

# 自动排绳液压绞车装置的设计

庞晓旭,寇子明

(太原理工大学机械工程学院矿山机电液研究中心,山西省矿山流体控制工程技术研究中心,山西 太原 030024)

**摘要:**介绍了一种集牵引、制动和排绳机构于一体的液压绞车,绞车的速度可以实时的根据载荷的变化而进行调整,且绞车的速度和排绳的速度也可以用液压控制系统进行实时的协调,从而保证绞车在牵引过程中避免乱绳、咬绳和断绳的情况,提高煤矿的安全生产效率。

**关键词:**液压绞车;排绳机构;速度协同

**中图分类号:**TD534\*.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-773X(2012)06-0012-03

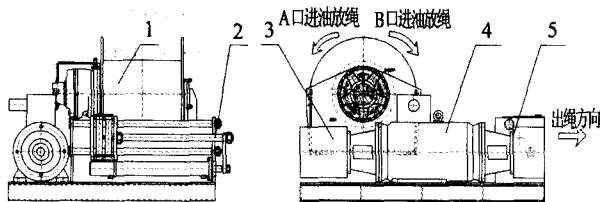
## 0 引言

绞车是煤矿辅助运输的重要设备之一,其运行效率的高低对煤矿的高效率生产有很重要的作用。而在煤矿井下的巷道起伏变化不定,且有的巷道具有 $0^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的坡度,这就给绞车的牵引运输带来了很大的挑战。巷道地面的起伏变化和巷道坡度的存在会引起载荷的变化,从而使钢丝绳所承受的载荷也随之发生变化,这就很可能造成钢丝绳松紧冲击,进而造成钢丝绳的乱绳、咬绳,甚至断绳,从而引起伤亡事故。

目前大多绞车都采用电机和减速器进行驱动,但是该种绞车不具有排绳机构。虽然可以根据载荷的变化采用变频器进行调速,但是由于其采用较多的纯机械传动,其反映时间较长,不能很好地解决绞车速度的调整。有排绳机构的绞车其排绳和夹绳的装置主要是光杆排绳器。需要专门配备电机带动光杆旋转,排绳器在光杆上左右移动完成排绳工作。但其原理决定了机构造价较高,同时排绳是通过摩擦来实现,容易出现打滑,导致排绳不均匀现象,一般不用于排绳力很大的场合<sup>[1]</sup>。

通过检索国内外排绳绞车的研究状况可知,研究具有排绳、压绳、自动刹车及制动功能,适用于平巷和斜坡在 $0^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的各类斜巷、起伏变化频繁的掘进工作巷道的自动排绳液压绞车在国内外尚属空白<sup>[2]</sup>。

## 1 自动排绳液压绞车装置



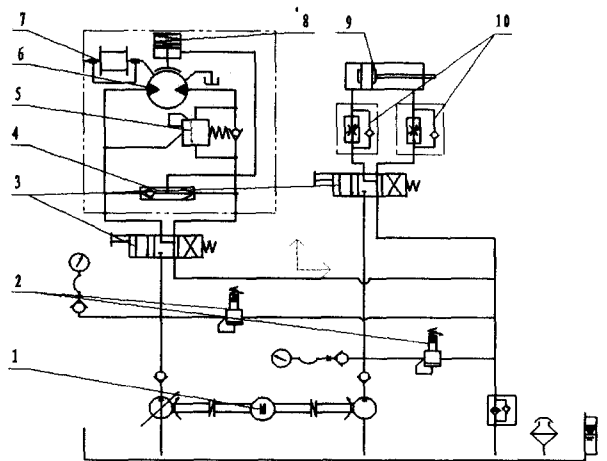
1-液压绞车;2-液压排绳器;3-液压绞车泵;  
4-双伸出轴电机;5-液压排绳器泵

图1 自动排绳液压绞车

该液压绞车装置集牵引、制、动和排绳机构于一体,绞车的速度可以实时地根据载荷的变化而进行调整,

且绞车的速度和排绳的速度也可以用液压控制系统进行实时的协调,从而保证绞车在牵引过程中避免乱绳、咬绳和断绳的情况,提高了煤矿的安全生产效率。其组成示意图,如图1所示。

