

一种地铁列车车载弓网检测系统的设计

郭 飞

太原中铁轨道交通建设运营有限公司 山西太原 030002

摘要: 弓网系统作为城市轨道交通牵引供电系统最重要的关键供电设施之一, 其运行安全直接关乎城市轨道交通的运营安全。本文提出了一种适用于城市轨道交通电客车车载的弓网检测系统, 该装置集成弓网燃弧检测、弓网运行状态检测、弓网接触点温度检测、接触网几何参数检测于一体的动态检测装置, 并介绍了关键技术特点, 包括基于微弱紫外光探测原理的弓网燃弧检测技术、可溯源的超限弓网运行状态高清监测技术、基于热成像技术的非接触式温度检测技术、基于机器视觉的非接触式接触网几何参数检测技术以及基于MVB总线的定位技术, 可实现对弓网运行状态进行全面检测, 从技术实现角度确保地铁线路的运营安全和效率。

关键词: 城市轨道交通; 智能运维; 弓网系统; 检测

Design of an On-board Pantograph-catenary Detection System for Subway Trains

GUO Fei

Taiyuan China Railway Rail Transit Construction and Operation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi 030002

Abstract: As one of the most important key power supply facilities of urban rail transit traction power supply system, pantograph-catch system, its operation safety is directly related to the operation safety of urban rail transit. This paper proposes a pantograph-catenary detection system suitable for urban rail transit electric passenger cars. The device integrates pantograph-catenary arcing detection, pantograph-catenary operating state detection, pantograph-catenary contact point temperature detection, and catenary geometric parameter detection. The detection device is introduced, and the key technical characteristics are introduced, including the pantograph arcing detection technology based on the weak ultraviolet light detection principle, the traceable high-definition monitoring technology of the overrun pantograph and catenary operating status, the non-contact temperature detection technology based on thermal imaging technology, The non-contact catenary geometric parameter detection technology based on machine vision and the positioning technology based on MVB bus can realize the comprehensive detection of pantograph and catenary operation status, and ensure the operation safety and efficiency of subway lines from the perspective of technical implementation.

Keywords: Urban rail transit; Intelligent operation and maintenance; Pantograph and catenary system; Detection

1 概述

受电弓-接触网系统(简称弓网系统)作为城市轨道交通牵引供电系统最重要的关键供电设施之一, 是运营电客车与接触网基础设施相互耦合、相互作用的复杂非线性系统, 其运行安全直接关乎城市轨道交通的运营安全。受电弓状态视频监控装置能够有效的保障地铁车辆运营安全。

本装置是集弓网燃弧检测、弓网运行状态检测、弓网接触点温度检测、接触网几何参数检测于一体的动态检

测装置。装置具有能够在电客车正常运行时, 自动实现弓网燃弧、弓网运行状态、弓网接触点温度、架空接触网几何参数的实时、动态检测, 可快速有效的发现接触网或受电弓异常状态, 自动记录并提供缺陷位置、缺陷种类、故障等级等相关信息, 并能将视频信息通过维护终端进行回看和下载, 且控制中心可以调用查看相关视频信息; 从而有效地指导各维修部门快速对弓网系统进行维护。

装置具有四大特点, 分别为:

(1) 兼容性高: 适应柔性接触网和刚性接触网同时

检测。

(2) 全方位检测: 全方位检测弓网关系和接触网状态, 如接触网动态几何参数以及弓网关系动态参数。

(3) 及时性强: 当检测到故障时, 及时报警, 运营维护部门能第一时间掌握故障信息。

(4) 自动化强: 无人干预即可随列车运行正常运行装置, 具备不间断运行的功能。

2 技术特点

2.1 弓网燃弧检测技术——基于微弱紫外光探测原理

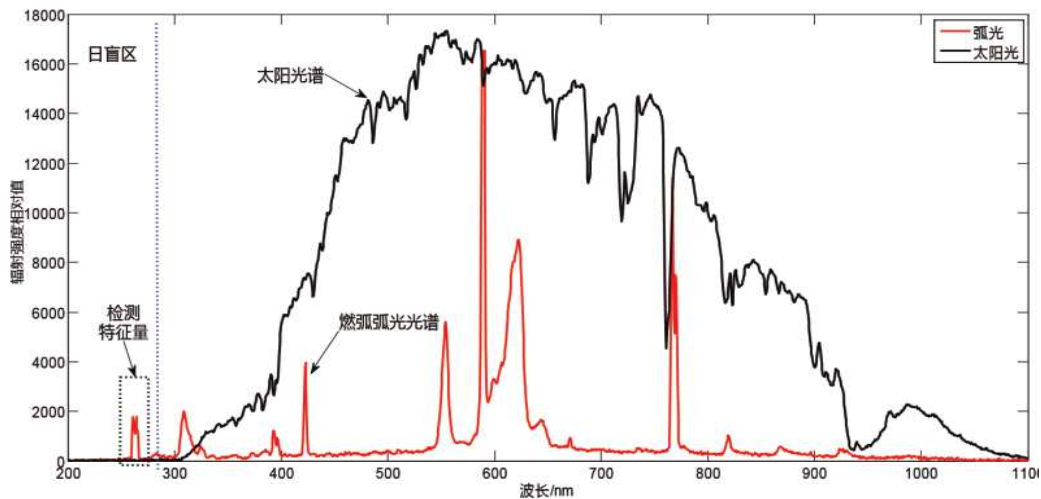


图1 弓网燃弧特征波段

2.2 可溯源的超限弓网运行状态高清监测技术

弓网视频检测与检测装置里程信息同步, 能够在图像上叠加检测数据, 视频图像能实时存储。具备指定里程范围内的指定时间或空间间隔图像导出功能。支持故障点前后5秒的影像记录保存。



