

电力工程中的电力自动化技术应用

张 偲

淳安县电力实业有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：电力工程在现代社会能源供应中占据关键地位，电力自动化技术的应用日益广泛且深入。本文详细阐述了电力自动化技术的理论基础，涵盖现代电子信息与处理技术、网络通信技术等，综合分析其特性。深入探讨电网调度自动化、变电站自动化等主要技术领域，以及现场总线、主动对象数据库等具体技术应用。同时剖析了该技术应用面临的电力系统大数据处理、分布式能源协调等挑战，并提出加强研发、构建安全防护体系与推进标准化等应对策略，为电力自动化技术的持续发展提供全面参考。

关键词：电力工程；中的电力；自动化；技术应用

引言：随着社会经济的飞速发展，电力需求持续攀升且对供电质量和可靠性要求愈发严苛。电力自动化技术作为提升电力工程效能的关键手段应运而生。其以现代电子信息处理技术与网络通信技术为依托，具备高效、精准、智能等综合特性。在电网调度、变电站、配电网及计量等多个领域发挥着重要作用，众多具体技术如现场总线、光纤传感器等的应用不断推动电力工程向智能化、自动化迈进。然而，在应用过程中也面临着诸多挑战，亟待深入研究并探寻有效的应对之策。

1 电力自动化技术的理论基础

1.1 现代电子信息与电子处理技术

现代电子信息与电子处理技术是电力自动化的核心基石。在电力系统中，各类传感器广泛分布，它们能够精准地采集电压、电流、功率等多种电力参数信息，这些信息以电信号形式传输。而电子处理技术则对这些原始信号进行高速处理，如通过模数转换器将模拟信号转换为数字信号，再运用先进的数字信号处理算法对数据进行滤波、分析与运算，从而提取出有价值的电力系统运行状态信息，为后续的控制决策提供可靠依据，保障电力系统稳定、高效地运行。

1.2 网络通信技术

它构建起电力系统各个环节间的信息传输通道，实现数据的快速、准确传递。无论是发电厂、变电站、配电站之间，还是与控制中心之间，都依赖网络通信技术进行信息交互。例如，采用光纤通信可实现大容量、高速率的数据传输，满足电力系统对实时性和准确性的要求。通过网络通信协议，如 IEC 61850 等标准协议，确保不同厂家设备间的互联互通，使电力系统能实现远程监控、调度指挥以及故障信息的及时上报与处理，极大地提高了电力系统的运行管理效率^[1]。

1.3 电力自动化技术的综合特性

其具备高度的实时性，能够对电力系统瞬间的参数变化和运行状态改变作出即时响应，如在故障发生的瞬间就能启动保护与控制措施。准确性方面，凭借精密的传感器和先进的信息处理技术，可精确测量和分析电力数据，为运行决策提供精确指导。可靠性是其关键特性，即使在复杂恶劣的电力环境下，也能稳定运行，减少误动作，确保电力系统的持续供电，电力自动化技术还具有智能性，可依据预设的规则和算法自动优化电力系统的运行方式，提高能源利用效率，降低运维成本，适应现代电力工程智能化发展的需求。

2 电力自动化技术领域

2.1 电网调度自动化

通过对电力系统各元件运行数据的实时采集，如各发电厂的发电功率、各变电站的电压电流等信息，利用先进的计算机算法和模型进行分析处理，从而实现全网运行状态的精确监视。在调度决策方面，它能根据负荷预测结果和系统当前运行状况，制定最优的发电计划与调度方案，合理分配电力资源，确保电力供需平衡。例如，在用电高峰时，调度自动化系统可指挥发电厂增加发电出力，协调不同区域间的电力传输，有效避免大面积停电事故的发生，同时还能对电网的故障进行快速诊断与定位，及时采取措施恢复供电，极大地提高了电网运行的可靠性、经济性和灵活性。

2.2 变电站自动化

变电站自动化将传统变电站的二次设备进行了全面整合与智能化升级。在继电保护功能上，采用微机保护装置，能够快速准确地检测电力系统故障，并及时切除故障设备，保护电力设备和人员安全。其监控系统可对变电站内的各种设备运行参数进行实时采集与监控，

如变压器油温、断路器状态等,工作人员通过远程监控终端就能清晰掌握变电站的运行情况,并能实现远程操作,如远程分合闸等,提高了运维效率,变电站自动化系统利用先进的通信网络,如以太网,实现了站内信息的高速共享与传输,为变电站的智能化管理和与上级调度系统的协同工作奠定了基础,减少了人工干预,降低了运维成本,提升了变电站运行的稳定性和可靠性。

