

电力机车主变压器故障诊断

杨 彬

国能朔黄铁路发展有限责任公司 河北 沧州 062350

摘要: 电力机车主变压器故障诊断是维护电力系统稳定运行的关键环节。本文介绍了振动诊断法、油中气体分析法、局部放电诊断法和热红外诊断法等常用的故障诊断方法, 这些方法能够有效地判断主变压器是否存在故障, 以及故障的性质和位置。通过对这些方法的深入分析和应用, 可以及时发现和解决潜在的安全隐患, 提高电力系统的可靠性和安全性。同时, 这些故障诊断方法也需要不断改进和完善, 以提高诊断的准确性和效率, 从而更好地服务于电力系统的稳定运行。

关键词: 电力机车; 主变压器; 故障诊断

引言

电力机车主变压器是电力系统的重要组成部分, 对于保证电力系统的稳定运行具有至关重要的作用。然而, 由于主变压器在运行过程中受到各种因素的影响, 如电压、电流、温度等, 容易发生各种故障, 如绕组故障、铁芯故障、绝缘故障等。这些故障不仅会影响主变压器的运行效率, 还会对整个电力系统造成威胁。因此, 对电力机车主变压器进行故障诊断是维护电力系统稳定运行的关键环节。

1 电力机车主变压器概述

电力机车主变压器是电力机车的重要组成部分, 它的主要功能是将交流电转换为适合电力机车使用的直流电。主变压器的性能直接影响到电力机车的运行效率和安全性, 因此, 对主变压器的研究和设计具有重要的实际意义。主变压器主要由铁芯、绕组、油箱、冷却系统等部分组成。铁芯是主变压器的核心部分, 它的作用是提供磁路, 使电能绕组中产生电磁感应。绕组是主变压器的电能转换部分, 它的作用是将电能从一种形式转换为另一种形式。油箱是主变压器的外壳, 它的作用是保护主变压器的内部结构, 防止外部环境对主变压器的影响。冷却系统是主变压器的散热部分, 它的作用是保持主变压器的工作温度在允许的范围内。主变压器的工作过程主要包括充电、放电和能量转换三个阶段。在充电阶段, 主变压器通过绕组接收交流电, 然后在铁芯中产生电磁感应, 使电能绕组中存储起来。在放电阶段, 主变压器通过绕组释放储存的电能, 然后通过铁芯产生电磁感应, 将电能转换为其他形式的能量。在能量转换阶段, 主变压器通过绕组将电能转换为直流电, 然后供给电力机车使用。主变压器的性能指标主要包括电压比、电流比、功率因数、效率等。电压比是主变压器

输出电压与输入电压的比值, 它是衡量主变压器电压转换能力的重要指标。电流比是主变压器输出电流与输入电流的比值, 它是衡量主变压器电流转换能力的重要指标。功率因数是主变压器输出功率与输入功率的比值, 它是衡量主变压器功率转换效率的重要指标。效率是主变压器输出功率与输入功率的比值, 它是衡量主变压器能量转换效率的重要指标^[1]。总的来说, 电力机车主变压器是电力机车的关键部件, 它的性能直接影响到电力机车的运行效率和安全性。因此, 对主变压器的研究和设计具有重要的实际意义。随着电力机车技术的发展, 主变压器的设计和制造技术也在不断提高, 未来的主变压器将更加高效、安全、可靠。

2 电力机车主变压器故障类型及原因分析

电力机车主变压器是电力系统中的关键设备, 其主要功能是将发电机产生的电压升高或降低到适合输送的电压等级。然而, 在运行过程中, 主变压器可能会出现各种故障, 影响电力系统的稳定运行。本文将对电力机车主变压器的常见故障类型及原因进行分析。(1) 绝缘故障: 绝缘故障是主变压器最常见的故障类型之一。其主要原因包括绝缘材料老化、绝缘油质量下降、局部放电等。绝缘故障可能导致主变压器内部短路, 甚至引发火灾。因此, 定期检查绝缘油质量和进行绝缘电阻测试是非常重要的。(2) 铁芯故障: 铁芯故障主要包括铁芯短路和铁芯过热。铁芯短路通常是由于铁芯接地不良、铁芯绝缘损坏等原因引起的。铁芯过热则可能是由于铁芯过载、冷却系统故障等原因造成的。铁芯故障会导致主变压器性能下降, 严重时可能引发火灾。(3) 绕组故障: 绕组故障主要包括绕组短路、绕组过热和绕组变形。绕组短路通常是由于绕组绝缘损坏、绕组接触不良等原因引起的。绕组过热则可能是由于绕组过载、冷却

