

# 建筑电气与智能化建筑的发展和应用研究

程国霞

淳安县新安江生态开发集团有限公司（杭州千岛湖林业工程有限公司） 浙江 杭州 311700

**摘要：**随着城市化进程加速与科技深度融合，建筑电气与智能化建筑成为现代建筑领域的重要发展方向。本文聚焦建筑电气与智能化建筑的发展和应用研究。首先梳理其发展历程，涵盖早期萌芽、技术积累与快速发展阶段。接着剖析技术特征，包括系统集成化、控制智能化等。随后探讨在住宅、商业、公共建筑等领域的应用情况。最后展望未来发展趋势，指出技术创新将持续推动、应用领域不断拓展、标准规范逐步完善，且绿色可持续发展将成为主流，旨在为建筑电气与智能化建筑领域的进一步发展提供参考。

**关键词：**建筑电气；智能化建筑；发展历程；技术应用；发展趋势

引言：在科技飞速发展与城市化进程加速的当下，建筑领域正经历深刻变革。建筑电气与智能化建筑作为建筑行业的前沿方向，融合了电气技术、自动化控制、信息技术等多领域知识，极大地提升了建筑的功能性、舒适性与安全性。它不仅改变了人们的居住与工作环境，还对城市的高效运行和可持续发展产生深远影响。深入研究建筑电气与智能化建筑的发展和应用，有助于把握行业动态，推动技术创新，为构建更加智能、绿色、宜居的建筑环境提供有力支撑。

## 1 建筑电气与智能化建筑的发展历程

### 1.1 早期萌芽阶段

20世纪初，电力技术突破推动建筑电气化起步。基础电气系统如电灯、电梯逐步应用于建筑，替代传统照明与机械提升方式，开启建筑功能升级。1980年代前后，计算机技术渗透至建筑领域，部分高端建筑开始尝试通过集中控制系统管理空调、照明等设备，实现初步自动化。例如，早期楼宇自控系统通过简单逻辑控制设备启停，虽功能单一，但为后续智能化奠定认知基础。同期，国际学术交流促使建筑电气设计理念传播，工程师开始关注系统集成可能性，但技术仍局限于局部优化，跨系统协同尚未实现，标志着建筑从“被动使用”向“主动控制”转型的萌芽。

### 1.2 技术积累阶段

980年代后，微电子与控制技术发展加速建筑电气系统升级。传感器、直接数字控制器（DDC）广泛应用，实现设备运行状态实时监测与闭环调节，楼宇自动化系统（BAS）雏形显现。1990年代，专用控制器（ASC）与现场总线技术突破，支持多子系统定制化联动，但协议不兼容导致数据孤岛。企业与科研机构合作优化算法，提升能效管理精度，例如空调系统通过变频技术降低能

耗。同时，国际技术合作推动标准统一，工程师开始探索跨系统集成路径。此阶段技术积累聚焦硬件性能提升与子系统优化，为后续开放协议与智能化平台奠定基础，推动建筑从“功能独立”向“系统协同”演进<sup>[1]</sup>。

### 1.3 快速发展阶段

1世纪初，物联网、人工智能与云计算技术爆发，驱动建筑电气向全面智能化跃迁。开放通信协议（如BACnet、Modbus）实现跨系统数据互通，集成化平台支持能源管理、安防监控、设备维护等全生命周期管理。AI算法通过机器学习优化设备运行策略，例如预测性维护减少停机风险；数字孪生技术构建虚拟建筑模型，辅助决策。科技企业推动智慧建筑解决方案落地，集成语音控制、移动端管理等交互功能，提升用户体验。同时，行业关注可持续性，通过智能调光、需求响应等技术降低碳排放。未来，5G与边缘计算将赋能实时响应与自主决策，智能建筑将成为城市智慧化的核心载体。

## 2 建筑电气与智能化建筑的技术特征

### 2.1 系统集成化

系统集成化是建筑电气与智能化建筑的关键技术特征，它借助统一平台，将建筑内分散的各类子系统有机整合，实现跨领域功能的高效协同。传统建筑中，照明、空调、安防等系统独立运作，数据难以互通，管理效率大打折扣。集成化技术采用标准化通信协议，如BACnet、LonWorks等，成功打破系统间的壁垒，让设备状态、能耗数据等信息能够实时共享至中央管理平台。不仅如此，集成化还引入了电气设备的故障报警和维护指派系统。一旦电气设备出现故障，系统会立即发出警报，并依据预设规则，精准地将维护任务指派给合适的人员，极大提升了维护效率。

