

# 基于医疗特性的医疗综合楼绿色施工监理与节能管控 实践研究

杨贵雄

云南博奥建设工程咨询有限公司 云南大理 671000

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17704

**[摘要]** 在双碳目标下，医疗综合楼因洁净度、防辐射等特殊要求，其绿色施工与节能管控难度大。本文以医疗综合楼为研究对象，以“四节一环保”为核心，构建医疗场景下全流程监理体系（前期审核-过程控制-竣工验收）与四位一体节能体系（能源/水资源/材料/环境）。通过东部地区某5万m<sup>2</sup>医疗综合楼工程案例验证，实施科学监理与管控后，施工期能耗降低22%、用水量减少30.8%，运营期单位面积能耗降至65tce/（m<sup>2</sup>·a），绿色效益显著。研究成果为同类医疗建筑绿色化建设提供理论支撑与实践参考。

**[关键词]** 医疗综合楼；绿色施工监理；节能管控；全流程；医疗特殊性

## 引言：

随着我国绿色建筑评价体系的不断完善，《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）要求公共建筑能耗降低20%以上[1]。医疗综合楼因集成门诊、住院、手术、医技等功能，需满足洁净手术部万级洁净度、放射科防辐射等特殊标准，且单位面积能耗达普通住宅2.5倍，其绿色施工与节能管控难度远超常规建筑[2]。当前，多数医疗综合楼项目存在监理方案缺乏医疗专项设计、节能措施与医疗需求脱节等问题，导致施工能耗高、运营节能效果不佳。因此，本文聚焦医疗特性，构建专项监理与节能体系，对降低建筑全生命周期能耗、实现医疗行业绿色转型具有重要现实意义。

## 一、医疗综合楼绿色施工监理核心要点

### 1.1 施工前期监理：筑牢绿色施工基础

施工前期是绿色施工落地的关键阶段，主要从方案、资质、资源三个方面开展监理工作。一是专项方案审核，应重点审查绿色施工方案是否涵盖洁净手术部施工的空气净化流程、医疗设备安装的节能参数要求、放射科防辐射材料施工工艺等医疗特殊区域的管控举措，确保方案契合《绿色施工导则》和医疗建筑设计规范；同时验证方案中“四节一环保”措施的可行性，临时用电节能方案，施工废水循环利用流程等等，避免出现理论与实际相脱离的情况。二是对施工单位的资质及人员进行核查，确认施工单位具有绿色建筑施工资质，并且配备有医疗专项施工技术人员，如具备洁净工程的

技术人员、设备节能调试工程师等；查看施工人员是否接受了医疗建筑绿色施工培训，是否知晓洁净区域施工禁忌、节能设备操作规范等，保证人员能力满足项目需求。三是资源准备检查，核查施工设备是否符合节能标准，塔吊能耗等级、混凝土输送泵的节能认证等；查验绿色建材的质量证明文件，保温材料导热系数检测报告、装饰材料环保认证证书等，特别注意医疗区域所用材料的抗菌性、防辐射性等特殊指标，杜绝不合格材料进场。

### 1.2 施工过程监理：精细化管控关键环节

医疗建筑施工监理要依照特性分区域、分系统精细化开展。节能监理关注围护结构和设备系统，围护结构：外墙岩棉厚度≥100mm，冷桥热桥损失≤5%；门窗气密性≥8级。设备系统：MRI变压器效率≥99%，空调管道保温厚度≥50mm。节地与环境保护监理重医疗安全：施工场地核查医疗区与施工区防尘隔离围挡、专用通道等隔离，材料架空存储等临时用地优化；实时监测扬尘（比如PM<sub>2.5</sub>≤0.5mg/m<sup>3</sup>等），要求作业面配雾炮机、洒水车，控制噪声，禁夜间（22:00-6:00）高噪声作业，特殊情况办许可换液压破碎锤等低噪声设备。节水节材监理加强计量循环，水资源管理查计量装置、分区域统计用水并整改异常，督施工废水沉淀后复用、雨水回收灌溉；材料管理推行限额领料并控损耗（≤3%），分类回收医疗区剩余材料二次利用[3]。

### 1.3 竣工验收监理：验证绿色施工成效

竣工验收阶段要采用“资料核查+现场检测”的双管齐下方式,保证绿色施工效果合格。资料核查,审核绿色施工全过程记录、节能施工检测报告、环境监测数据、材料消耗台账等,确认资料完整,数据真实;重点审核医疗专项区域验收资料,洁净手术部洁净度检测报告,医疗设备节能调试记录等,符合医疗规范。现场检测时联合建设、设计单位对围护结构的传热系数、空调系统能效比、照明系统功率密度等指标进行检测,对医疗特殊区域进行专项检测,比如放射科辐射防护效果、ICU病房温湿度控制精度等,保证满足使用要求。并重点监督设备系统的联动调试(如群控系统、能源管理系统),验证其整体节能效果。同时按照《建筑工程绿色施工评价标准》的要求进行综合评价,出绿色施工评价报告,为项目绿色建筑认证做准备。

