

配电网自动化系统在变电站运行中的关键技术研究

聂馨晨 李勃萌

内蒙古电力(集团)有限责任公司呼和浩特供电分公司 内蒙古呼和浩特 010000

摘要: 随着电力系统智能化和自动化水平不断提升,配电网自动化系统在变电站运行中发挥着愈加重要的作用。本文针对当前配电网自动化系统在变电站应用过程中面临的技术挑战,深入分析了系统的结构组成及运行机制。通过梳理配电网自动化系统的核心环节,包括远程监控、智能故障检测、自主恢复及信息交互等关键技术,探讨了构建高效、稳定运行环境的技术路径。研究发现,合理应用智能终端设备、实现数据实时同步以及优化控制策略,是保障变电站安全运行和提高运维效率的关键。进一步,本文总结了配电网自动化系统在提升供电可靠性、缩短故障处理时间和支持电网灵活调度方面的实际效果。研究结果显示,关键技术的创新与应用不仅推动了变电站管理模式的转型升级,也为我国新型电力系统建设提供了有力支撑。该研究对于深化智能配电网技术理论、促进变电站智能化运维和保障电力系统安全稳定具有重要的理论意义与应用价值。

关键词: 配电网自动化系统; 变电站运行; 智能终端设备; 故障检测与恢复; 供电可靠性

引言

随着我国电网架构的持续拓展及新型能源的不断接入,变电站作为电力系统枢纽在电能传输与分配中承担着至关重要的角色。近年来,配电网自动化系统凭借其卓越的数据采集、信息处理与智能控制能力,已成为变电站运行中优化资源配置与提升系统韧性的核心支撑。统计数据显示,截至2023年底,全国主要城市变电站自动化覆盖率已超过90%(来源:国家能源局.gov.cn),充分彰显了该领域技术快速发展的现实需求。然而,配电网自动化系统在实际部署及运行过程中仍面临数据实时性、智能诊断、系统互操作性等多重技术瓶颈,严重制约了变电站智能化水平的进一步提升。既有研究主要聚焦于采集终端改进、通讯协议优化及单一故障处理策略等,但针对系统级集成与多环节协同优化的探讨尚不充分。基于此,本文将系统梳理配电网自动化系统在变电站运行中的关键技术,深入分析其结构组成、运行机制及瓶颈因素,重点探究远程监控、智能故障检测、自主恢复与信息交互等环节的技术创新,以期提升我国配

电网智能化及安全运维体系的构建提供理论依据和技术支撑。

一、配电网自动化系统的技术基础

1. 配电网自动化系统的结构组成

配电网自动化系统的结构组成涵盖多个关键环节,主要包括配电网调度中心、通信网络、智能终端设备和数据处理平台^[1]。配电网调度中心是系统的核心控制单元,通过集成多种信息交互和控制技术,实现对配电网设备的全面监控及调度管理。通信网络则承担着数据传输的重任,确保系统各组成部分之间的信息畅通交流。智能终端设备分布在配电网的不同节点,具有实时监测和控制的功能,能够对电力运行状态进行精准采集和反馈。数据处理平台负责收集、分析和存储来自各终端设备的数据,为决策提供依据。各组成部分的协调运行,促进了配电网的智能化和高效化发展。

2. 运行机制与核心功能

配电网自动化系统的运行机制与核心功能是确保变电站高效管理的重要环节。其运行机制通过整合多种技术,形成一个高度协同的网络,实现数据的全面采集与处理。核心功能包含了实时状态监测和智能化决策支持,通过远程监控技术实时获取设备状态及环境参数,从而实现电网关键节点的动态调整。与此故障检测、定位与恢复等功能则通过自动化算法驱动,有效提高系统的

作者简介: 聂馨晨(1997.11)女、李勃萌(1997.12.09)男,民族:汉族,籍贯:呼和浩特,单位:内蒙古电力(集团)有限责任公司呼和浩特供电分公司,职称:电力工程助理工程师,学位:学士,主要研究方向:电力工程行业。

