

# 智能配电网技术在配电网规划中的运用

胡清, 王磊

(国网宿迁供电公司经济技术研究所, 江苏 宿迁 223800)

**摘要** 在科技不断发展与社会用电需求增加的形势下, 电力系统在满足人们日益增长的用电需求的同时, 也面临着更高的要求 and 更严峻的挑战, 传统的配电网系统难以应对快速变化的用电需求、新能源接入、能源效率提升等方面的压力。在该背景下, 智能配电网技术崭露头角, 成为推动电力系统转型的关键力量。智能配电网技术以其先进的信息化、自动化、智能化特征, 为配电网规划注入了新的活力。本文将深入探讨智能配电网技术在配电网规划中的运用, 以期能够为配电网规划工作提供借鉴。

**关键词** 智能配电网技术; 配电网规划; 智能电力负荷管理技术; 分布式能源管理技术; 自动化参数测量技术

**中图分类号**: TM72

**文献标识码**: A

**文章编号**: 2097-3365(2024)04-0016-03

传统的配电网系统通常采用集中式控制, 信息传递相对滞后, 对于实时变化的用电需求难以灵活应对, 而随着信息技术的快速发展, 智能配电网技术应运而生, 以其分布式控制、智能感知、高效调度等特点, 为配电网系统注入新的动力。智能配电网技术借助先进的传感器、通信技术、数据分析等手段, 实现了对配电网系统更加细致、实时的监测和管理, 通过实现设备之间的信息共享、远程控制和智能决策, 智能配电网技术能够更好地适应不断变化的用电环境, 提高电力系统的可靠性和稳定性。

## 1 智能配电网技术的特点分析

第一, 智能配电网技术的核心特点之一是其强大的自动化和智能化能力, 通过引入先进的传感器、智能算法和自学习系统, 智能配电网能够实时感知电力系统的运行状态, 自动进行故障检测、定位和修复, 自动化的特性极大地提高了电力系统的运行效率, 降低了对人工干预的需求, 从而使得电力系统更为可靠和可维护。第二, 智能配电网技术支持对电力设备和电网状态的实时监测, 通过大数据分析和处理, 系统能够生成翔实的运行数据和趋势分析报告, 帮助电力运营商更好地了解电力系统的运行情况, 实时监测和数据分析的特点使得电力系统能够及时发现潜在问题、提前预防故障, 并为未来的规划提供科学依据<sup>[1]</sup>。第三, 智能配电网技术将能源管理推向分布式和智能化的方向, 通过智能电表、可再生能源发电系统等技术的应用, 系统能够更好地实现对分布式能源的管理和优化, 使得电力系统能够更好地适应可再生能源大规模接入的挑战, 提高电能利用率, 降低对传统能源的依赖。第四,

智能配电网技术注重系统的弹性和可扩展性, 弹性体现在系统能够在面对突发性的电力需求变化或故障时迅速做出调整, 保障电力系统的稳定运行, 可扩展性体现在系统能够方便地进行扩容, 适应新能源接入和电力需求的增长, 弹性和可扩展性的特点使得智能配电网更具适应性和灵活性。第五, 智能配电网技术注重系统的安全性和鲁棒性, 通过加密技术、权限管理等手段, 系统能够确保电力数据的安全传输和存储, 同时系统具备强大的自我修复和恢复能力, 能够迅速应对网络攻击、设备故障等安全威胁, 保障电力系统的正常运行。

## 2 智能配电网技术在配电网规划中的具体运用

### 2.1 智能电力负荷管理技术的应用

智能电力负荷管理技术依赖于高精度的电力负荷预测, 通过使用先进的数据分析和机器学习算法, 系统可以对未来不同时间段的电力负荷进行准确预测, 预测模型综合考虑历史负荷数据、天气变化、特殊事件等多个因素, 以提高预测的准确性, 在应用过程中, 系统会实时采集并分析历史电力负荷数据, 利用机器学习算法进行模型训练, 随着时间的推移, 预测模型会不断优化, 从而提高对未来电力负荷的预测精度, 为后续的电力调度和优化提供了可靠的基础。基于对电力负荷的准确预测, 智能电力负荷管理技术通过动态电力负荷调度实现了对电力系统的灵活管理, 系统会根据实时的负荷预测结果, 结合电力系统的运行状态和设备可用性, 制定出最优的电力调度方案, 在系统运行过程中, 能够动态调整各个供电点的输出功率,

