

# 信息技术在建筑智能化建设中的应用分析

王家奇

浙江省建筑设计研究院有限公司 浙江 杭州 310030

**摘要：**本文旨在系统梳理信息技术在建筑智能化建设中的主要应用领域，深入分析其关键技术支撑体系，探讨当前面临的主要挑战，并对未来发展趋势进行展望。研究表明，物联网、大数据、人工智能、云计算、数字孪生、5G通信等新兴信息技术的融合应用，正在重塑建筑全生命周期的管理范式，推动建筑从“被动响应”向“主动感知、智能决策、自主优化”演进。然而，在数据安全、标准统一、成本控制及人才储备等方面仍存在诸多瓶颈，亟须通过政策引导、技术创新与跨学科协同加以解决。

**关键词：**信息技术；建筑智能化；物联网；人工智能；数字孪生；BIM；智慧城市

## 引言

建筑是人类文明的重要载体，其功能已从单纯的遮风避雨演变为集工作、生活、娱乐、社交于一体的复杂空间系统。进入21世纪以来，全球城市化进程加速，能源资源约束趋紧，气候变化挑战加剧，对建筑的能效、环境友好性及用户体验提出了更高要求。在此背景下，“智能建筑”（Intelligent Building）概念应运而生，并逐步发展为涵盖设计、施工、运维全生命周期的“建筑智能化建设”体系。建筑智能化的核心目标在于通过技术手段提升建筑的综合性能，实现“以人为本、绿色低碳、安全高效”的运营理念。而信息技术作为实现这一目标的关键驱动力，其作用贯穿于建筑的规划、设计、建造、运营乃至拆除的全过程。从早期的楼宇自控系统（BAS）到如今基于AI的预测性维护平台，信息技术的应用不断深化，推动建筑从“自动化”迈向“智能化”。

## 1 建筑智能化的基本内涵

建筑智能化是指利用现代信息技术，对建筑物内的各类设备、系统和信息进行集成、监控、分析与优化，从而实现建筑环境的安全、舒适、高效、节能与可持续运行。其本质是通过“感知—传输—处理—决策—执行”的闭环控制逻辑，构建一个具备自我感知、自我学习与自我优化能力的智能体。这一过程不仅依赖于硬件设备的自动化控制，如空调、照明或安防系统的联动，更强调软件层面的数据融合与智能决策能力。传统建筑中，暖通、给排水、电力、消防、安防等子系统往往各自独立运行，形成信息孤岛，难以协同。而建筑智能化则致力于打破这种割裂状态，通过统一的数据平台实现跨系统的信息共享与业务联动，使建筑整体运行效率显著提升，同时增强对用户需求的响应能力。

## 2 信息技术在建筑智能化中的关键应用

### 2.1 物联网（IoT）：构建建筑的“神经末梢”

物联网技术通过在建筑内部署大量传感器与执行器，如温湿度、光照、二氧化碳浓度、人流密度及能耗监测设备，实现对物理环境的全面、实时感知。这些终端设备通过有线或无线通信协议（如Zigbee、LoRa、NB-IoT或Wi-Fi 6）接入中央管理平台，形成覆盖全建筑的感知网络。这一网络如同建筑的“神经末梢”，持续采集环境与设备状态数据，并将指令反馈至执行单元，从而实现闭环控制。例如，当室内人员密度增加导致二氧化碳浓度上升时，系统可自动加大新风量；或在自然光照充足时，调暗人工照明以节约能源。此外，物联网还广泛应用于设备健康监测与智能安防领域。通过对电梯、水泵、风机等关键设备运行参数的连续采集，系统可及时发现异常趋势，为预测性维护提供依据；而在安防方面，视频监控、门禁系统与入侵报警装置的联动，结合行为分析算法，可实现对异常活动的快速识别与响应<sup>[1]</sup>。可以说，物联网构成了建筑智能化的感知层基础，其部署的广度与数据采集的精度，直接决定了整个智能系统的响应灵敏度与控制有效性。

### 2.2 建筑信息模型（BIM）：贯穿全生命周期的数字底座

在建筑智能化建设中，BIM扮演着贯穿设计、施工到运维全生命周期的“数字底座”角色。在设计阶段，各专业工程师可在同一BIM模型中协同作业，有效减少管线碰撞与设计冲突，提升方案合理性；在施工阶段，通过引入时间维度（4D BIM）和成本维度（5D BIM），项目方可对施工进度与资源投入进行动态模拟与优化，提高工程管理效率。而真正体现BIM价值的环节在于运维阶段——将竣工BIM模型与物联网实时数据绑定后，运维人员可以在三维可视化界面中直观查看任意设备的位置、

