

# Research on the Online Monitoring and Fault Diagnosis Technology in the Operation and Maintenance of the Distribution Network

Xiang Li Keyi Shen

State Grid Yinchuan Power Supply Company, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

## Abstract

With the continuous growth of people's demand for power and the continuous expansion of social distribution network scale, the existing traditional distribution network is facing many challenges and potential risks in the operation and maintenance mode. This paper aims at improving the safe and stable operation efficiency of the distribution network and the lasting reliability of the equipment operation, and studies the online monitoring and fault diagnosis technology in the operation and maintenance of the distribution network to improve the problems existing in the operation and maintenance mode in the current environment. In this paper, by introducing artificial intelligence, big data processing and analysis technologies, combined with convolutional neural network (CNN) and recurrent neural network (RNN), this paper conducts real-time monitoring and fault diagnosis of the distribution network status, and identifies the potential fault mode.

## Keywords

operation and maintenance; online monitoring; fault diagnosis

## 配电网运维检修中的在线监测与故障诊断技术研究

李响 沈珂伊

国网银川供电公司, 中国·宁夏 银川 750000

## 摘要

随着人们对电力需求的不断增长和社会配电网规模的不断扩大, 现有的传统配电网在运维检修方式上面临着诸多挑战与潜在风险。论文以提高配电网的安全稳定运行效率与设备运行持久可靠性为目标, 研究配电网在运维检修中的在线监测与故障诊断技术来改善当前环境下运维模式存在的问题。论文通过引入人工智能、大数据处理与分析等技术, 结合卷积神经网络 (CNN) 和循环神经网络 (RNN), 对配电网状态进行实时监测和故障诊断, 识别潜在的故障模式。

## 关键词

运维检修; 在线监测; 故障诊断

## 1 配电网电力设备运维检修的主要内容及特点

配电网电力设备运维检修是保障电力系统安全、稳定和可靠运行的关键环节。配电网的运维检修主要内容包括对变压器、断路器、隔离开关和电缆等设备进行定期巡检与故障诊断、预防性维护和维修等工作。以变压器的检测维修为例, 运维人员在开展检查工作时需要对其绝缘油进行色谱分析, 通过测量氢气、甲烷和乙烷等可燃气体的含量, 评估变压器的绝缘状态和老化程度。当总烃含量超过  $150\mu\text{L/L}$  时, 维修人员就需要对变压器开展进一步的电气试验, 例如绕组直流电阻测试和绝缘电阻测试等, 从而进一步判断是否需要机器进行抽油处理或更换绝缘油<sup>[1]</sup>。

## 2 研究背景和目的

近年来随着城市化进程的不断加快和人们对电力需求的迅猛增长, 城市配电网的规模和复杂性也不断的增加。传统的配电网运维检修方式主要依赖于定期的预防性试验和设备检修, 这种方式存在检修成本高、效率低、可能影响供电可靠性等问题。特别是在现代化智能电网的发展背景下, 如何利用先进的传感技术、数据处理和人工智能技术, 实现配电网实时监测和精准故障诊断, 成为有待解决的问题。在线监测与故障诊断技术能够有效提升配电网的运行效率和可靠性, 降低运维成本, 提高供电质量, 对电力系统的稳定运行具有重要意义。论文的研究目的是探讨并优化配电网运维检修中的在线监测与故障诊断技术, 借助先进的人工智能算法和大数据分析技术, 给个配电网运维企业应该建立高效的在线监测与故障诊断系统。研究配电网设备的在线监测

【作者简介】李响 (1997-), 男, 中国宁夏石嘴山人, 本科, 助理工程师, 从事配电网运维研究。

技术,包括传感器的选择与布置、数据采集与传输技术等分析现有故障诊断算法的优缺点,重点研究基于卷积神经网络(CNN)和循环神经网络(RNN)的故障诊断方法。算法利用大数据分析技术,挖掘配电网运行数据中的潜在规律和故障模式。

### 3 配电网设备的运维应用策略

#### 3.1 在线监测

##### 3.1.1 在线监测技术概述

开展配电网日常监测、维护及定期巡检十分重要。其是有效开展配电网设备状态检修运维工作的前提,更是保障配电网系统高效运行的重要条件<sup>[2]</sup>。配电网的在线监测技术是指通过安装各种的传感设备以及监测装置对设备的运行状态进行监测。配电网的在线检测技术可以做到实时对配电系统和配电设备开展数据采集和安全监控,被检测系统采集到的数据会经过分析和处理,可以及时发现潜在的一些问题和风险。为之后的检修决策提供科学的理论支持。而在线检测技术主要包括传感器技术、数据采集和数据传输技术、数据处理技术和数据存储技术等。在线监测技术通过将把这些技术整合在一起,可以很明显的提高配电网在日常运行中的工作效率和可靠性,这种监测技术的运用可以在很大程度上减少停电等事故的时间和出现频率。

