

供用电技术之电气工程电气自动化应用

陈泽雄 范宏杰

广西振安电力工程监理有限公司 广西 南宁 530000

摘要：电气工程电气自动化凭借其高效、精准、智能的特性，成为推动电力行业升级的关键力量。本文围绕供用电技术中电气工程电气自动化的应用展开研究。阐述了电气自动化技术的定义、发展历程与核心特点，深入分析PLC技术、传感器与检测技术等关键技术。详细探讨其在发电、输电、配电、用电等环节的具体应用，包括发电调度自动化、电网调度与控制、配电自动化系统等。同时，展望了电气自动化在供用电技术中的发展趋势，如技术智能化升级、系统集成优化等，旨在为推动供用电技术的发展与电气自动化的深度应用提供理论参考。

关键词：供用电技术；电气工程；电气自动化；应用

引言：在能源需求日益增长与电力行业快速发展的背景下，供用电技术的高效性、稳定性成为行业关注焦点。电气自动化技术凭借其自动化、智能化优势，逐渐成为供用电领域变革的关键力量。它不仅能够提升电力系统运行效率，还能增强电力供应的可靠性与安全性。从发电到用电的各个环节，电气自动化技术都发挥着不可替代的作用。然而，目前对于其在供用电技术中应用的系统性研究仍有不足。在全面剖析电气自动化技术在供用电技术中的应用现状与发展趋势，为行业技术创新与实践提供支撑。

1 电气自动化技术概述

1.1 电气自动化技术的定义与内涵

电气自动化技术是以电子技术、计算机技术、自动控制理论为基础，实现对电气系统自动监测、控制与优化的综合性技术。它通过各类传感器、控制器与执行机构，替代人工完成电力系统的运行操作，能实时采集数据、分析状态并精准调控，使电力设备在高效、安全状态下运行。其内涵不仅涵盖硬件设备的自动化控制，还包括软件系统的数据处理与智能决策，是现代工业与电力领域不可或缺的关键技术。

1.2 电气自动化技术的发展历程

电气自动化技术的发展经历了多个阶段。早期，简单继电器与接触器构成的控制系统开启了电气自动化的萌芽；随着电子技术发展，半导体器件应用使系统性能提升；计算机技术的融入，推动电气自动化进入数字化时代，可编程逻辑控制器（PLC）广泛应用；如今，在人工智能、物联网等新兴技术驱动下，电气自动化朝着智能化、网络化方向迈进，实现了从局部控制到全局协同的跨越。

1.3 电气自动化技术的核心特点

电气自动化技术具有显著特点。其一，自动化程度高，可减少人工干预，降低人为失误，保障电力系统稳定运行；其二，实时性强，能快速响应系统变化，及时调整运行参数；其三，集成性好，可将不同功能模块整合，实现资源共享与协同运作；其四，智能决策能力突出，借助大数据分析 with 算法模型，对系统状态进行预判，提前制定应对策略，提升电力系统的可靠性与经济性^[1]。

2 电气自动化技术在供用电技术中的关键技术

2.1 PLC 技术

PLC（可编程逻辑控制器）是一种专为工业环境设计的数字运算操作电子系统。它采用可编程存储器，在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式或模拟式的输入/输出接口，控制各种类型的机械或生产过程。在供用电技术中，PLC技术常用于电力设备的顺序控制与逻辑调节。例如，变电站内开关设备的分合闸操作、电容器组的投切控制等，通过预先编写的程序，实现自动化运行，提升控制的准确性与可靠性，同时减少人工操作风险，保障电力系统安全稳定运行。

2.2 传感器与检测技术

传感器与检测技术是电气自动化获取信息的“眼睛”。各类传感器如电压传感器、电流传感器、温度传感器等，能够将电力系统中的物理量、电气量转换为电信号或数字信号。在供用电系统中，通过这些传感器实时采集线路电压、电流、设备温度等参数，为系统运行状态监测与故障诊断提供数据支持。例如，在输电线路中，利用光纤传感器检测线路温度与应力变化，及时发现线路过载、覆冰等隐患；在配电变压器中，通过油中气体传感器监测设备内部故障，提前预警潜在风险，保障电力设备安全可靠运行。

