

# 动车组超载检测报警控制系统设计方案

朱立强 高 珊 王振宏 秦佳颖 张义文 焦东明

(中车唐山机车车辆有限公司,063035,唐山//第一作者,高级工程师)

**摘 要** 介绍了动车组超载检测报警控制系统的设计方案。该系统可以准确检测动车组的超载情况,能够发出明确的单车超载或整列车超载的提示信息并发出报警声音,提醒乘务人员对旅客进行疏导;在保证运营安全的前提下,能够极大地提高动车组的运营效率。

**关键词** 动车组;超载;检测报警

**中图分类号** U266.291<sup>+</sup>8

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2020.06.037

## Design Scheme of EMU Overload Detection and Alarm Control System

ZHU Liqiang, GAO Shan, WANG Zhenhong, QIN Jiaying, ZHANG Yiwen, JIAO Dongming

**Abstract** The design scheme of EMU overload detection and alarm control system was introduced. The system can accurately detect the overload situations of EMU, and send out explicit notifications of single vehicle overload or overall train overload while setting off alarming sound, reminding the crew to guide the passengers. Under the premise of ensuring safe operation, the system can greatly improve the EMU operation efficiency.

**Key words** EMU; overload; detection and alarm

**Author's address** CRRC Tangshan Corporation, 063035, Tangshan, China

随着中国社会经济的发展,人员流动量越来越大,尤其是在某些特殊时期,人员流动相对集中,交通运输压力非常大。随着动车组的开行,人们出行变得更加安全、快捷,但在某些时期动车组超载的情况时有发生。超载运行对动车组的运营安全及部件的使用寿命有很大影响。目前尚无有效手段或技术可以方便、准确地检测车辆的超载情况。因此,需要研制一种动车组用超载检测报警控制系统,该系统可对车辆载客情况进行准确检测并及时显示,如果发生超载将发出声音报警;借助该系统,可有效指导司乘人员合理疏导旅客,可有效减少单节车辆的制动负荷,延长部件的使用寿命,同时提高运输效率。

## 1 车辆超载检测技术现状

目前,对铁路货运列车进行超载检测的设备较多,这类检测一般都是利用货运车站内的超载检测设备进行的,比如铁道车辆轮重测定仪、轨道衡、手压式轮重仪等设备。这些设备有些是安装在特定的轨道上,需车辆停在轨道上进行检测;有些安装在地面上,对运行中的车辆进行动态检测。立足于地面设备对运行中的车辆进行动态称重,需要在铁路沿线车站建立众多的监测点,因为测量车辆载重只能在固定站点进行。但如果对装车过程中发生的超载情况不能有效监控并采取相应措施,将造成安全隐患。传统的超载检测技术具有一定的滞后性和局限性。目前国内对普通客运列车基本不进行超载检测。对于动车组,仅CRH1和CRH380D型动车组上设置了超员报警功能,在单车上设置压力传感器,检测本车的车重,超出报警阈值则发出报警声音,可通过手动复位。动车组上的超员报警装置仅能粗略判断某辆车超载并发出警报,功能不够完善,提示不够清晰,对司乘人员的指导作用不大,且误报概率较大。

## 2 动车组超载检测报警控制系统设计方案

动车组超载检测报警控制系统包括高精度的车辆载重探测传感器(空气弹簧压力传感器)、压力开关、压力转化装置(可集成在制动控制单元内)、控制装置(可集成在中央控制单元内)。每辆车的两端各设置一套高精度压力传感器和压力开关,通过空气弹簧将本车的车重信息转化为压力信号。高精度压力传感器将压力信号传输给压力转化装置,压力转化装置根据设定好的程序将压力信号转化为质量信息,并将该质量信息传输给控制装置。控制装置根据预先设定好的车重阈值进行判断,如果车重超出预设阈值一定的范围,控制系统判断该车超载,该车超载的信息显示在司机室和乘务员室

