

高压变电站设备状态在线监测与故障诊断方法研究

张新闻 马杰雄

内蒙古电力(集团)有限责任公司巴彦淖尔供电分公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘要: 随着电力系统规模的不断扩大和运行复杂性的增加,高压变电站设备的安全稳定运行至关重要。本文针对高压变电站设备状态在线监测与故障诊断方法展开研究。首先阐述了在线监测技术,包括监测系统总体架构、智能传感器技术、数据采集与通信技术以及数据预处理技术。接着论述了故障诊断方法,涵盖故障诊断模型构建、多信息融合技术在故障诊断中的应用以及故障预警与报警技术。然后对在线监测与故障诊断系统的功能设计进行了详细介绍,如数据采集、状态诊断、决策支持、报警和数据管理功能。最后探讨了系统的实现,包括硬件设计、软件设计以及系统测试与优化,为保障高压变电站设备的可靠运行提供理论和实践依据。

关键词: 高压变电站;设备状态;在线监测;故障诊断

引言:高压变电站是电力系统的关键组成部分,其设备的正常运行直接影响电力供应的可靠性。然而,这些设备在长期运行过程中会受到各种因素的影响,如老化、过载、环境因素等,可能导致设备故障。传统的定期检修方式存在一定的局限性,如过度检修或检修不足。因此,开展高压变电站设备状态在线监测与故障诊断方法的研究具有重要意义。通过实时监测设备状态,及时发现潜在故障,并采取有效的诊断和预防措施,可以提高设备的运行效率,减少停电事故,保障电力系统的安全稳定运行。

1 高压变电站设备状态在线监测技术

1.1 监测系统的总体架构

监测系统总体架构一般由传感器层、数据采集层、数据传输层和数据处理层构成。传感器层承担着采集设备多种物理量的重任,像温度、振动、电流、电压这些关键物理量都在其采集范围内,它就像是设备的“触角”,敏锐地感知设备状态。数据采集层负责把传感器获取的模拟信号准确地转换为数字信号,为后续流程做好准备。数据传输层通过恰当的通信协议,保障数据能顺利传输到数据处理中心,这一过程如同搭建一座信息传递的稳固桥梁。数据处理层则对收到的数据进一步深入处理和分析,为后续的故障诊断提供有力的数据支持,是整个监测系统的“智慧大脑”。

1.2 智能传感器技术

智能传感器拥有自校准、自诊断、自适应等出色功能。拿光纤传感器来说,它能高精度地测量设备内部的温度、压力等参数。这得益于其独特的设计和原理,使得测量结果更为精准。而且,光纤传感器抗电磁干扰能力很强,在复杂电磁环境下也能稳定工作。此外,无线

传感器网络技术的发展为传感器部署带来新机遇,它让传感器的布置更灵活,能够减少布线成本和复杂度,使传感器的安装和使用更加便捷高效。

1.3 数据采集与通信技术

数据采集技术对于采集数据的准确性和实时性有着严格要求。在采集过程中,采样频率和采样精度等因素是必须要考虑的。合适的采样频率能保证采集到的数据能如实反映设备状态变化,而采样精度则决定了数据质量。在通信技术方面,可采用有线通信(如光纤通信)和无线通信(如ZigBee、GPRS等)相结合的模式。光纤通信可用于传输大量、高速的数据,它具有速度快、容量大的优势。无线通信则适用于不易布线或需要移动监测的场景,二者配合确保数据能稳定地传输到监测中心。

1.4 数据预处理技术

采集到的数据常常包含噪声等干扰信息。数据预处理技术包含数据滤波、数据归一化等方法。通过滤波算法能有效去除噪声,提升数据质量,让数据更纯净、可靠。数据归一化可将不同量纲的数据统一到一个标准范围内,因为在实际采集过程中,不同类型的数据量纲各异,归一化后更有利于后续的数据处理和分析工作,能提高分析效率和准确性。

2 高压变电站设备故障诊断方法

2.1 故障诊断模型的构建

故障诊断模型的构建途径丰富多样,可基于多种理论和方法来实现。其中,基于神经网络的模型是一种极为有效的方式。神经网络因其强大的非线性映射能力而备受关注,它能够对大量的训练数据进行深入学习,精准地掌握设备在正常运行和不同故障状态下的特征模式。例如,BP神经网络在设备故障诊断领域就有着出色

的表现,可专门用于识别设备的绝缘故障类型,为及时发现此类故障提供有力依据。此外,基于专家系统的模型在故障诊断中也占据着重要地位且被广泛应用。这种模型充分利用专家的知识 and 丰富经验构建起规则库,然后依据这些规则对设备故障进行严谨的推理诊断,为故障诊断工作提供了另一种可靠的思路和方法。

