

# 配电网二次系统故障诊断与智能运维技术研究

高树鹏 魏伟 余伟峰

国网拜城县供电公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6191

**[摘要]** 随着配电网智能化,二次系统作用凸显,但故障诊断与运维面临挑战。本研究深入探讨了配电网二次系统的故障诊断与智能运维技术,旨在提升准确性和智能化水平。首先,分析了常见故障类型及成因,提出基于数据驱动的故障诊断方法,利用实时数据和机器学习构建故障识别模型,自动定位故障,提高效率。其次,提出集成智能运维技术,结合大数据与云平台,实现远程监控与预测性维护,通过数据挖掘与预测模型预警,自动调整运维策略。实验证明,该技术提高了故障诊断准确率和运维效率,具有实用价值。本研究为配电网二次系统运维提供了新思路和方法,推动智能化运维技术发展。

**[关键词]** 配电网; 二次系统; 故障诊断; 智能运维; 机器学习

中图分类号: U224.3+1 文献标识码: A

## Research on Fault Diagnosis and Intelligent Operation and Maintenance Technology of Secondary System in Distribution Network

Shupeng Gao Wei Wei Weifeng Yu

State Grid Baicheng County Power Supply Company

**[Abstract]** With the intelligentization of distribution networks, the role of secondary systems has become prominent, but fault diagnosis and operation face challenges. This study deeply explores the fault diagnosis and intelligent operation and maintenance technology of secondary systems in distribution networks, aiming to improve accuracy and intelligence level. Firstly, common types and causes of faults were analyzed, and a data-driven fault diagnosis method was proposed. A fault recognition model was constructed using real-time data and machine learning to automatically locate faults and improve efficiency. Secondly, integrated intelligent operation and maintenance technology is proposed, combined with big data and cloud platforms, to achieve remote monitoring and predictive maintenance. Through data mining and predictive model warning, operation and maintenance strategies are automatically adjusted. Experimental results have shown that this technology improves the accuracy of fault diagnosis and operational efficiency, and has practical value. This study provides new ideas and methods for the operation and maintenance of secondary systems in distribution networks, promoting the development of intelligent operation and maintenance technology.

**[Key words]** distribution network; Secondary system; Fault diagnosis; Intelligent operation and maintenance; machine learning

### 引言

随着能源需求增长,配电网智能化成为提升电力供应与管理效率的关键。配电网二次系统负责监测、保护与自动化,但设备复杂与环境变化致故障频发,传统人工诊断响应慢且准确性低。本文提出数据驱动故障诊断法,运用机器学习算法与实时数据分析,实现故障自动识别与精准定位,并集成智能运维技术,结合大数据与云平台,实现远程监控与预测性维护。通过数据挖掘与预测模型,提前预警潜在故障,智能调整运维策略,确保配电网稳定运行。本研究旨在提升诊断准确性与运维效率,为配电

网智能化运维提供新路径,推动电力系统数字化、智能化发展,实现高效、安全、稳定运行。

### 1 配电网二次系统概述

#### 1.1 配电网二次系统的定义与组成

配电网二次系统是指配电网中用于监测、控制、保护及管理电力系统运行的各类设备和软件的集合<sup>[1]</sup>。其主要组成包括继电保护装置、自动化控制系统、通信网络、数据采集与监控系统(SCADA)、能量管理系统(EMS)以及计量与分析工具等。这些组成部分共同作用,确保电力系统的安全性、可靠性和高效

性。继电保护装置负责在系统异常时快速响应以保护设备和线路;自动化控制系统通过自动化设备实现对配电网的管理和优化调度;通信网络则提供了设备之间以及设备与控制中心之间信息传输的必要通道;SCADA系统对配电网的运行状态进行实时监控,并提供数据支持;EMS在更高层次上进行能量分配和优化控制。配电网二次系统的有效管理和协调可以显著提升电力供应的稳定性和响应能力,适应现代电力系统的复杂需求。

### 1.2 配电网二次系统的作用与发展趋势

配电网二次系统在现代配电网中扮演着非常关键的角色,其作用包括保障电力系统的安全、稳定及高效运行。通过监控、保护和控制设备,二次系统能够快速响应电力网络中的电压、负荷等变化,维持其正常运作。随着智能电网的发展,配电网二次系统正向自动化、智能化升级,网络通信、数据分析和信息技术的整合应用趋于常态<sup>[2]</sup>。未来趋势表现在更加高效的资源配置、精准的负载管理,以及更高级别的系统可靠性。大数据、云计算和物联网等技术的深度融合,将显著提升配电网的自适应能力和运维智能化水平。

### 1.3 配电网二次系统面临的挑战与问题

配电网二次系统在智能化发展中面临诸多挑战。其一,故障类型的多样性和复杂性使得故障定位和诊断变得困难,导致运维效率低下<sup>[3]</sup>。其二,传统的人工运维方式难以实时监控和预测故障发展,增加了系统的维护成本和安全隐患。其三,随着设备数量的增加,数据管理和分析的难度也在不断提升,要求更为精细化和智能化的管理手段。面对这些挑战,迫切需要引入先进技术以提升系统稳定性和运维水平。

