

# 浅谈10kV变压器的维护

刘越 李乐 车文正

北京丰供电变电工程有限责任公司 北京 100000

**摘要:** 本文简要探讨了10kV变压器的结构、工作原理及其常见故障与原因。针对这些故障,本文提出了一系列维护措施,包括预防性维护和故障性维护,并强调了维护过程中的安全性。最后,从技术、管理和经济三个层面出发,提出了10kV变压器维护的优化策略。通过实施这些策略,可以有效提高10kV变压器的运行效率,确保其供电的可靠性和稳定性,同时降低维护成本,实现经济效益和社会效益的双赢。

**关键词:** 10kV变压器; 维护措施; 优化策略

## 引言

本文对10kV变压器的结构、工作原理及常见故障进行了深入剖析,并提出了相应的维护措施。10kV变压器作为电力系统的核心设备,其稳定运行至关重要。文章首先介绍了变压器的结构与工作原理,然后分析了常见故障类型及其原因。接着,提出了包括定期巡检、预防性试验、清洁紧固等在内的预防性维护措施,以及故障诊断、快速响应等故障性维护方案。文章最后强调了在维护过程中的安全问题,并给出了维护优化建议。

## 1 10kV 变压器的结构与工作原理

10kV变压器是电力系统中的关键设备,其基本结构通常包括铁芯、绕组、绝缘结构、油箱、冷却装置、保护装置等部分。(1)铁芯:铁芯是变压器的磁路部分,通常采用硅钢片叠装而成,以减少涡流损失。它的主要功能是提供一个低阻抗的磁通路径,使原、副边绕组的磁通得以有效地传递。(2)绕组:绕组是变压器的电路部分,通常由绝缘铜线或铝线绕制而成。原边绕组接至电源,副边绕组则提供所需的输出电压。绕组的设计需要考虑到电流密度、电磁力、热效应等因素。(3)绝缘结构:变压器内部的绕组与铁芯、绕组与绕组之间需要有良好的绝缘,以防止电气击穿和短路。绝缘材料通常采用纸、油、橡胶、环氧树脂等。(4)油箱:油箱是容纳变压器油和其他内部部件的容器。变压器油的主要作用是冷却和绝缘。油箱通常设有放油阀、油位计等附件,以便于油的管理和监控。(5)冷却装置:变压器在工作过程中会产生热量,需要通过冷却装置将热量散出,以保证变压器的正常运行。冷却方式有自然冷却、强迫油循环冷却、强迫空气冷却等。(6)保护装置:保

护装置包括熔断器、过载继电器、温度计等,用于在变压器出现过载、短路、过热等异常情况时切断电源,保护变压器不受损坏。10kV变压器的工作原理基于电磁感应定律。当原边绕组接至交流电源时,原边电流产生的磁通会在铁芯中产生交变的磁通量,这个交变的磁通量又会在副边绕组中产生感应电动势。通过调整原、副边绕组的匝数比,可以实现电压的升高或降低。变压器的主要技术参数:(1)额定电压:变压器设计时所规定的正常工作电压,对于10kV变压器,其额定电压通常为10kV。(2)额定电流:变压器在额定电压下运行时,各绕组的线电流值。(3)额定功率:变压器在额定电压和额定电流下运行时,能够连续输出的视在功率,通常以千伏安(kVA)为单位<sup>[1]</sup>。

## 2 10kV 变压器的常见故障与原因分析

### 2.1 常见故障类型

(1)电气故障。电气故障是10kV变压器中最常见的故障类型,主要包括绕组故障、绝缘故障、分接开关故障等。绕组故障可能是由于绕组制造时存在的缺陷、运行过程中受到的电动力冲击或过载等原因导致的。绝缘故障则通常是由于绝缘材料老化、受潮、污染等因素引起的。分接开关故障多由于接触不良、开关机构损坏或分接位置调整不当等原因导致。(2)机械故障。机械故障主要涉及到变压器的结构部件和附属设备。例如,铁芯夹件松动、硅钢片翘曲等会导致铁芯故障;油箱密封不严、焊接缺陷等会造成油箱及附件故障;冷却系统的故障则可能是由于风扇损坏、油泵失效等原因引起的。

### 2.2 故障原因分析

(1)设计制造缺陷。设计制造缺陷是导致变压器故障的根本原因之一。设计不当可能会导致变压器在运行过程中出现应力集中、热分布不均等问题,从而引发故障。制造过程中的工艺缺陷、材料选择不当、质量控制

