

新型绿色建筑材料在建筑工程施工中的应用研究

胡安玲

枣庄高新区房地产开发有限公司 山东枣庄 277000

摘要：新型绿色建筑材料以节能、环保、可循环为核心特点，已成为推动建筑业可持续发展的重要力量。这类材料涵盖保温隔热板材、再生骨料混凝土、功能性涂料等，通过优化资源利用和减少污染排放，显著降低建筑全生命周期的能耗与碳足迹。当前，绿色建材的应用覆盖建筑结构、围护、装饰等关键环节，并依托政策支持与技术迭代持续扩展。其规模化使用不仅提升了工程质量的稳定性和耐久性，也为行业绿色转型提供了实质性路径，契合“双碳”目标下建筑领域节能减排的迫切需求。基于此，本篇文章对新型绿色建筑材料在建筑工程施工中的应用进行研究，以供参考。

关键词：新型绿色建筑材料；建筑工程；施工应用

引言

在全球应对气候变化与推动可持续发展的背景下，建筑业作为能源消耗和碳排放的主要领域，亟须通过材料创新实现绿色转型。新型绿色建筑材料应运而生，其研发与应用聚焦于资源节约、环境友好与功能优化等。这些材料不仅弥补了传统建材高污染、高耗能的短板，更通过提升保温、隔声、抗震等性能，增强建筑安全性与舒适性。绿色建材的推广是响应国家绿色建造政策、满足人民群众对“好房子”健康宜居需求的关键举措，亦是建筑业实现精细化、低碳化发展的必然选择。

一、新型绿色建筑材料的内涵

新型绿色建筑材料是指在原料采集、生产加工、施工建造、使用维护乃至最终废弃处理的整个生命周期中，最大限度地减少对自然资源消耗和生态环境负面影响，同时具备节能、减排、安全、便利和可循环特性的建筑材料。其内涵强调通过利用工业废渣、建筑垃圾等替代原生资源，采用清洁生产工艺，并注重材料的耐久性、可回收性以及对人体健康无害，旨在实现建筑与环境的和谐共生，推动建筑业向资源节约和环境友好的方向转型。

作者简介：胡安玲（1981年4月），毕业院校：济宁职业技术学院，所学专业：建筑工程技术，当前就任单位：枣庄高新区房地产开发有限公司，职务：专员，职称级别：助理工程师。

二、新型绿色建筑材料的类型

1. 节能与结构材料

高性能混凝土如超低碳混凝土通过采用低水胶比，并大掺量使用粉煤灰、矿渣等工业固废替代水泥，优化内部孔隙结构，实现力学性能与耐久性的提升，其原理是减少水泥用量并提升密实度。生态水泥则主要以城市垃圾焚烧灰、污泥等固体废弃物为主要原料，通过替代天然原料和优化烧成工艺，降低生产能耗与排放，其核心是废弃物的资源化利用。两者的共同优势在于显著降低碳排放超低碳混凝土可降低40%-70%，消耗大量工业与城市固废，减少天然资源消耗，同时满足工程要求的强度、抗渗性和耐久性，实现节能、环保与结构性能的协同。

2. 高效保温隔热材料

高效保温隔热材料通过创新原理实现卓越节能：无机塑化微孔保温板以无机胶凝材料为主体，通过湿磨制浆与物理发泡工艺形成内部蕴含数以亿计的微米级闭孔结构，这些微孔有效阻隔空气对流与热传导，使其在达到A级防火性能的同时兼具保温功效，并可利用工业固废实现资源化；气凝胶因其纳米级多孔网络结构孔隙率可达99%以上将空气分子禁锢于孔隙中，极大抑制了热对流与传导，成为已知导热系数最低的固体材料，具备超轻、超强隔热及耐极端温度特性；真空绝热板则通过将芯材抽至高真空并密封，彻底消除了气体对流传热和大部分气态导热，使其导热系数显著低于传统保温材料，实现超薄高效保温。

3. 多功能与智能材料

多功能与智能材料通过其独特的物理或化学机制实现建筑性能的提升。自清洁/除甲醛涂料核心是纳米二氧化钛光催化技术，在光照下产生强氧化性自由基，能分解墙体表面的有机污染物和空气中的甲醛等有害气体，并呈现超亲水性使污垢易于被雨水冲刷干净，其优势在于长效自洁可达5-8年、净化空气以及减少维护成本。相变材料则利用其在物态变化如固-液转换过程中大量吸收或释放潜热的特性，犹如“能量海绵”般调节室内温度，其优势是提升建筑热惰性、大幅降低供暖制冷能耗并维持室内温度稳定。智能玻璃如光致变色类型通过掺入的卤化银等感光材料在光照强度变化时发生可逆的化学分解与结合，从而自动调节透光率，其优势在于减少眩光、动态调控太阳得热以降低空调和照明能耗，并提升视觉舒适度。这些材料共同推动了建筑向节能、自适应与健康环保方向发展。