技术参数、维修记录及当前运行状态，极大提升了故障定位与应急处置的效率。更为重要的是，BIM为后续的数字孪生、能效仿真与空间优化提供了结构化的数据基础。BIM与物联网的深度融合（即BIM+IoT）已成为当前智能建筑运维的主流技术路径，标志着建筑从“图纸驱动”向“数据驱动”的根本转变。

### 2.3 大数据与人工智能（AI）：赋予建筑“思考”能力

建筑在日常运行中持续产生海量异构数据，包括结构化的设备运行日志、能耗记录，以及非结构化的视频流、用户反馈文本等。传统管理手段难以从中提取有效信息，而大数据技术则提供了高效存储、清洗、关联与分析的能力。在此基础上，人工智能技术，特别是机器学习与深度学习算法，使建筑系统具备了从历史数据中学习规律、预测未来趋势并自主优化决策的能力。例如，在能源管理方面，系统可基于历史能耗数据、天气预报、节假日安排及室内人员流动情况，构建长短期记忆网络（LSTM）或梯度提升树（XGBoost）模型，精准预测未来24小时的冷热负荷，并据此动态调整冷水机组、锅炉及空调末端的运行策略，实现10%至30%的节能效果。在设备维护领域，通过无监督学习算法（如孤立森林或自编码器）对振动、电流、温度等多维信号进行异常检测，系统可在设备发生严重故障前发出预警，变“事后维修”为“预测性维护”，显著降低停机风险与维修成本<sup>[2]</sup>。此外，人工智能还能分析门禁刷卡、Wi-Fi探针、会议室预约等行为数据，理解用户对空间的实际使用偏好，从而优化办公布局、会议室调度甚至清洁服务频次，提升空间利用效率与用户体验。正是大数据与AI的结合，使建筑从“被控制的对象”转变为“具备认知与决策能力的智能体”。

### 2.4 云计算与边缘计算：构建弹性高效的计算架构

面对建筑智能化系统日益增长的计算与存储需求，传统的本地服务器架构已难以满足灵活性与扩展性要求。云计算为此提供了强大的后台支持，通过虚拟化资源池，为智能建筑平台提供按需分配的计算能力、海量存储空间及高可用服务。尤其在多项目、多区域的集团化管理场景中，云平台可实现数据集中、策略统一下发与远程监控，大幅降低IT运维复杂度。然而，对于某些对实时性要求极高的应用，如高清视频流的AI分析、火灾报警的紧急联动或机器人控制，云端处理可能因网络延迟而影响响应速度。为此，边缘计算应运而生，它将部分计算任务下沉至靠近数据源的本地网关或智能终端，在设备端完成初步处理与快速决策。例如，摄像头

可在边缘侧完成人脸识别或越界检测，仅将告警事件上传云端，既保障了响应时效，又减轻了网络带宽压力。当前，云边协同架构已成为智能建筑计算体系的主流模式：边缘负责实时控制与定量分析，云端则聚焦于长期数据存储、复杂模型训练与全局优化策略生成。同时，基于云计算的SaaS（软件即服务）模式也降低了智能建筑系统的部署门槛，使中小型业主也能以较低成本享受先进技术带来的管理红利。

### 2.5 数字孪生（Digital Twin）：打造建筑的虚拟镜像

数字孪生技术通过构建物理建筑在数字空间中的高保真、动态映射，实现虚实世界的深度融合与双向交互。在建筑智能化中，数字孪生不仅是三维可视化的展示工具，更是集仿真、预测、优化与决策支持于一体的综合平台。依托BIM模型作为几何骨架，结合物联网实时数据流作为“血液”，数字孪生体能够精确反映建筑当前的运行状态——从每台空调的启停状态到整栋楼的能耗分布，从人流热力图到空气质量指数，均可在虚拟模型中动态呈现。更重要的是，数字孪生支持“假设分析”（What-if Analysis）能力。例如，在制定应急预案时，管理者可在孪生环境中模拟火灾发生后的烟气扩散路径与人员疏散过程，评估不同出口配置或引导策略的有效性；在能效优化方面，系统可结合气象预报与建筑物理模型，仿真不同运行策略下的全年能耗表现，辅助选择最优控制方案。此外，数字孪生还可用于新设备安装前的空间冲突检测、改造方案的虚拟验证等场景，显著降低试错成本。随着技术成熟，数字孪生正逐步成为连接BIM、物联网与人工智能的“中枢神经系统”，推动建筑智能化向更高阶的自主运行迈进。

