

文章编号:1671-251X(2022)S2-0127-04

# 矿用设备智能有载试验台设计

程 玮

(国能准能集团有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 010300)

**摘要:**针对矿用设备发电机、电动机等多种被试对象,设计了一种综合性的智能有载试验台。该试验台设置了3个试验工位,分别为电动轮驱动电动机试验工位、主发电机试验工位、电铲电动机双试验工位,可进行负载试验、空载试验、超速试验、机械强度试验、堵转试验、铁损试验等。对SF33900型矿用卡车电动轮驱动电动机、495HR型电铲电动机及830E型矿用卡车主发电机进行了现场有载试验,验证了该试验台的可行性及实用性。

**关键词:**露天矿山;铲运设备;有载试验台;电动轮驱动电动机;电铲电动机;主发电机

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Design of intelligent on-load test-bed for mining equipment

CHENG Wei

(CHN Energy Zhunneng Group Co., Ltd., Ordos 010300, China)

## 0 引言

在露天矿山中,电铲、自卸卡车等铲运设备在作业过程中不可避免会出现故障,尤其是传动的核心设备——发电机、电动机。因此,对于生产或维修矿用电动轮卡车的工矿企业来说,具备一套符合要求的有载试验台非常必要。但从国内工矿企业现有试验台及申请专利情况来看,囊括众多测试对象的综合性试验台尚未研发出来,客观上制约了矿用设备的投产率,间接影响了工矿企业的效益。因此,研发针对矿用设备的专用测试平台显得十分重要。

## 1 试验台机械结构设计

### 1.1 机械结构总体设计

矿用设备智能有载试验台为综合性试验台,可用于矿用设备同步发电机、变频电动机等的试验<sup>[1-4]</sup>,可进行负载试验、空载试验、超速试验、机械强度试验、堵转试验、铁损试验等。试验台设置了3个试验工位,分别为电动轮驱动电动机试验工位、主发电机试验工位、电铲电动机双试验工位,如图1所示。

电动轮驱动电动机工装、齿轮箱、拖动电动机组1共同组成电动轮驱动电动机试验工位;主发电机工装和拖动电动机组2组成主发电机试验工位;拖

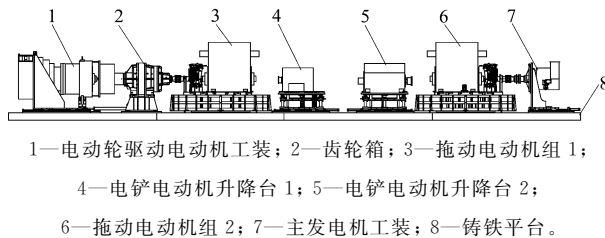


图1 矿用设备智能有载试验台

动电动机组1旋转180°后与电铲电动机升降台1组成电铲电动机工位1,拖动电动机组2旋转180°后与电铲电动机升降台2组成电铲电动机工位2;试验台区域地面敷设T型槽铸铁平台,铸铁平台四周有供水管道槽和排水沟。

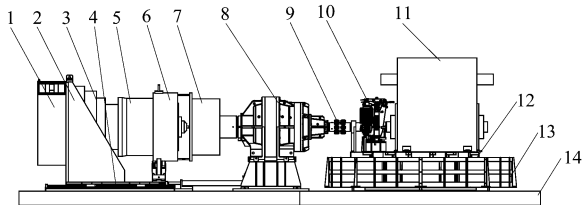
### 1.2 电动轮驱动电动机试验工位设计

电动轮驱动电动机试验工位可实现830E、930E、MT5500、MT4400、SF33900等型号矿用卡车电动轮驱动电动机试验,结构如图2所示。

水平移栽机构底板、齿轮箱底座及旋转台底座均固定在铸铁平台上;电动轮驱动电动机固定在水平移栽机构上,可在液压缸的推动下沿水平方向移动。定子法兰固定在电动轮驱动电动机固定架上,电动轮驱动电动机定子与定子法兰固定,电动轮驱动电动机外转子固定在转子法兰上,转子法兰和齿轮箱低速轴法兰连接,齿轮箱高速轴与拖动电动机轴连接。旋转台由驱动电动机驱动,可使拖动电动

