

绿色施工技术降低房建工程施工能耗的路径研究

任文奇

安徽擎丰建设工程有限公司 236000

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21604

[摘要] 房建工程施工能耗集中在垂直运输、混凝土泵送、钢筋加工、临时照明和办公生活区运行等环节，总量统计难以及时识别设备空载、二次搬运和临设基荷。本文识别施工能耗构成，梳理绿色施工关键技术，提出分项计量、智能排程、高效机械、能耗数据平台、材料周转共享和多主体调度等路径。能耗控制嵌入进度、台账、材料流转和临设管理后，现场节能动作可随工序同步发生。

[关键词] 绿色施工技术；房建工程；施工能耗；分项计量；能源调度

引言

房建工程施工现场存在机械用电、燃油消耗、材料加工、临时设施运行和生活区基荷，能源消耗具有阶段性、离散性和岗位分散性。城乡建设领域碳达峰要求推动绿色建造和建筑节能降碳，绿色施工规范也把节能、节材、节水和环境保护纳入施工组织。施工能耗控制的难点在于工序计划、机械组合、材料周转、临电配置和现场协同能否形成同一执行口径。绿色施工技术进入项目策划、现场调度和班组作业，才能降低房建工程施工能耗。

1 绿色施工技术降低房建施工能耗的应用意义

1.1 压降临电峰值负荷与设备空载消耗

房建施工阶段的能源消耗集中在垂直运输、混凝土泵送、钢筋加工、模板周转、临时照明和办公生活区运行等环节。塔吊、施工电梯、泵车、切断机、弯曲机和临时空调并非连续满负荷工作，真实能耗由工序穿插、设备等待、班组交接和材料堆场距离共同决定。绿色施工技术把这些用能点拆成可计量、可排程、可校正的对象，使现场从粗放供能转向按工序负荷组织能源^[1]。传统现场常把总配电箱读数作为依据，设备空转、夜间照明冗余和二次搬运被混在费用记录中。分项计量、机械台账和班组排程结合后，塔吊吊次、泵送时段、钢筋加工批次和临设负荷可以对应到具体施工面，控制由事后统计前移到工序组织过程。

1.2 优化材料周转配置与现场管理效能

钢筋、模板、砌块、砂浆和装饰材料在加工、转运、堆放和返工中都携带隐含能耗。材料到场后若堆场远离作业面，二次倒运会增加叉车、施工电梯和小型运输车运行时长；模

板周转计划不稳时，切割、修补和临时采购又会放大加工能耗。绿色施工技术不只替换材料品种，更要控制材料在现场内部的移动半径和周转节奏^[2]。材料加工周转的节能价值来自空间组织和工序匹配。钢筋集中加工区靠近吊装半径，模板按楼层流水段成组周转，预拌砂浆和成品构件按安装窗口进场，能够减少等待、倒运和返工。材料管理若与BIM模型、进度计划和堆场容量联动，现场能耗会从单点节约转为材料流、设备流和人员流的同步压缩。

1.3 促进施工过程低碳转型与资源持续利用

临时设施运行能耗在房建项目中容易被视为辅助费用，但办公生活区照明、通风、取暖、降温、给排水和围挡照明会形成稳定基荷。基荷一旦缺少分区控制，节假日、夜间停工和局部施工阶段仍可能维持高供电状态，导致施工能耗与实际工作量脱节。绿色施工规范强调节能照明、临时用房热工性能和最低照度原则，说明临设管理本身就是施工降能耗的组成部分。碳排放约束使临设能源配置不能只追求方便。箱式房、加工棚、库房和道路照明应按使用时段、人员密度和安全照度分级供能，生活区热水、空调和通风设备应避免施工机械峰值时段。临设用能若能进入同一监测平台，项目部就能识别非生产负荷对总能耗的挤占，施工组织也能据此调整夜间作业和冬期施工安排。

2 房建工程施工能耗控制的关键技术

2.1 物联网分项计量与能耗实时监测

物联网分项计量把总电表、二级配电箱、重点机械、临时设施和油耗记录连接为同一套采集网络。智能电表记录电负荷，油耗台账对应挖机、装载机和泵车运行，机械设备

台账记录功率、使用时段和维护状态，现场管理人员据此判断能耗峰值来自哪个工序^[3]。计量颗粒度越接近作业对象，越能减少把能耗异常归因于笼统施工强度的误判。布点密度应服从调度价值，优先覆盖能耗占比高、运行波动大、可调整空间明显的塔吊、施工电梯、混凝土泵、钢筋加工棚、临时照明和办公生活区，小功率工具归入班组、楼层或加工区，避免传感器成本高于管理收益。

