

高层建筑中绿色施工节能降耗技术的应用研究

徐丽娟

中国二十冶建设安装公司, 浙江 宁波 315800

[摘要]城市化进程的加快推动了高层建筑工程的规模化发展,但其施工阶段凸显的能源高耗、资源浪费与环境污染问题,与建筑行业绿色低碳发展要求形成显著矛盾。绿色施工节能降耗技术以“四节一环保”为核心,通过技术优化、管理创新与材料革新,能有效改善高层建筑施工资源能源利用现状,契合行业可持续发展与国家“双碳”战略要求。本文以高层建筑为研究对象,界定绿色施工与节能降耗技术的核心内涵,分析当前施工中能源资源消耗的突出问题,从设备、水资源、材料、环境治理、信息化管理等维度探讨节能降耗技术的具体应用路径,并提出技术落地的保障措施,结合工程实例验证应用效果,为高层建筑绿色施工实践提供实操参考,助力建筑行业低碳高质量发展。

[关键词]高层建筑;绿色施工;节能降耗;四节一环保;智慧工地

DOI: 10.33142/ec.v9i2.19059

中图分类号: TU74

文献标识码: A

Research on the Application of Green Construction Energy-saving and Consumption Reducing Technologies in High-rise Buildings

XU Lijuan

China MCC20 Construction and Installation Company, Ningbo, Zhejiang, 315800, China

Abstract: The acceleration of urbanization has promoted the large-scale development of high-rise building projects, but the prominent issues of high energy consumption, resource waste, and environmental pollution during the construction phase have formed significant contradictions with the green and low-carbon development requirements of the construction industry. The green construction energy-saving and consumption reducing technology takes "four savings and one environmental protection" as its core. Through technological optimization, management innovation, and material innovation, it can effectively improve the current situation of resource and energy utilization in high-rise building construction, which is in line with the industry's sustainable development and the national "dual carbon" strategy requirements. This article takes high-rise buildings as the research object, defines the core connotations of green construction and energy-saving and consumption reducing technologies, analyzes the prominent problems of energy and resource consumption in current construction, explores the specific application path of energy-saving and consumption reducing technologies from the dimensions of equipment, water resources, materials, environmental governance, and information management, and proposes guarantee measures for technology implementation. Combined with engineering examples, the application effect is verified, providing practical reference for green construction practices in high-rise buildings and helping the low-carbon and high-quality development of the construction industry.

Keywords: high-rise buildings; green construction; energy-saving and consumption reduction; four festivals and one environmental protection; smart construction site

引言

城市土地资源的稀缺性使高层建筑成为城市建设的主流形式,其空间利用率高、功能集成性强的优势,适配现代城市发展的核心需求。但高层建筑施工具有周期长、材料用量大、机械设备繁多、工序复杂等特征,传统粗放式施工模式下,水电资源浪费、建材损耗超标、扬尘与噪声污染频发等问题突出,不仅增加工程建设成本,更与国家绿色发展理念和“双碳”战略相悖。

绿色施工节能降耗技术是建筑行业转型升级的关键支撑,其核心是在保障工程质量与施工安全的前提下,通过科学规划、技术创新与精细化管理,实现能源高效利用、废弃物减量排放与环境友好发展。将该技术体系应用于高

层建筑施工全过程,既能降低资源能源消耗、提升工程综合效益,又能推动施工模式从粗放式向精细化、绿色化转型,对促进建筑行业可持续发展具有重要的现实意义与应用价值。

1 高层建筑绿色施工及节能降耗相关概述

1.1 绿色施工内涵

绿色施工是贯穿工程施工准备、现场作业、竣工验收全流程的现代化施工模式,以可持续发展理念为指导,通过科学规划、技术创新与精细化管理,最大限度减少施工活动对周边环境的负面影响,核心实现节能、节地、节水、节材 and 环境保护的“四节一环保”目标,强调施工过程中经济效益、社会效益与环境效益的有机统一,并非单一技