**作者简介:** 刘越(1987.12.22),本科,北京丰供电变电工程有限责任公司,长期从事电气工程方向工作

不严等也可能导致变压器的固有缺陷和隐患。(2) 运行环境条件。运行环境条件对变压器的正常运行有着重要影响。例如, 高温环境会加速绝缘材料的老化, 潮湿环境可能导致绝缘电阻下降, 而污染严重的环境则可能引发变压器的短路故障。此外, 雷电冲击、过电压、谐波等电气环境因素也可能导致变压器的电气故障。(3) 人为因素与维护不当。人为因素和维护不当是造成变压器故障的重要原因之一。例如, 安装过程中的不规范操作、检修过程中的疏忽大意都可能导致变压器的内部部件受损或安装不良。运行过程中对变压器的监控和管理不到位, 未能及时发现和处理异常情况, 也可能导致故障的发生。此外, 缺乏定期的预防性维护和检修工作, 或者维护工作不规范、不彻底, 都可能导致变压器的故障隐患得不到及时发现和处理。

### 3 10kV 变压器的维护措施

#### 3.1 预防性维护

预防性维护在10kV变压器的长期稳定运行中扮演着至关重要的角色。这种维护方式的核心是通过一系列定期的检查、试验和清洁活动, 主动识别并消除可能引发故障的潜在安全隐患, 从而保障变压器的安全和性能。

(1) 定期巡检与试验。定期巡检是预防性维护的基石。巡检人员需要定期对变压器的外观、油温、油位、冷却系统等进行全面细致的检查。这些检查不仅涉及变压器的外观和结构, 还包括其内部电气性能和运行状态。通过巡检, 可以及时发现并处理诸如油位异常、油温过高、冷却系统故障等问题。除了巡检外, 定期的电气试验也是预防性维护的重要组成部分。绕组直流电阻测量、绝缘电阻测量和变比测试等试验可以帮助我们判断变压器的电气性能是否满足运行要求。通过这些试验, 我们可以发现绕组的潜在故障、绝缘老化等问题, 并及时采取措施进行修复或更换<sup>[2]</sup>。(2) 清洁与紧固。变压器在运行过程中不可避免地会受到灰尘、污垢等污染物的影响。这些污染物不仅会影响变压器的散热效果, 还可能引发电气故障。因此, 定期清洁变压器是至关重要的。清洁时, 应使用合适的清洁剂和工具, 确保在不损害变压器的前提下有效去除污染物。除了清洁外, 紧固也是预防性维护的重要环节。变压器的紧固件在运行过程中可能会因振动、温度变化等因素而松动。如果不及及时紧固, 可能会导致结构不稳定、电气连接不良等问题。因此, 定期对紧固件进行检查和紧固是确保变压器稳定运行的重要措施。

#### 3.2 故障性维护

尽管预防性维护能够显著降低变压器故障的发生概

率, 但在实际运行过程中, 由于各种原因, 变压器仍可能会发生故障。在这种情况下, 及时的故障性维护就显得尤为重要, 它能够迅速响应、准确诊断并有效处理故障, 确保电网的稳定运行。(1) 故障诊断方法。当10kV变压器出现故障时, 首要任务是进行快速而准确的故障诊断。这通常涉及到电气试验、油样分析、红外测温等多种手段。电气试验能够检测绕组的直流电阻、绝缘电阻以及变比等参数, 从而判断变压器的电气状态。油样分析则通过对变压器油的化学成分进行分析, 揭示出可能存在的故障类型。红外测温技术则能够直观显示变压器各部位的温度分布, 帮助发现热点和潜在故障。在故障诊断过程中, 应充分利用现代化检测设备和先进技术, 如智能化诊断系统、大数据分析等, 提高故障定位的准确性和效率。这些先进技术能够快速处理和分析大量数据, 为维修人员提供准确的故障信息, 指导他们快速找到故障点并进行处理。(2) 故障处理流程。一旦确定了故障的性质和位置, 应立即启动故障处理流程。在处理过程中, 必须始终坚持安全第一的原则, 确保维修人员的人身安全和设备的安全。维修人员应佩戴好防护装备, 遵循操作规程, 避免因操作不当而引发二次事故。同时, 故障处理应迅速而有效, 以最大程度地减少故障对电网运行的影响。维修人员应根据故障诊断结果, 迅速定位故障点并采取相应的修复措施。对于一些复杂的故障, 可能需要更换部件或进行大修。在这种情况下, 应有备用的部件和维修团队待命, 确保故障能够及时处理完毕<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 维护与检修安全

