

面向全生命周期的医院 EPC 项目低碳设计-施工协同优化研究

蔡佑明 王 松 马殿东 李万奇 米本功

中国建筑一局（集团）有限公司 北京 100000

【摘要】：在“双碳”目标与医疗建筑高品质建设的宏观导向下，医院 EPC 项目对低碳设计与施工协同的诉求日益凸显，其核心议题围绕化解全生命周期中的目标错位、信息割裂等关键矛盾展开。本文先对相关概念进行清晰界定，再深入剖析协同特征及背后的理论依据，进而梳理出设计阶段目标分解模糊化、施工阶段方案衔接滞涩、不同阶段间协同效能欠缺等现实问题，后续分别从设计优化、施工管控、阶段衔接三个维度构建针对性的改进路径，并配套搭建组织保障、制度规范、技术支撑三位一体的保障框架，旨在为医院 EPC 项目全生命周期的低碳设计与施工协同工作提供理论指引与实践范式，进而推动医疗建筑领域的绿色转型进程。

【关键词】：医院 EPC 项目；全生命周期；低碳设计-施工协同；优化策略；保障体系

DOI:10.12417/2705-0998.25.19.033

引言

当前医院 EPC 项目常出现设计与施工阶段低碳目标脱节、信息传递阻滞等问题，致使全周期低碳效益受损，无法契合绿色医疗建筑发展需求。开展面向全生命周期的医院 EPC 项目低碳设计-施工协同优化研究，既可填补医院建设领域低碳协同管理的实践空白，为破解设计-施工协同难题提供系统性思路，也能助力医院项目在保障医疗功能前提下提升全周期低碳效益，对推动建筑行业低碳转型、实现医院建设绿色化与可持续发展，均具备重大理论价值与实践作用。

1 医院 EPC 项目全生命周期与低碳设计-施工协同基础

1.1 医院 EPC 项目低碳设计-施工协同的特点与需求

医院项目因医疗功能导向，低碳设计存在特殊性，手术室、ICU 等特殊区域需维持恒定温湿度与洁净度，设计时需在低碳能耗与医疗安全标准间寻求平衡，避免因侧重低碳目标而干扰医疗功能正常落地。施工阶段面临多专业交叉协同难点，土建、机电安装与医疗专项工程同步推进时，各专业施工流程与低碳要求存在适配偏差，易引发工序冲突或资源调配问题，造成低碳目标落实受阻；全生命周期视角下，设计-施工需实现低碳目标有效衔接，设计阶段需提前预判施工可行性与运营能耗需求，施工环节则需严格落地设计中的低碳参数，防止因阶段目标割裂导致全周期低碳效益折损。

1.2 低碳设计-施工协同的理论支撑

协同管理理论为医院 EPC 项目低碳协同提供组织架构与流程规范支撑，统筹设计方、施工方及其他参与主体资源，厘清各主体低碳协同职责与沟通机制，化解信息阻隔与责任推诿现象，增强协同效能。全生命周期理论规范且引导低碳设计-施工工作，要求突破单一阶段认知局限，基于全周期维度规划低碳目标，设计环节纳入材料循环利用考量，在施工环节兼顾运营阶段能耗优化需求，规避短期行为与长期效益的冲突；低

碳建筑技术理论提供技术实现路径，融入节能技术与数字化管控工具，支撑设计环节低碳方案优化与施工环节低碳过程管控，推动设计与施工在技术层面构建协同联动效应。

2 医院 EPC 项目低碳设计-施工协同问题诊断

2.1 设计阶段低碳协同的核心问题及成因

设计阶段低碳协同面临两大关键问题，全生命周期低碳目标拆解模糊，碳排放控制要求未渗透至各专业设计环节，造成建筑、结构、机电等专业低碳指标缺乏清晰指引，甚至引发专业间低碳目标矛盾；低碳设计方案对施工可行性考量不足，部分方案仅停留于设计理论维度满足低碳需求，却忽略施工过程中的技术门槛与资源状况，后续需频繁调整，额外增加碳排放。昆明市二院项目中，原设计包含 2542 米温度后浇带，未顾及施工期周转材料损耗；部分低碳材料选型未结合施工运输实践，造成落地受阻。问题根源在于设计阶段施工方参与度偏低，设计方初期独立开展工作，未吸纳施工方对工艺可行性的建议；技术选型缺乏协同决策机制，原桩基础设计未顾及地质条件，施工方介入后调整为筏板基础+疏水层方案，实现成本节约。

