

电力变压器智能保护关键技术研究及应用分析

刘清平 邹清源 席小青

(江西电力职业技术学院 江西省南昌市 330032)

摘要: 电力变压器作为电力系统中最重要电气设备之一,承担着电能传输和电压调节的重要任务。为了保障电力变压器的安全运行,提高电力系统的可靠性和稳定性,需要对电力变压器进行保护。而随着电力系统的不断发展和智能化水平的提高,电力变压器保护技术也在不断更新和升级。智能保护作为电力变压器保护技术的新方向,正在逐渐得到广泛应用。因此,本文将介绍电力变压器智能保护的关键技术,以期对电力系统的稳定运行提供更好的保障。

关键词: 电力变压器;智能保护;关键技术;应用分析

引言: 采用变压器内部温度监测技术可以实时监测变压器内部温度的变化情况,及时发现变压器的异常运行情况,提高变压器的运行安全性。还可以对变压器进行实时监测和故障检测,并能够对故障进行自动诊断和判断,减少电力系统的停电时间,提高电力系统的可靠性和稳定性。只有通过采用先进的技术手段对变压器进行实时监测和保护,才能保证电力系统的安全稳定运行。

1. 电力变压器智能保护技术概述

1.1 电力变压器智能保护的基本原理

智能保护是一种新兴的保护技术,通过使用微处理器、数字信号处理器等先进技术,实现了对电力设备的高精度保护和故障检测。电力变压器智能保护的基本原理是基于电力变压器的工作原理和故障特性,结合现代电子技术,对电力变压器进行在线监测和保护。智能保护系统的基本组成部分包括传感器、数据采集单元、信号处理单元、决策控制单元等。在电力变压器的智能保护系统中,传感器主要用于采集电力变压器的电气参数,如电压、电流、温度等,将采集到的数据传输到数据采集单元。数据采集单元将传感器采集到的数据进行处理和分析,提取出电力变压器的工作状态和故障信息,并将结果传输到信号处理单元。信号处理单元是智能保护系统中最重要的部分,主要负责对数据采集单元传输过来的数据进行处理和分析,判断电力变压器是否出现故障,并根据故障类型和位置发出警报或采取措施进行保护。同时,信号处理单元还可以进行故障诊断和预测,提前发现可能出现的故障,并采取措施进行预防和修复。决策控制单元是智能保护系统中的最后一个环节,其主要功能是根据信号处理单元提供的故障信息,决定是否对电力变压器进行保护措施,并进行具体的控制操作。

1.2 传统电力变压器保护技术的缺点

首先,传统的熔断器、继电器等保护设备只能保护变压器的部分故障类型,对于一些难以检测的故障类型,如微短路、间歇性故障等,机械式保护技术很难发挥其作用,容易导致故障发生和扩大。其次,由于机械式保护技术的保护原理是基于电力变压器内部电气参数的变化,保护设备需要一定的时间来检测故障,这个响应时间对于电力系统的稳定性和安全性来说可能是不够的。再次,机械式保护技术的可靠性和稳定性存在问题。机械式保护技术需要靠继电器等机械部件来完成保护操作,这些部件容易受到环境温度、湿度、电磁干扰等因素的影响,造成保护失效或误动,甚至造成误判和误操作,给电力系统带来一定的风险和安全隐患。最后,机械式保护设备需要定期维护和检修,需要耗费大量的人力和物力,增加了电力系统的运维成本和复杂度。

1.3 智能保护技术的优点

智能保护技术采用多种传感器对电力变压器的电气参数进行实时监测,能够对多种故障类型进行诊断和保护,包括微短路、间歇性故障

等传统保护技术无法覆盖的故障类型。同时,智能保护技术能够实现对电力变压器的多维度、多参数的精细监测和保护,提高了保护精度和可靠性。智能保护系统采用数字信号处理器等先进技术,能够对电气参数的变化进行实时分析和判断,可以在毫秒级的时间内对故障进行检测和保护,有效地避免了故障扩大和电力系统的安全风险。智能保护系统采用数字化、自适应、智能化的保护算法,能够自动适应变压器的运行状态和环境变化,有效避免了传统机械式保护设备容易受到环境影响而造成误判和误操作的问题,保证了电力系统的安全运行。智能保护系统采用数字化、集成化的设计,避免了传统机械式保护设备需要大量的人力和物力进行维护和检修的问题,同时,智能保护系统的自动诊断和故障定位功能,能够快速发现和定位故障,有效减少了故障维修的时间和成本。

