

试
验
检
测

受电弓状态动态检测系统 在成都地铁 2 号线的应用

陈 燕

(成都地铁运营有限公司, 四川 成都 610031)



作者简介: 陈 燕(1977-), 男, 工程师, 现从事地铁车辆段设备检修及运用管理工作。

摘 要: 以成都地铁 2 号线受电弓状态动态检测系统为对象, 论述其结构组成, 重点介绍检测系统布局及检测技术原理。实际运用表明, 该动态检测系统的应用可以有效监测地铁车辆受电弓的状态参数, 提高地铁车辆受电弓的检修效率, 避免受电弓带故障运行, 提升运营质量, 保障运营安全。

关键词: 受电弓; 动态检测系统; DCC; 成都地铁; 地铁车辆
中图分类号: U231; U269.32⁺2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2015)05-0091-04
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.05.025

Application of the Pantograph Dynamic Detection System in Chengdu Metro Line 2

CHEN Yan

(Chengdu Metro Operation Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610031, China)

Abstract: The structural composition of the pantograph dynamic detection system in Chengdu metro line 2 was discussed, focusing on the detection system layout and the principle of detection technology. The results of practical operation showed that the application of the dynamic detection system could effectively monitor the state parameters of pantograph and improve the maintenance efficiency of pantograph in metro vehicle, so as to avoid the pantograph running with fault, improve operational quality, and ensure operational security.

Keywords: pantograph; dynamic detection system; DCC; Chengdu metro; metro vehicle

0 引言

成都地铁 2 号线地铁车辆通过架空接触网受电, 受电弓作为地铁车辆获取电能的关键设备, 其状态直接影响地铁运营安全。受电弓常见故障主要包括: 碳滑板异常磨损、碳滑板偏磨、弓网拉弧、刮弓、瓷瓶和受电弓部件损坏^[1]等。成都地铁 2 号线是新建线路, 隧道内采用刚性接触网, 车场及高架线路采用柔性接触网。刚性接触网剖面底部为圆弧形, 线路运行初期其表面有坚硬的毛刺, 可能导致运营初期受电弓碳滑板急剧磨损; 同时受电弓工作位压力大小同受电弓在线运行时与接触网接触良好与否紧密相关。因此, 对地铁车辆受电弓的运行状态参数进行实时监测显得非常必要。

传统的受电弓检修方式主要依赖一定周期间隔内

人工登顶检查, 需要在检修库内设有登顶平台的检修股道进行, 检修前后需进行接触网断送电作业, 检修效率低下。成都地铁 2 号线受电弓状态动态检测系统利用非接触式图像处理技术, 在不停车情况下动态检测受电弓状态参数, 系统可靠性高; 同时, 系统采用大屏幕显示技术, 实现了受电弓及地铁车辆车顶状况在 DCC 控制室内可视化观测, 很大程度上降低了人工上车顶检查的频率, 提高了地铁车辆受电弓的检修效率。成都地铁 2 号线作为成都市轨道交通主干线路, 保障运营安全非常关键, 自动化检测设备的运用显得非常必要。

1 受电弓状态动态检测系统

1.1 系统组成及功能

受电弓状态动态检测系统由现场检测单元、现场控制室和远程控制室 3 个部分组成, 如图 1 所示。

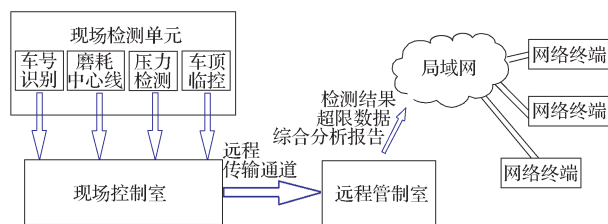


图1 受电弓状态动态检测系统组成

1) 现场检测单元

现场检测单元安装在检测棚内和龙门架上，主要实现车号识别、系统工作触发、基础数据采集等功能，按功能分为车号识别模块、受电弓磨耗中心线检测模块、压力检测模块和车顶监控模块。

车号识别模块由车号识别天线、射频馈线电缆和主机组成，实现受检车辆车号自动识别功能；受电弓磨耗中心线检测模块由碳滑板磨耗检测相机、受电弓中心线偏差检测相机、触发传感器、相机闪光灯等组成，主要实现受电弓碳滑板磨耗和中心线图片采集功能；压力检测模块由触发传感器和压力检测装置构成，主要实现受电弓工作状态压力值测量功能；车顶监控模块由监控摄像机、触发传感器和车顶补光装置组成，实现车顶状态监控录像，检修人员可在远程控制室实时监测车顶及车顶部件状态。

