

文章编号: 1001-1986(2008)03-0075-03

ZDY1200L型履带式全液压坑道钻机的研制

姚亚峰, 王贺剑, 凡东, 王龙鹏, 李泉新

(煤炭科学研究院西安研究院, 陕西 西安 710077)

摘要: 为适应当前煤矿井下小直径浅孔瓦斯抽放钻进的需要, 研制了 ZDY1200L 型履带式全液压坑道钻机。钻机带有履带行走机构, 机动性强; 液压系统为开式循环双泵系统, 采用负载敏感技术, 降低系统功耗; 具有可快速方便地调整钻孔方位角的转盘; 自带电磁起动器及照明灯, 使用方便, 安全性强, 便于钻孔作业和钻机维修。现场试验表明: 该钻机操作简单, 移动性好, 钻进效率高, 性能可靠, 钻孔定位和稳固快捷方便。

关 键 词: 履带钻机; 负载敏感; 转盘; 瓦斯抽放

中图分类号: P634.31 文献标识码: A

Development of the ZDY1200L track-mounted hydraulic tunnel drilling rig

YAO Ya-feng, WANG He-jian, FAN Dong, WANG Long-peng, LI Quan-xin

(Xi'an Branch, China Coal Research Institute, Xi'an 710077, China)

Abstract: To meet the requirement of small diameter and shallow hole drilling for gas drainage in coal tunnel, the ZDY1200L track-mounted hydraulic tunnel drilling rig has been developed. The track-mounted mechanism is used for high mobility, the load sensing technique is used in the open cycle double-pump hydraulic system to decrease the power wastage. The direction of drilling can be adjusted quickly and simply by the rotating table. The operation and maintenance are convenient with the electromagnetic starter and lamps. The field experiment shows that the rig has high operability, mobility, reliability and drilling efficiency, as well as the locating drilling direction and fixing the rig are very convenient.

Key words: track-mounted drilling rig; load sensing; rotating table; gas drainage

现有的全液压钻机多采用分体式结构, 靠人工搬迁和稳固, 适应了井下巷道的客观条件, 但也存在工人劳动强度大、钻进辅助时间长等缺点。随着煤矿采掘速度的提高, 对这类钻机进行履带化改造, 提高机动性, 减少移动稳固等辅助时间, 减轻工人劳动强度, 就显得很有必要。煤炭科学研究院西安研究院分别在 2005 年和 2006 年研制成功了 ZDY6000L 和 ZDY4000L 中深孔履带式坑道钻机, 重庆研究院也随后完成了 ZY-3200 履带式坑道钻机的研制。这些钻机都是以钻进中-深度瓦斯抽放钻孔为目的, 在市场上反映良好, 受到了用户的青睐。而浅孔钻机由于其单孔钻进时间短, 孔间距小, 搬迁频率很高^[1], 因此对浅孔钻机进行履带化改造后, 可适用于目前的大多数煤矿巷道, 前景将会很广阔。阳泉煤业集团为实现煤炭生产中边掘边探, 也提出

在采掘面使用浅孔履带式钻机进行瓦斯探放的需求。鉴于以上情况, 进行了 ZDY1200L 型钻机的研制。

1 钻机研制

1.1 总体方案确定

根据目前国内坑道钻探的市场需求, 并结合松软煤层钻进的实际情况, 确定钻机采用履带式结构, 以螺旋钻杆回转钻进为主, 通过配备单独的泥浆泵, 还可用于外平钻杆回转钻进。为满足浅孔钻机移动频繁的特点, 钻机自带电磁启动器及照明灯, 方便钻孔作业。钻机车体带有转盘, 具有转动功能, 能快速准确地调整钻孔方位角。液压系统设计时采用负载敏感双泵系统, 降低功率损耗, 减小系统发热。

1.2 主要部件的结构

钻机为整体式布局, 由主机、操纵装置、泵站、车

体、稳固装置、履带总成、电磁起动器及车灯等部分组成，各部分之间用高压胶管和螺栓连接，结构紧凑，可靠性高。钻机车体分上下两层，通过操纵旋转油缸手把可方便实现钻机的方位角调整(图 1)。