2.2 基于多信息融合技术的故障诊断

多信息融合技术在高压变电站设备故障诊断中有着关键作用,它能够把来自不同传感器的信息进行全面且综合的处理。比如,可以将温度传感器获取的温度信息、振动传感器检测到的振动信息以及电气参数测量装置得到的电气参数等多种信息融合在一起。通过这种方式,能够更加全面、细致地反映设备的真实运行状态。在多信息融合过程中,常用的融合方法包括贝叶斯估计、D-S证据理论等。这些方法通过科学的计算和分析,能够充分挖掘不同信息之间的关联和价值。借助多信息融合技术,可以显著提高故障诊断的准确性和可靠性,有效减少误判和漏判情况的发生,保障故障诊断结果的质量。

2.3 故障预警与报警技术

故障预警与报警技术对于保障高压变电站设备的安全稳定运行至关重要。故障预警是在故障尚未发生之前,通过对设备状态数据变化趋势进行深入分析来预测可能出现的故障。例如,针对设备温度数据,通过长期、持续的监测和专业的分析,当温度上升速率超过预先设定的阈值时,系统就会及时发出预警信息,提示运行人员关注设备状态。而报警技术则是在设备已经出现故障或者异常情况时发挥作用,它能迅速向运行人员发出报警信号。与此同时,还会为运行人员提供详细的故障相关信息,包括故障类型、故障位置等关键内容,以便运行人员能够快速、准确地采取应对措施,最大限度地降低故障对设备和整个变电站运行的影响。

3 在线监测与故障诊断系统的功能设计

3.1 数据采集功能

系统的数据采集功能必须具备全面性,要能够完整覆盖高压变电站内的各类关键设备,像变压器、断路器、隔离开关这些重要设备都不能遗漏。所采集的数据类型丰富多样,不仅包括设备在运行过程中的各种参数,如电压、电流、温度、振动频率等,还涵盖了环境参数,例如变电站内的温度、湿度、电磁环境等信息。而且,采集系统的稳定性和可靠性是至关重要的,它需要具备强大的性能,在长期运行过程中不间断地采集数据,不受外界因素干扰,确保数据的连续性,为后续的分析 and 诊断工作提供充足且准确的数据基础。

3.2 状态诊断功能

依据采集到的大量数据,运用先进的故障诊断模型和算法对设备当前的状态展开诊断。这些诊断结果是多样化的,包含设备处于正常运行状态、存在潜在故障以及已经发生故障这几种不同情况。当诊断出设备存在潜在故障时,不能仅仅停留在发现问题这一步,还需要进一步深入分析,对故障的发展趋势进行科学预测,同时结合多种因素准确判断可能出现的故障类型,以便为后续的决策和处理措施提供更具针对性的依据。

3.3 决策支持功能

基于故障诊断的结果,为运行人员提供全面且有价值的决策支持。比如,当系统诊断出设备存在故障时,它能够详细地给出维修建议,包括具体的维修方式,像是更换零部件、调整参数还是进行全面检修等,同时也会提供合理的维修时间建议。除此之外,系统还能依据设备的历史运行数据以及当前的状态信息,运用专业的评估方法对设备的剩余使用寿命进行精准评估,从而为设备的更新换代计划提供可靠的参考依据,帮助运行人员科学合理地安排设备维护和更新工作。

3.4 报警功能

需要建立一套完善且高效的报警机制,当设备出现任何异常情况或者发生故障时,能够迅速且及时地通过声音、短信、邮件等多种便捷的方式向运行人员发出报警信息。报警信息的准确性和详细程度至关重要,必须清晰地包含设备名称、具体的故障类型以及故障发生的位置等关键信息,这样运行人员在接收到报警后,能够迅速定位故障所在,第一时间采取有效的处理措施,最大程度地减少故障对变电站运行的影响。

3.5 数据管理功能

对于采集到的海量数据,要实施有效的管理措施,其中包括数据存储、数据查询和数据备份等重要环节。在数据存储方面,要选用合适的数据库系统,这个数据库系统要具备高安全性和高完整性的特点,能够有效防止数据被篡改或损坏。数据查询功能要设计得方便快捷,无论是运行人员还是管理人员,都能在需要的时候迅速获取到自己所需的数据。而数据备份功能则是保障系统可靠性的关键,它可以有效防止因各种意外情况导致的数据丢失问题,确保整个系统的稳定运行和数据的长期可用性。

