

某动车车辆台架动力学性能试验研究

文华,陈天喜,龙华乐,吴威威,易兆祥
(株洲中车时代电气股份有限公司,湖南 株洲 412001)

摘要:以某高速动车车辆为研究对象,将其放置在转向架滚动振动试验台进行相应的动力学性能试验,研究同种抗蛇形减振器在车体与转向架构架之间不同的布置方式对车辆运行稳定性的影响。研究结果表明:抗蛇形减振器采用的不同布置方式对车辆稳定性有较大的影响。在进行转向架设计时,不仅要合理选用抗蛇形减振器的性能参数,同时要选择使车辆更稳定的抗蛇形减振器布置方式。

关键词:高速动车车辆;转向架;试验台;抗蛇形减振器;稳定性

中图分类号:U260.331 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2021)06-0071-02

Experimental Study on Dynamic Performance of High-speed Vehicle Platform

WEN Hua, CHEN Tianxi, LONG Huale, WU Weiwei, YI Zhaoxiang
(Zhuzhou CRRC Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou 412001, China)

Abstract: With a high-speed bullet train as the research object, the corresponding dynamic performance test was carried out by placing the train on the bogie rolling vibration test bed, and the influence of different arrangement modes of the homologous anti-snaking shock absorber between the car body and bogie frame on the running stability of the vehicle was studied. The results show that the different arrangement of anti-snake shock absorber has great influence on the stability of vehicle. In bogie design, therefore, the reasonable selection of anti-snake shock absorber performance parameters as well as the anti-snake shock absorber layout which makes vehicle more stable is of necessity.

Keywords: high-speed bullet train vehicle; bogie; test bench; anti-snake shock absorber; stability

0 引言

随着我国高速列车的飞速发展,对列车在道路上运行的安全性要求越来越高。转向架滚动振动试验台通过转动的轨道轮模拟车辆在线路上运行时的两条钢轨,同时通过对轨道轮单元的激振来模拟真实线路轨道的不平顺,可以完成对车辆的多项性能试验,充分了解和掌握车辆的性能,确保列车运行的安全性。抗蛇形减振器作为列车车辆悬挂系统中的重要部件,布置在转向架构架与车体之间,起到抑制车辆蛇行运动并且可以有效提高车辆蛇行运动失稳临界速度^[1]。近年来,诸多学者针对抗蛇形减振器做了大量的研究,主要研究方向是关于抗蛇形减振器性能参数的变化对机车车辆动力学性能的影响^[2-10],并取得了有益的成果。但很少有学者去系统研究抗蛇形减振器不同的布置方式对机车车辆动力学性能的影响,因此对抗蛇形减振器不同布置方式进行试验研究是非常有意义的,具有较大的工程应用价值。

1 抗蛇形减振器的布置方式

某高速动车车辆转向架结构示意图如图 1 所示。现

场试验时转向架 1 轴和 2 轴放置在滚动振动试验台的轨道轮上,如图 2 所示。抗蛇形减振器在车体与转向架构架之间布置方式主要有以下 3 种方式:靠近转向架 1 轴左右纵向对称布置(抗蛇形减振器布置在图 1 中 2、4 位置);靠近转向架 2 轴左右纵向对称布置(抗蛇形减振器布置在图 1 中 1、3 位置);靠近转向架 1 轴右侧和 2 轴左侧的纵向斜对称布置(抗蛇形减振器布置在图 1 中 1、4 位置)。本文将在转向架滚动振动试验台上对动车车辆转向架进行相应的动力学试验,研究抗蛇形减振器在上述 3 种布置方式下对车辆运行稳定性的影响。

