

电力变压器常见故障的分析与处理

罗庆军

国能包头煤化工有限责任公司 内蒙古 包头 014060

摘要: 随着社会生产的不断进步, 电网系统的供电质量面临着越来越高的要求。变压器作为电网系统的核心组成部分, 对于保障供电的稳定性、安全性和可靠性具有至关重要的作用。然而, 在变压器的运行过程中, 由于多种因素的影响, 常常会出现各种故障, 这些故障对电网系统的供电质量造成了严重的影响。本论文以变压器常见故障为研究重点, 对其进行了深入的分析, 并在此基础上提出了相应的处理方法, 旨在提升电网系统的供电质量。以期为相关领域提供参考与借鉴。

关键词: 电力变压器; 常见故障; 处理; 分析

引言: 本文详细探讨了电力变压器的常见故障及其处理方法。针对绕组、铁芯、油箱及冷却系统以及保护装置的故障, 分析了其产生的主要原因, 包括绝缘老化、制造工艺缺陷、运行环境不良以及外部干扰等。同时, 提出了相应的处理措施, 如局部修理、重新绕制、更换故障部件、消除干扰源等。强调了预防性维护、定期检测和绝缘监督在减少故障发生中的重要性。通过本文的分析, 旨在提高电力变压器的运行可靠性, 确保电力系统的安全稳定运行。

1 电力变压器的概述

电力变压器是电力系统中不可或缺的关键设备, 承担着电压转换、电能输送与合理分配的重要任务。它就像电力系统的核心, 确保电能在不同设备之间平稳、安全地流动。这种变压器设计巧妙, 结构复杂, 由铁芯、绕组等多个核心部件构成。铁芯和绕组协同工作, 通过电磁感应原理实现电压的升降, 满足各种电气设备的不同需求。同时, 油箱和冷却系统则发挥着散热和绝缘的双重作用, 确保变压器在长时间高强度运行下仍能保持稳定性能。在电力系统中, 无论是发电站与电网之间的电压匹配, 还是工业、商业及居民用电的电压转换, 都离不开变压器的精准调控^[1]。它的性能优劣直接影响到电力系统的稳定性、安全性和经济性。可以说, 没有高质量的电力变压器, 就没有稳定可靠的电力供应。因此, 对于电力变压器的研发、制造和维护都至关重要。只有不断创新技术, 提升产品质量, 才能确保电力系统的高效运行, 满足社会日益增长的用电需求。

2 电力变压器的常见故障

2.1 绕组故障

绕组作为电力变压器的核心组成部分, 其稳定性对变压器的正常运行至关重要。然而, 绕组故障, 包括短

路、断路以及匝间短路等问题, 时有发生, 对电力系统的稳定性构成威胁。这些故障的产生, 往往源于绕组绝缘的老化和损坏。长时间的高负荷运行, 使得绕组承受持续的高温和电压应力, 这会导致绝缘材料逐渐失去其原有的绝缘性能, 变得脆弱易损。同时, 过高的温度还会加速绝缘材料内部的化学反应, 进一步促进其老化过程。这种老化是不可逆的, 一旦绝缘性能下降到一定程度, 就可能导致绕组间的短路或断路。除此之外, 制造工艺上的缺陷也是绕组故障的一个重要原因。在绕组的制造过程中, 如果操作不当或使用了质量不合格的材料, 就可能在绕组内部留下隐患。例如, 绕线过程中的张力不均、绝缘材料的包覆不完整或存在气泡等问题, 都可能在变压器运行过程中逐渐暴露出来, 最终引发绕组故障。

2.2 铁芯故障

铁芯故障, 特别是接地和片间短路问题, 往往源于铁芯的制造工艺和材料选择不当。在铁芯的制造过程中, 若原材料中存在杂质或工艺上有所疏忽导致结构缺陷, 这些都会在日后的运行中逐渐显现出来, 增加故障的风险。例如, 杂质可能会导致局部的导电性增强, 从而引发短路; 而结构缺陷则可能影响到铁芯的机械强度和绝缘性能。材料选择同样至关重要。如果选用了质量不佳的铁磁材料, 其磁导率和饱和磁感应强度可能无法达到设计要求, 这不仅会影响变压器的性能, 还可能因为材料内部的不均匀性而导致局部过热或电场集中, 最终引发故障^[2]。此外, 运行环境也是影响铁芯状态的重要因素。高湿度环境可能导致铁芯绝缘材料吸湿, 从而降低其绝缘电阻和介电强度; 而污染环境中的尘埃和化学物质则可能侵蚀绝缘材料, 加速其老化过程。这些环境因素都会对铁芯的绝缘性能产生不利影响, 进而增加接

