

# 输电线路常见故障及检测方法分析

贾丽

河南省电力公司平顶山供电公司

**[摘要]**输电线路是电力运输的必选方法，从输电线路的使用来看，外界环境影响因素相对较大，导致线路在使用的过程中，容易出现各种类型的故障，对输电网络供电的安全性带来了较大的影响。特别是当前工业生产、居民用电量持续增加，必须最大限度保证输电线路的工作的稳定性，这就要求在输电线路出现故障后，及时采取检测的方法将故障精准定位，更好保证线路的稳定性和安全性。本文从输电线路常见故障类型分析入手，重点研究了输电线路常见故障的检测方法。

**[关键词]**输电线路；常见故障；检测方法；分析

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.899

## 引言

输电线路整体结构较为复杂，其中使用到的各种类型的部件较多，例如，均压环、杆塔、防震锤等，这些部件均暴露在外部，鸟类、天气等各种类型的因素，对输电线路正常运行带来较大的影响。特别是高温、暴雨及雷击等因素，严重影响输电线路的使用效果。甚至在外界极端条件下，会导致输电线路出现变形的问题，严重可导致自爆，鸟类也可导致输电线路不能正常工作。所以，对输电线路常见故障及检测方法进行分析有着较为重要的意义。

## 一、输电线路常见故障类型

### （一）绝缘子故障

从输电线路的使用情况来看，绝缘子故障是输电线路常见的故障类型，输电线路在使用的过程中，使用到的绝缘子数量较多。其主要的作用是机械支撑与电气绝缘。在输电线路工作的过程中，因为受到绝缘子材质的限制，容易出现老化、掉片、破碎的问题，直接影响到绝缘子实际性能，也容易导致安全事故的发生。从绝缘子的使用情况来看，在遭受到暴雨、大风及鸟类影响后，绝缘子容易出现各种类型的破碎。此外，如果绝缘子内部存在缺陷或者有杂质存在，在外界影响下，容易出现内外受力失衡的情况，导致绝缘出现爆炸。图1是绝缘子自爆图。



图1 绝缘子自爆图

### （二）均压环故障

均压环在输电线路中的主要作用是防止线路遭受雷击，可以实现对绝缘子电压分布进行改善的环状金具。可以将输电线路遭受到的高电压有效分布在绝缘子周边，保证绝缘子各个部位实现电压平衡。随着均压环使用时间的不断延长，均压环经常出现歪斜脱落、破损等问题，除了环境因素影响之外，人为因素也会影响到均压环的正常使用，例如，在安装时，由于安装出现错误，导致均压环出现故障。特别是很多人员在安装均压环时，对均压环具体的工作原理掌握不

够，导致有反装的问题发生，出现了电压相对较高的位置金具端周边出现的电场强度相对于正常情况下明显增加。随着时间的不断延长，导致均压环端部密封圈出现了开裂或者电腐蚀的问题。

### （三）防震锤故障

在输电线路增加防震锤的主要目的是为了防止在大风等天气因素的影响下，输电线路出现较大幅度的振动。输电线路均是在高空中架设，在长期的振动下，不但会对稳定性产生较大的影响，同时还会由于不断的弯折，导致疲劳破损的情况发生。所以，在输电线路绝缘子的两侧会将防震锤安装上。因为风力因素的影响，防震锤在使用的过程中，会出现位移的问题，主要表现为两个防震锤位置出现了不一致甚至出现防震锤碰到一起的问题。此外，防震锤多数为金属制品，在长期的使用过程中，会出现锈蚀问题，影响到防震锤的使用效果。

### （四）输电线故障

输电线是输电线路的关键组成部分，是整个线路的基本结构，其主要的作用是将用户、变电站、发电厂等连接起来，从输电线路的使用来看，线路所处位置的气候千变万化，特别是地理条件也是各有不同，在使用的过程中，容易受到高温、大风等因素影响，人为因素的影响也相对较大，在使用的过程中，容易出现断股或者散股的问题。在输电线出现了散股的问题后，整个线路会出现安全隐患，在出现了断股问题后，会直接导致用电危险，不仅会影响到供电的稳定性，甚至会出现严重的安全事故。因此，技术人员应当对输电线路的输电线安全故障及时进行检测。