图2表示了自动排绳液压绞车的液压控制原理图。该液压控制系统由绞车速度控制部分和排绳速度控制部分组成。



1-电机;2-溢流阀;3-手动换向阀;4-梭阀;5-平衡阀;6-绞车马达;7-绞车;8-制动机构;9-排绳油缸;10-节流阀

图2 液压原理图

### 1.1 液压绞车速度控制部分

绞车调速时,通常要求响应速度快和速度精度高,另外考虑到泵控马达为容积调速,比阀控马达的节流调速具有更高的效率,因此本项目中绞车速度控制部分采用泵控马达。

液压绞车速度控制部分液压系统由变量泵、手动换向阀、梭阀及平衡阀组成。梭阀的作用是在绞车工作时保证高压油时刻进入制动油缸中,保持油缸处于松闸状态。平衡阀的作用是保证绞车在下放重物时,产生一定的背压,防止因负载自重而导致绞车过快下放,产生一定的安全风险<sup>[3]</sup>。

考虑到绞车要求较好的低速稳定性、较大的输出扭矩和转速均匀,同时绞车大多运行在低速大扭矩的

收稿日期:2012-06-01

基金项目:太原市科技局大学生创新专项(110148053)

作者简介:庞晓旭(1983-),男,河南叶县人,在读博士研究生,研究方向:机电液一体化。E-mail:pxx8308@163.com.

场合,绞车马达采用的是径向柱塞马达。

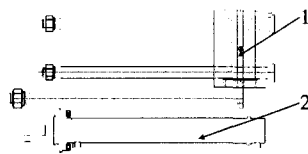
该液压控制系统可以实时跟踪负载的变化,当负载变化导致压力上升时,马达速度下降,当负载变化导致压力下降时,马达速度上升。

### 1.2 液压绞车排绳速度控制部分

自动排绳的基本原理就是能够根据绞车收放钢丝绳时满足连续调节收放速度的需要,自动调整排绳机构的水平运动,使排绳机构水平方向的行走位移能够动态跟踪绞车滚筒的转动位移。实际上就是滚筒每转过一圈,收放一圈的钢丝绳,排绳机构就要相应地水平移动一个钢丝绳直径大小的位移,保证钢丝绳能整齐地排列在绞车滚筒上。

液压绞车自动排绳装置的设计原则为:1)排绳机构的水平运动要准确并快速地跟踪容绳滚筒的收放动作;2)排绳机构能够可靠换向。

排绳速度控制部分由换向阀、溢流阀及排绳油缸组成。绞车工作时,压力油驱动油缸动作,油缸带动机械连接装置在导轨上运动,从而带动钢丝绳按照一定的速比动作,实现钢丝绳的均匀收放,图3为液压排绳器。



1-排绳机构;2-排绳油缸  
图3 液压排绳装置

该部分液压系统具有以下优点:(1)排绳油缸的推(拉)力及工作速度可以按需要调整,安全节能;(2)具有过载保护功能:当由于负载变大超过设定值或者外界某种因素导致压力过大,安全阀将迅速而准确地溢流,从而实现过载保护;(3)自锁功能:本液控系统中设计了压力自锁机构,电机停止,活塞杆立即停止在一定的位置上,确保钢丝绳整齐的排列在一起。

### 2 选型计算及速度协同性计算

设液压绞车总排量为2337.5 mL/r,容绳量400 m,绞车滚筒直径为400 mm,钢丝绳直径15 mm,公转速度0~50 m/min,行星减速器型号C3D-5.5。

#### 2.1 液压马达的选型计算

由绞车的总排量及行星减速器的传动比,可得,所需的液压马达的排量为: $Q_M=425$  mL/r,则选择液压马达为INM2-420D51。

#### 2.2 液压泵选型及油缸尺寸的计算

根据参数 $F_{max}=1500$  N,行程 $S=500$  mm,初选压力为3 MPa。

1)油缸尺寸计算。根据系统特点选用单活塞双作用液压缸,当无杆腔工作时,取 $P_1=3$  MPa, $P_2=0$ ;

