

绿色建筑材料在土木工程施工中的运用

杜飞飞

安徽建工（安庆）投资发展集团有限责任公司 安徽 安庆 246000

摘要：在全球倡导可持续发展与环境保护的大背景下，土木工程领域正经历着深刻变革。本文聚焦绿色建筑材料在土木工程施工中的运用。首先阐述绿色建筑材料的定义、特点与分类，为后续探讨奠定基础。接着分析其在土木工程施工中的显著优势，包括降低能源消耗、减少环境污染、提高建筑质量与性能以及促进资源可持续利用。最后详细介绍常见绿色建筑材料在保温隔热、墙体、装饰装修、防水密封以及管材管件等土木工程关键环节的具体应用，旨在全面展现绿色建筑材料在土木工程领域的重要价值与广泛应用前景，推动土木工程行业的绿色可持续发展。

关键词：绿色建筑；材料；土木工程；施工运用

引言：随着全球环境问题日益严峻以及资源短缺压力增大，可持续发展理念深入人心，建筑行业作为资源消耗与环境污染的大户，其绿色转型迫在眉睫。绿色建筑材料凭借其环保、节能、资源高效利用等特性，成为推动建筑行业可持续发展的关键因素。在土木工程施工中，绿色建筑材料的应用不仅能有效降低对自然资源的依赖，减少施工及使用过程中的环境负面影响，还能提升建筑的整体性能与品质，为人们提供更健康、舒适的居住和工作环境。因此，深入探讨绿色建筑材料在土木工程施工中的运用具有重要的现实意义和长远价值。

1 绿色建筑材料概述

1.1 绿色建筑材料的定义

绿色建筑材料是指在建筑全生命周期内，通过采用环保生产工艺、可再生资源或工业废弃物为原料，最大限度减少对自然资源的消耗和生态环境的破坏，同时具备节能、环保、健康、安全及可循环利用特性的建筑材料。其核心在于从原料获取、生产制造、施工应用到废弃处理的各个环节，均遵循可持续发展原则，确保材料在使用过程中不释放有害物质，废弃后可通过再生技术重新进入生产循环，实现资源的高效利用与环境的低负荷影响。

1.2 绿色建筑材料的特点

绿色建筑材料具有四大显著特点：其一，环保性突出，其生产过程优先选用无污染或低污染工艺，避免使用有毒有害原料，确保材料在使用阶段不释放甲醛、苯等挥发性有机物，保障室内空气质量；其二，节能效果显著，材料本身具备优异的隔热、保温性能，可降低建筑能耗需求，减少空调、采暖等设备的运行负荷；其三，健康安全性高，通过天然矿物或生物基原料制备，避免放射性物质和重金属污染，符合人体工程学与生态

学要求；其四，资源可循环性强，材料设计兼顾可拆卸性与再生性，废弃后可通过物理或化学方法回收利用，形成“资源-产品-废弃物-再生资源”的闭环系统。

1.3 绿色建筑材料的分类

根据功能与应用领域，绿色建筑材料可分为五类：结构类包括再生骨料混凝土、竹材复合结构板等，以工业废渣或可再生纤维增强材料性能；墙体类涵盖加气混凝土砌块、秸秆空心砖等，利用轻质多孔结构提升保温隔热效果；装饰类包含水性环保涂料、硅藻泥墙面材料等，通过天然成分实现无味、防霉、调湿功能；保温隔热类涉及岩棉板、真空绝热板等，以高效阻热技术降低建筑能耗；功能型则包括透水混凝土、光催化净化材料等，分别通过多孔结构或纳米技术实现雨水渗透、空气净化等附加功能^[1]。

2 绿色建筑材料在土木工程施工中的优势

2.1 降低能源消耗

绿色建筑材料通过优化材料性能与施工工艺，显著减少建筑全生命周期的能源需求。其轻质高强特性可降低结构荷载，减少基础及主体施工中的机械能耗；高效保温隔热材料（如真空绝热板、气凝胶毡）能有效阻隔热传递，降低建筑运行阶段的采暖与制冷能耗；自发光材料通过吸收自然光实现夜间照明，减少电力消耗；此外，绿色建材生产过程普遍采用节能技术，如利用工业余热或可再生能源驱动生产线，进一步压缩能源消耗，推动土木工程向低碳化、高效化方向发展。

2.2 减少环境污染

绿色建筑材料从原料到废弃处理的全流程均注重环境友好性。其生产优先选用工业废渣、建筑垃圾或可再生资源，减少对天然矿产的开采，降低生态破坏风险；水性涂料、无机装饰板等材料以水为溶剂或采用天然矿

物成分,避免挥发性有机物(VOCs)和重金属污染;透水混凝土通过多孔结构促进雨水下渗,缓解城市热岛效应并减少地表径流污染;施工阶段,装配式安装技术减少现场湿作业,降低扬尘、噪音与废水排放,实现清洁施工,助力土木工程行业绿色转型。