## 二、输电线路常见故障的检测方法

### （一）绝缘子故障检测

绝缘子正常情况下，电压分布主要与绝缘子的杂散电容、自身电容等有关系，电压在分布时，表现出马鞍形分布方式。所以，绝缘子串在使用的过程中，也表现出不对称马鞍形分布，表现为两端的温度相对较高，朝着中间位置不断降低，整个温度表现为连续分布的态势。但是在绝缘子出现了劣化之后，绝缘电阻整体下降，随着电阻的不断下降，绝缘子串的发热程度、分布电压也会出现较大的变化，见图2所示。特别是在绝缘子串表面出现了严重污垢问题后，会导致电阻出现下降，瓷盘表面爬电泄露电流将明显提升，温度也随之增加。所以，在对绝缘子串故障进行检测时，可选择使用热成像技术进行检测。但是从具体检测情况来看，由于绝缘子串温度提升相对较小，选择使用传统的热成像仪器识别的难度相对较大，因此，在检测时，可选择使用高敏感度的热像仪，或者采取图像

增强技术,对绝缘子串故障进行全面的检测。此外,绝缘子故障检测的算法可使用的较多,例如,可选择使用以红外线成像为基础的算法,也可以选择使用梯度直方图法。特别是深度学习技术的不断应用,现在在对绝缘子进行故障检测时,可选择使用绝缘子故障检测的方法。

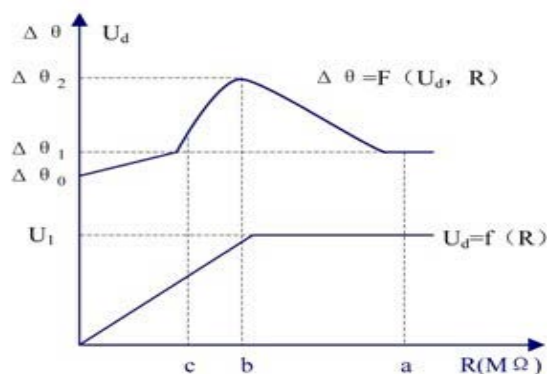


图2 绝缘子串分布电压、温度增加随着绝缘电阻变化曲线图

### (二) 均压环故障检测

均压环作为输电线路的重要部件,全面做好均压环的故障检测非常关键。在检测时,技术人员首先可以利用均压环的局部轮廓特征进行全面的检测。同时也可以选择使用均压环的类圆特征,从直线段、曲线段形成的2AS之间的相互关系,进行故障的判断。在具体操作时,可选择使用Faster R-CNN技术对均压环进行全面的检测。从当前对均压环进行检测来看,技术人员可选择使用神经网络检测的方式,对出现倾斜故障的均压环进行全面的检测。主要考虑是,技术人员选择使用航拍技术,对均压环进行检测时,由于图像角度等影响,很多情况下,不能判断均压环是否有倾斜的问题发生。所以,在检测时,还需要充分结合绝缘子的位置进行全面的判断。因为均压环和绝缘子的断面在安装时,均需要达到相互平衡的状态,因此,在对均压环出现的倾斜情况进行检测时,主要的判断依据就是对绝缘子、均压环之间的夹角是否较大进行判断。可先通过图像,将红线两侧的端点坐标找出来,然后通过计算的方式,对均压环端点坐标点与绝缘子的坐标点之间的夹角进行分析,对均压环是否出现了倾斜进行判断。从当前的规定来看,若倾斜的角度在 $7.5^\circ$ 的范围内,则均压环处于正常的工作状态。

