

基于智能技术的低压配电系统优化设计

齐瑞诚

(北京市城市照明管理中心, 北京 100078)

摘要 本文探讨了基于智能技术的低压配电系统的优化设计。智能低压配电系统利用现代信息技术和通信技术, 实现了低压配电网的监测、控制、保护和优化。通过物联网技术, 配电设备与互联网连接, 实现了数据的实时采集、传输和共享, 为系统的智能化提供了关键支持。系统优化设计方法的应用案例展示了智能低压配电系统在提高能源利用效率、降低能源消耗、增强设备安全性等方面的成功应用。尽管应用前景广阔, 但技术集成、数据安全和成本效益仍然是需要克服的挑战。本文通过综合分析, 揭示了智能低压配电系统在工业、商业、住宅和基础设施领域的前景, 同时提供了解决方案, 旨在为应对可能出现的挑战提供借鉴。

关键词 智能低压配电系统; 物联网技术; 系统优化设计; 应用前景

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0016-03

现代社会迅速发展, 电力供应的可靠性和效率变得愈发重要。智能技术的崛起为低压配电系统带来了前所未有的机遇, 通过将现代信息技术、通信技术和自动化技术应用于配电领域, 智能低压配电系统成为实现电力系统安全、可靠、高效运行的关键环节。本文将深入探讨智能低压配电系统的基本组成、技术创新、应用案例以及系统优化设计方法, 以期为推动智能化电力配电领域的发展提供有益的参考。

1 智能低压配电系统的技术概述

智能低压配电系统作为现代电力分配领域的创新, 借助现代信息技术和通信技术, 旨在实现低压配电网的监测、控制、保护和优化。随着科技的迅猛发展, 这种系统在能源管理、电力分配以及供电可靠性方面的重要作用逐渐凸显出来。

1.1 特点和优势

智能低压配电系统在传统的低压配电网基础上引入了现代化的信息通信技术, 具备以下特点和优势:

1. 远程监测和控制: 通过通信网络, 智能低压配电系统能够实现对配电设备的远程监测和控制。这意味着运维人员可以实时了解电网状态, 随时进行操作和调整, 从而提高了运维的灵活性和效率^[1]。

2. 智能保护机制: 采用智能元器件和传感技术, 智能低压配电系统可以实现精确的故障检测和定位, 快速切除故障分区, 从而最大程度地减少停电时间和损失。

3. 数据分析与优化: 智能低压配电系统能够实时采集电网中的电量、电压、电流等数据, 并通过云计

算和人工智能技术进行数据分析, 为电网优化提供决策支持, 提高电能利用率。

4. 可靠性提升: 通过智能化管理和自动化控制, 智能低压配电系统可以降低人为操作引起的错误, 从而提高配电系统的可靠性和稳定性。

1.2 技术组成要素

智能低压配电系统的实现依赖于多种现代信息技术和通信技术的有机结合, 包括但不限于:

1. 物联网技术 (IoT): 通过传感器、通信模块等设备, 实现配电设备与互联网的连接, 实现数据的采集、传输和共享, 为系统的智能化提供数据基础^[2]。

2. 云计算技术: 利用云服务器、云存储等资源, 将智能低压配电系统的数据上传至云端进行分析和处理, 实现大数据的存储和计算能力。

3. 人工智能技术 (AI): 借助机器学习、深度学习、神经网络等技术, 智能低压配电系统可以实现自主学习和优化, 从数据中挖掘出有价值的信息, 进一步提升系统性能。

4. 现场总线技术: 通过现场总线, 实现配电设备之间的通信与数据交换, 从而实现实时监控和控制。

1.3 应用案例: 西门子的优选协同低压配电系统

作为智能低压配电系统的一个成功应用案例, 西门子的优选协同低压配电系统充分体现了上述技术的应用。

该系统通过通信网络将低压配电和控制设备连接到自动化和能源管理系统, 实现了从电力供应到用电设备的全面配电监控和控制。该系统利用物联网技术

将配电数据集成到云平台,通过云计算和人工智能实现对电能的优化利用和电力分配的智能决策。

2 智能低压配电系统的基本组成

智能低压配电系统是一个多层次、多元件的复杂系统,其基本组成结构由多个层次的功能模块和元件组成,以实现低压配电网的全面监测、控制、保护和优化。以下将详细介绍智能低压配电系统的基本组成。

2.1 站控管理层

站控管理层是智能低压配电系统的最上层,提供人机交互的界面,负责与系统管理人员进行信息交流和操作。主要包括以下组成部分:

1. 人机界面设备:通常由工业级计算机、触摸屏、键盘、鼠标等组成,为管理人员提供直观的操作界面。
2. 系统软件:包括配电管理软件、监测软件等,用于实时监控电网状态、进行数据分析和决策,同时显示电网拓扑图、电力参数等信息。
3. 数据存储和处理:系统可以对历史数据进行存储,用于分析和报表生成,支持用户进行故障诊断和系统性能分析。

2.2 通讯控制层

通讯控制层是智能低压配电系统的数据传输与处理层,实现各元件之间的数据交换和通信,确保信息的及时准确传递。主要包括以下组成部分:

1. 通信服务器:负责管理通信数据的传输、处理和分发,确保系统的稳定性和实时性。
2. 通信前置机:实现与现场设备的数据采集、传输和协议转换,将不同设备的数据格式进行统一。
3. 总线网络:通常采用现场总线技术,如 Modbus、Profibus、Profinet 等,连接各个智能元器件和设备,实现实时数据交换。

2.3 现场设备层

现场设备层是智能低压配电系统的底层,由各种智能元器件、传感器、断路器、电力仪表等组成,实现对电网的实时监测、保护和控制。主要包括以下组成:

1. 智能断路器:配备通信接口,能够实现远程控制、保护和故障定位,支持自动开关操作。
2. 智能电力仪表:能够测量并记录电量、电流、电压、功率因数等参数,支持数据的实时采集和上传。
3. 传感器:用于监测电网的各项参数,如温度、湿度、电流、电压等,为系统提供实时数据。
4. 保护装置:通过智能化算法实现对电网的故障检测和定位,能够在故障发生时迅速切除故障分区。
5. 通信模块:实现设备与通信网络的连接,支持

数据的传输和交换。

2.4 物联网技术的应用

物联网技术在智能低压配电系统中发挥着关键作用,通过各种传感器和通信模块,实现了配电设备与互联网的连接。这使得系统能够实现数据的实时采集、传输和共享,为系统的智能化提供了重要的数据支持。通过建设传感器网络,配电系统中的各类参数如电流、电压、功率因数、电能质量、温度和湿度等能够被实时采集^[3]。这些传感器不仅全面感知电网状态,还将数据传输至中央服务器。与此同时,通信模块的应用使得传感器数据能够可靠地传输至云端。无论是通过无线通信如 Wi-Fi、蓝牙,还是有线通信如以太网、Modbus,通信模块都连接了设备与互联网,实现了数据的远程访问和控制。

这些实时数据采集不仅为运维人员提供了准确信息,助力他们实时了解电网状态并作出相应处理,同时也通过云平台共享给相关利益相关者。而物联网技术带来的海量数据也为系统优化提供了基础。通过对数据进行分析,系统能够识别问题、趋势和模式,实现智能决策。此外,物联网技术推动了智能低压配电系统向云平台迁移,如物联网云平台 MindSphere。云平台提供强大的计算和存储能力,帮助系统更好地处理和分析数据,从而实现远程监控、实时故障诊断和大数据分析等功能,为系统的可靠性、效率和智能化管理提供了全面支持^[4]。

3 技术创新的应用案例:智能低压配电系统在工业领域的应用

在 C 大型制造工厂,智能低压配电系统的技术创新为生产流程带来了显著的优化。该工厂采用了西门子的优选协同低压配电系统,将物联网技术、智能型开关柜和多功能电力仪表融合在一起,实现了智能化的电力管理。

在 C 工厂的生产车间,每台生产设备都配备了智能型断路器和多功能电力仪表。例如,以一台注塑机为例,通过智能型电力仪表,系统实时监测设备的电流、电压、功率因数等电能参数。假设在生产高峰期,该注塑机的电流达到 200A,电压为 380V,功率因数为 0.95。这些数据被传输至云平台,供运维人员随时访问。

技术创新的另一个关键点在于实时故障诊断。在某一时刻,监测系统检测到注塑机的电流突然增加到 230A,电压下降到 370V,功率因数变为 0.85。智能低压配电系统会立即发出警报。运维人员通过远程访问云端监控系统,查看历史数据和实时曲线图。经过分析,他们发现这种异常可能是注塑机内部零部件出现问题