收稿日期:2022-08-25;责任编辑:胡娟。

作者简介:程玮(1985—),男,河南新县人,工程师,现主要从事露天煤矿机电设备技术管理工作,E-mail: 120842247@qq.com。



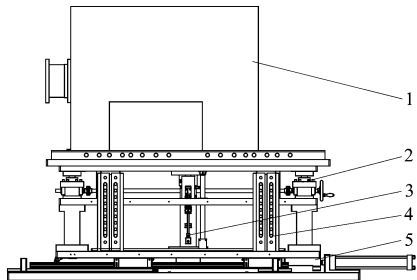
1—冷却风机组件；2—电动轮驱动电动机固定支架；3—定子法兰；4—水平移栽机构；5—电动轮驱动电动机；6—转子法兰；7—齿轮箱法兰；8—齿轮箱；9—联轴器；10—制动器；11—拖动电动机；12—旋转台；13—回转拖链；14—铸铁平台。

图 2 电动轮驱动电动机试验工位结构

机 360° 旋转, 拖动电动机可带动回转拖链转动, 从而使线路、油路、水路一起转动, 无需拆除各自接口重新装配。通过更换定子法兰和转子法兰, 可解决不同电动轮驱动电动机转子法兰和定子法兰接口及轴系长度差异的问题, 使多种电动轮驱动电动机能在同一试验台进行试验, 提高了设备利用率。

### 1.3 电铲电动机双试验工位设计

电铲电动机双试验工位可用于 395, 495, WK35, WK55 等型号电铲的提升、行走、推压、回转等电动机的测试, 结构如图 3 所示, 该升降台可竖直和水平移动, 以满足不同型号电动机的需求。顶升机构通过液压油缸顶升电铲电动机安装板, 使电铲电动机输出轴达到指定位置, 液压缸四周设有 4 根导向轴, 以保证垂直精度。防下降机构通过电动机带动蜗轮蜗杆升降机上升和下降, 防止液压油缸长时间运行后漏油失效, 确保设备运行的安全性。

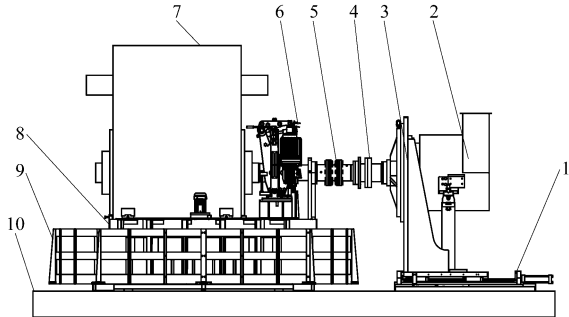


1—电铲电动机；2—防下降机构；3—顶升机构；4—稳定装置；5—水平移栽机构。

图 3 电铲电动机升降台结构

### 1.4 主发电机试验工位设计

主发电机试验工位可完成 830E, 930E, MT5500 等型号矿用卡车主发电机的试验, 结构如图 4 所示。水平移栽机构可在油缸作用下水平移动; 主发电机固定架上设计有定子法兰和转子法兰, 分别与主发电机定子和转子连接。主发电机试验工装只需通过更换主发电机定子法兰盘和转子法兰盘, 就可完成各类型主发电机的安装与测试。主发电机输出轴通过双膜片联轴器与拖动电动机组 2 连接。



1—水平移栽机构；2—主发电机；3—主发电机固定架；4—主发电机输出轴；5—双膜片联轴器；6—制动器；7—拖动电动机；8—旋转台；9—回转拖链；10—铸铁平台。

图 4 主发电机试验工位

## 2 试验台电气系统设计

试验台电气系统主回路采用有源前端 (Active Front End, AFE) 变频技术与对拖机组技术方案<sup>[5-6]</sup>, 通过对整流单元、逆变单元、负载、开关柜等的协调控制及调节, 实现各项试验。电气系统采用 2 台 AFE 四象限变频器、2 台陪试设备, 与被试发电机、电动机组成对拖试验机组, 具备四象限运行、能量回馈功能。