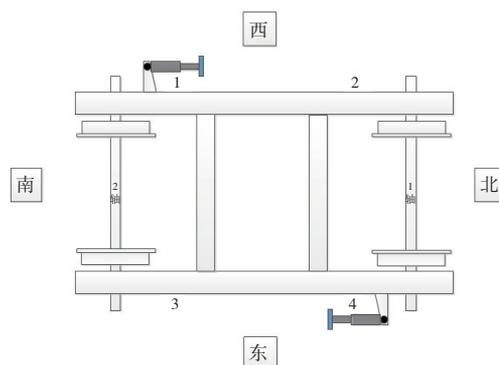


图 1 某高速动车车辆转向架结构示意图



图2 转向架于滚振试验台现场试验图

2 试验内容及数据分析

2.1 试验内容及试验结果

被试车辆转向架在确定好抗蛇形减振器的相关性能参数后,在标准轨距 1 435 mm、动车向北方向行驶(试验台轨道轮向南方向)的工况下,抗蛇形减振器按照上述 3 种布置方式在转向架滚动振动试验台上进行了相关动力学性能试验。动车车辆系统最主要的激励源来自于线路轨道的不平顺性。本文在试验研究中采用了秦沈路谱作为系统的输入激励,通过液压伺服激振系统对采集的路谱数据进行迭代复现,模拟线路轨道的不平顺性。试验研究的主要内容包括车辆临界速度试验以及秦沈路谱线路不平顺模拟试验。

当抗蛇形减振器靠近 1 轴左右纵向对称布置时,试验结果如下:在无路谱激振的条件下,车辆进行临界速度试验可以达到时速 300 km/h 且保持车辆稳定;在车辆时速达到 120 km/h、160 km/h、180 km/h、200 km/h、230 km/h、250 km/h 的速度级下,分别对轨道轮施加 1 min 时长的秦沈路谱激振,车辆均能保持稳定,未发生蛇形失稳运动。

当抗蛇形减振器靠近 2 轴左右纵向对称布置时,试验结果如下:在无路谱激振的条件下,车辆进行临界速度试验可以达到时速 300 km/h 且保持车辆稳定;在车辆时速达到 120 km/h、160 km/h、180 km/h、200 km/h 的速度级下,分别对轨道轮施加 1 min 时长的秦沈路谱激振,车辆均能保持稳定,未发生蛇形失稳运动;但在车辆时速达到 230 km/h、250 km/h 的速度级下,对轨道轮施加秦沈路谱激振时,车辆均发生了周期性的蛇形失稳运动。

当抗蛇形减振器靠近 1 轴右侧和 2 轴左侧的纵向斜对称布置时,试验结果如下:在无路谱激振的条件下,车辆进行临界速度试验可以达到时速 300 km/h 且保持车辆稳定;在车辆时速达到 120 km/h、160 km/h、180 km/h、200 km/h、230 km/h、250 km/h 的速度级下,分别对轨道轮施加 1 min 时长的秦沈路谱激振,车辆均能保持稳定,未发生蛇形失稳运动。

2.2 试验数据分析

通过对上述试验结果进行分析可以得到:

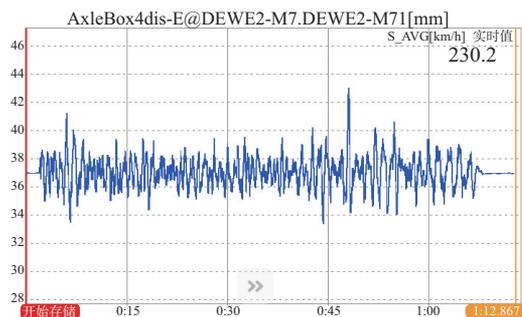
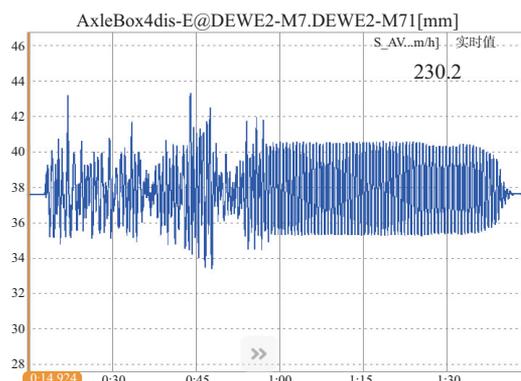
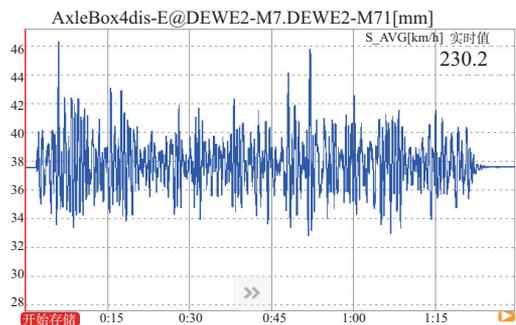
1) 在无路谱激振条件下,抗蛇形减振器在车体和构架间的不同布置方式对车辆临界速度几乎没有影响,临界速度均可达到 300 km/h 且未发生蛇形运动;

