

# 绿色建材在建设工程中的成本效益分析

文 / 田勤英 莱西市综合行政执法局

**摘要:** 绿色建材是一种注重健康、环保与安全特性的建筑材料。本文对绿色建材在建设工程中的成本效益展开了分析。在成本构成方面, 初期成本由材料采购、运输及安装费用组成, 运营成本涵盖能源消耗、维护与废弃物处理, 而环境成本则由资源消耗、污染控制及碳排放构成。通过生命周期成本法、能效评估法等多种方法, 能系统分析绿色建材的成本效益。结合案例, 验证了绿色建材在节约资源、降低运营费用、减少环境负担及提升市场竞争力方面的实际成效, 明确了其在实现经济与环境双重效益中的重要地位。

**关键词:** 绿色建材; 成本效益分析; 生命周期成本法; 能效评估法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.102

## 引言

建筑材料作为建设工程的重要基础, 对建筑工程质量和居住环境品质有着极其重要的影响。近些年, 绿色建材因其能源资源消耗少、环境影响低、性能品质好, 备受社会关注。发展绿色建材是支撑绿色建筑的有效保障, 有利于促进建材工业提质增效和建筑领域实现碳达峰碳中和, 对推动城乡建设高质量发展有重要意义。近年来, 国家和地方政策的大力推动, 加速了绿色建材的推广和应用。相关法规和绿色建筑认证体系的完善为绿色建材在建筑工程中的应用提供了政策支持, 同时也对其性能和成本效益提出了更高要求。然而, 绿色建材的应用仍面临诸多挑战, 尤其是在初期成本高企与成本效益评估方法欠完善的背景下, 如何科学评估其全生命周期内的经济性与环境效益成为亟待解决的问题。

针对上述问题, 本文将系统分析绿色建材在建设工程中的成本效益, 为建筑行业实现高质量绿色发展提供科学参考。

## 一、绿色建材概述

绿色建材, 又称生态建材、环保建材和健康建材, 指健康型、环保型、安全型的建筑材料, 在国际上也称为“健康建材”或“环保建材”, 绿色建材不是指单独的建材产品, 而是对建材“健康、环保、安全”品性的评价。它注重建材对人体健康和环保所造成的影响及安全防火性能。它具有消磁、消声、调光、调温、隔热、防火、抗静电的性能, 并具有调节人体机能的特种新型功能建筑材料<sup>[1]</sup>。

绿色建材的分类可以从多个维度进行划分, 详见表1:

表1 绿色建材的分类

分类标准	具体类型	主要特点及功能
原材料来源	天然建材	采用天然原料制成, 尽可能减少化学添加剂, 如石材、木材、竹材, 具有可降解性和低污染特性。
	再生建材	利用工业废料或废弃物加工而成, 如粉煤灰砖、再生混凝土, 既能减少原料浪费, 又有利于废弃物的资源化利用。
生产过程	低能耗建材	生产过程中能源消耗低、碳排放少, 使用清洁能源和节能技术制造, 如轻质隔墙板和节能砖。
	无污染建材	制作中避免使用有毒有害物质, 对生产工人的安全和生态环境友好, 例如无甲醛人造板材。
使用功能	调节性建材	具备调节环境条件的功能, 如调湿、防火、防静电, 典型例子包括硅藻泥和防静电地板。
	节能性建材	能显著降低能耗的建材, 如隔热保温玻璃、中空玻璃, 有助于优化建筑节能效果, 降低运行能耗。
	功能性建材	具备特殊功能的材料, 如抗菌瓷砖、光催化涂料, 不仅可提供美观, 还具备抗菌或降解污染物的能力。
环境友好性	可降解建材	使用寿命结束后能够自然降解, 对土壤和水源无污染, 如植物纤维板材和生物塑料。
	零排放建材	在生产和使用过程中完全不排放污染物, 如全生命周期无碳混凝土、无氟制冷保温材料。

## 二、绿色建材的成本构成

### (一) 初期成本

初期成本主要由材料采购成本、运输成本和安装成本构成。材料采购成本是初期成本的核心部分, 由绿色建材的原料费用、加工费用以及相关认证费用构成<sup>[2]</sup>。绿色建材通常需要采用符合环保标准的原材料, 这些原材料的供应受市场波动影响, 成本波动较大。此外, 绿色建材的生产过程要求高精度加工和复杂工艺, 进一步

