

电气工程及其自动化技术的应用

程明科

中国核电工程有限公司 北京 100000

摘要：电气工程及其自动化技术以电能全流程管理为核心，融合多学科技术形成复杂体系，在发电站等场景中保障高效稳定运行。其在工业生产、电力系统、交通运输等领域应用广泛，可精准调控流程、提升效率与质量。然而，该技术应用存在技术水平参差不齐、安全隐患、专业人才短缺等问题，需通过加强技术研发、完善安全管理、培养专业人才等措施改进，以推动其更好地服务各领域发展。

关键词：电气工程及其自动化；技术；应用

引言

电气工程及其自动化技术作为综合性学科，对电能运作及多领域发展意义重大。从发电站的高效运行到工业生产的精准调控，再到电力系统与交通运输的智能化发展，其应用无处不在。但当前该技术应用面临诸多挑战，制约了其效能发挥。本文将围绕电气工程及自动化技术的概述、各领域应用、存在问题及改进措施展开探讨，为相关实践提供参考。

1 电气工程及其自动化技术概述

电气工程及其自动化技术，是一门综合性的学科领域，其核心聚焦于电能的全方位运作流程，包括电能的高效产生、稳定传输、精准转换、智能控制、妥善储存以及合理利用等关键环节。它有机融合了电力电子技术、自动化控制技术、计算机技术等多领域的前沿知识与先进手段，形成了一个复杂而精妙的技术体系。在发电站场景下，这一技术发挥着无可替代的关键作用。从发电环节来看，借助先进的自动化控制系统，能够依据实时的发电需求、设备运行状况以及能源供应情况，精确调控发电设备的运行参数，确保发电机组始终处于高效稳定的运行状态，极大地提升发电效率与电能质量。在电能传输过程中，通过电气工程及其自动化技术构建的智能电网监测与管理系统，可以实时监测输电线路的运行状态，及时发现并处理线路故障、损耗异常等问题，保障电能能够安全、可靠且低损耗地输送到各个用电区域。在发电站设备的控制与维护方面，自动化技术实现了设备的远程监控与自动化操作，工作人员能够通过中央控制系统对各类设备进行精准控制，减少人工干预，提高操作的准确性与及时性。利用状态监测与故障诊断技术，可对设备运行状态进行实时评估，提前预测潜在故障隐患，实现设备的预防性维护，有效降低设备故障率，延长设备使用寿命，保障发电站的持续稳定运行。

该技术还具备强大的系统集成能力，能够将发电站中的各类设备、子系统进行有机整合，形成一个协同运作的整体，实现信息共享与协同控制，进一步提升发电站运行的智能化水平与管理效率，为发电站的高效、安全、稳定运行奠定坚实基础。

2 电气工程及其自动化技术在各领域的应用

2.1 工业生产领域

在工业生产场景下，电气工程及其自动化技术如同精密的指挥家，对各类生产流程进行着精准调控。以大型工厂的生产线为例，借助先进的自动化控制系统，能够依据产品的生产工艺要求，精确设定生产设备的运行参数，实现生产过程的标准化和高效化。通过可编程逻辑控制器（PLC），可对生产线上各设备的启动、停止、速度调节等进行自动化控制，极大地减少人工干预，降低人为误差，显著提升产品质量的稳定性与一致性。在物料运输环节，自动化输送系统能根据生产节奏，智能调配物料的运输路径与速度，确保原材料及时、准确地送达生产工位，避免因物料供应不及时导致的生产停滞，有效提高生产效率。利用传感器技术与数据分析算法，可对设备运行状态进行实时监测与故障预警，提前察觉潜在问题，及时安排维护，减少设备停机时间，保障生产的连续性与稳定性，为工业生产的高效运转提供坚实技术支撑^[1]。

2.2 电力系统领域

于电力系统而言，电气工程及其自动化技术是保障其安全、稳定、高效运行的核心力量。在发电环节，自动化控制系统能够依据电网的实时负荷需求，精准调节发电机组的输出功率，确保发电与用电的实时平衡。通过先进的监测技术，对发电设备的运行参数如温度、压力、振动等进行实时采集与分析，实现设备状态的精准评估，提前发现设备隐患，开展预防性维护，提高发电

设备的可靠性与使用寿命。在输电过程中,智能电网监测系统借助通信技术与传感器网络,实时监测输电线路的电流、电压、功率等参数,及时发现线路故障、异常损耗等问题,并迅速采取故障隔离、自动重合闸等措施,保障电能可靠传输。在变电站,自动化技术实现了设备的远程监控与操作,工作人员可通过监控中心对变电站内的开关、变压器等设备进行远程控制与调节,大幅提高运维效率,降低运维成本,确保电力系统各环节的稳定运行与协同工作。