2.2 施工阶段低碳协同的核心问题及成因

施工阶段遭遇方案与设计脱节现象、低碳指标监测非实时等问题，部分低碳方案机械照搬设计文件，医疗专项工程施工环节未与主体结构低碳要求形成协同统一；项目初期对能耗消耗、碳排放数据缺失实时监测机制，易引发不可逆资源损耗^[1]。问题症结在于施工方与设计方间缺失实时沟通渠道，施工过程中遭遇的低碳执行难题难以即时反馈，像 5 月某周噪声昼间数值达 69dB 已接近限值，直至次日才完成塔吊作业时间调整；资源调配工作未与设计低碳要求有效衔接，进而出现材料闲置情况。

2.3 设计-施工阶段间协同衔接的问题及成因

阶段间协同面临低碳设计交底工作存在欠缺、信息共享平

台建设存在空白的问题,施工准备阶段的隔震支座交底内容仅涵盖技术参数,未对低碳衔接要求进行专项解读;设计图纸、变更通知等关键信息采用分散式传递方式,极易造成文件版本混乱问题。这类问题的根源在于未将全生命周期低碳效益评估环节纳入协同工作流程,在设计与施工阶段仅聚焦自身阶段的低碳实施效果,未从项目全周期视角统筹目标衔接工作;阶段间目标衔接工作缺乏明确依据支撑,尚未建立基于全周期效益的衔接标准体系,使得设计与施工环节的低碳目标难以形成统一闭环系统。

3 全生命周期视角下医院 EPC 项目低碳设计-施工协同优化策略

3.1 设计阶段的低碳协同优化

设计阶段需围绕全生命周期低碳目标推进协同优化工作,一是推进低碳目标的细化拆解,将碳排放控制要求按专业维度拆解,像钢筋损耗率从定额标准下调、模板周转次数 ≥ 6 次,依托限额领料制度落地;二是搭建施工可行性评审机制,方案评审环节纳入施工方建议,如取消 2542 米温度后浇带,改用“跳仓法”设置施工缝,降低膨胀混凝土消耗量;三是建立技术选型协同决策机制,直径 $\geq 16\text{mm}$ 钢筋选用直螺纹连接,结合施工方经验减少搭接损耗,实际实现钢筋节约 154t。设计与施工方的低碳技术选型协同决策机制需同步搭建,低碳材料、节能设备及工艺的选择环节,结合施工方在材料运输成本、现场安装难度、后期维护便利性等方面的实践经验,共同确定技术方案,确保选型既契合设计低碳理念,又具备施工可操作性[2]。

3.2 施工阶段的低碳协同优化

施工阶段从三方面推进低碳协同优化,一是动态适配低碳方案,借助 BIM 技术模拟多专业工序穿插逻辑,按施工进度精确划分流水段,明确“土建钢筋绑扎验收→机电管线预埋→土建混凝土浇筑”的标准化工序流程,避免医疗专项管线与主体结构施工交叉作业引发的重复开槽、返工问题,通过科学排班减少人员窝工,实际节约总用工量。二是强化低碳指标实时监测,在办公区、生活区、施工区分别安装智能水表、电表及能耗监测终端,实时采集用水用电数据,地下结构阶段办公区实际用水低于目标值;地上结构阶段施工现场用电较目标节约,数据同步上传项目管理平台,一旦出现超标,某时段施工区用电量超出阈值时立即触发预警,联动调整设备运行,减少非必要大型机械使用。三是推动废弃物资资源化联动,现场设置封闭式垃圾站与分类余料回收池,分类收集废钢筋、模板余料、混凝土碎块,废钢筋回收可加工为马镫筋与定位筋;模板余料回收可拼接为机电预埋盒与洞口防护件;混凝土碎块回收可用于临时道路硬化,每月将废弃物类型、数量及回收率数据反馈设计方,为后续装饰阶段优化再生砌块选型、减少新材料用量

提供依据。

3.3 设计—施工阶段间的协同衔接优化

阶段间协同从三方面推进优化,一是构建体系化低碳交底流程,突破传统仅侧重技术参数的交底模式,按专业、工序开展专项交底;在隔震支座安装前,细致解读“隔震层顶板与下挂电梯井道的低碳衔接要点”,避免施工方因理解偏差引发返工碳排放;交底后通过现场问答与实操考核,确保施工人员精准掌握低碳执行细节,杜绝形式化交底行为。二是搭建 BIM 低碳信息平台,整合多维度核心数据,涵盖设计端的外墙保温传热系数、节能设备参数、低碳材料选型标准,施工端的实时能耗、扬尘浓度、废弃物回收数据,以及各阶段反馈的优化建议;平台支持设计方、施工方、监理方实时查阅与同步更新,规避信息分散传递引发的版本混乱;机电管线施工时,工人直接调取 BIM 深化模型获取精准留洞位置,无需二次开凿混凝土结构,减少材料损耗与额外碳排放,提升施工效率[3]。三是引入全生命周期低碳效益评估,每月组织设计、施工、监理三方召开评审会,系统对比“设计目标—施工实际值”。模板周转次数实际超出目标值时,反向优化后续装饰阶段模板选型,选用更高强度多层板延长周转周期;非传统水源利用率初期未达预期,分析后扩大雨水收集池容量,后续利用率实现提升;通过评估定位阶段衔接漏洞,动态调整交底重点与平台功能,形成持续改进闭环,保障全周期低碳目标连贯落地。

