

北京地铁 14 号线弓网动态 相互作用性能研究

张会青¹, 王 森¹, 汤长春², 方 岩³

(1. 南车青岛四方机车车辆股份有限公司 技术中心, 山东 青岛 266111;
2. 株洲南车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001;
3. 西南交通大学 电气工程学院, 四川 成都 610031)



作者简介: 张会青(1972-), 男, 高级工程师, 主要从事城轨地铁电气系统的研发工作。

摘 要: 对北京地铁 14 号线弓网性能进行了分析研究。介绍了弓网测量系统的工作原理, 结合测试数据, 对接触力分布、接触力最值、弓头振动加速度、受电弓与接触网燃弧现象、定位点处接触网的高度和拉出值等测试结果分别进行了分析。研究表明: 列车在加速区段和通过锚段关节、线岔、分段绝缘器及刚柔过渡区域时, 弓头振动加速度变大, 接触力突变, 局部线路弓头振动加速度有突变现象。

关键词: 北京地铁 14 号线; 弓网性能; 接触力; 受电弓; 弓网测量系统; 试验分析

中图分类号: U231; U225.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-128X(2015)02-0099-04

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.02.024

Study of Pantograph Catenary Dynamic Interaction Performance for Beijing Metro Line 14

ZHANG Huiqing¹, WANG Miao¹, TANG Changchun², FANG Yan³

(1. Technology Center, CSR Qingdao Sifang Locomotive & Rolling Stock Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266111, China;

2. Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China;

3. School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031, China)

Abstract: The pantograph catenary performance of Beijing metro line 14 was analyzed and studied. Pantograph catenary working principle of the measurement system was introduced, and combined with the test data, the distribution of contact force, contact force's the most value, pantograph head vibration acceleration, pantograph and catenary arc phenomenon, the height of the catenary anchor point and the pulling value test results were analyzed respectively. Research showed that: when the train was in accelerating section and through the anchor segment joints, line bifurcation, section insulator and soft transition area, vibration acceleration of pantograph head turned great, and contact pressure and the pantograph head vibration acceleration of local line had mutation phenomenon.

Keywords: Beijing metro line 14; pantograph catenary performance; contact force; pantograph; pantograph catenary test system; test analysis

0 引言

北京地铁 14 号线是北京市第 1 条采用 A 型地铁车辆由接触网供电的地铁线路。该线路南起丰台区张郭庄站, 北至朝阳区善各庄站。西段已于 2013 年 5 月 5 日开通, 并直接服务于北京园博会, 东段 2014 年 12 月开通。列车采用了 6 编组 4 动 2 拖, 每列车设置 2 台受电弓。为了更好地匹配弓网相关的参数, 本文对弓网动态性能进行正线试验分析。通过测量北京地铁 14 号线受电弓与接触网相互作用性能参数, 对弓网关

系进行优劣评估; 通过测量运行在北京地铁 14 号线上的受电弓动态特性参数, 分析其在刚性接触网区段的动态行为。

1 基本情况介绍

北京地铁 14 号线采用架空接触网方式向地铁车辆供电。隧道内为刚性接触网(又称架空接触轨), 如图 1 所示; 隧道外为柔性接触网(双接触线), 如图 2 所示。供电系统采用 DC 1.5 kV 电压制式。地铁车辆采用 QG-120(B-BJL14)型单臂受电弓与接触网滑动接触取得电能, 每 6 辆车编成一组, 同时升起 2 架受

