

兰新客运专线动车组设备舱差压跟踪试验研究

于庆斌 张 兰

(中车长春轨道客车股份有限公司车体研发部, 130062, 长春//第一作者, 教授级高级工程师)

摘 要 为掌握兰新客运专线高寒抗风沙动车组设备舱在各种工况下差压的变化规律, 采用在设备舱内外布置差压传感器和以太网方式采集测试数据的方法, 通过跟踪设备舱的差压气动载荷, 获得测试数据, 为设备舱强度评估提供理论计算依据和边界条件。

关键词 动车组; 设备舱; 差压; 气动载荷

中图分类号 U270.38

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.02.005

Tracking Test Study on the Differential Pressure of Equipment Cabin for Lanzhou-Xinjiang Passenger Dedicated Line Vehicles

YU Qingbin, ZHANG Lan

Abstract In order to grasp the changing law of the equipment cabin differential pressure for Lanzhou-Xinjiang passenger dedicated line vehicles under high, cold and wind resistant conditions, differential pressure sensors and Ethernet are installed inside and outside the equipment cabin to collect the test data. By tracking the differential pressure aerodynamic load of the equipment cabin, the test data are obtained, which provide theoretical calculation basis and boundary conditions for the strength evaluation of the equipment cabin.

Key words EMU; equipment cabin; differential pressure; aerodynamic load

Author's address CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

随着列车速度的提高, 客室内外压力变化越来越受到重视。当列车在高寒强风沙的恶劣环境下高速运行时, 客室内压力变化幅度较大^[1]。目前对影响客室内压力变化的因素研究集中于列车空气阻力、会车时出现的压力波以及列车经过隧道时引起隧道内的压力波动和微气压波, 这些统称为列车气动效应。国内学者对列车气动效应的研究已相对成熟^[2-6]。当列车明线交会或者隧道内交会时, 相对封闭的设备舱内与舱外会产生较大的压力差, 这将会对列车运行安全造成严重影响。兰新客运

专线运营环境较恶劣, 为了保证列车在高寒强风沙环境中安全运行, 设计人员对强风沙特殊运营环境中的动车组进行了充分调研, 对设备舱裙板防风沙结构开展了跟踪试验研究。

目前, 高速列车裙板两侧的大面积格栅用于设备舱通风散热, 但裙板同时导致设备舱内外有显著差压存在^[7]。许良中等^[8]通过实车试验分析了不同工况下动车组客室内气压变化率和室内外差压, 并研究了车体动态气密性指数随时间变化关系。牛纪强等^[9]采用动模型试验方法对不同工况下单车设备舱内外压力及压差进行了初步研究。

迄今为止, 跟踪研究不同工况下试验测试设备舱差压变化规律的较少。本文采用在高寒抗风沙动车组舱内外布置差压传感器的方法对不同车速和风速条件下底板及裙板承受的差压气动载荷进行长期跟踪测试, 研究不同工况下的差压变化。

1 试验内容

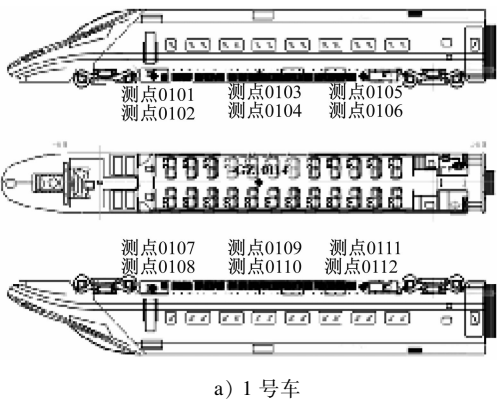
兰新客运专线的某高寒抗风沙动车组是针对高寒、高温、高海拔、强风沙和强紫外线等特殊运行环境条件, 研发制造的时速 250 km 动车组。本文跟踪测试对象主要是该动车组的 1 号头车和 3 号中间车设备舱裙板及底板等结构。试验评定标准参照 GB 5599—1985《铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范》、铁运[2008]28 号《高速动车组整车试验规范》和铁建设函[2005]140 号《新建时速 200 ~ 250 公里客运专线铁路设计暂行规定》等确定。