的显示屏上,并发出报警声音;与此同时,中央控制单元(CCU)发送超载信息,并向 TCU(牵引控制单元)发出封锁牵引指令,动车组不能起动;乘务人员

根据显示屏上的信息合理疏散旅客进行,待超载信号消除后,CCU 解除牵引封锁,动车组可以正常起动并行驶。超载报警信号传输逻辑图如图 1 所示。

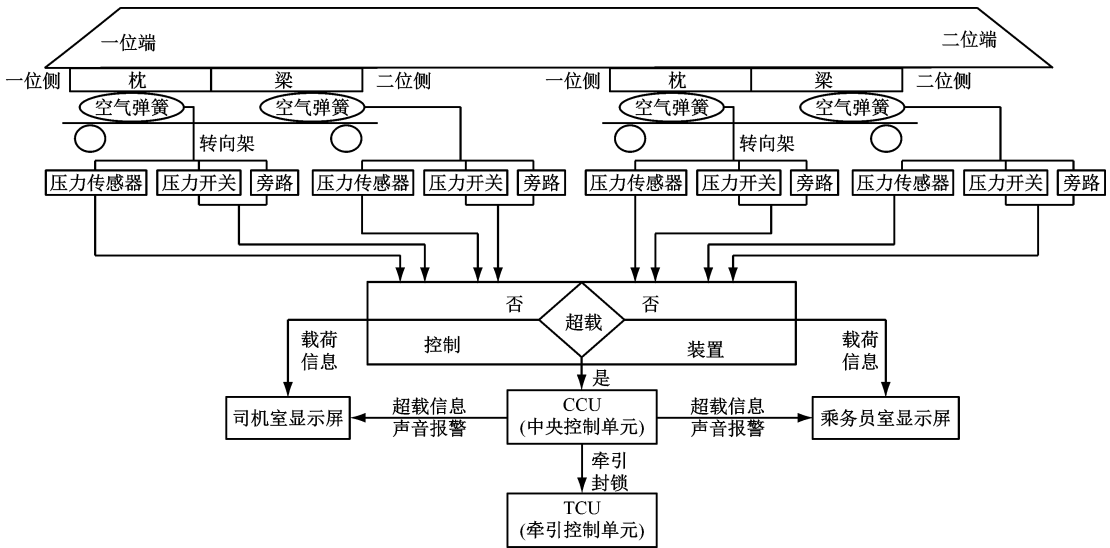
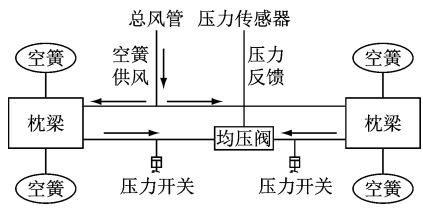


图 1 动车组超载报警信号传输逻辑图

2.1 车重信号检测及处理

动车组每辆车的一位、二位端各装有一个转向架,转向架上装有空气弹簧,同一个转向架的两个空气弹簧通过一个中空的枕梁连接,枕梁上设置一个压力开关。空气弹簧承受本车车重的承压,根据自身的压力曲线特性,将车重信号转化为压力信号。一、二位端转向架的空气弹簧压力信号经过均压阀传给压力传感器,本车 BCU 通过压力传感器采集该压力值,并根据内部逻辑计算出本车车重。空气弹簧供风管路气路原理如图 2 所示。



注:空簧为空气弹簧

图 2 空气弹簧供风管路气路原理图

每辆车的 BCU 将本车车重信息通过 MVB(车辆总线)传给 SBM(本牵引单元的制动控制单元),SBM 通过 WTB(列车总线)将本单元的总质量传给 TBM(列车制动控制单元),TBM 通过 MVB 将列车总质量传输给 TCMS(列车网络控制系统)。