4. 可再生与生物基材料

竹材、木丝板及生物基复合材料作为典型的可再生与生物基材料，其核心原理在于利用竹、木等可再生物质的天然纤维特性，通过物理加工或与无机/生物基聚合物复合如水泥木丝板以水泥固化木丝纤维，竹缠绕复合材料以树脂胶黏竹材，形成高性能生物基建材。竹材凭借其快速生长如毛竹24小时可长高约1.21米及高强度的特性，木丝板则通过水泥与矿化木丝复合形成多孔结构，实现A级防火与导热系数 $0.08-0.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的保温隔热效能；而生物基复合材料如生物基聚酰胺通过合成生物学技术制备单体并聚合，替代传统石油基塑料。其核心优势包括原料可再生竹材3-5年可成材，木丝板利用间伐材或加工剩余物，全生命周期碳足迹显著低于传统材料加工1吨竹材的二氧化碳排放量约为等量钢材的1/216，部分材料可生物降解或回收利用，同时具备轻量化生物基聚酰胺密度仅为钢材的1/4、高强度和耐腐蚀等综合性能，有效推动建筑行业从依赖化石资源向低碳循环转型。

5. 资源循环利用材料

资源循环利用材料以建筑垃圾和工业废料为原料，通过资源化再生技术制备新型建材。其核心原理是将废弃混凝土破碎、筛分后作为再生骨料部分或全部替代天然骨料配制混凝土再生骨料混凝土，或将碎砖瓦等建筑废墟与工业废渣如粉煤灰、钢渣混合成型生产再生砖及砌块，同时将煤矸石、冶金渣等工业固体废物转化为水泥混合材或墙体材料。这类材料的优势在于显著减少天

然资源开采与废弃物堆填占地，降低建材生产能耗如再生铝能耗仅为原生铝的2%，并具备与天然材料相近的力学性能再生砖成本可低10%-15%，实现环境减污、资源节约与经济效益的协同发展。

三、绿色建筑材料在建筑工程中的关键应用领域

围护结构系统与室内装修系统共同构成了建筑从外到内的完整绿色屏障。前者通过外墙保温、屋面绿化与光伏技术，主动应对外部环境变化，实现建筑与自然的能量与物质交换管理；后者则依托内墙环保材料、健康地面与节能门窗，精细调控室内微环境，保障健康舒适。

1. 围护结构系统

(1) 外墙保温与装饰

在建筑外墙保温与装饰领域，保温装饰一体板如铝板保温装饰一体板和自保温砌块系统是实现保温与结构一体化的先进技术。保温装饰一体板通过流水线预制，集保温如采用导热系数 $\leq 0.029\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的XPS挤塑聚苯板或硬质聚氨酯发泡板、防水与饰面功能于一体，其与基层墙体采用点框法粘结粘面积率 $\geq 40\%$ 并辅以锚栓机械锚固，满足建筑节能65%以上的设计规范，A1级防火标准，并显著提升施工效率。自保温砌块系统则通过使用发泡水泥板等材料，其导热系数 $\leq 0.070\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，与建筑主体结构同步施工，有效减少热桥，增强墙体整体性。这两种技术均实现了保温层与建筑围护结构的永久结合，克服了传统薄抹灰系统易开裂、脱落等弊病，兼具安全、节能与装饰效果，尤其适用于新建建筑及既有建筑节能改造。

(2) 屋面系统

在屋面系统设计中，集成绿色屋顶种植屋面、太阳能光伏一体化屋面和纳米改性防水卷材，可构建多功能复合体系。绿色屋顶结构自上而下通常包括植被层、轻质种植基质如泥炭土：蛭石：珍珠岩：锯末体积比4:3:2:1，厚度 $\geq 15\text{cm}$ 、聚酯纤维无纺布过滤层、块状塑料蓄水排水层如规格 $33.3\text{cm}\times 33.3\text{cm}\times 2.0\text{cm}$ 以及耐根穿刺防水层如含铜胎基的聚氯乙烯卷材，其基质热阻与植物蒸腾作用可降低屋面传热系数，有效削减雨水径流总量35%以上并缓解热岛效应。太阳能光伏一体化屋面采用碲化镉薄膜组件光电转化率约10.9%-15%或晶体硅技术转化率可达34%，通过BIM模型精准集成于防水保温层之上，实现“自发自用、余电上网”，如雄安高铁站项目年发电量达580万千瓦时。纳米改性防水卷材通过添加纳米 TiO_2 、 ZnO 等光触媒材料，使卷材太阳反射

率提升至80%以上,并具备光催化净化空气功能,其拉伸强度 $\geq 17\text{MPa}$,撕裂延伸率达500%,显著增强防水耐久性及隔热性能。三者协同形成集雨水管理、保温隔热、清洁发电与长效防护于一体的高性能屋面解决方案。