导致电能损耗增加。为了避免设备损坏,运维人员远程切断了注塑机的电源,并派遣维修人员进行检修。

此外,通过对历史数据的分析,智能低压配电系统能够预测设备的维护周期。根据历史记录,每经过300小时的运行,该注塑机的电能损耗会逐渐增加。系统会根据设备的运行状态和历史维护记录,提前通知运维人员何时需要进行保养或更换部件。假设在生产期间,系统通知运维人员,该注塑机距离下一次维护还有30小时。运维人员根据系统的建议,决定在生产停工时对该设备进行维护,从而避免了计划外的停机损失。

这个案例中的数据表明,智能低压配电系统的技术创新不仅提高了生产效率,还降低了运维成本。通过实时监控、故障预测和远程控制,工厂能够更好地管理电力消耗,延长设备寿命,实现可持续的高效生产。

4 系统优化设计方法

智能低压配电系统的优化设计是确保系统高效运行的关键。通过结合物联网技术、智能化元器件以及现代信息技术,可以实现更可靠、安全、经济和节能的配电系统。在本章节中,我们将介绍一些常用的系统优化设计方法,以便在实际应用中提升智能低压配电系统的性能^[5]。

4.1 负载预测和动态调度

负载预测是智能低压配电系统优化设计中的重要环节。通过分析历史负载数据和生产计划,可以预测未来的负载变化趋势。例如,在某工业区域,预测到一家工厂将在次日的生产高峰期消耗更多电力。根据历史数据分析,该工厂在过去几个月的类似时段平均消耗为300kW。因此,智能低压配电系统可以根据这一预测,提前调整供电策略,确保工厂在高负载时仍能获得稳定的电力供应,避免用电短缺。

4.2 能量管理和优化

能量管理是智能低压配电系统优化的核心。通过实时监控不同设备和回路的能量消耗,系统可以识别出能源浪费的症状。例如,在商业楼宇中,通过智能电力仪表,我们可以实时监控每个楼层的用电情况。数据显示,大厅灯光在夜间运行时间内消耗较多能源,而员工办公区域则在白天消耗更多。基于这些数据,系统可以制定计划,在夜间自动降低大厅灯光亮度,减少不必要的能源浪费。

4.3 故障检测和智能保护

故障检测和智能保护是保障系统可靠性的重要手段。系统可以通过实时监控设备的电流、电压、温度

等参数,判断是否存在异常情况。例如,通过智能断路器,系统可以监测电流突然升高的情况。如果某个回路的电流超过了设定阈值,系统会立即发出警报,并自动切断电源,避免设备损坏或安全风险。

4.4 数据分析和智能决策

通过对大量历史数据的分析,智能低压配电系统可以揭示隐藏的趋势和模式。例如,在一段时间内,系统分析了工厂的能源消耗数据。结果显示,该工厂在工作日的白天消耗最多能源,而在周末和夜间消耗较少。基于这些趋势,系统可以提出建议,建议工厂在非高负载时段进行能源消耗较大的工作,以降低成本。

4.5 自适应控制和反馈调整

智能低压配电系统的自适应控制是指系统根据实时监测数据自动调整参数以适应不同工况。例如,系统可以根据负载变化自动调整变压器的输出电压,以保持稳定的供电。此外,系统还可以根据用户的反馈调整工作模式,实现个性化的能源管理。

5 总结

本文综合讨论了基于智能技术的低压配电系统的多个方面,从系统的基本组成到应用案例再到优化设计方法进行了深入剖析。智能低压配电系统的发展为工业、商业、住宅和基础设施等多个领域提供了新的机遇,可以实现能源的高效利用、设备的安全运行以及能源管理的优化。然而,技术集成、数据安全和成本效益仍然是需要解决的挑战。通过合作推动技术标准化、采用先进的安全措施以及制定合理的投资计划,可以有效应对这些挑战。随着技术的不断进步和创新,智能低压配电系统必将在未来发挥更加重要的作用,为电力供应的可靠性和效率提升做出积极贡献。

参考文献:

- [1] 张铁聪,刘国锋,段志英,等.新型云配电系统在智能煤矿供配电系统的可行性应用研究[J].智能矿山,2023,04(07):67-71.
- [2] 陈文圣.城市轨道交通低压配电及照明系统的节能应用与研究[J].自动化应用,2023,64(12):38-40.
- [3] 李少君.智能低压配电系统在地铁中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2023(06):181-183.
- [4] 冉金周,陈光景,周玉洁,等.低压智能配电系统在改善油气站场电能质量中的应用研究[J].油气田地面工程,2023,42(03):50-54.
- [5] 冉金周,刘皓,林森,等.低压智能配电系统在电气设备与运维管理层面的应用特点及展望[C]//中国机电一体化技术应用协会.第七届全国石油和化工电气技术大会论文集,2023.