试验台电气系统原理如图 5 所示。变频器采用 AFE 整流、IGBT 逆变方式, 水冷型式, 由三相变压器供电, 2 个变频器共用直流母线, 用于被试电动机和同步发电机的拖动和加载试验。

### 3 试验台有载试验

采用直接负载法<sup>[7-8]</sup>进行有载试验, 选择 SF33900 型矿用卡车电动轮驱动电动机、495HR 型电铲电动机及 830E 型矿用卡车主发电机作为试验对象。试验台现场布置如图 6 所示。

试验在额定电压和额定频率下进行, 在每个负载点获取三相端电压  $U$ 、三相线电流  $I$ 、转速  $n$ 、功率  $P$ 。对于电动轮驱动电动机、电铲电动机, 若在试验过程中无故障现象、转速稳定、内部电路测量参数在规定范围内, 则视为合格。对于主发电机, 除满足上述条件外, 还需满足效率  $\eta \geq 0.90$ , 才可视为合格。

通过现场试验, 得到 SF33900 型矿用卡车电动轮驱动电动机、495HR 型电铲电动机及 830E 型矿用卡车主发电机的有载试验波形, 如图 7—图 9 所示。

## 4 结语

设计了矿用设备智能有载试验台, 该试验台可用于开展矿用设备同步发电机、变频电动机等的试验。详细介绍了该试验台的机械结构和电气系统的设计, 并对 SF33900 型矿用卡车电动轮驱动电动机、495HR 型电铲电动机及 830E 型矿用卡车主发

