

建筑工程绿色施工技术创新路径研究

安志武

张家口第一建筑工程集团有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i1.8657

[摘要] 传统建筑施工模式具有“高消耗、高排放、高污染、低效率”的典型特征，大量资源包括建材、水、能源的粗放式投入，施工现场的扬尘、噪音、建筑垃圾等问题，已成为制约行业健康发展的痛点与难点，随着劳动力成本上升、资源环境承载力逼近上限，依赖要素投入的旧模式难以为继，通过技术创新实现“降本、增效、提质、减排”已成为行业生存与发展的迫切需求，建筑业的高质量发展，要求从追求规模和速度转向追求质量和效益，绿色施工通过技术创新，推动生产方式变革、管理方式变革、资源利用方式变革，形成建筑行业新质生产力的重要路径。本文针对建筑工程应用绿色施工技术的重要性、绿色施工理念下的建筑工程施工技术创新路径探析以及建筑工程施工技术创新面临的挑战与相应对策进行分析论述。

[关键词] 建筑工程；绿色施工技术；创新路径

Research on the Innovation Path of Green Construction Technology in Construction Engineering

An Zhiwu

Zhangjiakou First Construction Engineering Group Co., Ltd.

[Abstract] The traditional construction mode has typical characteristics of "high consumption, high emissions, high pollution, and low efficiency". The extensive input of a large number of resources, including building materials, water, and energy, as well as problems such as dust, noise, and construction waste on construction sites, have become pain points and difficulties restricting the healthy development of the industry. With the rise of labor costs and the approaching upper limit of resource and environmental carrying capacity, the old mode relying on factor inputs is difficult to continue. Achieving "cost reduction, efficiency improvement, quality improvement, and emission reduction" through technological innovation has become an urgent need for the survival and development of the industry. The high-quality development of the construction industry requires a shift from pursuing scale and speed to pursuing quality and efficiency. Green construction promotes changes in production methods, management methods, and resource utilization methods through technological innovation, An important path to form new quality productivity in the construction industry. This article analyzes and discusses the importance of applying green construction technology in construction engineering, the innovative path of construction technology under the concept of green construction, and the challenges and corresponding countermeasures faced by construction technology innovation in construction engineering.

[Key words] construction engineering; Green construction technology; Innovation Path

引言

政府、开发商及业主对建筑产品的绿色性能、健康品质要求日益提高，绿色施工是保障绿色建筑目标落地的关键环节，直接影响到建筑最终的节能、环保性能和品质，具备绿色施工能力已成为企业承接高端项目、获得市场溢价的重要核心竞争力，虽然绿色施工技术可能带来前期增量成本，但其带来

的长期综合效益，如节约资源能源费用、减少废弃物处置成本、降低环境风险罚款、提升企业品牌形象和社会声誉日益凸显，加上 BIM、物联网、大数据、云计算、人工智能、数字孪生等新一代信息技术日趋成熟，为绿色施工的精细化、智能化管理提供了前所未有的工具。因此，开展“建筑工程绿色施工技术创新路径研究”，其背景是国家战略的外在驱动、行业转型的