2) 在有路谱激振的条件下,当车速 ≤ 200 km/h 时,抗蛇形减振器在车体和构架间的不同布置方式对车辆运行稳定性几乎没有影响,激振结束后均能保持车辆稳定;

3) 在有路谱激振的条件下,当车速 > 200 km/h 时,抗

蛇形减振器在车体和构架间的不同布置方式对车辆高速运行稳定性有较大的影响,抗蛇形减振器靠近 2 轴左右纵向对称布置时,车辆稳定性较差,在 230 km/h、250 km/h 速度级下施加路谱激振,车辆均发生了蛇形失稳。

为了进一步了解抗蛇形减振器不同布置方式对车辆高速运行稳定性的影响,本文以动车时速在 230 km/h 速度级下为例,在抗蛇形减振器不同布置方式下,对轨道轮施加路谱激励,得到转向架轴箱在激振过程中的横向位移曲线。当抗蛇形减振器靠近 1 轴左右纵向对称布置时,路谱激振试验过程中轴箱横向位移曲线如图 3 所示;当抗蛇形减振器靠近 2 轴左右纵向对称布置时,轴箱横向位移曲线如图 4 所示;当抗蛇形减振器靠近 1 轴右侧和 2 轴左侧纵向斜对称布置时,轴箱横向位移曲线如图 5 所示。

图3 轴箱横向位移曲线
(抗蛇形减振器 1 轴左右纵向对称布置)图4 轴箱横向位移曲线
(抗蛇形减振器 2 轴左右纵向对称布置)图5 轴箱横向位移曲线
(抗蛇形减振器 1 轴右、2 轴左纵向斜对称布置)

(下转第 76 页)

方面进行实例的仿真实验,以山东半岛国家自主创新示范区为实验环境,在深海载人潜水系统中,以 $2\text{ m}\times 4\text{ m}\times 9\text{ m}$ 压力容器为实验对象,设工作温度为 $37\text{ }^{\circ}\text{C}$,工作压力为 $14.4/4.0\text{ MPa}$,焊接系数为 0.85 ,X射线检验为 15% ,试验压力为 16.5 MPa ,实验过程如下所示:

当发现压力容器内壁有磕痕后,排除那些遗留下来的“先天缺陷”,采用水平测量仪对构件吊具水平度进行复测,检验使用中产生的“后天缺陷”,以防止压力容器失效和突然事故的发生。其中,泵进3处,纵缝6处,环缝和飘缝各5处,共19处缺陷,长度平均值为 5.64 mm 。在载人压力容器内固定相机并进行图像采集,进行多次仿真实验和实验结果,从中随机抽取5次实验数据如表1所示。

表1 实验结果

次数	成像效果	实际缺陷 个数/个	偏差值/ 个	偏差率/ %	目标缺陷 长度平均 值/mm
1	成像清晰,缺陷明显	19	0	0	5.64
2	成像清晰,缺陷明显	19	0	0	5.64
3	成像清晰,缺陷明显	19	0	0	5.64
4	成像清晰,缺陷明显	19	0	0	5.64
5	成像清晰,缺陷明显	19	0	0	5.64

注:偏差率的计算公式为(偏差值/实际缺陷个数的值) $\times 100\%$ 。

如表1所示,在同一实验环境下,本文方法可以有效检测出容器内壁的缺陷,稳定成像,符合现场实际应用条件,由此可以证明本文方法在缺陷检测方面具有较强的有效性。

4 结语

为了解决高压氧舱内壁出现细小缺陷而导致的安全

性问题,本文提出了基于分形方法的载人压力容器内壁缺陷可视化检测方法,利用Canny算子实现对缺陷的提取、边缘轮廓的拟合和缺陷规则化处理等,实现对容器内壁缺陷的有效检测,有效解决了成像难、缺陷检测困难的问题。

值得一提的是,根据缺陷类型的不同,修改算法参数和相关阈值数,可实现对其他缺陷类型的检测。

参考文献:

- [1] 陈涛,陈亮,陆文杰,等. 反应堆压力容器内壁面异种金属焊接缺陷的修复及力学评价[J]. 原子能科学技术,2019,53(12):2435-2440.
- [2] 王冬冬,曾启畅,郭韵,等. 收发式X型涡流检测探头在压力容器顶盖焊缝检测中的运用[J]. 核科学与工程,2020,40(1):67-74.
- [3] 段志荣,解社娟,李丽娟,等. 基于磁力传动式阵列涡流探头的管道缺陷检测[J]. 电工技术学报,2020,35(22):4627-4635.
- [4] 王昱东. 基于3D技术的舰船舱室设计缺陷可视化方法研究[J]. 舰船科学技术,2019,41(24):13-15.
- [5] 赵亮,张金,董子华,等. 斜入射SH波厚壁管道内壁裂纹检测方法[J]. 应用声学,2020,39(5):747-752.
- [6] 朱焯添,沈鸿,张文俊,等. 汽车自动变速器阀体阀芯孔内壁面质量检测系统的研发[J]. 汽车工程,2020,42(4):484-490.
- [7] 杨连杰,李阳,孙俊杰,等. 激光超声表面波在表面缺陷上的反射与透射[J]. 激光与光电子学进展,2019,56(4):146-151.
- [8] 郑杜,唐敦兵,王旭,等. 个性化定制生产模式下的云制造系统设计研究[J]. 机械制造与自动化,2020,49(1):33-36.

收稿日期:2020-03-30

(上接第72页)

通过图3、图4和图5的轴箱横向位移曲线可以得到:

1)当抗蛇形减振器靠近1轴左右纵向对称布置时,在 230 km/h 速度级下施加路谱激振车辆稳定性很好;

2)当抗蛇形减振器靠近1轴右侧和2轴左侧纵向斜对称布置时,在 230 km/h 速度级下施加路谱激振,虽然激振结束后车辆也能稳定,但是在激振过程中轴箱横向位移曲线的幅值与抗蛇形减振器靠近1轴左右纵向对称布置时相比明显偏大,出现了不稳定的趋势;

3)当抗蛇形减振器靠近2轴左右纵向对称布置时,在 230 km/h 速度级下施加路谱激振车辆的稳定性较差,激振过程中发生了周期性的蛇形运动,车辆失稳。

3 结语

本文以某高速动车组车辆转向架为研究对象,对其进行了临界速度试验以及路谱激励试验,研究了同种抗蛇形减振器在车体与转向架构架之间不同的布置方式对车辆运行稳定性的影响。综合上述试验数据及分析结果可以得到,抗蛇形减振器的不同布置方式对车辆高速运行稳定性有较大影响。因此在进行相关设计时,不仅要考虑抗蛇

形减振器压力、速度等相关技术参数,同时要选择使车辆运行更加稳定的抗蛇形减振器布置方式。

参考文献:

- [1] 侯建文,刘建新,陈迪来,等. 抗蛇形减振器横向安装位置对机车动力学性能的影响[J]. 机车电传动,2013(4):32-35.
- [2] 宋昊,罗贇,陈国胜. 200 km/h六轴大功率客运电力机车故障态动力学性能分析[J]. 机车电传动,2011(5):10-13.
- [3] 胡晓依,岳仁法,宋志坤. 高速动车组悬挂部件失效动力学性能研究[J]. 铁道车辆,2017,55(7):1-6,50.
- [4] 黄彩虹. 高速车辆减振技术研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.
- [5] 明星宇. 抗蛇形减振器动态参数对动车组动力学性能影响研究[D]. 成都:西南交通大学,2016.
- [6] 岳仁法. 抗蛇形减振器失效对车辆动力学性能的影响[J]. 计算机辅助工程,2018,27(4):31-34.
- [7] 李昇. 铁路液压减振器的应用研究[D]. 成都:西南交通大学,2007.
- [8] 修源. 高速列车抗蛇形减振器主动控制研究[D]. 成都:西南交通大学,2015.
- [9] 杨光亮,罗世辉,傅茂海,等. 抗蛇形减振器安装刚度对弹性构架车辆动力学性能影响[J]. 机车电传动,2012(6):15-18,22.
- [10] 焦欣. 车辆减振器动态特性的仿真研究[D]. 成都:西南交通大学,2014.

收稿日期:2020-10-28