

采煤机制动器试验台的研究

杨亚东^{1*}, 王舒丽²

(1. 太重煤机有限公司 技术中心, 山西 太原 030032; 2. 山西省交通规划勘察设计院, 山西 太原 030012)

摘要:通过对采煤机制动器试验台的方案进行分析比较, 试验台采用机械惯量模拟的方式进行设计. 试验台的机械惯量采用飞轮进行蓄能, 根据采煤机制动器的制动特点, 设计了采煤机制动器试验台的基本结构, 主要确定了方案中采煤机负载惯量的理论计算方法, 并根据采煤机的负载惯量确定飞轮的质量和直径, 并确定驱动电机的功率.

关键词:采煤机; 制动器; 试验台; 负载惯量; 飞轮

中图分类号:TD421.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2016)04-0067-04

Research on shearer brake test bench

YANGYadong¹, WANG Shuli²

(1. Technology Center, TZ Coal Mining Machinery Co. Ltd., Taiyuan 030032, China;

2. Traffic Planning and Design Institute of Shanxi Province, Taiyuan 030012, China)

Abstract: Shearer brake test bench programs are analyzed and compared with mechanical inertia simulation approach to design test bench. The mechanical inertia test bench uses the flywheel energy storage. According to the braking characteristics of shearer brake, this paper designs the basic structure of the shearer brake test bench by using the main theoretical calculation method to determine the programs load inertia of shearer, determine the flywheel quality and the diameter according to the load inertia of shearer, and finally determine the driving power of the motor.

Key words: shearer; brakes; test bench; load inertia; flywheel

制动器是采煤机的制动装置, 其制动性能关系到采煤机的安全使用. 为减少制动力矩和安装尺寸, 制动器应安装在采煤机的牵引电机端面上. 随着我国大倾角煤层的增多, 需要制动器的高可靠性. 采煤机的安全生产需要对采煤机制动性能提出更高的要求, 国家已制定相应标准对采煤机制动器的检测提出了更高的要求, 需要专业的测试设备来测定和分析制动器安装在采煤机上的性能.

1 制动器试验台国内外的发展现状

制动器试验台国内外的形式很多, 其典型代表德国 KRAUSS 制动试验台, 如美国 CHASE 制动试验台, 国产 MM-1000 摩擦试验台等. 制动器试验台通过试验装置来模拟制动对象的机械, 现在应用最广泛的是利用惯性飞轮来模拟旋转机械装置的惯性^[1-7]. 国内外制动器试验台主要集中在汽车方面, 缺少专门针对采煤机制动器试验台的设备, 需研究一种模拟性能好、自动化程度高的采煤机制动器试验台, 符合采煤机安全生产的需要.

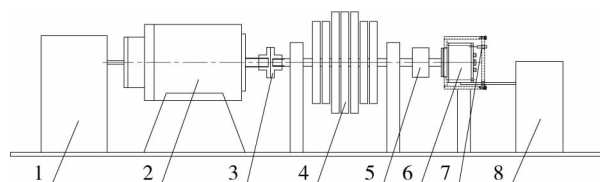
制动器试验台的作用, 其本质是对摩擦材料的试验和验证. 通过研究国内外的制动器试验台, 研制符合采煤机行业需要的制动器试验台, 可以模拟采煤机的实际工作时的停车情况. 采煤机制动器试验台的研

制,可以提升制动器的研发水平和制动器的智能化监测技术,提高了采煤机制动系统的可靠性^[8,9].

2 采煤机制动器试验台方案

试验台惯量模拟主要有3种方式,分别是机械方式、电方式、以及机械-电混合方式.采煤机质量很大,但是牵引部和外牵引传动比很高、输出到链轮上转速很小,所以采煤机的速度较慢.通过对采煤机平动动能和旋转动能的折算,采煤机整机折算后的转动惯量很小,飞轮设计的不用很大,故采用机械惯量模拟的方式设计采煤机制动器试验台.通过参考汽车、摩托车等车辆制动器的试验台,采用使用惯量模拟方式加载的试验台的方案,进行采煤机制动系统的性能测试.制动器试验台的常用结构为:控制台、调速部分、加载部分、惯性模拟部分、制动器、检测部分等.

由于机械惯量中的惯性飞轮模拟可靠性高,结构简单,车辆制动工作状态一般采用机械惯量的模拟方式.试验台的原理是将飞轮加速到所需转速,制动过程由转速下降过程中的能量释放模拟.采煤机试验台由控制台和调速装置、液压系统、电机、惯性飞轮组、试验台测控部分和制动器组成.采煤机试验台布置如图1所示.