内在压力、市场变革的客观要求、技术融合的历史机遇以及破解当前困境的现实需要共同作用的结果。

1 建筑工程应用绿色施工技术的重要性

建筑工程应用绿色施工技术的重要性，可以从宏观、行业、企业、社会与环境等多个维度进行深刻阐述。这不仅是技术选择，更是发展理念的根本转变。绿色施工技术通过节能、节材、使用可再生能源和低碳建材，直接减少施工阶段的隐含碳排放和能源消耗，是支撑国家“2030 碳达峰、2060 碳中和”承诺不可或缺的关键环节，推动国家生态文明建设。中国资源环境约束趋紧，绿色施工强调“四节一环保”，极大程度地减少对不可再生资源的消耗，如水资源、砂石、木材，减少建筑垃圾产生，并促进废弃物资源化利用，直接助力于资源节约型和环境友好型社会的构建。传统施工模式高耗低效，而绿色施工技术推动建筑业向工业化、数字化、智能化转型，显著提升生产效率、工程质量和安全水平，是行业摆脱传统路径依赖、培育新质生产力的内在要求，应用绿色施工技术，能够有效治理施工现场“脏、乱、差、闹”的顽疾，减少对周边的干扰，改善建筑业在公众心目中的形象，同时，这也是与国际先进建造模式接轨，提升中国建筑企业国际竞争力的重要标志。绿色施工注重降低粉尘、噪音、光污染，改善施工现场及周边环境质量，直接保护一线建筑工人和周边居民的健康，体现了人文关怀和社会责任，通过精细化的绿色施工，能确保建筑的节能、节水、室内环境质量等性能指标达到设计目标，最终为用户提供健康、舒适、低运营成本的优质空间。

绿色施工通过建筑垃圾资源化、雨水回收利用等技术，将施工现场从“资源消耗终端”转变为“资源循环节点”，为城市的资源循环体系贡献力量，促进循环经济与城市可持续发展。建筑工程应用绿色施工技术是决定建筑企业乃至整个行业未来生存空间与发展高度的战略性选择，在可持续发展的时代潮流中，建筑工程应用绿色施工技术已成为建筑工程领域不可逆转的核心赛道，其应用是迈向高质量发展的必由之路。

2 绿色施工理念下的建筑工程施工技术创新路径探析

2.1 建筑门窗的节能技术

在建筑能耗中，通过门窗损失的能耗约占建筑总能耗的40%-50%，其中传热损失与空气渗透各占相当比例，即使墙体、屋面保温性能再好，低性能的门窗也会成为整个围护结构节能的“短板”，大幅抵消其他部位的节能效果，门窗安装涉及土建、幕墙、装修、机电等多个专业，其施工质量的气密性、水密性、安装精度直接决定最终性能，是绿色施工中需精细化协同的关键环节。从普通中空到高性能玻璃，推广应用 Low-E（低辐射）中空玻璃、三玻两腔、真空玻璃、充惰性气体（氩气、氪气），这些技术能大幅提升玻璃的保温（K 值）和遮阳（SHGC 值）性能，引入电致变色、热致变色玻璃，通过智能控制或温度变化自动调节透光率和遮阳系数，实现动态节能。建筑门窗

施工设计利用 BIM 技术进行精准设计，指导土建施工预留出尺寸精准、位置正确的洞口，减少后期剔凿，为了确保窗框与墙体连接处的防水隔汽层与建筑整体围护结构连续、完整，避免热桥和渗漏，应用防水隔汽层连续施工技术，安装时刻采用“副框”或“附框”干法安装，先在洞口安装预制的副框，调整找平后，再将门窗主体通过螺钉固定在副框上，利于成品保护，提高安装精度和效率，便于与墙体保温系统无缝衔接，是绿色施工的重要工艺，淘汰落后的发泡剂现场随意填充，推广使用“预压膨胀密封胶”和“专用防水透气膜”，配合标准化施工流程，确保填缝层的保温、密封、防水性能。