### (三) 防震锤故障检测

全面做好对防震锤的检测,对于提升输电线路的安全性和稳定性有着非常重要的意义。从当前防震锤的故障检测情况来看,技术人员首先应当使用无人机对输电线路图像进行预先处理,特别是对拍摄到的图像质量进行全面把控,对数据开展去噪防抖操作,全面保证采集到的数据图片质量。同时,对于数据进行全面扩充,在对样本进行采集之前,将现有的数据进行预处理,之后扩充形成相似图像。为了保证防震锤故障的检测效果,应当系统对输电线路中的防震锤进行综合分析。选择使用图像分割信息的方式,确定出预测检索的位置,技术人员对潜在的目标区域进行针对性的提取,将防震锤识别结果全面提取出来,并选择使用形态学处理方法、特征提取算法等,在几何位置约束的情况下,对防震锤

是否存在各种类型的故障与缺陷进行全面的判断。此外,这个过程中,为了提升判断的精准度,技术人员需要对图像进行翻转、平移,必要情况下,还需对图像对比度进行改变,降低其中的噪声扰动,更好提升防震锤故障检测效果。

### (四) 输电线路故障检测

在对输电线路进行故障检测时,重点需要从导线的几何特征、分布特点等情况出发,选择使用边缘检测算法的方法,将输电线路可能存在的故障全面识别出来。同时,也可选择使用以离散余弦变换算法为基础的输电导线故障快速识别技术,该技术在使用的过程中,需要使用到航拍影像作为支撑。在对输电线路对断股进行检测时,可以将输电线路检测算法在准备阶段充分使用,因为在输电线出现了断股后,导线的宽度出现了明显的变化,一般情况下,断股线路的宽度相对于输电线路的宽度要明显小。在该环节,也可以使用FREEMAN链码准则的方式,对断股进行诊断。首先需要通过采取边缘检测的方式,对输电线路的边缘进行全面的检测,对其中的非0与0像素点进行全面的记录。通过计算所有的像素序列的方式,得到连续且长度最长的链码为0的基准线之间的距离。如果距离长度达到了一定长度,则可判断时输电线在该段出现了断股。输电线路中出现散股的情况相对于断股更多,整体的安全隐患相对较低,通常情况下,散股会导致导线在某个区间中表现出抛物线的形状。因此,在对该故障进行分析时,可选择使用对纹理约束与分布特征进行分析的方式,将各个导线之间的斜率特征全面找出来,从而判定那些位置出现了散股问题,实现对输电线路故障的有效找出并及时排除。

### 三、结束语

综上所述,虽然国内输电线路在使用过程中,整体的稳定性相对于先前有了明显的提升,但是在使用的过程中,各种类型的故障时有发生,严重影响到输电线路使用效果。因此,这就需要电力部门高度重视输电线路故障的预防和检测,特别是采取提前检测的方式,预知输电线路可能出现的故障,及时采取措施,有效排除故障,最大限度保证输电线路工作的稳定性和安全性。

### 参考文献:

- [1]王炜,王全金,尹力,孙海霞,王华,侯添钰,梁睿.基于零模行波波速量化的高压输电线路两端故障定位方法[J/OL]. 电力自动化设备: 1-8.
- [2]邢超,高敬业,毕贵红,陈仕龙.基于AdaBoost-Elman集成神经网络的特高压直流输电线路初始电压行波小波变换模极大值比[J/OL]. 电力自动化设备: 1-10.
- [3]张智伟,范新桥,张利,李慧,刘思嘉.基于动态模式分解的三端多段式架空线-电缆混合输电线路故障定位新方法[J/OL]. 电力系统及其自动化学报: 1-11.
- [4]张焯,高玉蕊,黄新波,李京昭,李博涛,孙苏珍.基于Fine Mask RCNN的110~220kV输电铁塔涉鸟故障识别与评估[J/OL]. 电网技术: 1-16

作者简介: 贾丽,女,汉族,籍贯:河南泌阳,本科,毕业于西安交通大学,网络教育学院电气工程及其自动化,工程师。