

变电站一次设备状态监测与故障诊断技术研究

罗晓宇 张志强

中广核新能源投资(深圳)有限公司内蒙古分公司 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要: 随着电力系统的不断发展和对供电可靠性的要求日益提高,近年来,大量的新能源发电单元接入电网,变电站一次设备的状态监测与故障诊断技术变得愈发重要。本文详细探讨了变电站一次设备状态监测与故障诊断的现有技术,包括红外热像技术、超声波检测技术、在线局部放电检测技术等多个方面。通过对变电站设备的基础配置、状态监测技术和故障诊断技术的深入研究,本文旨在提供一种全面、高效的方法来监测和诊断变电站一次设备的状态,从而提高电力系统的稳定性和可靠性,同时为状态检修提供更具有价值的信息。

关键词: 变电站; 一次设备; 状态监测; 故障诊断; 电力系统

引言: 变电站作为电力系统中至关重要的设施,承担着输送电能、保护电力系统以及调节电压、频率等重要任务。一次设备作为变电站的重要组成部分,其安全稳定运行对于电力系统的安全可靠至关重要。然而,由于设备在运行过程中会受到热、电、机械力、化学腐蚀等多种环境因素的作用,其性能会逐渐劣化,最终导致设备故障。因此,对变电站一次设备的运行状态进行实时在线监测,及时采取预防控制措施,对绝缘劣化程度较快的设备进行必要的检修整改,可以有效避免较大区域的电网停电事故的发生。

1 变电站一次设备的重要性及功能

变电站一次设备的重要性不言而喻,它们是电力系统的核心组成部分。这些设备的功能涵盖了电能的转换、传输、分配和保护等多个方面。例如,发电机负责将机械能转换为电能,变压器则用于调整电压等级以适应不同的传输和用电需求。开关设备则负责电路的接通和断开,确保电力系统的安全稳定运行。互感器则用于测量和监测电力系统的参数,为运维人员提供关键的运行数据。

2 状态监测技术基础

2.1 状态监测技术的概念与原理

状态监测技术是一种通过实时或定期采集、分析设备运行数据,以评估设备运行状态、预测潜在故障并提前采取维护措施的技术。其基本原理是利用传感器等设备收集设备的物理或化学参数,如振动、温度、压力、电流、电压等,然后将这些数据转换为电信号或数字信号进行处理和分析。通过对比设备的正常运行数据和异常数据,可以判断设备的运行状态,及时发现并处理潜在问题,从而延长设备的使用寿命,提高系统的稳定性和可靠性。

2.2 状态监测技术在电力系统中的应用

在电力系统中,状态监测技术主要应用于变压器、

发电机、断路器、避雷器等重要设备的监测。通过实时监测设备的温度、振动、电流、电压等参数,可以及时发现设备的过热、过载、短路等异常情况,从而避免设备损坏和电力事故的发生。同时,状态监测技术还可以为设备的维护提供数据支持,优化维护计划,降低维护成本。此外,随着智能电网的发展,状态监测技术还逐渐与自动化控制、远程监控等技术相结合,实现了电力系统的智能化管理和运维。

3 变电站一次设备状态监测技术

3.1 监测方法与技术手段

(1) 传感器技术

传感器技术是状态监测的基础,它通过感知设备运行时的各种物理和化学参数,如温度、压力、振动、电流、电压等,将这些参数转换为电信号或数字信号,以便进行后续的数据处理和分析。在变电站一次设备的监测中,常用的传感器包括温度传感器、振动传感器、电流互感器、电压互感器、压力传感器等。这些传感器能够实时、准确地采集设备运行数据,为状态监测提供可靠的信息来源。

(2) 数据采集与处理

数据采集与处理是状态监测的核心环节。在采集到原始数据后,需要进行清洗、去噪、融合等预处理工作,以提高数据的质量和可用性。清洗工作主要是去除数据中的错误、干扰和冗余信息;去噪则是通过降噪算法去除数据中的噪声,提高数据的信噪比;融合则是将多个传感器采集的数据进行整合,得到更全面、准确的数据。处理后的数据将用于后续的状态分析和故障诊断。

(3) 在线监测与离线监测

在线监测与离线监测是两种常用的状态监测方式。在线监测是通过传感器与信息搜集系统相互连接,运用

实时的数据传输技术,使传感器所检测到的设备运行状态可以以数据的形式反应在系统显示界面当中。工作人员通过对界面中所显示的数据进行读取和分析,可以实时判断设备的运行情况。而离线监测则需要借助红外测温仪、振动监测仪等设备对设备进行定期或不定期的数据搜集,并将搜集到的状态数据根据搜集时间和状态情况进行分类存储。工作人员通过调取历史监测数据的方式获取到离线数据,再对设备状态进行判断。两种方式各有优劣,应根据实际需求和设备特点进行选择。