2.3 配电网自动化

它通过在配电网中广泛部署智能终端设备,实现对配电网运行数据的全面监控,包括线路电流、电压、功率因数等参数的实时监测。当配电网发生故障时,如线路短路或断路,配电网自动化系统能够利用故障定位算法迅速确定故障位置,通过自动隔离故障区域,减少故障停电范围,并快速恢复非故障区域的供电,有效缩短停电时间。此外,配电网自动化还具备负荷管理功能,可根据不同时段用电需求,对负荷进行合理分配与控制,优化配电网的运行方式,提高电力资源的利用效率,同时也为分布式能源接入配电网提供了良好的技术支撑,促进了配电网的智能化发展,更好地满足现代社会多样化的用电需求。

2.4 计量自动化

通过安装在用户端和电力系统各个环节的智能电表等计量设备,准确测量电能的使用量,并实时记录相关数据,如用电量、用电时间、功率因数等。这些数据通过通信网络传输到电力企业的数据中心,为电费结算提供了精确依据,确保电费计算的公平公正,计量自动化系统还具备数据分析功能,能够对用户的用电行为进行分析,如识别用电高峰和低谷时段、异常用电情况等,为电力企业制定营销策略、优化电力资源配置提供数据支持^[2]。

3 电力自动化技术的具体应用

3.1 现场总线技术

它构建了一种数字化、双向传输的通信网络,连接着电力系统中的各种智能设备,如智能传感器、执行器和控制器等。在变电站中,现场总线可实现对一次设备和二次设备的高效通信,将设备的运行状态、故障信息等实时传输给监控系统,同时接收控制指令并准确执行。与传统布线方式相比,它大大减少了电缆的使用量,降低了布线成本和系统复杂度,提高了系统的可靠性和可维护性。

3.2 主动对象数据库技术

在电力系统运行过程中,会产生海量的数据,主动对象数据库能够主动地对这些数据进行监测和处理。它

可以根据预先设定的规则和事件条件,自动触发相应的操作,如当电力系统中的某个参数超出正常范围时,主动对象数据库能迅速启动报警程序并记录相关数据,为故障诊断提供有力支持。与传统数据库相比,其主动性和实时性更强,能更好地适应电力系统快速变化的需求。在电力系统的调度自动化中,利用该技术可对负荷预测数据、发电计划数据等进行动态管理,及时根据实际情况调整策略,提高电力资源的调配精度和系统运行的稳定性,有效保障电力供应的安全可靠,同时也为电力系统的智能化决策提供了坚实的数据基础。

3.3 光纤传感器技术

它利用光纤对电力系统中的物理量进行感知和测量,如电流、电压、温度等。光纤传感器具有极高的灵敏度,能够精确检测微小的电力参数变化,在电力设备的状态监测中发挥着关键作用。例如,在变压器内部温度监测方面,光纤传感器可以深入到变压器绕组等关键部位,实时获取温度数据,提前预警过热故障,避免因过热导致的设备损坏和停电事故。其抗电磁干扰能力强,在高电压、强磁场的电力环境中能稳定工作,保证测量数据的准确性。此外,光纤传感器体积小、重量轻,易于安装和分布式部署,可对电力线路进行长距离、多点的连续监测,为电力系统的安全运行提供全方位、高精度的监测手段,有助于提高电力系统的可靠性和运维水平。

3.4 无线通信技术

在电力系统的配电网自动化中,无线通信技术为智能终端设备提供了便捷的通信方式。例如,分布在配电网各个节点的智能电表、故障指示器等设备可通过无线通信网络将数据传输到控制中心,实现对配电网运行状态的实时监控和远程管理。在电力巡检方面,工作人员利用手持终端结合无线通信技术,可快速获取电力设备的运行信息和历史数据,及时发现设备隐患并上传巡检报告,提高了巡检效率和质量,无线通信技术还可应用于分布式能源接入电力系统的通信环节,实现分布式电源与电网之间的信息交互与协调控制。虽然无线通信面临信号干扰等问题,但随着技术的不断发展,如5G等高速、低延迟无线技术的应用,将进一步提升电力自动化系统的灵活性和智能化程度,推动电力行业的创新发展。

3.5 智能电力传感器

它集成了多种先进技术,不仅能够高精度地测量电力参数,如电压、电流、功率因数等,还具备数据处理和通信功能。在电力系统的各个环节,智能电力传感器

可对电力设备的运行状态进行实时监测和分析。例如,在变电站中,智能电力传感器安装在一次设备上,能够实时采集设备的电气参数和非电气参数,如设备的振动、温度等信息,并将这些数据进行整合处理后传输给监控系统。通过对数据的深度分析,可以预测设备可能出现的故障,提前安排维护计划,降低设备故障率,提高电力系统的可靠性。