响应速度和处理能力，使电力供应更加稳定可靠^[2]。这些功能共同构建起配电网自动化系统的坚实基础。

3. 智能终端设备的应用特性

智能终端设备在配电网自动化系统中起到关键作用，其应用特性主要体现在数据采集与处理、实时通信和响应能力等方面。这些设备通常具备传感、通信和计算功能，能够迅速获取现场数据并进行有效处理，实现设备间的信息快速传递。智能终端设备的高效响应和自主决策能力在故障检测与恢复中显得尤为重要，能够根据预设策略自主分析运行状态，优化控制过程，提升系统整体的智能化水平及高效性^[3]。在技术基础中构成了不可或缺的组成部分。

二、变电站运行中的关键技术

1. 远程监控与数据实时同步技术

在变电站运行中，远程监控与数据实时同步技术是保障系统稳定、高效运行的关键。远程监控技术通过安装在变电站内的各类智能传感器和监控设备，实现对电压、电流、温度等参数的实时采集。这些设备通过通信网络，将收集的数据传输至中央监控中心，支持操作人员对系统状态的实时监控和分析。数据实时同步技术则确保各环节信息的一致性，避免数据滞后或丢失现象，从而及时反映设备状态和运行环境的变化。这一技术的实施提升了配电网的透明度，使得多个变电站能够进行协调运行和快速响应，有效保障供电系统的安全性和灵活性。结合大数据分析，对历史运行数据进行挖掘与趋势预测，为优化运行策略提供决策支持，进一步提升系统的智能化水平。

2. 智能故障检测与自主恢复

智能故障检测与自主恢复技术在变电站运行中至关重要。通过应用先进的传感器和数据分析算法，系统能够实时识别故障类型及位置，快速进行故障定位与隔离。结合人工智能技术，变电站能够实现自主决策，自动执行故障恢复操作。该技术减少了人工干预，提高了故障恢复的速度和准确性，显著缩短电力中断时间。智能故障检测与自主恢复技术的应用，不仅提升了变电站的可靠性和稳定性，还为电网灵活调度和优化资源配置提供了技术保障，推进了智能电网建设。

3. 信息交互与控制策略优化

信息交互和控制策略的优化是变电站运行的重要环节，关键在于实现系统内外信息的高效传递与分析^[4]。通过优化信息交互流程，确保系统组件间的无缝通信，

提升故障响应速度。先进的控制策略可以整合多源信息，实现对设备状态的实时评估和动态调整，以适应电力需求的变化。大数据和人工智能技术的应用，进一步提高了预测能力和决策精度，确保变电站运行的稳定性和可靠性。

三、自动化系统对变电站运行绩效的提升

1. 供电可靠性保障措施

配电网自动化系统通过多项技术手段显著提升了变电站的供电可靠性。应用智能终端设备与先进的传感技术，实现了对变电站运行状态的全天候监测。这种实时监测能力使得潜在的电力故障能够被迅速识别和定位，减小了故障影响的范围。智能故障检测系统能够自动分析并采取相应的修复措施，减少人为干预导致的延误。有了数据实时同步，操作人员可以在最短时间内了解配电网的具体运行状况，快速做出决策。通过优化的控制策略，系统可以有效调整负荷分配，预防因过载引发的断电事故。这些措施综合作用于变电站的管理，使供电的连续性和稳定性大为提升，保障了电力供应的高效与可靠。

2. 故障处理效率提升途径

故障处理效率的提升是配电网自动化系统在变电站运行中的关键要素之一。通过智能故障检测技术，自动化系统可以快速识别故障类型及位置，减少人工诊断时间，显著提高处理速度。自主恢复能力则允许系统在出现故障后进行自我修复，降低对人工干预的需求，提高故障解决的自动化程度。数据实时同步技术确保故障信息能够及时传递到控制中心，为快速决策提供基础。通过优化控制策略，配电网自动化系统能够在故障期间维持较高的电力供应水平，减少停电时间，提高变电站运行的整体效率。