##### 3.1.2 在线监测技术存在的问题

在当前环境下的配电网在线监测中存在传感器灵敏度不足和精度不够的问题,尤其是在一些特殊环境下,如高温和雨雪等天气情况下,传感器的数据收集会受到很大的干扰从而导致收集到的数据有误差精度不准,而在线监测系统需要具备高效性和拥有快速响应的能力,受到这些环境因素的干扰后的设备很难保证其实时性,系统的响应速度不足也非常容易导致故障分析滞后和停电的发生。而且传感器的使用年限和维修次数也会影响到传感器的使用稳定性。配电网在线监测系统非常依赖高效的数据传输和数据处理能力,但是在当前环境下现有的通信网络设备在数据传输上存在许多的问题和限制,以及现有的数据传输设备的安全保护措施不够完善,导致数据处理能力不足或关键数据丢失,存在数据篡改和泄露的风险。这些数据传输上的问题严重影响了配电网在线监测技术的准确性。同时不同厂家生产的在线监测设备在接口和一些使用协议上存在差异和缺少统一标准,这种设备兼容上的问题大大增加了在线检测技术在进行技术集成时的难度并且影响了整个监测系统的整体效能和工作效率。

##### 3.1.3 在线监测技术应用优化策略

在配电网线路中,企业应该选用合适机型的传感器设备和数据采集单元,做到监测设备的覆盖面广和监测灵敏度高。同时也要根据实际情况和市场需求选择合适的通信方式和传输路径,如选择光纤,无线等技术保证数据传输的稳定性和实时性。利用已有的通信资源实现对故障信息的快速传

递和分析从而加强通信系统的自动化建设,企业也要考虑到配电网在运行中的一些问题和优化网架的地理结构与地理位置,保证传输的可靠性和稳定性。优化在线监测系统的应用也需要运维部门结合大数据和人工智能等先进技术,研发出智能化监测运维管理系统实现对配电网运行状态的全面监控和智能分析。随着互联网大数据技术和AI识别技术的进一步发展,电力线路和电缆图像分析算法已经开始广泛运用于架空线和电缆的日常巡检中。通过可视化装置系统可以识别场景中的相关对象,精准地发现可能对线路安全构成潜在威胁的敏感物,并及时发出警报和生成相关信息提供给相关人员查看。这一技术有助于运检人员尽早发现危险源,防患于未然,从而有效减少事故发生。通过系统生成的运维建议和方案,指导运维人员可以及时地促进了潜在问题保障人们的用电需求。根据配电网运行的实际情况和监测技术的发展动态,企业要不断地调整和优化在线监测策略。例如针对特定区域或特定设备的故障频发情况增加监测点位和监测频次。对于新出现的故障类型或监测技术要及时地纳入监测范围并更新监测方法。

#### 3.2 故障诊断

##### 3.2.1 故障诊断内容概述

在配电网中,故障诊断技术的应用主要是为了快速而准确地发现和定位故障,从而减少出现停电事故的时间和次数。通过合理应用故障检测技术,更有利于把握配电网中的故障问题,保证配电网安全稳定运行的同时提高配电网的可靠性。从传统模式下开展配电网故障检测来看,更多采取人工模式和继电保护装置的使用,结合人员经验与操作规程进行任务执行,这导致配电网故障检测很难达到实时检测与智能化诊断效果<sup>[3]</sup>。而且这种传统的监测诊断方法存在检测时间长和故障定位不准确等问题。而随着现代社会经济和物联网等技术的迅速发展,新型配电网诊断技术基于数字模型和人工智能大数据分析技术的普及与运用,可以很大程度上提高故障诊断的准确性和可靠性,为配电网的安全稳定运行提供了有力可靠的安全保障。

##### 3.2.2 配电网的常见故障

谐振过电压是指在电力系统中由于电感和电容元件在特定操作或故障条件下形成的振荡回路,在外部能量的作用下产生的串联谐振现象,而这种串联谐振现象会导致系统中某些电子元件和设备出现严重的过电压。这种过电压的产生主要与电网运行中的正常操作和事故处理不当以及设备设计选型和参数不匹配等因素有关。例如在中性点不接地的系统当中PT铁芯饱和容易引起谐振过电压以及中性点不接地方式发生单相故障也是引起谐振过电压的一个主要原因。

