

建筑施工中绿色材料的应用趋势分析

于加群

青岛德泰建设工程有限公司 山东 青岛 266500

摘要：本文对绿色材料在建筑工程中应用情况、发展趋势进行总结归纳，得出结论：绿色材料正在由单一环保逐渐过渡到全生命周期低碳化、功能集成化、智能化发展，政府引导、科技进步以及市场需要是推动绿色材料发展的主要因素。目前，绿色混凝土、再生建材、节能保温材料、环保装饰材料等已经形成一定规模产业，但依然存在价格较高、标准缺乏统一性、技术集成度不够等问题。未来，绿色材料会朝着高性能化、多功能化、数字化以及与循环经济相结合方向发展，在施工过程中如何实现施工技术和材料之间良好配合也是未来热点问题，以期为建筑业绿色转型提供理论依据和借鉴经验。

关键词：绿色材料；建筑施工；可持续发展；应用趋势；全生命周期

引言

建筑业是世界上消耗大量资源并产生大量二氧化碳排放的一个行业。在“双碳”目标下，传统的建筑用材在生产和建设中所造成的大量能源浪费、环境污染、工作效率低下等问题越来越明显，促使建筑用材向绿色化转变成为行业发展不得不面对的选择。绿色建筑材料是在整个寿命周期内减少对自然资源的需求，在保护环境的同时保证室内空气质量并且可以重复使用的建筑材料。它不仅重视生产过程中的环境保护，还注重使用过程中的节能减排以及废弃后的回收利用。近年来，由于绿色建筑评价体系逐渐成熟和完善，加之政府对于环境保护的要求越来越高，绿色材料的研究与发展也进入了一个新的阶段。但是目前对于绿色材料的应用趋势的研究还不够全面。大部分学者只专注于某一种或者几种材料的技术特性或者一个工程项目中的应用情况而忽略了从整体上、技术进步的角度来探讨这个问题。基于此，本文结合建筑工程实际工作，总结了目前市场上主要使用的绿色材料及其特点，分析了它们的发展动因及存在的问题，并预测了未来发展趋势，希望对今后的相关研究和工程建设起到一定的借鉴作用。

1 绿色建筑材料的基本内涵与分类

1.1 绿色材料的定义与核心特征

绿色建筑材料不是一成不变的概念，而是一个随着科技的进步以及社会的需求变化的发展过程中的概念。依据国家颁布的国家标准《绿色建筑评价标准》（GB/T50378）以及其他相关行业的规定，绿色材料是在原材料的采集、生产和加工、运输及安装、使用与维护直至最后的废弃处理等各个环节中对环境的影响小、消耗的资源与能源少、可以重复利用并且对人体健康有益的材

料。而绿色材料的基本属性可以用四个字来总结：即：第一是节约资源，尽可能采用可再生资源、工业废料或者生活垃圾为原料，减少对自然资源的开采；第二是环保，生产和使用时无害、低毒、低排放；第三是高效节能，在保温、隔热、隔光方面有良好表现，减少建筑物的运行成本；第四是可以回收再用或者生物降解，不会给地球带来永久性的破坏。

1.2 绿色材料的主要分类体系

根据不同的分类方式，绿色建材可以分为不同种类。从材料来源看，可以分为天然绿色材料（如竹材、再生木、天然石）和人工合成绿色材料（如再生混凝土、生态水泥、环保涂料）。从作用上看，可以分为结构性绿色材料、围护性绿色材料、装饰性绿色材料和功能性绿色材料^[1]。从环保属性来看，可以是节能材料、节水材料、无害材料或可循环利用材料。而在工程上常用的绿色材料主要有以下几种：高性能绿色混凝土（再生骨料混凝土、透水混凝土、自修复混凝土）、绿色钢结构及轻钢体系、节能保温材料（真空绝热板、气凝胶毡、相变储能材料）、环保装饰材料（低VOC涂料、无醛人造板、生态壁材）和废弃物再生成品（建筑垃圾再生砖、粉煤灰砌块、旧轮胎橡胶制品等）。各种材料的技术水平、经济效益及普及程度有所不同，但是总体上多样化、综合化趋势明显。

2 绿色材料在建筑施工中的应用现状

2.1 结构材料的绿色化演进

结构材料是建筑施工中所用材料主要部分，在整个建筑行业节能减排中发挥重要作用。目前再生骨料混凝土技术已经比较完善，将建筑垃圾粉碎、筛选作为骨料使用，再生骨料使用比例可以达到30%-50%，甚至部分

