

建筑智能化电气工程技术研究

卢蔡永

新世纪发展集团有限公司 浙江 温州 325011

摘要：本文围绕建筑智能化电气工程技术展开研究。阐述其基础理论，涵盖建筑智能化系统构成、电气工程与智能化技术原理；介绍系统设计技术，包括供配电、照明、空调、安防与消防系统智能化设计；探讨技术创新方向，如绿色节能、人工智能与大数据融合、物联网与5G融合，分析发展面临的挑战，并提出应对策略与发展建议。

关键词：建筑智能化；电气工程技术；系统设计；技术创新；挑战应对

引言：随着科技飞速发展，建筑智能化成为必然趋势。电气工程作为建筑智能化的核心支撑，其技术发展关乎建筑智能化水平。人们对建筑的安全性、舒适性与节能性要求日益提高，传统电气工程技术已难以满足。在此背景下，深入研究建筑智能化电气工程技术，探索其系统设计、创新方向及应对挑战的策略，对推动建筑智能化发展、提升建筑品质具有重要意义。

1 建筑智能化电气工程技术基础理论

1.1 建筑智能化系统概述

建筑智能化系统融合计算机、通信与自动控制技术，将建筑内设备设施集成为有机整体，通过信息采集、传输、处理与反馈，实现建筑高效运行管理。其核心由楼宇自动化、通信自动化和办公自动化三大子系统构成。楼宇自动化系统管理空调、电梯、给排水等机电设备运行；通信自动化系统构建信息传输网络，保障语音、数据、图像传递；办公自动化系统优化办公流程。各子系统通过标准化接口和协议交互数据，如楼宇自动化系统监测到设备故障，经通信自动化系统传输信息，办公自动化系统随即启动应急处理，体现协同运作。电气工程技术是建筑智能化系统的基石。一方面为所有智能化设备稳定供电，从基础照明到复杂通信设备，均依赖电气系统保障电能传输分配；另一方面作为系统神经网络，借助电线、电缆与控制器件，实现设备远程操控与状态监测，是智能化功能实现的关键。

1.2 电气工程关键技术原理

供电与配电技术聚焦电能供应稳定与安全。市电经变电站降压接入建筑，常采用双回路供电提升可靠性。自备电源如柴油发电机组、不间断电源（UPS），在市电中断时保障消防、安防等关键设备运行。配电系统中，放射式结构适用于重要负荷，可缩小故障影响范围；树干式结构成本低，用于供电要求较低区域。电能按总配电室、楼层配电箱、末端设备分级分配，确保合理利用^[1]。电力电

子技术以功率半导体器件实现电能转换。晶闸管、绝缘栅双极型晶体管（IGBT）等器件通过控制电流电压通断与大小，完成整流、逆变、斩波等功能。变频器应用该技术调节电机供电频率，实现空调、通风设备节能；开关电源利用器件高频开关特性，为通信与控制模块提供稳定直流电。自动控制理论赋予建筑电气系统智能调控能力。经典控制理论基于传递函数，通过PID算法调节温度、压力等物理量，用于恒温恒湿控制；现代控制理论采用状态空间模型，针对多变量、非线性系统，在智能照明系统中，可综合环境光照与人员活动调节灯光。

1.3 智能化技术原理

传感器与检测技术基于物理、化学效应测量环境参数。热敏电阻式温度传感器依电阻随温度变化转换信号；电容式湿度传感器利用介电常数测湿度。这些传感器灵敏度高、响应快，温湿度传感器为空调调节提供数据，红外传感器检测人员活动控制照明开关。通信与网络技术构建建筑智能化信息通道。Modbus协议以主从方式实现设备互联，用于工业控制；BACnet协议专为楼宇自动化设计，支持多种网络架构。星型结构以中央节点管理设备，便于维护；总线型结构以总线连接设备，成本低。数据传输通过奇偶校验、循环冗余校验（CRC）等机制保证准确。人工智能与机器学习优化建筑电气系统决策。神经网络算法分析用电数据，学习用户习惯，预测用电需求并调整设备状态；强化学习算法通过试错，在保障用户舒适度前提下，优化空调、照明设备运行策略，实现节能。

2 建筑智能化电气系统设计技术

2.1 供配电系统智能化设计

负荷计算与变压器选型需结合建筑功能与设备特性。商业建筑设备繁多，办公建筑以电子设备为主，不同功能建筑用电特性各异。计算负荷时，需综合考虑设备额定功率、使用系数等，确定总用电需求。变压器容

