

配网电力工程自动化施工技术探析

曹保全

青岛东亿供热管理有限公司 山东 青岛 266100

摘要：随着智能电网建设步伐的持续加快，配网电力工程面临更高要求。本文聚焦电力工程中配网电力工程自动化施工技术，深入探析电力自动化技术。先阐述电力自动化技术体系架构，接着剖析配网电力工程自动化施工的关键技术，涵盖馈线自动化、配电管理系统集成、通信网络、智能终端设备以及分布式能源接入与协调控制等技术。最后探讨电力工程自动化施工技术的发展趋势，包括智能电网与分布式能源深度整合、数字化孪生与BIM技术全生命周期应用、机器人与无人机规模化协同作业以及绿色施工技术与自动化深度融合，为配网电力工程自动化发展提供参考。

关键词：电力工程；配网施工；电力自动化技术；关键技术；发展趋势

引言：在电力工程领域，配网建设至关重要，其施工质量和效率直接影响电力供应的稳定性与可靠性。随着科技飞速发展，电力自动化技术成为推动配网电力工程进步的核心力量。自动化施工技术不仅能提升施工精度与速度，还能增强电网的智能化水平，实现高效、安全的电力输送与分配。深入探析配网电力工程自动化施工技术中的电力自动化技术，有助于把握技术发展方向，解决施工难题，推动电力行业向智能化、现代化迈进，满足社会日益增长的电力需求。

1 电力自动化技术体系架构

1.1 感知层：智能终端与传感器网络

感知层作为电力自动化技术体系架构的基础，主要由智能终端与传感器网络构成。智能终端具备数据采集、处理与传输功能，可精准获取电力设备运行状态、电气参数等信息。传感器网络则广泛分布于配网各节点，能实时感知温度、湿度、电流、电压等多元数据。二者协同工作，如同电力系统的“神经末梢”，全方位、多角度地收集配网运行信息，为后续的数据分析与决策提供丰富、准确的数据支撑，是实现对配网实时监控与智能管理的关键前提。

1.2 通信层：高速数据传输网络

通信层是电力自动化系统的信息传输“大动脉”，高速数据传输网络是其核心。它借助光纤通信、无线通信等多种技术，构建起高效、稳定、可靠的数据传输通道。光纤通信以其大带宽、低损耗的优势，保障了大量数据的高速、准确传输；无线通信则凭借灵活部署的特点，实现对偏远区域设备的有效覆盖。该网络能够实时、无误地将感知层采集的数据上传至控制层，同时将控制指令迅速下达至执行设备，确保整个电力自动化系统信息流通顺畅，实现高效协同运作。

1.3 控制层：智能决策与执行系统

控制层是电力自动化技术体系架构的“大脑”，智能决策与执行系统是关键所在。它接收来自通信层的数据，运用先进的算法和模型进行深度分析，实现对配网运行状态的精准评估与故障预测。基于分析结果，智能决策系统能够快速制定科学合理的控制策略，如负荷调整、设备启停等。执行系统则迅速将决策指令转化为实际操作，精准控制各类电力设备。智能决策与执行系统的高效配合，使配网能够根据实时情况自动调整运行方式，提升供电可靠性与运行效率^[1]。

2 配网电力工程自动化施工的关键技术

2.1 馈线自动化（FA）技术

馈线自动化技术是配网电力工程自动化施工的关键技术之一，对提升配网供电可靠性和运行效率意义重大。（1）馈线自动化技术具备故障快速定位与隔离能力。在配网运行中，一旦发生故障，该技术能借助安装在馈线上的智能终端设备，迅速感知故障特征信息，并通过通信网络将数据传输至主站系统。主站系统依据预设算法精准定位故障位置，随后自动控制相关开关设备，将故障区域从电网中隔离出来，避免故障范围扩大，减少停电面积。（2）它可实现非故障区域的快速恢复供电。在完成故障隔离后，馈线自动化技术能够自动分析电网拓扑结构和负荷情况，通过调整开关状态，重新构建供电路径，使非故障区域在最短时间内恢复供电，大大缩短了用户停电时间，提高了供电可靠性。（3）馈线自动化技术还具有实时监测与运行优化功能。它可以对馈线的运行参数，如电压、电流、功率等进行实时监测，及时发现电网运行中的潜在问题，并根据监测数据对电网运行方式进行优化调整，提高电网的运行效率和经济性，保障配网电力工程自动化施工后的电网

