

# 接触网支持装置零部件的非接触式检测技术研究

## Research on Non-contact Detection Technology of Catenary Supporting Device Parts

邹联斌<sup>1</sup> 杨成<sup>2</sup>

Lianbin Zou<sup>1</sup> Cheng Yang<sup>2</sup>

1. 中国铁路广州局集团有限公司长沙供电段 中国·湖南 长沙 410000

2. 西南交通大学 中国·四川 成都 611756

1. Changsha Power Supply Section, China Railway Guangzhou Bureau Group Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

2. Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan, 611756, China

**摘要:** 高速铁路的快速发展需要更加智能的故障诊断方法以保证列车的安全运营。论文应用非接触式检测技术实现接触网支持装置零部件的定位和故障诊断。

**Abstract:** The rapid development of high-speed railway requires more intelligent fault diagnosis methods to ensure the safe operation of trains. In this paper, non-contact detection technology is used to realize the location and fault diagnosis of the catenary support components.

**关键词:** 高速铁路; 故障诊断; 非接触式检测技术

**Keyword:** high-speed railway; fault diagnosis; non-contact detection technology

**DOI:** 10.12346/etr.v3i3.3551

## 1 引言

随着高速铁路的快速发展,铁路已经成为惠及大众的主要出行工具,在高速铁路快速发展的同时,提高列车的安全性显得极其重要。针对接触网支持装置零部件的故障诊断,中国目前仍大量采用人工检测,人工检测效率低,诊断精度受工作人员的工作经验等影响,应当研究更加智能的诊断方法。论文采用非接触式检测技术实现支持装置零部件的定位和绝缘子的状态检测,提高接触网支持装置故障诊断的智能水平。

## 2 人工检测存在的问题

传统的接触网支持装置零部件故障检测以人工检测为主,需要铁路工作人员借助检测车等工具进行人为判定,常具有以下问题。

### 2.1 耗费大量人力

面对数十公里甚至更长的运营线路,通常需要大量的工作人员投入检测工作,且检测时间较长。

### 2.2 干扰列车运行

当运营线路需要检测时,由于工作人员和检测车等设备

需要进入铁路沿线,会干扰列车的正常运营。

### 2.3 受环境影响较大

人工检测对工作环境要求较高。当环境光线不足,出现大雾等,会干扰工作人员的视线,进而影响对故障的判定。

### 2.4 检测精度低

人工检测通常依赖工作人员的工作经验丰富程度,当检测人员工作经验不足时,检测精度会很低。

## 3 非接触式检测技术概述

随着计算机和图像处理技术的快速发展,利用图像处理技术实现接触网支持装置零部件的非接触检测具有很明显的优势<sup>[1]</sup>,可有效克服人工检测存在的问题。该技术通过采集系统采集得到接触网图像,并通过系列图像处理方法实现接触网的零部件定位和故障诊断。

## 4 非接触式检测技术的应用

非接触式检测技术包含零部件定位和故障诊断两个阶段,两个阶段均可以由传统数字图像处理技术和深度学习方

【作者简介】邹联斌(1973-),男,硕士,中国湖南新化人,工程师,从事铁路电气化运营与管理研究。

法完成。对于零部件定位，传统数字图像处理技术主要通过特征匹配实现零部件定位，深度学习方法主要通过卷积神经网络对零部件进行分类的方法实现定位。常用的卷积神经网络包含 Faster RCNN<sup>[2]</sup>、SSD<sup>[3]</sup>、YOLO<sup>[4]</sup>等。对于零部件的故障检测，传统数字图像处理技术主要根据边缘信息、灰度值统计、几何形态等判别零部件是否出现故障。深度学习方法采用多任务学习、生成对抗网络等实现故障判别。

#### 4.1 接触网支持装置零部件定位

Faster RCNN 具有较高的定位精度和较快的定位速度而成为经典的目标定位网络，主要由特征提取，区域建议网络和 Regions of Interest (ROI) 池化组成。该网络常由残差网络实现特征提取，并由区域建议网络生成建议区域，最后由 ROI 池化将建议区域映射到输入图像，最终实现分类和定位。

