

大型变压器故障分析

王 辉

黄冈中电大别山发电运营管理有限公司 湖北 麻城 438300

摘要：大型变压器作为电力系统中的关键设备，其故障分析对于确保电力系统的稳定运行至关重要。本文深入探讨了大型变压器常见的故障类型，如绝缘故障、油温异常升高等，并分析了这些故障的原因、危害以及预防措施。通过引入先进技术与设备、优化运行与维护策略，旨在降低变压器故障率，提高电力系统的可靠性和安全性。同时，强调了对运维人员专业技能的培训与提升，以确保故障能够得到及时有效的处理。

关键词：大型变压器；故障；分析

引言：大型变压器作为电力系统的核心设备，其稳定运行对于保障整个电网的可靠性和安全性具有至关重要的作用。然而，在实际运行过程中，大型变压器常常会受到各种因素的影响，导致各种故障的发生。这些故障不仅可能损坏变压器本身，还可能对整个电网的稳定运行构成严重威胁。基于此，深入分析大型变压器的故障原因，探讨有效的预防措施和故障处理策略，对于确保电力系统的稳定运行具有重要意义。

1 大型变压器在电力系统中的重要性

大型变压器在电力系统中扮演着至关重要的角色，其重要性不言而喻。第一，大型变压器是电力系统中实现电能传输与分配的核心设备。电力从发电厂产生后，往往需要通过变压器进行升压，以便在输电线路中减少电能损耗，实现远距离输电。而在电力输送至用户之前，变压器再次将高电压转换为适合用户使用的低电压，确保了电能的安全、有效分配。这种电能的传输与分配是电力系统正常运行的基础，大型变压器在其中起到了至关重要的作用。第二，大型变压器不仅实现了电能的传输与分配，还承担着保障电能质量与稳定性的重要任务。通过变压器的电压变换功能，可以确保用户端获得稳定的电压供应，减少因电压波动对设备造成的损害。同时，变压器还能对电能进行滤波和稳压处理，提高电能质量，满足用户对高质量电能的需求。第三，大型变压器通常作为电力网络的关键互联节点，将不同电压等级的电力网络连接成一个整体。其运行状况直接影响到整个电力网络的安全运行^[1]。一旦大型变压器出现故障，可能导致与其相连的输电线路不能正常工作，甚至影响整个系统的功率平衡，造成系统失稳或解列，从而引发大面积停电等严重后果。第四，大型变压器的应用不仅提高了电力系统的传输效率和能源利用效率，降低了运行成本，还为社会带来了巨大的经济效益和社会效

益。通过减少电能损耗和提高电能质量，大型变压器为电力用户提供了更加可靠、经济的电力供应，促进了社会经济的持续发展。大型变压器在电力系统中具有举足轻重的地位，其重要性不仅体现在电能传输与分配、保障电能质量与稳定性等方面，还体现在作为电力网络关键互联节点以及带来的经济性与社会效益上。

2 大型变压器常见故障

2.1 绕组故障

在大型变压器中，绕组故障是较为常见的一种故障类型，其影响深远，严重时可能导致变压器失效甚至引发火灾。绕组故障通常表现为短路、开路、变形和绝缘损坏等。绕组短路故障通常发生在绕组的线匝之间或层间，由于绝缘老化、机械损伤或制造缺陷等原因，导致绕组内部出现金属性连接。这种短路会产生大量的热量，使绕组温度升高，进而加速绝缘材料的老化，形成恶性循环。短路严重时，还可能引起绕组烧毁，对变压器造成不可逆的损害。绕组开路故障当绕组出现开路时，会导致变压器输出电压降低，影响供电质量。同时，开路故障还可能引起绕组局部过热，加速绝缘材料的老化，增加故障的风险。绕组变形故障通常是由于外部短路冲击、机械振动或安装不当等原因引起的。当绕组受到外部冲击或振动时，其形状可能发生改变，导致绕组之间的间隙减小或接触，进而引起短路故障。绕组变形还可能影响变压器的电磁性能，降低其工作效率。

2.2 油温异常升高

在大型变压器的运行过程中，油温异常升高是一种常见的故障现象。这种故障不仅影响变压器的正常运行，还可能对设备的安全性和使用寿命造成严重影响。油温异常升高的原因主要包括，过载运行：当变压器负载超过其额定容量时，会导致绕组中的电流增大，进而产生更多的热量。这些热量如果不能及时散发出去，就

