

# 建筑工程绿色施工技术体系构建与实践分析

丁天

(临沂市罗庄区住房和城乡建设局, 山东 临沂 276017)

**摘要** 在“双碳”目标与建筑业高质量发展双重驱动下,绿色施工已从理念倡导转向系统化实施阶段。本文针对当前施工过程中技术碎片化、管理脱节等问题,提出构建覆盖施工全周期的技术体系,涵盖能源高效利用、水资源循环、材料资源化、污染防控及智慧化管理等关键路径。该体系在某三甲医院综合楼项目中落地应用,通过铝模爬架体系减少木材消耗、雨水与中水回用实现节水23%、建筑垃圾资源化利用率达39.6%,同步降低扬尘与噪声扰民。实践表明,绿色施工在控制环境负荷的同时,可产生显著经济效益与社会认可度,为建筑企业实现绿色建造常态化提供可行范式。

**关键词** 绿色施工技术体系; 资源节约; 环境保护

**中图分类号**: TU74

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.15.036

## 0 引言

建筑业作为资源消耗与碳排放的重点领域,其施工阶段的环境影响长期被低估。传统建造模式重进度、轻生态,导致能源浪费、材料损耗与环境污染问题突出,难以适应生态文明建设与“双碳”战略的新要求。尽管《绿色施工导则》《建筑与市政工程绿色施工评价标准》等制度框架已逐步完善,但多数项目仍停留在标语式宣传或局部技术点缀,缺乏贯穿设计、施工到验收的技术支撑。尤其在城市密集区建设项目中,施工活动与居民生活的空间冲突日益加剧,对降尘、降噪、节水、减废提出更高标准。如何将绿色理念转化为可操作、可量化、可复制的技术路径,成为行业亟需解决的现实课题。

## 1 绿色施工的内涵要求与政策导向

### 1.1 绿色施工的基本概念与核心原则

绿色施工是指在确保工程质量安全的前提下,通过科学组织、技术创新与精细化管理,在施工全过程中最大限度地节约资源、减少对环境的负面影响,并实现经济、社会与生态效益协调统一的建造方式。其本质并非简单增加环保投入或增设治理设施,而是将可持续发展理念深度融入施工组织的各个环节,推动建造活动由高消耗、高排放向集约化、低扰动转型<sup>[1]</sup>。

绿色施工的核心原则是“四节一环保”,即节能、节地、节水、节材与环境保护。其中,“四节”强调对能源、土地、水和材料等关键资源的高效利用,避免浪费;“环保”则聚焦于控制施工过程中的扬尘、噪声、污水、建筑垃圾及光污染等环境负荷。

### 1.2 国家及行业相关政策法规演进

我国对绿色施工的制度化推进始于二十一世纪初。2007年原建设部发布《绿色施工导则》,首次系统提出绿色施工的目标、原则与技术要点,标志着该理念从倡导走向规范。此后,《建筑与市政工程绿色施工评价标准》(GB/T 50640-2023)的出台,为项目实施效果提供了量化评估依据。近年来,伴随生态文明建设纳入国家战略,“双碳”目标对建筑领域提出更高要求,住建部相继印发《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》等文件,明确将施工阶段的碳排放管控、建筑垃圾减量与再生利用、可再生能源应用等纳入重点任务。地方层面亦加快配套政策落地,多地已将绿色施工达标情况作为工程评优、企业信用评价及施工许可的重要参考。政策体系的不断完善,使绿色施工从自愿性实践逐步转变为强制性或半强制性的行业基本要求,为企业开展系统化技术集成提供了制度保障与方向指引<sup>[2]</sup>。

### 1.3 绿色施工与传统施工模式的本质区别

传统施工模式多以工期、成本、质量为单一目标导向,环境影响常被视为外部成本而被忽视。现场管理侧重于进度控制与安全防范,资源使用粗放,废弃物处置随意,环境扰民问题频发。相比之下,绿色施工将环境绩效纳入项目的核心指标,强调全过程、全要素的统筹协调。其区别一是管理逻辑由“末端治理”转向“源头预防”,如通过优化施工方案减少土方开挖,而非仅仅依赖洒水降尘;二是技术路径由“孤立应用”转向“系统集成”,如将节水、节材、节能措施与信

**作者简介**: 丁天(1977-),男,本科,工程师,研究方向:建筑工程。

息化平台联动,形成协同效应;三是价值取向由“短期效益”转向“长期责任”,注重项目对社区、生态与气候的长远影响<sup>[3]</sup>。

## 2 建筑工程绿色施工技术体系的构建

### 2.1 技术体系的总体框架

绿色施工技术体系的构建需立足于系统性、全过程与可实施性三大原则,形成以“目标导向—过程控制—要素集成”为核心的逻辑架构。该体系以资源消耗最小化、环境影响可控化、综合效益最大化为总体目标;覆盖施工准备、地基与基础、主体结构、装饰装修、机电安装及竣工验收等全周期阶段;围绕节能、节水、节材、节地与环境保护五大核心要素,整合设计优化、工艺革新、材料替代、设备升级与管理协同等多维技术路径。体系并非孤立技术的简单叠加,而是通过标准化流程、量化指标与责任分工,将绿色理念嵌入施工组织设计、专项方案编制、现场交底与过程检查等管理环节,确保各项措施落地见效,最终实现建造活动从“被动合规”向“主动创绿”的转变<sup>[4]</sup>。

