备仍以 20 世纪 70 年代发展起来的立轴式岩心钻机为主, 这种传统的立轴式岩心钻机不能充分满足以金刚石绳索取心钻进为主体的多种高效钻进工艺的需要, 虽然我国这几年也已研制了几款全液压岩心钻机, 但是还没有形成系列化。为此, 2006 年, 中国地质调查局下达了计划项目: 深部矿产资源勘查钻探方法技术研究(项目编号: 1212010660700), 来解决目前我国资源严重短缺的状况, 满足我国社会发展的需要。项目“600 m 岩心钻探设备器具研制和钻进工艺方法研究”就是该计划项目下属的一个工作项目。该工作项目的实施, 是国际化大发展的需要, 即钻探技术装备向多功能化、机械化、自动化、国际通用化、系列化方向发展。

1 研究现状

1.1 国外研究现状

国外地质调查用钻探机械装备的发展是伴随钻探技术在地质调查工作中应用领域的拓展和钻探方法工艺的进步而发展的。常规是: 钻探机械装备是为实现各种钻探方法工艺服务的。另外, 其发展还受钻探作业环境(如地理位置、交通运输、气候、地质条件与供水等)的影响与制约。

国外地质矿产勘查用钻机, 除保留有一部分经改进的传统立轴式钻机外, 已大量采用全液压顶驱式(动力头钻机)。其特点是回次进尺长, 自动化、机械化程度高。具有代表性的有: 阿特拉斯的 CS10、CS14、CS3001、CS4002, 宝长年公司的 LF70、LF90、LF140、LF230 等全液压地表取心钻机, 均具有长行程给进、无塔升降钻具、无级调速、机械化程度高、配套器具齐全、生产效率高等优点。

经改进的新型立轴式岩心钻机有: 俄罗斯的 СКБ-4、СКБ-5 型钻机, 采用双卡盘实现不停钻倒杆; 采用直流电机实现无级调速; 钻深从 25 ~ 3000 m 已形成完整系列。日本的 TDP-100、P100 等型钻机采用上、下液压卡盘结构, 实现了钻进过程中的不停车倒杆, 自动连续给进, 并通过改进结构提高了钻机的工作可靠性。日本 NLC 公司的 NL-55、L-44、L-38、L-24 系列型号立轴式钻机, 主要特点是

收稿日期: 2009-08-11; 改回日期: 2009-08-20

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(编号: 1212010660701)

作者简介: 刘凡柏(1971-), 男(汉族), 山东邹城人, 中国地质科学院勘探技术研究所高级工程师, 工程机械专业, 从事钻探设备的设计与开发工作, 河北省廊坊市金光道 77 号。

加大了立轴通孔直径,达到 $\varnothing 148$ mm;与钻塔设计融为一体,质量大,自动化程度较高。

1.2 国内研究现状

1949年前国内钻探所用机械几乎全部是由国外引进,20世纪50年代初期大量从苏联引进当时并不先进的手把式钻机,50年代中期,国内开始仿制,60年代开始自行设计钻机,如XY、YL、MK、TK等系列。70年代开始全面推广金刚石钻进技术,促进了我国地质岩心钻机的研制与制造业的发展,80年代就基本满足国内地质矿产调查的需要,并有部分向外出口。

我国从20世纪60年代就开始研制液压传动钻机,但由于当时国产液压元件质量不过关等原因而未能形成生产力。改革开放以来,从美、德等国引进了多种名牌液压元件生产线,使国产液压元件的品种增多,质量有了大幅度提高,我国已具备了研究液压传动钻机的良好物质基础和技术准备。进入21世纪,国内的有关研究机构与钻探机械厂先后研发出了全液压的地表岩心钻机以满足市场的需求,主要产品有:2005年中国地质科学院勘探技术研究所与北京天和众邦勘探技术有限公司联合研发成功的YDX-3型岩心钻机,2005年底山东省地质探矿机械厂研发的XD-5型,2006年底连云港黄海机械厂有限公司研制的HYDX-5型等。国内研制成功的这几款岩心钻机特点均顺应国际钻探设备的发展趋势,属于同一档次,钻深能力相差不多,具有全液压化、给进行程长、无级调速、机械化程度高等优点。但与国外全液压岩心钻机相比,还未形成系列化,可靠性不够高,无相应的国家标准等。