3.6 电力负荷管理系统

该系统通过对电力用户负荷数据的实时采集和分析,如工业用户、商业用户和居民用户的用电功率、用电时间等信息,能够精准地掌握电力负荷的分布和变化规律。在负荷预测方面,利用历史数据和实时数据,结合先进的预测模型,可对未来一段时间内的电力负荷进行准确预测,为电力企业制定发电计划和调度方案提供重要参考。在负荷控制环节,当电力系统面临高峰负荷压力或电力供应紧张时,电力负荷管理系统可根据预设的策略,对部分可中断负荷或非关键负荷进行有序控制,如通过远程信号控制工业用户的部分设备暂停运行或调整居民用户的用电功率限制,以平衡电力供需关系,避免电网因过载而发生故障,保障电力系统的安全稳定运行,同时也有助于提高电力资源的利用效率和电力企业的经济效益。

4 电力自动化技术应用面临的挑战与应对策略

4.1 技术难题与挑战

4.1.1 电力系统大数据处理与信息安全问题

电力系统运行中各类监测、计量设备持续产生海量数据,数据类型复杂多样且增长迅猛。传统数据处理手段难以满足对其高效存储、快速分析挖掘的需求,电力数据涉及众多敏感信息,在网络环境下,易遭受黑客攻击、恶意软件入侵等威胁,信息泄露风险极高,一旦被破坏,将严重影响电力系统的稳定运行与社会正常用电秩序。

4.1.2 智能电网环境下多种分布式能源接入与协调控制的复杂性

智能电网中,风能、太阳能等分布式能源接入规模不断扩大。这些能源受自然条件影响,具有间歇性、波动性和不确定性。大规模接入后,电网的功率平衡难以维持,电压和频率调节难度增大,电能质量易受干扰。且不同分布式能源的发电特性各异,如何实现它们与电网之间以及彼此之间的协调配合,是当前面临的棘手难题,对电网的稳定运行构成巨大挑战。

4.1.3 电力自动化设备的兼容性与标准化问题

市场上电力自动化设备生产厂家众多,各厂家在设备设计、研发过程中缺乏统一标准。导致不同厂家的设备在硬件接口、通信协议、数据格式等方面存在显著差异。这使得在构建电力自动化系统时,设备间的互联互通困难重重,系统集成与调试周期长、成本高,设备的更新换代与维护也极为不便,严重制约了电力自动化技术的推广应用与整体发展。

4.2 应对策略

4.2.1 加强技术研发与创新投入

持续加大对电力自动化关键技术的资金与人力投入。鼓励科研机构与企业合作,聚焦大数据处理算法优化、智能电网控制策略创新以及新型自动化设备研制等方面。设立专项研发基金,培养跨学科专业人才,促进产学研深度融合,加速技术突破与成果转化,以提升电力自动化技术应对复杂电力工程需求的能力,推动行业技术升级^[3]。

4.2.2 建立健全电力信息安全防护体系

制定全面的电力信息安全法规与标准,规范数据加密、访问授权、网络监测等流程。采用先进的防火墙、入侵检测与数据加密技术,构建多层次防护架构。定期开展信息安全演练与评估,及时发现并修补漏洞。加强员工信息安全培训,提高安全防范意识,从技术、管理与人员多维度保障电力系统数据安全,抵御网络攻击,确保电力自动化系统稳定可靠运行。

结束语

在电力工程领域,电力自动化技术已成为推动行业进步与发展的核心力量。通过对其在各环节及多种技术层面的应用阐述,可见其显著提升了电力系统的可靠性、效率与智能化水平。然而,面对不断涌现的新挑战,如大数据处理、分布式能源融合等,持续的技术创新与完善势在必行。未来,随着科技的深度赋能,电力自动化技术必将在电力工程中绽放更耀眼光芒,助力构建更安全、高效、智能且可持续的电力能源体系,满足社会日益增长的电力需求并引领行业迈向新高度。

参考文献

- [1]李瑞华.电气自动化控制技术在电力系统中的应用[J].南方农机,2020,51(5):235.
- [2]丁蕴函.电气自动化在电力系统运行中的应用探究[J].科技创新与应用,2020(3):179-180.
- [3]刘俊碧.电力系统运行中电气自动化技术的应用策略[J].通信电源技术,2020,37(2):112-113.