3.2 监测参数的选择与确定

在变电站一次设备的状态监测中,监测参数的选择与确定是至关重要的环节,它直接关系到监测结果的准确性和有效性。以下是关于温度、湿度、振动等参数,电气参数(电压、电流、频率等),以及机械参数(压力、位移、速度等)的选择与确定的详细分析:

(1) 温度、湿度、振动等参数

温度、湿度和振动是变电站一次设备状态监测中的基础参数。温度参数能够反映设备的热状态,对于预防过热故障具有重要意义;湿度参数则关系到设备的绝缘性能和腐蚀情况,对于评估设备的运行环境至关重要。振动参数能够反映设备的机械运行状态,对于发现轴承磨损、松动等机械故障具有显著效果。在选择这些参数时,需要综合考虑设备的类型、运行环境以及历史故障数据,确保所选参数能够准确反映设备的运行状态。

(2) 电气参数(电压、电流、频率等)

电气参数是评估变电站一次设备电气性能的关键指标。电压参数能够反映设备的电压等级和电压波动情况,对于预防过电压和欠电压故障具有重要意义;电流参数则能够反映设备的负载情况和电流波形,对于发现过载、短路等电气故障具有显著效果。频率参数则关系到电力系统的稳定性和同步性,对于保障电力系统的正常运行至关重要。在选择电气参数时,需要确保所选参数能够全面覆盖设备的电气性能,并符合电力系统的运行要求。

(3) 机械参数(压力、位移、速度等)

机械参数是评估变电站一次设备机械性能的重要指标。压力参数能够反映设备的压力状态和密封性能,对于预防泄漏和爆炸等机械故障具有重要意义;位移参数则能够反映设备的变形和位移情况,对于发现结构松动和变形等机械故障具有显著效果。速度参数则能够反映设备的运动状态和速度波动情况,对于预防超速和低速等机械故障具有重要意义。在选择机械参数时,需要综合考虑设备的结构特点、运动方式和运行环境,确保所

选参数能够准确反映设备的机械性能。

3.3 监测系统的构建与实施

(1) 系统架构与硬件配置

系统架构是监测系统的骨架,决定了系统的整体性能和可扩展性。在构建监测系统时,我们通常采用分层架构,包括数据采集层、数据传输层、数据处理层和应用层。数据采集层由各类传感器和采集设备组成,负责实时采集设备状态数据;数据传输层通过有线或无线方式,将采集到的数据传输至数据处理中心;数据处理层对数据进行清洗、分析和处理,提取关键信息;应用层则为用户提供直观、易用的监测界面和报警功能。在硬件配置方面,我们需要根据系统架构的需求,选择合适的服务器、存储设备、通信设备等,确保系统的稳定性和可靠性。

(2) 软件设计与开发

软件是监测系统的灵魂,决定了系统的功能和用户体验。在软件设计与开发过程中,我们需要注重软件的模块化、可扩展性和易用性。模块化设计使得软件易于维护和升级;可扩展性设计使得系统能够轻松应对未来可能增加的新设备和监测参数;易用性设计则使得用户能够轻松上手,快速掌握系统的使用方法。此外,我们还需要注重软件的安全性和稳定性,确保系统能够长期稳定运行,为用户提供可靠的服务。

(3) 数据传输与存储

数据传输与存储是监测系统的关键环节,关系到数据的准确性和完整性。在数据传输方面,我们需要选择高效、稳定的数据传输协议和通信方式,确保数据能够实时、准确地传输至数据处理中心。在数据存储方面,我们需要根据数据的类型和规模,选择合适的存储设备和存储策略,确保数据能够长期保存且易于查询和分析。同时,我们还需要注重数据的安全性和隐私保护,确保数据不被泄露或滥用。

4 变电站一次设备故障诊断技术

4.1 故障诊断方法与技术手段

在变电站一次设备的故障诊断中,我们通常采用多种方法与技术手段以确保诊断的准确性和高效性。基于信号处理的故障诊断方法通过分析设备运行时产生的信号,如振动、电流、电压等,来识别故障特征。这种方法能够直接反映设备的运行状态,对于发现早期故障具有显著效果。基于模型的故障诊断方法则通过建立设备的数学模型,模拟设备的正常运行和故障状态,通过对比实际运行数据和模型数据来诊断故障。这种方法能够更深入地理解设备的运行机理,提高诊断的准确性。此

