

复兴号动车组超员报警设置及方案优化^{*}

马 凯¹ 高登科¹ 刘克思²

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司国家轨道客车工程研究中心, 130062, 长春;

2. 中国铁路济南局集团有限公司青岛动车段, 266011, 青岛//第一作者, 高级工程师)

摘 要 对复兴号动车组超员报警的功能定义、实现方式进行了论述, 并对复兴号动车组超员能力进行了分析。结合动车组实际运营中暴露的问题提出了优化解决方案。

关键词 复兴号动车组; 超员报警; 超员预警; 优化方案

中图分类号 U270.38⁺9; U266

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.02.023

Overload Alarm Setting and Optimization Scheme of China Standard EMU

MA Kai, GAO Dengke, LIU Kesi

Abstract The definition and realization method of China Standard EMU overload alarm function are expounded, and the overload capacity of China Standard EMU is analyzed. Targeting problems exposed during actual operation of EMU, optimization scheme is proposed.

Key words China Standard EMU; overload alarm; overload early warning; optimization scheme

First-author's address CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

1 动车组超员报警设置背景

针对国内既有和谐号(CRH)系列动车组未设置超员报警功能的情况, 结合实际运用需求, 在复兴号型动车组上增设此功能。《时速 350 km 8 辆编组中国标准动车组采购技术条件》要求: “动车组设超员报警功能, 报警时在司机显示屏界面显示, 同时超载车辆具有单车超载声光报警功能。”

2 复兴号型动车组超员报警功能定义

复兴号型动车组超员报警功能分为: ①单车超员报警; ②整列超员报警。为保证车辆的安全, 应预留足够的安全裕量。设定单车报警阈值, 通过实时检测单车车辆质量, 与报警阈值进行对比。当实

际车重超出报警阈值时, 将进行报警, 并提示司乘人员疏导旅客或清退客。

3 动车组超员报警功能实现方式

当单车或整列实际车重超出报警阈值时, 车辆要进行超员报警, 在司机室、机械师室、乘务员室显示屏进行弹屏声光报警显示, 同时通过列车监控管理系统(TCMS)把相应车厢超员报警信息发送到旅客信息系统(PIS), 在信息显示屏上显示相应的超员信息, 并通过广播播放超员信息, 提示司乘人员疏散旅客或清退客。

3.1 声光报警功能实现

1) 在司机室、机械师室网络显示屏上进行弹屏声光报警, 包括整列列车超员报警和单车超员报警, 如图 1 所示。

图 1 超员报警司机显示屏弹屏显示

2) TCMS 将相应车厢超员报警信息发送至 PIS 系统, 进行以下声光报警措施: ①乘务员室 PIS 显示屏进行弹屏声光报警; ②车外和车内显示器显示设定的文字报警提示信息(见图 2); ③对应车厢广播播放设定的语音报警提示信息。

3.2 车辆质量检测

所有载荷状态均通过转向架空气弹簧(以下简称“空簧”)压力来体现, 即不同的载荷状态对应不

^{*} 南京工程学院科研创新基金面上项目(CKJB201311)

同的空簧压力。各车制动控制装置(EBCU)实时检测本车的空簧压力,将采集到的空簧压力转化为车辆质量信息,通过多功能车辆总线(MVB)发送到TCMS。TCMS 将接收到的车重与“超员报警阈值”预设值(该阈值可在 TCMS 系统中进行设定)进行比较,从而进行超载信息的整车超员报警或单车超员报警判断。

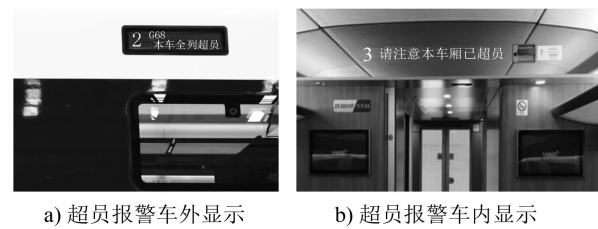


图 2 超员报警信息显示

3.3 超员报警阈值设置

根据各车定员质量,结合允许超员比例,并考虑空簧压力检测误差来设置超员报警值。

考虑到轴重要求,CR400AF、CR400BF 型动车组均按超员 20%设置报警限值。单车超员与整列车超员允许人数完全相同,仅因两车车重不同,超员报警限值略有不同。

超员报警限值=定员质量+定员人数×20%×单人体重(以 80 kg/人 计)。计算超员报警限值时,在软件控制逻辑中已考虑空簧压力检测误差,确保各单车不能超过轴重设计值要求。其中,定员质量=整备质量+定员人数×单人体重(以 80 kg/人 计),整备质量包括车辆自重以及司机、乘务员、水、砂、食品等质量。

3.4 超员报警判断条件

为排除车辆运行中过曲线等路况对空簧压力的影响,动态工况下,不进行超员报警检测。

中央控制单元(CCU)同时检测到以下条件成立时,进行“车辆超员报警”,提示司乘人员疏导报警车厢乘客。

- 1) 列车速度< 5 km/h;
- 2) 整列车超员:列车实际质量>整列车报警阈值(各车超员报警值之和);
- 3) 单车超员:本车实际质量>单车超员报警设置值。

