

谈电力工程输配电与用电工程自动化

郭玉婷 刘亮亮

国网平凉供电公司 甘肃 平凉 744000

摘要：在能源需求持续增长与电力技术飞速发展的背景下，电力工程输配电与用电工程自动化成为行业焦点。本文阐述了输配电、用电工程及自动化概念，分析了智能监测与控制、智能电网、分布式能源与微电网、人工智能与大数据等技术在电力工程中的应用。针对提升电力工程输配电与用电工程自动化水平，提出强化技术创新与研发投入、加强人才培养与团队建设、优化管理体系与运营模式、完善安全保障与风险防控等策略。旨在推动电力工程自动化发展，提高电力系统运行效率、可靠性与智能化水平，实现电力行业可持续发展。

关键词：电力工程输配电；用电工程；自动化技术应用；策略

引言：输配电承担电能传输分配重任，用电工程满足多样需求，自动化技术则贯穿二者各环节，提升效率与可靠性。当前智能监测、智能电网、分布式能源与微电网、人工智能与大数据等技术不断融入，为电力工程自动化带来新机遇。然而，要实现电力工程自动化高效发展，仍面临诸多挑战。

1 电力工程输配电与用电工程及自动化概念

1.1 电力工程输配电概念

电力工程输配电承担着电能传输与分配的核心功能。输配电工程涵盖输电系统与配电系统两大部分。输电系统主要负责将发电厂产生的大量电能，通过高压输电线路远距离输送至各个区域。如我国的西电东送工程，通过建设超高压、特高压输电线路，将西部丰富的水电、火电资源输送到东部电力需求旺盛地区，实现了能源的跨区域优化配置。输电线路的电压等级越高，电能传输过程中的损耗就越低，输送距离也越远。配电系统则是将输电系统输送过来的电能，经过降压处理后，按照不同用户的需求，分配到千家万户、工厂企业以及各类公共设施。配电系统包括变电站、配电变压器、配电线路等设备，其作用是将高压电能转换为适合用户使用的低压电能。

1.2 用电工程概念

用电工程是指电力用户对电能进行使用和消耗的相关设施与活动的总和。它以满足不同用户的多样化用电需求为核心目标，涉及到工业、商业、居民生活等各个领域。在工业领域，用电工程为各类生产设备提供动力支持，如钢铁厂的炼钢设备、电子厂的精密仪器等，其用电需求大且对供电稳定性要求极高；商业领域中，商场、写字楼等场所的照明、空调、电梯等设备构成了商业用电工程的主要部分，对电能质量和供电可靠性也有

着较高的要求；居民生活用电工程则涵盖了家庭中的照明、家电使用等，随着生活水平的提高，居民用电设备不断增多，对用电的便捷性和安全性需求也日益增长。用电工程不仅包括各类用电设备的安装与运行，还涉及到用电负荷的管理、电能计量以及用电安全保障等多方面内容，是电力系统与用户之间的重要连接环节。

1.3 自动化概念及在电力工程中的应用

自动化是指在没有人或较少人的直接参与下，机器设备、生产过程、管理系统等按照预定的程序或指令自动进行运行和操作的技术。在电力工程中，自动化技术的应用贯穿于输配电和用电工程的各个环节。在输配电方面，自动化技术实现了对输电线路、变电站等设备的远程监控与自动控制。通过智能监测装置实时采集线路电流、电压、温度等数据，一旦出现异常情况，系统能够自动诊断故障并迅速隔离故障区域，减少停电范围和时间，极大地提高了供电可靠性。

在用电工程自动化中，智能电表的应用实现了对用户用电数据的自动采集和分析，帮助用户更好地了解用电情况，实现节能管理；智能家居系统则通过自动化技术，实现了家庭用电设备的远程控制和智能联动，提升了居民用电的便捷性和舒适度。自动化技术还能够优化电力资源的分配和调度，根据不同区域、不同时段的用电需求，自动调整电力供应，提高电力系统的运行效率和经济效益^[1]。电力工程自动化技术的应用，推动了电力行业从传统模式向智能化、高效化方向发展。

