

建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究

刘长友

新疆兵团城建集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:在建筑工程领域,绿色建筑施工技术已成为推动行业可持续发展的重要力量。该技术以节能、节地、节水、节材与环境保护为核心,通过装配式施工、BIM协同管理、生态材料应用及可再生能源系统集成等手段,实现施工全周期的资源高效利用与污染控制。本文针对其应用进行了讨论,涉及节能技术、节水技术、环保材料应用、废弃物循环利用技术等方面,旨在为推动建筑行业低碳化转型提供理论支持与实践参考。

关键词:建筑工程;绿色;建筑施工技术;应用

引言

伴随全球气候变化与资源约束加剧,建筑行业作为能源消耗与碳排放的主要领域,其绿色转型已成为实现可持续发展的必然选择。传统施工模式仍存在资源浪费严重、污染控制粗放等问题。绿色建筑施工技术通过工艺革新、材料升级与管理优化,构建了覆盖设计、施工、运维全链条的低碳化技术体系。然而,尽管绿色施工技术已取得显著成效,但其应用仍面临技术集成度不足、成本效益平衡困难等挑战。

1 绿色建筑的定义与核心原则

绿色建筑是一种在全生命周期内以实现人与自然和谐共生为目标,通过科学规划、技术创新和精细管理,最大限度降低资源消耗与环境负荷,同时提升建筑使用功能与居住品质的建筑模式。其核心原则以“四节一环保”为基础,即节能、节水、节地、节材与环境保护,并贯穿于建筑从规划、设计、施工到运营维护乃至拆除的全过程。节能方面强调通过优化建筑布局、提升围护结构性能、采用高效能源系统及可再生能源利用等手段,减少建筑运行过程中的能源需求,降低对化石能源的依赖,推动能源结构向清洁化转型^[1]。节水则聚焦于水资源的循环利用与高效管理,通过雨水收集、中水回用、节水器具应用等技术,构建建筑内部水循环体系,减少对市政供水的依赖,同时缓解城市排水压力。节地要求合理规划建筑用地,提高土地利用效率,通过集约化设计减少对自然生态的占用,尤其在城市密集区倡导立体开发与功能复合,实现土地资源的最大化利用。节材的核心在于推广低碳环保建材,优先选用可再生、可循环或本地化材料,减少材料生产、运输及施工过程中的资源消耗与废弃物产生,同时通过模块化设计与标准化施工降低材料损耗,推动建筑产业向绿色化转型。环境保护贯穿绿色建筑全链条,要求在选址阶段避开生态敏感区,施工

阶段控制扬尘、噪音与废水排放,运营阶段减少光污染、热岛效应等环境影响,并通过生态修复技术弥补建筑活动对自然环境的干扰。

2 绿色施工技术的应用

2.1 节能技术

(1) 被动式设计依托建筑本体与自然环境的协同作用,减少对人工能源的依赖。其关键在于科学规划建筑朝向与布局,利用当地气候特征实现自然采光与通风。通过优化建筑体形系数、控制窗墙比,减少冬季热损失与夏季热侵入,同时结合遮阳设施与导风构件,调节室内光热环境。其中,围护结构性能提升是被动式设计重点,采用高效保温材料、断桥隔热窗框及低辐射玻璃,构建连续保温层,阻断热桥传导,降低供暖与制冷需求。(2) 可再生能源利用技术则通过转化自然能源满足建筑用能需求。太阳能光伏系统将光能直接转化为电能,为建筑提供清洁电力,其安装形式从传统屋顶铺设向建筑一体化方向发展,与幕墙、遮阳构件等结合,兼顾发电功能与建筑美学。太阳能光热系统通过集热器收集热量,用于生活热水供应或辅助供暖,与热泵技术结合可实现多能互补。地源热泵系统利用地下浅层地热资源进行能量交换,冬季提取土壤热量供暖,夏季将室内热量排入土壤制冷,其运行效率受地质条件影响较小,且无需燃烧化石燃料,显著降低碳排放。(3) 空气源热泵技术通过逆卡诺循环从空气中获取热量,适用于冬季气温相对温和的地区,可替代传统锅炉供暖。风能利用技术通过小型风力发电机为建筑局部供电,尤其适用于风力资源丰富的沿海或高原地区。此外,智能能源管理系统通过传感器与算法优化能源分配,根据用能需求动态调节设备运行,避免能源浪费,同时结合储能装置平衡供需波动,提升可再生能源消纳能力。