2.2 超载检测报警阈值的确定

1) 超载值的计算。根据该车型选用的基础制

动装置的性能,进行制动距离和制动盘热负荷校核计算;按照热负荷校核计算工况,技术制动盘达到允许的最高温度时的车重,此时的列车质量减去列车的整备质量就是最大允许的列车载客质量,此质量减去列车定员质量就是最大允许的列车超载质量,假设允许超载 20%。

2) 超载报警阈值的确定。首先对各种载荷进行定义。①整备载荷:车辆自重 + 砂箱内砂子质量 + 水箱内水的质量 + 必要物品(如水、食品等)质量及乘务人员(如司机、机械师、乘务员等)质量。②定员载荷:整备载荷 + 定员质量(每位乘客拟按 80 kg 计算)。③超载 20% 总载荷:超载 20% 人员后,总的车重。

考虑到车重检测误差,各车在 TCMS 上设置报警阈值为“超载 20% 总载荷 + 10% × (超载 20% 总载荷)”(根据制动距离和热负荷校核结果确定),分别设置单车和整车超载报警的阈值。

2.3 超载报警设置条件

为排除车辆运行中通过曲线等路况对空气弹簧压力值的影响,同时考虑实际情况,动态工况下不进行超载报警检测。TCMS 检测到以下条件同时成立时,进行“车辆超载报警”,提示司乘人员疏导报警车厢内的乘客。

单车/整列车超载报警条件:①列车速度 < 5 km/h;②单车的“本车实际质量”≥单车超载报警阈

值,或整列车“列车实际质量” $\geq$ 整列车超载报警阈值。

单车/整列车报警消除条件:①列车速度 $\geq 5$  km/h;②单车的“本车实际质量” $<$ 单车超载报警阈值,或整列车“列车实际质量” $<$ 整列车超载报警设置值;③司机室或乘务员室 HMI(人机界面)的相应界面按下报警取消按钮。

## 2.4 控制逻辑设计

列车在车站停靠时,因旅客上下车,会造成某些单车超载,如果所有单车均超载则会造成整个列车超载。如果超载检测报警控制系统检测到单车或整个列车超载,则会发出警报声,提醒乘务人员对旅客进行疏导,以解除超载报警。列车运行过程中,旅客很少大规模移动,基本不会造成超载情况,故该超载检测报警控制系统仅对列车静止时(列车速度 $< 5$  km/h)的载荷状态进行检测,不检测列车运行时的载荷状态。

每辆车车重作用在两端转向架的空气弹簧上,空气弹簧根据自身特性将车重转化为压力信号,该压力信号经过一个均压阀传给本车 BCU;BCU 计算出本车车重,将车重信息通过 MVB 传给 TCMS;TCMS 进行超载判断,如超出报警阈值,则将该车超载信息传给司机室 HMI 和乘务员室 HMI,同时发出报警声,提示乘务人员该车超载,需要将旅客疏导到其他人的车厢。如果 TCMS 判断所有单车均超载,报警信息则显示整个列车超载,乘务人员需要疏导部分旅客下车,改乘其他车次。超载警报不解除,列车不能起动。如果因其他原因导致误报警,司机或乘务员可以手动解除超载报警,正常开车。

### 2.4.1 列车通信网络配置设计

为了实现超载检测报警功能,在网络协议中需要设置以下信号,用于系统之间的信息交互:

1) 设置 MVB 信号。每辆车的压力传感器传递给本车 BCU 的压力信号、BCU 传递给 CCU 的每辆车的车重信号和整个列车车重信号、CCU 发送给 PIS(乘客信息系统)的单车超载报警信号、CCU 发送给 PIS 的整列车超载报警信号、CCU 发送给司机室 HMI 和乘务员室 HMI 的单车超载信息、CCU 发送给司机室 HMI 和乘务员室 HMI 的整个列车超载信息、CCU 发送给牵引控制单元(TCU)的封锁牵引信号、司机室 HMI 和乘务员室 HMI 发送给 CCU 的取消报警信号。