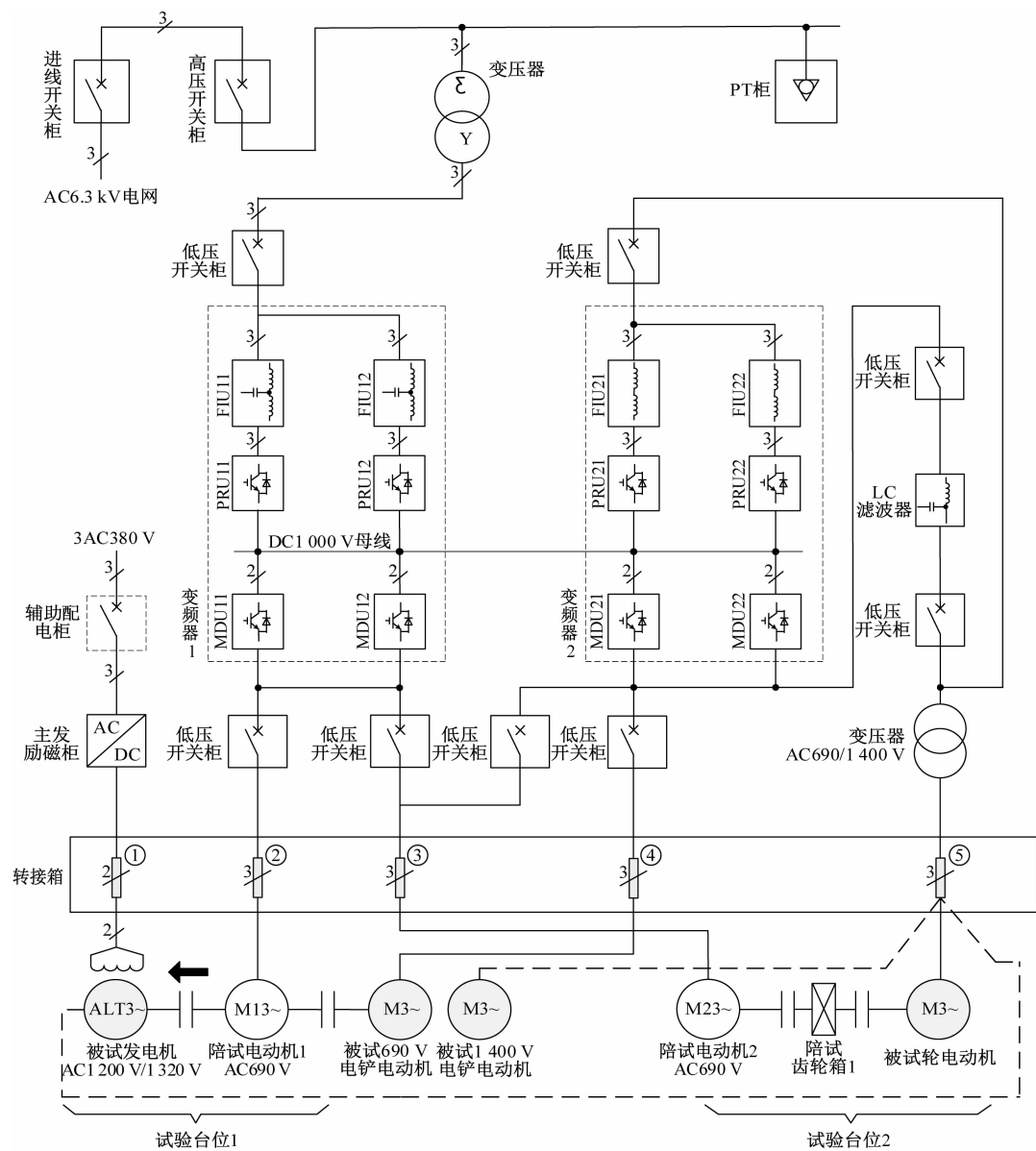


图 5 试验台电气系统原理



图 6 有载试验台现场

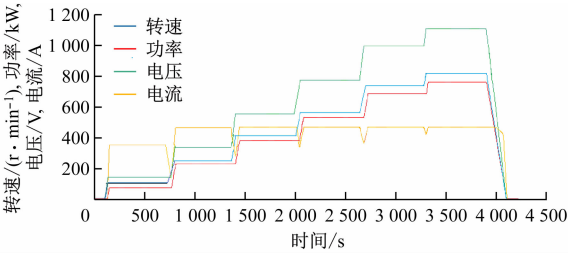


图 7 SF33900 型矿用卡车电轮驱动电动机有载试验波形

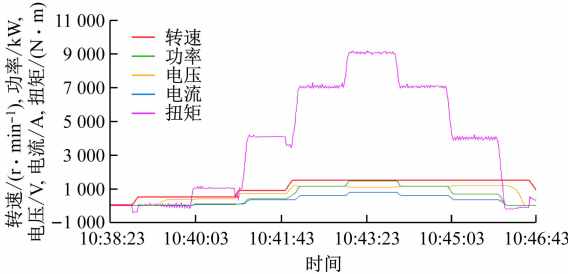


图 8 830E 型矿用卡车主发电机有载试验波形

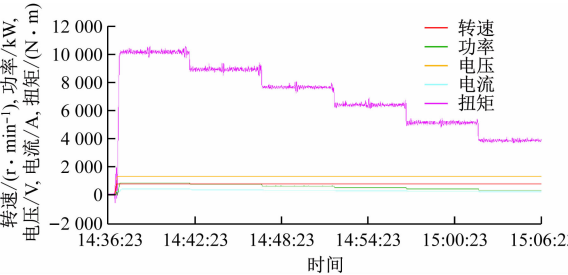


图 9 495HR 型电铲电动机有载试验波形

压夹板,井口处下胶带处安装 2 副机械夹板,井口下方 10 m 处安装 2 副机械夹板。抱死抽带机,缓慢打开机械夹板,开动抽带机(2 副液压夹板联动抽带机,抽带机抱死则液压夹板闭合,抽带机运行则液压夹板打开)将旧胶带抽出 8 m,再抱死抽带机,将所有夹板复位,将 8 m 胶带中的 3 m 缠在卷带机上,保证卷带机和抽带机之间有 5 m 余量。打开机械夹板,开动抽带机进行抽带,同时开动卷带机,保证卷带机和抽带机之间始终有 5 m 余量。当卷带机卷成 100 m 后,开始抱死抽带机,将所有夹板复位,利用割带机将胶带割断,利用 10 t 叉车将成卷胶带运输至矿方指定地点。将卷带机的卷杠就位,将旧胶带穿在卷杠上,打开机械夹板,开动抽带机。如此反复进行。在抽带过程中,抽带机速度设为 3 m/min。