稳定、高效运行。

2.2 配电管理系统（DMS）集成技术

配电管理系统（DMS）集成技术是配网电力工程自动化施工的核心支撑技术，它通过整合多种功能模块，实现对配电网的全面监控、优化运行与高效管理。（1）DMS集成技术实现了数据的高度融合。它能够汇聚来自不同设备、不同系统的海量数据，如变电站的实时运行数据、馈线终端的监测信息、用户用电数据等。通过对这些多元数据的集中处理与分析，为管理人员提供全面、准确的电网运行态势感知，打破信息孤岛，使决策更具科学性和精准性。（2）该技术具备强大的调度与控制功能。基于集成后的数据，DMS可以对配电网中的开关设备、分布式电源等进行远程操作与实时调控。在故障发生时，能迅速制定最优的故障隔离与供电恢复方案，快速响应电网变化，保障供电的连续性和稳定性。（3）DMS集成技术还支持配电网的规划与优化。它利用先进的算法和模型，对电网的结构、负荷分布等进行模拟分析，为配电网的升级改造、设备选型等提供合理建议，提高电网的规划水平和运行效率，降低建设和运营成本，推动配网电力工程自动化施工向智能化、精细化方向发展。

2.3 通信网络技术

通信网络技术是配网电力工程自动化施工的神经中枢，承担着数据准确、快速传输的重任，对保障整个配网自动化系统的稳定运行起着关键作用。（1）通信网络技术实现了设备间的实时互联互通。在配网自动化系统中，分布着众多的智能终端设备，如馈线终端单元（FTU）、配电变压器监测终端（TTU）等。通信网络技术就像一条无形的信息高速公路，将这些设备紧密连接起来，使它们能够实时交换运行数据、状态信息等，让调度中心可以全面、及时地掌握配网的运行状况。（2）它具备高可靠性和抗干扰能力。配网运行环境复杂，存在各种电磁干扰和外界因素影响。先进的通信网络技术采用了多种抗干扰措施和冗余设计，如光纤通信具有抗电磁干扰、传输容量大等优点，能够确保在恶劣环境下数据传输的稳定性和准确性，避免因通信故障导致系统失控。（3）通信网络技术还支持多种业务的高效传输。除了基本的监控数据，还能满足视频监控、语音通信等多媒体业务的传输需求。随着智能电网的发展，对通信网络的带宽和传输速度提出了更高要求，通信网络技术不断升级，为配网自动化施工向智能化、信息化迈进提供了坚实的通信保障。

2.4 智能终端设备技术

智能终端设备技术是配网电力工程自动化施工的关键要素，犹如系统的“神经末梢”，为配网的高效运行与智能管理提供着精准且全面的数据支撑与控制执行能力。（1）智能终端设备具备强大的数据采集功能。它们能够实时、精确地采集配网中的各类电气参数，如电压、电流、功率因数等，还能监测设备的运行状态，像开关的分合位置、变压器的油温等。这些丰富且准确的数据为配网的运行分析、故障诊断提供了基础，让管理人员能及时掌握电网的实时动态。（2）智能终端设备拥有高效的数据处理与通信能力。内置的智能芯片可对采集到的数据进行初步处理和分析，提取关键信息，减少无效数据的传输。同时，借助先进的通信模块，能快速、稳定地将数据上传至主站系统，并接收主站下达的控制指令，实现与上级系统的无缝对接和信息交互。（3）智能终端设备具有可靠的执行控制功能。在接收到主站的指令后，能够迅速、准确地执行开关操作、负荷调整等控制任务，确保配网在故障发生时能快速隔离故障区域，恢复正常区域供电，提高供电可靠性和系统的自动化水平，推动配网电力工程自动化施工向更高层次发展。

2.5 分布式能源接入与协调控制技术

（1）分布式能源接入技术为多元能源入网搭建桥梁。在配网电力工程自动化施工背景下，太阳能、风能、生物质能等分布式能源蓬勃发展。该技术通过采用先进的电力电子变换装置，如逆变器、整流器等，能将不同特性、不同电压等级的分布式能源输出转化为符合配网要求的电能形式，实现安全、高效接入。同时，配套的接入检测与保护装置，可实时监测接入点的电气参数，在出现故障时迅速切断电路，保障配网和分布式能源设备的安全。（2）协调控制技术实现能源的优化调配。面对分布式能源发电的间歇性和不确定性，此技术借助智能传感器和高速通信网络，实时采集分布式能源的发电功率、配网的负荷需求以及电网的运行状态等信息。基于这些数据，运用先进的控制算法和优化模型，对分布式能源的出力进行动态调整，使其与配网的供电计划相契合，实现能源的最大化利用和供需平衡。（3）该技术增强了配网的稳定性和可靠性。通过协调控制分布式能源与配网的互动，在配网出现故障或负荷突变时，分布式能源可快速响应，提供辅助支撑，减少停电范围和停电时间，提升配网应对突发事件的能力，推动配网电力工程自动化施工向智能化、绿色化迈进^[2]。