2.3 通信技术

通信技术是实现供用电系统信息交互与远程控制的“神经网络”。在电气自动化中,常用的通信技术包括光纤通信、无线通信、电力线载波通信等。光纤通信凭借其高速率、大容量、抗干扰能力强的特点,广泛应用于电网调度与控制中心的数据传输;无线通信则为分布式电源接入、智能电表数据采集提供了灵活便捷的通信方式;电力线载波通信利用电力线路传输信号,降低了通信成本。通过这些通信技术,实现了电力系统各环节数据的实时传输与共享,支撑远程监控、集中管理等功能,提升了电力系统的智能化水平与协同运行能力。

2.4 人工智能与大数据技术

人工智能与大数据技术赋予电气自动化系统“智慧大脑”。大数据技术能够对供用电系统中海量的运行数据进行存储、处理与分析,挖掘数据背后的规律与价值。而人工智能算法如机器学习、深度学习等,可基于大数据分析结果,实现电力负荷预测、故障诊断与定位、运行优化决策等功能。例如,通过对历史用电数据的学习,预测未来用电负荷,合理安排发电计划;利用深度学习算法对电力设备的振动、声音等数据进行分析,精准识别设备故障类型与程度,实现故障的早期预警与快速处理,提升供用电系统的智能化管理水平与运行效率。

3 电气自动化技术在供用电技术各环节的应用

3.1 发电环节

3.1.1 发电调度自动化

发电调度自动化依托电气自动化技术,构建起一套高效、智能的电力生产指挥系统。该系统通过通信网络实时采集各发电厂的机组运行参数、电网负荷数据等信息,利用先进的算法和模型对电力供需进行精准分析与预测。在此基础上,自动生成发电计划,合理分配各机组的发电任务,使发电设备在最优工况下运行。例如,在水电、火电、风电等多能源协同发电场景中,调度自动化系统可根据天气、水文等条件,动态调整不同电源的发电比例,保障电力稳定供应的同时,实现能源的优化配置与高效利用。

3.1.2 智能发电设备控制

智能发电设备控制借助电气自动化技术,实现对发电机组及相关设备的精细化、智能化管理。通过各类传感器实时监测设备的温度、压力、振动等运行状态参数,将数据传输至控制系统。控制系统基于预设规则与算法,对设备进行自动调节与控制。比如,在火电机组中,智能控制系统可根据蒸汽温度、压力变化,自动调

整燃料供给量和汽轮机转速,确保机组稳定运行;同时,利用故障诊断技术对设备潜在问题进行预判,提前安排检修维护,减少设备故障停机时间,提高发电设备的可靠性与运行效率,保障发电环节的持续稳定供电。

3.2 输电环节

3.2.1 电网调度与控制

电网调度与控制是保障输电环节稳定运行的核心。电气自动化技术构建起智能电网调度系统,通过通信网络实时采集各区域电网的电压、电流、功率等运行数据,运用高级分析软件对电网整体运行状态进行评估与预测。当电网出现负荷波动、潮流异常时,调度系统可迅速做出决策,自动调整变压器分接头、控制无功补偿设备投切,优化电网运行方式。例如,在跨区域输电场景中,智能调度系统能根据不同地区的用电需求,合理分配输电功率,避免局部电网过载,实现电网资源的高效配置与稳定运行。

3.2.2 输电线路监测与故障诊断

电气自动化技术通过安装在线监测装置,如分布式光纤传感器、无人机巡检系统等,实时获取输电线路的温度、弧垂、覆冰、绝缘子状态等信息。一旦线路出现异常,系统立即启动故障诊断程序,利用故障测距算法和专家系统,快速定位故障点并分析故障类型。例如,当线路发生短路故障时,监测系统可在毫秒级时间内检测到电流突变,结合历史数据和运行环境信息,准确判断故障位置,为检修人员提供精准指引,大幅缩短故障处理时间,降低停电损失^[2]。

3.3 配电环节

3.3.1 配电自动化系统

配电自动化系统是电气自动化技术在配电环节的核心应用,旨在提升配电网的可靠性与运行效率。该系统通过部署大量的馈线终端单元(FTU)、配电终端单元(DTU)等设备,实时采集配电网的电压、电流、开关状态等数据,并借助通信网络将信息上传至主站系统。主站利用先进的分析算法,对配电网运行状态进行评估与预测,当发生故障时,可自动定位故障区段,隔离故障点并恢复非故障区域供电。

