

变压器制造过程铁心问题浅析

李宏赫 金 康

天津珠峰硅钢股份有限公司 天津 301700

摘要: 变压器作为电力系统中的关键设备,其性能与稳定性对整个系统的运行至关重要。铁心作为变压器的重要组成部分,其制造过程中的问题直接影响到变压器的整体性能。本文将对变压器铁心的基本构造与功能、制造过程中常见问题及原因分析、问题对变压器性能的影响以及解决铁心问题的措施与建议进行浅析。

关键词: 变压器;铁心;制造过程;性能影响;解决措施

引言:变压器铁心作为变压器的心脏部件,在电能传输与转换过程中扮演着举足轻重的角色。其制造质量不仅关乎变压器的运行效率与能量损耗,更是保障电网稳定运行的基石。铁心制造中的任何瑕疵,都可能引发一系列性能下降乃至安全故障。因此,深入剖析变压器制造过程中铁心存在的问题及其根源,并探索有效的解决措施,对于提升变压器整体性能、确保电网安全稳定运行具有不可忽视的重要意义。

1 变压器铁心基本构造与功能

变压器铁心,作为电力变压器中的核心组件,承担着传导磁通、支撑绕组以及减少能量损耗等多重功能。其设计精妙,构造复杂,主要由硅钢片叠成,并辅以夹件、绝缘件和接地片等关键部件,共同构成了一个高效、稳定的磁路系统。

1.1 铁心基本构造

1.1.1 铁心本体

铁心本体是变压器的核心组成部分,通常由薄层的硅钢片叠装而成。硅钢片因其高电阻率、低磁滞损耗和涡流损耗的特性,成为制造铁心的理想材料^[1]。这些硅钢片经过精密裁剪和加工,形成规则的矩形或圆形片,再按照特定的顺序和方式叠放在一起,形成紧密的铁心柱和铁轭。铁心柱主要承担磁通的传导任务,而铁轭则负责将磁通从铁心柱的一端传递到另一端,形成闭合的磁路。

1.1.2 夹件

夹件是固定铁心的关键部件,通常由高强度、低磁导率的材料制成。它们被设计成特定的形状和尺寸,以便紧密地包裹在铁心周围,并通过螺栓或其他紧固件将其固定在变压器油箱内。夹件的主要作用是防止铁心在运行过程中发生松动或变形,从而确保磁路的稳定性和可靠性。此外夹件还可以作为散热的通道,帮助将铁心产生的热量传递到变压器油箱中,提高变压器的散热效率。

1.1.3 绝缘件

绝缘件在变压器铁心中起着至关重要的作用。它们被用来隔离铁心与绕组之间的电气连接,防止短路故障的发生。绝缘件通常由绝缘纸板、绝缘油或其他绝缘材料制成,具有优良的电气性能和机械强度。在铁心制造过程中,绝缘件被精心放置在铁心与绕组之间,以及铁心的各个部分之间,以确保整个变压器系统的电气绝缘性能。

1.1.4 接地片

接地片是变压器铁心中的另一个重要部件。它们被用来将铁心的非磁性部分接地,以减少涡流损耗和防止局部过热。接地片通常由铜片或铝片制成,具有优良的导电性能和耐腐蚀性能。在铁心制造过程中,接地片被精心焊接或固定在铁心的非磁性部分上,并通过导线与变压器的接地系统相连。这样,当变压器运行时,铁心中的涡流就会被引导到接地系统中去,从而避免了涡流损耗和局部过热的问題。

1.2 铁心功能

1.2.1 传导磁通

铁心作为变压器磁路的主要组成部分,负责传导由绕组产生的磁通。在变压器运行过程中,当交流电流通过绕组时,会在铁心中产生交变的磁通。这些磁通通过铁心柱和铁轭形成闭合的回路,从而实现了电能的传输和转换。

1.2.2 支撑绕组

铁心不仅为绕组提供了一个坚固的支撑结构,还通过其磁性能来稳定绕组的运行。在变压器中,绕组通常被紧密地缠绕在铁心柱上。铁心的刚性和稳定性确保了绕组在运行过程中不会因受力而变形或损坏。同时,铁心的磁性能也有助于减少绕组中的漏磁和涡流损耗,从而提高变压器的效率。

1.2.3 减少能量损耗

铁心由高电阻率的硅钢片制成,具有低磁滞损耗和

涡流损耗的特性。这些特性使得铁心在传导磁通的过程中能够减少能量的损耗。同时,通过优化铁心的设计和制造工艺,还可以进一步降低铁心的损耗水平,提高变压器的整体效率。

2 变压器制造过程中铁心常见问题及原因分析

在变压器制造过程中,铁心作为关键部件,其质量和性能直接影响到变压器的整体运行效率和稳定性。然而,由于制造工艺、操作、材料以及设计等多方面的因素,铁心在制造过程中常常会遇到各种问题。

