

关于变压器制造质量相关问题探讨

桓凯奇 白雪

特变电工沈阳变压器集团有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘要: 本文旨在探讨变压器制造过程中的质量问题及其对电力系统稳定性和安全性的影响。通过对变压器制造质量的重要性、制造过程中常见的质量问题、质量问题的具体表现及原因分析,以及提高制造质量的措施和方法进行深入探讨,旨在为变压器制造业提供有益的参考和指导。本文强调,提高变压器制造质量不仅是保障电力系统稳定运行的关键,也是提升变压器制造业整体竞争力的重要途径。

关键词: 变压器; 制造质量; 电力系统; 质量控制

引言: 变压器作为电力系统中不可或缺的关键设备,其性能和质量直接关系到电力系统的稳定性和安全性。随着电力系统的不断发展和完善,对变压器的性能和质量要求也越来越高。但在变压器制造过程中,由于设计、材料、工艺等方面的原因,仍存在一些质量问题。这些问题不仅影响变压器的使用寿命和性能,还可能对电力系统的稳定运行造成潜在威胁。因此,探讨变压器制造质量相关问题,提出有效的改进措施和方法,对于保障电力系统的稳定性和安全性具有重要意义。

1 变压器制造质量的重要性

1.1 确保电力系统的正常运行

高质量的变压器是电力系统正常运行的基础。变压器通过变换电压,使得电力能够高效、安全地传输到各个用电点。如果变压器的制造质量不达标,可能会导致电压不稳定、电流波动等问题,进而影响整个电力系统的稳定性。例如变压器内部的绕组如果制造不精,可能会导致电阻增大、发热严重,甚至引发短路故障,从而影响电力系统的正常运行。另外高质量的变压器还能有效减少电力传输过程中的损耗,提高能源利用效率。变压器在转换电压的过程中,会有一部分电能转化为热能而损耗掉。如果变压器的制造质量较高,其内部结构和材料的选择都会更加合理,从而能够减少这种损耗,提高电力系统的整体效率。

1.2 降低故障率和维修成本

高质量的变压器能够显著降低故障率和维修成本。变压器作为电力系统中的关键设备,一旦出现故障,不仅会影响电力系统的正常运行,还会带来昂贵的维修成本。而如果变压器的制造质量较高,其内部的各个部件都会更加耐用,从而能够减少故障的发生。具体来说,高质量的变压器在制造过程中会采用更加先进的工艺和材料,使得其内部的绕组、铁芯等部件具有更高的强度

和更好的耐热性。这样即使在高负荷运行的情况下,变压器也能够保持稳定的工作状态,减少故障的发生。同时高质量的变压器在设计 and 制造过程中还会充分考虑其可维护性,使得在出现故障时能够更加方便地进行维修和更换。

1.3 提高电力系统的可靠性和经济性

高质量的变压器对于提高电力系统的可靠性和经济性也具有重要意义。电力系统的可靠性是指其能够持续、稳定地提供电力服务的能力。而高质量的变压器能够减少故障的发生,从而确保电力系统的稳定运行,提高电力系统的可靠性。并且高质量的变压器还能够降低电力系统的运行成本。一方面,由于高质量的变压器能够减少电力传输过程中的损耗,从而能够降低电力系统的能耗成本。另一方面,由于高质量的变压器能够减少故障的发生,从而能够降低电力系统的维修成本。因此,从经济性的角度来看,高质量的变压器对于电力系统的运行成本具有显著的降低作用。

2 变压器制造过程中的质量问题

变压器作为电力系统中至关重要的设备,其制造过程的质量直接决定了其性能和使用寿命。然而在变压器制造过程中,由于多种因素的影响,可能会出现一系列质量问题。这些问题不仅会降低变压器的性能,还可能对电力系统的稳定运行构成潜在威胁。

2.1 设计不合理导致的质量问题

设计是变压器制造的基础,设计不合理往往会导致后续制造过程中的一系列问题。例如,绕组结构设计不当可能导致电流分布不均,局部过热,甚至引发短路故障。此外,铁芯设计不合理也可能导致磁通分布不均,增加铁损和铜损,降低变压器的效率。设计不合理还可能引发机械强度不足的问题,如绕组支撑结构不牢固,可能导致绕组在运输或运行过程中变形,进而影响变压

器的电气性能。

2.2 材料质量不过关引发的质量问题

变压器制造过程中使用的材料对其性能有着至关重要的影响。如果材料质量不过关，将直接影响变压器的电气性能、机械强度和绝缘性能。例如绕组使用的导线如果电阻率过高，将增加变压器的损耗，降低效率。绝缘材料如果质量不佳，可能导致绝缘性能下降，增加局部放电和击穿的风险。此外，铁芯材料如果磁性能不稳定，将影响变压器的输出电压和电流稳定性。