2.3 提高建筑质量与性能

绿色建筑材料通过技术创新显著提升建筑的综合性能。再生骨料混凝土通过优化配合比设计,其抗压强度、抗渗性及耐久性可达到或超过普通混凝土标准;相变储能材料通过吸收或释放潜热,实现建筑室内温度的动态调节,提升热舒适性;光催化净化材料表面涂覆纳米二氧化钛,可持续分解空气中的有害气体,改善室内环境质量;此外,绿色建材的轻质化设计(如加气混凝土砌块)不仅便于施工,还能增强建筑抗震性能,延长使用寿命,减少后期维护成本,全面提升建筑品质与用户满意度。

2.4 促进资源可持续利用

绿色建筑材料构建了资源循环利用的闭环体系。建筑垃圾经破碎筛分后可制成再生骨料,用于制备再生混凝土或路基材料,实现废弃物的高值化利用;秸秆板材以农作物废弃物为原料,通过压缩成型技术替代木材,减少森林资源消耗;塑料管材采用可回收聚乙烯(PE)或聚丙烯(PP)制成,废弃后可通过熔融再生工艺重新加工,降低资源依赖;此外,绿色建材的标准化设计与模块化生产模式提高了材料互换性与拆解效率,为建筑全生命周期的资源循环提供了技术支撑,推动土木工程行业向循环经济模式转型^[2]。

3 常见绿色建筑材料在土木工程施工中的应用

3.1 保温隔热材料的应用

(1)聚苯板(EPS)。聚苯板(EPS)是以可发性聚苯乙烯颗粒为原料,经加热预发泡后模压成型的轻质板材。其闭孔结构占比超98%,导热系数低至 $0.038\sim 0.042\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,能有效阻隔热传递,广泛应用于建筑外墙外保温系统。施工时,EPS板通过粘结砂浆与基层墙体固定,表面覆盖耐碱玻纤网格布增强抗裂性,最后抹面砂浆找平。该材料重量轻(密度 $18\sim 22\text{kg}/\text{m}^3$)、施工便捷,且可回收再利用,符合绿色建筑节能要求。(2)挤塑聚苯板(XPS)。挤塑聚苯板(XPS)由聚苯乙烯树脂经连续挤压工艺制成,其致密闭孔结构使导热系数低至 $0.028\sim 0.034\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,保温性能优于EPS板。XPS板抗压强度高(可达 500kPa 以上),适用于屋面、地面及地下室等需要承重的保温场景。(3)岩棉板。岩棉板以玄武岩等天然矿石为原料,经高温熔融后喷吹成纤维并加入粘结剂

压制而成,属于A级不燃材料。其纤维结构形成无数微小空气层,导热系数为 $0.036\sim 0.044\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,兼具保温与防火性能,常用于建筑外墙、幕墙及防火隔离带。施工时,岩棉板需用锚栓固定于基层墙体,表面覆盖镀锌钢丝网增强抗冲击性,最后抹抗裂砂浆。

3.2 墙体材料的应用

(1)加气混凝土砌块。加气混凝土砌块以水泥、石灰、粉煤灰与铝粉为原料,经高压蒸汽养护形成多孔结构,密度仅为 $500\sim 800\text{kg}/\text{m}^3$,导热系数低至 $0.11\sim 0.18\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,兼具保温与轻质特性。施工时采用专用砂浆砌筑,无需额外抹灰即可直接批刮腻子,缩短工期并减少湿作业。其多孔结构可吸收噪音,改善室内声环境,且原料中工业废渣占比超60%,生产能耗仅为传统黏土砖的1/3,是绿色建筑中节能、环保、高效的墙体材料。

(2)蒸压粉煤灰砖。蒸压粉煤灰砖以粉煤灰、石灰与石膏为原料,经高压蒸汽养护制成,强度等级可达MU10-MU20,满足承重与非承重墙体需求。其生产利用火力发电厂废弃粉煤灰,减少天然黏土开采,且蒸压工艺使砖体密实度高,抗冻性与耐久性优于普通烧结砖。(3)石膏砌块。石膏砌块以天然石膏或脱硫石膏为原料,经加水搅拌、浇注成型与干燥硬化制成,具有轻质(密度 $600\sim 900\text{kg}/\text{m}^3$)、防火(耐火极限 $\geq 2\text{h}$)与调湿特性。其内部微孔结构可自动吸收或释放空气水分,维持室内湿度在40%-60%舒适区间。施工时采用专用粘结剂拼装,无需龙骨支撑,施工效率高且无建筑垃圾。石膏砌块生产能耗仅为水泥的1/3,且可100%回收再造,广泛应用于内隔墙工程,是绿色建筑中健康、环保的墙体解决方案。