会使油温升高。冷却系统失效：变压器的冷却系统是其正常运行的关键部分，包括散热器、冷却风扇、油泵等。如果冷却系统出现故障，如风扇损坏、油泵故障或散热器堵塞等，都会导致变压器的散热能力下降，进而使油温升高。内部故障：如绕组短路、铁心多点接地等内部故障，会导致变压器内部产生异常热量，使油温迅速升高。环境因素影响：环境温度过高、通风不良等因素也会使变压器油温升高。油温异常升高对变压器的危害主要表现为加速绝缘老化：油温异常升高会加速变压器内部绝缘材料的老化过程，降低其绝缘性能，此外，变压器温度升高还会影响其机械强度和稳定性，给变压器的运行带来安全隐患，增加故障的风险^[2]。影响变压器性能：油温升高会使变压器线圈的电阻增加、铁芯导磁率下降，增加损耗，降低其运行效率。引发火灾：如果油温持续升高且得不到有效控制，可能引发火灾等严重后果，对设备和人员安全造成威胁。

2.3 绝缘故障

在大型变压器的运行过程中，绝缘故障是一种严重且常见的故障类型。绝缘故障通常指变压器内部的绝缘系统性能下降或失效，导致电流非预期地流经原本应绝缘的区域。绝缘故障的原因主要包括绝缘材料随着时间的推移和使用条件的变化，会逐渐失去其绝缘性能。这可能是由于长期的高温运行、热分解、化学反应、机械应力等因素导致的。变压器内部的水分是绝缘故障的常见原因，水分可能通过密封件失效、冷却系统泄漏或制造过程中的残留、油中添加剂等途径进入变压器内。水分会降低绝缘材料的绝缘强度，加速其老化过程，甚至导致变压器出现闪络、击穿等故障。系统中的过电压冲击，如雷电、操作过电压等，可能对变压器的绝缘系统造成损害。这些过电压会在短时间内产生极高的电场强度，导致绕组绝缘击穿或损坏、变压器油中的气体产生放电等，损坏变压器绝缘。如果变压器在设计和制造过程中存在缺陷，如绝缘距离不足、绝缘材料选择不当等，也可能导致绝缘故障的发生。绝缘故障对变压器的危害极大，会导致变压器内部电阻增大，增加损耗，降低其运行效率。导致绕组短路、对地放电等严重故障，对变压器造成不可逆的损害，甚至引发火灾等安全事故。变压器作为电力系统中的关键设备，其绝缘故障会影响系统的稳定性，可能导致供电中断或电压波动等问题。

3 大型变压器故障预防措施

3.1 加强绝缘管理与检测

在大型变压器的运行中，绝缘故障是一个尤为严重且需要重点关注的问题。为了有效预防绝缘故障的发

生，加强绝缘管理与检测显得尤为重要。从源头上保证绝缘材料的质量是预防绝缘故障的基础。在变压器的设计和制造阶段，应选择具有良好绝缘性能、耐老化、耐高温和耐化学腐蚀的材料。同时，对采购的绝缘材料进行严格的质量检验，确保其符合相关标准和规定。另外，变压器在运行过程中，绝缘系统会受到各种因素的影响而逐渐老化。因此，定期对绝缘系统进行检查和维护至关重要。这包括检查绝缘材料的外观、测量绝缘电阻、进行局部放电检测等。通过这些检测手段，可以及时发现绝缘材料的缺陷和老化情况，并采取相应的修复或更换措施。随着技术的不断进步，在线监测技术已成为预防绝缘故障的重要手段。通过在变压器上安装传感器和监测设备，可以实时监测绝缘系统的运行状态和参数变化。例如，通过监测绝缘油的温度、湿度和气体含量等参数，可以判断绝缘系统是否存在异常。一旦发现异常，应立即采取措施进行处理，防止故障进一步恶化^[3]。再者，运行人员是预防绝缘故障的重要力量。应加强对运行人员的绝缘知识培训，提高其绝缘意识和技能水平。通过培训，使运行人员了解绝缘故障的危害、原因和预防措施，掌握绝缘检测的方法和技巧，能够在日常工作中及时发现和处理绝缘问题。通过从源头控制绝缘材料质量、加强绝缘系统的维护与检查、强化在线监测技术的应用以及提高运行人员的绝缘意识与技能等方面入手，可以大大降低绝缘故障的发生率，确保变压器的安全稳定运行。