2. 电力变压器智能保护关键技术

2.1 电流、电压、温度等参数检测技术

电流检测技术是电力变压器智能保护技术中最为基础的检测技术之一。电流传感器是电流检测技术的核心部分,能够对电力变压器内部的电流进行精准的检测。传感器的种类较多,包括电流互感器、霍尔传感器、磁致伸缩传感器等。其中,电流互感器是传统电力系统中常用的电流检测装置,其能够通过感应原理将高电流转换为低电流,以达到保护和测量的目的。电压检测技术主要用于检测电力变压器的电压状态,以确保电力变压器正常运行。电压传感器是电压检测技术的核心部分,可分为电容式电压传感器、电势式电压传感器等。其中,电容式电压传感器采用两个相邻的电容器作为电压传感器,其输出电压与输入电压成正比。电势式电压传感器则采用电势变换原理,将高压端的电压转换为低压端的电压,再通过传输线路进行传输。温度检测技术是电力变压器智能保护技术中的重要组成部分。温度传感器是温度检测技术的核心部分,主要用于检测电力变压器的绕组温度和油温。目前,电力变压器的温度传感器主要有热电偶、红外线测温、光纤光栅传感器等。其中,热电偶是最常见的温度传感器,可以通过电热效应将温度转换为电信号,适用于低温和高温环境;红外线测温则是一种非接触式的温度测量方法,能够测量电力变压器表面的温度。

2.2 智能化保护算法技术

智能化保护算法技术主要用于分析电气参数的变化,判断电力变压器是否出现故障,并针对故障类型和位置进行保护。智能化保护算法技术能够自动适应变压器的运行状态和环境变化,提高保护的准确性和响应速度,大大提高了电力变压器的安全性和可靠性。以下介绍几种常见的智能化保护算法技术。神经网络(ANN)是一种模拟人类大脑神经网络的计算模型。ANN可以根据电力变压器的历史故障信息和当前电气参数的变化,进行数据分析和学习,自主判断电力变压器是否出现

故障,并发出保护信号。ANN能够适应变压器的运行环境和负载变化,提高保护精度和稳定性。支持向量机(SVM)是一种基于统计学习理论的分类算法。SVM通过对电力变压器的多维度参数进行训练和优化,建立分类模型,对电力变压器的故障进行诊断和预测。SVM能够自动学习变压器的故障特征,并对未知的故障类型进行有效的识别和预测。模糊逻辑是一种数学模型,可以将非精确的数据和不确定的信息进行处理。模糊逻辑能够通过对电力变压器的多个参数进行模糊化处理,建立故障诊断和保护规则,根据不同的输入数据给出不同的输出结果。模糊逻辑适用于不确定性和复杂性较强的系统,可以提高电力变压器的保护精度和稳定性。深度学习是一种机器学习的分支,能够自动分析数据并从中学习到有用的特征。深度学习技术能够通过多层神经网络对电力变压器的故障进行诊断和预测。深度学习技术具有极强的自适应性和学习能力,能够自动提取电力变压器的故障特征,提高保护的准确性和响应速度。

2.3 保护装置的硬件设计技术

在选择型时需要根据电力变压器的类型、容量、运行环境、保护对象等因素进行选择。常用的保护装置包括数字式继电器、智能保护装置、复合式保护装置等。在选择时需要充分考虑装置的功能、性能、可靠性、稳定性等因素,以保证装置能够满足电力变压器的保护需求。保护装置的硬件设计需要考虑电路的稳定性、可靠性和抗干扰能力等因素。通常采用高精度模拟电路和数字信号处理器进行设计,保证装置的精度和响应速度。同时,为了避免电磁干扰和电路震荡等问题,需要采用专门的抗干扰技术和抑制电磁波辐射的技术,以保证装置的稳定性和可靠性。电路布局需要遵循一定的规范和标准,保证电路的稳定性和安全性。一般采用双层板或多层板设计,将信号线和电源线分开布置,以避免信号受到干扰。同时,保护装置应该采用可靠的连接方式,如插接式连接器或焊接,以避免连接部件的松动或接触不良等问题。为了保证保护装置的正确性和稳定性,还需要进行测试和校验。测试和校验主要包括静态特性测试、动态特性测试、抗干扰测试等。在测试和校验过程中需要严格按照标准和规范进行操作,保证装置的可靠性和稳定性。