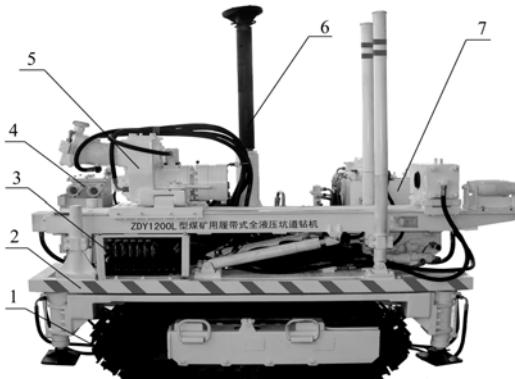


图 1 ZDY1200L 型钻机的外观图

Fig.1 Outline of the ZDY 1200L type drilling rig

1—履带总成；2—车体；3—操纵装置；4—电磁起动器及车灯；5—主机；6—稳固装置；7—泵站

1.2.1 主机

主机由回转器、给进装置、夹持器、机架、扶正装置 5 部分组成。主机布置在钻机的一侧，并通过机架与钻机车体相连接。

回转器是钻机的核心部件。动力通过液压马达及齿轮减速箱传递到液压卡盘，实现钻杆的松开和夹紧。液压马达为手动变量，通过调节马达排量，可实现钻机转矩和转速大范围的无级调节。液压卡盘为胶筒式结构，油压夹紧，弹簧松开。夹持器为复合式结构，碟簧夹紧，油压松开。通过液压系统的起下钻联动功能可方便地起下钻杆及拧卸钻杆。

给进装置由油缸、机身、拖板和连接装置等组成。油缸采用双杆双作用缸，活塞杆与机身两端固定，连接装置的挡块卡在缸体的挡环上，拖板与连接装置连接，缸体往复运动即可带动拖板及回转器沿机身导轨移动。给进装置通过机身下面的夹瓦与机架连接。机架的横梁设计成高度可调的结构，通过机身下面的调角油缸来调节机身倾角，在机架的前立柱上接上加长杆，可满足钻进 45°的要求。

扶正装置用于螺旋钻杆钻进时对钻杆扶正，防止钻杆因重力作用下沉和偏向^[2]。由于钻杆易与扶正装置摩擦产生磨损，此次设计的扶正装置由两个滚轮组成，在钻进时随钻杆同时转动，消除了钻杆与扶正套的径向摩擦阻力，减少了钻杆的磨损。根

据螺旋钻杆外径的不同，还可以松动滚轮底座来调整两滚轮间的距离。

1.2.2 操纵装置

操纵装置是钻机的控制中心，根据车体上钻机各个部件的布置，操纵装置分为主操纵台、多路阀组和副操纵台 3 部分。各部分独立布置，通过液压胶管连接，有效地利用了钻机车体上的空间。

1.2.3 泵站

泵站由电机泵组和油箱两部分组成。电机泵组是钻机的动力源，由防爆电动机、联轴器和液压泵等组成。液压泵为斜盘式柱塞泵，由主副泵串联组成。电动机通过泵座和弹性联轴器带动液压泵工作。泵从油箱吸油并排出高压油，经操纵台的控制和调节使钻机的各执行机构工作。联轴器选用梅花形弹性联轴器，弹性圈为尼龙整体件，结实耐用，联轴器整体安装在泵座中，安全可靠。油箱上设有总回油滤油器及磁性回油滤油器，总回油滤油器用于主多路阀回油，磁性回油滤油器用于回转器齿轮箱回油，可保证齿轮箱中磨损的金属屑不会流入油箱。

1.2.4 车体及转盘

车体由上、下两层组成，中间是转盘。下车体用螺栓与履带总成的横梁联接，使钻机的车体与履带总成成为整体；上车体用来固定安装主机、电机泵组、油箱和操纵装置等部件。转盘采用油缸和轴承相结合的结构，转盘工作时下车体连同履带总成不动，上车体连同主机等部件旋转到所需方位角进行钻进。转盘的转动方位角为±135°，这样钻机不仅适合于沿履带行走方向夹角为±45°的钻孔，也适合于沿垂直于履带行走方向夹角为±45°的钻孔。