3.2 优化运行与维护

在大型变压器的长期稳定运行中，优化运行与维护策略是预防故障、提高设备可靠性的关键措施。为了确保大型变压器的高效、安全运行，必须制定科学、合理的运行规程。这包括变压器的启动、停运、负荷调整、温度监控等方面的详细规定。规程的制定应基于变压器的设计参数、运行经验和系统需求，确保变压器在最优状态下运行。精细化的维护管理是预防变压器故障的重要手段。首先，应建立完善的维护档案，记录变压器的运行历史、检修记录、故障信息等，为分析故障原因和制定预防措施提供依据。其次，应制定详细的维护计划，包括定期维护、预防性维护、状态检修等内容，确保变压器得到及时、有效的维护。随着科技的不断进步，智能化监测技术已广泛应用于变压器的运行与维护中。通过安装在线监测设备，可以实时监测变压器的运行状态和参数变化，如油温、绕组温度、局部放电等。这些监测数据可以帮助运维人员及时发现潜在故障，并采取相应措施进行处理，避免故障扩大化。运维人员的技能水平直接影响到变压器的运行与维护质量^[4]。因此，

应加强对运维人员的培训和教育,提高其专业技能和综合素质。培训内容应包括变压器的结构、原理、运行规程、维护方法、故障诊断与处理等方面的知识,使运维人员能够熟练掌握变压器的运行与维护技能。为了应对突发的变压器故障,应建立完善的故障应急处理机制。这包括制定详细的故障处理流程、配备必要的应急设备和工具、建立快速响应的故障处理团队等。通过应急处理机制的建立,可以确保在故障发生时能够迅速采取措施进行处理,减少故障对电力系统的影响。

3.3 应用先进技术与设备

在大型变压器的故障预防中,应用先进技术与设备是提升变压器运行可靠性和延长其使用寿命的重要手段。(1)采用智能诊断与预警系统:智能诊断与预警系统通过集成传感器、数据分析与人工智能算法,能够实时监测变压器的运行状态,对潜在故障进行预测和预警。这些系统能够分析变压器的温度、振动、电气参数等多种数据,识别出异常模式,并在故障发生前发出警告,使运维人员有足够的时间进行干预和修复。(2)引入状态监测与评估技术:状态监测与评估技术利用传感器和数据分析工具,对变压器的运行状态进行持续监测和评估。通过对变压器绝缘性能、绕组温度、油位等关键参数的实时监测,运维人员可以及时了解变压器的健康状况,并根据评估结果制定针对性的维护计划。(3)采用高可靠性材料与技术:在变压器的设计和制造过程中,采用高可靠性材料和技术能够显著提升其抗故障能力。例如,使用高性能的绝缘材料、采用先进的冷却技术、优化绕组设计等,都能够降低变压器故障的风险。此外,采用模块化设计,将变压器分解为多个可独立更换的模块,也能够提高变压器的可维护性和可靠性。(4)实施远程监控与集中管理:通过远程监控与集中管理系统,运维人员可以实时掌握变压器的运行状态和参

数变化,实现远程故障诊断和故障处理。这种集中管理方式能够降低运维成本,提高运维效率,同时也有助于及时发现和处理变压器故障。(5)推动技术创新与研发:技术创新是预防变压器故障的关键驱动力^[5]。通过不断推动技术创新和研发,开发新的监测技术、诊断算法和修复方法,能够进一步提升变压器的运行可靠性和故障预防能力。同时,技术创新还能够为变压器的设计、制造和维护提供更加科学、高效的解决方案。

结语

总之,通过对大型变压器故障的分析,我们深刻认识到故障预防与及时处理的重要性。为确保电力系统的稳定运行,必须加强对变压器的监测与维护,及时发现并解决潜在问题。展望未来,随着科技的飞速发展和管理体系的日益完善,大型变压器的故障预防与处理能力将大幅提升。智能化监测、精准化诊断和高效化维护将成为常态,这些先进技术的应用将极大降低故障发生率,提升变压器的运行效率。我们有充分的理由坚信,大型变压器将以其卓越的性能和可靠性,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的支撑与保障。

参考文献

- [1]张万达.浅析火力发电厂主变压器常见故障处理方法[J].设备工程,2019(18):44-45.
- [2]刘刚.火力发电厂变压器故障分析及处理方案研究[J].设备工程,2019(10):41-42.
- [3]刘复林,韩延纯.大型电力变压器常见故障和状态检修要点[J].黑龙江科学,2020(21):88-89.
- [4]徐铭,韩越,程建,等.大型水电站500kV主变压器故障诊断及处理[J].变压器,2019,56(02):88-92.
- [5]邵阿红,叶永卫,樊艳红.超高压电力变压器运行故障及原因分析[J].现代信息科技,2019,3(08):99-101.