

基于 PSD 激光位移传感的城轨车辆轮对监测系统研究

刘席朋 徐洁
(江西交通职业技术学院 江西 南昌 330000)

摘要: 本文提出了一种采用 PSD 激光位移传感器的轮对尺寸在线监测系统。首先介绍了系统的结构, 主要由轨边设备、探测站设备、DCC 设备等组成, 然后详细描述了斜入射激光三角法的工作原理, 以及轮对尺寸在线检测系统、平轮擦伤检测系统、视频图像擦伤监测系统, 最后讲述了系统应用, 系统应用表明系统具有快速、准确且可靠等优点, 满足轮对测量与维修的需求。

关键词: 城轨车辆; 轮对尺寸; PSD 激光位移传感器; 在线监测

0 引言

城轨列车车轮在实际运行中, 由于存在着线路养护条件差、轮轨外形及材质匹配不合理等原因, 车轮踏面及轮缘会出现磨损, 使车轮的几何尺寸发生变化。对车轮踏面外形变化的跟踪监测有利于及时发现和排除由于车轮尺寸引起的列车运行安全隐患。因此, 针对车轮轮缘和轮径等轮对尺寸在线检测成为保障列车安全运行的重要基础。

本文提出了一种采用 PSD 激光位移传感器的城轨车辆轮对在线检测系统, 实现了轮缘高、轮缘厚自动测量, 具有准确、快速、结构简单、容易安装等优点, 能够满足城轨车辆轮对测量及维修的需要。

1 系统结构

轮对在线监测系统将利用系统集成技术, 使各检测区系统功能在标准、统一的软、硬件平台下运行, 从而保证系统的可维护性、兼容性、可拓展性。系统主要由三部分构成: ①轨边探测区; ②轨边控制中心; ③远程控制中心, 如图 1 所示。

1.1 轨边设备

轨边设备包括激光位移传感器、激光位置传感器、电涡流传感器、振动加速度传感器、车轮传感器、高速视频摄像机、车号识别系统等。

1.2 探测站设备

探测站设备由开关量信号处理及控制单元、激光信号处理单元、前置信号处理机、高速信号采集及处理器、数据采集工控机等组成。

1.3 DCC 设备

DCC 设备主要是实现系统的管理功能, 包括探测站数据采集管理软件、控制台软件和 Web 发布管理软件, 可以实现系统自检、控制台软件、Web 发布管理软件等功能。

2 系统原理

采用激光位移传感器, 通过端面扫描、等厚基准等测量计算方法, 实现轮对各部尺寸高精度测量, 激光位移传感器采用激光三角测量原理, 主要由激光准直器、成像透镜、窄带滤光片、位置敏感探测器 (PSD) 及信号测量电路构成。原理如下: PSD 为光电位置敏感探测器, 该器件有两路光电流输出, 当光点照射到其接收表面上时, 器件的两路电信号输出与光点在 PSD 上的位置有关。两路信号经处理后就可以唯一地

$$L = \frac{UX}{V \sin A - X \cos A} = (S - U) / \cos A \quad (1)$$

$$X = \frac{L(\sin A)V}{L \cos A + U} = \frac{V(S - U)\operatorname{tg} A}{S} \quad (2)$$

$$S = L \cos A + U = \frac{VU \operatorname{tg} A}{V \operatorname{tg} A - X} \quad (3)$$

确定光电位置敏感探测器 PSD 上像点的位置, 从而反推出物体被激光照射点到成像透镜前主面的距离, 其计算公式如上:

2.1 轮对尺寸在线检测系统

轮对尺寸检测即轮对几何参数测量, 预防由于轮对几何尺寸磨损超限造成的行车安全隐患。该系统利用基于 PSD (位置敏感探测器) 的激光位移三角测量技术, 通过车轮端面扫描综合测量: 轮缘厚度、轮缘高度、QR 值、轮径、轮对内侧距、不圆度等参数, 具有实时、快速、高精度等技术特点。

