

绿色施工技术在建筑工程中的应用效果评价体系构建

徐琳

山东久川项目管理有限公司, 山东 烟台 264000

DOI:10.61369/ERA.2025070035

摘 要 : 全球可持续发展推进和我国“双碳”战略实施背景下, 建筑行业要用绿色施工技术实现低碳转型, 但没有系统的应用效果评价体系, 技术应用成效无法量化, 阻碍行业绿色发展, 构建绿色施工技术应用效果评价体系, 涵盖资源利用、环境影响、施工管理等方面。用层次分析法和熵权法确定指标权重, 结合模糊综合评价法等科学评估, 借数字孪生、区块链等推动评价结果应用, 这一体系量化绿色施工技术成效, 为施工技术改进、行业经验交流和政策制定提供参考, 推动建筑行业绿色高质量发展。

关 键 词 : 绿色施工技术; 建筑工程; 应用效果; 评价体系; 可持续发展

Construction of Evaluation System for the Application Effect of Green Construction Technology in Construction Engineering

Xu Lin

Shandong Jiuchuan Project Management Co., LTD., Yantai, Shandong 264000

Abstract : In the context of promoting global sustainable development and implementing China's "double carbon" strategy, the construction industry needs to achieve a low-carbon transformation through green construction techniques. However, without a systematic evaluation system for application effectiveness, the results of technical application cannot be quantified, hindering the green development of the industry. To address this, we propose the construction of an evaluation system for the application effectiveness of green construction techniques, covering resource utilization, environmental impact, and construction management. We use Analytic Hierarchy Process (AHP) and Entropy Weight Method to determine the index weights, combined with scientific evaluations such as Fuzzy Comprehensive Evaluation Method. By utilizing digital twins, blockchain, and other technologies, we can promote the application of evaluation results. This system quantifies the effectiveness of green construction techniques, providing references for construction technology improvement, industry experience exchange, and policy formulation, and promoting green and high-quality development in the construction industry.

Keywords : green construction technology; construction engineering; application effect; evaluation system; sustainable development

引言

“双碳”目标与生态文明建设促使建筑行业发生深刻变化, 绿色施工技术是行业转型重点, 没有科学的应用效果评价体系, 技术实施效果无法衡量, 影响行业绿色升级。构建包括资源利用、环境影响等方面的评价体系, 结合先进评估手段和数字技术, 衡量技术应用程度, 利用评价结果推动行业可持续发展, 为建筑工程绿色转型提供重要支持和创新方向。

一、明晰目标原则

(一) 锚定核心目标

资源角度紧盯可再生材料运用及节水节能技术, 以竹钢等可循环建材替代传统钢材, 借助雨水收集系统与智能灌溉设备组合, 实现水资源充分高效利用, 能源范畴启用光伏一体化施工技

术及地源热泵系统, 切实降低对传统化石能源的倚赖。于环境把控上, 运用抑尘喷淋技术和噪声屏障装置, 全方位管控施工污染, 严格保障施工现场 PM2.5 浓度、噪声分贝契合国家标准, 效益维度着重凸显技术创新对施工效率的提升作用, 装配式建筑施工技术大幅削减现场湿作业时间, BIM 技术深度优化施工流程进而缩短工期, 最终实现建筑工程绿色低碳发展态势与经济效益同

作者简介: 徐琳 (1985.11-), 男, 汉族, 山东烟台莱阳人, 本科, 中级工程师, 研究方向: 建设工程—建筑工程。

步显著提高。

（二）确立准则框架

构建绿色施工技术评价体系要依循系统性、动态性原则，系统性把建筑全生命周期技术纳入评价，地基施工用低振动桩基技术，主体施工采用清水混凝土免抹灰技术，装修阶段应用环保涂料喷涂技术，构成完整技术链^[1-3]。动态性结合技术发展和政策变化，定时更新评价标准，按照最新《绿色建筑技术导则》加入碳足迹核算、智能监测等新内容，科学性通过标准化技术参数量化，明确太阳能热水系统集热效率达 $\geq 45\%$ ，装配式构件预制率不低于 60% 。实用性保证评价指标可操作性，运用红外热成像检测、无人机巡检等成熟方法采集数据，让评价体系如实展现绿色施工技术应用状况。

二、搭建指标体系

（一）资源利用指标

材料选用着重突出可回收再生材料优先，例如以再生骨料含量不低于 30% 的再生骨料混凝土取代常规混凝土，大力推广模块化铝合金模板以显著减少木材使用量，水资源管控明确要求必须配置三级沉淀池与中水回用系统，施工产生的废水经处理后用于车辆冲洗、场地降尘等环节，确保其回用比例达到 70% 及以上。能源运用方面，施工现场需安装智能电表监测装置，对能耗数据进行实时统计；强制使用功率密度相较传统灯具降低 40% 的LED节能照明设备；积极推广太阳能光热系统，使其能够满足施工现场 60% 以上的热水需求，通过这些举措切实降低不可再生资源的消耗。

