

# 矿山无轨设备变速箱和变矩器试验台的设计和应用

王国文 朱文纲

金川集团物流有限公司 甘肃省金昌市 733100

**摘要:** 根据美国DANA系列变速箱和变矩器的维修试验要求,设计了双变试验台。开发设计了装夹装置、驱动装置、电磁排挡等系统。检测系统功能全,能检测空载状态下的工作温度、噪音异响、泄漏、液压系统压力等工作参数。使维修出厂的变速箱和变矩器达到性能要求。

**关键词:** 动力换挡变速箱;变矩器;试验台;空载试验

## Design and application of trackless equipment gearbox and torque converter testbed in mine

Guowen Wang, Wengang Zhu

Jinchuan Group Logistics Co., Ltd. Jinchang City, Gansu Province 733100

**Abstract:** The double transformer test bench is designed according to the maintenance test requirements of the American DANA series gearbox and torque converter. And it developed and designed the clamp device, drive device, electromagnetic displacement, and other systems. The detection system is fully functional and can detect the working temperature, abnormal noise, leakage, hydraulic system pressure, and other working parameters under the no-load state. It makes the maintenance of the factory gearbox and torque converter meet the performance requirements.

**Keywords:** Dynamic shift gearbox; torque converter; testbed; no-load test

动力换挡变速箱和液力变矩器<sup>[1]</sup>(简称:双变)是矿山井下无轨设备动力传动系统<sup>[2]</sup>的关键零部件,矿山无轨设备通常采用美国DANA公司生产的系列型号的变速箱和变矩器(简称“双变”)。如金川集团公司机械制造公司设计制作的WJ-6铲运机就配置了美国DANA公司生产的C5472系列变速箱<sup>[2]</sup>和C8502系列变矩器<sup>[3]</sup>、瑞典阿特拉斯公司制造的H282凿岩台车采用T12345系列变速箱<sup>[4]</sup>(双变一体)等。目前国内外设计制造的井下采掘设备基本都配置了美国DANA的双变,在这一领域基本处于垄断地位。因此双变每年的维修量很高。比如金川

集团公司井下无轨设备双变维修量年均150台次。

为了提高双变维修质量,检验维修后的双变有无发热、漏油及异响等故障现象,我们设计制作了双变试验台,对双变进行空载试验<sup>[1]</sup>,用来检验双变总成维修的性能及维修质量。该试验台可以检测美国DANA公司生产的多种型号的变速箱和变矩器:包括R28000系列、R32000系列、R36000系列、C5000系列、C6000系列和T12000系列等型号的变速箱和C270系列、C320系列、C8000系列等型号的变矩器,目前该试验台已经设计试制完成且投入运行,取得良好的效果,极大地降低了双变维修后装配的车辆后因维修原因造车的返工率,具有结构简单、便于拆卸、检测方便、安全可靠等特点。该项目还荣获金川集团公司“职工技术创新三等奖”。该项目已经申请了国家实用新型专利证书,证书号“第8776849号”。

### 一、结构特点

如图1所示:双变试验台由地基钢板、支架底座、试验台支架、变速箱支架、待测变速箱(图中为C5472

### 简介信息:

王国文,男(1970.11-),汉族,甘肃省古浪县,大学本科,金川集团物流有限公司,高级工程师,研究方向:矿山无轨设备技术创新、设备管理等。

朱文纲,男(1970.10-),汉族,甘肃武威,工程硕士,金川集团物流有限公司,高级工程师,研究方向:矿山无轨设备技术创新、设备管理等。

变速箱)、传动轴、待测变矩器(图中为C8503系列变矩器)、飞轮壳、支撑板、支撑座、联轴器和加载电机等组成,液压系统、冷却系统和电器附件在本图中没有绘出。

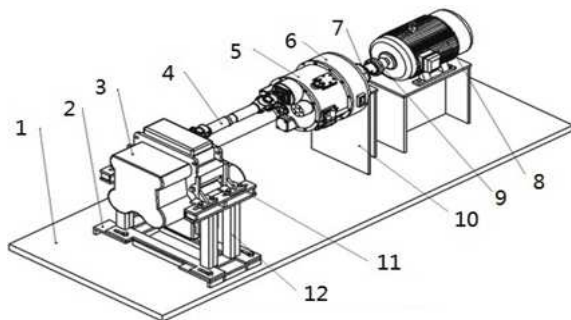


图1

- 1 地基钢板 2 支架底座 3 变速箱 4 传动轴 5 变矩器 6 飞轮壳  
7 支撑座 8 加载电机 9 联轴器 10 支撑板 11 变速箱支架  
12 试验台支架