(11) 新胶带合茬。在最后一卷胶带即将进入井口房时,在其后端利用绞车钢丝绳溜绳,共计 3 000 m。带式输送机长 1 426 m,考虑驱动装置滚筒、张紧装置的余量为 100 m,则剩余 48 m。当 48 m 新胶带进入井口房时,抱死抽带机,将所有夹板复位,另外在井口预留口处再安装 1 副机械夹板,测量长度后进行断带。

切断胶带后,利用滑轮和胶轮车配合滑轮、钢丝绳将尾胶带回收。回收完毕后开始进行新胶带硫化合茬。

(12) 试运转。新胶带合茬后,待硫化时间合格,开始拆除所有安装设备,将拆除的原有设备复位(如回收机尾处的手拉葫芦,将机头溜槽就位,清扫器、护罩、护网等复原)。检查合格后,开机试运行,具体包括新胶带跑偏调整和带式输送机整机试运转,试运转时间为 72 h。

2 更换注意事项

(1) 输送带更换前准备工作。钢丝绳芯输送带更换前的准备工作对其更换效率及质量有重要影

响,涵盖人员、材料、工具、作业车辆等准备,以及针对现场条件提前开展的改造工作等。

(2) 安全计算的验算。输送带更换过程中用到的设备关键技术参数,如抽带机牵引力、下锁带机构制动力、钢丝绳安全系数等,都需要根据钢丝绳芯输送带的参数和现场条件进行安全计算验算,以提高施工效率,降低施工成本。

(3) 施工安全技术规范。提出的钢丝绳芯输送带更换方案存在一定的施工风险,应在专业人员指导下进行,且施工过程中要严格遵守相应的施工安全技术规范,包括但不限于“一通三防”、防漏电保护、起吊设备、手拉葫芦、风镐、高空作业、电气焊施工、抽带机、吊车作业、绞车作业等方面的施工安全技术规范。

3 结语

提出的钢丝绳芯输送带更换方案可安全、高效地解决煤矿井下因钢丝绳芯输送带磨损、老化、断带等引起的输送带更换问题。在专业人员的指导下,根据现场实际条件,对该方案进行调整,即可在各煤矿推广应用。

参考文献：

[1] 输送带“十四五”目标:长距离、高带速、大运量、节能环保[J]. 中国橡胶,2021,37(11):30-34.  
[2] 李世成. 钢丝绳芯输送带剥皮机结构设计及动力学仿真研究[D]. 太原:太原理工大学,2021.  
[3] 谢进,任文清. 煤矿钢丝绳芯输送带检测系统[J]. 工矿自动化,2021,47(增刊 1):69-71.  
[4] 邢成军,高晓国. 钢丝绳芯输送带接头硫化工艺技术及应用[J]. 黄金,2020,41(5):51-54.  
[5] 李朝红,宋鑫,周震宇. 提高钢丝绳芯输送带硫化接头使用寿命的工艺研究[J]. 山东煤炭科技,2019(11):164-166.

(上接第 129 页)

电机进行了现场有载试验,验证了该试验台的可行性及实用性。

参考文献：

[1] 刘广军. 矿用电动机加载试验台的设计[J]. 煤炭技术,2006,25(2):24-25.  
[2] 张宇光. 矿用电动机及变频器加载试验台的设计[J]. 煤矿机电,2019,40(6):33-37.  
[3] 闫贵河,段建新,高珉. 浅谈安太堡矿大功率直流电机试验台的制作[J]. 露天采煤技术,2002(1):42-43.

[4] 吴焱明,王联琦,吴喆建,等. 电液振动试验台控制系统设计[J]. 机械工程与自动化,2020(3):161-163.  
[5] 何金平,郑坤,王炳轩,等. AFE 变频驱动技术实船应用可行性探析[J]. 天津科技,2020,47(10):43-45.  
[6] 姜铭. 矿用变频器 IGBT 模块驱动电路的设计与测试[J]. 煤矿机械,2022,43(8):16-18.  
[7] 冯雁敏,张恩博,高山. 基于直接负载法的某水轮发电机温升试验分析[J]. 水电能源科学,2019,37(7):122-125.  
[8] 钟伟. 电动机温升试验测量审核结果分析[J]. 河南科技,2019(23):140-143.