2 试验方法

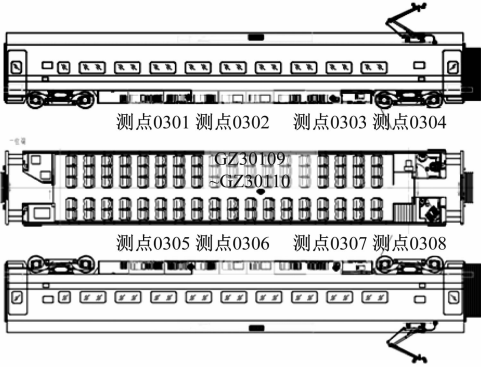
2.1 测点布置及测试方法

根据前期设备舱地面效应试验情况, 对 1 号车、3 号车设备舱典型部位布置差压测点, 如图 1 所示。

设备舱的差压特性采用在设备舱内外布置差压传感器的方法进行测试, 试验数据通过以太网方式进行采集。



a) 1 号车



b) 3 号车

图 1 设备舱差压测点布置示意图

2.2 试验步骤和措施

跟踪试验的具体步骤如下:① 在设备舱裙板、底板内外布置差压测点;② 数据采集系统调试和工作;③ 差压气动载荷与车速、风速及线路情况的联合分析。

数据采集系统由前端采集传感器、以太网采集模块、网络通信设备及终端计算机组成,采用以太网传输模式进行现场数据采集。该系统具有高速、高抗扰度、高可靠性、传输距离长、无须编写设备驱动程序等优点,其原理结构如图 2 所示。

2.3 测点布置和安装位置

设备舱测点具体布置和安装位置如表 1、表 2、图 3 及图 4 所示。图中圆圈内为 1 号车和 3 号车的 4 个试验测点具体位置。

3 试验结果及分析

跟踪试验里程约 120 万 km,本文选取其中具有代表性的 2017 年 10 月和 2017 年 12 月测试结果作为分析对象。10 月 10 日和 14 日,1 号车设备舱内外(牵引电机与辅助变流器处)各时段测点压力差对比如图 5 所示,3 号车设备舱内外(空压机与 24 V 供电处)各时段测点压力差对比如图 6 所示。

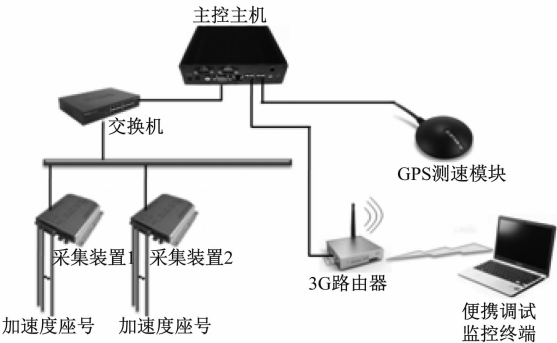


图 2 数据采集系统原理结构图

表 1 1 号车测点位置

序号	测点编号	位置名称	对应图片
1	差压测点 0101	1 位侧 1 位端第 3 块裙板	图 3 a)
2	差压测点 0102	1 位侧 1 位端第 5 块裙板	图 3 b)
3	差压测点 0103	1 位侧 1 位端第 8 块裙板	图 3 c)
4	差压测点 0104	2 位侧 1 位端第 2 块裙板	图 3 d)
5	差压测点 0105	2 位侧 1 位端第 5 块裙板	图 3 e)
6	差压测点 0106	2 位侧 1 位端第 8 块裙板	图 3 f)
7	差压测点 0107	1 位端第 3 块底板,靠近 1 位侧	图 3 g)



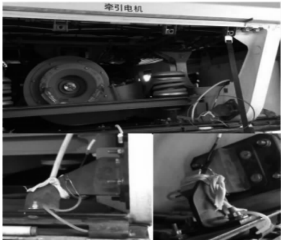
a) 测点 0101



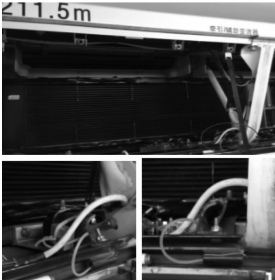
b) 测点 0102



c) 测点 0103



d) 测点 0104



e) 测点 0105



f) 测点 0106



g) 测点 0107

图3 1号车测点对应设备舱位置

表2 3号车测点位置

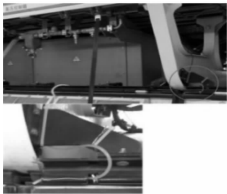
序号	测点编号	位置名称	对应图片
1	差压测点 0301	1 位侧 1 位端第 2 块裙板	图 4 a)
2	差压测点 0302	1 位侧 1 位端第 5 块裙板	图 4 b)
3	差压测点 0303	2 位侧 1 位端第 3 块裙板	图 4 c)
4	差压测点 0304	2 位侧 1 位端第 5 块裙板	图 4 d)
5	差压测点 0305	1 位端第 3 块底板, 靠近 1 位侧	图 4 e)