### 1.1 主要技术参数

如图2所示:外形尺寸为4000mm×1500mm,加载电机功率为5.5KW,利用变频原理模拟发动机三种转速:怠速800RPM、中速1500RPM和额定转速2300RPM。

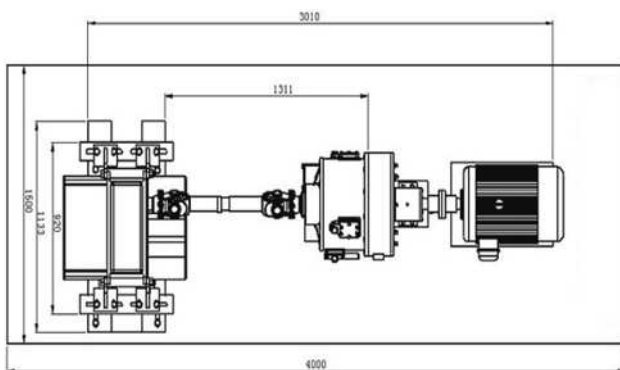


图2

如图3所示:T12000系列变速箱结构比较特殊,变速箱与变矩器集成为一体。因此安装支架和连接方式与上述系列变速箱完全不一致。一般由变速箱支架、支架底座、电磁排档阀、连接钢片、转换法兰、飞轮壳、支撑板、支撑座、联轴器和加载电机等组成。

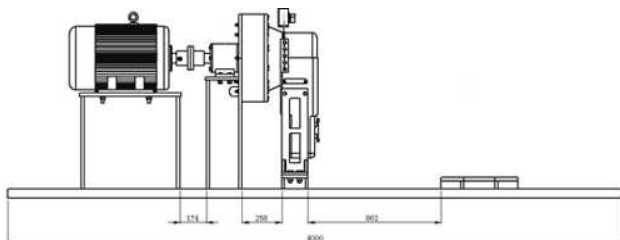


图3

### 1.2 试验台支架

变速箱和变矩器需要匹配共同进行试验,双变之间

通过传动轴实现动力传递,而不同型号的变速箱与变矩器之间的传动轴不一致,试验台支架与变速箱支架间需要实现前后调节间距的功能。为此我们在试验台支架上支撑面设计了轴向长条形孔,通过变速箱支架螺栓孔和试验台上支撑面的长条形孔之间可以实现前后轴向动态尺寸调节,满足了不同型号变速箱和变矩器进行试验的目的。

不同型号的变速箱动力输入法兰盘的位置不一样,图4的序号3所示为C5000系列变速箱动力输出法兰位置,图5的序号5所示为R32000系列变速箱动力输入法兰位置。C5000系列变速箱的动力输入法兰盘的位置在偏置中线130毫米处,这样的偏置角度无法利用传动轴万向节进行自由调整,我们在底座和试验台支架底板处设计了长条孔,实现了试验台支架左右调节间距的功能,如图5的序号7所示。

