

城轨车辆车门系统故障诊断与监测技术的研究

党金贝

北京市轨道交通运营管理有限公司 北京

【摘要】车门系统是动车及城轨车辆的重要系统，其可靠的性能及控制策略保证列车安全运行，因此有必要加强车门系统故障诊断与监测，本文介绍了城轨车辆车门系统的结构原理等，介绍了车门系统的关键技术，列举了车门系统的故障诊断方法，并结合运用环境介绍了车门在线诊断监测技术，为车门系统的检修维护提供参考，保证列车的安全运营。

【关键词】车门系统；故障诊断；在线监测

Research on fault diagnosis and monitoring technology of door system of urban rail vehicle

Jinbei Dang

Beijing Rail Transit Operation Management Co., Ltd. Beijing

【Abstract】The door system is an important system for high-speed trains and urban rail vehicles. Its reliable performance and control strategy ensure the safe operation of the train. Therefore, it is necessary to strengthen the fault diagnosis and monitoring of the door system. This paper introduces the structural principle of the urban rail vehicle door system, etc., introduced the key technology of the door system, listed the fault diagnosis method of the door system, and introduced the online diagnosis and monitoring technology of the door combined with the application environment, which provided a reference for the maintenance and repair of the door system and ensured the safe operation of the train.

【Keywords】Door system; Fault diagnosis; Online monitoring

无论在动车组还是市域、城轨的行车组织中，车门系统是涉及车辆安全的重要子系统，随着对乘客舒适度的要求提高，车门采用塞拉门的结构不仅能够降低客室内的噪音，而且能够减小车辆因进出隧道而引起的客室内气压突然变化，因此对车门的控制、故障诊断、在线监测就至关重要，以及在出现车门系统故障时的运营应急措施。

1 车门系统概述

1.1 车门结构

列车的客室侧门均为侧拉门，由门板、上部驱动装置、导向装置、锁闭装置和供气管路等组成。上部驱动装置主要包括带弱动功能的驱动气缸、吊挂装置及导向装置，驱动侧拉门的开关动作；压紧装置作用是向车外施加压力，保持侧拉门的密封；通过尼龙供风管实现车辆与侧拉门、侧拉门内部件之间的气路连接。所有车门均向车端方向打开，向

本车中心方向关闭。一般情况下，当车速达到10km/h时，车门无法集控打开；当车速达到30km/h时，压紧气缸压紧车门，并触发限位开关反馈车门的压紧状态，操作开门时，压紧无法释放；牵引工况下，任一车门打开，牵引有效信号失电，封锁牵引。

(1) 承载驱动装置

客室侧门驱动装置是由驱动电机、传动丝杆、螺母构成一个线性驱动装置。驱动装置安装在内部车体结构上，门页的运动由电机驱动丝杆来实现。螺母通过铰链、携门架与门页相连，驱动门页的运动。驱动电机采用无刷直流电机，具有长寿命、免维护的特性。

(2) 导向装置

通过滑道（呈一定的形状，实现相关的横向和纵向运动）实现门页沿设定的轨迹运动。上滑道安装在承载机构上，携门架上设置滑轮在上滑道内运

动。下滑道安装在门页上，下摆臂组件为滚轮摆臂装置，安装在车体上，与下滑道啮合，保证门页沿设定的轨迹运动。

(3) 锁闭装置

锁闭装置采用螺纹的螺旋升角小于磨擦角时螺纹具有自锁功能的原理设计而成。传动丝杆在车门关闭位置设置变升角螺杆的锁闭段，依靠自锁的原理使变升角螺杆锁住自适应螺母，即可靠的锁住了车门。当电机使变升角螺杆正、反双向转动时，使自适应螺母和车门产生与变升角螺杆轴线相平行方向同步移动，通过使自适应螺母进入与退出变升角螺杆的锁闭段来实现门的锁闭与解锁。

1.2 电路控制

车门控制系统的主要任务是：进行安全可靠的系统控制，监视车门状态，实现车门系统、列车控制及监控系统、列车信号系统等设备之间的协调配合和控制，完成与列车相关的安全连锁。电机驱动部分包含为门电机供电所必需的功率电子电路，控制门电机驱动所必需的逻辑单元接口。电机驱动部分通过将相关信息（例如电机的电流）反馈给门控单元以确保门系统持续和可靠的运行。门控器单元通过通讯接口与列车控制系统进行信息交换。门控器可传送门的不同状态信息和诊断信息。

(1) 关门条件

车门接收到来自按钮或者信号的关门指令，列车执行关门命令。

(2) 开门条件

在列车零速条件下，车门接收到来自按钮或者信号的使能指令、开门指令，列车执行开门命令。

1.3 气路控制

总风通过尼龙供风管与气路模块连接，分两路输出，一路给开关门驱动风缸供风，另一路给压紧风缸供风，开关门驱动风缸与压紧风缸任意一路漏风脱开，车门仍可保持关闭状态。当总风尼龙供风管漏风脱开时，车门无风源，无法进行开关门及压紧动作，车门处于自由状态。客室侧门采用电机驱动，通过丝杆螺母传动的方式带动门页，由顶部机构上的导向轮、上滑道以及下部摆臂组件配合导向实现门页在开启和关闭过程中的塞拉运动。