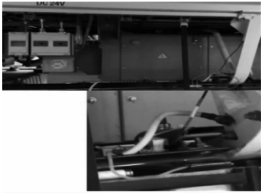
a) 测点 0301



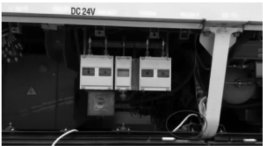
b) 测点 0302



c) 测点 0303



d) 测点 0304

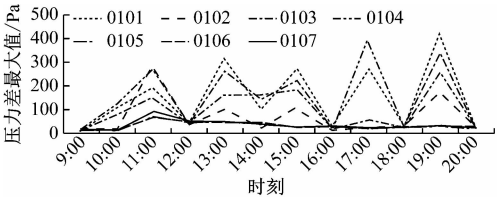


e) 测点 0305

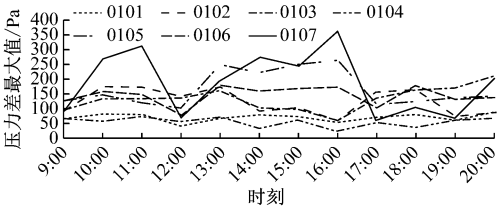
图4 3号车测点对应设备舱位置

10 月份 1 号车(选取 1 位侧 1 位端第 3 块裙板 0101 测点), 3 号车(2 位侧 1 位端第 3 块裙板 0303 测点)内外各时段测点压力差变化如图 7 所示。图中设备舱内气动差压大部分维持在微正压状态, 只有在车辆交汇和过隧道的工况下气动差压呈现趋零方向的变化, 其气动载荷均值减小, 载荷幅值加大。