术的应用,而是涵盖技术、管理、理念的综合施工体系。

1.2 节能降耗技术核心要求

节能降耗技术是绿色施工的重要组成部分,是实现高层建筑施工绿色化的核心抓手,其应用需围绕“低消耗、低排放、高效率”核心目标展开:一是减少直接能源消耗,优化施工用电、用水、用油方式,降低大型机械设备能耗损失;二是提高建材利用效率,降低加工与施工损耗,提升周转材料利用率,推广环保、可循环建材;三是优化施工工艺与设备配置,淘汰高耗能传统工艺,选用节能型设备,提升施工能效;四是推进废弃物资源化利用,对建筑垃圾、施工废水等进行无害化处理与循环利用,降低施工环境负荷。

2 高层建筑施工能源资源消耗现状与问题分析

2.1 能源消耗量大且利用率低

高层建筑施工需长期运行塔吊、施工电梯、混凝土输送泵等大型机械设备,且照明、降水等环节持续耗电,成为主要能源消耗点。但实际施工中,设备选型与工况不匹配、“大马拉小车”现象普遍,加之设备空载运行、线路老化、维护不到位等问题,导致电力、燃油有效利用率偏低。水资源利用方面,缺乏完善的循环利用系统,混凝土养护、场地降尘等环节均使用新鲜自来水,施工废水、基坑降水未经处理直接外排,水资源浪费问题突出。

2.2 建筑材料损耗严重

传统施工模式下的材料管理存在明显粗放化问题:材料采购缺乏精准测算,过量采购导致建材积压过期;钢筋、混凝土等大宗材料的切割、搬运操作不规范,加工损耗率偏高;建筑垃圾未进行分类回收,大量可循环利用的废料被直接填埋,既浪费资源,又增加环境治理成本,整体材料资源化利用程度较低。

2.3 施工工艺与设备相对落后

部分施工单位为控制短期成本,仍沿用高耗能、低效率的传统施工工艺,施工现场机械化、智能化水平较低。节能型设备推广应用力度不足,部分老旧设备超期服役,能效指标远低于国家标准,且设备更新换代缓慢。同时,施工现场缺乏系统的节能管理制度,节能责任未明确落实,施工人员节能意识淡薄,不规范的高耗能操作进一步加剧了资源能源浪费。

2.4 高层建筑施工能耗的独特性与共性问题

与多层、低层建筑相比,高层建筑施工能耗具有显著独特性:一是垂直运输能耗巨大,塔吊、施工电梯等设备需长时间高负荷运行,是核心耗电设备;二是照明与排水能耗偏高,地下室施工与基坑降水阶段需持续电力支持,能耗占比居高;三是隐含能耗增加,大宗材料加工损耗大、周转材料周转率低,间接增加材料生产加工环节的能源消耗;四是环境负荷重,深基坑开挖产生大量渣土,高空作业易导致扬尘扩散,可能因污染停工造成间接损失。

当前高层建筑绿色施工节能降耗实施的共性问题突出:施工主体节能意识淡薄,绿色施工理念未融入施工全过程;设备选型缺乏科学测算,与实际工况不匹配;非传统水源利用率极低,水循环利用体系未建立;信息化管理手段缺失,无法实现能耗的实时监控与精准管控。

3 高层建筑绿色施工节能降耗关键技术应用

针对高层建筑施工的能耗特点与现存问题,结合“四节一环保”要求,从设备与临电、水资源、材料、环境治理、信息化管理五大维度,提出针对性的绿色施工节能降耗技术,实现施工全过程资源能源高效利用。

3.1 施工设备与临电系统节能技术

高层建筑施工用电负荷大、用电点分散,设备选型与临电系统优化是节能核心。设备选型需结合施工高度、进度、材料运输量等实际工况,为大型设备匹配合理功率,杜绝“大马拉小车”;推广变频调速技术,使设备轻载或空载时自动降速,能效可提升 20%~30%。供电系统严格遵循“三级配电、两级保护”原则,合理布置临时线路,缩短供电半径,减少线路损耗;选用节能型变压器,根据施工阶段负荷变化适时调整容量,避免空载浪费。智能照明方面,地下室、楼梯间等区域安装声光控或定时开关,主要作业面采用 LED 节能灯具替代传统碘钨灯,结合分区、分时控制,减少夜间照明浪费。

