

文章编号: 1000-128X(2019)03-0151-03

东莞地铁 2 号线列车车门自动防夹故障分析及改进

孙法雄, 刘 涛

(东莞轨道交通有限公司 运营分公司, 广东 东莞 523000)

摘 要: 东莞地铁 2 号线开通初期, 列车客室车门频繁出现无障碍物情况下的自动防夹故障, 严重影响了乘客服务质量。通过对门驱结构对比调查, 分析了自动防夹故障原因, 并从客室车门环境风压、结构设计及车门软件参数出发, 针对性地提出了客室风压优化、机械尺寸调整、软件参数优化等改进策略。经实践验证, 采取的措施合理有效, 基本解决了自动防夹故障。

关键词: 东莞地铁 2 号线; 地铁车辆; 电动塞拉门; 自动防夹

中图分类号: U231; U270.38⁺6

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2019.03.034

Analysis and Measures on Anti-pinching Fault for Dongguan Rail Transit Line 2

SUN Faxiong, LIU Tao

(Operation Division, Dongguan Rail Transit Co., Ltd., Dongguan, Guangdong 523000, China)

Abstract: Anti-pinching fault with no obstacles occurred frequently to the door when Dongguan rail transit line 2 initially opened, which had a bad influence on the service quality of passengers. By comparing and investigating the structure of door drive, the causes of automatic anti-clamping fault were analyzed. Based on the environmental air pressure, structural design and software parameters of door, some improvement strategies were put forward, such as optimization of air pressure, adjustment of mechanical dimensions and configuration of software parameters. Practice proved that the measures adopted were reasonable and effective, and the anti-pinching fault was basically solved.

Keywords: Dongguan rail transit line 2; metro vehicles; electric sliding plug door; anti-pinching

0 引言

地铁车辆具有运载客流量大、乘客上下车频繁等特点, 其车门数量多, 开关门动作频繁, 且与乘客直接接触, 是故障发生最多的车辆部件之一。因此, 车门系统的可靠性与运营服务质量息息相关。

东莞地铁 2 号线列车为最高运营速度 120 km/h 的 B 型地铁列车, 客室车门为双开电动塞拉门, 采用转臂式门驱机构。设计、制造和调试初期因不具备全列车 120 km/h 工况运用的试验条件, 车门可靠性不能得到充分检验, 所以 2 号线开通试运营初期, 正线频繁报客室车门自动防夹故障, 且故障率居高不下, 成为

造成列车正线晚点和下线的最主要故障因素, 严重地影响了运营服务质量。

1 故障原因分析

1.1 故障现象

根据标准 EN 14752 设计要求, 东莞地铁 2 号线列车客室车门具备零速障碍物检测和防夹功能^[1], 即当车门在关门过程中受到 25 mm × 60 mm 及更大障碍物的阻挡时, 根据电机电流大小和位置监控^[2], EDCU(电子门控单元)给出持续 0.5 s、大小为预先设定的最大控制关门力(150~300 N)关门, 之后打开单边 200 mm、双边 400 mm 的开度并停止 1 s, 然而再次关闭车门, 若连续关闭 3 次仍激活障碍检测, 车门自动完全打开。

收稿日期: 2018-03-19; 修回日期: 2018-09-11

然而,列车在正线车站正常关门过程中,发现单个车门在没有受到障碍物阻挡时,也会自动激活防夹功能,甚至在自动防夹关闭无效后,车门自行打开,驾驶员手动切除,造成该车及后续列车晚点。

1.2 故障原因

东莞地铁2号线列车客室车门携门架通过转臂安装在长导柱上,摆臂式门驱机构依次通过电机、联轴节、丝杆导向机构、长导柱、上导轨、转臂、携门架带动门页在车长方向移动^[3],并保证在开/关门过程中门页与车体平行。其中转臂的主要作用是为门页提供车宽方向的运动导向,以完成客室车门塞拉动作,但转臂在摆动塞拉过程中,门页重心会出现非线性运动变化,并不可避免地在车宽方向产生晃动,如图1所示。而在常规长短柱式门驱机构(如图2所示)中,携门架组件、门页和长短导柱直接刚性配合连接,车门在塞拉过程中,只做横向和纵向线性平动位移,没有垂直方向的重心位移。

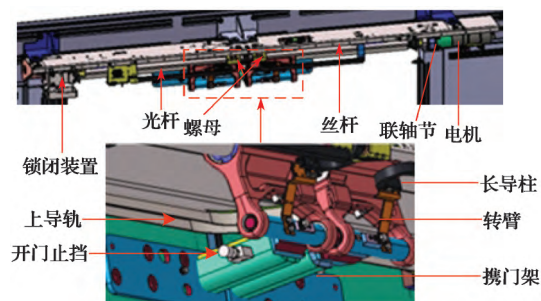


图1 摆臂式门驱机构

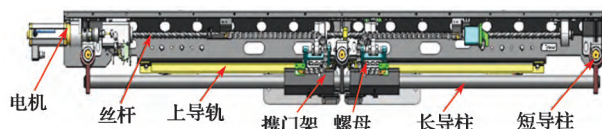


图2 长短柱式门驱机构

因此,相比长短柱式门驱机构,东莞地铁2号线列车采用摆臂式门驱结构的门页,门页下部的摆动量更大,在车门关闭过程中,门页受风压阻力、锁定槽运动干涉、左右侧门行程开关触发同步性、车门机械尺寸精度等影响更大,对车门运动状态监测及控制精度要求更高。

2 应对措施

2.1 调整客室风压

车门在关闭瞬间,受列车客室和隧道风压压差影

响,时常出现因风压造成车门无法关闭现象。经试验测试,在AW2及以下载荷,客室新风阀保持在30%开度,此时测得车内正压为49.2 Pa。在保持回风阀开度不变条件下,新风阀开度调整为15%,车内正压为30.2 Pa,均满足东莞地铁2号线列车技术规格书要求的30~50 Pa范围。

为进一步降低空调风压对关门自动防夹的影响,在满足客室总风量、正压力和保证列车在运行时新风阀开度不变的前提条件下,对客室空调进行了2点优化:一是优化列车到站后新风阀开度,即当空调接收到零速及开门信号后,将新风阀开度调至15%,当空调接收车门关闭状态信号后,重新依据载客信号调整新风阀开度到合适的挡位;二是对客室空调新风控制继电器进行升级改造,将RXM2AB2D型继电器换为LC1D09B型L接触器,将电气寿命提高了400倍,满足控制新风门正常运行的触点容量需求。

2.2 优化车门机械尺寸

2.2.1 门槛锁定槽结构优化

为防止列车高速运行时车门门页在隧道内外压差作用下外摆侵限,客室塞拉车门门页下方设置下挡销和门槛锁定槽。但2号线客室车门塞拉运动关闭时,门槛锁定槽与下挡销存在碰撞干涉,产生较大摩擦力,导致门控系统误判车门检测到障碍物防夹。所以对门槛锁定槽尺寸结构方案进行优化,具体为:下挡销与锁定槽出入口位置圆弧度由原来的 $\pi/3$ rad提高至 $5\pi/12$ rad;优化变更后,再对所有下挡销尺寸进行了优化调整,确保锁定销端部与锁定槽表面间隙为2~3 mm,锁定销与锁定槽侧面间隙为1~2 mm,如图3所示。

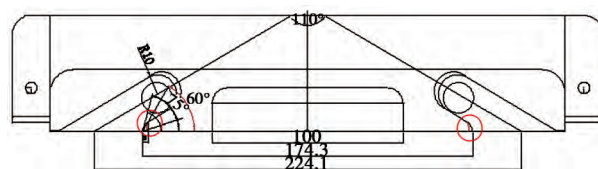


图3 门槛锁定槽优化方案

2.2.2 行程开关触发标准优化

S1和S2行程开关用于车门状态监控,若触发不一致直接会导致车门自动防夹。经过对多个故障车门数据分析确认,故障车门检查标准应改为手动关门检查行程开关触发同步,行程开关触发后,剩余行程为2~3 mm的尺寸标准(见图4)。



图4 优化行程开关尺寸标准

2.2.3 平衡轮调整标准优化

平衡轮作用是防止任何可能的侧向移动力使车门偏移,车门关闭过程中一旦受过大的平衡轮压力,而门页无法克服压力,将造成车门检测障碍物自动防夹。经现场多轮次数据分析与测验,认为在原检查标准上

应增加平衡轮轴台阶与压板台阶间隙 1~2 mm 的尺寸标准 (见图 5)。

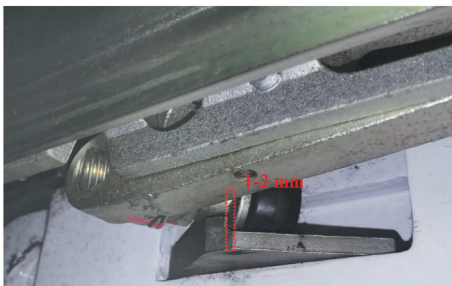
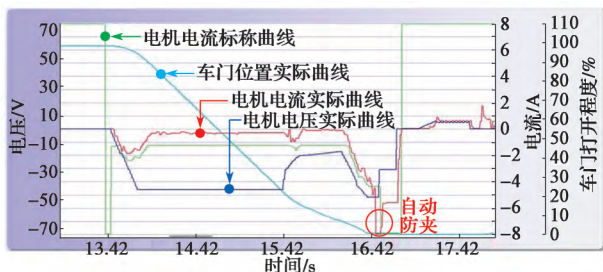


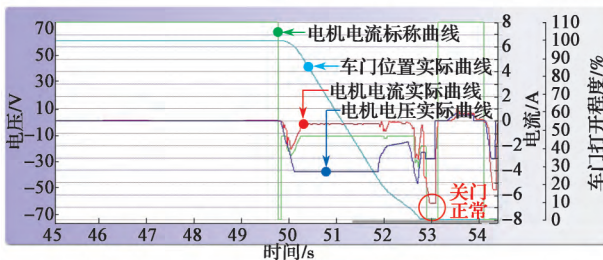
图5 优化平衡轮尺寸标准

2.3 优化车门软件参数配置

车门关闭过程中, 通过电机电流、时间/位移信号监控障碍物防夹, 如有以下条件之一产生都将发生自动防夹故障: ①车门实际电流超过标称电流, 且持续时间超过限定时间; ②门位置传感器检测车门未在规定时间内通过规定距离。通过分析客室车门防夹控制逻辑原理, 结合东莞现场实际使用状况, 制定了软件优化参数调整方案: 标称电流系数由 20 调整为 40, 电流标称值持续时间由 120 调整为 150 (单位为 ms), 单位距离允许通过时间由 10 调整为 20 (单位为 100 ms)。软件参数优化后, 采集关门曲线如图 6 所示, 自动防夹故障明显改善。



(a) 参数优化前自动防夹关门曲线



(b) 参数优化后正常关门曲线

图6 客室车门关门曲线

3 效果验证

东莞地铁2号线于2016年5月投入载客试运营, 客室车门自动防夹故障频发, 车门故障率一度上升至 18.5 次/ 10^5 km。经过为期半年的故障整治后, 正线车门故障率不断下降, 截至2017年底趋于稳定在 $0.4 \sim 1.7$ 次/ 10^5 km 的较低故障率水平。2018年头2个月 (见图7), 正线车门故障率已连续2月保持为零, 自动防夹故障得到了解决。由此表明, 故障措施合理、有效, 保障了运营服务质量。

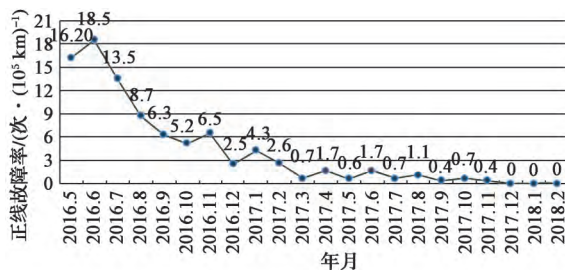


图7 车门正线故障率

4 结语

地铁车辆的车门自动防夹故障涉及多方面原因, 东莞地铁2号线在车辆检修实践中不断探索, 从各环节进行故障调查与探究, 找出了车门故障客观原因, 并采取了如优化客室风压、车门机械尺寸、车门软件参数配置等改善措施。经实践检验, 确认自动防夹故障基本消除, 改造效果良好。

参考文献:

- [1] IFE 公司. Door Function Description (DDRLE20534E03_02)[G]. 青岛: IFE 公司, 2014.
- [2] 包佳健. 车门控制技术规范[S]. 南京: 中车南京浦镇车辆有限公司, 2013.
- [3] 荣军. 客室门技术规范[S]. 南京: 中车南京浦镇车辆有限公司, 2013.

作者简介: 孙法雄 (1986—), 男, 硕士, 工程师, 现从事轨道交通车辆运维技术管理工作。