

供配电设备故障诊断技术优化

朱乐 谢腾腾

中水珠江规划勘测设计有限公司

DOI:10.32629/hwr.v9i12.6691

[摘要] 随着电力系统的不断发展,供配电设备的稳定运行对于保障电力供应至关重要。供配电设备故障可能会导致电力中断、设备损坏等严重后果,因此有效的故障诊断技术显得尤为关键。本文围绕供配电设备故障诊断技术展开研究,分析了当前故障诊断技术存在的问题,如诊断准确性不足、智能化程度不高等。从传感器技术、数据分析方法、专家系统应用等方面提出了具体的优化策略。通过优化故障诊断技术,能够提高供配电设备故障诊断的效率和准确性,降低设备维护成本,保障电力系统的安全稳定运行。

[关键词] 供配电设备; 故障诊断技术; 优化策略; 传感器技术; 数据分析

中图分类号: N37 文献标识码: A

Optimization of Fault Diagnosis Technology for Power Supply and Distribution Equipment

Le Zhu Tengteng Xie

Pearl River Water Resources Protection Scientific Research Institute, China Water Resources Pearl River Planning Surveying and Design Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous development of power systems, the stable operation of power supply and distribution equipment is crucial to ensuring power supply. Faults in power supply and distribution equipment may lead to serious consequences such as power outages and equipment damage, so effective fault diagnosis technology is particularly critical. This paper focuses on the fault diagnosis technology of power supply and distribution equipment, analyzes the existing problems of current fault diagnosis technology, such as insufficient diagnosis accuracy and low intelligence level. Specific optimization strategies are proposed from the aspects of sensor technology, data analysis methods and expert system application. By optimizing the fault diagnosis technology, the efficiency and accuracy of fault diagnosis for power supply and distribution equipment can be improved, the equipment maintenance cost can be reduced, and the safe and stable operation of the power system can be guaranteed.

[Key words] Power Supply and Distribution Equipment; Fault Diagnosis Technology; Optimization Strategy; Sensor Technology; Data Analysis

引言

供配电设备作为电力系统的重要组成部分,其运行状态直接影响到电力供应的质量和可靠性。在长期运行过程中,供配电设备会受到各种因素的影响,如环境因素、电气应力、机械振动等,从而引发故障。传统的故障诊断技术在面对日益复杂的供配电设备时,逐渐暴露出一些局限性,如诊断速度慢、不能及时准确地定位故障等。因此,对供配电设备故障诊断技术进行优化具有重要的现实意义。它能够及时发现设备潜在的故障隐患,提前采取维修措施,减少故障发生的概率,提高电力系统的运行效率和经济效益。

1 供配电设备故障诊断技术现状

1.1 传统故障诊断技术概述

传统的供配电设备故障诊断技术主要包括直观检查法、试验法和比较法等。直观检查法是通过工作人员的视觉、听觉、嗅觉等感官来判断设备是否存在故障,例如观察设备是否有明显的损坏、是否有异常气味等。试验法是对设备进行各种电气试验,如绝缘电阻测试、耐压试验等,以检测设备的性能是否符合要求。比较法是将设备的运行参数与正常标准值进行比较,若偏差超过一定范围,则认为设备可能存在故障。这些传统方法在早期的供配电设备故障诊断中发挥了重要作用,但它们存在一定的局限性,如诊断结果受人为因素影响较大、难以检测到早期的潜在故障等。

1.2 现有故障诊断技术的优势

现有的供配电设备故障诊断技术在不断发展和完善, 具有一些明显的优势。例如, 一些先进的传感器技术能够实时监测设备的运行状态, 如温度传感器可以监测设备的温度变化, 电流传感器可以监测设备的电流大小。这些传感器能够将监测到的数据及时传输到监控中心, 以便工作人员及时了解设备的运行情况。数据分析技术的应用也使得故障诊断更加准确和高效。通过对大量监测数据的分析, 可以挖掘出设备故障的潜在规律, 提前预测设备可能出现的故障。

1.3 现有故障诊断技术的不足

尽管现有故障诊断技术有一定的优势, 但仍然存在一些不足之处。诊断的准确性有待提高。由于供配电设备长期运行在高电磁干扰、温湿度变化剧烈的复杂环境中, 监测数据易受噪声干扰, 导致特征提取失真, 误报与漏报频发。智能化程度不高, 多数系统依赖专家经验设定阈值和规则, 缺乏自学习与自适应能力, 难以应对非线性、时变性故障。目前的故障诊断系统大多需要人工干预, 不能实现自动诊断和决策, 运维的效率低。对于一些隐蔽性强、耦合性高的复合型故障, 现有技术往往难以准确识别故障源, 定位精度不足。因此, 亟需融合大数据分析、深度学习与边缘计算等新兴技术, 提升诊断系统的智能化、自动化水平, 实现高效、实时的故障预警与诊断。