3.3 装饰装修材料的应用

(1)环保型乳胶漆。环保型乳胶漆以水为分散介质,采用天然树脂或低毒合成树脂为成膜物质,不含苯、甲醛等挥发性有害物质,VOC含量低于 $50\text{g}/\text{L}$,符合国家绿色建材标准。其施工简便,可直接涂刷于墙面,干燥后形成透气膜层,有效调节室内湿度,抑制霉菌滋生。部分产品添加纳米光触媒成分,可持续分解空气中的甲醛、苯系物,净化室内环境。该材料色彩丰富、耐擦洗性强,且生产过程能耗低,废弃后无污染,是绿色建筑装饰的首选涂料。(2)硅藻泥。硅藻泥以天然硅藻土为核心原料,其微孔结构占比超50%,比表面积达 $65\sim 100\text{m}^2/\text{g}$,可高效吸附空气中的甲醛、苯等有害气体,吸附率达90%以上,并具备调湿、降噪功能。施工时通过批刮工艺形成纹理丰富的墙面效果,无需额外装饰,且可添加天然色浆实现个性化色彩。硅藻泥耐高温(熔点 $> 1300^\circ\text{C}$)、防火等级达A级,使用寿命长达20年,废弃后

可回归土壤,无二次污染,是健康环保型内墙装饰材料的代表。(3)集成墙面。集成墙面以竹木纤维、铝合金或石塑为基材,表面覆膜PVC或PP装饰层,通过模块化设计实现快速拼装,施工效率较传统墙面提升50%以上。其基材可回收利用率超90%,且生产过程无胶水添加,避免甲醛释放。集成墙面具备防水、防潮、防火(B1级)特性,适用于厨房、卫生间等潮湿环境,且表面耐刮擦、易清洁,维护成本低。

3.4 防水密封材料的应用

(1)高分子防水卷材。高分子防水卷材以聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)或热塑性聚烯烃(TPO)等合成树脂为基材,通过挤出或压延工艺制成,具有拉伸强度高($\geq 8\text{MPa}$)、断裂伸长率大($\geq 300\%$)的特点,可适应基层变形而不开裂。其耐候性优异(使用年限超25年),且冷施工无需明火,直接热熔或自粘铺贴,减少环境污染。部分产品表面覆砂或矿物粒料,增强抗紫外线能力,广泛应用于屋面、地下室及桥梁工程,是绿色建筑中高效耐久的防水解决方案。(2)防水涂料。防水涂料以丙烯酸酯、聚氨酯或硅橡胶等环保型树脂为成膜物质,通过喷涂或刷涂形成无缝防水层,有效阻断水分渗透。其施工灵活,可适应复杂节点(如阴阳角、管道根部)的防水处理,且固化后弹性好(伸长率 $\geq 200\%$),能覆盖基层微裂缝。水性防水涂料VOC含量低于 50g/L ,无毒无味,符合绿色建材标准;部分产品添加纳米材料,可自修复 0.5mm 以内裂缝,延长使用寿命,是室内外防水工程的优选材料。

3.5 管材管件的应用

(1)塑料管材。塑料管材以聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP-R)等高分子材料为核心,凭借耐腐蚀、质量轻、安装便捷的特性,成为绿色建筑中应用最广泛的管材之一。其内壁光滑,不易结垢,可有效降低输水过程中的能耗损失,同时避免二次污染,保障水质安全。生产过程中,塑料管材采用环保型原料,无重金属添加,

且废弃后可完全回收再造,减少对自然资源的依赖。在应用场景上,PP-R管因耐热性能优异,常用于建筑冷热水供应系统;PE管柔韧性好,适应复杂地形,广泛应用于地下管网铺设;PVC管则凭借抗冲击性强、成本低的优势,成为排水系统的主流选择。(2)金属复合管材。金属复合管材结合金属的强度与塑料的耐腐蚀性,通过特殊工艺将两者复合,形成兼具双重优势的新型管材。其外层金属(如钢、铝)提供高承压能力,内层塑料(如PE、PVC)则有效隔绝介质与金属接触,避免腐蚀问题,延长使用寿命。这种结构使其在高温、高压或强腐蚀环境中表现突出,广泛应用于工业流体输送、高层建筑消防管道等场景。金属复合管材施工便捷,采用卡套式或机械压合连接,无需复杂焊接,安装效率显著提升。同时,其内壁光滑,水流阻力小,可减少能耗损失。环保方面,金属层可100%回收再利用,塑料层通过再生技术实现资源循环,符合可持续发展理念,是兼顾性能与环保的理想管材选择^[3]。

结束语

绿色建筑材料在土木工程施工中的广泛应用,不仅是行业响应“双碳”目标的必然选择,更是推动建筑行业可持续发展的核心动力。从环保型乳胶漆、硅藻泥等装饰材料的健康属性,到高分子防水卷材、塑料管材的耐久性能,再到金属复合管材的资源高效利用,绿色建材通过技术创新实现了功能性与生态性的平衡。其全生命周期的低能耗、低排放特性,不仅提升了工程质量与使用体验,更显著减少了施工及运营阶段的环境负荷。

参考文献

- [1]孙泽仁.浅析绿色建筑材料在土木工程施工中的应用[J].建材与装饰,2022,(002):178-179.
- [2]李德勇,梁靖涵.绿色建筑材料在土木工程施工中的运用[J].绿色环保建材,2022(12).
- [3]童世虎.绿色建筑材料在土木工程施工中的应用探讨[J].中国设备工程,2021.384(24)195-197.