

Analysis and solution of high voltage electrical equipment

Xuqiang Liu

State Grid Lvliang Power Supply Company, Lvliang, Shanxi, 033000, China

Abstract

Overheating problem has long been a key factor affecting the normal operation and service life of high voltage electrical equipment. This paper first analyzes the possible causes of overheating of high voltage electrical equipment, such as increased resistance at conductor contact, equipment assembly defect and high ambient temperature, and discusses the direct effects of these factors on equipment performance and service life. Then, the basic steps and methods of troubleshooting and troubleshooting high voltage electrical equipment are introduced in detail. Among them, the use of thermal imaging instrument to conduct high temperature point positioning, voltage test to check the insulation and other scientific and effective detection tools, to find and solve the problem of high voltage electrical equipment overheating in time and to ensure the normal work of the equipment to provide important support. Finally, according to the practical work experience, the suggestions and countermeasures to prevent and handle the overheating failure.

Keywords

high voltage electrical equipment; overheating fault; fault diagnosis; thermal imaging instrument; equipment maintenance

高压电气设备过热故障的分析与解决方案

刘旭强

国网吕梁供电公司, 中国 · 山西 吕梁 033000

摘 要

过热问题长期以来一直是影响高压电气设备正常运行和使用寿命的关键因素。本文首先分析了各种引起高压电气设备过热的可能原因, 如导体接触处电阻增大、设备装配缺陷、环境温度过高等, 并探讨了这些因素对设备性能和使用寿命的直接影响。继而, 详细介绍了对高压电气设备进行故障诊断和故障排除的基本步骤和方法。其中, 运用热影像仪进行高温点定位、电压试验检查绝缘情况等科学有效的检测工具, 为及时找到并解决高压电气设备过热问题, 确保设备正常工作提供了重要的支持。最后, 依据实际工作经验, 提出了有效防止和处理设备过热故障的建议和对策。

关键词

高压电气设备; 过热故障; 故障诊断; 热影像仪; 设备保养

1 引言

高压电气设备在现代社会的各个领域中都有广泛的应用, 从电力输送、工业生产到家庭生活, 它们发挥着关键的作用。然而, 在使用过程中, 高压电气设备往往会出现过热问题。过热不仅威胁到设备的正常运行, 降低了设备的性能和效率, 同时也可以大幅缩短设备的使用寿命, 甚至可能引发电气火灾等严重事故。这些问题对社会生产和人民生活造成了严重影响。因此, 对高压电气设备过热故障的原因进行深入剖析, 寻找解决方案, 无疑具有重要的实践和理论意义。本研究以解决这个问题为目标, 从导体接触处电阻增大、设备装配缺陷、环境温度过高等多个角度, 对过热故障进行深入分析。同时, 提出了一系列有效的故障诊断和排除方法, 并提供了一些实际可行的预防和改进措施。希望本文的成果

能为高压电气设备的操作、维护和改进提供有效的参考资料, 同时为保障高压电气设备的正常运行和延长设备使用寿命贡献力量。

2 高压电气设备过热原因分析

2.1 导体接触处电阻增大引发的过热问题

导体接触处电阻增大是高压电气设备中常见的过热原因之一^[1]。这种过热问题主要源于接触面不良, 通常由于接触面氧化、腐蚀、机械应力不足或材料老化等因素导致。接触面的不良会显著增加局部电阻, 进而导致电流通过时产生过量的热量。由于电阻增大, 热量积聚在接触点上, 未能有效散去, 导致局部温度迅速升高。当温升超过设备设计的耐热限值时, 会引发绝缘材料的热老化和损坏, 严重时甚至可能引发电气火灾。

过热不仅降低了设备的运行效率, 而且加速了设备的损耗, 缩短使用寿命。电气设备通常配有绝缘结构, 长时间的过热会导致绝缘性能下降, 加大设备因绝缘故障而发生击

【作者简介】刘旭强 (1991-), 男, 中国山西吕梁人, 硕士, 工程师, 从事电气试验 (高压试验) 研究。

穿的风险^[2]。持续的高温可能导致接触条件进一步恶化，形成恶性循环，导致故障的进一步加剧。

为避免这种问题，确保导体接触处的电阻保持在最小，关键措施包括定期维护检查接触面状态，清除氧化和腐蚀物质，保证接触面的清洁和平整。采用更高质量的导体材料和先进的接触技术以保证接触压力和导电性能的稳定性，对于提高设备运行可靠性至关重要。

