

接地变压器的故障分析与保护设计

李栋梁 李华清 柳忠甫 胡刚强

许继变压器有限公司, 河南 许昌 461000

[摘要] 接地变压器作为电力系统中的重要组成部分, 其主要功能是将系统中的中性点接地, 以确保系统的安全运行。然而, 在运行过程中, 接地变压器可能会面临各种故障, 如短路、过载、绝缘击穿等, 对电力系统造成严重影响甚至损坏其他设备。因此, 进行有效的故障分析和保护设计对于确保电力系统的稳定运行至关重要。文中旨在探讨接地变压器的故障分析与保护设计, 以提高电力系统的可靠性和安全性。

[关键词] 接地变压器; 故障分析; 保护设计

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12498

中图分类号: TM721

文献标识码: A

Fault Analysis and Protection Design of Grounding Transformers

LI Dongliang, LI Huaqing, LIU Zhongfu, HU Gangqiang

Xuji Transformer Co., Ltd., Xuchang, He'nan, 461000, China

Abstract: As an important component of the power system, the grounding transformer's main function is to ground the neutral point in the system to ensure the safe operation of the system. However, during operation, the grounding transformer may face various faults, such as short circuits, overload, insulation breakdown, etc., which can seriously affect the power system and even damage other equipment. Therefore, effective fault analysis and protection design are crucial to ensure the stable operation of the power system. This article aims to explore the fault analysis and protection design of the grounding transformer to improve the reliability and safety of the power system.

Keywords: grounding transformer; fault analysis; protection design

引言

现代电力系统中, 接地变压器作为一种重要的电力设备, 扮演着将系统中的中性点接地的关键角色, 其主要功能是提供零序电流的路径, 以确保系统的安全运行, 并在发生故障时提供电流路径以及降低地电压的影响^[1]。然而, 由于电力系统的复杂性以及外部环境的影响, 接地变压器可能会面临各种故障, 如短路、过载、绝缘击穿等, 会导致设备损坏、系统停电甚至人身安全受到威胁。在该背景下, 进行接地变压器的故障分析与保护设计具有重要意义。

随着电力系统的不断发展和智能化水平的提高, 接地变压器的故障分析与保护设计也面临着新的挑战和机遇。传统的保护措施可能无法满足现代电力系统对安全、可靠、智能的要求, 因此需要不断创新和改进保护技术和装置, 如智能化保护装置、在线监测系统等, 以适应电力系统的发展需求。同时, 加强接地变压器的故障分析与保护设计还可以促进电力系统的智能化建设, 提高系统的自动化水平和运行效率, 为实现电力系统的智能化、绿色化、可持续发展提供技术支持和保障。

1 加强接地变压器的故障分析与保护设计的重要性

1.1 提高电力系统的可靠性

接地变压器作为电力系统中至关重要的设备, 其正常运行对于维持电力系统的稳定性和可靠性具有关键作用。

首先, 加强接地变压器的故障分析与保护设计有助于及时发现和解决潜在的故障隐患, 从而减少系统的故障率和停电次数。通过对接地变压器的故障特性进行深入分析和研究, 可以识别出导致故障的原因和机理, 提前采取有效的预防措施, 减少故障的发生概率。同时, 设计和实施科学合理的保护措施, 如过流保护、温度保护等, 在接地变压器发生故障时及时切断故障电路, 防止故障扩大, 保障电力系统的稳定运行。其次, 加强接地变压器的故障分析与保护设计有助于提高电力系统的故障恢复能力和应急处理能力。一旦接地变压器发生故障, 及时准确地分析故障原因, 可帮助运维人员快速定位故障点, 并采取有效的修复措施, 尽快恢复系统的正常运行。另外, 加强接地变压器的故障分析与保护设计还可以提高电力系统的可持续运行能力和经济性。通过减少系统的故障率和停电时间, 可以提高电力系统的可靠性和可用性, 满足用户的用电需求, 降低供电中断对社会生产生活的影响。

1.2 保护其他设备安全

电力系统中, 接地变压器承担着将系统中的中性点接地的重要任务, 一旦接地变压器发生故障, 会对系统中其他设备造成严重影响甚至损坏, 因此保护其他设备的安全至关重要^[2]。首先, 通过加强接地变压器的故障分析, 及时发现并识别出接地变压器可能存在的故障隐患, 从而采取有效的预防措施, 减少故障对其他设备的影响, 如接地

变压器存在绝缘老化、过载等问题,导致其发生故障,进而影响到系统中其他设备的正常运行。其次,合理设计和实施保护措施可以最大限度地减少故障对其他设备的影响。设置过流保护装置可在接地变压器发生短路或过载时及时切断故障电路,防止过大的电流流入系统中其他设备,从而保护其他设备的安全。另外,加强接地变压器的保护设计还可以提高其他设备的运行稳定性和可靠性。一旦接地变压器发生故障,导致系统中其他设备承受额外的电流冲击或电压波动,从而影响到其正常运行,通过合理设计的保护措施,可及时切断故障电路,防止故障扩大,保护其他设备免受电力系统故障的影响,提高其运行稳定性和可靠性。