12 月 10 日和 14 日, 1 号车设备舱内外(牵引电

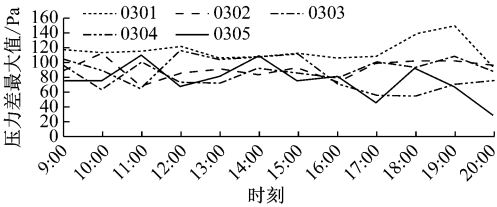


a) 10 月 10 日

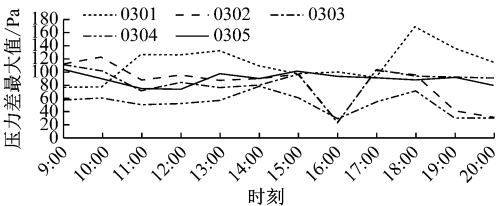


b) 10 月 14 日

图5 10 月份 1 号车各测点压力差对比

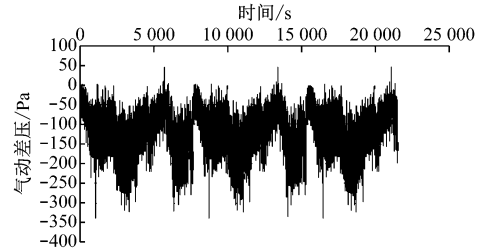


a) 10 月 10 日

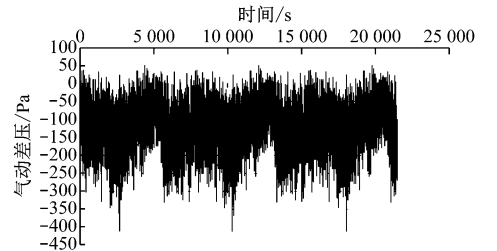


b) 10 月 14 日

图6 10 月份 3 号车各测点压力差对比



a) 测点 0101



b) 测点 0303

图7 10 月份测点气动差压曲线

机与辅助变流器处)各时段测点压力差对比如图 8 所示,3 号车设备舱内外(空压机与 24 V 供电处)各时段测点压力差对比如图 9 所示。

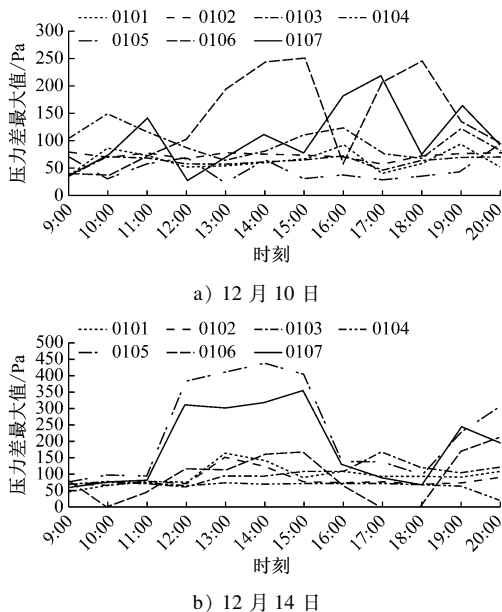


图 8 12 月份 1 号车各测点压力差对比

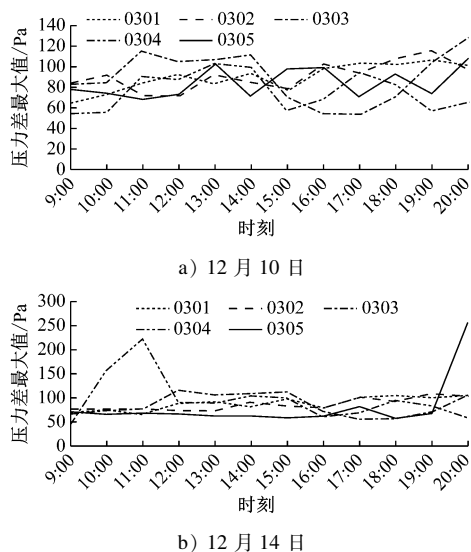


图 9 12 月份 3 号车各测点压力差对比

12 月份 1 号车(1 位侧 1 位端第 3 块裙板 0101 测点),3 号车(2 位侧 1 位端第 3 块裙板 0303 测点)内外各时段测点压力差变化如图 10 所示。图中设备舱内气动差压大部分维持在微正压状态,只有在车辆交汇和过隧道的工况下气动差压呈现趋零方向的变化,其气动载荷均值减小,载荷幅值加大。

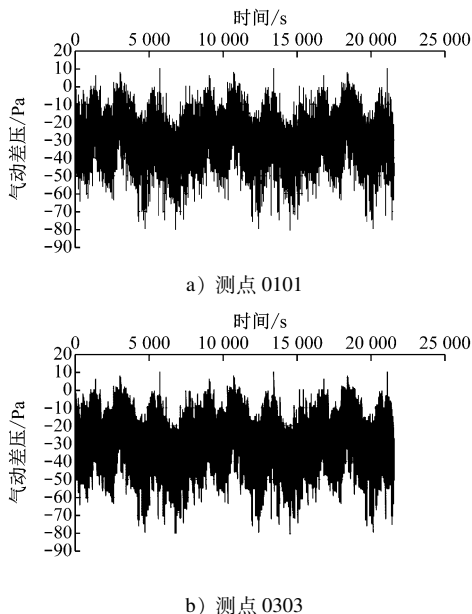


图 10 12 月份测点气动差压曲线

4 结论

(1) 设备舱内不同位置处的压差分布存在显著差异,但是基本处于外界压力大于设备舱内部压力的状态;列车两侧设备舱内外压差不对称分布可能是由于外界环境风造成的,也不排除是设备舱内风机引起设备舱内压力分布不均匀。

(2) 不同日期各测点在同一时刻差压值的纵向对比结果表明,各测点差压值的最大值一般不超过 600 Pa,各测点差压值平均值一般不超过 200 Pa。从不同日期相同时刻 1 号车和 3 号车各测点差压变化趋势分析可知,1 号车和 3 号车各测点在不同日期同一时刻设备舱差压变化趋势相似。

(3) 从列车不同执行任务获得的测试结果对比可知,列车设备舱内外压差差异显著,设备舱内外压差受环境风影响显著;从列车执行一次任务的不同时间段内的设备舱内外压差结果差异较大可知,引起这种现象的原因除了不同线路处的环境风的差异,还有可能是列车通过隧道造成的。

(4) 从压差最大基本不超过 600 Pa 的测试结果可知,由于该车设备舱不用考虑气密性,所以外界环境的变化对设备舱内外压差的影响很小;如果采用具有一定气密性的设备舱后,造成设备舱内压力变化受外界环境影响的灵敏度降低,从而引起设备舱内外压差增大,对设备舱的设计强度会造成一定考验。

参考文献

- [1] 关永久. 高速列车在隧道内会车过程的气动特性研究[D]. 成都:西南交通大学机械工程学院,2010.
- [2] 王秀珍,刘堂红. 时速350 km动车组过隧道气动效应分析[J]. 铁道科学与工程学报,2013,10(1):92.
- [3] 刘峰,姚松,张洁,等. 动车组横风环境下的交会气动效应[J]. 中南大学学报(自然科学版),2016,47(1):307.
- [4] 梅元贵,孙建成,许建林,等. 高速列车隧道交会压力波特性[J]. 交通运输工程学报,2015,15(5):34.
- [5] 章磊. 高速列车隧道通过气动性能研究[D]. 成都:西南交通

(上接第12页)

消除噪声干扰的目的,由此提高轨道客车测速系统的可靠性和稳定性。

4 结语

本文采用基于卡尔曼滤波算法的数据融合技术,充分利用多种不同工作性质的速度检测数据,在线调整算法中各参数的权重,实现对轨道客车速度信息的最优估计。仿真验证结果表明,该技术能够得到真实可靠的轨道客车速度信息。

参考文献

- [1] 张陆军,梁双庆,周友佳. 车辆国产化轴端速度传感器的研发与应用[J]. 现代城市轨道交通,2016,29(3):6.