2.2 节水技术

(1) 雨水收集技术通过设置透水铺装、下沉式绿地及雨水调蓄池,将自然降水汇流至储存装置,经初步过滤后用于施工降尘、车辆冲洗或绿化灌溉,减少对市政供水的依赖^[2]。中水回用系统则对施工废水及生活污水进行分级处理,通过物理沉淀、生物降解及膜过滤等工艺去除杂质与污染物,产出水质达标的中水,用于混凝土养护、厕所冲洗等非饮用水场景,形成灰水与黑水的资源化利用链条。(2) 节水器具的普及是降低用水量的直接手段,施工阶段选用节水型水龙头、淋浴喷头及小便器,通过限流装置与感应控制技术减少持续流水现象,运营阶段推广使用节水马桶与智能灌溉系统,根据土壤湿度自动调节灌溉量,避免过度浇灌造成的水资源浪费。(3) 施工用水管理强调全过程动态监控,通过安装水表与流量传感器实时监测各环节用水量,结合BIM技术建立三维用水模型,识别高耗水区域并优化施工工序,例如将混凝土养护与绿化灌溉集中安排在降雨后时段,利用自然降水补充水分需求。(4) 管道系统优化设计可减少输水过程中的渗漏损失,采用新型密封材料与连接工艺确保管网严密性,定期进行压力测试与泄漏检测,及时修复破损部位。海绵城市建设理念在绿色施工中得到延伸应用,通过建设生态滞留池、植草沟及雨水花园等低影响开发设施,增强场地对雨水的渗透、滞蓄与净化能力,既缓解城市内涝风险,又为施工及后期运营提供补充水源。

2.3 环保材料应用

(1) 结构材料中,再生骨料混凝土通过回收建筑垃圾中的混凝土碎块,经破碎筛分后替代天然骨料,既减少矿山开采压力,又降低废弃物填埋量。绿色混凝土则采用矿渣、粉煤灰等工业废渣替代部分水泥,在保证强度与耐久性的同时,显著降低碳排放。(2) 装饰材料方面,水性涂料以水为稀释剂,摒弃传统溶剂型涂料中的挥发性有机化合物,从源头控制室内空气污染。硅藻泥利用硅藻土的多孔结构,吸附并分解甲醛、苯等有害气体,兼具调节湿度与防火阻燃功能,为居住者提供健康舒适的微环境。(3) 保温隔热材料中,岩棉板以玄武岩为原料,经高温熔融后制成无机纤维板,不仅导热系数低、保温性能优异,且生产过程无化学污染,废弃后可完全降解。发泡陶瓷板则以陶瓷废料为原料,通过高温发泡工艺形成轻质闭孔结构,兼具保温、防火、防水、隔音等多重功能,实现固体废弃物的高值化利用。(4) 门窗材料领域,断桥铝门窗通过尼龙隔热条将铝合金型材断开,阻断热传导路径,配合中空Low-E玻璃,有效降低冬季供暖与夏季制冷的能耗需求^[3]。塑料金属复合管结合塑料的

耐腐蚀性与金属的强度,减少管道系统泄漏风险,延长使用寿命,降低全生命周期维护成本。(5) 环保材料的应用还延伸至施工辅助环节,如采用可降解的土工布替代传统塑料薄膜进行场地覆盖,减少白色污染;使用植物纤维基模板替代木质模板,降低森林资源消耗;推广装配式装修部品,通过工厂预制与现场组装减少现场湿作业,降低粉尘与噪音污染。

2.4 废弃物循环利用技术

(1) 在分类收集阶段,施工场地设置多级分拣区,依据材料属性对混凝土块、砖瓦碎料、金属构件、木材及塑料等废弃物进行源头分离,避免混合堆放导致的再生难度增加。分离后的废弃物经破碎、筛分、清洗等预处理工序,去除杂质并调整粒径,为后续再生加工提供合格原料。(2) 混凝土与砖瓦类废弃物的再生利用聚焦于骨料化处理,破碎后的碎块经磁选去除钢筋等金属残留,再通过筛分设备按粒径分级,得到不同规格的再生骨料。这些骨料可直接替代天然砂石用于道路基层铺设、地基回填等非结构部位,或与水泥、外加剂混合配制再生混凝土,用于临时设施建设或非承重构件浇筑,实现废弃物的高值化利用。金属构件则通过熔炼重铸工艺恢复材料性能,钢筋、钢管等经调直、除锈后重新投入施工,铝材、铜材等有色金属通过专业回收渠道进入工业生产链,形成金属资源的闭环循环。(3) 木材废弃物的处理强调梯级利用原则,完整木料经修复后用于脚手架搭设或模板支撑,断裂木料通过拼接、指接工艺制成工程木方,碎木屑则经压缩成型为生物质燃料,替代传统化石能源用于工地供暖或热水供应^[4]。塑料废弃物通过清洗、粉碎、熔融造粒工序制成再生塑料颗粒,用于生产排水管、安全网等施工耗材,或与木粉、秸秆等生物质材料复合,制造环保型建筑装饰板材,拓展塑料再生应用场景。(4) 施工过程中产生的污泥与渣土同样具有资源化潜力,含水率较高的污泥经脱水干化后与石灰、水泥等胶凝材料混合,制成免烧砖或路基稳定土,用于非承重墙体砌筑或场地硬化。渣土则通过筛分去除大块杂质,与再生骨料按比例混合用于场地回填,或经改良后作为绿化种植土,提升土壤保水性与肥力。