1.3 保障人身安全

电力系统中,接地变压器的正常运行不仅关系到设备的安全性,直接关系到人员的生命财产安全,加强对接地变压器的故障分析与保护设计,可有效预防电力系统中可能发生的事故,保障人员的安全。接地变压器发生故障导致电力系统中出现触电等安全事故,严重威胁到人员的生命安全。接地变压器发生绝缘击穿或短路,导致系统中产生高电压,增加人员触电的风险。通过加强对接地变压器故障的分析,可以及时发现故障隐患,采取有效的措施防止故障发生,降低人员触电的风险,保障人身安全。合理设计和实施保护措施可最大限度地减少接地变压器故障对人员的威胁,设置过流保护装置可以在接地变压器发生短路或过载时及时切断故障电路,防止过大的电流流入系统中,减少触电事故的发生。此外,温度保护装置可以监测接地变压器的温度,一旦温度超过设定阈值,及时报警或切断电源,防止设备过热引发安全事故。另外,加强接地变压器的保护设计还可以提高人员应对突发情况的能力,降低事故发生后的损失,通过加强对接地变压器故障的分析,可提前制定应急预案和安全操作规程,提高人员对突发情况的应对能力,减少事故发生后的人员伤亡和财产损失。

2 当前接地变压器的故障分析

2.1 短路

短路指的是两个或多个电路中的导体之间发生直接的电气连接,导致电流绕过了正常的电路路径,形成异常高的电流。短路由多种原因引起,包括设备老化、绝缘破损、外部物体侵入等,其后果通常包括设备损坏、系统停电以及安全事故的发生^[3]。首先,短路导致接地变压器内部绝缘系统的损坏。当短路发生时,异常高的电流会导致接地变压器内部绝缘系统受到巨大电压和电流的冲击,导致绝缘材料破坏或击穿,进而引发设备内部的电气火灾或爆炸,造成设备严重损坏甚至报废。其次,短路引起电力系统的停电。由于短路导致异常高的电流流过电力系统,会触发系统的保护装置,导致系统自动切断电源以防止设备进一步损坏或火灾扩散,将导致电力系统的部分或全部

停电,影响用户的正常用电,给生产生活带来严重影响。最后,短路导致安全事故的发生。异常高的电流会产生大量热量,可能引发设备或周围环境的火灾,对人员和设备造成威胁。如果短路发生在人员密集的场所,如工厂、商场等,可能会造成严重的人员伤亡和财产损失。

2.2 过载

过载指的是接地变压器承受超过其额定容量的电流负载,通常由于系统负荷突然增加、设备故障或错误操作等原因引起。首先,导致接地变压器内部绝缘系统的损坏。当接地变压器承受超过其额定容量的电流负载时,会产生过多的热量,导致绝缘材料受热变软、老化甚至熔化,进而影响到其绝缘性能,增加绝缘击穿的风险,从而导致设备内部发生短路或火灾,造成严重损坏甚至报废。其次,接地变压器在长时间承受超负荷电流的情况下,可能会导致其内部线圈和铁芯产生过热,从而使设备的温度升高,超出设计温度范围,进而损坏设备的绝缘材料和线圈,导致设备性能下降,甚至损坏设备的结构,影响设备的安全运行。最后,当接地变压器承受过载电流时,会导致系统中其他设备的电压下降,影响用户的正常用电,甚至引发系统的过电压,导致系统自动切断电源以保护设备,造成系统的部分或全部停电,给用户带来不便和损失。

2.3 绝缘击穿

绝缘击穿指的是接地变压器内部绝缘系统发生破坏,导致高压部分与低压部分之间发生直接的电气连接,从而使电流绕过了正常的电路路径,形成异常高的电流,造成设备损坏、系统停电甚至人员触电等严重后果。首先,绝缘击穿由于设备老化、绝缘材料劣化、环境污染等因素引起。随着接地变压器的使用时间增长,其内部绝缘材料可能会老化、破损,导致绝缘性能下降,增加绝缘击穿的风险。同时,受外界环境影响,如潮湿、污染等因素也可能加剧绝缘击穿的发生。其次,绝缘击穿导致设备内部的电气火灾或爆炸。当绝缘击穿发生时,高压部分与低压部分之间形成直接的电气连接,导致异常高的电流流过设备内部,产生大量的热量,引发设备内部的电气火灾或爆炸,造成设备严重损坏甚至报废,对周围环境和人员造成威胁。最后,绝缘击穿引起系统的停电。由于绝缘击穿导致异常高的电流流过电力系统,可能会触发系统的保护装置,导致系统自动切断电源以防止设备进一步损坏或火灾扩散。这将导致电力系统的部分或全部停电,影响用户的正常用电,给生产生活带来严重影响。

