

文章编号: 1001-1986(2014)04-0103-03

ZDY6000LD(B)履带式全液压坑道钻机

孙保山

(中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要: 为满足煤矿对整体式钻机提出的更高要求, 采用新技术和工业设计方法, 研制出 ZDY6000LD(B)履带式全液压坑道钻机。该钻机布局紧凑合理, 结构新颖, 机动性强, 井下移动快捷方便, 钻进效率高, 工艺适应性强, 可用于瓦斯抽采穿层钻孔、瓦斯抽采顺层钻孔和探放水以及底板注浆等钻孔施工。介绍了该钻机的主要技术参数、钻机结构、液压系统与型式试验。

关键词: 全液压钻机; 履带式; 调角装置; 负载传感; 防爆计算机

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1986.2014.04.024

ZDY6000LD(B) full hydraulic truck-mounted tunnel drilling rig

SUN Baoshan

(Xi'an Research Institute, China Coal Technology and Engineering Group Corp, Xi'an 710077, China)

Abstract: In order to meet the high requirements of integral drill rig, all hydraulic track rig ZDY6000LD(B) is developed and produced by using new structure and new technology as well as new industrial design. The configuration of the rig is compact and reasonable, its structure is new, its maneuverability is strong, it can move fast and conveniently, its drilling efficiency is high, its technological adaptability is strong. It can drill gas drainage borehole through layers and along layers, borehole for water detection and drainage as well as borehole for grouting in floor. The paper introduced the main technical specifications, structure, characteristics of hydraulic system, drilling test of the rig.

Key words: hydraulic drilling rig; track rig; device for angle adjustment; load sensing; explosion-proof computer

治理瓦斯的根本办法是瓦斯抽采^[1-2]。近水平定向深钻孔是这些年被普遍关注的高效瓦斯抽采途径, 可有效地减少开采前方大面积煤层内的瓦斯含量, 无论是透气性好还是透气性差的煤层都有效果^[3]。施工这类钻孔的国产钻机有中煤科工集团西安研究院有限公司生产的 ZDY6000LD、ZDY6000LD(A)型履带式全液压钻机, 采用负载传感、先导控制等技术^[4-5], 满足了施工近水平定向长钻孔的功能要求, 在煤矿企业应用取得了很好的效果。

随着井下坑道钻机整体设计、制造水平的提高^[6], 以及液压技术的发展进步, 用户对整体式钻机的功能完善性、操作便捷性、工艺适应性、感官舒适性等提出了更高的要求。因此, 研制更加适于瓦斯抽采工艺及操作的机电一体化高集成度履带式全液压钻机迫在眉睫。中煤科工集团西安研究院有限公司经过技术攻关, 研制出了外形美观、集成度高的 ZDY6000LD(B)履带式全液压坑道钻机。本文主要介绍钻机的新特性及型式试验情况。

1 主要技术参数

ZDY6000LD(B)履带式全液压坑道钻机的研制主要针对井下采用定向钻进工艺施工 800 m 以内定向瓦斯抽采孔和采用孔口回转钻进工艺施工 600 m 以内近水平大直径瓦斯抽采孔, 是一种多用途整体式全液压定向钻机, 可应用于瓦斯抽采穿层钻孔、瓦斯抽采顺层钻孔和探放水以及底板注浆等钻孔施工。钻机主要技术性能参数如见表 1。

2 钻机结构

钻机为整体式布局(图 1), 集主机、泵站、操纵台、防爆计算机组、履带车体、稳固油缸、操作踏板等部件于一体, 各部分用高压胶管或电缆连接。钻机各部分结构按平行于履带行走方向两列布局, 共同安装在履带车体之上。泵站、操纵台、防爆计算机组为一列, 位于履带车体一侧; 主机为另一列, 位于履带车体另一侧; 稳固油缸安装在履带车体四