2.2 墙体保温节能技术的应用

传统墙体保温施工往往面临“质量通病多、材料浪费大、防火安全隐患、耐久性差、与环境冲突”等问题，绿色施工技术创新路径的核心理念是推动墙体保温技术从“单一性能、现场湿作业、粗放管理”向“系统化、工业化、数字化、高性能与安全并重”转型，必须在保证防火安全与结构耐久的前提下，通过技术创新，实现墙体保温系统的“更高性能、更低损耗、更快建造、更少污染、更优集成”开发具有“调湿”、“净化空气”功能的生态墙体材料或涂层，使墙体在节能的同时，贡献于健康的室内环境。在工厂将保温层预制在混凝土结构层中间，提前预制夹心保温外墙板，现场整体吊装，这是最高效、质量最稳定的路径，彻底消除了传统外保温的现场湿作业和质量通病，采用金属或木龙骨框架，填充保温材料，外挂装饰面板，便于维护更新，保温材料可回收，适用于改造项目和特定建筑类型，利用 BIM 与能耗模拟软件，在设计阶段，对墙体构造进行“热桥分析”、“结露风险模拟”，优化保温层厚度、节点构造，如窗口、阳台、穿墙管道，实现“精准保温”，避免性能过剩或不足，一体化协同设计，将保温系统与建筑立面、门窗、遮阳、结构、机电等进行一体化设计，避免后期拆改，施工过程利用移动终端记录关键施工节点（如基层处理、粘结面积、锚栓安装、耐候网铺设）影像和数据，实现质量责任可追溯，施工后，利用无人机搭载红外热像仪进行大面积快速扫描，可视化地检测保温层空鼓、脱落、热桥缺陷，替代传统低效的抽查。

2.3 建筑采暖节能技术

传统采暖施工往往关注管道安装、设备就位等单一工序，而绿色施工技术的核心目标是构建一个“低需求、高效率、可再生、智能控”的现代化采暖能源系统。采暖“源”头改变能源结构，是根本性减排路径，改变传统后置安装模式，在建筑设计阶段即与屋面、阳台或外墙立面一体化设计，施工时，将集热器作为“建筑构件”进行同步安装，确保结构安全、防水可靠、流道预埋精准。推广“太阳能-空气源热泵”复合系统的集成化安装，地理管换热器采用模块化、装配化的地理管单元，减少现场焊接，提高可靠性，应用 BIM 技术进行管群模

拟与路由优化,避免热短,推广使用“同程并联”布管方式,利于水力平衡,施工前进行更精细的热响应测试,在条件允许的区域,探索生物质锅炉、工业余热引入等系统的标准化接口与施工技术。

2.4 节水技术

统节水施工主要关注安装节水器具。绿色施工技术创新路径要求我们将视野从单一的“末端节水”扩展到“全过程、多水源、系统化”的水资源管理,涵盖施工过程节水、建筑本体节水系统以及项目场地水文生态,从降低用水量,到追求水资源的高效循环利用、径流污染控制与区域水文平衡修复。进行非传统水源的开发利用,创新雨水回收利用系统一体化施工,从“分散收集”到“系统集成”,改变将雨水系统作为后期附加的做法,在建筑设计阶段与屋面、景观、地下结构一体化设计,绿色屋面与雨水收集结合,施工中同步建设具有蓄水、净化和缓排功能的绿色屋顶,其基层构造与雨水收集管渠协同施工,推广使用预制装配式雨水蓄水池,替代传统混凝土水池,施工快捷、节省空间、密封性好,优化初期弃流装置、过滤设备的安装工艺,确保系统自动、有效运行,在场地施工中,同步规范建造下凹式绿地、雨水花园、渗透铺装、生态滞留池等,将其作为景观和排水系统的有机部分,实现雨水就地渗透、净化和蓄滞。深化建筑中水回用系统施工,在结构施工阶段,严格按设计实施“灰水”(洗涤排水)与“黑水”(粪便排水)的管道分流系统,确保管道标识清晰、接口严密,这是中水系统有效运行的基础,推广占地小、自动化程度高的膜生物反应器(MBR)等一体化中水处理设备,采用标准化接口和基座,便于安装与后期维护,严格执行中水管网紫色管材或标识的规定,施工中严防与生活饮用水管道误接,确保用水安全。