## 2 配电网二次系统故障诊断技术

### 2.1 配电网二次系统常见故障类型

配电网二次系统在运行过程中,常见的故障类型主要包括传感器故障、通信故障、数据采集与处理故障以及控制系统故障。传感器故障通常表现为信号丢失或误差增加,可能由设备老化、环境干扰等因素导致。通信故障常与网络设备故障、信号干扰和传输中断有关,影响数据的实时传输和系统的协调运行。数据采集与处理故障可能源于采集设备失灵或软件系统错误,导致数据异常或信息丢失,进而影响系统的决策和控制功能。控制系统故障则是由于硬件问题或者算法失效,导致执行设备无法正常工作或响应迟缓。这些故障类型的识别与分析是实现精准故障诊断的基础,对维持配电网二次系统正常运行至关重要。通过系统化地识别和分类这些故障,有助于快速采取对应的维护措施,确保配电网的安全与稳定<sup>[4]</sup>。

### 2.2 配电网二次系统故障成因分析

配电网二次系统的故障成因复杂多样,主要包括硬件故障、软件故障以及人为因素等。硬件故障主要源于设备老化、环境影响以及电磁干扰等因素,导致系统中的传感器、继电器或通信设备功能失效。软件故障则多与系统升级不当、程序漏洞或病毒攻击相关,使得控制和保护算法无法正常运行。人为因素主要体现在操作失误和维护不到位,对系统的稳定性造成潜在威胁。

外界环境如雷击、极端气象条件也可能引发配电网二次系统的不稳定,增加故障发生的概率。全面分析这些成因有助于针对性地提高故障诊断技术的准确性<sup>[5]</sup>。

### 2.3 基于数据驱动的故障诊断方法

基于数据驱动的故障诊断方法主要通过分析配电网运行的实时数据,实现对二次系统故障的精准识别与定位。此方法利用机器学习算法,从大规模数据集中提取故障特征,构建准确的故障识别模型。该模型可有效减少人为干预,通过自动化过程提高故障检测的效率和准确性。该方法支持多种数据源的集成分析,包括传感器数据、历史记录及环境参数,全面提升故障诊断能力,有助于维护配电网的可靠性和稳定性。

## 3 智能运维技术在配电网二次系统中的应用

### 3.1 智能运维技术的概念与发展

智能运维技术在配电网二次系统中的应用具有重要意义。智能运维技术是利用现代信息技术和智能化手段对配电网进行高效管理和维护的系统。其核心是通过大数据、物联网、人工智能等技术,实现对配电网设备状态的实时监控和数据分析。随着科技的进步,智能运维技术从传统的被动维护模式向主动预测和预防性维护模式转变。这一转变不仅能显著提高运维效率,还能降低故障发生率,增强配电网的可靠性和稳定性。智能运维的发展经历了从依赖人工经验到高度智能化的变革过程,这不仅包括技术手段的提升,也包括运维模式的创新。随着大数据和云计算技术的深入应用,智能运维技术不断在实践中展现其优势,为配电网的安全运行提供更为精准和高效的解决方案。

### 3.2 大数据分析云平台技术在智能运维中的应用

大数据分析云平台技术在配电网二次系统的智能运维中起着关键作用。通过实时采集与储存大量运行数据,大数据分析能够精准捕捉配电网设备的运行状态和潜在故障。结合云平台技术,这些数据可以被高效整合与处理,在提供强大计算能力的同时,实现了信息的快速传输和共享。先进的数据挖掘技术能够从庞杂的数据中提取出有价值的信息,为预测性维护提供科学依据。云平台不仅支持远程监控,还能通过智能算法对设备进行健康状态评估,优化运维策略,提升系统的可靠性与性能。

### 3.3 智能运维系统的集成与实施

智能运维系统的集成与实施在配电网二次系统中扮演关键角色,涉及技术与管理的全面整合。通过集成大数据分析、物联网和云平台,构建统一的运维架构,实现设备状态的实时监控与数据共享。这一系统通过传感器和通信技术采集海量数据,利用云计算进行存储与处理,为故障预测和维护决策提供支撑。运维平台与配电网自动化系统紧密结合,实现远程设备管理及自动化故障响应,提升运维效率。实施过程中,需重点关注信息安全和系统兼容性,以保障配电网的稳定与安全运行。

## 4 故障诊断与智能运维技术的融合

### 4.1 机器学习在故障诊断中的应用

机器学习在故障诊断中的应用在提升配电网二次系统的故障识别能力方面具有显著优势。通过分析大量历史运行数据,

机器学习算法能够自动挖掘故障模式和特征。神经网络、支持向量机以及决策树等算法已被广泛应用于故障检测，它们能够在海量数据中识别复杂的故障特征，提高诊断的准确性和速度。在实际应用中，机器学习模型可以通过不断更新和训练，适应配电网运行中的新特性和新问题。通过结合实时监测数据，机器学习算法能够在短时间内快速定位故障源，提高应对突发事件的能力。这种基于机器学习的故障诊断方法不仅减少了人为判断的误差，还为配电网的智能化运维奠定了坚实基础，显著提高了配电网二次系统的可靠性和稳定性。