2.3 工艺流程不完善带来的质量问题

变压器制造过程中涉及多个工艺流程，如绕组绕制、铁芯叠装、绝缘处理、浸漆烘干等。如果工艺流程不完善或操作不当，将直接影响变压器的质量。例如绕组绕制过程中如果张力控制不当，可能导致导线松动或断裂，影响电流传输。铁芯叠装过程中如果叠装不紧密或存在缝隙，将增加磁阻，降低变压器的效率。绝缘处理过程中如果处理不当，可能导致绝缘层厚度不均或存在缺陷，降低绝缘性能。浸漆烘干过程中如果温度和时间控制不当，可能导致绝缘材料老化或变形，影响变压器的使用寿命。

2.4 质量问题对变压器性能和使用寿命的影响

上述质量问题不仅会降低变压器的电气性能，如输出电压和电流的稳定性、损耗等，还可能对变压器的机械强度和绝缘性能造成严重影响。电气性能不达标可能导致变压器在运行时出现过热、振动和噪音等问题，甚至引发故障。机械强度不足可能导致变压器在运输或运行过程中受损，缩短使用寿命。绝缘性能差则可能增加局部放电和击穿的风险，对电力系统的稳定运行构成潜在威胁。

3 变压器制造质量问题的具体表现及原因分析

变压器作为电力系统中不可或缺的设备，其制造质量直接关系到电力系统的稳定性和安全性。然而在实际制造过程中，由于多种因素的影响，变压器可能会出现一系列质量问题。

3.1 绝缘电阻降低

绝缘电阻是衡量变压器绝缘性能的重要指标。当绝缘电阻降低时，意味着变压器的绝缘性能下降，可能导致电流泄漏、局部放电等问题（如图1）。绝缘电阻降低的具体原因可能包括：（1）材料质量问题：绝缘材料如果质量不佳，可能含有杂质或缺陷，导致绝缘性能下降。（2）工艺控制不当：在绝缘处理过程中，如果温度、时间或压力等参数控制不当，可能导致绝缘层厚度不均或存在缺陷，从而降低绝缘电阻。（3）设计缺陷：

绕组与铁芯之间的绝缘结构如果设计不合理，可能导致绝缘电阻降低。

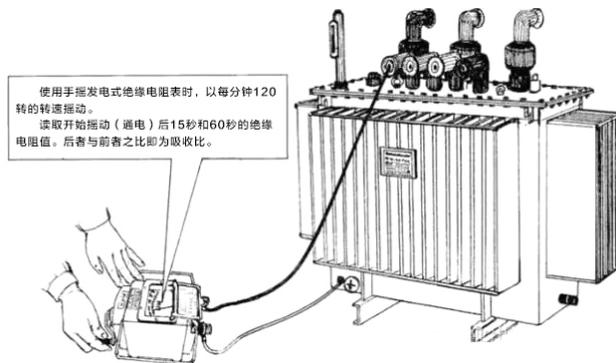


图1 变压器绝缘电阻测试

3.2 局部放电增加

局部放电是变压器内部电场分布不均导致的放电现象。当局部放电增加时，会加速绝缘材料的老化，降低变压器的使用寿命。局部放电增加的具体原因可能包括：（1）设计不合理的绕组结构：绕组结构如果设计不合理，可能导致电场分布不均，增加局部放电的风险。（2）绝缘材料老化：绝缘材料在使用过程中会逐渐老化，如果老化速度过快，可能导致局部放电增加。（3）工艺控制不当：在制造过程中，如果绕组绕制、绝缘处理等工艺控制不当，可能导致绕组与绝缘层之间、绝缘层内部存在气泡或缺陷，从而引发局部放电。

3.3 温升过高

温升过高是变压器运行过程中的常见问题。当变压器温升过高时，会加速绝缘材料的老化，降低变压器的绝缘性能和使用寿命。温升过高的具体原因可能包括：（1）高温设计缺陷：绕组结构、散热结构等设计不合理，可能导致变压器在运行过程中产生过多的热量，无法及时散发。（2）材料质量问题：绕组使用的导线如果电阻率过高，会增加变压器的损耗，从而产生更多的热量。（3）工艺控制不当：在制造过程中，如果绕组绕制、绝缘处理等工艺控制不当，可能导致绕组与绝缘层之间、绕组与铁芯之间的接触电阻增加，从而产生更多的热量。