## 二、医疗综合楼节能管控体系构建

### 2.1 能源管控:全周期降低能耗

能源控制要贯穿施工和运营全过程,施工阶段以电力、燃油消耗为重点,设备配置必须参考行业标准优先选择一级能效的机械,比如节能型塔吊、电动施工电梯,临时用电采用智能配电箱进行分区域控电,防止空转;管理上制定设备使用计划,集中安排混凝土浇筑等作业减少启停,安装临时用电计量表监测能耗,对钢筋加工区等环节进行改造。运营阶段能耗占全生命周期70%以上,建筑主体上屋顶做倒置式保温(挤塑聚苯板+防水层),传热系数 $\leq 0.3\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ,外墙做外保温+断桥;设备系统用变频螺杆式冷水机组、LED照明、节能型CT机;智能管理建能源管理系统,确保实时监控用能并自动报警,如根据负载调节空调参数实现动态节能<sup>[4]</sup>。

### 2.2 水资源管控:循环利用与高效节水

水资源控制要贯穿施工和运营全过程,施工阶段主要控制混凝土养护、车辆冲洗、降尘等耗水环节,设备采用节水型混凝土养护膜(比传统洒水节水60%)、高压清洗机(比普通清洗机节水30%),用水点安装节水龙头、感应冲水装置减少浪费,循环利用设置三级沉淀池,处理后废水用于降尘、洗车,场地周边设置雨水收集沟和蓄水池,收集的雨水用于灌溉,每年可节水 $1.2\text{万}\text{m}^3$ ,管理上制定用水计划(混凝土养护用水 $200\text{L}/\text{m}^3$ ),建立计量制度,每周统计用水量,发现超耗环节(管道漏水等)及时整改。运营阶段为生活、

医疗、绿化用水,建立“节水器具+中水回用+雨水回收”体系,推广6L以下节水马桶、感应水龙头(洗手池装限流阀),医疗用水用节能型消毒设备;建中水处理站,将预处理后的废水处理至GB/T 18920-2020中水标准,用于冲厕、灌溉等,回用量占总用水30%,年可节约水 $5\text{万}\text{m}^3$ ;屋顶设雨水收集系统、地下蓄水池,过滤消毒后用于绿化、景观补水,再减新鲜水消耗。

### 2.3 材料管控:绿色选材与减耗增效

材料管控要贯穿施工及运营整个周期,施工阶段既要考虑绿色性也要考虑经济性,采购时优先选用绿色建材,再生骨料混凝土、低VOC涂料(医疗环保)、可循环塑料模板,医疗区域材料需具备抗菌/防辐射特性(手术室抗菌环氧树脂地坪、放射科硫酸钡防辐射涂料),使用阶段借助BIM优化砖材排版削减切割损耗,执行限额领料(损耗率 $\leq 3\%$ ),回收时将余料按类别处理(钢筋头当预埋件、废木材作临时支撑,理论利用率达80%以上),医疗专项剩余材料(抗菌板材等)妥善保存以备维修使用[5]。运营阶段以医疗耗材、办公用品为主,医疗耗材根据科室需求精准采购,推广可消毒复用器械包减少一次性消耗;办公用品推行无纸化办公,选择再生纸、可降解文具;循环利用上建立废旧设备回收体系(淘汰设备维修翻新后捐赠基层),办公家具采用模块化设计,损坏的部件可以更换,以延长使用寿命。

### 2.4 环境管控:降低污染与生态保护

环境控制要覆盖施工和运营的全过程,在施工阶段对扬尘、噪声、废水、固废四类污染进行精准治理,扬尘控制设置2.5m高的封闭围挡(顶部安装喷淋),主要道路硬化并配备洒水车定时洒水,作业面用防尘布覆盖,保证浓度达标;噪声控制采用低噪声设备(液压破碎锤比传统设备低10dB),施工场界设置隔声屏障,夜间施工设监测点,符合国家标准;废水处理中,普通施工废水经三级沉淀池处理后排放,放射科等医疗专项施工废水需特殊处理达标;固废分类收集,可回收固废(钢筋、木材)交专业单位回收,建筑垃圾等不可回收固废运到指定消纳场,废油漆桶等医疗相关危险固废单独存放,由有资质单位处置。运营阶段主要是对医疗废物、室内环境进行管理,根据《医疗废物管理条例》将医疗废物分为感染性废物、损伤性废物,装入专用的黄色塑料袋、锐器盒,由有资质的单位定期清运,防止交叉感染;室内环境

加强通风, 门诊大厅、病房使用新风系统(新风量  $30\text{m}^3/(\text{人}\cdot\text{h})$ ), 选择低甲醛地板、抗菌壁纸等环保材料, 定期检测甲醛、苯浓度, 保证符合 GB/T 18883-2002; 生态保护方面, 院区绿化采用本地植物配合滴灌等节水系统, 设置屋顶花园提高生态环境质量, 降低夏季制冷能耗<sup>[6]</sup>。