### 2.6 5G与新一代通信技术：夯实高速低延时连接基础

5G技术以其大带宽、低时延、高可靠及海量连接的特性，为智能建筑内高密度设备接入与高实时性应用提供了坚实支撑。例如，在安防监控领域，4K甚至8K超高清视频流可通过5G网络实时回传至云端进行AI分析，实现对人群聚集、跌倒、遗留物等复杂场景的精准识别；在运维支持方面，技术人员佩戴AR眼镜进入设备机房，可通过5G网络实时调取设备BIM信息、历史维修记录及操作指引，实现“所见即所得”的远程专家协作，大幅提升维修效率<sup>[3]</sup>。此外，5G还为建筑内的无人配送车、巡检机器人等移动智能体提供了高精度定位与稳定控制通道，使其能在复杂环境中自主导航与作业。除5G外，Wi-Fi 6凭借更高的并发连接数与更低的功耗，适用于办公区、会议室等高密度终端场景；而时间敏感网络（TSN）则在工业控制类子系统中保障关键指令的确定性传输。

多种通信技术的协同部署，共同构筑了智能建筑高速、可靠、灵活的网络基础设施。

### 3 当前面临的挑战与问题

#### 3.1 数据孤岛与标准缺失

不同厂商的设备与系统采用私有协议（如Modbus、BACnet、KNX，虽为标准但实现差异大），导致数据难以互通。缺乏统一的数据模型、接口标准与语义描述，严重制约了系统集成与数据价值挖掘。

#### 3.2 信息安全与隐私保护风险

智能建筑涉及大量敏感数据（如人员轨迹、能耗习惯、安防视频），一旦遭受网络攻击或数据泄露，将带来严重后果。当前许多系统在安全设计上存在短板，如弱密码、未加密传输、漏洞未及时修补等。

#### 3.3 初期投资高与投资回报周期长

部署全套智能系统（传感器、网络、平台、AI模型）成本高昂，尤其对既有建筑改造而言。虽然长期可节省运维与能源成本，但ROI（投资回报率）测算复杂，影响业主决策。

#### 3.4 复合型人才短缺

建筑智能化需要既懂建筑、又精通IT、数据科学与自动化控制的跨学科人才。目前高校培养体系尚未完全适应这一需求，导致项目实施与运维中存在技术断层。

#### 3.5 用户接受度与行为惯性

部分用户对智能系统存在不信任感，或习惯于手动操作，导致系统使用率低，无法充分发挥效能。如何设计人性化、透明化的交互界面，提升用户参与度，是重要课题。

### 4 未来发展趋势与建议

#### 4.1 平台化与生态化

单一厂商难以覆盖所有技术环节，开放、兼容、可扩展的智能建筑平台将成为主流。通过API接口与微服务架构，吸引第三方开发者共建应用生态，如能源管理、空间预订、健康监测等增值服务。

#### 4.2 AI深度融入与自主进化

AI将从“辅助决策”走向“自主控制”。通过强化学习等技术，系统可在保证安全的前提下，自主探索

最优运行策略，并随环境变化持续优化，实现“越用越聪明”<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 与智慧城市深度融合

建筑作为城市的基本单元，其智能化系统将和城市交通、能源、应急等平台对接，参与需求响应、碳交易、公共安全等城市级协同，成为“城市操作系统”的有机组成部分。

#### 4.4 绿色低碳导向强化

在“双碳”目标驱动下，建筑智能化将更加聚焦于碳排放监测、可再生能源调度、零碳建筑运营等方向，信息技术成为实现建筑碳中和的关键工具。

#### 4.5 人本智能与健康建筑

未来智能建筑将更关注人的生理与心理健康，通过环境质量监测（PM2.5、VOC、噪声）、生物节律照明、个性化微环境调节等手段，打造“健康建筑”（Healthy Building）。

### 5 结语

信息技术正深刻重构建筑行业的价值链条与运营逻辑。从物联网的全面感知，到BIM的全生命周期管理，再到AI驱动的智能决策，信息技术已不再是建筑的“附加功能”，而是其智能化转型的“核心引擎”。尽管在标准化、安全性、成本效益等方面仍存挑战，但随着技术迭代、政策完善与市场成熟，建筑智能化必将迈向更高水平的集成化、自主化与人本化。未来的建筑，将不仅是遮风避雨的场所，更是感知环境、理解用户、自我优化的“生命体”，为构建绿色、韧性、宜居的智慧城市奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1]王斐.信息技术在建筑智能化建设中的应用[J].无线互联科技,2021,18(17):99-100.
- [2]孙海峰.信息技术在建筑智能化建设中的应用[J].智能城市,2020,6(06):37-38.
- [3]顾亮.建筑施工技术管理特点及信息技术的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(30):86-88.
- [4]吴昊.现代信息技术在建筑工程管理中的应用与挑战[J].通讯世界,2025,32(07):148-150.