3.4 噪音过大

噪音过大是变压器在运行过程中可能出现的问题。当变压器噪音过大时，不仅会影响周围环境的安静度，还可能对变压器的使用寿命造成不利影响。噪音过大的具体原因可能包括：（1）设计缺陷：铁芯结构、绕组结构等设计不合理，可能导致变压器在运行过程中产生振动和噪音。（2）材料质量问题：铁芯材料如果磁性能不稳定或存在缺陷，可能导致铁芯在交变磁场作用下产生

振动和噪音。(3)工艺控制不当:在制造过程中,如果铁芯叠装、绕组绕制等工艺控制不当,可能导致铁芯与绕组之间的间隙不均匀或存在松动现象,从而产生振动和噪音。

4 提高变压器制造质量的措施和方法

变压器作为电力系统的核心设备,其制造质量直接关系到电力系统的稳定性和安全性。为了提高变压器制造质量,需要从设计、选材、工艺流程、出厂试验以及质量管理体系等多个方面入手,采取一系列措施和方法。

4.1 优化设计

优化设计是提高变压器制造质量的基础。通过优化绕组结构、铁芯设计以及散热结构等,可以确保变压器的电气性能和机械强度满足要求。(1)绕组结构设计:合理设计绕组结构,确保电流分布均匀,减少局部过热和损耗。同时,优化绕组与绝缘层之间的结构,提高绝缘性能。(2)铁芯设计:采用先进的铁芯设计技术,如低损耗硅钢片、多级叠装等,降低铁损和铜损,提高变压器的效率。同时,优化铁芯与绕组之间的结构,减少振动和噪音。(3)散热结构设计:合理设计散热结构,确保变压器在运行过程中能够及时散发产生的热量,防止温升过高。

4.2 严格选材

原材料和组部件的质量直接影响变压器的性能和使用寿命。因此,必须严格选材,选用高质量的原材料和组部件。(1)绕组材料:选用电阻率低、耐热性好的导线作为绕组材料,减少损耗和发热。(2)绝缘材料:选用绝缘性能稳定、耐热性好的绝缘材料,确保变压器的绝缘性能。(3)铁芯材料:选用低损耗、高磁导率的硅钢片作为铁芯材料,降低铁损和噪音。

4.3 完善工艺流程

完善工艺流程和加强工艺控制是提高变压器制造质量的关键。通过优化工艺流程、加强工艺控制和质量检测,可以确保每个制造环节都符合标准要求。(1)绕组绕制:采用先进的绕制技术和设备,确保绕组绕制紧密、均匀,减少松动和变形。(2)绝缘处理:加强绝缘处理过程中的温度、时间、压力等参数的控制,确保绝

缘层厚度均匀、无缺陷。(3)铁芯叠装:采用多级叠装技术,确保铁芯叠装紧密、无缝隙,减少磁阻和损耗。

(4)质量检测:在制造过程中加强质量检测,对关键工序进行100%检验,确保每个制造环节都符合标准要求。

4.4 加强出厂试验

出厂试验是确保变压器质量的重要手段。通过加强出厂试验,可以确保变压器在交付使用前达到规定的性能指标。(1)电气性能测试:对变压器进行电气性能测试,包括绝缘电阻、局部放电、温升等指标的测试,确保变压器满足设计要求。(2)机械强度测试:对变压器进行机械强度测试,包括抗短路能力、抗震能力等指标的测试,确保变压器在运输和运行过程中不会受损。(3)噪声测试:对变压器进行噪声测试,确保噪声水平符合标准要求,不会对周围环境造成干扰。

4.5 引入先进的质量管理体系和检测方法

为了提高变压器制造质量,还可以引入先进的质量管理体系和检测方法。(1)六西格玛管理:引入六西格玛管理方法,通过持续改进和优化流程,提高变压器的制造质量和可靠性。(2)无损检测:采用无损检测技术,如超声波检测、X射线检测等,对变压器内部结构和材料进行检测,确保内部无缺陷和损伤。

结语

变压器制造质量是保障电力系统稳定性和安全性的关键。通过深入探讨变压器制造质量相关问题及其改进措施和方法,我们可以为变压器制造业提供有益的参考和指导。未来,随着电力系统的不断发展和完善,对变压器的性能和质量要求将越来越高。因此,变压器制造业应不断加强质量控制和技术创新,提高变压器制造质量,为电力系统的稳定运行和可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]宋丹.电力变压器制造监理中的常见问题探讨[J].数码世界,2020(04):255-256.
- [2]王景旭,高海涛,富玉,宋欣洋.变压器制造中造成绝缘电阻偏低的因素[J].黑龙江科学,2019,10(10):104-105.
- [3]熊雪松,王耀强,陈伟,张煜乾,张明,冷红魁.变压器铁心工艺系数波动的原因分析[J].变压器,2021,58(09):12-14.