应用 Faster RCNN 能够有效实现接触网支持装置零部件的定位。首先根据采集系统采集的得到的接触网图像，然后建立包含 12 类关键部件的接触网支持装置零部件数据集，接着应用建立的数据集训练 Faster RCNN 定位网络，可以得到定位模型，最后对模型进行测试，可以得到 12 类零部件的定位结果。部分测试结果如图 1 所示。

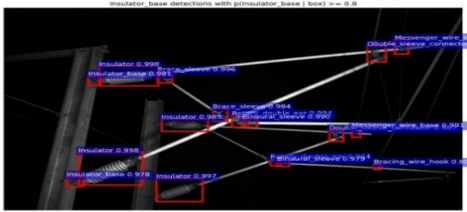


图 1 接触网支持装置零部件定位结果

#### 4.2 接触网支持装置零部件故障诊断

基于 4.1 节定位结果，可利用灰度共生矩阵实现绝缘子状态检测。具体的如下：

①基于定位结果，计算绝缘子的最小外接矩，后采用 Hough 变换检测倾斜角度，根据倾斜角度旋转定位结果中的绝缘子图片，最终得到水平绝缘子图像，如图 2 所示。

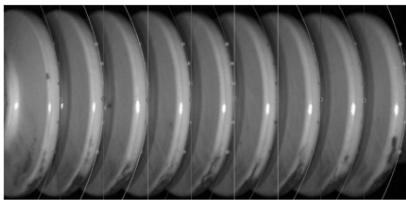


图 2 水平绝缘子图像

②根据绝缘子的几何特征，逐片裁剪绝缘子，得到单个的绝缘子片，如图 3 所示。

③利用 Robust-PCA 算法分割单个绝缘子片的前景与背景，分割结果如图 4 所示。

④截取绝缘子片的前景图，通过灰度共生矩阵提取前景纹理特征，其中采用能量、相关度、熵提取图像的纹理特征，并根据其是否正相关进行加权求和，最终识别绝缘子状态，结果如图 5 所示。

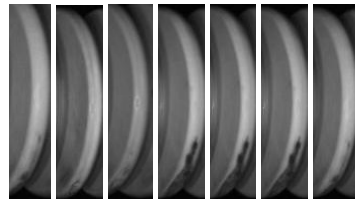
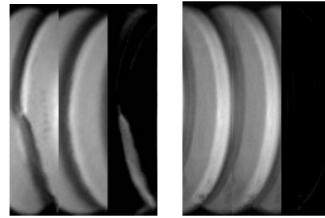


图 3 绝缘子片



(a) 缺损状态 (b) 正常状态

图 4 前景与背景分割图

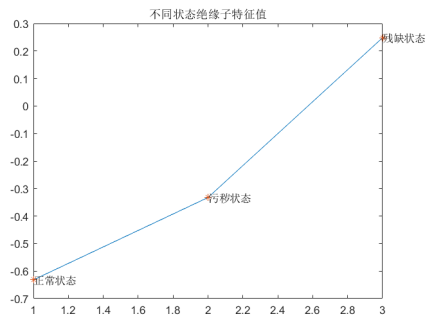


图 5 不同状态绝缘子特征值

## 5 结语

论文分析了人工进行接触网支持装置零部件故障检测存在的问题，介绍了非接触检测技术，并由此采用 Faster RCNN 实现接触网零部件定位，基于定位结果利用灰度共生矩阵实现绝缘子状态检测，实验结果证明方法的可行性，可有效实现绝缘子状态检测。

## 参考文献

- [1] 韩志伟, 刘志刚, 张桂南, 等. 非接触式弓网图像检测技术研究综述 [J]. 铁道学报, 2013, 35(6): 40-47.
- [2] Ren S, He K, Girshick R, et al. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2017, 39(6): 1137-1149.
- [3] Liu W, Anguelov D, Erhan D, et al. Ssd: Single shot multibox detector[C]//European conference on computer vision. Amsterdam, 2016. Piscataway: IEEE Press, 2016.
- [4] Redmon J, Divvala S, Girshick R, et al. You only look once: Unified, real-time object detection[C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, 2016.