### 2.2 控制智能化

控制智能化依托传感器、算法与执行机构,实现设备自主调节与场景适配。传统控制依赖固定程序或人工操作,难以应对动态环境。智能化控制通过多类型传感器(温湿度、光照、人体感应等)实时采集数据,结合AI算法(如模糊控制、神经网络)分析用户行为与环境变化,动态调整设备运行参数。例如,照明系统根据自然光强度与人员活动自动调光,空调系统通过学习用户习惯预冷/预热空间。智能控制还支持故障预测,通过分析设备运行数据提前识别潜在问题,避免突发停机。其核心价值在于将“被动响应”转化为“主动服务”,提升用户体验的同时降低能耗,推动建筑向“类生命体”自适应模式进化。

### 2.3 能源管理高效化

能源管理高效化通过数据监测、分析与优化策略,实现建筑能耗精细化管理。传统能源管理依赖人工抄表与经验调度,存在数据滞后、浪费严重等问题。高效化技术采用智能电表、传感器网络实时采集水、电、气等能耗数据,结合大数据分析挖掘用能规律,识别低效环节。例如,通过分项计量技术定位高耗能设备,结合峰谷电价策略调整运行时间;利用需求响应技术,在电网负荷高峰时自动降低非关键负载功率。此外,可再生能源(光伏、地源热泵)与储能系统的集成,进一步优化能源结构。高效化管理的目标是降低碳排放与运营成本,推动建筑从“能源消费者”向“产消者”转型,契合全球可持续发展趋势。

### 2.4 通信网络化

通信网络化是建筑电气与智能化建筑的“神经中枢”,通过高速、可靠的通信技术实现设备互联与数据传输。传统建筑中,设备通信依赖有线连接,布局僵化且扩展性差。网络化技术采用有线(以太网、光纤)与无线(Wi-Fi、Zigbee、LoRa)混合组网,支持海量设备接入与实时数据交互。例如,物联网终端通过低功耗广域网(LPWAN)将传感器数据上传至云端,管理者可远程监控建筑状态;5G技术赋能高清视频传输与边缘计算,实现实时决策。网络化还支持多协议兼容,确保不同厂商设备协同工作。其意义在于构建“万物互联”的建筑生态,为远程运维、个性化服务与城市级管理提供基础设施,推动建筑向“数字孪生”与“智慧城市”节点演进<sup>[2]</sup>。

## 3 建筑电气与智能化建筑的应用领域

### 3.1 住宅建筑

住宅建筑是建筑电气与智能化技术应用最广泛的领域之一,其核心目标是提升居住舒适性、安全性与能源效率。智能化技术通过集成环境控制系统,实现照明、

空调、新风等设备的自动调节,例如根据室内外温湿度、光照强度及人员活动动态优化设备运行,营造健康宜居环境。安全防护方面,智能门锁、入侵报警、燃气泄漏监测等系统构建多层次防护网络,结合移动端远程监控,保障家庭安全。能源管理通过智能电表与用能分析,帮助用户实时掌握水电消耗,结合峰谷电价策略优化家电使用时间,降低生活成本。此外,语音控制、手机APP等交互方式简化操作流程,满足个性化需求。未来,随着AI与物联网技术深化,住宅将向“全屋智能”演进,实现设备自主学习用户习惯,提供无感化服务,同时通过家庭能源管理系统(HEMS)与电网互动,成为智慧城市能源网络的关键节点。

### 3.2 商业建筑

商业建筑(如办公楼、购物中心、酒店)对运营效率与用户体验要求极高,智能化技术成为提升竞争力的核心手段。在运营管理层面,楼宇自动化系统(BAS)集成空调、照明、电梯等设备,通过中央监控平台实现能耗监测、故障预警与远程维护,降低运维成本。例如,智能照明系统根据自然光与人员密度自动调光,空调系统结合室内外温湿度预冷/预热空间,显著减少能源浪费。用户体验方面,智能导航、无感支付、个性化环境控制等技术提升服务便捷性,例如购物中心通过室内定位技术为顾客推送店铺优惠信息,酒店客房通过语音助手控制窗帘、音乐等设备。此外,商业建筑通过数据采集与分析优化空间利用率,例如根据人流动线调整商铺布局。未来,商业建筑将融合元宇宙技术,打造虚实结合的沉浸式消费场景,同时通过碳管理平台实现绿色运营,契合可持续发展趋势。

### 3.3 公共建筑

公共建筑承担社会服务职能,其智能化设计需兼顾功能性与公共安全性。在医院场景中,智能化系统支持手术室环境精准控制(温湿度、空气洁净度)、医疗设备远程监控与药品冷链管理,同时通过人员定位技术优化患者流线,减少等待时间。教育建筑中,智能教室集成多媒体设备、环境调节与考勤系统,支持远程教学与互动学习;图书馆通过RFID技术实现图书自助借还与智能盘点,提升管理效率。交通枢纽(机场、火车站)的智能化重点在于人流疏导与安全保障,例如通过视频分析技术实时监测客流密度,联动广播与显示屏引导乘客;智能安检系统结合人脸识别与行李检测,缩短通行时间。此外,公共建筑普遍采用应急管理系统,集成火灾报警、疏散指引与设备联动,确保突发事件快速响应。未来,公共建筑将通过数字孪生技术构建虚拟模型,辅助决策与仿