推高了加工费用。同时, 为确保符合环保要求, 部分绿色建材需要通过严格的质量和环保认证, 这部分费用也纳入了材料采购成本。运输成本包括从生产地到施工现场的物流费用。这部分成本与材料的体积、重量以及运输距离直接相关。尽管绿色建材强调本地化供应, 但部分特殊材料的生产具有地域限制, 需要长距离运输, 从而增加了运输费用。此外, 运输过程中对材料保护的要求可能需要额外的包装成本。安装成本由施工阶段所需

的设备、工具以及人工成本组成。某些绿色建材对施工技术要求较高，需要额外的专业设备支持，同时可能需要进行施工人员的专项培训，这些均增加了安装成本。

### （二）运营成本

运营成本的组成包括能源消耗成本、维护成本和废弃物处理成本。能源消耗成本是建筑在使用阶段由于供暖、制冷、通风和照明等需求所产生的费用。这一成本与建筑材料的热传导性、隔热性以及光透射性密切相关，不同材料的性能直接决定了能源使用量。维护成本指在建筑使用周期内对材料进行修复、更换或保养的费用。这部分成本主要受材料的耐久性、抗腐蚀性和环境适应性的影响，例如外墙材料在暴露于恶劣气候条件下可能需要频繁维护。废弃物处理成本涉及建筑材料在报废后进行清理、运输以及处置的费用。这些费用根据材料的可再利用性和回收性有所不同。对于不可回收或回收率较低的材料，其处置可能需要更高的处理费用，同时也受到所在地区废弃物管理政策的影响。废弃物处理成本通常出现在建筑使用周期的末端，是运营成本的重要组成部分。

### （三）环境成本

环境成本由资源消耗成本、污染控制成本和碳排放成本组成。资源消耗成本是指绿色建材在生产过程中对原材料的获取费用以及能源的消耗费用。尽管绿色建材倾向于采用可再生资源，但获取这些资源仍需投入大量经济成本，尤其是在资源稀缺或市场供应不足时，资源消耗成本可能进一步提高。污染控制成本主要是材料生产过程中对废气、废水和固体废弃物进行处理的费用<sup>[3]</sup>。为了满足环保标准，生产企业需增加专门的污染处理设施并投入运营资金，这一部分成本涵盖了设备采购、运行以及维护费用。碳排放成本则包括从材料生产到运输环节所产生的温室气体排放的经济代价。这部分成本与生产设备的能效、能源结构以及运输距离等因素直接相关。

## 三、绿色建材在建设工程中的成本效益分析方法

在建设工程中，对绿色建材的成本效益进行系统分析需要采用多维度、多层次的方法，确保分析结果具有科学性、全面性和实用性。以下提出了几种分析方法，分别从生命周期、能效、投入产出等角度展开。

### （一）生命周期成本法

生命周期成本法是一种系统化的分析工具，用于全面评估绿色建材在整个建筑生命周期内的所有成本支出<sup>[4]</sup>。这一方法适用于揭示绿色建材在各阶段的经济投入，并提供决策支持，确保资源的高效配置。

实施生命周期成本法需要分阶段进行细化分析。第一，需明确绿色建材的生命周期边界，确定分析对象涉及的具体阶段。这包括建材的采购、运输、安装、运行及报废等过程。在初期阶段，收集与建材相关的采购价格、物流费用以及安装技术成本。随后，在运行阶段，评估建材的能耗需求、维护频次和更换周期。最后，在报废阶段，分析材料的处理方式及相关费用。为了确保

结果的准确性，所有成本需通过适当的折现率转化为现值，以便平衡不同时间点的经济投入。第二，在操作中，生命周期成本法通常结合建筑信息建模技术与经济分析软件进行。通过BIM数据导入，建立涵盖建材属性和使用特性的动态成本模型。随后，利用经济分析工具计算各阶段成本现值并综合汇总。此方法能够直观呈现绿色建材的长期经济表现，为建筑工程中绿色建材的选型提供科学依据。