合理分配负载, 以实现整个系统电力负荷的平衡, 调度过程可以通过智能控制中心实时监控和调整, 保障电力系统的稳定运行, 且系统能够根据能源成本、环境因素等进行优化, 提高电力利用效率。智能电力负荷管理技术强调对负荷侧的灵活性管理, 通过与终端用户设备的互联互通, 系统可以获取实时的负荷信息和用户需求, 在应用时系统会通过智能电表、智能家居设备等实时收集用户用电行为, 基于信息系统可以向用户提供实时的电力消费情况, 引导用户在高峰时段降低用电, 从而实现负荷侧的调整, 系统还可以通过与电动汽车充电桩的智能对接, 实现对电动汽车充电过程的灵活调度, 避免负荷集中爆发<sup>[2]</sup>。

### 2.2 分布式能源管理技术的应用

智能配电网中的分布式能源管理依赖于智能感知技术, 通过各类传感器、智能仪表等设备实时感知电力系统的状态和能源使用情况, 在用户端和配电网各节点部署智能仪表, 实时监测电能使用情况, 包括电压、电流、功率等参数, 通过仪表系统可以实现对用户侧和配电网状态的高精度感知; 采用无线传感器网络覆盖配电网区域, 实时监测电力设备的运行状况, 及时感知潜在的故障和异常情况, 通过大数据分析实现对电网状态的动态调整和优化。分布式能源管理的核心在于对能源进行实时监控与精细控制, 以保障电力系统的稳定性和可靠性, 在智能配电网规划中, 建立基于物联网的智能监控系统, 通过云平台集中监控各个配电站、电能用户和分布式能源设备的运行状态, 该系统能够实现对电力系统的全面监测, 为决策者提供实时数据支持; 采用远程控制技术, 实现对电力设备

的精确调节和远程操作, 通过远程控制中心, 对分布式能源系统进行调度, 协调各节点的运行, 提高电力系统的整体效率。分布式能源管理需要解决能源波动和不确定性的问题, 因此能源存储与管理技术成为智能配电网中的关键, 在电力规划中需要引入先进的储能技术, 如电池储能、超级电容等, 对分布式能源进行存储和释放, 通过智能控制系统, 根据电力系统的负荷情况合理调度储能设备, 平滑能源波动, 并采用先进的分布式能源管理算法, 实现对分布式能源的智能调度和管理, 通过预测负荷、分析电价和考虑能源存储状况, 优化能源的分配和利用, 提高能源的利用效率<sup>[3]</sup>。例如, 在某地区的配电网规划中, 引入了分布式能源管理系统, 系统设计与应用效果如表 1 所示。

### 2.3 实时监测与故障定位技术的应用

在配电网规划中, 故障定位技术的核心在于故障诊断算法的运用, 通过结合实时监测数据, 系统可以采用先进的算法对电力系统中的故障进行准确诊断, 算法可以基于人工智能、模糊逻辑、神经网络等原理, 实现对不同类型故障的自动识别, 故障诊断算法的运用能够提高故障定位的准确性, 降低对人工干预的需求, 可以在短时间内对故障进行快速定位, 从而提高电力系统的可靠性。现代电力设备普遍具备智能化的特征, 其中包括故障自检功能, 该功能可以通过设备内置的传感器和自诊断系统, 实时监测设备的运行状态, 并在发现异常时向监测中心发送报警信号, 通过智能设备的故障自检功能, 系统能够及时发现潜在问题, 帮助提前防范可能的故障, 从而降低了系统发生重大故障的风险<sup>[4]</sup>。

表 1 某地区配电网分布式能源管理系统

序号	技术应用	描述
1	分布式能源接入点数量	100 个
2	分布式能源总容量	500MW
3	能源转换效率	80%
4	能源调度优化	减少 10% 的能源消耗
5	能源调度优化效果评估	提高 20% 的能效利用率
6	智能电表及数据采集覆盖率	90%
7	数据采集频率	每 10 分钟一次
8	数据准确率	95%
9	智能调度与优化效果评估	减少 15% 的电力损耗
10	能效提升效果评估	提高 10% 的能效利用率

