

电力工程中配电网及自动化技术运用

王林杰¹ 余 柯²

1. 国网浙江省电力有限公司慈溪市供电公司 浙江 慈溪 315300

2. 慈溪市输变电工程有限公司 浙江 慈溪 315300

摘要：本文全面探讨了电力工程中的配电网及其自动化技术的应用，配电网作为电力系统的“最后一公里”，具有保障电力供应可靠性、提高电力供应质量、促进新能源消纳和支持智能电网建设的重要作用。文章分析了当前配电网的发展现状和存在的主要问题，详细介绍了自动化技术在配电网中的具体运用，包括监控与数据采集系统、馈线自动化技术、配电管理系统和智能配电终端等。这些技术为配电网的智能化、高效化运行提供了有力支持。

关键词：电力工程；配电网；自动化技术；应用

1 电力工程中配电网概述

在电力工程的庞大体系里，配电网占据着极为关键且特殊的地位。它是电力从降压变电站或高压配电所迈向各个用户或用电设备的“最后一公里”工程，处于电力系统的末端环节，直接与广大用户紧密相连，宛如电力输送链条的“毛细血管”，将电能精准无误地送达每一个用电终端。配电网是一个复杂而有序的系统，主要由配电线路、配电变压器、开关设备以及保护装置等核心部分构成。配电线路犹如电力传输的“高速公路”，依据不同的电压等级细致划分，涵盖高压配电线路（10kV - 35kV）、中压配电线路（1kV - 10kV）和低压配电线路（380V/220V），它们各司其职，共同搭建成电力传输的网络骨架。配电变压器则如同神奇的“电压转换器”，通过降低电压，使电力能够适配不同用户的多样化用电需求。开关设备是电路的“控制开关”，精准掌控着电路的通断，确保电力输送的灵活性与可控性。而保护装置堪称电路的“安全卫士”，一旦电路出现故障，它能迅速反应，果断切断故障电流，为设备和人员的安全筑牢坚实防线^[1]。

配电网具有显著的特点，其分布范围极为广泛，设备数量庞大且种类繁多，运行环境复杂多变。它不仅要确保电力安全、可靠地输送到每一位用户手中，还需灵活适应不同用户用电负荷的动态变化，全力保障供电质量。随着新能源大规模接入电力系统，以及用户对电力服务要求的日益提升，配电网既面临着技术升级、管理优化等诸多挑战，也迎来了智能化、绿色化发展的崭新机遇，正站在转型升级的关键节点上。

2 配电网在现代电力系统中的作用

2.1 保障电力供应的可靠性

配电网是电力供应的“最后一公里”，其可靠性

直接关系到用户的用电体验。通过合理的配电网规划和建设，采用先进的设备和技术，可以有效减少停电事故的发生，提高供电的连续性。例如，采用环网结构、双电源供电等方式，当一条线路出现故障时，能够迅速切换到另一条线路供电，保障用户的正常用电。

2.2 提高电力供应的质量

配电网对电力供应质量有着重要影响。通过合理的无功补偿、电压调节等措施，可以改善电压质量，减少电压波动和闪变，提高功率因数，降低线路损耗。同时，自动化技术的应用可以实时监测电力参数，及时发现和处理电压、频率等异常情况，保证电力供应的质量符合标准要求。

2.3 促进新能源的消纳

随着新能源的快速发展，如太阳能、风能等分布式能源的大量接入，配电网成为新能源消纳的关键环节。配电网可以通过合理的规划和调度，将新能源产生的电力就近消纳，减少新能源弃电现象，提高能源利用效率。同时，自动化技术可以实现对新能源发电设备的实时监测和控制，保障新能源发电的稳定运行。

2.4 支持智能电网的建设

智能电网是未来电力系统的发展方向，配电网作为智能电网的重要组成部分，其自动化水平直接影响着智能电网的建设进程。通过在配电网中广泛应用自动化技术，实现配电网的智能化监测、控制和管理，可以提高电力系统的运行效率、可靠性和灵活性，为智能电网的建设提供有力支撑^[2]。

3 电力工程中配电网的现状与问题

3.1 配电网的发展现状

近年来，我国配电网建设取得了较大进展。配电网不断完善，覆盖范围逐渐扩大，城市和农村的供电

能力得到了显著提升。在城市地区，配电网向智能化、自动化方向发展，采用了大量的先进设备和技术，如智能电表、分布式电源接入装置等，实现了配电网的实时监测和远程控制。在农村地区，通过农网改造升级工程，改善了农村配电网的结构，提高了农村供电的可靠性和质量。同时，新能源的接入也对配电网提出了新的要求，促进了配电网的技术革新。为了适应新能源的大规模接入，配电网需要加强与新能源发电的协调控制，提高配电网的灵活性和适应性。例如，采用微电网技术，将分布式电源、储能装置和负荷集成在一起，实现新能源的就地消纳和灵活调度。