### （二）能效评估法

能效评估法是一种专注于绿色建材在使用阶段能源表现的定量分析方法，旨在通过评估材料对建筑能源消耗的影响，分析其对成本效益的实际贡献<sup>[5]</sup>。这种方法以绿色建材在运行过程中节约能源的能力为核心，通过能耗数据的采集、建模和对比，揭示材料在降低采暖、制冷及照明成本方面的具体效果。

实施能效评估法需要分为以下几个步骤。首先，建立建筑的能耗基线，明确在传统建材条件下的预期能源需求。这一过程需要借助能耗模拟软件（如EnergyPlus或IES VE），结合建筑的设计参数和使用条件进行初步分析。其次，在绿色建材投入使用后，通过安装能源监测设备（如智能电表、传感器），实时记录建筑的实际能耗数据，并与基线进行对比。通过这种数据采集与监测，可准确量化绿色建材对能源需求的削减程度。为了提高数据的可靠性，还需利用统计分析技术对数据进行处理。通过时间序列分析，剖析不同气候条件下绿色建材的能耗表现，并识别潜在的优化空间。最终，将评估结果整理为结构化报告，为建筑能耗管理提供改进建议。能效评估法通过数据驱动的方式，深入分析绿色建材在运行阶段的能源表现，为评估其成本效益提供了科学基础。

### （三）投入产出分析法

投入产出分析法是一种经济分析工具，它通过构建一个详尽的经济模型，来分析绿色建材在建设工程中的资源使用与经济产出之间的相互关系。此方法起源于经济学家瓦西里·里昂惕夫的理论，通过建立详细的投入产出表，量化了行业之间的货物与服务的流动。在绿色建材的分析中，此方法主要关注于建材的生产、应用和废弃处理过程中的资源消耗（如原料、能源、人力）与由此产生的直接和间接经济效益（如就业增加、税收贡献、节能效益）。实施此方法首先需收集有关绿色建材生产和应用的全面数据，包括原材料成本、生产设备投入、劳动力开销以及相关环保技术的使用情况。然后，使用这些数据构建一个多部门经济模型，其中不仅包括绿色建材的生产部门，还应包括下游的建筑部门和与之相关的服务部门，如运输和销售。通过模型，可以计算在生产和使用绿色建材过程中的总投入与从节能、环保和经济增长中获得的总产出之比。这种方法可以帮助决策者了解在推广绿色建材时的宏观经济影响，评估其在推动经济可持续发展中的作用。

#### （四）多准则决策分析法

多准则决策分析法提供了一种结构化的决策支持框架，用于评估绿色建材在建设工程中的成本效益，特别是在决策涉及多个冲突标准时。此方法利用一系列评价指标（如成本、耐久性、能效、环境影响等）来评估不同绿色建材方案的表现。每个指标根据其在项目决策中的重要性被赋予一定的权重，以确保决策过程的公平性和全面性。

实施多准则决策分析时，首先需要定义评估的绿色建材及其可能的替代方案，明确评估的目标和范围。接着，确定评价指标，并与相关利益相关者（如建筑师、工程师、投资者和环保组织）进行磋商，以确保所选指标的全面性和相关性<sup>[6]</sup>。然后，利用如层次分析过程（AHP）、偏好排序方法或模糊综合评价等技术为每个指标赋权，并对不同方案进行评分。最后，根据加权评分结果进行方案比较，选择成本效益最优的绿色建材方案。多准则决策分析法特别适用于那些项目决策复杂，涉及多种评价维度和利益相关者的场景。通过系统化、量化的评价过程，该方法能帮助项目团队在多个潜在的绿色建材选择中做出最合理的决策，确保所选材料最大限度地满足项目的经济、技术和环境目标。