$P_1A_1=P_2A_2+F/\eta$ ,带入数值得 $D=27.8$  mm,取 $D=30$  mm。

由于活塞杆受压,所以取 $\phi=0.44$  mm,则活塞杆直径: $d=30 \times 0.44=13.2$  mm,取 $d=15$  mm。

2)油缸所需流量计算。油缸最大流量为:

$$Q_{max}=AV_{max}=3.14 \times 0.03^2 \times 0.01=1.7 \text{ L/min.}$$

3)排绳油泵的选型。由于液压泵允许转速为35~1400 r/min,允许最高工作油压为20 MPa,其排量为40 mL/r,故选择CB-B20外啮合齿轮泵。

4)绞车变量泵的选型。由绞车的总排量及转速可得泵的理论排量为62.3 mL/r,则选择CYS14-1B的轴向柱塞泵,该泵可以手动进行变量。根据泵功率计算公式可得所需电机功率为30 kW。

### 2.3 液压绞车和排绳的速度协同性计算

由绞车的公转最高速度及绞车滚筒直径,根据 $n=v/2\pi r$ 可得绞车的转速为 $n=40$  r/min。根据 $V_{排}=n \times d_{绳}$ 得:

$$V_{排}=0.015n, \text{ 即 } V_{排}=0.6 \text{ m/min.}$$

当绞车处于最大转速时,油缸的排绳速度为0.6 m/min。此时绞车速度和排绳速度可以较好地协同进行,不至于由于绞车及排绳速度不协同而导致出现钢丝绳乱绳现象,甚至进一步发生事故。

因此本系统中绞车滚筒的跟踪关系是,在单位时间内,绞车滚筒每转一转,排绳油缸就要相应地走 $0.015n$ (m)。这样,才能保证排绳油缸的水平运动配合绞车滚筒的转动,使得钢丝绳整齐地排列在绞车滚筒上。

绞车工作时,一旦 $V_{排} > 0.015n$ ,则表示排绳机构的位置超前于滚筒上最外圈钢丝绳的位置,排绳油缸水平移动速度过快。因此,调节节流阀使排绳油缸的行走速度降下来,使得排绳油缸的水平运动重新和滚筒的转动相配合。

同样,当 $V_{排} < 0.015n$ ,表明排绳油缸落后于滚筒的转动,调节节流阀使排绳油缸的行走速度快速上升,重新使排绳油缸的水平运动和滚筒的转动相配合。

### 3 结束语

该装置集牵引、制动和排绳机构于一体,绞车速度和排绳速度可以实时调整,且采用液压控制系统,避免了电机进行驱动控制反映时间长的缺陷。传动平稳、运转灵活。手动控制绞车和排绳器,可实时调整绞车和排绳器速度,以适应不同运行工况下的负载变化。

#### 参考文献

- [1] 吴娟,程仰瑞,寇子明. 液压排绳装置的设计[J]. 煤矿机械, 2003(7):1-2.
- [2] 李军霞,寇子明. 调度绞车自动排绳装置的研究[J]. 煤矿机械, 2004(4):30-31.
- [3] 徐伟. 防爆变频自动排绳系统研究[D]. 太原:太原理工大学论文集, 2006:20-23.

