

# 浅谈煤矿井下全液压钻机的设计要点

吕红军<sup>1</sup>, 李 科<sup>2</sup>

(1. 宁夏地矿物资装备管理中心, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏矿产地质调查院, 宁夏 银川 750021)

**摘 要:**结合 ZDY3200S 型全液压钻机及其在生产实际中的应用情况, 阐述了煤矿井下全液压钻机设计时, 钻机的总体布局、确定基本参数的要求、钻机机械传动主要部件的结构及钻机的特点。

**关键词:**全液压钻机; 参数确定; 机械结构

**中图分类号:** P634.3<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)12-0004-04

**Discussion on the Design Points of Full Hydraulic Drilling Rig for Underground Coal Mine/LV Hong-jun<sup>1</sup>, LI Ke<sup>2</sup>**

(1. Ningxia Geology and Mineral Materials and Equipment Management Center, Yinchuan Ningxia 750021, China; 2. Ningxia Institute of Mineral Geological Survey, Yinchuan Ningxia 750021, China)

**Abstract:** Based on the design and practice application of ZDY3200S full hydraulic drilling rig, the paper discussed the general mechanical arrangement, the requirements on basic parameters determination, the structure of major mechanical transmission parts and the characteristics of the drilling rig.

**Key words:** full hydraulic drilling rig; parameter determination; mechanical structure

## 1 概述

煤矿井下全液压钻机是煤矿井下安全钻探的理想设备, 已成为煤矿井下瓦斯抽采安全用钻机的更新换代产品。国内现有的全液压钻机在设计中, 不断吸取总结多年钻机使用的经验, 并遵循“在可靠实用中求先进”的设计思想, 运用性价比分析, 追求其良好的综合经济效益。煤矿井下全液压钻机采用国外同类型钻机的先进结构, 同时特别注意到煤矿井下钻探施工的特点、工作环境、载荷性质以及工人的操作维护水平等, 结合国情, 优化设计。近年来, 我区为提高煤矿井下钻探的安全性和施工效率, 多个矿区采用了 ZDY3200S 型全液压钻机进行煤矿井下钻探施工, 使用效果良好。笔者结合 ZDY3200S 型全液压钻机及工作经验, 浅谈煤矿井下液压式钻机的设计思想, 仅供同行们参考。

## 2 钻机的总体布局

在煤矿井下, 所施工的钻孔多为近水平孔和斜孔, 钻进时易发生埋钻、煤层压力大容易发生喷孔, 导致孔内事故频繁、成孔困难, 钻孔深度浅, 施工周期短, 钻机搬迁稳固频繁, 因而钻机应具有很高的灵活性和轻便性。为此, 全液压钻机采用分体式布局(见图1), 使其更具优势, 在井下钻探施工中得到快速的发展。一般应由主机、操纵台、泵站3大部分组

成, 各部分之间用高压胶管连接。设计中要优先考虑到煤矿井下巷道条件以及运输条件, 钻机的外形尺寸尽量结构紧凑, 便于移动, 方可满足大多数煤矿的实际要求。

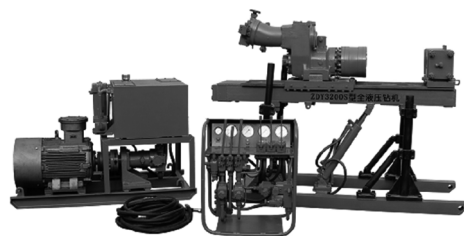


图1 ZDY3200S 型全液压坑道钻机

## 3 全液压坑道钻机基本参数的确定原则

### 3.1 转速

转速的确定既考虑各种钻头的理论最佳切削速度, 也考虑煤矿井下近水平钻探实际常用的经济转速。考虑到钻杆与孔壁磨损, 井下钻探实际开动转速也就比较低, 因此其转速设计在 50 ~ 300 r/min。可采用无极调速, 以满足多种钻进工艺的要求; 可正、反转, 实现机械自动拧卸钻杆, 同时方便处理孔内事故。

### 3.2 扭矩

钻机在钻近水平孔时, 钻杆柱与孔壁下侧全接触, 摩擦严重, 同时使回转阻力增大, 功率消耗增加,

收稿日期: 2012-11-08

作者简介: 吕红军(1962-), 女(回族), 宁夏银川人, 宁夏地矿物资装备管理中心副主任、高级工程师, 勘探机械专业, 从事矿产地质机械研究与管理工, 宁夏银川市西夏区北京西路199号, wzfz2031768@126.com。

所以钻近水平孔时,扭矩要比钻垂直孔时扭矩大得多。在功率一定时,多采用低速大扭矩的设计方式,保证钻机的使用性能。

### 3.3 起拔能力

考虑到井下钻探的特点,故起拔能力按钻具总重力的 3~5 倍设计,使钻机有较强的处理孔内事故的能力。提升速度则按 0.5 m/s 左右的低速设计,以便处理事故和扫孔,同时采用液压联动,减少起、下钻时的辅助时间。