1.控制台和调速装置;2.电机;3.固定式联轴器;4.惯性飞轮组;5.扭矩传感器;6.制动器检测箱;7.传感器;8.液压系统.

图1 采煤机制动器试验台布置图

2.1 采煤机制动器试验台的工作原理

试验台的工作原理是将制动器通过螺栓固定在制动器检测箱内,并通过花键与主轴相连.实际的采煤机制动过程采用惯性飞轮组蓄能进行模拟.通过温度、位移、扭矩和速度等传感器,检测制动器的摩擦片温度和磨损量、制动力矩和转速.通过多次测量的制动器的制动时间和摩擦片的数据,分析采煤机工作过程中制动器的可靠性.试验时通过电机给飞轮组提供能量,加速到试验所需转速.飞轮组由主轴和组合式飞轮组成,通过调整飞轮组能实现各种型号采煤机的转动惯量.采煤机制动器试验台可模拟采煤机的实际制动过程,并可测量出制动器在反复制动过程中的各项数据.

2.2 采煤机制动器试验台的工作过程

采煤机的实际制动过程使用机械惯量模拟的加载方式模拟,控制台控制调速系统实现电机所转速调定,制动器的打开或制动通过控制系统控制和液压系统来实现.试验的过程是:根据不同采煤机和实际工矿的转动惯量调整好飞轮组,并将该采煤机所用制动器安装在制动器检测箱内,在制动器上接通液压油并安装相关传感器,打开电磁阀,液压系统供油使制动器打开,控制系统启动电机,调整到所需的转速,控制系统关闭电机,控制电磁阀使制动器中的油回到油箱,制动器进入制动状态,同时开始采集数据,当速度降为零时,制动器完成一次试验,反复进行多次试验,并将采集的数据发到上位机,并由上位机对数据进行处理.

3 采煤机制动器试验台的设计

3.1 采煤机制动器负载惯量的确定

采煤机一般由摇臂、滚筒、主机架、牵引部、外牵引、泵站系统、控制箱、高压箱等几大部分组成.试验台的负载惯量通过对采煤机进行受力分析、工矿分析和转动惯量的计算确定.采煤机试验台的惯量范围按照其所测试采煤机的惯量来确定.通过采煤机最小型号确定试验台惯量 J_{\min} ,采煤机最大型号确定试验台惯量 J_{\max} .采煤机制动时,制动器装在采煤机牵引部一轴与牵引电机同轴,采煤机各部件惯量均折算到牵引电机轴上,其动能包括平动动能和牵引部的旋转动能,全部折算到一轴上的转动惯量为

$$J = J_{\text{机}} + J_{\text{e}} + J_{\text{电}} \quad (1)$$

式中, $J_{\text{机}}$:质量折算的转动惯量; J_{e} :转动惯量的折算; $J_{\text{电}}$:电机的转动惯量.

3.1.1 采煤机转动惯量的折算

设采煤机内牵引和外牵引转动机械轴上的转动角速度为 ω_m ,转动惯量为 J_m .经过折算到牵引部牵引

电机轴上的角速度为 ω , 等效转动惯量为 J' , 可得:

$$\frac{1}{2}J'\omega^2 = \frac{1}{2}J_m\omega_m^2 \quad \text{即 } J' = J_m \left(\frac{\omega_m}{\omega} \right)^2 = \frac{J_m}{i^2}; \quad (2)$$

$$J_e = \sum_{i=1}^n J_i \left(\frac{\omega_i}{\omega_1} \right)^2. \quad (3)$$

3.1.2 采煤机直线运动质量的折算

设采煤机的质量为 m , 运动的直线速度 v , 将直线运动折算到角速度为 ω 牵引电机轴上, 其折算的转动惯量为 $J_{机}$, 通过动能相等的原理可得:

$$\frac{1}{2}J_{机}\omega^2 = \frac{1}{2}mv^2, \quad \text{即 } J_{机} = m \left(\frac{v}{\omega} \right)^2. \quad (4)$$

式中, m : 采煤机的质量, kg; v : 采煤机运动的直线速度, m/s; ω_m : 牵引电机的角速度, rad/s.

