

红外热成像技术在电气设备过热缺陷检测中的应用研究

张欣

南京博凯电力科技有限公司

摘要: 本文首先阐述了红外热成像技术的基本原理。接着深入剖析了电气设备过热缺陷所带来的危害,包括对设备性能的影响以及可能引发的安全事故。随后详细探讨了红外热成像技术在过热检测中的显著优势,通过与传统检测方法对比,凸显其独特价值,尤其强调了其非接触式检测的特点。在应用方面,介绍了该技术在变压器与高压设备检测实践、输电线路接头与连接件过热缺陷识别以及电力设备红外热像图特征分析与故障诊断等方面的具体运用。最后,对红外热成像检测技术的操作流程进行了说明。

关键词: 红外热成像技术; 电气设备; 过热缺陷检测; 非接触式检测

一、红外热成像技术的原理

一切温度高于绝对零度的物体都在不停地向周围空间发出红外辐射能量,物体红外辐射能量的大小及其按波长的分布与它的表面温度有着十分密切的关系。红外热成像技术正是利用了这一原理,通过红外探测器和光学成像物镜,接收被测目标的红外辐射能量分布图形,并将其反映到红外探测器的光敏元件上。这些光敏元件会将接收到的红外辐射信号转换为电信号,再经过电子系统处理,传输到显示器上,从而得到与物体表面热分布相对应的热像图。这种热像图与物体表面的热分布场相对应,能够直观地显示出物体各部分的温度高低,帮助人们发现潜在的过热缺陷等问题。

二、电气设备过热缺陷的危害

2.1 过热缺陷对电气设备性能的影响

过热缺陷会致使电气设备的绝缘材料加速老化,降低其绝缘性能,增加设备发生短路、击穿等故障的风险。同时,过热会使设备中的金属部件产生热应力,长期作用下可能导致金属疲劳、变形甚至断裂,影响设备的机械强度和稳定性。此外,过热还会影响电气设备的运行效率,使设备的能耗增加,输出功率下降,缩短设备的使用寿命,增加维护成本和停电检修的频率,给电力系统的安全稳定运行带来严重威胁。

2.2 过热缺陷引发的安全事故分析

电气设备过热,电气设备的部分过热点如果一直未能得到及时处理,则非常容易出现比较严重的安全事故,首先,电气设备在出现过热的情况下,会导致电气设备内部的绝缘物质出现较快的碳化,从而出现了放电,出现了弧光,弧光本身的温度比较高同时具有比较大的发光强度,比较容易出现烧毁电机、电气设备的情况,同时容易造成附近的化学易燃物质的燃烧与火灾,从而引发相关人员生命财产损失。

然后,在出现金属零部件过热的情况之后,会造成部件变形断折的情况,使得金属部件出现结构破坏,从而出现了设备坍塌飞溅的情况,对现场工作人员造成一定的受伤危害。最后,由于电气设备出现过热的情况,电力系统出现破坏,使得整个用电系统出现了一定的影响,从而对人们的正常社会生产生活造成了一定的影响与损失。

三、红外热成像技术在过热检测中的优势

3.1 红外热成像技术与传统检测方法的比较

红外热像检测技术与传统的检测方法相比存在较大优势,传统的检测方法温度计检测、热电偶检测等与被测试物体接触,对设备的检测安全运行产生影响。红外热像检测技术能与被测试物体不接触就能了解到物体温度分布情况,打破传统方式检测方法的约束,具备检测速度快、检测范围大以及实时检测等特点,提升红外热像检测效率,对电气设备过热缺陷检测更具可靠性。

3.2 红外热成像技术的非接触式检测特点

红外热成像非接触式本身的特点,被测设备不间断运行也能进行温度检测,采用红外热成像技术设备直接接收设备输出的红外辐射,转化成热图像,得到设备温度分布情况,由于没有接触,这样就不仅排除了红外热成像技术本身可能造成损害器件、电击危险,并且能够检测高温、高压、大电磁场的危险恶劣环境,检测可靠、稳定。由于非接触也意味着未测设备不可以直接同红外热成像设备进行检测,于是非接触式红外热成像技术同时也使得有运动部件、难以接近部位、位置也能被检测,扩大了红外热成像技术的使用范围。

四、红外热成像技术在电气设备检测中的应用

4.1 变压器与高压设备的红外热成像检测实践

对变压器及高压设备的检查红外热成像技术在对变压器

及高压设备检查的应用中,红外热成像技术可以及时将变压器内表面及散热片的过度发热部位故障及连接部件在高压设备连接部件中通过红外热成像技术及时扫描变压器内部时变压器内部匝间短路和变压器器身铁芯多点接地故障都会引发变压器局部性部位过热而红外热成像技术可以及时发现变压器内部中变压器局部性部位过热故障的产生并且能够通过热影像及时反映,可以及时为工作人员准确提供故障部位和高压设备相互间、隔离开关、断路器、电流卡器等设备与高压装置间连接部位过高热量可以有效检测出由于接触不良也会出现设备过热使其毁坏引发停电事故。