### 3.4 给进能力

在满足钻头的工作压力要求时,还应考虑大角度向上钻孔施工的钻具质量大小,按钻具质量的 2~4 倍设计,以便进行处理事故和顶下口管等作业。

### 3.5 给进行程

给进行程固然是越长越好,有助于缩短加接钻杆和起、下钻时的辅助时间,减少倒杆次数,但为了减轻钻机质量和搬迁灵活性,目前设计为 500~600 mm 比较实用。

### 3.6 动力机的实际功率

为保证钻场噪声控制在 90 dB 左右,钻机一律采用防爆电动机驱动。直接利用井下电网供电。关于功率的选取,由于各种文献介绍的公式与用户从经济效益角度出发,因可避免最大流量和最高压力同时出现,实际采用的动力可比计算值小 10% 左右,再结合防爆电动机系列参数选取,通常是可行的。特别是对于深孔坑道钻机更是有用的。

## 4 ZDY3200S 型钻机主要技术参数

回转额定压力:20 MPa  
 额定转矩:3200~850 N·m  
 额定转速:70~240 r/min  
 给进额定压力:20 MPa  
 最大给进/起拔力:102/77 kN  
 给进/起拔行程:600 mm  
 钻孔倾角: -5°~60°  
 钻杆直径:73 mm  
 电动机额定功率:45 kW  
 电动机额定电压:380/660/1140 V

## 5 钻机机械传动设计

在进行钻机机械传动系统的部件结构和关键零件的设计时,要重点考虑并合理解决好功能与成本之间的矛盾。在保证功能时,以钻机需承受中等冲击载荷、处理事故时要求 1.5~2 倍的过载能力,尽

量降低噪声与振动等要求为设计的依据;遵循传动链最短的原则,还要对关键部件进行优化设计,所有零件均进行工艺成本审核。

### 5.1 动力头

动力头是钻机的核心部件,考虑到煤矿井下特殊条件,选用液动力头结构,可提高钻机的解体性,油马达随动力头一起前后移动。

为了达到动力头有较理想的转速和转矩的调节范围,采用 A6V160MA 变量马达,手动调节排量的方式,利用马达的排量调节范围,实现动力头的转速和转矩的调整。动力头只设计有较大降速比的传动箱,通过齿轮减速带动主轴和液压卡盘回转。传动箱采用空间三轴品字形结构,两级降速。具有结构简单、紧凑,箱体为铸造结构,增强加工工艺性。

ZDY3200S 型全液压钻机动动力头的结构见图 2。

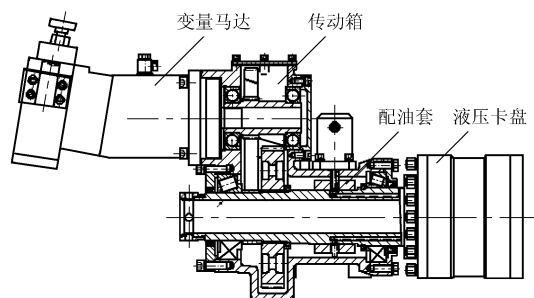


图 2 ZDY3200S 型全液压钻机动动力头结构示意图

### 5.2 卡盘

卡盘(见图 3)是钻机的一个重要部件,其性能直接影响到钻机使用效果。其工作条件最为恶劣,既要能承受轴向载荷和回转转矩,又有频繁的开合动作,采用胶筒式结构的常开式液压卡盘,油压夹紧、弹簧松开的常开式结构。

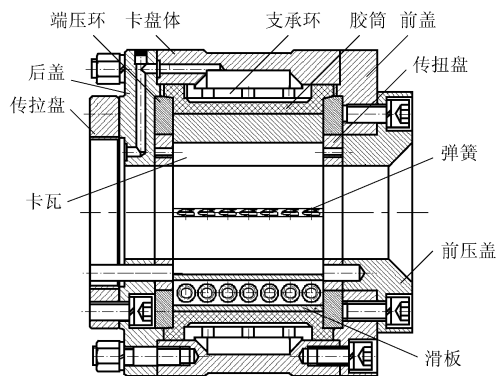


图 3 卡盘

其工作原理:需夹紧钻杆时,高压油进入胶筒与卡盘体形成的密封腔,胶筒受到径向的压力而收缩,迫使卡瓦组移动而夹紧钻杆,同时也压缩弹簧组;需

松开钻杆时,在弹簧的作用下卡瓦组张开外移,液压油原路返回,从而松开钻杆。卡盘的特点是:没有增力机构,机械效率高;承受油压的面积大,传递扭矩大;结构紧凑,外形尺寸小,转动惯量小;卡瓦和钻杆受到一定磨损后,对夹紧力的影响小,夹持范围大等。