2.2 设备装配缺陷导致的过热现象

高压电气设备的装配缺陷是导致设备过热的一项常见因素。在设备制造和安装过程中，若存在装配不当，如紧固件未拧紧、组件未正确对齐或安装顺序错误，这些都会导致电气设备在运行中产生局部应力集中，从而引起过热现象。装配缺陷可能导致接触电阻增加，使电流无法顺畅通过，产生额外的焦耳热。这种热量积聚不易被散热机制及时释放，进一步加重设备的温升。装配缺陷可能导致电气间隙不足，增大了击穿和短路的风险，进而间接造成设备发热。设备中如未能正确安装绝缘材料，也会出现过热问题，因为绝缘材料的偏移或磨损会导致电场不均匀分布，加强局部电场强度，从而引发发热故障。预防装配缺陷引起的过热现象，应在设备制造和安装阶段严格执行质量控制，实施精准度高的装配技术和重新检验制度，以减少此类故障的发生。通过提升制造和装配工艺的标准，改进现场安装人员的操作技能，可以有效缓解由于装配缺陷导致的设备过热问题。

2.3 环境温度过高引起的设备过热

环境温度过高是引发高压电气设备过热的重要因素之一。高温环境下，电气设备的热耗散能力受到限制，导致设备内部无法有效散热。环境温度的升高会使设备材料的电阻增加，从而增加电流通过时的热损耗，这成为设备整体过热的潜在隐患。高温还可能导致绝缘材料的老化加速，降低其介电强度，从而使得设备更易发生绝缘故障，进一步引发热量积累。长期处于高温环境中的设备，其连接部件如接头和紧固件等可能因热胀冷缩导致接触性不良，增加电阻和发热。这些因素共同作用，加剧了设备的热应力，缩短了设备的使用寿命。为应对环境温度升高带来的影响，需在设备设计和材料选用上充分考虑耐高温性能，并制定严格的热管理策略以维持设备运行的稳定性。

3 高压电气设备的故障诊断与排除

3.1 热影像仪定位高温点的方法与应用

热影像仪在高压电气设备过热故障的诊断中起到关键作用。这种非接触式检测技术通过捕捉设备表面的红外热辐射，使得设备的温度变化可视化，在高温点的定位中具备显著优势。通过热影像仪，能够准确地识别出设备中异常热区域，避免传统检测方法需要直接接触设备的缺陷，提高了检测的安全性与效率。在高压电气设备的常规检修中，运用热影像仪对设备的连接节点、导体表面、绝缘部件等进行检测，能够迅速找出可能存在的过热隐藏点。这种技术在设备运行

状态下实施，不影响设备的正常运行，更大程度上保障了电力系统的稳定性。检测过程中，设备的热分布图像由专业人员进行分析，不仅可以判定设备是否存在过热问题，还能帮助预测设备潜在的老化或损坏风险。通过对比热成像数据与设备的标准运行温度，实现对设备健康状况的全面评估。热影像仪的应用为高压电气设备预防故障、减少非计划停机、延长设备使用寿命提供了强有力的技术支持，极大提升了设备管理与维护的科学性和预见性。

3.2 电压试验检查设备绝缘情况

在高压电气设备的故障诊断中，电压试验作为检查设备绝缘情况的一种关键方法，发挥着不可或缺的作用。电压试验通过对高压设备施加一定的试验电压，观察和测量设备的绝缘性能，以确定其是否存在绝缘破损或者劣化的现象。在进行电压测试时，通常会采用工频耐压试验和直流耐压试验等多种技术手段，以全面评估绝缘状态。

工频耐压试验是通过持续施加工频电压于设备上，检验其在规定时间内能否承受所加电压而不发生绝缘击穿。直流耐压试验则通过施加稳定的直流电压，从而定位潜在的绝缘故障点。两种方法都能有效揭示设备的耐压能力，进而判断其绝缘性能是否合格。这些试验结果对于判定绝缘材料的劣化程度、识别设备潜在的电气性能问题具有重要意义。

电压试验在设备检测中提供的数据，不仅帮助维护人员及早发现和解决过热故障，也在优化高压电气设备的运行和管理中，提供了重要依据。如果试验结果显示绝缘不合格，需及时采取修复或更换措施，以避免因绝缘损坏导致更严重的设备故障或安全隐患。

3.3 实际案例中的故障诊断与排除流程展示

在实际案例中，高压电气设备的故障诊断与排除流程通常始于对设备运行数据的全面收集，以识别异常状况。通过历史数据分析，识别出异常温度上升区域。一旦检测到可疑区域，热影像仪被用来确认和精确定位设备的热点。这一步尤为重要，有助于缩小故障范围。在确定位点之后，使用电压试验来检查这些区域的绝缘完整性，从而评估设备内部可能隐藏的绝缘问题。当热影像和电压试验结合使用时，能够显著提高故障诊断的准确性。施工和设备安装记录的审查也必不可少，以查明是否存在拼装缺陷或材料老化等问题。深入分析故障发生的环境条件，有助于发现由外部因素引发的过热，例如环境温度过高或湿度变化^[3]。在这种综合诊断流程下，高压电气设备的过热故障能够被高效、准确地鉴定和排除，保障设备长期稳定运行。