2 电力工程输配电与用电工程自动化的技术应用

2.1 智能监测与控制技术

智能监测与控制技术是电力工程自动化的基础，在输配电与用电工程中发挥着关键作用。在输配电环节，基于传感器技术的智能监测系统能够实时采集输电线路

和变电站设备的运行数据,如电流、电压、温度、局部放电等参数。这些传感器分布于杆塔、变压器、断路器等关键设备上,通过光纤、无线通信等方式将数据传输至控制中心。控制中心利用数据处理算法对采集到的数据进行分析,一旦发现设备运行参数异常,可及时预警潜在故障。通过对变压器油温、绕组温度的持续监测,结合负荷变化情况,可预测变压器的健康状态,提前安排检修,避免突发故障导致的停电事故。

在用电工程中,智能监测与控制技术主要应用于用户端设备的管理。智能插座、智能开关等设备内置传感器,可实时监测用电设备的功率、电量消耗等信息,并通过智能家居控制系统实现远程控制。用户能够通过手机APP查看设备用电情况,设置定时开关,实现节能目的。此外,在工业用电领域,智能监测系统可对大型生产设备的用电数据进行分析,结合生产工艺参数,优化设备运行状态,提高能源利用效率。

2.2 智能电网技术

智能电网技术旨在实现电力系统的智能化运行与管理。在输配电方面,智能电网通过先进的通信技术和控制技术,实现对电网的实时监测、分析和优化控制。柔性交流输电系统(FACTS)和高压直流输电(HVDC)技术的应用,能够灵活调节输电线路的功率潮流,提高输电线路的输送能力和稳定性。如静止无功补偿器(SVC)和静止同步补偿器(STATCOM)等FACTS装置,可快速调节电网的无功功率,维持电压稳定,降低输电损耗。

在用电工程与智能电网的交互中,需求侧响应技术发挥着重要作用。通过智能电表和通信网络,电力公司能够实时获取用户的用电信息,并根据电网负荷情况,向用户发送用电调节信号。用户可根据信号调整用电设备的运行时间和功率,实现错峰用电^[2]。如在用电高峰时段,电力公司可通过激励措施,引导工业用户减少非关键设备的用电,将部分负荷转移至低谷时段,缓解电网供电压力,提高电网运行效率。

2.3 分布式能源与微电网技术

分布式能源与微电网技术是电力工程自动化发展的重要方向,在输配电和用电工程中均有广泛应用。分布式能源包括太阳能光伏发电、风力发电、小型水电、生物质能发电等,具有分散性、灵活性的特点。在输配电领域,分布式能源的接入需要解决并网技术难题。通过采用先进的电力电子技术,如逆变器、储能装置等,可实现分布式能源的稳定并网,并对其输出功率进行有效控制。如在分布式光伏发电系统中,逆变器将光伏电

池产生的直流电转换为符合电网要求的交流电,同时具备最大功率点跟踪功能,确保光伏电池始终以最佳效率发电。微电网是由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷以及监控和保护装置组成的小型自治电力系统。在用电工程中,微电网能够实现用户侧的能源自给自足和灵活控制。如在工业园区或偏远地区,微电网可将太阳能、风能等分布式能源与储能系统相结合,为用户提供稳定的电力供应。当主电网出现故障时,微电网可迅速切换到孤岛运行模式,保障重要负荷的持续供电。微电网还可通过与主电网的双向互动,实现余电上网和缺电时从主网购电,提高能源利用效率和供电可靠性。

2.4 人工智能与大数据技术

人工智能与大数据技术为电力工程自动化带来了新的发展机遇,在输配电和用电工程中展现出强大的应用潜力。在输配电领域,人工智能技术可用于电网故障诊断与预测。通过对大量历史故障数据和实时监测数据的学习,利用机器学习算法构建故障诊断模型,能够快速准确地判断故障类型和位置。例如,基于深度学习的神经网络模型,可对输电线路的振动、覆冰等图像数据进行分析,提前预测可能出现的故障隐患。

大数据技术则用于电网运行状态分析和优化调度。通过收集和分析电网各环节的海量数据,包括发电、输电、配电、用电等数据,可挖掘数据背后的规律,为电网规划、运行调度提供决策支持。在用电工程中,人工智能与大数据技术可实现用户用电行为分析和节能优化。通过对用户长期用电数据的分析,建立用户用电行为模型,预测用户用电需求,并提供个性化的节能建议。如根据用户的作息规律和用电习惯,自动调整空调、照明等设备的运行策略,实现节能降耗^[3]。人工智能技术还可应用于智能家居系统,实现设备的智能联动和语音控制,提升用户用电体验。