(下转第15页)

## 2 各加工参数对材料去除率的影响

为了获得磨料粒度、静载荷参数对工艺指标(材料去除量)变化趋势的影响,进行了如下实验:加工材料为玻璃,加工时间两分钟,每隔30s加一次磨料,屏板电流180mA,磨料浓度50%,见表3。

表3 实验安排表

### a) 磨料粒度70 #

实验号	1	2	3	4	5	6
静载荷/N	20	30	35	40	45	55
材料初始质量/g	35.836	35.861	34.385	41.259	39.464	38.532
材料加工后质量/g	35.831	35.842	34.331	41.214	39.411	38.479
材料去除量/mg	5	19	54	45	53	53

### b) 磨料粒度120 #

实验号	7	8	9	10	11	12
静载荷/N	20	30	35	40	45	55
材料初始质量/g	29.168	35.374	40.264	33.052	25.040	43.058
材料加工后质量/g	29.151	35.306	40.206	32.968	24.952	42.984
材料去除量/mg	17	68	58	84	88	74

### c) 磨料粒度500 #

实验号	13	14	15	16	17	18
静载荷/N	20	30	35	40	45	55
材料初始质量/g	29.689	28.512	26.000	25.189	25.086	39.060
材料加工后质量/g	29.686	28.480	25.967	25.141	25.051	39.032
材料去除量/mg	3	32	33	48	35	28

从图3我们可以看出:1)随着静载荷的增加,三种磨料对材料的去除量都在增加;2)在同一静载荷下120#磨料去除量最大,静载荷约小于35N时,70#和500#磨料去除量基本相当;静载荷大于35N时,70#

磨料去除量明显高于500#磨料;3)120#磨料约在45N时去除量最大,静载荷继续增大去除量反而减小。70#磨料约在50N时去除量达到最大,静载荷继续增大去除量基本不变。500#磨料约在40N时去除量最大,静载荷继续增加去除量反而减小。

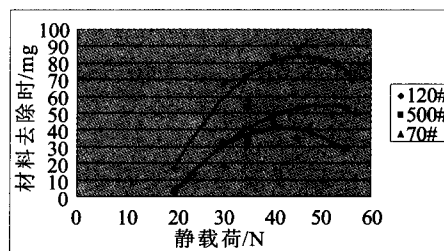


图3 材料去除量趋势

## 3 结论

本文对最优加工参数进行了正交实验设计,得出磨料粒度为120#,静载荷为45N时,加工效率最高,并对不同的磨料粒度、静载荷对材料去除量变化趋势的影响进行了实验研究,得出随着静载荷的增大材料去除量也增加,但静载荷达到一定数值后继续增加,材料去除量反而减少。总之,正交实验可确定出各种材料的最优超声波加工参数。

### 参考文献

- [1] 张勤河,张建华,贾志新,等.工程陶瓷材料的加工方法[J].机械工程师,1997(4):53-54.
- [2] 霍孟友,艾兴,张建华.超硬材料研究和展望[J].机械工艺师,1998(12):31-32.
- [3] 轧刚,秦华伟,许永焱,等.旋转超声波加工的试验研究[J].航空制造技术,2000(6):10-13.
- [4] 陈桂生.超声换能器设计[M].北京:海洋出版社,1984.

## Experimental Study of Ultrasonic Machining Parameters

LIU Yao

(Engineering College of Shanxi University, Taiyuan 030013, China)

**Abstract:** Ultrasonic machining has been proved to be an effective way of machining hard and brittle materials such as ceramics, diamond, and semiconductor. But the machining efficiency is so low that limits its wide application. According to the material removal rate model of ultrasonic machining, therefore, we study the ultrasonic machining parameters of the abrasive particles, static load, etc. and confirm the impact of various parameters on material removal rate.

**Key words:** ultrasonic machining; abrasive; static load; machining efficiency

(上接第13页)

## The Design of Auto-aligning Steel Rope Hydraulic Winch Device

PANG Xiao-xu, KOU Zi-ming

(Taiyuan University of Technology Mechanical Engineering Mining Hydromechanics of Research Center, Shanxi Mine Fluid Control Engineering Technology Research Center, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** Introduce a kind of hydraulic winch which is a composite system composed of pulling, braking and aligning steel rope. The speed of the winch can adjust the change of load real time, and the speed of the winch and the aligning steel rope can be controlled by the hydraulic control system for real-time coordination, which can solve the problem of the rope arranging irregularly, disordered, gripped and retained and so on, and it can improve the safety production efficiency in the coal.

**Key words:** hydraulic winch; aligning steel rope device; speed synergy