真演练,同时强化无障碍设计,推动社会包容性发展<sup>[3]</sup>。

#### 4 建筑电气与智能化建筑的的未来发展趋势

##### 4.1 技术创新持续推动

未来,建筑电气与智能化建筑的技术创新将围绕感知、计算与执行三大维度深化。感知层面,多模态传感器(如激光雷达、毫米波雷达与生物识别传感器)的融合应用,将实现环境、设备与人体状态的超精细监测,例如通过情绪识别技术动态调节室内光照与声场。计算层面,边缘计算与云端协同架构的普及,使建筑具备实时决策能力,结合AI大模型实现设备故障预测、能源优化等复杂场景的自主处理。执行层面,柔性执行机构(如可变形建筑构件、自适应遮阳系统)与机器人技术的结合,将推动建筑从“静态空间”向“动态响应体”转型。此外,量子通信、6G等前沿技术可能为建筑通信网络带来革命性突破,实现纳秒级延迟与超高速数据传输,支撑全息投影、远程手术等高带宽应用,重新定义建筑的功能边界。

##### 4.2 应用领域不断拓展

建筑电气与智能化技术的应用正从单一建筑向城市级生态延伸。在城市层面,智能建筑群通过物联网平台与能源互联网、交通系统深度联动,形成“产-储-消”一体化的微电网,例如建筑光伏与电动汽车充电桩的协同调度,优化区域能源平衡。在社区层面,智慧社区集成健康监测、无人配送、应急响应等服务,构建“15分钟生活圈”,提升居民生活质量。特殊场景中,极端环境建筑(如极地科考站、深海空间站)的智能化需求激增,通过自适应环境控制系统与远程运维技术,保障极端条件下的功能稳定。此外,农业建筑(如智能温室)与工业建筑(如无尘车间)的智能化升级,将推动跨行业技术融合,形成“建筑+产业”的新生态。

##### 4.3 标准规范逐步完善

随着技术复杂度提升,标准化成为行业健康发展的关键。未来,国际与国内标准组织将加速制定跨系统兼容协议(如统一的数据接口、通信规范),解决设备互联中的“协议孤岛”问题。例如,基于OPCUA的开放标准可能成为工业与建筑领域的主流通信框架,实现PLC、传

感器与云平台的无缝对接。安全标准方面,针对建筑物物联网的攻击面扩大,将出台更严格的网络安全规范,涵盖设备认证、数据加密与应急响应机制。此外,绿色建筑评价标准将细化智能化技术的能效指标,例如规定智能照明系统的节能率下限或AI算法的碳减排贡献度。

##### 4.4 绿色可持续发展成为主流

绿色可持续发展将贯穿建筑电气与智能化技术的全生命周期。设计阶段,BIM与数字孪生技术通过模拟建筑能耗、材料循环等指标,优化方案选型,减少资源浪费。建设阶段,装配式建筑与3D打印技术的普及,降低施工能耗与废弃物产生。运营阶段,智能能源管理系统(IEMS)结合可再生能源(光伏、地热)与储能设备,实现“零碳建筑”目标,例如通过AI算法预测电网负荷,动态调整建筑用能模式。拆除阶段,智能化拆解机器人与材料回收系统,提升建筑废弃物再利用率<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

建筑电气与智能化建筑的发展,是技术革新与人类需求深度融合的必然结果。从早期单一系统控制到如今跨领域集成,从被动响应到主动智能,其演进轨迹映射出人类对高效、舒适与可持续生活的持续追求。未来,随着人工智能、物联网及绿色技术的突破,建筑将蜕变为具有“感知-决策-进化”能力的智慧生命体,在提升城市运行效率、降低碳排放的同时,重塑人与空间的互动方式。然而,技术标准化、数据安全及跨行业协同仍是待解难题。唯有坚持创新驱动与生态优先,方能推动建筑电气与智能化技术走向更深层次的应用,为人类文明构建更安全、更绿色、更包容的未来图景。

#### 参考文献

- [1]宋晓枫.建筑电气与智能化建筑的发展和应用[J].建材与装饰,2020(9):159-160.
- [2]买尔当·坎买尔.建筑电气工程的智能化技术应用分析[J].时代经贸,2020(6):100-101
- [3]董林劫.关于建筑电气与智能化建筑的发展和运用研究[J].电子世界,2021(24):181-182
- [4]张俊杰.建筑电气工程的智能化技术应用[J].建材与装饰,2022(36):229-230.