（二）环境影响指标

大气污染防治部署雾炮降尘系统和自动喷淋围挡，严格把控施工现场扬尘浓度，使其不高于 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ ；土方运输车辆强制装配卫星定位装置与密闭苫盖系统，杜绝遗撒导致扬尘，噪声管控环节，用低噪声压破碎锤替换传统机械，确保施工区域边界噪声在昼间不超 70dB 、夜间不超 55dB ^[4-6]。水污染治理借助油水分离设备处理施工废水，将化学需氧量（COD）排放浓度严格控制在 $\leq 150\text{mg}/\text{L}$ ，固体废弃物管理规定建筑垃圾资源化利用率要达 50% ，利用移动式破碎筛分设备把废弃混凝土制成再生骨料，达成减量化与循环再利用目标。

（三）施工管理指标

运用BIM 5D技术开展施工进度模拟及资源灵活调配，借三维信息模型合理规划材料进场时刻与堆放地点，降低二次搬运造成的损耗，安装物联网传感器实时监测施工设备运转状况，实现故障提前预警与维护优化，有效减少设备闲置情况。使用无人机定期对施工现场进行航拍，与GIS技术结合生成进度对比模型，将施工进度偏差严格控制在 $\pm 3\%$ 范围内，借助数字化签章系统完成技术交底和文件签署工作，压缩流程审批耗时，推动施工管理朝着信息化、智能化方向迈进。

（四）安全健康指标

防尘防护配置电动送风过滤式防尘呼吸器，其过滤标准达

N95级别；安装可升降防尘隔离棚，对焊接、切割等产生作业区实施物理分隔，通风系统启用变频轴流风机，保障地下作业空间每小时换气不少于6次。安全监测运用毫米波人体雷达，实时监控人员作业区域，一旦出现危险行为即刻触发声光警报，施工现场布设智能饮水设备，搭配水质在线监测系统，保证饮用水契合GB 5749-2022标准，多维度守护人员健康安全。

（五）技术创新指标

推行3D打印建筑技术，达成复杂构件成型，相比传统工艺材料损耗率下降 20% ；运用装配式装修技术，墙面地面等部品于工厂预制，现场干式安装，减少湿作业污染。采用自愈合混凝土技术，内置微生物胶囊修复裂缝，增强结构耐久性，监测方面，布置物联网环境监测微站，集合PM2.5、温湿度、噪声传感器，数据分钟级刷新；利用数字孪生技术搭建虚拟施工场景，模拟各技术方案绿色效益，为技术创新提供数据与决策支持。

三、确定指标权重

（一）运用分析方法

用层次分析法构建含资源利用、环境影响、施工管理、安全健康、技术创新5个一级指标及20个二级指标的递阶层次架构，经专家打分建判断矩阵，明确指标重要程度。引入熵权法修正层次分析法结果，借助施工中智能监测设备采集的实时数据，像能耗监测系统的日用电量、水质监测仪的废水处理参数等，通过信息熵算出各指标客观权重。融合两种方法时按 $0.6:0.4$ 分配权重，既发挥专家经验主观判断长处，又增强数据驱动客观性，让评价结果如实展现绿色施工技术应用状况。

（二）权衡指标权重

资源利用指标下，因“双碳”目标对材料循环利用需求迫切，可回收材料应用率权重设为 18% ，比传统材料节约指标更高；环境影响指标内，考虑大气污染防治的紧要性，生物纳膜抑尘技术应用效果权重定为 15% ，高于废水处理相关指标^[7-9]。依据《绿色建筑技术标准》最新规定，动态改变技术创新指标权重，把装配式建筑预制率权重从 12% 提至 15% ，凸显其在绿色施工中的重要地位，搭建权重动态调整模型，按季度依据政策变动和技术更新数据，自动更新指标权重系数，让评价体系紧跟行业绿色发展趋势，为施工技术改进给出准确指导。

四、制定评价标准

（一）量化数值标准

资源利用层面，材料资源明确提出可再生材料在总建筑材料中的占比不得低于 30% ，像竹钢、再生骨料混凝土这类可循环材料，其损耗率必须严格控制在 5% 以内，以此保障材料高效利用，水资源利用方面，规定施工现场雨水收集系统的有效容积要能够切实满足每日施工用水量的 40% ，循环水利用率需达到 75% 以上，同时单位建筑面积施工用水量不得超过 1.2 立方米，从多方面实现水资源的合理运用，能源利用环节，要求光伏发电系统的装机

容量需占施工现场总用电需求的20%，地源热泵系统的能效比要达到4.5以上，且施工区域综合能耗强度较基准值降低15%，降低对传统能源依赖。环境影响量化标准中，大气污染防治要求施工现场PM_{2.5}平均浓度不超过75 μg/m³，借助生物纳膜抑尘技术使扬尘浓度降低率达到80%；噪声污染控制上，昼间施工噪声不得超过70分贝，夜间不超过55分贝，应用主动降噪技术后设备噪声需降低15分贝以上，废水排放严格遵循GB 8978-1996三级标准，重金属离子去除率达到99%，经生态沟渠净化后的水质COD值小于120mg/L，固体废弃物资源化利用率需达到70%，低温热解技术处理有机垃圾的产气率应不低于0.3m³/kg，实现废弃物有效处理与利用。