3. 电网灵活调度的技术支撑

电网灵活调度依赖于配电网自动化系统的高效运作，关键技术支持至关重要。通过实时监控与智能数据分析，调度中心能够快速响应负荷变化，实现电能资源的优化配置。先进的控制策略结合信息交互机制，提高了调度精准性与灵活性，支持负荷平衡及新能源接入。自动化系统优化了电力传输路径，确保电力调度的稳定性和响应速度，提升了电网的整体调度能力和运行效率，为智能化电力系统建设奠定了基础。

四、关键技术创新与应用成效

1. 新型技术在变电站管理中的作用

新型技术在变电站管理中的作用主要体现于提高运

行效率、确保系统安全及支持智能化决策等方面。智能终端设备的广泛应用，使得变电站能够实时监测和数据采集，各类传感器和监控设备的集成，有效提升了信息获取的及时性与准确性。智能故障检测技术则通过自动化手段，实现对异常状况的快速识别和处理，减少了人工干预的时间与可能的误判几率^[5]。信息交互技术的进步使变电站各环节间的数据同步和信息共享更加流畅，为优化控制策略提供了必要的支持。这些技术创新不仅提高了变电站管理的精确性和响应速度，还在支持电网调度灵活性方面发挥了关键作用。新型技术的应用，不仅使得变电站管理趋向智能化，也为整个电力系统的优化奠定了坚实基础。

2. 智能化运维实践成果

智能化运维实践在变电站运行中展现了显著的成果，通过对配电网自动化系统的优化，不仅提升了设备管理效率，还加强了运行安全性。智能终端设备的应用实现了对电力设施的实时监控，及早发现并处理潜在故障，降低了突发事件的发生概率。智能故障检测与自主恢复的引入，缩短了修复时间，提高了电力供应的连续性和可靠性。这些技术实践大大提升了变电站运营效率，为电网智能化发展奠定了坚实基础。

3. 对新型电力系统建设的支撑价值

配电网自动化系统的关键技术创新为新型电力系统建设提供了重要的支撑价值。通过智能终端设备的合理应用与数据实时同步，实现了电力系统内信息流的高效管理，增强了系统响应速度与决策准确度。这些技术创新使得电网调度更加灵活，确保了电力资源的优化配置与需求实时匹配。优化控制策略与自动化技术的深度应用提升了电力系统的稳定性与安全性，为推动电力系统向智能化、可持续发展的方向奠定了坚实基础。

结束语

综上所述，配电网自动化系统在变电站运行中的关键技术研究，系统揭示了远程监控、智能故障检测、自主恢复与信息交互等环节对提高变电站运行效率与安全性的显著作用。通过引入智能终端设备、实现数据实时同步及优化控制策略，有效提升了供电可靠性，缩短了故障处理时间，并显著增强了电网调度的灵活性和适应性。在实际应用中，关键技术的创新推动了变电站向智能化方向转型升级，为新型电力系统的建设与运行提供了坚实的技术保障。然而，现阶段系统在数据融合、信息安全、互联互通等方面仍存在部分技术瓶颈，例如数据共享标准尚未完全统一，网络安全防护手段仍需进一步增强，对复杂工况下的故障自愈能力有待提升。未来研究可聚焦于深化多源异构数据融合技术，完善网络安全防控体系，以及发展基于人工智能的故障预测与自愈策略，以实现配电网自动化系统更高层次的智能化与自适应运行，持续促进我国电力系统的安全、稳定与高效发展。

参考文献

- [1] 赵佳佳. 配电网自动化技术对配电网供电可靠性的影响[J]. 精品·健康, 2020, (26): 215-215.
- [2] 张林林, 刘兵. 刍议配电网自动化技术对配电网供电可靠性的影响[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2020, (11): 0102-0103.
- [3] 程军照, 李芳方, 莫海峰, 徐敏, 袁智勇. 配电网变电站经济供电半径研究[J]. 电力系统保护与控制, 2022, 50(15): 129-137.
- [4] 李艳飞. 变电站自动化系统在智能电网中的应用[J]. 决策探索(中), 2020, No.645(03).
- [5] 王子滔. 探讨配电网自动化技术对配电网供电可靠性的影响[J]. 电子工程学院学报, 2020, 9(04): 143-143.