### 2.2 节能与能源高效利用技术

施工阶段能源消耗主要集中在临时设施运行与机械设备作业两大领域。在临时设施建设方面,办公区、生活区及加工棚照明应全面采用 LED 光源,其光效高、寿命长,较传统灯具节能 50% 以上,并可配套光感或声控开关实现智能启停。部分项目已在围挡顶部或塔吊平台安装太阳能光伏板,为夜间警示灯、监控设备及小型充电站供电;生活区热水供应优先采用空气源热泵系统,其制热效率可达电热水器的 3~4 倍,显著降低电力消耗。在机械设备管理上,逐步淘汰老旧燃油设备,推广电动混凝土搅拌运输车、电动叉车、电动高空作业平台等清洁能源装备。同时,引入施工机械智能调度系统,基于 BIM 模型与进度计划,优化设备进场时间、作业路径与协同顺序,减少空驶、怠速与重复吊装。对于大型综合体项目,可试点建设工地微电网,整合光伏发电、储能电池与智能配电,实现局部能源自给与峰谷调节,为未来零碳工地积累实践经验。

### 2.3 节水与水资源循环技术

施工现场用水具有集中性强、水质要求差异大的特点,需分类施策、循环利用。首先,应建设雨水收集系统:在办公区屋面、施工道路两侧设置雨水沟,汇流至沉淀池,经简单过滤后储存于地下蓄水池,用于道路洒水降尘、车辆冲洗及绿化灌溉。其次,推行中水回用:生活区盥洗废水经隔油、沉淀处理后,可用于冲厕或场地清洁;混凝土养护用水鼓励采用覆膜保水工艺,减少直接喷淋。针对深基坑工程,降水井

抽出的地下水若无重金属或化学污染,经三级沉淀后可作为施工补充水源,避免直接排入市政管网造成资源浪费。全面采用高效节水器具,如高压雾化喷头、感应式水龙头、脚踏式冲水阀等。绿化区域应摒弃大水漫灌,改用滴灌带或微喷系统,并结合土壤湿度传感器实现按需供水,实测表明此类措施可使施工期总用水量降低 20%~30%<sup>[5]</sup>。

### 2.4 节材与材料资源化技术

材料损耗控制是绿色施工的关键环节。在设计深化阶段,应充分运用建筑信息模型技术进行三维协同与碰撞检查,提前解决管线冲突,减少返工;对钢筋、模板、砌块等大宗材料进行精细化排料模拟,生成最优下料清单,使钢材损耗率控制在 1.5% 以内,木材损耗率低于 3%。结构体系优先采用高强高性能材料,如 HRB600 级钢筋、C60 以上高性能混凝土,可在满足承载力前提下减小构件截面,节省材料用量。大力推广装配式建造方式,如预制楼梯、叠合楼板、蒸压轻质混凝土墙板等,不仅减少现场模板与支撑体系使用,还可缩短工期、降低扬尘。对于不可避免产生的建筑垃圾,必须实施源头分类:混凝土块、砖瓦类经移动式破碎筛分设备处理后,制成粒径 5~20 mm 的再生骨料,可用于场内临时道路基层、回填垫层或压制非承重砌块;金属、木材、塑料等可回收物交由专业再生企业处理;有害垃圾则单独存放、合规处置。

### 2.5 环境保护与污染防治技术

施工扰民问题主要源于扬尘、噪声、污水及光污染,需采取系统性防控措施。扬尘控制实行“六个百分百”要求:工地周边 100% 围挡、物料堆放 100% 覆盖、出入车辆 100% 冲洗、施工现场地面 100% 硬化、拆迁工地 100% 湿法作业、渣土车辆 100% 密闭运输。具体技术包括:围挡顶部安装自动喷淋系统,作业面配置移动式雾炮机,裸露土方及时覆盖防尘网或播撒速生草种固土。噪声控制从源头入手,选用低噪声桩机、静压桩工艺替代锤击桩;混凝土泵车加装消音器;合理安排高噪声工序在日间进行,夜间禁止非必要高噪作业。光污染防治主要通过调整照明灯具仰角、加装遮光罩,避免强光直射周边居民楼。施工泥浆须经三级沉淀池处理,上清液回用,底泥脱水后外运;生活污水接入化粪池或一体化生物处理设备,达标后用于绿化或排放<sup>[6]</sup>。

### 2.6 智慧化管理支撑技术

当前,越来越多项目部署物联网监测终端,在工地出入口、作业区、堆场等关键点位实时采集 PM10、PM2.5、噪声、温湿度、水电流量等数据,并通过无线网络上传至绿色施工智慧管理平台。平台可自动生成