2. 主体结构系统

在建筑结构工程中,高性能混凝土HPC通过采用低水胶比通常为0.24–0.35并掺加足量矿物掺合料与高效减水剂,使其抗压强度可达60–100兆帕,弹性模量提升至40–50吉帕,显著增强了结构的耐久性与体积稳定性。可回收金属结构如钢结构依托全废钢短流程电炉工艺,可实现吨钢能耗降低约60%,碳排放减少约80,且钢材在建筑生命周期结束后可完全回收利用,体现了资源的循环特性。碳纤维增强材料以其极高的抗拉强度通常超过3000兆帕和轻质特性,在加固修复或组合结构中能有效减轻自重,并大幅提升构件的耐疲劳与抗腐蚀性。这些材料的协同应用,共同推动了建筑结构向轻量化、长寿命与资源可循环的方向发展。

3. 室内装修与功能系统

(1) 内墙与地面

在建筑内墙与地面系统中,通过系统化应用低VOC挥发性有机化合物涂料、天然纤维墙布及无醛人造板,构建健康室内环境。低VOC涂料如水性改性丙烯酸酯涂料的VOC含量需 $\leq 50\text{g/L}$,远低于国标250g/L限值,其漆膜硬度可达 $\geq 2\text{H}$,耐擦洗性超过10000次,从源头显著降低苯、甲醛等有害物释放。天然纤维墙布如棉麻材质需具备B1级阻燃与防霉一级指标,其立体纹理可实现0.5–0.9的降噪系数,同时天然纤维的微孔结构赋予其调节室内湿度的能力。地面及家具基材优先采用无醛人造板,其甲醛释放量需符合GB18580–2025标准中的E0级 $\leq 0.050\text{mg/m}^3$,通过使用异氰酸酯胶替代传统醛类胶黏剂,并与纳米矿物填料复合应用,使板材内照射指数IRa ≤ 0.5 ,外照射指数I $\gamma \leq 0.7$,确保无放射性危害。三类材料协同形成“吸附–分解–阻隔”的污染控制机制,使室内空气质量满足TVOC $< 0.5\text{mg/m}^3$ 、甲醛 $< 0.07\text{mg/m}^3$ 的健康标准。

(2) 节能门窗

在建筑节能门窗系统中,低辐射膜Low-E玻璃、中空玻璃与吸热玻璃等节能玻璃的协同应用是降低建筑能耗的核心技术路径。Low-E玻璃通过在玻璃表面镀膜多

层金属化合物膜层如银基功能膜,使其对可见光保持高透过率理论可达80%以上,同时对波长4.5–25 μm 的远红外线具有高反射性辐射率可低至0.15以下,有效阻隔室内外热辐射交换,其传热系数U值较普通玻璃大幅降低。中空玻璃则通过两片或多片玻璃间形成干燥气体腔体常见空气层厚度为6–12mm,利用气体低导热特性空气导热系数约0.028W/(m·K)削减对流传热,使整体传热系数降低超40%,若填充氩气等惰性气体还可进一步提升隔热性能。吸热玻璃则通过掺入金属离子选择性吸收太阳辐射中的近红外线,减少20%–30%太阳能进入室内。在实际应用中,常将Low-E玻璃与中空结构复合形成Low-E中空玻璃,并依据气候区差异如严寒地区侧重保温、夏热地区侧重遮阳调整玻璃配置如双银Low-E膜层进一步降低Sc值,使整窗传热系数优化至1.5W/(m²·K)以下,显著降低采暖与空调能耗。

结束语

总之,新型绿色建筑材料的深入应用,标志着建筑业从资源消耗型向环境友好型的根本转变。通过绿色建材与装配式施工、智能建造等技术的融合,工程质量、能效水平和资源循环利用率得以协同提升,为城市更新、美丽乡村建设注入绿色动能。未来,需进一步强化政策引导与产业链协同,攻克材料成本与工艺适配性等挑战,拓展智慧建材、生物基材料等创新方向。绿色建材的全面发展将最终推动建筑与自然、人与环境和谐共生,为构建美丽中国提供坚实基础。

参考文献

- [1] 郑志清. 新型绿色建筑材料在土木工程施工中的应用分析[J]. 居舍, 2024, (32): 43–45.
- [2] 张在胜. 绿色建筑材料在土木工程施工中的应用研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(10): 30–32.
- [3] 杨明. 土木工程施工中绿色建筑材料的应用[J]. 居业, 2024, (10): 227–229.
- [4] 刘双林. 新型绿色环保建筑材料对建筑工程造价管理的影响研究[J]. 现代工程科技, 2024, 3(19): 69–72.
- [5] 于鸿洋. 住宅工程施工中绿色建筑材料的质量检测方法研究[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (10): 99–101.