3 提升电力工程输配电与用电工程自动化水平的策略

3.1 强化技术创新与研发投入

技术创新是提升电力工程自动化水平的核心驱动力,应采取以下措施:(1)加大对关键核心技术的研发力度。聚焦智能电网、分布式能源并网、电力电子器件等领域,攻克制约自动化发展的技术瓶颈。例如,在输配电环节,研发更高效的柔性交流输电技术,提升输电线路的功率调节能力和稳定性;在用电工程方面,突破智能家居系统的互联互通技术,实现不同品牌设备的无缝对接。(2)推动产学研深度融合。鼓励高校、科研机构与电力企业建立联合研发平台。高校和科研机构具备

理论研究优势,企业则能提供实践场景和应用需求,三方合作可加速科研成果转化。设立专项研发基金,针对电力工程自动化中的实际问题开展联合攻关,将实验室中的新技术、新理论快速应用到工程实践中。

3.2 加强人才培养与团队建设

专业人才是保障电力工程自动化顺利推进的关键因素,应做好以下方面:(1)优化高校电力相关专业的课程设置,增加自动化、信息技术等交叉学科内容。开设智能电网技术、电力大数据分析等课程,培养具备多学科知识的复合型人才。加强校企合作,建立实习实训基地,让学生在项目实践中积累经验,提高实践能力。

(2)重视在职人员的继续教育和技能培训。定期组织针对电力工程自动化新技术、新设备的培训课程,邀请行业专家进行授课,帮助员工更新知识体系。鼓励员工参加行业技术交流会、技能竞赛,拓宽视野,提升专业技能水平。(3)建立科学的人才激励机制,对在自动化技术应用和创新中表现突出的员工给予物质奖励和晋升机会,激发员工的积极性和创造性,打造一支高素质、专业化的电力工程自动化人才队伍。

3.3 优化管理体系与运营模式

科学的管理体系是提升电力工程自动化水平的重要保障,应采取以下措施:(1)完善电力工程自动化项目的规划与建设管理。制定统一的建设标准和规范,确保自动化设备和系统的兼容性和扩展性。在项目规划阶段,充分考虑电网发展需求和用户用电特点,合理布局自动化设施。在建设过程中,加强质量管控,严格执行验收标准,确保项目按时、高质量完成。(2)推进电力企业管理模式的数字化转型。引入先进的管理信息系统,实现输配电和用电工程自动化数据的集中管理和共享。通过数据分析,优化电力调度、设备运维等业务流程,提高管理效率。如利用设备状态监测数据,推行基于状态的检修模式,减少设备故障和停电时间。建立跨部门协同工作机制,打破部门间的信息壁垒,促进输配

电与用电工程自动化工作的协同推进。

3.4 完善安全保障与风险防控

随着电力工程自动化程度的提高,安全问题愈发重要。在技术层面,构建全方位的网络安全防护体系。加强电力自动化系统的网络安全防护,采用防火墙、入侵检测、数据加密等技术,防止黑客攻击和数据泄露。对关键电力设备和系统进行安全加固,定期开展安全漏洞扫描和风险评估,及时修复安全隐患。在制度层面,制定完善的安全管理制度和应急预案。明确各部门、各岗位在电力工程自动化安全管理中的职责,建立安全责任追究机制^[4]。针对可能出现的系统故障、网络攻击等突发事件,制定详细的应急预案,并定期组织演练,确保在紧急情况下能够快速响应、有效处置,保障电力系统的安全稳定运行。

结束语:电力工程输配电与用电工程自动化是电力行业发展的必然趋势,对提升电力系统运行效率、可靠性和智能化水平具有关键作用。通过本文对相关概念、技术应用及提升策略的探讨,明确了技术创新、人才培养、管理体系优化和安全保障等方面的重要性。未来应持续加大技术创新投入,推动产学研深度融合;加强人才培养,打造高素质专业化队伍;优化管理体系,推进数字化转型;完善安全保障,防范各类风险。

参考文献

- [1]刘扬.浅谈电力企业输配电及用电工程自动化状况与控制措施[J].建筑工程技术与设计,2020(22):3196.
- [2]刘迎迎.浅谈电力企业输配电及用电工程自动化状况与控制措施[J].建筑工程技术与设计,2020(22):3198.
- [3]李文明.浅谈输配电及其用电工程自动化的优势与应用[J].百科论坛电子杂志,2020(12):1529.
- [4]胡封雷.浅谈电力企业输配电及用电工程自动化状况与控制措施[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(4):4074-4075.