

智能电网背景下的配电网设计新思路

黄 见

广西广晟电力设计有限公司 广西 南宁 530000

摘 要：随着智能电网技术的快速发展，配电网作为电力系统中与用户直接相连的重要环节，其智能化设计显得尤为重要。本文旨在探讨智能电网背景下配电网设计的新思路、关键技术、实现路径，以提升配电网的安全性、可靠性、经济性和环保性。通过分析智能配电网的构成、关键特点与优势，本文以期能为智能电网的建设提供理论支持和实践指导。

关键词：智能电网；配电网设计；关键技术

引言

智能电网作为未来电力系统的发展方向，通过集成先进的控制技术、通讯技术、计算机技术和传感器技术，实现了电网的智能化、自动化和互动化。智能配电网作为智能电网的重要组成部分，其设计不仅关乎电力供应的可靠性和安全性，还直接影响到能源利用效率和环境保护水平。因此，深入研究智能电网背景下的配电网设计具有重要意义。

1 智能配电网的构成与特点

1.1 智能配电网的构成

智能配电网主要包括主站系统、子站系统、配电终端以及通信终端等部分。其中，主站系统负责配电网的监控、管理和调度；子站系统则作为主站与配电终端之间的桥梁，实现数据的汇聚和转发；配电终端则直接安装在配电网的现场，负责采集和上传运行数据；通信终端则提供数据传输的通道，确保信息的实时性和准确性。

1.2 智能配电网的特点

智能配电网相较于传统配电网，具有以下显著特点：一是安全可靠：能够有效抗击外力和自然灾害的侵袭，具备较强的自我恢复能力。二是经济高效：通过优化能源配置和降低损耗，提高电力供应的经济性。三是环保节能：支持分布式可再生能源接入，减少化石能源消耗和环境污染。四是互动化：鼓励用户参与电网互动，实现供需两侧的平衡与协调。

2 智能电网背景下配电网设计的新思路

2.1 结构优化与灵活组网

2.1.1 多源互补与分布式接入

随着分布式能源（如太阳能、风能等）的快速发展，配电网设计应充分考虑这些能源的接入需求。构建多源互补的能源供应体系，意味着配电网需要能够容纳并有效整合来自不同源头、不同特性的能源。这要求在

设计配电网时，不仅要关注传统的大型电源，还要重视分布式电源的接入和调度。为了实现这一目标，需要优化分布式电源的布局和容量配置。这意味着要根据地区的能源资源状况、负荷需求以及电网结构，合理规划分布式电源的安装位置和容量大小。通过科学的布局 and 配置，可以实现能源的高效利用，减少能源浪费，同时提高系统的稳定性和可靠性^[1]。此外，多源互补还要求配电网具备对不同能源进行协调和控制的能力。这需要引入先进的能源管理系统，实现对分布式电源的实时监测、调度和控制，以确保能源供应的稳定性和安全性。

2.1.2 灵活组网与快速重构

在智能电网的背景下，配电网需要具备更高的灵活性和可重构性。这意味着配电网需要能够快速适应不同的运行环境和负荷需求，同时能够在发生故障时迅速进行自我修复和重构。为了实现这一目标，可以采用模块化、标准化的设计思路来构建配电网架构。这意味着将配电网划分为多个模块，每个模块都具备独立的功能和特性，同时模块之间可以通过标准化的接口进行连接和通信。这样的设计不仅可以提高配电网的灵活性和可重构性，还可以降低系统的复杂性和维护成本。此外，还需要引入先进的设备和技术来实现配电网的快速重构和故障隔离。例如，能量路由器是一种可以实现能源灵活调度和路由的设备，它可以根据系统的实时需求和状态，动态地调整能源的流向和分配。智能开关则是一种可以实现快速故障隔离和恢复供电的设备，它可以在发生故障时迅速切断故障区域，同时恢复非故障区域的供电。

2.2 技术创新与智能化升级

2.2.1 高级量测与感知技术

高级量测体系（AMI）和智能感知技术是智能电网的重要组成部分。通过引入这些技术，可以实现对配电网运行状态的实时监测和数据分析，从而更加准确地掌

握电网的运行状况,及时发现并处理潜在的问题。AMI体系集成了物联网、大数据和人工智能等先进技术,可以实现对配电网的全面感知和智能化管理。通过安装在电网各处的智能传感器和量测设备,AMI可以实时采集电网的运行数据,包括电压、电流、功率等关键参数,并将这些数据上传至数据中心进行进一步的分析和处理。借助大数据和人工智能技术,可以对AMI采集的海量数据进行深度挖掘和分析,发现电网运行的规律和趋势,预测潜在的故障和风险,为电网的运维管理提供科学依据。同时,通过智能化算法的应用,还可以实现对电网运行状态的实时优化和调整,提高电网的运行效率和可靠性。