创新终端节水与管网防漏施工技术,减少无效损耗,提升用水效率,全面采用并规范安装“一级水效”的卫生洁具,推广预制整体卫浴,其中所有节水器具和管道在工厂内集成安装、整体吊装,彻底杜绝现场安装渗漏,且用水效率最优。管网系统推广使用耐腐蚀、长寿命的管材(如不锈钢、优质PPR管),并采用热熔、卡压等可靠连接方式,取代传统的螺纹连接,从源头减少漏点,在BIM模型指导下,对供水管网进行分段预制、编号标识,现场像“搭积木”一样装配,减少现场焊接、粘接,提升质量与效率,按设计在供水系统入口、分区、重要用水单元预装远传水表与压力传感器,为后期构建智慧水平衡分析与漏损预警平台奠定硬件基础。通过这条创新节水路径,使建筑转变成一座“具有呼吸、蓄存、净化、循环能力的微型水生态系统”,为实现人与水的和谐共生做出实质性贡献。

2.5 噪声与粉尘控制技术

传统控制手段多为末端治理(如围挡、洒水),效果有限且粗放。绿色施工技术创新路径要求通过工艺、设备和材料的革新,从根源上减少污染的产生,利用物联网技术实现污染源

的实时监测与联动控制,将污染控制融入施工组织设计,成为施工流程的有机组成部分。大幅减少现场混凝土浇筑、砌筑、抹灰等湿作业和高噪音切割作业,将大量产生噪音和粉尘的工序(如钢筋加工、构件生产)转移至封闭的工厂内进行,发展“全装配式结构体系”、“干式地暖模块”、“预制整体卫浴”等,从根源上削减现场噪声和粉尘源,推广使用低噪音施工设备与机具“电动挖掘机”、“电动渣土车”、“电动混凝土输送泵”等,其运行噪音远低于柴油设备,且实现零尾气排放,用“低噪音发电机”、“静音型破碎锤”、“液压切割机”等,为传统高噪音设备(如空压机、圆盘锯)加装一体化隔音罩或消音器,使用带“集尘装置”的自动切割机、钻孔机,实现粉尘的源头收集,普遍配备使用移动式焊接烟尘净化器。在工地周边、主要产尘点和产噪点,安装联网的颗粒物(PM_{2.5}, PM₁₀)传感器和噪音传感器,数据实时传输至智慧工地平台,生成动态污染云图,设置阈值,一旦超标,系统自动通过APP、短信向管理人员报警,高噪音作业(如破碎)安排在不敏感时段,并通过平台调度,尽量远离敏感区域(学校、医院、居民区),在噪声敏感侧,部署可移动的智能隔音屏障,在高层建筑设置封闭式垃圾通道,垃圾通过管道直接输送至地面密闭容器,杜绝高空抛洒和扬尘,打造一个“低分贝、低扬尘”的施工现场。

结束语

综上所述,建筑工程绿色施工技术绝非仅在传统施工基础上叠加几项环保措施,而是对建造方式、管理逻辑和价值创造的全面重构,从追求单一成本、工期目标,转向“经济、环境、社会”三重底线平衡的综合价值创造,从聚焦施工阶段,延伸到与绿色设计、绿色建材、绿色运维深度融合的全生命周期协同。建筑工程绿色施工技术将推动建筑业从资源消耗型的传统制造业,向以数据驱动、服务为导向的绿色高端产业转型,未来的施工现场将不再是“脏乱差”的代名词,而是一个“资源高效循环、环境影响最小、管理智慧透明、以人为本”的现代化工厂。

[参考文献]

- [1]谢彦彰.环保理念下装配式施工技术在绿色建筑施工中的应用[J].佛山陶瓷, 2025, 35(01): 170-172.
- [2]李小林.绿色施工技术理念下房屋建筑施工技术的研究[J].石子科技, 2024(04): 37-38.
- [3]李维伦, 胡培一, 高亮.装配式施工技术在绿色建筑施工中的应用[J].陶瓷, 2024(04): 216-218.
- [4]靳艺超.建筑工程节能施工技术探析[J].居业, 2023(06): 13-15.
- [5]黄伟祥.建筑工程节能施工技术[J].建设科技, 2023(04): 82-84.
- [6]刘孟军.基于发展理念视角下的建筑工程施工技术应用路径研究[J].中国建筑装饰装修, 2022(24): 71-73.