图2 实际运行图像

2.3 基于热成像技术的非接触式温度检测技术

目前现有的温度检测有两种方式, 分别为接触式检测温度和非接触式检测温度。其中, 接触式检测温度主要通过温度传感器来实现。非接触式检测温度主要通过红外热像仪实现。基于运营车运行的特殊环境, 选用非

基于受电弓的抬升高度以及拉出值的变化范围选定拍摄范围, 同时选定合理的滤光片、紫外镜头及紫外传感设备用于捕捉弓网燃弧辐射出特定谱段的紫外光, 进而达到准确检测弓网燃弧的目的。依靠弓网燃弧光物理特性, 综合应用光学技术, 提出了一种非接触式紫外光电传感检测弓网燃弧的实时在线检测方法, 精确地获取了表征弓网燃弧的特征指标 (特征波段 220nm ~ 225nm 或 323 ~ 329nm, 如图所示), 本方法克服了日照光源、太阳光等干扰因素, 能在全天候实现在线检测。

接触式检测方案, 即采用红外热像仪实现, 像素不低于 384*28。其基本检测原理为: 通常高于绝对零度的物体都会辐射红外能量, 根据斯忒藩-玻尔兹曼定律, 通过对红外热像仪器进行绝对温度的标定, 就可利用它探测弓网区域温度。

2.4 基于机器视觉的非接触式接触网几何参数检测技术

非接触式接触网几何参数检测技术, 主要采用高精度结构光检测技术, 实现接触网几何参数高精度、实时检测。激光器与检测相机安装于车顶中央同一水平面内, 激光器垂直向上补光, 相机以一定角度倾斜安装并捕获接触线。激光平面与接触线截面相交后, 会在接触线 (汇流排) 上形成一条高亮的接触线激光轮廓曲线。面阵相机与激光平面呈一定角度, 拍摄接触线激光轮廓图像, 并将其传输给数据处理模块 (主机), 完成接触线轮廓图像中激光光条中心提取, 借助图像识别、分析、处理等技术进一步提取接触线在图像位置坐标, 并通过查表法 (标定数据) 将接触线图像位置坐标还原为目标所成像对应的位置坐标, 进而计算接触线导线高度及拉出值。

2.5 基于MVB总线的定位技术

综合定位系统由MVB机车信息采集设备组成,综合定位系统将其识别的速度信号,并结合下一站、开关门等信息定位检测数据。

车顶各检测设备模块将采集到的目标信息进行预处理,并将预处理结果通过千兆以太网方式传输至车内数据处理模块;数据处理模块对信号进行多重调制滤波、分析计算,并对各处理模块与综合定位信息数据进行实时融合,把得到的弓网燃弧、弓网运行状态视频、弓网接触点温度、接触网几何参数)等数据同步实时存储致数据管理存储模块,同步的数据处理模块将分析本次检测的报警信息;最后,通过无线传输模块将报警信息发送至地面服务器。

3 主要功能

(1) 检测监测功能:能在接触网带电状态下,实时、在线、高精度检测弓网燃弧参数,包络燃弧强度、燃弧时长、燃弧率等;实现弓网运行状态高清成像,包括全线路、全天候工况下的视频监控,监视受电弓及羊角有无缺口、损伤、异物等,并及时报警;监测弓网接触温度包括检测弓网接触点温度,温度过高自动告警;检测接触网几何参数,包括拉出值、导线高度、接触线高低差、导线坡度等。

(2) 自检功能:自动检测与串口通讯、传感器状态以及监测软件运行状态。

(3) 控制功能:可实现全程无人工干预,具备上电自启动功能。

(4) 字幕合成功能:形成的录像视频上能显示区间(站)、里程、锚段号、定位点号、接触网导高和拉出值、燃弧时间、行车速度等信息。

(5) 数据存储功能:采用进行数据保存,可以实现硬盘插拔更换,采用先进先出原则保存。

(6) 数据处理功能:对收集到的信息进行储存、对

比、分析和管理,当出现异常数据时能自动分析故障程度、危险级别。

(7) 数据传输功能:能通过4G/5G无线传输模块,将检测超限数据及其前后5s范围内视频上传到运营维护部门管理中心。

(8) 车载及地面服务器管理功能:跟踪过程中的报警数据进行查询、统计、分析、管理。能独立全实时录像,检索回放,录像查询、下载等功能;可显示系统报警事件发生的准确地点及时间;自动记录事件发生时刻前后时间段的视频。

4 结语

未来城市轨道交通智能运维系统将以提高机车运营可靠性、行车安全性、检修效率和检修质量,降低人员投入和减少管理成本为目标,为车辆安全运营提供保障并实现“状态修”,而以地铁车辆为载体搭载弓网监测系统执行弓网系统无人在线检测,以其高效、长时、实时和精确等优势成为未来弓网系统检测的发展方向,通过多技术融合,列车受电弓与接触网的智能检测系统实现了对地铁列车的在线实时监测,能自动识别并检测绝大部分弓网异常状态,极大提高了地铁运营的安全性,提升了管理和维护效率。

参考文献:

[1]周威,孙忠国,任盛伟,等.基于多目立体视觉的接触网几何参数测量方法[J].中国铁道科学,2015,36(5):104-109.

[2]杨卢强,韩通新.基于高清图像处理的弓网检测识别算法[J].铁道机车车辆,2016,36(5):82-84.

[3]杨恒,伍川辉,吴琛.基于图像处理弓网燃弧检测研究[J].铁道科学与工程学报,2018,15(4):1030-1035.

[4]周宁,蔚超,谭梦颖,等.弓网系统动态及受流性能测试技术研究及应用[J].铁道学报,2020,42(3):47-54.