3.3.2 智能配电设备应用

智能配电设备应用是配电环节实现自动化与智能化的重要支撑。诸如智能断路器、智能变压器、智能电容器等设备,集成了传感、通信与控制功能。智能断路器可根据线路电流、温度等参数,自动判断故障并执行分合闸操作;智能变压器通过内置传感器实时监测油温、绕组温度等数据,实现运行状态的在线评估与寿命

预测；智能电容器则能根据电网无功需求，自动投切补偿容量，优化电能质量。这些智能配电设备通过物联网技术互联互通，形成协同工作网络，有效提升配电系统的智能化管理水平，降低运维成本，保障电力安全、稳定、高效地分配至终端用户。

3.4 用电环节

3.4.1 智能电表与用电信息采集

智能电表是用电信息采集的核心设备，融合了电气自动化技术与通信技术。它不仅能精准计量用户的用电量，还可实时采集电压、电流、功率因数等用电参数，并通过电力线载波、无线通信等方式，将数据自动上传至电力公司的用电信息采集系统。借助该系统，电力企业能够对用户用电数据进行深度分析，掌握用户用电规律，实现远程抄表、电费结算、负荷预测等功能。

3.4.2 智能家居与用电自动化

智能家居与用电自动化依托电气自动化技术，将家庭用电设备智能化连接与控制。通过智能插座、智能开关、智能家电等设备，结合物联网与移动互联网技术，用户可通过手机 APP、语音助手等远程控制家电设备的开关、调节运行模式，实现个性化用电。例如，用户可设定空调在下班前自动开启，热水器在夜间低谷电价时段加热；智能系统还能根据室内环境参数，自动调节照明亮度、通风设备运行状态，实现节能降耗。

4 电气自动化在供用电技术中的发展趋势

4.1 技术创新与智能化升级

在科技飞速发展的当下，电气自动化技术正朝着深度创新与智能化方向迈进。一方面，人工智能、机器学习算法深度融入，使电力系统具备强大的数据分析与自主决策能力，能够精准预测负荷变化、设备故障，实现主动运维与智能调控。另一方面，边缘计算技术的应用，让数据处理更接近终端，减少传输延迟，提升系统响应速度。

4.2 系统集成与协同优化

未来供用电系统将打破各环节间的壁垒，实现更高效的集成与协同。通过构建统一的数据中台与通信网络，整合发电、输电、配电、用电等环节的数据资源，使电力系统各部分信息实时共享、协同运作。在源网荷

储一体化项目中，电气自动化技术可协调电源侧、电网侧、负荷侧与储能设备的运行，根据实时供需动态调整发电计划与用电策略，优化能源配置。

4.3 应用场景的多元化拓展

电气自动化技术的应用场景将不断突破传统边界，向更多领域延伸。在工业领域，它助力智慧工厂实现电力系统的精细化管理与节能降耗；在交通领域，可用于电动汽车充电网络的智能调控与充电桩群优化布局。在城市建设中，智能楼宇、智慧社区的电力系统依托电气自动化技术，实现照明、空调等设备的自动控制与能源管理。

4.4 标准化与安全性的强化

随着电气自动化系统的复杂度与智能化程度不断提升，标准化与安全性成为发展的重中之重。行业将加速制定统一的技术标准、通信协议与接口规范，确保不同厂商设备与系统间的兼容性与互操作性，降低集成成本与技术风险。面对日益严峻的网络安全威胁，电力系统将构建多层次的安全防护体系，通过加密技术、身份认证、入侵检测等手段，保障数据传输与系统运行的安全，防止黑客攻击、数据泄露等事件发生，为供用电系统的稳定运行筑牢安全防线^[1]。

结束语

综上所述，电气自动化技术深度融入供用电技术各环节，从发电调度自动化到智能家居用电管理，极大^[2]提升了电力系统的运行效率、可靠性与智能化水平。其关键技术的创新应用，有效解决了电力生产、传输、分配和使用中的诸多难题。随着技术创新、系统集成、场景拓展与安全强化等趋势的推进，电气自动化将持续推动供用电领域变革。

参考文献

- [1]吴增伟,孙吉杰,吴倩.电气工程中电气自动化的应用研究[J].南方农机,2020,51(2):214-215
- [2]周立锋.电气工程自动化技术在电气工程中的应用[J].名城绘,2020(6):189-191
- [3]丁明亮.电气工程及其电气自动化控制系统应用研究[J].2020.235-236