2.3 交通运输领域

交通运输领域中,电气工程及自动化技术发挥着至关重要的作用,推动着交通运输的智能化与高效化发展。以城市轨道交通为例,列车的自动控制系统(ATC)融合了电气控制技术、通信技术与计算机技术,实现了列车的自动驾驶、自动停靠、自动折返等功能,提高列车运行的准确性与安全性,减少人为操作失误带来的风险。通过对列车运行数据的实时采集与分析,可优化列车的运行时刻表,提高列车的运行效率与准点率,为乘客提供更加便捷、舒适的出行服务。在交通枢纽的电力供应方面,自动化的电力监控系统可对供电设备进行实时监测与管理,确保电力供应的稳定性,保障交通枢纽内各类设施的正常运行。在电动汽车充电设施中,电气工程及自动化技术实现了充电桩与车辆之间的智能通信与功率匹配,提高充电效率,保障充电过程的安全可靠,为电动汽车的普及与推广提供有力技术保障。

3 电气工程及自动化技术应用中存在的问题

3.1 技术水平参差不齐

在发电站场景中,电气工程及自动化技术的应用呈现出显著的技术梯度差异,不同机组、不同系统间的技术成熟度与集成度存在明显落差。部分新建发电项目采用了基于数字孪生的全生命周期管理系统,能够通过三维建模与实时数据映射,实现设备运行状态的动态仿真与精准预测,而老旧机组仍依赖传统的继电器控制与人工巡检模式,难以实现数据的实时交互与深度分析。核心控制系统方面,关键参数的调控精度存在分化,先进机组的励磁调节响应时间可控制在毫秒级,电压波动率稳定在 $\pm 0.5\%$ 以内,而部分机组因传感器老化、算法迭代滞后,电压波动范围常超出 $\pm 1.5\%$,影响并网稳定性。智能诊断系统的应用水平也不均衡,具备深度学习能力的系统可通过历史故障数据训练模型,对轴承温度异常、定子绕组绝缘老化等隐患的识别准确率达90%以上,而依赖固定阈值判断的系统往往只能在故障发生后报警,无法实现预判性干预,这种技术断层导致发电站整体运行

效率难以实现均质化提升,也增加了系统协同调度的复杂度^[2]。

3.2 安全隐患问题

发电站中电气工程及自动化技术的应用潜藏着多重安全风险,这些风险既源于技术本身的复杂性,也与系统运行环境密切相关。在控制系统层面,分布式控制系统(DCS)与现场总线的通信链路若出现抗干扰能力不足的情况,强电磁环境下的高频谐波可能导致数据传输误码,引发阀门误动作、调速系统响应延迟等问题,直接威胁机组负荷调节的稳定性。储能系统与主电网的并网接口处,若电力电子变换器的过流保护阈值设置不合理,在负荷突变时可能因换流失败引发局部电网电压崩溃,而电池管理系统的热失控预警算法若存在偏差,还可能导致储能电池组温度异常升高,埋下火灾隐患。自动化设备的机械执行机构长期处于高温、高湿环境中,密封件老化可能导致润滑油泄漏,造成伺服电机卡涩,而状态监测传感器的校准周期若超出设备实际衰减速率,其采集的振动、压力等数据将失去参考价值,使系统误判设备健康状态,这些隐患相互叠加,可能在极端工况下引发连锁反应,对发电站的安全生产构成持续威胁。

3.3 专业人才短缺

发电站电气工程及自动化技术的深度应用对专业人才的知识结构与实践能力提出了复合型要求,当前人才供给与技术发展需求间存在明显缺口。具备跨学科背景的技术人员稀缺,既需精通电力系统继电保护原理,又需掌握机器学习算法的人才数量不足,导致智能诊断系统生成的故障特征图谱无法被有效解读,大量实时监测数据仅能用于存储归档,难以转化为设备维护决策依据。在实操层面,能够熟练操作数字化控制系统进行机组启停阶段多变量协同调控的技术人员有限,部分人员对协调控制系统(CCS)中燃料量、风量、给水流量的耦合关系理解不深,在变负荷工况下易出现参数调节滞后,影响机组运行的经济性。高端技术领域的人才断层更为突出,熟悉模块化小型堆电气系统集成、具备数字孪生平台搭建能力的专家数量远低于项目需求,导致新技术在落地过程中因调试不到位而无法充分发挥效能,这种人才短板直接制约了发电站自动化技术向智能化、精细化方向升级的进程^[3]。

