

「在线监测」

电气化铁路关键零部件在线监测技术方案

文/西南交通大学电气工程学院 王皓南

在线监测是指在不影响电气化铁路电力机车运行和弓网相互作用的前提下，对接触网的工作状态进行连续监测，监测设备的安装方式要尽量减小对监测结果的影响。对于架设范围广、工作状态复杂、随时间变化的接触网，若能够对其各种安全状态进行在线监测，则可以大大提高现有接触网检测、监测装置的监测范围和检测频率。

铁路接触网当前在线监测方式

目前在大铁路中使用的6C系统在线检测装置，全称高速铁路供电安全检测监测系统，其中包括高速弓网综合检测装置（CPC），简称C1、接触网安全巡检装置（CCV），简称C2、车载接触网运行状态检测装置（CCL）、接触网悬挂状态检测监测装置（CCH），简称C4、受电弓滑板监测装置（CPV）、接触网及供电设备地面检测装置（CCG），合称为6C系统。4C系统是对接触网腕臂装置进行高清成像，通过人工判读查找缺陷。



图1 接触网4C监测车

现阶段路局对接触网零部件的在线监测主要有C4监测系统以及人工巡检两种形式。人工查图的工作效率低，一个熟练的接触网工一天可以分析辨别300杆左右的状态信息，新手只有150杆左右。

4C系统检测流程如图3所示

4C系统图像分析流程如图4所示。

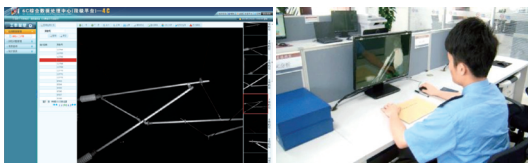


图2 4C系统监测图像及状态辨识

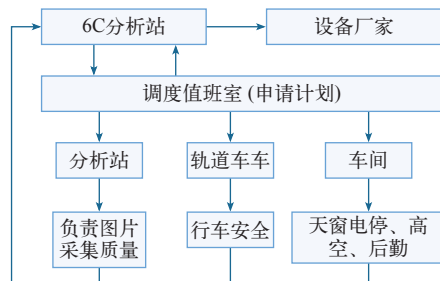


图 3

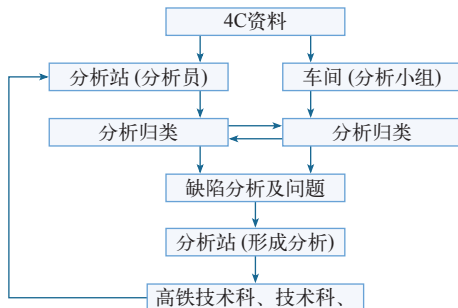


图 4

表1是4C系统在南宁东至梧州南区段2016年第二季度的接触网设备检测缺陷数据。

表1 南广线2016年二季度接触网设备检测缺陷表 (C4)

线别	行别	区段	零部件松脱	零部件缺失	安装工艺	绝缘子破损脏污	异物	零部件变形	小计
南广线	上行	南宁东至梧州南	177	94	40	18	27	3	359
南广线	下行	南宁东至梧州南	302	103	57	8	40	5	515
合计	/	/	479	197	97	26	67	8	874

由上表所知4C系统高清图像与人工识别组合能够大量发现接触网零部件可能存在的缺陷。相较于人工巡线,极大地节省了人力,方便了车间、工区对接触网的维护。

基于4C系统的零部件裂纹监测方案

由于接触网各零部件材料单一,且造型多样,导致4C监测系统对于接触网设备微小裂纹的监测辨识度不高,还有赖于出动检测车人工检测。为了提高4C系统对接触网零部件裂纹的识别能力,提高裂纹监测的工作效率,节省人力物力成本,在现有4C系统的基础上提出零部件裂纹在线监测的方案。

(1) 基于图像处理的在线监测基本原理

数字图像处理的一般步骤:

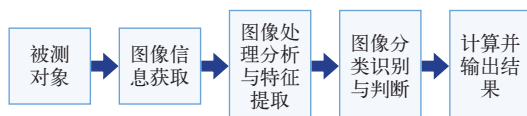


图 5

数字图像信息的获取:光电系统采集待检测目标并转换为图像信号,后续经专用图像处理模块数字化。

数字图像信息的处理:用计算机对数字图像中包含的信息进行各种处理和计算,包括图像预处理、图像分割、边缘检测、特征提取等。

一般情况下,数字图像处理与分析的过程中具体需要经过以下步骤:

1) 图像预处理。首先初步分析采集的图像并作预处理,将图像增强和滤波等,为后续图像识别与分析做准备。

2) 图像分割。为了方便把图像中需要目标特征提取出来,还需对图像进行分割,从待处理的图像中确定和分离待提取个体或期望的目标所覆盖的区域。

3) 图像特征提取。在需要识别的物体被分割出来的基础上,进一步处理和提取需要的特征,得到图像目标的相关特性。提取出来的特征信息

只能够表示图像中的研究对象,不能够还原。

图像分类识别与判决:将某些参数进行分析、量度,依据所得结果分类,并作相应判决,使对图像中关键点和关注内容更清晰地展示出来。如由图像中像素点的位置分布特点、亮度区间和颜色值等,对目标的形状尺寸、颜色等进行判别,接下来计算机依据结果做出判决,实现检测。