2.2 施工智能排程算法支撑机械错峰运行

施工排程直接决定能耗曲线形态。主体结构施工中，塔吊吊装、泵送浇筑、钢筋加工和施工电梯运输若集中在同一时间窗口，临电峰值会上升，设备等待也会增加；同一批作业若按吊装半径、混凝土供应、楼层节拍和班组交接重新排序，能耗峰值可以被摊平。智能排程算法的作用不是替代施工员经验，而是把时间、空间和设备约束同时纳入排班计算^[4]。错峰运行应保留工程质量和安全边界。混凝土浇筑不能因节能打断连续性，塔吊调度不能牺牲吊装安全距离，施工电梯限流不能造成高处作业人员滞留。算法输出应先满足关键线路、质量控制点和安全防护要求，再压缩空载等待、重复吊运和无效照明时间。

2.3 高效施工机械与自动化节能装备

高效施工机械的节能效果取决于设备选型、工况匹配和维护状态。塔吊额定起重量、臂长和布置位置若与楼栋平面不匹配，会增加小车往返和重复吊运；泵车输送距离、混凝土坍落度和布管方式不协调，会抬高泵送阻力；施工电梯容量过大或过小都会造成等待或低载运行。绿色施工技术要求设备效率与施工组织共同校核。自动化节能装备适合用于重复性强、负荷可预测的场景。变频施工电梯、节能焊机、智

能照明控制器、钢筋加工自动线和定时通风设备可以降低人工判断滞后带来的空耗。设备采购阶段应比较能效、维护周期和作业适配性，进场后还要通过油耗、电耗和故障记录校验实际效果，避免把设备铭牌效率直接等同于现场节能结果。

2.4 能耗数据分析与云平台

能耗数据分析的核心是把杂散记录转为可执行的调度信号。平台应清洗异常读数、统一设备编号、按楼栋和工序归集用电用油，并把当日负荷曲线与施工计划、机械台账和材料进场记录对照。若某一时段电耗升高而对应工序没有增加，平台应提示空载运行、照明冗余或临设负荷异常，而不是简单显示总量变化。云平台把跨岗位协同落实为同一条异常处置链。项目经理关注总能耗和成本偏差，施工员关注工序冲突，机管员关注机械利用率，材料员关注周转和倒运，班组长关注当日作业窗口。看板按岗位分层展示后，同一条异常可分别触发机械错峰、临电限额、材料调拨和班组提醒。

3 绿色施工技术驱动房建能耗降低的创新路径

3.1 搭建施工能耗分项监测平台

分项监测平台应从施工总平面和进度计划中确定计量边界，塔吊群、施工电梯、钢筋加工棚、混凝土泵送、临设照明和办公生活区分别设置采集口径，油耗设备用加油记录、作业小时和台班签认互相校验^[5]。平台可按 2h 采集塔吊群和施工电梯负荷，按 4h 归集钢筋加工棚记录，按 1h 跟踪混凝土泵送；塔吊群启停阈值设为 38kWh、施工电梯设为 26kWh，空载限制分别控制在 10min 和 8min，调度响应压缩到 15min 和 12min，使能耗异常能够回到具体设备、楼栋和作业窗口。表 1 列出分项能耗管控参数。

表 1 房建施工能耗分项管控参数

控制对象	计量间隔 h	启停阈值 kWh	共享设备台	空载限制 min	调度响应 min
塔吊群	2	38	3	10	15
施工电梯	2	26	4	8	12
钢筋加工棚	4	18	2	12	20
混凝土泵送	1	46	2	6	10
临设照明	6	12	1	15	18
办公生活区	6	22	1	20	25