3.2 水资源循环利用技术

水资源节能降耗以“开源+节流”为核心,构建循环利用体系。基坑降水再利用为核心开源手段,通过设置沉淀池、蓄水池,将抽取的地下水经简单处理后,用于场地降尘、车辆冲洗、混凝土养护等,利用率可达 70%以上;在办公区、生活区屋面设置雨水收集系统,收集的雨水用于绿化灌溉、卫生冲洗,拓宽非传统水源渠道。节流方面,施工现场强制使用节水型器具,建立用水管网巡查维护制度,杜绝跑冒滴漏;对各用水环节进行计量管理,明确用水指标,强化施工人员节水意识。

3.3 材料资源节约与循环利用技术

材料生产的隐含碳排放占建筑全生命周期比重较高,节材是实现节能降耗的重要途径。推广 HRB400/500 高强钢筋,在满足结构要求的前提下减少钢材用量;引入 BIM 技术进行钢筋、模板优化下料,将损耗率控制在 1.5%以内,对短料、边角料分类收集,用于构造配筋、预埋件制作等二次利用。高层建筑标准层施工采用铝合金模板或钢框模板替代传统木模板,其重复利用率可达 200 次以上,既减少木材消耗,又提升混凝土成型质量,免去抹灰工序实现间接节能。建立建筑垃圾分类回收制度,利用移动式破碎机将混凝土碎块、碎砖等加工成再生骨料,用于临时道路基层铺设、空心砌块制作,实现建筑垃圾就地资源化利用。

3.4 扬尘控制与环境热污染缓解技术

扬尘治理是绿色施工硬指标,同时可减少污染停工带

来的间接能耗损失,热污染缓解则能降低临时降温设备能耗。构建立体化降尘系统,在塔吊大臂安装旋转喷雾系统,对高空作业面全覆盖降尘;围墙、道路两侧设置固定喷淋装置,车辆出入口配备自动洗车平台,从源头控制扬尘扩散;对裸土采用密目网覆盖或撒播草种,减少裸土扬尘。环境热污染缓解方面,通过场地绿化、喷淋降温降低施工现场“热岛效应”,改善作业环境;合理安排高温时段施工工序,将重体力工序安排在早晚低温时段,减少临时通风降温设备使用时间。

3.5 信息化与智慧工地管理技术

现代信息技术是实现精细化能耗管理的重要支撑,通过能耗监测系统与 BIM 技术,实现能耗的实时监控、精准分析与科学管控。在施工区、办公区、生活区安装智能电表,实现分区域、分环节计量,数据实时上传云平台,通过数据分析及时发现能耗异常并预警整改。BIM 技术融入施工全流程,施工前进行 4D 施工模拟,优化施工流水段划分、设备布置与材料进场计划,避免设备空转、材料堆积;对复杂节点深化设计,提前发现设计矛盾,减少返工带来的能源与材料损耗;施工过程中通过 BIM 实现材料用量动态管控,提升材料管理精细化水平。

4 高层建筑绿色施工节能降耗技术实施保障

绿色施工节能降耗技术的有效落地,需构建“制度+人员+技术+监管”的全方位保障体系,确保各项技术规范应用、落地见效。

4.1 完善专项管理制度

结合高层建筑施工特点,建立健全绿色施工节能降耗专项管理制度,明确各部门、班组的节能责任,将节能指标分解至具体岗位与个人。将节能降耗指标纳入绩效考核体系,设立绿色施工奖励基金,对成效显著的班组与个人予以奖励,对高耗能、高浪费行为进行处罚,通过奖惩机制调动施工人员积极性。制定标准化的绿色施工操作规范与作业指导书,明确各项技术的应用要求与操作流程。

4.2 强化人员培训教育

施工人员的专业素养与节能意识是技术落地的关键,建立常态化绿色施工培训体系。对管理人员、技术人员重点培训绿色施工理念、技术原理与信息化系统操作,提升其管理与技术指导能力;对一线作业人员重点培训技术操作规范、设备使用方法与材料节约技巧,确保规范施工。通过施工现场宣传栏、班前交底会等形式,开展节能降耗宣传教育,让绿色施工理念深入人心。

4.3 加强技术创新与引入

加大绿色施工技术研发与引入的资金投入,结合工程实际优化升级现有施工工艺,淘汰高耗能传统工艺。积极引入太阳能照明、空气能热水等新能源设备,以及装配式建筑构件等环保材料,丰富绿色施工技术体系。加强与高校、科研院所的产学研合作,针对高层建筑节能降耗难点

