

# 轨道交通车辆智能检修系统设计研究

宋 阳\*

北京市地铁运营有限公司运营三分公司 北京 100082

**摘要：**轨道交通车辆内部结构复杂、运转负荷较高，相关的检修工作也承担着较大的压力。将应用于轨道交通车辆的检修工作可以最大程度上加快数据分析速度，实时下达检测结果，对于车辆装备的现代化、推进轨道交通数字化建设有着不可替代的重要意义。尤其是在计算机技术与移动互联网技术快速发展的大背景下，轨道交通车辆检修系统必定会朝向网络化、智能化的方向发展，做好网络结构和智能检修系统的设计工作是实现轨道交通车辆检修智能化的必要手段。本文对轨道交通车辆智能检修系统设计进行研究。

**关键词：**智能检修；轨道交通；通信设计

**DOI：** <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0307-33>

## 1 轨道交通车辆智能检修系统的整体功能结构

轨道交通车辆本质上是一种分散式动力车，其内部安装有大量相互耦合的复杂部件，相关的检修对象主要为车辆中的电气设备，比如司机控制器、高速断路器以及牵引电机等。车辆智能检修系统可以帮助各岗位工作人员及时了解相关的技术标准和工作内容，提高检修工作效率。本次研究所设计的智能检修系统功能结构如图1所示。

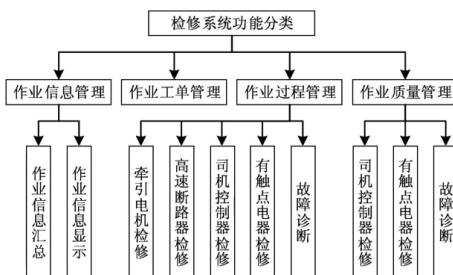


图1 车辆智能检修系统总体功能结构

## 2 轨道交通车辆智能检修系统的网络设计

### 2.1 系统网络结构

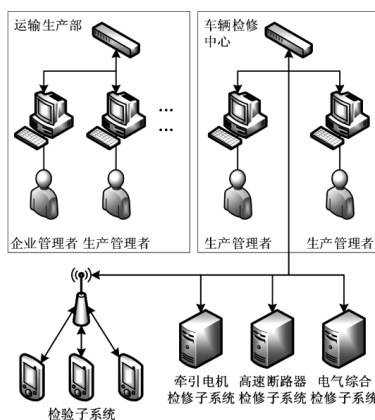


图2 车辆检修系统整体网络结构

\*通讯作者：宋阳，1980.1，汉，男，北京，北京市地铁运营有限公司运营三分公司，人力资源部副部长兼培训中心主任，中级工程师，在读硕士研究生，研究方向：人力资源部培训管理、城市轨道交通车辆检修。

本次研究所设计的车辆检修系统整体网络结构如图2所示，该网络由4G网、局域网和广域网所构成，采用星型网络结构，检修车间与公司总部之间通过光纤实现网络连接。在此基础上将牵引电机检修程序、高速断路器检修程序、电气综合检修程序等功能模块写入云端服务器中，实现数据资源的统一处理，节点终端设备的计算资源<sup>[1]</sup>。

### 2.2 数据实时传输方案

轨道交通车辆智能检修系统所使用的车辆维修数据资源来自于前端电气传感器，而由传感器所生成的各项数据需要通过实时的数据传输体系发送给集成各个子系统的云端服务器，因此做好数据传输设计工作对于整个系统的稳定运行将起到十分关键的作用。通常情况下，车辆检修系统需要基于ICP/IP协议族选取一些相对简单的UDP协议，可供选取的通信协议主要为TCP和UDP两种。其中TCP协议的性能优势在于数据传输相对可靠，缺点在于实时性不够理想并且实现起来较为复杂；UDP协议的性能优势在于实时性较强，实现起来相对简单，并且支持组播和广播，缺点在于数据传输可靠性较差，但可以通过增加握手通信环节、改进UDP通信的方式加以解决<sup>[2]</sup>。

### 3 轨道交通车辆智能检修子系统设计

轨道交通车辆智能检修系统中所含有的各个子系统均封装在云端服务器中，并通过数据传输网络实时接收来自前端传感器的车辆维修数据资源，并将数据处理结果发布给管理单位所持有的客户端设备。本次研究所设计的智能检修系统包含牵引电机检修子系统、高速断路器检修子系统和电气综合检修子系统三个部分，本文将详细介绍牵引电机检修子系统的设计方案，该子系统的主电路设计如图3所示。