2.4 数据通信及采集技术

现场总线技术是一种用于实时数据采集和传输的通信技术,能够有效地降低系统的成本和复杂度,提高系统的可靠性和安全性。现场总线技术常用的有Profibus、Modbus、CAN总线等。这些总线技术能够实现多个设备的联网通信,以及高速数据传输和故障检测等功能,为电力变压器的智能保护提供了基础支撑。无线传感器网络技术能够实现对电力变压器的多参数监测和数据采集,具有实时性好、可靠性高、安装方便等优点。无线传感器网络技术包括ZigBee、LoRa等,这些技术能够实现低功耗、低数据传输速率、长距离传输等特点,适用于电力变压器的多参数监测和数据采集。遥测遥控技术能够实现对电力变压器的远程监测和远程控制,提高了保护装置的灵活性和响应速度。遥测遥控技术包括GPRS、3G、4G等,这些技术能够实现远程数据传输和控制,提高了电力变压器的安全性和可靠性。此外,云计算技术也是一种基于互联网的计算机模式,能够将大量数据存储在云端,并通过云端的算法进行处理和分析,提高了数据的安全性和可靠性。云计算技术适用于大规模电力变压器的监测和保护,能够实现数据的快速处理和分析,提高了保护装置的准确性和响应速度。

3. 智能变压器在线监测技术应用

3.1 铁芯接地电流实时监测系统

铁芯接地电流是指电力变压器铁芯接地时产生的电流,这种电流会对电力变压器的安全运行产生影响。铁芯接地电流实时监测系统能够通

过采集电力变压器铁芯的接地电流,对铁芯接地情况进行实时监测和判断,从而提高电力变压器的安全性和可靠性。下面我们来详细介绍一下铁芯接地电流实时监测系统。铁芯接地电流实时监测系统主要由铁芯接地电流传感器、数据采集设备、数据处理单元和通信设备等组成。铁芯接地电流传感器是监测系统的核心部件,它能够将铁芯接地电流转换为电信号,并将信号传输到数据采集设备中。数据采集设备用于采集铁芯接地电流传感器输出的信号,并将数据传输到数据处理单元中。数据处理单元用于对数据进行处理和分析,判断铁芯是否接地,以及接地程度和位置等信息。通信设备用于将处理后的数据传输到监控中心或其他设备中进行监测和管理。铁芯接地电流实时监测系统能够实现铁芯接地情况的实时监测和预警。当铁芯接地时,监测系统会发出报警信号,提示维护人员进行检修和处理,以避免电力变压器发生故障。同时,监测系统还能够对铁芯接地的位置进行定位,方便维护人员进行处理。在电力变压器的日常运行中,监测系统还能够对铁芯的运行状态进行监测,提前发现潜在故障,保障电力变压器的安全稳定运行。

3.2 油色谱在线监测系统

油色谱在线监测系统主要由油样采集系统、油样处理系统、油色谱分析系统、数据处理单元和通信设备等组成。油样采集系统用于采集电力变压器绝缘油样,并将样品传输到油样处理系统中。油样处理系统用于对油样进行处理,去除杂质和水分等物质。油色谱分析系统是监测系统的核心部件,它能够将处理后的油样进行分析和检测,判断油样中的气体、液体和固体杂质等情况。数据处理单元用于对油色谱分析结果进行处理和分析,判断电力变压器的运行状态,并生成报告。通信设备用于将处理后的数据传输到监控中心或其他设备中进行监测和管理。油色谱在线监测系统能够实现对电力变压器的运行状态进行实时监测和预警。通过对绝缘油中的气体、液体和固体杂质等进行分析和检测,能够提前发现潜在的故障和问题,判断变压器的健康状况,为电力变压器的运行提供保障。同时,监测系统还能够对油样中的气体类型和含量进行分析和判断,从而定位故障的位置和类型,方便维护人员进行处理和修复。

结束语:电力变压器智能保护技术是电力系统中的一个重要组成部分,其应用不仅可以提高电力变压器的保护能力,还能够更好地满足电力系统对于保护装置的高效性和可靠性的要求。未来,随着数字化技术、通信技术和人工智能技术的不断发展和创新,电力变压器智能保护技术将会更加智能化和高效化,为电力系统的可靠性和稳定性提供更好的保障。

参考文献:

- [1]许鑫颖.电力变压器智能保护关键技术研究[J].花炮科技与市场,2019(04):17.
- [2]刘春云.电力变压器智能保护关键技术研究及应用分析[J].通信电源技术,2019,36(02):46-47.
- [3]陈洁.智能变电站继电保护及自动化系统分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(11):3.
- [4]王少创.电力变压器保护关键技术[J].建筑工程技术与设计,2017,000(011):1503-1503.
- [5]孟召彬.电力变压器保护技术现状及未来发展趋势[J].化工管理,2020(6):1.

刘清平 1980.9 女 土家族 湖北利川 江西电力职业技术学院 副教授 硕士研究生 研究方向:电力系统继电保护技术
江西省教育厅科技项目:GJJ204108 变电站二次设备自动清扫机的研制