3 电力工程自动化施工技术的发展趋势

3.1 智能电网与分布式能源的深度整合

智能电网与分布式能源的深度整合是电力工程自动化施工的关键发展方向。智能电网具备强大的信息感知、传输与分析能力，分布式能源如太阳能、风能等具有分散式、间歇性的特点。二者深度整合后，智能电网可实时监测分布式能源的发电状态，依据电网负荷需求，精准调控分布式能源的出力，实现能源的优化配置。同时，借助先进的电力电子技术和储能装置，解决分布式能源接入带来的电压波动、频率不稳定等问题，保障电网的安全稳定运行。此外，整合后的系统还能促进能源的双向流动，用户既可作为能源消费者，又能成为能源生产者，形成互动化的能源供需模式，推动电力工程向更加灵活、高效、可持续的方向发展，提升能源利用效率，减少对传统能源的依赖。

3.2 数字化孪生与BIM技术的全生命周期应用

数字化孪生与BIM技术在电力工程自动化施工中的全生命周期应用前景广阔。在规划阶段，BIM技术通过构建三维模型，直观展示电力工程的布局和结构，辅助进行方案优化和碰撞检测，提前发现设计问题。数字化孪生则可模拟不同规划方案下的电网运行情况，为决策提供科学依据。施工阶段，BIM模型与施工进度、成本等信息关联，实现施工过程的可视化管理，提高施工效率和质量。数字化孪生实时采集施工数据，与虚拟模型对比分析，及时调整施工策略。运营阶段，二者结合可对电力设备进行实时监测和故障预测，提前安排维护计划，降低运维成本。全生命周期的应用有助于实现电力工程的精细化管理，提升整体效益。

3.3 机器人与无人机的规模化协同作业

机器人与无人机的规模化协同作业将成为电力工程自动化施工的重要趋势。在电力巡检中，无人机具有飞行灵活、视野广阔的优势，可快速覆盖大面积区域，对输电线路、变电站等进行外观检查和初步故障判断。机器人则凭借其高精度操作和稳定性能，深入到复杂环境或危险区域，如高压设备内部、电缆隧道等，进行详细检测和维修作业。二者协同工作时，无人机可先进行大面积巡查，发现疑似故障点后，引导机器人前往进行精准处理。同时，通过5G等通信技术实现数据实时传输和

共享，让后方人员能够及时掌握现场情况并下达指令。规模化协同作业将大大提高电力工程巡检和维护的效率与安全性，减少人工干预和劳动强度。

3.4 绿色施工技术与自动化的深度融合

绿色施工技术与自动化的深度融合是电力工程顺应可持续发展要求的必然选择。在施工过程中，自动化技术可优化施工流程，减少能源消耗和废弃物产生。例如，采用自动化控制的混凝土搅拌设备，精确控制原材料配比，提高材料利用率，减少浪费。同时，自动化施工机械可根据施工环境和任务需求，自动调整工作模式，降低能耗。绿色施工技术则注重施工过程中的环境保护，如采用低噪音、低排放的施工设备，减少对周边环境的干扰。通过将绿色施工理念融入自动化控制系统中，实现对施工过程的全方位监控和管理，确保施工活动符合环保要求。这种深度融合不仅能提升电力工程的经济效益，还能实现社会效益和环境效益的最大化，推动电力行业向绿色、低碳方向转型^[3]。

结束语

在电力工程领域，配网电力工程自动化施工技术已成为推动行业发展的核心力量。智能电网与分布式能源的深度整合，让能源利用更高效、清洁；数字化孪生与BIM技术的全生命周期应用，实现了工程全流程的精细管控；机器人与无人机的协同作业，提升了施工与运维的安全性和效率；绿色施工技术与自动化的融合，契合了可持续发展的时代需求。未来，随着科技的不断进步，配网电力工程自动化施工技术将持续创新升级，为构建更加智能、高效、绿色的电力网络提供坚实支撑，助力电力行业迈向新的发展高度。

参考文献

- [1]王鲁平.配网电力工程自动化施工技术探析[J].电力设备管理,2025,(04):231-233.
- [2]张昱.新时期配网电力工程自动化施工管理技术[J].自动化应用,2023,64(S2):144-146.
- [3]徐辉,吴琦.关于电力工程配网自动化技术研究[J].电工技术,2024,(S2):536-538+541.