日报、周报,对超标数据发出预警,管理人员通过手机APP即可远程查看并派发整改任务。同时,平台集成材料进场台账、建筑垃圾清运记录、能耗统计、绿色施工自评打分等功能,实现全过程留痕与动态评估。部分先进项目已尝试将能耗数据与碳排放因子库对接,初步具备施工阶段碳足迹核算能力,为未来纳入建筑全生命周期碳管理奠定基础。智慧化不仅是技术工具,更是推动绿色施工从“经验驱动”向“数据驱动”转型的核心引擎。

### 3 绿色施工技术体系的工程实践分析

#### 3.1 工程概况与实施背景

某市新建三甲医院综合楼总建筑面积约9.6万 $m^2$ ,地上18层、地下2层,采用框架-剪力墙结构,建设周期为2023年3月至2025年6月。项目地处城市建成区,周边分布有居民小区、学校及商业设施,对施工噪声、扬尘及交通组织提出较高要求。同时,建设单位明确将创建“省级绿色施工示范工程”列为管理目标,并设定具体指标:建筑垃圾回收利用率不低于35%,施工现场节水率不小于20%,主要材料损耗率控制在定额损耗的80%以内。在此背景下,项目部以绿色施工技术体系为指导,系统制定实施方案,将节能、节水、节材、环保等措施融入施工全过程,形成可复制的实践样本。

#### 3.2 绿色施工技术体系的应用措施

在施工准备阶段,项目优化场地布置,采用模块化集装箱式办公用房,减少临时建筑木材与砖混用量;利用原有硬化道路作为施工主干道,避免重复开挖。主体施工阶段,全面推行铝模+附着式升降脚手架体系,较传统木模减少木材消耗约70%,且周转次数高、成型质量好。混凝土浇筑采用地泵+布料机组合,减少罐车频繁进出造成的尾气排放与道路污染。

在资源节约方面,现场设置容积80 $m^3$ 的雨水收集池,屋面及道路雨水经沉淀后用于车辆冲洗与道路洒水;生活区盥洗废水经隔油沉淀后回用于冲厕,实测节水率达23%。材料管理依托深化设计模型进行钢筋与砌块精准排料,钢材损耗率降至1.3%,加气混凝土砌块损耗控制在2.5%以内。建筑垃圾实行“日产日清”,设置专用分类堆放区,混凝土块由合作单位就地破碎制成再生骨料,用于场内临时道路基层,全年建筑垃圾外运量较同类项目减少42%。

在环境保护方面,工地围挡顶部安装自动喷淋系统,作业面配置两台移动雾炮机,裸露土方100%覆盖防尘网并播撒草籽;夜间禁止高噪工序,混凝土浇筑尽量安排在白天,确需夜间连续作业时提前向社区公

告并设置隔音屏障。施工泥浆经三级沉淀池处理,上清液回用,底泥脱水后合规处置。

#### 3.3 实施成效与综合效益评估

在环境效益方面,第三方监测数据显示,施工高峰期PM10日均浓度较周边常规工地低38%;噪声昼间平均值控制在62分贝以下,满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》要求;全年节约自来水约1.8万吨,相当于减少碳排放约110吨;建筑垃圾资源化利用率达39.6%,超额完成既定目标。

在经济效益方面,尽管初期在雨水回收系统、电动设备采购等方面增加投入约85万元,但通过材料损耗降低、水电费用节约及垃圾清运成本减少,累计节省直接成本约132万元。其中,钢材与砌块节约费用约68万元,水电费同比下降18%,垃圾外运费减少27万元。投入产出比表明,绿色施工在中长期具备良好的经济可行性。

在社会效益方面,项目因环境管控到位,未收到一起有效扰民投诉,获得周边社区高度认可;2024年顺利通过省级绿色施工中期验收,并被列为市级观摩工地,提升了企业品牌形象与市场竞争力。

### 4 结束语

绿色施工的本质是将可持续发展理念深度融入建造全过程,而非附加性环保措施的简单叠加。所构建的技术体系以资源高效利用与环境扰动最小化为目标,通过工艺优化、材料革新与智能管控,在保障工程质量安全的前提下,实现生态、经济与社会效益的协同提升。绿色施工的深化需进一步推动与工业化建造、数字化管理的深度融合,健全激励机制与标准细则,强化分包单位协同与一线工人培训。唯有将绿色要求嵌入项目管理基因,使其成为施工组织的内在逻辑而非外部约束,方能真正支撑建筑业绿色低碳转型的长远目标。

#### 参考文献:

- [1] 姚志超,高玉甲.建筑工程绿色施工技术创新路径研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(14):82-84.
- [2] 高伟,王有利,罗乐.医院建筑工程绿色施工管理策略研究[J].中国建筑装饰装修,2025(05):102-104.
- [3] 刘贵宁,王庆良,霍东阁.建筑工程绿色施工技术的应用探究[J].模型世界,2025(19):173-175.
- [4] 张意.建筑工程绿色施工管理创新策略研究[J].内蒙古科技与经济,2025(24):46-48,56.
- [5] 刘凯.建筑工程绿色施工现状分析及推进建议[J].建设机械技术与管理,2025,38(02):125-127.
- [6] 王红,隋东鸣.建筑工程绿色施工技术的现场实施及动态管理[J].砖瓦世界,2025(03):97-99.