3 接地变压器的保护设计措施

3.1 加强设备的定期检测和维护

定期检测和维护可以及时发现设备的潜在故障隐患,预防故障发生,延长设备的使用寿命,保障电力系统的安全稳定运行^[4]。第一,定期检测包括对接地变压器的外部和内部进行全面的检查。外部检查主要包括检查接地变压

器的外观是否有损坏、腐蚀、渗漏等现象,检查接线是否牢固,接头是否松动,以及附件设备是否齐全。内部检查主要包括检查变压器的绝缘材料是否有老化、破损,检查冷却系统是否畅通,检查绕组、铁芯等部件是否有异常现象。第二,定期维护主要包括清洁、润滑、调整等工作。清洁是指清除接地变压器表面的灰尘、污垢等杂物,保持设备外观清洁,有利于散热和绝缘;润滑是指对接地变压器的运动部件进行润滑,如油泵、阀门等,以减少摩擦,延长设备的使用寿命;调整是指对设备的各项参数进行调整,以保证其正常运行,如调整冷却系统的流量、调整绝缘材料的张力等。第三,定期检测和维护还包括对设备的各项指标进行监测和记录。通过传感器、检测仪器等设备对接地变压器的电流、电压、温度、湿度等参数进行实时监测,及时发现异常情况并进行处理;记录是指将检测到的数据和维护情况进行记录,建立设备档案,为后续的分析和维护提供参考。

3.2 合理规划和设计电力系统

首先,充分考虑系统的负荷特性和发展趋势。根据用户的用电需求、行业特点、生产工艺等因素,合理预测未来的负荷增长趋势,确定系统的负荷容量,并考虑到负荷的季节性变化和峰谷差异,合理配置接地变压器的容量和数量,以满足系统在不同负荷情况下的稳定运行需求。其次,考虑设备的互联互通性和备用性。在设计电力系统时,应充分考虑设备之间的互联互通关系,合理布置变电站、配电线路和配电设备,保证系统的整体运行效率和可靠性。再次,考虑系统的安全性和稳定性。设计电力系统时,应考虑设备的安全距离、绝缘水平、接地方式等因素,合理布置设备,减少安全隐患。同时,采用科学合理的保护措施,如过载保护、短路保护、接地保护等,确保系统在发生故障时能够及时切断故障电路,防止故障扩大影响,保障设备和人员的安全。最后,考虑系统的经济性和环保性。在设计电力系统时,应综合考虑设备的购置、安装、运行和维护成本,选择性价比高的设备和技术方案,以降低系统的总体投资和运行成本。同时,注重节能减排,采用节能环保的设备和技術,减少对环境的影响,实现电力系统的可持续发展。

3.3 设计和实施科学合理的保护措施

一是设计和实施过载保护。过载保护装置可监测接地变压器的电流负载情况,当电流超过设定阈值时,及时切

断电路,防止设备因过载而损坏,通常采用电流继电器、熔断器、断路器等设备,根据变压器的额定容量和负载特性进行设计和配置,确保在负荷突增或异常情况下能够有效保护设备^[5]。二是设计和实施短路保护。短路保护装置可检测接地变压器电路中的短路故障,及时切断电路,防止电流过大造成设备损坏或电力系统故障,通常采用差动保护、过电流保护等技术,能够对接地变压器电路中的短路故障进行快速响应和处理,确保系统的安全稳定运行。三是设计和实施接地保护。接地保护装置可监测接地变压器的绝缘状态,及时检测和切断接地故障电路,防止接地故障扩大影响,保护设备和人员的安全,通常采用绝缘监测装置、接地保护继电器等设备,能够对接地变压器的绝缘状态进行实时监测和保护,确保系统的安全运行。四是设计和实施温度保护、湿度保护等装置。监测接地变压器的温度、湿度等参数,及时发现设备存在的异常情况,采取相应的保护措施,防止设备因温度过高或湿度过大而损坏或发生故障。

4 结束语

加强接地变压器的故障分析与保护设计,对于确保电力系统的安全稳定运行具有重要意义。通过科学合理的保护设计,可以及时准确地发现并处理接地变压器的故障,保护其他设备的安全,保障人员的生命财产安全,从而提高电力系统的可靠性和安全性。

[参考文献]

- [1]王玳君. 变压器铁心多点接地故障分析与处理[J]. 电工技术,2023(15):151-155.
- [2]张建军,岳啸鸣,马建胜,等. 一起风电场110kV变压器接地故障分析及诊断[J]. 变压器,2023,60(6):68-71.
- [3]陈龙翔,朱家运,荆岫岩,等. 抽水蓄能电站主变压器故障分析方法及其应用[J]. 水电与新能源,2023,37(5):1-4.
- [4]陈蕾. 接地变压器运行状态检测技术研究[D]. 淄博:山东理工大学,2022.
- [5]王国亮,吕乐,胡伟,等. 干式接地变压器的故障分析[J]. 电气开关,2021,59(2):84-86.

作者简介:李栋梁(1985.4—),毕业院校:河南工业大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就业单位:许继变压器有限公司,职称级别:中级工程师,长期从事消弧线圈、接地变压器开发设计工作。