

试
验
检
测

弓网状态动态检测系统及其应用

吴 忠¹, 王 黎², 高晓蓉²(1. 成都轨道交通有限公司, 四川 成都 610031;
2. 西南交通大学 物理科学与技术学院, 四川 成都 610031)

作者简介: 吴 忠 (1963-), 男, 长期从事轨道机车车辆技术管理工作, 现任成都轨道交通有限公司副总经理。

摘 要: 为直接、高效、实时地检测和记录接触网重要参数, 研制了弓网状态动态检测系统, 介绍了其技术特点和组成, 阐述了该系统的应用情况。该系统通过改进也适应于轨道交通领域接触网环境。

关键词: 弓网状态; 动态检测; 轨道交通; 电力牵引

中图分类号: U269.32+.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2011)02-0050-03

Dynamic Detection System and Application of Pantograph State

WU Zhong¹, WANG Li², GAO Xiao-rong²

(1. Chengdu Rail Transit Co., Ltd, Chengdu, Sichuan 610031, China;

2. School of Physical Science and Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China)

Abstract: This paper developed dynamic detection system for pantograph state in order to detect and record important parameters of pantograph in real-time. The technic characteristics, structure and the application of the system had also been introduced. The system can also suitable for pantograph state of rolling stock by improving.

Key words: pantograph state; dynamic detection; rail transit; electrical traction

0 引言

接触网是电气化轨道交通的主要供电设备, 在电气化轨道交通中占有十分重要的地位, 其功能是通过它与受电弓直接接触为电力机车供电, 一旦发生事故将对行车和供电的安全构成极大威胁。因此, 提高接触网的运行可靠性成为轨道交通安全运输的重要环节。

电力机车在运行过程中, 接触网质量的好坏直接影响到机车运行的安全性。接触网质量的主要参数包括硬点、拉出值、导线高度(简称导高)、电弧和接触力等^[1]。这些参数紧密联系, 直接影响着电力机车的运行, 如何直接、高效、实时地检测和记录这些参数是本检测系统研制的出发点和方向。

1 弓网状态动态检测系统

1.1 检测技术

1) 拉出值检测

弓架左右两端需要检测的位置安装有高速光电接

近传感器, 机车运行过程中接触网越过该传感器, 传感器受到感应形成对应检测信息, 当检出数据超过门限值时记录为拉出值超限报警。

2) 硬点检测^[2]

安装在弓架上的数字量智能硬点传感器对受电弓所受到的冲击量进行数字量化, 在超过门限冲击时报告硬点故障, 形成硬点报警。

3) 导高检测

通过激光距离传感器精确检测受电弓高度, 从而获得相对导高值, 结合机车车顶距离路基的高度计算出接触网高度作为导高值, 同时, 导高值瞬间突变也作为硬点检测的辅助判断依据。

4) 数据传输

检测系统内, 高低压端之间数据采用2.4G波段进行无线数据传输; 检测设备和服务器之间数据和视频采用无线网络进行传输, 传输具有延迟小、传输效率高的特点。

1.2 系统组成

弓网检测装置系统结构如图1所示。

安装在机车上的检测装置在线运行过程中检测到

收稿日期: 2010-12-04

故障后, 记录在对应的存储设备上, 然后将检测数据和视频通过网络传到外网服务器, 外网服务器通过安全隔离装置将数据传输到局域网中, 方便轨道交通管理人员进行实时访问, 有利于及时发现故障, 及时跟踪处理故障, 确保轨道交通运营安全。