3.2 配电网存在的主要问题

3.2.1 配电网结构不合理

部分地区的配电网结构存在不合理的情况，如线路过长、分支过多、环网率低等。这些问题导致供电半径过大，线路损耗增加，供电可靠性降低。同时，不合理的网络结构也给故障排查和修复带来了困难，延长了停电时间。

3.2.2 线路老化现象严重

一些地区的配电线路使用年限较长，存在老化、腐蚀等问题，绝缘性能下降，容易发生短路、接地等故障。线路老化不仅影响了供电的可靠性，还存在一定的安全隐患。

3.2.3 配电设备运行维护方式较为传统

目前，部分地区的配电设备运行维护方式仍然较为传统，主要依靠人工巡检和定期检修。这种方式效率低下，难以及时发现设备存在的隐患和故障。而且，人工巡检还存在一定的局限性，无法对设备的运行状态进行实时监测和全面评估。

3.2.4 故障检测和处理效率低

当配电网出现故障时，传统的故障检测方法往往需要花费大量的时间进行排查，导致停电时间较长，给用户带来不便。同时，故障处理过程中也缺乏有效的协调机制，各部门之间沟通不畅，影响了故障处理的效率。

3.2.5 配电网的负荷分配不够合理

由于用户用电负荷的不断变化和新能源的接入，配电网的负荷分配存在不合理的情况。部分区域过载运行，导致设备损坏和线路故障；而部分区域负荷不足，造成资源浪费。负荷分配不合理还影响了供电质量，导致电压波动、频率偏差等问题^[3]。

4 自动化技术在配电网中的具体运用

4.1 监控与数据采集（SCADA）系统的应用

监控与数据采集（SCADA）系统堪称配电网自

动化的核心支柱，在保障配电网稳定运行方面发挥着不可替代的作用。它借助安装在配电设备上的各类高精度传感器，全方位、实时地采集电压、电流、功率等关键电力参数，并将这些海量数据精准无误地传输至监控中心。在监控中心，工作人员通过计算机屏幕，能够直观、清晰地实时查看配电网的运行状况，任何细微的异常都能被迅速捕捉。一旦发现异常，工作人员可立即采取针对性措施，将隐患扼杀在萌芽状态。此外，SCADA系统具备强大的远程控制功能，工作人员无需亲临现场，在监控中心就能轻松对配电设备进行远程操作，如精准控制开关的分合、灵活调节变压器的电压等。这不仅极大地减少了现场操作的工作量，提升了工作效率，更能在紧急情况下迅速切断故障设备，为电网的安全稳定运行筑牢坚实防线。

4.2 馈线自动化技术的应用

馈线自动化技术作为配电网自动化的关键一环，对于提升供电可靠性意义重大。当配电线路突发故障时，馈线自动化系统犹如敏锐的“侦探”，能够迅速且精准地检测到故障位置。随后，它通过自动控制开关设备，果断将故障区域隔离，有效防止故障范围进一步扩大，避免对其他区域的正常供电造成影响。与此同时，系统依据配电网复杂的拓扑结构和实时的负荷情况，运用先进的算法自动选择最优的供电路径，快速恢复非故障区域的供电，大幅缩短停电时间，减少对用户生产生活的影响。不仅如此，馈线自动化技术还能对配电线路进行实时监测和全面状态评估，提前察觉线路潜在隐患，及时安排维护和检修，从源头上降低故障发生率，为配电网的稳定运行保驾护航。

4.3 配电管理系统（DMS）的应用

配电管理系统（DMS）是一个高度集成化的综合性管理平台，全面整合了配电网从规划、设计到运行、维护等各个环节的信息。它如同配电网的“智慧大脑”，对配电网的结构、设备参数、运行数据等进行精细、全面的管理。在规划和发展决策方面，DMS系统凭借其强大的数据分析能力，为配电网提供科学、合理的决策支持，助力其朝着更高效、更可持续的方向发展。在运行管理领域，DMS系统能够根据用户的用电负荷特点和新能源的发电情况，智能地优化调度发电计划和供电方案，显著提高能源利用效率。此外，DMS系统还具备出色的集成能力，可与SCADA系统、馈线自动化系统等无缝对接，实现对配电网的全方位、自动化管理，提升整体管理水平和运行效率。