1.2.5 稳固装置

稳固装置用来在钻进前对钻机整体进行稳固，以保证钻机工作时不发生孔位移动。稳固装置由上稳固装置、下稳固装置、前稳固装置及辅助支持组成。上稳固装置为一根粗油缸，用于车体的向上稳固。下稳固装置由 4 个油缸组成，固定在下车体的 4 个角。前稳固装置有一个油缸及伸缩杆组成，用于车体前端与岩煤壁的固定。稳固装置统一由副操纵台控制油缸的伸缩实现钻机的稳固。钻机稳固时先操作下稳固油缸将履带总成升离地面，再操作上稳固油缸顶紧巷道顶部，最后操作前稳固油缸顶紧前面的岩煤壁。辅助支持为机械式，采用螺纹调节结构，用于大角度钻孔时顶紧上车体一端，保证上

车体的稳固性。

1.2.6 电磁起动器及照明灯

电磁起动器采用矿用隔爆型真空电磁起动器，用于控制防爆电动机的起动、停止及防爆照明灯的开合，具有过载、断相、短路、漏地闭锁等保护功能。

为满足钻机行走时及钻进时工作面的照明需要，在车体上设计了两个照明灯，由电磁起动器供电。前灯位于车体前端油箱的侧面，用于钻机行走时的照明，后灯用于钻机工作时的照明。设计有独立的灯座，灯座设计成水平方向可任意旋转，方便调节。两灯在工作时配合使用可满足工作面的照明需要，也方便了在煤矿井下进行钻机维修。

1.3 液压系统设计

钻机液压系统采用负载敏感的开式循环双泵系统^[3]，泵为负载敏感泵，配合负载敏感阀组成为负载敏感泵阀系统，根据负载压力变化补偿调节液压泵的排量，适合钻机的回转工况；泵为恒压变量泵，适合钻机的钻进工况，减小溢流损失。泵控制钻机回转和履带行走，泵控制钻机给进及稳固油缸动作。

泵及泵的系统工作压力都设定为 21 MPa，这样既能满足回转钻进的需要，又能满足稳固油缸稳固钻机的可靠。钻机回转采用变量泵与变量马达组成的双变量容积调速系统^[4]。该系统可使转速和转矩在较大范围内调节，功率利用率高，易于满足多种钻进工艺的要求。钻机的给进压力调节采用减压阀调压方式。

在螺旋钻进的工况下，保留原有外平钻杆钻进时的夹持器，并保持起下钻时的联动功能，提高了起下螺旋钻杆的效率。为减少钻进时卡钻现象的发生，在液压系统中安装可调顺序阀，当回转压力达到顺序阀设定压力时，顺序阀开启，钻机只回转不给进，待回转压力下降后，顺序阀关闭，钻机正常钻进。由于停钻后给进起拔换向阀处于中位，给进油缸处于浮动状态，在大角度钻孔时回转器不能停在原位，为此在给进油缸一侧设置手动截止阀，可有效停止回转器，保证操作人员的安全。

1.4 钻机主要技术参数

螺旋钻进：钻孔深度 100 m，钻杆直径 78/88 mm，钻孔直径 85/94 mm；

回转钻进：钻孔深度 200 m，钻杆直径 42/50 mm，钻孔直径 75 mm；

额定转矩：1 200 ~ 320 N · m；

额定转速：80 ~ 280 r/min；

钻孔角度：-10° ~ 45°；

转盘转角：±135°；

额定功率：22 kW；

额定给进起拔力：45 kN；

给进行程：1 000 mm；

系统额定压力：21 MPa；

履带最大爬坡角度：20°；

履带行走速度：1.6 km/h；

履带接地比压：0.06 MPa；

电磁起动器额定电流：63 A；

额定电压：660/380 V；

钻机外形尺寸：2 520 mm × 1 220 mm × 1 640 mm。

2 钻机试验

2.1 型式试验

钻机的安装调试在 2007 年 8 月下旬完成，随后在“国家安全生产西安钻机检测检验中心”进行了钻机的型式试验。在试验中根据钻机的企业标准内容进行了逐项检测，主要有空载试验、负载试验、过载试验等，测试的各项数据均达到了设计要求。