3.1.3 采煤机作用力的折算

在静力矩的折算中, 按照功率不变的原则有:

$$M_L' \omega \eta = Fv, \quad \text{即 } M_L' = \frac{Fv}{\omega \eta}. \quad (5)$$

如果将牵引电机的转速 n 用每分钟转速表示, 上式可变为

$$M_L' = \frac{60 Fv}{2\pi n \eta} = 9.55 \frac{Fv}{n \eta}. \quad (6)$$

式中, M_L' : 采煤机直线运动部分折算到牵引电机轴上的负载转矩, N·m; F : 在不同工作面倾角时, 采煤机直线运动的工作阻力, N; v : 采煤机运动的直线速度, m/s; n : 牵引电机转速, r/min.

3.1.4 飞轮系统的设计

根据以上分析和计算, 可计算飞轮盘直径:

$$J = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{2}\pi R^2 H \rho R^2 = 0.5\pi H \rho R^4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2. \quad (7)$$

可知飞轮的厚度为

$$H = \frac{2J}{\pi R^4 \rho}. \quad (8)$$

飞轮的半径为

$$R = \sqrt[4]{\frac{2J}{\pi H \rho}}. \quad (9)$$

飞轮的质量为

$$m = \pi \rho H R^2 \text{ kg}. \quad (10)$$

3.2 采煤机制动器试验台电机功率的确定

制动器安装在牵引驱动电机的端面上, 如果采用双制动, 则将制动力都折算到牵引电机轴上. 可根据《QC/7479-1999 货车、客车制动器台架试验的方法》, 并参考煤炭行业标准《MT1149-2011 采煤机用制动器 技术条件》来确定采煤机试验台的主轴功率, 并增加一定的安全系数. 根据其中规定电机的最小功率应满足式(11):

$$P = 3.65 \times 10^{-7} J_{\max} n_{\max}^2. \quad (11)$$

3.3 采煤机制动器试验台液压系统的设计

采煤机制动器试验台液压系统主要由电机、液压泵、减压阀、两位三通电磁阀、溢流阀、和液压回路等组成, 根据制动器的打开压力为 1.2~1.5 MPa, 减压阀设定压力约为 2 MPa, 当电磁阀在右位时, 由控制油路供油压缩弹簧, 当达到制动器打开压力时, 制动器在液压油的作用下完全打开; 当电磁阀在左位时, 制动器中的液压油压力下降, 弹簧的压力使制动器工作并开始制动.

3.4 电气部分的设计

试验台电气部分的设计包括控制部分、监测部分和调速部分的设计.试验台控制监测系统采用 STW 控制器控制调速部分驱动电机,控制液压系统实现制动器打开与制动,控制 DSP 监测诊断模块主要对主轴转速、制动力矩、摩擦片温度和磨损量的数据进行采集,以及实现与上位机的通讯,上位机用来储存和分析得到的温度、磨损量、转速和转矩等数据.

4 结论

1)采煤机制动器试验台设计方案,可以采用机械惯量模拟的加载方式.

2)试验台可对采煤机制动器的数据进行采集、分析和处理,并对研制智能型制动器提供了支持,实现制动器的在线监测.采煤机制动器试验台对检测采煤机制动系统的可靠性起到重要作用,对采煤机在大倾角工作面采煤具有重要的工程意义.

3)MG400/930-WD 与 2012 年 8 月在我公司成功进行了爬坡试验,试验台的结果可与我公司的爬坡试验设施试验结果进行验证,并可在其他机型中进行推广应用,可节约公司试验成本.

参考文献:

- [1] 林荣会,刘明美.制动器试验台中模拟负载的新方法[J].机械科学与技术,1997,26(6):58-60.
- [2] 伍永平.大倾角煤层开采“R-S-F”系统动力学控制基础研究[D].西安:西安科技大学,2003.
- [3] 王仁光,刘昭度,马岳峰,等.制动器惯性试验台的改进设计[J].农业机械学报,2006,37(6):17-19.
- [4] 刘存生,刘凯.智能型机车单元制动器试验装置[J].内燃机车,2008(12):43-45.
- [5] 周新建,郭列琰,朱华双.采煤机智能型盘式液压制动器的研制[J].润滑与密封,2006(12):183-185.
- [6] 林珂.基于制动器试验台的控制方法研究[J].吉林工程技术师范学院学报,2011,27(7):77-80.
- [7] 伍永平,员东风,张森丰.大倾角煤层综采基本问题研究[J].煤炭学报,2000,25(5):465-468.
- [8] 杨亚东,申兆宏.采煤机大倾角综采工作面爬坡试验[J].煤矿机械,2014,35(7):50-52.
- [9] 杨亚东.采煤机大倾角综采工作面制动系统的改进[J].矿业工程研究,2016,31(108):68-71.