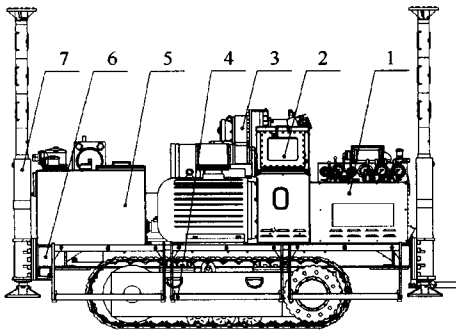
收稿日期: 2013-04-07

基金项目: 国家科技重大专项课题(2011ZX05041-001)

作者简介: 孙保山(1981—), 男, 山东曹县人, 大学, 工程师, 从事钻探机具研究与开发工作。

表 1 钻机基本参数表
Table 1 Basic parameters of drilling rig

回转器	额定转矩/Nm	6 000~1 600
	额定转速/(r·min ⁻¹)	50~190
	主轴制动转矩/Nm	1 000
给进装置	最大给进/起拔力/kN	210
	给进/起拔行程/mm	1 000
行走装置	最大行走速度/(km·h ⁻¹)	2.5
	爬坡能力/(°)	20
	接地比压/(N·mm ⁻²)	0.065
电动机	额定功/kW	75
	额定转速/(r·min ⁻¹)	1 480
液压泵站	I 泵型号	PD100
	II 泵型号	PVP23
	油箱有效容积/L	300
整机	配套钻杆直径/mm	73/89
	质量/kg	7 500
	运输状态外形尺寸(长×宽×高)	3 700mm×1 450 mm× 2 000 mm



1—操纵台；2—防爆计算机组；3—主机；4—操作踏板；5—泵站；
6—履带车体；7—稳固装置

图 1 ZDY6000LD(B)履带钻机结构示意图

Fig.1 Structural representation of drilling rig ZDY6000D(B)

角；操作踏板安装在履带车体左右两侧及后侧。该钻机布局紧凑、结构合理、行走移动自如可靠、钻进辅助时间短、效率高、劳动强度低。

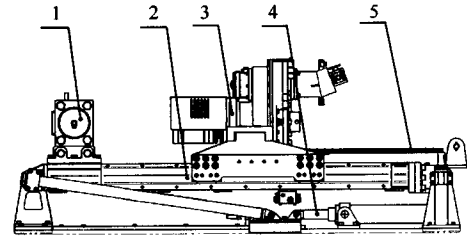
2.1 操纵台^[7]

操纵台是钻机的操作控制中心，分为主、副操纵台两部分，由先导控制操作手柄、手动换向阀、集成阀组、流量计、急停开关等组成。钻机行走、转向、动力头回转、给进起拔、机身调角稳固、急停等动作的控制和执行机构之间的联动功能都是通过操纵台上的阀类组合来实现。流量计可以直观观察孔内冲洗液流量，配合相应的泥浆压力表显示压力，可以简明的反映孔内情况，有效减少孔内事故的发生。主操纵台实现钻进控制，布置在钻机左后方，操作人员在远离孔口处进行操作，最大程度保护操作人员的安全。副操纵台实现钻机行走控制、车体稳固调角等辅助动作，设在钻机后方，符合操作驾驶习惯。主、副操纵台下方均设计有操作踏板供操作人员站立，便于观察

孔口随时了解钻进情况或观察行进方向以保障行车安全。急停开关布置在主、副操纵台之间，在紧急情况下两个位置均可及时进行远程断电操作，保证施工安全。

2.2 主机

主机由回转器、夹持器、给进装置、调角装置、油缸保护装置等组成(图 2)。



1—夹持器；2—给进装置；3—回转器；4—调角装置；
5—油缸保护装置

图 2 主机结构示意图

Fig.2 Structural representation of feeding device

回转器采用卡槽式连接，安装在给进装置的拖板上^[8]。给进油缸带动拖板沿机身“V”型导轨往复运动，实现钻具的给进或起拔。回转器采用成熟的动力头结构，由变量柱塞液压马达通过两级齿轮减速驱动主轴和液压卡盘回转。回转器马达输入轴上设计有液压夹紧弹簧松开的抱紧装置，使钻机既能适应回转钻进工艺，又能适应以孔底马达为动力的定向钻进工艺。回转器主轴为通孔式结构，使用钻杆的长度不受钻机给进行程的限制。液压卡盘上方安装有防护罩，防止外物掉落在回转卡盘上，提高了钻机对司钻人员的安全保护。