在10kV变压器的维护与检修工作中, 安全始终是第一要考虑的因素。一个安全的工作环境不仅能够保护工作人员免受伤害, 还能够确保设备不受损坏, 从而维持电力系统的稳定运行。(1) 制定详细的安全操作规范。为了确保维护与检修工作的安全进行, 首先需要制定详细的安全操作规范。这些规范应明确每一步操作的步骤、使用的工具、人员配合以及可能出现的风险。通过明确的规范, 工作人员能够清楚地了解自己在工作中的职责和安全要求, 从而避免因操作不当而引发的安全事故。(2) 配备相应的防护设备。在进行维护与检修工作时, 工作人员应配备相应的防护设备, 如绝缘手套、防护眼镜、安全帽等。这些设备能够有效地减少工作人员在操作过程中受到伤害的风险。同时, 对于特定的工作环境和任务, 还需要配备专门的防护工具和设备, 如防毒面具、防爆工具等, 以应对可能出现的特殊情况。(3) 制定应急预案。尽管我们希望通过严格的操作规范和防

护措施来避免事故的发生，但在实际工作中仍有可能遇到一些意外情况。为了应对这些突发情况，我们需要制定应急预案。这些预案应包括应急处理流程、紧急联络方式、必要的救援设备和人员等。通过预案的制定和演练，我们能够在事故发生时迅速响应，最大程度地减少损失和风险。（4）培训与教育。除了上述措施外，定期的培训与教育也是提高维护与检修工作安全性的重要手段。通过培训，工作人员能够更加深入地了解安全操作规范、防护设备的使用以及应急预案的执行。同时，培训还能够提高工作人员的安全意识和应急反应能力，使他们在面对突发情况时能够冷静应对、果断处置。

#### 4 10kV 变压器维护的优化策略

10kV变压器作为电力系统中不可或缺的重要组成部分，其维护工作的优化对于提高电力系统的运行效率、确保供电的可靠性和稳定性具有重大意义。从技术、管理和经济三个层面出发，我们可以探索出一系列针对10kV变压器维护的优化策略。

##### 4.1 技术层面的优化

随着科技的不断发展，新技术和新材料的涌现为10kV变压器的维护提供了更多的可能性。（1）应用新技术如在线监测技术、红外测温技术等，可以实现对变压器的实时状态监测，及时发现潜在故障并预警。（2）采用新材料如高温绝缘材料、耐腐蚀材料等，可以增强变压器的耐候性和耐久性，减少因环境因素导致的故障。（3）提高设备的自动化与智能化水平也是技术优化的重要方向。通过引入智能巡检机器人、自动化控制系统等设备，可以减少人工干预，提高维护工作的准确性和效率<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 管理层面的优化

管理层面的优化主要涉及到人员培训和维护管理制度的完善。第一，加强培训是提高维护人员素质的关键。通过定期组织技能培训、安全培训等活动，可以提高维护人员的专业水平和安全意识，使他们更好地胜任

工作。第二，建立完善的维护管理制度是确保维护工作规范化、科学化的重要保障。制度应包括定期巡检、故障处理、应急预案等方面的内容，并明确各级人员的职责和权限。同时，还应建立相应的考核机制，对维护工作的执行情况进行监督和评估。

##### 4.3 经济层面的考虑

经济层面的考虑主要涉及到成本效益分析和长期规划与可持续发展。（1）进行成本效益分析可以帮助我们了解维护工作的投入与产出关系，优化资源配置，提高维护工作的经济效益。（2）长期规划与可持续发展是确保10kV变压器维护工作长期稳定进行的关键。通过制定长期维护计划、引入环保材料和技术等措施，可以实现经济效益和社会效益的双赢。

#### 结束语

10kV变压器的维护是确保电力系统稳定、安全运行的关键环节。本文通过对10kV变压器的结构、工作原理以及常见故障与原因的探讨，为变压器的日常维护提供了有力的理论支持和实践指导。在未来的工作中，我们应持续优化维护策略，引入新技术、新材料，提高维护工作的智能化和自动化水平。同时，加强人员培训，提高安全意识，确保每一项维护措施都能落到实处。只有这样，我们才能确保10kV变压器的稳定运行，为社会的经济发展提供坚实的电力保障。

#### 参考文献

- [1]张伟.10kV变压器维护与检修技术探讨[J].中国新技术新产品,2022(05):85-86.
- [2]刘磊,李明.10kV变压器运行状态及故障分析[J].电气技术,2021,22(06):84-88.
- [3]陈浩.10kV变压器检修与维护分析[J].中国设备工程,2023(02):54-55.
- [4]周振宇.10kV变压器的常见故障及预防措施研究[J].科技创新与应用,2023(03):121-123.