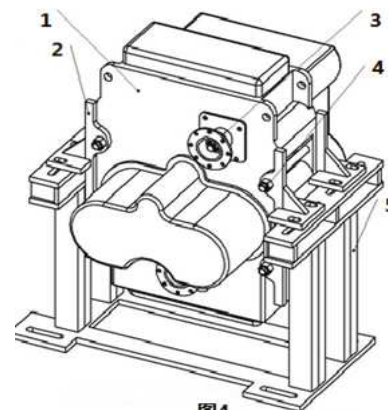


图4

- 1 变速箱 2 变速箱支架 3 动力输入法兰  
4 螺栓 5 试验台支架

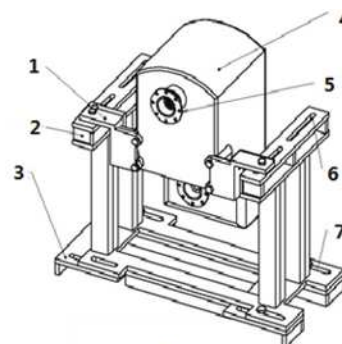


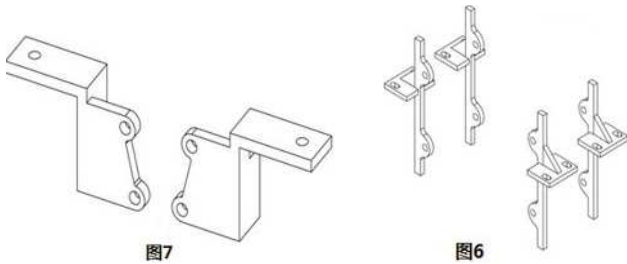
图5

- 1 变速箱支架 2 试验台支架 3 底座 4 变速箱  
5 动力输入法兰 6 轴向孔 7 径向孔

为了解决不同型号的变速箱与变矩器动力传动轴长度不一样的问题,我们在试验台支架上支撑面设计了轴向长条孔,实现变速箱前后动态尺寸调整,如图5序号6所示,满足了不同型号变速箱使用一套试验台支架进行试验的目的。

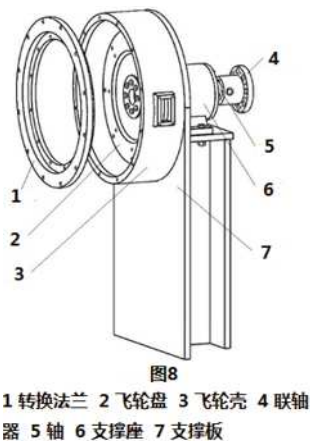
### 1.3 变速箱支架

不同型号的变速箱与车体的连接固定方式不一致,我们根据不同型号的变速箱的连接方式设计了多种系列的变速箱支架,如图6和图7所示:实现了不同型号的变速箱与试验台支架的固定连接。



### 1.4 变矩器支撑座部分

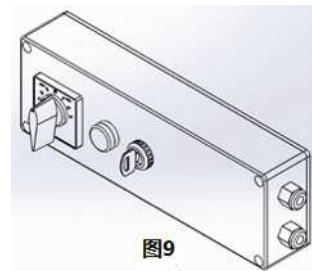
如图8所示:变矩器支撑座部分包括支撑座、飞轮壳、飞轮盘、动力输入轴、联轴器和转接法兰。飞轮壳使用德国道依茨F12L413W发动机的飞轮壳体<sup>[1]</sup>,该型号飞轮壳体与C8000系列的变矩器固定方式完全契合,为了与其他型号的变矩器连接,我们根据不同型号的变矩器设计不同的转接法兰。飞轮盘也使用德国道依茨F12L413W发动机<sup>[1]</sup>的飞轮盘,该型号飞轮盘与C8000系列的变矩器连接钢片固定螺栓孔完全契合,为了安装其他型号的变矩器连接钢片,我们根据不同型号的变矩器连接钢片螺栓孔的位置尺寸在同一飞轮盘上设计不同的螺栓安装孔。轴、轴承座和联轴器是动力输入系统,直接与电动机连接。



### 1.5 电磁排挡阀

美国DANA公司变速箱的档位控制系统有电控形式、液压控制和机械控制三种形式,机械和液控排挡系统有专门的成熟产品,而电磁排挡阀需要设计试验台专用排挡控制系统,如图9所示:为T12000系列变速箱排挡系统专门设计的电磁排挡阀,利用变压器和桥式整流等原

理,使220V交流电源降压为24V直流电源,使用排档操纵手柄控制电控排挡阀,实现各个档位的试验功能。



## 二、液压系统

美国DANA公司动力换挡变速箱与变矩器液压控制系统包括三个液压回路:变速箱动力换挡液压控制回路、变速箱冷却润滑回路和变矩器补偿冷却回路<sup>[1]</sup>。不同型号的变速箱和变矩器液压控制回路的连接方式略有不同,但是工作原理基本相同。而且《变速箱使用维修手册》中详细列出了液压泵、传动油散热器和过滤器等液压元件的标准配置和液压系统回路连接图。本文中不作详细论述,详见特定型号的《维修手册》。