2) 设置 WTB 信号。实现全列和重联时超载报警信号传输。

### 2.4.2 CCU 软件逻辑设计

中央控制单元(CCU)为动车组控制的核心系统,超载检测及报警的判断逻辑和故障诊断功能均由 CCU 实现。CCU 读取列车当前速度信号来判断列车的状态,如列车处于运行状态,则不做超载诊断;如列车处于静态状态,则进行超载诊断。CCU 接收单车 BCU 和 TBM 传输的单车车重信息和整列车车重信息,并将接收到的车重信息与设定的超载报警阈值进行比较,如某个或几个单车车重超出阈值,则报出某个或某几个车厢超载的信息;如所有车均报超载或检测到整列车质量超过整列车质量报警阈值,则报出整列车超载的信息,并同时将该超载信息发送给司机室和乘务员室 HMI,以及 PIS、TCU 等,用于实现超载信息的显示、报警及牵引封锁功能。

### 2.4.3 HMI 软件设计

为了便于司机和乘务员开车前掌握各车厢载客情况,司机和乘务员需要在司机室 HMI 和乘务员室 HMI 上查看每节车厢乘客超载情况。因此,CCU 需要将每节车厢的超载信息传输到司机室和乘务员室 HMI 上,并清晰显示。

1) 图形界面。在司机室和乘务员室 HMI 上的车门信息显示界面上设置每节车厢的超载状态,如果某节车厢没有超载,该车厢对应的图标显示为绿色;如果某节车厢超载,则该车厢对应的图标显示为红色,同时发出报警的声音。

2) 诊断代码。单车和整列车超载时,司机室和乘务员室 HMI 设置故障代码“x 车超载”和“整车超载”的输出,同时伴有蜂鸣器报警。超载信号消失,报警解除。

3) 误报警隔离。为防止超载报警误报,单车或整列车报警信号在司机室和乘务员室 HMI 的相应界面设置单车和整列车超载报警取消按钮。按下报警取消按钮,可使超载报警全部取消。手动解除超载报警信号按钮由司机或乘务员操作。

### 2.4.4 PIS 软件设计

PIS 设置超载报警功能,当超载报警条件触发时,会影响 PIS 的到报站和离报站。考虑 PIS 报警方案时,应不影响现有的自动报站功能。

根据触发条件,超载报警的触发时间发生在列车进站、停站和离站的一段时间内。因列车速度从

5 km/h 降到 0 直至开门的时间非常短,此时若 PIS 收到超载报警信号并进行报警,会影响到报站语音的播报,影响乘客下车。因此,超载报警的触发时刻在列车到站后以及离站前的一段时间内,此时能够对刚上车的旅客进行有效疏导。

综上,PIS 超载报警方案为:

1) PIS 实时监测 TCMS 网络发送的超载报警信号,且不断获取当前的行车状态。

2) PIS 监测当前满足到报站条件后,为及时引导乘客下车,PIS 首先完成到站语音播报,此时会有一个乘客下车的过程,这个过程中可能会解除某些超载报警信号。到站语音播报完成,并且车内显示的到站信息滚动结束后(此时部分乘客已下车,开始陆续有乘客上车),如果 PIS 检测到有整列车超载报警信号,首先在系统总控单元(STC)程序主界面显示整车超载报警信息,然后进行整列车超载报警语音的播报,并将超载报警文本信息发送至全列车内显示器进行显示,进行超载报警提示;播报、显示完毕后仍有整个列车超载信号,则继续进行超载报警的播报与显示;若整列车报警信号解除,则恢复全列车内到站显示。如检测到有单车超载,则进行单车超载报警,处理方式与整列车超载报警相同。如果 PIS 同时检测到整列车超载报警信号和单车超载报警信号,此时 PIS 应按照整列车超载报警逻辑进行。

