

# 公立医院建筑智能化建造与智慧运维的实践探索

邱治国

重庆市中医院 重庆 400020

**摘要：**在“健康中国”战略与信息技术加速迭代的双重驱动下，公立医院正从“规模扩张”迈向“提质增效”。建筑智能化建造与智慧运维已成为提升医疗质量、患者体验和运营韧性的关键。本文深入剖析了公立医院建筑智能化建造与智慧运维的产生背景、重要意义、系统分类及核心功能，结合实例分析当前面临的挑战，并提出应对策略，以期对未来医院建设与运维提供借鉴。

**关键词：**公立医院；智能化建造；智慧运维；BIM；物联网；AI

## 一、公立医院建筑智能化建造与智慧运维产生的背景与意义

### （一）公立医院建筑智能化建造与智慧运维产生的背景

近年来，《“健康中国2030”规划纲要》《关于推动公立医院高质量发展的意见》等政策明确提出推动信息技术与医疗服务的深度融合，建设智慧医院。同时，公众对医疗服务品质、就医环境及公共卫生安全的需求日益提高，医院建筑需兼顾高效、安全与可持续运营。传统建设与运维模式难以应对现代医院业务的复杂性，BIM、物联网、人工智能等技术的成熟为医院建筑的数字化、智能化提供了实现路径，使医院从“钢筋水泥”进化为“可感知、能思考、会进化”的生命体。

### （二）公立医院建筑智能化建造与智慧运维的意义

智能化建造将传统劳动密集型建设模式转变为数据驱动、全流程协同的现代化模式。智慧运维则通过实时数据采集、智能分析与系统联动，实现精细化、高效化管理。二者共同推动医院从“传统建筑”向“智慧生命体”转型，不仅提升医疗效率和患者体验，也优化资源利用、增强应急响应能力，为医院高质量发展提供关键支撑。

## 二、公立医院建筑智能化建造分类及优点

### （一）智能化建造的主要分类

智能化建造系统围绕医院运营需求构建，分为五大核心类别，各系统协同形成完整智能体系：

1. 智能基础系统：保障医院基本运行的“神经系统”。包括综合布线系统、计算机网络系统、通信系统、公共广播系统等，为智能应用提供高速、稳定、可靠的

信息传输通道，是智能化功能实现的基础保障。

2. 智能建筑设备管理系统：维持医院环境舒适的“循环系统”。涵盖建筑设备监控系统（BA）、智能照明控制系统、能源管理系统（EMS）、电梯监控系统等，实现设备的自动化控制和节能优化，降低运营能耗。

3. 医疗专用智能系统：这是直接服务于医疗业务的“特色系统”。包括医用气体监控、病房呼叫对讲、手术室净化空调自控、医疗废弃物追溯管理等系统，专业性和可靠性要求高，需与医疗流程深度适配。

4. 安全防范系统：这是保障医患安全的“免疫系统”。包括视频安防监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统、智能安检系统以及消防报警和应急疏散系统，构成全覆盖、多维度的安全防护体系，满足医院24小时安全运行需求。

5. 系统集成平台（IBMS/BIM）：智能化建造的“大脑雏形”与核心支撑，通过三维建模整合建筑、结构、机电、医疗专项等所有专业数据，构建医院可视化“数字孪生体”模型。该模型包含三维几何信息及结构、暖通、水电、医疗气体等专业海量数据：在设计阶段可提前发现设计冲突，避免施工返工；施工阶段能与进度实时联动，实现“按图施工、实时校验”；同时整合建材采购、人员调配等信息，为后期运维提供完整数据支撑，实现设计、施工、运维三阶段数据贯通。

### （二）智能化建造的核心优点

1. 提升质量，减少返工：BIM技术的可视化协调能在施工前发现并解决设计冲突，提高施工质量和管理效率，避免拆改重建问题，降低质量风险。

2. 控制成本，缩短工期：精准的BIM模型助力工程

量精准计算和预制化生产，有效控制项目投资和工期。应用BIM技术可节省最高10%的项目成本并缩短15%的工期，提升项目建设性价比。

3.数据移交，赋能运维：实现了从“建造”到“运维”的无缝数字交付。竣工BIM模型包含了设备型号、参数、保修期、安装图纸等所有关键信息，为智慧运维提供了完整的“数字底板”。

### 三、公立医院建筑智慧运维让医院建筑拥有“智慧大脑”

建成交付只是医院生命周期的开始。医院建筑投入使用后，运维管理涉及多个专业，且需满足24小时不间断运行、高可靠性、高安全性的要求。传统运维模式依赖人工巡检，存在“响应慢、故障排查难、能耗高”等问题，智慧运维利用在智能建造阶段形成的数字孪生体，通过“数据采集+智能分析+联动控制”等技术，实现管理的精细化、高效化、智能化，运行的低碳化与人性化。

若说智能化建造赋予了医院建筑“健康的躯体”和“敏锐的感官”，智慧运维则为其注入会思考、能决策的“智慧大脑”。该“大脑”以BIM+IoT+AI为技术核心，通过全场景数据采集、智能分析与多系统协同，提升管理效率与响应速度，实现建筑全生命周期智慧化管理。

#### （一）物联网感知：构建全场景数据网络

智慧运维以数据为核心，通过在医院建筑内部署物联网感知设备，实时采集各类运行数据。这些设备通过5G、LoRa等通信技术将数据传输至智慧运维平台，形成全覆盖的数据网络，为后续的智能分析与决策提供数据支撑。

#### （二）AI智能分析：实现故障预警与能耗优化

智慧运维平台通过人工智能算法处理海量数据，实现故障预警与诊断和能耗优化两大功能。基于设备历史运行数据建立正常运行模型，当实时数据偏离阈值时自动发出预警，提前排查故障隐患；结合医院不同区域功能需求与使用规律，优化设备运行策略，降低无效能耗。

