

# 输电线路设备运行检修中的 红外测温技术应用探析

郝晨飞

(国网山西省电力公司超高压输电分公司, 山西 太原 030000)

**摘要** 在快速发展的输电线运行技术中, 如何提高输电线路设备的运行检修水平, 改进生产效率, 成为一个值得研究的课题。同时, 在运行检修工作中, 线路容易出现各类故障, 因而逐步采纳先进的管理办法, 改进生产过程, 可实现对生产过程中出现的缺陷的及时检测与控制。在役线路设备因各种原因产生的异常温升问题, 给电网的安全、可靠运行带来了巨大的隐患。常规的故障检修方法已经无法适应不断增加的输电线路建设需要, 也在一定程度上制约了现代输电系统的发展。采用红外测温的方法, 可以有效地实现对温度变化的早期检测。通过对电力系统运行过程中红外温度测量的应用情况进行分析, 可以及时给出相应的防范措施和建议。

**关键词** 输电线路; 设备运行检修; 红外测温技术

中图分类号: TM72

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0043-03

我国电网建设正朝着高负荷、大电网覆盖的方向发展, 负荷电流呈现出阶段性的峰谷现象, 电力系统的容量需求也不断增加。为此, 电力企业投入了大量的人力和资源, 以消除负荷电流的潜在影响。其中, 管理部门在负载较大时, 实行相关的电网风险预警处理和保供电计划, 但常规的巡检方式难以实现对各类危险点的有效监测, 无法在特定的运行模式下对因大负荷电流引起的设备故障或停机进行实时监测, 从而严重影响了正常的输电线路稳定运行和设备的工作状态。红外温度测量技术以其不间断、非接触式直接测量、大范围、快速扫描等特性, 既克服了因线路覆盖范围广、设备多而造成的监测盲区, 又能解决传统专项巡检无法对隐患点进行有效监测的难题, 符合运营管理中防患于未然的特殊需求。能否有效地进行红外线测温工作, 关系到线路设备的安全运行。

## 1 红外测温技术的特性与适用场合

### 1.1 红外测温技术的特性

在金属丝的表面, 电热作用产生的红外辐射会在金属丝表面产生温度场, 利用电效应及放大器电路, 将其与 A/D 转换器相结合, 产生一种可视的可见光图像, 这样就可以对装置内外的热进行实时监控, 以达到对装置内外的热状况进行实时监控。

### 1.2 红外测温技术的适用场合

红外测温技术通过对工作中的设备实施无接触的

测温, 获取其温度场的分布, 对高负载工况下导线接头、耐张线夹、并沟线夹等连接元件的发热等安全隐患进行监测, 并在多云天气或傍晚时开展, 可有效减小环境因素对测试结果的影响。针对诸如绝缘子等电压源热设备产生的氧化性腐蚀等问题, 红外线测温技术适用于低风力、低湿度的气象条件<sup>[1]</sup>。

## 2 红外测温技术在输电线路状态检修中的应用价值

随着社会经济的迅速发展和人口的不断增加, 用电的需求量也越来越大, 这对电网的运行提出了严峻的考验。为了更好地掌握线路的运行状况, 在进行状态检修时, 必须对各种设备进行动态监控。在此基础上, 通过对线路进行状态检修, 来判定是否要对其进行升级和优化, 减少在运行中出现故障的概率, 保证线路的传输工作可以平稳地进行, 避免线路故障问题的进一步恶化, 导致产生不可逆转的后果。

从目前的输电线路检修工作来看, 有关的检修工作还处在起步阶段。检修人员进行线路检修时, 经常会利用专门的检修工具来收集线路的运行状况参数, 然后对这些参数进行分析, 以此来判定线路的正常运转情况, 及时地发现线路中的问题, 并有针对性地进行检修。在现有的线路检修方法中, 较为常用的检测方法是用电检检测法和红外测温法<sup>[2]</sup>, 其中, 红外测温技术具有工艺成熟、检测效果等优势, 已被广泛用于输电线路检修与维护作业中。

### 3 输电线路红外测温的方法及注意事项

#### 3.1 方法

根据输电线路的运行特性,选定测温位置,在对其进行清洗后,尽量避免任何障碍物,尽量靠近测温位置,在检测过程中,要考虑到相同的距离、不同的角度,进行多次的测试,从而提高测试的准确性。再对距此位置1 m左右的金属丝的温度进行测量,通常如果两者之间的温差大于5℃,则可以判断为存在小的热故障。