地和片间短路等故障的发生概率。

2.3 油箱及冷却系统故障

油箱及冷却系统故障是电力变压器运行中常见的安全隐患，对变压器的散热性能和安全性有着直接影响。油箱漏油故障的原因可能包括油箱密封性不良、焊缝开裂、腐蚀以及外力损伤等。密封性不良可能是由于密封垫老化、变形或安装不当造成的；焊缝开裂则可能是由于焊接工艺不当或材料质量问题导致的；腐蚀则通常与变压器运行环境有关，如潮湿、污染等环境会加速油箱的腐蚀；外力损伤则可能是由于碰撞、挤压等外力作用造成的。这些原因都可能导致油箱出现漏油故障，进而影响变压器的正常运行。冷却风扇故障的原因同样多种多样，可能包括风扇电机损坏、传动机构卡滞以及控制电路故障等。风扇电机损坏可能是由于长时间运行导致的磨损、老化或过载造成的；传动机构卡滞则可能是由于灰尘、杂物等进入传动机构导致的；控制电路故障则可能是由于元器件老化、接触不良或电路设计不合理等原因造成的。这些故障都会导致冷却风扇无法正常工作，进而影响变压器的散热性能。

2.4 保护装置误动作

在电力系统中，保护装置扮演着关键的角色，负责在变压器出现故障时迅速切断电流，以保护设备不受损坏。然而，有时这些保护装置会出现误动作，如差动保护和过流保护的不当触发，这可能对电力系统的稳定性产生不利影响。保护装置误动作的原因可能来自多个方面。首先，保护装置本身可能存在问题，如内部电子元件的老化、损坏或软件程序的错误。这些问题可能导致保护装置无法准确识别故障信号，从而产生误动作。其次，外部干扰也是导致保护装置误动作的常见原因。例如，电磁干扰、雷电冲击或电压波动等外部因素可能干扰保护装置的正常运行，使其误判为故障状态并触发保护动作。此外，人为误操作也是不可忽视的因素。操作人员在设置或调整保护装置时可能出现错误，如定值设置不当或接线错误，这些错误可能导致保护装置在正常运行时误动作。

3 电力变压器的处理方法分析

3.1 绕组故障处理

绕组故障是电力变压器中常见的故障，如不及时处理，可能会对变压器的正常运行造成严重影响。针对绕组短路或断路等故障，我们可以采取局部修理或重新绕制的处理方法。局部修理适用于故障范围较小、损坏程度较轻的情况。通过对故障部位进行仔细检查，找出损坏的绕组或绝缘材料，并进行局部更换或修复，可以

恢复绕组的正常功能。这种处理方法具有成本低、时间短等优点，但需要确保修理质量可靠，避免故障再次发生。当绕组故障较为严重或局部修理无法解决问题时，就需要进行重新绕制。这涉及到将原有的绕组全部拆除，并重新绕制新的绕组。重新绕制需要严格按照设计要求进行，确保绕组的匝数、绝缘厚度、导线规格等参数符合标准。同时，在绕制过程中要注意操作规范，避免造成新的损伤或隐患。为了防止类似故障再次发生，我们还应加强对绕组的绝缘检测和预防性维护。定期对绕组进行绝缘电阻测试、局部放电检测等，可以及时发现潜在的绝缘缺陷。同时，加强对变压器的运行监控和维护保养，确保其在良好的工作状态下运行，也是预防绕组故障的重要措施。

3.2 铁芯故障处理

铁芯故障是电力变压器运行中常见的故障，包括接地故障和片间短路等。针对这些故障，有效的处理措施对于确保变压器的正常运行至关重要。对于铁芯接地故障，首先需要确定接地点的位置。通过专业的检测设备和仪器进行精确的定位后，可以采取局部修复的措施，如对接地点进行绝缘处理或更换受损的绝缘材料^[3]。如果修复无效或接地情况严重，则需要考虑更换整个铁芯。对于片间短路故障，同样需要先进行故障定位。一旦确定短路位置，可以采取局部修复的方法，如重新绝缘或更换短路部分的铁芯片。修复完成后，需要对整个铁芯进行全面的检测和测试，确保无隐患存在。此外，为了防止铁芯故障的发生，还应注意铁芯的制造工艺和材料选择。在制造过程中，应严格控制工艺流程，确保铁芯的制造质量。同时，应选用高质量的铁磁材料，以提高铁芯的电气性能和机械强度。