例如,实时监测与故障定位可以采用支持向量机算法(Support Vector Machine, SVM),该算法是一种强大的机器学习算法,通过对实测数据进行清洗和去噪处理,去除异常值和噪声,提高故障诊断的准确性。支持向量机对于高维数据的处理能力较强,但去除数据中的噪声有助于提高算法的性能,之后从原始数据中提取出对故障诊断有意义的特征,或通过特征选择方法选取最相关的特征,支持向量机对于高维数据的处理优势使得其能够更好地处理提取出的特征信息;在配电网故障诊断中,常用的核函数包括线性核函数、多项式核函数和径向基核函数等,选择合适的核函数能够更好地捕捉故障特征;支持向量机中的惩罚参数C的选择直接影响模型的泛化性能,通过交叉验证等方法,对惩罚参数进行调优,确保模型对于不同情况下都能取得较好的诊断效果。利用训练集对支持向量机模型进行训练,通过调整模型参数,使得模型在训练数据上能够学得合适的特征,提高对配电网故障的敏感性,并利用测试集对训练好的模型进行测试,并对模型的性能进行评估,通常采用混淆矩阵、准确率、召回率等指标对模型的性能进行全面评估。支持向量机模型训练完成后,可以将其应用于实际的配电网故障诊断,利用训练好的支持向量机模型对新的未知故障样本进行分类和定位,模型能够准确地将故障归类到不同的类别,并定位故障发生的位置,对支持向量机模型的输出进行解释,并通过可视化手段直观地呈现故障诊断结果,能够使得工程人员更好地理解 and 解释模型的诊断过程,提高故障诊断的可信度<sup>[5]</sup>。

H市近些年来积极开展配电网智能化改造,为了提升故障诊断效率,引入了支持向量机算法。表2为H市配电网规划中支持向量机算法在实时监测与故障定位中的应用成效。

表2 H市配电网规划中支持向量机算法的应用成效

诊断任务	支持向量机算法	描述
故障类型分类	SVM 分类器	准确率: 95%
故障位置定位	SVM 回归器	平均误差: 5%
故障原因识别	SVM 分类器	精度: 95%
故障影响评估	SVM 回归器	均方误差: 0.02
故障恢复策略制定	SVM 分类器与回归器结合	成功率: 99%

#### 2.4 自动化参数测量技术的应用

在配电网规划中,智能电表是自动化参数测量技

术的重要组成部分,通过智能电表可以实时测量用户用电情况,提供详细的用电数据,可帮助规划者深入了解用户用电习惯,合理分析用电负荷,为电力系统的规划提供精准的数据支持;智能开关的引入使得电力设备能够实现远程控制和监测,在配电网规划中,通过智能开关的部署可以实现对电力系统各节点的状态实时监测、故障检测和远程控制,提高电力系统的稳定性和可靠性。电流是电力系统中重要的参数之一,高精度电流传感器的应用可以实现对电流的实时监测,准确捕捉电流的变化趋势,对于配电网规划工作而言,能够实现更加精准的电流负荷分析,合理规划电力系统;电压的稳定性对电力系统的正常运行至关重要,通过部署高精度电压传感器,可以实现对各个节点电压的实时测量,及时发现电压异常情况,使得规划者更好地了解电压分布状况,为电力系统的合理规划提供支持。自动化参数测量技术产生的大量数据需要通过数据挖掘技术进行深入分析,规划者可以通过对电力系统历史数据和实时数据的挖掘,发现潜在的规律和趋势,为智能配电网的优化提供数据支持,结合自动化参数测量技术,可以采用智能优化算法对电力系统进行优化,能够通过对数据的深入分析,提出更加智能化的电力系统规划方案,实现能源的高效利用。

### 3 结语

智能配电网技术以其独特的特点,为电力系统注入了新的活力,其自动化、实时监测、分布式能源管理等特点使得电力系统更加灵活、高效、可靠,未来智能配电网技术将继续推动电力系统的升级和转型,为社会提供更为智能化和可持续发展的电力服务。

#### 参考文献:

- [1] 林逸婷. 智能配电网技术在配电网规划中的运用分析[J]. 电力设备管理, 2022(03):29-31.
- [2] 王成山, 李节, 冀浩然, 等. 配电系统智能软开关技术及应用[J]. 电力系统自动化, 2022,46(04):1-14.
- [3] 宾治军. 智能配电网技术在配电网规划中的应用[J]. 电力工程技术创新, 2022,04(01):1-2.
- [4] 俞拙非, 刘菲, 刘瑞环, 等. 面向配电网弹性提升的源网荷灵活资源优化研究综述及展望[J]. 中国电力, 2022,55(04):132-144.
- [5] 张雪莹, 赖来源, 曾庆彬, 等. 基于模糊评价的智能用电新技术成熟度模型[J]. 广东电力, 2022,35(03):69-78.