2.1 铁心多点接地问题及原因分析

铁心多点接地是变压器制造过程中常见的问题之一。当铁心出现多点接地时,会导致铁心局部过热,增加变压器的空载损耗,严重时甚至可能引发放电故障,危及变压器的安全运行。造成铁心多点接地的原因主要有以下几点:(1)制造工艺不当:在变压器制造过程中,如果工艺控制不严,如叠片过程中未对硅钢片进行充分的去毛刺处理,或者叠装时未对铁心进行严格的校准和固定,都可能导致铁心在叠装后出现位移或变形,进而引发多点接地。(2)操作不规范:操作人员在叠压铁心时,如果压力过大或操作不当,也可能导致硅钢片间的绝缘层受损,进而引发多点接地^[2]。此外如果操作人员在安装接地片时未按照规范进行操作,如接地片位置放置不当或焊接不牢固,也可能导致铁心出现多点接地。(3)材料质量问题:选用的硅钢片如果表面不光滑、涂覆的绝缘漆膜不均匀或容易脱落,也可能导致硅钢片间出现短路,进而引发多点接地。此外,如果使用的绝缘材料质量不合格,也可能导致铁心在叠装后出现多点接地。(4)设计缺陷:变压器设计不合理也可能导致铁心出现多点接地。例如,如果夹件与油箱的距离过近,可能造成上夹件与油箱内壁相接触或太近,在上夹件产生环流或尖角对油箱放电,进而引发多点接地。

2.2 铁心质量不合格问题及原因分析

铁心质量不合格是变压器制造过程中的另一个常见问题。铁心质量不合格主要表现为铁心尺寸超差、重量不达标、表面不平整以及毛刺超标等。造成铁心质量不合格的原因主要有以下几点:(1)制造工艺控制不严:在变压器制造过程中,如果工艺控制不严,如叠片过程中未对硅钢片进行精确的裁剪和加工,或者叠装时未对铁心进行严格的尺寸校准和质量控制,都可能导致铁心质量不合格。(2)材料选用不当:选用的硅钢片如果材质不均匀、厚度不一致或者存在其他质量问题,也可能导致铁心质量不合格^[3]。此外如果使用的绝缘材料或夹件等配件质量不合格,也可能对铁心的质量产生负面影

响。(3)设备精度不足:在变压器制造过程中,如果使用的设备精度不足或者设备维护不当,也可能导致铁心质量不合格。例如,如果裁剪设备的刀片磨损严重或者调整不当,就可能导致裁剪出的硅钢片尺寸超差或者表面不平整。

2.3 片间绝缘受损问题及原因分析

片间绝缘受损是变压器铁心制造过程中的另一个关键问题。当片间绝缘受损时,会导致铁心局部短路,增加变压器的空载损耗和噪声水平,严重时甚至可能引发放电故障。造成片间绝缘受损的原因主要有以下几点:

(1)制造工艺问题:在变压器制造过程中,如果叠片过程中未对硅钢片进行充分的清洁和处理,或者叠装时未对铁心进行严格的校准和固定,都可能导致片间绝缘受损。此外,如果使用的绝缘材料质量不合格或者涂覆不均匀,也可能导致片间绝缘受损。(2)操作不当:操作人员在叠压铁心时,如果压力过大或者操作不规范,也可能导致片间绝缘受损。例如,如果操作人员在叠压过程中未对硅钢片进行充分的对齐和固定,就可能导致硅钢片在叠压过程中出现位移或变形,进而破坏片间绝缘。(3)材料质量问题:选用的硅钢片如果表面存在油污、氧化物或者其他杂质,也可能导致片间绝缘受损。这些杂质在叠装过程中可能会嵌入到硅钢片之间,破坏片间绝缘层。此外,如果使用的绝缘材料存在质量问题或者老化现象,也可能导致片间绝缘受损。

3 铁心问题对变压器性能的影响

变压器作为电力系统中至关重要的设备,其性能的稳定性和可靠性直接关系到电网的安全运行。而铁心作为变压器的核心部件,其质量和状态对变压器的性能有着至关重要的影响。

3.1 铁损增加

铁心多点接地是变压器制造和运行过程中常见的问题之一。当铁心出现多点接地时,会在铁心中产生涡流。涡流是一种在导体内部流动的环形电流,它会在导体内部产生热量,导致铁心局部过热。同时,涡流还会增加铁心的磁滞损耗和涡流损耗,即铁损。铁损的增加不仅会降低变压器的效率,还会加速铁心的老化和损坏,缩短变压器的使用寿命。