#### 4.2 故障预测模型与运维策略的智能调整

故障预测模型与运维策略的智能调整是配电网二次系统智能化的重要环节。机器学习技术在故障预测模型中发挥关键作用，通过对历史数据和实时监控数据的分析，准确预测潜在故障并提前预警。在预测精准性的基础上，智能运维策略的调整尤为重要。结合预测结果，系统能够动态优化运维策略，实现资源配置的最优化和运维成本的降低。智能运维策略不仅包括定期维护计划的调整，还涵盖紧急响应机制的优化。通过对设备运行状态的持续监控和智能评估，系统能自主调整策略，确保故障发生前的及时干预，维持配电网稳定性与安全性。

#### 4.3 故障处理效率与运维效果评估

在故障处理效率与运维效果评估中，结合故障诊断与智能运维技术的优势，通过对故障数据的收集与分析，可以快速识别故障位置和原因，显著缩短故障处理时间。通过引入机器学习算法和大数据分析技术，运维系统能够实现更为精准的设备状态评估与故障预测，有效减少因设备突发故障导致的停电损失。智能化运维策略的自动调整功能，提升了响应及时性和策略适应性，确保配电网的安全稳定运行。大量实验表明，这种技术集成不仅提高了故障处理的效率，也增强了配电系统的总体运维效果。

### 5 结论与展望

#### 5.1 研究总结

围绕配电网二次系统，本文旨在提升故障诊断精度与运维智能化。在故障诊断上，提出数据驱动方法，结合实时数据与机器学习，构建故障识别模型，自动定位故障，减少人为干预，提升处理效率，实验证实其准确性高。智能运维方面，整合大数据与云平台技术，实现远程监控与预测性维护，通过数据挖掘与预测模型融合预警潜在故障，调整运维策略，确保系统稳定。该技术有效提升运维效率，实验验证其应用价值。为配电网智能化运维提供新方法策略，推动技术发展与应用，为应对运行挑战提供坚实理论与实践指导。

#### 5.2 政策建议与行业发展方向

政策建议与行业发展方向方面，通过政策引导和标准化建设，提升配电网二次系统智能化运维的规范性和效率。政府应制

定相关法律法规，明确智能运维的技术标准和安全要求，鼓励企业加大研发投入和技术创新，推动设备的智能化升级。

加强配电网基础设施的数字化建设，以支持大数据和云计算技术的深入应用，提升故障诊断和智能运维的能力。建立全面的配电网二次系统数据库，实现数据共享与联动，为故障预测和维护策略的优化提供坚实的数据基础。

推动产学研协同创新，构建多方参与的技术创新平台，集成行业资源和科研力量，加速配电网智能诊断和运维技术的发展。通过行业联盟和合作机制，实现最佳实践和技术成果的快速转化和推广应用。

未来的行业发展方向将聚焦于人工智能和机器学习技术在运维领域的深化应用，与新兴技术如物联网的结合，进一步提升运维的自动化水平和故障响应的迅速性，确保电网的安全稳定运行。这将为智能电网的全面推进奠定坚实的基础，助力能源行业的持续高效发展。

### 6 结束语

本研究深入探讨了配电网二次系统的故障诊断与智能运维技术，提出数据驱动的故障诊断方法和集成智能运维技术。结合机器学习与大数据分析，构建了高效故障识别模型，显著提升了诊断准确性，减少了人工干预，增强了配电网稳定性与效率。智能运维技术在故障预警与设备状态调整上表现优异，提供远程监控与预测性维护支持。但此方法依赖实时数据，要求完善的传感器网络，部分区域尚不具备。机器学习模型虽提高识别准确性，但在复杂电力系统中的泛化能力有待提升，需更多数据与优化算法。未来研究应增强模型泛化能力，并在更广泛环境中验证应用。随着AI与物联网技术进步，集成先进算法将推动配电网智能化运维，提升可靠性与安全性，为智能电网建设提供坚实技术基础。

#### [参考文献]

- [1]顾岩岩,王威,单鹏.智能变电站二次系统故障诊断方法分析[J].电子乐园,2022,(02):0124-0126.
- [2]古俭荣,凌结静,韦翊豪.基于智能电网的二次设备运维技术[J].新型工业化,2021,11(11):140-141.
- [3]陶飞达,黄智鹏,王东芳.配电网故障智能诊断技术综述[J].机电工程技术,2020,49(01):16-18.
- [4]洪天星.城市配电网电缆故障诊断研究[J].佳木斯大学学报:自然科学版,2021,39(03):145-149.
- [5]范会强,张凯磊.智能配电网运检技术研究[J].百科论坛电子杂志,2020,(10):1794-1795.

#### 作者简介:

高树鹏(1994--),男,汉族,甘肃永昌人,本科,中级职称,研究方向:配网电力设备运维。