2) 现场控制室

现场控制室由电气柜、配电箱、控制箱、通信箱、工控机和 UPS 等组成，实现现场基本检测单元的供电、控制、数据和图像采集、分析处理与存储，同时与远程控制室进行通信。现场检测软件安装在工控机中，包括检测主机、压力主机、监控主机。

3) 远程控制室

远程控制室设在 DCC 控制室内，具体由控制台、控制机及其外围设备构成，是系统的数据管理中心和监控中心。在 DCC 控制室内可以监控设备的运行状态和检测过程，查看 BS 报表，设置系统参数，统计、分析、打印检测数据，通过大屏幕显示器回放车顶状态监控录像。

1.2 系统布局

受电弓状态动态检测系统整体布局示意图如图 2 所示。

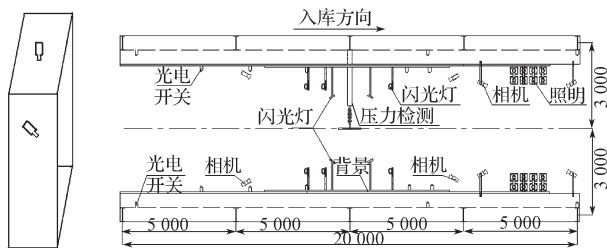


图2 受电弓状态动态检测系统布局图

在入库检测棚前面设置龙门架，布置 3 台摄像机，从车顶正上方及左、右侧上方对车顶及车顶部件状态

进行监控。在检测棚内布置受电弓碳滑板磨耗检测设备、受电弓中心线检测设备及受电弓压力检测设备。

1.3 检测原理

受电弓状态动态检测系统功能主要包括：受电弓碳滑板磨耗检测、受电弓中心线检测和工作压力检测。

1) 碳滑板磨耗检测

碳滑板磨耗检测采用动态非接触式的图像测量技术，检测原理图如图 3 所示。

系统采用 2 组 4 台高分辨率、高清晰度相机分别对受电弓前、后滑板进行全貌拍摄。为提高检测精度，采用 2 只相机分别拍摄碳滑板的一半（接触网同碳滑板的交点为 midpoint），系统在处理时对拍摄结果进行拼接，提取图像中滑板上下两条边缘曲线，通过计算得到受电弓碳滑板厚度检测值，并生成碳滑板磨耗检测曲线（实物拍摄效果见图 7）。

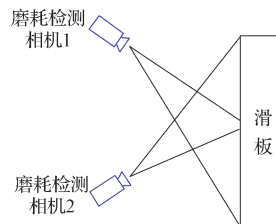


图3 磨耗检测原理图

2) 碳滑板中心线偏差检测

中心线偏差检测采用“图像测量法”实现受电弓中心线偏差的非接触动态检测。检测原理如图 4 所示。

在理论上受电弓的滑板中心应当与轨道中心重合，但实际运营中由于各种原因可能导致受电弓的滑板中心偏离轨道中心，这个偏移量超出一定范围就可能出现刮弓等故障。受电弓

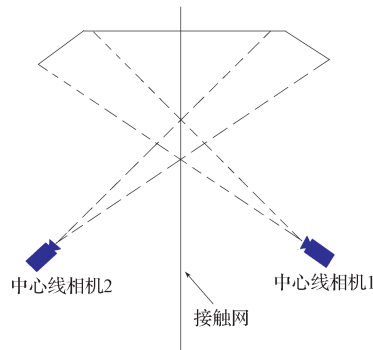


图4 中心线检测原理图

碳滑板中心线检测系统就是基于检测受电弓滑板中心和轨道中心偏移量而设计的。当地铁车辆经过碳滑板中心线检测区域时，受电弓滑板对于接触网理论上成左右对称，左右滑板的长度是相等的。当受电弓中心和轨道中心出现偏移时，碳滑板相对接触网的左右长度就会出现长度差，这个长度差就是受电弓碳滑板中心线偏移量。

系统采用 2 台高分辨率、高清晰度相机对受电弓左右两端的羊角进行拍摄，受电弓羊角在图像中的位置包含了受电弓相对于轨道中心线的位置信息（拍摄效果见图 8），经过实时图像处理，结合标定信息，通过特定的算法实现图像像素长度和物理长度的转换，从而得到受电弓中心相对轨道中心线的偏移量。

3) 受电弓工作位压力检测

系统采用杠杆原理检测受电弓动态接触压力，受检车辆在通过压力检测装置时受电弓对接触网有一个向上作用的力（动态接触压力），该力通过压力装置