轮缘尺寸测量原理: 在轮对尺寸在线监测系统中, 踏面轮廓线的绘制

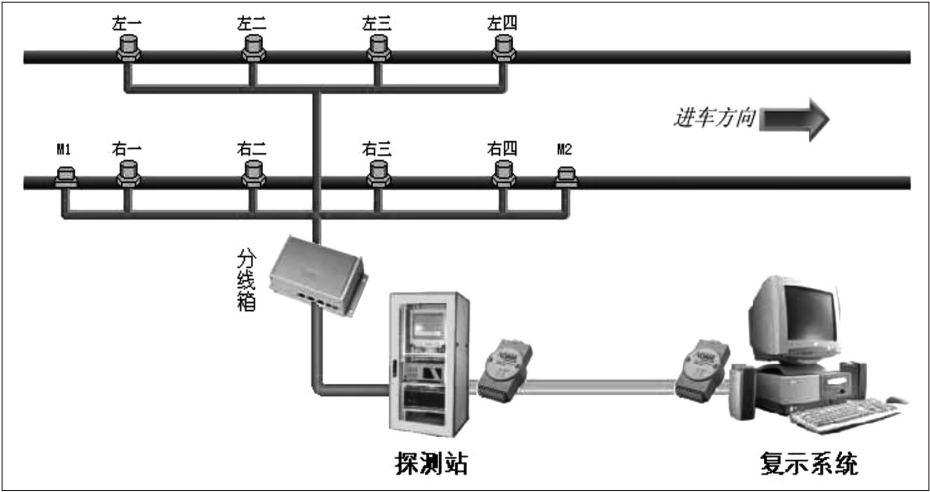


图 1 轮对在线监测系统

由 2 个激光位移传感器实现，2 个激光位移传感器以一定角度和距离成镜面对称布置于轨道两侧（L4、R4）。车轮经过检测系统时，激光位移传感器以一定的采样频率对踏面轮廓进行扫描采集数据。由于激光位移传感器相对于轨道的安装位置及角度都是固定的，因此，可通过坐标变换及数据融合进行轮廓线的绘制，然后根据轮缘高及轮缘厚的定义即可容易计算获得轮缘尺寸数据。

2.2 平轮擦伤检测系统

车辆平轮检测系统用于检测车轮踏面局部擦伤或剥离缺陷，防止由于故障车轮的轮轨冲击对车辆轴承和轨道部件的破坏，以保证车辆运行安全；车辆平轮检测装置采用振动测试技术和信号特征自相关分析技术，实现平轮故障识别及定量预报。

2.3 视频图像擦伤监测系统

通过电涡流位移传感器测量技术，可以定量测量轮对踏面擦伤缺陷。而通过图像视觉检测的手段，则可以更加快速定位踏面缺陷可疑图像区域，更加直观查看擦伤部位，在远程控制中心通过网页直观清晰地观测到轮对踏面一周的擦伤、剥离等缺陷状态。

本系统采用高速图像传感器获取轮对踏面图像，实现反映一个轮对的所有踏面图像，并且具备图像的放大、缩小等功能。

3 系统应用

用户进入系统前首先要经过登陆页面进行登陆，用户输入用户名和对应的密码，系统进行身份验证，之后便可实现如下功能：

3.1 浏览过车报表

过车报表可以显示最近 350 辆列车的过车记录，显示过车时间、局别、线别、探测站、列车号、行车方向、速度、辆数、轴数、运行状态（有 / 无故障）、故障次数等。

3.2 浏览工作报表

当用户需要查看过车记录的具体检测参数时，点击浏览报表图标即可弹出当次过车的检测报表。

4 结语

本文提出了一种基于 PSD 激光位移传感器的城轨车辆轮对尺寸在线检测系统，能够实现轮缘高、轮缘厚及轮径等轮对参数的自动在线测量，并能实现检测数据的存储与分析等功能。现场试验证明，该系统测量精度完全满足测量的误差要求，且系统测量一致性优于人工测量。因此，本文提出的轮对尺寸在线监测系统能够取代现有的人工检测，减轻测量劳动强度，降低维护成本，提高车辆运行安全性，具有巨大的市场推广前景。

参考文献：

[1] 王永,张若青.车辆轮对外型尺寸检测设备的研究[J].机械工程师,2009(8):28-29.
[2] 王丽艳.地铁车辆轮对尺寸在线监测系统[J].现代城市轨道交通,2009(2):23-24.
[3] 徐艳.LY-80 型轮对故障动态检测系统的设计与实现[J].上海铁道科技,2010(4):125-127+142.
[4] 纪荣,朱茂之.轮对尺寸在线检测系统运用及其技术标准初探[J].现代城市轨道交通,2010(3):30-32.
[5] 李兆新,陈希隽,邢宗义,等.城轨车辆轮对尺寸在线动态检测系统[J].现代城市轨道交通,2015,000(003):5-8.