#### 四、实践案例分析

以天津中新生态城某住宅项目为例，其平面图可见图1，该项目总建筑面积约7.4万平方米，已获得三星级绿色建筑标识。

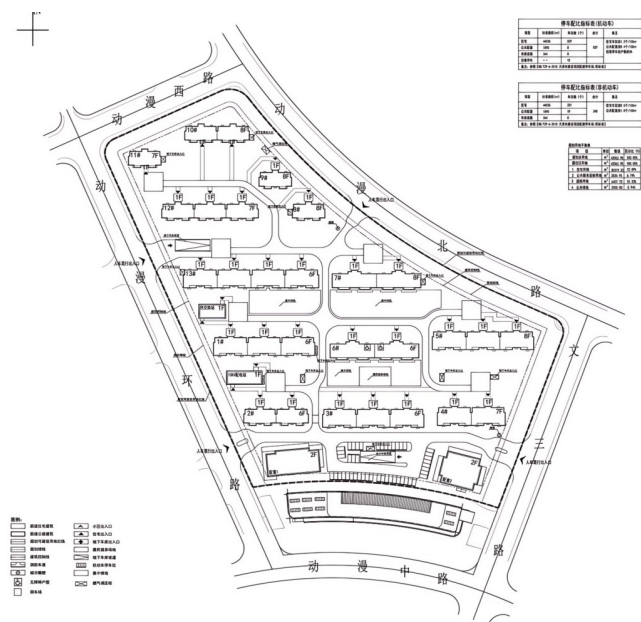


图1 平面结构图

在该项目中，绿色建材的应用主要体现在以下方面：外围护结构优化：采用高性能保温隔热材料，提升建筑节能效果。可再生能源利用：引入太阳能热水系统，减少传统能源消耗。水资源管理：安装雨水收集和中水回用系统，提高水资源利用效率。上述绿色建材和技术的应用，导致项目初始投资增加，具体增量成本如

下：外围护结构优化使得每平方米增加约23元。可再生能源利用使得每平方米增加约66元。水资源管理使得每平方米增加约121元。总体而言，绿色建材的应用使项目每平方米成本增加约210元。

尽管初始投资有所增加，但绿色建材的应用在全生命周期内带来了显著效益：一是能源成本降低。外围护结构优化和可再生能源的利用，使建筑能耗显著降低，预计每年可节省能源费用约15%。二是水资源费用减少。雨水收集和中水回用系统的应用，降低了自来水使用量，每年可节省水费约20%。三是环境效益。减少碳排放和污染物排放，提升项目的环境友好性。四是市场竞争力提升。获得绿色建筑认证，提高了项目的市场价值和吸引力。综合考虑，尽管初期投资增加，但通过运营阶段的成本节约和环境效益提升，预计在5至10年内可收回绿色建材的增量成本，实现经济和环境效益的双赢。

绿色建材在建设工程中的应用，初期可能增加一定成本，但从长远来看，其带来的能源和水资源费用的降低、环境效益的提升以及市场竞争力的增强，均体现了其显著的成本效益。因此，在建筑工程中推广绿色建材的应用，具有重要的经济和社会价值。

#### 结语

通过详细的分析，绿色建材被证明不仅在建筑的运营阶段提供经济上的节省，而且通过降低环境影响，促进可持续发展。然而，尽管初期成本较高，绿色建材的长期节能和资源节约潜力表明，其应用在未来建设项目中具有不可忽视的价值。面对资源紧张和环境退化的双重压力，推广绿色建材的使用成为趋势。未来，随着技术的进步和环保意识的提升，绿色建材的成本将进一步降低，其应用将更加广泛。此外，政策制定者和行业标准的完善也将推动绿色建材从边缘走向主流。研究应继续探索更高效的成本分析方法和更先进的绿色建材，以实现建设工程的环境、经济和社会效益的最大化。

#### 参考文献

- [1] 刘珊珊, 张澜沁, 戚甫社, 等. 我国绿色建材的发展现状及对策研究[J]. 住宅产业, 2021, (12): 17-20.
- [2] 张伦伟. 绿色建材的发展与应用[J]. 江苏建材, 2023, (01): 19-20.
- [3] 金智鹏, 盛冬发. 绿色环保材料在建筑工程领域中的应用[J]. 居业, 2022, (09): 61-63.
- [4] 高杰. 基于全生命周期成本分析的绿色建筑材料选择及其造价优化研究[J]. 居舍, 2024, (21): 30-33.
- [5] 司凯, 邱栋, 张新, 等. 基于系统动力学的绿色建筑增量成本与效益分析[J]. 海峡科学, 2024, (01): 102-108.
- [6] 高梦梦, 田野, 李申, 等. 江苏省绿色建材发展现状调研与推广策略研究[J]. 四川建材, 2020, 46(06): 36-39+41.