## 三、电器系统

试验台电器系统包括两部分:加载电机控制回路和电磁排挡阀控制回路。加载电机控制回路主要利用电机的变频原理模拟柴油发动机怠速(800rpm)、中速(1500rpm)和高速(2300rpm)三种转速状态。电磁排挡阀控制回路利用变压器和整流器把380V交流电转换为24V的直流电,控制电磁排挡阀实现前进、后退和I档、II档、III档和IV档选择。

## 四、安装和试验流程

实施过程:在维修厂房选择合适的位置,将地基钢板固定,按照图2所示将支架底座、支撑板、加载电机支架按照尺寸焊接在地基钢板上。将加载电机固定在支架上,通过联轴器将加载电机与变矩器动力输入轴连接,轴固定在轴承支撑座内,轴承支撑座和飞轮壳通过螺栓固定,飞轮壳通过螺栓固定在支撑板上,飞轮盘与轴螺栓连接。变速箱试验台支架固定,试验台基本架构安装完成。

实施试验检测作业时,如果检测C8000系列的变矩器时,直接将变矩器固定在飞轮壳体;如果检测C270或C320系列变矩器<sup>[5]</sup>时,首先将转接法兰固定在飞轮壳上,然后将变矩器固定在转接法兰上。连接软钢片通过飞轮壳工作窗口与飞轮盘利用螺栓固定,变矩器液压附件按照液压原理图安装好,变矩器安装完成。

变速箱支架通过螺栓固定在变速箱上面,然后将变速箱吊装在试验台支架上,在安装传动轴时根据不同



型号的变速箱前后左右调节安装距离,最后将变速箱支架和试验台支架利用螺栓固定牢靠。如果检测C5000和C6000系列变速箱,需要将试验台支架移动到支架底座最右端,使用螺栓固定;其他型号的变速箱需要将试验台支架移动到支架底座最左端。

双变一体变速箱<sup>[1]</sup>如T12000系列连接方式比较特殊,首先件变速箱支架固定在变速箱,连接钢片固定在变矩器泵轮上。然后变速箱支架固定在底座上,同时通过飞轮壳工作窗口将连接钢片固定在飞轮盘上面。最后利用电线连接好电磁排档阀与变速箱排档阀芯。

按照液压管路连接示意图连接好液压控制回路。电器线路在安装试验检测装置时已经安装完成。加载电机模拟柴油发动机的转速模式,利用变频原理设置为低速(800RPM)和高速(2000RPM)二档位。

试验过程中,我们制定了严格的试验规程,低速运转2小时,高速运转1小时,每300分钟检测一次工作温度(红外线测温仪)、工作声响(声音检测仪)、工作压力(排档压力表)和工作泄漏(目视)。通过数据分析判断维修后的变速箱和变矩器是否符合维修标准。

#### 五、不足和缺陷

目前这套双变试验设施,由于技术和设备受限,存在以下不足和缺陷:

- 1、由于没有设计加载设备,因此所有的试验均为空载试验,无法进行加载试验;
- 2、负载输出没有设计配套的功率测试装置,无法进

行标准功率与实际输出功率的试验对比分析;

3、该套试验装置的冷却散热系统还不完善,不能进行长时间高速测试试验;

4、排挡系统任然采用人工手动操作,费力、费时又不稳定。

#### 六、市场前景

目前国内矿山无轨设备变速箱和变矩器维修还没有成熟的试验检测设备,基本都是自制的简易试验台,而且功能不全,无法对美国DANA公司全系列双变设备的维修进行出厂试验。而我们自制的试验台通过设计不同型号变矩器转换法兰和变速箱固定支架,完全实现美国DANA公司全系列变速箱和变矩器维修出厂试验。

目前这套双变试验装置还不完善,需要加装智能控制系统,负载加载装置、功率测试及计算机智能分析装置、冷却散热控制系统等,这些系统设备属于比较成熟的配套产品,而且国内生产,价格便宜,质量稳定,后期逐步完善后该套试验装置的市场推广前景比较大,实用性和经济效益较高。

#### 参考文献:

- [1]高梦熊.地下装载机[M].北京:冶金工业出版社,2020
- [2]C5472变速箱维修手册[S].美国:DANA公司,2019.
- [3]C8502变矩器维修手册[S].美国:DANA公司,2018.
- [4]T12345变速箱维修手册[S].美国:DANA公司,2019.
- [5]R32420变速箱维修手册[S].美国:DANA公司,2018.