红外热像的检查,通过实际应用红外热像可以完成红外热像带电作业检查,在节省红外热像检查时间的同时可以完成红外热像检查,在检查红外热像的过程中,结合设备负荷检查温度,确定设备是否存在问题,例如当变压器的负荷发生变化时,使用红外热像检查散热片的温度,查看散热片的温度是否升高,查看散热片是否正常工作;使用红外热像检查变压器设备、压力设备,建立设备温度档案,利用红外热像检查不同时期对于设备的温度趋势对比,对于温度偏暖的设备,发现问题,提前进行预防。

在基于红外热成像仪对变压器与高压设备的红外热进行检测过程中,检测人员应该对红外热成像仪的使用方法进行熟练掌握,结合该设备的类型以及该环境,将红外热成像仪的参数等进行设置,保证检测的准确性,例如温度、发射率等。变压器与高压设备的类型与结构不同,散热的方式也有一定的区别,在对变压器与高压设备进行红外热成像仪检测的过程中,应该对重点部位进行重视。例如油浸式变压器,应该对油箱的表面、油枕、套管等部位进行红外热检测。干式变压器应该对线圈、铁芯温度进行红外热检测。在对高压设备的连接部位进行红外热检测的过程中,应该将正常发热与异常发热进行分离,一般的电流通过导体产生焦耳热,该热量在一定温度范围范围内发热,温度升高一定幅度,发热正常;异常发热,是指高压设备的接触不良、绝缘损坏等导致的发热,该热量的温度较高,随着时间的延长,该温度也会逐渐升高。通过将设备是否过热进行一个明确的判断,就可以将设备过热的状态在第一时间显示出来,做出部分保障变压器或者是高压设备的正常运行的保证。

4.2 输电线路接头与连接件的过热缺陷识别方法

输电线路在运行的过程中,接头发热和连接受过热缺陷部位是比较常见的问题,运用红外热像仪对过热部位进行

检测,就可以很方便、快捷、准确地判断出接头和连接的过热部位。首先需要找到进行检验的时机,在负荷大的时候进行检测,在比较准确的情况下对过热部位进行检测。对被检测部位要保持一定的距离和角度,在使用红外热像检测时,可以找到准确的热像,通过判断热像对过热的接头和连接部位,发现接头和连接部位的过热部位与其他部位相比过度热,且接头及连接部位的温差过大都有过热缺陷,再结合以往资料 and 同种设备对比判断,这样会更加准确。有的过热缺陷不是很明显,需要复测、不同时期的检测等,多角度检测可以避免遗漏的缺陷。

此外,对于不同材质的接头与连接件,其正常的温度范围也存在差异,检测人员需要熟悉各类材质的特性,以便更准确地判断是否存在过热。例如,铜质接头与铝质接头在相同负荷下的正常温度可能有所不同,要根据具体情况进行分析。在检测过程中,还要注意环境因素对检测结果的影响,如风速、环境温度等。风速较大时,会加速接头与连接件的散热,可能导致检测到的温度偏低;而环境温度过高时,又可能使整体温度水平升高,影响对过热缺陷的准确判断。因此,在必要时要对检测结果进行适当的修正,以确保过热缺陷识别的准确性。

除了上述基本的识别方法,还可以借助专业的图像分析软件对红外热像图进行更深入的处理。这些软件能够对热图像进行精确的温度测量、区域温度分析以及温度趋势追踪等操作。通过设定特定的温度阈值,软件可以自动标记出温度异常的区域,帮助检测人员快速定位过热缺陷的位置。并且,利用图像分析软件的历史数据对比功能,可以清晰地观察到接头与连接件温度随时间的变化情况,对于判断过热缺陷的发展趋势和严重程度具有重要意义。另外,建立完善的输电线路接头与连接件的红外热成像检测数据库也是提高过热缺陷识别准确性的有效手段。将每次检测的数据、图像以及分析结果存入数据库,经过长期的积累,可以为后续的检测工作提供丰富的参考依据,有助于检测人员更好地掌握接头与连接件的温度变化规律,及时发现潜在的过热隐患。

4.3 电力设备红外热像图的特征分析与故障诊断

电力设备在运行过程中,其红外热像图会呈现出特定的特征,这些特征是故障诊断的重要依据。对于正常运行的电力设备,其红外热像图温度分布相对均匀,各部位温度在合理范围内波动。而当设备出现故障时,热像图会出现明显异常。例如,若设备存在局部放电故障,热像图中对应部位会

