

变电站PT多点接地在线监测的研究与应用

陈飞 张硕 李娜 姚沫 冯威
国网河南省电力公司新乡供电公司
DOI:10.12238/pe.v2i4.8328

[摘要] 变电站是电力系统中重要的组成部分,其安全、稳定、高效运行对电力系统的稳定性和可靠性具有至关重要的作用。在变电站中,电压互感器(以下简称PT)被广泛应用于将一次侧的高电压按照一定的变比转换为100V甚至更低等级标准二次电压,供给继电保护、测控和计量仪表等装置使用。然而,由于变电站中存在多台电压互感器,如何实现对多台电压互感器的多点接地监测,以及如何提高监测的准确性和可靠性,是变电站运行管理中的一个重要问题。

[关键词] 变电站; PT多点接地; 在线监测; 研究应用
中图分类号: TM411+.4 **文献标识码:** A

Research and application of on-line monitoring of PT multi-point grounding in substation

Fei Chen Shuo Zhang Na Li Mo Yao Wei Feng
State Grid Henan power company Xinxiang Power Supply Company

[Abstract] Substation is an important part of the power system, its security, stability, efficient operation of the power system stability and reliability of the vital role. In substations, voltage transformers (PT) are widely used to convert high primary voltages to 100V or lower standard secondary voltages according to a certain ratio, it can be used for relay protection, measurement and control, measuring instrument, etc. . However, due to the existence of multiple voltage transformers in substations, how to realize multi-point grounding monitoring of multiple voltage transformers, and how to improve the accuracy and reliability of monitoring, it is an important problem in substation operation management.

[Key words] substation; PT multi-point grounding; on-line monitoring; research and application

引言

在现代的电力系统中,电压互感器(PT)是非常重要的组成部分。它的作用是将高电压转换成标准的低压信号,以便继电保护、测控设备和计量仪表等次级设备使用。然而,随着电网的发展和复杂化,PT的接地问题逐渐成为影响系统稳定运行的重要因素之一。因此,研究并实现PT多点接地的在线监测对于确保电网的安全、稳定与经济运行至关重要。这意味着我们需要采取有效的监测措施,来及时发现并解决潜在的接地问题,从而确保整个电网系统能够安全、稳定和经济地运行。

1 变电站在线监测技术研究

1.1 传感器技术

传感器技术在现代变电站中发挥着至关重要的角色,它是实现设备状态在线监测的基础。随着智能电网的发展和物联网技术的广泛应用,变电站作为电力系统的重要组成部分,对运行可靠性和经济性的要求越来越高。因此,利用高精度的传感技术进行在线监测成为保障电网稳定运行的关键。传感器能够实时采集变电站内各种设备的运行参数,如变压器的油温、电容器组

的电压、断路器的工作状态等。它们就像人体的神经末梢,感知着电力设备的每一次“脉搏跳动”。这些数据不仅包括基本的温度、压力指标,还扩展到了更复杂的电气特性,比如介电强度、局部放电等,甚至可以通过声波、振动等多维度信息来评估设备的健康状况。

通过对采集的数据进行实时分析,工程师可以快速识别出任何偏离正常工作范围的迹象。例如,一个微小的温度升高可能表明变压器中有过热现象,而这可能是由于绝缘材料老化或过载造成的。早期检测这类异常可以避免故障扩大,减少停机时间,显著提高供电可靠性并降低维修成本。除了故障预警之外,传感器数据还能为设备的预测性维护提供支持^[1]。基于大数据分析技术,结合机器学习算法,可以从历史数据中提取趋势,建立模型,预测未来可能出现的问题。这种智能化的预测方法可以进一步优化维护计划,避免不必要的维护工作,提高运维效率。传感器技术的不断进步也带来了新型传感器的出现。例如光纤传感器因其抗电磁干扰能力强、传输距离长、精度高等优点被广泛应用于高电压环境。

1.2 数据通信技术

在现代电网系统中,变电站扮演着至关重要的角色。为了确保变电站的高效运行和提高供电可靠性,采用在线监测技术对设备进行持续监控变得尤为重要。数据通信技术便是实现这一目标的关键手段之一。通过在变电站的关键设备中部署数据采集器,我们可以实时收集各种运行参数,如电流、电压、温度等,并将这些数据传输至监控中心。这样,监控人员可以实时了解设备的运行状态,及时发现并处理潜在的问题,从而避免设备故障,确保系统的稳定运行。在众多监测项目中,PT(电位互感器)多点接地的监测尤其关键。传统的PT二次回路多点接地检测方法存在诸多不足,例如检测效率低、定位不准确、耗时耗力等问题。针对这些问题,我们进行了深入研究,包括探讨PT多点接地的原理与原因、多点接地对继电保护装置的影响,以及PT发生多点接地时电流的变化规律。