#### 3.2 注意事项

##### 3.2.1 检查环境规定

在使用测温仪器的时候,一定要等温度表上的温度和外面的温度差不多的时候才可以使用,以免因为温度的不同而对测温的准确性造成影响。在检测过程中,要确保周围的空气湿度不大于85%,周围的温度不小于5℃。测量温度时,要防止太阳直射到透镜上,另外,在对电流加热装置进行试验时,不能超过额定负载的30%。为了准确地探测,还必须符合下列条件:所测试的装置应在24 h内通电运转;用电感热仪进行测试时,宜在晚上或多云的天气中进行;测量温度时,室外风速不超过5 m/h。<sup>[3]</sup>

##### 3.2.2 检查时间需求

通常110 kV、220 kV的线路检查时间为2~3年,220 kV、500 kV及以上的线路检查时间为1年;对于新建、改建和大修工程,必须在运行一个月以内开展检查工作。

##### 3.2.3 探测位置

测试地点为设备用线钳、抗张线夹、勾线钳、T型线钳、泄水孔、修复管、直线管、松股导线、接油管等。然后对其1 m左右的导压管进行试验,以作对比。

### 4 红外测温技术在输电线路运行检修中的具体运用

#### 4.1 变电状态检测

在采用红外测温技术进行测量时,由于装置仍处在比较平稳的工作状态,所以若要直接对装置内部进行测量,就很难得到所需的数据。而利用红外测温技术,则可以通过温度的变化、工作原理、故障诊断等,了解到不同时期设备的工作状态,为进行相关的检测与维护工作提供数据基础。

#### 4.2 电压感热故障的诊断

引起电压发热的主要原因是其内部元件的绝缘出现了故障,并且还经常存在电压不均匀、漏电流大等问题。一般来说,引起这一缺陷的主要原因是电压问题,

因此,可以采用红外测温技术中的同类比较法来进行诊断,当温度数据超过30%时,就能判定出有故障。同时,将测得的温度图与检测结果、正常工作时的装置相对比,能够准确定位具体的故障位置<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 断路器触头过热问题

一是由于开关长时间暴露在空气中,其刀刃部分发生氧化,并且在其表面生成薄膜,从而影响了电流的传输,使得工作电阻增大,造成过热情况的发生。二是在变压器中,由于开关的动作过于频繁,有可能出现开关闭合不到位的情况,造成刀刃电阻增大,进而引起过热问题。所以,在使用红外测温技术的时候,需要提前对电力设备进行冷却处理,以免在温度过高的情况下产生不稳定因素,出现安全隐患。

#### 4.4 变压器发热检测

在对220 kV变电所实施红外线检测时,如果发现了电网局部区域外的温度异常的情况,就需要将探测到的数据与正常值进行对比,以此判定是否为热性缺陷。而一次端的电压没有其他的的问题,工作状态未出现任何异常,经分析认为,相关保护设备可能在测得的电压下发生故障。此时,在发生故障之后,相应的补偿器不能起到应有的作用,这样,线圈的电压就会下降,温度就会上升。阻尼器容性故障的原因有两种,一种是电容器中含有大量的电容器,另一种是电容器本身的质量存在一定的缺陷。

### 5 基于红外测温技术的高效运维策略

#### 5.1 红外测温设备的科学合理应用

目前,我国输电线的散热故障占了相当大的比重,其中散热故障可以划分为内、外部热故障。而内部散热故障是由于部分设备密闭性强,散热性能弱,从而逐渐导致其内部温度升高,留下安全隐患。红外温度测量是保证电力系统安全、稳定、可靠运行的重要手段。因此,在进行红外线测温相关工作的同时,要根据当地的输电线路情况,对操作设备进行科学合理的选型,制定出一套行之有效的经营方案,确保检修成果的真实和有效。在实践中,一般应用以下方法:

1. 绝对温差法:国内的输电线采用的是钢芯铝绞线,国家制定了相应的规范条例,要求线路在稳定运行的过程中,温度不得高于70℃。同时,有数据显示,在输电线路路上,如果相邻两个设备间的温度高于70℃,则线路发生故障的可能性就会大幅上升,所以在进行检修时,必须对设备的温度进行控制。

2. 警戒升温法:正如目前在智能大楼中使用的自动报警设备一样,由于各个地区的用电水平存在较大

差异,因此,在传输线路上的电流也是不一样的。所以,工作人员要根据输电线路的具体情况,科学地设定一个比临界点温度稍低的预警参数。在使用红外测温设备的时候,当探测到输电线路的某个部位的温度超过了预警参数,就会发出警报,通知工作人员对该故障进行及时处理。此外,这种方法也存在着一些限制,当负载电流、线路材料、运行环境等基本条件一致时,高压 AC 线的发热现象会受到邻近效应的影响而表现出显著的差异,所以,仅仅根据导向类型和材料来设置预警参数是不科学和合理的,势必会降低预警的准确性。另外,在设计预警参数时,如果没有将外部环境因素考虑在内,那么这个参数的设置也不完善,特别是对于高压架空输电线路来说,各项外部因素和条件都会对检测结果产生影响。因此,在对输电线路进行预警参数设置及监测时,必须采取必要的控制措施,以确保其计算精度。<sup>[5]</sup>