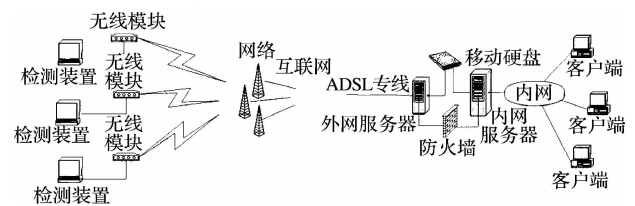


图 1 GW 检测系统结构图

2 检测系统的应用

目前, 该系统在成都铁路局共安装 20 余套, 全面覆盖了成都局所管辖的主要电气化线路, 满足日常动态检测需要, 使用率高。

2.1 系统运用情况

下面主要从检出数据和实例故障记录两方面对检测运用效果进行总结。

1) 检出故障数据

成都铁路局 2010 年 1 月~11 月弓网检测系统检测到拉出值和硬点故障数据汇总如表 1。

表 1 故障数据汇总表

重复故障记录			较大缺陷故障记录		
拉出值	硬点	合计	拉出值	硬点	合计
937	912	1 849	7	2	9

对于表 1 中 9 个较大缺陷的故障点经过工务人员第一时间在现场对故障点进行复核, 确认故障完全属实。较大缺陷拉出值故障图片案例如图 2。

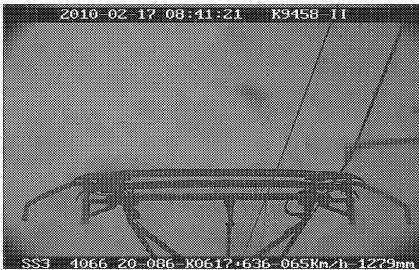


图 2 拉出值故障

从运用情况来看, 检测数据准确率高, 为接触网维护提供了重要参考依据。

2) 弓网故障记录

检测设备在弓网发生故障时, 根据传感器采集到的信号, 会对发生故障的阶段进行自动录像。车载系统在司机室显示的监控录像界面一方面辅助司机进行相应的应急操作, 同时也作为发生故障的现场信息依据。以检测设备监控到的某现场弓网事故为案例, 刮弓前的录像界面如图 3 所示。

从图 3 可以看到, 支线接触网网线呈下坠状态, 位置已经在受电弓羊角旁边, 即将钻入羊角下。接着, 发

生了弓网事故, 受电弓滑板支架被刮扭曲, 如图 4 所示。



图 3 弓网事故即将发生瞬间图片

从图 4 可以看到, 受电弓已经严重损坏, 同时, 对该段接触网也造成了很大的损害。司机在看到该故障的视频信息时, 会采取应急措施, 尽可能保障运行安全。

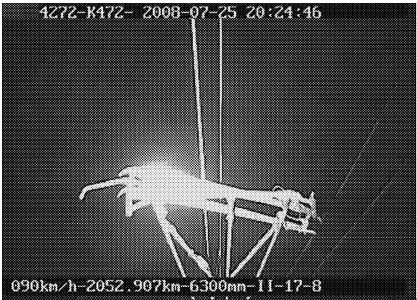


图 4 弓网事故过程中图片

2.2 系统运用管理方式

检测设备维护采取厂家和客户共同管理模式, 厂家提供技术支持, 客户协助维护管理。

检测数据采取 2 种渠道进行管理。一方面, 客户可以通过内网服务器 BS 系统对检测数据进行实时访问, 对检测的故障数据进行分析; 另一方面, 厂家安排专人对检测数据进行实时分析, 发现较大缺陷时, 立即向客户汇报以确保对发现的故障立即进行处理, 消除安全隐患。同时, 厂家每周定期向客户汇报重复检测故障数据, 提高检测数据的使用率, 协助用户用好检测数据, 更好地发挥设备检测效果。

3 检测装置在城市轨道交通领域应用的探讨

城市轨道交通接触网有别于电气化铁路接触网, 接触网电压、悬挂形式等都存在较大差异, 所以根据城市轨道交通接触网的特性, 参照“城市轨道交通接触网检测车通用技术条件^[3]”对检测装置进行了适应性改进。

3.1 适应检测的接触网形式

悬挂形式: 装置适应全补偿简单链型悬挂、简单悬挂、弹性简单悬挂和刚性悬挂。

接触导线数: 单根导线和双根导线。

接触网电压: 城市轨道交通接触网标称电压为 DC 750 V 或 DC 1 500 V, 装置通过其他方式为检测设备供电, 适应这种电压环境的在线检测。

工作环境：检测装置能够在白昼、夜晚条件下，以及接触网带电或不带电状态下正常工作。

3.2 检测项目及检测精度

在刚性接触网^[4]动态检测方面，由于受电弓在刚性接触网上将会承受更大的振动及冲击作用力，硬点检测是该装置的重点检测项目。

装置主要检测接触网和受电弓运行状态关系中的3个重要参数，并对检测数据进行记录和超限故障录像，具备非正常降弓录像和全程录像功能。如表2所示，该装置检测内容及精度满足轨道交通接触网检测要求。

表2 检测项目及精度

检测项目	测量范围	精度
拉出值	$\pm 600\text{ mm}$	$\pm 1\text{ mm}$
硬点和冲击	$0\sim 100\text{ g}$	$\pm 3\%$
导线高度	$3\,900\sim 5\,500\text{ mm}$	$\pm 3\text{ mm}$