4 预防与解决高压电气设备过热的对策与建议

4.1 高压电气设备的日常保养与维护

高压电气设备的日常保养与维护是确保设备长期安全稳定运行的关键环节。定期的保养与维护能够有效预防过热故障，从而提高设备的使用寿命。应确保设备的工作环境清洁，保持设备表面和周围环境的整洁，防止灰尘和杂物堆

积,因此可能导致设备散热效果不佳,增加过热风险。应定期检查导体连接处,确认其紧固程度,避免因接触电阻增大而产生的过热问题。设备的绝缘部分同样需要获得定期检修,及时修复或更换老化的绝缘材料,以防因绝缘失效而引发的过热。环境温度的监控也是保养维护的重要组成部分,应确保设备在设计允许的温度范围内运行,并采取必要的通风或冷却措施。在设备运行过程中,通过借助先进的监测工具,如在线热成像监测等,可以实现对设备工作状态的实时监控,快速识别潜在的过热区域,采取针对性的处理措施。建立完善的设备维护档案,记录每次检修的情况和发现的问题,为日后维护提供数据支持和参考依据。通过系统、细致的日常维护,高压电气设备的过热故障能被有效预防和处理,进而保障设备的安全稳定运行。

4.2 设备设计与选材的改进提案

高压电气设备的设计和选材在预防过热故障中起着关键作用。优化导体材料是一个重要策略,使用高导电率的材料可以显著降低导体接触处的电阻,从而减少发热量。设计过程中需考虑设备的散热性能。通过增加散热片、采用强制风冷或液冷系统等手段,可以有效提升设备的散热效率,降低设备运行温度。在选材方面,应优先选择耐高温、耐腐蚀的特殊材料,确保设备在恶劣条件下依然能够可靠运行。引入先进的绝缘材料也能提高设备的耐压和安全性能,减少因绝缘老化导致的热失控风险。合理的结构设计同样重要,优化设备内部布局,使散热路径更为直接,有助于快速降低系统温度。高压设备组件间的接合处应采用更为精细的制造工艺,以减少装配误差引起的局部过热可能性。在选材及设计过程中,需综合考虑设备的工作环境及工况要求,以确保解决方案的实效性和经济性。通过科学合理的设计和选材,高压电气设备的性能与稳定性将得到显著提升,过热故障的发生率也会随之降低。

4.3 针对特定问题提出的预防与解决策略

在高压电气设备过热故障的预防与解决中,针对特定

问题的策略尤为关键。为避免导体接触处电阻增大,应定期进行设备连接部位的检查与维护,确保接触紧密且无氧化现象。设备装配时,必须严格遵循技术规范,确保各部件的精确匹配,并在生产阶段实施全面的质量控制。针对高环境温度引发的过热,可以优化设备散热设计,增加通风装置,并选用具有良好导热性能的材料,以提升整体耐热性能。部署智能监控系统,以实时监测设备的运行温度和其他关键参数,预防性地识别和处理潜在故障。通过结合科学合理的方法,对症下药,提高设备的可靠性和运行稳定性。

5 结语

本文对高压电气设备过热故障进行了深入的研究,并提供了解决此类问题的详细方案。我们初步分析和确定了过热的主要原因,并通过具体案例,详细介绍了对设备进行故障诊断和排除的方法,其中包括采用热影像仪和水压试验等科学有效的工具,为及时准确地解决过热问题,确保设备运行正常,提供了技术支持和依据。同时,根据实际工作和经验,我们也提出了一些预防和处理设备过热的建议,例如加强设备的日常保养、改进设计和选材等,从而达到预防 and 解决设备过热问题的目标。虽然我们的研究已经取得了一些成果,但在实际操作中仍需结合设备的具体情况进行细致入微的观察和调整。针对不同类别和材质的设备,可能需要采取更多综合且定制化的解决方案。以后可以侧重于开发更高效、更精确诊断过热故障的方法,进一步改进设备的设计和材料选择,并探索更多可能的预防过热故障的措施。

参考文献

- [1] 王宇驰.有关高压电气设备故障分析[J].汽车世界,2019,(26):0003-0003.
- [2] 王宏.高压电气设备状态监测和故障诊断技术应用[J].电子乐园,2019,(05):0301-0301.
- [3] 李燕.高压电气设备故障诊断中红外检测技术的应用[J].光源与照明,2021,(03):59-60.