2 技术路线

2.1 研究内容

研制开发新型的高效轻便、全液压中浅孔顶驱式、N规格绳索取心钻杆钻深能力达到600 m的地质岩心钻机,该钻机能满足以金刚石绳索取心钻进为主体的多种高效钻探工艺钻进的需要。为此,主要对钻机整体的模块化拼装式设计、液压系统控制原理及管路设计、液压系统热平衡校核、液压传动高转速动力头的变速方案与润滑系统、卡夹系统设计、桅杆的结构设计与工作稳定性、给进系统型式、动力功率的匹配、操控系统设计、外购件的选型、钻机零件加工工艺与部件组装工艺等进行研究。

2.2 主要技术思路

通过对国外全液压岩心钻机的系列化进行研

究,确定YDX-2型岩心钻机与已研制成功的YDX-3型岩心钻机形成系列化,在主要技术参数方面拉开档次,如动力机的功率、主卷扬机的提升能力、液压主系统参数、回转扭矩;可以沿用的技术参数有:液压辅助系统参数、绳索取心绞车提升能力、油缸给进行程、油缸给进提升力等。钻机的整体布置方案相同,可以通用的部件有液压绳索取心绞车、液压卡盘、上下桅杆、变速箱等。重新设计了钻机的底盘结构,对液压孔口夹持器、液压泥浆搅拌器、液压管路、操控与电气系统等部件进行优化设计,这样钻机的整体设计工作量就减小了,“三化”水平提高了,为以后钻机的横向、纵向系列研制打下了基础,缩短了产品的设计及生产周期,提高了生产力。

3 YDX-2型岩心钻机简介

3.1 总体结构

钻机的整体外貌见图1。钻机主要由天车头、上桅杆、下桅杆、中空卡盘式动力头、动力机系统、主绞车、绳索取心绞车、底架、液压系统、孔口夹持器、泥浆搅拌器、电气系统、泥浆泵等部件组成。

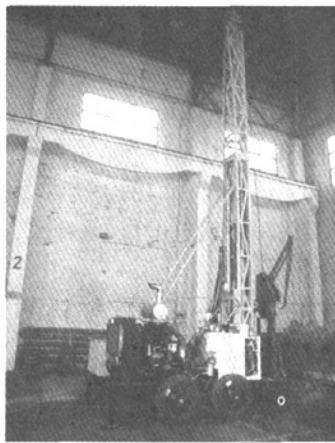


图1 YDX-2型岩心钻机全貌图片

3.2 主要用途

YDX-2型全液压岩心钻机专门用于固体矿藏地表取心施工,适用于金刚石绳索取心钻进、定向钻进、冲击回转钻进、反循环连续取心(样)等多种高效钻探工艺方法。也可用于边坡锚固、注浆、水井钻进、工程地质勘察等钻进。

3.3 主要特点

- (1)全液压驱动,操作简单方便;
- (2)模块化设计,各个部件模块便于组装分解,便于衍生系列产品,减少设计工作量,缩短生产周

期;

(3) 动力头转速可无级调速, 转速范围宽、扭矩大, 有利于多种钻探工艺对转速的选择;

(4) 卡盘通孔直径大、轴向行程短、径向行程长、夹紧力大, 变换卡瓦可用于国内外不同孔径的钻探施工; 卡瓦采用硬质合金镶焊式结构, 工作可靠, 寿命长, 更换简单方便;

(5) 采用进口主绞车, 工作性能可靠, 安全性高, 钻进过程中能够自动放绳;

(6) 钻机给进行程长, 机械化程度高, 有利于提高钻进效率, 减少孔内事故;

(7) 给进控制有加压钻进、减压钻进、自重钻进、称重、快速给进提升等工作状态, 可满足不同钻探施工工艺的需要;

(8) 钻机“三化”水平高, 有利于钻机组织生产, 降低成本, 便于管理;

(9) 钻机电、液仪表齐全, 便于实时观察设备运行情况;