3.3 检测装置适应性改进

为了方便地铁车辆安装，对检测装置进行了适应性改进。

1) 传感器安装

拉出值和硬点传感器安装在受电弓滑板支架侧面，用其原有螺栓对支架进行固定。传感器的安装对受电弓结构没有任何影响，受电弓的升弓压力、受流性能和空气动力学性能也没有任何改动。

2) 摄像机安装

由于地铁车辆对车顶设备要求非常严格，车顶设备的安装首先必须满足车体的限界要求，其次再考虑设备功能的实现。因此地铁车辆的摄像机被放置在车顶空调侧面，距离受电弓大约10 m位置。该位置摄像机能够清晰监测接触网和受电弓位置关系，其视场范围适应接触网高度4 000~5 500 mm区间的变化。

3) 补光灯安装

由于车辆限界的重要性，补光灯的安装将会与摄

像机安装遭遇同样的难题，车顶补光灯被安放在车顶空调侧面，距离受电弓大约0.5 m位置。该位置安装的补光灯对受电弓进行全面补光，以便在夜间或在隧道内实时动态检测弓和网的状态，提高视频质量和检测装置对环境的适应能力。

4) 列车基础信息获取

机务系统中，列车时速、站点、公里标等信息通过TAX箱获取；在轨道交通车辆中，列车基本信息也通过列车对应的CAN-OPEN接口获取，然后将获取的列车信息与检测数据进行整合、分析和处理。

装置通过以上适应性改进后，适应城市轨道交通车辆和接触网环境，满足检测项目和检测精度要求，并能够运用到城市轨道交通领域进行接触网检测。

4 结语

弓网状态动态检测装置通过实时在线动态检测的方式检测弓和网的相对关系，为接触网检测发挥了应有的效果，对预防弓网事故起到了很好的作用。从该系统的运用效果来看，检测准确率高，检测数据使用时效性高。装置本身也适用于轨道交通领域接触网环境，可以在轨道交通接触网动态检测中推广使用。

参考文献：

- [1] 于万聚. 高速电气化铁路接触网 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2003.
- [2] 安孝廉. 我国电气化铁路弓网故障及对策综述 [J]. 机车电传动，1995(6)：7-9.
- [3] GB/T 20908-2007，城市轨道交通接触网检测车通用技术条件 [S].
- [4] 曹秀峰，许晓勤，李 军. 成都地铁1号线车辆受电弓研制 [J]. 城市轨道交通研究，2009(11)：82-85.

(上接第27页)

结构屈曲失稳的规律和特性，为进一步地研究接触网的稳定性和可靠性提供了依据和参考。

参考文献：

- [1] 蔡成标，翟婉明. 高速铁路受电弓-接触网系统动态性能仿真研究 [J]. 铁道学报，1997，19(5)：38-43.
- [2] 于万聚. 高速电气化铁路接触网 [M]. 成都：西南交通大学出版社，2002.
- [3] 今井 俊昭. 急激な風速増加が生じる確率をどの用にして知るか [J]. 時代をリードする鉄道技術の情報誌，2003(8)：10-13.
- [4] 田志军. 电气化铁路接触网防风技术研究 [J]. 建设机械技术与管理，2007(7)：100-103.
- [5] 郭金平，姜汉登，杨学军，等. 电气化铁路接触网的防风改造 [J]. 中国铁路，2001(9)：38-39.

- [6] 刘 怡，张卫华，黄 标. 高速铁路接触网动力学响应实验及仿真 [J]. 中国铁道科学，2005(3)：106-109.
- [7] 冷纪桐，陈 罕. 几何非线性 and 材料非线性 [J]. 北京化工学院学报，1989，16(3)：50-58.
- [8] 王开强，李国强，杨涛春. 考虑悬链线效应的约束钢梁在分布荷载作用下的性能(I)——理论模型 [J]. 土木工程学报，2010，43(1)：1-7.
- [9] 完海鹰，黄炳生. 大跨空间结构 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2000.
- [10] Salvatori L, Borri C. Frequency-and Time-Domain Methods for the Numerical Modeling of Full-Bridge Aero Elasticity [J]. Computers and Structures, 2007, 85：675-687.
- [11] 李支军，李爱群，韩晓林. 润扬大桥悬索桥动力特性分析与实测变异性研究 [J]. 土木工程学报，2010，43(4)：92-98.
- [12] 王述超，张 行，叶志雄，等. 超限高层建筑地震作用下的动力稳定性分析 [J]. 振动与冲击，2009，28(4)：149-172.