2.5 智能化管理技术

(1) 在资源管理层面,智能化系统通过传感器网络实时采集建材库存、设备运行状态及能源消耗数据,结合BIM模型与算法分析,优化材料调度与设备配置,减少因信息滞后导致的资源闲置或短缺,提升资源周转效率。同时,系统可自动追踪材料来源与使用路径,确保环保材料合规应用,避免非绿色建材误用,强化全生命

周期资源追溯能力。(2) 能源管理方面, 智能化技术通过部署智能电表、水表及能耗监测设备, 构建建筑能源物联网平台, 实时分析施工各环节的能耗分布与波动规律。基于机器学习算法, 系统可预测高峰用电时段, 动态调整设备启停顺序与功率输出, 优先利用可再生能源发电设备, 降低对传统电网的依赖。此外, 智能照明系统根据自然光照强度与人员活动区域自动调节亮度, 空调系统结合温湿度传感器与人体感应装置优化运行模式, 减少无效能耗, 实现施工期能源的精准调控与高效利用。(3) 环境监测与污染控制是智能化管理的另一重点, 通过在施工现场布设空气质量传感器、噪声监测仪及水质检测设备, 系统可实时捕捉PM2.5、扬尘、废水排放等关键指标, 当数据超标时自动触发预警机制, 联动喷淋降尘、污水净化等设备进行干预。例如, 智能喷淋系统根据扬尘浓度与风速数据动态调整喷水量与覆盖范围, 避免过度用水或二次污染。并且, 系统可生成环境数据报告, 为施工方优化工序安排、减少高污染作业时段提供依据, 推动施工活动与生态保护的协同共进。(5) 运维阶段, 智能化管理系统持续发挥作用, 通过设备健康监测与预测性维护功能, 延长施工机械使用寿命, 降低维修成本。系统整合施工期积累的能源、环境、质量等数据, 为建筑运营阶段制定节能策略、优化设备运行提供基础支撑, 推动绿色施工理念向全生命周期延伸, 最终实现建筑行业可持续发展目标。

3 绿色施工技术的优势

绿色施工技术的优势贯穿建筑全生命周期, 在环境效益、社会效益与经济效益层面形成协同效应, 其核心价值集中体现于能耗与碳排放的深度削减、施工污染与生态破坏的系统性控制, 以及建筑使用舒适性与经济性的同步提升。第一, 在能耗与碳排放控制方面, 绿色施工技术通过被动式设计 with 主动式能源系统优化, 最大限度利用自然光、风、热等免费能源, 减少对化石能源的依赖^[5]。可再生能源的规模化应用, 如太阳能光伏、地源热泵与空气源热泵技术, 将建筑从能源消费者转变为部

分能源生产者, 降低电力与热力供应的碳排放强度。第二, 施工污染与生态破坏的减少得益于绿色技术对施工全流程的精细化管控, 环保材料的应用从源头削减挥发性有机物、重金属等污染物的释放, 降低室内空气污染风险。废弃物循环利用技术通过建筑垃圾的再生加工, 减少填埋量与开采需求, 缓解对土地资源的压力。第三, 建筑使用舒适性与经济性的提升是绿色技术社会价值的直接体现, 被动式设计通过优化建筑朝向、围护结构性能与自然通风系统, 创造稳定的室内光热环境, 减少因温度波动导致的身体不适。环保材料与智能化设备的协同应用, 如低甲醛涂料、智能照明与温控系统, 提升室内空气质量与操作便捷性, 增强居住者的健康福祉。经济性方面, 虽然绿色技术初期投入可能略高, 但通过能源节约、材料循环利用与设备高效运行, 长期可显著降低运营成本。

结语

综上所述, 绿色建筑施工技术的创新应用, 标志着建筑行业从“高能耗、高污染”向“高效能、低排放”模式的根本性转变。未来, 随着数字孪生、AI算法等新兴技术与绿色施工的深度融合, 施工碳排放模拟精度与资源调度效率将进一步提升。建筑企业需建立动态技术库, 结合项目特点选择适配技术组合, 推动绿色施工从“单点突破”向“全链条协同”升级。

参考文献:

- [1]赵小春,黄俊杰.建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J].散装水泥,2025,(5):4-6.
- [2]褚宏威,孙开鼎,王小川.建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J].建筑与装饰,2025,(15):94-96.
- [3]李雪梅.建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J].陶瓷,2024,(8):230-233.
- [4]高平.建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J].时代漫游,2021,(3):117-119.
- [5]龚磊.建筑工程中绿色建筑施工技术应用研究[J].中国建筑,2026,9(1):57-59.