(上接第16页)

6 结论

本文通过分析电气装配流程,确定了低压箱接线过程是薄弱环节;通过分析接线环节的过程能力,进行了过程能力判断;通过鱼骨图找到了影响接线质量的因素。利用层次与灰度分析相结合的方法对影响接线质量因素进行了重要度排序,运用TRIZ理论与工业工程相结合方法解决了问题。

本文得出了可以解决过程质量问题的通用方法:第一步,明确具体操作流程,根据实际情况找到问题环节;第二步,找出问题环节中对质量影响最大的操作过程,对其进行过程能力分析,判断是否需要改进,如需改进则执行第三步;第三步,搜集质量数据,使用质量分析工具得出影响质量的因素;第四步,根据需求使用评价方法对质量因素进行排列,得出解决问题的优先顺序;第五步,运用TRIZ理论与工业工程方法提出解决问题的措施。

大学,2012:15.

- [6] 许建林,孙建成,梅元贵,等. 高速列车隧道内交会压力波基本特性数值模拟研究[J]. 振动与冲击,2016,35(3):184.
- [7] 张川宝,黄少东,范乐天,等. 高速列车设备舱压力特性分析[J]. 铁道车辆,2015,53(2):5.
- [8] 许良中,梁习锋,刘堂红,等. 单车明线工况下高速列车室内压力波动研究[J]. 中南大学学报(自然科学版),2014,45(8):2878.
- [9] 牛纪强,梁习锋,周丹,等. 动车组过隧道时设备舱气动效应模型试验[J]. 浙江大学学报(工学版),2016,50(7):1258.

(收稿日期:2018-07-12)

- [2] 杨蓉,多普勒雷达测速系统设计与信号处理方法研究[D]. 武汉:华中科技大学2012.
- [3] 杨翼,刘江,胡永兴. 基于北斗/INS迭代卡尔曼滤波的列车完整性检测方法研究[J]. 铁道通信信号,2016,52(4):60.
- [4] 马军,高速列车运行信息融合方法研究[D]. 兰州,兰州交通大学2014.
- [5] 亓立敏. 基于多源信息融合的地铁列车速度位置检测系统研究与设计[D]. 兰州,兰州交通大学2014.
- [6] 乔方博,基于冗余技术的列车组合定位方法研究[D]. 北京,北京交通大学,2018.
- [7] ZHAO H B, OUYANG R. Study on catenary current harmonic and traction characteristics of new type electric multiple unit [C]//Proceedings of the 3rd International Conference on Electrical and Information Technologies for Rail Transportation. Changsha: China Electrotechnical Society,2017.

(收稿日期:2018-10-11)

参考文献

- [1] 贺经宇. 探讨轨道客车的装配工艺选装及改善措施[J]. 智能城市,2017,3(2):114.
- [2] 马明. 高压电气设备绝缘耐压技术探讨及试验[J]. 通讯世界,2015,11(22):65.
- [3] 田秀珍,朱德林,郭保良. 接线端子排在电控设备中的选用[J]. 电气传动,1997,10(2):58.
- [4] 朱勇杰,张为民. 基于鱼骨图和层次分析法的生产线高能耗原因分析[J]. 机械制造,2017,5(10):117.
- [5] 金书滨,潘海. 三种系统评价方法在交通项目综合评价中的对比研究[J]. 重庆交通学院学报,1998,8(2):66.
- [6] PHILIPP T, CHRISTINE G, RALF W. Integration of triz into quality function deployment [J]. Management and Production Engineering Review, 2015, 6(2):3.
- [7] 张付英,徐燕申,刘卉. 基于TRIZ物场变换法的液压活塞杆密封技术研究[J]. 润滑与密封,2005,4(5):57.
- [8] 米粮川,刘尚. TRIZ创新理论的40个发明原理简析[J]. 科技创新与应用,2012(29):24.
- [9] 王晴,张明勤,全锦,等. 物质-场分析在产品创新设计中的应用[J]. 山东建筑大学学报,2014,29(6):590.

(收稿日期:2018-10-11)