3.2 变压器效率降低

铁心质量不合格或片间绝缘受损也是变压器制造和运行过程中常见的问题。这些问题会导致铁心的磁导率下降,磁阻增加,从而使得变压器在传输电能时产生更多的损耗。这些损耗包括铁损和铜损,它们都会降低变压器的效率。此外,铁心质量不合格还可能导致变压器的

输出电压不稳定,进一步影响电网的稳定性和可靠性。

3.3 放电性故障

铁心多点接地严重时,可能会产生放电性故障。放电性故障是指铁心与油箱或其他金属部件之间发生放电现象,这种放电会产生高温和电弧,对变压器的绝缘材料和结构造成严重的破坏。放电性故障不仅会导致变压器无法正常工作,还可能引发火灾或爆炸等严重事故,对电网的安全运行构成极大的威胁。

3.4 油质劣化

长时间的多点接地还会导致变压器油质劣化。变压器油是变压器中重要的绝缘和冷却介质,它不仅能够隔离铁心和绕组之间的电气连接,还能够吸收和分散铁心产生的热量。然而,当铁心出现多点接地时,会在油中产生大量的热量和电弧,导致油质劣化^[4]。油质劣化会产生可燃性气体,如氢气、甲烷等,这些气体会在变压器内部积聚并可能引发瓦斯继电器动作。瓦斯继电器是一种用于检测变压器内部故障的保护装置,当变压器内部出现故障时,它会发出警报并切断电源,以保护变压器和电网的安全。然而,如果油质劣化严重,瓦斯继电器可能会频繁动作,影响变压器的正常运行和电网的稳定性。

4 解决铁心问题的措施与建议

4.1 严格控制制造工艺

加强制造工艺的控制和检验是解决铁心问题的关键。在变压器制造过程中,应确保铁心的制造工艺符合相关标准和规范,对每一步工艺进行严格的质量控制。具体而言,应加强对硅钢片的裁剪、叠装、固定等关键工艺的控制,确保铁心表面平整、无毛刺,叠装紧密、均匀。同时,应建立完善的检验体系,对铁心的尺寸、重量、表面质量等进行全面检验,确保铁心质量合格。

4.2 规范操作过程

在铁心叠压过程中,规范操作是避免片间绝缘受损的重要措施。操作人员应严格按照操作规程进行叠压,避免操作不当或压力过大导致硅钢片间的绝缘层受损。此外,在叠压过程中,还应加强对铁心的校准和固定,确保铁心在叠装过程中不会出现位移或变形。同时,操作人员应具备良好的职业素养和操作技能,定期接受培训和考核,提高操作水平和质量意识。

4.3 选用优质材料

选用质量可靠的硅钢片是解决铁心问题的关键之一。硅钢片的质量直接影响到铁心的磁导率、损耗和稳定性。因此在选用硅钢片时,应注重其质量可靠性,选

择表面光滑、涂覆绝缘漆膜均匀且不易脱落的硅钢片^[5]。同时还应关注硅钢片的厚度、材质等参数,确保其与变压器的设计要求相匹配。此外,在选用绝缘材料时,也应注重其质量和性能,确保绝缘层能够有效隔离硅钢片间的电气连接。

4.4 优化设计

优化设计是解决铁心问题的另一重要途径。在变压器设计过程中,应充分考虑铁心的结构和布局,确保夹件与油箱距离合理,避免上夹件与油箱内壁相接触或太近。同时,还应优化铁心的散热结构,提高铁心的散热性能,降低铁心的温度。此外,在设计中还应充分考虑变压器的运行环境和使用条件,确保变压器在各种工况下都能稳定运行。

4.5 加强检测与维护

在变压器运行过程中,加强对接地电流的检测是及时发现并处理铁心多点接地问题的重要手段。通过定期检测接地电流的大小和变化趋势,可以判断铁心是否存在多点接地问题。一旦发现接地电流异常,应立即停机检查,找出问题所在并采取相应措施进行处理。同时,在变压器运行过程中,还应加强对铁心的维护和保养,定期对铁心进行清洁和检查,确保其处于良好的工作状态。

结语

变压器铁心的品质是确保变压器高效稳定运行的关键。制造过程中,必须精益求精,从严格控制制造工艺、规范操作流程,到精选优质材料、优化设计结构,每一步都至关重要。同时,加强后期的检测与维护,及时发现并解决问题,方能确保铁心质量无忧。只有这样,我们才能有效提升变压器的整体性能与稳定性,为电力系统的安全高效运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]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.
- [2]陈卓,孙竹.节能配电变压器铁心制造技术及选材分析[J].电工钢,2020,2(Z1):11-13.
- [3]吴连云.变压器铁心制造工艺探讨研究[J].装备维修技术,2019(02):47-48.
- [4]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.
- [5]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.