系统故障等原因造成的。绕组变形则可能是由于机械振动、热膨胀不均等原因造成的。绕组故障会影响主变压器的输出电压和电流,严重时可能导致主变压器损坏。

(4)分接开关故障:分接开关是主变压器调节电压的重要设备,其故障会导致主变压器输出电压不稳定。分接开关故障的原因主要包括触点磨损、接触不良、弹簧失效等。定期检查分接开关的运行状态是非常必要的。

(5)冷却系统故障:主变压器的冷却系统是保证其正常运行的重要设备,其故障会导致主变压器过热,甚至引发火灾。冷却系统故障的原因主要包括冷却风扇故障、冷却水流量不足、冷却水温度过高等。定期检查冷却系统的运行状态是非常必要的。(6)其他故障:除了上述故障外,主变压器还可能出现其他故障,如油箱泄漏、油位计故障、保护装置误动等。这些故障虽然发生概率较小,但也需要及时发现和处理,以保证主变压器的正常运行。总的来说,电力机车主变压器的故障类型多种多样,需要通过定期检查和维修,以及及时处理故障,才能保证其稳定可靠的运行。同时,对于主变压器的设计和制造,也需要考虑到各种可能的故障因素,以提高其抗故障能力。

3 电力机车主变压器故障诊断方法研究

电力机车主变压器是电力系统中的关键设备,其运行状态直接影响到电力系统的稳定和安全。因此,对主变压器的故障诊断方法进行研究具有重要的实际意义。本文主要介绍了几种常用的主变压器故障诊断方法。

3.1 振动诊断法是一种常用的主变压器故障诊断方法

振动诊断法是一种广泛应用于主变压器故障诊断的方法,它通过对主变压器的振动信号进行深入分析,可以有效地判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。这种方法具有非侵入性、实时性和准确性高等优点,因此在电力系统中得到了广泛的应用。振动诊断法主要包括时域分析、频域分析和时频域分析三种方法。时域分析是振动诊断法的基础,主要是通过观察振动信号的波形特征来判断故障的性质和位置。在时域分析中,我们可以通过测量振动信号的振幅、频率、相位等参数,来了解主变压器的工作状态。例如,如果振动信号的振幅突然增大,可能说明主变压器存在严重的机械故障;如果振动信号的频率发生偏移,可能说明主变压器的电气系统存在问题。频域分析是振动诊断法的重要补充,主要是通过观察振动信号的频率成分来判断故障的性质和位置。在频域分析中,我们可以通过傅里叶变换等方法,将振动信号从时域转换到频域,从而得到振动信号的频率分布图。通过分析频率分布图,我们可

以了解到主变压器在不同频率下的振动情况,从而判断出可能存在的故障类型。时频域分析则是将时域分析和频域分析结合起来,以提高故障诊断的准确性。在时频域分析中,我们可以通过短时傅里叶变换等方法,同时考虑振动信号的时间特性和频率特性,从而得到更为准确的故障诊断结果^[2]。总的来说,振动诊断法是一种非常有效的主变压器故障诊断方法,它通过对振动信号的深入分析,可以帮助我们及时发现主变压器的故障,从而避免更大的损失。

3.2 油中气体分析法也是一种常用的主变压器故障诊断方法

油中气体分析法是一种广泛应用于主变压器故障诊断的方法。这种方法的基本原理是,当主变压器内部发生故障时,会产生一些特定的气体,如氢气、甲烷等。这些气体的产生与变压器内部的故障类型和位置有关,因此,通过对油中气体的分析,可以判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。油中气体分析法主要包括气相色谱法和质谱法。气相色谱法是一种分离和分析复杂混合物的技术,它通过将混合物分离成单一的组分,然后对每个组分进行定量和定性分析。这种方法可以准确地检测出油中的气体成分,从而判断变压器是否存在故障。质谱法则是一种用于确定物质的分子量和结构的方法。它通过将物质离子化,然后根据离子的质量/电荷比进行分离和分析。质谱法可以提供更详细的信息,例如,它可以确定气体的种类,以及每种气体的含量。在实际应用中,油中气体分析法通常与其他故障诊断方法结合使用,以提高诊断的准确性和可靠性。例如,可以先使用红外热像仪检查变压器的温度分布,然后根据温度异常的位置,选择相应的油样进行气体分析^[3]。此外,还可以结合电气试验和机械试验的结果,进行综合判断。总的来说,油中气体分析法是一种有效的主变压器故障诊断方法,它可以帮助维修人员快速准确地找出故障的原因,从而提高维修效率和设备的使用寿命。