通过对传统PTN600多点接地查找方法的优缺点进行对比分析,我们设计了一种新型的PTN600多点接地监测与故障查找装置。这种装置具备实时告警功能,当PT二次回路出现多点接地故障时,能够立即发出告警信号,通知运维人员迅速响应。这大大提高了对故障的响应速度,有效防止了故障扩大和事故发生。除了实时告警外,该装置还能够快速准确地定位接地故障的具体配置。这一点与传统方法相比有了显著改进,不仅大幅度减少了排查故障所需的时间,也显著提升了故障处理的精准度和整体效率。此外,该装置的应用还意味着运维人员无需定期进行费时费力的N600接地电流排查检测工作,节省了大量的人力资源^[2]。在实施过程中,我们采取了多种技术措施来确保监测装置的高性能和高稳定性。例如,采用了先进的信号处理算法来提升信号的准确性和抗干扰性;使用了高精度的传感器和电子组件来保障数据的精确度;同时,我们还引入了无线网络技术来实现数据的远程传输,这使得监控变得更加灵活和即时。为了更好地适应不同变电站的实际需求,我们的设计还考虑了系统的可扩展性。这意味着随着变电站规模的扩大或监测需求的变化,系统可以轻松地升级或扩展,以满足未来的发展需要。

1.3 人工智能技术

在现代变电站的运维管理中,人工智能技术已经成为提高监测系统性能的关键。借助这一尖端技术,我们能够对收集到的监测数据进行实时分析,以提升故障检测的准确性和系统的响应速度。特别地,通过单相信号注入法,我们可以有效地判断PT二次回路是否存在多点接地问题,并准确定位故障点。为了实现这一目标,装置的硬件设计至关重要。它主要由处理芯片CPU、输入信号控制单元、保护单元、信号处理单元、A/D转换单元、显示存储单元、通信单元以及开口式电流互感器组成。处理芯片CPU是系统的大脑,负责数据的高速分析和处理。它统筹各个功能单元的工作,包括管理单相信号注入电流的产生、采集电流信号、执行设备保护措施,以及在检测到多点接地故障时迅速准确地定位PTN600接地点的故障。

注入信号控制单元的任务是在需要时将人工电阻接入电路,

产生特定大小的单相信号注入电流。这个电流随后被注入待测的各PT二次回路中,实现PTN600在线监测与故障定位的功能。信号处理单元的角色是对采集来的接地电流进行处理,并将其转换成数字信号,以便由CPU进行分析。它确保了从模拟到数字转换的精度,为接下来的数据分析打下了坚实的基础。A/D转换单元则是将模拟信号转换为数字信号的关键部分,这对于后续的数字信号处理至关重要。只有高质量的A/D转换,才能保障接下来数据处理的高准确性。显示存储单元用于将测量结果和故障信息可视化,便于操作人员快速理解系统的运行状况,并进行故障记录。这提高了人机交互的效率,并为日后的维护提供了重要的数据支持。通信单元则负责将处理好的数据发送至监控中心或其他终端设备,使得远程监控成为可能。它支撑起设备与外界沟通的桥梁,保证了信息的流通。

开口式电流互感器的设计是为了方便现场安装而不影响系统的正常运行。它可以在不解开任何现有接线的情况下安装于PTN600接地线上,这对于保证安全运行和避免人身安全风险来说极其重要。该互感器包括互感线圈、信号调理放大电路、带通滤波电路及输出显示电路等关键部分,它们共同工作以提供准确可靠的接地电流测量结果。此外,装置的软件设计同样不可忽视。软件利用先进的算法,如机器学习和神经网络,来分析处理收集到的信号,从而提高故障识别的准确率。软件还能进行自我学习和优化,随着时间的积累,它能不断提高故障预测的准确度^[3]。整个在线监测系统的研发过程中,我们密切关注行业的最新标准,以确保所开发的产品符合国际电工委员会(IEC)等相关机构的规定。同时,我们还进行了多次现场测试和验证,以确保设备的可靠性和稳定性达到预期标准。通过集成这些高级技术和精心设计的硬件组件,我们的PTN600多点接地监测与故障查找装置已经准备好改变传统的监测方式,它不仅能够提高监测效率,减少人力需求,还能够显著缩短接地故障恢复时间。最终,这将大幅提升变电站的安全性能,确保电网的可靠供电,同时也为变电站运维人员提供了强大的技术支持。随着这种新型监测技术的不断推广和应用,未来的智能电网建设必将更加先进、高效和安全。