(10) 配备液压孔口夹持器、液压驱动泥浆泵和液压驱动泥浆搅拌器, 钻探过程中不再需要其他辅助动力。

4 YDX-2 型岩心钻机主要技术参数

(1) 钻进能力: BQ 钻杆, 800 m; NQ 钻杆, 600 m; HQ 钻杆, 450 m; PQ 钻杆, 300 m。

(2) 动力系统: 康明斯 4BT 柴油发动机, 气缸容积 3.9 L, 4 缸直列, 涡轮增压, 水冷式, 功率为 75 kW@2500 r/min。

(3) 液压系统: 主系统采用负载反馈变量系统, 额定工作压力 27 MPa, 风冷。

(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 145 ~ 190 r/min, 2 挡 290 ~ 380 r/min, 3 挡 517 ~ 677 r/min, 4 挡 909 ~ 1200 r/min。

(5) 主卷扬: 液压驱动, 提升力 48 kN (空线鼓), 提升速度 35 m/min (空线鼓), 钢丝绳直径 15 mm, 容绳量 40 m。

(6) 绳索取心绞车: 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 1000 m。

(7) 桅杆: 可滑移式, 滑移距离 1100 mm, 上、下两段式 (中部可拆装以方便运输), 总长 9 m, 液压升降, 最大钻进角度 45°, 给进力 55 kN, 提拔力 93 kN, 给进行程 3.5 m。

(8) 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。

(9) 孔口夹持器: 液压夹紧、松开, 允许夹持最大钻杆直径 114 mm。

(10) 泥浆搅拌器: 液压驱动, 最大转速 2000 r/min。

(11) 总质量: 钻机总质量 4500 kg。

5 野外生产试验

钻机野外生产试验是在内蒙古自治区满洲里市新巴尔虎右旗敖尔金牧场进行, 试验现场见图 2。该区域为多金属矿, 矿带位于一条近南北走向的大断裂带上, 岩体部分破碎, 局部地层漏失严重, 0 ~ 235 m 为灰岩、粉砂质泥灰岩, 完整岩层与破碎地层交替出现, 岩石可钻性 5 ~ 8 级; 235 m 以下为较稳定的灰岩与大理岩, 岩石可钻性 6 ~ 9 级, 局部 10 ~ 12 级。设计孔深在 250 ~ 300 m 之间, 直孔。2008 年 7 月 14 日开孔, 10 月 8 日终孔, 完成 2 个生产孔, 累计钻探工作量 667.5 m。

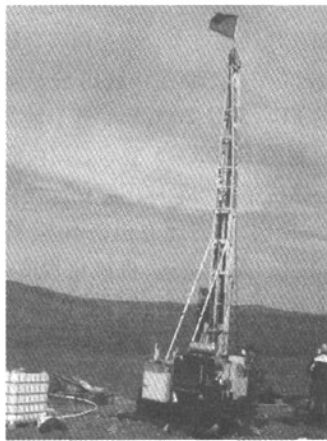


图 2 YDX-2 型岩心钻机野外试验现场图片

5.1 ZK01 孔

大致分 3 个阶段。第一阶段为开孔阶段, $\varnothing 110$ mm 硬质合金钻头开孔, $\varnothing 108$ mm 套管下到 13.5 m, 换 $\varnothing 75$ mm 单动双管钻具钻进到 18.4 m, 之后用 $\varnothing 89$ mm 套管连接 $\varnothing 91$ mm 硬质合金钻头扩孔钻进。由于地层破碎, 泥浆漏失厉害, 将下好的 $\varnothing 108$ mm 套管取出, 用 $\varnothing 110$ mm 硬质合金钻头重新扩孔钻进, 几经周折, 地层漏失的更严重, 无法继续往下扩孔钻进, 到 7 月 25 日, 决定重新开孔, 新孔的位置与原孔位相距 3 m, 在 GPS 误差范围之内。