2.2 工业性试验

2007 年 9—10 月，与阳煤集团二矿协作进行了钻机的现场试验。试验采用干式螺旋钻进工艺，钻杆为插接式螺旋钻杆，钻头为新型合金钻头，钻进过程中粉尘小，施工环境好，螺旋排粉效果好。试验中钻孔方向与巷道方向成 90° 夹角，钻孔间距 5 m，钻机在试验中充分显示了履带行走加转盘转动的优越性，移动定位和稳固钻机只需 10~15 min。试验分两个阶段总共完成了 8 个钻孔。第一阶段在“十一”前完成钻孔 5 个，第二阶段在“十一”后完成钻孔 3 个。8 个钻孔最大孔深 124 m，终孔直径 94 mm，平均孔深 92.6 m，试验单次最高钻进效率达 24.29 m/h，平均单孔最大钻进效率 20.67 m/h。通过现场试验检验了钻机的钻进能力、转盘的工作性能及液压系统的可靠性，达到了预期的研究目标。

3 结论

a. 钻机采用转盘式结构，钻孔方位角调整方便准确。经现场试验证明，该钻机结构设计合理，工作稳定，移动定位和稳固钻机方便快速，对巷道宽度和高度要求不高，适用性强，推广应用前景广阔。

b. 液压系统采用负载敏感技术，钻机性能先进、操控性好，节能效果显著，工作可靠。液压系

文章编号: 1001-1986(2008)03-0078-03

新型钢球冲击器及其试验效果

陆洪智，鄢泰宁，季 锋

(中国地质大学，湖北 武汉 430074)

摘要: 从固体力学理论着手, 利用岩石变形时的应力计算公式, 分析讨论了“冲击回转”钻进的破岩机理; 介绍了中俄合作开发的“新型钢球冲击器”的结构及工作原理。通过对室内及野外实验数据的分析, 获得了该冲击器的各种参数关系。实践表明, 采用普通硬质合金(或金刚石)钻头加钢球冲击器进行冲击回转钻进, 可明显提高机械钻速, 降低成本。

关 键 词: 冲击回转; 破岩机理; 钢球冲击器

中图分类号: P634.3 **文献标识码:** A

Test results and application of new-type Steel Ball Percussion Tools

LU Hong-zhi, YAN Tai-ning, JI Feng

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper analyzes the rock breaking mechanism of “percussive-rotary drilling” based on the theories of solid mechanics and the stress formula of rock deformation. Besides, it offers a full review of working principle of new-type Steel Ball Percussion Tools co-developed by China and Russia and works out the relations of Percussion Tool’s parameters by analyzing the experiment data gathered in the lab and in field experiments. It is revealed that carbide-alloy (or diamond) drill bits together with steel ball percussion tools used in percussive rotary drilling leads to much improved drilling rate and reduced cost.

Key words: percussive-rotary; rock breaking mechanism; Steel Ball Percussion Tools

众所周知, 采用液动冲击器进行冲击回转钻进是攻克硬—坚硬岩石的有效途径^[1]。为了大幅度提高中硬—硬岩层的机械钻速, 中国地质大学与俄罗斯专家叶戈罗夫合作研究, 开发出一种适合国内硬岩条件的“新型钢球冲击器”, 解决了缺水地区工作介质的问题, 实现高效回转冲击钻进。目前, 中俄双方已共同在中国申报了钢球冲击器的国家专利, 并交付加工, 在生产中推广应用。

收稿日期: 2007-11-19

作者简介: 陆洪智(1974—), 男, 河北唐山人, 博士研究生, 从事钻井研究工作.

统的回转油路中增加了回转压力超限时自行停止给进的保护功能, 有效减少了卡钻现象的发生。

c. 设计的螺旋钻杆扶正装置结构新颖, 扶正套与钻杆同时转动, 摩擦阻力很小, 在使用中表现了优越性, 具有一定的推广价值。

d. 钻机配有电磁起动器和照明灯, 使用方便, 安全性强, 便于钻孔作业和钻机维修。

1 冲击回转钻进的破岩机理

冲击回转钻进就是在回转钻的基础上将具有一定频率的冲击能量施加到回转钻头上, 从而不仅对岩石施加钻压和扭矩, 而且叠加了连续的冲击载荷, 使岩石表面在强烈的预压应力状态下更易于被动载破碎。其过程可分解为:

a. 由固体力学理论得知, 岩石变形时的应力为:

参考文献

- [1] 冯德强. 钻机设计[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.
- [2] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001.
- [3] 胡志坚. 钻机负载自适应液压控制系统的研究[D]. 长春: 吉林大学出版社, 2007.
- [4] 徐绳武. 从节能看液压传动控制系统发展的三个阶段[J]. 液压气动与密封, 2005(5): 21-28.