卡瓦的结构分为带齿面卡瓦和光面卡瓦,带齿面卡瓦还分切齿式和焊齿式。因卡瓦体结构不同,所用材料也不同。直接切齿的卡瓦一般用20CrMnTi或T8材料加工,经淬火处理后形成坚硬的齿面。这种卡瓦加工容易,成本低。采用20CrMnTi切齿卡瓦,加工成型后经渗碳淬火达到使用要求。为使卡瓦的摩擦系数相对稳定,卡瓦齿面面积与总面积之比应为0.5~0.6之间,螺距为8~10 mm,且与给进力的大小有关,给进力大取大值,反之则取小值。

### 5.3 给进装置

给进装置(见图1)结构型式直接决定钻机的给进性能参数并影响钻机的重量好坏,ZDY3200L型全液压钻机给进装置由油缸、机身、拖板和后夹头体等组成。采用一个90/55的单杆双作用油缸,缸筒固定在机身后端,活塞杆端固定在机身上的拖板上,活塞杆带动拖板上的动力头实现前进后退的往复运动,结构简单实用,机身受力好,能够承受较大的负载冲击,油缸无杆端提供较大的给进力。

### 5.4 夹持器

夹持器(见图4)为液压钻机的重要部件。固定在给进装置机身的前端,其作用一是夹持孔内钻具,二是与动力头配合可机械拧卸钻杆。将2根插杆抽出,即可取出卡瓦,扩大通孔,方便通过粗径钻具。

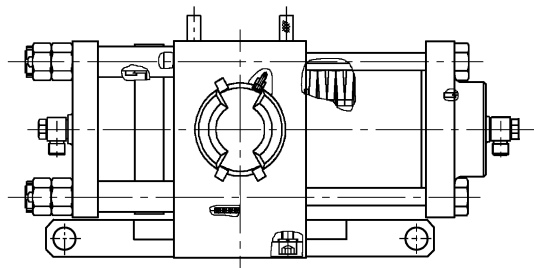


图4 夹持器结构示意图

夹持器结构采用浮动-复合常闭式结构,简单实用,灵活可靠,可左右浮动以减少钻孔跑偏后卡瓦和钻杆之间的相互过度磨损,提高钻机的适应性和卡瓦的使用寿命。

利用钻机的液压联动功能进行机械化拧卸钻

杆,很大程度上可以缩短辅助时间,提高钻进效率,减轻工人劳动强度。

### 5.5 泵站

泵站(见图1)是钻机的动力源,由油箱和电机泵组等部件组成。电动机通过泵座和弹性联轴器及三角带驱动I、II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。I、II油泵为独立泵,通过泵座与电机固联,具有传动可靠、结构紧凑的特点。为保证液压系统正常工作,在泵站上还安装有多种液压附件,如:吸油滤油器、回油滤油器、冷却器、空气滤清器、油温计、油位指示计、磁铁等。

设计中采用高位油箱,有效提高泵的安全保护性和泵的吸入性。结合以往的使用和设计经验,设计中要有针对性的加大吸油管路直径和回油滤油器过油能力,增强联轴器的传递能力,采用三联板翘式冷却器结构对油液强制冷却,油液不易发热,提高了系统效能。

### 5.6 操纵台及液压系统

操纵台(见图1)是钻机的控制中心,由多个液压控制阀、压力表及部件组成。操作时远离孔口,保障操作者的安全,并方便观察孔口及钻进情况。

操纵台上设有马达回转、倒杆、起下钻、起下钻功能转换、夹转联动功能转换、卡夹功能转换等6个操作手把,溢流阀调压、减压阀调压和起拔节流三个调节手轮,以及回油压力表、I泵系统压力表、给进压力表、起拔压力表和II泵系统压力表共5块压力表。

ZDY3200S型全液压钻机液压系统见图5,钻机从控制成本的角度,采用国产优质液压元件,满足用户需求。设有多种联动功能,保证工作效率和安全性。主、副泵采用手动变量泵,提高了钻机的工艺适应性。钻机的马达采用手动变量马达,与变量泵形成了调速和扭矩大范围的容积式调速,提高了钻机孔内事故处理能力,适宜松软突出煤层的钻孔施工。

## 6 ZDY3200S型全液压钻机的结构特点

(1)采用全液压力头结构,由主机、泵站、操纵台3大部分组成,解体性好,搬迁方便,钻场布置灵活;

(2)液压自动拧卸钻具,减轻了工人劳动强度,提高了工作效率;