开展联合研发,推动技术成果转化应用,持续提升绿色施工技术水平。

4.4 严格全过程监管

由建设、监理、施工单位组成联合监管小组,建立施工现场全过程监督检查机制,对设备运行、水资源利用、材料管理、能耗数据等进行常态化、全方位监管。重点检查节能降耗技术应用、能耗指标完成、管理制度落实情况,对发现的问题下达整改通知书,明确整改时限与要求,跟踪整改进度。建立绿色施工台账,详细记录能耗、材料使用、建筑垃圾处理等数据,实现施工过程可追溯、可管控。

5 实施效果与效益分析

以某高度约 200m 的超高层建筑工程为实例,系统应用上述绿色施工节能降耗技术,与同地区同类传统施工项目对比,其实施效果与综合效益显著。

节能方面,项目施工总用电量较同类项目节约约 25%,其中变频技术与设备优化节约 15%,LED 照明改造与智能控制节约 10%,大型机械设备燃油消耗降低,整体设备能效提升约 28%。节水方面,基坑降水回收利用量占施工总用水量的 40%,大幅减少新鲜自来水消耗,仅水费一项节约约 30 万元,有效减轻市政供水压力。

综合效益上,虽初期投入节能设备、喷淋系统、信息化平台等购置安装资金,但通过水电费节约、材料损耗降低、返工成本减少,全施工周期综合成本下降 5%~8%,实现经济效益提升。环境效益方面,施工现场扬尘排放量降低 60%,建筑垃圾资源化利用率达 50%以上,噪声、废水排放均满足国家环保标准,大幅降低施工对周边环境的负面影响。社会效益方面,项目绿色施工实践获得周边居民、行业主管部门高度认可,提升了施工单位的市场形象与核心竞争力,为后续绿色建筑承接奠定基础。

6 结语

高层建筑作为城市建设的重要载体,其施工过程的绿色化、节能化是建筑行业落实“双碳”战略、实现可持续发展的必然趋势。绿色施工节能降耗技术能够针对性解决高层建筑施工中能源高耗、资源浪费、环境污染等突出问题,通过设备节能、水资源循环、材料节约、环境治理、信息化管理等技术的综合应用,可有效提升资源能源利用效率,降低施工环境负荷,实现经济效益、环境效益与社会效益的双赢。

在实际工程应用中,建设、施工、监理等单位需树立协同绿色发展理念,将节能降耗技术融入施工全过程,从绿色建材选用、节能设备配置、废弃物资源化等方面综合施策。同时,通过完善管理制度、强化人员培训、加强技术创新、严格全过程监管,构建全方位保障体系,确保各项节能降耗技术落地见效。未来,随着 BIM、大数据、物联网等信息技术与绿色施工技术的深度融合,新型节能设备、环保材料与施工工艺将不断涌现,建筑行业需持续

加大技术研发与推广力度,推动高层建筑施工向更高水平的绿色化、精细化转型,为我国“双碳”目标实现与建筑行业高质量发展提供坚实支撑。

[参考文献]

- [1]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑工程绿色施工规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2]王亮.高层建筑施工中绿色节能技术的应用研究[J].建材与装饰,2023(12):156-158.
- [3]李志强.节能降耗技术在高层建筑绿色施工中的实践探索[J].工程技术研究,2022,7(8):123-124.
- [4]张敏.BIM 技术在高层建筑绿色施工中的应用[J].低碳世界,2023(5):267-269.
- [5]刘军.装配式建筑施工节能降耗技术应用分析[J].建筑安全,2022,37(6):45-48.
- [6]中华人民共和国国家标准.绿色建筑评价标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [7]王健.高层建筑绿色施工节能技术应用研究[J].工程技术研究,2022,7(12):146-148.
- [8]周明.高层建筑施工现场节水节电技术应用[J].建筑科技,2022,6(6):45-47.
- [9]张磊.BIM 技术在高层建筑绿色施工中的应用分析[J].建筑安全,2022,37(5):67-69.
- [10]陈明.装配式建筑施工节能降耗措施研究[J].建材发展导向,2023,21(4):89-91.

作者简介:徐丽娟(1980.11—),女,毕业院校内蒙古工业大学,学历本科,所学专业建筑工程,当前就职单位中国二十冶建设安装公司,职务,及所在职务的年限 22 年,职称级别工程师。