3.3 局部放电诊断法是一种有效的主变压器故障诊断方法

局部放电诊断法是一种非常有效的主变压器故障诊断方法,它通过检测和分析主变压器内部的局部放电现象,来判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。这种方法具有很高的灵敏度和准确性,能够及时发现潜在的安全隐患,为设备的维护和保养提供有力的支持。当主变压器内部存在缺陷或绝缘老化时,会产生局部放电现象。这些局部放电信号通常表现为高频脉冲电流、电荷耦合器件信号或无线电波信号。通过对这些

信号的检测和分析,可以判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。局部放电诊断法主要包括以下几种方法:(1)脉冲电流法:这种方法是通过在主变压器周围设置传感器,检测到局部放电产生的脉冲电流信号。通过对这些信号的分析,可以判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。脉冲电流法具有较高的灵敏度和准确性,但受到环境噪声的影响较大。

(2)电荷耦合器件法:这种方法是通过将电荷耦合器件(CCD)安装在主变压器的高压端子上,检测到局部放电产生的电荷信号。通过对这些信号的分析,可以判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。电荷耦合器件法具有较高的灵敏度和抗干扰能力,但设备成本较高。(3)无线电波法:这种方法是通过在主变压器周围设置无线电波接收器,检测到局部放电产生的无线电波信号。通过对这些信号的分析,可以判断主变压器是否存在故障,以及故障的性质和位置。无线电波法具有较宽的检测范围和较高的抗干扰能力,但受到环境噪声的影响较大^[4]。总之,局部放电诊断法是一种非常有效的主变压器故障诊断方法,它能够及时发现潜在的安全隐患,为设备的维护和保养提供有力的支持。通过采用不同的检测方法,可以实现对主变压器故障的全面、准确的诊断。

3.4 热红外诊断法是一种非接触式的主变压器故障诊断方法

热红外诊断法是一种非接触式的主变压器故障诊断方法,它通过监测主变压器表面的温度分布来判断是否存在过热现象以及过热的原因。这种方法具有快速、准确和无损伤的特点,因此在电力系统中得到了广泛的应用。热红外诊断法主要包括两种技术:红外热像仪法和红外光谱法。红外热像仪法是通过测量主变压器表面的红外辐射来获取温度分布信息。它利用红外探测器接收来自主变压器表面的红外辐射,然后通过信号处理和图像显示,将温度分布以热图的形式呈现出来。通过观察热图,可以直观地判断主变压器是否存在过热现象,并定位过热部位。红外光谱法是通过分析主变压器表面的红外辐射光谱来获取温度分布信息。它利用红外光谱仪

对主变压器表面的红外辐射进行测量,然后通过光谱分析和数据处理,得到温度分布的详细信息。红外光谱法可以提供更高的温度分辨率和更精确的温度测量结果,因此在一些需要高精度温度测量的应用中更为常用。热红外诊断法在主变压器故障诊断中具有以下优势:首先,它是一种非接触式的诊断方法,不需要与主变压器直接接触,避免了对设备的损伤和对人员的安全风险。其次,它可以实时监测主变压器的温度分布,及时发现过热现象,提高了故障诊断的效率和准确性。此外,热红外诊断法还可以用于故障原因的分析,通过对过热部位的温度分布特征进行分析,可以推断出故障的可能原因,为维修和改进提供了重要的参考依据。总之,热红外诊断法作为一种非接触式的主变压器故障诊断方法,具有快速、准确和无损伤的特点,在电力系统中得到了广泛的应用。通过监测主变压器表面的温度分布,可以判断主变压器是否存在过热现象以及过热的原因,为故障诊断和维修提供了重要的技术支持。

结束语

在电力机车主变压器故障诊断过程中,我们不仅要了解和掌握各种故障诊断方法,还需要根据实际情况选择合适的诊断方法,并对诊断结果进行综合分析和判断。同时,我们还需要不断探索新的故障诊断技术和方法,提高故障诊断的准确性和效率,从而更好地保障电力系统的稳定运行。总之,电力机车主变压器故障诊断是一项复杂而又重要的工作,需要我们不断学习和实践,为保障电力系统的安全稳定运行做出更大的贡献。

参考文献

- [1]冯立国.电力机车主变压器故障诊断[J].黑龙江科学,2021,12(06):116-117.
- [2]逯莉霞.电力机车主变压器监控系统的分析[J].现代工业经济和信息化,2020,10(09):60-61+108.
- [3]冀友钢.基于色谱分析实现电力机车变压器故障诊断[J].化工管理,2019,(02):209.
- [4]何晓峰.HXD3型电力机车主变压器常见故障研究[J].技术与市场,2018,25(05):82-83.