示范项目中全部采用再生骨料。高强度钢筋的应用降低建筑物自身重量以及钢筋用量,而且钢结构可以拆解再利用,回收率高达90%以上。另外,竹基复合材料、工程竹材等生物基结构材料应用于低层建筑或者临时性建筑上也越来越多受到重视,由于它们具有较好的吸碳性和可再生性而逐渐被人们认识。

2.2 围护与保温材料的节能升级

建筑围护结构保温隔热性能直接影响运行能耗。真空绝热板导热系数可以做到 $0.002 \sim 0.004 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$,是普通保温材料的五分之一到十分之一,在同样保温条件下厚度大大降低。气凝胶复合材料由于其很低密度以及导热率,在高档住宅以及既有建筑节能改造中得到了一定应用^[2]。相变储能材料利用固-液相变时大量吸热或者放热来稳定室温,降低空调负担,目前这种材料也已经从实验室进入到实际工程项目当中,开始实现规模化生产。

2.3 装饰与功能材料的环保转型

室内装饰材料环保性能影响使用者健康。低VOC(挥发性有机化合物)涂料、水性木器漆、无溶剂地面涂装材料已经完全取代传统溶剂型产品占据主导地位。硅藻泥、贝壳粉等生态壁材具有调节湿度、净化空气等功能,符合人们对于绿色家居的要求。而在防水密封方面,水性聚氨酯、非固化橡胶沥青等环保型防水材料逐渐替代溶剂型产品。同时,光触媒自洁材料以及具有空气净化功能材料纷纷出现,使装饰材料由“无害化”发展到“有益化”。

2.4 废弃物再生材料的规模化应用

工业废弃物和建筑垃圾的资源化利用也是绿色材料的发展方向。粉煤灰、矿渣、钢渣等工业固体废物用作水泥混合材或者混凝土掺合料技术已经很成熟,粉煤灰掺量可达到30%-40%,不仅可以减少水泥使用量而且可以提高混凝土的工作性;建筑垃圾再生骨料生产再生砖、再生砌块、道路水稳层等,每年消耗量已超过一亿吨;废弃轮胎加工而成的橡胶颗粒可用于橡胶沥青防水材料、隔音减振垫层等,大量应用可以避免因填埋造成的土地浪费以及对环境的影响。

3 绿色材料发展的驱动因素与现实困境

绿色材料的发展受到多种影响因素,同时也存在一些问题。政府的相关政策起到重要的指导作用,《绿色建筑创建行动方案》等相关文件提出推进的方向,绿色建材评价、土地供应挂钩以及政府购买服务试点等方式降低了市场的进入壁垒。技术进步与成本下降相辅相成:再生骨料增强技术提高了产品的质量,规模化生产使得再生混凝土的价格优势从原来的50%降到15%-20%,

气凝胶的成本降低了约40%,从而让绿色材料由“政策推动”转化为“价值驱动”。此外,消费者的需求也在促进其发展,人们越来越注重居住环境的健康舒适性以及绿色建筑带来的增值效应,促使开发商将其纳入采购清单中,形成需求拉动。但是推广过程中也遇到困难:初期投资较大、对整个生命周期的收益认识不足;缺乏统一的标准,造成重复认证的情况严重;施工技术跟不上,工人未经过专门的培训;部分高端产品供给能力不足,无法满足大规模的应用。

4 绿色材料的应用趋势分析

4.1 全生命周期低碳化趋势

在碳达峰、碳中和目标引领下,绿色材料减碳优势受到前所未有的关注,建筑行业对建筑材料碳足迹计算标准提出更高要求并将其纳入工程项目招标考核内容,低能耗水泥、低能耗钢铁、生物质基材料等低碳排放材料占比不断增加。同时,“负碳材料”的概念开始流行,指材料在生产以及使用过程中所吸收的CO₂大于其产生的排放量。“负碳材料”如碳化养护混凝土、生物矿化建材已经进入工程建设试验阶段。未来,有可能出现材料碳排放标签制度,碳性能成为继强度、耐久性之后的重要考虑因素。

4.2 功能集成与智能化趋势

绿色材料正在由单一功能发展到“结构—节能—环境响应”等多功能化趋势。结构保温一体化把承重结构与保温层结合在一起,避免了传统外墙外保温脱落及火灾问题。自愈混凝土利用内部微生物或者微胶囊,在开裂后可以释放出物质进行修补,提高使用寿命。光—热—电多用型玻璃根据外界气温以及阳光强度变化可自行改变透明度和反射性能^[3]。智能响应性材料让建筑物外围护能够具有自我调整功能,从而达到由“被动节能”向“主动适应”转变。