第二阶段是重开孔阶段, 泥浆采用膨润土 + 清

水+纯碱,正循环钻进,Ø130 mm开孔,钻进到11.3 m,下入Ø127 mm套管。之后用Ø75 mm单动双管钻具钻进到25.15 m,用Ø110 mm硬质合金钻头扩孔到位,下入Ø108 mm套管。继续用Ø75 mm单动双管钻具钻进到39.5 m,用Ø91 mm硬质合金钻头扩孔到位,下入Ø89 mm套管到39.5 m处,然后换Ø75 mm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,泥浆采用聚丙烯酰胺+膨润土+纯碱+纤维素等,正循环钻进,Ø75 mm绳索取心钻具一径到底。由于钻机为全液压驱动,在0~1200 r/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;钻机具有3.5 m的长行程给进功能,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。钻机的最高钻速达到了8.2 m/h(2008年8月6日原始数据),平均钻速为1.53 m/h,纯钻进效果不是太好,主要原因在于地层比较破碎,岩心经常卡堵等;台月效率只有539.6 m。台月效率不是很高的原因在于纯钻进时间太少、其它时间太长。其它时间太长的原因主要是:该孔地层破碎带多,循环液漏失严重,经常单独搅拌水泥与膨润土,再加上锯末、粘土球等来进行堵漏;破碎的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(内管总成下不到位、有残留岩心、掉岩心、内管打捞不起来等),在128 m以下的19天内提大钻就进行了15次;水源供应非常紧张,一缺水就得停钻等水。在孔深307.45 m的时候,由于地层塌孔厉害,并且也到了设计深度,决定终孔。

5.2 ZK02孔

大致分2个阶段。第一阶段是开孔阶段,泥浆采用膨润土+清水+纯碱+聚丙烯酰胺,正循环钻进,Ø130 mm开孔,钻进到13.15 m,下入Ø127 mm套管。之后用Ø75 mm单动双管钻具钻进到28.02 m,用Ø110 mm硬质合金钻头扩孔到位,下入Ø108 mm套管。继续用Ø75 mm单动双管钻具钻进到36.35 m,用Ø91 mm硬质合金钻头扩孔到位,下入Ø89 mm套管到36.35 m处,然后换Ø75 mm金刚石绳索取心钻具进行钻进。

第二阶段为正常钻进及终孔阶段,泥浆采用ZK01孔配比,Ø75 mm绳索取心钻具,一径到底。在钻进到孔深246 m的时候,由于天气太冷,无法送水,并且到了设计深度,决定终孔,终孔孔深246 m。

5.3 试验中发现问题

液压搅拌机马达密封处漏液压油,主要原因是马达为单向马达,无泄油口,重新选带泄油口的双向马达并加装一根油管后问题得到了解决。

6 结语

通过样机的厂内调试及野外生产试验,YDX-2型全液压岩心钻机的各项技术参数达到设计要求,能够满足以金刚石绳索取心钻进为主体的多种高效钻探工艺钻进的需要,从而成为我国地勘装备的一个更新换代的新产品。

参考文献:

- [1] 李建华,刘凡柏. YDX-3型全液压岩心钻机的研制及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(81).

欢迎订阅《勘察科学技术》

《勘察科学技术》是由中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司(原冶金勘察研究总院)主办的学术-技术类双月刊,是中国科技论文统计源期刊,中国地质文摘引用期刊,中国学术期刊(光盘版)、中国期刊网万方数据科技期刊群全文收录期刊,多次被评为河北省优秀期刊。

《勘察科学技术》主要介绍岩土工程设计与施工、工程地质、环境地质、水文地质及地下水资源评价、工程测量及地理信息系统、工程物探、岩土测试、工程检测及地下管网探测等专业的科研成果、生产经验、工程实录以及新理论、新技术、新方法。

《勘察科学技术》内容丰富,理论结合实际,适于从事岩土工程及勘察的广大科研、设计、施工、监理、教学的专业技术人员及高等院校学生阅读、收藏。

《勘察科学技术》国内外公开发行,双月刊,大16开本,双月20日出版。每册定价10.00元,全年60.00元。邮发代号18-153。全国各地邮局均可订阅,也可随时汇款到本编辑部订阅。

本刊兼营广告,价格适中,印制精良,注重实效。

欢迎广大读者投稿、订阅和广告惠顾。

地址:河北省保定市东风中路1285号《勘察科学技术》

编辑部

邮编:071069

Tel: 0312-3020887,3094054

Fax:0312-3034561

E-mail: kckxjs@126.com kckxjs@163.com