4 高压变电站设备状态在线监测与故障诊断系统的实现

4.1 系统硬件设计

系统硬件设计是整个在线监测与故障诊断系统的基

础,它涵盖了传感器的选型和部署、数据采集设备的设计、通信设备的选择等多个关键环节。对于传感器的选型,需要依据不同的监测参数进行精心挑选,比如针对设备的温度监测,要选择精度高、稳定性好且能适应变电站复杂环境温度传感器;对于振动监测,则要选用灵敏度高的振动传感器。在部署方面,要将这些传感器合理地放置在设备的关键部位,像变压器的绕组附近、断路器的触头位置等,以确保能准确获取设备运行状态信息。数据采集设备的设计至关重要,它必须具备足够的采集通道,这样才能同时接收多个传感器传来的数据,而且要有强大的处理能力,能够对采集到的数据进行初步的处理和缓存,保证数据不丢失和不失真。通信设备的选择要充分满足数据传输的要求,无论是有线通信还是无线通信方式,都要保证数据能够准确、快速地传输到监测中心,在有线通信中要保证线缆的质量和传输协议的适配性,无线通信则要确保信号的强度和稳定性,避免数据传输中断或延迟。

4.2 系统软件设计

系统软件设计是整个监测与诊断系统的核心部分,它包括数据采集程序、故障诊断程序、用户界面程序等重要内容。数据采集程序要与硬件设备紧密配合,它需要精确地控制硬件的数据采集过程,根据预设的采样频率、采样精度等参数,稳定地从传感器和数据采集设备获取数据。同时,还要具备数据校验和错误处理机制,确保采集到的数据完整、准确。故障诊断程序要将复杂的故障诊断模型和算法进行代码化,这需要深入理解和运用先进的诊断技术,如神经网络算法、专家系统规则等。通过编写高效的代码,使程序能够准确地对采集到的数据进行分析,快速识别设备的故障状态和故障类型。用户界面程序的设计要充分考虑到运行人员的操作便利性,设计得简洁、直观。界面上要清晰地展示系统的各项关键信息,如设备状态数据、故障报警信息等,并且要设置简单易懂的操作按钮,方便运行人员进行系统的控制和信息查看。

4.3 系统测试与优化

在整个高压变电站设备状态在线监测与故障诊断系统搭建完成后,全面的测试工作是确保系统质量的关键步骤,包括功能测试、性能测试等重要方面。功能测试主要针对系统的各项功能是否正常实现进行检查,涵盖了数据采集、故障诊断、报警等核心功能。对于数据采

集功能,要测试是否能准确采集到所有传感器的数据,数据是否完整、无差错;故障诊断功能则要检查对于各种预设的故障类型,系统是否能准确诊断,诊断结果是否符合实际情况;报警功能要验证当设备出现异常或故障时,是否能及时准确地发出报警信号,并且报警信息是否详细准确。性能测试则是对系统在大数据量、高并发情况下的运行性能进行评估,例如数据传输速度,要测试在大量数据同时传输时,是否能满足实时性要求,是否会出现传输卡顿或数据丢失的情况。对于故障诊断的响应时间,要检查在高并发的故障数据输入时,系统能否快速做出诊断,响应时间是否在可接受范围内。根据这些测试结果对系统进行优化,通过调整算法、优化代码、升级硬件等方式,提高系统的稳定性和可靠性,保障系统在实际运行中能够长期稳定地为变电站设备监测和故障诊断服务。

结语

本文对高压变电站设备状态在线监测与故障诊断方法进行了深入研究,从在线监测技术、故障诊断方法、系统功能设计和系统实现等方面进行了详细阐述。通过实施有效的在线监测与故障诊断系统,可以实现对高压变电站设备的实时状态监测和故障预警,提高设备的运行可靠性和安全性,为电力系统的稳定运行提供有力保障。然而,随着技术的不断发展,未来还需要进一步研究和改进这些方法和系统,以适应更加复杂的电力系统运行环境。

参考文献

- [1]陈祥训,王晓辉,颜湘莲.高压电气设备在线监测及状态检修技术综述[J].高电压技术,2021,47(7):2233-2243.
- [2]黄文,邹林,陈志光.基于物联网与大数据的高压变电站设备状态监测与预警技术[J].电力系统保护与控制,2021,49(14):120-128.
- [3]申煜,李刚,刘志刚.高压变电站设备状态监测中的大数据处理与智能分析技术[J].电力系统自动化,2021,45(22):12-21.
- [4]张宇,李永丽,高雅琦.基于大数据和机器学习的高压变电站设备状态监测与故障诊断[J].电力系统自动化,2022,46(16):142-150.
- [5]陈维江,张丽,王承玉.高压变电站设备在线监测技术的最新进展与挑战[J].高电压技术,2022,48(1):1-10.