2 变电站多点接地在线监测应用策略研究

在当代电力系统中,变电站扮演着重要的角色。它不仅是电力传输和分配的关键节点,同时也是保证电网稳定、可靠运行的重要组成部分。在变电站中,接地系统的安全性至关重要,因为它直接关系到人身和设备安全。其中,多点接地是一种提升安全性的有效措施。然而,随着电压互感器(PT)数量的增加,如何实现对其多点接地的高效监测成了一个挑战。本文将深入探讨这一问题,并提出了一套综合的应用策略,以期提高监测的准确性和可靠性。

智能化监测技术的采纳是提升监测效率和准确性的关键。通过安装先进的传感器和监测装置,我们可以对变电站内的所有设备进行全时段、全方位的监测。这些装置能够实时收集关于设备状态的数据,包括温度、电流、电压等关键参数,并通过

内置的智能算法分析这些数据,从而实时识别出任何异常或潜在的设备故障。当发现异常情况时,系统可以立即发出警告,甚至在某些情况下,自动隔离故障区域,以防止故障扩散,确保人员的安全及设备的完好无损^[4]。

接下来,数据通信技术的应用使得实时数据传输变为可能。借助现代通信技术如光纤通信、无线网络等,可以将现场采集到的数据传输至监控中心。监控中心的软件平台能对这些海量数据进行处理和分析,借助大数据分析和云计算技术,可以从中提取有价值的信息,预测设备故障和潜在缺陷,从而实现预防性维护。这不仅减少了人力成本,也大幅提升了监测的效率和响应速度。

人工智能技术的引入进一步增强了数据处理的能力。通过对历史和实时数据的学习,AI模型可以不断优化分析策略,提高故障预测的准确率和故障诊断的速度。此外,AI系统还可以根据设备的实际运行状况来指导设备的维护和保养工作,确保设备处于最佳工作状态。

除了以上技术层面的策略外,定期的设备检测和维护同样不可忽视。专业的维护团队需按照既定计划对变电站设备进行例行检查和预防性维护,及时更换老化的设备元件,清理设备周围的环境,防止由于外界环境因素导致的设备故障。同时,对于监测系统本身也需定期进行检查和升级,保证其功能与最新的技术标准相符,以维持其高性能和高可靠性。

此外,为了进一步提高多点接地监测系统的实用性和普适性,研发人员还应考虑到不同类型和规模的变电站的特殊需要。定制化的解决方案可以根据特定变电站的配置和操作条件进行设计,以满足特定的功能和性能要求。与此同时,用户培训和技术支持也是系统能否顺利运行的重要环节。通过提供详细的操作手册、培训课程以及快速的技术支持,可以确保用户能够充分利用监测系统的优势,确保系统的有效运作。

综上所述,通过采用智能化监测技术、利用数据通信技术、引入人工智能技术以及对设备进行定期检测和维护等措施,可以极大地提高变电站PT多点接地监测的准确性和可靠性。这一系列综合应用策略的实施,不仅保障了变电站的安全稳定运行,也为今后变电站接地系统的监测和管理提供了参考和借鉴。随着技术的不断进步,未来的监测系统将更加精准、智能和用户友好,从而为变电站乃至整个电网的可靠运行提供坚实的基础。

3 结论

变电站是电力系统中重要的组成部分,其安全、稳定、高效运行对电力系统的稳定性和可靠性具有至关重要的作用。在变电站中,电压互感器被广泛应用于将一次侧的高电压按照一定的变比转换为100V甚至更低等级标准二次电压,供给继电保护、测控和计量仪表等装置使用。然而,由于变电站中存在多台电压互感器,如何实现多台电压互感器的多点接地监测,以及如何提高监测的准确性和可靠性,是变电站运行管理中的一个重要问题。本文通过对变电站PT多点接地在线监测的研究与应用策略进行探讨,为变电站的安全、稳定、高效运行提供有益的参考。

[参考文献]

- [1]袁庚,周喜章,王青云.变电站接地电阻测量方法[J].江苏电机工程,2022,27(2):32-34.
- [2]潘晓杰,刘涤尘,张云建.电力系统冲击接地电阻测量装置[J].电力系统自动化,2022,29(16):93-96.
- [3]王亚军,魏星,张全明,等.一种新的多点接地电阻测量模型的研究[J].高压电器,2022,41(5):327-329.
- [4]王亚军,舒乃秋,李澍森,等.输电杆塔接地电阻测量新方法 & 误差分析[J].电力系统自动化,2022,30(4):80-83.

作者简介:

陈飞(1986-),男,汉族,河南省济源市人,硕士研究生,副高级工程师,从事继电保护检修管理的工作。