4.3 循环经济导向的闭环化趋势

线性经济模式中建筑材料“取用—废弃”路径已逐渐被“减量—复用—再生”循环所替代,在设计上可以进行可拆卸设计使得建筑构件便于分离以便其后被再次使用。而建筑信息模型以及材料数据库相互结合可以对建筑材料来源进行追踪并对去向进行追溯从而有利于建筑物拆除过程中精确拆解及分类回收。再生材料高值化应用技术也将取得进展再生骨料不仅可以用于低强度回填还可以用来制作高性能混凝土建筑垃圾近零排放处理方式也将在更多地方普及。

4.4 数字化赋能与协同优化趋势

数字化技术正在重塑绿色材料整个生命周期。基于

高通量计算以及机器学习的材料基因组方法可以极大加速新绿色材料开发速度。在建筑信息模型平台上集成绿色材料数据库,设计师能够即时比较各种设计方案环境效益及经济效益^[4]。利用物联网监测施工期间材料浪费程度和废品数量,做到精确下料并且灵活调配。更为重要的一点是,施工过程与材料性能之间的匹配优化成为趋势,也就是说依据绿色材料特点改进施工方法、养护措施以及工序配合,使材料最大发挥其自身优势,防止由于施工不合理造成“绿色性能折减”。

5 推动绿色材料应用的对策建议

5.1 健全标准体系与认证制度

应加快制定或修订绿色材料相关产品标准,做到各种认证标准一致性和统一性。建立绿色材料性能分等制度,不同等级材料用于不同场合,防止一刀切要求。此外,设立绿色材料信息公开网站,提高市场透明度及消费者知情权。健全绿色建材产品认证采信制度,在政府工程以及绿色建筑评估过程中,把认证证书作为必要条件。

5.2 完善经济激励与约束机制

加大财税支持,对生产及使用绿色材料企业予以税收优惠、补贴等奖励措施。制定差别化的绿色材料收费标准,对采用高环境负荷材料建设项目征收资源环境补偿金。发展绿色保险和绿色金融产品,让绿色材料使用率影响保险费率以及贷款利率。另外,逐步提升建筑废弃物填埋成本,促使施工单位以新材料替代以及废料再利用减少开支。

5.3 强化技术研发与人才培养

设立绿色材料科技创新专项,重点研发低碳胶凝材料、高效储能材料、智能响应材料等。加强产学研用合作,组建绿色材料产业技术创新战略联盟。在职业教育方面,把绿色材料施工方法作为建筑工人职业培训内容,在教材中增加有关施工技术章节;在高等教育方面,鼓励土木工程、材料科学与工程等相关院校开设绿色材料课程,培养既懂工程技术又熟悉环境保护要求的

专业人才。

5.4 优化施工组织与管理模式

施工企业应制定绿色材料专项管理办法,对材料进场检查、存储防护、施工方法及质量管理做出规定。进行绿色施工策划,依据绿色材料特点合理布置施工流水段以及工序组织,避免材料存放和使用中出现质量问题。采用精益建造和信息化管理模式,严格把控材料消耗量并做好废旧物资回收工作。把绿色材料施工质量作为工程质量创优的重要内容,发挥引导作用。

6 结语

绿色建筑材料是推动建筑业绿色低碳转型的物质基础,其应用推广既是技术问题,也是经济问题、管理问题和理念问题。当前,绿色材料已从边缘性替代走向主流化应用,在结构、围护、装饰等多个领域形成了较为成熟的产品体系和技术路径。政策引导、技术创新、成本下降和需求升级共同构筑了绿色材料发展的坚实基础。展望未来,绿色材料将向全生命周期低碳化、功能集成与智能化、循环经济闭环化以及数字化协同方向深度演进。施工环节与材料性能的适配性研究将成为提升绿色效益的关键突破口。面对这一趋势,需要标准体系、经济政策、技术研发和管理模式的多维协同,打通从“材料绿色”到“建筑绿色”的价值转化通道。

参考文献

- [1]原丽丽.绿色材料在绿色建筑工程施工中的应用分析[J].陶瓷,2023,(7):173-175.
- [2]雷博,庆育乐,孙兴庞,等.建筑施工中节能环保绿色材料运用的策略[J].陶瓷,2023,(3):152-154.
- [3]王军.环保建筑工程发展与质量提升路径研究——以绿色材料选择、建筑安全管理及防伪为核心[J].中国品牌与防伪,2026,(1):188-190.
- [4]陈振宇.建筑工程中绿色材料的选用与效益分析[J].新城建科技,2025,34(1):64-66.