(1) 关门过程

当开关门二位五通电磁阀失电后，气缸关门侧

充风，开门侧排风，车门关闭；压紧电磁阀得电后压紧气缸充风压紧。

(2) 开门过程

压紧电磁阀失电后，压紧气缸排风，压紧装置复位，车门释放；当开关门二位五通电磁阀得电后，气缸开门侧充风，关门侧排风，车门打开。

2 车门关键技术

2.1 驱动导向技术

电控电动塞拉门：承载驱动装置由无刷直流电机驱动丝杆螺母副驱动，连接在携门架上的门扇在上导轨的引导下沿 X-Y 方向运动，实现塞拉过程。

2.2 安全锁闭技术

锁闭装置采用一把主锁与两把辅助锁组成，形成多重锁闭，保证塞拉门在车辆高速运行时的安全。主锁一级锁闭时锁到位开关由触发变为释放，提供车门锁到位信号。主锁包含二级锁闭，锁闭后实现过死点保护。在门扇处于关闭到位的位置上后，上、下辅助锁气动压紧，使门扇紧贴密封门框，辅助锁压紧到位后，触发辅助锁到位开关。过滤减压阀连接车体气源，将气源转化至合适的工作压力；电磁阀控制主锁解锁气缸及辅助锁气缸的动作，实现解锁开门和压紧锁闭。

2.3 多唇密封技术

门扇的密封主要包括八字胶条密封和周边胶条密封，周边胶条在前档处安装了敏感电阻，用于实现车门防挤压功能。门扇前档处上还安装了护指胶条，护指胶条中穿有敏感电阻，防止夹手。

3 车门系统故障诊断

门控单元具有故障诊断和信息存储功能，会对出现的故障进行自动记录和故障原因分析，同时还设置有与列车监控系统通讯的接口，列车监控系统可以及时的接收到门控单元故障诊断信息，并进行存储，同时还将在列车监控显示屏上显示出来。

车门故障诊断本着先车辆后本地、先手动后电动、先机械后电气、先软件后硬件的原则。首先调取 TCMS 记录，读取 TCMS 的故障记录，并拍照保存。注意故障发生时间、故障恢复时间、司机隔离车门时间等；然后收集故障描述，查找司机、机械师或值守人员关于故障信息的描述单，并拍照保存；其次，调取门控器记录，读取门控器的故障记录并保存。注意故障发生时车门的位置、电机电流、输

入输出状态等信息。最后调取监控录像(如有必要)如果发生无法复现的故障,可调取监控录像,确认发生故障时,客流情况和车门的动作情况。

在车门电气控制设计时,故障导向安全设计原则主要体现在以下三个方面:

在列车服务过程中,故障导向安全的原则是避免产生不希望的开门;

在列车运行(或即将运行)时,故障导向安全的原则是要保证车门系统处于关闭状态;

在紧急情况下,故障导向安全的原则是保证车门系统能够被紧急打开。

针对“故障导向安全”原则,采取的主要措施有:开门功能采取硬件(安全继电器)冗余保护,避免软件错误导致不希望的开门;当检测到车辆状态改变(车辆由静止变为运行),或者诊断出安全关键部件(如开关)故障后,立即关门,保证乘客处于安全状态;采用故障诊断技术,对安全关键部件或者关键信号进行监控,一旦出现故障,立即通报车辆及时处理(报警);其它故障出现时,可人工处理(隔离)使控制单元暂停或降级运行(隔离,只保留通信功能),以保证门系统处于安全状态;紧急解锁功能,电气控制原则上只监控,不参与控制。

4 车门在线诊断监测技术

传统门系统的维保模式需要设备定期巡检、问题需要普遍排查,统一更换易损件,不能重点维修,突发问题响应速度慢。而采用互联网、先进故障诊断等新技术可以利用物联网、互联网+技术,采集传输关键数据,对设备开展亚健康状态诊断,开展基于状态的巡检和事前维修,根据状态参数大数据分析,按需更换易损件,运营中的故障可以实时维修排查。在线监测的目的就是通过故障信息的及时上报,确保故障出现后的维修及时性;通过亚健康的预测性检修,减少显性故障,间接降低地铁运营维护成本,提高运营服务可靠性;从传统的被动维保模式转变为一种新型的主动服务模式。

车门系统在线监测的数据包括:电机电流、电机转速、电机温度、门控器输入输出端口状态、上电自检信息、故障标志位、软件及硬件版本号、车

门编号、生命信号等。车门间的以太网口采用链式连接,通过主门的以太网口将需要上传的门系统远程监控数据传给 TCMS 后再通过无线传输方式传输到地面服务器。

5 结论

车门系统是轨道交通列车的重要组成部分,同时也是保护乘客出行、保证乘客在火灾等场景下逃生的重要组成部件。本文对车门系统进行了详细的描述,介绍了塞拉门系统的关键技术,说明了现代车门系统故障的诊断思路,并且对车门在线诊断监测技术进行了详细的分析,为今后在运营维护的过程中提供了参考依据。

参考文献

- [1] 刘磊,胡洋,刘春海.动车组侧门组成结构及控制原理的设计分析[J].现代制造技术与装备,2013(02):46-47.
- [2] 李龙杰,周龙腾.CRH6A 型动车组车门系统故障分析及改进[J].铁道车辆,2019,57(05):41-42+6.
- [3] 张晓晋.高速动车组列车网络控制系统与车门子系统接口功能分析[J].铁道机车车辆,2019,39(04):21-25.
- [4] 王展新,郭建禄,李枫.城际动车组客室车门关键技术研究[J].轨道交通装备与技术,2013(04):1-4.
- [5] 张军,王建华,兆文忠.动车组车体车门设计及模态性能改进[J].大连交通大学学报,2017,38(03):17-21.
- [6] 王姣,刘雅萍.美国动车组车门通过能力与停站时间研究[J].电子制作,2016(02):15-16.

收稿日期: 2021 年 3 月 9 日

出刊日期: 2022 年 5 月 11 日

引用本文: 党金贝, 城轨车辆车门系统故障诊断与监测技术的研究[J]. 国际机械工程, 2022, 1(1): 13-15
DOI: 10.12208/j. ijme.20220004

检索信息: 中国知网(CNKI Scholar)、万方数据(WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS