

北京地铁 10 号线门控器专用检修平台的设计

刘 博

(北京市地铁运营有限公司地铁运营技术研发中心, 102208, 北京//工程师)

摘 要 对北京地铁 10 号线门控器检修现状进行调研,利用主流门控器检修技术手段,设计并开发了一套适用于北京地铁 10 号的门控器专用检修平台。阐述了该平台的故障诊断、检修、三防处理及性能测试等。研究成果有助于提升门控器自主化检修水平。

关键词 地铁; 车辆; 门控器; 检修; 故障诊断

中图分类号 U270.38*6

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.01.039

Design of Specialized Maintenance Platform for the Door Controller of Beijing Metro Line 10

LIU Bo

Abstract Based on an investigation of the current status of Beijing metro Line 10 door controller maintenance, a specialized maintenance platform adapted to Beijing metro Line 10 door controller is designed with the mainstream door controller maintenance technology. In this paper, the fault diagnosis, maintenance, security and protection measurements as well as performance testing are elaborated. Research results contribute to the improvement of door controller autonomous maintenance level.

Key words metro; vehicle; door controller; maintenance; fault diagnosis

Author's address Operation Technology Center of Beijing Subway Co., Ltd., 102208, Beijing, China

北京地铁 10 号线一期车辆门控器已经使用 8 年以上,10 号线二期车辆门控器也已经使用 4 年以上。随着使用时间越来越长,城市轨道交通车辆门控器电子系统元器件开始出现老化、性能降低等现象,门控器故障率呈逐年递增趋势,由门控器故障导致的车辆封门及晚点等问题也日益增加。现阶段,国内地铁车辆门控器的维修、试验和检测工作,大多外委厂家进行。受厂家的技术能力和维修能力限制,经常出现门控器重复修问题和备品供应不足问题。本文所研究的门控器自主化检修平台,可

有效缓解北京地铁门控器无法自行维护检修的问题。

1 门控器检修平台的系统架构

城市轨道交通车辆门控器的检修是一项系统性的工作,需对检修平台的整体结构及主要功能进行把控,以便可以保证门控器功能的完整及操作的安全。门控器检修平台设计基于车门检修工作的需要,结合车门故障分析判断,结合门控器芯片级维修,能实现对门控器进行深度维修^[2]。门控器检修平台具体架构如图 1 所示。

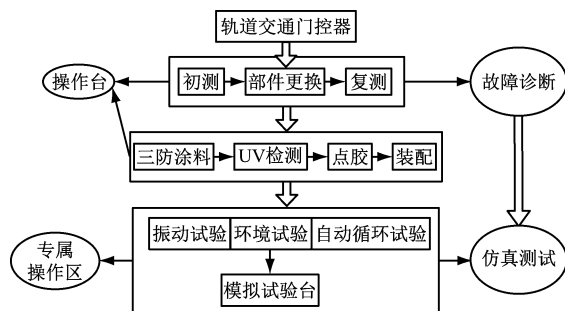


图 1 门控器检修平台架构

由图 1 可见,门控器检修工作主要分为故障检修、三防处理及性能测试等 3 个部分。

1) 故障检修:首先,要在操作台进行拆解与清理;待清理工作完毕后,诊断门控器故障类型,并采用 Fluke 190-202 型示波器及 Fluke -115C 型万用表进行故障点检测,进而发现短路或断路位置及信号异常点;最后,针对故障情况,制定维修策略,进行部件更换或整板更换。如部件更换,还应对更换部位进行复测。待复测结果正常后,方可进入三防处理工作。

2) 三防处理:当板卡复测完毕后,需对板卡喷涂荧光三防漆,以确保线路板及其相关部件免受环境侵蚀;喷涂完后需用 UV(紫外线)照射涂层,以确保检查涂层全面覆盖板卡;之后,采用-983A 型

RT 自动点胶机,需结合小型空压机进行关键部位点胶处理,以确保表面光滑、绝缘;最后,装配门控器板卡。

3) 性能测试:为确保板卡在不同工况下的性能稳定,要进行性能测试。性能测试对静电防护及温湿度控制有严格要求。所有操作员或工作人员必须经 ESD(Electro-Static discharge, 静电放电) 测试合格后,方可进入工作区域^[3];操作员在作业时,佩戴防静电手环,才可拿取电路板进行作业^[4]。性能测试要求温度为 20 ~ 30 ℃,湿度为 30% ~ 60%^[5],需使用专用设备控制环境的温湿度,保持温湿度恒定,并使工作环境满足防静电性能要求。

2 门控器自主检修平台的性能试验

为验证门控器是否符合要求,需对门控器进行振动试验、环境试验及自动循环试验。

2.1 门控器振动试验

根据 GB/T21563—2018《轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验》和 GB/T25119—2010《轨道交通 机车车辆电子》,首先,进行同一方向进行增强随机振动量级的寿命试验,每个方向各 5 h,合计 15 h;然后,做冲击试验,每个方向正、反各冲击 3 次,合计冲击 18 次;最后做功能性随机振动试验,按 B 级试验等级设置振动的频率及振幅等参数进行试验,每个方向通常不少于 10 min^[6]。试验结果应符合规范相关要求。

2.2 门控器环境试验

根据北京地铁企业标准,门控器工作环境温度 为 -25 ~ +40 ℃,电器柜内部空气温度为 -25 ~ +45 ℃。但实际上,电器柜内部的空气温度可能为 -25 ~ +70 ℃。根据装置的布置及通风方式,门控器性能试验的温度如表 1 所示。

表 1 环境试验温度控制表

试验类型	温度/℃	相对湿度/(%)	试验时间/h
高温试验	70 ± 3	85 ± 3	6(循环)
低温试验	-25 ± 3		2
低温存放试验	-40		16
交变湿热试验	55,25	不小于 5	48

表 1 中的各项试验条件应满足 GB/T2423. 1 《电工电子产品环境试验》的相关规定,在相关试验条件下的主要功能测试结果应符合 GB/T 25119—2010《轨道交通 机车车辆电子装置》的规范要求。

2.3 门控器自动循环试验

正线运营车辆的门系统和门控器在维护、改造及检修后,需要对整个门系统进行千次开关门试验。门控器检修平台采用 KNB-T008 自动循环试验仪作为开关门专用试验器具。该试验仪既可在车辆试验中使用,也可配合台架机构在实验室进行开关门试验。

自动循环试验连接组成示意如图 2 所示。KNB-T008 自动循环试验仪主要连接 5 路信号,其中 110V 供电信号为电源信号, OPEN-DOOR 输出信号为集控开门信号, CLOSE-DOOR 输出信号为集控关门信号。KNB-T008 自动循环试验仪可以模拟 TMS(车辆设备管理系统)发出集成开门信号和关门信号,并且检测车辆的绿色环线输出端信号,监测整列车门在开关过程中的动作正确性和连续性。

若千次试验未出现故障报告,则表明门控器板卡性能合格;若出现故障报告,则监测平台将根据故障类型回到故障诊断阶段,重新进行检查与修正。

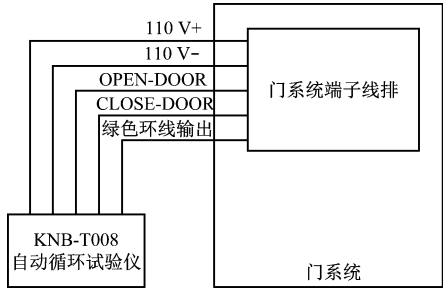


图 2 门控器自动循环试验信号线路示意图

3 门控器板卡检测

3.1 程序烧录

将直流稳压电源的电压调整到 110 V,把所有测试工艺设备和门控器连接,通过 RS-232 标准接口将电脑和门控器板卡连接。门控器板卡上电,读取程序版本,即可进行程序烧录

3.2 软硬件测试

3.2.1 电源模块输出电压的检测

门控器板卡上电后,其电源指示灯会点亮。门控器检测平台启动完成后,用示波器或万用表测试电源模块的输出电压是否正常。

3.2.2 输入回路电路检测

检测输入信号的工作面板如图 3 所示。

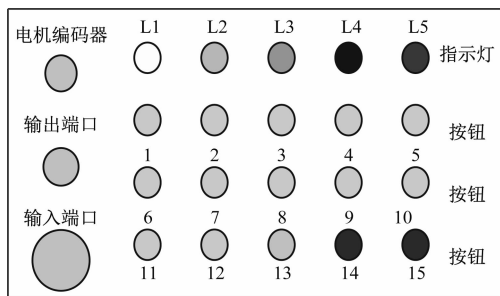


图3 检测输入信号的工作面板

当按钮2保持按下状态时,用图3中按钮1的电压应为低电平($<0.4\text{ V}$);松开按钮2后,按钮1的电压应为高电平($3.60\sim 5.05\text{ V}$)。依次按下各按钮,同样进行测试。

3.2.3 输出回路电路检测

按门控器板卡上的复位按钮,使门控器板卡复位后进入测试状态,即可进行输出回路电压检测。每路信号输出回路的正常工作电压应为 $108\sim 110\text{ V}$ 。

3.2.4 电机驱动回路电路检测

在测试状态下,按一下按钮3,电机开始正转,用示波器测试信号强度和按钮3的电压。按一下按钮4,电机开始反转,用示波器检测此时的信号强度和按钮4的电压,测出的电压范围为 $11.7\sim 12.0\text{ V}$ 。把示波器的电压调为 5 V ,示波周期调为 $100\mu\text{s}$,然后用示波器检测上述两个按钮的PWM脉冲信号波形(见图4)。编码器回路检测步骤与此一致。

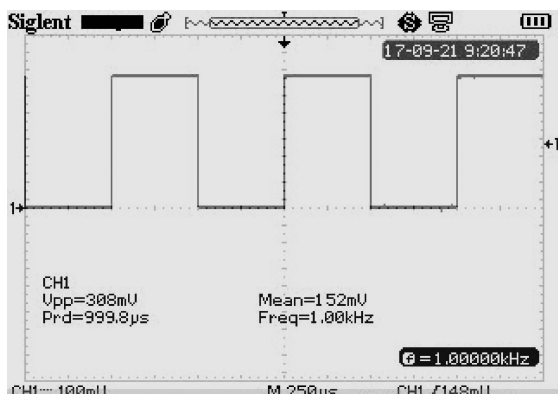


图4 电机驱动回路PWM脉冲信号波形截图

3.2.5 通信电路回路检测

把电路板通过通信测试线和模拟TMS连接起来,上电后,观察电路板上的数码管小点和TMS上数码管显示的数字是否均匀闪烁。

3.3 电源适应性检测

将直流稳压电源的电压依次调整到 77 V 和

132 V 时,按照软硬件测试步骤,检测门控器板卡工作是否正常。

3.4 整机测试

门控器外壳表面应干净,无污渍,标签按图纸位置粘贴,无起边、鼓包、破损,插件没有破损,断裂,保证接触可靠。将直流稳压电源的电压调整到 $\text{DC } 110\text{ V}$,检验门控器所有功能工作是否正常。把门控器通过通信测试线和模拟TMS连接起来,上电后,观察门控器上的数码管小点和TMS上数码管显示的数字是否均匀闪烁。

3.5 实例检测结果

通过上述检测方法对北京地铁10号线某批次门控器板卡进行检测。检测结果显示,该批次门控器各项指标正常,可以用于正线运营。

4 结语

本文研究的地铁门控器专用检修平台,立足于北京地铁目前所面临的门控器老化、故障率高、检修周期长以及花费高昂等问题,设计了一套具备门控器故障诊断与维护修理功能的一体化检修平台,该平台可根据常见故障类型实现故障的初检与复检,可进行振动试验、环境试验、自动循环试验等一系列验证门控器稳定性与安全性的试验。经实践验证,本文所设计的门控器检修平台可满足北京地铁目前对门控器检修的需要,还可推广到其他运营线路检修中,进而有效提升门控器自主检修能力。

参考文献

- [1] 中铁电气化有限公司. 城市轨道交通设备系统综述[M]. 北京:中国铁道出版社,2012:174.
- [2] 董军哲,杨建伟,黄强. 基于GO法地铁车辆客室车门可靠性评价[J]. 城市轨道交通研究,2013(4):28.
- [3] 国际电工委员会(IEC). 静电 第5-2部分:因静电现象电子设备的防护 用户指南:IEC TR 61340-5-2:2007[S]. 日内瓦:国际电工委员会,2007.
- [4] 何积浩,高志良,季启政,等. IEC 61340-5-1:2016《电子器件的静电防护-基本要求》标准解析[J]. 标准科学,2018,(7):170.
- [5] 赵俊萍. 芯片制造工艺中的静电放电(ESD)及其防治对策研究[D]. 上海:上海海运学院,2003.
- [6] 刘尚合,谭伟. 静电防护研究与进展[J]. 物理,2000,29(5):304.
- [7] 卢明胜,张晓光,王建甫. ESD(静电放电)与连接器ESD防护技术[J]. 机电元件,2013,33(5):9.
- [8] 李瑾. 静电测试与静电防护[J]. 品牌与标准化,2016,(3):65.

(收稿日期:2019-03-23)