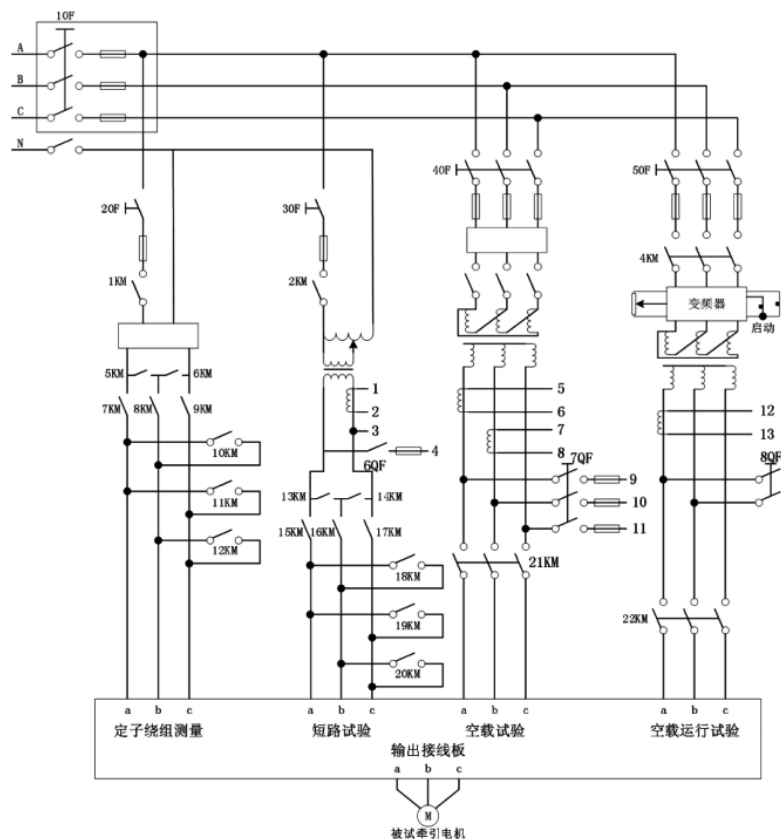


图3 牵引电机检修子系统原理图

#### 3.1 电阻测量

##### 3.1.1 绕组对地和相互间绝缘电阻的测量

在针对轨道交通车辆中的牵引电机设备进行检测时，首先需要断开设备电源，通过绝缘电阻测量仪来测量电机的各项绝缘电阻。该项检测的主要目的在于避免接地电阻过大导致无法将电流导入大地，或避免防止绝缘电阻过低导致漏电。本次研究通过内置有充电器的绝缘电阻测量仪来测量电机的各项绝缘电阻，该仪器可以在使用后自动放电，同

时可以借由RS-232接口连接工控机,测试范围为0~5TΩ,绝缘电阻测量精度为±5%。在对牵引电机进行测量之前首先要将电源切断,并进行3~5min的短路接地放电,确保设备中的残余静电荷充分消除以避免误差<sup>[3]</sup>。

### 3.1.2 绕组的直流电阻的测量

由于牵引电机运行功率较大,定子绕组阻值相对较低,因此需要在避免电阻值受仪器导线影响的情况下进行测试与计算,并通过高精度电阻测量仪来对定子绕组的电阻Ra、Rb、Rc进行测定。在依次连接各相的绕组端头后,只有a、b、c三个端子裸露在外,分别测量Rab、Rbc、Rcd三个引出端之间的电阻<sup>[4]</sup>。

### 3.2 短路检测

针对牵引电动机所进行的短路检测的基本原理为,在转子短路并且固定不动的情况下,为定子绕组导入电压,并对该状况下的输入功率、电流和电压进行测量。所导入的电压通常为额定电压的15%~30%,定子电流在该状况会增加至额定电流值。在导入电压的过程中,系统应当自动限制定子电流,确保定子电流值低于定子额定电流的2倍<sup>[5]</sup>。

根据图3可知,本次研究通过单相电源法来进行短路实验,该方法具有便于现场应用、故障相别、判断绕组局部故障等优点,并且设备简单,可省去制动转子等操作,大幅简化了操作流程。另外,该环节检测所需要的高压电源由单相变压器和单相调压器提供<sup>[6]</sup>。

## 4 结束语

本文详细介绍了轨道交通车辆智能检修系统的设计策略,阐述了该系统的基本功能结构和网络连接方案,并在此基础上详细介绍了牵引电机检修子系统的数据分析逻辑以及数据处理方法。在未来的研究工作中,还应当进一步加强该系统在客户端设备上的图形化设计,提高该系统的人机交互水平,进而实现对于各项检修工作的可视化控制。

### 参考文献:

- [1]张强,杨峰,张宝.列车智能障碍物检测系统在北京新机场线全自动运行中应用的研究[J].铁道机车车辆,2019,39(6):114-118.
- [2]陈波.机车车辆和列车检测系统兼容性标准制定历史及若干问题分析[J].铁道标准设计,2020,64(3):170-177,182.
- [3]方恩权,覃杰,耿立立.基于神经网络的列车轮对尺寸在线检测系统跟踪校正方法[J].机车电传动,2019,(4):136-140,149.
- [4]朱方勇.智能检测机器人在动车运用所检修库内的可行性应用[J].中国高新科技,2018,(20):117-120.
- [5]侯涛,张志腾.改进Canny算子在列车车轮踏面损伤检测中的应用[J].铁道科学与工程学报,2018,15(8):107-108.
- [6]张子亮.CRH2A(2C)高速综合检测列车轨道几何检测系统电磁兼容性研究[J].中国铁路,2017,(10):245-248.