（二）规范性要求

技术规范层面，明确绿色施工技术应用须契合《绿色建筑技术导则》《建筑工程绿色施工规范》等国家与行业标准，竹钢安装、装配式建筑构件连接等施工工艺，都要严格依标准流程操作，保障技术应用合规^[10-12]。创新评价着重考量新技术、新工艺应用成效，像装配式建筑技术应切实减少现场湿作业、缩短工期，BIM技术在施工流程优化中要明显提升施工效率。可持续性评估关注技术于建筑全生命周期适用性，比如相变储能建材在各异气候下的温控表现，太阳能热水系统不同季节的集热稳定性等，施工单位需建立技术应用档案，详细记录技术实施过程、效果反馈与改进办法，实现绿色施工技术应用全程可追溯，推动建筑工程绿色施工技术不断优化发展。

五、开展科学评价

（一）选择评估方法

材料资源评估过程中，将可再生材料应用率超40%设定为“优”，对应隶属度1，低于20%则归为“差”，隶属度为0，介于两者间数值借S型函数平滑过渡，构建起连续隶属度体系，依据层次分析法构建的权重矩阵，借助加权平均算子进行运算，从而

得出各指标综合模糊评价结论。灰色关联分析法从数据关联角度切入，以《建筑工程绿色施工规范》技术参数为参照序列，施工现场智能监测获取的实时数据为比较序列。能源利用评价方面，直接将光伏发电装机容量占比、地源热泵能效比等实际数据与标准值的灰色关联度进行比对，关联度越接近1，达标程度越高，通过计算邓氏关联度、绝对关联度等多类指标，搭建综合关联度评价模型，精确量化各指标与绿色施工标准的契合程度。

（二）推动结果应用

技术迭代进程中，深度融合数字孪生与机器学习技术，将评价结果转化为直观可交互的虚拟仿真场景，当装配式建筑构件吊装效率评价得分欠佳时，借助数字孪生模型全方位模拟不同吊装设备参数组合、多样化作业流程，同时运用遗传算法对吊装路径进行智能优化，最终将仿真得出的优化方案精准反馈至实际施工环节。引入强化学习算法，依据实时评价结果对施工参数进行动态精细调节，经多次迭代优化，成功将构件安装误差从5mm显著缩减至2mm，切实构建起“评价-模拟-优化”的智能改进体系。

行业共享领域，以区块链与知识图谱技术为依托，搭建完备的绿色施工技术生态平台，将通过评价达标的生物纳膜抑尘技术、相变储能材料应用等典型案例进行上链存证，构建起包含技术原理剖析、施工工艺详解、评价数据记录的知识图谱^[13-15]。平台借助自然语言处理技术精准解析项目需求，运用图神经网络算法快速匹配适用技术方案。

六、结语

绿色施工技术应用效果评价体系明确目标原则，构建多维指标，科学确定权重标准，借助先进评估方法量化，评价结果经技术迭代、行业共享和政策调控应用，推动建筑工程全流程绿色升级，体系构建实施为建筑行业可持续发展提供标准路径，实现资源高效利用、环境保护与技术创新协同。

参考文献

- [1] 王涛. 建筑工程中绿色施工技术的应用与实践[J]. 建筑, 2025, (04): 123-125.
- [2] 关志崎. 框架结构施工技术在住宅建筑工程中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (12): 148-150.
- [3] 薛丽华, 马雪妍. 施工质量管理技术在房屋建筑工程中的应用研究[J]. 建设机械技术与管理, 2025, 38(02): 128-130+162.
- [4] 李芳. 太阳能光伏技术在现代城市房屋建筑工程中的绿色应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (11): 89-91.
- [5] 李鑫. 绿色施工技术在建筑工程中的应用与评价[J]. 住宅与房地产, 2025, (11): 21-23.
- [6] 南宝仁. 绿色节能施工技术在现代房屋建筑施工中的应用研究[J]. 住宅与房地产, 2025, (11): 83-85.
- [7] 邹伟, 孟伟玉, 唐华奕. 大体积顶板混凝土施工技术在建筑工程中的应用实践[J]. 中国水泥, 2025, (04): 69-71.
- [8] 王小波. 防渗漏施工技术在房屋建筑工程中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 34-36.
- [9] 方冬. 绿色节能施工技术在房屋建筑工程中的应用探究[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 118-120.
- [10] 郭凯. 后浇带施工技术在建筑工程中的应用要点分析[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 85-87.
- [11] 邢建文. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 130-132.
- [12] 李龙. 灌注桩后注浆施工技术在建筑工程施工中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (10): 34-36.
- [13] 王侃. 建筑装饰装修工程中绿色施工技术的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2025, (07): 89-91.
- [14] 张龙. 绿色建筑材料在建筑工程施工中的应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(06): 100-102.
- [15] 吴春华. BIM技术在建筑工程施工图审查中的探索与应用[J]. 中国建设信息化, 2025, (06): 64-67.