变压器熔丝被熔断是配电网中常见的故障之一,通常由过负荷或短路引起,作为保护措施而发生。这类故障会严重影响变压器的正常功能。

单相接地故障是电力系统中常见的一种故障类型,指

的是三相系统中的其中一相与大地发生短路的情况。其原因多种多样例如在强风和冰雪等恶劣天气条件下，电缆导线可能断裂并落到地面或搭接在横担上从而导致单相接地故障。由于安装质量不佳或长期运行导致的老化问题，导线可能在绝缘子处松动出现导线在绝缘子中捆扎或固定不牢固，最终脱落到横担或地面上引发故障。变压器的高压引下线如果发生断裂，这会直接导致单相接地故障从而影响整个配电系统的稳定性。分支熔断器用于保护电路免受过载和短路的影响，但是如果分支熔断器的绝缘性能下降也是引发单相接地故障的一个主要原因。

### 3.2.3 配电网故障诊断技术优化应用策略

深度学习是一种基于人工神经网络的机器学习方法，这种学习方法主要是通过多层非线性变换来提取数据中的高级特征。而在城市配电网故障诊断与分析中常用的深度学习算法主要包括卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）。两种不同的网络系统都可以处理不同的情况，CNN 擅长处理空间分布信息，适用于分析电流电压波形的空间特征。而 RNN 适合处理时间序列数据，常用于分析电力系统的时序特征。CNN 在图像识别中具有显著优势，被广泛应用于配电网运行设备的图像检测与故障诊断。卷积神经网络通过对设备图像进行卷积和池化操作处理，CNN 通过自动提取图像中的特征信息从而实现对设备状态的识别。例如在变压器的外观检测中，CNN 可以通过分析图像从而识别出绝缘子的状态以及连接处的松紧程度等情况。而 RNN 擅长处理时间序列数据在电力系统的时序分析中有重要作用。循环神经网络通过对电流和电压等电气量的时序数据进行建模从而 RNN 能够识别出不同时间段内设备的运行状态变化同时还可以预测一些可能发生的故障。例如在负荷预测和故障预警中，RNN 可以通过学习历史负荷曲线，预测未来的负荷变化趋势并且及时预警潜在的故障风险。

物联网与云计算技术为配电网的故障诊断带来了强大的数据存储和问题处理的能力。运维单位可以通过大数据与云计算技术对海量运行数据的收集和分析，企业合理正确的利用这些技术能够揭示配电网设备在运行的时候潜在的故

障模式和维护需求。云计算平台的使用为配电运维企业和检修人员提供了高效的数据计算服务和支持复杂故障诊断算法的运行能力。大数据技术还可以利用数据可视化工具全方面的展示故障诊断的结果，精准的帮助运维人员快速了解系统状态和故障信息从而提高决策效率。

## 4 展望

随着科技的不断进步和电力自动化技术的持续发展，配电网故障诊断和在线监测的技术也在逐步健全和完善，在线监测和故障诊断技术的普及和使用为中国电力系统的安全稳定运行提供了更加可靠的保障。智能化与人工智能在配电网故障诊断和在线监测中扮演着关键角色，它不仅提高了故障定位的准确性和效率，还大大降低了配电运维的成本并提升了配电网的可靠性和稳定性。随着现代科技的进一步发展，配电网故障诊断和在线监测的技术的应用在未来将变得更加广泛和深入。论文以提高配电网的运行效率与可靠性为目标，深入研究了配电网运维检修中的在线监测与故障诊断技术。各个电力运维企业通过引入人工智能、大数据处理与分析技术，致力于开发基于卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）的故障诊断模型。未来的研究方向主要包括以下几个方面，首先运维部门要扩展数据集通过收集更多类型的故障数据，特别是收集那些罕见和复杂的故障情况从而提高系统的泛化能力和故障处理能力。其次推进硬件的标准化。运维部门要推动传感器和配电设备接口的标准化和统一化进而提升系统的通用性和可扩展性。最后优化算法结构运维企业通过进一步优化深度学习算法来提高故障诊断的准确率和解决问题的效率，并特别关注轻量化模型的研究，以满足资源受限环境的需求。

### 参考文献

- [1] 徐欧璐,吕佳芮.人工智能技术在配电网电力设备运维检修中的应用[J].中国机械,2024(29):48-51.
- [2] 陈鹏.配电网设备的状态检修与运维策略分析[J].集成电路应用,2024,41(10):260-261.
- [3] 戴梦佳,李佳洋.基于人工智能的配电网故障检测技术分析[J].集成电路应用,2024,41(10):188-189.