报警消除条件:以上报警条件不成立时,报警消除。

另外,人机交互显示屏(HMI)的车门状态界面

增加单车超员报警显示(见图 3)。



图 3 HMI 车门状态界面单车报警显示

4 动车组超员报警限值条件

动车组超员报警限值主要从动车组的运行安全性和乘坐舒适性等方面考虑,见图 4。

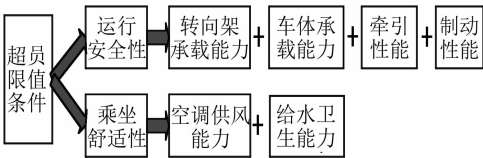


图 4 超员报警限值条件

根据对轴重、牵引能力、制动能力、空调能力和给水卫生能力的分析,复兴号 CR400 型动车组各系统超员能力见表 1。

表 1 复兴号 CR400AF/BF 型动车组各系统超员能力		
关联系统	关联要素	允许超员率
转向架	轴重	单车轴重在不考虑空簧压力检测误差的情况下最小可超员 38%
牵引系统	加速性能、剩余加速度、降级模式	允许超员 20%
制动系统	制动距离、制动力	允许超员 40%
空调系统	新风量	允许超员 20%
给水卫生系统	净水箱及污水箱容量	允许超员 30%

5 动车组超员报警方案优化

在实际运用中,以京沪线为例,春运、暑运期间存在较多的超员现象。复兴号投入使用以来至 2018 年 9 月份,共发生超员报警 22 起。一方面,单一的报警对及时处置造成较大困难;另一方面,报警阈值的安全裕量过大造成非必要报警,对运输秩序造成较大影响。

充分考虑超员报警功能对动车组运营秩序的影响,优化复兴号动车组超员报警分级设置和判断

条件:①将单车超员报警分为“单车超员预警”(单车超员 20%)和“单车超员报警”两级设置;②将整车超员报警分为“列车超员预警”(整列超员 20%)和“列车超员报警”两级设置。③列车速度 $>5\text{ km/h}$ 时,不进行超员预警和报警检测。

考虑到车重检测误差,避免超员误报警,复兴号动车组超员预警值设定为在超员 20%的车重基础上,各车各增加 1.25 t(考虑检测误差 0.85 t 和积灰 0.4 t),即超员报警值设定为车重允许最大限值 66.75 t(最大轴重 68 t)。其中,复兴号 CR400BF 型动车组因 3、6 车较重,无法区分预警和报警两级,故只按 66.75 t 直接设一级报警值。整列列车超员预警和超员报警值为各单车超员预警和超员报警值之和。

6 结语

按照上述优化方案,对复兴号动车组列车网络

(上接第 93 页)

图 9 可知,车体振动加速度峰值在不同振动模式下有不同程度的减小。其中,半主动控制条件对车体点头和摇头两种振动的抑制程度较高,相应加速度最大值分别下降了 38.69%和 26.87%。

6 结论

1) 采用 Simulink 模块能够较为真实、准确地对多自由度列车振动模型进行仿真研究,具有渐变、灵活的特点。

2) Sigmoid 模型能够在仿真环境中较为贴合地还原磁流变阻尼器的力学特性,其简化的数学模型也减少了整车仿真模型建立的工程量。

3) 模糊控制策略能够有效地抑制列车在各个方向上的振动,从而有效提升列车行驶的平稳性。同时,该策略弱化了时滞影响和整车动力学模型中的参数影响。

4) 在列车横向振动模式中,摇头振动对列车平稳性影响较大;在垂向振动模式中,点头振动对列车平稳性影响较大。

5) 以模糊控制为控制策略的磁流变阻尼器悬

系统(TCMS)和旅客信息系统(PIS)进行了软件升级。经小批量运用考核后,对所有复兴号动车组进行了软件升级。同时随着动车组智能化程度的不断提升,以及传感器精度的不断提高,进一步优化列车超员报警方案,使动车组超员报警功能更精确、阈值设置更合理,更好地满足实际运用需求。

参考文献

- [1] 中国铁路总公司. 中国铁路总公司关于印发《时速 350 公里中国标准动车组暂行技术条件》的通知:铁总科技[2014]50 号[Z]. 北京:中国铁路总公司,2014.
- [2] 中国铁路总公司. 时速 350 公里 8 辆编组中国标准动车组采购技术条件:2018TDZC-3-350BD-01-CK[Z]. 北京:中国铁路总公司,2018.

(收稿日期:2020-09-05)

挂系统对于提升整车运行平稳性有着良好的作用。

参考文献

- [1] 周丽,张志成. 基于磁流变阻尼器的结构振动优化控制[J]. 振动工程学报,2003(1): 113.
- [2] 陆正刚. 铁道车辆柔刚体系统动力学及结构振动控制研究[D]. 上海:同济大学,2005.
- [3] 李广军,张翠芳,金炜东. 基于 Simulink 的列车横向半主动悬挂系统建模与仿真[J]. 中国铁路,2010(8): 43.
- [4] CHOI S B, LEE S K, PARK Y P. A hysteresis model for the field-dependent damping force of a magnetorheological damper[J]. Journal of Sound and Vibration, 2001(2): 375.
- [5] 徐赵东,沈亚鹏. 磁流变阻尼器的计算模型及仿真分析[J]. 建筑结构,2003(1): 68.
- [6] 刘中良. 磁流变阻尼器动力学模型的建立和数值模拟研究[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [7] 徐赵东,沈亚鹏. 磁流变阻尼器的计算模型及仿真分析[J]. 建筑结构,2003(1): 68.
- [8] ZADEH L A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes[J]. IEEE Trans on SMC, 1973, 3(1): 28.

(收稿日期:2020-09-05)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—51030704