3.3 油箱及冷却系统故障处理

油箱与冷却系统是机械设备不可或缺的组成部分，它们的状态直接关乎设备的稳定与安全运行。油箱负责储存和供应润滑油，以保持设备的良好润滑；而冷却系统则通过循环冷却剂，有效控制设备的运行温度，防止过热。一旦油箱出现漏油，必须立即停机进行全面检查。漏油可能源于密封不良、油管老化或接头松动。维修人员需细致检查这些部位，及时更换损坏的部件，并彻底清理漏出的油污，以确保设备的清洁与安全。同样，冷却风扇的故障也不容忽视。风扇的停转或异常可能导致设备迅速升温，进而影响其性能和寿命。在检修时，应对风扇电机、叶片及传动机构进行全面检查，及时更换损坏的部件。同时，冷却系统的其他部分，如散热器、水泵和水管等也应纳入检查范围，以确保整个冷

却系统的正常运行。除了故障处理，日常的检查与维护同样至关重要。通过定期检查油箱的油位、油质及密封情况，以及冷却系统的液位、风扇运转情况和散热效果，可以及时发现并解决潜在问题，从而确保设备的稳定运行，有效延长其使用寿命。

3.4 保护装置误动作处理

保护装置误动作是电力变压器运行中的一个重要问题，它可能导致变压器的非计划性停电，甚至影响到整个电力系统的稳定运行。因此，对于保护装置的误动作问题，必须采取及时有效的处理措施。首先，当保护装置发生误动作时，应迅速查明原因。这可能涉及到保护装置的定值设置、接线错误、电源干扰、电磁干扰等多个方面。通过专业的检测设备和仪器，对保护装置进行全面的检查和测试，以确定误动作的具体原因。一旦查明原因，应立即采取措施消除干扰源。例如，对于电源干扰，可以采取滤波或隔离措施；对于电磁干扰，可以对干扰源进行屏蔽或接地处理。这些措施可以有效地减少保护装置的误动作概率。如果查明是保护装置本身的问题，如元器件损坏、程序错误等，应及时进行更换或调整。对于无法修复的保护装置，应选择性能可靠、功能完善的同类产品进行替换。此外，为了防止保护装置误动作的再次发生，还应加强对保护装置的定期校验和维护工作。定期校验可以确保保护装置的定值和动作特性与实际需求相符；维护工作则可以及时发现并处理保护装置的潜在问题，确保其长期稳定运行。

3.5 绝缘故障处理

绝缘故障在电力变压器中属于较为常见的故障类型，它可能源于内部绝缘材料的老化、油质的劣化，或是外部绝缘受到污秽、潮湿等因素的影响。对于这类故障，我们需要有针对性地采取相应的绝缘恢复措施。当发生内部绝缘故障时，油质处理是一个有效的手段。通过对变压器油进行过滤、干燥和去酸等处理，可以去除油中的杂质和水分，提高油的绝缘性能。如果内部绝缘

材料损坏严重，还需考虑更换新的绝缘材料，以确保变压器的安全运行。对于外部绝缘故障，我们可以采取清扫和涂漆等措施来改善绝缘性能^[4]。定期清扫变压器外壳和绝缘子表面的污秽物，可以有效防止污闪事故的发生。同时，在绝缘子表面涂覆一层防污闪涂料，可以提高其憎水性和自洁能力，进一步增强绝缘性能。此外，为了预防绝缘故障的发生，我们还应加强对变压器的绝缘监督和预防性试验工作。定期对变压器进行绝缘电阻测试、介质损耗测试等预防性试验，可以及时发现潜在的绝缘缺陷，为故障处理提供有力支持。同时，建立完善的绝缘监督体系，对变压器的绝缘状态进行实时监控和评估，也是确保变压器安全运行的重要手段。

结语：综上所述，电力变压器的稳定运行是电力系统安全可靠的基石。通过深入分析其常见故障及处理方法，我们可以更加清晰地认识到变压器在运行过程中可能面临的挑战和风险。为了确保变压器的长期稳定运行，我们不仅需要关注故障发生后的及时处理，更应重视预防性维护和定期检测工作。通过加强绝缘监督、优化运行环境、提升制造工艺等措施，我们可以有效降低故障发生的概率，提高变压器的运行效率和寿命。展望未来，随着科技的不断进步和创新，我们有理由相信电力变压器的性能将不断提升，为电力系统的安全稳定运行提供更加强有力的保障。

参考文献

- [1]付小伟, 李伟, 刘浩.电力变压器运行维护及故障处理的分析[J].农村电气化, 2020(03): 34-35.
- [2]严薇, 蒋俐莹, 王燕雯.电力变压器故障诊断及检修[J].中国科技信息, 2020(Z1): 53+55.
- [3]彭子健, 杨启帆.变压器运行维护与故障分析处理[J].中小企业管理与科技(上旬刊), 2019(12): 119-120.
- [4]许毅, 杨栋, 龙方宇, 金辉.变压器检修维护中常见故障分析及处理[J].电工技术, 2019(22): 12-13.