量选择遵循适度冗余原则,既要满足当前负荷,又要预留未来用电增长空间,考虑运行效率与经济成本。智能配电柜与开关柜集成多种功能。远程监控功能借助通信模块,将设备运行参数实时传输至控制中心;故障报警通过传感器检测异常电流、电压等信号,及时发出警报;电能计量模块精确统计各回路用电量。内部结构设计注重散热与电磁兼容,合理布局电气元件,保障设备稳定运行。分布式电源接入供配电系统有特定技术要求。太阳能、风能等电源输出不稳定,接入时需采用逆变器将直流电转换为交流电,并通过滤波装置调节电能质量。接入方式可选择低压侧接入或高压侧接入,根据电源容量与建筑配电结构确定,确保与原有系统兼容。

2.2 照明系统智能化设计

智能照明控制策略多样。时间控制根据昼夜变化与使用规律,设定不同时段的照明模式;光照控制依据环境光线强度自动调节亮度;人员活动感应控制在检测到有人进入区域时开启灯光,离开后延时关闭。多种控制策略可组合应用,提升使用便利性^[2]。照明灯具选型需考虑性能与适用性。LED灯能耗低、寿命长,智能调光灯可灵活改变亮度与色温。灯具布局优化结合建筑空间功能与采光条件,办公区域注重均匀照度,走廊等通道保证足够亮度,避免照明死角。照明系统节能设计通过智能调光与分区控制实现。根据环境与使用需求动态调节亮度,避免过度照明;划分不同照明区域,对使用率低的区域降低亮度或关闭,减少不必要的电能消耗。智能照明系统还可与建筑管理系统联动,依据建筑整体用电情况,统一调度各区域照明设备,实现能源精细化管理。

2.3 空调系统电气智能化设计

空调系统负荷预测基于历史数据与气象参数。分析过往用电数据,结合天气预报的温度、湿度等信息,预测未来空调负荷变化趋势。设备选型参考预测结果,选择合适制冷制热能力、能效比的空调机组,满足使用需求同时降低能耗。智能温控与风量调节技术依据室内外环境参数运行。传感器实时采集温度、湿度等数据,智能温控算法根据设定目标调节压缩机转速与阀门开度,风量调节系统同步调整送风量,实现室内温湿度精准控制,提升舒适度。空调系统节能运行策略从多方面入手。优化设备运行时间,避开用电高峰;根据室内负荷变化动态调节制冷制热参数,避免设备长时间满负荷运行;合理利用新风系统,在合适条件下引入室外新鲜空气,减少制冷制热需求。

2.4 安防与消防电气系统智能化设计

安防与消防电气系统智能化设计,强调多子系统的高

效集成与协同运作。安防系统通过统一通信协议,将视频监控、入侵报警、门禁等模块整合,构建联动响应机制。当视频监控发现异常时,可触发入侵报警系统进行确认,并由门禁系统限制相关区域通行,实现多层次安全防护。消防电气系统则以火灾自动报警和联动控制为核心,利用烟雾、温度传感器实时监测环境,一旦检测到火情立即报警,并联动启动喷淋、排烟设备,切断非必要电源,为人员疏散和灭火提供保障。在突发事件中,安防系统负责锁定出入口、引导疏散方向,消防系统同步启动警报与灭火装置,两者配合紧密,确保应急响应迅速有效,最大限度保障人员与财产安全。安防与消防系统可通过智能算法对历史事件数据进行分析,优化联动逻辑,提前预判潜在风险,提升系统整体防护效能。

3 建筑智能化电气工程技术创新与发展方向

3.1 技术创新方向

3.1.1 绿色节能技术创新

建筑智能化电气工程在绿色节能方面不断突破,推动高效电气设备向小型化、高转换效率发展。新型变压器通过优化磁芯材料与绕组结构,有效降低空载与负载损耗;节能型电机采用先进电磁设计,提高电能转化为机械能的效率。太阳能光伏发电系统逐步实现与建筑一体化,如光伏幕墙与屋顶光伏板,直接将光能转为电能^[3]。风力发电在适宜区域设置小型风机,作为辅助电力来源。电梯势能与空调余热也可通过回收装置转变为可用电能或热能,实现能源循环利用。

3.1.2 人工智能与大数据深度融合创新

人工智能与大数据技术正深入应用于建筑电气系统。机器学习算法分析设备运行数据,挖掘能耗规律,动态调整空调、照明等系统的运行策略,实现节能降耗。深度学习模型可提取设备运行特征,识别温度、振动、电流等参数异常,提前预警故障,减少停机风险。在能源管理方面,结合大数据分析与人工智能算法,精准制定能源分配方案,提升整体能源使用效率。