电弓取流。刚性接触网采用银铜合金接触线。接触线嵌入其上方的汇流排，汇流排通过绝缘子固定在隧道顶部。北京地铁 14 号线隧道及隧道上部的刚性接触网如图 3 所示。

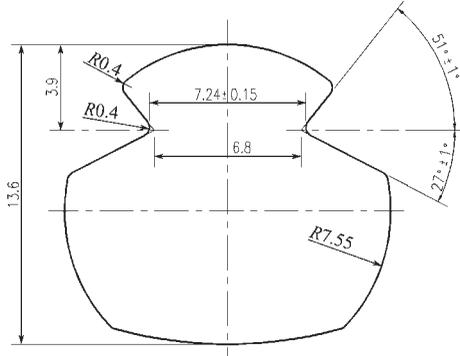


图 1 刚性接触网所用接触线截面

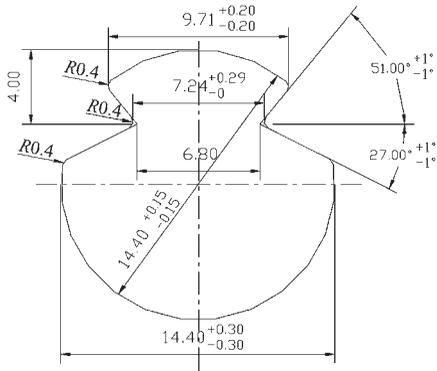


图 2 柔性接触网所用接触线截面



(a) 柔性接触网照片



(b) 刚性接触网照片

图 3 北京地铁 14 号线接触网照片

QG-120 (B-BJL14) 受电弓由弓头、框架、底架、传动机构等组成。弓头主要由滑板、滑板托架、滑板紧固装置和弓头支持装置组成。为了适应 A 型地铁大

电流工况，受电弓弓头安装 4 条浸金属碳滑板，滑板与弓角采用框架式的结构，每条滑板宽度为 42 mm。滑板托架是安装滑板的基座，由铝合金材料制成，使用特殊的粘结剂将滑板与滑板托架粘结在一起。受电弓的底架通过 4 个绝缘子固定在动车顶。

根据 EN 50119—2001 条款 5.4.1，要确认接触网在给定运行速度条件下是否能够满足标准参数的要求，最恰当有效的措施是对全线接触网进行运行检测。这既可以采用测量接触线—受电弓之间接触力的方法，也可以采用测量离线 (loss of contact) 的方法。接触网的检测运行应在已经竣工的接触网上，通过配备有检测设备的车辆 / 受电弓来实施。该检测设备应尽可能减少对检测受电弓的影响。因此，该测试系统设计中同时测量弓网接触力和燃弧参数^[1]。

2 弓网测试系统工作机制

图 4 所示为弓网测量系统拓扑图。系统工作机制如下所述：

弓网检测主机完成主检测功能，并通过安装在车顶的高速数字相机采集弓网动态视频信号，利用图像处理技术完成滑板高度动态测试及弓网系统的视频录像，并将所测高度数据传送至弓网检测主机；安装在车顶的紫外相机用于测量弓网系统的燃弧；安装在受电弓底架边梁上的微型工控计算机完成 DC 1.5 kV 高压环境传感器输出信号的采集工作，并通过光缆将采集的数据传至弓网检测主机。

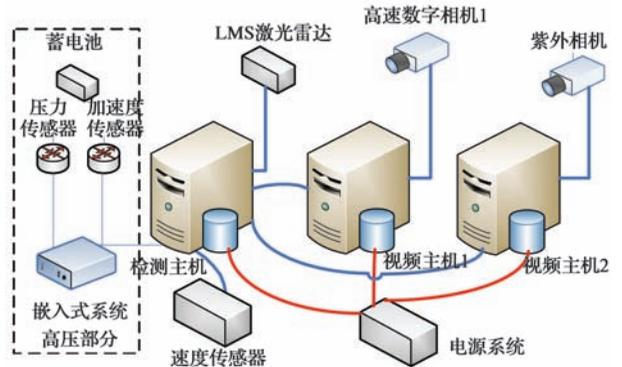


图 4 弓网测量系统原理图

各测量计算机之间的数据传输和共享通过设置的局域网实现。

测量过程中安装的传感器包括：①安装在受电弓弓头的 4 个称重传感器，用来测量受电弓和接触网运行接触过程中的接触力；②安装在弓头上的 4 个加速度传感器，用来测量受电弓水平方向和垂直方向加速度变化；③安装在车下的多普勒雷达传感器用于非接触测量车辆运行速度和走行距离，雷达传感器直接将测量出的数据发送给检测主机；④安装在车顶的 LMS 激光雷达用于测量接触线的拉出值；⑤安装在车顶的 2 盏 LED 灯用于照明。所有的传感器和视频监控装置采集的信息都传输至车厢内的工控计算机。