### 三、案例实践分析

#### 3.1 项目概况

东部地区某三级医院医疗综合楼项目, 总建筑面积  $5\text{万}\text{m}^2$ , 地上 15 层(门诊区 3 层、住院区 10 层、行政办公区 2 层), 地下 2 层(医技区、设备机房、停车场), 8 间洁净手术部(万级洁净度), 2 间 MRI 室, 3 间 CT 室, 绿色建筑二星级, 项目总工期 18 个月, 2023 年竣工投入使用。

#### 3.2 绿色施工监理实施

该项目绿色施工监理分三个阶段进行, 施工前期准备阶段, 监理单位对绿色施工专项方案进行严格审核, “四节一环保”措施、洁净手术部洁净度控制、医疗设备安装节能要求等重点核查, 对节能措施不具体、环境监测方案不完善的整改意见, 核查施工单位绿色施工资质、人员配备、施工设备节能性、材料绿色认证, 确保前期准备到位。施工过程阶段, 监理加强多维度管控, 节能施工重点检查围护结构保温隔热、空调与照明系统安装质量, 规范临时用电并推广节能照明; 节地与环保方面核查场地规划及医疗区隔离措施, 管控扬尘(封闭围挡、洒水降尘等)、噪声(合理排班+低噪声设备)、废水(沉淀池处理)、固废(分类处置); 节水节材方面检查用水与材料节约计划、节水设备配备及计量制度建立, 确保按方案施工。竣工验收阶段监理协助进行绿色施工评价, 确认施工期能耗降 22%、水资源利用率提高 30%、材料损耗率  $\leq 3\%$ , 且污染物排放达标; 审核绿色施工资料的完整性; 组织现场检查围护结构保温、空调和照明系统节能性能, 保证绿色施工效果符合要求。

#### 3.3 节能管控效果

该项目节能管控措施效果明显, 能源节能方面, 通过优化施工设备、加强用电管理、改善围护结构、选用节能设备, 施工期总能耗为  $850\text{tce}$ , 比传统项目  $1090\text{tce}$  降低 22%, 运营期单位面积能耗为  $65\text{tce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ , 比传统医疗综合楼  $85\text{tce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  降低 23.5%, 年节约能源约  $100\text{tce}$ , 减碳约  $260\text{t}$ ; 水资源节能方面, 依靠节水设备、循环技术和计量

制度, 施工期总用水量为  $4.5\text{万}\text{m}^3$ , 比传统项目  $6.5\text{万}\text{m}^3$  降低 30.8%, 运营期单位面积用水量为  $25\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ , 比传统项目  $35\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  降低 28.6%, 年节水约  $5\text{万}\text{m}^3$ , 减水费约 20 万元; 材料节能方面, 通过规范采购、限额领料、回收利用, 施工期材料损耗率  $\leq 3\%$ , 比传统项目 5% 降低 40%, 运营期医疗耗材和办公用品消耗比传统项目降低 15%, 年节约材料成本约 30 万元; 环境管控方面, 施工期扬尘浓度  $\leq 0$ 。同时, 项目室内空气质量达标, 洁净手术部温湿度控制精度  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ , 患者满意度提升 12%, 实现经济效益与社会效益双赢。

#### 结语:

本文通过对医疗综合楼绿色施工监理要点及节能管控措施的分析, 并结合工程案例验证, 医疗综合楼绿色施工监理应围绕医疗特殊要求, 建立“前期审核-过程控制-竣工验收”全流程监理体系, 重点把控洁净区域施工、医疗设备安装等专项内容; 节能管控要从能源、水资源、材料、环境四个方面入手, 结合施工和运营阶段的特点实施相应措施。由案例可知, 做好科学的监理和管控工作可以减少建筑能耗, 取得绿色效益。未来可以研究 BIM 和物联网技术在绿色施工监理方面的发展, 用 BIM 模型模拟节能效果, 通过物联网监测能耗数据来推进医疗综合楼绿色建设的智能化、精细化发展, 为双碳目标的实现提供有力支撑。

#### [参考文献]

- [1] 中国建筑节能协会. 2024 医疗建筑能耗报告[R]. 北京, 2024.
- [2] 同济大学医院建筑研究中心. 2023 医疗建筑绿色施工调研报告[R]. 上海, 2023.
- [3] 姜绪明. 建筑监理在绿色建筑施工中的应用与实践[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (33): 176-178.
- [4] 黄晶廷, 王奕瞳, 竺展坤. BIM 技术在国内医院建设项目中的应用需求和现状分析[J]. 中国医院建筑与装备, 2025, 26(10): 36-40.
- [5] 张洁. “BIM+”技术在绿色医院建筑全生命周期的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2025, (18): 100-102.
- [6] 杨焰宇. 医院建筑空间规划中节能技术创新与效益提升[J]. 大众标准化, 2025, (17): 28-30.