3.1.3 物联网与5G技术融合创新

物联网与5G技术推动建筑电气设备全面互联。各类传感器、控制器与执行器构成有机整体,5G网络提供高速率、低时延的数据传输保障。照明、空调、安防等系统可实时交互信息并协同工作,例如安防报警触发后,联动照明增强与新风调节。远程监控功能使运维人员可通过移动终端查看设备状态与故障信息,用户也可远程操控设备,提升操作便捷性与环境舒适度。

3.2 发展面临的挑战

3.2.1 技术标准与规范不完善

当前建筑智能化电气工程技术标准与规范存在诸多不足。技术快速更新迭代,新的设备、系统不断涌现,但标准制定相对滞后,导致部分新技术缺乏统一规范,影响其推广应用。不同领域、不同地区的标准存在差异,缺乏通用性与协调性,给跨区域项目实施与设备兼容带来困难。标准内容不够细化,在系统设计、设备安装、验收等环节缺乏明确的技术要求与操作指南,导致工程质量参差不齐,制约行业整体发展水平提升。

3.2.2 系统集成与兼容性问题

建筑智能化电气工程涉及众多厂家设备与子系统,集成与兼容困难突出。不同厂家设备采用的通信协议、数据格式各不相同,导致设备间无法直接通信,如部分智能电表与能源管理系统因协议不兼容,无法实现数据交互。子系统间架构差异大,在系统集成时,各子系统的功能调用、数据共享难以顺利实现。系统更新升级过程中,新设备、新系统与原有系统不兼容,需要投入大量时间与成本进行改造适配,增加了项目实施与运维难度。

3.2.3 安全与隐私保护问题

建筑智能化电气工程面临严峻的网络安全与隐私保护挑战。网络攻击威胁设备正常运行,黑客可通过网络漏洞入侵建筑电气控制系统,篡改设备运行参数、破坏系统功能,导致设备故障甚至引发安全事故^[4]。用户隐私数据在采集、传输、存储过程中存在泄露风险,如门禁系统记录的人员出入信息、智能家居设备采集的用户生活习惯数据,一旦泄露将对用户造成不良影响。现有安全防护技术与管理措施存在不足,难以有效抵御复杂多变的安全威胁,亟需加强安全防护体系建设。

3.3 应对策略与发展建议

3.3.1 加强技术研发与创新

鼓励企业、科研机构加大在建筑智能化电气工程领域的研发投入。企业可设立专项研发基金,组建专业研发团队,针对行业技术难题开展攻关;科研机构与高校加强产学研合作,将科研成果转化为实际生产力。建立技术创新激励机制,对取得重大技术突破的团队与个人给予奖励,激发创新积极性。加强国际技术交流与合作,学习借鉴国外先进技术与经验,提升自身技术创新

能力。

3.3.2 完善标准规范体系

相关部门需加快推进技术标准与规范的制定完善工作。组建专业标准编制团队,深入调研行业技术发展现状与需求,及时将新技术、新成果纳入标准体系。加强不同领域、不同地区标准的统筹协调,制定统一、通用的标准,消除标准差异带来的问题。细化标准内容,明确系统设计、设备选型、安装调试、验收评估各环节的技术要求与操作流程,提高标准的可操作性,为行业规范化发展提供支撑。

3.3.3 强化人才培养与引进

建筑智能化电气工程行业发展离不开人才支持。在人才培养方面,高校优化相关专业课程设置,增加实践教学环节,培养学生的实际操作能力与创新思维;企业开展内部培训,定期组织技术人员学习新技术、新规范,提升员工专业素养。积极引进高层次人才,通过优厚的待遇、良好的发展平台吸引国内外优秀人才加入,充实行业人才队伍。建立人才交流平台,促进人才之间的技术交流与经验分享,营造良好的人才发展环境。

结束语

建筑智能化电气工程技术是建筑行业迈向现代化的关键力量。通过对其基础理论、系统设计技术的深入研究,明确了技术创新的多元方向。尽管面临技术标准、系统集成与安全隐私等挑战,但通过加强技术研发、完善标准规范、强化人才培养等举措,可有效应对。未来,建筑智能化电气工程技术将持续进步,为人们打造更智能、舒适、安全的建筑环境。

参考文献

- [1]肖明.建筑电气工程中的智能化技术应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(03):147-149.
- [2]李翔,郭旭.建筑电气工程的智能控制标准化研究[J].中国品牌与防伪,2024,(12):66-67.
- [3]吉鸿超.建筑电气工程的智能化技术运用实践[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(16):80-82.
- [4]陈玉超.智能化技术在电气工程自动化系统中的应用研究[J].科技资讯,2024,22(21):70-72.