夹持器固定在给进装置机身前端，用于起、下钻时夹持孔内钻具，与液压卡盘配合实现机械拧、卸钻杆。夹持器为常闭复合式结构，靠碟簧夹紧钻具，主油缸进入高压油可以打开夹持器；反转卸扣时副油缸进入高压油与碟簧力叠加实现强力夹紧钻具。夹持器可以在底座上左右浮动，实现夹持器自动对中。

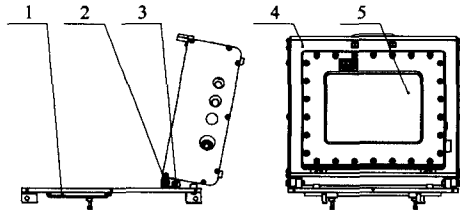
给进装置采用两根并列双杆双作用缸直接驱动给进的型式，带动拖板和回转器沿机身导轨移动，整体钢性好，可靠性高。给进机身导轨设计为“V”型，保证托板自动对中且垫板磨损后可实现补偿。给进装置和托板间设计有推拉栅栏式结构油缸保护装置，可有效防止外物直接撞击给进油缸杆上。

给进机身一端利用后横梁固定在后支座上，另一端利用前横梁连接调角装置的支撑杆，采用卡槽方式套装在底板上的平移部件连接支撑杆和调角油缸，通过调角油缸伸缩推动平移部件滑移可实现给进机身的正角度调节；通过对后支座和调角支撑杆在履带车体上安装位置的对调，可实现给进机身负角度调节。

这种调角方式规避了以往钻机调角时要松紧夹头和横梁螺栓的工序,操作便捷、安全可靠。

2.3 防爆计算机组

防爆计算机组为壳式可翻转结构,安装在电机联轴器上方(图3)。防爆计算机安装在计算机盒内,计算机盒可绕转轴旋转,采用销轴定位;防爆键盘为嵌入式安装方式,通过调整螺钉调节键盘的高低及角度以方便操作;运输时拔出销轴可以翻转扣下防爆计算机盒,有效保护防爆计算机和防爆键盘。



1—防爆键盘; 2—转轴; 3—销轴; 4—计算机盒; 5—防爆计算机
图3 防爆计算机组结构示意图

Fig.3 Structural representation of explosion-proof computer

3 液压系统

目前国内煤矿井下的履带式全液压坑道钻机多采用负载传感系统^[9-10],整个液压系统没有压力和流量损失,负载传感多路阀带有压力补偿功能,多联阀同时工作时各自所需的流量和压力互不影响,具有节能、可靠、稳定的特点。但钻机保护功能欠缺,工作过程中误动作容易造成履带移位、制动装置过度磨损和钻杆丝扣非正常损伤等现象;液压系统给进回路自身无倍速功能,钻进效率偏低,采用的机械倍速结构虽可提高效率,但体积增大,开孔高度被动升高,增加了劳动强度。