2.2.2 虚拟电厂与需求响应

虚拟电厂是一种新型的电力供应模式,它通过聚合分布式能源和可控负荷资源,形成一个虚拟的电厂来参与电力市场。虚拟电厂的构建需要依靠先进的通信技术和信息化手段,实现分布式能源和负荷资源的协调和优化。在虚拟电厂的框架下,可以将分布式能源(如太阳能、风能等)和可控负荷(如空调、储能设备等)进行聚合,形成一个具有可调节能力的电力供应单元。通过先进的控制系统和算法,可以实现对这些分布式能源和负荷资源的灵活调度和优化,使其能够更好地适应电力系统的需求。需求响应机制是虚拟电厂的重要组成部分。通过需求响应,可以实现用户侧负荷的灵活调节,使电力系统在供需平衡方面更加灵活和可靠。

2.3 智能管理与决策支持

2.3.1 数字化管理平台

建设配电网数字化管理平台是实现智能管理与决策支持的关键。该平台应集成各类监测数据和业务信息,包括实时运行数据、历史数据、用户信息、设备状态等,形成一个全面、准确、实时的数据仓库。通过数据分析和模型预测,数字化管理平台可以为运维人员提供科学的管理依据和决策建议。例如,平台可以对历史数据进行挖掘,发现电网运行的规律和趋势,预测潜在的故障和风险;同时,还可以根据实时数据对电网运行状态进行评估,为运维人员提供及时的预警和处置建议^[2]。此外,数字化管理平台还应具备强大的可视化展示功能,将复杂的电网运行数据和业务信息以直观、易懂的方式呈现出来,方便运维人员进行监控和管理。

2.3.2 协同控制与智能调度

依托智能电网的协同控制体系,我们可以实现配电网与输电网、发电侧和用户侧的协同调度。这意味着电网的各个部分不再孤立运行,而是形成一个整体,共

同应对电力系统的各种挑战。通过优化调度策略和资源配置,可以提高电力系统的整体运行效率和经济效益。例如,在电力供应紧张时,协同控制体系可以自动调整发电侧的出力、调整输电网的潮流分布、引导用户侧的负荷行为,以共同应对电力短缺的问题。同样,在电力供应充裕时,协同控制体系也可以优化资源的配置,避免电力的浪费和损失。为了实现协同控制与智能调度,需要引入先进的控制算法和决策模型。这些算法和模型应能够综合考虑电网的各个方面和因素,包括设备的状态、用户的需求、市场的价格等,以制定出最优的调度策略和资源配置方案。

3 智能电网背景下配电网设计中关键技术的应用

3.1 高级配电自动化技术(ADA)

ADA技术是智能电网的重要组成部分,它支持分布式能源的“即插即用”,使得分布式电源能够方便地接入配电网,并实现与电网的即时通信和协调控制。该技术采用IP技术,强调系统接口、数据模型与通信服务的标准化与开放性,这使得不同的设备和系统能够方便地实现互联互通,提高了电网的兼容性和可扩展性。ADA技术能够实现对配电网的实时监控,通过采集和分析电网的运行数据,及时发现并处理潜在的故障和风险。同时,该技术还具有故障快速定位与隔离的功能,能够在电网发生故障时迅速定位故障点,并将其隔离,以防止故障的扩散和影响范围的扩大^[3]。此外,ADA技术还能够实现负荷转移,即在电网负荷过重或设备故障时,自动将负荷转移到其他设备或线路上,以确保电网的安全稳定运行。

3.2 柔性配电技术(DFACTS)

DFACTS技术是一种通过电力电子器件对配电网电能质量进行定制和优化的技术。它能够满足用户对高质量电力的需求,提高电网的供电质量和可靠性。DFACTS技术包括静止同步补偿器(STATCOM)、静止无功补偿器(SVC)等,这些设备能够有效抑制电压波动、谐波等问题,提高电网的电能质量。具体来说,STATCOM是一种能够动态调节电网电压和无功功率的设备,它能够在电网电压波动或负荷变化时迅速响应,保持电网电压的稳定。而SVC则是一种能够补偿电网无功功率的设备,它能够提高电网的功率因数,减少电网的损耗和发热。