(3)双泵液压系统使回转参数与给进工艺参数独立调节,变量油泵和变量马达组合进行无级调速,

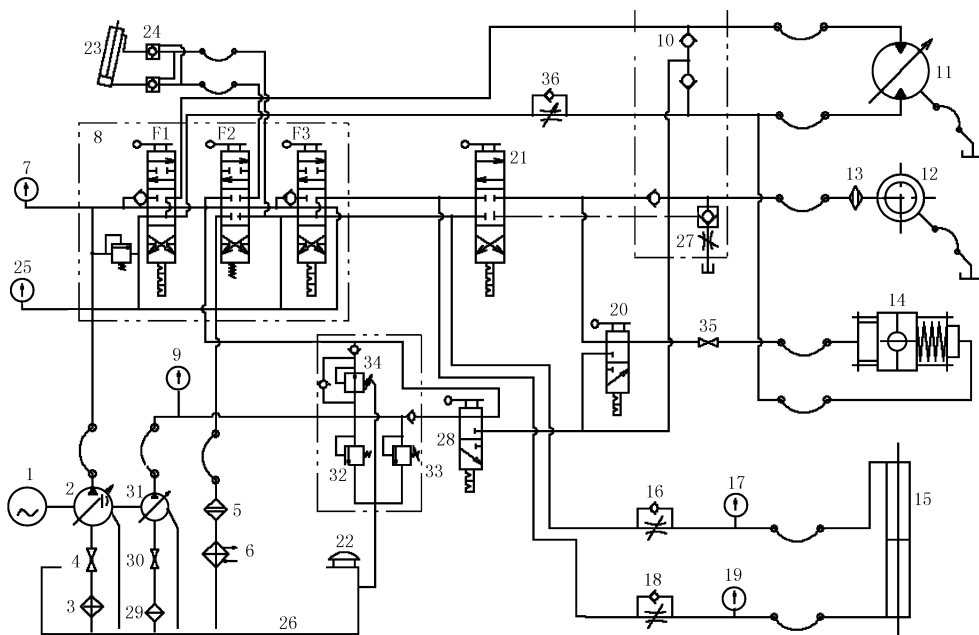


图5 ZDY3200S型全液压钻机液压系统原理图

1—电动机;2—主油泵;3、29—吸油滤油器;4、30、35—截止阀;5—回油滤油器;6—冷却器;7—主泵系统压力表;8—多路换向阀;9—副泵系统压力表;10—单向阀组;11—液压马达;12—液压卡盘;13—精滤油器;14—夹持器;15—给进起拔油缸;16、18、36—单向节流阀;17—起拔压力表;19—给进压力表;20—夹持器功能转换阀;21—起下钻功能转换阀;22—空气滤清器;23—支撑油缸;24—液压锁;25—回油压力表;26—油箱;27—卡盘回油阀;28—副泵功能转换阀;31—副油泵;32—安全溢流阀;33—调压溢流阀;34—单向减压阀;36—增压阀

转速和扭矩可在大范围内调整,提高了钻机对不同钻进工艺的适应能力;

(4)夹持器为常闭式结构,可有效防止施工过程中跑钻现象的发生,满足大角度倾斜孔施工需要;

(5)通过操纵台集中操纵使操纵人员可远离孔口一定距离,确保了人身安全;

(6)回转器采用通孔式结构,钻杆长度不受钻机给进行程的限制;

(7)用支撑油缸调整机身倾角方便省力又安全可靠;

(8)保护完备的液压装置及通用性强的液压元件,确保了钻机运行的可靠性及稳定性。

## 7 结语

ZDY3200S型全液压钻机在我区红柳煤矿、梅花井煤矿、石槽村煤矿、麦垛山煤矿等矿用于施工煤矿井下放水孔,钻孔均为上斜、水平、下斜孔,钻孔深

度多在200 m左右,已累计进尺达60000 m,为煤矿水害综合治理提供了必要的设备手段,并取得了良好的经济效益。

应用实践表明,ZDY3200S型全液压钻机完全可以满足煤矿井下安全钻探的需要,是煤矿井下瓦斯抽采孔、抢险救援孔的理想施工设备。

## 参考文献:

- [1] 姚宁平,殷新胜,姚克. ZDY4000S型全液压钻机及救援钻孔配套钻具的研制[J]. 煤炭科学技术,2005,(4).
- [2] 姚克,殷新胜,姚宁平,等. ZDY4000S型全液压钻机的设计与应用[J]. 煤炭工程,2006,(2).
- [3] 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,(6).
- [4] 胡敬东,李学来,刘凤茹. 煤矿应急救援技术研究若干新进展[J]. 煤矿安全,2005,(5).
- [5] 陈健,姚宁平,殷新胜. MK系列钻机及其在煤矿瓦斯抽放中的应用[J]. 煤炭科学技术,2003,(2).

恭祝广大作者、读者新年快乐,万事如意!