4.4 智能配电终端的应用

智能配电终端作为配电网自动化的基础设备，虽体积小巧却功能强大。它安装在配电线路上，如同一个个忠诚的“哨兵”，实时采集配电线路的电力参数和设备状态信息，并通过可靠的通信网络将这些数据及时、准确地传输到上级系统。同时，智能配电终端具备远程控制功能，能够根据上级系统发出的指令，对配电设备进行精准、灵活的远程操作，实现配电网的自动化运行。更为突出的是，它拥有自诊断和自恢复功能，如同具备自我修复能力的“智能医生”，能够及时发现自身故障并自动修复，大大提高了设备的可靠性和可用性^[4]。此外，智能配电终端支持多种通信协议，具备良好的兼容性和扩展性，方便与不同类型的系统进行集成，为配电网自动化的建设和发展提供了有力支持。

5 配电网及自动化技术的发展趋势

5.1 智能化水平不断提升

在科技飞速发展的当下，人工智能、大数据、物联网等前沿技术持续革新，为配电网智能化升级提供了强大动力。未来，配电网智能化将迈向新高度。精准负荷预测方面，借助人工智能算法深度剖析海量历史数据，挖掘用电规律与潜在趋势，能极大提升预测精度，为发电计划制定和供电方案优化提供坚实依据。智能故障诊断可快速定位故障点，分析故障成因，缩短维修时间。自愈功能能让配电网在出现故障时自动隔离故障区域并恢复供电。优化运行调度则依据实时数据，动态调整电力分配，提高能源利用效率，实现配电网高效、智能运行。

5.2 分布式能源与配电网的协同发展

新能源大规模接入是能源领域的重大变革，分布式能源与配电网的协同发展成为必然趋势。分布式能源具有分散式、小型化的特点，其大规模接入对配电网提出了新挑战与机遇。配电网需强化对分布式能源的管理控制，通过先进技术实现友好互动与优化配置。微电网技术是关键手段之一，它将分布式能源、储能装置和负荷有机集成，形成独立供电系统。在微电网内，可根据能源供需情况灵活调节，提高能源利用效率。同时，与主电网协同运行，增强供电可靠性和灵活性，推动能源结构向清洁、低碳转型。

5.3 信息安全保障加强

配电网自动化程度不断提高，信息系统广泛应用，信息安全问题愈发凸显。配电信息系统涉及电力生

产、传输、分配等关键环节，一旦遭受攻击，可能导致供电中断、设备损坏等严重后果。未来，配电网将全方位加强信息安全保障。采用先进加密技术对数据进行加密处理，防止数据泄露和篡改；运用访问控制技术严格限制用户权限，确保只有授权人员能访问敏感信息；借助安全监测技术实时监控系统运行状态，及时发现并处置安全威胁。同时，建立健全信息安全管理机制，加强运维管理和安全培训，提升工作人员信息安全意识，构建多层次信息安全防护体系。

5.4 自愈能力进一步增强

自愈能力作为智能电网的核心特征，在配电网中至关重要。未来，配电网将大力加强自愈能力建设。先进的传感器技术如同配电网的“神经末梢”，能实时感知线路状态、设备运行参数等信息，为故障判断提供准确数据。通信技术则构建起信息快速传输的“高速公路”，确保数据及时、准确送达控制中心。控制技术依据接收的信息，迅速做出决策并下达指令。当配电网出现故障时，系统自动检测故障位置，快速隔离故障区域，防止故障扩大。同时，通过优化供电路径，迅速恢复非故障区域供电，实现配电网的自我修复和恢复，极大提高供电可靠性和稳定性。

结束语

综上所述，配电网及自动化技术在电力工程中的应用日益广泛，对于提升电力系统运行效率、保障电力供应稳定可靠具有重要意义。随着技术的不断发展和新能源的大规模接入，配电网将继续面临新的挑战与机遇。未来，通过持续的技术创新和优化管理，配电网的自动化水平将不断提升，为构建更加安全、高效、绿色的电力系统提供有力支撑。同时，我们也将积极探索新技术、新模式的应用，推动配电网向更高水平发展，为社会经济发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]王坚.配电网自动化技术及其应用探讨[J].通信电源技术, 2020, 37(02): 248-249.
- [2]朱经敏,王晓彤.电力工程中电气自动化技术的应用研究[J].现代制造技术与装备,2020,(01):192-193.
- [3]周国威,方可.自动化技术在输配电及用电工程中运用分析[J].电气技术与经济,2024(6):123-125,129.
- [4]刘冰松.电气自动化技术在电力工程建设中的运用探析[J].仪器仪表用户,2025,32(1):93-95,98.