3) 当列车离站且速度小于 5 km/h 时,此过程还没有触发 PIS 离报站,如果 PIS 检测到整列车超载报警信号或单车超载报警信号,处理方式参见步骤 2) 的超载报警处理。

4) 当列车离站且速度  $\geq 5$  km/h 时,该条件是

触发 PIS 离报站的条件,如果此时没有报警语音播报及显示,则进行 PIS 离报站;如果此时 PIS 仍进行超载报警语音播报、内显滚动显示,则等待语音播报完毕和车内显示的本条服务信息滚动完毕后,再进行 PIS 离报站。

### 3 结语

动车组超载报警控制系统不需要增加额外的硬件设备,可以借用制动系统中压力传感器的信号,仅需要对 CCU、BCU、TCU、HMI、PIS 等系统的软件进行设置,增加相应的信号接口及通信协议,结构简单、成本低廉、功能完善,可以实现动车组超载情况的检测、显示、报警、解除误报警及封锁牵引的功能。

目前动车组超载报警控制系统还未在动车组上实施,仅完成了理论设计。下一步将在试验台上进行试验,试验台试验完成后将在现车上进行试验。通过试验台和现车上的试验,完善和持续改进设计,进一步提高系统性能。

### 参考文献

- [1] 陈海峰.重载列车车载式超偏载状态监测系统研究[D].长沙:中南大学,2011.
- [2] 李喜.重载货运列车超偏载状态监测系统研究及应用[D].长沙:中南大学,2012.
- [3] 陈士谦,冯其波.铁路列车超载偏载检测技术[J].北京交通大学学报,2003(27)3:63.
- [4] 李熙,王海涛,宗立明,等.城市轨道交通车辆乘客载荷检测方法 & 试验应用[J].铁路计算机应用,2015(24)4:39.

(收稿日期:2018-08-08)

## 优化地铁空调系统 保障疫期安全

同济大学机械与能源工程学院臧建彬教授告诉记者:“美国佐治亚州立大学科研人员发现,在室温偏低、50% 相对湿度(RH)条件下病毒失活最快。”因此,疫情期间可通过调整地铁车辆空调机组的设定,在人体可适应的范围内适当增高地铁车厢内的温度,同时将相对湿度严格控制在 50% 左右。臧建彬教授团队通过研究,提出了 3 条疫情期间地铁车辆空调的对策:一是地铁车辆空调机组增加光等离子空气净化器、紫外线等杀菌消毒装置,在列车运行过程中,对车厢内空气进行循环消毒。需要注意的是,高强度的紫外线辐射对人体有害,如果在地铁车辆通风空调系统上加装紫外线灭菌装置,必须做好装置保护措施,如提高紫外线灯管质量,防止因装置损坏泄漏紫外线照射到乘客;同时也需加强对工作人员的保护措施。此外,由于紫外线消毒方法对于照射时间和照射强度有要求,紫外灯灭菌装置至少持续开启 2 h 以上才能达到比较好的杀菌效果。如果考虑到节能和使用寿命等要求,可在未来空调设计中留出特定空间专门用于在疫情期添加空气净化和消毒设施。二是在地铁列车停运期间,在车厢内采用臭氧消毒等手段进行静态消毒,关闭新风门进行封闭式消毒,消毒后对车厢进行清洗通风。三是对车辆空调通风系统采取平疫结合的措施:疫情期间适当关闭回风阀,降低回风量,最大开启新风阀门,对于新风门自动控制系统要关闭自动调节功能。此外,还应提高空调过滤器等级,并提高清洗频率,及时更换滤网。“用大量私家车代替公共交通毕竟不是长久之计。”臧建彬教授表示,他正在发起一个学术会议,准备结合城市轨道交通车站通风系统,探讨地铁车辆空调系统在未来进行平疫结合的改进和更合理的设计。

(摘自 2020 年 5 月 13 日《上海科技报》,记者 陈怡报道)