3.3 分布式电源并网技术

分布式电源并网技术支持小型可再生能源发电设备直接接入配电网,实现能源的本地消纳和余电上网。该技术通过即插即用和微网模式,提高了配电网的运行效率和灵活性,降低了对传统大电网的依赖。即插即用

是指分布式电源能够方便地接入配电网,并实现与电网的即时通信和协调控制。这使得分布式电源的接入变得更加简单和快捷,同时也提高了电网的兼容性和可扩展性。而微网模式则是指将分布式电源、储能设备、负荷等组合成一个微电网,实现能源的本地平衡和优化。在微电网中,分布式电源可以优先满足本地负荷的需求,余电则可以上网销售或储存起来备用。

3.4 智能通信与信息技术

智能配电网依赖于高效的通信与信息技术来实现实时、准确的数据传输和监控。这些技术包括光纤通信、无线通信技术以及先进的传感器技术等。光纤通信具有高速率、大容量、低损耗等优点,能够实现长距离、大容量的数据传输。在智能配电网中,光纤通信被广泛应用于主干网络和关键节点的通信。而无线通信技术则具有灵活性强、覆盖范围广等优点,能够实现移动设备的无线通信和远程监控。在智能配电网中,无线通信技术被应用于配电终端、用电设备等的通信和监控。先进的传感器技术则是实现智能配电网感知和监测的基础^[4]。通过安装在电网各处的传感器,可以实时采集电网的运行数据,包括电压、电流、功率等关键参数。这些数据被传输到数据中心进行进一步的分析和处理,以实现电网的智能化运行和管理。同时,传感器技术还可以实现对电网设备的状态监测和故障诊断,提高电网的运行可靠性和安全性。

4 智能配电网设计的实现路径

4.1 加强技术研发

智能配电网的建设离不开关键技术的支撑。因此,必须持续投入研发资源,攻克关键技术难题,推动智能配电网技术创新。具体来说,需要关注高级配电自动化技术、柔性配电技术、分布式电源并网技术以及智能通信与信息技术等领域的发展,不断推动这些技术在智能配电网中的应用和创新。同时,还需要加强与高校、科研院所等机构的合作,共同开展技术研发和攻关工作,为智能配电网的建设提供强有力的技术支撑。

4.2 完善标准体系

智能配电网的建设涉及多个领域和多种技术,为了确保不同设备、系统间的兼容性和互操作性,必须建立健全智能配电网的标准体系。这包括制定统一的数据交

换格式、通信协议、设备接口标准等,以确保各种设备和系统能够顺畅地互联互通^[5]。同时,还需要积极参与国际标准的制定工作,推动智能配电网技术的国际化发展。

4.3 推进示范应用

建设智能配电网示范工程是验证技术方案可行性和有效性的重要途径。通过示范工程的建设和运营,可以积累宝贵的经验教训,为后续的智能配电网建设提供有益的参考。因此,需要积极推进智能配电网示范工程的建设工作,选择具有代表性的区域和场景进行试点应用,并加强对示范工程的跟踪和评估工作,及时总结经验教训并进行推广。

4.4 培养专业人才

智能配电网的建设和管理需要一支高素质的专业队伍。因此,必须加强人才培养和引进力度,打造一支具备扎实专业知识、丰富实践经验和创新能力的智能配电网建设和管理队伍。具体来说,可以通过开展专业培训、设立奖学金、建立实训基地等方式来培养专业人才;同时,还可以积极引进国内外优秀的智能配电网专家和团队,为我国的智能配电网建设提供有力的智力支持。

结语

智能电网背景下的配电网设计是一个复杂而系统的工程,需要综合考虑技术、经济、环保等多个方面因素。通过深入研究智能配电网的构成、关键技术及其设计思路,本文为智能电网的建设提供了理论支持和实践指导。未来,随着智能电网技术的不断发展和完善,配电网的智能化水平将进一步提升,为电力行业的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]孙浩瀚.智能电网及其在配电网设计中的应用[J].光源与照明,2021,(10):137-139.
- [2]金涛.基于智能电网的配电网标准化规划设计体系探讨[J].自动化应用,2022,(12):141-143.
- [3]李丽丽,泮泉泉.电力系统智能配电网的设计[J].光源与照明,2023,(03):215-217.
- [4]李典.电力系统中智能配电网设计[J].科技创新与应用,2022,12(29):104-107.
- [5]胡爱春.电力系统中智能配电网设计应用[J].科技创新,2021,(33):17-19.