

试
验
检
测轨道车辆用橡胶弹性元件
可靠性试验台

林达文,王 进,彭立群,李 心,张志强

(株洲时代新材料科技股份有限公司,湖南 株洲 412007)



摘 要:为解决我国轨道车辆用橡胶弹性元件组合加载试验关键技术难题,提出了一种“搭积木”设计理念,设计了一台12通道组合加载试验台,重点介绍了试验台的设计原理与结构组成,并对典型产品进行了组合加载试验。实践证明该试验台各项设计参数完全满足试验要求,为我国轨道车辆用橡胶弹性元件的安全和可靠性研究提供了科研平台。

关键词:橡胶弹性元件;可靠性;试验台;多通道协调加载

中图分类号:U269.32*2

文献标识码:A

文章编号:1000-128X(2012)06-0074-03

作者简介:林达文(1974-),男,高级工程师,长期从事橡胶弹性元件检测试验与非标试验设备的设计。

Reliability Testing Platform of Rubber Elastomeric Component for Rail Vehicle

LIN Da-wen, WANG Jin, PENG Li-qun, LI Xin, ZHANG Zhi-qiang

(Zhuzhou Times New Material Technology Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412007, China)

Abstract: For solving the key technic problem of rubber elastomeric component combinational loading test for rail vehicle, a modular design concept was presented. A 12-channel combinational loading test platform was constructed, design principle and structure of which were introduced, and typical products were tested. Design parameters of the platform were proved to satisfy the test requirement well, which provided researching platform for rail vehicle elastomeric component safety and reliability study in China.

Key words: rubber elastomeric component; reliability; test platform; multiple-channel coordinated loading

0 前言

随着现代轨道交通技术的发展,人们对乘车的安全性和舒适性提出了更高的要求。为满足安全性和舒适性的要求,金属橡胶复合弹簧成为国内外目前应用最为广泛的减振降噪装置,在轨道车辆中主要起悬挂、牵引、隔振、缓冲等作用^[1]。与传统金属弹簧相比,金属橡胶复合弹簧具有结构易于调整、减振降噪功效显著、体积小、重量轻、无磨损、免维护和安装使用方便等优点,因此,此类产品在国内外的应用非常广泛^[2-5]。

随着高速列车与轨道交通业的发展和金属与橡胶粘结技术的提高,橡胶弹性元件不断从单一的橡胶堆、橡胶球铰发展到系统的空气弹簧、系统扭杆和车钩缓冲器等产品。为保证产品质量及可靠性,必须有手段和方法对产品进行检测试验。产品检测试验从原来的单向垂向、横向静态试验提高到多向协调加载动态疲劳试验,以尽可能模拟产品的实际使用工况进行各项性能试验,基本上所有新产品和批量产品都要进行可靠性试验。为此,株洲时代新材料科技股份有限公司

为满足产品可靠性试验,研制建设了轨道交通用橡胶弹性元件多通道可靠性试验台,并进行了应用研究。

1 结构介绍

试验系统结构见图1,共有12个通道加载系统,系统主要由控制器及软件系统、伺服液压油源及管路系统、液压油缸、伺服阀、压力传感器、位移传感器、基础平台、承载支架等部分组成。



图1 可靠性试验台

1.1 试验机控制器及软件系统

控制系统和软件由美国MTS公司的一个8站8通道

收稿日期:2012-02-02;收修改稿日期:2012-07-07

FlexTest100 控制器和一个 4 站 4 通道 FlexTest60 控制器、专用计算机、相关弹性体试验软件和电缆组成, 见图 2。8 站 8 通道和 4 站 4 通道控制器均由同一台计算机进行联合控制, 试验过程中可根据试验要求, 将 12 通道中的任意通道进行任意组合, 也可将单独加载试验与组合加载试验同时进行, 这种灵活、机动的组合方式大大提高了工作效率。

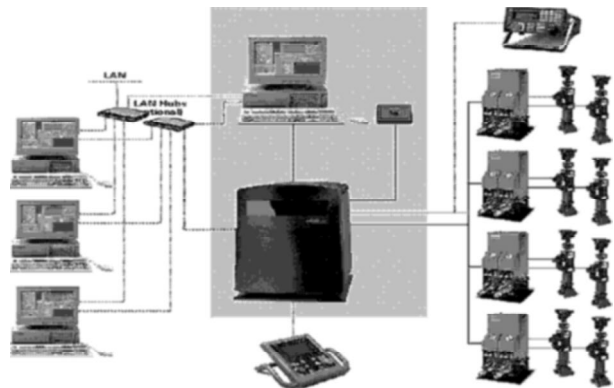


图 2 控制系统图

1.2 试验系统组合机架和平台

试验系统组合机架和平台见图 1, 充分考虑到橡胶弹性元件产品试验的多样性和灵活性, 按照系列化原则设计加载构架, 能够分成 12 个单通道进行可靠性疲劳试验, 也能组合成二维、三维或多维加载的疲劳试验, 采取“积木式”灵活组成试验机架。