4 电气工程及自动化技术应用的改进措施

4.1 加强技术研发和创新

(1) 聚焦智能监测与诊断技术,利用大数据分析、机器学习等前沿算法,构建设备运行状态智能评估模型。通过对发电站各类设备如汽轮机、发电机等的振

动、温度、压力等多源数据的实时采集与深度挖掘,实现设备潜在故障的早期精准预警,提高故障诊断准确率,减少设备突发故障导致的停机时间,增强发电站运行稳定性。(2)着力研发高效节能的电力转换与传输技术。针对发电站内部电能转换环节,优化电力电子变换器拓扑结构,提高电能转换效率,降低转换过程中的能量损耗。在输电方面,探索新型超导材料或改进型绝缘材料在输电线路中的应用,降低线路电阻与电容损耗,提升输电效率,减少电能传输过程中的浪费,提升发电站整体能源利用效率。(3)加大对自动化控制系统集成创新的投入,研发具备高度兼容性与扩展性的一体化控制平台。该平台能够无缝集成发电站不同品牌、不同年代的自动化设备,实现数据的快速交互与协同控制。通过统一的操作界面与智能化控制策略,提高工作人员对发电站复杂系统的管控能力,优化发电站运行流程,提升整体运行效率与智能化水平。

4.2 完善安全管理体系

(1)构建基于风险评估的动态安全监测机制,运用风险矩阵、故障树分析等方法,对发电站各类电气设备、自动化系统以及运行环境进行全面风险评估,识别潜在安全隐患及其影响程度。根据评估结果,合理设置监测参数与阈值,利用传感器网络、智能监测终端等设备,对关键设备与风险点进行24小时实时监测,确保及时察觉安全隐患并启动预警机制。(2)强化设备全生命周期的安全管理,从设备选型采购阶段起,就严格把关设备质量与安全性能,确保符合发电站高安全标准。设备安装调试时,制定详细安全操作规程与质量验收标准,保障安装质量。设备运行期间,定期巡检、维护保养并测试性能,及时更换老化、损坏部件,延长使用寿命,降低运行安全风险。(3)完善应急响应与事故处理预案,针对可能出现的电气火灾、系统短路、设备故障等突发安全事故,制定详尽且具有可操作性的应急预案。定期组织应急演练,模拟不同场景下的事故情况,提高工作人员应急处置能力与协同配合能力。配备充足的应急救援物资与设备,确保在事故发生时能够迅速响应,有效控制事故发展,减少事故损失与影响范围。

4.3 加强专业人才培养

(1)开展定制化的技术培训课程,根据发电站电气工程及自动化技术应用的实际需求,联合专业院校或机构,为在职员工量身打造涵盖电力系统、自动化控制、智能运维等核心知识领域的课程。课程注重理论与实践融合,以现场实操、案例分析等方式,提升员工对先进技术与设备的操作力,满足发电站日常运维需求。(2)建立内部导师带徒制度,选拔发电站内经验丰富、技术精湛的资深工程师担任导师,与年轻员工结成师徒对子。导师在日常工作中,从设备操作技巧、故障排查方法、系统优化思路等方面对徒弟进行一对一指导,传承工作经验与技术诀窍,帮助年轻员工快速成长,构建发电站人才梯队,为技术持续发展储备新生力量。(3)鼓励员工参与行业技术交流与学术研讨活动,为员工提供参加国内外电力行业技术研讨会、学术论坛以及参观先进发电站的机会。员工通过与同行交流学习,了解行业最新技术动态与发展趋势,拓宽技术视野,吸收先进理念与经验,并将其应用于发电站实际工作中,推动发电站技术创新与管理水平提升^[4]。

结语

综上所述,电气工程及自动化技术在电能管理及多领域应用中作用关键,推动了各行业高效、智能发展。尽管其应用存在技术、安全、人才等方面的问题,但通过加强技术研发创新、完善安全管理体系、加强专业人才培养等措施,可有效解决这些问题。未来,随着技术不断进步与措施落实,该技术将更好地适应各领域需求,为社会经济发展提供更强支撑。

参考文献

- [1]千霞.电气工程及自动化技术的应用[J].中国机械,2020(16):62-63.
- [2]卜凡.电气工程及自动化技术的应用分析[J].模型世界,2023(35):134-136.
- [3]王晓强.电气工程及自动化技术的应用[J].科技风,2020(15):114.
- [4]张友财.电气工程及自动化技术的应用[J].百科论坛电子杂志,2020(12):1464.