2 影响供配电设备故障诊断技术的因素

2.1 设备自身特性因素

供配电设备的自身特性对故障诊断技术有重要影响。不同类型的设备具有不同的结构和工作原理, 其故障表现形式也各不相同。例如, 变压器的故障可能表现为油温过高、绕组短路等, 而断路器的故障可能表现为触头磨损、分合闸时间异常等。因此, 在进行故障诊断时, 需要充分考虑设备的自身特性, 采用合适的诊断方法。设备的老化程度也会影响故障诊断的准确性。随着设备使用时间的增加, 其性能会逐渐下降, 故障发生的概率也会增加, 这就要求故障诊断技术能够适应设备老化的特点。

2.2 环境因素的影响

环境因素对供配电设备故障诊断技术也有不可忽视的影响。恶劣的环境条件, 如高温、潮湿、沙尘等, 会加速设备的老化和损坏, 增加故障发生的可能性。在高温环境下, 设备的绝缘材料容易老化, 导致绝缘性能下降; 在潮湿环境中, 设备容易受潮, 引发电气短路等故障。环境中的电磁干扰也会影响传感器的正常工作, 导致监测数据不准确。因此, 在故障诊断过程中, 需要考虑环境因素的影响, 采取相应的防护措施, 提高诊断结果的准确性。

2.3 人为因素的作用

人为因素在供配电设备故障诊断中起着至关重要的作用。工作人员的专业水平和工作态度直接决定了故障排查的效率与准确性。若缺乏扎实的理论基础和实操经验, 操作人员可能误判设备状态, 错误使用检测仪器, 甚至忽略早期隐患, 导致小故障演变为重大事故。同时, 责任心不足、工作敷衍也会造成关键数据

记录不全或异常信号被忽视, 严重影响后续分析与决策。此外, 团队协作不畅、沟通不到位也可能延误故障处理时机。因此, 必须加强技术人员的系统化培训, 定期开展应急演练和技能考核, 建立科学的绩效激励与责任追溯机制, 全面提升人员综合素质与责任意识, 为供配电系统的安全稳定运行提供坚实保障。

3 供配电设备故障诊断技术优化策略

3.1 传感器技术的优化

传感器是供配电设备故障诊断的基础, 优化传感器技术能够提高故障诊断的准确性和可靠性。要提高传感器的精度和灵敏度, 使其能够更准确地监测设备的运行参数。例如, 采用高精度的温度传感器和电流传感器, 能够实时、精确地监测设备的温度和电流变化。要增加传感器的种类和数量, 实现对设备多参数的全面监测。除了温度和电流传感器外, 还可以安装振动传感器、压力传感器等, 以便更全面地了解设备的运行状态。要加强传感器的维护和管理, 定期对传感器进行校准和检测, 确保其正常工作。

3.2 数据分析方法的改进

数据分析是供配电设备故障诊断的关键环节, 改进数据分析方法能够提高故障诊断的效率和准确性。可以采用先进的数据分析算法, 如机器学习算法和深度学习算法。机器学习算法能够对大量的监测数据进行分类和预测, 例如通过支持向量机算法可以对设备的故障类型进行分类。深度学习算法能够自动提取数据的特征, 发现数据中的潜在规律, 如卷积神经网络可以对设备的图像数据进行分析, 检测设备是否存在故障。还可以建立故障数据库, 将历史故障数据进行整理和分析, 为故障诊断提供参考。

3.3 专家系统的应用

专家系统是一种基于知识的智能系统, 它能够模拟专家的思维方式和决策过程, 对供配电设备故障进行高效诊断。系统内集成大量领域专家的知识与实践经验, 结合规则推理、模糊逻辑等方法, 通过对实时监测数据的分析, 快速识别异常状态, 准确定位故障类型与位置, 并提供科学的维修策略。其核心在于知识库的完备性与推理机制的合理性。在实际应用中, 需持续更新知识库以应对新型故障模式, 同时融合神经网络、大数据分析等先进技术, 推动专家系统向自学习、自优化方向发展, 提升整体诊断精度与智能化水平。

4 优化后的供配电设备故障诊断技术应用案例

4.1 案例一: 某变电站变压器故障诊断

在某变电站中, 采用优化后的供配电设备故障诊断技术对变压器进行监测和诊断。通过安装高精度的温度传感器、电流传感器和振动传感器, 实现了对变压器多参数的实时监测。利用改进的数据分析方法对监测数据进行分析, 发现变压器的温度和电流出现异常波动。专家系统根据这些异常数据进行推理和判断, 初步诊断变压器可能存在绕组短路故障。工作人员进一步对变压器进行检查和试验, 最终确认了故障的存在, 并及时进行了维修, 避免了变压器故障的进一步扩大, 保障了变电站的正常运行。