利用有限元分析对机架在整体承载 200 kN 时进行分析计算, 最大变形 0.8 mm、最大应力 127 MPa(薄弱点在横梁和立柱联接处), 完全满足结构设计要求。

1.3 试验机伺服作动器

伺服作动器由作动油缸、载荷传感器、位移传感器和伺服阀等组成, 根据公司产品试验参数要求, 分别配置了 30 kN、50 kN、100 kN、150 kN、200 kN、300 kN、500 kN 等系列的作动油缸, 油缸流量 Q 按下式计算得出:

$$Q = 0.377 \times S \times f \times A$$

式中: Q ——伺服阀流量; f ——试验频率; A ——试验振幅; S ——油缸有效面积, $S = F/P$ (F 为油缸额定载荷, P 为油缸额定压强)。

例如 100 kN 作动油缸, 在额定油压 21 MPa 下, 进行 $\pm 15 \text{ mm} \times 4 \text{ Hz}$ 动态疲劳试验, 流量约 107.71 L/min, 因此选用 150 L/min 的电液伺服阀。试验机有关参数见表 1。

表 1 试验机有关参数表

动态载荷 / kN	数量	行程 / mm
± 30	1	± 100
± 50	2	± 100
± 100	2	$\pm 100/200$
± 150	2	$\pm 100/200$
± 200	2	$\pm 100/200$
± 300	2	± 100
± 500	1	± 100

伺服作动器外形见图 3。

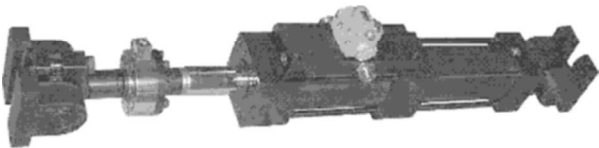


图 3 伺服作动器图

1.4 试验机伺服油源系统

油源系统的流量关键取决于产品试验时的变形、频率、开机通道数, 而机车车辆橡胶弹性元件的变形和频率都较小, 且全部通道开机试验的概率也不高, 为充分利用资源、降低制造成本, 通过综合分析公司产品试验参数, 最终确定油源系统最大流量为 500 L/min。

为满足上述设计要求, 油源系统配置了 2 个 110 kW 的电机、1 个变量油泵(最大流量为 500 L/min), 系统最高输出压强 28 MPa。为保证试验系统偶尔进行高频试验时的能量补偿, 油源系统配置了 6 个 50 L 容积的氮气瓶蓄能器, 总容积为 300 L, 同时该油源系统可通过试验机控制软件进行远程控制。实践证明油源系统各参数设计合理, 在完全满足试验需求的前提下, 大大降低了设计制造成本。

2 试验机参数和功能

该试验台能够进行静态、动态和疲劳试验, 试验台每个通道能独立试验, 也能多通道协调加载试验, 配有高低温环境箱, 可以在高低温环境下进行试验, 满足国内外轨道交通用橡胶弹性元件产品的试验需要, 试验机参数和功能如下:

通道数: 12 通道。

试验载荷范围: 5 ~ 500 kN。

试验工作频率范围: 0.01 ~ 15 Hz。

试验系统静态精度: $\pm 1\%$ 。

试验系统动态精度: $\pm 3\%$ 。

试验系统平台面积尺寸: 12 m $\times$ 4.5 m。

数据采样频率最高要在 4 kHz 以上。

系统具有载荷、位移 2 种控制方式, 既可只采用其中一种控制方式, 又能载荷、位移 2 种方式协同进行控制。

试验波形: 正弦波、方波、三角波、梯形波等。

控制系统每个加载通道能够外接载荷、位移和应变传感器, 在使用过程中自动识别已标定的外接传感器。

⑪ 试验数据采集的分辨率: 载荷为 0.1 kN, 位移为 10 μm 。

⑫ 试验系统对预加载、动态性能、静态、疲劳试验等具有单独的用户自定义的加载方式。

⑬ 试验系统对加载点的载荷、位移、应变等实际和目标控制参数具有实时跟踪、监测功能。

⑭ 参数: 静态刚度特性、动态刚度特性、阻尼特

性、传递特性、频率扫描找共振点、相位差及滞回曲线。

3 应用效果

“积木式”平台搭建是该试验台的一大特色,下面将以典型机车车辆减振零部件复合加载试验为例进行验证。

3.1 CRH6抗侧滚扭杆复合加载试验

CRH6抗侧滚扭杆是高速列车转向架中重要二系减振部件,实际运行过程中,抗侧滚扭杆在承受一对大小相等、方向相反力偶的同时,水平还承受一偏摆位移,为实现复合加载试验,需在该试验系统上采用“积木式”搭建机架的方式进行试验:

确立横向加载中心距2.6 m,通过吊装立柱、横梁、导向座等标准模块,搭建了如图4所示的积木框架。

根据试验要求,吊用不同量程的作动油缸标准模块,配置相应通道的载荷、变形信号线,实现加载装置和测量装置的搭建。

通过FlexTes软件设置,将组合通道的载荷、位移信号输入到计算机,并编制相应的试验方法对其进行组合加载试验。

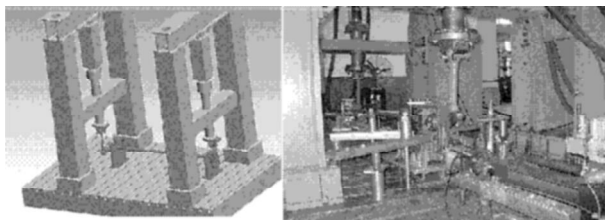


图4 抗侧滚扭杆复合加载试验

3.2 209HS定位器复合加载试验

定位器是我国提速客车用209HS型转向架轴箱定位装置中的重要减振弹性元件,它主要承受来自车体

的垂向载重以及车辆过弯道时产生的横纵向变形,为实现垂向、横向、纵向3向加载,可通过机架“搭积木”进行组合加载实现(见图5)。依据产品实际工况确定定位器加载通道数、搭建框架并固定加载油缸;设置垂向、横向、纵向加载通道的载荷、频率、疲劳次数等试验参数。

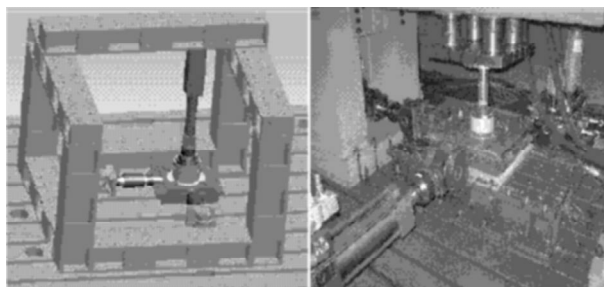


图5 209HS定位器复合加载试验

4 结论

该试验台能满足我国轨道车辆用各种橡胶弹性元件静态、动态及疲劳可靠性试验要求,为我国高速、重载车辆减振用橡胶弹性元件的安全性和可靠性研究提供了科研平台,为提高我国轨道车辆的安全性和舒适性发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] 王 进. 机车车辆用轴箱弹簧[J]. 铁道机车车辆, 2008, 28(6).
- [2] 王 进. 疲劳试验在橡胶减振制品寿命预测中的应用[J]. 铁道车辆, 2005, 43(7).
- [3] 赵熙雍. 三轴转向架牵引动力性能滚动试验台[J]. 机车电传动, 2000(5): 32.
- [4] 赵熙雍. 橡胶弹簧和橡胶关节试验机[J]. 机车电传动, 2001(4): 45-46.
- [5] 米立柱. HXD2机车牵引装置结构及其强度研究[J]. 机车电传动, 2010(4): 5-6.

(上接第60页)

以及“列车向前”和“列车向后”列车线同时得电。

通过设计方案效果验证,证实优化设计可以有效解决由于主控器故障产生的紧急停车事故,对于上海轨道交通的运营稳定和运营安全均可起到积极作用。

参考文献:

- [1] 冯冠男. 上海地铁营运问题分析及对策研究[J]. 科技信息,

2009(7).

- [2] 刘耀东. 上海地铁AC01型列车辅助电源的IPM模块故障分析[J]. 机车电传动, 2011(1).
- [3] 温志强, 蒋晓东, 王新宇. 深圳地铁一期工程地铁车辆受电弓监控电路的旁路改造[J]. 机车电传动, 2010(1).
- [4] 李网生, 陈爱林, 芮国强, 古志强. 地铁车辆辅助电源的设计[J]. 机车电传动, 2009(3).
- [5] 王毓银. 数字电路逻辑设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [6] 秦曾煌. 电子技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.