出现局部高温区域,且温度升高较为集中;若设备内部存在短路故障,会导致设备整体温度异常升高,热像图上表现为大面积的高温区域。通过对这些特征进行细致分析,结合设备的运行参数、历史数据以及相关标准,能够准确判断设备是否存在故障以及故障的类型和严重程度,为后续的维修和保养提供科学依据。

不同类型电力设备的故障在红外热像图上也有着不同的表现特征。像断路器,若触头接触不良,热像图上触头部位会出现温度明显高于其他正常部位的现象;对于隔离开关,若刀口接触电阻增大,刀口处温度会异常升高,在热像图上形成明显的热点。此外,电力电缆终端头若存在绝缘缺陷,热像图中会显示出局部温度异常,可能伴随有温度分布不均匀的情况。通过对各类电力设备红外热像图特征的不断总结和分析,可以建立起完善的故障诊断模型,进一步提高故障诊断的准确性和效率。

除了以上所陈述的常见电力设备以外,一些较为特殊的设备,其红外热像图也会出现不同的表征,比如:电容器的内部元件击穿故障,那么其热像图就会出现局部高温现象,而且和周围区域温差非常明显;互感器的铁芯多点接地故障,热像图上则表明为整体温度过高,而且不均匀等。但是在具体的排故中,除了观察热像图上的温度异常部位以外,还需要观察设备的运作声音、气味等信息辅助说明,比如:设备出现异响,同时热像图上的表征存在局部明显的温度过热现象,那么很有可能就是设备同时产生了机械以及过热双重故障。除此之外,对于环境因素的考虑要尽可能地充分,比如环境的温度、环境的湿度和风速等,都有可能会对热像图产生不准确现象。通过对电力设备的红外热像图进行分析,结合更多的信息可以对设备的故障进行较为准确的判断,保障电力系统的安全。

五、红外热成像检测技术的操作流程

5.1 红外热成像设备的选择与配置

进行红外热像仪选型,按仪器分辨率、测温量度、测温精度、仪器使用环境选型。仪器分辨率决定清晰率,决定微发现率,仪器的测温量度决定最大测温值,决定故障检测到位率,仪器测温精度决定检测结果精度,选择精度较高仪器,决定故障检测水平;从仪器使用环境选设备,使用防雨、防尘器、电磁、防雷等设备,决定仪器检测使用率;按检测使用对象分配,不同检测用途配足、配齐不同型号、规格仪器,组成整机检测设备。

5.2 红外热成像检测的操作步骤与注意事项

操作方面主要是对检测环境进行检测,确保检测环境的温度以及湿度等达到设备的要求,防止外界因素影响检测结果;然后就是进行红外热成像设备的预热、调焦,确保设备处于良好的工作状态,提高检测质量。实际操作时需要操作人员对电气设备进行全覆盖、按照顺序的扫描,在变压器套管、断路器触头等容易出现热像异常的地方注意对设备的角度以及距离进行调节,进而得到清晰的热像图。

注意事项:操作人员具有专业的知识技能,熟悉电气设备与器件,能够正确判断热像图中异常,测试时应遵守工作安全规程,带上个人防护用品,做到安全防护,设备保养与维护,应定期对设备予以清洁检查,对损坏的零部件要及时更换,延长使用寿命。对检测数据以及热像图进行归纳整理,建立设备病检档案,为判断设备状况及维修提供依据。

结语

红外热像技术可以对电气设备进行过热性故障检测,对红外热像技术研究进一步熟悉了红外热像技术的应用,电气设备的过热性故障对电气设备是一个非常大的问题,红外热像技术在电器设备的应用里对电器长久的平稳的应用问题,对电器操作问题关注更重要,更关注检测结果是否正确有效,更可靠性,红外热像技术对电器设备检测结果进行后期技术优化。

参考文献

- [1]黄胜斌.红外热成像技术结合人工智能在电力系统的应用及发展[J].广西电业,2024(08):56-58.
- [2]周华.红外热成像技术在电气设备维护中的应用[J].集成电路应用,2022(03):132-133.
- [3]程亮;贾志强;何浩;董子健.新型红外热成像技术在电气设备故障诊断中的应用[J].实验室研究与探索,2024(10):83-89+138.
- [4]杨勇;杨通;隋萌萌.红外热成像技术在电气设备中的应用[J].设备管理与维修,2022(13):133-134.
- [5]牛小玲;刘勇.探究红外热成像技术在电气设备故障诊断中的应用[J].电子测试,2022(14):91-92.