表 1 中，混凝土泵送和塔吊群阈值较高，应优先进入实时调度；临设照明和办公生活区虽为辅助负荷，也要设置空

载限制和响应时间。

3.2 推进施工机械协同节能运行模式

机械协同节能运行要把塔吊、施工电梯、混凝土泵和小型运输设备放在同一作业窗口内考虑。塔吊优先服务关键吊装面,施工电梯避开混凝土浇筑高峰,钢筋加工批次与吊运窗口匹配,泵送结束后及时切换清洗和停机状态,能够减少多台设备同时等待的时间。机械共享不是简单减少设备数量,而是在满足垂直运输能力的前提下提高有效载荷和有效运行时长^[6]。施工机械运行记录应与维护记录同步使用。滤芯堵塞、液压系统泄漏、制动调整不当和电机过热都会使单位作业量能耗升高,若只看台班数量,设备效率下降会被掩盖。绿色施工技术路径应把设备保养、故障预警和能耗监测放在同一管理界面,使机管员能够在能耗异常刚出现时定位到具体设备和工况。

3.3 构建材料周转数据共享机制

材料周转数据共享能够减少加工能耗和运输能耗的重复发生。钢筋翻样、模板配模、砌块配送和装饰材料领用若各自形成孤立台账,现场常出现同类材料多点堆放、短距离重复搬运和临时切割。BIM模型、材料计划和库区二维码结合后,材料规格、楼层应求、堆放位置和周转次数可以在同一界面比对,施工员能够提前调整吊运顺序和加工批次^[7]。材料共享机制还要处理损耗责任。模板、脚手架、周转箱和临时防护构件在拆改、转场和复用时容易出现数量差异,若损耗只在月末盘点,节能路径会缺少约束力。把材料出入库、加工用电、二次搬运和返修记录绑定到班组与流水段,可以推动班组主动减少错领、错切和重复运输,降低隐含能耗。

3.4 加强临时设施节能标准化管理

临时设施节能标准化管理应从设计、安装、运行和拆除四个阶段展开。临时用房采用保温墙板、自然采光和外窗遮阳,施工道路和围挡照明按最低照度布置,加工棚和库房按使用时段分区供电,办公生活区空调和热水设备设置分时控制,能够压低非生产基荷。临设标准一旦固化为进场验收清单,节能措施就不会被挤压到施工后期。标准化并不意味着所有项目采用同一套配置。高层住宅、商业综合体和装配式厂房的作业面、人员密度和机械组合差异明显,临设能源方案应按楼栋数量、施工周期、夜间作业应求和季节工况调整。项目部可设置临电限额、照明分区、通风时段和生活区负荷规则,并在每周调度会上根据监测数据修正。

3.5 完善多主体低碳施工管理机制

多主体低碳施工管理机制把建设单位、总包、专业分包、机械租赁单位、材料供应商和监理单位纳入同一能源调度口径。建设单位明确目标和费用边界,总包负责平台、排程和台账,分包落实设备启停和材料周转,租赁单位提供能效与维护记录,监理核对计量和现场动作。能源调度最终落到日常会议和现场指令:日计划列出高耗作业窗口,班前会确认机械共享和临电负荷,巡查记录空载运行和照明冗余,平台把异常推送给施工员与机管员,周会复核纠偏,使常规组织与绿色调度形成响应差异。

结语

绿色施工技术降低房建工程施工能耗,应把现场拆解为机械、临电、材料加工和临时设施等可管理对象,再通过分项计量、智能排程、高效设备、平台分析和多主体协同形成连续动作。节能成效来自对峰值负荷、空载等待、二次搬运和非生产基荷的持续压缩。项目可把能耗台账、进度计划、机械维护和材料周转统一到数字化平台,使节能要求进入每日排程、现场巡查和周会纠偏。

[参考文献]

- [1]戚鉴丰. 房建工程绿色施工技术应用与节能减排效果研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (32):112-114. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202532037.
- [2]陈正, 郝帅帅. 绿色施工技术的应用与节能效益研究[J]. 世界家苑, 2026, (1):16-18.
- [3]董志勇. 基于BIM技术的房建工程绿色节能施工管理优化研究[J]. 中国房地产业, 2026, (16):22-25.
- [4]赵鹏, 宋兆恩, 王玉林. 房建工程中绿色节能建筑施工技术的应用[J]. 中国科技纵横, 2026, (9):146-148.
- [5]段崇业, 闫高攀. 基于BIM的房建工程绿色节能施工全过程能耗监测与优化策略[J]. 陶瓷, 2026, (4):197-199. DOI:10.19397/j.cnki.ceramics.2026.04.032.
- [6]焦鹏飞. 绿色施工技术在房建工程中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2026, (12):86-88.
- [7]马晓辉. 绿色施工技术在房建工程中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2026, (11):94-96.