输出结果:通过显示器等以可视的方式将经过处理的图像和分析处理后的数据以及结果以直观、简洁的方式输出显示。

(2) 接触网零部件裂纹在线监测方案设计

因为经过诸多学者的努力,目前数字图像处理技术已经在众多行业得到了运用,在裂纹检测领域也同样如此。所以接触网零部件裂纹在线监测也是基于数字图像处理。首先对4C系统拍摄的腕臂结构高清图片通过增强和滤波等处理,生成更易于识别的数字图像。然后对图像划分区域,进行分割,大致将主要零部件区分开,对各区域内的零部件图像进行细化。再对分割好的图像进行特征提取。

当前4C系统已经CCD高速工业摄像机已经能够拍出足够精度的零部件图片。

主要技术方案:根据实际需要,在已有巡检图像中人工收集异常图像和正常图像,并对异常图像情况进行人为分类、标注,提取图像的视觉特征,训练出对应的特征库,利用AdaBoost模式识别算法对巡检图像进行自动分类和定位,关键部件的自动识别和分拣采用抗旋转、缩放的目标识别或者特征匹配算法,最后通过图像处理的相关技术实现关键部件异常图片的智能识别。技术总框图如图6所示。在线监测技术总框图如图所示。

为了验证该方法的可行性,我们选择了两个含裂纹的零部件图像(图7)进行模拟监测。

经过编程计算后,顺利将裂纹特征提取出来。

(下转第101页)

计中被经常采用。

系统流程图

火灾应急照明系统流程图，如图2所示。

结束语

通过MAX3485接口芯片、4PORT RS485 HUB集线器，TS-FTMO1温度传感器、SPD-5VDC-SL-C微型继电器以及STM32F407VET6控制芯片，实现了火灾发生时自动强制点亮应急照明灯和火灾结束时自动熄灭应急照明灯这一重要功能。**EA**

(收稿日期：2017.07.13)
(编辑：刘群彦)

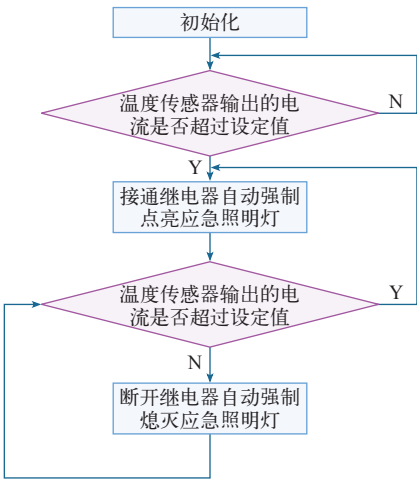


图2 流程图

(上接第98页)

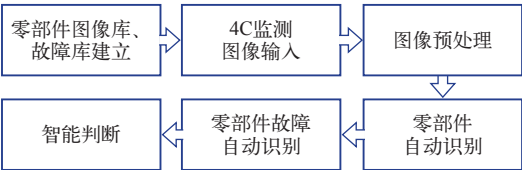


图 6

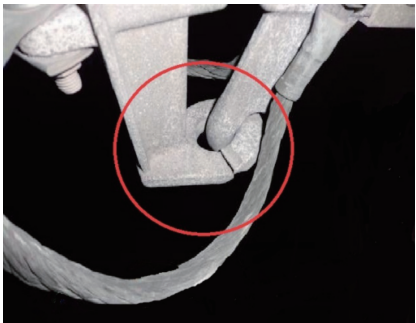


图7 接触网零部件含裂纹的图像

(3) 接触网零部件裂纹在线监测方案的不足
设计的在线方案目前只能精确到裂纹特征的提取，判决仍然由人工进行，具体判决形式与4C系统目前的操作一致，虽然提高了对于疑似裂纹的分析速度，一定程度上减少人工复检、人

工巡检的工作量，但是很难在根本上提高监测的效率。

总结与展望

- 1) 总结了各类外部因素对于接触网零部件失效的影响，并通过南宁供电段的实际运营数据加以说明。
- 2) 选择接触网定位线夹作为分析对象，主要通过仿真的手段，从多个角度分析其失效机理。
- 3) 针对接触网零部件表面出现裂纹的情况，仍然依托4C监测系统，借助数字图像处理技术，制订了针对接触网零部件裂纹的在线监测方案。
- 4) 对于结构失效的研究仍可以从更加综合的角度分析，放到完全真实的工况下，考虑所有影响因素。
- 5) 接触网4C监测系统可以在现如今只负责高清拍摄的基础上，充分总结各类故障特征，加入图像处理技术，甚至判决模块，更大程度上减轻接触网一线员工的检修工作量。**EA**

(收稿日期：2017.06.18)
(编辑：白文亭)