4.2 案例二: 某工厂配电系统故障诊断

某工厂的配电系统采用了优化后的故障诊断技术,集成了先进的传感器网络与智能分析平台。在运行过程中,各类传感器实时监测电流、电压、温度等关键参数,并通过工业物联网将数据高速传输至中央监控中心。数据分析软件基于机器学习算法对数据进行实时处理,迅速识别异常模式。当某条线路出现电流骤增、电压下降的异常现象时,系统立即触发预警,专家系统结合历史数据与故障模型,精准判断为短路故障风险。运维人员随即携带定位设备赶赴现场,利用系统提供的故障区间指引,快速锁定并修复绝缘破损导致的短路点。整个诊断到处置过程仅耗时18分钟,有效避免了事故扩大和全线停电,保障了生产线连续运行,显著降低了潜在经济损失,充分体现了智能化配电管理在现代工业中的重要作用。

4.3 案例应用效果分析

通过以上两个应用案例可以看出,优化后的供配电设备故障诊断技术具有显著的应用效果。它融合了大数据分析 with 智能算法,能够实时监测设备运行状态,及时发现潜在故障隐患,并精准定位故障位置,大幅提升运维效率。相比传统依赖人工巡检和经验判断的方式,优化技术在诊断速度、准确率和自动化水平方面均有质的飞跃,显著降低了误判与漏判风险。这不仅有效减少了突发性停电事故,提高了电力系统运行的可靠性与稳定性,还实现了从被动抢修向主动预防的转变。同时,通过延长设备使用寿命、减少非计划停机时间和人力投入,显著降低了维护成本,提升了供电服务质量,为企业创造了可观的经济效益和社会效益。

5 供配电设备故障诊断技术优化的发展趋势

5.1 智能化发展方向

未来,供配电设备故障诊断技术将朝着智能化方向发展。智能化诊断系统不仅能够自动采集设备的电压、电流、温度等运行数据,还能通过大数据分析和机器学习算法实时识别异常模式,精准判断潜在故障类型与位置,并自动生成维修建议与优先级排序。例如,利用人工智能技术,系统能够不断学习和优化自身的诊断模型,提高诊断的准确性和效率。结合边缘计算与云计算平台,系统可在本地快速响应紧急故障,同时实现海量数据的集中管理与深度挖掘。智能化诊断系统还能够实现远程监控和诊断,工作人员可以通过互联网随时随地了解设备的运行状态,及时处理故障,大幅降低运维成本,提升供电可靠性与系统安全性。

5.2 集成化发展趋势

供配电设备故障诊断技术将呈现集成化的发展趋势。它将与电力系统的其他自动化系统深度融合,如变电站自动化系统、

电力调度自动化系统、配电管理系统和能量管理系统。通过统一的数据平台和通信协议,实现设备状态信息的实时共享与交互,提升系统协同响应能力。故障诊断系统可自动将故障类型、位置及严重程度等信息上传至调度中心,辅助生成应急处理方案,优化负荷转移策略,缩短停电时间。同时,集成化还能支持历史数据的综合分析,为设备检修和电网规划提供决策依据,全面提升电力系统的智能化水平与运行可靠性。

5.3 绿色化发展要求

随着环保意识的不断提高,供配电设备故障诊断技术也将朝着绿色化方向发展。在故障诊断过程中,将更加注重采用环保型的诊断设备和方法,减少对环境的污染。例如,采用无氟制冷剂的传感器设备,避免对臭氧层的破坏;推广使用可降解材料封装的检测元件,降低电子废弃物处理压力。同时,要优化设备的能源消耗,提高能源利用效率,降低故障诊断过程中的能源浪费。通过引入智能算法实现精准监测与预测性维护,减少不必要的现场巡检频次,从而降低碳排放。此外,推动诊断系统与清洁能源供电相结合,如利用光伏或储能装置为便携式检测仪器供电,进一步提升整体系统的可持续性,助力构建绿色、高效、低碳的电力运维体系。

6 结语

供配电设备故障诊断技术的优化对于保障电力系统的安全稳定运行具有重要意义。通过对现有故障诊断技术现状的分析,我们了解到传统技术存在的不足以及影响故障诊断技术的各种因素。针对这些问题,我们提出了一系列优化策略,包括传感器技术的优化、数据分析方法的改进和专家系统的应用等。通过实际应用案例可以看到,优化后的技术取得了良好的效果,能够及时准确地诊断设备故障,减少故障损失。未来,供配电设备故障诊断技术将朝着智能化、集成化和绿色化的方向发展。我们需要持续关注技术的发展动态,加大研发投入,进一步完善故障诊断技术体系,提高供配电设备的运行可靠性和经济效益,为电力行业的可持续发展提供有力的技术支持。

[参考文献]

- [1]李运海.盐城电网供配电设备故障诊断系统的研制和开发[D].东南大学,2007.
- [2]黄蓓,张宗华,温晓荃,等.基于人工智能的供配电系统故障诊断与恢复策略[J].广西水利水电,2024,(3):128-131.
- [3]陈鹏,陶辉敏,李哲.10kV配电设备故障诊断与监测系统研究[J].今日制造与升级,2023,(12):70-72.

作者简介:

朱乐(1988—),男,汉族,江苏泰州人,大学本科,工程师,主要研究方向电气工程及其自动化。