本机采用成熟的负载传感系统,在保留成熟机型液压系统双泵供油独立工作、多种执行机构联动功能的基础上,设计了扭矩调节限定、钻进时行走断路、定向钻进时回转失效、给进油缸倍速等逻辑回路及卸扣夹紧优先、拧卸丝扣油缸浮动、给进节流快退等联动功能回路,实现了输出扭矩可调或两档扭矩输出功能。钻进状态时行走功能失效,可避免误操作引起的钻机移位现象;定向钻进工况时回转控制主动失效,防止误动作引起的制动装置过度磨损;油缸倍速功能可实现始终倍速或重载常速和空载倍速,提高了钻进效率;卸钻杆丝扣时设计了夹持器优先于回转功能,防止了因未夹紧钻杆造成的掉钻事故;拧卸钻杆丝扣时设计了给进油缸浮动功能,避免了钻杆丝扣受挤压会拉伸,提高了使用寿命。

4 型式试验

ZDY6000LD(B)钻机样机在“国家安全生产西安钻机

检测检验中心”的钻机性能试验台上进行了型式试验,分别对基本要求、安全性、空载运转性能、负载运转性能、过载试验、温升、整机效率和噪声等进行了检测。检验结果表明,钻机整体标示清楚,动作灵敏平稳,运转正常,性能良好,各测试技术指标达到设计要求,符合企业标准 Q/MKYX 019—2012《ZDY6000LD(B)型煤矿用履带式全液压坑道钻机》的要求。

5 结论

a. ZDY6000LD(B)型煤矿用履带式全液压坑道钻机布局紧凑合理,结构新颖,机动性强,井下移动快捷方便,钻进效率高,工艺适应性强,可应用于瓦斯抽采穿层钻孔、顺层钻孔和探放水钻孔施工以及底板注浆等钻孔施工。

b. 操纵面板各操作手柄排列整齐,操作方便;流量计和泥浆泵控制手柄均布置在操纵台上,观察控制便捷;主机调角装置设计为平移部件结构,调角范围大,重心低,操作方便可靠;防爆计算机使用维护方便,司钻人员操作观察孔口安全便捷。

c. 液压系统采用负载敏感技术,节能明显,同时设计有钻进保护、给进油缸倍速、钻杆螺纹保护、节流快开等逻辑回路和起下钻联动、卡转联动、夹转联动等联动回路,功能完善,可靠性高。该钻机适用回转和定向两种钻进工艺,这将推动我国煤矿坑道钻机的更新换代和钻进工艺技术的发展。

参考文献

- [1] 殷新胜,姚宁平,陈跟马,等. ZDY6000L型履带式全液压坑道钻机液压系统的设计[J]. 煤田地质与勘探, 2007, 35(6): 77-80.
- [2] 姚亚峰,王贺剑,凡东,等. ZDY1200L型履带式全液压坑道钻机的研制[J]. 煤田地质与勘探, 2008, 36(3): 75-78.
- [3] 方鹏,田宏亮,邹迪,等. ZDY6000LD(A)型履带式全液压定向钻机及其应用[J]. 煤田地质与勘探, 2011, 39(2): 74-77.
- [4] 孙保山,殷新胜,田宏亮,等. 基于负载反馈技术的履带式钻机液压系统[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(3): 95-99.
- [5] 殷新胜,田宏亮,姚克,等. 负载敏感技术在全液压力头式坑道钻机上的应用[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(1): 75-77.
- [6] 孙保山,方鹏,王贺剑,等. ZDY1900S型全液压坑道钻机操纵台和泵站的改进设计[J]. 煤矿机电, 2009(4): 57-60.
- [7] 邹迪,田宏亮,殷新胜,等. ZDY6000LD(A)型履带式全液压坑道定向钻进钻机的设计[J]. 煤炭工程, 2011(1): 98-100.
- [8] 姚克,凡东,殷新胜,等. ZDY4000L型履带式全液压坑道钻机的研制[J]. 煤矿机电, 2009(3): 56-58.
- [9] 殷新胜,田宏亮,孙保山. 瓦斯抽采钻机液压系统设计和泵控变量技术应用[C]//煤矿安全工程实用技术新进展. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009: 131-137.
- [10] 王文深,王保铭. 液压系统负载自适应控制节能技术[J]. 矿山机械, 2003(2): 50-51.