外,基于人工智能的故障诊断方法,如神经网络、支持向量机等,通过学习和训练大量故障数据,能够自动识别和分类故障,提高诊断的智能化水平。

4.2 故障特征提取与识别

故障特征提取与识别是故障诊断的关键环节。首先,我们需要采集设备运行时的故障信号,这些信号可能包含振动、温度、电流等多种信息。然后,通过信号处理技术对采集到的信号进行清洗、去噪和特征提取,得到能够反映设备故障的特征量。在选择特征量时,我们需要综合考虑设备的类型、故障类型以及历史故障数据,确保所选特征量能够准确反映设备的故障状态。最后,通过故障识别算法对提取到的特征量进行分析和分类,实现故障的准确识别。

4.3 故障诊断系统的构建与实施

构建一个高效、可靠的故障诊断系统需要综合考虑系统架构、硬件配置、软件设计与开发以及故障诊断流程与步骤等多个方面。在系统架构方面,我们通常采用模块化设计,将系统划分为数据采集模块、信号处理模块、特征提取模块、故障诊断模块等,以提高系统的可扩展性和可维护性。在硬件配置方面,我们需要根据系统需求选择合适的传感器、采集设备、计算设备等,确保系统的稳定性和可靠性。在软件设计与开发方面,我们需要注重软件的易用性、稳定性和安全性,为用户提供直观、易用的诊断界面和强大的诊断功能。最后,在故障诊断流程与步骤方面,我们需要明确各模块的功能和协作方式,制定详细的故障诊断流程和步骤,确保诊断过程的准确性和高效性。

5 状态监测与故障诊断技术的综合应用

5.1 状态监测与故障诊断技术的结合应用

状态监测与故障诊断技术的结合应用,为变电站一次设备的运维管理提供了全新的解决方案。通过实时监测设备运行数据,及时发现异常状态,并利用故障诊断技术准确判断故障类型及位置,实现了对设备状态的全面掌控。这种结合应用不仅提高了故障发现的及时性,还大大缩短了故障定位与修复的时间,有效提升了设备的可靠性和运行效率。同时,通过对历史监测数据的分析,可以预测设备的寿命周期和潜在故障,为设备维护计划的制定提供了科学依据。

5.2 状态监测与故障诊断技术在变电站一次设备维护

中的应用

在变电站一次设备的维护中,状态监测与故障诊断技术发挥着至关重要的作用。通过实时监测设备的温度、振动、电气参数等关键指标,能够及时发现设备的异常状态,预防潜在故障的发生。一旦设备出现故障,故障诊断技术能够迅速定位故障点,分析故障原因,为维修人员提供准确的维修指导,降低维修难度和时间成本。此外,通过对设备状态的持续监测,可以优化设备维护策略,减少不必要的停机维护,延长设备的使用寿命,降低维护成本。

5.3 状态监测与故障诊断技术的经济效益与社会效益分析

状态监测与故障诊断技术的应用,为变电站一次设备的运维管理带来了显著的经济效益和社会效益。从经济效益来看,通过及时发现和修复故障,避免了因设备故障导致的停电事故,减少了电量损失和维修成本。同时,优化设备维护策略,降低了维护频次和成本,提高了设备的运行效率和可靠性。从社会效益来看,状态监测与故障诊断技术的应用保障了电力系统的安全稳定运行,提高了供电质量和可靠性,满足了社会经济发展和人民生活用电的需求。此外,通过减少设备故障和停电事故,还降低了环境污染和安全事故的风险,为社会可持续发展做出了积极贡献。

结语

综上所述,状态监测与故障诊断技术在变电站一次设备运维管理中发挥着至关重要的作用。通过实时监测设备运行数据,及时发现并修复故障,不仅提高了设备的可靠性和运行效率,还降低了维护成本和环境风险。这些技术的综合应用,为电力系统的安全稳定运行提供了有力保障,同时也促进了电力行业的可持续发展。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,状态监测与故障诊断技术将在变电站一次设备运维管理中发挥更加重要的作用,为电力行业的高质量发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]张强,李明,王伟.变电站设备状态监测与故障诊断系统的研发与应用[J].电力系统自动化,2024(7):145-151.
- [2]陈立新,赵勇,刘涛.智能化变电站设备状态监测与故障诊断技术研究[J].中国电机工程学报,2024(5):167-174.