#### （三）联动控制：提升运营安全性与可靠性

医院各系统存在密切关联，智慧运维平台可实现多系统联动控制。例如火灾发生时，自动触发指令，关闭火灾区域空调新风系统、启动排烟风机、切断非消防电源、控制电梯迫降首层，同时将火情信息推送至消防控制室与运维人员手机；突发公共卫生事件中，可快速调整负压病房通风系统，确保负压稳定以防止病毒扩散，并联动污水处理系统加强医疗废水消毒，保障环境安全。

#### （四）移动端运维：形成管理闭环

智慧运维平台支持移动端应用，运维人员通过手机APP可实时查看设备运行状态、接收故障预警、处理运维工单。工单包含故障位置、设备型号、历史维修记录等信息，人员可导航至现场，借助移动终端调取设备图纸与维修手册，快速完成故障处理；处理后系统自动更新维修记录，并跟踪评估效果，形成运维管理闭环。

### 四、公立医院建筑智能化建造与智慧运维实例

重庆某三甲中医院在传承创新中心和疫病基地建设中，确立“统一规划、BIM引领、智慧赋能”理念，全面应用BIM技术：对医疗功能房间、大型设备机房、复杂管线走廊进行深化设计，提前解决冲突点上千处，避免施工返工；设计、施工、监理、代建、院方通过BIM协同平台工作，问题留痕、责任清晰，大幅提升管理效率。

项目竣工后，同步建成基于BIM数字孪生技术的“医智运维平台”：通过BIM与IoT技术结合，BIM承担上层信息集成、交互与管理功能，物联网负责底层信息感知、采集与传递，全面集成新风、变配电、纯水、污水等系统数据，在BIM数字孪生系统中实现数据共享，构建多合一集中运行的后勤智慧运维管理中心。

该平台运行一年后：医院能耗下降11%，设备故障率下降35%，运维人力节省20%，患者满意度提升8个百分点。

该实例证明，从建造到运维的全过程数字化，能显著提升医院运营韧性与管理现代化水平，产生巨大实际效益。

### 五、公立医院建筑智能化建造与智慧运维面临的挑战及应对策略

#### （一）主要挑战

1.初期投资成本较高：智能化系统与技术投入需大量前期资金，部分医院对其全生命周期价值认知不足，易将其视为“额外成本”。

2.复合型人才短缺：智能化建造与智慧运维需既懂医疗流程，又掌握BIM、物联网、AI等ICT技术的人才，跨专业、跨领域融合难度大，现有人才储备难以满足需求。

3.网络数据安全风险：高度互联的智能系统扩大网络攻击面，医疗数据隐私保护与系统安全面临挑战，需建立严密的数据治理体系。

#### （二）应对策略

1.创新投资与回报模式：转变“智能化是成本中心”的观念，将其视为“效益中心”，通过精细测算节能

降耗、人力节省、效率提升等收益，论证全生命周期价值。可探索与第三方专业公司合作，采用合同能源管理（EMC）、建设-运营-移交（BOT）等模式，分担前期资金压力。

2. “产学研用”协同培养人才：一是加强院校合作，与高校共建“智慧医疗工程”专业，设置BIM建模、医疗物联网、AI医学应用等课程；二是开展在职培训，组织医院信息科人员参加“医疗数字化转型研修班”，学习中台架构、数据治理等技术；三是推动厂商赋能，在施工单位建立“智慧医院认证工程师”体系，培养适配的运维团队。

3. 建立纵深防御安全体系：严格执行网络安全等级保护制度，对智能系统进行分区隔离、访问控制、入侵检测与数据加密，保障核心医疗业务网络安全；建立常态化安全监测与应急响应机制，定期开展安全演练，防范网络攻击与数据泄露。

### 结语

随着5G、人工智能、数字孪生等技术成熟，公立医院建筑智能化建造与智慧运维，是医院从“规模扩张”转向“提质增效”的必由之路，也是推动医院从“传统建筑”向“智慧生命体”演进的双翼。这不仅是技术革新，更是管理理念与服务模式的深刻变革——通过构建“数字孪生”底座，打通全生命周期数据流，可打造更安全、高效、人性化且可持续的现代化医院，为患者赢得时间，为医护创造优质环境，为公共健康筑牢数字化基石，响应“健康中国”战略。

对于医院管理者，需积极拥抱技术变革，推动智能

化落地，同时加强跨专业人才培养，构建“技术+医疗+管理”复合型团队，确保智能系统充分发挥价值。尽管前路仍有挑战，但方向明确：坚持理念先行、顶层设计、数据驱动、持续迭代，可实现科技与人文关怀深度融合，构建以患者为中心、运营高效、安全韧性的智慧医院新形态，为“健康中国”筑牢数字化根基。

### 参考文献

- [1] 赵国林. 基于BIM技术的医院建筑智慧运营维护技术[J]. 建筑施工, 2018, 40(8): 3
- [2] 王建国, 李娜. 智慧医院建筑设计与运维一体化研究[J]. 建筑科学, 2022, 38(10): 1-8.
- [3] 李桂峰. 基于BIM的建筑设备可视化运维管理系统研究[J]. 建筑与装饰, 2021.
- [4] 陈兴华, 刘晓栋, 王荣. 基于BIM与IoT的医院智慧运维管理平台构建研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2021, 13(04): 1-7.
- [5] 中国医院协会信息专业委员会. 智慧医院建设与发展白皮书(2022年)[R]. 2022.
- [6] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (3rd ed.). Wiley.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50314-2015 智能建筑设计标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 51312-2018 建筑信息模型设计交付标准[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.