4 医院 EPC 项目低碳设计-施工协同优化保障体系

4.1 组织保障

构建多层次组织架构,夯实低碳协同统筹基础,一是组建低碳协同管理小组,由中建一局公司主管领导王冬担任顾问、项目经理米本功为第一责任人,技术部王松牵头负责低碳技术创新、物资部周州统筹节材管控,该小组每周召开协同推进会,协调解决技术选型冲突、资源调配不足等低碳难题。二是组建设计—施工跨组织协同团队,针对隔震层施工重难点,组建“设计方+施工方+监理方”专项团队,通过每日现场巡查与每周专项研讨,精准解决隔震支座标高控制、下挂井道支撑等具体问题[4]。三是建立多方监督机制,业主聚焦全周期低碳效益,每月审核低碳目标达成报告;监理侧重施工指标执行,日常巡检核验能耗、扬尘监测数据;业主与监理每月联合开展一次低碳措施核查,确保各环节协同要求落地。

4.2 制度保障

搭建三维制度体系,夯实低碳协同执行刚性基础,一是界定责任划分与考核制度,将低碳指标拆解至各部门 KPI,工程部需保障“扬尘控制达标率 100%”“噪声投诉为 0”,物资部需达成“材料损耗率 \leq 目标值”,未达标主体按既定比例扣减团队及个人绩效,达标主体则纳入评优核心依据;二是构建标准化沟通制度,确立“日巡查-周总结-月评审”机制,每日

由安全员负责记录能耗、扬尘数据，每周由项目经理牵头组织设计、施工方分析偏差原因，每月联合监理单位开展专项评审工作；三是设立奖惩激励制度，针对“下挂井道正做法”“筏板防排结合”等技术创新团队发放专项奖金且推广相关技术成果，未落实协同要求的主体需限期整改且实施问责，保障制度落地并发挥实效^[5]。

4.3 技术保障

技术保障依托数字化工具强化协同效能与管控水平，借助 BIM+GIS 技术实现低碳协同可视化与空间优化，一是应用 BIM+GIS 技术，设计阶段通过 Revit 建模、Navisworks 开展碰撞检测，施工阶段同步模拟深基坑开挖流程；二是引入智能监测技术，布设“扬尘—噪声—能耗”三联监测仪，搭配无人机自动巡航排查安全隐患；三是搭建低碳数据管理平台，建立材料进场、建筑垃圾处置台账，保障数据可追溯。同步构建低碳设计-施工协同数字化管理平台，整合 BIM 模型数据、实时监测数据及协同沟通记录等信息，支持设计方、施工方、监理方等多方在平台内实时查阅、在线审批与动态反馈，形成“数据

共享—实时协同—高效管控”的技术支撑体系，推动低碳协同流程向标准化、智能化转型。

5 结语

本文聚焦医院 EPC 项目全生命周期低碳设计-施工协同开展系统性探索，结合“双碳”目标与医疗建筑功能属性，明确医院 EPC 项目低碳设计-施工协同的特殊内涵与理论基础，界定医疗特殊区域低碳平衡、多专业交叉协同及全周期目标衔接的核心诉求，基于协同管理、全生命周期及低碳建筑技术理论构建研究体系；深度剖析设计阶段目标分解模糊、施工阶段方案脱节、阶段间衔接不足等现存问题与内在成因，从设计优化、施工管控、阶段衔接三个维度针对性提出具备可操作性的协同路径，配套构建多层次组织架构、三维度制度体系及数字化技术保障体系，构成完整研究脉络。研究为医院 EPC 项目破解低碳设计-施工协同困境提供明确路径，亦可为同类大型医疗公共建筑绿色化建设提供可参考的实践经验，助力建筑行业在医疗领域达成全生命周期低碳效益提升与可持续发展目标。

参考文献：

- [1] 隋凤涛,梁国章,安赛,等.BIM 技术在医院建筑工程项目全生命周期中的应用[J].河北科技师范学院学报,2024,38(04):32-38.
- [2] 吴家宝.医院 EPC 工程项目的管理研究[J].江苏建筑,2024,(05):146-149.
- [3] 赵佳佳.医院基建项目在低碳经济视角下的实践应用[J].低碳世界,2023,13(11):163-165.
- [4] 张玉琢,王逸飞,陈慧铭,等.BIM 在医院建筑项目全生命周期管理中的应用——以某医院建筑为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2022,24(06):578-583.
- [5] 席新,李波,王华.基于全生命周期的医院信息化项目管理过程的实现研究[J].中国管理信息化,2020,23(03):159-160.