### 5.2 做好输电线路设备的检查登记

为了保障用户用电的安全,必须定期对线路进行检查和维护。所以,电力企业必须要建立定期和重点的检修和维护体系,在定期的检查过程中,必须对监测过程进行严格规范,保证检测结果的准确性。如出现红外线温度计报警,或存在传输线路故障,应立即将其报告给相关部门,以便立即进行排障。同时,即便是经过检验程序后,确定了传输线路不存在异常情况,也需要对时间、温度和环境等因素进行实时监测和控制,同时还要对测温记录、温升趋势及幅度进行分析,作出较为合理的预判,以提升检修维护工作的效果。另外,在排除了设备故障之后,还应对故障部位进行关键的检查,以避免同类型故障再次发生。最后,相关人员应该做好细节检查和风险防范工作,对故障原因以及在排障过程中预测到的重要问题进行深入了解和分析,以便为下一次的排障工作提供充分的经验数据支持。

### 5.3 与特定操作相联系

迎峰度夏和 N-1 运行模式下,运线路承受的负载电流要比正常情况大得多,当负荷水平超过 80% 时,必须在预计的重负荷到达之前,对线路各关键节点进行红外测温。在每一年峰峰期之前,对 500 kV 线路上的 500 kV 线路接头和重点 220 kV 输电线路接头进行测试。对于老化、运行环境恶劣或本身就有缺陷的线路,在重载运行时,应加大红外线测温的频率和采样次数。

### 5.4 加强对新建运行线路的管理和控制

新建线路由于安装工艺和压接工艺等方面的原因,

在高长度金属制品的双股结构的作用下,导线容易在接头附近产生散丝。在散股作用下,导体基础结构遭到破坏,极易产生局部过热。

此外,在焊接过程中,还会出现连接不良,使接触区域电阻率增加,形成过热缺陷,使焊接点的温度高于其它区域。对于新建运行的线路,运行人员一般要在运行 1 个月内对整个线路的关键节点进行一次测温。<sup>[6]</sup>

### 5.5 后续的缺陷管理

在红外测温工作确认电流互感器的缺陷状态后,需要对电力设备的运行状况进行持续监测和跟踪,根据其缺陷等级和具体条件,决定是否减少负载电流以避免事故,并尽可能实施停电检修。对有电压负荷过大的设备,必须立刻减小电流,并通过恰当的检测方法,对故障的具体部位和性质进行分析,一经发现问题,应立刻妥善处置。

## 6 结束语

随着数字化技术的不断进步,红外测温技术已经逐步融入了输电线路的高效运营管理中,红外测温技术拓宽了检修管理思路,提供了更加灵活、高效的运营管理方式,稳定了线路的运行状态。利用红外温度传感技术来监测线路设备,采用的是一种无接触式的检测方式,其融合了遥感技术的思想,其高灵敏度、大范围、多层次的监测方式,是对设备生命周期管理理念的良好运用,与设备风险控制原理和线路运营管理的先进理念一致。以红外线测温技术为基础的线路运营管理手段,在今后的发展中将会显示出其优越性。

## 参考文献:

- [1] 张海春. 变电运维工作中对电压致热型设备的红外测温技术[J]. 电子元器件与信息技术, 2019,03(07):112-114,118.
- [2] 李昂,王传平,饶彬源,等. 基于红外测温技术的螺杆压缩机故障监测系统研究[J]. 设备管理与检修, 2023(15): 55-58.
- [3] 梁银新,盛叶飞. 红外激光瞄准型测温装置在红冲压力表接头中的应用[J]. 工业仪表与自动化装置, 2023(03):85-87.
- [4] 范振华. 变电运维中电压致热型缺陷的红外测温技术研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022,12(10):129-130.
- [5] 王思光. 基于红外测温技术的现状架空输电线路导线、地线运行应力计算[J]. 机电信息, 2022(17):6-9.
- [6] 叶日新,赵新志,窦小晶,等. 基于红外测温技术的 ±500kV 换流站平波电抗器套管缺陷诊断分析与处理[J]. 电网与清洁能源, 2021,37(07):65-72.